アフリカ地域

南部アフリカ地域
防災プロジェクト研究

ファイナルレポート

2022 年 3 月

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

パシフィックコンサルタンツ株式会社
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル
日本工営株式会社

目　　次

目　　次
図　目　次
表　目　次
略　語　表
現地調査日程
第 1 章　プロジェクト概要 1-1
1.1　プロジェクトの背景 1-1
1.2　プロジェクトの目的と範囲 1-2
1.2.1　プロジェクトの目的 1-2
1.2.2　対象地域 1-2
1.2.3　協力期間 1-2
第 2 章　業務の実施方法 2-1
2.1　各国における概況把握 2-1
2.1.1　概況把握の目的 2-1
2.1.2　災害リスク概況の把握方法 2-1
2.1.3　都市開発の観点からの把握方法 2-10
2.1.4　防災体制・計画の把握方法 2-11
2.1.5　ドナー支援の動向の把握方法 2-11
2.1.6　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析方法 2-11
2.2　各国の防災施策の提案と防災協力案件の検討方法 2-11
第 3 章　各国の概況と防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-1
3.1　モザンビーク 3-1
3.1.1　災害リスクの概況 3-1
3.1.2　気候変動の概況 3-23
3.1.3　国土開発及び都市開発の概況 3-37
3.1.4　防災計画・体制の概況 3-46
3.1.5　ドナー支援の動向 3-49
3.1.6　重要都市の選定 3-54
3.1.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-55
3.2　マダガスカル 3-209
3.2.1　災害リスクの概況 3-209
3.2.2　気候変動の概況 3-228
3.2.3　国土開発及び都市開発の概況 3-236

3.2.4　防災計画・体制の概況 3-244
3.2.5　ドナー支援の動向 3-245
3.2.6　重要都市の選定 3-249
3.2.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-249
3.3　マラウイ 3-345
3.3.1　災害リスクの概況 3-345
3.3.2　気候変動の概況 3-363
3.3.3　国土開発及び都市開発の概況 3-372
3.3.4　防災計画・体制の概況 3-377
3.3.5　ドナー支援の動向 3-380
3.3.6　重要都市の選定 3-384
3.3.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-384
3.4　ジンバブエ 3-487
3.4.1　災害リスクの概況 3-487
3.4.2　気候変動の概況 3-496
3.4.3　国土開発及び都市開発の概況 3-506
3.4.4　防災計画・体制の概況 3-511
3.4.5　ドナー支援の動向 3-512
3.4.6　重要都市の選定 3-516
3.4.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-516
3.5　モーリシャス 3-569
3.5.1　災害リスクの概況 3-569
3.5.2　気候変動の概況 3-581
3.5.3　国土開発及び都市開発の概況 3-589
3.5.4　防災計画・体制の概況 3-595
3.5.5　ドナー支援の動向 3-598
3.5.6　重要都市の選定 3-601
3.5.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-601
3.6　コモロ 3-634
3.6.1　災害リスクの概況 3-634
3.6.2　気候変動の概況 3-644
3.6.3　国土開発及び都市開発の概況 3-650
3.6.4　防災計画・体制の概況 3-652
3.6.5　ドナー支援の動向 3-653
3.6.6　重要都市の選定 3-657
3.6.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-658

3.7 セーシェル 3-683
3.7.1 災害リスクの概況 3-683
3.7.2 気候変動の概況 3-692
3.7.3 国土開発及び都市開発の概況 3-699
3.7.4 防災計画・体制の概況 3-704
3.7.5 ドナー支援の動向 3-705
3.7.6 重要都市の選定 3-708
3.7.7 各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析 3-709
3.8 南アフリカ 3-740
3.8.1 防災教育 3-740
3.8.2 災害対応 3-747
3.8.3 南アフリカの取組みの共有と広域連携の可能性 3-753
第4章 各国の防災施策の提案 4-1
4.1 モザンビーク 4-4
4.2 マダガスカル 4-13
4.3 マラウイ 4-19
4.4 ジンバブエ 4-26
4.5 モーリシャス 4-28
4.6 セーシェル 4-30
第5章 防災協力施策の提案 5-1
5.1 モザンビーク：ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成 5-2
5.2 モザンビーク：ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充 5-4
5.3 モザンビーク：灌漑・排水システム改修・改良プロジェクト 5-7
5.4 モザンビーク：マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定プロジェクト 5-9
5.5 マダガスカル：国道2号土砂災害対策・機能強靭化 5-11
5.6 マダガスカル：気象観測及び予警報能力向上プロジェクト 5-14
5.7 マラウイ：ブランタイヤ水公社災害時対応能力強化プロジェクト 5-16
5.8 マラウイ：ハイブリッド発電設備導入準備調査 5-18
5.9 ジンバブエ：ハイブリッド発電設備導入準備調査 5-20
5.10 モーリシャス：ハイブリッド発電設備導入準備調査 5-22
第6章 南部アフリカ地域防災ネットワークの展開 6-1
6.1 南部アフリカ地域既存防災ネットワークの現況と課題 6-1
6.1.1 南部アフリカ地域の既存防災ネットワークの現況 6-1
6.1.2 南部アフリカ地域の既存防災ネットワークの課題 6-7
6.2 モーリシャスにおけるワークショップの開催 6-8
6.2.1 インド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム及び帰国研修員との連携 6-8

6.2.2　ワークショップの概要 6-9
6.3　南部アフリカ地域防災ネットワークの可能性 6-20
6.3.1　南部アフリカ地域における災害リスクの課題の再認識 6-20
6.3.2　南部アフリカ地域防災ネットワークにかかる課題 6-25
6.3.3　南部アフリカ地域防災ネットワークにかかるニーズ 6-25
6.3.4　南部アフリカ地域防災ネットワークの拡充にかかる提案 6-27
6.3.5　南アフリカとの連携 6-29

図　目　次

図 2-1　災害リスク分析のステップ 2-2
図 2-2　全球河川モデルによる浸水解析結果事例 2-4
図 2-3　衛星画像解析による実績浸水域の例（マダガスカル 北部） 2-4
図 2-4　サイクロンによる暴風等の影響を把握するためのデータの例 2-5
図 2-5　高潮の影響を把握するためのデータの例（モザンビーク全域） 2-6
図 2-6　地すべりの影響を把握するためのデータの例（南部アフリカ地域全土） 2-6
図 2-7　人口分布のデータの例（モザンビーク マプト市及び周辺地域） 2-7
図 3-1　モザンビークにおけるハザード分布 3-1
図 3-2　マプト首都圏におけるハザード分布状況 3-3
図 3-3　ナンプラにおけるハザード分布状況 3-5
図 3-4　ベイラにおけるハザード分布状況 3-7
図 3-5　チモイユにおけるハザード分布状況 3-8
図 3-6　ケリマネにおけるハザード分布状況 3-10
図 3-7　テテにおけるハザード分布状況 3-11
図 3-8　ナカラにおけるハザード分布状況 3-13
図 3-9　モザンビーク主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(1/2) 3-15
図 3-10　モザンビークにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布 3-18
図 3-11　モザンビークにおける災害傾向（1980 - 2012） 3-22
図 3-12　降水量予測（2080-2099 年、1995-2014 年比）, SSP2-4.5 3-24
図 3-13　平均気温予測（2080-2099 年、1995-2014 年比）, SSP2-4.5 3-24
図 3-14　サイクロン時の風速の状況 3-24
図 3-15　洪水や干ばつにより影響を受ける地域 3-25
図 3-16　洪水の強度及び頻度変化の予測 3-28
図 3-17　モザンビークにある経済回廊 3-37
図 3-18　モザンビークの国家開発現状モデル 3-40
図 3-19　モザンビークのインフラの接続性と流れ 3-42
図 3-20　モザンビークの Territorial Model 3-43
図 3-21　中核都市とハザード分布 3-44
図 3-22　マプト市の土地利用計画 3-55
図 3-23　マトラ市の土地利用計画 3-56
図 3-24　マプト首都圏の浸水状況 3-57
図 3-25　土地利用状況（2021 年）と土地利用計画（2008 年） 3-58
図 3-26　土地利用状況（2021 年）と土地利用計画（2008 年） 3-58
図 3-27　（参考）JICA 8 Steps 3-61
図 3-28　サイクロン通過状況とサイクロン・イダイ後の様子 3-62
図 3-29　ベイラ市の支援拠点としての位置づけ 3-63
図 3-30　ベイラ市の復興計画と残余リスク対策イメージ 3-64
図 3-31　ベイラ市の災害支援拠点都市機能強化イメージ 3-64
図 3-32　モザンビークにおける主要交通インフラ 3-66

図 3-33　モザンビークにおける主要 3 回廊（道路）と国道 1 号 3-69
図 3-34　モザンビークにおける鉄道路線と年間輸送容量 3-70
図 3-35　モザンビークにおける主要港湾と年間輸送容量 3-72
図 3-36　ANE の道路整備状況（2021 年 10 月現在） 3-76
図 3-37　ナカラ回廊地域の総合開発戦略と部門・地域別アプローチのイメージ 3-77
図 3-38　モザンビークの道路整備に対する AfDB の資金援助区間（2007 年～2017 年） 3-78
図 3-39　モザンビークにおける運輸交通インフラ整備戦略（AfDB 策定） 3-79
図 3-40　TTTFP の対象道路（全体） 3-80
図 3-41　TTTFP の対象道路（モザンビーク内） 3-81
図 3-42　サイクロン・イダイ等によるベイラ空港施設の被災状況 3-83
図 3-43　モザンビークにおける土砂災害、洪水、高潮のリスク 3-84
図 3-44　ベイラ市ロジスティックスハブのイメージ 3-87
図 3-45　ベイラ市ロジスティックスハブ構想おける新設貨物駅の候補地 3-88
図 3-46　ベイラ空港の利用状況（2015 年～2020 年） 3-89
図 3-47　モザンビーク空港公社の財政状況（2015 年～2020 年） 3-92
図 3-48　ベイラ FIR とベイラ ACC の範囲 3-93
図 3-49　マトラ川における重要橋梁の様子（左：国道 2 号、右：国道 4 号） 3-96
図 3-50　マプト首都圏における主要幹線道路と主要道路構造物 3-97
図 3-51　マプト首都圏の非舗装道路（左：住宅街、右：ジュリアス・ニエレレ通り） 3-97
図 3-52　モザンビーク電力設備マップと土砂災害リスクマップ 3-102
図 3-53　モザンビーク電力設備マップと洪水・サイクロンリスクマップ 3-103
図 3-54　Access to piped water by province (%) 3-105
図 3-55　Access to sanitation (%) 3-105
図 3-56　ベイラ市給水管網、ポンプ場、取水口、浄水場位置図 3-108
図 3-57　サイクロン・イダイにより被災した下水管網 3-109
図 3-58　ベイラ市下水道系統図 3-109
図 3-59　Access and usage of communication media in past month (%) 3-111
図 3-60　移動通信事業者毎のカバレジマップ 3-115
図 3-61　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019) 3-117
図 3-62　固定回線加入者人口比率 3-117
図 3-63　モバイル回線加入者人口比率 3-118
図 3-64　サイクロン・イダイによって破壊された Tmcel の鉄塔（Sofala） 3-124
図 3-65　洪水によって被災した通信路（Sofala 地方） 3-125
図 3-66　教育関係機関の組織図 3-127
図 3-67　SDEJT による学校建設予算の配分 3-129
図 3-68　ゾーニング（サイクロン・強風の場合） 3-130
図 3-69　教育関連施設分布とハザードマップ 3-135
図 3-70　学校施設の補強解説図 3-135
図 3-71　マプト標準モデル（左：配置図、右：断面図） 3-137
図 3-72　マプト標準モデルを採用した小中一貫校 3-137
図 3-73　保健省組織図 3-139
図 3-74　ヘルスケアセンターへのアクセス時間 3-141
図 3-75　マプト市医療施設とハザードリスク（100 年確率） 3-146

図 3-76　ベイラ市医療施設とハザードリスク 3-148
図 3-77　灌漑スキームの位置図 3-155
図 3-78　河川堤防建設計画 3-162
図 3-79　MOPHRH の洪水対策・水資源管理に係る体制 3-164
図 3-80　主要河川の位置及び地域水資源管理事務所（ARA）の管轄区分 3-165
図 3-81　国家気象局（INAM、National Institute of Meteorology）の組織図 3-166
図 3-82　主要 13 河川と戦略的 22 中小河川の位置図 3-167
図 3-83　主要 13 河川の選定根拠 3-169
図 3-84　マプト首都圏の流域概要図 3-172
図 3-85　マプト首都圏の洪水脆弱性マップ 3-174
図 3-86　マプト首都圏の洪水（外水）ハザードマップ（再掲） 3-175
図 3-87　マプト観測所の年総雨量 3-175
図 3-88　マプト観測所の年最大日雨量 3-176
図 3-89　日本における治水計画策定方法の概要 3-178
図 3-90　マトラ川とインフレネ川の河道特性 3-179
図 3-91　流域都市化後を想定した洪水流量配分図と対策平面図案 3-180
図 3-92　ARA Sul の組織体制図 3-190
図 3-93　マプト首都圏周辺の ARA Sul 管轄水文観測所位置図 3-196
図 3-94　危機管理型水位計の概要 3-198
図 3-95　3L 水位計の概要 3-199
図 3-96　浮子測法のイメージ図 3-200
図 3-97　要請書の対象 4 ダム位置図 3-202
図 3-98　マダガスカルにおけるハザード分布 3-209
図 3-99　アンタナナリボにおけるハザード分布状況 3-211
図 3-100　トアマシナにおけるハザード分布状況 3-212
図 3-101　アンティぜラベにおけるハザード分布状況 3-213
図 3-102　フィアナランツアにおけるハザード分布状況 3-215
図 3-103　マジュンガにおけるハザード分布状況 3-216
図 3-104　トゥリアラにおけるハザード分布状況 3-218
図 3-105　アンツィラナナにおけるハザード分布状況 3-219
図 3-106　マダガスカルにおける災害傾向（1982-2018） 3-227
図 3-107　年平均気温（2080-2099,1995-2014 比） SSP 2-4.5 3-228
図 3-108　自然災害の発生頻度 （1900-2018 年の年平均） 3-228
図 3-109　マダガスカルにある経済回廊 3-237
図 3-110　特定された 12 の成長分野 3-240
図 3-111　マダガスカルにおける TaToM 全域の位置 3-242
図 3-112　都市とハザード分布 3-243
図 3-113　アンタナナリボ都市圏の都市の拡大 3-250
図 3-114　アンタナナリボの都市拡大の様子（写真） 3-251
図 3-115　アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画 3-258
図 3-116　TaToM 経済軸の構想におけるセクター横断的方向図 3-261
図 3-117　マダガスカルにおけるサイクロン、洪水、土砂災害のリスク 3-263
図 3-118　アンタナナリボ-トアマシナ経済都市軸（再掲） 3-264

図 3-119　国道 2 号の現況 3-266
図 3-120　トアマシナ港の拡張整備計画（事業中） 3-267
図 3-121　トアマシナ港のコンテナ貨物取扱量の将来需要予測 3-267
図 3-122　国道 2 号マングル橋及びアンツァパザナ橋の改修事業（実施中） 3-269
図 3-123　マダガスカル周辺の過去のサイクロンの軌道（1970-2015） 3-270
図 3-124　マダガスカルにおけるハザード分析（左：洪水・サイクロン、右：土砂災害）：再掲 3-270
図 3-125　国道 2 号の土砂災害・洪水被害発生状況（2018） 3-271
図 3-126　サイクロン・アナ(2022 年 1 月)の軌道と大雨・洪水発生状況 3-271
図 3-127　サイクロン・アナによる国道 2 号土砂災害・洪水被害発生状況（2022 年 1 月） 3-272
図 3-128　法面対策工事のイメージ 3-274
図 3-129　国道 2 号における登坂車線整備のイメージ 3-274
図 3-130　アンタナナリボ-トアマシナ都市間鉄道（TCE Line）の標高差と縦断勾配 3-275
図 3-131　国道 2 号法面対策・登坂車線整備の優先整備区間（イメージ） 3-276
図 3-132　国道 7 号の被害状況（2015 年サイクロン・チェザ時の状況） 3-277
図 3-133　マダガスカル電力設備と土砂災害リスクマップ 3-281
図 3-134　マダガスカル電力設備とサイクロン・洪水リスクマップ 3-282
図 3-135　JIRAMA 給水区域図 3-286
図 3-136　JIRAMA 給水網拡大計画（目標年次 2020 年） 3-287
図 3-137　PCEAU 組織間連絡体制図 3-288
図 3-138　サイクロン・洪水発生時上下水業務継続活動一覧 3-288
図 3-139　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019) 3-293
図 3-140　固定回線加入者人口比率 3-293
図 3-141　モバイル回線加入者人口比 3-294
図 3-142　マダガスカルの通信オペレーターと市場シェア 3-295
図 3-143　マダガスカルに接続する海底光ケーブル網 3-296
図 3-144　マダガスカル国内の光ケーブル網 3-297
図 3-145　ESCAP による回廊沿い通信インフラ改善プロジェクト対象地域 3-299
図 3-146　教育関連組織の体制 3-300
図 3-147　マダガスカルのレファラルシステム 3-304
図 3-148　マダガスカルの平均月雨量 3-318
図 3-149　マダガスカルの地形と河川位置図 3-319
図 3-150　既往洪水の降雨分布図と浸水実績図例 3-320
図 3-151　洪水（左）と旱魃（右）ハザードマップ 3-321
図 3-152　運輸・気象庁気象総局（DGM）の組織図 3-329
図 3-153　DGM の稼働している Synop 観測所（17 箇所）位置図 3-329
図 3-154　DGM の稼働している Synop 観測所（17 箇所）位置図（再掲） 3-338
図 3-155　マラウイにおけるハザード分布 3-345
図 3-156　リロングウェにおけるハザード分布状況 3-347
図 3-157　ブランタイヤにおけるハザード分布状況 3-348
図 3-158　ムズズにおけるハザード分布状況 3-349
図 3-159　チクワワ県におけるハザード分布状況 3-350
図 3-160　ヌサンジェ県におけるハザード分布状況 3-351
図 3-161　マラウイにおける災害傾向（1898 - 2018） 3-358

図 3-162　サイクロン・アナの通過経路 3-359
図 3-163　マラウイ及び周辺国での累積降雨量 3-360
図 3-164　サイクロン・アナによる浸水範囲（衛星画像解析による浸水予測範囲） 3-360
図 3-165　気温及び降水量の状況 3-363
図 3-166　年間平均気温の推移（1971-2001）と年間降水量の推移（1960-2009） 3-364
図 3-167　エレファント・マーシュの気候変動適応戦略 3-371
図 3-168　主要施施設及びセトルメントの立地状況 3-373
図 3-169　国家強靭化戦略の推進体制 3-379
図 3-170　リロングウェの地形的特徴と災害発生状況 3-385
図 3-171　リロングウェ市が挙げた市内の災害ポイントの様子（その 1） 3-386
図 3-172　リロングウェ市が挙げた市内の災害ポイントの様子（その 2） 3-387
図 3-173　ブランタイヤ市内での被害発生状況 3-390
図 3-174　ブランタイヤ市内の災害発生現場やハザードによるリスクの高いエリアでの開発状況 3-391
図 3-175　ブランタイヤ冠水被害交差点と河川の位置関係 3-392
図 3-176　ブランタイヤ市の Urban Structure Plan 2000-2015（左）及びインフォーマル地区の分布状況（灰色／右） 3-393
図 3-177　マラウイにおける国際回廊 3-395
図 3-178　マラウイ道路ネットワークにおける 1 級道路・2 級道路 3-400
図 3-179　マラウイにおける地域間トラック交通量 3-401
図 3-180　マラウイにおける鉄道路線の状況 3-402
図 3-181　マラウイ湖におけるフェリーサービスルート（MV Ilala 社） 3-405
図 3-182　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における主要計画 3-410
図 3-183　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における鉄道路線整備計画 3-415
図 3-184　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における内陸港湾整備計画 3-417
図 3-185　マラウイにおける内陸水運による貨物輸送の潜在力 3-418
図 3-186　マラウイ湖における旅客輸送サービスの提案 3-419
図 3-187　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における空港計画 3-421
図 3-188　マラウイにおける土砂災害と洪水のリスク 3-423
図 3-189　マラウイの国道 1 号における災害に脆弱な区間 3-424
図 3-190　マラウイにおける災害に脆弱な鉄道区間 3-425
図 3-191　マラウイ・シレ川流域の重要国道（1 号、3 号） 3-426
図 3-192　サイクロン・アナによるチクワワ県における主要道路の被災状況 3-427
図 3-193　サイクロン・アナによるヌサンジェ県における主要道路の被災状況 3-428
図 3-194　サイクロン・アナによる国道 1 号（M1）の被災状況（ドマシ付近） 3-429
図 3-195　3 級道路 416 号線（T416）の被災状況（ムワンベッチ川付近） 3-430
図 3-196　2 級道路 151 号（S151）の寸断箇所と国道 1 号の代替ルートの可能性 3-430
図 3-197　ウォーカーズ・フェリー浄水場と主要な配水池等の標高図 3-438
図 3-198　ウォーカーズ・フェリー浄水場の施設配置 3-439
図 3-199　浚渫船の被災状況（左）と取水施設の閉塞時の土砂の掻き出しの様子（右） 3-440
図 3-200　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019) 3-443
図 3-201　固定回線加入者人口比率 3-444
図 3-202　モバイル回線加入者人口比率 3-444
図 3-203　マラウイのムタリカ大統領（当時）と Huawei の上級副社長 易翔 3-447

図 3-204　Malawi の国内光幹線ケーブル網（MAREN）……3-448
図 3-205　各県の土地利用図……3-454
図 3-206　洪水発生エリアの比較（チクワワ県）……3-455
図 3-207　サイクロン・アナによる被害……3-456
図 3-208　チクワワ県の灌漑システムの現況・計画図……3-457
図 3-209　マラウイの平均雨量……3-464
図 3-210　マラウイの河川の管理単位及び河川・湖の位置図……3-465
図 3-211　過去の洪水によるシレ川流域の氾濫状況……3-467
図 3-212　サイクロン・アナ時の衛星画像解析による浸水予測範囲（マラウイ南部地域）……3-468
図 3-213　チクワワ付近のシレ川と国道 1 号との交差地点の浸水状況……3-469
図 3-214　シレ川とルオ川との合流地点の浸水状況……3-470
図 3-215　チクワワ以南のシレ川沿いの地区の浸水状況……3-471
図 3-216　シレ川左岸の支川沿いでの現地の様子……3-472
図 3-217　カピチラダムの位置図及び被災箇所……3-474
図 3-218　カピチラダムの被災箇所の現場写真……3-475
図 3-219　常用洪水吐の様子……3-476
図 3-220　水力発電所の取水口（左）及び天端の越流痕（藁が天端に残っている／右）……3-477
図 3-221　WB 支援により実施されたハザード分析の結果イメージ……3-478
図 3-222　マンゴチ県におけるハザードマップの作成例……3-479
図 3-223　シレ川流域での洪水リスクと人口分布の重ね合わせ……3-480
図 3-224　シレ川における治水対策の可能性に関する検討図……3-481
図 3-225　シレ川左岸の支川で整備された堤防の様子（再掲）……3-482
図 3-226　シレ川下流域で想定される治水対策の位置図……3-485
図 3-227　ジンバブエにおけるハザード分布……3-487
図 3-228　ハラレ及びチトゥンギザにおけるハザード分布状況……3-489
図 3-229　ブラワヨにおけるハザード分布状況……3-490
図 3-230　5 月～7 月（冬季）の最高地表平均気温の変動（1960 年～2011 年）……3-496
図 3-231　10 月～12 月（夏季）の最高及び最低平均気温の変動（1960 年～2013 年）……3-496
図 3-232　10 月～12 月（左）及び 1 月～ 3 月（右）の降雨量の変化図……3-497
図 3-233　年間平均気温予測（2080-2099）SSP 2-4.5……3-497
図 3-234　年間降水量予測(2080-2099) SSP2-4.5……3-498
図 3-235　自然災害の発生頻度（1900-2018 年の年平均）……3-498
図 3-236　ジンバブエの主要都市の位置……3-506
図 3-237　ジンバブエの地方回廊……3-507
図 3-238　土地分級（左）と実際の農地利用状況（右）……3-508
図 3-239　主要な鉱物資源の分布状況……3-509
図 3-240　国立公園の分布……3-510
図 3-241　ジンバブエの災害時対応体制……3-512
図 3-242　ジンバブエにおける主要交通インフラ……3-517
図 3-243　ジンバブエの全国道路ネットワーク……3-519
図 3-244　南部アフリカ地域の鉄道ネットワーク……3-521
図 3-245　ジンバブエの全国鉄道ネットワーク……3-522
図 3-246　ジンバブエの鉄道ネットワークにおける新規鉄道路線計画……3-527

図 3-247　ジンバブエおける災害リスク（左：土砂災害、右：洪水）.....3-529
図 3-248　ジンバブエ・ハラレにおける環状道路の提案.....3-530
図 3-249　ジンバブエ・ムタレにおける広域幹線道路 5 号線（R5）改良事業の提案.....3-531
図 3-250　ジンバブエ電力設備マップと土砂災害リスク.....3-534
図 3-251　ジンバブエ電力設備マップとサイクロン・洪水リスク.....3-535
図 3-252　環境・水・気候省を取り巻く組織図.....3-537
図 3-253　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019).....3-542
図 3-254　固定回線加入者人口比率.....3-542
図 3-255　モバイル回線加入者人口比率.....3-542
図 3-256　モバイルサービスの市場シェア（加入者数と収益、2018 年）.....3-544
図 3-257　モバイルネットワークのカバレッジ.....3-544
図 3-258　ジンバブエの光ファイバーリンクと IXP の位置図.....3-546
図 3-259　Liquid Intelligent Technologies が運営する光ファイバーネットワーク.....3-547
図 3-260　ジンバブエの通信セクターの SWOT 分析（SWOT マトリクス）.....3-549
図 3-261　ジンバブエの通信バックボーン回線.....3-550
図 3-262　ジンバブエで洪水被害が予測されるエリア.....3-550
図 3-263　インターネット接続用の Community Information Centre.....3-551
図 3-264　ジンバブエ洪水リスクマップ.....3-557
図 3-265　ジンバブエメイズ生産マップ.....3-558
図 3-266　灌漑開発エリアマップ.....3-558
図 3-267　ジンバブエ水資源管理省の組織図.....3-561
図 3-268　グエビ川の流域図.....3-563
図 3-269　ジンバブエの平均雨量.....3-564
図 3-270　ジンバブエの主要河川の位置図.....3-564
図 3-271　ジンバブエにおける 7 つの流域管理単位の位置図.....3-565
図 3-272　ジンバブエの既存の洪水ハザードリスクの分析結果.....3-566
図 3-273　ジンバブエでの洪水リスクと人口分布の重ね合わせ.....3-567
図 3-274　サベ川及びルンデ川流域の洪水リスクと人口分布の重ね合わせ.....3-568
図 3-275　モーリシャスにおけるハザード分布.....3-569
図 3-276　ポートルイス及びプレーンウィルヘルム県におけるハザード分布状況.....3-571
図 3-277　ロドリゲス島におけるハザード分布状況.....3-573
図 3-278　モーリシャスにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布.....3-578
図 3-279　モーリシャスにおける災害傾向（1960 - 2014）.....3-580
図 3-280　モーリシャスのリスク順位.....3-581
図 3-281　気温及び降水量の月別平均（1991～2020）.....3-581
図 3-282　平均気温の観測結果（1901-2020）.....3-582
図 3-283　降水量の変化（1900 年～2015 年）.....3-582
図 3-284　降水量予測.....3-583
図 3-285　海面上昇の状況.....3-584
図 3-286　モーリシャスの都市と 1 級道路.....3-591
図 3-287　モーリシャスの経済的土地利用.....3-592
図 3-288　モーリシャスの防災減災の取組み実施体制.....3-596
図 3-289　高潮対策によるセットバック事業.....3-602

図 3-290　モーリシャスの災害状況 3-603
図 3-291　モーリシャスの道路ネットワーク整備状況 3-605
図 3-292　モーリシャスの道路ネットワーク 3-606
図 3-293　モーリシャスのメトロ・エクスプレスの路線図と位置 3-607
図 3-294　モーリシャスにおけるコンテナ・貨物取扱量の動向 3-609
図 3-295　サー・シウサガル・ラングーラム国際空港の年間利用客数 3-610
図 3-296　ポートルイス港マスタープランにおける将来計画 3-612
図 3-297　モーリシャスにおける災害リスク（左：サイクロン、強雨、右：高潮） 3-613
図 3-298　モーリシャスにおける地すべりリスク 3-613
図 3-299　モーリシャスの道路における土砂災害復旧工事と斜面保護対策の様子 3-615
図 3-300　モーリシャス電力設備マップとハザードマップ 3-617
図 3-301　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019) 3-622
図 3-302　固定回線加入者人口比率 3-622
図 3-303　ローズベルに設立された MT のデータセンター 3-625
図 3-304　5G ネットワークに IoT 機器を接続した防災モニタリングネットワーク構成の例 3-626
図 3-305　モーリシャスの平均雨量 3-627
図 3-306　モーリシャスの主要河川の諸元一覧 3-628
図 3-307　土地排水庁（LDA）作成の GIS 上での洪水リスク分析結果 3-630
図 3-308　モーリシャス都市域における排水路の整備状況 3-631
図 3-309　海岸保全計画策定 14 海岸位置図 3-632
図 3-310　ポートルイス付近の気候変動適応策の例 3-633
図 3-311　コモロにおけるハザード分布 3-634
図 3-312　モロニにおけるハザード分布状況 3-636
図 3-313　ムツァムドゥ及びドモニにおけるハザード分布状況 3-637
図 3-314　フォンボニにおけるハザード分布状況 3-638
図 3-315　コモロにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布 3-641
図 3-316　コモロにおける災害傾向（1950 - 2014） 3-643
図 3-317　1991 年から 2020 年までの平均気温及び降水量推移 3-644
図 3-318　平均気温の推移（1901 年～2020 年） 3-645
図 3-319　年間平均気温予測（2080-2099）SSP2-4.5 3-645
図 3-320　年間降水量予測（2080-2099）SSP2-4.5 3-646
図 3-321　自然災害の発生頻度（1900-2018 年の年平均） 3-646
図 3-322　コモロの地方行政区分と都市の設定状況 3-651
図 3-323　コモロの主要都市と集落の分布状況 3-651
図 3-324　コモロの主要 3 島と主要運輸交通インフラ 3-658
図 3-325　コモロにおける災害リスク（サイクロン） 3-661
図 3-326　コモロにおける土砂災害リスク 3-661
図 3-327　コモロ発電所位置と地すべりリスクマップ 3-664
図 3-328　コモロにおけるサービスレベル別、地域別の給水サービス利用人口割合 3-665
図 3-329　コモロにおけるサービスレベル別、地域別の衛生サービス利用人口割合 3-666
図 3-330　ANRTIC 事務所 3-668
図 3-331　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019) 3-669
図 3-332　固定回線加入者人口比率 3-670

図 3-333　モバイル回線加入者人口比率 3-670
図 3-334　FLY-LION3 と既存海底ケーブルの接続図 3-674
図 3-335　コモロの平均雨量 3-680
図 3-336　2012 年の洪水時の様子 3-680
図 3-337　コモロにおける 100 年確率降雨による浸水範囲 3-681
図 3-338　セーシェルにおけるハザード分布 3-683
図 3-339　ビクトリアにおけるハザード分布状況 3-685
図 3-340　災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布 3-688
図 3-341　セーシェルにおける災害傾向（1898-2018） 3-691
図 3-342　平均気温及び降水量の状況（1991-2020 年） 3-692
図 3-343　年間平均気温の推移（1901 年～2020 年） 3-693
図 3-344　年間降水量の推移（1901 年～2020 年） 3-693
図 3-345　海面上昇の予測 3-694
図 3-346　主要施施設及びセトルメントの立地状況 3-700
図 3-347　土地利用戦略 3-702
図 3-348　土地利用計画 3-703
図 3-349　セーシェルの災害対応体制 3-704
図 3-350　セーシェルの主要 3 島と主要運輸交通インフラ 3-709
図 3-351　セーシェル・マヘ（Mahé）島の運輸交通インフラ 3-710
図 3-352　セーシェル・ビクトリア港の入港船舶数 3-711
図 3-353　セーシェル・ビクトリア港のコンテナ取扱量（輸入・輸出・積替合計） 3-712
図 3-354　セーシェル・マヘ島の重要運輸交通インフラ 3-716
図 3-355　マヘ島送電系統図 3-719
図 3-356　プララン島送電系統図 3-720
図 3-357　Public Utility Corporation 組織図 3-721
図 3-358　セーシェル PUC の 2021 年優先プロジェクト 3-723
図 3-359　DICT の組織構成 3-725
図 3-360　セーシェルのブロードバンド加入者数(2021/6/30 現在） 3-725
図 3-361　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019) 3-726
図 3-362　固定回線加入者人口比率 3-726
図 3-363　モバイル回線加入者人口比率 3-727
図 3-364　セーシェルの 5G カバレッジエリア 3-729
図 3-365　SEAS（Seychelles to East Africa Submarine Cable）ケーブルルート図 3-730
図 3-366　SAA 組織図 3-732
図 3-367　セーシェルにおける河川管理に関連する組織体制 3-736
図 3-368　セーシェルの平均雨量 3-738
図 3-369　マヘ島ビクトリア周辺の河川の位置図 3-738
図 3-370　南アフリカの洪水 3-741
図 3-371　EAGER プロジェクト 3-744
図 3-372　EAGER プロジェクトの目的 3-744
図 3-373　NDMF によって規定された災害時対応の主要な項目と内容 3-748
図 3-374　南アフリカの災害宣言と災害分類決定の手順 3-749
図 3-375　NDMC から入手可能なガイドラインのリスト 3-751

図 6-1　ワークショップの様子 6-14
図 6-2　調査団からのプレゼンテーションの様子 6-15
図 6-3　ディスカッション及び発表の様子 6-17
図 6-4　南部アフリカ地域におけるサイクロンの経路 6-20
図 6-5　3 つの地区分布イメージ 6-21
図 6-6　南部アフリカ地域防災人材育成拠点化イメージ 6-29

表　目　次

表 2-1　災害リスクの把握のために使用したデータ 2-3
表 2-2　本業務対象国で作成された PDNA 一覧 2-8
表 2-3　災害種ごとの定性的な判断基準 2-9
表 2-4　災害による経済損失ポテンシャル算出に用いた閾値 2-9
表 3-1　モザンビーク主要都市におけるハザードの状況 3-2
表 3-2　モザンビークの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル 3-16
表 3-3　GFDRR 災害リスクプロファイルによるモザンビークにおけるセクター別被害想定 3-17
表 3-4　モザンビークにおける PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル） 3-20
表 3-5　モザンビークにおける災害被害統計によるセクターごとの被害実績 3-21
表 3-6　気象災害による被害概況 3-26
表 3-7　雨季の異常気象による人的被害（2016-2020 年） 3-27
表 3-8　国レベルの気候変動関連の政策一覧 3-29
表 3-9　National Climate Change Adaptation and Mitigation Strategy for the period 2013-2025 (NCCAMS)の Mission 及び Objectives 3-30
表 3-10　INDC 実施に向けたギャップと障壁、ニーズ 3-31
表 3-11　ナンプラ 州の Memba 地区の Local Adaptation Plan to climate change（PLA） 3-33
表 3-12　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの） 3-36
表 3-13　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル） 3-49
表 3-14　開発協力パートナーによる政策協議及び援助調整 3-49
表 3-15　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-52
表 3-16　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-53
表 3-17　モザンビーク運輸交通部門における主要関係機関 3-67
表 3-18　モザンビークにおける道路の現況 3-68
表 3-19　モザンビークの鉄道路線と輸送実績（2019 年） 3-71
表 3-20　モザンビークの港湾の年間輸送容量と実績（2019 年） 3-72
表 3-21　モザンビークの港湾の主要運営会社（コンセッション）一覧 3-73
表 3-22　マプト・ベイラ・ナンプラ空港の輸送実績（2019 年） 3-75
表 3-23　モザンビークにおける防災上の重要運輸交通インフラ 3-84
表 3-24　ベイラ市ロジスティックスハブ形成の概要 3-87
表 3-25　ベイラ空港の施設・設備の現状と評価 3-91
表 3-26　ベイラ空港における航空交通管制システムの導入状況 3-94
表 3-27　上下水セクターのサイクロン被災実績 3-110
表 3-28　モザンビークの電気通信インフラ指標（2020） 3-112
表 3-29　モザンビークの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年 ） 3-118
表 3-30　電気通信サービスの目標指標 3-119
表 3-31　国連機関が持つ既存の緊急通信システム 3-121
表 3-32　サイクロン・イダイによって被害を受けた基地局数 3-123
表 3-33　サイクロン・イダイによって通信に影響が出た加入者数 3-124
表 3-34　サイクロン・ケネスによって被害を受けた基地局数 3-125

表 3-35　サイクロン・ケネスによって通信に影響が出た加入者数 3-125
表 3-36　ゾーニング設定値（サイクロン・強風の場合） 3-130
表 3-37　国際支援履歴 3-132
表 3-38　自然災害履歴 3-133
表 3-39　建替えの最優先リスト 3-136
表 3-40　保健施設の設置基準とサービスの内容 3-140
表 3-41　モザンビークの保健医療サービス施設分布（州別、1995 年-1997 年） 3-140
表 3-42　国際支援履歴 3-143
表 3-43　CEN 分類 3-144
表 3-44　強風対策チェックリストの概要 3-145
表 3-45　マプト市各医療施設の浸水深さ 3-147
表 3-46　ベイラ市各医療施設の浸水深さ 3-148
表 3-47　被災時の課題と対策 3-149
表 3-48　農業・農村開発大臣の権限下の関係機関 3-152
表 3-49　政府 5 カ年計画における目標 3-153
表 3-50　わが国の支援実績 3-156
表 3-51　関係ドナーによる支援実績 3-157
表 3-52　農業セクターの被災実績（洪水） 3-159
表 3-53　農業セクターの被災実績（サイクロン） 3-160
表 3-54　地域水資源管理事務所（ARA）の主要河川の管轄区分 3-164
表 3-55　主要 13 河川の諸元一覧 3-168
表 3-56　戦略的 22 中小河川の諸元一覧 3-168
表 3-57　モザンビークにおける河川管理・海岸管理セクターの被害 3-170
表 3-58　マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定 PJ の調査内容 3-171
表 3-59　検討対象河川一覧 3-172
表 3-60　マプト首都圏周辺での主要洪水一覧 3-173
表 3-61　ウンベルジ川とインコマチ川の既往洪水一覧 3-173
表 3-62　水文統計解析結果一覧 3-176
表 3-63　洪水比流量曲線式を用いた現状の洪水流量の概算一覧 3-179
表 3-64　既往プロジェクトのアクションプラン 3-181
表 3-65　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況結果 3-182
表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（1/6） 3-183
表 3-67　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の確認結果事例 3-189
表 3-68　ARA Sul（ARAs も含む）の組織体制に係る質疑応答一覧（1/2） 3-191
表 3-69　ARA Sul（ARAs も含む）の治水事業に係る質疑応答一覧(2/2) 3-192
表 3-70　ARA Sul の水理水文観測に係る質疑応答一覧(1/2) 3-194
表 3-71　ARA Sul の水理水文観測結果の活用に係る質疑応答一覧(2/2) 3-195
表 3-72　ARA Sul の河川測量に係る質疑応答一覧 3-195
表 3-73　水位観測所事例 3-196
表 3-74　日本における近年の高水流量観測の現場状況事例 3-200
表 3-75　高水流量観測で用いる流速計一覧 3-201
表 3-76　要請書の対象 4 ダムの諸元一覧 3-202
表 3-77　要請書の対象 4 ダム 3-203

表 3-78　ARA Sul への質疑応答一覧（1/3）.....3-205
表 3-79　観測システムや観測機器、安全制御機器に係る現状一覧.....3-208
表 3-80　マダガスカル主要都市におけるハザードの状況.....3-210
表 3-81　マダガスカル主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(1/2).....3-220
表 3-82　マダガスカル主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(2/2).....3-221
表 3-83　マダガスカル主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル.....3-222
表 3-84　GFDRR 災害リスクプロファイルによるマダガスカルにおけるセクター別被害想定.....3-223
表 3-85　マダガスカルにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布.....3-224
表 3-86　マダガスカルで作成された PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル）.....3-225
表 3-87　マダガスカルの災害被害統計によるセクターごとの被害実績.....3-226
表 3-88　気候変動の影響.....3-230
表 3-89　NAPA における優先プロジェクトリスト.....3-231
表 3-90　SPCR における投資計画での優先プロジェクト.....3-232
表 3-91　適応行動により期待される効果.....3-233
表 3-92　マダガスカルにおける適応関連のプロジェクト等一覧.....3-235
表 3-93　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）.....3-236
表 3-94　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル）.....3-245
表 3-95　ドナーごとの主な支援分野.....3-246
表 3-96　WB が実施する災害対応・防災分野分野の関連プロジェクト.....3-247
表 3-97　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト.....3-248
表 3-98　マダガスカル運輸交通部門における主要関係機関.....3-252
表 3-99　マダガスカル全国道路ネットワークの道路区分別の道路延長と路面状態.....3-254
表 3-100　マダガスカルにおける ADEA 運営の主要 10 空港.....3-256
表 3-101　TaToM 経済軸開発に関するドナーの支援状況.....3-259
表 3-102　TaToM 経済軸の運輸交通システムの成長シナリオ.....3-260
表 3-103　マダガスカルにおける防災上の重要運輸交通インフラ.....3-264
表 3-104　TaToM 経済軸を利用する旅客・貨物量の将来需要予測.....3-267
表 3-105　国道 2 号の将来交通需要予測.....3-268
表 3-106　マダガスカルにおける上下水道関係機関.....3-283
表 3-107　マダガスカル国家水・衛生戦略 2013-2018 目標値.....3-285
表 3-108　アンタナナリボ都市圏給水分野優先プロジェクト.....3-289
表 3-109　アンタナナリボ都市圏下水・排水分野優先プロジェクト.....3-290
表 3-110　マダガスカルの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年）.....3-294
表 3-111　アフリカの主な海底光ケーブル陸揚局.....3-296
表 3-112　サブセクター別の教育経常費（億 MGA：2011 年価値）.....3-301
表 3-113　マダガスカルのレベル別医療システム.....3-304
表 3-114　マダガスカルの医療施設数.....3-305
表 3-115　MAP2007-2021 13 大目標.....3-306
表 3-116　医療サービス及び医療施設に関連する法規.....3-307
表 3-117　他ドナーによる保健医療分野援助の概要.....3-308
表 3-118　農業・畜産省に付属する関係機関.....3-310
表 3-119　WUF 及び WUA の役割.....3-310
表 3-120　わが国の支援実績.....3-313

表 3-121　関係ドナーによる支援実績 3-314
表 3-122　農業セクターの被災実績（サイクロン） 3-315
表 3-123　河川防災分野に係る関係機関一覧 3-316
表 3-124　マダガスカルの平均月雨量と平均年総雨量 3-318
表 3-125　マダガスカルの主要河川の諸元一覧 3-319
表 3-126　既往検討における河川防災分野の課題一覧 3-323
表 3-127　JICA が気象関連プロジェクトを実施した各国の気象庁職員数と国力一覧 3-325
表 3-128　オンラインによるヒアリング等調査の質疑応答一覧（1/4） 3-326
表 3-129　オンラインによるヒアリング等調査の質疑応答一覧（2/4） 3-327
表 3-130　オンラインによるヒアリング等調査の質疑応答一覧（3/4） 3-328
表 3-131　DGM への各ドナーによる支援内容 3-330
表 3-132　防災協力施策の概要一覧 3-331
表 3-133　参考とした気象観測機器導入に係る既往プロジェクト一覧 3-331
表 3-134　レーダー雨量計の主要諸元一覧 3-332
表 3-135　レーダー雨量計事例（モーリシャス） 3-332
表 3-136　既往サイクロンの災害リスクとマダガスカルの人口分布 3-333
表 3-137　レーダー雨量計の探知距離と設置箇所の関係 3-335
表 3-138　レーダー雨量計（1 箇所）の概算費用一覧 3-337
表 3-139　参考とした気象観測機器導入に係る既往プロジェクト一覧（再掲） 3-337
表 3-140　JICA の既往プロジェクトで導入した地上気象観測機器事例 3-338
表 3-141　地上気象観測所設置に係る費用 3-339
表 3-142　既往プロジェクトの概要一覧（1/3） 3-340
表 3-143　既往プロジェクトの概要一覧（2/3） 3-341
表 3-144　既往プロジェクトの概要一覧（3/3） 3-342
表 3-145　マダガスカル国での気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（案） 3-343
表 3-146　トレーサビリティに係るイメージ 3-344
表 3-147　マラウイ主要都市におけるハザードの状況 3-346
表 3-148　マラウイ主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図（1/2） 3-352
表 3-149　マラウイの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル 3-353
表 3-150　GFDRR 災害リスクプロファイルによるマラウイにおけるセクター別被害想定 3-354
表 3-151　災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布 3-355
表 3-152　マラウイにおける PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル） 3-356
表 3-153　マラウイにおける災害被害統計によるセクターごとの被害実績 3-357
表 3-154　セクターごとの支援ニーズと WB 支援による復旧・復興活動 3-361
表 3-155　気温及び降水量の将来予測 3-365
表 3-156　気候変動の影響 3-366
表 3-157　気候変動関連の政策・施策等 3-368
表 3-158　戦略的適応策 3-369
表 3-159　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの） 3-372
表 3-160　Malawi’s Vision における 3 つの柱 3-375
表 3-161　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（単位：百万 US ドル） 3-380
表 3-162　開発協力パートナーによる政策協議及び援助調整 3-381
表 3-163　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト一覧 3-383

表 3-164　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-384
表 3-165　2004 年と 2016 年のマラウイ輸出・輸入品における輸送コスト（US ドル/トン） 3-397
表 3-166　2004 年と 2016 年のマラウイ輸出品の価格における輸送費の割合 3-398
表 3-167　マラウイ運輸交通部門におけるサブセクターの主要関係機関 3-398
表 3-168　マラウイにおける回廊管理協議会（CMI）の概要・設置状況 3-399
表 3-169　マラウイ国道 1 号の区間別の路面状況（2014 年調査） 3-400
表 3-170　マラウイ鉄道の概要 3-403
表 3-171　マラウイ湖における主要港湾施設の状況 3-406
表 3-172　マラウイ湖を利用する貨物輸送量 3-406
表 3-173　マラウイにおける国際空港の現状 3-407
表 3-174　マラウイの国際空港における貨物取扱量（千トン） 3-407
表 3-175　マラウイ国家運輸交通マスタープランにおけるキーコンポーネント 3-409
表 3-176　マラウイ国家運輸交通マスタープランにおける主要インフラ整備シナリオ 3-411
表 3-177　マラウイ国家運輸交通マスタープランにおける交通回廊プロジェクトの提案 3-411
表 3-178　マラウイにおいて実施中の道路改修プロジェクト 3-412
表 3-179　マラウイにおいて実施中の道路改良プロジェクト 3-412
表 3-180　マラウイにおいて実施中のその他道路改修プロジェクト 3-413
表 3-181　マラウイにおける将来の道路改修プロジェクト計画 3-413
表 3-182　マラウイにおける防災上の重要運輸交通インフラ 3-423
表 3-183　マラウイの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年） 3-445
表 3-184　農業・食料安全保障省の部局 3-449
表 3-185　わが国の支援実績 3-452
表 3-186　関係ドナーによる支援実績 3-452
表 3-187　農業セクターの被災実績（洪水） 3-453
表 3-188　河川管理に係る関係機関一覧 3-458
表 3-189　関連計画での河川管理に係る記述内容 3-460
表 3-190　WB シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）の実施項目と予算（計画段階） 3-462
表 3-191　マラウイにおける水資源管理の区分 3-465
表 3-192　マラウイおける 2000 年～2016 年の洪水履歴 3-466
表 3-193　カピチラダムの諸元 3-473
表 3-194　ジンバブエ主要都市におけるハザードの状況 3-488
表 3-195　ジンバブエ主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図 3-491
表 3-196　ジンバブエの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル 3-492
表 3-197　PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル） 3-493
表 3-198　ジンバブエのサイクロン・イダイによる地区ごとの農業セクターへの被害 3-493
表 3-199　ジンバブエのサイクロン・イダイによる地区ごとの家屋被害の分布 3-494
表 3-200　ジンバブエのサイクロン・イダイによる地区ごとの道路被災状況 3-495
表 3-201　気候変動影響及び将来予測のまとめ 3-499
表 3-202　気候変動の影響 3-499
表 3-203　気候変動関連計画等の策定状況 3-500
表 3-204　Seven pillars of NCCRS 3-500
表 3-205　農業セクターにおける適応戦略 3-501
表 3-206　短期的及び長期的な適応のビジョン、目標及びターゲット 3-502

表 3-207　適応行動実施に向けたアクション、ギャップ及び障壁 3-503
表 3-208　気候変動への適応策（NDC より） 3-504
表 3-209　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの） 3-505
表 3-210　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル） 3-513
表 3-211　ドナーごとの主な支援分野 3-513
表 3-212　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-515
表 3-213　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト一覧 3-516
表 3-214　ジンバブエ運輸交通部門における主要関係機関 3-517
表 3-215　ジンバブエの道路の現況（2016/2017 年調査） 3-518
表 3-216　CAAZ が運営するジンバブエの民間空港 3-524
表 3-217　ジンバブエにおける防災上の重要運輸交通インフラ 3-529
表 3-218　ジンバブエの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年） 3-543
表 3-219　国土・農業・水・気候・農村再定住省の部局 3-553
表 3-220　わが国の支援実績 3-555
表 3-221　関係ドナーによる支援実績 3-555
表 3-222　農業セクターの被災実績（洪水） 3-556
表 3-223　農業セクターの被災実績（サイクロン） 3-556
表 3-224　ジンバブエにおける河川管理に係る関係機関一覧 3-560
表 3-225　ジンバブエにおける 2000 年～2015 年の洪水履歴 3-566
表 3-226　モーリシャス主要都市におけるハザードの状況 3-570
表 3-227　モーリシャス主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(1/2) 3-574
表 3-228　モーリシャス主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(2/2) 3-575
表 3-229　モーリシャスの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル 3-576
表 3-230　GFDRR 災害リスクプロファイルによるモーリシャスにおけるセクター別被害想定 3-577
表 3-231　モーリシャスにおける災害被害統計によるセクターごとの被害実績 3-579
表 3-232　優先すべき適応アクション（NDC 2021 より） 3-587
表 3-233　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの） 3-589
表 3-234　モーリシャスの主要都市の人口（2021 年） 3-590
表 3-235　1995 年から 1919 年の土地利用 3-594
表 3-236　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル） 3-598
表 3-237　ドナーごとの主な支援分野 3-599
表 3-238　モーリシャス運輸交通部門における主要関係機関 3-604
表 3-239　2020 年における MPA の輸送実績 3-608
表 3-240　モーリシャスで実施中の主要プロジェクト 3-611
表 3-241　モーリシャスにおける防災上の重要運輸交通インフラ 3-614
表 3-242　モーリシャスにおける上下水道関係機関 3-619
表 3-243　モーリシャスの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年） 3-623
表 3-244　モーリシャスの通信回線ユーザー数と人口比率（2020 年） 3-623
表 3-245　モーリシャスにおける主要なサイクロン被害 3-629
表 3-246　コモロ主要都市におけるハザードの状況 3-635
表 3-247　コモロの主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図 3-639
表 3-248　コモロの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル 3-640
表 3-249　GFDRR 災害リスクプロファイルによるマダガスカルにおけるセクター別被害想定 3-641

表 3-250　コモロの災害被害統計によるセクターごとの被害実績 3-642
表 3-251　気候変動の影響 3-647
表 3-252　表 気候変動関連計画等の策定状況 3-648
表 3-253　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル） 3-653
表 3-254　開発協力パートナーによる政策協議及び援助調整 3-654
表 3-255　開発パートナー介入マトリックス 3-655
表 3-256　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-656
表 3-257　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト一覧 3-657
表 3-258　コモロ運輸交通部門における主要関係機関 3-659
表 3-259　コモロの主要港湾の概要 3-660
表 3-260　コモロの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年） 3-670
表 3-261　コモロの通信回線ユーザー数と人口比率（2020 年） 3-671
表 3-262　RCIP-4 のプロジェクトコンポーネント 3-672
表 3-263　RCIP-4 で採用された主な DLI 3-673
表 3-264　農業、栄養、食料安全保障に関連する開発計画 3-676
表 3-265　関係ドナーによる支援実績 3-677
表 3-266　農業セクターの被災実績 3-677
表 3-267　セーシェル主要都市におけるハザードの状況 3-684
表 3-268　セーシェル ビクトリアにおけるハザードと人口分布の重ね合わせ図 3-686
表 3-269　セーシェル ビクトリアにおける災害種ごとの経済損失ポテンシャル 3-686
表 3-270　GFDRR 災害リスクプロファイルによるセクター別被害想定 3-687
表 3-271　セーシェルにおける PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル） 3-689
表 3-272　セーシェルの災害被害統計によるセクターごとの被害実績 3-690
表 3-273　気候変動の影響 3-695
表 3-274　気候変動関連計画等の策定状況 3-696
表 3-275　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの） 3-698
表 3-276　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル） 3-705
表 3-277　ドナーごとの主な支援分野 3-705
表 3-278　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-707
表 3-279　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト 3-708
表 3-280　セーシェル運輸交通部門における各サブセクターの主要関係機関 3-710
表 3-281　セーシェル国際空港の旅客・貨物輸送量 3-712
表 3-282　セーシェル国際空港の空港マスタープランの概要 3-713
表 3-283　セーシェルにおける運輸交通インフラ関連推奨事業と事業費 3-714
表 3-284　セーシェルにおける運輸交通インフラ関連推奨事業の優先順位 3-715
表 3-285　セーシェルにおける運輸交通インフラ関連推奨事業のフェーズ計画 3-715
表 3-286　セーシェルの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年） 3-727
表 3-287　セーシェルの通信回線ユーザー数と人口比率（2020 年） 3-727
表 3-288　関係ドナー及び民間による支援実績 3-734
表 3-289　農業セクターの被災実績（洪水） 3-735
表 3-290　関連計画での河川管理及び海岸管理に係る記述内容 3-737
表 3-291　セーシェルにおける 1989 年～2006 年時点までの洪水被害 3-739
表 4-1　対象国の調査優先セクター 4-1

表 4-2　対象国の地域区分と特性 4-1
表 4-3　各国の防災施策案リスト（1/2） 4-2
表 4-4　各国の防災施策案リスト（2/2） 4-3
表 6-1　各国の参加者数・所属機関 6-11
表 6-2　ワークショッププログラム（1 日目） 6-12
表 6-3　ワークショッププログラム（2 日目） 6-13
表 6-4　ワークショップにおける意見発表 6-18
表 6-5　対象国の地域区分と特性（再掲） 6-21

略　語　表

略語	正式名称	日本語名称
AAL	Average Annual Loss	年間平均被害推定額
ACC	Area Control Center	航空交通管制部
ACM	Aviation Civile de Madagascar	マダガスカル民間航空局
ACZ	Airports Company of Zimbabwe	ジンバブエ空港会社
ADEMA	Aéroports de Madagascar (フランス語)	マダガスカル空港公社
ADM	Aeroportos de Moçambique (ポルトガル語)	モザンビーク空港公社
AFD	Agence française de développement (フランス語)	フランス開発機構
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
AIAS	Administração de Infra-Estruturas de Água e Saneamento (ポルトガル語)	モザンビーク水・衛生インフラ局
AML	Airports of Mauritius Co. Ltd	モーリシャス空港会社
ANACM	National Agency of Aviation and Meteorology	コモロ航空・気象庁
ANAM	National Agency of Maritime Affairs	コモロ海事庁
ANE	Administração Nacional de Estradas (ポルトガル語) / National Road Administration	モザンビーク道路公社
APC	Port Authority of the Comoros	コモロ港湾公社
APMF	Agence Portuaire Maritime et Fluviale (フランス語)	マダガスカル港湾・海運・水運庁
ARM	Autorité Routière de Madagascar (フランス語)	マダガスカル道路公社
ARPOC	Project on Strengthening Resilience in Cyclone Idai-Affected Areas	モザンビークサイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト
ARTEC	Autorité de Régulation des Technologies de Communication (フランス語)	マダガスカル通信技術規制局
AU	African Union	アフリカ連合
AURA	Autoridade Reguladora de Água (ポルトガル語)	モザンビーク水規制機構
BBB	Build Back Better	より良い復興
BCP	Business Continuity Plan	事業継続計画
BLP	Building and Land Use Permit	建築・土地利用許可
BNGRC	Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes (フランス語)	マダガスカル国家防災局
BWB	Blantyre Water Board	ブランタイヤ水公社
C/P	Counterpart	カウンターパート
CAAZ	Civil Aviation Authority of Zimbabwe	ジンバブエ民間航空局
CEAR	Central East African Railways	中央東アフリカ鉄道
CEB	Central Electricity Board	モーリシャス中央電力委員会
CFM	Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique	モザンビーク港湾鉄道公社
CHCL	Cargo Handling Corporation Ltd	モーリシャス貨物処理コーポレーション
CIF	Climate Investment Funds	気候投資基金
CMB	Conselho Municipal da Beira (ポルトガル語)	モザンビークベイラ市
CMI	Corridor Management Institution	マラウイ回廊管理協議会
COMESA	Common Market for Eastern and Southern Africa	東南部アフリカ市場共同体
CPF	Country Partnership Framework	国別支援フレームワーク
CPGU	Cellule de Prévention et Gestion des Urgences	マダガスカル予防・応急対策ユニット
CSP	Country Strategy Paper	国別戦略ペーパー
DCA	Department of Civil Aviation	民間航空局
DICT	Department of Information Communications Technology	セーシェル通信・ICT 監督省庁
DGM	Direction Générale de Météorologie (フランス語)	マダガスカル運輸・気象省気象総局
DNAAS	Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento (ポルトガル語)	モザンビーク国家上下水道局
DNGRH	Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (ポルトガル語)	モザンビーク水資源管理局
DoDMA	Department of Disaster Management Affairs	マラウイ災害管理局
DoT	Department of Transport	セーシェル運輸省
DRM	Disaster Risk Management	災害リスク管理
DRRMP	Disaster Risk Reduction Management Platform	インド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム
DRTSS	Department of Road Traffic and Safety Services	マラウイ道路交通安全局
EAC	East African Committee	東アフリカ共同体
EGENCO	Electricity Generation Company of Malawi	マラウイ電力供給公社
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EPZ	Export Processing Zone	輸出加工区
ESCOM	Electricity Supply Corporation of Malawi	マラウイ電力公社
ETC	Emergency Telecommunications Cluster	緊急通信クラスター
EU	European Union	欧州連合

略語	正式名称	日本語名称
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国際連合食糧農業機関
FIPAG	Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água (ポルトガル語)	モザンビーク給水投資公正基金
FIC	Flight Information Center	飛行情報センター
FIR	Flight Information Region	飛行情報区
GFATM	Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and Malaria	世界エイズ・結核・マラリア対策基金
GAVI	Global Alliance for Vaccines and Immunization	Gavi ワクチンアライアンス
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GFDRR	Global Facility for Disaster Reduction and Recovery	世界銀行防災グローバルファシリティ
GEF	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
GREPOC	Gabinete de Reconstrução Pós-Ciclone Idai （ポルトガル語) / Post Cyclone Reconstruction Cabinet	モザンビーク復興庁
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ICZM	Integrated Coastal Zone Management	統合的沿岸管理
IDA	International Development Association	国際開発協会
INAM	National Institute of Meteorology	モザンビーク国家気象局
INCM	Instituto Nacional das Comunicações de Moçambique （ポルトガル語)	モザンビーク国立通信研究所
INGC	The National Institute of Disaster Management	モザンビーク国家災害管理局
INGD	Instituto Nacional de Gestão Redução do Risco de Desastres (ポルトガル語)	モザンビーク国家災害対策局
IORA	The Indian Ocean Rim Association	環インド洋連合
IWRM	National Integrated Water Resource Management	統合水資源管理
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JIRAMA	Jiro sy rano malagasy (マダガスカル語)	マダガスカル電力・水公社
JTSR	Joint Transport Sector Review	マラウイ合同運輸部門協議会
JV	Joint Venture	共同企業体
LRT	Light Rapid Transit	次世代型路面電車システム
LWB	Lilongwe Water Board	リロングウェ水公社
MAEP	Ministère de l’Agriculture, de l’Elevage et de la Pêche (フランス語)	マダガスカル農業・畜産・水産省
MTP	Ministère des Travaux Publics (フランス語)	マダガスカル公共事業省
MAIWD	Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development	マラウイ農業・灌漑・水開発省
MDHAEC	Ministry of Defense, Home Affairs and External Communications	モーリシャス国防・内務・対外コミュニケーション省
MEAH	Ministère de l’Eau, l’Assainissement et de Hygiène (フランス語)	マダガスカル水・衛生省
MEECC	Ministry of Environment, Energy and Climate Change	セーシェル環境・エネルギー省
MEL	Metro Express Limited	モーリシャスメトロ・エクスプレス社
MGDS	Malawi Growth and Development Strategy	マラウイ成長開発戦略
MINEDH	Ministério de Educação e Desenvolvimento Humano	モザンビーク教育人間開発省
MITADER	Ministério da Terra , Ambiente eE Desenvolvimento Rural (ポルトガル語)	モザンビーク国土・環境・農村開発省省
MMS	Mauritius Meteorological Service	モーリシャス気象局
MNICD	Ministry of National Infrastructure and Community Development	モーリシャス国家インフラ・地域開発省
MOPHRH	Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos (ポルトガル語)	モザンビーク公共事業住宅水資源省
MoTID	Ministry of Transport and Infrastructure Development	ジンバブエ運輸・インフラ開発省
MoTPW	Ministry of Transport and Public Works	マラウイ運輸公共事業省
MPA	Mauritius Port Authority	モーリシャス港湾公社
MPWH	Ministry of Public Works and Housing	モザンビーク公共事業住宅省
MTA	Ministry of Land and Environment	モザンビーク土地環境省
MTC	Ministério dos Transportes e Comunicações （ポルトガル語)	モザンビーク運輸通信省
NAP	National Adaptation Plan	マラウイ国家適応計画
NAPA	National Adaptation Programe of Action	国家適応行動計画
NCCAMS	National Climate Change Adaptation and Mitigation Strategy	国家気候変動適応及び緩和戦略
NCCAPF	National Climate Change Adaptation Policy Framework	モーリシャス国家気候変動適応政策枠組
NCCIP	National Climate Change Investment Plan	国家気候変動投資計画
NCCRS	National Climate Change Response Strategy	国家気候変動対応戦略
NDC	National Determinded Contribution	国が決定する貢献
NDMC	National Disaster Management Centre	南アフリカ国立災害管理センター
NDRRMC	National Disaster Risk Reduction and Management	モーリシャス国家災害リスク軽減管

略語	正式名称	日本語名称
	Centre	理センター（国家防災センター）
NEPAD	New Partnership for Africa's Development	アフリカ開発のための新パートナーシップ
NRZ	National Railways of Zimbabwe	ジンバブエ鉄道公社
NTMP	Malawi National Transport Master Plan	マラウイ国家運輸交通マスタープラン
OCHA	UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs	国際連合人道問題調整事務所
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PDNA	Post Disaster Needs Assessment	災害後復興ニーズ評価調査
PMO	Paritra Malagasy zary Ohabolana（マダガスカル語）	マダガスカル国家行動計画
PND	Plan National de Developpement（フランス語）	マダガスカル国家開発計画
PNI	Programa Nacional de Irrigação 2017-2042（ポルトガル語）	モザンビーク国家灌漑計画
PNT	Plan National de Transport	マダガスカル国家運輸計画
PPCR	Pilot Programme for Climate Resilience	世銀気候適応パイロット・プログラム
PPP	Public Private Partnership	官民連携
PQG	Programa Quinquenal do Governo 2020-2024（ポルトガル語）	モザンビーク政府５カ年計画（2020-2024）
PR	Public Relations	広告、宣伝
PRONASAR	Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural	モザンビーク国家村落給水衛生プログラム
PUDi	Plan d'Urbanisme Directeur	都市開発計画（マダガスカル）
RA	Roads Authority	マラウイ道路公社
RDA	Road Development Authority	モーリシャス道路開発公社
RFF	Rescue Fire Fighting	消防
RINA	Zimbabwe Rapid Impact and Needs Assessment	ジンバブエ緊急影響対策評価
RTC	Road Transport Commission	セーシェル道路交通局
SAA	Seychelles Agricultural Agency	セーシェル農業公社
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SCA2D	Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable 2015-2019（フランス語）	成長加速と持続可能な開発のための戦略(コモロ)
SLTA	Seychelles Land Transport Authority	セーシェル陸上交通公社
SMMC	Société de Manutention des Marchandises Conventionnelles（フランス語）	マダガスカル一般貨物荷役公社
SNS	Social Networking Service	ソーシャルネットワーキングサービス
SPA	Seychelles Ports Authority	セーシェル港湾公社
SPAT	Société du Port à Gestion Autonome de Toamasina	トアマシナ港湾公社
SPCR	Strategic Programme for Climate Resilience	マダガスカル気候変動対策国家戦略
SSR International Airport	Sir Seewoosagur Ramgoolam International Airport	サー・シウサガル・ラングーラム国際空港（モーリシャス）
TaToM	Tananarive-Toamasina, Madagscar	アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸
TTTFP	Tripartite Transport &Transit Facilitation Programme	アフリカ３地域経済コミュニティ間運輸交通促進プログラム
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
UNDRR	United Nations Office for Disaster Risk Reduction	国連防災機関
UNEP	United Nations Environment Program	国連環境計画
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
UN-Habitat	United Nations Human Settlement Programme	国連人間居住計画
UNICEF	United Nations Children's Fund	国際連合児童基金
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction	国連国際防災戦略事務局
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WB	World Bank	世界銀行
WFP	World Food Programme	国際連合世界食糧計画
WHO	World Health Organization	世界保健機関
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WUAs	Water User Associations	マラウイ地方給水は水利用者組合
ZILGA	Zimbabwe Local Government Association	ジンバブエ地方自治体連合
ZINARA	Zimbabwe National Road Administration	ジンバブエ道路管理庁

現地調査日程

本件業務の調査対象国８か国に対し、下記の通り現地調査を実施した。

国	出張期間
モザンビーク	2021年10月6日~11月16日
モーリシャス	第一回：2021年10月17日~11月6日
	第二回：2022年1月12日~2月3日
マダガスカル	第一回：2021年10月17日~11月6日
	第二回：**※新型コロナウイルス蔓延により渡航中止**
マラウイ	2022年2月3日～18日
ジンバブエ	**※新型コロナウイルス蔓延や受け入れ準備等の調整により渡航中止** 文献調査のみ
コモロ	文献調査のみ
セーシェル	文献調査のみ
南アフリカ	文献調査のみ

(1)　モザンビーク

1)　渡航団員・出張期間

	氏名	担当	出張期間
1	洪 性俊	重要インフラの防災主流化（運輸交通）	2021年10月18日~11月6日
2	勝亦 俊弘	重要インフラの防災主流化（通信）	2021年10月18日~11月6日
3	重松 藍	重要インフラの防災主流化（上下水道）	2021年10月18日~11月6日
4	伊藤 拓也	重要インフラの防災主流化(防潮堤、堤防)	2021年10月6日~11月6日 (従事期間:上記内7日間)
5	山崎 裕介	重要インフラの防災主流化(都市洪水)	2021年10月6日~11月16日 （従事期間:10/6-10/23, 11/11-11/16）
6	藤本 夏樹	重要インフラの防災主流化（教育、医療）3	2021年10月6日~11月6日 （従事期間:上記内7日間）
7	荒木 元世	都市開発計画2	2021年10月6日~11月11日 （従事期間:上記内7日間）
8	辻尾 大樹	災害リスク評価	2021年10月25日~11月11日 (従事期間:10/25-10/31, 11/6-11/11)
9	堀内 愛友	研修計画（ワークショップ等）／業務調整２-1	2021年10月18日~11月6日

2)　調査訪問先

	機関名	分野
1	道路公社（ANE）	道路・交通・インフラ、通信
2	港湾・鉄道公社（CFM）	
3	ベイラ空港	
4	CANOE	
5	WFP Mozambique	
6	国家上下水道局（DNAAS）及び水・衛生インフラ局（AIAS）	河川・排水・上下水道
7	南部水資源/河川管理事務所（ARA Sul）	
8	ベイラ下水機構（SASB）	
9	国家気象研究所（INAM）	
10	水資源管理局（DNGRH）	
11	国立灌漑研究所（INIR）	農業
12	教育人間開発省（MINEDH）	建築
13	保健省（MISAU）	
14	モザンビーク国立災害対策機関（INGD）	都市計画・防災
15	Maputo State Secretary及び土地環境省（MTA）	
16	マプト市	
17	マトラ市	

(2)　モーリシャス

第一回目

1)　渡航団員・出張期間

	氏名	担当	出張期間
1	千田 雅明	業務主任者/防災行政/地方防災計画1	2021年11月6日~11月14日
2	明石 正人	副業務主任者/防災行政/地方防災計画2	2021年11月6日~11月14日
3	高山 弓美	地方防災計画補助／業務調整1	2021年11月6日~11月14日

2)　調査訪問先

	機関名	分野
1	地方自治体防災省	都市開発・防災
2	国家防災減災センター（NDRRMC）	
3	公共インフラ省(National Development Unit)	運輸交通
4	土地排水局（LDA）	上下水
5	下水管理局（WMA）	
6	環境省	河川管理・海岸管理
7	モーリシャス気象サービス（MMS）	気候変動・気象
8	12 自治体防災担当者	地方自治体
9	UN-HABITAT	ドナー
10	インド洋委員会（IOC）	

第二回目

1) 渡航団員・出張期間

	氏名	担当	出張期間
1	千田 雅明	業務主任者/防災行政/地方防災計画1	2022年1月12日~2月3日
2	荒木 元世	都市開発計画2	2022年1月12日~2月3日
3	高山 弓美	地方防災計画補助／業務調整1	2022年1月12日~1月25日
4	堀内 愛友	研修計画（ワークショップ等）／業務調整２-１	2022年1月12日~2月1日
5	鈴木　飛鳥	研修計画（ワークショップ等）／業務調整２-２	2022年1月12日~1月25日

2) 調査訪問先

	機関名	分野
1	在モーリシャス日本大使館	都市開発・防災
2	国家防災減災センター（NDRRMC）	
3	土地排水局（LDA）	排水、都市開発・防災
4	モーリシャス大学	防災広域連携
5	Grand Port District Council	地方自治体
6	Municipality Beau-Bassin Rose-Hill	
7	Savanne District Council	

(3) マダガスカル

1) 渡航団員・出張期間

	氏名	担当	出張期間
1	千田 雅明	業務主任者/防災行政/地方防災計画1	2021年10月17日~11月6日
2	明石 正人	副業務主任者/防災行政/地方防災計画2	2021年10月17日~11月6日
3	高山 弓美	地方防災計画補助／業務調整1	2021年10月17日~11月6日

2) 調査訪問先

	機関名	分野
1	国家防災事務所（BNGRC）	都市開発・防災
2	マダガスカル航空公社（ACM）	運輸交通
3	公共事業省（道路担当部署）	
4	水資源公衆衛生省	上下水
5	港湾海運水運庁(APMF)	河川管理・海岸管理
6	トアマシナ港運営組織(SPAT)	
7	環境・持続可能開発省	気候変動・気象
8	運輸気象庁気象総局（DGM）	
9	アンタナナリボ市(Commune)	地方自治体
10	トアマシナ市	

(4)　マラウイ

1)　渡航団員・出張期間

	氏名	担当	出張期間
1	千田 雅明	業務主任者／防災行政／地方防災計画1	2022年2月3日～18日
2	荒木 元世	都市開発計画	2022年2月3日～18日
3	小原 ひとみ	重要インフラの防災主流化（農業）	2022年2月2日～16日
4	伊藤 拓也	重要インフラの防災主流化（防潮堤、堤防）	2022年2月2日～18日

2)　調査訪問先

	機関名	分野
1	ブランタイヤ水公社 ※ヒアリングは日程が合わず資料提供のみ	上下水道
2	ウォーカーズフェリー浄水場	
3	道路公社（RA） ※ヒアリングは日程が合わず資料提供のみ	道路・交通インフラ
4	通信規制局（MACRA） ※ヒアリングは日程が合わず資料提供のみ	通信関連
5	災害管理予防局（DoDMA）	河川管理、農業
6	農業省 農業計画サービス局	
7	ブランタイヤ市役所 都市計画局	都市計画関連
8	リロングウェ市役所 市市民防衛委員会（CCPC）	
9	ブランタイヤ市役所 市市民防衛委員会（CCPC）	自治体
10	リロングウェ市	

第1章 プロジェクト概要

1.1 プロジェクトの背景

サブサハラ・アフリカでは、過去 50 年間の自然災害による死者数の約 9 割が干ばつによるものである。一方で、近年は東アフリカ地域にて 2018 年・2019 年に洪水による大きな被害が出ている他、南部アフリカ地域の島嶼部（モーリシャス、セーシェル、レユニオン、マダガスカル、コモロ）については毎年、大陸部（モザンビーク、マラウイ、ジンバブエ、南アフリカ）については 1990 年以降、数年に一度の頻度で洪水や大型サイクロンによる被害が出ている。

2019 年 3 月には、モザンビーク、マラウイ、ジンバブエに、大型サイクロン・イダイ（Idai）が上陸した。モザンビークでは死者 600 名超、負傷者 1,600 名以上、被災者 185 万名、また、マラウイでは死者 60 名と甚大な人的被害が発生し、ジンバブエでは 4,000 棟以上の建物が全半壊した。また、これらの国では水害による家畜、農耕器具及び農作物の苗や種の損失が経済的被害をもたらし、食料不足や栄養失調にもつながっている。同年 4 月にはサイクロン・ケネス(Kenneth)がモザンビークとコモロに上陸し、大きな被害をもたらした。

1994 年以降、南部アフリカ地域ではサイクロンの 5 段階分類で最大のカテゴリー5 規模の大型サイクロンによる被害が発生するようになり、その原因は気候変動等に伴う海面温度の上昇によると考えられている（OCHA、2019)。これまで島嶼部が中心だったサイクロン被害は大陸にも広がっており、サイクロン強大化・頻発の変化等を受け、南部アフリカ地域における防災対策は喫緊の課題となっている。モザンビーク政府は、2019 年から 2020 年に発生する豪雨、サイクロン、洪水により、約 162 万人が被災する可能性があると予測した。また、The World Risk Report 2017 によると、南部アフリカ地域は災害に対する脆弱性が高く、更に災害への対応能力は低いことが分かっている。

国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：以下「JICA」）は、アフリカにおいて上記のような自然災害が発生する度に緊急援助物資供与や国際緊急援助隊の派遣等、緊急援助を実施してきた。加えて、アフリカの一部の国に対し、気象観測能力向上のための技術協力プロジェクトや気象レーダーの設置の無償資金協力の実施、防災分野の課題別研修等を通して支援を行い、災害リスク理解と共有に向けた協力を実施してきた。モザンビークにおいても、サイクロン・イダイ被災地の復興・防災対策を支援している。しかし、南部アフリカ地域では、将来的にも大型サイクロンの発生により人的・経済的被害規模も拡大していくことが予想され、同地域の持続的な開発のためには、今後より一層、防災の取組を強化していくことが必要となる。

本調査では、近年洪水やサイクロンによる甚大な被害が出ている南部アフリカ地域を対象に同地域における災害リスク及び防災体制・取組の現状等を調査・分析することで、今後 JICA が中長期的に実施すべき具体的な協力内容を検討し、提案する。加えて、関係国間の連携・知見共有の促進支援も行うこととする。

1.2　プロジェクトの目的と範囲

1.2.1　プロジェクトの目的

本調査は、南部アフリカ地域において発生する主な災害、各国の防災に係る計画・体制、インフラ整備状況、行政プロセス等の現状を調査・分析し、各国において今後推進すべき具体的な協力案を検討・提案するとともに、関係国間の連携強化を促進することを目的として実施する。

1.2.2　対象地域

南部アフリカ地域のうち、モザンビーク、マダガスカル、マラウイ、ジンバブエ、モーリシャス、南アフリカ、コモロ、セーシェル（コモロ、セーシェルは文献調査のみ実施）。

1.2.3　協力期間

2021 年 1 月 25 日～2022 年 3 月 15 日（計 14 ヵ月）

第2章 業務の実施方法

2.1 各国における概況把握

2.1.1 概況把握の目的

リスク概況の観点、都市開発の観点及びドナー支援の観点の 3 つの観点から、対象国の概況を把握・整理することにより各国で重点的に検討・調査を行うべき都市や地域を選定することを目的として、ハザードやリスクの概況把握のための調査を実施した。概況把握の結果については、第 3 章の各国の概況に記載する。本章では概況把握に係る分析方法を記載する。

2.1.2 災害リスク概況の把握方法

(1) 災害リスク概況の確認・分析方法

本業務で対象とする洪水、サイクロン、高潮、地すべりの災害リスクが高く、被災する可能性が高い都市及び地域を選定すること、加えて、対象地域におけるセクターごとの被害状況を把握することを目的に下記の 4 つの項目について情報を収集し分析した。

- ハザード分布：洪水・サイクロン・高潮・地すべりのハザード分析結果
- 人口集積：主要都市の人口及び人口分布（密度）
- 経済損失ポテンシャル：各災害種による経済損失のポテンシャルを人口分布とハザードの分布より GIS（地理情報システム）ソフトを用いて算出
- セクター別の被害：既存レポート（表 2-1 に記載する世界銀行防災グローバルファシリティ（Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, GFDRR）発行の災害リスクプロファイルや過去災害の災害後復興ニーズ評価調査（Post Disaster Needs Assessment, PDNA）レポート）よりセクターごとに細分化された被害実績や被害想定
- 収集した情報に基づき、対象都市及び地域の選定のために GIS 上での分析を行った他、セクター別の傾向を把握することを目的に、表形式で情報を整理した。

災害リスクの分析にあたっては段階的に対象とする都市を絞りこむ形で分析を行った。人口が多い都市は財産集積も大きく、被災した際の経済損失規模も大きくなる事から、防災事業に対して投資するメリットが大きい。この事から、各国において、人口規模が 10 万人以上の都市に加えて、首都や州都などの主要都市から 5 都市程度を対象に、ハザード分析状況の定性的評価を実施した。

次のステップとして、首都に加えて人口の多い主要都市から 2 都市程度を選定し災害リスクの分析を行った。この際、第二都市ではハザードが分布しておらず、他都市において、

明らかに抱えるハザードが大きい場合には、第二都市ではなく、抱えるハザードの大きい都市を対象とした。災害リスクの分析にあたっては、災害による被害発生の状況をより正確に把握するために、ハザードの人口の分布に基づき、経済損失ポテンシャルを算出する定量的評価を実施した。

この他、災害リスクの把握にあたり、セクターや地域別の傾向を把握するために、セクター別の被害推定は実績被害を整理した既存レポートなどにより情報を整理した。上記の分析の流れについて下図に示す。

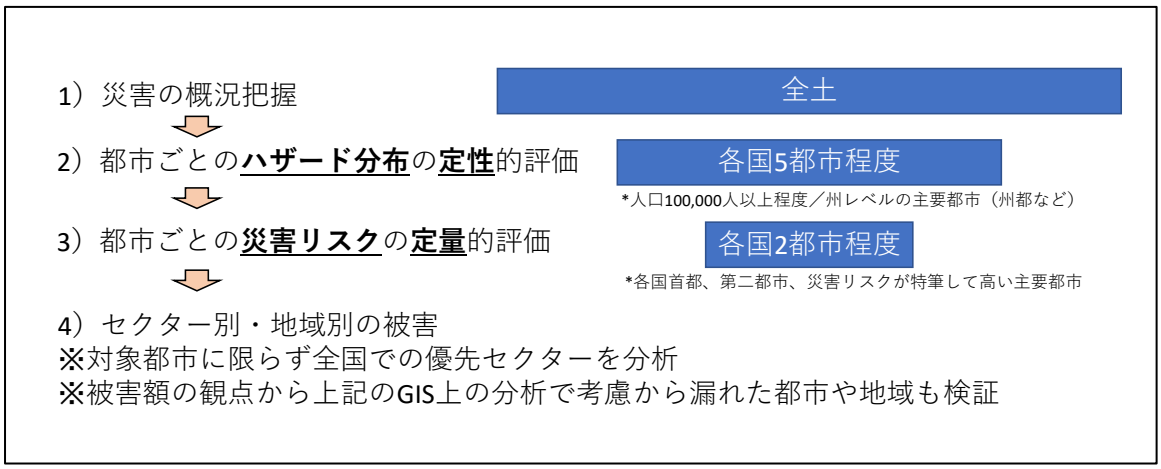


図 2-1　災害リスク分析のステップ

出典：JICA 調査団作成

既述の分析のために使用したデータについてその概要と出典を下表に整理する。

表 2-1　災害リスクの把握のために使用したデータ

項目		利用したデータ	出典
ハザード	洪水	全球浸水解析に基づく 100 年確率洪水の想定浸水深	JRC Data Catalogue[1] Aqueduct Floods Hazard Maps[2]
		衛星画像解析に基づく浸水実績図	Copernicus[3]
	サイクロン／暴風	過去サイクロンの情報に基づく年間累積最大風速	UNEP (United Nations Environment Program) Global Risk Data Platform[4]
	高潮	過去サイクロンにより生起する高潮による想定浸水範囲及び浸水深	UNEP Global Risk Data Platform[4]
	地すべり	衛星画像解析による地形、地質、植生	NASA[5]
人口分布		主要都市圏の都市圏人口及び推計値	UN-Habitat urban data site[6]
		主要都市の人口推計	World Population Review[7]
		各国の人口分布（人／100m メッシュ）	WorldPop[8]
セクター別の被害		GFDRR 発行の災害リスクプロファイル	以降詳述
		過去災害の PDNA	以降詳述
		各国政府の集計した災害被害統計	DesInventar[9]

出典 URL:
1 https://data.jrc.ec.europa.eu/collection/FLOODS
2 http://wri-projects.s3.amazonaws.com/AqueductFloodTool/download/v2/index.html
3 https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-activations-rapid
4 https://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=data&lang=eng
5 https://earthobservatory.nasa.gov/images/89969/overlooked-landslides
6 https://data.unhabitat.org/datasets/population-in-urban-agglomerations-2000-2035-thousands/explore
7 https://worldpopulationreview.com/countries/mozambique-population
8 www.worldpop.org
9 https://www.desinventar.net/

出典：JICA 調査団作成

(2)　項目ごとの使用データの詳細

1)　洪水

GIS データが入手可能な全球河川モデルのうち 2 種類を活用して、南部アフリカ地域の河川氾濫による洪水リスクを検証する。使用するモデルは欧州連合(EU)の JRC（Joint Research Centre）のモデルと、GLOFRIS（Global Flood Risk with IMAGE Scenarios）のモデルを利用する。

洪水リスクの概要把握を想定しているため、両モデルによる浸水範囲を参照し、両モデルの浸水解析結果を重ね合わせた浸水解析図でリスクを評価する。両モデルのリスク分析結果の例は下図の通りである。

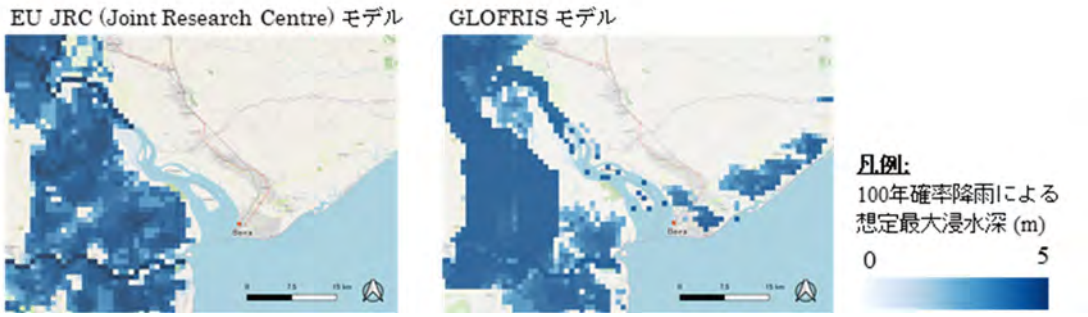


図 2-2　全球河川モデルによる浸水解析結果事例

出典：JRC Data Catalogue（左図）、Aqueduct Floods Hazard Maps（右図）

また、必要に応じて既往災害の浸水範囲等も参照し、リスク評価の参考とする。下図に参考としてマダガスカル北部における浸水実績図を示す。

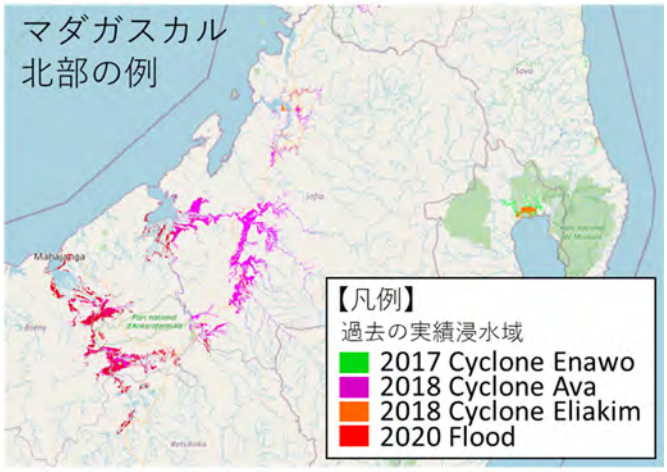


図 2-3　衛星画像解析による実績浸水域の例（マダガスカル 北部）

出典：Copernicus

2) サイクロン

サイクロン災害に関しては年間累積最大風速及びサイクロンの通過経路実績図を参照する。国連環境計画（UNEP、United Nations Environment Program）のデータベースで入手可能な 1975 年～2007 年の過去のサイクロンの予測風速の累積値及び 1970 年～2015 年のサイクロン通過経路実績図を用いる。マダガスカル北部を例に、利用データは下図に示す通りである。

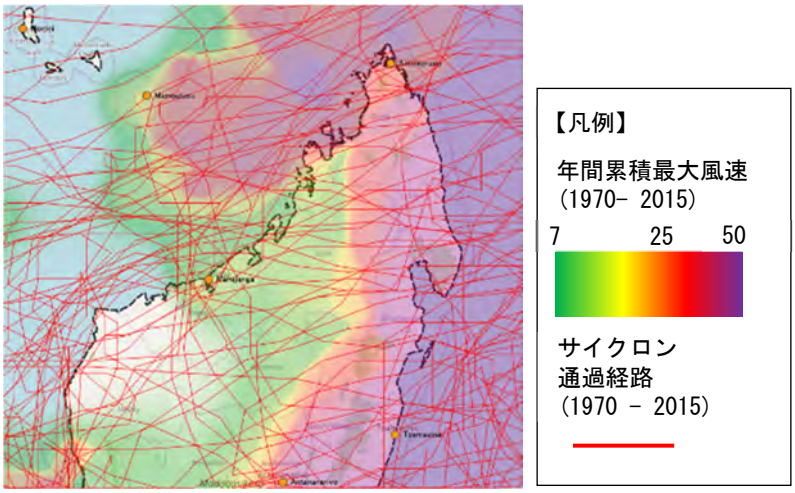


図 2-4　サイクロンによる暴風等の影響を把握するためのデータの例
（マダガスカル 北部）

出典：UNEP Global Risk Data Platform、Open Street Map（背景図）

3) 高潮

過去サイクロンにより生起する浸水範囲及び、サイクロン通過経路を参照して、高潮リスクを評価する。UNEP のデータベースで入手可能な 1975 年～2007 年の過去のサイクロンで生起する高潮浸水範囲及び 1970 年～2015 年のサイクロン通過経路実績図を用いる。 モザンビークを例に、利用データは下図に示す通りである。

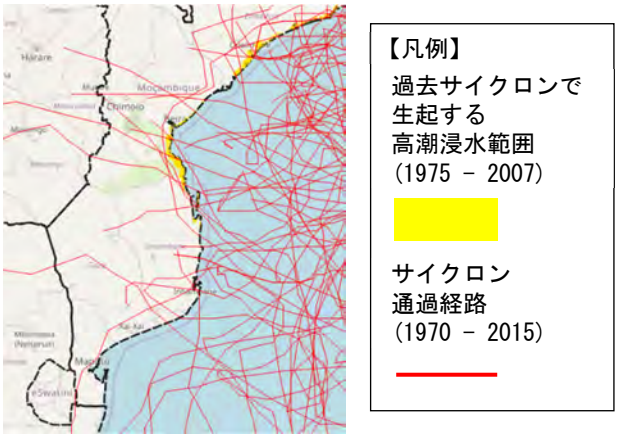


図 2-5　高潮の影響を把握するためのデータの例（モザンビーク全域）

出典：UNEP Global Risk Data Platform、Open Street Map（背景図）

4)　地すべり

地すべりについては各国ごとの国連関連のレポート等より情報を抜粋して評価する。インフラの整備の無い斜面は災害とはならないため、詳細な分析は都市レベルで行うこととした。リスクの概要把握では、都市の地形条件（平野、高台、山岳地帯と隣接するか）などから地すべりポテンシャルを評価したデータ（NASA の WEB サイト）を活用し、アフリカ南部地域の例は下図に示す通りである。

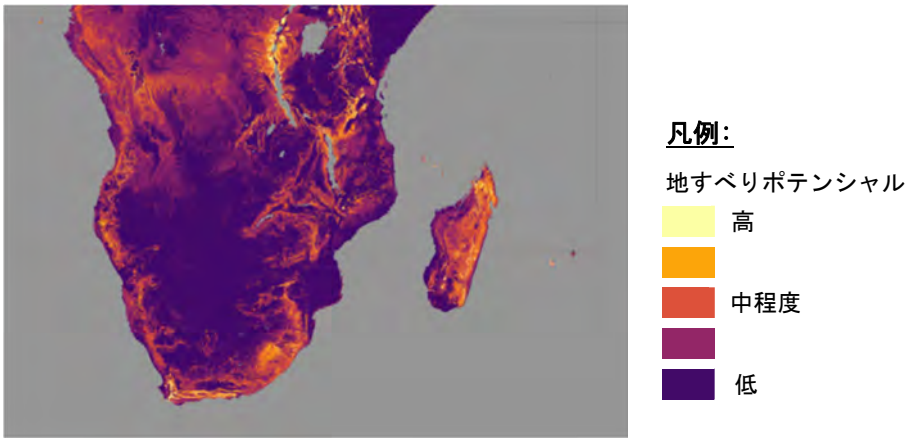


図 2-6　地すべりの影響を把握するためのデータの例（南部アフリカ地域全土）

出典：NASA

5) 人口集積

各国の人口の多い都市を最大 10 程度､整理することを目的に人口推計情報を確認した。人口推計情報のため、複数の情報源を参照して、主要都市の人口を把握した。人口規模の大きい都市は国際連合人間居住計画（UN-Habitat）のデータベースを参照した。人口規模の少ない都市については､参考としてオープンソースの GeoNames や国連の人口推計(World Population Prospects 2019)、各国統計局のデータを使用した WEB サイトである World Population Review より主要都市の人口推計を参照した。

人口分布については､World Population Review のデータを活用し人口密度（100m×100m のメッシュ当たりの人口）を把握した。人口分布の例として､モザンビークマプト(Maputo)市の例を下図に示す。

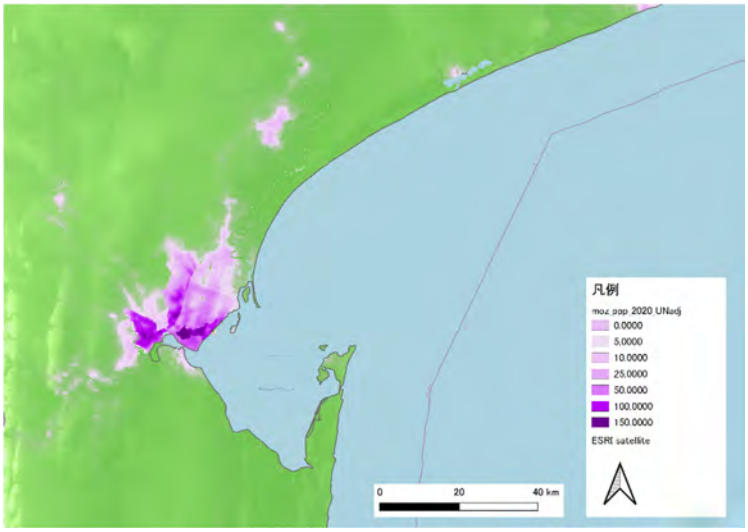


図 2-7 人口分布のデータの例（モザンビーク マプト市及び周辺地域）

出典：World Population Review、（背景図）NASA SRTM 地形データ及び Open Street Map

6) セクター別の被害

a) GFDRR 発行の災害リスクプロファイル

世界銀行(WB)が事務局を務め、二国間ドナーや国連防災機関（UNDRR）及び WB のパートナーシップに基づき国際防災枠組の推進を担う GFDRR は、アフリカ諸国における災害リスクプロファイルを作成している。本業務の対象国のうち、モザンビーク、マダガスカル、マラウイ、モーリシャス、コモロ、セーシェルのリスクプロファイルが策定されている。レポートではハザード分布及び資産分布のデータベースに基づき、各国の州単位にて家屋、教育・保健施設、道路・鉄道、農業のセクターに分けた被害ポテンシャルが分析されている。活用するデータの出典や詳細は国ごとに異なるため各国の分析の箇所に記載する。

b)　過去災害の PDNA

PDNA は大規模な災害が発生した際に被災国の支援ニーズを算定・評価するもので、WB や国連機関等により作成されたガイドラインの基準に基づき実施されるものである。このため、過去の大規模災害によるセクターごとの被害状況と復興ニーズを把握することができる。本業務の対象国では、過去の大規模災害の発生時に下記の通り PDNA が作成されている。

表 2-2　本業務対象国で作成された PDNA 一覧

対象国	PDNA 作成年次（災害種）
モザンビーク	2019（サイクロン）、2015（洪水）、2000（洪水／サイクロン）
マダガスカル	2008（サイクロン）
マラウイ	2019（サイクロン）、2015（洪水）、2012（洪水）
ジンバブエ	2019（サイクロン）
モーリシャス	PDNA の作成実績なし
コモロ	PDNA の作成実績なし
セーシェル	2016（サイクロン）、2013（洪水）

出典：JICA 調査団作成

c)　各国政府の集計した災害被害統計

2015 年に策定された仙台防災枠組では、各国政府は災害被害情報を集計し、地域ごとセクターごとに細分化された災害統計を整備することとされており、各国政府の集計したデータが WEB サイト[1]で公開されている。

各国の災害被害統計では、死者数、負傷者数、被災家屋、被災した農地面積、被災した道路延長、経済損失などのセクターごとの情報が掲載されている。この統計のデータ精度は各国の統計データの収集能力に依存しており、全てのデータ項目を網羅した統計にはなっていないが、各国政府が収集する公式統計情報である。本業務の対象国のうち、モザンビーク、マダガスカル、マラウイ、モーリシャス、コモロ、セーシェルで災害被害統計が作成されている。

[1] https://www.desinventar.net/

(3) 災害リスクの分析方法

1) ハザード分布の定性評価

各国の災害種ごとのハザード分布のデータに基づき主要都市（各国 5 都市程度）のハザードの概況を把握するため、ハザードごとに下表に示す基準により「✓」～「✓✓✓」までの評価を行った。

表 2-3 災害種ごとの定性的な判断基準

評価	災害種			
	洪水	サイクロン	高潮	地すべり
✓✓✓	浸水深 5m 以上の地区が存在する／都市域の半分以上の地区が浸水域	累積最大風速が 25m/秒以上（赤～紫）	都市域の大部分が浸水する	地すべりリスクが高い（急峻な山岳部等）
✓✓	都市域の半分以下の地区が浸水域	累積最大風速が 25m/秒以下（緑～黄）	都市域及び周辺地域に浸水被害が発生する	地すべりリスクが中規模である（山岳部に隣接する地区など）
✓	都市域に浸水域が存在する	サイクロンの影響を受ける	沿岸部に位置しておりサイクロンの影響を受ける	地すべりリスクが存在する
－	浸水リスクが存在しないもしくは軽微	サイクロンの影響を受けない	サイクロンの影響を受けない	平野部など地すべりリスクが存在しない

出典：JICA 調査団作成

2) 災害による経済損失ポテンシャルの算出

災害リスクが高く、かつ資産集積も進行し、防災対策の実施ニーズが高いと想定される都市を各国より 2 都市程度を選定し、上記で活用したハザードエリア内の人口の分布に基づき、経済損失ポテンシャルを算出した。

災害による経済損失ポテンシャルの算出にあたっては、ハザード情報と人口分布（100m×100m のメッシュ当たりの人口）の情報に基づき、下表に示す全エリア及び特定の閾値を超えたハザードが分布する範囲内に位置する人口を算出した。その後、算出された人口に同国の一人当たり GDP（US ドル／人）をかけあわせることにより、同都市にその災害が発生した場合に起こりうる被害額を算出し、想定される潜在的な最大被害額を導いた。なお、下表には各国に共通する資料による指標を記載しているが、モザンビークにおいては更に詳細な情報が入手されているため、そのデータも活用している。詳細は、第 3 章　各国の概況で示す。

表 2-4 災害による経済損失ポテンシャル算出に用いた閾値

災害種		データの諸元	閾値／備考
ハザード	洪水	全球浸水解析に基づく 100 年確率洪水の想定浸水範囲及び浸水深（m）	全浸水エリア
	サイクロン／暴風	過去サイクロンの情報に基づく年間累積最大風速（km/時×年間累積）	117km/h（年間累積） ※33m/s に該当し国際分類の Typhoon 及び Hurricane に該当する風速 [2]
	高潮	過去サイクロンにより生起する高潮による想定浸水範囲及び浸水深（単位：m）	全浸水エリア （水深は関係なし）
	地すべり	衛星画像解析による地形、地質、植生（単位：1～5 に区分した指標）	ランク 3 以上
人口	人口分布	各国の人口分布（人／100m メッシュ）	100m メッシュごとの人口密度のデータよりメッシュごとの人口を算出
GDP	一人当たり GDP	各国一人当たり GDP（US ドル／人、2020 年） *出典：WBHP、モザンビーク統計局	人口規模に一人当たり GDP をかけることで経済被害ポテンシャルとした

出典：JICA 調査団作成

3) セクター別・地域別の災害リスクの把握

GFDRR の災害リスクプロファイル、各国の PDNA、災害被害統計の各種データよりセクターごとの被害に係る情報を抽出し表形式にて整理した。

GFDRR の災害リスクプロファイルでは、建物（全般）、工業・商業施設、公共施設、教育・保健施設、交通インフラ、農業のセクターごとの被害規模を整理するとともに、全国の災害リスク分布状況を確認した。

PDNA は、各災害による被害額について、産業分野別（農業、漁業、工業及び商業、観光業）、資産種別（住宅、教育、保健）、インフラ種別（交通、電力・通信、上下水）で各国間や同国内の災害イベント間で比較が可能な形で整理した。

各国政府の災害被害統計では、セクター別の情報として家屋、教育施設、保健施設、農地、家畜、道路などの項目を整理した。

2.1.3 都市開発の観点からの把握方法

調査対象各国において、災害リスクの概況とあわせて分析することで、現地の開発動向やニーズを踏まえた防災施策・インフラ対策等を検討していくため、国レベルの開発動向や主要都市・インフラ開発の動向を把握した。具体的には、各国について①国土軸・戦略

[2] http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/help/unit.html.ja

的重要都市、②クロスボーダーインフラ、③重要産業の立地、④都市開発制度（住宅・都市計画等）の視点から、情報収集・整理を行った。

2.1.4　防災体制・計画の把握方法

調査対象各国において、現行の防災体制や計画を把握するために、国家レベル及び地域レベルでの防災に関連した法規・政策の把握、防災計画の策定状況と内容把握、防災に関する予算配賦・調整メカニズムの把握、防災関係機関の所掌業務・予算・活動把握、防災分野の人材育成状況把握を行った。文献調査等で入手可能な既往調査資料から情報収集・整理を行うとともに、文献調査では状況が把握できない情報については、各国の担当機関へのヒアリングを実施した。

2.1.5　ドナー支援の動向の把握方法

効果的・効率的に今後実現すべき防災施策を検討するため、調査対象国のドナー支援動向や災害分野・防災対応に関連するプロジェクトの支援状況について、文献調査等で入手可能な既往調査資料や関係国際機関の援助方針等から情報収集・整理を行った。特に南部アフリカ各国で防災分野の支援を数多く実施してきている WB の関連プロジェクトの概況やアフリカ開発銀行(以下、AfDB)の援助動向等について概況を把握した。

2.1.6　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析方法

運輸交通、電力、上下水、通信、教育、医療、農業、河川管理・海岸管理の各セクターについて、防災・減災に関する支援策を検討するための基礎情報の収集・分析を行った。各セクターについて、①政策・計画等の立案・推進に係る関係機関（実施体制や役割分担）や法制度の概要、②関係する開発・整備計画等の概要や特に関連性が高い当該セクターのドナー支援状況、防災施策に関係する計画や実施中の対応策・施策等、③既述のリスク状況も踏まえた災害対応策や防災施策が必要な重要施設・地域や当該セクターの防災面での課題について、情報収集・分析を行った。調査は、国内における文献調査やローカルコンサルタント・現地傭人による情報収集を行うとともに、コロナ禍で渡航制約がある中でも可能な限り現地渡航を行い、関係機関との協議や情報収集を実施した。

2.2　各国の防災施策の提案と防災協力案件の検討方法

災害リスクや防災に関する取組み状況など、収集した情報等を踏まえ、調査対象各国のセクター別防災課題について分析を行った。また、災害リスクやドナー支援の動向等も踏

まえて、各国が防災主流化や防災課題の解決に向けて実施すべき防災施策案について検討し、整理した。その上で、現地調査やオンラインによる各国の関係政府機関との協議や現地状況の把握、JICA 現地事務所等関係者との協議等を踏まえ、日本の防災協力施策の案について検討を行った。

また、本調査ではモーリシャスにおいて調査対象国の防災機関の関係者等によるワークショップを開催し、各国の防災に関する取組みや課題、広域的な防災課題や協力の在り方等について情報共有・協議を行った。関係機関へのヒアリングや協議等を踏まえ、南部アフリカ地域防災ネットワークの方向性について検討した。

第3章 各国の概況と防災分野の協力に向けた情報収集・分析

3.1 モザンビーク

3.1.1 災害リスクの概況

(1) ハザード把握

1) モザンビーク全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理し、下図の通り GIS 上で可視化した上でモザンビーク全国のハザードの概況を把握した。

- 複数の国際河川（リンポポ川（Limpopo River)、ザンベジ川（Zambezi River)、ブジ川(Buzi River)等）の河川沿いに洪水浸水域が拡がっている。
- ナカラ以南、ベイラ(Beira)市とマプト市の中間地点までの沿岸部はサイクロンによる影響を大きく受ける地域であり、高潮や暴風等のハザードが分布している。
- 北部のマラウイ国境、ジンバブエ国境付近、ザンベジ川上流部は地すべりポテンシャルが高い。

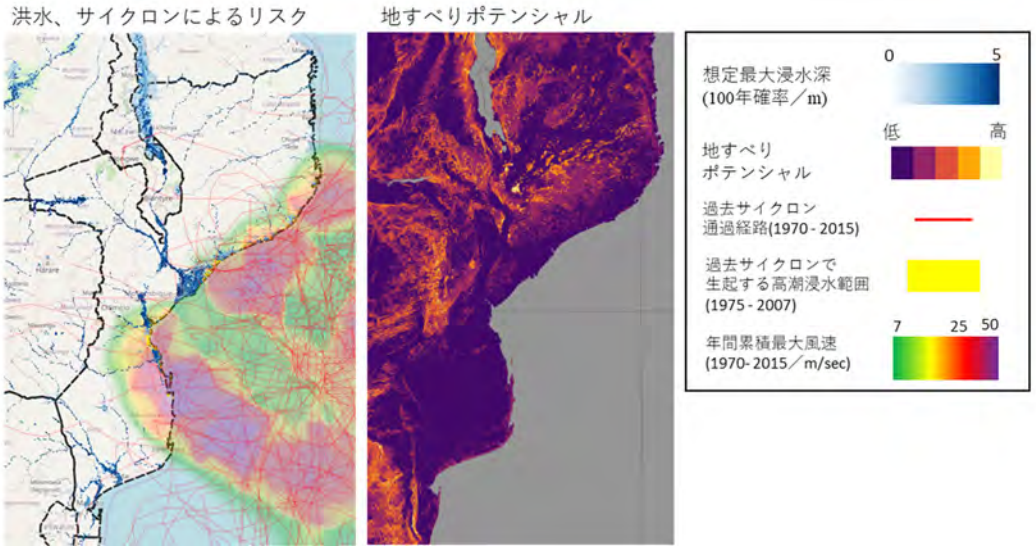


図 3-1 モザンビークにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、Open Street Map（背景地図）

2) モザンビーク主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。また UN-Habitat 及び World Population Review に基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-1 モザンビーク主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
マトラ	170.5	✓✓	✓	✓	✓
マプト	111.0				
ナンプラ	84.8	✓	✓✓	－	✓
ベイラ	57.0	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	－
チモイユ	42.5	✓	✓	－	✓✓
ケリマネ	41.4	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	－
テテ	37.1	✓✓✓	✓	－	✓✓
ナカラ	22.5	✓✓	✓✓	✓✓	✓

出典：JICA 調査団作成

a) マプト首都圏

マプト首都圏(Greater Maputo Metropolitan Area)としてモザンビーク南部の首都マプト市に加えて、マトラ(Matola)市、ボアネ(Boane)市、マラクアネ地区の 4 つの行政区を対象としてハザード分布を確認した。

ハザード分布を評価するために参照した図を下に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、南部のウンベルジ川(Umbeluzi River)、西部のマトラ川(Matola River)、北部のインコマチ川(Incomati River)の周辺に想定浸水域が分布することに加え、マプト市の都市部では WB の分析により、内水氾濫も課題であることが確認されているため[3]、

[3] WB の支援により水・衛生インフラ局（AIAS）が策定したマプト首都圏の排水マスタープランでは内水氾

「✓✓」と評価した（下図（1）参照）。サイクロンについて、本分析で使用したデータではハザード分布の確認できないが、2000 年サイクロン・エリーン（Eline）による被害実績もあり、沿岸部に位置しておりサイクロンの影響を受けるため、サイクロン及び高潮については「✓」と評価した。地すべりについて、マプト市中心部では海岸部から標高が 50m ほど高くなる箇所の崖で地すべりポテンシャルが高くなる箇所が一部存在するため、「✓」と評価した（下図（2）参照）。

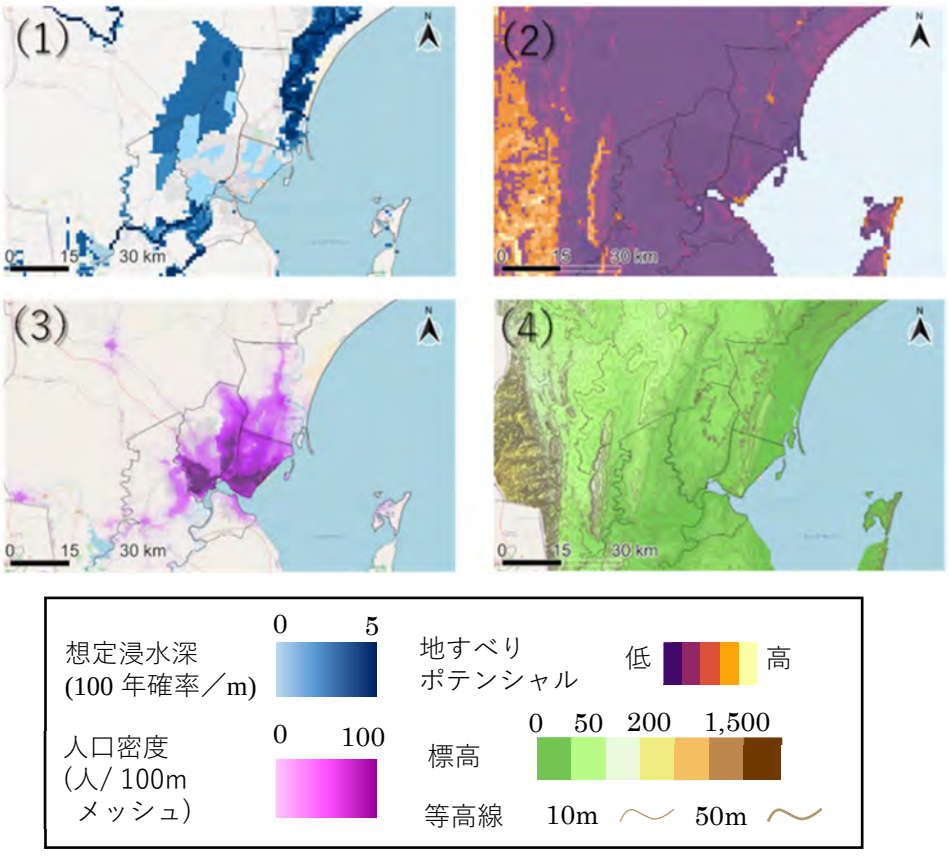


図 3-2　マプト首都圏におけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

濫が頻繁に発生する地域が示されている。上図（1）では、内水氾濫が頻繁に発生する地域を水色で示している。

b)　ナンプラ市

ナンプラ(Nampula)市はモザンビーク北部の内陸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速である。

洪水について、市内には想定浸水域が分布していないため「-」と評価した（下図 (1) 参照)。サイクロンについて、風の影響に関して年間累積最大風速は 25m/秒以下（緑）であることから「✓✓」と評価した（下図 (5) 参照)。一方で、内陸部の都市であるため高潮ハザードは存在しない。地すべりについて、東部の丘陵地を含めて地すべりポテンシャルの値が中程度であるため、「✓✓」と評価した（下図 (2) 及び (4) 参照)

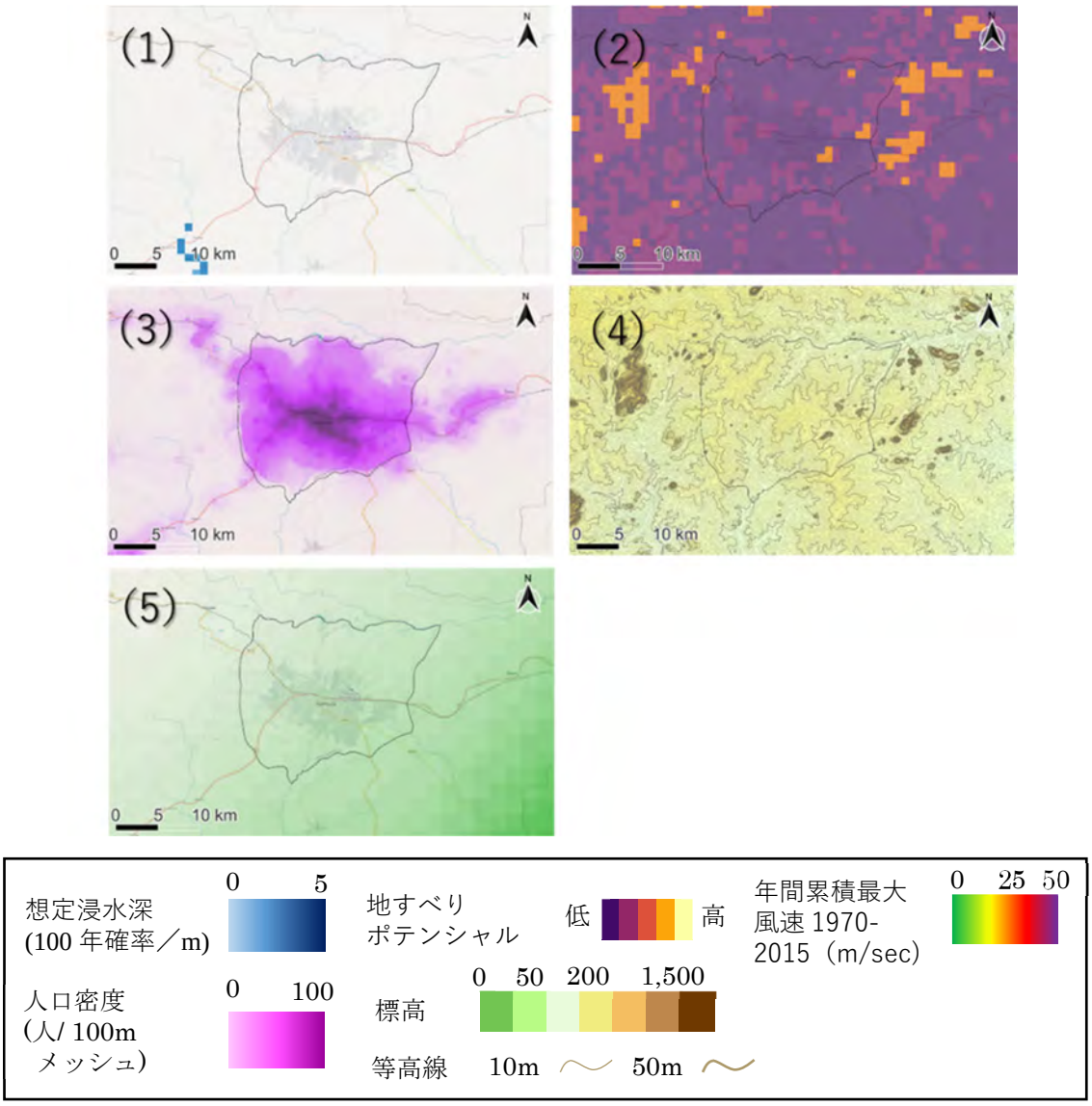


図 3-3　ナンプラにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

c)　ベイラ市

ベイラ市はモザンビーク中部の沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 高潮ハザード、(4) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(5) 標高図、(6) 人口密度分布である。

洪水について、ベイラ市都市部の東部の低地など想定浸水域が分布しているほか、JICA 別業務 .[4]において作成されたハザード分析結果でも低地における内水氾濫の発生が確認されているため、「✓✓✓」と評価した（下図 (1) 参照)。サイクロンについて、市内の広域が高潮の浸水想定域となっているほか、JICA 別業務[5]において作成されたハザード分析結果でも 2019 年のサイクロン・イダイが満潮時に上陸した場合は都市域の広域での浸水が想定されているため、「✓✓✓」と評価した。風の影響については年間累積最大風速が市内全域において 25m/秒以下（緑～黄）であることから、「✓✓」と評価した。(下図 (3) 及び (4) 参照）地すべりについて、ベイラ市は低地に立地しており地すべりポテンシャルが高い地域は存在しないため、「-」と評価した（下図 (2) 参照)。

[4] JICA サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクトでは、直近 20 年で最大の日降雨量を記録した 2019 年 1 月の降雨量による内水氾濫の浸水シミュレーションを実施している。上図 (1) では、シミュレーション結果に基づく 0.2m 以上の浸水範囲を水色で示した。

[5] 上記のプロジェクトでは、サイクロン・イダイが満潮時に上陸した場合の高潮浸水シミュレーションを実施している。上図 (3) では、シミュレーション結果に基づく高潮による浸水範囲を加えた範囲を黄色で示した。

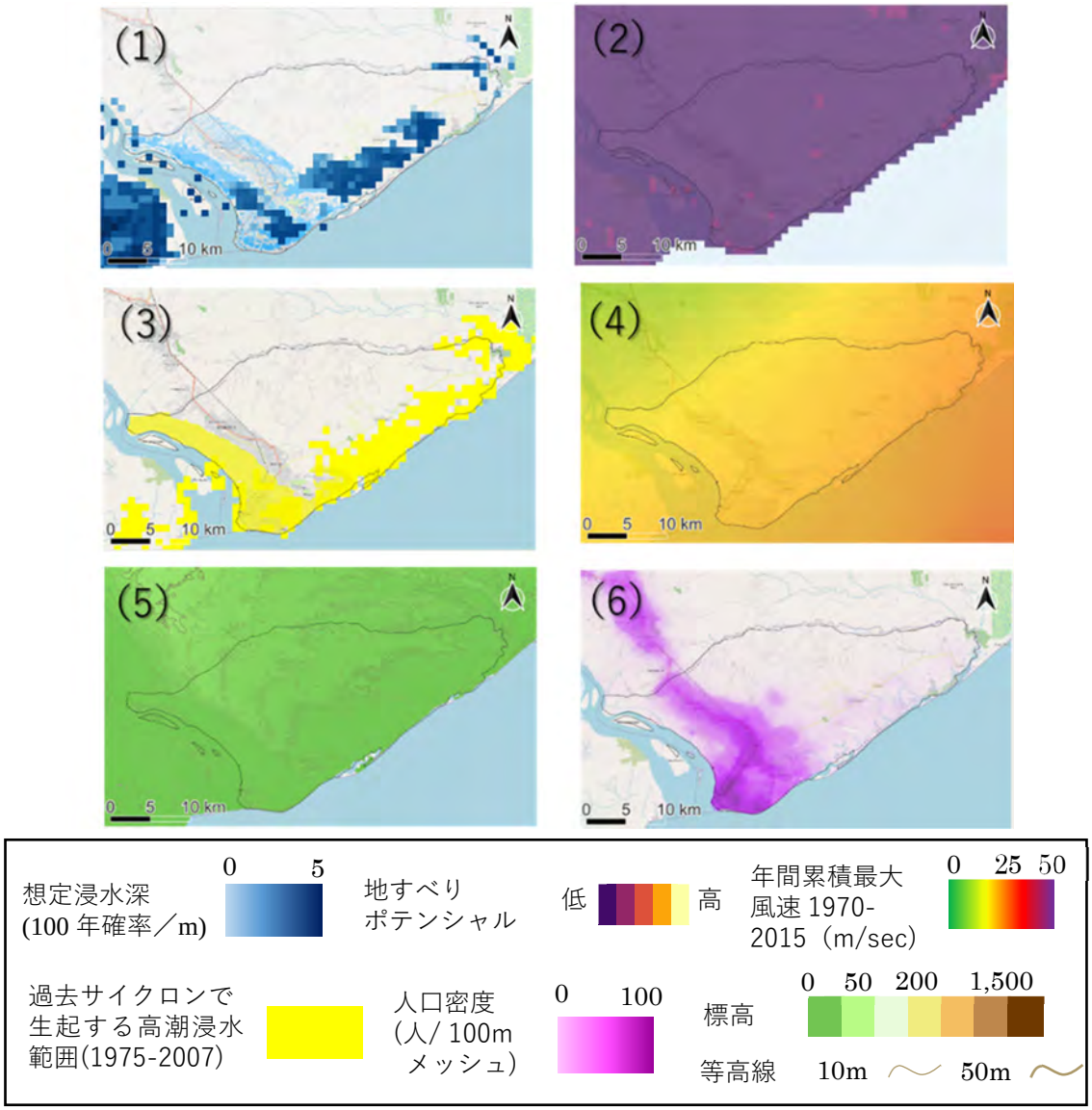


図 3-4　ベイラにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

d)　チモイユ市

チモイユ(Chimoio)市は、モザンビーク中部の内陸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内には想定浸水域が分布していないため「-」と評価した（下図 (1) 参照)。サイクロンについて、内陸部であるため高潮に関しては、「-」と評価した。また風の影響については年間累積最大風速の分布はないが、中部沿岸部に上陸したサイクロン等の影響を受けるため、「✓」評価した。地すべりについて、東部のやや急な斜面箇所などにおいて、地すべりポテンシャルが高い地域が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2) 参照)。

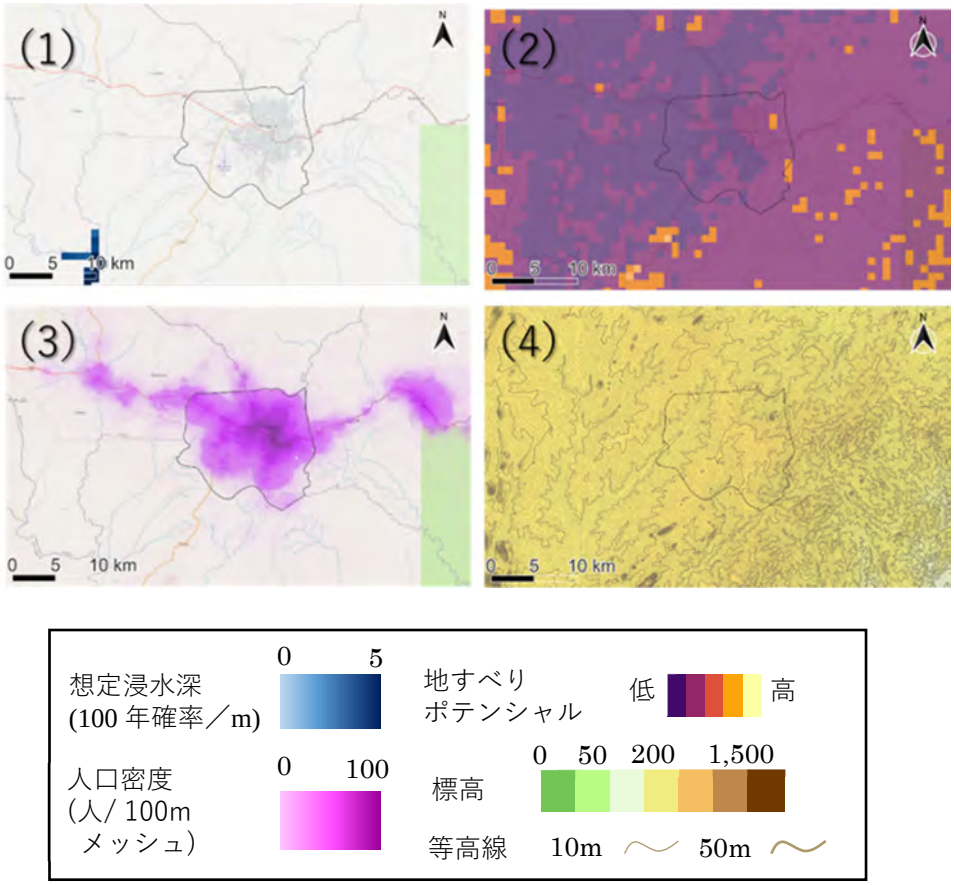


図 3-5　チモイユにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

e)　ケリマネ市

ケリマネ(Quelimane)市は、モザンビーク中部の沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 高潮ハザード、(3) 地すべりポテンシャル、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(6) 人口密度分布である。

洪水について、市内の河川沿いの地域の半分程度が想定浸水域であるため、「✓✓✓」と評価した（下図 (1) 参照)。サイクロンについて、市内の半分程度が高潮による想定浸水域であるため、「✓✓✓」と評価した（下図 (2) 参照)。また、風の影響についても、年間累積最大風速が沿岸部において 25m/秒以上（赤～紫）となることから、「✓✓✓」評価した（下図 (5) 参照)。地すべりについて、沿岸部の低地に分布しており、地すべりポテンシャルが高い地域は存在しないため、「-」と評価した（下図 (3) 参照)。

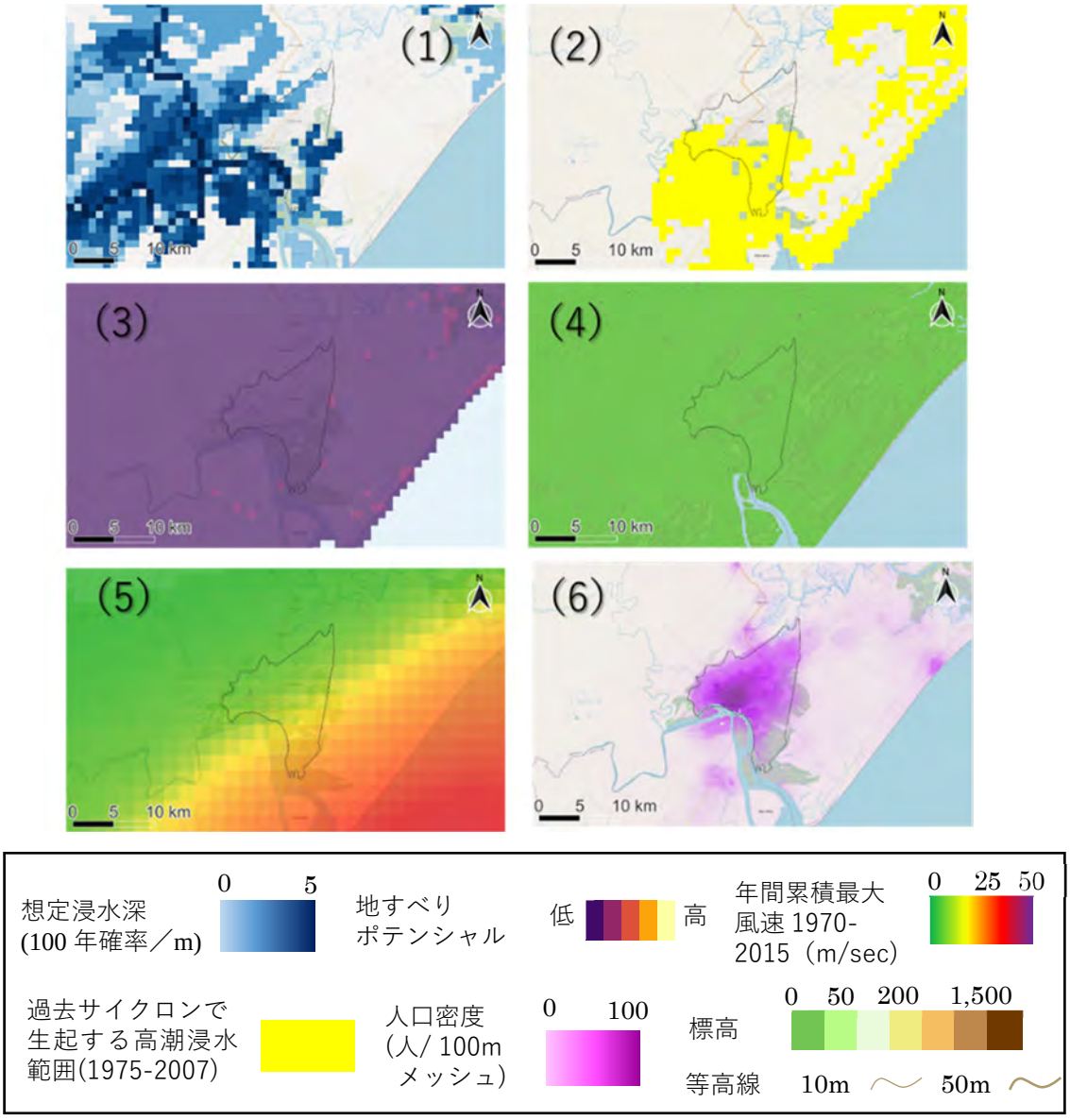


図 3-6　ケリマネにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

f)　テテ

テテ(Tete)市は、モザンビーク中部の内陸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市中を流れるザンベジ川沿いに想定浸水域が広がっているため、「✓✓✓」と評価した（下図 (1) 参照)。サイクロンについて、内陸部であり高潮被害はないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないが、モザンビーク中部に位置しており、サイクロンの影響を受けることから、「✓」と評価した。地すべりについて、南部の丘陵地に地すべりポテンシャルの高い（リスクレベルが中程度以上）地域が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2) 参照)。

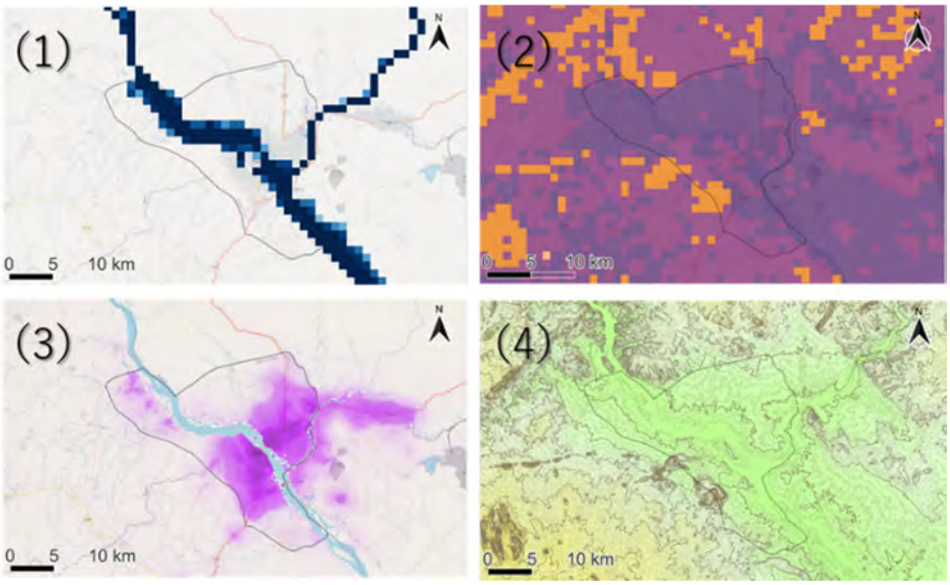


図 3-7　テテにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

g)　ナカラ市

ナカラ(Nacala)市は、モザンビーク北部の沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速である。

洪水について、市中央部の台地の周辺及び沿岸部付近に想定浸水域が広がっているため、「✓✓」と評価した（下図 (1) 参照)。サイクロンについて、本分析で用いた高潮の想定浸水域は分布していないが、サイクロンの影響を受ける地域にあるため、「✓」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以下（緑～黄）であることから、「✓✓」と評価した。(下図 (5) 参照) 地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が存在しないため、「-」と評価した（下図 (2) 参照)。

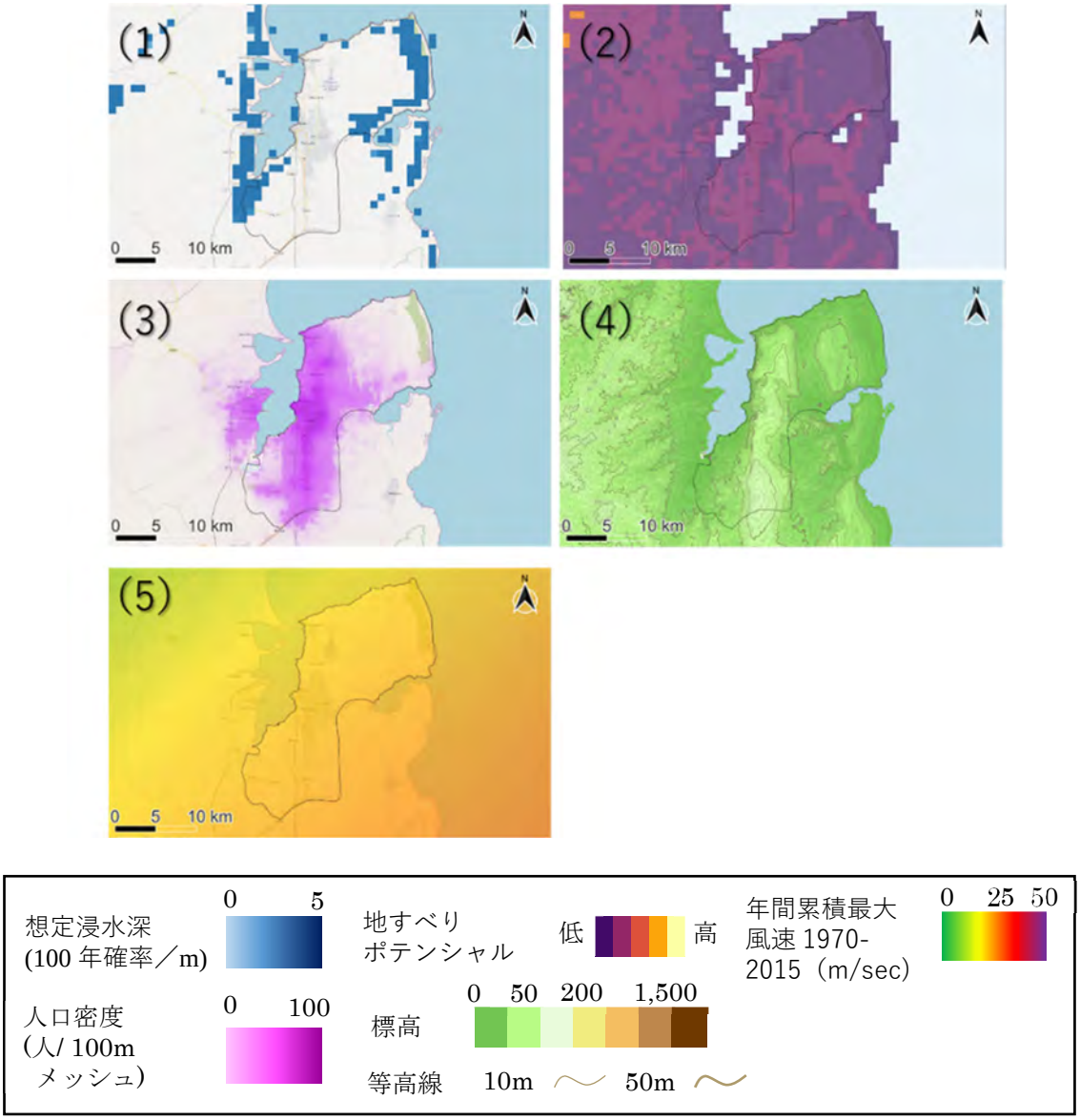


図 3-8　ナカラにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

既述のハザード分布の定性的な把握結果を踏まえて、人口規模とハザードの大きさの観点より、人口規模が国内最大であるマプト首都圏（マプト市及びマトラ市、ボアネ市、マラクエネ(Marracuene)地区を含む）とハザードの大きさと人口規模を考慮したベイラ市を対象により詳細な災害リスクの把握を行った。

洪水被害に関しては、ベイラ市について、2019 年 1 月降雨による浸水範囲図（*出典：JICA 別業務「サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト」成果）があるため、その浸水範囲図の全浸水エリア（ただし、これは内水による浸水のため、浸水深 0.2m 以上）も経済損失ポテンシャル算出に活用した。また、マプト市に関して、マプト市内の内水氾濫リスクの高い地区の範囲[6]が把握できているため、リスクの高い地区の全エリアを浸水範囲として特定した。また、高潮被害に関して、ベイラ市は高潮ハザードマップ[7]が策定されているため、同ハザードマップ対象範囲も経済損失ポテンシャル算出に活用した。なお、同ハザードマップは、2019 年 3 月に上陸したサイクロン・イダイが同じ外力規模で満潮時にベイラ市に上陸した場合を想定したものであり、ハザードマップは現地政府関係者に引き渡しを行い、モザンビーク国家災害対策局（National Institute of Management and Disaster Risk Reduction, INGD）のホームページでも公開されているものである。

モザンビークでは同国統計局が州ごとの一人当たり GDP を公開しているため、経済損失ポテンシャルの算出にあたりマプト首都圏はマプト州の数値を、ベイラ市はソファラ(Sofala)州の数値を利用した。

[6] WB 排水・下水マスタープラン報告書
[7] JICA 別業務「サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト」成果

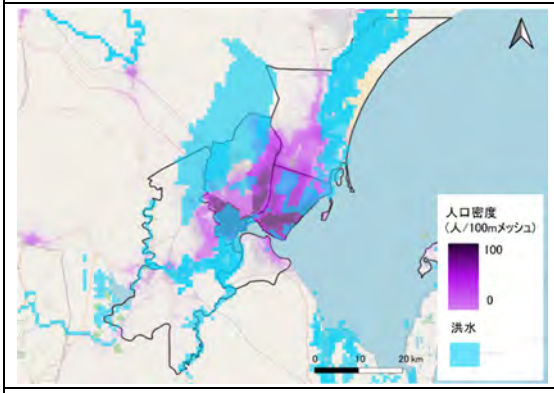
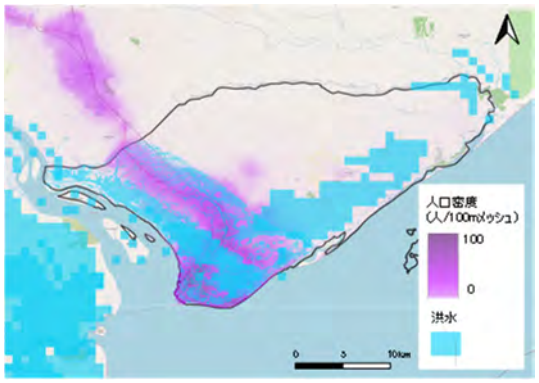
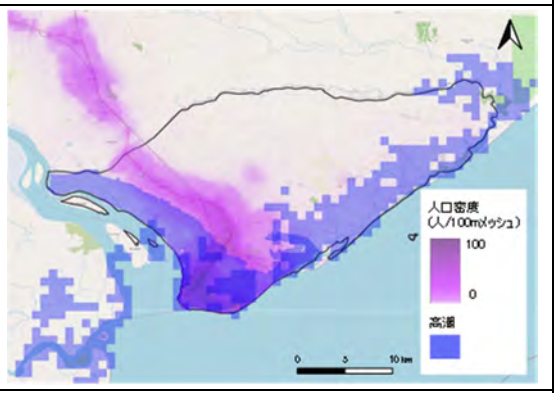
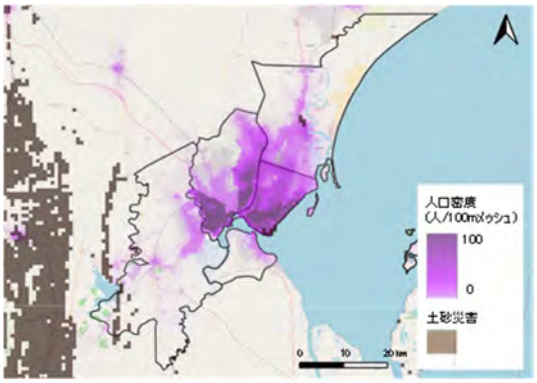
首都圏：洪水ハザードと人口分布	ベイラ市：洪水ハザードと人口分布
	
首都圏：高潮災害ハザードと人口分布	ベイラ市：高潮ハザードと人口分布
マプト首都圏内で高潮ハザードの 閾値を越える地域は存在しない	
首都圏：地すべりハザードと人口分布	ベイラ市：地すべりハザードと人口分布
	ベイラ市内で地すべりハザードの 閾値を越える地域は存在しない
首都圏：暴風ハザードと人口分布	ベイラ市：暴風と人口分布
マプト首都圏内で暴風ハザードの 閾値を越える地域は存在しない	ベイラ市内で暴風ハザードの 閾値を越える地域は存在しない

図 3-9　モザンビーク主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(1/2)

出典：JICA 調査団作成

表 3-2　モザンビークの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード＼対象都市		マプト首都圏	ベイラ市
洪水	被害面積(km^2)	824	195
	被害面積比率（%）	37%	31%
	被害人口(万人)	103	21
	推計被害額(million USD)	**1,143**	**129**
高潮	被害面積(km^2)	0	225
	被害面積比率（%）	0%	36%
	被害人口(万人)	0	26
	推計被害額(million USD)	**0**	**156**
暴風	被害面積(km^2)	0	0
	被害面積比率（%）	0%	0%
	被害人口(万人)	0	0
	推計被害額(million USD)	**0**	**0**
地すべり	被害面積(km^2)	34	0
	被害面積比率（%）	2%	0%
	被害人口(万人)	3	0
	推計被害額(million USD)	**34**	**0**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、モザンビーク統計局公開データより、
州ごとの予測値を使用 マプト首都圏はソファラ州の予測値（1,111 USD/person）
ベイラ市はソファラ州の予測値（600 USD/person）

出典：JICA 調査団作成

上記の結果よりマプト首都圏においては都市部における内水氾濫を含む洪水による経済損失ポテンシャルが高く、ベイラ市においては洪水及び高潮による経済損失ポテンシャルが高いことが分かる。

洪水ハザードに着目すると、マプト首都圏はベイラ市と比較して人口規模が大きく、また州別一人当たり GDP が高いことから、経済損失ポテンシャル推計値が約 10 倍程度となった。このため、マプト首都圏の方がベイラ市と比較して、洪水対策の実施により軽減することのできる経済損失ポテンシャルが高く、対策実施の優先度が高いと考えることができる。

ベイラ市に関しては、高潮及び洪水ハザードに着目すると、両者とも比較的大規模な経済損失ポテンシャルがあり、高潮・洪水対策の優先度が高いと考えることができる。

(3) セクター別の災害リスクの把握

1) GFDRR 災害リスクプロファイル

モザンビークのサイクロン、洪水、地すべりについて、建物、教育・保健施設、交通インフラ、農業インフラに分けて被害想定が検討されている。被害想定は、25 年確率規模、50 年確率規模、250 年確率規模による、セクター別の被害想定を算出している。更に、これらの確率規模の被害想定に基づき、年間平均被害推定額（AAL: Average Annual Loss）を算出している。

表 3-3 GFDRR 災害リスクプロファイルによるモザンビークにおけるセクター別被害想定

災害種		サイクロン	洪水		地すべり
分析の条件		50年確率規模	50年確率規模	年間想定被害額	年間想定被害額
被災人口	被災人口(人)	800,000	450,000	200,000	100
建物	被害額（million USD）	500	1,500	500	1
教育・保健	被災施設数（建物数）	2,500	1,500	350	-
	施設被害額（million USD）	-	-	-	0.04
交通インフラ	被害延長（km）	3,500	1,000	300	-
	被害額（million USD）	-	-	-	0.1
農業	被害額（million USD）	350	45	15	-

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（モザンビーク）より JICA 調査団作成

また、GFDRR のリスクプロファイルでは、州ごとの災害リスクの分布も示しており、災害種ごと及びセクターごとのリスク分布を示しており、整理すると下記の通りとなる。

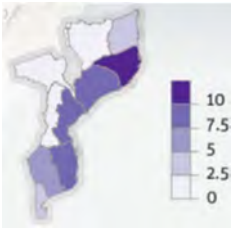
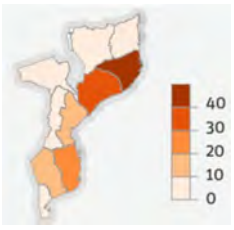
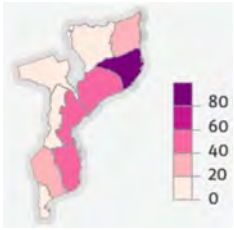
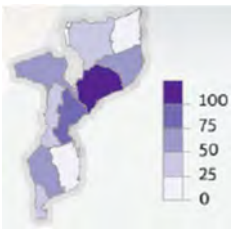
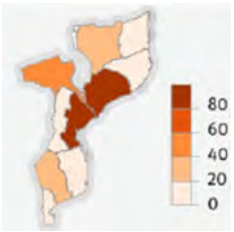
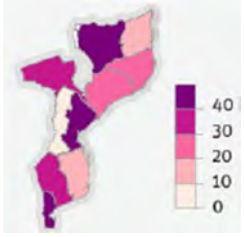
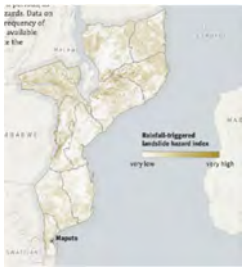
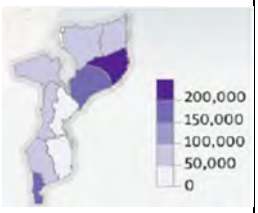
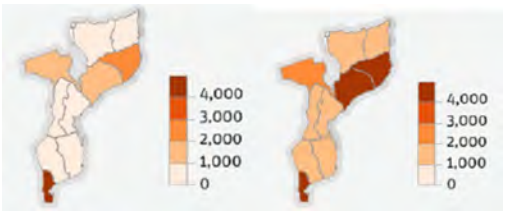
	ハザード分布	建物被害	教育・保健施設	交通インフラ
サイクロン				
	*100 年確率規模の最大風速及び高潮浸水範囲	*年間想定被害額(百万 US ドル)	*年間想定被害(棟数)	*年間想定被害延長(km)
洪水				
	*100 年確率規模の洪水浸水範囲	*年間想定被害額(百万 US ドル)	*年間想定被害(棟数)	*年間想定被害延長(km)
地すべり			保健施設 教育施設 	
	*降雨起因の地すべりリスク指標	*年間想定被害額(US ドル)	*年間想定被害額(US ドル)	

図 3-10　モザンビークにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（モザンビーク）より JICA 調査団作成

図 3-10 より、建物の想定被害額では洪水による州ごとの被害額の分布では、ザンベジ川流域を含むザンベジア(Zambezia)州及びソファラ州にて大きな値となる。建物の想定被害額は各ハザードの分布する区域内の、建物数や建物タイプより被害額が算出されており資産への被害ポテンシャルを表している。建物の想定被害額では、洪水による被害額が他の災害種と比較して 1 桁大きくなっているため、特に洪水対策による都市部の資産を守るために治水対策による被害額の低減が有効であると想定される。

保健・教育施設への想定被害額については、サイクロン（暴風、高潮等）による被害棟数が多くなっている。また、保健・教育施設への被害の地理的分布を確認すると、洪水では中部のソファラ州、ザンベジア州、地すべりではマプト州、ナンプラ州などハザードが分布する地区に集中しているが、サイクロンでは沿岸部のナンプラ州～ガザ州にかけて被害が発生していることが分かる。暴風は沿岸部に広くハザードが分布するため、特定の地域の災害対策のみでは対応することが難しい。このため、特にサイクロンにより大きな被害を受ける保健・教育施設では、暴風への建物の強靭化の対策を進めることで施設への被害を低減することが有効であると想定される。

交通インフラへの想定被害額について、サイクロン（暴風）による被害は想定されないが、GFDRR の分析では単純にサイクロン（暴風）ハザードとハザードエリア内の道路延長を計算しており、サイクロン（暴風）ハザードが沿岸部で広く均一に分布しているため想定被害額が大きく示されている。一方で、道路への被害は洪水及び地すべりにより発生するため、洪水や地すべりによる影響を確認するべきである。図 3-10 の洪水による交通インフラへの想定被害額の州ごとの分布をみると、マプト州、ソファラ州、ニアサ(Niassa)州において被害が大きくなっている。特にマプト州及びソファラ州では国道 1 号など重要道路があり、同地区での交通インフラへの災害対策は有効であると想定される。

農業セクターへの想定被害額に関しては、サイクロン（暴風、高潮）で被害額が大きい、地理的分布に係る情報が GFDRR の報告書では公開されていないため、詳細を考察することは難しいが、特にサイクロンのハザード分布は、同国の穀倉地帯に含まれるザンベジア州やナンプラ州で広く分布しているため、想定被害額の数値が大きく示されたものと考えられる。

なお、地すべりに関しては、北部ナンプラ州及びマプト州に災害リスクが集中しており、これらの地区における対策検討が重要であるが、洪水・サイクロンによる被害想定と比較すると被害規模が小さい。このため、地すべり、洪水、サイクロン（暴風、高潮）のそれぞれの災害への対策について、洪水、サイクロン（暴風、高潮）災害への対策の優先度が高いと考えられる。

2) PDNA のセクター別被害額

モザンビークでは、2000 年洪水、2015 年洪水、2019 年サイクロンの 3 つの災害について PDNA が作成されている。各災害における被害額を下表に整理する。各災害による被害額の合計値を確認すると、農業、工業・商業、家屋、保健施設、交通インフラ、電力通信インフラに対する被害額が大きい。特に被害額の大きいセクターの箇所を青字で示す。特に 2019 年 3 月に上陸したサイクロン・イダイの PDNA を見ると、家屋被害、交通インフラ被害が突出して高いことから、住宅や道路セクターの被害低減策を講じることが重要であると想定される。住宅の強靭化は民間事業や個人による建設も実施されているため、画一的なリスク低減策を講じることは難しいが、交通インフラについては、公共事業を通じた強靭化が比較的実施可能である。このため、交通インフラの強靭化に向けた支援は重要であると想定する。

表 3-4　モザンビークにおける PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル）

セクター		2019 (サイクロン)	2015 (洪水)	2000 (洪水)	合計
産業	農業	47.8	85.0	129.6	**262.4**
	漁業	16.7	0.3	14.6	31.6
	工業・商業・その他被害額	140.1	1.0	124.4	**265.5**
	観光	0.0	0.0	12.5	12.5
社会資産	家屋	410.5	5.6	29.1	**445.2**
	教育	15.0	6.0	18.7	39.7
	保健	81.5	1.5	15.7	**98.7**
	その他	2.8	0.0	5.2	8.0
インフラ	交通	441.8	179.0	95.0	**715.8**
	電力・通信	133.5	13.7	24.3	**171.5**
	上下水	14.9	9.0	13.4	37.3
	その他	0.0	6.8	0.0	6.8

出典：過去の PDNA よりセクターごとの被害額を抜粋

3) 災害被害統計

モザンビークの災害被害統計では、対象とする災害（洪水、サイクロン、高潮、地すべり）について、1979 年～2012 年の間に 1,500 のイベントによる被害について、死者数、家屋被害、経済損失、教育・保健施設、農地、家畜、道路被害実績が集約されており、下表の通り整理する。

表 3-5　モザンビークにおける災害被害統計によるセクターごとの被害実績

対象とする災害種	洪水、サイクロン、高潮、地すべり
対象年	1979 - 2012
災害イベント数	1,560
死者数	2,644
家屋全壊（棟）	537,373
家屋一部損壊（棟）	168,494
経済損失（USD）	10,000
経済損失（現地通貨）	1,101,129,300
教育施設	14
保健施設	1
農地（ha）	426,910
道路（m）	209,643

出典：DesInventar よりデータ収集、表は JICA 調査団作成

加えて、被害の傾向について確認するため、年間の災害イベント数及び被災家屋数（全壊+一部損壊）の動向を確認した。災害イベント数については、増加傾向を見ることができる。被災家屋数については、1994 年のサイクロン・ナディア（Nadya）の上陸した年が最大となっているが、2000 年、2008 年などの年で大きな数字となっており、増加傾向を確認することができる。

なお、災害被害統計の収集能力の向上により、近年（2000 年以降）は小規模な災害も含めて網羅的に情報が取得されており同一基準で比較することが難しい。一方で、DesInventar は大規模災害については過去に遡り情報整理がなされており傾向を把握することが可能であるため、同データベースを用いて傾向把握を行った。同データベースでは、2005 年以降に収集した統計情報は仙台防災枠組のグローバルターゲットの指標の達成状況の評価に利用されるため、統一した基準での統計情報の整備が期待される。このため被害傾向を把握するためには継続的に統計情報の傾向を確認することが重要である。

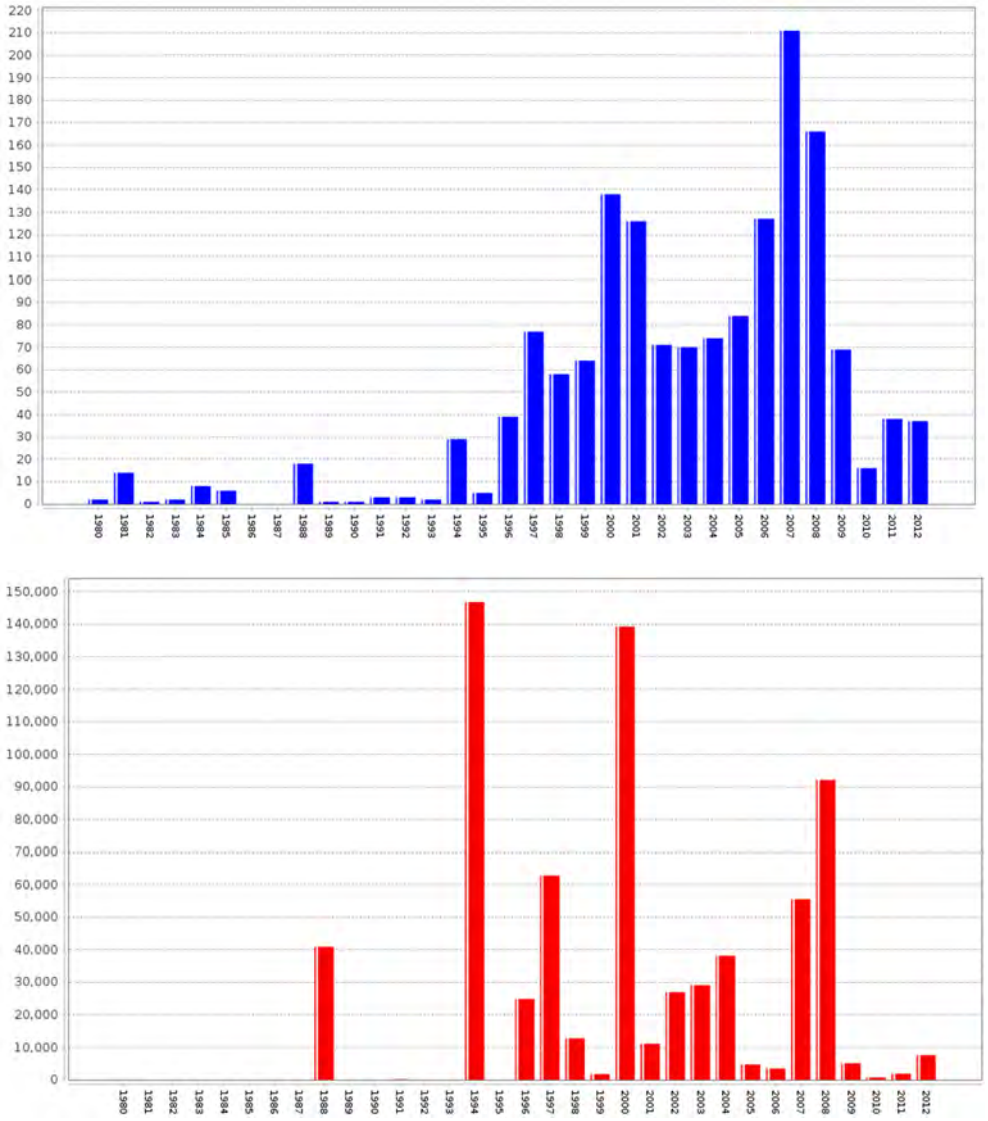


図 3-11　モザンビークにおける災害傾向（1980 - 2012）

出典：DesInventar ウェブサイト
（上：年間災害イベント数、下：災害による年間被災家屋数（全壊+一部損壊））

3.1.2　気候変動の概況

(1)　観測及び予測されている気候変動影響

モザンビークでは、1960 年以降、0.15～0.16℃／年の平均気温の上昇がみられ、降雨量については、10 年間ごとに月平均降雨量が 2.5㎜の減少が観測されている。地域別の傾向としては、北部地域では降雨量は増加、南部地域では洪水や干ばつの発生がたびたび観測されてきた。

将来予測として、気温は 2013 年に比べて、2050 年までに 0.84～1.28℃上昇、2100 年までに 1.58℃～2.49℃上昇すると予測されている。降雨量についても、2013 年の降雨量と比較して、2050 年には-20.65～56.27㎜、2100 年に-63.83～50.38㎜の降雨量の変化があると予測されている[8]。

2021 年 11 月に公表された同国の NDC（国が決定する貢献）の更新版では、気温や降水量に関する将来予測として、以下の事項が明示されている[9]。

- 気温は、2046 年から 2065 年の間に平均 1.5℃から 3.0℃上昇（1960 年～2005 年までの平均値と比較）すると予測される。暖かい日が増え、寒い日が減り、最高気温と最低気温が上昇する。
- 降雨は、降雨量や雨季・乾季の季節パターンが不規則となる。
- 異常気象（干ばつ、洪水、熱帯サイクロン）の頻度と強度が増加する。
- 干ばつの長期化

また、これらの気候変動の影響により、マプト、ベイラ、ケリマネなど、国内の沿岸主要都市の多くは、気候変動の影響に対する脆弱性（人命、財産、社会インフラなど）の点で、すでに危機的状況にあることも明示されている。

8 SSP2-4.5 シナリオのもと、10-90%範囲での予測値。
https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/mozambique/climate-data-projections(2022/2/6 アクセス)

9
https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Mozambique%20First/NDC_EN_Final.pdf

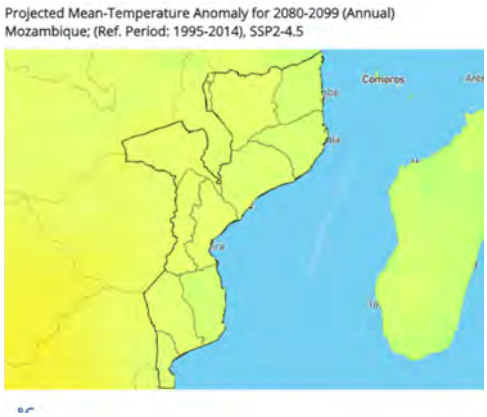


図 3-12　降水量予測（2080-2099 年、1995-2014 年比），SSP2-4.5

出典：Climate Knowledge portal site, WB

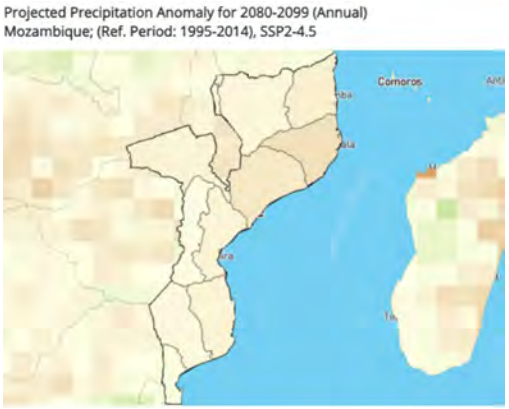


図 3-13　平均気温予測（2080-2099 年、1995-2014 年比），SSP2-4.5

出典：Climate Knowledge portal site, WB

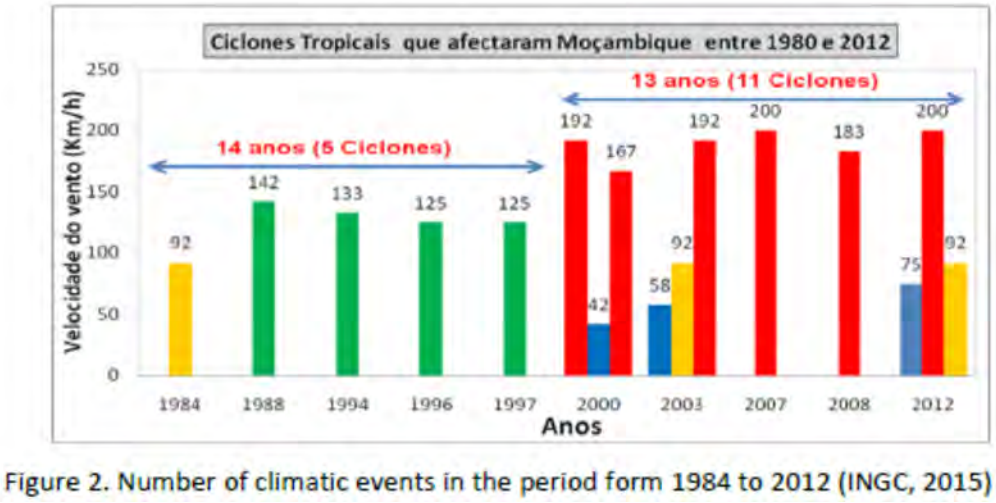


Figure 2. Number of climatic events in the period form 1984 to 2012 (INGC, 2015)

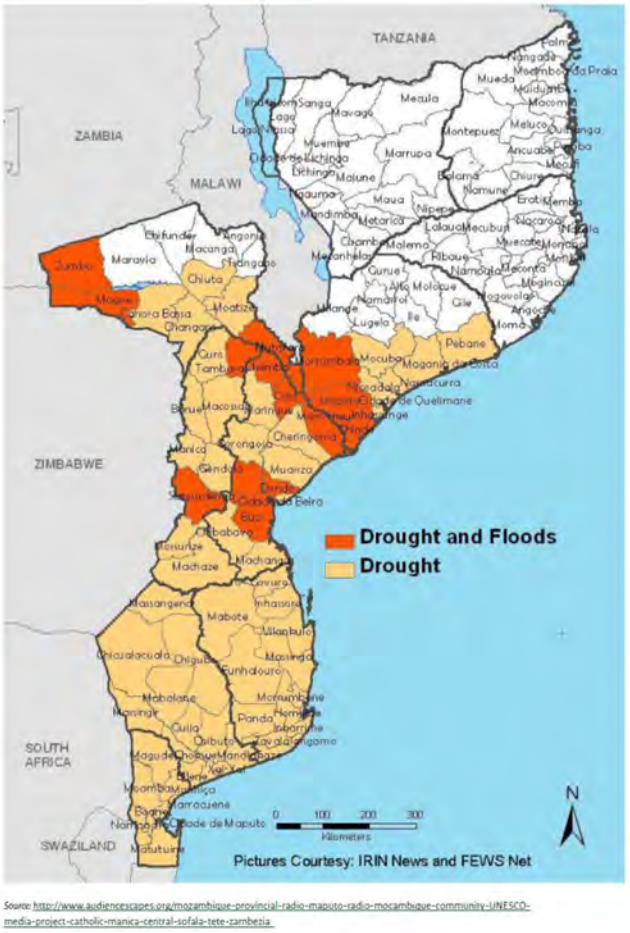
図 3-14　サイクロン時の風速の状況

出典：モザンビーク NDC, 2018

多くの気候モデルで、豪雨発生割合が増加し、同時に乾季も長くなると予測している。豪雨の強度は 10%（2010 年～2100 年）、頻度は 6%増加すると予測されている。熱波の期間も、平均で年 17 日増加すると予測されている（1960 年～2006 年と 2010 年～2100 年の比較）[10]。大雨と熱波の増加は、干ばつや洪水などの極端なイベントの増加をもたらす可能性があると予測されており、国の中央部と南部では、より長い熱波と乾季によって引き

[10] 出典：Climate Change Profile, Mozambique, 2018

起こされる干ばつの増加が予想されている。サイクロンは、モザンビーク東部を中心に影響を及ぼすと予測される。頻度は少ないが、強度は増加し、降水量は増加する可能性が予想されている。



Source: http://www.audiencescapes.org/mozambique-provincial-radio-maputo-radio-mocambique-community-UNESCO-media-project-catholic-manica-central-sofala-tete-zambezia

図 3-15　洪水や干ばつにより影響を受ける地域

出典：Climate change Profile, Mozambique Ministry of Foreign Affairs of the Netherland, 2018

これらの気候変動の影響を受ける分野としては、農業、森林・草原、畜産、水資源、防災、インフラ、健康や漁業と分析されている。NDC では、特に以下に示すような影響が生じていることが報告され、気候変動によりこの影響はますます悪化することが予測されている。特に梅雨の時期には、全国で更に多くの洪水の発生が予想されている。北部では発生頻度が多くなり、南部では洪水の規模と被害が大きくなることが予想されている。リンポポ盆地は洪水のホットスポットと予測され、洪水のピークの大きさは平均 25%増加すると予測されている。

表 3-6　気象災害による被害概況

事象	影響の概要
洪水	2000 年～2015 年の間で、4,629,000 人が被災、1,204 人死亡、1,176,000 の家屋が損害（うち、638,700 戸が倒壊） インフラの損害：ナンテ地区のリクンゴ川(Licungo River)、ショクウェ、ギジャ、シャイシャイのリンポポ堤防の損壊、鉄道と港での被害 経済損失：1,356.9 百万 US ドル
道路	2011 年～2015 年の間で、130 の水道橋、119 の橋、41 のドリフトが破壊または影響を受け、15,512 km が通行不能、333 百万 US ドルの経済損失
農業	2005 年～2014 年の間で、8 回の大規模な干ばつや洪水により、延べにして 1,199,763 ha の農地が被害
水資源	海面上昇等に伴う塩水遡上が、ウンベルジ、インコマチ(Inkomati River)、リンポポ、サヴア、プンゴエ(Pungoe River)、ブジ及びザンベジ川で発生

出典：モザンビーク NDC、2018 より作成

また、雨季の異常気象により人的被害についても、近年、大きな被害が出ていることが以下の通り、報告されている。

表 3-7　雨季の異常気象による人的被害（2016-2020 年）

Season	Event	Affected People	Affected Families	Injured	Deaths	Destroyed Houses		Flooded Houses	Worship Locations	Health Units	Destroyed Classrooms		Affected Schools	Affected Students
						Partially	Totally				Partially	Totally		
2016-17	---	1,054,707	216,319	379	73	83,500	43,781	89,078	26	108	486	2,413	693	184,507
2017-18	Heavy rains and winds, strong winds, rains with lightning and gales	152,246	31,146	51	61	14,461	7,313	9,099	44	18	463	201	42	10,088
2018-19	Drought, rain and strong winds, sometimes accompanied by lightning, and Desmond, Idai and Kenneth	2,855,417	574,361	1,872	714	153,274	146,482	30,125	1,144	138	1,801	3,109	699	445,404
2019-20	Heavy rains, strong winds, lightning and floods	195,449	40,892	68	57	11,864	6,221	44,809	89	8	---	---	---	---
	Total	**4,257,819**	**862,718**	**2,370**	**905**	**263,099**	**203,797**	**173,111**	**1,303**	**272**	**2,750**	**5,723**	**1,434**	**639,999**

出典：Mozambique First NDC (2021 Updated)

国内において気候変動に対して脆弱な地域としては、沿岸域が挙げられている。特に、中部のベイラは、海面上昇により最も脆弱な地域であると、気候変動に対する脆弱性評価により示されている。1990 年から 2090 年の間の、海面上昇の予測は 13～56cm の範囲と予測されている。沿岸地域の浸食は、サイクロン強度の増加に伴い、より深刻化が予測されている。最も脆弱な地域はベイラ市周辺（北部に三角州とマングローブ林、南部には植生の多い砂丘）である。モザンビーク北部では、サンゴ礁が保護されているため、侵食はそれほど深刻ではない。しかし、サンゴは採掘活動、乱獲、海面上昇の脅威にさらされている。いくつかの気候シナリオでは、海岸浸食がモザンビークの海岸線の一部を内陸 500 メートルまで押し上げる可能性があり、これらの人口密集地域に深刻な課題をもたらす可能性があると予測されている。

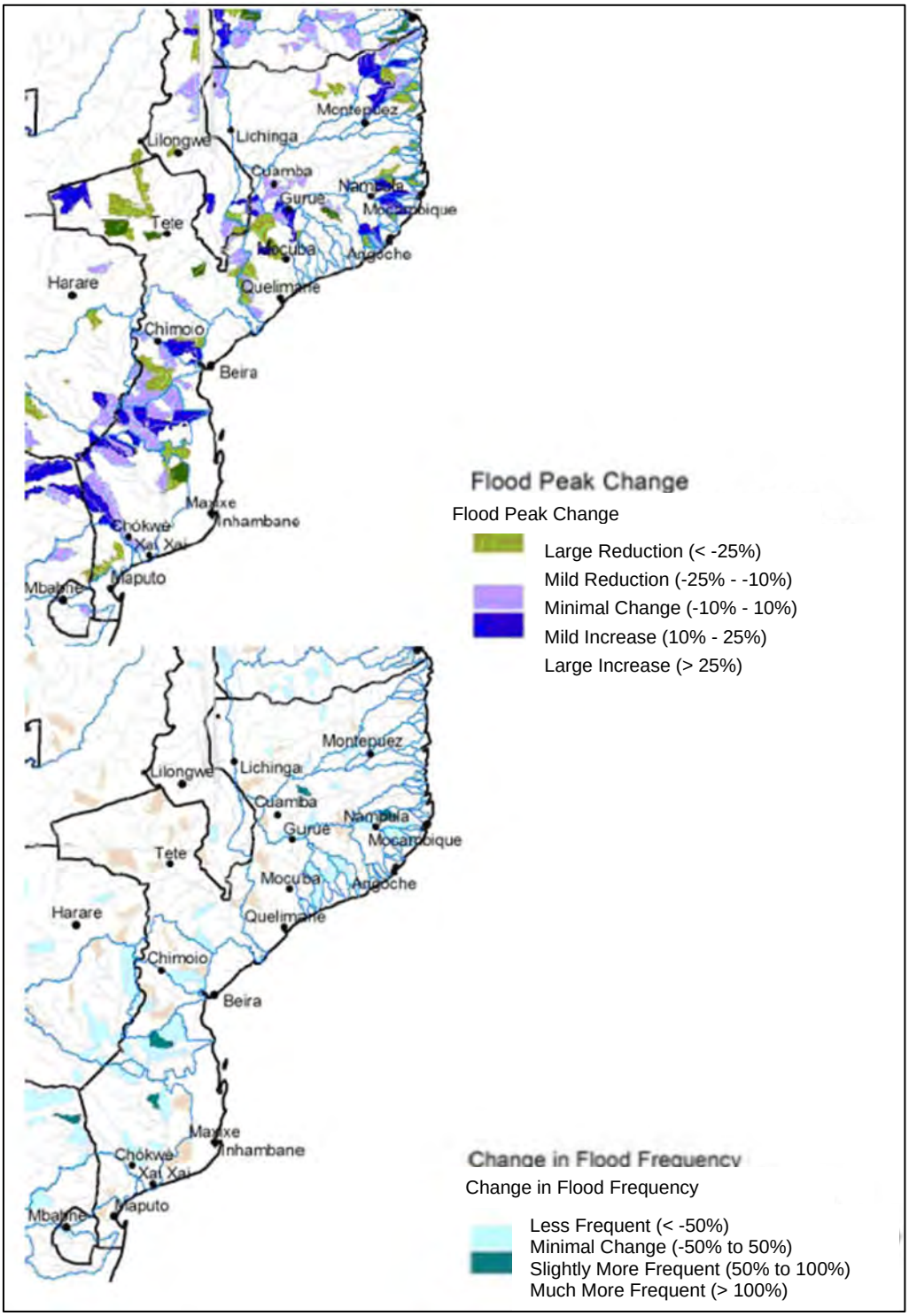


図 3-16　洪水の強度及び頻度変化の予測

出典：Climate change Profile, Mozambique Ministry of Foreign Affairs of the Netherland, 2018

(2)　気候変動に関する政策・施策

1)　国レベル

モザンビーク政府は、これまでも気候変動適応策には力を注いでおり、2008 年に国家としての適応行動プログラム（National Adaptation Program of Action, NAPA)、続いて 2012 年に国家としての気候変動戦略（National Climate Change Adaptation and Mitigation Strategy, NCCAMS）を策定し、気候リスクの低減を含めた地域社会と国民経済のレジリエンス強化を優先事項として位置付けている。セクター別、地域別の計画における適応策と緩和策の統合を通じた、低炭素開発とグリーン経済の促進を目標としている。また、これまでに、NCCAMS に基づいて、気候変動に対する脆弱性評価が実施されるとともに、適応行動やその指標（Indicator）が、国の５か年開発計画（Five-Year Development Program 2020-2024）に取り込まれている。

表 3-8　国レベルの気候変動関連の政策一覧

年	計画名	策定機関
2003	Initial National Communication	Ministry for the Co-Ordination of Environmental Affairs (MICOA)
2007	National Adaptation Program of Action[11]	Ministry for the Co-Ordination of Environmental Affairs (MICOA)
2008	National Adaptation Program of Action	Ministry for the Co-Ordination of Environmental Affairs (MICOA)
2012	National Climate Change Adaptation and Mitigation Strategy for 2013-2025 (NCCAMS)	Inter Institutional Group on Climate Change (IGCC), representing sectoral ministries, the private sector and civil society, under the coordination of the Ministry for the Coordination of the Environmental Affairs (MICOA)
2014	Climate Change and Gender Action Plan2 Second National Communication	Ministry of Environment Ministry of Lands Natural Resources and Environmental Protection
2018	Intended Nationally Determined Contribution (INDC)	Ministry of Land, Environment and Rural development
2021	Nationally Determined Contribution (NDC)	Ministry of Land and Environment

出典：JICA 調査団作成

[11] https://unfccc.int/resource/docs/napa/moz01.pdf

表 3-9 National Climate Change Adaptation and Mitigation Strategy for the period 2013-2025 (NCCAMS)の Mission 及び Objectives

Mission
Increase resilience in the communities and the national economy including the reduction of climate risks, promote low-carbon development and the green climate economy through the integration of adaptation and mitigation in sectoral and local planning
Objectives
- Adaptation: to become resilient to impacts of climate change, while minimizing climate risks to people and property. - Mitigation: to identify and implement opportunities to reduce greenhouse gases (GHG) emissions. - Capacity and resource: To build institutional and human capacity and explore opportunities to access technology and financial resource to implement this strategy.

出典：JICA 調査団作成

その後、2016 年 4 月 22 日にパリ協定に署名、2018 年には「国が決定する貢献(INDC/NDC)」を通じて緩和策・適応策のコミットメントとその優先事項を発表している。INDC の中で気候変動への適応の重要性を掲げるとともに、中長期的な取り組みの方針として、国としての適応計画（National Adaptation Plan）を、国と地方での取り組みを参照しながら更新していくとしている。そのために、2020 年～2025 年にかけて、まずは州レベルでのレジリエンスを高めるとともに、州の開発計画等に適応を取り込んでいき、加えて 2026 年から 2030 年にかけて国レベルで同様の取り組みを進めることで、NCCAMS のビジョンを達成する予定である。NDC の中で示された、国家適応計画（National Adaptation Plan, NAP）に含まれる予定の戦略行動としては、以下の通りである。

- 早期警報システムと、気候リスクへの準備・対応能力の強化による気候リスクの低減
- 気候変動に強い水インフラの構築を含む、総合的な水資源管理の能力向上
- 土地利用・空間計画の有効性の向上（氾濫原、沿岸、その他洪水に脆弱な地域の保護）
- 農業、畜産業、漁業の強靭性を高め、食糧安全を保障する
- 最も脆弱なグループの適応能力の向上
- 気候変動に関連する媒介性疾患やその他の疾病に対する人々の脆弱性軽減
- 生物多様性の保護
- 土壌劣化の抑制、地域で利用できる森林の育成メカニズム促進
- インフラ、都市部やその他の人間居住区、観光地や沿岸地帯のための、弾力性ある気候変動対策の仕組み構築
- 法的・制度的枠組みと NCCAMS の整合性確保
- 気候変動に対する脆弱性評価と適応に関連したデータ収集のための研究・体系的な観

測機関の能力強化

- 気候変動に対処するための知識と能力の開発と向上
- クリーンで気候変動に強い技術の移転と採用促進

更に、NDC の中では、気候変動への適応を実施に移すためのギャップと障壁、ニーズを以下の通り、取りまとめている。

表 3-10　INDC 実施に向けたギャップと障壁、ニーズ

ギャップ及び障壁	
資金面	- 国際的な気候変動対策資金にアクセスするための基準や手続きが複雑なため、国内の気候変動対策に利用できる資金が不十分 - 適応策への公共投資や民間の参加が少ない - データ収集ステーション（気象、水文、水路、大気質など）の維持・更新のための資金不足 - 気候変動適応策への投資の回収の遅さ
技術及び知識	- 影響による損失や損害、気候変動に適応するための対策のコストを決定する能力欠如、気候変動に対応する調査・研究活動の少なさ - 気候変動の影響に関する不確実性 - 気候変動関連の融資や資金にアクセスするためのプロジェクトを設計する能力不足 - 適応技術の利活用能力の不足 - 政策、戦略、計画、プロジェクトの効果や、資金・技術資源の利用・活用を含む、測定・報告・検証（MRV）の能力不足 - 調査やプロジェクトの結果を管理・伝達する能力の低さによる気候変動のリスクや行動に関する知識開示の難しさと能力不足
政策面及び組織面	- 気候変動適応策の策定に民間企業や市民社会が参加するためのインセンティブの不足 - 政策、戦略、計画の実施における各セクターの調整力や責任感不足
NDC を実施していくために必要な事項	
- NCCAMM の実施メカニズムである、知識管理センター、全国気候変動ネットワーク、財務メカニズムの運用 - 全国気候変動ネットワークの能力及びニーズ評価、関連分野の調査・研究を行うための能力向上計画の立案、実施 - データや情報を収集・管理する機関の強化、既存の研究や専門家に関するデータベース作成 - 気候変動に関する教育、意識向上、コミュニケーション、市民参加のための戦略の策定、実施 - 適応技術のニーズ評価、関連計画の策定・実施 - 気候変動への適応とリスク軽減を主眼とした部門別政策の更新 - 気候変動保険の設立 - 気候変動対策資金にアクセスするためのプロジェクトを設計・管理するための、国の技術的・制度的能力構築	

出典：Mozambique First NDC (2021 Updated)

なお、モザンビークにおける気候変動関連の行政は、土地環境省（Ministry of Land and Environment）及び INGD が所管している。計画立案のもととなる気象及び気候の観測等については、国立気象研究所（National Institute of Meteorology）が担当する。

2） 地方レベル

マプト市が 2013 年に、Local Adaptation Plan to climate change を策定している。この地域気候変動適応計画は、チャマンクロ C 地区の 16 ブロック（Quarteirão 16ª do Bairro de Chamanculo C）の「気候計画委員会」（CPC）によって策定されている。このプロジェクトでチャマンクロ C 地区が選ばれたのは、気候変動の影響が予測される中で特に脆弱な地域として選定されているためである。気候変動による最大の影響は、洪水のリスクの増加であると考えられたため、検討チームは参加型プロセスの中で、洪水の問題を議論の中心に据えた。各グループのミーティングに続いて、グループメンバー全員による全体ミーティングが行われ、提案された全てのソリューションが議論された。その中から、地域の気候変動適応計画の基礎となる以下の８つの適応策が特定された。その後、CPC は、合意された８つのソリューションに関連する情報を更に収集し、その実現可能性を評価するとともに、最も有望と思われるソリューションについては、より詳細な提案を行っている。

1. 排水溝のリハビリテーション
2. 住民による排水溝の定期的な清掃／水を処理する住民の組織化／ブロック間の協力。
3. 新規排水路の建設や道路の舗装
4. ゴミ収集の改善
5. 排水溝や道路などにゴミを捨てないよう住民を啓発、管理
6. 低層部を瓦礫で埋め戻し、水の流れの改善
7. サニタリーブロックの構築
8. マプト地域水道事業所と水道管の水漏れに関する対話

出典：Plano Local de Adaptação às Mudanças Climáticas Bairro de Chamanculo ‘C’ Quarteirão 16A Cidade de Maputo, Moçambique

また、ナンプラ州のメンバ地区が 2015 年に、Local Adaptation Plan to climate change（PLA）を策定しており、その中で個別のハザード別セクター別の適応策を提示している。

表 3-11　ナンプラ 州の Memba 地区の Local Adaptation Plan to climate change (PLA)

Event/ Threats	Activity	Ongoing adaptation actions	Limitations of ongoing actions	Suggested adaptation measures
Irregular rainfall	Fishing	- Fishing done on the high seas	- High physical effort and more time required - Unsufficiency of fish	- Promotion of the use of motorboats - Promoting the creation of fishermen's associations to facilitate credits - Creation of sanctuaries for fish reproduction intensification of mangrove re crowding - Promotion of fish farming and aquaculture
	Agriculture	- Practice of cultures of short cycle - farming in low-lying areas	- Seed insufficiency improved and short-cycle drought-resistant - Lack of technical knowledge - Refusal on the use/ reception of improved seeds	- Expansion of the agrarian extension network - Create seed multiplication fields that improve short-cycle and drought resistant - Training of communities in the use of improved seeds and new demonstration techniques
	Trade	- Marketing of vegetables, cassava and sweet potato, handicraft, and artisanal mining	- Lack of transport - Degradation of access roads	- Improve access routes - Expansion of the transport network
	Animal husbandry	- Water retention in containers (drum buckets, etc.)	- Long water search route	- Expansion of opening of water holes - Construction of dams and tanks for water retention
Cyclone	Fishing	- Fishing activity stops	-	-
	Agriculture	- Use of short-cycle crops before the cyclone season	- Insufficiency of improved short-cycle seeds	- Sensitization /promoting the use of improved short-cycle seeds

Event/ Threats	Activity	Ongoing adaptation actions	Limitations of ongoing actions	Suggested adaptation measures
	Trade	- Use of conventional material in the construction of commercial infrastructures	- Transport difficulties and access routes - Lack of stores selling building material	- Improve access routes - Expansion of the transport network - Promote the opening of stores for the sale of construction material
Flood	Agriculture	- Cultivation of rice, vegetables, sweet potatoes	- High physical effort in the practice of subsistence agriculture	- Creation of farmers' associations to facilitate government support - Encourage mechanized agriculture for flood-adaptable crops - Encourage the cultivation of crops such as sweet potatoes, etc. - Encourage the practice of agriculture in high areas
	Trade	- Creation of stocks for critical periods - Construction of commercial infrastructure in sandy areas with local material	- High cost for acquisition of building material (cement, bamboos, sticks, etc.) - High transport costs	- Restoration of renewable natural resources (repopulate mangal and reforestation) - Improve access routes - Expand the transport network
Gale	Fishing	- Feed on seafood that is caught in places with vegetation - Use of cages	- Low quantity of fishing products - Long distance travel to obtain bamboo for the manufacture of cages	- Promote the use of motorboats - Repopulate of mangal - Expand the use of cages
	Agriculture	- Creating barriers wind break - Increase sand around the plant to ensure	-	-
	Trade	-	-	-
	Resource exploration Natural	-	-	-

Event/ Threats	Activity	Ongoing adaptation actions	Limitations of ongoing actions	Suggested adaptation measures
Pest and diseases	Fishing	-	-	-
	Agriculture	- Placing barns above the fire at a sustainable height - Scare away pests (mounting traps with water)	- Insufficient agricultural surpluses - High physical exertion - Insufficient buckets	- Improved barn contrition - Spraying - Creation of an association for the manufacture of clay pots - Fixing traps around the macamba
	Trade	- Use of pesticides during crop cultivation - Use of preservatives in barns	- Poor capacity of farmers in the acquisition of pesticides and preservatives	- Promote the use of improved barns - Opening of agrarian shops
	Animal husbandry	- Vaccination of animals - Intradomicile spraying - Training of breeders in vaccination	- Insufficient vaccines - Insufficient technical staff to assist the community in the vaccination process - Lack of incentives for technicians	- Increase the number of vaccines to the District - Stepping up the training of technicians and breeders in vaccination - Create incentives for technicians - Ensuring access to veterinary care - Build tanks lacking - Promote the construction of improved cures

出典：PLANO LOCAL DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA [PLA de MEMBA][12]

[12] https://cgcmc.gov.mz/attachments/article/191/PLA%20Memba.pdf

(3)　ドナー等の支援状況

モザンビークでは、数多くの国際機関や各国ドナーが気候変動関連の政策立案、プロジェクト形成などについて様々な支援を実施してきている。特に、国連主体による NAP-GSP(Environment National Adaptation Plan Global Support Programme)による支援は、幅広い分野で支援を行っている。

表 3-12　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）

ドナー名	対象セクター	プロジェクト名等
UNDP-UN Environment National Adaptation Plan Global Support Programme (NAP-GSP)[13]	政策立案	Supporting Mozambique to advance their NAP Process[14] 概要：NAP プロセスを実行するための政策や体制構築、実施手順などの構築を支援
Climate Investment Funds (CIF)	全般	Pilot Program on Climate Resilience 概要：各セクターの開発計画への気候変動影響対策を組み込み（主流化）に向けた試行・実証支援。プログラム自体は国が主導し、関連する国の計画や戦略について、気候リスクや脆弱性に対処するために計画や投資プログラムの実施を支援。
GIZ	水資源	Adapting to Climate Change (2012-2020) 概要：リオ・ブジ集水域における、気候変動の水資源に与える影響把握と適応対策実施に関する国家的なフレームワークと関係機関による取り組みを支援。
USAID	沿岸地域	Mozambique Coastal City Adaptation Project (2014-2019) 概要：脆弱なモザンビークの沿岸地域における適応策への積極的な投資を促進するため、自治体政府関係者の気候変動の影響及び適応に関する理解促進、気候変動に適応していくため対策実施の拡大に向けた能力強化などに関して、自治体政府を支援。
World Bank	自治体の能力強化（インフラ分野）	Cities and Climate Change - Pilot Program for Climate Resilience of Mozambique (2012-2019) 概要：気候変動リスクへの強靭性向上、持続可能な都市インフラの提供と環境管理のための自治体能力の強化を支援。
World Bank	水文・気象情報提供サービス	Climate Resilience: Transforming Hydro-Meteorological Services Project for Mozambique (2013-2019) 概要：信頼性が高くタイムリーな気象情報の地域社会への提供を目指し、水文・気象情報の提供サービスの強化を支援

出典：JICA 調査団作成

[13] Financed by the Global Environment Facility (GEF), Least Developed Countries Fund (LDCF), and Special Climate Change Fund (SCCF).
https://www.globalsupportprogramme.org/sites/default/files/resources/profile_mozambique_web.pdf

[14] https://www.globalsupportprogramme.org/resources/project-brief-fact-sheet/national-adaptation-plans-focus-lessons-mozambique

3.1.3　国土開発及び都市開発の概況

(1)　国土軸、戦略的重要都市

モザンビークの国土は広大であり、低未利用地が多くを占めている。国土の経済的な統合はまだ発展段階にあり、北部、テテ州を含む中部、南部のそれぞれが域内での統合を強めつつ、域外や近隣国との経済的な結びつきを拡大していく過程にある。こうした経済活動は、陸上交通の観点からは以下の３つのレベルとして整理できる。

１）東西の３つの回廊（マプト、ベイラ、ナカラ）と南から北に走る南北の主要回廊

２）主要都市部（回廊上の州都と港湾がある都市）

３）主要な回廊からのフィーダー道路に近接する農村地域

モザンビークの回廊は鉄道の敷設により形成された経緯を持つ。モザンビークの鉄道は、ナカラ鉄道、ベイラ鉄道、マプト鉄道、ザンベジア鉄道（ケリマネ）の４つの大きく独立したサブネットワークに分かれている。これは、アフリカ南部の内陸部で生産された鉱物資源を輸出し、港から内陸部に商品を輸入する目的で建設されたため、全国的なネットワークを形成していない。下図に、モザンビークの全回廊を示す。



図 3-17　モザンビークにある経済回廊

出典：JICA PEDEC-NACALA

(2)　クロスボーダーインフラ

1980 年代以降から、南アフリカ開発調整会議(SADCC、後に南アフリカ開発共同体(SADC))、空間開発イニシアチブ (SDI)、アフリカ開発のための新パートナーシップ (NEPAD) などにより、国際回廊(International Corridor)が提唱されてきた。モザンビークに関連する国際回廊としては、以下が挙げられる。

- マプト回廊 (Maputo Corridor, Mozambique-South Africa) (SADC)
- ベイラ回廊 (Beira Corridor, Mozambique-Zimbabwe) (SADC)
- ナカラ回廊 (Nacala Corridor, Mozambique-Malawi-Zambia) (SADC)
- マプト開発回廊 (Maputo Development Corridor,South Africa-Mozambique) (SDI)

(3)　重要産業の立地

国家開発戦略 (2015-2035) (National Development Strategy 2015-2035) においては、経済の競争力を高めるために、工業化を掲げている。実現の戦略的柱として、(i)人的資本の開発、(ii)生産的な基盤インフラストラクチャーの開発、(iii)研究、革新、技術開発、(iv)連携や制度間の調整を定義し、農業・畜産・漁業、製造業、採掘産業、観光業を優先開発分野としている。この戦略を成功させるために挙げている 6 つの重要な要因の中には、国家の安定的な発展や領土の管理メカニズムの強化による外部依存の削減などに加え、適切な土地利用による資源管理と効率よいインフラ開発が挙げられている。上記優先分野の中でも、特に最初は農業、畜産、漁業に焦点をあて、その次に鉱業の輸出、食品・繊維業、家具・家庭用品と段階を追って展開させていく方針を打ち出しており、インフラ開発は、工業化の物理的基盤として商品やサービス (電気エネルギー、天然ガス、水資源管理、社会インフラ、観光リゾート) のロジスティック機能を提供するとしている。

国土の多くを占める低未利用地においても多数の集落が存在し、小規模農家により自足的な農業がおこなわれているが、回廊のフィーダーにあたるエリアから商品作物の生産が進んできている。現在でも回廊の維持・発展には鉱物資源の存在が不可欠な状態にある。

モザンビークの鉱物資源は多岐にわたるが、現在では重要な金属、特にアルミニウムの生産国である。2019 年の輸出は、練炭 (13 億 7000 万 US ドル)、アルミニウム (983 百万 US ドル)、石油ガス (3 億 6100 万 US ドル)、タバコ (2 億 9200 万 US ドル)、電気 (2 億 8800 万 US ドル) が主導しているが、金属資源としてアルミニウムは輸出の 17.40%、チタンは同 4.01%を占めた。

(4)　都市開発の観点における重要都市

National Territorial Development Plan（2019年12月）（以下PNDT）によれば、現状の開発モデルの特徴としては、下記の点が挙げられる。

- 概要輸送インフラ伴う横断回廊に対し、回廊間の接続が脆弱
- 3つの「港湾都市（マプト、ベイラ、ナカラ)」の国土におけるバランスの取れた分布
- 全体的に都市間の接続が脆弱で、特に南北方向の連携が重要
- 保全と経済活動のバランスを考慮した開発が必要
- 主要な経済ハブである首都の位置が、風変りである。

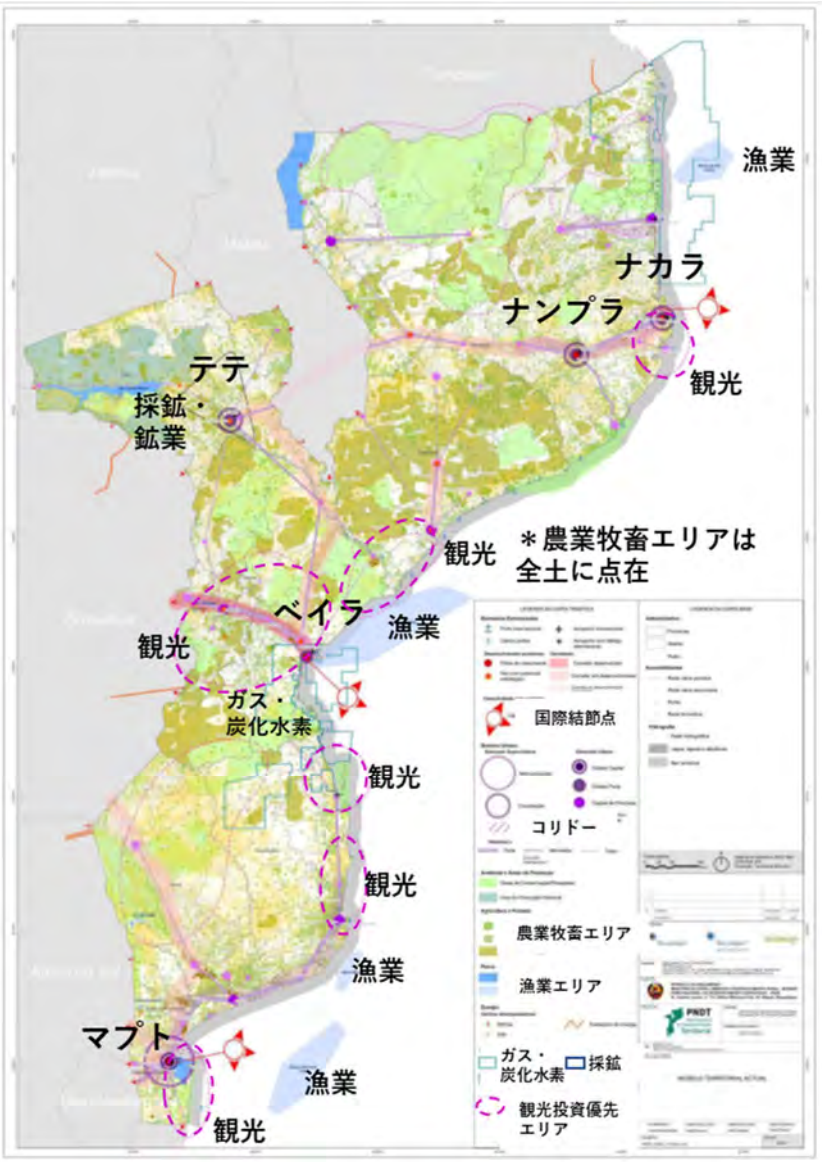


図 3-18　モザンビークの国家開発現状モデル

出典：National Territorial Development Plan, December 2019 を元に JICA 調査団作成

本計画の中の、「領土現状分析：機会と脅威」では、「機会（Opportunity）」として、農業を活用したアグリビジネスの育成、インフラの優先順位の変更と地域開発、観光需要の新フロンティア、地方分権と自給自足力の開発、港の役割と国の戦略的位置づけ等が挙げられている。一方で、社会的不平等や貧困状態の持続、無秩序で拡散化した都市化、天然資源とメガインフラの過度な優先による国土の荒廃などが開発における「脅威（Threat）」として挙げられている。

更に「領土開発の課題」として挙げられている内容のうち、防災に関しては、持続可能性と回復力の課題として、構造物・非構造物対策による自然災害の予防と軽減が挙げられている。

PNDT における地域インフラシステムに対する主な方針としては下記が挙げられている。

- 地域統合：地域統合の役割を強化し、テリトリー全体のモビリティと接続性を確保
- 有効性と効率性：投資の実現により意図した効果を生み出すために、新規投資の選択性とすでに行われた投資の有効性の優先順位など等を修正
- 実現可能性と機会：適用される公共資源の代替用途に対する、領土インフラへの投資における領土への影響と費用便益比の評価
- モザンビーク政府は、モザンビークの地域インフラシステムは非常に非効率と認識しており、従って、大規模な投資が必要で、必然的に長期なプロセスになる。また、州の投資能力も限られることから、外国投資に強く依存せざるを得ないという見解も述べられている。
- 具体的なインフラ開発の方針としては、地域の統合による地域格差を縮小、「国富」の増加による人的及び建設資本・制度的及び組織的資本な獲得の促進、投資の効果を高め経済成長を促す地域の開発の促進、統合した方法での農村経済の多様化などが挙げられているように、インフラ開発により地域経済を発展させ、地域格差の縮小を図る方向性が示されている。

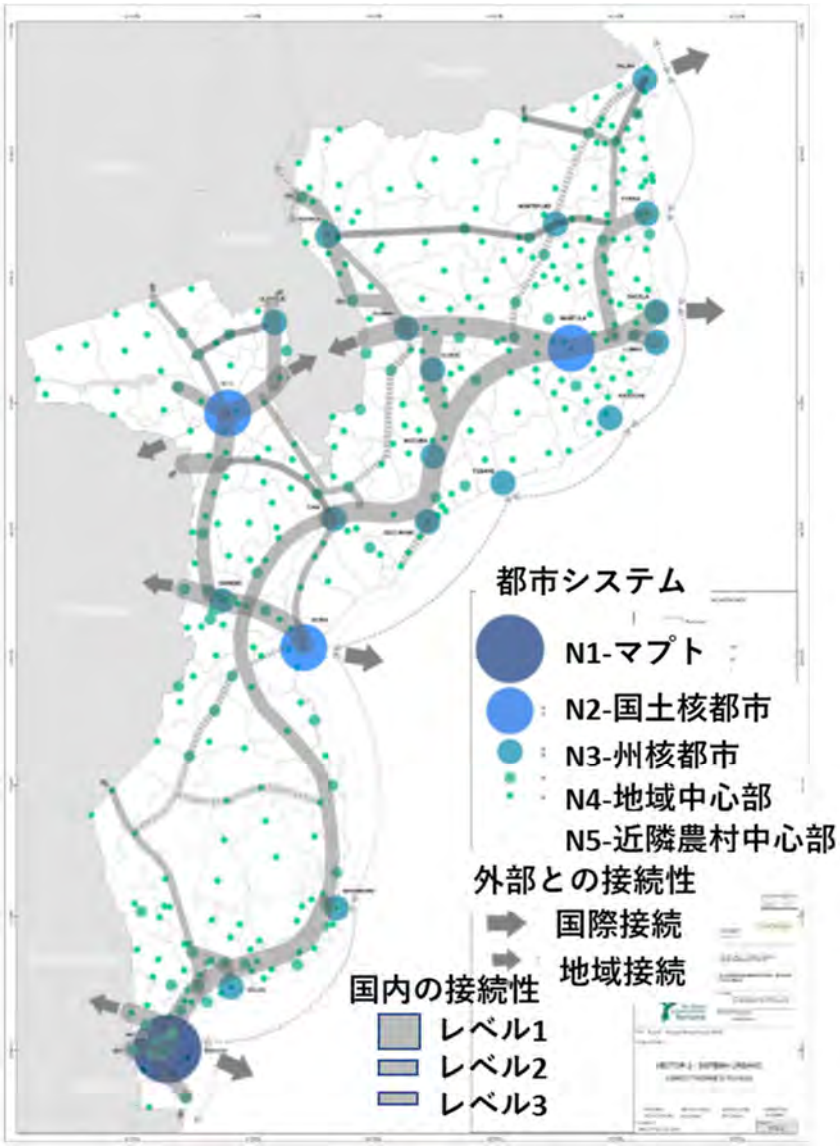


図 3-19　モザンビークのインフラの接続性と流れ

出典：National Territorial Development Plan, December 2019

PNDT の Territorial Model による重要な中核都市は、港のあるマプト、ベイラ、ナンプラと、内陸のテテ、ベイラからジンバブエへのルート上にあるチモイユ(Chimoio)などである。

これらの中核都市をバランスよく開発するとともに緩やかにつなぎ、地域格差を是正していく方向性が示されており、包括的で創造的な競争力のある「中心的な場所」のネットワークを構築していくことが目指される。

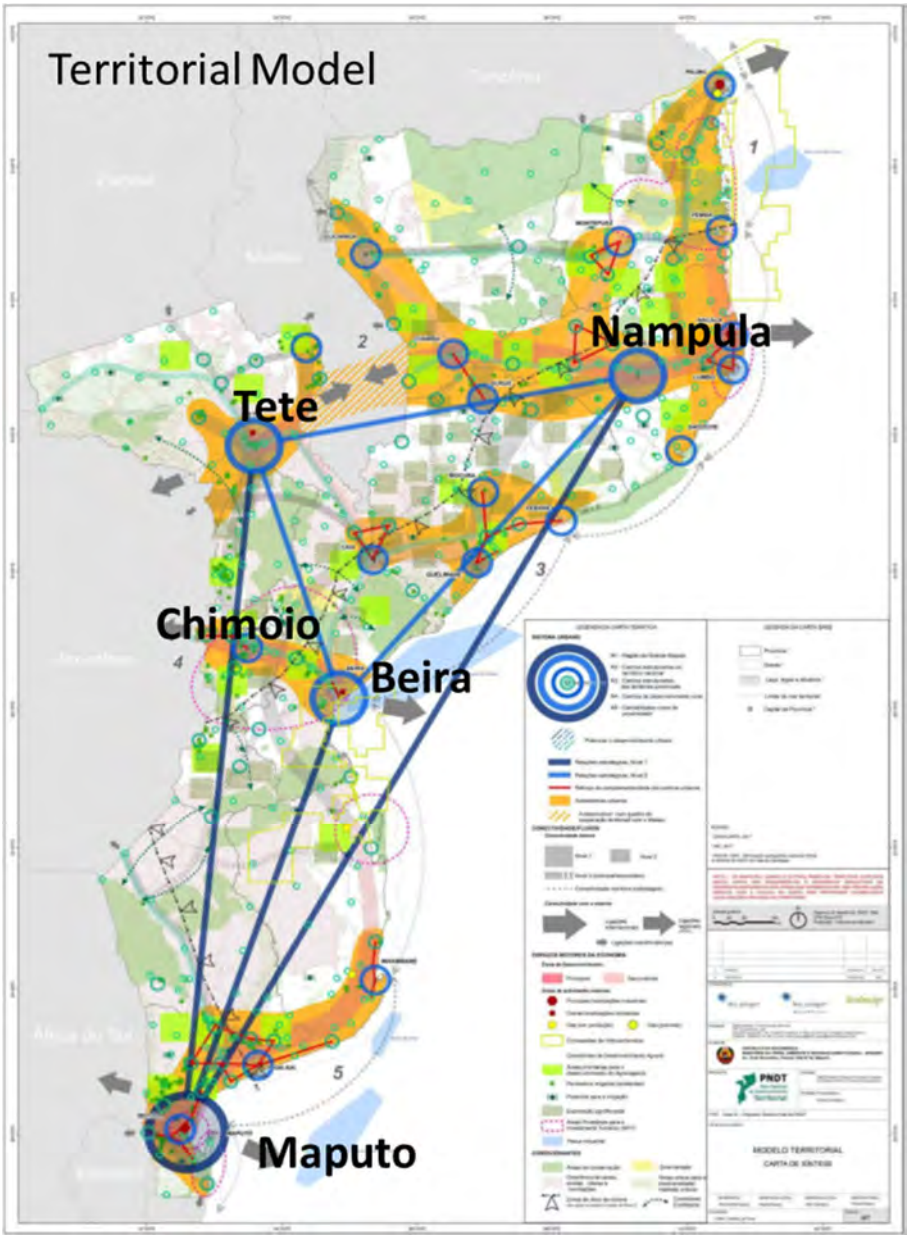


図 3-20　モザンビークの Territorial Model

出典：National Territorial Development Plan, December 2019 を元に JICA 調査団作成

上記中核都市とハザード分布の位置図を重ねると、ハザードの観点からは、上記の中核都市の中でベイラの災害リスクが高いと言える。また、事前防災「投資」の観点から考えると、ある程度の都市規模が必要であり、人口規模から単純に考えると、マプト圏が 200 万人であるのに対し、ナンプラ 85 万人、ベイラ 57 万人、テテ 37 万人で、災害が発生した際には、マプト圏の被害は圧倒的に大きくなると想定できる。

一方でモザンビークは、中核都市間の連携や地域内のインフラネットワークも脆弱であ

ることから、災害時にはこれらの都市が拠点となって周辺地域の支援を行えるよう、中核都市自体が被災せず、支援を実現できる都市構造にしておくことも重要である。

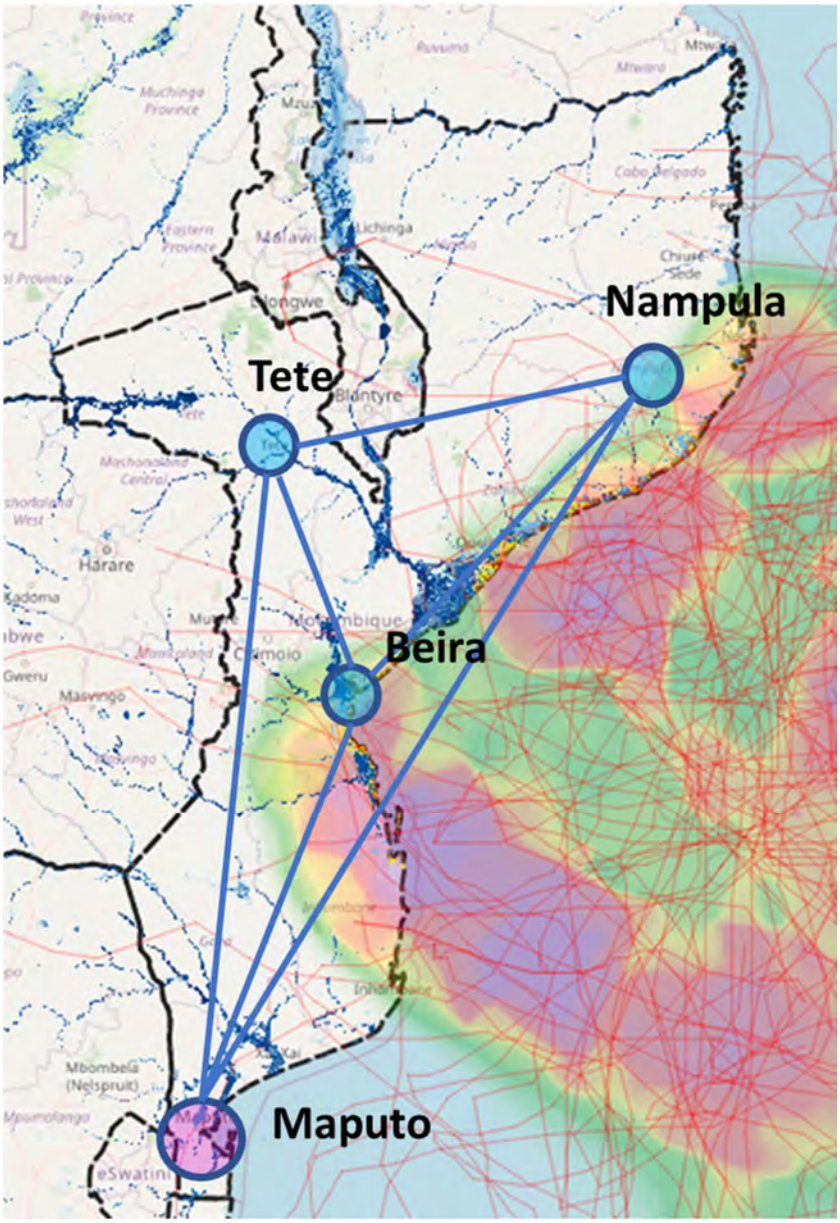


図 3-21　中核都市とハザード分布

出典：UNEP Global Risk Data Platform、Open Street Map（背景図）を元に JICA 調査団作成

(5)　都市開発制度等の概要

1)　土地・住宅

土地は公有であり、宅地供給は公的配分が原則となっている。宅地所有に至るプロセスとしては、公的配分（新規開発分及びアパートを含むポルトガル植民地時代の開発分）に加え、①相続等によるもの、②長期の使用実績によるもの、③未計画居住地の占有や郊外農村部でのコミュニティによる配分などの手段もある。

土地市場としては、都市の拡大に伴い、一時供給に対する公的配分の割合が低下していく傾向にあり、公的供給が追い付かないことを反映している。

宅地供給政策は、2010 年までは州が作成していたが、2010～2014 年の政府計画以降は中央政府が作成している。開発資金の大部分は Urbanization Fund (Habitation Fund)が提供し、市やディストリクトが事業費の資金源として使用する。

公的供給による宅地価格は極めて安価に設定されている。多くの場合、300MT/m2 程度であり、道路用地、公共施設用地、住宅用の画地が杭打ちされた状態で分譲される。インフラ/ユーティリティは後からの整備となり、電気は EDM、上水は給水投資公正基金（Fundo de Investimento e Património do Abastecimento de Água、以下「FIPAG」）などが実施する。道路の舗装や排水処理については、基本的には地方政府が整備する必要があり、資金不足の状態である。

住宅（地）公的供給に際しての不正は存在するが、大半は応募者に公平に配分されている。不正の内容としては、公募時の不平等な周知、特に親族への事前通知など限定的である。新規の公的供給による宅地は価格が高騰している（公的配分の百倍以上の場合もある）。応募者に配分された宅地は、商業資本等により買い上げられるものも多く、宅地高騰の一因となっている。

住宅政策の一環として、ファンドが設置されている。1990 年にポルトガル植民地時代のアパート等に関し、賃貸から購入へと制度が変更した。その際に住民の購入促進を目的として設立された。融資対象は、公的配分による土地取得者から、公的建設による分譲アパートの取得者にシフトしている。これは、土地取得者への融資が、住宅建設に使われるとは限らないという実態を背景としている。住宅建設向け融資の内容としては、金利最高 5%/年で 10~20 年のローンが一般的。（市中金利は 25%程度。）400US ドル/m2 程度を融資。建て主はファンドと民間融資を両方使う。

建売住宅は供給がニーズに追い付かない状況となっている。大卒後に結婚してすぐの世帯が主な購入層であり、給与から天引きする例が多い。

2) 空間計画/都市計画

空間計画は地方統治機構上の District と地方自治機構上の Municipality において作成されることが原則となっている。District での計画・実現体系としては、Land Use Plan をマスタープランとして作成する。この計画は土地環境省（MTA）が所管し、技術基準等を定めている。Land Use Plan は District が作成することが原則とされているが、急速な地方分権のため、District に十分な技術者がおらず、中央 MTA 及びその州出先機関が依頼され、作成支援または作成代行をしている。District では Land Use Plan に即して Detail Plan が作成され、これに基づき宅地開発事業が実施される。（計画は 2 段階が原則）

Detail Plan は宅地開発の実施設計にあたるものであり、モザンビーク公共事業住宅省（MPWH、Ministry of Public Works and Housing）が所管し、技術基準等を定めている。District での Detail Plan の作成者は District とされているが、Land Use Plan と技術者が不足しており、MTA の州出先機関等に依頼して作成されている。

一方 Municipality では、Structure Plan がマスタープランとして作成され、土地利用規制計画である General Urbanization Plan、（必要に応じ地区別の Partial Urbanization Plan）、公的な分譲地開発計画である Detail Plan の順に詳細化・具体化されていくことが原則となっている。Municipality の場合は、これら計画の作成主体は Municipality であり、承認者は Municipality の議会（Assembly）である。中央政府に承認権はなく、MTA が手続きとして「批准」するのみである。Municipality の場合、Detail Plan に基づく宅地開発事業も Municipality が実施主体となる。

3.1.4 防災計画・体制の概況

(1) モザンビークの防災関連法制度・防災関連計画の概況

モザンビークにおける防災の定義と原則は、災害管理政策（1999）によって規定され、法制度的な枠組み・方針が記載されている。災害後の対応だけでなく、予防や減災にも対応し、脆弱なコミュニティに対し、マルチセクターアプローチによる予防の文化を作っていく方針が述べられている。また、災害管理業務の監督機関として、国家災害対策局（INGD、National Institute of Disaster Management）の設置について記載されている。

防災に関する基本的法律としては防災法(2014)があり、2020 年 8 月に改訂されている。防災法では、災害被害の予防・軽減、救助活動と支援活動、災害リスク管理のための法的枠組みを確立することが示されている。2020 年の改訂では、自然災害への対応だけでなく、疫病などへの対策にも適用範囲が拡大されたことや、INGD を独立機関とし、その権限拡大させることなどが変更されている。防災法に係わる政令（2016）では、災害の予防、軽減、対応、復旧復興における防災法の適用に関する規則と手順を定めている。防災法における

減災・災害管理システムに関する規定を見ると、早期警報システム、緊急対応システム、災害対応・被害低減・強靭化システムの 3 つに分けられているが、3 点目の被害軽減・強靭化における防災インフラへの整備やインフラ関係省庁との連携に関する具体な規定は殆ど見られない。早期警報については、災害の脅威を予測評価し事前対応に向けた情報伝達を図るもので、早期警報段階とアラート段階の 2 つに分けられている。早期警報の範囲は状況により国レベルから地方レベルなど変化するが、調整は、基本的には中央レベルの防災機関や災害予測関係機関が調整し実施することとされている。アラート段階は、災害予測の確度によってイエロー、オレンジ、レッドの 3 段階に分類されている。政府はアラート段階に応じて、市民や関係機関が必要な対策を実施するよう管理することとされている。

国家レベルの最新計画としては、国家防災マスタープラン（2017-2030）が災害リスクの低減を目指して策定されている。災害リスクへの理解向上、防災における公共と民間の参加の強化、災害に対する公共投資・土地利用計画・財政管理の強化、州（Province）・地区（District）レベルでの防災対応能力強化等が戦略として整理されている。インフラ整備の具体的な投資計画は示されていないが、防災に関する重要インフラのための投資メカニズムの強化が戦略の一つとして掲げられている。具体的には、①経済的・社会的・環境的視点から重要インフラの災害による被災リスクの評価、②リスク管理プログラムの構築、③減災の視点からのインフラ建設・維持管理のための基準・ルール策定等が、推進すべきアクションとして示されている。

防災法では国レベルの防災計画にのみ言及されており、州や地区レベルの計画の策定義務は規定されていない。また、州・地区レベルでの防災計画について具体的な計画事例がなく、多くの州・地区レベルの自治体では未策定の状況と考えられる。緊急時対応計画（Contingency Plan）は、防災法に係わる政令により、国・州・地区レベルで毎年策定されることが規定されている。洪水・高潮による浸水域予測図（ハザードマップ）は、ドナーが当該都市のインフラプロジェクト支援の際などに特定地域の浸水シミュレーションを実施している場合はあるが、基本的には作成されていない状況にある。

(2)　防災実施体制の概況

防災法や防災計画において、災害時のリスク低減を目指す方針について簡潔な記載は見られるものの、インフラ整備推進に関する具体的な減災の施策や実施体制に関する記載は殆ど確認できない。多くの記載は発災リスクが高まる状況から被災後の対応に関する取組みに重点が置かれている。このことから、防災インフラ整備等についての関係機関の協調・連携は限定的で、公共事業住宅水資源省などの各関係機関の取り組みの中で推進されている状況にあることが伺える。災害時には、国・州・地区レベルでそれぞれ INGD が事務局と

なるとともに防災技術審議会や緊急対応センターで検討会議等が開催される。更にコミュニティレベルでは CLGRC（Local Disaster Management Committee）が緊急対応を実施することとされており、実際の活動も行われている。

防災予算に関して、防災法（Article 40）及びDecree 53/2017において、政府は防災基金（Disaster Management Fund）を設置し、国の予算や寄付金によって積み立てた予算を災害準備・緊急対応・復旧復興に当てることとされている。Decree53/2017のArticle7において、国の予算からは最低0.1%が防災基金に割り当てられることが規定されている。また､Decree53/2017において､各セクターの防災関連事業(Disaster Prevention Activities)の予算については、国レベル・地方レベルのいずれにおいても、各関係機関の通常の活動予算の枠組みの範囲内でカバーされることと記載されている。

災害後の復興段階では、防災法ではArticle30において、国から自治体レベルの防災担当機関が、復興プロセスを調整することが規定されている。防災担当機関は、郡／市の災害時緊急対応センター（District/Municipality Level Emergency Response Center）及び防災技術協議会（District/Municipality Technical Council for DRRM）が該当する。また､サイクロン･イダイ後の災害復興枠組み(Disaster Recovery Framework, 2019)では、復興庁が経済財務省（MEF）と調整し、復興予算管理の責任機関となることとされている。復興庁が国家予算からの拠出金と国際ドナーによる支援等の調整を図り、復興予算管理を担っている。

3.1.5　ドナー支援の動向

(1)　ドナー支援の概況

外務省国際協力局政府開発援助（ODA）国別データ集の 2000 年から 2017 年の合計値によると、モザンビークへのドナー援助の動向としては、国際機関別では WB グループの国際開発協会（IDA）や欧州委員会、欧州投資銀行などの EU の諸機関からの援助が多く、主要ドナー別では米国からの援助が多くなっている。

表 3-13　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
IDA	4,090.54	米国	4,697.4
EU Institutions	2,537.7	英国	1,810.0
AfDB	1,271.6	スウェーデン	1,267.0
GFATM	792.74	日本	800.4
IMF-CTF	324.6	デンマーク	759.1

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000 年～2017 年）より JICA 調査団作成

AfDB の COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2018-2022 に示されている開発協力パートナーによる調整表によると、セクターごとにワーキンググループが作り、政策協議及び援助調整が行われていることがわかる。気候変動・環境分野のワーキンググループでは、国際連合開発計画（United Nations Development Programme：以下「UNDP」）が議長となり、WB や AfDB をはじめ複数国の協力ドナーが参加している。特に、保健分野や教育分野、運輸・通信分野、農業・食料・漁業分野への援助が多くなっている。

表 3-14　開発協力パートナーによる政策協議及び援助調整

Sector Working Groups	Chair of Group	Partners Participating
Agriculture	World Bank	EU, Belgium, Austria, Finland, USAID, WB, IFC
Private Sector (incl. trade sub-group)	Norway	Netherlands, Germany, UK, Ireland, Finland, Norway, Denmark, Sweden, Austria, France, Italy, Portugal, EU, Switzerland, USAID, Canada, Japan WB, IFC, AFDB, ILO, UNIDO
Energy (incl. renewable, and off-grid sub-group)	World Bank & Sweden	Belgium, France, Sweden, Finland, Norway, Germany, EU, Japan, USAID, WB, IFC, AFDB, UNIDO
Education (incl. sub-groups on primary, secondary, TVET)	Germany	UK, Finland, Norway, Sweden, Germany, Netherlands, Italy, Ireland, Portugal, Canada, Japan, Korea, USAID, WB, UNICEF, GPE, ILO, UNESCO, UNFPA
Health (incl. several sub-groups)	USAID	Canada, USAID, EU, UK, Netherlands, Denmark, Germany, Belgium, Ireland, France, Spain, Italy, Switzerland, WB, Global Fund, WHO, UNFPA, UNICEF, GFF
Social Protection	UNICEF	EU, UK, Sweden, Netherlands, Ireland, Italy, USAID, WB, UNICEF, ILO, WFP, ICDP
Water and Sanitation including Water Resources	UNICEF	Netherlands, Belgium, Germany, Austria, UK, Sweden, France, Portugal, Spain, EU, Switzerland, Japan, Canada, India, Korea, WB, AFDB, UNICEF
Macro Stability & PFM (incl. several sub-groups)	Sweden & IMF	EU, UK, Sweden, Norway, Finland, Denmark, Netherlands, Germany, Belgium, Ireland, Austria, France, Spain, Italy, Portugal, Switzerland, Canada, USAID, Japan, Korea, WB, IMF, AFDB, UNDP, UNICEF, UNFPA
Extractives (incl. EITI)	Norway	UK, Norway, Finland, Denmark, Germany, France, EU, Switzerland, Canada, Australia, USAID, WB, IFC, IMF, AFDB, UNDP
Governance (incl. several sub-groups)	UK	UK, Finland, Sweden, Denmark, Germany, Italy, EU, WB, UNDP
Conservation	Germany	EU, France, Germany, Denmark, USAID, WB, WCS, WWF
Climate Change & Environment	UNDP	UK, Ireland, Germany, Netherlands, Norway, Finland, Sweden, Denmark, France, EU, USAID, Japan, WB, AFDB, UNDP, UN-HABITAT, IFAD, WWF
Urbanization & Decentralization	Switzerland	Canada, USAID, UK, Netherlands, Norway, Denmark, Sweden, Germany, Ireland, Austria, Portugal, Spain, Italy, EU, Switzerland, WB, IMF, AFDB, UNDP, UN-HABITAT, UNICEF, UCLG

出典：AfDB COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2018-2022

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

WB の援助方針を示す COUNTRY PARTNERSHIP FRAMEWORK (CPF)2017-2021 によると、2017 年から 2021 年の CPF の 3 つの目標は「多様な成長と生産性向上の促進」、「人的資本への投資」、「サステナビリティとレジリエンスの向上」となっている。

気候リスクへの取り組みについては、計画と災害リスク管理の能力を強化することにより、短期的な気象変動と長期的な気候変動に対する耐性を高めることを目標としている。プログラムとしては、(a)気候変動と災害リスク軽減に取り組むための制度的・政策的対応の強化、(b)水資源の管理と計画の改善、(c)地域レベルでの気候変動に強い対策への投資、例えば気候に配慮した農業や、放牧地、森林、漁業資源の天然資源管理の実践、(d)沿岸地域の管理と保護の改善、(e)気候リスク評価の計画とインフラ開発への統合などに重点を置くこととしており、プログラムに基づく分析作業、政策ベースの融資、気候変動への適応と回復力のための国家能力の構築を目的とした投資の組み合わせによって目標の達成を目指すとしている。

2017 年に実施された脆弱性評価では、モザンビークは、干ばつ（特に南部）、洪水（主にリンポポ川、マプト川、ブジ川、インコマチ川、セーブ川、プングエ川、ザンベジ川、ウンベルジ川などの主要河川流域の氾濫原周辺）、熱帯サイクロン（全国的な影響を受ける）などの異常気象に見舞われやすい一方で、予防・緩和・適応策を可能にする適切な社会・経済インフラがなく、また、人口の 80%が雨水を利用した農業に従事していることから、農作物の損失、人々の移動、資産（財産や動物）の損失、土地の劣化、塩水の浸入、浸食などの影響を受けやすくなっていると分析されている。

これらの現象に効果的に対処するためには、取り組みの優先順位付けと気候変動に対する回復力の構築に関心を持つ政府と開発パートナーとの間で大規模なパートナーシップを構築することが必要と述べられており、短期的には(i)国家災害管理局（INGC）の能力強化、（ⅱ）自然災害の発生しやすい地域での早期警報情報配信システムの強化と大規模化、(ⅲ)全国の消防署の能力強化、（ⅳ）モザンビークの食料安全保障に不可欠な作物の気候変動耐性品種の普及、（ⅴ）異常気象の影響を保証する金融商品へのアクセスなどの施策が挙げられている。

また、モザンビークは 2,700km の海岸線に全人口の 3 分の 2 と、工場、観光住宅、住宅地などの経済インフラがあることから、海面上昇リスクにも晒されている。海抜ゼロメートル以下に位置するベイラ市などでは既に海水の浸入による道路などのインフラ被害が発生しており、今後 2100 年までに 96cm の海水面上昇が予測されていることからベイラ市だけでなく海岸線全体が浸水する危険性があると分析されている。更に、モザンビークは 9 本の国際河川の下流域に位置し、地形的に勾配が低くなると共に、大規模な降雨の上流域国でのダムからの放流や開発による土地の吸水能力の低下等により大きな洪水被害が

生じやすくなっている。2000 年の洪水でもリンポポ川やインコマチ川流域への集中豪雨による洪水によって大きな被害が発生した。これらの緩和策と適応策としては、(i)モザンビークのグリーン成長戦略の実施、(ii)気候変動に強いインフラ計画の能力向上、(iii)気候変動対策資金の動員などの施策が挙げられている。

現在までに実施されている具体的なプロジェクトとしては、サイクロン・イダイ及びケネスの復興事業への取り組みだけでなく、災害リスク管理（Disaster Risk Management, DRM）にも取り組んでいる。災害対応・防災分野だけでなく、気候変動分野への取り組みも多数実施されている。

表 3-15　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Social Protection Project and Support to Cyclone and Flood Emergencies	To provide temporary income support to extremely poor households and to put in place the building blocks of a social safety net system.	IDA Grant Miscellaneous 1	2019
Mozambique: Cyclone Idai & Kenneth Emergency Recovery and Resilience Project	To support the recovery of public and private infrastructure and livelihoods; (b) to strengthen climate resilience in the areas most affected by Cyclones Idai and Kenneth; and (c) to provide immediate and effective response to an eligible crisis or emergency	IDA Grant Netherlands	2019
Mozambique Disaster Risk Management and Resilience Program	To strengthen the Government of Mozambique's program to finance and prepare for disaster response and to increase the climate resilience of vulnerable education infrastructure in risk-prone areas.	IDA Grant GRiF	2019
Emergency Resilient Recovery Project	To restore the functionality of critical infrastructure in a resilient manner in the disaster-affected provinces; and to improve the Government of Mozambique's capacity to respond promptly and effectively to an eligible crisis or emergency.	IDA	2015
Enhancing Spatial Data for Flood Risk Management Project	To increase the capacity of Mozambique to prepare for and manage flood events in the Limpopo and Zambezi River basins.	Global Facility for Disaster Reduction and Recovery	2014
Water Resources Development Flood Response Additional Financing	To strengthen the management of national water resources and increase the yield from Corumanadam to augment water supply for the Greater Maputo Metropolitan Area.	IDA Credit From CRW	2013
Mozambique-Programmatic Support to Disaster Risk Management Phase I	To strengthen the early warning system and design and pilot mitigation activities in highly vulnerable areas.	Global Facility for Disaster Reduction and Recovery	2011
Flood Emergency Recovery Project	To assist the Government implement, and maintain macroeconomic stability, through the financing of import costs, associated with rebuilding social, and economic infrastructure, and re-establish production levels in response to the damage caused by the recent floods, and cyclones.	IDA	2000

出典：WB Website Projects & Operations より抽出

(3)　アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

CSP 2011-2015 の柱は、「インフラ」と「ガバナンス」の強化であったが、モザンビークの農村部の貧困解消や農業の活性化、インフラギャップ、豊かな天然資源の活用などへの対応が課題として残った。そのため、CSP 2018-22 では「エネルギー」「輸送」「農業」分野を中心に取り組みが明確化され、(1)変革的な包括的成長と雇用創出を可能にするインフラの開発、(2)農業の変革とバリューチェーンの開発への支援を柱に位置付けている。特に戦略的に重視している分野としては、「ガバナンス」「気候変動への対応」「ジェンダーの平等」が挙げられている。

また、AfDB では全ての援助活動において、気候変動への配慮を主流化する方針を掲げている。特に、農業分野への投資は、洪水や干ばつ対策のためのインフラ整備の必要性に対応し、気候変動に敏感な農業技術やテクノロジーの導入を支援するとともに、災害管理能力の向上を目指すとしている。インフラの設計・計画においても気候変動対策を重視し、エネルギー源の多様化と森林破壊の抑制を支援するとしている。

具体的なプロジェクトとしては、干ばつ後の緊急対応が多いが、リンポポ川流域のレジリエンス強化プロジェクトも実施している。

表 3-16　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Starting Year
Mozambique - Baixo Limpopo Irrigation and Climate Resilience Project (BLICRP)	To contribute towards poverty reduction through increased value addition and provision of climate resilient (CR) infrastructure for increased agricultural productivity through support for the development of 3,050 ha for cash crops and provision of marketing and agro-processing facilities.	African Development Fund	2012
Mozambique - Feasibility Studies for Building Climate Resilience of Limpopo Basin in Mozambique	To develop a multi-purpose water storage capacity (at Mapai or elsewhere in the basin) that would provide a significant long-term response to the hydrological variability and climate change induced challenges.	Africa Water Facility Fund Fund for African Private Sector Assistance	2014

出典：AfDB Website Projects & Operations より抽出

(4)　その他のドナーによる援助の動向

過去にサイクロンで大きな被害を受けたモザンビークにおいては国内の様々な地域において多くの国際ドナーによる災害復興や防災体制の強化に向けた支援が国家レベルや地域レベルで同時並行的かつ相互連携による実施されており、全容を把握することは難しい。

UNDP は 2019 年にサイクロン・イダイとケネスによる被害からの迅速な復興と回復力の構築を支援する UNDP Recovery Facility として経済的エンパワーメント、住宅・コミュニティインフラ整備、復興庁の体制強化について中長期的な支援を行うことで合意した。

EU では、2011 年に発足した ACP-EU NDRR Program（The Africa Caribbean Pacific-European Union Natural Disaster Risk Reduction Program）を通じて、GFDRR が運営する災害リスク管理及び気候変動への適応活動プロジェクトへの資金提供を行っている。これまでに洪水リスク管理や災害リスク軽減に適応した地区開発計画作成、災害リスク管理の強化と気候変動への適応力強化などのプロジェクトを他ドナーとの協力で実施している[15]。

オランダ政府はベイラ市とザンベジ高原中央部のカーボデルガード州を重点地域として飲料水供給インフラの整備を行ってきたが、2019 年のサイクロンによって同地域が被災したことからプログラムの一部を変更して復興支援にも取り組んでいる。サイクロン・イダイに対しては専門家によるタスクフォースが「ベイラ復興・回復計画」を作成して復興資金を提供したほか、沿岸保護や排水のための新たな投資も検討されている。また、同国中央部と北部においてより災害に強靭な飲料水供給インフラの整備を行う目的で統合水資源管理基金を立ち上げた[16]。

3.1.6　重要都市の選定

以上のモザンビークにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査ではマプト首都圏、ベイラを重要都市とし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査検討していく方針とした。また、都市間インフラとしては、リンポポ川流域やナカラ回廊沿線開発等を重点的に検討することとした。なお、これらの重要都市や都市間インフラに特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査検討する。

[15] https://www.gfdrr.org/en/acp-eu/projects
[16] https://www.dutchdevelopmentresults.nl/2019/countries/mozambique#

3.1.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　都市開発と防災

1)　マプト首都圏

【都市化と土地利用計画策定状況】

マプト市は経済、政治の中心地である首都で、災害時にも機能停止しないことが他都市に比して、より重要である。またマプト市では都市の拡大が進んでおり、ハザードのあるエリアへの都市化が懸念される。更に、防災投資は、モザンビークにとって新しいコンセプトであるため、国がまず方針を示すという形での実施が効果的である。

マプト市では急激な都市化が進んでおり、マプト市の中心部から南北方向、及び隣接するマトラ市への拡大が進んでいる。特に 2000 年以降はより郊外への開発が進むと共に、河川沿いなど洪水に対して脆弱な地域に対しても開発が進んでいる。

マプト市の Structure Plan は、2008 年に策定されており、改定を行う時期となっているが、予算の関係でまだ改訂されていない。現況土地利用（2008 年）と当時の土地利用計画を比較すると、現状では生態系に影響を与えるエリアとされている緑や青（レクリエーションや浸水エリアとされている）ところに、新たな都市化推進地域を入れる計画になっている。このような開発を行う場合、適切な開発管理を行うことが環境保全や防災の観点から重要であるが、マプト市では、土地利用と開発規制の管理能力が低いことが課題となっており、当市もその状況を改善する必要性を認識していることから、開発エリア外へのスプロールが懸念される。

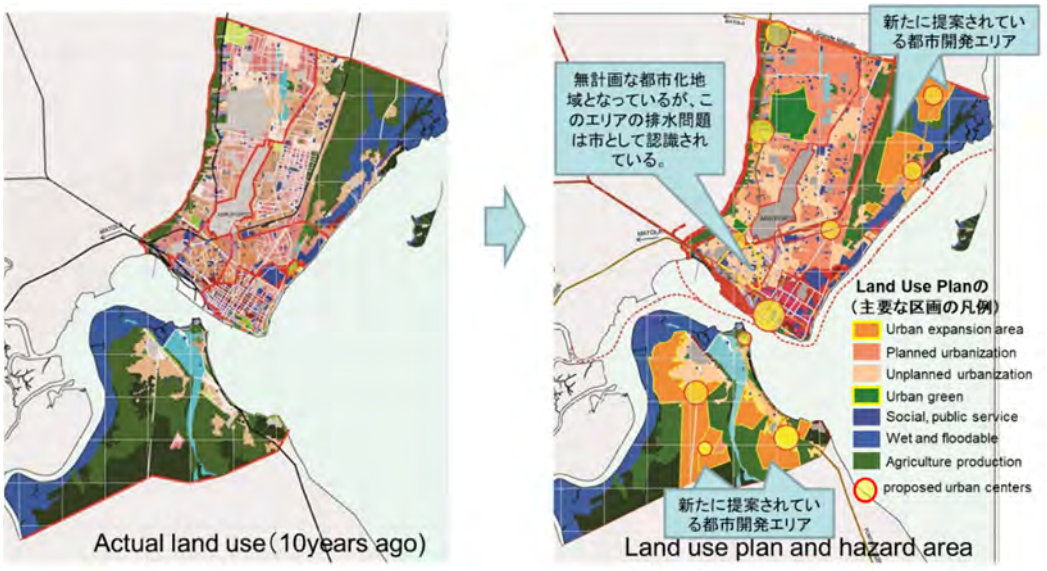


図 3-22　マプト市の土地利用計画

出典：Urban Structure Plan for the Municipality of Maputo を元に JICA 調査団作成

マトラ市の Structure Plan は 2010 年に策定されており、マプト市同様、改定の時期となっている。しかし、コンサルタントとの覚書を 2019 年に結んでいるものの、まだ契約には至っていない。予算不足により、GIS や設備の更新等ができていないことも改訂が進まない原因である。

現況土地利用（2010 年）と当時の土地利用計画を比較すると、現状では計画的な居住エリアとして計画されてないエリアにリングロードが通る計画に合わせ、国道（N2）とリングロード沿いを工業地域やマルチファンクションエリアとし、その間を住宅で埋めるという、計画となっている。リングロードの北側は、都市化エリアを想定している。都市化エリアにおける緑地面積などの規定はあるものの、マプト市と同様に、このような規制の管理が適切に行われていない現状がある事から、今後都市化が急激に進めば、流域に対する流出量のコントロールができなくなる事が懸念される。

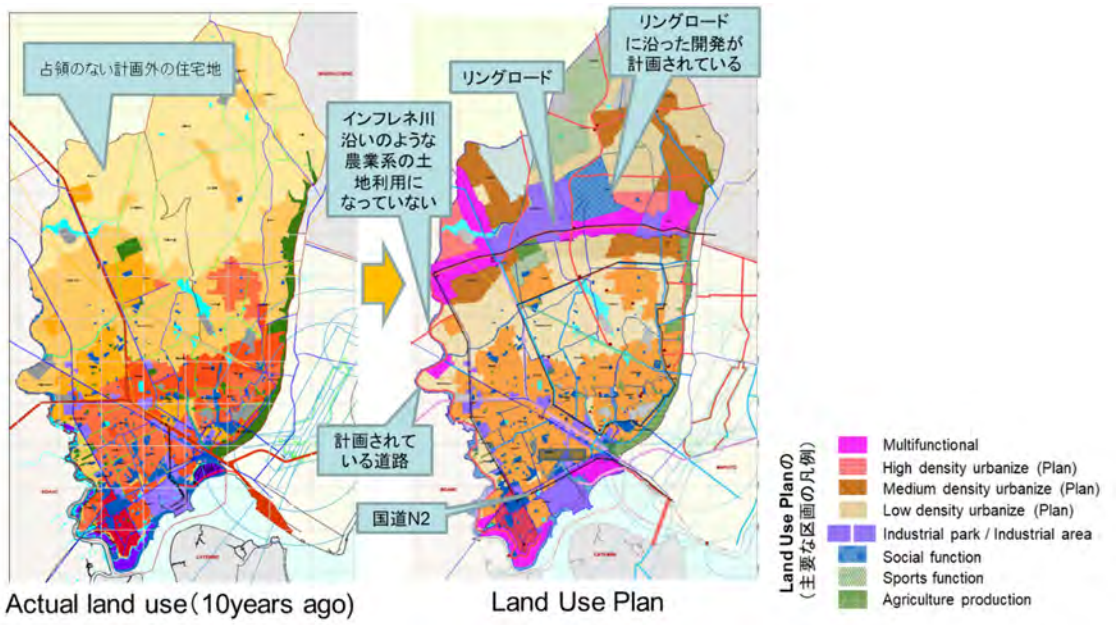


図 3-23　マトラ市の土地利用計画

出典：Urban Structure Plan for the Municipality of Matola を元に JICA 調査団作成

【マプト市及びマトラ市の開発状況】

マプト市及びマトラ市において浸水地域として認識されている地域の殆どは低地または湿地地域であり、基本的には浸水しやすい特性の地域である。内戦時に地方から移動してきた人々が、このような浸水しやすい地域に住み始め、内戦終結後に家族を呼び寄せて定住したことにより、都市化した背景がある。

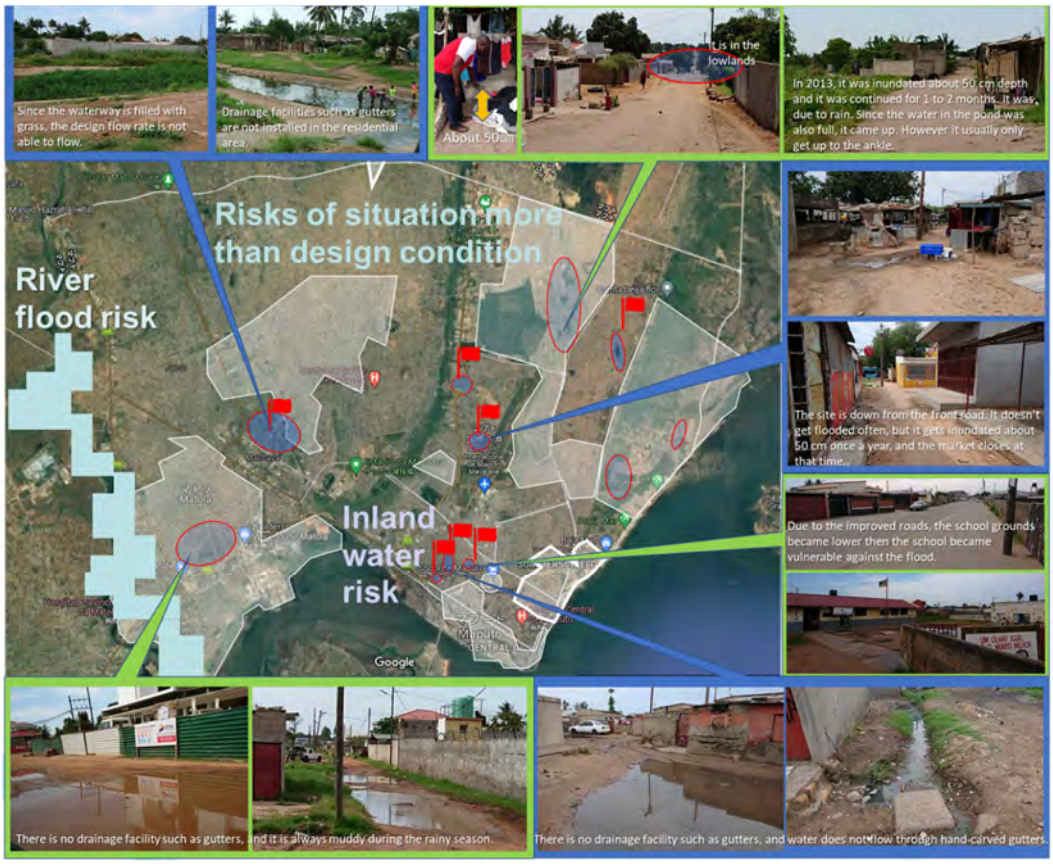


図 3-24　マプト首都圏の浸水状況

出典：JICA 調査団作成

また、課題のある開発状況の具体例としては、以下のような状況が挙げられる。



図 3-25　土地利用状況（2021 年）と土地利用計画（2008 年）

出典：JICA 調査団作成

土地利用計画では農業生産地域になっている地域(インフレネ川(Infulene River)沿い)に、比較的大規模な建設が進んでいる。このまま開発が進んでしまうと、洪水時の有効河道が矮小になり、現在は被害が起こっていないとしても、今後、そのような地域の開発によって他地域が被災する可能性は高くなる。(上図の赤丸で示されたような敷地は盛り土されている可能性もあるが、河川を挟んだ既存住宅エリアや下流域に影響する可能性もある。)

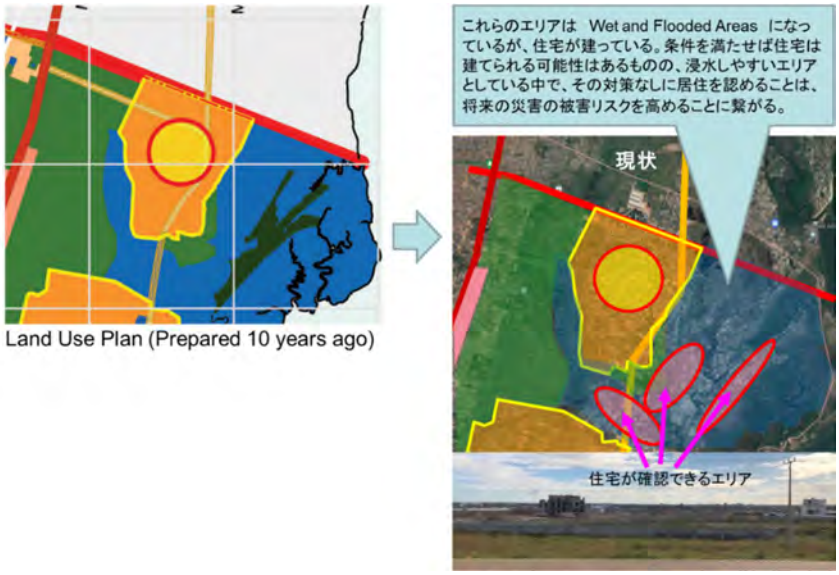


図 3-26　土地利用状況（2021 年）と土地利用計画（2008 年）

出典：JICA 調査団作成

また上図のように、都市拡大エリア（オレンジ）の外側の湿地及び洪水脆弱エリア（青）にすでに住宅が建設されており、このような地域についても、無秩序な開発が進まないよう、計画に基づいた土地利用規制の管理をして行く必要がある。

【マプト首都圏の都市計画上の課題】

以上から、マプト市・マトラ市の都市計画課題としては、下記の点が挙げられる。

- ハザード分析を踏まえた上での都市計画、というステップは踏んでいるものの、将来予測される災害までは想定していない。
- 土地利用計画に紐づいた土地利用規制はあるものの、拘束力は強くない。
- 管理能力が不十分で、不適切でも許可が下りたり、無許可の建設を容認したりするなど、それらを取り締まる能力がない。
- 違法ではない居住者に対する移転を進めるための財源がない。

このような課題に対する見解としては、以下が挙げられる。

- 現在の土地利用計画は将来の災害に基づいた検討ではないため、JICA 支援によって、将来の災害も見据えた上で計画を立てていくというインプットは新たな視点であり、モザンビークのモデルとして意義のあるものである。
- 現在の土地利用計画は、既に開発が行われたところを後追い的に開発エリアにしている可能性があるが、それは権利を与えてしまうことになるため、災害のリスクがあることが分かっているにもかかわらずその土地利用を容認することは、市の責任にもかかってくる。開発を認める場合は、その危険性に対する対策もセットにすることが必要である。
- 土地利用計画があるものの、コントロールできていないことが両市共に認識している課題であり、この対応に対する取り組みを行わない限り、計画が後追いになる状況を変えられない。

【マプト首都圏における都市計画上の技術支援】

上記の検討を踏まえ、マプト首都圏が災害に対して強靭な都市となり、首都機能を維持できる都市にするために、JICA 8 Steps.[17]に基づく防災計画の策定を行い、検討結果を構造計画に反映させるための技術支援を提案する。本提案は後述の（9）河川管理・海岸管理で述べる、「マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクト」と統合する形での提案とする。

[17] JICA によって開発された、事前防災投資を促進するための地方防災計画策定手順
https://www.jica.go.jp/activities/issues/disaster/ku57pq00001p03o3-att/8steps.pdf

＜概要＞

都市部の発展に伴い、災害リスクの高いエリアに都市がスプロールすることによって、脆弱性が増加する。この事から、無秩序な開発が起こる前に、災害によって被害を受けにくい都市構造を想定した開発計画を策定することが重要である。

従って、JICA 8 Steps に基づく防災計画を策定し、構造物対策を反映させた都市開発計画を策定する。

＜提案＞

1. 将来に起こり得る状況を反映したハザードマップ（Flood）を作成し、対策の検討を行う。

- ハザードマップ作成の技術インプットを行う。(INGD)
- ハザードに対する対策の検討を行う。(ARA Sul、マプト市、マトラ市)

2. 上記対策を都市計画（土地利用計画）に反映させる。(MTA、マプト市、マトラ市)

- 1 で検討された対策を反映させた土地利用計画の見直し
- 残余リスクに対する対策の洗い出し
- 防災まちづくりの目標設定
- 計画を実施していくロードマップの作成
- 実施上の課題の洗い出しと整理
- 課題に対する対策案の検討
- 優先順位の検討

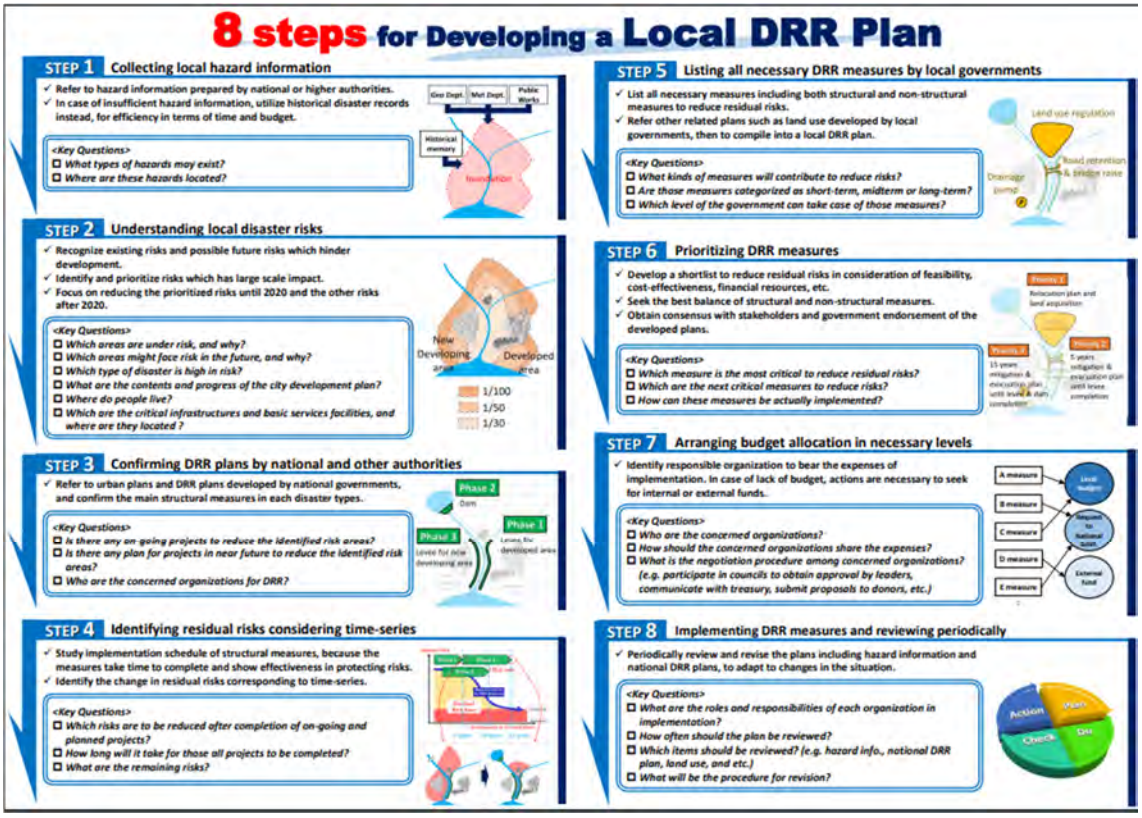


図 3-27　（参考）JICA 8 Steps

出典：JICA, 8Steps Practical Method for Developing Local DRR Strategies/Plans

2) ベイラ市

【中核都市としての役割】

ベイラ市は、モザンビーク第二の都市で、モザンビークの中央部に位置する港湾都市である。既述のように、ベイラは他都市に比べて自然災害の影響を受けやすい都市であり、近年立て続けにサイクロンが上陸している。2019 年 3 月にサイクロン・イダイによって大きな被害を受けたが、その前後にも複数のサイクロンが通過しており、次の雨期にも来るかもしれないサイクロンに備え、損失を最小限にするために備えなければならないという切実な状況の中で、様々な段階における防災の取り組みを進めている。



図 3-28　サイクロン通過状況とサイクロン・イダイ後の様子

出典： NOAA データを基に JICA 調査団作成
写真出典：JICA 調査団提供

一方で、自然災害の影響を受けやすいのはベイラ市だけではなく、ベイラ市周辺地域のソファラ州も同様である。既述のように、モザンビークは都市間のインフラネットワークが脆弱である事から、ベイラを含む周辺地域が被災した際には、ベイラ市は中核都市として周辺地域の支援拠点になる位置にある。従って、ベイラ市自体は被災しても被害を受けにくく、拠点都市としての機能を保てる都市であることが重要である。

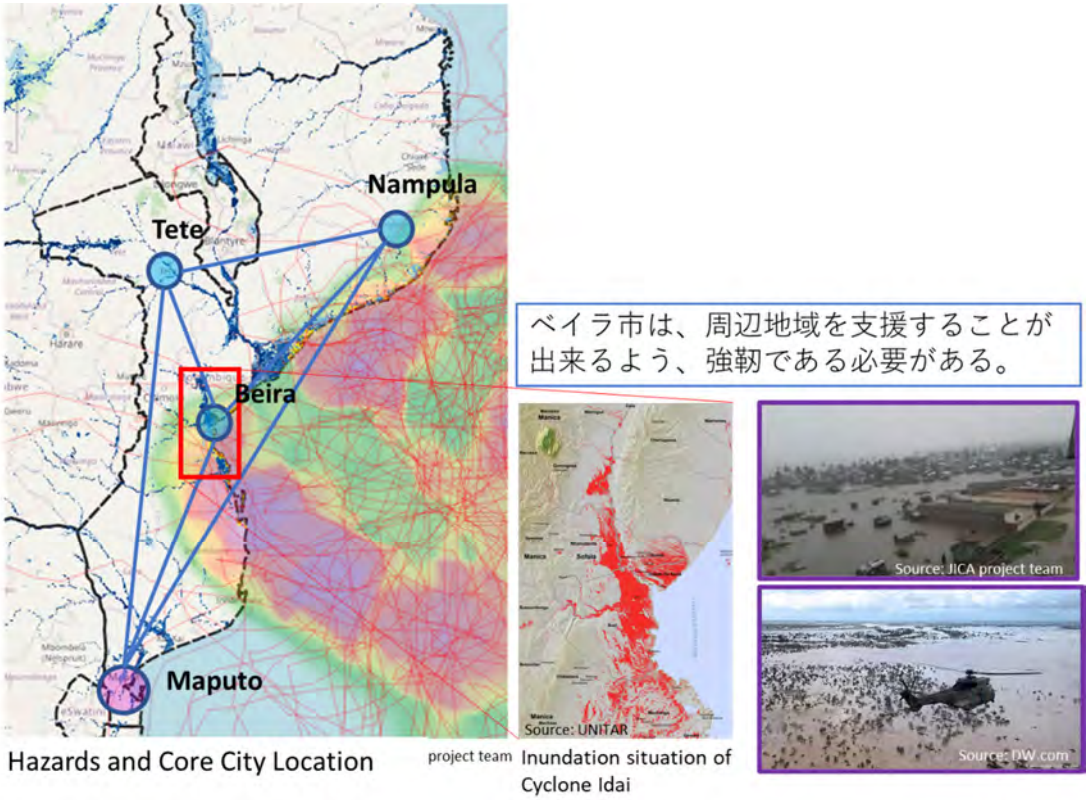


図 3-29　ベイラ市の支援拠点としての位置づけ

出典：図中の各図に記載

【支援拠点都市】

ベイラ市では、JICA のみならず、オランダ政府や UN-HABITAT、WB 等のドナーの支援を受け、防潮堤、排水計画、親水公園など、様々な防災対策事業が検討・実施されている。今後は残余リスクに対する対策検討・実施が防災事業支援の中心となっていく段階となる（土地利用規制、建築規制、防災対策本部機能強化、防災拠点施設、防災拠点病院、外水対策、早期警報システム構築、全バイロの避難計画策定など）。



図 3-30　ベイラ市の復興計画と残余リスク対策イメージ

出典：Beira Municipal Recovery and Resilience Plan（左）JICA 調査団作成（右）

ベイラ市が災害支援拠点都市として機能するためには、ベイラ市自体が被災しにくい構造にしていく必要がある。また、周辺都市を支援する機能としては、外部からの支援を受け入れる拠点となる空港の強靭化や、支援団体及び支援物資を受け入れ荷捌きを行うロジスティックセンター等の機能が考えられる。これらの拠点は、ロジスティックネットワークとして嵩上げ道路または高台を通る道路によって連結されることが考えられる。

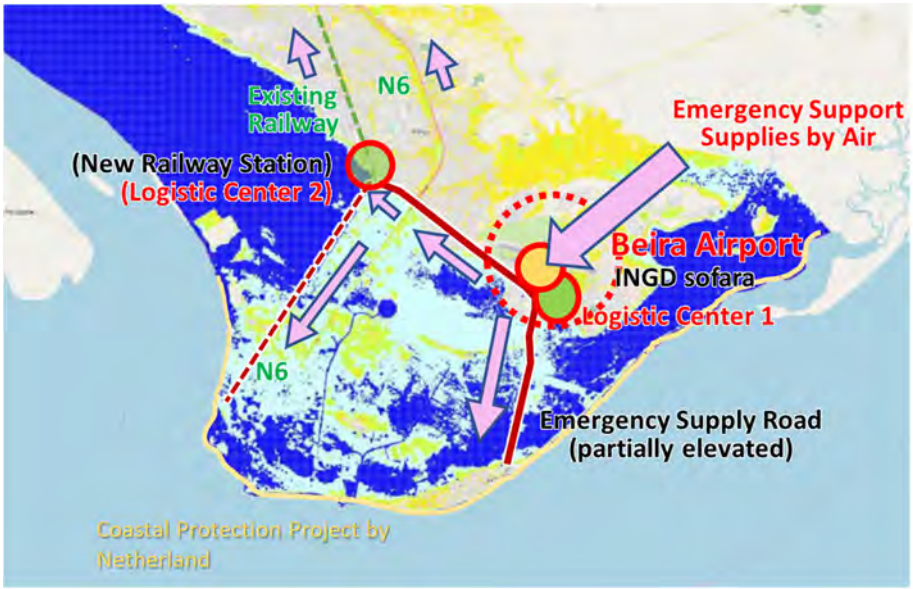


図 3-31　ベイラ市の災害支援拠点都市機能強化イメージ

出典： JICA 調査団作成

現時点でのベイラ市の構造計画では、災害時の支援拠点都市という位置づけは考慮されていないことから、今後、別途実施中の「サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト」における復興計画の検討の中でも、そのような位置づけについて提案していく事を想定している。その上で、具体的な機能や位置、規模、各機関の役割分担等については、基礎調査やマスタープラン策定支援等を踏まえて都市構造計画の中で位置付けていく事を想定する。

(2)　運輸交通

モザンビークにおける主要な道路、鉄道、港湾、空港を図　3-32 に示す。同国における全国運輸交通インフラの最大の特徴は、マプト港、ベイラ港、ナカラ港の国際港湾を西側に隣接するマラウイ、ジンバブエ、ザンビア等の内陸国、更に南アフリカ北東部と結ぶ国際経済回廊を中心として道路と鉄道が整備されてきたことである。これらの国際港湾は内陸国にとっては当該国へのゲートウェイとなっており、モザンビークのみならず上記内陸国の輸出入に欠かせない交通インフラとなっている。航空交通の利用者数・貨物量は決して多くはないものの、旅客の長距離移動には航空便が利用され、かつ災害発生時における迅速な緊急支援物資の輸送には航空便が不可欠なため、空港も重要な交通インフラとなっている。

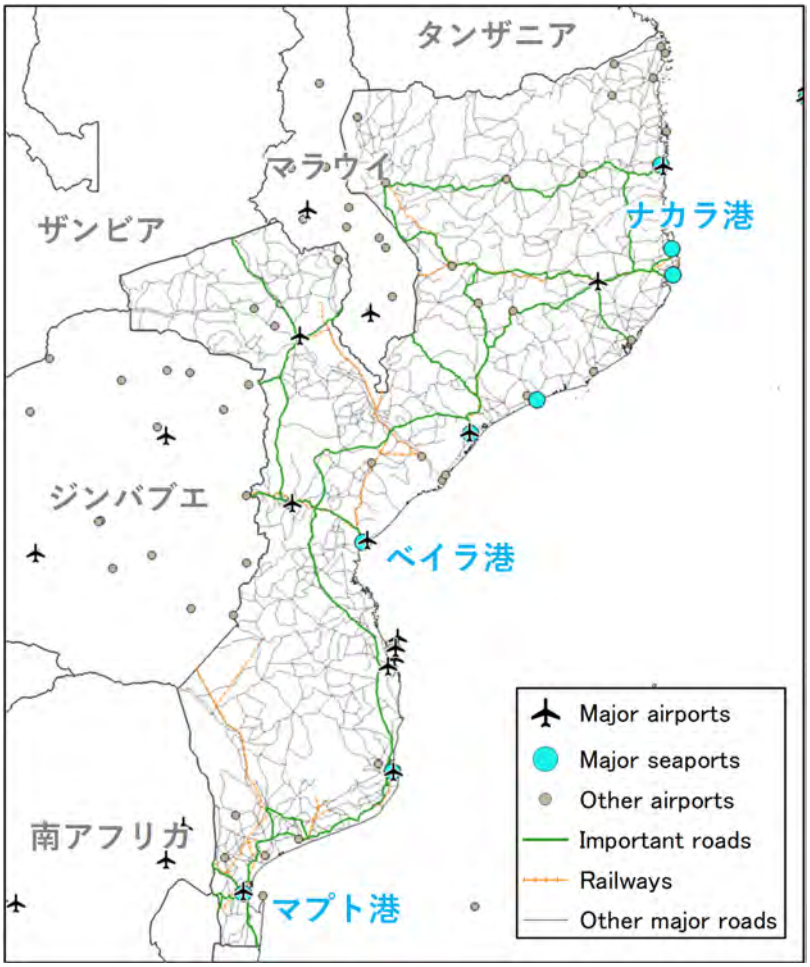


図 3-32　モザンビークにおける主要交通インフラ

出典：JICA 調査団作成

1)　関係機関・法制度等の概要

モザンビークの運輸交通部門を所管する省庁等の主要関係機関を表 3-17 に示す。

表 3-17　モザンビーク運輸交通部門における主要関係機関

サブセクター	関係機関
道路	公共事業住宅水資源省（Ministry of Public Works, Housing and Water Resources *Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos, MOPHRH）
	道路公社（National Road Administration *Administração Nacional de Estradas, ANE）
鉄道・港湾	運輸通信省（Ministry of Transport and Telecommunications * Ministério dos Transportes e Comunicações, MTC）
	港湾鉄道公社（Mozambique Ports and Railways *Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique, CFM）
空港	運輸通信省（Ministry of Transport and Telecommunications * Ministério dos Transportes e Comunicações, MTC）
	モザンビーク空港公社（The Airports Company of Mozambique *Aeroportos de Moçambique, ADM）

出典：JICA 調査団作成

a)　道路

モザンビークの道路は公共事業住宅水資源省（Ministry of Public Works, Housing and Water Resources、以下「MOPHRH」）が所管しており、その実務は道路公社（National Road Administration、以下「ANE」）が担当する。モザンビークの規格道路（classified road）は大きく国道（national road）と地方道（regional road）に分類され、国道は更に 1 級道路（primary road）と 2 級道路（secondary road）に、地方道は更に 3 級道路（tertiary road）と近隣道路（vicinal road）に分類される。これらの規格道路は ANE が計画、実施、維持管理をしている。具体的には、1 級道路は ANE が直接担当するが、2 級・3 級道路については ANE 事務所の支援を受け、州（province）がその管理を行う。以上の 4 分類に入らない無規格道路（unclassified road）と都市道路（urban road）についてはそれぞれ郡（district administration）と自治体（municipal council）が管理を行っている。

国内輸送には主に道路が利用される。ところが、道路総延長は 30,616 km であり、その舗装率は約 3 割程度である（出典：Statistical Yearbook 2019 - Mozambique, National Statistic Institute, 2020）。AfDB 資料（Country Results Brief 2018 Mozambique）によれば、モザンビークは人口当たり及び国土面積当たりの道路整備率がアフリカ諸国の中でも低く、54 か国のうち、それぞれ 45 位、46 位となっている。モザンビークの道路の現況を表 3-18 に示す。

表 3-18　モザンビークにおける道路の現況

県 (Province)	道路ネットワーク(km)						
	規格道路	舗装	非舗装	1級道路	2級道路	3級道路	近隣道路
合計	30,616	8,268	22,348	6,349	4,885	12,669	6,713
Niassa	3,974	693	3,281	839	347	1,822	966
Cabo Delgado	2,972	828	2,144	477	365	1,708	422
Nampula	3,893	890	3,093	954	166	1,942	921
Zambézia	4,557	1,114	3,443	1,051	722	1,792	992
Tete	2,970	961	2,009	540	1,229	788	413
Manica	2,467	709	1,758	709	561	843	354
Sofala	2,470	748	1,722	513	336	986	635
Inhambane	2,880	705	2,175	558	266	1,154	902
Gaza	2,711	889	1,822	280	752	1,101	578
Maputo	1,632	731	901	428	141	533	530

出典：Statistical Yearbook 2019 - Mozambique, National Statistic Institute, 2020

中部と北部地域の国道はそれぞれゲリラグループとイスラム反乱軍の攻撃を受けやすく、カーボデルガード(Cabo Delgado)州のモシンボア・ダ・プライア(Mocimboa da Praia)は2020年8月から武装過激派に占領されているため、パルマ（Palma）を結ぶ主要南北道路（舗装道路）は利用できず、北部では広範囲において交通網が分断されている状況である。

既述のようにモザンビークの全国交通インフラは国際回廊を中心に開発され、その中で最も重要なものは、マプト回廊、ベイラ回廊、ナカラ回廊の三つである（図 3-33)。マプト回廊はマプト港を南アフリカ北東部やエスワティニと結ぶものであり、アフリカ大陸全域で最も成功した経済回廊の一つと評価されている。ベイラ回廊はベイラ港とジンバブエを結ぶ国際開発回廊であり、近年の国道6号の改良工事により利便性、走行性が向上した。しかし、サイクロン・イダイの被害を受け、一部の国道区間が破損したため、ベイラ港を利用する周辺地域とジンバブエに大きな影響を及ぼした。ナカラ回廊は、天然深水港であるナカラ港とモザンビーク内陸部のテテ州を結ぶと同時に、内陸国のマラウイ及びザンビアを結ぶ国際経済回廊である。長期間にわたる内戦のため相対的に整備は遅れていたか、AfDBやJICAのような国際援助機関の支援を受け、整備が進められている。

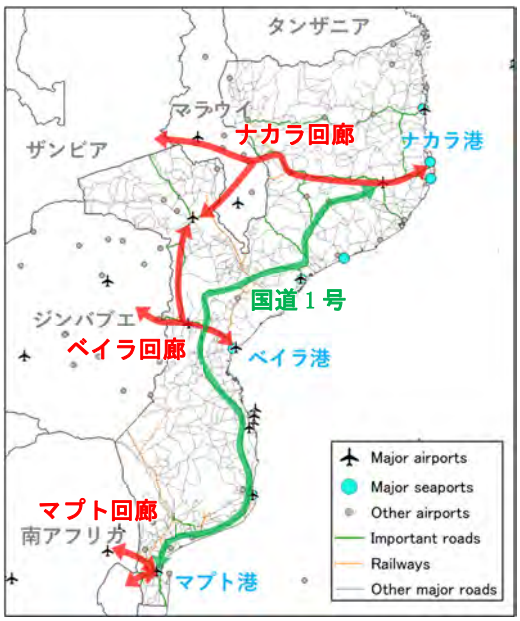


図 3-33　モザンビークにおける主要３回廊（道路）と国道１号

出典：JICA 調査団作成

一方、これらの回廊を横断的に連絡する幹線道路はモザンビークを南北に縦断する国道1号が唯一である。ところが、3本の東西回廊に比べて適切な維持管理が行われておらず、舗装、橋梁のような道路構造物の老朽化等により、南北に長い全国を一つにつなげる役割を十分に果たしていないのが現状である。

道路ネットワークはドナー支援やコンセッションにより少しずつ改良されている。殆どはドナー支援によるものであり、コンセッションは一部の有料道路区間に限る。その結果、道路リハビリや新規路線の整備により道路を利用する南北間の移動は大きく改善されている。

b)　鉄道

道路と同様にモザンビークの鉄道も国際経済回廊を中心に整備され、国内のみならず、南アフリカ、ジンバブエ、マラウイ、ザンビア、エスワティニのような隣接国にとっても重要なインフラである。特に、モザンビーク最大の石炭産地であるテテ州からの石炭輸出のため、テテ州はベイラ港及びナカラ港と鉄道でつながっている。モザンビークの鉄道を所管する省庁は運輸通信省（Ministry of Transport and Telecommunications、以下「MTC」）であり、その実務は港湾鉄道公社（Mozambique Ports and Railways、以下「CFM」）が担当する。

モザンビークの鉄道システムはナカラ鉄道、ベイラ鉄道、マプト鉄道、ザンベジア鉄道の４つの独立したネットワークとなっている。それぞれ独立して整備されたのは、モザン

ビーク内陸部の石炭の輸出や、モザンビークの国際港と内陸国を結ぶ目的で整備されたからである。上記の４ネットワークのうち、文献調査におけるザンベジア鉄道（ケリマネ（Quelimane）港を連絡）はまだ整備中である。ナカラ港を連絡するモザンビーク北部の３路線の運営はコンセッションにより CDN 社と CLN 社が行っている。各路線の位置図・年間輸送容量と最近の輸送実績を示す。

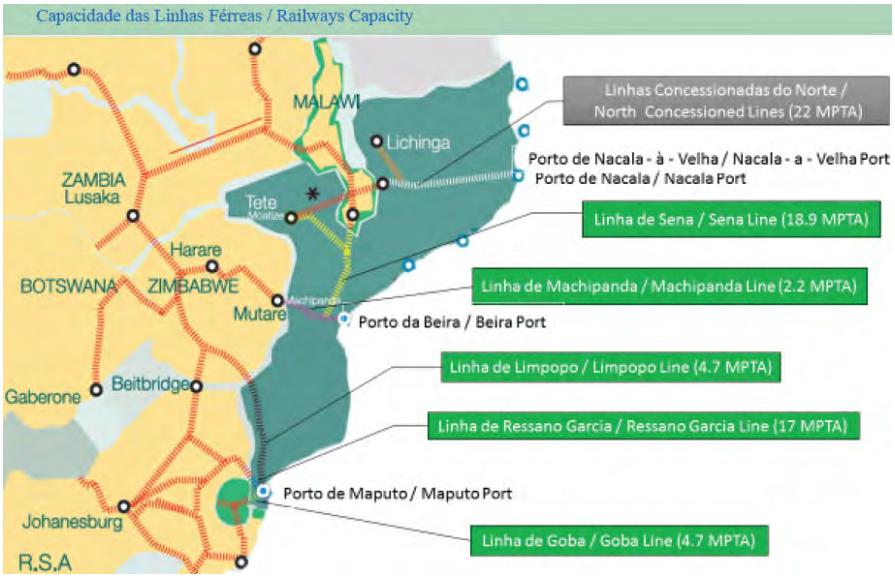


図 3-34　モザンビークにおける鉄道路線と年間輸送容量

出典：Annual Statistical Information 2019, CFM

表 3-19　モザンビークの鉄道路線と輸送実績（2019 年）

路線	延長 （km）	路線容量 （MPTA、百万トン／年）	貨物輸送 （千トン）	旅客輸送 （人）
北部				
Nacala - Cuamba	533	22	9,276.4	565,422
Cuamba - Lichinga	262			
Cuamba - Entre Lagos	77			
中部				
Machipanda	318	2.2	231.1	1,509,883
Sena	357	18.9	2,181.0	
南部				
Ressano Garcia	88	17	7,515.0	3,236,582
Goba	74	4.7	959.9	669,279
Limpopo	522	4.7	412.7	1,452,072

出典：Annual Statistical Information 2019, CFM

モザンビーク北部の鉄道路線の運行本数に関する情報は不明であるが、中部地域ではそれぞれの路線において旅客列車が毎週 1 回往復運航している。南部地域では旅客列車がほぼ毎日往復運行している。貨物列車の運行頻度については不明である。CFM は安全性向上、貨物輸送容量向上のための設備現代化を図っているが、財源不足、技術的ノウハウ不足でなかなか進んでいない状況となっている。

これらの鉄道インフラの状況は比較的良好のため、近年、その利用については民間部門でも関心が高まっている。ところが、機関車や車両の不足により鉄道インフラは十分活用されていない。この課題が解決し、鉄道路線が拡大すれば、同国の成長可能性は更に拡大すると期待されている。

c)　港湾

鉄道と同様に、モザンビークの港湾を所管する省庁は MTC であり、その実務は CFM が担当する。1990 年の前半からモザンビーク政府と CFM は官民連携(PPP)による鉄道・港湾の整備・運用を推進しており（コンセッション)、現在、22 社の民間企業が鉄道や港湾の整備・運営、または関連事業を行っている。そのうち 15 社は鉄道や港湾運用を担っており、残りの 7 社は観光、鉄道関連機材、アクセス道路、資源開発を担っている。図 3-35 に主要港湾の位置と年間輸送容量を示すとともに、表 3-20 と表 3-21 にそれぞれ主要港湾の輸送実績と主要運営会社（コンセッション）を示す。

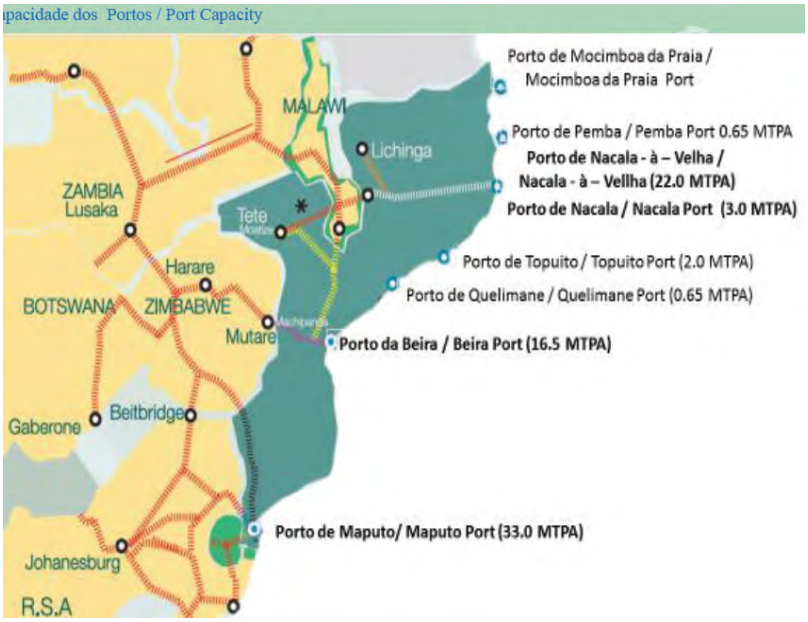


図 3-35　モザンビークにおける主要港湾と年間輸送容量

出典：Annual Statistical Information 2019, CFM

表 3-20　モザンビークの港湾の年間輸送容量と実績（2019 年）

港湾	港湾容量（MPTA、百万トン／年）	貨物輸送（千トン）
Port of Maputo	33.0	21,065.9
Port of Beira	16.5	11,055.9
Port of Nacala	3.0	2,747.6
Nacala-a-Velha Port	22.0	8,611.1
Port of Topuito	2.0	1,026.0
Port of Queliman	0.7	33.3
Port of Pemba	0.7	251.4
Mocimboa da Praia Port	-	20.4

出典：Annual Statistical Information 2019, CFM

表 3-21　モザンビークの港湾の主要運営会社（コンセッション）一覧

コンセッション会社	事業概要
北部	
CDN - Northern Development Corridor	北部鉄道及びナカラ港（Port of Nacala）の開発・管理
CLN - Nacala Corridor Logistics	Nacala-a-Velha 支線、ナカラ石炭ターミナル、モアティゼ（Moatize）鉄道の建設、運営、経営、改修、維持管理、商業運営
PCD - Ports of Cabo Delgado	ペンバ港（Port of Pemba）及びパルマ港（Port of Palma）の一部石油・ガスターミナルの建設、運営、開発
中部	
CdM - Cornelder de Moçambique	ベイラ港（Port of Beira）の一般貨物及びコンテナターミナル等の運営・管理
CQ - Cornelder Quelimane	ケリマネ港（Port of Quelimane）の開発、運営、管理
Macuse - Thai Moçambique Logística	マクーゼ港（Port of Macuse）の建設、運営
NCTB - New Coal Terminal Beira	ベイラ港 13 埠頭の石炭ターミナルの建設、運営
南部	
MPDC - Maputo Port Development Company	マプト港（Port of Maputo）の開発・運営 ＜下請会社＞ - DPWM - Dubai Ports World Maputo：コンテナターミナルの運営 - STAM - Maputo Sugar Terminal Company：砂糖ターミナルの運営 - TCM - Matola Coal Terminal：マトラ石炭ターミナルの運営 - Automobile Terminal - Molasses Terminal - Citrus Terminal - Granite Terminal - Scrap Terminal - Bulk Liquids Terminal
TCM - Cabotage Terminal of Maputo	マプト沿岸ターミナル（Maputo Cabotage Terminal）の経営、開発
VBH - Bela Vista Holding	テコバニン港（Port of Techobanine）の建設、運営

出典：CFM ホームページ

マプト港は、マプト貨物ターミナルと、マトラバルクターミナルの２地区に分けられている。マプト貨物ターミナルには、水産物、内航海運、一般貨物、石炭、果物、砂糖、コンテナ、鉄鋼ターミナルと糖液タンク等がある。マトラバルクターミナルでは石炭、石油、穀物、アルミニウム等を取り扱う。

ベイラ港は、1980 年代から 1990 年代にかけて、総額 5 億 US ドル、合計 76 プロジェクトの海外援助により整備され、運河の浚渫、近代的なコンテナ／石油ターミナル、ベイラ～マチパンダ間鉄道などでアフリカ大陸では最も現代的な港湾の一つと知られている。ベイラ港は液体バルクターミナル、コンテナターミナル、一般ターミナルで構成される。

ナカラ港は、アフリカ大陸東部で最も大きい自然深海港である。現在、一般貨物ターミナル、8 棟の倉庫、コンテナターミナルを持っている。JICA 資料（モザンビークナカラ回廊開発促進支援【有償勘定技術支援】ファイナルレポート、JICA、2018 年 3 月）によれば、ナカラ回廊の開発とナカラ港の整備により貨物取扱量は今後 15 年で現在の 10 倍以上となることが予想されている。

気候変動による海水面上昇のリスクの他、近年多発するサイクロン、大雨、高潮、強風にも直接影響を受けているため、これらの主要港湾については顕著化している自然災害への対応状況を確認することが不可欠となっている。ところが、モザンビーク政府は港湾開発に関する総合的な国レベルの方針を持っておらず、港湾の開発または運用に関する具体的な法的フレームワークも持っていない。

d)　空港

モザンビークの民間空港を所管する省庁は MTC である。しかし、空港の運営はモザンビーク空港公社（The Airports Company of Mozambique、以下「ADM」）が行っている。国土面積は 79.9 万 km^2（出典：外務省ホームページ）で日本の約 2 倍であり、また、良好でない道路事情のため、一部の地方の国際・国内空港は重要な交通インフラとなっている。

モザンビークには 21 箇所の民間空港がある。2017 年までの国内線定期便は Mozambique Airlines（LAM）が独占していたが、現在は 2 社が加わっている。首都のマプトを含む大都市、地方主要都市に国際空港（マプト、ベイラ、イニャンバネ、ナンプラ、ペンバ、 テテ, ビランクーロ(Vilankulo)）があり、国際線としては、アンゴラ、エチオピア、ケニア、カタール、トルコ、ポルトガル、南アフリカ路線がある。石油、ガス、鉱物、観光は民間チャーター便の主要セクターであり、旅客・貨物の両方の航空輸送の潜在的な需要を創出する。ところが、空港設備と航空交通サービスの現状はこのような需要に追いついていないと考えられる。過去数年間航空需要は急増しているが、予算不足による限定的な投資のため、各種設備のメンテナンスが適切にできていない。例えば、モザンビークの上空を含む飛行情報区（Flight Information Region、以下「FIR」）を統括するベイラ空港の場合は、航空管制・通信システムの老朽化、バゲージクレイムにおける国際線・国内線の到着旅客

の混在等、国際民間航空機関(International Civil Aviation Organization、以下「ICAO」)が推奨する航空安全、セキュリティのための標準を満たしていない。モザンビークの主要３空港であるマプト、ベイラ、ナンプラ空港の 2019 年の輸送実績を表 3-22 に示す。

表 3-22　マプト・ベイラ・ナンプラ空港の輸送実績（2019 年）

項目	マプト空港*	ベイラ空港	ナンプラ空港
貨物	11,477 トン	1,906 トン	1,558 トン
出発	5 トン	365 トン	871 トン
到着	7 トン	1,540 トン	687 トン
旅客	$1,104\times10^3$ 人	261×10^3 人	236×10^3 人
出発	548×10^3 人	106×10^3 人	97×10^3 人
到着	550×10^3 人	116×10^3 人	94×10^3 人
乗継	5×10^3 人	39×10^3 人	46×10^3 人

出典：Estatísticas dos Transportes e Comunicações 2019, Instituto Nacional de Estatística, 2020
*上記は参考文献のデータを転記したものであり、マプト空港の貨物輸送実績の内訳と合計は間違っていることに注意

2)　関連計画・開発現況等の概要

a)　道路

モザンビーク道路基金（Road Fund、以下「RF」）と ANE は MOPHRH の指導の下、道路部門戦略（Road Sector Strategy）を策定している。また、毎年「道路セクタープログラム（Economic and Social Plan Integrated Road Sector Program: RES/PRISE)」を作成しており、その年の道路・橋梁の整備計画及び維持管理計画を公表している。ANE から入手した 2021 年 10 月時点の ANE の道路整備状況を図 3-36 に示す。

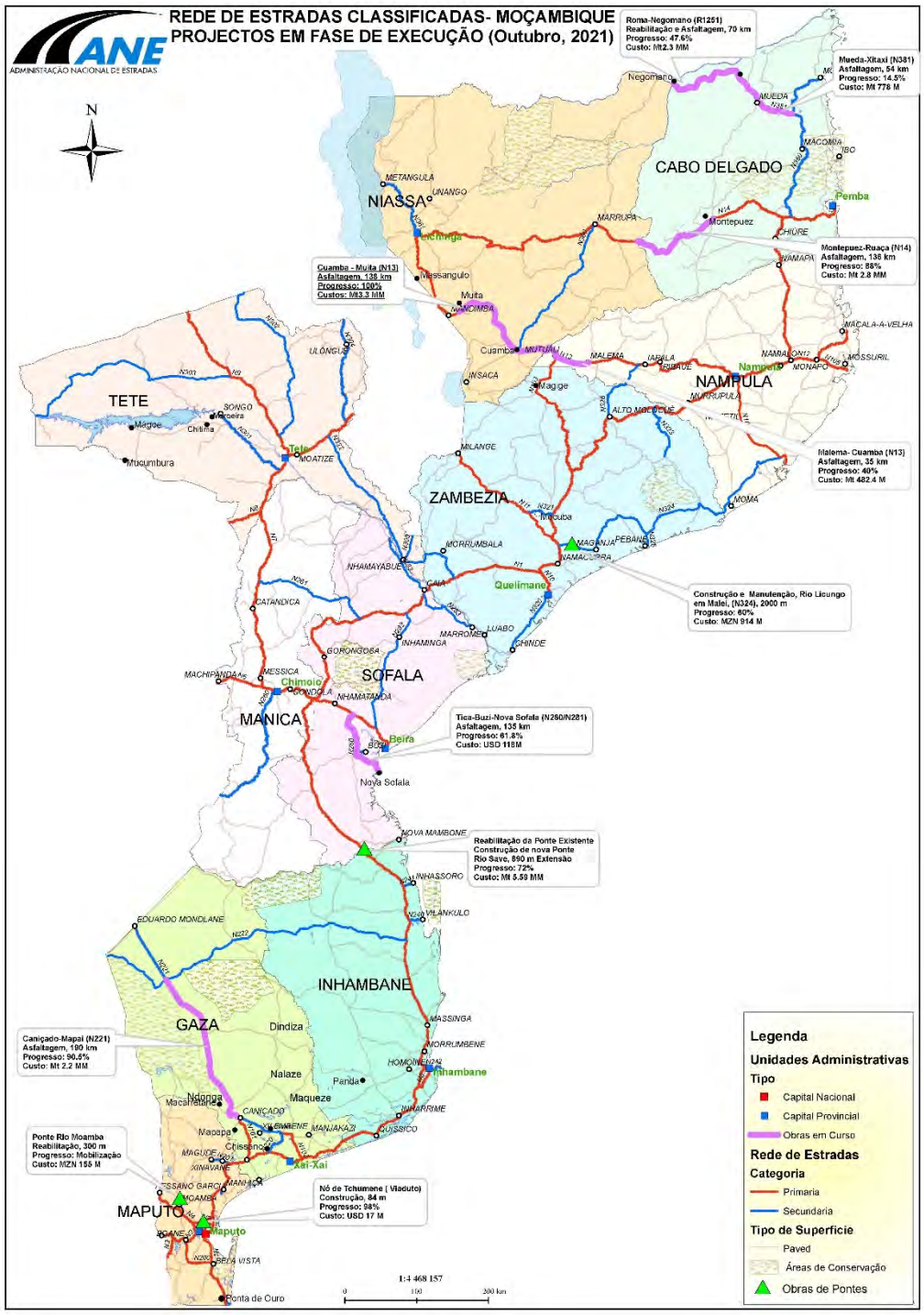


図 3-36　ANE の道路整備状況（2021 年 10 月現在）

出典：ANE 提供資料

JICA 資料（モザンビークナカラ回廊開発促進支援【有償勘定技術支援】ファイナルレポート、JICA、2018 年 3 月）に掲載されている PEDEC-Nacala で提言されたナカラ回廊地域の 2035 年の空間構造を図 3-37 に示す。同資料によれば、回廊構造はナカラ港からマラウイのリロングウェを経由してザンビアのルサカを結ぶ約 2,000km の国際回廊であり、アクセスの改善効果はモザンビークの各地に波及し、人々の移動性を強化し、ルート沿いの開発を促進する事が期待される。

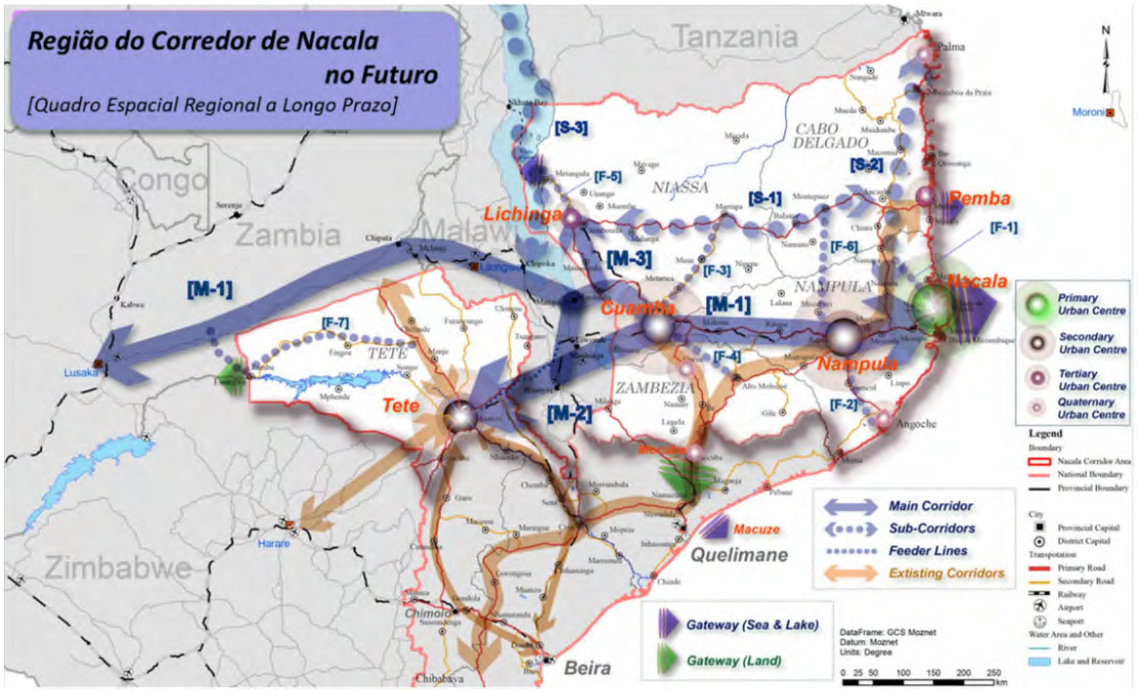


図 3-37　ナカラ回廊地域の総合開発戦略と部門・地域別アプローチのイメージ

出典：モザンビークナカラ回廊開発促進支援【有償勘定技術支援】ファイナルレポート、JICA、2018 年 3 月

一方、EU や AfDB のような国際援助機関もモザンビークの道路ネットワークの重要性を認識し、資金援助を含む支援を行っている。AfDB 資料（Country Results Brief 2018 Mozambique）によれば、2007 年～2017 年に AfDB はモザンビークにおいて延べ 811 km の道路区間を新設または改良するプロジェクトについて資金援助を行った。

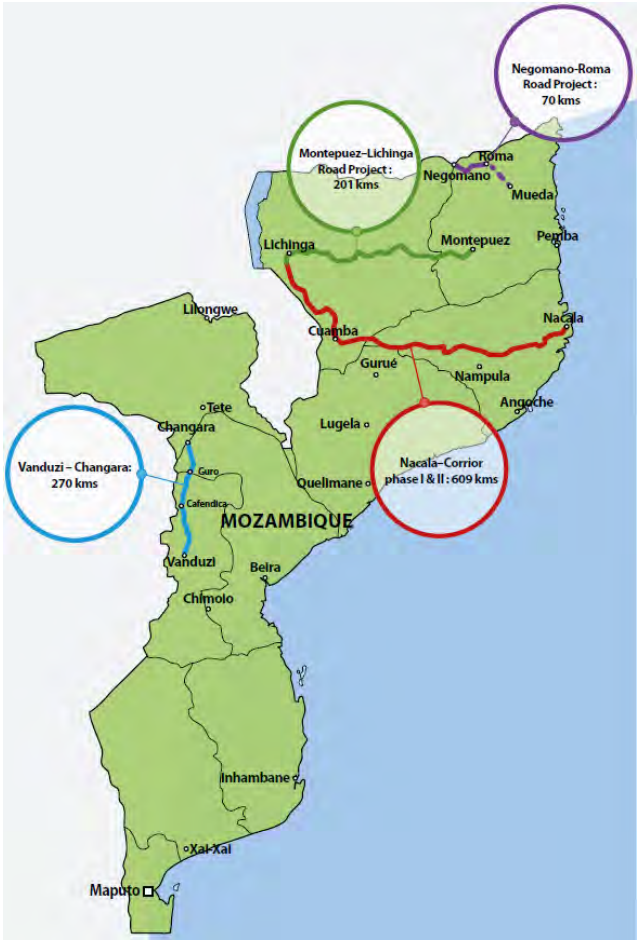


図 3-38　モザンビークの道路整備に対する AfDB の資金援助区間（2007 年～2017 年）

出典：Country Results Brief 2018 Mozambique, AfDB

別の AfDB 資料（Mozambique Country Strategy Paper 2018-2022）におけるモザンビークの運輸交通インフラ整備計画図を図 3-39 に示す。この資料で示されている AfDB 援助の道路プロジェクトのうち、現時点で実施中と考えられるものはムウェダ（Mueda）～ネゴマノ（Negomano）間道路建設事業フェーズ 1 である。この資金援助は 2016 年に承認され、2022 年までには完工することとなっている。



図 3-39　モザンビークにおける運輸交通インフラ整備戦略（AfDB 策定）

出典：Mozambique Country Strategy Paper 2018-2022, AfDB, June 2018

EU は、アフリカ東部・南部地域を対象にアフリカ３地域経済コミュニティ間運輸交通促進プログラム（Tripartite Transport &Transit Facilitation Programme、以下「TTTFP」）を実施中である。TTTFP は、EU が資金援助を行い、東南部アフリカ市場共同体（Common Market for Eastern and Southern Africa, COMESA)、 東アフリカ共同体(East African Committee,EAC)、SADC への加入国を国際回廊（道路）で繋げる道路プロジェクトである（マダガスカル、コモロのような島嶼国は対象外)。TTTFP における対象道路の全体と、そのうち、モザンビークにおける対象道路を、それぞれ図 3-40 と図 3-41 に示す。TTTFP におけるベイラ回廊は、ベイラ～マチパンダ間道路（国道６号）でジンバブエを結ぶルート以外にも、その道路から分岐してテテ州やマラウイへ向かう路線、更に、ジンバブエ・ハラレからテテ州を通ってマラウイまで行く路線もベイラ回廊として位置づけている。

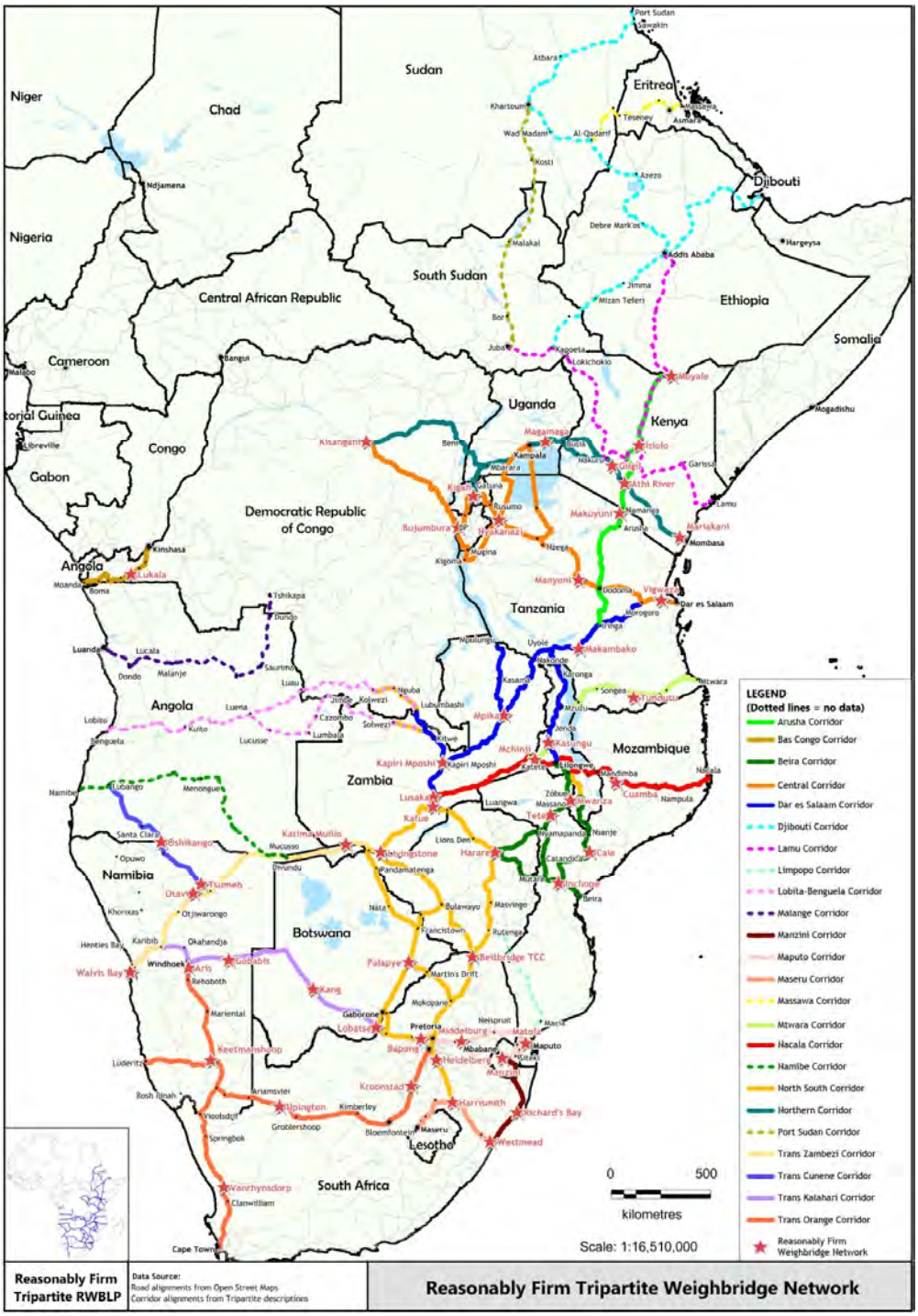


図 3-40　TTTFP の対象道路（全体）

出典：TTTFP ホームページ[18]

[18] https://tttfp.org/corridors-overview/

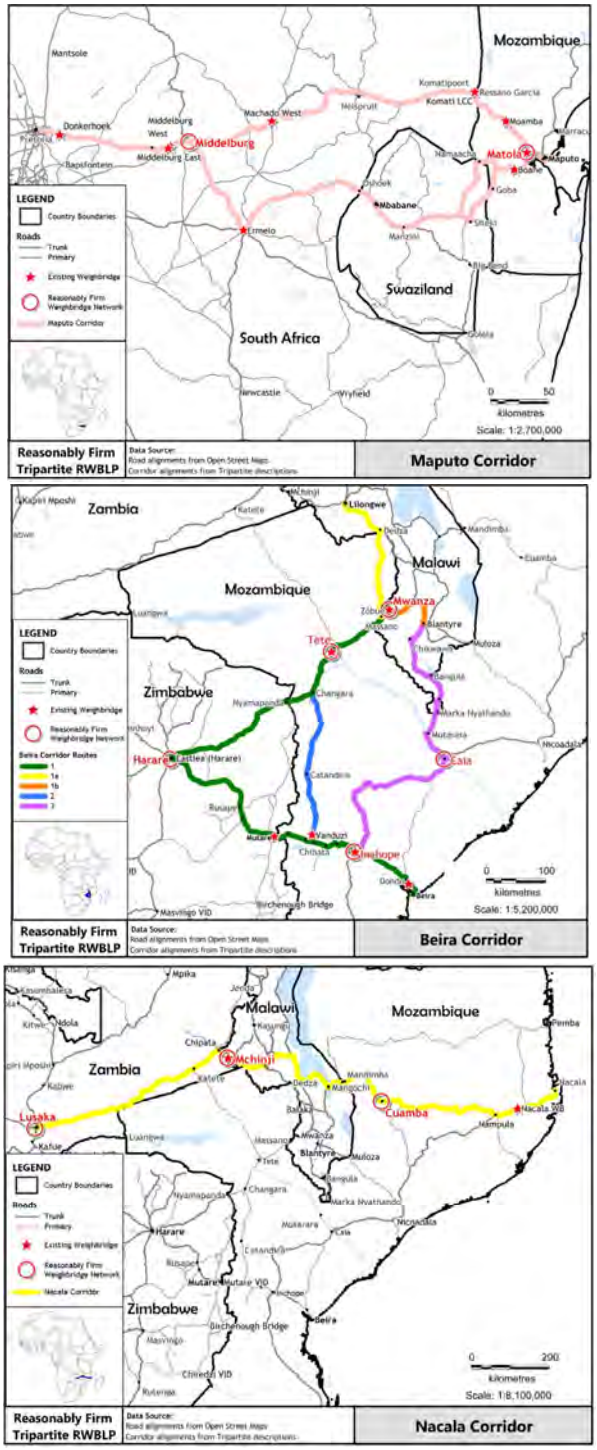


図 3-41　TTTFP の対象道路（モザンビーク内）

出典：TTTFP ホームページ[19]

[19] https://tttfp.org/corridors-overview/

b)　鉄道

2018 年発行の AfDB 資料（Mozambique Country Strategy Paper 2018-2022, AfDB, June 2018）によれば、AfDB によるモザンビークの鉄道整備支援として実施中（2017 年 11 月時点）のものはナカラ鉄道・港湾プロジェクトである。当時、アフリカで実施されていたプロジェクトの中では最大級のプロジェクトであり、テテ州からマラウイを通過してナカラ港までの 912km の鉄道の建設のための事業費 50 億 US ドルのうち、AfDB が 3 億 US ドルを負担したものである。2015 年に援助が承認され、CDN と CLN が担当する鉄道・港湾事業に資金援助することとなっている。

c)　港湾

既述のように、現在、AfDB によるナカラ鉄道・港湾プロジェクトへの資金援助が行われている。JICA はこのプロジェクトの一部としてナカラ港の開発事業を支援しており、ナカラ港開発事業フェーズ１（借款契約額 78.89 億円）は終了し、現在フェーズ２（借款契約額 292.35 億円）が実施されている（出典：JICA ホームページ)。

d)　空港

ベイラ国際空港（Beira International Airport、以下「ベイラ空港」）は 2019 年と 2021 年にそれぞれ発生したサイクロン・イダイ及びサイクロン・エロイーズ(Eloise)により旅客ターミナル、貨物ターミナル、格納庫、倉庫、航空灯火等の航空施設、空港敷地のフェンス等が破損する被害を受け、その改修を計画している。また、ベイラ空港はバゲージクレイムが 1 か所しかないため、国際線と国内線の到着旅客がバゲージクレイムに混在することになるなどの保安上の課題や、出発ゲートエリアに化粧室がないなどのサービス上の課題がある。更に、航空管制システムの老朽化の問題も指摘されている。これらを踏まえ、ADM はベイラ空港改修に関する調査を実施し、早速の事業開始を要望しているが、財源確保の問題により、事業が進まない状況である。




(a) 貨物ターミナル




(b) 格納庫　　(c) フェンス

図 3-42　サイクロン・イダイ等によるベイラ空港施設の被災状況

出典：JICA 調査団撮影（2021 年 10 月 29 日）

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

モザンビークにおける地すべり、洪水、高潮のリスクを図 3-43 に示す。

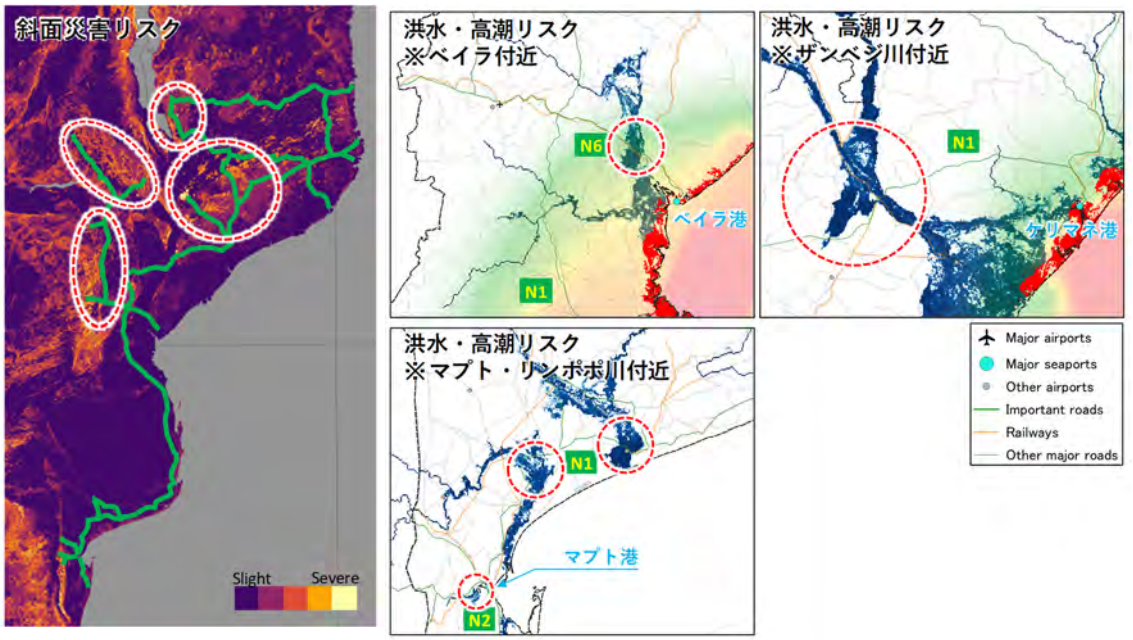


図 3-43　モザンビークにおける土砂災害、洪水、高潮のリスク

出典：JICA 調査団作成

想定する被災リスクの高い重要運輸交通インフラは以下の通りである。

表 3-23　モザンビークにおける防災上の重要運輸交通インフラ

サブセクター	防災上の重要インフラ	高リスクの災害
道路	国道 1 号、6 号	洪水、土砂災害
	国道 7 号、9 号、11 号、13 号、14 号、103 号	土砂災害
	国道 2 号 322 号	洪水
鉄道	Goba Line, Ressano Garcia Line	洪水
	Machipanda Line, Sena Line	洪水、土砂災害
	Nacala-Cuamba Line, Cuamba-Lichinga Line, Cuamba-Entre Lagos Line	土砂災害
港湾	ベイラ港、ケリマネ港	高潮、サイクロン
空港	ベイラ空港	サイクロン

出典：JICA 調査団作成

2021 年 10 月～11 月に実施したモザンビーク現地調査では ANE、CFM、ベイラ空港を実施し、実際の災害発生状況について確認した。その内容は以下の通りである。

a) 道路

- 土砂災害による重要道路への被害は報告されていない。
- ザンベジ川を横断する国道 1 号の区間は橋梁の架け替え、道路の嵩上げ等の対策済みのため、現時点で対策は不要である。
- ザンベジ川沿いの他の国道は確かに川氾濫による被害を受けているが、交通量が少ないなど、重要道路として整備を急ぐ必要はないと認識している。また、近くに洪水被害をあまり受けない鉄道があるので、緊急輸送が必要な場合は鉄道を利用することが可能である。
- インコマチ川とリンポポ川を横断する国道 1 号の区間は洪水による橋梁の流失等の被害を受けている。被害を受けた際は仮設橋を 2～5 日程度で架けて車両の通行を確保するなどの応急措置を実施している。その対策として、ムワンバ（Moamba）～ショクウェ（Chókwè）間道路を整備し、代替ルートとして利用することを考えている。その区間には新しい橋梁も計画している。
- マプト首都圏の国道 1 号と国道 4 号は重要な道路インフラであり、特に国道 4 号はマプト回廊として非常に重要な道路であるが、災害や事故等により通行止めになった際は代替ルートがない。代替ルートを整備する計画は持っている。

b) 鉄道

- 土砂災害による鉄道の被害は報告されていない。しかし、一部の区間では浸水被害により列車運行が影響を受け、列車運休が発生しており、浸水による鉄道インフラの被害は主に浸食である。2020 年にはマチパンダ線（Machipanda Line）、セナ線（Sena Line）、リンポポ線（Limpopo Line）で洪水による一部区間の流失被害が発生した。
- 特に、ベイラ付近のプングエ川（Pungwe River）周辺は地形的な影響により毎年のように広範囲で洪水が発生する。鉄道は嵩上げされており、橋梁も整備されているが、雨期になると大雨、サイクロン等による浸水被害は避けられず、復旧作業が完了するまでは運行停止となる。

c) 港湾

- ベイラ港ではサイクロンにより港湾施設、倉庫が破損する被害をうける。老朽化した施設、不適切な施設の維持管理のため、対策が必要な状況と認識している。ベイラ港は水深が浅いため、定期的に中国企業による浚渫作業を実施している。
- ナカラ港では高潮による被害は今まで受けておらず、JICA 協力の下で実施中の拡張事

業もあり、災害には一定の強さがある。ただし、サイクロンや強風による被害は発生している。

d) 空港

- ベイラ空港ではサイクロンによる被害が頻繁に発生する。サイクロン・イダイ、サイクロン・エロイーズでは貨物ターミナル、格納庫の屋根が飛ばされ、未だに復旧されていない。旅客ターミナルも被害を受け、現在も降雨時には漏水が発生している。その他、航空灯火、航空誘導用サイネージ、空港敷地のフェンスが強風に飛ばされるような被害が発生した。また、航空管制室の窓ガラスが割れ、雨水による航空管制設備の故障を防ぐべく機器にブルーシートを敷くなどしており航空管制業務を行えていなかった。

4) 防災施策の検討

a) ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成

本案件は、ベイラ市やその周辺地域において洪水等の自然災害が発生した際、救護・復旧のための効率的で確実な緊急物資の輸送ネットワークを確保するためのものである。既述のように、ベイラ市はサイクロンや大雨、高潮による洪水等の自然災害の発生が多く、2019 年に発生したサイクロン・イダイによる被害からの復旧作業が未だに実施されている。当時、国道 6 号やベイラ港は被害を受け、災害発生直後、道路と港湾を利用した緊急支援物資の輸送は困難であった。ところが、周辺に比べて標高の高いベイラ空港と、嵩上げされている鉄道は被害が少なく、緊急支援物資の輸送に大きな役割を果たした。この案件では、このようなベイラ市の鉄道、空港の利点を活かし、かつこれらを道路で結んで、非常時の緊急輸送ルートを確保するためのものである。具体的には以下の対策が考えられる。

海外や他の地域からの迅速な緊急支援物資の輸送のために、ベイラ空港を第 1 防災拠点として機能を強化する。また、既存の鉄道のうち浸水リスクの低く、ベイラ市中心市街地に近い場所にある既存鉄道に貨物駅を新設し、第 2 防災拠点として活用することである。更に、これらの防災拠点を結ぶ道路を強靭化するとともに、それぞれの防災拠点と海岸道路を道路で繋げてベイラ市の環状道路を形成する（必要に応じて嵩上げ）。

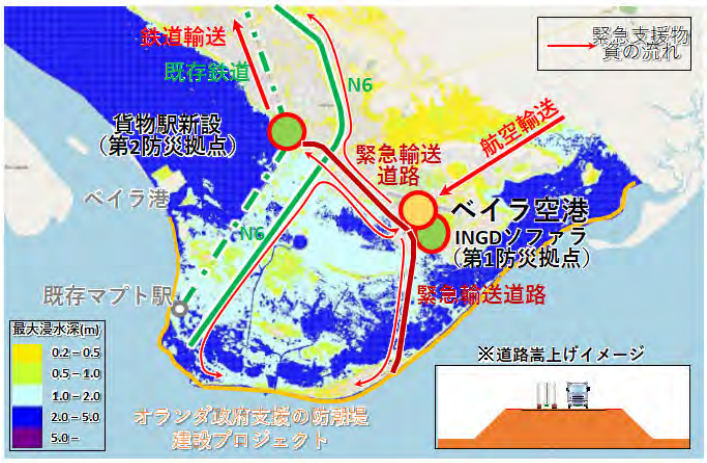


図 3-44　ベイラ市ロジスティックスハブのイメージ

出典：JICA 調査団作成

表 3-24　ベイラ市ロジスティックスハブ形成の概要

コンポーネント	概要
ベイラ空港の防災拠点化	ベイラ空港の既存施設を最大限活用することで防災拠点化を図る。
貨物駅の新設・防災拠点化	貨物駅を新設する。現時点では通常時の使用は想定しておらず、災害発生のような非常時に使用するための最小限の整備を実施し、一般貨物の荷役ヤードとして使用可能なスペースの確保を優先する。また、避難所や被災者収容施設として活用可能な施設を整備し、非常時の緊急活動スタッフ専用スペースも確保する。
第 1・第 2 防災拠点間道路の改良	ベイラ空港～新設鉄道駅間の既存道路約 4.6km の強靭化により、災害発生における両防災拠点間の物資輸送のみならず、ベイラ市やその周辺への物資輸送を可能とする。
第 1 防災拠点～海岸道路間道路改良	ベイラ空港から海岸までの約 5.2km の既存道路を改良し、浸水リスクの高い区間については嵩上げ等の対策を実施することで、国道 6 号、海岸道路、第 1・第 2 防災拠点間道路とともにベイラ市の環状道路を形成することにより、非常時においては効果的な緊急輸送道路網の形成を図る。

出典：JICA 調査団作成



図 3-45　ベイラ市ロジスティックスハブ構想おける新設貨物駅の候補地

出典：JICA 調査団作成（地図データ：OpenStreetMap）

非常用貨物駅の候補地を図　3-45 に示す。サイクロン・イダイ発生時に既存のベイラ駅は浸水しなかったが、同規模のサイクロンや大雨が高潮と重なって発生した場合は、既存ベイラ駅のみならず、その周辺の国道 6 号区間も浸水するリスクがあり、鉄道を利用してベイラ空港に到着した緊急支援物資を周辺地域へ輸送することが困難となる可能性がある。これに対して提案する非常用貨物駅は、サイクロンや大雨と高潮の被害を同時に受けても比較的安全と考えられる位置である。候補地は主に住居地域となっており、殆どは低層住宅となっている。モザンビークには個人の土地所有権はないが、住居移転のための補償等の課題はある。

非常用貨物駅に必要な施設については関係機関との協議の上、検討する必要がある。しかし、既存ベイラ駅及びその付近の鉄道が浸水した場合は、非常用貨物駅での列車の折り返し運転が必要となる。そのため、非常用貨物駅には荷役ヤードの他に列車折り返し設備

が必要と考えられる。

非常用貨物駅の新設ではなく、既存鉄道からベイラ空港までの支線を敷設して鉄道と空港を直接繋げる案も考えられる。しかし、そのためには用地買収面積が大幅に増加し、また、国道 6 号との交差の課題もあるため（候補地からベイラ空港までの道路は国道 6 号を立体交差する）、非常用だけの支線の建設は費用対効果が非常に低いと考えられる。

b)　ベイラ空港の機能強化

本案件では、ベイラ市ロジスティックハブ構想におけるベイラ空港の防災拠点化のために、ベイラ空港の機能強化を実施する。ベイラ空港はソファラ州（Sofala Province）の州都であるベイラ市に位置する国際空港である。2015 年～2018 年の年間平均発着数は約 8 千回、年間平均利用客数は約 20 万人、年間平均貨物取扱量は郵便を含めて約 700 トンの小規模の地方空港である。サイクロン・イダイによる災害の復旧のため、2019 年は離着陸数、利用客数、貨物取扱量ともに増加しており、特に貨物取扱量は前年の 2.6 倍となっており、2020 年は COVID-19 の影響により大幅に減少しているが、一時的なものと判断する。

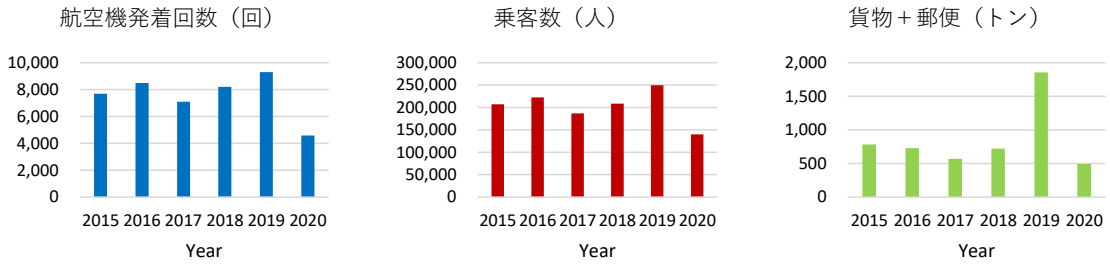


図 3-46　ベイラ空港の利用状況（2015 年～2020 年）

出典：ベイラ空港提供資料に基づき、JICA 調査団作成

小規模の地方空港ではあるものの、ベイラ空港は地方拠点都市のベイラ市のみならずソファラ州の航空需要を担う重要空港であり、特に、ベイラ市及びその周辺地域で災害が発生した際は緊急物資輸送の拠点として非常に重要な空港と考えられる。実際に、2019 年 3 月にサイクロン・イダイによる大規模洪水が発生した際は、ベイラ空港を中心に緊急物資が輸送され、海外からの支援チームもベイラ空港に常駐しながら緊急活動を行った。また、ベイラ市では電力供給の復旧作業が遅れている中、ベイラ空港はバックアップ電源を稼働し、一般市民に携帯電話の充電のためのスペースを開放するなど、防災拠点としての役割を果たした事例がある。空港周辺で災害や航空事故、火災が発生した際、ベイラ空港を含むモザンビークの空港は ADM と INGC とで締結した非常時対応に関する覚書（2018 年 4 月 18 日締結）に基づき、他の組織と連携して空港周辺の安全の確保、人と資産を守るための

活動を行うこととなっており、航空専門家やINGC専門家、支援物資等のためのスペースを提供することとなっている。ところが、財源不足のため、サイクロン・イダイとサイクロン・エロイーズによる空港施設の被害に対しては航空管制と空港運営に必要な最低限の対策だけが実施され、未だに復旧されていない施設が残されている状況である。また、不十分で老朽化した各種設備、ICAOの基準を満たさない空港施設は、航空安全やセキュリティ、サービス上の問題だけでなく、これらを懸念して航空会社が就航を避けると、就航路線や離着陸数、利用客数、貨物取扱量の減少が予想され、更に収益が悪化するリスクがある。このような状況では平常時にも空港機能が確保できず、災害発生のような非常時にはベイラ空港を利用した緊急物資の輸送が困難になる可能性が高い。したがって、ベイラ空港を防災拠点として機能させるためには、低下している空港機能を強化する必要性が高い。ベイラ空港の現地視察で確認した事項を以下に整理する。

表 3-25　ベイラ空港の施設・設備の現状と評価

施設･設備	現状	評価
旅客ターミナルビル	サイクロン被害により屋根が破損しており、降雨時は漏水発生。 出発・到着は全て 1 階。 2 階には事務所、会議室、カフェテリア等があるが、使用していないスペースあり。 バゲージクレイムが 1 か所のみ。 出発ゲートエリアにトイレなし。	1 フロアーの概算面積は 8,115㎡であり、年間旅客数 25 万人（2019 年）を基準に原単位 16㎡／人で評価すると、現時点では需要にマッチしている状況。ただし、需要が増加した場合は 2 階のスペースの活用やターミナルビルの拡張が必要。 バゲージクレイムを 2 か所以上にするなどで国際線・国内線旅客を分けることはセキュリティ・サービスの観点から必要。
貨物ターミナルビル	サイクロン被害により屋根が破損しており、オフィスを含む一部のスペース以外は使用不可の状況（一部は民間企業が改修して使用中）。	概算面積は 4,250㎡であり、年間 1,000 トン前後を取り扱う空港は 1,000～1,500㎡程度の規模であるため、必要以上の規模である。
滑走路・駐機場	3 本の滑走路があるが、現在、利用可能なのは 12/30 滑走路（2,400m×45m）のみ。 12/30 滑走路と駐機場の舗装状況は良好。 サイクロン・イダイ発生後は駐機場の容量が足りず、誘導路に駐機する場合もあった。	B747 のような大型機の離着陸は困難（積載量を減らすか、マプト空港での積み替えが必要）。 12/30 滑走路の拡張のための敷地は確保されているが、経済的な観点からは検討が必要。 2021 年 10 月現在、1 日 5~8 便の状況では駐機場の容量は十分だが、災害発生後については検討が必要。
消防（Rescue Fire Fighting, RFF）車両	2021 年 10 月現在、使用年数 12 年の老朽化した RFF 車両 2 台を保有。頻繁に故障するが、部品の調達が難しいため、ベイラ空港は新車両の購入によるリダンダンシーを希望している。	AIP（Aeronautical Information Publication）では、ベイラ空港は RFF カテゴリー6 となっており（ベイラ空港の説明ではカテゴリー7）、RFF 車両は最小 2 台必要。 ICAO は定期的な予防メンテナンスを求めているが、今の RFF 車両の状況からは、適切なメンテナンスはできていないと判断。 現在保有中の RFF 車両が故障してすぐ空港機能が制限されることはないが、RFF 車両が ICAO 基準の必要台数より少なくなった場合は RFF カテゴリーが下がるため中型機（例えば B737）の離着陸も困難となり、航空会社が就航を懸念することで、便数、利用客数が減少するリスクはある。
消防庁舎	監視塔はなかったが、現在、整備中。 消防用水のタンクの容量は 1 万リットルであり、ベイラ空港は 2 万リットルへの増量を希望。	ICAO 基準では事故現場まで 3 分以内の到達が求められているが、60km/h で出動すると仮定すると、現在の消防庁舎の位置では 3 分以内に到達可能。
航空灯火	ベイラ空港は老朽化した進入灯の補修を希望。	現場で確認した結果、特に問題なく使用していると判断。
フェンス	空港敷地のフェンスがサイクロン・イダイによる被害により破損	フェンスが破損した個所のすぐ隣には民家があり、空港敷地内（airside）に自由に侵入可能な状況のため、セキュリティ上の課題あり。

出典：JICA 調査団作成

以上の検討から、旅客ターミナル等の空港機能強化については今後の需要変動を確認・

精査してから再度検討すべきと考えるが、以下のものについては現状の需要でも改修が必要と判断する。

- 貨物ターミナル等の改修：サイクロン被害により貨物取扱量が減少しているとは限らない。しかし、非常時ロジスティック拠点として機能するためには復旧して使用可能な状態にする必要があり、災害発生時の避難民や被災者を収容するスペースとしても活用できるなど、改修の価値は高いと判断する。貨物ターミナルを含め、屋根が飛ばされて使用困難な格納庫や倉庫は構造上の被害は受けていないため、残されている構造は活用できるものと判断する。
- 消防車両:不十分なメンテナンスで激しく老朽化している RFF 車両が故障した場合は、部品の調達も難しいことから、短期間での修理は難しいと考える。その場合は、航空事故に対応できなくなる安全上の問題があるだけではなく、それ以前にベイラ空港に就航する便数が減少することで空港収入が減少し、更に RFF カテゴリーが下がることで離着陸可能な機材も制限され（ボーイング 737 のような中型機の離着陸も困難)、今の旅客・貨物需要にも対応できなくなり、更なる収益の悪化が予想される。

一方、改修が必要な施設・設備にはフェンスのように小規模なものも含まれている。また、消防車両の場合は適切なメンテナンスを実施することで 12 年以上は使用できるにも関わらず、メンテナンス困難な状態になっている。すなわち、上記の改修・対応を実施したとしても適切な維持管理が行われず、また同じ状況になる可能性がある。その背景には ADM の脆弱な財政状況があると考えられる。図 3-47 に ADM の過去 5 年間の年間純利益を示す。税引前利益を見ると、メティカル高によるローン返済額の軽減により黒字となった 2017 年を除き、毎年赤字を記録している。2018 年には政府補助金により赤字部分は補填されたが、その後は政府補助金にも関わらず、純利益は赤字となっている。ベイラ空港では広い敷地を利用した民間開発プロジェクトが計画されており、ADM やベイラ空港の財政状況が改善される可能性はあるが、その期待される効果は現時点では不明である。

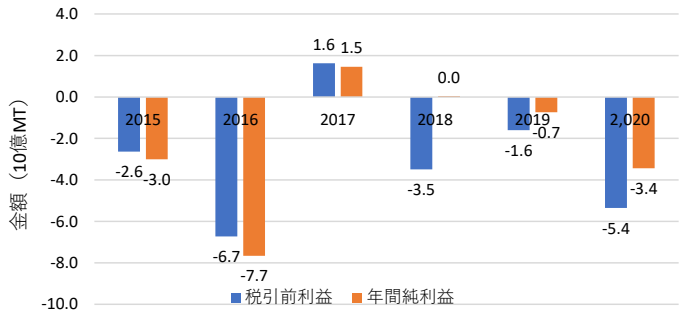


図 3-47　モザンビーク空港公社の財政状況（2015 年～2020 年）

出典：ベイラ空港提供資料に基づき、JICA 調査団作成

c)　ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充

本案件は、ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充のために、老朽化した航空管制設備の改修・更新、新規導入等を行い、ベイラ空港を発着する航空機のみならず、モザンビーク上空を飛行する航空機の安全の向上を図るものである。ベイラ空港に設置されているベイラ航空交通管制部（Area Control Center、以下「ACC」）はマプト ACC とともにモザンビークの高高度を飛行する航空機を管制しており、特に、モザンビークの上空とその付近の洋上空域を含むベイラ FIR を通過する航空機を管制する。ベイラ ACC とマプト ACC の管制対象地域は南緯 22 度を基準とし、南緯 22 度以南はマプト ACC が、以北はベイラ ACC が管制する。モザンビークの主要空港のうち南緯 22 度以南の空港はマプト国際空港、イニャンベネ（Inhambane）空港、ビランクーロ（Vilankulo）空港のみであるため、ベイラ ACC の管制を受けずにモザンビーク上空を飛行できるのは、これらの空港間の国内線と、南ア・ヨハネスブルグ等とマプト国際空港を結ぶ一部の国際線のみである。したがって、モザンビーク上空を通過する国際線を含め、ベイラ空港はモザンビークの上空を飛行する殆どの航空機の安全を担っていると言っても過言ではない。



図 3-48　ベイラ FIR とベイラ ACC の範囲

出典：ベイラ空港提供資料（抜粋）

しかし、ベイラ空港へのヒアリング調査で入手した情報によれば、ベイラ空港を発着する航空機の管制を含めて航空交通管制に必要なシステムの多くは更新時期を過ぎて老朽化している。現在は必要最小限の設備で航空管制を行っているものと考えられ、もし、ベイラ空港の航空管制システムが故障した場合は、ベイラ FIR を通過する航空機はベイラ FIR を避けて周辺の飛行情報区に航路変更せざるを得ず、モザンビーク国内を発着する航空機の場合は回航や欠航を余儀なくされるリスクがある。このような状況は、前節で示したベイラ市ロジスティックハブ構想におけるベイラ空港の防災拠点化のためにも支障となり、ベイラ FIR を飛行する航空機やベイラ空港に就航する便数の減少による航行援助施設利用

料や空港利用料等の収入の減少を含む経済的側面のリスクもある。

以下にベイラ空港における主要航空交通管制システムの導入状況を示す。空港気象ドップラーレーダーは航空交通管制システムではないが、安全な航空交通管制のための設備として合わせてその改修を提案する。

表 3-26　ベイラ空港における航空交通管制システムの導入状況

システム	保有状況
管制通信制御装置 VCCS: Voice Communication Control System	- 導入モデル：SITTI MULTFONO M600S/77.971 - 導入時期：2009 年 - 現状：老朽化 - 更新等の要否：アナログ方式で ATM への統合ができないため、更新が必要
超短波通信装置 VHF (Very High Frequency) Communication System	- 導入モデル：T6T & T6R - 導入時期：1988 年 - 現状：老朽化 - 更新等の要否:デジタル方式に更新予定のため、更新不要 - 更新予定の内容 - 航空路管制用（ローカル及びリモートステーション）: - デジタル送信機及びデジタル受信機それぞれ 6 台 - 飛行場管制・ターミナル管制用： - デジタル受信機 4 台、予備用のモバイル送受信機（バッテリー内蔵）2 台
短波通信装置 HF (High Frequency) Communication System	- 導入モデル：INVELCO - 導入時期： 2021 年 - 現状： 2021 年 12 月 29 日に運用開始。受信機が 1 台しかないため、ICAO 基準（6 台）を満たしていない。 - 更新等の要否： ICAO 基準を満たし、リダンダンシーを確保するため、1KW 送信機 1 台、受信機 7 台（予備 2 台を含む)、カプラー1 台を含むその他インターフェースが追加で必要
国際航空交通情報通信システム AMHS: ATS Message Handling System	- なし(2022 年にマプト空港に設置予定の AMHS はベイラ空港にも繋がる予定のため、協力の必要なし)
自動従属監視－放送 ADS-B: Automatic Dependent Surveillance - Broadcast	- 導入モデル：INTELCAN - 導入時期： 2016 - 現状： 運用中 - 更新等の要否：ソフトウェアの更新が必要
衛星通信用の超小型地球局 VSAT: Very Small Aperture Terminal	- 導入モデル：PolarSat - 導入時期：- - 現状： 設置完了。承認後、2022 年中に運用開始予定 - 更新等の要否：更新不要
国際航空固定通信網 AFTN: Aeronautical Fixed Telecommunication Network	- 導入モデル：COPPERCHASE - 導入時期：2008 - 現状： 2017 年 12 月より使用停止 - 更新等の要否：AMHS に更新される予定のため、更新不要
超短波全方向無線標識／距離測定装置 VOR/DME: VHF Omnidirectional Range with a Distance Measuring Equipment	- 導入モデル：512 D/721 THOMSON - 導入時期：1993 - 現状： 運用しているが、老朽化 - 更新等の要否： 更新が必要

システム	保有状況
マルチチャンネル音声レコーダー Multichannel Voice Recorder	- 導入モデル：- - 導入時期：2007 - 現状： 運用しているが、老朽化 - 更新等の要否： 更新が必要
集中メンテナンス管理システム Centralized maintenance Management System	- 設置されていないが、維持管理サービスの現代化のために ADM は設置を希望している。
空港気象ドップラーレーダー Airport Doppler Radar	- 導入モデル：不明（ドイツ政府支援で導入） - 導入時期：2007 - 現状： 故障しているため、使用停止 - 更新等の要否：ダウンバーストの迅速な検出により航空機離着陸の安全を確保するために改修が必要
飛行情報管理処理システム FACE: Flight Object Administration Center System	なし
管制支援処理システム ICAP: Integrated Control Advice Processing System	なし
航空路管制処理システム TEPS: Trajectorized En-route Traffic Data Processing System	なし
空港管制処理システム TAPS: Trajectorized Airport Traffic Data Processing System	なし
洋上管制処理システム TOPS: Trajectorized Oceanic Traffic Data Processing System	なし
管制データ交換処理システム ADEX: ATC Data Exchange System	なし
航空交通管理処理システム TEAM: Trajectorized Enhanced Aviation Management System	なし
空港レーダー情報処理システム TRAD: Terminal Radar Alphanumeric Display System	なし

出典：JICA 調査団作成

d) マプト首都圏における非常時の道路運用・計画強化プロジェクト

マプト首都圏の主要幹線道路は国際回廊を含めて比較的整備されていると考える。近年、中国の支援により環状道路（Ring Road）も整備されており（2021 年 10 月現在、料金所等はまだ建設中)、マプト首都圏で最も大きく氾濫リスクもあるマトラ川を横断する国道 2 号と国道 4 号の橋梁も現地視察では老朽化のような構造上のリスクは確認されなかった。



図 3-49　マトラ川における重要橋梁の様子（左：国道 2 号、右：国道 4 号）

出典：JICA 調査団撮影

ところが、他の道路は非舗装の場合が多く、走行性が非常に不良なため、大規模災害発生のみならず、大雨や事故などの影響で主要幹線道路が使用できない場合は、大型トラックの迂回可能なルートがない。また、洪水や大雨発生時にアクセスの困難な地域も存在すると考えられ、緊急支援物資の輸送、救護活動への支障も懸念される。特に、国道 4 号はマプト回廊としてマプト港と南アフリカ等の隣接国を結ぶ重要なロジスティクスルートとなっているが、災害や事故で通行止めになった場合の迂回ルート、特に大型車の迂回ルートが確保されていない。また、国道 1 号もマプト市通過区間は改良されておらず、頻繁に浸水被害の発生する区間も存在するが、その代替ルートとして考えられるジュリアス・ニエレレ通り（Avenida Julius Nyerere）は路面状態の非常に不良な区間が存在するため通常時にも車両の通行に支障を与えている。このような道路区間は交通容量上のボトルネックとなっており、交通需要が国道 1 号に集中する理由の一つと考えられ、通常時においても大きな課題となっている。これらの国道や主要道路、中心市街地は舗装されているものの、住宅街は非舗装道路が殆どであり、災害や事故発生時には救護・復旧活動が遅延する原因となる。

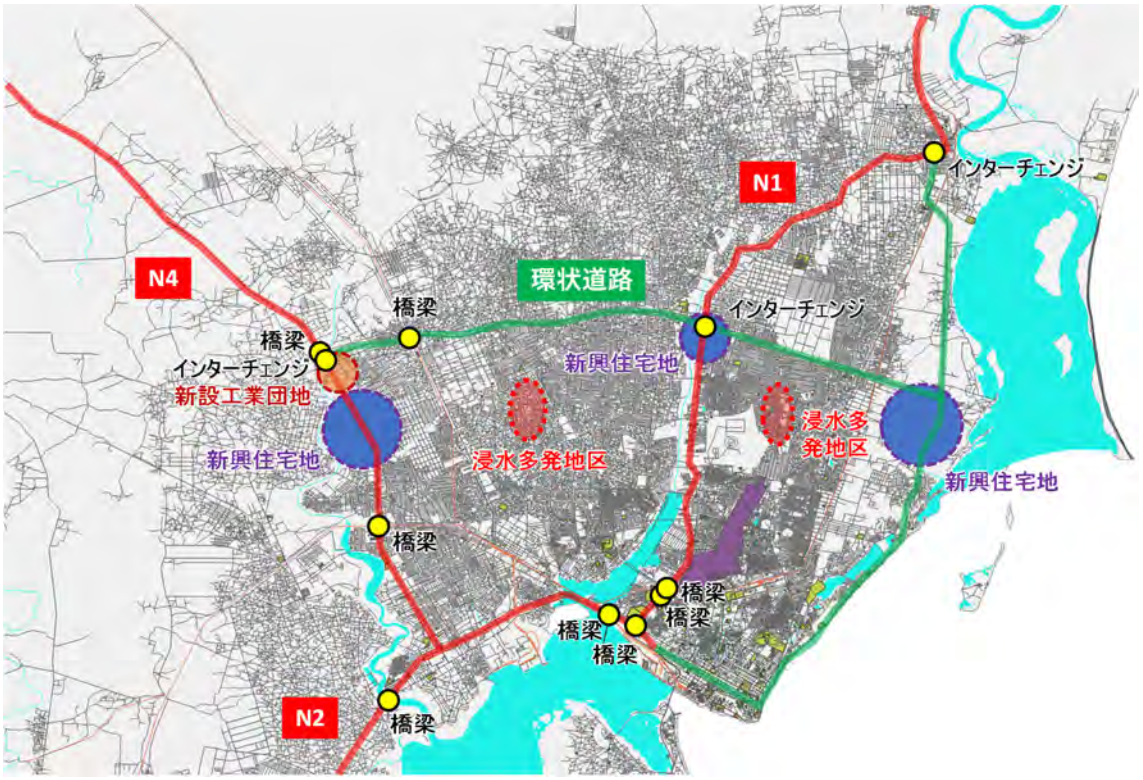


図 3-50　マプト首都圏における主要幹線道路と主要道路構造物

出典：JICA 調査団作成



図 3-51　マプト首都圏の非舗装道路（左：住宅街、右：ジュリアス・ニエレレ通り）

出典：JICA 調査団撮影

したがって、マプト首都圏の運輸交通インフラの防災対策として、また通常時の交通対策として、主要幹線道路のリダンダンシー確保・渋滞対策の観点からの代替ルートの整備と、防災の観点を含む道路整備優先区間の検討を提案する。代替ルートの整備は既存道路を活用し、道路舗装・幅員確保、大型車の右左折を円滑にするための交差点改良、交通安

全対策、その他大型車の通行を可能とするための対策を実施することを想定する。道路整備優先区間の検討においては、病院や役所等、災害発生時に防災拠点になり得る施設までの到達時間を考慮し、交通量や政治的な判断のみならず防災の側面を取り入れた舗装化優先区間の選定等を実施する。

(3) 電力

1) 関係機関・法制度の概要

モザンビークの電力供給については、エネルギー省の国家電力エネルギー局・国家再生エネルギー局が法制度・政策を統括し、監督下にあるEDM(Electricidade de Moçambique)が発電・送電・配電を垂直統合して開発・運営する仕組みである。グリッド連系しない地方電化については、エネルギー省に従属するFUNAE(Fundo de Energia)がこれを取り仕切る。

モザンビークの主要電源は、ザンベジ川流域の大型ダム・各都市近郊の火力である。輸出用水力の規模が大きく、マクロで見ると電力供給が需要を超過している。EDM 年次報告書によると、モザンビークの発電量は2020年には3,782GWhで、発電量は2019年の873GWhから2020年には906GWhに増加し、4%成長した。

系統は南北で分断され、ザンベジ川の水力は直流送電でまず南アに送電され、南部では南ア系統から電力を輸入している。中央給電指令所は国内にはなく、各施設では南ア・ジンバブエのオペレーターの指令を受けている。

モザンビークのグリッドコードはN-1基準である。これは、送電線や発電所のうち1カ所が故障しても電力供給に支障をきたさないように余裕を持った設備形成と運用をなすという意味である。しかし、モザンビークは電化が未完了で需要も増加しており、バックアップの用意よりも電化や需要増への対応を優先しているとみられ、設備形成が追いつかず基準を満たしていない。

全体的に見ると、モザンビークの4大都市がある3つの州（マプト、マトラ、ベイラ、ナンプラ）は、送電インフラの老朽化、緩やかな消費者の増加、不安定な発電量、異常気象により停電や電力品質が低下する特徴がある。

EDMは近年、4都市の停電時間を15～20%減少させたが、ベイラは例外でサイクロン・イダイによるインフラ停止の影響と思われ、2019年には8%増加した。一方で、電力料金は政治的な理由で実際のコストを反映していないため、EDMは負債を増やし、信頼性が高く、質の高い、手頃な価格のサービスが難しくなっている。また変電所や配電線が過負荷になっているため、人口密度の高いマトラ市やマプト市では、ベイラ市やナンプラ市よりも多くの停電が発生している。これら地域では料金徴収、運転監視、メンテナンスの能力を高める必要がある。

2) 関連計画・開発現況等の概要

2018年にJICA支援で国レベルの電力マスタープランが更新された。ナショナルグリッドに接続しない地方電化はWBが支援している。また、都市での配電網改善もWBが個別に支援している。加えて、南部アフリカパワープール(SAPP)による国際連系線・電源開発計

画もあり、優先 PJ が指定されている。GW 級水力・中規模石炭開発が SAPP 優先 PJ となっている他、ザンベジ川の水力とガス・石炭火力開発計画が多数存在する。水力以外の RE 導入計画は 100-200MW 程度である。南北連系・ザンベジ川水力輸出線・マラウイ線も SAPP 優先 PJ である。2024 年に南北連系が実現する予定である他、22 - 26 年にかけて内外連係の進展と送電系統の N-1 基準を達成する計画である。南北連系後は系統運用の変更が必要(現状はジンバブエ・南アが負荷調整)になる為、組織づくりとキャパビルが進展中である。

年率 10%以上の需要増で常に系統強化・拡大が必要だが、電気代を上げていく事が投資継続の前提である。送配電網の改善は進行中で、グリッドコードは N-1 だが需要増と電化推進への対応が優先である。現状ループ化が実現したのはマプトの一部のみである。23 年に電化率を 50%、30 年に 100%とすることが目標である。全州都が 15 年に電化済みである。ここで系統電力を取り扱う EDM と、地方電化を推進する FUNAE は別組織である。オフグリッド電化はこれまで計画されていた DEG をやめて PV/小水力を積極的に採用していく方針に変わっている。

また EDM は 2018 年から 2028 年までの戦略計画の中で、再エネを全国の送電網に接続し、またオフグリッドシステムを開発する必要性を強調している。この計画では、約 8,000MW（現在の 10 倍）のエネルギー需要を想定している。需要の増加に対応するために、多様な電源による設備容量の大幅な増加が予測されている。(i)水力 4,300MW、(ii)石炭 1,350MW、(iii)太陽光 530MW、(iv)風力 150MW、(v)天然ガス 8,500MW。一方で同国では送配電網への投資が非常に重要である。

PV 容量については 2011 年の 1MW から 2017 年には 15MW に増加したが(Energy Eight Edition, 2020 - Global Legal Group)、特に同国の高い日射量のポテンシャルを考慮すると、全体の供給量に対する貢献度はまだかなり小さい。現在は Mocuba と Metoro、それぞれ 41MW の 2 つの太陽光発電所が建設中である。風力発電に関しては、EDM などが、Namaacha、Manhiça、Cahora Bassa の 3 つの風力発電所（それぞれ 30MW）の実現可能性調査を開始した。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

サイクロン・イダイは、同国の中部地域に大きな影響を与えた。Mozambique Cyclone Idai - Post Disaster Needs Assessment によると、被災地では様々な電力インフラが稼働しており、被災地の水力発電所、送電線、一次/二次変電所、配電線、変圧器、独立型太陽光発電システムなどが被害を受けた。被害を受けた顧客は 57 万人と推定されており、復旧の為に新たな送電網の開発は一時的に停止せざるを得なかった。

一方で EDM は迅速な復旧に努め、即座に被害状況を診断し、計画と作業手順を作成し、チームと資材を組織して送り、社内のエンジニアと地元の請負業者を動員して電力サービスを復旧させた。EDM はベイラに 22KVA から 200KVA の容量を持つ 9 台の発電機を割り当て

た。サイクロン発生から2週間後にはベイラの主要部での電気を復旧させることができたが、ドンベなど他の地域では医療施設も停電していた。

Post-disaster Assessment では、この分野における DRR とレジリエンスの構築のために、送電網の技術仕様の変更などの提言がなされた。具体的には、i）自立送電塔の使用、ii） 木造よりも洪水の影響を受けにくいコンクリート製の配電柱の使用、iii） ベイラ道路付近の良質な土地の使用を含めた電柱の基礎の強化、iv） 電柱間のスパンを短くする、iii）新しい変電所のプラットフォームを地上から1〜2メートル高くする、iv）既存の変電所に追加の洪水対策を施す、などである。ステイワイヤーの使用は、洪水の破片がステイワイヤーに挟まり、電柱にダメージを与える力が加わる可能性があるため、不適切としている。これらは、今後の建設工事の発注時に技術仕様に含まれるべきである。

また、2020-2021 Contingency Plan が政府によって策定された。エネルギー部門に関しては、この計画の中で実施される活動に関連して、全ての州都で非常用発電機を利用できるようにすること、全ての地域で輸送、燃料、予備物資のロジスティックスを強化すること、河川横断地域を中心に電力網の挙動を恒常的に監視すること、特に天候に左右されやすい遠隔地で緊急介入のための最小限の資材を確保することが定義されている。

〈ハザードマップ〉

土砂災害については、マプト・ベイラ・ナカラの土砂災害リスクは低いが、基幹電源があるソンゴとそこから南アへ繋がる送電線は土砂災害リスクのある地域と接近している為、問題が生じていないか確認し、新規設備には適切な土木設計がなされる必要がある。

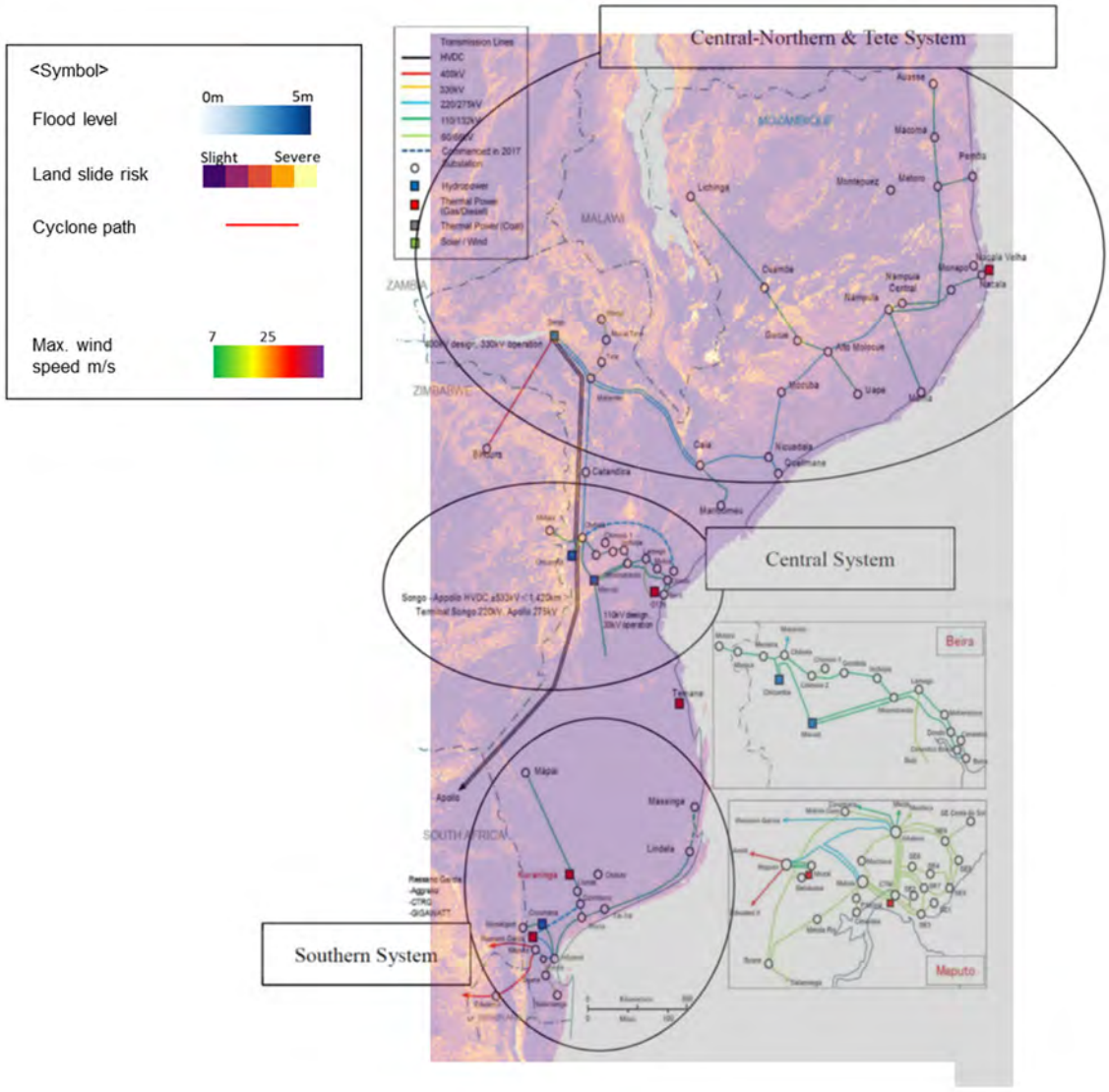


図 3-52　モザンビーク電力設備マップと土砂災害リスクマップ

出典：モザンビーク国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート(2018, JICA)より JICA 調査団作成

一方、基幹電源・基幹系統で洪水やサイクロンのリスクに曝されている地点は少ないが、一部で浸水域をまたぐ部分がある。マプトの重要変電所は浸水域に近く、問題が生じていないか確認し、また新設される場合は適切な基準と設計が採られる必要がある。

ベイラはサイクロン・洪水のリスクが顕在化しており、問題が生じていないか確認し、また新設される場合は適切な基準と設計が採られる必要がある。

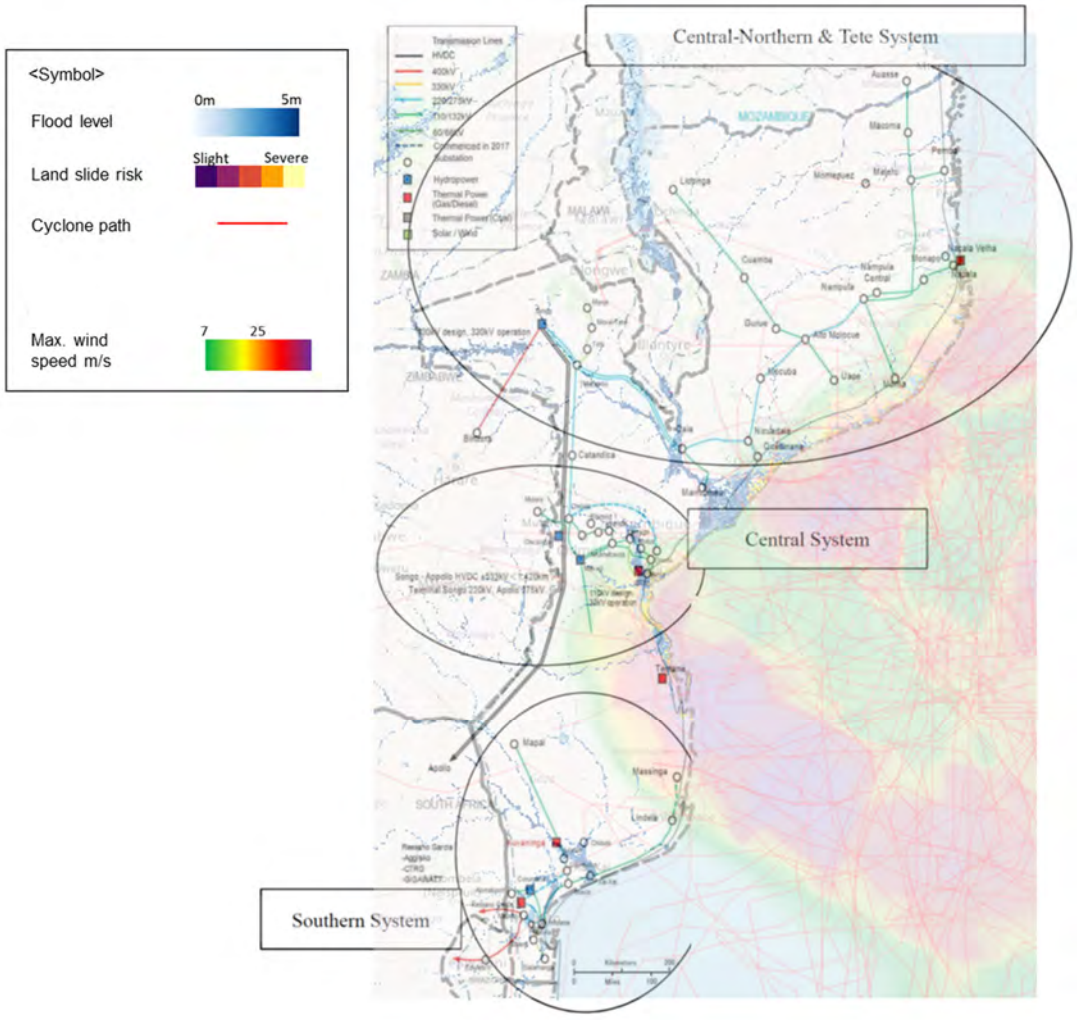


図 3-53　モザンビーク電力設備マップと洪水・サイクロンリスクマップ

出典：モザンビーク国電力マスタープラン策定プロジェクトファイナルレポート(2018, JICA)より JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

モザンビークの電力セクターの課題は、大規模電源開発・大規模送電開発・都市部での配電網の強化・地方電化が挙げられる。JICA による支援を含め、様々なプレーヤーがマスタープラン策定や大規模開発に取り組む中、重複を避けつつ有益な案件を形成していく事はあまり容易ではないが、将来的には都市部の重要な公共セクターや企業、また工業団地など向けに、停電や災害時にも信頼性の高い電力を供給していく等、電源・送配電に関する開発事業が求められると考えられる。

(4)　上下水

1)　関係機関・法制度の概要

モザンビークにおける上下水道関連法制度は以下の通りである。

- 水法（Lei n.º 16/1991 : Lei de Águas）
- 国家水政策（Resolução n.º 42/2016 : Política Nacional de Águas）
- 給水委託管理枠組（QGD）に関する政令（Decreto n.º 72/1998）
- FIPAG に関する政令（Decreto n.º 73/1998）
- 水規制委員会（CRA）に関する政令（Decreto n.º 74/1998）
- 公共給水・排水規制（Decreto n.º 30/2003）
- 給水・排水建設規制（Decreto n.º 13/2004）
- 人体に対する水質規制に関する省令（Diploma Ministerial n.º 180/2004）

モザンビークの水行政全体は MOPHRH が管轄しており、その内、上下水道は国家上下水道局（Direcção Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento、以下「DNAAS」）、水資源管理は国家水資源管理局（Direcção Nacional de Gestão de Recursos Hídricos、以下「DNGRH」）が管轄している。

水行政は業務の階層と特定の分野ごとに担当組織が設けられている。中央レベルの上下水道関係組織には上記 2 局の他に、水分野の規制当局である水規制機構（Autoridade Reguladora de Água、旧 CRA、以下「AURA」）、マプト市やベイラ市など大規模な市の上水道を担う FIPAG、大規模な市での下水道及び小規模な市町で上下水道を担う水・衛生インフラ局（Administração de Infra-Estruturas de Água e Saneamento、以下「AIAS」）がある。州レベルでは、州長官が DNAAS の業務を州内で実施している。水資源・河川管理は 5 つの地方水局（Administrações Regionais de Águas、以下「ARAs」）は各担当地区にて地区内水文情報の収集、ダム・河川・地下水管理、利水、水使用量の集金等の DNGRH の業務を実施している。AURA、FIPAG、AIAS 及び ARAs は外郭団体に位置づけられる。

FIPAG 等水道事業者は ARAs に水利用申請を出すが、使用水量の管理は水道事業者にて行われ、ARAs で記録しているのは地下水揚水量のみである。

2)　関連計画・開発現況等の概要

モザンビーク政府は、「5 か年計画 2020-2024」（Programa Quinquenal do Governo 2020-2024、以下「PQG」）に基づき、2019 年を基準に 2024 年までに達成すべきインフラ整備目標を定めた。主な指標は、安全な水へアクセスできる人口割合を農村部で 52%から 70%に増加、都市部で 83%から 90%に増加させること、適切な衛生サービスを利用できる人口割合を農村部で 32%から 55%に増加、都市部で 56%から 80%に増加させることである。

また、モザンビーク政府は特に農村部の水衛生セクターの具体的方策である「国家村落給水衛生プログラム（Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural、以下「PRONASAR」：2010 年～2015 年）を策定し、全国給水率の達成目標（2015 年：70%）を掲げていたが、55%（2019 年）と目標値に及ばなかった（DNAAS)。モザンビーク政府と各国ドナーは上記プログラムの見直しを行い、改訂版の PRONASAR では期間を 2019 年から 2030 年までとして SDGs で掲げられている給水セクターの目標を達成するために、2030 年までに全国の地方住民に対して持続的かつ安全な給水・衛生サービスへのアクセスを確実にすること、中期的（2024 年）には、地方住民の 80%に安全な水の供給及び 75%に衛生施設へのアクセスを確保することを目標に掲げている。

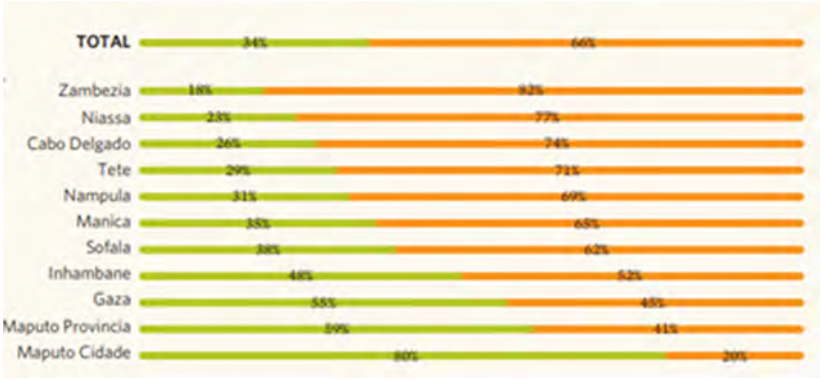


図 3-54　Access to piped water by province (%)

出典: FinScope Consumer 2019 Survey

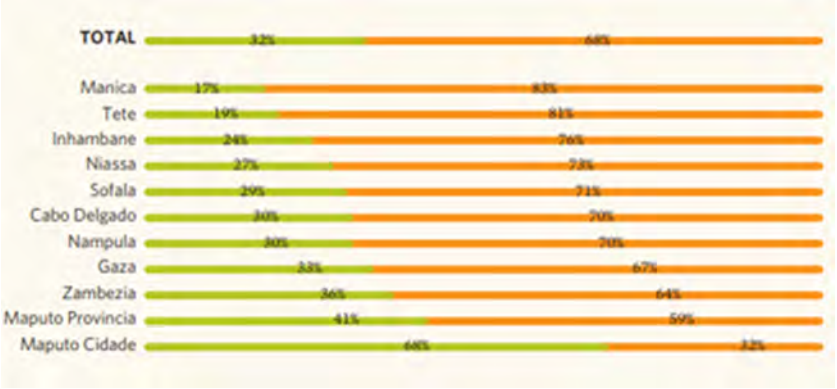


図 3-55　Access to sanitation (%)

出典: FinScope Consumer 2019 Survey

モザンビークにおける上下水道分野関連計画は以下の通りである。

- 5か年計画 2020-2024 (QPG)
- 国家村落給水衛生プログラム 2019-2030 (PRONASAR)
- 命の水プログラム (Programa Água para a Vida、以下「PRAVIDA」)
- 国家水衛生戦略 2011-2025 (Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano)
- SDGs 達成のための水分野アクションプラン 2015-2030 (Plano de Acção do Sector da Águas para implementação dos Objectivos de Desenvolvimento Sustentável)
- 都市上下水道国家戦略 2011-2025 (Estratégia Nacional de Água e Saneamento Urbano)

モザンビーク政府はPRONASARの下、地方部の給水・衛生サービスへのアクセス向上に取り組んでおり、JICAも「ニアッサ州持続的村落給水・衛生改善プロジェクト」等でこれを支援している。また、ナカラ回廊開発計画策定支援に伴う給水・衛生分野の支援方策の検討、AIASをカウンターパートとした情報収集調査を実施している。

- 緊急給水計画準備調査報告書 (JICA、2009年)
- ザンベジア州持続的給水・衛生改善プロジェクト (JICA、2011年)
- ナカラ回廊給水・衛生分野に係る基礎情報収集・確認調査 (JICA、2012年)
- ナカラ回廊経済開発戦略策定プロジェクト (開発調査型技術協力) (JICA、2015年)
- ニアッサ州持続的村落給水・衛生改善プロジェクト (JICA、2017年)
- ニアッサ州持続的給水システム及び衛生促進プロジェクト(JICA、2021年より実施中)

各ドナーにより実施されている上下水道に関する支援プログラムは以下の通りである。都市及び地方の給水・衛生施設のリハビリ、拡張、無収水率の低減、衛生改善、それらに係る調査、技術協力、組織能力強化などが実施されている

- PRONASAR in Nampula and Zambezia Provinces (AfDB、2010年～2017年、6百万ユーロ)
- PRONASAR.改訂支援(Common Fund (英国国際開発局(DFID)、国際連合児童基金(UNICEF)、オーストラリア政府、スイス政府))
- AIAS Phase II (オランダ政府、2017年～2021年、9.65百万ユーロ)
- Institutional Support FIPAG (オランダ政府、2016年～2022年、17.5百万ユーロ)
- IWRM (オランダ政府、2019年～2025年、18.5百万ユーロ)
- Blue Deal (オランダ政府、2019年～2022年)
- Urban Sanitation Project (WB、I 2019年～2024年 115百万USドル；II 2024年～2028年及びIII 2029年～2033年 200百万 USドル)
- Access to Water, Sanitation and Maintenance Services (フランス開発機構 (AFD)、

2017 年～2020 年）

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a） 上下水道に関する体制

上下水道インフラの観点からモザンビークで特に留意すべき災害は洪水、風害、干ばつである。災害発生時に上下水道の被害を最小限にし、早期の復旧、最低限の機能を維持するためには、サイクロンによる風害を考慮した強靭な施設設計とともに、浸水リスクの低い場所への施設配置の視点も重要である。

2021 年 10 月 22 日及び 11 月 2 日に、DNAAS の給水担当者に、上下水道事業の実施体制や法令の整備状況についてヒアリングを行った。

上下水道施設の設置場所選定にあたっては設置場所自治体の都市計画に準じた上で工学的に適切な位置とする。また、建設にあたっては MOPHRH の定める構造令に従う。上下水道施設の施工規則としては水質基準を定めた公共給水・排水規制（Decreto n.º 30/2003）と管路やポンプ施設の基準を定めた給水・排水建設規制（Decreto n.º 13/2004）があるが、浄水施設や配水池に関する規制は無い。

DNAAS ではオランダ政府の支援を受けて、2003 年の公共給水・排水規制の見直しを進めている。見直しの主なポイントは渇水対策、公共水栓の基準利用人数、上水道接続希望戸数の増加に伴う上水道設置箇所の検討である。

また、モザンビーク政府は、WB の支援を受けて、給水・衛生法の制定に向けて検討・準備を進めている。新法や改正基準においてどの程度上下水道の防災主流化が推進されるかは不透明であるが、現時点では防災配慮は個々の事業に任せられている状態である。

また、2021 年 10 月 21 日に、ARA-Sul の水資源管理担当者に、上水利用と河川域内の構造物建設についてヒアリングを行った。

ARAs の管理する水資源からの上水利用にあたっては事業者から ARAs に申請を行う。表流水の使用量は計測していないが、地下水の使用量は ARAs で記録している。河川域内の上下水構造物の設置にあたっては MOPHRH の定める構造令に従う。

b） サイクロンによる都市部の被害

上下水道セクターにおける災害発生時の被害想定は FIPAG と AIAS が行っており、INGD と国際ドナーも重要な役割を果たしている。緊急被害想定は道路によりアクセス可能な範囲に限られており、地方部におけるより専門的で正確かつ即時性のある被害想定が必要で

ある。サイクロン・イダイでは、主にソファラ州の水道施設が大きな被害を受けた。ベイラ市 Mutua の送水場（**図 3-56** の緑ピン）は被災前の 50%の能力しか稼働していない。（Mozambique Cyclone Idai Post Disaster Needs Assessment, 2019）

ベイラ市の下水道施設もサイクロン・イダイにて被災した。2021 年 10 月 26 日及び 29 日に、サイクロンの被害と今後の課題について、ベイラ市の下水道・衛生施設・排水路の建設・維持管理・運営を担うベイラ下水機構（Serviço Autónomo de Saneamento da Beira、以下「SASB」）の排水路担当者及び下水道担当者にヒアリングを行った。老朽化により生じた管路の亀裂からの漏水や、砂の流入による管路の閉塞や逆流が問題となっているところ、イダイ襲来の際は多量の砂が下水処理場（Estação de Tratamento de Águas Residuais、以下「ETAR」）に流入した。ETAR は 7,500m3/日の処理能力を有するが、被災後の処理能力は 100m3/日に留まっており、殆どの下水を海に放流している状態である。2019 年から 2020 年にかけて EU が被害状況の調査を実施しており、近く取りまとめられる報告書を以て復旧を行うことを検討している。

ポンプ施設等の機場は排水設備が稼働していることに加え、建屋周辺に貯水タンクを設けており、浸水による機電設備の損傷はこれまでに発生していない。



図 3-56　ベイラ市給水管網、ポンプ場、取水口、浄水場位置図

出典：Beira Urban Water Master Plan （ベイラ市、2014 年）

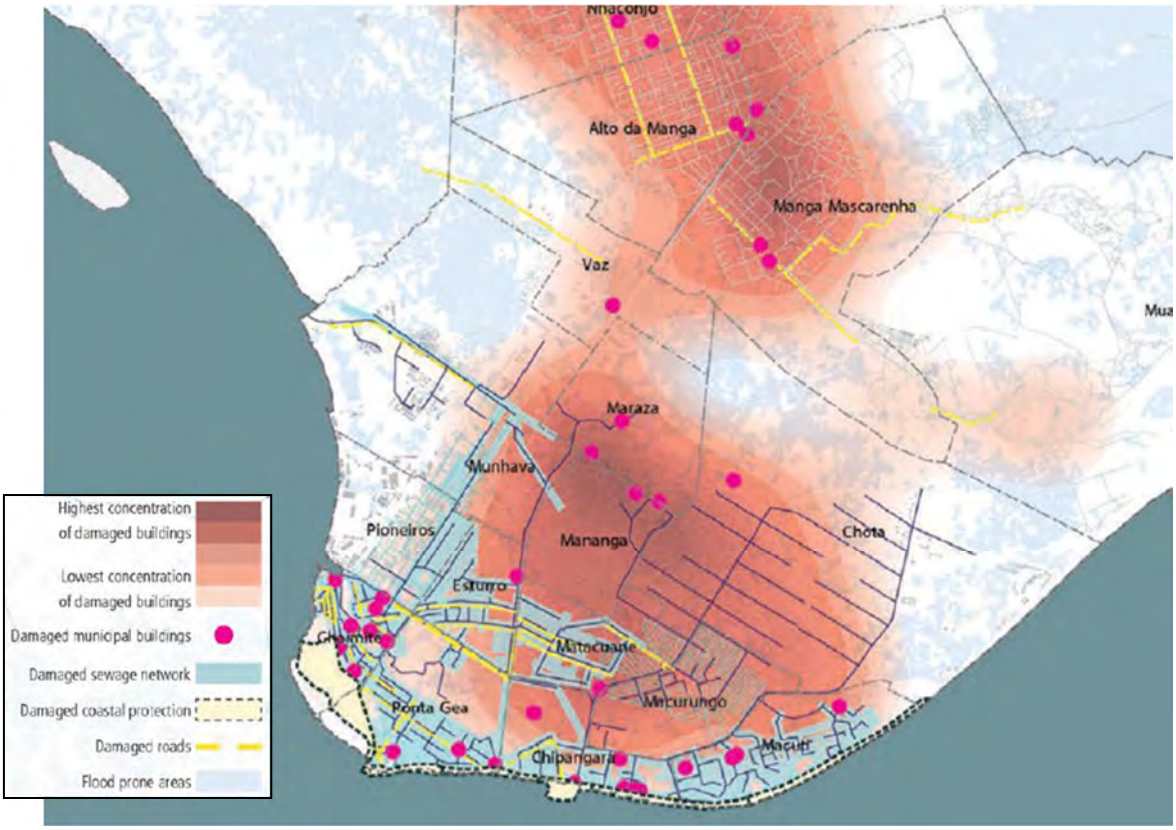


図 3-57　サイクロン・イダイにより被災した下水管網

出典：Beira Municipal Recovery and Resilience Plan （ベイラ市、2019 年）より一部

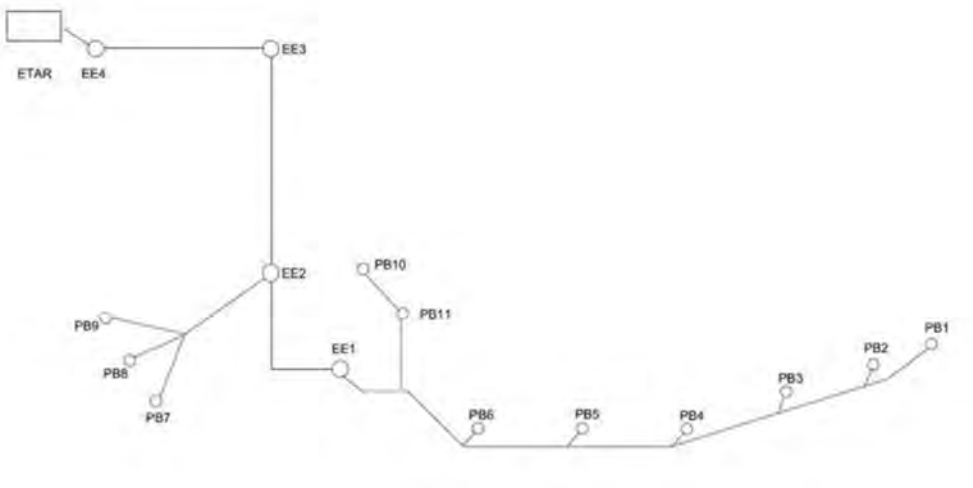


図 3-58　ベイラ市下水道系統図

出典：Beira Municipal Recovery and Resilience Plan （ベイラ市、2019 年）より一部

c)　サイクロンによる農村部の被害

近年の災害による上下水分野の被害は以下の通りである。

表 3-27　上下水セクターのサイクロン被災実績

年月	被害地域	概要
2021 年 2 月 サイクロン・エロイーズ	ソファラ州、マニカ州、ザンベジア州、ガザ州、イニャンバネ州	- 上水アクセス影響人口（地方部）：30,000 人 - 井戸 40 本が故障または破損（地方部） - ソファラ州で 304 か所の給水所に被害 （International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, the Emergency Plan of Action (EPoA), 2021 年）
2019 年 4 月 サイクロン・イダイ	ソファラ州	- ベイラ市上水ポンプ施設の機能低下、下水処理施設の機能低下（SASB ヒアリング） - 上水アクセス影響人口（全国）：211,000 人 - 衛生施設の被害（全国）：都市部 118,600 施設、地方部で 71,450 施設（UNDP、2019 年） - 上下水セクターの復旧ニーズ：106.2 百万 US ドル（UNDP、2019 年）

出典：JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

上下水道施設に対する主な防災施策は、適切な施設配置、配水池容量設定における災害発生期間の上水確保、施設（特に機電設備）の洪水防御や排水インフラの整備、組織の災害対応能力向上、経営改善によるバックアップ設備の確保である。国が具体的な防災施策を設計ガイドラインに明文化することにより、防災意識の啓発につながり、個別案件により防災配慮に差が生じることを防ぐことができる。

しかし、ガイドライン策定には時間を要する他、モザンビークでは給水・衛生サービスへのアクセス向上やサービスの改善がまず喫緊の課題である。そのため、これらに対する無償資金協力を実施する中で上記の防災配慮を実行していくことにより、上下水道の災害に対する強靭化を推進することが考えられる。

干ばつに対しては、比較的影響を受けづらい地下水を水源とする給水設備の整備や管理能力向上を推進していくことが必要であり、これまでにザンベジア州やニアッサ州で行ってきた支援の継続実施は有効と考えられる。

(5)　通信

1)　関係機関・法制度の概要

a)　市場概要

モザンビークは、サブサハラ・アフリカ諸国中、最も通信指標が低く、人口 100 人あたりの固定電話は 1 台以下、携帯電話の普及率も比較的低い(Eaglestone Securities, 2014)。内戦の影響で、国内の主要インフラが整備されず、長期間投資が行われていなかったのが原因である。1992 年のモザンビーク解放戦線との和平合意後、政府は ICT 市場の部分的な自由化を開始した。ただし通信インフラは主に都市部に限られており、そのサービスは主に移動通信で提供されている（下図参照)。移動通信ネットワークは主に、都市や村、幹線道路や経済回廊、沿岸部の観光地などを網羅している。

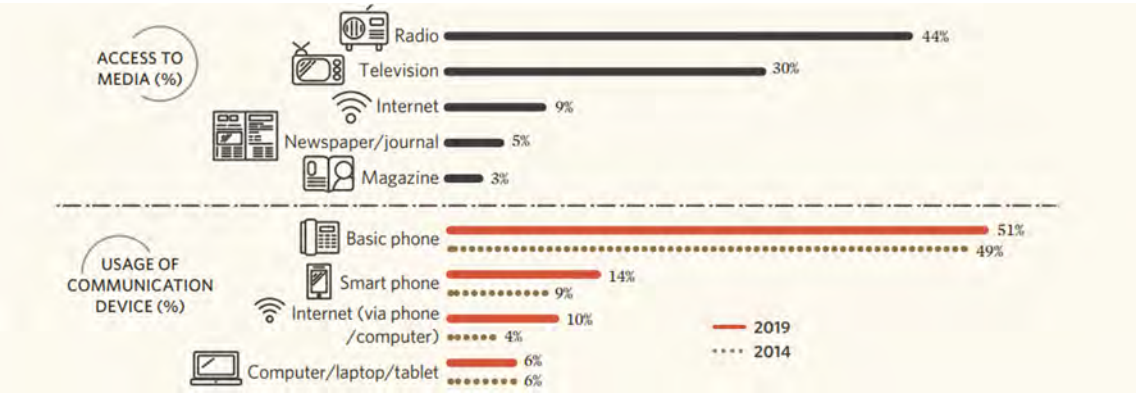


図 3-59　Access and usage of communication media in past month (%)

出典: FinScope Consumer 2019 Survey

モザンビークの固定電話普及率は、全世帯の 2%未満であり、サブサハラ地域で最も低いレベルに留まる。固定通信事業者の企業努力にもかかわらず、固定電話加入者の数は減少し続けており、主に契約加入者の減少により、2019 年には 2018 年比 12%減少している。固定電話経由のインターネット加入者も同じ傾向をたどり、2019 年の第 3 四半期には前四半期と比較して 18%減少している（INMC、2019)。

一方で移動通信市場は年平均 26%の成長率で成長を続けており、人口カバー率 65%以上になる。Communications Regulation Report 2019 (INMC, 2019)によれば、2015 年から 2017 年にかけてサービス加入者数は減少し、2018 年と 2019 年には微減（2%）したものの、2019 年の加入者数はほぼ同じ（14,074,248 人）であった。モザンビークで主流の通信方式は、2019 年データによれば 2G 及び 3G ネットワークである。

光ファイバーネットワークについては、モザンビークの一部の都市部では商業サービスプロバイダーが光ファイバーネットワークへ投資しており、そのサービスを受けられるが、これは大都市中心部の人口密度の高いエリアに限定される。

モザンビークの通信ネットワークは、都市部では国際的な接続は十分にサービスされており、一般的に、国際接続の価格設定や可用性に関する懸念はないようである。ただし、バックホールのサービスプロバイダーを介して国際接続にアクセスするにはコストがかかる可能性がある。一方、農村地域では、ネットワークの品質が低いこと、標準化されたネットワーク仕様がないこと、バックボーンネットワークとの接続コストが高いこと、周波数課金メカニズムが不平等なこと、及び幅広い経済的要因などの要因により、インフラ共有が進まなかったり、バックボーンネットワークが重複したり、音声及びブロードバンドサービスを提供するための通信ネットワークへの投資が滞るなどの問題が生じている。

電気通信インフラ（TII）の主要なデータソースである ITU(国際電気通信連合)のデータセットは有料なので本調査では入手できなかったが、E-Government Survey 2020(UN、2020)を通じて 2020 年の TII の構成要素を調査したところ、モザンビークの電子政府指標（E-Government Index、EDGI)、オンラインサービス指標（Online Service Index、OSI)、人的能力指標（Human Capital Index、HCI）は以下の通りであった。

表 3-28　モザンビークの電気通信インフラ指標（2020）

電子政府普及指数（E-Government Development Index）	0.3564*
オンラインサービス指標（Online Service Index）	0.5176
人的資本指数（Human Capital Index）	0.4222
通信インフラ指標（Telecommunication Infrastructure Index）	0.1293
100 人当たりの移動通信普及率（Mobile cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants）	47.72
インターネット利用率（%）Percentage of individuals using the internet	10
100 人当たりの固定ブロードバンド通信利用率（Fixed (wired) broadband subscriptions per 100 inhabitants）	0.24
100 人当たりのモバイルブロードバンド通信利用率（Active mobile broadband subscriptions per 100 inhabitants）	15.07

*モザンビークの EGDI は 193 位中 163 位と中程度で、OSI 値は中程度、TII 値は非常に低く（それぞれ 0.5176、0.1293)、自然災害被災後に通信インフラの復旧に苦慮し続けている現状が反映されている。

出典：E-Government Survey 2020（UN、2020）

b)　基本政策

2002 年以来、モザンビークは電気通信市場を開放し、オープンで自由な競争に基づく市場へ移行した。特に、移動通信サービス分野の競争により、音声通信の品質は目覚ましく成長し、現在ではブロードバンドサービスが急拡大している。モザンビーク政府は特に、インフラネットワーク、アクセスネットワーク、及び国際電話のセグメントでの競争を奨

励及び促進している。電気通信市場の全てのセグメントについて新規参入者にも公平に開かれているものの、実際にはセグメントによって競争の進み方は若干差がある。

モザンビーク政府はまた、より多くの事業者が市場に参入し、サービスを提供し、国内ネットワークで競争することを奨励している。モザンビークにおいては、通信インフラ市場における公正な競争とは、通信ネットワークサービスの提供だけでなく、通信事業者間の相互接続性の確保、通信事業者のインフラストラクチャーの共有、公道の使用なども対象となっている。

c) 関連法案

モザンビークは自然災害に頻繁に見舞われる国であるため、レジリアンスのある通信インフラと災害発生時の迅速な対応能力を備えている必要がある。これを考慮して、災害リスクの軽減、または災害リスクへの対応のための主要ガイドラインが、「モザンビーク電気通信法」(Law of Telecommunications in Mozambique (Law No. 4/2016, of 3 June)) の中で示されている。通信セクターに関して、モザンビーク政府がこれまでに策定した戦略、政策、イニシアチブを以下に列挙する：

[1] Law No. 4/2016, of 3 June, which approves the Telecommunications Law
[2] Resolution No. 54/2006, of 28 December, which approves the Telecommunications Strategy
[3] Resolution No. 47/2017, of 27 October, which approves the National Broadband Strategy
[4] Decree No. 32/2001, of 6 November, which defines the Organization and Functioning of the National Institute of Communications of Mozambique (the "Organic Statute of INCM")
[5] Resolution No. 17/2018, which approves the Information Society Policy
[6] Resolution No. 47/2017, which approves the National Broadband Strategy
[7] Resolution No. 52/2019, which approves the Strategic Plan for Information Society
[8] Resolution No. 28/2000, of 12 December, which approves the Information and Communications Technology (ICT) Policy
[9] Decree No. 37/2009, of 13 August, which approves the Regulation of Telecommunication and Radio Communications Homologation
[10] Decree No. 62/2010, of 27 December, which approves the Regulation of Passive Telecommunications Infrastructures Sharing and other Network Resource (the "Regulation of Infrastructure Sharing")

[11] Decree No. 6/2011, of 3 May, which approves the Regulation of Public Telecommunications Services Quality

[12] Decree No. 26/2017, of 30 June, which approves the Regulation for the Licensing and Registration Regime, and Scarce Resource for the Provision of Telecommunications Services for Public Use and Establishment and Use of Public Telecommunications Networks

電気通信法（Law No. 4/2016, of 3 June, [1]）は、電気通信ネットワークの設定、管理、運用を許可された個人及び法人に適用される。同法では、通信市場を開放して通信ネットワークが競争によって収束するように、通信セクターの一般的な枠組みを定義している。更に公正な競争とセクターの新たな展開のための規範的な枠組みに対応し、さらなるライセンス規制が近代化及び強化するために、電気通信法は過去に改正されている。監督機関は、これらの規則を推進及び施行するために必要な場合にのみ介入するとしている。

電気通信法の補足文書である Resolution No. 54/2006, of 28 December, which approves the Telecommunications Strategy([2]) は、電気通信法の定義とその原則の実施方法について記載している。電気通信戦略及び電気通信法の改正の目的は、適切な法的環境を作り出すことによってセクター内の競争を促進させることにある。絶えざる技術の進歩や淘汰に適切に対応し、同国を世界の通信トレンドやベストプラクティスに合わせることを目指している。

d) 監督機関

通信セクターの監督省庁は、MTC であり、通信セクターの監視に責任を負っている。デジタル移行、電子政府、サイバーセキュリティなどのさまざまなプロジェクトに焦点が当てられた。

電気通信規制当局は、1992 年設立のモザンビーク国立通信研究所(INCM)である。INCM は、MTC の管理監督下にある独立機関であり、INCM の主な責務は、ライセンス供与、周波数管理、免許番号管理、関税及び通信品質の規制にある。災害レジリエンスを強化するには通信インフラを国際基準に準拠させる必要があるため、INCM は、Global Partnership for Disaster Resilient Infrastructure（災害に強いインフラのためのグローバルパートナーシップ）の一環として、通信分野での標準化を目指し、以下に述べる通信事業者との協議を開始した。

e) 主な事業者

モザンビークの通信・放送セクターの事業者は、以下の通りである。

【移動通信事業者】

- Moçambique Telecom（国営、通称 Tmcel）[20]
- Vodacom（民間）[21]
- Movitel（民間）[22]

市場規模に関しては、2019 年時点の加入者数ベースでは、Vodacom が 49%と最も多く国内市場の加入者のほぼ半分を占め、その後に Movitel が 28%、Tmcel が 23%と続く（INMC、2019)。既述の通りモザンビークで主流通信方式は、2019 年データによれば 2G 及び 3G ネットワークである。2G ネットワークは、地区及び行政区域単位では Movitel のカバレッジが最も広いが、ポイント的には Tmcel の方がパフォーマンスは高くなっている。ただし、3G ネットワークの場合、Movitel は全ての行政区画でより多くのポイントをカバーしている（INMC、2019)。移動通信事業者毎のサービスエリアを下図に示す。

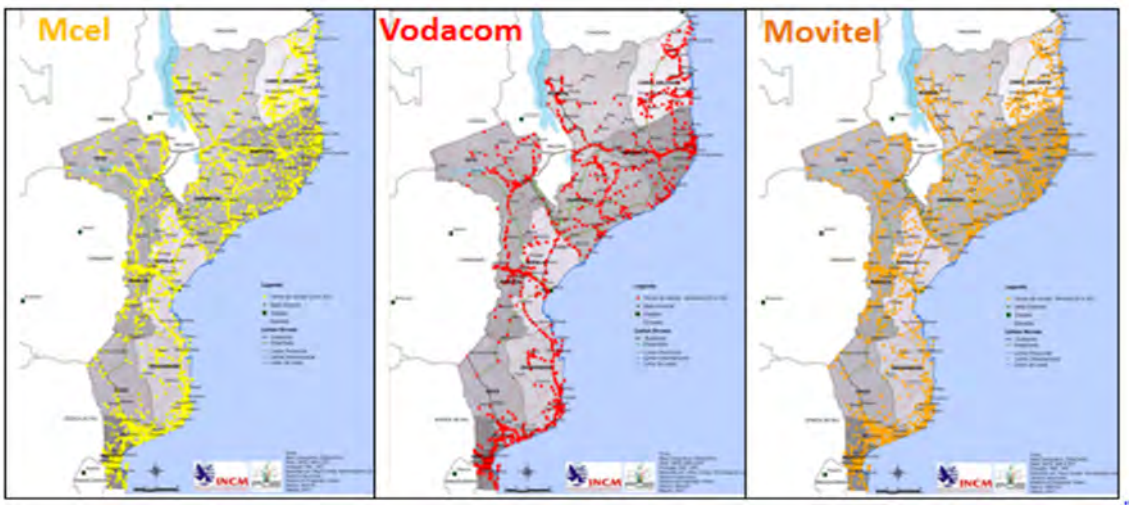


図 3-60　移動通信事業者毎のカバレジマップ

出典: INCM, 2017

[20] http://www.mcel.co.mz/
[21] https://vm.co.mz/
[22] https://movitel.co.mz/

【固定通信事業者】

- Telecom-Tmcel（国営）[23]
- TDM（Telecomunicações de Moçambique、国営）[24]

Telecom-Tmcel は、国内で固定及び移動通信サービスを提供する唯一の事業者となった。競争を促進して市場規模を拡大し、パフォーマンスとサービス品質を向上させるため、Tmcel は 2019 年に通信機器に約 2,300 万 US ドルを投資した（INMC、2019)。また、Telecomunicações de Moçambique（TDM)は、モザンビークの電気通信及びインターネットサービスプロバイダーであり、MoçambiqueCelular(Mce)と TelecomunicaçõesdeMoçambique（TDM）は、国営企業のコストパフォーマンスを向上させるために 2018 年に統合された。

【デジタルテレビ】

モザンビークのデジタルテレビ市場は、Communications Regulation Report 2019（INMC, 2019)で初めて分析された。市場には、デジタル衛星テレビ（DSTV)、GoTV、ZAP、TVCabo の 4 つの企業があり、後者は ZAP 及び DSTV チャネルへのアクセスを提供している。これらの企業は、191 の全国テレビチャンネル、62 のラジオチャンネル、41 の HDMI チャンネルを提供している。加入者数ベースでは、2019 年末まで、この市場には全国で約 1,955,841 人の有効加入者を持ち、トップは TvCabo（62%)、それに ZAP （24%)、GoTV （9%)、DSTV（4%）と続く。

[23] http://www.mcel.co.mz/
[24] http://www.tdm.mz/

2) 関連計画・開発現況等の概要

モザンビークでは、ブロードバンド・インターネット接続の急速な拡大が続いており、全住民の約 15%がインターネットにアクセスしている。

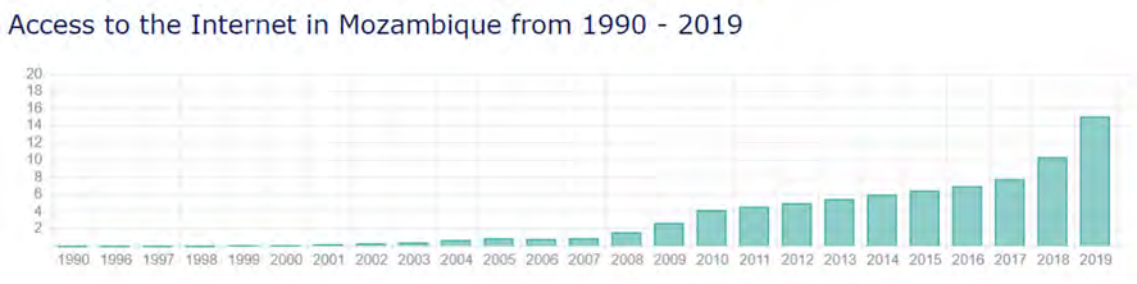


図 3-61　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)

出典：EorldData.info[25]

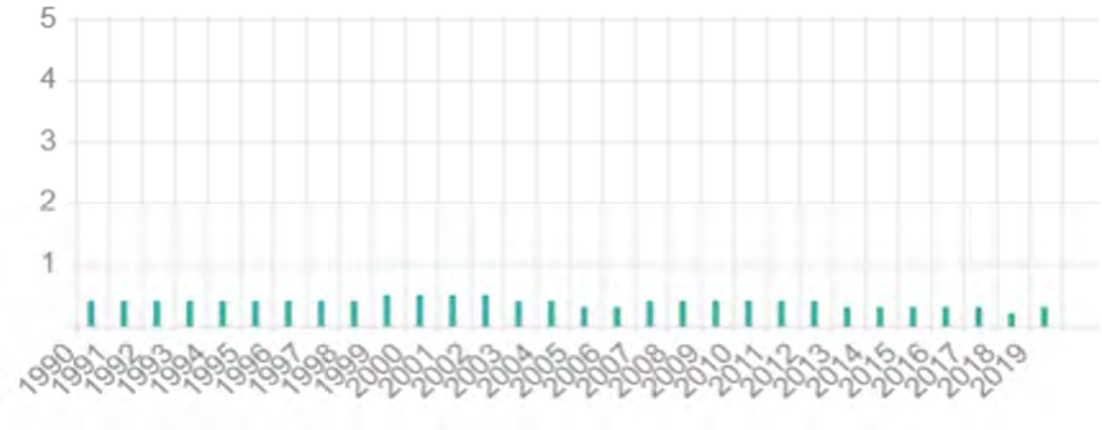


図 3-62　固定回線加入者人口比率

出典：EorldData.info

[25] https://www.worlddata.info/africa/mozambique/telecommunication.php

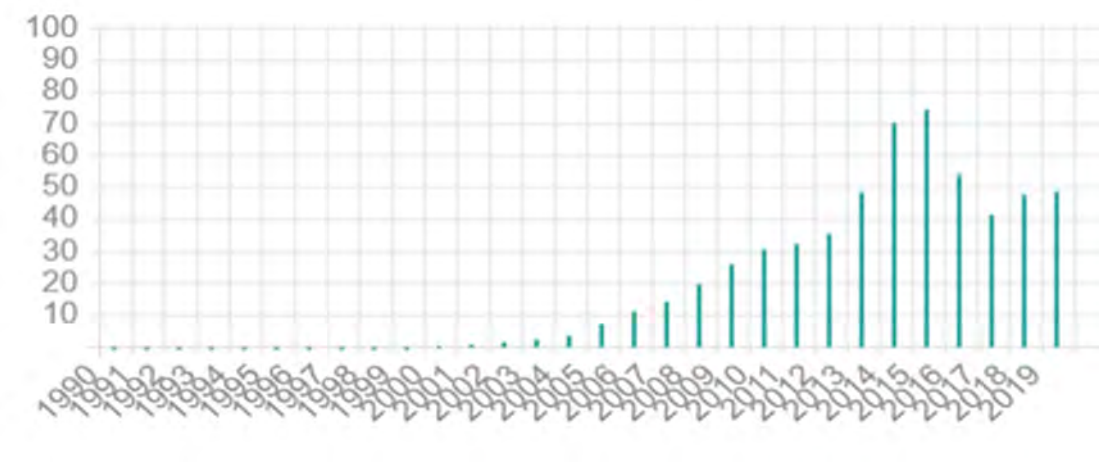


図 3-63　モバイル回線加入者人口比率

出典：EorldData.info

表 3-29　モザンビークの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年）[26]

指標	モザンビーク	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	0.3	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	40.0	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	25.7	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	40.0	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	0.0	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	20.8	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	7.1	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	10.8	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	1.2	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	0.1	0.6	13.6

出典：ITU

経済の国際グローバル化の進展と新しい生産拠点が出現した結果として、人と物の移動性、統合されたロジスティクス、輸送、及び通信サービスの需要が高まっている。この観点から、モザンビーク政府は、情報通信技術にアクセスするための通信インフラの構築と再構築に向けて努力を続けている。通信インフラの構築/再構築計画は、下記の戦略的アクションとともに、モザンビーク政府の 5 か年計画である PQG2020-2024 に含まれている。

- 全ての州で 4G(LTE)サービスを開始し、地方行政中心地の 50%をカバーすること
- 全ての州で 5G サービスのプロモーションと実装を開始すること

[26] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

- 全土 500 の農村で衛星テレビのサービスを開始すること

PQG2020-2024 によれば、モザンビーク政府は 2019 年の実績値と 2024 年までの目標値に基づいて、幅広い電気通信サービスの拡大を確立し、一連の指標を定義した（下表参照）。主要なドナーは PQG2020-2024 で指摘されたこれらの指標を向上するように、プロジェクトの実施を支援することが期待されている。

表 3-30　電気通信サービスの目標指標

戦略的目標	指標	2019 年(基準年)	2024 年(目標値)	責任機関
通信サービスの改善・向上	国政府ネットワークの品質指標（呼成功率、%）	95%	99.8%	MTC
	重要エリアの品質指標（呼成功率、%）	75%	98%	
	首都圏ネットワークの品質指標（データトラフィック）	0	20	

出典：PQG2020-2024

国際機関及び国際企業による最新のドナー支援プロジェクトとして、以下のようなプロジェクトが進行中である：

- Emergency Telecommunications Cluster (ETC): The ETC does not currently have an active operation in Mozambique
- World Food Programme (WFP)
- Télécoms Sans Frontières
- Southern Africa Development Community
- Emergency.lu
- Ericsson Response
- NetHope
- Swedish Civil Contingencies Agency

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

通信インフラは自然災害の影響を最も受けやすいインフラの一つであり、頻繁に自然災害に見舞われるモザンビークでは、災害に強い通信インフラと迅速な緊急対応が求められる。災害リスク軽減や災害リスク対応のための主なガイドラインは、既述の電気通信法に以下のように規定されている。

- 政府は緊急時、ネットワーク事業者、電気通信サービス事業者、及び無線通信事業者に

対して強制的指示を出すことができる。

- 緊急事態、公共の災難、危機、戦争において、電気通信ネットワークとサービスの適切な連携を確保することは、政府の責任である。
- 電気通信事業者は、自らのネットワークとサービスの運用の安全性と完全性を保証するために必要な措置を講じ、また、可能な限り、緊急時に利用可能な代替手段を確保しなければならない。
- 電気通信事業者は、ネットワーク上の緊急サービスへの通話を無料で許可することが義務付けられている。また電気通信事業者は、緊急サービスを担当する当局に対し、電話をかけた人の位置情報を提供しなければならない。
- 無線通信ユーザーは、不法な無線通信、警報・緊急・危険信号の放送、虚偽または誤解を招くような緊急通報を行ったり、許可したりしてはいけない。

しかし、過去にサイクロン、津波、地震などの自然災害によって被害を受けた地域のハザードマップ（シミュレーションまたは推定に基づく）は作成されていないようで、文献調査では見つけることはできなかった。また、UPS（バッテリーを使用した無停電電源供給装置）または発動発電機を使用したバックアップ電源に関するオペレーションガイドライン（例えば、商用電源停電時でも 24 時間オペレーションを可能にする、などの目標値）も存在を確認できなかった。

通信インフラの復旧には多額の投資が必要となるため、長い時間が掛かる。サイクロン・イダイ及びケネスによってモザンビークの多くの地域が被災した後、モザンビーク政府は緊急通信クラスター（ETC）の世界的リーダーである世界食糧計画（WFP）に対して緊急事態への対応を要請した。モザンビークでは WFP が全国に中継装置を備えた最も広範囲な通信ネットワークを持っている。WFP 以外の大規模なネットワークとして、UNDP、UNHCR、UNICEF などがある。

表 3-31　国連機関が持つ既存の緊急通信システム

	WFP	UNICEF	UNHCR	FAO	UNDP	WHO
VHF 周波数	あり	あり	なし	あり	あり	なし
HF 周波数	あり	あり	あり	あり	あり	あり
中継局	全国規模	マプト市内のみ	マプト市内のみ	マプト市内のみ	マプト市内のみ	なし
VSAT（衛星通信）	あり	あり	あり	あり	あり	なし

出典：WFP

ETC は、人道支援団体の中心的存在として迅速に活動を開始し、当局と緊密に連携しながら、緊急時の通信ニーズに対応し、効率的かつ協調的な通信対応を実現した。サイクロン・イダイ及びケネスの双方に対応した ETC の活動は、emergency.lu、Ericsson Response、Télécoms Sans Frontières、NetHope、Swedish Civil Contingencies Agency などのパートナー企業・団体のネットワークによって支えられている。調整された対応を確保するため、ローカル及びグローバルの ETC ミーティングが定期的に開催された。被災直後にコレラの発生が報告され、2019 年 4 月までに 4,000 人以上の患者が確認された。サイクロン・イダイから 5 週間後の 4 月 25 日、モザンビーク北部に上陸したサイクロン・ケネスは、記録が始まって以来、モザンビークを襲った最強のサイクロンとなった。この緊急事態に対応するため、ETC のパートナーと機材が配備された。

サイクロン・イダイへの対応のピーク時には、ETC はベイラ市内の緊急オペレーションセンター（Emergency Operations Centre: EOC）、ベイラの SOC、ベイラの町の 17 カ所、ブジ、グルジャ(Grudja)、ニャマタンダ(Nhamatanda)など、21 の拠点で人道支援者に対して通信サービスが提供された。また。サイクロン・イダイへの対応期間中、440 の団体の累計 1,800 人以上の人道支援サポータが ETC のインターネット接続サービスに登録した。

ETC によって報告された主な課題は以下の通りである：

通信機器の輸入や通関の遅延が、現地での ETC の運用に影響を与えた
衛星音声サービスは信頼性が低く、現場での人道的対応の妨げとなった
サイクロン発生後数週間にわたり、ベイラ市内の国家電力網が機能しなかった

サイクロン・イダイ及びケネスによって、全ての通信事業者がモザンビークの中部と北部に所有する、鉄塔、無線局、光ファイバー回線、衛星アンテナなどの通信インフラの殆どが破壊され、中部と北部では移動通信が 3 日間にわたり遮断されたと報告されている。これは、中部（マニカ、ソファラ、テテ、ザンベジア）では風速 62m/s（224km/h）、北部（ナンプラ、カーボデルガード、ニアサ）では 58m/s(210km/h)に達した強風による被害で

ある。全事業者とも、移動通信ネットワークの復旧には非常に時間がかかり、倒木により光ファイバーケーブルが損傷した場所もあった。

このような経験から、より慎重かつシステマティックに通信インフラを見直す必要があり、現在の基準が将来の新世代ネットワークに対応しているかどうかを確認する必要があることが再認識された。電気通信インフラの設計、導入、実施においては、リスクや損失の管理方法を考慮した上で、電気通信インフラ基準の遵守に向けた強いコミットメントが必要である。通信事業者は、よりレジリエントなインフラを構築するためには、より多くの費用をかけなければならないことを認識しなければならない。

一方で、将来的にも災害リスクが低いと予測され、結果的に災害に対する投資の必要性がない場所においては、事業者はリスクの高い災害地域にある他のインフラで発生した損失を補償することになる。通信インフラへの投資には莫大なコストがかかるため、人命救助にとどまらず、インフラへの甚大な影響を軽減することが必要である。今後 10～20 年間は、IoT などの新しいネットワーク技術を使用して、これまで以上に多くのインフラを構築する必要があると考えられる。

同時に、事前に地域社会が備えることで自然災害の影響を軽減することが可能である。ETC は災害時に重要な役割を果たしたが、それと同じくらい重要なのが、災害に備えた防災活動である。災害によってネットワークが被害を受けた場合の主なバックアップ通信システムは、ラジオ（コミュニティラジオ）、警報用サイレン、鐘、メガホンなどである。

Linha Verde 1458（緊急時グリーンライン）は、通信費不要の関係者専用ホットラインであり、毎日（週 7 日）午前 6 時から午後 9 時までアクセス可能である。このホットラインは、災害によって被害を受けた人々が情報や支援の要請をしたり、人道支援機関同士で懸念事項を協議したりするために使用された。被災者への説明責任の一環として、人道支援における不正行為を報告するための手段としても機能している。2020 年 8 月 16 日から 9 月 15 日までの期間（サイクロン・イダイからの復旧期間）では、Linha Verde 1458 によってモザンビーク中部地方では 240 件のケースが登録され、全体のフィードバック率は 61%であった。

アフリカ電気通信連合（以下、ATU）の設立を記念して、毎年「アフリカ電気通信デー／ICT」が開催されている。ATU 理事会は毎年記念のテーマを決め、アフリカ各国はそのテーマに沿った活動を計画する。2019 年のテーマは"Use of Technology to Save Lives”（災害リスク管理と削減のために緊急通信を使用しよう）であった。このテーマが定められたのは、サイクロン・イダイ及びケネスによる壊滅的な被害が原因である。一方で、このテーマは、政府や他の関連機関の戦略計画に沿ったものであり、通信分野においても DRR の存在感が増していることを示している。しかし、モザンビークの電気通信インフラに関する一次データは、国レベル及びそれ以下のレベルでも一般には入手不可能である。通信セクターに関する情報を入手する際の主要な課題は、いくつかの潜在的に興味深い文書が、

有料のデータベースに保管されていたり、民間企業が所有していたり、またはその両方である可能性があるという事実である。文献調査だけでは、アクセス可能な情報に限界があるため、通信セクターの DRR に関する関連性を調査することは困難である。

また、災害によりネットワークが被災した場合の人的バックアップ手段については、本調査の過程では見つけることができなかった。

4) 防災施策の検討

INCM-Communications Regulation Report 2019 _ENG によれば、2019 年に発生したサイクロン・イダイ及びケネスの後、モザンビーク中部と北部で鉄塔、無線局、光ファイバー、衛星などのインフラの多くが被災し、中部と北部とのモバイル通信が 3 日間にわたり遮断された。中部のマニカ、ソファラ、テテ、ザンベジア州では風速 62m/s、北部のナンプラ、カーボデルガード、ニアサ群では風速 58m/s に達する強風が吹き荒れた。
各地域で被害を受けた通信設備を下表にまとめる。

表 3-32 サイクロン・イダイによって被害を受けた基地局数

郡	既設基地局数			被害を受けた基地局数		
	Tmcel	Vodacom	Movitel	Tmcel	Vodacom	Movitel
Sofara	165	313	237	90	235	249
Manica	112	185	224	63	42	-
Tete	137	242	228	42	37	-
Zambezi	144	291	297	56	34	1
合計	558	1031	986	251	348	250

出典：INCM-Communications Regulation Report 2019

表 3-33　サイクロン・イダイによって通信に影響が出た加入者数

郡	通信に影響が出た加入者数		
	Tmcel	Tmcel	Vodacom
Sofara	212,600	547,609	335,009
Manica	189,921	138,961	444,832
Tete	102,524	493,382	365,699
Zambezi	143,639	552,979	873,487
合計	648,684	1,732,931	2,019,027

出典：INCM-Communications Regulation Report 2019



図 3-64　サイクロン・イダイによって破壊された Tmcel の鉄塔（Sofala）

出典：INCM

表 3-34　サイクロン・ケネスによって被害を受けた基地局数

郡	既設基地局数			被害を受けた基地局数		
	Tmcel	Vodacom	Movitel	Tmcel	Vodacom	Movitel
Cabo Delgado	121	304	160	19	67	60
Mampula	230	470	415	0	0	0
合計	351	774	575	19	67	60

出典：INCM-Communications Regulation Report 2019

表 3-35　サイクロン・ケネスによって通信に影響が出た加入者数

郡	通信に影響が出た加入者数		
	Tmcel	Tmcel	Vodacom
Cabo Delgado	72,804	284,128	570,746
Mampula	0	0	0
合計	72,804	284,128	570,746

出典：INCM-Communications Regulation Report 2019



図 3-65　洪水によって被災した通信路（Sofala 地方）

出典：INGC

全ての事業者のモバイルネットワークの復旧には非常に時間がかかり、一部の場所では倒木によって光ファイバーが切断された。これを教訓として、電気通信インフラの設計、導入、実施においては、電気通信インフラの基準を遵守するだけではなく、災害のリスクや損失を見込むことが大切であることが再認識された。通信インフラを計画する際には、

第一に災害に対するレジリエンスを強化し、第二に迅速な復旧のための機材と人材を準備することとが求められる。オペレーターが災害のリスクを見込んでインフラ投資額を 3%上乗せすることで、災害レジリエンスの観点からは 20%の利益が得られると言われている。

具体的な防災施策を電気通信インフラの基準を追記して明文化することにより、全事業者の災害レジリエンスを向上させることができる。具体的には INCM に対して、日本など自然災害に頻繁に見舞われる他国における防災ガイドラインを紹介し、電気通信インフラの防災ガイドラインを策定することが長期的には有効であると考えられる。

$ $

(6)　教育

1)　関係機関・法制度の概要

モザンビークの教育については、中央の教育人間開発省（MINEDH, Ministério de Educação e Desenvolvimento Humano）と科学技術・高等教育・職業教育省（MCTESTP, Ministry of Science and Technology Higher and Technical and Professional Education）が管轄する。MINEDH は,初等中等教育や社会教育に係る教育政策の立案や教育制度の整備・監督などを行う。MCTESTP は 2015 年の新政権発足に伴う省庁再編成時に教育人間開発省から分離され、高等教育や職業教育に係る政策や戦略の立案, 高等教育や職業教育の機会拡大のための諸施策などに責任を負っている（文部科学省,2016)。

地方分権化の推進により、地方には州教育局及び地区教育局が置かれ、州教育局は教育人間開発省の方針に沿い当該州の教育行政全般を管轄し、学校建設の推進や予算策定を含む初等中等教育行政は地区教育局まで委譲されている（文部科学省,2016)。学校建設は、地区教育・青少年・科学技術事務所（SDEJT, Servicos Distritais da Educação Juventude e Tecnologia）により管理されている。

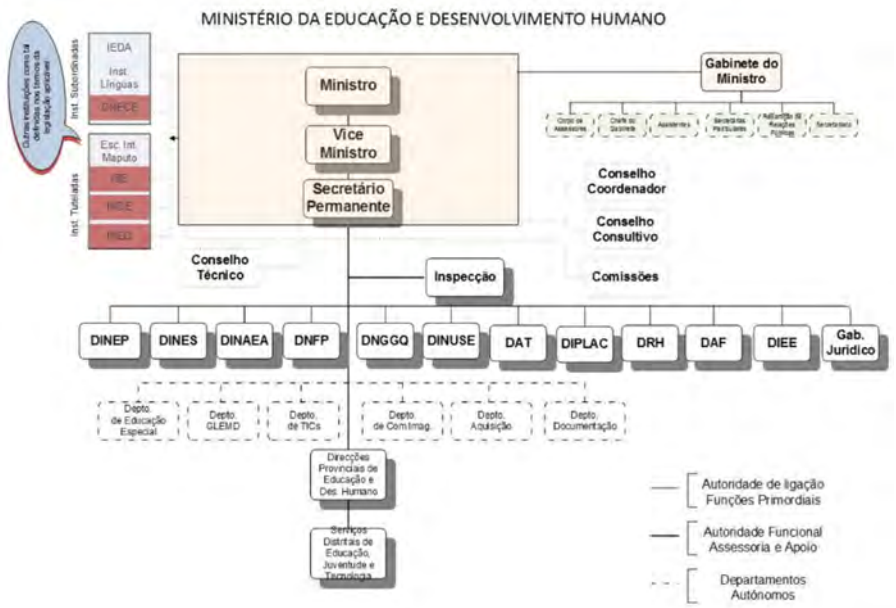


図 3-66　教育関係機関の組織図

出典：モザンビーク政府教育人材開発省ホームページより

国家開発戦略（National Development Strategy 2015-2035)では 4 つの柱の一つに人材開発にて支援・介入を挙げており、人材の育成にあたっては基本的な生活条件を向上するため、教育、保健、住宅、給水と衛生、脆弱な人口集団に対する社会保護などへの支援と

介入が必要であることが明記されている。

モザンビーク政府は 2005 年に初等教育無償化政策の導入し、2004 から 2011 の間に生徒数は急速に拡大したものの教員の供給が追い付かず、教員不足が課題となった。これを受け第４次国家開発計画に基づき、「教育分野戦略計画」（PEE, Education Strategic Plan, 2012-2016、後に 2019 へ延長）において、質の高い７年初等教育の完全な普及と、中等教育などを含む初等教育終了後の教育機会を拡充させる計画を実施するとともに、新教員養成カリキュラムの導入と教員養成期間の 3 年への延長により、教員の質の底上げも推進した。また、PEE 2020-2029 では、“絶えず変化する世界に適応したまとまりのある社会の発展に貢献できる知識、技能、道徳的、市民的、愛国的価値を備えた市民”を育てることを目標とし、3 つの優先事項を挙げている。

1. 全ての子ども、若者、成人が、学校に通う準備を整え、初等教育と中等教育の全サイクルにアクセスできるようにすることで、アクセス、参加、維持における包括性と公平性を確保する。
2. 子ども、若者、成人が基本的な読み書き、計算、生活技能を身につけることで、学習の質を確保する。
3. 教育省のスタッフの能力を高め、教育部門のプランナーやマネージャーがエビデンスに基づく政策や戦略を実践できるようにすることで、透明性、参加性、効率性、効果的なガバナンスを確保する。

SDEJT による学校建設に当てられる予算は年々増加傾向にあり、2019 年では教育セクター予算の約 70%が教室数の増大に活用され、また、教育予算のうち、約 60%が初等教育に充てられている。2019 年には成人の読み書き向上や基礎教育などへの充当分も増え、すでに労働力となっている世代への後押しも進められている。

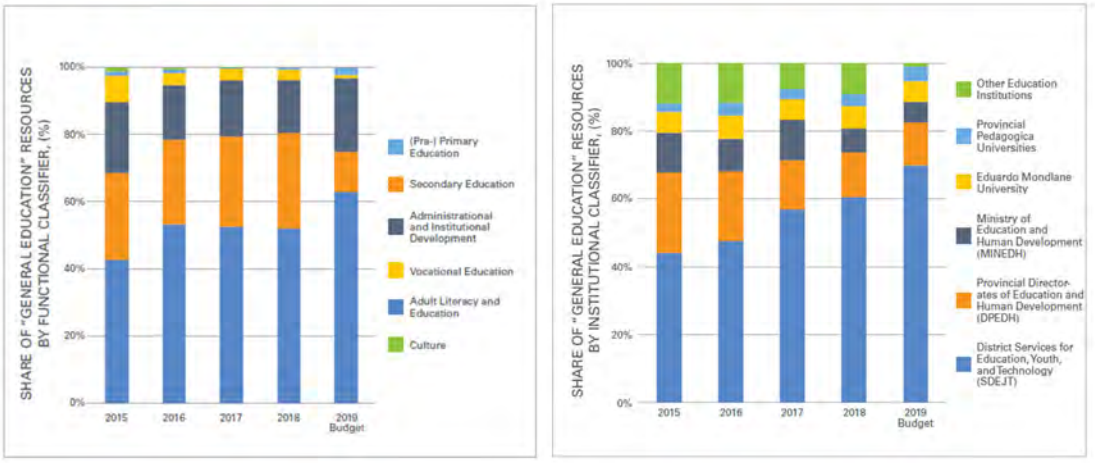


図 3-67　SDEJT による学校建設予算の配分

出典：Unicef, Budget Brief: Education Mozambique 2019

モザンビークにおける義務教育などの制度は国家教育制度法（SNE, National Education System Law）に規定される。初期（Law No. 6/1992）には 7 年制としていた無償初等教育（Complete Primary Education）は 2018 年の改定（No. 18/2018）により無償義務教育期間が 9 年間（初等教育 6 年制、中等教育 3 年制）に延長され、また義務教育を含む 6 段階（就学前教育、一般教育、成人教育、専門教育、教員養成、高等教育）の継続的な教育システムが整備された。これは南部アフリカ開発共同体（SADC, Southern African Development Community）の議定書（SADC Protocol on Education and Training）やアフリカ連合（AU）の教育戦略（Continental Education Strategy 2016-2025）による基礎教育 9 年制または 10 年制採用の推奨に準じたものとし、様々な年代の市民が平等に教育の機会が与えられる必要性により実施された。

過去の被災状況を鑑み、2021 年 10 月に人材開発省及び公共事業住宅水資源省は共同で「学校建築における自然災害回復、環境的・社会的セーフガードに関するガイドライン」[27]を策定した。ガイドラインでは 4 種の自然災害（サイクロン・強風、洪水・氾濫、干ばつ及び地震）に関して、建物に発生する外力を 4 段階に評価してゾーニングしており、学校の敷地選定の際にはこれらを考慮すること、また構造設計にはゾーニング設定値を考慮することとしている。また、敷地選定や既存施設の被害分析（被災後や補強改修の場合）、設計、施工に及ぶ全ての工程の関係者にその技術レベルを問うことや、建設にあたって周辺地域への環境、衛生、健康及び安全性に責任を問うこと、建設に用いる資材は検査を通すこと等も含まれており、教育施設の全体的な品質の向上を図るものになっている。

[27] Guidelines on Natural Hazard Resilience, Environmental and Social Safeguards for School Buildings

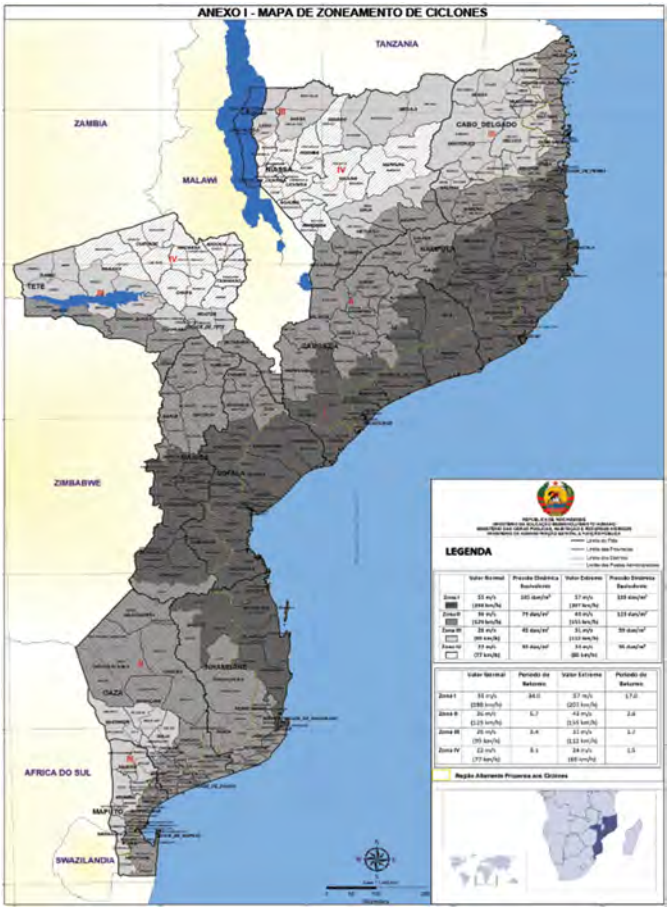


図 3-68　ゾーニング（サイクロン・強風の場合）

出典：Guidelines on Natural Hazard Resilience, Environmental and Social Safeguards for School Buildings (Diploma Ministerial n.º 122/2021)

表 3-36　ゾーニング設定値（サイクロン・強風の場合）

Zone	Intensity Grade (Mercall Scale)	Average values of horizontal seismic acceleration in g computed for 10% probability of excellence in 50 years
I	VIII	0.163 - 0.244g
II	VII	0.040 - 0.163g
III	VI	<0.040g

出典：Guidelines on Natural Hazard Resilience, Environmental and Social Safeguards for School Buildings (Diploma Ministerial n.º 122/2021)

2) 関連計画・開発現況等の概要

モザンビークの教育セクターにおいては、セクター・ワイド・アプローチに則り、2002年に信託資金FASE（Support Fund for the Education Sector）が以下3つの目標の下設立された。

- 全ての人に公平な教育へのアクセスと継続的な教育を確保すること
- 学習の質を確保すること
- 開かれた、包括的で、効果的な教育行政を確保すること

設立以来、FASEは毎年教育セクター国家予算の約9%（約8億USドル）、累計で約15億USドルの支援を実施しており、年次報告会（Annual Review Meeting, RAR）にてその活動成果を報告・共有している[28]。FASEにはドイツ（議長国）、ポルトガル、カナダ、フランス、フィンランド、イタリア、アイルランド、EU、World Bank、UNICEF、Global Partnership for Educationの11の組織が加盟しており[29]、その他ILO、UNESCO、USAID、UNFPA等も教育分野での支援活動を実施している。また、PEE2020-2029の実行にあたって、2021年7月にはマプトで新たにモザンビーク政府と支援提携団体が教育セクターで支援することでMoUを結んでおり、既述のFASEに貢献するものとなっている。

IMFによる「貧困削減行動計画2011-2014」（PARP, Poverty Reduction Action Plan）[30]では、教育を含む人間社会開発を包括的な経済成長と貧困削減のための優先分野と位置付け、戦略的方針に基礎学力習得に必要な初等教育への普遍的アクセスや、青少年と成人を対象とする生活技能の習得に向けた初等教育以降の教育機会の拡大を挙げている。[31]

---

[28] Mouzinho Mário et al. 2020, The education sector in Mozambique

[29] Minister for Foreign Affairs of the Republic of Finland HP

[30] 2022年2月時点でPARP2011-2014版が最新

[31] IMFによるPARP Progress Report（2014年）によると、6歳の子供の純就学率および生徒－教師比率を判断基準とし、計画期間の終了までに目標は十分に達成または達成可能と結論づけている。

表 3-37　国際支援履歴

プロジェクト名	ドナー	支援額	プロジェクト額	状況	実施期間			プロジェクト概要
Improving Learning and Empowering Girls in Mozambique (WB-P172657)	WB	160,000,000	299,000,000	Active	2021.3	―	2025.12	・初等教育の最初3年間の学習成果の向上 ・女子生徒の基礎教育への定着支援（高学年への進学促進）
Additional Financing for the Education Sector Support Project (WB-P160959)	WB	59,000,000	59,000,000	Active	2017.6	―	NA	モザンビークの教育戦略計画（PEE）2016-2019の実施の継続的支援。
Development of a Safer School Program in Mozambique (Global Program for Safer Schools, GPSS)	WB, Gov. of Japan	1,450,000	―	Closed	2017.1	―	2019.1	・災害リスクを考慮した校舎強化の支援（校舎新設と既存校舎改修のバランス検討） ・既存校舎の強度および自然災害リスクの評価 ・将来的な教育施設のニーズ予測
MZ - Emergency Resilient Recovery Project (WB-P156559)	WB	40,000,000	40,000,000	Closed	2015.9	―	2021.11	・インフラの強靭化・復興（堤防、灌漑、水供給、教育施設） ・強靭な復興と脆弱性削減のための技術支援（強靭な校舎の建設、DRMのための能力強化、流域管理に関する調査など） ・MOPHRHとMINEDHのモニタリング・評価
Mozambique Additional Financing to Education Sector Support Project (WB-P151185)	WB	50,000,000	107,900,000	Active	2015.7	―	NA	Education Sector Support Projectの継続支援。
Reducing Disaster Risk through Safe and Child Friendly Schools in Hazard Prone Areas of Nampula Zambezia	UNICEF	96,000	―	Closed	2014	―	2015	・被災調査（災害リスクの高い地域に位置する20校を対象） ・強靭な校舎についての地方研修 ・UNICEF"Safe and Child Friendly School Standards"と"Safer School"の導入・WS
Developing Guidelines on School Safety and Resilient School Building Codes, Mozambique (Safer Schools Project)	WB	185,735		Closed	2012.8	―	2013.12	・安全で強靭な校舎の設計基準に関するガイドラインの策定の技術支援
MZ- AF to Education Sector Support Project (ESSP II) (WB-P124729)	WB	40,000,000	40,000,000	Active	2012.5	―	NA	Education Sector Support Projectの継続支援。
MZ-Education Sector Support Program (WB-P125127)	WB	71,000,000	161,000,000	Closed	2011.4	―	2019.12	・現職教師・教員育成 ・教育カリキュラムの更新 ・学校運営の能力強化 ・教材の提供
Mozambique Education Sector Support Program Fast Track Initiative Catalytic Fund (WB-P112052)	WB	―	79,000,000	Closed	2008.8	―	2010.12	・「教育と文化に関する戦略的計画2006-2011」の実施支援
Mozambique - Education IV Project (ITAI ID: 46002-P-MZ-IA0-006)	AfDB	9,662,577	―	Closed	2001	―	2011.5	Mozambique-Education Projectの継続的支援。 ・中途退学率の低減支援（有資格教師の促進と適切な教科書の普及） ・労働市場の動向モニタリングの支援 ・校舎の改修（6校）・新設（2校） ・教育管理体制の強化支援（分権組織の強化）
Mozambique - Education III Project (ITAI ID:46002-P-MZ-I00-001)	AfDB	11,319,318	―	Closed	1998	―	2008.12	Mozambique-Education Projectの継続的支援。
Education Sector Strategic Program (ESSP) (WB-P001786)	WB	71,000,000	72,000,000	Closed	1992.2	―	2006.6	教育管理の改善を通じて、より質の高い教育へのアクセスの向上と公平性を提供する。 ・教育の質の向上（研修中の教員・管理者の研修とネットワーク構築、1～7年生のカリキュラム整理、教材の提供、校舎の強度評価） ・教育へのアクセスと公平性の向上（校舎の増築、女子生徒への支援、ノンフォーマル教育・特別教育への支援） ・MINEDH の組織能力の強化 ・高等教育の運営に関する戦略策定支援
Mozambique - Education II Project	AfDB	13,838,454		Closed	1992	―		Mozambique-Education Projectの継続的支援。
Education Project (02) (WB-P001776)	WB	53,700,000	67,900,000	Closed	1990.12	―	1998.12	・校舎の建設、維持管理能力強化 ・教員育成（現役・研修中教員の訓練） ・効果的な学習プログラムの導入（現地語sh同、テスト、読み物提供、課外活動、生徒の健康観察など） ・大学の教育の質と効率の向上 ・MINEDHの管理能力の強化
Mozambique - Education I Project (Primary Teachers Training) (ITAI ID: 46002-P-MZ-IAB-001)	AfDB	8,063,030	―	Closed	1989	―	2003.12	・初等教育教師のトレーニングセンターの設置 ・教材の質の向上 ・プロジェクト実行組織（PIU）の管理能力強化
Education Project (01) (WB-P001763)	WB	15,900,000	NA	Closed	1988.5	―	1995.12	モザンビーク経済復興計画の支援。 ・マプト市の教育の質と効率の向上（学校施設の改善、学校管理者・校長への訓練、必要教材の提供 ・財務担当者の質の向上 ・教育分野の計画の管理支援
Education II - Studies (ITAI ID: 46002-P-MZ-IA0-002)	AfDB	916,218	―	Closed	1986	―	1995.12	中等学校再建のための投資前調査。（ブジ、ナマタンダ、マニカ、ゴンドラ地区）

出典：WB Website Projects & Operations, AfDB Projects and Operations, UNHabitat Mozambique Projects より抽出

モザンビークは毎年のようにサイクロンや豪雨に起因する洪水によって教育施設に被害を受けてきており、下表に示す代表的な自然災害だけを見ても、2012 年以降は平均毎年約 1,000 教室（サイクロン・イダイを除いても平均約 650 教室）被災している。

表 3-38　自然災害履歴

年	自然災害	被災地域	死者数	被災者数	被災住宅数	被災教室数	被災医療施設数
2012	熱帯低気圧ダンド、フンド、イリーナ	Nampula, Zambezia, Inhambane, Gaza, and Maputo Province	44	108,048	28,000	735	31
2013	大雨による内水氾濫	Maputo City, Gaza, Zambezia Inhambane, Nampula, Niassa and Cabo Delgado Provinces	－	420,000	20,000	600	3
2015	大雨による内水氾濫	Zambézia, Nampula and Niassa	－	160,000	19,600	2,084	5
2017	サイクロン・ダイナオ	Inharrime, Massinga, Maxixe, Morrumbene, Vilanculos, Panda, Zavala, and Gaza	7	750,000	60,000	2,000	70
2019	サイクロン・イダイ	Zambezia,Tete, Sofala, Manica,	603	1,850,000	240,000	3,500	62
	サイクロン・ケネス	Cabo Delgado	45	374,000	45,300	480	
2020	熱帯低気圧シェレーン	Sofala	2	10,930	2,595	169	11
2021	サイクロン・エロイーズ	Sofala, southern Manica, northern Inhambane, Zambezia and eastern Gaza	11	250,000	8,000	400	76

出典：数値は Reliefweb の過去記事より抽出

2019 年のサイクロン・イダイでは、3,582 教室（うち 2,713 教室がソファラ州）が被災し、335,100 人以上の子供の教育と、7,830 人以上の教師に影響が出た[32]。豪雨を伴う最大風速 220km/h の強風の発生により、建物の主な被害は屋根と窓ガラスの破壊に集中した。屋根が破壊され復旧が困難な中、ベイラ市、テテ市、ブジ、マファンビッセ(Mafambisse)及びエスタキーニャ(Estaquinha)においては、7 つの学校が 4,987 人の避難所として使われ、教育機能の再開をより遅らせることとなった。イダイ被災前の時点で既にあった約 38,000 教室の需要に加え、サイクロン・イダイの被害が加わり、学校インフラの整備・防災対策の需要に拍車がかかった。これを踏まえ、サイクロン・イダイ被災後、DPEDHS（地方教育庁）と UNICEF 及び Save the Children が主管となる教育クラスターが組織され、教育環境の回復に向けた取り組み全般的な調整や、MINEDH と共に「緊急事態における教育セクターにおける準備、対応、復旧戦略（2020-2029)」(2020 年 2 月現在 3rd draft ver.）の作成に主体的な役割を担ってきた。被災した学校及び支援ドナーの有無を示すリストは、DPEDHS で更新され、教育クラスターで共有されている。これまでに実施された教育施設に関する防災関連

[32] OCHA MOZAMBIQUE: Cyclone Idai & Floods Situation Report no.22
1,372 校の学校施設、4,219 教室に及ぶ被害が出たという統計もある。(Mozambique Cyclone Idai Post - Disaster Needs Assessment (PDNA)DNA)

の支援としては、主に学校施設の再建・補修・新設や災害対策を講じた建物標準設計の作成、また小学校を対象とした災害対策のマニュアル化が進められてきた。
防災教育や学校運営に関する支援では、Unicef と UN-Habitat による災害対応計画（PEBE, Plano de Emergência Básico para a Escola）が実施されている。これはサイクロンを筆頭とする自然災害に対する学校や学区コミュニティの事前準備や災害時の対応計画などを策定し、マニュアル化したものであり、2017 年時点でガザやナンプラ、ザンベジア地区などで実施された他、WeWorld-GVC が 2020-2021 年に 5 地区 16 学校にて[33]、Global Partnership for Education の資金提供による教育人材開発省の緊急教育プログラム（Emergency Education Program 2020-2021）で 300 校を対象に実施されることになっている。しかし、当本マニュアルは災害後の避難所としての利用や中長期的な滞在を想定した対策は含まれていない。

現在「サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト」の活動では、ベイラ市における避難計画の策定、それに基づく特定地域のタイムラインアクションプランの作成と避難訓練が実施されており、想定されるサイクロン等の自然災害に対し、事前に市民・資産を避難・移動させることで、人的・物的被害を最小限に抑えることを目的としている。プロジェクトでは施設の規模や強靭性、コミュニティへのつながりや既述の避難者が公共施設に押し寄せた事例を踏まえ小学校や中学校を避難所と想定している。このことから PEBE については災害前・災害時・災害後に避難所等の機能が求められることも想定した改善が望まれる。

施設復旧やハード面に関する代表的な取り組みとしては、UN-Habitat の協力の元、MINEDH により実施された Safer Schools Program（2011-2012）がある。自然災害により被害を受けた学校の調査、自然災害（洪水・サイクロン・干ばつ・地震）のモザンビーク全域を対象としたハザードマップの作成、及び各災害に対応した初等教育の施設整備ガイドラインを作成し、モザンビークでの学校建築の強靭化を目的とした建築法規の改定を支援したものである。2017 年には MINEDH が UN-Habitat に対し WB による 150 万 US ドルの技術支援を依頼し、モザンビーク中部及び北部において約 1,100 教室の建替、改修が行われた。既述の甚大な被害をもたらした 2019 年のサイクロン・イダイ及びサイクロン・ケネスによる被災時において、これら Safer Schools 標準を採用した施設においては被害が見られず、モザンビーク政府は将来の学校建設に際し UN-Habitat と策定した学校建築標準設計の適用を決定した。[34]

---

[33] https://www.info-cooperazione.it/2021/04/weworld-education-in-emergency-specialist-mozambico/#

[34] 13/10/2019, “UN-Habitat’s standards-built schools survived Mozambique’s Cyclone Idai”, UN-Habitat, Retrieved from URL: https://unhabitat.org/un-habitat%E2%80%99s-standards-built-schools-survived-mozambique%E2%80%99s-cyclone-idai

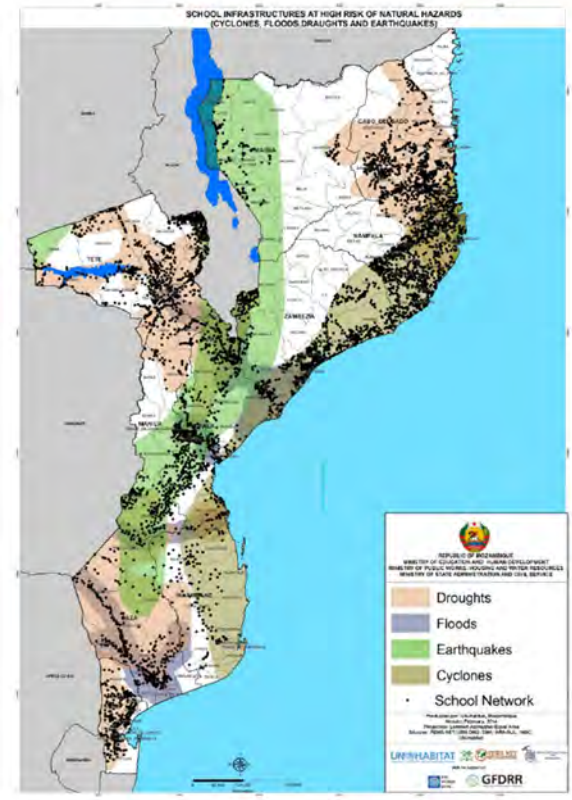


図 3-69　教育関連施設分布とハザードマップ

出典：UN-Habitat, Safer School, 2015

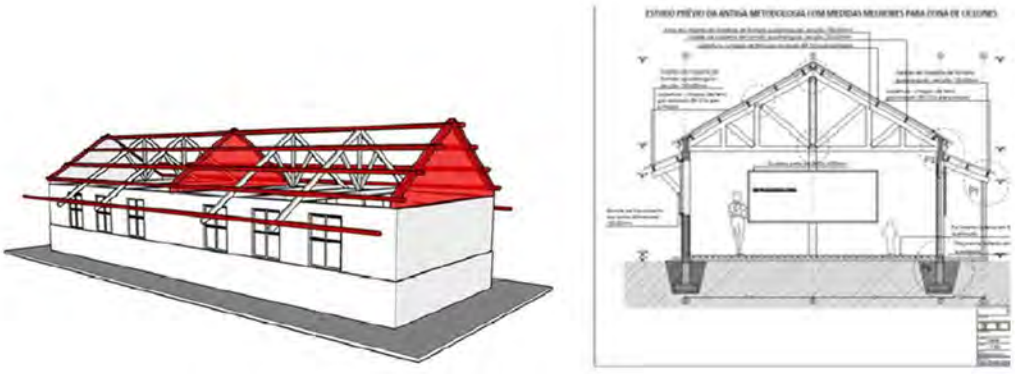


図 3-70　学校施設の補強解説図

出典：UN-Habitat, Safer School, 2015

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a） マプト市における学校施設整備方針

マプト市で最も建物への被害が大きい自然災害は内水氾濫による浸水で、地域によっては多少の降雨であっても数日間浸水状態が続く傾向にある。また、既存の小学校は国家独立後 1970～80 年代に急ピッチで建設されたものが大半であり、マプト市では既に人口集中が始まっていたために当時広く確保できた敷地は低地で沼地のものばかりであった。結果として、少量の降雨でさえ学校の敷地には水が溜まり、水道や下水がうまく機能せず学校を臨時閉鎖せざるを得ない事態が発生し、また排水システムが備わっていないために浸水が長期化する傾向にある。

マプト市教育人材開発局はそんな既存校舎の脆弱性を認知し、2012 年から毎年約 2 校、浸水被害が深刻な学校から優先的に建て替えを実施してきた。

表 3-39 建替えの最優先リスト

Nº	Escola	Distrito	Bairro
1	Escola Primária Completa Unidade 24	KaMaxakene	Maxaquene
3	Escola Primária Completa FPLM	KaMaxakene	FPLM
4	Escola Primária Completa Mavalane A	KaMavota	Mavalane A
5	Escola Primária Completa Magoanine B	KaMubukwana	Magoanine B
6	Escola Secundária Unidade 30	KaMubukwana	25 de junho

出典：マプト市教育人材開発局提供

教育省は小中学校に Safer School の標準型である平屋を推奨しているが、年々加速する人口集中に起因する土地不足を踏まえ、マプト市では独自の 2～3 階建ての標準設計モデルを考案した。マプト標準モデルでは学校の敷地全体を盛り土するとともに、周辺地域への影響を考慮し学校の周りを囲むように排水溝を設けたものとしている。校舎自体は強度上効果的なコの字型になるよう設計され、また中央には生徒の憩いの場として広場が位置する。屋外運動場は多様なスポーツに対応した広さが確保されている（マプト市教育人材開発局ヒアリングより）。

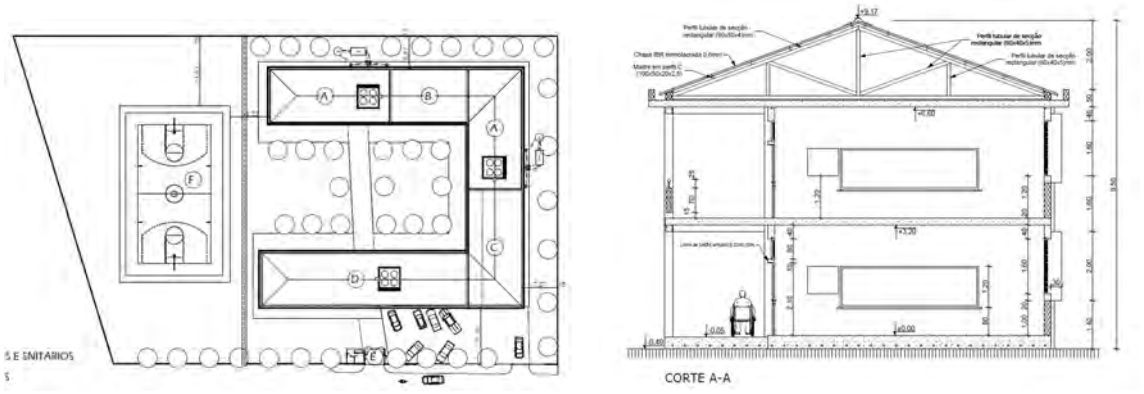


図 3-71　マプト標準モデル（左：配置図、右：断面図）

出典：マプト市教育人材開発局提供

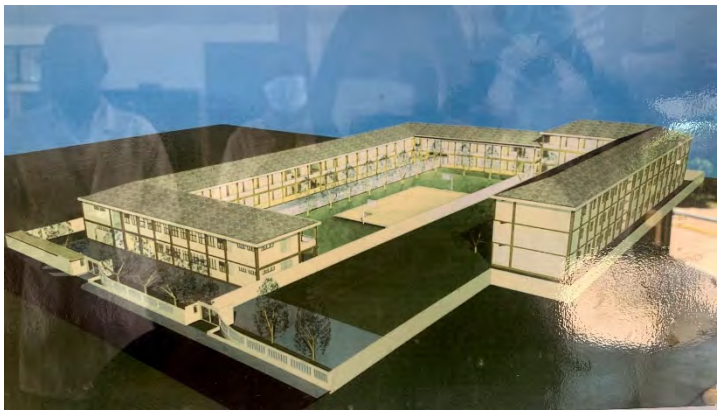


図 3-72　マプト標準モデルを採用した小中一貫校

出典：マプト市教育人材開発局提供

2012 年以降にマプト標準モデルを採用し建て替えた校舎については浸水その他自然災害による被害は確認されていない。また、周辺住民が避難してきたこともなく、たとえ洪水を理由に避難することがあったとしても、学校ではなく Bairro Center に避難するため、マプト市としては学校を避難所等の災害拠点にするという計画は 2021 年 12 月現在検討していない。ただし、マプト標準モデルについては洪水への対策として盛り土を採用していることから、数十年に一度の降雨やその他の自然災害に対して建物自体が耐え得る仕様になっているかについては精査が必要であると思われる。

b)　ベイラ市における学校施設整備方針

ソファラ州では、サイクロン・イダイ被災時に2,713教室もの学校が被災し、またサイクロン・エロイーズにて更に1,027校が被災した。ベイラ市としてはこれまでに680校の再建・復旧を実施してきたが、度重なる被災により未補修の状態が長期化している現状がある。ベイラ市は特に67校がサイクロンに対し特に脆弱な状態にあると認識しているが、予算及び人員不足により補修・再建計画（ベイラ市では教育省推奨標準設計を採用）の目途が立たない状態である。しかし、サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクトでの調査より、サイクロン・イダイ等で被災した学校については多くのドナーが支援を検討していることが判明しているため、今回の案件形成の対象から除くこととした。

学校が被災すると、教育環境の大幅な低下及び家庭の経済状況の困窮により退学する生徒が大幅に増加するため、ベイラ市では生徒の退学を防ぐことを第一優先に、UNによる無料給食プログラムや女子生徒へのDignity Kit（生理用品）の提供、生徒の心理サポート体制の構築（教師へのTOT）も進めており、ソフト面でのサポートを推し進めているベイラ市教育人材開発局ヒアリングより)。(

4)　防災施策の検討

マプト市では内水氾濫による浸水被害の対策として、既存小学校・中学校の建て替えを毎年数校ずつのペースで実施してきた。人口集中による土地不足を踏まえ、マプト標準モデル（2～3階建て）を採用しており、また建て替えの必要な学校についてはその優先リストも既に検討されている。現時点では既に建て替えの実施された学校について、被害の報告はなく、またマプト市教育人材開発局も更なる強靭化を検討していないことから、単純な教育施設への建て替えの支援としての案件化は困難であると判断した。

ベイラ市については、度重なるサイクロン被害により補修・建て替えが見通し立たず、未補修の状態が長期化する傾向にあるが、現地調査にて既に様々なドナーが支援を検討していることが判明していることから今回案件化を検討しない。

(7)　医療

1)　関係機関・法制度の概要

モザンビークにおける保健政策は、保健省（MISAU, Ministério da Saúde）が管轄している。地方分権化の推進により、地方には州保健局及び地区保健局（DPSs, Provincial Health Directorates）が置かれている。州保健局は保健医療政策についてかなりの独立権限を有している。

中央レベルの保健サービス提供の主要な管理・実施機関はDNAMであり、国家公衆衛生総

局（DNSP, National Directorate of Public Health）SMI、SSR、栄養など特定の分野についての集中的な管理（Vertical Program）を実施している。中央レベルのヘルスケアに関連する横断的な分野と活動の管理と実行には、総務・財務部門（DAF, Department of Administration and Finance）、企画協力部門（DPC,Directorate of Planning and Cooperation）、人事部門（DRH, Directorate of Human Resources）といったMISAUの他の局や、国立衛生研究所（INS, National Institute of Health）や医薬品・医学論文センター（CMAM, Medicines and Medical Articles Center）といった下位機関が関与している。DPCはセクター全体の方向付けと計画を、DNSPは公衆衛生・地域保健プログラム・活動（ヘルスプロモーションと予防）の開発を、DRHはセクターの人材育成と管理の戦略的方向付けを担っている。

医療サービスについては、中央病院を頂点とし、州病院、地方病院そしてヘルスセンター及びヘルスポストの順に整備されている。しかし、ヘルスセンターやヘルスポストにおいて人材が不足し、住民は直接病院を利用している。そのため、病院は第一次医療サービスに追われ、上位医療サービスの提供を十分行えず、本来のレファラルシステム(患者の紹介・転送システム)が機能していない現状があることが分かっている。

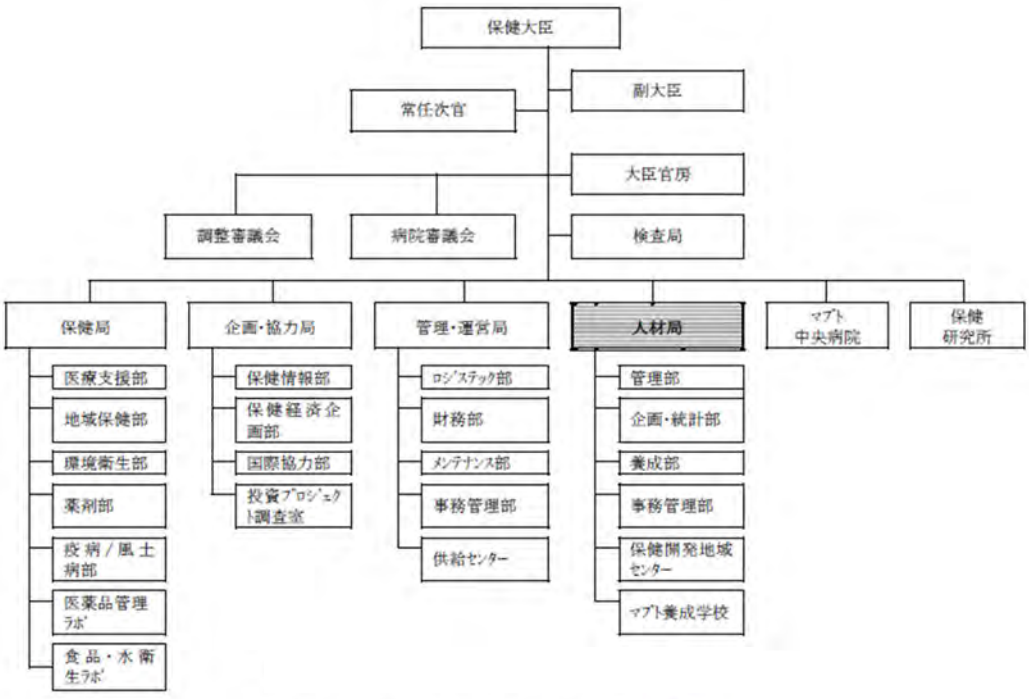


図 3-73　保健省組織図

出典：JICA, キリマネ医療従事者要請学校整備計画基本計画報告書, 2004

表 3-40　保健施設の設置基準とサービスの内容

レベル	施設		設置基準	サービス内容
4次	中央病院 専門病院		• 400床以上 • 30人以上の医師 • 200人以上の職員	最高度の医療サービスの提供、大学の教育病院としての機能
3次	州病院		• 200～300床 • 5～10人の医師 • 50～80人の職員	州における最高位の医療サービスの提供
2次	地方病院 一般病院		• 75～120床 (外科・産科設備、各種臨床検査、X線設備) • 医師1人当り40人の基礎・中級レベルの職員	一次施設への援助とレファラルサービス、外科手術を実施できる。
1次	ヘルスセンター (都市部)	3	• 無床 • 1～3人の初級レベルの職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来治療
		2	• 2～10床 • 4～5人の初級・基礎レベルの職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来治療、母子保健
		1	• 10～40床 • 10～20人の初級・基礎レベルの職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来基礎治療、母子保健
	地区病院		• 40床 • 20人の初級・基礎、中級レベルの職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来基礎治療、母子保健
	ヘルスセンター (農村部)	3	• 無床 • 1～3人の初級レベル職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来治療
		2	• 2～10床 • 4～5人の初級・基礎レベルの職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来治療、母子保健
		1	• 10～40床 • 10～20人の初級・基礎レベルの職員	家族計画、予防接種、健康増進、外来基礎治療、母子保健
	ヘルスポスト		• 1人初級レベル •	家族計画、予防接種、初期治療

出典：JICA，キリマネ医療従事者要請学校整備計画基本計画報告書，2004

表 3-41　モザンビークの保健医療サービス施設分布（州別、1995年-1997年）

施設	年	合計	Niassa	C.Dlgdo	Nmpula	Zmbezia	Tete	Manica	Sofala	Inhmbn	Gaza	Maputo	C. Mapt
病院	1995	27	1	3	3	3	2	0	4	2	4	2	3
	1996	39	2	4	5	4	3	1	4	3	5	3	5
	1997	43	2	4	6	4	4	1	5	3	5	4	5
Hセンター	1995	240	12	16	45	22	26	15	19	45	11	13	16
	1996	236	13	16	42	22	26	15	16	45	11	14	16
	1997	277	15	43	45	24	30	14	18	47	11	14	16
Hポスト	1995	679	76	63	89	126	49	61	76	21	59	45	14
	1996	727	86	64	104	126	50	61	99	23	60	40	14
	1997	734	90	37	106	138	50	60	98	26	69	43	17

出所：UNDP(1998)Quadro 12.

出典：JICA，南部アフリカ援助研究会報告書第3巻別冊，2000

医療分野においても、国家開発戦略（National Development Strategy 2015-2035）の柱、人材開発にて支援・介入を挙げており、モザンビーク政府が掲げる「5ヶ年計画 2000-2004」における目標は国家の経済及び社会的発展であり、国民の貧困からの脱却である。「絶対貧困削減行動計画 2001-2005」（PARPA，Action Plan for the Reduction of Absolute Poverty）では、①第一次医療レベルの充実、②風土病を克服するための保健体制の整備、③HIV/AIDS対処、④医療施設のネットワーク化、⑤人的資源の育成、⑥保健セクターにおける活動計画の策定と管理の強化を方針として掲げており、貧困削減のためには保健医療サービスの底上げが必須と認識されている。

それを踏まえ、保健省は「保健分野戦略計画 2001-2019」(Strategic Plan for Health Sector, PESS)を策定し、① 保健サービスの拡充 ② 個人及び地域住民(コミュニティ)の保健に対する責任の強化 ③ 保健セクターの行政・管理能力の強化を掲げ、国家保健サービスの向上しを目指してきた。2020 年、保健省大臣は現任期の 2020-2024 間に地方病院を 49 箇所新設すると発表し、約 762 万人への医療サービスの向上を図るとしている。

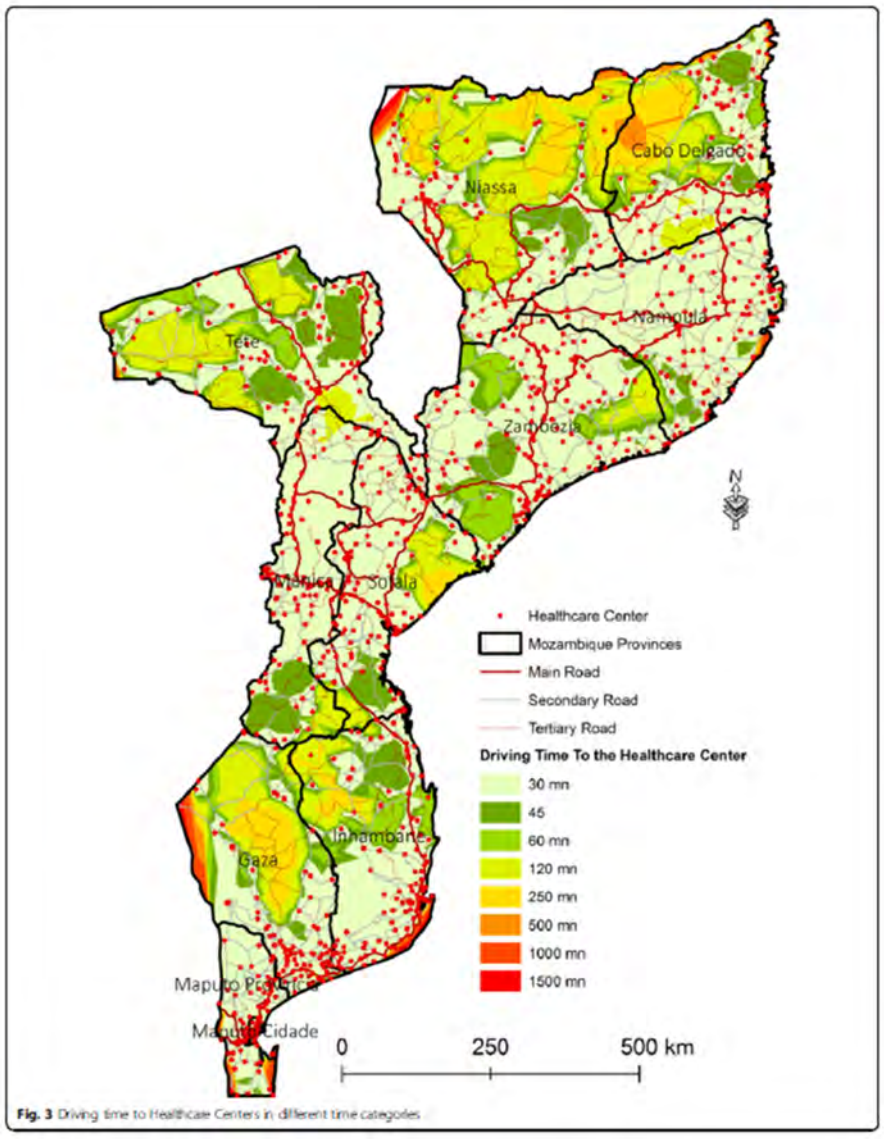


図 3-74　ヘルスケアセンターへのアクセス時間

出典：Geographic accessibility to primary healthcare centers in Mozambique, International Journal for Equity in Health, 2016

モザンビークの医療セクターにおいては下記の法規が制定されているが、医療施設の強靭化に関する規定や標準設計の有無については現時点で保健省からの回答を得られていない。なお、2020 年 12 月に UN-Habitat がカナダ政府資金協力の下” Safe Hospitals: Preparation of Guidelines for (Re))Post-Disaster Construction for Safer and Gender-Responsive Health Facilities in Mozambique”（英語直訳名称）を発足している[35]が、インターネット調査では詳細な情報は確認できなかった。

- Ministerial Diploma 19/1991：国立衛生研究所、食品・水の国立衛生研究所、に関する国立医薬品品質管理研究所の設立
- Law 25/1991：National Health Service の設立と運営
- Law 3/2006：医学協会（Medical Association）の設立と運営
- Resolution 73/2007：患者の権利と義務に関する規制
- Resolution 16/2008：国際医療保険に関する規制
- Ministerial Diploma 45/2009：病院に関する一般法令
- Law 24/2009：民間医業経営に関する法律の承認

2） 関連計画・開発現況等の概要

保健・医療分野においてもセクター・ワイド・アプローチ型支援が行われており、USAID を議長とする Canada, EU, UK, Netherlands, Denmark, Germany, Belgium, Ireland, France, Spain, Italy, Switzerland, WB, Global Fund, WHO, UNFPA, UNICEF, GFF が国際協力パートナーとして加盟しており、PROSAUDE (Common Fund of Support for the Health Sector) が設立されている。テーマ別のサブグループが定期的に開合を開き、政府及びドナー間の協調が図られている。政府の政策に沿った支出が可能となるため、保健人材育成という優先度の高いプログラムの予算確保の一助となっており、これまでも保健人材増加に伴う国の人件費予算が不足した場合はここから支払われている。一般財政支援に加えプロジェクト単位による個別支援、直接支援も多く、その中でも特に HIV/AIDS 関係に特化した支援は額が大きい。医療セクターでは PROSAUDE の他に、政府が実施する特定のプロジェクトに対し支援する Vertical Project ファンドという形式もある。

IMF による「貧困削減行動計画 2011-2014」では、医療分野を含む人間社会開発を包括的な経済成長と貧困削減のための優先分野と位置付け、保育体制の拡大、予防・治療のため

[35] United Nations Mozambique HP：https://mozambique.un.org/pt/106899-reconstrucao-de-hospitais-resilientes-e-inclusivos-pos-desastres-em-mocambique

の栄養監視、HIV/AIDS 対策としての専門家育成、食や衛生習慣の普及、コミュニティと医療施設の連携などを含むヘルスケアへの平等なアクセスの促進を戦略的方針に挙げている。[36]

表 3-42　国際支援履歴

Project Name	Donored by	Commitment	Status	Starting	Closing
Mozambique - Health II Project	AfDB	7,511,794	Closed	2000	
Mozambique - Beira Corridor Health Project	AfDB	6,424,132	Closed	1996	
Health Study	AfDB	200,718	Closed	1991	
COVID-19 Strategic Preparedness and Response Project	World Bank	115,000,000	Active	2021.6	2024.6
Mozambique Primary Health Care Strengthening Additional Financing	World Bank	90,159,335	Active	2019.2	
Mozambique Primary Health Care Strengthening Program	World Bank	930,000,000	Active	2017.12	2023.12
Social Accountability Knowledge, Skills, Action and Networking	World Bank	700,000	Closed	2013.12	2018.12
Mozambique Nutrition Additional Financing	World Bank	37,000,000	Closed	2013.1	
Health Commodity Security Project	World Bank	39,000,000	Closed	2010.9	2014.6
Health Service Delivery Project	World Bank	44,600,000	Closed	2009.4	2017.12
HIV/AIDS Response Project	World Bank	64,000,000	Closed	2003.3	2011.6
Flood Emergency Recovery Project	World Bank	30,000,000	Closed	2000.4	2001.12
Health Sector Recovery	World Bank	239,100,000	Closed	1995.11	2003.8
Health and Nutrition Project	World Bank		Closed	1989.3	1997.6

出典：WB Website Projects & Operations, AfDB Projects and Operations より抽出

病院等の医療施設は、日頃から入院患者や外来患者、訪問者、医療従事者など利用者が多いが、被災時にはそれら一般診療に加え、災害による負傷者、被災後急増するジェンダーに基づく暴力（SGBV, Sexual and Gender Based Violence）の被害者[37]、更に不衛生な環境による感染症の患者などの受け入れにも対応する必要がある。常日頃の必要性が高い中、災害時にはその需要が増大することから、医療施設は被災後もその機能が低下することがあってはならない。加えて、医療施設は精密機器を多く取り扱い、またその施設設計自体にも特殊な配慮が必要であることから、建設費用が嵩む施設でもある。このことから、災害時にその機能が損なわれないよう、施設の強化を図り、医療サービスが最大限に患者に行き届くようなシステムを構築し、スタッフ全員が迅速に災害時に対応できるよう訓練を積んでおく必要がある。

---

[36] IMF による PARP Progress Report（2014 年）によると、入院助産制度（Institutionalized childbirth）利用率や 1 歳未満の乳幼児の予防接種率、特定医療従事者の育成数を判断基準とし、計画期間の終了までに目標は十分に達成または達成可能と結論づけている。

37 UN Resident Coordinators, Flash Appeal - Cyclone Dineo, 2017

サイクロン・イダイ被災時には、89 棟の医療施設が損傷を受け、3 棟が崩壊、2 棟の医療研修施設が損傷を受けた[38]。ソファラ州内の MISAU 及び DPSS が管轄する 173 施設の内、全壊 4 棟、部分損壊 63 に昇っており[39]、破損個所は主に屋根部であることが報告されている[40]。ベイラ市内では医療施設に関しては 90%以上の施設が被災した[41]。またこのとき、衛生的な水や食料が入手困難になったことや避難所に人が押し寄せたことで、31,107 件のマラリア感染が確認される事態となり[42]、医療サービスの継続の重要性が浮き彫りとなった。

WHO と汎米保健機構（PAHO, Pan American Health Organization）は 2000 年に強風と地震に対する医療施設の防災対策ガイドライン“Guidelines for Vulnerability Appraisal and Reduction in The Caribbean,”を発行している。本ガイドラインでは、医療サービスや機器の防災対策に欠かせない優先順位を Critical（致命的)、Essential（重要)、Non-Essential（重要ではない）の 3 段階に分類する“CEN”基準を定義している。これらの優先順位に基づき、医療施設の災害対策項目や日頃のメンテナンス項目をチェックリスト化し、活用されやすいよう工夫されている。

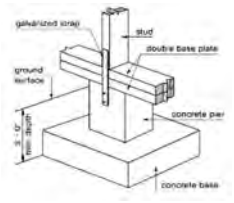
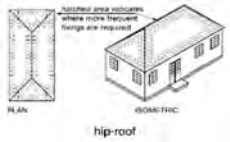
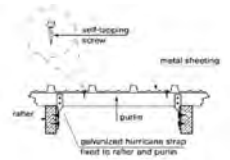
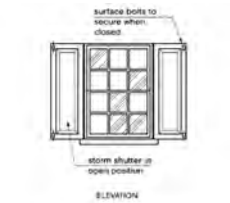
表 3-43　CEN 分類

分類･定義	対象サービス	対象機器
Critical（致命的）: 患者の生死のリスクに直接的に関与するサービスや機器。	事故・救急、手術室、薬局、最小限の病床	人工呼吸器、除細動器、孵卵器
Essential（重要）: 症状の診断及び特殊な治療を提供するために必要なサービスや機器。	放射線診断、研究室	X 線装置、患者モニター、血液ガス分析装置
Non-Essential（重要ではない）: 症状の診断及び治療を支援するサービスや機器であり、合理的な代替機器・手法を採用できるもの。	理学療法、洗濯、滅菌用品、食事療法	ジアテルミー装置、洗浄機、加圧滅菌器

出典：PAHO and WHO, Guidelines for Vulnerability Appraisal and Reduction in The Caribbean, 2000

38 Post Disaster Needs Assessment - Mozambique Cyclone Idai, 2019
39 緊急時のアセスメントで冠水等によりアクセスできない施設も多く、全ての施設の損傷状況を正確に把握するに至らなかった。Health PDNA_Mozambique IDAI_Damage Loss and Needs tables_Health & Nutrition Sector _12 May 2019 （DPSS 提供資料）
40 DPSs 計画担当官への聞き取り調査より（2020 年 2 月）
41 https://www.directrelief.org/2019/12/cyclone-idai-destroyed-their-hospital-these-two-doctors-never-stopped-treating-patients/
42 OCHA MOZAMBIQUE: Cyclone Idai & Floods Situation Report no.22

表 3-44　強風対策チェックリストの概要

要素	防災対策項目	イラスト
壁	- プレキャストコンクリート造：床や屋根との緊結 - 組積造：ブロックサイズと壁厚の比率の規定、床や屋根との緊結 - コンクリートブロック組積造：鉄筋による補強、床や屋根との緊結 - 木造：柱梁、間柱や板材等の寸法規定、鉄筋コンクリート基礎への固定	
屋根	- コンクリート - 軽量版（鋼板、アルミ板、アスファルト版等）：屋根材と母屋、垂木の緊結、防水層の設置、押縁による補強 - その他（石板、コンクリ板、磁器タイル等）：野地板や瓦桟への固定 - トラスや垂木等屋根組の壁への緊結 - 屋根勾配の指定	 hip-roof  valley connection
窓	- 合わせガラスの採用（2inch×4inch の木片が飛来しても破壊しない強度） - シャッターや雨戸による保護（2inch×4inch の木片が飛来しても破壊しない強度） - 木造やアルミによるルーバーの設置 - 窓やシャッター・雨戸の構造体への固定	 Permanently installed shutters
戸	- スライド式：合わせガラスの採用、シャッターや雨戸による保護（2inch×4inch の木片が飛来しても破壊しない強度）、フレームの構造体への固定、レール深さの確保 - シャッター式：フレームの構造体への固定、レール深さの確保 - その他：適切な強度の木材の採用、扉と枠の固定	―

出典：PAHO and WHO, Guidelines for Vulnerability Appraisal and Reduction in The Caribbean, 2000

しかし、このようなガイドラインが、モザンビークで想定される自然災害に合致しているか、また、モザンビークの医療施設整備方針として参照・採用されているのかなどについては、今回の調査では保健省より回答を得ることができなかった。

医療セクターにおける国際支援・技術協力の内容は主に医療サービスに寄与する医療技術の向上や人材育成にフォーカスされている。これは慢性的に不足する医療サービスの提供を向上することを目的としており、自然災害などの緊急時における対応まで体制ができ上がっていないと考えられる。災害時には病院が防災拠点として利用されるポテンシャル

があることから、防災教育や災害時対応の支援は必須である。

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a） マプト市におけるハザードリスク

マプト市においては想定される大きな自然災害はないものの、少量の降雨であっても水がなかなか引かないことが教育分野での調査から判明している。参考として文献調査より入手できた医療施設の位置とハザードマップ（100 年確率）を重ねた結果を下図に、判明した各医療施設の浸水深さを下表に示す。



図 3-75 マプト市医療施設とハザードリスク（100 年確率）

出典：2 章記載（ハザードマップ）、Open Street Map（背景地図）、プロジェクトチーム作成（医療施設位置）

表 3-45　マプト市各医療施設の浸水深さ

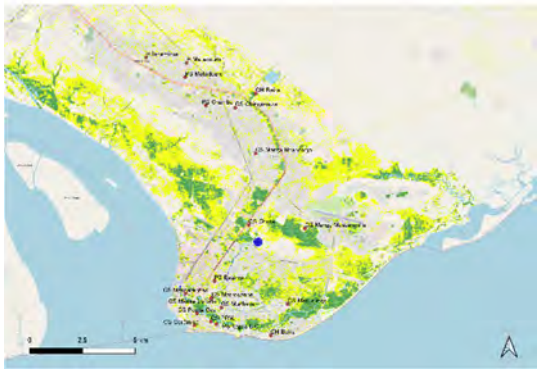
US (Health unit name)	CLASSIFICATION	Inundation	US (Health unit name)	CLASSIFICATION	Inundation
1 De Junho	Centro de Saúde Urbano A	0.0-0.5m	Pescadores	Centro de Saúde Urbano C	0.0-0.5m
1 De Maio	Centro de Saúde Urbano A	0.0-0.5m	Catembe	Centro de Saúde Rural I	—
Albazine	Centro de Saúde Urbano A	—	Inhaca	Centro de Saúde Rural I	—
Alto Maé	Centro de Saúde Urbano A	0.0-0.5m	Incassane	Centro de Saúde Rural II	—
Bagamoio	Centro de Saúde Urbano A	—	Muchina	Centro de Saúde Rural II	—
Benfica	Centro de Saúde Urbano A	—	Mutsekua	Centro de Saúde Rural II	—
J.Macamo	Centro de Saúde Urbano A	—	Santa Filomena	Centro de Saúde	0.0-0.5m
Malhangalene	Centro de Saúde Urbano A	—	Khuyana	Centro de Saúde	0.0-0.5m
Maxaquene	Centro de Saúde Urbano A	0.0-0.5m	CMC	Centro de Saúde	0.0-0.5m
N° 14	Centro de Saúde Urbano A	—	Catembe	Hospital Central	—
Polana Cimento	Centro de Saúde Urbano A	0.0-0.5m	Infulene	Hospital Psiquiatrico	—
Porto	Centro de Saúde Urbano A	—	Mavalane	Hospital Geral	—
Xipamanine	Centro de Saúde Urbano A	—	J.Macamo	Hospital Geral	—
Zimpeto	Centro de Saúde Urbano A	—	Chamanculo	Hospital Geral	—
Hulene	Centro de Saúde Urbano B	0.0-0.5m	CH Maputo	Hospital Central	0.0-0.5m
Inhagoia	Centro de Saúde Urbano B	—	Hospital Militar	Hospital Militar	0.0-0.5m
Magoanine Mini Centro	Centro de Saúde Urbano B	0.0-0.5m			

出典：JICA 調査団作成

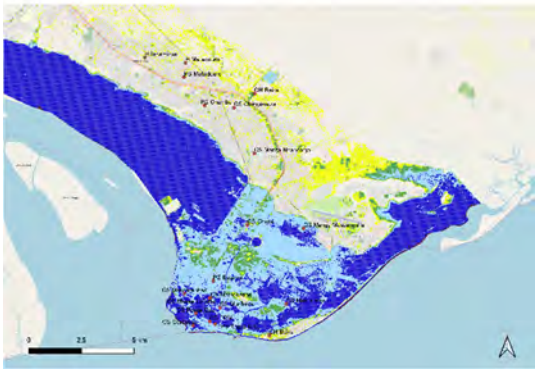
マプト市においては 0.0-0.5m の浸水深さが想定されることから、浸水対策を施すことで医療サービスの機能停止を大幅に防ぐことが可能であることが分かる。

b)　ベイラ市におけるハザードリスク

ベイラ市のハザードリスクについては JICA 別業務「サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト」にて作成された想定に基づき検討した。下図(a)はサイクロン・イダイと同等の降雨（発生頻度は約 10 年に 1 度）を想定した場合、(b)はサイクロン・イダイと同等の降雨が春の満潮時期と重なった場合（発生頻度は約 200-300 年に 1 度）である。また、サイクロン・イダイ時の高潮は約 1.8m で、この場合の発生頻度は約 1 年に 1 度と想定されている。



(a) サイクロン・イダイ
（発生頻度：10 年に 1 度）



(b) サイクロン・イダイ＋満潮
（発生頻度：200～300 年に 1 度）

図 3-76　ベイラ市医療施設とハザードリスク

出典：サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト（ハザードマップ）、Open Street Map（背景地図）、JICA 調査団作成（医療施設位置）

表 3-46　ベイラ市各医療施設の浸水深さ

US (Health unit name)	CLASSIFICATION	(a) Cyclone Idai Rainfall	(b) Cyclone Idai Rainfall + Spring High Tide
Chamba	Posto de Saúde	-	-
Matadouro	Posto de Saúde	-	0.2-0.5m
Esturro	Posto de Saúde	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Ponta Gêa	Centro de Saúde Urbano A	0.2-0.5m	2.0-5.0m
Munhava	Centro de Saúde Urbano A	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Chingussura	Centro de Saúde Urbano A	-	-
Manga Nhaconjo	Centro de Saúde Urbano A	-	-
Macurungo	Centro de Saúde Urbano A	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Manga Mascarenha	Centro de Saúde Urbano B	-	1.0-2.0m
Chota	Centro de Saúde Urbano C	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Manga Loforte	Centro de Saúde Urbano C	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Marrocanhe	Centro de Saúde Rural II	0.2-0.5m	2.0-5.0m
Cerâmica	Centro de Saúde Rural II	0.2-0.5m	2.0-5.0m
Mascarenhas	Centro de Saúde	0.2-0.5m	1.0-2.0m
PRM	Centro de Saúde	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Matadouro	Hospital	-	-
Inhamizua	Hospital	0.2-0.5m	0.2-0.5m
Ponta Gêa B.O.	Hospital	0.2-0.5m	1.0-2.0m
Beira	Hospital Central	-	0.2-0.5m
Beira	Hospital Geral	0.5-1.0m	0.5-1.0m

出典：JICA 調査団作成

(a)の想定浸水深さを見ると内陸の施設を除いて多くが最大約 0.5m まで浸水する結果となっており、浸水に対する防災対策の必要性が伺える。

c)　医療施設の防災対策

医療施設における災害対策の検討においては、一般的な医療施設の事業継続計画(Business Continuity Plan, BCP)検討で用いられる項目について洪水及び強風への効果・機能維持の観点から下表のように評価した。

表 3-47　被災時の課題と対策

課題	対策方針	洪水				強風
		0.0-0.5m	0.5-1.0m	1.0-2.0m	2.0m 以上	
施設本体		**凡例　●:被害緩和効果あり　—:非該当**				
床上浸水	床レベルの設定、動線の確保	●	▲	－	－	－
	排水ポンプの設置	●	▲	－	－	－
	水防ラインの設定 （止水板、土嚢などで保護）	●	▲	－	－	－
敷地内の内水氾濫	調整池の整備（施設周辺、中庭等）	－（建物が浸水するのを遅らせる目的）				－
施設の損傷	屋根の補強	－	－	－		●
	建具の補強	－	－	－		●
ライフライン		**凡例　●:可能　▲:限定的に可能　—:不可能**				
商用電力の受電停止	電気設備を想定浸水高さ以上に配置	●	●	●	●	－
	非常用発電機の設置	●	●	●	●	
上下水の機能停止	貯水タンクによる水源確保	●	▲	－	－	－
	非常用汚水槽の設置（地下）	●	▲	－	－	－
外部通信手段の機能停止	衛生通信の確保 （自然災害の影響が少ない手段）	●	▲	－	－	－
内部通信手段の機能停止	館内放送設備	●	▲	－	－	－
医療サービス		**凡例　●:可能　▲:限定的に可能　—:不可能**				
カルテの損失	カルテ資料の事前の電子化 （医療電子システムの活用）	運営面での対応が必要				
	安全な資料置場の確保	●	▲	－	－	●
医療機器の損傷	床、壁などへの固定	●	▲	－	－	●
医療資機材の不足	緊急備蓄倉庫の設置	●	▲	－	－	－
医療従事者の待機スペースの不足	医療従事者の仮眠・休憩場所の整備	●	▲	－	－	●
輸送手段の機能停止	別の輸送手段の確保	運営面での対応が必要				

出典：JICA 調査団作成

想定浸水深さ約 0.5m 以下までであれば、盛土や床上げ、止水版等による浸水防止策が有効であり、かつ浸水した場合であっても物資や重要機器を浸水高さ以上に設置・保管することで被害を防ぐことが可能である。したがって、医療施設の新築及び改修双方において施設の強靭化により医療機能を維持することが可能と考えられる。

対して、想定浸水深さ 0.5m 超は、施設内への浸水を防ぐのが難しく、また日常的な利用を考えると想定浸水深さ以上の高さに機材等を設置するのは現実的ではない。よって、医療サービスの一時停止を前提とした災害前の迅速な避難及び災害後の機能復旧に重点を置く必要があり、非常時の交通手段や、医療施設連携を含めた対策が求められる。

4) 防災施策の検討

前段の調査から、医療セクターにおいては医療従事者の医療サービスに関する人材育成に力が入れられており、施設の強靭化まで支援が及んでいないことが分かった。これより、自然災害への対策を踏まえた医療施設の施設整備ガイドラインが今後の支援の対象となりうることが考えられる。

また、保健省担当者のヒアリングでは、1 次医療施設の医療従事者では施設を強靭化しても適切に管理されず、災害時にそれら対策が機能しなくなることを恐れ、2 次以上の医療施設を対象とする施設強靭化が望まれている。このことから、医療従事者への防災に関する対応方針・教育も行き届いていないことが伺えるため、施設強靭化のガイドラインの策定と並行してソフト面での防災対応の支援が実施されることが望まれる。

(1) 農業

モザンビークでは、農業セクターの労働人口は就労可能人口の 70.2 %（2019）を占め、農林水産業の占める割合は、総 GDP の 26.0%（2019）、輸出額の 12.6%（2018）となっている[43]。農業に従事する人の多くが、天水に依存した低投入・低生産性の自給自足型農業を営んでおり、収入は著しく低い。また、主食であるキャッサバ、メイズ等は国内供給でまかなえているが、米については多くが輸入に頼っている状態である。また、慢性的に食糧不足であり、気候変動や自然災害によって状況は悪化している。そのため、生産性の向上による生産量増加及び市場へのアクセスの向上が重要である。

一方で、国土の約半分を占める 4,100 万 ha の耕地面積のうち約 15%の 590 万 ha しか利用されておらず[44]、北部に広がる熱帯サバンナ地域は広大な耕地面積を有していることから、農業生産拡大のポテンシャルが高いと言われている。様々な国と国境を接し、港を持つモザンビークは南部アフリカ地域及び国際市場の食料保障を担う可能性を秘めている。

1) 関係機関・法制度の概要

a) 関係機関の概要

(i) 農業・農村開発省 Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER)

2020 年に設立された MADER は、農業、畜産、農業水力学、農林業プランテーション、

[43] 就労人口割合：WB, World Bank Indicator、GDP 割合：World Bank Indicator より計算、輸出額構成比：World Trade Organization, Trade Profile 2020

[44] FAO, Country profile and Country Fact Sheet

食糧安全保障の分野における法律や政策の指示、計画、実行、農村開発の調整を行っている。また、農業生産性を向上させるため、水の持続可能な管理と利用の促進や農業インフラ開発に関わっている。

農業・農村開発省は以下の部局から構成されている。

- 農業・農村開発検査局（Inspeção da Agricultura e Desenvolvimento Rural）
- 国家家族農業開発政策局（Direção Nacional da Agricultura Familiar）
- 国家家畜開発局（Direção Nacional de Desenvolvimento Pecuário）
- 国家地域経済開発局（Direção Nacional de Desenvolvimento Económico Local）
- 国家家族農業支援局（Direção Nacional de Assistência à Agricultura Familiar）
- 国家商業農業振興局（Direção Nacional de Promoção de Agricultura Comercial）
- 国家農業衛生・バイオセキュリティ局（Direção Nacional de Sanidade Agro-pecuária e Biossegurança）
- 計画・政策局（Direção de Planificação e Políticas）
- 協力・市場局（Direção de Cooperação e Mercados）
- 総務・人事局（Direção de Administração e Recursos Humanos）
- 農業情報・通信局（Direção de Informação e Comunicação Agrária）
- 法務室（Gabinete Jurídico）
- 社会・環境保護室（Gabinete de Salvaguardas Sociais e Ambientais）
- 大臣室（Gabinete do Ministro）
- 調達部（Departamento de Aquisições）

このうち、本案件に関連する部局は、家族農業に関する政策、戦略、法律を計画、実施、評価を行い、農業生産性向上のための環境整備及び生産促進を担う家族農業開発政策局である。また、農業分野における天然資源管理、気候変動、食料・栄養安全保障に重点を置いた分野横断的な課題に関する活動を調整する国家家族農業支援局、商業的農業、農業生産及び食糧安全保障の発展のための戦略的政策、行動計画、優先順位に関する提案を行う計画・政策局がある。

2011～2012 年にかけて、MADER の前身である国土・環境・農村開発省（MITADER）は World Bank Group Global Index Insurance Facility （GIIF）と協力し、Guy Carpenter & Company, LLC が開発した豆類、綿花、メイズ、カシューナッツの 4 つの優先作物を対象とした農業保険のフィージビリティスタディを実施した。この調査結果に基づき、保険会社である Hollard Mozambique がアグリビジネス事業を行う会社を通して農業保険を農家に提供した。

(ii)　農業・農村開発省関係機関

農業・農村開発大臣の権限下には、以下の関係機関が存在する。

表 3-48　農業・農村開発大臣の権限下の関係機関

関係機関	概要
モザンビーク農業研究所 Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM)	モザンビークで農業技術の研究・開発・普及を行う公的機関である。主に国の土壌地図や作物に適した土地に関する情報など、重要なベースライン・データの提供を通じて、防災活動に携わっている。また、Famine Early Warning System Network (FEWS NET)に対して早期警報システムのために必要なデータを提供している。
農業開発基金 Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FDA)	農産物生産を支援するための投入・製品市場の強化、金融機関・企業・団体が提供するサービスへのアクセスを促進し、その他のリソースを動員することによる生産者支援、政府機関と農業分野の他のステークホルダーとのパートナーシップの促進等を実施している。
国立灌漑研究所 Instituto Nacional de Irrigação (INIR)	農業生産のための土地・水資源の効率的かつ持続的な計画・開発・利用・管理を目的とした機関。灌漑インフラの復旧・建設・運用・保守を促進するとともに、水利組合の設立を支援し、統合水資源管理計画に参加する役割を担当している。
食糧安全保障と栄養に関する技術事務局 Secretariado Técnico de Segurança Alimentar e Nutricional (SETSAN)	SETSAN は、貧困の緩和と食糧不安の軽減に貢献する情報に基づいた意思決定を提供することを目的に、食糧安全保障・栄養戦略の実施を調整・監視することを委任された政府機関である。事務局内には、脆弱性評価委員会 (VAC) と呼ばれる作業部会が設置され、関係省庁及び開発パートナーの支援を受け、定期的に多部門にわたる評価を実施している。国内の食料・栄養不安のリスクを軽減するための対策を提案する上で重要な役割を担っている。
持続可能な開発のための国家基金 Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FNDS)	モザンビーク農村部における持続可能な開発構想の推進、資金調達、管理を行うことをミッションにかかげ、環境管理、気候変動への適応と緩和、持続可能な森林管理、生物多様性保全、土地管理、空間計画プログラムに資金を提供する。
モザンビーク綿花・油糧種子研究所 Instituto de Algodão e Oleaginosas de Moçambique (IAOM)	油糧種子の生産、マーケティング、加工、輸出を促進させることを目的として設立された。前身である Instituto do Algodão de Moçambique (IAM) は、Hollard 及び EMOSE (Empresa Mocambicana de Seguros, SA)との官民パートナーシップをコーディネートし、干ばつやその他の悪天候による農家収入への影響を軽減するための農業保険の普及に貢献した。

出典：JICA 調査団作成

(iii)　公共事業住宅水資源省 (Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídrico, MOPHRH)

河川管理・海岸管理セクターで詳しく説明するが、モザンビークの水資源管理及び洪水対策は、MOPHRH の傘下である DNGRH 及び地方分権化に伴い設立された 5 つの流域管理事務所 (Administracao Regional de Aguas, ARA) によって実施されている。DNGRH は堰や

堤防等の河川構造物の計画、実施を行っている。ARA は、降雨・水文データ収集・分析、水利権の許認可、水費の徴収を含む水資源管理を行っている。

b) 法制度の概要

上記の関連機関の役割等を規定する法律が制定されている。

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 関連計画

(iv) 政府 5 カ年計画 PROGRAMA QUINQUENAL DO GOVERNO 2020-2024 (PQG)

本計画では、農業・農村開発を優先課題の１つとして掲げており、特に農業生産と市場開発の分野において以下の目標を設定している。

表 3-49 政府 5 カ年計画における目標

分野	目標
農業生産	i) 改良された農業技術の普及において、生産者を支援する。 ii) 改良普及員を雇用し、生産者への支援の範囲を拡大する。 iii) 畜産振興と農業生産を通じて、若者の雇用創出を促進する。 iv) 米、メイズ、豆、サツマイモ、トマト、レタス、ニンジンなどの基本的な種子の生産に基づき、改良された種子を市場に提供する。 v) 改良された雄牛、山羊及び鶏の品種の普及を促進する。 vi) 認証された綿花の種子を生産し、普及させる。 vii) カシューナッツの苗木を生産、普及させる。
農村開発	i) 小規模生産者、組合、農村部の商人の能力を高める。 ii) 地区の潜在能力をマッピングして診断し、その結果を地区戦略開発計画 (Plano Estratégico de Desenvolvimento do Distrito, PEDD) に統合するために能力を高め、地区を支援する。 iii) 生物多様性の管理と保全において、地域社会と民間企業との間のパートナーシップの構築を促進・支援し、農村部における雇用創出と収入源となる活動の発展に貢献すること。

出典： JICA 調査団作成

(v)　国家開発戦略 National Development Strategy 2015-2035

農業は、国家開発戦略においても優先事項として位置づけられており、戦略として i) 農業の生産性の向上、ii) 農畜産物生産の商業化を掲げている。また、モザンビーク政府は、2035 年までに達成すべき農業に関する目標について、メイズ及び米の収量を指標に設定した。この目標達成を妨げるリスク要因として、灌漑地域での洪水や天水農業地域での干ばつ等が示唆されており、灌漑地周辺を守るインフラ（ダムや防潮堤）の建設、天水農業における代替灌漑技術の導入、農業保険の導入が提案されている。

(vi)　農業セクター開発戦略計画 Plano Estratégico De Desenvolvimento Do Sector Agrário II (PEDSA II 2021 - 2030)

農業セクターに特化した戦略に関しては、現在、PESDA II が起草されており、「農業セクター開発戦略計画 2011-2020 (Plano Estratégico para o Desenvolvimento do Sector Agrário, PEDSA)」に取って代わる予定である。PEDSA II では、気候変動対策や災害管理を含めることが計画されている。また、PESDA II を実施するための投資計画である「国家農業投資計画 2014-2018、延長 2018-2019 (Plano Nacional De Investimento Do Sector Agráriopnisa, PNISA)」も更新される予定である。

(vii)　国家灌漑計画 Programa Nacional de Irrigação 2017-2042, PNI

PNI の目標は、a) 戦略的オプション備えた灌漑開発のための行動、管理、支援のための国家手段の確立、b) 河川流域と農業開発の観点から灌漑開発と投資のための計画及び枠組みの確立、c) 土地と水資源の合理的かつ効率的な利用を含む灌漑農業の持続的な拡大の確保、d) モザンビークの社会経済的発展への貢献である。具体的には、a) 将来のプロジェクトのための潜在灌漑開発地域の優先順位付け、b) 既存の灌漑インフラのマッピングと特定、c) 河川流域の状況による水の利用可能性及び必要性の特定、d) 土地と水資源の合理的かつ持続可能な利用に基づく灌漑計画、e) 国立灌漑研究所（INIR）の最適な組織能力構築の必要性の特定が挙げられる。

PNI によると、モザンビークにおいて灌漑インフラが整備されている面積は 18 万 ha であるが、そのうち 9 万 ha のみ稼働している。また、灌漑開発のための流域の優先順位付けを行った結果、マプト川及びリンポポ川、ブジ川、ザンベジ川、リクンゴ川（Licungo River)、メルリ川(Melúli River)、ルリオ川(Lúrio River)、ロブマ川(Rovuma River）の 8 つの河川流域が灌漑に適していることが分かった。モザンビークで灌漑に適した面積は約 300 万 ha と推定されている（図 3-77)。



図 3-77　灌漑スキームの位置図

出典：PNI

b)　開発の現況

(viii)　わが国の開発協力方針

モザンビークが重点分野と指摘する、農業、社会インフラ整備、漁業・養殖、天然資源開発、観光など経済活性化・多角化に貢献する産業振興を支援することとしている。農業開発分野の主な取り組みは、農村部住民の生計向上、農業・農村開発の行政能力向上支援、米増産支援、栄養改善である。

近年のわが国の本案件に関連する農業分野における主な支援活動を以下に整理する。他にも、農業技術促進及び食料安全保障のための個別研修を実施している。

表 3-50　わが国の支援実績

プロジェクト名	プロジェクト概要	期間
ザンベジア州コメ生産性向上プロジェクト（技術協力）	ザンベジア州の灌漑及び天水稲作対象地区において、稲栽培技術の普及、種子生産管理体制の改善、灌漑施設維持管理や農民組織の強化を支援する事業。	2016 年～2022 年
食料安全保障・栄養（IFNA）アドバイザー（個別専門家）	食料安全保障・栄養関連政策・施策の計画・実施に係る SETSAN の調整機関としての能力の強化を支援する事業。	2021 年～2022 年

出典： JICA 調査団作成

(ix)　関係ドナー及び民間による支援実績・動向

近年の関係ドナーによる支援実績や動向について以下に整理する。WB は、灌漑開発及び市場へのアクセス改善、天然資源の適切な管理によって、食料安全保障、農家の生計向上、持続可能な天然資源の利用を目指している。AfDB は、灌漑開発及び市場へのアクセス改善に加え、干ばつや気候変動に対するプロジェクトを実施している。

世界のコメ生産量第 1 位であり、輸入量第 1 位である中国は、リンポポ川流域のガザ州において約 10 年に渡りコメ生産に関わる灌漑施設の整備や農家への研修を実施している。そのため、日本の開発協力方針であるコメ増産支援を同じ州で実施することは難しいと予想される。日本はこれまで北部のザンベジア州でコメの生産性を向上させるプロジェクトを実施してきたことから、省庁や現地農家と円滑な関係を築くことが可能であると考えられる。北部地域で活動する WB 及び AfDB と調整しつつ、日本の得意分野である防災とコメ生産支援を組み合わせて実施することで、モザンビークの食料安全保障に貢献できる可能性がある。

表 3-51　関係ドナーによる支援実績

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Northern Mozambique Rural Resilience Project / WB	プロジェクトの開発目標は、モザンビーク北部の農村地域で、脆弱なコミュニティの生計機会へのアクセスと天然資源の管理を改善することを目的としている。	2021 年～2026 年 150.00 百万 US ドル
Sustainable Rural Economy Program / WB	プロジェクト対象地域の小規模農業生産者と AgriMSME のパフォーマンスを向上させ、天然資源管理の実践を改善することを目的としている。	2021 年～2026 年 150.00 百万 US ドル
Smallholder Irrigated Agriculture and Market Access Project- IRRIGA 1 / WB	灌漑と市場へのアクセスを向上させることにより、農民の生産性を上げ、農村の生活を改善することを目的としている。①制度的能力構築、②零細農家灌漑開発・管理、③農業の集約化と市場連携、④プロジェクト管理、⑤不測の事態と緊急対応の 5 つのコンポーネントから構成されている。マニカ州、ザンベジア州、ソファラ州、ナンプラ州で灌漑施設建設事業が実施され、3,000ha の農地が広がった。しかし、2019 年のサイクロン・イダイにより、その内 1,700ha が被災した。	2018-2024 57.00 百万 US ドル
Moz Agriculture and Natural Resources Landscape Management Project / WB	プロジェクト地域の持続可能な農業と森林に基づくバリューチェーンに農村世帯を統合し、適格な危機や緊急事態が発生した場合、当該適格な危機や緊急事態に即時かつ効果的に対応することを目的としている。①主要な農業と森林に基づくバリューチェーンにおける零細農家と小規模新興商業農家の統合を支援、②土地保有権の正規化、土地管理サービスの改善、統合された景観の管理能力の強化、景観内の VC にとって重要な自然生息地の回復を支援、③プロジェクトの調整と管理、④不測の事態と緊急対応（追加融資により、サイクロン被災地での復興活動を支援し、当初のプロジェクトを拡大させる）の 4 つのコンポーネントから構成されている。	2016-2023 100.00 百万 US ドル （内、追加融資 60.00 百万 US ドル）
MZ PROIRRI Sustainable Irrigation Development / WB	ソファラ州、マニカ州、ザンベジア州の改良型灌漑スキームにおいて、農家が販売するための農業生産を増やし、農業生産性を向上させることを目的として実施された。プロジェクトでは 3 州において 4,200ha の灌漑排水施設の改修・新設が行われた。	2011-2018 92.15 百万 US ドル
Climate Insurance Finance and Resilient Development Project (CLINFREDEP) / AfDB	CLINFREDEP は、水利インフラの提供、食糧生産とマーケティング活動の改善、更に被災したコミュニティの気候変動適応、水利技術、農業マーケティングのための能力開発を通じた農村コミュニティの能力強化の統合プロジェクトである。マプト州、ガザ州、イニャンベネ(Inhambane)州の干ばつの起こりやすい 10 地区で 5 年間にわたって実施される。	2021-2026 47.78 百万 US ドル

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Agricultural Value Chain and Youth Empowerment Project (AVACYEP) / AfDB	AVACYEP は、園芸や畜産関連のインフラの提供、食料生産とマーケティング活動の改善、被災したコミュニティの能力強化を通じて、食料生産、地方の貧困、食料不安、市場へのアクセスといった相互に関連した課題に取り組む農村コミュニティの能力を強化する統合プロジェクトである。Moamba 郡、Namaacha 郡、Chókwé 郡及び Chonguene 県の 4 地区で実施される。	2018-2023 17.294 百万 US ドル
Drought Recovery and Agriculture Resilience Project (DRARP) / AfDB	干ばつ復興と気候変動への対応プロジェクトは、気候変動、農村部の貧困、食料不安、土地の劣化という相互に関連した課題に対処するため、灌漑インフラの提供、食料生産とマーケティング活動の改善、被災したコミュニティの能力強化を行う統合プロジェクトである。Magude 郡、Matutuine 郡、Chigubo 郡、Chibuto 郡の干ばつの多い 4 地区で実施される。	2018-2022 15.51 百万 US ドル
Project Preparation Facility (PPF) for the Value Chains and Market Development Program in Pemba-Lichinga Corridor / AfDB	このプロジェクトの開発目的は、Pemba-Lichinga コリドーにおいて、選ばれた作物のための灌漑開発に関し、市場機会の拡大、産業化、地域（ペンバ・リヒンガ回廊）の生物物理的環境の保護を図りつつ、バリューチェーン・アプローチに基づく変革戦略を実施できるようにすることである。	2018-2021
Baixo Limpopo Irrigation and Climate Resilience Project (BLICRP) / AfDB	換金作物用の 3,050ha の農地の開発とマーケティング及び農産物加工施設の提供を支援することにより、農業生産性の向上、付加価値の増大、気候変動に強いインフラ整備を通じて貧困削減に寄与することを目的としている。本プロジェクトは①マーケティングと農産物加工インフラ、②灌漑インフラと農村道路の改善、③農業の多様化促進の 3 つのコンポーネントから構成されている。	2012-2017
Agriculture Insurance / Guy Carpenter & Company	Guy Carpenter & Company は International Finance Corporation から 1.0 百万 US ドルの助成金を受け、農業保険を開発した。本保険は、Hollard Mozambique がアグリビジネス事業を行う会社を通して農家に提供した。これまでに本保険は、約 17,000 人の農家に対して干ばつや豪雨に対するリスクソリューションを開発、提供し、約 85,000 人の最終受益者に保険が適用された。 モザンビーク政府は、2018 年から 5 年間、農業保険商品の保険料補助を行うために 100 万 US ドルを拠出することを約束した。政府の支援は保険料の 40%を上限とし、残りは受益者が負担することとなっている。	2011-2020

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
China-Africa Xai-Xai Agricultural Cooperation Project / China-Africa Development Fund（中国アフリカ開発基金）	Gaza 州 Xai-Xai 県での 2,480ha を対象とした稲作プロジェクトは、中国アフリカ開発基金が投資し、China Railway 20th Bureau Group 会社が管理している。米の生産量を向上させるため、中国の稲作技術と資源を導入し、平均収量を 1.5t/ha から 6.0t/ha まで向上させ（2021 年時）、国の食糧不足の解消に貢献した。2020 年以前の 3 年間で、約 1,500 世帯が稲作技術を学び、1 万人以上が直接的・間接的にこのプロジェクトの恩恵を受けた。 中国開発銀行や中国アフリカ開発基金の支援を受けて、日中両国政府が数年前に設立した現地農業技術実証センター（ATDC）も稲作技術支援に貢献している。	2017-
China Wanbao Co., Ltd.（中国湖北省）	ガザ州 Xai-Xai 県で、モザンビークの食糧供給システムを総合的に改善するプロジェクトを実施している。2006 年にはモザンビーク政府が中国湖北省に対して Xai-Xai 郡の 1,000ha の農地を割り当て、China Wanbao 会社によって米生産農場が建設された。2011 年には更に 20,000ha の土地を提供し、広大な遊休地を開発して大規模米農場が設立された。これをモデルとして周辺農家（10 万 ha）が米栽培を行うように働きかけている。2014 年には Chokwe 郡でも 6,000ha の灌漑開発を計画している（2014 年時点）。	2006-

出典： JICA 調査団作成

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

近年の災害による農業分野の被害は以下の通りである。

表 3-52 農業セクターの被災実績（洪水）

年月	被害地域	概要
2015 年 1 月	リクンゴ川流域 シレ川流域 ザンベジア州、ソファラ州、 ニアサ州、ナンプラ州、テテ州	- 被害農地（全体）：65,000 ha - 被害農作物：104,430 ha（米、メイズ、ササゲ、豆、野菜、キャッサバ等） - 被害灌漑システム：1,850 ha（Zambézia 州） - 全体被害額 371 百万 US ドルのうち、農作物の被害額は 83 百万 US ドル、灌漑インフラの被害額 14 百万 US ドル - 農業セクターの復旧に必要な金額： 46 百万 US ドル
2013 年 1 月	リクンゴ川流域 リンポポ川流域 ザンベジア州、ソファラ州、ガザ州、イニャンベネ州 マプト市	- 被害農地（全体）：266,698 ha（うち、全壊 210,587 ha） - 被害農作物：110,000 ha - 米の種子の被害：1,000m3（Xai Xai 県、Chokwe 県） - 被害畜産物：牛 890 頭、ヤギ 1,986 頭、羊 211 頭、豚 540 匹、鳥 11,863 羽 - Chokwe 県及び Chicumbane 県は、特に灌漑システムの被害が大きい地域であり、灌漑用水路や堤防が損壊するなど、深刻な被害を受けた。 - 農業セクターの復旧に必要な金額： 4 百万 US ドル

出典： JICA 調査団作成

表 3-53　農業セクターの被災実績（サイクロン）

年月	被害地域	概要
2019 年 4 月 サイクロン・ ケネス	カーボデルガード州、 ナンプラ州	- 被害農地（全体）：1,835,375 ha - 被害農作物：34,803 ha - 被害灌漑システム（農地＋インフラ）290 ha（Nampula） - 全体被害額 98 百万 US ドルのうち、農業セクターの被害額 21 百万 US ドル（内訳：農地 18 百万 US ドル、畜産：0.8 百万 US ドル、管理用インフラ：0.05 百万 US ドル、灌漑システム 2 百万 US ドル） - 全体損失額 61 百万 US ドルのうち、農業セクターの被害額 61 百万 US ドル（内訳：農作物 60 百万 US ドル、畜産： 0.8 百万 US ドル） - 農業セクターの復旧に必要な金額：50 百万 US ドル
2019 年 3 月 サイクロン・ イダイ	マニカ州、ザンベジア州、ソファラ州、テテ州	- 被害農地（全体）：813,000 ha（うち、洪水被害 715,378 ha） - 被害灌漑システム（農地＋インフラ）4,309 ha - （Zambézi 川流域の Zambezia 州が 43%、Manica 州が 33%、また Sofala 州が 21%、Tete 州が 3%を占める） - 被害畜産物：9,710 頭 - 全体被害額 14 億 US ドルのうち、農業セクターの被害額 48 百万 US ドル（内訳：農地 17 百万 US ドル、畜産： 16 百万 US ドル、管理用インフラ：0.7 百万 US ドル、灌漑システム 14 百万 US ドル） - 全体損失額 13.9 億 US ドルのうち、農業セクターの被害額 513 百万 US ドル（内訳：農作物 470 百万 US ドル、畜産：43 百万 US ドル） - 農業セクターの復旧に必要な金額：203.9 百万 US ドル
2017 年 2 月 サイクロン・ ディネオ	イニャンバネ州、ガザ州	- 被害農地（全体）：洪水被害 13,477 ha

出典： JICA 調査団作成

水資源開発マスタープランで実施されたモザンビーク全土の洪水リスク分析の結果、リンポポ川流域であるガザ州及びザンベジ川流域のソファラ州、ザンベジア州は洪水に対して脆弱である。また、近年のサイクロン及び豪雨では、2013 年にはリクンゴ川流域のガザ州チョクウェ郡及びシャイシャイ郡（チコンバネ地区）、2015 年には リクンゴ川流域のザンベジア州、2019 年にはザンベジ川流域のザンベジア州で灌漑施設が甚大な被害を受けている。被災地域である、ガザ州、マニカ州、ソファラ州、テテ州、ナンプラ州、ザンベジア州はモザンビークの穀倉地帯であるため、この地域が被災した場合にはモザンビーク国内の食料不足を招き、また、多くが自給自足型農業を営んでいるため、生計を失うこととなる。ソファラ州及びマプト州は、輸出農作物であるサトウキビの大規模農場が広がっているため、外貨獲得に影響を及ぼす。

洪水による農地及び灌漑インフラの被災の原因として、河川堤防の決壊及び排水システムの容量不足が考えられる。2015 年の洪水の際には、リクンゴ川及びザンベジ川の堤防が破壊された。両河川の堤防は 1960～1980 年代に建設されたであり、河川流域では 1～2 年

毎に洪水が起こっている。適切なメンテナンスが行われていないため、浸食が進み、たびたび決壊している[45] 。両河川の災害リスクが高い箇所では、下図の通り居住地及び農地を守るための堤防建設が計画されている。

[45] GoM, UN, WFP and WB, Damage Assessment and Early Recovery / Sustainable Reconstruction Priorities



Chinde, Chinde District,Zambezia Province

Protection of residential areas (160ha) & farmlands (1,800ha)



Nante, Maganja da Costa District,Zambezia Province

Protection of residential areas (300ha) & farmlands (970ha)



Marromeu, Marromeu District,Sofala Province

Protection of residential areas (700ha) & arable lands (17,500ha)



Mabalane, Guijá,Chókwè, Chibuto District, Gaza Provinces

Protection of residential areas (6,000ha) & arable lands (44,500ha)

図 3-78　河川堤防建設計画

出典： Development of Master Plan forWater Resources Management in Mozambique, National Directorate of Water Resources Management (DNGRH)

4) 防災施策の検討

わが国の農業開発分野の支援内容として米増産があるが、モザンビークの米需要を満たすためには、洪水から農地を守りつつ、米の生産性向上を図る必要がある。特に、ザンベジア州はモザンビーク最大の稲作地帯であるため、被災した場合にはモザンビーク国内の食料不足を招くこととなる。農地及び灌漑・排水システムの洪水被害を軽減するため、リクンゴ川及びザンベジ川の堤防改修を含めた灌漑・排水システムの改修・改良が有効であると考えられる。本案件では渡航ができなかったため、灌漑・排水システムの現況調査及び関係者へのインタビューを通して、支援ニーズの確認、洪水被害の原因の特定、地域の優先順位付けを行う必要がある。

(2) 河川管理・海岸管理

1) 関係機関・法制度の概要

モザンビークでは、洪水対策に関して気象観測、早期警報、災害対応等に関して所管省庁ごとの取り組みを実施している（洪水対策及び水資源管理はMOPHRH、気象観測及び早期警報はINGD、災害対応はINGD)。河川管理事務所も存在しているが、洪水対策のためのリスク評価や施設整備等を統合的に実施する能力に欠けている。

モザンビークでは、洪水の他にも渇水等による影響も大きいため、洪水対策に加えて水資源管理、環境保全等を含めて統合的に河川管理を行う機能が必要である。加えて、国際河川を複数有する同地域では、各国間の連携した活動を推進すべく地域間連携の枠組みの強化が求められている。

2) 関係機関の概要

「モザンビーク防災セクターに係る情報収集・確認調査報告書、平成25年8月、p.3-1～5-18、JICA」及び、JICAモザンビーク事務所からの提供情報に基づいて、モザンビークの河川管理体制の現状を把握した。

モザンビークの洪水対策や水資源管理は、MOPHRHが担っている。MOPHRHにはいくつかの部門があるが（**下図参照**)、水資源管理局（DNGRH）及び地方分権化に伴い設立された地域の流域を管轄する5つの地域水資源管理事務所（ARA、Regional Water Authority）がある。

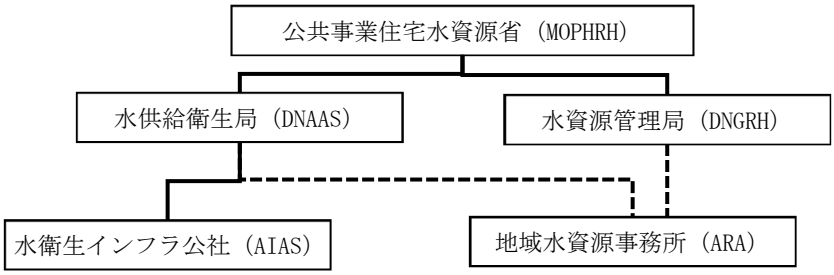


図 3-79　MOPHRH の洪水対策・水資源管理に係る体制

出典：JICA モザンビーク事務所からの提供情報に基づき JICA 調査団作成.

モザンビークには中小河川を含めると 100 以上の河川があるが、この内 9 つの国際河川及び 4 つの国内河川が主要河川とされている。地域水資源管理事務所（ARA）が管轄している主要 13 河川とその管轄区分は下表及び下図に示す通りである。なお、ARA は 2020 年に下表の 5 つの地域水管理事務所から（ARA South（以下、ARA Sul と記す）、Centro、Zambezi、Centro-Norte、Norte）3 つの地域水管理事務所に変更した（ARA Sul の管轄区域はそのままで、Centro と Zambezi、Centro-Norte と Norte をそれぞれ合併させた）。

表 3-54　地域水資源管理事務所（ARA）の主要河川の管轄区分

管轄（センター所在地）	河川名	延長（km）		流域面積（km^2）		河川区分
		国内	全長	国内分	全流域	
ARA South（Maputo）	Umbeluzi 川	100	314	2,356	5,600	国際河川
	Maputo 川	150	565	1,570	29,800	
	Incomati 川	283	714	14,925	46,246	
	Limpopo 川	561	1,461	79,620	412,000	
ARA Central（Beira）	Save 川	330	735	4,550	88,395	
	Buzi 川	320	360	25,600	28,800	
	Pungwe 川	322	372	28,000	29,500	
ARA Zambezi（Tete）	Zambeze 川	820	2,700	140,000	1,200,000	
ARA North（Pemba）	Rovuma 川	650	800	101,160	155,400	
	Messlo 川	530	530	24,000	24,000	国内河川
ARA Central North（Nampla）	Lurio 川	605	605	60,800	60,800	
	Licungo 川	336	336	27,726	27,726	
	Ligonha 川	295	295	16,299	16,299	

出典：モザンビーク防災セクターに係る情報収集・確認調査報告書、p.5-1、平成 25 年 8 月.

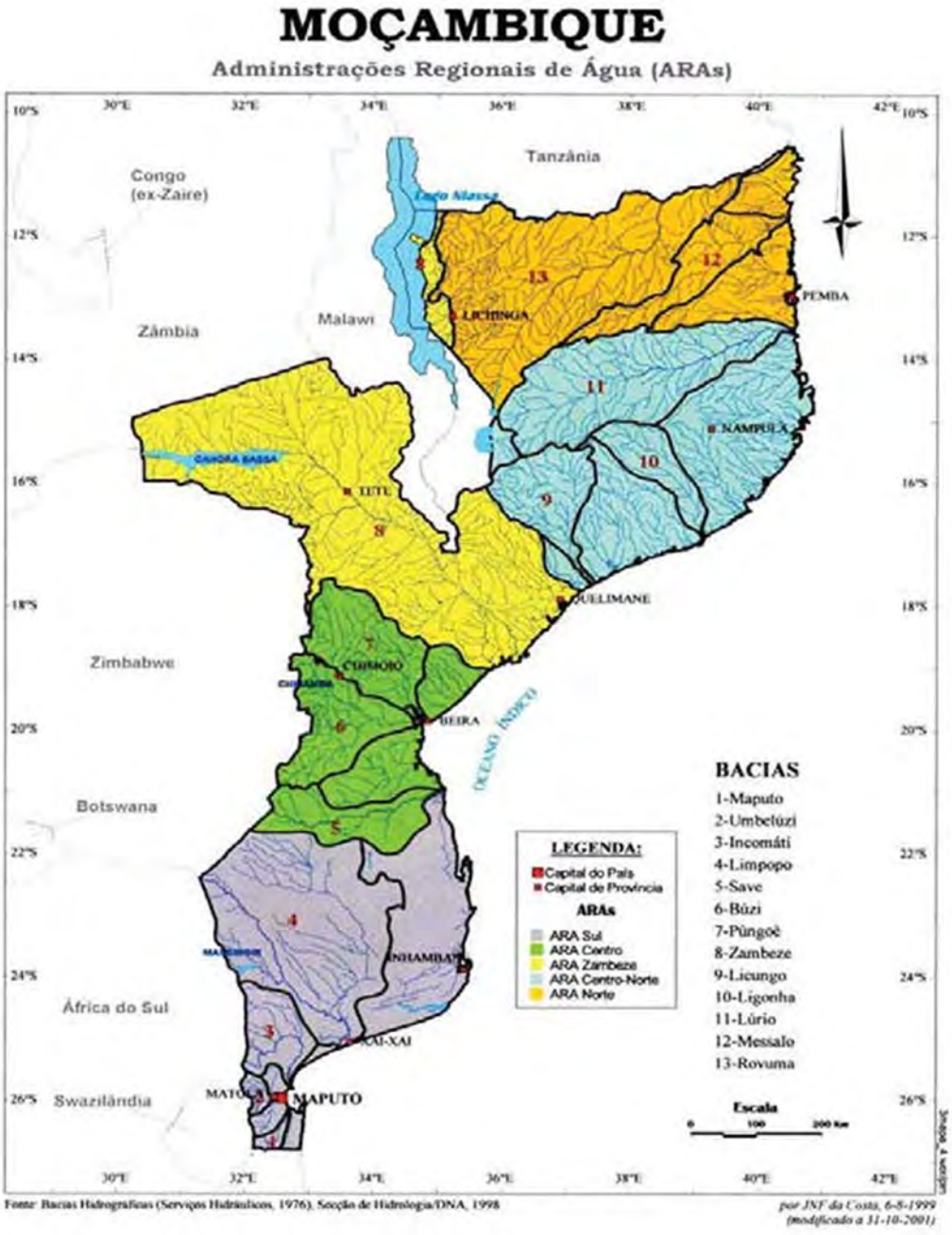


図 3-80　主要河川の位置及び地域水資源管理事務所（ARA）の管轄区分

出典：モザンビーク防災セクターに係る情報収集・確認調査報告書、p. 5-2、平成 25 年 8 月.

各地域の地域水資源管理事務所（ARA）の管轄範囲は広いので、各地域のセンターがマプト、ベイラ、テテ、ペンバ、ナンプラに置かれており、また管内の主な地点に支所が設置されている。

地域水資源管理事務所（ARA）は既述のように、地方分権化に伴って設立された流域管理

機構で、MOPHRH からの委託で河川の流量・雨量観測を行い、結果を DNGRH に報告すること、灌漑用の小規模ダムを除く利水ダム、堰等の利水施設の維持管理を行うこと、洪水時には水資源管理局からの予警報を関係機関に伝達し必要な処置を行うこと、管内に国際河川を有する場合、流域毎ステークホルダーの代表を集めた Management Committee を主催すること等である。但し、堤防については、受益者が管理することから、その維持管理には関与していない。

モザンビークには 10 の州（Province）と、州と同格の市（Maputo Cidade）が 1 つ（マプト）あるが、地方では州の下に District があり、その下に Administrative Post がある。

モザンビークでは地方分権化に伴い、MOPHRH の州レベルの出先機関が廃止された。州レベルの水資源管理を所割する組織としては、州知事傘下の州公共事業局（Provincial Directorate of Public Works、以下「DPOP」）に加えて、大統領から直接任命を受ける Secretary of State（行政長官）傘下の Provincial Service of Infrastructure（SPI）が設置されている。DPOP が州レベルにおける事業を所管しており、SPI は DPOP の実施する事業に対して助言を行う立場にある。

モザンビークにおける気象観測や気象予測は国家気象局（National Institute of Meteorology、以下「INAM」）が実施している。下図に示す通り、INAM は、気象観測、気象予報の責務を負っているとともに、気象注意報・警報も実施している。具体的には、通常予報の結果を再分析し複数の予報官による協議の結果、予報部長の承認により発表される。

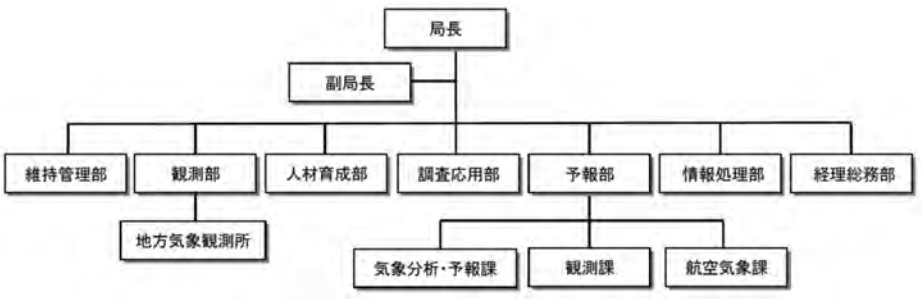


図 3-81　国家気象局（INAM、National Institute of Meteorology）の組織図

出典：モザンビーク防災セクターに係る情報収集・確認調査報告書、p.4-2、平成 25 年 8 月.

3) 関連計画・開発現況等の概要

DNGRH の水資源開発マスタープラン(Development of Master Plan (MP) for Water Resource Management in Mozambique, February 2018,DNGRH)によると、モザンビークには 104 河川あり、これら河川を 13 の主要河川と 22 の戦略的小河川に分類している。



図 3-82 主要 13 河川と戦略的 22 中小河川の位置図

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resource Management in Mozambique, p.2, February 2018,DNGRH.

(表 3-55 の河川番号と一致、表 3-56 の河川番号とは不一致)

表 3-55　主要 13 河川の諸元一覧

No.	River	Catchment area (km²)		Length (km)	
		In Moz.	Total	In Moz.	Total
1	マプト Maputo	1,979	30,903	150	535
2	ウンベルジ Umbeluzi	2,319	5,589	100	274
3	インコマチ Incomati	14,998	46,649	283	783
4	リンポポ Limpopo	86,398	422,741	561	1542
5	サベ Save	16,845	103,076	330	811
6	ブジ Buzi	26,005	29,790	320	382
7	プングウェ Pungoe	29,911	31,366	322	429
8	ザンベジ Zambezi	181,834	1,474,004	820	3321
9	リクンゴ Licungo	22,761	22,761	369	369
10	ルリオ Lurio	61,011	61,015	657	657
11	ロブマ Rovuma	100,126	154,727	650	974
12	メサロ Messalo	24,456	24,456	594	594
13	モンテプエズ Montepuez	10,040	10,040	387	387

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resource Management in Mozambique, p.2, February 2018, DNGRH.

表 3-56　戦略的 22 中小河川の諸元一覧

No.	River	Catchment area(km²)	Length (km)	No.	River	Catchment area(km²)	Length (km)
1	ムタンバ Mutamba	929	85	12	マラト Malato	106	7
2	グイア Guiua	90	16	13	モナポ Monapo	8,006	269
3	インハホンベ Inhanhombe	1,295	87	14	ムクブリ Mucuburi	9,439	305
4	インハリメ Inharrime	13,478	337	15	メガルマ Megaruma	5,446	256
5	ゴブロ Govuro	11,289	280	16	ナマクラ Namacura	7,563	248
6	ウカランガ Ucarranga	3,016	147	17	ゴロンゴサ Gorongose	10,212	240
7	ララガ Raraga	9,123	254	18	モンギクアル Mongicual	3,254	152
8	メレラ Melela	8,180	328	19	カルンディ Calundi	2,619	112
9	モロクエ Molocue	6,512	397	20	メロンビ Meronvi	1,089	94
10	リゴニャ Ligonha	14,737	385	21	マカンガ Macanga	330	40
11	メルイ Melui	10,253	292	22	クイバンダ Quibanda	361	12

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resource Management in Mozambique, p.2, February 2018, DNGRH.

DNGRH の水資源開発マスタープランでは、水資源管理や治水対策を含めた想定される事業を検討しており、以下のことが分かる。

- 洪水リスク分析に加えて、水資源利用の観点からの分析を踏まえて 13 の主要河川を選定（下図参照）。
- 洪水管理に加えて水資源開発の観点も踏まえた検討がなされており、MP は気象・水位観測網、ダム、堤防整備、内水氾濫対策も含めた対策を検討。
- なお、水資源開発や洪水対策の根拠法である Water Law が現在改定作業中であり事業実施すべき河川の優先順位付け等の検討に DNGRH は関心あり。

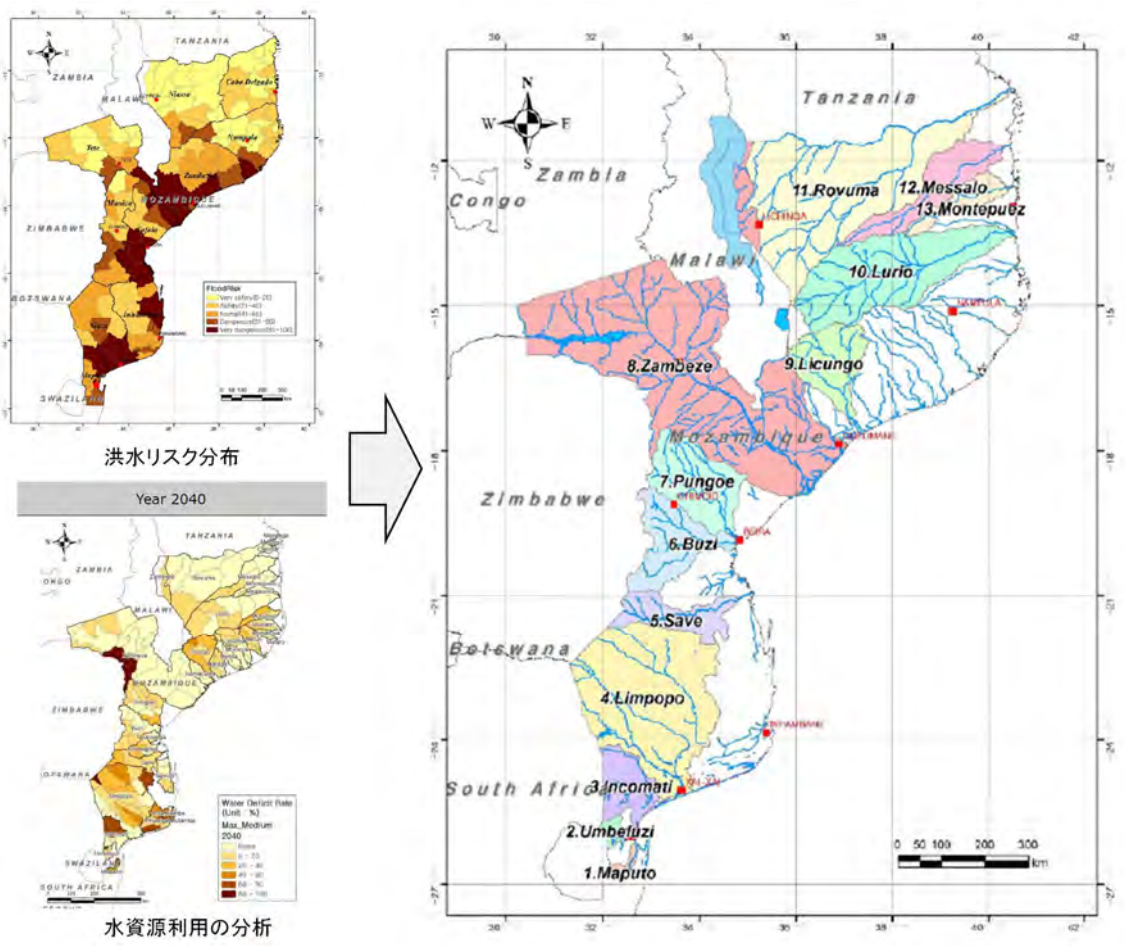


図 3-83　主要 13 河川の選定根拠

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resource Management in Mozambique, p.2, February 2018, DNGRH.

4) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

近年の災害による河川管理・海岸管理分野の被害は以下の通りである。

表 3-57 モザンビークにおける河川管理・海岸管理セクターの被害

年月	被害地域	概要
2019 年 4 月 サイクロン・ ケネス	カーボデルガード州、 アンンプラ州	- 気象観測所：5 ヵ所、気象データロガー：2 ヵ所、 - 温湿度センサー：2 ヵ所、雨量計：1 ヵ所
2019 年 3 月 サイクロン・ イダイ	マニカ州、ザンベジア州、ソファラ州、テテ州	- 堰：Eribacela 堰 - 河川堤防：Nicoadala (5 km)、ナンテ Nante (11 km／リクンゴ川) - 水位観測所：69 ヵ所 - テレメーター観測所：5 ヵ所 - 気象観測所：5 ヵ所 - ドップラーレーダー（ベイラ市内）：1 ヵ所 - コミュニティレベルの警報センサー：27 ヵ所 - コミュニティレベルの雨量計：39 ヵ所
2015 年 1 月洪水	リクンゴ川流域 シレ川流域 ザンベジア州、ソファラ州、ニアッサ州、ナンプラ州、テテ州	- 河川堤防：ナンテ Nante (15km／リクンゴ川), ルアボ Luabo (1.5km／ザンベジ川) - 都市排水：モクバ Mocuba 及びナカラ Nacala において損害 - 水位観測所：34 ヵ所 - 気象観測所：7 ヵ所
2000 年 洪水	リンポポ川流域	- 河川堤防：サイサイ XaiXai（エレファント川） - 水位観測所に被害 - 気象観測所に被害 - ※2000 年年洪水は PDNA に詳細の記述が無いため詳細不明

出典：PDNA の情報に基づき JICA 調査団作成

既述の通り、モザンビーク国内ではサイクロンや大雨による洪水で河川管理に係る堰や河川堤防がたびたび被災している状況にある。「(8) 農業分野」にも記載の通り、このような度重なる被災を受けて、集落及び農地を守るための堤防整備が検討されている。

また、水資源開発マスタープランは気象・水位観測網、ダム、堤防整備、内水氾濫対策も含めた対策を優先流域ごとに検討をしており、将来的には同マスタープランの計画に沿った河川対策の整備が今後必要となる。一方で、河川整備に係る予算は限られるため優先順位を付けた対策の実施が重要である。

5) 防災施策の検討

本プロジェクト研究では、河川管理に関して資産や人口が集積するエリアと洪水や高潮などのハザードが重なり、災害による被害ポテンシャルの高い地域での防災事前投資が重

要であるとの観点から、主要都市であるマプト首都圏及びベイラ市の周辺河川に着目した防災施策の検討を行った。更に、「3.1.1 災害リスクの概況」では、マプト首都圏とベイラ市における災害による経済損失ポテンシャルを分析した。この結果、マプト首都圏では内水氾濫も含めた洪水による経済損失ポテンシャルが大きいことが把握された。

このため、本プロジェクト研究では現地の河川管理分野を所管する ARA Sul の要望も踏まえて、マプト首都圏の水害対策と、周辺のダムの運営管理に着目して防災施策を検討した。次頁以降に詳細な検討内容を記載する。

6) マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクトに係る検討

「マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクト」の案件形成に向けて、表 3-58 に示す調査内容について関係機関へのヒアリングや対象候補河川の現地踏査を実施した。

表 3-58 マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定 PJ の調査内容

項目	着眼点
洪水メカニズム（外水氾濫リスク有無）分析	- マプト首都圏周辺の河川を対象とした過去の洪水発生状況 - マプト首都圏周辺の河川を対象とした過去の洪水の原因分析
既往プロジェクト「モザンビーク国水関連災害リスク管理組織能力強化支援」のアクションプラン実施状況	- 対応状況確認（ARA-Sul と DNGRH 内の河川・洪水対策組織の状況、マプト首都圏洪水対策の実施方針、人員体制、予算、技術移転成果の定着、活用状況等）
C/P の治水方針、組織能力（計画策定、事業実施）	- マプト市及びマトラ市の水防災マスタープラン策定にかかる体制、意気込み、現在実施している洪水対策事業概要、予算計画等の再確認。 - 河川管理事務所である南部水資源/河川管理事務所（ARA Sul）のマプト首都圏での治水計画、洪水対策事業概要、予算計画、河川防災に関する方針の確認。 - ARA Sul で新規案件に関与する技術者の知見、技術レベルの確認 - ARA Sul の所掌確認（新規案件対象河川を管轄しているか）
排水機等の即効性のある無償案件のアイデア	- 特にマプト首都圏には WB 排水マスタープランの中で未実施の案件があるため、JICA 無償の検討可能規模かつ即効性ある効果が見込まれそうな案件あるか確認。

出典：JICA 調査団作成

a) 洪水メカニズム（外水氾濫リスク有無）分析

「マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクト」の対象河川は表 3-59 に示す通りである。マプト首都圏周辺の 6 河川のうち、4 河川が国際河川であ

り、マトラ川とインフレネ川は国際河川ではない。なお、テンベ川(Tembe River)諸元は公表資料等に記載がなかったため下表から除外した。

表 3-59　検討対象河川一覧

No.	River Name	River Basin Area (km²)		Length (km)	
		In Moz.	Total	In Moz.	Total
1	Maputo river	1,979	30,903	150	535
2	Umbeluzi river	2,319	5,589	100	274
3	Incomati river	14,998	46,649	283	783
4	Matola river	401	401	50*	50*
5	Infulene river	276	276	20*	20*

出典：Development of Master Platform WRM in Moz, p.2 , DNGRH, Feb 2018.
*JICA 調査団が Google Earth により概算

図 3-84 にマプト首都圏周辺の流域概要図を示す。これより、インフレネ川流域は全流域で、マトラ川では中流から下流部にかけて左岸側のみ、インコマチ川は河口部右岸側に、テンベ川は下流部にそれぞれ人口が集中している。一方で、ウンベルジ川とマプト川流域の人口は非常に少ない。

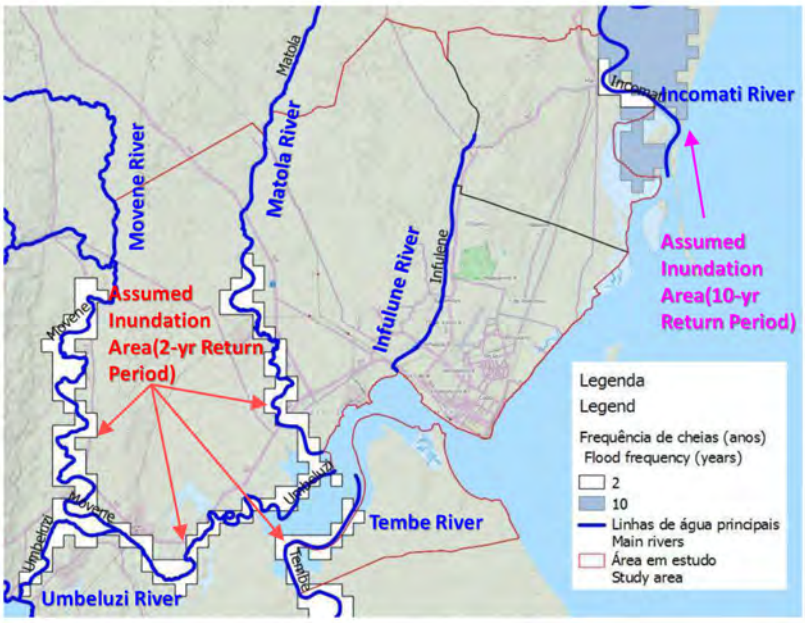


図 3-84　マプト首都圏の流域概要図

出典：SANITATION AND DRAINAGE MASTER PLAN FOR THE GREATER MAPUTO METROPOLITAN AREA ANALYSIS OF EXISTING SITUATION VOLUME 1 - MAPUTO METROPOLITAN AREA FINAL REPORT, 75 ,Feb. 2015.

マプト首都圏周辺では、度々洪水被害を受けている（表 3-60 及び表 3-61）。特に、2000 年洪水はこの 150 年間で最も被害規模の大きな洪水であったと記録されている。

表 3-60　マプト首都圏周辺での主要洪水一覧

Year	Description
2013	Average and high magnitude flows in the basin of Incomati river; floods in the cities of Maputo (most affected neighborhoods Magoanine A, B and C; Inhagóia A, Hulene, Ferroviário and Costa do Sol, including recently constructed areas in the core of Sommerschield, Triunfo and Pescadores, these two in the neighborhood Costa do Sol) and Matola
2001	Floods in the Umbeluzi and Incomati rivers
2000	Floods in the Umbeluzi and Incomati rivers; considered the worse floods of the last 150 years
1996	Floods in all southern rivers: 200 000 affected
1985	In the south, 9 rivers flooded. Worse floods in 50 years after 4 years of drought; 500 000 people affected

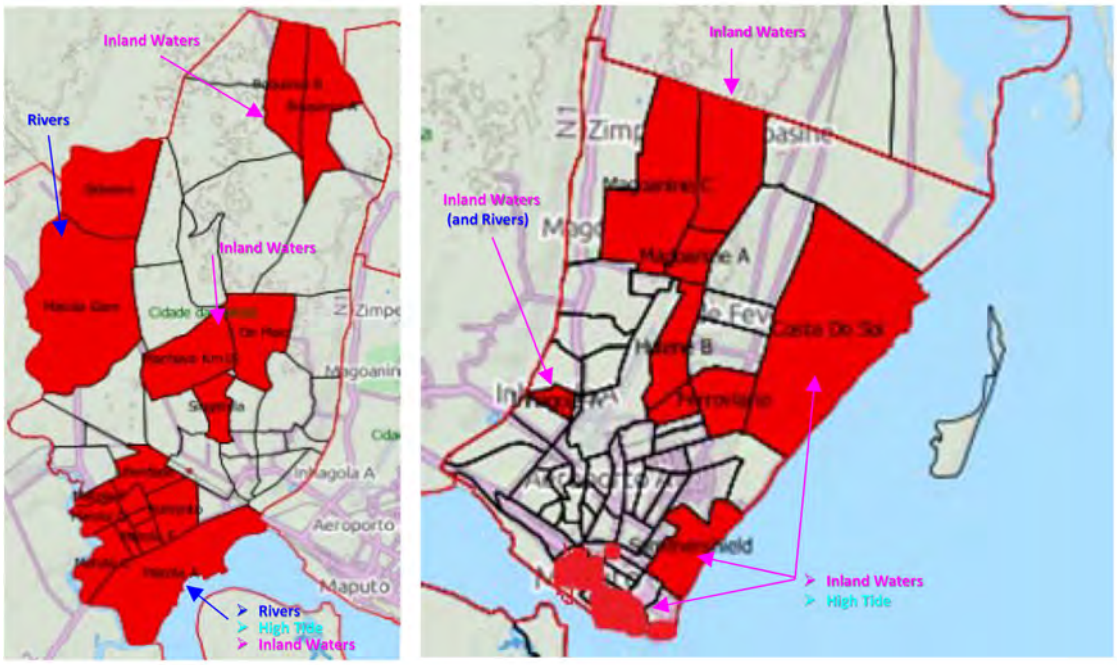
出典：SANITATION AND DRAINAGE MASTER PLAN FOR THE GREATER MAPUTO METROPOLITAN AREA ANALYSIS OF EXISTING SITUATION VOLUME 1 - MAPUTO METROPOLITAN AREA FINAL REPORT, pp.75-76 ,Feb. 2015.

表 3-61　ウンベルジ川とインコマチ川の既往洪水一覧

Basin	Historical Floods
Umbeluzi	4 floods in the period 1966-1984; the 1984 flood had the highest flow (6 150 m^3/s). Flow from the 2000 flood in this basin reached 1 410 m^3/s
Incomati	12 floods in the period 1937-1998; the 1976 flood reached the highest flow (5260 m^3/s). Flow from the 2000 flood in this basin reached 11 000 m^3/s

出典：SANITATION AND DRAINAGE MASTER PLAN FOR THE GREATER MAPUTO METROPOLITAN AREA ANALYSIS OF EXISTING SITUATION VOLUME 1 - MAPUTO METROPOLITAN AREA FINAL REPORT, pp.75-76 ,Feb. 2015.

DNGRH、ARA Sul、AIAS などの関係機関へのヒアリングから、主要洪水時における浸水実績図は存在しなかったものの、マプト首都圏の排水マスタープランには住民へのヒアリングなどをもとに作成した洪水脆弱性マップがある（図 3-85)。これより、インフレネ川流域やマトラ川流域であるマプト市とマトラ市が洪水に対して脆弱であることが分かる。一方で、同マスタープランには洪水脆弱性のメカニズムは言及されていないが流域特性から浸水要因を判読し図 3-85 上に記載した。洪水のメカニズムは今後調査し明らかにしていく必要がある。



(a)　マトラ市　　(b)　マプト市

図 3-85　マプト首都圏の洪水脆弱性マップ

出典：PLANO DIRECTOR DE SANEAMENTO E DRENAGEM DA ÁREA METROPOLITANA DE MAPUTO, pp.7-8. AIAS, 2017.

一方で、外水氾濫に着目した洪水ハザードマップを示す（図 3-86）。同図から、インコマチ川下流部は 10 年降雨確率規模洪水で、マトラ川・ウンベルジ川・テンベ川は 2 年降雨確率規模洪水でそれぞれ外水氾濫し図 3-85 の洪水脆弱性エリアとも概ね一致している。一方で、AIAS（Carlos Laisse 氏, Construction Management Specialist）に確認した結果、外水氾濫も含めた洪水解析は実施していないとのことであった。今後、どのようにこの結果を出したのか詳細に確認する必要がある。

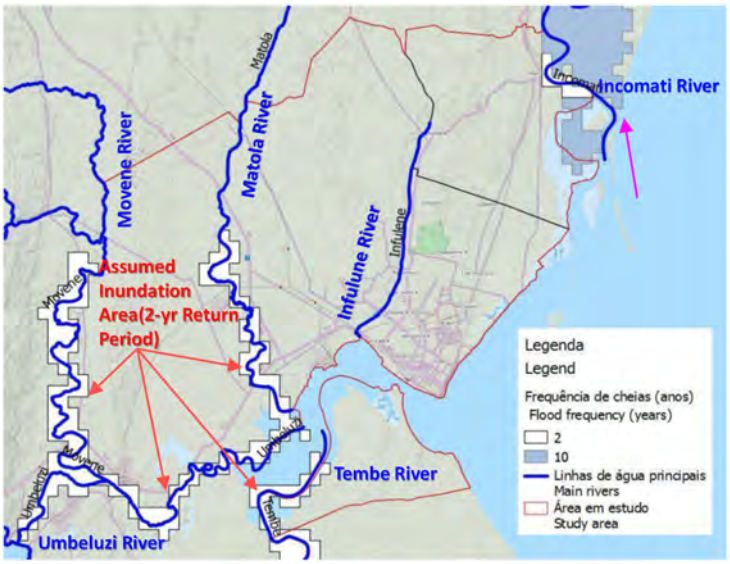


図 3-86　マプト首都圏の洪水（外水）ハザードマップ（再掲）

出典：SANITATION AND DRAINAGE MASTER PLAN FOR THE GREATER MAPUTO METROPOLITAN AREA ANALYSIS OF EXISTING SITUATION VOLUME 1 - MAPUTO METROPOLITAN AREA FINAL REPORT, 75 ,Feb. 2015.

マプト首都圏周辺の降雨データを収集し、年総雨量（図 3-87）と年最大雨量を整理した（図 3-88）。収集した雨量データは日雨量のみであるが、INAM のマプト観測所のみ毎時雨量の入手が可能である。INAM（Mussa Mustafa. Msc 氏, Deputy General Director）や DNGRH（Messias Macie 氏, National Director）へのヒアリングから、マプト首都圏周辺の主要洪水時の降雨継続時間は 1 日程度であり、40mm/day 以上の降雨ではマプト首都圏のオフィスから自宅に帰宅できないような内水氾濫が起きるとのことであった（図 3-88 から、40mm/day 以上の降雨は毎年生起しており洪水対策が喫緊の課題であることが分かる）。

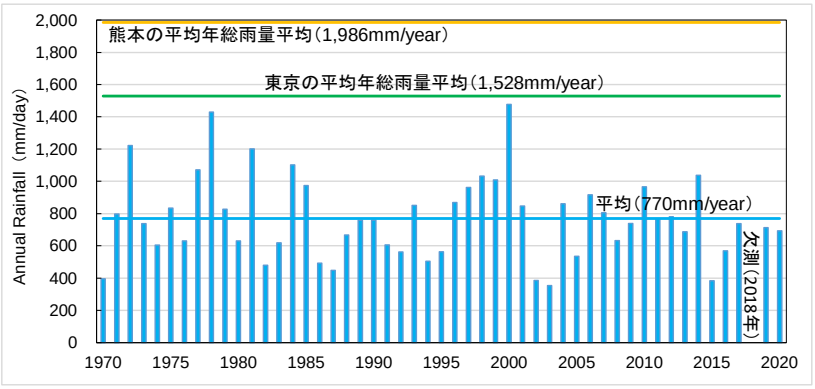


図 3-87　マプト観測所の年総雨量

出典：JICA 調査団作成

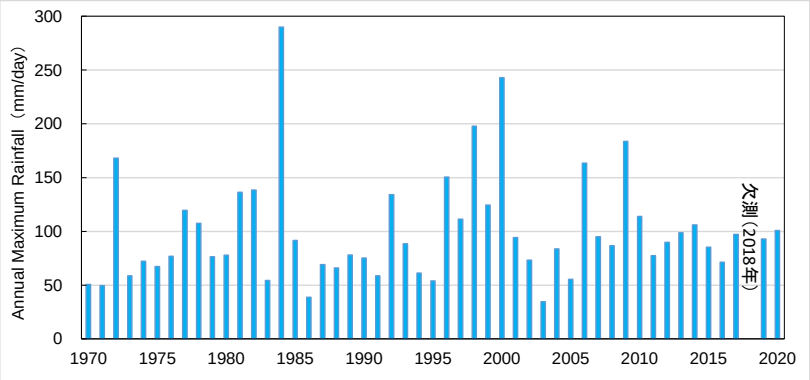


図 3-88　マプト観測所の年最大日雨量

出典：INAM 提供データを加工

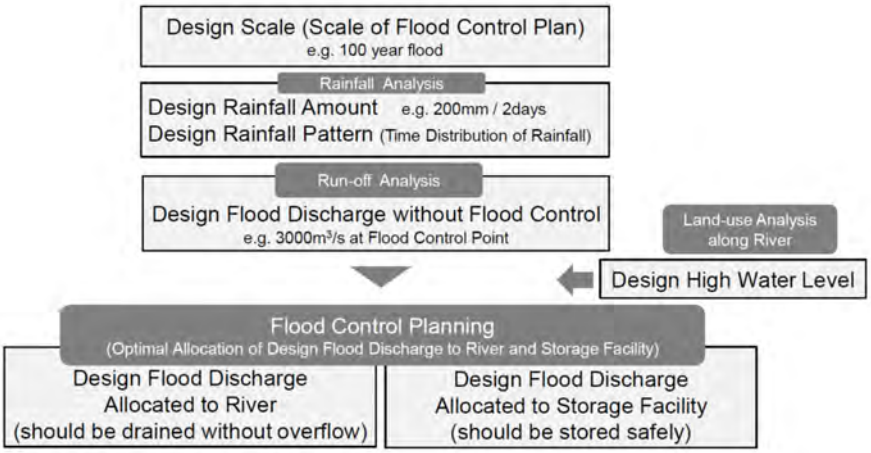
図 3-88 を用いて水文統計解析を実施した（表 3-62)。ここでは、確率分布モデルとして SLSC≦0.04 を満足する一般化極値分布を採用した。

表 3-62　水文統計解析結果一覧

確率年数	150	100	80	50	30	20	10	5	2
確率雨量(mm/day)	331.3	299	282.3	249.6	217.4	194.1	158.2	126.1	86.4

出典：JICA 調査団作成

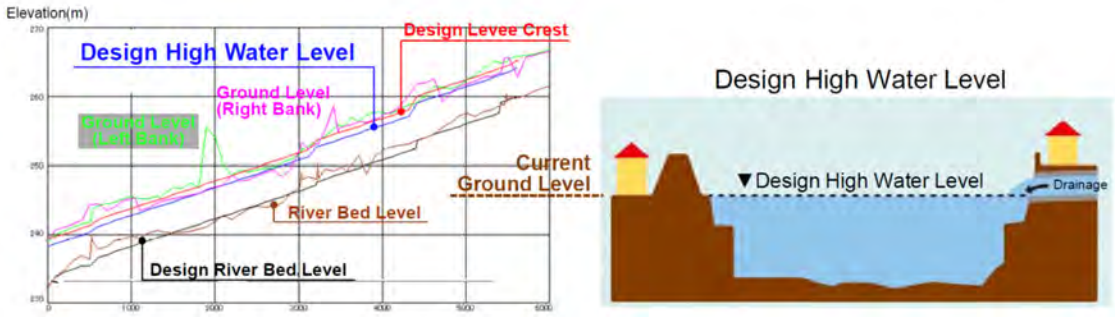
日本では図 3-89 に示す通り計画規模の設定、降雨解析、流出解析、計画高水位の設定、洪水調節計画（貯留施設と河道への洪水流量の最適配分）といった治水計画策定の方法論が確立されている。今後の「マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクト」では、この方法論に則り水害対策マスタープランを対象河川ごとに策定していくことを想定している。



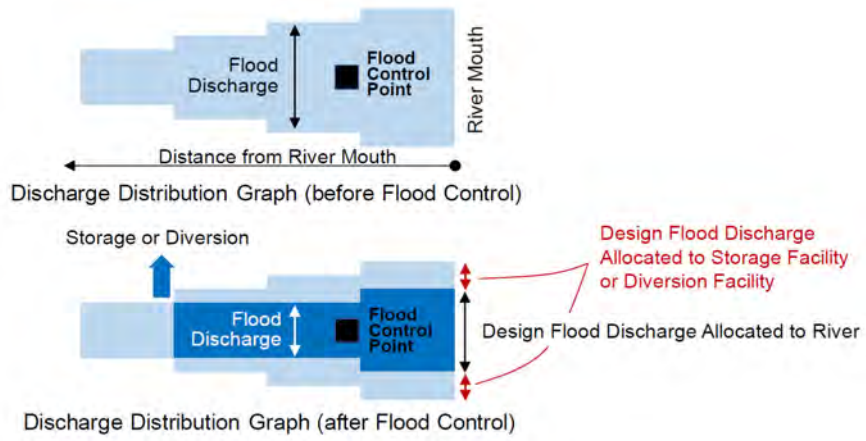
(a)　治水計画策定手順



(b)　治水基準地点（Flood Control Point）設定のイメージ（マトラ川流域）



(c)　計画高水位（Design High Water Level）設定のイメージ



(d)　洪水流量配分計画のイメージ

図 3-89　日本における治水計画策定方法の概要

出典：インド国都市型水害対策プロジェクト詳細計画策定調査（治水計画・排水計画）報告書、p.4-35、2021.3. をもとに一部加筆修正

図 3-89 の「(a)　治水計画策定手順」で示した詳細な降雨・流出解析や洪水調節計画を実施する前に、流域・河川特性を踏まえ大局的に流域の洪水流量配分を想定することが重要である。本調査を踏まえて実施する開発調査型技術協力プロジェクトではこの方法論を用い対策を想定する必要がある。ARA Sul にこの方法論を技術移転することも想定し調査・分析を実施する必要がある。ここでは、例としてマトラ川とインフレネ川について、大局的な流域の洪水流量配分を想定した。その他河川は国際河川であることからより多くの情報収集・整理が必要であり対象外とした。

マトラ川とインフレネ川の河道特性として河床勾配縦断図を図 3-90 に示す。これより、マトラ川の 18.0K 付近、インフレネ川の 7.0K 付近でそれぞれ急勾配から緩勾配に河床勾配が変化しており、これより下流では拡散型の外水氾濫形態になると想定される。

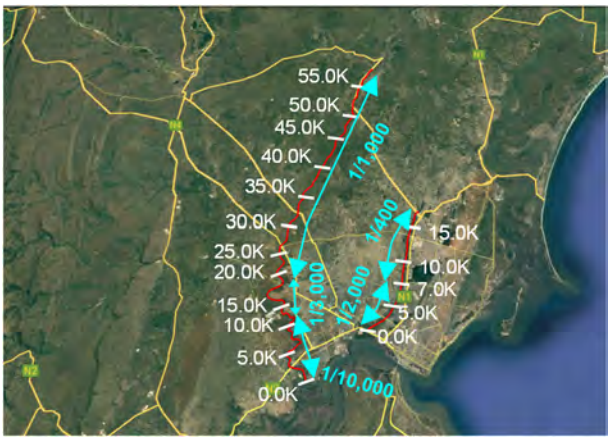


図 3-90　マトラ川とインフレネ川の河道特性

出典：JICA 調査団作成

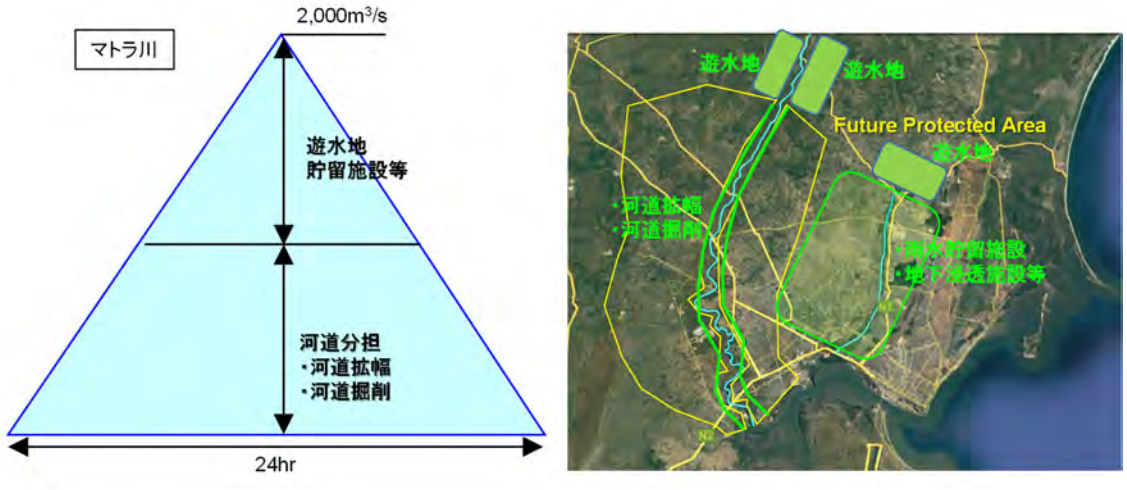
洪水比流量曲線式（クリーガー、$q = C \cdot A^{(A^{-0.05}-1)}$、$q$ は洪水比流量（$m^3/s/km^2$）、A は流域面積（km^2）、C は地域係数）を用いて、対象河川のうちマトラ川とインフレネ川の洪水流量を概算した（下表）。

今後、マトラ川流域は都市化が進み降雨流出量が増えることが想定される。それに伴い洪水時の河川流量も増えることから外水氾濫対策が必要になる可能性があり、検討していく必要がある（下図）。

表 3-63　洪水比流量曲線式を用いた現状の洪水流量の概算一覧

No.	River Name	River Basin Area (km2)		Specific Discharge	Discharge
		In Moz.	Total	(m3/s/km2)	(m3/s)
4	Matola	401	401	3.60	1,440
5	Infulene	276	276	4.04	1,100

出典：JICA 調査団作成



(a)　洪水流量配分図案　　(b)　平面図案

図 3-91　流域都市化後を想定した洪水流量配分図と対策平面図案

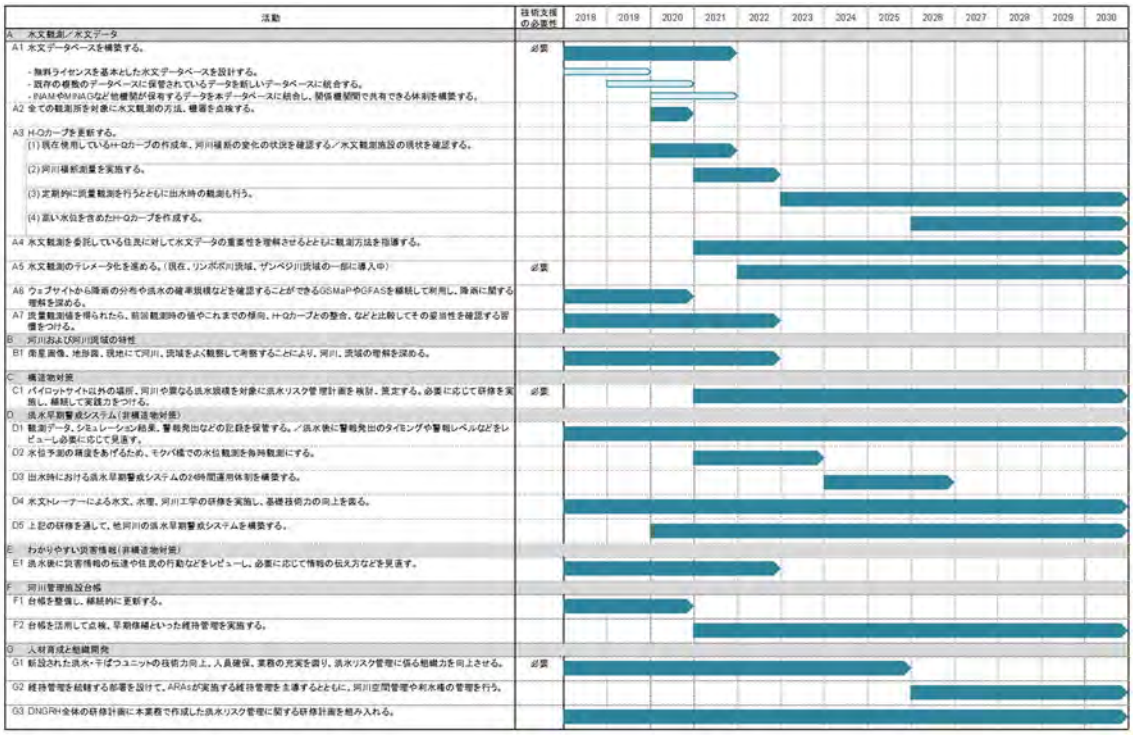
出典：JICA 調査団作成

b)　既往プロジェクトのアクションプラン実施状況

既往プロジェクト「モザンビーク国水関連災害リスク管理組織能力強化支援」では、プロジェクト終了後のアクションプランを定めている。(表 3-64)

このアクションプランへの対応状況を確認するため、2021 年 10 月に複数回 ARA Sul と DNGRH へヒアリングを実施した。

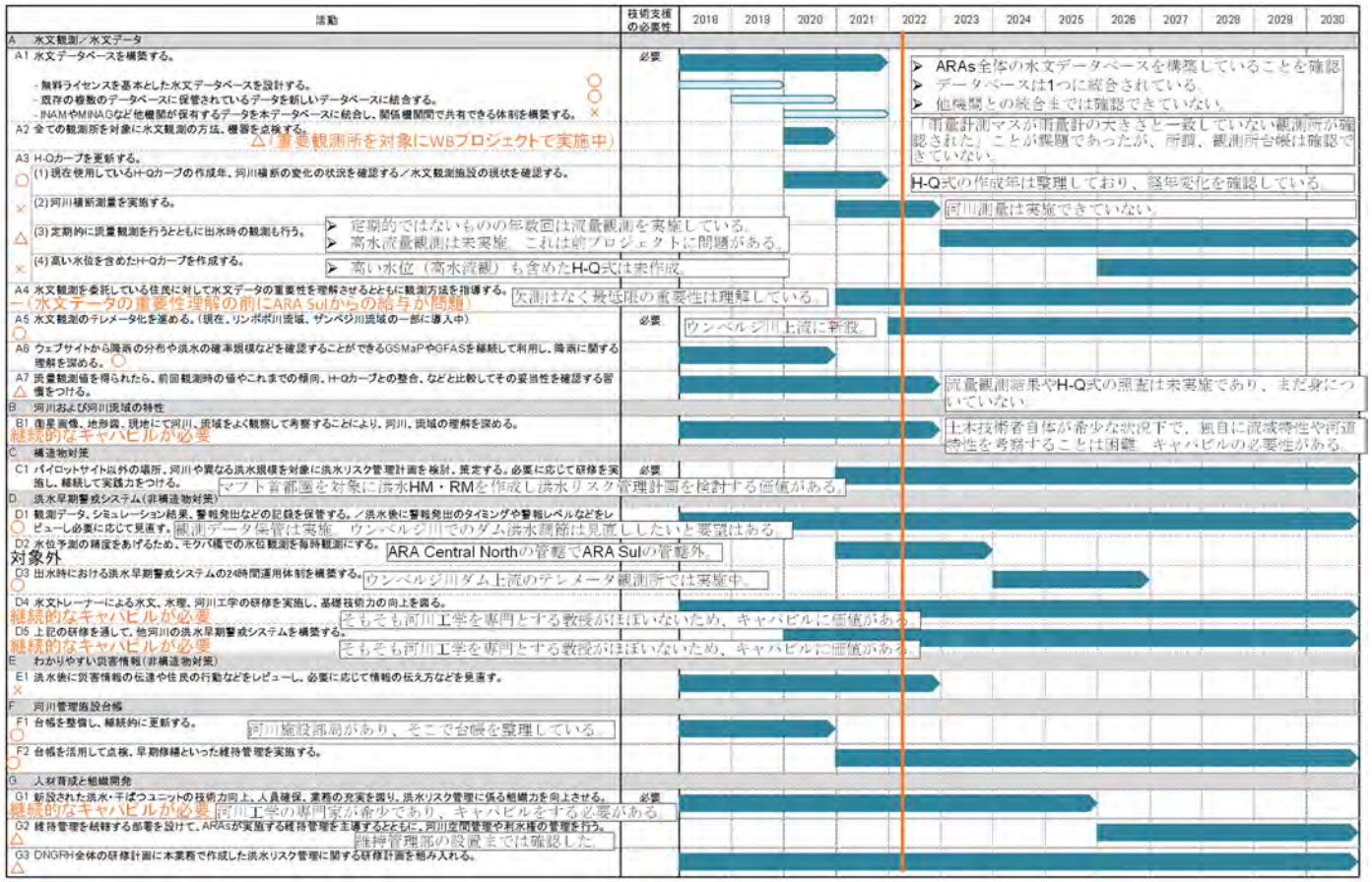
表 3-64　既往プロジェクトのアクションプラン



出典：JICA モザンビーク国水関連災害リスク管理組織能力強化支援
プロジェクト業務完了報告書

既往プロジェクトのアクションプラン（表 3-64）の履行状況概要を表 3-65 に示す。併せて、同アクションプランの履行状況の詳細を表 3-66 に整理した。

表 3-65　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況結果



HM：ハザードマップ，RM：リスクマップ，○：アクションプランを実施，△：○と×の中間評価，×：アクションプランの未実施項目
出典： JICA モザンビーク国水関連災害リスク管理組織能力強化支援プロジェクト業務完了報告書に JICA 調査団加筆

表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（1/6）

No.	質疑	アクション期間	履行状況*	回答
A1	水文データベースを構築する	2018 年-2021 年	○	全観測所の観測値を水文データベースできちんと保存・保管している（表 3-67)。
	(1)無料ライセンスを基本とした水文データベースを設計する。	2018 年-2019 年	○	- 全観測所を 1 つのデータベースで管理している（表 3-67)。 - 現在使用しているデータベースは既往プロジェクト前から構築している。
	(2)既存の複数のデータベースに保管されているデータを新しいデータベースに統合する。	2019 年-2020 年	○	ARAs でデータベースを構築しており、観測所と観測項目、観測期間などを入力すると必要なデータをエクセル表のようなカタチで確認できる（表 3-67)。
	(3)INAM や MINAG など他機関が保有するデータを本データベースに統合し、関係機関で共有できる体制を構築する。	2020 年-2021 年	○	- ARAs 内でのみデータベースを構築しており、他機関との共有はしていない。 - 例えば、日本でも国土交通省（水文水質データベース）と気象庁（アメダス）は統合しておらず、現在のデータベースで問題ないと判断できる。
A2	全ての観測所を対象に水文観測の方法、機器を点検する。	2020 年	△	- 現在 WB プロジェクト全観測所ではないものの実施中とのことであった（リンポポ川の水文観測所を含めて 17 観測所)。 - ARA Sul の水文観測所はドイツやオーストリアなど複数のドナーによって構築されている。このため、ドナーごとに機器が異なりそれに伴い維持管理方法が違う、1 つのネットワークで水文観測所を管理できないなどの課題があるとの回答があった。

*○：アクションプランを予定どおり実施、△：○と×の中間評価、×：アクションプランの未実施項目
出典：JICA 調査団作成

表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（2/6）

No.	質疑	アクション期間	履行状況*	回答
A3	H-Q カーブを更新する。			
	(1) 現在使用している H-Q カーブの作成年、河川横断の変化の状況を確認する/水文観測施設の現状を確認する。	2020 年-2021 年	○	- マプト首都圏周辺の河川では洪水などにより H-Q 式が変わるため、数年に 1 回程度の頻度で H-Q 式を更新している。
	(2) 河川横断測量を実施する。	2021 年-2022 年	×	- 河川測量は実施できていない。
	(3) 定期的に流量観測を行うとともに出水時の観測も行う。	2023 年-	△	- 日本と同様の観測法と流量算出法で低水流量観測を実施し、定期的ではないものの年数回は流量観測を実施している。 - H-Q 式自体もデータベースで管理し、観測記録も日本の流量計算書のようなものを作成し保管している（表 3-67）。 - 出水時の観測（高水流量観測）は未実施である。
	(4) 高い水位を含めた H-Q カーブを作成する。	2026 年	×	- 出水時の観測（高水流量観測）は未実施である。 - 既往プロジェクトでは浮子による観測「浮子測法」を進めていたが観測員やコスト負担が大きいため技術協力内容に課題がある。
A4	水文観測を委託している住民に対して水文データの重要性を理解させるとともに観測方法を指導する。	2021 年-	×	- 観測員である住民への供与が年間 50US ドル/1 観測所未満であるため、観測員を確保すること自体が大変だとのことであった（途中で観測員を辞めてしまう観測所もあるとのことであった）。

*○：アクションプランを予定どおり実施、△：○と×の中間評価、×：アクションプランの未実施項目
出典：JICA 調査団作成

表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（3/6）

No.	質疑	アクション期間	履行状況*	回答
A5	水文観測のテレメーター化を進める。(現在、リンポポ川流域、ザンベジ川流域の一部で導入中))	2021 年-	○	- ウンベルジ川（Pequenos Limbombos ダム）とインコマチ川（Corumana ダム）の 2 ダムと 3 水文観測所のテレメーター化（それぞれウンベルジ川（Goba)、マグデ川(Magude River)、インコマチ川（Ressano Garcia）に 1 箇所ずつ）で観測所のテレメーター化をしている。
A6	ウェブサイトから降雨の分布や洪水の確率規模などを確認することができる GSMaP や GFAS を継続して利用し、降雨に関する理解を深める。	2018 年-2020 年	○	- ARA Sul 職員が自ら解析をし、例えば確率降雨規模を計算するソフトは持っていないが、エクセルで計算している。
A7	流量観測値を得られたら、前回観測時の値やこれまでの傾向、H-Q カーブとの整合、などと比較してその妥当性を確認する習慣をつける。	2018 年-2022 年	△	- データベース上で妥当性の確認をしているとのことであった。 - 一方で、流量計算書が手書き記録であり計算チェックの形跡がない、H-Q 式を図化していないなどから、観測結果の照査は実施していないと考えられる（表 3-67)。
B　河川及び河川流域の特性				
B1	衛星画像、地形図、現地にて河川、流域をよく観察して考察することにより、河川、流域の理解を深める。	2018 年-2022 年	×	- 土木技術者自体が希少な状況下で、独自に流域特性や河道特性を考察することは困難と考えられる。 - 継続的なキャパシティービルディングが必要である。

*○：アクションプランを予定どおり実施、△：○と×の中間評価、×：アクションプランの未実施項目
出典：JICA 調査団作成

表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（4/6）

No.	質疑	アクション期間	履行状況*	回答
C　構造物対策				
C1	パイロットサイト以外の場所、河川や異なる洪水規模を対象に洪水リスク管理計画を検討、策定する。必要に応じて研修を実施し、継続して実践力をつける。	2021 年	×	- ARA Sul は、連続堤防や遊水地、河道掘削などの河川工事は実施したことがない。一方で、ウンベルジ川の Pequenos Limbombos ダムでは洪水調節を試みている。 - このため、マプト首都圏を対象に洪水ハザードマップ・リスクマップを作成し洪水リスク管理計画を検討する価値がある。
D　洪水早期警報システム（非構造物対策）				
D1	観測データ、シミュレーション結果、警報発出などの記録を保管する。／洪水後に警報発出のタイミングや警報レベルなどをレビューし必要に応じて見直す。	2018 年	○	- 観測データはデータベースに保管している。 - ウンベルジ川でのダム洪水調節を見直したいと要望はある。
D2	水位予測の精度を上げるため、モクバ橋での水位観測を毎時観測にする。	2021 年-2023 年	対象外	- モクバ橋は ARA Central North の管轄で ARA Sul の管轄外。
D3	出水時における洪水早期警報システムの 24 時間運用体制を構築する。	2024 年-2026 年	○	- ウンベルジ川ダム上流などのテレメーター化した観測所では実施中。

*○：アクションプランを予定どおり実施、△：○と×の中間評価、×：アクションプランの未実施項目
出典：JICA 調査団作成

表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（5/6）

No.	質疑	アクション期間	履行状況*	回答
D4	水文トレーナーによる水文、水理、河川工学の研修を実施し、基礎技術力の向上を図る。	2018 年	×	- 河川技術者が希少な環境下で ARA Sul だけの努力だけでは限界があると考えられる。 - そもそも河川工学を専門とする大学教授等の専門家がモザンビーク団内にほぼいないため、キャパシティービルディングに価値がある。
D5	上記の研修を通して、他河川の洪水早期警報システムを構築する。	2020 年	×	- D4 の回答の一方、水文観測所のテレメーター化を図りたいとの回答はあり、問題意識は持っていると判断できる。
E　わかりやすい災害情報（非構造物対策）				
E1	洪水後に災害情の伝達や住民の行動などをレビューし、必要に応じて情報の伝え方などを見直す。	2018 年-2022 年	×	- 洪水後に災害情報の伝達や住民の行動などをレビューは未実施である。 - 一方、水文観測所のテレメーター化を図りたいとの回答はあり、問題意識は持っていると判断できる。
F　河川管理施設台帳				
F1	台帳を整備し継続的に更新する。	2018 年-2020 年	○	- 河川施設部局があり、そこで台帳を整理している。
F2	台帳を活用して点検、早期修繕といった維持管理を実施する。	2021 年	○	- 台帳を活用して点検、早期修繕といった維持管理を実施している。 - 一方、実際に実施しているか直接確認できていない。
G　人材育成と組織開発				
G1	新設された洪水・干ばつユニットの技術力向上、人員確保、業務の充実を図り、洪水リスク管理に係る組織力を向上させる。	2018 年-2025 年	×	- 河川技術者が希少な環境下で ARA Sul だけの努力だけでは限界があると考えられる。

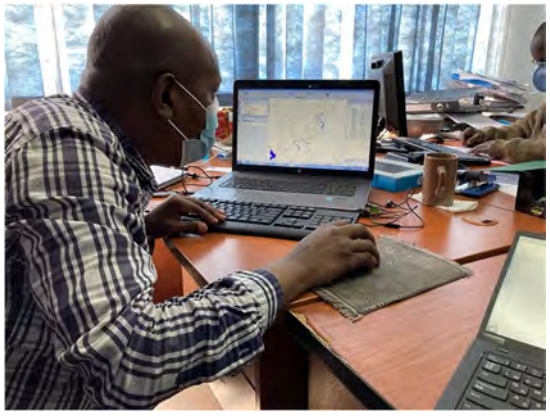
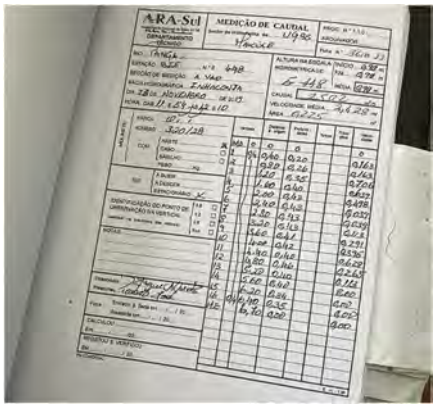
*○：アクションプランを予定どおり実施、△：○と×の中間評価、×：アクションプランの未実施項目　出典：JICA 調査団作成

表 3-66　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の質疑応答一覧（6/6）

No.	質疑	アクション期間	履行状況*	回答
G2	維持管理を統轄する部署を設けて、ARAs が実施する維持管理を主導するとともに、河川空間管理や利水権の管理を行う。	2026 年	△	- 維持管理部の設置までは確認した。 - 一方で、ARAs が実施する維持管理を主導するとともに、河川空間管理や利水権の管理を行っているか直接確認できていない。
G3	DNGRH 全体の研修計画に本業務で作成した洪水リスク管理に関する研修計画を組み入れる。	2018 年	△	- DNGRH 全体の研修計画に既往プロジェクトで習得した技術内容は取り組んでいる。 - 一方で、その内容は数値解析が主体で、洪水リスク管理ではないとのことであった。

*○：アクションプランを予定どおり実施、△：○と×の中間評価、×：アクションプランの未実施項目
出典：JICA 調査団作成

表 3-67　既往プロジェクトのアクションプランの履行状況の確認結果事例

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>データベース内の観測所位置図表示の様子</td><td>データベース内の日雨量データ表示の様子</td></tr>
<tr><td> 
</td><td></td></tr>
<tr><td>流量観測結果事例（日本の流量計算書に相当）</td><td></td></tr>
</table>

出典：JICA 調査団撮影

c)　組織能力（計画策定、事業実施）、C/P の治水方針

「マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクト」を実施する場合、マプト首都圏周辺の河川管理者である ARA Sul を実施機関とすることが想定される。このため、ARA Sul の組織能力（計画策定、事業実施）やその治水方針について、ヒアリング調査した。

表 3-68 及び表 3-69 にヒアリング結果を示すとともに、以下のことが分かった。

1. 図 3-92 に ARA Sul の組織体制図を示す。ここで、2020 年に ARAs の組織体制が変わりそれに伴い 2021 年 11 月時点でも組織編成を変更している。
2. 既往プロジェクトの参加者は本邦研修内容や見学した河川での状況を説明でき、モザンビーク国での水文観測の実習内容も説明できていた。また、研修に参加した 3 人は現役で働いておりヒアリングした同僚も研修内容を理解していた。これより組織内で情報を共有する素地もあることからプロジェクトを実施する組織能力はあると考えている。
3. ARA Sul へのヒアリングを通して、同機関には 2021 年 10 月末時点で明確な治水方針はないと考えられる。その大きな理由として既往最大浸水実績図や洪水ハザードマップ作成の必要性を理解しているものの、これらを持っていないため、どこにどのような浸水被害が起きるのか定量的に判断することが困難であるためである。

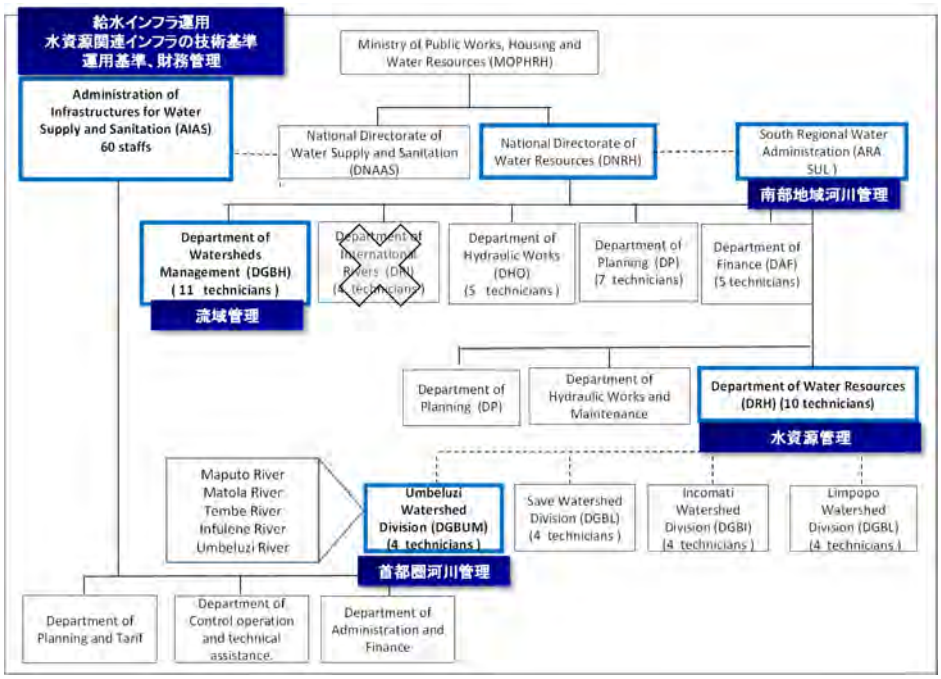


図 3-92　ARA Sul の組織体制図

出典：JICA モザンビーク事務所提供資料に一部加筆

表 3-68　ARA Sul（ARAs も含む）の組織体制に係る質疑応答一覧（1/2）

No.	質問	ARA Sul からの回答
1	2021 年 10 月時点で、ARA の人員は何人か。	- これまで ARAs は 5 つの地域水管理事務所（Sul、Centro、Zambezi、Centro-Norte、Norte）であったが、2020 年に 3 つの地域水管理事務所に変更した（ARA Sul の管轄区域はそのままで、Centro と Zambezi、Centro-Norte と Norte をそれぞれ合併させた）。ARA Sul 内の組織改変は終わっておらず現在も改変中である。 - ARA Sul では ARA 全体の職員数は把握していない。ARA Sul 以外の 2 地域水管理事務所の職員数は、憶測だがそれぞれ ARA Sul の半分程度であろうと思う。なので、憶測だが 700 名程度ではないか。
2	そのうち、事務員と技術員はそれぞれどのくらいか。	- ARA 全体での事務員と技術者の職員数や割合は ARA Sul では把握していない。 - 技術者は「エンジニア」と「テクニシャン」に分けられ、エンジニアの方がテクニシャンより多い。 - エンジニアは大卒者を対象としており、テクニシャン実務経験 2 年以上のものを指している。
3	技術員の中で、河川工学や水理学を習得している技術者は何人くらいか（技術員には土木、機械、通信などいくつかの専門分野があるという認識）。	- 技術職員の大部分が土木技術者で、機械や通信の技術者もいる。ARA 全体や ARA Sul のそれぞれに対して人数までは把握できていない。
4	ARA Sul の事務員と技術員はそれぞれどのくらいか。	- ARA Sul の職員数は 362 名である。 - 組織改変中のため正確ではないが、事務員が 40%、技術者が 60%程度である。
5	技術員の中で、河川工学や水理学を習得している技術者は何人くらいか。	- モザンビークでは河川工学は大学では扱っていない。ただ、最近の新入社員はこれらを大学で学んでいるかもしれない。
6	ARA Sul では現時点でどのような技術を持った職員が必要か。あるいは、どのような能力強化が必要だと考えているか。	- モザンビークでは、河川工学や河川管理を大学の地理学（Geography）で学ぶ。ただし、河川施設などは学ばないため、JICA 等によるキャパシティービルディングが必要と考えている。 - ARA Sul から既往プロジェクトに参加した技術者を知らない。このため、ARA Sul の技術者に対して能力強化してもらえるのであればお願いしたい。
7	ARA の年間予算はどの程度か（GNI（国民所得）：149 億 US ドル（2019 年：WB））	- ARA 全体の年間予算を ARA Sul では把握していない。
8	そのうち、河川治水や防災分野に使える予算はどの程度か。	- 現時点で把握できていない。
9	ARA Sul の年間予算はどの程度か。	- ARA Sul の年間予算は概ね 200,000,000Mt（=358,100,000 円、1Mt=1,79 円）。 - ARA Sul 職員給与は 4,500,000Mt/月（=8,057,000Mt/月）である。これより、人件費が年間予算の約 27%を占める。人件費以外の使途は出せない。 - 上記年間予算はコロナ禍前の状況であり、コロナ禍の今は予算が減らされている。

出典：JICA 調査団作成

表 3-69 ARA Sul（ARAs も含む）の治水事業に係る質疑応答一覧(2/2)

No.	質問	ARA Sul からの回答
10	主要河川か否かで組織関与や予算措置等に何か違いがあるのか。	- 河川の重要性によって予算の違いはある。例えば、マプト首都圏周辺の河川は重要であるという位置付けであるため予算額が大きい。
11	河川管理事務所である南部水資源/河川管理事務所（ARA Sul）がこれまで実施してきたマプト首都圏での河川工事実績を教えて頂きたい。	- ウンベルジ川（Pequenos Limbombos ダム）とインコマチ川（Corumana ダム）の２ダムと３水文観測所のテレメーター化（それぞれウンベルジ川（Goba）、マグデ川、インコマチ川（Ressano Garcia）に１箇所ずつ）である。 - 連続堤防や遊水地、河道掘削などの河川工事は実施したことがない。 - 水文観測所のテレメーター化についてこれら３水文観測所を選択した理由は以下の通りである。①ウンベルジ川とインコマチ川はこれら２河川の国境に位置する観測所とし上流の他国からの流入量を把握するためである。②マグデ川は灌漑（特に砂糖農場）のためである。マグデ川流域の佐藤農場はモザンビークの重要な産業である。 - 水文観測所のテレメーター化は今後も進めたいと考えている。例えば、水位観測所をテレメーター化すればリアルタイムで河川水位を把握できるので、早期警報システムを構築できる。現在、観測員によるマニュアル観測のため、避難準備・避難開始などの基準となる水位は決めていない。
12	河川工事実績がある場合、どのような観点でその河川を決めたのか。洪水リスク評価をしたのか。	- 河川工事の実績はない。 - 一方で、洪水ハザードマップがあればどこが浸水するのか分かるので、対策を考えることができる。 - 具体的な対策として、降雨時の早期警報や土地利用規制、排水路対策などが考えられるが、排水路対策はARA Sul の管轄外である。
13	河川工事実績がある場合、どの河川のどの区間で実施してきたか教えて頂きたい（後日、現地踏査を実施したいため）。	- 河川工事の実績はない。
14	河川工事実績がある場合、どのような治水事業を実施してきたか。例えば、連続堤防の築堤、遊水地や調節地の建設、など。	- 河川工事の実績はない。
15	主要 13 河川などのハザードマップは作成し持っているか。	- ARA Sul では洪水ハザードマップは作成していない。 - 南アフリカからの水量が多い場合に時々インコマチ川周辺が浸水する。その他の要因としては潮位が高いことによる浸水が挙げられる。
16	主要 13 河川などの洪水リスクマップは作成し持っているか。	- ARA Sul では洪水リスクマップは作成していないが、Ka-Tembe と Ka-Mhaka は INGD が作成している。 - マプト市・マトラ市は、DNGRH も同じものを所有している。
17	グローバルフラッドモデルなどの浸水想定区域図を活用しないのか。	- これまでは活用していない。 - 表 3-68 記載の通り、ARA Sul もモデリング技術を習得し洪水ハザードマップを作成したいと考えている。

出典：JICA 調査団作成

d)　マプト首都圏周辺河川流域での水文観測や測量の実施状況

既往プロジェクトでは、以下の 7 分野に係る活動を実施している。

A. 水文観測／水文データ
B. 河川及び河川流域の特性
C. 構造物対策
D. 洪水早期警戒システム（非構造物対策）
E. わかりやすい災害情報（非構造物対策）
F. 河川管理施設台帳
G. 人材育成と組織開発

特に、「A. 水文観測／水文データ」は既往プロジェクトの最も重要な活動であったことから、その実施状況を詳細にヒアリング調査した（表 3-70 及び表 3-71）。

表 3-70　ARA Sul の水理水文観測に係る質疑応答一覧(1/2)

No.	質問	ARA Sul からの回答
1	地上雨量観測所は全国で何ヵ所あるのか。また、その位置図を提供頂きたい。	- 全国の雨量観測所の位置情報などを GIS で管理している（図 3-93)。GIS データ自体は CENACARTA が作成しており、それを ARA Sul も使用している。 - 雨量観測所は INAM と ARAs で別々に設置している。
2	地上雨量観測所は普通雨量計を用いているのか。転倒マス式雨量計は何か所設置しているのか。	- 殆どがマニュアル式の普通雨量計である。 - ARA Sul 管内では、ウンベルジ川・Pequenos Limbombos ダム上流に 1 箇所 AWS 観測所がある。
3	雨量観測データをきちんと保存・保管しているか。	- 全観測所の観測値を電子ファイルできちんと保存・保管している。 - ARAs でデータベースを構築しており、観測所と観測項目、観測期間などを入力すると必要なデータをエクセル表のようなカタチで確認できる（表 3-67)。
4	水位観測所は全国で何ヵ所あるのか。	- No.1 と同様に、全国の水位観測所の位置情報などを GIS で管理している（図 3-93)。
5	水位観測所に自動水位計はあるのか。量水標での観測が主であるのか。	- 水位観測所は量水標を用いた観測所のみである（表 3-73)。
6	水位観測データをきちんと保存・保管しているか。	- 雨量観測所と同様（No.3)、全観測所の観測値を電子ファイルできちんと保存・保管している（表 3-67)。
7	流量観測所は全国で何ヵ所あるのか。	- モザンビークでの流量観測は 1990 年から開始しており、No.1 と同様、GIS で管理している。
8	流量はどのように観測しているのか。	- ADCP とプライス式流速計 2 種類のいずれかの流速計を用いて観測している。 - ADCP とプライス式流速計を用いるので洪水時の高水流量観測は実施できておらず、平常時の低水流量観測のみである（一方で、流量観測値は灌漑や渇水時の流量把握に必要であるとの回答があり、ここに主眼を置いているため低水流量観測しか実施していない可能性がある)。 - （既往プロジェクトに参加していなかったため）日本のように浮子測法による高水流量観測は知らなかった。 - また、マプト首都圏周辺の河川にはワニが生息しているが、低水流量観測員が複数かつ一緒に行動している限りワニに襲われることはない。これまでにも死傷者はでていない。
9	流量はどのように算出しているのか。	- 低水流量観測は、ほぼ日本と同様の観測法と流量算出により算出している。 - 下記 No.10 の通り、H-Q 式自体はデータベースで管理している。それだけでなく観測記録として、日本の流量観測成果の 1 つである流量計算書のようなものを作成し保管していることを確認できた（表 3-67)。
10	H-Q 式は整備されているのか。	- データベースを構築しており、観測所と観測項目などを入力するとエクセル表のようなカタチで確認できる。 - マプト首都圏周辺の河川では洪水などにより H-Q 式が変わるため、数年に 1 回程度の頻度で更新している。 - 一方で、流量計算書が手書き記録であり計算チェックの形跡がない、H-Q 式を図化していないなどから、観測結果の照査は実施していないと考えられる。観測値や H-Q 式が誤っている可能性もあり照査に課題がある。

出典：JICA 調査団作成

表 3-71　ARA Sul の水理水文観測結果の活用に係る質疑応答一覧(2/2)

No.	質問	ARA Sul からの回答
11	水文観測の技術力向上に努めてきたか。	- モザンビークでは ARA Sul など政府機関が発刊している観測基準や観測マニュアルはなく、現場ではポルトガル国の基準を使用している。河川や地域によって参考にするマニュアルなどが違うとの発言があった。
12	これまで観測データをどのようなことに使用してきたか。役立ててきたか。	- 灌漑や渇水時の河川流量把握に使用してきている。このために、(低水) 流量観測を実施している。
13	モザンビークでは長い年月まじめに雨量観測をしてきているという認識でいる。例えば、これら観測データを用いて確率降雨規模などの統計解析を実施してきていないのか。	- ARA Sul 職員も解析をしている。 - 例えば、確率降雨規模を計算するソフトは持っていないが、エクセルで自ら計算しているとのことであった。
14	河川水位や河川流量データを洪水対策だけでなく、渇水対策に役立てているか。	- No.1 と同時に灌漑や渇水時の河川流量把握に使用している。このために、(低水) 流量観測を実施している。
15	河川水位や河川流量データからダム流出量をコントロールしたりしていないのか。	- 2021 年 2 月の洪水時にウンベルジ川で実施している。具体的には、Pequenos Limbombos ダム下流で浸水被害があった。この時ウンベルジ川でダムによる洪水調節をし、浸水被害を少なくした。 - 一方で、日本のダム管理者のようにダム洪水調節の効果を検証・公表していないためその効果を検証していくことで洪水調節の必要性がより明確になると考えられる。

出典：JICA 調査団作成

表 3-72　ARA Sul の河川測量に係る質疑応答一覧

No.	質問	ARA Sul からの回答
1	ARA Sul では河川測量を実施しているか。例えば、定期横断測量などである。	- ARA Sul では横断測量を実施していない。その他の ARAs も同様の状況であろうと考えている。 - 低水流量観測での横断測量成果はあるが、測線の基準点がない、標高の基準高管理もしていないことを踏まえると、横断測量成果はないと判断できる。 - 一方で、氾濫解析等をする際には河川横断測量成果が必要だとの発言があり、その必要性や活用法を職員は理解していると判断できる。
2	ARA Sul では河川測量に係る基準やマニュアルはあるか。	- 水文観測や河川計画と同様、国独自の基準やマニュアルはなく、ポルトガル国のものを参考にしている。 - 水文観測や河川計画と同様、国内 (ARAs) で全員が同じように使用している訳ではない。

出典：JICA 調査団作成

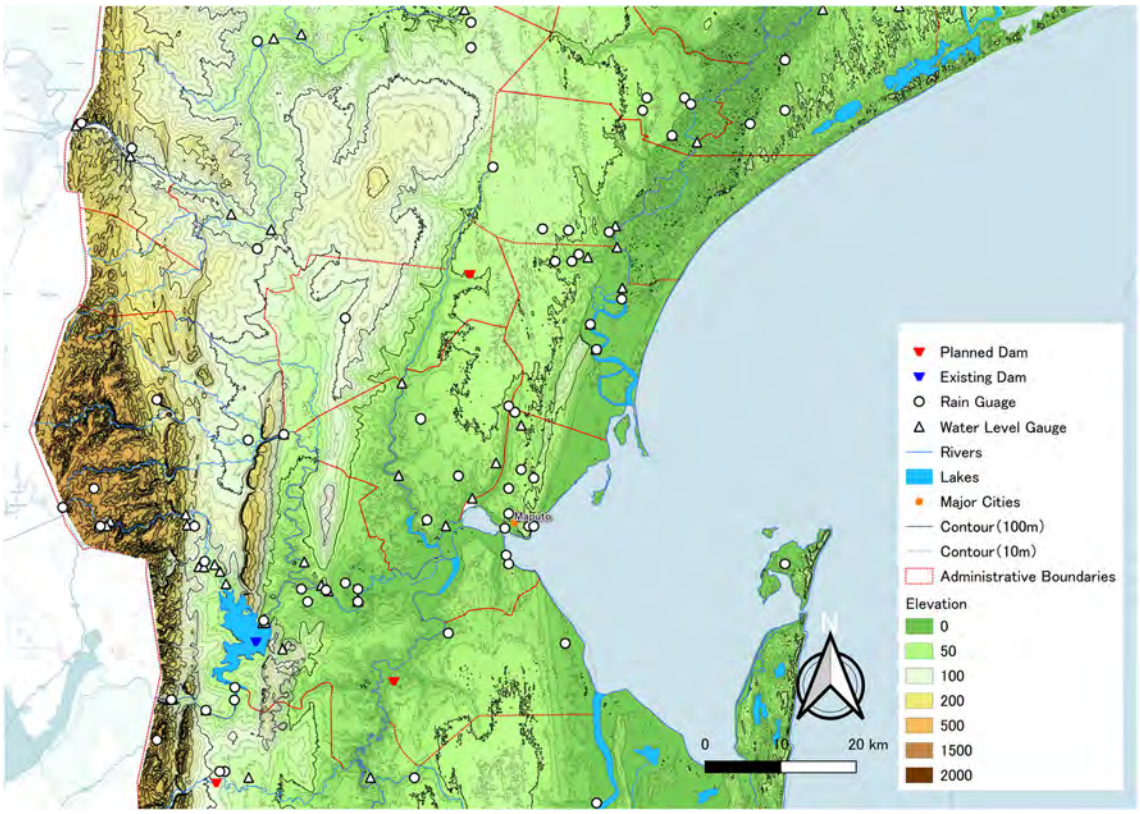


図 3-93　マプト首都圏周辺の ARA Sul 管轄水文観測所位置図

出典：ARA Sul

表 3-73　水位観測所事例

	
ウンベルジ川のマニュアル式水位観測所	ウンベルジ川のマニュアル式水位観測所 （ワニ注意看板）

出典：JICA 調査団撮影

水文観測に係る現地調査を踏まえた課題を以下に示す。

日本による河川治水事業や総合水資源開発・管理に係る協力や支援が他ドナーと違いかつ特徴的なことの1つに、きちんとした観測値に基づいて河川計画を策定し、河川管理を行うことがある（例えば、数値解析結果を用いた検討は観測値との比較を通してしかその精度を議論できない)。

ARA Sul は適切に雨量や河川水位、河川流量観測を実施してきているものの、以下の課題が挙げられる。

■雨量観測：

1. 水系を踏まえた雨量観測所の配置になっていない（例えば、日本では既往観測結果に基づき 50km^2 範囲では均一の降水状況であることを踏まえ、観測対象区域を概ね 50km^2 ごとの地域に区分して、各地域に1観測所を設置している)。
2. 日雨量観測しか実施しておらず、治水計画策定検討に必要な毎時雨量観測を継続的に実施していない。
3. 予算不足のため、自記雨量計や普通雨量計の適正な維持管理ができていない。
4. 予算不足のため、観測値の照査が実施できていない。

■河川水位観測：

1. 水系全体からみた適正な観測網を構成する重要な地点に水位観測所の配置になっていない（例えば、重要支派川の分合流前後、堰・水門・ダム等の上下流、流量観測地点、狭窄部等の水理状況を知るために必要な地点)。
2. 毎時河川水位観測を継続的に実施しておらず(平常時は3回/日､洪水時は5回/日)、治水計画策定検討に必須である洪水ピーク水位を計測できていない。
3. 河川測量を実施した経験がないことから、水位観測所の基準面が設定できていない。
4. 予算不足のため、自記水位計や水位標の適正な維持管理ができていない。
5. 予算不足のため、観測値の照査が実施できていない。

■河川流量観測：

1. 河川計画・管理上重要な地点（今回は特に治水計画策定上重要な地点）に、観測所が配置されていない（例えば、ダム上下流や治水基準点に相当する地点)。
2. 治水計画策定上必須である洪水時のピーク流量を継続的に観測できていない（そもそも高水流量観測を実施していない)。
3. 予算不足のため、観測値の照査が実施できていない。

今後、マプト首都圏を対象にきちんとした日本式の河川事業で協力支援していくためには、これらの課題を解決する必要がある。

水文観測値は統計資料であり、同じ地点で欠測なく継続的に実施しなければならない。また、(特に、高水流量観測は) 河川や観測所ごとに観測値精度が異ならないように、できるだけ同じ手法に統一して実施する必要がある。

上記を踏まえ、河川水位と河川流量観測については 2012 年以降国土交通省のもとで開発や検討が進められ 2016 年頃から実用化した以下の対応策があり、モザンビークでも十分適用できる技術である。雨量観測については日本でも使用している転倒マス式雨量計の設置しかないためここでは省略する。

河川水位については「3L 水位計を用いた観測網整備」が挙げられる。3L 水位計は、日本国内で洪水時のみの観測に特化し従来の 1/10 程度の価格で設置できる危機管理型水位計（図 3-94）を、海外の状況に合わせた（ローカライズした）水位計である。この 3L 水位計による水位観測網は、ASEAN（2018 年）等で紹介している技術であり、国土交通省のインフラ輸出 2021（図 3-95）にも挙げられている技術であり、非常に有用である。

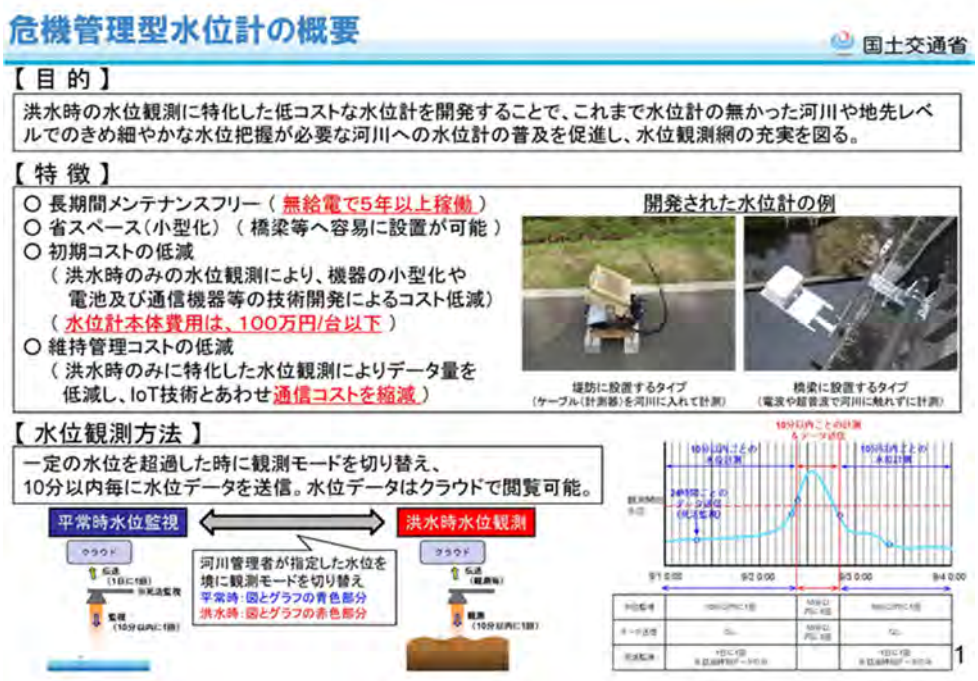


図 3-94　危機管理型水位計の概要

出典：国土交通省[46]

[46] https://www.mlit.go.jp/river/mizubousaivision/pdf/honshou_kouhyoushiryou.pdf



図 3-95　3L 水位計の概要

出典：国土交通省インフラシステム海外展開行動計画 2021

流量観測については、「マプト首都圏強靭化に向けた水害対策マスタープラン策定プロジェクト」で必須である高水流量観測を実施することが重要である。このため、これまでの浮子測法（浮子を用いた観測）ではなく、画像解析による高水流量観測を普及させることが有効である。

日本では 2022 年 2 月時点でも浮子測法による高水流量観測が主流である。これは以下の理由からである。

- 明治時代初頭から浮子による高水流量観測が開始され、その観測データの継続性を重視しているからである。
- 浮子測法は、浮子を投下してある区間を流下する時間を計測しその区間の平均流速を求める方法である（図 3-96）。急峻な日本の河川は、洪水時の流速が速く、ゴミや流木等の流下物も多い。浮子測法は、このような洪水時の厳しい条件下においても河川の流速を確実に計測することができるという特長を持っている。



図 3-96　浮子測法のイメージ図

出典：JICA 調査団作成

一方、近年の洪水激甚化に伴い流量観測所の橋梁が浸水するなど浮子測法による観測が困難な状況が日本でも起きている（表 3-74)。また、少子高齢化の進行に伴い水文観測業務受注会社が減少し不調が多く、水文観測に係る経費が財政を圧迫している。

表 3-74　日本における近年の高水流量観測の現場状況事例

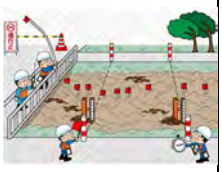
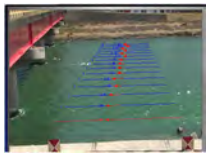
		
橋梁が洪水流で冠水し通行止	既往最大時(水管橋での観測が危険)	橋梁が洪水流で冠水し通行止

出典：国土交通省

このため、近年浮子の代替となる様々な流速計が開発され普及している（表 3-75)。そもそも高水流量観測をやったことがないモザンビークで日本と同様の浮子測法で観測する必要はない。

表 3-45 を踏まえ予算や観測員が不足している ARA Sul や ARAs では、これらの問題を解消し浮子測法と同様の流量算出ができる（結果として同程度の精度で流量が得られる）画像解析手法が非常に有用である。この画像解析手法は国土交通省が流量観測高度化検討を通して既に実用化している。

表 3-75　高水流量観測で用いる流速計一覧

	浮子	画像解析	電波流速計	ADCP
イメージ・写真				
流速観測可能範囲	制限なし	0.5m/s～	0.5m/s～	～3.0m/s
観測流速	浮子長平均流速	水表面流速	水表面流速	流速横断分布
費用（機器代のみ） （万円/1 観測所）	数十～100 （1 洪水あたり）	5～10	100	800
必要な観測員（人）	5～6	0	2～3	5～6
日本での実用化状況*	○	○	△	×

*○：多くの観測所で実用化、△：少数の観測所で実用化、×：実用化されていない
出典：JICA 調査団作成

7)　マプト首都圏周辺 4 ダムの安全な運営管理に係る技術協力に関する検討

2021 年 8 月 11 日、ARA Sul から「ARASul ダムのダム安全機能の近代化（Modernization of Dam Safety Features of ARA Sul Dams)」と題した要請書（Project Concept Note）を受領した。これに係る技術協力などについて検討した。

a)　プロジェクトコンセプトノート内容

要請書のプロジェクトコンセプトノートは以下の 3 つの協力要請内容で構成されている。

1)　観測システムと観測機器診断
2)　安全制御機器
3)　キャパシティービルディング

b)　マプト首都圏周辺 4 ダムの現状と課題

対象 4 ダムは Massingir ダム、Macarretane 堰、Corumana ダム、Pequenos Limbombos ダムであり多目的ダムである。（図 3-97 及び表 3-76、表 3-77）

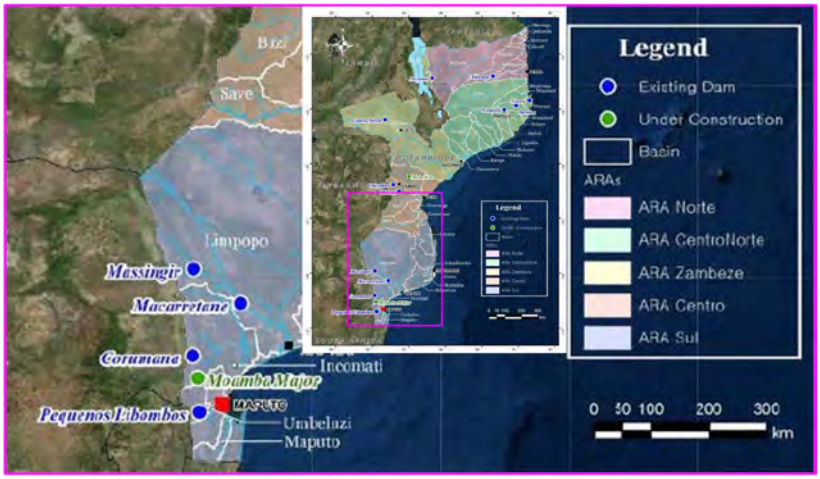


図 3-97　要請書の対象 4 ダム位置図

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resources Management in Mozambique, p. 3-42, DNGRH, 2018.

表 3-76　要請書の対象 4 ダムの諸元一覧

Dam	province	District	River	Compl. Year	Dam Type	Specifications			Purpose*			
						H (m)	L (m)	Total Storage (Mm^3)	IRR	WS	FC	HP
Massingir	Gaza	Massingir	Elefantes-Limpopo	1976	Rock-fill	47	4,630	2,256	×		×	×
Macarretane	Gaza	Chirrunduo	Limpopo	1956	CGD	25	651	15	×	×		
Corumana	Maputo	Moamba	Sabie-Incomati	1988	Earth-fill	46	3,185	1,273	×		×	×
Pequenos Limbombos	Maputo	Boane	Umbeluzi	1987	Earth-fill	46	1,540	400	×	×	×	

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resources Management in Mozambique, p. 3-42, DNGRH, 2018.
*IRR：Irrigation, WS：Water Supply, FC：Flood Control, HP：Hydro Power

表 3-77　要請書の対象 4 ダム

 Massingir Dam（Elefantes-Limpopo）	 Corumana（Sabie-Incomati）
 Macarretane Weir（Limpopo）	 Pequenos Limbombos Dam（Umbeluzi）

出典：Development of Master Plan (MP) for Water Resources Management in Mozambique, p.3-40, DNGRH, 2018.

これら対象 4 ダムの現状を把握するため、2021 年 10 月に複数回 ARA Sul ダム管理の担当技術者である Fernando Miguel 氏を中心にヒアリングをした（表 3-78）。これより、以下のことが分かった。

- 対象 4 ダムの主目的は灌漑や上水利用であり、洪水調節ではない（表 3-78 の No.4）。
- ダム湖内の測量が実施されておらず、ダム竣工時のものと想定される貯水位-容量曲線（H-V カーブ）を使用している。この結果、どの程度堆砂が進んでいるか定量的に把握できていない。
- この結果、貯水位-容量曲線の精度が低いと ARA Sul は考えており、同曲線とダム放流量から算出されるダム流入量の精度が低いと考えている。
- ダム流入量や放流量などの観測値は日データであり、毎時データでない。ウンベルジ川の Pequenos Limbombos ダムのように洪水継続時間が 1 日程度の中で洪水調節をしていく場合、毎時データ取得は必須であると考えられる。
- 観測システムや観測機器、安全制御機器に係る現状（表 3-79）から、多くの機器が故障中あるいは竣工時から設置されておらず、脆弱な維持管理状況であることが明らかである。一方で、Macarretane 堰（リンポポ川）の要請内容は、設置が必要な観測機器

などを検討し、それらを導入することである。

- キャパシティービルディングについては、要請内容では観測システムや観測機器、安全制御機器に係るモニタリング能力不足の強化が記載されているが、例えば測量をはじめとしたダムの維持管理に必要な包括的なキャパシティービルディングが必要であると考えられる。

表 3-78 ARA Sul への質疑応答一覧（1/3）

No.	質問	ARA Sul からの回答
1	Macarretane 堰（リンポポ川)、Massingir ダム（リンポポ川)、Pequenos Libombos ダム（ウンベルジ川)、Corumana ダム（インコマチ川）はそれぞれどの国の支援でつくられたのか教えて頂きたい。	- Macarretane 堰はポルトガル国、Massingir ダムはフレンス国、Pequenos Libombos ダムと Corumana ダムの 2 ダムはイタリア国である。
2	各ダムのダム諸元のうち、ダム貯水位（設計洪水位、サーチャージ水位、常時満水位、最低水位、洪水期制限水位)、貯水容量（有効貯水容量、洪水調節容量、利水容量、堆砂容量、死水容量）を教えて頂きたい。	- コンサルタントが作成した報告書があるのでそれらを提供する（Development of Master Plan (MP) for Water Resources Management in Mozambique, DNGRH,2018.)。 - 左記の基本的なダム諸元が記載されていることを JICA 調査団で確認した。
3	洪水調節容量は何 m^3 確保しているのか（あるいは総貯水量の何割か)。	- コンサルタントが作成した報告書があるのでそれらを提供する（No.2 と同様)。 - 例えば、Pequenos Libombos ダム（ウンベルジ川）では近年総貯水量が 100%に達したことがなく水不足である（2020 年は最大でも 90%)。気候変動の影響によると考えている。このため、洪水調節をする余裕が十分にある。
4	これまで観測してきたダム放流量やダム流入量などのデータを、これまでどのように活用してきたのか。	- Pequenos Libombos ダムは特にマプト首都圏の上水に使用するためダム流入量が重要である。 - Macarretane 堰、Massingir ダム、Corumana ダムも灌漑が主目的であるためダム流入量が重要だと認識している。
5	観測したデータをどのように保管しているのか。エクセルファイルやテキストデータのような電子データでも保管しているか。	- 雨量観測所や水位観測所の雨量や水位観測値と同様、データベース化し保存、保管している。
6	ダム湖内の堆砂状況を教えて頂きたい。例えば、ダム容量を確保できないくらい既に堆砂が進んでいる、ダムへの流入土砂量は少ない、など。	- Macarretane 堰（リンポポ川)、Massingir ダム（リンポポ川)、Pequenos Libombos ダム（ウンベルジ川)、Corumana ダム（インコマチ川）の 4 ダムで堆砂によるダム容量の問題は現時点ではない。 - 2020 年の環境アセスメント調査報告では、Pequenos Limbombos ダムの堆砂量は非常に少なかったが、対象 4 ダムに対しダム流量量精度が低いと認識している。 - ダム堆砂量を何故少ないといえるのか詳細を確認した結果、経年的なダム湖内測量成果の比較などのチェックは一切しておらず、コンサルタントが実施した環境アセスメントの結果を鵜呑みにしての回答であった。
7	毎年でなくとも、サイクロンや大雨後などにダム湖内の測量を実施しているか（堆砂量の把握が必要なため、ダム流入量を計算する際に使用する水位－容量曲線（H－V）を毎年更新することが必要なため)。	- 海外コンサルや他ドナーなどがダム湖内測量をしているが ARA Sul や国内技術者は測量方法を理解していない。 - 今使用している H-V 式が正しいか正確に把握していないが、流入量の精度が低いという認識は持っており、測量方法をキャパシティービルディングして欲しい。

出典：JICA 調査団作成

表 3-78 ARA Sul への質疑応答一覧（2/3）

No.	質問	ARA Sul からの回答
8	ダム操作規則（Operation regulations）をみせてもらうことは可能か。	- 可能である（本来はダム管理者が所有すべき書類だが、コンサルタントが作成した報告書を ARA Sul が JICA 調査団に提供）。
9	ダム操作規則に洪水調節の実施方法が記載されているか。	- 記載されている。
10	これまで、洪水時にどのようなダム運用をしたことがあるか。洪水調節を実施したことがあるか。	- 洪水調節を実施したことはある。 - 2021 年 2 月の洪水時にウンベルジ川で実施している。具体的には、Pequenos Limbombos ダム下流で浸水被害があった。この時ウンベルジ川でダムによる洪水調節をし、浸水被害を少なくした。
11	洪水調節をする際には、降水量予測値をみながら調節をすると考えている。どのようなタイミングで洪水調節を開始し、どの程度の水量をダム湖内に貯水するのか、どのようなタイミングで洪水調節をやめるのか、教えて頂きたい。	- 洪水調節を実施する際は降水量予測値をみながら実施している。降水量予測値は INAM から提供されている。 - どのタイミングで洪水調節を開始し、どのタイミングで洪水調節をやめるのかなどはダム操作規則を確認してもらいたい。
12	ダムを運用する中で降雨予測を活用しているか？また、ダム流入量の予測はどのようにしているか（流出モデルで降雨から計算しているのか、流入河川の水位上昇等から予測しているのか。）	- 降雨予測を活用している。上記 No.11 の通り、降水量予測値は INAM から提供されている。 - ダム流入量の予測はダム上流の水位観測所の観測値から予測している。 - ダム流入量はダム上流の 1 水位観測所だけでは予測できないことを伝えた（ダム流入量は 1 つの流入河川だけでは把握できないため）。
13	併せて、洪水調節をする際に、下流の河川水位をリアルタイムでモニタリングしているのか。また、リアルタイムの河川水位をダム操作時に確認しているのか。	- 下流の河川水位をリアルタイムでモニタリングしている。 - ただし、ダム放流量操作を誤り時々ダム下流で外水氾濫が起きる。 - ダム下流の水位観測所は観測員による目視であり毎時観測でもなく 5 回/日の観測値だけである。更に、河川測量をしていないため現況流下能力や水位上昇速度なども全く把握していないため、実質的には経験則での洪水調節をしていることになる。
14	洪水調節容量を含めた洪水時のダム操作規則の見直しが必要だと考えているか。 必要ないと回答された場合、何故、見直しが必要ないと考えているのか。必要あると回答された場合、どのような理由で見直しが必要と考えているか。そう考えることになったきっかけ（洪水イベントなど）があれば教えて頂きたい。	- ダム操作規則の見直しは必要であると考えている。 - 例えば、これまでダムに放流ゲートは設置されていなかったが、近年、放流ゲートを設置したダムがある。それ以外にも施設を毎年アップデートしている。 - この他にも、Corumana ダムは 2020 年に上水用の水道施設を設置したので改定が必要と考えている。

出典：JICA 調査団作成

表 3-78　ARA Sul への質疑応答一覧（3/3）

No.	質問	ARA Sul からの回答
15	ダムそれぞれの主目的は何か。発電か、灌漑か、洪水調節か（まずはこれを確認すべきと考えている）。	- それぞれ以下の通りである。 - Macarretane 堰（リンポポ川）は純粋に灌漑目的である。 - Massingir ダム（リンポポ川）は灌漑目的であり、現在タービンが故障でしており発電はしていない。 - Pequenos Libombos ダム（ウンベルジ川）はマプト市とマトラ市への上水が主目的である。上水と灌漑に使用しているが放流時に発電はできている。 - Corumana ダム（インコマチ川）は灌漑目的である。
16	放流量の操作をいつしているか。（洪水時か。渇水時か。）	- 洪水時も渇水時もともに放流量操作を行っている。
17	洪水時あるいは渇水時のどの操作が最も重要か。（それは懸案か、苦労しているか。）	- どちらも大事であるという認識でいる。
18	洪水時の操作（ゲート操作）はどの程度の時間スケールの操作か。（日本のダムのように数 10 分単位でゲート開度を調節するような操作が必要か。日単位程度でゲート開度をかえる程度の時間スケールの操作か。）	- 洪水状況やダム流入量によるが、日本のようなスピードでゲート開度を調節することはない。 - Pequenos Libombos ダムはゲート水門が小さいので 4min/m で操作をしている。
19	ダム竣工が 1956 年（Macarretane 堰、リンポポ川）、1976 年（Massingir ダム、リンポポ川）、1987 年（Pequenos Libombos ダム、ウンベルジ川）、1988 年（Corumana ダム、インコマチ川）とどのダムも古い。これまで、どのようなダム管理をしてきているのか教えて頂きたい。	- ダム竣工年でダムのクラス分けをしているがそれ以上の管理はしていない。 - 表 3-78（2/3）の No.7 でも伝えたようにキャパシティービルディングをお願いしたい。

出典：JICA 調査団作成

表 3-79　観測システムや観測機器、安全制御機器に係る現状一覧

項目	Corumana Dam	Pequenos Libombos Dam	Massingir Dam
Surface Landmarks	Out Service	Out Service	Defective
Assistimeters	Defective	Not Installed	Not Installed
Inclinometers	Defective	Not Installed	Not Installed
Repression Meters	Not Installed	Not Installed	Not Installed
Electropneumatic Piezometers	Defective	Good Operation	Good Operation
Relief Wells		Good Operation	Almost In Operation (Partial Defective)
Gallery Drains		Good Operation	
Neutral Tention Cells		Good Operation	
Seismmetric Accelerographs		Not Installed	Not Installed
Vertical Drains in Dam Gallery	Defective		Good Operation
Full Voltage Cells	Defective		
Vertical drains in the dam bottom outlet	Defective		
Secondary drains	Defective		Good Operation
Flow Meter	Defective		Good Operation
Flow Measurement Chambers	Good Operation		Good Operation
Dam Portela Dike Instrumentation	Not Installed		
Sismological Station	Not Installed		
Total Station	Not Installed	Not Installed	Not Installed

出典：JICA 調査団作成

3.2　　マダガスカル

3.2.1　災害リスクの概況

(1)　ハザード把握

1)　マダガスカル全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理し、下図の通り GIS 上で可視化した上でマダガスカル全国のハザードの概況を把握した。

- 東部山脈より東側で洪水浸水エリアが大きく、西側は洪水浸水エリアが少ない。
- サイクロンは北東部にかけて影響範囲が大きく、暴風によるリスクが高い。モザンビーク海峡からアプローチするサイクロンもあるため沿岸部のほぼ全域で高潮被害発生の可能性がある。
- 東部山脈より西側に流れる河川の下流での洪水エリアが大きい。また、首都アンタナナリボは高台にあるが、都市化の拡大とともに周辺地域での洪水被害が高まる可能性がある。
- 東部山岳部は地すべりポテンシャルが高い。

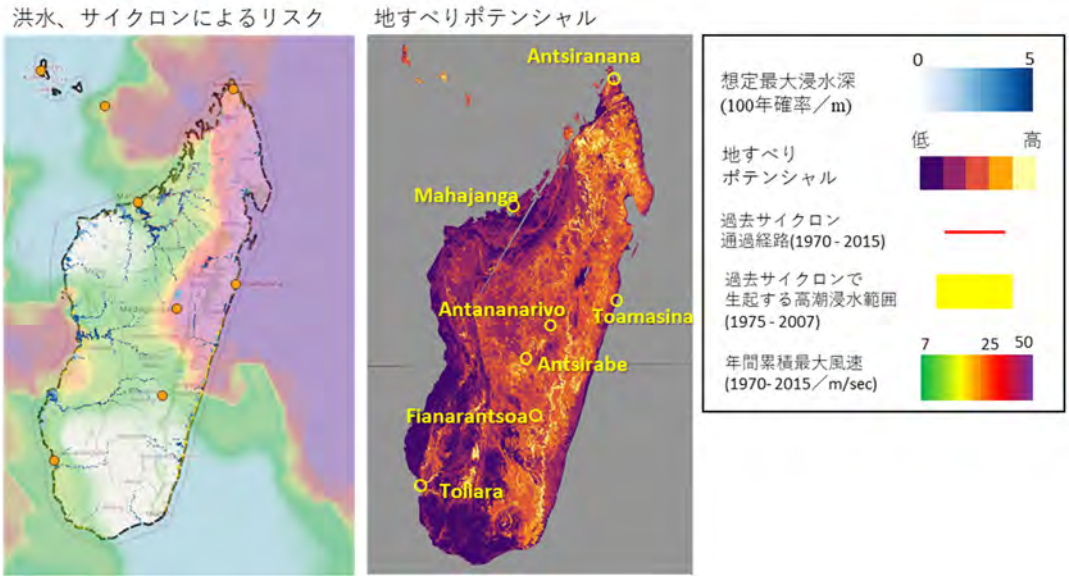


図 3-98　マダガスカルにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、Open Street Map（背景地図）

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。

2) マダガスカル主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。また UN-Habitat 及び World Population Review に基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-80 マダガスカル主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
アンタナナリボ	336.8	✓	✓✓✓	－	✓✓
トアマシナ	43.4	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓
アンティシラベ	35.6	✓	✓✓	－	✓✓
フィアナランツア	16.7	✓	✓✓	－	✓✓
マジュンガ	15.5	✓✓	✓✓	✓✓✓	－
トゥリアラ	11.5	✓✓✓	✓✓	✓✓✓	－
アンツィラナナ	8.3	✓	✓✓✓	✓✓✓	✓

出典：JICA 調査団作成

a) アンタナナリボ

アンタナナリボ（Antananarivo）市は、マダガスカルの中央分に位置する同国の首都である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速である。

洪水について、地区内を流れるイクパ（Ikopa）川からの氾濫による想定浸水域が分布していることから、「✓✓」と評価した（下図 (1) 参照）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以上（赤～紫）となることから、「✓✓✓」と評価した（下図 (5) 参照）。地すべりについて、南部地域を中心に地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2) 参照）。

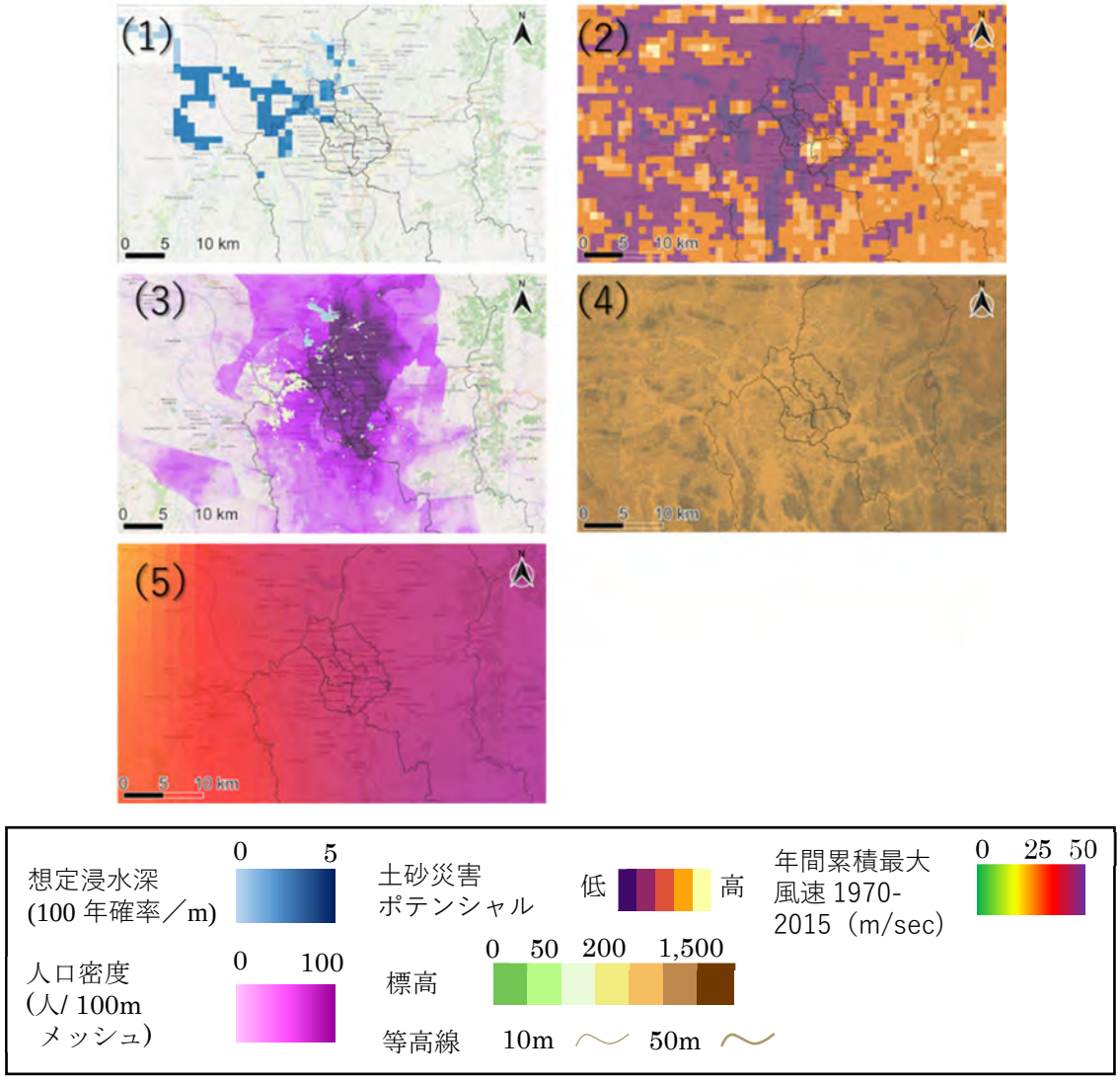


図 3-99　アンタナナリボにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

b)　トアマシナ

トアマシナ（Toamasina）市は、マダガスカルの東部沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(6) 高潮ハザードである。

洪水について、南部のイブォンドロ川からの氾濫を含めて市内に浸水想定域が分布することから、「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮のハザード分布状況より、「✓✓✓」と評価した（下図 (6)）。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以上（赤～紫）となることから、「✓✓✓」と評価した（下図 (5)）。

地すべりについて、トアマシナ中心部は、地すべりポテンシャルは低いものの、山手の地域では地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓」と評価した（下図（2））。

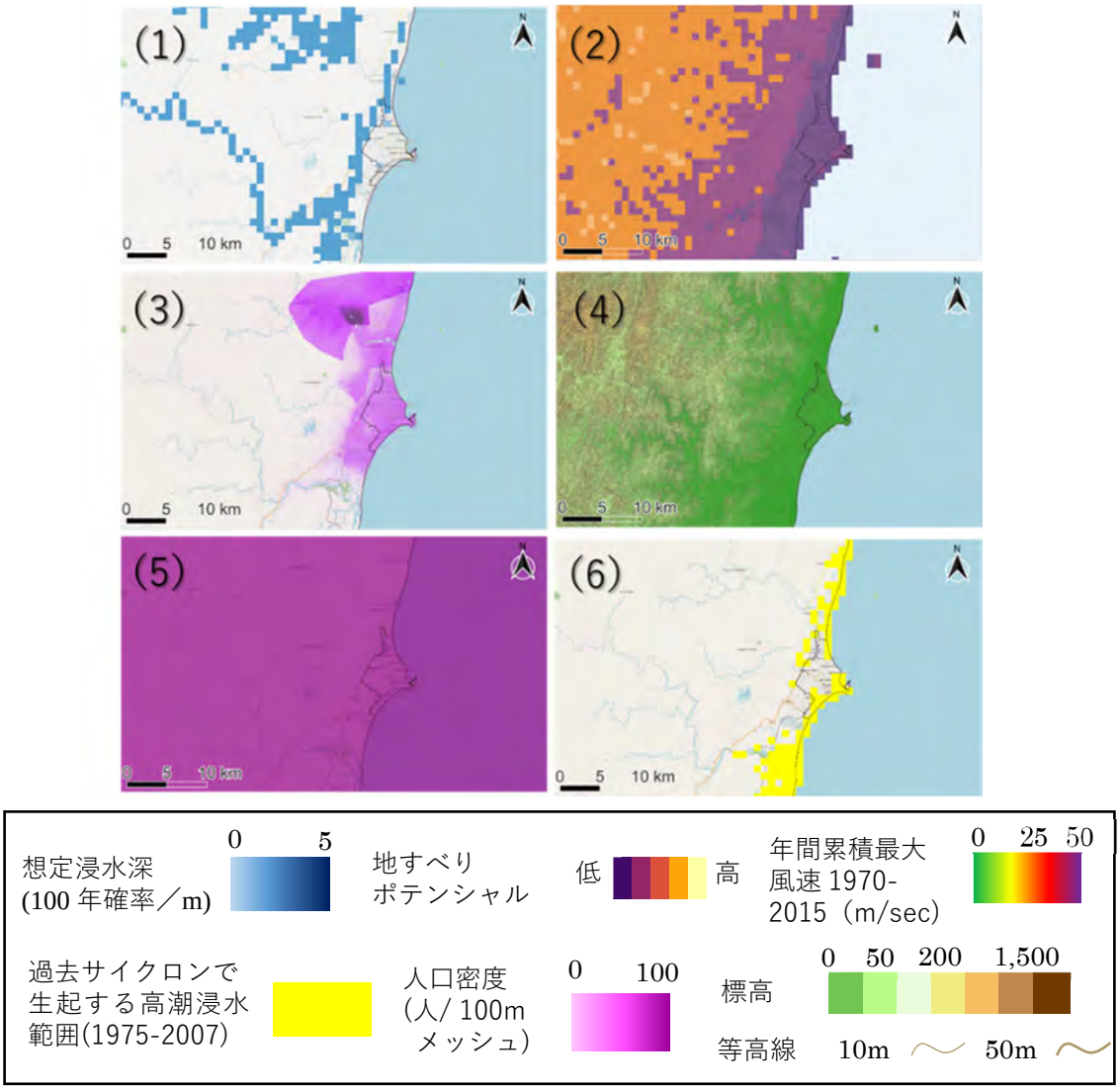


図 3-100　トアマシナにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

c)　アンティシラベ

アンティシラベ（Antsirabe）市は、マダガスカルの中央分に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速である。

洪水について、想定浸水域が分布していないことから、「-」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以下（緑～黄）となることから、「✓✓」と評価した（下図 (5)）。地すべりについて、南部地域を中心に地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

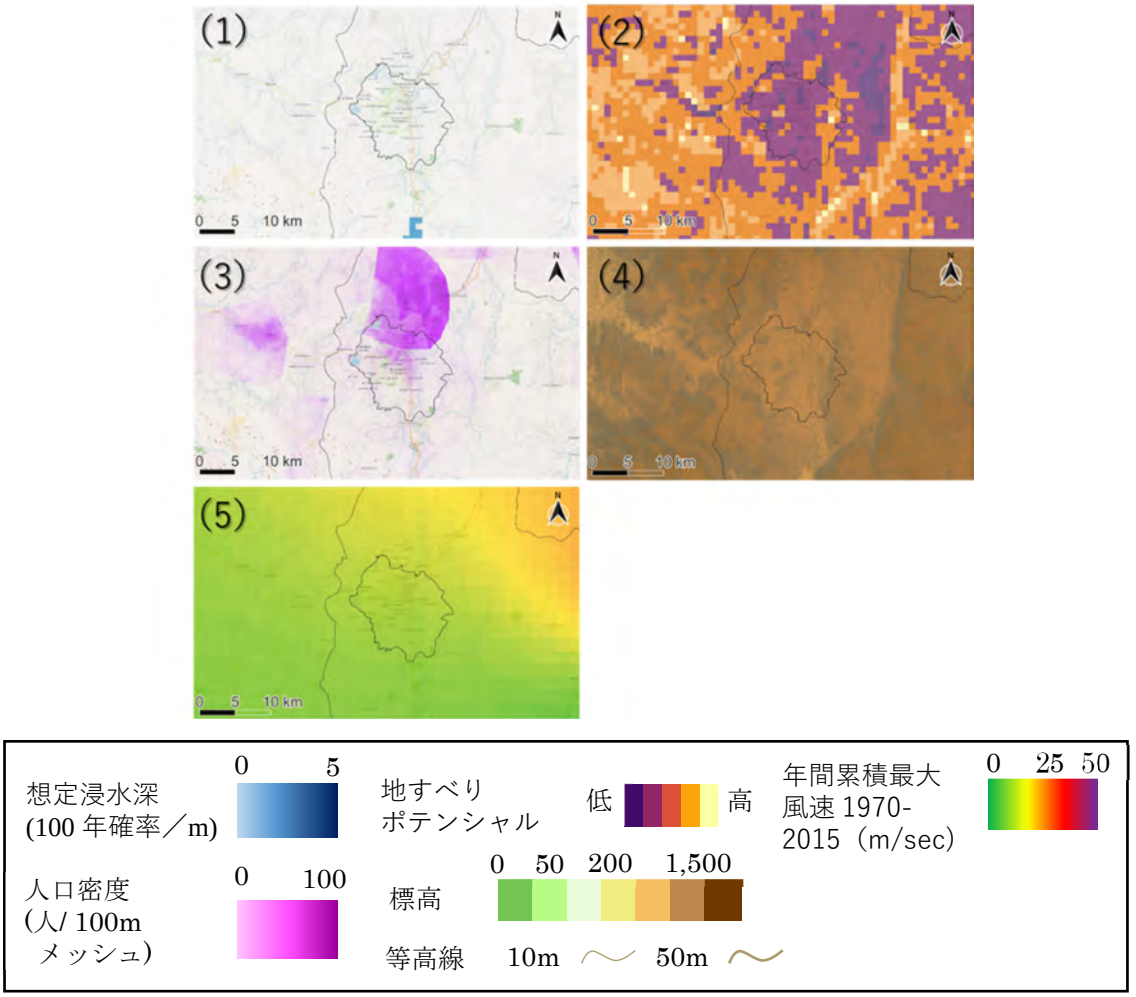


図 3-101　アンティヂラベにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

d)　フィアナランツア

フィアナランツア (Fianarantsoa) 市は、マダガスカルの中央部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速である。

洪水について、想定浸水域が分布していないことから、「-」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以下（緑～黄）となることから、「✓✓」と評価した（下図 (5)）。地すべりについて、南部地域を中心に地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓✓」と評価した（下図 (2)）。

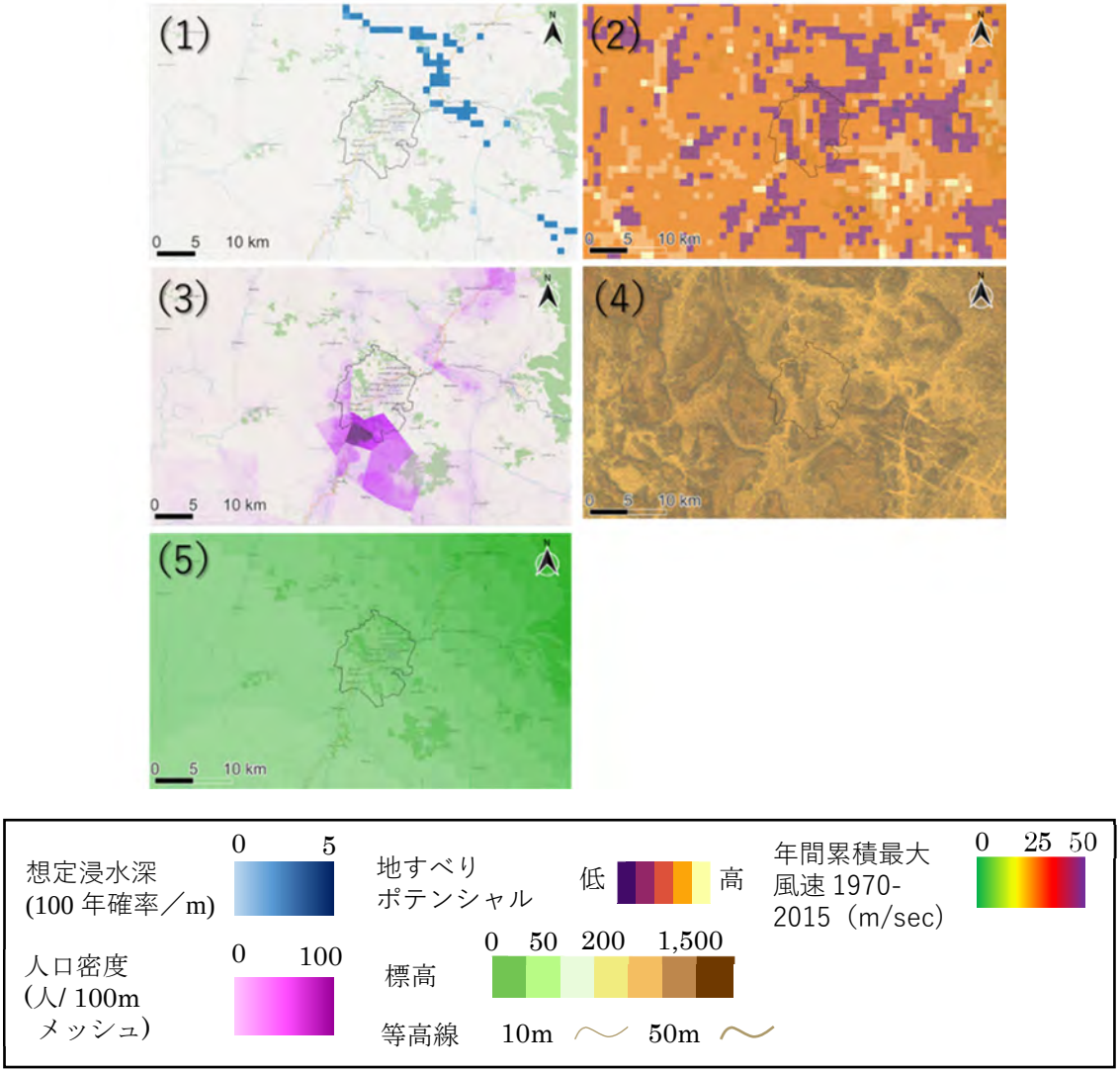


図 3-102　フィアナランツアにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

e)　マジュンガ

マジュンガ（Mahajanga）市は、マダガスカルの北西部沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(6) 高潮ハザードである。

洪水について、ベシボカ川からの氾濫を含めて市内に浸水想定域が分布することから、「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮のハザード分布状況より、「✓✓✓」と評価した（下図 (6)）。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全

域で 25m/秒以下（緑～黄）となることから、「✓✓」と評価した（下図（5））。地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が分布しないため、「-」と評価した（下図（2））。

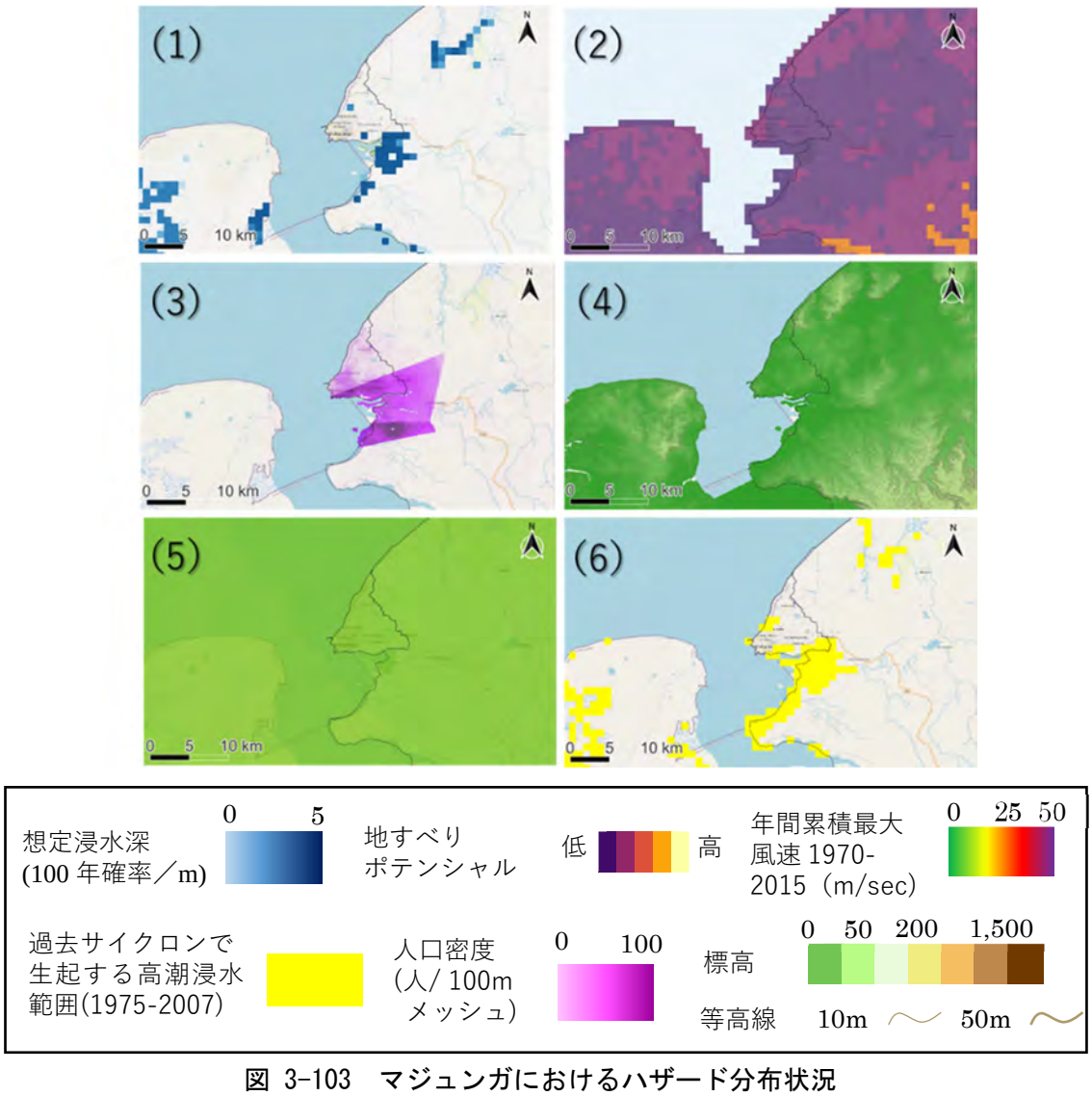


図 3-103　マジュンガにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

f)　トゥリアラ

トゥリアラ（Toliara）市は、マダガスカルの北西部沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(6) 高潮ハザードである。

洪水について、オニラヒ（Onilahy）川からの氾濫を含めて市内に浸水想定域が分布することから、「✓✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮のハザード分布状況より、「✓✓✓」と評価した（下図 (6)） 。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以下（緑～黄）となることから、「✓✓」と評価した（下図 (5)）。地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が分布しないため、「-」と評価した（下図 (2)）。

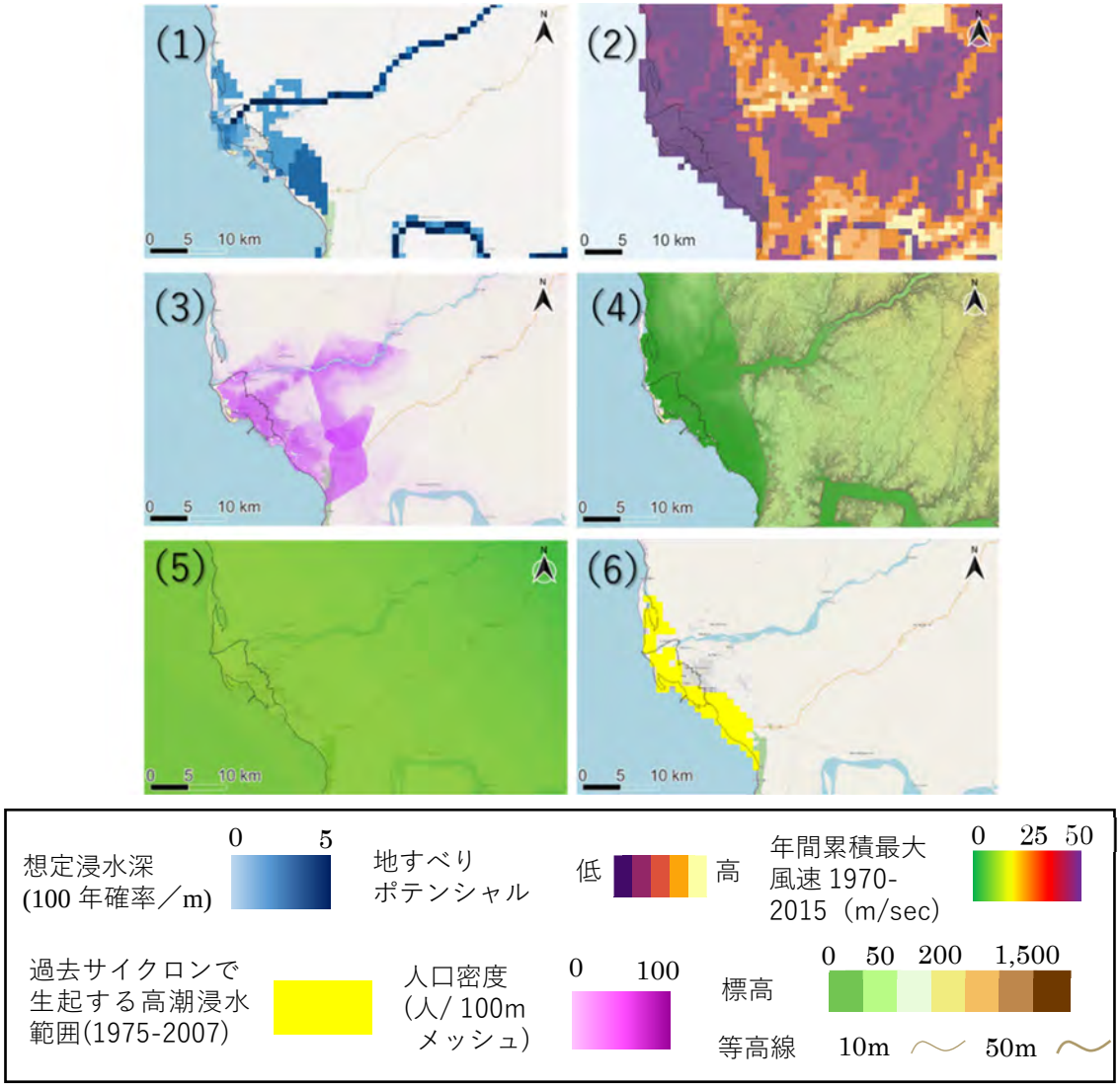


図 3-104　トゥリアラにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

g)　アンツィラナナ

アンツィラナナ（Antsiranana）市は、マダガスカルの北部沿岸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図、(5) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(6) 高潮ハザードである。

洪水について、市内に浸水想定域が分布することから、「✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮のハザード分布状況より、「✓✓✓」と評価した（下図 (6)） 。また風の影響については、年間累積最大風速が市内全域で 25m/秒以上（赤～紫）となることから、「✓✓✓」と評価した（下図 (5)）。地すべりについて、地すべりポテンシャルの

高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓」と評価した（下図（2））。

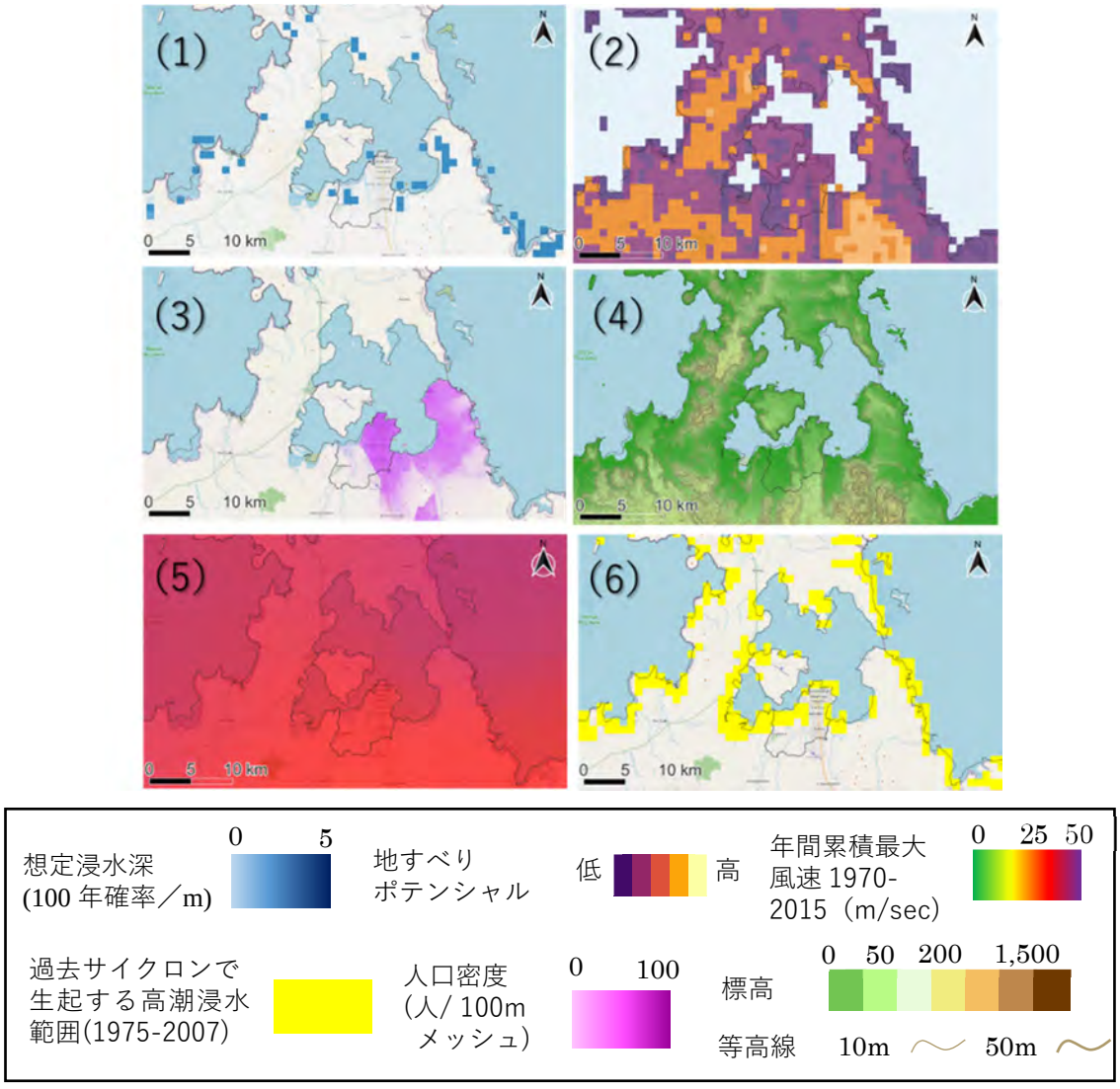


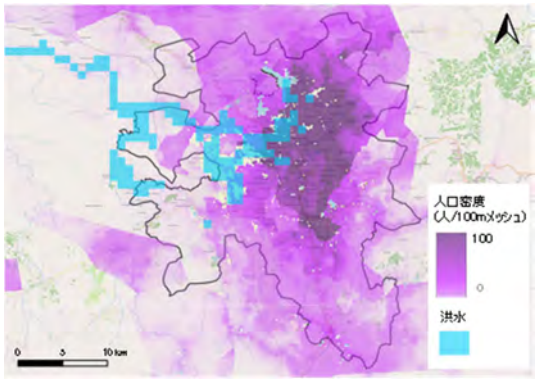
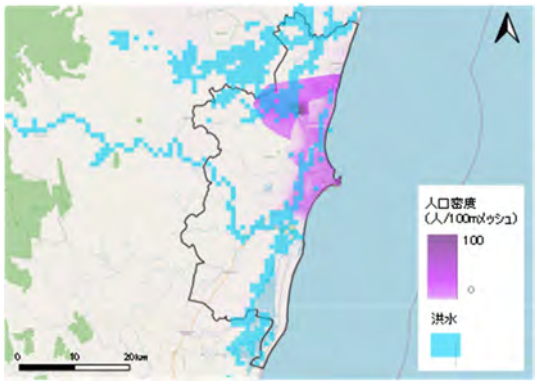
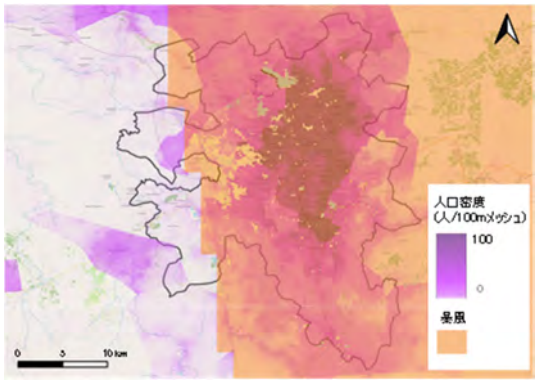
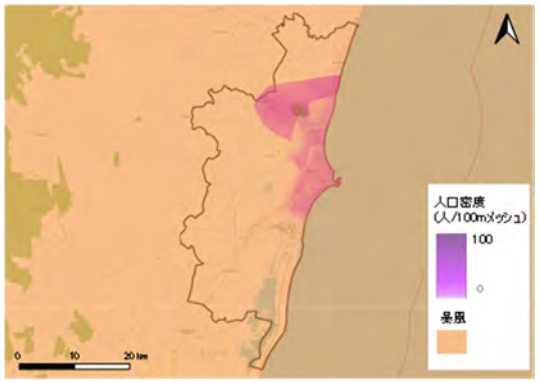
図 3-105　アンツィラナナにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

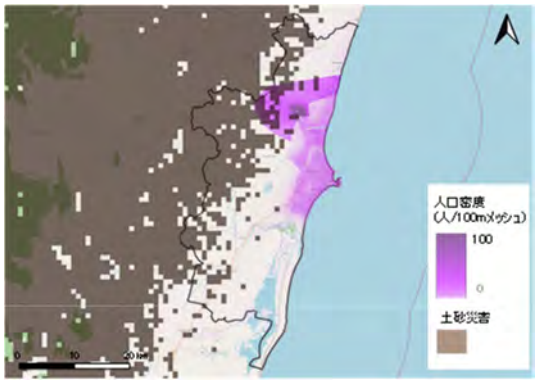
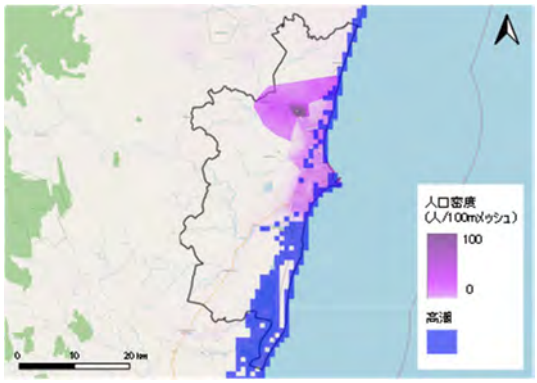
既述のハザード分布の定性的な把握結果を踏まえて、人口規模とハザードの大きさの観点より、人口規模が他都市よりも 1 オーダー多いアンタナナリボ首都圏に加えて、第二都市かつハザード状況が非常に大きいトアマシナ都市圏を対象として、詳細な災害リスクの把握を行った。一人当たり GDP は WB の公開する 2020 年時点の数値を利用した。各ハザードエリアと人口分布の関係を下表に示す。

表 3-81　マダガスカル主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(1/2)

アンタナナリボ首都圏	トアマシナ都市圏
洪水ハザードと人口分布	
	
暴風ハザードと人口分布	
	

出典：JICA 調査団作成

表 3-82　マダガスカル主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(2/2)

アンタナナリボ首都圏	トアマシナ都市圏
地すべりハザードと人口分布	
	
高潮ハザードと人口分布	
なし	

出典：JICA 調査団作成

表 3-83　マダガスカル主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード＼対象都市		アンタナナリボ首都圏	トアマシナ都市圏
洪水	被害面積(km^2)	64	220
	被害面積比率（%）	8%	21%
	被害人口(万人)	35	16
	推計被害額(million USD)	**166**	**75**
高潮	被害面積(km^2)	0	132
	被害面積比率（%）	0%	12%
	被害人口(万人)	0	4
	推計被害額(million USD)	**0**	**20**
暴風	被害面積(km^2)	655	1,060
	被害面積比率（%）	85%	100%
	被害人口(万人)	314	43
	推計被害額(million USD)	**1,478**	**203**
地すべり	被害面積(km^2)	284	304
	被害面積比率（%）	37%	29%
	被害人口(万人)	67	7
	推計被害額(million USD)	**316**	**34**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、世界銀行公開データより全国の一人当たりGDPの数値である（471.5 USD / person）を使用

出典：JICA 調査団作成

上記の結果より洪水、暴風による被害はアンタナナリボ首都圏及びトアマシナ都市圏の両者において高いことが分かる。また、この洪水ハザードには内水氾濫が含まれていないことを考慮すると、アンタナナリボ首都圏の人口集積が進行しているため、内水氾濫等も含む洪水対策に関しては、アンタナナリボ首都圏での対策実施の優先度が高いと考えることができる。

また、トアマシナ都市圏では洪水、高潮、暴風、地すべりと全ての災害リスクを抱えており災害リスクの高い都市であることが分かる。暴風に関しては都市域の全域が被害を受ける可能性が高く対策実施が求められる。また、洪水、高潮、地すべりの 3 つの災害に関しては、洪水による経済損失ポテンシャルが最も高く、対策実施の優先度が高いと考えることができる。

加えて、トアマシナ南部では洪水、高潮ともにリスクが高い地域となっている。トアマシナからは南部に向けて国道 2 号や鉄道が敷設されているほか、南部地域での工業用地開発も計画されており、今後災害リスクが高まる可能性もあるため、今後の開発には留意が必要である。

地すべりに関しては、アンタナナリボ首都圏及びトアマシナ都市圏では、他の災害種と比較して災害リスクは高くないが、アンタナナリボ首都圏の周辺部や、トアマシナからアンタナナリボに続く国道 2 号は、地すべりリスクの高い地域を通過するため、対策実施の優先度が高いと考えることができる。

(3) セクター別の災害リスクの把握

1) GFDRR 災害リスクプロファイル

マダガスカルでは、サイクロン、洪水ハザードについて、建物（住宅）、商業・工業施設、公共施設、インフラに分けて被災想定が検討されている。被害想定は、10 年確率規模、100 年確率規模、250 年確率規模による、セクター別の被害想定を算出している。更に、これらの確率規模の被害想定に基づき、AAL を算出している。

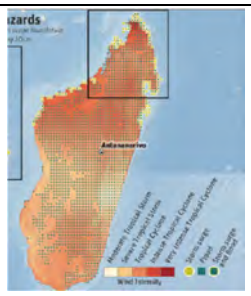
表 3-84 GFDRR 災害リスクプロファイルによるマダガスカルにおけるセクター別被害想定

災害種		サイクロン	洪水
分析の条件		年間想定被害額	年間想定被害額
建物（住居）	被害額（thousand USD）	65,000	1,000
商業・工業	被害額（thousand USD）	8,000	500
公共施設	被害額（thousand USD）	7,500	600
インフラ	被害額（thousand USD）	2,000	350

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（マダガスカル）より JICA 調査団作成

また、GFDRR のリスクプロファイルでは、州ごとの災害リスクの分布、また、災害種ごと及びセクターごとのリスク分布を示しており、整理すると下記の通りとなる。

表 3-85　マダガスカルにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布

	ハザード分布	住居	商業・工業	公共施設	インフラ
サイクロン	 *100 年確率規模のサイクロンによる風速 63 km/時以上、高潮 1m 以上、洪水による浸水 10cm 以上の範囲	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)
洪水	 *100 年確率規模の洪水による浸水範囲	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（マダガスカル）より JICA 調査団作成

既述の結果より、セクター別の被害額では建物（住居）被害額が突出して大きく、一般住宅も含めた家屋被害が大きいことがわかる。

洪水の災害リスクは首都アンタナナリボ首都圏周辺地域及び西部のメラキ県において高く、サイクロンの災害リスクは東部トアマシナ都市圏、及び北部アンツィラナナ市やマジュンガ市において高い。また、トアマシナは既述の経済損失ポテンシャルの算定の結果洪水による災害リスクも高いと考えられる。マダガスカルの南部地域は西部に洪水リスクの分布が見られるものの、北部地域と比較して災害リスクは低い。

人口集積の状況などから、トアマシナ（洪水、高潮対策）、アンタナナリボ（洪水対策）が重要であると想定するが、特に北部のアンツィラナナ市はサイクロンによる被害が大き

く将来のサイクロン対策（暴風、高潮）について留意すべきである。

2） PDNA のセクター別被害額

マダガスカルでは、2008 年洪水ついて PDNA が作成されており、被害額は下表に示す通りである。農業、家屋、交通インフラに対する被害額が大きく（下表青字）、特に農業セクターの被害額は、家屋被害に伴う住宅セクターでの被害額に匹敵する大きさであり、農業セクターの強靭化に向けた支援は重要であると想定される。

インフラへの被害については、電力・通信・上下水と比較して交通インフラへの被害額が大きく、交通インフラの強靭化に向けた支援は重要であると想定される。

表 3-86　マダガスカルで作成された PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル）

セクター		2008 （サイクロン）
産業	農業	**103.1**
	漁業	0.0
	工業・商業・その他被害額	18.4
	観光	15.7
社会資産	家屋	**127.560**
	教育	3.8
	保健	10.3
	その他	1.8
インフラ	交通	**45.7**
	電力・通信	4.8
	上下水	1.4
	その他	0.5

出典：2008 年洪水の PDNA よりセクターごとの被害額を抜粋

3） 災害被害統計

マダガスカルの災害被害統計では、対象とする災害（洪水、サイクロン、地すべり）について、1982 年～2018 年の間に 1,036 のイベントによる被害（死者数、家屋被害、経済損失、教育・保健施設、農地、家畜、道路被害実績等）が整理されている（下表）。

表 3-87　マダガスカルの災害被害統計によるセクターごとの被害実績

対象とする災害種	洪水、サイクロン、地すべり
対象年	1982 - 2018
災害イベント数	1,036
死者数	1,612
家屋全壊（棟）	448,878
家屋一部損壊（棟）	212,303
経済損失（USD）	1,176,972,201
教育施設	1,575
保健施設	165
農地（ha）	966,617
家畜（頭）	23,894
道路（m）	177

出典：DesInventar よりデータ収集、表は JICA 調査団作成

加えて、被害の傾向について確認するため、年間の災害イベント数及び被災家屋数（全壊及び一部損壊）の動向を確認した。

災害イベント数については、増加傾向を見ることができる。被災家屋数については、2004 年、2008 年、2017 年などの年で大きな数字となっており、増加傾向を確認することができる。なお、災害被害統計の収集能力の向上により、近年（2000 年以降）は小規模な災害も含めて網羅的に情報が取得されており同一基準で比較することが難しい。一方で、DesInventar は大規模災害については過去に遡り情報整理がなされており傾向を把握することが可能であるため、同データベースを用いて傾向把握を行った。同データベースでは、2005 年以降に収集した統計情報は仙台防災枠組のグローバルターゲットの指標の達成状況の評価に利用されるため、統一した基準での統計情報の整備が期待される。このため、被害傾向を把握するために継続的に統計情報の傾向を確認することが重要である。

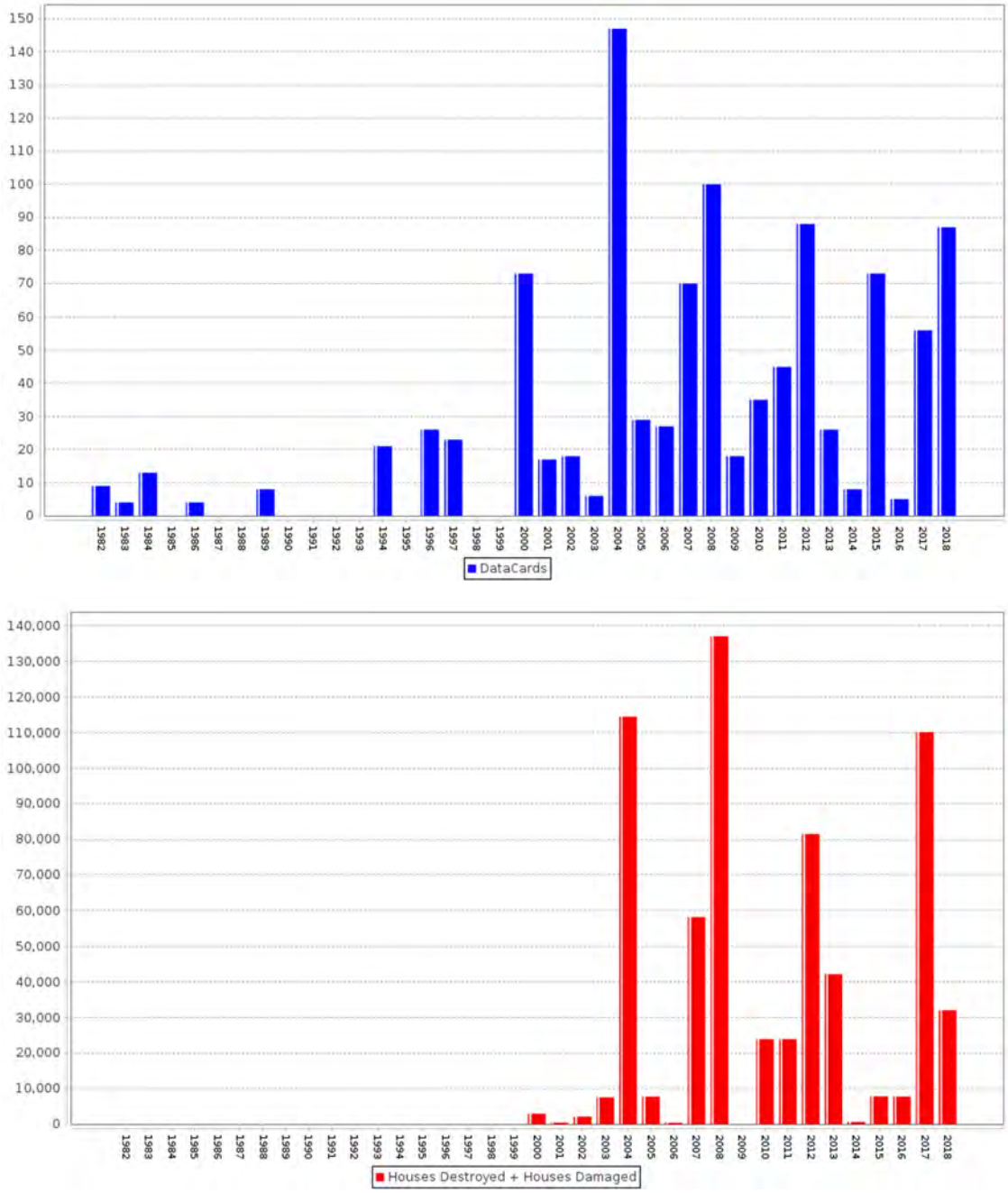


図 3-106　マダガスカルにおける災害傾向（1982-2018）

出典：DesInventar ウェブサイト
（上：年間災害イベント数、下：災害による年間被災家屋数（全壊及び一部損壊））

3.2.2　気候変動の概況

(1)　観測及び予測されている気候変動影響

マダガスカルにおける気候変動によるものと想定される観測結果として、1961 年から 2005 年の間、21 の気象観測所のうち 17 の観測所が、全ての季節にわたって 1 日の最低気温の上昇を記録し、いくつかの観測所では 1 日の最高気温の上昇傾向を記録している。これにより、全体的な傾向としては、北部地域で 0.2℃、南部地域では 0.1℃の気温上昇がみられている。一方で降水量の変化としては、大幅な変化が見られるものの、その変化の傾向を裏付けるデータが得られていない。ただし、傾向としては、冬と春の降雨量減少が全国の殆どの地域で観測され、中部及び東部沿岸地域では、1961 年から 2005 年にかけて降雨量は着実に減少し乾季が長期化してきている。

将来予測として、気温は 2065 年までに 1.1℃から 2.6℃の間で上昇するとされており、北部沿岸地域の上昇が最も低く、南部では最も高くなると予測されている。降雨量に関しては、南部では 2065 年までに 1 月から 4 月の夏季に増加し､最南端部を除いて 10 月から 11 月に再び増加する傾向が予測されている。その一方で、5 月から 9 月にかけては降水量が減少していくと予測され、特に内陸部では 6 月から 9 月にかけて大幅な降水量の減少が予測されている。

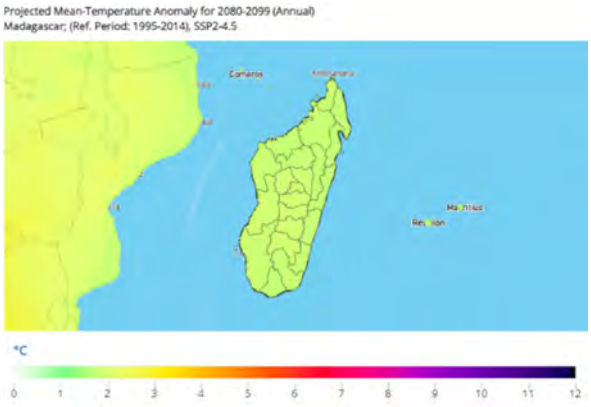


図 3-107　年平均気温（2080-2099, 1995-2014 比）
SSP 2-4.5
出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

マダガスカルでは 1980 年から 2010 年にかけて、干ばつ、地震、疫病、洪水、サイクロン、極端な気温変化等により、53 もの自然災害が発生し、10 億 US ドル超の経済損失をもたらしている。そのうち、最も発生頻度割合が高いのは、サイクロンであり、次いで干ばつ、洪水という順番になっている。

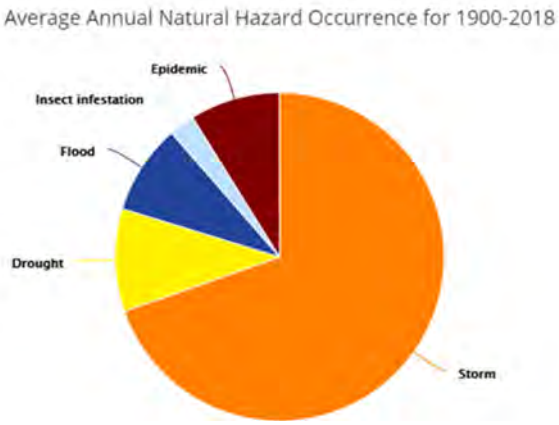


図 3-108　自然災害の発生頻度
（1900-2018 年の年平均）
出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

また、気候変動の将来予測としては、2019 年に発行された「CLIMATE CHANGE SCENARIOS FOR MADAGASCAR」において、以下の記載がある。

- 降水量は 2030 年から 2050 年代に減少する可能性があり、特に冬の降水量はより大きく減少する可能性がある。地域別では、降水量は、2030 年代、2050 年代、2080 年代の全期間で、東海岸、中央高地、北西ゾーンで減少する可能性がある。
- 最高気温と最低気温の両方が上昇する可能性がある。地域別では、南西地域でより暖かくなり、中央高地、北西部及び東海岸がそれに続く可能性がある。
- 南インド洋では海面水温が上昇する可能性がある。マダガスカル周辺の海水にも同様の影響が及ぶ可能性がある。
- 海面は過去 20 年間にわたって上昇しており、今後最大 48cm まで上昇する可能性がある。
- サイクロンの襲来頻度は減少する可能性がある。しかし、それらの強度と降水量は増加する可能性がある。

これらの気候変動の影響を受ける分野としては、以下に示すものが予測されている。

表 3-88　気候変動の影響

分野	影響
水資源	沿岸部と北部地域では十分な水資源とそのポテンシャルがある。一方で、国の南部地域は乾燥した気候であり、降雨量は年間 400 mm に満たないため、水資源ポテンシャルも限られている。その一方で、農業、生活用水、発電によって水需要増大の一途を辿っており、水資源供給へのニーズは高まっている。しかしながら、現在の水資源管理システムは、今後の人口増加や農業ニーズを満たすには不十分であり、水道水を利用できる人口は全人口の 20%、安全な水資源にアクセスできるのは全人口の 50%程度であり、気候変動の影響はますます深刻になることが想定される。
農業	同国の主要産業は、農林水産業であり、GDP の 25%以上、人口の 80%が当該分野に従事している。そのうち、農業は、小規模農民による天水依存の伝統的農法が主であり、降雨量の減少及び降雨パターンの変化は農作物収量に大きな影響を及ぼすことが懸念されている。作物別では以下に示す影響が予測されている。 コメ：サイクロンに伴う洪水、豪雨、干ばつ、雨期の開始時期の遅れによる水不足などの影響を受ける懸念あり。国内最大のコメ生産地であるアロチャ湖（Alaotra Lake）地方では収穫量の減少が予想されている。また、南部や南西部で行われている天水農業では、干ばつによる影響が懸念される。 バニラ：世界で 1、2 位の生産量を誇るマダガスカルの主要な輸出作物として外貨獲得源の筆頭に挙げられるが、生産地である北東部ではサイクロンの強風・多雨などによる災害リスクが懸念される。 その他作物：渇水や多雨による病害虫の発生増加が懸念される。
森林資源	植生分布や動物の生息域の変化、絶滅の可能性などが指摘されている。もともと存在した森林植生の 9 割が既に失われているなかで、今後の気候変動やその他の人為的要因が生物多様性に及ぼす影響は過去になく甚大なものとなると予想されている。特に、燃料源となる薪の調達のための森林伐採が大きな問題となっている。特に高地では、気候変動による自然生態系への影響が、この人為的な森林伐採と相まって、土壌侵食・減少をもたらしている。降雨量と気温変化は農作物の栽培適期に変化をもたらし、結果として作物の不作の増加や農業用水の供給不足につながることが懸念されている。
水産	海水温度の上昇によってサンゴの白化が引き起こされており、特に南西部での被害が顕著である。トゥリアラ地方ではサンゴ礁の劣化により 2004 年に 40%の魚種が損失を受けたとの報告もある。また、気候変動に伴う海水面上昇やサイクロン・洪水により、沿岸低地では海水の浸入が起こり、塩分濃度の上昇や海岸線の浸食が引き起こされ、漁業資源の減少や動植物相の変化につながると考えられている。輸出水産物のなかでも重要な位置を占めるエビは、沿岸トロール漁業及びマングローブ林からの汽水を利用した養殖により生産されているため、気象パターンや、海洋やマングローブ林の環境変化による生産減少が危惧されている。
沿岸域	同国は 5,000km 以上の海岸線を擁する島国であり、第 2 次国別報告書の定義によれば国土の 51%が沿岸域に相当し、人口の 65%がこの域内に居住しており、これらの沿岸域では、サイクロン、海面上昇、海水の酸化等により、海岸浸食に対する脆弱性が増すと想定されている。特に以下の地域等での予測等が示されている。 ・西部ムルンダヴァ市：2100 年までに 19.3～86.3cm（年平均 7.4mm）の気温上昇に起因する海水面上昇が予測され、海岸線の減退は年 5～6m に達するとみられる。また、洪水被害を受ける面積は最大で 1,550（2025 年）～2,330ha（2100 年）に達すると予測される。 ・北西部マジュンガ市：海岸線の減退速度が年間 3～4m に達しており、100 年後には市街の一部は海水面下になると予測されている。洪水被害の最大面積の予測は 1,256（2025 年）～2,643ha（2100 年）。 ・東部トアマシナ市：海岸沿いの道路が浸食により既に破損し、南東部マナカラ市でも同様に大通りが危機に直面している。
保健	同国のパスツール研究所によると、気候変動によってマラリア、デング熱、リフトバレー熱、インフルエンザ、ペストなどの感染症の蔓延が引き起こされる懸念があるとされている。このほか、同国の保健省の見解では、水資源の量や質の低下による下痢疾患の増加や、気温上昇によって間接的に大気汚染が悪化することによる急性呼吸器感染症の増加の可能性が指摘されている。

出典：マダガスカル生物多様性保全・気候変動対策・防災分野基礎情報収集・確認調査報告書、JICA、2012）

(2) 気候変動に関する政策・施策

1) 国レベル

マダガスカル国は、2006 年に気候変動に関する国際連合枠組条約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）に対して NAPA を提出している。NAPA は、適応策のうち緊急性・優先度の高い活動を特定して行動計画にまとめたものである。NAPA では、主に水資源、沿岸域、森林、農業・畜産、保健衛生の 5 つのセクターについて活動計画が策定されている。以下が、優先プロジェクトとして示された 15 事業である。

表 3-89 NAPA における優先プロジェクトリスト

No.	プロジェクト名
1	防護ダム・堤防の改修・建設
2	水利組合の組織化・再活性化
3	農業・畜産生産の増大（農業資機材の供給、地域別の収入創出活動の支援、牛ワクチン普及）
4	土壌侵食対策に係る予防・修復技術の適用、砂丘化の進行防止
5	地方の気象関連部署・サービスの強化
6	海面上昇に対する護岸用堤防等のインフラ設置
7	海岸線への防風林・マングローブの植林や岩塊設置等の波風対策
8	再植林計画に基づく村落地域への適切な樹種の再植林
9	森林管理の住民への委譲の推進（GELOSE（自然資源自治管理）、GCF（契約制森林管理）
10	通信手段の改善による潜在的生産ゾーンのアクセス改善と商業活動の活性化
11	適切な手段（ラジオ等）を用いた IEC（情報・教育・コミュニケーション）の強化
12	疾病の原因と伝染拡大期の対応、保健サービスへのアクセス・トイレ建設・栄養・蚊帳の必要性、に係る啓発活動（IEC）
13	保健人材の地方配置、資機材と医薬品の供給・管理、COSAN（communauté sanitaire）の機能、疾病監視の強化による保健施設のサービスのキャパシティーの強化
14	疾病の媒介物に対する予防・対策の強化へのリソース割当
15	重大な気候の変動に対する耐性を確保するためのインフラ設計・建設に係る基準の策定と適用

出典：National Adaptation Programme of Action から作成

2017 年に、気候変動対策国家戦略（Strategic Programme for Climate Resilience、SPCR)と投資計画を策定した。この投資計画では、水文気象学、都市開発、沿岸管理、社会保護、農業、生物多様性の脆弱なセクターを対象として構成されており、投資総額は 1 億 65 百万 US ドル、2〜10 年以内に実施する計画となっている。優先投資プロジェクトは以下に示す 6 つのプロジェクトとなっている。

表 3-90　SPCR における投資計画での優先プロジェクト

プロジェクト１： 水門気象測定能力強化（25 百万 US ドル）	気象、気候、水文情報と監視ネットワーク、及び早期警報システムの改善。 データ収集及び分析能力強化によるタイムリーな気候・気象モニタリング能力・サービスの強化。
プロジェクト２： アンタナナリボ大都市圏の都市機能、インフラの気候レジリエンス強化　（30 百万 US ドル）	都市の基本機能及び洪水へのレジリエンス強化による、アンタナナリボ大都市圏の低所得地域の貧困層の生活環境の改善。 統合的都市管理と適切な危機管理体制の構築に向けた政府機関の能力を強化。
プロジェクト３： 沿岸都市の気候レジリエンスの構築（3000 万 US ドル）	沿岸都市の自然災害と気候リスクに対するレジリエンスを強化し、地方自治体とコミュニティの適応能力を構築・強化。
プロジェクト４： Deep south　（20 百万 US ドル）	「ディープサウス」における気候変動への強靭な社会インフラと地域開発の実施。 社会保障の拡充、重要インフラ修復、ディープサウスのコミュニティの生計多様化を強化。
プロジェクト５： 「ディープサウス」（35 百万 US ドル）	気候変動に強い農業生産と食料安全保障の改善による地域の貧困と脆弱性の改善。
プロジェクト６： 生物多様性とエコツーリズムの促進（25 百万 US ドル）	生物多様性保護、エコツーリズム促進により、保護地域の周辺に住むコミュニティの環境改善。 グリーン成長に投資する地元の民間セクターの成長を促進し気候変動に対する生物多様性の回復力の強化。

出典： Strategic Programme for Climate Resilience、SPCR, 2017

マダガスカル国は、2016 年 4 月 22 日にパリ協定に署名、同年 9 月 21 日に「国が決定する貢献（INDC/NDC)」を通じて緩和策・適応策のコミットメントとその優先事項を発表している。NDC の中で提示されている適応分野に関する取り組み事項は以下に示すとおりである。

【2020 年～2030 年までに実施すべき対策】

- 気候情報のリアルタイムなモニタリング
- サイクロン、洪水、食糧安全保障、干ばつ、飢餓、健康、植物防疫のモニタリングを含むマルチハザード早期警報システムの効果的な実施
- 主要な農業地帯、換金作物地帯、広大な畜産地帯、漁業の優先地域、マングローブ、干ばつのホットスポットにおける弾力性のある農業統合モデルの広範な適用
- 持続可能で統合された水資源管理、特に乾燥地域や干ばつに弱い地域での水資源管理
- 自然保護の強化と、海岸侵食や海岸線の後退の影響を受けている海岸、沿岸、海洋地域の脆弱性の軽減（メナベ（Menabe)、ボエニ（Boeny)、南西部、東部）
- 植物防疫、農業、干ばつ、食糧安全保障の監視を含む、マルチハザード早期警戒システムの強化とアップグレード
- 研究成果とベストプラクティスを活用した、砂漠化に対処するための生態系ベースの

適応策の実施。

- 自然生息地（森林・マングローブ：45,000ha、湖沼・河川など）の回復

これらの適応行動により期待される効果としては、以下が期待されている。

表 3-91　適応行動により期待される効果

2025 年まで	2030 年まで
- サイクロンによる人的被害が発生した場合の安定化 - 特に南部において、干ばつに伴う飢餓や食糧不安の発生を減少 - 主要な農業の中心地で Resilient Agriculture Integrated Models（気候変動に対応した農業）を大規模に実施することにより、国家の食糧安全保障を確保する - 45,000 ha の森林の復元	- サイクロンによる人命損失減少 - 特にマダガスカル南部において、飢餓に苦しむ人々の割合が大幅に減少 - Resilient Agriculture Integrated Models（気候変動に強い農業）を適用している農業センターでは、籾の生産量が 1 ヘクタールあたり 4 トンに維持 - 55,000 ha の森林及びマングローブの復元に伴う環境設備及び生態系サービス - 最も影響を受けた沿岸地帯における海岸線の後退の進行をトレンド 0 まで低下

出典： MADAGASCARS INTENDED NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION, 2016

なお、これらの適応策実施に必要な予算としては、合計で 28 兆 7,130 億 US ドルが見積もられている。また、NDC の中で、気候変動への適応を実施に移すためのギャップと課題として、実施に必要となる資金不足、技術・組織・資金動員及び調達能力の不足、技術力不足などが挙げられており、先進国からの支援や技術移転に対するニーズが表明されている。

UNFCCC のもと、2010 年及び 2011 年に開催された COP16、COP17 では、各国が取り組むべき中長期的な適応策として、NAP を各国が策定し提出することが決定されたが、マダガスカル国においては、いまだに NAP は UNFCCC には提出されていない。しかしながら、その基礎となる取り組みについては検討が進められており、将来的には、NAP として取りまとめられて国連に提出される予定である。現時点で把握できている内容としては、以下に示すものが挙げられる。

- Strategic Area 1: Strengthening governance and mainstreaming of adaptation
- Strategic Area 2: Implementing a priority sectoral action programme
- Strategic Area 3: Financing adaptation to climate change

気候変動対策を、マダガスカルの開発優先に役立てていくため、NAP は農業・畜産・漁業、水資源、公衆衛生、生物多様性・林業、沿岸地帯、インフラストラクチャー、気候リ

スクと災害管理/削減の７つのセクターに焦点を当てている。この優先順位付けは、UNFCCCに提出しているNDCで取り上げているセクターと整合する。また、この文書では、国や地域レベルでの各セクターの戦略の方向性と優先すべき行動、及び一連の構造化プログラムを備えた以下に示す10のセクター別アプローチを提案している。これにより、対象の地域で効果的、横断的かつ期限内での実施に向けて、NAP で提起する戦略的優先順位づけとアクションを連携させることを目的としている。

- 南部地域における農業セクターの適応力と農村住民の回復力の強化
- 輸出部門の開発と構造化による農村人口の回復力の強化
- 水産部門の適応力強化、警報システムと関連アクションプランの開発
- 都市部及び農村部における飲料水へのアクセス改善
- 気候変動に対する保健分野の回復力を高めるための早期警報システムの強化
- REDD+メカニズムの運用と、生態系サービスの開発による森林再生の加速
- 内陸部及び周辺部における気候保護区の開発を含む、自然林の保全及び保護区の管理の改善
- 海面上昇からの沿岸インフラ及び経済活動（観光を含む）の保護
- インド洋における地域的な取り組みの一環として、サイクロン早期警報システムの改善
- メタン排出量の少ない弾力性のある水田の開発

2） 地方レベル

マダガスカルの気候変動に対する適応計画によると、様々なドナーから支援を受け、以下の地域での適応プログラムが進行中である。

表 3-92　マダガスカルにおける適応関連のプロジェクト等一覧

PROJECT	SECTOR OR DOMAIN BENEFICIARY	SOURCES OF FINANCING	POPULATION/ SECTOR/ TARGET REGION	EXPECTED IMPACTS
Improving adaptation and resilience to climate change in rural communities in Madagascar (PACARC)	Agriculture Water	LCDF/ GEF	Regions of Androy, Anosy, Atsinanana, Analamanga and Atsimo-Andrefaana	-Food security -Agricultural techniques adapted to climate change -Improving livelihoods
Promoting the climate resilience of rice farming through investments pilots in the AlaotraMangoro Region	Rice growing	Adaptation Fund	Regions of Alaotra Mangoro, then extension in Itasy, Middle West area and in the Vakinankaratra Region	-Increasing Rice production -Improved Agricultural practice -Food security
Adaptation of coastal zone management to climate change considering ecosystems and livelihoods	Fishing Coastal areas	LCDF	Institutions at national and regional level: Menabe, Boeny, Atsinanana and Vatovavy Fitovinany	Institutions strengthened by: - Systematic integration of climate change into policy and planning - Concrete adaptation measures for coastal areas
Programme for Strengthening Conditions and Capacities for Sustainable Adaptation to Climate Change	Multisectoral	Union European/ AMCC BMZ	CPC: Municipalities and Regions: Analamanga, Boeny, DIANA, DGM, Education, Development of the territory, Infrastructure and equipment, Health, Biomass energy, Artisanal mining	Regions and Municipalities resilient through the implementation of SRAT and SAC integrating CC
Adaptation of agricultural value chains to climate change Madagascar	Agriculture	Union European/ BMZ	Anosy, Androy, Atsimo Andrefana	Increasing the resilience of farms operating in selected agricultural value chains to climate change risks

出典：National Adaptation Plan

(3)　ドナー等の支援状況

マダガスカルでは、数多くの国際機関や各国ドナーが気候変動関連の政策立案、プロジェクト形成などについて様々な支援を実施してきている。特に、国連主体による NAP-GSP(Environment National Adaptation Plan Global Support Programme)は幅広い分野で支援を行っている。

表 3-93　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）

ドナー名	対象セクター	プロジェクト名等
World Bank	防災	Climate Risk and Adaptation Country Profile: Madagascar (2011)[47] 2016 Madagascar Disaster Risk Profile (2016)[48]
UNISDR	防災	Disaster Risk Reduction Review of Madagascar (2015)[49]
GERICS	防災	Climate Fact Sheet, Madagascar (2015)
USAID	気候リスク	Climate Risk Profile Mozambique[50]
	沿岸地域	Mozambique Coastal City Adaptation Project (2014-2019)

出典：JICA 調査団作成

3.2.3　国土開発及び都市開発の概況

(1)　国土軸、戦略的重要都市

首都アンタナナリボは、国を南北に縦断する国道と東西に縦断する国道の交点に位置している。アンタナナリボは国の中央に位置していることから、マダガスカルの全ての都市はアンタナナリボから 1200km 以内にある。2019 年に JICA の協力のもとに作成された「アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画」では、首都アンタナナリボ都市圏とトアマシナ都市圏の都市開発計画（PUDi)、及び 2 都市を結ぶ経済軸の運輸整備・開発計画を策定している。

TaToM 経済軸は、マダガスカルの最も重要な輸送軸で、アンタナナリボとトアマシナを結ぶ国道 2 号と鉄道で構成される。この輸送軸は、首都とマダガスカル最大の国際港であるトアマシナ港を結ぶ役割を果たしているだけでなく、これらの 2 都市と軸の位置から国家の空間構造にもおいても大きな役割を果たしている。アンタナナリボは、トアマシナ、トゥリアラ、マジュンガ、アンツィラナナ、フォールドーファン、並びにノシベ(Nosy Be)、セントマリー（Sainte-Marie）、ムルンダヴァ（Morondava）といった主要な観光地と航路でもつながっている。アンティシラベ(アンタナナリボから 170km)、フィアナランツア（アンタナナリボから 405km)、ムラマンガ（Moramanga）（アンタナナリボから 115km）といったその他の都市は、アンタナナリボから国道でアクセスができる。

[47] http://sdwebx.worldbank.org/climateportalb/doc/GFDRRCountryProfiles/wb_gfdrr_climate_change_country_profile_for_MDG.pdf

[48] https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/drp_madagascar.pdf

[49] http://www.unisdr.org/files/43522_2.reviewofmadagascar.pdf

[50] https://www.climatelinks.org/resources/climate-risk-profile-mozambique

下図にマダガスカルの経済回廊を示す。

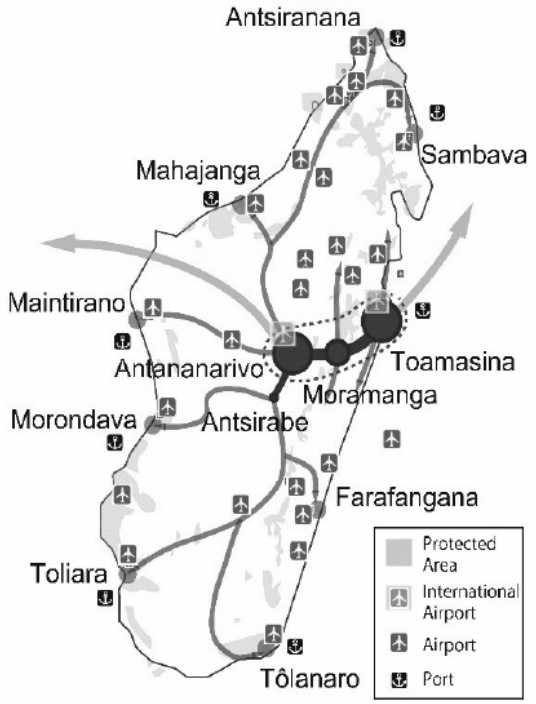


図 3-109　マダガスカルにある経済回廊

出典：JICA PEDEC-NACALA

鉄道網に関してはフランス植民地時代に敷設されたものが残っており、アンタナナリボとトアマシナが線路でつながっている。これの支線がアンバトンドラザカ（Ambatondrazaka）及びアンツィラベへと接続する。これらとは別に、フィアナランツアと東海岸部のマナカラ（Manakara）を結ぶ路線もある。

マダガスカルには、多数の小規模な地方空港があるが、現時点で定期便が就航しているのはアンタナナリボ以外には 9 空港のみである。それらにはマダガスカル航空が就航しており、雨季に道路が雨で洗い流されてしまうことさえあるマダガスカルにおいて、首都から離れた地方へアクセスする手段としては唯一の実用的な交通手段となっている。

(2)　クロスボーダーインフラ

マダガスカルは島国であることから、国際運輸交通は空路と海路によって担われている。マダガスカルにおいて最も重要な海港はトアマシナにあり、国際貨物の約 9 割が通過する。日本の円借款を利用して 2026 年を目標に拡張中である。マジュンガやアンツィラナナにある港は、首都圏からの距離の遠さ、接続の悪さなどの要因から、利用が限定的になっている。2008 年にリオ・ティント社が私的に建設したエフアラ（Ehoala）港はマダガスカル

で最も新しい港であり、2038 年ごろにフォールドーファンの近くで行われている同社の採掘プロジェクトが終了すると政府の管理下に置かれる予定である。

(3) 重要産業の立地

マダガスカルの主要産業は第 3 次産業であり、2014 年時点で GDP の 55.8%を占めている。第 3 次産業の GDP をみると、貿易、運輸交通、サービス産業が顕著である。第 1 次産業は GDP の 25.4%を占めるが、2010 年以降、そのシェアは徐々に減少している。第 1 次産業のなかでは、農業が最も GDP に貢献している重要な産業である。第 2 次産業のシェアは、2010 年以降、微増している。第 2 次産業においては、衣料品産業など輸出志向の産業を含む輸出加工区（EPZ:Export Processing Zone）が最も大きく、次いで、食料品、飲料、エネルギー産業が続いている。EPZ は、1990 年に導入され、バニラ、コーヒーといった農産物依存の経済からより多様な経済への移行を促進した。国の南東部に位置するリオ・ティントのイルマイト鉱山と東部に位置するアンバトビーのニッケル・コバルト鉱山という 2 大鉱山事業者により鉱工業セクターの重要性は増しているが、GDP への寄与は小さい。

マダガスカルの産業開発としては、アフリカ及びインド洋の周辺諸国への輸出拡大という面から、以下の産業が有望視されている。

- 農業及び食品産業（農産加工）
- 繊維・アパレル産業
- 軽工業
- 精油、香水、化粧品産業

更に、鉱業、観光、情報通信（ICT）セクターも多くの海外投資を呼び込んでおり、世界規模での市場拡大による開発機会がある。アフリカ及びインド洋諸国の人口増加、都市化、中所得層の生活様式と消費パターンの変化などから、農産加工業、繊維・アパレル産業、軽工業製品などの拡大も見込まれている。

TaToM 全域を含むアナラマンガ（Analamanga）、アツィナナナ（Atsinanana）県、アロチャマングル（Alaotra-Mangoro）県の 3 県は、現在、国の GDP の約半分を生み出している。この GRDP の大部分はアンタナナリボ都市圏で生成されており、既述の 3 県で生成される GRDP の約 80%を占め、また、マダガスカルの GDP の約 40%に貢献している。アンタナナリボ都市圏はマダガスカル経済の原動力となっており、他の地域と比較しても経済活動、雇用機会、労働力が集中している。

トアマシナ都市圏は、アンタナナリボ都市圏に比べてはるかに小さいものの、既述の 3 県で生成する GRDP の 3.7%を占める。トアマシナ都市圏の主要な経済活動は、アンバトビーによる鉱業のほか、農産物加工業、繊維業、物流業、観光業である。

TaToM 経済軸沿いにある都市や村は、現在のところ大規模な経済活動振興はされておら

ず、発展は限られている。一部の都市や村では、住民の主な収入源が国道 2 号の道路利用者相手の小売業や自動車修理となっている。

(4) 都市開発の観点における重要都市

国家開発計画（National Development Plan（2015-2019）：以下 PND）において、本調査の内容に関連するマダガスカルの国土の特徴としては下記が挙げられている。

- 水文学の面で非常に豊な恵みがあり、河川の総延長は 3,000 km に及び、地表水と地下水がある。
- 地域によって気候が大きく異なり、降雨量は乾燥した南部地域では年間 400mm、雨の多い東部地域では年間 3,700mm と、地域によって大きく異なる。このため、洪水のリスク及び乾燥のリスクを制御することが困難である。
- 災害はサイクロンの被害が多く、1990 年～2013 年の主な 63 の災害（被災者約 1713 万人）の内、約 50（被災者約 900 万人）はサイクロンである。

また、一般国家政策（PEG）の中では 22 項目に及ぶ課題が挙げられている。その背景を要約すると、下記のように整理できる。

- 非正規雇用やインフォ―マルな個人事業による個人収入の不安定さ
- 都市部と農村部の格差
- 都市部内部における格差
- 女性世帯主の経済力の低さ
- 教育医療の脆弱さ

この原因として、ガバナンスの弱さやビジョン・計画の不在等により、国土の持つポテンシャルを効果的かつ効率的に活用した開発に繋げられていないこと等が挙げられている。

防災に関連する課題としては、サイクロンや洪水によりインフラが被災し、回復が遅れることにより、流通が止まり、それによって経済状況（雇用状況含む）が悪化することが挙げられている。これによって親の経済力が低下することにより、子供の就学率が下がり、低賃金労働者に繋がってしまうという負の連鎖が起こる。また、交通体系が整っていない地方部の若者の教育の機会が限られることも原因の一つである。

PND に挙げられている優先セクターは、鉱業事業、観光保護区の開発、都市部を含むインフラ整備と社会的住宅開発、漁業とビジネス、フリーゾーンを含む集中的大規模農業としている。これまでに特定された開発ポテンシャル地域として、下記の 12 を挙げている。

- 1-E フォールドーファン:イルメナイト鉱石の開発とエフアラ港の建設
- 2-AA アンツィラベ:農業産業の可能性
- 3-TE ノシベ:観光開発
- 4-ME トアマシナ：港湾機能と輸出入関連の経済発展
- 5-H-E1 アロチャ湖：水力農業開発、特に稲作農業の可能性
- 6-LD フィアナランツア：人的、物的資本、土地の産物
- 7-T アンタナナリボ-トゥリアラルート：豊富な資源と交通の機会により RN7 によって構築された成長地域
- 8-Met メトロポリタン成長地域：GDP の 30.0%を生み出す主要な経済ハブを構成
- 9-BV ベツィブカ（Betsiboka）盆地：農牧的漁業的環境ポテンシャルのため開発は不適切
- 10-A メナベ地域：全国-地域成長空間、アンツィラベ-アンタナナリボの西海岸の農牧ポテンシャル
- 11-MTA アツィモーアンドレファナ（Atsimo Andrefana）：鉱業投資の機会と地方自治体への開発効果
- 12-EM マダガスカル海域全体： 豊富な富と地理的な戦略的位置から開発手段となる海域



図 3-110　特定された 12 の成長分野

出典：National Development Plan (2015-2019)を元に JICA 調査団作成

一方で、JICA マダガスカル事務所によれば、アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸（TaToM） 総合開発計画策定プロジェクトの実施を第一優先プロジェクトと位置付けている。TaToM のビジョン及び課題概要を以下に示す。

【TaToM 全域の将来ビジョン】

- TaToM 全域の発展を通じて、マダガスカル経済の再建とマダガスカル社会の安定を取り戻す
- TaToM 全域で産業の持続的開発を追求するばかりでなく、マダガスカルの経済開発を推進し、マダガスカル社会の安定に貢献する
- TaToM 経済軸の輸送機能を強化することによってアンタナナリボ及びトアマシナ港と TaToM 周辺地域への連結性を強化し、これら地域の経済発展を支える

【マダガスカル及び TaToM 全域の現況と課題】

- マダガスカルには、豊富で比較的低賃金の労働力が存在する。マダガスカルの賃金レベルは、最低賃金が最も低い 25 か国のグループに属する。労働者は勤勉で、手先が器用であり、大量の労働力がマダガスカルの首都アンタナナリボ都市圏に集中している。
- 輸出志向の繊維産業がマダガスカルの主要産業の一つであり、世界のバリューチェーンに組み込まれている。
- マダガスカルは珍しい動植物の生息地として国際的に有名な観光地でもある。
- 一方で、過去 25 年以上の間に繰り返された政治危機のために、電力、水供給、道路などの経済インフラの整備状況が悪く、その結果、産業への投資誘致が難しく、産業開発振興が進んでいない。
- インフラ整備のための政府資金が大幅に不足している。
- 学校教育システムが劣化し、若者の基礎学力が低下している。

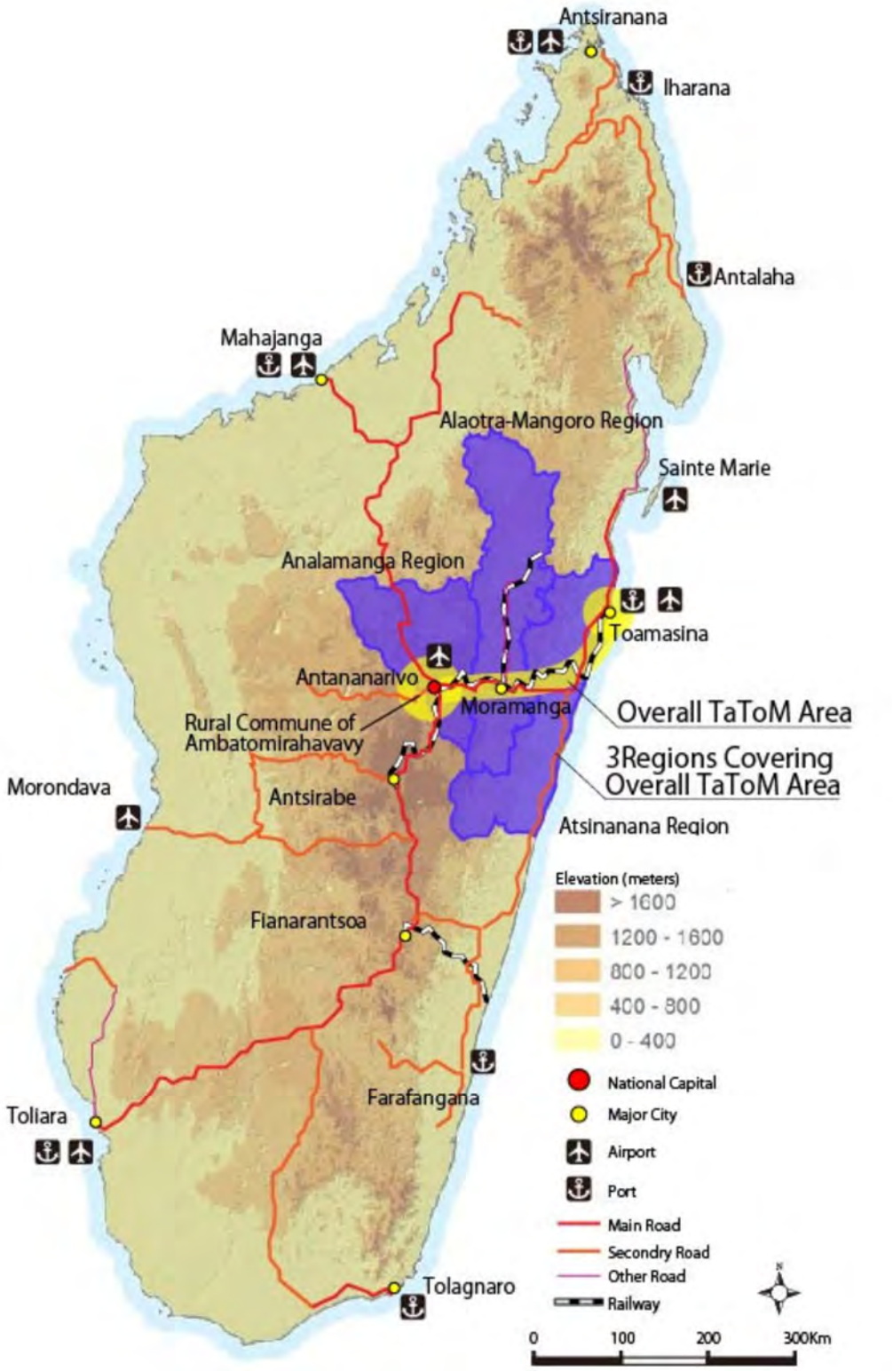


図 3-111　マダガスカルにおける TaToM 全域の位置

出典：JICA アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸（TaToM）総合開発計画策定プロジェクト

図 3-112 に示すように、主な都市や優先プロジェクトのエリアとハザード分布の位置図を重ねると、PND の中で 12 の開発ポテンシャルとして挙げられている地域としては 3-TE：ノシベ（ 観光開発)、4-ME：トアマシナ（港湾機能と輸出入関連)、5-H-E1： アロチャ湖（水力農業開発）がサイクロン及び土砂災害のリスクエリアに含まれ、また JICA マダガスカル事務所が優先プロジェクトとしている TaToM 対象エリアもリスクが高いことが分かる。

また、事前防災「投資」の概念を元に対象都市を検討するためには、ある程度の都市規模が必要である。単純な人口規模から考えると、アンタナナリボが 337 万人であるのに対し、トアマシナは 43 万人、トゥリアラは 11 万人で、災害が発生した際には、アンタナナリボの被害が圧倒的に大きくなると想定できる。また、国土利用及び国土軸の観点からは、第一都市と第二都市を結ぶ国道 2 号は国家成長戦略上も重要な路線であり、雨期やサイクロン時に交通障害が起これば都市・地域経済に大きな影響を及ぼす。従って、災害リスク、都市規模及びプロジェクトの優先度などから、TaToM 対象エリアにおける防災投資のポテンシャルは高いと言える。

南北における都市軸である国道 7 号は、国道 2 号に比べれば優先順位は低くなるが、首都と港湾を繋ぐもう一つのルートとして重要であり、国土開発の視点からはは南北に一本国土軸があることは国土全体の開発を推進していくうえでバランスが良いと言える。

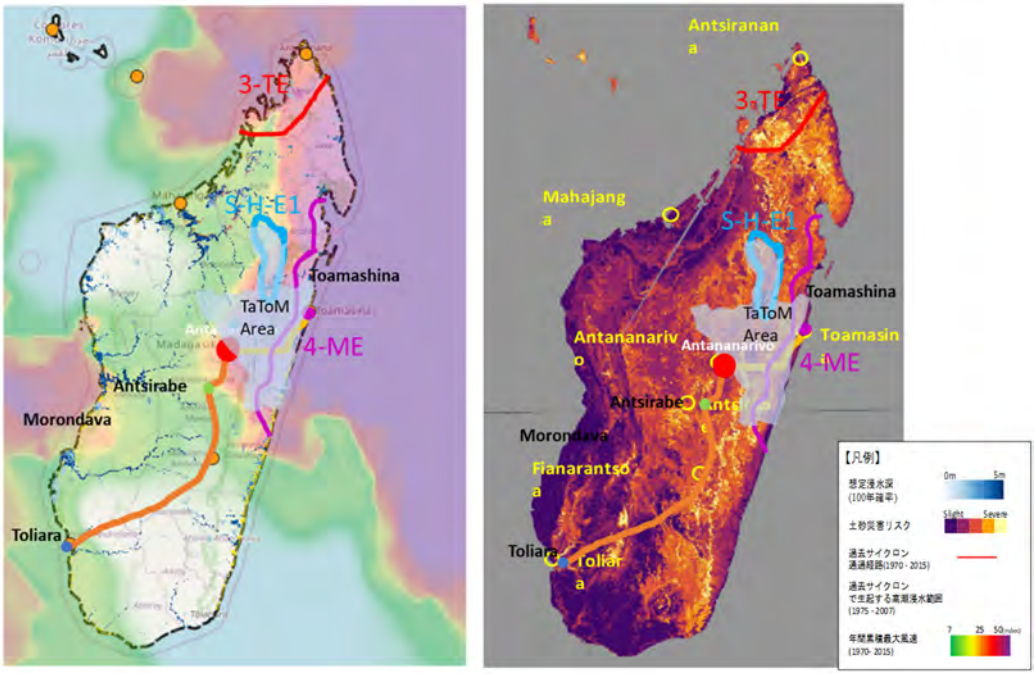


図 3-112　都市とハザード分布

出典：UNEP Global Risk Data Platform、Open Street Map（背景図)を元に JICA 調査団作成)

3.2.4　防災計画・体制の概況

(1)　マダガスカルの防災関連法制度・防災計画の概況

マダガスカルでは、1972 年に緊急国家評議会に関する法令が設置されるとともに、CNS（緊急国家評議会）が設立され、その後の社会情勢等の変化に基づき、防災政策に関する法律が制定・改訂されてきている。これらの法令に基づき、国家防災政策（2003）(PNGRC: National Disaster Management Policy）が防災に係わる責任機関や財政機構などを帰属した枠組みとして制定された。その上で、2006 年には国レベルの防災政策を検討する CPGU（予防・応急対策ユニット、Cellule de Prévention et de Gestion des Urgences）や防災施策実施機関である BNGRC（国家防災局、Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes）に関する法令が制定されている。現在の法律は仙台防災枠組に基づき改正されている。これらの法制度や実施体制の整備とともに、国家防災戦略（SNGRC: National Strategy for Disaster Management）や国家緊急時対応計画(National Contingency Plan)等の国レベルの計画が策定されてきた。

国家防災戦略は 2003 年に初めて策定されたが、その後、国際連合開発計画(United Nations Development Programme,UNDP)等の支援を受けて改訂されており、最新の計画は国家防災戦略（2016-2030）となっている。同戦略では、対象期間中のマダガスカルの防災に関するビジョンや優先実施すべき取組みが戦略として計画され、それらの活動は基本的には CPGU や BNGRC が中心となって推進していくことが示されている。同戦略では、仙台防災枠組に基づき、効果的な防災・減災施策を推進してくこととされており、同時に技術的・財政制度面での機能強化や災害リスクの理解を促進していくことなどが方針として打ち出されている。戦略の柱として、セクター間の協調能力の強化等 4 項目が挙げられ、各項目の 2030 年までの予算計画が提示されている。

地方自治体レベルでの防災計画について、BNGRC やアンタナナリボ市・トアマシナ市等に確認したが、基本的に防災計画を策定している自治体はない状況である。一方で、緊急時対応計画については、例えばアンタナナリボ市は赤十字や国連人道問題調整事務所（UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, UNOCHA）の支援を受けて更新中であるなど、一部の自治体では策定している。早期警報システムについても、自治体レベルで取組みを推進しているところはある。その他、自治体レベルでの災害ハザードマップは、一部の特定地域で AFD や BNGRC の支援を受けて検討されているが、技術的・人材的な問題から、基本的には作成されていない状況にある。アンタナナリボ市では、住民ワークショップや現地踏査から、地滑り危険区域や危険区域内の世帯数等を調査検討していたが、自治体ごとに防災対策の取組み状況には差がみられる状況にある。

(2)　防災実施体制の概況

BNGRC へのヒアリング結果等により、マダガスカルの防災関連の施策は、基本的には、CPGU と BNGRC が、主要な役割を果たしており、CPGU は政策レベルでの戦略検討を担い、BNGRC は災害時対応などの実践面での中心的役割を担う体制となっている。BNGRC は、全ての防災関係機関と連携し、防災や緊急対応を調整・実施している。国連機関や国際ドナーとの支援・調整も、BNGRC が担っており、防災、事前準備、緊急対応、復旧復興など、防災のサイクルに応じた取組みを推進している。防災関連の調整はクラスター毎に所管省庁及び国際機関を整理し、対応している。

防災インフラ整備等については、BNGRC が関係機関（例えば公共事業省等）と協議する機会はあるが、実際の予算獲得やプロジェクト実施は各担当省庁の管轄となる。例えば道路の土砂災害被災時の対応では、BNGRC が災害情報の収集などを担い、公共事業省と連携して復旧作業などの対応に当たっている。防災のソフト的な取組みは BNGRC 等を中心に検討・展開されてきている一方で、例えばハザードマップ作成・災害リスク分析からから優先すべき防災インフラの検討などは実施されていない状況にある。

3.2.5　ドナー支援の動向

(1)　ドナー支援の概況

ODA 国別データ集の 2000 年から 2017 年の合計値によると、マダガスカルへのドナー援助の動向としては、国際機関別では WB グループの IDA や欧州委員会、欧州投資銀行などの EU の諸機関からの援助が多く、主要ドナー別ではフランスと米国からの援助が多くなっている。

表 3-94　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
IDA	2,538.4	フランス	1,927.6
EU Institutions	1,614.6	米国	1,239.5
AfDF	606.4	日本	550.2
IMF-CTF	500.9	ドイツ	292.0
GFATM	246.73	ノルウェー	143.1

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000 年～2017 年）より JICA 調査団作成

AfDB の CSP 2017-2021 に示されているドナーごとの主な支援分野表によると、分野別では地方開発への援助が多いことがわかる。

表 3-95　ドナーごとの主な支援分野

Partners of Madagascar	Focus sectors of Madagascar's development partners							
	Infrastructure	Rural development	Environment	development	Governance	Education	Health	Solidarity
IMF					x			
World Bank	x	x	x	x	x	x	x	x
European Union	x	x	x		x	x	x	
United Nations		x	x		x	x	x	x
United States		x			x	x	x	
African Development Bank Group	x	x	x	x	x			
IFAD		x	x					
AFD (France)	x	x	x	x	x	x		
Global Alliance for Vaccines and Immunizations							x	
Germany (GIZ)	x	x			x			
GFATM (Global Fund - AIDS - Tuberculosis - Malaria)							x	
JICA	x	x			x	x		
South Korea	x							
Norway		x				x	x	

出典：AfDB COUNTRY STRATEGY PAPER (CSP) 2017-2021

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

WB ではマダガスカルで広がる無計画な都市化が雨水排水や交通、自然災害に対する管理能力の低下につながるとしており、サイクロンや洪水の影響を強く受けやすい都市に人口が集中していることから、国や地方自治体は災害リスク管理の方針と実践を強化する必要があると述べている。マダガスカルでは歴史的に災害の事後対応と復興に重点を置いてきたが、防災にも同様に注意を払う必要があるとの認識が高まっており、WB の技術支援により国家防災機関は灌漑、道路、学校などの主要なインフラについて新しい建設基準を策定したという。今後は災害リスク管理のために当局が農村や都市の開発戦略をより災害や気候変動に強いものに適応させる必要があり、WB は災害に強いインフラ作りに向けた取り組みを引き続き支援するとしている。更に、WB は、継続的な災害リスクの評価に基づき、国の財政能力とリスクパターンに適合した災害リスクファイナンス手法を開発するための協議を行っており、包括的で強靭な成長に関する開発政策オペレーション（DPO）に「Catastrophic Deferred Drawdown Option (CAT-DDO)」を含めることや、地域の保険スキームへの参加に資金を提供することを検討している。

WB の援助方針を示す COUNTRY PARTNERSHIP FRAMEWORK (CPF)2017-2021 では、「レジリエンスの向上と脆弱性の軽減」と「包括的成長の促進」の 2 つを重点分野に位置付けている。「レジリエンスの向上と脆弱性の軽減」の中には防災分野の取り組みが位置付けられており、農村部と都市部の生活の回復力を高め、国が資源を動員し、より高い説明責任をもっ

て地域レベルでサービスを提供する能力を拡大することを目指している。これまでマダガスカルは周期的な危機に際して、中央政府や中央政府の提供サービスが停止し、地域コミュニティが自活するしかないという傾向があったため、複数の側面から介入することで地域レベルでより大きな社会的結束を構築し、脆弱性のリスクを軽減して基本的なサービスを維持することを目指す。WB は、その活動を通じて若い世代の人的資本を強化し、より適切で効率的な公共政策のために市民の参加を通じて透明性と説明責任を促進するとしている。具体的には、災害後の緊急対応以外にもアンタナナリボ都市圏の都市化に対応するための灌漑や上下水等のインフラの整備や脆弱性を軽減するための複合的な都市開発や土地利用計画の策定を支援する方針を示している。

表 3-96　WB が実施する災害対応・防災分野分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Madagascar Disaster Risk Management Development Policy Financing with a Catastrophe Deferred Drawdown Option (Cat DDO)	The development objective of the proposed operation is to strengthen the Government of Madagascar's institutional, technical, and financial capacity to manage disaster and climate-related risks.	AFD	2019
Integrated Urban Development and Resilience Project for Greater Antananarivo	The Project Development Objective is to enhance urban living conditions and flood resilience in selected low-income neighborhoods of Greater Antananarivo; and to improve the Recipient's capacity to respond promptly and effectively to an Eligible Crisis or Emergency.	IDA	2018
Emergency Food Security and Reconstruction Project	The Project Development Objectives are to: (i) increase access to short-term employment in targeted food-insecure areas; and (ii) restore access to social and economic services following natural disasters in targeted communities.	IDA	2008
Mainstreaming Climate Change and Disaster Risk Management into Economic Development	To promote the use of innovative ICTs such as geo-spatial mapping and open-source technology, as well as more mainstream technology like the BNGRC SMS system.	Global Facility for Disaster Reduction and Recovery	2007
Post-Cyclone Emergency Supplemental to SAC 2	Project Development Objective (Note: will be disclosed in the MOS) to support the next phase of the adjustment reform. Board Schedule Comments	IDA	2000
Cyclone Emergency Social Fund III Supplemental	To finance demand driven community development activities in rural areas and empower beneficiaries.	IDA	2000

出典：WB Projects & Operations より JICA 調査団作成

(3) アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

AfDB の援助方針を示す CSP 2017-2021 の目的は、構造転換と工業化の加速によってより付加価値の高い雇用を創出することで、貧困の削減と国民の生活環境の改善の支援が位置付けられており、「包括的な成長を支えるエネルギーと輸送インフラの開発」と「農業の変革と産業の発展への支援」が 2 つの柱となっている。防災への取り組みについては、「農業の変革と産業の発展への支援」の中で、農業セクターを発展させるうえでの施策の一つとして位置づけられているが、具体的な記述は少ない。

具体的なプロジェクトとしては、災害関連の事業についてはサイクロン被災後の緊急人道支援が多い。

表 3-97 AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Africa Disaster Risks Financing Progamme (ADRIFI)	To build Madagascar's capacity in disaster risk assessment, early warning systems and contingency plans, and support the country's participation in the sovereign risk transfer mechanism of the African Risk Capacity (ARC).	Fragile States Facility	2019
Effectiveness Improvement for Disaster Risk Reduction Project	To repair the protective dam of the Bas Mangoky irrigated area,	Fragile States Facility	2016
Emergency humanitarian aid to restore social infrastructure damaged by Cyclone	To restore classrooms and basic health centers damaged by the cyclones. - -Cyclone Chedza (2015) - -Cyclone Haruna (2013) - -Cyclone Giovanna and Irina (2012)	Special Relief Funds	2015 2013 2012
Humanitarian assistance to victims of damage caused by Cyclone Bingiza	The rehabilitation of damaged infrastructure and the restoration of traffic on the national network by repairing the damage caused by the passage of Cyclone Bingiza.	Special Relief Funds	2011
Emergency humanitarian aid for the victims of the floods caused by Cyclone Fanele	To repair the dike protecting the Bas Mangoky rice-growing perimeter, by filling the gap created by the overflow of the Mangoky River, following the passage of cyclone Fanele.	Special Relief Fund	2009
Emergency Humanitarian Aid - Cyclon Gafilo	To contribute to alleviating the sufferings of the victims of Gafilo.	Special Relief Fund	2004
Cyclones Eline, Gloria and Hudah Damage Repairs Project	To restore the links on 1767 km of roads and 153 km of railways with a view to restoring the levels of service prior to the cyclones.	African Development Fund	2000

出典：AfDB Projects & Operations より JICA 調査団作成

3.2.6　重要都市の選定

以上のマダガスカルにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査ではアンタナナリボ及びトアマシナを重要都市とし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査・検討していく方針とした。また、都市間インフラとしては、アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸等を重点的に検討することとした。なお、これらの重要都市や都市間インフラに特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査・検討する。

3.2.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　都市開発と防災

1)　TaToM エリア：国道 2 号

マダガスカルの首都アンタナナリボは、内陸都市である。首都機能を維持するためには物流の観点から港湾都市との連携が重要である。アンタナナリボから一番近い港はトアマシナ港で、国道 2 号経由で約 355 ㎞の距離である。しかし、既述のように国道 2 号沿線エリアは山岳地帯であり、土砂災害のリスクが高い。またサイクロンの影響も受けやすいという災害リスク上の特徴がある。この事から、首都の機能を維持する観点から、この物流軸となる国道を守ることは必須条件である。この事から TaToM 計画を実行することが重要である。

アンタナナリボ-トアマシナ間の国道 2 号は、地滑り発生箇所が数多くあり、急勾配による大型車の速度低下、交通混雑が頻発している。また、道路の劣悪な走行環境（道路舗装劣化等）から整備改善の必要性が高い。本路線は峠を越えるルートとなっており、道路幅員が 1 車線 3m、2 車線で 6m しかなく、大型トラックのカーブ時やすれ違い時は危険な状況になっている。特にトアマシナ港から荷物を満載したトラックやトレーラーが走行するトアマシナ寄りの峠区間は改善の優先順位が高い。

2)　アンタナナリボ市

アンタナナリボは、植民地時代以前から中心部の少し標高の高い丘の上に市街地が形成されており、そのエリアを中心に発展した。丘であることから、元々土砂災害のリスクは存在していたが、人口が増えたことによって丘の下の低地に向かって都市が発展し、河川氾濫等による浸水リスクも高まった。サイクロン等の大雨時には市内で多くの浸水地域が発生する。

「マダガスカル国アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸 (TaToM) 総合開発計画策定

プロジェクト」によれば、防災面の特徴と問題は下記のように分析される。

- 雨による洪水によって引き起こされる氾濫リスク上昇は、湿地と水田の減少によって保水機能が奪われたこと、排水施設のメンテナンス不足によって排水能力が低下していることが要因である。政府は、都市機能を強化するため及び道路やその他都市インフラを整備するために湿地を埋め立てて使ってきた。同時に、人口増加に伴い、湿地は徐々に埋め立てられ続けている。
- 河川の氾濫リスクの増加原因に関しては、灌漑施設が十分に維持管理されておらず、水の管理が適切に行われていないため、水田の生産性が低下している傾向にある。また灌漑された水田は、徐々に都市的土地利用に変換されてきている。その結果、アンタナナリボ市の外で河川洪水のリスクが高まっている。

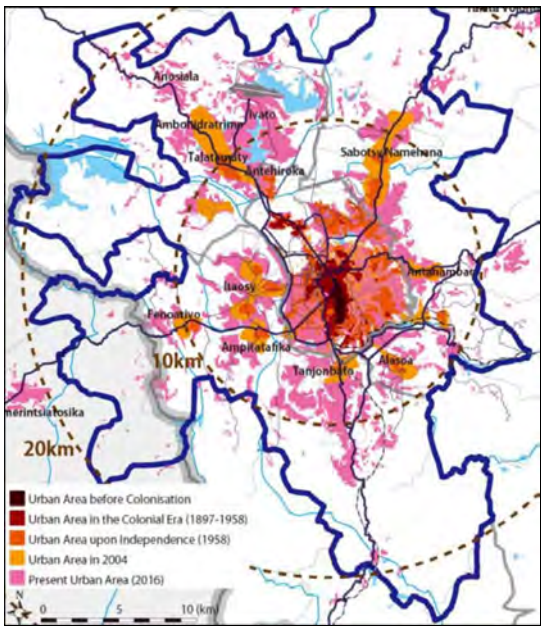


図 3-113　アンタナナリボ都市圏の都市の拡大

出典：JICA 調査団作成

アンタナナリボ市の防災に関するソフト的施策については、今まで様々な国際協力機関が支援してきた（Contingency Plan：赤十字・UNOCHA 、排水衛生関連プロジェクト（Programme Intégré d'Assainissement d'Antananarivo：以下 PIAA）：AFD、洪水地域の対策検討：WB)。しかし、市全体の科学的な根拠に基づくハザードマップ作成は、技術面・予算制約の問題があり実施できていない。また、各ドナーや NGO 等は市内の特定地域(フクタン)のみを対象とした事業も多く、面的な防災対策検討の必要性は高いと言える。

このように、アンタナナリボ市における防災関連のインフラ投資・対策はかなり限定的

であり、根本的な解決策を検討する必要がある。



図 3-114　アンタナナリボの都市拡大の様子（写真）

出典：JICA 調査団撮影

(2)　運輸交通

AfDB 資料[51]によれば、マダガスカルの運輸インフラは開発が遅れており、老朽化したインフラは運輸部門の改革、同国の工業化、雇用創出の制約条件となっている。特に、不十分なインフラ維持管理はインフラ状況の悪化を加速させている。マダガスカルの運輸インフラの評価は低く、アフリカの 54 国のうち 39 位となっている。また、アクセシビリティの問題だけでなく、高い運輸コストも大きな課題となっている。マダガスカル運輸部門の課題は、行政、規制、計画、運営、財政のあらゆる分野で表れている。島国という地形的制約と道路ネットワークの改善のため、航空、鉄道部門への持続的な投資による地域・全国・国際市場への安全で輸送コストの低いアクセスを確保することが重要とされている。

1)　関係機関・法制度等の概要

マダガスカルの運輸交通部門を所管する省庁、各サブセクターを管理、または運営する組織等の主要関係機関を表 3-98 に示す。

[51] Madagascar 2017-2021 Country Strategy Paper, AfDB, Nov. 2017

表 3-98　マダガスカル運輸交通部門における主要関係機関

サブセクター	関係機関
道路	公共事業省（Ministère des Travaux Publics）
	マダガスカル道路公社（Autorité Routière de Madagascar）
	マダガスカル道路基金（Fonds Routier de Madagasikara）
鉄道	マダガスカル運輸・気象省（Ministre des Transports et de la Météorologie）
	Madarail 社
	Fianarantsoa-Côte-Est railway
港湾	マダガスカル運輸・気象省（Ministre des Transports et de la Météorologie）
	港湾・海運・水運庁（Agence Portuaire Maritime et Fluviale）
	トアマシナ港湾公社（Société du Port à Gestion Autonome de Toamasina）
	マダガスカル国際コンテナターミナルサービス会社 （Madagascar International Container Terminal Services Ltd.）
	マダガスカル一般貨物荷役公社 （Société de Manutention des Marchandises Conventionnelles）
空港	マダガスカル運輸・気象省（Ministre des Transports et de la Météorologie）
	マダガスカル航空公社（Aviation Civile de Madagascar）
	マダガスカル空港公社（Aéroports de Madagascar）

出典：JICA 調査団作成

a)　道路

マダガスカルの道路インフラを所管する省庁は公共事業省（Ministère des Travaux Publics、以下「MTP」）である。しかし、国道の整備・運用等の管理を担当するのは国営企業のマダガスカル道路公社である（Autorité Routière de Madagascar、以下「ARM」）。

国土のほぼ中央の内陸部に位置する首都アンタナナリボを中心に放射線状に主要道路が立地している。多くの輸出入は同国最大規模のトアマシナ港で行われており（国際貨物の約 90%を担当）、各地方からは道路を利用してアンタナナリボに物資が集められ、そこからトアマシナ港に輸送されることが多い。このような状況により、都市間道路ではアンタナナリボとトアマシナを結ぶ国道 2 号が最も重要なインフラとなっている。ところが、アンタナナリボからトアマシナまでの約 350km の移動にかかる時間は乗用車で 8 時間、貨物車で 2 日と言われており、国内経済活動における大きなボトルネックになっている。国道 2 号の舗装状態は比較的良好であるが、十分な維持管理の不足によって年々路面状態が悪化している状況である。また、他の道路は国道を含めて舗装状態が不良であり、特に雨の多い雨季には通行困難となる主要国道区間も多数ある。全国道路網は放射道路を中心に形成されているため、地域間の交流・経済活動のためには環状道路の役割が重要であるが、その整備は遅れているといえる。

JICA 資料[52]によれば、トアマシナ港の荷揚貨物の 75%は国道 2 号（片側 1 車線、総延長

[52] マダガスカル共和国 アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書(先行公開

354 km）を経て、国内総生産の約30%を占める政治経済の中心地アンタナナリボ市へ輸送されている。別のJICA資料[53]によれば、アンタナナリボとトアマシナを結ぶ国道2号と鉄道はマダガスカルの最も重要な輸送回廊であるにもかかわらず、国道2号の1日当たりの交通量は2018年に約1,700台／日程度であり、鉄道貨物輸送量は、2017年に約96,000トン／年程度しかない。アンタナナリボとトアマシナの標高差は約1,400mあり、山岳部を通過するため、輸送量と走行速度を向上させるために道路や鉄道の線形を改良することは非常に費用がかかる。

AfDB資料[54]によれば、マダガスカルでは2009年の政治危機以降、道路ネットワークに対する投資はあまり行われていない。その結果、1960年代に約5万kmあった道路総延長は、2016年には31,640 kmまで減っており、また、路面状況の良好な道路はその10%のみである（国道では 26%のみが「良好」）。更に、不十分な維持管理はインフラ状況の悪化を加速している。そのため、アクセシビリティの問題だけでなく、高い輸送コストも大きな課題となっており、同資料では、マダガスカル南西部に位置するアナラミサンピ-マンジャ間道路における大型貨物車の平均走行費用は2,644 MGA/km（2016年データ。約74円/km※2021年10月1日時点レート。）であると説明している。

マダガスカルの道路区分別の道路延長と路面状態を表 3-99に示す。同国における総延長は2019年公表のJICA資料55では31,612kmとなっている。路面状態の調査は総延長全体を対象としておらず、路面状態別の道路延長の合計は道路総延長になっていない。

版）、JICA、2019年5月

[53] マダガスカル国 アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画策定プロジェクト(開発調査型技術協力)最終報告書要約編、JICA、2019年10月

[54] Madagascar 2017-2021 Country Strategy Paper, AfDB, Nov. 2017

[55] マダガスカル共和国 アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書(先行公開版)、JICA、2019年5月

表 3-99　マダガスカル全国道路ネットワークの道路区分別の道路延長と路面状態

道路区分	総延長(km)	路面状態		
		良好(km)	普通(km)	不良(km)
主要国道 (RNP)	2,560	1,339	912	309
2 級国道 (RNS)	4,753	1,094	1,188	2,241
仮設国道 (RNT)	4,549	602	753	2,578
県道 (RP)	12,250	537	1,387	4,768
地方道 (RC)	7,500	0	0	223
合計	31,612	3,572	4,240	10,119

出典：マダガスカル共和国 アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書(先行公開版)、JICA、2019 年 5 月

b)　鉄道

マダガスカルの鉄道には北部鉄道（Tananarive-Côte Est Railway、以下「TCE 線」）と南部鉄道（Fianarantsoa-Côte-Est railway、以下「FCE 線」）の 2 系統がある。TCE 線は延長 732km でトアマシナ港とアンタナナリボ及びアンツィラベを結ぶ。TCE 線は 2003 年に民営化され、運輸・気象省（MTM：Ministre des Transports et de la Météorologie）とのコンセション契約により Madarail 社が運営している。貨物鉄道は主に燃料貨物の輸送に使われており、トアマシナ港近くの石油貯蔵施設とアンタナナリボの 2 箇所の石油貯蔵施設の間を 1 日に 2 回運行している。他方、旅客列車は、ムラマンガとトアマシナ間を週に 1-2 回運行しているだけである。鉄道インフラは、大雨やメンテナンス及びリハビリの予算不足のため劣化している。また十分な機能を確保するためには部分的に線形を改良する必要がある。州が運営する FCE 線は延長 163km であり、フィアナランツアとマナカラ港を結んでいる。FCE 線では旅客列車を週 2 回運行している。2000 年に発生したサイクロンでは土砂災害、洪水による大きな被害を受け、現在も老朽化したインフラのため、災害に非常に脆弱な状況である。

WB 資料[56]によれば、首都のアンタナナリボとトアマシナ港を結ぶ Madarail 社の路線は適切な投資と維持管理さえ行われれば経済的・財務的に有望であると評価されている。しかし、インフラの老朽化とサイクロン被害により 2010 年には年間 43 万トンだった貨物輸送実績が 2015 年には 22 万トンまで減少した。きちんとインフラを改良し維持管理すれば、2023 年にはアンタナナリボ～トアマシナ間の全体貨物輸送量の 60%に該当する年間 60 万トンまで引き上げられると評価されている。

c)　港湾

[56] Madagascar Road Connectivity (P166526): Project Information Document/Integrated Safeguards Data Sheet (PID/ISDS), The World Bank, 26-Apr-2018

マダガスカル政府が管理する主要港湾は 16 港湾である。このうち、国際貨物を取り扱う港湾は、トアマシナ港、アンツィラナナ港、マジュンガ港、トゥリアラ港の 4 港湾である。他の港湾は国内貨物、フィーダー貨物を取り扱う。JICA 資料[57]によれば、マダガスカルの東部に位置するトアマシナ港は国内向け貨物の約 75%、国際貨物の約 90%を取り扱う国内最大の商業港である。

マダガスカルの港湾は港湾・海運・水運庁（Agence Portuaire Maritime et Fluviale、以下「APMF」）の所管であり、関連計画策定、規制、行政、運営を担当する。ただし、トアマシナ港はトアマシナ港湾公社（Société du Port à Gestion Autonome de Toamasina、以下「SPAT」）の所管となっており、コンセッション計画によりその運営はマダガスカル国際コンテナターミナルサービス会社（Madagascar International Container Terminal Services Ltd.、以下「MICTS」）と一般貨物荷役会社（Société de Manutention des Marchandises Conventionnelles、以下「SMMC」）が担当する。SPAT と SMMC は政府 100%株主の民間会社である。

トアマシナ港は２つのリーフの影に、湾を形成しており、長軸 2km、短軸 1.5km の形状をしている。トアマシナ港はマダガスカル唯一の大型岸壁（－12m）と広い静穏な泊地を有する。トアマシナ港では、海上コンテナ、ばら積み貨物、一般貨物、石油製品、鉱山製品等、種々の貨物を取り扱っており、JICA 資料[58]によれば、年間コンテナ取扱量は 2014 年の実績値 206,990TEU に対して、2027 年では 459,887TEU と見込まれており、別の JICA 資料[59]では、現在、円借款で実施する「トアマシナ港拡張事業」を通じて、2035 年には同港で荷揚げされる国内向けコンテナ貨物量は現在の約 4 倍になると予想されている。WB 資料[60]は、アンツィラナナ港、エフアラ港、トゥリアラ港、マジュンガ港の４港湾も国際港としてマダガスカルの国家経済に大きく貢献する可能性があるものの、内陸部との間の不十分な運輸インフラのため、マダガスカルの港湾の潜在力を制限していると指摘している。

d)　空港

マダガスカルの民間航空分野を所管する政府機関は民間航空局（Aviation Civile de Madagascar、以下「ACM」）である。主要空港の管理・運営を行っているのはマダガスカル空港公社（Aéroports de Madagascar、以下「ADEMA」）であるが、首都アンタナナリボのイヴァト（Ivato）国際空港とマダガスカル北部の小さな島であるノシベに位置するファシン

---

[57] マダガスカル共和国 アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書(先行公開版)、JICA、2019 年 5 月
[58] トアマシナ港拡張事業－事業事前評価表、JICA、2016 年
[59] マダガスカル共和国 アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書(先行公開版)、JICA、2019 年 5 月
[60] Madagascar Road Connectivity (P166526): Project Information Document/Integrated Safeguards Data Sheet (PID/ISDS), The World Bank, 26-Apr-2018

（Fascene）空港は近年のコンセッション契約により、現在は別の民間企業（コンソーシアム）が整備・運営している。

イヴァト空港とファシン空港はラヴィナラ空港会社（Ravinala Airports）が整備・運営する。フランス Bouygues Construction 社ホームページによれば、ラヴィナラ空港会社は、Groupe ADP、Bouygues Bâtiment International、Colas、Meridiam Africa の 4 社で構成されるコンソーシアムであり、28 年間のコンセッション契約に基づき、イヴァト空港の新しい国際線ターミナルの設計・建設、両空港でそれぞれ滑走路とターミナルビルの改修、空港施設の技術的・環境的基準の達成を行うこととなっている。

ラヴィナラ空港会社の設立前は、イヴァト空港とファシン空港は ADEMA が運営・管理していた。ラヴィナラ空港会社の設立により ADEMA には第 2 空港（Secondary airport）の運営・管理が任され、ADEMA は第 2 空港の開発によるビジネス展開を推進している。ADEMA ホームページ[61]によれば、ADEMA は 6 つの国際空港を含む 10 箇所の主要空港と、公共の航空交通に開放されている第 2 空港の 44 か所の飛行場（aerodromes）を管理・運営しており、2018 年には合計で約 495,000 人の旅客と 2,000 トン以上の貨物を処理した。表 3-100 に主要 10 空港の概要を示す。

表 3-100　マダガスカルにおける ADEA 運営の主要 10 空港

位置	区分	輸送実績(2018 年)	
		旅客(人)	貨物(トン)
Antsiranana	International	68,505	179
Sambava	Domestic	80,170	955
Mahajanga	International	39,450	9
Sainte Marie	International	25,334	19
Toamasina	International	80,781	87
Morondava	Domestic	14,755	1
Fianarantsoa	Domestic	NC	NC
Mananjary	Domestic	NC	NC
Toliara	International	77,547	323
Taolagnaro	International	62,740	433

出典：ADEMA ホームページ

道路の不十分な維持管理と脆弱な道路ネットワークのため、国内移動において空港は重要な交通インフラである。アンタナナリボ・トアマシナ間についてはマダガスカル航空が小型機を利用して週 2 便運航している。2018 年 7 月、マダガスカル航空は国内線専用の新しい航空会社 Tsaradia 社を設立し、新規便の運用を開始した。

2)　関連計画・開発現況等の概要

[61] https://adema.mg/

PND(2015-2019)では、経済成長のための基幹インフラ整備を最重要課題としており、なかでもアンタナナリボ市とトアマシナ市を結ぶ国道 2 号沿線地域は、経済成長を牽引する戦略的地域と位置づけられている。具体的な行動計画は、2015 年 4 月に策定された国家行動計画（Paritra Malagasy zary Ohabolana（2015-2019)、以下「PMO」）に示されている。本行動計画では、PND を推進するための 5 つの戦略軸が定められている。運輸セクターと特に関連の深い内容の一つとして「戦略軸 3：包括的で調和の取れた領土開発」があり、道路ネットワークの緻密化と強化などが掲げられている。開発状況の評価指標として、全国のアスファルト道路網の保全率、海上貨物輸送量の年間成長率、旅客輸送量の年間成長率などが定められている。

運輸セクターの開発計画として、2004 年に作成された国家運輸計画(PNT: Plan National de Transport）がある。計画対象期間は 2004 年から 2020 年で、以下の 3 種類の道路について合計約 1,200km の道路計画が示されている。

- 地域ハブ間のリンク：3,537 km
- 地方極と中継極との間のリンク、または地方極同士の間のリンク：5,116 km
- 地方極と郡の間のアクセスを可能にするリンク：3,227 km

現在、マダガスカルにおいて最も重要視されている経済軸はアンタナナリボとトアマシナの 2 つの都市圏を結ぶ国道 2 号及び鉄道とその沿線エリア（以下、TaToM 経済軸）であり、開発が進められている。

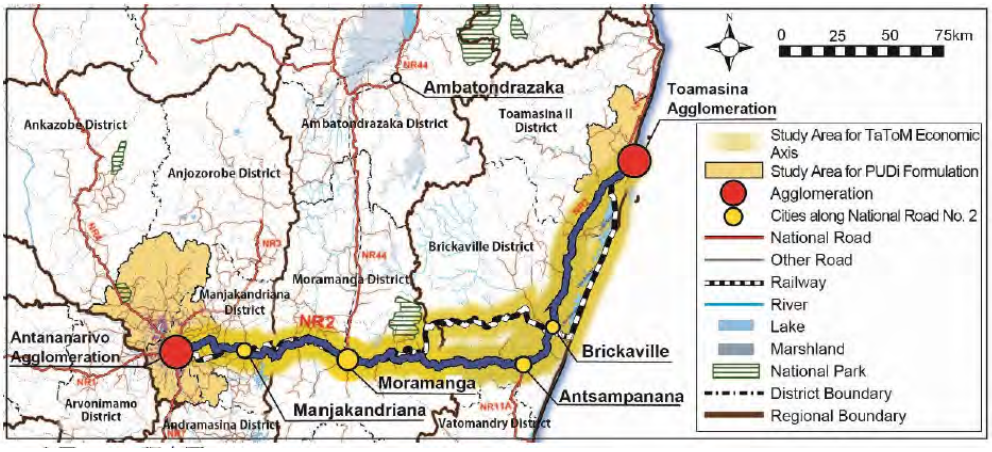


図 3-115　アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画

出典：マダガスカル国 アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画策定プロジェクト(開発調査型技術協力)最終報告書要約編、JICA、2019 年 10 月

アンタナナリボ都市圏とトアマシナ都市圏の産業開発を促進するために、TaToM 経済軸の交通機能の強化（アップグレード）が求められる。選定された成長シナリオでは両都市圏の経済開発のための TaToM 経済軸の交通システムの整備において以下に示す二つの取り組みを実施するとしている。

- アンタナナリボ都市圏の産業開発のための貨物輸送容量の改善
- トアマシナ都市圏の産業開発のための輸送速度の向上

それぞれの都市圏の開発のために、TaToM 経済軸の交通システムの強化（アップグレード）は必須である。しかしながら、TaToM 経済軸の交通システム整備にかかるコストは安くはないため、それぞれの交通システム改善の方策は個々の都市圏にだけ裨益するものではなく、TaToM 経済軸の持続的開発のために両都市圏に裨益するものでなければならない。TaToM 経済軸開発は三つのフェーズに分けて実施することとなっている（Phase 1: 2019-2023, Phase 2: 2024-2028, Phase 3: 2029-2033)。トアマシナ港とアンタナナリボ都市圏間の輸送について、TaToM 経済軸には第 1 に安全性と強靭性の向上、第 2 に貨物量の増強、第 3 にスピードの向上が必要である。トアマシナ都市圏のために選択した成長シナリオは、トアマシナ港を中心とした物流機能強化に加えて、トアマシナ都市圏の産業セクターの開発を目指すものである。

表 3-101　TaToM 経済軸開発に関するドナーの支援状況

事業名	ドナー名	実施年度	事業内容
国道 2 号改良事業	WB, EU	2018	WB による載計重量検査場の整備と、EU の支援による都市圏内の改良に関する事業。アンタナナリボ近郊とトアマシナの積載重量検査場は完成し、稼働中である。ムラマンガ近郊の施設のアップグレード工事を実施中。
トアマシナ空港拡張事業（大統領府の構想）	AFD（検討中）	不明	専ら旅客輸送に供されているが、トアマシナ空港滑走路のリハビリが実現すれば、Boeing737 クラスの就航が可能となり、貨物輸送を含めた輸送力増強が期待される。
アンタナナリボ～トアマシナ間高速道路整備	中国政府	不明	中国企業が PPP 事業として、2 都市間を国道 2 号よりも約 100km 程度短縮するルートを検討。整備されれば TaToM 軸におよぼすインパクトは大きいが、高額な事業費（2 千億 US ドル程度）や環境配慮の面から実現に向けては課題が多い。 ※2020 年にマダガスカル政府は PPP 事業の公告を出しているが、応募企業がないため進捗はない状況である。（2022 年 2 月時点）
都市環状道路（La Rocade）	AFD、EIB、EU	2018～2021	市域東部の国道 2 号と国道 3 号を結ぶ環状道路事業 Rocade Est & Nord-Est を AFD、EIB、EU、マダガスカル政府の資金で工事実施中。
44 号改良事業（案件形成調査）	WB	2018	国道 2 号上のムラマンガ地区を起点とする国道 44 号の改良事業（Moramanga～Ambatondrazaka）。

出典：マダガスカル共和国 アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書(先行公開版)、JICA、2019 年 5 月

a)　道路

JICA 資料[62]によれば、公共事業省（MTP：Ministère des Travaux Publics）と運輸・気象省（MTM：Ministre des Transports et de la Météorologie）が策定したセクター別輸送政策ではアンタナナリボとトアマシナ間をつなぐ高速道路プロジェクトが提案され、マダガスカル政府は、この高速道路の建設協力について 2016 年に中国の民間企業と覚書(MOU)に署名したと報告している。しかし、2020 年にマダガスカル政府は PPP 事業の公告を出したものの応募企業がなく、2022 年 2 月現在、同高速道路建設事業は進んでいない。

[62] マダガスカル国 アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画策定プロジェクト(開発調査型技術協力)最終報告書要約編、JICA、2019 年 10 月

表 3-102　TaToM 経済軸の運輸交通システムの成長シナリオ

開発フェーズ	運輸交通関連シナリオ
フェーズ 1 （2019-2023 年）	国道 2 号上の交通安全設備の設置と防災機能強化によって、アンタナナリボ・トアマシナ間の安全で災害に対して強靭なコネクティビティを確保する。
フェーズ 2 （2024-2028 年）	乗用車の旅客輸送速度の向上は、アンタナナリボ・ムラマンガ間の優先区間に登坂車線が建設されることによって担保される。この建設事業はフェーズ 1 の途中から始まり、フェーズ 2 まで続く。
フェーズ 3 （2029-2033 年）	アンタナナリボ・トアマシナ高速道路の部分的な開通と継続的な鉄道設備のリハビリによって、貨物輸送量が増加される。

出典：マダガスカル国 アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸（TaToM）総合開発計画策定プロジェクト（開発調査型技術協力）最終報告書要約編、JICA、2019 年 10 月

同資料では TaToM 経済軸開発の一環として、アンタナナリボ都市圏への外郭環状道路の建設、その沿線及びイヴァト空港の北部への工業地域の開発が提案されている。また、アンタナナリボ市内と市外を繋ぐ放射道路の拡充により、郊外への人口分散、都市機能分散が提案されている。外郭環状道路はトアマシナ港を結ぶ国道 2 号とアンタナナリボ市の接続を強化するためのものである。図 3-116 は TaToM 経済軸の構想において示されたセクター横断的開発方向を示すものである。この資料ではトゥリアラと首都アンタナナリボ間の輸送ルートが強調されており、この交通軸に該当するのは国道 7 号である。



図 3-116　TaToM 経済軸の構想におけるセクター横断的方向図

出典：JICA アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸（TaToM）総合開発計画策定プロジェクト（土地利用計画より）

b)　港湾

2009 年の政治危機以降、同国の GDP 成長率は 3%を下回っていたが、2014 年の新政権発足以降、経済は回復しプラス成長に転じている。経済成長に伴い、急速な人口増加による国内向け貨物の需要の増加が見込まれるが、トアマシナ港のコンテナターミナルは狭く、岸壁の長さや水深も十分ではないため、大型コンテナ貨物船が接岸できないといった制約がある。2017 年 3 月の円借款（452.14 億円）契約により 2018 年 4 月に開始したトアマシナ港拡張事業（総事業費 702.07 億円）では、トアマシナ港の拡張・整備をおこなっている。これにより、増加する貨物需要に対応可能な港湾機能を強化し、投資や民間セクターの開発を促進し、同国経済の発展に寄与することを目指す。

JICA 資料（トアマシナ港拡張事業－事業事前評価表、2016 年）によれば、トアマシナ港の拡張により、モーリシャスのポートルイス港のように、世界最大級のコンテナ船が積み替えのためにトアマシナ港に寄港できるようになる。そのことで、トアマシナ港から東ア

フリカ及び南部アフリカに航行するフィーダー船が増える。その結果、インド洋及びアフリカ大陸の国々の市場を結ぶ貨物船へのアクセスが容易になり、それらの地域への輸送コストを削減でき、域内消費市場を狙った産業振興の可能性が高まる。

c) 空港

マダガスカル最大の空港である首都アンタナナリボのイヴァト国際空港は、近年、その運営組織が ADEMA からラヴィナラ空港会社に変わった。フランス大手建設会社の Bouygues Construction のホームページ[63]によれば、ラヴィナラ空港会社は 28 年間のコンセッション契約においてイヴァト空港の新しい国際線ターミナルの設計・建設、イヴァト空港とファシン空港でそれぞれ滑走路とターミナルビルの改修、空港施設の技術的・環境的基準の達成を行うことになっている。

ADEMA のホームページ[64]によれば、ADEMA はイヴァト国際空港を中心とするハブ空港構築の構想をもっている。ハブ化の対象として挙げられているのは、トアマシナ空港、アンツィラナナ空港、マジュンガ空港、トゥリアラ空港の 4 空港である。このハブ空港構想を実現するため、まず、トアマシナ空港については、空港の改善と近代化を進める予定である。フェーズ１ではターミナルビルと滑走路の改修等に 58 百万 US ドルを投入する。フェーズ２では新しい国際線ターミナルと貨物ターミナルビルを建設する予定で 56 百万 US ドルを投入する予定となっている。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

世界で 4 番目に大きいとされるマダガスカル島は日本の国土面積の約 1.6 倍の広さを持つ。マダガスカルはインド洋で発生してアフリカ大陸に上陸する数多くのサイクロンの進路に位置する。したがって、マダガスカルではサイクロンの被害が特に大きく、広範囲で被害が発生する。マダガスカルにおける土砂災害と洪水の発生リスクを図 3-117 に示す。

サイクロン被害のリスクはマダガスカルの北東部と中央部東側で特に大きい。マダガスカルにおける国際港のうち、トアマシナ港とアンツィラナナ港がこの地域に位置する。マジュンガ港ではサイクロンのリスクは相対的に低いが、その周辺は洪水リスクの高い地域であるため、その近くを走るマジュンガ港への主要アクセスルートである国道 4 号（RN4）への被害が予想される。土砂災害のリスクはマダガスカル島の東側と北東部で高いため、アンタナナリボとトアマシナ港を結ぶ国道 2 号（RN2）と鉄道の TCE 線、また、FCE 線、国道 4 号、国道 7 号等への被害が懸念される。

---

[63] https://mediaroom.bouygues-construction.com/ravinala-airports-the-concession-company-for-the-antananarivo-and-nosy-be-airports-in-madagascar-formed-by-groupe-adp-bouygues-batiment-international-colas-and-meridiam-africa-finalises-its-fundi-2/

[64] https://adema.mg/infrastructures-aeroportuaires-quatre-hubs-dans-lair-avec-adema/

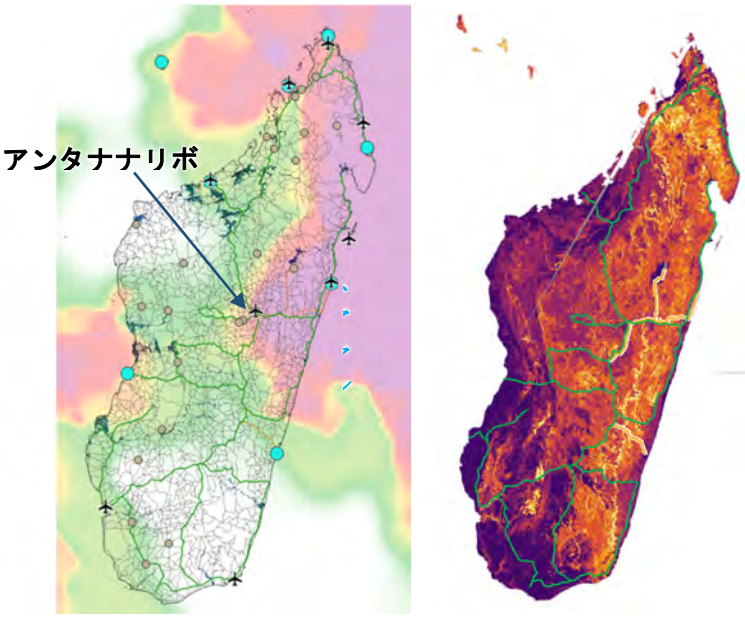


図 3-117　マダガスカルにおけるサイクロン、洪水、土砂災害のリスク

出典：JICA 調査団作成

FCE 線は自然災害に脆弱である。2000 年に発生したサイクロンでは 280 箇所で発生した土砂災害と 4 か所の流失により、数カ月間の運休となった。スイス等のドナーによって復旧され、現在も運行中であるが、レール、車両を含めて老朽化したインフラやサイクロンによる高い土砂災害リスクのため、いつ再び運休になってもおかしくない状況である。また、FCE 線はマナカラ空港の滑走路と平面交差するため、航空安全にも影響する。

被災リスクの高い重要運輸交通インフラの特定には現地ヒアリングによる情報収集が必要であるが、以上の検討を踏まえ、現時点で考えられる防災上の重要運輸交通インフラを表 3-103 にまとめて示す。既述のようにマダガスカルにおける国際貨物の 90%はトアマシナ港で処理される。首都から最も近い国際港湾として必然的なことであり、その拡張事業は国家経済に大きく寄与するものである。しかし、サイクロンによる被害のリスクが高く、またアンタナナリボとトアマシナ間の輸送ルートにおける土砂災害リスクの大きいことを考慮すると、90%の国際貨物が 1 つの港湾に集中していることはマダガスカルの経済発展において大きなリスクと考えられる。そのため、自然災害のリスクは相対的に低いが、トアマシナ港をバックアップする国際港として、表 3-103 にトゥリアラ港とマジュンガ港を記載する。また、アンタナナリボとこれらの 2 港湾を結ぶ国道 4 号と国道 7 号も自然災害と関係なく重要な輸送ルートとして取り扱うべきである。

表 3-103　マダガスカルにおける防災上の重要運輸交通インフラ

サブセクター	防災上の重要インフラ	高リスクの災害
道路	国道 4 号	洪水、土砂災害
	国道 2 号、5 号、6 号、7 号、25 号、27 号、34 号、35 号	土砂災害
鉄道	TCE 線、FCE 線	土砂災害
港湾	トアマシナ港、アンツィラナナ港	サイクロン
	トゥリアラ港、マジュンガ港	-
空港	イヴァト空港、トアマシナ空港、アンツィラナナ空港	サイクロン

出典：JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

a)　アンタナナリボ-トアマシナ都市経済軸防災・強靭化（国道 2 号土砂災害対策・機能強化）

(i)　マダガスカルにおける国道 2 号の重要性と路線特性

国道 2 号はアンタナナリボ・トアマシナ都市経済軸として首都アンタナナリボとトアマシナ港を結ぶ 353.4km の路線である。1 日の交通量は約 1,700 台/日（2018 年）であるが、大型車の割合が高い。2 都市間を結ぶ鉄道の貨物輸送量は 96,000 トン/年（2017 年）だが、同都市経済軸が担う全体物流量推計値が 4,509,000t/年（2017 年）[65]であることを踏まえると、アンタナナリボ・トアマシナ間の物流の大半は国道 2 号のトラック貨物輸送によって輸送されていることがわかる。また既述のとおり、国際貨物の約 90%を取り扱うトアマシナ港の国内移出貨物の 75%が国道 2 号経由でアンタナナリボへ輸送されており[66]、国道 2 号は、同国の経済発展を担う重要な大動脈として機能することが求められている。



図 3-118　アンタナナリボ-トアマシナ経済都市軸（再掲）

出典：アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画策定プロジェクト報告書，JICA，2019

[65] The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report，JICA，2019
[66] アンタナナリボ・トアマシナ間経済都市軸橋梁整備計画準備調査報告書，JICA，2019

一方で、現状の国道 2 号は、幾何構造上の問題を多く有している。都市内を除く区間では、標準幅員は 6m 程度しかなく、片側 1 車線の 2 車線道路となっており、大型車同士が円滑にすれ違うことが難しい。また、歩道、路肩、中央線や中央分離帯、道路標識、排水溝なども基本的には整備されておらず、安全かつ円滑な交通機能を確保できていない。

アンタナナリボとトアマシナの標高差は約 1,400m あり、国道 2 号は山岳地帯を通過するため、急カーブや急勾配箇所も多い。コンテナ貨物車や大型物流車両は、断続的に続く登り区間での速度低下が著しく、後続車両の速度低下や滞留を引き起こしている状況にある。また、路面状況も都市内以外の区間は悪く、舗装が剝がれている箇所や凸凹がある区間も多くなっており、交通性能や安全性の面で問題がある。現地調査では、道路上で故障や休憩等の目的で、停止している大型車も多く見られた。



図 3-119　国道 2 号の現況

出典：JICA 調査団撮影

(ii)　　トアマシナ港拡張整備と将来交通需要

トアマシナ港では、2018 年より JICA 有償資金協力による拡張工事が進められており、最大級のコンテナ船が寄港可能なバースの新設や既存バースの改良、コンテナヤードの拡張等について、2026 年の完成を目指している。この拡張工事により港湾機能が大幅に拡充され、寄港する国際貨物船の増加と港湾取扱貨物量の急速な増加が見込まれている。これにより、トアマシナ港の輸出入貨物の大半が通行する国道 2 号が担う交通量は急速に増加するとともに、その都市経済軸としての役割は更に大きくなることが予想される。下表に、TaToM 経済軸調査の国道 2 号の将来交通需要予測を示す。現況の交通量が約 1,700 台/日であるのに対し、2033 年には 6,240 台/日と 3 倍以上になる。また、その内、大型トラックが 3,680 台/日と高い大型車混入率（約 60%）となることが予測されている。



図 3-120　トアマシナ港の拡張整備計画（事業中）

出典：SPAT（Toamasina Autnomous Port Authority）

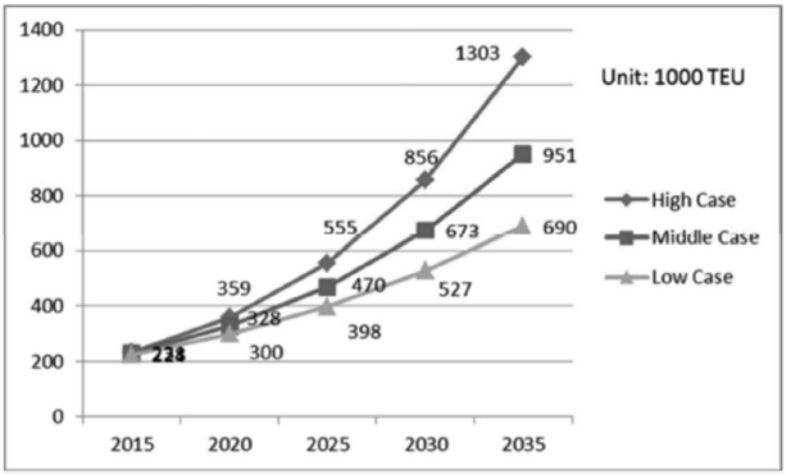


図 3-121　トアマシナ港のコンテナ貨物取扱量の将来需要予測

出典：Madarail（The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019）

表 3-104　TaToM 経済軸を利用する旅客・貨物量の将来需要予測

	2017	2033	2033/2017	Annual average growth rate
Number of passengers ('000 persons)	3,702	6,812	1.8	3.9%
Freight volume ('000 tons)	4,509	14,829	3.3	7.7%

出典：The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019

表 3-105　国道 2 号の将来交通需要予測

Vehicle Type	Daily Traffic Volume 2033	Share
Passenger car	1,830	29%
Bus (Taxi-Brousse, etc.)	730	12%
Large Truck	3,680	59%
Total	6,240	100%

出典：The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019

(iii)　国道 2 号に関する TaToM 経済軸の開発計画

TaToM 経済軸の戦略としては経済開発のための国道 2 号の輸送強化が必要であり、第 1 に安全性と強靭性の向上、第 2 に貨物量の増強、第 3 にスピード向上が必要とされている[67]。また、同計画で TaToM 経済軸（国道 2 号）の機能強化に関して、17 の優先プロジェクトが策定され、その中から更に優先順位が高い 7 つの高優先プロジェクトが提案されている。その中には、国道 2 号アンタナナリボ-ムラマンガ-ブリッカビル（Brickaville）間の「急傾斜区間における登坂車線の整備事業（Project for Construction of Climbing Lane in Steep Slope)」があり、事業候補区間案も検討されている。また登坂車線整備と合わせて道路の法面対策も部分的に実施すべきとされている。なお、高優先プロジェクトのうち、車両のすれ違いが困難な橋梁 2 ヵ所については、JICA 無償資金協力による「国道 2 号におけるマングル橋及びアンツァパザナ橋改修計画」が進められ、2024-2025 年頃の完成を目指して工事が進められている。

[67] アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸(TaToM)総合開発計画策定プロジェクト報告書, JICA, 2019

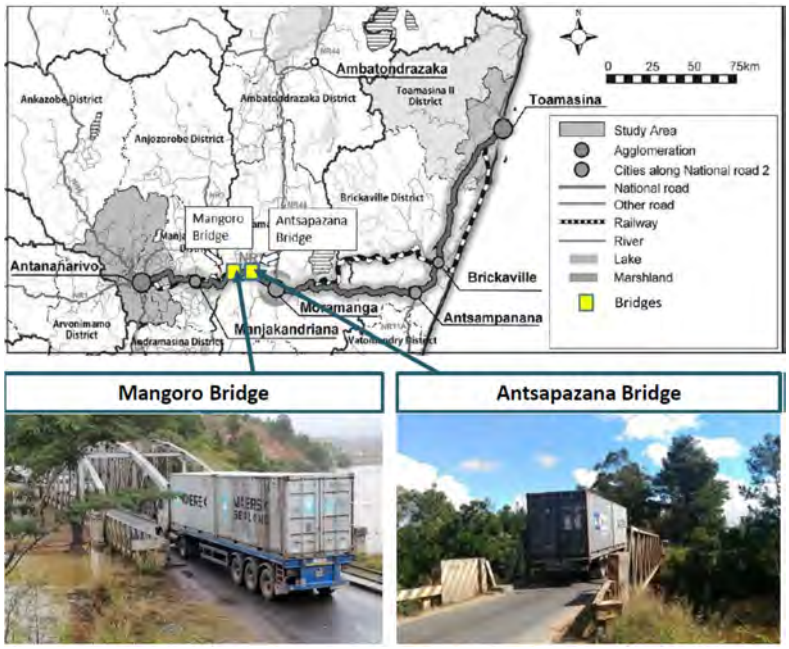


図 3-122　国道 2 号マングル橋及びアンツァパザナ橋の改修事業（実施中）

出典：The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019

(iv)　　国道 2 号に関するドナー支援の動向

国道 2 号に対するドナー支援としては、アンタナナリボやトアマシナの都市圏内の道路改良や貨物車両の積載重量検査場の整備が、WB 及び EU の支援によって 2018 年に実施されている。一方で、都市間の区間道路等を対象とした支援はあまり実施されていない状況にある。中国がアンタナナリボ及びトアマシナを結ぶ高速道路整備を検討していたようだが、現時点では具体的な計画や見通しは確認されていない。

(v)　　災害リスクと脆弱性

既述のとおり、マダガスカルはインド洋で発生するサイクロンの被災リスクが高く、国道幹線ネットワークにおいても、大雨やサイクロン時に斜面崩壊や落石、洪水による道路の冠水や損壊、更には付近の河川増水による道路流出などの被害が、毎年様々な場所で発生している状況にある。公共事業省（MTP）や国家防災局にヒアリングを行い国道 2 号等の被災データを確認したが、正確な被害実績データは整備していないとのことだった。一方で BNGRC によると、近年、国道 2 号の土砂災害は年間 1～10 回程度発生しているとのことである。また、近年のサイクロンによる国道被害の状況や写真データには、国道 2 号、4 号、6 号、7 号、11 号、12 号、16 号、23 号、24 号など多くの路線が含まれており、サイクロン時の土砂災害・洪水による道路の寸断・通行止めなどは広範囲に発生している状況にある。

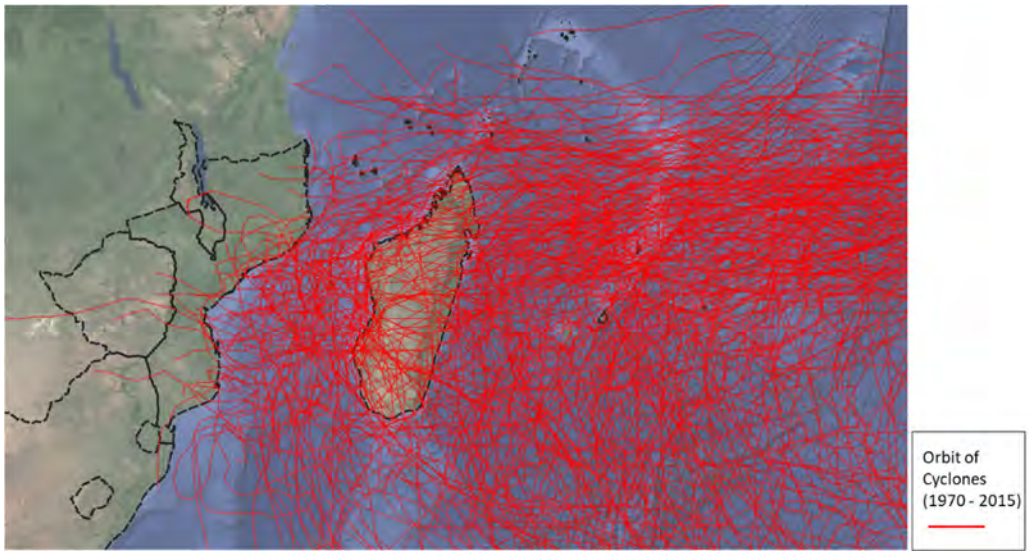


図 3-123　マダガスカル周辺の過去のサイクロンの軌道（1970-2015）

出典：UNEP, Global Risk Data Platform[68]

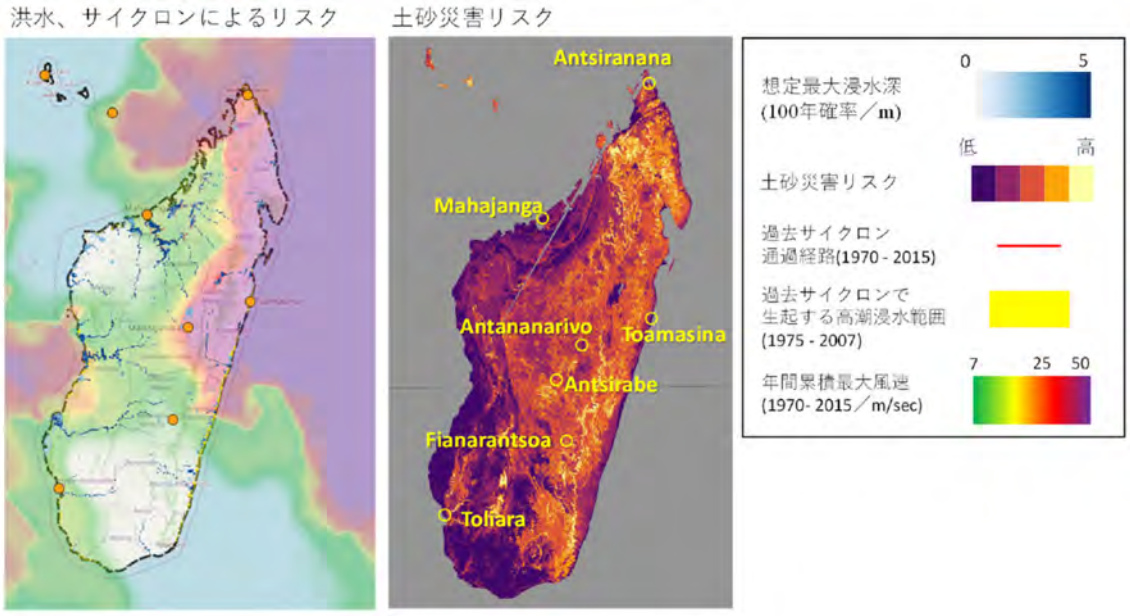


図 3-124　マダガスカルにおけるハザード分析（左：洪水・サイクロン、右：土砂災害）：再掲

出典：各データの出典は報告書 2 章に記載

[68] https://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=data&events=cyclones&evcat=3&lang=eng



図 3-125　国道 2 号の土砂災害・洪水被害発生状況（2018）

出典：公共事業省（MTP）

下図に示すように、2022 年 1 月にはサイクロン・アナがマダガスカルの広範囲に大きな被害をもたらし、特に TaToM 経済軸付近等で洪水が発生した。サイクロン・アナの影響により、国道 2 号でも多くの箇所で土砂災害や冠水による交通障害が発生した。MTP によると、国道 2 号では 36 時間の通行止めが発生し、一部の区間では緊急代替路の整備による交通再開後も、被害箇所の復旧工事が継続された。

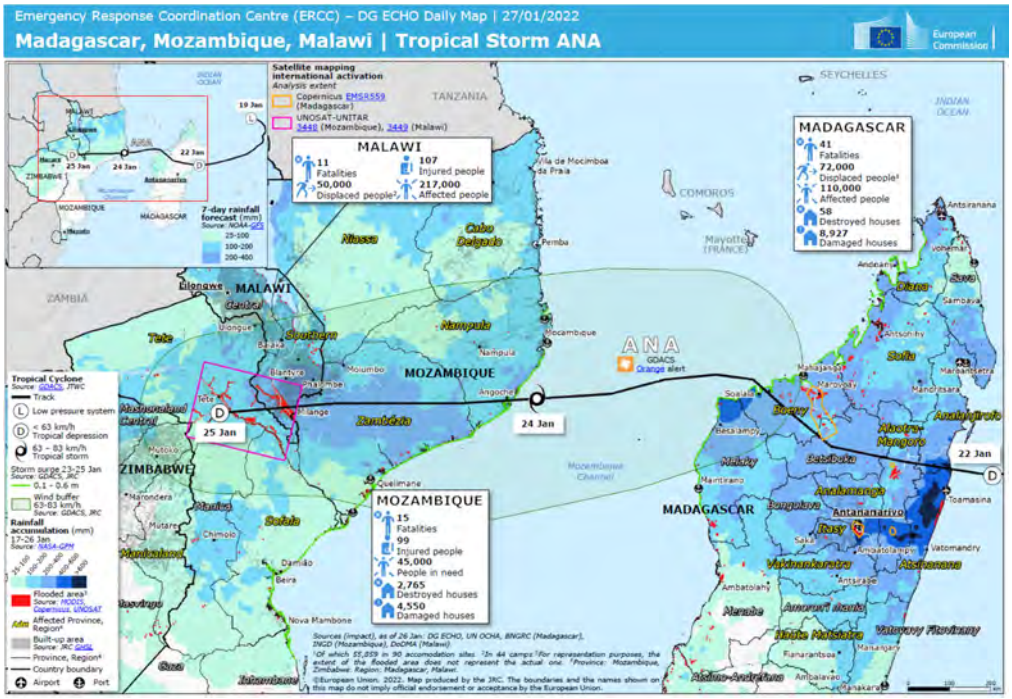


図 3-126　サイクロン・アナ(2022 年 1 月)の軌道と大雨・洪水発生状況

出典：European Commission



図 3-127　サイクロン・アナによる国道 2 号土砂災害・洪水被害発生状況（2022 年 1 月）

出典：公共事業省（MTP）

こうした道路の災害発生時の通行止め時間について、MTP によると、正確な統計データはないが短くて 6 時間～12 時間程度、場合によっては 1 日～2 日程度要するとのことであった。また、被害規模が大きい場合は数日での復旧が難しいこともあるとのことであった。国道 2 号が通行止めになった場合、大型貨物車が通行できるような同等の機能を有するトアマシナ-アンタナナリボ間の代替路は存在しない。国道 2 号が利用可能な場合、アンタナナリボ-トアマシナ間は、一般車で 8 時間、貨物車で 2 日程度要すると言われている。これが、仮に国道 2 号のムラマンガ付近の山間部区間が通行止めとなり、南側ルート（国道 11 号・25 号・7 号経由）を迂回する場合には、5-6 日程度要する想定される。

2033 年予測交通量に基づく経済損失費用を試算したところ、仮に 2 日間の通行止めが発生する場合、約 18 億円の損失が発生すると算出された（通行止め時間に通行止めの影響を受ける車両台数と車種別時間価値を乗じることで試算[69]）。土砂災害等により通行止めが頻発すれば、それだけ経済損失が大きくなることを示唆している。国道 2 号の土砂災害が年間 1-10 回程度発生することを踏まえると、2 日間の通行止めが 3 回発生すれば年間約 54 億円の損失となる。

(vi)　国道 2 号災害対策・機能強靭化プロジェクト案の概要

マダガスカルの経済発展を担う TaToM 経済軸（国道 2 号）の災害リスクの低減と交通機能の向上を目指して、災害対策・機能強靭化を推進することが重要である。そのため、サイクロンの影響により土砂災害（斜面崩壊や落石）の発生リスクが高い箇所の法面対策及び道路構造の強化と急勾配区間の登坂車線整備事業を連携して実施するプロジェクトを提案する。

災害リスク低減に向けた法面対策の実施及び道路構造の強化については、過去の土砂災害発生箇所が集中している区間など、災害履歴と現地調査・分析、関係機関協議等によって優先区間を選定し、対策工事の詳細を検討することが重要である。登坂車線整備については、トアマシナ港で貨物を積載した大型貨物車両の交通需要が高いトアマシナ港からアンタナリボ方面への区間において、速度低下が顕著な急勾配区間の優先順位が高いと考えられる。参考にアンタナナリボ-トアマシナ間の標高差と縦断勾配を下図に示す。

無償資金協力事業の予算規模では課題箇所全ての対策を実施することが難しいため、優先対策箇所を調査・分析の上、特定し、パイロット事業として関係政府機関の能力強化と合わせて事業を実施することが考えられる。マダガスカル国内において同種の事業整備区間は殆どないことから、関係政府機関における道路の土砂災害対策や登坂車線整備に関す

[69] 経済損失の試算について、考え方は「道路ネットワークの防災機能の向上効果計測マニュアル（案），国土交通省，2016」を参考にし、時間価値は「費用便益分析マニュアル，国土交通省，2018」の車種別時間価値に補正係数として 0.7 を乗じて適用した。補正係数の明確な根拠はないが、ドライバーだけでなく車両の機会費用なども影響することを想定し 70%程度と仮定している。

る経験・知見は少ないと想定される。当該パイロット事業を通じて、関係機関の計画・設計・施工監理等の技術的面や事業実施に関する事業管理面の能力強化を図ることで、他の道路区間への事業展開が期待される。



図 3-128　法面対策工事のイメージ

出典：The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019)



図 3-129　国道 2 号における登坂車線整備のイメージ

出典：The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019)

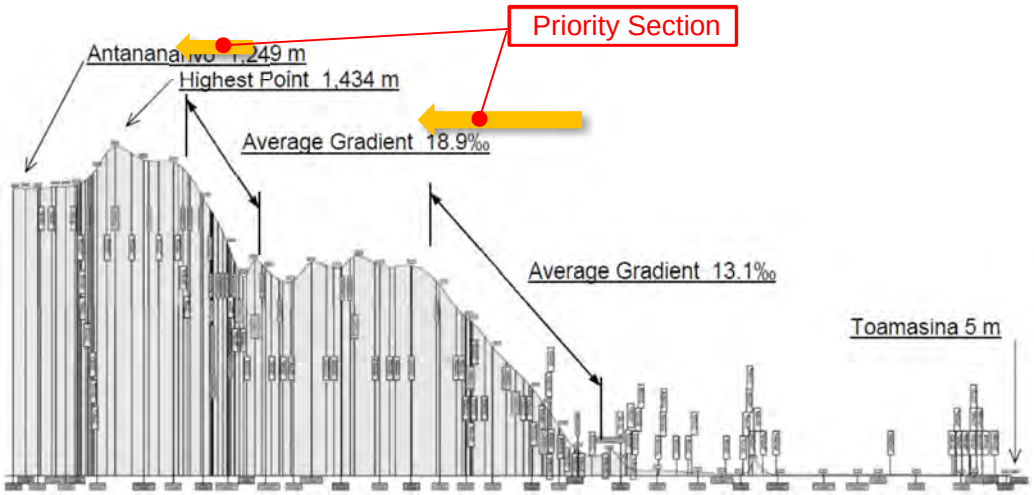


図 3-130　アンタナナリボ-トアマシナ都市間鉄道（TCE Line）の標高差と縦断勾配

（参考）

出典：Madarail (The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019)資料に JICA チーム加筆

例えば、TaToM 経済軸調査では、下図に示すように、過去のサイクロンの被害実績箇所や縦断勾配から改良が必要な区間を抽出している。サイクロン・アナの被害状況等最新の災害被害状況や問題が深刻な箇所について更に精査を行い、特に優先対策区間を無償資金協力プロジェクト対象として選定し、他区間のモデルとなる対策検討を支援することで、その後の他ドナーの支援や円借款供与の呼び水とすることが望まれる。

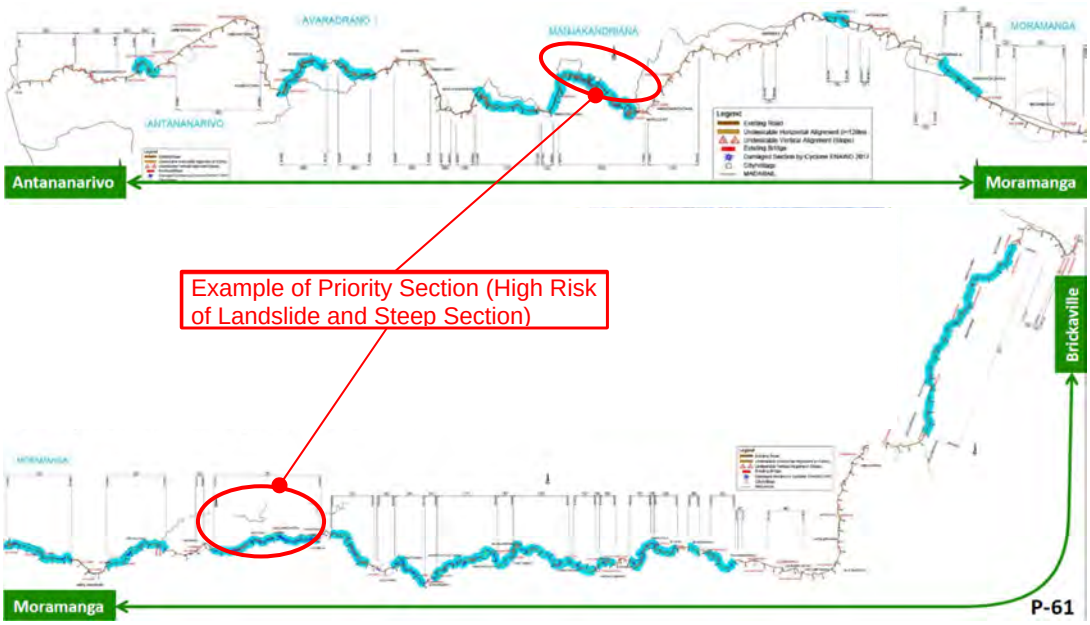


図 3-131　国道 2 号法面対策・登坂車線整備の優先整備区間（イメージ）

出典：The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019)資料に JICA チーム加筆

既述のとおり、仮に 2 日間の通行止めが発生する場合、2033 年予測交通量に基づくと約 18 億円の経済損失（機会費用）となる。例えば、同様の通行止めが 30 年間毎年のように発生する場合、約 540 億円の損失となる。国道 2 号の土砂災害は年間 1～10 回程度発生しており、2 日間の通行止めが毎年 3 回発生すると仮定すると、30 年間で約 1,620 億円の経済損失になると試算される。道路の斜面防災・法面対策等により通行止めがなくなれば、当該損失がなくなる効果が、事業効果（便益）として見込まれる。またこれに加え、登り坂車線整備による走行時間等の短縮効果便益も見込まれる。

b)　国道 7 号防災対策・強靭化

国道 7 号は、TaToM 経済軸の構想においても南西部の都市トゥリアナとアンタナナリボ間を結ぶ重要な交通軸として強調されている[70]。同路線も、首都とマダガスカルの南部地域を結ぶ重要な路線であるが、一部の区間ではサイクロン襲来時に土砂災害等が発生している状況にある。下図に MTP 提供の国道 7 号のサイクロン時の被害状況を示す。こうした被害を減少・軽減していくために、国道 7 号についても国道 2 号と同様に、路線全体の防災面での評価検討、事業・土砂災害対策等の実施が重要である。一方、路線の重要性や対

[70] The Project on Master Plan Formulation for Economic Axis of TaToM Final Report, JICA, 2019

策の優先度としては国道 2 号の方が相対的に高いため、まずは国道 2 号を対象に協力を実施した上で、他地域・路線に展開していくことが考えられる。



図 3-132　国道 7 号の被害状況（2015 年サイクロン・チェザ時の状況）

出典：公共事業省（MTP）

(3)　電力

1)　関係機関・法制度の概要

マダガスカルの電力供給については、エネルギー・炭化水素省が法制度・政策を統括し、監督下にあるマダガスカル電力・水公社(JIRAMA、Jiro sy rano malagasy)がグリッドの発電・送電・配電を垂直統合して開発・運営する仕組みである。グリッド連系しない地方電化については、エネルギー省に従属する ADER(Au service de Développement de l'Energie en milieu Rural)がこれを監督し、PIU(Project Implementation Unit)が実施する体制である。

マダガスカルの電源は、需要地近傍に散在する水力発電・ディーゼル発電である。慢性的な発電不足が課題であり、設備容量自体の不足に加え老朽化とメンテ欠如も大きな要因である。水力発電に依存する度合いが大きく、10-12 月の乾季には電力不足に陥りやすい。系統は分断されたアンタナナリボ・トアマシナ・フィナランツォアしか存在しない。アンタナナリボ系統はほぼループが成立している。

発電コストは 25 円/kWh 程度で電気代より高い。この為、電力・燃料分野の補助金が必要で、政府財政を圧迫しており、燃費削減の為に再エネ導入量を増やしたい事情がある。また、料金未収率も高い。送電ロスは 5%だが配電は不含で、JICA 報告書は送配電で 22%としている。電力供給の大部分は垂直統合された電力公社である JIRAMA が手掛ける。2017 年の設置容量は 511MW、そのうち利用可能だったのは 389MW である。1,702GWh の総発電量は国内発電量の 86%に相当する。JIRAMA の発電量のうち 459GWh は、JIRAMA と購入契約を結んでいる IPP の重油プラントから供給されている。

マダガスカルでは、バックアップ容量の確保以前に需要に見合う電力供給ができていない。水力ポテンシャルは豊富だが、データ不足・権利問題で進んでいない。

包括的な電力マスタープランは確認できていない。今後は 3 系統の連系・電源開発と PV による地方電化の進展が期待される。

水力ポテンシャルは 7.8GW とされるが、詳細水文データは未整備である。水力は候補地点が散在しており、系統整備も課題(RoW の確保など)である。全国の日射分布は調査済みで、PV 導入の可能性は大きい。一方で、風力・地熱はポテンシャルが殆どない。

2) 関連計画・開発現況等の概要

PEMC として電源開発計画を実施しており、2015-30 年のエネルギーMP と地方電化計画が存在する。2030 年までに全ての世帯を電化する目標があるが、地方は貧しく人口密度も低いので電化が進まない。関係機関のキャパビルも必要である。

また、WB 支援で軽油から重油への転換と PV 導入が進展中である。また、WB 支援で主要都市間・地方電化の為の系統拡張案を提示済である。その他、中国からの支援も拡大している。

マダガスカル国は、PEM horizon 2023 を通じて、IEM の枠組みの中で、電源開発に関する下記の目標を設定している(plan de continuite des services essentiels energie en cas de catastrophe)。

- マダガスカルの人口の 50%が許容できる価格で電気を利用できるようになる（2021 年の電化率につき、USAID は全国で 25%(都市 46%, 地方 12%)としている）
- 2023 年までに現在の電力生産能力を倍の 820MW にする
- 再生可能エネルギーが 70%を占める電力ミックスを実現する
- 5 つの優先水力発電プロジェクト（600MW）と中容量プロジェクト（2～20MW の 350 サイト）の開発
- 太陽光発電（150MW）、風力発電（150MW）、石炭発電（イマロト 60MW）の建設
- ゼロ・エコノミック・ロードシェディングを実現するための戦略の展開
- JIRAMA の火力発電所（119 地区）のハイブリッド化
- イニシャルコスト低減のための接続料金の見直し
- JIRAMA 債務再編計画の実行
- Tanamasoandro プロジェクトのニーズの評価と電源の計画
- 危機的状況に備えた国家エネルギー計画の策定と関連機器の取得
- 電気を利用できない家庭にソーラーキットを提供し、簡単な支払いを実現する
- 中長期マスタープランの更新、特に開発分野における新たなニーズの取り込み

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

マダガスカルでは、JIRAMA のみが電力部門のコンティンジェンシープランを持っている(plan de continuite des services essentiels energie en cas de catastrophe)。JIRAMA

は、国内の全ての地区で電力供給を確保し、リスクのある地域をカバーしていることが明記されている。同社は、現在の技術的・財政的状況を考慮しながら、自己資金と国や TFP からの拠出金で、災害時の年間事業継続計画を作成し、実施している。2011 年の国家 BCP によって設立された必須サービス委員会（CSE）のメンバーであり、電気エネルギーを担当する省庁と一緒に活動している。

電気エネルギー担当省は、「マダガスカル全国電化計画」（PNE-SNE）や「最低コスト開発計画」（PDMC）などのセクタープランを策定している。また、PEM30 の優先行動として、危機的状況に対応した国家エネルギー計画の策定と関連機器の取得がある。この計画を実行するために、MEH は公共投資プログラム（PIP）の中で、「緊急介入・電力供給継続プログラム」と題して、2020 年までの計画を立てた。この PIP には下記が含まれる。

- 電気エネルギーへの緊急介入と供給継続プログラム

- 電気的な緊急対応のための材料や機器の調達
- COVID19 のパンデミックや、国を混乱させる可能性のある様々な状況に対応するための病院の電化
- ソーラーキット大量配布プロジェクト

また、マダガスカルでは、年に 3～4 回のサイクロンとそれに伴う洪水が発生し、そのうち 1～2 回は非常に大きな被害をもたらしており、これに備える為に毎年、緊急・救援組織計画を含む、リスクと災害管理のためのマルチリスク・マルチハザード危機管理計画（GRC）が策定される。また、WB の支援のもと、気候投資基金（CIF）が資金を提供し（グラント契約 TF0A5362）、首相府付属の CPGU が実施する「気候回復力のためのパイロット・プログラム」（Pilot Programme for Climate Resilience, PPCR）の一環として、災害時に必要な分野の基本的なサービスの継続計画が策定されている。

特にエネルギー分野については、災害時に電気、木質エネルギー、石油製品、ガスの配給に関する基本的なサービスの継続性を確保することを目的とした継続計画が策定されている。この計画では、電気、木質エネルギー、石油・ガス製品の 3 つのサブセクターごとに、予防措置、災害時の措置、復旧措置が定められている。

電力については、予防措置として、第一に送電・配電網のブラックアウトや変電所の損傷を防ぐ方法が採られる。第 2 に、災害時には、ディーゼル発電機、PV SSD、ピコ・PV キットを用いて、必要に応じて特定の被災地に電力サービスを提供する。第 3 に、被災地の送配電網と発電所の復旧、予備発電機、PV SSD、ピコ PV キットの撤去・輸送・保管、耐災害性を高めるような電気設備の設置基準の改訂を行っている。

電気・通信設備はサイクロンの影響を受けやすい対象であり、住民や経済の機能にとって戦略的な問題であることを考慮し、サイクロンに対して構造物の耐久性、特に強度と安定性を最適化するための技術的及び組織的な規定が定められている（Reference Guidelines for Disaster Resistant Electrical and Telecommunications Installations

in Madagascar /マダガスカルにおける災害に強い電気・通信設備のための参照基準・ガイドライン)。この分野の土木・構造物の設計基準は、Eurocode もしくは旧フランス規格を基本としている。

これらの規定は、新しい電気・通信設備の設計、建設、運用に関するものだが、特に改修工事の場合には、既存の構造物にも適用することができる。特に考慮されている設備は以下の通りである。

- HV（高電圧）送電線及び支持体、LV 及び MV（低電圧及び中電圧）配電線及び支持体（これには鉄塔、電柱、その基礎、ケーブル及び付属品（碍子など）が含まれる）
- 発電所：発電所（火力発電、水力発電）の外部部品
- 関連する建物、電気・通信設備専用の設備を収容する建物

マダガスカルでは、太陽光発電所、風力発電所、バイオマスなど、その他の施設も電気エネルギー源として利用されている。この規定では、これらの設備の特殊性は考慮されていないが、これらの設備に適用できる多くの一般的な規定が設定されている。この規定の作成は、以下のような調査に基づいている。

- 関係する施設を担当する組織との会合の開催
- サイクロン被害時の状況を含む代表的な設備の状態に関する現場での情報収集

〈ハザードマップ〉

土砂災害については、電源・系統共に、全体的に中程度のリスク地域に存在する為、適切な土木設計が行われる必要がある。

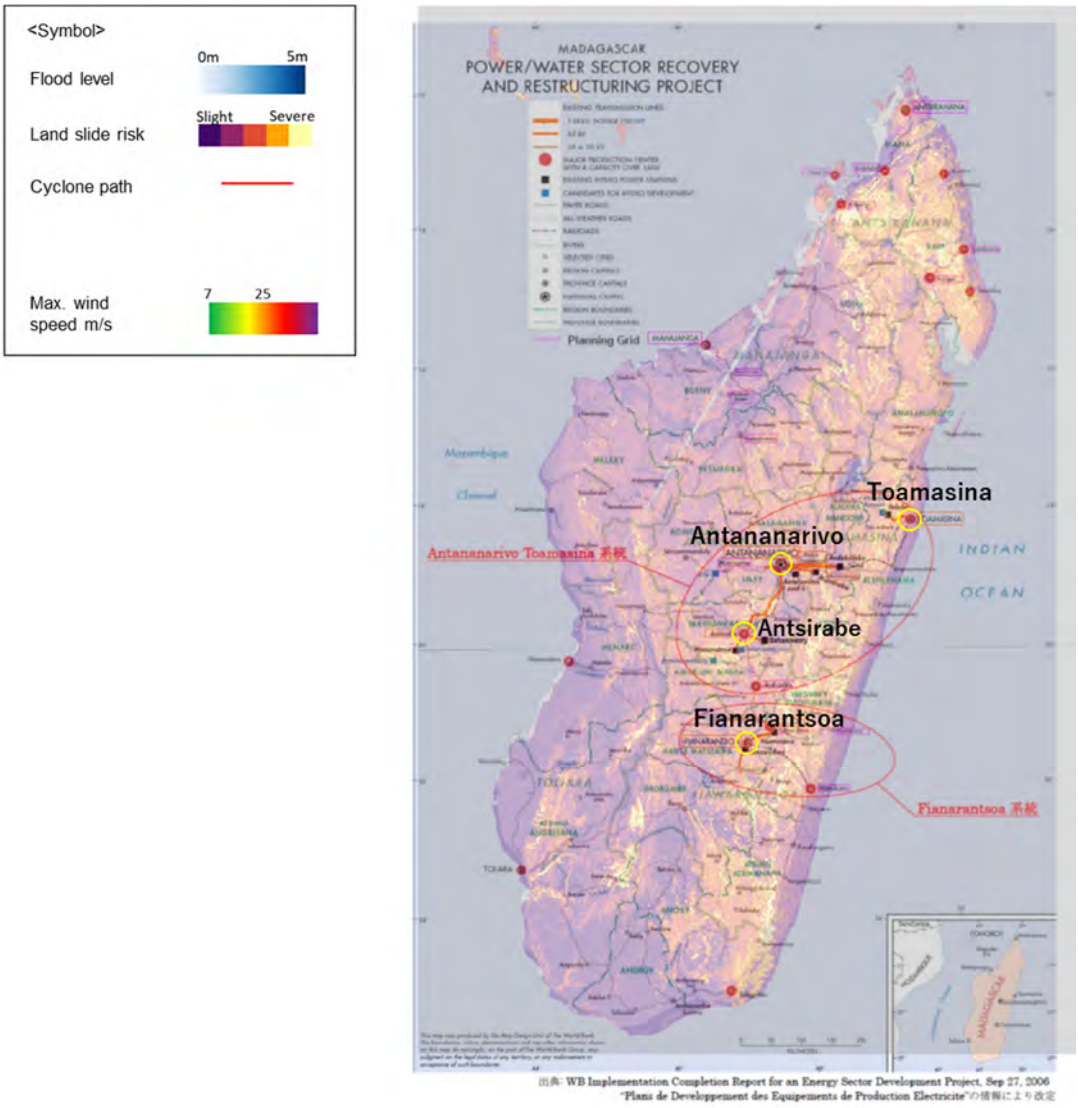


図 3-133　マダガスカル電力設備と土砂災害リスクマップ

出典：南部アフリカ地域(モザンビーク・マダガスカル)エネルギーセクター調査報告書(2007, JICA)より調査団作成

洪水・サイクロンについては、トアマシナ・アンタナナリボの風速実績が大きい為、風による設備の損壊が予想される。適切な設計基準が採用される必要があり、また場合によっては地下ケーブルを採用する事が望ましい。

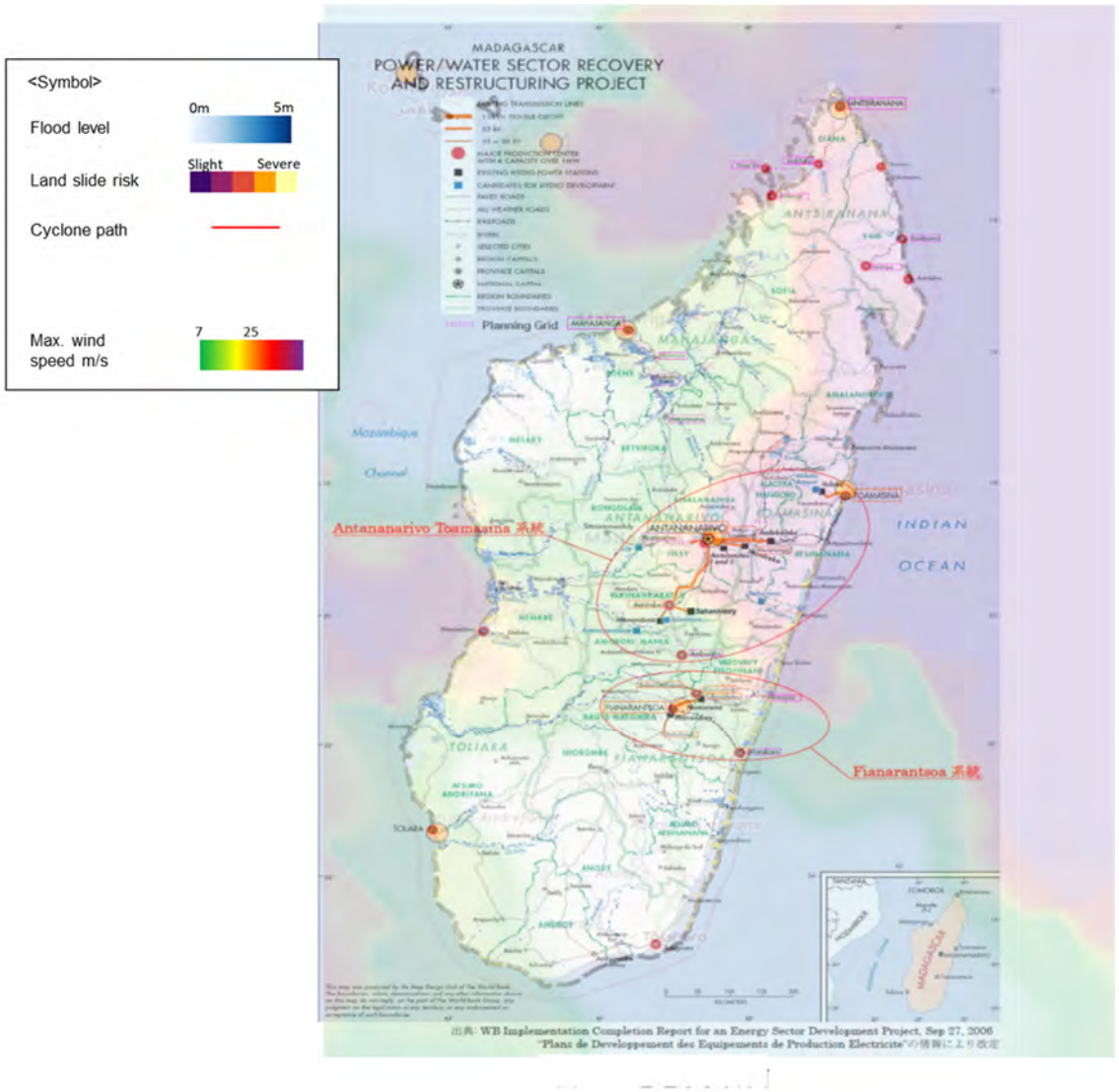


図 3-134　マダガスカル電力設備とサイクロン・洪水リスクマップ

出典：南部アフリカ地域(モザンビーク・マダガスカル)エネルギーセクター調査報告書(2007, JICA)より調査団作成

4)　防災施策の検討

マダガスカルの電力セクターの課題は、電源・送電・配電網の開発と強化や地方電化が挙げられるが、政治的な不安定性、JIRAMA の財政難、地方の疎な人口分布、開発時の権利問題、英語の通用性の低さなど、開発を阻害する要因が多い。都市部の重要な公共セクターや企業、また工業団地など向けに、停電や災害時にも信頼性の高い電力を供給していくハイブリッド発電のような事業は有益と見られるが、上記のような阻害要因を乗り越えながらとなる為、時間が掛かると見られる。

(4)　上下水

1)　関係機関・法制度の概要

マダガスカルにおける上下水道関係機関は以下の通りである（表 3-106)。

2008 年からは治水省（Ministère de l’Eau）にて上下水、公衆保健省（Ministère de la Santé Publique、以下「MSANP」）にて衛生を担当していたが、2017 年に治水省は水・エネルギー・炭化水素省（Ministère de l’Eau, de l’Energie et des Hydrocarbures）に、2018 年に上水・下水・衛生省（Ministère de l’Eau, de l’Assainissement et de l’Hygiène、以下「MEAH」）に省庁再編され、衛生部門も加え、上水・下水・衛生体制をより強化した。

表 3-106　マダガスカルにおける上下水道関係機関

関係機関	概要
上水・下水・衛生省 Ministère de l’Eau, de l’Assainissement et de l’Hygiène (MEAH)	上下水道分野の技術の監督・規制を担当する。
給水局 Direction de l’Alimentation en Eau (DAE)	MEAH の給水管轄部局。飲料水供給の確保、合理的な水資源利用、緊急対応、環境配慮を担う。
下水・衛生局 Direction de l’Assainissement et de l’Hygiène (DAH)	MEAH の下水・衛生管轄部局。国家レベルでの下水・衛生関係者の法制、PSNA の実施、感染症予防のための衛生活動促進、衛生教育、下水・衛生分野と給水分野の各事業の協働を担う。
国家給水・衛生機構 l’Autorité Nationale de l’Eau et de l’Assainissement (ANDEA)	統合水資源管理政策の実施主体である。MEAH が監督している。
給水・衛生規制協会 Société de régulation de l’Eau et de l’Assainissement (SOREA)	公共水・衛生サービスの質を保障する規制主体であり、事業を行う自治体の契約や事業内容の規制を行う。MEAH が監督している。
南部給水 L’Alimentation en Eau dans le Sud (AES)	JIRAMA が事業を行っていない地方部の給水事業を担う。 MEAH が監督している。
アンタナナリボ維持管理機構 Service Autonome de Maintenance de la Ville d’Antananarivo (SAMVA)	一次、二次、及び三次排水路の維持管理に対する責任を持っている。MEAH が監督している。
マダガスカル電力・水公社 Jiro sy rano Malagasy (JIRAMA)	アンタナナリボ市を含む都市で上水道・電力事業を行う公社。

出典：JICA 調査団作成

マダガスカルにおける上下水道関連法は水法（Loi n° 98-029 du 20 janvier 1999 portant Code de l’Eau）である。水法は、給水事業、衛生事業を行う上で基礎となる法令だが、1999 年の制定以降大きな改訂が無く、組織名や所掌が古いまま残っている。

2) 関連計画・開発現況等の概要

マダガスカルでは上下水道サービスにアクセスできる人口割合の改善が急務となっている。安全な水にアクセスできる人口の割合は、都市部で 86%、農村部で 36%、全国で 54%となっている。改良型トイレにアクセスできる世帯の割合は都市部で 40%、農村部で 15%、全国で 24%に留まっており、農村部では 55%の世帯が野外排泄を余儀なくされている。(2015 年、UNICEF・WHO Joint Program Monitoring)

マダガスカル政府はこれまでに以下の国家計画に沿って上下水政策を実施してきた。

- 国家開発戦略 (Madagascar Action Plan、以下「MAP」)
- 国家給水・衛生プログラム 2008-2012 (Programme National d'Accès a l'Eau Potable et l'Assainissement、以下「PNAEPA」)
- 衛生国家政策・戦略 (Politique et Stratégie Nationale de l'Assainissement、以下「PSNA」、2008 年)
- 国家水・衛生戦略 2013-2018 (Strategie Nationale de L'eau, de 'Assainissement et de L'hygiene)
- JIRAMA マスタープラン 2003

MAP は当時の政変により正式採用はされなかったが、MAP の中で掲げられた水・衛生にかかる目標は、PNAEPA の中で引き続き参照されている。PNAEPA は MAP で掲げられた「国家水・衛生プログラムの開発」に基づき、2005 年～2008 年の 3 か年プログラムとして策定されたものを更新し、2008 年～2012 年の 5 か年プログラムとして策定された。主な指標は、飲料水に永続的にアクセスできる人口の割合が、35% (2005 年) から 65% (2012 年) になる (都市部：61→95%、地方部：32→57%) こと、衛生施設に永続的にアクセスできる人口の割合が、54% (2005 年) から 71% (2012 年) になる (都市部：77→87%、地方部：45→66%) ことであった。これらの数値は改善したものの、目標値の達成には至っていない。

PSNA には衛生分野 (排水、雨水、家庭ゴミ、排泄物) に関わる方針・戦略と各衛生に係る各省庁の役割が記載されている。国家水・衛生戦略 2013-2018 では、以下の通り 2025 年までに達成すべき上下水道サービスへのアクセス率の目標が掲げられている。

表 3-107　マダガスカル国家水・衛生戦略 2013-2018 目標値

	2015	2018	2025
安全な水	51.00%	63.00%	100.00%
野外排泄撲滅	58.00%	99.00%	100.00%
改良型トイレ	50.00%	62.00%	100.00%

出典：Document de stratégie du secteur EAH（マダガスカル国治水省、2013 年）

JICA はマダガスカルの上下水道課題に対してこれまでに以下の支援を実施している。

- 南西部地下水開発計画（JICA、Ⅰ期 1992 年、Ⅱ期 1993 年～1994 年）
- アッチモ・アンドレファナ県における給水施設維持管理能力と衛生行動改善計画（JICA、2012 年）
- 南西部地下水開発計画フォローアップ協力（調査）（JICA、2016 年）
- アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸（TaToM）総合開発計画策定プロジェクト（JICA、2019 年）

JICA は 1980 年代より南西部の地下水開発の支援を実施した。現在、人口と資産が集積し、同国の経済発展における要衝として、アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸の開発促進を支援しており、重要課題の一つとしてアンタナナリボ、トアマシナ両都市圏における電力と水の確保を挙げている。

アンタナナリボ・トアマシナ経済都市軸総合開発計画（以下、「TaToM」）では都市の郊外化を示している。一方、JIRAMA の現給水区域と 2003 年水道マスタープランによる給水量予測に対して、アンタナナリボ郊外の急激な人口増加には大きな差があり、郊外への電気・水インフラの拡張が課題となっている。

他のドナーによって以下のような支援プログラムが実施されている。

- Integrated Urban Development and Resilience Project for Greater Antananarivo（WB、2018 年より実施中）
- Support for resilient livelihoods in the South of Madagascar（WB、2020 年より実施中）
- JIRAMA Water III（欧州投資銀行(European Investment Bank, EIB)、2014 年より実施中）…既存浄水場の能力強化、浄水場新設、緊急対応、基幹管路・主要管路の建設、遠隔管理システムの構築。
- JIRAMA への機材供与（KOICA、UNICEF、ノルウェー政府、2021 年）
- Integrated Sanitation Programme for Antananarivo（PIAA）（AFD、2015 年より実施中）
- Protecting the Population from Flood Risks in Antananarivo（AFD、2016 年より実施中）…アンタナナリボ市の都市計画能力強化、下水管網やポンプ施設の修繕、衛生啓発を実施。

- Participatory Slum Upgrading Programme（英:PSUP Madagascar、仏:PPAB Madagascar）（UN-HABITAT、2015 年）…水道の質の向上（水圧、運営）、公共水栓の増設、JIRAMA 戸別給水の修繕

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

マダガスカルの上下水道インフラにおいて脅威となる災害はサイクロン、洪水及び干ばつである。アンタナナリボ都市圏をはじめとする都市部では急激な人口増加に対して上下水道サービス区域の拡大が急務であり、農村部では平常時から安全な水・改良型衛生施設へのアクセス向上が課題となっている中、気候変動の影響を受けにくいインフラの構築が必要である。

防災事前投資の観点からは、特に人口と資産が集中するアンタナナリボ都市圏の上下水道インフラの整備と強靭化の推進が望まれる。

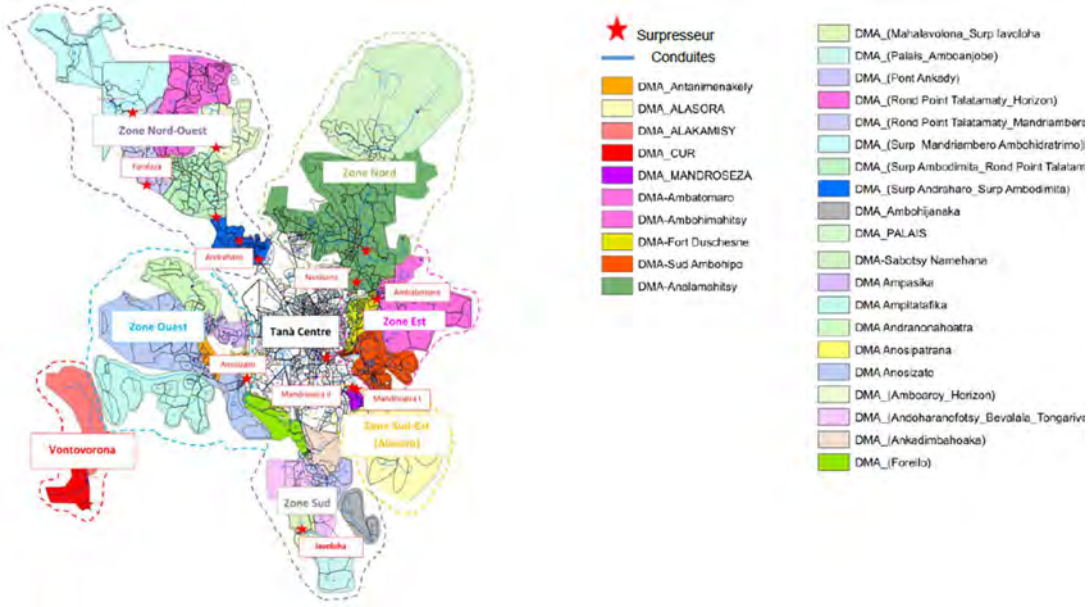


図 3-135　JIRAMA 給水区域図

出典：RAKOTONDRASOA Herimirindra Larissa. 2016. Etude de l’adequation du besoin en eau potable d’antananarivo par rapport aux ressources mobilisees. Cas de mandroseza

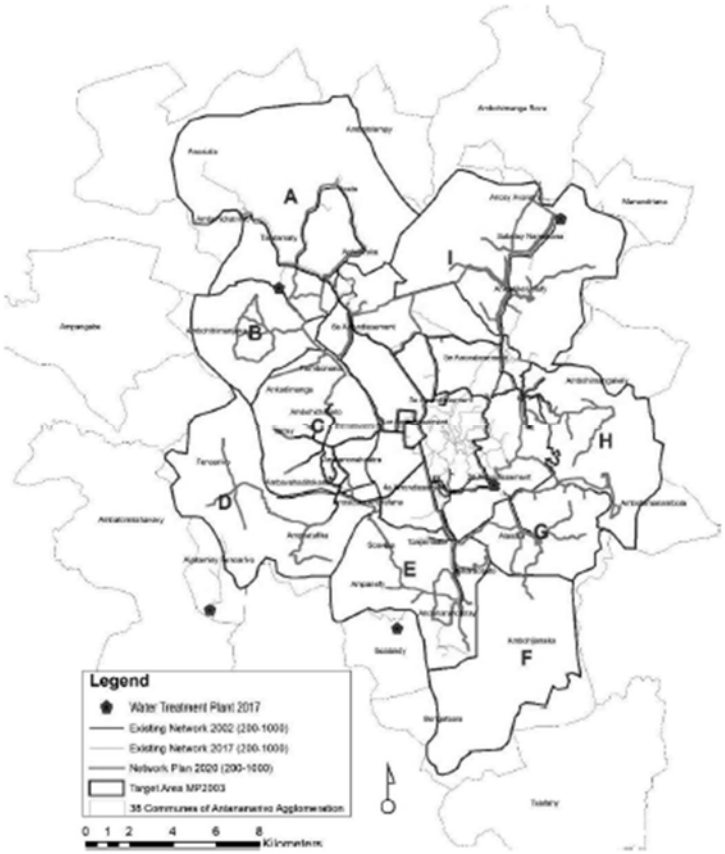


図 3-136　JIRAMA 給水網拡大計画（目標年次 2020 年）

出典：JIRAMA’s Water Supply Master Plan for Antananarivo, 2003

MEAH は WB の支援を受けて 2020 年に不可欠な上下水継続計画（Plan de Continuité des Services Essentiels d’Eau, d’Assainissement et d’Hygiène、以下、「PCEAH」）を策定している。PCEAH では、豪雨、干ばつ、サイクロン、洪水、熱波及び寒波を検討災害種としている。特にサイクロン・洪水と干ばつについては、上下水道機能の停止による影響を分析し、緊急時の連絡体制（図 3-137）の他、首相、関係省庁に加え、大学やメディアの含めた責任所掌、応急対応活動一覧をまとめている。活動一覧は、災害発生前、災害発生直後、災害発生中～24 時間または 48 時間以内、災害の影響が終わるまで、災害後の各段階に分かれている。（図 3-138）

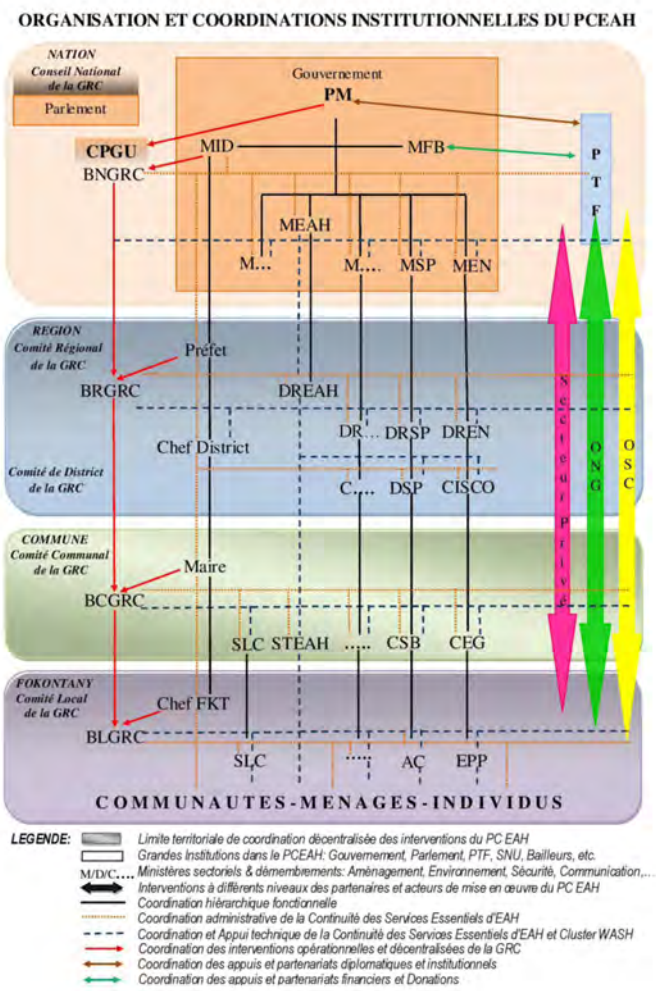


図 3-137　PCEAU 組織間連絡体制図

出典：PCEAU. 2020.

Activités	Approche	Résultats / IOV	Coordination / Supervision	Exécution	Appui technique	Appui financier
Quelques Mois avant la période des catastrophes	**Prévision des risques de discontinuité des SE/EAH en cas de catastrophe**					
Consultation des documents (rapports, études, bulletins, ATLAS, ...) e Base de Données (BD) sur les catastrophes antérieures pour : • Tirer et capitaliser les leçons apprises sur les états des systèmes d'EA et la continuité des Services Essentiels d'EAH (SE\EAH) • Prédéterminer et simuler les pires scénarii de catastrophes à venir • Élaborer le prochain Plan de Contingence et Pré-positionnement • Adopter les mesures de renforcement et d'adaptation des système d'EAH existants pour prévenir la continuité des SE\EAH.	Travail en équipe ou atelier sur les catastrophes antérieures Prestataires	Mémorandum ou fiche sur les leçons apprises et recommandations Manuel de procédures à jour	MEAH CPGU BNGRC	DGEAH, DREAH, Cluster WASH Acteurs GRC d'EAH	BNGRC, CERVO, DGM, UNICEF	MEAH, UNICEF, Co Lead de coordination WASH PTF
Diagnostics et évaluations des états de fonctionnement des Systèmes et Services d'EAH surtout pour les cas d'urgence pour : • Vérifier/tester la continuité des Services d'EAH en temps normal, • Étudier et prévenir les risques de discontinuités des Services Essentiels d'EAH en cas de nouvelle/pire catastrophe et simuler les réactions nécessaires pour leur continuité rapide et la MRR, • Adapter et/ou renforcer les capacités des systèmes d'EAH existants ou réhabilités pour supporter les pires risques et préparer les matériels d'interventions d'urgence en cas de panne.	Travail d'équipe et mission Prestataires	Rapport de synthèse Base de données Systèmes d'EAH adaptés et fonctionnels	MEAH, Communes	DGEAH, DREAH, STEAH, Gestionnaires des systèmes d'EAH	Cluster WASH, CTD	MEAH, Communes, Gestionnaires des systèmes d'EAH et PTF
Inventaire, remise à jour ou renforcement des capacités e responsabilisation des acteurs locaux à travers la réactivation e	Travail d'équipe	Acteurs aptes à la GRC et SE/EAH	MEAH, UNICEF, BNGRC	DGEAH, DREAH, PF Clusters	CERVO	MEAH et PTF

図 3-138　サイクロン・洪水発生時上下水業務継続活動一覧

出典：PCEAH. 2020.

4） 防災施策の検討

JICA が改訂に協力した「アンタナナリボ都市圏のための都市開発計画（PUDi）」「トアマシナ都市圏のための都市開発計画（PUDi）」「TaToM 経済軸の輸送及び沿線地域の開発計画」では、開発の方針について以下のとおり示した。アンタナナリボ都市圏のための都市開発の全体戦略の 1 つには、「CUA 外に都市センターを開発し、基礎インフラ（電力、水）を整備することで、郊外化を推進する」を掲げている。また、トアマシナ都市圏のための都市開発の全体戦略の 1 つには、「マダガスカルが加盟している地域経済共同体の自由貿易地域市場を狙った軽工業への投資を誘致するために、経済開発区に認定するとともに工業団地を整備し、アクセス道路、電力供給、水共有を含む経済インフラを提供する」ことを掲げている。TaToM では給水分野の優先行動として以下の表を示している。

表 3-108　アンタナナリボ都市圏給水分野優先プロジェクト

Project	Contents	Remarks
JIRAMA III Water Supply Facility Construction Project (on going)	1) Doubling Mandroseza 2 WTP (Production: 60,000m³/day) 2) Construction of Two WTP from the Ikopa River (Production: 2 x 30,000 m³/day, Intake from subsoil water of Tana Plain) 3) Construction of a WTP at Laniera from the Ikopa River (Production: 30,000 m³/day) 4) Urgent Measures: Replacement existing pumps and connections, Installation of water meters and flowmeters 5) Replacement of Conduit: 17 km 6) Construction of Primary Pipelines (22 km) and Secondary Pipelines (354 km) 7) Remote Management System	This project is in the stage of the detailed design study which will determine the concrete contents of the project. Expected period of facility construction is for three to four years from 2021.
Water Supply Master Plan Formulation Project in Antananarivo Agglomeration	1) Social / Water Demand Survey 2) Existing Facility Survey 3) Water Supply Operation Study 4) Water Use Survey (Potable, Irrigation and Industrial Water) 5) Water Resources Development Plan (Surface Water in Ikopa sub-watershed) 6) Water Resources Development Plan (Surface Water in Mangoro, Tsiribihina and Betsiboka watersheds) 7) Water Resources Development Plan (Groundwater) 8) Outline Design and Cost Estimation (New Facility Construction) 9) Outline Design and Cost Estimation (Rehabilitation of Existing Facility) 10) Construction Plan 11) Water Supply Operation Plan 12) Social Environment Assessment	The objective of this project is to update the water supply master plan in order to fulfil the water demand in Antananarivo Agglomeration in 2033. Especially for grasp of the water resources development potential in order to select water source to be developed is a quite important issue for the water supply in Antananarivo Agglomeration.
Construction of New Retention Dam at Andavadaboara	Construction of a multi-purpose dam of which capacity is 53 million m³ at Andavadaboara, which is located between Mandroseza and Tsiazonpaliny. With this dam, the storage capacity against probable water shortage is expected to be reinforced.	Antananarivo Agglomeration experienced serious water shortage during the dry season in 2017. In order to reduce the water outage in such occasions in the future, this project is being planned by JIRAMA.
Construction of Water Aqueduct, Treatment and Transmission Facilities Using Water Source from the Onive River in Tsinjoarivo (Ambatolampy District)	1) Construction of intake and aqueduct facilities which intake 310,000 m³/day of water at Tsinjoarivo in Ambatolampy District, and an aqueduct to the water treatment plant in Bongatsara Commune in Antananarivo Agglomeration with 86 km of 1,600 mm aqueduct pipeline, 2) Construction of water treatment plant in Bongatasara Commune with treatment capacity of 310,000 m³/day, and 3) Construction of transmission facilities to provide treated water to each of seven new water supply areas proposed by TaToM, including an initial transmission pump station at the water treatment plant, a loop transmission pipeline to deliver treated water to each of water supply areas and seven transmission pump stations for each of seven water supply areas.	

出典：TaToM. 2019.

また、TaToM は、都市の衛生改善及び洪水リスクの軽減のため、下水・排水に係るプロジェクトの検討も行っており、以下の 3 つの優先プロジェクトを挙げている。

表 3-109　アンタナナリボ都市圏下水・排水分野優先プロジェクト

Item		2019-2023	2024-2028	2019-2033
1)	Implementation of the programmes and projects proposed by PIAA			
(1-1)	Implementation of the high-priority programmes identified by PIAA	―		
(1-2)	Construction of large scale facilities		―	―
2)	Integration of drainage countermeasures into each individual development project			
(2-1)	Establishment of new frameworks and rules to develop new areas	―		
(2-2)	Construction of "compensatory" retention countermeasures integrated into individual development project		―	―
(2-3)	Promotion and installation of compensatory water retention infrastructures in the existing urbanised areas	―	―	
3)	Planning and Implementation of comprehensive countermeasures enabling the improvement of Water Environment			
(3-1)	Establishment of new frameworks and rules	―		
(3-2)	Implementation of countermeasures to improve Water Environment		―	―

出典：TaToM. 2019.

TaToM では都市圏内のゾーニングも計画しており、これらに沿った上下水道インフラの整備を進める中で、災害リスクの精査を行い、適切な施設の設計と浸水防御機構の設置、体制の構築をすることで、上下水道の防災主流化を進めることが望ましい。

(5)　通信

1)　関係機関・法制度の概要

マダガスカルの通信セクターを管轄するのは、Ministère des Postes, des Télécommunications et du Développement Numérique（郵政・デジタル開発省）配下の ARTEC(Autorité de Régulation des Technologies de Communication)である。ARTEC は有線・無線を含む通信事業者に対してライセンスを付与し、規制遵守を担保する。ARTEC は、同国の無線業界の周波数帯域を管理するだけでなく、通信を強化する新技術の開発を推進している。ARTEC のホームページ[71]によれば、同国の通信セクターは以下の法律群によって規制されている。

[71] http://www.artec.mg/texte.php?id=1

- LAW NO. 2016-031（法律第 2016-031 号）Law amending Article 20 of the Law on Combating Cybercrime（サイバー犯罪対策法第 20 条を改正する法律）
- LAW NO. 2014-038（法律第 2014-038 号）Law on the Protection of Personal Data promulgated on 9 January 2015(2015 年 1 月 9 日に公布された個人データ保護法)
- LAW NO. 2014-006（法律第 2014-006 号）Law on combating cybercrime n° 2014-006 of 19 June 2014（2014 年 6 月 19 日付サイバー犯罪対策に関する法律第 2014-006 号）
- LAW NO. 2005-023（法律第 2005-023 号）Act of 17 October 2005 on the recasting of Law 96-034 of 27 January 1997 on institutional reform of telecommunications（ICT/ 電気通信及び ICT の制度改革に関する 1997 年 1 月 27 日付法律第 96-034 号の改定に関する 2005 年 10 月 17 日付法律）

このうち、重要な法律は LAW NO. 2005-023（法律第 2005-023 号）である。同法は 2014 年になってようやく施行され、この法律によりマダガスカルの電気通信市場は完全に自由化された。通信事業者が当局に支払うライセンス更新費用は以前の 615,400 ユーロから 500 万ユーロ（635 万 US ドル）に値上げされ、市場への新規参入者は、最低 4,000 万ユーロのライセンス取得費用を支払うことになった。同法はまた、コストと環境への影響を削減するために、通信インフラ、すなわち無線基地局（BTS）の共有を義務付けた。このような改革により、通信事業を規制する当局の予算が確保され、既述の ARTEC もこの法律に基づいて Office Malgache des Etudes et de Regulations（OMERT）の代わりに設立された。

ARTEC は独立性を保ちながら事業者に対して公正な規制を施行している。一方で、政治的な影響が全くないとは言い切れない。政府は歳入増を図ることを目的に 2016 年 1 月、通信サービスに対する課税率を 7%から 10%に引き上げた。また、以前はモバイルサービスだけが課税対象だったのが、固定電話、インターネット、SMS、データ転送も課税対象に含まれることとなった。マダガスカルの所得水準は低いため、事業者はサービスの価格を手頃なレベルに維持する必要がある。そのため事業者は増税分を消費者価格に転嫁することができず、増税によって事業者の収益が圧迫される事態を招いている。その結果、事業者の投資拡大を阻害するという悪影響をもたらしている。

ARTEC の役割は以下の通りである。

- 事業者にライセンスを付与し、規格を作成し、申告書を受け取り、通信端末の承認を行う。
- 通信等の活動が行われる法的・経済的な枠組みの設定・完了・修正を目的とする提案を調査・作成し、政府に提出する。この権限の範囲内において、法令案と大臣命令・省令を作成し監督省に提出する。
- 周波数管理やその他の規制及びその関連事項、電気通信、情報技術、通信の開発と標準化を扱う国際会議で電気通信・ICT 担当大臣の代理人となる。

- 電気通信、無線通信、暗号化、IP アドレス指定、各種電子サービス・規格の一致の調査と改善を目的とする国内団体・外国団体などの活動に参画し、政府レベルの意思決定に情報を提供できる世界の技術的進歩や優良実施例について政府と国民に報告し助言を行う。
- 国家の具体的ニーズを考慮し、ユーザーによる周波数帯域の合理的な利用を保証するために、無線周波数管理を行うと同時に、民間通信への周波数の割り当てを非差別的な扱いとし、競合企業間で透明性を確保し、特定の事業者がこれらのリソースの利用において特権を得たり、独占する目的で未使用のライセンスを保持したりすることを防止する。
- 技術革新の実証実験を奨励し、方針と国家政策の妥当性について結論を導き出す。
- 特定の事業者によって特権的に利用されないように、競合企業間で差別的でなく透明な扱いを確保しながら、電話番号計画を策定し、事業者に番号を割り当てる。
- 規格その他確立されたルールの実行を確保する、または勧告と正式な通知を事業者に送付して、対応する義務の尊重を確保する。
- 放送を含む電気通信・無線通信分野で施行されている技術的な規制への遵守を確保する。
- 電気通信・ICT サービスの個人ユーザー、法人ユーザー、グループユーザー、世帯ユーザー、及び電子政府のユーザーとしての消費者と市民の利益を守る。
- 政令で定められている手順に従って、事業者間の紛争を仲裁する。規制当局の決定により関係者は管轄裁判所に紛争を提訴できる。規制当局は、ユーザーから苦情を受けて最長 2 カ月以内に該当ユーザーに指示を出し、必要に応じて、施行規則によって、過失責任のある事業者に規定された罰則を科す。
- 不正競争の可能性に関する事業者からの正式な苦情を受け取った後、調査を行う。
- 規制当局の決定に関する調査を行う。
- 事業者間の競争について公正性を確保し、特に、優位性の濫用、競争を阻む価格設定、2 社以上の事業者間の契約など市場機能を制限する作用がある契約を防止・修正する。
- IP アドレス指定、暗号化、ドメイン名、知的所有権または工業所有権に関連する権利、個人の権利など、電気通信と ICT 及び電子ガバナンスに関わる各種ドメイン間の調和を確保する。
- 管轄省庁が要求するタスクやミッションを遂行する。
- 事業者間の財政・管理・技術的な相互接続条件が、サービスの提供に対する障害にならないように監督する。
- 個人使用向け地上局を管理し、そのような地上局に対する変更を許可する。
- コンピュータの介在によって行われる通信（mediated communications）を担当する規制機関がライセンスを付与する前に、設備の適合性を管理し、専門的な意見を示す。
- 航空機上局や船上局を含む民営ラジオ放送局への周波数を管理する（周波数割り当て）。

- ネットワーク運営会社の周波数帯域とサイト間リンクサービスを管理し、ネットワークと加入者間の接続ライセンスの一部を管理する。

2) 関連計画・開発現況等の概要

マダガスカルでは、ブロードバンド・インターネット接続の拡大が遅れており、インターネットにアクセスできるのは全住民の約 10%に留まる。

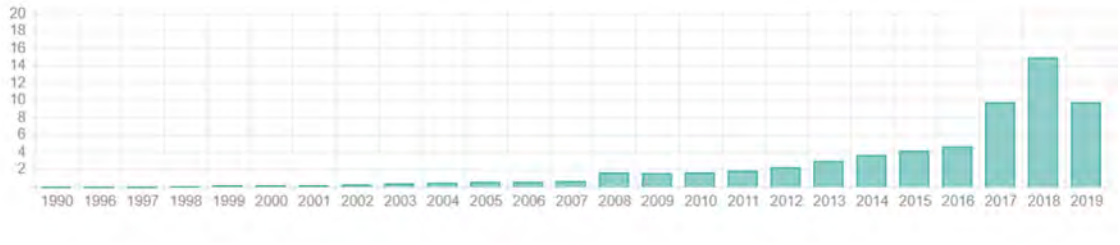


図 3-139 インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)

出典：WorldData.info[72]

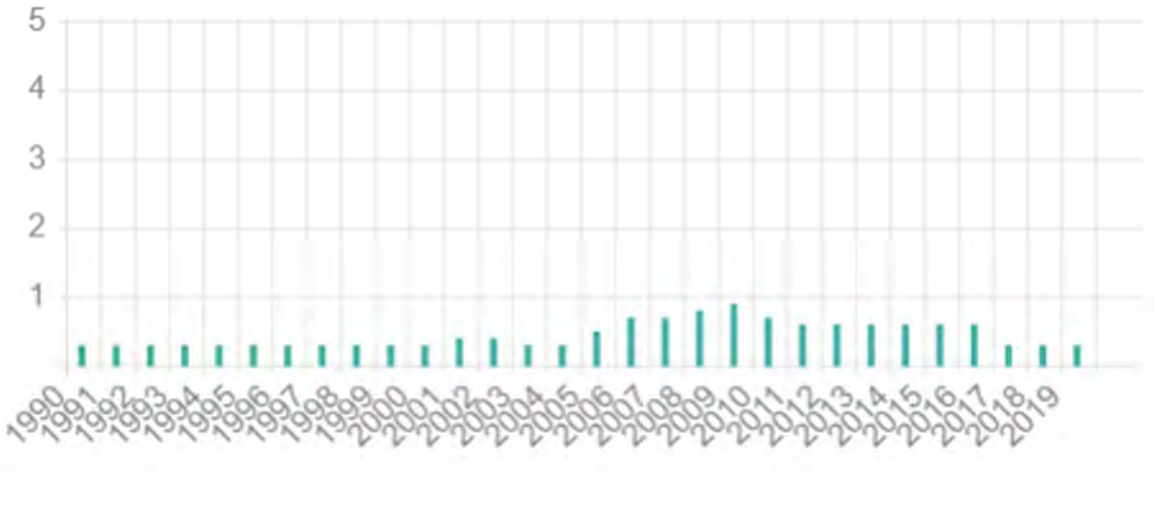


図 3-140 固定回線加入者人口比率

出典： WorldData.info

[72] www.worlddata.info/africa/

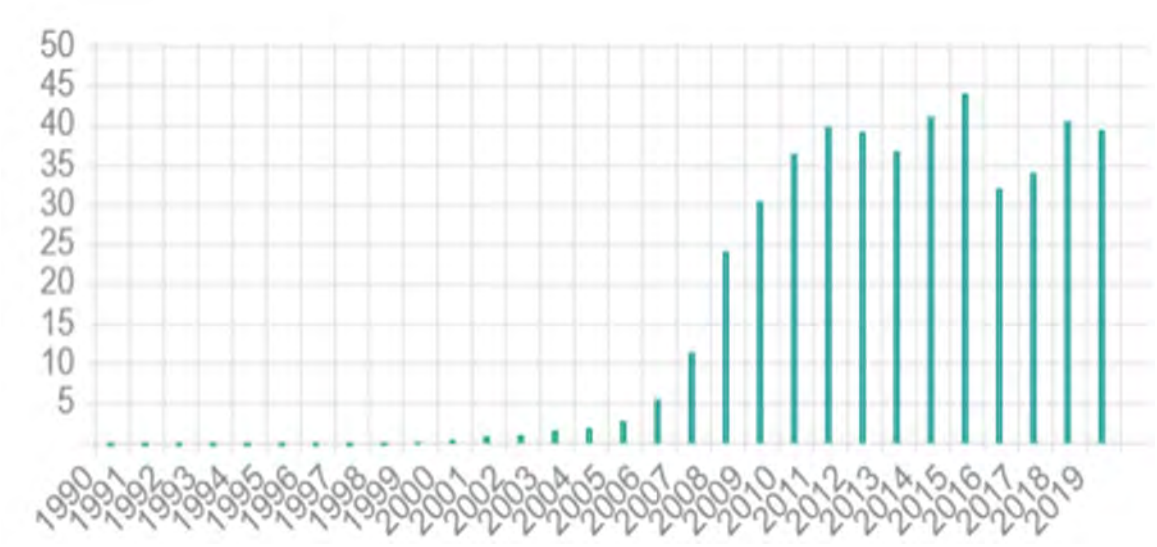


図 3-141　モバイル回線加入者人口比

出典： WorldData.info

表 3-110　マダガスカルの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年[73]）

指標	マダガスカル	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	0.3	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	34.1	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	13.0	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	64.0	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	25.0	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	9.8	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	7.1	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	8.2	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	8.9	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	0.1	0.6	13.6

出典：ITU

マダガスカルは 2010 年に、最初の国際海底光ファイバーケーブルである EASSy に接続された。10,000km 以上の長さを持つこのケーブルは 9 カ国に陸揚げされており、マダガスカルも世界の海洋ケーブルネットワークに接続された。2017 年からは Lion ケーブルを運用し、万全の冗長性を確保している。その後も 2019 年には METISS でモーリシャスに接続された。METISS は全長 3,500Km、75 百万 US ドルの民間投資資金を使用して構築された。これらの国際海底ケーブル網との接続により、Cable.com の調査によれば、マダガスカルは 2018 年にアフリカでブロードバンド速度が 1 位の国になった。しかし、固定ブロードバンド・インターネット・サービスのコストはアフリカ他国よりも高く、普及率も同業他

[73] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

社を大きく下回っており、いまだにモバイルネットワークに接続していない人口がかなりの割合を占めている。

マダガスカルのモバイルオペレーターは、フランス系の Orange Madagascar（オレンジマダガスカル）、インド系の AirTel Madagascar、そして政府系の Telma の 3 社であったが、2016 年に 4 番目のモバイルオペレーターとしてクウェート系の Gulfsat Madagascar が参入し、独自の携帯電話ネットワークを構築し、2020 年半ばに独自のファイバーネットワークを構築するライセンスを取得し、長年 Telma が独占していた光バックボーンネットワークの独占が終了した。

<table>
<tr><td>International connectivity</td><td>Core network</td><td>Middle mile</td><td colspan="3">Access network</td></tr>
<tr><td></td><td>National backbone</td><td>Backhaul</td><td colspan="3">Last mile</td></tr>
<tr><td rowspan="6">EASSy: Telma
LION: Orange</td><td colspan="2" rowspan="6">Fiber optic: Telma
Copper lines: Telma</td><td colspan="3">Fixed services:
Fixed wireline (ADSL and fiber): Telma
Fixed wireless (WiMAX, WiFi): Telma, Gulfast (Blueline), other ISPs
Mobile services: Market shares as at 2019</td></tr>
<tr><td></td><td>Share of 3G</td><td>Share of 4G</td></tr>
<tr><td>Airtel</td><td>16.9%</td><td>5.7%</td></tr>
<tr><td>Orange</td><td>19.6%</td><td>5.4%</td></tr>
<tr><td>Telma</td><td>63.5%</td><td>12.2%</td></tr>
<tr><td>Gulfsat (Blueline)</td><td>-</td><td>76.7%</td></tr>
</table>

図 3-142　マダガスカルの通信オペレーターと市場シェア[74]

出典：WB

[74] https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32794/Madagascar-Country-Economic-Memorandum-Scaling-Success-Building-a-Resilient-Economy.pdf



図 3-143　マダガスカルに接続する海底光ケーブル網

出典：Telma

表 3-111　アフリカの主な海底光ケーブル陸揚局

Country	City	TEAMS	SEACOM	LION	EaSSy	SEAS	BRICS
		2009	2009	2009	2010	2012	2014*
Djibouti	Djibouti				√		
Somalia	Mogadishu				√		
Kenya	Mombasa	√	√	√	√		
Tanzania	Dar es Salaam		√		√	√	
Seychelles	Beau Vallon					√	
Comoros	Moroni		√				
Mayotte	Kaweni			√			
Mauritius	Terre Rouge			√			√
Réunion	St Paul			√			
Madagascar	Tamatave			√			
Madagascar	Toliara		√		√		
Mozambique	Maputo		√		√		
South Africa	Mtunzini		√		√		
South Africa	Melkbosstrand						√

出典： Ewan Sutherland, Undersea cables and landing stations around Africa: Policy and regulatory issues, ITS Europe 25th Regional Conference, 2014

これと並行して主要都市を結ぶ全国的なファイバーバックボーンも実装された。政府は超高速ブロードバンドへのアクセスを容易にするために、ラストマイルの光ファイバーインフラへの投資を行い、政府が株式を 19.9%保有している Telma は 2019 年までに 2 億 5000 万 US ドルを投資してバックボーンネットワークを 5,000km から 11,000km に拡張した

という。国の光ファイバー計画は 2020 年まで延長され、既存の契約者全員を光ファイバーに切り替えることを目指している。

一方、農村部でのデジタル接続については、過去にいくつかのドナーによる取り組みが行われた。例えば WB の支援により、2007 年から 2015 年にかけて、農村部を中心とした 3 つの地域で通信インフラプロジェクトが実施され、約 68 本の通信塔が設置され、660 以上の農村部の通信インフラは大幅に改善したが、その他の農村部では未だデジタル化が遅れている。このような背景を受けて、国連の組織である ESCAP(Economic and Social Commission for Asia and Pacific)では、2019 年からマダガスカル国内の 2 つの回廊（国内で最も通信インフラ整備が遅れている地域）沿いに国内の大手通信サービス会社が敷設した大容量の光ファイバーケーブルが敷設されていることに着目し、既存のブロードバンド接続インフラやサービスを活用してラストマイルの光ファイバー展開を完了させて対象となる農村部での革新的なデジタルソリューションの導入を支援することを提案している。$



図 3-144　マダガスカル国内の光ケーブル網 [75]

出典：ESCAP

[75] https://www.unescap.org/sites/default/files/Rural%20Digital%20Connectivity%2C%20Deployment%20of%20Fiber%20Optic-International%20Experience%2C%20The%20Case%20of%20Madagascar%2C%20ESCAP.pdf

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

マダガスカルでは既述の通り、国の通信網は国際海底光ケーブル及びそれに接続された国内光バックボーンネットワークに大きく依存している。このため、トリアナ、トマシアナ、タオラグナロ（Taolagnaro）にある国際海底光ケーブルの陸揚局は同国にとって極めて重要である。災害によって被災した場合には国全体のインターネット接続が不可能となるリスクがある。例えば台湾では、2006 年恒春地震でケーブル陸揚局が被災し、海底ケーブルが破断し、復旧に 49 日要した。特にトアマシナでは、サイクロン襲来時等に内水氾濫・高潮が発生し、浸水被害も頻繁に発生しており、国際海底光ケーブル陸揚局も浸水や強風による損壊のリスクがあると推定される。ただし、現地視察ができなかったため、陸揚局の正確な位置は把握できておらず、現段階ではリスクの正確な評価は困難である。

また、国内光ケーブル網は主に国道に沿って敷設されているが、運輸交通セクターで記載した通り、多くの国道、特に国道 2 号と 7 号は道路状況に課題があり、土砂災害に対しても脆弱な状況にある。道路インフラと同様、それと並行して敷設されている国内光ケーブル網の強靭化・土砂災害対策などが重要と考えられる。

4) 防災施策の検討

マダガスカル政府は、地方と都市のデジタルデバイドを緩和するため、既述のように国連組織である ESCAP と協力してマダガスカル国内の 2 つの回廊沿いの農村部のデジタル化を進めている（具体的な地域は下図を参照）。しかし、このプロジェクトでは災害へのリスクは特に見込まれていない。モザンビークでサイクロン・イダイ及びケネス被災後に強風による鉄塔の倒壊や洪水による光ケーブル網の切断により通信ネットワークが長期間遮断された反省を踏まえて、鉄塔の耐風強度の見直しや光ケーブル網のバックアップ経路の確保などを検討し、ESCAP に対して提言することが有効であると考えられる。

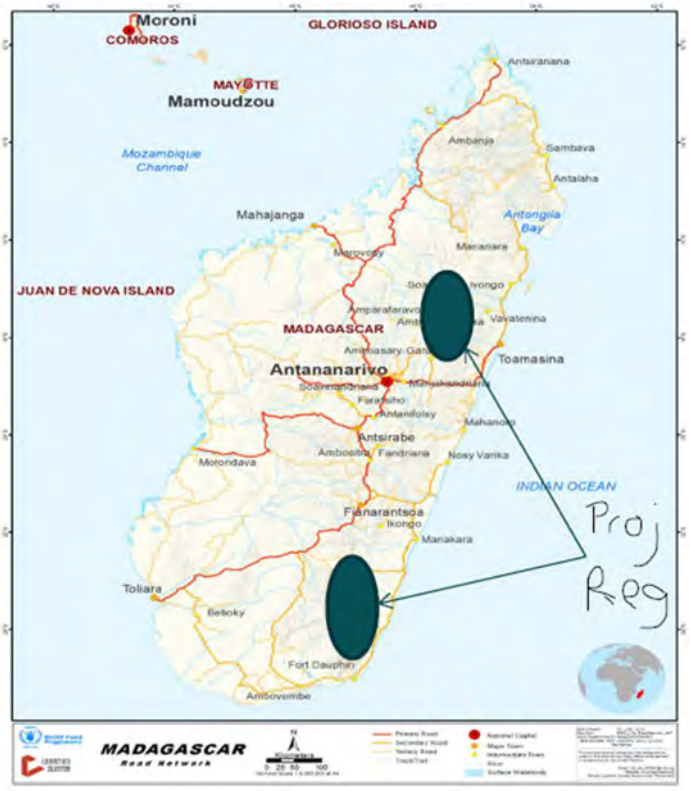


図 3-145　ESCAP による回廊沿い通信インフラ改善プロジェクト対象地域

出典：ESCAP

また、後述の通り、同国の気象レーダーは老朽化しており、運輸・気象庁気象総局（DGM、Direction Générale de Météorologie）からレーダー設備の更新の要請があるが、観測地点からの通信が携帯電話回線や VHF 帯の低速な無線通信回線に限られるため、気象レーダーの更新に併せて通信ネットワークも整備することが、同国の災害リスクの低減に役立つと考えられる。具体的には、マイクロ波の専用無線回線の構築が望ましい。

(6)　教育

1)　関係機関・法制度の概要

現在、国家教育省（MEN, Le Ministère de l'Education Nationale）は、基礎教育（初等教育と前期中等教育）、後期中等教育、就学前教育、識字及びノンフォーマル教育を管轄している。なお、高等教育は高等教育・科学技術省（MESupReS, Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique）、技術教育・職業訓練は雇用・技術教育・職業訓練省（MEETFP, Ministère de l'Emploi, de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle）がそれぞれを管轄している。

地方レベルに関しては、中央の教育省（MEN)、県教育局（DREN, Direction Regionale de l'Education Nationale)、郡レベルの学区事務所（CISCO, Circomscription Scolaire)、コミューンレベルの地区担当（ZAP, Zone Administrative et Pédagogique）により組織される。

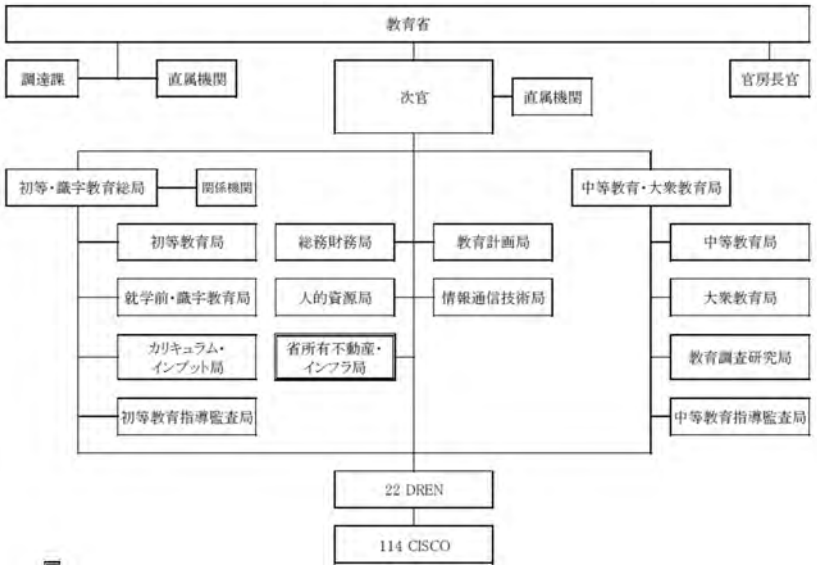


図 3-146　教育関連組織の体制

出典： JICA,マダガスカル共和国第四次小学校建設計画準備調査報告書, 2015

学区事務所（CISCO）の組織図に、基礎教育を管理・運営するために必要な部署が全てあるように、学校ごとの教員ポスト数の明確化、教員募集・採用、現職教員研修と指導は、このレベルに権限がある。但し、県教育局（DREN）を介して事前の承認を得ること、後述する年間計画(PTA)により予算を確保することが前提となる。一方、教室建設に関しては、地元企業の活用によるコスト縮減が期待できることから、管財課にインフラ・土地係のポストが設置され、技術面をサポートする調達代行機関（MOD）を利用した分散化が試行されているが、未だ、教育省が直接実施する傾向が強い。

マダガスカルでは、自然災害などが教育に与える影響を重要視し、全ての生徒が質の高い教育を受ける権利を実現し、安全な学習環境を保護されることを目標とする戦略として、SECTOR RESPONSE PLAN 2020-2021 を策定している。内容は災害予防、災害時対応、そして復興支援の 3 部構成になっており、コンティンジェンシープラン策定の推進やセクター関係者、教師、学生及びコミュニティメンバーなどの連携を強化し、一体的に災害時対応を効率的に進めること、学校への復帰支援なども含んだ内容となっている。

教育支出は、1990 年代以降、GDP 比 1.8%から 3.6%と政情と経済の影響を受けた浮き沈みが大きい。2009 年の政変後も 3%を割り込んだ。特に、海外援助に大きく依存する投資費の落ち込みが大きかった。政府歳出に対しては、近年、18%程度で安定している。サ

ブセクター別の支出では、初等教育が過半の 55%程度、次いで前期中等教育と高等教育が共に 16%前後を占めている。

表 3-112　サブセクター別の教育経常費（億 MGA：2011 年価値）

年	就学前・識字教育	初等教育	前期中等教育	後期中等教育	技術教育・職業訓練	高等教育・科学技術	経常費合計
2004	10.4	2,197.7	641.0	301.2	199.5	573.5	3,923.3
	0.3%	56.0%	16.3%	7.7%	5.1%	14.6%	100.0%
2005	11.2	2,458.8	785.3	384.8	185.7	635.6	4,461.3
	0.3%	55.1%	17.6%	8.6%	4.2%	14.2%	100.0%
2006	10.2	2,234.5	680.3	317.5	148.3	812.3	4,203.2
	0.2%	53.2%	16.2%	7.6%	3.5%	19.3%	100.0%
2007	10.7	2,533.8	805.1	367.0	162.5	804.1	4,683.2
	0.2%	54.1%	17.2%	7.8%	3.5%	17.2%	100.0%
2008	18.8	55.1%	941.8	385.8	173.9	839.3	5,258.9
	0.4%	2,899.3	17.9%	7.3%	3.3%	16.0%	100.0%
2009	17.7	56.0%	888.3	369.2	137.2	818.9	5,071.1
	0.3%	2,839.9	17.5%	7.3%	2.7%	16.1%	100.0%
2010	14.6	53.8%	830.7	355.9	168.3	898.6	4,696.0
	0.3%	2,527.8	17.7%	7.6%	3.6%	17.0%	100.0%
2011	19.2	55.3%	928.3	368.6	175.6	763.0	5,049.4
	0.4%	2,794.8	18.4%	7.3%	3.5%	15.1%	100.0%

出典：　MEN (2012). Plan intérimaire pour l'éducation 2013-2015 (PIE 2013-2015)

出典：　JICA,アフリカ地域基礎教育セクター情報収集・確認調査
マダガスカル国別基礎教育セクター分析報告書，2015

マダガスカルにおける教育関係の法規は文献調査では判明しなかった。対して、建築に関する基準法はその存在が確認されており、構造強度の検証方法（コンクリート構造限界設計基準（BAEL91, Béton Armé aux états Limites）、耐震構造基準（Règles Parasismiques)、雪荷重・風荷重構造設計基準（Règles Neige et Vent）などを含んでいる。しかし、現状の建設技術や需要に見合った更新がされておらず、しばしばフランス共同体としてフランス国の現行建築基準法が用いられているようである。更新・改善が進まない中、度重なるサイクロン被害を踏まえ、サイクロン対策に特化した建築基準が 2010 年に策定されており、学校や病院等、災害時に避難所や災害拠点などの重要な機能を果たす施設はこれに準ずることとしている。

2)　関連計画・開発現況等の概要

マダガスカルはアフリカ大陸の東海岸側に位置する島であり、毎年複数のサイクロンの軌道上に位置することが多い。このため、主に屋根や窓の破損など、サイクロンによる強風被害が絶えない[76]。2003 年以降に導入されたサイクロン対策基準により、教育施設の被

[76] 3.2.1(1)節のハザードマップによれば、マダガスカルの北東側の地域（アンタナナリボ、トアマシナ、アンツィラナナなど）では広範囲で風速 25m/秒以上の強風リスクが高いとされ、洪水は河川氾濫による

災は減少しつつあるが、既存教育施設のうちどの程度がサイクロン対策基準に則った改修・建設がされてきたかは不明である。

2009 年の政変以前は、教育分野のドナーは、教育省のイニシアチブの下、EFA 計画の活動マトリックスを分担して支援していた。合同レビューが年 2 回、1 週間にわたって開催され、円滑に援助協調が行われていた。政変以降は、未承認の政権へ支援ができない事態が発生したことに加え、教育省から有能な人材が流出した。ドナーは、UNICEF や WB が創設した実施管理機関である UAT を使って直接、学区事務所（CISCO）を介し支援対象へアプローチしていた。2014 年 1 月の新政権成立に伴い、徐々に回復しているものの、以前のレベルまでは戻っていない。教育分野へは、UNICEF、WB、EU、フランス（AFD）、ノルウェー、、AfDB、世界食糧計画等が支援に関与している。

サイクロン対策基準では、サイクロンリスクを考慮した 4 種類の区域それぞれに対し、建築的サイクロン対策規則を定めている。これまでに International Development Fund IV （FID IV)による支援で 2,041 もの教育施設がサイクロン対策基準に則る形で新設もしくは既存改修されており、また、UNICEF により、災害時の教育の在り方や学生及びコミュニティに対する防災教育など、ソフト面からの防災対策も実施されている。

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

マダガスカルでは、2017 年のサイクロン・エナオ（Enawo）被災時に 6,100 以上の教室が被災（うち 2,300 以上の教室が完全崩壊）[77]、2022 年サイクロン・バチライ（Batsirai）により 211 校もの学校が被災[78]したとされ、サイクロン・エナオ被災後には教育施設の緊急支援として国際資金援助”Educaion Cannot Wait”が設立され、約 18 億 US ドルもの支援が実施された。2010 年策定のサイクロン対策基準自体は JICA 現地事務所へのヒアリングより、サイクロンに対して十分な強度を保証するものであると想定されるが、これがどこまで普及しているのかが不透明である。施設建築・改修に伴う管理体制や現地の既存施設への適用にあたっての難易度など本調査では確認できなかった要因が考えられる。

4） 防災施策の検討

教育施設においては、教育施設に特化した設計基準等は確認されず、建築物一般に対し、サイクロン対策基準が敷かれていることが確認できた。しかし、これらがどこまで既存施設・新築施設に採用されているか、また、サイクロン被災時に避難所等の用途としての利用を想定したものとなっているか等、不確定な点がまだ多い。

また、マダガスカル政府としては災害対策の施された強靭な学校を少数建設するよりも、

懸念に留まるものであった。

[77] https://reliefweb.int/report/madagascar/building-back-better

[78] https://reliefweb.int/disaster/tc-2022-000160-mdg

安価な学校をより多く整備したいという意向が確認されている（JICA 現地事務所ヒアリング）ことから、現地の学校に適した強靭化を図ることが望ましい。よって、サイクロン対策基準やその他関連法規と現地の既存校舎との兼ね合いに関するガイドラインの策定が防災施策案として考えられる。

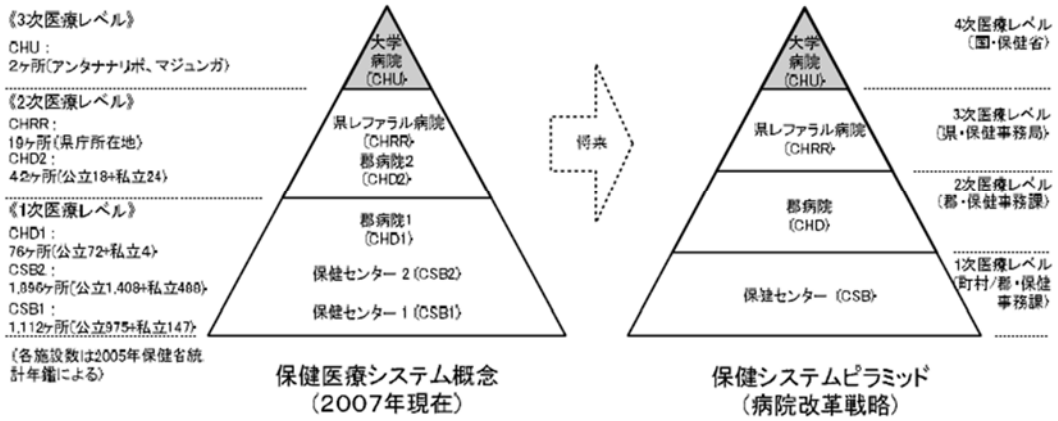
(7) 医療

1) 関係機関・法制度の概要

マダガスカルでは医療分野を担う公衆衛生省は国家必須サービス委員会（Essential Services Commission）の傘下にある。公衆衛生省では各地域レベルで災害・疫病対策組織を設立しており、中央レベルでは疫病・災害緊急対策サービス（Service des Urgences et de Réponses aux Epidémies et Catastrophes, SURECA）が管轄し、地域や地区における医薬品や資材の事前配置を行い、リスク・災害管理に関する研修を実施し、現場での介入を通じて被災地を支援する。郡レベルでは地域公衆衛生理事会（DRSP）及び公衆衛生が移動式の災害監視・対応ユニットとセクションを持ち、その作業ツールとして ORSEC プラン（Organisation of Relief）を活用している。また、コミューンレベルでは基礎保健センターが危機対応を担当し、災害対応戦略をコミュニティに周知し参加を促す役割を担っている。

マダガスカルの保険医療サービスは、2007 年に策定された「病院改革の基本戦略」（Reforme Hospitaliere les Axes Strategiques）に基づき、4 次の医療レベルにより構成される保健システムを有する。各レベルの概要は下表の通りである。

表 3-113　マダガスカルのレベル別医療システム



レベル	概要
保健センター（CSB: Centre de Sante de Base)	各町村（Commune）単位で設置される第一次医療施設。CSB1 は看護師・助産師により運営され、CSB2 には医師が配置される。主な対応は、応急処置・初期治療、妊婦検診、正常分娩介助及び予防活動（破傷風、マラリア、性病・エイズ、栄養補給など）に限定。
郡病院（CHD: Centre de Hospitalier de District)	各郡単位で設置される第二次医療施設。手術室を備え、基礎外科手術、正常分娩、産婦人科的緊急医療、外的妊娠中絶、第三次医療施設への照会等を実施する。
県レファラル病院（CHRR: Centre de Hospitalier de Reference Regional)	複数の専門診療科と専門医を備える第三次医療施設。2008 年現在で 19 の施設が属し、病院施設の実態としては郡病院レベルに留まっており、施設・要員の拡充が急務となっている。第三次医療施設として高度医療を実施できるレベルに向上することが病院革命戦略に掲げられている。
大学病院（CHU: Centre de Hospitalier Universitaire)	2008 年時点で首都アンタナナリボとマジュンガの２カ所に設置され、トアマシナとフィアナランツアにも新設される予定。複数の専門診療科と専門医を備え、専門医療施設として重症度の高い患者の診療にあたる第四次医療施設。地域のレファラル病院としても機能し、医師や補助診療系の医療従事者の養成も行う。

図 3-147　マダガスカルのレファラルシステム

出典：JICA, マダガスカル共和国アンタナナリボ診療補助士育成学校拡張・機材整備計画基本設計調査報告書, 2008

住民が最初にコンタクトする第一次医療施設（CSB1 と CSB2）の割合は、疾病一般では 50.7%、妊産婦出産前の診療については全国で 70.6%（農村地域で 75.8%）を占める。対して、医療従事者数については、国民 1,000 人当たりの医療従事者数が目安の 2.5 人を大幅に下回り、医師においては僅か 0.29 人と絶対的な医療従事者の不足が課題となっている。また、マダガスカルにおける医療従事者は 22 県全体を通して都市域に偏在する傾向が顕著であり、アンタナナリボ州だけで全国の 36%を占める。医療有資格者が適切に配置され

る施設は50%以下と報告され、要員不足に加えて非効率な配置に直面している。[79]

既存保険医療施設数（2005年）は次表の通りで、2008年時点で新たにCSBが2,383施設整備されたことが分かっている。保健省はCSB1をCSB2に、CHD1をCHD2に引き上げる再編強化計画を進めている。国家保健政策ならびに有線的な保険セクターのプログラムでは、基礎保健サービスの拡充を図ることに重点が置かれ、以下が掲げられている。

- 国民 10,000 人当り一つのCSB2 となるように、当面は525 のCSB1 をCSB2 のランクに引き上げる。
- 公共部門 72 のCHD1 をCHD2 に引き上げることを検討する。
- 15 のCHRR の3 次レファラル病院としての施設・要員の拡充を行う。
- 2 大学病院（トアマシナ、フィアナランツア）の建設を行う。

表 3-114　マダガスカルの医療施設数

年	CSB1		CSB2		CHD1		CHD2		CHRR		CHU		HMP		合計
	公立	私立	公立	私立	公立	私立	公立	私立	公立	私立	公立	私立	公立	私立	
2016	965	102	1,695	452	54	4	33	67	16	32	20	40	8	16	3,416
2015	965	102	1,695	452	54	4	33	67	16	32	20	40	8	16	3,416
2014	952	120	1,634	500	55	1	32	69	16	-	20	-	8	-	3,407
2013	956	120	1,632	493	56	4	31	65	16	-	20	-	8	-	3,401
2010	906	131	1,640	542	60	3	27	48	-	-	3	-	-	-	3,360

※下線の数値は合計に加算されていないもの（理由は不明）

出典：マダガスカル国保健省保健省統計年鑑（2016, 2015, 2014, 2013, 2010）※インターネット上に公開されているもののみ

マダガスカル政府は2003年7月にMDGsを達成するために貧困削減戦略書（PRSP）を公表し、2004年11月には大統領の国家ビジョン「マダガスカル・ナチュレルモン」(Madagascar Naturellement）を最上位開発理念として公表した。2006年11月には、中長期開発戦略として「マダガスカル国家行動計画2007-2012」(Plan d’Action Madagascar, MAP）を策定しており、下表のような目標を挙げている。

[79] 保健分野人的資源開発計画PDRH 2007 年8 月の最終報告書

表 3-115　MAP2007-2021 13 大目標

指標	2005年	2012年
1．国連人間開発指標（順位）	177ヶ国中146位	100位
2．貧困率	85.1%（2003年）	50%
3．合計特殊出生率	5.4%	3～4%
4．平均寿命	55.5歳	58～61歳
5．識字率	63%	80%
6．中等学校（中学校・高等学校）を修了した児童の割合	中学校：19% 高等学校：7%	中学校：56% 高等学校：40%
7．経済成長率	4.6%	8～10%
8．GDP（US$）	50億US$	120億US$
9．一人当たりGDP（US$）	309US$	476US$
10．海外直接投資（FDI）	8,400万US$	5億US$
11．世銀ビジネス環境ランキング	131位	80位
12．汚職認識指標（CPI）	2.8	5.2
13．土地所有権を持つ世帯の割合	10%	75%

出典：マダガスカル・アクションプラン（MAP2007-2012）

出典：JICA_医療特別機材供与「母と子どものための健康対策」機材計画調査報告書 2008

「5.保健、家族計画及び HIV/AIDS 対策」の項目では 8 つの小課題を挙げている：①質の高い保健サービスを全ての国民に提供する ②主要感染症の根絶 ③HIV/AIDS 対策を成功させる ④家族計画にかかる効果的な戦略を実施する ⑤乳幼児及び若年死亡率を低下させる ⑥妊産婦及び新生児死亡率を低下させる ⑦栄養摂取及び食品の安全事情を改善する ⑧安全な飲料水を供給し、保健衛生の習慣を普及させる。

保健セクターにおいては、「保健セクター開発計画」（PDSS, Plan de Developpement du Secteur Sante, 2007-2011, 2015-2019, 2020-2024）が策定されており、最新の PDSS2020-2024 では、①健康増進（災害時を含む救急体制の整備）、②1 次医療サービスへのアクセス向上、③コミュニティの健康増進のための介入強化、④物資の管理向上、⑤人材の最適配置、⑥利用者の経済支援のための財源管理向上、⑦保健プログラムの向上、⑧保健管理システム・研究・モニタリング・評価の強化を戦略的な軸として挙げており、災害時等の緊急事態に対応する必要性が認識された内容となっている。

また、医療サービス及び医療施設に関連する法規として、下記のものがある。

表 3-116　医療サービス及び医療施設に関連する法規

法規番号	タイトル（仏）	タイトル（日本語訳）
Decret n° 1963 -192	Fixant Le Code De L'urbanisme Et De L'habitat	都市及び住宅の基準に関する改正
Decret n° 2003-1162	Organisant la Médecine d'Entreprise	薬品会社管理法令
Loi n° 1994-027	Portant code d'hygiène, de sécurité et d'environnement du travail	労働衛生安全環境法
Decret n° 1999-130	Portant organisation et fonctionnement du Comité technique consultatif en matière de santé, d'hygiène, de sécurité et de l'environnement du travail	健康、衛生、安全及び労働環境に関する技術諮問委員会の組織及び機能について
Decret n° 2005-215	Portant organisation et fonctionnement de l'Autorité de Régulation des Marchés Publics	公共調達監督局の組織と機能について

出典：JICA 調査団作成

2)　関連計画・開発現況等の概要

マダガスカルでは、国際協力体制として Loi n° 2008-017 にて、マダガスカルと国際開発協会間で締結された第五次貧困削減支援貸付け（CARP5）の資金調達に関する融資契約の批准があり、積極的に海外支援を受け入れる体制をとっている。下表のドナーによる保健医療分野の援助内容を見ると、医療サービスの上位計画や保健医療サービス体制・施設の整備は進められているようである。

表 3-117　他ドナーによる保健医療分野援助の概要

ドナー名	援助概要
世界銀行	保健医療セクターについては「保健分野支援プロジェクト」(2000-2006 年)により、「マ」国政府が策定・実施する上位計画に対する支援を実施。実施額約 44.38 百万ドル。また、栄養改善、性感染症対策、HIV/AIDS 対策等の個別分野についても援助を実施中。
WHO	保健医療体制及びサービスの改善、感染症対策の促進、小児・思春期保健の強化等の個別課題に対して幅広い取り組みを展開中。
UNFPA	「第 5 次支援計画」(2005-2009 年)に基づき、ﾘﾌﾟﾛﾀﾞｸﾃｨﾌﾞﾍﾙｽ分野における啓発活動の促進、地域におけるサービス体制の強化、伝統的助産婦との協調推進等を展開中。
フランス	仏外務省開発技術協力局(CF)及びｱﾙｻﾞｽ州開発協力地域機構(IRCOD)がマジュンガ州の保健医療サービス体制の整備・改善に係る援助を展開中 我が国技術協力プロジェクト「マジュンガ大学病院センター総合改善計画」(1999-2003 年)は CF、IRCOD との協調実施。
独国技術協力公社(GTZ)	「マジュンガ州医療向上計画」(1996-2001 年)により 1 次、2 次レベル保健医療機関の整備等を実施済み。実施額は約 1.13 百万ドル
米国	米国国債開発庁(USAID)は母子保健、栄養改善、HIV/AIDS 対策等を重点分野として NGO を介して地域レベルの取り組みを展開中。
アフリカ開発銀行(AfDB)	CHUA に血液センターの建設を計画中。当初、本計画予定地において建設する予定であったが、CHUA 敷地内の別の敷地を利用する。 建設地:本 IFIRPA プロジェクトサイトの北西側に計画 施設規模:RC 造 2 階建、延べ面積約 1,000 ㎡, 建設スケジュール:着工は 2008 年 10 月予定で 18 ヶ月程度の工期である。
国際原子力機関(IAEA)	同機関が掲げる癌治療アクションプログラムの一環として、CHUA 内に癌センターを設立する計画を策定し、関係機関との調整中。
ｸﾘｽﾄｯﾌﾙ・ﾌﾟﾗｲﾝﾄﾞﾐｯｼｮﾝ	CHUA 内に眼科センターを設立する計画を策定し、 BfDB による輸血センター裏部分で施設整備を実施中となっている。

出典：JICA，マダガスカル共和国アンタナナリボ診療補助士育成学校拡張・機材整備計画基本設計調査報告書，2008

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

マダガスカル国での国際支援は医療制度やサービス向上に関する政策が中心であり、施設整備に関してはサイクロン対策基準の他に施設強化を目的とした法規は確認されていない。サイクロン・エナオ被災時には、8 棟の病院が被災し、保健所（CSB）は 104 箇所に被害が出た（うち 16 箇所は全壊)。医療施設において、サイクロン対策基準が医療施設にどこまで普及しているのか、普及していない場合その原因は何なのか、また災害時の医療サービスの機能維持を想定した基準となっているのかなどの詳細な情報の把握には至っていない。

4)　防災施策の検討

災害時に防災拠点となることが期待される医療施設について、自然災害に対する強度的な対策（サイクロン対策基準）が施されているか、防災拠点としての十分な規模を有し、

被災後の時々刻々と変化する多様なニーズに対応できる仕様となっているかなど、多様な側面からの確認・整備が必要になり、また既存施設にどこまで普及可能かを検討する必要があると想定される。よって、災害時の機能維持が重要な医療施設が既存の設計規則に則ることを推進するため、既存施設への対応等を含めたガイドラインの策定の必要性があると判断し、防災施策の提案リストに加えるものとする。

(8) 農業

1) 関係機関・法制度の概要

a) 農業・畜産省 Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, MAE

2019 年に新政権下で改組され、発足した農業畜産水産省（MAEP）は、農業・畜産の変革ビジョンを通じて農村世界の経済成長を加速させることを目的としている。MAE 傘下には、農村地域の拡大と新たな農業地帯の推進、農業機械化、投資家や民間企業との提携による設備の近代化、灌漑の開発などの戦略の実施を担当している農村工学局（La Direction du Génie Rural, DGR)、生産者組織の構造化と専門化及びアグロビジネス開発の基盤強化を支援する生産者組織・アグロビジネス支援局（La Direction d'appui à l'Organisation des Producteurs et à l'Agro-business, DOPAB)、農業・畜産水省が設定した基準や目的に沿って、各地域の特性を考慮しながら政策を地域レベルで実施する農畜産物地域局（Les Directions Régionales de l'Agriculture et de l'Elevage, DRAE）が存在している。

b)　農業・畜産省関連機関

農業・畜産省には以下の機関が付属している。

表 3-118　農業・畜産省に付属する関係機関

関係機関	概要
国立農村開発応用研究センター Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural (FOFIFA)	農村開発のための国の研究政策を実施し、以下に関する全ての研究活動を定義、指導、促進、調整している。i) 農業生産：コメなどの食用作物、伝統的輸出作物、非伝統的作物（果物、野菜等)、ii) 林業及び天然資源管理、iii)動物生産、養魚及び動物衛生、iv) 保存及びポストハーベスト処理、v) 農村開発に応用される経済学及び社会科学。
国立水・衛生・農村工学センター Centre National de l'Eau, de l'Assainissement et du Génie Rural (CNEAGR)	i) 水・衛生・農村工学の分野における調査・研究、ディプロマ取得につながる初期及び継続的なトレーニング、ii) 水・衛生・農村工学に関連する業務を遂行できる技術幹部の育成、iii) 調査・研究結果の普及と価値化、iv) 水・衛生・農村工学に関連する建設・開発・復旧プロジェクトに必要な作業・管理・監視・フォローアップの実施、v) セミナー・ワークショップの開催をしている。
農業開発基金 Fonds de Développement Agricole (FDA)	生産者が生産量を増やし、生産性を向上させ、収入を得られるようにするために、生産者の農業サービスへのアクセスを促進することを目的とした資金を受け取り、管理している。
灌漑ネットワーク改修基金 Fonds de Remise en Etat des Réseaux Hydro-Agricoles (FRERHA)	譲渡不可能な商品やインフラの復旧、維持管理、保全、取り締まりのための資金を確保するために設立された。各地域の FRERHA は、全ての灌漑ネットワークの洪水被害、サイクロン被害、自然災害の際に必要な修理に貢献している。

出典：JICA 調査団作成

c)　水利連合 Water Users' Federation (WUF)/ 水利組合 Water Users' Association (WUA)

WUF 及び WUA の維持管理の分担について以下に示す。

表 3-119　WUF 及び WUA の役割

Organizations	Responsible Activities
Water Users' Federation (WUF)	Main gate and facility operation Main canal maintenance Instruction to members and WUA
Water Users' Association (WUA)	Primary canal maintenance Secondary canal maintenance Water fee collection from members
DRAE	Technical advice and instruction to WUF/WUA

出典：マダガスカル共和国農業セクター基礎情報収集・確認調査　調査報告書, 2014

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 関連計画

(i) 農業・畜産・水産セクタープログラム国家農業投資計画 Programme sectoriel agriculture, élevage, pêche Plan national d'investissement agricole (PSAEP/PNIAEP) 2016-2020

本計画では、「2025 年のマダガスカルが、競争力のある持続可能な農業生産に基づき、家族経営の農場と近代化された加工ユニットを統合し、食料安全保障を確保し、輸出市場を制覇する」ことをビジョンに掲げている。i) 合理的で持続可能な生産地の開拓と資源の利用、ii) 継続的な生産性の向上及び競争力のある生産システムの推進、iii) 食料・栄養安全保障への貢献と社会的弱者のリスク軽減、iv) 国内市場へのアクセスの改善と輸出の再配置、v) 機関のガバナンスの改善及び関係者の能力強化の 5 つの主要な運用プログラムに基づいて行われる。これらのプログラムは、農業、栄養、食料安全保障に影響を与える災害や危機に直面した際にレジリエンスを高め、栄養強化を支援し、リスクを軽減することに貢献する。

(ii) 流域管理・灌漑国家プログラム Programme national bassins versants périmètres irrigués (PN-BVPI)

MAP の開発戦略を踏まえて、全国の既存水田約 100 万 ha を対象にした灌漑整備事業及び灌漑地区上流域の植生回復・植林による持続的水源涵養事業を一体的に実施する PN-BVPI が 2006 年に策定された。マダガスカルは、このプログラムに従い、国際機関等の支援を得ながら、2012 年までに 28 万 ha の灌漑整備を行い、コメの生産基盤を強化する方針を示した。アロチャ湖南西部地域の PC23 灌漑地区への援助要請は、この方針に基づいていた。

(iii) マダガスカル共和国の全国的に決定された貢献 Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN) de la République de Madagascar 2015

マダガスカル国が GHG 排出量削減目標を達成するため、農業分野では集約型／改良型稲作システムの大規模な普及、保全農業及び気候変動に対応した農業全般の大規模な推進、樹木栽培の普及（2018 年より年間 5,000ha）が対策として提案されている。

また、気候変動対策として耐性農業モデル（流域管理、適応品種の使用、地元産の堆肥による発酵、灌漑インフラの修復、投入物へのアクセスの円滑化、保全農業、農林業等）または「気候スマート農業」の適用の枠組みにおけるパイロット・イニシアチブの開発、主要な農業地域、換金作物地域、広大な畜産地域、優

先漁業地域、マングローブ、干ばつの影響を受けやすい地域における統合弾力性農業モデルの大規模な適用が挙げられている。

(iv) 国家米開発戦略 Stratégie Nationale de développement Rizicole, SNDR

国家米開発戦略(SNDR)は、米開発政策(Politique de Développement Rizicole, PDR) の運用の一環として採用された。その目的は、食料安全保障、コメセクターの関係者の収入向上、経済成長に貢献することである。具体的には、コメセクターのガバナンスを強化し、関係者の専門を深めること、2020 年までにコメ生産量を倍増させること、国内の供給チャネルを構築すること、地域及び国際市場で相当なシェアを獲得することを目指している。これらの目標を達成するため、この戦略は i) コメの研究の強化、ii) 農業生産の強化、iii) インフラの整備、iv)市場と供給の組織化、v) コメセクターのガバナンスの改善、以上 5 つの戦略軸に基づいている。

b) 開発の現況

(i) わが国の開発協力方針

農業分野、特にコメ生産を中心に、灌漑施設等の農業インフラ整備や技術協力により、農業生産性の向上及びバリューチェーン構築に向けた支援を実施する。また、食料安全保障と栄養の改善を促進するため、コメ生産性向上と併せてマルチセクターによる栄養改善の取組みを実施する。

近年のわが国の本案件に関連する農業分野における主な支援活動を以下に整理する。他にも、上記に示す方針に沿った技術協力や、SHEP 及び食料安全保障のための個別研修を実施している。

表 3-120　わが国の支援実績

プロジェクト名	プロジェクト概要	期間
種子生産圃場及び施設整備計画（協力準備調査）	種子生産に関わる施設・機材を整備し、認証種子生産に関わる機関の機能強化を図ることで、コメ増産に必要な認証種子の生産量増大を目指し、コメの自給率達成等の国家戦略の実現に貢献するものである。は無償資金協力の活用を前提としている。	2021 年～2022 年
アロチャ湖南西地域灌漑施設改修計画（無償協力）	コメの主要な産地であるアロチャ湖南西及びその上流域において、灌漑施設を改修する。上流域で行われる森林伐採や焼畑が原因で、河川や灌漑水路に土砂が堆積し、灌漑用水の供給に支障を来しているが。これにより、対象地域に安定した灌漑用水の供給を図り、同地区のコメの生産量拡大に寄与する。	2017 年～2024 年

出典：JICA 調査団作成

(ii)　関係ドナー及び民間による支援実績・動向

近年の関係ドナーによる支援実績や動向について以下に整理する。WB の Country Partnership Framework (CPF) 2017-2021 によると、農業分野では、気候変動に配慮した農業生産を促進し、水文サービス（河川の流れの安定化、土砂の減少等）を支援し、森林破壊を減少することを目的として統合的な「ランドスケープ」プログラムが推進されている。このプログラムを通じて選定されたランドスケープにおいて灌漑インフラ整備を行う。

表 3-121　関係ドナーによる支援実績

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Agriculture Rural Growth and Land Management Project / WB	.プロジェクト対象地域の農業バリューチェーンの中で、対象となる農家の土地所有権の保証と市場へのアクセスを改善し、適格な危機や緊急事態に即時かつ効果的に対応することを目的として、以下 5 つのコンポーネントに従って支援する。i）農業ビジネス・バリューチェーンの開発、ii）土地政策と土地権利の登録に対する支援、iii）マーケティング・インフラの整備と維持の支援、iv）プロジェクトの管理・調整、v）緊急対応。	2016 年～2022 年 53.27 百万 US ドル
AF Social Safety Net Drought Response / WB	マダガスカルの社会的セーフティネットプロジェクト（SSNP）の目的は、極貧世帯のセーフティネットサービスへのアクセス向上及び社会保護システムの基盤整備において、政府を支援することである。この AF は、現金給付とコミュニティ栄養サービスを通じて既存の SSNP を拡大し、エルニーニョによって悪化したマダガスカル南部の深刻な干ばつに苦しむ最貧困層の緊急ニーズに対応する。	2016 年～ 35.00 百万 US ドル
Sustainable Landscape Management Project / WB	改善された灌漑サービスと農業投入物へのアクセスを向上させ、選定されたランドスケープにおいて地元関係者による自然資源の統合管理を強化し、適格な危機や緊急事態に迅速かつ効果的に対応する。	2017 年～2023 年 107.06 百万 US ドル ※2021 年に 40.00 百万 US ドル追加融資

出典：JICA 調査団作成

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

近年の災害による農業分野の被害は以下のとおりである。

表 3-122 農業セクターの被災実績（サイクロン）

年月	被害地域	概要
2012 年 2 月 Cyclone Giovanna	特に被害が大きい県 Alaotra-Mangoro, Atsinanana	被害農地（全体）：12,500 ha
2008 年 1-3 月 Cyclone Fame, Ivan and Jokwe	17 県（Analanjirofo, Atsinanana, Vatovavy Fitovinany, Atsimo Atsinanana, Sofia, Betsiboka, Analamanga, Amoron'i Mania Haute Matsiatra, Bongolava, Ihorombe, Alaotra Mangoro, Diana, Boeni, Melaky, Menabe, Atsimo Andrefana）	被害農作物：籾で 80,000 トン、コメで 52,000 トン 農業セクター被害額：6.34 百万 US ドル （そのうち灌漑インフラ 5.6 百万 US ドル） 農業セクター損失額：88.4 百万 US ドル 農業セクターの復旧に必要な金額：6.3 百万 US ドル

出典：JICA 調査団作成

日本政府は、コメの生産性向上による生産量増加を目指し、種子生産及び灌漑施設の改修、整備に対して支援を行っている。一方で、WB は灌漑施設の整備に加えて、上流域からの森林の荒廃に起因する土砂流入を防ぎ、天然資源を保全するための流域管理も行っている。河川及び水路への土砂の流入は、通水面積を低下させ、洪水が発生する原因にもなる。

4) 防災施策の検討

現地調査が叶わなかったため具体的な提案は難しい。今後の防災施策については、マダガスカル農業・畜産省及びアロチャ湖周辺において灌漑・流域管理プロジェクトを実施した WB へのインタビューを通じて、現在の灌漑整備に関する課題、必要な対策や支援ニーズを確認した上で、灌漑施設管理における能力強化支援や流域管理を含めた灌漑開発等の対策を検討することが望ましい。

(9)　河川管理・海岸管理

1)　関係機関・法制度の概要

河川管理・海岸管理の関係機関・法制度等について 2021 年 9 月時点で把握している内容は、以下のとおりである。

表 3-123　河川防災分野に係る関係機関一覧

機関略称	英語名称／フランス語名称	日本語名称
ANDEA	Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement	国家水衛生機構
BNGRC	Bureau National de Gestion des Risques et des Catastrophes	国家防災事務所
BVPI	Bassins Versants et Périmètres Irrigués	国家灌漑・流域管理プログラム
CCGRC	Comité Communal de GRC	コミューン防災事務所
CLGRC	Comité Local de GRC	フクタン防災事務所
CNGRC	Conseil National de Gestion des Risques et Catastrophes	国家防災評議会
CPGU	Cellule de Prévention et de Gestion des Urgences	予防・応急対策ユニット
CRGRC	Comité Régional de GRC	県防災事務所
CRIC	Comité de Réflexion des Intervenants en Catastrophes	災害におけるステークホルダー検討委員会
DGM	Direction Générale de Météorologie	運輸・気象庁気象総局
GTCC	Groupe Thématique Changement Climatique	気候変動課題グループ
MTP	Ministère des Travaux Publics	公共事業省
PNGRC	Politique Nationale sur la Gestion des Risques et des Catastrophes	国家防災政策
PNLCC	Politique Nationale de Lutte Contre le Changement Climatique	気候変動対策国家政策
SABVRGF	Service de l'Aménagement des Bassins Versants, de la Reforestation et de la Gestion des Feux	流域管理・植林・山火事対策課
SNGRC	National Strategy for Disaster Management	国家防災戦略

出典：JICA 調査団作成

2)　関連計画・開発現況等の概要

他ドナー等による河川防災分野の支援状況について、「マダガスカル国生物多様性保全・気候変動対策・防災分野基礎情報収集・確認調査報告書、pp.119～130、2012 年」によると、防災に係る事業の多くは災害発生後の緊急物資・食料支援であり、主要ドナー・NGO はサイクロンや洪水の被害に遭った地域に対してこれらの支援を実施している。

都市域での排水に関する活動としては、AFD が PIAA プロジェクト、WB が PRODUIR プロ

ジェクトでアンタナナリボの洪水対策を実施しており、公共事業省傘下でアンタナナリボ都市圏の洪水対策を所管する APIPA（The Antananarivo Plain Flood Protection Authority）やアンタナナリボ市が連携して事業を実施している。アンタナナリボ都市圏以外の地域の洪水対策を所管する機関について確認を行ったが、国レベルの組織としては存在を確認できなかった。公共事業省のホームページによると、APIPA が地方公共事業局と連携して洪水対策を実施する旨が記載されているが実状は確認できていない。

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a） 河川分野に係るマダガスカルの概況

河川や沿岸の防災分野に係る気象や地形などの概況を以下に示す。

気候区分上は全域が熱帯気候に属するが、南東からの貿易風の影響を受け、沿岸地域は熱帯気候、中央高地と呼ばれる高原地帯（標高 1,000～1,300m）は温帯気候、南部は乾燥気候である。年間の気候は大きく乾期（冬）と雨期（夏）に分かれ、年間降雨量は 300～3,500mm と地域による差が著しい。また、西部及び中央高地では年間降雨量の 90～95%が 10 月から 4 月の間に集中しており、季節による差も大きい[80]。

下図と下表に、インターネット上で入手できる 4 観測所（トラナロ（Tolanaro）、アンタナナリボ、マジュンガ、トアマシナ）の平均月雨量図を示す。参考となる東京の平均月雨量と平均年総雨量も併せて示す。これら資料により以下のことが分かる。

- 平均月雨量をみると、乾期（5 月から 9 月）と雨期（10 月から 4 月）に大きく分かれているが、北東に位置するトアマシナは乾期においても各月とも 100mm/月以上の雨量がある。
- 平均年総雨量をみると、首都アンタナナリボと北西部に位置するマジュンガは 1,400mm/年程度と東京より 150～200mm/年程度少ない。南東に位置するトラナロは東京と同程度の平均年総雨量である。一方、トアマシナは 3,000mm/年程度の雨量であり東京の 2 倍程度に相当する。
- 同国はサイクロンによる降雨も多いため、平均年総雨量が日本と同程度の流域については日本の比流量図を活用して計画規模流量を推定することが可能であると考えられる。

[80] マダガスカル国生物多様性保全・気候変動対策・防災分野基礎情報収集・確認調査報告書、JICA、2012 年

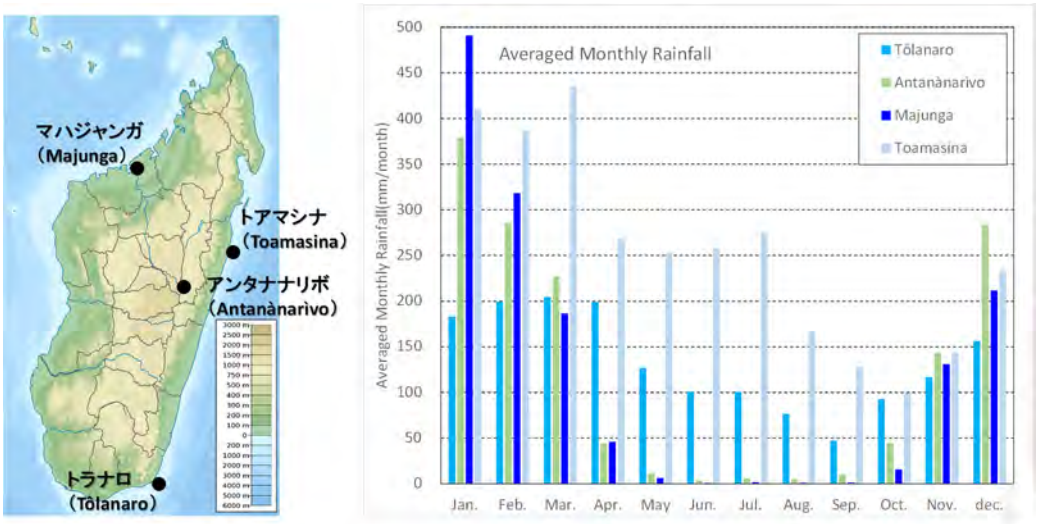


図 3-148　マダガスカルの平均月雨量

出典：気象庁ホームページ[81]

表 3-124　マダガスカルの平均月雨量と平均年総雨量

月	トラナロ	アンタナナリボ	マジュンガ	トアマシナ	東京
1	183.2	379.4	491.0	409.9	59.7
2	199.4	286.3	318.2	386.9	56.5
3	204.5	227.5	186.5	435.9	116
4	199.1	43.9	45.9	268.5	133.7
5	126.9	11.6	6.3	252.5	139.7
6	100.9	3.8	0.6	257.6	167.8
7	100.4	5.9	1.6	275.0	156.2
8	76.5	4.9	0.9	167.1	154.7
9	47.2	9.8	1.0	128.3	224.9
10	92.6	44.7	15.5	99.0	234.8
11	116.8	143.4	131.0	143.3	96.3
12	156.3	283.2	211.7	233.6	57.9
合計	1,603.8	1,444.4	1,410.2	3,057.6	1,598.2

出典：気象庁ホームページ

下表と下図にマダガスカルの主要河川と河川位置図をそれぞれ示す。ここでの主要河川とは幹川流路延長の長さから抽出している。マダガスカル島は、南北に走る中央高原と、東側及び西側の平原の三つに地理的に分けることができる。中央高原は、2,000m 級の山々が存在し、高原で最も高いツィファジャブナは標高 2,643m である。マダガスカルの最高峰はマルムクチャ山で標高 2,876m である。

[81] https://www.data.jma.go.jp/cpd/monitor/climatview/frame.php

表 3-125　マダガスカルの主要河川の諸元一覧

No.	河川名	幹川流路延長 (km)	備考
1	マングキ (Mangoky)	564	
2	オニラヒ (Onilahy)	525	
3	ベツィブカ (Betsiboka)	525	
4	マツィアチャ (Matsiatra)	410	マングキ川の支川
5	マナンボロ (Manambolo)	370	
6	マナナンタナナ (Mananantanana)	350	マングキ川の支川
7	イフシ (Ihosy)	304	マングキ川の支川
8	イクパ (Ikopa)	300	ベツィブカ川の支川
9	ズマンド (Zomandao)	283	マングキ川の支川
10	マンジャレ (Mandrare)	270	

出典：USAID 資料 (Madagascar Water Resources Profile Overview) より
主要河川を確認、幹川流路延長は GIS を用いて JICA 調査団確認



図 3-149　マダガスカルの地形と河川位置図

出典：JICA 調査団作成

b)　既往洪水被害

既往洪水被害に係る浸水実績図などの有無をインターネット上で調査した結果、以下のことが分かった。

- マダガスカルの既往洪水における降雨分布図はEU（コペルニクス、Copernicus）やNASAが、浸水実績図はEU（コペルニクス、Copernicus）がそれぞれ公開している。浸水実績図は衛星画像からの判読結果となっている。
- インターネット調査では、浸水実績図は全ての河川流域を収集できず限定的である。また、雨量も時刻雨量や日雨量データは入手できず洪水イベントごとの総雨量コンター図のみである。
- このため、河川ごとの既往洪水の詳細を把握できる情報収集は困難であり、現地調査が必要である。

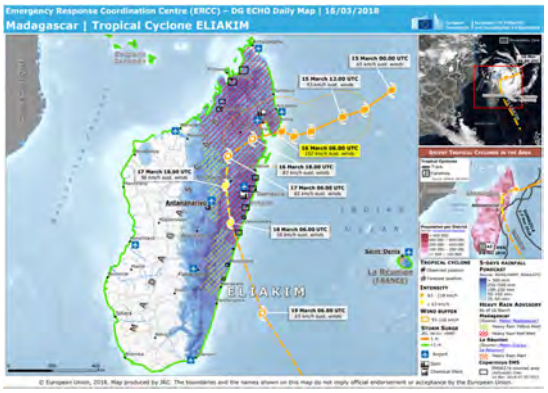
降雨分布図（2018/3/16）	浸水実績図（2017/3/10）
	

図 3-150　既往洪水の降雨分布図と浸水実績図例

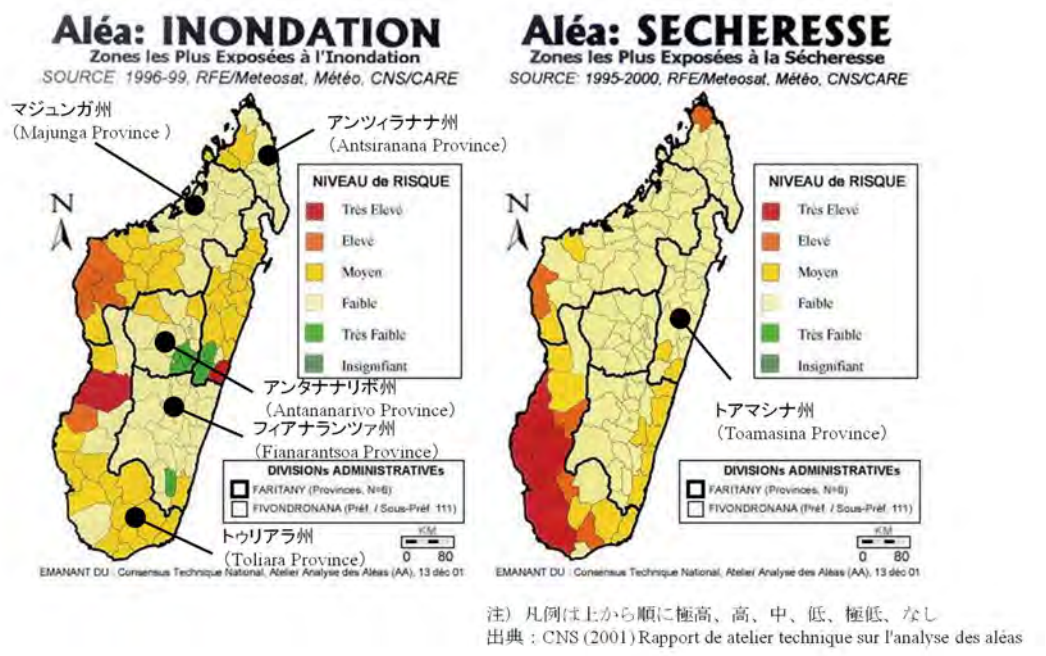
出典：Copernicus[82]

[82] https://emergency.copernicus.eu/mapping/

c)　同国のハザードマップ

洪水と旱魃（かんばつ）に係るハザードマップを**下図**に示す。これより、以下のことが分かる。

- 洪水ハザードマップは、①雨量強度（時間当たり降雨量）、②降雨の空間分布、③土壌・地盤の透水性、④土壌・地盤の性質、⑤植生状態、⑥土壌・地盤の飽和度、⑦表層地形（集水地形等）、から成る自然条件の指標を組み合わせることにより算出されている。一方で、BNGRC は洪水ハザード解析モデルを衛星画像や土壌蒸散指標を含めた新規モデルに改定したいと考えているが、これらのデータを入手することは困難であり、改定は進んでいない
- 旱魃ハザードマップは、洪水ハザードマップと同じ指標に「平年以下の年間降水量の回数と期間」の指標を加えて算出される。一方で、洪水ハザードマップと同様、BNGRC は旱魃ハザード解析モデルの改定を希望しているが、必要なデータが入手できない状況である。
- 河川流域に着目して洪水リスクをみると、西側のマナンボロ川流域やマングキ川流域のリスクが高い。



注）凡例は上から順に極高、高、中、低、極低、なし
出典：CNS (2001) Rapport de atelier technique sur l'analyse des aléas

図 3-151　洪水（左）と旱魃（右）ハザードマップ

出典：マダガスカル国生物多様性保全・気候変動対策・防災分野基礎情報収集・確認調査、p. 97、2012 年

d)　既往調査における河川防災分野の課題抽出

JICA の既往報告書[83]において防災に係る優先的ニーズの認められる課題と協力の可能性が整理されている。このうち、河川防災分野に係る優先的ニーズの認められる課題と協力の可能性は下表のとおりである。これより、以下のことが分かる。

- 同表から、2012 年時点の河川防災分野に係る優先的ニーズとして、予警報や避難活動に使用する観測機器や通信システムが最優先に挙げられている。
- その次に、ハザード解析とハザードマップの作成、リスク解析とリスクマップの作成が挙げられ、これらに基づいて防災管理の戦略を策定する支援が必要である。

[83] マダガスカル国生物多様性保全・気候変動対策・防災分野基礎情報収集・確認調査報告書、pp. 132～143、2012 年

表 3-126　既往検討における河川防災分野の課題一覧

項目	課題	課題解決策
サイクロン災害予測のための観測機器及び通信ネットワークの不備	国内に 20 地点の気象観測箇所があるものの（2012 年時点）、観測地点の気温計、降雨計など基本的な計測器がいずれも古く、データ欠損が多い、精度が低いなどの問題がある。 観測地点からの通信が携帯電話回線やラジオネットワークに限られている。 気象レーダーについても 30 年以上前に設置した古い機種であり、機能しているものの精度が低く、今後のサイクロン襲来時の的確な気象予測のために新規の機材が必要と考えられる。 予測解析モデルは、米国や EU のモデルを使用しており、高精度の予測に向けて同国オリジナルの予測モデルが必要である。	基礎的な観測機器並びに通信機器を新規整備するとともに、気象予測モデル構築に係る技術移転を実施することにより、サイクロン、更には洪水や旱魃の予測精度を向上させる。これにより、予警報や避難基準の改定を行う。
洪水・旱魃のハザードリスク解析の未更新	被害の多い洪水や旱魃に対しては、CPGU が 2003～2004 年にかけてハザードリスク解析を実施したが、作成当時は衛星画像や土壌蒸散指標データが入手できなかった。その後、データ及び解析の大幅な更新は行われていない（洪水に対し毎年リスク解析が更新されているものの、前年の気象データを反映するなどの微改定である）。 そのため、新規データを用いて洪水・旱魃のハザードリスク解析を実施し、被害を最小限にとどめる戦略を検討する必要がある。	必要となる関連データを収集したうえで、ハザード解析とハザードマップの作成、リスク解析とリスクマップの作成を実施し、これらに基づいて防災管理の戦略を策定する。
地すべり災害による国道被害	近年の気候変動による降雨量の増加、並びに森林減少及び森林火災を原因として、国道での地すべり・斜面崩壊の被害が顕著である。また、地すべりに対しては調査や対策を実施する体制・機関はなく、事前予防対策という概念がないため、毎雨期に同箇所で崩壊が発生するなど被害がある。 そのため、地すべり対策に係る調査・解析・維持管理・体制構築を実施する必要がある。なお、過去に地すべり対策に係る援助プロジェクトはない	発生する地すべりの調査・解析・モニタリングを実施し道路防災管理体制を構築する。 そのうえで通行規制や構造物対策などの戦略を検討していく。
防災管理事務所における機材不足	BNGRC のオペレーションセンターには 2 台のパソコンとラジオ無線機があるのみであり、緊急災害に対応していくためには、基本的な資機材が不足している。 現状（2012 年時点）における緊急情報の伝達には各地方に対してラジオネットワーク無線を使用するなどタイムリーな情報発信体制が構築されていない。これらの状況は、地方の防災管理事務所では更に顕著である。	基本的な解析機材、通信機材、現地調査用具、救援用機材を供与し、使用方法を技術支援する。

出典：「マダガスカル国生物多様性保全・気候変動対策・防災分野基礎情報収集・確認調査報告書、pp. 132～143、2012 年.」を JICA 調査団が整理

4) 防災施策の検討

a) レーダー雨量計・地上気象観測機器（無償案件）等の検討

河川分野のニーズ検討などの状況を踏まえて、洪水対策などの早急な案件化は難しいこともあり、本調査では今後の案件化可能性の調査として、レーダー雨量計や地上気象観測機器を含めた防災施策の検討を行った。このため、別途気象観測分野として、次節に検討結果を記載する。

(10) 気象観測

1) 背景と目的

マダガスカル国は、サイクロンの多発地域である南西インド洋に位置していることから、サイクロンによる暴風雨、高潮や洪水、地滑りといった自然災害により大きな被害を受けている。また、地球温暖化による気候変動によって世界的に災害の拡大が懸念される中、同国を含む南西インド洋地域及び東南部アフリカ地域では、サイクロンによる自然災害に対する適切な災害対策の整備が喫緊の課題となっている。

マダガスカル国が、サイクロンや気候変動による自国を含む南西インド洋での気象災害の被害の軽減に寄与するためには、以下の 2 事項を通した気象観測・通信・予警報体制の強化と、同国やモーリシャスを含む南西インド洋地域及び、サイクロン被害を受けるモザンビーク、マラウイ、ジンバブエを含む南東部アフリカ地域の連携促進が強く求められる。

① 効果的な気象観測（レーダー雨量計システムによる監視）
② 南西インド洋諸国及び南部アフリカ地域との適時・迅速な気象観測データ及び熱帯低気圧（サイクロン）情報等の交換

後述するように、既述の課題に対応するための施設建設及び機材調達・据付け等に必要となる資金と技術の不足により、同国独自による実施が困難であることから、レーダー雨量計システムや地上気象観測機器の導入を支援するとともに、気象観測及び予警報に係る能力向上を支援することが重要である。

2) オンラインによるヒアリング等調査

レーダー雨量計と地上気象観測機器の導入や気象観測及び予警報能力の向上に係る現状を把握するため、DGM とオンラインによるヒアリング等調査を実施した。

具体的なヒアリング等調査内容としては、以下の 3 事項に着目した。

① 組織体制、職員能力
② 設置箇所、設置台数

③　他ドナーの支援動向

これらの確認結果から以下のことが分かった。

- 下表にDGMの職員数を確認した。これまでJICAが支援してきたモーリシャスなどの国力（人口や名目GDP）を比較すると、国土面積からみても職員数が少ない。

表 3-127　JICAが気象関連プロジェクトを実施した各国の気象庁職員数と国力一覧

国名	機関名	職員数	人口(万人)	名目GDP(億USドル)
ミャンマー	DMH	62	5,141	約772
モーリシャス	MMS	115	127	約141
モザンビーク	INAM	360	3,036	約149
マダガスカル	DGM	89	2,769	約137

出典：人口、名目GDPは外務省ホームページの基礎データを参照。
職員数の出典：ミャンマー：ミャンマー連邦共和国気象観測装置整備計画準備調査報告書、p.2-1、2013年3月.
モーリシャス：モーリシャス共和国気象サービス計画準備調査報告書、p.2-1、2012年11月.
モザンビーク：モザンビーク共和国気象観測及び予警報能力向上プロジェクト詳細計画策定調査報告書、p.13、2014年11月.

- 職員の内訳をみると、気象学を習得している技術者が42名いるということで、DGM職員の半数は気象学を習得していることになる。
- DGMの年間予算は約760万円であり、非常に少ないことが分かる。このため、現状の予算ではレーダー雨量計だけでなく、地上気象観測機器やトレーサビリティ確立のための基準器などが購入できないことが分かる。
- 観測機器の現状として、数十年間にドナー支援により導入された気象レーダーが老朽化により使用できなくなったことから、使用できるレーダー雨量計は1台もなく、地上気象観測機器も十分に稼働していないことが分かる。地上気象観測機器については、使用が禁止されている水銀気圧計なども使われていることから早急に交換する必要がある。
- 併せて、基準器もないことからトレーサビリティが確立できていない。
- レーダー雨量計や地上気象観測機器を導入する際に必須である電源確保や通信網の整備にも課題があることが分かる。
- 一方で、他ドナーによる様々なプロジェクト支援が実施・計画されている。今後、案件化する際にはこれら他ドナーのプロジェクト内容を確認し、協力内容を精査する必要がある。

表 3-128　オンラインによるヒアリング等調査の質疑応答一覧（1/4）

No.	JICA 調査団からの質問	DGM からの回答
	組織体制、職員能力	
1	現在の組織体制は？（組織図の提供を含む）。	DGM は DEM（Direction of Operational Meteorology）と DRDH（Direction of Hydrometeorological Research and Development）から成り、DEM は SMO（Service of Operational Meteorology）、SH（Service of Hydrology）、SMIT（Service of Maintenance and Technical Installation）で構成されている。 DEM は以下の業務責任を担っている。①気象予測と水文学的予測を作成し公表すること、②水文・気象災害が発生した場合に人命と人的財産の安全のため気象と水文に関する勧告と警告を作成し公表すること、③全国の水文気象観測ネットワークの運用と維持を確保すること。
2	2022 年 1 月時点で、DGM の職員数は何人か。	89 名である。
3	そのうち、事務職員と技術職員はそれぞれどのくらいか。	それぞれ事務職員は 26 名、技術職員は 53 名である。
4	技術職員の中で、気象学を習得している職員は何人か。	42 名である。
5	No.4 を踏まえ、観測部署、観測機器の維持管理部署、気象予測部署のそれぞれに気象学を習得している職員が適切な人数で配置されているか。	そのように認識している。
6	No.4 を踏まえ、技術職員の中で、通信や（レーダー雨量計の維持管理などができる）機械の専門家は何人か。	現時点ではいない。
7	DGM の年間予算はどのくらいか。	263,900,000MGA（マダガスカル・アリアリ）である。 ※日本円換算で、約 760 万円である（1MGA=0.029 円の場合）。
8	そのうち、人件費、観測機器購入費、観測機器の維持管理費などの内訳はどのようになっているか。	それぞれ人件費は 35,000,000MGA（約 100 万円）、観測機器購入費は 2,000,000MGA（約 6 万円）、観測機器の維持管理費は 7,000,000MGA（約 20 万円）である。 一方で、No.7 との整合が取れていないので、今後きちんと確認が必要である。
9	今後、DGM の予算を増額していく予定はあるか。	ある。ただし、それは政府の決定に依存する。
10	今後、DGM の職員数を増やしていく予定はあるか。	ある。ただし、それは政府からの予算に依存する。

出典：JICA 調査団作成

表 3-129　オンラインによるヒアリング等調査の質疑応答一覧（2/4）

No.	JICA 調査団からの質問	DGM からの回答
	レーダー雨量計	
11	2022 年 1 月時点で、マダガスカルには何台のレーダー雨量計があるか。	3 台ある。
12	No.11 で回答されたレーダー雨量計の現状（使用中、故障中など）はどうか。	3 台全てが 1989 年から故障している。
13	今後、レーダー雨量計を設置する際、どこに、何台必要だと考えているか。	西海岸に位置するムルンダヴァ、北東海岸に位置するアンタラハ（Antalaha）、首都であるアンタナナリボ、南東海岸に位置するファラファンガナ（Farafangana）の 4 箇所に必要だと考えている。
14	今後、レーダー雨量計を設置する際、どのような種類のレーダー雨量計が必要だと考えているか（S バンド、X バンド等）。	熱帯地域により適しているレーダー雨量計だという認識から、主に X バンド多機能レーダーが必要だと考えている。
15	レーダー雨量計を設置する場合、安定的な電源の確保が必須であるが、これは問題ないか。	電源が安定しておらず、大規模なメンテナンスが必要だと考えている。この問題は Medair プロジェクトで解決する予定である。
	地上気象観測機器	
16	地上気象観測所はマダガスカル全国で何箇所あるか。	2022 年 1 月時点で 69 観測所ある。
17	そのうち、有人観測所（マニュアル観測所）と無人観測所（AWS）がそれぞれ何箇所あるか。	このうち、22 観測所は手動観測所であり、47 箇所は自動観測所（AWS、Automatic Weather System）、残りは気象観測に用いている。
18	Synop 観測所は何箇所あるか。また、そのうち有人観測所（マニュアル観測所）は何箇所か。	Synop 観測所は 34 観測所あるが、その殆どの観測所が機能していない。
19	地上気象観測機器のうち、水銀気圧計を使っている有人観測所（マニュアル観測所）は何箇所か。	22 の全手動観測所で水銀気圧計を使用している。
20	有人観測所（マニュアル観測所）の観測機器が故障している観測所は何箇所か。	15 観測所で観測機器が故障している。

出典：JICA 調査団作成

表 3-130　オンラインによるヒアリング等調査の質疑応答一覧（3/4）

No.	JICA 調査団からの質問	DGM からの回答
	地上気象観測機器	
21	有人観測所（マニュアル観測所）を無人観測所（AWS）にしていく際、安定的な電源の確保が必須であるが、これは問題ないか。	安定的な電源の確保ができていないため、常に問題である。
22	有人観測所（マニュアル観測所）を無人観測所（AWS）にしていく際、通信網の整備が必須であるが、これは問題ないか。	この課題に対して、DGM は現在 CLIMSOT を使用したデータ伝送及び通信ネットワークのために PRADA 及び TAHMO プロジェクトと連携している。
23	地上気象観測機器のトレーサビリティは確立されているのか。	全くトレーサビリティを確立できていない。 DGM としては、現在、既存観測所の他に 97 観測所が必要であると考えている。
24	マダガスカルには、トラベリング準器や検定作業用準器などの基準器があるか。	ない。WMO の基準に準じた基準器が必要である。
25	基準器が足りていない場合、2022 年 1 月時点で、どの基準器が何台あるのか。	基準器はない。
26	地上気象観測機器の維持管理は常にされているか。	維持管理はできていない。
	他ドナーの支援動向	
27	2022 年 1 月時点で、JICA 以外の他ドナーによる DGM への支援状況は？（進行中のプロジェクトがあるか、新規で予定しているプロジェクトがあるか等）。	以下のプロジェクトが計画されている。 PACARC（UNDP、GEF）プロジェクト PRADA と PRCCC（BMZ/GIZ）プロジェクト HYDROMET プロジェクト SADC/SARCIS プロジェクト WMO CREWS プロジェクト WFP /FBF プロジェクト AD2M プロジェクト WHH と IOC（AFD/GCF）プロジェクト
28	DGM は JICA にどのような支援を望んでいるか。	以下の支援を望んでいる。 ・レーダー雨量計保守における気象レーダーネットワークと関連スタッフのトレーニング ・レーダー雨量計の基本的なスペアパーツの支援

出典：JICA 調査団作成

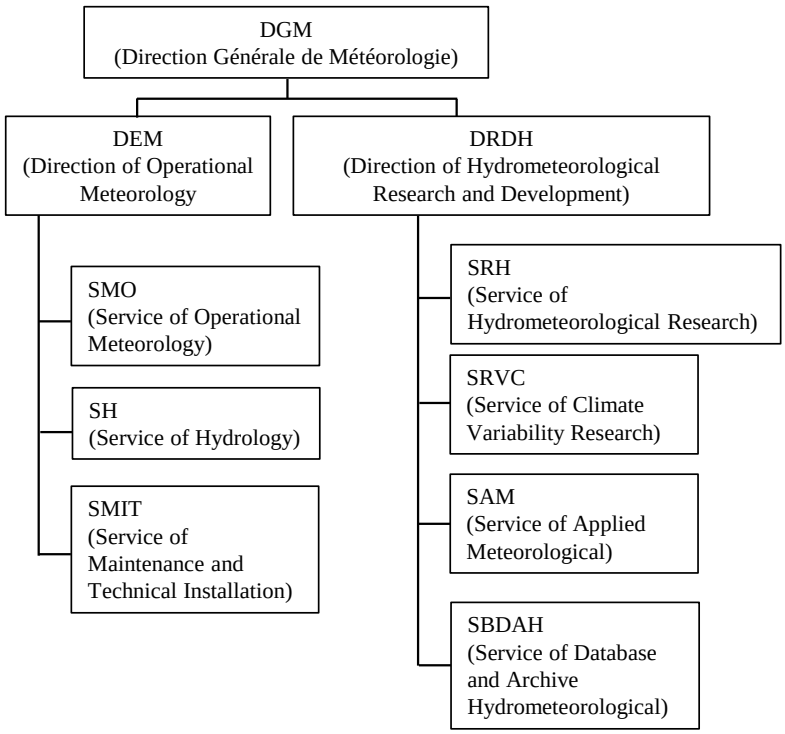


図 3-152　運輸・気象庁気象総局（DGM）の組織図

出典：運輸・気象庁気象総局（DGM）（2021/10/29）資料に加筆

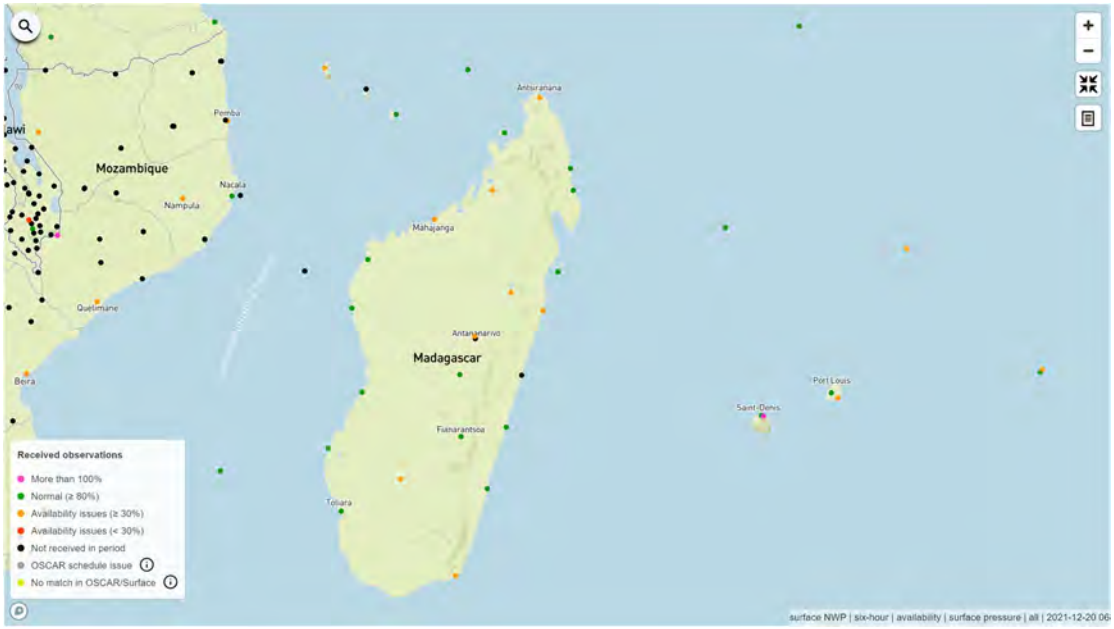


図 3-153　DGM の稼働している Synop 観測所（17 箇所）位置図

出典：WMO

ドナー支援の動向について下表に整理した。実施概要の欄にはDGMへの支援内容を抜粋して記載した。気象観測機器（一般的な降雨量や風速の自動測量機器）や気象センターの導入支援に加えて、気象予測や予測を活用した早期警報システムの整備に向けた能力強化が中心であり、レーダー雨量計の導入に係る支援計画は把握できていない。

表 3-131　DGMへの各ドナーによる支援内容

プロジェクト名	ドナー	期間	予算	実施概要
PACARC (Improving Adaptation and Resilience Capacities in the face of Climate Change in Rural Communities)プロジェクト	UNDP/ GEF	2016 -2019	39.5 千USドル	11施設での気象観測観測機器の提供を含む農村部での対応能力向上を支援。
PRCCC (Program for Strengthening the Conditions and Capacities for Sustainable Adaptation to Climate Change)プロジェクト	GIZ/ BMZ	2016- 2020	8,000 千ユーロ	気候変動適応計画に関わる支援や4地域で気象観測所の修繕を支援。
PRADA (Adaptation of agricultural value chains to climate change)プロジェクト	GIZ/ BMZ	2017- 2022	-	農業セクターの適応策検討に関わるデータ収集能力の向上を支援。
HYDROMETプロジェクト	GCF	2020- 2024	71,386 千USドル	気象観測網の整備と早期警報システムの整備、WMO基準に従った観測機器の更新を支援。
SARCIS (Southern African Climate Information Services for Disaster Resilience Development) プロジェクト	SADC/ AfDB	2017- 2019	3,436 千ユーロ	早期警報のための機材供与と能力向上、気象観測機器の導入を支援。
CREWS (Climate Risk & Early Warning System)プロジェクト	WMO/WB/ UNDRR	2020-	なし	インド洋委員会主導での地域間連携推進を実施。（マダガスカルは域内協力国）
FBF(Forecast-based Financing) プロジェクト	WFP	期間 なし	不明	季節予報の実施方法と食糧危機に関連する早期警報の能力強化を実施。
AD2M(Support Development in the Menabe and Melaky Regions) プロジェクト	IFAD	2015- 2023	40,400 千USドル	小規模農家での適応策を支援。(DGMは気候予測関連で関与していると想定されるが詳細は未確認)

出典：各プロジェクトウェブサイトよりJICA調査団作成

3)　防災協力施策の提案

上記1)**背景と目的**と2)**オンラインによるヒアリング調査**を踏まえ、レーダー雨量計・地上気象観測機器（無償案件）等に係る以下の2つの防災協力施策を提案する。レーダー雨量計の導入自体で30億円を超えるため2回に分けるなどの対応が必要である。

表 3-132　防災協力施策の概要一覧

案件名	案件形体	想定協力期間	想定金額(億円)
レーダー雨量計と地上気象観測機器の導入に係るプロジェクト	無償資金協力	2 年間	レーダー雨量計の設置：40.3 地上気象観測機器：検討中
気象観測及び予警報能力向上プロジェクト	技術協力	4 年間	検討中 （基準器の導入費も含む）

出典：JICA 調査団作成

4)　レーダー雨量計導入に係るプロジェクト（無償案件）

JICA は、マダガスカルの隣国であるモーリシャスなどでレーダー雨量計の導入支援をしている。これらを参考に、レーダー雨量計の導入について検討した。

表 3-133　参考とした気象観測機器導入に係る既往プロジェクト一覧

No.	プロジェクト名	協力期間	備考
1	モーリシャス共和国気象サービス計画準備調査 The Project for Improvement of the Meteorological Radar System	2013 年 4 月～ 2015 年 1 月	レーダー雨量計の参考
2	モーリシャス国気候変動対策能力強化プロジェクト	2014 年 7 月～ 2016 年 4 月	能力強化プロジェクトの参考
3	モザンビーク国気象観測及び予警報能力向上プロジェクト業務	2015 年 4 月～ 2018 年 3 月	能力強化プロジェクトの参考
4	ミャンマー連邦共和国気象観測装置整備計画	2013 年 3 月～ 2017 年	レーダー雨量計・地上観測機器の参考

出典：JICA 調査団作成

a)　新設するレーダー雨量計（気象レーダー）

S バンド気象レーダーは、気象レーダーの基本的な特長である“ロングレンジ”、“リアルタイム”を最大限に活かしたバンド帯である。他のバンド帯に比べ、容易に高出力な電波を送受信でき、大気や降雨の減衰を受けることが少なく、広域にわたり定量的な雨量情報を得られるため、サイクロン等の大規模な気象災害の監視に適している。このため、モーリシャス国同様、マダガスカル国の気象レーダーはＳバンドとし、気象の急激な変化（擾乱、サイクロンによる暴風、嵐、トルネード）を正確かつリアルタイムで把握するため、降雨監視と擾乱監視の 2 つの機能を切り替えて観測が可能となるドップラーレーダーシステムとする。

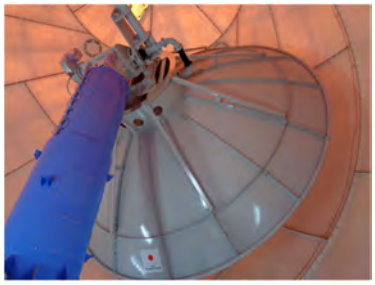
一方で、レーダー雨量計の探知距離はスペック上では 450km であるが、海上などを除外するとＳバンドでも実際の探知距離は 300km 程度である。

表 3-134　レーダー雨量計の主要諸元一覧

主要諸元	新設レーダー雨量計
主目的	サイクロン及び豪雨監視
バンド	S バンド
送信周波数	2,800MHz
降雨分解能	256 階調
雨量強度 1mm/h 以上の降雨の探知距離	450km
強風、暴風、嵐等の監視（ドップラー）機能	有り
雨量積算機能	有り

出典：モーリシャス共和国気象サービス計画準備調査報告書、p.3-7、2012 年 11 月．から抜粋

表 3-135　レーダー雨量計事例（モーリシャス）

<table>
<tr>
<td> 
整備された気象レーダーシステム　建物外観</td>
<td> 
整備された気象レーダーシステム　建物外観</td>
</tr>
<tr>
<td> 
整備されたレーダー動作制御装置、データ・プロトコル変換装置、受信信号処理装置、送信機</td>
<td> 
整備された空中線装置</td>
</tr>
</table>

出典：JICA 気象レーダーシステム整備計画[84]

[84] https://www.jica.go.jp/oda/project/1261260/index.html

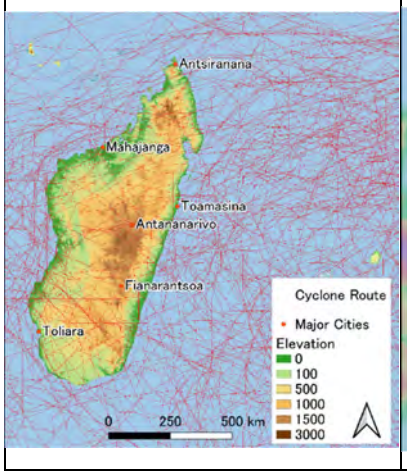
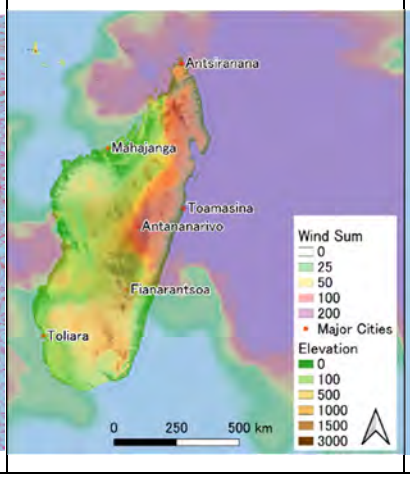
b)　レーダー雨量計の設置箇所

レーダー雨量計設置の主目的は、サイクロン及び豪雨の監視である。

このため、レーダー雨量計の探知距離と既往サイクロンによる洪水リスクや暴風リスクの大きな地域を重ね合わせることで、レーダー雨量計の設置箇所数と設置箇所を検討した。

- サイクロン通過経路実績から（下表左図)、マダガスカル全土にサイクロンが上陸しているため、レーダー雨量計は全国をカバーできるように設置する必要がある。
- 既往サイクロンの年間累積最大風速（下表中央図）から、マダガスカル北東部ではサイクロンに伴う暴風雨による被災可能性が高いことから、レーダー雨量計はマダガスカル北東のインド洋海域もカバーできるように設置する必要がある。
- マダガスカルの人口分布（下表右図）から、首都アンタナナリボに人口集積が見られるものの、国内の主要都市を中心に人口分布が見られることから、全国民に対して画一的な情報提供を行う観点から、レーダー雨量計は全国をカバーできるように設置する必要がある。

表 3-136　既往サイクロンの災害リスクとマダガスカルの人口分布

既往サイクロンの 通過経路実績	既往サイクロンの 年間累積最大風速(km/h)	マダガスカルの人口分布 （人/100m²）
		

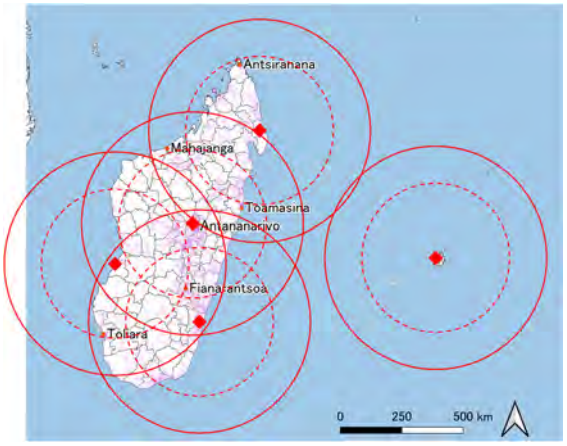
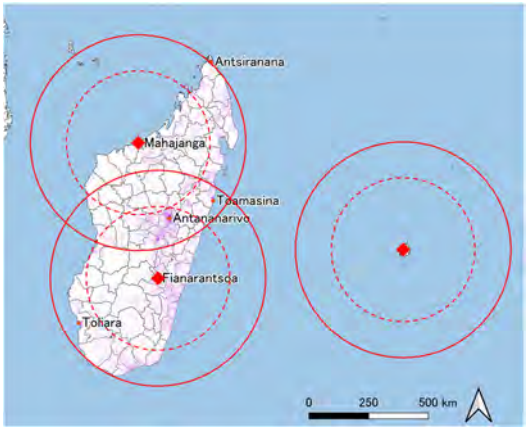
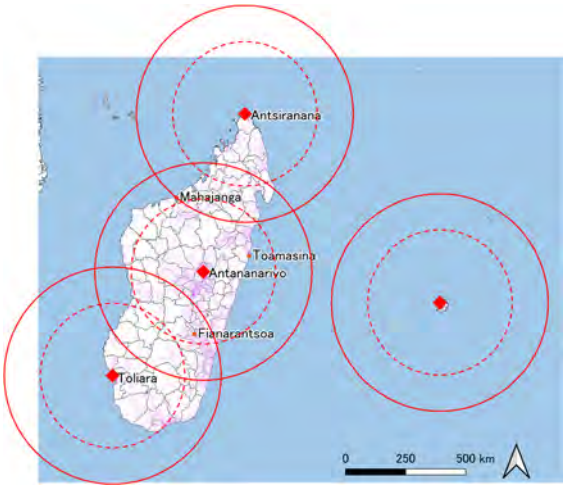
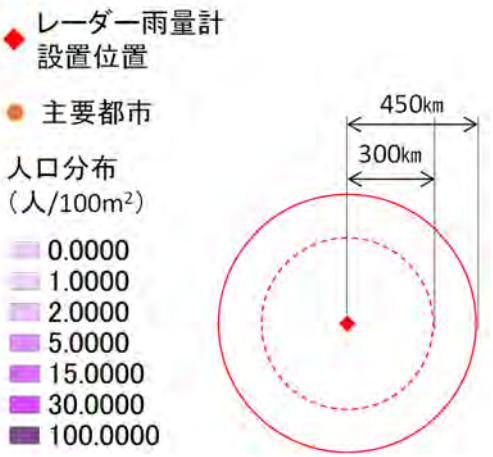
出典：JICA 調査団作成

既往サイクロン上陸状況や人口分布を踏まえ、レーダー雨量計の設置箇所を検討した。

- ヒアリング結果から、DGM は以下の 4 都市にレーダー雨量計の設置を望んでいる（西海岸に位置するムルンダヴァ、北東海岸に位置するアンタラハ、首都であるアンタナナリボ、南東海岸に位置するファラファンガナ)。これを踏まえたレーダー雨量計の配置図を**下図**左上に示す。

- レーダー雨量計の設置箇所数を 2 箇所とした場合（**下図**右上、設置位置は北西部マジュンガ、南東部フィアナランツア）、探知距離が 450km であれば全国を網羅することができるが、探知距離が 300km であれば全国を網羅できない。また、マダガスカル北東のインド洋海域をレーダー雨量計でカバーすることができない。
- レーダー雨量計の設置箇所を 3 箇所とした場合（**下図**左下、設置位置は首都アンタナナリボ、北部アンツィラナナ、南部トゥリアラとした）、探知距離が 450km であれば全国を網羅でき、マダガスカル北東のインド洋海域をカバーできる。しかしながら、探知距離が 300km の場合、特にマダガスカル東部をカバーできない。
- これより、今後の設置箇所に係る詳細な調査は必要であるが、現時点では DGM が考えている以下の 4 都市にレーダー雨量計を設置することが望ましいと考えられる（西海岸に位置するムルンダヴァ、北東海岸に位置するアンタラハ、首都であるアンタナナリボ、南東海岸に位置するファラファンガナ）。

表 3-137　レーダー雨量計の探知距離と設置箇所の関係

レーダー雨量計 4 台(DGM の希望反映)の場合	レーダー雨量計 2 台の場合
	
レーダー雨量計 3 台の場合	
	

出典：JICA 調査団作成

c)　レーダー雨量計の電力確保に係る検討

本設備に必要な電源の規模として、類似案件（モーリシャス共和国気象サービス計画準備調査報告書）を基に、商用電源からの受電設備容量は 100kVA、ディーゼルエンジン容量は 75kVA を 2 基設置するものと考える。この場合の費用は、受電設備が約 15 千 US ドル、エンジンが約 130 千 US ドルと推定される。

また、この設備を再生可能エネルギー電源と蓄電池で賄う事を考えると、一般的には太陽光発電・風力発電の採用が見込まれる。太陽光発電の場合、年間稼働率 15%、設備負荷が一日当たり 855kWh(ディーゼルエンジン容量を前提とし、力率 95%、負荷率 50%とした)と仮定すると、約 240kW の容量が必要となる。国際的な設備価格(NREL2021)からは、太陽

光発電設備は 370,500US ドルと推定される。

類似の仮定を風力発電に置き、発電設備の稼働率を年間 25%とすると、設備容量や約 140kW で、設備コストは 612,750US ドルとなる。更に、蓄電池容量は 1 日分と仮定し、国際価格(NREL2016)を参考にすると 247,950US ドルが設備コストとして推定される。

d) レーダー雨量計の通信システム構築に係る検討

レーダー雨量計で収集した雨量データは、最寄りの Synop 観測所経由で首都アンタナナリボにある DGM 中央局に集約し、全国のレーダー雨量計のデータを互いに補完して結合させる必要がある。所要伝送帯域はレーダー雨量計 1 台あたり、2Mbps 程度である。以下の通信路が必要となる。

(i) レーダー雨量計局～Synop 観測所（有人局）

通常、山の上に設置されるレーダー雨量計局までの光ケーブル通信路を施工・維持するのは困難であるため、マイクロ波（5GHz 帯）無線通信路を確保する。マイクロ波帯の特性として直進性が高いため、Synop 観測所から半径約 50km 以内にある見通しが確保できる場所にレーダー雨量計局を設置する。Synop 観測所から見通しが確保できない場合には、Synop 観測所の近くに高さ 50m 程度の鉄塔を設置し、その上にマイクロ波用アンテナを敷設する。

(ii) Synop 観測所（有人局）～DGM 中央局

通信路の帯域を調査し、マージンを含めて 4Mbps 以上の帯域が確保できる場合にはその通信路を使用する。不足する場合には、光ケーブルの新・増設を検討する。

e) レーダー雨量計の概略事業費

レーダー雨量計の概略事業費として、レーダー雨量計の設置に係る概算費用を下表に示す。これは、モーリシャスに導入した際の概算費用と同額としている。

同表から、1 箇所あたり約 10.8 億円であり、b)レーダー雨量計の設置箇所の検討から 4 箇所に設置することから概略事業費として少なくとも 43.2 億円必要である。

表 3-138　レーダー雨量計（1 箇所）の概算費用一覧

費目		概算事業費(百万円)
(1) 施設建設	気象レーダー塔施設	385
(2) 機材費	気象レーダーシステム	578
	気象レーダーデータ表示システム	
	気象データ通信システム	
(3) ソフトコンポーネント		9
(4) 設計監理費		105
合計		1,077

出典：モーリシャス共和国気象サービス計画準備調査報告書、p.3-70、2012 年 11 月.

5)　地上気象観測機器導入に係るプロジェクト（無償案件）

a)　地上気象観測機器

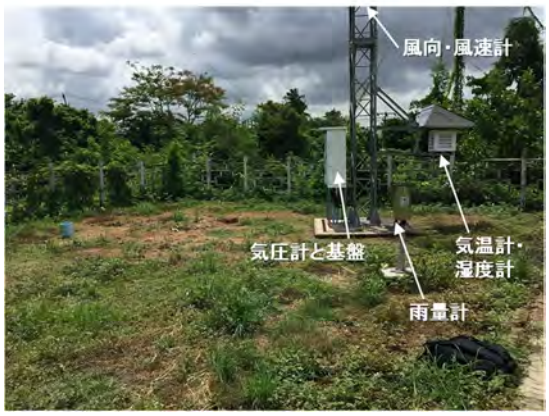
地上気象観測では、気圧、気温、湿度、風向・風速、降水量、日照時間、日射量、雲、視程、大気現象等を観測する必要がある。JICA でこれまで支援してきた他国でのプロジェクト（下表）では、地上気象観測機器として、気圧、気温、湿度、風向・風速、降水量に係る自動観測所の設置をしている。ここでも、同様の地上気象観測機器の導入を目指すものとする。

表 3-139　参考とした気象観測機器導入に係る既往プロジェクト一覧（再掲）

No.	プロジェクト名	協力期間	備考
1	モーリシャス共和国気象サービス計画準備調査 The Project for Improvement of the Meteorological Radar System	2013 年 4 月～ 2015 年 1 月	レーダー雨量計の参考
2	モーリシャス国気候変動対策能力強化プロジェクト	2014 年 7 月～ 2016 年 4 月	能力強化プロジェクトの参考
3	モザンビーク国気象観測及び予警報能力向上プロジェクト業務	2015 年 4 月～ 2018 年 3 月	能力強化プロジェクトの参考
4	ミャンマー連邦共和国気象観測装置整備計画	2013 年 3 月～ 2017 年	レーダー雨量計・地上観測機器の参考

出典：JICA 調査団作成

表 3-140　JICA の既往プロジェクトで導入した地上気象観測機器事例



ミャンマーの自動観測所（ヤンゴン）



ミャンマーの自動観測所（パンテーン）

出典：JICA 調査団撮影

b)　地上気象観測機器の設置箇所

マダガスカル国の Synop 観測所は現在 34 観測所あるが、その殆どの観測所が機能しておらず、稼働しているのは 17 観測所のみである（**下図**）。

このため、支援対象とする地上気象観測機器の設置箇所は既設の Synop 観測所（34 観測所）とすることが望ましいと考えられる。

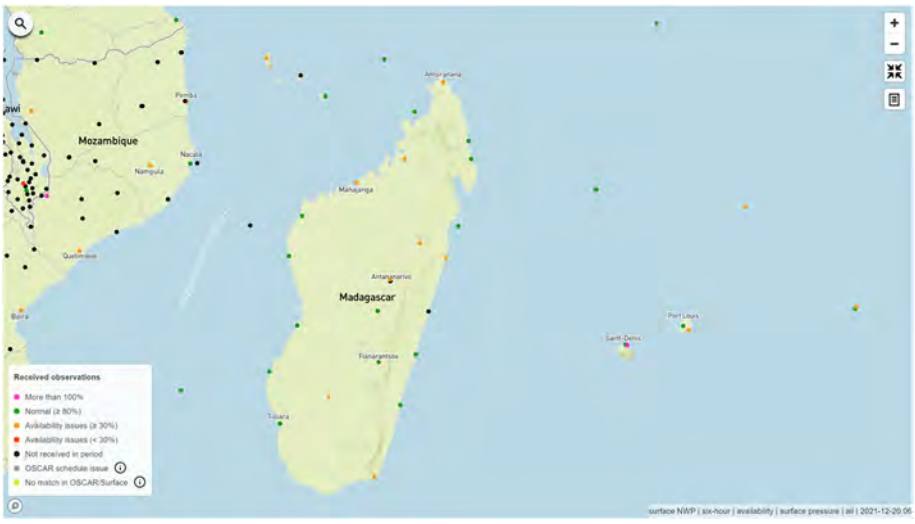


図 3-154　DGM の稼働している Synop 観測所（17 箇所）位置図（再掲）

出典：WMO

c)　地上気象観測機器導入に係る概略事業費

既往 JICA プロジェクト(ミャンマー連邦共和国気象観測装置整備計画準備調査報告書、2013 年）に基づいて、地上気象観測機器導入に係る概略事業費を算出した（下表)。同プロジェクトでは地上気象観測所 30 箇所を対象としており、表 3-141 に示すように地上気象観測所（同表では自動気象観測システム）のみの概算事業費が分からない。このため、地上気象観測所設置に係る概算事業費を 1 観測所あたり 15 百万円と仮定した。

既述の通り、マダガスカル国の Synop 観測所は 34 観測所であることから、地上気象観測所設置に係る概算事業費は 510 百万円（15 百万円×34 箇所）となる。

表 3-141　地上気象観測所設置に係る費用

費目		概算事業費(30 観測所)
機材費	気象レーダーシステム 気象レーダーデータ表示システム 気象データ衛星通信システム 気象データ通信システム 自動気象観測システム	340 百万円

出典：ミャンマー連邦共和国気象観測装置整備計画準備調査報告書、p.3-131、2013 年に加筆

6)　気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（技術協力）

a)　既往プロジェクトの能力向上プロジェクトの目標と具体的な活動内容

JICA がこれまで実施してきた他国での能力向上プロジェクトの概要を下表に示す。

DGM へのヒアリング結果等を参考に、マダガスカル国での気象観測及び予警報能力向上に係るプロジェクトの活動内容などを検討した。

- マダガスカル国では、モーリシャス国のように気候変動適応に係る能力向上よりも、気象観測や予警報に係る能力向上がまずは必要であると考えられる。特に、気象観測をきちんと実施していくことがまずは重要である。
- レーダー雨量計と地上気象観測機器のトレーサビリティを含む維持管理に係る能力向上を OJT で実施していくことが重要であると考えられる。また、予警報に係る能力向上についても OJT で実施していくことが重要であると考えられる。
- モザンビーク国やミャンマー国のように、提供する予警報に関する各ユーザー（政府機関、メディア、民間会社等）のニーズを調査し課題を把握するとともに、どのようにエンドユーザーに情報提供するか、その見せ方も含めて支援していくことが重要である。

表 3-142　既往プロジェクトの概要一覧（1/3）

プロジェクト名	モーリシャス国気候変動対策能力向上プロジェクト
上位目標	モーリシャス国における気候変動適応対策能力が向上する
プロジェクト目標	気候変動適応に関するガイドラインの策定及び気候変動に関する教育・意識啓発活動の能力強化によって、気候変動対策に関係するモーリシャス政府機関の気候変動への対処能力の強化を図る。
活動内容	「成果 1」気候変動適応策に関するセクター別（海岸保全分野を対象とする）ガイドラインが策定される a.1 気候変動対策に関係する協力組織を特定する（活動 1-1） a.2 気候変動の影響を分析する（特に負の影響に焦点を絞る）（活動 1-2） a.3 関係省庁や国際機関、モーリシャスにおいて実施中の JICA のプロジェクト等から気候変動対策の検討に必要なデータを収集する（活動 1-3） a.4 収集したデータを分析（GIS 解析、脆弱性評価等）し、気候変動適応策を検討する（活動 1-4） a.5 気候変動適応策に関するガイドラインの策定を行う（活動 1-5） 「成果 2」気候変動に関する教育及び啓発活動が強化される b.1 CCD 及び環境・持続可能開発省情報教育課（以下、I&ED）と協力し、気候変動に関する住民向けの教育及び啓発の方法や計画、媒体、ターゲットの検討を行う（活動 2-1） b.2 教育・啓発キャンペーン実施のための情報や材料を収集する（活動 2-2） b.3 CCD 及び I&ED と、各ターゲットを啓発するための教育教材の作成を行う（活動 2-3） b.4 教育・啓発の指導者が教育・啓発活動を行うための指導を行う（活動 2-4） b.5 一般市民や地域コミュニティでの教育・啓発キャンペーン実施を支援する（活動 2-5）

出典：モーリシャス国気候変動対策能力強化プロジェクトプロジェクト事業完了報告書、pp.7～37、2016 年.

表 3-143　既往プロジェクトの概要一覧（2/3）

プロジェクト名	モザンビーク国気象観測及び予警報能力向上プロジェクト
上位目標	モザンピークの自然災害についての対応能力が向上する。
プロジェクト目標	INAM が品質管理された気象データを用いて予警報を改善・発出する。
活動内容	成果 1：INAM の気象観測能力が向上する。 1-1 地上気象、高層気象、気象レーダーによる観測 、気象衛星や GPV（Grid Point Value:数値予報モデルの格子点値）データの取得の現状を調査し、課題を把握する。 1-2 調達する可搬型気象観測準器を日本の気象測器検定試験センターで初期校正を行い、その後は INAM の責任で校正を行う。 1-3 気象レーダー点検確認リスト及び気象レーダーデータの品質管理に関するガイドラインを作成する。 1-4 地上気象観測測器のトレーサビリティ及び点検に関するガイドライン及びマニュアルを作成する 1-5 活動 1-3 の点検確認リスト及びガイドラインに基づき、気象レーダーの点検及び気象レーダーデータの品質管理に関する研修を実施する。 1-6 活動 1-4 のガイドライン及びマニュアルに基づき、地上気象観測測器のトレーサビリティ及び点検に関する研修を実施する。 1-7 気象レーダーの点検及び気象レーダーデータの品質管理を定着させるためのフォローアップを行う。 1-8 地上気象観測測器のトレーサビリティ及び点検を定着させるためのフォローアップを行う。 成果 2：INAM の気象予警報能力が向上する 2-1 予警報業務の現状を調査し、課題を把握する。 2-2 気象予報の手法に関する研修を行う。 2-3 地上観測、気象レーダー 、気象衛星及び GPV データの予警報への活用に関する研修を行う。 2-4 上記活動 2-2 及び 2-3 の研修成果を用いて、包括的な予警報実施を定着させるためのフォローアップを行う。 2-5 INAM が提供する予警報に関する各ユーザー（INGC（国家災害管理局）、DNA（国家水利局）、メディア、民間会社等）のニーズを調査し、課題を把握する。 2-6 上記活動 2-5 の結果に基づき予警報を改善する。

出典：モザンビーク国気象観測及び予警報能力向上プロジェクト業務完了報告書、p.2、2018 年.

表 3-144　既往プロジェクトの概要一覧（3/3）

プロジェクト名	ミャンマー国気象観測・予報能力強化プロジェクト
上位目標	改善された気象情報が国民や防災機関において効果的に利用される。
プロジェクト目標	信頼性の高い気象情報が公共及び防災機関に提供される。
活動内容	成果 1：気象レーダー、地上観測装置などから信頼性の高い気象観測データが収集される。 1-1 新しく導入された 3 台の気象レーダーの運用に係る課題を特定する。 1-2 3 台の気象レーダーから信頼性の高いデータを得るための運用・維持管理に係るガイドラインを策定する。 1-3 1-2 で準備したガイドラインに沿って、OJT を行う。 1-4 代表地点の自動気象観測及び地上気象観の維持管理に係る課題を特定する。 1-5 自動気象観測及び地上気象観測の品質管理に係るガイドラインを策定する。 1-6 気象観測機器の定期的な検定、校正、維持管理に係るマニュアルを策定する。 1-7 観測機器のトレーサビリティ手法を確立し、マニュアルを作成する。 1-8 1-6、1-7 で準備したマニュアルに基づき OJT を行う。 成果 2：気象レーダーデータの解析能力が向上する。 2-1 レーダーデータの解析に係る研修を実施する。 2-2 自動気象観測データや GPV(Grid Point Value)データを用いて信頼性の高い気象レーダーデータを得るための手法に係る研修を実施する。 2-3 QPE 情報を継続的に改善する。 成果 3：定量的な気象予報が開発される。 3-1 気象予報のための HimawariCast（気象衛星データを用いた予報解析）の利用に係る研修を行う。 3-2 定量的気象予報のため GPV データを活用した気象ガイダンスシステム（Model Output Statistics(MOS 方式)やカルマンフィルター）を導入する。 3-3 包括的な気象予報に必要な国内外の気象データの取得状況に係る課題を特定、分析する。 3-4 気象ガイダンスシステムや HimawariCast、気象レーダー、自動気象観測等から得られるデータを用いた包括的な気象予報技術に係る研修を行う。 3-5 予報支援資料が作成され定量的な予報が提供される。 成果 4：わかりやすい気象情報が提供される。 4-1 DMH ウェブサイト上の気象情報コンテンツの課題を特定する。 4-2 気象情報コンテンツをユーザーが利用しやすい内容に改善する。 4-3 携帯電話向け気象情報コンテンツを改善する。

出典：企画競争説明書、pp.13-14、2019 年 1 月.

上記に示した複数国の JICA の既往プロジェクトを踏まえ、マダガスカル国での気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（案）を下表に示す。一方で、具体的な案件形成内容はマダガスカル国へ渡航できなかったことから、カウンターパートと十分に協議できていない。本格的に案件形成していく際には関係するカウンターパートと上位目標から確認・協議していく必要がある。

表 3-145　マダガスカル国での気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（案）

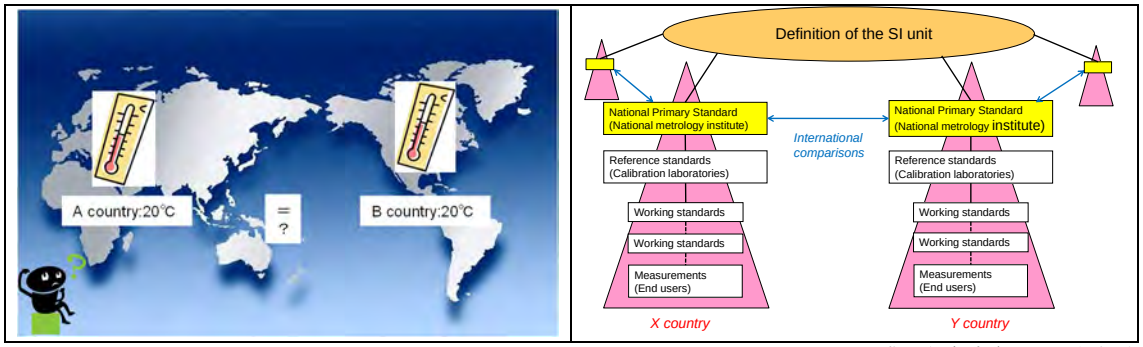
プロジェクト名	マダガスカル国気象観測・予報能力強化プロジェクト
上位目標	マダガスカルの自然災害についての対応能力が向上する。
プロジェクト目標	DGM が品質管理された気象データを用いて予警報を改善・発出し、公共及び防災機関に提供される。
活動内容	成果 1：気象レーダー、地上観測装置などから信頼性の高い気象観測データが収集される。 1-1 新しく導入された 3 台の気象レーダーの運用に係る課題を特定する。 1-2 3 台の気象レーダーから信頼性の高いデータを得るための運用・維持管理に係るガイドラインを策定する。 1-3 1-2 で準備したガイドラインに沿って、OJT を行う。 1-4 代表地点の自動気象観測及び地上気象観測の維持管理に係る課題を特定する。 1-5 自動気象観測及び地上気象観測の品質管理に係るガイドラインを策定する。 1-6 気象観測機器の定期的な検定、校正、維持管理に係るマニュアルを策定する。 1-7 観測機器のトレーサビリティ手法を確立し、マニュアルを作成する。 1-8 1-6、1-7 で準備したマニュアルに基づき OJT を行う。 成果 2：気象レーダーデータの解析能力が向上する。 2-1 レーダーデータの解析に係る研修を実施する。 2-2 自動気象観測データや GPV(Grid Point Value)データを用いて信頼性の高い気象レーダーデータを得るための手法に係る研修を実施する。 2-3 QPE 情報を継続的に改善する。 成果 3：定量的な気象予報が開発される。 3-1 気象予報のための HimawariCast（気象衛星データを用いた予報解析）の利用に係る研修を行う。 3-2 定量的気象予報のため GPV データを活用した気象ガイダンスシステム（Model Output Statistics(MOS 方式)やカルマンフィルター）を導入する。 3-3 包括的な気象予報に必要な国内外の気象データの取得状況に係る課題を特定、分析する。 3-4 気象ガイダンスシステムや HimawariCast、気象レーダー、自動気象観測等から得られるデータを用いた包括的な気象予報技術に係る研修を行う。 3-5 予報支援資料を作成し、定量的な予報を提供する。 成果 4：わかりやすい気象情報が提供される。 4-1 DGM ウェブサイト上の気象情報コンテンツの課題を特定する。 4-2 気象情報コンテンツをユーザーが利用しやすい内容に改善する。 4-3 携帯電話向け気象情報コンテンツを改善する。

出典：JICA 調査団作成

7) トレーサビリティ確立に必要な基準器の導入

時間的及び空間的な違いを持った観測値を相互に比較できるようにするためには、測定の尺度であるスケールを一元化して基準を定め、その基準に従ってそれぞれの観測を行う必要がある。この相互のスケールの関係が定まっていることを「トレーサビリティ」という（下図左図）。観測におけるトレーサビリティを保証するためには、個々の観測で用いているスケールに対し、「較正」という作業が必要となる。ここでの較正とは、観測を行う際に予めある基準（Standard）と比較を行い、その結果に観測のスケールを合わせることを意味する。地球規模の観測により環境の変動を正確に検出するためには、この較正作業が必要である。（下図右図）

表 3-146　トレーサビリティに係るイメージ



出典：気象庁資料に一部加筆

地上気象観測機器として気圧、気温、湿度、風向・風速、降水量に係る観測機器を導入する前提として、気圧計、気温計、湿度、降水量のトレーサビリティを確保するために必要となる以下の想定機材を提供する。

- 気温（温度計）標準器
- 気温（温度計）移動標準器
- 気圧標準器
- 恒温槽
- 気圧移動標準器
- デジタルアスマン通風乾湿計
- 気圧検定ユニット

また、継続的な支援を行うため、日本気象庁で使用している検定用機材との整合性・互換性を考慮する。

3.3　　マラウイ

3.3.1 災害リスクの概況

(1)　ハザード把握

1)　マラウイ全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理し、下図の通り GIS 上で可視化した上でマラウイ全国のハザードの概況を把握した。

- サイクロンによる降雨などで洪水が発生しているが、下記の履歴に基づくと暴風雨等による災害リスクは限定的
- 南部を流れるザンベジ川（Zambezi）の支流であるシレ川（Shire）流域の低地では洪水リスクが高い
- 北部の山岳地域は地すべりリスクが高い

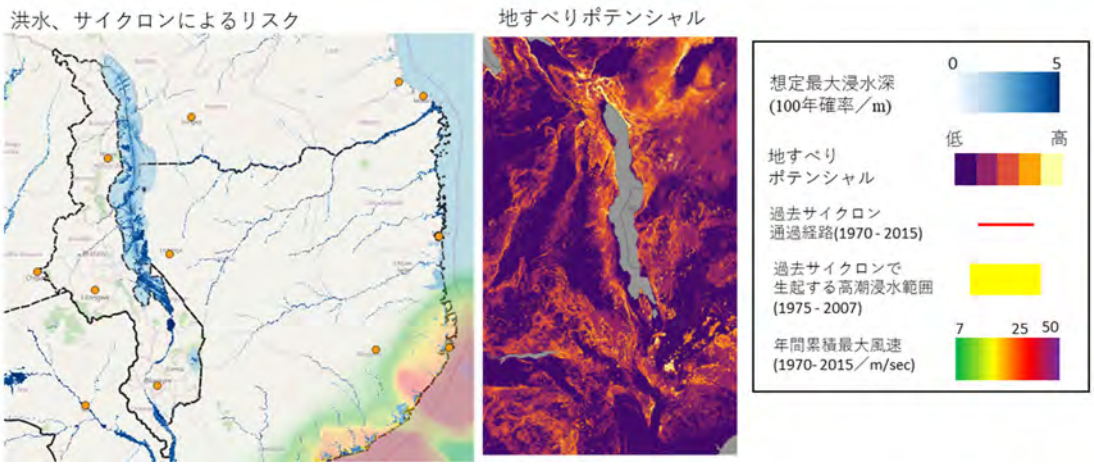


図 3-155　マラウイにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、Open Street Map（背景地図）

2) マラウイ主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。また UN-Habitat 及び World Population Review に基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-147 マラウイ主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
リロングウェ	112.1	✓	✓	－	✓
ブランタイヤ	93.2	✓	✓	－	✓✓
ムズズ	17.5	－	✓	－	✓✓
チクワワ県	50.0	✓✓	✓	－	✓✓
ヌサンジェ県	33.0	✓✓	✓	－	✓✓

出典：JICA 調査団作成

a) リロングウェ（Lilongwe）

リロングエ市は、マラウイ中部の内陸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市中央部を流れるリロングウェ川周辺に浸水域が広がっているため、「✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないが、モザンビーク中部～北部に上陸したサイクロンの影響を受けるため、「✓」と評価した。地すべりについて、東部地域では地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓ 」と評価した（下図 (2)）。

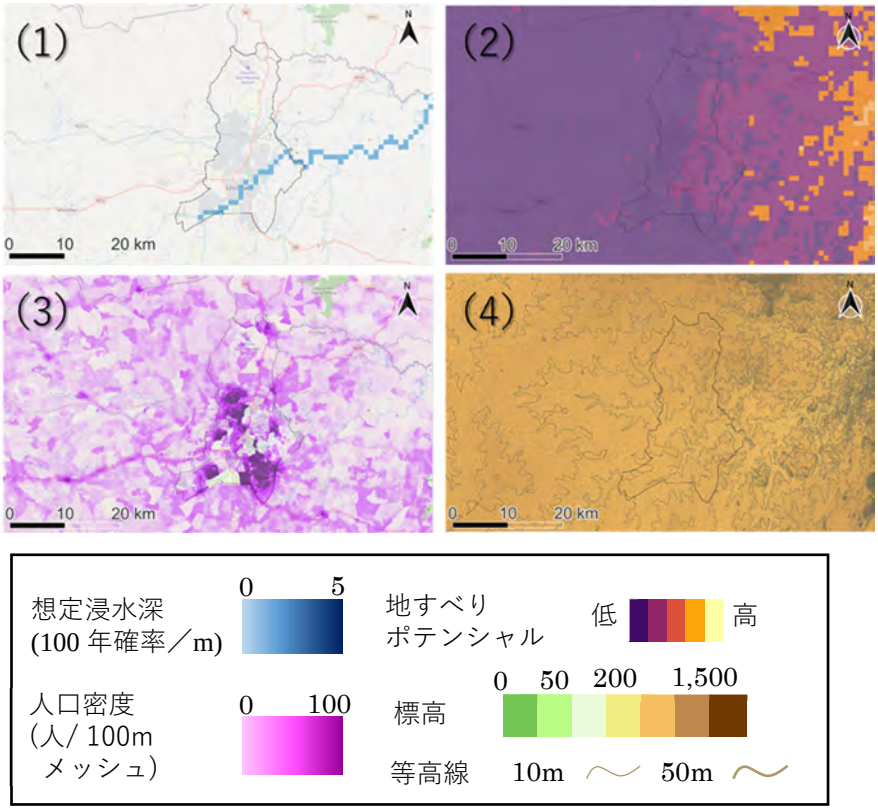


図 3-156　リロングウェにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

b)　ブランタイヤ（Blantyre）

ブランタイヤ市は、マラウイ南部の内陸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、想定浸水域は分布していないが、2022 年サイクロン・アナ（Ana）の影響による洪水被害が発生していることから、「✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないが、モザンビーク中部～北部に上陸したサイクロンの影響を受けるため、「✓」と評価した。地すべりについて、市内の中央の丘陵地及び東部、西部の地区で地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

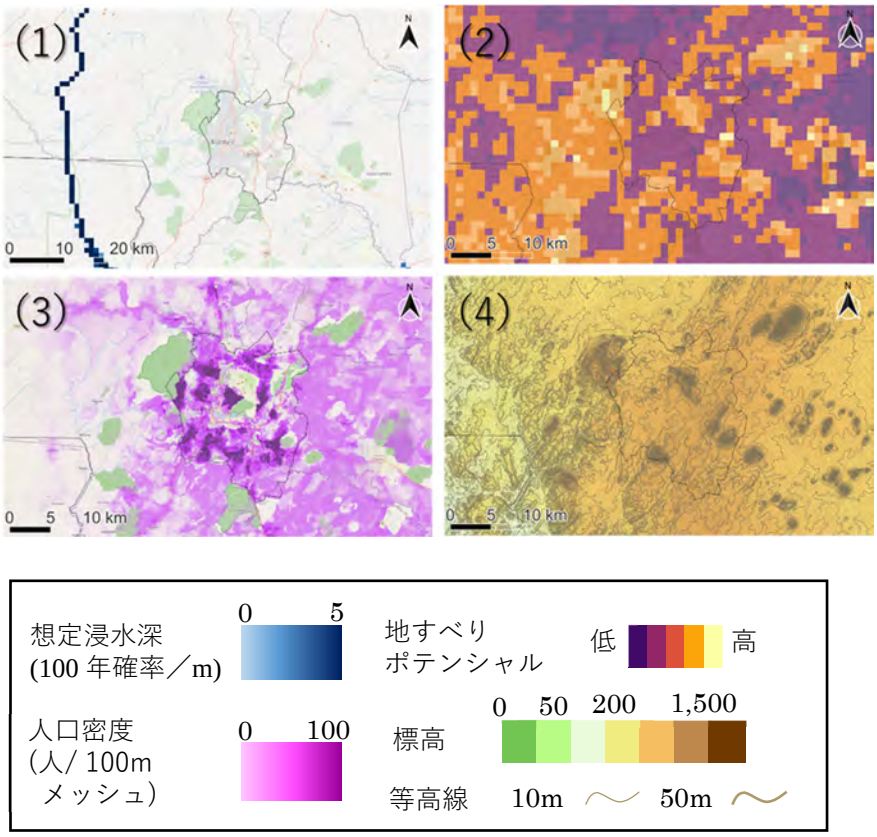


図 3-157　ブランタイヤにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

c)　ムズズ（Mzuzu）

ムズズ市は、マラウイ北部の内陸部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、想定浸水域は分布していないことから、「-」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないことから、「-」と評価した。地すべりについて、南部に地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

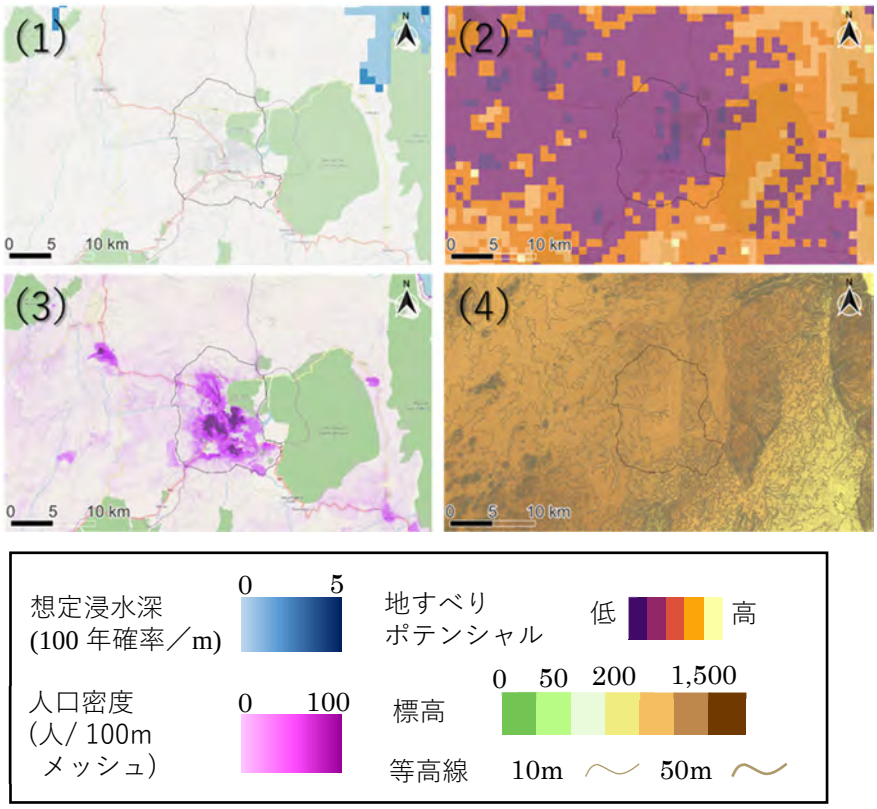


図 3-158　ムズズにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

d)　チクワワ県（Chikwawa）

チクワワ県は、マラウイ南部の内陸部のシレ川流域に位置する。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、地区内を流れるシレ川からの氾濫による想定浸水域が分布していることから、「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であるため高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないが、マラウイ南部に位置しサイクロンの影響を受ける地域であるため、「✓」と評価した。地すべりについて、北部に地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

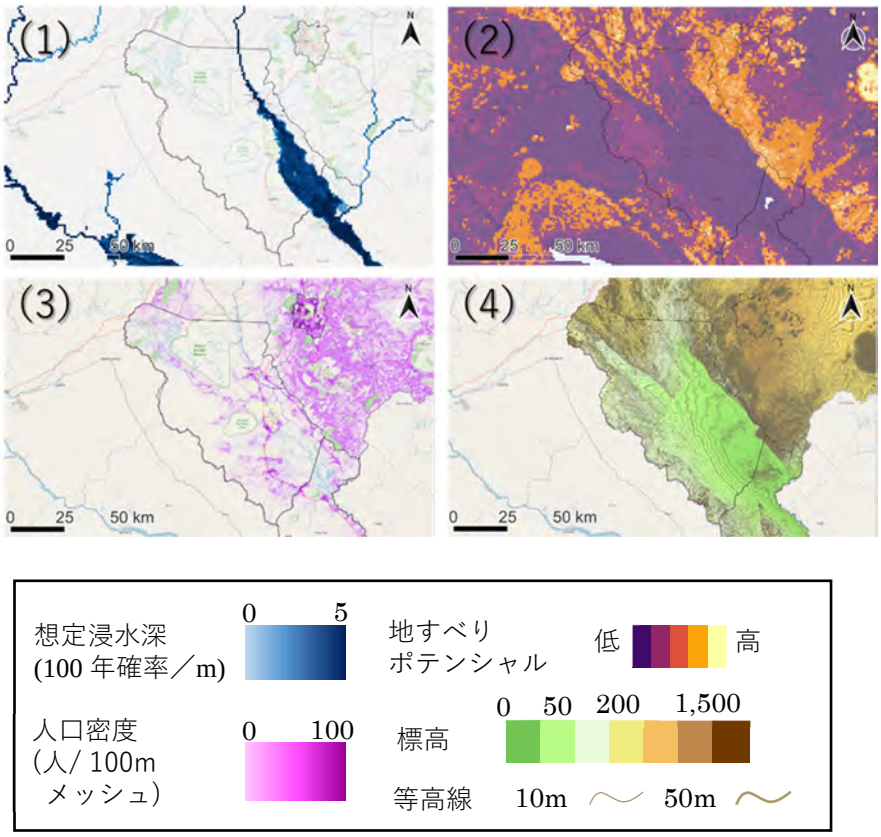


図 3-159　チクワワ県におけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

e)　ヌサンジェ県（Nsanje）

ヌサンジェ県は、マラウイ南部内陸部のシレ川流域に位置する。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、地区内を流れるシレ川からの氾濫による想定浸水域が分布していることから、「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であるため高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないが、マラウイ南部に位置しサイクロンの影響を受ける地域であるため、「✓」と評価した。地すべりについて、西部に地すべりポテンシャルが高い（リスクレベルが中程度以上）地区が存在するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

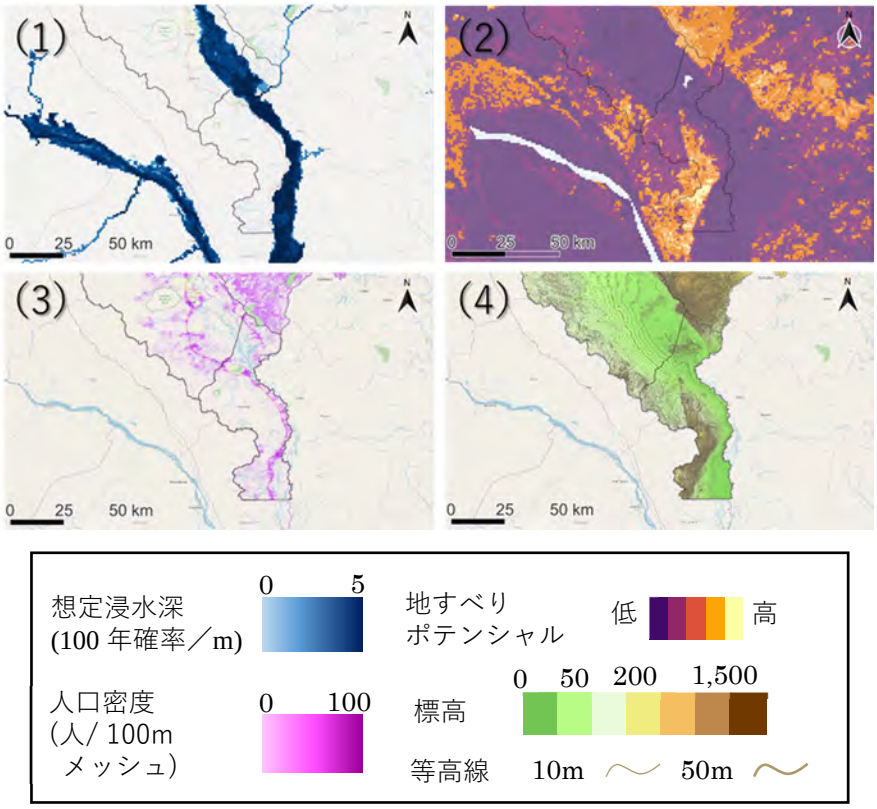


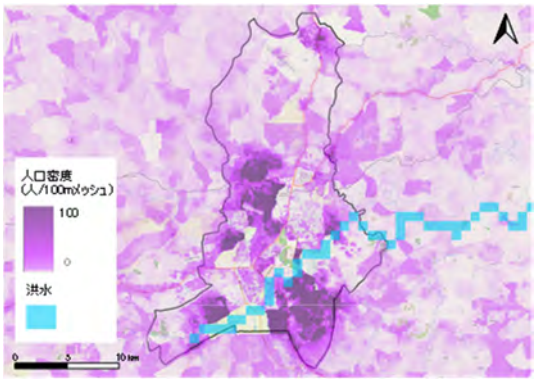
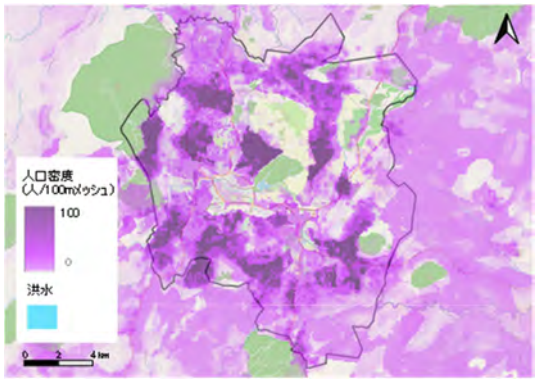
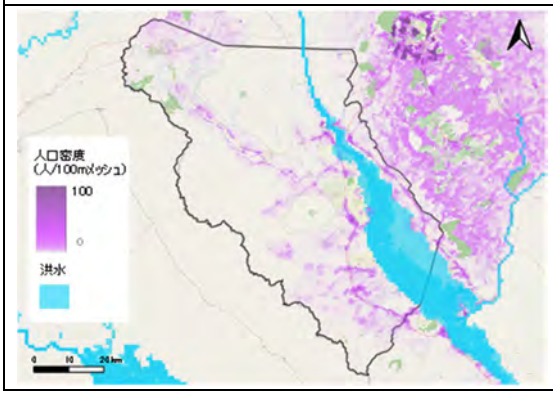
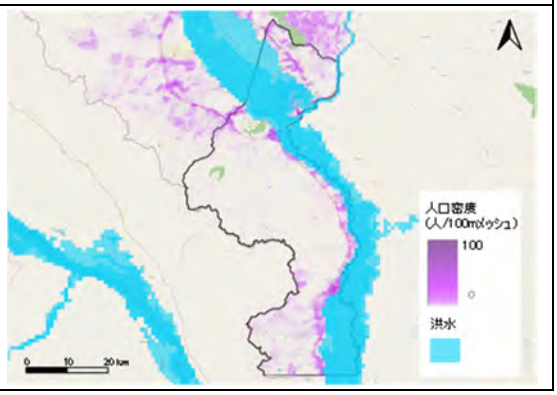
図 3-160　ヌサンジェ県におけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

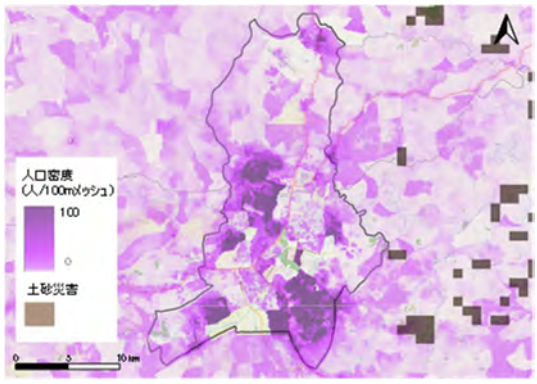
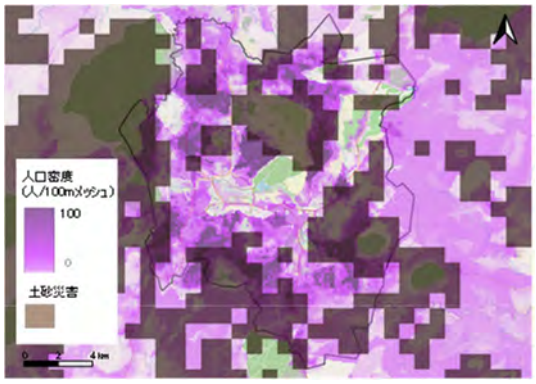
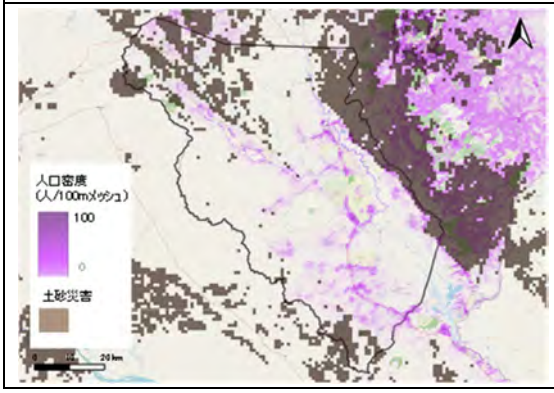
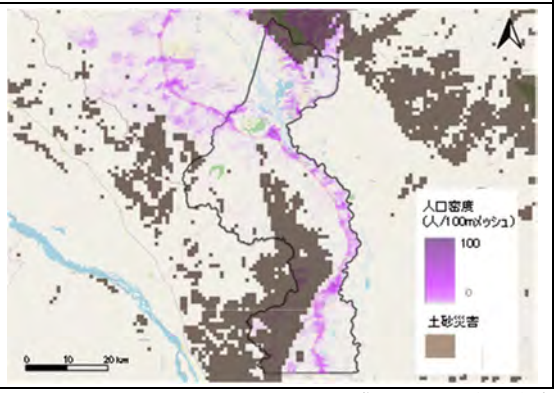
既述のハザード分布の定性的な把握結果を踏まえて、人口規模とハザードの大きさの観点より、リロングウェ市及びブランタイヤ市を対象により詳細な災害リスクの把握を行った。一人当たり GDP は WB の公開する 2020 年時点の数値を利用した。

表 3-148　マラウイ主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図（1/2）

<table>
<tr><th colspan="2">洪水ハザードと人口分布</th></tr>
<tr><th>リロングウェ市</th><th>ブランタイヤ市</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><th>チクワワ県</th><th>ンサンジェ県</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

出典：JICA 調査団作成

表 3-148　マラウイ主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図（2/2）

地すべりハザードと人口分布	
リロングウェ市	ブランタイヤ市
	
チクワワ県	ンサンジェ県
	

出典：JICA 調査団作成

表 3-149　マラウイの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード ＼ 対象都市		リロングウェ市	ブランタイヤ市	チクワワ県	ンサンジェ県
洪水	被害面積(km^2)	20	0	547	422
	被害面積比率（%）	5%	0%	11%	22%
	被害人口(万人)	6.8	0.0	6.5	7.5
	推計被害額(million USD)	**32**	**0**	**31**	**35**
地すべり	被害面積(km^2)	0	108	804	494
	被害面積比率（%）	0%	46%	16%	25%
	被害人口(万人)	0.0	42.5	8.3	5.4
	推計被害額(million USD)	**0**	**201**	**39**	**25**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、世界銀行公開データより全国の
一人当たりGDPの数値である（636.8 USD / person）を使用

出典：JICA 調査団作成

マラウイでは、南部のシレ川流域では洪水による想定浸水域の分布が顕著であるため、リロングウェ、ブランタイヤの 2 大都市に加えて、チクワワ県及びンサンジェ県での経済損失ポテンシャルも把握した。2 大都市と比較して人口分布は限定的であるものの、想定される経済損失ポテンシャルが大きな数字となった。このため、シレ川流域での洪水に係る災害対策を実施することに意義があると考えられる。

ブランタイヤについては、全球モデルの分析では洪水の想定浸水域は分布していない、一方で局所的な洪水などは把握しきれないため、より詳細な分析を行う必要がある。

地すべりについて、ブランタイヤで大きな数字となった。具体的な対策に関しては詳細な検討が必要であるが、他地域と比較して対策検討の優先度は高いと考えられる。

(3) セクター別の災害リスクの把握

1) GFDRR 災害リスクプロファイル

マラウイでは、洪水、地すべりについて、建物、教育・保健施設、交通インフラ、農業インフラに分けて、10 年確率規模、50 年確率規模によるセクター別の被害想定を算出している。更に、これらの確率規模の被害想定に基づき、AAL を算出している。

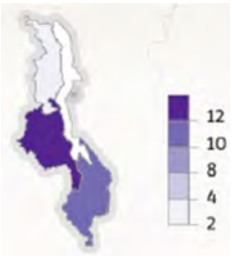
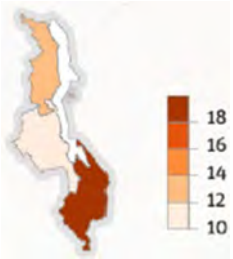
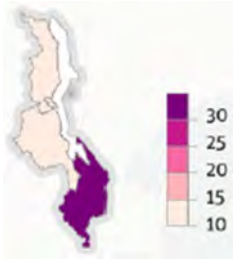
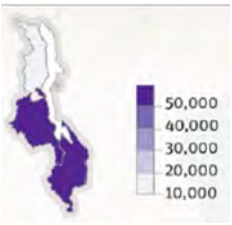
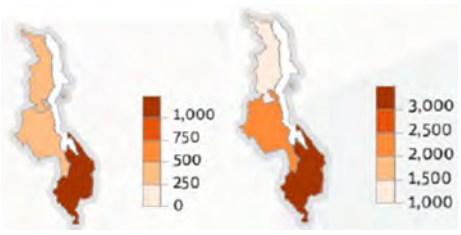
表 3-150 GFDRR 災害リスクプロファイルによるマラウイにおけるセクター別被害想定

災害種		洪水		地すべり
分析の条件		50年確率規模	年間想定被害額	年間想定被害額
被災人口	被災人口(人)	450,000	100,000	100
建物	被害額（thousand USD）	150,000	30,000	150
教育・保健	被災施設数（建物数）	150	45	-
	施設被害額（thousand USD）	-	-	10.5
交通インフラ	被害延長（km）	250	70	-
	被害額（thousand USD）	-	-	60
農業	被害額（thousand USD）	15	4	-

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（マラウイ）より JICA 調査団作成

また、GFDRR のリスクプロファイルでは、州ごとの災害リスクの分布も示しており、災害種ごと及びセクターごとのリスク分布を示しており、整理すると下記の通りとなる。

表 3-151　災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布

	ハザード分布	建物被害	教育・保健施設	交通インフラ
洪水	 *100 年確率規模の洪水浸水範囲	 *年間想定被害額（百万 US ドル）	 *年間想定被害（棟数）	 *年間想定被害延長（km）
地すべり	 *降雨起因の地すべり ポテンシャル	 *年間想定被害額（US ドル）	保健施設　教育施設  *年間想定被害（棟数）	

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（マラウイ）より JICA 調査団作成

既述の結果より、セクター別の被害額では建物被害額が大きい。

災害種ごとの災害リスクの分布をみると、洪水に関しては、建物被害では中部地域で被害想定額が高く、教育・保健施設及び交通インフラでは南部地域で被害想定額が高い。建物被害額に関してはリロングウェで資産集積が進行する地域での洪水被害を反映していると想定される。一方で南部地域では人口密度や資産集積の状況は進行していないものの、教育・保健施設及び交通インフラなどのクリティカルインフラへの被害が大きい。

このためリロングウェ含む中部では、人口集中地における洪水対策の実施が重要であり、南部地域ではクリティカルインフラなどの重要施設への被害軽減のための対策が重要であると考えられる。特に南部地域はモザンビークのベイラ港から伸びるセナ回廊や、モザンビークのナカラ港から伸びるナカラ回廊の結節点となっており、重要な交通インフラが存在していることから、対策実施が重要と考えられる。

地すべりに関しても、南部地域での災害リスクが集中している。一方で地すべりに関し

ては、ハザードは北部の山岳地域でも高くなっており、将来のタンザニアに抜けるダルエスサラーム回廊などで計画される道路インフラ開発などの際は留意する必要がある。

2) PDNA のセクター別被害額

マラウイでは、2012 年洪水、2015 年洪水、2019 年サイクロンの 3 つの災害について PDNA が作成されており、被害額を整理すると下表に示す通りである。農業、家屋、交通インフラに対する被害額が大きい。被害額の大きいセクターを青字で示した。産業の中では農業被害が突出して高く、農業セクターにおける防災対策の優先度が高いと考えられる。

表 3-152　マラウイにおける PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル）

セクター		2019（サイクロン）	2015（洪水）	2012（洪水）	合計
産業	農業	33.100	68.000	0.722	**101.8**
	漁業	3.200	0.000	0.000	3.2
	工業・商業・その他被害額	2.000	11.000	0.000	13.0
	観光	0.000	0.000	0.000	0.0
社会資産	家屋	106.600	139.000	0.836	**246.4**
	教育	21.100	12.000	0.008	33.1
	保健	2.600	12.000	0.333	14.9
	その他	0.000	0.000	0.000	0.0
インフラ	交通	37.000	50.000	0.212	**87.2**
	電力・通信	3.100	1.000	0.005	4.1
	上下水	6.400	26.000	0.841	33.2
	その他	5.100	6.000	0.000	11.1

出典：過去の PDNA よりセクターごとの被害額を抜粋

3) 災害被害統計

マラウイの災害被害統計では、対象とする災害（洪水、サイクロン、高潮、地すべり）について、1899 年～2018 年の間に 1,471 のイベントによる被害について、死者数、家屋被害、道路被害実績が集約されており、下表の通り整理する。

仙台防災枠組では、家屋被害だけでなく、経済損失や教育・保健施設、農地、道路インフラへの被害状況を集約することが各国の義務とされている。マラウイでは UNDP により災害被害統計の支援が実施されているが、UNDP へのヒアリング（2021 年 12 月時点）では、支援に基づいたデータベースは非公開となっている。今後、より細分化された被害統計の整備が求められる。

表 3-153　マラウイにおける災害被害統計によるセクターごとの被害実績

対象とする災害種	洪水、サイクロン
対象年	1899 - 2018
災害イベント数	1,471
死者数	582
家屋一部損壊（棟）	789,024

出典：DesInventar よりデータ収集、表は JICA 調査団作成

加えて、被害の傾向について確認するため、年間の災害イベント数及び被災家屋数（全壊+一部損壊）の動向を確認した。災害イベント数については、増加傾向を見ることができる。被災家屋数については、増加傾向は見出すことができないが、1997 年の年間被災家屋数が最大となっており、その後も継続的に被害が発生している。

なお、災害被害統計の収集能力の向上により、近年（2000 年以降）は小規模な災害も含めて網羅的に情報が取得されており同一基準で比較することが難しい。一方で、DesInventar は大規模災害については過去に遡り情報整理がなされており傾向を把握することが可能であるため、同データベースを用いて傾向把握を行った。同データベースでは、2005 年以降に収集した統計情報は仙台防災枠組のグローバルターゲットの指標の達成状況の評価に利用されるため、統一した基準での統計情報の整備が期待される。このため被害傾向を把握するためには継続的に統計情報の傾向を確認することが重要である。

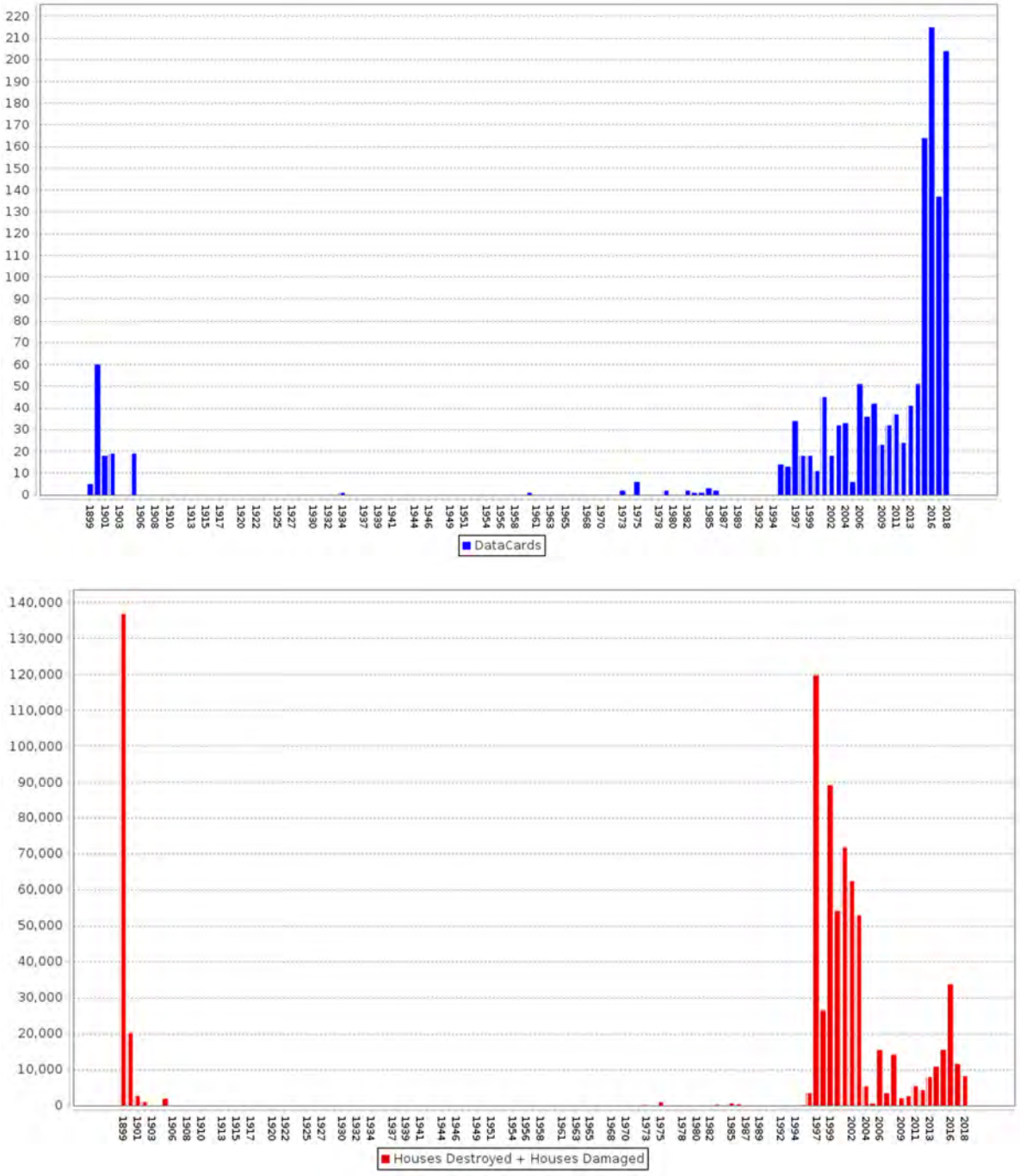


図 3-161　マラウイにおける災害傾向（1898 - 2018）

出典：DesInventar ウェブサイト
上（青）：年間災害イベント数、下（赤）：災害による年間被災家屋数（全壊+一部損壊）

(4)　サイクロン・アナによる被害状況

本プロジェクト研究実施期間中の 2022 年 1 月 24 日に、サイクロン・アナがモザンビーク東部に上陸した。マラウイ国内でも特に南部地域において被害が発生したため、サイクロンによる被害実態を把握するために情報を整理する。

1)　サイクロン・アナの概要

サイクロン・アナはモザンビーク海峡から、モザンビーク東部のナカラ市から 200 ㎞ほど南下した地点に上陸し、マラウイにはシレ川下流域のチクワワ県付近を横断した（下図）。



図 3-162　サイクロン・アナの通過経路

出典：DoDMA（別添 3 より抜粋）

2)　サイクロン・アナの通過経路

マラウイ国内では特に南部地域において影響が大きく、ブランタイヤ市以南の広域で 1 月 17 日から 26 日にかけて累積降雨量 200 ㎜～400 ㎜程度の降雨が見られた（下図）。長期にわたる降雨により、シレ川流域等で大規模は氾濫が発生した（下図）。

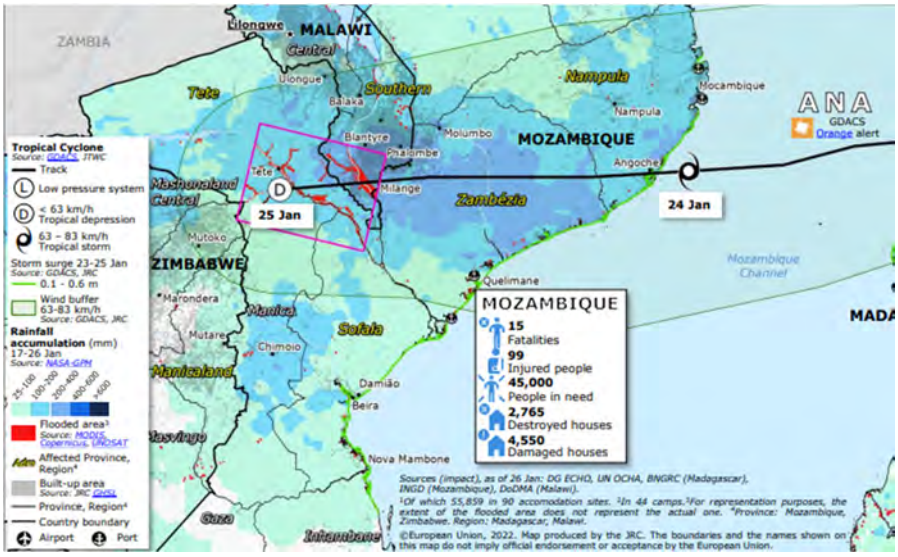


図 3-163　マラウイ及び周辺国での累積降雨量

出典：DG ECHO（別添 1 より抜粋）

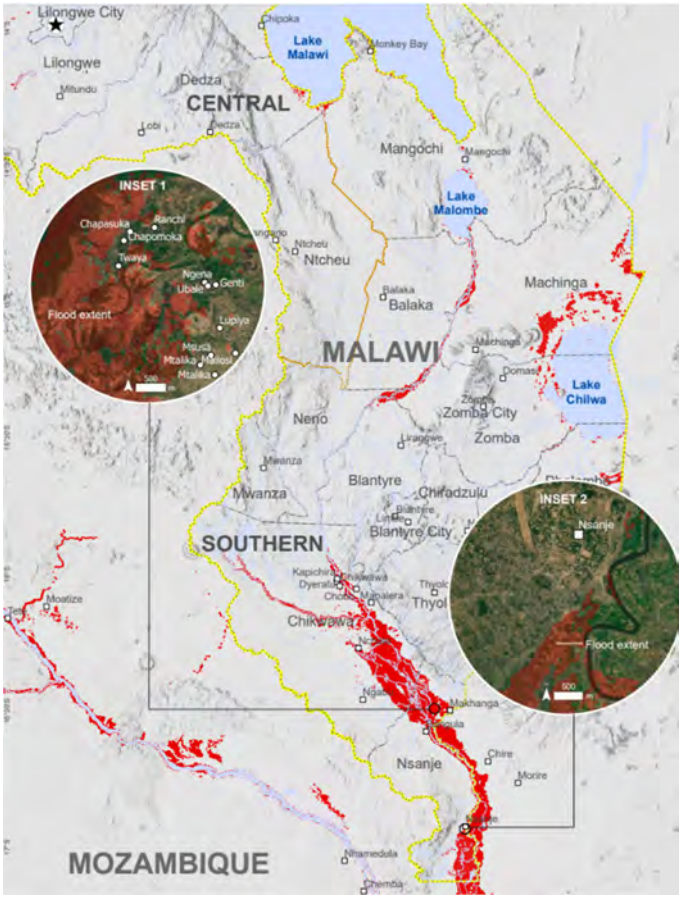


図 3-164　サイクロン・アナによる浸水範囲（衛星画像解析による浸水予測範囲）

出典：UNOSAT（別添 2 より抜粋）

災害管理局（DoDMA: Department of Disaster Management Affairs）が中心となりブランタイヤに本部を設けているサイクロン・アナ対応に係る Emergency Operation Center（EOC)より、2 月 10 日時点で入手した資料によると、全国で死者 46 名、避難者数は 190,429 名であり、178 ヵ所の避難所が開設されている。中でもチクワワ県では、死者 13 名であり被災者数は人口の 67%近くにのぼり大きな被害が発生した。インフラへの被害では、主要道路が 7 か所で流出、2 級道路が 10 か所で流出した。このほか、マラウイ最大の発電所であるカピチラ（Kapichira）水力発電所が被災するなどの影響で全国の総発電量が 385.8MW～194MW に低下する大きな被害が出ている。

(5) サイクロン・イダイによる被災に対する復旧・復興支援状況

マラウイでは 2015 年洪水、2019 年サイクロン・イダイ、2022 年サイクロン・アナと立て続けに災害が発生している。この影響による復旧・復興が完了しないうちに次の災害による被害を受けていると想定される。ここでは、サイクロン・イダイへの主要ドナーである世界銀行（WB）の復旧・復興活動の実施状況を検証することで、被災からの復旧・復興状況について考察する。

表 3-154 セクターごとの支援ニーズと WB 支援による復旧・復興活動

セクター	支援ニーズ金額（百万 US ドル）	WB 支援額（百万 US ドル）	比率
家屋	106.1		-
畜産	2.4		-
灌漑	17.9	14.0	78%
水産業	1.4		-
商工業	3.1		-
交通	42.6		-
エネルギー・電力	4.3		-
上下水	12.3	10.0	81%
水資源	17.0		-
防災施設・早期警報	10.9	26.0	238%
防災行政能力	-	16.0	-

出典:2019 年サイクロン・イダイ PDNA、WB サイクロン・イダイ後の緊急資金援助報告書（PROPOSED ADDITIONAL GRANT FROM THE IDA CRISIS RESPONSE WINDOW）

サイクロン・イダイ後に作成されたPDNAで表明された支援ニーズと、世界銀行が当時実施中のマラウイ強靭化及び防災プロジェクト（Malawi Resilience and Disaster Risk Management Project）で追加予算を確保して実施したサイクロン・イダイによる被災に対応したインフラ復旧に係る支援額とを比較した。

灌漑施設及び上下水セクターに関しては、支援ニーズに対して80%程度の支援額によりインフラの復旧対応が実施されており、その他のドナー支援があるものと想定すると十分な支援が実施されているものと想定される。一方で家屋被害などは、大きな支援ニーズに対して、WBは支援を実施しておらず、支援金額の不足が懸念される。

一方で、防災施設（河川堤防、排水施設整備等）に対して、支援ニーズの2倍以上の金額を支援しており、根本的な災害リスクの低減が図られている。

本考察では、主要ドナーであるWBの支援状況より復旧・復興ニーズへの対応状況を確認したが、特に重要なセクター（灌漑、上下水）に対する支援は一定程度確保できるものの、支援が網羅できないセクターも存在する。このことから、支援の行き届いていないセクターを明るみにして網羅的な支援を実現することが重要であり、マラウイではDoDMAではサイクロン・イダイ後の復旧活動に関して管理する立場にあるため、支援状況の情報整理が求められる。

なお、DoDMAの災害応急対応（Disaster Response）部のDeputy Directorで元災害リスク低減（Disaster Mitigation）部に所属していた職員へのヒアリング結果によると、マラウイは災害時の応急対応から、防災施設への事前投資へと舵を切っており、事前防災投資が重要であるとの発言もあったため、復旧・復興段階で将来の災害に備えた投資を行うよりよい復興（Build Back Better, BBB）の観点による支援が重要である。また、WBによる防災施設への支援ニーズ以上の投資は、BBBを考慮した支援の一環と考えることができる。

3.3.2　気候変動の概況

(1)　観測及び予測されている気候変動影響

マラウイは、サバンナと呼ばれる気候にあり、その標高差と巨大なマラウイ湖（Lake Malawi）に大きく影響を受けている。一般に、マラウイの気候は、10 月から 4 月まで続く雨季と、5 月から 9 月まで続く乾季の 2 つの季節によって特徴づけられる。乾季は涼しくて乾燥、雨季は暖かくて湿潤である。年間の平均気温は 12～32° C の範囲にあり、最高気温は 10 月下旬または 11 月上旬、最低気温は 6 月または 7 月に発生する。マラウイの平均年間降雨量は、低地の 500　mm から、ニーカ高原などの高地高原で 3,000mm を超えるまで幅広い。

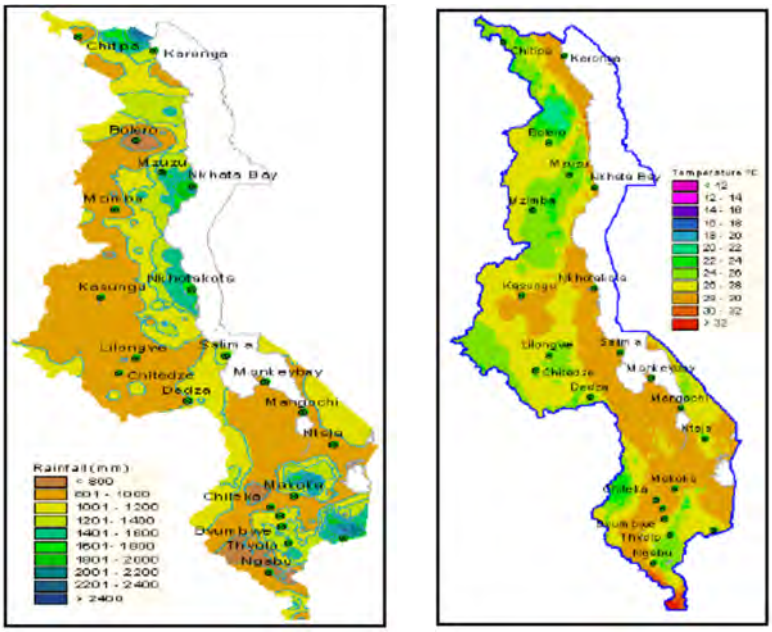


図 3-165　気温及び降水量の状況

出典：The Third National Communication, 2021

マラウイでは、これまでの気温観測の結果から、1960 年から 2006 年で年間平均気温は 0.9℃上昇し、10 年あたりの平均上昇気温は 0.21℃であることが観測されている。特に、雨期の上昇率が高く、夏季に低くなる傾向が把握されている。降水量に関しては、降水量の年変動が大きく異なるため、長期的な傾向を特定することができていない。気温について、1971 年から 2001 年までの 28 の観測所のデータから、年間平均気温の変動が大きくなっているが、傾向として平均気温は継続的に上昇している。降水量については、豪雨の発生や降雨量の変動幅は大きいものの、全国的には年間降雨量は明らかに減少傾向にある。

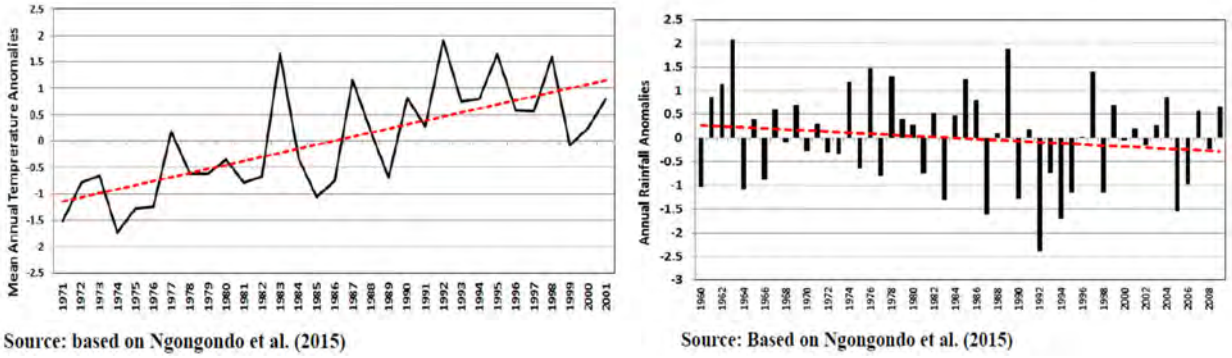


図 3-166　年間平均気温の推移（1971-2001）と年間降水量の推移（1960-2009）

出典：The Third National Communication, 2021

気温及び降水量の将来予測は、表 3-155 に示す通りであり、いずれの地域においても気温は上昇傾向を示し 21 世紀末には最大で 4.2℃の上昇が予測され全体的には 1.3℃から 2.6℃の上昇が予測されている。また、その他の傾向として、a）最低気温の方が最高気温よりも上昇が早い、b）10 月～12 月の降雨量が僅かに減少し、1 月～3 月に増加する、 c）エルニーニョが極端な気候を増加させる可能性があり、結果として、洪水、干ばつ、強風などの規模や強度、及び頻度が増加することが予測されている。

表 3-155　気温及び降水量の将来予測

Location	Near Century Period: 2011-2040.	Mid Century Period: 2041-2070.	End Century Period: 2071-2100.
Lower Shire Valley	0.03°C-0.04°C: temperature increase.	1.4°C-2.8°C: temperature increase.	2.5°C-4.2°C: temperature increase.
Shire Highlands	0.034°C: temperature increase (Jun-Dec).	1.0°C: temperature increase.	1.5°C-2.4°C: temperature increase.
Central Areas	0.7°C-0.9°C: temperature increase.	1.3°C: temperature increase.	Temperature increase.
Lakeshore Areas	0.8°C-0.9°C: temperature increase.	1.5°C-2.0°C: temperature increase.	2.5°C-3.0°C: temperature increase.
Northern Areas	0.2C-0.9°C: temperature increase.	1.4°C-1.9°C: temperature increase.	1.7°C-2.3°C: temperature increase.
Location	**Near Century Period: 2011-2040.**	**Mid Century Period: 2041-2070.**	**End Century Period: 2071-2100.**
Lower Shire Valley	800 mm – 1000 mm: mean rainfall.	January rainfall to increase by 8% while summer will be drier by 3% to 5%.	Rainfall to decrease by about 15%.
Shire Highlands	1000 mm – 1200 mm: mean rainfall.	Winter rainfall to increase by 15% while summer rainfall will decrease by 10%	Summer rainfall to decrease by 25%.
Central Areas	800 mm -1100 mm: mean rainfall.	October to December rainfall to decrease by 10% to 22%.	October to December rainfall to decrease by 20% to 56%.
Lakeshore Areas	March to April rainfall will increase by 5% to 25%.	Winter rainfall will decrease by 65%.	There will be a general decrease in rainfall by 60%.
Northern Areas	Increase in rainfall by 3% to 8% during the period January to April.	October to December rainfall to decrease by 10% to 36%.	Rainfall to decrease by 56%.

出典：The Third National Communication, 2021

これらの気候変動の影響を受ける分野としては、以下に示す分野における影響が予測されている。

表 3-156　気候変動の影響

分野	影響
農業	現状：主要作物はトウモロコシであり耕作地の 80%で栽培されている。主に土地劣化、天水依存、病害虫、限定的な灌漑、不安定な気象条件のため生産性は低い。小規模農家の大半で、農業技術力が低く、利害関係者間の協力不足（知識や技術の共有不足）、農業研究開発の欠如、収穫後の損失、加工技術・能力の欠如、市場連携欠如、限定的な資金調達、機械化の遅れ、不十分な物流など、様々な課題があり、気候変動による農業への影響はますます深刻になると想定されている。畜産についても近年規模は拡大してきており、重要なサブセクターである。気候変動への影響は食糧生産部門と同様、畜産分野についても懸念されている。 脆弱性： ・洪水、干ばつ、強風（サイクロンによるもの）への対応能力の欠如 ・天水依存型の農業のため、気象・気候の変動に大きく影響される ・家畜の食糧及び水の、特に乾季における不足 ・気象観測システム、堤防や灌漑施設、家畜疫病管理施設、漁業施設が損壊し機能低下 ・ハザードマップの未整備 ・農業生産に関する多様性の欠如
水資源	地表水及び地下水は豊富であり、河川（シレ、ルオ、リンシペ、ブア、ドワンガ、ルクル、ソンウェ、ルフフ、キウィラなど）及び湖（マラウイ湖、チルワ湖、チウタ湖など）がその水源である。河川水は降雨由来が主であり、雨季に水量が豊富になる。一方で、洪水は頻発している。また、多くの河川流域が、森林伐採、持続不可能な農業、住宅、鉱業、産業、商業、観光、気候変動の深刻な圧力にさらされている。 また、洪水、干ばつ、強風（特に熱帯低気圧に関連するもの）に対して脆弱であり、2015 年には、15 以上の地区で深刻な洪水が発生した。これらの洪水の原因は記録的な豪雨（雨の降り始めから最初の 2 週間での記録的な大雨）によるものであり、ソンウェ、ルフィリア、リンファサ/ルウェヤ、リカンガラ/トンドウェ、シレ/ルオなどの地域で洪水が発生した。同国では、MAIWD 及び DCCMS、地方では DCPCs や ACPCs、更には NGO を含めた洪水警戒の体制が構築されている。一部地域では、自動の洪水警戒システムも導入されているが、手動の洪水警戒システムが一般的であり、十分な状態ではない。
森林資源	植生分布や動物の生息域の変化や絶滅の可能性が指摘されている。もともと存在した森林植生の 9 割が既に失われているなかで、今後の気候変動やその他の人為的要因が生物多様性に及ぼす影響は過去になく甚大なものとなると予想されている。特に、燃料源となる薪の調達のための森林伐採が大きな問題となっている。特に高地では、気候変動による自然生態系への影響が、この人為的な森林伐採と相まって、土壌侵食・減少をもたらしている。降雨量と気温変化は農作物の栽培適期に変化をもたらし、結果として作物の不作が増加や農業用水の供給不足につながることが懸念されている。
保健	これまでに、下痢、マラリア、栄養失調について、気候変動により起こりうる健康被害の指標としての検討が、保健省及び気候変動・気象サービス局により進められている。気候変動が進むことで、これらの健康被害の発生が増加することが懸念されており、これらの事象との季節変動との関連性について保健省や気候変動・気象サービス局などが海外の機関や研究者らと研究を進めている。
エネルギー	電力供給の質の低さが課題となっている中、気候変動による環境悪化（湖水や河川水に水草や汚泥が多く混じることによる発電設備への悪影響）や水量不足による水力発電能力の低下などが懸念される（シレ川からの安定した電力供給への支障）。干ばつによる降雨量の減少は、流れ込み式小水力発電所の発電能力低下を引き起こす。気候変動による国外からの燃料（石油等）の供給途絶が起きた場合は深刻なエネルギー供給不足に陥る可能性がある。
交通インフラ	激甚化する暴風雨や湖面上昇による、港湾施設への被害リスク、道路や橋、鉄道、航空網への影響などインフラへの影響が懸念される。また、干ばつや水の利用可能性の変化による輸送コスト増、サービス業務やサプライチェーンの中断などによる影響も懸念されている。
水産業	気温上昇と雨季の短縮化による蒸発散量の増加、低水位、流入量の減少の結果、水域の水位低下が起こり、水域の利用や漁業・養殖業の生産性に様々な形で悪影響が出ることが懸念されている。水媒介の疫病の発生、深刻な干ばつによる漁業や養殖業への影響、豪雨による洪水・鉄砲水・地滑りなども、持続可能な漁業や農業生産に必要な養殖池、家屋、インフラなどを破壊し、水産業への悪影響が懸念されている。
観光業	気温や降水パターンの変化による観光へのベストシーズンの変化（雨季の最中での長期の干ばつによる観光資源への影響）、観光客向け食糧の調達への影響、道路等のインフラ途絶、損壊等による観光業への悪影響、運営コストの上昇（自家発電機等の導入）などの悪影響が懸念されている。

出典：The Third National Communication, 2021

(2)　気候変動適応に関する政策・施策や計画等

1)　国レベル

マラウイでは、現在、Malawi’s Vision MALAWI 2063 (2020)のもと、2063 年までに工業化された高中所得国な「包括的に裕福で自立した国」を目指すことをビジョンとして掲げている。その中でも気候変動への取り組みの重要性を掲げており、持続可能な開発と計画に災害リスク教育と資金調達を統合することや、グリーン・エコノミー対策を通じた気候変動への適応、緩和、技術移転、持続可能な生活のためのキャパシティービルディングの推進を提唱している。また、マラウイ成長開発戦略（The Malawi Growth Development Strategy, MDGS）という国家開発の中期フレームワークのもと実施されてきた国家開発 MDGS III の取り組みの中では、5 つの主要優先分野（KPI）の中で、気候変動問題は、農業、水開発、気候変動管理の下で取り組まれている。この中で、早期警戒とタイムリーな対応のための気象及び気候監視システムの改善、気候変動と気象サービス強化にむけた政策や運営環境の整備、気候変動の影響に対するコミュニティの強靭化、気候変動の研究と技術開発の強化が目指されている。

2016 年には国家気候変動管理政策（National Climate Change Management Policy (NCCMP)）が策定されており、全ての利害関係者による国家開発計画及び実施へ気候変動を統合していくことを目的としている。NCCMP には、気候変動への適応、気候変動の緩和、キャパシティービルディング・教育・トレーニング・意識向上、研究・技術開発と移転、及び体系的な観測、気候変動資金、エイズやジェンダーなどの横断的課題への対応である。これに加えて、国家適応計画（National Adaptation Plan Framework, NAP）フレームワークが 2020 年に策定されている。この NAP フレームワークは、マラウイにおける NAP プロセスの原則、アプローチ、優先分野、優先セクターとテーマ、及び NAP 実施の構成要素を示している。NAP フレームワークで優先されている活動は、a）NAP プロセス実施段階での能力のギャップと弱点への対処、b）現在の気候と将来の気候変動シナリオの分析、 c）気候変動への脆弱性評価、セクター・地域・国家での適応策の特定、d）気候変動適応を国、地方及びセクターの開発計画に統合、e）長期的な国家適応実施戦略の策定、f） NAP プロセスの定期的レビューによる進捗管理と有効性評価　である。気候変動への適応を推進するためには資金が必要であり、マラウイでは National Climate Change Investment Plan（NCCIP）がこれを先導している。国としての気候変動関連の政策・施策の策定状況は以下の通りである。

表 3-157　気候変動関連の政策・施策等

政策･施策名(発行年)	概要
Vison 2020 (2003)	国家開発の目標、政策、戦略の枠組みを提示。持続可能な開発、GHG モニタリング、オゾン対策推進、気候変動問題に関する一般国民に対する啓発を重視。2030 アジェンダとアフリカ連合 (AU) アジェンダ 2063 に沿ったビジョン 2063 を開発中。
First National Communication (NC1) (2003)	UNFCCC への提出文書。国家の気候変動の状況、GHG 排出量、緩和及び適応に関する政策や実施計画及び状況などを定期的に報告。
National Strategy for Sustainable Development (2004)	持続可能な開発のための国家戦略 (NSSD)。UNFCCC に関連する活動とプログラムの実施。衛星データの利活用、気候変動問題の認識と普及、NC3 を含む気候変動に関する様々な研究などの実施。
Second National Communication (NC2) (2012)	UNFCCC への提出文書。国家の気候変動の状況、GHG 排出量、緩和及び適応に関する政策や実施計画及び状況などを定期的に報告。
National Resilience Strategy 2018-2030 (2018)	2018 年に策定された国家レジリエンス戦略。食料不安や貧困世帯を対象とした保護的かつ生産的な投資への移行の開始、制度の強制力強化と複数のセクター別の計画と実施。農業の強靭化、集水域の保護と管理、リスク削減・洪水管理・早期警戒と応答、人的及び社会資産の保護の４つの柱を立てている。
Intended Nationally Determined Contributions (2015)	UNFCCC への提出文書。2015 年から 2040 年にかけて実施する適応及び緩和に関する行動に関する誓約。植林と再植林、及び耐干性作物の品種開発、灌漑農業、水産養殖などに関する適応策を提唱。
Third National Communication (NC3) (2021)	UNFCCC への提出文書。国家の気候変動の状況、GHG 排出量、緩和及び適応に関する政策や実施計画及び状況などを定期的に報告。
Updated Nationally Determined Contribution (2021)	UNFCCC への提出文書。2020 年から 2040 年までのマラウイの気候変動に関する優先事項として、具体的な戦略を提示。NDC の実施と資金調達の進捗状況を的確に把握するために、実施、主流化、モニタリング及び報告を容易にするための付属文書を作成。マラウイ・ビジョン 2063 に沿った持続可能で豊かなマラウイのための強固な基盤を築くことを目指した政府のビジョン。

出典：The Third National Communication, 2021

上記のような気候変動影響への適応策として実施予定の内容が、NDC の更新版に示されている。適応策の優先順位付け、セクターレベルのパフォーマンス指標とターゲットを策定し、(i)制度的枠組み、(ii)知識・技術・資金、(iii)最も脆弱なものに対する強靭性向上に関連した 10 の戦略的適応策が特定されている。

表 3-158　戦略的適応策

Objective	Pillar	Strategic Adaptation Actions	Adaptation actions
Promote enabling environment to facilitate CCA mainstreaming	Institutional framework	Establishment of the institutional arrangements for the multi-sector coordination of climate change actions, including the definition of its composition and mandate.	NAP’s mandate
		Testing and institutionalization of mechanisms to integrate CCA into the next “National Development Plan” or equivalent and sectoral planning instruments, including the annual sectoral budgets and guidelines	NAP’s implementation Definition of guidelines to integrate CCA into sectoral planning and budgeting
Improve the capacity for data and information management and sharing, and access to technology and financing for adaptation	Knowledge, technology and financing	Development and implementation of a research programme on climate change impacts and CCA actions	Research programme on climate resilient technologies, including industry and drought tolerant and fast-growing vegetal species
		Implementation of a capacity building plan and integration of CCA into curricula	CB at national and district levels to use the guidelines CB on EWS and data downscaling CB on Wash interventions CB on wildlife and tourism management CB on aquaculture and cage farming CB on diagnose, prevention and control of climate-sensitive diseases and malnutrition Integration of forestry, livelihoods and environmental management in curricula
		Implementation of the communication plan	Public campaigns on water conservation measures Campaigns on hygiene and sanitation
		Operationalization of an overarching M&E framework covering the NDC and potentially the	Elaboration of recommendations for climate M&E in the scope of the NDC

Objective	Pillar	Strategic Adaptation Actions	Adaptation actions
		NAP, SDGs and Sendai Framework	
		Elaboration and implementation of a resource mobilization plan	Preliminary estimates of costing of the actions and measures included in the NDC
Plan and implement adaptation actions toward an increased resilience of the most vulnerable Malawians	Resilience of the most vulnerable	Elaboration of NAPs for priority sectors	Elaboration of NAPs for agriculture, biodiversity and ecosystems, fisheries, health, infrastructures and housing, tourism and water resources
		Development of CCA planning tools tested in particularly vulnerable communities, demonstrating an integrating CCA approach in various sector	Development of simplified methodologies as a basis to assess risks and identify community-based adaptation options and measures to include in local CCA plans and budgets Design of local EWS
		Elaboration of a portfolio of CCA priority actions for the key sectors aligned with sectoral planning and budgeting, using nature-based solutions and ecosystems-based adaptation	Effective and efficient EWS Accessible and harmless water Blooming biodiversity and ecosystems and eco-tourism Smart agriculture, livestock and fisheries Climate-proofed infrastructures, buildings, and energy systems Healthy and protected people

出典：2021 Updated NDC

2) 地方レベル

地方レベルにおける気候変動適応への対応としては、マラウイ南部のチクワワとカイロモの間にあるシレ川下流の氾濫原に位置するエレファント・マーシュ（Elephant Marsh）で、その水資源をマラウイ湖、隣接する小流域、ルオ川、上流のシレ川流域の水資源に依存しており、その中で、以下に示すような気候変動適応戦略を実施しているケースもある[85]。

[85] Report of climate resilient livelihoods and sustainable natural resources management in the Elephant Marshes, Malawi, prepared by MRAG Ltd in Association with Southern Water, Anchor Environmental and Streamflow Solutions

Examples of climate adaptation strategies identified as important across the whole Elephant Marsh and additional sub-area specific strategies.

Elephant Marsh Sub-area	Strategies identified as sub-area priorities
Whole Marsh	Agricultural support and technology experimentation including access to improved seeds, introducing some diversity to crops and intercropping long season pigeonpea. Studies should explore drivers of agricultural production (e.g. subsidies that incentivise monocropping). Reducing wildlife interactions, in particular crocodile attacks and hippos destroying crops.
Northern	Drought resistant crops, Improving sanitation and access to water
Western	Managing livestock. Improving access to water. Improving sanitation and access to water
Eastern	Managing water and erosion
Central	Priority for the area is to enhance protection and reduce access. On the basis of the scenario assessment this is likely to have the greatest benefit for the Elephant Marsh biodiversity in the face of identified climate and development change.
Southern	Improving communication links Supporting BVC management of local fisheries. Studies should assess changes in fish species abundance.

図 3-167　エレファント・マーシュの気候変動適応戦略

出典：CLIMATE RESILIENT LIVELIHOODS AND SUSTAINABLE NATURAL RESOURCE MANAGEMENT IN THE ELEPHANT MARSH, MALAWI, 2017[86]

マラウイにおける他ドナーの支援活動としては、同国の主要産業である農業分野に対する支援が多い。例えば、2010 年から 2020 年まで２期にわたり WB 主導により実施された「Agriculture Sector Wide Approach-Support Project」では、持続可能な農業生産と多様化、農業道路等のインフラ整備、関係機関のキャパシティービルディングなどが実施されてきた。また、WB による 「Drought Recovery and Resilience Project」では、食料安全保障と持続可能な生活の向上、干ばつへの耐性強化、自然災害等への緊急対応資金支援などを実施している。現在、WB、AfDB 及び地球環境ファシリティにより実施されている「Shire Valley Transformation Program」(シレ川渓谷変革事業)では同国の農業生産にとって重要な地域であるシレ川流域を対象とし、農業生産性と商業化の向上、天然資源の持続可能な管理と利用の改善を目的としている。この活動の中で、信頼性の高い灌漑及び排水サービスへのアクセス提供、零細農家の土地保有権確保、シレ川流域の湿地及び保護地域の管理強化を行うとしている。このように、同国にとっては農業に対する支援が重要であり、農業生産が盛んなシレ川流域に対する支援活動が重要となっている。

[86] https://rsis.ramsar.org/RISapp/files/35551875/documents/MW2308_mgt170608.pdf

表 3-159　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）

Programme/project	Period	Funding source	Geographic coverage
Agriculture Sector Wide Approach (ASWAPsp II)	2017-2020	Multi Donor Trust Fund	12 districts
Agriculture Sector Wide Approach (ASWAPsp I)	2010-2014	Multi Donor Trust Fund	12 districts
Sustainable Agriculture Productivity Programme (SAPP)	2012-2021	IFAD	6 districts
Malawi Drought Recovery and Resilience Project	2017-2021	World Bank	28 districts
Malawi Floods Emergency Recovery	2015-2018	World Bank	15 districts
Programme for Rural Irrigation Development –PRIDE	2017-2023	IFAD	8 districts
Shire Valley Irrigation Project (SVIP)	2013-2018	under the Green Belt Initiative	7 districts
Shire Valley Transformation Programme (SVTP) -in 3 phases	2018-2031	World Bank, AfDB & GEF	2 districts
Shire River Basin Management Programme	2012-2027	IDA (World Bank), GEF & Least Developed Countries Fund (LDCF)	Along Shire River Basin
Fertiliser Input Subsidy Programme (FISP)	annually from 2005 to-date	Malawi Government & Donors	28 districts
Small Stock Development Programme	2012-2020	Malawi Government	28 districts
Agriculture Infrastructure and Youth in Agribusiness Project	2016-2021	AfDB	2 districts

出典：The Third National Communication, 2021

3.3.3　国土開発及び都市開発の概況

(1)　国土軸、戦略的重要都市

マラウイ最大の都市は、中部にある首都のリロングウェであり、人口は約 64.7 万人(2022 年, World Population Review) である。独立以前のリロングウェは地方都市に過ぎなかったが、1975 年に南部のゾンバ(Zomba)から遷都されたのち急速に人口が増大し、2000 年代中盤にブランタイヤを抜いて国内最大の都市となった。政治の中心としての性格が強く産業の立地は乏しい。これに次ぐのが南部のブランタイヤであり、人口は約 58.5 万人(2022 年, 同) である。マラウイ経済の中心都市であり、商業が盛んなほか、食品や醸造などの工業も立地している。

都市人口は上記 2 都市が突出しており、それ以外の都市ははるかに小さな規模にとどまっている。第 3 都市であるムズズは北部の中心地であるが、人口は 17.5 万人(2022 年, 同)、

第 4 都市であるゾンバは南部の高原上にあり、良好な景観と気候であったことからイギリス植民地時代に首都とされ、独立後の 1975 年まで継続した。2022 年現在の人口は 80,932 人である。現在もマラウイ大学の本部が置かれるなど、文教都市としての特色を持っている。

都市人口は 15.3%に過ぎないが、国家人口が 2015 年の 2.2 百万人から 2040 年には 6.3 百万人に増加するものと見込まれており、これに伴う都市人口の増加はブランタイヤ、リロングウェ、ムズズ、ゾンバの 4 都市に集中するものと見込まれている。

マラウイ国内では、首都リロングウェと第二の都市であるブランタイヤを結ぶ M1、及び M5 の交通量が多い。チポンデ国境へのアクセスについては、マンゴチ橋以降の M3 の道路状況が大型車の通行に適さないことから、S131 が一般的に利用される。

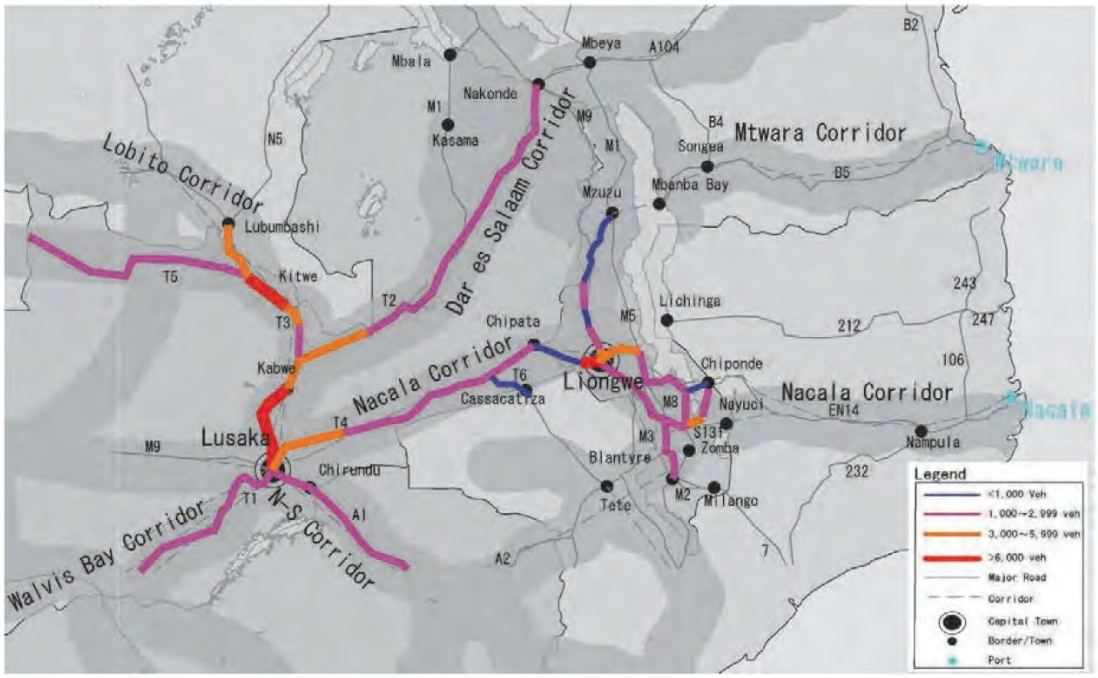


図 3-168　主要施施設及びセトルメントの立地状況

出典：マラウイ道路公社

(2)　クロスボーダーインフラ

マラウイは、北側をタンザニア、西側をザンビア、南側と東側、西側の一部をモザンビークに接する内陸国である。このため、国際貿易に必要な海港へのアクセスは陸上輸送でのみ可能である。海運へのアクセスを提供する主要な港湾としては、モザンビークのナカラ及びベイラ、南アフリカのダーバン、タンザニアのダルエスサラームがある。

現在、マラウイは車でのアクセスが容易で他の回廊と比べて港までの距離の短いセナ回

廊を主に利用している。ナカラ回廊は道路の状況がモザンビーク内で悪く、鉄道はムチンジとンカヤ間のインフラ施設と運行、倉庫などの関連する貨物施設が良く整備されていない。しかし、ンカヤからナカラ港までの鉄道改修により、マラウイの輸送会社はナカラ回廊を利用し始めている。ムチンジからンカヤ間の鉄道改修が予想通り完成すれば、より多くの輸送業者がナカラ回廊を使うと見込まれている。

(3) 重要産業の立地

マラウイの主要産業は農業であり、人口の 80%(2019 年) が第一次産業に従事している。可耕地の殆どは、小規模農家によって天水での農業生産に使用されている。国際連合食糧農業機関（FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations、2014 年）によると、農業用地は 60%（約 590 万 ha)、林業は 34%（170 万 ha)、その他の用途は 6%（40 万 ha）という土地利用比率となっている。継続して 3%を超えている人口増加に伴い、天然資源（土地、土壌、水、天然魚、森林、野生生物）の再生が妨げられている。耕作可能な土地の殆どは既に農地として利用されており、相続に際して細分化されることから、小規模農家の家計単位で使用可能な土地面積が減少している。

主な作物としてはトウモロコシが全土で広く栽培されるが、自給作物としての性格が強い。商品作物として最も有力なものは葉タバコ（総輸出の 55.6%、2019 年）を筆頭に、砂糖（同 7.17%）や茶(同 7.95%)、落花生（同 3.1%）などが生産されている。タバコ輸出への過度の依存を避けるため、商品作物の多角化が進められ、マカダミアナッツなどいくつかの小規模な輸出作物が開発されている。

その他の第 1 次産業としては、自家消費と所得向上の双方の目的から、国として水産業を重要視している。

マラウイは鉱産資源には恵まれておらず、石灰石と少量の石炭が採掘されているのにとどまっている。2009 年に北部で発見されたウラン鉱山が開発され、2013 年には総輸出の 11.3%を占めるまでに成長していたが、価格低迷により 2014 年に休山している。

(4) 都市開発の観点における重要都市

Malawi’s Vision MALAWI2063 (2020)によると、マラウイは 2063 年までに工業化された高中所得国で「包括的に裕福で自立した国」を目指すことをビジョンとして掲げている。

2063 年はマラウイが独立して 100 年に当たる年であり、「依存」から「富の創出」と「自立」へとシフトしていく事を目指している。貧困層が貧困を終わらせるために富を生み出すことを可能とする道筋を促進していく事を目指していくこととしている。

その方向性として、3つの柱を上げている。

表 3-160 Malawi's Visionにおける3つの柱

柱	内容
生産性の高い農業と商業化	産業加工用の原材料と、健康的で栄養価の高い食品を生産し供給する。雇用創出に関連する農業ベースの産業の成長は、都市中心部の生産性を経済的に確保することに繋がる。観光拠点の都市を含む都市中心部は、農産物の消費者として機能する。このような構造は競争力ある農業バリューチェーンを生み出し、農業に従事する若者を確実に増加させる。
工業化	伝統的及び非伝統的な製造業、技術革新、鉱業及びその他のサービスを確立するための投資を増やすことによって達成する。製造業は、回復力があり、統合され、独立し、自給自足の経済を構築するために不可欠である。従って産業の成長は、多くの雇用、収入、機会を生み出す。何よりも、産業の成長は農産物の準備が整った市場の利用可能性を意味し、したがって農業の商業化は強化される。この時点で、都市の賃金率が上昇し始めると考えられる。
都市化	社会経済的変革を加速するために有能な機会を提供する。農業、観光、鉱業、産業における持続可能な経済活動に根ざした、スマートで、よく計画され、サービスが提供されている二次都市を持つ必要がある。都市化は、空間的、経済的、社会的、環境的配慮を含む統合されたアプローチに従う。

出典：Malawi's Vision MALAWI2063 (2020)を元にJICA調査団作成

3番目の柱である都市化については、農業と都市の連携を重視しており、マラウイの自然や文化を活かした観光地を拠点都市として発展させ、観光客の都市での消費を通じて農業の商業化を促進し、包括的な富の創造と自立の促進に繋げるとしている。加えて、富の創出に貢献する農業セクターの変革を利用した都市開発の促進を戦略として展開することを挙げている。

マラウイの都市における現状の問題点としては、農村部から都市部への移住が増加しており、都市の人口増加に水供給、電力供給、廃棄物管理、教育、健康、輸送などのインフラ及び社会サービスの提供、都市計画の整備が追い付いていないことが挙げられている。また、移住者の多くは若く、熟練されておらず、経済的に貧しいことが特徴である。

第3次マラウイ成長開発戦略 (MGDS: The Malawi Growth and Development Strategy) IIIは、MGDS II (2011-2016)の後の5年間の後続戦略として策定されたものである。この戦略による5つの優先エリアは下記である。

i. 農業、水開発及び気候変動管理
ii. 教育と能力開発
iii. 交通とICTインフラ
iv. 電力、工業と観光開発
v. 健康と住民

また、災害についてはその他の開発エリアの一つとして、災害リスク管理と社会支援として位置付けられている。本戦略の中で、マラウイでは近年気候変動や人口増加、都市化や環境の劣化等によってその強度や頻度は増加している事、災害は社会経済の成長や開発を阻害する事を述べ、キーセクターにおける国家投資の能力を弱め、地方部・都市部に住む住民の貧困を悪化させるものだとしている。従って、様々なリスクと様々なレベルのダメージ及び国の社会経済開発に対する損失を認識し、対策に取り組むことの重要性を述べている。更に国家災害リスク管理方針（DRM）と DRM 法案は現在最終化を行っていることが言及されている（2017 年時点）。しかし、まだハザード脆弱性はうまく定義付けされていないことから、特定のエリアに対する DRR 対策は困難な状況であること、また、殆どのセクターは災害リスクとの関連性が分析されておらず、その重要性が理解されていないことから､それぞれのセクターにおける DRR の主流化は図られていないことが述べられている。従って全てのレベルにおいて、総合的な災害リスク評価を行い、その結果を開発計画に反映させるため広める必要性が謳われている。このことから、マラウイでは災害リスク削減における取り組みが開始されたばかりであり、具体的な取り組みは今後進められると理解できる。

上記 Vision や戦略における重要都市としては、具体的な地名は述べられていないが、マラウイ湖周辺及び国立公園等が候補として挙げられている。また、既述の通り、マラウイは内陸国であることから、各国に繋がる回廊の結節点となる都市の重要度は高い。その他、国土の位置的なバランスやマラウイ湖への距離なども考慮するとムズズなどもポテンシャルのある地域と言える。

(5) 都市計画関連制度等

a) 土地制度

マラウイの土地保有は、政府などが管理する公用地、植民地時代に英国君主が所有を保証した私有地、及び地域の村長や伝統的首長が管理する慣習地の 3 つに分けられる。従来の土地法（Land Act）は個人の土地所有権を保証しておらず、小規模農家が利用している土地の殆どは慣習地であり、農家は伝統的に占有、または利用権は有するが所有はしていなかった。これにより小規模農家の投資意欲が損なわれていたため、土地法は 2016 年に見直されており、伝統的な慣習地が廃止され、個人の小規模農家や、マラウイ人を含む組織、法人が土地を登記することにより、私有慣習地（Customary estate）として所有できることがうたわれている。

b) 都市計画制度

マラウイの都市計画法（The Town and Country Planning Act）は、1948 年に制定され

たのち、1988 年に大幅な改定が行われた。内容は計画当局、計画と計画作成 (The National Physical Development Plan, District Physical Development Plans, Local Physical Development Plans)、開発管理と執行、特別地域 (The Land Development Control Area Order, the Improvement Area Order, the Vacant Land Development Order, the Building Preservation Order, the Accelerated Development Area Order, Subdivision Control Area Orders)、政府部門による開発、土地の取得と補償などを包括している。旧法と比べ、フィジカルプランを国、地域、地区の 3 層にすることにより、計画プロセスをより包括的にしたものとなっている。同時に、政令 (order) を通じて、大臣が非法定計画地域の開発や抑制を行う権限を得ることができる。

その後、土地法の改正に伴い、整合を図るために以下の各法とともに都市計画法も見直されており、名称を Physical Planning Act 2016 として改訂されている。

- Land Survey Act 2016
- Customary Land Act 2016
- The Registered Land (Amendment) Act 2016
- Public Roads (Amendment) Act 2016
- Forestry (Amendment) Act 2016
- Land Acquisition (Amendment) Act 2016
- Local Government (Amendment) Act 2016
- Malawi Housing Corporation (Amendment) Act 2016

マラウイの都市空間は 68%が都市部の貧困層によって占められており、非公式居住地が拡大を続けている。非公式居住地はマラウイの都市災害として顕著である洪水、交通事故、火事、疫病などに見舞われやすいが、都市計画制度は「都市の貧しい人々を無視して、秩序ある空間の生成に焦点を合わせている」との批判もある。

3.3.4 防災計画・体制の概況

(1) マラウイの防災関連法制度・防災計画の概況

マラウイの防災法 (Disaster Preparedness and Relief Act, 1991) は、当時の洪水被害を踏まえて制定され、政府の防災担当機関の設立、防災政策の枠組み、大統領による緊急災害対策発令と対応プロセス、防災基金の設置、地方やコミュニティレベルでの災害対応システムの構築について規定する内容となっている。その後防災法を踏まえ、DoDMA が主体となり、国家防災政策 (NDRMP: National Disaster Risk Management Policy, 2015) が策定されている。国家防災政策では、防災・減災の各レベル・セクター別計画への主流化や災害対応能力の強化などを目指し、関係機関の調整なども含む、戦略的かつ包括的な

国全体の強靭化に向けた方針が示されている。短期的には国家緊急対応計画（National Contingency Plan）を策定し、毎年更新を行っている。また、国家強靭化戦略（National Resilience Strategy 2018-2030）では、国家防災政策の目標を実現するための対応策が示されている。例えば洪水対策について、洪水リスクを分析し、対策の必要性が高い地域に対して、防災インフラの整備を推進していく方針なども記載されている。これらの枠組みは、京都議定書（1997）、アフリカ防災戦略（African Strategies for Disaster Risk Reduction, 2004）や兵庫行動枠組（2005）や仙台防災枠組（2015）などを踏まえて検討されてきている。

しかし、これらの政策や戦略の推進に向けては、各関係機関の各種施策実施状況を踏まえると実現に至っていない事項も多く、財政制約等の課題を有しているようである。また、防災政策の推進に向けた調整は、防災管理局がその役割を担うこととされている。防災政策の実施に必要な予算は、関係政府機関や市・自治体等で総合的に調整され配分されるべきだが、実際は予算制約があり適切な調整が図られておらず、マラウイにおいて防災に関する具体的な取組みを推進する場合、国際ドナー等の支援が必要な場合が多い状況にある。

また、マラウイでは近年深刻な災害を経験し財政的な問題に直面してきたことも踏まえ、防災リスクファイナンス戦略（DRFS: Disaster Risk Financing Strategy and Implementation Plan, 2019-2024）が策定されている。これは災害時に備えて財政強化を図る戦略で、災害リスクを踏まえ、防災予算が適切かつ効率的に、必要な防災施策の実施や受益者に配分されることを目指すとされている。

マラウイにおいて地方自治体レベルでは、地方自治体によって対応能力の差が大きいことが防災管理局とのヒアリングからも言及されているが、県（District）レベルの防災計画策定が一部では進められてきており、南部の比較的洪水リスクの高い地域などでは、NGOやドナー支援のプロジェクト支援などと連携して策定されているようである。都市開発が進む主要都市の防災減災施策の推進に向けて、リロングウェ、ブランタイヤ及びムズズでは防災計画が策定されている。防災管理局によると、ハザードマップは現時点では未整備であるが、WB の協力により、2022 年末までに作成予定となっている。

(2)　防災実施体制の概況

マラウイの国レベルの防災体制については、国家防災政策で規定されており、防災管理局が調整機能を担い、国レベルの意思決定を担う国家防災委員会（National Disaster Preparedness and Relief Committee）や国家防災技術委員会(National Disaster Risk Management Technical Committee)、分野横断的な技術小委員会（Technical Sub-Committees)、NGO や国際ドナー等の活動を調整し、対応することとされている。県レベルでは、県市民防災委員会（District Civil Protection Committee）があり、その下に地区市民防災委員会（Area Civil Protection Committee)、その下部に村落市民防災委員会（Village Civil Protection Committee）がある。国レベルから地方レベルまでの防災体制全体を総括・調整するのが防災管理局である。防災管理局の人員構成について、国レベルでは 20 名の職員がおり、全 28 県に各 1 人の担当職員を配置している。

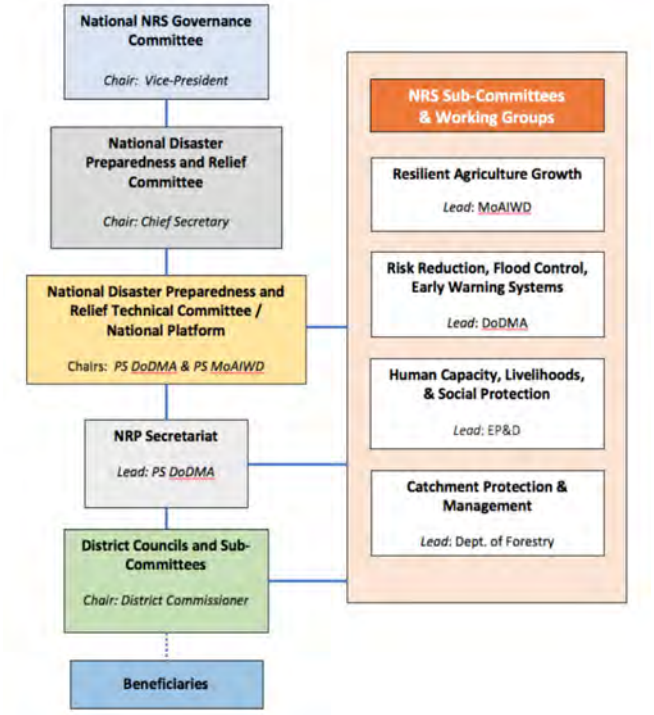


図 3-169　国家強靭化戦略の推進体制

出典：Malawi National Resilience Strategy 2018-2030

更には地区レベルの地区防災委員会（District Disaster Management Committee）等の活動を調整し、対応することとされている。

防災主流化や強靭化に向けては、国家強靭化戦略（2018-2023）に、調整の枠組みや考え方について記載があり、図に示すように、4 つのセクター別ワーキングが設置され、防災管理局や関係省庁等が連携し、強靭化や減災に向けた取組みを推進する方針が示されている。しかし、具体的にどのように災害リスク分析や関係機関の取組みへの主流化、都市や自治体レベルでの防災施策を推進していくのかの明確な記載は少ない。災害リスク評価を理解し実施することや、コンサルタント等を管理するか政府側の人材育成・組織強化が、国レベルから自治体レベルにおける重要課題として考えられる。防災管理局へのヒアリング結果からも、人材・組織の能力強化が課題として挙げられている。また防災インフラ整備に向けた特別な予算措置等はない状況にある。

3.3.5　ドナー支援の動向

(1)　ドナー支援の概況

ODA 国別データ集の 2000 年から 2017 年の合計値によると、マラウイへのドナー援助の動向としては、国際機関別では WB グループの IDA や欧州委員会、欧州投資銀行などの欧州連合（EU）の諸機関からの援助が多く、主要ドナー別では米国と英国からの援助が多くなっている。

表 3-161　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（単位：百万 US ドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
IDA	2,119.4	米国	2,604.6
EU Institutions	1,635.2	英国	2,245.1
GFATM	984.05	ノルウェー	926.7
AfDF	672.8	ドイツ	592.1
IMF-CTF	336.4	日本	573.8

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000 年～2017 年）より JICA 調査団作成

マラウイでは政府が策定した「国家戦略 MGDSⅢ」の計画期間が 2022 年まで続き、教育、エネルギー、農業、保健、観光に重点が置かれているほか、2021 年にはマラウイを自立した上位中所得国へと転換することを目的とした「Malawi’s Vision MALAWI 2063」を発表している。しかし、経済成長を維持するための大幅な経済・構造改革を行ったにもかかわらず、依然として世界最貧国の一つである。

世界的に見てもマラウイは気候変動の影響を受けやすく、対処能力が低く、リスクが高い国の一つに数えられている。洪水、干ばつ、乾季などの現象の頻度や強度の増加、害虫や病気の発生など気候変動を通して経験される変化はマラウイに幅広い課題をもたらしており、特に、洪水や干ばつは、慢性的な食糧不安の主な原因であり、水の安全保障、水質、エネルギー資源、農村部の生活の持続可能性にも影響を与えている。最も脆弱でと特に農業部門は、国の経済を支える主要産業であり、労働力の 80%以上を雇用し、輸出収入の 90%を占めているにも関わらず、農業生産の 90%以上が天水に依存しているため、天候関連の災害に対して脆弱性が高い状態にある。

AfDB の CSP 2018-2022 に示されているドナーごとの主な支援分野によると、分野別では保健、農業、水・公衆衛生・灌漑への支援が多いことがわかる。セクターごとに議長や共同議長もアサインされていることがわかる。防災分野のワーキンググループでは、WB が議長、DFID とアイルランドが共同議長となり、USAID、ノルウェー、ドイツ、UN 機関、Flanders が協力ドナーとして参加している。

表 3-162　開発協力パートナーによる政策協議及び援助調整

Development partners	Agriculture	Integrated Rural Development	Environment, Land and Natural Resources	Tourism, Wildlife	Water, Sanitation & Irrigation	Trade, Industry, & Private Sector Development	Disaster and Risk Management	Health	Education	Gender, Youth and Sports	Roads, Public Works & Transport	ICT & Research and Development	Energy & Mining	Economic Governance	Democratic Governance	Public Administration	Total
WB	A	A	A	A	A	L	L	A	A		A	A	L	A			13
AFDB	A		A		A	A			L		L	A	A	A			9
EU	A	AC			A	A			FA		AC		A	A	A		9
OPEC Fund	A	A			A	A		A	A		A		A				8
DFID	A	A	A		A	A	AC	AC	A	A	A		A	A	A	A	14
USAID	L	A	A		A	A	A	L	AC					A	A	A	11
JICA	A	A	A		A	A		AC	AC		A		A	FA			10
Ireland	A	A	A		A		AC	AC						A	A	A	9
Norway	A		A	A			A	A		A				A	A		8
China	A									A	FA	FA	FA				5
Germany							A	A	A					A			4
UN Agencies	A	A	A		A	A	A	A	A	A		A	A	A	A	A	14
AusAID					A												1
CDC								A									1
Global Fund								A									1
Netherlands								A									1
Abu Dhabi											A						1
Kuwait Fund											A						1
Flanders	A						A										2
Saudi Fund								A			A						2
ICEIDA					A			AC	AC								3
India					A	A							A				3
BADEA	A				A						A						3
Total	13	8	8	2	13	9	8	14	10	4	11	4	9	10	6	4	

Note: A = active, L = lead, AC = assigned co-chair, and FA = future active engagement.

出典：AfDB COUNTRY STRATEGY PAPER (CSP) 2018-2022

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

WB の援助方針を示す CPF 2021-2025 では「成長と説明責任のための基盤強化」、「民間セクター主導の雇用促進」、「人的資本開発の強化」の 3 分野に焦点を当て、デジタル開発、女性のエンパワーメントをクロスカットのテーマとして位置付けている。直近では、COVID-19 パンデミックに伴う国内経済の落ち込みによる健康的・経済的な影響に対する支援を実施している。

WB はこれまでにも災害後の復旧対応などで防災分野への支援を行ってきたが、2019 年のサイクロン・イダイ以降は災害後の対応から事前防災へと舵を切る方針をとっている。これまでにマラウイ政府への「災害・気候リスク管理のための制度的・財政的能力の強化」や「気候変動対策のための国家投資計画作成能力の強化」など能力強化の支援が行われている。特にマラウイ国災害リスク管理（DRM）開発政策金融（DPF）プロジェクトでは、マラウイ国政府の多部門にわたる災害・気候リスク管理のための制度的・財政的能力の強化に取り組んでいる。同プログラムは、(i) 国家災害・気候変動適応策を実施するための制度的枠組みと調整メカニズムの強化、(ii) 物理的開発とインフラにおける気候変動・災害対応力の向上、(iii) 適応的な社会保護メカニズムと災害対応のための政府の財政能力の強化の 3 つの柱で構成されており、GFDRR が管理する「アフリカ・カリブ・太平洋・欧州連合自然災害リスク削減プログラム」の枠組みの中で、GFDRR と欧州連合の出資によって賄われている。具体的なプロジェクトとしては国や地方の意思決定のためのマルチハザードリスク情報、ハイドロメットサービス、早期警報に投資してきた。

今後の災害分野の援助の方針としては民間セクター主導の雇用促進の目標の一つとして「都市と農村のホットスポットにおけるレジリエンスの向上」を位置付け、自然資源管理、都市の回復力、災害への備えを強化するための取り組みを拡大することを提案している。現在進行中のマラウイ流域サービス改善プロジェクトやマラウイ・レジリエンス・災害リスク管理プロジェクト、リロングウェ水・衛生プロジェクトを継続することで弾力的な都市化へのより大きな投資を検討するほか、マラウイの早期警報及び災害対策システムへの継続的な投資を行うとしている。

表 3-163　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト一覧

Project Name	Project Objective	Financier	Starting Year
MALAWI-Disaster Risk Management Development Policy Financing with Cat DDO	To strengthen the institutional and financial capacity of the Government of Malawi for multi-sectoral disaster and climate risk management.	IDA IDA Grant	2019
Malawi Resilience and Disaster Risk Management Project	To support the recovery of livelihoods and infrastructure in flood and drought affected areas and strengthen capacity for flood and drought risk management	IDA Grant	2016
Malawi Floods Emergency Recovery	To “sustainably restore agricultural livelihoods, reconstruct critical public infrastructure to improved standards in the flood-affected districts, and improve the Government of Malawi’s disaster response and recovery capacities”.	Ida Credit from Crw	2015
Malawi Emergency Recovery Loan	The Malawi Emergency Recovery Project is aimed at supporting the restoration of assets and production following the drought-induced emergency in early 2005, and thereby supporting the growth path central to the macroeconomic program adopted by the new administration since May 2004.	IDA Grant	2005
EMERGENCY DROUGHT RECOVERY PROJECT	To allow the Government to maintain key commitments to economic priorities, and investments consistent with the Poverty Reduction Strategy Paper (PRSP) process and fulfill immediate obligations to avert famine.	IDA Ida Grant for Natural Disasters	2002

出典：WB Website Projects & Operations より JICA 調査団作成

(3)　アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

AfDB の援助方針を示す CSP 2018-2022 の主な目的は、公共インフラに投資することで民間投資を喚起し、多様化を促進し、経済的回復力を構築して貧困と不平等を削減することにより、民間主導の成長の基盤を支援することである。「エネルギーと輸送によるインフラ整備への投資」と「農業付加価値の強化と水インフラの整備による経済変革への投資」を２つの柱を掲げており、「エネルギーと輸送によるインフラ整備への投資」としては、ナカラ回廊とその関連道路やインフラの改善に重点を置いて南北回廊にも焦点を拡大することと、電力分野ではソングウェ流域の気候変動に対する耐性を高めることを位置付けている。

これまでの AfDB の具体的な支援としては農業灌漑、道路整備、水管理分野への支援が多くなっており、災害については干ばつや洪水等への緊急支援しか見られていない。しかし、気候変動対応への必要性については CSP に記載されており、AfDB としてインフラ分野における気候変動対策の主流化を課題の一つに位置付けていることから今後の支援が期待される。

表 3-164　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Starting Year
2002 Flood Emergency Relief Aid	To prevent loss of human life and maintain the nutritional status of the population affected by the flood in the seven most-hit districts.	Special Relief Funds	2002

出典：AfDB Website Projects & Operations より JICA 調査団作成

3.3.6　重要都市の選定

マラウイにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査ではリロングウェ及びブランタイヤを重要都市とし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査検討していく方針とした。

また、都市間インフラ等としては、セナ回廊、農業・灌漑関連施設等を重点的に検討することとした。なお、これらの重要都市や都市間インフラに特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査検討する。

3.3.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　都市開発と防災

1)　リロングウェ市

リロングウェ市の現地調査を踏まえて確認した災害状況を下記に示す。

【地形の特徴と主な災害】

全体として主な河川（リンガジ川及びリロングウェ川）は西から東に向かって流れており、リロングウェ市中心部の東側付近で、リンガジ川がリロングウェ川に合流する。リロングウェは起伏に富んだ地形をもつ特徴から、雨期には大雨が一気に低地に向かって流れ、最終的にリロングウェ川へ流れ込む。大量の雨水が短時間に河川に流れ込むため、リンガジ川やリロングウェ川の水位も一気に上がり、低地一帯では一度は河川に向かって流れた雨水が水路を逆流することから地域全体が浸水する状況となっている。また、未舗装道路や素掘り側溝、涸れ谷等を流下する雨水による洗堀によって地面が削られ、それによって構造物が崩壊する被害も起こっている。



図 3-170　リロングウェの地形的特徴と災害発生状況

出典：JICA 調査団作成

【災害ポイントの様子：地点 A,B,C】

2022 年 2 月 12 日に実施したリロングウェ市へのヒアリングでは、災害ポイントとして 4 か所が指摘された。そのうち 3 か所（A,B,C 地点）については、既述のように短時間に流れ込んだ雨水がリンガジ川やリロングウェ川の水位を上げ、それによって河川周辺の低地において浸水が発生する。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>A:カオマ地区：降雨が一気に河川へ流れ込む</td><td>雨水が道路脇の側溝から河川に流れ込む</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>B：エリア 56：メイン道路からのアクセスが困難となる</td><td>マーケット通り：毎年 1m 程度浸水する</td></tr>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>C:リゾルマーケット：河川から 10m がバッファーゾーンであるがそれ以上離れた箇所でも浸水する</td><td>マーケットは斜面に位置するため上の方は浸水しないが、マーケット内の道を排水路のように水が流れる</td></tr>
</table>

図 3-171　リロングウェ市が挙げた市内の災害ポイントの様子（その 1）

出典：JICA 調査団撮影

【災害ポイントの様子：地点 D】

災害ポイントの残り 1 か所（D 地点）は、対策の必要性が認識されているものの、小規模河川であることから実施が追い付いていないンチェシ川に架かる 3 つの橋梁である。

D-1：橋梁の浸水により交通が遮断され、カワレ地区のアクセスが限定的になる。

D-2 ：河川によって川岸が洗堀され、中学校の敷地に河川が迫っている。

D-3：河川の屈曲箇所に小学校があり、上流からの流れが小学校を直撃する可能性がある。





D-1:橋梁が浸水することで交通が遮断される





D-2:チパスラ中学校の河川付近:河川による洗堀により校庭が削られている





D-3:河川線形が屈折する箇所に小学校があり、危険な状況

図 3-172　リロングウェ市が挙げた市内の災害ポイントの様子（その 2）

出典：JICA 調査団撮影

【対策の可能性】

現地調査を踏まえ、下記のような対策の可能性が考えられる。

＜GIS による 3D ハザードマップ作成＞

マラウイは起伏に富んだ地域に大都市が位置していることから、水の流れを正確に把握するためには地形を立体的に視覚化して把握することが効果的である。特に大雨による水の流れがどこをどのようなスピードで通るのかという全体像を把握しない状態で橋梁や護岸整備を行っても十分な対策にならないため、都市内ハザードの全体像を把握する３D ハザードマップを作成する必要がある。

＜ンチェシ川河川管理マスタープラン策定及び橋梁の架け替え事業＞

ンチェシ川沿岸の山間部では周辺の傾斜地に住宅整備が進んだことから、降雨時に当該地域からの雨水が当該河川に一気に流れ込む状況にある。また、河床勾配が 1/100 程度と急な区間であるため、急激な増水により河川流が速くなりやすく、また、蛇行区間においては河岸浸食が発生している。この状況により河川沿いの小中学校などの重要インフラへの被害の危険性が高くなっているため、護岸整備などの対策を検討する必要がある。また、河川の増水により橋梁が冠水することで、リロングウェ中心部とカワレ地区間が分断されることが課題となっているため、地区間を結ぶ 3 本の橋梁の架け替えも検討する必要がある。

＜リンガジ川河川管理マスタープラン策定＞

リンガジ川では土砂の堆積による河床の上昇や急激な増水による下流域での氾濫が問題となっている。このため、上流部に砂防堰堤を設置し、土砂が下流に流れることを防ぐとともに、下流での急激な水位上昇を抑え被害を軽減する等の対策を検討する必要がある。

＜土地利用計画の見直しと誘導技術協力プロジェクト＞

先の 3D ハザードマップ等でハザードを明確にした上で、防災計画を策定すると共に土地利用計画の見直しを行い、構造物対策を土地利用計画に反映させる。また、計画に実効性を持たせるために、計画策定のみではなく、土地利用を誘導する施策の検討やロードマップの作成、予算措置計画等も含めた実施計画の策定や実施に関する仕組みの構築検討を含む能力強化プロジェクトを実施する必要がある。

2) ブランタイヤ市

ブランタイヤ市の現地調査を踏まえて確認した災害状況を下記に示す。

【地形的特徴と主な災害】

ブランタイヤは起伏の激しい丘陵地に立地する都市である。ブランタイヤ及び東部リムベの都市部はその中でも比較的なだらかな地域に位置するものの、坂が多い地域である。市内を横切るムディ川やリムベ川は、谷部を流れる急勾配な河川である。勾配は日本の山間部の河川程度であり、これらの河川が氾濫して都市部に流れ込むような外水氾濫は起こ

っていない。しかし、近年は斜面地での植生の消失や住宅地開発の進行により、降雨が地表を流れ下って河川へ一気に流入する他、河川への廃棄物投棄によって河川の流下能力が低下している。また橋梁が低い位置に架かっている事や、カルバートなどの断面が小さいことなど、様々な要因から、橋梁自体がボトルネックになっている場合もある。

このため、大雨時には一気に流れ込む降雨の流量に河川の流下能力が対応できず、部分的に急激な水位上昇が起こり、河岸に貼り付くように建っている住宅が浸水（一部倒壊）する非常に危険な状況となっている。

また、中心市街地では、排水不良により道路が冠水したりするなどの災害が見られる他、住宅被害においては、レンガを泥で固めた構造の家屋において、長雨によって繋ぎの泥が流れ出すことによる壁の崩壊等の被害が発生している。

【災害の発生状況の現場確認】

2022 年 1 月 24～25 日にかけて上陸したサイクロン・アナにより、最も被害の大きかった地区は、ムディダム北部のインフォーマルな高密度居住地区で、小規模河川（ナソロ川）で洪水（Flash Flood）が発生し、周辺の家屋が押し流されるなどの被害が発生した。同地域は地区内の小規模な河川の河岸の間近まで家屋が建設されており、河道も狭いため、急激な水位の上昇時には危険な状態になりやすいと言える。しかし、同地域は、インフォーマルな居住地であることから、ブランタイヤ市としては、この地域における河川対策の優先順位は低い。従って、このような地域は災害リスクの低い地域に居住を誘導していく施策が必要である。

このほか、サイクロン時以外の大雨の際にも西側のブランタイヤ市街地や東側のリムベ市街地などの中心市街地の交差点では、冠水被害が毎年発生している。中心市街地の比較的標高が低い地域の交差点に雨水が流れ込むことによって 50 ㎝程度の浸水被害が発生し、車両が通行できない状況となる。

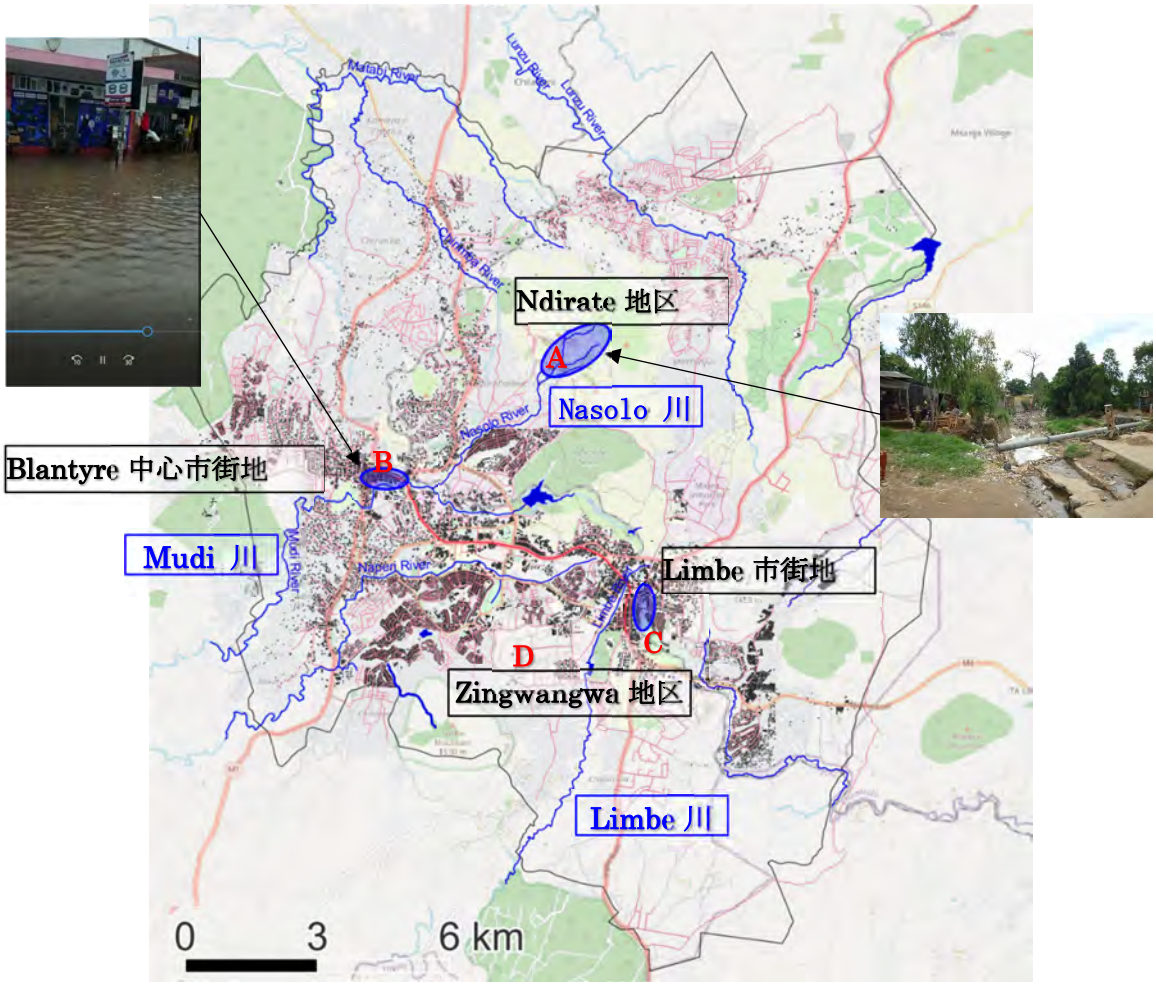


図 3-173　ブランタイヤ市内での被害発生状況

出典：JICA 調査団作成

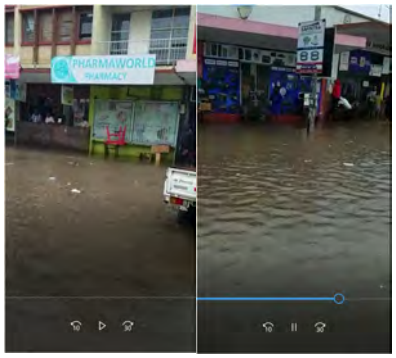




A 地点：ディランド地区を流れるナソロ川の様子（2 月 4 日時点）



ムディ川での廃棄物の投棄状況



B 地点：ブランタイヤ中心市街地の冠水





傾斜地の住宅地の様子（ジングワングワ地区）

図 3-174　ブランタイヤ市内の災害発生現場やハザードによるリスクの高いエリアでの開発状況

出典：JICA 調査団撮影

【対策の可能性】

＜都市部での冠水被害軽減のための排水路整備＞

冠水被害の発生地点（B 地点、C 地点）では、ブランタイヤ中心市街地、リムベ中心市街地ともに近くにそれぞれムディ川及びリムベ川が流れていることから両河川への排水が可能と考えられる。

下図はブランタイヤ中心市街地の冠水発生箇所とムディ川の関係を示したものである。冠水発生箇所の近くにムディ川が流れており、ムディ川の河床と道路高には 5m 程度の高低差があることから、河川に市街地の雨水を適切に流す排水設備を整備することで冠水被害が解消できると考えられる。

リムベ中心市街地（C 地点）の状況も同様であるため、リムベ川に排水する対策を施すことで解消できると考えられる。



図 3-175　ブランタイヤ冠水被害交差点と河川の位置関係

出典：JICA 調査団作成

＜都市構造計画改訂支援＞

ブランタイヤでは丘陵地の中でも比較的平坦で、河川洪水の影響を受けにくい地域に市街地が発展してきたが、都市の拡大に伴い、洪水や土砂災害などのハザードの多い斜面地や標高の低いエリアへの住宅地が拡大している。特にこのようなハザードの高いエリアは、インフォーマルな居住地として無秩序に住宅が建ち並ぶなど、土地利用規制による管理ができていない状況にある。

ブランタイヤ市では、WB の支援により市内の標高データ（DTM）の取得とハザードマッ

プ作成が進められている[87]。また、ブランタイヤ市の Urban Structure Plan 2000-2015 は更新を行う必要がある事から、WB のハザードマップを活用した同計画の更新を検討している。

従って、WB のハザードマップを踏まえて同計画を見直す際に、構造物対策及び非構造物対策を計画に反映していく計画策定支援を行い、併せて、インフォーマルエリアの居住を適切な地域に誘導していく施策の現実的な検討に対する支援も含めることが考えられる。

ブランタイヤ市の都市計画部長によれば、各ドナーに同計画改訂の支援依頼を行っているとのことであるため、各ドナーに依頼している具体的な内容は、確認が必要である。

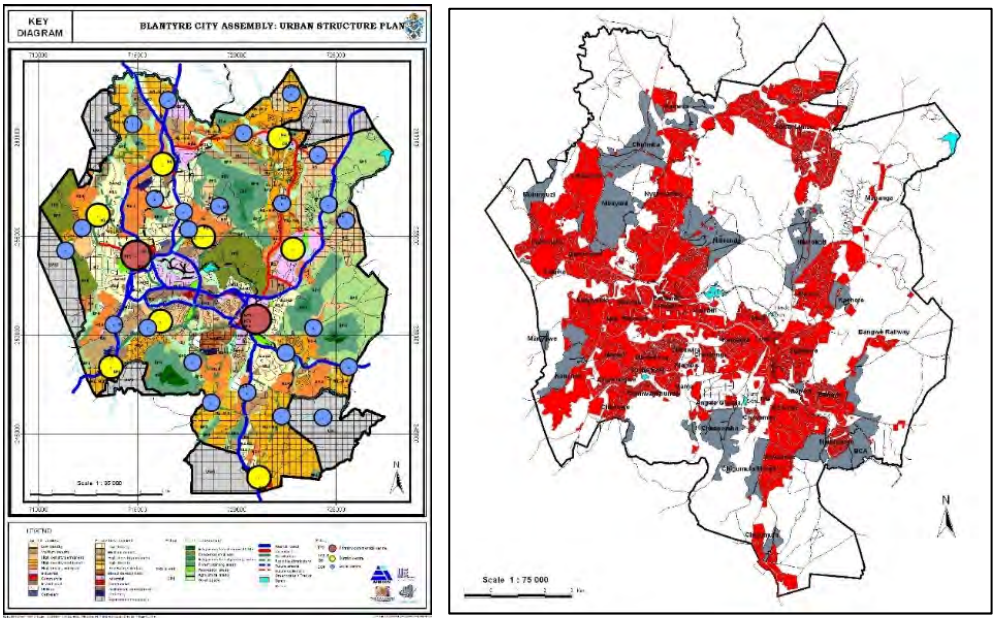


図 3-176　ブランタイヤ市の Urban Structure Plan 2000-2015（左）及びインフォーマル地区の分布状況（灰色／右）

出典：Blantyre City Assembly, Urban Structure Plan

(2)　運輸交通

マラウイの全国の交通ネットワークは、道路、鉄道、内陸水運、航空で構成される。マラウイの運輸・交通システムの最大の特徴として、内陸国という地理的な影響により、輸

[87] “MALAWI RESILIENCE AND DISASTER RISK MANAGEMENT PROJECT”におけるサブコンポーネント 2.3 Strengthening Comprehensive DRM in Districts and Cities　に含まれる。
https://documents1.worldbank.org/curated/en/289231583511716943/pdf/Malawi-Resilience-and-Disaster-Risk-Management-Project-Additional-Financing.pdf

出入はモザンビークや南アフリカ等の隣接国の国際港を利用していること、陸上交通は主にマラウイとこれらの国際港を結ぶために計画・整備されてきたことが挙げられる。そのため、マラウイの運輸コストは 7～10US ドル／トン・km と、SADC 地域でも高い方と評価されており、同国における社会・経済開発に大きな支障となっている。隣接国の国際港までの輸送ルートとなっている道路・鉄道は WB や AfDB のような海外ドナーも支援している南部アフリカ地域の国際開発回廊となっており、今後も国際開発回廊を中心に内陸国という地理的弱点を克服するための運輸・交通システムとして整備される計画となっている。

マラウイにおける国際経済回廊を図 3-177 に示す。「ダーバン回廊 (Durban Corridor)」はマラウイが示す南北回廊 (North South Corridor) のうち南ア・ダーバン港までのルートを、「ダルエスサラーム回廊 (Dar es Salaam Corridor)」は南北回廊のうちタンザニア・ダルエスサラーム港までのルートを意味する。

(a) ムトワラ回廊（Mtwara Corridor）



(b) ナカラ回廊（Nacala Corridor）



(c) 南北回廊（North South Corridor）

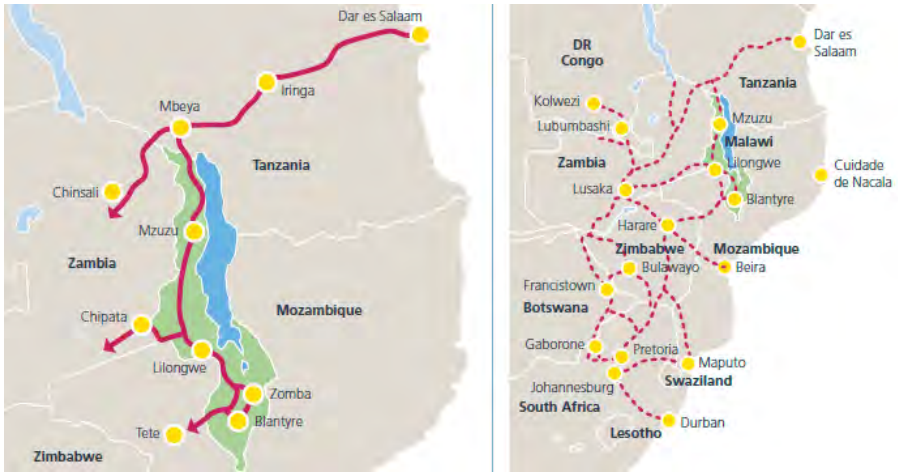


図 3-177　マラウイにおける国際回廊

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

マラウイ国家運輸交通マスタープラン[88]（以下、「NTMP」）によれば、道路は国内貨物輸送の 7 割以上、国際貨物の 9 割以上を担っている。過去、鉄道は国際貨物の主要輸送手段であったが、最近は長期間の運休等の影響により鉄道利用が低下している。そのため、最近の貨物輸送は、バルク貨物も含め、隣国の国際港までの長距離を道路で輸送しているのが現状である。

マラウイに最も近い国際港はモザンビークのベイラ港(Port of Beira)である(825 km)。ところが、多くの貿易業者は 1,150 km も更に遠く 2 回の国境越えのため輸送コストの高いダーバン回廊を利用している（表 3-165 参照)。輸送コストの高いダーバン港を利用する理由については、ベイラ回廊に比べて輸送の信頼性が高いからである。このことは、ベイラ回廊またはナカラ回廊の利用の利便性と信頼性が向上すれば、同国における輸送コストの削減に大きく寄与することが可能であることを示唆する。また、表 3-165 に示すように、道路よりは鉄道の輸送コストが小さいため、鉄道の分担率を上げることも重要とされている。

マラウイ国家運輸交通政策[89]によれば、国際貨物の 60%はダーバン回廊を利用しており（ただし、その 1/3 の目的地は隣接国)、ベイラ回廊は 19%、ナカラ回廊は 17%、ダルエスサラーム回廊は 4%となっている。

[88] Malawi National Transport Master Plan, Final Report, MoTPW, Dec. 2017
[89] National Transport Policy, Government of Malawi, Apr. 2015

表 3-165　2004 年と 2016 年のマラウイ輸出・輸入品における輸送コスト（US ドル/トン）

輸出	輸送	タバコ		砂糖		茶		綿		農産物		食品残渣	
	手段	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016
ベイラ港	道路	62	138	82	71	44	103	-	83	-	90	-	87
ダーバン港／ヨハネスブルグ	道路	123	233	127	164	67	-	-	245	45	184	-	-
ナカラ港	鉄道	58	61	36	49	22	88	-	68	37	73	-	-
その他	道路	-	-			65	-	-	-	50	-	101	120

輸入	輸送	燃料		肥料		セメント		小麦	
	手段	2004	2016	2004	2016	2004	2016	2004	2016
ダルエスサラーム港	道路	141	154	-	-	75	137	-	-
ベイラ港	道路	121	118	-	108	60	164	-	135
ダーバン港	道路	-	-	179	173	-	-	-	144
ナカラ港	鉄道	95	116	61	115	40	134	-	128

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-166　2004 年と 2016 年のマラウイ輸出品の価格における輸送費の割合

輸出	輸送手段	タバコ		砂糖		茶	
		2004	2016	2004	2016	2004	2016
ベイラ港	道路	3%	3%	17%	16%	4%	5%
ダーバン港／ヨハネスブルグ	道路	5%	6%	26%	36%	6%	-
ナカラ港	鉄道	2%	2%	8%	11%	2%	4%

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

1)　関係機関・法制度等の概要

マラウイの運輸交通全般を所管する省庁は運輸公共事業省（Ministry of Transport and Public Works、以下「MoTPW」）であり、運輸交通及びそのインフラ整備に関する政策・計画の策定、省庁間や運輸交通のサブセクター間の調整等を行う。その実務は組織内の部局や公社が担当しており、一部のサブセクターでは施設の運用をコンセッションで民間企業が担っている。運輸交通部門の主要サブセクターを担当する組織を表 3-167 に示す。

表 3-167　マラウイ運輸交通部門におけるサブセクターの主要関係機関

サブセクター	関係機関
－	運輸公共事業省（Ministry of Transport and Public Works, MoTPW）
道路	マラウイ道路公社（Roads Authority, RA） 道路基金庁（Road Fund Administration） 道路交通安全局（Department of Road Traffic and Safety Services, DRTSS） 国家交通安全委員会（National Road Safety Committee）
鉄道	鉄道局（Department of Rail Services, DRS） Central East African Railways 社（CEAR）　※コンセッション企業
内陸水運	水運局（Department of Maritime Services, DMS） Malawi Port Company　※コンセッション企業
航空	民間航空局（Department of Civil Aviation, DCA）

出典：JICA 調査団作成

表に示す関係機関・組織以外にも、回廊管理協議会（Corridor Management Institution (CMI)）、合同運輸部門協議会（Joint Transport Sector Review (JTSR)）、官民連携協議会（PPP Commission）のような体制が設けられている。CMI は国際開発回廊について関連国との調整等を目的に設置したものである（表 3-168 参照）。JTSR は運輸交通部門のサブセクター間・ステークホルダー間の調整・協議のために導入したものである。2009 年、MoTPW は運輸部門全体を管理・監督するための枠組みとして「Transport Sector Performance Monitoring Indicator Framework (TSPMIF)」を導入し、毎年、各分野における実績等を評価しており、そのために各サブセクターの関係機関等が集まって協議することを目的として導入したのが JTSR である。JTSR 会合は出席毎年開催し、各サブセクターの関係機関、

関連する団体・民間企業、有識者（大学）等が出席して行動計画の策定、四半期毎のモニタリングを実施していた。しかし、2021 年 11 月に実施した MoTPW へのオンラインヒアリングによれば、JTSR は 2018 年の開催を最後に終了となり、「National Planning Commission」という新しい形での会合に変わったが、COVID-19 の影響のため、2021 年 11 月現在はまだ開催されていない。

効率的な運輸交通部門の管理・監督・運営のためには更なる改革が必要とされており、マラウイ政府はその改革案を検討している。また、NTMP も独自の改革案を提示している。このマスタープランでは特に鉄道部門と内陸水運部門の改革を強調している。道路と航空部門については道路交通公社（Road Traffic Authority）と民間航空公社（Civil Aviation Authority）の設立案が提案されているが、まだ実現していない。

表 3-168　マラウイにおける回廊管理協議会（CMI）の概要・設置状況

国際開発回廊	関連国	回廊管理協議会
ムトワラ回廊	タンザニア、モザンビーク、マラウイ、ザンビア	設立なし
ナカラ回廊	モザンビーク、マラウイ、ザンビア	2010 年にマラウイ、ザンビア、モザンビークの 3 者間で設立に合意したが、まだ設立なし
南北回廊	南アフリカ、ボツワナ、ジンバブエ、ザンビア、マラウイ、タンザニア、コンゴ民主共和国	ダルエスサラーム回廊についてはザンビア、マラウイ、タンザニアの 3 か国による「ダルエスサラーム回廊協議会」を設立

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

a)　道路

既述のように道路インフラ整備を所管するのは道路基金庁（Road Fund Administration）とマラウイ道路公社（Roads Authority、以下「RA」）である。しかし、地方道（district road）と都市道路（urban road）については RA の指導の下、各自治体が担当する。NTMP によれば、規格道路（classified road）の総延長は 15,451 km であり、そのうち、1 級道路（main road）は 21.7%、2 級道路（secondary road）は 20.2%、3 級道路（tertiary road）は 26.7%、地方道（district road）が 22.7%、都市道路（urban road）が 8.7%となっている。同資料によれば、規格道路の 26%だけが舗装道路であり、路面状態は、舗装道路の 30.3%が「良好（Good）」（IRI＜3.5）、52.5%が「普通（Fair）」（IRI 3.5-5.0）、17.2%が「不良（Poor）」（IRI ＞ 5.0）と評価されており、「普通」以上の評価が 8 割以上となっている。しかし、他の非舗装道路は天候条件によっては使用不可になるなど、舗装率の改善が求められている。上記のマスタープランによれば、地方部人口の 74%が半径 2 km 圏内に常時利用可能な道路のない場所に暮らしている。2014 年に実施した国道 1 号の路面状況の調査結果を表 3-169 に示す。国道 1 号はマラウイを南北で縦断し、首都リロングウェ、同国第 2 都市の

ブランタイヤ、第3都市のムズズを結ぶとともに、南北回廊とベイラ回廊を構成する、マラウイにおいて最も重要な道路となっている。リロングウェ以北区間については約9割の区間が「普通」以上の評価となっており、特にリロングウェ～ブランタイヤ間は 96%の区間が「普通」以上の評価となっている。ところが、ブランタイヤ～チャロー（Nchalo）間は「不良」と評価されている区間が約4割となっている。

表 3-169　マラウイ国道1号の区間別の路面状況（2014 年調査）

区間	良好(Good) (IRI < 3.5)	普通(Fair) (IRI 3.5-5.0)	不良(Poor) (IRI > 5.0)	計
Karonga - Mzuzu	64.1 km (24%)	179.3 km (66%)	28.3 km (10%)	272.7 km
Mzuzu - Lilongwe	63.8 km (18%)	244.6 km (70%)	42.8 km (12%)	351.3 km
Lilongwe - Blantyre	180.2 km (59%)	113.6 km (37%)	13.3 km (4%)	307.1 km
Blantyre - Nchalo	11.0 km (15%)	34.2 km (47%)	27.9 km (38%)	73.1 km
Nchalo - Nsanje	33.3 km (40%)	48.9 km (59%)	1.0 km (1%)	83.2 km
計	352.5 km (33%)	620.7 km (57%)	113.3 km (10%)	1,086.5 km

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017



図 3-178　マラウイ道路ネットワークにおける1級道路・2級道路

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

道路インフラについて本マスタープランが挙げている課題としては以下のものがある。

- 交通渋滞の原因となるボトルネックの解消
- 一部道路における交通容量不足や歩行者専用空間不足の解消、交通安全の促進
- 非動力交通手段への配慮の促進
- 天候条件によらずに使用可能な道路の整備（特に地方部）
- 国境での手続き時間の短縮
- 地方部における総合交通戦略の策定
- 道路の新設・維持管理を行うための資金の確保
- 道路ネットワークの適切な管理のための関係機関の能力の向上

図 3-179 にマラウイにおける地域間トラック交通量を示す。南部地域内を発着するトラックが 32%で最も多く、その次が主とリロングウェを中心とする中部地域の 29%である。地域間のトラック交通量はそれほど多くなく、中部～南部間が 4%である。国際貨物と思われるトラック交通量は合計で約 17%であり、11%は中部地域発着、5%は南部地域発着となっているが、北部を発着する国際貨物はマラウイにおけるトラック交通量全体の 1%に過ぎない。

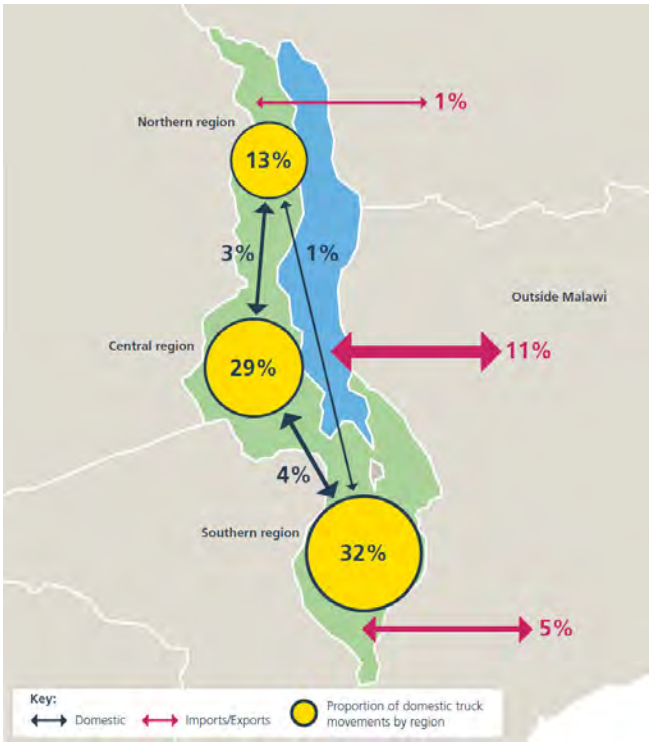


図 3-179　マラウイにおける地域間トラック交通量

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

b)　鉄道

図 3-180 にマラウイの鉄道ネットワークを示す。同国の鉄道路線は大きく二つのルートに分けられる。一つは、ザンビア・チパタ（Chipita）、リロングウェ、サリマ（Salima）、ンカヤ（Nkaya）、ブランタイヤを経由して南部国境のマーカ（Marka）を結ぶ南北ルートと、モザンビーク・テテ州、カチャソ（Kachaso）、ンカヤ、ナユチ（Nayuchi）を経由してモザンビークナカラ港に伸びる東西ルートである。現在、マラウイの鉄道ネットワークはこれら 2 本のルートが全てである。これらのルートはンカヤで交差する。

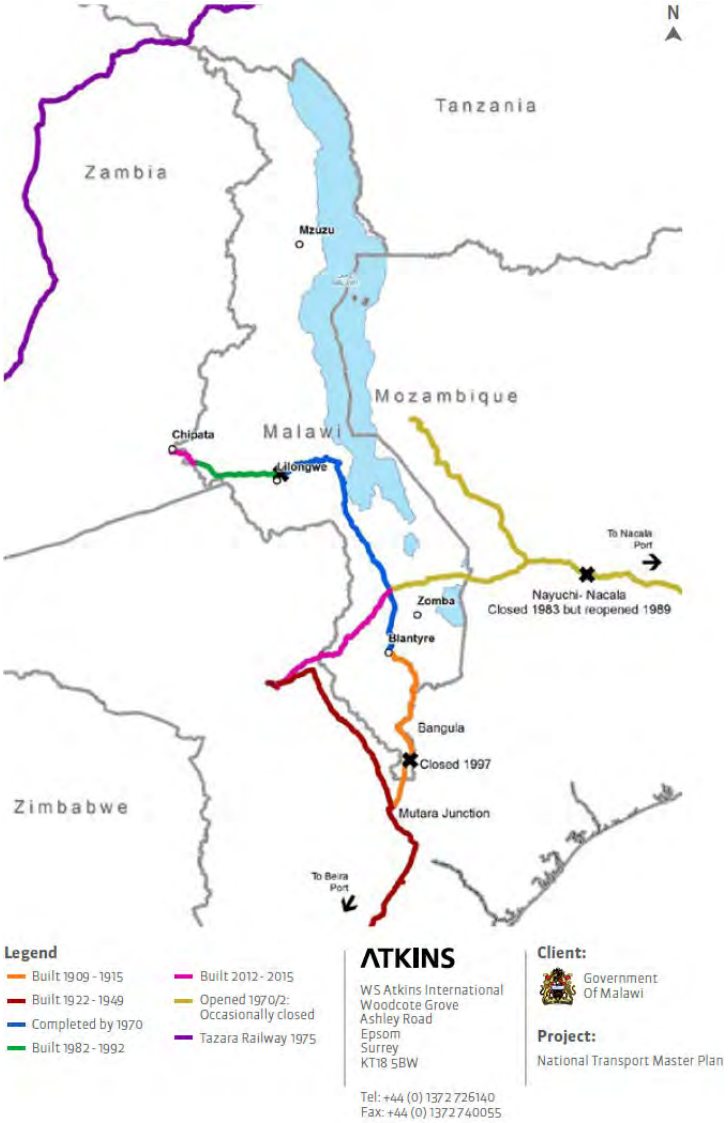


図 3-180　マラウイにおける鉄道路線の状況

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

マラウイの鉄道は全線が単線・狭軌（1,067 mm）であり、電化されていない。各路線の概要表 3-170 に示す。二つの路線が交差するンカヤを中心に 4 区間の説明となっている。開発から数十年以上が経つ南北の路線は最高速度が 50 km/h となっており、最近整備された東西ルートも 70 km/h と決して高くない。ンカヤからザンビアのチパタまでは速度制限区間があり、所要時間は 20 時間と運行速度が非常に低い。ンカヤとブランタイヤのリンベ（Limbe）間は運行しているが、リンベ以南の 120.6 km 区間は 1997 年に発生した洪水によりバングラ（Bangula）付近の鉄道橋が流失して以来、運休となっている。

表 3-170　マラウイ鉄道の概要

項目	Nkaya – Kachaso	Nkaya – Nayuchi	Nkaya-Limbe-Marka	Nkaya-Mchinji/Chipata
延長	130.5 km	99 km	297 km *	400 km
最高速度	70 km/h	70 km/h	50 km/h	50 km/h
所要時間	2～3 時間	3～4.5 時間	5～7 時間	20 時間
最大軸荷重	20.5 トン	20.5 トン	18 トン	15-18 トン
コンセッション	VLL/CLN	CEAR / CLN	CEAR	CEAR
状況	良好 2015 年完成	良好 近年改良	Nkaya～Limbe は普通（改良工事実施）。この区間では旅客列車運行中 120.6 km 区間は運行停止	速度制限区間あり部分的に改良工事実施中

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

2011 年、マラウイ政府はブラジルの Vale 社（Vale Logistics Limited）とのコンセッション契約により、ンカヤからチャピタを経由してモザンビークのテテ州・モアティゼ（Moatize）を結ぶマラウイ区間（138 km）の路線を新設した。また、ンカヤ～ナユチ間についても改良事業は終了している。このチャピタ～ンカヤ～ナユチの東西ルートは、モザンビークのテテ州～ナカラ港区間のナカラ鉄道のマラウイ通過区間である。Vale 社は 30 年間のコンセッションに基づき、ンカヤ～チャピタ区間の維持管理を行い、運行会社より利用料金を徴収する。

以上のようにマラウイの鉄道ネットワークは同国の中部・南部地域に限られており、かつ路線数も東西方向と南北方向の 2 本のみで、運行速度も低い。また、リンベ以南の区間は運休中である。国家運輸交通政策（National Transport Policy, Government of Malawi, Apr. 2015）によれば、マラウイの鉄道は利用の信頼性が低く、効率が悪い。その主な原因は、路線が非常に少なく、関連インフラ・設備の維持管理が適切にされておらず、鉄道で繋ごうとしているナカラ港の状態も不良で、更に、管理監督機関の規制が弱いからである。国家運輸交通政策が指摘する軌道インフラと車両の両方の課題は頻繁な列車運休である。これは鉄道運営におけるキャッシュフローと利益創出の悪化となっている。過去数年間適

切に行われていなかった維持管理のため、現在は鉄道ネットワーク全体のレールの改修など、大々的な改修工事が必要となっている。チロモ（Chiromo）橋の架け替えを含めて直ちに改修に着手しなければ、鉄道を利用する貨物量は続けて減少するとされている。

NTMP が指摘するマラウイの鉄道システムの問題点は以下の通りである。

- 鉄道路線の不足
- 鉄道運用と管理の技術、資金の不足
- MoTPW の行政能力の不足
- 国境での非効率的な手続き
- 鉄道部門における管理監督の枠組みの不足
- 他の交通手段との連携の不足

マラウイの鉄道は同国における運輸コスト削減のために大きな潜在力を持っている。ところが、現在、鉄道による国際貨物の輸送はナカラ港だけに依存しており、ナカラ港は石炭輸出以外についてはまだその設備が十分でないため、マラウイにとってまだ最も魅力的な国際港はベイラ港である。しかし、現在、マラウイからベイラ港までは道路でしか繋がっていない。鉄道の利点（輸送コスト削減）を活かすとともに貨物輸送手段を道路から鉄道に転換するために、NTMP は以下の 2 点を強調している。

- 鉄道運行技術の向上と既存鉄道インフラの改善による CEAR の役割の最大化
- 鉄道ネットワークの拡張によるナカラ港以外に鉄道でつながる国際港の確保

c) 内陸水運

マラウイの内陸水運はマラウイ湖とシレ川上流側を基盤としている。旅客及び貨物の両方についてサービスを展開しており、道路インフラ等の整備が進む以前はマラウイにおける重要な運輸システムの一つであったが、道路インフラの拡充が本格化した数十年前から内陸水運の利用は減り始め、その間、内陸水運については適切な投資が行われなかったため、現在は、あまり利用されていない。マロンベ湖（Lake Malombe）から南部地域を流れる約 400 km 延長のシレ川は、内陸水運システムとしての活用可能性が高い。図 3-181 に MV Ilala 社が運航するマラウイ湖のフェリーサービス路線を示す。また、表 3-171 と表 3-172 にそれぞれマラウイ湖における主要内陸水運港湾施設の状況とマラウイ湖を利用する貨物輸送量を示す。



図 3-181　マラウイ湖におけるフェリーサービスルート（MV Ilala 社）

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-171　マラウイ湖における主要港湾施設の状況

港湾	設備	貯蔵エリア	状態
モンキーベイ (Monkey Bay)	モバイルククレーン 1 台 トラクター1 台 トレーラー1 台	ドライ：500 m^2 液体：なし	旧式かつ老朽化 2013 年に改修
チポカ (Chipoka)	35mt ガントリークレーン 1 台 3mt フォークリフト 1 台	ドライ：800 m^2 液体：923 千リットル	旧式かつ老朽化 2013 年に改修
カタベイ (Nkhata Bay)	工作機械 クレーン	倉庫	桟橋は使用停止
チルンバ (Chilumba)	35mt ガントリークレーン 1 台 20mt モバイルククレーン 1 台 6mt フォークリフト 1 台 3mt フォークリフト 5 台 トラクター1 台 トレーラー1 台	ドライ：800 m^2 液体：583 千リットル	ガントリークレーンは利用不可 旧式かつ老朽化

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-172　マラウイ湖を利用する貨物輸送量

年	2012	2013	2014	2015	2016
輸送量（千トン）	29.57	21.24	2.4	2.02	5.13

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

内陸水運インフラについて NTMP が挙げている問題点としては以下のものがある。

- 他の交通手段との連携が不十分（そのため、マラウイ湖は十分活用されていない）
- 不十分な航法システムのため運航スピードが低い
- 独立した安全指導機関の不在など管理監督の枠組みが不十分
- 船舶及び港湾施設の維持管理不足により内陸水運が非効率で安全性が低い
- 効率的な内陸水運運用とインフラ管理の行政能力の不足
- 民間投資の不足

d)　空港

NTMP によれば、マラウイには全国に 33 箇所の飛行場があり、そのうち、2 箇所は国際空港であり、5 箇所は国際空港ではないが、国際線の 2 次的な利用の可能な空港となっている。国家運輸交通政策（National Transport Policy, Government of Malawi, Apr. 2015）によれば、マラウイにおける殆どの航空交通インフラ・設備は 25 年前（政策策定当時現在）に整備されたものであり、現在の需要に対応することは困難であるとされている。首都リロングウェに位置するカムズ国際空港（Kamuzu International Airport）については 2012 年に JICA の「カムズ国際空港航空航法システム改修計画」プロジェクト、2018 年に JICA の「カムズ国際空港ターミナルビル拡張計画」プロジェクトを通じて航空航法システム等の機材を供与したが、他のインフラ・設備は耐久年数・設計寿命を過ぎているため、その対策が急務となっている。このような状況のため、航空交通による国際貨物の輸送は同国では限定的である。表 3-173 と表 3-174 にそれぞれマラウイの国際空港の現状と貨物取扱量を示す。

表 3-173　マラウイにおける国際空港の現状

項目	カムズ国際空港（リロングウェ）	チレカ国際空港（ブランタイヤ）
駐機施設	14	4
滑走路延長	3,540 m	2,325 m
対応可能航空機	Code D & E	Code D & E
旅客処理能力	30 万人／年	20 万人／年
貨物処理能力	3,000 トン／年	550 トン／年
滑走路状態	良好	不良
航法設備	レーダーなし[注)] 計器着陸装置（ILS）あり（機能中）	計器着陸装置（ILS）またはレーダーなし

注）NTMP 策定時にレーダーはなかったが、2019 年に日本政府の無償資金協力により設置完了
出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-174　マラウイの国際空港における貨物取扱量（千トン）

空港	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2015
チレカ	0.35	0.32	0.38	0.35	0.60	0.58	0.52	0.55
カムズ	3.80	2.50	2.20	1.80	2.20	2.00	3.90	3.20
合計	4.15	2.82	2.58	2.15	2.80	2.58	4.42	3.75

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

NTMP によれば、航空インフラ・設備のアップグレードと同時に、ICAO 基準を満たすインフラ計画・設計・施工・運用、特に、セキュリティについては国際標準レベルの確保、空港を運営する公社の設立等が求められており、また、マラウイには民間航空部門を規制・管理・監督する機関がないことから、ICAO は同国における航空安全を大きく懸念してい

る。航空安全のために必要なシステムの一つとして航空レーダーシステムがあるが、2019年にカムズ国際空港には航空レーダーシステムが導入されたものの、その他の空港は保有していない。

マラウイにおける民間航空分野はあまり開発されていない。一方、海外ドナーによる援助により、航空分野への投資が少しずつ行われている。JICA は首都リロングウェのカムズ国際空港（Kamuzu International Airport）のアップグレードプロジェクトを実施し、EU はブランタイヤのチレカ国際空港（Chileka International Airport）の貨物ターミナル施設の拡張プロジェクトへの資金援助に合意した。

民間航空インフラについて NTMP が挙げている課題としては以下のものがある。

- 民間航空インフラの維持管理に必要な資金の不足
- 国際標準に至らない安全基準
- 航空管制設備を含む必須インフラの不在
- マラウイ航空の経営悪化
- 小規模の民間航空マーケット
- 限定的な貨物輸送
- 管理監督能力不足と現代的な航空規制の実施

2) 関連計画・開発現況等の概要

マラウイにおける国家運輸交通関連の上位計画としては、以下の三つが挙げられる。

①マラウイ成長・開発戦略（The Malawi Growth and Development Strategy (MGDS) III (2017-2022)）

五つの重要優先部門の一つとして運輸交通を挙げている。本戦略は、輸出入のコスト削減のために運輸交通部門をどのように整備して国の経済開発を加速化できるかについて検討したものである。

②NTMP

今後 20 年間の持続可能な統合型運輸交通システムを実現するためのガイドラインを提示している。また、そのための各運輸交通システムの運用に必要な規制についても記述している。

③国家運輸交通政策（The National Transport Policy (NTP), April 2015）

本政策では、運輸交通における各交通手段について、その目的や戦略等、また評価枠組みに関する方針を提示している。本政策に有効期限は定められておらず、今後 5～10 年間は有効であると考えられる。

NTMP は WB の支援により作成したマラウイ初の国家運輸交通マスタープランであり、2017～2037 年の 20 年間の運輸交通部門を対象にしている。本マスタープランでは、運輸コスト削減、交通安全の向上、最先端で持続可能な旅客・貨物輸送システムの三つの戦略的目

標を達成するために、表 3-175 に示すような計画を提示している。

表 3-175　マラウイ国家運輸交通マスタープランにおけるキーコンポーネント

サブセクター	コンポーネント
道路	道路ネットワークの確実な維持管理 破損した道路区間の改修 農業生産性向上と地方部におけるアクセス向上のための総延長 1,418 km の地方道の改良 総延長 500 km 以上の自転車・歩行者専用空間の整備
鉄道	モザンビークベイラ港からの鉄道路線のムタララ（Mutarara）からマラウイまでの延伸 タンザニア・ムベヤ（Mbeya）～チルンバ（Chilumba）間路線の建設
内陸水運	ムトワラ（Mtwara）回廊上のカタベイ（Nkhata Bay）の港湾施設の改良、タンザニア・ムバンバベイ（Mbamba Bay）における RORO サービスの導入 チルンバ～リウォンデ（Liwonde）間の定期貨物船の運航 リウォンデ港の建設
民間航空	航空安全・セキュリティレベルの国際標準への向上 大型機の離着陸のためのカムズ国際空港（KIA）及びチレカ国際空港の滑走路・駐機場の改良、ターミナルの拡張 観光客誘致のための地方飛行場の新たな開発 未使用飛行場の地方自治体や民間への譲渡

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

また、国家運輸交通マスタープランにおいて最も重要とされる運輸交通インフラの計画を図 3-182 に示す。輸出入のための貨物輸送の輸送コスト削減、輸送効率向上のため、鉄道と内陸水運のインフラ整備が対象となっている。鉄道については、①タンザニア・ムベヤ（Mbeya）～マラウイ・チルンバ（Chilumba）間の鉄道の新設によるダルエスサラーム港へのアクセスの確保、②運休または廃線となっているブランタイヤ以南の鉄道路線の復活によるベイラ港へのアクセスの確保の 2 点が挙げられている。内陸水運については、マラウイ湖、マロンベ湖、シレ川の水路を活用し、①チルンバ～リウォンデ（Liwonde）間の水路と内陸港湾の整備、②ムトワラ回廊としてカタベイ（Nkhata Bay）～タンザニア・ムバンバベイ（Mbamba Bay）間の水路と内陸港湾の整備、③シレ川とザンベジ川を利用してマラウイをインド洋に直接つなげるヌサンジェ～モザンビーク・チンデ（Chinde）間の水路と内陸港湾の整備の 3 点が挙げられている。

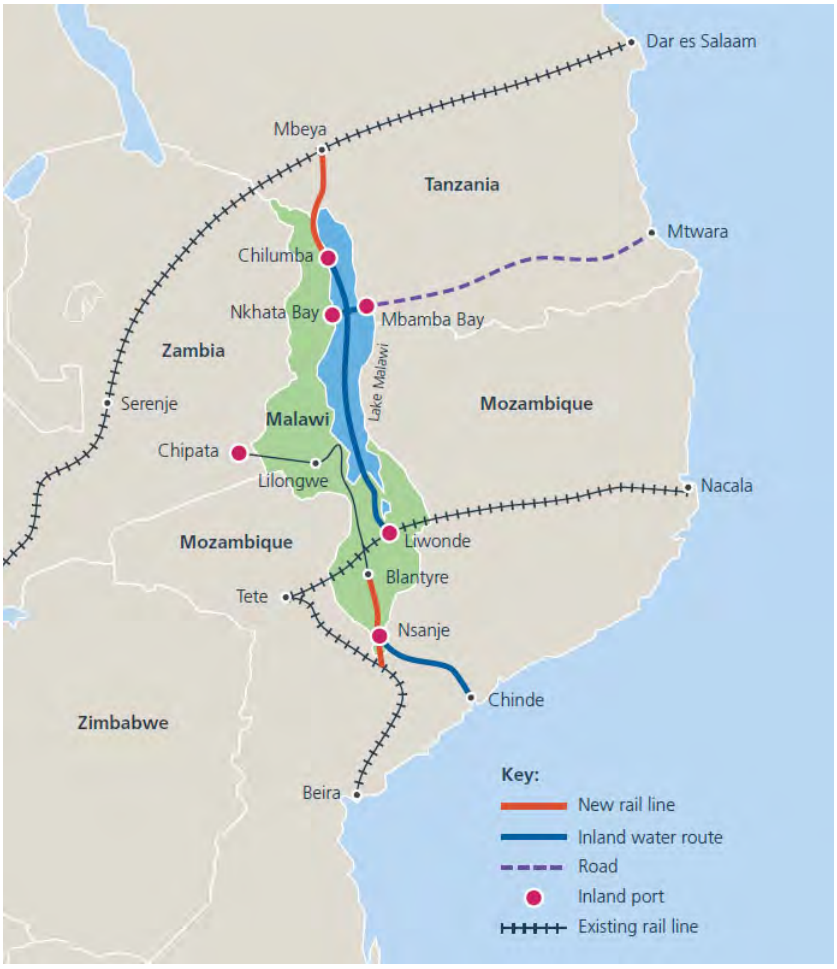


図 3-182　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における主要計画

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

上図に示す主要インフラ整備計画を含め、本マスタープランが提示するインフラ整備の実施シナリオを表 3-176 に示す。また、マラウイにおける交通回廊の整備状況を表 3-177 に示す。

表 3-176　マラウイ国家運輸交通マスタープランにおける主要インフラ整備シナリオ

実施シナリオ	プロジェクト	正味現在価値(NPV) (百万 USドル)
シナリオ１	鉄道：Beira-Nsanje ドライポート：Salima 内陸水運：Chilumba-Nkhata Bay-Salima-Liwonde	177
シナリオ２	鉄道：Beira-Bangula 鉄道：Moatize avoiding line 道路：M1 dualling - Songwe to Blantyre 内陸水運：Chilumba-Nkhata Bay-Salima-Liwonde	70
シナリオ３	鉄道：Beira-Limbe direct 鉄道：Chilumba-Mbeya 内陸水運：Chilumba-Nkhata Bay-Salima-Liwonde 内陸水運：Nkhata Bay-Mbamba Bay 道路：Blantyre Expressway	212
シナリオ４	鉄道：Beira-Limbe direct 内陸水運：Chilumba-Nkhata Bay-Salima-Liwonde 内陸水運：Nkhata Bay-Mbamba Bay	128

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-177　マラウイ国家運輸交通マスタープランにおける交通回廊プロジェクトの提案

サブセクター	区間・箇所	回廊	対策	状況
道路、国道 1 号	Karonga-Songwe	南北	道路改修、安全対策	実施中
道路、国道 5 号	Mzuzu-Nkhata Bay	ムトワラ	道路改修	実施中
道路、国道 12 号	Lilongwe-Mchinji	ナカラ、ムトワラ、南北	自転車レーン設置、交通容量対策	提案
道路、国道 6 号	Blantyre-Mwanza	南北	自転車レーン設置、交通容量対策	提案
道路、国道 1 号	Mponela-Lilongwe	南北、ムトワラ	自転車レーン設置、交通容量対策	提案
道路、国道 1 号	Lilongwe-Blantyre	南北	自転車レーン設置、交通容量対策	提案
道路	Lilongwe bypasses	南北、ムトワラ	道路新設	提案
道路、国道 1 号	Songwe-Blantyre	南北、ナカラ、ムトワラ	道路追加 (dualling)	提案
内陸水運	Nkhata Bay-Mbamba Bay	ムトワラ	RORO フェリーサービス	提案
内陸水運	Liwonde	ナカラ	ウェットポート、貨物サービス	提案
内陸水運	Chilumba-Chipoka	南北	貨物サービス	提案
鉄道	Mbeya-Chilumba	南北	路線新設	提案
鉄道	Nacala	ナカラ	鉄道貨物ユーザーグループ	提案
鉄道	Beira to Malawi	南北	新規鉄道オプション	提案

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

a) 道路

NTMP における道路関連の主要詳細情報を表 3-178～表 3-181 に示す。

表 3-178 マラウイにおいて実施中の道路改修プロジェクト

区間	資金助成機関	延長(km)	完成
Mzuzu - Nkhata Bay	AfDB	47	2017 から 2022
Liwonde - Mangochi	AfDB	75	2017 から 2022
Blantyre - Zomba endpoints	AfDB	60	2017 から 2022
Karonga - Songwe	WB	45	2017 から 2022
合計		227	

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-179 マラウイにおいて実施中の道路改良プロジェクト

区間	資金助成機関	延長(km)	完成
Chiringa - Chiradzulu	マラウイ政府	80	2017 から 2022
Lilongwe old airport - Kasiya Santhe (S117)	マラウイ政府	95	2017 から 2022
Jenda - Edingeni	マラウイ政府、アブダビ開発基金	38	2017 から 2022
Zomba - Jali - Phalombe - Chitakale (S144, S147, S148)	クウェート基金、アフリカ経済開発アラブ銀行 (BADEA)、OPEC 国際開発基金 (OFID)	51	2017 から 2022
Thyolo - Thekerani - Makhanga (S151)	クウェート基金、アフリカ経済開発アラブ銀行 (BADEA)、OPEC 国際開発基金 (OFID)	82	2017 から 2022
Chikwawa - Chapananga (S136)	マラウイ政府	76	2022 から 2027
Lirangwe - Chingale - Machinga (S139)	クウェート基金、アフリカ経済開発アラブ銀行 (BADEA)、OPEC 国際開発基金 (OFID)	62	2022 から 2027
Lumbadzi - Dowa - Chezi (M7/M16)	マラウイ政府	18	2017 から 2022
Mzimba - Mzalangwe	マラウイ政府	62	2022 から 2027
Ntcheu - Tsangano - Neno - Mwanza turn-off (S118)	中国政府	140	2022 から 2027
Njakwa Livingstonia - Chitimba (S103)	マラウイ政府	75	2022 から 2027
Msulira - Nkhotakota (M5)	マラウイ政府	32	2027 から 2032

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-180　マラウイにおいて実施中のその他道路改修プロジェクト

区間	資金助成機関	延長(km)	完成
Illovo roundabout to Midima roundabout (M2) - 車道追加	マラウイ政府	0.5	2017 から 2022
Area 18 roundabout - Area 49 at Kaunda Road Junction - 拡幅	マラウイ政府	3	2017 から 2022
Area 18 roundabout - Parliament roundabout - KCH - Amina House - 車道追加	マラウイ政府	4.2	2017 から 2022
Kaunda - Chendawa and Area 25 - Nzenza - M1 junction - 拡幅	マラウイ政府	20	2017 から 2022
KIA turn off to Bunda turn off (M1) KIA turn off to Kanengo Kanengo to Mchinji Road roundabout Mchinji Road roundabout to BIWI BIWI to Bunda turn off	マラウイ政府／JICA／中国政府	14	2017 から 2022

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

表 3-181　マラウイにおける将来の道路改修プロジェクト計画

区間	暫定資金助成機関	延長(km)	完成
Nsanje - Marka (M1)	マラウイ政府	30	2022 から 2027
Ntcheu - Kasinje (M5)	マラウイ政府	50	2022 から 2027
KIA Junction - Kasungu - Jenda - Mzimba turn-off (M1)	COMESA	234	2022 から 2027
Mangochi - Chiponde (M3)	AfDB	138	2022 から 2027
Mzimba turn-off - Mzuzu - Kacheche (M1)	WB	138	2022 から 2027
Nsipe - Liwonde (M8)	マラウイ政府	55	2022 から 2027
Balaka - Salima (M5)	マラウイ政府	200	2022 から 2027
Kapatenga - Nkhotokota - Dwangwa (M5)	中国政府、マラウイ政府	150	2022 から 2027
Chiweta - Bwengu - Kacheche	WB、欧州投資銀行 (European Investment Bank)	63	2022 から 2027
Rumphi - Hewe - Zambia Border (M24)	AfDB	65	2022 から 2027
Mangochi - Makanjira (S256)	中国政府、マラウイ政府	138	2022 から 2027

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

b)　鉄道

2017 年、Vale 社と三井物産は、モザンビーク北部のモアティゼからマラウイを通過してナカラ港を結ぶ鉄道路線の再整備を実施したため、マラウイにとっては鉄道を利用した輸出入貨物の輸送のチャンスが拡大した。現在、ンカヤ～ムチンジ (Mchinji) 間の改良工事が 2021 年完了を目標に実施中であり、完了すれば、ザンビアのチパタまで繋がることになる。しかし、予算不足のため、2022 年 2 月現在、まだ完了していない。

NTMP が示す鉄道インフラ整備計画の詳細を図 3-183 に示す。マラウイからモザンビー

クベイラ港まで鉄道で繋げる最も経済的な方法は、整備済みのベイラ港～テテ州・モアティゼ間の路線、モアティゼ～ンカヤ間の路線を活用し、モアティゼを経由しないように一部の区間（Moatize Avoiding Line）を新設する案である。ただし、民間企業であるVale社が建設して使用中の区間を利用するためにはVale社との交渉が必要であり、また、ベイラ港～モアティゼ間はモザンビークのCFMが運営しているため、CFMとの交渉も必要である。もう一つの方法は、以前使われていたセナ鉄道を復活させる案（ブランタイヤ以南の区間）であるが、高額な工事費がかかることが予想される。



図 3-183　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における鉄道路線整備計画

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

2021 年 11 月～12 月に実施した MoTPW、DRS へのヒアリング調査（オンライン開催）で入手したマラウイの鉄道に関する現在の状況・計画を以下にまとめて示す。

- 輸送コスト削減のため、鉄道による貨物輸送を増やすことが最も重要な課題となっており、現在、鉄道部門で最も重要なプロジェクトはリンベ以南の鉄道を復旧し、貨物をモザンビークベイラ港まで鉄道で輸送することである。
- NTMP に基づき、リンベ以南区間を復旧するためにプロジェクトを進めている。リンベ～サンダマ（Sandama）間は既に工事が始まっており、バングラ～マーカ間は業者選定中である（以上、2021 年 12 月現在)。しかし、バングラ～チロモ区間の流失した橋梁の復旧費用は高いため、バングラ～サンダマ間の復旧事業は財源確保ができておらず、事業が遅れている（※2021 年 11 月に実施したモザンビークの CFM へのヒアリング調査では、モザンビーク側のセナ線（Sena Line）～マーカ間の復旧工事は進んでいることを確認)。
- NTMP に提案されているサリマ～ムズズ間の鉄道の新設（図 3-183 参照）については、現在、フィージビリティスタディが実施されており、サリマ～ムズズ、リロングウェ～ムズズのどのルートにするかで検討が進められている。

c)　内陸水運

NTMP が提案する内陸港湾の整備候補地を図 3-184 に示す。また、マラウイ湖を利用する貨物輸送の潜在力、同マスタープランが提案するマラウイ湖の旅客輸送サービスをそれぞれ図 3-185 と図 3-186 に示す。



図 3-184　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における内陸港湾整備計画

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017



図 3-185　マラウイにおける内陸水運による貨物輸送の潜在力

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017



図 3-186　マラウイ湖における旅客輸送サービスの提案

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

マラウイ国家運輸交通政策（National Transport Policy, Government of Malawi, Apr. 2015）によれば、マラウイ政府はマラウイ港湾会社（Malawi Ports Company）とのコンセッション契約により、「シレ＝ザンベジ水路（Shire-Zambezi Waterway）」開発を進めている。ザンベジ川を利用してマラウイとザンビアをインド洋に直接つなげるためのプロジェクトであり、2016 年に AfDB によってそのフィージビリティスタディが完了した。このプロジェクトの実施機関は SADC となっており、マラウイはこのプロジェクトの一部として「Nsanje World Inland Port」の建設を計画している。

d)　空港

NTMP が提案する各空港の今後の計画を図 3-187 に示す。改修・改良・拡張等の開発が必要とされる空港は、首都リロングウェのカムズ国際空港(Kamuzu International Airport)ブランタイヤのチレカ国際空港（Chileka International Airport)、マラウイ中部のカスング（Kasungu）に位置するカスング空港の 3 箇所である。カスングはリロングウェから北西方向で約 130 km の距離に位置する人口約 6 万人の地方小都市である。同マスタープランにカスング空港を開発する理由や現状に関する記載はない。カスング国立公園（Kasungu National Park）への観光客誘致等の観点から整備すべきと評価した可能性が考えられる。他の空港については現状維持、移転等の評価が多い中、9 箇所の空港は軍や警察への移管を含め、処分を提案している。

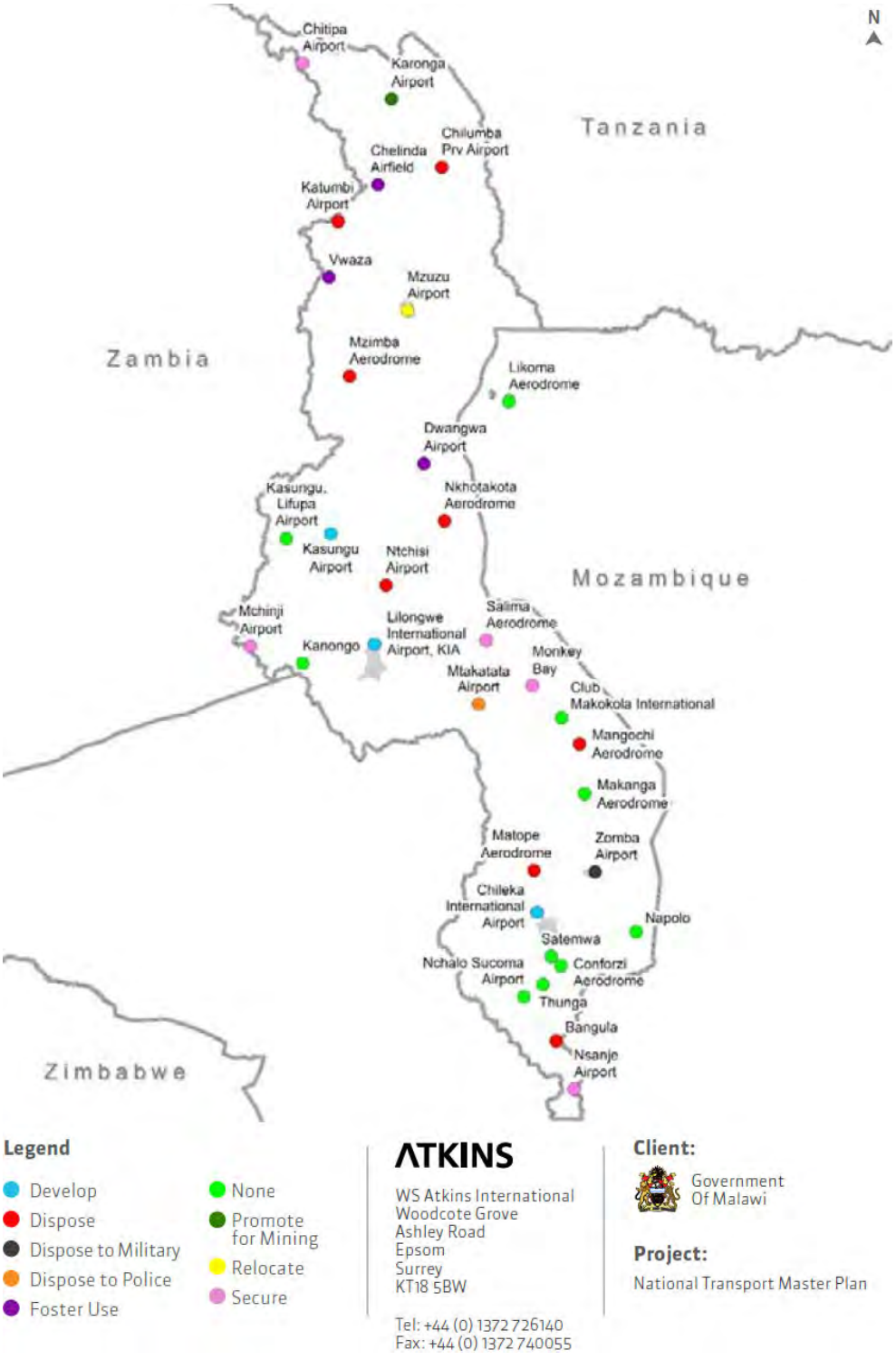


図 3-187　マラウイ国家運輸交通マスタープラン（2017 年）における空港計画

出典：Malawi National Transport Master Plan Final Report, MoTPW, Dec. 2017

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

頻繁に発生する大雨、洪水は、特にマラウイ南部では、毎年のように運輸交通インフラに被害をもたらしている。これらの被害は災害発生時のような非常時の緊急支援活動への支障になるだけでなく、その復旧にかかる費用はマラウイ道路ネットワークの整備のための財政にも大きな負担となっている。例えば、2019 年に発生した洪水による被害額は 36.1 百万 US ドルである。当時の洪水により 1,841 km の道路区間においてその一部または全断面が破損した。このうち、33 km は 1 級道路、274 km は 2 級道路、398 km は 3 級道路、1,136 km は地方道路であった。また、この災害により、橋梁 129 箇所、カルバート 68 箇所が流失した。最も被害の大きかったのは、マラウイ最南端のヌサンジェ（10.1 百万 US ドル)、ブランタイヤ南側に位置するチクワワ（4.6 百万 US ドル)、マラウイ湖とマロンベ湖の間に位置するマンゴチ（Mangochi）(2.8 百万 US ドル)、チルワ湖（Lake Chilwa）とモザンビークとの国境と面するパロンベ（Phalombe）(2.44 百万 US ドル)、ブランタイヤ南部に位置するチョロ（Thyolo）(2.43 百万 US ドル）である。

このような災害が毎年のように発生すると、国家経済への負担は大きいことに間違いない。災害発生時における緊急輸送道路、主要道路のリダンダンシー確保のような概念は見当たらない。NTMP でも、マラウイ運輸交通インフラ全般における共通の課題は、気候変動によるものを含め、激しい気象現象に対する脆弱性であり、毎年増加する洪水・干ばつの被害により、交通インフラの耐久年数が低下するとともに、老朽化問題が増加していると指摘する。また、同マスタープランは、信頼性高く、効率で、安全な運輸交通インフラは持続可能な経済・社会開発に必須要素であることを考慮すると、以上の課題の解決は不可欠であり、更に温室効果ガスの排出についても管理が必要であると指摘する。

マラウイにおける土砂災害と洪水の発生リスクを図 3-188 に示す。土砂災害は、マラウイ北部、マラウイ湖の東側湖岸を南北に延びる山地部、ジンバブエとの国境付近の山地部、マンゴチ東側のモザンビークとの国境付近の山地部等においてそのリスクが高い。洪水リスクは、マラウイ湖の湖岸地域、シレ川、特にチクワワ以南のシレ川周辺は洪水リスクが非常に高い。

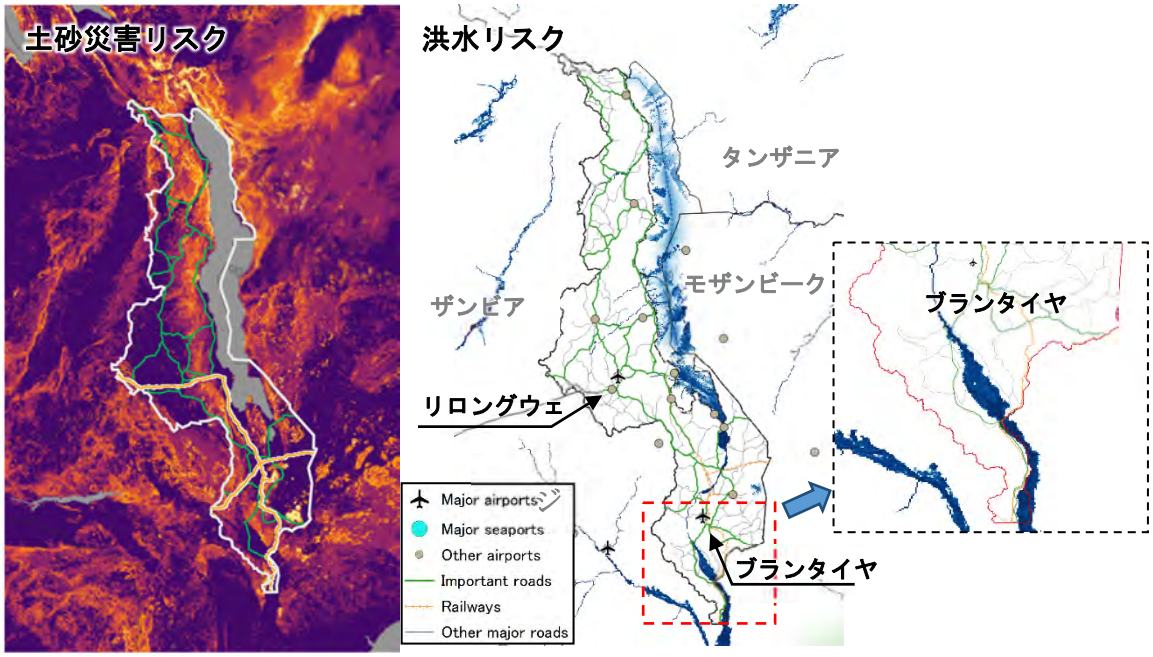


図 3-188　マラウイにおける土砂災害と洪水のリスク

出典：JICA 調査団作成

被災リスクの高い重要運輸交通インフラの特定には現地ヒアリングによる情報収集が必要であるが、以上の検討を踏まえ、防災上の重要運輸交通インフラを表 3-182 にまとめて示す。リンベ以南の鉄道路線は運休または廃線の状態であるが、モザンビークのセナ鉄道と繋げるための鉄道建設事業では洪水リスクを十分に分析・検討して設計・施工に反映すべきである。

表 3-182　マラウイにおける防災上の重要運輸交通インフラ

サブセクター	防災上の重要インフラ	高リスクの災害
道路	国道 1 号（M1）、国道 3 号（M3）、国道 5 号（M5 ）	洪水、土砂災害
	国道 9 号（M9）、国道 29 号（M29）	土砂災害
	国道 10 号（M10）	洪水
鉄道	リンベ以南	洪水

出典：JICA 調査団作成

2021 年 11 月～12 月に実施した MoTPW 及び RA へのヒアリング調査（オンライン開催）で入手したマラウイの道路における災害発生状況に関する情報を以下にまとめて示す。

【国道 1 号】マラウイを南北で縦断し、首都リロングウェ、第 2 都市のブランタイヤ、第 3 都市のムズズを結ぶとともに、南北回廊（North-South Corridor）とナカラ回廊（Nacala Corridor）の一部となっているため、マラウイにおいて最も重要な道路となっている。マラウイ北部の区間も国際回廊となっているため、交通量は多い。

【国道 5 号】国道 1 号とともにマラウイを南北で縦断し、ブランタイヤからタンザニアまでの最短ルートとなっているため重要である。

【国道 3 号、国道 12 号】ナカラ回廊となっているため重要である。

以上を含め重要道路の橋梁については、今までは問題なかったが、土地利用の変化等による影響で構造的に脆弱な橋梁が現れており、洪水による洗堀、橋台の流失のような破損の恐れのある橋梁がある。

【国道 1 号における災害発生状況】

- バングラ以南のシレ川氾濫危険地域付近では浸水被害が多い。
- カロンガ（Karonga）～タンザニア国境の区間でも浸水被害が多い。
- チウェタ（Chiweta）～カロンガ区間では土砂崩れがよく発生するが、その原因は不明である。
- カロンガ～タンザニア国境の M1 区間の橋梁は 2019 年に改修したが、その後に発生した洪水で橋台が流された状態である（橋脚、上部は被害なし）。

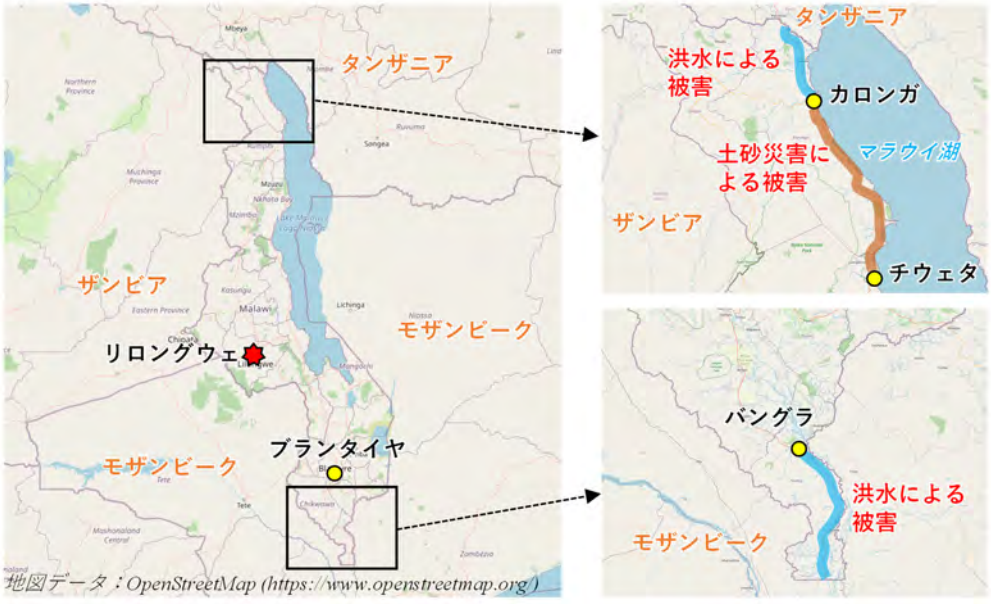


図 3-189　マラウイの国道 1 号における災害に脆弱な区間

出典：JICA 調査団作成

2021 年 12 月に実施した DRS へのヒアリング調査（オンライン開催）で入手したマラウイの鉄道における災害発生状況に関する情報を以下にまとめて示す。

- シレ川とルオ川（Ruo River）が合流するバングラ～チロモ区間はマラウイの鉄道の沿道で最も洪水発生リスクが高く、1997 年にその区間で発生した洪水で鉄道橋が流失し、マカンガ以南の鉄道区間は運休となり、列車はマカンガでの折り返し運転となった。
- 流失した橋梁を含むマカンガ以南の区間はそのまま放置され、2015 年にはルオ川沿いを含め、チョロ県の区間でも数回の洪水による被害を受け、リンベ以南の前線が運休となって今に至っている。
- リロングウェとブランタイヤの間に位置するムタカタカ（Mtakataka）～アブラハミュ（Abrahamu）区間では、大雨の際は隣接する国道 5 号の不適切な排水施設による鉄道の流失被害が発生している（洪水による被害ではない）。
- リンベ以南の運休中の区間を含め、マラウイの鉄道において最も災害のリスクの高い区間は以上のバングラ～チロモ区間、ムタカタカ～アブラハミュ区間である。カチャソ～ンカヤ間、ンカヤ～ナユチ区間は、それぞれ、近年、新設、改良されたため、災害による被害のリスクは低い。



図 3-190　マラウイにおける災害に脆弱な鉄道区間

出典：JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

【マラウイ南部重要道路の防災対策】

マラウイ南部では洪水のような自然災害が頻繁に発生しており、サイクロンによる被害も報告されている。特に、シレ川流域では川氾濫のリスクが高く、実際にシレ川により道路橋や鉄道橋が流失した事例があることから、シレ川を横断する国道 1 号と国道 3 号については対策が必要と考えられる。



図 3-191　マラウイ・シレ川流域の重要国道（1 号、3 号）

出典：JICA 調査団作成

実際に、2022 年 1 月に発生したサイクロン・アナによる被害の状況について説明する。シレ川流域における洪水により国道 1 号を含めて複数の箇所で道路の寸断及び崩壊が発生した。寸断された道路箇所は応急対策により通行が可能となっている箇所も多いが、2022 月 2 月 16 日時点では、度重なる被災により再建がなされず道路が寸断されたままの箇所があった（図 3-192、図 3-193 参照）。

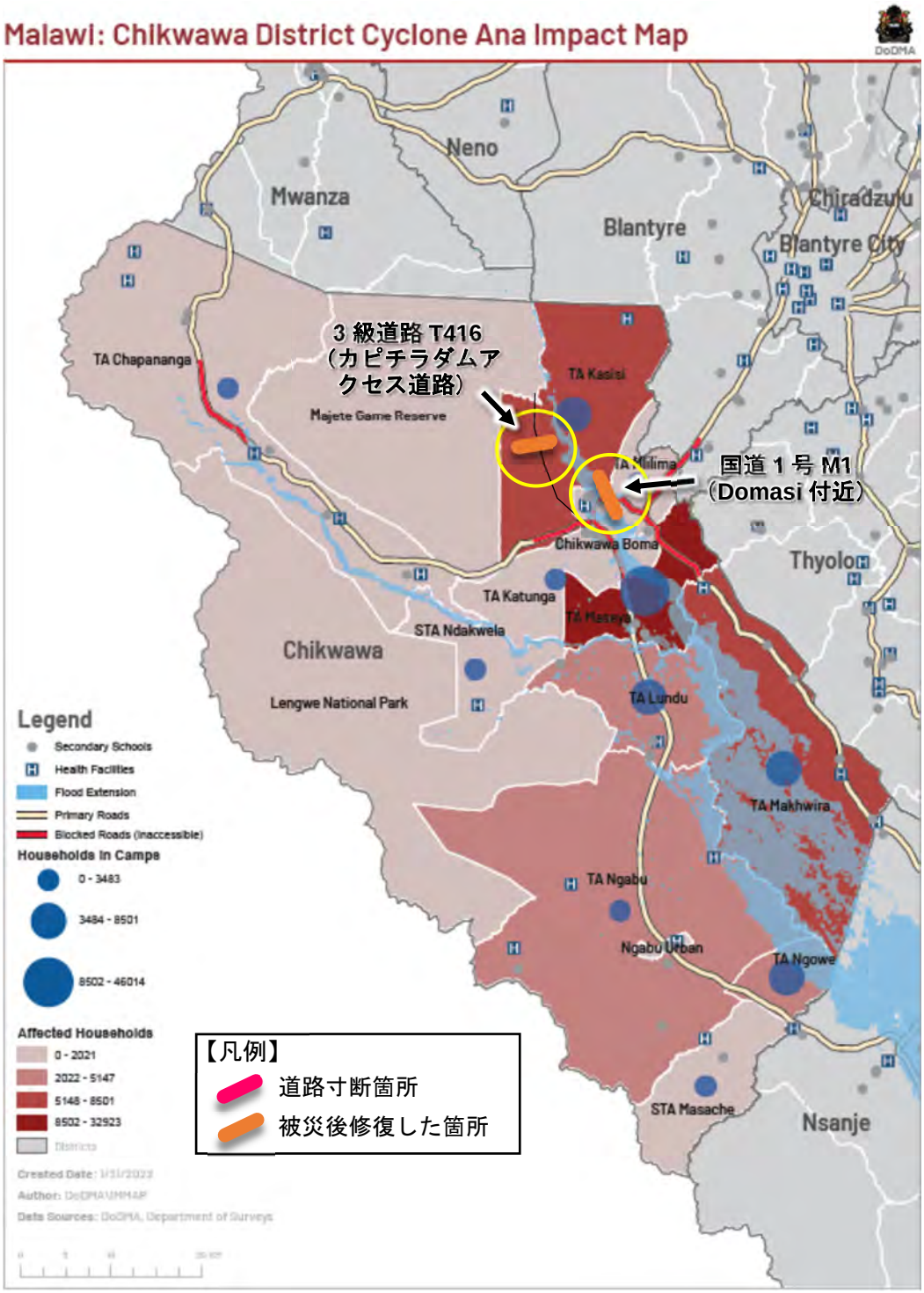


図 3-192　サイクロン・アナによるチクワワ県における主要道路の被災状況

出典：DoDMA 提供資料を活用して JICA 調査団作成

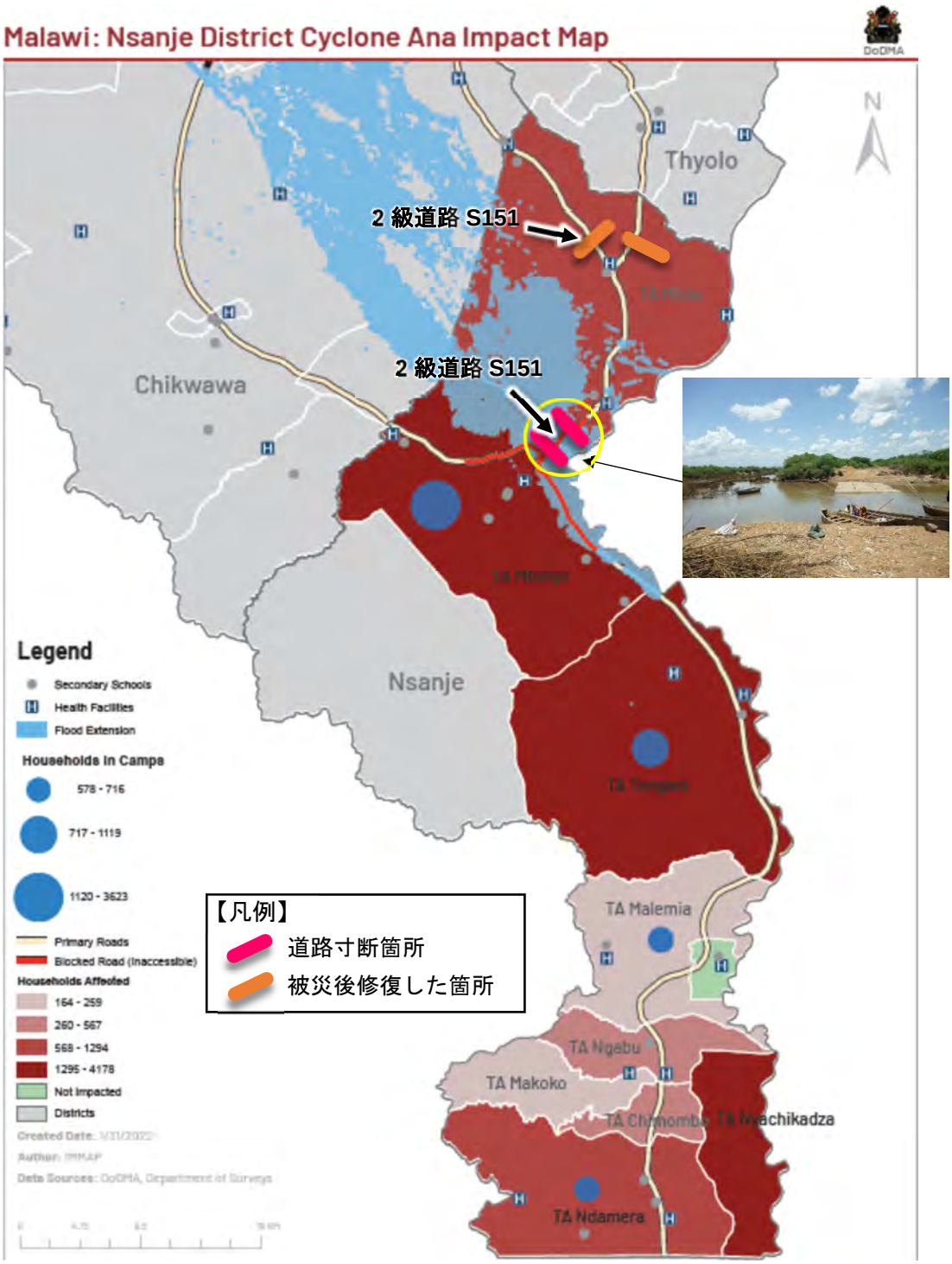


図 3-193　サイクロン・アナによるヌサンジェ県における主要道路の被災状況

出典：DoDMA 提供資料を活用して JICA 調査団作成

【サイクロン・アナによる国道 1 号の被災状況】

国道 1 号は、ブランタイヤからチクワワに向かう直前でシレ川と交差している。シレ川を超える箇所の橋梁には被災は見られなかったが、ドマシ（Domasi）付近の箇所において道路の寸断と崩壊が発生した。2 月 8 日時点では寸断箇所は応急工事による復旧がされており、通行可能な状態であった。

(a) 被災直後



(b) 一部復旧（2022 年 2 月 8 日現在）



図 3-194　サイクロン・アナによる国道 1 号（M1）の被災状況（ドマシ付近）

出典：(a) Consolidated Report CYCLONE ANA, DoDMA, 2022 年 2 月, (b) JICA 調査団撮影

【サイクロン・アナによる 3 級道路 416 号（T416）の被災状況】

サイクロン・アナにより 3 級道路 416 号（T416）の一部が崩壊した。この道路はチクワワから北部に伸びる地方道路であり、カピチラダムへのアクセス道路として、特にダム関係者や建設中の灌漑整備の工事関係者等が利用する道路となっている。シレ川の支川であるムワンベッチ（Mwambezi）川を横断する区間で被害が発生したが、ムワンベッチ川は当該道路下の 4 本の排水管を通って流れており、大雨の際は排水管の容量が不十分と考えられ、排水管外側の河岸が浸食されたものと考えられる。



図 3-195　3 級道路 416 号線（T416）の被災状況（ムワンベッチ川付近）

出典：DoDMA 提供資料を活用して JICA 調査団作成

【サイクロン・アナによる 2 級道路 151 号（S151）の被災状況】

バングラ付近の 2 級道路 151 号（S151）のシレ川横断区間は 1997 年、2013 年、2015 年に複数回崩落しており、2022 年 2 月現在、通行できない状況となっている。その道路寸断区間は船を利用して移動するが、片道 45 分がかかるため、地域間の往来に大きな支障となっている。国道 1 号に比べて 151 号の重要度は下がるが、復旧すれば、シレ川左岸地域の地域活性化と、国道 1 号（M1）が被災した際の代替ルートとしての利用が期待できる。



図 3-196　2 級道路 151 号（S151）の寸断箇所と国道 1 号の代替ルートの可能性

出典：JICA 調査団作成

(3)　電力

1)　関係機関・法制度の概要

マラウイの電力供給については、エネルギー省が法制度・政策を統括する。電力事業を運営するマラウイ電力供給公社（EGENCO:Electricity Generation Company of Malawi, 発電)とマラウイ電力公社（ESCOM:Electricity Supply Corporation of Malawi, 送配電)は2016年に分割され、エネルギー省の監督下にある。

発電設備は需要に対して不足しており、都市部では停電が頻発している。設置されている発電容量は442MWで、そのうち391MWは水力発電、51MWはバックアップ用のディーゼル発電所である。ピーク時の需要は約470MWと推定されている。また、電源種を水力に依存している為、エネルギー戦略では電源の多様化が目標になっている。

一部の国境地域でザンビアとの連系線があるが、現状で他に国際連系線はない。

マラウイの電化率は12.0%と推定され､SADC地域の中で最も低い｡農村部の電化率は3.9%､都市部の電化率は48.7%と推定されている。

EGENCOは現在、ヌクラ（Nkula)、テザニ（Tedzani)、カピチラ、ウォヴェ（Wovwe）の4つの水力発電所を運営し、リロングウェ、ムズズ、マパンガ（Mapanga)、ブランタイヤの火力発電所も運営しているが、発電能力の不足に加え、送配電設備の不足も問題となっており、その結果、国内では頻繁に停電が発生し、経済・社会の発展が難しくなっている。水力発電に関しては降雨量が減少し、発電に利用できる水が少なくなっていること、また植生の減少により堆砂が進行している事が大きな課題である。

2)　関連計画・開発現況等の概要

5年間のミニIRPが電力マスタープランに相当する｡また､MNEP(Malawi National Energy Policy)18 でもエネルギー開発と電化の推進が掲げられ、電気・バイオマス・石油・バイオ燃料・ガス・石炭・原子力の順に開発していく方針である。石炭・ウランを埋蔵している為、これらの開発が期待されている。

南部アフリカパワープール(SAPP)によって、モザンビークとの国際連系線が優先 PJ に指定され、23年末までの連系を目標としている。

電源の多様化が目標で、DEGの増強中である他、23年までに1GWの水力・500MWの石炭火力・160MW のガス火力を開発予定である。石炭火力計画は中国の支援を受けている。水力設計と事業主体へのニーズは多いとみられる。

送配電設備の強化が進められ、送電容量は1GWに増加済である。

電化率は2015-30年で10=>30%へと高めで､年間停電を25時間とする事が目標になっている｡地方電化はオングリッド優先だったが､今後はオフグリッドも考慮していく方針で､PVの採用が推進されている。

MGDS III: 2017-2022では、エネルギーを重要優先分野の1つとして位置づけている。

2019 年 11 月に発表された同国のエネルギー政策は、次の目標を掲げている。
1) 商業エネルギー供給産業の効率と効果を向上させる 2) エネルギー供給システムの安全性と信頼性を向上させる、3) 安価で近代的なエネルギーサービスへのアクセスを増加させる、4) 貧困削減のために経済発展と農村の変革を推進する。

これらの政策と戦略に基づき、このセクターでは 2017 年に策定された統合資源計画（IRP: 2017-2037）があり、大きく 2 つの目標が設定されており、発送配電の容量を需要が満たされるレベルにまで高める事、2020 年までに、電気へのアクセスを現在の 10%から 30%に増やす事とされている。これまでのところ目標は達成されておらず、電化率 30%の目標を達成するためには、年間の電力接続数を現在の 8,000 件から 9 万件に増やす必要がある。そのためには、発電量を現在の 417 メガワットから 1,100 メガワットに増やす必要がある。

また、ミレニアム・チャレンジ・コーポレーション（MCC）により、電力部門は自由化され、独立系発電事業者（IPP）が発電事業に参加できるようになった。IPP の参入と、政府やドナーの努力により、現在、多くの太陽光発電プロジェクトが進行中である。サリマ地区では、JCM パワー社が所有する 60MW の太陽光発電所が 2021 年 10 月に稼働を開始した。また、JCM Power 社は、デザ（Dedza）地区のゴロモティ（Golomoti）で 20MW の太陽光発電所の建設にも着手している。再エネ導入に関する当面の課題は、送配電網の容量不足である。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

既存の発電所は、主に洪水の影響を受けやすいシレ川沿いにあるが、2021 年までは洪水による発電設備の被害は殆ど報告されてこなかった。他方、2019 年のリスクアセスメントによると、サイクロン・イダイでは、チクワ、ンサンジェ、ゾンバ、ムランジェ、ファロンベの配電線が流出・倒壊などの被害を受けた。同じ地域では、2007 年 1 月にも洪水が発生している。マラウイでは、洪水などの自然災害が多い農村部の電化率が低い事、また基幹電源・主要送電線ではなく、より末端側の配電線への被害が多かったため、電力供給へのサイクロンや洪水の影響は局地的であったと言える。

しかし、2022 年 1 月のサイクロン・アナはブランタイヤ周辺に大きな洪水被害をもたらし、基幹電源となっているテザニ（Tedzani）、ヌクラ（Nkula）、カピチラ（Kapichira）の各水力発電所を停止・損傷させた。なかでもカピチラ発電所は総容量約 130MW と同国最大の発電所であるが、洪水によって取水設備とアクセス道路を喪失し、2022 年 2 月 16 日時点で発電が停止している。この復旧には相当の時間を要すると見られている。マラウイは国の発電容量の約 1/3 を失い、計画停電が行われるなど公共・民間のどちらにも大きな影響が生じた。

基本的に発電所は、マラウイの 6 つの河川流域系（ルオ／シャー、リカンガラ／トンド

ウェ、リムファサ／ルウェヤ、ブワンジェ／リブレジ、ソングウェ、リンシペ）で定期的に激しい洪水が発生する場所に設置されている。2006 年の赤十字・国連マラウイ洪水対策計画によると、集水域は高レベルの豪雨が発生する場所にあり、地形的に平坦な部分を流れるため、洪水自体の影響は大きくなっている。

ESCOM と EGENCO のウェブサイトによると、全体的な事業継続計画は策定されているが、その計画はオンラインでは閲覧できない。EGENCO の戦略計画（2018-2033）にも、国のエネルギー政策にも、事業継続計画についての記述はない。

【現地調査による情報】

重要な公共施設の耐災害性の向上や、頻発する停電などを踏まえた BCP の確立という観点から、ここでブランタイヤ水公社の状況を取り上げる。水公社は運用中の浄水場を 2 か所、建設中を 1 カ所保有している。

この 3 か所のうち最大規模のウォーカーズ・フェリー（Walkers Ferry）浄水場は、ブランタイヤ市より 30 km西部のシレ川中流域から取水している。ブランタイヤ市への水供給を行うために標高 394m の浄水場から、標高 1334m の配水タンクまで 1000m 弱の標高差をポンプで押し上げている。ポンプは浄水場及び中間地点の標高 785m にあるチレカ配水池に設置されている。

このポンプによる配水に電力を多く消費しており、ウォーカーズ・フェリー浄水場では 20 億クワチャ/月(約 2.9 億円/月)の費用を要している。

このウォーカーズ・フェリー浄水場は、シレ川の下流にあるヌカラ（Nukala）発電所の電力を利用しているが、サイクロン・アナの被害でヌカラ発電所が停止し、更に全国的な停電も発生し、浄水場への電力供給が途絶し、2 日間に渡って送水が停止した。またその後 5 日間は電圧が安定しない状況であった。このため、ブランタイヤ市においては、サイクロン・アナ の上陸後は、水供給が制限されていた。

他方、水公社はシレ川流域での浄水場の新設(建設中のものとは別)を目指している。更に、この新浄水場とウォーカーズ・フェリー浄水場への動力供給の為に、50MW の発電容量を確保する計画である。現時点で、EXIM Bank より 72 百万 US ドル(約 80 億円)を確保しており、この予算を利用し 30MWの発電設備を建設予定とのことであり、詳しい状況を確認する必要がある。

このように、サイクロン・アナの被害が重要なインフラの運営に大きな影響を与えている例が発生しており、それら施設の BCP が注目される状況である。天候不順時や非常時も稼働できる電源として、また燃費低減や持続可能性向上の為に再生可能エネルギーを導入していく方策として、ハイブリッド発電設備(太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機)の導入が有効であると思われる。その為の検討としては、電源の増強による対象施設の稼働時間の長短による影響と、ハイブリッド電源の燃費とを比較し、費用便益を分析していく事になる。

4) 防災施策の検討

マラウイにおける災害リスク分析と防災化のポイントとしては、政治・経済面での重要な施設が集積しているリロングウェやブランタイヤである事は、この報告書の前半で説明されている。電力セクターでの防災面の対策についても、同様に公共セクターや主要産業の集積している地域に注目する事で、費用対効果の面からより優れた施策になると考えられる。

電力セクターにおける防災施策の概念として、重要な施設や区域の災害へのレジリエンスを高めて公共サービスや産業活動を維持・継続する事が挙げられる。例えば公共セクターであれば、水処理設備や病院、通信施設などへのエネルギー供給を災害時にも継続して行えるような設備形成と運用の実現が考えられる。

また既述の通り、発電設備は需要に対して余裕がなく、都市部では停電が頻発している。電源種を水力に依存しているが、降雨量が減少し利用できる水が少なくなっていること、また植生の減少により堆砂が進行している為、エネルギー戦略では電源の多様化が目標になっている。マラウイの電化率は 12.0%と推定され、SADC 地域の中で最も低い。

EGENCO は主要な発電設備を、ESCOM は全ての送配電設備を保有しているが、財政難から容量不足が目立つ。IPP による太陽光発電設備の導入も進められているが、系統制約で開発にブレーキが掛かっている。

これらの課題に対し、公共・民間における重要な施設・区域をピックアップし、そこへ太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備とすることを提案する(詳細は第 5 章を参照のこと)。電力供給の安定性向上は、行政・産業の機能向上と災害時の機能維持にとって重要である。この案は、系統制約に関係なく再エネを導入しつつ、安定した電力供給を実現する事にも繋がる。まず実施すべき項目としては下記の通りで、適宜キャパシティービルディングなども追加していく事が望ましい。

- 安定した電力供給を求める重要な公共セクターの調査
- 安定した電力供給を求める産業セクターや工業団地の調査
- 再エネ導入について、どの程度系統制約が問題になっているかの把握
- 既存ディーゼル発電設備へのハイブリッドシステム追加による電源の増強・稼働率の向上の可能性調査
- 日系重工メーカーと協力した技術・経済性検討

(4)　上下水

1)　関係機関・法制度の概要

マラウイで上下水道を管轄するのは農業・灌漑・水開発省（Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development、以下「MAIWD」）である。

保健・人口省（Ministry of Health and Population、以下「MoHP」）は下水道及び衛生分野の整備を促しており、地方自治・農村開発省（Ministry of Local Government and Rural Development、以下「MLGRD」）は各担当省庁の地方分権及び郡政府の開発のサポートを担当している。

都市域での水道サービスの実施者は郡政府（District Councils）と水委員会（Water Boards）である。国内にはリロングウェ水公社（Lilongwe Water Board、以下「LWB」）、ブランタイヤ水公社（Blantyre Water Board、以下「BWB」）など、5つの水委員会が存在する。更に、The National Local Government Finance Committee が国家予算から郡予算への分配を担当している。地方給水は水利用者組合(Water User Associations、以下「WUAs」)が水行政官と上下水局（Department of Water and Sanitation）の技術的支援を受けながら管理している。

関連法は以下の通りである。

- 水道法

2)　関連計画・開発現況等の概要

マラウイでは、特に乾季の水量確保が課題であり、政府は食糧生産と家庭給水の観点から、特に灌漑と水資源管理を重要視している。

安全な水にアクセスできる人口割合は 88.3%である。現在、マラウイでは人口の急増に伴う都市部及び都市周辺部での水需要の急増に対して、水資源開発が深刻な問題となっている。また、安全な衛生設備にアクセスできる世帯の割合は 13.8%である（国家衛生戦略 2018 - 2024)。マラウイ政府は水セクター投資計画、国家衛生戦略 2018 - 2024 により、これらの数値の大幅な改善を目指している。

マラウイでは上下水道に関して以下の国家計画を整備している。

- 国家水ポリシー（National Water Policy）
- 国家水資源マスタープラン（National Water Resources Master Plan）
- マラウイ 2063（Malawi 2063、2020 年）

安全な水、衛生サービスの確保、並びに、農業用、工業用及び家庭用水道網を全国に整備することを謳っている。

- 水セクター投資計画（Water Sector Investment Plan、2012 年）

本投資計画にて、マラウイ政府は以下の項目の達成のため、2015 年から 2030 年の間に年間平均 140 百万 US ドル以上の投資が必要としている。

- 都市への安全な水供給の確保
- 2025 年までに人口の 98%が改良型水道を利用できるようにする。
- 2030 年までに、改良型トイレへのアクセスを人口の 90%近くにまで増やす。
- 学校の衛生設備の改善

- 国家衛生戦略 2018 - 2024（National Sanitation and Hygiene Strategy）

本戦略にて、マラウイ政府は以下の衛生に関する目標を掲げているが、都市下水道に関する言及は無い。

- 2030 年までに、改良型トイレへアクセス可能な世帯の割合を 75%に増やす。
- 2030 年までに野外排泄撲滅率（ODF 率）を 41.7%から 90%に向上させる。

- LWB 戦略計画 2020-2025（LWB Strategic Plan）

LWB は 2020 年からの 5 か年で 483 百万 US ドルの実施予算を見積もっている。集水域の減少や気候変動の影響による表流水水源の減少がリスクとして示されており、水不足に対する防災メカニズムの構築の必要性が言及されている。また、新たな表流水水源の建設に加え、リロングウェ周辺の井戸マッピングが計画されている。

JICA では、MAIWD に対する国家水資源マスタープランの策定支援、中部地域の地方給水施設維持管理能力強化支援、LWB に対する料金徴収や無収水対策の技術協力プロジェクト、短期ボランティアや長期専門家の派遣を継続的に実施している。ブランタイヤ市に対しては、横浜市と連携した自治体連携ボランティア派遣を通じて、技術支援を継続してきた。2020 年からは「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」を実施中であり、ブランタイヤにおける給水サービス全体の問題分析を実施し、BWB の課題と優先順位の整理を行い、BWB に対する協力方針を検討している。

- 水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト（JICA、2014 年）
- 地方給水運営維持管理プロジェクト（JICA、2015 年）
- リロングウェ市無収水対策能力強化プロジェクト詳細計画策定調査（JICA、2017 年）
- 地下水開発及び無収水対策能力強化計画準備調査（JICA、2018 年）
- リロングウェ市無収水対策能力強化プロジェクト（JICA、2020 年）
- 都市給水分野に係る情報収集・確認調査（JICA、2020 年より実施中）

各ドナーにより実施されている上下水道に関する支援プログラムは以下の通りである。都市及び地方の給水・衛生サービスのリハビリ、拡張、無収水率の低減、衛生改善、それらに係る技術協力、組織能力強化などが実施されている。

- 水源開発及び給水施設建設プロジェクト（National Water Development Program 内の Water Supply and Sanitation Project）（AfDB／AusAid）
- Nkhatabay Town Water Supply and Sanitation Project （AfDB、2020 年）
- NRWB Water Efficiency Project （オランダ、2021 年）
- Lilongwe Water and Sanitation Project（P163794）（WB、2018 年から実施中）

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a） リロングウェ市

マラウイで最も人口が集中し、上下水道資産も集積している都市ではあるが、ハザードは低く、気候変動や急激な需要増に対応した十分な水源確保や、無収水対策による収益の向上が課題となっている。

2021 年 12 月 2 日、リロングウェ市（Lilongwe City Council）にて都市計画担当者と防災担当者にオンラインヒアリングを行い、市内の洪水頻出地点を確認した。分析資料提供は依頼中である。ヒアリング結果と、2017 年時点で LWB が有する浄水施設（浄水場）及び送配水施設（ポンプ場及び配水池）の位置を照合し、施設が低リスク地に位置することを確認した。

2021 年 12 月 3 日、マラウイで水資源・治水関連プロジェクトを担当する WB の専門家にオンラインヒアリングを行い、同行が支援中の上下水道プロジェクトの最新資料について資料提供を依頼している。

b） ブランタイヤ市

JICA による「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」の調査団にヒアリングを行い、ブランタイヤ市の上下水道施設の防災上の課題について確認した。

(i) ブランタイヤ市の重要施設

同国経済の中心となっているブランタイヤ市では、BWB による給水事業が行われている。BWB は 3 つの浄水場を保有しており、乾季の水資源管理や、洪水発生時も安定した給水が可能な体制を構築する必要がある。

BWB が運営しブランタイヤ市内等への水供給を担う浄水場はシレ川から取水するウォーカーズ・フェリー浄水場（浄水能力 96,000 m3／日）、ブランタイヤ市内のムディ（Mudi）ダムから取水するムディ浄水場（浄水能力 5,000 m3／日）、リカブラ（Likhubula）川から取水するムランジェ（Mulanje）浄水場（浄水能力 20,000 m3／日）の 3 つである。ウォーカーズ・フェリー浄水場が水供給量の 79%を担っている。各施設の能力は BWB のウェブサ

イト[90]により確認した。

ウォーカーズ・フェリー浄水場はブランタイヤ市より 30 km西部を通過するシレ川の中流域から取水している。特徴として、ブランタイヤ市への水供給を行うために標高 394m の浄水場から最大標高 1334m の上ムピングウェ（Upper Mpingwe）配水池まで 1000m 程度の標高差をポンプで押し上げている。浄水場及び中間地点の標高 785m にあるチレカ(Chileka)配水池にポンプを設置している（下図）。ポンプによる送水に電力を多く利用しており、ウォーカーズ・フェリー浄水場では 20 億クワチャ／月（約 2.9 億円／月）の費用を要しているとのことである。

＜全体図＞

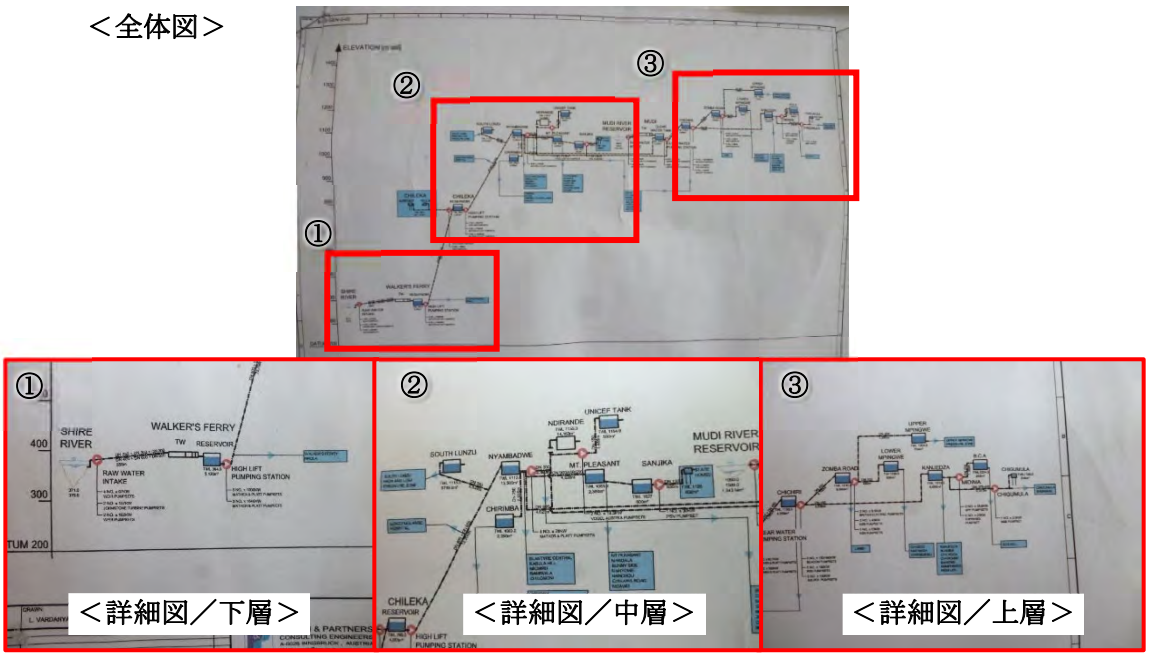


図 3-197　ウォーカーズ・フェリー浄水場と主要な配水池等の標高図

出典：JICA 調査団撮影

[90] https://bwb.mw/AboutUs.php





図 3-198　ウォーカーズ・フェリー浄水場の施設配置

出典： Open Street Map（左図）、JICA 調査団撮影（右図）

(ii)　ブランタイヤ水公社の将来整備計画

BWB のウェブサイトによると、将来の整備計画として、ⅰ）シレ川での新規水源確保、ⅱ）ポンプに係る電力確保のための自前の発電施設の建設、ⅲ）ムディ浄水場改修の 3 つの施設整備を計画している。

ⅰ）については、取水施設 1 か所、浄水場 1 か所（230,000 m3／日の浄水能力を予定しており、）、ポンプ施設、配水池、管路を含め、建設予定額の 1 億 65 百万 US ドル（約 165 億円）のうち、78 百万 US ドル（約 78 億円）はインド輸出入銀行（EXIM Bank）より確保済とのことである。

ⅱ）については、現時点で、EXIM Bank より 72 百万 US ドル（約 72 億円）は確保しており、この予算を利用し 30MW の発電容量の施設を整備予定とのことである。ポンプ送水と①の水源増設も鑑みて、最終的には 50MW の発電容量を確保する計画である。

ⅲ）については、JICA の「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」にて状況等を確認中である。

(iii)　サイクロン・アナによる被害状況

2022 年 2 月に実施した現地調査において、ブランタイヤ市及び BWB ウォーカーズ・フェリー浄水場管理者へのヒアリングを実施した。

サイクロン・アナによる直接的な被害としては、ウォーカーズ・フェリー浄水場の取水施設（上図）の閉塞を防ぐために設置された浚渫船が流されて破壊されたため、利用不可となった（下図／左）。浄水場施設管理者へのヒアリングによると、主要な浄水施設には直接的な被害が見られなかったとのことである。取水施設の取水口が数日で閉塞することはないが、過去には水位を下げて人力で取水口の土砂の掻き出しを行ったことがあるとのことである（下図／右）。



図 3-199　浚渫船の被災状況（左）と取水施設の閉塞時の土砂の掻き出しの様子（右）

出典：JICA 調査団撮影

また、ウォーカーズ・フェリー浄水場は、シレ川の下流ヌカラ発電所の電力を利用しているが、ヌカラ発電所の発電所が停止したことに加え全国的な停電が生じたことにより、2 日間は停電により送水が停止した。また 5 日間は電圧が安定しない状況であった。このためサイクロン・アナの上陸直後は、ブランタイヤ市内においても水へのアクセスが制限された。

(iv)　ブランタイヤ水公社の防災課題

JICA による「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」の調査団にヒアリングを行い、ブランタイヤ市の上下水道施設の防災上の課題について確認した。

ムディダムへの土砂流入に伴う濁度上昇とダム堆砂量の増加が問題となっている。2016 年からムディダム周辺で植樹による土砂流入対応が始まっているが、高濁度は改善されていない。

ヒアリング実施時（2022 年 1 月）には、ウォーカーズ・フェリー浄水場を含めた基幹水道施設で洪水による大きな被害は確認できなかった。しかし、上記の通り、2022 年 1 月に襲来したサイクロン・アナでは浚渫船と電力供給に影響が出ている。今後、アナと同規模もしくはより大きなサイクロンが襲来した場合に懸念されるリスクは電力供給の停止に伴う浄水・送水機能の長期間の停止である。バックアップ電源の確保等のハード対策、機能早期復旧と迅速な応急対応等に係るソフト対策の両面の向上が課題となる。

COVID-19 流行に伴う業務体制への影響を受けて BWB 内に COVID-19 委員会を立ち上げている。災害に対する BCP は公表されておらずその策定状況は確認できていない。

ブランタイヤ市（Blantyre City Council）では防災計画や BCP は未策定であるが、現在、WB の支援を受けてハザード分析実施準備をしている状態である。BWB の BCP 策定にあたっても市のハザード分析結果は不可欠である。

c)　農村部

マラウイは周辺国に比べて農村部の人口割合が高いことに加え、改良型給水設備へのアクセスは農村部で 63%と、都市部の 87%に対して低くなっている。(UNICEF)

サイクロン・イダイに伴う洪水では、農村部の水供給システムが被害を受けた。特に被害が大きかったのは南部地域のチカワ、パロンベ、ムランジェ、ンサンジェ、チョロの各郡である。WASH セクターの被害額は約 3.7 百万 US ドルと推定されている。

治水事業によるリスク低減に加え、WUAs 等の管理者の能力向上による給水収益改善により、予備部品の確保や修繕能力の向上が必要である。

JICA は 2015 年の「地方給水運営維持管理プロジェクト」で MAIWD、中部地域灌漑・水開発事務所、ムチンジ県庁をカウンターパート機関として地方給水に関する技術協力を実施している。ここで実施された維持管理フレームワークが全国規模で展開されることにより、災害に対するレジリエンスが向上することが期待される。

また、全国的に、干ばつの影響を受けにくい100m級の井戸の掘削が必要と想定される。

4) 防災施策の検討

BWBの災害時対応能力強化プロジェクトを防災施策の候補案件として提案する。

a) 電力供給のバックアップ確保

被害状況とブランタイヤ市の上水供給への影響を鑑みて、電力供給の安定化により水供給の安定化は有効であると想定される。既にブランタイヤ水公社が自前の発電施設の建設などを検討している通り、ブランタイヤ市への水供給において電力の安定供給は急務である。

このため、電力セクターの防災施策として検討しているハイブリッド発電設備（太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機）を、非常用電源することで送水停止時間の短縮が可能となると想定する。

b) BCP策定支援

災害発生時の上水の確保は人命を守り、衛生環境の維持に繋がる他、経済活動の基礎になるものである。BCP策定により、災害発生時の給水事業の停止を防ぎ、復旧時間の短縮を図り、人命と経済への影響を最小化することに寄与すると想定される。

現在実施中の「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」でBWBに対する支援案を検討中であるが、JICA調査団によると、防災コンポーネントを含める予定はないとのことである。現行調査にて提示されていない提案によってBWBに混乱を生じさせることは避ける必要があり、BWBへの支援と対話を継続しつつ、BWBの防災課題を明確化し、ブランタイヤ市全体のハザード分析・リスク分析結果や防災計画策定も踏まえて支援案を構築することが望ましい。

(5) 通信

1) 関係機関・法制度の概要

マラウイの通信セクターの基本法は、COMMUNICATIONS ACT (Cap. 68:01)である。マラウイの ICT 政策策定を担っているのは、政策情報通信技術省 (Ministry of Information and Communications Technologies) であり、メディア、公共情報へのアクセス、放送、電気通信、郵便サービス、ICT に関する事項について政策指導を行っている。通信事業の規制業務は、Malawi Communications Regulatory Authority (MACRA)が担当している。MACRAは、唯一かつ独立した規制機関として1998年に設立され、法的には独立しているが、ボー

ドメンバーは政府が決定することになっている。[91]

2) 関連計画・開発現況等の概要

マラウイの通信セクターは未発達で、かつ料金も高い。ITU の「Measuring the Information Society Report 2016」によれば、同国の通信セクターは世界の 175 カ国中 168 位であった。順位が低い理由は、主に一人当たりの所得が低く、通信サービスの価格が高いことによる。2014 年の ITU の報告によれば、マラウイ人の携帯電話への平均支出額は平均月収の 56%を超えており、他の国に比べて非常に高い[92]。2016 年時点で、固定電話の保有台数は 11 万台、普及率は 0.7%、携帯電話の保有台数は約 718 万台、普及率は 15.7%であった。国際電話通話料金は 1 分あたり 0.3US ドル、携帯電話の通話料は国内通話 1 分あたり約 0.3US ドル、アフリカ地域内 1 分あたり 0.9US ドル、大陸間長距離通話は 1 分あたり約 1.50US ドルである（ただし様々なパッケージがあるので 1 分あたり 0.30US ドルから利用可能)。2019 年時点で、マラウイのインターネット普及率は 15%程度に留まる。インターネットアクセスは 20MB のパッケージが月額 50US ドル程度である（2016 年現在)。

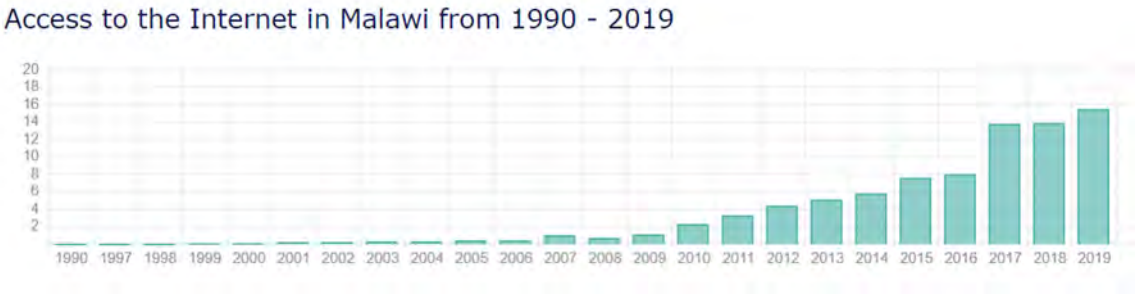


図 3-200　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)

出典：Worlddata.info[93]

[91] https://hojo.keirin-autorace.or.jp/seikabutu/seika/21nx_/bhu_/Folder_2/21-125koho-03.pdf
[92] https://en.wikipedia.org/wiki/Communications_in_Malawi
[93] www.worlddata.info/africa/

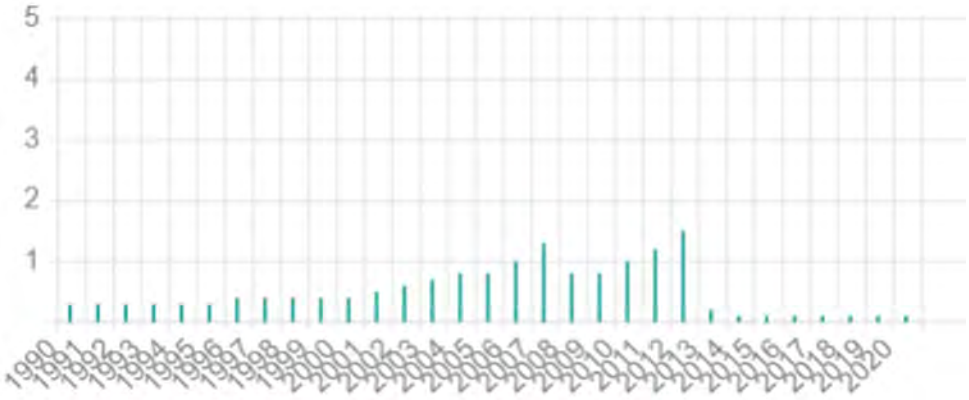


図 3-201　固定回線加入者人口比率

出典：Worlddata.info

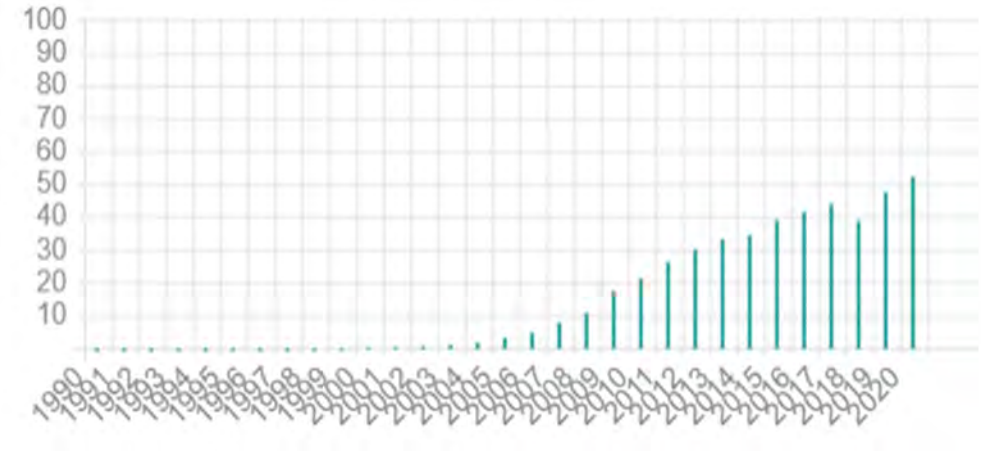


図 3-202　モバイル回線加入者人口比率

出典：Worlddata.info

表 3-183　マラウイの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年[94]）

指標	マラウイ	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	0.1	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	41.7	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	25.5	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	50.0	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	30.0	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	13.8	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	6.3	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	11.1	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	3.6	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	0.06	0.6	13.6

出典：ITU

マラウイのモバイルオペレーターは、Airtel Malawi Limited（インド系）と Telekom Networks Malawi Limited（TNM）の 2 社である。このうち Airtel Malawi Limited はモバイルサービスのみを提供し、TNM は固定電話とモバイルサービスを提供している。TNM は 1995 年に既存の Malawi Telecommunication Limited（MTL）と Telecom Malaysia の合弁会社として発足した後、2007 年に Telecom Malaysia の株式を取得し、2008 年には一部の株式を現地の株式市場に上場し、残りの株式は地元の企業が所有するマラウイの民間企業である。一方、Airtel Malawi Limited は、Bharti グループの子会社であり 1999 年に設立された。

2008 年頃から、通信オペレーターによるネットワークや設備への投資の結果、携帯電話の普及率は上昇したものの、様々な税金の影響もあり、料金が比較的高いことも相まって、携帯電話へのアクセスは比較的低く、2015 年には携帯電話を持っている世帯は半数弱（45%）となっている。モバイルブロードバンドサービスは、2009 年に TNM 社が 3G サービスを開始し、その 1 年後に Airtel が開始した。TNM 社は 2016 年に、Airtel Malawi 社は 2017 年末に商用 4G(LTE)サービス開始した。

一方、マラウイの固定電話サービス市場は非常に小さく、主な事業者は既述の Malawi Telecommunications Limited（MTL）と Access Communications Limited（ACL）の 2 社である。MTL 社は幹線で 95%の市場シェアを持ち、上流の伝送サービス市場でも優位に立っている。MTL は 2005 年末に民営化され、マラウイ政府が 20%を保有し、残りの 80%は、TNM の 41%を保有する国内最大のコングロマリットである Press Corporation が率いるコンソーシアムに売却された。MTL と ACL は、CDMA 方式の固定無線ネットワークも運営しており、Evolution-Data Optimized 技術によりフルモビリティとブロードバンドアクセスを

[94] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

サポートしている。MTL は、現在 ISP のリセラーが使用している WiMAX の Worldwide Interoperability も展開している。しかし 2016 年、MTL の光ファイバーバックボーンの運営は Open Connect Limited (OCL) という新会社に分離された。固定ブロードバンドの選択肢として、ADSL、固定無線ブロードバンド、都市部の企業や政府向けの光ファイバーなどがある。

内陸国のマラウイでは、全国的な光ファイバーネットワークが不可欠である。OCL は最も大きい光ファイバーバックボーンを運用しており、タンザニア経由で EASSy (East Africa Submarine System) 海底ケーブルに接続されている。光ファイバーネットワークはつい最近まで OCL の独占状態であったが、後述の Huawei による光バックボーンネットワークの整備に伴い、SimbaNet、Electricity Supply Corporation of Malawi、Airtel など、新しいバックボーン事業者が市場に参入してきた。2008 年には、ブランタイヤに IXP (インターネット交換局)、Malawi Internet Exchange が設立された。

通信規制当局である MACRA は Strategic Plan 2015-2020 を公開している。このプランは上位計画である Malawi Growth and The Way に沿って策定され、開発戦略 (MGDS II) と国家 ICT 政策を二つの柱としている。MACRA によれば、先行した Strategic Plan 2010-2015 の進捗率は 79%であったが、それを改善するために BSC (Balanced Score Card) の手法を採用したという。このプランでは以下のような点が通信セクターの課題として挙げられている。

- 公正な競争の促進、消費者保護の推進、及びアクセスの円滑化の必要性と ICT サービスの利用状況の把握
- ICT 運用技術の強化し、研究、イノベーション、ベストプラクティスを追求する必要性
- 安全な ICT システムとサービスの導入による効果的で信頼性の高いシステムの開発。
- ステークホルダーとの関係やコミュニケーションの強化
- ICT 分野における地域的・国際的な協力促進
- 人的資本の強化、タイムリーで信頼性の高い情報の共有
- 収益の成長と管理の強化、及び資源配分の最適化
- より良いサービス提供のための制度的能力とコーポレート・ガバナンスの改善

マラウイは光ファイバーケーブルでタンザニアとモザンビークを介して国際インターネットに接続されているが、使用可能帯域幅が狭く、ネットワークの速度が低いため国内の通信速度は遅かった。このためマラウイも他のサブサハラ諸国同様、中国の支援を受けて全国内に光ファイバーバックボーン整備を進めている。具体的には、2008 年に中国系の Huawei がマラウイ市場に参入した後、中国政府からの 2300 万 US ドルの融資を受けて National Fiber Backbone Project (Phase 1)を 2017 年 4 月に開始し、2018 年 2 月に完了させた。これは Huawei が施工し ESCOM が運営する送電線に沿って光ファイバー網を整備するもので、マパンガからチラゾル、ゾンバからリウォンデまでの 28 地域を結ぶ総延長

1230km の光ファイバーバックボーンが構築された。これによってマラウイの情報通信レベルは飛躍的に向上し、同国内での 4G サービスも開始された。更に 2021 年 6 月、ザロチャクウェラ大統領はリロングウェから National Fiber Backbone Project (Phase 2)を開始する、と述べた。Phase 2 も Huawei によって実施される予定であり、4 年間で総延長 3,000 km の光ファイバーケーブルの展開と、全国的なデータセンターの建設が含まれる。このプロジェクトは、政府の省庁、10 万を超える企業や世帯を接続するブロードバンドサービスの展開を通じて、全国的な接続性の向上を目指すという[95]。また Huawei は ICT インフラへの投資だけでなく、マレーシアで実施した「Seeds of the Future」プログラムでマラウイの若者 6 名に ICT トレーニングを提供している。



図 3-203　マラウイのムタリカ大統領（当時）と Huawei の上級副社長 易翔

出典：Huawei Web サイト[96]

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

Malawi の国内光幹線ケーブル網は、ムズズ～リロングウェ（首都）～ブランタイヤ（国際 GW 局）を結んでおり、この 3 都市に通信セクターの重要施設が集中している。災害時にこれら 3 都市に存在する通信拠点が被災したり、3 都市間を結ぶ光ケーブルルートが災害で遮断されたりすると、モバイル加入者にも甚大な影響が及ぶだけでなく、最悪の場合には国際インターネット回線が遮断され、被災地の状況が確認できなくなる。また、今回文献調査で確認した限りではこの幹線ルートにはバックアップ回線がない。そこでこれら 3 都市及び他都市を結ぶ光ケーブル網に注目する事で、費用対効果の面からより優れた施策になると考えられる。しかし既述の通り、マラウイ国内の光ケーブル網は外国企業主導で

[95] https://www.commsupdate.com/articles/2021/06/30/malawi-kicks-off-second-phase-of-national-backbone-project/
[96] https://www.huawei.com/cn/news/2018/8/huawei-malawi-national-ict-construction

整備されている点には注意が必要である。

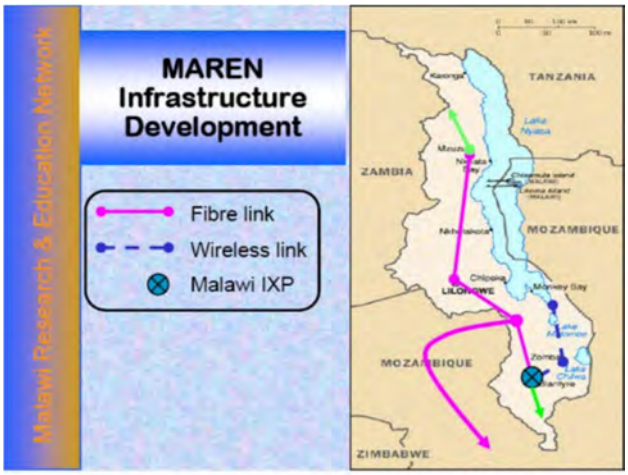


図 3-204　Malawi の国内光幹線ケーブル網（MAREN）[97]

出典：IDRC(International Development Research Centre, Canada)

4)　防災施策の検討

現地調査チームが MACRA より入手した資料[98]よれば、「通信事業者免許を交付された者は、電子通信網ハブの災害復旧計画（DRP）を含む事業継続計画を策定しなければならない。DRP には、災害や国家的な緊急事態が発生した際に、ハブの復旧のために適用される緊急危機管理チームと、復旧のための優先順位と手順を示すこと。また、電子通信ネットワークハブが国家的・社会的に重要であると考えられる場合、ハブの管理者は、ハブが故障しても生き残る能力があることを証明すること」と規定されている。このため、最大手の通信事業者である TNM（Telekom Networks Malawi Limited）と Web 会議を行い DRP についてヒアリングを試みたが、NDA 締結後でないと開示できないとの理由で具体的な DRP は入手できなかった。今後防災施策を考える際には、TNK など通信事業者の DRP を確認することが必要である。

[97] https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/40489/128889.pdf
[98] COMMUNICATIONS (ELECTRONIC COMMUNICATIONS FACILITIES INSTALLATION)) RULES, 2022

(6) 農業

1) 関係機関・法制度の概要

農業・灌漑・水開発省 (Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development、MAIWD)

MAIWD は、食料安全及び所得の増加を保障するため、農業生産性を向上させ、天然資源の適切な管理と効率的な利用を維持するための取り組みを促進させることを使命としている。MAF には、以下の技術部門がある。

表 3-184 農業・食料安全保障省の部局

部局名	役割
動物健康・家畜開発局 Department of Animal Health and Livestock Development, AHLD	持続可能な家畜の開発を促進し、人獣共通感染症から一般市民を保護。
農業普及サービス局 Department of Agricultural extension services	農業普及サービスの提供において、農業・食料安全保障省の全ての技術部門の調整。
農業計画サービス局 Department of Agricultural Planning Services	農業関連政策の準備と実施に関する指導。 農林水産省のためのプロジェクトとプログラムの提案を特定、準備。 農業部門のプロジェクトとプログラムの監視と評価。 農業マーケティング問題の調整。 農業統計及びデータバンクの収集、分析、維持。 食糧安全保障プログラム実施の調整。 農林水産省の分野別政策の分析と助言。
農業研究サービス局 Department of Agricultural Research Services	穀類、園芸、穀物、家畜と牧草地、土壌と農業工学、農業機械、農産物加工、灌漑・排水、農作物の保護、作物の貯蔵と多岐にわたる研究。
作物開発局 Department of the Crop Development	改良普及員や作物を専門とする農民組織の知識不足に対処する。 農業技術普及委員会（ATCC）から発表された技術の効果的な普及を促進するために作物生産技術サービスを提供する。 農場の機械化、渡り鳥の害虫駆除、種子認証などのサービスを提供する。
灌漑局 Department of Irrigation	持続可能な灌漑地域を増やすことを目的とした新しい灌漑スキームの開発。 既存の灌漑スキームの管理、改修。 持続可能な灌漑開発・管理のため、関係者の技術的能力の能力向上を目的としたプロジェクトの実施。 費用対効果が高い重力式灌漑の導入を促進。
土地資源保全局 Department of Land Resources and Conservation	土地資源管理に関する政策・戦略の策定 土地資源管理に関するプログラムの企画・調整 気候変動の影響に対する農業の適応と緩和に関するプログラムの計画と調整 土地資源情報サービスの提供 土地利用／被覆の変化の監視と評価 土地資源管理に関する研修の実施 土地資源管理のための技術支援

出典:JICA 調査団作成

農業省の下には、農業開発局 (Agriculture Development Division, ADD)、県農業事務所(District Agriculture Office, DAO)、普及計画地域事務所(Extension Planning Areas, EPA) が配置されている。

a) Water Resource Board

取水と排水のための水利権の付与と、水利権の遵守状況の監視を担当している。灌漑スキームの開発のためには、水利権が委員会によって付与されなければならない。

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 関連計画

(i) 第3次マラウイ成長開発戦略 Malawi Growth and Development Strategy III, MGDS III (2017 - 2022)

MGDS III では、農業を優先分野の一つとして位置づけている。気候変動に適応し、生態系サービスを向上させる持続可能な農業の変革を実現させるため、i) 農業生産と生産性の向上、ii) 灌漑エリアの拡大、iii) 農業の多様化、iv) 栄養と食料安全保障の向上、v) 農業市場の開拓、農産物加工と付加価値の向上が戦略の成果となっている。

(ii) 国家農業政策 National Agriculture Policy, NAP (2016 - 2021)

NAP の目標は、農業部門の大幅な成長、農家の所得拡大、全てのマラウイ人の食料・栄養安全保障の向上、農産物の輸出増加をもたらす持続可能な農業変革を達成することである。政策優先分野は、i) 持続可能な農業生産と生産性、ii) 持続可能な灌漑開発、iii) 農業機械化、iv) 農業市場開発、農産物加工と付加価値、v) 食料と栄養の安全保障、vi) 農業リスク管理、vii) 農業における若者、女性、弱者グループのエンパワーメント、iiiv) 制度開発、調整、能力強化となっている。vi) 農業リスク管理に対する戦略として ADMARC 等の災害管理局の調整と強化、穀物備蓄、干ばつや洪水に強い作物品種の農家への導入、農業保険利用を促進等が挙げられている。

(iii)　国家農業投資計画 National Agricultural Investment Plan, NAIP (2017 - 2022)

NAIP は、NAP を実行に移し、i) 農業の変革、ii) .経済成長、iii) .貧困削減を加速させるために策定した。NAP の政策優先分野である災害に対するレジリエンスの強化のために、本計画では、i) 気候変動に強い農林業の実践について農民への訓練、ii) 新しい農業技術と気候変動に強いアプローチの普及、iii)農業の二酸化炭素排出量の削減、iv) 生産システムの回復力を高め、天然資源の持続可能な管理の促進が提案されている。

(iv)　国家灌漑マスタープラン及び投資フレームワーク National Irrigation Master Plan and Investment Framework, NIMPIF (2015 - 2035)

NIMPIFは、新規灌漑スキームの開発、既存スキームの持続可能な管理、マラウイの関連機関や人材の能力向上、マスタープラン実施の管理など、相互にサポートする4つのコンポーネントで構成されている。

NIMPIF は、フェーズ I (2015 - 2020 年)、フェーズ II (2021 - 2025 年)、フェーズ III (2026 - 2035 年) の 3 つのフェーズで実施され、フェーズ I、II、III でそれぞれ約 2 万 ha、2 万 8,500ha、6 万 7,500ha の新規灌漑スキームを構築する。これらの目標は、すでに計画されているスキームと、NIMPIF プロセスの一環として特定されたものの、まだ実現可能性や設計の研究が行われていない新規スキームの組み合わせで構成されている。

b)　開発現況

(i)　わが国の開発協力方針

わが国が持つ技術的比較優位とこれまでの協力実績、TICAD7 で設定された目標、及び MGDS III の重点分野である「気候変動に適応し、生態系サービスを促進する持続的な農業への変革」への支援を念頭に置き、①灌漑開発及び利用能力強化、②市場志向型農業及び生産者組織強化、ビジネスマインドの醸成支援、③農業基盤インフラ整備 (灌漑、物流等) への協力を通じて農業の産業化を促進し経済成長に貢献する。

近年のわが国の本案件に関連する農業分野における主な支援活動を以下に整理する。

表 3-185　わが国の支援実績

プロジェクト名	プロジェクト概要	期間
中規模灌漑開発維持管理能力強化プロジェクト（技術協力）	先行プロジェクトである「中規模灌漑開発プロジェクト（MIDP)」では、現場レベルの灌漑農業事業関係者の能力強化及びモニタリング・評価体制の構築が推進され、能力強化のプロセスは「MIDP 研修アプローチ」として整理した。本プロジェクトでは、中央レベルの農業・灌漑・水開発省の灌漑局を中心に、中規模灌漑事業開発にかかる灌漑技官育成の体制の整備を支援する。これにより、中規模灌漑事業開発が全国レベルで促進されることが期待される。	2015 年～2020 年
シレ川中流域における農民による流域保全活動推進プロジェクト（技術協力）	先行プロジェクトではブランタイヤ県内 2 つの Traditional Authority の 3 万以上の世帯に土壌保全や育林技術の研修を実施し、その結果土壌保全や収量増加に貢献した。本プロジェクトでは、農民による流域保全活動の制度化を支援し、シレ川中流域の 4 県において流域保全活動が広く実施されることを目指し、対象地域の適切な流域管理の実施に寄与する。	2013 年～2018 年

出典：JICA 調査団作成

(ii)　関係ドナー及び民間による支援実績・動向

近年の関係ドナーによる支援実績や動向について以下に整理する。農業分野のリード開発パートナーである USAID は Feed the future を通して①農業に関する政策、②行動変容と食料へのアクセス向上による栄養改善、③酪農や豆類等、国内及び輸出市場において高い可能性を持つ作物への投資に対して支援を行っている。

表 3-186　関係ドナーによる支援実績

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Shire Valley Transformation Programme (SVTP) Phase 1 / WB	農業生産性向上及び農業の商業化を促進させるため、シレ川渓谷の零細農家を対象とした資源の持続可能な管理及び利用を改善する。このプログラムでは、灌漑サービス、土地保有権の強化、農業の商業化、景観・環境保全の 4 つを重点分野としている。 フェーズ 1 では Kapichira dam の Intake から Main Canal 及び Main Canal 3、フェーズ 2 では Main Canal 2 (Nsanje District の Bangla 地区まで延長) を整備する予定であり (図)、これによりポンプを使用しない重力灌漑が可能となる。	2018 年～2023 年 234.59 百万 US ドル

出典：JICA 調査団作成

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

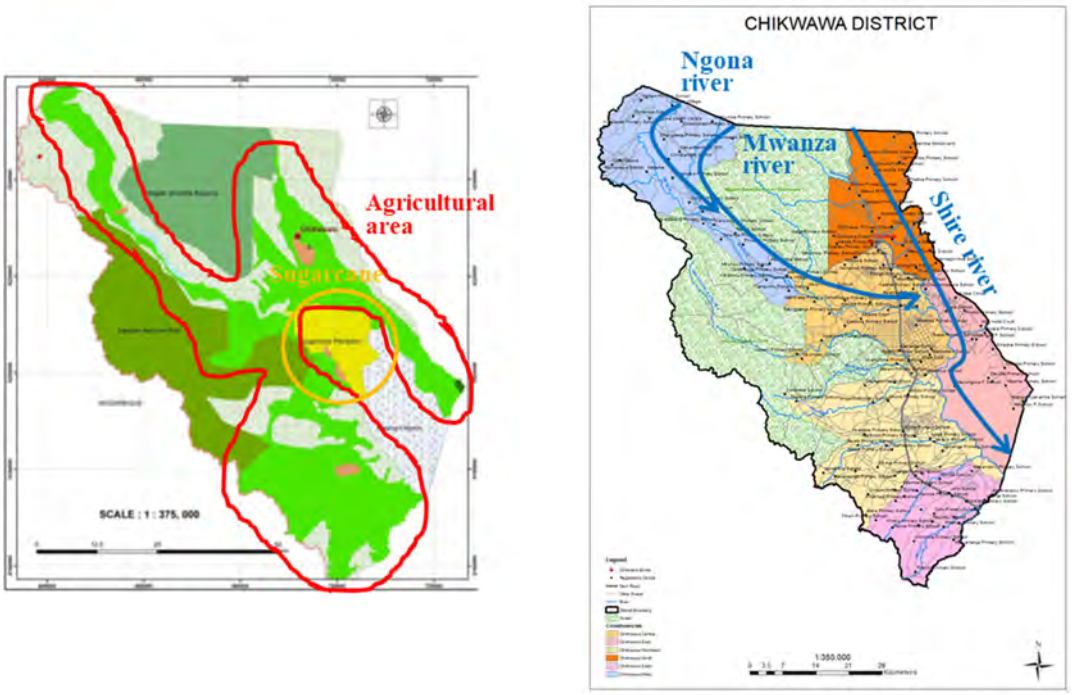
近年の災害による農業分野の被害は以下の通りである。

表 3-187　農業セクターの被災実績（洪水）

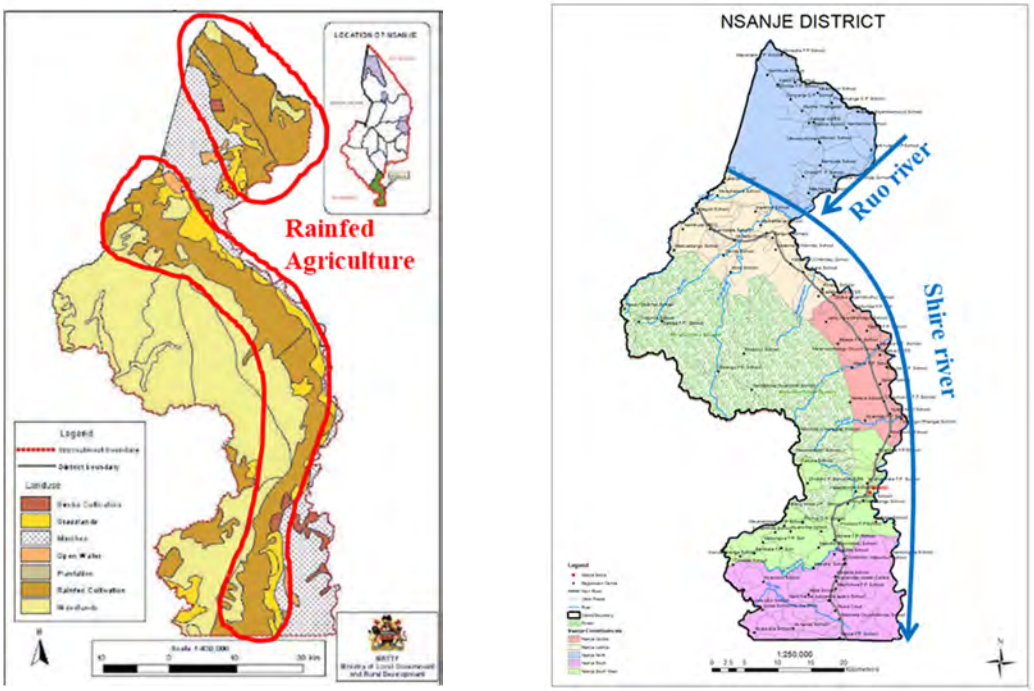
年月	被害地域	概要
2022 年 1 月 Tropical Storm Ana（速報）	19 県（そのうちチクワワ及びヌサンジェは農業セクターへの被害が大きい）	被害農地（全体）：71,716 ha（チクワワ県：42,276.7 ha） 被害灌漑システム：今後調査が必要 被害畜産物：36,803 頭（チクワワ県：牛 500 頭、ヤギ 533 頭、豚 201 頭、鳥 10,127 羽） 被害灌漑システム（チクワワ県）：11 灌漑スキーム（頭首工、灌漑用パイプライン、灌漑用水路）
2019 年 3 月 Cyclone Idai	15 県（バラカ、 ブランタイヤ、チクワワ, チラズル、デッザ、マチンガ、マンゴチ、ムランジェ、ムワンザ、ネノ、ヌサンジェ、パロンベ、 チョロ、ゾンバ） 2 都市（ブランタイヤ, ゾンバ） ※太字は農作物の損失が大きい県 ※河川は灌漑インフラの被害が大きい県	被害農地（全体）：91,638 ha 被害灌漑システム：頭首工 64、灌漑水路 67,734m、灌漑堤防 19m、ポンプ場 134、灌漑井戸 607、灌漑排水路 47m） 被害畜産物 47,504 頭 農業セクターの被害額：4.2 百万 US ドル（灌漑インフラ） 農業セクターの損失額：20.7 百万 US ドル 農業セクターの復旧に必要な金額：37.5 百万 US ドル
2015 年 1 月	15 県（ヌサンジェ、チクワワ、パロンベ、ゾンバ、マンゴチ、ブランタイヤ、チラズル、チョロ、ムランジェ、バラカ、マチンガ、ンチェウ、サリマ、ルンピ、カロンガ） ※太字は農業セクターの被害が大きい県	被害農地（全体）：89,110 ha 被害灌漑システム：頭首工 56、灌漑水路 46,776m、灌漑堤防 173m、ポンプ場 121、灌漑井戸 2,707、灌漑排水路 280m） 被害畜産物 195,032 頭 全体被害額：54.4 百万 US ドルのうち、灌漑インフラの被害額 5.6 百万 US ドル 全体損失額：13.6 百万 US ドル 農業セクターの復旧に必要な金額： 78 百万 US ドル

出典：JICA 調査団作成

近年の農業セクターにおける洪水被災地域は、ヌサンジェ県、チクワワ県、パロンベ県、ゾンバ県、マンゴチ県であり、DLRC によると、特にチクワワ県、ヌサンジェ県で被害が大きい。下図から両県ではシレ川及びその支流沿いに農地が広がっていることが分かる。



Chikwawa 県



Nsanje 県

図 3-205　各県の土地利用図

出典：Chikwawa District Physical Development Plan Nsanje District Council Socio-Economic Profile

チクワワ DAO へのインタビュー（2022 年 2 月 9 日）によると、チクワワ県の農地及び灌漑システムの被害の主な原因はシレ川の氾濫によるものである。しかし、2022 年 1 月のトロピカルストーム　アナ及び 2019 年 3 月のサイクロン イダイでは下図のとおり被害エリアが異なることが判明した。トロピカルストーム アナの際に勾配の急な支川において洪水が発生した理由は、サイクロン イダイの 24 時間雨量 150mm と比較して 24 時間雨量 240mm と非常に多かったことが原因であると考えられる。

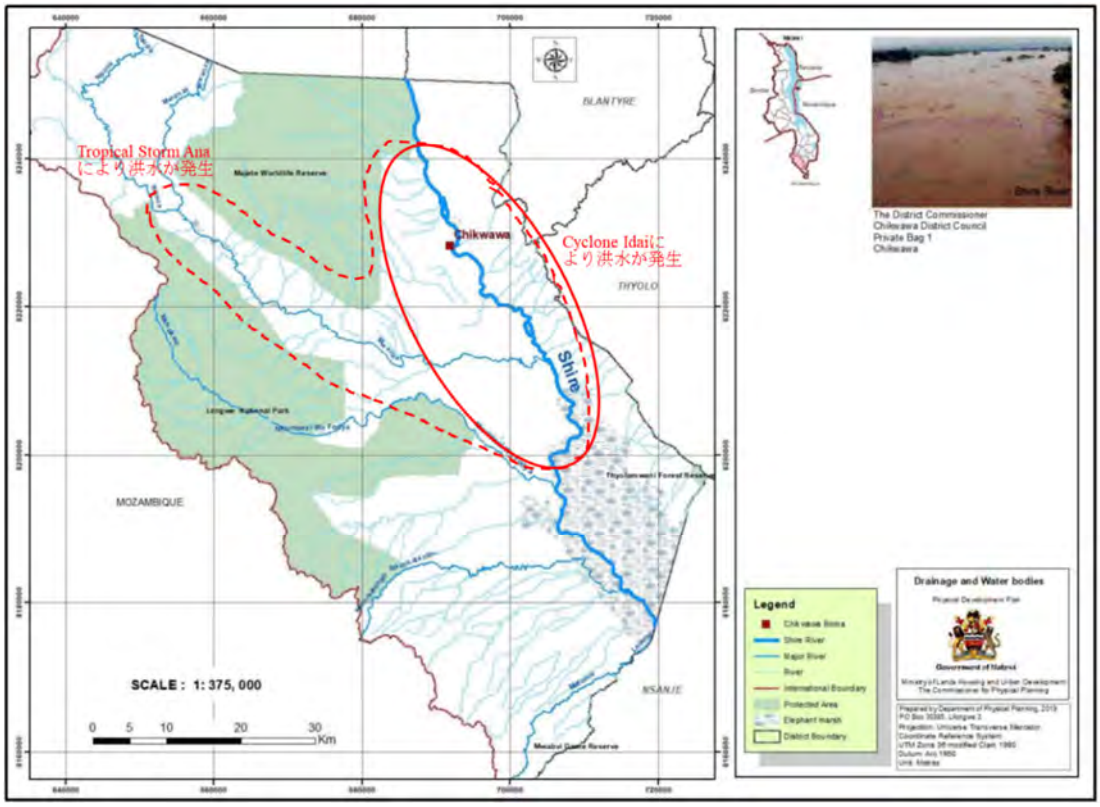


図 3-206　洪水発生エリアの比較（チクワワ県）

出典：Chikwawa District Physical Development Plan



灌漑施設の損傷



トウモロコシ畑の浸水

図 3-207　サイクロン・アナによる被害

出典：チクワワ DAO より提供

チクワワ県及びヌサンジェ県はシレ川等の豊富な水資源と肥沃な土壌を有しており、灌漑の潜在力が高いと言われている。チクワワ 県には小規模農家の他、4 件のサトウキビ大規模農園、1 件の綿花大規模農園が存在し、灌漑を行っている。また、灌漑に太陽光エネルギーを積極的に取り入れており、旧 M1 道路沿いのムバンデ太陽発電灌漑スキームやムンバ灌漑スキームでは、太陽電池で発電した電力を用いて灌漑し、様々な作物を栽培している。多くの灌漑スキームでは、水源地から畑までポンプで水を運んでおり、雨季には洪水によって水路やパイプに影響を及ぼす。

ヌサンジェ県の灌漑可能面積は 42,000ha と推定されており、浅井戸を利用した足踏みポンプ、河川からの水の直接利用、電動スプリンクラーや地表灌漑等の灌漑が推進されている。

両県をまたいで WB の SVTP Phase 1 も実施されており（下図)、今後ますます灌漑開発が進むと予想されることから、シレ川及びシレ川に合流する支川沿いの農地及び灌漑施設に対しての防災施策が必要である。

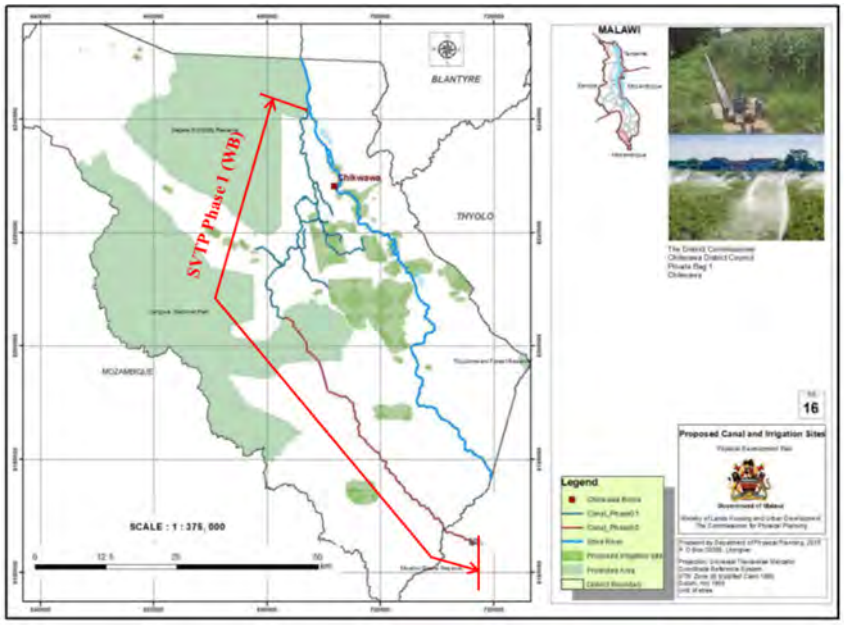


図 3-208　チクワワ県の灌漑システムの現況・計画図

出典：Chikwawa District Physical Development Plan

4)　防災施策の検討

シレ川流域における農地及び灌漑施設への洪水対策としては、チクワワ県のカピチラダムの施設運用の改定、洪水流量を考慮した河川改修（堤防整備等）等が有効であると考える。

a)　　カピチラダムの施設運用の改定

現在水力発電及び灌漑用として利用されているカピチラダムに洪水調節機能をもたせ、運用を改定させることを提案する。サイクロン等でシレ川の流量が増加することが予想された場合に事前放流を行い、洪水流が下流に影響しないように運用する。本ダムは発電に利用されていることから、一定の水位より下げてはいけないことに注意しなければならない。そのため、ダム運用改定と同時に気象観測及び河川の流量観測に関わるデータ管理やデータを用いた流量予測システムを構築することが望ましい。

b)　　洪水流量を考慮した河川改修

シレ川流域水マスタープランを作成し、これを基に河川改修を実施することを提案する。一般的に洪水時の河川流量を下流に安全に流下させる対策としては、河川の築堤、河道拡幅、遊水地の設置、輪中堤等が挙げられる。

(7)　河川管理・海岸管理

1)　関係機関・法制度の概要

マラウイにおいて河川管理を担う機関は複数存在する。大統領・内閣府（Office of the President and Cabinet）直属の DoDMA は河川管理のうち、治水対策を含む災害対策に係る方針・戦略の策定を担う。また、水・衛生省（MoWS）傘下の水資源局（DWR）及び水資源機構（NWRA）であり、2013 年以降に水資源局から水資源機構に水資源管理に係る業務を引き継ぐこととされている。加えて、天然資源気候変動省（MoNRCC）傘下の気象変動・気象局（DCCMS）が気象・水文観測に係る業務を担っている。

河川管理に係る体制は複数の省庁に関わっているものの、河川における災害対策については、DoDMA が方針・戦略を立てており、DoDMA の策定した国家レジリエンス戦略において治水対策の整備方針が示されている。治水対策の実施にあたっては、DoDMA が予算確保を行い、下記の実施省庁に予算を配分する形となっている。

堤防などの設計・施工などの治水対策の実施省庁は、MoWS 傘下の水資源機構（NWRA）である。また、気象・水文観測に係る施設整備や早期警報に係るシステム構築などの観測、災害対策の実施省庁は MoNRCC 傘下の DCCMS である。

表 3-188　河川管理に係る関係機関一覧

略称	英語名称	日本語名称	概要
MoWS	Ministry of Water and Sanitation	水・衛生省	マラウイの水資源管理を管轄する中央官庁である。2020 年以降の省庁再編があり、同省に係る詳細は把握できていない。
DWR	Department of Water Resources	水資源局	MoWS の技術部局の一つで、表流水、地下水、水質の管理、国際河川の水資源管理を所管する。
NWRA	National Water Resources Authority	水資源機構	2013 年水資源に基づき、WB の支援を受けて 2018 年より機能している。2013 年以降に DWR より水資源管理に係る業務を引き継ぐこととされているが、NWRA への移行状況の詳細は把握できていない。
DCCMS	Department of Climate Change and Meteorological Services	気候変動・気象局	天然資源気候変動省（Ministry of Natural Resources and Climate Change: MoNRCC）傘下の組織で、気候変動対策と気象に関する業務を実施。
DoDMA	Department of Disaster Management	災害管理局	大統領・内閣府直属のマラウイ国の防災所管省庁であり、治水対策も含む国家レジリエンス戦略を策定している。

出展：JICA 調査団作成

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 河川管理に係る計画類

マラウイにおける水資源開発の中心的な政策は、「国家水計画（National Water Policy: NWP）2005」である。同計画は2005年に策定された水分野の包括的な計画であり[99]、災害対策に係る政策目標として水関連災害（洪水及び干ばつ）及び緊急事態に係る事前準備（Prepardness）及び災害対応計画（Contingency Plan）を策定することとされている[100]。

また、国家レジリエンス戦略（National Resilience Strategy: NRS）2018-2030は貧困削減、食料保障を含めた包括的開発の実現に向けた計画であり、同計画の4つの柱の一つとして災害リスク軽減、治水対策、早期警報システム及び応急対応の整備を設定している。同戦略はDoDMAにより策定されたもので、2018-2030年を対象年とし、2018-2022、2023-2028、2029-2030の3フェーズで管理することとされている。

[99] https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/shiryo/hyouka/kunibetu/gai/malawi/pdfs/kn12_04_01.pdf
[100] https://wesnetwork.org/wp-content/uploads/2020/07/National-Water-Policy-2005-1-1.pdf

表 3-189　関連計画での河川管理に係る記述内容

計画	河川管理に係る位置付け
国家水計画 National Water Policy	水資源管理に係る 13 分野に災害対策が含まれており、災害対策として水関連災害（洪水及び干ばつ）への事前準備が記述されている。一方、河川管理・治水に係る防災インフラ投資につながる記述はない。 【災害対策分野の政策目標】 水関連災害（洪水及び干ばつ）及び緊急事態に係る事前準備（Prepardness）及び災害対応計画（Contingency Plan）を策定 【災害対策分野の目的】 災害影響コミュニティでの死亡・負傷リスクを軽減するための効果的な応急対策の実施のための水関連災害に関する影響評価の推進 水関連災害時に水へのアクセスが困難な脆弱層への飲料水と衛生環境の提供 全ての被災地域への飲料水の供給による基本的な水へのアクセス提供 洪水や干ばつ時の河川周辺地域及び公共への関連情報の提供 【災害対策分野の戦略】 GIS を活用した災害時の人口移動、物流能力、支援団体のマッピングを含めた分析・計画策定に必要なデータの整備 洪水、干ばつ、災害による汚染発生に関する早期警報システムの開発 災害の事前準備、災害管理に係る気候変動及び気候の脆弱性による影響低減のための対策の検討 災害管理に係る他機関との連携・調整の推進 適時の要員・物資の融通のための災害時の予算確保（Contingency Budget） 井戸、手掘り井戸、移動式浄水装置などの緊急時の水供給システム提供 土壌劣化の進んだ水源地域の植林の実施 【基本方針】 責任省の大臣による書面による許可がない限り、マラウイ湖周辺の海抜 477 メートル以下の地域 及び河川の 100 年確率の浸水範囲での農業、インフラ整備は行わない。
国家レジリエンス戦略 National Resilience Strategy	同戦略の 4 つの柱のうちの一つとして災害リスク軽減、治水対策、早期警報システム及び応急対応の整備を Pillar2 として指定している。 【Pillar2 における成果目標（Output）】 成果 2.1：全セクター及び全国・地方・コミュニティレベルにおける防災の主流化 成果 2.2：洪水防御及び制御（河川管理） 成果 2.3：効果的な早期警報システム 成果 2.4：災害に備えた事前準備、応急対応及び復旧 【上記成果 2.2 における達成目標】 洪水防御及び制御に係るコミュニティの災害リスクアセスメント、訓練及びモニタリングシステムの改善 堤防やダムの整備及び河川改修に係る検討・計画能力の向上 洪水管理のための多目的インフラ、土地利用や景観に係る計画（ランドスケープデザイン）の整備

出典：National Water Policy 2005, マラウイ国水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト 詳細策定調査報告書、National Resilience Strategy 2018-2030、

b)　ドナーによる支援状況

【シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）2012-2018（WB 支援）】

WB 支援によるシレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）2012-2018 は戦略的にシレ川流域における洪水管理を実施するための 5 ヵ年計画の策定を目的としたプロジェクトであり、

3つのコンポーネントに分けて実施された。[101]

- 流域管理に係る計画策定能力向上支援及びShire River Basin Planの策定、水位計及び雨量計の設置と早期警報システムの整備を含む水資源に係る情報管理システムの整備（予定予算：41.6百万 USドル、執行予算: 42.1百万USドル）
- コミュニティ主体の資源管理及び土壌侵食・水源涵養対策の実施、コミュニティの生計向上支援、国立公園の管理計画の策定・運用能力の強化（予定予算:45.0百万USドル、執行予算: 26.1百万USドル）
- カマズ（Kamazu）止水堰及び河岸侵食対策、堤防、暗渠化、放水路などのインフラ整備、エレファント・マーシュ湿地帯におけるコミュニティの意識向上による洪水地柵の実施及びShire River Basin Planにて特定されたインフラ対策のFS （予定予算：59.0百万 USドル、執行予算: 52.9百万USドル）

また、同プロジェクトの前段に実施された調査の最終報告書「Shire Integrated Flood Risk Management Project Volume I - Final Report」において、より詳細なハード対策のコンポーネントの記載及び、分析結果の掲載があるため、参考として提示する。

同調査では、シレ川流域の洪水に係るハザード分析を行うとともに、実施可能な治水対策の効果検証、マラウイ国政府機関の能力開発に加えて、Shire IFRMPの初期段階の行動計画の策定を実施している。

ハザード分析にもとづき、ハード対策、ソフト対策の両面より対策を検討している。2012年発行の同プロジェクトの最終報告書「Shire Integrated Flood Risk Management Project Volume I-Final Report」によるとシレ川流域管理プログラム（フェーズ1）2012-2018で下記の対応を実施することとした。

なお、シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）において検討された治水対策は、マラウイのNational Resilience Strategyに必要な対策として組み込まれた実施されている。一方で、シレ川左岸の支川における護岸・河川堤防整備が一部実施されていることをDoDMAへのヒアリング（2022年2月時点）で把握したものの、その他の対策の実施状況に関しては情報が入手できていないため、具体の支援検討ではマラウイ政府の計画を把握し、優先順位を付けた上での治水インフラの整備が必要である。

[101] Shire River Basin Management Program (Phase-I) Projectの Implementation Completion Report Review, WB, 2020年1月6日発行
（https://documents1.worldbank.org/curated/en/855661578339132242/pdf/Malawi-MW-Shire-River-Basin-Management-Program.pdf）

表 3-190　WB シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）の実施項目と予算（計画段階）

	内容	予算	責任機関	金額(USドル)
水理分析	標高データ作成	SRMBP-I[*1]	MWDI[*2]	2,480,000
	水理分析モデルの構築	SRMBP-I, GFDRR[*3]	MWDI	565,000
	情報共有	SRMBP-I, ECRP[*4], GFDRR, UNDP	MWDI, DCCMS, DNRDM	294,000
	水理分析モデルの更新、改定	SRMBP-I	MWDI	740,000
	FS のための水理解析実施	SRMBP-I, JICA	MWDI	760,000
	水理解析に関する分析	SRMBP-I	MWDI, DCCMS, DNRDM	507,000
洪水予測及び早期警報システム(FFEWS)	FFEWS 設計・監理の TOR 作成	SRMBP-I, ECRP, UNDP	MWDI	912,800
	水位計の新設・更新（15 ヵ所）	AfDB, NWDP[*5], SRMBP-I, SADC[*6], ECRP, GFDRR, UNDP	MWDI	754,600
	雨量計の新設・更新（15 ヵ所）	SRMBP-I, DCCMS[*7],	DCCMS, MWDI	441,900
	通信費（5 年分）	AfDB, NWDP, SRMBP-I, SADC	MWDI, DCCMS	23,500
	MWDI の通信機器	AfDB, NWDP, SRMBP-I, SADC, UNDP	DCCMS, MWDI, DNRDM	328,100
	無線通信の整備	SRMBP-I	MWDI, DCCMS, DNRDM	277,500
	早期警報の周知	SRMBP-I, UNDP, ECRP, GFDRR, AfDB, WB SDI[*8], NWDP	MWDI	688,000
	洪水予測システム・モデル整備	SRMBP-I	MWDI, DCCMS	360,500
	FFEWS の将来整備計画の策定	UNDP. SRMBP-I	MWDI, DNRDM, DCCMS	102,000
組織の能力強化	MWDI の能力強化	SRMBP-I, AfDB, UNDP, SADC	MWDI	333,000
	DCCMS の能力強化	SRMBP-I, DCCMS	DCCMS	3,000
	気象予測の能力強化	SRMBP-I, UNDP, WMO	DCCMS	64,000
	DNRDM の能力強化	UNDP PSD[*9], SRMBP-I	DNRDM	747,000
	モニタリングと評価	SRMBP-I	外部機関	75,000
	ガイドラインの策定	SRMBP-I	MWDI	40,000
ハード対策	蛇籠による堤防設置	ECRP. SRBMP-I	MWDI	3,506,000
	土嚢による堤防設置	ECRP. SRBMP-I	MWDI	1,052,000
	流域管理の改善	ECRP. SRBMP-I	MWDI, MoAFS Forestry Dep.	1,400,000
	食料・穀物貯蔵	ECRP. SRBMP-I	MWDI	470,000
	浚渫	SRBMP-I	MoT[*10]	100,000
	耐洪水建築の効果検証	SRBMP-I	MWDI	20,000

【用語の補足】
[*1]SRMBP-I: シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）2012-2018 において実施する項目
[*2]MWDI:農業・灌漑・水開発省の前身の灌漑・水開発省(Ministry of Water Development and Irrigation)
[*3]GFDRR: Global Facility for Disaster Risk Reduction
[*4]ECRP: Enhancing Community Resilience Program
[*5]NWDP: National Water Development Program(AfDB 支援の浄水供給プロジェクト)
[*6]SADC: SADC-HYCOS(南部アフリカ開発共同体 水理サイクル監視システム・プロジェクト)
[*7]DCCMS: 気候変動・気象局予算によるプロジェクト
[*8]WB SDI: Spatial data Initiative 世銀空間情報イニシアチブ
[*9]UNDP PSD: 国連開発計画の策定した Programme Support Document(PSD)に位置付けられた活動
[*10]MoT: Ministry of Transportation

出典：Shire Integrated Flood Risk Management Project Volume I - Final Report

【マラウイ国流域改善プロジェクト（WB 支援)】

既述のシレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）2012-2018（WB 支援）のフェーズ 2 として実施される案件であり、2020 年から 2026 年までの期間で実施され、プログラムのコンポーネント及び想定予算は下記の通りである。

- 流域管理（植林・農業に係る土壌侵食対策が中心）の推進（想定予算：53 百万 US ドル）
- 灌漑施設の整備（想定予算：82 百万 US ドル）
- モニタリング及び評価及び情報管理システムの管理能力強化及び調達支援（想定予算：25 百万 US ドル）

WB のマラウイの防災分野の担当者へのヒアリング（2021 年 12 月実施）によると、シレ川の流域管理プログラムのフェーズ 1 のコンポーネントのうち、土壌侵食・水源涵養対策のコンポーネントを継続的に推進するために実施されているものである。

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a） マラウイにおける地形条件及び気象条件

マラウイは南部の平野部はシレ川の氾濫減となっており、「タンボ」と呼ばれる湿地草原が広がっている。リロングウェ付近は高地部となっており、マラウイ湖の西岸に向けた急斜面となっている。また北部は山岳地になっている。

気候に関しては、マラウイの気候は亜熱帯に分類され、一年には、暖かく湿度が高い 11 月から 4 月、涼しくて乾燥している 5 月から 8 月、そして暑くて乾燥している 9 月から 10 月という 3 つの季節がある。暖かく湿度が高い季節は、年間降水量の約 95%が集中する雨期である。インターネット上で入手できる 2 観測所（リロングウェ、ブランタイヤ）の平均月雨量図を示す。これより以下のことが分かる。

- 平均月雨量をみると、11 月～4 月の時期に降雨が集中しており、それ以外の時期は降雨が極めて少ない。
- 平均年総雨量をみると、800 ㎜程度と少ないが、既往の報告書によると平均的な年間降水量は、700 ㎜～1,200 ㎜の範囲であり、南部地域の方が他の地域と比較して、年間降水量の変動が高いとの分析結果がある。（マラウイ国水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト／JICA／2014 年）

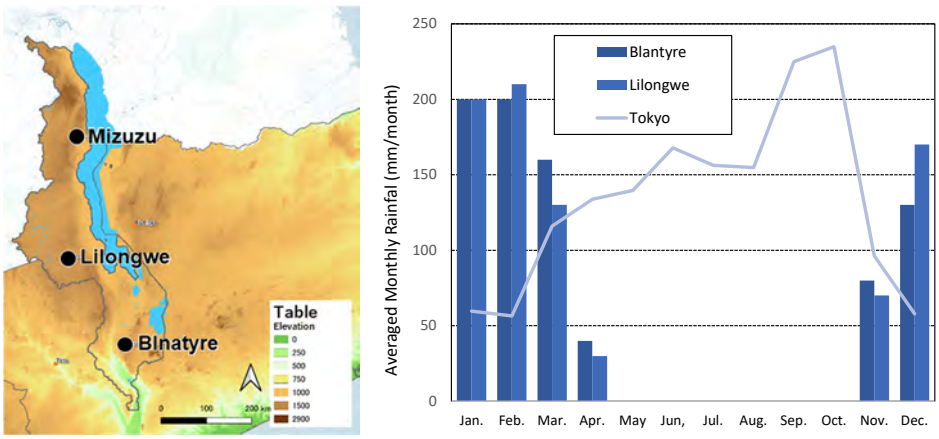


図 3-209　マラウイの平均雨量

出典：weatherbase[102]に基づき JICA 調査団作成

b)　マラウイの河川概況

マラウイ国における河川・湖は、チルワ湖及び、チウタ（Chiuta）湖を除き、ザンベジ川の支流として位置付けれ、北部から中部では山岳地帯及び高地帯からマラウイ湖に注ぐ比較的小規模な河川があり、南部は唯一マラウイ湖から流れ出すシレ川流域とその支川となっている。シレ川は、マラウイより下流のモザンビークに流入しザンベジ川と合流する。

また、マラウイでは河川流域に基づいて、17 の水資源区域（WRA: Water Resource Area）に区分され、下図に示す通り、複数の水資源ユニット（WRU: Water Resources Unit）に分けて水資源管理が実施されている。

シレ川が最も大きな流域面積を有しており、既往レポートによると流域面積が 18,910.6m^2 であり水資源ユニット数も 16 と多く、水資源管理、河川管理上重要な河川となっている。

[102] http://www.weatherbase.com

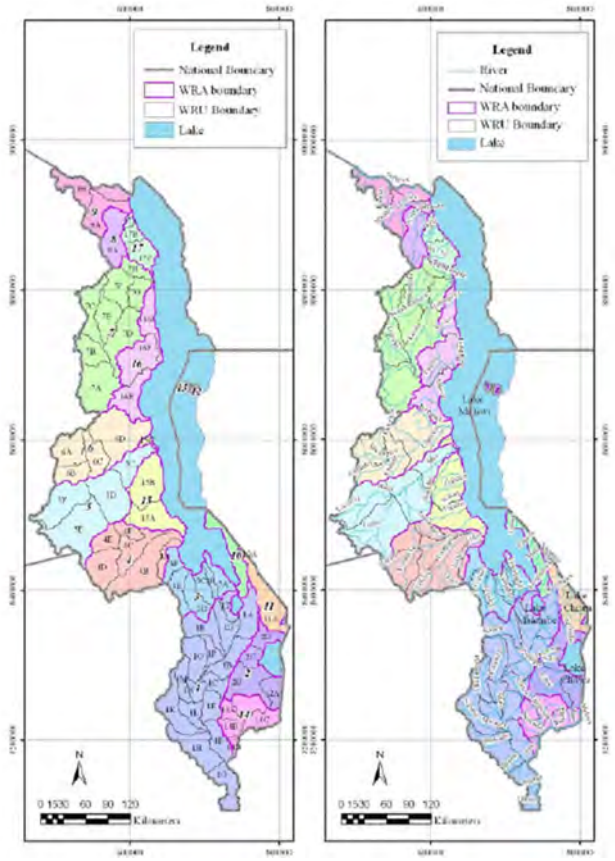


図 3-210　マラウイの河川の管理単位及び河川・湖の位置図

出典：JICA 水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト 最終報告書 要約版

表 3-191　マラウイにおける水資源管理の区分

WRAs (水資源エリア)		WRUs (水資源ユニット)		流域 [i] (km^2)	流域 [ii] (km^2)
No.	名称	ユニット数	ユニット名		
1	Shire	16	A to T	18,910.6	18,945
2	Lake Chilwa	4	A to D	4,567.6	4,981
3	South West Lakeshore	6	A to F	4,997.8	4,958
4	Linthipe	6	A to F	8,884.8	8,641
5	Bua	4	C to F	10,658.1	10,654
6	Dwangwa	4	A to D	7,750.5	7,768
7	South Rukuru/North Rumphi	8	A to H	12,719.2	12,705
8	North Rukuru	1	A	2,088.3	2,091
9	Songwe/Lufira	2	A to B	3,729.7	3,680
10	South East Lakeshore	1	A	1,658.7	1,540
11	Lake Chiuta	1	A	2,442.7	2,462
12	Likoma Island	1	-	17.3	18.7
13	Chizumulu Island	1	-	3.3	3.3
14	Ruo	4	A to D	3,518.9	3,494
15	Nkhota-kota Lakeshore	3	A to C	4,819.2	4,949
16	Nkhata-Bay Lakeshore	3	E to G	5,532.7	5,458
17	Karonga Lakeshore	3	A to C	1,945.1	1,928
			合計 (大陸エリア)	**94,244.6**	**94,276**
			湖エリア合計	**23,855.8**	**24,208**
			全エリア合計	**118,100.4**	**118,484**

[i]MoAIWD の GIS データ; [ii]National Water Resources Master Plan (1986)で使われたエリア

出典：JICA 水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト 最終報告書 要約版

c) 既往洪水被害

IOM（国際移住機関）発行の「SADC6 か国の災害脆弱性の高い地区に関するレポート」によると、マラウイにおける 2000 年～2016 年の洪水履歴について、EM-DAT の情報を整理すると下表に示す通りであり、特に北部のクロンガ（Koronga）県、南部チクワワ県、及びンサンジェ地区において洪水が多発しており、下表に太字で示す。

表 3-192　マラウイおける 2000 年～2016 年の洪水履歴

年	種別	発生地区		
		南部地区	中部地区	北部地区
2000	Flood	Chikwawa, Nsanje	Nkhotakota	Karonga
2001	Coastal flood	**Chikwawa, Nsanje,** Blantyre, Machinga, Mangochi, Mwanza, Phalombe, Thyolo, Zomba	Dedza, Kasungu, Mchinji, Nkhotakota, Salima	Karonga
2002	Riverine flood	**Chikwawa, Nsanje,** Balaka, Blantyre, Machinga, Mangochi, Phalombe, Zomba	Dedza, Dowa, Kasungu, Nkhotakota, Ntcheu, Salima	phi
2003	Coastal flood Flash flood	**Chikwawa, Nsanje,** Balaka, Machinga, Mwanza, Phalombe	Dedza, Dowa, Lilongwe, Ntcheu Salima,	**Karonga,** Mzimba, Rumphi
2005	Riverine flood	**Chikwawa, Nsanje,** Machinga, Mangochi	Ntcheu	Nkhata Bay
2006	Riverine flood Flash flood	Chikwawa, Mangochi	Salima	
2007	Riverine flood Flash flood	**Chikwawa, Nsanje,** Balaka, Blantyre, Chiradzulu, Machinga, Phalombe	Lilongwe, Mchinji, Ntchisi	Chitipa, **Karonga,** Mzimba, Nkhata Bay
2008	Riverine flood	**Chikwawa, Nsanje**, Balaka, Blantyre, Chiradzulu, Machinga, Mangochi, Mulanje, Neno, Phalombe, Thyolo, Zomba	Dowa, Kasungu, Lilongwe, Mchinji, Ntcheu, Nkhotakota	**Karonga,** Mzimba, Nkhata Bay, Rumphi,
2010	Riverine flood		Dedza	Karonga, Rumphi
2011	Riverine flood	**Chikwawa, Nsanje,** Mulanje, Phalombe, Thyolo,	Dedza, Salima	**Karonga,** Nkhata Bay, Rumphi,
2012	Riverine flood	**Nsanje**, Mangochi, Phalombe Zomba		
2013	Riverine flood	**Nsanje**, Mangochi, Phalombe		
2015	Riverine flood	**Chikwawa, Nsanje**, Balaka, Blantyre, Chiradzulu, Machinga, Mangochi, Mulanje, Phalombe, Thyolo, Zomba	Lilongwe, Ntcheu, Salima,	Karonga, Rumphi
2016	Flash flood			**Karonga**, Mzimba

出典：SADC6 か国の災害脆弱性の高い地区に関するレポート

マラウイ湖より流出するシレ川においては、頻繁に洪水が発生しており、参考として2015 年及び 2007 年に発生した洪水について、下図に示す通り衛星画像解析により浸水範囲の分析が行われており、チクワワを上端に下流のヌサンジェまで広く浸水が広がっている様子を確認することができる。下図において、水色が浸水シミュレーションに基づく浸水範囲であり、赤色が衛星画像解析による想定浸水範囲を示す。

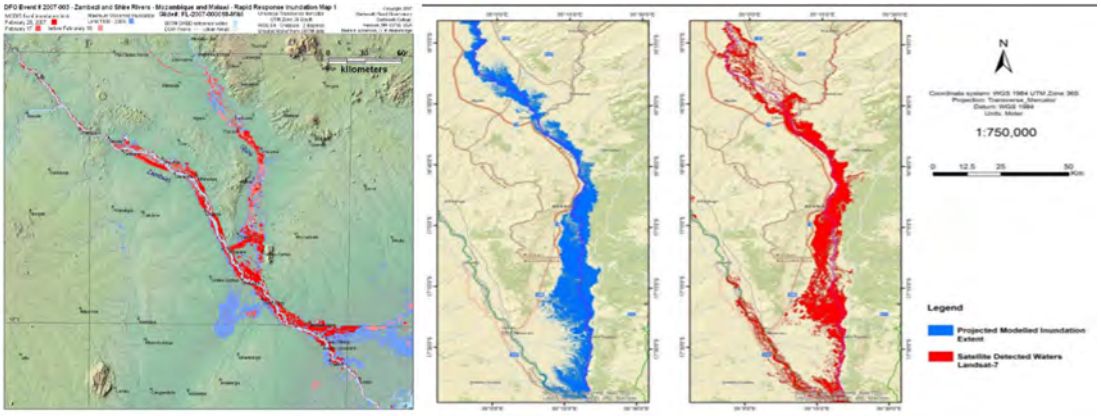


図 3-211　過去の洪水によるシレ川流域の氾濫状況

出典：米国 Dertmouth Flood Observatory（2007 年）、UNOSAT（2015 年）

また、シレ川流域での洪水実態に関して、WB の担当者へのヒアリング（2021 年 12 月時点）より下記の内容を把握した。

- シレ川と支流のルオ川の合流部では洪水被害が発生している。要因としては、シレ川の流量が大きくバックウォーター効果によりルオ川が氾濫する場合と、ルオ川は上流域が急峻なため合流時の流速が早いために、シレ川での流下が阻害されることにより氾濫が発生する場合がある。
- 同様にシレ川の支流のムワンザ（Mwanza）川でも、シレ川からのバックウォーター効果により合流部で氾濫が発生する場合がある。

d)　サイクロン・アナによる浸水実態

2022 年 1 月 24 日にモザンビークに上陸したサイクロン・アナの影響により、マラウイ南部では広範囲において浸水被害が発生した。2022 年 2 月の現地渡航時にサイクロン・アナによる浸水被害の状況及び過去の大規模な出水の見られた際の浸水状況について確認した。特に被害の頻発するエリアについて下図に示す。

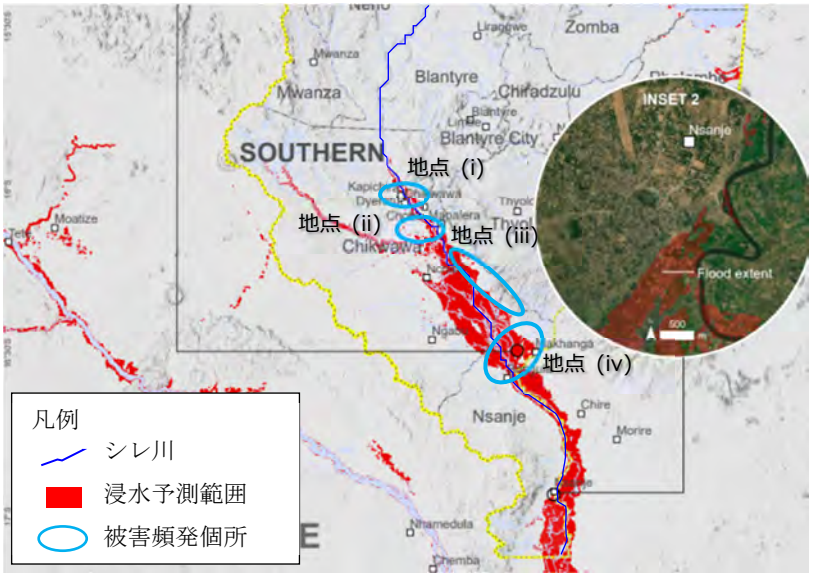


図 3-212　サイクロン・アナ時の衛星画像解析による浸水予測範囲（マラウイ南部地域）

出典：UNOSAT の図面に JICA 調査団加筆

上図に示した各地点についてその浸水実態及び被害状況について次頁以降に整理する。

(i)　チクワワ付近のシレ川と国道 1 号との交差地点

下図で示す地区はチクワワ県のシレ川と国道 1 号との交差地点である。氾濫実態として、同地点はシレ川の河床勾配が急峻な状況から氾濫原の平坦な状況に移るエリアであり、同地点より下流側では拡散型の浸水が発生する状況である。

シレ川の右岸側は崖になっておりチクワワ側の標高が高くなっている。シレ川を渡る橋梁で被害はないものの、橋梁より東側の道路が浸水の可能性が高い地域を通過している。

同地区での主要な被害として、シレ川氾濫による道路寸断を挙げることができる。サイクロン・アナの際もこの地点で国道 1 号が寸断され、2022 年 2 月 8 日現在仮復旧をしている状況である。この地点が寸断すると、ヌサンジェからブランタイヤに至る唯一の道路が寸断されるため影響が大きい。

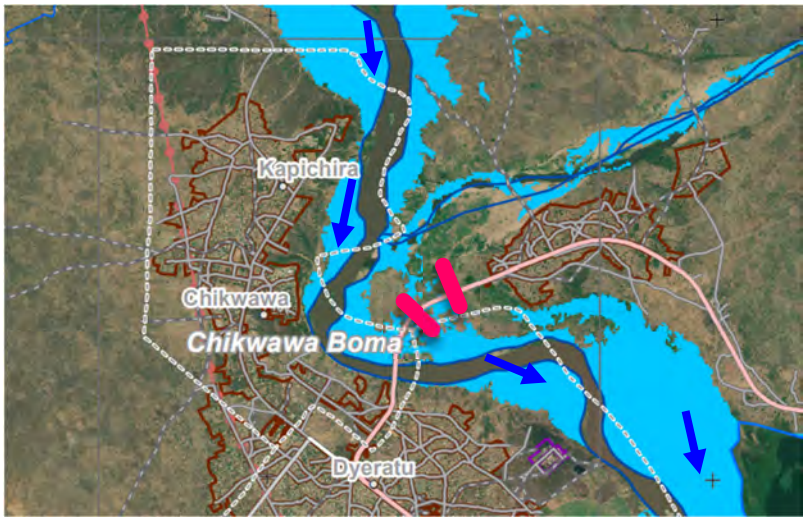


図 3-213　チクワワ付近のシレ川と国道 1 号との交差地点の浸水状況

出典：Coperunicus, Delineation Overview map 01(Chikwawa)

(ii)　バングラ付近のシレ川とルオ川との合流地点

バングラ付近のシレ川とルオ川の合流地点においては、被害が頻発している。

同地区の浸水実態として、ルオ川からの流れは、合流地点にて南東方向と北東方向に分かれて浸水範囲が広がる。WB の担当者及び DoDMA の担当者へのヒアリングによると、同箇所は急流である支流のルオ川と大河川のシレ川の合流地点であり、①ルオ川からの早い流速の流れによりシレ川の流れが阻害される効果、②シレ川からのバックウォーター現象によりルオ川の流れが阻害される 2 つの要因により氾濫の頻発地帯であるとのことである。

同地区の主要な被害として、両河川の合流点に位置するバングラ～マカンガ (Makhanga) 間の道路や橋梁、鉄道の寸断被害を挙げることができる。この地区では、当初道路・橋梁

に加えて鉄道が整備されていたものの、1997 年、2015 年、2019 年と断続的に被害を受けており、復旧を行ったものの再被災する状況にあり、復旧がなされていない状況である。

また、下図に示す通り、マカンガの集落が浸水範囲に囲まれる形となり、バングラ側、北部のシレ側左岸側の道路のいずれからもアクセスできない形になる。このため、マカンガの集落が孤立してしまい災害時の援助などが実施できない状況となることが課題である。

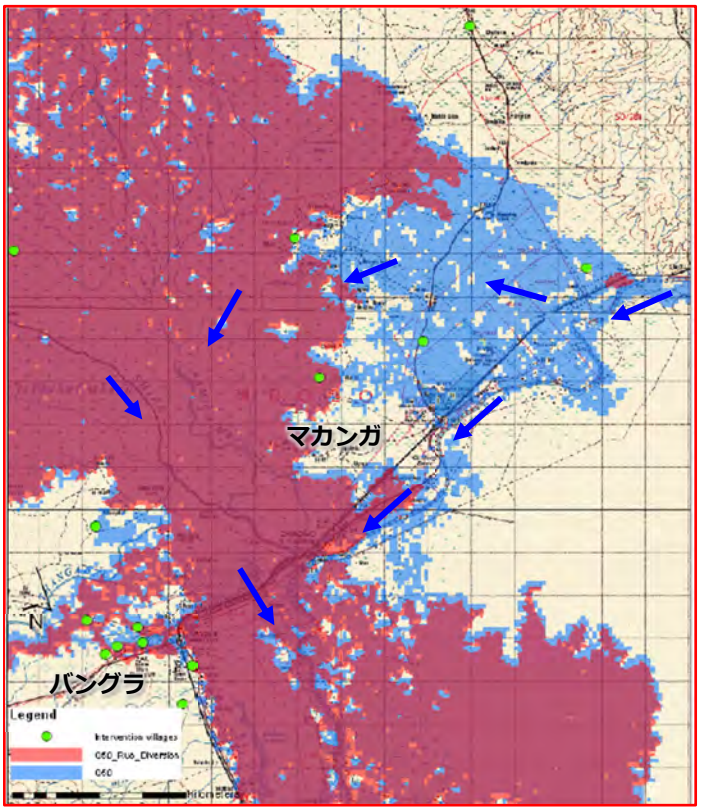


図 3-214　シレ川とルオ川との合流地点の浸水状況

出典：Atkins, Shire Integrated Flood Risk Management Project Report に JICA 調査団追記

(iii)　チクワワ以南のシレ川沿いの地区

シレ川のチクワワの南方では、シレ川の氾濫範囲に集落が立地している。

同地区の浸水実態として、拡散型の洪水となるエリアにおいてシレ川の近くに集落が立地しているため、氾濫時は浸水被害を受けている。現地調査を行った 2022 年 2 月 9 日時点でも冠水が残っている地区もあり、下図の衛星画像解析では把握できないが、集落が浸水被害にあうことを現地にて確認した。

なお、同地区以南～バングラ間は国道 1 号が、シレ川から離れた位置を通過しており、また集落も国道 1 号沿いに立地しているため、同地区のような浸水被害は見られない。

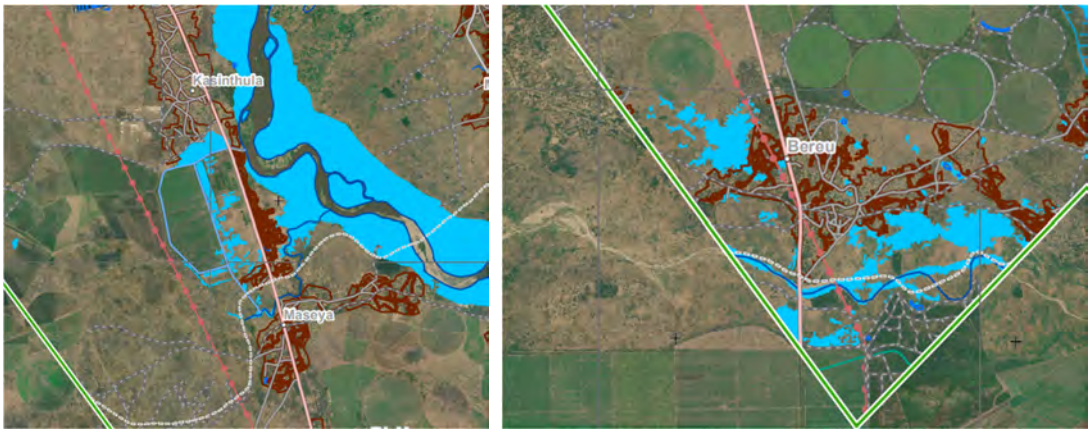


図 3-215　チクワワ以南のシレ川沿いの地区の浸水状況

出典：Coperunicus, Delineation Overview map 01(Chikwawa)

(iv)　　シレ川左岸の支川沿い

シレ川の左岸では北東部の山地より複数の支川（Mapelera 川、Nkhate 川、Limphangwi 川、Livunzu 川、Chizimbi 川）が流入している。

同地区の浸水実態として、支川の増水により支川と交錯する橋梁や道路の浸水が発生するほか、シレ川との合流箇所において、支川の沿線における住宅等への浸水被害が発生しているとのことである。

被害としては、支川沿いに点在する集落の家屋浸水に加えて、シレ川の左岸道路（East Bank Road／S152）と各支川の交差箇所で浸水被害や河岸の侵食被害が発生している。現地の状況は次項に示す通りである。




S152 と支川の交差箇所の様子




護岸整備が実施されている箇所




護岸の損壊状況

図 3-216　シレ川左岸の支川沿いでの現地の様子

出典：JICA 調査団撮影

e)　カピチラダムの被災状況

2022 年 1 月 24 日に上陸したサイクロン・アナの影響により、マラウイ国内の最大の発電量量を擁する水力発電所の立地するカピチラダムが被災したため、重要施設の被災状況として整理する。

(i)　カピチラダム概要

カピチラダムはシレ川の中流域のロックフィルダムであり、カピチラ水力発電所が立地するほかシレ川流域の灌漑用水の取水口の設置が計画されている。2022 年サイクロン・アナで堤体の崩壊により水力発電用の取水口からの取水が困難になり、水力発電所が停止したほか、建設中の灌漑用水の取水口が大きな被害を受けた。

カピチラダムの諸元は下記に示す通りである。

表 3-193　カピチラダムの諸元

天端長 (m)	ダム高 (m)	満水位 (海抜 m)	最小稼働水位 (海抜 m)	放水位 (海抜 m)	設備容量 (MW)	最大排水量 (m^3/s)
820	30	147	144	86	32.4×4	67.3×2

出典：JICA マラウイ国 水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクト 最終報告書（要約版）

(ii)　サイクロン・アナによるダム本体への被害概要

2022 年 1 月 24 日時点で、満水位（海抜 147m）を超える、海抜 149m 以上の水位[103]となり堤体上部からの越流が発生した。5 機ある常用洪水吐のうち、1 機は故障中、2 機はメンテナンス中であったため、当日機能していたものは 2 機であった。

右岸側の堤体では、シレ川渓谷変革事業の灌漑施設の取水口の建設工事を実施中であったため、建設中箇所がウィークポイント[104]となり、該当箇所が崩壊した。

[103] 時間ごとの水位を観測しているが、満水位を超えたため目視にて観測、紙面データが紛失しているため詳細は把握できなかった

[104] 仮設工の残骸を確認することはできたが、詳細の工事状況と破損実態は詳細な検証が必要

破損個所は下記の通りである。

- 右岸方向の堤体が約 200m に渡り崩壊（下図右 A）
- 上流域から貯水池内への土砂流入対策のために堤体の右岸上流から北東方向に延びる構造物が流出（下図右 B）
- 越流の発生した堤体の天端の崩壊及び下流面の洗堀（下図右 C）

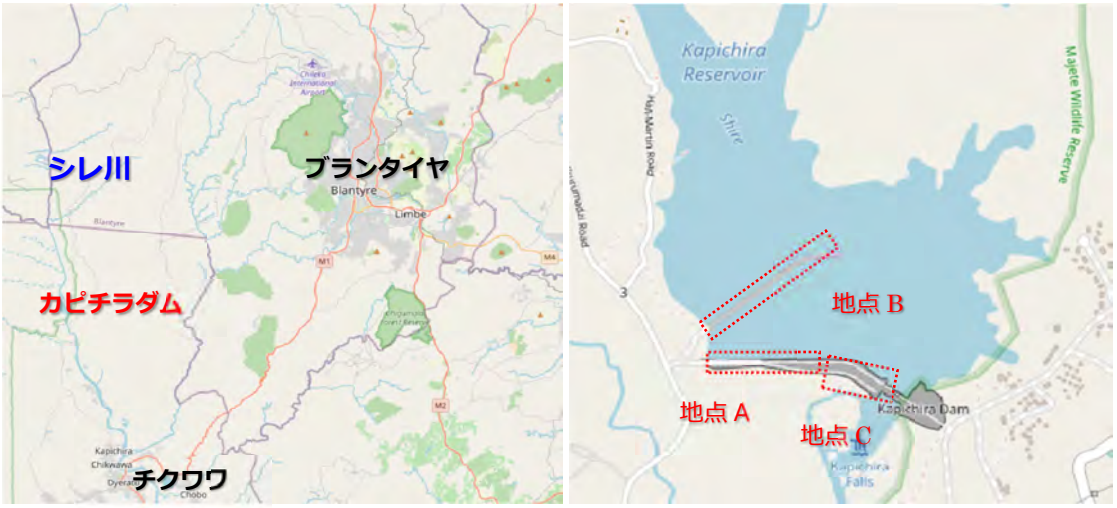


図 3-217　カピチラダムの位置図及び被災箇所

出典：Open Street Map に JICA 調査団加筆

また、被災状況について現場で撮影した写真を下記に示す。



地点 A:元の堤体（赤点線）が完全に流出



ダム管理者から取得したドローンで撮影した写真（左：地点 A、右：地点 B）



地点 B：赤点線で示した構造物が全て流出



地点 C：下流面の洗堀（左）と上流側の天端の崩壊（右）

図 3-218　カピチラダムの被災箇所の現場写真

出典：（上 2 枚）EGENCO カピチラダム管理者提供資料、JICA 調査団撮影

(iii)　発電施設への影響

カピチラ水力発電所では、発電用の取水口の水位が著しく低下し、約 130MW の発電容量が喪失している。EGENCO が全国のグリッドに提供する 442MW の 30%近くを占める発電容量を失った[105]。また、発電再開のためには堤体の崩壊したダムの修復が必要であり、修復に必要な費用は、約 180 億クワチャ（約 26 億円）と見積もられ、修復には 6 ヶ月以上を要すると EGENCO の担当者は話している[106]。

また、大きな発電容量を失ったため、ブランタイヤ市内では地区ごとに時間を設定して停電する「計画停電」が実施されるなど、電力共有に大きな影響をきたしている[107]。

(iv)　その他の施設の状況

常用洪水吐は既述の通り、5 機のうち 2 機のみが機能していた。当日の様子は Nyasa Times の報道資料から引用する（下図 II)。被災後の様子（下図 I）より施設自体に大きな被害は見受けられなかったが、5 機のうち 3 機が稼働していないため、運営管理上の課題について検証が必要である。



図 3-219　常用洪水吐の様子

出典：JICA 調査団撮影、(中央) Nyasa Times

[105] NyasaTimes 記事（2022 年 2 月 1 日）/
[106] NyasaTimes 記事（2022 年 2 月 7 日）/
[107] ブランタイヤ市役所職員へのヒアリング結果

また、水力発電所の取水口では水位が低下しており、取水ができない状況となっている（図 3-220)。また、ダム管理職員へのヒアリングで、ダムの堤体の天端を越流したとのことであったが天端の上部に藁などの植物の残骸など越流の痕跡が残っている。



図 3-220　水力発電所の取水口（左）及び天端の越流痕（藁が天端に残っている／右）

出典：JICA 調査団撮影

f)　ハザードマップの整備状況

シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）において、5 年、10 年、20 年、50 年、75 年、100 年、500 年のそれぞれの確率規模に加えて 100 年の確率規模に加えて気候変動影響も考慮した条件による洪水ハザードマップ作成が実施されている。

また、既述の通り、WB の担当者へのヒアリング（2021 年 12 月時点）によると、ムワンザ川とシレ川の合流点での氾濫が発生しているため、シレ川に加えて、支流のムワンザ川についてもハザードマップを作成している。同プロジェクトで策定されたハザードマップは一般公開されていないため、シレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）の前段調査において実施されたハザードマップを参考として下図に示す。

下図の左はシレ川と支川のルオ川が合流部での分析結果を示している。右はヌサンジェ付近の分析結果を示しており、確率規模ごとの浸水範囲が示されている。

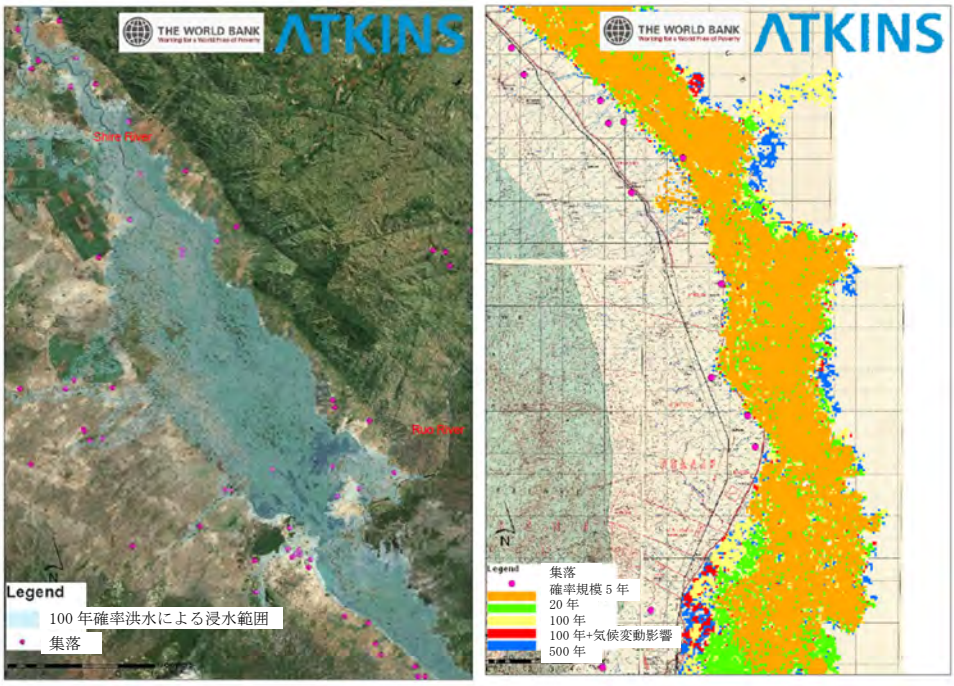


図 3-221　WB 支援により実施されたハザード分析の結果イメージ

出典：Shire Integrated Flood Risk Management Project Volume I - Final Report

また、EU の支援によりパイロット地区におけるハザードマップ作成が行われている。ハザードマップでは、浸水解析の結果に加えて地域住民へのヒアリングなどの基づく既往洪水の浸水範囲も考慮した洪水ハザードが明示されている。

加えて、避難場所や病院、保健センターなど災害時に活用すべき施設の立地も示されたハザードマップとなっている。マラウイ湖の南部に位置するマンゴチ県における作成事例を下図に示す。

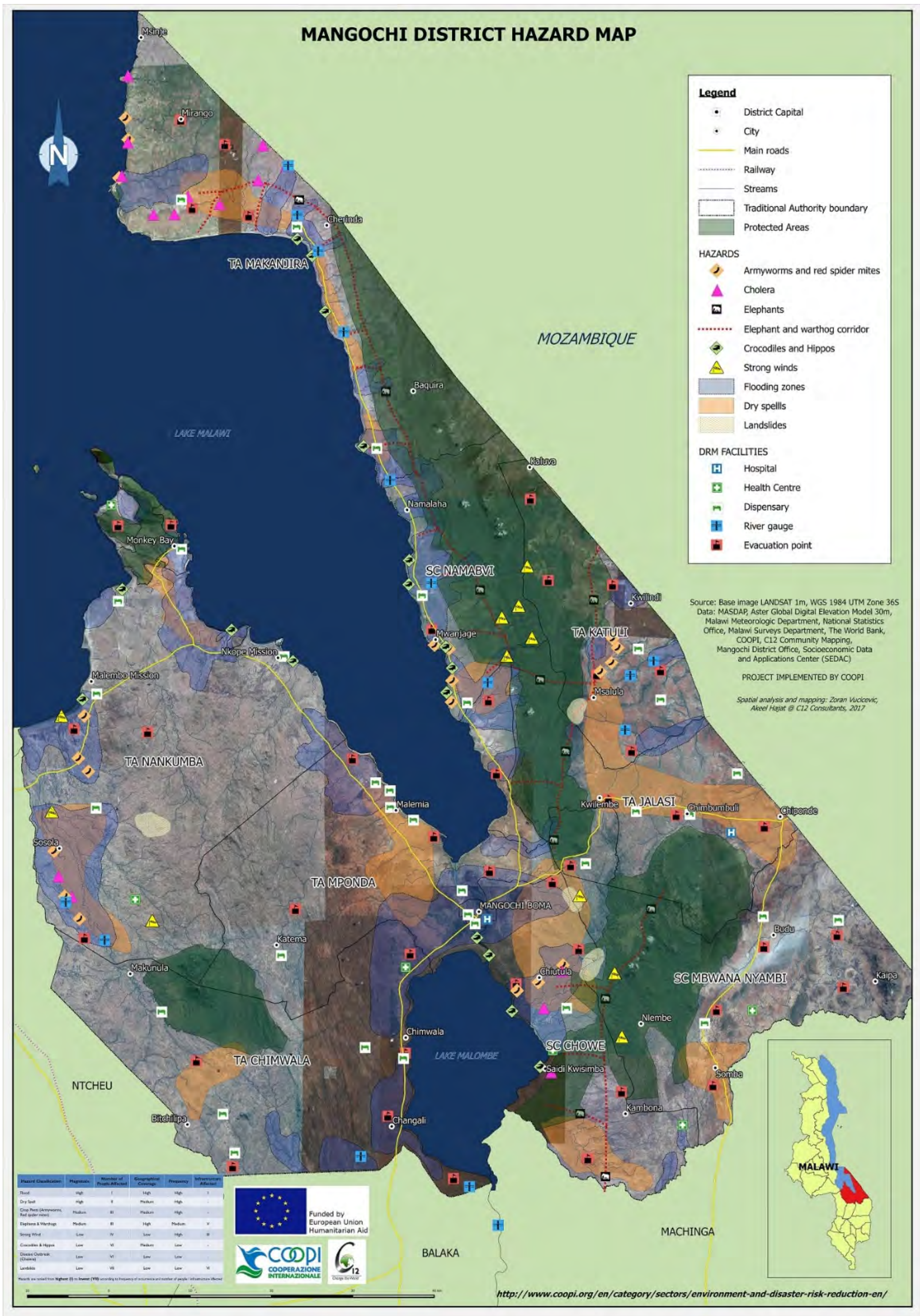


図 3-222　マンゴチ県におけるハザードマップの作成例

出典：EU Humanitarian Aid, COOPI, C12 の成果物より

g)　浸水想定区域図と人口分布の重ね合わせによる洪水リスク

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載の収集データを利用し、人口分布と 100 年確率規模の洪水による浸水エリアの重ね合わせ図を作成した。

下記の図に示す通り、シレ川下流部（地点（B）以南）は人口集積地となる代都市はないものの、中小規模の集落が点在しており、これらの集落が氾濫想定区域と重なっていることが分かる。また、ハザードの概況把握の「(2)災害による経済損失ポテンシャルの算出」の箇所でも記述の通り、シレ川下流部のチクワワ県及びヌサンジェ県では人口規模が限定的であるが、洪水ハザードによる経済損失ポテンシャルが高いため、洪水に係る対策実施の優先度が高い。

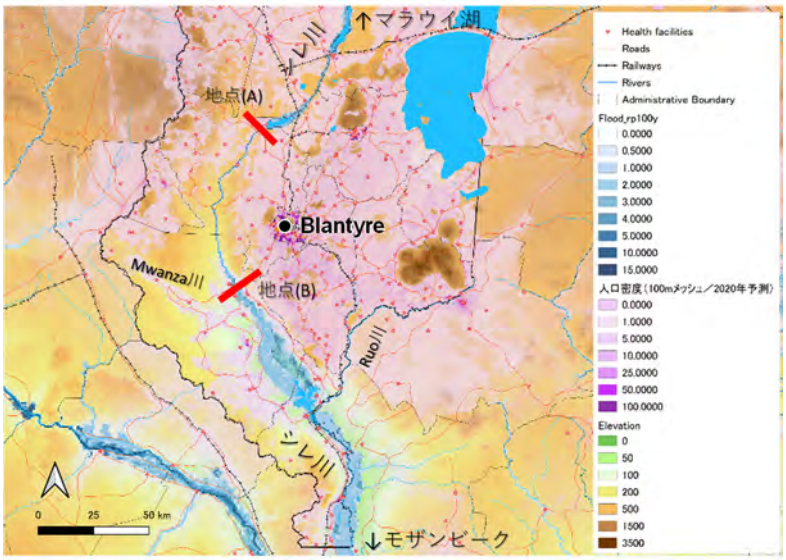


図 3-223　シレ川流域での洪水リスクと人口分布の重ね合わせ

出典：World Population Review、NASA SRTM 地形データ、（洪水リスク）JRC Data Catalogue、Aqueduct Floods Hazard Maps

4)　防災施策の検討

a)　ハザード分布や河川概況に基づく対策可能性の検討

既述の洪水ハザードと人口分布や交通インフラの重ね合わせよりシレ川流域において実施が想定される対策を検討した。検討にあたってはシレ川の河川概況を把握するためにセクション分けした河床勾配について、Google Earth も用いて算出した。前段の図 3-223 に示す地点(A)より上流は河川勾配が 1/5,000 程度、地点(A)～地点(B)にかけては狭窄部となっており、1/250 と急峻になっている。地点(B)より下流では河川勾配が 1/5,000 程度で氾濫原への浸水が頻発する地域となる。

これらの河川の概況も踏まえて、シレ川流域での支援の可能性について下記の通り整理する。上流のカマズ止水堰については、シレ川を横断する道路としての位置づけは重要であるが、止水堰であり洪水調整を担うことはできないため、治水の観点からの回収事業などは考えにくい。地点(A)から地点(B)では河川勾配が急峻であり氾濫範囲が限定的であり、人口集積も進んでいないため対策実施の優先度が低い。

一方で地点(B)より下流では、氾濫原での浸水リスクが高く、一部の中規模都市の人口集積が見られるほか、同地域は農業生産地としても活用されていることから対策実施の優先度が高い。

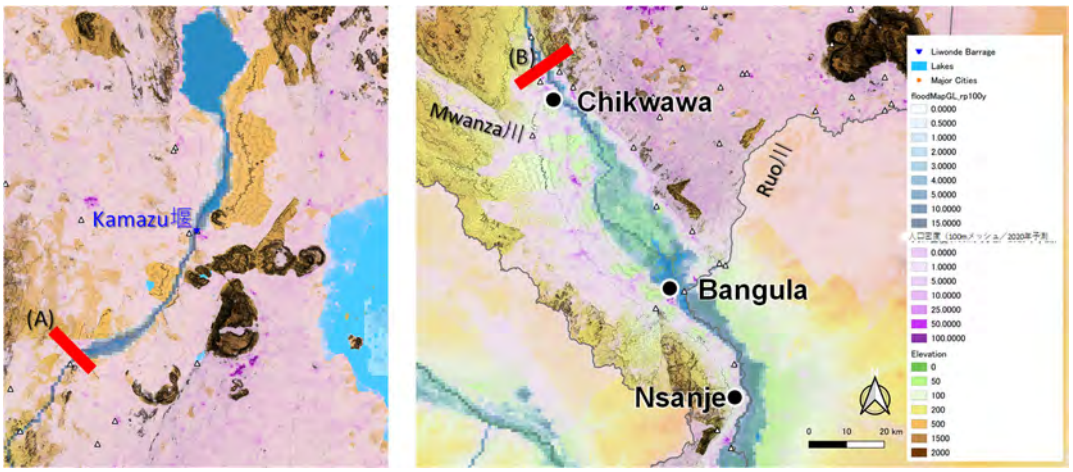


図 3-224　シレ川における治水対策の可能性に関する検討図

出典：World Population Review、NASA SRTM 地形データ、（洪水リスク）JRC Data Catalogue、Aqueduct Floods Hazard Maps

b)　マラウイ国内の河川関連の対策実施状況

地点（B）より下流の地域では WB のプロジェクトに基づき、必要な治水対策が DoDMA の Disaster Resilience Strategy に基づき実施されている。DoDMA へのヒアリングによるとこのうち実際に治水対策として実施されている構造物対策は、シレ川左岸の支川との合流部における堤防整備（蛇篭やサンドバックによる対応）及び流域の植生回復による土砂流出対策のみとのことである。




堤防整備が実施されている箇所

図 3-225　シレ川左岸の支川で整備された堤防の様子（再掲）

出典：JICA 調査団撮影

一方で、WB 支援のシレ川流域管理プログラム（フェーズ 1）では複数の対策が提案されているため、これらの検討経緯も十分に考慮した上で、必要な支援を精査するため、シレ川下流域での治水対策マスタープランを再検討する必要がある。

WB 支援で検討された対策は下記の通りである[108]。

【構造物対策】

- 洪水に脆弱な集落を保護する堤防建設（蛇篭やサンドバックによる対応）
- 洪水時も被災しない食料倉庫・避難施設の建設
- 流域の植生回復による土壌流出対策
- シレ川支川の浚渫及び護岸整備、橋梁の改修（流下断面の確保）
- シレ川支流ルオ川からシレ川の氾濫原（エレファント・マーシュ）への放水路建設
- シレ川の支流ムワンザ川流域の遊水池の建設

【非構造物対策】

- 土地利用規制による洪水ハザードエリアでの開発抑制
- 洪水保険
- 氾濫原におけるアグロフォレストリー
- 災害時対応計画の策定
- 早期警報システムの整備

[108] World Bank Shire River Basin Management Program Project, Implementation Completion and Results Report, June 2019

c)　既往調査における河川分野の課題抽出

JICA マラウイ国水資源マスタープラン策定能力強化プロジェクトでは、水関連災害に係る今後の帯先の基本方針として、統合的洪水管理（Integrated Flood Management: IFM）を推奨している。背景として「全ての洪水氾濫地域において、洪水被害を軽減することを目指すべきである。しかし、洪水被害地域があまりに広範囲かつ散乱している。洪水被害領域が未開発であり、人口が少ないため、マラウイにおける大規模な構造物対策の効率は非常に低くなっている。したがって、構造物及び非構造物対策のベストミックスで作られた適切な洪水管理が、洪水に強靭な社会を構築するために適用されるべきである。」としている。

同調査では、既述の統合的洪水管理に係る戦略として下記の 3 点を示している。

- 常襲的な洪水被害地域における洪水防止と軽減
- 洪水に強靭な土地利用の創出
- 安全な避難の確保

また、統合洪水管理（IFM）の実現のためのアクションプランとして下記の点を提示している。

- DRM の整備状況を考慮した洪水リスク管理戦略の向上
- 河川の土地利用規制とハザードマップの整備
- 優先地域選択のためのリスク評価と将来における洪水緩和計画の策定
- 統合的な水資源管理を目的とした、関係政府期間及び水利用者に情報をスムーズに提供する情報管理システムの強化
- 主要な脆弱地域に対して、洪水緩和工事が実施される前に地方政府によって臨時に実施されるべき対策や工夫を明らかにするためのフィジビリティー調査の実施
- 鉄砲水発生条件の調査
- 洪水防御工事のための技術ガイドラインの整備
- 洪水防御及び緩和活動のための能力開発
- 洪水警報システムの整備
- 洪水防御工事の実施
- 災害復旧工事の実施

d)　支援の方向性

既述の整理結果よりマラウイにおける支援の方向性として、現状の把握情報や WB 支援により策定された構造物対策、非構造物対策メニューを考慮した上での、シレ川下流域における治水マスターブランの改訂を提案する。特にサイクロン・アナ（2022 年）やサイクロン・イダイ（2019 年）の被害実態を受けた、改定の検討を考えることが有効であると考

える。

詳細な支援コンポーネントについては、WB 支援により整備された治水インフラの進捗状況やハザード分析の結果などの詳細を把握することに加え、DoDMA の策定する国家レジリエンス戦略において整備が予定され治水インフラとの整合が不可欠である。

このため、治水マスタープランの検討にあたっては、WB や DoDMA との戦略のすり合わせを行うことで支援の不足する箇所や、対策実施の優先度を検討・協議し必要な支援を調整する必要がある。

なお、DoDMA の災害対応部副部長で、元ミティゲーション対策（治水対策含む）部で治水対策の戦略を検討してきた担当職員によると、WB 支援で検討された治水対策のうち、支援が行き届いておらず、支援ニーズが高いのは、「シレ川の支流ルオ川からシレ川の氾濫原（エレファント・マーシュ）への放水路建設」であるとのことである。

また、別途以降に記述を行うが、サイクロン・アナではマラウイ最大の水力発電所の立地するカピチラダムが大きな被災を受けた。ダムの修復事業が今後実施されると想定されるが、同ダムはシレ川下流域の直上にあり、治水ダムとしての利用が可能となればその治水効果は大きいと想定される。このため、カピチラダムの運用改善に係る提案も下記に記すが、詳細について、「e) カピチラダムの被災に関連して想定される支援内容」として記載する。

以上を踏まえ、現時点で実施が想定される治水対策を整理すると下記の通りとなる。

【構造物対策】

a. シレ川左岸の集落での輪中堤防・護岸整備、道路との交差部の橋梁の適切な通水断面確保
b. シレ川右岸の浸水発生地区の氾濫危険個所での輪中堤の建設
c. シレ川の支流ルオ川からシレ川の氾濫原（エレファント・マーシュ）への放水路建設
d. チクワワ付近の国道 1 号（M1）道路の嵩上げによる重要箇所の寸断防止
e. シレ川の支流ルオ川の合流部における橋梁新設と未舗装道路（S151 道路）の舗装
f. カピチラダムの改修・改善

【非構造物対策】

g. 孤立集落（マカンガ）での避難・災害対応拠点の整備
h. ヌサンジェにおける洪水ハザードエリアでの開発を抑制する土地利用計画
i. カピチラダムの運用改善（治水容量の確保）

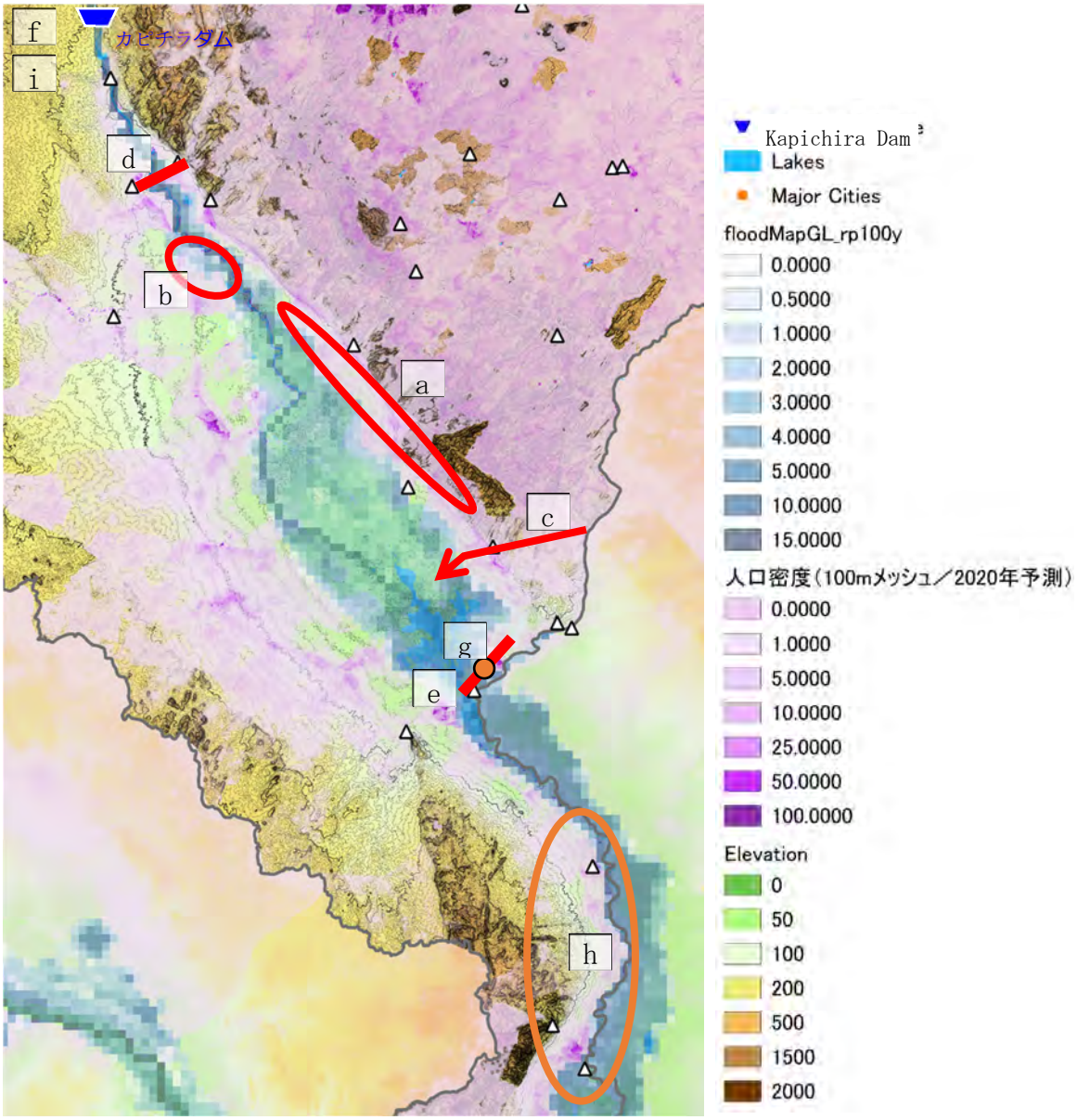


図 3-226　シレ川下流域で想定される治水対策の位置図

出典：JICA 調査団作成

e)　カピチラダムの被災に関連して想定される支援内容

(i)　緊急のダムの堤体修復及び破損施設の修復

EOC への担当者（DoDMA の防災担当 Director）によると、サイクロン・アナに関してはフラッシュアピール及び PDNA の作成を進めるとのことである。堤体の修復は、発電容量の確保のためにも必要な対策であり早急な対応が求められる。

一方で下記の観点など、Build Back Better（BBB）の観点も踏まえ、機能改善を含めた修復対応が必要であると考える。

(ii)　洪水吐の機能改善 c/p

2022 年 1 月 24 日の被災時は、5 つの洪水吐（水門）のうち 3 つが機能していなかったため、放水量が流入量に追い付かず堤体上部からの越流という危険な時短につながったものと想定される。

このため、洪水吐の機能改善や維持管理能力の向上、または越流式の非常用洪水吐の建設により、堤体の崩壊という最悪の事態を防ぐことが重要であると考える。

(iii)　ダム運用方法の改善による治水容量の確保

シレ川ではカピチラダム下流域で浸水被害が頻発している。支川からの流入も多く、カピチラダム地点での流入量を抑えることで下流域での治水効果が期待できる。

カピチラダムはマラウイの最大の水力発電所でもあるため、安定した発電容量確保を優先しつつ可能な治水容量の確保を目指した多目的ダムとしての運用能力向上も期待される。

3.4　　ジンバブエ

3.4.1　災害リスクの概況

(1)　　ハザード把握

1)　全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理し、下図の通り GIS 上で可視化した上で、ジンバブエ全国のハザードの概況を把握した。

- サイクロンによる暴風雨の影響は少ないが、サイクロンに伴う降雨により浸水被害が発生している。
- 河川沿いの地域では浸水が発生している。
- 東部の山地では地すべりリスクが高い。

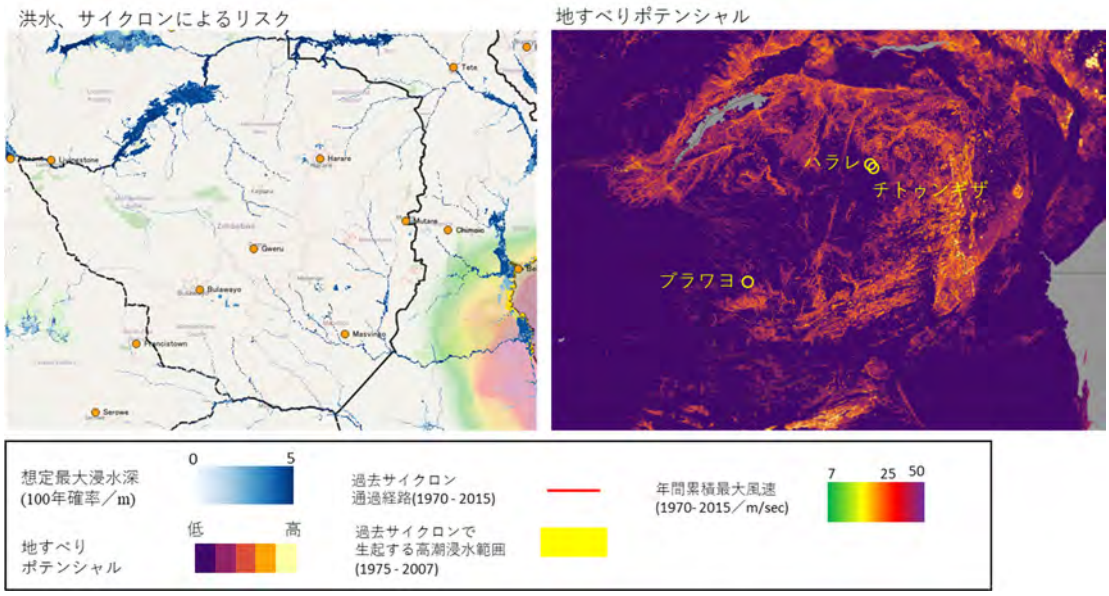


図 3-227　ジンバブエにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、Open Street Map（背景地図）

2)　ジンバブエ主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。また UN-Habitat 及び World Population Review に基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-194　ジンバブエ主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
ハラレ	137.9	-	-	―	✓
ブラワヨ	63.8	-	-	―	―
チトゥンギザ	31.2	-	-	―	✓

出典：JICA 調査団作成

a)　ハラレ及びチトゥンギザ

ハラレ（Harare）はジンバブエ北部に位置する同国の首都である。また、チトゥンギザ（Chitungwiza）はハラレの南部に位置する衛星都市である。ハラレ及びチトゥンギザは隣接しておりハザードの分布状況も同様であるため、両都市を合わせて評価した。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内に想定浸水域が分布しないため、「-」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないことから、「-」と評価した。地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が一部市内に分布するため、「✓」と評価した（下図 (2)）。

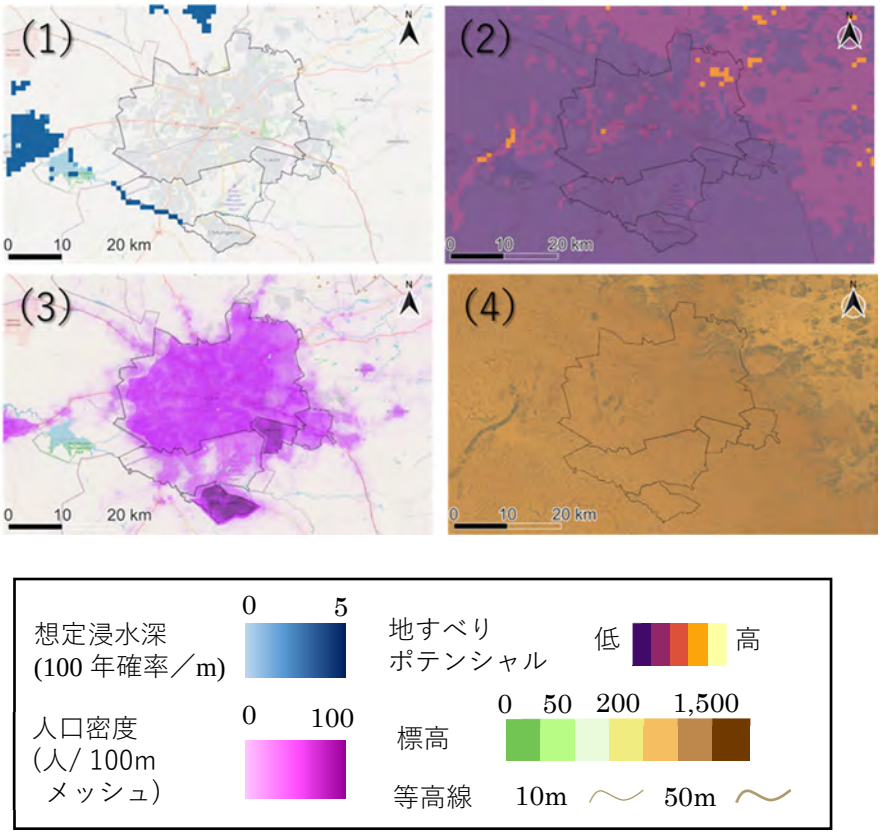


図 3-228　ハラレ及びチトゥンギザにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

b)　ブラワヨ

プラワヨ（Bulawayo）はジンバブエ南西部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内に想定浸水域が分布しないため、「-」と評価した。サイクロンについて、内陸部の都市であり高潮災害は存在しないため、「-」と評価した。また風の影響については、年間累積最大風速の分布がないことから、「-」と評価した。地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が分布しないため、「-」と評価した（下図(1)及び(2)）。

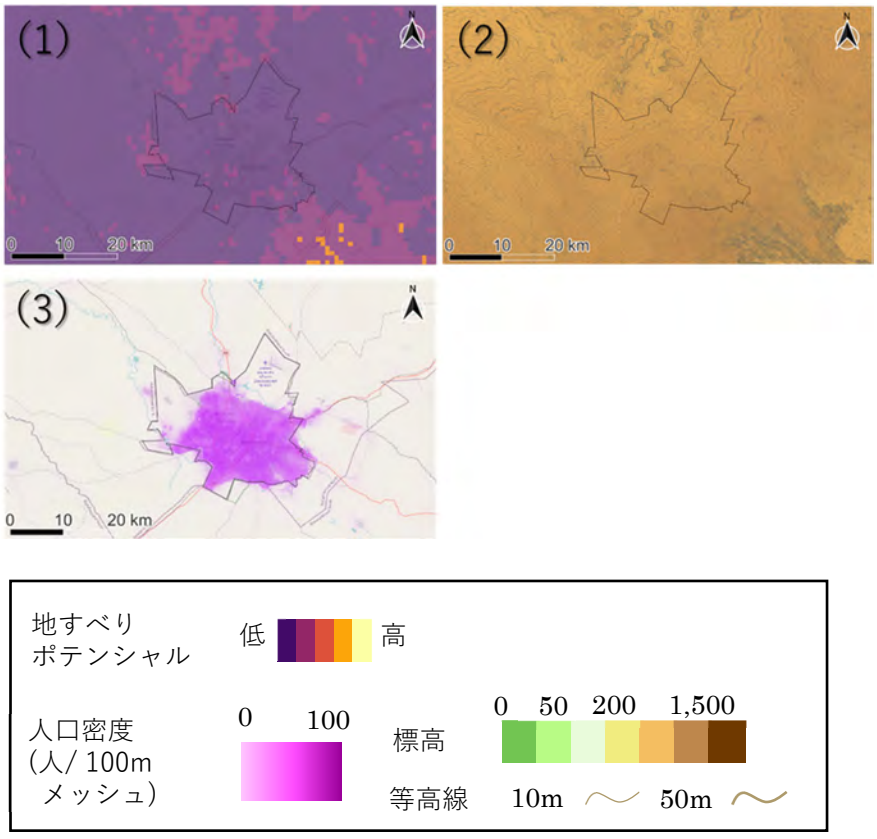


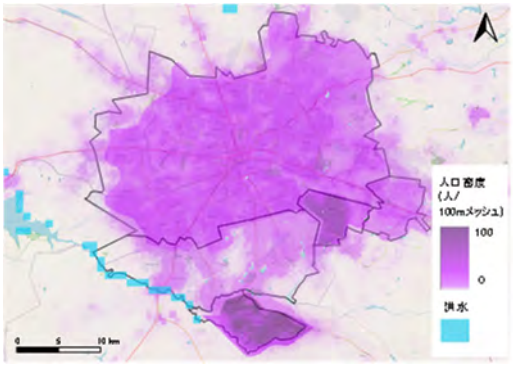
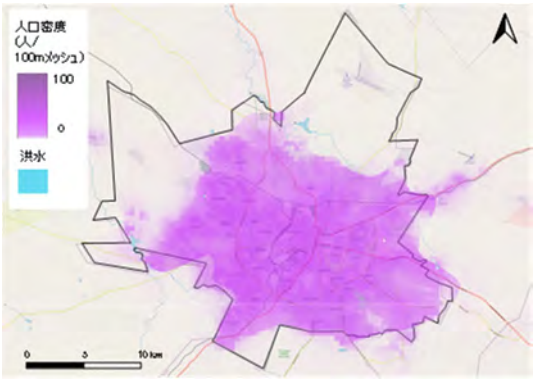
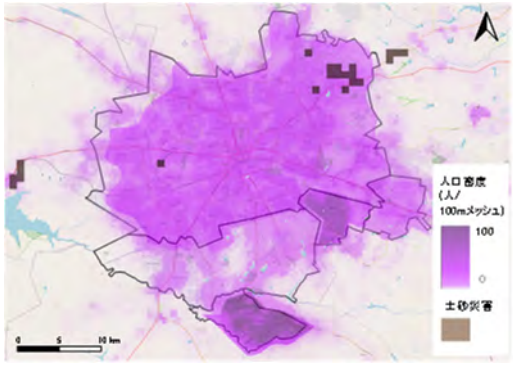
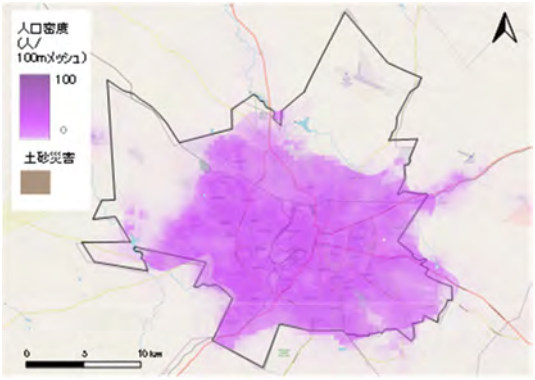
図 3-229　ブラワヨにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

既述のハザード分布の定性的な把握結果を踏まえて、人口規模とハザードリスクの大きさの観点より、ハラレ首都圏及びブラワヨ市を対象により詳細な災害リスクの把握を行った。一人当たり GDP は WB の公開する 2020 年時点の数値を利用した。

表 3-195　ジンバブエ主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図

ハラレ首都圏	ブラワヨ市
洪水ハザードと人口分布	
	
地すべりハザードと人口分布	
	

出典：JICA 調査団作成

表 3-196　ジンバブエの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード	対象都市	ハラレ首都圏	ブラワヨ市
洪水	被害面積(km^2)	5	0
	被害面積比率（%）	1%	0%
	被害人口(万人)	0.2	0.0
	推計被害額(million USD)	**1**	**0**
地すべり	被害面積(km^2)	11	0
	被害面積比率（%）	1%	0%
	被害人口(万人)	2.1	0.0
	推計被害額(million USD)	**10**	**0**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、世界銀行公開データより全国の
一人当たりGDPの数値である（1,214.5 USD / person）を使用

出典：JICA 調査団作成

ジンバブエではいずれの災害種についてもハザード分布は限定的であるため、経済損失ポテンシャルは大きな数字とならなかった。

全球スケールでのハザード分析では、経済損失ポテンシャルの確認も含めて正確な検討を行うことが難しい。また、同国では GFDRR のリスクプロファイルも策定されておらず、ハザード分析も多くは実施されていない。

このため、以降では直近の災害である 2019 年の災害実態も確認することで、対策を実施すべき災害種や地域について検討する。一方で、サイクロン・イダイでは、ハラレやブラワヨでは大きな被害は発生しなかったため、両市での災害による被害実態の把握は、現地でのヒアリング調査も含めた詳細な分析が必要である。

(3)　セクター別の災害リスクの把握

1)　PDNA のセクター別被害額

ジンバブエでは、2019 年サイクロン・イダイ（Idai）について PDNA が作成されており、被害額は下表に示す通りである。農業、家屋、交通インフラに対する被害額が大きい（下表、青字)。

表 3-197　PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル）

セクター		2019（サイクロン）
産業	農業	155.4
	漁業	0.0
	工業・商業・その他被害額	0.0
	観光	0.0
社会資産	家屋	336.7
	教育	6.4
	保健	14.8
	その他	0.0
インフラ	交通	163.8
	電力・通信	3.1
	上下水	23.2
	その他	37.4

出典：2019 年サイクロン・イダイの PDNA よりセクターごとの被害額を抜粋

ジンバブエは GFDRR による災害リスクプロファイルによる被害の地域分布に関する分析が実施されていないため、2019 年サイクロン・イダイの PDNA より地域、セクターに係る情報を確認した。特にジンバブエにおいては、2019 年のサイクロン・イダイの被災以降の復旧・復興が課題となっているため、被害の大きい、農業、家屋、交通セクターにおける状況を整理した。

農業セクターについて、下表はサイクロン・イダイによる被害の大きかった東部地区に関するリモートセンシングによる地区ごとの農業セクターへの被害を算定したものである。下図の赤枠で囲んだ箇所を確認すると、ビキタ（Bikita）地区、チコンバ（Chikomba）地区、グトゥ（Gutu）地区、ムタレ（Mutare）地区などでの被害が大きいことが分かる。また、ハラレ以南の灌漑地区及び東部の山岳地の間に挟まれた農業用地での被害が大きい。

表 3-198　ジンバブエのサイクロン・イダイによる地区ごとの農業セクターへの被害

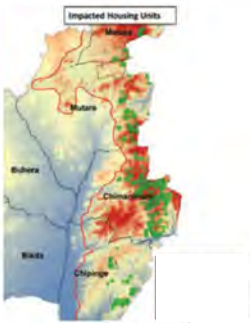
District	Arable Land Baseline	Limited to no flood damage	Possible Damage
Bikita	366,891	205,649	161,243
Buhera	115,754	53,027	62,727
Chikomba	150,391	67,241	83,150
Chimanimani	64,457	32,132	32,324
Chipinge	108,610	76,065	32,545
Chipinge Urban	20	20	
Gutu	130,074	26,892	103,182
Masvingo	213,086	162,108	50,978
Masvingo Urban	346	187	160
Mutare	132,283	52,124	80,159
Mutare Urban	1,082	503	579
Mutasa	59,464	44,050	15,413
Zaka	30,871	15,931	14,940
Total	**1,373,329**	**735,929**	**637,400**

出典：ジンバブエ 2019 年サイクロン・イダイ RINA（Rapid Impact and Needs Assessment）

家屋への被害については、下表に示す通りサイクロン・イダイでは東部地区山岳部のムタサ（Mutasa）地区、ムタレ地区、チマニマニ（Chimanimani）地区及びチピンゲ（Chipinge）地区での被害が大きい、これはモザンビークの低地から勢力を保ったまま移動したサイクロンが、ジンバブエ東部の山岳地域にあたり風雨が激しくなったことによるものと想定される。下表の右の図で標高図（青→黄→赤で赤色が標高が高い）の上に被災家屋の位置（緑色）で示されている通り、山岳地域で家屋被害が発生した。

表 3-199　ジンバブエのサイクロン・イダイによる地区ごとの家屋被害の分布

District	Housing Baseline	Remote Sensing Data Houses Damaged	Government Data Houses Damaged	Remote Sensing Data Total Damage (USD)	Government Data Total Damage (USD)
Buhera	60,504	—	3,120	—	32,421,687.31
Chimanimani	35,087	6,795	6,324	71,430,970.20	66,479,684.41
Chipinga Urban	7,216	303	681	4,451,219.14	10,011,557.58
Chipinge	69,655	1,520	6,579	16,577,562.37	71,747,045.11
Mutare	50,623	1,213	386	20,831,960.92	6,631,470.86
Mutare Urban	62,125	94	474	3,255,034.35	15,225,154.91
Mutasa	45,109	805	137	14,910,030.21	2,537,483.40
Makoni	68,021	—	14		213,189.21
Total	**398,339**	**10,730**	**17,715**	**131,456,777.18**	**205,267,272.78**



出典：ジンバブエ 2019 年サイクロン・イダイ RINA（Rapid Impact and Needs Assessment）

道路への被害についても、ブヘラ（Buhera）地区、チコンバ地区、グトゥ地区、ムタレ地区などに集中している。チコンバ地区は南北回廊の通過点であり、ブヘラ地区やグトゥ地区は南北回廊から周辺に伸びる道路網沿いにある。またムタレ地区はベイラ回廊の通過点であり、主要な道路網への被害が大きいことが分かる。

表 3-200　ジンバブエのサイクロン・イダイによる地区ごとの道路被災状況

	Road		Bridges		Total Cost (US$ 000)	
District	(km)	Cost (US$ 000)	(m)	Cost (US$ 000)	Recovery	if +20%
Bikita	20	3,220		0	3,220	3,864
Buhera	259	38,122	3,401	4,081	42,203	50,644
Chikomba	147	23,510	1,380	1,656	25,166	30,199
Chimanimani	31	7,675	1,228	1,474	9,149	10,979
Chipinge	71	17,062	1,444	1,733	18,795	22,554
Chipinge Urban	0	0		0	0	0
Gutu	228	33,751	4,831	5,797	39,548	47,458
Masvingo	6	798	3,035	3,642	4,440	5,328
Masvingo Urban	0	0		0	0	0
Mutare	96	13,390	3,157	3,789	17,179	20,615
Mutare Urban	1	244	60	73	317	380
Mutasa	6	1,485	625	750	2,235	2,682
Zaka	1	112	1,192	1,430	1,542	1,850
Grand Total	**865**	**139,369**	**20,354**	**24,425**	**163,794**	**196,553**

出典：ジンバブエ 2019 年サイクロン・イダイ RINA（Rapid Impact and Needs Assessment）

3.4.2　気候変動の概況

(1)　観測及び予測されている気候変動影響

ジンバブエにおける気候変動によるものと想定される観測結果として、平均気温の上昇が挙げられる。下図に示すように、気温上昇の傾向が表れている。平均年間気温は、1901年から2016年にかけて毎年約0.01℃ 上昇してきている。地域別にみれば、国の北部と南部地域は、中央部に比べて温暖となっている。また、6月下旬から7月下旬（冬、乾季）には霜が発生するようになった。

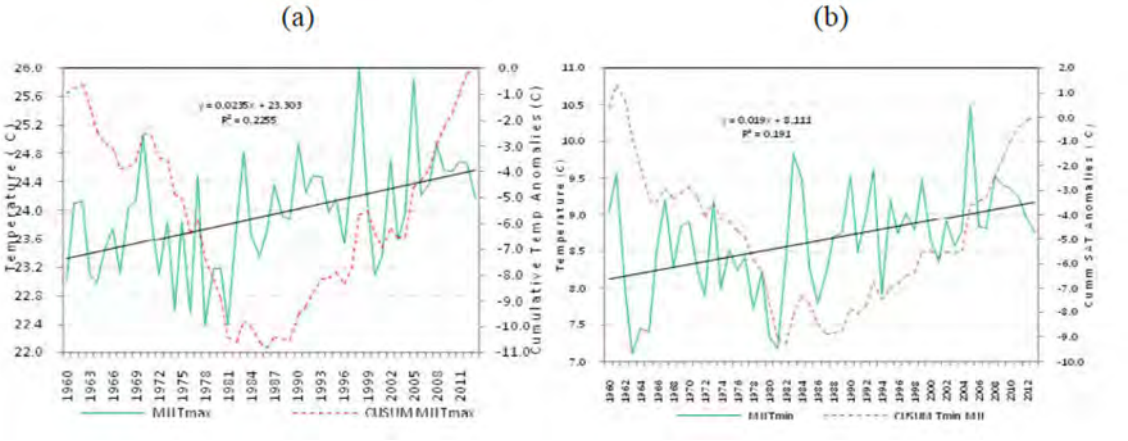


図 3-230　5月～7月（冬季）の最高地表平均気温の変動（1960年～2011年）

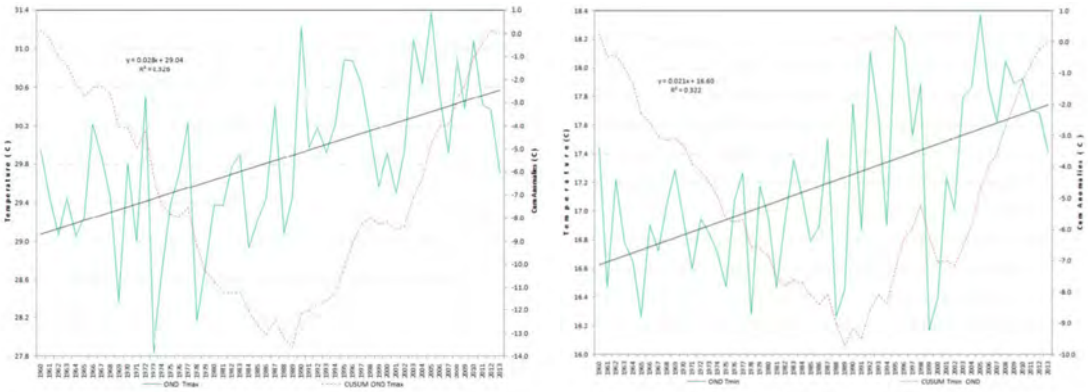


図 3-231　10月～12月（夏季）の最高及び最低平均気温の変動（1960年～2013年）

出典：National Communications 3 of Zimbabwe

降水量については、1901 年から 2013 年にかけては、年間平均降水量に大きな変化は見られない。その一方で、サイクロンが来襲する１月から３月の季節における降雨量は増加する傾向を示している（NC3）。

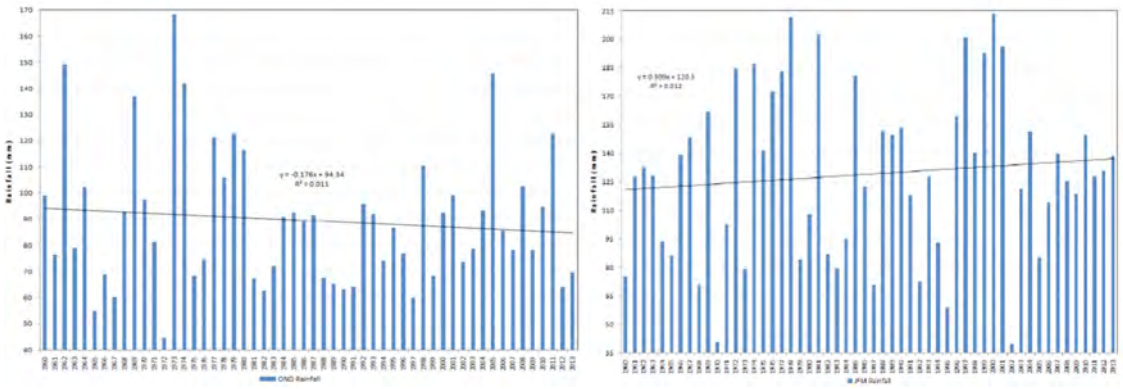


図 3-232　10 月～12 月（左）及び１月～３月（右）の降雨量の変化図

出典：National Communications 3 of Zimbabwe

将来予測として、年間気温は、2040 年から 2059 年にかけて 1.2℃（RCP 2.6）から 2.2℃（RCP 8.5）上昇、2080～2099 年には 1.0℃（RCP 2.6）から 5.1℃（RCP 8.5）上昇するとされている。特に夏季である 9 月から 12 月までに気温上昇が顕著になる。地域的には、南部と西部では僅かに高い温暖化傾向が予測されている。

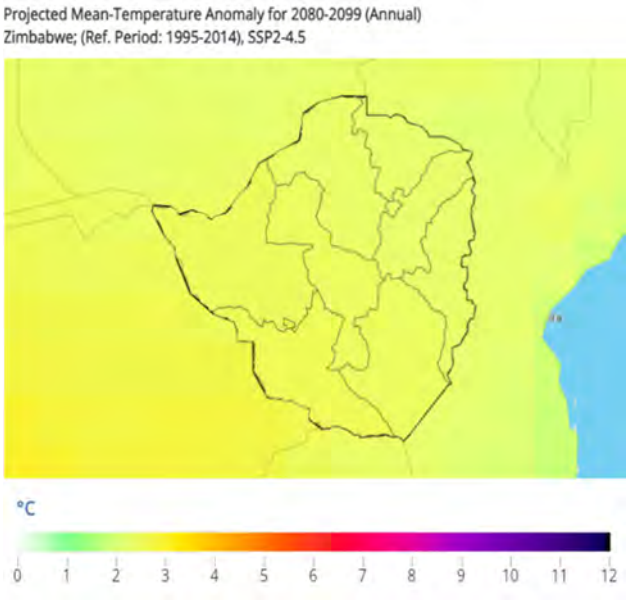


図 3-233　年間平均気温予測（2080-2099）SSP 2-4.5

出典：Climate Change Knowledge portal, WB

年間降水量については、2040 年から 2059 年にかけて約 1.2%(RCP 2.6)から 4.4% (RCP 8.5) 減少し、2080 年から 2099 年までには、RCP2.6 シナリオでは 2.8%増加、RCP8.5 シナリオでは 10.7%減少すると予測されている[109]。

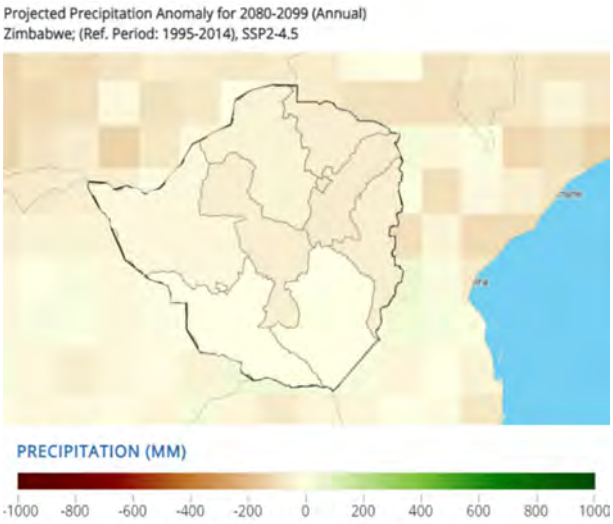


図 3-234　年間降水量予測(2080-2099) SSP2-4.5

出典：Climate Change Knowledge portal, WB

ジンバブエでは1900年から2017年にかけて、干ばつが 7 回、伝染病が 22 回、洪水が 12 回、暴風雨が 5 回など様々な災害が発生し、合計で約 7,000 人が死亡、2,000 万人以上が被害を受け、計 9 億 5,000 万 US ドルの被害が発生したとされている。なお、死者やけが人（病人）の多くは伝染病によるものであった。洪水による被害としては、同時期に 9 つの河川洪水が発生した際に 30 万人以上が影響を受け、270 人以上が死亡、2 億 7000 万 US ドル以上の金銭的損失が発生した事例がある。

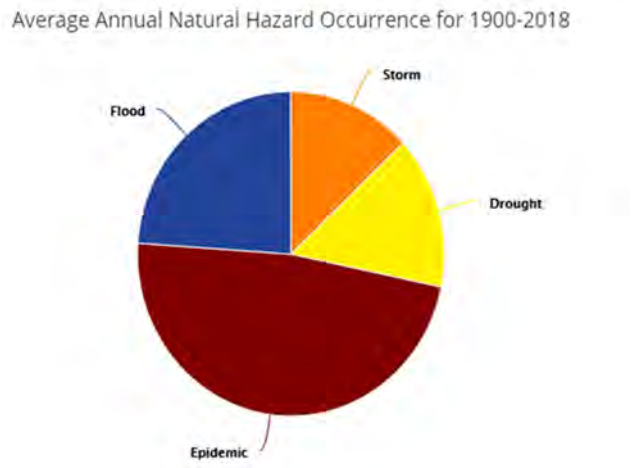


図 3-235　自然災害の発生頻度（1900-2018 年の年平均）

出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

また、気候変動の将来予測としては、2014 年に発行された「国家気候変動対応戦略(National Climate Change Response Strategy, NCCRS)」において、今後気温は上昇し(2050 年までに 2.5℃)、雨季の降水量が減少するとされている。

[109] Climate Change Knowledge portal, WB より

表 3-201　気候変動影響及び将来予測のまとめ

Climate feature	Key messages	Source
Past climate variability	High variability, frequent drought years and occasional flood events	Historical rainfall records
Past climate trends	Increasing temperatures (~0.1°C/decade) No conclusive changes in precipitation	Historical temperature and rainfall records
Future climate trends	Increasing temperatures of around 2.5°C by 2050 Possible decrease in rainfall particularly during the rainy season onset (Sep-Nov)	World Climate Research Programme's Coupled Model Inter-comparison Project Phase 3 (CMIP3) Global Climate Model Multi-model Projections and Climate Systems Analysis Group (CSAG), University of Cape Town finer scale projections

出典：National Climate Change Response Strategy (NCCRS), 2014

これらの気候変動の影響としては、以下に示す分野における影響が予測されている。

表 3-202　気候変動の影響

分野	影響
水資源	国内に７つの河川を有しており、年間総水賦存量は 230 億 m3（主に降雨、河川、小川、湖、帯水層、貯水池、湿地）と水資源は豊富である。国内には 8,000 以上のダムを有するものの、総貯水量の約 80%が 149 の大規模ダムに貯水されている。ジンバブエの水資源に対する気候変動の影響は多様で、降水パターンの変化及び降水量の減少による水資源量の減少や水力発電の制限、気温上昇による農業と発電用水需要の増加、降雨量の減少による水処理と廃水管理のコストの増加等、洪水や干ばつなどが予測される。
農業・畜産	天水依存農業が全体の 80%を占め、気候変動による降水量変動や洪水、干ばつといった自然災害に非常に脆弱である。また、ジンバブエの農業は、降雨量と土壌の種類によって５つの地域に大別される。気候変動の影響は、これらの地域ごとの農業及び生産量に大きく影響を与えると予測されている。主要な農作物であり主食であるトウモロコシの収量は減少傾向にあり、全国的な食糧不安を引き起こしている。トウモロコシ生産に適した農地の割合は 2080 年までに現状の 75%から 55%まで低下すると予測されている。トウモロコシ以外の作物生産は少なく、トウモロコシ生産に依存しており、脆弱性が高い。また、降水量の減少が牧畜の牧草地に与える影響も予測され、これにより畜産業も家畜の食糧不足に直面する可能性が予測されている。
観光	気候変動の影響で、国の殆どの地域、特に多くの国立公園がある西部及び南部地域で生物多様性が減少すると予測されている。これは、野生生物や多様な自然景観を見るために来訪する観光客に依存する同国の観光業に大きな影響を及ぼすことが懸念されている。例えば、主要な観光名所であり生物多様性のホットスポットであるマナプールズは洪水に見舞われやすい。また、イースタンハイランズの小川やダムでのマス釣りなどが影響を受けると予測されている。
健康	マラリアの分布と季節的伝播が気温と降雨量の変化に高い相関性があることが把握されている。マラリアの発生率は干ばつ年には低いが降雨量が多い年では平均より高い。降雨量と高い気温がマラリアを媒介する蚊の繁殖という負の影響を生むことが懸念されている。更に、洪水や水災害により、コレラ、腸チフスなどの伝染病が発生し、高温で髄膜炎の蔓延が懸念されるなど、深刻な健康被害が発生する可能性がある。
災害リスク管理	気候変動による洪水、干ばつ、嵐などの強度増加などにより、特に貧困層の生命や健康、国家の経済発展に負の影響をもたらす可能性がある。特に、地方における災害リスク管理は、資金や能力不足、関連する法制度の強制力の欠如、気候変動の影響を考慮していないインフラ設備やその老朽化など様々な要因により、適切に機能していない。更に、気候変動に対する適切な情報や知識を提供するシステムやデータが整備されていないため、適切な対応を取ることができていない。

出典：National Climate Change Response Strategy (NCCRS), 2014

(2)　気候変動適応に関する政策・施策や計画等

1)　国レベル

ジンバブエは、2014 年に環境・水・気候省が、NCCRS を発行し、それまで環境管理法の下で対応してきた気候変動問題への取り組みを強化している。NCCRS は、気候変動問題を国、州、地区、地方レベルで開発計画プロセスに統合するためのガイダンスを提供し、気候変動への適応行動を確実にしていくことを目的とした。NCCRS では、以下の７つの柱を掲げている。

表 3-203　気候変動関連計画等の策定状況

カテゴリー	策定状況
National Communication	1998 年 Initial National Communication 提出 2012 年 Second National Communication 提出 2015 年 Third National Communication 提出
NationalDetermined Contribution (NDC)	2017 年 First NDC (Intended Nationally Determined Contribution)提出 2021 年 Revised NDC 提出
National Adaptation Plan (NAP)	2021 年 12 月 31 日の完成をめざし策定中[110]
国家計画、政策	National Climate Policy (2016) National Climate Change Response Strategy (2014) National Adaptation Plan Roadmap for Zimbabwe (2019)

出典：National Climate Change Response Strategy (NCCRS)より作成

表 3-204　Seven pillars of NCCRS

Pillar 1	Adaptation and Disaster Risk Management.
Pillar 2	Mitigation and low carbon development strategies (LCDS).
Pillar 3	Capacity to effect: Adaptation and mitigation, Climate change communication, Education and raising awareness, Research and development, Appropriate institutions to address climate change issues.
Pillar 4	Governance framework: Institutions, Networks, Negotiations.
Pillar 5	Finance and Investment: Partnerships, International Financing.
Pillar 6	Technology development and transfer, including infrastructure.
Pillar 7	Communication and advocacy: Information management and dissemination.

出典：National Climate Change Response Strategy (NCCRS)より作成

[110] 2022 年 1 月上旬時点で公表されていない。

また、NCCRS では、気候変動の影響を受ける各セクターにおける戦略を示している。以下に気候変動の影響を特に受ける農業セクターの戦略を例示する。

表 3-205　農業セクターにおける適応戦略

Sector	Sub-sector	Strategy
農業及び食糧安全	農業と食料安全保障における包括的な戦略	a) 農業の持続可能な強化と商業化のためのフレームワーク開発 b) 気候変動から生じる新たな開発課題に対応するため、新しい形で経験知、技術、農業支援サービスを生み出す能力強化 c) 作期の質、放牧地の状態、干ばつ、洪水、病気・害虫の発生、野生動物の移動に関する早期警報システムの強化
	農業システム	物品交換、貿易、マーケティングのメカニズムを含む、地域の農業・生態系に応じた農業の特化支援フレームワークの開発
	農業生産性	a) 農民、研究機関、民間等の能力強化、ストレス耐性のある作物の品種に関する伝統的及び科学的知識の活用 b) 科学的根拠に基づく作物生産、収穫、管理方法を促進するための枠組み構築
	家畜生産	a) 気候変動ストレスに耐性のある伝統的な家畜や改良された家畜の品種の特定、その採用促進能力強化 b) 農業システムにおける温室効果ガスの排出量のモニタリングシステムの確立、その削減のためのメカニズムの支援

出典：National Climate Change Response Strategy (NCCRS)より作成

また、2017 年には、UNFCCC に対して Intended Nationally Determined Contribution (INDC)を提出、特に農業分野に対する気候変動の影響を挙げ、それに対する中長期的な適応戦略として以下に示す事項を掲げている。

表 3-206　短期的及び長期的な適応のビジョン、目標及びターゲット

A. Zimbabwe commits to promoting adapted crop and livestock development and climate smart agricultural practices through the following interventions	
	- Strengthening capacities to generate new forms of empirical knowledge, technologies (including conservation agriculture) and agricultural support services that meet climate challenges. - Promoting the use of indigenous and scientific knowledge on drought tolerant crop types and varieties and indigenous livestock that are resilient to changes in temperatures and rainfall. - Developing frameworks for sustainable intensification and commercialization of agriculture at different scales across agro ecologies.
B. Building resilience in managing climate related disaster risks such as droughts	
	- Strengthening early warning systems on climate related agricultural risks. - Developing and sustaining an integrated approach in all sectors of the economy to reduce impacts of climate extreme events. - Promoting climate indexed insurance solutions and enabling market frameworks.
C. Strengthening management of water resource and irrigation in the face of climate change	
	- Promoting and supporting water harvesting as a climate change adaptation strategy. - Developing, rehabilitating and maintaining surface and groundwater resource. - Strengthening and intensifying monitoring systems for hydro-meteorological parameters. - Promoting efficient water use practices in the economy. - Strengthening institutional capacity, research and extension for integrated water resource management. - Strengthening biodiversity conservation management and integrity of natural ecosystems to adapt to climate change. - Strengthening water and moisture conservation initiatives.
D. Promoting practices that reduce risk of losses in crops, livestock and agricultural incomes	
	- Building capacity to conduct comprehensive vulnerability assessments and develop appropriate response models. - Strengthening the capacity of the national meteorological and hydrological services to provide climate data timely.
E. Cross sectoral adaptation efforts	
	- Promoting capacity building through research and development, education and awareness, and training in climate change related issues. - Mainstreaming gender responsive climate policies and emphasize special efforts to support vulnerable groups (women, youth and children) in climate change adaptation efforts within all sectors of the economy. - Promoting non-timber forest products and sustainable agro-forestry practices to enhance forest-based adaptation. - Implementing management practices that enhance capacity of power generation of hydropower stations in situations of limited water availability due to reduced rainfall. - Increasing the water-holding capacity of reservoirs in anticipation of increased abstraction and increased evaporation. - Building the capacities and support communities toward a diversification of livelihoods and shifts from agriculture into other sectors, where needed.

出典：Zimbabwe's Intended Nationally Determined Contribution (INDC), 2017

また、同じく INDC の中で、これらの適応策実施に向けたアクション、ギャップ及び障壁について、以下のように示している。

表 3-207　適応行動実施に向けたアクション、ギャップ及び障壁

Action	Gaps and Barriers
Encouraging adapted crop and livestock development and farming practices	- Inadequate institutional and technological capacity to maximize germ-plasm of adapted crops and livestock - Lack of knowledge and skills for intensive production practices - Lack of mechanization technologies for climate smart production systems - Inadequate research and extension - Lack of financial resource - Inadequate training of farmers - Fragmented implementation of climate smart strategies
Building resilience in managing climate related disaster (drought, hail, violent storms/winds, frost, heat waves, erratic rainfall and floods) risks	- Inadequate institutional capacity for providing timely early warning systems - Insufficient capacity for grain storage facilities - Insufficient support services for index insurance - Incoherent institutional frameworks (policies) to coordinate disaster risk reduction - Lack of financial resource
Strengthening management of water resource and irrigation in the face of climate change	- Inadequate infrastructure and technology for irrigation as well as institutional capacity for managing water resource - Lack of knowledge, skills and technologies for improving water use efficiency in agriculture - Lack of financial resource

出典：Zimbabwe’s Intended Nationally Determined Contribution (INDC), 2017

更に、2021 年に NDC の更新版を UNFCCC に提出しており、その中でも特に以下の４つの項目について、優先的な適応策として提示している。なお、NAP（国家適応計画）が 2021 年 12 月 31 日の完成を目標として検討が進められている[111]。

[111] 2022 年 1 月上旬時点で公表されていない。

表 3-208　気候変動への適応策（NDC より）

対策1	気候変動に対応した農業ソリューションの開発、実施、拡大、及び農業バリューチェーンと市場の強化
内容	・ジェンダーに配慮した気候変動に対応した農業技術等（土地・水資源の保全、持続可能な機械化、アグロエコロジー、水効率の高い灌漑、再生可能エネルギーとエネルギー効率、気候に適応した作物の種類・品種と家畜の種類・品種、作物・家畜の多様化、農林業、総合的な病害虫管理、ポストハーベスト技術、改良された家畜管理、飼料生産と家畜への給餌戦略、シルヴィ・パストーラル・システムなど）の利用と展開促進 - 農業バリューチェーンに沿った資源利用効率の向上 - 農産物の付加価値化の支援 - 遠隔地の女性や若者の市場アクセスの改善 - 廃棄物の最小化 - 農業バリューチェーンに沿った不平等の是正
効果	- 農業生産の効率を高めるために必要な技術やツールの提供による適応能力の向上 - 水や土壌などの資源の長期的かつ持続的な利用 - 将来の気候変化予測に基づいた生産調整能力の向上 - 気候変動に強い品種の農作物や家畜の利用拡大による感度低下 - 農業バリューチェーンの強靭化と資源利用の効率化は、水、エネルギー、廃棄物、生物多様性の各部門の気候変動に対する感度低下にも資する
対策2	**早期警報及び気候関連の災害リスク軽減システム(情報管理システムを含む)の強化**
内容	- 情報管理システムの改善を含めた早期警報システムの強化 - 国やコミュニティレベルで災害リスクを管理するためのシステムや知識の提供 - セクターや地域を超えた気候災害や気候影響への対応支援
効果	- 将来の気候変動に関する知識を向上させ、関連システムの改善を通じ適応能力を向上 - 移転を含めた適応策は災害の起こりやすい地域の脆弱なグループの被ばくを軽減
対策3	**気候変動に強いインフラとデザインの確保**
内容	- 異常気象を含む将来の気候変動を考慮した新しいインフラを計画、設計、建設、運用するための手段とインセンティブの提供 - 将来の気候変動に対する耐性を確保するための既存インフラの改修促進（主に建物、道路、橋、通信インフラ、ダム、下水、排水、給水管、ポンプなどの水インフラなどに適用） - 気候変動に対応可能な技術（風力発電、太陽光発電）を活用したエネルギー供給
効果	- インフラに依存している全てのセクターの気候感応度の低減
対策4	**弾力性のある水資源管理の開発と推進**
内容	- 水資源管理改善に向けた入手可能な水文気候情報の利用支援（水資源評価） - 水供給と水アクセスに関するジェンダーの考慮 - 統合洪水管理、干ばつ管理
効果	- 水資源をよりよく管理するためのツールや知識の提供により、適応能力が向上し、水の利用可能性が高まることで気候感度の低下が期待される

出典：Zimbabwe Revised Nationally Determined Contribution 2021

2)　地方レベル

地方における気候変動適応影響評価や、適応策などについての情報は確認できなかった。

(3) ドナー等の支援状況

国際機関や各国ドナーによる支援としては、数多くの国際機関等が気候変動関連の政策立案、プロジェクト形成などについて様々な支援を実施してきている。その中で、特に農業や食糧、畜産についてのドナーの支援状況を以下に示す。

表 3-209 ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）

ドナー名	対象セクター	プロジェクト名等
UNDP、GEF	農村コミュニティ向け適応	Building Climate Resilient Rural Communities in Zimbabwe (2012-present)
UNDP DFID	ハザード対応、災害に対する強靭性強化	Resilience Building Fund (2015-2019)
UNDP and GEF	気候変動に対応した野生動物保護区、コミュニティ支援	Strengthening Biodiversity and Ecosystems Management and Climate-Smart Landscapes in the Mid to Lower Zambezi Region of Zimbabwe (2018-2024)
DFID	ハザード対応、災害に対する強靭性強化	Zimbabwe Resilience Building Fund Programme (ZRBF)(2015-2021)

出典：JICA 調査団作成

3.4.3　国土開発及び都市開発の概況

(1)　国土軸、戦略的重要都市

南部アフリカ地域においてジンバブエを経由する主要物流ルートは、南アフリカからジンバブエ、ザンビア等の内陸国を北上する南北回廊と、モザンビークから西側の内陸国に接続する東西回廊（ベイラ回廊）があり、地域の発展のために重要な位置付けにある。ジンバブエにおいては広域に良好な土壌が、また、首都ハラレのある北東部から南西に向けては鉱物資源が広範囲に広がり、更には国境部に重要な観光資源が点在するなどの背景から、国土軸がネットワーク形態をなしている（下図参照）。ジンバブエ政府は、2013 年 10 月策定の国家経済回復計画「Zimbabwe Agenda for Sustainable Socio-Economic Transformation、Zim Asset 2013-2018」（以下「ZIM ASSET」）において、インフラ及び社会施設（道路を含む経済インフラ）整備を主要 4 分野の一つに位置付け、道路環境の改善を重要な項目として掲げている。具体的には、幹線道路の改善・拡張、港湾・空港・開発回廊沿いの輸送施設へのアクセス性向上が重要であると述べられている。

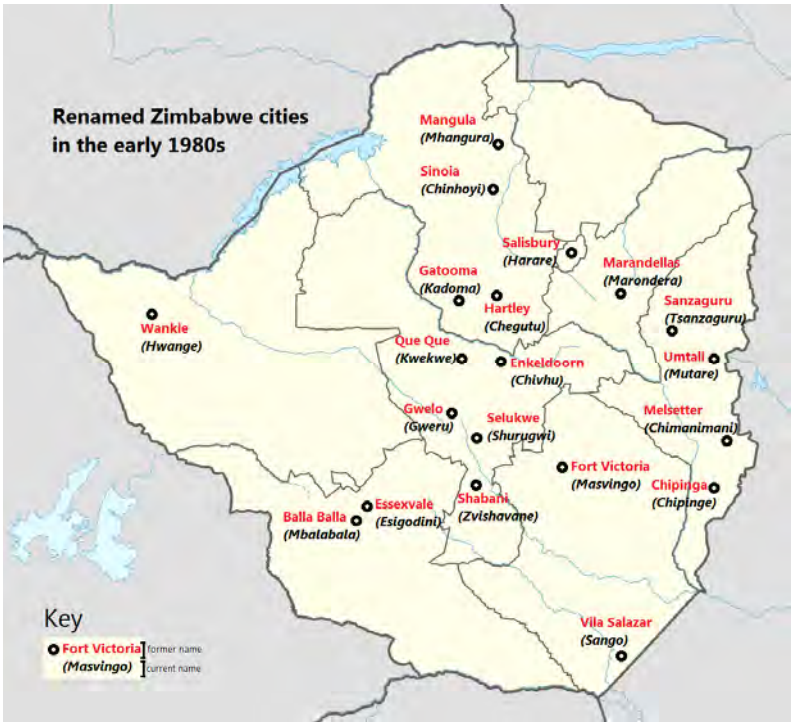


図 3-236　ジンバブエの主要都市の位置

出典：Renamed cities in Zimbabwe in the 1980s, Maps on the Web[112]

[112] https://mapsontheweb.zoom-maps.com/post/139716743701/renamed-cities-in-zimbabwe-in-the-1980s-via-reddit



図 3-237　ジンバブエの地方回廊

出典：Transit Facilitation Programme[113]

(2)　クロスボーダーインフラ

ジンバブエを南北に縦貫する南北回廊は、交通需要の増加及び建設から 50 年以上経過した道路の劣化への対策として、速やかな改修が望まれており、南部区間（南アフリカ国境のベイトブリッジ（Beitbridge）からハラレ間）については、2017 年にオーストリア企業による PPP として実施されるに至った。また北部区間においても、ハラレからザンビア国境のチルンドゥ（Chirundu）間については、中国の借款による事業が要請されており、また、マクティ（Makuti）郊外から、ヘルズゲート（Hells Gate）間の 13.6km については日本の無償資金協力事業が行われている。

[113] https://tttfp.org/corridors/north-south-corridor-2/

(3)　重要産業の立地

ジンバブエは、かつては農業、鉱業、工業のバランスの取れた経済を有する国家であった。欧米人の大規模農家が経営する効率的な農業は外貨収入の半分を占め、特に小麦の生産性は高く、1980 年代から 1990 年代にかけての小麦の単位面積収穫量は世界最高水準であった。下図に当時のジンバブエの土地分級と農地利用状況を示す。しかしながら、欧米人農家に対する強制土地収用政策が開始されると、経営ノウハウを持つ欧米人農家が消滅し、農作物の収量は激減した。これに伴う外貨不足が工業部品の輸入を妨げたことで工業生産も減退し、経済の停滞をもたらした。

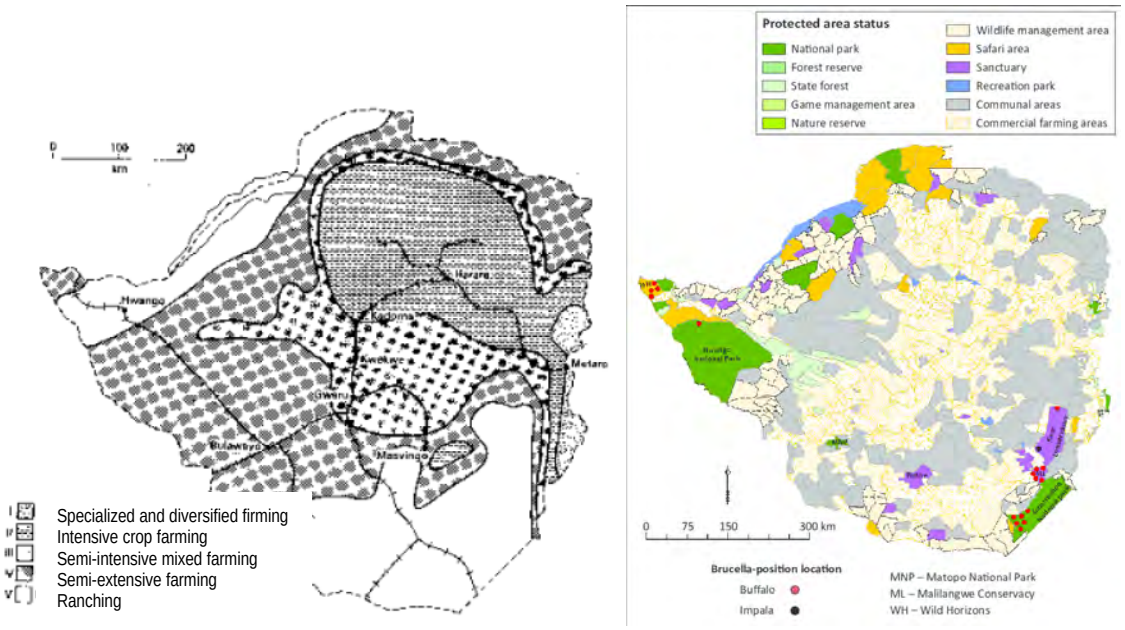


図 3-238　土地分級（左）と実際の農地利用状況（右）

出典：Lands and Peoples of Central Africa, Longman 1983

鉱業としては、石炭、クロム鉱石、アスベスト、金、ニッケル、銅、鉄鉱石、バナジウム、リチウム、錫、プラチナを算出しており、農業・観光と共に重要な外貨獲得産業である。特にプラチナは世界最大級の埋蔵量を誇っており、また、ダイアモンド鉱山も 2014 年に 12 百万カラットと世界有数の産出量がある。下図に主要な鉱物資源の分布を示す。

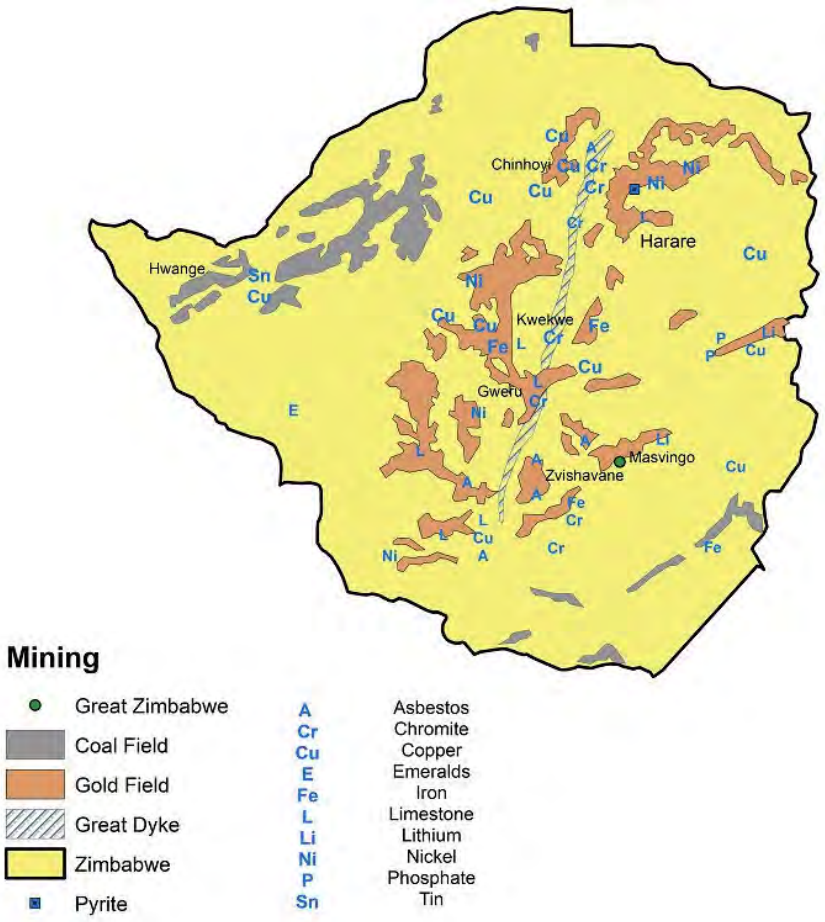


図 3-239　主要な鉱物資源の分布状況

出典：Research Gate

製造業については、鉄鋼業、食品加工業、タバコ製造業、化学品製造業、繊維業、輸送機器製造業、製紙業、木工業等の工業が盛んであり、石炭、金、クロム、ニッケル等の鉱業も伝統的な産業となっている。

観光についても資源の豊富な国であり、世界三大名滝の一つとされるビクトリアフォールズ（Victoria Falls）などの重要な自然景観資源がある。これに加えて、国際的に名高い国立公園及び自然保護区が周辺隣国との国境に広く点在している。なかでもワンゲ国立公園、カリバ国立公園などが有名である。（下図参照）

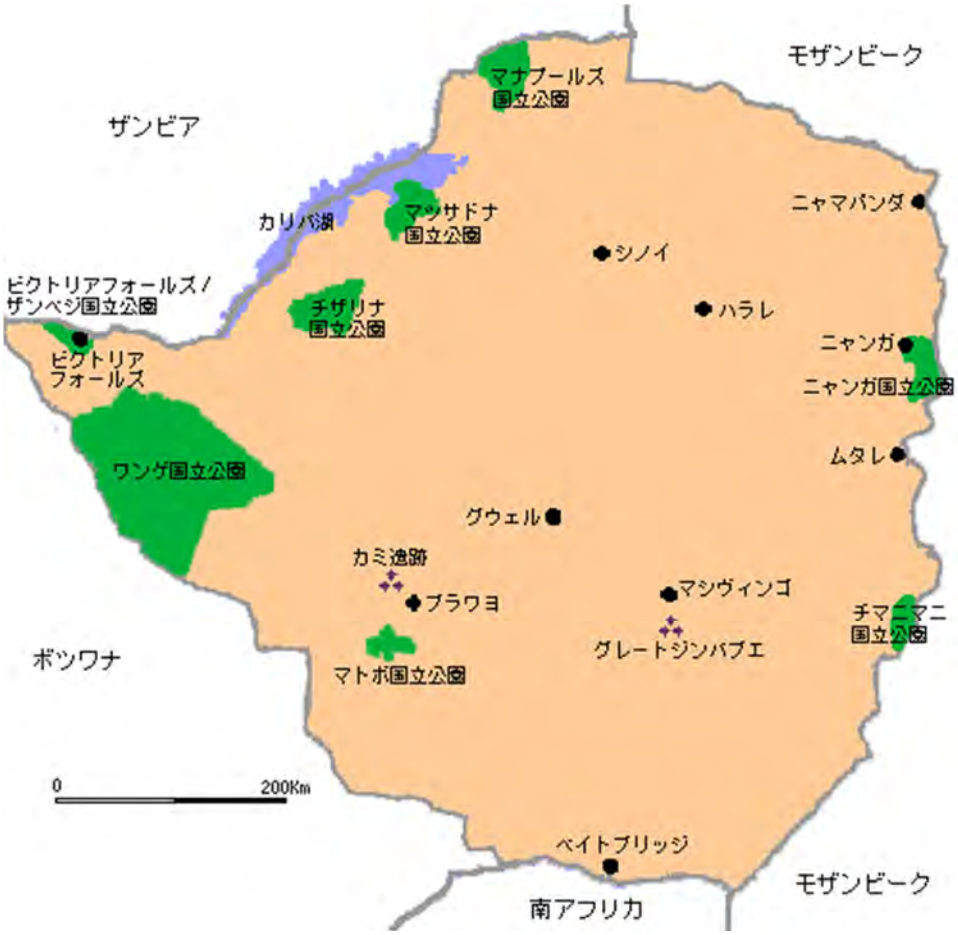


図 3-240　国立公園の分布

出典：Research Gate

(4)　都市開発の観点における重要都市

ジンバブエにおいてリスクの高い災害は、山岳地帯における土砂災害である。首都であるハラレや、第二の都市であるブラワヨの他、モザンビーク側の国境沿いのムタレやチマニマニは、土砂災害に加えサイクロンの影響も他地域に比べて受けやすく、サイクロン・イダイでも被害を受けている。

また、ジンバブエは内陸国であることから物流ルートの確保が重要である。モザンビークとの国境沿いにあるニャマパンダ（Nyamapanda）やムタレ、南アフリカとの国境に接するベイトブリッジ、ザンビアとつながるビクトリアフォールズなども交通結節点として重要である。

3.4.4　防災計画・体制の概況

(1)　ジンバブエの防災関連法制度・防災計画の概況

ジンバブエでは 1989 年に制定され、2001 年に改訂された市民保護法（Civil Protection Act）が防災の側面をカバーしており、難民の発生や疫病、社会環境的なイベント時への対応なども当該法の“災害”の範囲に含まれている。市民保護法に基づく計画委員会が州・地区等に設置され、市民保護計画を策定することとされている。州・地区レベルでも、関係機関が連携して実施する対応策について計画することとなっている。同計画では特に災害情報の発信、避難手順、関係機関との連携などが整理されることになっており、緊急時対応計画という位置づけに近い。一方で、ジンバブエでは、災害前の事前防災や防災インフラ整備を主眼とした中長期的な計画は確認できていない。

(2)　防災実施体制の概況

市民保護法に基づき、地方行政公共事業省（Ministry of Local Government and Public Works）の市民保護局（Department of Civil Protection）が設置され、防災に関する全般的対応、関係機関の調整等を行っている。市民保護局は、防災関連情報の収集・伝達、国・州・地区（district）の各レベルの防災担当職員の研修・能力向上なども担っている。市民保護局自体も、州・地区に職員を配置しており、中央と地方の連携を図っている。

災害対応の際には、市民保護法で規定される国家市民保護委員会（National Civil Protection Committee）が設置され、必要な対策を講じることとされている。また、緊急対応システムとしては、国・州・地区の 3 つのレベルに分けて調整しながら対応することとされている。ジンバブエの緊急時の災害管理体制を下図に示す。災害内容に応じて、軍、警察、地方行政、関係省庁、INGO、国際ドナー等と連携することとされている。広域的には、SADC、AU、AfDB へも支援を呼びかけることとされている。

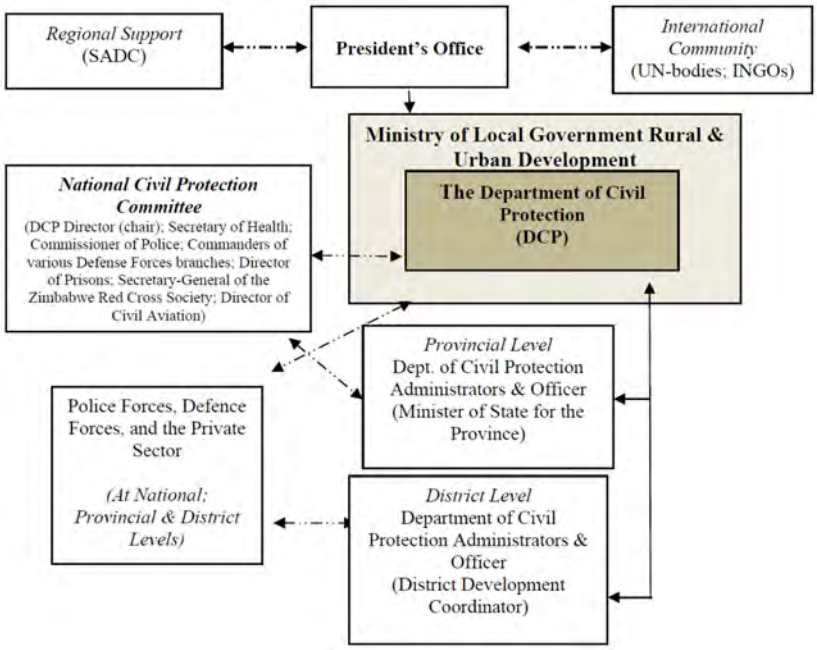


図 3-241　ジンバブエの災害時対応体制

出典：JICA 調査団作成

防災インフラ整備等の防災や減災に向けたソフト・ハードの統合的対策推進に関する連携体制等については市民保護法等においては言及されていない状況にある。そのため、特にハード対策による災害リスク低減策は、基本的には関係省庁個々の取組みに依存している状況にある。災害リスクの理解や中長期的視点での対策検討等においては課題が多い状況にあると考えられる。

3.4.5　ドナー支援の動向

(1)　ドナー支援の概況

外務省国際協力局政府開発援助（ODA）国別データ集の 2000 年から 2017 年の合計値によると、ジンバブエへのドナー援助の動向としては、国際機関別では Global Fund to Fight AIDS、Tuberculosis and Malaria(GFATM)や欧州委員会、欧州投資銀行などの EU の諸機関からの援助が多く、主要ドナー別では米国と英国からの援助が多くなっている。

表 3-210　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
GFATM	1074.94	米国	2,309.1
EU Institutions	980.4	英国	1,723.5
WFP	209.36	スウェーデン	427.2
GAVI	95.26	ドイツ	396.0
UNDP	62.52	オーストラリア	209.8

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000 年～2017 年）より JICA 調査団作成

AfDB の COUNTRY BRIEF UPDATE 2014-2016 に示されているドナーごとの主な支援分野によると、分野別では保健分野を支援する機関が多いことがわかる。

表 3-211　ドナーごとの主な支援分野

	Capacity building and institutional support	Education	Health	Water and sanitation	Energy	Agriculture	Economic reform	Food	Other Infrastructure	Displaced persons	Judicial reform
ACBF	√						√				
AfDB	√			√	√		√		√		
Australian Aid (AUSAID)	√	√	√	√		√	√		√		
China		√	√	√		√	√		√		
CIDA			√	√				√		√	
Denmark		√				√		√	√		√
European Commission	√	√	√	√		√	√	√		√	
Finland							√				
France			√			√		√			
Germany		√	√	√				√	√		
Ireland			√					√			
Japan		√	√	√				√		√	
Norway		√	√			√			√		
SIDA		√	√	√		√		√	√	√	
Spain			√			√		√			
Switzerland			√	√		√		√			
The Netherlands	√	√	√	√		√		√	√	√	
UK Department for International Development (DFID)	√	√	√		√	√	√	√	√	√	
UNDP	√						√				
USAID	√	√	√	√		√		√			
World Bank	√						√				

出典：AfDB COUNTRY BRIEF UPDATE 2014-2016

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

WB は 2000 年以降滞納金の未払いを理由にジンバブエへの直接融資を停止しているが、マルチドナーのジンバブエ復興基金（ZIMREF)、グローバル・ファイナンシング・ファシリティ（GFF)、国家・平和構築基金（SPF)、国際水域における協力などの信託基金を通じて、ジンバブエへの支援を続けている。更に、Financial Sector Reform and Strengthening Initiative(FIRST)、Global Environment Facility(GEF)、Energy Sector Management Assistance Program(ESMAP)と GFDRR などの機関がセクターごとの活動を支援している。

一方で、サイクロン・イダイ復興プロジェクトでは、IDA から例外的に 72 百万 US ドルの支援を行った。プロジェクトには①サイクロン復興のための緊急支援としての被害者への即時的かつ統合的な生計手段と医療手段の提供、②中期的なサイクロンの復旧と回復力の構築を可能にする水・衛生設備、灌漑ネットワーク、学校、道路など、コミュニティの重要なインフラの復旧支援、斜面の保護や環境修復などリスク軽減のための支援、③プロジェクトマネジメントと技術支援の提供が含まれている。

また、ジンバブエ復興・回復プロジェクト（3 百万 US ドル）では、市民保護局（DCP）と協力してジンバブエにおける政府主導の災害リスク管理の制度・システム・政策関連の強化を図っている。更に、気候変動 TA(1.5 百万 US ドル)では、林業、農業、水とエネルギーの投資計画に気候変動を統合するための政府の能力強化を支援している。このことから、ジンバブエの財政的な事情から直接的な融資等は停止している状態であるものの、災害後の復興事業や関連する能力強化事業については支援が行われている状況であることがわかる。

Interim Strategy Note 2013-2015 では、WB グループが支援すべき 3 つの優先分野として、「民間セクターの開発と雇用の創出」「公共部門の管理とサービス提供のための基幹システムの強化」「脆弱性の軽減、レジリエンスの向上、人間開発の強化」を挙げている。防災の取り組みについては、政府による災害リスク管理のための国家戦略の策定支援を検討すると述べるにとどまっている。

表 3-212　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
SPF - Support to Zimbabwe Recovery and Resilience	To support the Government of Zimbabwe to i) improve Governmental coordination capacity to respond to cyclone Idai, and ii) to scale- up and institutionalize DRM capacity.	Zimbabwe Reconstruction Fund (Zimref)	2020
Zimbabwe Idai Recovery Project	To address the early and medium-term resilient disaster recovery needs of cyclone-affected people	IDA Grant	2019

出典：WB Website Projects & Operations より抽出

(3)　アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

AfDB は 2010 年にジンバブエを支援するドナーのグループから要請され、ジンバブエの社会経済の変革を促進し、回復力を高め、国際社会への再関与を加速することを目的としてマルチドナー信託基金（MTDF/ZimFund）の設立と運営を行った。特に、包括的なサービスを提供するためのエネルギーと水の分野における基本的なインフラの復旧、組織的なガバナンスを強化するための能力開発と技術支援などの支援を実施している。

COUNTRY BRIEF UPDATE 2014-2016 では 3 つの優先分野をとして、「経済の多様化基礎インフラの復旧-重要なサービスを提供する能力の向上」「ガバナンスと制度的能力の強化」「民間セクター開発」を挙げている。取り組み課題の中で気候変動への対応を挙げているが、防災等に関する記述はなく、AfDB としての支援方針は示されていない。

一方で、防災への支援は実施しており、これまでに防災ファイナンシングのキャパシティービルディングや洪水被害への人道支援を実施している。また、「ポスト・サイクロン・イダイ及びケネス緊急復興・回復プログラム（PCIREP)」では、マニカランド州のチマニマニ地区で最も影響を受けた地区の被災者に対して、交通、電力、水・衛生、農業のサービスレベルを回復させ、ジンバブエ政府の災害対策（早期警報気象システムを含む）及び管理能力の強化を支援している。

表 3-213　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト一覧

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Africa Disaster Risk Financing (ADRiFi) Capacity-building Project	To (i) strengthen the country's capacity to understand climate-related risks, to estimate their costs for the country and to design measures to adapt to extreme events at the national and sub-national levels; and (ii) promote financing instruments to deal with climate-related disasters, including insurance.	African Development Fund	2020
Humanitarian Emergency Assistance to the 2005 Drought Victims	To help alleviate the suffering of drought victims in Zimbabwe.	Special Relief Funds	2005

出典：AfDB Website Projects & Operations より抽出

3.4.6　重要都市の選定

ジンバブエにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査ではハラレを重要都市とし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査検討していく方針とした。また、都市間インフラ等としては、中央回廊等を重点的に検討することとした。なお、これらの重要都市や都市間インフラに特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査検討する。

3.4.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　運輸交通

内陸国であるジンバブエの運輸交通インフラの最大の特徴は、物資の輸出入は隣国のモザンビークや南アフリカの国際港を利用するため、国際回廊を中心にその国際港と繋がるための道路・鉄道ネットワークを整備してきたことである。同じく内陸国となっているザンビアやマラウイとも繋がっているため、ジンバブエの道路ネットワークは南部アフリカ地域の中心部分を担っている。また、道路・鉄道ネットワークは首都のハラレと第二都市であるブラワヨを中心に全国に繋がっている。

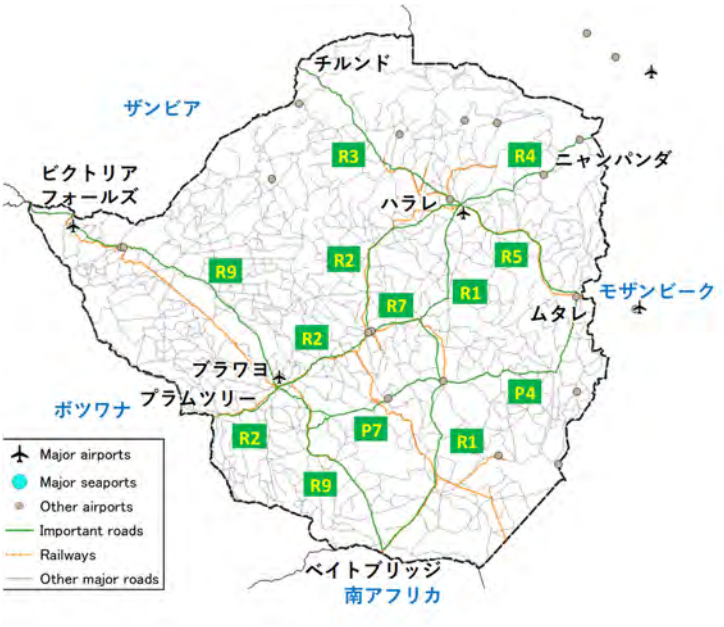


図 3-242　ジンバブエにおける主要交通インフラ

出典：JICA 調査団作成

1)　関係機関・法制度等の概要

ジンバブエの運輸交通部門を所管する省庁、また、各サブセクターを管理または運営する組織等の主要関係機関を表 3-214 に示す。

表 3-214　ジンバブエ運輸交通部門における主要関係機関

サブセクター	関係機関
-	運輸・インフラ開発省（Ministry of Transport and Infrastructural Development, MoTID）
道路	運輸・インフラ開発省道路局（Department of Roads, DOR）
	ジンバブエ道路管理庁（Zimbabwe National Road Administration, ZINARA）
鉄道	ジンバブエ鉄道公社（The National Railways of Zimbabwe, NRZ）
空港	ジンバブエ民間航空局（Civil Aviation Authority of Zimbabwe, CAAZ）
	ジンバブエ空港公社（Airports Company of Zimbabwe, ACZ）

出典：JICA 調査団作成

a)　道路

2001 年、全国の道路関連予算の運用・管理のためにジンバブエ道路管理庁（Zimbabwe National Road Administration、以下「ZINARA」）と道路基金（Road Fund）が設立された。ZINARA は道路基金（Road Fund）を運用するとともに、次のような道路関連行政機関・組織に道路予算を配分する。

- 運輸・インフラ開発省道路局（Department of Roads, Ministry of Transport and Infrastructure Development）：幹線道路（Trunk Roads）管理
- 地方自治体（Rural District Council and Urban Council）：都市道路（Urban roads）管理
- 地区開発基金（District Development Fund）：地方道路（Rural roads）管理

WB・GFDRR 資料（Zimbabwe Rapid Impact and Needs Assessment (Rina), 2019）によれば、全国に 30 個の Urban Council と 60 個の Rural District Council があり、都市道路はこれらが管理する。ジンバブエの道路総延長は約 98,000 km であり、道路は広域幹線道路（Regional Trunk Road Network、以下「RTTN」）、1 級道路（primary road）、2 級道路（secondary road）、3 級道路（tertiary road）、都市道路（urban road）で構成される。これらの現況を表 3-215 に示す。また、全国道路ネットワークを図 3-243 に示す。

表 3-215　ジンバブエの道路の現況（2016/2017 年調査）

道路区分	役割	延べ延長 (km)	割合 (%)
広域幹線道路（RTTN）	南部アフリカ地域を繋げる	3,182	3
1 級道路 (Primary road)	RTTN ではないが、RTTN と主要都市、また主要都市間を繋げる	8,053	8
2 級道路 (Secondary road)	RTTN、1 級・3 級道路、都市道路、工業・鉱業拠点、観光地、国境を互いに繋げる	14,084	14
3 級道路 (Tertiary road)	地方部において学校、医療センター、取水地、公共サービス施設等へのアクセスや相互アクセスを提供し、かつ、RTTN、1 級・2 級道路へのアクセスを提供	56,368	57
都市道路 (Urban road)	都市部の道路で、RTTN、1 次・2 次道路以外の道路 または、地方部の集落の道路で RTTN、1 次・2 次・3 次道路以外の道路	10,065	10
その他	上記以外の道路	6,298	6
	合計	98,051	

出典：Roads Conditions and Inventory Report - Results of the National Roads Condition & Inventory Survey Project; MoTID, ZINARA, and ZILGA



図 3-243　ジンバブエの全国道路ネットワーク

出典：Infrastructure and Growth in Zimbabwe - An Action Plan for Sustained Strong Economic Growth, AfDB, 2011

WB・GFDRR 資料（Zimbabwe Rapid Impact and Needs Assessment（Rina), 2019）によれば、ジンバブエの道路の舗装率は 18%にすぎないが、48%は砂利舗装（Gravel）となっており、非舗装道路は 28%、砂利＋非舗装が 3%、未調査が 2%である。また、目視検査による路面状況の評価は、「非常に良好（Very good)」が 8%、「良好（Good)」が 17%、「普通（Fair)」が 39%、「不良（Poor)」が 18%、「非常に不良（Very Poor)」が 12%である。非舗装道路の

状況は更に悪く、以上の評価で37%が「不良」または「非常に不良」である。砂利舗装の標準舗装厚（thickness of gravel）は100mmまたは200mmであるが、砂利舗装道路の37%は50mm未満、17%は50～100mmであり、正しく施工されていないか、維持管理されていない状況となっている。全国の橋梁は1,398本、ボックスカルバートは5,323個、鉄道橋は443本、歩道橋は37本ある。1,398本の橋梁のうち、河川横断用の橋梁が1,354本（97%）で最も多く、その次が鉄道横断用の34本（2%）、残りが道路立体交差用の10本（1%）である。状態の良好（Good）な橋梁は全体の37%の522本、普通（Fair）が34%の476本、不良（Poor）が4%の59本であるが、全体の12%の161本は破損している状況である（残り37%の522本については未調査）。

ジンバブエを東西に横断するプルンツリー（Prunetree）～ブラワヨ～ハラレ～ムタレ間の道路（広域幹線道路2号線（R2）と広域幹線道路5号（R5））は国際標準の規格で整備された道路である。南アフリカ開発銀行からのローン2.06億USドルを投入し、2015年5月に完工したその改良工事は、ZINARAとGroup Five International社（南アフリカ）のJV（Joint Venture）であるInfralink社により実施された。

災害発生時に備えた緊急輸送道路の概念は存在しておらず、迂回道路も確保されていない場合が殆どのため、災害が発生して道路が使えないと、その先の目的地までにたどり着けないのが現状であり、災害発生直後の緊急支援、復旧作業への影響も大きい。サイクロン・イダイの被害をうけ、モザンビーク政府は道路の強靭化に道路整備方針を展開した。ジンバブエの道路技術者はレジリエンスとリダンダンシーの両観点から道路を計画・設計しており、災害発生後にすぐ復旧可能な道路システム、通行止めになっても代替ルートのある道路ネットワークを目指している。

b) 鉄道

ジンバブエの全国鉄道ネットワークの総延長は約1,760 km（JR在来線と同様の線路幅1,067 mmの狭軌を使用）であり、鉄道インフラの整備・維持管理、列車運行は国営企業であるジンバブエ鉄道公社（The National Railways of Zimbabwe、以下「NRZ」）が行っている。NRZは同国鉄道部門を管理・監督する行政機関の立場でありながらインフラの管理と列車運行まで行っている。

ジンバブエの鉄道ネットワークはSADC地域においてハブ及びゲートウェイのような役割を担っている（図 3-244参照）。ジンバブエの全国鉄道ネットワークを下図に示す。隣国のモザンビークとはムタレ／マチパンダ（Machipanda）国境を通じてベイラ港まで繋がっており、また、サンゴ（Sango）／チクアラクアラ（Chicualacuala）国境を通じてマプト港まで繋がっている。南アフリカとはベイトブリッジで、ボツワナとはプルンツリーで、ザンビアとはビクトリアフォールズでそれぞれの国の鉄道に繋がっている。他のアフリカ

諸国と同様に、ジンバブエの鉄道は農産物と天然資源の主要な輸送手段となっている。ブラワヨ、グウェル（Gweru)、ハラレは同国鉄道ネットワークにおける主要ハブとなっている。



図 3-244　南部アフリカ地域の鉄道ネットワーク

出典：Infrastructure and Growth in Zimbabwe - An Action Plan for Sustained Strong Economic Growth, AfDB, 2011



図 3-245　ジンバブエの全国鉄道ネットワーク

出典：Infrastructure and Growth in Zimbabwe - An Action Plan for Sustained Strong Economic Growth, AfDB, 2011

列車の車両、機関車、線路、信号システムといった鉄道部門全体の老朽化により、莫大な再投資が必要な状況である。同国の深刻な経済不況による不十分なメンテナンスを除いても、部品不足、耐久年数を過ぎた各種装備の使用により良好な状態で使用可能な鉄道区間は一部のみであり、これらは鉄道部門全体のサービスレベルの低下の原因となっている。輸入に依存するディーゼル燃料、頻繁に停電となる電力に比べて安定的に供給できる石炭

を使用するため、2004 年には蒸気機関車が再び導入されている。同国の深刻な債務状況では、海外からの援助がなければ上記の課題を解決することは難しい。1998 年には約 1,800 万トン／年であった貨物取扱量は、2015 年には約 400 万トン／年まで減少している。

グウェル付近のダブカ（Dabuka）と首都ハラレの間のうち 313 km の区間は鉄道の電化が実施されたが、ケーブル類（銅）の盗難による頻繁な故障により、現在は運行していない。2001 年、NRZ は首都ハラレと同国第二都市であるブラワヨにおける通勤列車（郊外と都市部を連絡）の運行を含め、都市間旅客サービスを開始した。都市間旅客サービスの主要路線はハラレ～ブラワヨ間、ビクトリアフォールズ～チレズィ（Chiredzi）間、ハラレ～ムタレ間となっており、各路線において毎日列車を運行している。旅客輸送が大きく成長したのは 2002 年にハラレとブラワヨで通勤列車サービスを開始してからである。その多くはハラレの旅客である。しかし、通勤列車の運行のために旅客輸送に機関車を投入した結果、貨物輸送に支障が生じた。

旅客輸送量がピークだった 2007 年の年間約 1740 万人から、2009 年には約 200 万人まで減少した。その理由は信頼度の低い旅客サービス、バスや乗合タクシーとの運賃・運行頻度の面での強い競合である。バスの運賃は鉄道の普通運賃より約 5 割高く、バスの運行遅延や故障、高すぎる乗車率にもかかわらず、バスの方が列車より速く、運行頻度も高い。通勤列車の運行は NRZ の財政難の原因でもある。その理由としては、一律に定められている運賃が低すぎるため、運賃収入では運行コストの僅かしか賄うことができないこと、運賃を支払わない不正乗車の蔓延、資機材の非効率的な活用が挙げられる。このような NRZ の経営悪化は運行サービスの悪化に繋がり、鉄道インフラの老朽化は脱線を含む列車事故の原因となっている。

c） 空港

1998 年に民間航空法に基づいて設立されたジンバブエ民間航空局（Civil Aviation Authority of Zimbabwe、以下「CAAZ」）は、民間航空サービスを担当する政府組織として、民間航空全般の規制・管理・監督、主要空港を含む民間航空インフラの管理、航空交通管理サービスを行っている。全国に 200 箇所を超える飛行場と空港があるが、CAAZ が管理する民間空港は表 3-216 に示す 8 か所の空港である。

表 3-216　CAAZ が運営するジンバブエの民間空港

空港	位置	滑走路	乗客処理能力
Robert Gabriel Mugabe International Airport	Harare	L= 4,725 m, W= 46 m	2.5 百万人／年
Joshua Mqabuko Nkomo International Airport	Bulawayo	L= 2,588 m, W= 45 m L= 1,347 m, W= 30 m	2.5 百万人／年
Victoria Falls International Airport	Victoria Falls	L= 4,000 m, W= 60 m	1.5 百万人／年
Kariba Airport	Near Kariba Dam	L= 1,650 m, W= 30 m	-
Masvingo Airport	Masvingo	L= 1,726 m, W= 18 m	-
Hwange National Park Airport	80 km from Hwange	L= 4,600 m, W= 30 m	250 人／時
Buffalo Range Airport	Between Triangle and Chiredzi	L= 1,578 m, W= 30 m	-
Charles Prince Airport	Harare	L= 1,200 m, W= 17 m L= 925 m, W= 18 m	-

出典：Zimbabwe Infrastructure Report 2019, AfDB

三つの主要国際空港は、同国のメインハブとなっている首都ハラレのロバート・ガブリエル・ムガベ国際空港（Robert Gabriel Mugabe International Airport、以下「ハラレ空港」）、ビクトリアフォールズ国際空港（Victoria Falls International Airport、以下「ビクトリアフォールズ空港」）、ブラワヨのジョシュア・ムカブコ・ンコモ国際空港（Joshua Mqabuko Nkomo International Airport）である。これらは年間 650 万人に対応できる容量で計画されている。2000 年代、ハラレ空港は年間 250 万人まで対応できるようにアップグレードされた。

しかし、国内の経済不況の影響を受け、空港施設の改善・改良、定期的な維持管理が適切に行われていない状況である。最も懸念されるのは老朽化した航空管制・航空安全システムであり、システムの改良が急務となっている。航空交通監視関連では、航空機と地上間の無線通信の容量の問題が挙げられる。現在の無線通信システムはジンバブエの領空全域をカバーしておらず、その運用も非効率的であり、適切な管理も行われていない。このような監視システムは探索・救護活動にも支障を与える。気象レーダーの設置も不十分であり、広帯域通信（broadband）インフラも多くの空港に設置されていない。現在、CAAZ は航空無線通信システムの対策を実施中であるが、まだ不十分である。

同国における過去 10 年間の経済不況と観光産業の不況は国際線・国内線航空機発着数の急激な減少に繋がった。国際線の場合は、1999 年の 31,000 回から 2009 年の 16,000 回に減少し、観光客の減少と経済不況により国内線は更に悪い状況となっている。

2)　関連計画・開発現況等の概要

2018 年、MoTID は AfDB の援助により国家交通マスタープラン（National Transport Master Plan）を策定した。このマスタープランは、当時、最新の国家運輸交通政策（National

Transport Policy)、ジンバブエ中期開発計画（Zimbabwe Medium Term Plan（MTP）2011-2015）、ジンバブエ国家経済回復計画（Zimbabwe Agenda for Socio-Economic Transformation（Zim Asset）2013-2018）を反映したものである。しかし、国家交通マスタープランは文献調査では入手できなかった。一方、別の AfDB 資料[114]では、道路、鉄道、航空分野に必要な予算は合計で 286 億 US ドルであり、そのうち既存インフラの改修・改良に必要な予算は 273 億 US ドルとされている。

a) 道路

AfDB 資料[115]が示しているジンバブエの道路部門のアクションプランとしては、以下のものが挙げられる。最大の課題は資金の調達である。

- 2019-2030 年における全国道路ネットワーク全体の改修
- 主要箇所・地域における道路の拡充
- 定期維持管理のための財政・行政能力の強化
- 運輸等に関する SADC 協定の確実な実行のための道路部門の改革
- 道路交通安全のための改革

同国において重要インフラの一つであるパイプラインの整備のために新しい道路の建設を計画しており、完成すれば以下の主要道路軸では道路インフラのリダンダンシーの確保が期待される。

- ムタレ～ハラレ～グウェル～ブラワヨ間
- ベイトブリッジ～ハラレ～チルンドゥ間

なお、上記の AfDB 資料によれば、今後 10 年間で以下の道路が MoTID 道路局により整備予定となっている（総額 5.42 億 US ドル）。この整備においては PPP による事業推進も検討されている。

- Matebeleland South Provincial Roads: Gwanda-Maphisa, Maphisa-Mpoengs, Gwanda-Guyu-Manama-Tuli;
- Matebeleland North: Dete-Binga Road and Binga-Karoi Road;
- Midlands: Mberengwa-West Nicholson, Gokwe-Siyabuwa, Kwekwe-Nkayi, Mberengwa-Mataga, Jeka Bridge, Kwekwe-Gokwe and Kawonga Shelvert;
- Mashonaland East: Hwedza-Sadza, Mushandirapamwe-Hwedza, Beatrice-Mubaira, Zaire-Chingondo;

[114] Zimbabwe Infrastructure Report 2019, AfDB
[115] Zimbabwe Infrastructure Report 2019, AfDB

- Mashonaland Central: Guruve-Kanyemba, Mt Darwin-Mukumbura;
- Mashonaland West: Golden Valley-Sanyati, Skyline-Mubaira-Chegutu, Alaska-Copper Queen, Kirkman Road;
- Masvingo: Kapota-Zimuto, Chilonga Bridge, Gutu-Buhera, Mhandamahwe-Chivi-Tokwe, Rutenga-Zvishavane, Chartsworth-Gutu, Rutenga-Boli-Chicualacuala;
- Manicaland: Ngundu-Tanganda, Nyamangura Bridge, Murambinda-Birchnough, Nyanga-Ruwangwe, Odzi-Marange-Zviripiri;
- Matebeleland North: Bulawayo-Nkayi, Bulawayo-Tsholotsho, Ingwingwisi bridge.

毎年、自然災害による被害が繰り返して発生しているベイトブリッジ～ハラレ～チルンドゥ間道路（南北回廊）は、国際援助により改良プロジェクトが実施中であり、2022 年に完工見込みである。JICA による「南北回廊北部区間道路改修計画」はその一部であるマクティ～チルンドゥ区間あり、フェーズ１は完工し、現在、次のフェーズの準備中である。

b) 鉄道

AfDB 資料[116]によれば、鉄道インフラは過去数十年にわたって老朽化が進んでおり、軌道の老朽化、バラスト不足、不安定な地盤・斜面、信号・通信機器の部品の在庫不足等も問題であるが、車両の不足のため、鉄道需要に対応できていない問題も大きいと報告されている。鉄道インフラの改修に必要な予算は 4 億 US ドルである。また、車両の改修・交替には 1.45 億 US ドルが必要である。この資料が指摘するもう一つの課題は、鉄道部門を管理監督する立場でありながら運営もしている NRZ の改革である。その改革案として、鉄道インフラを所有し、整備、維持管理する国営企業（RICZ）を設置し、旅客・貨物列車の運行はコンセッション契約により民間企業（ZRSC）が行うことが提案されている。

上記の AfDB 資料は比較的最近の資料であるが、具体的な鉄道インフラの改修計画については記載がない。一方、2011 年に作成された別の AfDB 資料[117]では 7 本の新規路線が提案されている（図 3-246)。これら 7 路線の総延長は 1,340 km である。その中で最も事業化が期待されるのはザンビアのカフエ（Kafue）まで繋げるためのライオンズ・デン（Lion’s Den）～チルンドゥ線の約 260 km 区間である。これが実現すれば、ビクトリアフォールズの他にもう 1 本のザンビアへの鉄道輸送路が確保されることになる。これら 7 路線の事業化のためには詳細な経済分析・財務分析が必要である。単線・非電化を想定した単純な試算でも地形条件によって 25～60 億 US ドルが必要と判断されている。

[116] Zimbabwe Infrastructure Report 2019, AfDB
[117] Infrastructure and Growth in Zimbabwe - An Action Plan for Sustained Strong Economic Growth, AfDB, 2011



図 3-246　ジンバブエの鉄道ネットワークにおける新規鉄道路線計画

出典：Infrastructure and Growth in Zimbabwe - An Action Plan for Sustained Strong Economic Growth, AfDB, 2011

c)　空港

既述のように（3.4.7(1)1）c)節)、CAAZ はジンバブエの民間航空分野全体を規制・管理監督しながら民間空港や民間航空施設の運営を行っている。鉄道分野と同様に、航空分野においても組織を行政側と運営側に分割することが望ましいとされ、2018 年の法改定により、今まで CAAZ が所有またはリースしていた空港、飛行場はジンバブエ空港会社(Airports

Company of Zimbabwe、以下「ACZ」）にその所管、運営が移管されることとなっている。

AfDB 資料[118]では、五つの空港改修プロジェクトについて説明している。

- J.M.ウンコモ空港：ターミナルビルの改修（PSIP より 31 百万 US ドル）【2013 年承認】
- J.M.ウンコモ空港：空港内への下水処理施設の設置（1.33 百万 US ドル）【2018 年承認】
- ビクトリアフォールズ空港：中国資金（150 百万 US ドル）による空港開発【2016 年承認】
- ハラレ空港：国際線ターミナルの拡張、レーダーシステム、滑走路照明、通信設備の強化等により、年間旅客処理能力を 2.5 百万人から 6 百万人に増やすように整備（中国より 153 百万 US ドル）【2018 年 7 月承認】
- ハラレ空港：下水処理施設改修（PSIP より 1.82 百万 US ドル）

CAAZ は長年の航空ビジネスの不況から脱出しようとしている。短期戦略では、ジンバブエが直面している経済不況を乗り越えるビジネスを展開することを目指している。長期戦略では、新しい商品の開発、事業多角化の制限、空港運営の民間への委託（コンセッション）等である。

ジンバブエは航空部門の復興計画を実施中であり、空港は徐々に変わっている。上記のようにハラレ空港は 1.53 億 US ドルのローンを通じて改修中である。この改修が完了すれば、今の経済成長と貿易や観光業界の変革を加速化し、グローバルバリューチェーンにおいてシナジー効果が期待できる。このためには、民間航空当局と貿易・観光関連当局との緊密な協力の強化が必須と考える。同空港は年間 6 百万人以上を処理可能な、周辺地域では最も大きい空港のため、航空交通ハブになると考える。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

ジンバブエでは様々な災害が発生しているが、その中で最も問題になっているのはサイクロン、洪水、干ばつである。ジンバブエの道路は大雨による被害を受けやすく、その被害規模は増加傾向である。その理由は道路インフラの老朽化であり、殆どの道路が建設後 30 年以上を経過しているためである。自然災害による被害の多くは、一部区間の流失、路肩・車線の浸食、舗装層の破損、路面排水施設の破損・詰まり、土砂災害による道路寸断である。道路構造物も大きく被害を受け、橋梁、カルバートの他、ガードレールやフェンス、道路標識、街灯、信号灯のような付属施設の流失や破損も発生している。

ジンバブエにおける土砂災害と洪水の発生リスクを図 3-247 に示す。土砂災害はジンバブエ東部及び北部でのリスクが高く、特にモザンビークとの国境付近の山岳部におけるリ

[118] Zimbabwe Infrastructure Report 2019, AfDB

スクが高い。洪水については、同国東部を北から南へ、またモザンビークを横切ってインド洋に流れるセーブ川（Save River）の一部区間での発生リスクが高いものの、大規模な洪水の発生リスクのある地域は見当たらない。

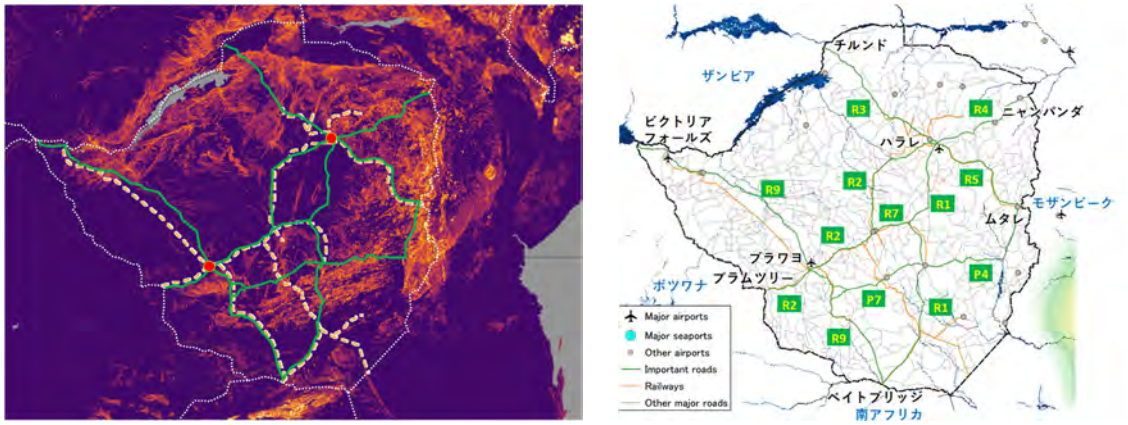


図 3-247　ジンバブエおける災害リスク（左：土砂災害、右：洪水）

出典：JICA 調査団作成

被災リスクの高い重要運輸交通インフラの特定には現地ヒアリングによる情報収集が必要であるが、以上の検討を踏まえ、現時点で考えられる防災上の重要運輸交通インフラを表 3-217 にまとめて示す。ただし、広域幹線道路 3 号線（R3）については JICA による「南北回廊北部区間道路改修計画」で道路線形の改良を含めた改修工事が実施されているので（フェーズ１完了）、次のフェーズまで完了すれば土砂災害による被害は改善されると期待される。

表 3-217　ジンバブエにおける防災上の重要運輸交通インフラ

サブセクター	防災上の重要インフラ	高リスクの災害
道路	R3（南北回廊）、R4（ダーバン回廊）、R5（ベイラ回廊）、R9	土砂災害
鉄道	ムタレ～マチパンダ区間	土砂災害

出典：JICA 調査団作成

4） 防災施策の検討

a） ハラレ環状道路建設事業

ジンバブエの首都ハラレは南北回廊、ベイラ回廊のような国際経済回廊が交差する同国最大の交通の要衝であり、特にザンビア及びマラウイと南アフリカ・ダーバン港を往来する大型トラックはハラレを通過するようになっている。ところが、ハラレ市には環状道路が形成されておらず、これらの大型車両は都心を通過することになっている。ところが、ハラレでも大雨による浸水被害が報告されており、ハラレ中心部で災害等が発生して通行困難となった場合はハラレを通過する国際回廊が麻痺するリスクがある。また、通常時においても交通集中による都心部での渋滞発生、大型車の都心部通過による交通安全の課題もある。

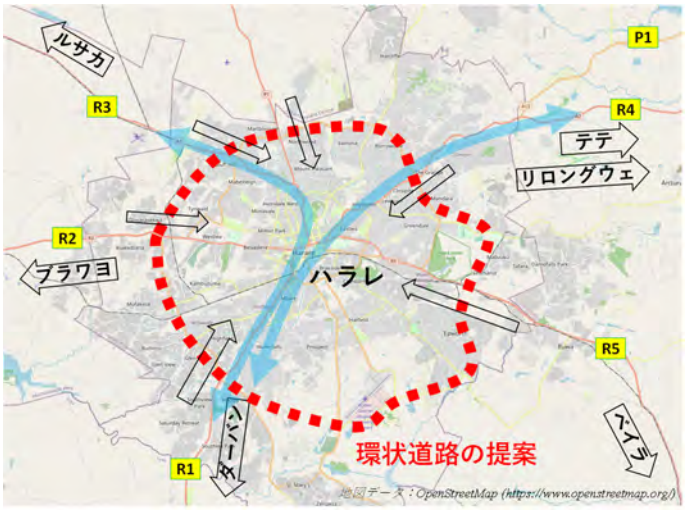


図 3-248 ジンバブエ・ハラレにおける環状道路の提案

出典：JICA 調査団作成

以上の理由により、本事業ではハラレ都市圏の環状道路、またはハラレを迂回する南北回廊バイパスを整備する。通常時はハラレ中心部の交通対策となり、非常時は国際回廊の通行を確保し、ジンバブエのみならず、ザンビアやマラウイの国際貨物輸送ルートの確保にも寄与することが期待される。しかし、ハラレ都市圏における災害発生状況や国道の通行止めの発生状況、交通量等は文献調査では把握できていないため、現地調査、ヒアリング調査等による現状・現地ニーズの調査と本事業の再検討が必要である。

b)　広域幹線道路 5 号線（R5）改良事業

広域幹線道路 5 号線（R5）は、ジンバブエに最も近い国際港であるベイラ港と首都ハラレを結ぶベイラ回廊を形成するが、モザンビークとの国境のムタレ付近では山地部を通過するため、土砂災害のリスクがある。一方で、代替ルートがないため、災害発生等により通行止めとなった場合には広域幹線道路 2 号線（R2）による迂回や別の国際港の利用を検討しなければならない。

土砂災害のリスクのある区間には、斜面保護工や線形改良が対策として考えられる。また、広域幹線道路 5 号線（R5）は人口 20 万人のムタレ市を通過するため、大型車の都心通過が多いと考えられ、状況によってはムタレバイパスの建設も考えられる。

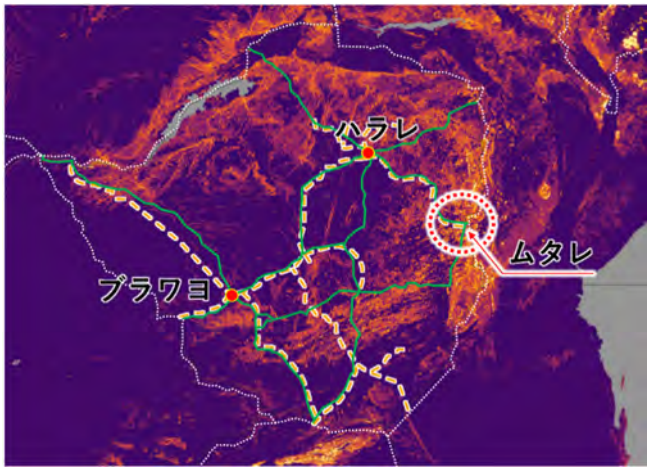


図 3-249　ジンバブエ・ムタレにおける広域幹線道路 5 号線（R5）改良事業の提案

出典：JICA 調査団作成

しかし、ジンバブエについては現地視察、ヒアリング調査が実施されておらず、災害発生状況に関する情報は文献調査では入手困難のため、実際の状況については不明である。

(2) 電力

1) 関係機関・法制度の概要

ジンバブエの電力供給については、エネルギー・電源開発省が法制度・政策を統括し、監督下にある ZERA(Zimbabwe Energy Regulatory Authority)がグリッドとオフグリッドの施策を統括する。オングリッドについては ZERA・ZESA(Zimbabwe Electricity Supply Authority)ホールディングス傘下の ZPC(Zimbabwe Power Company)、ZETDC(Zimbabwe Electricity Transmission and Distribution Company)が発電・送電・配電を開発・運営する仕組みである。グリッド連係しない地方電化については、ZERA 下部の農村電化局がこれを実施する体制である。

主要発電所は 5 か所だが、設備不良で供給は実質 1 か所の石炭火力発電所と 1 か所の水力発電所に集中している。需要は 2006 年の 2100MW がピークだが、直近では政治経済の混乱で 1600MW まで低下していた。実供給能力は需要に対して 30-260MW 不足(2015 年)している。

国内の主要系統は 2 回線送電であり、放射状またはループ系統となっている。

現状、モザンビーク・ザンビア・ボツワナとの国際連係線が整備済である。SAPP としての国際連系線は、モザンビーク・南アフリカとの間で多重化もしくはループ系統となっている。

ところで、SAPP 本部はジンバブエに設置されている。SAPP のマスタープラン(Pool plan)と SADC のマスタープラン(Regional Development Master Plan)と各国のマスタープランが併存しているが、SADC 優先計画は SAPP 優先計画に反映済みである。

全土で設備の老朽化とメンテナンス不足で電力不足が課題になっている[119]。2011 年に 40 百万 US ドルを費やして再建を図ったが失敗している。不足した電力は輸入しているが経済的に持続できない。発電設備だけでなく、T&D(送電・配電)インフラも老朽化している。変電所の 75%以上に古い変圧器が設置されているため、継続的な予備能力が失われ、停電のリスクが高まり、新規接続ができなくなっている。

更に、無効電力補償装置が不十分なため、システム容量が減少し、システムの信頼性と電圧の安定性に影響を与えている。T&D の損失は 2016 年に 18.9%に達している。関連して、ナミビア向けに 150MW の発電を行わなければならない事は一つの重荷になっている。IPP は 12 案件が存在するが、総発電容量の 2%でしかない。現状、発電の主力は Kariba hydro と Hwange thermal で、残りの 3 火力発電所は定格容量の 1/3 しか発電できていない。これは老朽化とコスト高が背景で原因である。

---

[119] Zimbabwe Infrastructure Report - 2019

電力分野の維持管理ができていない背景には、財務状況の悪化がある。この主な要因は、低すぎる売電価格である。ジンバブエの最終消費者向け平均電力料金は、2011 年から変わらず 9.86 USc/kWh であり、インフレを考慮すると実質的には料金は下がり続けている。

また、ZETDC は南アフリカに対する電力の輸入代金を滞納しており、新たに低価格で長期の電力購入契約を結ぶことが困難になっている。

2) 関連計画・開発現況等の概要

政府は長期計画(National Integrated Energy RePlan)の策定中である。2015 年制定の system development plan が存在する。

また、南部アフリカパワープール(SAPP)による国際連系線・電源開発計画もあり、優先プロジェクトが指定されている。これらの現状を確認する必要がある。

中期的には、発電容量を 5GW まで増強(水力・ガス・石炭)していく計画である。Kariba South hydropower は 920=>1050MW への拡張中である[120]。新規には 1.6GW 水力案件・1.4GW 石炭案件・600MW 石炭案件・300MW 水力案件が SAPP から開発を優先するよう求められているプロジェクトである。ザンベジ川のポテンシャルは SAPP に期待されており、将来的に水力発電による電力を南アフリカまで輸出していく構想である。

ジンバブエでは、今年末までに再生可能エネルギープロジェクトから 100 メガワットの電力が全国の送電網に追加され、更に火力発電で 50 メガワットの電力が追加されると見込まれる。

また、「国家再生可能エネルギー政策 (NREP)」は、2012 年の「国家エネルギー政策」の全体的な枠組みの下で策定された。この政策は、エネルギーミックス全体に占める再生可能エネルギーの割合を向上させ、気候変動による災害の問題に対処するだけでなく、持続可能なエネルギー源の費用対効果の高い導入を促進し、コミュニティの参加による社会的向上、男女平等、雇用創出など、他の様々な政府の法律や政策で定められていることを重視している。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

サイクロン・イダイは、送配電インフラに大きな影響を与え、大規模な停電を引き起こした。ジンバブエのみでサイクロン・イダイによる推定被害額は 310 万 US ドルに上った[121]。マニカランド (Manicaland) 州とマスビンゴ (Masvingo) 州で大きな被害があった。ZETDC が行った評価によると、33.6km の MV ネットワーク、88.9km の 33kV ネットワーク、106.2km の 11kV ネットワーク、40 の二次変電所に被害が発生し、架空線や変電所が流され

[120] Zimbabwe Infrastructure Report - 2019
[121] Zimbabwe Rapid Impact and Needs Assessment, 2019

るなどの被害を受けた。配電網も甚大な被害を受け、電柱は根こそぎ倒れ、電柱に取り付けられた変圧器は地面に落下し、地上にある変圧器や衛星変電所は浸水した。

AfDB が資金提供している「ポスト・サイクロン・イダイ及びケネス緊急復興・回復プログラム（PCIREP)」にでは、建設戦略に、気候変動に強い計画と設計の原則が盛り込まれている。気候変動に強い送配電インフラの建設による信頼性の向上により、病院、診療所、学校、下水処理場などの重要なサービスが、災害時にも信頼性の高い安定した電力供給を受けられるようになる。電力が継続的に供給されることで、地域住民の生活水準が向上する可能性がある。送電線の復旧・強化プロジェクトでは、それまで使用されていた木製の電柱を、さまざまな種類の災害に耐えることができる鋼管製の電柱に変更していく。

〈ハザードマップ〉

基幹系統については、土砂災害リスクの高い地域を避けるように配置されているケースが多いが、中央部と東部とを接続する系統はそのようなリスク地域を横断せざるを得ない。また、基幹電源となっているザンベジ川の水力発電所もリスク地域に建設せざるを得ない状況で、適切な土木設計が求められる。

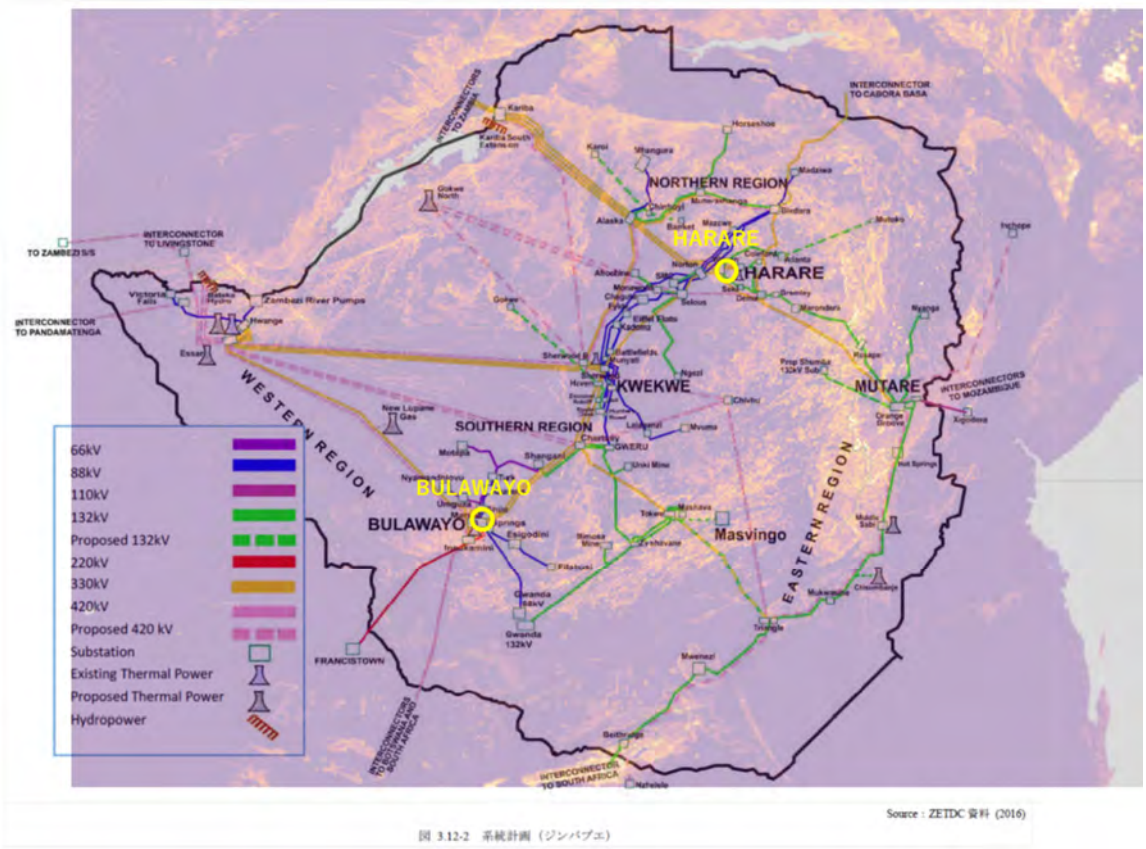


図 3.12-2 系統計画（ジンバブエ）

図 3-250　ジンバブエ電力設備マップと土砂災害リスク

出典：アフリカ地域南部アフリカパワープール情報収集・確認調査(2017, JICA)より JICA 調査団作成

また、基幹系統・電源共に洪水・サイクロンのリスクはほぼない。ただし、ザンベジ川沿いの水力発電所はリスク地域に近く、適切に堤防整備やかさ上げ、排水設備の設置などを行うべきである。

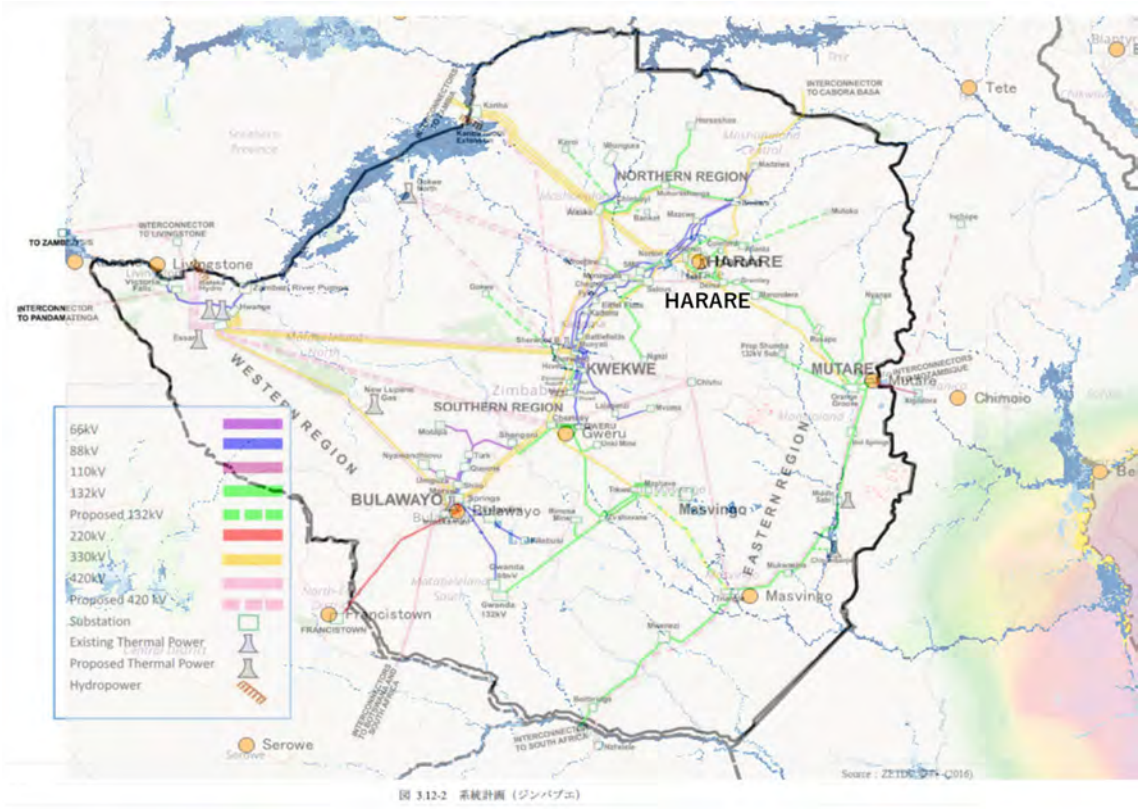


図 3-251　ジンバブエ電力設備マップとサイクロン・洪水リスク

出典：アフリカ地域南部アフリカパワープール情報収集・確認調査(2017, JICA)より JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

ジンバブエにおける災害リスク分析と防災化のポイントとしては、政治・経済面での重要な施設が集積しているハラレやブラワヨである事は、この報告書の前半で説明されている。電力セクターでの防災面の対策についても、同様に公共セクターや主要産業の集積している地域に注目する事で、費用対効果の面からより優れた施策になると考えられる。
特に首都ハラレとブラワヨは山がちで、ジンバブエの中でも土砂災害のリスクが大きい部類に入る。土砂災害は発電設備や送配電網の倒壊に繋がり、停電による公共/民間における各種活動の停止に繋がる。

電力セクターにおける防災施策の概念として、重要な施設や区域の災害へのレジリエンスを高めて公共サービスや産業活動を維持・継続する事が挙げられる。例えば公共セクターであれば、水処理設備や病院、通信施設などへのエネルギー供給を災害時にも継続して

行えるような設備形成と運用の実現が考えられる。加えて、3.1.2 にて示した通り、2021年の NDC 更新版にて「気候変動に強いインフラとデザインの確保」を目指し、中でも下記を実現していく事が掲げられている。

- 異常気象を含む将来の気候変動を考慮した新しいインフラを計画、設計、建設、運用するための手段とインセンティブの提供
- 将来の気候変動に対する耐性を確保するための既存インフラの改修促進
- 気候変動にあまり影響を受けない技術（風力発電、太陽光発電）を活用したエネルギー供給

また既述の通り、ジンバブエは全土で電力設備の老朽化とメンテナンス不足により、実供給能力は需要に対して 30-260MW 不足(2015 年)し、新規接続も難しくなっている。また、料金滞納により SAPP から追加供給を受ける事もできない。一方で、再生可能エネルギーを導入し、持続可能性・経済性を向上させようという政策がある。

これらの課題に対し、公共・民間における重要な施設・区域をピックアップし、そこへ太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備とすることを提案する。電力供給の安定性向上は、行政・産業の機能向上と災害時の機能維持にとって重要である。この案は、系統制約に関係なく再エネを導入しつつ、安定した電力供給を実現する事にも繋がる。まず実施すべき項目としては下記の通りで、適宜キャパビルなども追加していく事が望ましい。

- 安定した電力供給を求める重要な公共セクターの調査
- 安定した電力供給を求める産業セクターや工業団地の調査
- 再エネ導入について、どの程度系統制約が問題になっているかの把握
- 既存ディーゼル発電設備へのハイブリッドシステム追加による電源の増強・稼働率の向上の可能性調査
- 日系重工メーカーと協力した技術・経済性検討

(3)　上下水

1)　関係機関・法制度の概要

ジンバブエにおける上下水道関係機関は以下の通りである。

- 土地･農業･水･気候･地方再定住省環境局(Department of Environment under Ministry of Lands, Agriculture, Water, Climate and Rural Resettlement) …環境、下水道政策を管轄
- 土地・農業・水・気候・地方再定住省水局 (Department of Water under Ministry of Lands, Agriculture, Water, Climate and Rural Resettlement) …上下水道を管轄
- ジンバブエ国家水公社 (Zimbabwe National Water Authority、以下「ZINWA」) …上下水道事業、水資源管理を実施
- ハラレ・ウォーター (Harare Water) …ハラレ市で上下水道事業を実施

ジンバブエでの上下水道分野関連法は以下の通りである。

- 国家水政策 (National Water Policy: NWP) 2012
- 水法、 環境管理法、 ジンバブエ国家水公社法

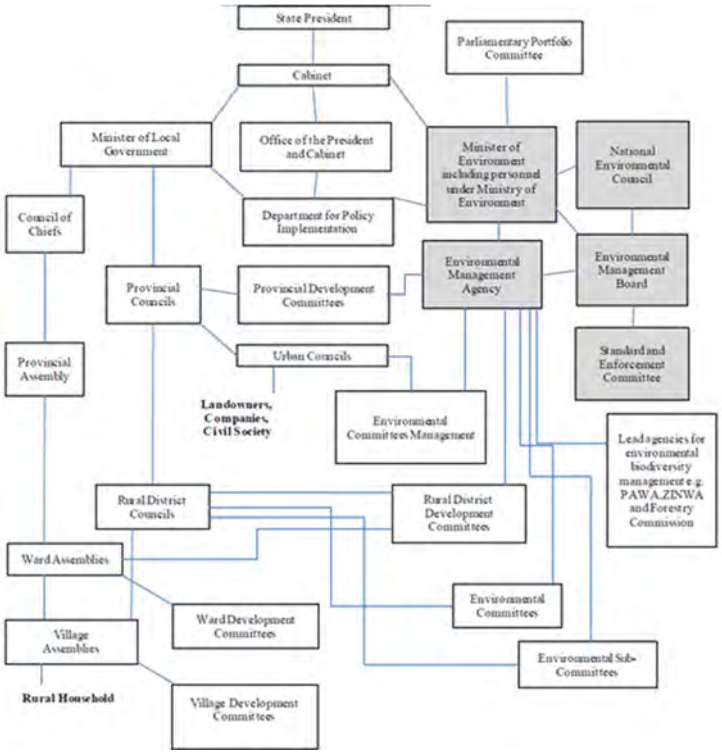


図 3-252　環境・水・気候省を取り巻く組織図

出典：National Environmental policy and Strategies June 2009

2) 関連計画・開発現況等の概要

ジンバブエでは上下水道サービスへアクセスできる人口割合の改善が急務となっている。改良型水源にアクセスできる世帯の割合は都市部で 97.3%、地方部で 67.9%、全国で 77.1%となっている。安全な水に安定的にアクセスできる世帯の割合は更に限られ、都市部で 27.3%、農村部で 2.5%、全国で 10.2%となっている。改良型トイレにアクセスできる世帯の割合は都市部で 98.4%、地方部で 55.2%、全国で 68.8%となっており、農村部では 31.3%の世帯が野外排泄を余儀なくされている。(2019 年、UNICEF)

ジンバブエでは上下水道に関して以下の国家計画を整備している。

- 貧困削減中間戦略 (Zimbabwe Interim Poverty Reduction Strategy Paper: I-PRSP) 2016
- ジンバブエ持続的な社会経済転換のためのアジェンダ (Zimbabwe Agenda for Sustainable Socio-EconomicTransformation: Zim Asset) 2013-2018
- 調査結果に基づく戦略的計画 (Results Based Strategic Plan 2017-2020) (ハラレ市)

ハラレ市では Results Based Strategic Plan 2017-2020 において達成すべき具体的な数値目標を掲げている。

- 飲料水へのアクセス率を現在の 40%から 2020 年 12 月までに 75%に増加させる
- 水生産量を現在の 400ML/日から 2017 年 12 月までに 580ML/日に増加させる
- 無収水を現在の 61%から 2017 年 12 月までに 48%に減少させる

しかし、財政難により、健全な上下水道サービスの維持は難しい状況にある。2019 年時点で、薬品の不足により、ハラレ市最大の浄水場である モートン・ジャフレー (Morton Jaffray) 浄水場は稼働制限を余儀なくされている。また、電力供給が不安定であることも、上下水道施設の能力低下に影響を及ぼしている。ハラレ市における日停電時間は最大 18 時間である。(2018 年、JICA)

ハラレ市に隣接するチトゥンギザ市はハラレ市から上水を購入しているが、配水管からの漏水により使用水量について両市の認識が異なり、これに起因してチトゥンギザ市からハラレ市への支払料金が不足しており、料金未払問題が発生している。

財政難による給水設備の不備は地方部でも深刻であり、予備部品が無いことにより使用不可になっている井戸が多数存在する。

チトゥンギザ市の下水は全てゼンゲザ (Zengeza) 下水処理場で処理することになっている。しかし、送水ポンプ施設や送水管の破損により流入範囲は市域の一部に留まり、破損箇所周辺では汚水が道路に溢れ、衛生環境の悪化を引き起こしている。ハラレ都市圏からの生活排水、産業廃水等は同地域の水源であるチベロ湖(Lake Chivero)やマニャメ湖(Lake Manyame) の水源汚濁の深刻化を引き起こしている。

これまでの JICA の調査で明らかになっているように、これらポンプ場と管路の損傷の原因は家庭で洗剤代わりに使う砂のほか、各種のゴミ類が一緒に流されていることが挙げられる。これらを防止するには住民への啓発活動が必要である。

JICA では、2000 年にチトゥンギザ市ゼンゲザ下水処理場へ処理施設の引渡しを行ったが、同時期よりジンバブエ国内の財政悪化が深刻になり、維持管理が十分に行われないまま運用停止となっている。以降、一時支援を停止したものの、情報確認調査を行い、2020 年からはアドバイザー派遣を実施、下水道事業の財政改善にむけたアクションプランの策定支援を行った。

- チトゥンギザ市下水処理施設改善計画（JICA、2000 年）
- チトゥンギザ市衛生環境改善に係る基礎情報収集・確認調査（JICA、2011 年）
- チトゥンギザ市上下水・廃棄物管理改善プロジェクト（JICA、2013 年）
- ハラレ都市圏上下水セクターにかかる基礎情報収集・確認調査（JICA、2018 年）
- 下水道事業における財務管理アドバイザー業務（JICA、2021 年）

また、各ドナーにより、以下の事業支援が行われている。

- The Urgent Water Supply and Sanitation Rehabilitation Project (UWSSRP / ZimFund / AfDB)
- Zimbabwe Idai Recovery Project (ZIRP) （WB 他、UNICEF、Oxfam 等、2019 年より実施中）…サイクロン・イダイ復興支援事業
- Zimbabwe WASH programme (UNICEF)

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

サイクロン・イダイでは、マニカランド州のチマニマニ郡とチピンゲ郡を中心に約 27 万人が被災しており、EU の資金で UNICEF が緊急給水支援をはじめとした上下水道分野の支援を行った。サイクロン・イダイに伴う洪水で、マスビンゴ県では 130 本、マニカランド県では 135 本の井戸が深刻な被害を受けるか干上がった状態となった。(IOM、2020 年 7 月調査)

ハラレ都市圏では自然災害による上下水道施設被害は報告されていない。

都市部でも地方部でも、深刻な財政状況により、施設の安定運転ができず、故障発生時も迅速な修理ができず施設が使い捨てられている状況が見受けられる。対自然災害においても、財政改善によるスペアパーツの確保や調達ルートの確保によって修繕を迅速化することにより、上下水道施設の停止期間を最小化することが課題である。

4) 防災施策の検討

ジンバブエでは限られた財政的・人的資産の中で水・衛生サービスへのアクセス向上やサービスの改善が喫緊の課題であり、防災主流化の取り組みを行うことは難しい段階である。

JICA は、現在チトゥンギザ市で実施している上下水道事業の持続的な運営に向けた財務管理のアクションプラン作成支援を以て、上下水道課題への協力は終了する予定としている。

(4) 通信

1) 関係機関・法制度の概要

ジンバブエの通信セクターは、2000 年に制定された Postal and Telecommunications Act of 2000（郵便・通信法、2000 年制定）及びその修正版に基づいて運営されている。その目的は以下の通りである。

- 国内及び国際通信サービスの提供の確保
- 通信サービスの公正な料金設定の維持
- 需要に応じた通信サービスの開発促進
- 市場における健全な競争の維持・促進

コンシューマー向け通信を管轄する省庁は情報通信技術省であったが、同省は 2013 年に MoICTPCS （Ministry of ICT, Postal and Courier Services、ICT・ポータル・クーリエサービス省）に改称された。同省は、政府、経済、社会のデジタル化を推進するため、SMART ジンバブエ 2030 マスタープランの策定を行っている。

一方、政府内での ICT の利用を統括しているのは大統領・内閣府（OPC）である。政府向けインターネットサービスプロバイダー（GISP）は、全ての政府省庁及び半官半民へのインターネットサービスの唯一の提供者となることが義務付けられており、OPC に報告義務がある。

このように、OPC と MoICTPCS は、政府データの管理、エンタープライズ・アーキテクチャとの相互運用性、及び異なる MDA の ICT ユニットの連携に関して、重複した権限を持っているようで、両者間で十分な調整が行われていないため、状況を複雑にしている。

Postal and Telecommunications Act of 2000 に基づき、通信分野の規制当局として設立された POTRAZ（Postal & Telecommunications Regulatory Authority of Zimbabwe；ジンバブエ郵便通信規制当局）は、2000 年に制定された法律により、独立した規制機関及びライセンス機関として運営されている。POTRAZ が主に通信分野を規制しているのに対し、BAZ（Broadcasting Authority of Zimbabwe；ジンバブエ放送庁）は放送メディアを規制し

ている。2018 年 4 月、政府は、統合された ICT 及びメディアサービスの規制を改善するために、POTRAZ と BAZ を合併する計画を承認したが、合併の時期は明らかにされていない。

Postal and Telecommunications Act of 2000 以外の関連法案や規制として、以下のようなものがある。

- 放送サービス法（Broadcasting Services Act of 2001）
- 通信傍受法（Broadcasting Services Act of 2001）
- 競争法（Competition Act of 2001）
- Interconnection S.I 28 of 2001, International Termination Rates S.I 263 of 2008
- Internet Services S.I 262 of 2001, Penalties S.I 162 of 2008
- Postal S.I 238 of 2001, SI 11A of 2001 Licensing and Certification, Statutory Instrument 87 of 2015
- VSAT Regulations and Sim Registration SI 95 of 2014

2） 関連計画・開発現況等の概要

ジンバブエでは近年、ICT の普及と利用が急速に進んだため、都市部と農村部のデジタルデバイドは減少してきている。ジンバブエの通信分野におけるマスタープランは、2016 年策定の Zimbabwe National Policy for Information and Communication Technology (ICT)である。ここではインフラの整備、独占の排除、民営化、PPP の導入などによって、サービス可用性・品質の向上、新しいサービスの開発が必要であることが強調されている。近年、同国の Vision 2030 に沿った ICT マスタープランの策定中であるが未公開であり、本調査では入手できなかった。

ジンバブエでは、ブロードバンド・インターネット接続の拡大が続いており、全住民の約 25%がインターネットにアクセスしているが、256kbit/s 以上のブロードバンド接続を持っている国民の割合は 1%に留まる。



図 3-253　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)[122]

出典：WorldData

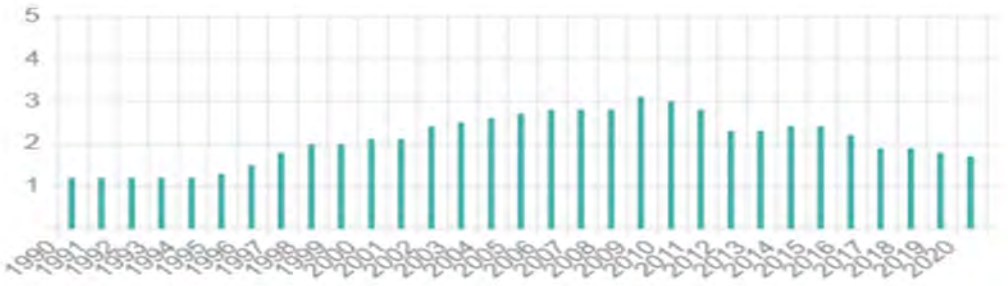


図 3-254　固定回線加入者人口比率

出典：WorldData

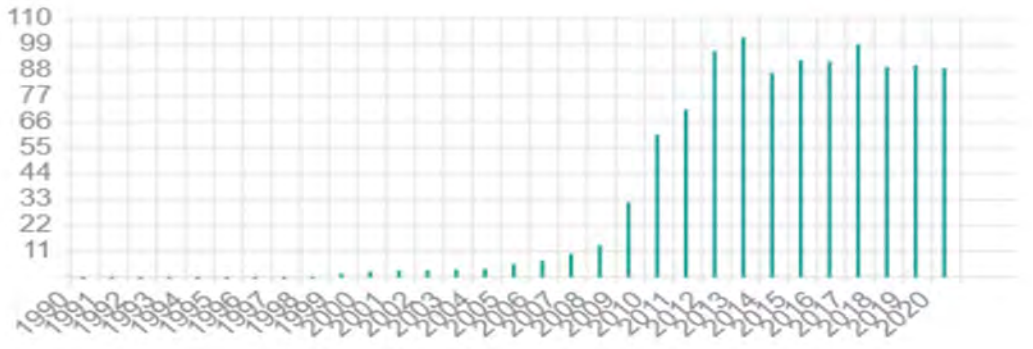


図 3-255　モバイル回線加入者人口比率

出典：WorldData

[122] https://www.worlddata.info/africa/zimbabwe/telecommunication.php

表 3-218　ジンバブエの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年[123]）

指標	ジンバブエ	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	1.6	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	83.5	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	41.3	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	78.2	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	34.7	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	27.1	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	13.9	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	24.0	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	10.7	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	1.1	0.6	13.6

出典：ITU

ジンバブエの 2018 年の電気通信の市場規模は約 15 億 6000 万 US ドル（出典：POTRAZ）であり、その収入の大半（約 74%）はモバイルサービスによってもたらされている。2013 年以降、携帯電話の総接続数が停滞しているにもかかわらず、携帯電話のユニーク加入者数は 2008 年から増加している。

ジンバブエの固定電話サービスは、現在も半官半民の独占事業者である TelOne によって運営されている。POTRAZ によれば、固定回線加入者数は 2017 年から 2018 年にかけても減少し、2019 年第 2 四半期には 274,408 本の固定回線を提供・運用している。TelOne は、固定音声とブロードバンドに注力しているが、インフレ下でサービス価格が相対的に下落しているため財務状況は厳しい。

[123] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

モバイルサービスに関しては、加入者人口比率は 90%弱で伸び悩んでおり、民間企業の Econet Wireless Zimbabwe が 70%以上のトップシェアを握り、2 位が国営携帯電話会社である NetOne、3 位が Telecel Zimbabwe と続く。規制当局である POTRAZ は、事業者の財政的な存続を保証するための料金値上げを希望するオペレーターの要求と、消費者にとって手頃な価格のサービスを保証する義務との間で、バランスをとるよう努めてきた。2018 年時点の国内の基地局数は、2G(GSM)が 4,828 局、3G(W-CDMA)が 2,696 局、4G(LTE)が 951 局であり、依然として 2G が最多となっている。POTRAZ の推計では、人口カバー率は 2G が 93.4%、3G が 83.9%、LTE が 34.9%である（2018 年末時点）。

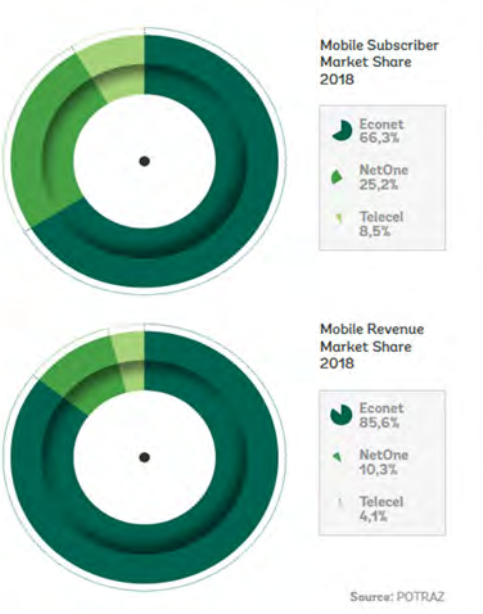


図 3-256　モバイルサービスの市場シェア（加入者数と収益、2018 年）

出典：POTRAZ

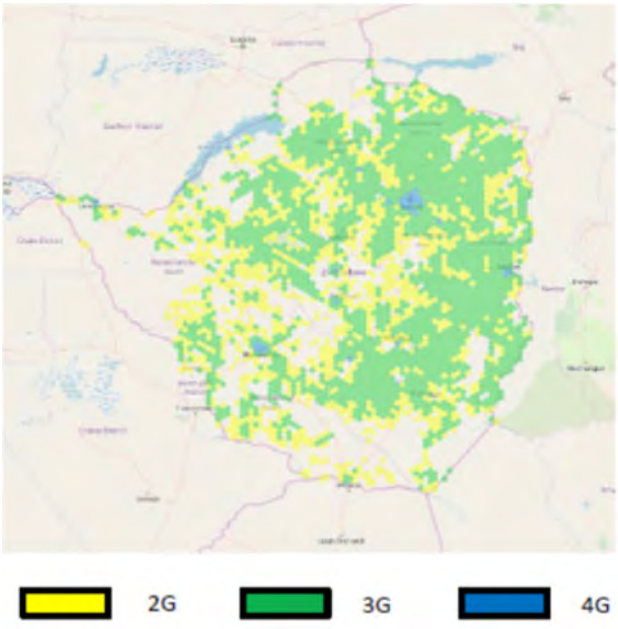


図 3-257　モバイルネットワークのカバレッジ

出典：HIP Consult

ジンバブエは内陸国であり、近隣諸国を経由して海底ケーブルに接続しているにもかかわらず、国際接続インフラは比較的よく整備されている。2010 年以降、複数の民間及び政府系事業者が、ジンバブエの近隣諸国を経由して複数の国際光ファイバー海底ケーブルに接続する国境を越えた光ファイバーリンクを展開しており、インターネット接続費用は飛躍的に安価になった。具体的な接続ルートは以下の通りである。

- TelOne の光ファイバーバックボーンは、モザンビーク経由では EASSy (Eastern Africa Submarine System) に接続、南アフリカとボツワナ経由では複数の海底ケーブルに接続
- Liquid Telecom の光ファイバーバックボーンは、南アフリカ、ザンビア、ボツワナを経由して EASSy、SEACOM、WACS (West African Cable System) に接続
- PowerTel の光ファイバーバックボーンは、ボツワナ及び南アフリカとの国境を経由し

て国際的なファイバーネットワークに、またモザンビークを経由して SEACOM に接続

- Dandemutande の光ファイバーバックボーンは、モザンビーク経由で SEACOM に接続
- Africom の光ファイバーバックボーンは、モザンビーク経由で SEACOM に接続

このように複数の光ファイバーリンクが利用できるようになったため、十分な冗長性を確保することができ、国際回線の帯域幅に関する制約も大幅に軽減された。利用可能な国際総帯域幅は急速に増加し、POTRAZ によれば 2019 年第 3 四半期にはインターネット帯域幅の合計が 124,995Mbps に達したという。国際帯域幅の価格は大幅に低下し、ロンドンへの STM1 回線では 1Mbps あたり月額 5,000US ドル程度から 100US ドル程度になった。2017 年 11 月、ジンバブエ政府はインターネットの接続コストを削減することを目的に、国内初のインターネット交換ポイント（IXP）である Zimbabwe Internet eXchange を開設した。また、2 つ目の民間の非営利 IXP として Harare Internet eXchange Point も設立され、これらの IXP を介してローカルネットワークが相互に接続された。

ジンバブエでは、インターネットサービスの需要拡大に伴い、インフラの整備が急速に進んだ。商用インターネットサービスを提供する ISP は、時代の流れに合わせて様々なインターネットサービスを導入している。主な ISP（Internet Service Provider)として、Liquid Telecom、EcoNet、Africom、Aptics、Aqcuiva、Dandemutande、Pecus、Powertel、Teleontract、TelOne などがある。全国のインターネットバックボーンの通信速度は、2018 年 9 月現在、ダウンロード速度が 9.6.MB/s、アップロード速度が 7.39MB/s となっている。モバイルサービスを中心とするインフラ整備が進んだため、多くの電子サービスの開発と利用が可能になり、消費者は個人間、個人と企業、企業と企業の間のコミュニケーションや取引を容易にする手段として使用している。具体的には、携帯電話での送金や、WhatsApp、Facebook、Twitter、YouTube、Skype などの様々な SNS アプリが使用されている。また、政府も ICT を活用し、国民に様々な電子政府サービスを提供し始めており、全省庁が公式ウェブサイトを持つようになった。ICT バックボーンのインフラ整備、教育における ICT、研究開発、地域情報センターの設立、ICT ガバナンス、議員や政府関係者の ICT 利用に関する研修などの分野で努力と投資が行われている。

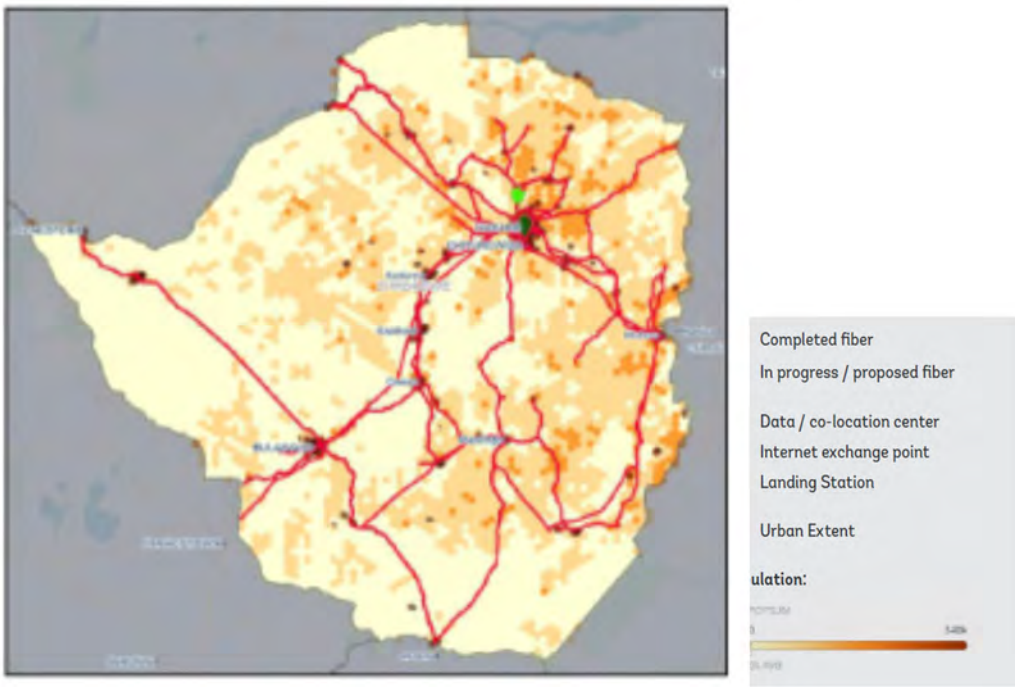


図 3-258　ジンバブエの光ファイバーリンクと IXP の位置図

出典：POTRAZ

ジンバブエの通信事業者で注目すべきは Econet 社の子会社である Liquid Telecoms である。同社は Liquid Intelligent Technologies と社名変更し、市場から 8 億 4,000 万 US ドルの資金を調達し、債務を返済し事業を継続することに成功した。現在では、ケープタウンからカイロまで 70,000km 以上のネットワークを運営し、アンゴラ沿岸のムアンダにも接続されているアフリカを代表する光ファイバーネットワークである SEACOM を運営している。2020 年末には、同社の別会社である Africa Data Centres（ADC）が、途上国への投資を支援する米国の機関である国際開発金融公社の注目を集め、3 億 US ドルの投資を受けた。ADC はアフリカ大陸の 4 カ国（南アフリカ、ケニア、ルワンダ、ナイジェリア）で 5 か所のデータセンター（ヨハネスブルグ、ケープタウン、ナイロビなど）を管理し、ガーナ、モロッコ、エジプトにも新たなデータセンターの設立を目指している。[124]

ジンバブエのブロードバンド回線は、SEACOM 以外でも、WACS、EASSy を介して海底光ファイバーネットワークに接続されている。

[124] https://www.theafricareport.com/78586/econets-zimbabwean-ceo-strive-masiyiwa-to-invest-in-data-centres-on-the-continent/

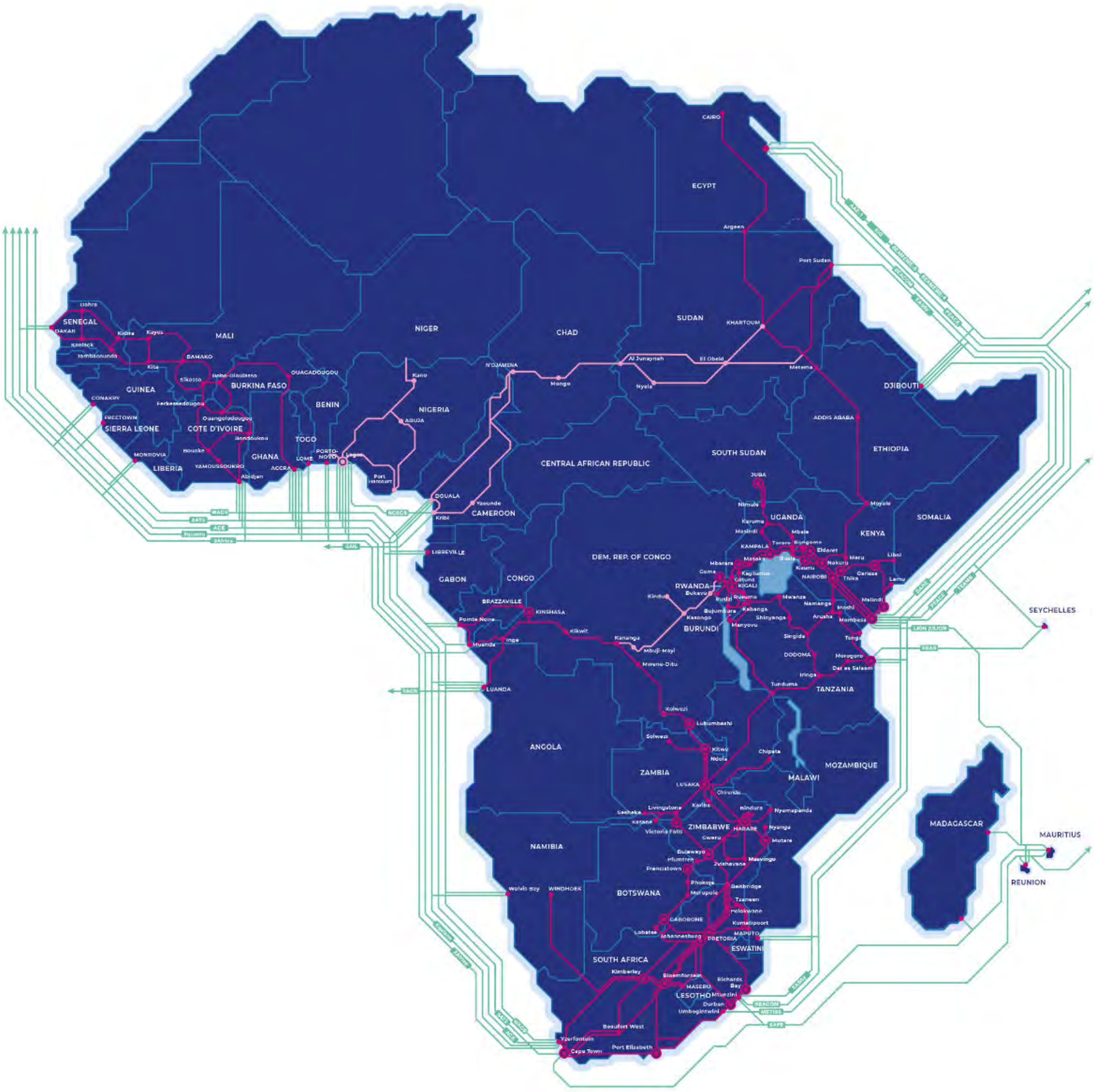


図 3-259　Liquid Intelligent Technologies が運営する光ファイバーネットワーク[125]

出典：Liquid Intelligent Technologies

[125] https://www-liquid-tech.translate.goog/about-us/our_network?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ja&_x_tr_hl=ja&_x_tr_pto=sc

WB の分析レポート[126]によれば、ジンバブエの通信・ICT 市場のインフラ拡充を阻んでいる課題として、以下が挙げられている。

- 高いインフレ率、限られた外貨へのアクセス、電力の負荷軽減などの構造的困難
- 政府内で通信・ICT 分野の任務が重複しているため調整が困難
- 国内市場での限定的な競争（特にモバイル部門）
- 収益性に劣る農村部への投資不足
- POTRAZ による携帯電話の音声・データの小売料金の規制
- 農村部の電化率（農村部の人口のうち電気にアクセスできるのは僅か 19%）
- 基地局などのインフラ共有の不足
- 国民全体のデジタル・リテラシーの不足
- 外国からの投資額の不足

同レポートによれば、ジンバブエの通信セクターの SWOT 分析（SWOT マトリクス）は以下のようになっている。

[126] Digital-Economy-for-Zimbabwe-Country-Diagnostic-Report, 2019



図 3-260　ジンバブエの通信セクターの SWOT 分析（SWOT マトリクス）

出典：WB

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

ジンバブエでは、Zimbabwe National Policy for Information and Communications Technology（ICT）2016 の中で、通信セクターの観点で災害に弱い地域を想定している。ジンバブエの通信バックボーン回線の地図と、洪水が予測されるエリアを以下に続けて示す。これにより、通信バックボーンが通るエリアは洪水には比較的強いと予測されることが推定される（ただし今回の調査は文献調査のみであり、確認には現地でのヒアリング調査が必要）。

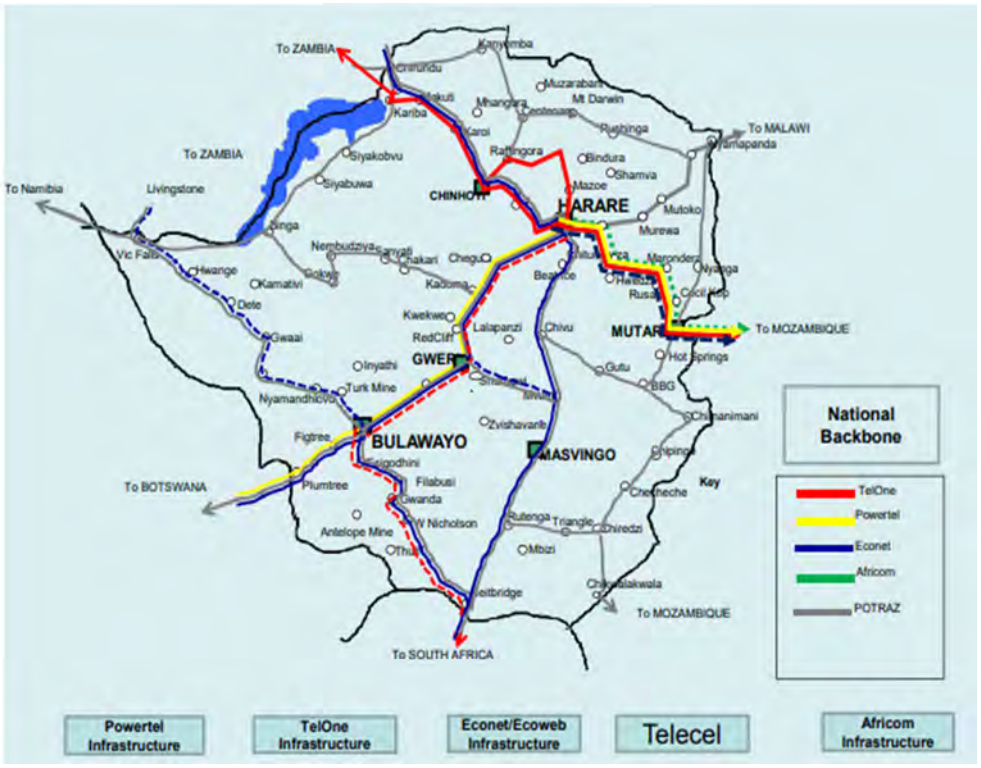


図 3-261　ジンバブエの通信バックボーン回線

出典：POTRAZ

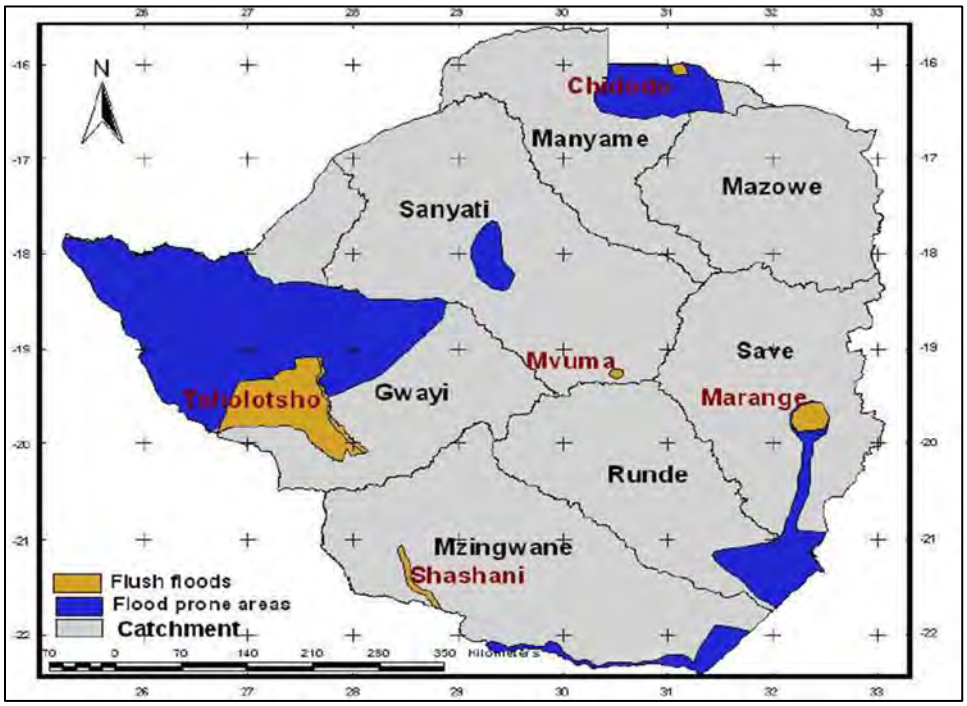


図 3-262　ジンバブエで洪水被害が予測されるエリア

出典：POTRAZ

4) 防災施策の検討

運輸交通セクターの分析にもある通り、洪水発生時には道路構造物も大きく被害を受けることが想定されるため、特に、橋梁付近の光ケーブル網の地滑り対策が必要であると考えられる。ただし今回調査では現地調査ができなかったため、具体的なハイリスク箇所の特定はできなかった。

また、通信ネットワークは電力ネットワークの存在が前提条件であるため、電力ネットワークの災害耐性の強化が通信ネットワークの災害耐性の強化に直結する。その点で特に首都ハラレに存在する IDX（国際インターネット交換局）の電力網の強化が通信セクターの防災の観点からも有効である。

また、ジンバブエ政府は、地方と都市のデジタルデバイドを緩和するため、地方にコミュニティ情報センターの導入を進めている。これはインターネット接続用回線を備えたコンピュータが整備された設備であり、同国の多くの農村部に設立されている。例えば衛星通信設備をコミュニティ情報センターに併設して、通信路の冗長性を確保することにより、災害時に一般の地上公衆無線ネットワークが遮断された場合でも、災害拠点として活用することができる。



図 3-263　インターネット接続用の Community Information Centre

出典：Ateg Resources 2021

(5)　農業

ジンバブエでは、農業セクターの労働人口は就労可能人口の 66.2％（2019）を占め、農林水産業の占める割合は、総 GDP の 8.3%（2019）、輸出額の 26.7%（2018）となっている[127]。以前は小規模農業と欧米人による大規模農業がバランスよく発展し、「アフリカの穀物庫」と呼ばれるほど農業が発達していた。しかし、ジンバブエ政府が 2000 年代に実施した土地改革（First Track Land Reform, FTLR）によって、欧米人が所有する大規模農場が強制収用され、共同農場で働く土地を持たない人々に再配分された。その結果、多くが灌漑技術を持っていないこと、灌漑インフラの盗難、老朽化、破壊行為によって、灌漑開発面積は約 20 万 ha から約 12 万 ha に減少した[128]。

1)　関係機関・法制度の概要

a)　国土・農業・水・気候・農村再定住省 Ministry of Lands, Agriculture, Water, Climate and Rural Resettlement

2030 年までに、豊かで、包括的で、多様性があり、持続可能で競争力のある農業部門にすることをビジョンに掲げ、農業に関わる技術、拡張、助言、規制、管理サービスを提供している。同省は、飢餓の撲滅、栄養不良との闘い、食料・栄養安全保障の強化に取り組むと同時に、気候変動やその他の災害による悪影響を回復するための取り組みを優先している。傘下には、以下の部局がある。

---

[127] 就労人口割合：WB, World Bank Indicator、GDP 割合：World Bank Indicator より計算、
輸出額構成比：World Trade Organization, Trade Profile 2020

[128] Nhundu, K.; Mushunje, Abbyssinia, Nalysis of Irrigation Development Post Fast Trackland Reform Programme. A Case Study of Goromonzidistrict, Mashonaland East Province, Zimbabwe, 2017 https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US2022248600

表 3-219　国土・農業・水・気候・農村再定住省の部局

部局名	役割
農業アドバイザリーサービス局 Department of Agricultural Advisory Services	- 技術・改良普及・アドバイザリーサービスの提供 - 改良、トレーニング、サービス提供のための作物、土壌、家畜技術に関するデータベースの開発と維持 - 農業・市場関連情報の発信 - 地理情報システム（GIS）の使用を含む、食糧安全保障、病害虫の早期警告のための作物及び家畜の評価の実施。 - 農業生産情報の照合 - 新しい農作物・家畜生産技術の普及と採用の促進　等
農業教育総局 Department of Agricultural Education Directorate	- 農業分野の発展や政府の政策・基準に沿って、農業大学や農民訓練機関のカリキュラムやシラバスの開発・見直し - 農業教育及び農民訓練プログラムの管理 - 農業分野における若者の起業プログラムやイノベーションの促進　等
農業工学・機械化・土壌保全局 Department of Agricultural Engineering, Mechanization and Soil conservation	- 農家のニーズに合わせた農業機械化システムの企画・開発 - 農機具の出荷前及び納入前の検査 - 農業機械化プログラムに基づく農業機械・機器のタイムリーな配布と農業機械化のためのインプットの確保 - 水利用許可証の処理、鉱山廃棄物検査、小規模ダムやパイプラインの固定、溝の埋め立て - 農場構造とポストハーベスト穀物貯蔵構造の設計　等
農業研究、イノベーション、開発局 Department of Agricultural Research, Innovation and Development	- アグロエコロジーゾーンに適応した新しい作物品種の開発 - 市場向けに認証された種子の提供 - 農家が使用するための適切な畑作・園芸作物生産技術を開発するための研究の実施 - 環境的に持続可能な方法で農業生産性を向上させることを目的とした知識と情報の提供 - 農作物の取り扱い、加工、価値付加技術の開発と共有 - 作物管理に関するアドバイザリーサービスの提供　等
水産・水生資源局 Department of Fisheries and Aquatic Resources	- 漁業の発展拡大及び必要な規制の促進
戦略的政策立案とビジネス開発局 Department of Strategic Policy Planning and Business Development	- 農業部門の投資・開発計画の長期的な立案と、国家開発計画への組み込み - 農業部門及びサブセクターの開発政策と戦略の策定の調整 - 農林水産省、その他省庁や準政府が実施する全ての農業プログラムやジョイントベンチャーの実現可能性調査、特定、評価、設計、評価の開発の調整 - 農業部門の戦略的分析、全ての農業プロジェクトとプログラムの監視・評価、農業情報管理システム（AIMS）と知識支援システム（KSS）の維持 - 農業への投資やビジネス開発の促進、農産品のマーケティングや取引、マーケティング情報システム（MIS）の維持 - 農民組合やマーケティング委員会などの農業機関に対する農業政策に関する助言や指導　等
測量総局 Surveyor-General Department	- 全国測地系ネットワークの維持管理、測量機器、電子距離計（EDM）、テープの標準化 - ジンバブエ国際境界線の維持管理 - 磁気調査 - 座標系の変換 - コンサルタント業務　等
土地の管理と運営局 Department of Land Management and Administration	- 土地の管理と運営 - 土地の取得と譲渡 - 土地の管理と評価 - 住民移転 - 土地情報の管理　等
水資源計画・灌漑開発局 Department of Water Resources Planning & Irrigation Development	- 灌漑エンジニアリングサービスの提供（計画、スキームの特定、設計、建設、既存の灌漑スキームの運用・管理）

b) 穀物マーケティング委員会 Grain Marketing Board (GMB)

GMB は、国内及び輸出市場での公正な取り分を穀物生産者に与え、過剰に生産された穀物の出荷先を保証する責任を負っている。また、戦略的穀物備蓄の効率的かつ持続可能な管理を通じて、国家の食糧安全保障を確保することをミッションとしており、最低 50 万トンの戦略的備蓄を維持することを義務づけられている。2021/22 では、3 年ぶりに 50 万トンを維持することができるようになることが予想されている[129]。

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 関連計画

(i) 包括的な農業政策の枠組み Comprehensive Agricultural Policy Framework (2012-2032)

農業セクターの状況分析を行い、2012 年から 2032 年の間にジンバブエの農業セクターを発展させるためのビジョン、目標、目的、詳細な政策声明と戦略を明らかにするための複数セクターの政策である。

政府は以下の戦略によって農業生産性の向上・生産量の増加を計画している。i) 投入物（種子、肥料）の購入を補助するための農業基金の設立、ii) 種子会社や国際・国内研究機関と協力し、高収量で干ばつに強い作物品種の開発研究の促進、iii) 総合的な作物管理手法の研究の促進、iv) 保全農業技術を含む持続可能な農業生産の促進、v) 様々な作物の改良されたハイブリッド種子品種の採用と使用の促進、vi) 全ての階層の農民による費用対効果の高い貯蔵技術の構築と作物の多様化の促進、vii) 動物の健康と福祉の向上、viii) 新しい灌漑インフラの開発、農業研究への資金提供。

(ii) Zimbabwe’s Agricultural Investment Plan 2013-2017 (ZAIP)

ZAIP の目標は、農家や関係機関の能力を高め、公共、民間、開発パートナーの投資の量と質を向上させ、政策を調整することで、ジンバブエの農業の生産、生産性、競争力の持続的な向上を促進することである。4 つの中間成果分野を以下のように設定した。i) 土地、水、森林、野生生物資源の管理と持続可能な利用の改善による生産量と生産性の向上、ii) 効率的な農業マーケティングシステムの開発、競争力のある農業生産、投資、貿易のための環境整備による国内及び輸出市場への農民の参加拡大、iii) 多部門にわたる農業対応

[129] SUDA, Grain and Feed Annual

の一貫性を促進することによる食料と栄養の安全保障の確保、iv）農業研究、技術の普及と採用の改善。

b) 開発現況

(i) わが国の援助方針

ジンバブエの換金作物等の耕作に適した広大な大地や肥沃な土壌を有効に活用し、経済発展に繋がるよう、産業強化に資する人材育成、農業・農村振興、更に農業振興を後押しするためのインフラ整備に向けた支援を行う。以下に本案件に関わるわが国の支援実績を示す。

表 3-220 わが国の支援実績

プロジェクト名	プロジェクト概要	期間
ニャコンバ灌漑事業のための灌漑開発計画（無償資金協力）	日本の支援によって整備されたニャコンバ灌漑地区が 2000 年及び 2006 年のハリケーンによる洪水被害を受けたため、同地区において灌漑施設の建設・改修を実施した。	2015 年～2019 年
食料援助（World Food Programme, WFP）（無償資金協力）	WFP を通じて食料を供与することにより同国の食料事情を改善し、開発課題の解決に寄与することを目的として実施している。	-

出典：JICA 調査団作成

(ii) 関係ドナー及び民間による支援実績・動向

近年の関係ドナーによる支援実績や動向について以下に整理する。

表 3-221 関係ドナーによる支援実績

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Smallholder Irrigation Revitalization Programme/ IFAD	ジンバブエの 4 つの州（Manicaland、Masvingo、 Matabeleland South、 Midlands）の半乾燥地帯にある既存の小農灌漑システム及び農地を活性化することを目的としている。同国の推定総灌漑設備面積約 13,000 ヘクタールのうち約 46%をカバーする予定である。このプログラムでは、作物の多様化と改良品種の拡大、気候に対応した農業、市場へのアクセス強化を通じて、天水及び灌漑条件下での生産性と気候変動に強い作物生産を向上させる。	2016 年～2023 年 53.34 百万 US ドル

出典： JICA 調査団作成

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

近年の災害による農業分野の被害は以下の通りである。

表 3-222 農業セクターの被災実績（洪水）

年月	被害地域	概要
2014 年 2 月	マスビンゴ州、北マテベレランド州	農業セクターの詳細は不明
2013 年 1 月	北マテベレランド州、南マテベレランド州、マスビンゴ州、マニカランド州	Nyanyadzi (Ward 8) 及び Tonhora (Ward 20) 灌漑スキームの水路が被災 (Manicaland 州)

出典： JICA 調査団作成

表 3-223 農業セクターの被災実績（サイクロン）

年月	被害地域	概要
2019 年 3 月 Cyclone Idai	マニカランド州、マスビンゴ州、マショナランド (Mashonaland) 州	被害農地 (全体) : 1.4 百万 ha 被害灌漑インフラ : 2,295.5 ha (Manicaland 州の Chimanimani 県, Chipinge 県) 農業セクターの被害額 : 196 百万 US ドル 農業セクターの損失額 : 農作物 147.9 百万 US ドル、畜産 : 0.4 百万 US ドル 農業セクターの復旧に必要な金額 : 59 百万 US ドル

出典： JICA 調査団作成

また、ジンバブエの洪水リスクマップは以下のとおりである。

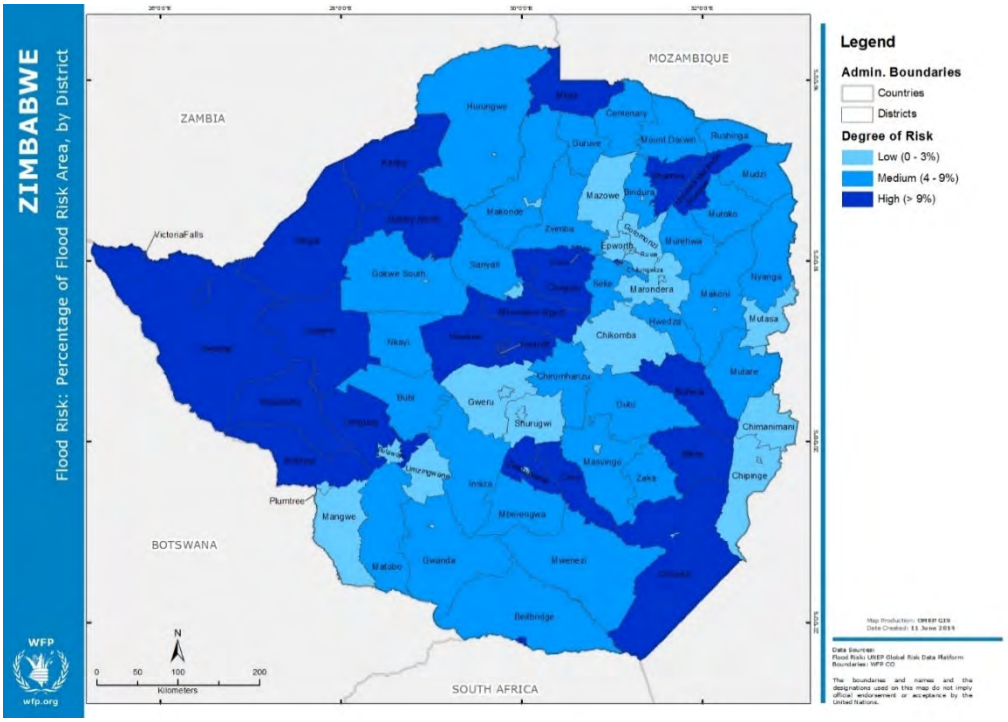


図 3-264　ジンバブエ洪水リスクマップ

出典：WFP

近年の洪水、サイクロン・イダイの被災状況及び洪水リスクマップより、西マショナランド州、中央マショナランド州、マスビンゴ州、北マテベレランド州は洪水に対して脆弱であることが分かる。

ジンバブエでは 2018/19 年以降主食であるメイズの生産が需要を満たすことができておらず、毎年に 100 万トンに近いメイズを輸入している。下図はジンバブエ国内の州別メイズ生産割合である。特に西マショナランド州、中央マショナランド州は生産量が多い地域である。

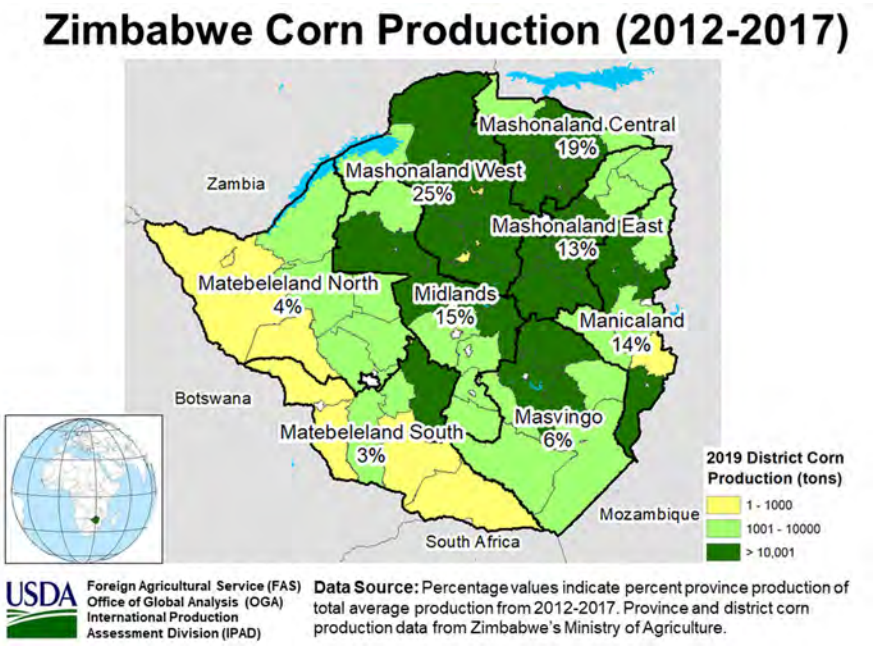


図 3-265　ジンバブエメイズ生産マップ

出典：USDA

ジンバブエの灌漑開発エリアマップを以下に示す。特に、マニカランド州、西マショナランド州、中央マショナランド州、マスビンゴ州において灌漑開発が進められている。

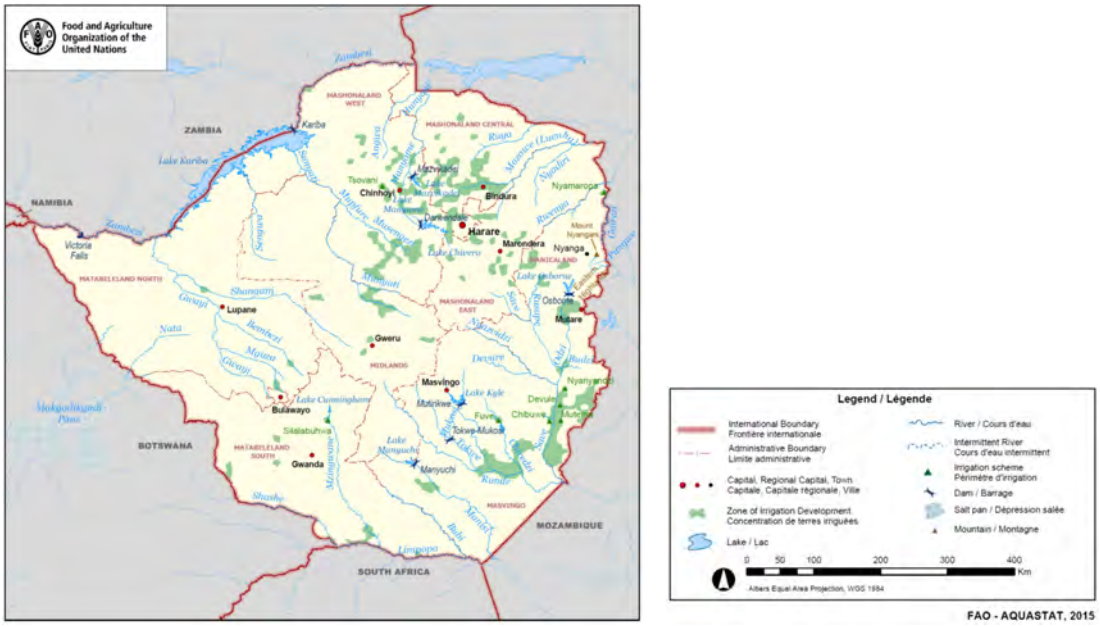


図 3-266　灌漑開発エリアマップ

出典：FAO

ジンバブエはこれまでに何度も干ばつと洪水の被害に遭い、食糧援助を受けていることから、主食であるメイズを対象とした農地及び灌漑インフラの被害を減らすことが重要である。また、長期にわたる深刻な干ばつの影響を受けているジンバブエでは灌漑施設の整備は重要な課題であるため、灌漑開発エリアを守るための対策が必要である。よって、西マショナランド州、中央マショナランド州、マスビンゴ州への支援を検討する。

4) 防災施策の検討

一般的に洪水から農地を保全する方法として、外水氾濫に対しては河川堤防の改修、内水氾濫に対しては灌漑・排水システムの改修・改良及び洪水発生前の灌漑施設の適切な管理が有効である。本案件では渡航ができなかったため、農地及び灌漑インフラの被害原因の特定ができていない。今後、灌漑・排水システムの現況調査及び関係者へのインタビューを通して、支援ニーズの確認、洪水被害の原因の特定し、対策の提案を行う必要がある。

(6) 河川管理・海岸管理

1) 関係機関・法制度の概要

ジンバブエにおいて河川管理を担う機関は土地・農業・漁業・水資源・地方再定住省（MoLAFWRR）及び傘下のジンバブエ水機構（ZINWA）である。また、環境・水・機構省（MoEWC）の傘下の環境管理庁（EMA）は、統合的流域管理に関する調査を実施するなど、河川周辺地域の開発管理や保全に関する分野を所管している。

表 3-224　ジンバブエにおける河川管理に係る関係機関一覧

略称	英語名称	日本語名称	概要
MoLA FWRR	Ministry of Lands, Agriculture, Fisheries, Water, and Rural Resettlement	土地・農業・漁業・水資源・地方再定住省	（旧）水資源開発省が組織改編により、同省が流域を含む河川管理を管轄している。
ZINWA	Zimbabwe National Water Authority	ジンバブエ水機構	水資源開発や水資源分配に関する計画を所管する半官半民の組織で 1998 年の National Water Authority Act に基づき設立。
-	Catchment Council	流域評議会	流域開発計画の計画策定準備、水配分、流域管理活動のモニタリングを所管[130]。
MoEWC	Ministry of Environment, Water and Climate	環境・水・気候省	環境と自然資源の管理に係る政策、モニタリング、関連機関の管理を所管[131]。
EMA	Environmental Management Agency	環境管理庁	環境・水・気候省傘下の機関として自然資源の持続可能な管理、環境管理と環境保護のための環境計画の策定を任務とし、2002 年の環境管理法に基づき設立。

出展：JICA 調査団

ジンバブエ水機構は（旧）水資源開発省の傘下の水局（Department of Water）の傘下にあり、更にジンバブエを 7 流域に区分した流域ごとの流域評議会が ZIMWA の技術支援のもとに、各流域における開発計画の策定準備、流域管理活動のモニタリングを実施している。

最近になり土地・農業・漁業・水資源・地方再定住省が設置されたため、文献調査では詳細な組織図を入手が困難であるため、（旧）水資源開発省の組織図を下図に示す。

[130] ジンバブエ共和国 プロジェクト・ファインディング調査報告書
[131] ジンバブエ国 ハラレ都市圏上下水セクターにかかる基礎情報収集・確認調査 報告書

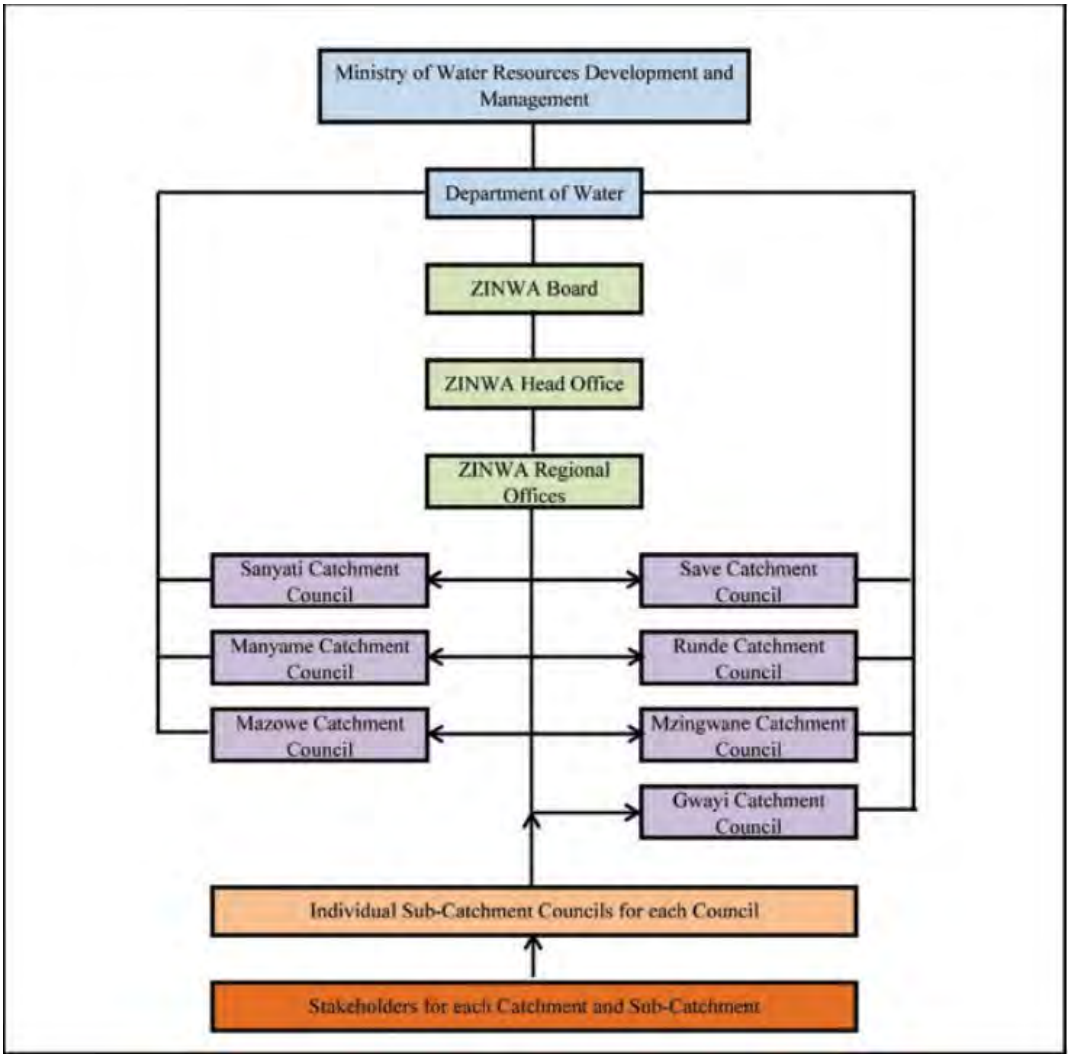


図 3-267　ジンバブエ水資源管理省の組織図

出典： Ateg resources

2)　関連計画・開発現況等の概要

a)　河川管理に係る計画類

河川管理に係る計画類としては、国家水政策（National Water Policy 2012）があり、同計画は 2012 年に策定された水分野の包括的な計画である。同政策では下記の 8 つの目的を掲げているが、河川管理や洪水管理に係る目的は設定されていない。

- 水資源への平等なアクセス
- 競合的な水資源の競合利用
- 持続可能な公衆衛生サービスの確保
- 環境保全

- ダムや地下水の安全性の確保も含めた水資源の保全
- 水セクターの適切な組織体制の確保
- 国の経済発展
- 水法の運用

国家水政策では、Integrated water resources management として、流域ごとの包括的な河川管理を実施する重要性として、流域の水循環全体を考えた管理や、水資源管理の分権化や、関係者の政策決定への参加、水資源を社会資本として扱うことのなどを謳っているが洪水管理などの記載は見られない。

b) ドナーによる支援状況

【グエビ流域を対象とした包括的河川管理に係る調査】

ジンバブエではインフラ開発銀行（IDBZ）の支援により環境管理庁（EMA）が主導で包括的河川管理に係る調査を実施している。同調査では、包括的河川管理を、環境保全、水資源の開発・管理、資源の活用により実現し、河川流域の効果的な土地利用と開発の実現を目指すこととしている。

下記の 7 項目に関する調査を実施することとされており、調査項目の 6 つ目として、グエビ（Gwebi）川における 10 年、20 年、50 年、100 年のそれぞれの確率規模による水理解析を実施することとしている。

- 流域での社会経済活動に係る情報（立地状況、利用状況など）の整理
- 流域における土地利用図の更新
- 流域における保全地区や開発禁止地区の特定と現況の利用状況の把握
- 国家、自治体レベルの経済開発計画での流域管理計画の整合性の確保
- グエビ流域の地形情報の収集と流域保全対策の検討
- グエビ流域における水理解析と将来の開発計画による影響の分析
- 関係者へのコンサルテーション

ジンバブエでは、治水対策や河川管理に係る計画類が整備されておらず、治水、河川管理に係るドナー支援も限定的である。このため、ジンバブエの水政策にも記載の包括的流域管理計画の中に、災害対策の視点を入れ込むことが重要であると考えられる。

上記の調査は、ハラレ近郊のグエビ川の小規模な流域を対象とした調査であるが、水理解析に基づく浸水リスクと将来の開発計画の関連を分析しており、災害対策の検討に繋がる分析を実施している。同調査は、2020 年に開始されたため、今後同調査にの結果やハザード分析も踏まえて流域管理計画の検討手法が他流域でも展開されることが期待される。

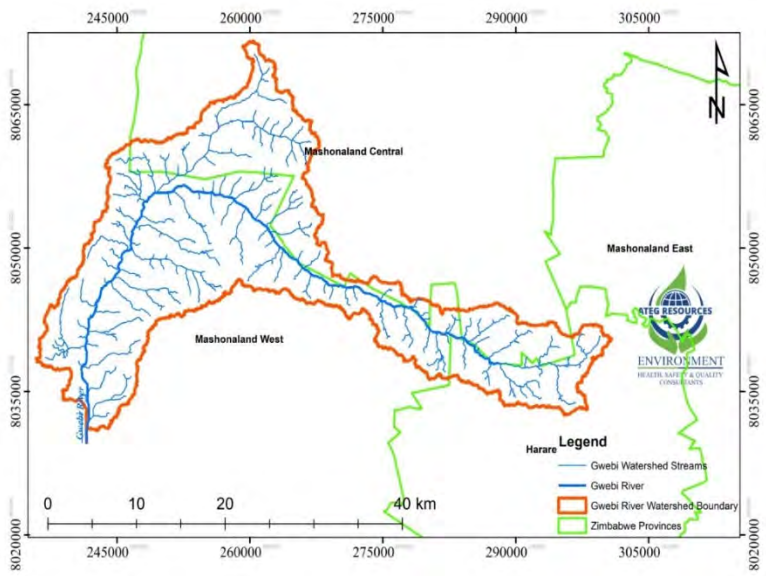


図 3-268　グエビ川の流域図

出典：Ateg resources

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a)　ジンバブエにおける地形条件及び気象条件

ジンバブエは周辺を 4 か国に囲まれた内陸国であり、東部のモザンビーク国境付近が最高地点のイヤンガニ山を含む山岳地帯となっており、南部のサベ川（Save River）とルンデ川（Runde River）の合流地点の標高 162m が最低地点となっている。

気候については、熱帯気候に属しており、同国の天候の特徴を確認するため、インターネット上で観測データを入手できる 2 観測点（ハラレ、ブラワヨ）について、平均月雨量を確認し、図に整理した。これより下記のことが分かる。

- 平均月雨量を見ると、11 月～3 月の時期に降雨が集中している。
- 平均年総雨量を見ると、首都ハラレにおいて 800 ㎜程度、ブラワヨにおいて 550 ㎜程度となっている。東京の平均年総雨量が 1,600 ㎜程度であるため、降雨は比較的少ないことが分かる。

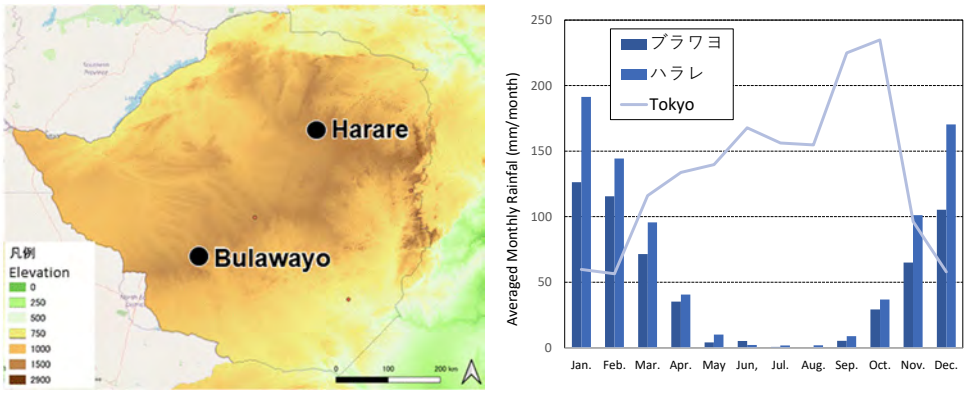


図 3-269　ジンバブエの平均雨量

出典：気象庁ホームページ

b)　ジンバブエの河川概況

ジンバブエにおける河川は国中央部の標高が高いことから、中央から下流の国境地域に向けて流下する河川が多い、主要な河川としては、東部のサベ川及びルンデ川、北部の首都ハラレ付近から北部に流れるフニャニ川（Hunyani River)、人口規模が第二の都市であるブラワヨ付近から北部のザンベジ川に合流するギワニ川（Gwayi River）などの河川がある。



図 3-270　ジンバブエの主要河川の位置図

出典：JICA ジンバブエ国ハラレ都市圏上水道セクターに係る基礎情報収集・確認調査 報告書より作成

また、ジンバブエは河川流域に基づいて、7 つの流域管理単位を設定しており、流域管理単位の位置を下図に示す。流域単位ごとに流域評議会が設定されており、流域管理に係る計画の準備と、水利用に係る承認や規制、監視に加えて、Sub-Catchment Council の監督をしている。

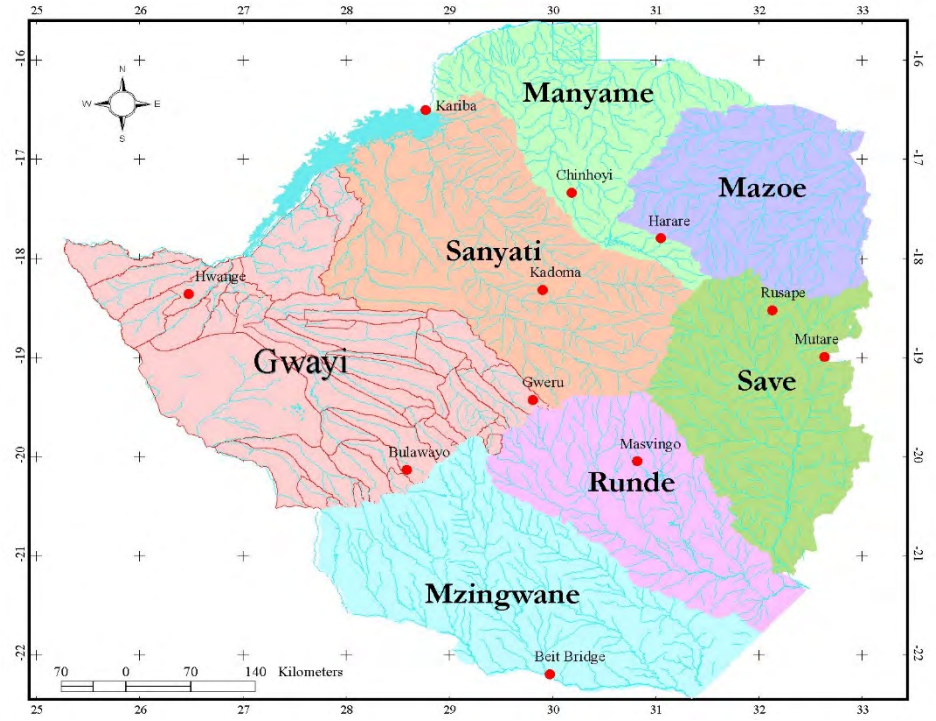


図 3-271　ジンバブエにおける 7 つの流域管理単位の位置図

出典：ZINWA（ジンバブエ水機構）Data and Research Department

c)　既往洪水被害

IOM（国際移住機関）発行の「SADC6 か国の災害脆弱性の高い地区に関するレポート」によると、ジンバブエにおける 2000 年～2015 年の洪水履歴について、EM-DAT の情報を整理すると下表に示す通りであり、特に首都ハラレの北部に位置する、中央マショナランド（Mashonaland Central）州において洪水が多発（下表赤字）している他、サイクロンによる被害はマニカランド州で発生している（下表青字）ことが分かる。

表 3-225　ジンバブエにおける 2000 年～2015 年の洪水履歴

年	種別	発生地区(州)
2000	Riverine flood	Manicaland, Masvingo, Matabeleland South, Midlands
2001	Flood	Mashonaland Central, Matabeleland
2003	Riverine flood	Mashonaland Central, Mashonaland West
2003	Tropical cyclone	Manicaland, Masvingo, Matabeleland South
2007	Riverine flood	Mashonaland Central; Masvingo
2007	Tropical cyclone	Manicaland
2010	Riverine flood	Mashonaland Central
2011	Riverine flood	Mashonaland Central, Mashonaland West
2013	Riverine flood	Matabeleland South, Matabeleland North, Midlands, Masvingo, Mashonaland Central, Manicaland
2014	Flash flood Riverine flood	Mashonaland Central, Masvingo, Matabeleland North, Midlands, Mashonaland West, Bulawayo, Harare, Matabeleland South
2015	Convective storm	Mashonaland Central, Mashonaland East, Mashonaland West, Midlands, Harare

出典：SADC6 か国の災害脆弱性の高い地区に関するレポート

d)　ハザードマップの整備状況

ジンバブエにおいては、UNDP が、人間開発目標に係る報告書（2017 年）の中で、災害リスクの分布について分析を行っており、簡易なリスク評価を実施しているほか、ジンバブエの防災所管省庁にあたる市民防衛局（DCP: Department of Civil Protection）が UNDP の支援を受けて、GIS 上の簡易なハザード分析をしているのみであり、ジンバブエ国内では洪水に係るハザードマップは把握できていない。

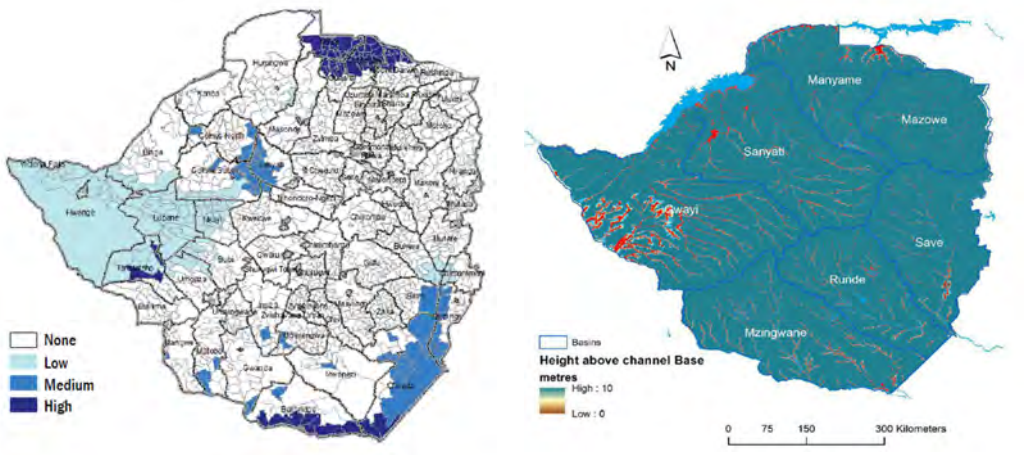


図 3-272　ジンバブエの既存の洪水ハザードリスクの分析結果

出典：Zimbabwe Human Development Report 2017 , UNDP （左)、市民防衛局作成の PPT 発表資料（右）

e)　浸水想定区域図と人口分布の重ね合わせによる洪水リスク

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載の収集データを利用し、ジンバブエ全国の人口分布と 100 年確率規模の洪水による浸水エリアの重ね合わせ図を作成した。

既述のハザード分析の結果では、第二都市のブラワヨ付近、首都ハラレの北部のザンビアとの国境、南部の南アフリカとの国境、南東部のサベ川及びルンデ川の合流地点付近において洪水リスクが高いと分析されている。一方で全球モデルによる 100 年確率洪水では災害リスクが低く想定されており、正確なハザード分布については、詳細な分析が必要な状況である。調査団による GIS 上の分析では、サベ川の下流部において人口分布と洪水の氾濫エリアが被る部分が見られた。一方で、2019 年のサイクロン・イダイ上陸時には、モザンビーク国境地域において、住宅被害が広く発生しているが、同地域では地すべりや小規模な河川の氾濫による被害も発生していると想定され、詳細にサイクロン・イダイによる被害実態を把握する必要がある。

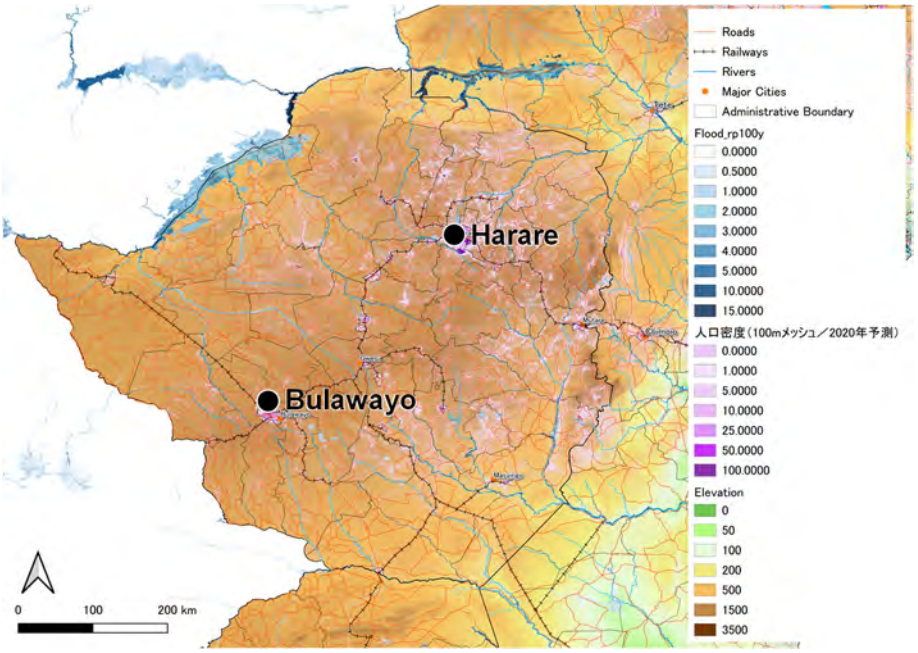


図 3-273　ジンバブエでの洪水リスクと人口分布の重ね合わせ

出典：WorldPop、NASA SRTM 地形データ、（洪水リスク）JRC Data Catalogue、Aqueduct Floods Hazard Maps

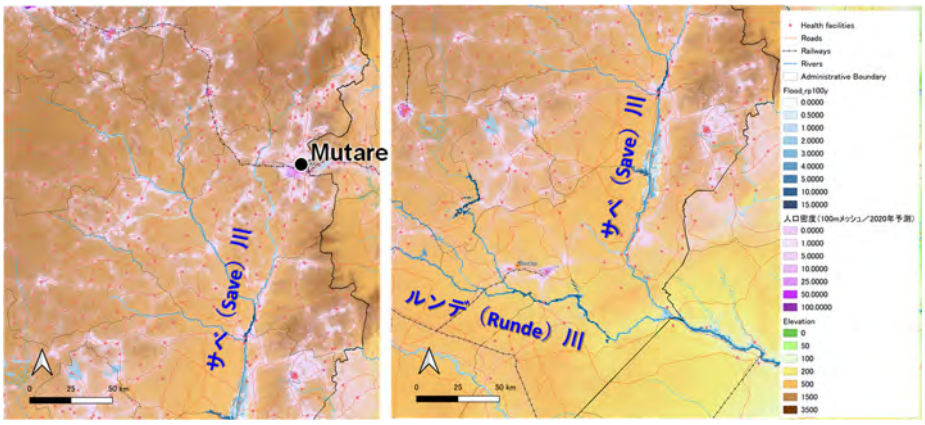


図 3-274　サベ川及びルンデ川流域の洪水リスクと人口分布の重ね合わせ

出典：WorldPop、NASA SRTM 地形データ、（洪水リスク）JRC Data Catalogue、Aqueduct Floods Hazard Maps

4)　防災施策の検討

既述の整理結果よりジンバブエにおける対策として下記の 2 点について可能性があると想定する。一方で、本調査では現地調査を含めて先方政府へのヒアリング等を実施していないため、具体的な対策検討のためには現地調査を含めた情報把握が必要である。

- ジンバブエ国内の主要な流域での水理解析に基づくハザードマップの作成支援

特にジンバブエでは河川管理に係る対策が包括的に実施されていないため、初めにハザードの正確な把握を含めた河川管理に係る法的枠組を構築する必要があると想定される。災害対策の検討にあたっては、寧ろ各種インフラへの被害実態を踏まえた、必要な対策の洗い出しが有効であると考えられる。

3.5　　モーリシャス

3.5.1　災害リスクの概況

(1)　ハザード把握

1)　モーリシャス全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理し、下図の通り GIS 上で可視化した上でモーリシャス全国のハザードの概況を把握した。「2.1.2　災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理し、下図の通り GIS 上で可視化した上でハザードの概況を把握した。

- サイクロンによる影響が全域で大きく海岸部の全周で高潮被害発生の可能性が高い。
- 急峻な南西部及び中央、東部の山岳部では地すべりポテンシャルが高い。
- 洪水災害のハザードは全球モデルによる分析では確認できないため、既往の報告書等で確認した。ポートルイスからの Grand River 流域に沿った地域及び東部マエブール地域、また北部地域にも広く浸水範囲が広がっている。

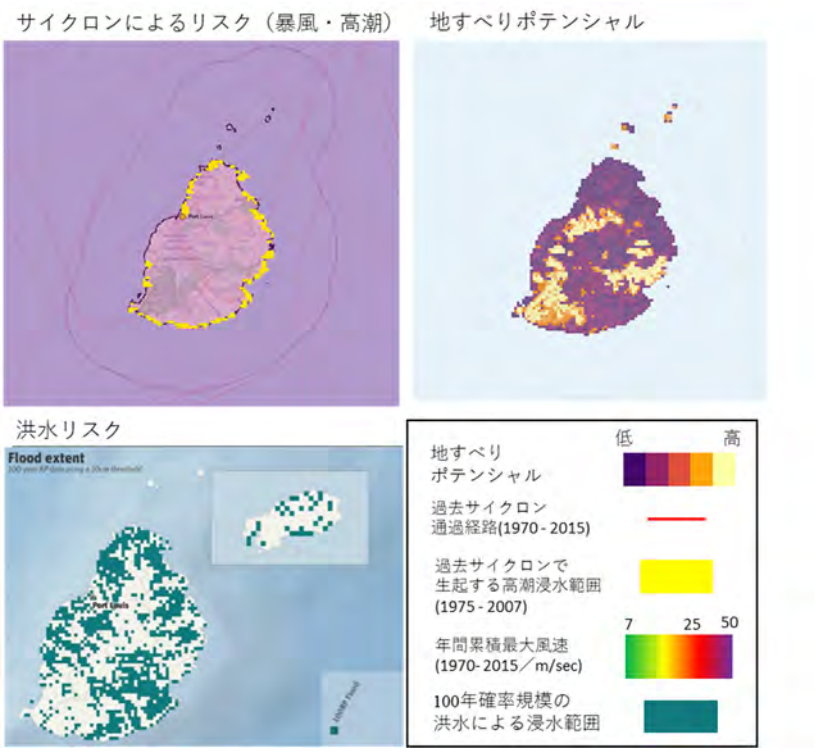


図 3-275　モーリシャスにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、GFDRR 災害リスクプロファイル（洪水）Open Street Map（背景地図）

2) モーリシャス主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。また UN-Habitat 及び World Population Review に基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-226 モーリシャス主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
ポートルイス	15.5	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓
プレーン・ウィヘルム県※1	38.6	✓✓✓	✓✓✓	－	✓
ロドリゲス島	4.3	✓✓	✓✓✓	✓✓✓	✓✓✓

出典：JICA 調査団作成

※1 プレーン・ウィヘルム県の県内の主要 4 都市（Beau Bassin-Rose Hill、Vacoas-Phoenix、Curepipe、Quatre Bornes）の合計値である、都市人口としてはポートルイスが最も大きいため人口規模が最も多いものとする。

a) ポートルイス及びプレーン・ウィヘルム県

モーリシャスについては、首都のポートルイス及び、4 つの主要都市を要するプレーンウィルヘルム県についてハザード分布を確認した。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(4) 高潮ハザード、(5) 人口密度分布、(6) 標高図である。

洪水について、市内に浸水想定域が分布しないため、GFDRR の実施したハザード分析結果も確認し浸水想定域を確認した。ポートルイスは「✓✓」、プレーンウィルヘルム県は「 ✓✓✓ 」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮のハザード分布状況より、ポートルイスは「✓✓✓」と評価した（下図 (4)） 。また風の影響については、年間累積最大風速が全域において 25m/秒以上（赤～紫）となることから、ポートルイス及プレーンウィルヘルム県の両地域で「✓✓✓」と評価した（下図 (3)）。地すべりについて、ポートルイスでは地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓✓✓」と評価した、プレーンウィルヘルム県では地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が分布するものの、比較的平坦な地形であるため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

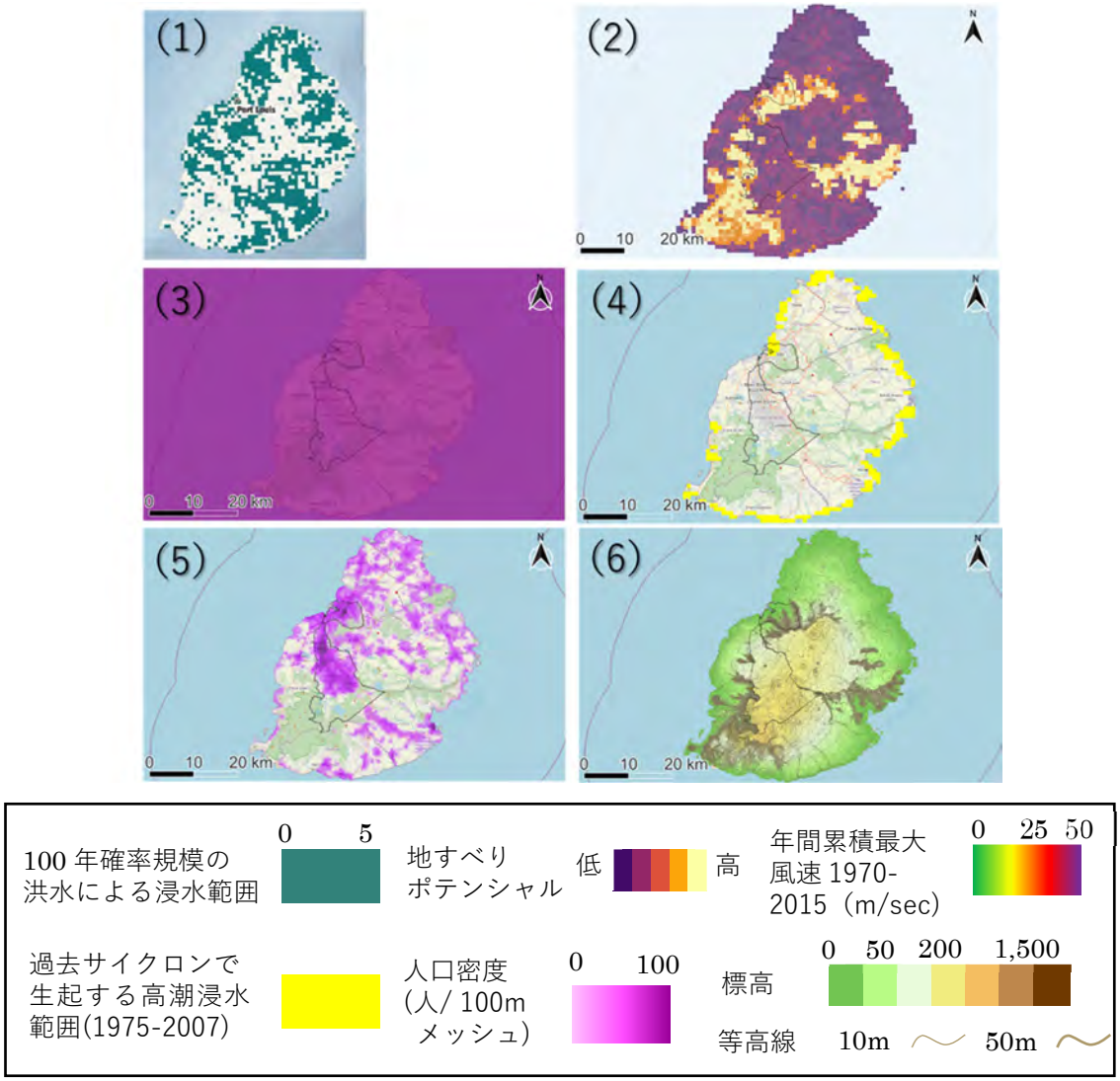


図 3-276　ポートルイス及びプレーンウィルヘルム県におけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

b)　ロドリゲス島

ロドリゲス島については、人口規模は小さいものの現地渡航時にモーリシャス政府関係者より支援の可能性検討に関心が高いことが分かったため、ハザードの分布状況を確認する。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 過去のサイクロンによる風の影響の程度を表す年間累計平均風速、(4) 高潮ハザード、(5) 人口密度分布、(6) 標高図である。

洪水について、市内に浸水想定域が分布しないため、GFDRR の実施したハザード分析結果も確認し浸水想定域を確認した。浸水想定域の分布より、「✓✓」と評価した（下図(1)）。サイクロンについて、高潮のハザード分布状況より、「✓✓✓」と評価した（下図 (4)） 。また風の影響については、年間累積最大風速が全域において 25m/秒以上（赤～紫）となることから、「✓✓✓」と評価した（下図 (3)）。地すべりについて、島内全域に地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓✓✓」と評価した（下図 (2)）。

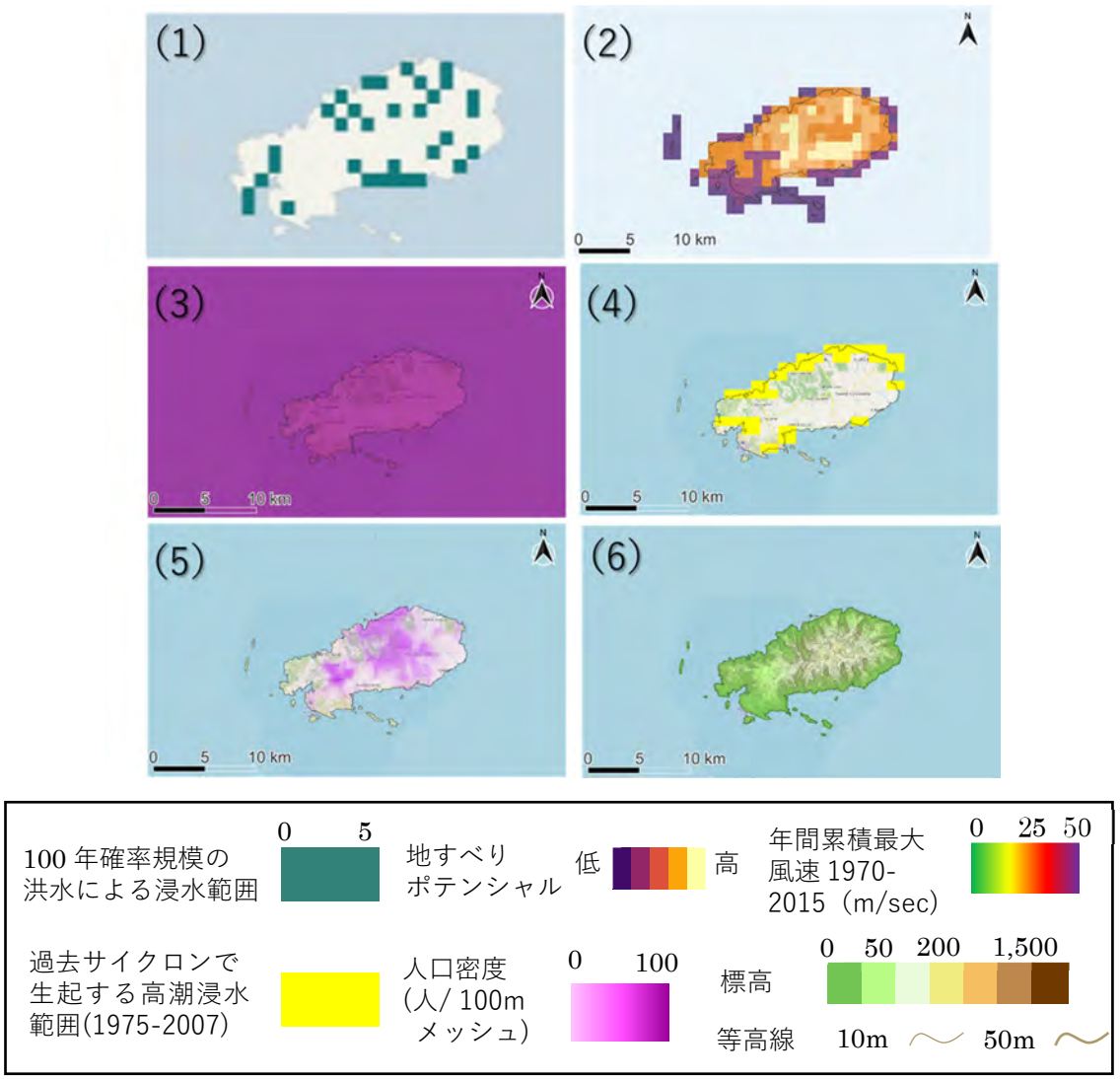


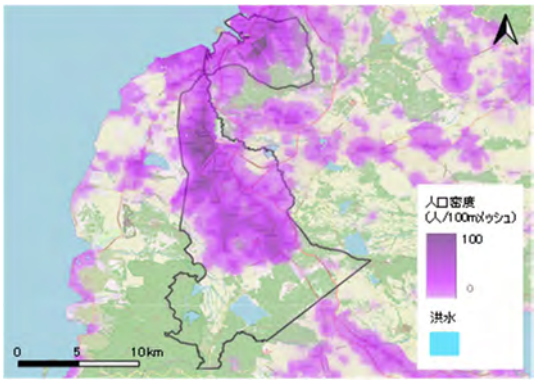
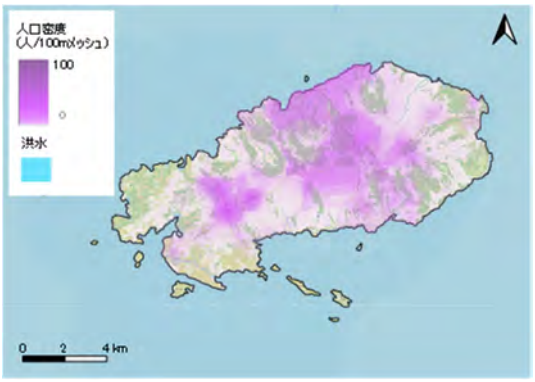
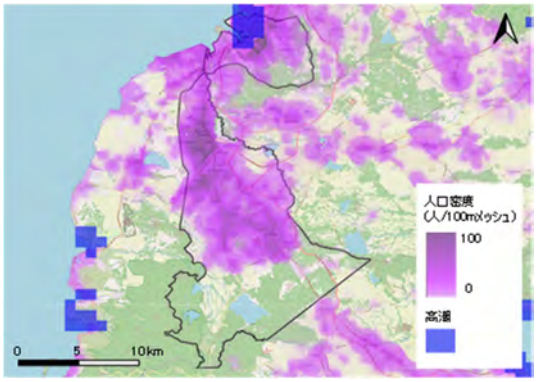
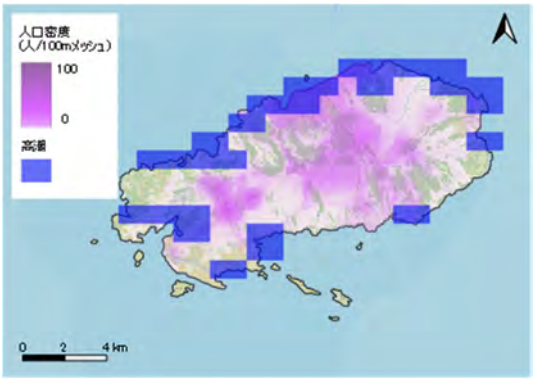
図 3-277　ロドリゲス島におけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

既述のハザード分布の定性的な把握結果を踏まえて、人口規模とハザードリスクの大きさの観点より、ポートルイス都市圏に加えて、モーリシャスのロドリゲス島では、防災対策インフラが未整備であり、今後整備のニーズが高いとのモーリシャス政府関係者へのヒアリング結果より、ロドリゲス島についてより詳細な分析を実施した。一人当たり GDP は WB の公開する 2020 年時点の数値を利用した。

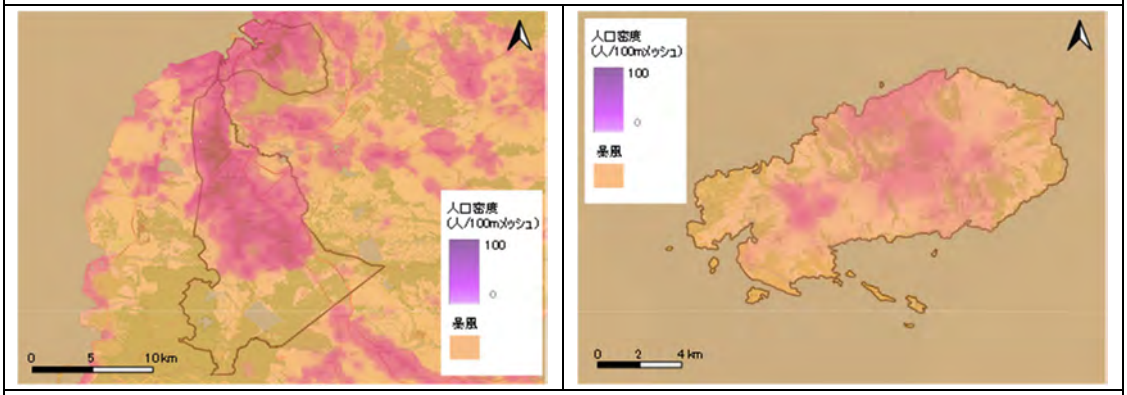
表 3-227　モーリシャス主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(1/2)

ポートルイス都市圏	ロドリゲス島
洪水ハザードと人口分布	
	
高潮ハザードと人口分布	
	

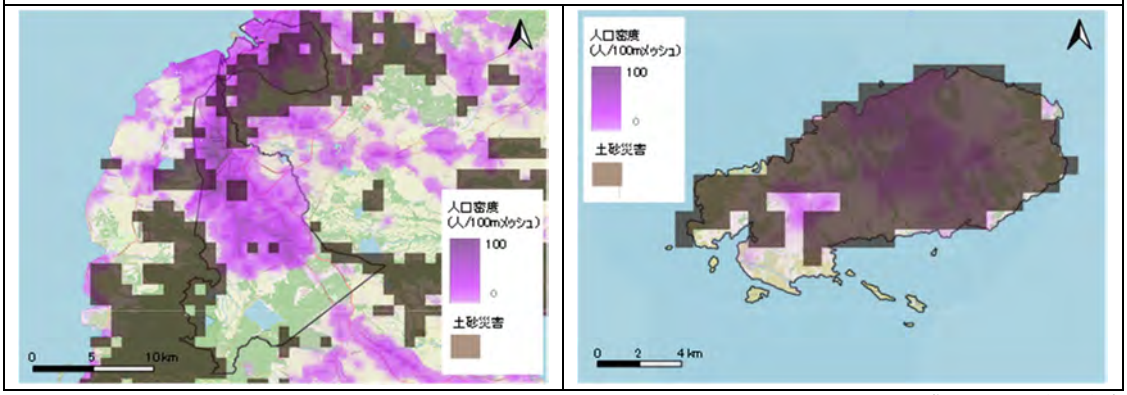
出典：JICA 調査団作成

表 3-228　モーリシャス主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図(2/2)

暴風ハザードと人口分布



地すべりハザードと人口分布



出典：JICA 調査団作成

表 3-229　モーリシャスの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード＼対象都市		ポートルイス首都圏	ロドリゲス島
洪水	被害面積(km^2)	0	0
	被害面積比率（%）	0%	0%
	被害人口(万人)	0.0	0.0
	推計被害額(million USD)	**0**	**0**
高潮	被害面積(km^2)	6	24
	被害面積比率（%）	3%	21%
	被害人口(万人)	2.4	0.7
	推計被害額(million USD)	**11**	**3**
暴風	被害面積(km^2)	237	114
	被害面積比率（%）	100%	100%
	被害人口(万人)	46.6	4.3
	推計被害額(million USD)	**220**	**20**
地すべり	被害面積(km^2)	63	95
	被害面積比率（%）	26%	83%
	被害人口(万人)	10.9	3.7
	推計被害額(million USD)	**51**	**17**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、世界銀行公開データより全国の
一人当たりGDPの数値である（8,627.8 USD / person）を使用

出典：JICA 調査団作成

モーリシャスは全域がサイクロンの常襲地帯であるため、暴風による経済損失ポテンシャルは域内の全人口に一人当たり GDP をかけた数字となっている。暴風による影響は必ずしも全域において同様な被害が発生するわけではないため、地域を特定した対策ではなく、建築物やインフラの風対策を検討する必要がある。

高潮と地すべりによる経済損失ポテンシャルを比較すると、地すべりの方が大きな数字となった。島嶼国であるモーリシャスは、海岸線全域で高潮リスクを抱えているが、沿岸部での人口集積と比較し、内陸部において傾斜地での人口集積が進んでいることを反映しているものと想定される。洪水に関しては、全球スケールの分析ではハザード分布は存在しないため、経済損失ポテンシャルの検証が行うことができなかった。

なお、地すべりや小規模な洪水（鉄砲水等）は局所的に発生する事象であるため、全球スケールの分析では詳細な状況を把握することは難しい。加えて具体的な想定被害額の算出には、ハザード分布エリア内の建築物はインフラの立地状況などを詳細に把握する必要がある。

このため、具体的な災害対策の優先順位付けを行うためには、より詳細なハザードの分析を行う必要がある。

(3) セクター別の災害リスクの把握

1) GFDRR 災害リスクプロファイル

モーリシャスでは、サイクロン、洪水ハザードについて、建物（住宅）、商業・工業施設、公共施設、インフラに分けて被災想定が検討されている。被害想定は、10 年確率規模、100 年確率規模、250 年確率規模による、セクター別の被害想定を算出している。更に、これらの確率規模の被害想定に基づき、AAL を算出している。

表 3-230 GFDRR 災害リスクプロファイルによるモーリシャスにおけるセクター別被害想定

災害種		サイクロン	洪水
分析の条件		年間想定被害額	年間想定被害額
建物（住居）	被害額（thousand USD）	45,000	15,000
商業・工業	被害額（thousand USD）	25,000	4,500
公共施設	被害額（thousand USD）	4,500	1,500
インフラ	被害額（thousand USD）	5,500	650

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（モーリシャス）より JICA 調査団作成

また、GFDRR のリスクプロファイルでは、州ごとの災害リスクの分布も示しており、災害種ごと及びセクターごとのリスク分布を示しており、整理すると下記の通りとなる。

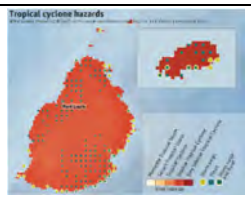
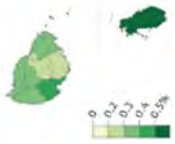
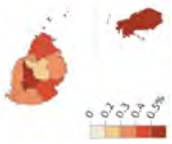
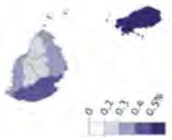
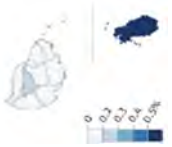
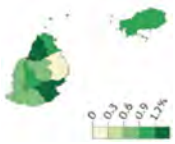
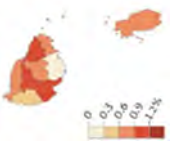
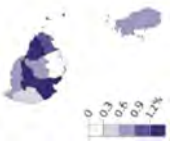
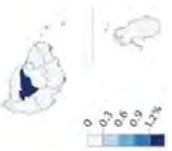
	ハザード分布	住居	商業・工業	公共施設	インフラ
サイクロン	 *100 年確率規模のサイクロンによる風速200 km/時以上、高潮2m以上、洪水による浸水範囲	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)
洪水	 *100 年確率規模の洪水による浸水範囲	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)

図 3-278　モーリシャスにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（モーリシャス）より JICA 調査団作成

既述の結果より、セクター別の被害額では建物被害額が大きく、他国と比較すると、商業、工業セクターでの被害額も大きい。これは同国では他国と比較して、産業集積が進行しているため、これらの施設の防災対策も重要であると考えられる。

洪水、サイクロンともに、ポートルイスからのグランド・リバー（Grand River）川流域に沿った地域及び東部マエブールにおいて、災害リスクが高くなっている。

サイクロンについては、本島モーリシャス島の 600 km程度東に位置するロドリゲス島での災害リスクが高い。ロドリゲス島は南インド洋に浮かぶ小島であり、サイクロンの暴風の影響を強く受けるためである。また、モーリシャス島東部の高潮ハザードが大きく、対策検討にあたっては留意すべきである。

洪水については、既述の通り同国で産業集積及び人口集積の進む、ポートルイス及びグランド・リバー川流域における防災対策の優先度が高いと想定される。

2) 災害被害統計

モーリシャスの災害被害統計では、対象とする災害（洪水、サイクロン、高潮、地すべり）について、1960 年～2014 年の間に 2,216 のイベントによる被害について、死者数、家屋被害、経済損失、農地、家畜被害実績が集約されており、下表の通り整理する。
災害被害統計ではセクターごとの被害実績を集約することとされているが、現時点ではモーリシャスにおいては、セクターに細分化された情報は、建物被害と農地被害、家畜被害のみである。セクターごと被害実態が網羅的に把握可能な統計情報は確認できなかった。

表 3-231　モーリシャスにおける災害被害統計によるセクターごとの被害実績

対象とする災害種	洪水、サイクロン、高潮、地すべり
対象年	1960 - 2014
災害イベント数	2,216
死者数	179
家屋全壊（棟）	41,837
家屋一部損壊（棟）	135,715
経済損失（現地通貨）	14,196,211,752
農地（ha）	10
家畜（頭）	132

出典：DesInventar よりデータ収集、表は JICA 調査団作成

加えて、被害の傾向について確認するため、年間の災害イベント数及び死者数の動向を確認した。災害イベント数については、2009 年が約 550 回と最も多く増加傾向を見ることができる。死者数については、年間死者数は 1960 年が最大となっているが、1960 年のサイクロン・キャロルにより被害単独で 1,700 名の死者数が報告されている。死者数の顕著な増加傾向はみられないものの、2007 年及び 2019 年にやや年間死者数が多くなっている。なお、災害被害統計の収集能力の向上により、近年（2000 年以降）は小規模な災害も含めて網羅的に情報が取得されており同一基準で比較することが難しい。一方で、DesInventar は大規模災害については過去に遡り情報整理がなされており傾向を把握することが可能であるため、同データベースを用いて傾向把握を行った。同データベースでは、2005 年以降に収集した統計情報は仙台防災枠組のグローバルターゲットの指標の達成状況の評価に利用されるため、統一した基準での統計情報の整備が期待される。このため被害傾向を把握するためには継続的に統計情報の傾向を確認することが重要である。

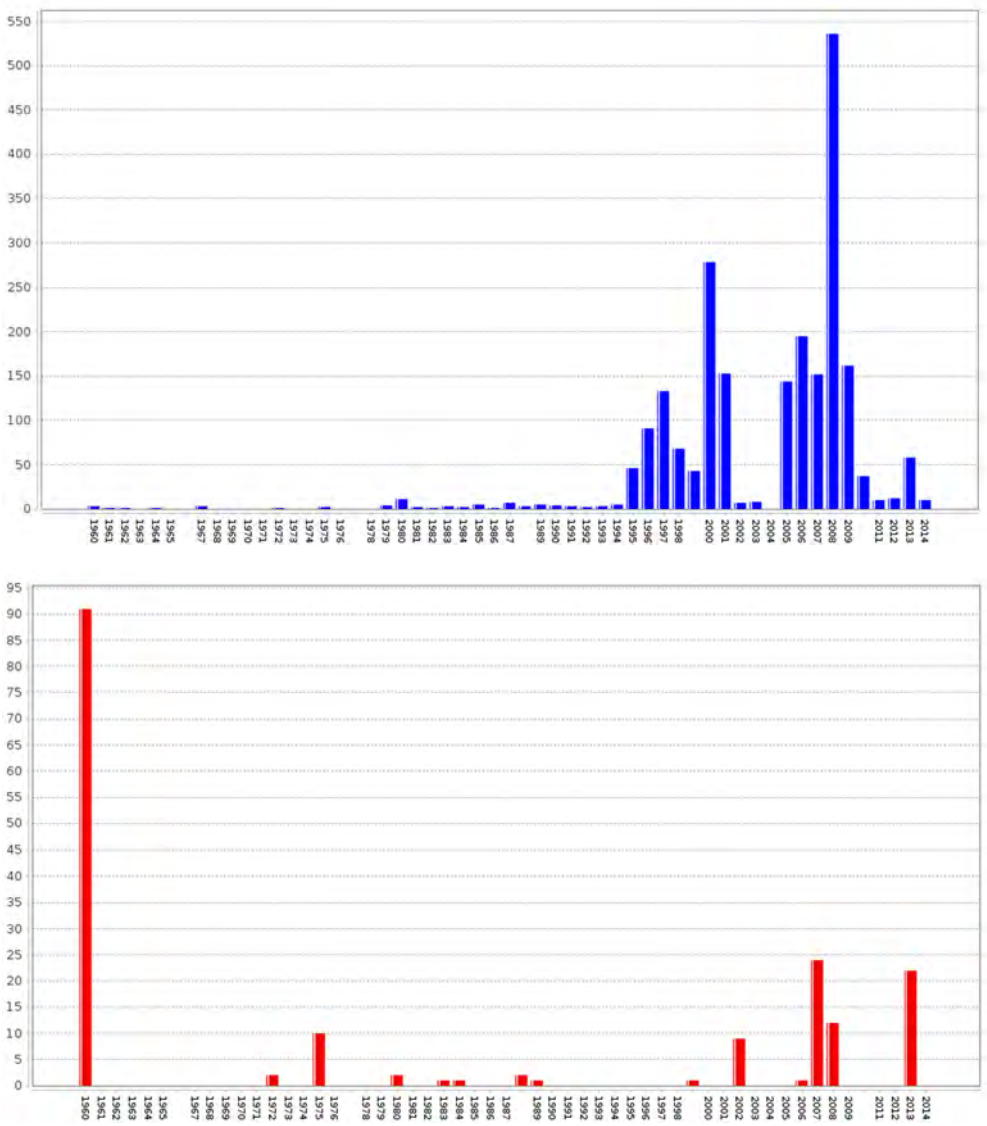


図 3-279　モーリシャスにおける災害傾向（1960 - 2014）

出典：DesInventar ウェブサイト
上（青）：年間災害イベント数、下（赤）：災害による年間死者数

3.5.2　気候変動の概況

(1)　観測されている気候変動及び将来予測

モーリシャスは、小島嶼開発途上国（SIDS）であるため、サイクロン、洪水、干ばつ及び海面上昇などの気象災害の曝露対象となりやすい。世界リスク報告書（2021 年）における災害リスクが高い国としての順位は世界で 51 番目ではあるが、その内訳をみると、曝露リスクが高く、それらに対して様々な対策を講じてリスクを低減するよう努めている。

Rank	Country	WorldRiskIndex	Exposure	Vulnerability	Susceptibility	Lack of coping capacities	Lack of adaptive capacities
39.	Madagascar	10.44	14.97	69.71	65.83	86.32	56.97
40.	Burundi	10.42	14.88	70.02	62.29	90.43	57.34
41.	Kenya	10.33	16.63	62.13	50.80	85.50	50.10
42.	Angola	10.28	15.61	65.86	52.89	86.89	57.80
43.	Viet Nam	10.27	22.04	46.60	23.73	76.73	39.34
44.	Cote d'Ivoire	9.98	15.57	64.10	47.26	85.61	59.43
45.	Senegal	9.79	16.50	59.31	44.64	77.87	55.42
46.	Japan	9.66	38.51	25.09	17.92	39.42	17.94
47.	Sierra Leone	9.40	13.65	68.87	55.15	85.39	66.07
48.	Ghana	9.32	16.38	56.88	41.60	78.75	50.29
49.	Zimbabwe	9.30	14.51	64.11	55.02	88.44	48.88
50.	Mozambique	9.11	13.26	68.73	62.60	98.45	55.13
51.	Mauritius	9.04	23.85	37.92	17.39	58.21	38.17
52.	Malawi	8.94	13.97	64.00	56.49	83.21	52.30
52.	United Rep. of Tanzania	8.94	13.35	66.98	59.46	84.68	56.79

図 3-280　モーリシャスのリスク順位

出典：World Risk Report 2021

モーリシャスでは、11 月から 4 月にかけての暖かく湿った夏、6 月から 9 月にかけて比較的寒く乾燥した冬があり、年間を通じて穏やかな熱帯海洋性気候である。平均気温は、夏は 24.7° C、冬は 21.0° C であり、2 つの季節間の温度差は比較的小さい。最も雨の多い月は 2 月、最も乾燥する月は 10 月、サイクロンは 11 月から 5 月中旬に襲来する。

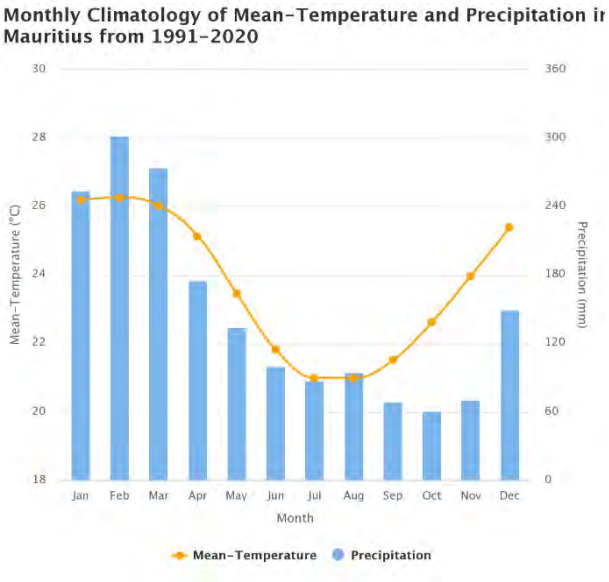


図 3-281　気温及び降水量の月別平均（1991～2020）

出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

過去の気温や降水量の変化としては、1960 年から 2014 年までの観測結果から、平均気温は 1.2℃程度の上昇傾向を示している。気温が低い日の減少、更には熱波の頻度の減少などが観測されている[132]。また、モーリシャス気象庁の予測によると、SSP5-8.5 シナリオのもとでは、2100 年までに気温は 3.14-3.64℃上昇すると予測されている[133]。

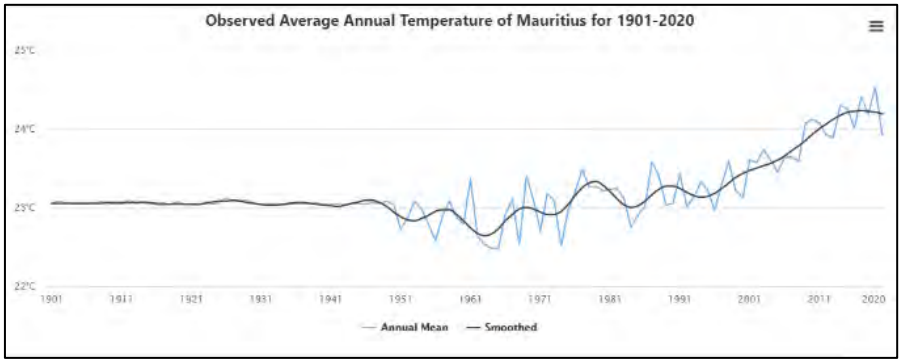


図 3-282　平均気温の観測結果（1901-2020）

出典：Climate knowledge portal site, WB

降水量の変化については、1900 年から 2015 年までの変化からは全体的な減少傾向が把握できる。一方で、RCP4.5 及び RCP8.5 シナリオによる予測では、降雨パターンに大きな変化は予測されていないが、季節的なサイクルの変化（5 月から 10 月の間に降水量が増加する）などの変化が予測されている。

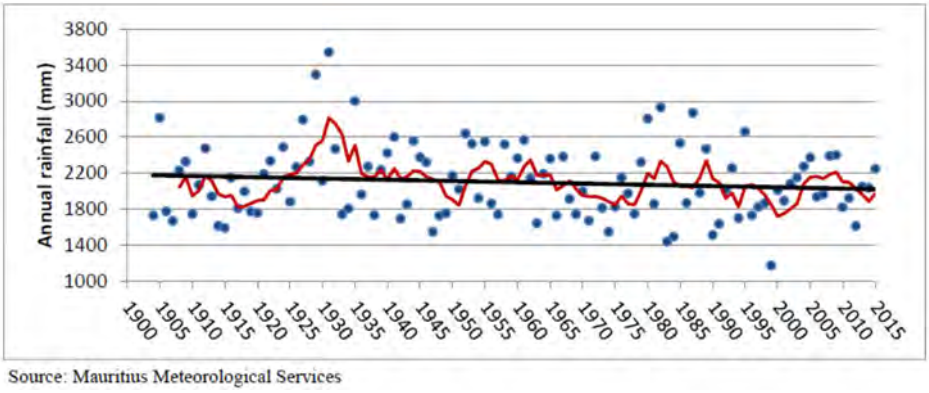


図 3-283　降水量の変化（1900 年～2015 年）

出典：National Communication 3, Marutius

[132] Climate knowledge portal site, WB
[133] Update of the NDC of the Republic of Mauritius, 2021

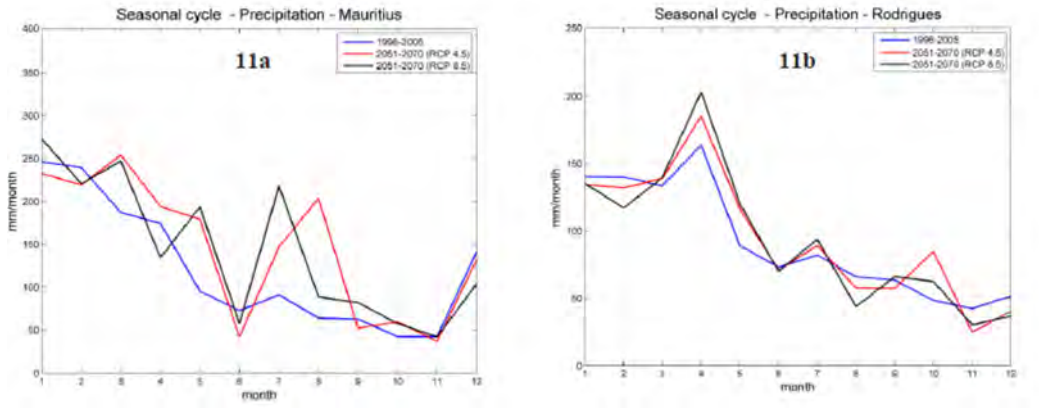
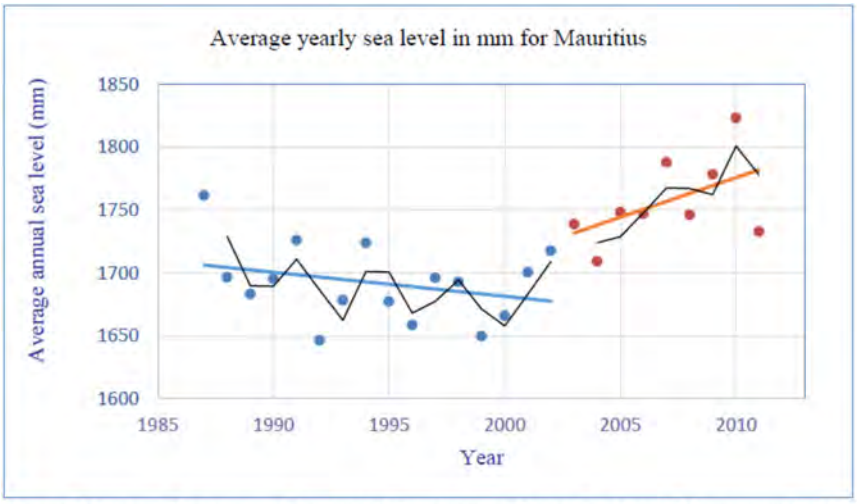


図 3-284　降水量予測

出典：National Communication 3, Marutius

また、海面上昇は、世界の平均値が 3.2mm/yr であるのに対し、モーリシャスでは過去 10 年で平均 5.6mm/yr 程度の海面上昇が観測されている[134]。また、今世紀末までに、海面は 18～59cm 上昇すると予測されている。特に、ポートルイスでは、過去 10 年間（2011 年から 2020 年の期間）の海面上昇が年間で 8mm 上昇しており、これは 1987 年から 2020 年の期間の上昇（4.7mm/年）と比較しても高いことが把握されており、ここから、2100 年までに 49cm の海面上昇が起きると予測されている[135]。

[134] Climate knowledge portal site, WB
[135] Update of the NDC of the Republic of Mauritius, 2021



Source: Ministry of Environment, Sustainable Development, Disaster and Beach Management (MoESDDBM)

図 3-285　海面上昇の状況

出典：National Communication 3, Mauritius

サイクロンについては、同国はインド洋のサイクロンベルトの終端に位置しているため、これまではサイクロンが襲来することは限定されていた。しかしながら、近年の研究では、この地域におけるサイクロンの強度が増しており、大きなサイクロンの発生確率が 18%も上昇していることが確認されている。モーリシャス気象庁のデータによると、1960 年から 2009 年までにおいて年間のサイクロンの襲来回数は 2 倍になっている。サイクロンによる島では、建築物、農作物、家畜等に甚大な被害が発生しており、サイクロンに伴う風、洪水、高潮により、年間約 91 百万 US ドルの直接的な被害が発生すると予想されている。その被害の 50%は住宅、30%は商業部門から発生すると予測されている。100 年単位の予測によると、サイクロンによる被害額は 19 億 US ドルと推定されている。モーリシャスでは、サイクロンによる洪水、ロドリゲス島では強い風と高潮の影響を大きく受けやすい傾向にある。

上記に示した気候変動の影響は、同国において水不足を引き起こし、農業生産や、陸域及び海洋の生物多様性に悪影響を与える可能性がある。また、異常気象や海面上昇は、インフラや観光にも影響を与える可能性があるとともに、媒介性疾患の頻度増加などにより、人々の生活、生態系サービス、経済に悪影響が出ることが懸念されている。研究によると、モーリシャスは 2030 年までに水不足の地域になる可能性があり、集水域への対策を講じなければ、2050 年までに利用可能な水資源が最大で 13%減少する可能性があると予測されている[136]。

[136] Update of the NDC of the Republic of Mauritius, 2021

(2)　気候変動適応に関する政策・施策や計画等

モーリシャスは、これまで気候変動に対する適応策と緩和策の双方に対する対策を行ってきている。その一つとして、アフリカ気候変動適応支援プログラム（African Adaptation Program、以下 AAP）の支援のもと「国家気候変動適応政策枠組（National Climate Change Adaptation Policy Framework、以下 NCCAPF)」を 2012 年に策定している。この枠組みでは、水・農業・海岸域管理等の分野での対策強化、インフラ及び居住地における減災対策と異常気象による被災者の軽減を掲げ、更に、気候変動による負の影響を回避、軽減及び適応するため、開発政策、戦略及び計画における気候変動の主流化を図ることを求めている。また、2013 年には、Disaster Risk Reduction Strategy and Action Plan を策定し、この中で洪水、地滑り、海岸浸食などの情報を含んだリスクマップ等を作成している。これらに関連する既存の法律・規制としては、以下に示すものが挙げられる。

- National Disaster Risk Reduction and Management Act 2016
- Land Drainage Authority Act 2017
- Local Government（Amendment）Act 2018
- Mauritius Meteorological Services Act 2019

また、2020 年 11 月 28 日に Climate Change Act（気候変動法）が公布され、2021 年 4 月 22 日に発効している。この中で、気候変動局が、気候変動に関連した国際的なコミットメントの実施等について責任を負うとともに、気候変動に関する省庁間協議会が設置されている。また、気候変動委員会が設置され、関係するステークホルダーとの調整のもと、緩和と適応のための国家気候変動戦略と行動計画が策定される枠組みが構築されている。

2019 年 12 月に開催された環境会議（Les Assises de I’Environtment）で発表された資料では、現在の気候変動影響を踏まえた課題及びニーズとして、以下の事項が示されている。

- 民間主導の活動を含む、全ての分野での気候変動の主流化
- 気候変動問題に対処するための法的枠組み
- 適応策と緩和策の実施のための気候変動資金の動員
- 気候変動の影響に対する脆弱性
- 脆弱性評価、GHG インベントリ、気候モデルのダウンスケーリング、カーボンフットプリントの評価に関する能力開発
- あらゆるレベルでの気候変動に関する認識、教育、訓練の強化
- 気候変動ガバナンスの意思決定プロセスにおけるジェンダーバランス

また、モーリシャスは 2016 年にパリ協定を批准し最初の NDC を提出、2021 年 11 月には NDC の更新版を UNFCCC に提出している。この更新された NDC の中で、特に適応について

は、2021 年に更新された「国家気候変動適応政策フレームワーク」に基づき、Nature-based Solution (NbS)の可能性に着目するとともに、主要な分野に関して、以下に示すような強靭性構築に向けた新しい政策の方向性を提示している。

- 気候変動のリスクと地域社会への影響に関する知識基盤の強化
- 水産（ブルーエコノミー)、観光、生物多様性（陸域・海域)、林業、農業、沿岸域の各分野を組み合わせた統合的アプローチの開発と実施
- 気候リスクを国家適応計画の政策の計画立案に組み込むことで、保健分野における政策ギャップの解消と能力強化を図るための戦略的枠組みの強化
- インフラや災害リスク軽減分野におけるガバナンス強化や災害への備えと対応メカニズムの強化を通じて、生態系の機能を維持しつつ、人々の活動における強靭性の強化

地方における気候変動適応影響評価などについての情報は確認できなかった。

(3) 気候変動への適応策

これらを実現するために、特に必要と思われる適応行動として、下表に示す項目を掲げている。これに加えて、現在、National Adaptation Plan の策定を進め、気候変動へのレジリエンス強化にむけた取り組みを続けている。

表 3-232　優先すべき適応アクション（NDC 2021 より）

セクター	適応策
インフラ及び防災	- 沿岸域の生態系やコミュニティに対する気候変動リスクに関する知識基盤の強化 - 部門別政策・戦略・計画における気候変動の主流化 - 災害への備えと対応メカニズムの強化、及びリスク軽減策の実施 - レジリエンスを構築するためのガバナンスの向上 - 自然災害リスクに対する脆弱性低減 - 生態系機能を維持しつつ人間活動の強靭性向上
水資源	- 水資源管理：処理場や貯水池の整備、配水システムにおける水損失の削減など、水資源の予測・管理・保護・品質の向上 - 雨水利用：雨水利用システムの設置、水に関する政策、法律、規制の枠組みの改善 - 海水淡水化 - ロドリゲス島：小型雨水利用施設の設置、雨水利用の強化。小型脱塩プラント導入
農業	- 統合的害虫・疫病管理：統合的害虫・疫病管理技術の拡充促進のフレームワークの見直しや、農薬の使用と廃棄の規制政策等の見直しを含む、総合的な病害虫統合管理（IPDM）手法採用促進に向けた統合的な戦略と政策の開発。 - 啓発：農業分野における気候変動リスクと地域社会への影響に関する知識基盤強化 - 気候変動の主流化：「食料作物・家畜・林業部門の戦略的計画（2016-2020）」など、さまざまな部門の政策・戦略・計画における気候変動適応の主流化 - 効率的な灌漑技術の開発：水インフラへの投資、農業部門における水へのアクセスと生産的な利用強化にむけた枠組み構築 - Climate Smart Agriculture の開発と普及
観光及び沿岸管理	- 沿岸域及び生物多様性・林業部門と連携した統合的アプローチの開発と実施 - 環境に関するマスタープラン（案）のうち、統合的沿岸域管理（ICZM）に関する項目の実施 - Ecosystem based アプローチの採用 - 沿岸の生態系やコミュニティへの気候変動リスクに関する知見強化 -沿岸浸水に関する脆弱性を評価のための高潮評価モデルの開発とハザードマップ作成 - 海岸、砂丘、植生の保護のための意識向上、リハビリテーションの強化、規制枠組みの強化
Climate Smart 漁業とブルーエコノミー	- 持続可能な漁業管理計画の策定と実施、制度的能力の強化、海面上昇に対するインフラ（岸壁）の適応 - 漁業分野における気候変動リスクと地域社会への影響に関する知識基盤強化 - 沿岸域管理や海洋生物多様性の保全を含む、ブルーエコノミーの概念に基づいた漁業管理のための統合的な枠組み構築 - 漁業部門の目標と沿岸域管理、更には海洋の生物多様性とを統合したアプローチの促進 - ロドリゲス島：海洋資源の共同管理とラグーン外での漁業対策を柱とした弾力性のある伝統的漁業
海洋及び陸域の生物多様性強靭化	- 海洋及び陸域の保護地域の管理改善、湿地帯、海草、マングローブの植林、サンゴ礁の回復/養殖を含む保護地域ネットワーク拡大 - ロドリゲス島：持続可能な景観管理、EbA/EbS
健康	- 健康分野における気候変動の主流化 - 気候変動のリスクと人間の健康への影響に関するコミュニケーション、教育、意識向上戦略の開発と実施 - 気候変動に関連する疾病の調査、分散型の早期警戒メカニズムの開発・実施
分野横断	- ジェンダー - 教育 - 安全保障

出典：Update of the NDC of the Republic of Mauritious, 2021

更に、NDC 更新版の中では、気候変動への適応策として実施するべき以下の対策が特定されている。

- 荒廃した海岸線の修復
- サンゴ礁の再生戦略策定
- 陸域の生物多様性保全地域の拡大
- 気候変動に対応した農業の開発と、脆弱な地域の農家への啓蒙活動
- 斬新な灌漑システムの開発と、脆弱な地域の農家に対する節水システムの啓蒙活動
- 島全体の排水システムの設置・アップグレード
- 太陽エネルギー給湯器を装備した住宅の建設
- 建物のセットバックを遵守した新規開発
- ロドリゲス島の既存の海水淡水化プラントの造水能力の向上
- サンゴの移植によるロドリゲス島のラグーンの復元
- 港湾地区などでの防波堤の建設

モーリシャス領であるロドリゲス島に関する気候変動適応についても、上記の NDC の中で触れられている一方で、ロドリゲス島独自に実施されている事項もある。ロドリゲス島では、Rodrigues Regional Assembly (RRA)が環境や持続可能な開発に向けた取り組みを主導している。例えば、Sustainable Integrated Development Plan for Rodrigues (SIDPR)が 2009 年に策定[137]され、その中では、以下に示す事項が明記されており、これに基づいた活動が短期（2009 年～2011 年)、中期（2012 年～2015 年）及び長期で実施されてきた。

- 全ての市民の間で、環境と持続可能性の問題に対する意識を高める
- 環境資源や脆弱な生態系への影響を抑えつつ、経済発展と社会的進歩を追求する
- 全ての天然資源の消費を削減する
- エネルギー効率と再生可能資源からのエネルギーの割合を最大化する
- 森林と野生生物の多様性を保全・強化する
- 全ての組織と個人に、持続可能な活動とライフスタイルを奨励する
- 汚染レベルの最小化
- 廃棄物による環境影響を最小限に抑え、資源の削減、再利用、リサイクルを促進

短期での活動項目の中には、分野横断的な課題として気候変動が取り上げられていた[138]。現在、SIDPR の改訂にむけた取り組みが進められている模様である[139]。

---

[137] http://chiefcomm.rra.govmu.org/English/sidpr/Pages/SIDPR-Full-Report.aspx
[138] http://chiefcomm.rra.govmu.org/English/sidpr/Pages/Short-Term-Action-Plan.aspx
[139] https://www.developmentaid.org/#!/jobs/view/1011042/experts-for-the-review-and-update-of-the-2009-sustainable-and-integrated-development-plan-for-rodrig

(4)　ドナー等の支援状況

モーリシャスでは、多くの国際機関や国内のドナーが、気候変動関連の政策立案やプロジェクト形成のために様々な支援を行っている。

表 3-233　ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）

ドナー	分野	概要
GCF	インフラ、橋梁・暗渠、DRR-洪水多発地域・沿岸地域、保健分野	気候変動に対する回復力を高めるため、NAP の準備が進められている。(a)「インフラ、橋、暗渠、DRR-洪水多発地域、沿岸地帯」に関するものに対して総額 250 万 US ドル (b)「健康」分野に対して総額 42 万 5 千 US ドルの拠出
AFD	全般	- NDC の実施のための Adapt’ Action Programme。気候変動対策実施に向けた制度、方法論、運用面での技術支援プログラム（200 万ユーロ） - エネルギー、輸送、農業、観光の各部門における長期戦略（2050 年）の策定（110 万ユーロ）。
SADC	農業	SADC 地域気候変動プログラムにおける農業部門の脆弱性評価・分析（105 千 US ドル）

出典: UPDATE OF THE NATIONALLY DETERMINED CONTRIBUTION OF THE REPUBLIC OF MAURITIUS,2021

3.5.3　国土開発及び都市開発の概況

(1)　国土軸、戦略的重要都市

モーリシャスの都市人口は、首都のポートルイス県だけに集中せず、ウィルヘルム平野県にある 4 市にも 10 万人前後の集積がある点が特徴的である。ポートルイスは島の西部に位置し、重要な港湾都市として発展してきた。ポートルイスを積出港として、島の北部方面及び南東方面に向けて、古くからの産業であるサトウキビ農場及び製糖工場が立地して、ウィルヘルム平野県の都市活動が集積したものとみられる。なお、観光都市としてポートルイスに次いで高名なグラン・ベは、クルーズ船などが停泊するマリーナとして利用されている湾でリゾートホテルから徒歩で出歩けるエリアに街が形成されたものである。下表に 2021 年の主要都市の人口、下図に都市と 1 級道路の配置状況、経済的土地利用の状況を示す。

表 3-234　モーリシャスの主要都市の人口（2021 年）

順位	都市名	人口	県
1.	Port Louis	155,226	ポートルイス県
2.	Vacoas-Phoenix	110,000	ウィルヘルム平野県
3.	Beau-Bassin Rose-Hill	111,355	ウィルヘルム平野県
4.	Curepipe	84,200	ウィルヘルム平野県
5.	Quatre Bornes	80,961	ウィルヘルム平野県
6.	Triolet	23,269	パンプルムース県
7.	Goodlands	20,910	リヴィエール・デュ・ランパール県
8.	Centre de Flacq	17,710	フラック県
9.	Bel Air Rivière Sèche	17,671	フラック県
10.	Mahebourg	17,042	グラン・ポール県

出典：World Population Review



図 3-286　モーリシャスの都市と 1 級道路

出典：Mauritius & City maps[140]

[140] https://www.maurinet.com/maucit1.html

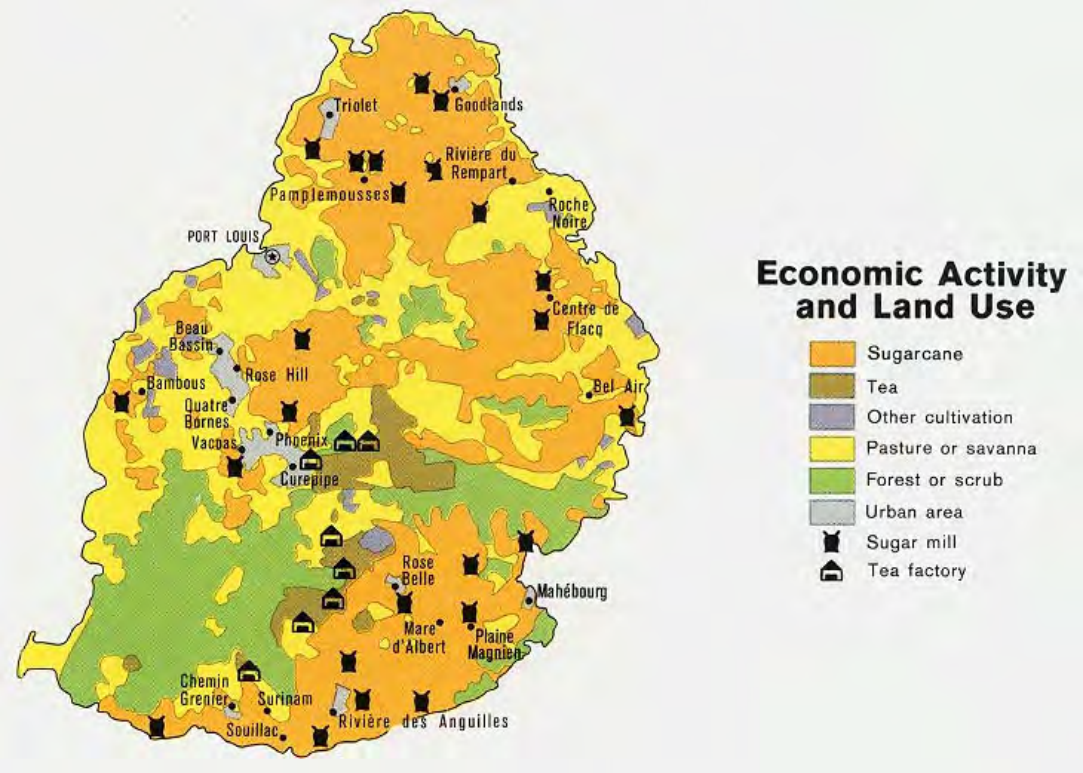


図 3-287　モーリシャスの経済的土地利用

出典：University of Texas at Austin[141]

(2)　クロスボーダーインフラ

モーリシャスは島嶼国であり、国際交通、物流は空路と海路に頼っている。主要産業のひとつである観光はフランスをはじめ、ヨーロッパからの 10 日以上の長期滞在が多い。また、おもな輸出相手国はイギリス、フランス、おもな輸入相手国はインド、中国、南アフリカ共和国、フランスなどである。

シール・セイウッドザーギュール・ラングーラム国際空港はモーリシャス島の南東部に立地している。Airport of Mauritius Ltd は、同空港の近代化を進めており、民間パートナーの参画を求めている。空港マスタープランには、南部に貨物・自由港ゾーンを新設することが示されている。すでに 34.6 ヘクタールの用地を確保してあり、デベロッパーや貨物・自由港・物流施設の建設に関心のある企業に対し区画のリースを行っている。

モーリシャス自由港は、モーリシャスを競争力のある国際貿易の物流・配送センターとして発展させることを主な目的として 1992 年に設立された。現在、操業中の事業者 231

[141] https://maps.lib.utexas.edu/maps/mauritius.html

社、サードパーティの自由港デベロッパー8 社、民間の自由港デベロッパー3 社が入居し、従業員約 3,500 人が勤務している。1993 年には 5,000m2 であった建造物の面積は、2018 年には 300,000m2 に増加している。

国家災害リスク軽減管理センター（NDRRMC：National Disaster Risk Reduction and Management Centre）へのヒアリングにおいても、防災上の最重要インフラとしてシール・セイウッドザーギュール・ラングーラム国際空港及びモーリシャス自由港の 2 つが挙げられたが、空港マスタープランやフリーポート拡張計画等に防災の要素は含まれるかは本調査では確認できなかった。モーリシャスのインフラは、今後 CDRI（The Coalition for Disaster Resilient Infrastructure：レジリエントなインフラストラクチャー連合）と連携しながらリスクアセスメントを進めるとのことであった。

(3) 重要産業の立地

モーリシャスは人口僅か 130 万人の島国であるが、1968 年の独立以来、経済変革を遂げてきた。低所得の農業ベースの経済から、実質的な製造、金融、ICT 及び観光セクターを振興し、着実な成果を上げてきた。

経済成長を支えてきた輸出は、かつては砂糖が卓越していたが、1970 年代後半に展開し始めた EPZ に進出した繊維産業のシェアが急増し、その後人件費の上昇等を受けて低迷した。大手繊維会社のなかには、労働集約型の低熟練労働しか必要としない部分をマダガスカルへと移転する動きも見られた。大型繊維工場は過去 15 年間、高級市場に重点を移しており、次第に機械化を進めている。モーリシャスの EPZ は他国と異なり、特定の地区に限定されていない。EPZ の認定を受けた企業は、同国の任意の場所で操業できる。

島中央部のエベネ地区にビジネスパークが設立され、インド資本などの IT 企業が集積しつつある。同地区へは、モーリシャス有力企業が、ポートルイスから本社を移転する動きもみられる。

観光は、高級海洋リゾートとしても知られており、外国人観光客数（フランス人が最多）や観光収入は急増しているが、ビーチ保全のための砂の投入によるサンゴへの悪影響、無人島へのゴルフ場建設など自然環境の悪化が危惧されている。

(4)　土地利用に関わる課題等

国土の土地利用は、農耕地 45%、森林・放牧地 28%、都市的土地利用 24%などである。農耕地の 90%はサトウキビ畑であり、自然植生は南西部のブラック・リバー渓谷付近に僅かに残存するのみである。下表に土地利用計画プロファイル（LUPP）と 2019 年の観測によるカテゴリー別の土地利用の変化を示す。これによると、1995 年から 2019 年までの土地利用の変化は次のような特徴のもとに、緑地の減少と市街地の増加が見て取れる。

(a) 農地（緑地）が減少（46.3%から 34%）した。
(b) 森林、低木及び放牧地（緑地）は 30.6%から 18%に大幅に減少した。
(c) 市街地（灰色）が 19.5%から 33%に増加した。
(d) インフラ用地が 2.1%から 6%に増加した。

表 3-235　1995 年から 1919 年の土地利用

Sr No.	Land Use	1995*	2005*	2019 as estimated	Ideal Situation
	Agriculture (sugar and others)	46.3	43.3	34	35
	Forest, Shrubs, grazing land	30.6	25.3	18	20
	Built Up Area	19.5	24.9	33	35
	Infrastructure	2.1	2.3	6	6
	Inland water resources system	1.4	1.6	4	4
	Abandoned sugar cane fields	-	2.5	5	-

出典：2020 年 8 月, DR PARENIVEL PILLAY MAUREE, “Re-visiting our Land Use Planning Strategy in Mauritius” をもとに JICA 調査団作成

製糖と繊維産業が停滞するなか、政府は観光戦略の一環として不動産の販売を開始した。不動産スキーム（RES）及び不動産開発スキーム（PDS）が再パッケージ化され、統合リゾートスキーム（IRS）として、外資誘致を促進している。これには、生産性が低いと考えられている広大な私有農地を住宅用及び工業用に転換し、また、外国資本に売却するための別荘建設などが含まれる。これに伴い、周囲の土地価格の高騰が起こっており、モーリシャス国民の購買力を低下させ、貧困の増加や公有地の不法占拠などの影響を及ぼしている。

3.5.4　防災計画・体制の概況

(1)　モーリシャスの防災関連法制度・防災計画の概況

モーリシャスでは 2000 年代まで政府内に防災専門の機関を有していなかったが、頻発するサイクロンや洪水被害、土砂災害等の自然災害に対応するため、2010 年以降、防災体制の構築・強化が推進されてきた。具体的には、2013 年 NDRRMC 設置、2015 年国家防災スキーム（NDS: National Disasters Scheme）策定、2016 年国家防災法（National Disaster Risk Reduction and Management Act）制定、2021 年国家防災政策・戦略的フレームワーク・アクションプラン（National Disaster Risk Reduction and Management Policy 2020-2030, Strategic Framework 2020-2030, Action Plan 2020-2030）が策定されている。主要な自然災害としては、サイクロン、高潮、豪雨・洪水、土砂災害、海面上昇と沿岸部浸水、津波が想定されている。NDRRMC を管轄する地方自治・防災省（Ministry of Local Government and Disaster Risk Management）の 2020 年度の国家災害リスク軽減予算は 38,000 千モーリシャスルピーであり、そのうち経常支出を除いた資本的支出は 9,600 千モーリシャスルピーであった。資本的支出には地すべり危険地域からの移転費用や緊急時対応用の機材購入などが含まれる[142]。

国家防災減災法（2016）では、防災減災に統合的・分野横断的アプローチにより災害リスク及び被害低減、事前準備、緊急対応及び復旧復興に取り組むこととし、実施体制や関係機関の役割等を規定している。同法では、災害時の緊急事態宣言や国際支援を求める法的根拠などを示している。国家防災スキーム（2015）では、既述の災害種別に災害発生前・発生中・被災後の関係機関の役割等を整理している。国家防災戦略フレームワークでは、5 つの戦略的柱として災害リスクの理解、ガバナンスの強化、減災に向けた事前投資、復旧復興の事前準備の強化、強靭化に向けた能力強化等が挙げられており、仙台防災枠組等を踏まえて検討されている。国家防災アクションプラン（2020-2030）では、災害リスクガバナンス（Disaster Risk Governance)、減災（Disaster Risk Reduction)、警報システム（Warning and Alert)、事前準備・緊急対応・復興(Preparedness, Response and Recovery)の４つの戦略的目標毎に施策が整理されている。国家レベルでの防災関連政策の策定は進められた一方で、自治体レベルの詳細なハザード地域の分析や防災計画策定は今後の課題となっている。

[142] https://mof.govmu.org/Documents/Documents/Budget%202020-2021/Expenditure%20to%20be%20appropriated%20by%20Votes%20%28Ministries%20and%20Departments%29/Vote%205-2.pdf

(2)　防災実施体制の概況

モーリシャスでは、下図に示すように、平時と発災後の緊急対応時の 2 つのフェーズを明確に分けて、それぞれ防災減災に向けた協議推進体制を構築することとしている。有事の際には防災関係省庁の担当職員が国家防災減災センターに集結し、情報共有を図りながら対応する体制が構築されており、洪水等の過去の災害でも実践されている。

また、平時の際も、月に一度の頻度でハイレベル協議を行い防災・減災に向けた取組みが推進されており、防災インフラ等の整備も見据えた体制を目指していることが伺える。自治体レベルでは、12 の自治体別に地方防災管理委員会（Local Disaster Risk Reduction and Management Committee）が設置され、災害対応施策が検討・実施される。

災害時には国レベルでは国家緊急対策本部（National Emergency Operations Command）が設置され、各省庁の担当職員や主要ドナー関係者が集結し、情報共有・調整・対策決定が行われる。自治体レベルでは、地方緊急対策本部（Local Emergency Operations Command）が設置され、市長等の首長を議長とし、関係機関との調整及び災害対策が実施される。国家緊急対策本部と地方緊急対策本部は各レベルの関係機関と調整を図りつつ、連携して災害時対応が推進される。

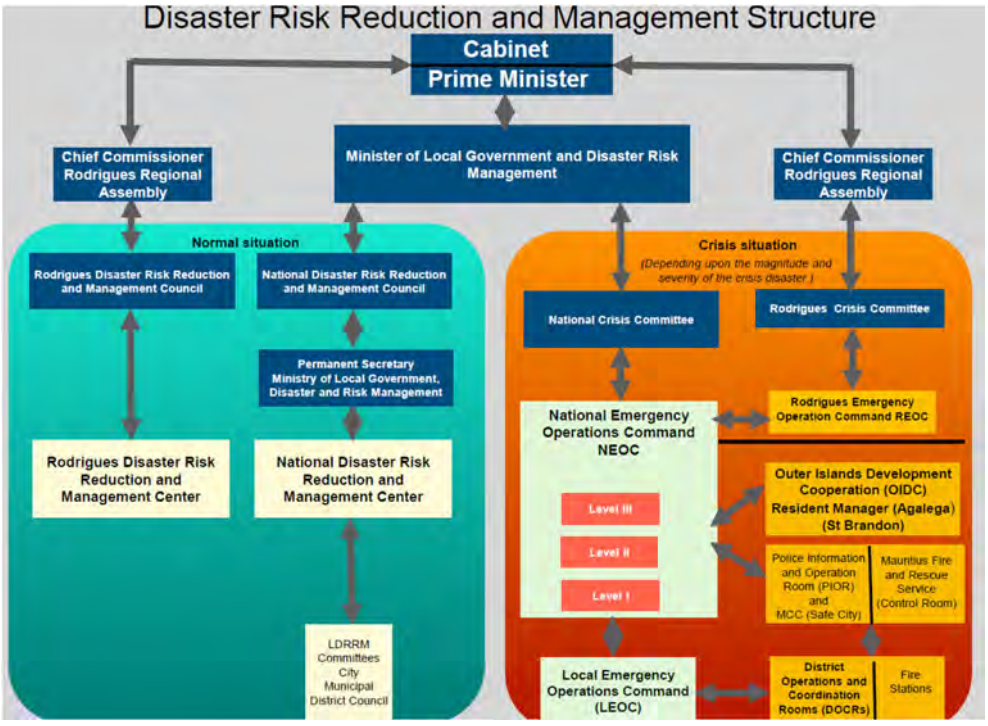


図 3-288　モーリシャスの防災減災の取組み実施体制

出典：NDRRMC

(3) NDRRMC による防災の取組み事例

NDRRMC では、国家防災戦略フレームワークや国家防災アクションプラン（2020-2030）に基づき、下記のような防災の取組を実施している。

- 災害情報管理システム（MauDIMS）の導入

  MauDIMS は災害関連情報を政府のクラウドに保存するオンラインデータベースであり、UNDP の支援のもと導入された。NDRRMC の限られた職員のみがアクセス可能であり、NDRRMC は災害発生毎にデータベースを更新する。これにより、仙台防災枠組モニター（SFM）に沿って、災害リスク軽減、開発計画、また仙台防災枠組のグローバル目標の達成に向けた進捗状況を測定することが可能になる。NDRRMC 職員を対象とした MauDIMS の活用トレーニングは 2020 年 1 月より開始している。

- 防災教育に関するポール・ヘイデンレポートの実施

  UNDP 事務所と連携し、防災教育に関するプロジェクトを開始した。2014 年国際的な防災専門家であるポール・ヘイデン氏によるモーリシャス政府機関を対象としたワークショップが行われた。ワークショップでは若者の防災意識の醸成や、各機関のディレクターレベルを対象とした災害発生時の事業計画策定、防災教育カリキュラムの検討等が実施された。ヘイデン氏の最終報告書と提言は全国評議会によって検討がなされている。

- 減災イニシアチブ（CADRI）パートナーシップの能力強化

  モーリシャス政府の要請を受け、UNDP の資金援助のもと、災害と気候変動リスク軽減に関する国の能力強化を目的とした国連主導のパートナーシップである。

  2019 年に重要セクターの政府関係者による災害リスク軽減に向けた検討会が実施された。2020 年に発表された報告書では重要セクターにおける防災投資に向けた具体的なアクションプランが含まれている。

- 都市のリスク軽減とレジリエンスに関するワークショップ

  2019 年に UNDRR の支援により、防災と気候変動への適応を目的としたワークショップが開催された。

- 災害後ニーズ評価（PDNA）/災害復旧フレームワークに関する研修ワークショップ

  UNDP の支援のもと、モーリシャス政府を対象に、PDNA を通して復興枠組みを策定することを目的とした PDNA 研修ワークショップが 2018 年に開催された。

- 「コミュニティベースの防災 2021」に関するオンライン研修

  2021 年に JICA 関西により、災害リスク軽減の重要性、自助、相互支援、公的支援の必要性、コミュニティベースの防災促進に向けた研修が実施された。

- 災害や戦闘後のメンタルヘルスサービス

  2018 年に NDRRMC、米国大使館、防衛医療機関（DIMO）の共同で、「災害と戦闘後のメンタルヘルスサービス」に関するワークショップが開催され、外傷後ストレス障害に関する対応の重要性が訴えられ、メンタルヘルスの災害対応計画等が検討された。

- 防災と緊急時融資に関する WB プログラム

  災害時の非常事態宣言時に融資が実施される Cat DDO（Catastrophe Deferred Draw Down）は WB の融資プログラムであり、2019 年に WB と AfD はモーリシャスにて Cat DDO による支援の方向性について協議し、災害発生時の財政支援協力を行うことを表明した。

3.5.5 ドナー支援の動向

(1) ドナー支援の概況

ODA 国別データ集の 2000 年から 2017 年の合計値によると、モーリシャスへのドナー援助の動向としては、国際機関別では欧州委員会、欧州投資銀行などの EU の諸機関からの援助が多く、主要ドナー別ではフランスからの援助が多くなっている。AfDB の CSP 2021-2025 に示されているドナーごとの主な支援分野によると、AfDP や AFD も多くの分野に支援を行っていることがわかる。

表 3-236 ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
EU Institutions	716.4	フランス	722.7
GEF	20.09	日本	58.8
GFATM	12.36	英国	53.0
UNTA	9.32	オーストラリア	8.0
BADEA	9.13	ドイツ	6.1

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000 年～2017 年）より JICA 調査団作成

表 3-237　ドナーごとの主な支援分野

DEVELOPMENT PARTNER / SECTOR/THEMATIC AREA	AfDB	AFD	EU	UNDP	WB
Direct Budget Support	✸	✸	✸	✸	✸
Education, Science, Technology and Research	✸		✸	✸	✸
Health	✸	✸	✸	✸	
Agro-industry		✸	✸		
Transport	✸	✸	✸		✸
ICT		✸			
Energy	✸	✸			
Water and Sanitation	✸				✸
Ports	✸	✸	✸		
Social Integration, Social Security & Empowerment	✸	✸	✸	✸	✸
Environment and Climate Change	✸	✸	✸	✸	
Public Sector Governance and PFM		✸			✸
Private Sector, Industry, Financial Sector and SME	✸	✸			
Regional Integration	✸		✸	✸	

出典：AfDB COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2018-2022

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

モーリシャスは高所得国であるため、国際復興開発銀行（IBRD）の支援を受けられる数少ないアフリカ諸国のひとつである。現在、モーリシャスでは WB の融資活動は行われていないが、支援の殆どは技術支援などの知識面での活動を通じて行われている。最近では、政府の基礎教育改革（9 年間の学校教育）、経済開発委員会のセクター計画機能開発、銀行監督機能の強化等を支援している。

WB の援助方針を示す CPF 2017-2021 によると、「競争力の向上」「インクルージョンの醸成」「レジリエンスと持続可能性の強化」3 つの重点分野を支援している。

防災については、重要性についての記述はあるものの、支援方針には含まれていない。高所得国であるモーリシャスに対しては支援が限定的となっていることから、防災分野での支援も限られていると考えられる。インフラへの支援についても 2009 年の運輸、エネルギー、水資源分野への支援が最後となっている。

なお、今後について、モーリシャスが高所得経済になるという目標は、特定のインフラ政策が見直され、公共・民間を問わずインフラの立地、方向性、建設コード、土地管理などの面でレジリエンスが構築されない限り達成は難しいと分析している。持続可能性は、気候変動の影響を緩和し、水資源や天然資源を管理する能力にも左右されることから、公共部門の役割を慎重に検討し、環境的・経済的な潜在的な外的ショックに対処するための適切な財政・金融手段の確保が必要と述べられている。人口の高齢化とそれに伴う医療費

や年金支出の必要性から公共予算の確保が困難な中でも、災害リスクファイナンスツールや保険など災害に対処するための十分な財政や公的資源をインフラや人的資本の整備といった新たな優先事項に再配分する必要があると分析している。また、狭い沿岸の境界線や海岸近くの地域での無計画で規制のない開発が、セクター間の干渉、インフラの最適でない配置、土地や海洋地域の重複した使用、貧しいコミュニティの疎外、重要な生息地の損失や劣化につながっており、沿岸の浸食や異常気象に対する脆弱性も高まっていると述べられている。WB では今後も優先的な政策行動や投資の特定に加えて、長期的な環境持続性と気候変動への耐性を確保するための評価を行うとしている。

(3) アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

AfDB の援助方針を示す CSP 2014-2018 は、特に「インフラ整備と官民連携（PPP)」と「スキル構築と技術開発」という 2 つの柱に基づいていた。これらは同国の成長を刺激し、高所得国（PRE）になるという野心を達成するためのものであり、この目標は 2019 年から 2020 年の CSP の更新期間中に達成された。

CSP 2014-2018 の成功を受けて、CSP 2021-2025 では、「経済的回復力、高付加価値生産、地域統合の強化」と「持続可能なインフラへの投資、環境保護」という 2 つの優先分野を提案しており、後者の中で危機的な環境問題に対処し、独自の生態系を保護し、災害への備えと対応の分野で島国経済の能力を高めることを支援するとしている。

過去の災害支援はサイクロン後の橋梁や道路の復旧のみとなっているが、防災の必要性については CSP に記載されており、具体的な支援の方向性についても認識されている。Mauritius Country Diagnostic Note の中では、具体的に、気候変動に強い交通システム、再生可能エネルギー、気候変動に強い農業、統合された廃棄物・水管理の開発に重点を置くことや技術・イノベーションを活用した資源の節約や効率化に貢献すると述べている。また、原油流出事故により、適切で強固な災害準備・対応フレームワークが緊急に必要であるとの認識が強調された。国家災害準備・対応の枠組みはあるものの、早期発見の警告システムを更に発展させ、危機管理・対応に関わる広範な組織のネットワーク間の調整を改善する必要があると述べている。

災害リスクの軽減や危機対応の分野では、当局、地域社会、民間企業の間で強力な協力関係が築かれているが、調整にギャップが生じていることから、知識の共有やキャパシティービルディングの強化が必要としている。更に、当局と民間企業は、水災害の影響を軽減するために、湖、沼、泥炭地に特に注意を払い、生態系の修復と保護への投資を増やすよう求められているという。

(4)　その他のドナーによる援助の動向

モーリシャスはアフリカとインド洋島嶼国、旧フランス宗主国など様々な側面を持つことから、多くの国際ネットワークに所属し、防災分野等での協力や支援を受けている。

UNDP からは NDRRMC の能力強化支援として専門家の派遣や国家防災計画の見直しが行われている。災害情報システムのアップグレードとしてより高精度な高潮早期警報システム（Early Warning System）の整備も行われた。また、Adaptation Fund によって沿岸地帯における気候変動適応プロジェクトとして３つのコミュニティにおいて避難所の建設、高潮防潮堤の建設、海岸・人工リーフの整備などが行われた。

現地政府へのヒアリングによると、これ以外にも、AFD からモーリシャスの島々の沿岸リスク（海岸侵食と海洋洪水）の運用調査、PIROI/SADC/IORA/UNRC/UOM/NE&CF 等との防災関連プロジェクトの開発を行っているとのことであった。

3.5.6　重要都市の選定

モーリシャスにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査ではポートルイス都市圏を重要都市エリアとし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査検討していく方針とした。また、都市間インフラ等としては、ポートルイスと周辺都市を結ぶ重要交通インフラとなることが期待されているメトロ等を重点的に検討することとした。なお、これらの重要都市や都市間インフラに特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査検討する。

3.5.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　都市開発と防災

モーリシャスは、東京都と同じぐらいの面積(2040km^2)の島である。狭小でありかつ南部アフリカ地域の一番東にあることから、本調査の対象地域の中でサイクロンの影響を受けやすい国である。上陸することは多くは無いが、島国であることから周囲全体が高潮の影響を受ける。首都のポートルイスも島の北西に位置し、沿岸部は高潮による浸水等の被害を受けやすい。

高潮はモーリシャス気象局（Mauritius Meteorological Service、以下「MMS」）のリアルタイムの観測システムがあり、それに基づき早期警報を実施している。サイクロン予測

は広域連携により対応しており、津波観測、地震観測もMMSが所管している。現在実施中の技術協力プロジェクト（コロナ禍で予定より遅れている）では、レーダーの運用・取得データの活用などが実務レベルで推進できることが期待されている。

高潮対策としては、道路・家屋のセットバックを行い、護岸等のインフラ対策整備を行っているが、背後地は丘陵地域であることから、地滑り等の土砂災害の危険性が残る。



図 3-289　高潮対策によるセットバック事業
（左：護岸整備の状況、右：土砂災害リスクの残る状況）

出典：JICA 調査団撮影

DRRMC（Disaster Risk Reduction and Management Center）によれば、過去20年で最も危険性が高く被害が深刻な災害は、大雨による小流域の鉄砲水（Flash Flood）である。この状況から、LDA（Land and Drainage Authority, 土地排水局）により、島全体の自然水の流れをGIS上で整理分析したハザードマップを作成中である（非公開）。洪水の主な原因としては水が貯まりやすい地形であることや排水管の排水能力不足である。 AFDの支援を得ながら国家排水マスタープラン（Land Drainage Masterplan ） を策定中で、16 のモデル地域の詳細なハザードマップ作成や脆弱性アセスメントを実施しており、その結果を踏まえて排水管整備事業などの対策計画を行い、設計・実施に繋げる予定となっている。また、排水マスタープランとともにゾーニングによる建築規制・土地利用制度の推進も実施していく予定で、現在内容を検討中である。



図 3-290　モーリシャスの災害状況
（左：洪水発生状況、右：地滑り危険地域の市街地状況）
出典：（左）LDA 提供写真、（右）JICA 調査団撮影

また、島内の開発可能な平野は限られているため、基本的なインフラは殆ど整備されており、インフラの修繕体制も構築されている。しかし、ハザードマップをどのように活用し、どのような対策を実施するか、という事前投資の考えに基づくインフラ整備計画の検討を行うような考え方自体が、まだ構築されていない。モーリシャス政府は、このようなことが実行できる人材を育てたいと考えている。

以上のように、重点災害としては、サイクロン・豪雨による、鉄砲水洪水、土砂災害である。現在実施されている主な対策は、観測システム構築、早期警報体制整備、海岸エリアのセットバックと護岸整備、自然水排水ハザードマップ整備等である。今後は、これらの情報やハザードマップを正しく理解し、これらを活用して適切な対策を検討し実施していく段階となっていく。

しかしながら、これらを実施していくために必要な人材不足に懸念があり、それぞれの分野において、技術力・組織力の能力向上、人材育成に関する協力のニーズがある。特に、防災に係る地方自治体、技術者（地盤工学、排水システム）、コミュニティ防災、体制構築等の能力向上が、課題となっている。

その他、モーリシャスの本島から 4～500 ㎞東に位置するロドリゲス島に関してレーダーを設置したいという要望がモーリシャス政府からあがっている。ロドリゲス島は、観光開発を推進している島であるが、サイクロン、高潮、洪水、地滑りなど様々な災害リスクがある島で、モーリシャス本島の更に東にあることから、この島にレーダーを入れることにより、サイクロンの情報をより早く把握できるようになる。更に、南部アフリカ地域全体として見ても最東部にある事から、レーダーの観測網や早期警報の観点からも、戦略的な位置である。しかし、レーダー設置にあたっては、電力が必要であり、発電設備との抱き合わせでの提案が必要である。

(2) 運輸交通

1) 関係機関・法制度等の概要

モーリシャスの運輸交通部門を所管する省庁、各サブセクターを管理、または運営する組織等の主要関係機関を表 3-238 に示す。

表 3-238 モーリシャス運輸交通部門における主要関係機関

サブセクター	関係機関
道路	国家インフラ・地域開発省（Ministry of National Infrastructure and Community Development）
	道路開発公社（Road Development Authority）
鉄道	陸上交通・ライトレール省（Ministry of Land Transport and Light Rail）
	メトロ・エクスプレス社（Metrro Express Ltd.）
港湾	国防・内務・対外コミュニケーション省（Ministry of Defense, Home Affairs and External Communications）
	モーリシャス港湾公社（Mauritius Port Authority）
	貨物処理コーポレーション（Cargo Handling Corporation Ltd）
空港	国防・内務・対外コミュニケーション省（Ministry of Defense, Home Affairs and External Communications）
	民間航空局（Department of Civil Aviation）
	モーリシャス空港会社（Airports of Mauritius Co. Ltd）
	空港ターミナル運営会社（Airport Terminal Operations Ltd）
	ロドリゲス空港会社（Airport of Rodrigues Ltd）

出典：JICA 調査団作成

a) 道路

モーリシャスにおける道路インフラの整備・維持管理・運用の全般を所管する省庁は MNICD である。その中で、道路インフラについては国家インフラ局（National Infrastructure Division）が担当しており、実務は道路開発公社（Road Development Authority、以下「RDA」）が行っている。なお、RDA とは別に建設業界関連では建設業界開発委員会（Construction Industry Development Board, CIDB）がある。

財務・経済計画開発省統計局（Statistics Mauritius, Ministry of Finance, Economic Planning and Development）の最新資料[143]によれば、2019 年の道路総延長は 2,772 km で、高速道路（Motorway）は 104 km、1 級道路（Main road）は Main road A と Main road B を合わせて 1,140 km、2 級道路（Secondary road）は 913 km、その他は 615 km となっている（図 3-291）。これらの道路の舗装率は 98%と殆どの道路は舗装されており、単位面積

[143] Digest of Road Transport and Road Accident Statistics - Year 2018 & 2019, Feb. 2021

（km²）当たりの道路延長は 1.48 km、1 km 当たりの自動車台数は 209 台／km である。道路延長は毎年増加している。高速道路路線は M1～M3 の 3 本が整備されている。

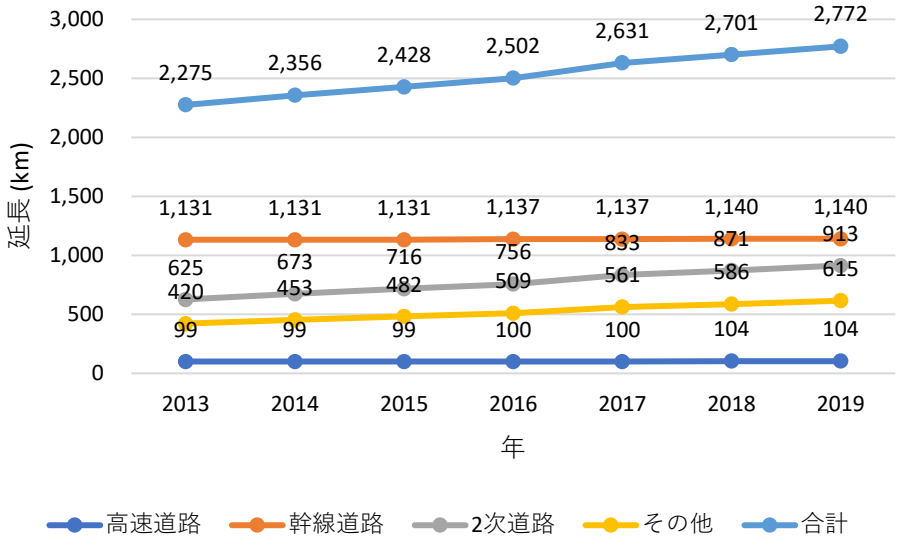


図 3-291　モーリシャスの道路ネットワーク整備状況

出典：「Digest of Road Transport and Road Accident Statistics – Year 2019, Statistics Mauritius, 2021」の情報に基づき、JICA 調査団作成

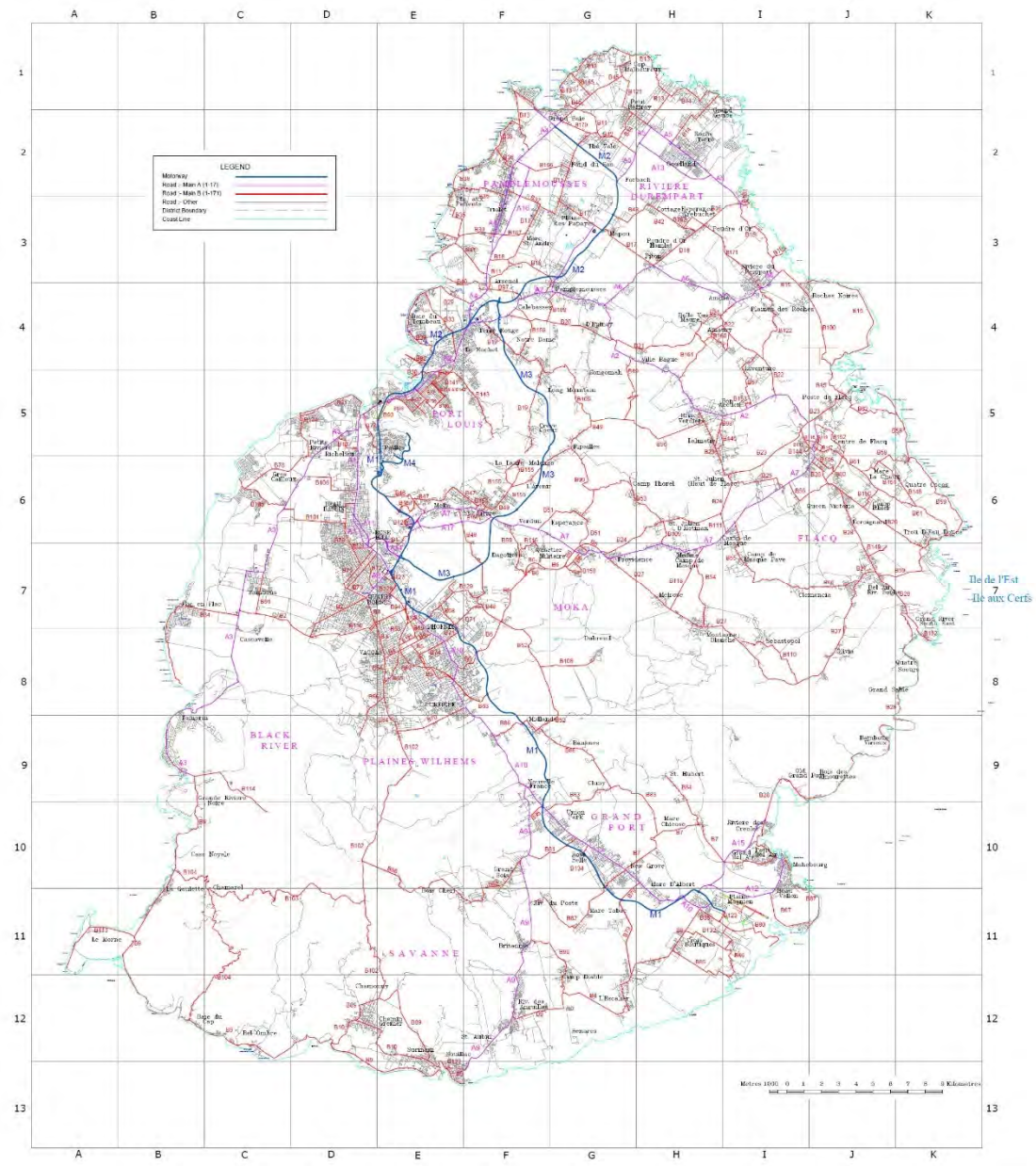


図 3-292　モーリシャスの道路ネットワーク

出典：Road Map of Mauritius, RDA, 2017

b)　鉄道

近年、モーリシャスにはメトロ・エクスプレス（Metro Express）という LRT システムが整備され、運行中である。モーリシャスの首都であるポートルイスと周辺都市を結ぶものであり、道路の混雑解消や都市間の移動の利便性向上を目的に 2019 年 12 月に運転を開始した。現在、モーリシャスにメトロ・エクスプレス以外の鉄道システムはない。メトロ・

エクスプレスを所管する政府省庁は陸上交通・ライトレール省（Ministry of Land Transport and Light Rail、以下「MSTLR」）である。また、その整備・維持管理、運営、列車運行を担当するのは国営企業のメトロ・エクスプレス社（Metro Express Limited、以下「MEL」）である。

MEL は 2016 年 10 月 26 日設立されたモーリシャス政府が所有する企業である。同社はメトロ・エクスプレスのインフラ開発、資金調達、建設、運行、維持管理を行っている。メトロ・エクスプレスは、2017 年にインド政府から贈呈された 3 億 5,300 万 US ドル分の助成金を元手とした各種プロジェクトの一環としてその計画が始動した。2019 年 12 月 22 日にフェーズ１のローズヒル中央駅（Rose Hill Central）～ポートルイス・ビクトリア駅（Port Louis Victoria）間を開通し、現在フェーズ２が実施されている。フェーズ２の開通をもって、計画されていたメトロ・エクスプレスの全区間（25.95 km）は完成し、キュールピップ（Curepipe Central）からポートルイスへの移動時間が短縮される他、道路の混雑解消や新たな雇用が期待されている

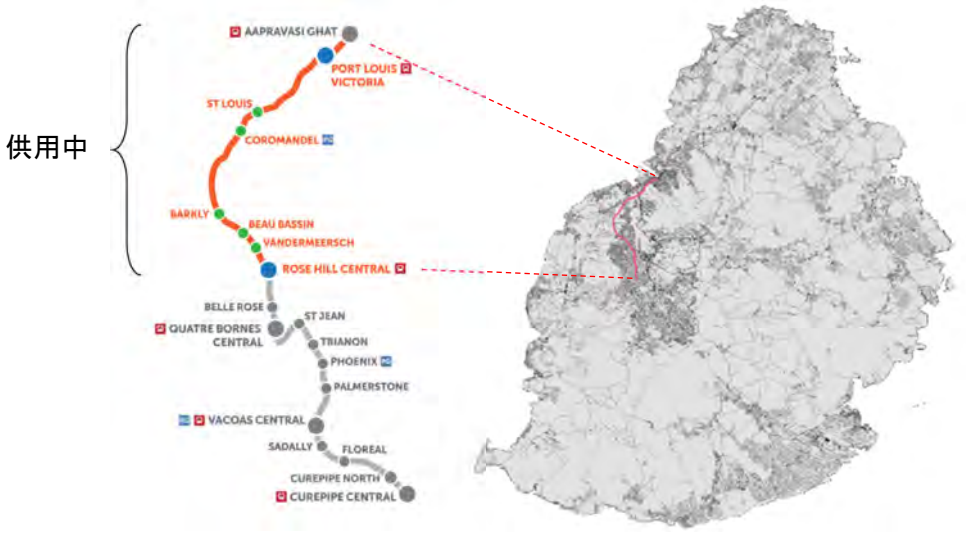


図 3-293　モーリシャスのメトロ・エクスプレスの路線図と位置

出典：MEL ホームページ[144]、JICA 調査団作成

[144] https://mauritiusmetroexpress.mu/my-experience/?lang=en#facilites

c)　港湾

モーリシャスの港湾を所管する省庁は国防・内務・対外コミュニケーション省（Ministry of Defense, Home Affairs and External Communications、以下「MDHAEC」）である。首相が国防・内務・対外コミュニケーション大臣を兼務する。MDHAEC の中で特に港湾・空港は対外コミュニケーション本部（External Communications Division）の所管であり、港湾・海事関連全般の実務はモーリシャス港湾公社（Mauritius Port Authority、以下「MPA」）が行う。MPA は 1988 年に制定された港湾法に基づいて設立された全国の港湾を管理する政府機関であり、モーリシャス島とロドリゲス島の港湾の監督・管理を行っている。また、港湾インフラと関連施設の整備・管理、海事サービス、航海支援、港湾における全ての活動の調整・規制等を行っている。ポートルイス港における全てのコンテナ処理は政府所有の民間企業である貨物処理コーポレーション（Cargo Handling Corporation Ltd、以下「CHCL」）が行う。CHCL はコンテナの他に、一般貨物、パイプラインを使用しないバルク貨物の荷役も行っている。

モーリシャスへの主要ゲートウェイであるポートルイス港は同国の国際貨物の 99%を取り扱う、同国にとって非常に重要な運輸インフラである。過去数十年間ポートルイス港は設備の近代化、自由港指定、クルーズ船専用施設を含む集中的な港湾施設への投資等を通じて、同国の経済中心施設として生まれ変わっている。2018 年における MPA の実績を表 3-239 に、また、1974 年からのコンテナ・貨物取扱量の動向を図 3-294 に示す。

表 3-239　2020 年における MPA の輸送実績

項目	実績
貨物（トン）	7,421,764
ドライバルク	1,678,469
液体バルク	2,023,574
コンテナ	3,579,898
一般貨物（水産物除外）	34,186
水産物	105,636
コンテナ（TEUs）	438,078
利用船舶数（隻）	2,776
コンテナ船	465
バルク船	49
タンカー	98
一般貨物船	24
漁船	765
クルーズ船	20
その他	1,355

出典：Port Trade Statistics (CY 2020), MPA

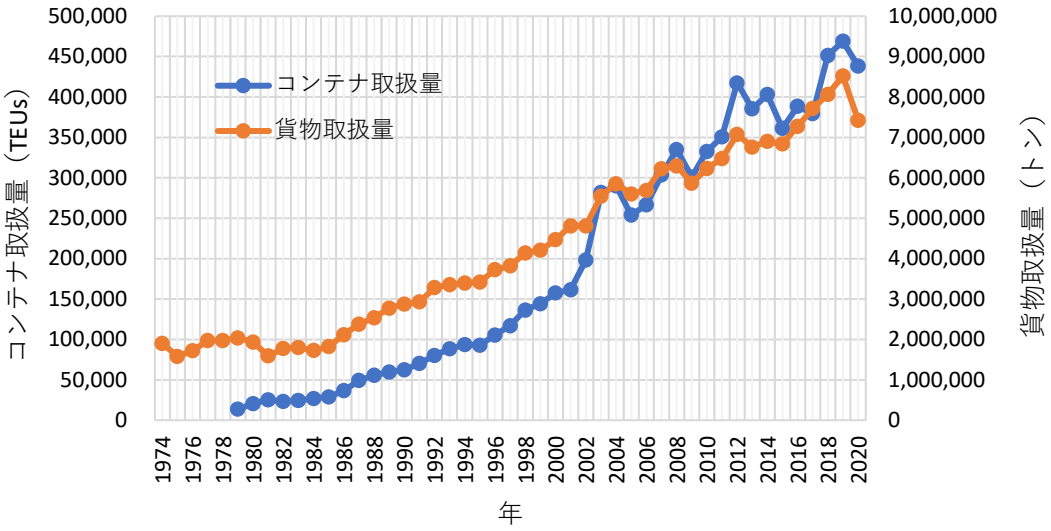


図 3-294　モーリシャスにおけるコンテナ・貨物取扱量の動向

出典：「Port Trade Statistics (CY 2020), MPA」の情報に基づき、JICA 調査団作成

d)　空港

モーリシャスの港湾を所管する省庁は MDHAEC である。首相が国防・内務・対外コミュニケーション大臣を兼務する。MDHAEC の中で特に港湾・空港は対外コミュニケーション本部（External Communications Division）の所管であり、民間航空全般の実務は民間航空局（Department of Civil Aviation、以下「DCA」）が担当する。DCA は航空管制を含む民間航空関連全般の行政・規制・航空サービスを行っている。モーリシャスの主島であるモーリシャス島に位置するサー・シウサガル・ラングーラム国際空港（Sir Seewoosagur Ramgoolam International Airport、以下「SSR 空港」）の整備・運営を担当するのは民間企業のモーリシャス空港会社（Airports of Mauritius Co. Ltd、以下「AML」）である。AML は 1998 年 5 月に設立、1999 年 4 月に運用開始しており、モーリシャス政府が大株主となっている。AML は SSR 空港の所有者であり、運営者である。また、SSR 空港の旅客ターミナルの運営・管理は空港ターミナル運営会社（Airport Terminal Operations Ltd）が行っている。ロドリゲス島にはサー・ゲイタン・ドゥバル空港（Sir Gaëtan Duval Airport）があり、その運営はロドリゲス空港会社（Airport of Rodrigues Ltd）が行っている。

AML のホームページ[145]によれば、SSR 空港には L=3,040m、W=75m の滑走路が 1 本と、L=2,279m、W=60m の非常用滑走路が 1 本ある。駐機場には 8 個の搭乗ブリッジがあり、超

[145] https://aml.mru.aero/index.php/ssr-international/facts-figures

大型旅客機の A380 にも対応するゲートが 1 か所ある。SSR 空港は Airports council International (ACI) が授賞する空港サービス質（カテゴリ：旅客数 2 百万～5 百万人）部門の「ベストエアポート・アフリカ地域」(Best Airport - Africa Region) に数回選ばれており、他にも旅行団体を含む様々な団体から受賞している。以上のように SSR 空港は大型旅客機の離着陸にも対応しており、サービスの面でも評価が高いなど、サイクロンなどの自然災害があるなかでも高レベルで維持管理できていることが考えられる。

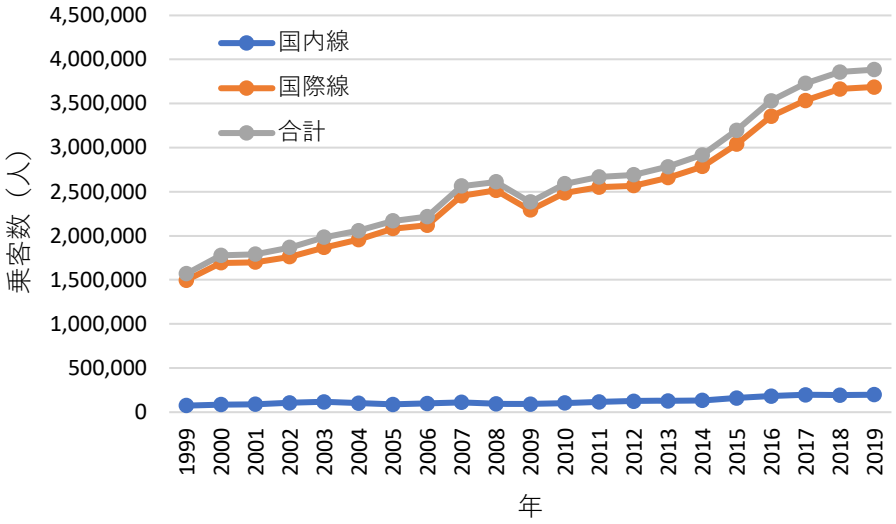


図 3-295　サー・シウサガル・ラングーラム国際空港の年間利用客数

出典：AML ホームページの情報に基づき、JICA 調査団作成

2)　関連計画・開発現況等の概要

現時点でモーリシャス政府ホームページに記載されている主要プロジェクトは表 3-240 の通りである。他にもモーリシャス道路開発公社のホームページ[146]には多数の現在実施中の道路・橋梁の新設・改修事業の情報が記載されている。

[146] http://rda.govmu.org/English/News/Pages/default.aspx?NewsD=On+Going+Projects

表 3-240　モーリシャスで実施中の主要プロジェクト

セクター	重要プロジェクト
道路	A1-A3 連絡道路建設事業　※ただし、2021 年 1 月 23 日に供用開始
	A1-M1 連絡道路建設事業
	PontFer JumboDowlut ラウンドアバウトの立体化事業
	Ste Marie 橋（B9 道路）の架け替え事業
	Albion 橋架け替え事業
	M2 高速道路拡幅事業（Roche Bois Roundabout～Jin Fei Roundabout 区間）
鉄道	メトロ・エクスプレス路線延長事業

出典：モーリシャス政府ホームページ[147]、2021 年 10 月現在

a)　道路

モーリシャス政府「e 調達システム」での情報（IFB Reference No: RDA/IFB/2020/66）によれば、高速道路の新設工事の入札が 2020 年 10 月に行われた。新しい路線である M4（Airport～Forbach）のフェーズ１（Bel Air～Pont Blanc の 13 km 区間）であり、上下線を物理的に分離しない構造（single carriageway）として車線幅 3.5 m、路肩幅 1.5 m の幅員を適用して建設される。しかし、車線数の情報はない。

RDA のホームページ[148]には橋梁改修事業、道路改良事業、地すべり等の土砂災害対策・斜面保護工事、新設道路・橋梁の工事等、現在実施中の工事の情報もあり、モーリシャスにおける活発な道路インフラへの投資、土砂災害対策への取り組みが確認できる。

b)　鉄道

MEL によるメトロ・エクスプレスのフェーズ２以外の鉄道関連計画は、現時点では把握されていない。

c)　港湾

2017 年 5 月、MPA はポートルイスマスタープランを策定した。これは 2009 年策定のマスタープランの更新版であり、2040 年までを対象にしている。このマスタープランでは、2040 年の貨物取扱量は 2015 年の約 7.9 百万トンの約 2.7 倍の 20.9 百万トンになると推定している。

[147] https://govmu.org/EN/infoservices/transport/Pages/projects.aspx
[148] http://rda.govmu.org/English/News/Pages/default.aspx?NewsD=On+Going+Projects

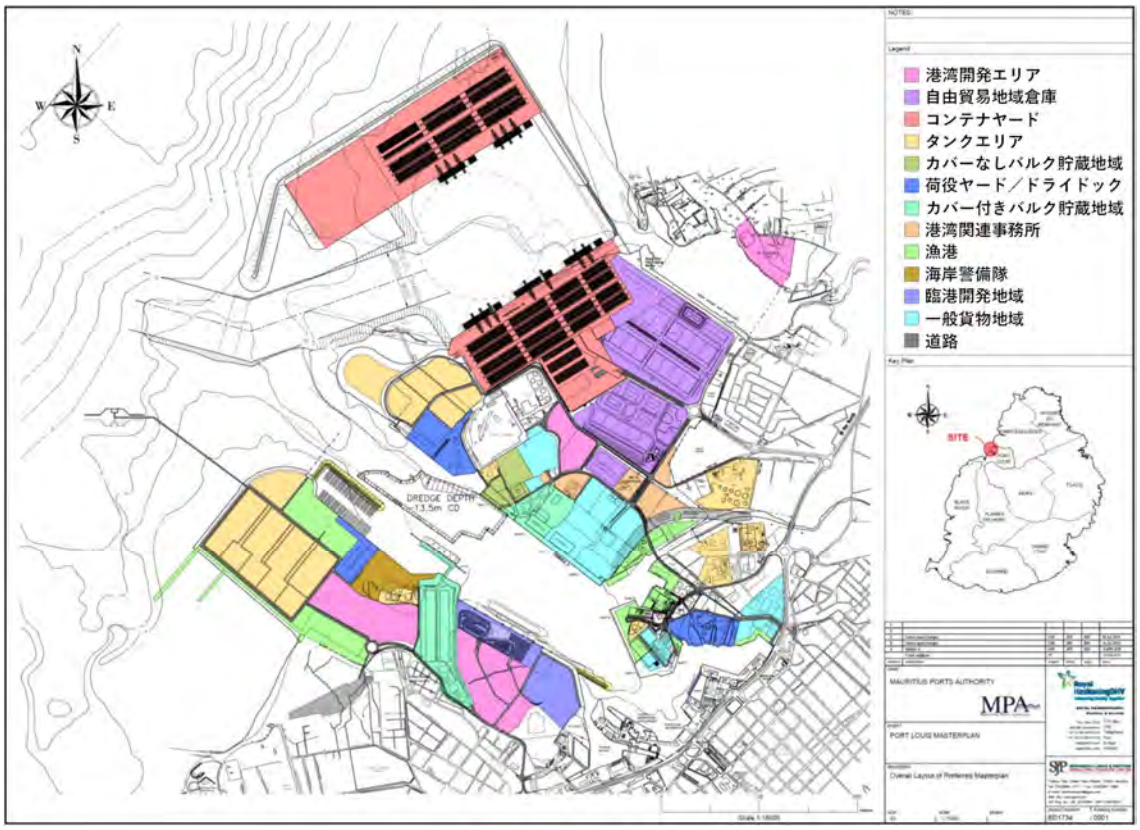


図 3-296　ポートルイス港マスタープランにおける将来計画

出典：Port Louis Masterplan Executive Summary, MPA, May 2017

d)　空港

AML ホームページ[149]によれば、2019 年に策定された SSR 空港のマスタープラン（Airport Master Plan）に基づき、エアポートシティーの開発を進めている。また、高さ 70 m の新しい管制塔を建設中である。

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

モーリシャスは過去に発生した多くのサイクロンの進路に位置し、モーリシャス島とロドリゲス島ともにサイクロンによる災害リスクが高く、主島であるモーリシャス島の海岸部の多くにおいて高潮による被災リスクが高い（図 3-297）。また、地形条件及び地質条件

[149] https://aml.mru.aero/index.php?option=com_content&view=article&id=121:feasibility-study-for-the-second-runway&catid=19:expired-tender-notices&Itemid=133

等により、モーリシャス島では地すべりや斜面崩壊のような土砂災害が最も重要な自然災害の一つとなっている（図 3-298）。

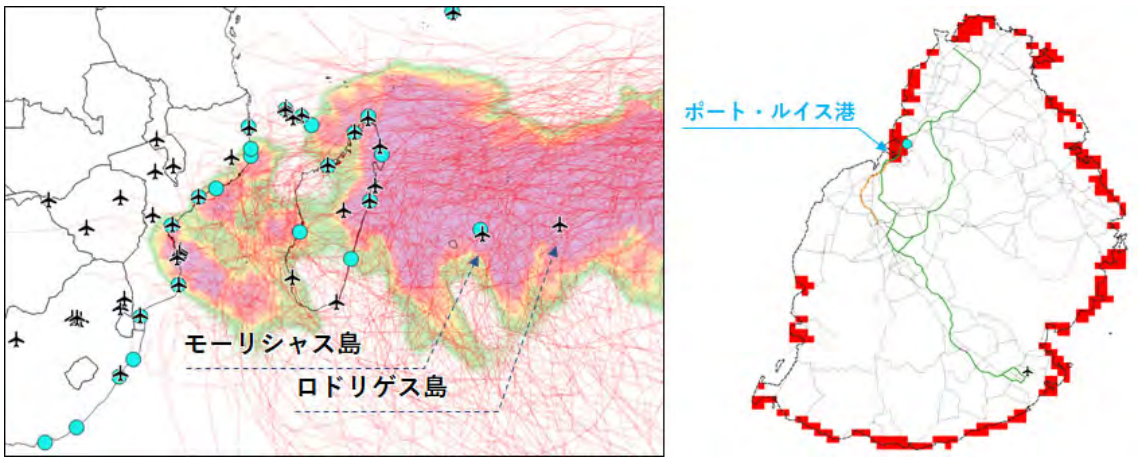


図 3-297　モーリシャスにおける災害リスク（左：サイクロン、強雨、右：高潮）

出典：JICA 調査団作成

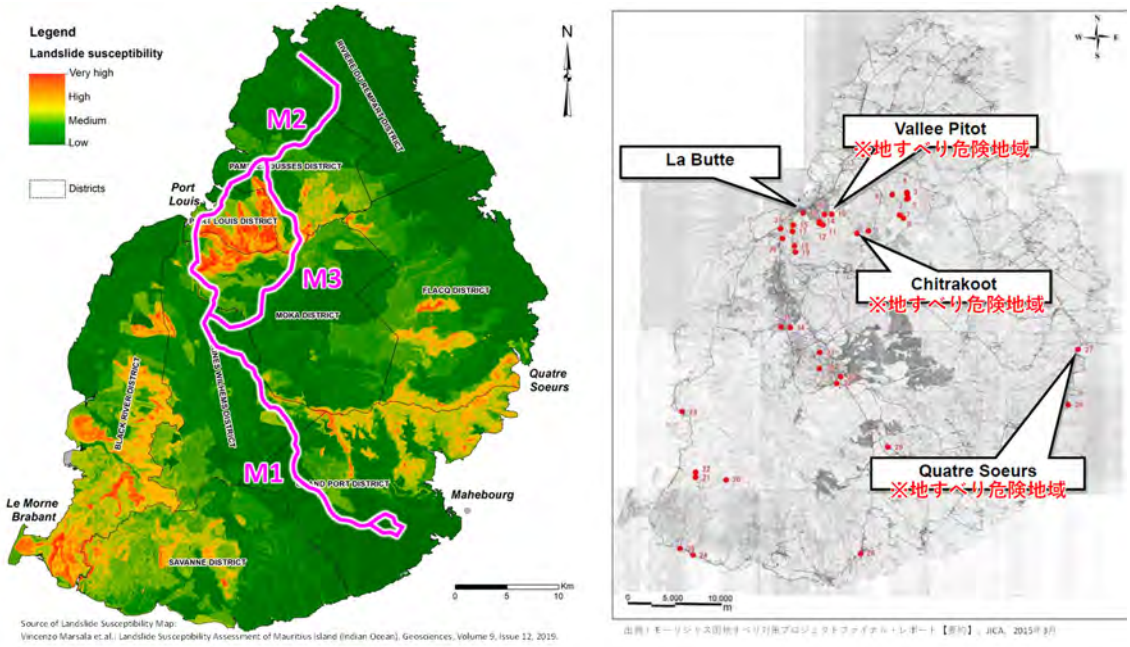


図 3-298　モーリシャスにおける地すべりリスク

出典：各図に明記の出典からの情報に基づき、JICA 調査団作成

図 3-298 にモーリシャス島における地すべりリスクを示す。地すべりリスクの高い地域は大きく分けて 3 か所である。一つは首都ポートルイスの南側に位置して海と一緒にポートルイスを囲むようにできている「Le Pouce Mountain Peak」を中心とする山地部である。他は、モーリシャス島の南西部に位置するゴルジュ・ド・リヴィエール・ノワール国立公園（Black River Gorges National Park）とその周辺の山地部と、南東部の海岸付近の山地部である。共通点として、これらの地域は山地部であり、急激な斜面となっていることが挙げられる。

モーリシャス島における重要運輸交通インフラのうち、以上の災害による被害が予想されるものを表 3-241 に示す。高速道路 M1、M2、M3、またメトロ・エクスプレスは、地すべりリスクの高い「Le Pouce Mountain Peak」の周辺に位置している。ポートルイス港は高潮やサイクロンによる被害が懸念される。SSR 空港では強風や大雨、これらを伴うサイクロンによる被害のリスクがある。

表 3-241　モーリシャスにおける防災上の重要運輸交通インフラ

サブセクター	防災上の重要インフラ	高リスクの災害
道路	高速道路 M1, M2, M3	土砂災害
鉄道	メトロ・エクスプレス	土砂災害
港湾	ポートルイス港	サイクロン、高潮
空港	SSR 空港	サイクロン

出典：JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

自然災害による道路や橋梁の被害は発生するが、表 3-241 に示した重要運輸交通インフラについては深刻な被害の発生が確認されていない。地すべりを含む土砂災害のリスクの高い地域の道路では落石、土砂崩れによる通行止めが発生するが、高速道路 M1～M3 とメトロ・エクスプレスはそのリスクの高い地域を回避しており、斜面保護工も実施されている。被害を受けた道路区間は、既述のように、自力で復旧及びその対策を実施している。SSR 空港も気象悪化による欠航は発生するものの、空港設備の被害による運輸交通への大きな影響は確認されていない。港湾の場合、通常は計画・設計時に高潮の影響は検討する。ポートルイス港におけるその詳細内容は不明であるが、大きな被害発生は確認されていない。



図 3-299　モーリシャスの道路における土砂災害復旧工事と斜面保護対策の様子

出典：JICA 調査団撮影

地すべりを含む土砂災害の発生では地形・地質条件のような自然条件の要因が大きく、災害発生を抑制するハード対策でなく、減災の観点からのソフト対策が重要である。そのため、モーリシャスでは地すべり危険地域の住民を移住させる政策を実施中であり、JICA は地すべり対策のみならず、早期警報システム・モニタリング等に関する技術移転に関するプロジェクト[150]を実施するなど、ソフト面の対策も同時に実施している。

(3)　電力

1)　関係機関・法制度の概要

電源種として、重油焚き・軽油焚き・水力・バガス/石炭焚き・PV・風力・landfill gas が存在する。発電量は石炭 4 割・重油 4 割弱・バガス 14%という割合である。再エネ電源で最も大きな寄与をしているのは水力で、また PV と風力の容量は既に 100MW を超えている。ピーク需要は 507MW である。全体的にはループ状の系統が実現している。送電ロスは 2%・配電ロス 4%で先進国並みである。

規制当局として、MEPU(Ministry of Energy and Public Utilities, エネルギー省)の下に CEB(Central Electricity Board, 中央電力委員会)・EEMO(Energy Efficiency Management Office, 省エネ庁)・MARENA(Mauritius Renewable Energy Agency, 再エネ庁)が存在する。URA(Utility Regulatory Authority)という公益事業一般の規制機関も別途存在する。

[150] モーリシャス国斜面災害対策支援、JICA、2018 年 2 月

18-19 年の再エネ発電量割合は 18%であった(CEB annual report 2018-19)。
IPP の導入が 2015 年以降に増加し 90MW 以上が連系されると共に、小規模発電事業者の連系も増えており、これまでに 15MW が加わっている。更に、CEB は再エネ導入拡大方針の一環として、グリッドスケールのバッテリーエネルギー貯蔵システム（BESS）の導入を開始し、変電所に 18MW の蓄電システムを導入した。

2） 関連計画・開発現況等の概要

DEG・風力・PV が建設中(2017-20COD)である。加えて、LNG 利用の GTCC と、PV の新設が計画されている。MEPU が再エネ電力導入 MP(2017-30)を策定中である。現在の政策としては、25 年までに発電量割合を 35%RE とする事が掲げられている。また、系統調整用に既存火力に蓄電池が併設済みである。海外ドナーからは、UNDP/GCF などが再エネ電源大規模導入用の系統改良を推進している。

モーリシャスの安定した電力供給の為には化石燃料の利用も重要であるが、CO2 排出削減の為に LNG 利用を拡大していく動きもある(CEB annual report 2018-19)。例えば Fort George 発電所では 120-140MW の GTCC(ガスタービンコンバインドサイクル)導入が計画されており、はじめは 40MW 程度の GTSC(ガスタービンシンプルサイクルサイクル)をディーゼルで駆動し、LNG が利用可能になった段階でコンバインドサイクル化する計画である。この件は 19 年には入札評価中であった。また、モーリシャスの電力需要は拡大を続けており、再エネ導入と併せて系統の強化が進められている。18-19 年に 66kV の新線と 6 か所の変電所の新設、22kV 系統の更新が行われた。

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

沿岸部での高潮被害が発生しがちであり、フォートジョージ（Fort George），ニコライ（Nicolay）発電所と、デュマス（Dumas）変電所のリスクが高い事が見て取れる。

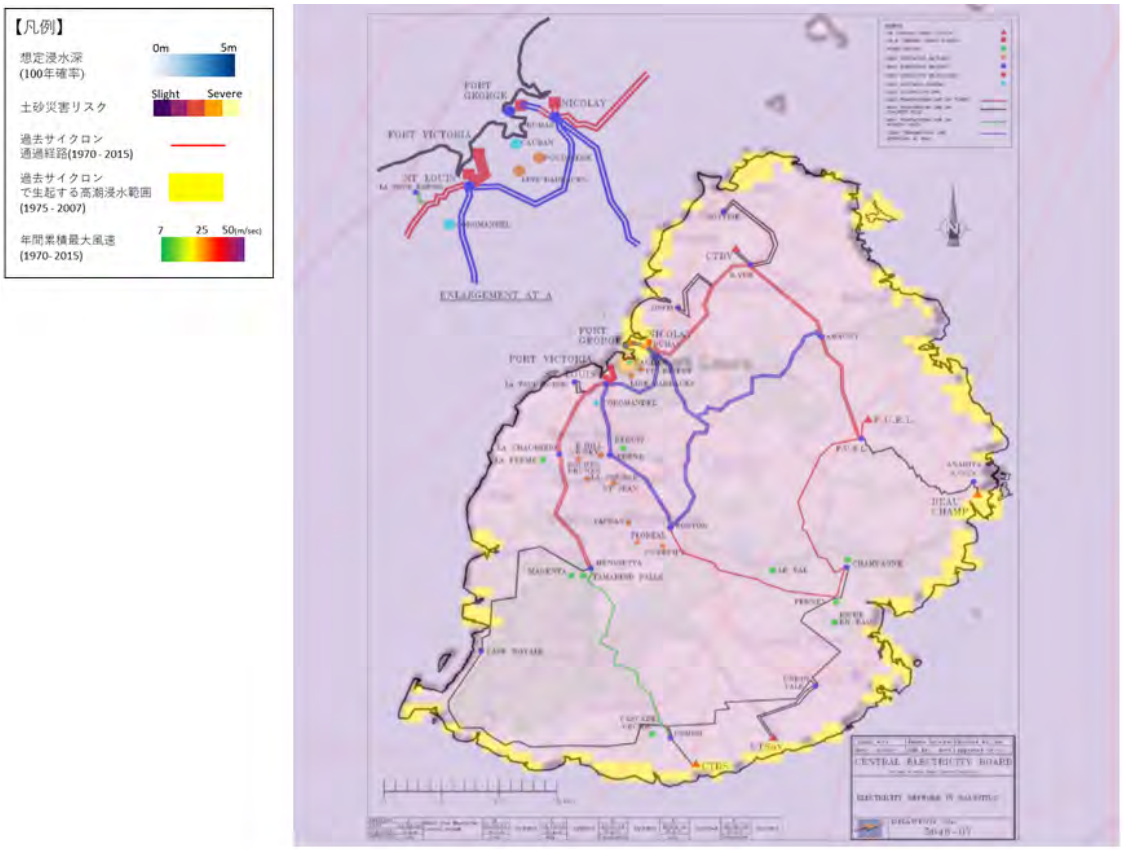


図 3-300　モーリシャス電力設備マップとハザードマップ

出典：The challenge of integrating Variable Renewable Energy sources on the national grid in Mauritius(2020)より調査団作成

4)　防災施策の検討

モーリシャスではサイクロンによって送配電網が擾乱や損傷を受け、数千世帯以上の大規模な停電が発生する事があり、例として 2018 年のサイクロン・ベルギッタ (Berguitta) では本島で 6800 世帯の停電が生じた。ロドリゲス島も 2018-19 年には 2 度のサイクロン襲来で停電が発生し、CEB と SMF(Special Mobile Force, 警備隊)が協力して復旧に当たった。停電はそれぞれ数時間から数日で復旧している。このように年に数回の大きな自然災害の影響が予想される為、CEB は工兵候補生も動員してサイクロンからの復旧作業を行う体制を採っている(CEB Annual Report 18-19 より)。リゾートホテルでは、自前の非常用発電機を備えている所もある。

モーリシャスにおける災害リスク分析と防災化のポイントとしては、本島にある政治・経済面での重要な施設が集積している地域が挙げられる一方で、ある程度経済的な開発が実現している国でもあり、遠隔地でより脆弱性が顕在化している離島部に着目すべきである事が、この報告書の前半で説明されている。電力セクターでの防災面の対策についても、

同様に離島部に注目する事で、日本からの支援という意味でより優れた施策になると考えられる。

電力セクターにおける防災施策の概念として、重要な施設や区域の災害へのレジリエンスを高めて公共サービスや産業活動を維持・継続する事が挙げられる。例えば公共セクターであれば、水処理設備や病院、通信施設などへのエネルギー供給を災害時にも継続して行えるような設備形成と運用の実現が考えられる。

また既述の通り、現在の電源開発計画は、電力を可能な限り低コストで供給すること、電力の需要と供給のバランスを効果的にとること、国家政策の根本に掲げられる持続可能性を高める事を掲げている。しかし電源種として火力発電への依存度が高く、本島でも石炭と重油が発電量の 7-8 割を占め、水力資源は開発し尽くされている。特に太陽光発電は有力な電源種だが、出力が変動しやすく、系統規模の小さい離島部への導入量は限定される。

そこで、離島でサイクロンの影響を受けやすいロドリゲス島に対し、太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備とすることを提案する。導入先は重要な公共セクターもしくは主要な産業セクターとする。電力供給の安定性向上は、行政・産業の機能向上と災害時の機能維持にとって重要である。ロドリゲス島は系統規模が小さく太陽光のような変動型再エネの導入が難しいという特徴もある。この案は、系統制約に関係なく再エネを導入しつつ、安定した電力供給を実現する事にも繋がる。調査内容は下記の通りで、実施段階にて必要であればキャパビルも含める事が可能である。

- 離島部であるロドリゲス島でのニーズ/系統制約状況の調査
- 日系重工メーカーと協力した技術・経済性検討

(4) 上下水

1) 関係機関・法制度の概要

モーリシャスにおける上下水道分野関係機関は以下の通りである。

表 3-242 モーリシャスにおける上下水道関係機関

関係機関	概要
エネルギー・公共事業省 Ministry of Energy and Public Utilities (MEPU)	水資源管理主体
水資源ユニット Water Resource Unit (WRU)	水資源の分析、管理、開発、維持を行う主幹組織
中央水機構 Central Water Authority (CWA)	給水、水道インフラ管理を管轄
農業・食糧安全保障省灌漑機構 Irrigation Authority (IA), under Ministry of Agro-Industry and Food Security	国家主導の灌漑スキームを管轄
下水管理機構 Wastewater Management Authority (WMA)	下水道を管轄

出典：JICA 調査団作成

モーリシャスでの上下水道分野関連法は以下の通りである。

- Central Water Authority Act (1971)
- Environment Protection Act (2002)
- Ground Water Act (1970)
- Irrigation Authority Act (1978)
- Planning and Development Act (2004)
- Public Health Act (1925)
- Rivers and Canals Act (1863)
- Waste Water Management Authority Act (2000)
- The Local Government Act (2011)
- Forest and Reserves Act (1983)
- Fisheries and Marine Resource Act (2007)
- National Disaster Risk Reduction and Management Act (2016)

2) 関連計画・開発現況等の概要

UN Water のまとめによると、モーリシャスで基本的な水にアクセスできる人口の割合は 2020 年時点で 100%を達成している。基本的な衛生施設にアクセスできる人口の割合は 2020 年時点で 99%である。

モーリシャスでは常に水需要の増加への対応が課題となっている。気候変動による雨季／乾季の変化も懸念されており、水資源管理や貯水能力の向上も重要となっている。

モーリシャスでは上下水道に関して以下の国家計画を整備している。

- 統合水資源管理(National Integrated Water Resource Management, IWRM) Plan (UNOPS and UNEP)

IWRM では、8 つの重点領域の下にターゲットを定め、ターゲットごとに 5 か年活動、担当組織を定めている。

IWRM では災害に対する水セキュリティにも言及されており、高潮、サイクロン、干ばつを対象災害に挙げている。十分な災害対応能力はあるものの、コミュニティレベルでの能力強化や啓発活動を行うとしている。

円借款事業「グラン・ベ地域下水処理施設整備事業」が実施中であり、JICA はこの円滑実施のための技術支援として 2011 年に「グラン・ベ地域下水処理施設整備事業に係る設計等支援調査」が実施された。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

2021 年 11 月 10 日に、WMA の Director1 名、技官 2 名と面談を実施した。

JICA 支援で下水事業を推進中であるが、コロナ禍の影響で実施できなかった研修があり、運営管理能力の強化など継続支援の期待を伝えられた。現状は GIS 等の管理データが無く、図面も十分で無いと脆弱な管理状況となっている。下水システムの状況把握・診断可能な設備システムがあると望ましい。豪雨のインパクトについてもシミュレーションできると良いとのことであった。

災害時の課題としては、大雨時に雨水が下水管に流れ込み、汚水・雨水が溢れる問題があり、インフラも老朽化しているため、更新とともに新技術の導入が課題となっている。また、自然環境保護及び観光資源保全の両面から汚水の流出による環境汚染の影響が懸念されている。マスタープランは存在するが、DRR については記載がない。

4) 防災施策の検討

河川分野でも指摘の通り、大雨時の市街地浸水対策として排水の改善が課題となっている。現在策定中とのことである排水マスタープランに下水道の位置づけや整備方針を示すなどのソフト対策に加え、下水道からの支援アプローチとして、下水道範囲の拡張、排水ポンプ施設の増強、老朽施設の更新などハード対策による排水改善が考えられる。また、これらの下水道整備は汚水排出改善にも寄与するものである。

実施中の下水道施設への円借款と技術支援の成果や、排水マスタープランの策定状況を今後見極めつつ、支援方針を検討することが必要である。

(5) 通信

1) 関係機関・法制度等の概要

モーリシャスにおける通信セクター所管省庁は、エネネ (Enene) に所在する ICT イノベーション省 (Ministry of Information Technology, Communication and Innovation) であり、通信規制当局はポートルイスに所在する ICTA (Information and Communication Technologies Authority)である。

ICTA が通信セクターを規制する根拠となる主な法律は、2001 年に制定された Information and Communication Technologies Act of 2001(情報通信技術法) である。また、ICTA は 2017 年 12 月に 2017 年電気通信指令第 2 号 (The Telecommunication Directive 2 of2017) を発行した。この新たな指令は、 2014 年電気通信指令第 1 号 (Telecommunication Directive 1 of 2014) の条項 3.12 によって定められた処理の内容を修正するものであった。具体的には、輸入業者や製造業者がラベルの要件を満たし、モーリシャスにおける規格に適合するよう求めるものである。2018 年 1 月には、型式承認に関してモーリシャスの認可取扱業者の要件に対応する規則を改定した。新たに型式承認の免除対象となった製品 (Wi-Fi 等) は市場監視の対象であり、現地の取扱業者はコンプライアンスファイル (ETSI 規格) を記録しておく必要がある。

2) 関連計画・開発現況等の概要

観光業が盛んで一人当たり国民所得の高いモーリシャスではブロードバンド インターネット接続率が高い。2020 年現在、インターネットにアクセスできる人口比率は約 65%に達している。

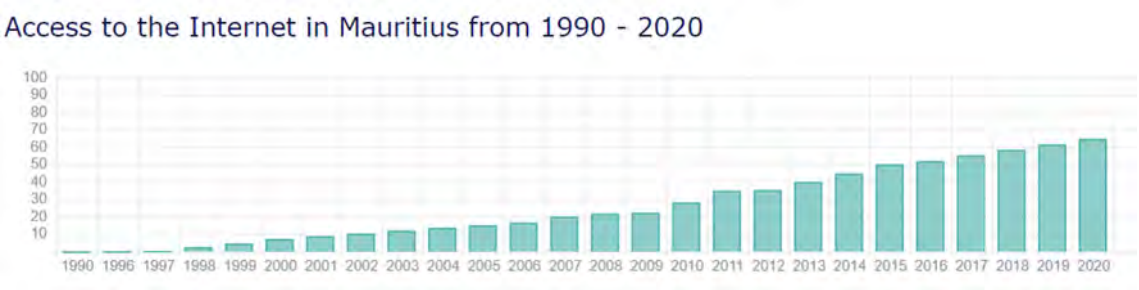


図 3-301　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)[151]

出典：WorldData.info

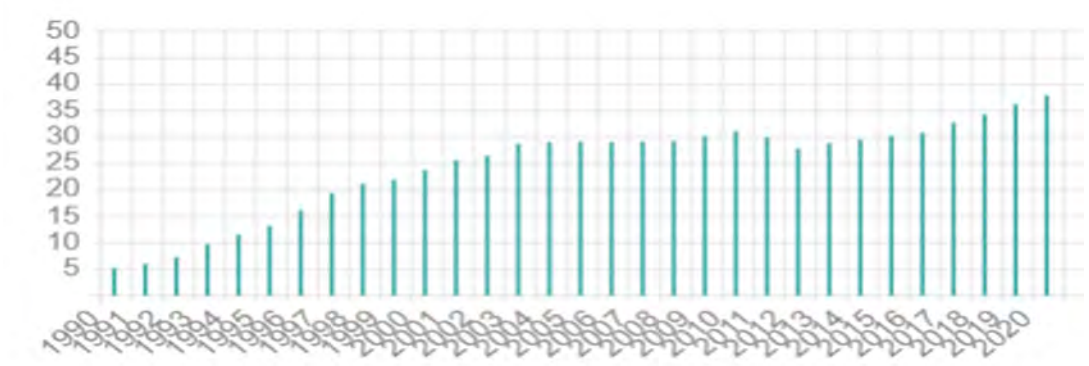


図 3-302　固定回線加入者人口比率

出典：WorldData.info

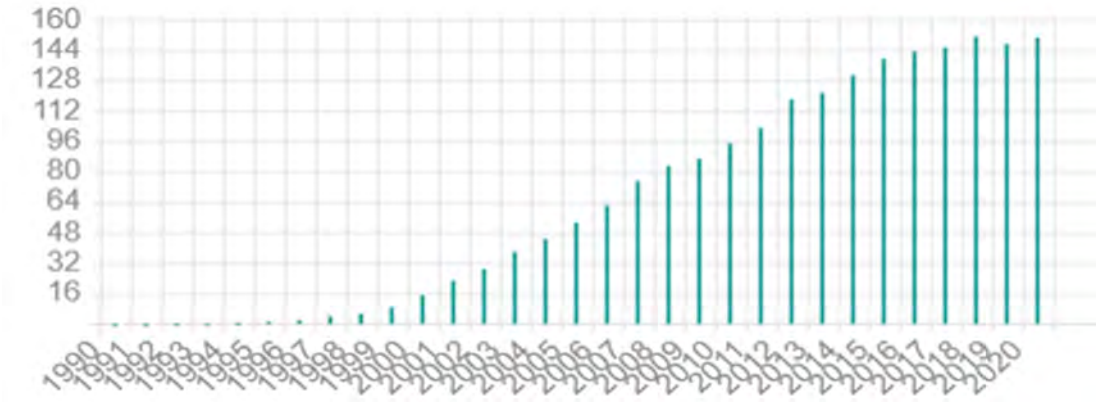


図 3 72　モバイル回線加入者人口比率

出典：WorldData.info

[151] https://www.worlddata.info/africa/mauritius/telecommunication.php

表 3-243　モーリシャスの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年[152]）

指標	モーリシャス	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	32.7	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	145.4	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	59.0	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	96.0	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	93.0	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	55.6	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	61.0	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	68.7	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	137.0	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	19.4	0.6	13.6

出典：ITU

表 3-244　モーリシャスの通信回線ユーザー数と人口比率（2020 年）

	総数(加入者)	人口比率(%)
インターネットユーザ	821,274	64.9
ブロードバンドユーザ	322,100	25.5
固定回線加入者	478,700	37.8
モバイル回線加入者	1,900,000	151.1

出典：WorldData.info

モーリシャスは国土が狭く、人口密度が高いため、ほぼ全ての地域で携帯電話が利用可能である。モーリシャスには EMTEL、CELLPLUS、MTML の 3 つのモバイル事業者が存在する。

- EMTEL は、ルクセンブルグに本拠を置くモバイルグループ MILLICOM と地元企業 Currimjee Jeewanjee and Co の合弁会社であったが、2014 年に後者が前者の株式を買い取った。2004 年にアフリカで最初の 3G ネットワークを開始し、2007 年に HSDPA、2012 年に LTE を導入した。
- CELLPLUS は、既存の Mauritius Telecom（MT）の携帯電話部門であり、1996 年に市場に参入した。
- MTML はインドのムンバイとニューデリーに拠点を置く国営電話会社 Mahanagar Telephone Nigam Limited の子会社である。当初は CDMA 方式でサービスを開始し、2011 年には GSM 方式のネットワークを導入した。
- 固定通信事業者は Mauritius Telecom（MT）と EMTEL の 2 社である。
- Mauritius Telecom（MT）は国営であったが 2000 年に民営化され、40%が当時のフラン

[152] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

ステレコム（Orange）に売却された。MT は固定電話サービスの主要なプロバイダーであるだけでなく、通常の有線サービスのほか、テレビやインターネットとのバンドルサービスを提供し、固定ブロードバンド市場では、ADSL 及び最大 200Mbit/s の光ファイバーパッケージを提供している。MT 社は国内に広範なバックボーンネットワークを持っている。

- EMTEL は、固定電話サービスと最大 140Mbps の固定ブロードバンドサービスを提供している。

モーリシャスは、2002 年にアフリカで最も早く SAFE による光ファイバーケーブルに接続し、2009 年には、モーリシャスとレユニオン、マダガスカルを結ぶ国際海底ケーブル網 LION（Lower Indian Ocean Network）にも接続された。2010 年、政府は全ての事業者が無差別にアクセスできるよう、陸揚局のオープンアクセスポリシーを導入した。

モーリシャスの IXP は 2015 年に発足し、国内で事業を展開している主要な通信事業者や ISP を含む 12 のメンバーを擁している。

- 2012 年に発表された「National Broad band Policy」では、2020 年までの高速インターネットアクセスに関する国のビジョンが示されている。その最大の目的は、ブロードバンドのインフラとサービスへの安価で普遍的なアクセスを促進し、知識集約型社会としての国の成長の機会を創出することである。そこでは以下の 5 つの政策目標が掲げられている。
- 消費者福祉の最大化、イノベーションと投資の効率的な配分
- 周波数、通信施設（電柱など）、道路の権利の公平な分配による競争の促進
- 現行のユニバーサルサービスの改革
- ブロードバンドの導入と利用を促進するための努力支援
- 法律、政策、基準、インセンティブの改革を促進

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

モーリシャス最大の通信事業者である MT は、Tier IV Phase 1 プロジェクトでローズベル（Rose Belle）にデータセンターを設立した。これは 2,000 m^2 の敷地に最大 336 台のサーバーラックを収容できる 3MW の設備である。この設備がモーリシャスの通信・ICT セクターのハブであり、最重要設備であるが、この地域は既述の（３）電力セクターで示した「モーリシャス電力設備マップとハザードマップ」によれば特に地滑りなどのリスクはないようである。しかし、今回の調査では机上検討のみであり、現地調査やインタビューは行っていないため、結論を出すには確認が必要である。



図 3-303　ローズベルに設立された MT のデータセンター

出典：Mauritius Telecom (MT)

4)　防災施策の検討

モーリシャス国の公共インフラ・陸上交通省向け 地すべり対策ユニット「モーリシャス国斜面災害対策支援」(2015 年完了)を見ると、同国では斜面災害（地すべり、斜面崩落、落石、土石流など）への対応能力の強化が求められている。一方で、ICTA Annul Report(2019)を見ると、モーリシャスでは 5G のネットワーク整備が国策とされている。このような状況を鑑みて、IoT センサ（IP カメラと必要に応じて水位計）を地滑りが発生する可能性のある場所に設置して 5G 回線網でリアルタイムに送信し、併せて都市 OS などのデジタルプラットフォームを導入し、IoT で観測した地滑りデータと人流データなどを掛け合わせることで、災害時の避難情報をより正確かつ効果的に提供することが可能であると考えられる。

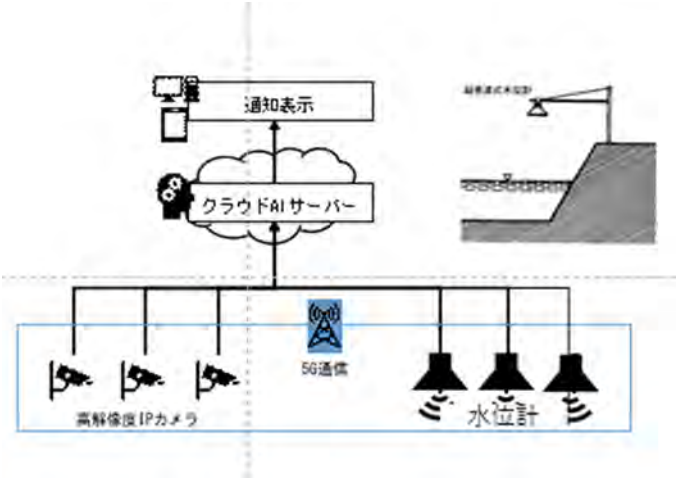


図 3-304　5G ネットワークに IoT 機器を接続した防災モニタリングネットワーク構成の例

出典：JICA 調査団作成

(6)　河川管理・海岸管理

1)　関係機関・法制度の概要

モーリシャスにおいて河川管理を担う機関として、土地排水局（LDA）を挙げることができる。土地排水局（LDA）は、ハザードマップ作成に加えて、微地形を GIS 上で分析し洪水に脆弱な地域を特定する活動や、排水に関連したマスタープラン（Land Drainage Masterplan）策定を実施している。

2)　関連計画・開発現況等の概要

モーリシャスにおける河川管理に関する計画としては、IWRM Plan 2018 が、UNEP などの支援により策定されている。

IWRM では、気候変動の影響により、今後モーリシャスにおいて、豪雨災害の発生回数の増加とともに、雨の降らない期間の長期化と年間降雨量の減少が想定されている。年間降雨量の減少が想定されるため、水資源の確保が重要な課題として捉えられている。このため、IWRM は水資源確保のための取り組みに焦点を当てた計画となっている。

沿岸管理に関する国家政策としては、国家発展戦略及び国家環境政策の中で、総合的海岸管理に係る国家も目標が掲げられている。

法制度として、①海岸域の定義、②海岸域の土地所有権、③海岸域の分類、④海岸域におけるセットバック規則、⑤海岸域背後の構造物規制、⑥環境影響評価の手続きなどのなどの放棄が規定されている。

また、沿岸管理に係る組織として、総合的海岸管理の組織として、25 の府省から構成されており、基礎調査、海岸保全計画、設計・施工、海岸管理・モニタリングなどの実施事項に分けて、詳細に役割分担が設定されている[153]。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a) モーリシャスにおける地形及び気象条件

モーリシャスはサイクロンの多発地域である南西インド洋に位置している。サイクロンによる暴風雨、高潮や洪水、地滑りといった自然災害により大きな被害を受けており、また小島嶼国であるために、気候変動による影響に脆弱な自然環境を有している。

気候に関しては、熱帯気候に属し、雨期と乾期の区分はないが、12 月～5 月に降雨が集中している。またサイクロンは 12 月～3 月の期間に多く来襲する。

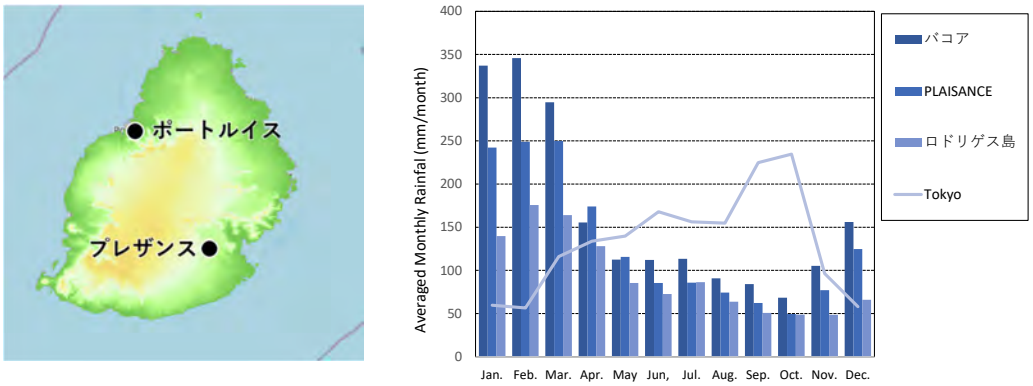


図 3-305 モーリシャスの平均雨量

出典：気象庁ホームページ

b) モーリシャスの河川概況

モーリシャスは島嶼国であり、中央高地より各方面の海岸に向けて複数の小規模河川が流下している。中での災害を引き起こす可能性の高さの観点より、首都ポートルイスからプレーンウィルヘルム県の人口集積地を流下するグランド・リバー川に加えて、首都ポートルイスの港湾エリアに河口部を有するラタニエ川などが優先河川であると想定される。

グランド・リバー川は河川延長が 10 ㎞程度、河床勾配が 1/30 であり、ラタニエ川は河

[153] JICA、モーリシャス国 海岸保全・再生に関する能力向上プロジェクト

川延長が 7 km程度、河床勾配が 1/100 である。これは日本における河川の上流の山間部の河床勾配と同程度であり急勾配であることが分かる。洪水の氾濫形態としても氾濫原の勾配が大きく、高水深、高流速で氾濫した水が流下する流下型の氾濫が発生する可能性が高い。



図 3-306　モーリシャスの主要河川の諸元一覧

出典：JICA モーリシャス国 地すべり対策プロジェクト

c)　既往災害被害

モーリシャスにおける主要な災害として、サイクロンによる影響が大きく、1960 年から 2009 年に発生した自然災害の多くはサイクロンによる被害である。本島の首都であるポートルイスのほかに、本島から東のインド洋上に位置するロドリゲス島における被害もたびたび発生している。

特に規模の大きいサイクロンは、1960 年のサイクロン・キャロル（Carol）、1975 年のサイクロン・ゲルベイス（Gervaise）、1994 年のサイクロン・ホランダ（Hollanda）、2002 年のサイクロン・ダイナ（Dina）などが挙げられる。下表に赤字で深刻な被害をもたらしたサイクロンを示す。

表 3-245　モーリシャスにおける主要なサイクロン被害

発生情報			自然災害		被害状況		
自	至	場所	種別	名前	死者	被災者	被害額（US$百万）
2007年2月25日	2007年2月25日	-	サイクロン	Gamède	2	-	-
2002月1月22日	2002年1月22日	ポートルイス	サイクロン	Dina	3	1,050	50
1999年3月10日	1999年3月10日	-	サイクロン	Davina	-	1,000	-
1999年1月	1999年4月	国全域	干ばつ	-	-	-	-
1996年12月9日	1996年12月9日	西部及び南部	サイクロン	Daniella	3	-	-
1994年2月9日	1994年2月11日	ポートルイス及びロドリゲス島	サイクロン	Hollanda, Ivy	2	2,300	135.4
1991年1月25日	1991年1月25日	ロドリゲス島	サイクロン	Bella	-	7,500	-
1989年1月29日	1989年1月29日	-	サイクロン	Firinga	1	4,507	60
1985年1月29日	1985年1月29日	ロドリゲス島	サイクロン	Ditra	-	-	-
1984年2月7日	1984年2月7日	ロドリゲス島	サイクロン	Haja	-	-	-
1983年12月8日	1983年12月8日	アガレガ諸島	サイクロン	Andy	1	351	-
1982年2月	1982年2月	ロドリゲス島	サイクロン	Frida	-	500	0.323
1982年1月16日	1982年1月16日	ロドリゲス島	サイクロン	Damia	-	32,000	0.65
1979年12月22日	1979年12月22日	-	サイクロン	Claudette	5	105,257	175
1979年2月	1979年2月	ロドリゲス島	サイクロン	Celine	-	-	-
1975年2月6日	1975年2月6日	島全域	サイクロン	Gervaise	9	826,258	200
1972年2月17日	1972年2月17日	ロドリゲス島	サイクロン	Fabienne	2	25,016	-
1967年12月25日	1967年12月25日	ロドリゲス島	サイクロン	Carmen, Monica		23,524	5
1962年2月	1962年2月	-	サイクロン	Jenny	18	8,000	-
1960年2月	1960年2月	-	サイクロン	Carol	42	-	-

出典：JICA モーリシャス共和国 気象サービス計画準備調査報告書

d)　ハザードマップの整備状況

土地排水局（LDA）へのヒアリング（2021年11月実施）によると洪水地域のハザードマップを作成しているがまだ非公表とのことである。洪水ハザードマップの作成と合わせて、表流水や地下水の流れなど水資源管理に係る情報をGIS上でデータを整理している。

GIS 上では洪水危険区域として 1-2m の浸水リスクのある地域を赤色で示すなどのデータ整備を行っているほか、排水インフラ網や河川網の線形データについてもGIS上で整理されている。具体的なハザードの評価方法については、より詳細な確認が必要である。

一方で、公共インフラ陸運省顧問・大臣アドバイザーの市川氏へのヒアリング（2021年11月）によると、モーリシャスではハザードマップを作成しているものの、ハザードマップに基づいたインフラ整備の考え方は以前浸透していないとのことである。また、公共事業として面的な洪水対策をモーリシャス政府主導で実施する予定であるが、どの地域にどのような対策を実施するのかなどは把握できていらず、確認が必要である。

既述のヒアリング結果などより、今後ハザードマップ整備のとどまらず、各種ハザードマップの結果のインフラ整備への反映プロセスについても今後支援が必要と想定される。

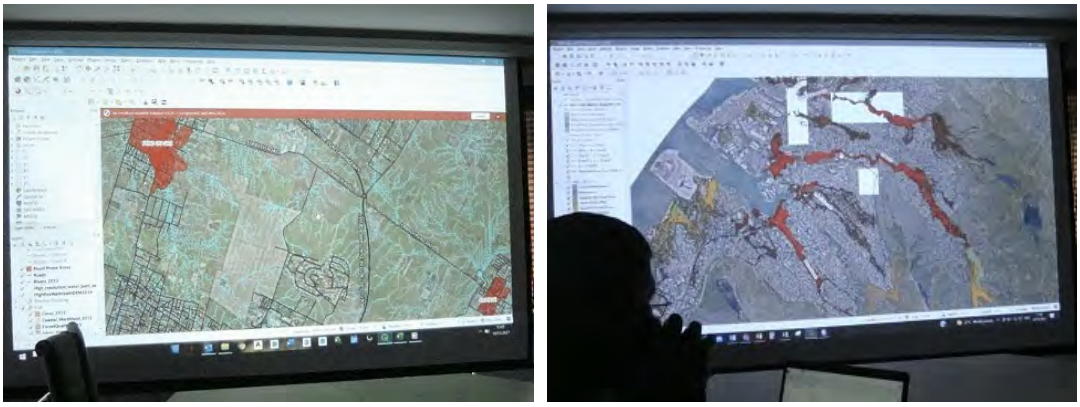


図 3-307　土地排水庁（LDA）作成の GIS 上での洪水リスク分析結果

出典：JICA 調査団撮影

e)　河川管理分野の既往計画・検討

「b）モーリシャスの河川概況」に記載の通り、島嶼国のモーリシャスにおいては、河川は大雨時に増水した河川からの流下型の氾濫の発生する可能性が高い。また、対策として氾濫域内は高流速で流下する形の氾濫が発生するため、このような氾濫の可能性の高い所への重要な資産の立地を防ぐなどの対策が想定される。

また、土地排水局へのヒアリング（2021 年 11 月実施）によると、同国内では市街地において雨水が溜まりやすい土地などからの適切な排水対策が重要であるとの指摘とともに、排水マスタープランを策定中との情報を得ている。

排水マスタープランでは、脆弱性評価やモデル地域での詳細なハザードマップ作成を行うほか、対策として、排水管整備事業の検討、土地利用に係る検討、全国におけるデザインガイドラインを策定しており、今後マスタープランとして、対策の優先順位や予算計画などを考え行く予定である。



図 3-308　モーリシャス都市域における排水路の整備状況

出典：JICA 調査団撮影

f)　海岸関連分野に既往計画・検討

モーリシャス国の沿岸部において、JICA 事業として、「モーリシャス国海岸保全 ・ 再生に関する能力向上プロジェクト」が代表的であるが、本プロジェクトはモーリシャス国全域において、海岸侵食等が顕著な海岸に対する保全や再生に関して計画を策定したものである。



図 3-309　海岸保全計画策定 14 海岸位置図

出典：JICA モーリシャス国海岸保全 ・ 再生に関する能力向上プロジェクト
ファイナルレポート【海岸保全計画】Volume2

モーリシャス沿岸で、特に人口集積した主要都市としてポートルイス市が挙げられ、UN Climate Technology Centre & Network のプロジェクトとして、「Climate Change Vulnerability and Adaptation Study for the Port of Port Louis」で気候変動を考慮した沿岸部適応策を検討している。この中では、ハード・ソフトの防災面や港湾運営等に関連する適応策を提示し、それぞれについて評価している。代表例として、図 3-310 にはポートルイス港への浸水を低減させるハード対策として検討されている防波堤整備計画を示す。



図 3-310　ポートルイス付近の気候変動適応策の例

出典：Climate Change Vulnerability and Adaptation Study for the Port of Port Louis

4)　防災施策の検討

モーリシャスにおいては、JICA 支援により、海岸保全に係る対策、気象観測に係る支援、地滑り対策に係る支援を中心に多くの支援が実施されている。このため、これらの支援の成果を踏まえた支援実施が重要であると想定される。

河川管理に関しては、島嶼国の対策として、水資源確保とともに適切な排水による洪水被害の低減のほか、浸水被害が頻発する地域での土地利用規制の強化などが想定される。

特に排水計画に関しては、現在土地排水局がマスタープランを策定中であるため、これらのマスタープラン内容を把握し、調整の取れた支援が求められると想定される。

特に排水計画に関しては、現在土地排水局がマスタープランを策定中である。マスタープランの詳細に関しては、現地調査時に土地排水局に提供依頼を行ったが、現在策定中であるため、共有は難しいとのことであった。このため、具体の支援方策の検討はできていないが、都市排水局の取り組みと連携のとれた支援方策の検討が有効である。

3.6　　コモロ

3.6.1　災害リスクの概況

(1)　ハザード把握

1)　コモロ全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理した。下図の通り GIS 上で可視化した上でコモロ全国のハザードの概況を把握した。

- サイクロンの通過経路に位置しているが過去のサイクロンによる暴風雨被害の大きな範囲には含まれず、また高潮の浸水範囲も記載されていない。モーリシャス、マダガスカル島の島嶼国と比較するとサイクロンのリスクは低い。
- 地すべりリスクは、グランドコモロ（Grand Comore）島の山岳部に加えて、他の 2 島で高い。
- 洪水災害のハザードは全球モデルによる分析では確認できないため、既往の報告書等で確認した。首都モロニ（Moroni）でも洪水リスクは高く、その他の 2 島においても沿岸部を中心に洪水リスクがある。

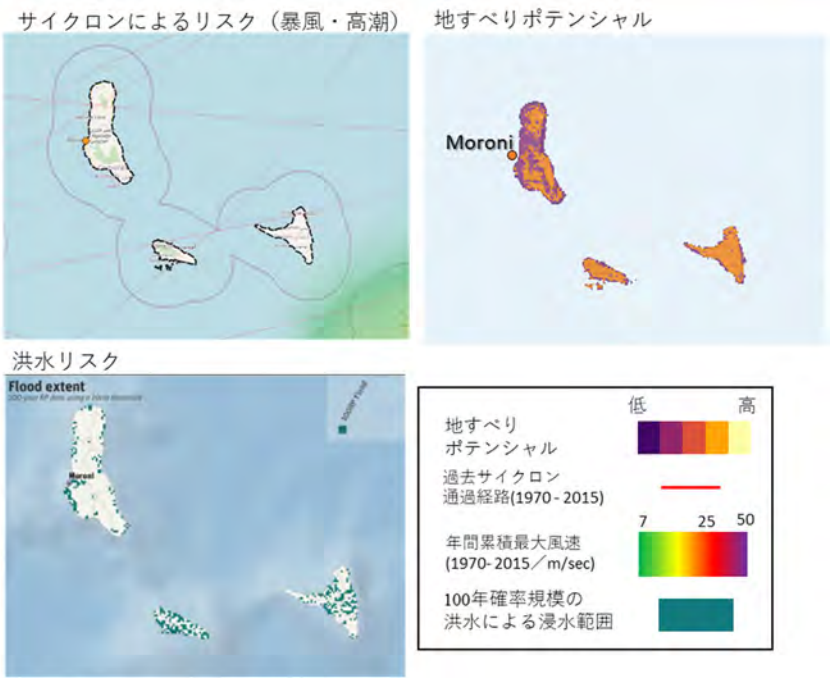


図 3-311　コモロにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、GFDRR 災害リスクプロファイル（洪水）Open Street Map（背景地図）

2) コモロ主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。またUN-Habitat及びWorld Population Reviewに基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-246 コモロ主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
モロニ	4.2	✓✓	✓	✓	✓✓
ムツァムドゥ	2.3	✓✓	✓	✓	✓✓
フォンボニ	1.4	✓✓✓	✓	✓	✓✓
ドモニ	1.4	✓✓	✓	✓	✓✓

出典：JICA調査団作成

a) モロニ

モロニは同国の首都であり、グランドコモロ島の西部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内に浸水想定域の分布を明確に把握することが難しいため、GFDRRの実施したハザード分析結果も確認し浸水想定域を確認した。浸水想定域の分布より、「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮のハザードは分布しないものの、サイクロンの影響を受ける地域に位置するため、「✓」と評価した 。また風の影響については、年間累積最大風速の分布はしないものの上記同様にサイクロンの影響を受ける地域に位置するため、「✓✓✓」と評価した。地すべりについて、市内の東部の山岳地域を中心に地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

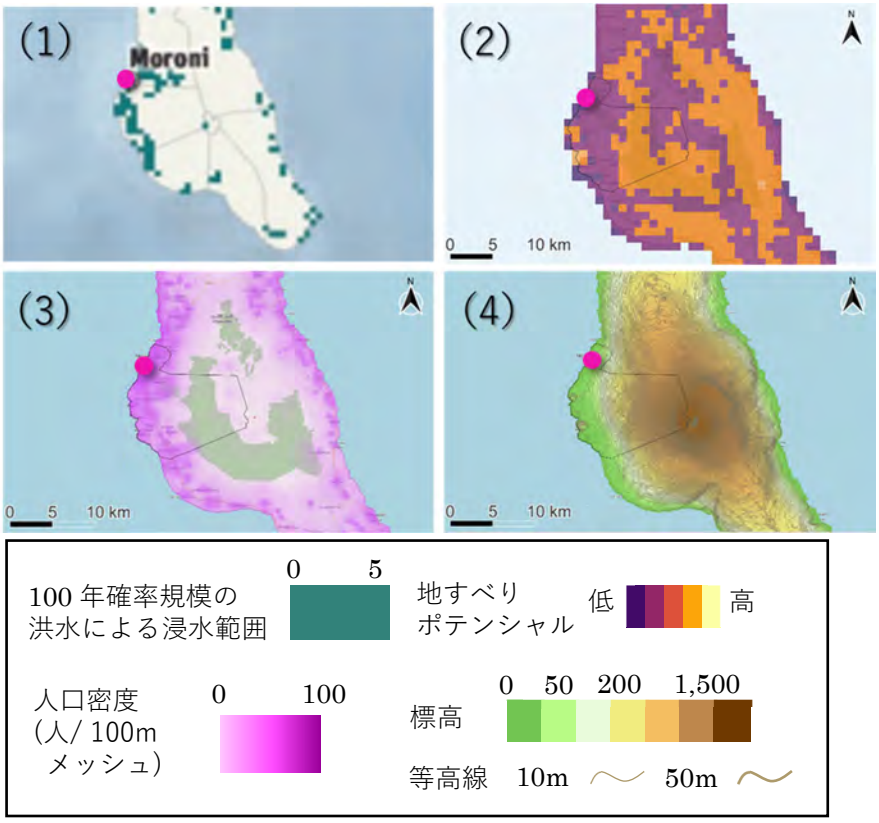


図 3-312　モロニにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

b)　ムツァムドゥ及びドモニ

ムツァムドゥ（Mutsamudu）はヌスワニ（Nzwani）島北部に位置する都市である。ドモニ（Domoni）はヌスワニ島東部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内に浸水想定域の分布を明確に把握することが難しいため、GFDRR の実施したハザード分析結果も確認し浸水想定域を確認した。浸水想定域の分布より、ムツァムドゥ及びドモニの両都市で「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮及び年間累積最大風速として用いたデータではハザードは分布しないものの、サイクロンの影響を受ける地域に位置するためムツァムドゥ及びドモニの両都市で「✓」と評価した 。地すべりについて、両都市で地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

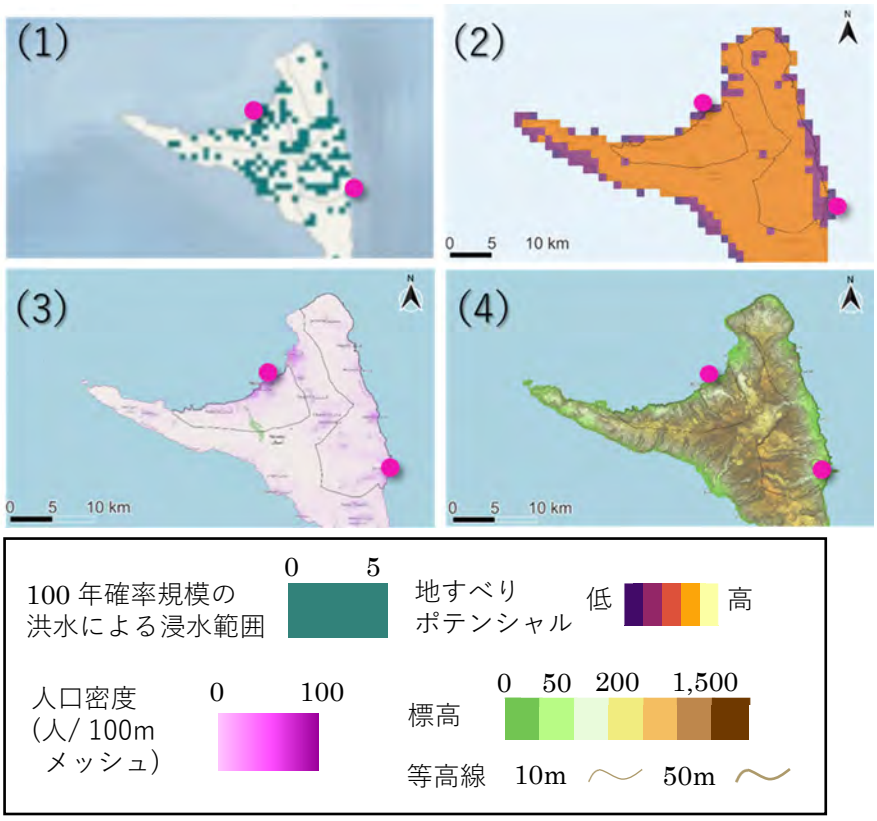


図 3-313　ムツァムドゥ及びドモニにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

c)　フォンボニ

フォンボニ（Fomboni）はムワリ（Mwali）島北部に位置する都市である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内に浸水想定域の分布を明確に把握することが難しいため、GFDRR の実施したハザード分析結果も確認し浸水想定域を確認した。浸水想定域の分布より、ムツァムドゥ及びドモニの両都市で「✓✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮及び年間累積最大風速として用いたデータではハザードは分布しないものの、サイクロンの影響を受ける地域に位置するため「✓」と評価した 。地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

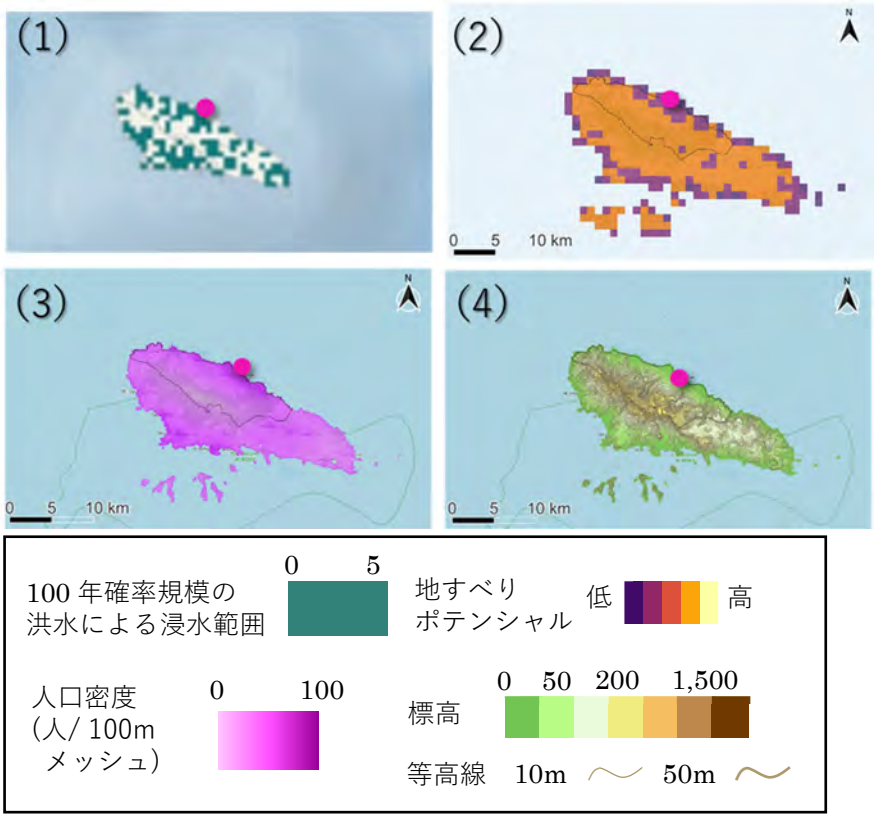


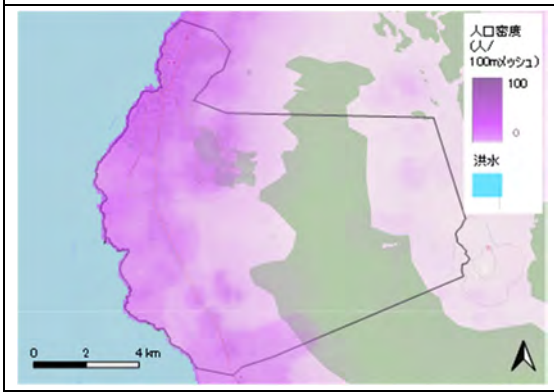
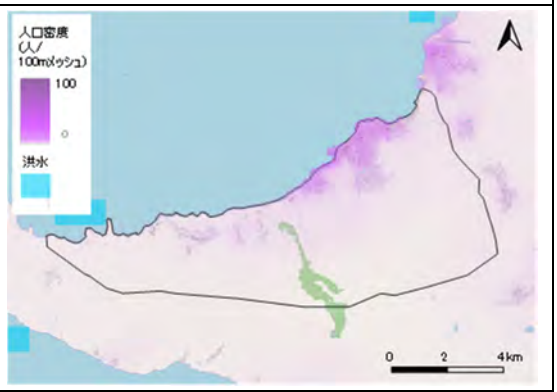
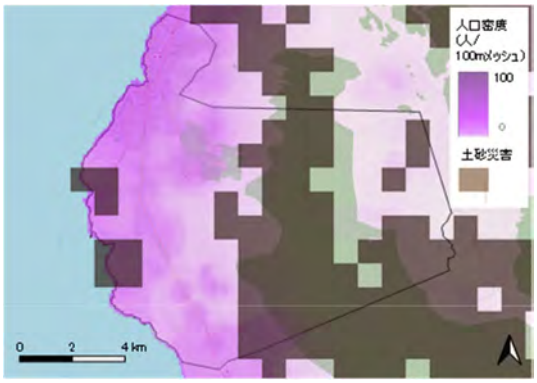
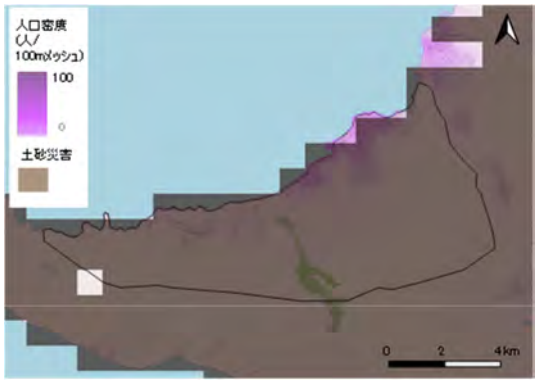
図 3-314　フォンボニにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

既述のハザード分布の定性的な把握結果を踏まえて、人口規模とハザードリスクの大きさの観点より、モロニ及びムツァムドゥを対象により詳細な災害リスクの把握を行った。一人当たり GDP は WB の公開する 2020 年時点の数値を利用した。

表 3-247　コモロの主要都市におけるハザードと人口分布の重ね合わせ図

モロニ	ムツァムドゥ
洪水ハザードと人口分布	
	
地すべりハザードと人口分布	
	

出典：JICA 調査団作成

表 3-248　コモロの主要都市における災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード	対象都市	モロニ	ムツァムドゥ
洪水	被害面積(km^2)	0	0
	被害面積比率（%）	0%	0%
	被害人口(万人)	0.0	0.0
	推計被害額(million USD)	**0**	**0**
地すべり	被害面積(km^2)	46	61
	被害面積比率（%）	39%	99%
	被害人口(万人)	1.5	1.0
	推計被害額(million USD)	**7**	**5**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、世界銀行公開データより全国の
一人当たりGDPの数値である（1,420.7 USD / person）を使用

出典：JICA 調査団作成

モロニ及びムツァムドゥでは洪水やサイクロンのハザードは顕著ではなく、地すべりのハザード分布が広いため、地すべりによる経済損失ポテンシャルが高い結果となった。

一方で、全球モデルによる想定浸水域の解析では、局所的に発生する洪水の状況は把握得ることは難しいため、急傾斜地や河川沿いで発生する、鉄砲水（Flash Flood）や土石流などの経済損失ポテンシャルの把握のためには詳細な分析が必要である。これらの事象は局所的に発生するため、ハザードの高いエリアに重要な施設が立地しているかなどの詳細な分析を通じて、対策の優先順位をつけることが重要である。

(3)　セクター別の災害リスクの把握

1)　GFDRR 災害リスクプロファイル

コモロでは、サイクロン、洪水ハザードについて、建物（住宅）、商業・工業施設、公共施設、インフラに分けて被災想定が検討されている。被害想定は、10 年確率規模、100 年確率規模、250 年確率規模による、セクター別の被害想定を算出している。更に、これらの確率規模の被害想定に基づき、AAL を算出している。

表 3-249　GFDRR 災害リスクプロファイルによるマダガスカルにおけるセクター別被害想定

災害種		サイクロン	洪水
分析の条件		年間想定被害額	年間想定被害額
建物（住居）	被害額（thousand USD）	2,500	1,500
商業・工業	被害額（thousand USD）	250	90
公共施設	被害額（thousand USD）	500	100
インフラ	被害額（thousand USD）	70	20

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（コモロ）より JICA 調査団作成

また、GFDRR のリスクプロファイルでは、州ごとの災害リスクの分布も示しており、災害種ごと及びセクターごとのリスク分布を示しており、整理すると下記の通りとなる。

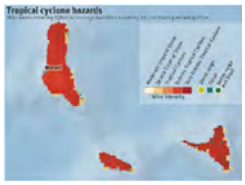
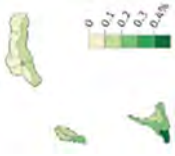
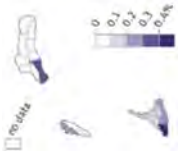
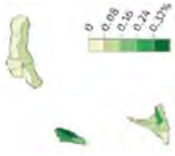
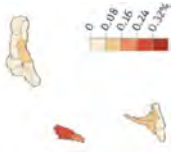
	ハザード分布	住居	商業･工業	公共施設	インフラ
サイクロン	 *100 年確率規模のサイクロンによる風速 200 ㎞/時以上、高潮 1.5m 以上､洪水による浸水範囲	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)
洪水	 *100 年確率規模の洪水による浸水範囲	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)	 *年間想定被害額の全国比率(%)

図 3-315　コモロにおける災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（コモロ）より JICA 調査団作成

既述の結果より、セクター別の被害額では建物被害額が大きい。また、インフラ被害に比べて公共施設や商業・工業施設への影響が大きく、交通インフラ等への被害が大きい他国と比較すると、建物被害による比率が高い。

サイクロンの災害リスクについては、暴風によるハザードは一様に高いが、高潮によるハザードが各島の東部及び南部で大きいため、災害リスクも高くなっている。

洪水の災害リスクについては、首都モロニのあるグランドコモロ島と比べると、主要三島の中央に位置するモヘリ島及び、第二都市であるムツァムドゥのある、アンジュアン（Anjouan）島でハザードが高い。一方で、首都の重要性の観点から、GFDRR を用いた災害分析はグローバルモデルのものであるため、モロニの位置するグランドコモロ島における洪水リスクを正確に把握することが重要である。

2) 災害被害統計

コモロの災害被害統計では、対象とする災害（洪水、サイクロン）について、1808 年～2014 年の間に発生した 86 のイベントによる被害について、死者数、家屋被害、農地被害実績が集約されており、下表の通り整理する。

表 3-250　コモロの災害被害統計によるセクターごとの被害実績

対象とする災害種	洪水、サイクロン
対象年	1808 - 2014
災害イベント数	86
死者数	621
家屋全壊（棟）	169
家屋一部損壊（棟）	1,711
農地（ha）	1,200

出典：DesInventar よりデータ収集、表は JICA 調査団作成

加えて、被害の傾向について確認するため、年間の災害イベント数及び被災家屋数（全壊+一部損壊）の動向を確認した。災害イベント数については、2012 年に最大となっているが、増加傾向は確認できなかった。被災家屋数についても、顕著な増改傾向はみられなった。コモロでは災害被害に係る統計情報が不足していることから、統計情報を整備すること自体が課題である。一方で、災害被害履歴の増減の傾向は把握できないものの、特に重大な被害が発生した災害に対して、必要な対策を検討・実施することは可能である。コモロでは 1983 年のサイクロン・エリーナ（Elinah）以降大きな被害をもたらしたのは、1996 年のサイクロン・ドロレス（Doloresse）、2019 年のサイクロン・ケネスのみである。

このため、災害対策の検討の際は、これらのサイクロン上陸時の被害実態を把握することが重要である。

同データベースは 2005 年以降に収集した統計情報は仙台防災枠組のグローバルターゲットの指標の達成状況の評価に利用されるため、統一した基準での統計情報の整備が期待される。このため被害傾向を把握するためには継続的に統計情報の傾向を確認することが重要である。

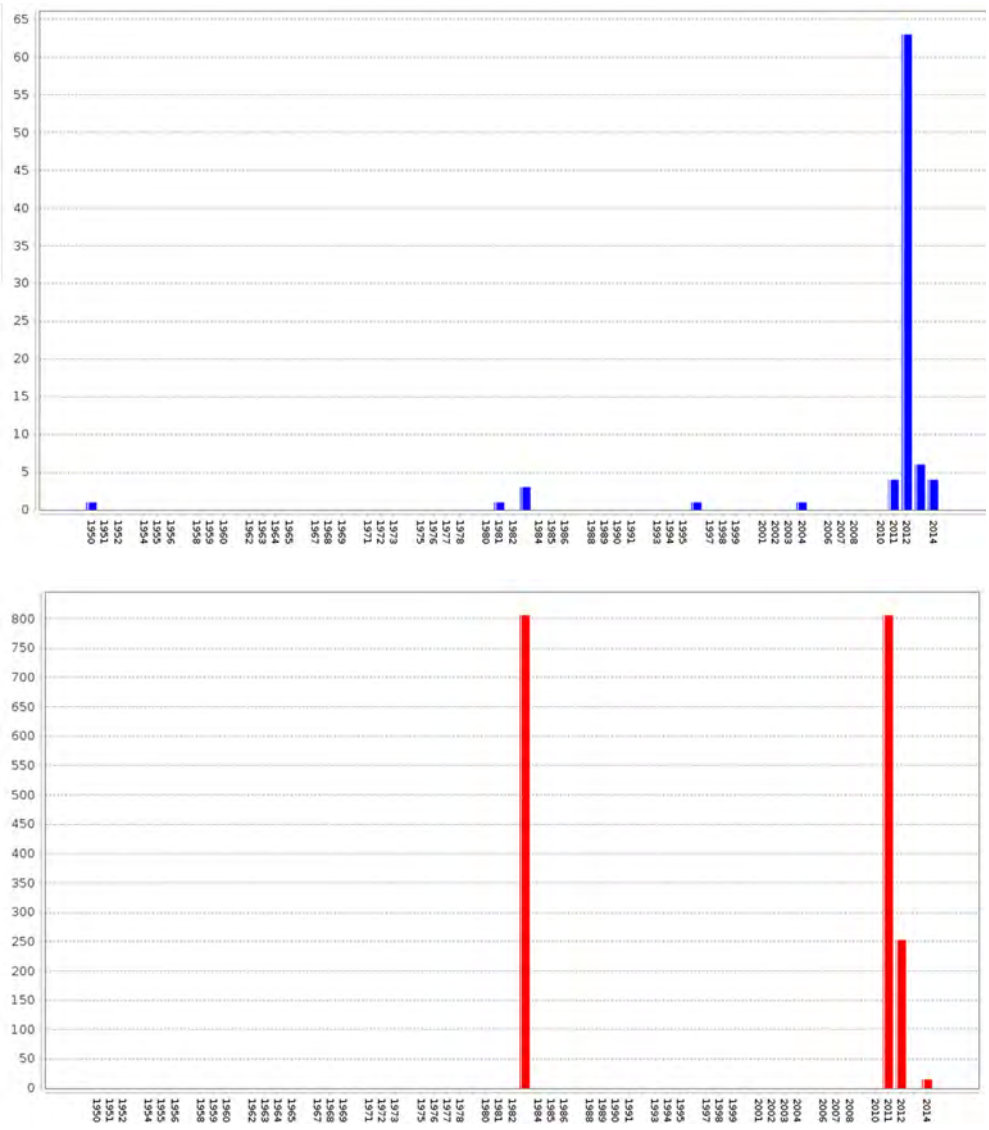


図 3-316　コモロにおける災害傾向（1950 - 2014）

出典：DesInventar ウェブサイト
（上：年間災害イベント数、下：災害による年間被災家屋数（全壊+一部損壊））

3.6.2　気候変動の概況

(1)　観測及び予測されている気候変動影響

コモロは、インド洋のタンザニア、モザンビーク、マダガスカルの海岸に挟まれたモザンビーク海峡の北の入り口に位置しており、海洋の影響を受ける湿度の高い熱帯気候であり、雨季と乾季の２つの季節を持つ。標高や風の違いにより、3 つの島の年間降水量は 1,000～5,000mm の幅がある。一般的には、夏（11 月中旬から 4 月中旬まで）は高温多湿で低地の平均気温は約 27℃、最高気温は 33℃～35℃、最低気温は 21℃～24℃程度、月間平均降水量は 200～250mm 程度である。冬（6 月中旬から 10 月中旬まで）は冷たく乾燥しており、平均気温は低地で 23℃、最高気温は 27～29℃程度、平均降水量は月に 50～100mm と夏の半分以下である。

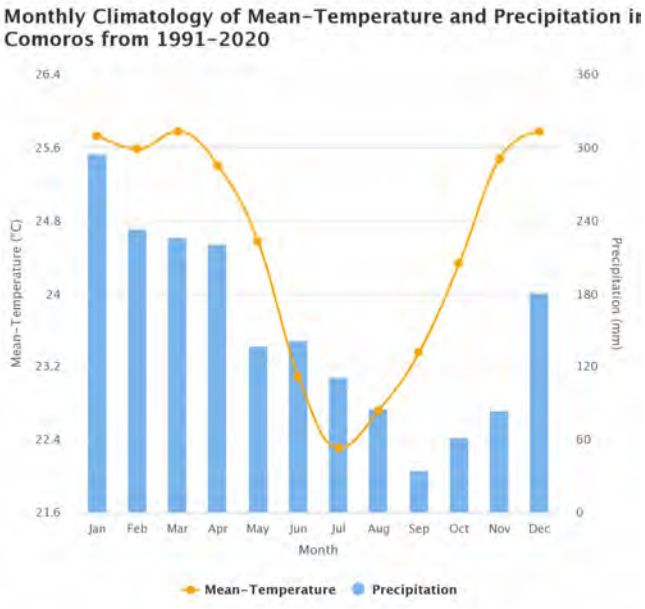


図 3-317　1991 年から 2020 年までの平均気温及び降水量推移

出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

現時点で、気候変動によるものと想定される気象現象として観測されているのは、平均気温の上昇が挙げられる。下図に示すように、1901 年から 2020 年にかけて年間平均気温は 0.9℃上昇している。気温が最も上昇するのは雨季で、特に 3 月から 5 月にかけての時期である。

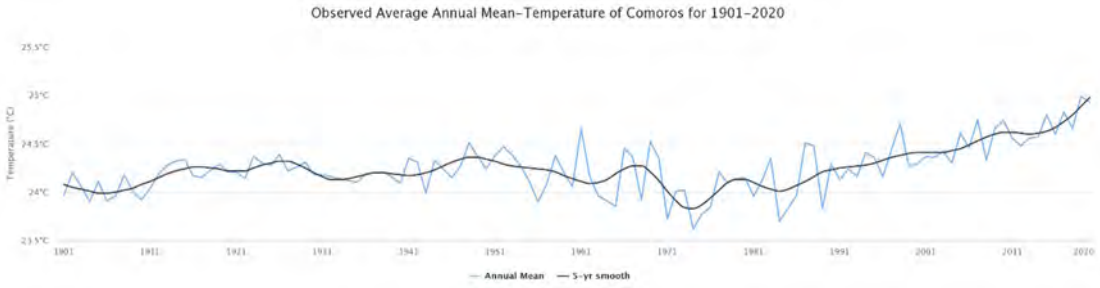


図 3-318　平均気温の推移（1901 年～2020 年）

出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

降水量に関する変動としては、雨季の不規則性が増すとともに、全体としては雨季の期間が 6 ヶ月から 3 ヶ月程度に短くなってきている。1960 年から 1975 年にかけてコモロでは降水量が減少していたが、1976 年には降水量が急増、その後、1977 年から 1989 年にかけて不規則な降水が増えるなどが発生した。その一方で、乾季の長期化と雨季の開始の遅れが観察されている。1990 年代後半から 2000 年代前半にかけては、長期の干ばつが観測されている。

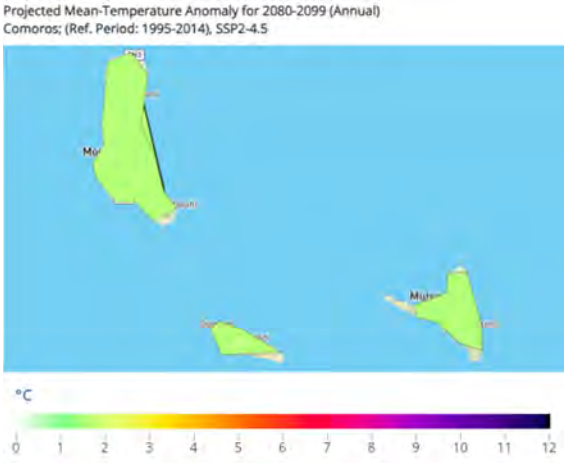


図 3-319　年間平均気温予測（2080-2099）SSP2-4.5

出典：Comoros - Climatology | Climate Change Knowledge Portal (worldbank.org)

異常気象現象に関しては、1980 年から 2010 年にかけて暴風が頻発し、これによる洪水も多く発生している。また、2012 年 4 月には 7 日間にわたり、4 月の平均降水量 267mm を大幅に上回る 1738mm もの大雨が降り、国中で鉄砲水や土砂崩れが発生した。約 64,000 人が被災、被害額は 18 百万～20 百万 US ドルと推定された。また、2016 年 1 月にはモヘリで洪水が発生、574 人の学童を含む 1049 人が被害を受けた。同年 2 月にはグランドコモロ島のモロニで 76 世帯が被害を受け、22 世帯が家を失った。洪水に加え、2013 年と 2014 年に

は地滑りが発生し、アンジュアン島では約 6,000 人が避難生活を送っている[154]。WB の調査によると、1980 年から 2020 年までに発生した自然災害の中で、最も暴風が多く、次いで火山活動、疫病、洪水、干ばつ、地震となっている。

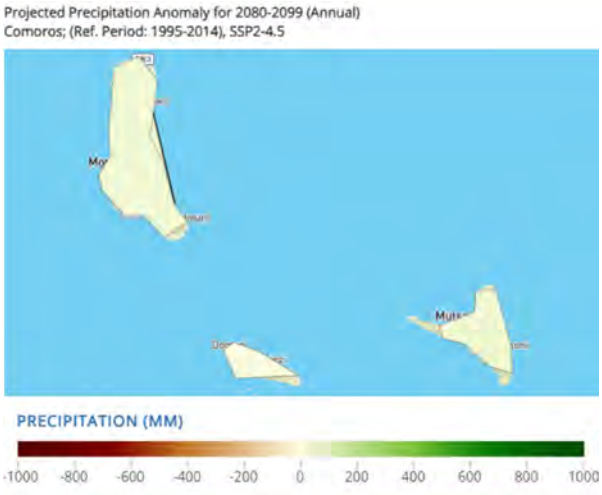


図 3-320　年間降水量予測（2080-2099）SSP2-4.5

出典：Comoros - Climatology | Climate Change Knowledge Portal (worldbank.org)

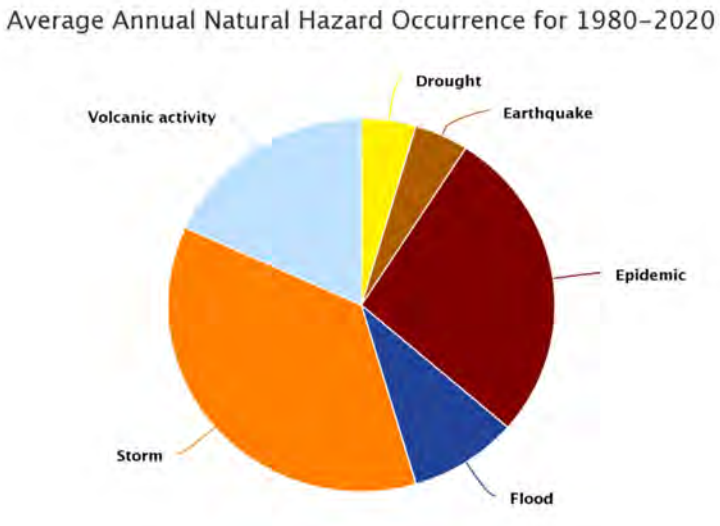


図 3-321　自然災害の発生頻度（1900-2018 年の年平均）

出典：Climate Change Knowledge Portal, WB

[154] UNDP　Strengthening Comoros resilience against climate change and variability related disaster

気候変動に関する将来予測としては、降水量の漸減、年間気温の上昇、海面上昇、乾燥の増加、干ばつの増加などの傾向が上げられている。気温については、2050 年までにコモロでは年平均気温が 28℃と現状より 1℃上昇すると推定されている。また、2050 年までに海面が年 4mm、合計 20cm 上昇することが予想されている。これらの気候変動により予想される影響としては、沿岸の帯水層への塩水の浸入、マラリアや海産動物の摂取による集団食中毒の増加、作物収量や農業生産、漁業の減少、居住地が水没する沿岸住民の 10%の移住、沿岸インフラと居住地の破壊などである。推定被害金額は 4 億 US ドルと想定され、これは 2001 年の国内総生産（GDP）の 2.2 倍に相当する[155]。

以下、気候変動の影響を受ける分野への影響として以下に示す影響が起きている。

表 3-251　気候変動の影響

分野	影響
水資源	降水量の減少により水資源の量と質への悪影響が出ている。降水量の変動、季節変動、長期の干ばつが、水不足、食料生産への悪影響、衛生状態の悪化などを引き起こしている。更に、高温は蒸発散量の増加を通じて地下水の供給率を低下させている。淡水と塩水のバランスの脆弱性、地下水の汚染、表流水の量的・質的減少などの脆弱性への対応が必要となっている。
農業	長期の干ばつと高温による果実の成熟、トウモロコシの生産に影響が見られる。新たな病虫害も発生し生産量と収入の減少につながっている。耕作地の肥沃度の低下・劣化の加速が、慢性的な飢饉と貧困の増加、特に農村部での森林伐採と森林破壊をもたらす。
森林資源	土地の劣化に伴い年間 400 エーカーの森林が消滅している。1974 年から 1985 年の間に、森林は 19100 から 12375 エーカーに減少した。森林破壊率は、グランドコモロで 36%（-5000ha）、アンジュアンで 74%（-5950 エーカー）、モヘリで 53%（-1800 エーカー）に達した。
水産	漁獲量が漸減している。海水温の異常上昇により、サンゴが白化し死滅している。これにより沿岸の浸食、沿岸漁業の衰退が加速している。気温が高く保冷施設がなく、またサイクロンや大雨の期間中は漁の時間が制限されるため、大きな損失が生じている。
沿岸域	地下水への塩分の浸入、海岸の浸食加速により、少なくとも人口の 10%の移住が必要。また、734 エーカーの耕作地が消失する可能性がある。これにより海岸近くの大都市、道路、港、空港、観光インフラ、倉庫、発電所、歴史的建造物の殆どが消滅する可能性がある。嵐の高潮でアンジュアン島の Mirontsi と Pomoni の村の海岸にあるインフラが被害を受けた。気候変動に直接関連する沿岸部の社会経済的損失の総額は、2050 年には、現在の価値で 1700 億コモロフラン（例：4 億 8600 万 US ドル）に達すると予測されている。
交通インフラ	海面上昇と沿岸の潮流の変化によって、建設資材として利用していた海砂とサンゴの供給量が減少する可能性がある。アンジュアン島やモヘリ島ではがけ崩れなどで道路や橋がふさがれ、時には損壊している。周辺の土地は水没、病院や学校、スポーツ施設などの公共施設に被害が出ている。
保健	気候変動、特に気温の上昇は、マラリアの蔓延、下痢性疾患、急性呼吸器感染症の増加をもたらしている。また、子供や病人、老人の間で脱水症状の頻発を引き起こしている。蚊が媒介するアルファウイルス（チクングニア）などの新しい病気も出現している。

[155] UNFCCC Initial National Communication On Climate Change Executive Summary

出典：国家としての適応行動プログラム（NAPA）より作成

また、2021 年に策定された NDC 更新版においても、気候変動に対して最も脆弱なセクターとしては、農業と生物多様性（非常に高い脆弱性）、林業、沿岸域、漁業、水資源、健康、経済・社会インフラ（高い脆弱性）が明記されている。

(2) 気候変動適応に関する政策・施策や計画等

コモロ国の気候変動に関する政策・施策としては、国家環境政策（National Environmental Policy）、NAPA、自然環境・気候変動・災害リスク軽減に関する 2011-2016 戦略計画、成長加速と持続可能な開発のための戦略（Stratégie de Croissance Accelerée et de Développement Durable 2015-2019, SCA2D）といった気候変動適応策の改善を目指す様々な政策や行動計画などが、これまで策定されてきた。更に、NDC においても気候変動への適応に関する施策が明記されている。以下に、その中から特に関連しそうな項目について、まとめて記載する。地方における気候変動適応影響評価などについての情報は確認できなかった。

表 3-252　表 気候変動関連計画等の策定状況

カテゴリー	策定状況
National Communication	2002　The Initial National Communication　策定・提出 2013　The Second National Communication　策定・提出
NDC	2016　Comoros First NDC 2015 - 2030 策定・提出 2021　Comoros First NDC 2021- 2030 (Updated submission) 策定・提出
National Adaptation Programmes of Action (NAPA)	2006　National Adaptation Programme of Action　策定・提出
National Adaptation Plan (NAP)	2014　National Adaptation Plan プロセスの実施
国家計画、政策	1993　National Environmental Policy 策定 1994　Framework Law 制定 2011　Strategic Program Framework on the natural environment, climate change and reducing disaster risk 2011-2016 策定 2014　Strategy for Accelerated Growth and Sustainable Development (SCA2D) 2015-2019 策定 2017　SCA2D (2018-2021) revised version 策定

出典：JICA 調査団作成

コモロは、2006 年に UNFCCC に対して国別気候変動適応行動計画（National Action Programme of Adaptation to climate change (NAPA)）を提出し、その中で、主に水資源、漁業、森林、農業・畜産、保健衛生の 5 つのセクターについて適応活動計画が策定されて

いる。以下が、優先プロジェクトとして示された 13 事業である。

1　干ばつに適応した品種開発
2　劣化した土壌の防護と修復
3　流域斜面の復元
4　水供給量の増加
5　水質改善
6　マラリア対策
7　非金属の現地建材の使用
8　家畜（やぎ）飼育飼料の生産
9　養鶏用飼料の生産
10　魚類保護メカニズムの導入
11　魚の冷凍保存技術導入
12　早期警戒
13　眼科医療・外科医療への支援

(3)　気候変動への適応策

また、2015 年 9 月 17 日に「国が決定する貢献（INDC/NDC)」を通じて緩和策・適応策のコミットメントとその優先事項を発表し、2016 年 4 月 22 日パリ協定に署名している。また、2021 年 11 月に NDC の更新版を UNFCCC に提出しており、その中で農業、生物多様性、林業、漁業と沿岸・海洋生態系、水資源、健康、経済・社会インフラが気候変動に対して脆弱であるとし、以下に示す今後注力すべき適応策を特定している。

【農業・畜産】
- 気候変動に強い農業政策の構築
- 農牧地における灌漑実施
- ウシ等に疫病が発生した場合に備え、国内での効果的な早期警戒・対応システムの確立

【生物多様性及び森林】
- 保護区設定地域の拡大
- 森林再生地の拡大

【漁業・沿岸・海洋生態系】
- 海洋・沿岸生態系のモニタリングと修復
- 気候災害に直面している漁業者の意識向上と安心感の提供

【水資源】

- 水源へのアクセス改善
- 統合水資源管理原則の採用と普及

【保健】

- マラリアやCOVID-19などの新規感染症と戦うための持続可能な戦略の開発
- 新規感染症に対する効果的な全国規模の早期警戒・対応システムの開発と実施

【経済・社会インフラ】

- 気候変動を統合した経済・社会インフラ計画／開発計画の策定と実施
- 既存の道路インフラのリハビリテーション

【災害リスク削減】

- 自然災害の影響を受けやすい地域の特定とマッピング
- 災害リスクを考慮した建築基準法の導入

【意識啓発】

- 気候変動の影響についての認識向上
- 気候変動への適応策の定義と実施に関するあらゆるレベルでの能力開発

(4) ドナー等の支援状況

フランス政府、WB、UNDP、AfDBの支援を受け、2019年12月上旬にパリで開催された「コモロ開発パートナー会議（CPAD 2019)」で、「コモロ新興2030計画（CEP)」のプロジェクトが発表された。その後、二国間及び多国間パートナーから16億USドル、民間セクターからの27億USドルを含む、計43億USドルの資金支援が約束されている[156]。

3.6.3 国土開発及び都市開発の概況

(1) 国土軸、戦略的重要都市

コモロは島嶼国家であるため、国土をつなぐのは空路と海路である。国際線の発着はモロニ北郊のハハヤ（Hahaya）にあるプリンス・サイード・イブラヒーム国際空港が担っている。国内線は同空港がハブとなっており、他の2島のほか、アンジュアン島北部のワニ（Ouani）と、モヘリ島北岸のバンダル・エス・サラームの空港に路線を設定している。

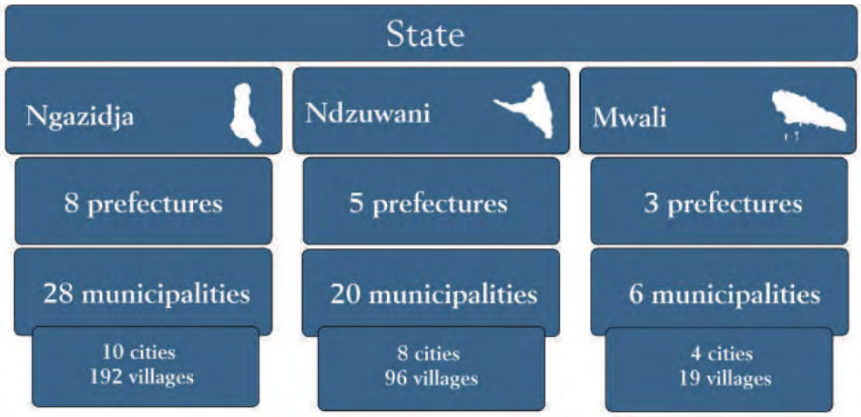
一方、海運は港湾インフラがあまり充実しておらず、コモロの経済発展が停滞する一因ともなっている。主要港はモロニとムツァムドゥであるが、モロニ港は首都港であるにも

[156] 出典：CONTRIBUTION DETERMINEE AU NIVEAU NATIONAL (CDN actualisée) Rapport de synthèse

関わらず機能強化は行われないまま推移している。ムツァムドゥ港は 1985 年に深水港として改修されており、大型船入港が可能となっている。

最大の都市は首都であるモロニであり、グランドコモロ島の主都ともなっている。これに次ぐ都市はアンジュアン島の主都であるムツァムドゥと、モヘリ島の主都であるフォンボニである。都市として位置づけられているものは合計で 22 を数える。（下図参照）

図 3-322　コモロの地方行政区分と都市の設定状況



出典：WB Comoros Urbanization Review REIMAGINING URBANIZATION IN COMOROS

主要都市と集落の分布状況を下図に示す。

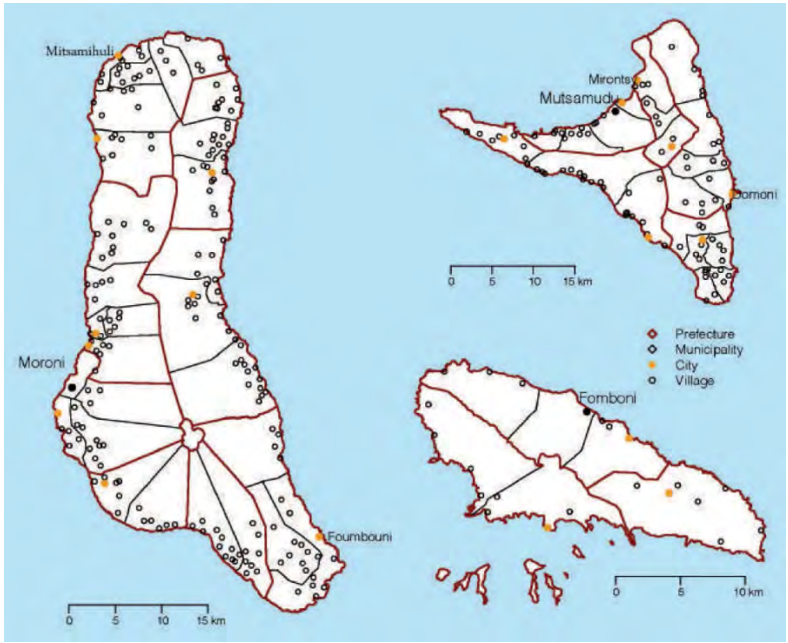


図 3-323　コモロの主要都市と集落の分布状況

出典：WB Comoros Urbanization Review REIMAGINING URBANIZATION IN COMOROS

(2)　クロスボーダーインフラ

コモロ最大の空港は既述した通りモロニ北郊のハハヤにあるプリンス・サイード・イブラヒーム国際空港である。また、深水港は現在のところムツァムドゥ港に限られている。

(3)　重要産業の立地

コモロの主力産業は農業であり、プランテン・バナナ、キャッサバ、豆類、パンノキ、タロイモなどを組み合わせた小規模の自給農業が主である。主要輸出品はクローブ、バニラ、イランイランなどの精油などの香料で、輸出の 8 割（2013 年）に達している。しかしながら、香料生産植物は植民地時代の農園企業が導入したものであり、独立後、プランテーション企業が撤退してからは、投資や樹木の更新が行われておらず、生産量も減少している。3 島とも土壌は肥沃であるため、プランテーションはフランスの農園企業が島のかなりの土地を占有して運営していた。

一方、漁業は未発達である。工業は農産品加工に限られている。

3.6.4　防災計画・体制の概況

コモロでは、市民安全局（DGSC: General Directorate of Civil Security）が災害時の対応や防災に関する担当機関となっている。各島では、市民安全地域局(DRSC: Directorate Regional of Civil Security）が防災に係る調整機能を担っている。また、国家防災プラットフォーム（National Platform for Disaster Risk Prevention and Reduction）が防災に関する政策や法制度を検討するハイレベル委員会として設置されている。

UNDP[157]によると、防災関連の主要政策として、国家防災・気候変動戦略的フレームワーク(CSP:Climate Change and National Strategy for Reduction of Risks and Disasters)が 5 ヵ年の枠組みとして策定されている。CSP 2011-2016 では。3 つの柱と 5 つの方針が示されており、全てのレベルにおける気候変動に対する適用と強靭化、自然災害に対する住民の安全資産やインフラを守ること、地域・国・広域レベルでのパートナーシップの構築等が掲げられている。一方で、地方自治体レベルでの計画等については確認できなかった。

[157] Project Document on Strengthening Comoros Resilience against Climate Change and Variability related Disaster, UNDP, 2016

防災インフラ整備に関連して、コモロでは2011年から2014年にかけて災害リスクに対応型するための予算レビュー（RSBR：Risk Sensitive Budget Review）が実施された。これは主要省庁のプロジェクト予算の内、どの程度がDRRに関するものとして使われたかを分析するものである。分析結果としては、年間予算の7%程度がDRR関連の事業に使用されたとされている（国連国際防災戦略事務局(United Nations International Strategy for Disaster Reduction, UNISDR[158)], 2015)。

3.6.5　ドナー支援の動向

(1)　ドナー支援の概況

ODA国別データ集の2000年から2017年の合計値によると、コモロへのドナー援助の動向としては、国際機関別ではWBグループのIDAや欧州委員会、EIBなどのEUの諸機関からの援助が多く、主要ドナー別ではフランスからの援助が多くなっている。

表 3-253　ドナーによる経済協力実績（上位5機関）（百万USドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
IDA (WB)	199.8	フランス	357.6
EU Institutions	143.2	日本	28.7
AfDB	64.6	米国	5.6
IMF-CTF	28.93	カナダ	3.1
GFATM	15.32	ベルギー	2.3

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000年～2017年）よりJICA調査団作成

AfDBのCOUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2021-2025に示されているドナーごとの主な支援分野によると、教育や医療への支援が多いことがわかる。

[158] Working Papers on Public Investment Planning and Financing Strategy for DRR, UNISDR, 2015

表 3-254　開発協力パートナーによる政策協議及び援助調整

Areas of Support	AfDB	Arab League	China	EU	France	Global Fund (AIDS, Malaria, Tuberculosis)	IMF	Iran	SNU	Japan	UAE	USA	WB	No.
Private Sector	X												X	2
Tourism			X		X									2
Agriculture				X				X	X					3
Fisheries										X			X	2
Energy	X		X										X	3
Telecommunication													X	1
Transport	X	X	X	X	X									5
Water	X	X	X	X	X									5
Education		X	X	X	X				X			X		6
Health		X	X		X	X		X	X		X			7
Development/Social Protection				X	X				X			X		4
Economic Governance/ Public Administration	X			X			X		X				X	5
Public Finances					X		X						X	3
Number of Sectors	5	4	6	6	7	1	2	2	5	1	1	2	6	

出典：AfDB COUNTRY STRATEGY PAPER (CSP) 2021-2025

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

WB の援助方針を示す CPF 2014-2020 の評価によると、一つであった自然災害、災害、気候変動リスクに関する知識基盤と管理の向上はほぼ達成されたという。2015 年に戦略と行動計画を提供する国家災害リスク削減（DRR）戦略とアクションプランが採択され、自然災害の影響と脆弱性の調査も完了した。2017 年には実施されたハザードインパクトと持続可能性に関する調査によって国のマルチハザード災害プロファイルが作成され、リスク評価データベースが利用可能となった。気象・地質リスクの早期警報システムも運用可能となったが、完全なカバー率の確保とシステムの自動化を進めるためにさらなる作業が行われている。これらにより、自然災害、気候変動リスクに関する知識ベースと管理の改善に大きな進展が見られ、2019 年 4 月のサイクロン・ケネスの際に管理能力の向上は実証され、政府の行動が人的影響の抑制に効果的だった。サイクロン・ケネスの復興事業ではインフラの回復力強化、海岸線保護、社会住宅建設、被災コミュニティへの支援、災害リスク管理強化などが実施された。

続く CPF2020-2024 では、2020 年から 2030 年が計画期間となるコモロ新興計画に一致す

る分野として「人的資本の構築」「災害復旧とレジリエンスの強化」「ビジネス環境とガバナンスの改善」「接続性の向上」の４つの目標を掲げている。

コモロはその場所と地形により、世界で最も気候に脆弱な国の１つであり、人口の 54.2%が危険にさらされている地域に住んでいることから、今後も災害リスク管理に統合されたより積極的なアプローチを採用し、気候変動の影響に対する国の脆弱性を軽減するための政策へとシフトしていくための政府の取り組みを支援すると述べられている。「災害復旧とレジリエンスの強化」に関しては、AFD、AfDB、FAO、FIDA、ILO、UNDP、JICA、フランスなどとの連携の必要性も示されている。

短期・中期・長期的に強化が必要な分野として、災害リスク管理の制度・法律・運用の枠組み、地域やセクターの計画プロセスや運用ツールへのリスク軽減基準の統合、土地利用規制や建築慣行の改善と実施、財政収支を保護しながら災害時に迅速な資源の動員と支出を可能にする財政管理戦略などが挙げられている。2020 年から 2021 年には度にかけて策定される予定の「Urbanization Review」では、災害リスクの軽減と都市の回復力を分析した重要な資料となるとされている。

表 3-255　開発パートナー介入マトリックス

Donors' interventions	CPF			
	Focus Area I: Crisis Response and Building Resilience		Focus Area II: Economic Recovery & Inclusive Growth	
	(1) Building Human Capital	(2) Disaster Recovery and Resilience	(3) Improving Business Environment	(4) Improving Business Environment
AFD	■	■	■	■
AfDB	■	■		■
China			■	■
CNUSED				
COMESA			■	
EU				■
FAO		■		
FIDA		■		
France	■	■	■	■
IDB				
ILO		■		
IMF			■	
JICA		■		
Saudi-Arabia	■			■
UNDP	■	■	■	■
UNESCO				
UNFPA	■			
UNICEF	■			
WHO	■			
WTO				

出典：WB COUNTRY PARTNERSHIP FRAMEWORK (CPF) 2020-2024

表 3-256　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Comoros Post-Kenneth Recovery and Resilience Project	To support recovery and increase disaster and climate resilience of select public and private infrastructure in the areas affected by Cyclone Kenneth.	IDA	2019
Infrastructure, Water and Environment Project	To improve the living conditions of the population and to speed up the economic growth by providing adequate water/sanitation, safe transport and by protecting and improving the environment.	IDA France (Fund For Aid And Coop.)	2001

出典：WB Website Projects & Operations より抽出

(3)　アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

AfDB の援助方針を示す COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP） 2016-2020 の主な目的は、経済の多様化を支える基本的なエネルギーインフラの多様化を支援するための基本的なエネルギーインフラの整備であった。

CSP 2021-2025 の主な目的は、脆弱性を削減し、国家の回復力を高めて、構造転換と創発を促進することであり、そのためにエネルギーと輸送部門において持続可能で質の高い基本的なインフラを整備することである。輸送（道路、海、空）では市場への開放と生産物のより良い接続を促進し、エネルギーでは企業や家庭により信頼性が高く安価なエネルギーを定期的かつ安定的に供給することを目的として掲げている。輸送部門では、ADF の配分が少なく、民間部門がまだ未成熟であることを考慮して、全ての輸送手段をカバーするマルチモーダルなアプローチが徐々に提案されている。全ての輸送手段（道路、海、空）をカバーするこのマルチモーダルなアプローチを段階的に適用することで、国、地域、世界レベルでの空間的、経済的統合が可能になるとしている。

防災の必要性については CSP にも記載されているものの、AfDB としての支援方針は示されていない。過去のサイクロン・ケネスによる災害支援も被災世帯への食糧提供、エピデミック（特に水系感染症とマラリア）の再発予防、影響を受けた子供たちの教育の継続性確保など事後対応が中心であった。

表 3-257　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト一覧

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Emergency humanitarian aid to populations affected by floods	To (i) provide food rations to 7,100 directly affected households; (ii) ensure the prevention of epidemics, particularly those related to waterborne diseases and the resurgence of malaria; and (iii) ensure continuity of education for affected children.	Special Relief Funds	2012
Emergency Humanitarian Assistance to Flood Victims	To provide emergency humanitarian assistance covering: (i) multi-facetted health assistance to the population geared toward providing health care; (ii) education of children aged below twelve and distribution of school kits to all affected primary schools; and (iii) procurement of essential food items.	Special Relief Funds	2009

出典：AfDB Website Projects & Operations より抽出

3.6.6　重要都市の選定

以上のコモロにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査では首都モロニ（グランドコモロ島）、ムツァムドゥ（アンジュアン島）を重要都市エリアとし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査検討していく方針とした。なお、これらの重要地域に特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査検討する。

3.6.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　運輸交通

コモロは主に三つの火山島（グランドコモロ島、アンジュアン島、モヘリ島）で構成される。グランドコモロ島の最高峰であるカルタラ山（Le Karthala、標高 2,361m）は活火山である（数十年に 1 度に噴火）。グランドコモロ島は火山灰でできた土壌の透水性が非常に高く、降水量が多いにもかかわらず河川が一切存在しない。アンジュアン島は起伏の激しい地形をしており、数多くの河川が存在するものの、高い人口圧によって高地の森林伐採と耕地化が進み、土壌浸食と水量減少が深刻な状態となっている。モヘリ島は標高が最も低くなだらかな地形をしており、高地は森林に覆われており多くの河川が存在する。

以上のような地形条件のため、コモロの道路は島を一周する海岸道路が主要道路となっている。島国のため港湾施設が非常に重要であるが、港湾施設への投資が不十分であること、大型船舶がグランドコモド島のモロニ港に接岸できないことは大きな課題である。コモロに鉄道インフラはない。

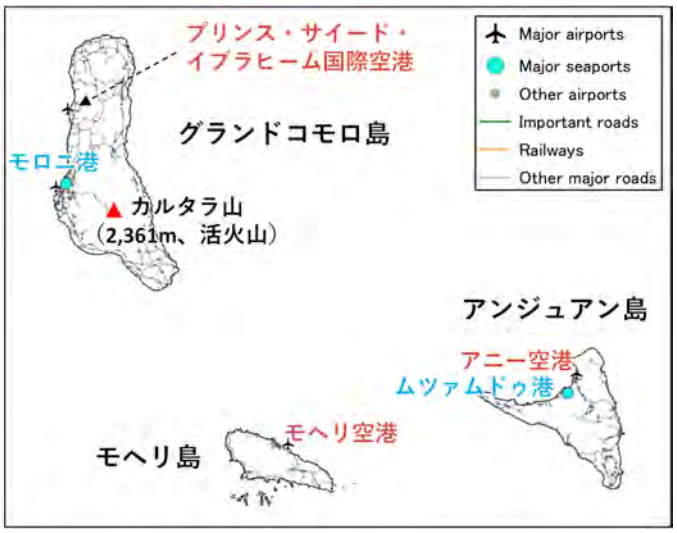


図 3-324　コモロの主要３島と主要運輸交通インフラ

出典： JICA 調査団作成

1) 関係機関・法制度等の概要

運輸交通部門全般を所管する省庁と、その傘下にある各サブセクターの政府機関を表 3-258 に示す。

表 3-258 コモロ運輸交通部門における主要関係機関

サブセクター	関係機関
-	運輸・郵便・通信・コミュニケーション・観光省 (Ministry of Transportation, Post, Telecommunications, Communication & Tourism)
道路	道路交通局 (National Directorate of Road Transport)
港湾	海事庁 (National Agency of Maritime Affairs (ANAM))
	コモロ港湾公社 (Port Authority of the Comoros (APC))
空港	航空・気象庁 (National Agency of Aviation and Meteorology (ANACM))

出典：JICA 調査団作成

a) 道路

AfDB 資料[159]によれば、コモロにおける地域間道路ネットワークの総延長は 800 km、そのうち、幹線道路は 600 km であり、100%アスファルト舗装されている。しかし、同資料によれば、過去 20 年間ルーチン点検・定期維持管理が行われていないため、インフラの老朽化が急激に進んでいる。

b) 港湾

コモロの主要港湾はモロニ港とムツァムドゥ港である。モロニ港は首都モロニに位置し、コモロにおける最大港湾である。しかし、その重要度に比べて港湾の規模は小さく、水深が深くないため、大型船の入港は困難である。一方、アンジュアン島に位置するムツァムドゥ港はコモロの第 2 都市であるムツァムドゥに位置する、コモロにおける唯一の深水港である。この利点を活かしてムツァムドゥ港ではグランドコモロ島とモヘリ島へ向かうコンテナ船の積み替えを行っている。ムツァムドゥ港は主にコンテナ貨物を取り扱っており、バルク貨物は殆ど取り扱わない。コモロにおける国際貨物の 75%はここで積み替えられる。それぞれの港湾の概要を表 3-259 に示す。

[159] Country Strategy Paper 2016-2020 - Union of the Comoros, AfDB, Mar. 2016

表 3-259　コモロの主要港湾の概要

	モロニ港	ムツァムドゥ港
港湾水深	21.6 m - 22.9 m	23.2 m以上
貨物埠頭水深	3.4 m - 4.6 m	7.1 m - 9.1 m
石油ターミナル水深	3.4 m - 4.6 m	11 m - 12.2 m
ドライドック	なし	なし
港湾規模	極小	極小
鉄道	なし	なし
港湾タイプ	Open Roadstead	Open Roadstead
港湾の長さ	約 150 m	約 150 m
施設改修	なし	なし
シェルター	不良	良好

出典：ANAM ホームページ[160]

c)　空港

コモロの各主要島には空港がある。その中で国際空港はモロニ国際空港（Aéroport de Moroni-Prince Saïd Ibrahim）のみである。

2)　関連計画・開発現況等の概要

2015 年に EU の支援により国家道路交通マスタープラン（2015-2025）が策定されたが、文献調査では見当たらない。

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

サイクロンによる被災リスクは周辺国に比べては小さい方であるが、実際には今まで多くのサイクロンがコモロを通過しており、その暴風や大雨による被害の可能性は高いと考えられる。しかし、被害発生状況に関する情報は入手できなかったため、その実態は不明である。

[160] https://www.comorosmaritime.org/en/

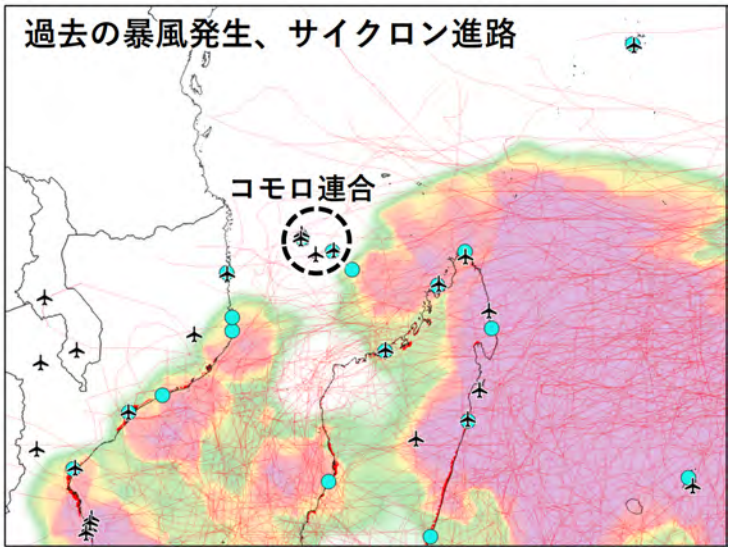


図 3-325　コモロにおける災害リスク（サイクロン）

出典：JICA 調査団作成

土砂災害のリスクを図 3-326 に示す。グランドコモロ島において他に懸念される自然災害は火山と土砂災害である。土砂災害リスクはカルタラ（Karthala）山の東側で特に懸念されている。また、海岸浸食による海岸道路への影響も対策が必要である。グランドコモロ島では洪水は発生しないが、アンジュアン島では洪水発生リスクがあり、土砂災害のリスクも存在する。

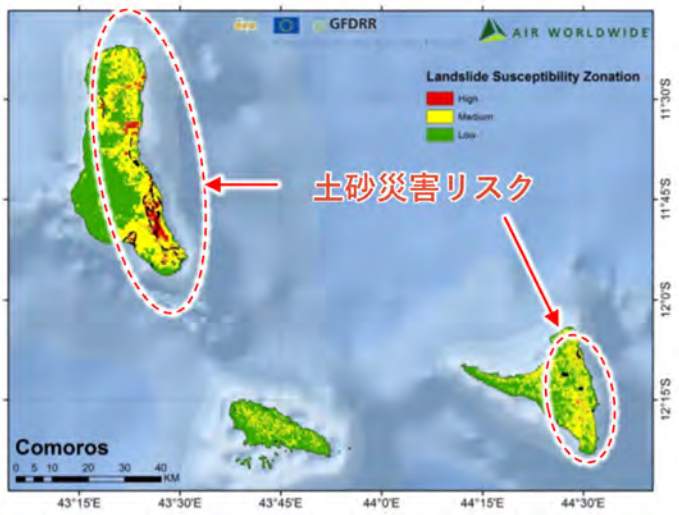


図 3-326　コモロにおける土砂災害リスク

出典：AIR Worldwide Southwest Indian Ocean Risk Assessment Financing Initiative (SWIO-RAFI) Component 1 - Hazard

以上の限られた文献から、防災上の重要運輸交通インフラについては以下のようなものが挙げられる。

- グランドコモロ島の国道 1 号～3 号 (RN1～３)。特に RN3 のカルタラ火山付近は土砂災害と火山被害のリスクも高い。
- モロニ港とムツァムドゥ港のサイクロン、高潮に対する強靭化と施設改良。

4) 防災施策の検討

重要運輸交通インフラの現状・利用状況、災害の発生状況、防災関連現地のニーズが調査困難のため、優先すべき防災施策の検討は実施できなかった。

(2) 電力

1) 関係機関・法制度の概要

コモロの電力供給を正式に統括する省庁は存在しないが、計画省が化石燃料の利用についてモニターしている。電力供給はユーティリティ公社である MAMWE(Gestion de l´Eau et l´Electricité aux Comores)がグランドコモロ島とモヘリ島に関して担い、アンジュアン島は EDA がこれを手掛ける。

現在の電源は DEG(重油)と小水力による。DEG を利用した発電所は 7 カ所(個所数は 2017 年以前)のうち 2 か所が故障中で、資金不足とメンテナンス技術の不足などを理由として故障が頻発し、修理もスムーズに進んでいない。2016 年の可能発電量は 21.5MW であった。送電ロスは 48%と非常に大きいが、これは盗電分を含んでいる[161]。電力不足に対応する為、2017 年以降に DEG が 3 基増設された。

また、電気代の料金回収率は 2014 年には 58%とサブサハラ・アフリカで最低であった[162]。発電コストが 59.5cent/kWh である一方、電気代は 29.8cent/kWh でしかなく、政府による支援を前提としている。設備形成・維持管理が不全状態にある背景はこれらの経営問題にある。電化率は WB で 78%、CIA が 70%としている一方、当局は 48.5%としている。この差異は定義や電気が使える時間の取り方による(都市 2-6h, 農村 12h)。

設備容量は 32.3MW、ピーク需要は 17.8MW、年間電力消費は 54GWh である[163]。発電量の 91%が輸入した石油による。ポテンシャルとしては地熱が 70GWh/y とされる。

---

[161] Comoros’s energy review for promoting renewable energy sources
[162] Financial Viability of Electricity Sectors in Sub-Saharan Africa, WB2016
[163] Comparative Study on RE and Electricity Access

18 年までに WB がコモロの電力セクター改革に取り組んだ[164]。プリペイドカード式メーターを採用し、代金回収率は 55%=>81%、送配電ロスは 45%=>35%まで低下した。

電力・エネルギーに関する包括的な法は存在しない。また、エネルギーに関する信頼できる統計もない。詳細な再エネポテンシャル調査は未実施だが、概算の PV ポテンシャルは 79MW である。3MW 程度の PV が 2 か所で建設中であり、他にも数か所で計画中である。地熱ポテンシャル 10MW だが、コストが高くなる見込みで経済性が期待できない。風は弱く風力発電には期待できない。水力発電は採用されているが、ポテンシャルとしては 1MW しかない。

2) 関連計画・開発現況等の概要

焚き減らしと電力供給の拡大・安定化の為にグランドコモロでの地熱開発が志向され、規模としては 60-80MW を導入し、現在の電力コストを 7 割低下させる事が目標とされている[165]。

グランドコモロで 9MW の PV と 16MWh のバッテリーを設置する計画が進行中である[166]。21 年中にも 18MW の重油焚き DEG が運開予定。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

地すべりに関しては、バンダマジ（Bandamadji）以外の発電所のリスクは高くない。極力リスクの高い地域での建設を避け、必要な場合は適切な土木設計を行う事が重要である。

[164] THE UNION OF THE COMOROS FOR THE ELECTRICITY SECTOR RECOVERY PROJECT
[165] Promotion of renewable energy in Comoros
[166] COMOROS SOLAR ENERGY INTEGRATION PLATFORM

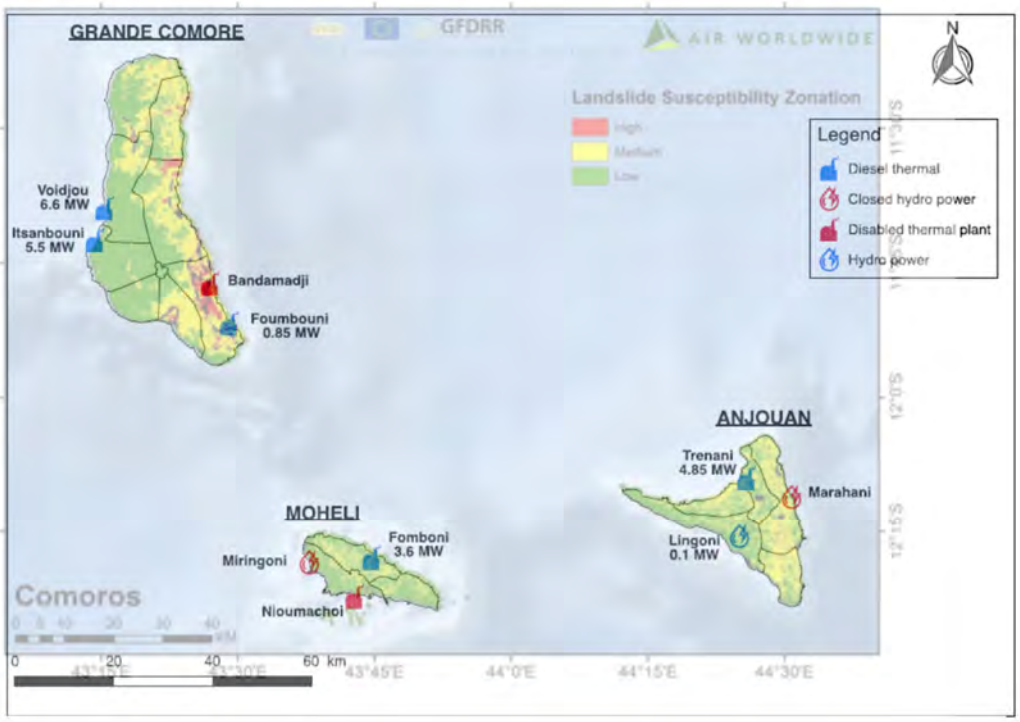


図 3-327　コモロ発電所位置と地すべりリスクマップ

出典：Comoros’ energy review for promoting renewable energy sources (2021, PIMENT Laboratory)より調査団作成

4)　防災施策の検討

コモロの電力セクターの課題は、電源・送電・配電網の開発と強化や地方電化が挙げられるが、政治的な不安定性と財政難、料金徴収率の低さ、法制度の未整備など、開発を阻害する要因が多い。都市部の重要な公共セクターや企業、また工業団地など向けに、停電や災害時にも信頼性の高い電力を供給していくハイブリッド発電のような事業は有益と見られるが、上記のような阻害要因を乗り越えながらとなる為、時間が掛かると見られる。

(3)　上下水

1)　関係機関・法制度の概要

コモロで上下水分野を担当するのは生産・環境・エネルギー・産業・手工業省（Ministere de la Production, de l'Environnement, de l'Energie, de l'Inductrie et de l'Artisanat）のエネルギー・鉱業・水局（Direction General de l'Energie, des Mines et de l'Eau、以下「DGEME」）である。DGEME は水資源管理も担う。

WB によると、コモロ政府は上下水分野の組織改革を実施中である。（WB. 2020. Comoros Urbanization Review.）

コモロで上水道事業を行っているのは国営企業の SONEDE（la Société Nationale Chargée de l'Exploitation et la Distribution des Eaux aux Comores）である。

既存の水法（Code de l'eau）に加え、2019 年に上下水道法（Code de l'eau et de l'assainissement）が制定された。

2)　関連計画・開発現況等の概要

UN Water のまとめによると、コモロで基本的な水にアクセスできる人口の割合は 2017 年時点で概ね 90%を超えるものの、安全な水にアクセスできる人は殆どいない。（図 3-328）基本的な衛生施設にアクセスできる人口の割合は 2017 年時点で 3 割程度（全国）である。（図 3-329　コモロにおけるサービスレベル別、地域別の衛生サービス利用人口割合図 3-329）いずれにおいても、都市部より地方部の方が悪い値となっている。

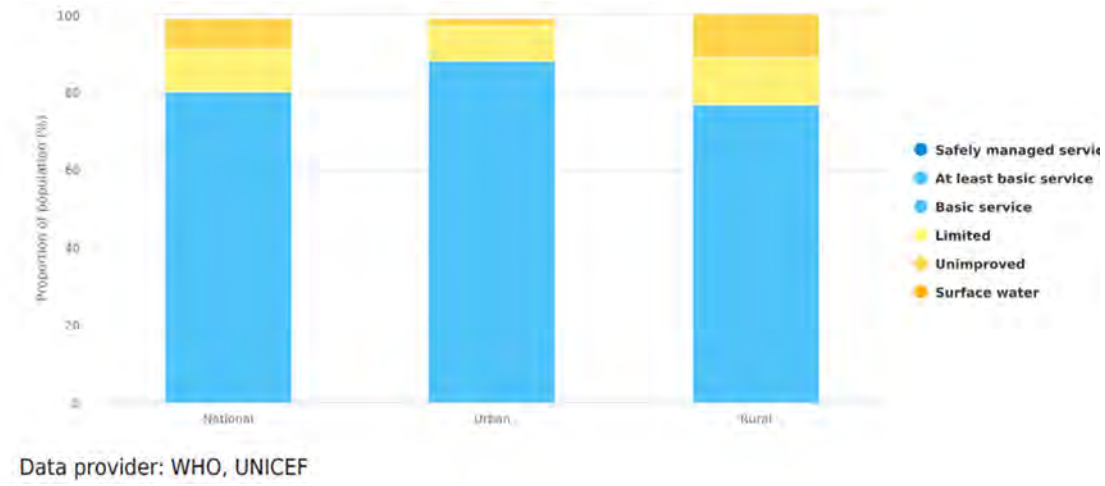


図 3-328　コモロにおけるサービスレベル別、地域別の給水サービス利用人口割合.

出典： UN Water. 2021. Comoros

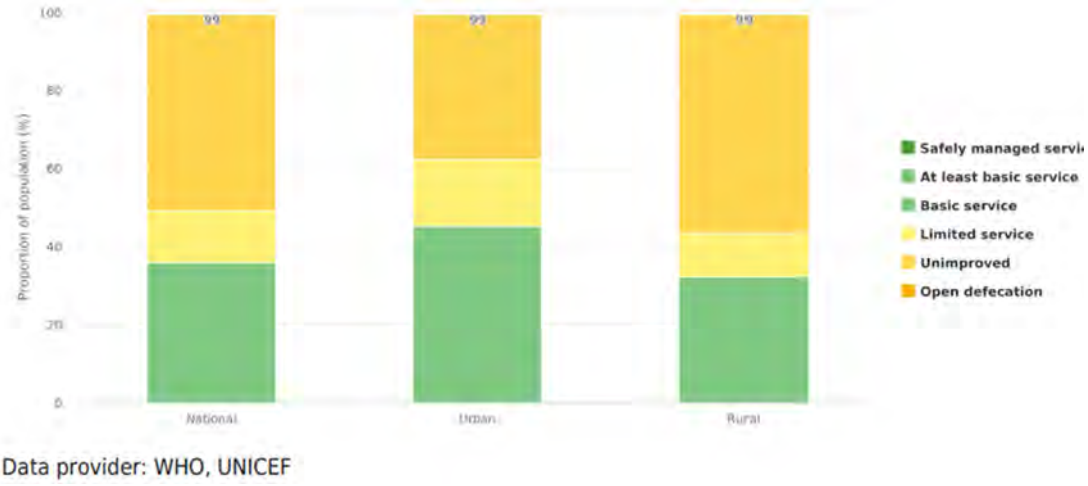


図 3-329　コモロにおけるサービスレベル別、地域別の衛生サービス利用人口割合.

出典： UN Water. 2021. Comoros.

コモロ政府による上下水道に関する戦略は以下のものがある。

- 成長・貧困削減戦略 2010-2014 （Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté、以下「SCRP」）
- 給水・衛生戦略 2013-2030 （Stratégie d’Alimentation en Eau Potable et d’Assainissement、以下「AEPA」）
- Comoros Emerging Plan 2030

コモロの飲料水の水源は表流水、地下水、雨水貯留の 3 つである。グランドコモロ島、アンジュアン島及びモヘリ島には上水道がある。また、他のいくつかの市町にも UNICEF、WB、NGO 等の支援により作られた地下水を水源とする水道が引かれている。SCRP によると、2004 年の調査で、家庭の水源は公共水栓が 30.6%、雨水貯留タンクが 24.2%、戸別給水は 15%であった。詳細な給水範囲や施設情報は文献調査では入手できなかった。

SCRP では水道に関する計画策定能力の不足、施設更新のための財源不足、雨水貯留タンクの健康上の課題が指摘されている。改善目標として、マスタープランの策定、組織強化、浄水処理の標準化と義務化、浄水・送水・配水インフラの改善、安定運転のための計装モニタリングの実施が挙げられている。

コモロの大きな市には下水道があるものの、古くは 1878 年に建設されており、更新されていない。また、殆どの国民は下水道へのアクセスが無い状況である。また、殆どの汚水が自然流下か地面への浸透、または雨水排水システムへ流入する状況であり、排水システムは機能していない。衛生施設の十分な普及も課題である。SCRP では下水・衛生の改善目標として、マスタープランの策定と衛生施設の確保を掲げている。

コモロ政府は 2025 年までに飲料水へのアクセス率を 95%、衛生施設へのアクセス率を

95%まで上げることを目標に掲げている。[167]

JICA は政情不安により停止していたコモロに対しての二国間支援再開に向けた支援方針を検討するため、2009 年に「人間の安全保障プログラム準備調査」を実施し、水産・農業分野、保健衛生分野、気候変動対策分野について調査した。保健衛生分野にて、住民の水源となっている雨水貯水タンクがマラリア発生の一因になっているとの指摘がなされたが、周辺国に比してマラリア死亡率が高くはないこともあり、飲料水に関する案件策定には至らなかった。

各ドナーにより、以下の支援が行われている。

- Rural Water Supply and Sanitation Project in Southern Areas （Hadoudja Drinking Water Supply and Sanitation Project、以下「PAEPA」、AfDB、2017 年）
- 上下水道施設の新設、改修、上下水分野の組織的・財政的枠組みの検討、計画策定能力の強化、分野関係者の活動活性化、他分野のドナーとの連携モデルの提供により飲料水へのアクセス率を 10%（2009 年）から 37.5%（2015 年）へ、衛生設備へのアクセス率を 7%（2009 年）から 20%（2015 年）に上げた。
- サイクロン・ケネス緊急支援（UNICEF、2019 年）…飲料水、衛生キット、上水ポンプ用発電機の供与他、緊急支援。

3） 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

インド洋に位置する島嶼国であるコモロはサイクロンの被害を受けやすい。

2019 年 4 月に発生したサイクロン・ケネスでは、SONEDE のポンプ場が機能停止し、洪水によって住宅の雨水貯水タンクが大量に流出した[168]。コモロ政府によると、ケネスによる上下水分野の被害額は 21.1 百万 US ドルと推定される[169]。

また、2012 年の洪水でも給水ポンプ施設が被害を受けた。

下水道の老朽化、限定的なサービス範囲、廃棄物処理の問題により、衛生環境の悪化と大雨時の排水不良が課題となっている。

4） 防災施策の検討

衛生施設へのアクセス率は早急に改善が必要であることに加え、大雨やサイクロンに伴

---

[167] Vice President in charge of the Ministry of Territory Development, of Infrastructures, Urbanization and Housing of the Union of Comoros. HABITAT III Country Report. 2015
[168] UNICEF. May 2019. Comoros Humanitarian Situation Report.
[169] Union des Comoros. June 2019. Damage Assessment and Recovery and Reconstruction Plan.

う洪水リスク軽減の観点からも、下水道や排水路の改修に係る支援が考えられるが、コモロの財政規模から無償資金協力の実施は難しい状況である。

(4) 通信

1) 関係機関・法制度等の概要

コモロにおける通信セクター所管省庁は、郵政・通信・デジタル経済省（Ministère des Postes, des Télécommunications et de l'Economie Numérique, chargé de l'Information ）であり、通信規制当局は ANRTIC（Autorité Nationale de Régulation des Technologies de l'Information et de la Communication）である。



図 3-330 ANRTIC 事務所

出典：ANRTIC

2) 関連計画・開発現況等の概要

ごく最近まで、コモロの通信セクター市場は、国営会社 Comoros Telecom (CT)が独占し続けていた。2014 年までに少なくとも 2 回の民間事業者参入の試みが失敗に終わっていた。具体的には、1994 年に市場参入を試みた民間事業者はライセンス料の支払いが滞り、ライセンスが取り消された。2013 年には国営企業 CT の民営化が計画されたが、雇用喪失の可能性があるとして国民議会で中止され失敗に終わった。2014 年に通信法が成立し、2015 年に第二の通信事業者 Telma Comoros が認可され、ISP 市場が一部自由化された。しかしその後も CT は、Telma Comoros とのネットワークインフラの共有を拒否したり、加入者に国際電話の使用を強要したり、政治的影響力を行使して規制当局である ANRTIC に圧

力をかけ、Telma Comoros に CT と同等の価格に引き上げるよう求めたり、税関にライセンス条件で免除されている機器の関税や手数料の支払いを求めたりしたため、Telma Comoros の事業計画は課題を抱えていた。

地域 ICT インフラが整備されていないため、コモロは地域のネットワークや市場に接続されていない孤立した状態にあった。多くの小島嶼開発途上国（SIDS）と同様、コモロは経済規模が小さいためスケールメリットが得られず、接続性の面で大きな課題を抱えていた。ITU（国際電気通信連合）の ICT 開発指数（IDI）はアフリカ地域で最も低く、コモロのモバイルブロードバンドサービスはアフリカでも最も高価であり、典型的な通話バスケットである 500MB と 1GB でそれぞれ一人当たりの GNI の 14.5%と 18.2%にも達する(ITU, 2017 年 6 月)。

このような背景から、コモロではブロードバンド インターネット接続率が低い。2019 年現在、インターネットにアクセスできる人口比率は約 8%台に留まっている。固定回線の加入率は 2010 年頃をピークに低下し、モバイル通信に移行したが、それも 2019 年をピークに減少に転じている。

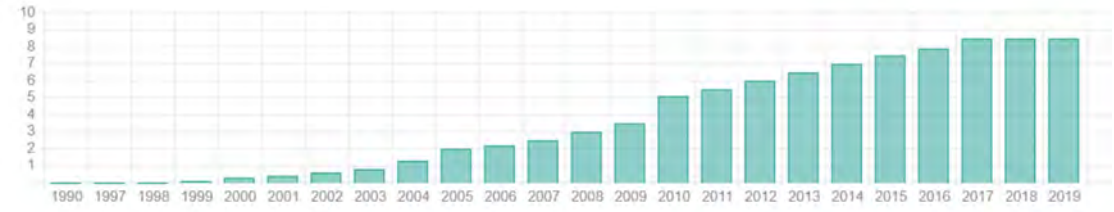


図 3-331　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)

出典：WorldData.info[170]

[170] www.worlddata.info/africa/

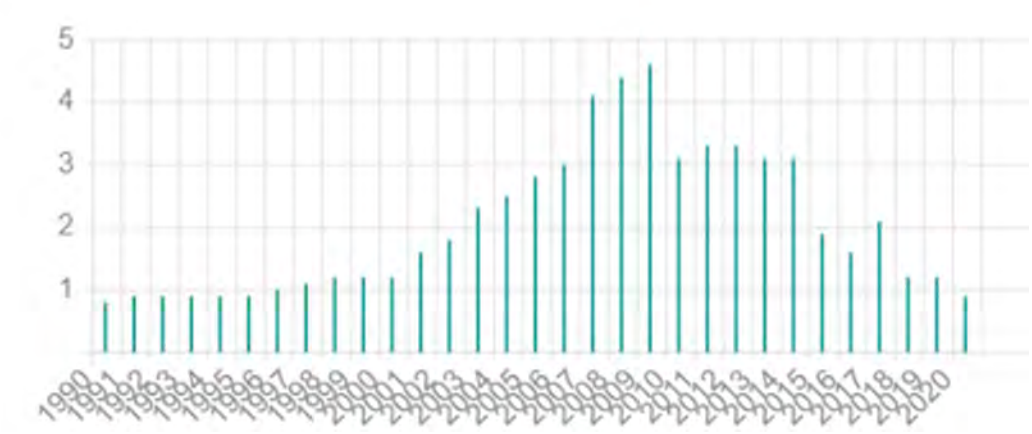


図 3-332　固定回線加入者人口比率

出典：WorldData.info

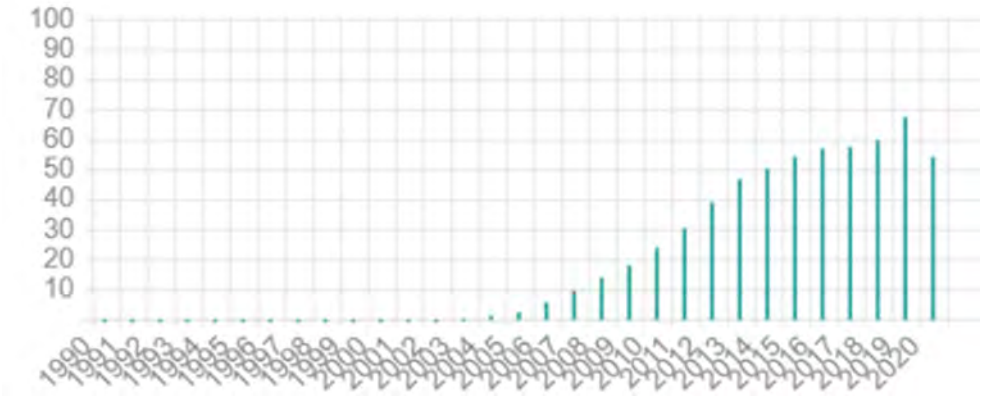


図 3-333　モバイル回線加入者人口比率

出典：WorldData.info

表 3-260　コモロの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年[171]）

指標	コモロ	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	2.1	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	54.9	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	37.8	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	89.8	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	73.0	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	8.5	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	9.2	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	5.6	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	17.4	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	0.2	0.6	13.6

出典：ITU

[171] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

表 3-261　コモロの通信回線ユーザー数と人口比率（2020 年）

	総数(加入者)	人口比率(%)
ブロードバンドユーザ	912	0.1
固定回線加入者	7,573	0.87
モバイル回線加入者	472,815	54.37

出典：WorldData.info

このようなコモロの通信セクターの状況を改善すべく、2013 年以降 WB グループは、通信セクターを改善するためのコモロの取り組みを支援してきた。WB は、2013 年後半に開始されたプロジェクトである RCIP-4（the Fourth Phase of the Regional Communications Infrastructure Program、地域通信インフラストラクチャプログラム第 4 フェーズ）の下で、IDA から総額 2,200 万 US ドルの資金を調達し、コモロに展開した。これは、同国の通信セクターにおいて、①競争の促進、②民間企業の参加支援、③法規制改革の 3 つを目的としていた。WB グループの民間部門である IFC は、2016 年に CT の再度民営化を促進すべくコモロ政府に招聘されたが、大統領選挙に先立つ潜在的な冗長性の影響を恐れたコモロ議会により、CT の民営化プロセスは否決された。この背景には、CT は 2,000 人以上の従業員を抱える島で最大の雇用事業者であり、多くの住民が直接的・間接的に ICT セクターから補助収入（例えば携帯電話の販売または譲渡を代行する手数料収入など）を得ている事情があった。CT の民営化に失敗した IFC は、CT の完全な民営化の代わりに、新しい PPP フレームワークを構築した。これは CT が保有していた海底光ファイバーネットワーク関連資産（EASSy と FLY-LION3、２つの国際海底ケーブルと島間ネットワーク）を、CT、Telma Comoros 、そして政府が共同所有する新会社 Comores Cables に移管し、これらの光ケーブルで提供されるブローバンドサービスを携帯電話事業者や ISP に販売するビジネススキームである。FLY-LION3 はマヨット及びマダガスカルを結ぶ新しい海底ケーブルであり、既存の 2 本の国際ケーブル(EASSy と LION-2)と相互接続される。更に IFC は Telma Comoros に 1300 万ユーロを貸し出し、同社の国内ネットワーク整備のための資金を提供した。一方、市場シェアを失った CT は、維持できないレベルの人員と負債を抱えることになったが、2018 年 2 月に CT の経営陣が交代したことで、CT は現在、リストラに前向きな姿勢を見せている。また、2018 年 7 月には新たに 4G のモバイルサービスを開始した。

競争促進と民間企業の参加促進に続く 3 つ目の柱が、法的規制の改革・効率化であった。RCIP-4 からの資金の約 15%が、通信セクターの規制当局である ANRTIC の作業を効率化するために割り当てられた。具体的には、新しい通信関連法案の制定、同国に存在する 3 事業者へのライセンスの発行、ISP セクターの自由化、及び周波数管理に対する支援などが含まれていた。サポートが含まれている。2014 年までは CT が通信市場を独占していたため ANRTIC の役割は形式的であったが、2014 年以降の新しい競争環境下では、公平な競争市場を確保する上で重要な役割を果たすことが期待されるようになった。RCIP-4 は ANRTIC

がこのような新しい役割を担えるよう、トレーニングと技術支援を提供した。

RCIP-4 の予算配分について、以下に詳述する。2013 年 11 月に発効した RCIP-4 の予算規模は当初 22 百万 US ドルであり、以下の表に示すように 3 つのコンポーネントから構成されていた。

表 3-262　RCIP-4 のプロジェクトコンポーネント

コンポーネント	目的	予算規模	主な作業
1	通信環境整備	3.3 百万 US ドル	地域市場統合、セクターの自由化、法・規制改革の推進支援 海底ケーブル FLY-LION 3 の政府による環境調査、F/S、需要分析の支援
2	接続性と市場活性化	17 百万 US ドル	コモロの FLY-LION 3 ケーブル・コンソーシアムへの加盟・参加のための資金調達 対象となる受益者のために容量を前もって購入し、需要喚起 需要喚起のための追加施策：インターネットサービスプロバイダー（ISP）の新規設立促進と IXP（インターネット・エクスチェンジ・ポイント）の設立
3	プロジェクト管理	1.5 百万 US ドル 危機管理資金 0.2 百万 US ドル	調整、トレーニング、機器、調達、財務管理などのプロジェクト管理サポート 監査モニタリング・評価

出典：WB

WB グループでは、投資効果を定量的に把握するため DLI（Disbursement Linked Indicator）と呼ばれる指標を用いている。RCIP-4 で採用された主な DLI を下表に示す。

表 3-263　RCIP-4 で採用された主な DLI

コンポーネント	指標名	DLI （2019 年時点実績）	DLI （2020 年目標値）
共通	インターネットの総加入者数(数)	5,416.00	300,000.00
	モバイルインターネットの契約数（数）	0.00	295,000.00
	人口(人)	735,375.00	800,000.00
	固定通信回線のインターネット契約数(件)	5,416.00	16,300.00
	携帯電話総加入者数（人口 100 人あたり）（数）	27.39	72.75
	固定式メインライン（数）	23,600.00	18,000.00
	携帯電話の契約数（数）	216,438.00	582,000.00
	プロジェクトの直接受益者（人数）	0.00	0.00
	女性の受益者数（割合）	50.00	50.00
コンポ 1 （環境整備）	許認可された ISP の数	1	4
コンポ 2 （接続性向上と市場活性化）	ブロードバンド・インターネット加入者数（数）	150.00	300,000.00
	固定ブロードバンド加入者数（数）	150.00	16,530.00
	モバイルブロードバンド加入者数（数）	0.00	49,500.00
	住民 100 人あたりの固定・モバイルブロードバンド契約数（数）	0.02	37.70
	ブロードバンド加入者が ICT 加入者総数に占める割合（%）。	0.04	50.00
	政府が管理する相互運用可能なデジタルプラットフォームに接続された E-システムの数（数）	0.00	3.00
	コワーキングスペースを利用した女性の受益者数(人)	0.00	100.00
	電気通信サービスのサービス品質に関する市民からのクラウドソース・レポートの数（件数）	0.00	4.00

出典：WB

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

2) 市場概況 で述べた通り、島国であるコモロの通信は、その殆どが海底ケーブルに依存している。2022 年 1 月にトンガ沖で起きた海底火山の爆発によって、トンガの国際通信は 12 日間停止した。この原因は、海底火山の爆発に伴う津波や海底での地滑りが起きたことで海底ケーブルが少なくとも 2 回損傷し、更にトンガ側の陸揚局からの給電が停止したためであるとされている。コモロの場合、EASSy と FLY-LION3 のどちらも陸揚局はモロニに存在する。陸揚局自体は洪水などによる地すべりのリスクは高くないが、トンガ同様、地震や海底火山の活動によって海底ケーブルが被災するリスクは存在する。ただし、気象災害と異なり、火山や地震の頻度は小さいため、こられのリスクに対応することは難しい。

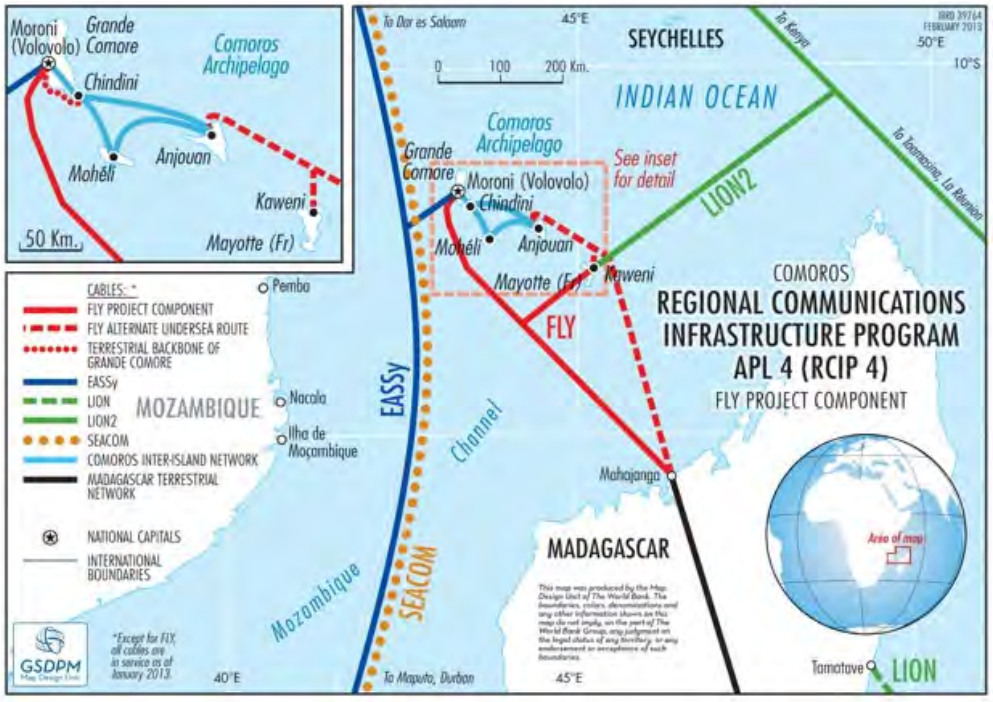


図 3-334 FLY-LION3 と既存海底ケーブルの接続図[172]

出典：GSDPM

[172] https://alais.org/improving-international-connectivity-in-comoros/
https://blogs.worldbank.org/digital-development/how-wdr16-policy-framework-applied-union-comoros

4） 防災施策の検討

3） で述べた海底光ケーブルの破損による国際通信の遮断に対応するため、バックアップ回線として衛星通信回線をある程度確保しておくことが望ましい。実際、既述のトンガの場合、海底ケーブル被災後に、衛星通信を維持するために衛星通信サービスプロバイダー（Kacific）と 15 年契約を結んだ。衛星通信路としてどの程度の帯域（速度）を準備すべきか、技術的検討が必要である。

(5) 農業

コモロでは、農業セクターの労働人口が就労可能人口の 34.4％（2019）を占め、農林水産業の占める割合は、総 GDP の 33.10%（2019）、輸出額の 38.7%（2013）となっている[173]。農業に従事する人の多くは、1.1ha 程度の自給自足型農業を営んでいる。自国で食料需要の 59%を供給している。

耕地面積は 131,000 ha であり、国土の 70.3%を占める。農業生産の多くは天水栽培が行われており、気候変動に対して脆弱である。

1） 関係機関・法制度の概要

a） 関係機関

(i) 農業・水産・環境・観光・手工芸省 Ministre de l’Agriculture, de la Pêche, de l’Environnement, du Tourisme et de l’Artisanat (MAPETA)

農業、水産、環境、観光、手工芸に関する計画や政策を立案、推進する機関として MAPETA が設置されている。

(ii) 国立農水産業・環境研究所 l’Institut National de la Recherche pour l’Agriculture, la Pêche et l’Environnement (INRAPE)

農水産業・環境に関する調査プログラムや研究の立案・実施、植物・動物・林業生産とその食品加工、各生産に関わる天然資源の保全・改善、農業保有地とその社会経済的環境に関する研究・実験の促進・実施を担う INRAPE が、MEAPE の権限下に存在している。

---

[173] 就労人口割合：WB, World Bank Indicator、GDP 割合：World Bank Indicator より計算、輸出額構成比：World Trade Organization, Trade Profile 2020

b) 法制度

農業セクターにおける本案件に関連する法律はない。

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 関連計画

コモロには農業開発マスタープランのような計画はないが、農業、栄養、食料安全保障に関連する国レベルの開発計画は以下の通りである。

表 3-264 農業、栄養、食料安全保障に関連する開発計画

計画	概要
成長加速と持続可能な開発のための戦略 Stratégie de Croissance Accelerée et de Développement Durable 2015-2019 (SCA2D)	農業生産を促進し、飢餓、食糧不安、栄養不良を解消することを目的の１つと掲げている。農業分野の政策の実施にあたり、a) 生産条件の持続性、b) バリューチェーンの強化、c) 制度の整備、d) 農業分野を支援する関連機関、組織の強化の４つの優先分野が特定されている。 また、防災分野では自然災害への迅速な対応・管理能力の強化、救援・市民保護能力の強化、気候変動が水資源に与えるリスクを軽減するための適切な水管理能力（国・地方レベル）の強化を目指している。
国家食料・栄養政策の実施とモニタリング・評価計画 Plan de Mise en Œuvre & de Suivi et Évaluation de la Politique Nationale de Nutrition et d'Alimentation 2014-2019	戦略軸１：家庭の食料安全保障の向上では、2019 年までに「農村部及び都市周辺部の農業生産性及び生産量を 6～10%向上させる」ことを運用目標の１つと掲げている。この目標を達成するために、食用作物の保全に関する技術的能力を強化し、生産性を高めるための栽培技術を強化するための活動が提案されている。 戦略軸４：緊急事態への備えと栄養面での対応では、a) 食糧危機や緊急事態の影響を軽減する、b)災害や緊急事態後の栄養状況を迅速に評価するための能力強化を運用目標としている。
コモロにおける砂漠化防止のための国家行動計画 Plan d'Action National pour la Lutte Contre la Désertification aux Comores (PAN/LCD)	農業、栄養、食料安全保障に影響を与える脅威や危機に対する活動として次のことが想定されている。a) 主要流域の管理計画の策定、b) 湧水源や川岸の森林再生、c) 砂漠化・土地劣化対策のための国家的枠組みの改善・強化、 d) 農地の変遷に関する情報を収集・発信するシステムの構築、e) 砂漠化・土地劣化に関する技術的・科学的能力と知識の強化、f) 気候変動の監視と気候現象の早期警告のシステム構築の支援。
国民栄養・食糧政策 Politique Nationale de Nutrition et d'Alimentation	戦略プログラム５では、緊急時の備え及び栄養面での対応を定めている。具体的には、食糧危機や緊急事態の予防・管理能力の強化、自然災害や気候変動の際の人道的活動や生産能力・手段の回復のための国家基金の設立、早期警戒・対応のための緊急事態の評価や緊急救援の組織化のための島嶼部の緊急対応の強化等が挙げられている。
気候変動への適応のための国家行動計画 Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques (PANA)	NAPA の枠組みの中で、干ばつに適応した種子や品種のバンクの設立、専門家のトレーニング、収穫ロスの減少による食糧増産、脆弱なグループの食糧へのアクセス改善を目的としたプロジェクトが計画されている。また、劣化した土壌を改善し、土壌浸食を防止することによって有用な農地面積を増やし、森林への農業の侵食を制限するプロジェクトや、全国の気候リスク状況のモニタリング及び早期警告システムの構築を目的としたプロジェクトも想定されている。

出典：JICA 調査団作成

b) 開発の現況

(i) わが国の援助方針

コモロに対しわが国は、人間の安全保障と経済社会開発の推進を基本方針としている。農業分野の主な取り組みは、食料自給率の改善に向けた農業開発支援及び水産資源を活用した生計向上・栄養改善等、水産分野での開発支援も行い、経済的自立を図ることである。また、防災分野、生物多様性にも支援を行う。

近年のわが国の本案件に関連する農業分野における主な支援は、2008 年から毎年行っている食料安全保障改善のための支援（無償資金協力「食糧援助」）である。

(ii) 関係ドナー及び民間による支援実績・動向

近年の関係ドナーによる支援実績や動向について以下に整理する。

表 3-265 関係ドナーによる支援実績

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Integrated Development and Competitiveness Project / WB	コモロの農業、観光及び関連セクターにおける零細・中小企業（MSMEs）及び関連バリューチェーンアクターの開発を促進する事業。	2019 年～2024 年 25.00 百万 US ドル
Family Farming Productivity and Resilience Support Project / IFAD	35,000 人の脆弱な零細農家の農業生産と気候変動への対応力を高め、所得向上と食料・栄養の安全保障の改善を支援することを目的とし、気候に適した家族農業の実践、市場との連携、収入創出を支援している。	2017 年～2022 年 17.75 百万 US ドル

出典： JICA 調査団作成

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

近年の災害による農業分野の被害は以下の通りである。

表 3-266 農業セクターの被災実績

年月	被害地域	概要
2019 年 4 月 Tropical cyclone Kenneth	Anjouan 島、Grande Comoros 島、Moheli 島	被害農作物：農作物の約 80%が破壊され、食糧不足と主食の価格高騰を招いた。(洪水被害)
2012 年 4 月 Flood+Land slide	Moloni 島	農地や生産基盤の被災 被害農作物：豪雨による土砂崩れや岩石崩落により、作物が被災（Anjouan では最大 70%)、 被害畜産：牛 473 頭、小型反芻動物 740 羽、鶏 4,740 羽

出典：Tropical Cyclone Kenneth Emergency Appeal (MDRKM007) Final Report, IFRC
Early Recovery Plan - COMOROS FLOODING 2012, Union of Comoros

2012 年の洪水時の Recovery Plan よると、サイクロンがもたらした豪雨によって河川が氾濫し、発生した土石流によって農地が破壊された。被災したことによって既に弱体化している食料生産システムが更に悪化した。その特徴として農業投入物（種子、資材等）の不足、改良普及サービスの欠如、輪作、耕起、有機物の投入を行わない伝統的な農業による土壌侵食の促進、貧弱な貯蔵施設、農村部の財政と信用の欠如、貧弱な水管理及びインフラ整備などの課題が挙げられている。

4） 防災施策の検討

被害状況から、農地を守るための治水対策（河川の築堤、河道掘削等）や地すべり対策（擁壁工、地表水排除工等の設置）が有効であると考えられる。コモロについては文献調査による情報収集のみであったため、具体的な防災施策を検討するためには、被災状況の詳細（災害の原因、エリア等）を踏まえ、課題の抽出、防災関連の現地のニーズ等を確認する必要がある。

(6)　河川管理・海岸管理

1)　関係機関・法制度の概要

コモロにおいて河川管理に係る機関として、エネルギー・農業・漁業・環境省を挙げることができる（Ministry of Energy, Agriculture, Fisheries, Environment: MEAFE)。MEAFE は統合的河川管理に係る所管省庁である。また、MEAFE は気候変動関連のファンドである、Green Climate Fund の担当省庁であり、同ファンドを活用した事業を実施している。

2)　関連計画・開発現況等の概要

関連する計画としては、気候変動の枠組みで策定されている、NAPA(National Adaptation Plan of Action）を挙げることができる。同計画は気候変動の文脈で、農業セクター、水資源セクターに関する適応策に係るアクションプランが記載されており、NAPA では水資源の喪失、干ばつ、水不足、気象現象による被害等のコモロにおける主要な危機について対応策が整理されている。

この他、河川管理に関連する計画については文献調査で把握することができなかった。

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a)　コモロにおける地形条件及び気象条件

コモロは、グランドコモロ島、アンジュアン島、モヘリ島の主要 3 島からなる島嶼国である。インターネット上でコモロ国内の観測所のデータがないため、南東に位置する仏領マイヨット島における平均月雨量を示す。

- 平均月雨量を見ると、11 月～4 月の時期に降雨が多く、5 月～10 月の時期には降雨は**少ない**
- 平均年総雨量をみると、1,200 ㎜程度であり、東京の年間 1,600 ㎜程度と区レベルとやや少ない状況にある。コモロはサイクロンの通過経路にもなっており、サイクロンが多く発生する 12 月～3 月の降雨が多くなっている点が特徴である。

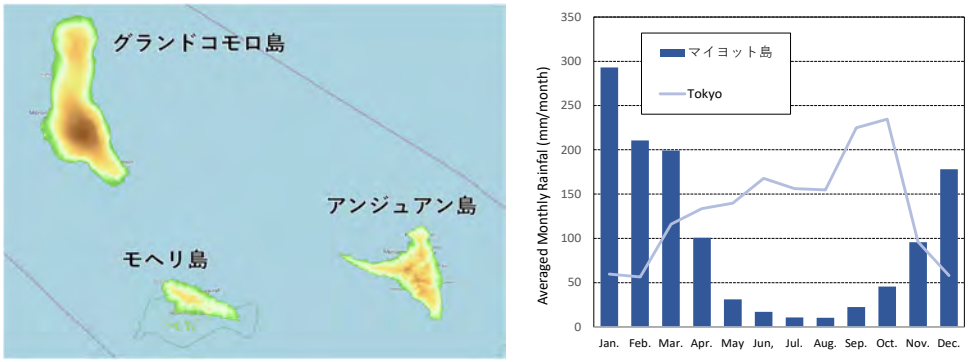


図 3-335　コモロの平均雨量

出典：気象庁ホームページ

なお、サイクロンによる被災については、1950 年代に 1 回、1980 年代に 5 回、1990 年代、2000 年代、2010 年～2015 年にそれぞれ 1 回上陸しており、同様の回数では、マダガスカルが 1950 年から 2015 年までに 59 回、モーリシャスで 31 回の上陸回数があることに比べて、比較的上陸回数は少ない。

この他、サイクロン起因ではない、洪水の発生回数は、1970 年～2015 年の合計で 7 回程度の被害を受けている。

また洪水に関しては、2012 年に 5 日間の間に、累計で 1,783 ㎜の降雨が見られた際は洪水が発生しており、その際の様子を下図に示す。



図 3-336　2012 年の洪水時の様子

出典：Southwest Indian Ocean Risk Assessment Financing Initiative (SWIO-RAFI)： Component 1 - Hazard

b)　ドナー支援状況

コモロではGreen Climate Fundを活用しUNDPの支援を受ける形で気候変動化における水資源苛酷に向けたプログラムである。「Ensuring climate resilient water supplies in the Comoros Islands」を実施している。MEAFEが所管省庁となっており、干ばつや洪水を含めた極端な気候現象に伴う、飲料水や灌漑用水への影響を減らすことを目的としている。

プログラムの成果（Output）として3つの目標を立てている。水供給計画及び管理での気候に係る情報の活用、気象予測と早期警報を含む水資源管理の推進、強靭な水供給インフラの整備の3つである。水資源の確保に係る対策が主であるが、洪水の予測や早期警報、洪水に強靭な水供給インフラなどを含む。

c)　ハザードマップの整備状況

コモロにおけるハザードマップの整備状況は確認することができなかった。本報告書の災害リスク分析でも記述しているが、WBが事務局を務める、GFDRRによる災害リスクプロファイルが策定されており、その中で100年確率洪水の浸水可能性の高いエリアが検討されている。

ハザードマップによると、首都モロニ及び、第二都市であるアンジュアン島のムツァムドゥにおいても浸水範囲が示されている。

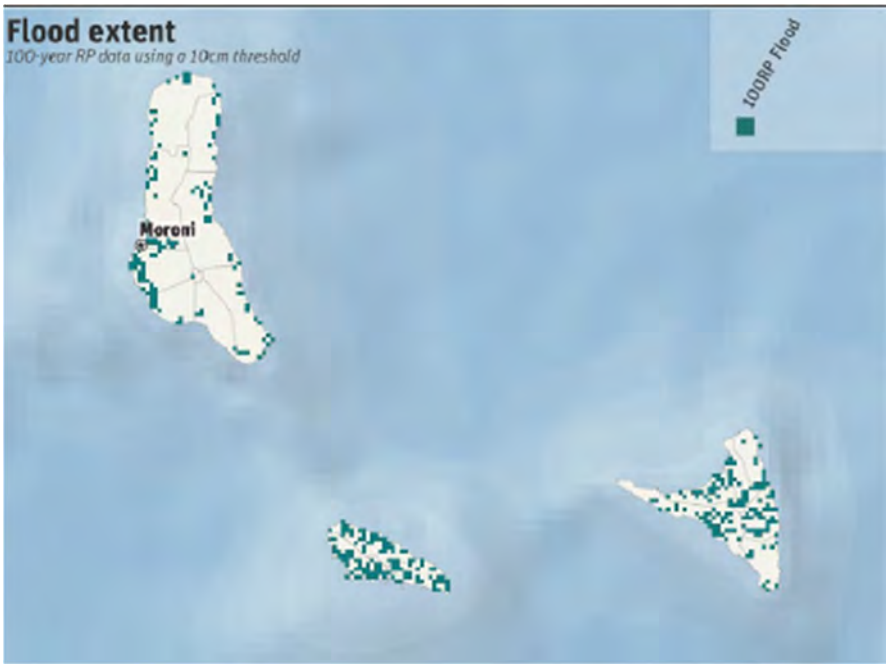


図 3-337　コモロにおける100年確率降雨による浸水範囲

出典：GFDRR

4） 防災施策の検討

コモロにおいては、文献調査による情報収集を試みた。ドナー等による支援状況などは把握できたものの、具体の対策実施状況などを把握することはできなかった。
具体的な対策検討のためには、現地調査を含めた現状把握と先方機関との協議・調整が必要である。

3.7　セーシェル

3.7.1　災害リスクの概況

(1)　ハザード把握

1)　セーシェル全国のハザードの分布状況

「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に記載のハザード関連データを整理した。下図の通り GIS 上で可視化した上でセーシェル全国のハザードの概況を把握した。

- セーシェルは赤道の少し南に位置する島嶼国であり、サイクロンが付近を通過した実績があるが、サイクロンの常襲地帯ではない。このため、暴風や高潮によるハザードは高くない。一方で、2016 年にはサイクロン上陸による被害を受けており、低頻度であるが被害の可能性がある。
- 洪水ハザードは、全球モデルの浸水解析では浸水エリアはないが、既往 JICA 調査ではビクトリア（Victoria）付近の小規模河川で河川氾濫が発生していることが把握されており、これらの河川での洪水発生に伴うリスクの把握には詳細な分析が必要である。

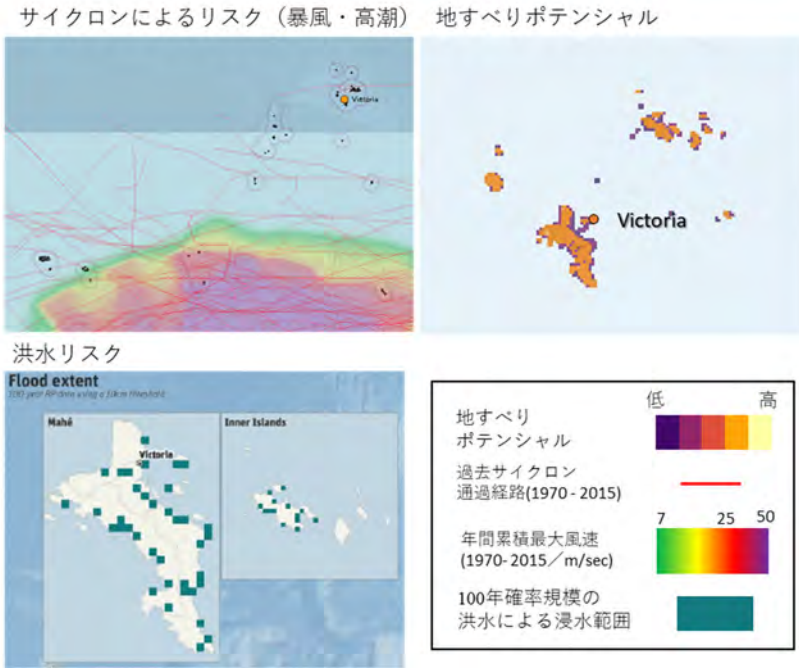


図 3-338　セーシェルにおけるハザード分布

出典：各データの出典は 2 章に記載、GFDRR 災害リスクプロファイル（洪水）Open Street Map（背景地図）

2) セーシェル主要都市のハザードの分布状況

各都市におけるハザードの状況について、「2.1.2 災害リスク概況の把握方法」に示した指標によって状況を整理した。またUN-Habitat及びWorld Population Reviewに基づき主要都市の人口を把握し、人口規模の大きい主要都市に関して整理を行った。

人口集積が進み、1万人以上の人口規模を持つ都市は、首都ビクトリアのみであるため、首都ビクトリアに関して整理を行った

下表に各都市のハザードの分布状況について整理する。また定性的な判断の根拠となる各ハザードの分布状況を示す図を掲載する。

表 3-267 セーシェル主要都市におけるハザードの状況

都市名	人口規模（万人）	ハザード状況			
		洪水	サイクロン	高潮	地すべり
ビクトリア	2.2	✓✓	✓	✓	✓✓

出典：JICA調査団作成

a) ビクトリア

ビクトリアはマヘ（Mahe）島の北東部に位置する同国の首都である。

ハザード分布を評価するために参照した図を下記に示す。参照した図は、(1) 洪水ハザード、(2) 地すべりポテンシャル、(3) 人口密度分布、(4) 標高図である。

洪水について、市内に浸水想定域の分布を明確に把握することが難しいため、GFDRRの実施したハザード分析結果も確認し浸水想定域を確認した。浸水想定域の分布より、「✓✓」と評価した（下図 (1)）。サイクロンについて、高潮及び年間累積最大風速として用いたデータではハザードは分布しないものの、過去にサイクロンの影響を受けたことのある地域に位置するため「✓」と評価した 。地すべりについて、地すべりポテンシャルの高い地域（リスクレベルが中程度以上）が市内に分布するため、「✓✓」と評価した（下図 (2)）。

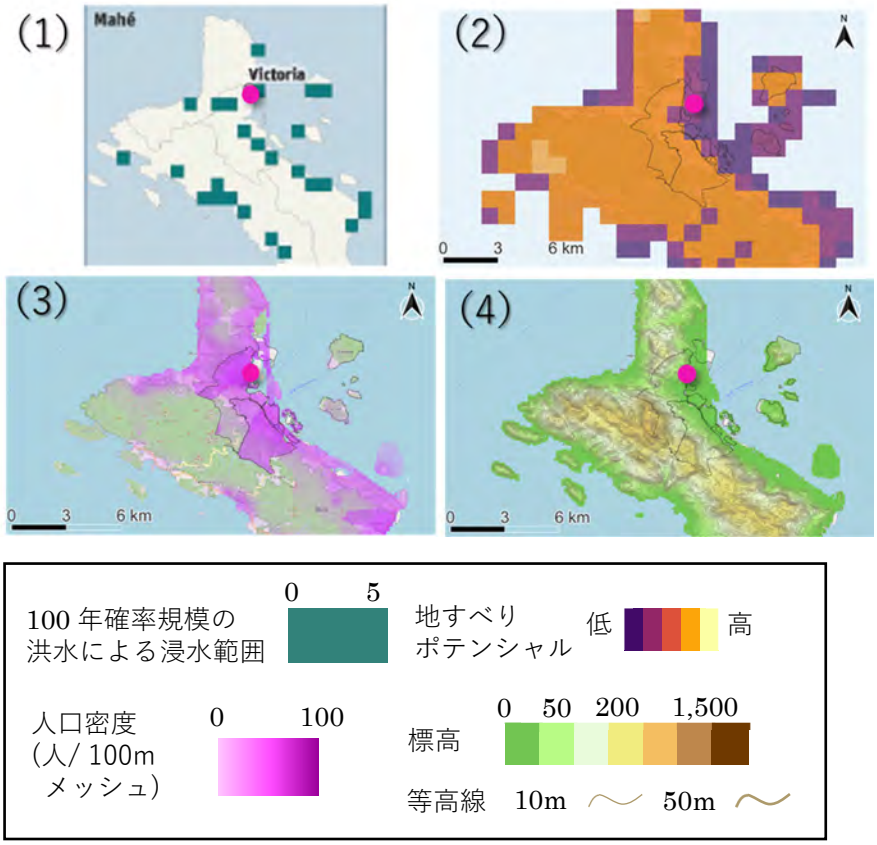


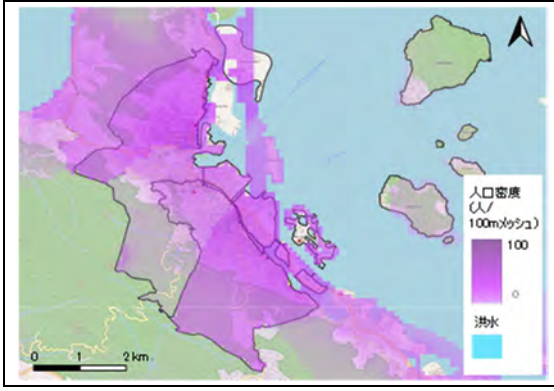
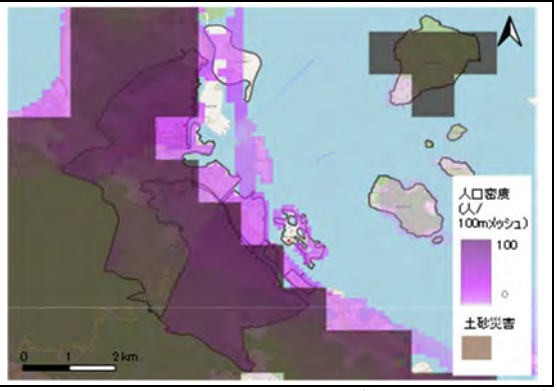
図 3-339　ビクトリアにおけるハザード分布状況

出典：JICA 調査団作成

(2)　災害による経済損失ポテンシャルの算出

ビクトリアを対象により詳細な災害リスクの把握を行った。一人当たり GDP は WB の公開する 2020 年時点の数値を利用した。

表 3-268　セーシェル ビクトリアにおけるハザードと人口分布の重ね合わせ図

洪水ハザードと人口分布	地すべりと人口分布
	

出典：JICA 調査団作成

表 3-269　セーシェル ビクトリアにおける災害種ごとの経済損失ポテンシャル

ハザード ＼ 対象都市		ヴィクトリア
洪水	被害面積(km^2)	0
	被害面積比率（%）	0%
	被害人口(万人)	0.0
	推計被害額(million USD)	**0**
地すべり	被害面積(km^2)	16
	被害面積比率（%）	74%
	被害人口(万人)	1.8
	推計被害額(million USD)	**9**

*一人当たりGDP（current USD / person）は、世界銀行公開データより全国の一人当たりGDPの数値である（10,764.4 USD / person）を使用

出典：JICA 調査団作成

ビクトリアでは洪水やサイクロンのハザードは顕著ではなく、地すべりのハザード分布が広いため、地すべりによる経済損失ポテンシャルが高い結果となった。

一方で、全球モデルによる想定浸水域の解析では、局所的に発生する洪水の状況は把握得ることは難しいため、急傾斜地や河川沿いで発生する、鉄砲水（Flash Flood）や土石流などの経済損失ポテンシャルの把握のためには詳細な分析が必要である。これらの事象は局所的に発生するため、ハザードの高いエリアに重要な施設が立地しているかなどの詳細な分析を通じて、対策の優先順位をつけることが重要である。

(3) セクター別の災害リスクの把握

1) GFDRR 災害リスクプロファイル

セーシェルのサイクロン、洪水災害について、建物（住居）、商業・工業、公共施設、インフラに分けて被災想定が検討されている。被害想定は、10 年確率規模、100 年確率規模、250 年確率規模による、セクター別の被害想定を算出している。更に、これらの確率規模の被害想定に基づき、AAL を算出している。

表 3-270 GFDRR 災害リスクプロファイルによるセクター別被害想定

災害種		サイクロン	洪水
分析の条件		年間想定被害額	年間想定被害額
建物（住居）	被害額（thousand USD）	200	1,500
商業・工業	被害額（thousand USD）	150	1,000
公共施設	被害額（thousand USD）	20	150
インフラ	被害額（thousand USD）	3	4

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（セーシェル）より JICA 調査団作成

また、GFDRR のリスクプロファイルでは、州ごとの災害リスクの分布も示しており、災害種ごと及びセクターごとのリスク分布を示しており、整理すると下記の通りとなる。

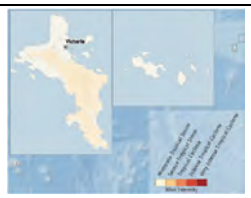
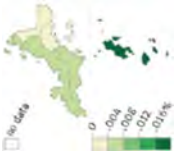
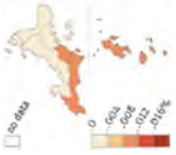
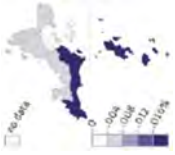
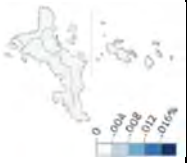
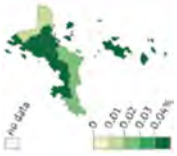
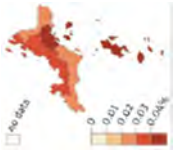
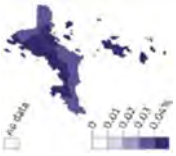
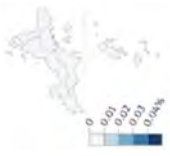
	ハザード分布	住居	商業・工業	公共施設	インフラ
サイクロン					
*100 年確率規模のサイクロンによる風速 70 km/時以上、高潮 30cm 以上の範囲	*年間想定被害額の全国比率(%)	*年間想定被害額の全国比率(%)	*年間想定被害額の全国比率(%)	*年間想定被害額の全国比率(%)	
洪水					
*100 年確率規模の洪水による浸水範囲	*年間想定被害額の全国比率(%)	*年間想定被害額の全国比率(%)	*年間想定被害額の全国比率(%)	*年間想定被害額の全国比率(%)	

図 3-340　災害種ごと及びセクターごとの災害リスクの分布

出典：GFDRR 災害リスクプロファイル（セーシェル）より調査団作成

セクターごとの被害では、商業・工業による被害が家屋被害に匹敵する被害額となっており、商業・商業施設での災害対策の重要性も高い。特に以降の PDNA の分析でも記述するが、セーシェルでは災害による観光業への影響もみられ、観光業への影響を小さくすることも対策として重要である。

地域的な災害リスクの分布をみると、ビクトリアの位置するマヘ島の 30 km北東に位置するインナー諸島で高くなっている。ビクトリア島内では、サイクロンは島の東部、洪水は島の西部及びビクトリアにて災害リスクが高くなっている。

セーシェルは他対象国のうちの島嶼国と比較してもサイクロンの常襲地帯にはなく、比較的被害が少ないが、サイクロンの上陸経験もあるため、サイクロン上陸時に備えた災害対応や、セーシェルの主要産業である観光業への影響も考慮した対策の検討が必要である。

2)　PDNA のセクター別被害額

セーシェルでは、2013 年洪水、2016 年サイクロンの 2 つの災害について PDNA が作成されており、被害額を下表に整理する。農業、工業・商業、観光業、家屋、交通インフラに

対する被害額が大きい（下表青字）。特に観光業への影響が大きい点が特徴である。その他家屋被害より交通インフラへの被害も大きい。

セーシェルは他国と比較してもサイクロンによる被災頻度は低いは、サイクロン上陸により、観光業が大きな影響を受けることが分かる。

表 3-271　セーシェルにおける PDNA による各セクターの被害額（百万 US ドル）

セクター		2016	2013	
		（サイクロン）	（洪水）	合計
産業	農業	0.052726	1.4269	**1.5**
	漁業	0.0000	0.0000	0.0
	工業・商業・その他被害額	0.35652	0.77566	**1.1**
	観光	1.1	0.0	**1.1**
社会資産	家屋	0.7015	1.1778	**1.9**
	教育	0	0.2564	0.3
	保健	0.000000	0.600000	0.6
	その他	0	0	0.0
インフラ	交通	0.204975	2.9336	**3.1**
	電力・通信	0.180892	0.018	0.2
	上下水	0.058852	0.1388	0.2
	その他	0	0.074111	0.1

出典：過去の PDNA よりセクターごとの被害額を抜粋

3)　災害被害統計

災害被害統計では、対象とする災害（洪水、サイクロン、高潮、地すべり）について、1980 年～2014 年の間に発生した 592 のイベントによる被害について、死者数、家屋被害、経済損失、教育・保健施設、農地、道路被害実績が集約されており、下表の通り整理する。

セーシェルでは 1980 年から 2014 年の間の死者数が 5 名であり、比較的災害リスクの低い国である。一方で、教育・保健施設、家屋には損害も発生しており、サイクロン上陸に備えた対策が必要である。

表 3-272　セーシェルの災害被害統計によるセクターごとの被害実績

対象とする災害種	洪水、サイクロン、地すべり
対象年	1980 - 2014
災害イベント数	592
死者数	5
家屋全壊（棟）	11
家屋一部損壊（棟）	2,501
経済損失（USD）	274,752
経済損失（現地通貨）	53,279,720
教育施設	6
保健施設	3
農地（ha）	6
道路（m）	221

出典：DesInventar のデータより JICA 調査団作成

加えて、被害の傾向について確認するため、年間の災害イベント数及び被災家屋数（全壊+一部損壊）の動向を確認した。災害イベント数については、増加傾向を見ることができる。被災家屋数については、顕著な増改傾向はみられないが、2013 年の年間被災家屋数が最大となっている。

セーシェルにおいては、気象条件や地理的な位置により洪水や地すべりなどの小規模災害が恒常的に発生する地域ではなく、災害被害の増加傾向を確認することはできなかった。一方で、2013 年洪水、2016 年サイクロンなど PDNA を作成して対外支援を必要とする大規模災害も発生している。このため低頻度の災害に備え、大規模な地すべりの発生や洪水による浸水発生可能性の高い地域での立地規制や、クリティカルインフラの災害対策などピンポイントで重要な施設の保全などを目的とした対策が想定される。

なお、災害被害統計の収集能力の向上により、近年（2000 年以降）は小規模な災害も含めて網羅的に情報が取得されており同一基準で比較することが難しい。一方で、DesInventar は大規模災害については過去に遡り情報整理がなされており傾向を把握することが可能であるため、同データベースを用いて傾向把握を行った。同データベースでは、2005 年以降に収集した統計情報は仙台防災枠組のグローバルターゲットの指標の達成状況の評価に利用されるため、統一した基準での統計情報の整備が期待される。このため被害傾向を把握するためには継続的に統計情報の傾向を確認することが重要である。

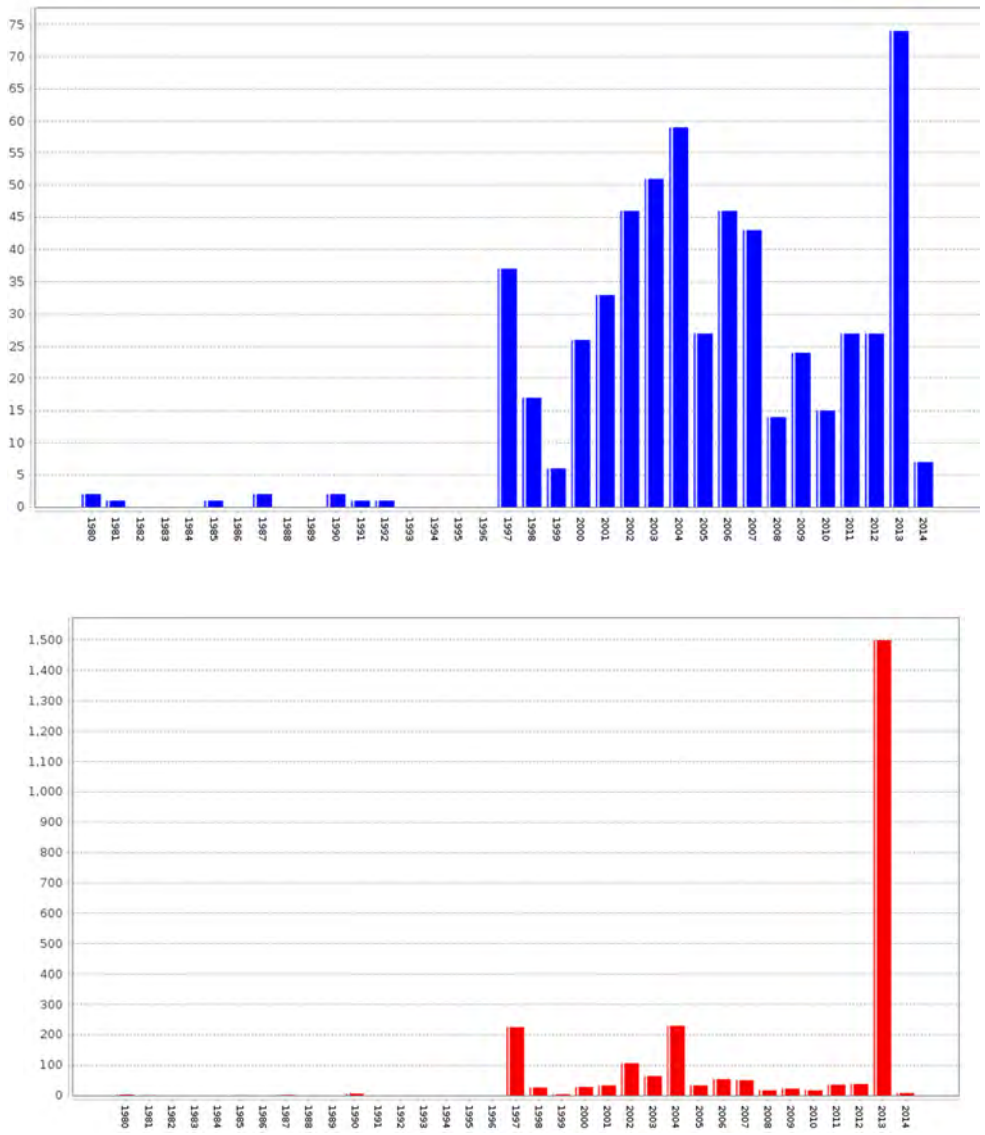


図 3-341　セーシェルにおける災害傾向（1898-2018）

出典：DesInventar ウェブサイト
（上：年間災害イベント数、下：災害による年間被災家屋数（全壊+一部損壊））

3.7.2　気候変動の概況

(1)　観測及び予測されている気候変動影響

セーシェルは、平均気温 26.9℃、湿度 80%と、年間を通して高温多湿の気候である。マヘ島の年平均降水量は、沿岸部では 2,400mm 程度であるが山地に沿って平均降水量が多く（約 3,600mm 程度）なる。また、島の北端と南端に沿って平均降水量が少ないことを示している。北東部のバード(Bird)島やデニス(Denis)島の年間平均降水量はそれぞれ 2,000mm、1,800mm 程度であり、南西部のアルダブラ（Aldabra）島(約 1,000mm)とアサンプション（Assumption）島(約 900mm)の倍となっている。5 月から 10 月にかけては、東南貿易風の影響で、殆どの地域で比較的涼しく乾燥した気候となる。また、殆どの島がサイクロンベルトの外側に位置しているため、サイクロンの影響を直接受けることはないが、熱帯サイクロンがインド洋南西部で発生した場合は、そのフィーダーバンド[174]の影響を受け、強風、鉄砲水、激しい雷雨などが発生することがある。社会経済活動に最も大きな影響を与えているのは、エルニーニョ南方振動（ENSO）やラニーニャ南方振動のような地球規模の循環の変動と連動した年間変動であり、発生すると深刻な水不足を引き起こし、農業をはじめとする経済のあらゆる分野に影響を与えている。

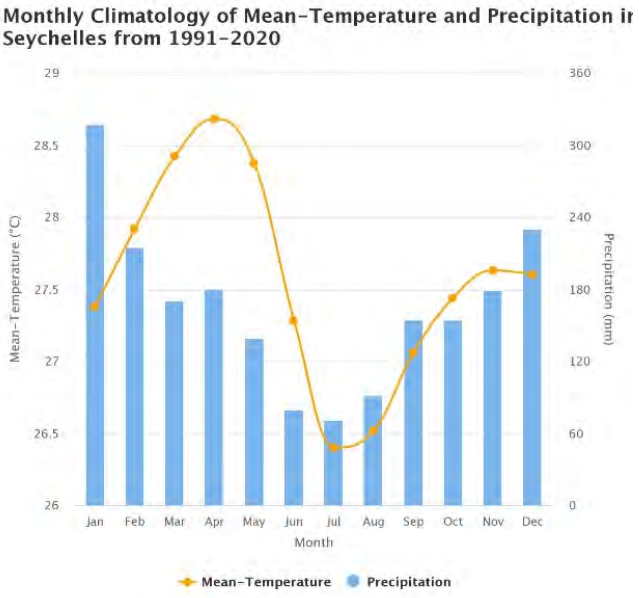


図 3-342　平均気温及び降水量の状況（1991-2020 年）

出典：Climate Change Knowledge portal site, WB

[174] 熱帯低気圧の中心を取り囲み、中心に向かって移動する渦巻き状の対流の帯

そのような中、これまでの観測記録から、1901 年から 2020 年の間に平均気温は約 1.5℃近く上昇していることが確認されている。

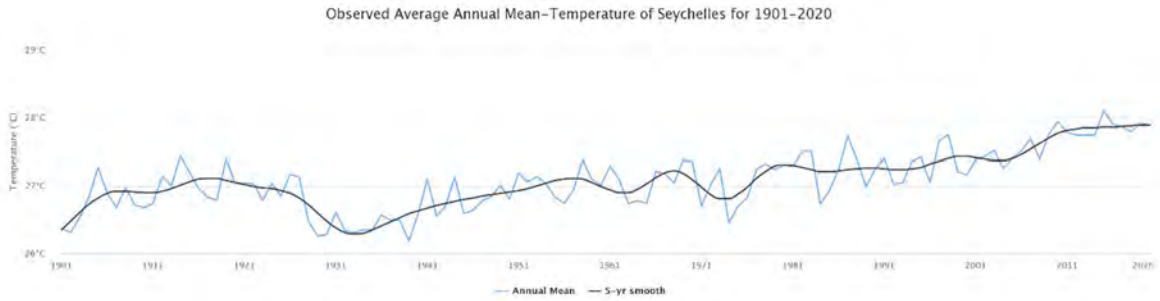


図 3-343　年間平均気温の推移（1901 年～2020 年）

出典：Climate Change Knowledge portal site, WB

降水量に関しては、乾季の増加傾向が大きく（雨季の 3 倍）、1972 年から 1990 年の期間と比較して、より湿潤な状態となってきている。そのため、現在、異常降雨やそれによる洪水の懸念が増加している。

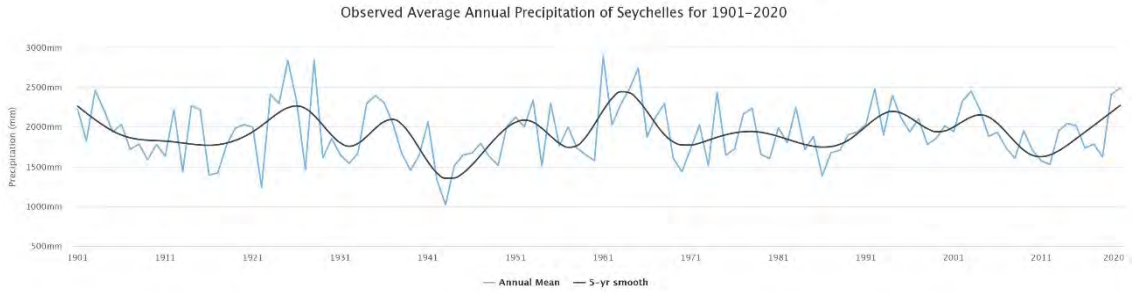


図 3-344　年間降水量の推移（1901 年～2020 年）

出典：Climate Change Knowledge portal site, WB

気候変動の将来予測のうち、気温上昇については、マヘ島、アルダブラ環礁ともに、気温が+3.0℃程度、上昇する可能性が高いと予測されている。気温上昇幅の予測としては、2025 年、2050 年、2100 年でそれぞれ、+0.4～0.7℃、0.9～1.4℃、1.8～2.9℃と予測されている。降水量に関しては、乾季の降水量が少なくなる可能性が高く、2025 年の降雨量は-12.7 %の減少、2100 年の降水量は-36.3 %の減少が予測されている。その一方で、雨季の降水量が 2025 年には＋5.9%、2050 年に＋9.3%、2100 年には＋12.4%の増加になると予測されている。また、海面上昇も、既に観測されている。2007 年 5 月には、高潮により海岸線より 50m 内陸まで浸水し、道路や公共インフラに大きな被害が発生している。海面上昇は、今世紀末ま

でに 0.4～0.9m の範囲で上昇すると予測されている[175]。

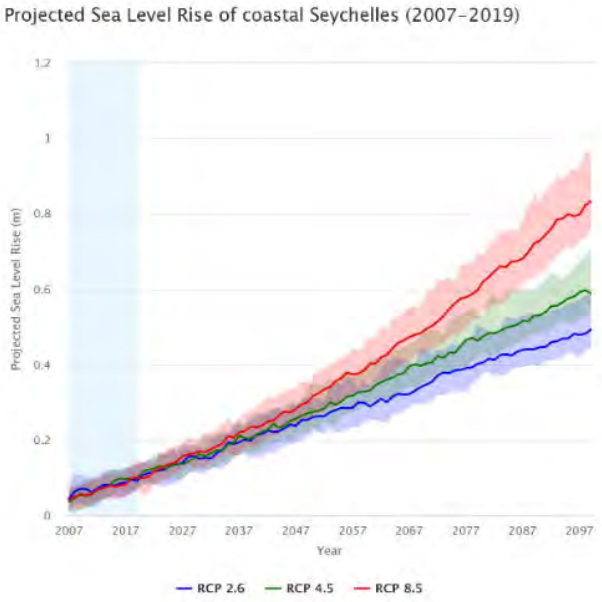


図 3-345　海面上昇の予測

出典：Climate Change Knowledge portal site, WB

これら気候変動によるハザードに対して、セーシェル国では、以下のセクターにおいてその脆弱性の高さから、様々な影響が出ることが予測されている。

[175] Climate Change Knowledge portal site, WB

表 3-273　気候変動の影響

分野	影響
農業	- 降雨パターンの変化（豪雨や干ばつ）、風雨や豪雨による作物被害 - 家畜や作物への気温上昇の影響 - 山地等での地滑り - 沿岸低地での塩水侵入 - 外来種や侵略的な害虫や疫病 - 輸入食料品の輸送や保管への影響（価格高騰）
水産	- 海洋温度の変化や海洋の酸性化によるマグロや漁業資産への影響 - 漁業・養殖業への短期的な影響として、病気や寄生虫、有害藻類の発生リスクの増（2030 年以降に深刻さが増加）
沿岸域	- サンゴ礁の消失による防波機能低下により、浸水や浸食が増加 - 沿岸のインフラや漁業部門、観光部門への影響（特にサンゴ礁、砂丘植生、ビーチの浸食）
保健	- 猛暑日、豪雨、洪水や地滑りの増加、落雷リスクの増加 - デング熱や黄熱病などの病気の増加
交通インフラ	- 低地での海岸浸食や洪水の影響による道路損傷 - 高地での激しい降雨による地滑りや落石の影響 - 水の供給、観光客や従業員の移動、港の運営、商品やサービスの輸出入、漁船の操業、島間輸送などへの影響
災害リスク管理	- 2013 年 1 月に発生したサイクロン・フェレンによる深刻な洪水と地滑りが発生。 - 豪雨により既存の排水設備や擁壁が破壊され、洪水、地滑り、落石が発生。家屋、公共施設、道路、橋、排水設備、水・衛生設備、農作物、農場などに深刻な被害が出た。 - 被害総額は 1 億 400 万 SR（840 万 US ドル）と推定（同国の国内総生産（GDP）の 0.77%に相当） - 2016 年のサイクロン・ファンタラによるファークワー環礁におけるインフラ被害。被害額は 750 万 US ドルと推定。
観光	- 洪水や異常気象の影響を受けやすく、海岸線の浸食によってビーチの質が低下 - 脆弱な重要インフラや自然環境の保護に深く依存しているため、影響は大きい
生物多様性	- 気温や海水温の変化、降水量の変化、干ばつや森林火災、外来種の侵入などの影響を受けやすい

出典：Seychelles’ Updated Nationally Determined Contribution より作成

実際に、2007 年 5 月には、非常に高い潮位のため内陸部に対して 50m に及ぶ浸水が発生し、道路や公共インフラに被害が出ている。また、異常降雨は農作物に多大な損失をもたらしており、1997～1998 年のエルニーニョ現象、1998～2000 年のラニーニャ現象の際の豪雨は、広範囲にわたる洪水を引き起こし大きな損失をもたらした。水産業だけで損失総額の 45%を占め、次いで農業、観光業が大きな被害を受けたことが報告されている。更に、2013 年 1 月に島の南東部にあるポアント・オ・セル（Pointe Au Sel）では、24 時間で 184mm の降雨があり、地滑りや落石などによる交通インフラや家屋への被害が報告されている。

(2)　気候変動適応に関する政策・施策や計画等

セーシェル国の気候変動への取り組みは、現在は、農業・気候変動・環境省（Ministry of Agriculture, Climate Change and Environment）のうち、気候変動・エネルギー局（Climate Change and Energy Departmen）が担っている。また、1992 年に設立された Seychelles National Climate Change Committee（NCCC）が、国の気候プログラムの開発と実施の全体的な調整を行ってきた。現在、NCCC は、Global Climate Change Alliance + 運営委員会に統合されている。これらの組織体制の中で、これまでに策定されてきた気候変動に関連する計画等は、以下に示すものが挙げられる。地域レベルでの気候変動適応に関する計画や政策等、影響評価、適応策については確認できなかった。

表 3-274　気候変動関連計画等の策定状況

カテゴリー	策定状況
National Communication	2000 年 Initial National Communication 提出 2011 年 Second National Communication 提出
NDC	2015 年 INDC 提出 2021 年 Updated NDC 提出
国家計画、政策	Seychelles National Climate Change Strategy 2009 Seychelles Sustainable Development Strategy (2012-2020) Conservation and Climate Adaptation Trust of Seychelles Act 2015 Seychelles Biodiversity Strategy and Action Plan (2015-2020) Seychelles Blue Economy Strategic Policy Framework and Roadmap2018 Seychelles National Climate Change Policy 2020

出典：JICA 調査団作成

(3)　気候変動への適応策

その中で、直近に策定された以下の気候変動関連の計画の中で、気候変動への適応策などについて方向性等が示されている。

【Seychelles Climate Change Policy 2020】

これまでに実施されてきた気候変動対策における様々な取り組みを評価し取りまとめたものである。全体的な目標として、気候変動によってもたらされる世界的、地理的及び地域的な課題と機会に対して、協調的、積極的かつ効果的な一貫した対応を促進するとしている。その中で、以下に示す具体的な目標を掲げている。

1. 気候変動とセーシェルへの影響についての理解促進
2. 気候変動への適切な対応に向けた、あらゆるレベルで能力と社会的権限の強化
3. 気候変動への配慮を、全ての部門、全てのレベルの政策に主流化し統合

4. 低炭素経済への移行達成
5. 気候変動の影響に適応し、強靭性を高め、脆弱性を最小化するための対策の実施
6. 気候変動に関する国際交渉への貢献

また、2021 年 7 月に提出された NDC の更新版においても、気候変動への適応が盛り込まれている。この中で、2030 年までに、以下の優先行動を通じて、全ての主要セクターの計画と戦略に気候変動への配慮を継続して組み込むことを宣言している。

- 高潮、洪水、浸食などの気候変動の影響から沿岸生態系を守るため、自然生態系を活かした解決策（EbA）を優先し、沿岸管理計画はこれに基づいた解決策を実施するためのガイドラインとして活用する
- 海洋空間計画、沿岸管理計画、ブルーエコノミー・ロードマップ、生物多様性国家戦略・行動計画などを統合し、漁業・養殖業、観光業、農業、廃棄物処理、水資源、生物多様性保全、都市開発などの分野で、沿岸管理を統合的に実施する
- 経済成長に対応するとともに、気候適応戦略を含む港湾開発マスタープランの策定
- 淡水資源の管理を改善し、水道開発計画の一環として既存の水資源管理戦略を実施し、水を再利用するための新しい戦略の実施
- 観光分野における気候変動戦略の開発と実施。民間企業と協力して、観光インフラの長期的な持続可能性を考慮した計画と管理、沿岸管理を行う
- 農業投資計画の更新と継続、水利用効率の高い灌漑、雨水利用、気候に適応した作物や家畜の拡大など、気候に配慮した農業の推進
- 効果的で持続可能な許可ベースの漁業管理計画を策定・実施し、気候変動への適応を図り、資源の持続的利用と乱獲の回避
- 持続可能な土地利用計画と管理を強化し、統合された持続可能な開発手法を効果的に実施
- 国家統合危機管理計画の実施

なお、セーシェルの気候変動適応策は、同国のブルーエコノミー及びブルーカーボンエコシステムの保全に着目した以下に示す公約と目標に基づいている。

- 沿岸の計画やインフラを国や地方レベルで規制し、気候変動への耐性を高めるために、「青い」自然ベースのソリューション（NbS）を優先的に検討する
- ブルーカーボンの生態系を保護する。すなわち、2025 年までに海草とマングローブの生態系の少なくとも 50%、2030 年までに海草とマングローブの生態系の 100%を保護する

- 2025 年までに海草・マングローブ生態系の長期的なモニタリングプログラムを確立し、2025 年までにブルーカーボン生態系の GHG 吸収量を国家温室効果ガスインベントリに含める
- 策定した海洋空間計画を実施し、排他的経済水域内にある 30%の海洋保護区を効果的に管理する

(4) ドナー等の支援状況

WB、EU、UNDP、IRENA、GIZ、TNC、Pew Charitable Trust、SeyCCAT など 8 つの国際機関やドナーが、同国の NDC が緩和や適応に関する目標を上げ、より多くの経済活動をカバーするように、経済的及び技術的な支援を行っている。特に以下に示す活動がこれらの機関からの支援のもとで実施されている。

表 3-275 ドナー等の支援状況（2021 年直近のもの）

ドナー名	対象	プロジェクトの概要
WB	海岸浸食、洪水、潮位変動、サイクロン	Seychelles' Coastal Management Plan (CMP) 2019-2024 概要: 複数の NGO がサンゴの復元プロジェクトを実施、適応基金プロジェクトでは、2.5 ヘクタールのサンゴ礁を復元し、強靭性向上を目指している。
GCF	沿岸	Ridge to Reef project 概要: セーシェル政府が市民社会のパートナーと協力して実施、陸域、沿岸、海洋の生態系を保護、管理、回復するための統合戦略

出典：Seychelles' Updated Nationally Determined Contribution, 2021

3.7.3　国土開発及び都市開発の概況

(1)　国土軸、戦略的重要都市

セーシェルは25の地方行政区分に分かれているが、マヘ島に島嶼の1つを含めて22地区が置かれている。他は、プララン（Praslin）島に2地区、ラ・ディーグ（La Digue）島とインナー諸島（Inner Island）の島嶼を併せて1地区の地方行政体が置かれている。アウター諸島（Outer Island）は全体で1つの地方行政区分となっている。都市と区分されるのは首都のビクトリアのみである。（都市圏人口26,000人（2014年））

離島群であることから、国内交通も空路と船舶が中心である。空路は、マヘ島東部に位置するセーシェル国際空港からプララン島との間で国内線が運行されている。海路は、ビクトリア港から国内各島へと定期便が就航し、船舶によって島々を移動できるようになっている。

(2)　クロスボーダーインフラ

国際人流、物流は空路と海路であり、マヘ島に位置するセーシェル国際空港とビクトリア港が拠点施設である。

(3)　重要産業の立地

セーシェルの主要産業は「インド洋の真珠」として名高い海浜リゾートである。こうしたリゾートは主島・マヘ島のほか、プララン島などの離島にも点在している。マヘ島内のリゾートは、ビクトリア等都市部からは離れた位置にある。

観光業に次ぐ産業は漁業と水産加工業である。漁業はエビやマグロを主とする魚介類であり、輸出により重要な外貨収入源となっている。水産加工業は、マグロの缶詰が中心であり、総輸出額の過半を占める規模である。水揚げはビクトリア漁港が中心である。利用漁船数の増加・漁船船体の大型化、氷の需要増加などに伴い、漁港の新設と既存漁港のアップグレードがJICA支援で2008年に実施されている。

農業としては、石鹸の材料となるコプラ、ココナッツの輸出などを行っているが、規模は小さい。

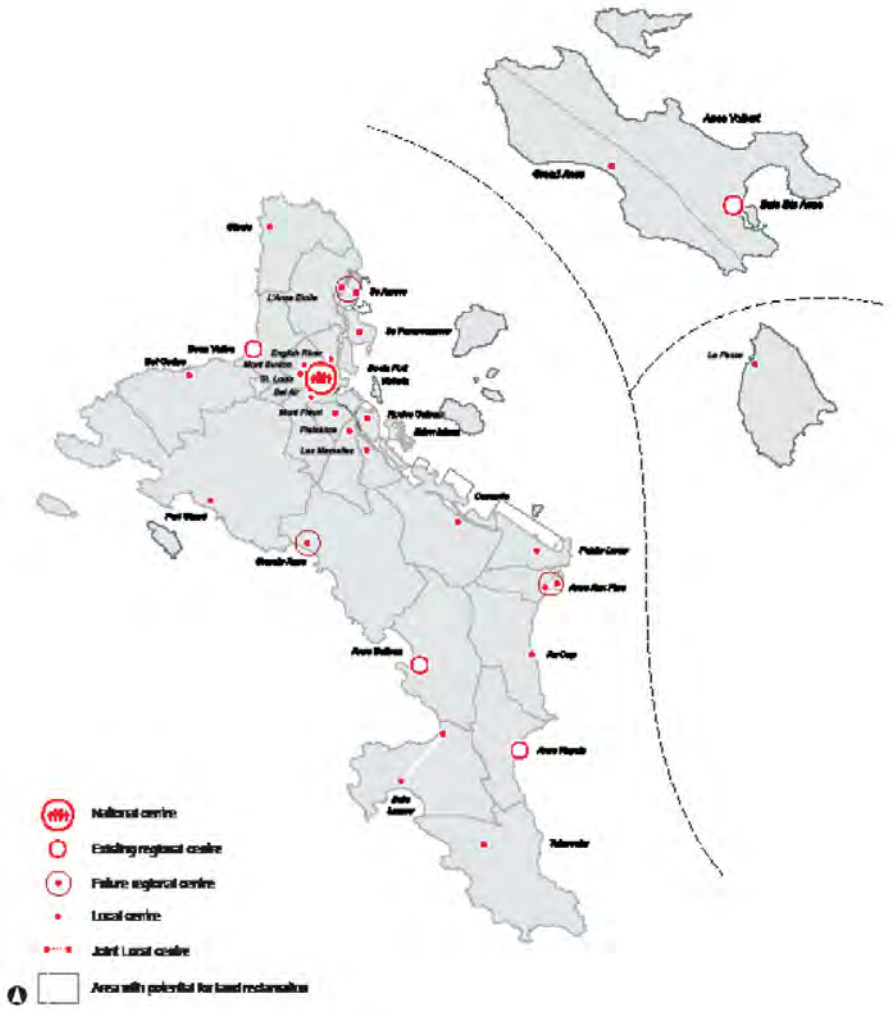


図 3-346　主要施施設及びセトルメントの立地状況

出典：Seychelles Strategic and Land Use Plan 2040

(4)　都市開発関連制度

a)　土地・住宅

セーシェルの住宅用地は政府から配分されるものであり、家計規模に沿うように計画的に配分を行う政策としている。住宅以外の土地（農業、商業など）は基本的にリースとなっている。住宅に適さないという条件のもと、観光用のランドスケープ用途の土地は政府から分譲またはリースが可能である。(STATE LAND POLICY[176])

[176] http://www.luh.gov.sc/default.aspx?PageId=34

b)　空間計画・都市計画

Seychelles Planning Authority がフィジカルプランを所轄しており、また土地開発の所轄官庁でもある[177]。都市計画は Town and Country Planning Act Cap 237 によって規定されており、土地利用・開発計画を定め、規制を実行し、持続可能な開発が可能な環境を構築し、一般市民とともに実現を目指すことがうたわれている。そのための権限として開発指導（計画協議）が含まれている。

c)　Seychelles Strategic and Land Use Plan 2040

表記の計画が 2015 年 9 月に承認されている。国土計画であるが、内容としてマヘ島の土地利用戦略とビクトリアの詳細計画を含んでいる。経済戦略、人口予測、住宅需要予測、成長シナリオに伴う土地利用が記述されている。国家開発戦略、セーシェル持続的開発戦略とともに、政策決定の際の第 3 ピラーとして位置づけられており、Seychelles Planning Authority をはじめ、各省庁とも政策決定の際に参照している。

[177] http://www.spa.gov.sc/about-us

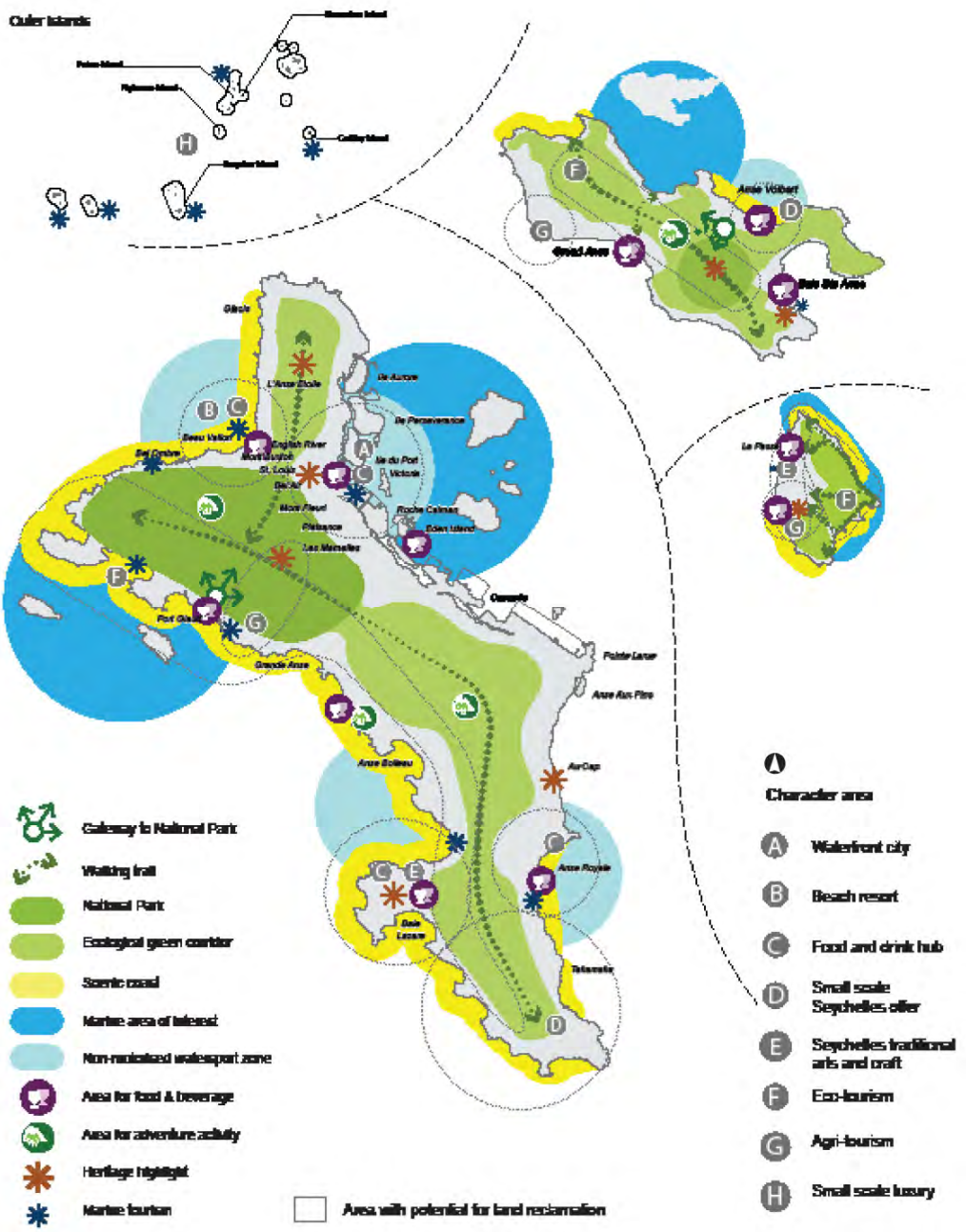


図 3-347　土地利用戦略

出典：Seychelles Strategic and Land Use Plan 2040

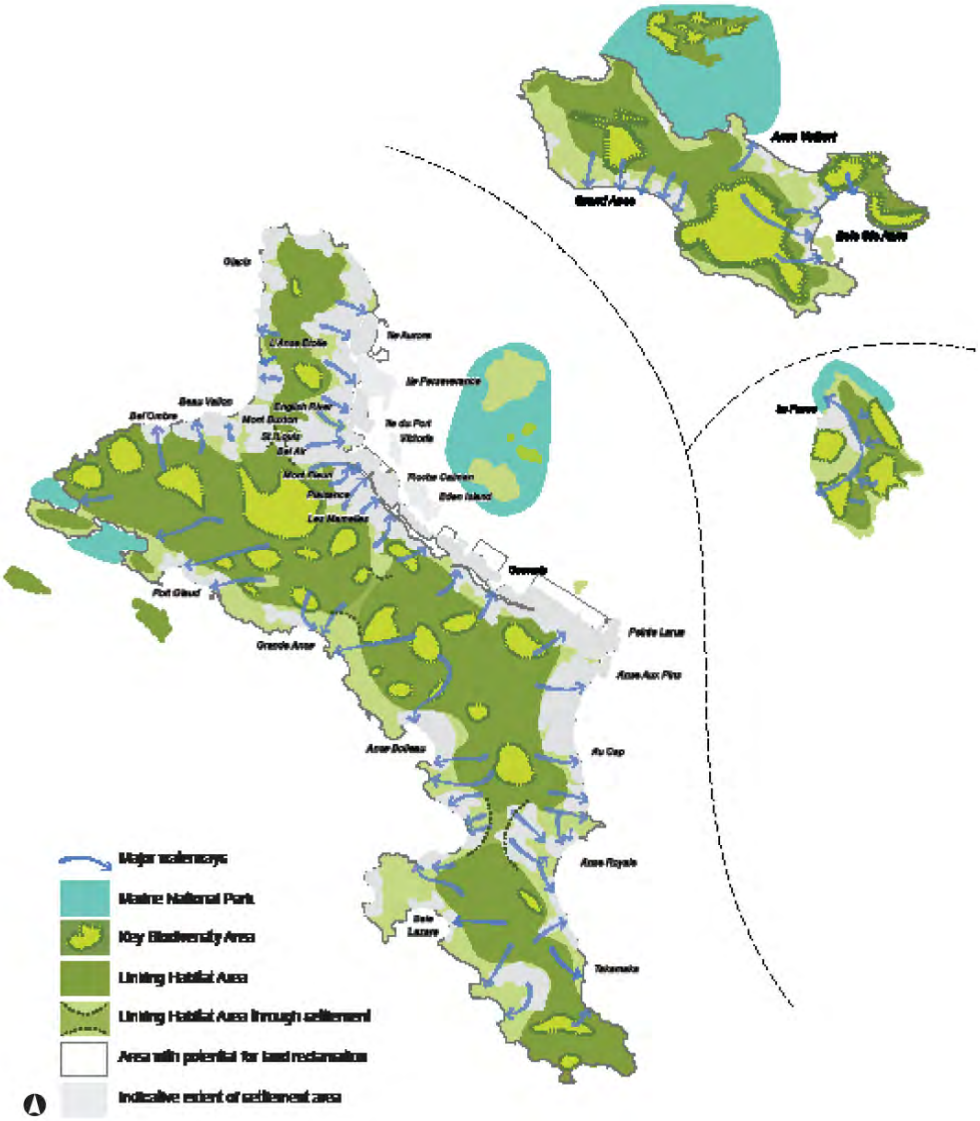


図 3-348　土地利用計画

出典：Seychelles Strategic and Land Use Plan 2040

3.7.4　防災計画・体制の概況

セーシェルでは、2014 年に新たな防災法（Disaster Risk Management Act）及び防災政策（Disaster Management Policy）が制定されており、防災に関する包括的な枠組みを規定している。同法は 4 年毎に改訂されることとされている。防災法を踏まえ、複合ハザードリスクに対するマルチハザード早期警報システム（National Multi-Hazard Risk Communication Alert and Waning System）や防災基金（National Disaster Risk Management Fund）等が整備されてきている。

防災を所管する政府機関として、防災局（DRDM: Division of Risk and Disaster Management）が設置されている。防災法により、防災局は、関係機関と連携して災害対策を効果的に推進するためのメカニズムなどを発展させる義務を有している。2019 年には、国家緊急時対応計画（NIEMP: National Integrated Emergency Management Plan 2019-2024）が防災局のリードにより WB 等の支援を受けて策定されている。NIEMP は、災害発生時の対応について、関係機関が連携して対応するための役割分担やプロセス等が記載されている。図は同計画における災害管理体制を示している。一方で、災害前の防災インフラ整備やリスク削減策を推進することを主眼とする計画は確認できず、策定されていない状況と考えられる。



図 3-349　セーシェルの災害対応体制

出典：National Integrated Emergency Management Plan

3.7.5　ドナー支援の動向

(1)　ドナー支援の概況

ODA 国別データ集の 2000 年から 2017 年の合計値によると、セーシェルへのドナー援助の動向としては、国際機関別では欧州委員会、欧州投資銀行などの EU の諸機関からの援助が多く、主要ドナー別ではフランスからの援助が多くなっている。

表 3-276　ドナーによる経済協力実績（上位 5 機関）（百万 US ドル）

国際機関の経済協力実績		主要ドナーの経済協力実績	
EU Institutions	87.1	フランス	82.5
GEF	23.43	日本	43.2
BADEA	13.66	英国	10.2
UNTA	7.63	オーストラリア	6.2
WHO	3.93	ベルギー	3.8

出典：外務省国際協力局政府開発援助国別データ集（2000 年～2017 年）より JICA 調査団作成

AfDB の COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2021-2025 に示されているドナーごとの主な支援分野によると、分野別ではインフラ・交通・エネルギーへの支援が多いことがわかる。

表 3-277　ドナーごとの主な支援分野

	SECTORS																
Development partner	Macro economic framework	Private sector/ Financial sectors	Infrastructure /Transport/ Energy	Trade	Agriculture/ Rural Development & food Security	Health	Education	Environment	Tourism	Water& Sanitation	Petroleum	Public Sector/ Governance	Judicial& Legal Reform	Capacity/Inst Building (Inc M&E)	Security& Stability	Fisheries/blue economy
AfDB	√		√							√						√
Australia																
BADEA			√			√	√			√				√		
OFID			√			√	√									
IMF	√															
European Commission				√			√	√				√		√		√
France																
Commonwealth Secretariat																
FED(EC)																
IFAD					√											
UK																
France																
India			√			√	√									
Italy																
Japan														√		√
Portugal																
Spain																
Taiwan, China			√				√									
UAE			√				√		√							
UNDP							√	√						√		
UNEP																
UNICEF																
United States																
WFP																
WHO						√										
World Bank	√											√		√		√
EIB			√													
AFD			√													
Kuwait Fund							√									
Saudi Fund			√													
IMO			√													

出典：AfDB COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2021-2025

(2)　世界銀行（WB）による援助の動向

WB の援助方針を示す CPF 2018-2023 では、セーシェル政府の掲げるブルーエコノミープログラムに沿って、持続可能性と包括性を高めるための漁業と観光の中核経済を再構築し、自然資源の管理と回復力を強化することを目的にしている。2 つの重点分野としては、「繁栄を分かち合うための持続可能な成長」として経済の中核部門である観光業と漁業を再構築して雇用機会を生み出す機会提供すること、「インクルージョンと公共部門のパフォーマンスの促進」として社会扶助への多額の投資を特に下位 40%の人々への人的資本投資に振り向けることが挙げられている。

人口 10 万人に満たない小さな島々からなるセーシェルは経済的ショックや自然災害に対して非常に脆弱であることから、WB としても支援を行う方針を示している。防災分野に関しては、「繁栄を分かち合うための持続可能な成長」の中の目標の一つとして「自然災害への管理能力と脆弱性の強化」が掲げられている。目標では、沿岸地域の洪水に関連する気候変動や海洋資源の脆弱性から、国が直面している、また今後ますます直面するであろうリスクの増大を緩和する能力の向上を中心としている。特に、沿岸地域の回復力の向上については観光関連収入の確保を組み合わせた慎重なアプローチが必要で、当面の優先事項としては知識ギャップを埋めることを挙げている。沿岸浸食管理のための包括的なマスタープランには、工学的な作業と自然に基づく解決策を賢く組み合わせたものが含まれ、既にいくつかのパイロットが進行している。

セーシェル政府はこれまでに臨時資金を確保して重要な投資を行うことで積極的に準備を進めてきたが、リスクを正確に特定し、定量化する能力が限られていることや、空間計画や投資において災害リスクや気候変動への耐性を取り入れることが限られていることなどが課題となっている。セーシェルの気候適応戦略は比較的よくできており、投資の優先順位の概要を示しているが、より詳細なリスク評価、沿岸管理計画、具体的な投資が必要であり、特に観光産業にとって重要な洪水や沿岸の回復力の分野に重点を置く必要があると分析されている。既存の Catastrophe Deferred Drawdown Option (Cat DDO) 開発政策貸付(DPL)は、政府の DRM 政策と改革アジェンダを強化し、効率的に災害に対応する能力を高めている。

セーシェル政府が積極的な防災計画策定や取り組みを行っていることから、WB ではそれらを補足する形での支援を行っており、今後も継続的な計画策定支援が予定されている。具体的には、沿岸部の洪水の脅威に関するニーズとギャップの調査や地球環境ファシリティ(Global Environment Facility, GEF)や緑の気候基金(Green Climate Fund, GCF)などの様々な環境・気候関連の信託基金を含む新たな気候金融アーキテクチャーを活用した適応策への投資、気候変動に強い廃棄物インフラとグリーンテクノロジーの改善を支援するとしている。

表 3-278　WB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Seychelles First Fiscal Sustainability and Climate Resilience Development Policy Financing	To support the government's effort to: (i) strengthen medium‐term fiscal sustainability; (ii) build resilience and (iii) develop the digital economy.	International Bank For Reconstruction And Development	2022
Disaster Risk Management Development Policy Loan with CAT DDO	To strengthen the Government of Seychelles Disaster Risk Management policy and reform agenda and enhance its capacity to efficiently respond to disasters.	International Bank For Reconstruction And Development	2014

出典：WB Website Projects & Operations より抽出

(3)　アフリカ開発銀行（AfDB）による援助の動向

AfDB の援助方針を示す COUNTRY STRATEGY PAPER（CSP）2021-2025 の主な目的は、構造変革を支援して国の経済的回復力を高めることであり、優先分野は「経済と環境の持続可能性を促進するためのレジリエンスの育成」の１つに絞っている。

セーシェルのエネルギー、衛生、固形廃棄物管理の分野におけるインフラ不足を解消するための介入を支援するとしている。また、ビジネス成長の可能性を引き出し、環境リスクに対処することを目指すとしており、観光、漁業、ハイテク製造業などの主要セクターにおける民間セクターの成長、生産性の向上、グローバルバリューチェーンへの接続の強化を支援し、地域貿易に参加するための戦略を検討・策定するとしている。

セーシェル政府は、災害リスク管理マスタープランを策定して災害影響予測や住民保護計画に取り組んでおり、AfDB としても技術支援プロジェクトを通じた気候変動分野への介入機会を模索している。具体的には、政府が具体的な適応策を策定・実施する能力、適切な人材の確保、提案された適応策を実施・維持するための財政能力などの制約を解決するために、気候変動への適応に焦点を当てたキャパシティー・ビルディング・イニシアチブを支援することを検討している。そのため AfDB はセーシェル環境･エネルギー省(Ministry of Environment, Energy and Climate Change, MEECC) を支援して ClimDev Fund から科学的能力を高めるための技術支援を得ることを目指し、気象観測所のネットワーク、データ収集、解釈、早期警報や災害対策を支援するための気候情報サービスに関する科学的能力の開発の実現を目指すとしている。更にセーシェルが緩和策や適応策を実施するために国際的な気候変動対策資金を動員する際の支援も行うことが可能だとしている。

表 3-279　AfDB が実施する災害対応・防災分野の関連プロジェクト

Project Name	Project Objective	Financier	Approval Year
Emergency Assistance to Address Damages and Losses Caused by the January 2013 Cyclone Felleng	To contribute to a return to normalcy in the affected areas through urgent minor repairs and rehabilitation of school infrastructure and replacement of damaged or lost school equipment, as well as provision of medical supplies and agriculture inputs and equipment.	Special Relief Funds	2013
Emergency Assistance to December 2004 Tsunami victims	To contribute to normalization through urgent minor repairs to road infrastructure and schools, as well as the purchase of replacement fishing equipment.	Special Relief Funds	2005

出典：AfDB Website Projects & Operations より抽出

3.7.6　重要都市の選定

セーシェルにおける災害リスク、気候変動、国土開発及び都市開発の概況やドナー支援の動向を総合的に踏まえ、本調査では首都ビクトリア（マヘ島）を重要都市エリアとし、都市レベルでの防災上の課題や支援事業の可能性について重点的に調査検討していく方針とした。なお、これらの重要地域に特に着目して検討することとするが、支援事業の可能性検討はこれらに限らず、セクター別の状況や現地のニーズ、地域防災上の課題等を踏まえて適宜柔軟に調査検討する。

3.7.7　各セクターの防災分野の協力に向けた情報収集・分析

(1)　運輸交通

セーシェルはインド洋に浮かぶ 115 の島々からなる島国である。首都のビクトリアは主島のマヘ島に位置している。マヘ島等の主要島は中央部の山から海岸に向かって急激な斜面となっているため、平地は海岸線沿いの細いエリアしかない。そのため、道路、港湾、空港インフラを含め、各種インフラ、住居、商業ビルは海岸に主に立地している。これらは、気候変動による海水面上昇の影響を直接受ける。道路ネットワーク、路面状態は良好であるものの、老朽化対策、需要対策が必要であり、港湾、空港は機能強化、拡張の必要がある。

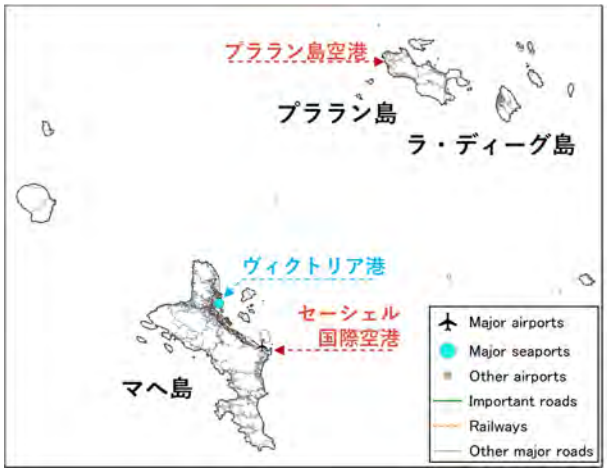


図 3-350　セーシェルの主要３島と主要運輸交通インフラ

出典： JICA 調査団作成

1)　関係機関・法制度等の概要

セーシェルの運輸交通を所管する省庁は、道路を含め、運輸省（Department of Transport、以下「DoT」）である。運輸交通の各サブセクターを担当する政府組織は DoT の傘下にある。各サブセクターを管理、または運営する組織等の主要関係機関を表 3-280 に示す。また、主島であるマヘ島の運輸交通インフラの位置を図 3-351 に示す。セーシェルに鉄道サービスはない。

表 3-280　セーシェル運輸交通部門における各サブセクターの主要関係機関

サブセクター	関係機関
―	運輸省（Department of Transport, DoT）
道路	セーシェル陸上交通公社（Seychelles Land Transport Authority, SLTA）
	道路交通局（Road Transport Commission, RTC）
	セーシェル公共交通社（Seychelles Public Transit Corporation, SPTC）
港湾	セーシェル港湾公社（Seychelles Ports Authority, SPA）
空港	セーシェル民間航空公社（Seychelles Civil Aviation Authority, SCAA）

出典：JICA 調査団作成



図 3-351　セーシェル・マヘ（Mahé）島の運輸交通インフラ

出典： JICA 調査団作成

a)　道路

DoT の傘下で、橋梁、カルバート、擁壁、排水施設、歩道橋等の道路構造物を含めて道路整備･維持管理･運用を担当するのはセーシェル陸上交通公社(Seychelles Land Transport Authority、以下「SLTA」）である。また、道路交通の規制、取締り、交通管理を行うのは道路交通局（Road Transport Commission、以下「RTC」）であり、公共交通サービス（公共バスバス）を所管するのはセーシェル公共交通社（Seychelles Public Transit Corporation、以下「SPTC」）である。

AfDB 資料[178]によれば、セーシェルの道路は 1 級道路 (primary)、2 級道路 (secondary)、地域道路 (feeder)、区画道路 (estate road) の 4 種類に区分される。道路総延長は 508 km であり、そのうち、1 級道路は 250 km、2 級道路は 150 km、地域道路が 100 km 程度となっている。道路の 96%は舗装されている。これらの道路の殆どはマヘ島に位置する。マヘ島における道路ネットワークはコネクティビティが高いと評価されている。一方、自動車の増加により交通事故も増加しているが、ビクトリア以外では、歩車分離道路が少なく、歩行者等の安全が懸念されている。

b) 港湾

DoT の傘下で海事・港湾を所管する政府組織はセーシェル港湾公社 (Seychelles Ports Authority、以下「SPA」) である。SPA はビクトリア港の運営も担当しており、更に、マヘ島、プラスリン島、ラ・ディーグ島の港湾の旅客ターミナルも運営する。

セーシェル最大の港湾はビクトリア港である。2011 年、ビクトリア港は年間 6 百万トンを超える貨物を取り扱った。その貨物の殆どはツナ缶の輸出である。ビクトリア港の入港船舶数は 2006 年の 1340 隻をピークに減少傾向にあり、2011 年には 800 隻を若干上回る程度であった (図 3-352 参照)。その原因は東部アフリカ海域に出没する海賊により漁船や冷凍船、クルーズ船、ヨットの減少もあるが、コンテナ船も減少した。

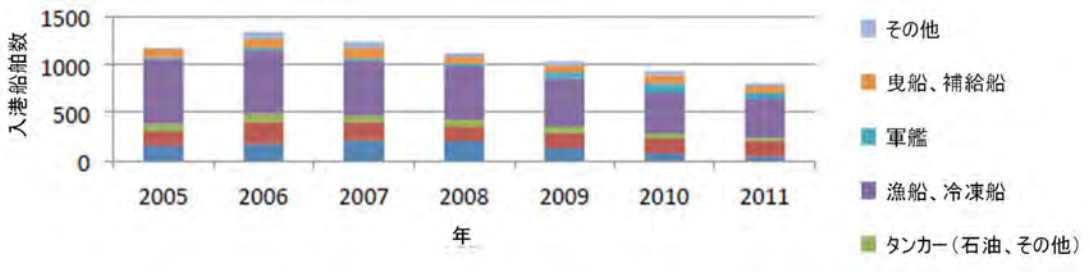


図 3-352 セーシェル・ビクトリア港の入港船舶数

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

ビクトリア港のコンテナ処理能力は年間 25,000 TEUs である。2008 年から 2011 年まで、コンテナ取扱量は約 15,000 TEU から 20,000 TEU まで増加した (図 3-353)。AfDB 資料[179]によれば、今後 5 年でコンテナ取扱量は容量に達すると予想する。

[178] Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015
[179] Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

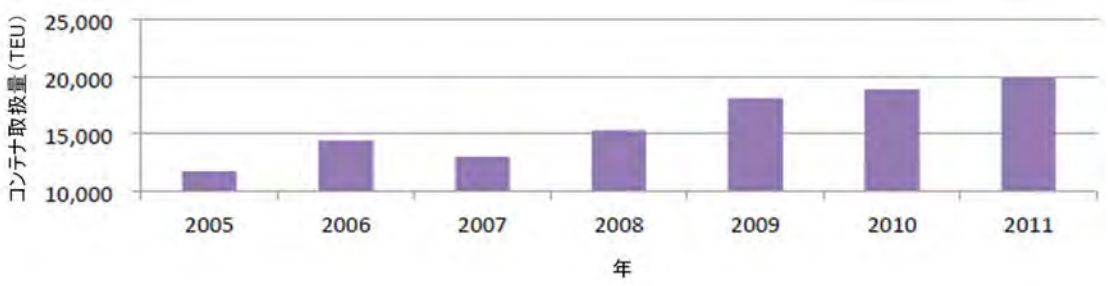


図 3-353　セーシェル・ビクトリア港のコンテナ取扱量（輸入・輸出・積替合計）

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

c)　空港

DoT の傘下で民間航空の運営、政策を担当する政府組織はセーシェル民間航空公社（Seychelles Civil Aviation Authority、以下、「SCAA」）である。SCAA はセーシェル国際空港（Seychelles International Airport）も運用しており、更に、プラスラン島の飛行場の運用も担当する。他の飛行場は島開発会社（Islands Development Company （IDC））、またはリゾート会社が運用する。

地理的状況のため、殆どの飛行場は拡張が難しい。国際空港はセーシェル国際空港のみであり、他の飛行場には小型機しか離着陸ができないため、国際線の就航は難しい。セーシェル国際空港の滑走路は 2,987 m である。現在、滑走路は 1 本であるが、2 本目の滑走路が必要とされている。それは単に空港の輸送能力向上だけでなく、事故発生等で滑走路が使えなくなったときはその処理に時間がかかるため、非常時の空港運用のための理由が大きい。2009 年に更新された空港開発計画では二つのフェーズに分けて開発が予定されている。セーシェル国際空港の年間旅客・貨物輸送量と空港マスタープランの主要内容をそれぞれ表 3-281 と表 3-282 に示す。

表 3-281　セーシェル国際空港の旅客・貨物輸送量

年	2007	2008	2009	2010	2011	2012
航空機離着陸数（回）	3,582	3,382	3,751	4,800	4,470	4,843
国際線乗客（千人）	437	424	415	458	495	517
国内線乗客（千人）	274	234	169	182	186	118
国際線貨物（トン）	8,300	6,204	5,630	6,886	6,918	5,943

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

表 3-282　セーシェル国際空港の空港マスタープランの概要

項目	計画	
	フェーズ1（2022 年）	フェーズ2（2037 年）
国際線ターミナル		
年間乗客処理能力（人）	1,500,000	3,600,000
ピーク時乗客処理能力（人）	980	1,800
必要駐機場数	5	10
国内線ターミナル（人）		
年間乗客処理能力（人）	500,000	900,000
ピーク時乗客処理能力	210	400
必要駐機場数	6	10
合計年間乗客処理能力（人）	2,000,000	4,500,000

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

2)　関連計画・開発現況等の概要

AfDB 資料[180]によれば、DoT は交通マスタープランを持っていない。殆どの運輸交通インフラの計画は、何かの定量的な評価なしで毎年 27 自治体の方で調整して決定している。この AfDB 資料において提案されている運輸交通インフラの整備プロジェクトを以下に示す。

[180] Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

表 3-283　セーシェルにおける運輸交通インフラ関連推奨事業と事業費

管轄機関･部門	推奨事業	事業費
主に DoT	総合公共交通検討を含む交通マスタープランの策定、アセットマネジメントプログラムを含めた交通・道路工学的な技術支援	6.35 百万 US ドル
SLTA	マヘ島へのアスファルトプラントの新設	0.3 百万 US ドル
SLTA	非動力交通計画とその骨格ネットワークの整備（10～20km）	10.0 百万 US ドル
SLTA	ビクトリアの首都・交通管理の向上 交差点信号化 バス停車帯の延伸 空港へのラウンドアバウト新設 Francis Rachel St.への車線増設 5th June Ave.への車線増設	2.15 百万 US ドル
SLTA	ウォーターフロントバイパス（平面交差、オーバーパス Le Chantier Roundabout）：特にピーク時におけるビクトリアの交通容量対策を想定したセーシェル政府予算の事業	10.0 百万 US ドル
SLTA	Mt Fleuri Rd～Bois de Rose 間道路	1.5 百万 US ドル
SLTA	Stevenson Delhomme～Bel Air 間道路	1.0 百万 US ドル
SPTC	バス車両更新プログラム	7.7 百万 US ドル
SPTC	バス装備更新・改良	1.6 百万 US ドル
SPTC	車庫改良整備（Barbarons/Ile du Port）	1.7 百万 US ドル
SPTC	プラスラン島へのバス車庫新設	0.75 百万 US ドル
航空－短期計画	セーシェル国際空港ターミナルの改修と刷新	15 百万 US ドル
航空－長期計画	セーシェル国際空港の第 2 滑走路の建設（埋立地）	150-200 百万 US ドル
航空－一般	空港のセキュリティ向上：安全確保と ICAO 基準達成のための監視、保安検査、モニタリング	3 百万 US ドル
港湾	埠頭延伸と浚渫を含むビクトリア港の拡張	90 百万 US ドル （70 百万ユーロ）

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

表 3-284　セーシェルにおける運輸交通インフラ関連推奨事業の優先順位

推奨事業	漁業部門	観光部門	海洋石油部門	組織構造改革	生活の質	持続可能な成長	包括的な成長	地域融合	FIRR＞0	合計スコア	優先順位
埠頭延伸と浚渫を含むビクトリア港の拡張	3	2	3	1	3	1	1	3	1	18	1
バス車両更新プログラム	1	2	0	2	2	2	2	0	2	13	2
非動力交通計画とその骨格ネットワークの整備	0	2	0	1	2	3	1	0	x	9	3
車庫改良整備	1	2	0	1	2	1	0	1	x	8	4
マヘ島へのアスファルトプラントの新設	2	2	0	1	1	1	1	0	x	8	4
セーシェル国際空港ターミナルの改修と刷新	1	3	0	1	0	0	0	3	0	8	4
バス装備更新・改良	1	2	0	1	1	1	1	0	x	7	6
首都の各種向上－渋滞対策	1	2	0	1	1	1	0	0	x	6	8
ビクトリアバスターミナル改良	1	2	0	1	1	1	0	0	x	6	8
セーシェル国際空港第 2 滑走路の建設（埋立地）	1	2	0	0	0	0	0	3	x	6	8
Mt Fleuri Rd～Bois de Rose 間道路	1	2	0	1	1	0	0	0	x	5	10
Stevenson Delhomme～Bel Air 間道路	1	2	0	1	1	0	0	0	x	5	10
ビクトリアバイパスプロジェクト	1	2	0	1	1	0	0	0	x	5	10
プララン島へのバス車庫新設	1	2	0	0	0	1	0	0	x	4	13
セーシェル国際空港の空港のセキュリティ向上	1	3	0	0	0	0	0	0	x	4	13

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

表 3-285　セーシェルにおける運輸交通インフラ関連推奨事業のフェーズ計画

推奨事業	事業期間		
	短期 （0-5 年）	中期 （5-10 年）	長期 （10 年～）
バス車両更新プログラム	V		
埠頭延伸と浚渫を含むビクトリア港の拡張	V	V	
非動力交通計画とその骨格ネットワークの整備	V		
マヘ島へのアスファルトプラントの新設	V		
バス装備更新・改良	V		
車庫改良整備		V	
ビクトリアバスターミナル改良		V	
プララン島へのバス車庫新設		V	
マヘ島へのアスファルトプラントの新設	V		
首都の各種向上－渋滞対策		V	
ビクトリアバイパスプロジェクト		V	
Mt Fleuri Rd～Bois de Rose 間道路		V	
Stevenson Delhomme～Bel Air 間道路		V	
セーシェル国際空港の空港のセキュリティ向上		V	
セーシェル国際空港ターミナルの改修と刷新		V	
セーシェル国際空港第 2 滑走路の建設（埋立地）			V

出典： Seychelles Infrastructure Action Plan, AfDB, May 2015

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

マヘ島における重要施設としてはセーシェル国際空港、ビクトリア港、プロヴィンス・ハイウェイ（Province Highway)、海岸道路（Coast Road)、マヘ島を横断する道路が挙げられる。ビクトリア港、海岸道路、また、海岸に位置するセーシェル国際空港は、高潮や海岸浸食、洪水のリスクがあり、マヘ島を横断する道路は山地部を通過するため、土砂災害のリスクも考えられる。



図 3-354　セーシェル・マヘ島の重要運輸交通インフラ

出典： JICA 調査団作成

4)　防災施策の検討

重要運輸交通インフラの現状・利用状況、災害の発生状況、防災関連現地のニーズが調査困難のため、優先すべき防災施策の検討は実施できなかった。

(2)　電力

1)　関係機関・法制度の概要

セーシェルのエネルギー政策と法制度については MEECC が所管しており、実質的には MEECC の下部組織であるセーシェルエネルギー委員会(SEC)が担っている。エネルギー法第 3 条は、政府は MEECC と SEC の助言を受けてエネルギー政策を立案すること、そして MEECC は SEC に対して政策等に関する指示する立場であると規定している。一方、SEC の業務を定めた第 6 条は、SEC がエネルギー計画を策定しエネルギー政策を実施することを規定している。

この SEC が電力分野の開発計画・運用に関しても統括(計画・規制・管理)を行っている。具体的な発送配電業務につき、マヘ島、プラスラン島、ラ・ディーグ島と周辺の離島は、水・電力設備公社(Public Utilities Corporation、以下「PUC」)が、その他の離島は、離島開発会社(Island Development Company)が、一部の国立公園島は国立公園公社(National Park Authority)が行っている。

現在は電力の大部分が石油由来であり、電力事業費の 76%が燃料代となっている。再エネを含む電力開発計画については、IAEA 支援で作成中である一方、PUC は自力でマスタープラン作成中である。また、JICA 支援でハイブリッド発電導入マスタープラン(2016)が実施された。再エネ利用拡大の為、FIT の導入を検討中である。再エネ規模は PV1.2MW、風力 6MW が現状である。

また、パリ協定対応の INDC として、水力発電 9MW、小水力 4MW、PV12MW の追加が掲げられている(Energy Profile Seychelles WB 2015)。

2)　関連計画・開発現況等の概要

マヘ島の電力供給は、大部分が重油ディーゼル発電による。島のループ系統の完成度は高く、追加整備にはサウジアラビアの支援が予定されている。プラスラン島の発電設備のベンダーはばらばらで、軽油駆動が多い。この島もループ系統の完成度が高い。

また、2015 年時点のデータではあるが、マヘ島のピーク需要が約 50MW であるのに対し、設備容量は 77MW であり、マヘ島の予備力は十分である。一方で、全体負荷・系統状態の把握と経済運用には改善余地があるとされる。JICA で蓄電池なしの PV-DEG ハイブリッドシステムが提案された。

2013-14 年にかけては、プラスラン島では電力不足が顕在化し、輪番停電の実施と新規接続の拒否、新規ホテル事業者の自家発保有推奨が行われていた(Seychelles_-

_Infrustructure_Action_Plan_Report 2015 afdb)。当時、信頼性などを加味した安全容量が 4.4MW なのに対し、7.4MW のピーク需要が存在していた。また、セーシェルでは 2012 年の電力法で規定されたものの、IPP は存在していない。制度がまだ不完全な為と見られており、その改革が WB 支援で行われている。

現在はマヘ島が 77MW、プララン・La Digue 島が 16MW という設備容量であり、3.5MW の PV、6MW の風力以外はディーゼル発電による(A Strategic Approach towards 100% Renewable Energy in Seychelles)。発電コストは燃料費が 9 割を占める。マヘ島の電力品質は高く停電時間は短い。電力需要は最低 8MW、最大 53MW である。マヘ島の再エネ 100%を目指す調査が進められており、50MW の風力、125MW の PV、5000 トンのバイオディーゼル、GWh の揚水式発電がその実現に必要とされる。
これで 2035 年までに 390MMUS ドルの投資が必要である一方、公的債務の膨張によって IMF の監督を受けており、公債を追加発行する事ができない状態である。2013-22 年で電気代を上げて収支を改善する計画である。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

2013 年 1 月の洪水では、主要な島の高圧系統に被害はなく、低圧系統の一部が倒木で損傷を受けたのみであった(A Strategic Approach towards 100% Renewable Energy in Seychelles)。
1997 年 8 月の豪雨・洪水災害では、地すべりと浸水による被害が送配電網と変電所に生じた(UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME Disaster risk profile of the Republic of Seychelles)。8/19 までに高圧系統は復旧したが、低圧系統の復旧には時間を要した。

また、マヘ島、プララン島の送電系統図からは、系統のループ化が進展している事が見て取れ、故障に強い構造である事が分かる。

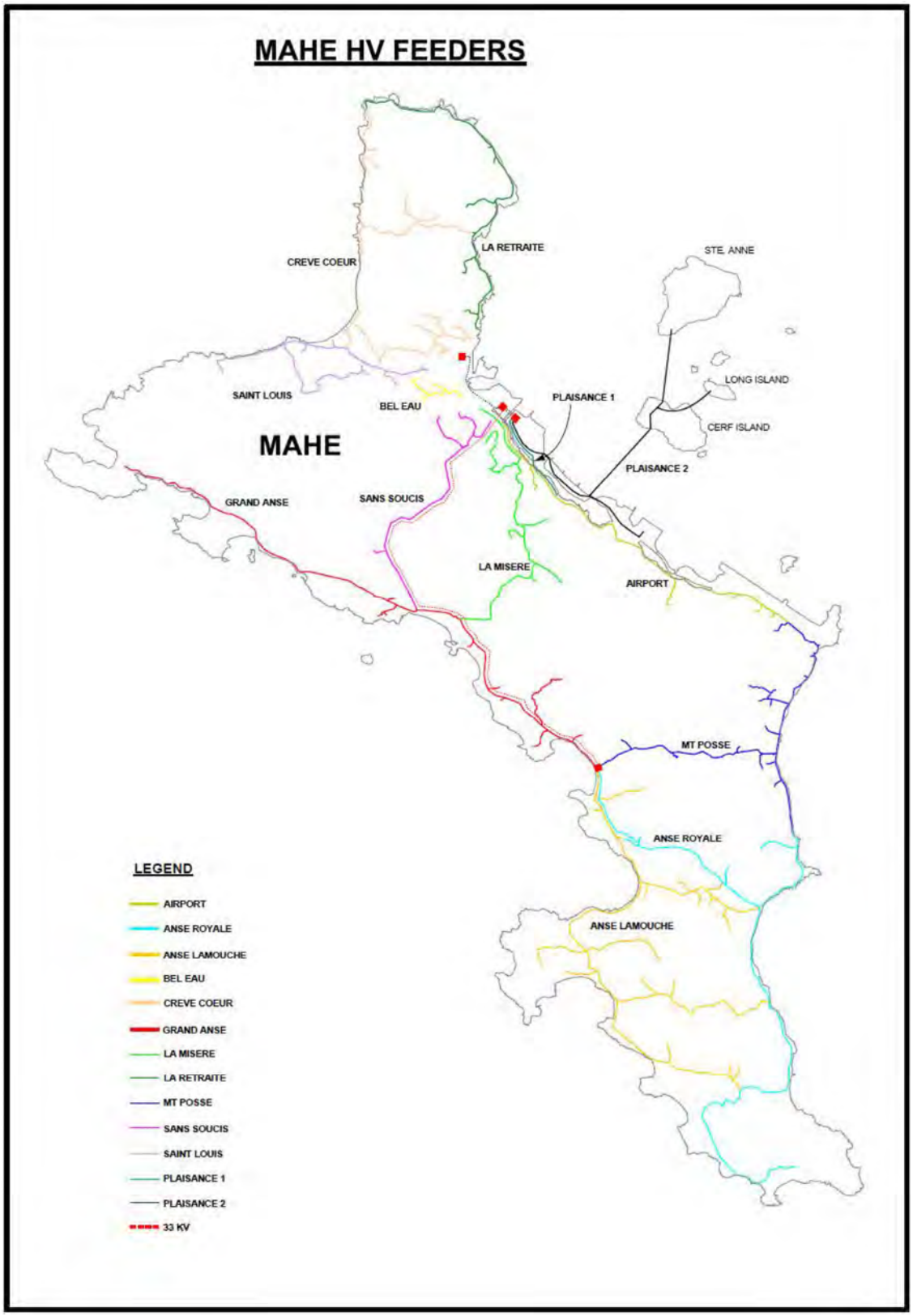


図 3-355　マヘ島送電系統図

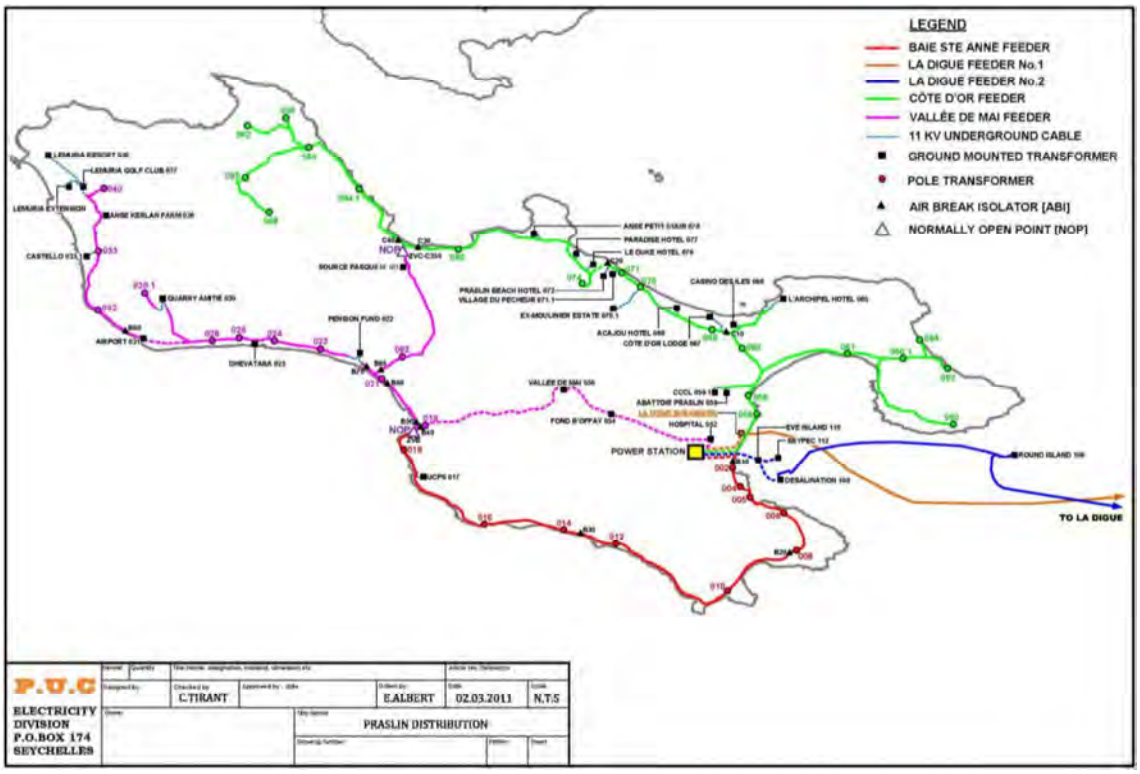


図 3-356　プラスラン島送電系統図

出典：JICA セーシェル国離島マイクログリッド開発マスタープラン策定プロジェクトより

4)　防災施策の検討

セーシェルでは既述の通り、電力供給コストの低減と持続可能性の向上の為、現在の政策として 2030 年までに再エネ電力比率を 15%にする事、またエネルギー省単独だが 30 年までに再エネ電力 100%とする計画立案中である。しかし実際は 9 割以上の電力がディーゼル由来であり、財政難に加え、小さい系統規模が太陽光などの変動型再エネ電力の導入を妨げている(蓄電池を使わない事を前提とした既往 JICA 調査ではマヘ島で 10MW,プラスラン島で 2MW が限界)。

この課題に対し、太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、系統制約に関係なく再エネを導入しつつ、安定した電力供給を実現する事を提案する。電力供給の安定性向上は、行政・産業の機能向上と災害時の機能維持にとって重要である。はじめに実施すべき調査としては下記の項目が挙げられる。

- 安定した電力供給を求める都市圏の重要な公共セクター・企業の調査
- 観光セクター・工業団地でのニーズ調査
- 既存ディーゼル発電設備へのハイブリッドシステム追加による再エネ比率の向上可能性調査
- 日系重工メーカーと協力した技術・経済性検討

過去の JICA 調査(セーシェル国離島マイクログリッド開発マスタープラン策定プロジェクト)は蓄電池を用いない事を前提としていた為、太陽光の導入可能量は限定されていたが、日系重工メーカーのシステムは蓄電池を含み、太陽光の変動する出力を安定化させる機能に優れている。採用する太陽光モジュールについては、中国製だけでなく韓国製・米国製なども可能である(機能上、中国製である必要はない)。

更に、日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能である。

(3) 上下水

1) 関係機関・法制度の概要

セーシェルで上下水道事業を行っているのは国営企業の PUC（Public Utility Corporation）である。

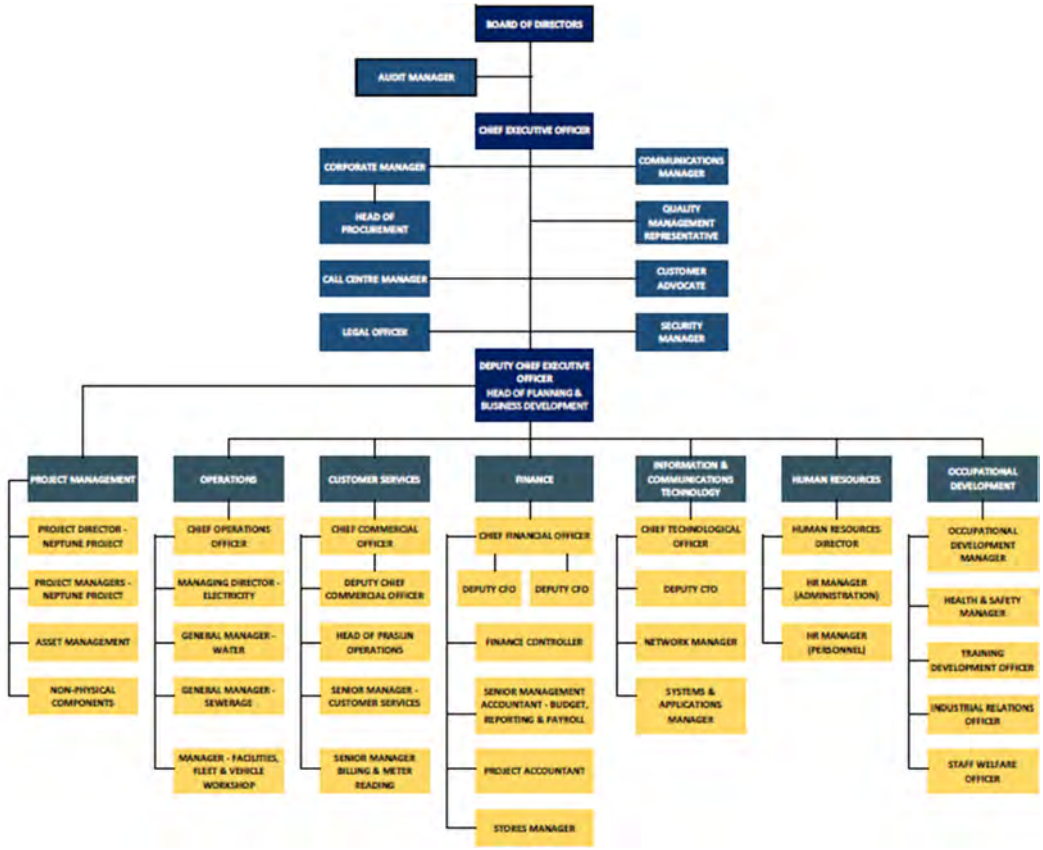


図 3-357 Public Utility Corporation 組織図

出典： PUC. 2020. Annual Report.

上下水道関連法令には Water Supply (Abstraction License) Regulations 1984 (S.I. 48 of 1984) がある。

上下水分野に関係する国家計画、戦略としては以下が策定されている。

- National Water Policy
- National Integrated Water Resource Management (IWRM) Plan
- Sanitation Master Plan

2) 関連計画・開発現況等の概要

UN Water のまとめによると、セーシェルで基本的な水にアクセスできる人口の割合は 2019 年時点で 95%を超える。基本的な衛生施設にアクセスできる人口の割合は 2019 年時点でほぼ 100%を達成している。

このうち、上水道の契約者数は 34,737 人、下水道の契約者数は 5,795 人である。約 8 万人の総人口に対して、下水道利用者は約 20%と少ない[181]。

水源の 77%はラ・ゴギュ (La Gogue) ダムとローション (Rochon) ダムを含む表流水だが、海水淡水化プラントも稼働している。浄水場は 23 機場、管路延長は 700km である。下水処理場は 4 機場 (プロビダンス (Providence)、ボウ・ヴァロン (Beau Vallon)、ポインテ・ラルー (Pointe Larue) 及びアンス・オ・パン (Anse Aux Pins)) ある。

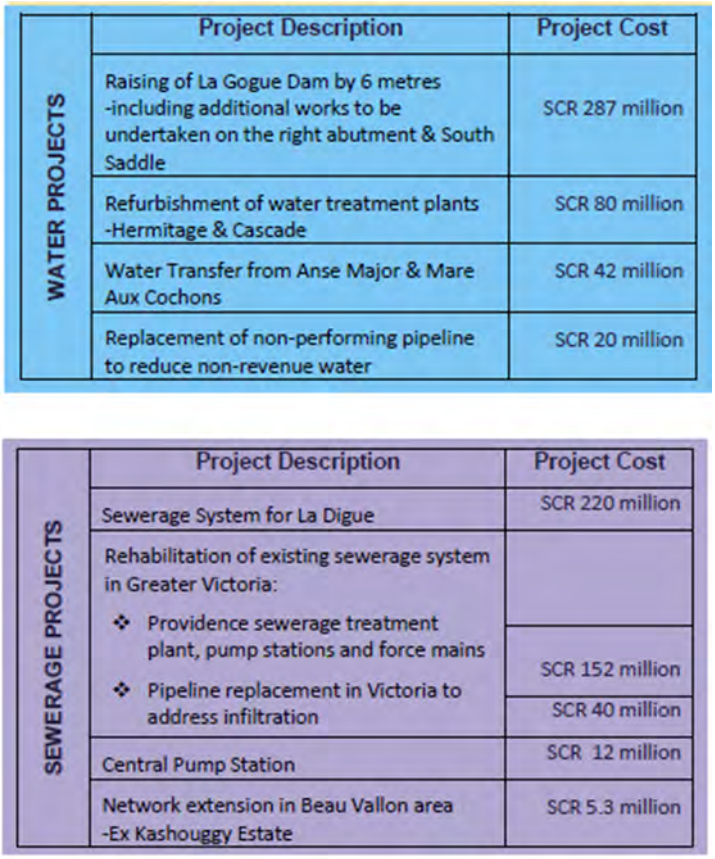
無収水率の改善が大きな課題である。2020 年の無効水 (unaccounted for water (UFW)) 率は、マヘ島で 24.62%、プララン 島で 37.44%であった。

また、経営安定と水源確保を含めた水の安全も課題である。2020 年は COVID-19 感染症拡大の影響で観光客が激減した影響で水需要も減少し、海水淡水化プラントの最低稼働容量の確保に苦心した。

下水道の低普及率も課題である。下水道未接続世帯の汚水は浄化槽処理されるかそのまま排水されており、衛生環境や自然環境への悪影響が懸念されている。PUC は Sanitation Master Plan に沿ってこの改善に取り組んでいる他、4 つの柱に人材開発を挙げており、ラ・ディーグ島の新しい浄化槽システムの建設にも取り組んでいる。

PUC にて 2021 年に計画している優先プロジェクトを以下に示す。

[181] PUC. 2020. Annual Report.



	Project Description	Project Cost
WATER PROJECTS	Raising of La Gogue Dam by 6 metres -including additional works to be undertaken on the right abutment & South Saddle	SCR 287 million
	Refurbishment of water treatment plants -Hermitage & Cascade	SCR 80 million
	Water Transfer from Anse Major & Mare Aux Cochons	SCR 42 million
	Replacement of non-performing pipeline to reduce non-revenue water	SCR 20 million

	Project Description	Project Cost
SEWERAGE PROJECTS	Sewerage System for La Digue	SCR 220 million
	Rehabilitation of existing sewerage system in Greater Victoria: ❖ Providence sewerage treatment plant, pump stations and force mains	SCR 152 million
	❖ Pipeline replacement in Victoria to address infiltration	SCR 40 million
	Central Pump Station	SCR 12 million
	Network extension in Beau Vallon area -Ex Kashouggy Estate	SCR 5.3 million

図 3-358　セーシェル PUC の 2021 年優先プロジェクト

出典： PUC. 2020. Annual Report.

JICA はこれまでに上下水分野の支援は実施していない。他ドナーによって以下の支援が行われている。

- Resource efficiency program for the Seychelles water sector (REPSWS) (EIB、AFD、2014 年～2016 年) …水道のエネルギー効率化、将来の水需要と安定供給、主な島の水圧改善の実施。

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

セーシェルはインド洋に位置する島嶼国であり、サイクロンやそれに伴う洪水の被害を受けやすい。下水道整備が十分でない状況で、排水機能が十分に働いていない可能性がある。

ただし、洪水リスク低減の取り組みは既に行われている。JICA は 2014 年に「海岸浸食・洪水管理プロジェクト」として基礎調査を実施しており、この調査内で提案した河道改修が環境・エネルギー省 (Ministry of Environment and Energy) により実施されている。この事例をはじめ、リスク削減事業もセーシェル政府により推進されている。

4) 防災施策の検討

上水道の整備は進んでいる一方、下水道の整備は不十分であり、洪水被害軽減の観点からも推進していく必要がある。一方、PUC の事業実施能力は高いことから、今後、上下水分野での支援は考えにくい。

(4) 通信

1) 関係機関・法制度の概要

セーシェルでの通信・ICT セクターの基本法は、Broadcasting and Telecommunication Act, Act 2 of 2000 (Broadcasting Act)であるが、セーシェルの法律の公式版は、インターネット上では公開されておらず、同国法務省からハードコピーでのみ入手可能である。同法では、通信事業者への免許交付、通信の内容の規制、通信の悪用の規制、無線周波数管理などが規定されている。

セーシェルでの通信・ICT 監督省庁は、DICT (Department of Information Communications Technology)である。DICT の主な役割は以下の通りである：

[1] 電気通信及び関連サービスに関連する法律、規制、及び方針の立案
[2] 電気通信及び関連サービスに関連する法律、規制、及び方針の実施
[3] 政府サービスの提供をサポートするソフトウェアアプリケーションの開発と保守
[4] 政府の ICT インフラの実装、管理、及び保守
[5] 特定の ICT のニーズと要件に対処するためのさまざまな政府部門/省庁との協力調整
[6] さまざまなセクター/省庁における ICT の役割の確立と、これらの役割の制定の支援
[7] 無線通信リソース（ドメイン名、周波数、番号など）の計画と管理

DICT は大きく、通信部門と IT（情報管理）部門の 2 つから構成されており、同省のホームページによればその組織構成は下図のようになっている。通信部門（図の右側）が[1]及び[2]を、IT 部門（図の左側）が [3]、[4]、[5]、[6]及び[7]をそれぞれ所轄している。

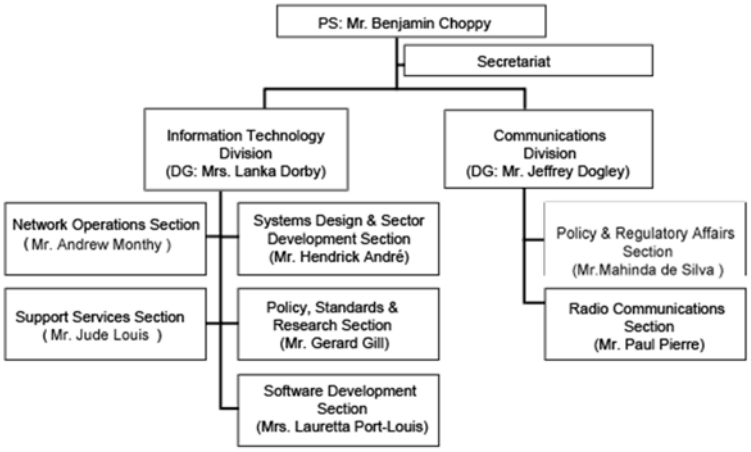


図 3-359　DICT の組織構成

出典：DICT ホームページより[182]

DICT が公表している統計情報によれば、同国のブロードバンド通信の加入者は、モバイル、固定共に大幅に伸びている。

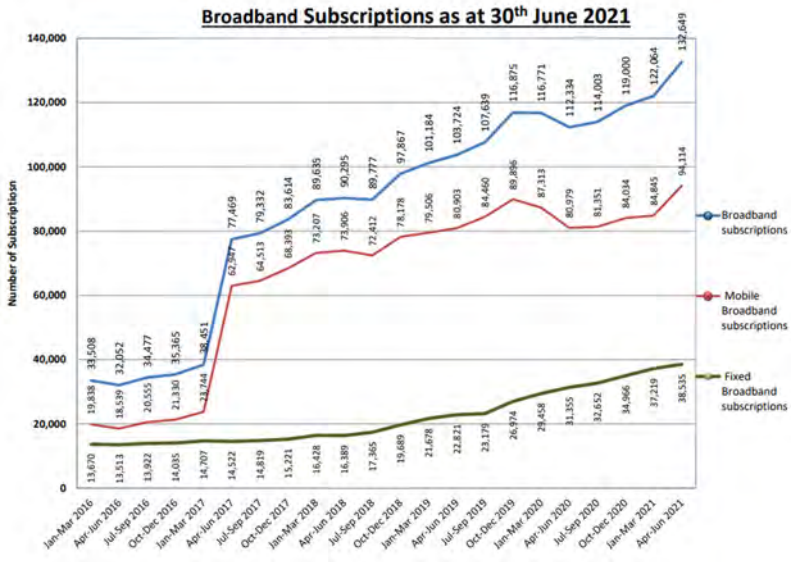


図 3-360　セーシェルのブロードバンド加入者数(2021/6/30 現在)

出典：DICT ホームページより183

[182] https://www.ict.gov.sc/homecnt/deptorg.aspx
[183] https://www.ict.gov.sc/documents/2021/MEMO_ICT_SECTOR_PERFORMANCE_DATA_30_JUNE_2021.pdf

2) 関連計画・開発現況等の概要

観光業が盛んで一人当たり国民所得の高いセーシェルではブロードバンド インターネット接続率が高い。2020 年現在、インターネットにアクセスできる人口比率は約 79%に達している。

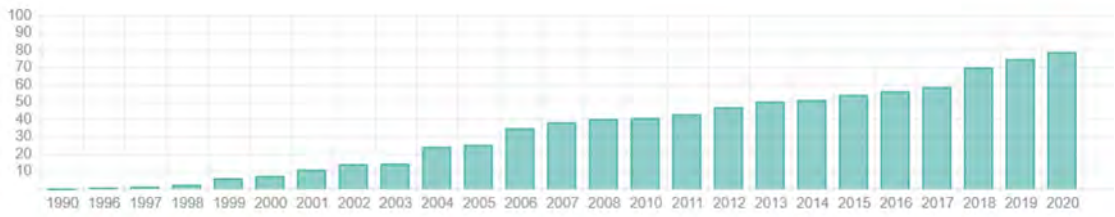


図 3-361　インターネットへのアクセスを持つ人口比率(1990～2019)[184]

出典：WorldData.info

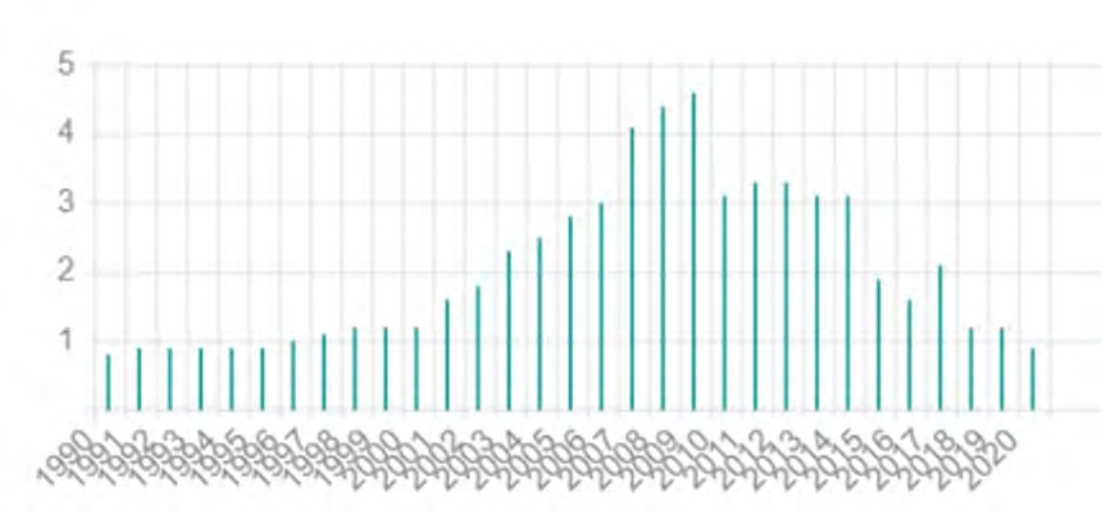


図 3-362　固定回線加入者人口比率

出典：WorldData.info

[184] https://www.worlddata.info/africa/seychelles/telecommunication.php

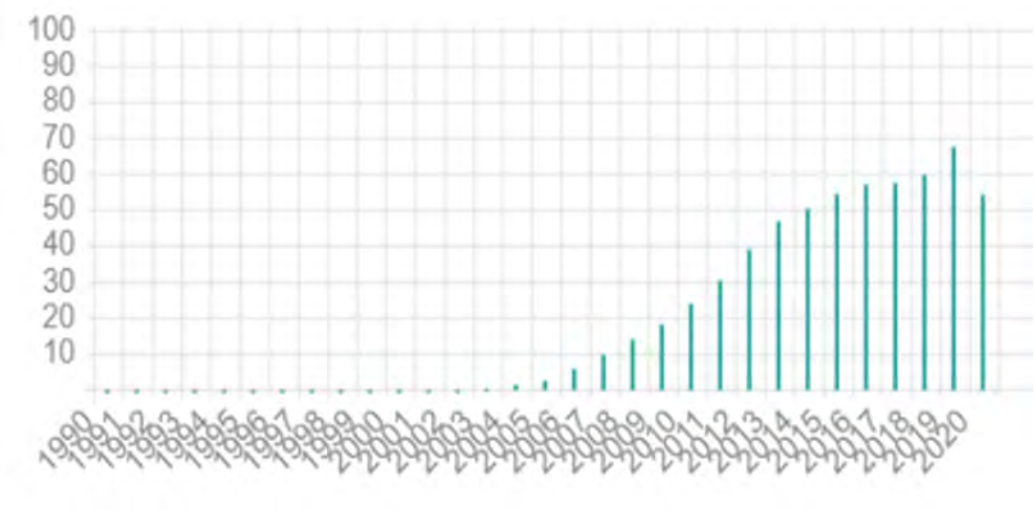


図 3-363　モバイル回線加入者人口比率

出典：WorldData.info

表 3-286　セーシェルの通信セクターの主な指標（ITU による推定値、2017 年[185]）

指標	セーシェル	アフリカ平均	世界平均
固定回線加入者数（人口 100 人当たり）	2.1	0.9	13.0
モバイル回線加入者数（人口 100 人当り）	54.9	74.4	103.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	37.8	24.8	61.9
3G 人口カバー率（%）	89.8	62.7	87.9
LTE/WiMAX 人口カバー率（%）	73.0	28.4	76.3
インターネットアクセス人口率（%）	8.5	22.1	48.6
パソコン保有所帯率（%）	9.2	8.9	47.1
インターネットアクセス所帯率（%）	5.6	19.4	54.7
ユーザー当たりのインターネット平均帯域(kbps)	17.4	11.2	76.6
モバイルブロードバンド加入者数（人口 100 人当たり）	0.2	0.6	13.6

出典：ITU

表 3-287　セーシェルの通信回線ユーザー数と人口比率（2020 年）

	総数(加入者)	人口比率(%)
インターネットユーザ	77,785	79.0
ブロードバンドユーザ	34,966	35.5
固定回線加入者	18,882	19.2
モバイル回線加入者	183,498	186.4

出典：WorldData.info

[185] https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/misr2018/MISR-2018-Vol-2-E.pdf

DICTによれば、同国の通信・ICTセクターの基本計画と戦略は以下のようである。

［1］国のICT政策と戦略計画の近代化とアップデート
［2］ステークホルダー（Department of Finance（DOF)やCentral Bank of Seychelles（CBS)など）と連携してICTのハードウェアとソフトウェアを低廉化
［3］パソコンやインターネットの家庭への普及率向上
［4］ICTサービスプロバイダーと協力しインフラへの投資を継続し、手頃で革新的なサービスの普及を促進
［5］基本的ICTサービスへのユニバーサルアクセスの向上を促進し、料金の競争力を確保
［6］セーシェルにおける電子商取引の普及と促進
［7］電子政府の促進（政府の様々な情報システムを電子政府ネットワーク（EGN）に接続）
［8］情報システムを用いて、政府機関の基幹プロセスを電子化
［9］電子政府サービス（Eサービス）の一般企業や一般市民への利用促進
［10］既述のBroadcasting Actの枠組みを近代化し、既存及び先進のICT市場に適合させる（放送・電気通信法の見直しと、それに関連する規制の整備を含む）

特に［5］（基本的ICTサービスへのユニバーサルアクセスの向上）については、ケーブルテレビ、ホットスポット、公衆電話、無線・ADSLインターネットアクセスなどのサービスの提供範囲を、マヘ島以外のプラスラン島とラ・ディーグ島にも拡大するよう、関係者と協力することが明記されている。

セーシェルはアフリカでは南アフリカとマダガスカルに次いで3番目に、Cable and Wireless（Seychelles)[186]が5G（第5世代移動通信）サービスを2020年7月から提供開始した。無線機をはじめとする通信設備は中国のHuawei Technologiesより調達した。2022年1月現在のサービスエリアは、首都ビクトリア、ロシュ・カイマン（Roche Caiman)、ペルセベランス（Perseverance)、ボー・ヴァロン・ビーチ（Beau Vallon Beach Promenade)、エデン島（Eden Island）及びセーシェル国際空港(SEZ)である。

[186] Cable and Wireless（Seychelles)は米国のLiberty Latin Americaの子会社であったが、Liberty Latin Americaは中米及びカリブ海諸国の事業に集中する方針を採用し、Liberty Latin Americaの移動体通信事業としては唯一の中米及びカリブ海諸国域外の事業となっていたCable and Wireless（Seychelles)はセーシェルのコンソーシアムに売却することになり、すでにLiberty Latin Americaの傘下からは外れている。

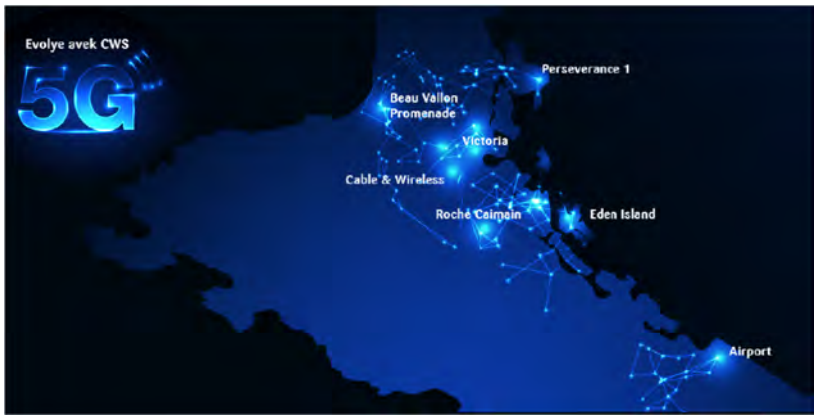


図 3-364　セーシェルの 5G カバレッジエリア

出典：Cable and Wireless (Seychelles)ホームページより[187]

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

2011 年 2 月、EU-Africa ITF（EU-Africa Infrastructure Trust Fund）は、セーシェルとアフリカ東海岸を走る EASSy を接続するために、SEAS（Seychelles to East Africa Submarine Cable）と呼ばれる海底光ケーブルを敷設するプロジェクトに 400 万ユーロの基金を準備することを決定した。SEAS はセーシェルのマヘ島の首都ビクトリアとタンザニアのダルエスサラーム（Dar Es Salaam）を結ぶ全長 1,930km の海底光ケーブルである。総事業費 2,700 万ユーロのうち、40%が株式で、60%が借入によって調達された。長期的借入は、欧州投資銀行（European Investment Bank）と AfDB が半分ずつ融資し、株式はセーシェル政府、Cable and Wireless Seychelles、Airtel の三者によって取得された。SEAB は 2012 年 5 月に完成し、運用が開始された。SEAS の伝送容量は、運用開始時は 20Gbps であああるが、機器の増設により 320Gbps まで拡張可能である。

[187] https://cwseychelles.com/5G

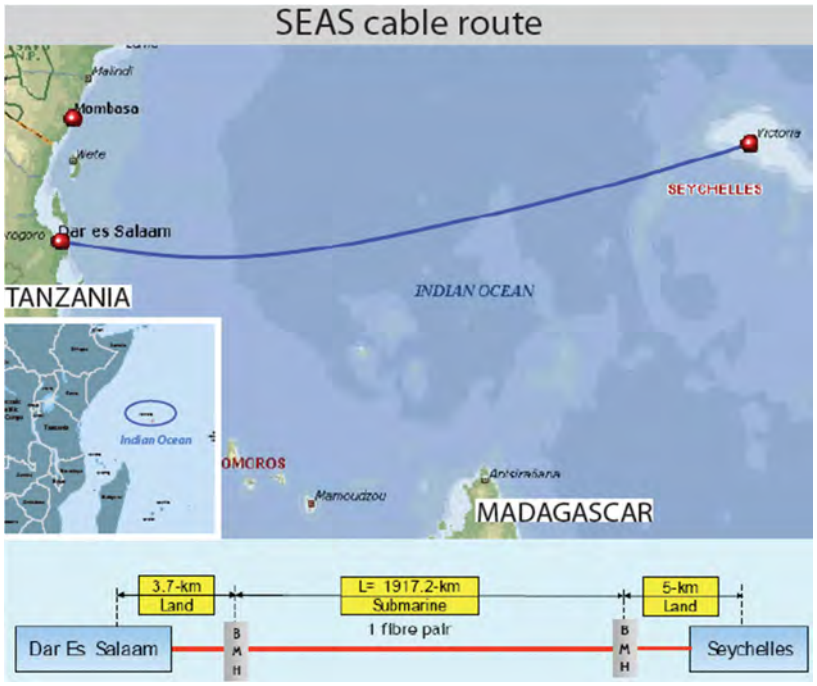


図 3-365　SEAS（Seychelles to East Africa Submarine Cable）ケーブルルート図

出典：EU-Africa ITF Secretariat

セーシェルにとって 2 本目の海底ケーブルが PEACE（Pakistan East Africa Connecting Europe）である。香港の通信サービスプロバイダーHKT の国際事業部門である PCCW Global と PEACE Cable International Network Co, Limited は、PEACE 海底ケーブルシステムを PEACE South として延長することで合意した。PEACE South は 2021 年 7 月にセーシェルのマヘ島の北東海岸にある人工島ペルセベランスに陸揚げされる予定である。PEACE プロジェクトは、Seychelles Cable System Company が 2000 万 US ドルの費用をかけて実施する予定である。

4)　防災施策の検討

コモロ同様、島国であるセーシェルの国際通信網の生命線は 2 つの海底光ケーブル、SEAS と PEACE South である。防災の観点からは、SEAS はボー・ヴァロン・ビーチに、PEACE South は人工島ペルセベランスに設置される陸揚局について、海面上昇による高潮などへの対策が必要であるが、両者とも民間企業によって運営・管理されているため、通信分野での支援は考えにくい。

3)　で述べた海底光ケーブルの破損による国際通信の遮断に対応するため、バックアップ回線として衛星通信回線をある程度確保しておくことが望ましい。衛星通信路としてどの程度の帯域（速度）を準備すべきか、技術的検討が必要である。

(5)　農業

セーシェルでは、農業セクターの労働人口は就労可能人口の 1.1 %（2020）を占め[188]、農林水産業の占める割合は、総 GDP の 2.3%（2019）、輸出額の 54.3%（2018）となっている[189]。輸出額の多くは水産物及び水産物加工品によるものである。農業に従事する人の多くは、2ha 以下の自給自足型農業を営んでいる。主食の米を含め、多くの食料を輸入しており、食料需要の 80%が輸入品となっている。これは年々増加傾向にある。農業生産コストの高さ、農地の制限、不適切な土地配分、限られた資源、気候の影響等によって、国内需要を十分に満たすことができていないと言われている。

耕地面積は 1,550 ha[190]であり、国土の 3.4%を占める。農業生産の多くは天水栽培が行われているが、灌漑ポテンシャルは約 1,000ha と推定されており、現在 260 ha の農地で灌漑が行われている。[191]

1)　関係機関・法制度の概要

a)　関係機関

(i)　水産農業省 Ministry of Fisheries and Agriculture (MFA)

国の食料安全保障と栄養ニーズを満たすため、地元で生産された食料を入手しやすくし、世界の食料市場へのアクセスを制限する要因が発生した場合のリスクや脆弱性を軽減させる役割を果たしている。また、国家食料・栄養安全保障政策に基づき、戦略的食料供給・利用可能性システムの一部として、地元食料生産基盤の構築と維持のための投資をシミュレーションし、指導している。

(ii)　セーシェル農業公社 Seychelles Agricultural Agency (SAA)

SAA は、国家の食料と栄養の安全保障を強化し、農業セクターの近代化・開発を促進するため、2009 年に設立された。農業関連プログラムやプロジェクトの実施、灌漑施設の管理、農業改良普及サービス、農作物や家畜の研究、農地管理、農業保険の提供、灌漑用水料金の徴収、農家への農業資材の販売などを行っている。SAA の組織図を以下に示す。

---

[188] Republic of Seychelles, STATISTICAL ABSTRACT 2020
[189] 就労人口割合：WB, World Bank Indicator、GDP 割合：World Bank Indicator より計算、輸出額構成比：World Trade Organization, Trade Profile 2020
[190] FAO, Country Profile, 2019
[191] FAO, Climate-Smart Agriculture in Seychelles

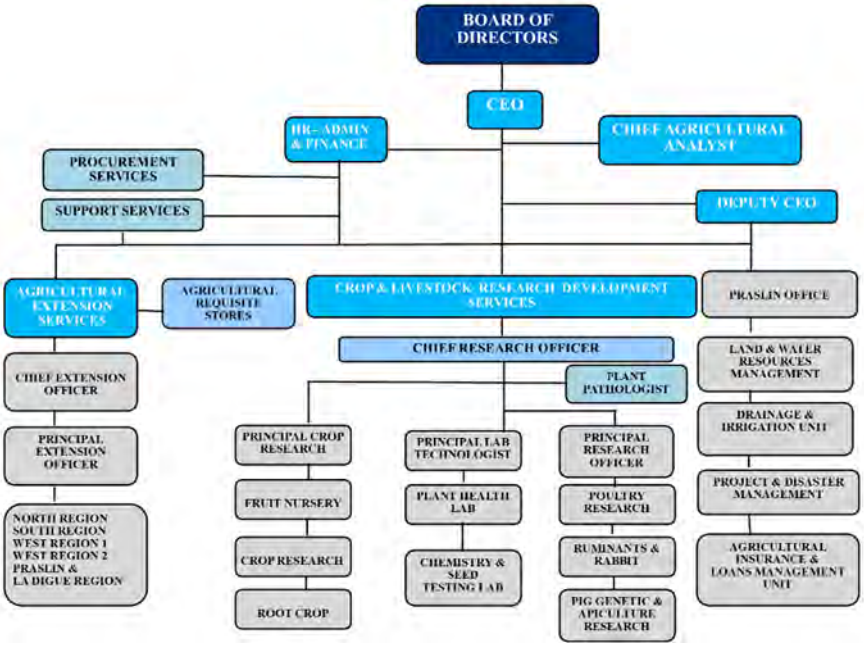


図 3-366　SAA 組織図

出典：SAA ホームページ

(iii)　セーシェル気象局 Seychelles Meteorological Authority (SMA)

SMA が提供する季節ごとの予報や気候情報によって、農家は作付時期の判断をすることが可能である[192]。また、SMA は天気、気候、自然災害に関する予報及び観測データを提供するオフィシャルモバイルアプリをリリースしている。

(iv)　農業災害委員会 Agriculture Disaster Committee (ADC)

2013 年のサイクロン・フェリングが直撃し、洪水が発生した際、農場やその他の農業関連施設及びインフラの被害状況を記録・確認するために ADC が設立された。SAA の農業改良普及サービス、農地管理、統計、農業研究開発、畜産開発、獣医学サービスの部局及び環境局（排水部門）の代表によって構成されていた。

b)　法制度

2009 年、法人として SAA を設立し、その権限と機能を定めたセーシェル農業公社法が制定された。SAA によって農業開発基金が設立されることを規定している。

[192] Climate Smart Agriculture in Seychelles, FAO, 2019

2) 関連計画・開発現況等の概要

a) 関連計画

(i) National Food and Nutrition Security Policy (NFNSP)

NFNSP は、食料・栄養安全保障の目的及び目標を達成するために国の能力を調整、強化することを目的として 2013 年に策定された。この中で、セーシェルで暮らす全ての人にいつでも安全で健康的かつ十分な食料を得る権利を保証し、最適な健康状態を維持するために必要な栄養を満たすことを目標としている。具体的には、i) 効率的かつ効果的な農業生産、持続的な漁業及び健康的で栄養価の高い食料の輸入とのバランスによって、国民全員の食料安全保障を確保する、ii) 国民全員の栄養状態、健康及び福利を改善し、最適化する、iii) 適切で迅速に反応する知識及び科学的基盤を含め、食料・栄養安全保障のニーズの変化や衝撃に効果的かつ適切に対応するため、組織のレジリエンスや能力を強化、調整することを目的としている。

セーシェル政府は、孤立した小さな島国であるがゆえの制約や脆弱性があることから、災害への体制を高めることが持続可能な開発を進める上で重要な要素であると認識しており、食料安全保障管理計画を備蓄、貯蔵、世界的・地域的な脅威及び戦略的地域同盟（SADC、COMESA）を考慮して改定する予定である。当時は、国として食料備蓄は確保しておらず、貿易会社が特定の食品のみを戦略的に備蓄していた。また、災害等による農業生産者の損失を補償するために保険会社と共に農業保険を設立することが計画されていた。現在は、SAA が農業保険を提供している。干ばつや気候変動に対する農民の脆弱性を軽減するため、a) 気象・干ばつ情報の普及を通じた農業システムにおける早期警報情報の利用を促進する、b) 畜産業の気候変動への適応を支援し、気候変動の原因と影響をより理解する上での科学技術の役割を増大することが必要とされている。本政策は 5 年毎にレビューを行うとの記載があるが、追加情報を得られていない。

(ii) Seychelles National Agricultural Investment Plan (SNAIP) 2015-2020

SNAIP は、国の農業及び食料安全保障、栄養に関連する政策や戦略の実施を調和、統合、加速することを目的とした枠組みである。この中で、国の食料安全保障及び栄養のニーズを満たし、世界の食料市場へのアクセスを制限・妨害するような地域的・外的要因が発生した場合のリスク及び脆弱性を軽減するための十分な食料を生産することを開発目標として掲げており、この目標を達成するために、i) 農地と水の保全及び持続化な利用、ii) 農作物と家畜の生産力、商業化、多様化、iii) 持続可能な漁業管理及び水産洋食の発展、iv) 食料安全保障及び栄養、v) 人的・制度的な能力開発の 5 つのプログラムが設定された。

(iii)　SAA Strategy 2020

SAA Strategy 2020 は、SNAIP を実施する上で、SAA が国家食料安全保障の強化を支援し、GDP や他の社会経済指標における農業の貢献度を高め、農業部門の開発及び近代化を促進する農業プログラムや戦略的プロジェクトの実施を主導するための戦略である。SAA は重点分野を、i)優先的な農作物及び家畜のコモディティ・バリューチェーンの開発の推進、ii）農地及び水の保護・保全、iii）組織能力の向上、iv）地域ネットワークでの影響力の向上としている。

SAA の農業分野に影響を与える要因分析によると、海岸沿いの台地では排水インフラが貧弱で、時折農地において洪水が発生している。一方で山側では、丘陵地の農地で深刻な土壌浸食が発生しており、浸食防止対策への投資やベスト・プラクティスが重視されていない。そこで、2017 年にはプララン島及びマヘ島（アンス・ボワロー）の農場で発生している洪水を軽減するために排水システムの改良プロジェクトが実施された。その他にも、干ばつ時の農業生産を促進するために、主要な農業地域で灌漑用水の貯水及び分配を強化する灌漑システム改良プロジェクトが実施された。

b)　開発現況

(i)　わが国の開発協力方針

セーシェルは、アフリカ諸国の中でも国民一人あたり GNI が高いことから、わが国の開発協力は限定的である。近年は漁業や気候変動分野で支援を行っている。

(ii)　関係ドナー及び民間による支援実績・動向

近年の関係ドナーによる支援実績や動向について以下に整理する。

表 3-288　関係ドナー及び民間による支援実績

プロジェクト名/ドナー	プロジェクト概要	期間／事業費
Country Programme Framework (CPF) / FAO	以下の３つの優先事項について技術協力プログラムを実施する。1) 食料安全保障と栄養の強化のための立法、投資、政策環境の整備支援、2) 気候変動の影響を緩和する天然資源の持続可能な生産、管理による生産性の向上、アグロフォレストリーの導入、3) より包括的で効率的なアグリビジネスとアグロフードチェーンの創出、強化のための支援。	2014 - 2017 1.3 百万 US ドル
Agriculture Sector and Marine Aquaculture Development Study / AfDB	以下の２つの目的を達成するために実施されている。i) 農業政策の実施のための適切な戦略の策定、資金調達のための実行可能な農業開発プロジェクトの準備、(ii) 海洋養殖開発政策・戦略の策定、セーシェルの海洋養殖の開発・管理を指導、規制する開発計画の作成。	2013 - 2019 3.74 百万 US ドル

出典： JICA 調査団作成

3) 防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

近年の災害による農業分野の被害は以下の通りである。

表 3-289　農業セクターの被災実績（洪水）

年月	被害地域	概要
2013 年 1 月 Tropical cyclone Felleng	Mahé 島南東部沿岸 Praslin 島、La Digue 島	農業セクター被害額： 776,543 US ドル（農業用資材、棚田、道路、灌漑設備、灌漑用排水路） 農業セクター損失額： 650,357 US ドル（農作物、苗） 農業セクターの復旧に必要な金額：1,427,060 US ドル（農作物損失に対する補償、排水対策、インフラ整備）

出典：Seychelles Damage, Loss, and Needs Assessment (DaLA) 2013 Floods, the Government of Seychelles

2013 年の洪水時には、海岸沿いの農地への山間部からの雨水の貯留、雨水の流出による丘陵地の農地の浸食、地滑り、土石流等の被害が生じた。DaLA では当時の洪水に対する検討課題として以下を挙げている。

- 洪水リスク軽減のため、排水や道路等、適切なインフラの整備が必要。
- 災害発生時の情報収集のための集計員の不足。
- 情報の収集と分析に関するトレーニングが必要。
- 予算がないため、データ収集や農場訪問のためのスタッフの交通費や燃料の不足。
- 農家への低金利の融資枠の検討が必要。これにより、農家は灌漑やシェードハウス等のインフラを改善するためのより良い投資が可能となる。
- 昼食代や残業代は予算化されていないため、支給されない。

被害状況及び SAA Strategy 2020 から、海岸沿いの排水インフラが貧弱であること、丘陵地の農地で深刻な土壌浸食が発生していることが課題である。

4) 防災施策の検討

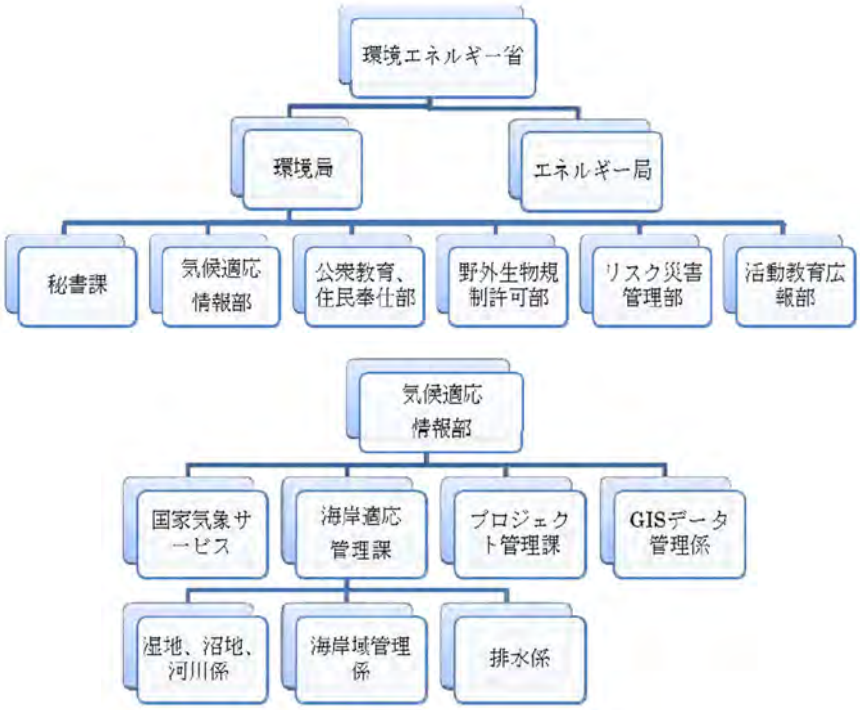
上記で挙げた課題に対する対策として、排水システムの整備、土壌侵食対策のための植林が既に実施されている。セーシェルについては文献調査による情報収集のみであったため、具体的な防災施策を検討するためには、実施されている対策に対する課題、防災関連の現地のニーズ等を確認する必要がある。

(6)　河川管理・海岸管理

1)　関係機関・法制度の概要

セーシェルにおいて河川管理も担う機関は環境エネルギー省であり、環境エネルギー省の環境局内の気候適応情報部に所属する国家気象サービス、海岸適応管理課が担当している。

図 3-367　セーシェルにおける河川管理に関連する組織体制



出典：セーシェル国海岸侵食・洪水管理プロジェクト　報告書

特に河川管理に係る担当部署は、海岸適応管理課の湿地・沼沢・河川ユニットが河川の保全、保護、管理や、洪水管理に係る市民教育などを担当しており、洪水と排水ユニットが排水ネットワークの設計、施工、モニタリングの他、水門及び流域データの収集、国家レベルでの洪水リスクに対する脆弱性の低減を担っている。

2)　関連計画・開発現況等の概要

セーシェルにおける河川管理に係る計画類としては、セーシェル持続発展戦略 2012-2020、セーシェル国家気候変動戦略の 2 点を挙げることができる。下表に両計画に記載されている事項のうち河川管理及び海岸管理に係る記述内容を整理する。

表 3-290　関連計画での河川管理及び海岸管理に係る記述内容

計画	河川管理にかかわる記述
セーシェル持続発展戦略 2012-2020	同戦略のビジョンは自然環境を含む生活の質的向上を保証する持続的発展に向けて、知識、革新によるアプローチを実現すること、自然資本の総合的な保全を図り、現在と将来世代での社会及び経済的要求間の釣り合いを達成することとしており、河川管理に関しては下記の 5 分野での目標を掲げている。 - 総合的な社会の発展と資源の持続的な活用のためのシステム開発 - 持続的な土地利用のための長期的な国家発展と土地利用管理政策の策定 - 効果的な総合的海岸域管理の確率 - 気候変動緩和のための対応強化 - 持続的環境維持のための長期的な社会教育の整備環境管理の強化のための効果的な環境情報管理システムの確立
セーシェル国家気候変動戦略	同戦略は気候変動に対して様々な社会的水準での協調的・積極的な活動を通じて、気候変動の影響を最小化することを目的としており、具体的な行動計画を策定しているが、河川管理に関連する行動計画は下記の通りである。 予報と設計の手段として、雨量観測モニタリングネットワークを拡張する 潜在的な海岸の危険地帯、脆弱性、地区の適当な防護レベルを評価する 法的拘束力のある海岸沿いの土地利用計画の開発 気候変動を考慮した、海岸排水、海岸保全施設、道路、他の公共施設開発プロジェクトのための基本的な設計指針の確立 パイロット・スケールで、コミュニティレベルの海岸の再生・保全手段などの効果的な 適応策と手段を開発し実施する 気候変動、海岸保安・保全についてのリーダーシップ研修を統合し、適応する

出典：Seychelles Sustainable Development Strategy, 2012-2020 及び Seychelles National Climate Change Committee: Seychelles National Climate Change Strategy, 2009

3)　防災分野の協力に向けた重要施設や課題の分析

a)　セーシェルの地形条件及び気象条件

セーシェルは115の島々からなる島嶼国であり、最も重要な島はマヘ島であり、標高905mのモルーンセーシェル等を有する。気候は常に温暖であり、1 月～2 月には降雨が多く、5 月～9 月は乾燥した涼しい気候となっている。インターネット上で入手できる観測点（セーシェル国際空港）における平均雨量図を示す。これより以下のことが分かる。

- 平均雨量をみると、11 月～2 月が比較的降雨が多く、3 月～10 月は比較的降雨が少ないが、年間を通じて降雨が見られる。
- 平均年総雨量をみると、2,402.7㎜と、東京の年間降雨量が及び 1,600 ㎜であるのに対して降雨が多いことが分かる。

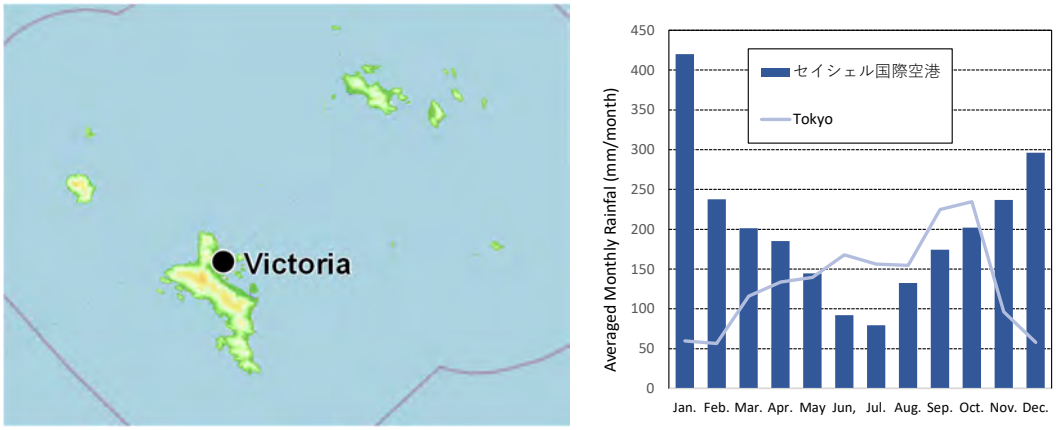


図 3-368　セーシェルの平均雨量

出典：気象庁ホームページ

b)　セーシェルの河川の概況

セーシェルにおいてはマヘ島内の小規模河川沿いでの洪水被害が見られるが、特に首都ビクトリアでの対策が重要であるため、首都ビクトリア周辺の河川に関しては詳細な分析が実施されている。ビクトリア市内を複数の小規模河川が流れており、一部の河川において浸水被害が発生している。

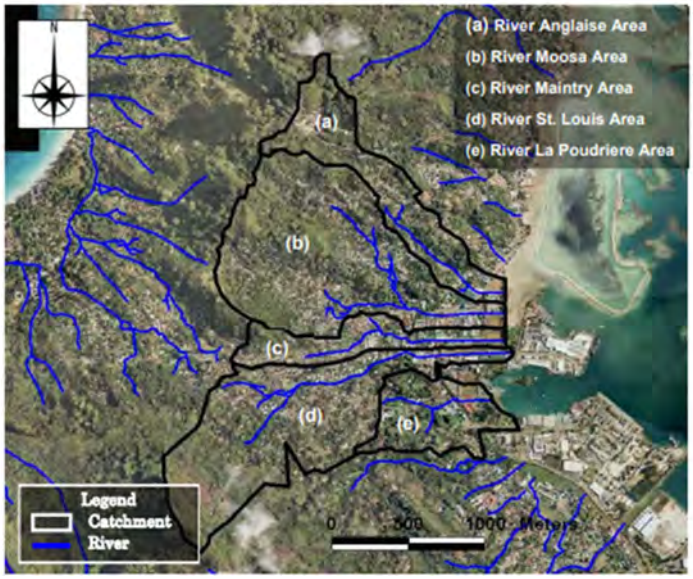


図 3-369　マヘ島ビクトリア周辺の河川の位置図

出典：セーシェル国海岸侵食・洪水管理プロジェクト報告書

c)　既往洪水被害

セーシェルでは、洪水災害に関する情報は限定できてあるため、過去の JICA 調査によるヒアリング等の結果を踏まえて災害履歴を参照する。災害種としては、洪水に加えて、地すべりに加えて、備考として道路の崩壊や、家屋の崩壊などが見られる。地域としてはマヘ島が多く、マヘ島内では様々な地区で洪水が発生していることが分かる。

表 3-291　セーシェルにおける 1989 年～2006 年時点までの洪水被害

Date	Area	Location	Description
31st July 1989	Mahe	Anse Aux Pins, Pointe Larue	flooding
28th January 1990	Mahe	Belonie, La Louise, Beau Vallon	flooding / landslide
18th-19th February 1990	Mahe	Victoria Town, Anse Etoile, Pointe Larue, Mont Fleuri and Bel Eau	flooding / overflow / damage to houses
18th-22nd May 1990	Mahe	Mont Buxton, Port Glaud, Les Mamelles, Anse aux Pins	flooding / landslide/ damage to houses
16th February 1993	Mahe	Victoria, Albert Street	flooding
18th February 1993	La Digue	La Passe, Anse Reunion	flooding/mud/damage to drainage and road
10th-13th Jan. 1997	Mahe	Mont Fleuri, Roche Caiman, Foret Noire, Bel Air	flooding/landslide
9th-12th Feb 1997	Mahe	Foret noire, Plaisance, Mont Fleuri	flooding/landslide
13th-17th August 1997	Mahe La Digue	Victoria Town, Beau Vallon, Pointe Conan, Takamaka	flooding / overflow / collapsed roads, 5 killed, 1237 affected.
5th Nov. 1997	Praslin	Grand Anse, Baie Ste Anne	flooding
29th-30th December 2004	Mahe	Northern regions of Mahe, Victoria Town, Beau Vallon	flooding / inundated houses / damage to public infrastructure
8th-12th June 2005	Mahe	Grand Anse, Anse Boileau, Port Glaud, Anse Royale, Le Niol	flooding / landslide / falling of trees
4th-5th January 2006	Mahe	North Mahe, Pointe Conan, Beau Vallon and Mont Buxton.	flooding / landslide / collapsed roads

出典：JICA セーシェル国海岸侵食・洪水管理プロジェクト 報告書

4)　防災施策の検討

過去の JICA 調査において、河川管理及び海岸管理に関して下記の対策実施が優先施策としてあげられている。これらの優先施策は順次進められているため、これらの優先施策の実施状況を踏まえて、追加的に実施すべき対策を検討する必要がある。

- 優先海岸（マヘ島の北東ノース・シースト・ポイント、南西ヘ・ラザール、プララン島の西アンセ・ケラン、ラ・ディーグ島の西ラ・パッセ）における海岸保全計画の策定
- ビクトリアにおける対象 5 河川（アングレシ川、モーサ川、メイントレー川、サンルイ川、ラ・ポドリ エ川）の河道改修
- マヘ島の優先地域（ポイント・ラル―、アンセ・オ・ピン、オ・カップ、アンセ・ロイヤル）における河道改修

3.8　南アフリカ

3.8.1　防災教育

(1)　南部アフリカ地域の災害に関する背景

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters（以下「CRED」）とUSAIDによる調査「Disasters in Africa: 20 Year Review (2000 - 2019)」[193]によれば、アフリカにおける自然災害被害は、アジアや北米と比較して経済的被害が小さいことから、軽視されることが多い。しかしながら、特にアフリカや南部アフリカ地域においておも、その貧困レベルと人口規模を考慮すれば、他地域と同様に大きな災害被害を受けていると言える（CRED、2019)。同報告書によれば、この20年間にアフリカで災害の影響を最も受けた国は、ケニア、モザンビーク、南アフリカであり、南部アフリカ地域はアフリカの中でも最も影響を受けている地域と言え、これらの地域で大きな被害をもたらす災害は、主に干ばつ、洪水、暴風雨である（Nhamo, Mabhaudhi and Modi, 2019[194]; Trivangasi, 2019[195]; CRED, 2019)。

南部アフリカ地域では農村部における生計の60%が天水農業に依存しているため、気候変動の影響を受けやすく、干ばつや洪水などの災害に対しても非常に脆弱である（Nhamo, Mabhaudhi and Modi, 2019)。また、これら地域における労働者の大部分は、農業に関連した仕事に従事していることから、経済的な影響も受けやすいと言える。

貧困は災害リスクを高める要因の1つであり、サハラ以南のアフリカ地域の人々の40%が「極度の貧困」に分類される1日1.90ドル未満で生活していること[196]を考慮すれば、南部アフリカ地域が他の地域と同じ強度の自然現象を受けた際には、この地域が受ける被害は他地域に比して大きくなり、被災の影響も、より広範囲に渡る可能性がある。

---

[193] Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). 2019. Disasters in Africa: 20 Year Review (2000 - 2019). CRED and USAID.

[194] Nhamo, L., Mabhaudhi, T. and Modi, A.T., 2019. Preparedness or repeated short-term relief aid? Building drought resilience through early warning in southern Africa. *Water Sa*, *45*(1), pp.75-85.

[195] Tirivangasi, H.M., 2018, 'Regional disaster risk management strategies for food security: Probing Southern African Development Community channels for influencing national policy', *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies* 10(1), a468. https:// doi.org/10.4102/jamba. v10i1.468

[196] https://www.worldvision.org/sponsorship-news-stories/global-poverty-facts




図 3-370　南アフリカの洪水

出典：Times Live. 2022. Flood Risk in South Africa（左）Flood list. 2022. Floods in South Africa（右）

このような災害による経済的影響を軽減しようとすれば、人命だけでなく、財産に対する被害の軽減を視野に入れた対策を、行政が推進していく方針や政策が必要である。しかし、多くの南部アフリカ地域では、そのような防災に対する事前投資を推進する意識が低い、もしくは優先順位を上げる必要性が認識されていないため、そのような政策を推進する状況には至っていない。従って、この地域で災害リスクを適切に減少させていくには、この様な考え方を変える必要があり、様々なレベルにおいての防災教育が必要である。

南部アフリカ地域のこのような状況においては、事前防災投資の意識を引き出すような、高等教育機関や行政官等を対象とする防災教育だけでなく、地域住民や生徒を対象とした、命を守る行動等ができるようにするための基本的な防災教育にも焦点を当てる必要がある。

(2)　南アフリカの防災教育

南アフリカでは、防災に関する専門的な研究は、災害リスクに焦点を当てた高等教育レベルのプログラムが殆どで、短期学習プログラム（3 日から 1 年)、学士、修士、博士等の学位取得コースなどがある。一般的な防災教育は、中・高校レベル及び学部レベルでは行われておらず、中・高校レベルで防災を学びたい学生への対応が不十分である。また、実務レベルにおいては、災害管理に焦点を当てた学位のニーズがある[197]ものの、災害リスク管理の研究を扱うのは大学院レベルである。

[197] Ngcamu, B.S. 2020. B.S. Disaster Management Programmes in South African Universities. Conference Paper delivered at 11th International Conference on Social Sciences. 14 and 15 October 2020. Conference Proceedings.

1） 南アフリカの教育制度

南アフリカの教育システムは、初等教育、中等教育及び高等教育の 3 つのレベルで構成されている。7 歳から 15 歳までが義務教育である。初等教育は 5 歳（R 年生）から 12 歳（6 年生）までで、中等教育は 7 年生（13 歳）から 12 年生（18 歳）である。また、子供が学校に通い始めた時期や、留年等の状況によって、1～2 歳年齢の幅がある。

南アフリカにおける高等教育は、様々な選択肢があり、高等教育訓練局（South African Department for Higher Education and Training：以下「DHET」[198]）が、単科大学、総合大学、成人教育センターでの後続教育と訓練を管理している。

2） 南アフリカにおける防災教育の法制度と現状

南アフリカの災害管理は、国家災害管理法（South African National Disaster Management Act. （以下「NDMA」）2002 年第 57 号）の下、国家災害管理フレームワーク（National Disaster Management Framework（以下「NDMF 2005」）によって実行の枠組みが定められている。NDMF の 6.3.3 項では、防災教育を初等及び中等教育の学校カリキュラムに統合する必要があることが示されている。国家災害管理センター（South African National Disaster Management Centre ：以下「NDMC」）は、NDMF 2005 を踏まえ、防災学校ツールキット(Disaster Risk Reduction School Toolkit:以下「NDRR School Toolkit」)[199]を開発した。NDRR School Toolkit では、学校は「防災についての意識を高めるための中心的存在」になるべきであることが示されている。また、災害リスクの軽減は、「開発と環境の観点から、より広範囲の教育プログラムにリンクする」必要性が述べられている。これらの要点に基づき、NDRR School Toolkit の総合的な目標は、「国内の防災教育とトレーニング、学校のインフラ、及び一般市民の意識向上プログラムをサポートするツールを提供すること」で、NDRR School Toolkit の目的は、「南アフリカの学校システムにハード・ソフト対策の両アプローチで DRR を統合すること」である。NDRR School Toolkit の具体的な目的は、以下のとおりである。

- 学校内での死亡・負傷・危害等から、生徒・教員・学校関係スタッフを保護する
- 想定されるハザードに直面した場合の教育の継続性を計画する
- 教育を通して気候に配慮した災害回復力を強化する
- 障害のある生徒を含む生徒の行動を変え、彼らが個別にかつ集合的に防災行動に対応

[198] https://www.dhet.gov.za/ [Accessed: 16 January 2022]
[199] South African National Disaster Management Centre (NDMC). 2016. Online: http://www.ndmc.gov.za/Pages/DRRSchoolToolkit-programme.aspx [Accessed: 16 January 2022]

できるようにする

- 防災の専門的なトレーニングと教育への関心を刺激する
- 防災教育を学校のカリキュラムに統合する必要性についてカリキュラム開発者を感化する
- 教育セクターへの投資を確保する
- 基礎教育局が学校の防災学習環境に関する国家政策を実施する必要性を強調する
- 学校の安全に対する政治的関心とコミットメントを刺激する

NDMF 2005 によるこれらの要件を考慮して、協同組合管理・伝統事業庁（Ministry of Cooperative Governance and Traditional Affairs：以下「COGTA」）にある NDMC は、2018 年に基礎教育局と協議を行い、防災教育を南アフリカの学校制度に組み込む方法を決定した。これにより、防災教育の内容は、学校のライフオリエンテーションの科目に統合されることとなった。ライフオリエンテーションは、他者や社会との関係における自己についての学習科目であり、個人の幸福、市民権教育、レクリエーションと身体活動、職業の選択などの項目が含まれる。具体的には、4 年生（10 歳）から 12 年生（18 歳）の同科目に統合されることとなった。[200]

NDMC は、NDRR Schools Toolkit の一部として、防災教育における教師の育成にも力を入れている。また、重要な観点として NDMC は、南アフリカの学校防災教育を扱うプロジェクトの多くにおいて、市民意識向上プロジェクトと連携したものを行っている。

そのような方針に基づくプロジェクトの事例として、教育省とリンポポ州の州災害管理センターが、災害リスクの軽減に焦点を当てたディベートクラブを促進している。プロジェクトでは、学生が災害と災害リスクについて、エッセイを書くこと等が求められる。

[200] 2022 年のライフオリエンテーションの教科書に含まれることになる予定。



図 3-371　EAGER プロジェクト

出典：EAGER プロジェクトマニュアル、2016 年

防災教育のもう 1 つの事例としては、EAGER プロジェクト[201]がある。EAGER プロジェクトの目的は、正しい知識を身に付け、災害に対する青少年の脆弱性を削減することを目指したプログラムの設計と、その実践を支援することである。特に、災害前後の状況で青少年が経験する家庭の経済的な課題を、より削減することが目的である。

EAGER プロジェクトは、ナミビア、ボツワナ、エスワティニ、モザンビークの 4 つの南部アフリカ諸国で実施され、各国から初等中等教育の 40 人の生徒が参加した。プロジェクトの講師は各地域の学校でライフスキルやライフオリエンテーションを教えている教員が担当した。



図 3-372　EAGER プロジェクトの目的

出典：EAGER Atlas、2016 年

[201] NWU-ACDS EAGER Atlas. Project Documentation. North-West University - African Centre for Disaster Studies (2016a). Online: http://natural-sciences.nwu.ac.za/acds/eager-project [Accessed 23 Nov 2020]

EAGER プロジェクトの内容は、各国のロールプレーヤー（具体的には講師）が、プロジェクトの目的達成のために計画及び決定できるように設定された。実施組織はノースウェスト大学（North-West University）のアフリカ災害研究センターであり、資金提供者はUSAID 南アフリカである。

プログラムは、以下の 4 つのフェーズで構成されている。

フェーズ 1：DRR の基本的な内容で構成された講師のトレーニング（Training of Trainer：以下「ToT」）
フェーズ 2：講師がどのようにこのプロジェクトを構築したいか、焦点を当てるべき脆弱性と危険性の側面は何か等を決定していく
フェーズ 3：内容に沿って、最も裨益する学校や生徒を特定する
フェーズ 4：講師が決定した内容でのプロジェクトを実施する

3) 高等教育機関による防災教育

南アフリカ共和国の高等教育機関で実施されている防災教育の例を紹介する。

a) ステレンボッシュ大学：RADAR

Research Alliance for Disasters and Risk Reduction（RADAR：災害とリスク軽減のための研究同盟）は、南アフリカのステレンボッシュ大学（Stellenbosch University）を拠点とする研究センターであり、学術プログラムや短期コースを通じて災害リスク分野の能力開発を進めるとともに、西ケープ地域、南アフリカ、アフリカ大陸全体における危険、脆弱性、リスクに関する研究を行い、知識を深めることに尽力している。

RADAR は Periperi U（Partners Enhancing Resilience for People Exposed to Risks：リスクにさらされる人々の回復力を高めるパートナー）コンソーシアムのメンバーであり、アフリカ大陸の 12 の大学の研究ユニットと学部が連携し、アフリカ大陸におけるリスクと脆弱性の軽減に関する研究と能力開発を推進している。

b) フリーステート大学：DiMTEC

Disaster Management Training and Education Centre（DiMTEC：アフリカ防災訓練教育センター）は、南アフリカのフリーステート大学（University of the Free State）のブルームフォンテーンキャンパスにある自然・農業科学部内の教育・訓練・研究センターである。DiMTEC では、災害管理に関する大学院学士課程、修士課程、博士課程、研究プロジ

ェクト、短期学習プログラム（SLP）を通じて、災害リスク軽減とレジリエンス構築に関する学生及び一般市民の教育に努めている。

c)　プレトリア大学： Natural Hazard Centre

2008 年 7 月に設立されたプレトリア大学（University of Pretoria）の Natural Hazard Centre（旧 Aon Benfield Natural Hazard Centre）は、プレトリア大学と産業界のパートナーとのマルチスポンサーによる共同プロジェクトである。同センターは、アフリカ大陸全体に関連する広範な自然災害とリスクモデリングに重点を置いている。同センターは、自然災害の分野で研究と教育の 2 つの役割を担っており、エンジニアリング、鉱業、災害管理、保険業界のための情報ハブとしての役割を担っている。地震ハザードモデリング、鉱山災害、洪水・気象リスクに関する幅広いスキルを持ち、アフリカの自然災害のあらゆる側面について独自のアドバイス、意見、分析を提供することができる。

d)　ノースウェスト大学：ACDS

African Centre for Disaster Studies （ACDS：アフリカ災害研究センター）は、南アフリカのノースウェスト大学にあり、南部アフリカ及びアフリカ大陸の災害リスクに関する研究及び訓練・教育のニーズに対応することを目的としている。2002 年以来、地域、州、国、国際レベルで様々な研究、訓練、コンサルティングのプロジェクトに着手している。

e)　ヨハネスブルグ大学： Department of Emergency Medical Care

ヨハネスブルグ大学（University of Johannesburg）の救急医療学科（Department of Emergency Medical Care）では、救急医療の分野で様々なプログラムを提供している。2 年間の救急医療学位、4 年間の救急医療専門学士や修士課程がある。救急医療学位を取得すると南アフリカ保健職業評議会（HPCSA）にパラメディックとして登録され、救急医療学士を取得すると救急医療従事者として登録される。RESCUE South Africa（SA）とのパートナーシップも行っており、RESCUE SA がそれぞれのプログラムのために、経験豊富で資格のある従業員を提供することで、救助隊員のスキルアップを目指している。

3.8.2　災害対応

南アフリカは、干ばつ、洪水、火災、サイクロン、暴風雨など、様々な自然災害に見舞われる。また、将来予測される気候変動は、これらのハザードの状況を変化させることから、社会経済的・物理的環境に関連する他の様々なプロセスとともに、対応活動の計画をどのように行うかが、今後の課題として認識されている[202]。

また、災害対応の労力を最小限に抑えるための効果的なDRRは重要な課題である。つまり、DRR の活動が災害対応のみに焦点を当てている状況では、本来貧困の緩和と開発に使われるべき資金が、災害発生時の対応活動と救援物資に費やされてしまい[203]、「貧困と災害の負のスパイラル」からの脱却を阻害してしまうからである。

(1)　南アフリカの災害対応

災害対応を含む南アフリカの災害リスク管理は、NDMA (2002)によって規定されている。NDMA によると、災害時の対応とは、「災害の最中または直後に、災害の影響を受けた人々やコミュニティに救援をもたらすために講じられた措置」を指す。NDMAは、NDMF 2005の内容を通じて実施されている。NDMF では、「国全体に適した、災害管理に関する首尾一貫した透明で包括的な政策を提供する」となっており、国の災害管理における政府及び関係者の全てのレベルに渡る活動が標準化され、NDMFはこれらの標準化された活動方法の適用を保証するための法的手段として使用される。

以下、NDMF 2005に基づき、整理した内容を示す。

1)　主要なパフォーマンス領域4 (Key Performance Area 4)：対応と復旧

NDMFの主要なパフォーマンス領域4 (Key Performance Area 4) では、災害対応、復旧、及びリハビリテーションに関連する全ての主要な活動が説明されている。NDMA では、「災害への迅速かつ効果的な対応と災害後の復旧」に関する方針を「統合及び調整」する必要があるとしている。その要点は、災害が発生した時に従うべき役割と責任、または必要な手順に関して混乱が生じてはならないということである。

---

202 Bruwer, A., Van Staden, M., Le Roux, A. and Van Niekerk, W. 2017. Disaster Management and Risk Reduction in South Africa. Chapter 13 in South African Risk and Vulnerability Atlas. Department of Science and Technology. PTA-South Africa.

203 Fourie, K. and Terblanché-Greeff, A.C., 2021. How Disaster Risk Reduction Can Contribute to Sustainable Development: The EAGER Project. In *Sustainable Development in Africa* (pp. 649-669). Springer, Cham.

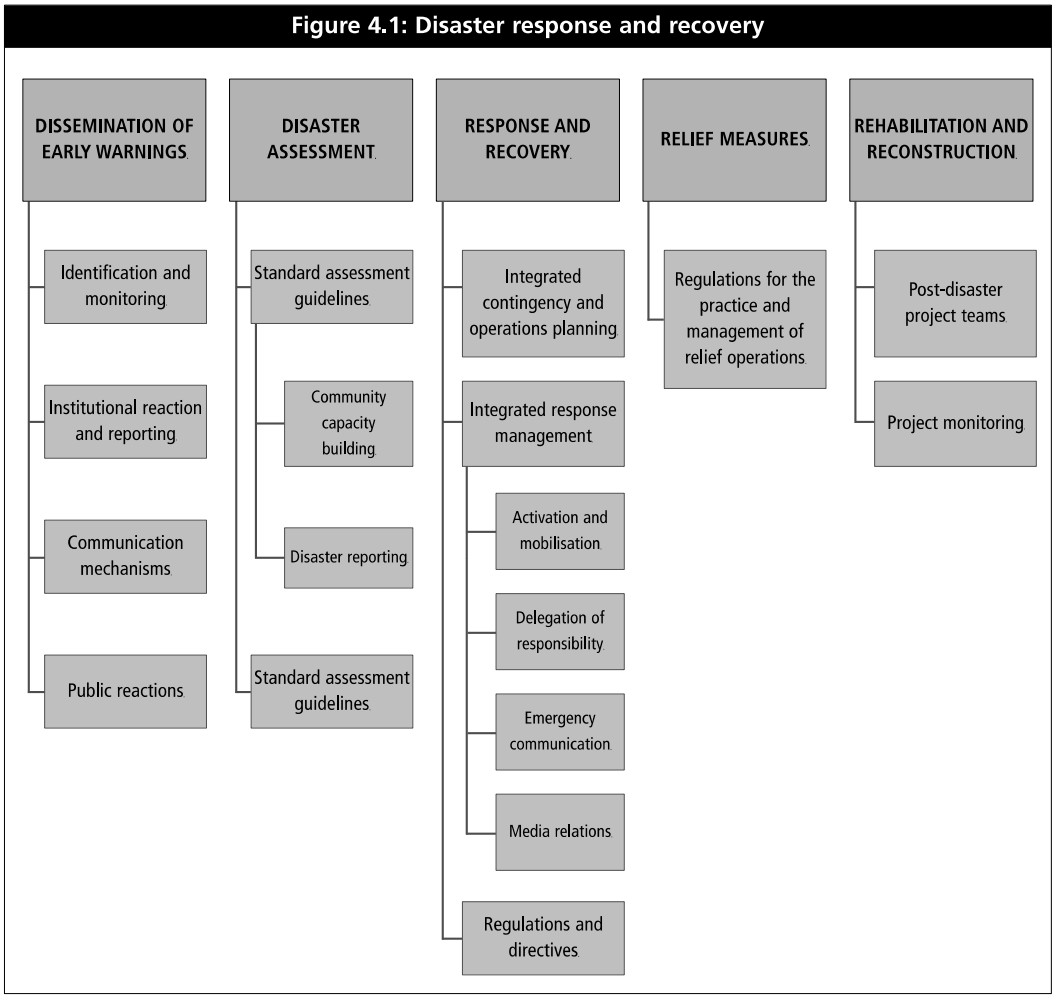


図 3-373　NDMF によって規定された災害時対応の主要な項目と内容

出典：NDMF 2005：55

NDMF 2005 で示されている Key Performance Area 4 の主な目的は、「効果的かつ適切な災害対応と復旧を保証する」ことである。NDMF 2005 では、早期警報の伝達によってこれを達成するとしているが、発信される早期警報は、情報の正確性が最も重要であるため、「統一されたアプローチ」に従う必要があることが示されている。

a)　早期警報の普及

コミュニティ、世帯、個人が差し迫った重要な災害に対し、準備を確実にするために、早期警報が発信される。これらの早期警報による情報に基づき、人々は「リスクを回避または軽減」するために必要な決断と措置を講じることが可能となる。NDMC は国家レベルに

おける「危険の技術的識別と監視」を担当する責任機関である。

b)　災害の評価・分類・宣言・レビュー

迅速かつ適切な対応と救済措置を確実にするために、以下の手順が踏まれる。

Step 1: 災害の評価

Step 2: 災害の分類と災害状態の宣言

Step 3 : 災害レビューと報告

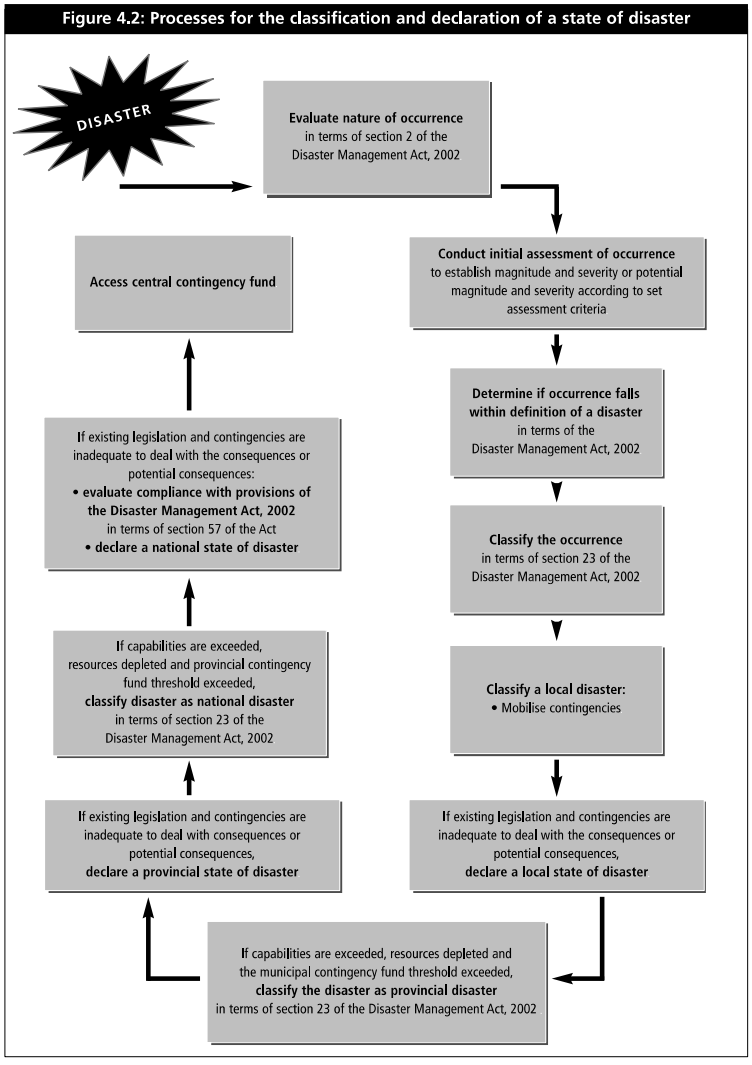


図 3-374　南アフリカの災害宣言と災害分類決定の手順

出典：NDMF 2005：57

c)　統合された災害対応と災害復旧

(i)　災害対応と災害復旧の取り組み調整

大きな災害が発生した場合、特定の国家機関に対応の調整責任が与えられる。例えば、災害の対応と復旧には様々な利害関係者が含まれるが、主な責任は1つの国家機関に指定され、他の機関は支援的な役割に整理される。重要なのは、それらの役割分担や動きを運用計画に明確に示すことである。

(ii)　国家標準対応管理システム

施設、人員、設備、リソース、手順、及び情報共有を効果的に使用することを確実にするように、災害対応管理システムを実施する必要がある。このためには「責任の明確な割り当て、戦略的及び運用上の方向性のためのメカニズム」を提供できる仕組みが必要である。NDMC がその責任機関であり、その内容に何を含めるべきかについての詳細は、NDMF（2005：60）に記載されている。

(iii)　救済措置

NDMC は、救援活動の実施と管理を標準化及び規定するための規制の策定を開始する責任がある。これらの規制に対処しなければならない項目は次のとおりとされている。

- 寄付の呼びかけを発表する
- 救済の基準
- 救援活動の期間
- 国際援助の受け入れ
- 他国への南アフリカの援助

(iv)　復旧と復興

復旧と復興は、大災害が発生した後の対応の重要な要素である。両方のプロセスへの全体的なアプローチを確実にするため、特定のハザードの責任機関である国家機関は、これらのプロセスのプロジェクトチームを立ち上げ、復旧・復興を促進させる必要がある。復旧・復興を目的としたプロジェクトは、開発の成果（プロジェクト後の状況）に焦点を合わせる必要がある。

2) ガイドラインの整備

政府の全てのレベルで NDMF の実施を可能な限り簡単にするため、国家災害管理センターは、NDMF で言及されている各プロセスのテンプレートと例を含むガイドラインも作成している。NDMF に記載されているガイドラインは、以下が含まれている。

- 災害評価を実施するための国内ガイドライン
- 災害状態の分類と宣言に関する国内ガイドライン
- 大事故及び災害として分類されたイベントのレビューを実施する際に従うべき手順に関する国内ガイドライン
- 災害対応と復旧に関連する活動に関する国内ガイドライン

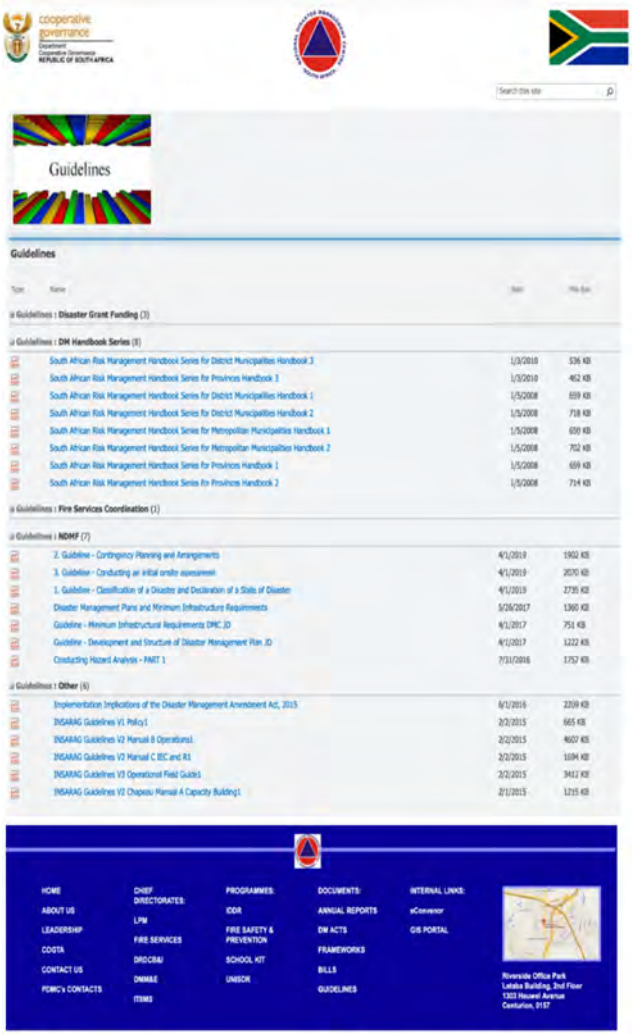


図 3-375　NDMC から入手可能なガイドラインのリスト

出典：NDMC 2016 年

(2) Rescue South Africa (Rescue SA)

Rescue South Africa (Rescue SA) [204]は、さまざまな種類の救助訓練を専門とする南アフリカの NGO（非営利団体）であり、公式の南アフリカ災害対応チームを擁している。彼らは 21 年以上アフリカで活動しており、この間、世界中の様々な救助任務に携わってきた。彼らの主な活動の 1 つはトレーニングであり、Rescue SA は、非常に具体的な哲学を持って活動している。彼らは、「完全に中立で、全ての南アフリカ人を代表する NGO の創設に努めた」ことを謳っている。このチームは、南アフリカ全土の災害及び緊急サービスを含む、公的及び民間の緊急セクターにおいて、幅広く活躍している。また、複雑な緊急事態、救援事態、救助活動、多数の死傷者に迅速に対応できる災害派遣チームも備えている。災害派遣チームの多くは、普段は消防や救命救急医療機関に所属する公務員である。

1） 提供されるトレーニング[205]

Rescue SA は、南アフリカ及び南部アフリカ開発共同体（SADC）全体で消防隊員や救急隊員などの緊急サービス要員を訓練してきた。提供されるコースは、ヨハネスブルグ大学によって認定されており、国際的にも認められている。彼らが提供するコースは下記の通りである。

- 基本的なレスキュープラクティショナー：高所レスキュー、火災捜索救助、自動車レスキューなどの分野をカバー
- ブリッジングコース：高所レスキューをカバー
- 都市型捜索救助：危険物救助をカバー、閉鎖空間救助、トレンチレスキュー、構造崩壊救助、産業・農業救助
- 荒野捜索救助：航空救助と水生表面救助を含む荒野の捜索救助の実践コース

2）レスキューミッションと広域連携

Rescue SA は、2001 年 1 月にインドのグジャラート州の地震災害にチームを配置し、災害後の支援を行った。また、2010 年 1 月のハイチ地震や 2011 年の東日本大震災後の日本に対し、災害後の支援を行うためにチームが派遣された。2013 年にスーパーサイクロン・ヨランダとしても知られるサイクロン・ハイエンがフィリピンで大規模な災害を引き起こ

---

[204] Rescue South Africa. 2018. Home. Online: http://www.rescue-sa.co.za/ [Accessed: 15 February 2022]
[205] Rescue South Africa. 2022. Training Prospectus. Rescue SA. South Africa

した際には、被災者の救助支援のために派遣された。2015 年 1 月には、マラウイ政府の深刻な洪水被害に対する支援要請に応じてチームが派遣された。2022 年には、サイクロン・アナの支援のためにモザンビークでの活動も行っている。

東日本大震災の際に宮城県で救援活動を行った Rescue SA の災害派遣チームは、歴史上アフリカから日本に派遣された初めての救助隊であった。その後、東日本大震災での救援活動が契機となり、日本政府の南部アフリカ災害レジリエンス強化の一環として、Rescue SA との連携が始まった。2015 年 3 月には、南アフリカにおいて Rescue SA の隊員、救急救命士、医師を対象にした災害医療ワークショップが JICA により開催され、日本から救急振興財団、DMAT（災害派遣医療チーム）、災害医療センター等のメンバーが派遣されて救急救命時の知識と経験が共有された。この際に日本の派遣団からは、南アフリカの個々の救急救命士の能力は高く、外傷医療のレベルも一部は世界有数であると評されており、Rescue SA を通じたアフリカ災害レジリエンス強化支援の優位性が指摘されている[206]。

また、これまでに JICA や USAID、国連等の支援により、南部アフリカ諸国の救急救命士やコミュニティを訓練するプロジェクトも実施してきた。2014 年からは UNOCHA を通じた JICA からの資金提供により、ナミビアやマラウイなど南部アフリカ 6 カ国に専門家を送り、各国の消防士らの災害対応能力向上訓練（救急救命、防災コミュニティ訓練）を行ってきた。これは、2011 年から USAID が 3 年間支援を行った事業を JICA が引き継いだものである。2016 年には JICA、UNOCHA、USAID の支援を受けてマダガスカル、ナミビア、レソト、ボツワナ、マラウイの派遣団をヨハネスブルク大学にある訓練施設に受け入れて、Rescue South Africa Respond Program を実施した。

Rescue SA は、日本や米国の支援により、アフリカ南部の国々のレスキュー部隊を広く訓練する役割を担えるようになり、これまでに周辺 8 カ国で 4,500 人以上の人々の訓練や救援用器材の配布を実施してきた。現在は日本や米国の援助が終了したことで、周辺国への訓練プログラムは停止している状況である[207]。

3.8.3 南アフリカの取組みの共有と広域連携の可能性

南アフリカにおいて実施されている防災教育や災害対応の取組みについて、周辺国に活かせる教訓や広域連携の可能性に関する検討を行った。

本調査では、防災教育と災害時対応に関しては南アフリカのみが対象国であるため、南

[206] https://www.jica.go.jp/southafrica/office/information/event/20150413.html
[207] https://news.yahoo.co.jp/articles/703562ea80ad5547a5f236efef754eadea544250?page=3

アフリカが他国に比して優位であることを示すものではない。しかし、前節で述べたように、例えばノースウェスト大学の ACDS では、国内だけでなく、アフリカ大陸の訓練・教育のニーズに対応することも同センターの目的としており、国際レベルで様々な研究、訓練、コンサルティングのプロジェクトに着手している。事例に挙げた EAGER プロジェクトもこの様な活動の一貫であり、今後のプラットフォームの活動に向け、南アフリカでは、防災教育を対象とした広域連携に対する受け皿があると認識している。また、災害対応も同様に、ヨハネスブルグ大学との連携により Rescue SA による災害対応訓練の実績がある。この事から、例えば、プラットフォームの活動として第三国研修等が実施される場合でも、受け入れ国としての対応は十分可能であると考えられる。

(1) 防災教育

南アフリカにおける防災教育は既述の通り、長らく高等教育の中の研究テーマであり、初等・中等教育や市民への啓発活動は十分に行われていなかった。しかしながら、近年、学校を防災教育の中心として位置付け、学校システムへの DRR の統合を目的とした NDRR School Toolkit の導入や、基礎教育局との協議によって学校カリキュラムへの防災教育の統合を実現した。また、例に挙げられているように、学校の生徒に向けた防災教育だけではなく、防災教育における教師の育成や市民意識向上プロジェクトとの連携を行うなど、コミュニティに向けた啓発教育などの取組みも行われつつあることが確認できる。

一般市民の防災意識の向上に向けて、学校システムへの DRR の統合を行ったことは、同国の防災教育の取り組みにおいて大きな一歩であったと言え、そこに至るまでの道のりや NDRR School Toolkit などの具体的な取組みは、南部アフリカ地域に共有できる教訓や成果になりうると考えられる。一方で、一般市民や小中学生を対象にした防災教育に関しては、南アフリカもまだ取り組み始めたばかりであることから、教訓や改善のアイデアについては、他国も交えた議論の題材としても有意義である。

また、これまでに行われてきた高等教育レベルの防災教育については、大学における災害に関する研究や同分野におけるアフリカ地域内での連携などが既に行われていることが確認できた。現地調査で訪問したモーリシャス大学においても、南部アフリカ地域のプラットフォーム活動の一つとして大学間の連携について提案があったことから、南アフリカとモーリシャスの連携を出発点として、防災関係実務者の人材育成、技術力の強化体制の構築に取り組むことが考えられる。

人材育成及び技術力強化において対象とするテーマとしては、南アフリカの大学において実施されている災害研究分野の情報共有を中心として、工学的な災害研究をはじめ、防災・減災対策の実務者向けの技術力向上プログラム、市民・小中学生を対象にした意識啓

発・防災教育プログラム等での連携を行うことが考えられる。

(2)　災害対応

災害対応に関しては、Rescue SA の活動にも見られるように、南アフリカは全世界の災害時にチームを派遣しており、日本の派遣団からも、その高度なスキルは高い評価を受けている。また、Rescue SA の活動の柱としてトレーニングも挙げられており、既に過去に日本や米国等の資金援助によって周辺国への災害対応能力向上訓練（救急救命、防災コミュニティ訓練）を行ってきた豊富な経験を有している。このことから、南部アフリカ地域のプラットフォームの活動の一環としての南アフリカと連携した災害対応研修の実施は可能であると考える。継続的な研修の実施に当たっては、資金不足が課題となっていることから、JICA 第三国研修スキーム等を活用した研修の実施が現実的であると考える。

第4章 各国の防災施策の提案

以上の検討結果を踏まえ、各国において実施されるべき防災施策について、次頁以降に整理した。なお、当該施策案リストは、災害特性や対策実施状況等の調査・分析を踏まえて各国が実施していくことが望ましい防災施策を整理したものであり、JICA 等が支援する案件を示すものではない。

なお、各国の防災施策の検討・抽出を行う際、本調査で対象とした調査優先セクターは表 4-1 の通りである。また、検討を行う上で留意した対象国ごとの地理的な特性に基づく地域区分と災害特性を表 4-2 に整理した。

表 4-1　対象国の調査優先セクター

対象国	調査優先セクター
モザンビーク	運輸交通、電力、通信、上下水、教育、医療、農業、防潮堤、堤防、排水、河川
マダガスカル	運輸交通、電力、通信、上下水、教育、医療、農業、防潮堤、堤防、土砂災害、気象
マラウイ	運輸交通、電力、通信、上下水、農業、堤防
ジンバブエ	運輸交通、電力、通信、上下水、農業、堤防
モーリシャス	運輸交通、電力、通信、上下水、防潮堤、堤防

出典：JICA 調査団作成

表 4-2　対象国の地域区分と特性

区分	災害特性	対象国
島嶼部国	- サイクロン襲来時には対象 8 カ国の中で最初に影響を受ける地域である。 - 島国であることから、沿岸部全てが高潮の影響を受ける危険性が高い。 - 島嶼部の中でも、マダガスカルは、日本の国土の 1.6 倍の大きさであり、大陸部と同様な自然災害のリスク、インフラ整備の課題が存在する。	マダガスカル、モーリシャス、コモロ、セーシェル
大陸沿岸部国	- 沿岸部であることから高潮の危険性があるほか、大陸内陸部とつながりによる河川洪水の問題がある。 - 自国だけでなく、内陸部諸国への物流拠点やネットワークとしての港湾・道路等のインフラ整備の必然性が高い。 - 主要都市は沿岸部に開けた比較的平坦な地域に形成されている。	モザンビーク
大陸内陸部国	- サイクロンによる暴風被害は限定的であるが、降雨による浸水被害や土砂災害などのリスクがある。 - 内陸国であるため物流の要である港がなく、隣接国からの道路等の物流インフラネットワークが生命線である。 - 起伏に富んだ地形状況などから、都市地域や道路等の重要インフラにおいて洪水や土砂崩れなどの危険性が高い。 - 農業依存型の産業であることから影響を受けやすい。	マラウイ、ジンバブエ

出典：JICA 調査団作成

また、防災施策の抽出にあたっては、下記の点に基づいて検討を行った。基本的に「人間の安全保障」と「持続可能な開発」に直結する施策が優先となる。

① 地域経済の根幹を担う運輸交通（道路、港湾、空港等）は、対象国だけでなく隣接国との連続性にも配慮して検討を行う
② 電力・通信・上下水は、基本的な既存都市インフラがどの程度整備されているかを整理の上で、防災の視点から整備の必要性を検討する
③ 教育・医療は、対象国がモザンビークとマダガスカルのみであり、それら国の教育・医療の現状や受け入れ体制、今後の方向性に着目した支援を検討する
④ 防潮堤、堤防は、島嶼国・沿岸国に限られるものの、一定程度の長期間でのハード整備となるため、整備対象地区は限定されることを前提に検討する
⑤ 対象国では、基本的な産業としての農業の重要性が高く、災害による被害への対応や経済損失を未然に防ぐという観点からの支援策を検討する

以上を踏まえて、各国ごとに施策の抽出を行った結果が以下の防災施策案リストとなる。

表 4-3　各国の防災施策案リスト（1/2）

国	番号	各国で実施されるべき防災施策	施策候補
モザンビーク	1-1	ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充	●
	1-2	既存教育施設の建替	
	1-3	マプト標準モデルの見直しと高リスク地域の学校の優先的な建替	
	1-4	医療施設の強靭化に向けた設計ガイドライン・指針の策定	
	1-5	上下水道施設の強靭化に向けた設計ガイドライン・指針の改訂	
	1-6	ダム放流に関する洪水調整能力強化	
	1-7	灌漑・排水システム改修・改良	●
	1-8	ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成	●
	1-9	マプト首都圏における非常時の道路運用・計画強化	
	1-10	ベイラ空港の機能強化	
	1-11	ARA Sul 管理河川の水文観測所のテレメーター化	
	1-12	INGD のフィールドオフィス（8 地域）のネットワーク強化	
	1-13	マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定	●
	1-14	マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定（2）	
	1-15	ダムのリハビリ技術に関するダム管理改善	

出典：JICA 調査団作成

表 4-4　各国の防災施策案リスト（2/2）

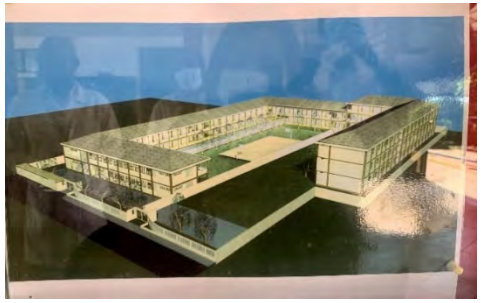
国	番号	各国で実施されるべき防災施策	施策候補
マダガスカル	2-1	アンタナナリボ-トアマシナ都市経済軸防災・強靭化（国道 2 号土砂災害対策・機能強化）	●
	2-2	気象観測・予報能力強化及び予警報能力向上	●
	2-3	アンタナナリボ都市圏水防災（ハザード分析-都市開発計画・防災インフラ整備）	
	2-4	トアマシナ都市沿岸部防災（ハザード分析～都市開発計画・防災インフラ整備）	
	2-5	農業灌漑施設の防災対策・強靭化（アロチャマングル県周辺等）	
	2-6	国道 7 号防災対策・強靭化	
	2-7	通信拠点・海底ケーブルの防災対策・強靭化	
	2-8	教育施設・医療施設の強靭化に向けた設計ガイドライン・指針の策定	
	2-9	雨量レーダー局と GDM 中央局の通信網整備	
	2-10	雨量レーダー局周辺 Synop 観測局との気象通信ネットワーク構築	
マラウイ	3-1	国内光回線ケーブルのバックアップ用無線回線の構築	
	3-2	ブランタイヤ水公社の災害時対応能力強化	●
	3-3	ハイブリッド発電設備導入	●
	3-4	シレ川下流域における治水対策マスタープランの策定	
	3-5	シレ川流域における道路防災対策	
	3-6	カピチラダムの修復・運用改善	
	3-7	リロングウェにおける GIS による 3D ハザードマップ作成、及び治水・排水マスタープランの検討を踏まえた土地利用計画策定	
	3-8	ブランタイヤにおけるハザードを考慮した都市構造計画策定	
ジンバブエ	4-1	コミュニティ情報センターの拡充	
	4-2	ハラレ環状道路建設事業	
	4-3	ハイブリッド発電設備導入	●
モーリシャス	5-1	5G ネットワークに IoT 機器を接続した防災モニタリングネットワーク	
	5-2	ハイブリッド発電設備導入	●
セーシェル	6-1	ハイブリッド発電設備導入	

出典：JICA 調査団作成

4.1　モザンビーク

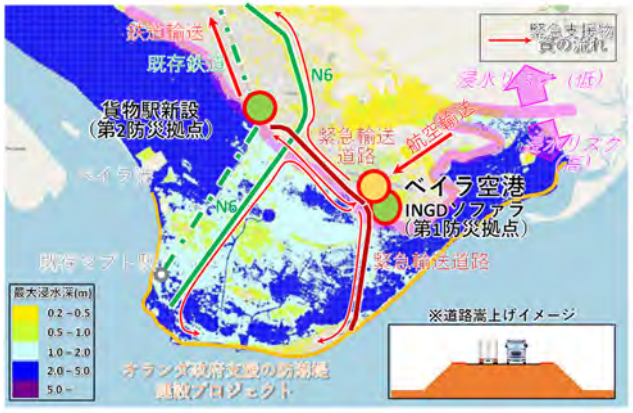
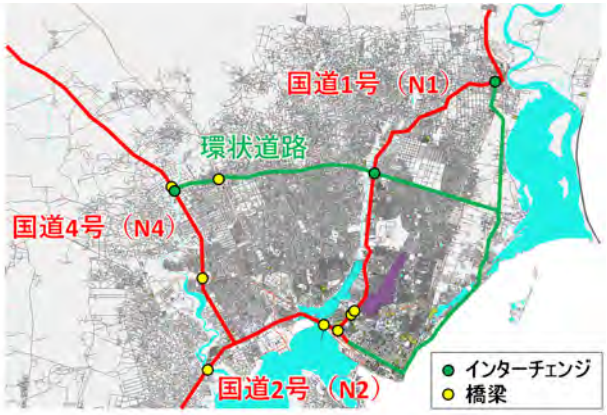
- モザンビークにおいては、被災したベイラ空港の具体的な航空交通管制システムや機能の拡充のほか、ベイラ空港が将来的な被災時支援物資や緊急支援体制の拠点となるよう、空港周辺も含めたロジスティックハブとしての位置づけの検討を提案している。
- モザンビークは、サイクロン襲来時だけでなく雨季には長雨による洪水などのリスクも高い。都市部においては都市開発の進展に伴う排水整備、農村部においては灌漑整備も課題となっており、ダムの放流や管理、その他水害対策と併せた包括的なマスタープランの策定が緊急の課題となっている。
- その他、基礎インフラとしての上下水や社会インフラとしての医療施設整備のための設計ガイドラインなどのニーズも高いものとなっている。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
1	ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充（※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 ADM（特にベイラ空港）	 ＜ベイラ FIR、ベイラ ACC、マプト ACC の範囲＞	ベイラ空港は同空港を離着陸する航空機のみならず、南緯 22 度以北のモザンビークの航路を飛行する航空機の管制を行う重要な空港である。ところが、多くの航空交通管制システムは老朽化しており、ICAO 標準を満たしていないため、同国の航路安全が確保されておらず、ベイラ市及び周辺地域で災害が発生した際はベイラ空港を利用した緊急支援活動にも影響する可能性がある。	ベイラ空港の安全な離着陸とモザンビーク領空の航路安全を確保するために航空交通管制システムを拡充・更新する。	【留意点】 - 既に更新中のものや更新予定のものもあるため、再度現状を確認の上、協力内容の検討が必要。 - ADM の脆弱な財政状況を踏まえた案件形成が必要。 【確認事項】 - 高高度航空交通管制に関するバックアップ体制 - マプト空港を含む他空港への導入システム - 航空交通管制システムの必要性（既述の「ベイラ空港における航空交通管制システムの導入状況」において、更新が必要とされている機材の必要性の確認が必要。また、航空保安の観点から新規導入が必要な機材があるか否かについても検討が必要。） 【C/P 意向】 - ADM は老朽化したシステムの更新を希望している。

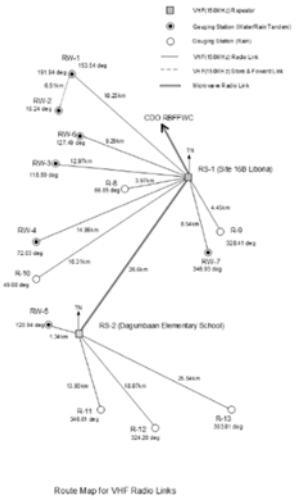
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
2	既存教育施設の建替 【想定 C/P】 MINEDH、マプト市	 ＜イメージ：JICA 支援のネパール学校耐震設計モデル＞	マプト市教育人材開発局は内水氾濫の発生頻度に加え、人口集中による土地不足を踏まえ、2012 年から毎年 2～3 校の学校の建て替えを実施してきた。 現在も 2 校の建て替えプロジェクトが検討されている（予算・ドナーを模索中）が、資金・予算不足のため円滑に建て替えが進んでいない。	内水氾濫リスクを踏まえたマプト市内の既存校舎の建替	【確認事項】 - 学校の災害被害発生状況 - 政府機関の強靭な教育施設整備に向けた法制度・ガイドライン・マニュアル策定状況と、学校建設における実態調査
3	マプト標準モデルの見直しと高リスク地域の学校の優先的な建替 【想定 C/P】 MINEDH、マプト市	 ＜イメージ：マプト標準モデル＞	教育省は小学校に平屋の建設を推奨しているが、土地の不足を考慮し、マプト市教育人材開発局はオリジナルの 2～3 階建ての標準設計モデルを考案している。標準モデルでは水害による被害は報告されていないが、洪水対策として盛り土を施しているため、施設自体が洪水にあった事例がない。 強風や土砂災害など標準モデルで想定していなかった災害リスクへの対応の必要性が考えられる。	マプト標準モデル以上の災害リスク対策が求められる学校の優先的な強靭化整備	【確認事項】 - ハザードマップによる災害リスクの高い学校の抽出 - 想定災害リスクに対するマプト標準モデルの耐久性の確認

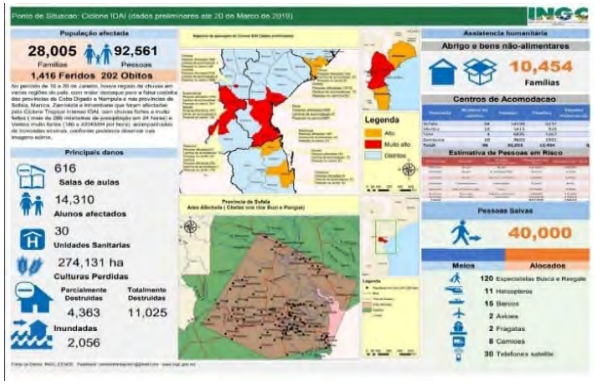
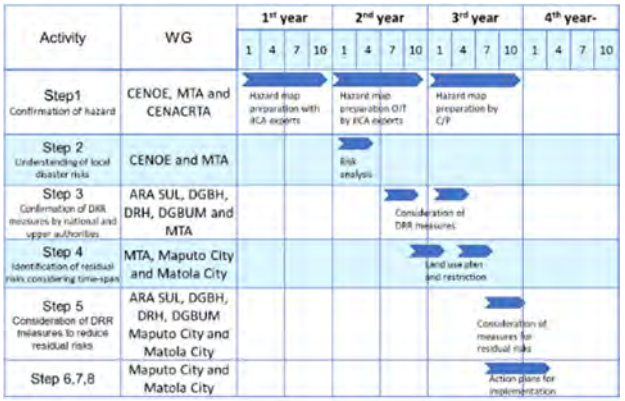
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
4	医療施設の強靭化に向けた設計ガイドライン･指針の策定 【想定 C/P】 MISAU	 ＜イメージ：JICA 支援のネパール学校耐震設計モデル＞	モザンビークでは雨季に毎年のように襲来するサイクロン等によって医療施設に被害が発生している。 一方で、特に医療施設に対する建築設計基準・指針のようなものが普及しておらず、今後の災害被害軽減に向けた施設設計方法の策定・普及が課題となっている。また、主要な医療施設の今後の災害対策拠点としての機能維持性の確認が必要と考えられる。	医療関連施設のサイクロンに対する強靭化を図るための耐水、耐風、対土砂災害設計ガイドラインの策定･普及促進と、それに基づく施設強靭化整備	【確認事項】 - 医療施設の災害被害発生状況 - 政府機関の強靭な教育･医療施設整備に向けた法制度･ガイドライン・マニュアル策定状況
5	上下水道施設の強靭化に向けた設計ガイドライン・指針の改訂 【想定 C/P】 DNAAS	―	DNAAS により上下水道施設の設計基準 (2003) の見直しが検討されている。一方で、浄水場など設計基準に含まれない上下水道施設もある。 災害に強い上下水道施設整備の推進と防災体制強化のためには、国として災害の影響も踏まえた施設の設計基準やガイドラインを整備することが必要と考えられる。	上下水道施設の水害に対する強靭化を図るための設計基準改定とそれに基づく施設強靭化整備	【留意点】 - 実施中の基準見直しの進捗を注視する。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
6	ダム放流に関する洪水調整能力強化 【想定 C/P】 ARA Sul	 ＜2012 年の大雨時に被害の発生した河川等の位置図＞	マシンガダム（Massingir Dam）では、2012 年 1 月の洪水時にゲートを全開して緊急放流を行ったため、放流水は洪水流となってエレファント川を流下し、リンポポ川との合流点手前で破堤した。氾濫流はチョクウェ地区に達し、多くの被害が発生した。 ダムを適切に運営する能力が不足していることが課題である。	雨量観測データを用いた流入量予測システムの構築、下流部への洪水予警報システムの強化	【確認事項】 - 支援ニーズの把握 - ARA-Sul のダム運営能力及び雨量・流量等の観測能力の有無等 【留意点】 - ARA Sul から別途マプト市周辺の 4 つのダムについて安全な管理と維持管理に関する要請書が提出されているため、同要請書との整合を必要がある。
7	灌漑･排水システム改修・改良 （※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 MADER	 ＜国家灌漑計画＞ 主要８河川流域 緑：灌漑ポテンシャルエリア、斜線:重点流域	リンポポ川、ザンベジ川、リクンゴ川流域であり、近年の洪水やサイクロンの被災地域である、マニカ州、ソファラ州、テテ州、ナンプラ州、ザンベジア州、マプト州の農地はモザンビークの穀倉地帯であるため、この地域が被災した場合にはモザンビーク国内の食料危機となる。洪水による農地及び灌漑インフラの被災の原因として、河川堤防の決壊及び排水システムの容量不足が考えられる。	灌漑・排水計画の見直し、水路及び関連施設の改修・改良、河川堤防の補修、灌漑･排水システムの運営・管理に関する研修	【確認事項】 ※Covid-19 の影響によりスクトップ調査のみとなったため、今後、以下の確認が必要。 - 支援ニーズ - 地域の優先順位付け - 洪水被害の原因の特定 - 用水排水系統図 - 既存の灌漑・排水システムの図面（水路縦横断図、関連施設設計図面等） - 河川縦横断図

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P意向等）
8	ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成 （※詳しくは5章に記載） 【想定C/P】 INGD、ベイラ市、ADM（特にベイラ空港）、CFM、ANE	 ＜非常時ロジスティックハブを中心とする緊急輸送ルートの提案＞	ベイラ市は、ソファラ州及びその周辺地域の拠点となる中核都市である事から、市内だけでなく、周辺地域が被災した際に、支援を行う拠点となる都市である。ところが、過去の災害では道路を利用した周辺地域への緊急支援物資の輸送が困難であるなど、緊急支援物資の輸送、緊急復旧活動等を含む緊急支援活動に支障があった。そのため、ベイラ市では緊急輸送ルートの確保が急務となっている。	空港及びINGDの周辺にロジスティックハブを設置する。また、現在の鉄道駅が被災しても支援物資の輸送が可能となるよう、想定される浸水エリア外に貨物駅を新設するとともにロジスティックハブを設置する。これらのハブへのアクセスを確保し、非常時のロジスティックルートを確保する。	【留意点】 - 空港の災害拠点化については、ベイラ空港とも協議が必要。 - モザンビークサイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト(ARPOC)での復興計画の中で協議する必要があり、それを受けてINGDやCMB、State Secretary、CFM, ANEなどとの協議が必要。
9	マプト首都圏における非常時の道路運用・計画強化 【想定C/P】 ANE	 ＜マプト首都圏で骨格となる主要道路＞	マプト首都圏の主要幹線道路は国際回廊を含めて比較的整備されていると考える。しかし、その他のマプト市内道路は非舗装の場合が多く、走行性が非常に不良なため、大規模災害発生のみならず、大雨や事故などの影響で主要幹線道路が使用できない場合は、大型トラックの迂回可能なルートがない。また、洪水や大雨発生時にアクセスの困難な地域も存在すると考えられ、緊急支援物資の輸送、救護活動への支障も懸念される。	主要幹線道路の代替ルートとして使用可能な道路の改良（舗装、道路幅員確保等）。 非舗装道路のうち、優先度の高い区間の改良（舗装・道路幅員確保等）	【留意点】 - 都市計画マスタープラン等の将来計画の確認と計画への反映が必要。 - 都市部拡大状況、水害対策の検討結果を踏まえた対象区間の検討が必要。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P意向等）
10	ベイラ空港の機能強化 【想定C/P】 ADM（特にベイラ空港）	  ＜貨物ターミナル（左）、倉庫（右）＞   ＜空港のフェンス（左）、老朽化した消防車両（右）＞	災害発生時、陸上交通インフラの脆弱な状況のため、ベイラ空港はベイラ市のみならず周辺都市への緊急支援物資を輸送する重要な役割を果たした実績がある。ところが、サイクロン・イダイ等によりベイラ空港も被害を受けており、まだ完全に回復しておらず、航空運用上の安全性、旅客サービス低下の状況で運用されている状況である。この状態では防災拠点としての機能のみならず、国際標準（ICAO）を満たしていない状況から空港の存続も脅かされている状況である。	現在の空港機能の維持のための空港施設（旅客ターミナル、貨物ターミナル、空港消防施設、空港気象ドップラーレーダー、排水、空港セキュリティ関連等）の改修・アップグレード	【留意点】 - 被災直後の最低限の改修は実施済みのため、支援可否を含め、支援コンポーネントについては更なる検討が必要。 - ベイラ空港はベイラ市や周辺地域で災害が発生した際の重要はロジスティックハブとなるため、貨物ターミナルの改修については防災拠点の観点から検討が望まれる。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
11	ARA Sul 管理河川の水文観測所のテレメーター化 【想定 C/P】 ARA Sul	  （左側）ARA Sul より受領したマプト市付近の水位観測施設の位置図 （右側）参考：JICA 無償フィリピン国カガヤン・デ・オロ河川流域向 FFWS（洪水予報警報ステム）のシステム構成図	ARA Sul 上層部へのインタビューの結果、現在の雨量観測所や水位観測所の殆どが自動化・テレメーター化されていないこと、テレメーター化されている観測所は 3 箇所程度しかないということが判明（ウンベルジ川ダム上流、インコマチ川とリンポポ川の国境付近） 自動化されていないため雨量・水位ともに、マスタープラン作成や水防活動に必要な毎時データがほぼない。 既設ダム（ウンベルジ川）を洪水調節に活用できる状況なのに自動化・テレメーター化されていないため洪水予測やダム洪水調節による治水対策ができない。 インコマチ川下流部は外水氾濫による影響があるため EWS の確立が必要。	水文観測所のテレメーター化を推進する。例えば①雨量・水位を自動化し毎時データの取得を通してマスタープラン作成時の検証データや排水計画の設計流量算定等に使用、②雨量・水位観測を自動化・テレメーター化することで洪水予測が可能となりダム洪水調節を治水対策に活用可能、③水位観測所をテレメーター化すれば、リアルタイムで河川水位を把握できるので、早期警報システムを構築できる。	【留意点】 - 水位観測局の位置確認（位置によって最適な通信システムが異なる。 - 水位上昇を観測した後の警報配信システム（フロー）の確立が必要。 - 複数のドナーが入っているため観測機器や水文観測網システムをできるだけ共通の仕様にすることが望ましい。 - 通信路としては公衆向け移動通信網のデータ通信を利用した方がシステムは容易に構築できるが、河川上流域は圏外の可能性が高い。専用 VHF 帯の利用を推奨するが、周波数利用申請が必要となる。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等（ドナー動向・C/P 意向等）
12	INGD のフィールドオフィス（8 地域）のネットワーク強化 【想定 C/P】 INGD	 ＜INGD に関する説明資料＞	INGD はモザンビークの 8 つの郡にフィールドオフィスを持っており、災害時に商用通信網が停止した際のバックアップとして機能することが期待されているが、フィールドオフィスのネット環境が劣悪（WFP からの情報）	INGD のフィールドオフィスのネット環境を強化し、災害時に商用通信網が停止した際のバックアップとして機能される	【確認事項】 - 各オフィス現況把握
13	マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定 （※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 INGD、ARA Sul、AIAS、MTA、マプト市、マトラ市	 ＜想定するプロジェクトの履行ステップ＞	現在のマプト首都圏がより都市化し、より被災しやすいエリアになる、また将来都市化することが想定されるエリア（マトラ川流域等）が拡大することで都市の脆弱性がより高まる。 このような将来の災害リスク削減（DRR）の観点を踏まえ、適切に開発するための計画策定の必要がある。	JICA の 8Step に沿った防災計画の策定技術協力プロジェクトにより、①洪水ハザードマップと災害原因（外水・内水・ハイタイド）の把握、②洪水リスクマップによるリスク評価、③ハード対策検討とそれによるリスク削減効果の把握、④将来の災害に対する適切な対策を備えた都市を検討、⑤将来の災害リスクと構造物対策のコストを削減する都市開発計画により DRR の主流化を図る。	【確認事項】 - マプト首都圏の降雨特性の現状 - 外水氾濫の可能性についてのある程度定量的な把握

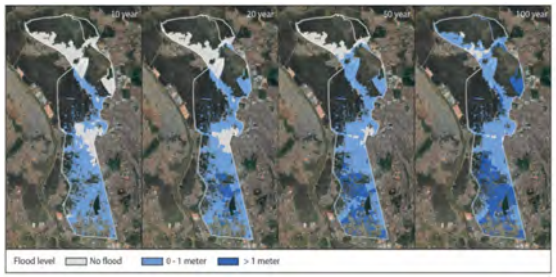
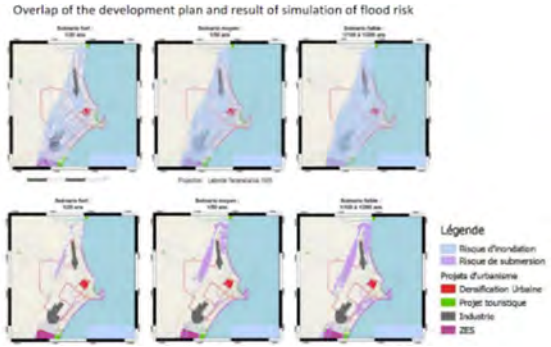
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等（ドナー動向・C/P 意向等）
14	マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定（Phase 2）（※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 同上	 ＜土地利用計画と水害対策プロジェクトイメージ＞	Phase1 によって対策として挙げられた中から、パイロットとして選定して実施する。	河川構造物やため池整備などのハード対策計画の策定、立地適正化計画の策定、リスクの周知と避難計画、区画整備計画の策定等を実施する。	【留意点】 - 候補地や内容はプロジェクトで選定し、モデルとして他地域への効果が大きいエリア（例えばマトラ川流域）や実施しやすいエリアを選定することが望ましい。
15	ダムのリハビリ技術に関するダム管理改善 【想定 C/P】 ARA Sul	 Massingirダム Corumanaダム  Macarretaneダム  Pequenos Limbombosダム ＜ARA Sul より提出された安全機能の近代化への支援を求める要請書に記載された対象とする 4 つのダム＞	マカレタンダムは竣工が 1956 年と古くその他ダムも含めて維持管理がほぼなされていない。 ダム維持管理や水文観測に必要な機器が故障あるいは元々ない状況が続いている。 ダム維持管理に必要な技能習得がなされていないため、適切な維持管理ができない。	マプト首都圏への水供給や洪水調整という視点からダムの安全性向上が必要。 ダム維持管理や計測に必要な観測機器の導入 ダム維持管理に係るキャパシティービルディング。 ダム運用規則の改善による洪水調節機能付加に係るキャパシティービルディング。	【留意点】 - 他ドナー（イタリア、ポルトガル）によって建設されたため日本の機器が使用できない可能性がある。 【確認事項】 - 洪水吐用の水門や放流口の状況確認

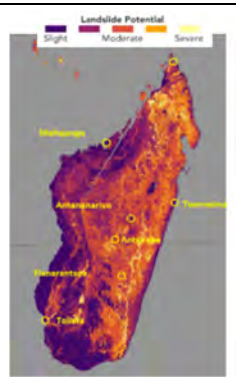
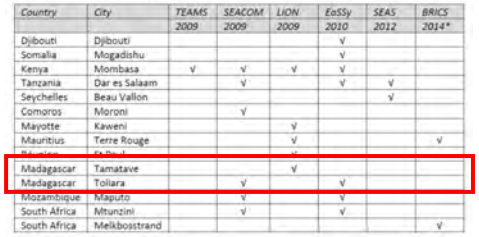
4.2　マダガスカル

- マダガスカルは、首都アンタナナリボが島の中央部にあり、その政治・経済の中心地まで東部のトアマシナ港から必要な物資を運ぶ必要があるにも関わらず、幅員 6m程度の脆弱な道路での輸送を余儀なくされている。峠道もあり、土砂災害による道路の寸断も日常的に発生していることから、最重要幹線である国道 2 号を中心とした「アンタナナリボ-トアマシナ都市経済軸防災・強靭化」が最も重要な施策として挙げられる。
- 一方で、首都のアンタナナリボも都市防災、トアマシナも都市沿岸部防災の課題解決が求められている。
- マダガスカルにおいては、数十年前に導入された旧式気象レーダーが破損したままであり、サイクロン襲来時の的確な気象予測ができないでいるため、レーダー雨量計の整備とその活用が望まれている。
- 産業の視点では、マダガスカルの農業の根幹を支えるアロチャマングル県周辺がサイクロンにより毎年被害を受けており、地域の安定的な産業発展に向けた防災対策が喫緊の課題である。
- 島嶼部であるマダガスカルでは、通信拠点・海底ケーブルの防災対策・強靭化なども重要な課題となっている。

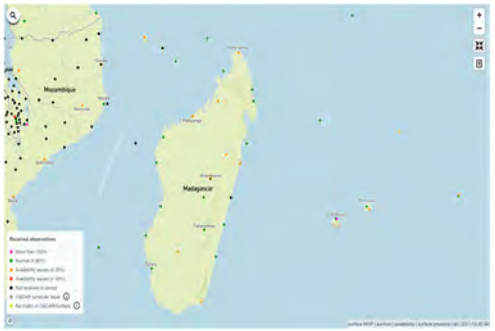
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
1	アンタナナリボ-トアマシナ都市経済軸防災・強靭化(国道 2 号土砂災害対策・機能強化) （※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 公共事業省（MTP）	 出典：TaToM 報告書, JICA, 2019	国道 2 号はアンタナナリボとトアマシナという主要都市を結ぶ国家成長戦略上重要な路線である一方、道路状況に課題があり、雨季やサイクロン襲来時には交通障害が発生し、都市・地域経済の発展に影響を及ぼしている。土砂災害に対しても脆弱な状況にある。	交通課題箇所・ボトルネック区間における斜面防災・法面対策、登坂車線整備等による防災対策・経済軸の強靭化	【確認事項】 - 災害被害・交通障害の発生状況・課題箇所の把握 - TaToM 計画との整合

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
2	気象観測・予報能力強化及び予警報能力向上（※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 運輸・気象庁気象総局(DGM)	   ＜老朽化し崩壊した気象レーダーと活発な過活動を気象ワークステーション＞	運輸・気象庁の機関で、サイクロン、洪水、旱魃(かんばつ)に係る気象予測を実施。天気予報を主体とする気象局と天気予報以外のデータ整理・解析・研究を実施する応用気象局から成る。年間予算は 3 億アリアリ前後。2012 年時点で 20 地点の気象観測箇所があるものの、観測地点の気温計や降雨計など基本的な計測器が古く、データ欠損が多い、精度が低いなどの問題がある。また、観測地点からの通信が携帯電話回線やラジオネットワークであるため、DGM は観測機器及び通信ネットワークを更新したい。気象レーダーは 30 年以上前に設置した故障したものしかなく、今はレーダーがない状況。	サイクロン襲来時の的確な気象予測のための必要な機材導入と能力強化が実施されることで、下記の目標を達成する。 ・レーダー雨量計や地上気象観測所の設置位置など基本的な検討を実施しこれら観測機器を導入する。 ・DGM が品質管理された気象データを用いて予警報を改善・発出し、公共及び防災機関に提供される。	【留意点】 - 運輸・気象庁気象総局ヒアリング結果によると、本ワークステーションの活動はマダガスカル全土の気象予報や事災害防止に役立っているにも関わらず、老朽化しており、更に僅かな機材で対応している状況。 - 気象レーダーが老朽化し破損している中、モーリシャス等に供与した気象レーダー等の機材があれば、南部アフリカの気象防災にも役立つものと想定される。(1989 年までは 3 台のレーダー雨量計を運用していた実績がある。) - 今後導入するレーダー雨量計や地上気象観測所の位置など基本的な検討から実施していく必要がある。 - DGM 職員数が 100 名未満、年間予算が 1,000 万円未満と、レーダー雨量計導入後の運用や維持管理などの実施に課題があるため、導入前に地上気象観測所による観測を先行して実施することも考えられる。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
3	アンタナナリボ都市圏水防災（ハザード分析～都市開発計画・防災インフラ整備） 【想定 C/P】 国家防災局(BNGRC)、アンタナナリボ平野洪水防御局(APIPA)、アンタナナリボ市 公共事業省(MTP)	 ＜Flood Assessment by WB＞	アンタナナリボ都市圏では、一部の都市部地域でサイクロン襲来時や長雨時に洪水（内水氾濫）が発生し、浸水被害が頻繁に発生しており、安全な暮らしや都市経済を脅かしている。 浸水リスクの高い地域も含め都市は急速に拡大しているが（都市拡大の約 50%が浸水リスク地域で進行との情報も有る）、防災インフラ（排水等）整備も遅れている。 ハザードマップ作成が十分に実施されておらず、都市開発・防災インフラ整備等を計画的に推進することが課題。	科学的な根拠に基づくハザード分析・ハザードマップの作成（大雨・サイクロンによる内水氾濫）、リスク分析（被害想定の把握）、総合的な防災対策計画の立案・パイロット事業実施（排水などの防災インフラ計画、都市計画（都市開発・土地利用・上下水等）、気候変動・防災推進に関する人材育成・能力強化　など	【留意点】 - 洪水対策（都市排水）などは AFD（フランス開発庁）、WB などのドナーによる支援を受けて様々なハード・ソフト対策を実施しており、プロジェクト実施の場合、調整が必要。
4	トアマシナ都市沿岸部防災（ハザード分析～都市開発計画・防災インフラ整備） 【想定 C/P】 国家防災局(BNGRC)、トアマシナ市	 ＜トアマシナ浸水シミュレーション(CPGU・WB)＞	トアマシナ都市圏では、サイクロン襲来時等に内水氾濫・高潮が発生し、浸水被害も頻繁に発生している。 浸水リスクの高い地域でも都市開発が進む一方、防災インフラ（排水施設・防潮堤等）整備も遅れている。 ハザードマップ作成が実施されておらず、都市開発・防災インフラ整備等を計画的に推進することが課題。	ハザード分析・ハザードマップの作成（大雨・サイクロンによる内水氾濫、高潮被害）、リスク分析（被害想定の把握）、総合的な防災対策計画の立案・パイロット事業実施（排水・海岸防護等インフラ計画、都市計画(都市開発・土地利用・上下水等)、気候変動・防災推進に関する人材育成・能力強化など	【留意点】 - WB が CPGU（予防・対策ユニット）を支援し、外水氾濫・高潮のハザード検討したレポートが 2020 年に発行されており、状況の確認が必要。 - 関係ドナーとの役割分担、調整・確認が必要。 【C/P 意向】 - BNGRC としては、自治体や大学を巻き込んでの防災計画・展開を支援していきたい意向。
5	農業灌漑施設の	—	農業が盛んなアロチャマング	農業施設・灌漑施設等	【確認事項】

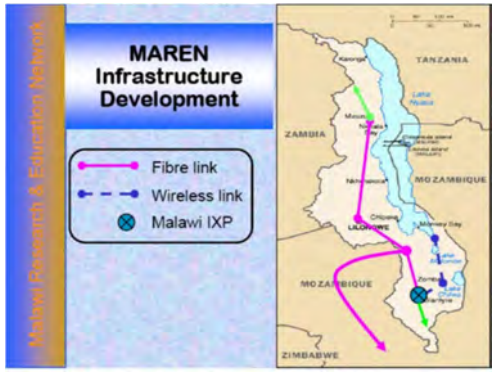
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
	防災対策・強靭化（アロチャマングル県周辺等） 【想定 C/P】 MAE		ル県周辺地区は、サイクロン等による被害を毎年受けている。JICA 農業支援プロジェクトも実施してきたが、当該地域の水災害対策、農業施設・灌漑施設等の防災対策が、地域の安定的産業発展に向けた喫緊の課題。	の防災対策・強靭化（詳細要確認）	- 災害被害・交通障害の発生状況・課題箇所の把握
6	国道 7 号防災対策・強靭化 【想定 C/P】 公共事業省（MTP）	 ＜国道 7 号位置図＞  ＜地滑りリスク＞	国道 7 号は、TaToM 経済軸の構想においても南西部の都市トゥリアラとアンタナナリボ間の交通軸として強調されている。 首都と南部地域を結ぶ重要な路線だが、国道 2 号と同様に国道 7 号の強靭化・土砂災害対策等が重要と考えられる。	交通課題箇所・ボトルネック区間における斜面防災・法面対策、登坂車線整備等による防災対策・経済軸の強靭化	【留意点】 - 路線の重要性を踏まえると、国道 7 号も重要路線であるが、優先度は国道 2 号の方が高い。 【確認事項】 - 災害被害・交通障害の発生状況・課題箇所の把握 - TaToM 計画との協調/整合
7	通信拠点・海底ケーブルの防災対策・強靭化 【想定 C/P】 Telma(EASSy) Orange(LION)	Table 7 Cable landing stations in East Africa  ＜アフリカの主な海底光ケーブル陸揚局＞	マダガスカル南西部トゥリアラに、海底ケーブル陸揚局があるが、災害によって被災した場合には国全体のインターネット接続が不可能となるリスク有り。※被災リスク要確認（台湾事例では、2006 年恒春地震でケーブル陸揚局が被災、海底ケーブルが破断し、復旧に 49 日要した）	トゥリアラの通信拠点・海底ケーブルの防災対策 具体的には、海底ケーブル陸揚局の電源系統を二重化する、バックアップ自家発電設備を追加する、などの対策をとり、陸揚局被災時の海底ケーブルへの給電停止による通信停止のリスクを低減する。	【留意点】 - マダガスカルには現在テルマ、オレンジなど通信会社が 3 つある。テルマは以前国営であったが、現在は完全に民営化されており、JICA の ODA で行う場合には民間企業への支援は難しい。

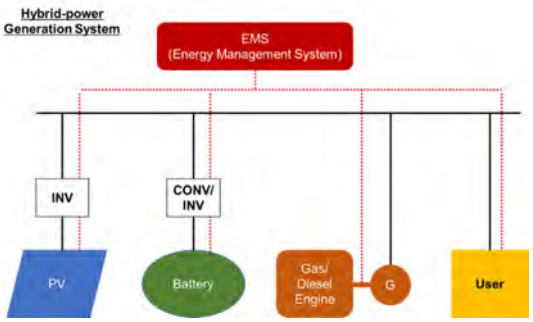
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
8	教育施設・医療施設の強靭化に向けた設計ガイドライン・指針の策定 【想定 C/P】 国家教育省 MEN、公衆衛生省	 ＜JICA 支援によるネパール学校耐震設計モデル＞	マダガスカルは国土全体的にサイクロン被害のリスクが高く、災害時には、医療施設や教育施設には多くの避難者・被災者が集まることが予想されるため、一定の強度・規模を確保しておく必要があると考えられる。サイクロン・強風対策基準が 2010 年に策定されているが、その後発生したサイクロン等で被害が発生していることから、この基準が実態として普及しておらず、また災害拠点となることが想定されているか不明である。	教育医療関連施設の自然災害に対する強靭化を図るための施設整備ガイドラインの策定及び普及促進	【確認事項】 - 学校・医療施設の災害被害発生状況 - 政府機関の強靭な教育・医療施設整備に向けた法制度・ガイドライン・マニュアル策定状況
9	雨量レーダー局と GDM 中央局の通信網整備 【想定 C/P】 運輸・気象庁気象総局(DGM)	 ＜復旧／追加を提案する気象レーダー局の位置とその観測範囲＞	マダガスカルには雨量レーダーが 3 台あるものの、3 台全てが 1989 年から故障しており、東から襲来するサイクロンの観測が困難。	マダガスカルに３～４台の雨量レーダーを配置し、気象観測網を強化することを提案する。雨量レーダーは既設の有人 Synop 局に併設することを検討しているがが、雨量レーダーのデータ（2Mbps 程度)を DGM 中央局に伝送するための通信網を検討する	【留意点】 - 有線（光ケーブル）の方が通信帯域は広いが敷設に時間がかかるため、マイクロ波無線通信網とどちらがより費用対効果が高いか比較検討が必要。 【確認事項】 - 既設通信網の現状 - 他ドナーによる支援計画の有無

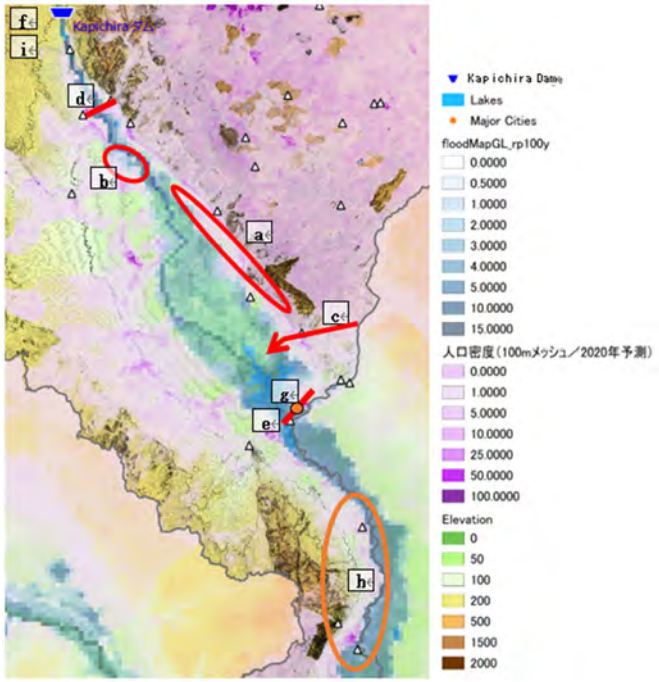
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
10	雨量レーダー局周辺 Synop 観測局との気象通信ネットワーク構築 【想定 C/P】 運輸・気象庁気象総局(DGM)	 ＜マダガスカル及びその周辺国の Synop 観測局位置図＞	マダガスカルには WMO で規定される Synop 観測局が合計 34 局あるが、その多くが機能していないため、気象情報のリアルタイム把握が困難。	No.2 で提案した雨量データ局に、周辺にある Synop 観測局のデータを集約し、雨量レーダーのデータに多重して DGM 中央局に伝送する通信システムを構築する	【留意点】 - 公衆移動通信網でテータ転送するか、VHF 帯を使用した専用無線回線を構築するか、通信の安定度の観点から比較検討が必要。 【確認事項】 - 既設通信網の現状 - 他ドナーによる支援計画の有無

4.3　マラウイ

- マラウイは、内陸国であり、その起伏に富んだ地形から雨季などにおける長期降雨やサイクロンによって地形的に低い地域での洪水被害などが多発している。特に地形的な制約から河川や1級道路が集中する谷沿いの地域がボトルネックとなって水害等の被害が常態化しており、対策が必要である。
- リロングウェやブランタイヤでは、都市機能が集積しているところや都市開発によって洪水リスクが高まっているところなどの都市構造の見直しを含めた対応が求められている。郊外部においても重要な都市幹線である国道1号や地方道路が洪水により頻繁に寸断されており、対策が重要である。
- サイクロン・イダイ以降、2022年1月に発生したサイクロン・アナによる被害も甚大であり、シレ川流域、カピチラダム、ブランタイヤ水公社等での被害に対応した施策も重要である。
- 洪水被害によるカピチラダムの崩壊によって国の電力の 1/3が消失していることや、ブランタイヤ水公社の抱える水力ダムがポンプアップに電力が必要なことから、それらの需要に柔軟に応えることができるハイブリッド発電の需要も検討する必要がある。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P意向等）
1	国内光回線ケーブルのバックアップ用無線回線の構築 【想定C/P】 MACRA, OCL	 ＜マラウイの国内光回線ケーブル網（幹線）＞	マラウイの国内光回線ケーブル網の幹線は、ムズズ～リロングウェ（首都）～ブランタイヤ（国際GW局）を結んでおり、この3都市に重要施設が集中するが、この3都市はハザードリスクも比較的高いため、災害時に通信設備または光ケーブル幹線が被災すると、マラウイ全国の通信に影響が及ぶリスクがある。	これら3都市を結ぶHFまたはVHF帯無線回線網を構築し、災害時のバックアップ回線とする。	【留意点】 - 開発協力方針の中で、どのように位置づけられるか、都市インフラ整備プログラムの位置付で実施可能かの検討が必要。 - 中国による支援で実施中の National Fiber Backbone Project との関係性の整理が必要。

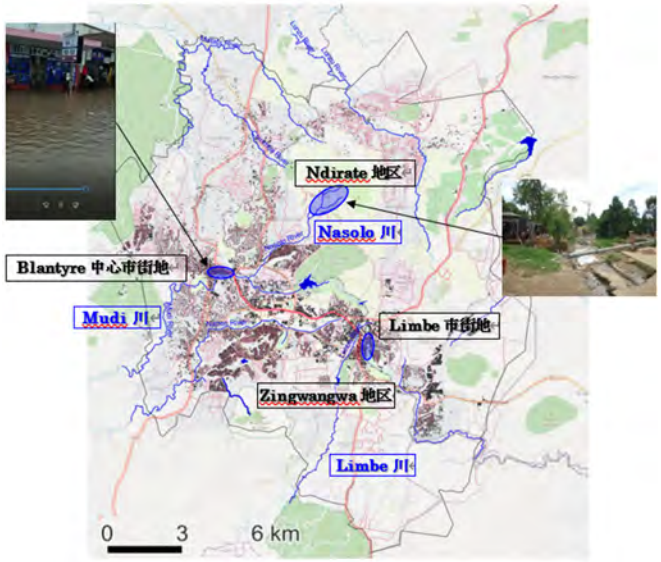
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
2	ブランタイヤ水公社の災害時対応能力強化 （※詳しくは5章に記載） 【想定 C/P】 BWB	—	南部ではサイクロン・イダイに伴う洪水によってポンプ場や井戸が甚大な被害を受けた。南部の中心都市であるブランタイヤはリロングウェに次ぐ人口を有し、国際物流の要でもあるため、迅速かつより良い給水施設の復興が可能な体制の構築が求められる。	リロングウェ水公社（LWB）への無償支援や技術協力プロジェクトは JICA を含む国際ドナーから継続して実施されている。 ブランタイヤ水公社（BWB）に対する危機対応能力や水道防災計画策定能力強化を提案する。	【留意点】 - JICA ではマラウイに対する継続的な技プロが実施中であり、そのコンポーネントに上下水道の防災主流化に関する事項を含めることが考えられる。 - 他ドナーの協力状況の確認が必要。
3	ハイブリッド発電設備導入 （※詳しくは5章に記載） 【想定 C/P】 EGENCO(発電公社)、ESCOM(送配電公社)、天然資源・環境省	 ＜ハイブリッド発電設備の制御システム＞	発電設備容量は需要に対して不足しており、都市部では停電が頻発している。 電源種を水力に依存しているが、降雨量が減少し利用できる水が少なくなっていること、また植生の減少により堆砂が進行している為、エネルギー戦略では電源の多様化が目標になっている。 EGENCO は主要な発電設備を、ESCOM は全ての送配電設備を保有しているが、財政難から容量不足が目立つ。IPP による太陽光発電設備の導入も進められているが、系統制約で開発にブレーキが掛かっている。 これまでサイクロンなどの影響は大きくないと見られていたが、2022 年 1 月のサイクロン・アナは国の最大電源を損傷し、ブランタイヤへの水供給が遮断される被害が出た。	重要な公共セクターまたは産業セクター向けに太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備として災害時にも電力供給を継続する BCP を実現する。また、系統制約に関係なく再エネを導入し、持続可能性を向上させる。	【留意点】 - どの程度系統制約が問題になっているかなどを確認し、ブランタイヤ水公社の発電設備計画との関連付けを図ることが必要。 - 日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 【確認事項】 - 既存ディーゼル発電設備へのハイブリッドシステム追加による電源の増強・稼働率の向上の可能性 - 安定した電力供給を求める都市圏の重要な公共セクター・企業の調査(リロングウェ・ブランタイア・Dwangwa(Illovo)) - 技術・経済性検討

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
4	シレ川下流域における治水対策マスタープランの策定（既存の National Resilience Plan の更新） 【想定 C/P】 主 C/P:災害管理局 (DoDMA)、関係機関：水資源機構 (NWRA)	 ＜シレ川下流域で想定される治水対策の位置図＞	シレ川下流域では河川氾濫による洪水被害が頻発しており、過去の JICA 調査において構造物対策と非構造物対策のベストミックスによる洪水対策の重要性が指摘されている。 現在 WB 支援により一部の構造物対策や非構造対策が検討され、一部の対策は治水対策の戦略策定を所管する DoDMA が策定した National Resilience Plan (NRP)に沿って実施されている。 一方で WB 支援により検討された対策のうち、下流部の放水路建設など大規模な対策などは未実施であり、近年の頻発する災害被害の状況に応じた更新が必要な状況である。	現時点では構造物対策と日構造物対策について、WB 支援のマスタープランの検討事項も踏まえて下記が想定される。 a,b:支川の護岸等 c:　放水路建設 d,e:国道１号、S151 道路の改善 f:　カピチラダム改修 g: 災害対応拠点整備 h: 洪水エリアの土地利用記載 i:　カピチラダムの治水機能の含む機能改善 なお、シレ川流域はマラウイ国内における農業生産の中心であるとともに国道 1 号が通過しおり、同流域の河川氾濫により農業・灌漑施設や道路への被害が発生している。包括的な治水対策を実施することで災害リスクを低減することができる。	【留意点】 - 同流域は WB 支援により治水インフラの整備計画が策定されており、同計画との整合性の確保が必要。 - DoDMA では事前防災の重要性を認識しているものの、依然として災害対応予算が大きく治水対策予算は比較的少ない状況にある。予算不足で必要な対策を講じられていない状況であるが、対策の優先度をつけた着実な治水対策の実施が必要。 - 具体の支援内容については、WB 支援により策定されたハザードマップを参照しつつ、検討が必要。 【確認事項】 - シレ川下流域の正確な流況把握

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
5	シレ川流域における道路防災対策 【想定 C/P】 MoTPW、RA	 ＜国道 1 号及び 2 級道路 151 線の被害箇所と国道 1 号の代替ルート構想＞	国道 1 号（M1）はマラウイを縦断すると同時に、同国における南北回廊、ナカラ回廊、ベイラ回廊を形成する重要な道路である。ところが、同国南部地域、特にシレ川流域では毎年洪水による被害が発生しており、国道 1 号もその被害を受けている。一方、2 級道路 151 号（S151）はシレ川左岸地域とバングラを結ぶ重要な地方道路であるが、過去のシレ川氾濫により流失され、現在も寸断されている状況である。	チクワワ付近の国道 1 号（M1）のシレ川横断部への橋梁の建設による国道 1 号の強靭化。これにより国際回廊としての機能が強化されるだけでなく、緊急輸送道路としての機能が強化され、南部地域で災害発生した際に緊急活動がより円滑になると期待される。 バングラ付近の 2 級道路 151 号（S151）の復旧と道路改良。これによりシレ川左岸地域からバングラへのアクセスを容易にすると同時に、国道 1 号のリダンダンシー強化にも寄与すると考えられる。	【留意点】 - 国道 1 号には橋梁建設のみならず、前後道路区間の嵩上げが必要。 - 前後区間を嵩上げした場合は、洪水による法面流失が懸念されるため、対策が必要。 - 2 級道路 151 号を復旧しても、国道 1 号の代替ルートとして利用するためには大型車の円滑な通行が可能になるように 151 号全線、または 2 級道路 152 号の改良が必要。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
6	カピチラダムの修復・運用改善 【想定 C/P】 主 C/P:災害管理局（DoDMA）、関係機関：水資源機構（NWRA）、灌漑局、発電公社（EGENCO）	 ＜カピチラダムの位置図及び被災箇所＞  ＜地点 A（左）及び地点 B（右）の被災状況＞	カピチラダムでは 2022 年サイクロン・アナでダムの堤体の一部が崩壊するなど大きな被害が発生被災しており、早期の復旧が必要である。一方で修復時に BBB の観点を踏まえた機能改善（治水機能の追加）を検討することでシレ川の治水対策に貢献可能と考える。 シレ川は上流域での降雨が流下し下流域の勾配がなだらかになる地域で浸水被害が頻発している。このため、シレ川下流域の直上のカピチラダムにおいて下流への流入量を抑制することで下流域での治水対策の負担軽減につながる。	下記の内容にかかわるダム修繕時の検討を行う。 ・ダムの洪水吐の運用 ・非常用洪水吐の検討 ・治水容量の確保のための のダム運用の検討 運用改善能力強化を実施することで、ダムの堤体崩壊という重大な被害を防止する管理につなげる。また治水容量の確保する運用を検討することで、下流域における治水対策にも貢献できる。	【留意点】 - ダム管理は、災害対策の戦略策定は DoDMA、運用は NWRA が担うほか、農業省灌漑局や EGENCO など関係機関が多いため、ダムに治水容量を持たせる場合は DoDMA のリーダーシップが重要。 - 関係機関の合意形成や地域住民を巻き込んだエリアマネジメントなどの手法活用も有効であると考えられる。 【確認事項】 - DoDMA への治水容量確保ニーズ - 関係者協議 - 構造上及び運用上で確保可能な治水容量確保（現状は発電用・灌漑用の利用のみを想定しているため）

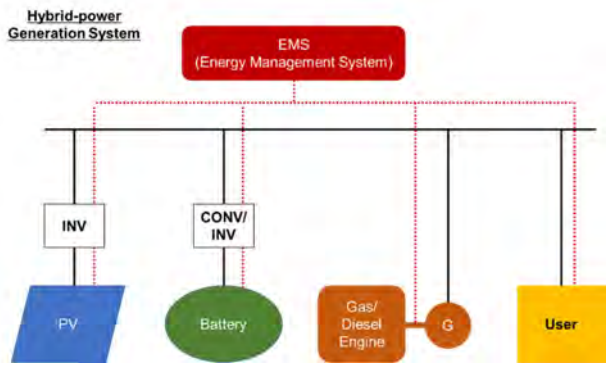
No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
7	リロングウェにおける GIS による 3D ハザードマップ作成、及び治水・排水マスタープランの検討を踏まえた土地利用計画策定 【想定 C/P】 災害管理局(DoDMA)、 リロングウェ市 地方自治・農村開発省	 ＜リロングウェ市の水の流れの概要と水害被害が頻繁に起こる地域＞	リロングウェ市内では雨季の降雨により洪水が発生し、地域間の移動が制限されるなどの被害が出ている。また、都市化による表面流水の増加により勢いのある流水により河岸や道路が洗堀される被害も起きている。 これらの状況を改善し、都市を強靭化させるため、以下が必要である。 ・ハザードの把握。水の流れを立体的に把握するハザードマップ ・市内の洪水を速やかに流すための総合的な排水・治水マスタープラン ・開発をコントロールする土地利用計画 ・計画を実行するための施策と実施体制の構築	・水の流れを正確に把握するためには地形を立体的に視覚化して把握することが効果的であるため、都市内ハザードの全体像を把握する３D ハザードマップを作成する。 ・水の流れの全体像を把握した上での治水・排水マスタープラン策定 ・上記計画に基づく構造物対策、非構造物対策を反映した土地利用計画の策定 ・土地利用計画に基づき適切な立地に住民を誘導していく施策の検討 上記を一連のプロジェクトとして実施することにより、被災しにくい都市構造を実現する。	【留意点】 - 一連のプロジェクトを実施するには、比較的長い時間が必要。 - 複雑な地形であることから、点での改善を行っても根本的な改善にはつながらないため、全体像を把握した面的な改善が重要。 【確認事項】 - 河川対策に関する詳細情報

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
8	ブランタイヤにおけるハザードを考慮した都市構造計画策定 【想定 C/P】 ブランタイヤ市 地方自治・農村開発省	 ＜ブランタイヤ市における水害被害を頻繁に受けるエリア＞	ブランタイヤでは、急速に都市が拡大しており、地滑りや洪水リスクの高いエリアに住宅地が広がりつつある。この状況から、都市構造を見直し、適切な土地利用により、ハザードの高い地域からより居住に適したエリアに居住地区を誘導するなどの施策が必要である。	WB の支援によるハザードマップを元に、都市構造計画の改訂を行う。 構造物対策、非構造物対策を踏まえて土地利用計画に反映させるとともに、インフォーマルエリアの居住を適切な地域に誘導していく施策の検討も行う。 これにより、都市の立地適正化を実現させ、被災しにくい都市構造の実現に繋げる。	【留意点】 - ブランタイヤ市では、WB により、ハザードマップの策定支援が行われている。 【C/P 意向】 - 市では、そのマップを踏まえて、都市構造計画の改定を行いたいと考えているものの、ハザード分析を踏まえた計画の策定支援を、ドナーに期待している。

4.4　ジンバブエ

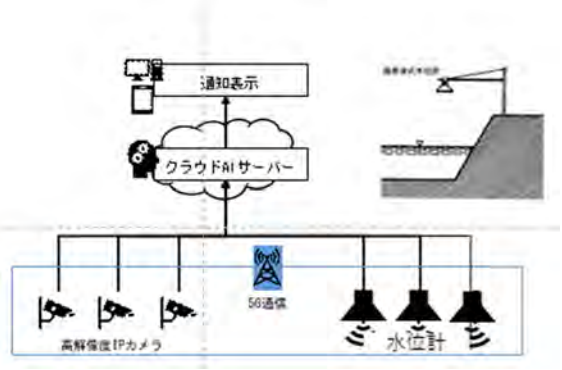
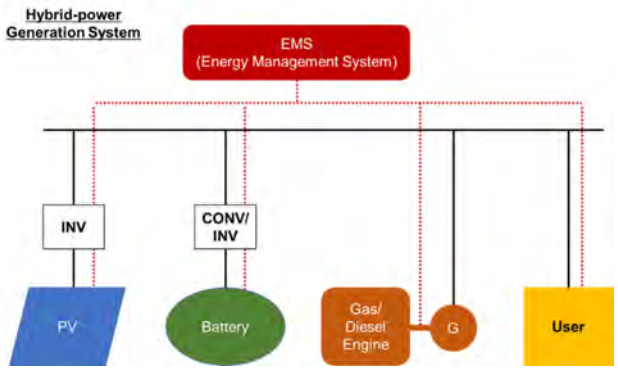
- ジンバブエではいずれの災害種についてもハザード分布は限定的であるため、経済損失ポテンシャルは大きな数字となっていないが、サイクロンによる農業、家屋、交通インフラへの被害は大きいものがある。一方で、現地渡航調査が実施できなかったため、現地での具体の協力・支援ニーズが得られていないため、文献調査を主体として案件の検討を行っている。
- 交通インフラを主眼にみると、首都ハラレは南北回廊とベイラ回廊等が交差する同国の交通の要衝であるが、洪水リスクのある地域であることから、国際回廊の渋滞解消と防災時のリスク分散の観点からのハラレ中心部を迂回する環状道路の整備ニーズが高まっている。
- 全土での電力供給設備の老朽化とメンテナンス不足、自然・再生可能エネルギー導入の政府方針を鑑み、ハイブリッド発電設備の導入を提案する。
- ジンバブエでは近年、ICT の普及と利用が急速に進んできており、都市部と農村部との ICT 格差を是正するために政府が支援を行っているコミュニティ情報センターの拡充を提案する。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
1	コミュニティ情報センターの拡充 【想定 C/P】 MoICTPCS	 ＜コミュニティ情報センター（外観図）＞	ジンバブエ政府は、都市部と農村部の ICT 格差を解消するため、農村部にコミュニティ情報センターを設立し、パソコンを配備しているが、通信回線が細いうえにパソコンなどの機材が不足している。災害発生時の通信ハブとして機能することが期待されているが、機材不足や通信路の脆弱性により、実現は困難。	コミュニティ情報センターの通信網を強化し、災害時の通信拠点として機能するようにする。具体的には、災害発生時に陸上の無線／有線通信が遮断されても最低限の通信ができるよう、バックアップの衛星通信回線を追加する。	【留意点】 - パソコンや関連機器の供与は我が国無償としては非現実的なので除外する。 - 全国的展開への戦略が必要であり、運営や維持管理に関する対応能力強化も検討が必要。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 （ドナー動向・C/P 意向等）
2	ハラレ環状道路建設 【想定 C/P】 MoTID	 ＜ハラレ市に集中する国道網と環状道路構想＞	ジンバブエの首都ハラレは南北回廊、ベイラ回廊等が交差する同国の交通の要衝であり、特にザンビア及びマラウイと南ア・ダーバン港を往来する大型トラックはハラレを通過するようになっているが、明確な環状道路が形成されておらず、これらの大型車両が都心を通過する。ところが、ハラレでも大雨による浸水被害が報告されており、ハラレ中心部で災害等が発生して通行困難となった場合はハラレを通過する国際回廊がマヒするリスクがある。	ハラレ都市圏の環状道路、またはハラレを迂回する南北回廊バイパスを整備する。通常時はハラレ中心部の交通対策となり、非常時は国際回廊の通行を確保し、ジンバブエのみならずザンビアやマラウイの国際貨物輸送ルートの確保にも寄与すると考える。	【確認事項】 - ハラレの交通状況の現状 - 災害発生状況 - 土地利用状況 - 最新の都市計画 等
3	ハイブリッド発電設備導入 （※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 ジンバブエ電力会社(ZPC)、ジンバブエ電力送電・配電会社(ZETDC)、エネルギー・電源開発省	 ＜ハイブリッド発電設備の制御システム＞	全土で設備の老朽化とメンテナンス不足となり、実供給能力は需要に対して 30-260MW 不足(2015 年)、新規接続も難しくなっている。 料金滞納により SAPP から追加供給を受ける事もできない。 再生可能エネルギーを導入し、持続可能性・経済性を向上させようという政策も存在する。	重要な公共セクターまたは産業セクター向けに太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備として災害時にも電力供給を継続する BCP を実現する。また、系統制約に関係なく再エネを導入し、持続可能性を向上させる。	【留意点】 - 日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 【確認事項】 - 安定した電力供給を求める都市圏の重要な公共セクター・企業の調査(ハラレ・ブラワヨ・グウェル) - 技術・経済性検討

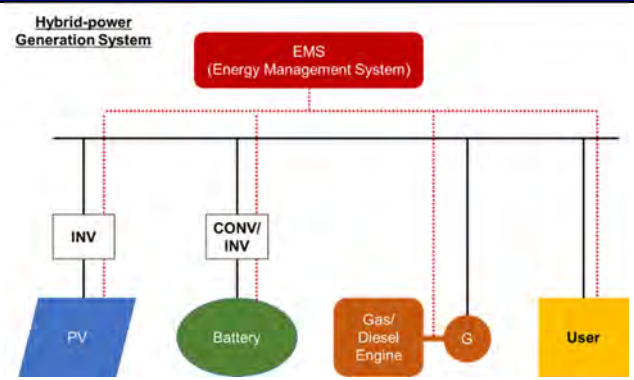
4.5　モーリシャス

- モーリシャスにおいては、各国のドナー支援が充実しているほか、自らも積極的に防災対策や防災事前投資を続けているため、基本的な防災対策に対する喫緊の課題は少ない。
- 一方で、小規模な島嶼部であり、電力供給の問題や豊かな自然環境を保全するためにも自然・再生可能エネルギーの積極的な導入を政府として推進しているため、ハイブリッド発電設備の導入を提案する。
- また、モーリシャスの最大の災害リスクである地すべりへの対策は、これまでJICAも積極的に支援をしてきており、その後の先進的なIoT活用の取り組みとして5Gネットワークに IoT 機器を接続した防災モニタリングネットワークの提案を行っている。
- 更に6章では、モーリシャスが中心となった広域ネットワークのなかで防災プラットフォームでの人材育成の仕組みを提案している。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等（ドナー動向・C/P 意向等）
1	5G ネットワークに IoT 機器を接続した防災モニタリングネットワーク 【想定 C/P】 ICTA(Information and Communication Technologies Authority)	 ＜5G ネットワークに IoT 機器を接続した防災モニタリングネットワーク（イメージ図）＞	モ国公共インフラ・陸上交通省向け　地すべり対策ユニット「モーリシャス国斜面災害対策支援」(2015 年完了)を見ると、同国では斜面災害（地すべり、斜面崩壊、落石、土石流等）への対応能力の強化が求められている。 ICTA Annul Report(2019)では、5G のネットワーク整備が国策とされている。	IoT センサ（IP カメラと必要に応じて水位計）を地滑りが発生する可能性のある場所に設置し、5G 回線網でリアルタイムに送信する。併せて都市 OS などのデジタルプラットフォームを導入し、IoT で観測した地滑りデータと人流データなどを掛け合わせることで、災害時の避難情報をより正確かつ効果的に提供する。	【留意点】 - 防災省・IT 省等他省庁との意向調整が必要。
2	ハイブリッド発電設備導入 （※詳しくは 5 章に記載） 【想定 C/P】 エネルギー省（MEPU)、中央電力委員会（CEB)・省エネ庁（EMMO)・再エネ庁（MARENA)	 ＜ハイブリッド発電設備の制御システム＞	現在の電源開発計画は、電力を可能な限り低コストで供給すること、電力の需要と供給のバランスを効果的にとること、国家政策の根本に掲げられる持続可能性を高める事を掲げている。 しかし電源種として火力発電への依存度が高く、石炭と重油が発電量の 7-8 割を占め、水力資源は開発し尽くされている。 太陽光発電は有力な電源種だが、出力が変動しやすく、系統規模の小さい離島部への導入量は限定される。	ロドリゲス島の重要な公共セクターまたは産業セクター向けに太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備として災害時にも電力供給を継続する BCP を実現する。また、系統制約に関係なく再エネを導入し、持続可能性を向上させる。	【留意点】 - 日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 【確認事項】 - 安定した電力供給を求める公共セクター・企業 - 離島部であるロドリゲス島でのニーズ/系統制約状況 - 技術・経済性検討

4.6　セーシェル

- セーシェルも小規模な島嶼部であり、モーリシャスと同様の問題を抱えている。これまでに JICA 支援でハイブリッド発電導入マスタープラン(2016)が実施され、自然・再生可能エネルギーの積極的な導入のため FIT の導入を検討中であり、ハイブリッド発電設備の導入を提案する。

No	防災施策案	位置図・関連図	防災課題・リスク等	施策内容・効果等	留意点・確認事項等 (ドナー動向・C/P 意向等)
1	ハイブリッド発電設備導入 【想定される C/P】 環境・エネルギー省、セーシェルエネルギー委員会	 ＜ハイブリッド発電設備の制御システム＞	電力供給コストの低減と持続可能性の向上の為、現在の政策として 2030 年までに再エネ電力比率を 15%にする事、またエネルギー省単独だが 30 年までに再エネ電力 100%とする計画立案中である。 しかし実際は 9 割以上の電力がディーゼル由来である。 財政難に加え、小さい系統規模が太陽光などの変動型再エネ電力の導入を妨げている。 (蓄電池を使わない事を前提とした既往 JICA 調査ではマヘ島で 10MW,プララン島で 2MW が限界)。	系統制約の厳しい地域に、日系重工メーカーと協力して太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、系統制約に関係なく再エネを導入しつつ、安定した電力供給を実現する。	【留意点】 - 日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 【確認事項】 - 安定した電力供給を求める都市圏の重要な公共セクター・企業 - 観光セクター・工業団地でのニーズ - 既存ディーゼル発電設備へのハイブリッドシステム追加による再エネ比率の向上可能性 - 技術・経済性検討

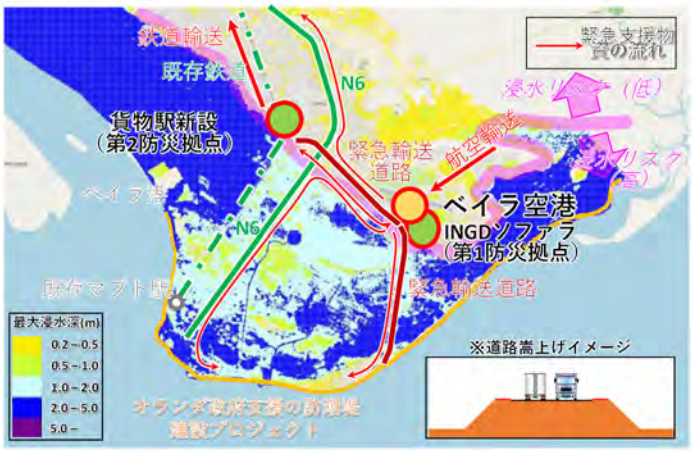
第5章 防災協力施策の提案

各国の防災と課題に関する情報収集・分析を行い、各国の優先すべき防災施策について前章で整理した。その上で、政府機関や現地のニーズについて現地調査等を通じて把握した結果、JICAの防災協力施策案として、以下の事業が考えられる。事業の実施可否は今後、個別に検討されるものである。

防災協力施策案ごとの概要を次頁以降に示す。

1) ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成（モザンビーク）
2) ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充（モザンビーク）
3) 灌漑・排水システム改修・改良プロジェクト（モザンビーク）
4) マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定プロジェクト(モザンビーク)
5) 国道2号土砂災害対策・機能強靭化（マダガスカル）
6) 気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（マダガスカル）
7) ブランタイヤ水公社の災害時対応能力強化プロジェクト（マラウイ）
8) ハイブリッド発電設備導入準備調査（マラウイ）
9) ハイブリッド発電設備導入準備調査（ジンバブエ）
10) ハイブリッド発電設備導入準備調査（モーリシャス）

5.1　モザンビーク：ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成

事業名（案）	ベイラ市における非常時ロジスティックハブの形成
想定するC/P	モザンビーク国立災害対策機関（INGD）、ベイラ市、モザンビーク空港公社（ADM）※ベイラ空港、モザンビーク港湾鉄道公社（CFM）、モザンビーク道路公社（ANE）
想定スキーム	協力準備調査、無償資金協力
協力期間	協力準備調査：12か月、無償資金協力：2年
位置図・関連図	 ＜非常時ロジスティックハブを中心とする緊急輸送ルートの提案＞
受益者	災害時に支援を必要とするベイラ市及び周辺地域（ソファラ州人口約150万人）
背景	**非常時ロジスティックハブ形成の必要性** ベイラ市はソファラ州及びその周辺地域の拠点となる中核都市であるが、サイクロンを含む自然災害に脆弱な都市であり、2019年に発生したサイクロン・イダイによる被害からの復旧作業は未だに実施されている状況である。当時、国道6号やベイラ港も被害を受け、災害発生後、道路と港湾を利用した緊急支援物資の輸送は困難であった。しかし、周辺に比べて標高の高いベイラ空港と、嵩上げされている鉄道は被害が少なく、国内外からの緊急支援物資の輸送に大きな役割を果たした。現在、世界各国からの支援の下、ベイラ市では様々な防災対策が実施されているが、災害発生時においても効率的かつ円滑な救護・復旧等の緊急活動、緊急支援物資の輸送を可能とする緊急時ロジスティックルートの確保は不可欠であり、空港・鉄道インフラを活用した非常時ロジスティックハブの形成はベイラ市の防災対策として重要である。 **ベイラ空港の現状** ベイラ空港はベイラ市のみならずソファラ州を含む周辺地域の航空需要を担う重要地方空港である。サイクロン・イダイ等により旅客ターミナル、貨物ターミナル、格納庫、倉庫等の空港施設は被害を受け、未だに復旧されていない。貨物ターミナル、格納庫、倉庫の被害は主に強風に飛ばされた屋根である。1974年に建設された貨物ターミナルは貨物取扱量に対して必要以上の規模を有しており、一部しか使用されていない。使用されていない貨物ターミナルは2,300m^2（推定）ほどの広さを持ち、災害発生時には避難所等として活用することが考えられる。従って、空港施設の改修を通して、非常時の緊急支援物資の輸送拠点のみならず、地域全体の防災拠点としての機能を持たせることが期待できる。 **既存鉄道の現状** ベイラ市区間の鉄道は複線となっており、海岸付近のベイラ港から、マラウイ、ジンバブエ、モザンビーク内陸部のテテまで延びている。これらの路線を利用して、セメント、燃料、コンテナ、石炭、木材等が輸送されているが、2019年に輸送された貨物の86%はテテからの石炭である。また、ベイラ駅の利用客数は不明であるが、ベイラ駅を発着する三つの旅客路線の年間利用客数は約151万人である（以上、2019年CFM統計）。既存のベイラ駅は海岸付近に位置するが、サイクロン・イダイ時に浸水被害はなかった。しかし、同規模のサイクロンと高潮が同時に発生した際はベイラ駅も浸水する可能性が高く、鉄道を利用した緊急支援物資の輸送は困難となる。したがって、浸水リスクの低い区間で荷役ができるようにすれば、非常時の緊急支援物資の輸送拠点として期待され、また、緊急活動スタッフ、避難民・被災者等のためのスペース・施

	設を整備すれば、防災拠点としての機能も期待される。 **C/P の認識** サイクロン・イダイ時の実績から、INGD は鉄道を利用した被災時の緊急支援物資輸送に期待している。
目標	➢ サイクロンと高潮の同時発生によりベイラ市及びその周辺地域に災害が発生した際にも確実に機能する非常時ロジスティックハブを確保する。 ➢ これらのロジスティックハブを防災拠点とし、災害発生時における円滑な緊急支援活動を可能とする。 ➢ 更に、これらの防災拠点を中心とする緊急輸送ルートを確保し、迅速な復旧、住民の安全を確保する
実施内容	➢ ベイラ空港の防災拠点化（サイクロン・イダイにより破損した貨物ターミナル、倉庫等の復旧、災害発生時における緊急活動スタッフや避難民・被災者のためのスペースの確保等） ➢ 既存ベイラ駅の浸水被害に備え、貨物駅（簡易型）を新設する。また、その防災拠点化を実施する（災害発生時における緊急活動スタッフ専用スペースや避難民・被災者収容施設等の確保等）。平常時の活用案については C/P との協議が必要であるが、バスや大型トラック等の駐車場、サービスエリアのような公共スペースとしての活用や、通常時の物流拠点としての活用が考えられる。また、緊急活動スタッフ専用スペースや避難所・被災者主要施設として提案する公共ビル、倉庫等の代わりに体育館のような室内スポーツ施設を整備して同様の機能を確保することも考えられる。 ➢ ベイラ空港と新設駅間の既存道路（4.6km）及びベイラ空港と海岸道路を結ぶ道路（5.2km）の強靭化（リハビリと、浸水リスクの高い区間の道路嵩上げ等） ➢ ベイラ空港及び新設駅と、他の運輸交通インフラ（道路・港湾）とのスムーズな接続
案件規模（億円）	➢ 協力準備調査：0.8 億円 ➢ 無償資金協力：30.0 億円 - ベイラ空港貨物ターミナル等の改修：3 億円 - 貨物駅用地造成（荷役ヤード、舗装)）：1.5 億円 - 貨物駅への公共ビル、倉庫等の建設：3.5 億円 - 鉄道敷設（1km 想定）：7 億円 - 空港～貨物駅間道路の改修：5 億円 - 空港～海岸道路間道路の改良：10 億円
留意点	➢ 非常時ロジスティックにおける鉄道の活用可能性については INGD も認識しているが、貨物駅の設置、ベイラ空港及び貨物駅の防災拠点化については認識がないため、INGD を含め、関係機関との協議が必要である。 ➢ 現在、ベイラ市では様々な開発プロジェクトが計画されているため、協力準備調査では最新情報の確認と調整が必要である。 ➢ 貨物駅とベイラ空港間、ベイラ空港と海岸道路間の道路については、必要に応じて嵩上げ等の浸水対策を検討するなど、洪水等の災害発生時における緊急輸送道路としての機能に留意して検討する。 ➢ ベイラ空港の防災拠点化が困難な場合は貨物駅に提案する防災拠点機能を更に強化するなどの対応を検討する。例えば、支援スタッフの活動空間、倉庫、避難所等の施設の拡大等が考えられる。 ➢ できるだけ住民移転を最小化するように駅位置を検討する。 ➢ プングエ川付近では毎年洪水が発生しており、鉄道は嵩上げされているにもかかわらず浸水被害を受けており、復旧完了まで列車運休が発生している。その詳しい発生状況については確認が必要である。 ➢ サイクロン・イダイ発生時には滑走路延長（2,400m）の制約のため、満載の大型機の離着陸ができず、マプト空港での積み替えが必要であった。また、緊急支援物資輸送のための航空機離着が急増し、駐機場の容量が不十分だった経緯がある。非常時空港機能の強化のためにはこれらについても改良が望ましいが、平常時のメンテナンス費用や費用対効果の観点からは優先度が下がると考えられる。この件についても更なる検討が必要である。 ➢ 現時点ではベイラ空港の防災拠点化のための旅客ターミナル改修は想定していない。しかし、C/P 協議等を踏まえ、必要に応じてはその検討も必要である。

5.2　モザンビーク：ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充

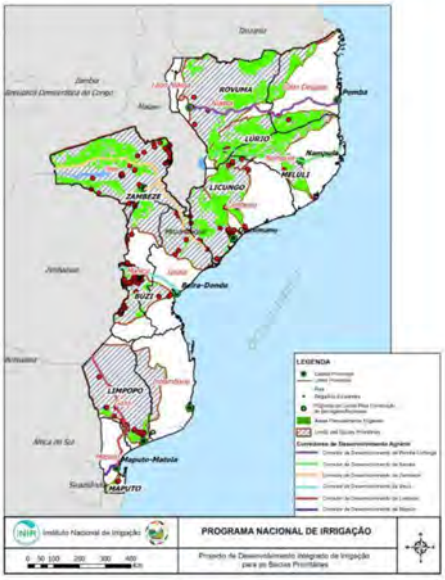
事業名（案）	ベイラ空港の航空交通管制システムの拡充
想定するC/P	モザンビーク空港公社（ADM）・ベイラ空港、
想定スキーム	協力準備調査、無償資金協力
協力期間	協力準備調査：10か月、無償資金協力：2年
位置図・関連図	 ＜ベイラFIR、ベイラACC、マプトACCの範囲＞
受益者	年間利用者（ADM）約200万人（2019年基準）
背景	**ベイラ空港の現状** ベイラ空港は、当該空港を離着する航空機のみならず、マプト空港を中心とする一部エリア以外のモザンビークの領空の高高度を飛行する航空機の監視・管制、ベイラ飛行情報区（FIR）の洋上を飛行する航空機の監視・管制を行っており、モザンビークの上空を飛行する航空機にとっては同国で最も重要な空港となっている。ところが、ベイラ空港には最新の航空管制システムが導入されておらず、保有する航空交通管制システムの多くは更新時期を過ぎているため、ベイラ空港が管理する空域の高高度の航路安全、及びベイラ空港を着陸する航空機の安全が確保されていない状況である。このような状況が続くと航空事故の発生可能性は否定できず、このようなリスクを回避するためにベイラ FIR を通過またはモザンビークに就航する便数が減少すると、直接的には航行援助施設利用料等の収入が減少し、海外からの訪問者数も減少すると考えられ、国家経済にも影響を及ぼす。また、ベイラ市を含む周辺地域ではサイクロンを含む自然災害が頻繁に発生しており、ベイラ空港はその地域における重要な防災拠点としての機能を有していることから、緊急支援物資の輸送のためのベイラ空港の機能強化の観点からも航空管制システムの拡充は急務となっている。 **モザンビークにおける飛行情報センター及び航空交通管制部** モザンビークにおける飛行情報センター（Flight Information Center、以下「FIC」）はベイラに設置されており（ベイラFIC）、高高度を飛行する航空機の管制を行う航空交通管制部（Area Control Center、以下「ACC」）はベイラ空港とマプト空港に設置されている（それぞれベイラACCとマプトACC）。 南緯22度以南はマプトACCが、南緯22度以北はベイラACCが航空管制を行っている。ただし、マプトACC対象地域外の洋上についてはベイラFICが管制する。ACCが機能停止すると、管轄する地域の高高度は飛行できなくなる。ベイラFICが機能停止すると、国内の全ての空港では離着陸ができなくなり、モザンビークを通過する国際線はルートを変更し、ベイラ FIR の外側を飛行することとなっている。ベイラ空港の緊急時対応計画（Contingency Plan）によると、ベイラFICが機能停止となり、その状況が長期化する恐れがある場合は、その機能をマプト空港に移管することとなっている。しかし、マプトACCには洋上管制のためのHF通信機器が導入されていないなど、ベイラFICの全ての機能を復活させることはできない。

ベイラ空港における航空交通管制システムの導入状況

システム	保有状況
管制通信制御装置 VCCS: Voice Communication Control System	• 導入モデル：SITTI MULTFONO M600S/77.971 • 導入時期：2009 年 • 現状：老朽化 • 更新等の要否：アナログ方式で ATM への統合ができないため、更新が必要
超短波通信装置 VHF (Very High Frequency) Communication System	• 導入モデル：T6T & T6R • 導入時期：1988 年 • 現状：老朽化 • 更新等の要否：デジタル方式に更新予定のため、更新不要 ※更新予定の内容 航空路管制用(ローカル／リモートステーション)：デジタル送信機及びデジタル受信機それぞれ 6 台 飛行場管制・ターミナル管制用：デジタル受信機 4 台、予備用のモバイル送受信機（バッテリー内蔵）2 台
短波通信装置 HF (High Frequency) Communication System	• 導入モデル：INVELCO • 導入時期： 2021 年 • 現状： 2021 年 12 月 29 日に運用開始。受信機が 1 台しかないため、ICAO 基準（6 台）を満たしていない。 • 更新等の要否： ICAO 基準を満たし、リダンダンシーを確保するため、1KW 送信機 1 台、受信機 7 台（予備 2 台を含む）、カプラー1 台を含むその他インターフェースが追加で必要
国際航空交通情報通信システム AMHS: ATS Message Handling System	なし（2022 年にマプト空港に設置予定の AMHS はベイラ空港にも繋がる予定のため、協力の必要なし）
自動従属監視－放送 ADS-B: Automatic Dependent Surveillance - Broadcast	• 導入モデル：INTELCAN • 導入時期： 2016 • 現状： 運用中 • 更新等の要否：ソフトウェアの更新が必要
衛星通信用の超小型地球局 VSAT: Very Small Aperture Terminal	• 導入モデル：PolarSat • 導入時期：- • 現状： 設置完了。承認後、2022 年中に運用開始予定 • 更新等の要否：更新不要
国際航空固定通信網 AFTN: Aeronautical Fixed Telecommunication Network	• 導入モデル：COPPERCHASE • 導入時期：2008 • 現状： 2017 年 12 月より使用停止 • 更新等の要否：AMHS に更新される予定のため、更新不要
超短波全方向無線標識／距離測定装置 VOR/DME: VHF Omnidirectional Range with a Distance Measuring Equipment	• 導入モデル：512 D/721 THOMSON • 導入時期：1993 • 現状： 運用しているが、老朽化 • 更新等の要否： 更新が必要
マルチチャンネル音声レコーダー Multichannel Voice Recorder	• 導入モデル：- • 導入時期：2007 • 現状： 運用しているが、老朽化 • 更新等の要否： 更新が必要
集中メンテナンス管理システム Centralized maintenance Management System	設置されていないが、維持管理サービスの現代化のために ADM は設置を希望している。
空港気象ドップラーレーダー Airport Doppler Radar	• 導入モデル：不明（ドイツ政府支援で導入） • 導入時期：2007 • 現状： 故障しているため、使用停止 • 更新等の要否：ダウンバーストの迅速な検出により航空機離着陸の安全を確保するために改修が必要

目標	ベイラ空港が保有する航空交通管制システムの拡充・更新を行い、ベイラ飛行情報区の高高度・洋上を飛行する航空機、及びベイラ空港を離着陸する航空機の安全を確保する。
実施内容	➢ 次世代航空保安システム（New Communications, Navigation ,Surveillance and Air Traffic Management（CNS/ATM）System）の導入（必要に応じてマプト空港やその他空港への導入を含む） ➢ 使用していない空港気象ドップラーレーダーの改修・再稼働 ➢ その他、必要に応じて航空交通安全と関連する施設・設備の拡充
案件規模（億円）	➢ 協力準備調査：0.8 億円 ➢ 無償資金協力：17 億円 - 機材：15 億円 - 設計・施工：2 億円
留意点	協力案を検討する上で必要となる以下情報について、本調査では確認が取れていないため、基礎情報収集・確認調査などで追加の情報収集が必要である。また、その結果を踏まえ、協力内容と協力金額を具体的に検討する必要がある。 **ベイラ飛行情報センターのバックアップ体制・システム** ➢ ベイラ空港の緊急時対応計画（Contingency Plan）により、ベイラ FIC の機能がマプト空港に移管することとなった場合、そのバックアップ体制・システムについては本調査で確認できていない。同バックアップ体制・システムを確認し、必要に応じてマプト空港を含む他空港へのシステム導入についても検討が必要である。また、以下についても合わせて調査が必要である。 - モザンビークの各 ACC における管制運用の状況と交通量、導入されているシステム - 近隣国との管制運用上の調整方法 - モザンビーク国及び周辺国の CNS/ATM システムに関する将来計画 **現在のベイラ空港及び ADM の航空管制官の人数、バックアップ体制** ➢ これに関する調査を実施し、拡充された航空交通管制システムが運用可能な体制になっているかの検討、なっていない場合の対策の検討が必要である。 ➢ 脆弱な ADM の財政状況のため、航空交通管制システムを含む空港施設全般について適切な維持管理ができていない状況であることに注意が必要である。 航空交通管制システムの必要性 ➢ 既述の「ベイラ空港における航空交通管制システムの導入状況」において、更新が必要とされている機材の必要性の確認が必要。 ➢ 航空保安の観点から新規導入が必要な機材があるか否かについても検討が必要。

5.3　モザンビーク：灌漑・排水システム改修・改良プロジェクト

事業名（案）	モザンビーク国ザンベジア州灌漑・排水システム改修・改良プロジェクト
想定するC/P	農業・農村開発省 Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MADER)、国立灌漑研究所 Instituto Nacional de Irrigação (INIR)
想定スキーム	無償資金協力
協力期間	3年
位置図・関連図	 ＜国家灌漑計画＞主要８河川流域 緑：灌漑ポテンシャルエリア、斜線：重点流域
受益者	洪水の影響を受けた農家
背景	**モザンビークにおける農業の概要** モザンビークにおいて農業セクターはGDP の26.0%、輸出額の12.6%を占め、就労人口の70.2 %が従事する基幹産業である。しかし、農業に従事する人の多くが、天水に依存した低投入・低生産性の自給自足型農業を営んでおり、収入は著しく低い。主食であるキャッサバ、メイズ等は国内供給でまかなえているが、米については多くが輸入に頼っている状態である。また、慢性的に食糧不足であり、気候変動や自然災害によって状況は悪化している。 モザンビーク政府は、国家開発戦略戦略（2015-2035）の中で農業・漁業の変革を重点分野の一つとしており、戦略として①農業の生産性の向上、②農畜産物生産の商業化を掲げている。2035 年までに達成すべき農業分野の目標として主要穀物の収量が指標に設定されているが、そのリスク要因として、灌漑地域での洪水や天水農業地域での干ばつ等が示唆されている。そのため、灌漑地域周辺を守るインフラ（ダムや防潮堤）の建設、天水農業における代替灌漑技術の導入、農業保険の導入が提案されている。 **灌漑開発に関するドナーの支援状況** 水資源開発マスタープラン（2018）を踏まえ、農業・農村開発省はインフラ整備の観点から国家灌漑プログラムとの整合性を確認した（上図斜線部が灌漑重点流域）。現在策定されている灌漑開発計画のうち、リンポポ川流域のチョクエ郡、インコマチ川、ブジ川、ザンベジ川流域でサトウキビの栽培を行うことを最も重要視している。 WBによる「MZ PROIRRI Sustainable Irrigation Development (2011-2018)」では、3州（マニカ、ソファラ、ザンベジア）において4,200haの灌漑排水施設の改修・新設を実施した。「Smallholder Irrigated Agriculture and Market Access Project (IRRIGA 1) (2018-2024)」では、4州（マニカ、ナンプラ、ソファラ、ザンベジア）において3,000haの灌漑施設整備を行ったが、2019年のサイクロン・イダイにより1,700haが被災した。AfDBは、ガザ州シャイシャイ郡で3,050haの灌漑施設改修を実施した。2006年にはモザンビーク政府が中国湖北省にガザ州シャイシャイ郡の 1,000ha を割り当て、米生産農場が建設された。灌漑施設を改修し、20,000ha まで拡大する予定であり、これをモデルと

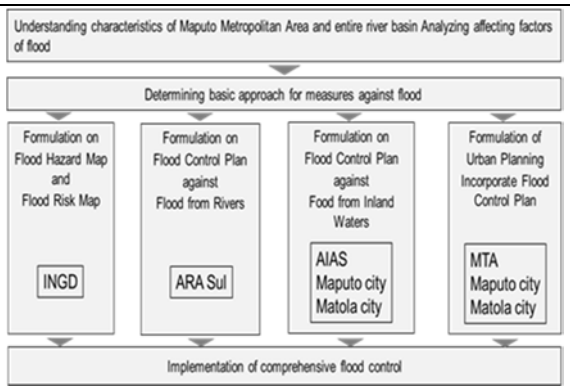
	して周辺農家（10 万 ha）が米栽培を行うように働きかけている。2014 年にはチョクエ郡でも 6,000ha の灌漑開発を計画している。 わが国の農業開発分野の援助方針は、農村部住民の生計向上、農業・農村開発の行政能力向上支援、米増産支援、栄養改善である。これまで JICA は、「ショクエ灌漑システム改修計画 (2002)」において 2000 年の洪水で被災した G ガザ州チョクエ灌漑システムの幹線水路及び取水口・水位調節堰の改修、水路横断施設 2 ヵ所の新設を支援した（灌漑総面積 26,030ha）。また、「ショクエ灌漑スキーム小規模農家総合農業開発計画(2007-2010)」及び「ショクエ灌漑地区稲作生産性向上プロジェクト（2011-2014）」、「ザンベジア州ナンテ地区稲作生産性向上のための技術改善プロジェクト（2011 -2015）」、「ザンベジア州コメ生産性向上プロジェクト(2016-2022)」を通じて、ガザ州、ザンベジア州の灌漑地区を対象に稲作技術向上、農民組織強化を支援している。 **農地及び灌漑施設の洪水リスク** 水資源開発マスタープランで実施されたモザンビーク全土の洪水リスク分析の結果、リンポポ川流域であるガザ州及びザンベジ川流域のソファラ州、ザンベジア州は洪水に対して脆弱である。 近年のサイクロン及び豪雨では、2013 年にはリクンゴ流域のガザ州チョクエ郡及びシャイシャイ郡（チクンバネ地区）、2015 年にはリクンゴ川流域のザンベジア州、2019 年にはザンベジ川流域のザンベジア州で灌漑施設が甚大な被害を受けている。 **支援の必要性** モザンビークの米の需要を満たすためには、洪水から農地を守りつつ、米の生産性向上を図る必要がある。特に、ザンベジア州はモザンビーク最大の稲作地帯であるため、被災した場合にはモザンビーク国内の食料不足を招くこととなる。そこで、リクンゴ川またはザンベジ川の堤防改修を含めた灌漑・排水システムの改修・改良を行うことで農地及び灌漑・排水システムの洪水被害を軽減することが重要である。 例えば、チンデ地区におけるザンベジ川の堤防建設計画地を対象範囲として、河川堤防及び灌漑施設の改修、適切な稲作技術の導入が支援され、洪水の被害がなかった場合の米収量を 4.1 トン/ha[208]とすると、約 28 万人分[209]の米消費に対応できる。これは、米を輸入した場合の費用 3.3 百万 US ドル[210]を削減できる。
目標	上位目標：対象地域の農業における水害リスクが軽減する。 プロジェクト目標：洪水によって影響を受けたザンベジア州の灌漑・排水システムが改修・改良される。
実施内容	➢ 河川堤防：崩壊箇所の補修（リクンゴ川またはザンベジ川） ➢ 灌漑・排水システム：水路の設計用・排水量の見直し、被災箇所の改修・設計水量の見直しに伴う改良（水路及び取水工、調整工等の関連構造物） ➢ 灌漑・排水システムの運営・管理に関する研修（ソフトコンポーネント）
案件規模（億円）	➢ 無償資金協力：20 億円
留意点	Covid-19 の影響により文献調査のみとなったため、今後以下の点について確認の上、具体的な対象エリアや実施内容を検討する必要がある。 ➢ 支援ニーズの確認 ➢ 地域の優先順位付け ➢ 洪水被害の原因の特定 ➢ 用水排水系統図 ➢ 既存の灌漑・排水システムの図面（水路縦横断図、関連施設設計図面等） ➢ 河川縦横断図

[208] ザンベジア州ナンテ地区稲作生産性向上のための技術改善プロジェクトの成果を利用

[209] 7,380 トン（= 4.1 トン/ha × 1,800ha）/ 一人あたり年間米消費量 26kg* = 約 28.4 万人
* FAO, 2019, Special report FAO/WFP CROP AND FOOD SECURITY ASSESSMENT MISSION TO MOZAMBIQUE

[210] 7,380 トン×453US ドル/トン**=約 3.3 百万 US ドル
** 農林水産省, 2022, 穀物等の国際価格の動向

5.4　モザンビーク：マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定プロジェクト

事業名（案）	マプト首都圏強靭化に向けた包括的洪水対策マスタープラン策定プロジェクト
想定する C/P	INGD（国家災害管理庁、National Disasters Management Institute） ARA Sul（南部地域水管理事務所、Southern Regional Water Authority, MOPHRH） AIAS（水衛生インフラ公社、Water and Sanitation. Infrastructure Management） MTA　（土地環境省、Ministry of Land and Environment） Maputo City、Matola City
想定スキーム	開発計画調査型技術協力
協力期間	3 年間
位置図・関連図	 ＜マプト首都圏の流域概要図＞  ＜想定するプロジェクトコンポーネントと対応するカウンターパート機関＞
受益者	浸水エリア（マプト首都圏の 37%）に住む住民、人口約 100 万人
背景	モザンビークは、洪水、サイクロン、干ばつなど、気候変動によるさまざまな自然災害にさらされている。政府はこれらのリスクを認識しており、災害リスク削減のためのマスタープラン（2017-2030）を作成。同マスタープランによると、過去 30 年間で、人口の少なくとも 14%が洪水、サイクロン、干ばつの影響を受けている。 また近年は、都市人口の増加に伴い、都市部の災害リスクが高まっている。マプト首都圏の排水・衛生マスタープランによると、人口は 1.46%/年で増加しており、2040 年には 400 万人に達し、その殆どがマプト市とマトラ市に集中するとされている。マプト首都圏は人口増や資本の集積が顕著であり、将来の洪水による経済被害ポテンシャルは高い。 実際、マプト首都圏は、5 河川の流域に囲まれており、2000 年にはウンベルジ川とインコマチ川の洪水（過去 150 年間で最悪）、2001 年にはウンベルゼ川とインコマチ川の洪水、2013 年にはインコマチ川の洪水（都市部に大きな被害）が発生した。洪水リスクが考慮されないまま急速な都市化が進むことで、大都市圏の災害に対する脆弱性はより増大する。 従って、将来の災害リスク削減（DRR）の観点を踏まえ、適切に開発するための計画策定が必要である。
目標	マプト首都圏の洪水リスク評価及び洪水対策マスタープランが関係機関の連携のもと策定され、将来のさらなる都市化を踏まえた流域全体の都市モデルが描かれ、その実現に向け構造物対策を柱とする根本的な洪水リスク削減が行われる。
実施内容	マプト都市圏を水災害リスクから守るため、マプト川、インフルネ川の外水氾濫リスクに加え、都市部の内水氾濫リスク、高潮による浸水リスクの評価を実施し、リスク削減事業に向けた事前防災投資促進のため、水害対策マスタープラン策定を行う。 1.　洪水リスク評価（外水氾濫、内水氾濫） • 洪水メカニズム解明・ボトルネックの特定 • 洪水リスク評価（気候変動影響、都市化影響含む） 2.　洪水対策マスタープラン策定 • 都市化を踏まえた今後の流域全体のあるべき姿の検討 • 治水安全度等の計画条件の検討 3.　構造物対策の検討 • 外水対策（日本の知見が活かせる事業の検討）

	• 内水対策（外水対策で河川水位を低下させても処理しきれない部分あるいは短時間強雨への対応） 4. 非構造物対策（構造物対策による効果発現までの期間の残余リスク対応） • 土地利用規制 • 建築規制
案件規模	開発計画調査型技術協力：約 3.3 億円
留意点	具体的な対象流域・実施内容の検討に当たり、詳細計画策定調査において下記情報の確認が必要。 • マプト首都圏の降雨特性・洪水被害実績（外水、内水、高潮） • 都市化・気候変動影響を踏まえた将来の洪水被害ポテンシャル • 実施機関、関係機関の体制・能力評価 • 各流域の基礎情報 • ウンベルジ川ダム運用状況 • 内水対策計画、高潮対策、都市開発計画等

5.5　マダガスカル：国道 2 号土砂災害対策・機能強靭化

事業名（案）	アンタナナリボ-トアマシナ都市経済軸防災・強靭化（国道 2 号土砂災害対策・機能強靭化）
想定する C/P	マダガスカル公共事業省（MTP）
想定スキーム	協力準備調査、無償資金協力プロジェクト
協力期間	協力準備調査（調査計画・設計）：1-2 年、無償資金協力：3-4 年 （モデル事業として無償資金協力事業を実施、他ドナー支援や円借款への展開を想定）
位置図・関連図	 アンタナナリボ-トアマシナ経済都市軸（国道 2 号）  左：道路防災事業（法面対策等）と右：登坂車線整備（イメージ）
受益者	主にトアマシナ港-アンタナナリボ間の物流車両等の国道 2 号利用車両、沿線住民等 現況 2018 年：交通量 1,700 台、アンタナリボ・トアマシナ含む沿線人口：約 440 万人 将来 2033 年：交通量 6,240 台、アンタナリボ・トアマシナ含む沿線人口：約 580 万人
背景	**＜国道 2 号の重要性と路線特性＞** 国道 2 号はアンタナナリボ・トアマシナ都市経済軸（TaToM）として首都アンタナナリボとトアマシナ港を結ぶ 353.4km の路線である。一般車で 8 時間、貨物車で 2 日程度要する。国際貨物の約 90%を取り扱うトアマシナ港の国内移出貨物の 75%が国道 2 号経由でアンタナナリボへ輸送されており、国道 2 号は、同国の経済発展を担う重要な大動脈として機能することが求められている。 アンタナナリボとトアマシナの標高差は約 1,400m あり、国道 2 号は山岳地帯を通過するため、急カーブや急勾配箇所も多い。コンテナ貨物車や大型物流車両は、断続的に続く登り区間での速度低下が著しく、後続車両の速度低下や滞留を引き起こしている状況にある。また、路面状況も都市圏内以外の区間は悪く、交通性能や安全性の面で問題がある。 **＜トアマシナ港拡張整備と将来交通需要＞** トアマシナ港では、2018 年より JICA 有償資金協力を得た拡張工事が進められており、最大級のコンテナ船が寄港可能なバースの新設や既存バースの改良、コンテナヤードの拡張等について、2026 年完成を目指している。この拡張工事により、港湾機能が大幅に拡充され、寄港する国際貨物船の増加と港湾取扱貨物量の急速な増加が見込まれてい

	る。これにより、トアマシナ港の輸出入貨物の大半が通行する国道 2 号が担う交通量は急速に増加するとともに、その都市経済軸としての役割は更に大きくなることが予想される。現況の交通量が約 1,700 台/日であるのに対し、2033 年には 6,240 台/日と 3 倍以上になる。 ＜TaToM 経済軸の開発計画＞ TaToM 総合開発計画において、TaToM 経済軸のための戦略が示されており、経済開発のための国道 2 号の輸送強化が必要であり、第 1 に安全性と強靭性の向上、第 2 に貨物量の増強、第 3 にスピード向上が必要とされている。また、同計画で TaToM 経済軸（国道 2 号）の機能強化に関して、優先順位が高い 7 つの高優先プロジェクトが提案されている。その中には、国道 2 号アンタナナリボ-ムラマンガ-ブリッカビル間の「急傾斜区間における登坂車線の整備事業（Project for Construction of Climbing Lane in Steep Slope)」があり、事業候補区間案も検討されている。また登坂車線整備と合わせて道路の法面対策も部分的に実施すべきとされている。なお、高優先プロジェクトの内、すれ違い困難な橋梁 2 ヵ所については、無償資金協力による「国道 2 号におけるマングル橋及びアンツァパザナ橋改修計画」が進められ、2024-2025 年頃の完成を目指して工事が進められている。 ＜国道 2 号に関するドナー支援の動向＞ 国道 2 号に対するドナー支援としては、アンタナナリボやトアマシナの都市圏内の道路改良や貨物車両の積載重量検査場の整備が、WB 及び EU の支援によって 2018 年に実施されている。一方で、都市間の殆どの区間を対象としたドナーによる支援事業はあまり実施されていない状況にある。また、アンタナナリボとトアマシナを結ぶ高速道路やより短距離ルートでの道路整備なども中国が検討したことがあるようだが、具体な政策方針やドナー支援等については決まっておらず、現時点では具体な計画や見通しはない。 ＜災害リスクと脆弱性＞ マダガスカルはサイクロンの被災リスクが高く、国道幹線ネットワークにおいても、大雨やサイクロン時に斜面崩壊や落石、洪水による冠水や道路損壊、更には付近の河川増水による道路流出などの被害が、毎年様々な場所で発生している。国道 2 号等の正確な災害被害実績データは整備されていないが、多くの幹線国道でサイクロン時の土砂災害・洪水による道路の寸断・通行止めなどは広範囲に発生している状況にある。 2022 年 1 月にはサイクロン・アナの影響により、国道 2 号でも多くの箇所で土砂災害や冠水による交通障害が発生した。サイクロン・アナの被害によって国道 2 号では 36 時間の通行止めが発生し、一部の区間では緊急代替路の整備による交通再開後も被害箇所の復旧工事が継続されていた。 こうした道路の災害発生時には、6 時間～12 時間程度、場合によっては 1 日～2 日程度の時間を復旧までに要する。被害規模が大きい場合は数日での復旧が難しいこともある。国道 2 号が通行止めとなると、トアマシナ-アンタナナリボ間を結ぶ大型貨物車等が通行可能な代替路は基本的にはない。仮に 2 日間の通行止めが発生する場合、2033 年予測交通量に基づく経済損失費用を試算したところ、1 回の通行止めで約 18 億円の損失が発生すると試算された（通行止め時間に通行止めの影響を受ける車種別車両台数と車種別時間価値を乗じることで試算）。通行止めが頻発すれば、それだけ経済損失が大きくなる。BNGRC によると、近年、国道 2 号の土砂災害は年間 1～10 回程度発生している。仮に 2 日間の通行止めが年間 3 回発生すれば 1 年で約 54 億円の損失となる。同様の被害が毎年継続すると想定した場合、30 年間で約 1,620 億円の損失になる。防災事業実施により、当該経済損失の削減効果が期待される。
目標	**プロジェクト目標**：**国道 2 号の防災事業及び登坂車線整備事業について優先区間を対象に実施することで、TaToM 経済軸における安全性及び連結性を強化するとともに、他区間の整備改善事業の推進に繋げる。** **成果 1**：国道 2 号の防災事業（法面対策による斜面防災等）により、マダガスカルの大動脈である TaToM 経済軸における安全性と強靭性を向上し、連結性を強化する **成果 2**：国道 2 号の登坂車線整備事業により、TaToM 経済軸の交通容量の拡大と旅行速度の向上を図り、連結性を強化する **成果 3**：パイロット事業として優先区間における防災事業（成果 1）と登坂車線整備事業（成果 2）の実施を通じて、現地カウンターパート機関の能力を向上するとともに、他ドナーや円借款等への展開・普及を図り、他区間の安全性、強靭性、速達性の向上に繋げる
実施内容	＜国道 2 号災害対策・機能強靭化プロジェクト案の概要＞ マダガスカルの経済発展を担う TaToM 経済軸（国道 2 号）の災害リスクの低減と交通機能の向上を目指して、土砂災害（斜面崩壊や落石）の発生リスクが高い箇所の防災事業

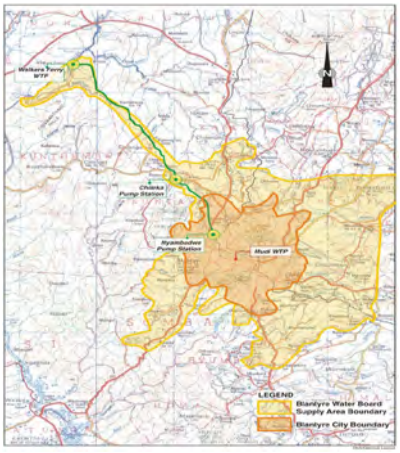
	（法面対策及び道路地盤の強化等）と急勾配区間の登坂車線整備事業を連携して実施する。 災害リスク低減に向けた法面対策工事の実施・道路構造の強化については、過去の土砂災害発生箇所が集中している区間など、災害履歴と現地調査・分析、関係機関協議により優先区間を選定し、対策工事の内容等詳細を検討する。登坂車線整備は、トアマシナ港から貨物を積載した大型貨物車両の交通需要が高いトアマシナ港からアンタナリボ方面への区間において、速度低下が顕著な急勾配区間の整備優先順位が高い。 無償資金協力事業の予算規模では課題箇所全ての対策を実施することが難しいため、優先対策箇所を調査・分析の上特定し、パイロット事業として関係政府機関の能力強化と合わせて事業を実施する方針が考えられる。特に優先対策区間を無償資金協力プロジェクト対象として選定し、他区間のモデルとなる対策検討を支援することで、その後の他ドナー支援や円借款供与の呼び水となることが見込まれる。 **＜協力準備調査：1-2 年＞** ➢ 現況調査・問題点課題の分析 ➢ パイロット事業としての防災事業実施及び登坂車線整備区間の選定 ➢ 対象区間・箇所における対策内容の検討 ➢ 対策事業計画の検討、設計 **＜無償資金支援事業：3-4 年＞** ➢ 対策事業・建設工事の実施
案件規模	➢ 無償資金プロジェクト：20-30 億円（予算規模に応じて対象区間・内容検討）
留意点	➢ モデル事業として特に優先度の高い区間を選定し、同区間内における法面対策等の防災事業と登り坂車線の整備をあわせて推進する。 ➢ トアマシナ港からアンタナナリボ方面の急勾配箇所・土砂災害の高リスク区間が、選定候補として考えられるが、サイクロン・アナの被害状況なども含め、調査分析・関係機関と協議の上、最終的な対象区間を選定する必要がある。 ➢ 同時に技術と予算の両面から実施可能な対策工事の内容も踏まえて、対象区間を検討していく必要がある。 ➢ 法面対策工等に関する技術レベルの向上等、他地域・道路への展開を視野に、関係機関の能力開発・向上も合わせて実施していくことが重要と考えられる。

5.6　マダガスカル：気象観測及び予警報能力向上プロジェクト

事業名	マダガスカル国気象観測・予報能力強化プロジェクト（技術協力）／ レーダー雨量計と地上気象観測機器の導入に係るプロジェクト
想定する C/P	運輸・気象庁気象総局 （DGM、Direction Générale de Météorologie）
想定スキーム	技術協力プロジェクト／無償
協力期間	2 年間（マダガスカル国気象観測・予報能力強化プロジェクト（技術協力））／3.5 年間 （レーダー雨量計と地上気象観測機器の導入に係るプロジェクト）
位置図・関連図	  老朽化し崩壊した気象レーダーと気象ワークステーション  DGM の希望を反映した場合のレーダー雨量計の設置候補都市
受益者	直接：マダガスカル DGM の職員（89 名） 間接：マダガスカル全国民（2,769 万人）
背景	マダガスカル国は、サイクロンの多発地域である南西インド洋に位置していることから、サイクロンによる暴風雨、高潮や洪水、地滑りといった自然災害により大きな被害を受けている。 マダガスカル国が、サイクロンや気候変動による自国を含む南西インド洋での気象災害の被害の軽減に寄与するためには、以下の 2 事項を通した気象観測・通信・予警報体制の強化と、同国やモーリシャスを含む南西インド洋地域及び、サイクロン被害を受けるモザンビーク、マラウイ、ジンバブエを含む南東部アフリカ地域の連携促進が強く求められる。 ①　効果的な気象観測（レーダー雨量計システムによる監視） ②　南西インド洋諸国及び南部アフリカ地域との適時・迅速な気象観測　データ及びサイクロン情報等の交換 同国はサイクロンによる被害をいち早く受けるにもかかわらず、既述の課題に対応するための施設建設及び機材調達・据付け等に必要となる資金の不足だけでなく DGM 職員数自体も少なく、同国独自による実施が困難であることから、レーダー雨量計システムや地上気象観測機器の導入を支援するとともに、気象観測及び予警報に係る能力向上を支援することが重要である。

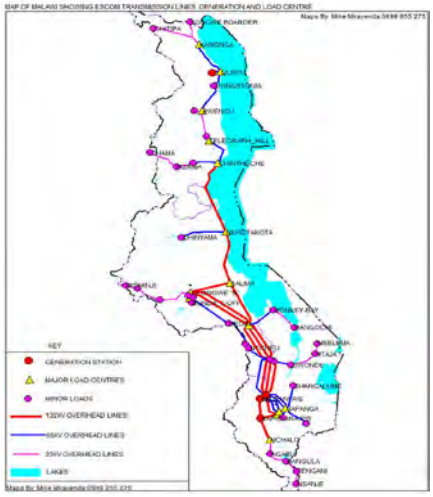
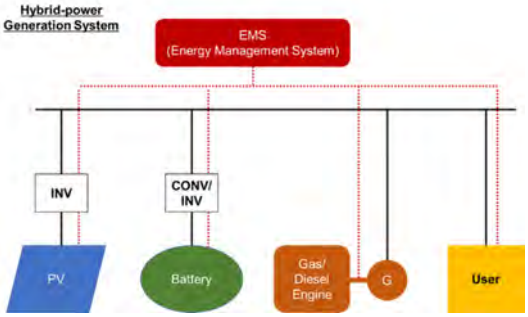
上位目標	マダガスカルの自然災害についての対応能力が向上する。
プロジェクト 目標	■マダガスカル国気象観測・予報能力強化プロジェクト（技術協力）： レーダー雨量計や地上気象観測所の設置位置など基本的な検討を実施しこれら観測機器を導入する。 ■レーダー雨量計と地上気象観測機器の導入に係るプロジェクト： DGM が品質管理された気象データを用いて予警報を改善・発出し、公共及び防災機関に提供される。
活動内容	成果1　気象レーダー、地上観測装置などから信頼性の高い気象観測データが収集される。 1-1 新しく導入された 3 台の気象レーダーの運用に係る課題を特定する。 1-2 3 台の気象レーダーから信頼性の高いデータを得るための運用・維持管理に係るガイドラインを策定する。 1-3 1-2 で準備したガイドラインに沿って、OJT を行う。 1-4 代表地点の自動気象観測及び地上気象観の維持管理に係る課題を特定する。 1-5 自動気象観測及び地上気象観測の品質管理に係るガイドラインを策定する。 1-6 気象観測機器の定期的な検定、校正、維持管理に係るマニュアルを策定する。 1-7 観測機器のトレーサビリティ手法を確立し、マニュアルを作成する。 1-8 1-6、1-7 で準備したマニュアルに基づき OJT を行う。 成果2　気象レーダーデータの解析能力が向上する。 2-1 レーダーデータの解析に係る研修を実施する。 2-2 自動気象観測データや GPV(Grid Point Value)データを用いて信頼性の高い気象レーダーデータを得るための手法に係る研修を実施する。 2-3 QPE 情報を継続的に改善する。 成果3　定量的な気象予報が開発される。 3-1 気象予報のための HimawariCast（気象衛星データを用いた予報解析）の利用に係る研修を行う。 3-2 定量的気象予報のため GPV データを活用した気象ガイダンスシステム（Model Output Statistics(MOS 方式)やカルマンフィルター）を導入する。 3-3 包括的な気象予報に必要な国内外の気象データの取得状況に係る課題を特定、分析する。 3-4 気象ガイダンスシステムや HimawariCast、気象レーダー、自動気象観測等から得られるデータを用いた包括的な気象予報技術に係る研修を行う。 3-5 予報支援資料が作成され定量的な予報が提供される。 成果4　わかりやすい気象情報が提供される。 4-1 DMH ウェブサイト上の気象情報コンテンツの課題を特定する。 4-2 気象情報コンテンツをユーザーが利用しやすい内容に改善する。 4-3 携帯電話向け気象情報コンテンツを改善する。
案件規模	レーダー雨量計の概略事業費（無償）：43.2 億円（10.8 億円／1 箇所） 地上気象観測機器の概略事業費（無償）：5.1 億円（0.15 億円／1 箇所） 気象観測及び予警報能力向上プロジェクト（技術協力）：3 億円
留意点	今後導入するレーダー雨量計や地上気象観測所の位置など基本的な検討から実施していく必要がある。 1989 年までは 3 台のレーダー雨量計を運用していた実績がある。 一方で、DGM 職員数が 100 名未満、年間予算が 1,000 万円未満のため、レーダー雨量計導入後の運用や維持管理などの実施に課題がある。 このため、レーダー雨量計導入の前に地上気象観測所による観測を先行して実施することも考えられる。 具体的な案件形成内容はマダガスカル国へ渡航できなかったことから、カウンターパートと十分に協議できていない。本格的に案件形成していく際には関係するカウンターパートと上位目標から確認・協議していく必要がある。

5.7　マラウイ：ブランタイヤ水公社災害時対応能力強化プロジェクト

事業名（案）	ブランタイヤ水公社災害時対応能力強化プロジェクト
想定するC/P	ブランタイヤ水公社（Blantyre Water Board （BWB））
想定スキーム	技術協力プロジェクト
協力期間	2年間
位置図・関連図	
受益者	BWBの給水区域内人口（約125万人）
背景	マラウイ国の村落部における給水率は約47%（2000年）から約65%（2017年）に改善している状況にあるが、都市部の給水率は約85%（2000年及び2017年）と横ばいであり（WHO/UNICEF）、改善が望まれる状況であることに加え、1年あたり約3%（WB、2016年）と著しく都市部人口が増加しており、今後も給水需要は増大し続けると見込まれる。 ブランタイヤ市（人口120万人（2018年））は、マラウイ国南部に位置する商工業都市であり、首都リロングウェ市に次ぐ人口を擁し、同国経済の中心となっている。ブランタイヤ市では、BWBによる給水事業が行われている BWBはシレ川水源とするウォーカーズ・フェリー浄水場を始め、3つの浄水場を保有している。2022年のサイクロン・アナでは電力供給の停止に伴いBWBの水供給も数日間に亘って停止した。今後のサイクロン襲来で最も懸念されるリスクは停電に伴うBWBの長期間の施設停止・事業停止である。停電発生時も安定した給水が可能な体制の構築や乾季の水資源管理の強化が必要である。しかし、BCPなど災害対応計画は未策定の状態である。 ブランタイヤ市に対しては、横浜市と連携した自治体連携ボランティア派遣を通じて、技術支援を継続してきた。2020年からは「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」を実施中であり、ブランタイヤにおける給水サービス全体の問題分析を実施し、BWBの課題と優先順位の整理を行い、BWBに対する協力方針を検討している。 本プロジェクトでは、中期的な防災計画策定やBCP策定を中心とした災害時対応能力強化支援を実施する。
目標	プロジェクト目標：BWBのBCPが機能している
実施内容	成果1. BWB施設の災害リスク分析が実施される 成果2. BWBのBCPが作成される 成果3. BWBのBCPマニュアルが作成される 成果4. BWBにおいてBCPが業務要素として定着する
案件規模	➢ 技術協力：-
留意点	➢ BWBの管理する上水道重要施設において大きな洪水の被害は報告されていないことがわかった。土砂流入によるムディダムの堆砂量の増加や高濁度の発生が著しかっ

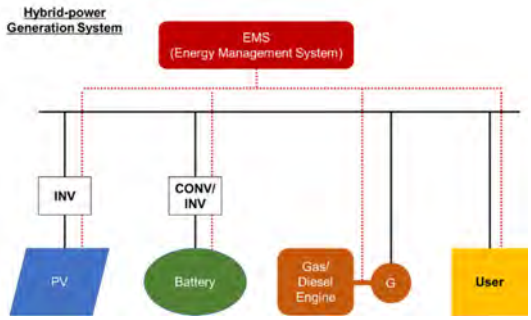
	た時期があったが、2016 年から周辺集水域で植林活動が実施されており、改善に向けての動きがある ➢ ブランタイヤ市では防災計画や BCP は未策定であるが、現在、WB の支援を受けてハザード分析実施準備をしている状態である。BWB の BCP 策定にあたっても市のハザード分析結果は不可欠である。 ➢ 現在実施中の「都市給水分野に係る情報収集・確認調査」で BWB に対する支援案を検討中であるが、調査団によると、防災コンポーネントを含める予定はないとのことである。現行調査にて提示されていない提案によって BWB に混乱を生じさせることは避ける必要があり、BWB への支援と対話を継続しつつ、BWB の防災課題を明確化し支援案を構築することが望ましく、現時点での早急な案件化は難しい。

5.8　マラウイ：ハイブリッド発電設備導入準備調査

事業名（案）	マラウイ共和国向けハイブリッド発電設備導入準備調査
想定するC/P	EGENCO(発電公社)、ESCOM(送配電公社)、天然資源・環境省
想定スキーム	協力準備調査（将来的に無償資金協力化）
協力期間	準備調査で約 10 か月
位置図・関連図	 
受益者	導入規模による(20MW で約 4,000 世帯)
背景	マラウイにおける防災施策のポイントとしては、政治・経済面での重要な施設が集積しているリロングウェやブランタイヤが挙げられる。電力セクターでの防災面の対策についても、同様に公共セクターや主要産業の集積している地域に注目する事で、費用対効果の面からより優れた施策になると考えられる。 電力セクターにおける防災施策の概念として、重要な施設や区域の災害へのレジリエンスを高めて公共サービスや産業活動を維持・継続する事が挙げられる。例えば公共セクターであれば、水処理設備や病院、通信施設などへのエネルギー供給を災害時にも継続して行えるような設備形成と運用の実現が考えられる。 また、発電設備容量は需要に対して不足しており、都市部では停電が頻発している。電源種を水力にほぼ全て依存しているが、降雨量が減少し利用できる水が少なくなっていること、また植生の減少により堆砂が進行している為、エネルギー戦略では電源の多様化が目標になっている。 マラウイにおいて既存の水力発電所は、マラウイの定期的に洪水が発生する 6 つの河川流域に設置されており、将来に渡るリスク低減が求められる。特に、2022 年 1 月のサイクロン・アナはブランタイヤ周辺のシレ川流域に大きな洪水被害をもたらし、当該流域に設置され国の基幹電源となっていたテザニ、ヌクラ、カピチラの各水力発電所を停止・損傷させた。なかでもカピチラ発電所は総容量約 130MW と同国最大の発電所であるが、洪水によって取水設備を喪失し、2022 年 2 月 16 日時点で発電が停止し、復旧には相当の時間を要すると見られている。マラウイは国の発電容量の約 1/3 を失い、計画停電が行われるなど公共・民間のどちらにも大きな影響が生じた。これらの電源停止により、ブランタイヤ周辺への電力供給に支障が生じ、結果的に市への水供給が一時停止する影響を受けた。

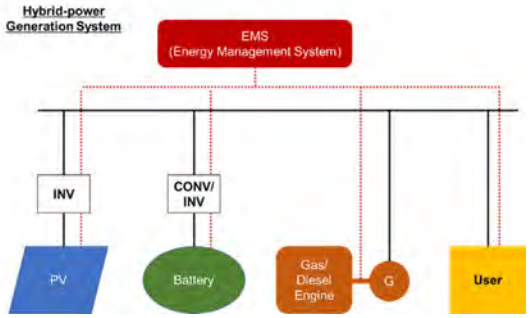
	また、EGENCO は主要な発電設備を、ESCOM は全ての送配電設備を保有しているが、財政難から容量不足が目立つ。IPP による太陽光発電設備の導入も進められているが、系統制約で開発にブレーキが掛かっている。 このように、サイクロン・アナの被害が重要なインフラの運営に大きな影響を与えている例が発生しており、それら施設の BCP が注目される状況である。天候不順時や非常時も稼働できる電源を確保し、また燃費低減や持続可能性向上の為に再生可能エネルギーを活用しながら、行政や産業の機能向上と災害時の機能維持が図られるべきである。
目標	目的：重要な公共セクターまたは産業セクター向けに太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備として災害時にも電力供給を継続する BCP を実現する。また、系統制約に関係なく再エネを導入し、持続可能性を向上させる。 これを無償資金協力で実現する為、現地の詳細な状況と技術・経済評価を実施する必要がある。
調査内容	➢ 主要都市での電力供給体制の把握 ➢ 現地の電力分野でのニーズ/系統制約状況の調査 ➢ 安定した電力供給を求める重要な公共セクター・産業セクターの調査 ➢ 既存ディーゼル発電設備へのハイブリッドシステム追加による電源の増強・稼働率の向上の可能性調査 ➢ カウンターパートとの協力方針の協議 ➢ 日系重工メーカーと協力した技術検討 ➢ 経済性検討
案件規模（億円）	協力準備調査：1.5 億円 無償資金(建設費)：5MW エンジン+5MW 太陽光+蓄電池の新設の場合、約 20 億円
留意点	・これまでの JICA 調査や SAPP 開発計画、洪水と渇水の水力発電への影響を調査し、ハイブリッド電源に求められる役割を把握する。 ・ハイブリッドシステムのユニット容量は数 MW で、これを複数並べて 1 地点あたり 20-30MW 程度(規模に制約はない)とする事が可能である。停電が課題となっている重要な街区や工場、工業団地をピックアップしていき、ニーズを踏まえた上で複数地点にハイブリッド設備を導入していけば、より広い裨益に繋がる。 主要都市であるリロングウェ・ブランタイアに加え、製糖やたばこ産業が盛んな Dwangwa(Illovo)のような都市も視野に入れる。これにつき、ブランタイヤ水公社の発電設備計画との関連付けをはかる。 ・日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 ・過去のディーゼルエンジン導入やハイブリッド設備導入案件での教訓を生かし、運用や維持管理が将来に渡り継続的に行える事を重視する。 ・採用する太陽光モジュールについては、中国製だけでなく韓国製・米国製なども採用可能(機能上、中国製である必要はない)。

5.9　　ジンバブエ：ハイブリッド発電設備導入準備調査

事業名（案）	ジンバブエ共和国向けハイブリッド発電設備導入準備調査
想定するC/P	ジンバブエ電力会社(ZPC)、ジンバブエ電力送電・配電会社(ZETDC)、エネルギー・電源開発省
想定スキーム	協力準備調査（将来的に無償資金協力化）
協力期間	準備調査で約 10 か月
位置図・関連図	 
受益者	導入規模による(20MW で約 4000 世帯)
背景	ジンバブエにおける防災施策のポイントは、政治・経済面での重要な施設が集積しているハラレやブラワヨに注目する事と言える。電力セクターでの防災面の対策についても、同様に公共セクターや主要産業の集積している地域に注目する事で、費用対効果の面からより優れた施策になると考えられる。 特に首都ハラレとブラワヨは山がちで、ジンバブエの中でも土砂災害のリスクが大きい部類に入る。土砂災害は発電設備や送配電網の倒壊に繋がり、停電による公共/民間における各種活動の停止に繋がる。 電力セクターにおける防災施策の概念として、重要な施設や区域の災害へのレジリエンスを高めて公共サービスや産業活動を維持・継続する事が挙げられる。例えば公共セクターであれば、水処理設備や病院、通信施設などへのエネルギー供給を災害時にも継続して行えるような設備形成と運用の実現が考えられる。 加えて、3.1.2 にて示した通り、2021 年の NDC 更新版にて「気候変動に強いインフラとデザインの確保」を目指し、中でも下記を実現していく事が掲げられている。 -異常気象を含む将来の気候変動を考慮した新しいインフラを計画、設計、建設、運用するための手段とインセンティブの提供 -将来の気候変動に対する耐性を確保するため既存インフラの改修促進 -気候変動にあまり影響を受けない技術（風力発電、太陽光発電）を活用したエネルギー供給

	また、ジンバブエの電力セクターは全土で設備の老朽化とメンテナンス不足が問題となり、実供給能力は需要に対して 30-260MW 不足(2015 年)、新規接続も難しくなっている。また、料金滞納により SAPP から追加供給を受ける事もできない。 一方で、再生可能エネルギーを導入し、持続可能性・経済性を向上させようという政策も存在する。 ジンバブエは政治体制の改善により、経済的な復興を目指しているが、電力不足がその足かせとなっている。電力セクターも財政難であり、大規模な設備投資ができない状態である。 このように、投資不足により電力供給に困難を抱えたジンバブエであるが、財政難から状況の改善が難しくなっている。ここで海外からの援助により、安定した電力供給を実現して行政や産業の機能向上と災害時の機能維持が図られるべきである。
目標	目的：重要な公共セクターまたは産業セクター向けに太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備として災害時にも電力供給を継続する BCP を実現する。また、系統制約に関係なく再エネを導入し、持続可能性を向上させる。 これを無償資金協力で実現する為、現地の詳細な状況と技術・経済評価を実施する必要がある。
調査内容	➢ 主要都市での電力供給体制の把握 ➢ 現地の電力分野でのニーズ/系統制約状況の調査 ➢ 安定した電力供給を求める重要な公共セクター・産業セクターの調査 ➢ カウンターパートとの協力方針の協議 ➢ 日系重工メーカーと協力した技術検討 ➢ 経済性検討
案件規模（億円）	協力準備調査：1 億円 無償資金(建設費)：5MW エンジン+5MW 太陽光+蓄電池の新設の場合、約 20 億円
留意点	・これまでの JICA 調査や SAPP 開発計画と照らし合わせ、ハイブリッド電源に求められる役割を把握する。 ・ハイブリッドシステムのユニット容量は数 MW で、これを複数並べて 1 地点あたり 20-30MW 程度(規模に制約はない)とする事が可能である。停電が課題となっている重要な街区や工場、工業団地をピックアップしていき、ニーズを踏まえた上で複数地点にハイブリッド設備を導入していけば、全体で見て 30-260MW 不足(2015 年)している状況を大きく改善できる。 主要都市であり、かつ鉱工業の発達したハラレ・ブラワヨ・グウェルを調査対象と考える。 ・SAPP の開発計画で示されているのは大規模な発電所や国際連系線計画であり、ZESA とジンバブエの財政的な困難を考えると､実現は容易でない事が想像される。一方で、ハイブリッド発電設備のような、より小回りの利く案件の推進は、ジンバブエの人々に迅速にメリットがあると言える。 ・日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また必要に応じて事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 ・過去のディーゼルエンジン導入やハイブリッド設備導入案件での教訓を生かし、運用や維持管理が将来に渡り継続的に行える事を重視する。 ・採用する太陽光モジュールについては、中国製だけでなく韓国製・米国製なども採用可能(機能上、中国製である必要はない)。

5.10　モーリシャス：ハイブリッド発電設備導入準備調査

事業名(案)	モーリシャス共和国ロドリゲス島向けハイブリッド発電設備導入準備調査
想定するC/P	MEPU(エネルギー省)・CEB(中央電力委員会)・EEMO(省エネ庁)・MARENA(再エネ庁)
想定スキーム	協力準備調査（将来的に無償資金協力化）
協力期間	準備調査で約8か月
位置図・関連図	 
受益者	島民約37,000人
背景	モーリシャスではサイクロンによって送配電網が擾乱や損傷を受け、数千世帯以上の大規模な停電が発生する事があり、2018年のサイクロン・ベルギッタでは本島で6,800世帯の停電が生じた。本島から約600km離れたロドリゲス島でも2018-19年には2度のサイクロン襲来で停電が発生し、CEBとSMF(警備隊)が協力して復旧に当たった。このように年に数回の大きな自然災害の影響が予想される為、CEBは工兵候補生も動員してサイクロンからの復旧作業を行う体制を採っている。リゾートホテルでは、自前の非常用発電機を備えている所もある。 モーリシャスにおける防災施策のポイントとして、本島にある政治・経済面での重要な施設が集積している地域が挙げられる一方で、ある程度経済的な開発が実現している国でもあり、遠隔地でより脆弱性が顕在化している離島部に着目すべき共いえる。電力セクターでの防災面の対策についても、同様に離島部に注目する事で、日本からの支援という意味でより優れた施策になると考えられる。 ロドリゲス島については、伝統的な一次産業とエコツーリズムが重要な生業であり人口規模は小さいものの、現地渡航時にモーリシャス政府関係者より、電力や水供給に関する国際支援に関心が高いことが分かった。 ここで、電力セクターにおける防災施策の概念として、重要な施設や区域の災害へのレジリエンスを高めて公共サービスや産業活動を維持・継続する事が挙げられる。例えば公共セクターであれば、水処理設備や病院、通信施設などへのエネルギー供給を災害時にも継続して行えるような設備形成と運用の実現が考えられる。 また、現在の電源開発計画(IEP2013-2022)は、電力を可能な限り低コストで供給すること、電力の需要と供給のバランスを効果的にとること、国家政策の根本に掲げられる持続可能性を高める事を掲げている。更に、モーリシャスの最初の再エネ戦略であるRenewable Energy Strategic Plan (RESP) 2018-2023では、オングリッド/オフグリッドの再エネ導入技術の向上とキャパビルの推進が掲げられている。 一方で、全体的に電源種として火力発電への依存度が高く、系統規模が大きく再エネ導入が比較的進んだ本島でも石炭と重油が発電量の7-8割を占め、水力資源は開発し尽くされている。再エネとして太陽光発電は有力な電源種だが、出力が変動しやすく、系統規模の小さい離島部への導入量は限定される。

	特に、本島から離れたロドリゲス島では、系統規模が約 14MW であるのに対し、太陽光は 0.1MW、風力も 1.3MW しか導入されておらず、発電量では 5%程度に過ぎない。 このような小離島部において、災害時も重要な公共・民間施設の運用を継続して機能向上を図ると共に、低燃費化と脱炭素化を通して持続可能性を向上させる施策が採られるべきである。
目標	目的：重要な公共セクターまたは産業セクター向けに太陽光発電+蓄電池+エンジン発電機というハイブリッド発電設備を導入し、再エネを含む自家発電設備として災害時にも電力供給を継続する BCP を実現する。また、系統制約に関係なく再エネを導入し、持続可能性を向上させる。
調査内容	➢ ロドリゲス島での電力供給体制の把握 ➢ 現地の電力分野でのニーズ/系統制約状況の調査 ➢ カウンターパートとの協力方針の協議 ➢ 日系重工メーカーと協力した技術検討 ➢ 経済性検討
案件規模（億円）	協力準備調査：0.75 億円 無償資金(建設費)：5MW エンジン+5MW 太陽光+蓄電池の新設の場合、約 20 億円
留意点	• ハイブリッドシステムのユニット容量は数 MW で、ロドリゲス島の規模に見あう。現地のニーズを踏まえた上で燃費低減・脱炭素化・停電対策の後押しを行う。 • 日系重工メーカーとの協力により、遠隔操作による運用とメンテナンスのサポート実施、また事業主向けのキャパビルを含める事も可能。 • 過去のディーゼルエンジン導入やハイブリッド設備導入案件での教訓を生かし、運用や維持管理が将来に渡り継続的に行える事を重視する。 • 採用する太陽光モジュールについては、中国製だけでなく韓国製・米国製なども利用可能(機能上、中国製である必要はない)。

第6章 南部アフリカ地域防災ネットワークの展開

対象地域の災害リスクや防災体制は各国で異なるものの、サイクロンや洪水など複数の国で共通する課題に対して、広域協力の観点からリソースを有効活用することが重要である。本章では、南部アフリカ地域における地域防災ネットワークの現況と課題を把握した上で、2019 年にモーリシャス政府主導で設立されたインド洋・南部アフリカ防災プラットフォームによる第 2 回ワークショップの開催を通じて確認できた各国のニーズに基づき、今後の南部アフリカ地域防災ネットワークの可能性について検討を行った。

6.1 南部アフリカ地域既存防災ネットワークの現況と課題

6.1.1 南部アフリカ地域の既存防災ネットワークの現況

南部アフリカ地域が含まれる既存の防災ネットワークについて整理を行った。ドナー等に対して行ったヒアリング調査では、各防災ネットワーク間で定期的に情報交換やワークショップへの相互参加などを行っていることが確認できた。

(1) ドナー等による防災ネットワーク

1) UNDRR-Africa

a) 概要

ケニアのナイロビに本拠を置く国連防災地域事務所（UNDRR-アフリカ）は、サハラ以南のアフリカの 44 の加盟国を支援するために DRR イニシアチブを調整している。UNDRR-アフリカは、アフリカ連合委員会（AUC)、5 つの地域経済共同体（REC）の地域国連機関及びその他の開発パートナーと強固なパートナーシップを結んでいる。また、科学技術コンソーシアム、青年代表、メディア、市民社会のメンバーやグループなどの利害関係者も参加している。

エチオピアのアディス・アベバに本拠を置く UNDRR-アフリカ連絡事務所は、アフリカ連合委員会がアフリカで仙台防災枠組 2015-2030 を実施するための行動計画（POA）を実施することを支援している。UNDRR-エチオピア事務所はまた、AUC と共同で災害リスク削減に関するアフリカ作業部会（AWGDRR）の年 2 回の会議を開催している。AWGDRR は AUC が議長を務め、UNDRR は事務局を務める。これは、アフリカにおける DRR の大陸調整の主要機関となっている。AWGDRR 会議では、POA を実装するために、主要な DRR アクターとともに地域及び国の DRR フォーカルポイントが結集される。

b)　取組み・活動

仙台防災枠組の実施のために下記の取り組みに関する各種活動を実施している。

- 仙台防災枠組のグローバルな監視、分析、調整の強化
- 地域及び国の仙台防災枠組の実施への支援
- 仙台防災枠組の実施のための国やパートナーを通じた行動促進
- 知識、管理、コミュニケーション、グローバル支援の強化
- 組織のパフォーマンスの強化

具体的には、DRR/DRM に関する Working Group 等での活動や情報発信、災害リスク軽減に関するアフリカ・アラブプラットフォームの開催（2018 年)、災害リスク軽減のためのアフリカ地域戦略の実施のための拡張行動計画（2006-2015）の策定、東及び中央アフリカの災害リスク軽減ウェブサイトの開設などを実施している。

また、貧困を削減し、持続可能な開発を促進するために、気候変動の潜在的な影響を含む自然災害の影響に対するサハラ以南のアフリカの地域、国、コミュニティの回復力を強化することと目的に、アフリカ連合委員会（AUC）と地域経済共同体（REC）からの要請により「サハラ以南のアフリカ地域、国、コミュニティにおける自然災害に対する災害回復力の構築プログラム」を開始している。これはサハラ以南のアフリカで初めての災害リスク削減（DRR）への包括的なアプローチとなっており、第 10 回欧州開発基金（EDF）の下で資金提供された、アフリカ、カリブ海、太平洋（ACP）-EU の協力プログラムとなっている。

(2)　アフリカ・インド洋諸国によるネットワーク

1)　AU (African Union)：アフリカ連合

a)　概要

アフリカ連合（AU）は、アフリカ 55 の国・地域（注）が加盟する世界最大級の地域機関であり、本部はエチオピアのアディス・アベバに置かれている。活動目的はアフリカ諸国・諸国民間の一層の統一性・連帯の達成、アフリカの政治的・経済的・社会的統合の加速化、アフリカの平和・安全保障・安定の促進、民主的原則と制度・国民参加・良い統治の促進、持続可能な経済・社会・文化開発の促進等であり、発足以来，アフリカの地域統合・協力の中核として急速に機能・役割を拡大している。特に平和・安全保障分野で活動を強化しているが、国連改革、気候変動の取り組みも行っている。

防災に関する取り組みとしては、The Department of Rural Economy and Agriculture（Agriculture, Rural Development, Blue Economy, and Sustainable Environment

(ARBE)) にて、災害を軽減するための政策と戦略を推進している。

b) 取組み・活動

仙台防災枠組 2015-2030 の実施のための行動計画として“Bi-ennial Report on the Programme of Action for the Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 in Africa”の策定を行い、災害のリスクと損失の削減、災害と気候のリスクに対する回復力の構築に取り組んでいる。また、専門及び技術機関、条約機関及びその他の機関として、African Risk Capacity (ARC)などがあり、異常気象や干ばつ、洪水、熱帯低気圧などの自然災害への緊急対応の効率を改善するために取り組んでいる。

このほか、AU は、災害リスク軽減のためのアフリカ地域の調整と政策指導の役割に沿って、気候変動の潜在的影響を含む自然災害の影響に対するサブサハラ・アフリカ地域、国、コミュニティの回復力を強化するためにアフリカ災害リスク軽減ワーキンググループ（AWGDRR）会議において、EU と助成協定の締結などを実施している。

2) SADC (Southern African Development Community) : 南部アフリカ開発共同体

a) 概要

1980 年に SADC の前身である南部アフリカ開発調整会議(SADCC)が発足した。設立当初、南部アフリカ諸国がアパルトヘイト体制下の南アフリカ旧政権の経済的支配から脱却することを目的としていた。南アフリカがアパルトヘイトを撤廃した後、1992 年に現在の「南部アフリカ開発共同体 (SADC)」に改称し、南部アフリカ諸国の人々の貧困削減及び生活向上のため、域内の開発、平和・安全保障、経済成長の達成を目的とし、経済統合・共同市場の創設及び紛争解決・予防等に向けた活動を行っている。

加盟国は南部アフリカの 16 か国：タンザニア、ザンビア、ボツワナ、モザンビーク、アンゴラ、ジンバブエ、レソト、スワジランド、マラウイ、ナミビア、南アフリカ、モーリシャス、コンゴ（民)、マダガスカル、セーシェル、コモロである。

全ての SADC 加盟国は、時には国際機関や協力パートナーの支援を受けて、国内活動を行う災害管理構造を持っている。2007 年にアフリカ南部で予期せぬ大洪水が発生したことを契機に、将来に備えるために毎年会合を始めた。SADC は、国境を越えたハザードと災害に対する地域の準備と対応プログラムの調整を担当する災害リスク軽減ユニットを設立し、2011 年に災害リスク軽減のための SADC 地域プラットフォームを発足した。

主な災害リスク管理/国際協力パートナーは、GFDRR、UNDRR、UNOCHA、UNDP Crisis Prevention & Recovery、Swedish Civil Contingencies Agency となっている。

b)　取組み・活動

SADC は、地域の戦略的な開発を促進する上で、防災や食料安全保障における早期発見、早期警戒、影響軽減を目的とした効果的なプログラムやプロジェクトの実施に取り組んでいる。定期的に各国の DRM プログラムの進捗を報告して地域間での必要な連携を確認するための大臣会合を開催するなど、活発に活動を行っている。

AU の ARC とは政策フレームワーク、脆弱性評価、及び能力構築における災害リスクファイナンスの拡大に焦点を当てた多くの分野において協力を強化することを約束している。SADC 加盟国間で学んだ教訓を強化するためのデータ・情報の整備、共有体制を強化するための災害リスク資金調達の確保、そして早期警報システムの強化を目指している。

具体的な活動としては、干ばつ、洪水、その他の悪天候や気候条件が持続可能な社会経済開発に及ぼす悪影響を軽減することを目的に、ボツワナに気候サービスセンター（旧干ばつ監視センター）を有し、南部アフリカ地域の 10 月から 3 月まで雨期の見通しを提示するフォーラムを毎年開催している。また、2021 年 3 月には地域の災害リスクへの準備、対応、早期回復を促進する責任を負う SADC 人道緊急オペレーションセンター（SHOC）をホストするというモザンビークの申し出を、SADC 閣僚評議会が承認した。また、加盟国での災害発生時に支援を行うための SADC 地域開発基金（RDF）も有している。

3)　IOC（Indian Ocean Commission）：インド洋委員会

a)　概要

インド洋委員会（IOC）は、フランス（レユニオン島）、コモロ連合、マダガスカル、モーリシャス、セーシェルの 5 つの加盟国を結集する政府間組織である。島だけで構成されるアフリカで唯一の地域組織であり、1984 年にセーシェルで制度化された。国際的なパートナーの積極的な支援の恩恵を受けて、生態系の保全、天然資源の持続可能な管理、海上安全、公衆衛生、再生可能エネルギーなど、幅広い分野をカバーする協力プロジェクトを通じて連帯している。

b)　取組み・活動

島嶼国である IOC 加盟国は、洪水、干ばつ、暴風雨、熱帯低気圧、高潮など、多くの気象や気候の危険に対して非常に脆弱であることから、沿岸地域に影響を与える気候変動や異常気象に対しては、様々なプロジェクトが実施されている。

- ISLANDS プロジェクト

モーリシャス戦略（MS）2004-2014 を、東部及び南部アフリカ-インド洋（ESA-IO）地域

で実施することを目的に、2011 年に EU から 1,000 万ユーロの資金提供を受けて実施された。MS の行動計画は、災害に起因する経済的及び財政的損失から島嶼国とその人口を守るための適切な財政的保護メカニズムを開発する必要性を強く強調している。当該計画は、2005 年 1 月にモーリシャスで開催された小島嶼開発途上国（SIDS）の持続可能な開発会議で、国・地域・国際レベルで持続可能な開発を支援するために必要な基本原則と具体的な行動を定めたグローバル開発計画である。地域に適応したリスク移転のための金融スキームの実現可能性調査、及びそのようなスキームの確立の支援のため、地域のプラットフォームである ISLANDS Financial Protection Program（IFPP, 災害リスクに対する財政的保護のためのプラットフォーム）が設立された。また、西インド洋の気候変動に関連する情報とデータを提供する Indianocéanie 地域気候変動ポータルも開始した。

- BRIO（インド洋のレジリエンスの構築）プロジェクト

インド洋南西部の島嶼国における気候変動の影響に対する地域及び国のコミュニティの回復力と適応能力を強化することを目的に、地域の気候を説明する高解像度の気候予測を開発するプロジェクトが 2 年間（2018～2020 年）にわたって行われた。地域の気温、降雨量、サイクロン活動の長期的な傾向を分析し、気候変動が人間や動物、食料安全保障、貯水量、土壌侵食、自然リスクに与える影響を理解できるようにするために実施された。

- HYDROMET プロジェクト

EU、AFD、緑の気候基金の共同出資によって実施され、地域の気候変動への適応をより適切に計画するためのより優れた気候データと早期警報システムの導入を目的としている。水文気象機器の改善、意思決定と適応計画のためのより良いインフラの構築、キャパシティービルディングによって、地方自治体は様々な分野で必要な意思決定を下すことができ、特に都市計画、経済セクター（観光、農業、産業)、社会セクターに寄与する。

- レジリエンスの構築と災害対応の管理（#TeamEurope パートナーシップ）

IOC は、EU と加盟国が「チーム・ヨーロッパ」として結束し、リスクへの準備を改善し、災害対応をより適切に管理し、地域の早期警報メカニズムを構築するための制度的及び運用能力を強化するため、2021 年にヨーロッパの機関と新規プロジェクトに関する融資契約を締結した。EU とは第 11 次欧州開発基金から 665 万ユーロで、「災害対応力の強化」のための新しい地域プログラムを、フランスとは AFD を通じて 800 万ユーロの「平和、安定、ガバナンス」地域プロジェクトを実施予定であり、島々の気候的、インフラ的、社会経済的な脆弱性に関する重要な科学的、統計的情報を利用しながら、リスクへの備えと災害対応の管理を強化するための制度的・運営的能力（ツール、情報、設備など）の強化や国立気象機関の能力強化、地域の早期警報メカニズムの構築を行う。

4) IORA (The Indian Ocean Rim Association)：環インド洋連合

a) 概要

IORA はインドを中心とした環インド洋諸国によって 1997 年に発足した地域機構で、加盟国域内での貿易と投資の活性化などの地域協力の枠組みを目的としている。モーリシャスに事務局を置く。インド洋地域（IOR）は、地理的に自然災害と人為的災害の両方が発生しやすく、また、海面上昇や水温上昇など、気候変動と自然災害の関連性が高まっている。一方で、人口密度の高い小島嶼国や発展途上の沿岸諸国があることや災害を処理するための資源や資産が不足していることから、脆弱で予測不可能な状況への備えと対応戦略に関する地域協力の促進が急務となっている。

b) 取組み・活動

IORA では IORA 行動計画 2017-2021 の下、DRM の発展には重点的な方向性が与えられている。インドが議長を務める DRM コアグループは、IOR における協力の強化とレジリエンスの発展を目指し、この優先分野の作業計画の策定を主導する任務を負っている。2019 年 9 月には、IOC-UNESCO と共同で「津波早期警報システムに関する国際シンポジウム-インドネシアにおける 2018 年津波からの教訓-」を開催し、地域 DRM 作業計画案策定のプラットフォームを提供した。2019 年 11 月には、災害後の救援活動を担当する加盟国の様々な技術・医療機関の専門家が、ドイツの RWTH アーヘン大学に集まり、革新的なレジリエントコミュニティの構築について学んだ。

2021 年 1 月には IORA First Experts Group Meeting on Disaster Risk Management が開催され、コアグループ（インドネシア、モーリシャス、モザンビーク、スリランカ）による地域の作業計画及び人道支援と災害救援（HADR）に関する IORA ガイドラインの作成や、IORA 行動計画（2017-2021）で示された目標を達成するための DRM 作業計画を策定する災害リスク管理ワーキンググループ（WGDRM）設立のためのロードマップが議論された。また、共同研修プログラムの開発、経験やベストプラクティスの共有、地域内の能力構築や技術能力の強化、災害対応チームの派遣や被災国への救援物資の輸送など、政府や機関間のパートナーシップを奨励に取り組んでいる。国連訓練調査研究所（UNITAR）の国連衛星センター（UNOSAT）と共同で、ドイツ国際協力公社（GIZ）の支援を受け、加盟国向けに「災害リスク管理（DRM）における運用計画及び意思決定のための地理空間情報技術（GIT）」に関するトレーニングプログラムも開始した。

6.1.2　南部アフリカ地域の既存防災ネットワークの課題

前項で示した通り、災害や気候変動への脆弱性の高い南部アフリカ地域においては既に複数の防災ネットワークが構築されており、ドナー等の支援を受けながら防災への取り組みが進められている。特にSADCにおいては、加盟国の中で定期的に課題共有や情報交換等が行われるなど、活発に活動が行われている。一方で、文献調査やヒアリング等を通じて、以下の課題を確認することができた。

- 資金不足：地域、国、場合によっては地域・コミュニティレベルでの災害リスク軽減のための政策立案や制度的枠組みを支える十分な資金がない
- 包括的かつ最新のリスク評価・分析手法の不足：多くの場合、計画は包括的なリスク分析に基づくものではないため、効果的な災害リスク軽減のための優先的なニーズに対応できない可能性がある
- 高リスク地域における情報・知識管理システムの脆弱性
- 根本的なリスク要因の削減
- プラットフォームの混在：多くのドナーや防災関係プラットフォームが存在し、目的や活動のすり合わせをすることなく個別に活動を行うことから、防災関係の人員やリソースの限られた参加国はコントロールが難しい

6.2　モーリシャスにおけるワークショップの開催

6.2.1　インド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム及び帰国研修員との連携

インド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム（Disaster Risk Reduction Management Platform, DRRMP）は、2019年7月にJICAとモーリシャス政府が共催した「南インド・東南部アフリカ地域・防災リスク管理能力強化ワークショップ」において設立された南東部アフリカの3ヵ国（モザンビーク、ジンバブエ、マラウイ）と南西インド洋4ヵ国（モーリシャス、マダガスカル、コモロ、セーシェル）によるプラットフォームである。モーリシャス政府の防災対策における知見と同地域への発展を支えたいという強いリーダーシップ、また、2019年3月に南東部アフリカで発生した超大型サイクロン・イダイが同地域全体にもたらした被害を踏まえ、広域かつ持続可能な協力のあり方を模索していた JICAの連携によって構築された。南東部アフリカ及び南西インド洋諸国の課題解決に向けた防災情報の共有や意見交換の場として、各国の防災管轄組織の代表者に加え複数の開発機関も参加する、これまでにない防災ネットワーク基盤となることが期待されている。

一方で、設立して間もない時期に世界的な COVID-19 の蔓延によって活動の機会が制限されたことやモーリシャス政府内の組織改編によって公共インフラ省から地方自治防災省への防災担当部局が変更されたことなどによる推進力の低下によって、継続的な活動が行われていない状況であった。そこで、インド洋・南部アフリカ防災プラットフォームの活性化のきっかけとなることを目指し、本調査において対象各国を集めたワークショップを開催することとした。ワークショップは同プラットフォームの活動の一環として、また、同プラットフォームを支援する JICA による第三国研修の一部として位置づけ、モーリシャス政府及びJICAと調整の上準備を進めた。

本ワークショップでは、将来的に想定しうる広域協力・連携に向けた段階的な取組として主体性を重視し、運営に当たって現地人材の積極的な参画を促進した。過去にJICAの防災分野の課題別研修に参加した帰国研修員を講師して活用するとともに、JICAがモザンビークで実施しているサイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト[211]の現地関係者による発表を取り入れた。ワークショップの運営に当たっては調査団の補助としてモーリシャスの帰国研修員（2016、コミュニティ防災）を運営リソースとして活用した。

[211] モザンビークのサイクロン・イダイの被災地域であるベイラ市において、災害リスク評価、ハザードマップ作成、行動計画策定及び実施支援等を行うプロジェクトである。
https://www.jica.go.jp/project/mozambique/011/outline/index.html

6.2.2　ワークショップの概要

(1)　開催方法

2022 年 1 月 19 日（水）・20 日（木）の 2 日間で、南部アフリカ諸国 8 カ国（モーリシャス、モザンビーク、マラウイ、ジンバブエ、南アフリカ、マダガスカル、コモロ、セーシェル）を対象として、南部アフリカ地域における防災能力の向上及び連携の強化を目的としたワークショップを開催した。

メイン会場はモーリシャスに置きながら、各国とオンライン(ZOOM)で接続して実施した。調査団及びモーリシャスからの参加者はメイン会場での現地参加、モザンビーク、ジンバブエの参加者は各国会場から、マラウイ、マダガスカル、南アフリカ、コモロの参加者はそれぞれ自宅やオフィスからオンラインで参加し、各国政府・防災関係者総勢約 90 名が参加した。セーシェルにも呼びかけを行ったものの参加が叶わなかった。

なお、南アフリカについてはインド洋・南部アフリカ防災プラットフォームの参加国には入っておらず、前回のワークショップにも参加がなかったものの、既述の通り南部アフリカ地域において防災教育や災害対応などで先進的な取り組みを行っており、同地域の将来的な広域連携の枠組みにおいて知見共有などの中心的な役割が期待されることから呼びかけを行った。

(2)　目的とテーマ

1)　ワークショップの目的と設定の背景

本ワークショップは南部アフリカ地域全体の防災能力強化につながるきっかけづくりに資することを目指し、以下の 2 つの目的を設定した。

ｉ）日本の知見を活用した都市計画・インフラ開発分野における防災・気候変動の主流化に向けた意識醸成及び推進

防災主流化が強靭で持続可能な開発において不可欠で、「仙台防災枠組」の優先行動 2（災害リスクガバナンス）・3（防災の事前投資）の実施に深く関連するものである一方で、これまで複数のドナーによって実施されてきた個別の災害への対応をテーマにした調査・研修において、都市計画の視点からの防災主流化については取組みが不十分であったことから必要性を認識した。

今後、南部アフリカ諸国において効果的な防災対策を行っていく上でも、防災のリスク評価を踏まえた都市の開発区域・都市構造等の検討や、居住区域、重点施設・インフラ等の適切な配置に向けて必要な事前投資を行っていくことは重要であるため、域内防災関係者の知見を底上げし、共通認識の醸成する上で、改めて重要性の強調が必要と考えた。

ⅱ）広域協力や防災能力強化につながる域内ネットワークの強化

都市計画・インフラ開発分野における防災・気候変動の主流化に取り組む上で、同分野における経験の少ない南部アフリカ諸国が効果的・効率的に取り組みを推進するには近隣諸国での知見の共有や技術移転、連絡や相談が容易にできる関係づくりなどの協力体制の構築が重要と考えた。そのきっかけづくりとして、取り組み経験を有する国や自治体による経験や教訓の共有を行うとともに、各国参加者が主体的に参加できるよう、各国からのプレゼンテーションやディスカッションを組み込んだ内容とした。

具体的には、モザンビークの GREPOC（モザンビーク復興庁）、INGD、ベイラ市役所の 3 名からサイクロン・イダイ後の復興に係る知見共有、モーリシャスの NDRRMC 及び MMS の 2 名から防災分野と気象分野における取り組みが共有された。また、マダガスカルからは、帰国研修員（2018、アフリカ地域総合防災対策）でもある BNGRC 職員から防災主流化に向けた課題や取組みの共有を目的とした発表が行われた。更に、帰国研修員（2019、防災教育制度の向上）でもある南アフリカノースウェスト大学研究員からは、防災教育の重要性と南アフリカにおける具体的な取り組み事例が共有された。プログラム終盤では防災広域連携の促進について議論するグループディスカッション・発表を行い、広域連携の必要性や連携方法などが検討された。

防災主流化の重要性の認識と協力体制の構築は一朝一夕に実現できるものではないが、域内ネットワークでの取り組みによって将来的に域内防災関係者の意識改革や能力強化が進み、仙台防災枠組の優先行動 3（防災投資）につながることを期待する。

2） テーマ

上記の目的を達成するために、以下の３つのテーマを設定した。

a） モザンビークベイラ市のサイクロン・イダイ復興業務の知見の共有

- サイクロン被害からの復興にかかる経験や教訓を共有することで各国の防災政策や災害対策検討の参考となることを目指した。
- 現地関係者を中心にした発表を行い各国参加者と類似した立場や視点からの説明によって、より身近で理解しやすい内容にすることを目指した。

b） 日本の防災事前投資の考え方の共有（防災計画作成８ステップ等）

- 効果的な防災対策を行っていく上で重要になる災害のリスク評価を踏まえた都市開発やインフラ整備等の事前投資の考え方について調査団より発表を行った。
- 南部アフリカ地域への適用について JICA 帰国研修員より発表を行った。

c) 防災主流化・防災能力強化につながる広域交流・連携のあり方の検討

- 防災主流化等の推進に向けた各国の課題の解消に資する域内ネットワークの構築に向けた今後のニーズや日本の防災協力への期待等を把握した。

(3) 実施概要

1) 参加者

各国の参加者数及び参加者の主な所属機関は下表の通りである。

表 6-1 各国の参加者数・所属機関

国	人数	所属機関
モーリシャス	37	NDRRMC（モーリシャス国家災害リスク軽減管理センター）, Ministry of local government and disaster risk management（地方自治・防災省）, Ministry of National Infrastructure and Community Development（国家インフラ・地域開発省）, MMS（モーリシャス気象局）, University of Mauritius（モーリシャス大学）, Mauritius Fire and Rescue Services（モーリシャス消防レスキュー局）, Road Development Authority（道路開発局）, 12 Local Authorities(12 の地方自治体), etc.
モザンビーク	10	GREPOC（モザンビーク復興庁）, INGD（モザンビーク国家災害対策局）, Provincial Directorate of Public Works（州公共事業局）, Southern Regional Water Management（南部地域水管理局）, Beira Municipality（ベイラ市役所）, etc.
マラウイ	10	DoDMA（マラウイ災害管理局）, Ministry of Transport and Public Works（運輸公共事業省）, Ministry of Agriculture, Irrigation and Water Development（農業・灌漑・水開発省）, Department of Land Resources and Conservation（土地資源保全局）, Lilongwe City Council（リロングウェ市役所), etc.
ジンバブエ	22	Ministry of Local Government, Public Works and National Housing（ジンバブエ地方自治・公共事業・国家住宅省）, Ministry of Transport & Infrastructural Development（運輸・インフラ開発省）, Ministry of Environment, Climate Change, Tourism and Hospitality Industry（環境・気候・観光・ホスピタリティ産業省）, Environmental Management Agency（環境管理庁）, Civil Aviation Authority of Zimbabwe（民間航空局）, POTRAZ（ジンバブエ郵便通信規制当局）, Harare City council（ハラレ市役所), etc.
南アフリカ	2	North West University（ノースウェスト大学）, City of Johannesburg Metropolitan Municipality（ヨハネスブルク市）
マダガスカル	7	CPGU（マダガスカル予防・応急対策ユニット）, BNGRC（マダガスカル国家防災局）, DGM（運輸・気象庁気象総局）, Urban Commune of Antananarivo（アンタナナリボ市)、Urban Commune of Toamasina（トアマシナ市）
コモロ	2	Ministry of Interior, Information and Decentralization（内務・情報・地方分権省）, The University of Comoros（コモロ大学）

出典：JICA 調査団作成

2) プログラム

ワークショップのプログラムは下表の通りである。

表 6-2 ワークショッププログラム（1 日目）

Date	Time		Program	Contents
DAY1 19th Jan	9:30-10:00	30 min	Reception	
	10:00-10:05	5 min	(by Mauritius) **Welcome Remarks**	Explanation of the Workshop outline
	10:05-10:10	5 min	(by Mauritius) **Opening Remarks**	Opening Remarks from The Ministry of Local Government and Disaster Risk Management of Mauritius
	10:10-10:15	5 min	(by JICA) **Opening Address**	Opening Remarks from Ms. Kaori Tanaka, Chief Representative of JICA Madagascar Office
	10:15-10:40	25 min	(by JICA project team) **Presentation on pre-disaster investment and 8 Steps for Local DRR Planning**	Mr. Masaaki Chida (Project Manager of the JICA Project Research for Disaster Prevention in Southern Africa) ・Importance of pre-disaster investment ・Importance of reflecting the local DRR plan planned based on 8 steps into the local development plan
	10:40-10:45	5 min	Photo Session	Photo session for Mauritius and JICA team
	10:45-11:00	15 min	Break	
	11:00-11:25	25 min	(by Presenter from Mauritius) **Contribution of Mauritius Meteorological Services in Disaster Risk Mitigation**	Ms. Vandana Goanjur（Mauritus Meteorological Service）
	11:25-11:35	10 min	Q&A	
	11:35-12:00	25 min	(by Presenter from Mauritius) **Knowledge sharing on the implementation of mainstreaming DRR**	Mr. Mohit and Mr.Bissessur（National Disaster Risk Reduction and Management Centre）
	12:00-12:10	10 min	Q&A	
	12:10-13:10	60 min	Lunch break	
	13:10-13:20	10 min	(by Presenter from Mozambique) **Knowledge sharing on "JICA Cyclone Idai recovery project in Mozambique"**	①Showing Introduction video（Alternative to site visit） -Introduction of Project on Strengthening Resilience in Cyclone Idai Affected Area (ARPOC)（Evacuation drill, DRR WS, Hazard map training etc..） -Damaged infrastructure -Speech of Post Cyclone Idai Reconstruction Cabinet (GREPOC) director（about Build Back Better(BBB), etc..）
	13:20-13:35	15 min		②Project introduction Ms. Ana Paula Felicia Correia (National Institute for Disaster Management: INGD) - Assess for resilient community against residual risk -Importance and contents of the activities with linkage between National level, provincial level, municipal level and Bairro level -Introduce the efforts of strengthen the mechanism.
	13:35-13:45	10 min		Q&A
	13:45-14:00	15 min		③Project introduction Mr. Samuel Zacarias Simango (Municipio da Beira: CMB) - Disaster risk reduction plan (or consideration) in Beira. - Structure measures, Land use plan, measures against Residual risks which are considering or will consdier in Beira - Lesson learned from the experience
	14:00-14:10	10 min		Q&A
	14:10-14:25	15 min	Break	
	14:25-14:40	15 min	(by Presenter from Mozambique) **Knowledge sharing on "JICA Cyclone Idai recovery project in Mozambique"**	④Project introduction Mr. Carlito Dino Nhama (Post Cyclone Idai Reconstruction Cabinet: GREPOC) -Activities for recovery from Cyclone Idai -Achievement and challenges. -How to recover as resilient city based on the experience in Beira -Lesson learnt from the experience
	14:40-14:50	10 min		Q&A
	14:50-15:35	45 min	(Workshop) **Discussion of the Lessons and Knowledges Learned from the Mozambique experience of Cyclone Idai**	Share participant's comments on lessons and knowledge learned from Mozambique, the need for mainstreaming disaster prevention and upfront investment, and the current situation and issues in their own countries based on these.
	15:35-15:45	10 min	(by JICA project team) **Wrap up for Day 1**	Wrap up for Day 1

出典：JICA 調査団作成

表 6-3　ワークショッププログラム（2 日目）

Date	Time		Program	Contents
DAY2 20th Jan	9:30-10:00	30 min	Reception	
	10:00-10:10	10 min	(by JICA project team) **Resume of Day1 and Agenda for Day 2**	Resume of Day1 and Agenda for Day 2
	10:10-10:35	25 min	(by Presenter from Madagascar) **Evolution of disaster risks in Grand Antananarivo**	Lieutenant-Colonel FALY Aritiana Fabien (National Office for Risk and Disaster Management: BNGRC/ JICA Training Alumni) - Disaster risks in Madagascar - Evolution of disaster risks in Grand Antananarivo - Activities and Challenges in Disaster Risk Assesment
	10:35-10:50	15 min	Q&A	
	10:50-11:05	15 min	Break	
	11:05-11:30	25 min	(by Presenter from South Africa) **Importance of disaster prevention education for mainstreaming disaster prevention**	Ms.FOURIE Kristel (North West University / JICA Training Alumni) - Disasters in Southern Africa - Hazard vs Vulnerability Paradigm - Disaster Education
	11:30-11:45	15 min	Q&A	
	11:45-12:00	15 min	(Connection test for Afternoon program)	(Connection test for the Break out room for each coutry)
	12:00-13:00	60 min	Lunch Break	
	13:00-13:15	15 min	(Workshop) **Discussion on the Regional Cooperation for Disaster Risk Reduction(DRR) in Southern Africa and Indian Ocean**	Ms. Motoyo Araki (JICA Expert from the JICA Project Research for Disaster Prevention in Southern Africa) - Introduction of the theme and goals
	13:15-14:15	60 min		Group Discusstion(Break Out Room) Discuss on the possibility of further regional cooperation (i.g.utilization of the Disaster Risk Reduction Management Regional Platform (DRRMRP)) by each
	14:15-14:30	15 min	Break	
	14:30-15:20	50 min	(Workshop) **Discussion on the Regional Cooperation for Disaster Risk Reduction(DRR) in Southern Africa and Indian Ocean**	Presentation from each group on the results of the group discusstion Theme: How to promote Disaster Risk Reduction (DRR) coorperation within Southern African countries Output: Proposals to promote DRR cooperation within Southern African countries
	15:20-15:25	5 min	(by Mauritius) **Wrap up for the Workshop**	Wrap up for the Day 2 and the overall Workshop
	15:25-15:35	10 min	(by Mauritius) **Certificate Ceremony**	Certificate Giving Ceremony for the Workshop
	15:35-15:45	10 min	(by JICA) **Closing Remarks**	Closing Remarks from Ms. Kaori Tanaka, Chief Representative of JICA Madagascar Office

出典：JICA 調査団作成

3) ワークショップの様子

ワークショップの会場の様子は以下の写真の通りであった。

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>オンライン参加者を含む集合写真</td><td>モーリシャス会場　集合写真</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>モーリシャス会場の様子</td><td>モザンビーク会場の様子</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>ジンバブエ会場の様子</td><td>調査団から参加証を授与</td></tr>
</table>

図 6-1　ワークショップの様子

出典：JICA 調査団作成

4) 発表・ディスカッション内容

a) 開会挨拶

開会に当たり、NDRRMC 副センター長及び JICA マダガスカル事務所長より挨拶があった。NDRRMC からは仙台防災枠組の実装に向けて、既に策定を行った防災関連計画の実現化を行っていくに当たっての意気込みが述べられた。また、災害管理は国際的なステークホルダーの関与のもとで実施されるべきものであるとし、JICA を含む国際ドナーへのこれまでの支援に対する感謝と今後の更なる支援への期待が述べられた。JICA マダガスカル事務所からは、南部アフリカ地域の災害リスクが気候変動や異常気象の影響により年々高まっていることを受け、今後も JICA が同地域の持続可能な発展に貢献するために災害リスク軽減に向けたよきパートナーであり続けることが述べられた。両者共に開催直前の 2022 年 1 月 15 日にトンガ諸島で発生した噴火・津波について触れ、改めて災害に対する予測の難しさと事前防災の重要性が強調された。

b) 調査団発表

最初のプログラムとして、JICA 調査団から防災事前投資の重要性と、地方防災計画策定 8 ステップに基づき地域開発計画に防災の観点を取り込む上での考え方等を共有した。地方防災計画策定 8 ステップの説明に当たっては、フィリピンで行われた台風ヨランダからの復興プロジェクトの事例を、都市計画における防災主流化に関しては日本の事例を踏まえながら、今後南部アフリカ地域に適用していくことの重要性を述べた。



図 6-2 調査団からのプレゼンテーションの様子

出典：JICA 調査団撮影

c)　モーリシャス防災・気象関係者による発表

モーリシャスは、防災プラットフォーム参加国の中でも比較的防災に対して先進的な取り組みが行われていることから、防災分野と気象分野における知見の共有が行われた。

まず、MMS からの発表では、サイクロン、豪雨、高波、高潮、津波などに対する既存の早期警報システムと各災害時のコミュニティへの伝達や対応方法についての紹介、災害リスク軽減のための既存の課題の共有があった。地域ごとの特徴に合わせた災害対応計画の策定についても進行中であるとの紹介があった。

続いて、NDRRMC からの発表では、モーリシャスの自然災害の特徴の紹介とそれらに対応するための災害管理体制構築の歴史や現在の運営・管理体制の紹介、災害対応能力を高めるためのコミュニティトレーニングや教育プログラムの導入についての共有があった。仙台防災枠組で事前防災が重要視されていることから、国や地域の各レベルで災害リスク管理を進めていることに触れる一方で、地域レベルの対策では災害危険区域からの住民移転が課題となっており、理解促進に向けた様々な検討やクロスセクターでの取組みが行われていることが述べられた。また、実際の取組みにおいては、社会福祉協議会や赤十字社など、多くの NGO の参画が重要な要素であると述べられた。

d)　モザンビークサイクロン・イダイ復興関係者による発表

モザンビークからは、サイクロン・イダイからの復興に係るこれまでの取り組みや知見が共有された。冒頭でビデオ上映が行われ、ベイラ市の被災インフラの状況（道路陥没、防潮堤破損、家屋や学校の破損等）、JICA のサイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト（避難訓練、防災ワークショップ、ハザードマップ訓練等）、避難訓練参加者のインタビュー、GREPOC 長官のインタビューなどが紹介された。

続いて、INGD より国家レベル、州レベル、市町村レベル、コミュニティレベルの災害時対応の連携と全組織が一体となって国民を守る体制づくりに対する取り組みの重要性、残余リスクに対する評価と構造物対策が難しい地方部におけるレジリエントなコミュニティづくりへのメカニズム強化の取り組みについての発表が行われた。

ベイラ市役所からは、サイクロン・イダイの復興体験から得た教訓をはじめ、防災計画や避難計画の策定、土地利用計画と構造物対策、残余リスク対策に対する取り組み状況について発表が行われた。

最後に、GREPOC からは、実施者目線で感じた復興（Build Back Better）の考え方と実際の反映状況や難しさなど復興業務を通して感じた成果と課題、ベイラ市の経験をもとにしたレジリエントな都市としての復興のあり方、防災事前投資（ハード対策）や事前準備（ソフト対策）の重要性等の教訓について発表が行われた。

e)　マダガスカル帰国研修員からの発表

BNGRC において最前線で災害対応を行う帰国研修員より、アンタナナリボ首都圏における災害リスクの変遷と災害リスクアセスメントの活動と課題の共有が行われた。マダガスカルでは防災に関する法制度や各種計画の整備、省庁横断及び国・自治体・コミュニティ縦断での防災体制が構築されており、BNGRC が地方自治体とリスクマップをもとに密に連携をとって地域防災の取り組みにも力を入れていることが紹介された。既にソフト対策には取り組んでおり、次はインフラ等のハード整備が必要であるが、実際の防災主流化においては予算不足や住民理解の難しさ等の課題も多数あることが紹介された。

f)　南アフリカ帰国研修員からの発表

南アフリカの帰国研修員からは、南アフリカの災害教育システムの取り組みをもとに、防災教育の重要性・取り組みについて共有された。防災教育とは必ずしも専門的な知識を意味するものではなく、人々が自分達の脆弱性を学び、災害に対する人々の見方を変えることであるとして、初等教育や中等教育に災害教育を統合する必要性を強調した。

g)　南部アフリカ地域での広域連携に向けたディスカッション

ワークショップでは７つのグループに分かれ、南部アフリカ地域における災害リスク軽減のための広域連携の進め方や連携方法などについてグループディスカッション・発表を行った。以下に各グループから発表された意見を示す。

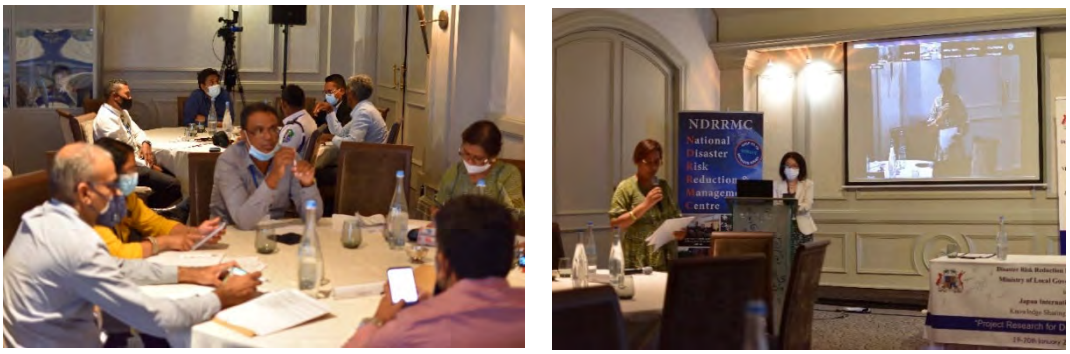


図 6-3　ディスカッション及び発表の様子

出典：JICA 調査団撮影

表 6-4　ワークショップにおける意見発表

グループ名	主な意見
モーリシャス①	- 災害発生時には、任務が重なることが多いので発災時の明確な Standard Operating Procedure（業務手順書）が必要。 - COVID-19 の制限により、教訓の共有、能力向上活動や訓練が十分でなく、コミュニケーションも少ない。防災教育における DRR の統合、ハザードマップ作成、早期警報、DRR 対策の実施について技術支援やキャパシティービルディングが必要。 - 災害関連の学位取得のための奨学金の提供、交流プログラムの開催の奨励が必要。 - 地域の大きな気象災害への対応情報を共有するプラットフォームが必要。課題は政治的干渉、資金、パンデミック等の健康問題、国民の意欲などである。 - DRR は単独で実施されるべきではない。経験やベストプラクティスを共有し、より良い災害管理の準備をすることが私達の利益となる。
モーリシャス②	- 災害時の効率的な対応や予測を行うにあたり予め各災害対応の主導的な機関（土砂災害等）を決めておくことが重要。ドナーも適切なカウンターパートを見つけやすくなる。モーリシャスも初めての土砂災害の際には対策を打ち出すのに苦労した。 - 土砂災害危険区域などの居住者移転は大きな問題である。説得が難しく、一度移転しても戻ってくることが多い。社会的な側面、経済的な側面も考慮した上で移転に取り組むべき。他の先進国の緩和策から学ぶためにも連携は重要である。 - モーリシャスはサイクロンに対処するのが得意で、設計された優れた規範や知識を共有することができる。対応策を改善するためには、知識の共有が重要である。また、発災時に短期間で巨額の支援を得る方法を知ることが必要である。
マダガスカル・コモロ	- コモロでは河川調査ができる専門家の不足、大学によるモデル研究・テーマ研究の不足がある。災害アセスメントを行い、時間軸を持った国家防災計画の策定が必要である。高潮や土砂災害などに対応するために多くの法律や国家政策の改定も必要である。 - 状況を迅速に評価するためデータの収集・共有ツールを開発する必要がある。 - 地域レベルでの連携がうまくいけば、より効率的な能力開発活動が実現できる。リスクアセスメント、ハザードマップなど、DRM の研究分野に焦点を当てるべきであり、技術的なサポートが必要である。共同プラットフォームの構築は非常に有用であり、JICA に技術的なリーダーの役割を期待したい。

グループ名	主な意見
モザンビーク	- 災害時の政府機関や組織間の非効率的な調整などの問題があるため、人道支援団体や GREPOC を含むコミュニケーションシステムの強化は私たちにとって非常に重要である。 - 災害時の飲料水の不足や食料を保存する施設の不足が課題である。人道支援センターは災害時の宿泊施設として、それ以外の時には倉庫として多機能に利用することが提案できる。 - 他国とのパートナーシップによる地域内での情報共有や経験の共有は重要である。SADC 内での情報交換を活発化すべき。 - 一般家屋の管理などあらゆるレベルの人々の防災意識を感化する必要がある。そのため、教育において防災を導入すべき。
マラウイ・ 南アフリカ	- 私たちは準備不足と人員不足に直面している。また、災害時の地域的な被害予測が困難である。現在は災害管理センターが全てを行っているが、他の関係者のサポートや対応が不足している。関係者の協力を開始・促進できる機関が存在しない。 - 各国が防災マネジメントに対して同じビジョンを持つことが重要である。また、何がうまくいき、何がうまくいかなかったか、経験を共有することが必要で、必要に応じてローカルなシステムへの介入も考えられる。
ジンバブエ①	- 私たちは早期警報システムが弱く、災害への対応に関する知識も限られている。関係部門の協力も不十分で、情報発信のシステムも弱い。また、輸送や機材の面でもリソースも少ない。そのため、効果的な緊急対応やモニタリングが困難である。 - 教育システムに防災を組み込むべきである。 - 国間の連携によって設備の改善、適切な資源の配分や共有、知識の伝達や能力開発トレーニング等を推進する必要がある。 - 参加国で覚書を作成し、災害管理のための地域センターを開発・強化することを提案する。地域ワークショップ、交流プログラム、合同または地域的な防災訓練があるといい。 - 資金調達のメカニズムも考えなければならない。
ジンバブエ②	- ジンバブエの現在の防災体制では協力体制が脆弱なので立法や政策が必要だと思う。また、主要なステークホルダーの能力開発を担当する省庁を設立し、地域での主要なステークホルダーを特定してコミュニティの教育や強靭な通信インフラの設置を推進したい。 - 地域間協力によって、早期警報システムを手に入れたい。また、様々な国の専門家の援助、訓練ワークショップ、交換プログラム、セミナーなどの形での技術協力も望む。戦略や資源を共有するための研究センターを作ることも効率的だと考える。 - 災害が起こりやすい国では防災を優先させるべきである。既存のボトルネックとしては、文化の違い、教育不足、政治的影響力、不安定さなどがあるが、国民に防災教育を実施することで彼らの意識改革を期待する。政府や地域指導者の能力開発も必要である。

出典：ワークショップ意見より JICA 調査団作成

6.3　南部アフリカ地域防災ネットワークの可能性

南部アフリカ地域防災ネットワークの課題やワークショップで得られた参加者からの意見などから、今後の南部アフリカ地域防災ネットワークに求められるニーズと連携の可能性について検討を行った。

6.3.1　南部アフリカ地域における災害リスクの課題の再認識

(1)　南部アフリカ地域における災害リスク

下図は南部アフリカ地域における 25 年間のサイクロンの経路図であるが、モーリシャスやマダガスカル等の島嶼部だけではなく、大陸部までサイクロンの軌道が及んでいることが確認できる。また、一般的には東から西に移動し、島嶼部の方から大陸に向かう傾向がある。一方で、右上の B の図にサイクロン・イダイの軌道を赤線で示しているが、西から東に向かい、マダガスカルに上陸せずに進路を変え、大陸に向かう、というような複雑な動きも確認できる。その結果、広域被害や、長雨・洪水が同時多発するような複合災害が発生しており、サイクロンの対策については、島嶼部の方から気象観測の情報発信をしてそれを大陸側で受けるといった広域での連携と防災対策が必要であると認識している。

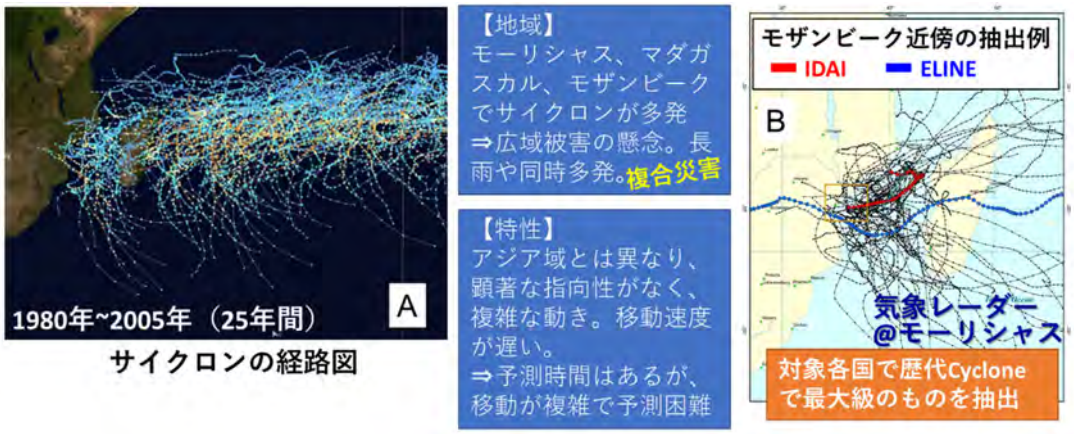


図 6-4　南部アフリカ地域におけるサイクロンの経路

出典： JICA 調査団作成

また、広域連携や災害リスクの地政学的な観点から、①マダガスカル、モーリシャス、コモロ、セーシェルの島嶼部、②アフリカ大陸沿岸部のモザンビーク、③アフリカ大陸内陸部のマラウイ・ジンバブエの３つに区分して、それぞれの地域特性や災害特性、災害からの教訓を課題とした広域連携を進めていく必要があると考える。３つの地区区分の概要は以下となる。

表 6-5　対象国の地域区分と特性（再掲）

区分	災害特性	対象国
島嶼部国	・ サイクロン襲来時には対象 8 カ国の中で最初に影響を受ける地域である。 ・ 島国であることから、沿岸部全てが高潮の影響を受け、その危険性が高い。 ・ 島嶼部の中でも、マダガスカルは、日本の国土の 1.6 倍の大きさであり、大陸部と同様な自然災害のリスク、インフラ整備の課題が存在する。	マダガスカル、モーリシャス、コモロ、セーシェル
大陸沿岸部国	・ 沿岸部であることから高潮の危険性があるほか、大陸内陸部とつながりによる河川洪水の問題がある。 ・ 自国だけでなく、内陸部諸国への物流拠点やネットワークとしての港湾・道路等のインフラ整備の必然性が高い。 ・ 主要都市は沿岸部に開けた比較的平坦な地域に形成されている。	モザンビーク
大陸内陸部国	・ サイクロンによる暴風被害は限定的であるが、降雨による浸水被害や土砂災害などのリスクがある。 ・ 内陸国であるため物流の要である港がなく、隣接国からの道路等の物流インフラネットワークが生命線である。 ・ 起伏に富んだ地形状況などから、都市地域や道路等の重要インフラにおいて洪水や土砂崩れなどの危険性が高い。 ・ 農業依存型の産業であることから影響を受けやすい。	マラウイ、ジンバブエ

出典：JICA 調査団作成

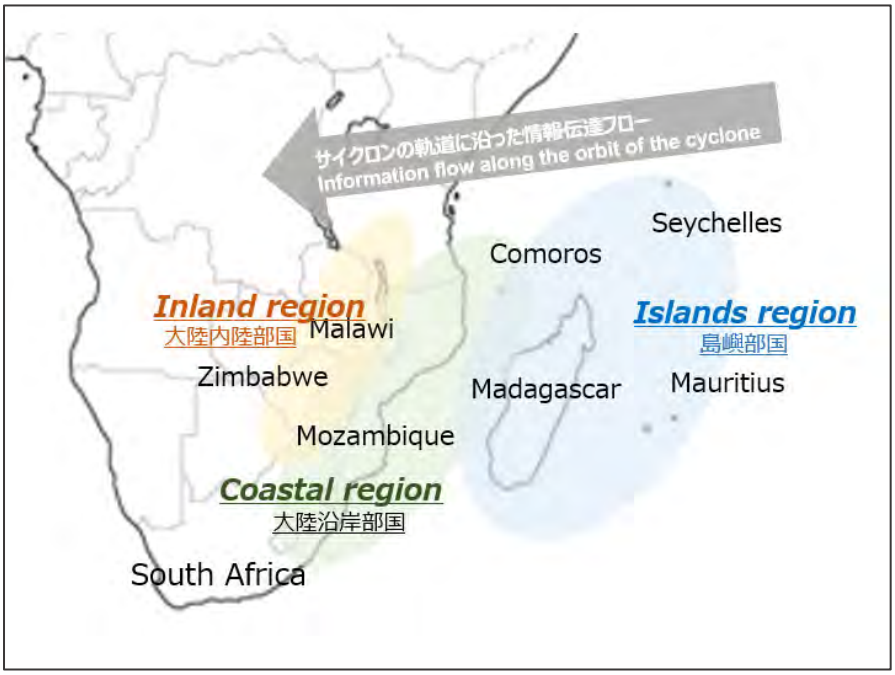


図 6-5　3 つの地区分布イメージ

出典：JICA 調査団作成

(2) サイクロン・イダイプロジェクトの教訓

2019年の大型サイクロン・イダイの被害を受け、モザンビークでは被害が最も大きかったソファラ州ベイラ市において「サイクロン・イダイ被災地域強靭化プロジェクト」（ファスト・トラック制度適用案件）を実施している（通称サイクロン・イダイプロジェクト）。南部アフリカ地域における自然災害に対する復興支援の一例として、同案件の教訓を以下の通り整理する。

- COVID-19 により、渡航が中断され、調査を延伸せざるを得なくなり、いち早い復旧・復興の支援の実現が困難であった。現状、被災から3年以上が経過している。
- GREPOC の存続期間が 5 年間となっており、期限内での支援を最大限に進めていく必要がある。
- GREPOC が、首都マプトに留まらず、被災地ベイラ市に中心拠点を設置したことで現地の復旧・復興ニーズの把握とその対応、各ドナーとの事業調整等も含めて直接的に行えるようになっていたことが、非常に大きな復興推進効果をもたらした。今後、他国・他地域で同様の災害が発生した際には、被災現地で復興を担う復興庁のような機関の設置を提言することが望ましいと考える。
- ただし、東日本大震災においても被災後10年でようやく復興事業の完了に目途が立ち、被災前と同等の復興レベルになったことを鑑みると、GREPOC の存続期間は、10年程度として提言すべきと考える。
- 復興支援においては、現地 C/P との連携が重要であるが、各国の JICA 事務所においては、通常の関係性の中で復旧・復興に係る現地政府機関・部署とは必ずしもコミュニケーションがあるわけでない。このため、今後、防災主流化や防災事前投資を進めていくことや、急な自然災害による被災を受けて災害対応を行うことも想定し、常に主要なインフラ官庁等との連携などを想定しておく必要があると考える。モザンビーク事務所においては、迅速な対応により関係官庁との関係構築が図られたことが、迅速な緊急援助支援の初動につながったものと考える。
- アフリカ地域における主要ドナーの一つは WB である。アフリカ地域のあらゆるインフラ事業や防災・災害支援などを行っている。このため、常に WB の動向を確認することと連携の糸口を模索しておく必要があると考える。幸いにもモザンビークでは、ハザードシミュレーションや防潮堤整備、排水機場整備等のプロジェクトで連携することとなり、その他の国や地域においても JICA との連携を望んでいるため、今後とも良好な関係を築きながらアフリカ防災支援で協働していくことが望ましいと考える。
- COVID-19 により、渡航が度々中断されたものの、現地の復興支援活動を止めるわけにはいかない状況がある。そのような場合には、現地で常に活動できる組織と連携すべきと考える。連携候補としては、地域の大学や NGO、現地コンサルタントが考えられる。

NGO、現地コンサルタントは連携して避難訓練や土地利用計画を検討しているが、大学との本格的な連携ができていない状況である（一部木組みプロジェクトでの連携はある）。モーリシャスでは、モーリシャス大学がフィールド調査の協働や防災人災育成の支援に積極的な姿勢を示していることなどを考慮すると、モザンビークでも地元大学との連携を進めていくことに尽力すべきであったと考える。ただし、それはSATREPSのようなアカデミックな共同研究を目的とするのではなく、具体的な復興支援や人材育成などの実践行動を協働して取る仕組みを構築するための連携である必要がある。

- 反政府側体制をとる自治体が被災した場合の支援についても平等に実施すべきと考える。被災地ベイラ市が中央政府とは対立する政治体制であることから、救援や復興支援において、ベイラ市民は不利な状況に置かれている。JICAとしても現地政府との関係はあるものの、緊急復興支援以降についても必要な支援を継続していく必要があると考える。
- 復興支援の目的としてBBBが謳われているが、既述したように日本においても大規模な被災後から立ち直るためには10年以上の時間を要している。このため、ある程度長期的な視点でBBBの成果を見る必要がある。特に生業回復などの時間がかかる部分、復旧・復興事業ができて初めて可能になる部分も多い分野であることから、それらへの支援の投入と効果の発現を短期的な視点のみで見ないようにすること、また、短期的に成果が上がらないという予測があるため支援はもとより実施しないという判断がなされないようにすることが、真の復興には必要であると考える。
- 被災した教育施設や医療施設を改修・新設するパイロットプロジェクト事業においては、工事を現地で監督・指示できないことが一番のボトルネックであったが、360度カメラの導入で日本からのリモート管理が可能になった。これは、他国・他地域でもCOVID-19禍にあっても工事や事業を止めないモデルプロジェクトであると考える。
- 浸水ハザードマップの整備と検討により、上記の新設するマクルンゴ小学校がワーストケースシナリオに基づくハザードマップシミュレーションでは浸水する可能性があることから、当初予定の基礎の嵩上げを60ｃｍから100ｃｍに変更するなど、ハザードマップシミュレーションと連動した施設整備の検討ができたこともモデルプロジェクトとして例示できると考える。
- JICA事業として支援する場合に相手国C/Pの体制や能力などが危惧される。特にアフリカはアジアと比較してその体制や人材・能力が不足すると言われることが多いと聞いていた。しかし、モザンビークやベイラ市のC/Pにおいては、非常に有能な人材が多く、また真摯な対応からJICA事業としては進めやすいものであると考える。
- サイクロン・イダイプロジェクトがアフリカ初の緊急開発援助調査であり、これまでアフリカにおける大規模な防災関連事業はなかった。モザンビーク国においてもサイクロン防災を掲げながらサイクロン・イダイまで災害らしい災害が発生した経験がなく、

アフリカでの防災支援ニーズは低いものと位置付けられていた。しかし、イダイ以降もサイクロン襲来の頻度が高まり、本年のサイクロン・アナでは、モザンビークのほかマラウイやマダガスカルも大きな被害を受けるなど、サイクロン被害や長雨での洪水などが常態化しつつある。アジアに比べて都市が密集せずに開発・整備の余力があることから、アフリカこそが防災主流化・防災事前投資を先行的に進めていくべきであると考える。

- モザンビークにおいては、ベイラ市以北でもサイクロン襲来の頻度が高いようである。サイクロン・イダイプロジェクトが3年を経過して、その間にいくつかのサイクロンを経験し、またハザードマップの活用方法や避難計画・避難訓練を経てベイラ市の防災人材は順調に育っており、INGD などの国家機関とも効果的に連携しているほか、地域コミュニティを通じたコミュニティ防災においても力を発揮している。サイクロン・イダイ以降の大規模なサイクロンにおいても重大な人身被害を免れており、支援の効果が表れている。このため、ベイラ市の防災人材が中心となって他地域や他国での復興の知見を共有し、指導できるレベルに近づいているものと考える。
- モザンビークの防災人材の育成や連携・協力して防災活動に当たろうという意識啓発には、本邦招聘や本邦研修が大いに力を発揮していることがわかった。既述したように、モザンビーク中央政府と被災地のベイラ市においては政治的な軋轢があり、お互いに相いれない状況であったことから復興における連携・協力の面で先行きが危ぶまれていた。しかし、本邦招聘や研修で政府関係者とベイラ市担当者とが行動を共にし、日本の知見を吸収する中で互いに理解し打ち解けあったことで、帰国後も復興に向けた同士としての結びつきが高まっていった。本調査においても帰国研修員を中心としたワークショップを開催するにあたり各国の帰国研修員との調整を図ったが、一様に意識が高く優秀であり、防災に対するモチベーションも非常に高いものであった。このことより、今後とも防災人材育成においては、本邦招聘や本邦研修、課題別研修などを積極的に進めていくことが望ましいと考える。
- モザンビークにおけるサイクロン・イダイによる大きな被害の大部分は、高潮被害や洪水ではなく、暴風雨による風害であった。（イダイ襲来時には、潮位が小潮であり、数日後の大潮と重なった場合には甚大な高潮被害が発生するものとシミュレーションされてはいる）モザンビーク市内では大木が家屋を破壊し、多くの人命や資産が奪われた。そのため、モザンビークの防災人材は暴風対策の知見を得たいと考えていたが、JICA の課題別研修に水害、地震はあっても風害対策に対する講義がなかった。そこで、サイクロン・イダイプロジェクトの本邦研修では、風害に対する日本の知見や対処方法についての講義の機会を設けて対応した。今後ともこのような風害対策の要望は必ずあると考えられる。またハード整備と並行してソフトな事前対応が求められることから当該分野の知見共有が有効であると考えられ、課題越研修の中に一コマでも取りいれるこ

とが望ましいと考える。

- 既述したように、GREPOC の支援期限の問題のほか、サイクロン・イダイプロジェクトも 2022 年に基本的な支援業務が終了となる。しかし BBB を実現する復興のためには今後の支援を継続実施していく必要があると考える。

6.3.2　南部アフリカ地域防災ネットワークにかかる課題

本業務を通じたワークショップでの質疑応答や発表内容、その後に実施したモーリシャス大学へのヒアリング内容等からは、南部アフリカ地域防災ネットワーク構築における防災分野の人材育成等に関する課題が確認された。具体的な課題として把握できたものを以下に示す。

- サイクロン等の自然災害に対して、既に多くの広域連携の体制があるが、災害に対する人材育成を考慮した体制構築はされていない。
- モーリシャスやマダガスカル等、様々なドナーの関与によりハザードマップの整備や災害対応のプロジェクトが進められているものの、根本的には、なぜ自然災害が発生し、どのように対応するのか、また未然に防ぐためにはどうすればよいのか、といった対策について判断できる人材が不足している。
- 災害メカニズムに対応するような防災（事前防災投資を含む）の考え方が浸透していないことから、国の体制としても、そのような知識や技術のある人材の活躍の場（就業の機会）は多くはなく、またそのような知識や技術を学ぶ場も国内には殆どない状況である。
- 地域間協力（広域連携）によって、早期警報システムの強化が求められている。
- 様々な国の専門家の援助、訓練ワークショップ、交換プログラム、セミナーなどの形での技術協力が望まれている。
- 戦略や資源を共有するための研究センターを作る等が望まれる。

6.3.3　南部アフリカ地域防災ネットワークにかかるニーズ

本業務を通じたワークショップでの活発な質疑応答や発表内容から、各国で置かれている状況や防災体制の熟度などの違いはあるものの、相互に共有し活用できる経験や課題を持ち、今後も連携によって効果的な地域防災体制の構築を推進したいというニーズを汲み取ることができた。具体的なニーズとして把握できたものを以下に示す。

- 効果的な防災取組体制の構築にかかる知見共有：各国ともに既存の防災主管省庁があ

るものの、人員や体制、スタッフの専門性といった組織体制をはじめ、予算の執行方法や規模、リソースといった運営体制、インフラ官庁や応急対応所管官庁（警察、消防等）、地方自治体、地域コミュニティとの協力といった連携体制などは様々であり、質疑の多い部分であった。また、自国内での中央政府と地方自治体でのコミュニケーションや情報伝達の難しさ、法制度の改善を指摘する意見もあるなど、災害時の緊急状態下での円滑な対応を実現する効果的な体制構築に課題を感じている様子であった。

- ベストプラクティスの共有：社会的、経済的に類似した状況を有する各国が、直面した課題にどのように取り組み、成功や失敗の要因について知見を共有することは相互に大きな学びをもたらすと考えられる。ワークショップ内でも災害危険区域内の居住者移転の難しさについて情報交換をする場面が見られたが、共通の課題について気軽に相談や意見交換ができる関係を構築することは、自国に活用できる知見を得る目的以外にも、困難な場面に直面することが多いと考えられる防災関係者にとって有意義であると考えられる。
- 災害応急対応にかかる情報共有：大雨やサイクロンなどが地域全体に被害をもたらすことの多い南部アフリカ地域では、緊急時の災害情報の共有が重要になる。特に高度な気象情報システムを有さない国にとっては、周辺国からの情報共有が非常に重要になることから、気象分野を含んだ緊急時の連携強化が求められる。また、災害発生後の相互支援における人的・物的資源の円滑な共有などのためにも、あらかじめ応急連絡体制などを構築しておくことが望まれる。
- 資金調達方法にかかる知見共有：課題でも述べた通り、開発途上国が多い南部アフリカ地域においては防災分野への投資を進める上での十分な予算を国家内で確保することが難しく、SADC などの域内ネットワークも十分な資金を有していない。そのため、国際機関などの海外ドナーからの資金調達や支援を得ることが不可欠であるが、支援を呼び込むための手段や手続きについての知見や海外からの支援をコントロールする能力が乏しいのが現状であり、国際機関からの援助経験を有する国や地域による経験等の発信は効果的であると考えられる。
- 高度な技術的支援：根本的なリスク要因の削減を行うための最新の専門的な技術に基づく包括的なリスク評価・分析手法とそれに基づくハザードマップの作成や技術的対応策の検討は、開発途上国の多い南部アフリカ地域では教育機関や専門家の不足によって対応が難しい。技術的な専門能力の向上を目的としたキャパシティービルディングや研修・訓練を行う機会が必要である。
- 共同での人材育成とネットワーク強化：各国の防災関係者の継続的な能力開発と人的なネットワークの強化を行う上で、交流プログラムやセミナー、能力開発トレーニングなどを共同で行いたいという意見が多く寄せられた。
- 防災教育の推進にかかる知見共有：防災行政を円滑に進める上での地域コミュニティ

の意識醸成については重要と認識する参加者が多く、防災教育を促進したいという意見が参加者から多く発表された。一方で、学校教育などと連携して防災教育を浸透させていくには多大なる時間と労力がかかることが考えられ、知見の乏しい南部アフリカの国々からの支援ニーズは高いと考えられる。

6.3.4　南部アフリカ地域防災ネットワークの拡充にかかる提案

南部アフリカ地域防災ネットワーク構築への課題・ニーズについては既述のとおりであるが､既に SADC などの既存の地域ネットワークが活発に活動していることを考慮しても、同様のネットワークを新たなに設立することはリソースの確保の難しさの視点からも望ましくないと考える。また、既に地域内のネットワークの改善にかかる同様の議論は地域内で繰り返しされてきているものと考えられ、過去のモーリシャスにおける JICA でのワークショップや研修等においても、専門家や人材の不足のほか、情報共有ネットワークの構築、行政の体制・開発規制、持続可能な支援等に課題があることが提示されている。ここでは、何らかのボトルネックがあるために実現が進まないものと考え、既存の南部アフリカ地域防災ネットワークを補完するための拡充策を提案する。

現在の地域防災ネットワークの最大の課題として考えられるのは、参加国の抱える技術的な課題に対する指導や支援を行う役割の不足である。今回の参加国の中で比較的発展した防災体制を有するモーリシャスの政府関係者からも、自国の技術者の専門性の不足を課題とする発言があり、今後も JICA 等による技術的なサポートが必要であるとの意見があった。これまで SADC などの地域防災プラットフォームも情報共有の場としては機能しているものの、参加国の能力は横並びに近く、相互への専門家派遣などの踏み込んだ支援までは行っていない。知見の共有を行ってもそれらを自国に持ち帰って組織体制や制度に反映できるかどうかは各国の裁量に依るため、専門家の不足や資金の不足等により、実行に移すことが難しいことが多いと考えられる。

そのため、参加国がネットワークを通じて得た知見をもとに防災施策を推進する上での技術的な支援や実現に向けた継続的なフォローアップをできる体制が必要であると考える。また、参加国からの要望の多い知見の共有や人材育成についても地域内の課題やニーズを俯瞰的に捉え、各国にとって効果的で有意義な内容やプログラムを構築できる人材が事務局として機能する必要がある。また、そのための人材や資金などのリソースの確保も必要になる。これらの取り組みは一足飛びには実現が難しいと考えられることから、軌道に乗るまでは JICA 等による継続的な支援や専門家の派遣によるプラットフォームの体制強化が望ましいと考える。

将来的には、モーリシャスなどの主導的な立場ととれる国の大学など（例えばモーリシ

ャス大学）と連携し、域内の防災課題の研究や広域連携の拠点となる地域防災研究センターを設立することが考えられる。地域防災研究センターを南部アフリカ地域における防災人材育成のハブとして周辺国からの技術者の受け入れと教育を行うことで、地域全体での技術力の向上を目指す。ここでは「災害対応人材」ではなく、地質学的、土木学的、都市計画的、災害工学、避難行動計画等のスキル持つ「防災人材」を育成する。講師には、世界的に自然災害に対する防災経験の豊富なスペシャリストとして、本邦の専門家、JICA 専門家が通年または短期的、継続的に技術講師として派遣される仕組みが想定される。プログラムとしては通年のカリキャラムのほか、サマースクールなどのシーズン開催も想定するが、本邦研修等も大変重要な研修であり、帰国研修員が将来、本邦講師に代わり講師となって持続的発展をしていく仕組みにつなげる事が望ましい。

将来的には地域防災研究センターで育成された人材を登録した防災専門家バンクなどを確立し、専門家が不足する南部アフリカ地域のシンクタンク的な役割を発揮し、同地域で防災上の課題が発生した際の技術アドバイザリーの実施や各国行政機関への専門家派遣、ドナーへの情報発信や交渉を行うパイプ役としての役割を担うことを目指すことが考えられる。

インド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム（DRRMP）を主導する NDDRMC へのヒアリングでは、地域防災ネットワークを通じたプログラム案として、中学校（7 年生から 12 年生まで）での防災教育カリキュラムの導入と教育者に対する防災教育研修の実施、洪水モニタリング早期警報システムの導入、各国のベストプラクティスの地域間共有を実現・実践し、能力開発と地域間ネットワークを強化するような防災交換プログラム、NDRRMC を空間データ共有の中心機関として確立するため、GIS ソフトウェアや GIS 解析の能力開発と技術的な復興プログラムを希望していることが明らかとなった。地域防災研究センターを主体とし、定期的にインド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム（DRRMP）としてこうしたワークショップやセミナー等を開催することも考えられる。

上記を踏まえ、支援の方向性として以下のようなアイデアが考えられる。

- 来年度以降も、第三国研修の一環として、8 ヵ国連携の「インド洋・南部アフリカ防災プラットフォーム」の開催を支援する。（各国でも持ちまわり開催なども検討）
- モーリシャス政府（及びモーリシャス大学）と連携して「地域防災研究センター」のような地域内の防災研究拠点の検討や機能・施設の整備を支援する。
- 上記の「地域防災研究センター」などの場や機能が整備された場合には、本邦の技術者の派遣や定期的な人材・技術能力開発、防災教育等の支援を実施していく。
- モーリシャスを中心にしながらも、必要に応じて連携する 8 ヵ国の要請に応じながら、人材・技術能力開発、防災教育等を支援していく。
- 防災主流化として、本報告書で検討されたハード・ソフトの案件・施策について、各国

政府機関 C/P 等の能力や準備体制等の検討状況を見極めながら事業実施を進めていく。

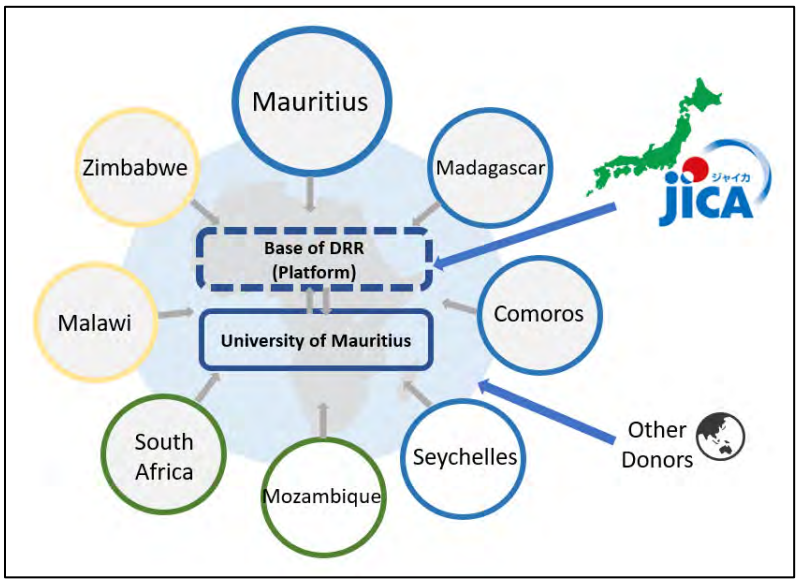


図 6-6　南部アフリカ地域防災人材育成拠点化イメージ

出典：JICA 調査団作成

※ここでいう「地域防災研究センター」の設立とは、新たな施設整備を行うものではなく、上図に示すように枠組みの中心にあるモーリシャス大学が提供したいと申し出ている施設や空間、研究フィールドを活用するものである。

※また、「地域防災研究センター」の設立にあたっては、このセンター機能を設立することを目的に協力支援をするのではなく、第三国研修の一環として人材育成を協力支援する中で、最終的な実施体制や実行の枠組みとして「地域防災研究センター」という形になることを想定するものである。

6.3.5　南アフリカとの連携

3 章で述べたように、南アフリカでは高等教育機関における防災分野の研究における蓄積がある。このことから、上記のような大学を中心とした「防災人材」の育成体制を構築していくに当たっては、南アフリカの大学リソースを積極的に活用してスタートアップしていくことが現実的であると言える。特に、南アフリカの大学では、アフリカ大陸全体を対象とした研究やプロジェクトも多く、アフリカ特有の状況も含んだ上でのインプットが期待できる。

また、初等・中等教育や地域住民に対する防災教育、啓発等については、南アフリカに

おいてもまだ経験が十分でないことから、本邦の知見を紹介しつつ、南アフリカ及び他の7ヵ国の大学や、実務レベルの参加者とも連携したワークショップなどを行い、8ヵ国のプラットフォームのアウトプットとして、防災教育や啓発プログラム、教材の作成を行うなどの活動が想定できる。

更に、Rescue SAは、国際的にも活躍している災害対応のエキスパート組織であり、他国へのトレーニングも活動の大きな柱となっている。本調査のターゲットとしては、上記のように「防災人材」の育成がメインではあるものの、一方で、対象8ヵ国の内、殆どの国において、防災に携わる機関の大きな役割は災害時対応でもあり、「災害対応人材」の育成ニーズも無視できない。

当然、国の防災能力を総合的に上げるためには、「防災・減災」「事前準備」「応急対応」及び「復旧・復興」の全ての能力をバランスよく強化していく事が重要であるため、このプラットフォームの活動においても、将来的にはバランスよい活動内容を組み込み、継続性のある活動に繋げていく事が重要である。