

タンザニア連合共和国
中央鉄道洪水対策事業準備調査（その1）
協力事業調査報告書

平成26年8月
(2014年)

独立行政法人国際協力機構
アフリカ部

アフ
JR
14-012

タンザニア連合共和国
中央鉄道洪水対策事業準備調査（その1）
協力事業調査報告書

平成26年8月
(2014年)

独立行政法人国際協力機構
アフリカ部

目 次

目 次

図表一覧

略語一覧

第1章 調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員構成	2
1-4 調査行程	2
1-5 主要面談者	4
第2章 中央鉄道の現状及び計画	7
2-1 中央鉄道の概要	7
2-2 組織体制	9
2-2-1 鉄道セクター改革の状況	9
2-2-2 事業実施体制（法的位置づけ、業務分掌、組織構造、人員配置、能力開発の状況等を含む）	13
2-2-3 運営・維持管理体制（法的位置づけ、業務分掌、組織構造等を含む）	20
2-2-4 実施機関（鉄道資産保有会社：RAHCO）の財務・予算構造	22
2-2-5 運営機関（タンザニア鉄道株式会社：TRL）の経営状況（予算、決算制度、財務状況、収入・支出計画等を含む）	24
2-2-6 民営化の動向	26
2-3 運行状況・計画	26
2-3-1 輸送量（貨物輸送量・乗客数を含む）	26
2-3-2 運行状況（運行本数、運行時間を含む）	29
2-3-3 料金制度（料金体系、徴収体制、徴収率などを含む）	31
2-3-4 事故（事故記録を含む）	33
2-3-5 洪水被害（運行停止期間・件数、停止要因、区間等を含む）	34
2-3-6 運行・安全管理、災害対応（災害発生時の対応マニュアル、安全運行マニュアルについてを含む）	35
2-3-7 既存の需要予測	36
2-3-8 運行システム計画（運用基準の見直しを含む）	38
2-4 軌道整備計画	40
2-4-1 路盤・レール・分岐器	40
2-4-2 関連施設（遮断機・保護装置、信号機、踏切などを含む）	47
2-4-3 橋梁・構造物	50
2-4-4 路線計画	53
2-4-5 線形・配線計画	54

2-4-6	キロサ～グルウェ間の状況	62
2-5	信号・通信施設計画	62
2-6	電気・機械施設計画	64
2-7	軌道保守機材計画	65
2-8	車両計画・車両設計諸元	66
2-8-1	機関車	66
2-8-2	貨車	68
2-8-3	客車	69
2-9	建築・設備計画	70
2-9-1	駅設備	70
2-9-2	車両基地	71
2-9-3	整備工場	71
2-9-4	インターモーダル施設	72
2-10	他ドナーによる支援動向	77
2-10-1	世界銀行	77
2-10-2	アフリカ開発銀行（AfDB）	82
2-10-3	欧州投資銀行（EIB）	82
2-10-4	ブラジル	82
第3章	対象区間の河川及び洪水の現状	83
3-1	防災及び治水に関する国家行政の現状	83
3-1-1	国家防災計画及び治水計画	83
3-1-2	洪水及び河川管理に関する行政組織・法制度・政策・計画	84
3-1-3	土砂管理に関する行政組織・法制度・政策・計画	85
3-1-4	洪水及び土砂災害発生時の防災関連機関の対応状況	86
3-1-5	気候変動対策に関する関係機関の対応状況	86
3-2	洪水及び土砂災害防止のための計画策定の現状	86
3-2-1	河川構造物及び土砂災害防止施設の計画策定手法	86
3-2-2	河川構造物及び土砂災害防止施設の調査・設計基準及びガイドライン	86
3-2-3	河川構造物及び土砂災害防止施設の建設及び維持管理に関する調査方法と調査能力	88
3-3	既設構造物及び土砂災害防止施設の現状	88
3-4	ベースラインデータの整備状況	89
3-4-1	地形図、土地利用図、航空写真、衛星写真等	89
3-4-2	気象、水文、水理、地形（河川縦横断面図）に関する情報	90
3-4-3	洪水及び洪水被害に関する情報	91
3-5	降雨、流出特性及び過去の洪水規模の概略評価	92
3-5-1	水文頻度解析	92
3-5-2	過去の洪水規模の概略評価	104
3-5-3	流出特性	104

3-6	被災メカニズムの概略検討	106
3-6-1	ワミ川流域の洪水時の流出特性	106
3-6-2	土砂移動の特徴	106
3-6-3	鉄道関連施設被災の特徴	107
3-7	「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト」のレビュー	107
3-7-1	ワミ川流域の自然状況、地形・地質条件、河川特性、植生等	108
3-7-2	ワミ川流域の水理・水文観測の実態、観測体制、観測データ	113
3-7-3	ワミ川流域における流域保全計画	118
第4章	環境に関する初期評価	122
4-1	気候変動影響リスクの初期的評価	122
4-1-1	既往文献のレビュー	122
4-1-2	主要観測所データの検証	123
第5章	METI 調査で提案された事業概要のレビュー	127
第6章	本格調査への提言	135
6-1	調査項目ごとの実施上の留意点	135
6-1-1	鉄道システムの現状、維持管理面を含めた鉄道構造物の現状	135
6-1-2	緊急対策のために迅速なリスクアセスメント	135
6-1-3	対策工基本設計のための水理条件の設定	136
6-1-4	鉄道路線の代替案の検討と基本設計	136
6-1-5	鉄道貨物及び旅客の需要予測	138
6-1-6	洪水及び土砂対策工の配置計画と基本設計	139
6-1-7	施工資機材の貯存量、輸送、コスト等の調査	140
6-1-8	数量算定及び費用積算	140
6-1-9	プロジェクト実施計画	140
6-1-10	プロジェクトの実施体制と維持管理体制	141
6-1-11	技術協力計画	141
6-1-12	鉄道運行管理	142
6-1-13	コンサルタント・サービスの内容と要員計画	143
6-1-14	環境影響社会配慮	143
6-1-15	プロジェクトの評価	143
6-1-16	世銀 TIRP との連携	144
6-1-17	プロジェクトの実施・運営段階に向けての方針検討	146
6-2	調査全体に係る実施上の留意点	146
6-2-1	防災的見地からみた鉄道改修事業の位置づけ	146
6-2-2	ワミ川流域の洪水特性と土砂収支の的確な評価	147
6-2-3	危険箇所の迅速なリスクアセスメント実施の重要性	147
6-2-4	過去の被災から得られる教訓の有効活用	147

6-2-5	プロジェクトの持続性を担保するための総合的土砂管理の重要性	148
6-2-6	タンザニア中央鉄道における洪水区間の抜本的対策の重要性	148
6-2-7	洪水対策設計上の留意事項	148
6-2-8	事業実施体制・運営維持管理体制の能力強化の検討	149

付属資料

1.	河川調査に係る収集資料及び関連報告書リスト	153
2.	鉄道改修計画に係る収集資料リスト	156
3.	現地踏査結果の概要	159
4.	現地再委託調査に関する情報	177

図表一覧

図 2 - 1	中央鉄道、TAZARA 鉄道の路線図	7
図 2 - 2	中央鉄道の貨物及び旅客輸送量の推移（2001～2013 年）	8
図 2 - 3	東アフリカの地震ハザードマップ	9
図 2 - 4	東アジアの地震ハザードマップ	9
図 2 - 5	MOT 組織図	15
図 2 - 6	RAHCO 組織図	16
図 2 - 7	TRL 組織図	18
図 2 - 8	改革後の TRL 組織図（案）	19
図 2 - 9	SUMATRA 組織図	20
図 2 - 10	資金調達・モニタリングの流れ	23
図 2 - 11	TRL への予算配賦状況	24
図 2 - 12	中央鉄道の貨物及び旅客輸送量の推移（2001～2013 年）	27
図 2 - 13	主要駅の旅客数（2011 年 10 月～2013 年 12 月）	29
図 2 - 14	貨物列車の平均運行速度（2008～2013 年）	31
図 2 - 15	世銀/RAHCO 調査における TRL 輸送需要予測（百万トン）	37
図 2 - 16	世銀/RAHCO 調査における TRL 輸送需要予測（10 億トンキロ）	38
図 2 - 17	1,000 mm 軌道の標準断面図	41
図 2 - 18	中央線（ダルエスサラーム～キゴマ）の縦断面図	41
図 2 - 19	ムワンザ線（タボラ～ムワンザ）の縦断面図	42
図 2 - 20	中央鉄道における区間ごとのレール重量及び敷設年	43
図 2 - 21	293.2～294.4 km の新規レール更新状況	43
図 2 - 22	キデテ駅下流側のレール損傷状況	44
図 2 - 23	659.8 km 地点におけるレール交換工事の様子	44
図 2 - 24	クロッシングの摩耗（グルウェ駅）	47
図 2 - 25	分岐器モデル図	47
図 2 - 26	採石場の位置	48
図 2 - 27	左から信号機、信号扱所、通告券	49
図 2 - 28	ダルエスサラーム市内の踏切の様子	50
図 2 - 29	新線開発計画	53
図 2 - 30	鉄道当局の所有権利地	54
図 2 - 31	キロサ駅（282.697 km 地点）の様子・位置・配線図	55
図 2 - 32	ムニサガラ駅（298.298 km 地点）の様子・位置・配線図	56
図 2 - 33	ムザガンザ駅（310.838 km 地点）の様子・位置・配線図	57
図 2 - 34	キデテ駅（325.55 km 地点）の様子・位置・配線図	58
図 2 - 35	ゴデゴデ駅（349.14 km 地点）の様子・位置・配線図	59
図 2 - 36	グルウェ駅（365.92 km 地点）の様子・位置・配線図	60
図 2 - 37	ドドマ駅（455.8 km 地点）の様子・位置・配線図	61
図 2 - 38	既存信号システムの様子	63

図 2-39	中央鉄道の通信ネットワーク現況	64
図 2-40	光ファイバーケーブル敷設工事 (293 km 地点)	64
図 2-41	客車の写真 (写真の客車はスウェーデン製)	70
図 2-42	ダルエスサラーム港内の鉄道路線図	73
図 2-43	イララターミナルの鉄道路線図	73
図 2-44	イサカターミナルの鉄道路線図	74
図 2-45	シャニンガターミナルの鉄道路線図	74
図 2-46	ムワンザターミナルの鉄道路線図	75
図 2-47	キゴマ港内の鉄道路線図	75
図 3-1	タンザニアの中央・地方の防災組織	83
図 3-2	災害発生時の地方・中央政府のアクション	86
図 3-3	ワミ川流域内の頭首工の一例	89
図 3-4	対象雨量観測所位置図	92
図 3-5	確率水水量設定のフロー	96
図 3-6	確率雨量統計図 キロサ地点 1日雨量	101
図 3-7	確率雨量統計図 キロサ地点 2日雨量	102
図 3-8	確率雨量統計図 キロサ地点 3日雨量	103
図 3-9	キロサ並びにグルウェ地点の流出特性	105
図 3-10	ワミ川流域図	108
図 3-11	ワミ・ルブ流域の年降雨量分布と月降雨量	109
図 3-12	ワミ・ルブ流域の地質分布	110
図 3-13	ワミ川縦断図	111
図 3-14	ワミ・ルブ流域の流出特性	112
図 3-15	ワミ・ルブ流域内植生図	113
図 3-16	雨量観測所位置並びに日雨量データの存在状況 (1930年代~2010年代)	114
図 3-17	WRBWO 管理の雨量観測所位置図 (マニュアル、自動)	116
図 3-18	流量観測所位置図	117
図 4-1	ワミ川・ルブ川の流域平均年降雨の経年変化	124
図 4-2	日雨量 50 mm を超える雨を観測した回数の経年変化	125
図 4-3	対象雨量観測所位置図 (図中の青丸)	126
図 6-1	路線検討のイメージ図	137
図 6-2	315 km 地点の状況 (2012年と2014年)	149
図 6-3	303 km 地点の状況	149
表 2-1	道路・鉄道の輸送分担率	8
表 2-2	震度と表面最大加速度の目安	9
表 2-3	BRN における鉄道セクターの組織・制度の整理	11
表 2-4	中央鉄道関係機関の役割 (現状)	13
表 2-5	TRL 職員の年齢構成 (2013年)	18
表 2-6	RAHCO 予算配賦状況 (2008/09年~2012/13年)	24

表 2-7	TRL 収支状況	25
表 2-8	品目別貨物輸送量データ (2001~2013 年)	28
表 2-9	品目別貨物輸送量データ (2001~2013 年)	28
表 2-10	ダルエスサラーム~キゴマ/ムワンザの旅客ダイヤ	30
表 2-11	キゴマ/ムワンザ~ダルエスサラームの旅客ダイヤ	30
表 2-12	TRL 旅客運賃一覧 (ダルエスサラーム発)	33
表 2-13	事故状況	34
表 2-14	主な洪水被害の概要	34
表 2-15	JICA M/P における中央回廊の需要予測結果	37
表 2-16	合意された TRL のベンチマーク	39
表 2-17	中央鉄道におけるレール重量別の各路線長 (2014 年)	42
表 2-18	区間別カーブ数 (半径 375 m 以下)	45
表 2-19	コンポーネント A : 軌道工事用予算の概要	45
表 2-20	中央線の区間別橋梁スパン	50
表 2-21	橋梁・カルバートの判定区分	51
表 2-22	中央線・ムワンザ線の橋種別の等級	51
表 2-23	架替工事が完了した 3 橋の基本データ	52
表 2-24	世銀 TIRP により調達予定の軌道検査・修繕機材	66
表 2-25	中央鉄道の機関車基本データ (2014 年 7 月 31 日時点)	66
表 2-26	機関車のリハビリ・調達計画	67
表 2-27	新規調達機関車 13 両の車両設計諸元	67
表 2-28	世銀支援により調達予定の機関車数量及び単価	68
表 2-29	TRL 貨車の現況	69
表 2-30	貨車のリハビリ・調達計画	69
表 2-31	世銀支援により調達予定の貨車数量及び単価	69
表 2-32	TRL 客車の現況	70
表 2-33	車両基地一覧	71
表 2-34	整備工場一覧	72
表 2-35	世銀支援により調達予定の港・ターミナル予算概要	77
表 2-36	TIRP の概要	77
表 3-1	対象雨量観測所のデータ存在状況表	93
表 3-2	年最大流域平均雨量 キロサ地点	94
表 3-3	確率雨量の算定結果 キロサ地点	97
表 3-4	確率雨量算定結果 キロサ地点 1 日雨量	98
表 3-5	確率雨量算定結果 キロサ地点 2 日雨量	99
表 3-6	確率雨量算定結果 キロサ地点 3 日雨量	100
表 3-7	日雨量観測所並びにデータ存在状況一覧表	115
表 3-8	AWS 並びに ARS 一覧表	116
表 3-9	日流量観測所並びにデータ存在状況一覧表	118
表 3-10	河川施設管理として実施すべき事項	119

表 3-11	流域保全として実施すべき事項.....	120
表 3-12	護岸形式	120
表 6-1	全体スケジュール案	141
表 6-2	世銀 TIRP の法的規約.....	145

略語一覧

略語	英文表記	和文表記
AC	Alternative Current	交流
AfDB	African Development Bank	アフリカ開発銀行
ARS	Automatic Rainfall Station	自動降雨観測所
AWS	Automatic Weather Station	自動気象観測所
BRN	Big Results Now	ビッグ・リザルツ・ナウ
CAD	Computer Aided Design	コンピュータ支援設計
CBA	Condition-Based Assessment	状態基準評価
CBM	Condition-Based Maintenance	状態基準保全
CCECC	China Civil Engineering Construction Corporation	中国土木工程集团有限公司
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ国際開発庁
C/S	Construction Supervision	施工監理
CWR	Continuous Welded Rail	ロングレール
DBSA	Development Bank of Southern Africa	南部アフリカ開発銀行
DC	Direct Current	直流
D/D	Detailed Design	詳細設計
DDM	Dodoma	ドドマ
DIKKMR	Dar es Salaam - Isaka - Kigali / Keza - Musongati Railway Project	ダルエスサラーム～イサカ～キガリ／ケザ～ムソンガティ鉄道プロジェクト
DMD	Department of Disaster Management	防災局
DOE	Division of Environment, Vice President's Office	環境局
DSM	Dar es Salaam	ダルエスサラーム
EAC	East African Community	東アフリカ共同体
EADB	East African Development Bank	東アフリカ開発銀行
EARH	East African Railways and Harbours Corporation	東アフリカ鉄道港湾公社
EARH	East African Rail Hauliers Ltd.	東アフリカ鉄道輸送株式会社
EEC	European Economic Community	欧州経済共同体
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的內部収益率

EIS	Environmental Impact Statement	環境影響評価書
ENSO	El Niño-Southern Oscillation	エルニーニョ・南方振動
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment	環境社会影響評価
EU	European Union	欧州連合
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査、事業化調査
GAPCO	Gulf Africa Petroleum Corporation	－
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GSHAP	Global Seismic Hazard Assessment Program	世界地震ハザード評価プログラム
HFA	Hyogo Framework for Action	兵庫行動枠組
ICD	Inland Container Depot	インランドコンテナデポ
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Evaluation	初期環境評価
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
INC	Initial National Communication	第1次国別報告書
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	気候変動に関する政府間パネル
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JV	Joint Venture	ジョイントベンチャー
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Reconstruction Credit Institute)	ドイツ復興金融金庫
LWR	Long Welded Rail	長尺溶接レール
MDU	Ministerial Delivery Unit	－
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry	経済産業省
MGR	Morogoro	モロゴロ
MLHSD	Ministry of Lands, Housing and Human Settlements Development	土地住宅居住開発省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録（ミニッツ）
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOID	Ministry of Infrastructure Development	インフラ開発省
MOT	Ministry of Transport	運輸省

MOW	Ministry of Water	水省
M/P	Master Plan	マスタープラン
NAPA	National Adaptation Programme of Action	－
NCC	National Construction Council	国家建設審議会
NEMC	National Environmental Management Council	国家環境管理評議会
NWSDS	National Water Sector Development Strategy	国家水セクター開発戦略
OCAJI	Overseas Construction Association of Japan, Inc.	一般社団法人海外建設協会
OJT	On-the-Job Training	実地研修
PC	Precast Concrete	プレキャストコンクリート
PGA	Peak Ground Acceleration	表面最大加速度
PIT	Project Implementation Team	プロジェクト実施チーム
PLC	Paper Line Clearing	通告券
PPA	Project Preparation Advance	プロジェクト準備金
PPP	Public-Private Partnership	官民連携
PQ	Pre-Qualification	事前資格審査
PRG	Partial Risk Guarantee	部分リスク保証
RAHCO	Reli Assets Holding Company	鉄道資産保有会社
RDA	Rail Development Agency	鉄道開発局
rites	Rail India Technical and Economic Service Limited	インド鉄道技術経済サービス
ROW	Right of Way	鉄道用地、線路敷設権
SLSC	Standard Least-Square Criterion	標準最小二乗規準
SUMATRA	Surface and Marine Transport Regulatory Authority	陸上海事交通規制局
TANDREC	Tanzania Disaster Relief Committee	タンザニア防災管理委員会
TAZARA	Tanzania Zambia Railway Authority	タンザニア・ザンビア鉄道公社
TBM	Time-Based Maintenance	時間基準保全
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit	20 フィートコンテナ換算
TIB	Tanzania Investment Bank	タンザニア投資銀行
TIRP	Tanzania Intermodal and Rail Development Project	タンザニア・インターモーダル 鉄道開発プロジェクト
TMA	Tanzania Meteorological Agency	タンザニア気象庁
TOR	Terms of Reference	業務指示書、調査項目
TPA	Tanzania Ports Authority	タンザニア港湾局

TRC	Tanzania Railways Corporation	タンザニア鉄道公社
TRL	Tanzania Railways Limited	タンザニア鉄道株式会社
TZS	Tanzanian Shilling	タンザニア・シリング (通貨単位)
UDSM	The University of Dar es Salaam	ダルエスサラーム大学
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	国連気候変動枠組条約
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
VAT	Value-Added Tax	付加価値税
VHF	Very High Frequency	超短波
WFP	World Food Programme	国連世界食糧計画
WRBWO	Wami/Ruvu Basin Water Office	ワミ・ルブ流域管理事務所
WSDP	Water Sector Development Programme	水セクター開発プログラム

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景

タンザニア連合共和国（以下、「タンザニア」と記す）は、2000年以降、平均年率7%近くの国内総生産（GDP）成長を達成し、ダルエスサラーム港の2006～2012年の貨物取扱量が平均年率11%で増加するなど、物流需要が急激に拡大している。2011年に開始された独立行政法人国際協力機構（JICA）「タンザニア国全国物流マスタープラン調査」では、同国の物流需要は今後20年間で現在の4倍に達すると推計されており、物流インフラの整備が喫緊の課題となっている。その中でも、同国の東西及びダルエスサラーム港と内陸周辺諸国を結ぶ中央回廊の整備が極めて重要であり、特に、中央回廊沿いの中央鉄道の再生が、「国家開発ビジョン2025」の一部である「ビッグ・リザルト・ナウ（Big Results Now : BRN）」等で示されているタンザニアの運輸政策において、最優先課題のひとつとなっている。

中央鉄道の貨物輸送量は、インフラ及び車両の老朽化や維持管理不足などにより、ピークであった2002～03年の年間約160万トン以降、急激に減少し、2012年には約20万トンにまで落ち込んでいる。現状、貨物のほとんどが道路による輸送であり、国内物流及びトランジット輸送需要が増大するなか、道路輸送への極度の依存は、道路インフラの劣化を加速させ、物流コストの増大をもたらす。長距離貨物輸送における鉄道の活用は国家レベルの物流効率化にとって必須であり、JICA マスタープラン調査でも、中央回廊の物流需要に対応するには鉄道の再生が不可欠としている。鉄道の再生・輸送の道路から鉄道への転換は、エネルギー利用効率の向上にも大きく寄与する。世界銀行も、中央鉄道（ダルエスサラーム～イサカ間）の輸送能力強化・鉄道コンテナ輸送復活等を目的とする「タンザニア・インターモーダル鉄道開発プロジェクト（Tanzania Intermodal and Rail Development Project : TIRP）」を実施中であり、今年4月に総額300百万ドルの融資の理事会承認を得て、7月にはタンザニア政府とローン契約の調印を済ませている。

かかる背景の下、2013年度に経済産業省により、中央鉄道に対するわが国支援のあり方を検討する目的で「タンザニア・中央回廊鉄道再活性化・エネルギー効率化事業調査」（以下、「METI調査」と記す）が実施され、その過程で、世銀支援によるTIRPとわが国支援の役割分担についての協議が行われた。上記調査の結果、中央鉄道の洪水多発区間〔キロサ（ダルエスサラームから283 km 地点）～グルウェ（同366 km 地点）間の約83 km〕における洪水対策と軌道改修を主目的とした円借款「中央鉄道洪水対策事業」が提案された。

1-2 調査の目的

本調査は、円借款「中央鉄道洪水対策事業」形成のための協力準備調査（その2）（以下、「本格調査」と記す）の開始に向けて、洪水被害の原因となる河川の状況、鉄道改修計画等に関する情報収集を行うとともに、先方政府及び実施機関と本格調査の調査項目（TOR）について協議し、協議議事録（M/M）の署名・交換を行うことを目的とする。

1-3 団員構成

	担当分野	氏名	所属
1	団長	岩間 創	JICA タンザニア事務所次長
2	調査企画	佐藤 渉	JICA アフリカ部アフリカ第二課主任調査役
3	鉄道計画	今井 正樹	JICA 資金協力業務部設計積算・審査室技術主任
4	河川計画	菊田 友弥	JICA 資金協力業務部設計積算・審査室主任調査役
5	鉄道改修計画	池上 盛容	株式会社パデコ プロジェクト開発部長
6	河川調査	元木 佳弘	日本工営株式会社 水資源事業部水環境エネルギー部専門部長

1-4 調査行程

現地調査は、2014年7月12日から8月10日までの期間で実施された。調査行程の概要は、以下のとおりである。

日付		JICA 団員	池上団員 (鉄道改修計画)	元木団員 (河川調査)	宿泊
7月4日	金	13:30~14:30 第1回打合せ			
7月5日	土				
7月6日	日				
7月7日	月		国内作業 (質問票提出)		
7月8日	火	14:00 OCAJI	国内作業 (スケジュール案提出)		
7月9日	水		国内作業 (会議資料準備)		
7月10日	木	10:00~11:30 第2回打合せ			
7月11日	金	18:00~19:00 JICA 対処方針会議 (TV 会議)			
			成田発→		
7月12日	土		→ダルエスサラーム着	羽田発→	機中
7月13日	日		資料整理	→ダルエスサラーム着	DSM
7月14日	月		JICA タンザニア事務所打合せ、RAHCO 面談		DSM
7月15日	火		面談：アンジェロセック、DMD、TMA		DSM
7月16日	水		面談：C-Labs、H.P. Gauff、アルディ大学、NCC、UDSM		DSM
7月17日	木		MOTにてキックオフ協議、 面談：RAHCO、TRL、TMA		DSM

7月18日	金		面談：SUMATRA、TRL、MAK Consult、UNDP、地球システム科学	DSM	
7月19日	土		資料整理	DSM	
7月20日	日		資料整理、→モロゴロへ	MGR	
7月21日	月		面談：WRBWO、キロサ～キデテ間視察	MGR	
7月22日	火		キデテ～グルウェ間視察	DDM	
7月23日	水		ドドマ→ダルエスサラーム	DSM	
7月24日	木	【佐藤】 羽田発→ダルエスサラーム着	MOT/RAHCO/TRL	日系企業 現地再委託業者	DSM
7月25日	金	政策協議	追加面談	予備日	DSM
7月26日	土	資料整理	資料整理	資料整理	DSM
7月27日	日	【今井・菊田】 羽田発→ダルエスサラーム着	資料整理	資料整理	DSM
		夕方：団内打合せ			
7月28日	月	AM：大使館/JICA 事務所 打合せ PM→モロゴロへ	同左	同左	MGR
7月29日	火	キロサ～グルウェ間視察	同左	同左	DDM
7月30日	水	ドドマ～グルウェ間視察、→モロゴロへ	同左	同左	MGR
7月31日	木	WRBWO 表敬、機関車整備工場視察、→ダルエスサラームへ	同左	同左	DSM
8月1日	金	関係機関とキックオフ協議 (M/M 案提示)	同左、資料収集	同左、資料収集	DSM
8月2日	土	資料整理	同左	同左	DSM
8月3日	日	資料整理	同左	同左	DSM
8月4日	月	関係機関から M/M 案へのコメントを受領、東芝面談 AfDB 面談、鴻池組面談	資料収集、 鴻池組面談	資料収集 鴻池組面談	DSM
8月5日	火	関係機関と M/M 案協議	同左、資料収集	同左、資料収集	DSM
8月6日	水	東芝面談、M/M 署名、世銀面談	資料収集、 世銀面談	資料収集、世銀面談	DSM

8月7日	木	AM：大使館／JICA 事務所 打合せ、ダルエスサラーム発→	AM：同左 PM：資料整理	AM：同左 PM：資料整理	DSM
8月8日	金	→成田着	資料整理	資料整理	
8月9日	土		ダルエスサラーム発→		
8月10日	日		→成田着	→羽田着	

注：DSM = ダルエスサラーム、MGR = モロゴロ、DDM = ドドマ

1-5 主要面談者

本調査期間中に面談した主な関係者は以下のとおりである。

機関名	氏名	役職
運輸省 (Ministry of Transport : MOT)	Dr. Shaaban R. Mwinjaka (Ph.D)	Permanent Secretary
	Mr. Gabriel Migire	Director of Policy and Planning
	Mr. Peter. A. Lupatu	Director of Transport Services
	Mr. Festo M. Mwanyika	Assistant Director - Railway Transport Services
	Eng. Hilal A. Mohamed	Assistant Director - Railway Infrastructure
	Mr. Aron Johnson Kisaka	Assistant Director -Road Transport Services
	Eng. S.A. Sekei	Assistant Director - Environment
	Eng. E. Mujwahuzi	DTI
	Mr. Benjamin Mbimbi	Senior Railway Transport Officer
鉄道資産保有会社 (Reli Assets Holding Company : RAHCO)	Mr.Cyprian T. Mugemuzi	Director, Finance Services
	Mr.Muttolwe Joel Kabeta	Director, Corporate Services
	Eng.Maizo M. Mgedzi	Senior Engineer- Project
タンザニア鉄道株式会社 (Tanzania Railways Limited : TRL)	Eng. K.A.M. Kisamfu	Managing Director
	Mr. Paschal J. Mafikiri	Deputy Managing Director, Operation
	Mr. Mathias A. Massae	Chief Civil Engineer
	Mr. Sanslaus A. Katumbi	District Civil Engineer (Dodoma)
陸上海事交通規制局 (Surface and Marine Transport Regulatory Authority : SUMATRA)	Eng. Dr. Michael Kisaka	Director, Railway Regulation

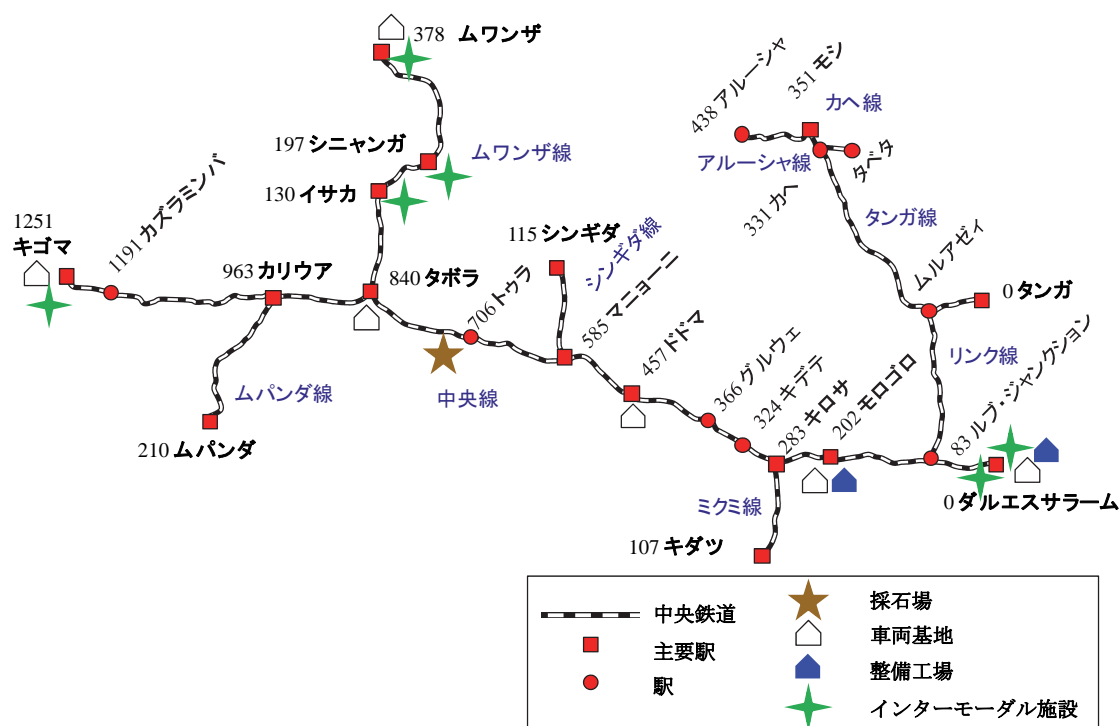
防災局 (Department of Disaster Management : DMD)	Mr. Harrison C. Chnyuka	Coordinator - Drought Risk, Flood Security and Health
	Ms. Nyanchege Nanai	Assistant Director, Corporations
	Ir. Faunel O. S. Kalugendo, Msc.	Civil Engineer & Disaster Management Expert
タンザニア気象庁 (Tanzania Meteorological Agency : TMA)	Ms. Janet Loningo	Manager, Climatology
	Mr. Hasim Ngongolo	Assistant Manager, Environment & Research
	Ms. Jane P. Olotu	Ag. Manager of Technical Services
ワミ・ルブ流域管理事 務所 (Wami/Ruvu Basin Water Office : WRBWO)	Ms. Praxeda P. Kalugendo	Basin Water Officer
	Ms. Rosemarry Masikini	Hydrologist
土地住宅居住開発省 (Ministry of Lands, Housing and Human Settlements Development : MLHHS)	Mr. Stephen A. P. Shirima	Head, Map Sales Office
	Mr. Kasheij	Engineer, Map Sales Office
ダルエスサラーム大学 (The University of Dar es Salaam : UDSM)	Mr. Joel Nobbert	Lecturer, Water Resources Engineering Department
アルディ大学	Prof. Gabriel R. Kassenga	Deputy Vice Chancellor, Academic Affairs
	Dr. John Lupala	Director, Institute of Human Settlements Studies
国家建設審議会 (National Construction Council : NCC)	Dr. Leonard M. Chamuriho	Chief Executive Officer
	Mr. Julius G. Mamiro	Head of Building Works Dept.
世界銀行タンザニア事 務所	Mr. Yonas E. Mchomvu	Senior Transport Specialist
在タンザニア日本大使 館	岡田 眞樹	大使
	鈴木 一司	参事官
JICAタンザニア事務所	大西 靖典	所長
	岩間 創	事業担当次長
	橋 英輔	企画調査員 (運輸&エネルギー)
	小部 宣幸	所員
三菱商事	市川 昭彦	ダルエスサラーム駐在事務所所長

本邦コンサルタント		
地球システム科学	畑 裕一	水資源事業部長
アンジェロセック	小石川 一晴	社会基盤開発部部長
鴻池組タンザニア事務所	西村 央	所長
	Dr. Naftali S. Mshana	副部長
タンザニア国内調査会社		
C-Labs (Tz)	Mr. Magomeni Mikumi	Director
MAK Consult	Mr. John N. Nderungo	Managing Director
Dunny Geoinformatics	Mr. Dunford Mateso	Land Surveyor
外国コンサルタント		
H. P. Gauff Ingenieure (JBG)	Mr. Thorsten Seitz	Branch Manager
	Eng. Yusufu S. Yusufu	Head of Transport & Infrastructure

第2章 中央鉄道の現状及び計画

2-1 中央鉄道の概要

タンザニアの鉄道は、①鉄道資産保有会社 (RAHCO) が所有、タンザニア鉄道株式会社 (TRL) が運営する中央鉄道、②タンザニア・ザンビア鉄道公社 (Tanzania Zambia Railway Authority : TAZARA) が運営・管理する TAZARA 鉄道の2路線から成る。中央鉄道はタンザニアの商品作物や鉱物の輸送・輸出を目的に、1905年に旧宗主国ドイツにより建設が始まり、1907年12月にダルエスサラーム～モロゴロ間が開通、その後1912年2月にタボラ、1914年2月にタンザニア西端のキゴマへと延伸した。1928年にはタボラから北上し、ビクトリア湖畔のムワンザに至る路線も英国により開通した¹。これらの主要路線に加え、ムパンダ、シンギダ、キダツ、アルーシャ、タンガに至る支線も有している (図2-1)。軌間1,000mm (メーターゲージ)、総延長2,725.9km、全線非電化の単線軌道である。



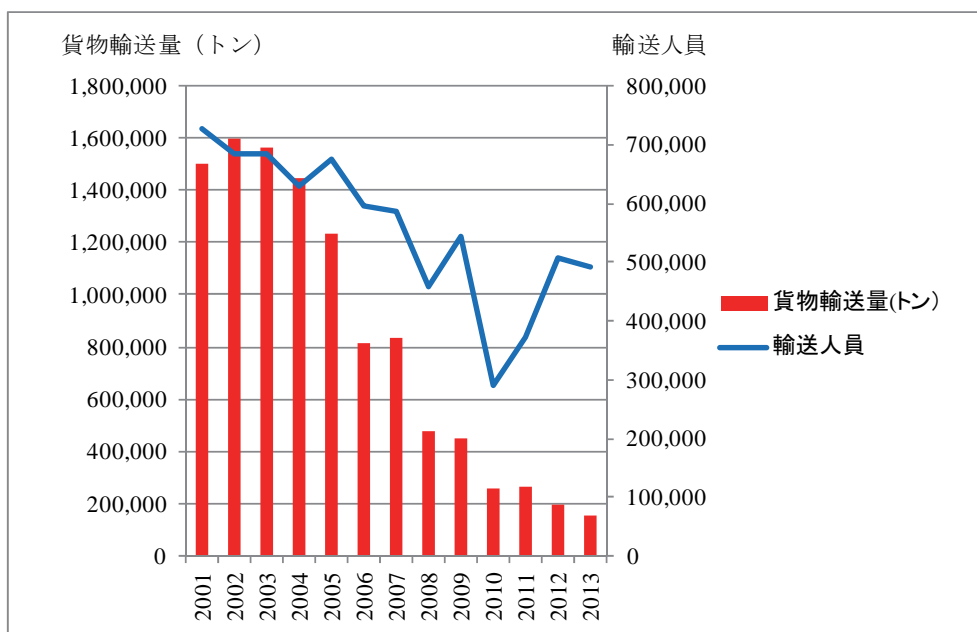
注：凡例の「主要駅」と「駅」の別は RAHCO 提供路線図によるものであり、厳密な違いは不明。
出典：調査団

図2-1 中央鉄道、TAZARA 鉄道の路線図

中央鉄道はタンガニーカ湖の湖上輸送を通してブルンジ・コンゴ民主共和国・ザンビアと、同様にビクトリア湖を通してウガンダと、更にはイサカでの鉄道⇄トラックの積み替えを通してブルンジ・ルワンダと結ばれていることから、タンザニア東西だけでなく、ダルエスサラーム港と内陸周辺諸国を結ぶ重要な役割を担っている。しかし、過去10年間のインフラ・車両への投資不足、債務超過、企業分割による混乱等により鉄道経営の基盤は確立されず、輸送量の急減 (図2

¹ 一方、TAZARA 鉄道は中国の支援により1975年10月に開通した。軌間は1,067mm。

ー 2 参照。詳細は 2-3-1 項で記述)²、市場の信頼喪失を招いている³。実際、鉄道の輸送分担率は 2008/09 年の 7.3% から 2009/10 年には 5.5%、2010/11 には 0.9% と減少している (表 2-1)。



注：ボングウェ〜ムワンザ/キゴマ間の東アフリカ鉄道輸送株式会社 (EARH) によるアフリカ横断鉄道貨物トン数を含む。

出典：TRL

図 2-2 中央鉄道の貨物及び旅客輸送量の推移 (2001~2013 年)

表 2-1 道路・鉄道の輸送分担率

輸送分担率： (% Containers (TEUs) delivered)	2008/2009	2009/2010	2010/2011
i) 道路	92.7	94.5	99.1
ii) 鉄道	7.3	5.5	0.9

出典：JICA タンザニア国全国物流マスタープラン策定プロジェクト、2013 年

中央回廊沿いの総貨物輸送量は増加傾向にあり、2010 年は 1,390 万トンであったが、TRL 貨物輸送量は 26 万トンと減少した。その結果、道路交通のシェアは増加し (表 2-1 より、道路による輸送分担率は 2008/09 の 92.7% から 2010/11 の 99.1% まで増加)、道路の急激な劣化が起こり、維持管理コストが増加した。また、港湾とインランドコンテナデポ (Inland Container Depot : ICD) 間における深刻なボトルネック (トラックの長蛇の列) の発生にもつながっている。中央鉄道の再活性化は国際・国内物流双方の輸送にとって不可欠となっている。

² 2013 年の中央鉄道による貨物輸送量は、ピーク (2002 年) の 9.6% と大幅に低下した。

³ 2012 年 10 月 4 日の第 2 回アフリカ・ロジスティック会議における鉄道資産保有会社 (RAHCO) 代表取締役社長の発表資料によると、貨物の鉄道分担率は 1980 年代の約 70% から現在は 5% 以下に低下したとのこと。なお、本調査においては 2008/09 年度以前の輸送分担率は把握できなかったため、本格調査内での更なる情報収集が必要である。

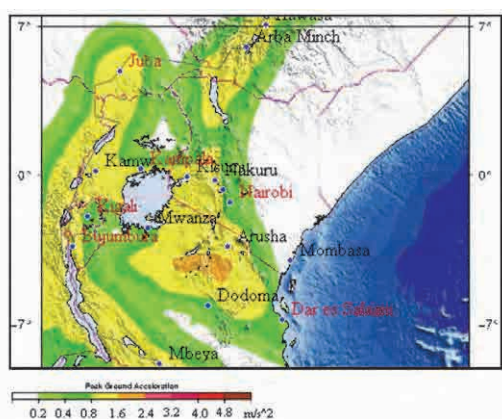
Box 1 タンザニアの地震データ

図2-3は、国連が国際防災の十年の一環として1990年代に実施した世界地震ハザード評価プログラム（Global Seismic Hazard Assessment Program : GSHAP）に基づく東アフリカ地域の地震データ（表面最大加速度＝Peak Ground Acceleration : PGA）である。今後50年の地震による地表加速度の最大値を確率論的に予測し、ある場所における地面の揺れ具合を表している。中央鉄道のネットワークが位置するタンザニア北部はPGAが0.2～2.4 m/s²（表2-2より震度3～5）を示す黄緑色～黄色～茶色に区分されていることから、震度5程度の地震の影響を考慮した耐震設計が求められる。参考までにわが国を含む東アジア地域の地震ハザードマップを示す。

表2-2 震度と表面最大加速度の目安

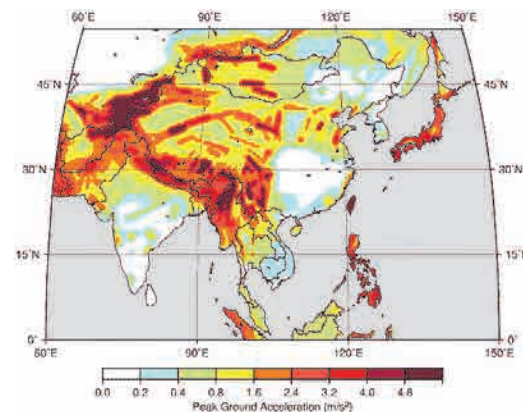
震度	表面最大加速度 (m/s ²)
0	0.008 以下
1	0.008～0.025
2	0.025～0.08
3	0.08～0.25
4	0.25～0.80
5	0.80～2.5
6	2.5～4.0
7	4.0 以上

出典：理科年表を基に調査団作成



出典：CANARAIL et al., Phase II of the Dar es Salaam - Isaka - Kigali/Keza - Musongati Railway Project Study, Final Report, Volume 2A, 2014

図2-3 東アフリカの地震ハザードマップ



出典：GSHAP

図2-4 東アジアの地震ハザードマップ

2-2 組織体制

2-2-1 鉄道セクター改革の状況

中央鉄道は1977年の東アフリカ鉄道港湾公社（East African Railways and Harbours Corporation : EARH）解体後、タンザニア鉄道公社（TRC）により所有・運営・管理されることとなった。しかし、鉄道サービスの低迷もあり、1996年タンザニア政府は民営化プログラムを主要インフラ企業にも拡大する決定を下し、TRCは企業分割の対象に指定された。2001年には企業分割の形態がコンセッション⁴に決まり、入札に向けてTRCの魅力を上昇させるべく、約1億5,000万ドル（15,422百万円⁵）の財政支出による金融再建が行われた〔それでも、2002年

⁴ 公的主体が保有するインフラ等の事業権を民間に対して長期間付与し、民間はその資産を活用することで公共サービスの提供、料金の徴収を行う事業方式。

⁵ 換算レートは1ドル = 102.82円（2014年8月1日時点）を使用。以降についても同様。

には TZS 370 億 (2,240 百万円⁶) の損失を記録した]。

このような背景の下、オペレータ⁷選定のための入札が実施されたが、一度目は 1 社入札のため不調となり、コンセッション契約をより魅力的なものにすべく主に下記 3 つの措置が講じられた。

- ・鉄道インフラの管理主体を変更するため、鉄道資産の保有主体として世銀支援により鉄道資産保有会社 (RAHCO) が設立された。
- ・世銀からタンザニア政府へ軌道リハビリ用に 3,300 万ドル (3,393 百万円) の融資が供与された。(タンザニア政府は全額を RAHCO へ無償供与した。)
- ・タンザニアのポリティカルリスク及び政策リスクを軽減するため、世銀からタンザニア政府への無利子融資 (クレジット) に 4,000 万ドル (4,112 百万円) の部分リスク保証 (Partial Risk Guarantee : PRG)⁸が含まれることとなった。

この結果、二度目の入札時には 7 つのコンソーシアムが関心を示し、コンセッションの唯一の貸し手候補として国際金融公社 (International Finance Corporation : IFC) の参画も推進され、2007 年 10 月にインド鉄道技術経済サービス (Rail India Technical and Economic Service Limited : RITES) を主幹事とする新企業タンザニア鉄道株式会社 (TRL) に 25 年間のコンセッションが付与された。TRL は旧 TRC が担っていた機能を継続するために、株式の 51% を RITES 社が、49% をタンザニア政府が保有するかたちで創設された⁹。鉄道インフラの保有はタンザニア政府傘下の RAHCO が担うこととなった。しかし、コンセッション中も車両故障¹⁰、インフラ整備不足¹¹等が進み、鉄道輸送量は減少の一途をたどったため、タンザニア政府は 2011 年 7 月に RITES 社保有の全株式を買い戻し、コンセッション廃止に至った。

(1) 組織構造、能力開発の状況と課題

現在、中央鉄道の運行・維持管理は、委託を受けた TRL が提供している一方、インフラ・車両・整備工場の機材を含む鉄道資産は家主である RAHCO が保有している。ただし、TRL は輸送サービスを掌握しているものの自前の車両を有しておらず、RAHCO はインフラの維持管理を所掌しているものの自前の維持管理機能を有していないことから、車両保有者が自前の車両を用いて安全な運行サービスを提供し、(軌道・橋梁・構造物・信号等の) インフラ所有者が日々の維持管理を実施するという、責任所在が不明確な運営・維持管理形態になっている。これは世銀の Institutional Assessment of Tanzania Railway System (以下、

⁶ 換算レートは TZS 1 = 0.06 円 (2014 年 8 月 1 日時点) を使用。以降についても同様。

⁷ 自前の線路を保有せず、既存の線路上で列車運行を行う主体。形式上はわが国の第二種鉄道事業者 (例: JR 貨物) に該当するが、欧州やタンザニアのような新規参入による競争促進を意図した制度ではない。

⁸ 途上国公的機関が契約の相手方となっているプロジェクトで、公的機関が義務を履行できないことによる民間事業者側の債務不履行リスクの一部を保証するもの。

⁹ 当初、2006 年 3 月に RITES (49.5%)、Gulf Africa Petroleum Corporation (GAPCO) (49%)、UTI Bank of India (1.5%) JV に交渉権が付与された。しかし、唯一の貸し手である IFC から、2004 年以降 IFC への支払いが滞っている GAPCO をコンソーシアムから除外するよう要求があり、結果としてコンセッション契約の締結 (2007 年 5 月) に 15 カ月を要することとなった。

¹⁰ 機関車の稼働数は 2007 年の 79 両から 2008 年の 40 両へと激減するとともに、機関車のエンジン故障が 2008 年だけで 2 倍に増えた。

¹¹ 2011 年前半、ドドマ近郊の Bahi~Kintinku 間の橋梁が崩壊し、キゴマ/ワンザ行きの全列車が 10 日間立ち往生した。橋梁崩壊の原因は維持管理・修繕不足といわれている。

「世銀 Institutional Assessment 調査」と記す)で指摘されているように、コンセッション廃止後も、RAHCO・TRL 間の維持管理機能の分担で不明瞭さが残る当初のコンセッション契約を用いていることに起因する。この結果、RAHCO・TRL は関係機関に対する説明責任が果たせず、資金調達がままならない(政府資金への依存)状態となっている。

このような背景の下、RAHCO・TRL の役割・責任分担の明確化、関係機関に対する説明責任の強化、将来の資金調達に必要な法的根拠の整備、持続可能なビジネスモデルの構築をめざすべく、鉄道セクターの組織改革がビッグ・リザルツ・ナウ(BRN)で宣言され、2016年度からオープンアクセス¹²化に踏み出している。具体的な責任主体の移譲計画は表2-3に示すとおりであり、鉄道事業において一般的に収益を見込みやすい輸送サービス関連項目(青色ハイライト箇所)はTRLに、収益を見込みにくいインフラ関連項目(オレンジ色ハイライト箇所)はRAHCOにより掌握される予定である¹³。

表2-3 BRNにおける鉄道セクターの組織・制度の整理

項目	現状	2013～2015年	2016年以降
車両の所有権	RAHCO	TRL	TRL
貨物・旅客サービスの提供	TRL	TRL	TRL
車両の新規調達・維持管理	TRL	TRL	TRL
事業計画の作成	TRL	TRL	TRL
インフラ・構造物のメンテナンス	TRL	TRL	RAHCO
インフラアクセス権の付与	TRL	TRL	RAHCO
タンザニア鉄道学校の運営	TRL	TRL	RAHCO
採石場の運営	TRL	TRL	RAHCO
枕木の付け替え・メンテナンス	TRL	TRL	RAHCO
信号・通信システムのメンテナンス	TRL	TRL	RAHCO
鉄道インフラの開発	RAHCO	RAHCO	RAHCO
鉄道オペレータへの権限委譲	RAHCO	RAHCO	RAHCO

出典：BRN

(2) 改革に向けた課題

上述のとおり、中央鉄道の関連組織では2016年のオープンアクセス導入に向けた改革が進行中である。しかし、改革に向けた準備が進む一方、コンセッション失敗の要因分析は十分になされたとはいえない。これはRITES社がタンザニアを去る際にインフラ資産・関連文書等の多くを持ち帰ったため、分析に必要なデータ収集が困難であるためだと考えられる。以下では、タンザニア側関係者へのインタビューを中心に情報収集したリサーチペーパー¹⁴を基に、コンセッション失敗の原因を2点挙げる。

- ・ コンセッション契約・プロセスの不備：上述のとおり、インフラのリハビリ・投資に関する役割・責任分担が不明確であった(例：インフラのリハビリ費用に関し、タンザニ

¹² 当該鉄道事業者が独占的・排他的に使用していた鉄道施設を、当該事業者以外の複数の事業者にも開放し、当該施設の利用かつその営業行為を認めること。1988年にスウェーデンで初めて導入された。欧州では1991年に発令された欧州連合(EU)共通鉄道政策“EU Directive 91/440”により、構成国の鉄道に対してオープンアクセスの実施が義務づけられている。

¹³ 本調査の現地ヒアリングでも表2-3の内容で鉄道セクターの組織・制度の整理が進められていることを確認した。

¹⁴ 例えば、Privatization Strategy and Organizational Performance of Tanzania Railways Limited, 2013、Performance of the Contractual Arrangements of Public-Private Partnerships, 2009。

ア政府は RITES 社が負担すべきと主張する一方、RITES 社は政府が負担すべきと主張)。また、車両資産を査定するデュー・デリジェンス時には、第三者の立ち会いがなかったため、資産の正確な把握ができなかった点も問題である(例: TRC は RITES 社担当者に機関車保有台数が 92 両と伝えていたにもかかわらず、実際は 55 両しか有していなかった)。加えて、将来の人件費の高騰を考慮した契約になっておらず、政府命令による給与増に対応できなかった。

- ・ オペレータとしての RITES 社の経験不足: RITES 社は 1974 年に創設された鉄道マネジメントを主眼とする交通コンサルティング会社であり、鉄道オペレータとしての経験を有していなかった。そのため、コスト削減策として大量の雇用調整 (TRL の職員数はコンセッション中に 6,400 人から 3,200 人に半減)¹⁵、鉄道学校の閉鎖、外国人専門家の高額での雇用 (マネジメント層は RITES 社で独占) などを実施し、TRL 職員の不満を幾度か招くも、争議を穏便に解決することができなかった。

上記を踏まえ、鉄道セクター改革 (オープンアクセス化) に向けた課題として、下記事項が挙げられるが、本調査の現地ヒアリングを通じて、運輸省 (MOT)、RAHCO 及び TRL は、2016 年度からのオープンアクセス化に向けて準備中であることを確認した。

- ・ 鉄道法の改正: 鉄道セクターの改革に伴う変更点を規制するため、可能な限り早期にコンセッション契約、オープンアクセス、インフラファンドに係る鉄道法の改正・再交付が必要である。加えて、提案された鉄道セクターの新たな組織体制を反映させるため、RAHCO と TRL の役割・責任に関する改正が必要である。
- ・ 交通政策の発令: 現在、MOT により交通政策の改正が行われており、鉄道セクターに高い優先度が付される予定である。今後は、具体的な内容把握のために、文書の入手が必要である。
- ・ コンセッション契約の終結: 現在、日々の維持管理業務はコンセッション時に締結された契約に基づいており、大規模な改修を RAHCO、小規模な改修を TRL が実施する、など、業務範囲が不明瞭な契約内容となっている。MOT, RAHCO, TRL は旧コンセッションを公式に廃止し、新たな契約に同意する必要がある。
- ・ 全資産の所有権の特定・割当: 鉄道資産 (保守機材、溶接器具、構造物、車両、バラスト採石場など) の所有権が定義されておらず、責任の所在が明らかでないことから、早期に所有権を決定することが必要である。
- ・ RAHCO・TRL 間の新規維持管理契約の履行: 将来的には、RAHCO から委託を受け実施される TRL の全業務に関して、新たな契約が必要である。
- ・ オープンアクセス後の TRL のあり方: 100% 国営会社の TRL を、鉄道オペレータのコントラクターのひとつ (オープンアクセス入札における応札者のひとつ) として民営化することになるが、TRL が鉄道オペレータとして主要な役割を担い続けるには、TRL は「どうあるべきか?」そして「それに向かって、どう組織増強をするか?」を早急に検討して実施しなければならない (TRL は、既に検討を開始してはいるが…)。なお、「RAHCO は、どのようなプロセスで、TRL に対して鉄道アクセス権を付与すればよいか?」も重

¹⁵ 洪水区間に配置されていた技術班の解散 (複数のブルドーザーの撤去)、軌道保守班の縮小が行われた。

要課題のひとつになっている。

- ・ インフラファンドの創設：インフラファンドに係る事項は、鉄道法（Railway Act of 2002）に規定されており、ファンドマネージャーの陸上海事交通規制局（SUMATRA）により管理されることとなっている。同ファンドはタンザニア政府予算、開発援助機関等の資金、燃油税及びアクセスチャージによる収入から運営される予定である。また、関係機関〔MOT、RAHCO、TRL、タンザニア港湾局（Tanzania Ports Authority：TPA）、SUMATRA〕より提案されたプロジェクトすべてに対して費用便益分析が実施され、その結果は理事会（ドナー代表、鉄道セクター関係機関、交通分野のエコノミスト、エンジニアにより構成）にて発表のうえ、資金供与の判断がなされることになる。
- ・ インフラ資産のデータバンクの設立：RAHCO は保有インフラのデータバンクを状態基準評価（Condition-Based Assessment：CBA）を用いて構築する必要がある。劣化の進行度合いは使用環境や頻度に大きく依存するため、一定期間後に保全する従来の時間基準保全（Time-Based Maintenance：TBM）よりも、診断技術を用いて状態を監視し、故障しそうな要素から交換していく状態基準保全（Condition-Based Maintenance：CBM）の方が高い費用対効果を得られることが近年示されつつある。新規インフラの設計段階で将来の資産保守・アセットマネジメントに対して検討を行うことが重要である。
- ・ 採石場の運営再開：トゥラ採石場のリハビリが RAHCO により進められており、改修完了に伴い現在のバラスト不足はある程度解消される見込みである。しかし、洪水対策事業で大幅なルート変更が必要になった場合には、今後必要となるバラストの増加が見込まれるため、中央鉄道に存在する他の 6カ所の採石場（すべて休止中）の機材修復及び再稼働に係る経済的実現可能性の評価が行われるべきである。

2-2-2 事業実施体制（法的位置づけ、業務分掌、組織構造、人員配置、能力開発の状況等を含む）

タンザニアにおける鉄道プロジェクト実施の推進主体は MOT の運輸インフラ局及び運輸サービス局である。実施機関となる RAHCO が事業実施の主管である。そのほか、SUMATRA が規制主体として規制/許認可と安全管理等を行う。TRL は、オープンアクセス後は、鉄道オペレータとなる。中央鉄道の現在の運営・管理・監督体制の概要を表 2-4 に示す。

表 2-4 中央鉄道関係機関の役割（現状）

組織	役割
運輸省 (MOT)	鉄道セクター全体を監督（RAHCO, TRL, SUMATRA の監督官庁）。運輸交通政策を策定。
鉄道資産保有会社 (RAHCO)	かつての TRC の所有物（レール・車両等）を保有。 コンセッション・運営に係る協定を策定。 →今後、オープンアクセスに向けて、車両は TRL へ移管する。インフラ維持管理部門、鉄道学校等を TRL から受け取る。
タンザニア鉄道株式会社 (TRL)	中央鉄道のオペレータ。ただし、車両、機材は未所有。 鉄道インフラのメンテナンス、鉄道学校の運営を実施。 →今後、オープンアクセスに向けて、RAHCO から車両を受け取る。

	インフラ維持管理部門、鉄道学校等は RAHCO に移管する予定。
陸上海事交通規制局 (SUMATRA)	中央鉄道を監督する規制主体。運賃改定、鉄道インフラの新設、安全システムの承認や事故調査を実施。 →目下、オープンアクセス化の可能性の再確認を進めている。

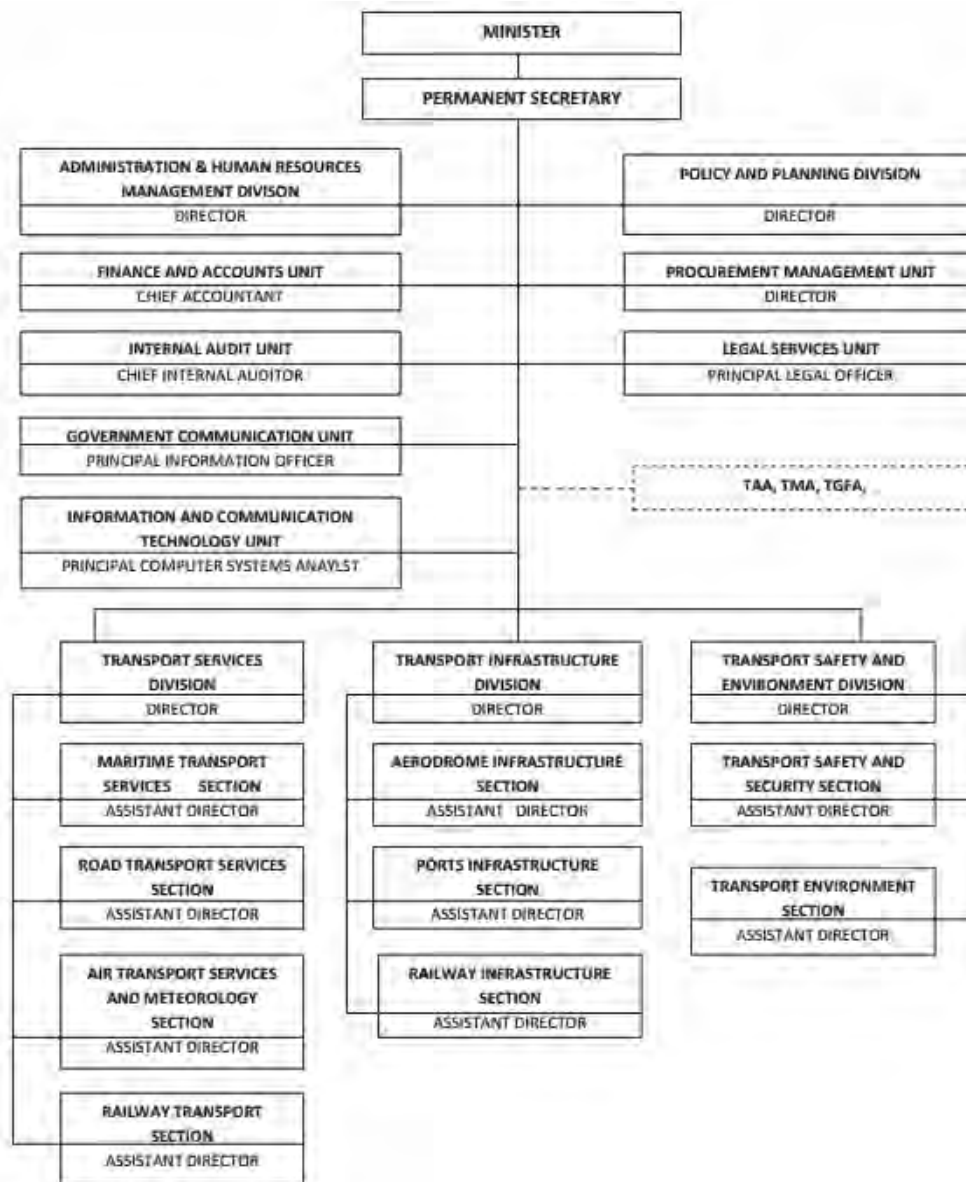
出典：調査団

(1) 運輸省 (MOT)

所管官庁の MOT は、2011 年 1 月、インフラ開発省 (Ministry of Infrastructure Development: MOID) が改組されたのを機に創設された。MOT は交通サービス、交通インフラ、交通安全・環境の 3 つの部門で組織されており、部門ごとに鉄道事業を担当するサブセクターが設置されている。

本調査では、予算執行上の課題として以下の事項を発掘しており、鉄道の洪水対策を効果的に実施するために、本格調査時に下記の課題のフォローが望まれる。

- ・ 鉄道が不通になる洪水被害を受けた場合、RAHCO/TRL は MOT に連絡し、MOT から 24 時間以内での復旧命令が出される一方、MOT から財務省 (Ministry of Finance: MOF) への予算申請及び MOF による予算承認も速やかに実施されている。
- ・ しかし、雨期 (12 月～4 月) の前に予防的措置を施す必要性から予算申請を行った場合、予算不足により予算の承認を得られないのが通常である。なお、洪水被害で鉄道サービスが不通に陥る可能性が高い場合、時間を要するものの予算の承認を得られることがある (例：新橋建設)。
- ・ 今後は、被害復旧の事後処理ではなく、予防的措置への転換が望まれる。



出典：MOT

図 2-5 MOT 組織図

<本格調査での留意事項>

今回の調査では、MOT に提出した質問票の回答は一切入手できなかった。MOT の全体像や業務フローを把握するためにも、本格調査において、以下の確認が必要である。

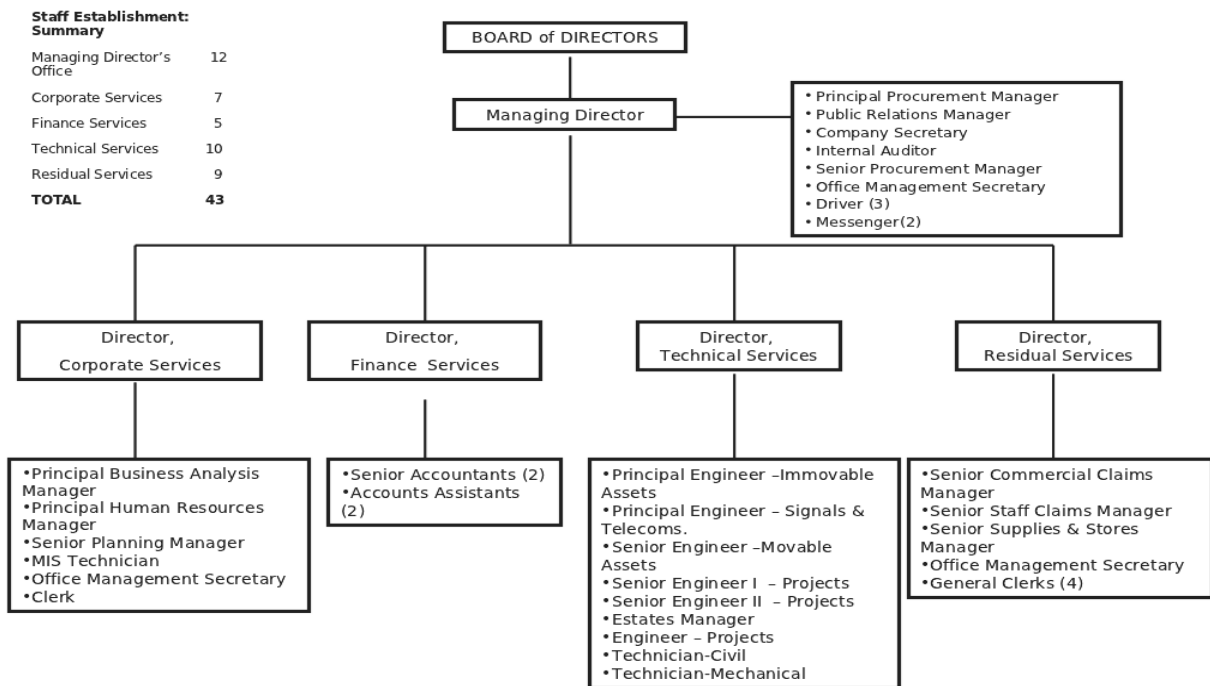
- ・ MOT 全体及び鉄道関連部署の人数の把握
- ・ 世銀 Institutional Assessment 調査で提案された鉄道開発局（Rail Development Agency : RDA）に関する意見・動向
- ・ BRN プロジェクトのモニタリング状況（後述の 2-10-1 項の（4）参照）を含む能力開発の状況
- ・ 予算執行プロセスの確認と実態把握

(2) 鉄道資産保有会社 (RAHCO)

RAHCO は、2002 年鉄道法 (Railway Act, Cap. 170 R.E. 2002) の規定により、鉄道事業経営が地上施設の負担から解放 (上下分離) されたのを機に、TRC から譲渡された鉄道資産の所有主体として設立された。2007 年のコンセッション開始以降、鉄道インフラの開発、管理、維持及び TRL を通じた鉄道輸送サービスの提供を行っている。RAHCO の所掌及び機能は以下のとおりである。

- ・ 鉄道インフラの開発、利用促進 (例：オープンアクセスの推進)、管理
- ・ 鉄道インフラの確保、提供
- ・ TRC からの残存資産及び短期負債の引き継ぎ及び管理
- ・ 新規鉄道事業の内容特定、開発
- ・ コンセッション、ジョイントベンチャー (JV)、官民連携 (PPP) 等を通じた鉄道オペレータへの鉄道サービス業務の委任
- ・ コンセッションネアに対する契約管理
- ・ コンセッションネアの担当外の部分における鉄道インフラの更新
- ・ 鉄道資産、インフラ等への投資 (例：洪水復旧工事)

RAHCO は、会計部門、技術部門等 4 つの部門から成り、役員を含め 43 名のスタッフが配置されている。向こう 5 年以内に 4 名が退職する予定である。組織体制図は下図のとおりである。目下、オープンアクセス化に向けて、TRL のインフラ維持管理部門の編入及び組織強化を計画中である。なお、オフィスはダルエスサラーム 1 カ所のみと思われる。



出典：RAHCO

図 2 - 6 RAHCO 組織図

<本格調査での留意事項>

今回の現地調査時点では、オープンアクセス化に向けて準備中であり、大半の質問項目に関し検討中、あるいは費用のかかる事項は「予算の承認待ち状態」ということであった。当該事項は今後の円借款プロジェクトにおける RAHCO の実施能力を見極めるうえで重要であり、以下の事項を含め、本格調査の中で引き続き動向を把握する必要がある。

- ・オープンアクセス後の「鉄道インフラの所有者・管理者」としてのあり方
- ・組織改革の動向（組織改革案の策定、TRL から移管される機能／TRL に移管する機能、人材増強策とインフラ維持管理体制の強化策）
- ・財務データ、今後の財務計画（今回の現地調査ではすべては未入手）
- ・能力開発の状況（世銀 TIRP では、RAHCO を対象とした能力開発として、保守計画の設計に係る技術支援及び RAHCO 職員へのトレーニングが掲げられているものの、詳細は不明である）

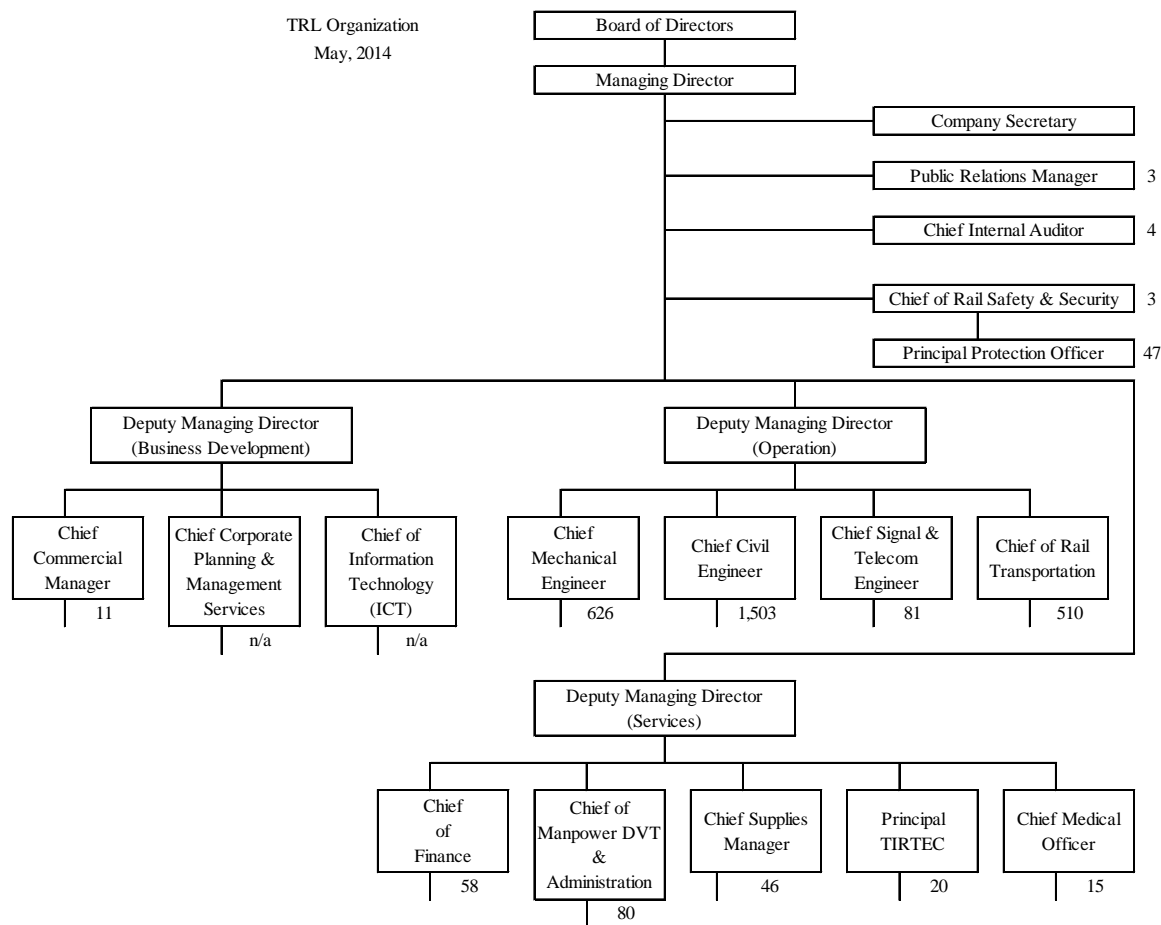
(3) タンザニア鉄道株式会社 (TRL)

TRL は RITES 社がタンザニア政府と 25 年間のコンセッション契約を結んだ 2007 年に設立された。設立時の出資比率は RITES 社が 51%、タンザニア政府が 49%であった。タンザニア政府と RITES 社とのコンセッション契約は 2011 年に打ち切れ、現在 TRL は 100% タンザニア政府出資の会社となっている。TRL の所掌及び機能は以下のとおりである。

- ・鉄道輸送サービスの提供
- ・日々のメンテナンス業務

TRL は高齢化等のため職員が減少傾向にあり、現在は 2,900 名程度の職員が配置されている。代表取締役社長 (Managing Director) の下、ビジネス開発部門、オペレーション部門及びサービス部門の 3 部門を統括する取締役副社長 (Deputy Managing Director) 3 名がいる。

ビジネス開発部門は、オープンアクセス化に向けて、今年設置された新部門である。組織体制図は下図のとおりである。



注：組織図は2014年5月時点のものであり、図中の数字（配員数）は2013年10月時点のものである。
出典：TRL

図 2-7 TRL 組織図

TRL では 2007～2010 年のコンセッション中に大量の雇用調整が行われ、コンセッション前に 6,400 人だった職員が、同期間中に半分の 3,200 人、2013 年には 2,971 人まで減少し、うち 42.6%が退職年齢である 50 歳以上に達している（表 2-5）。

表 2-5 TRL 職員の年齢構成（2013 年）

	人数	割合 (%)
20 代	1	0.7
30 代	588	19.8
40 代	1,099	37.0
50～54 歳	811	27.3
55～60 歳	335	11.3
61 歳以上	118	4.0
合計	2,971	100.0

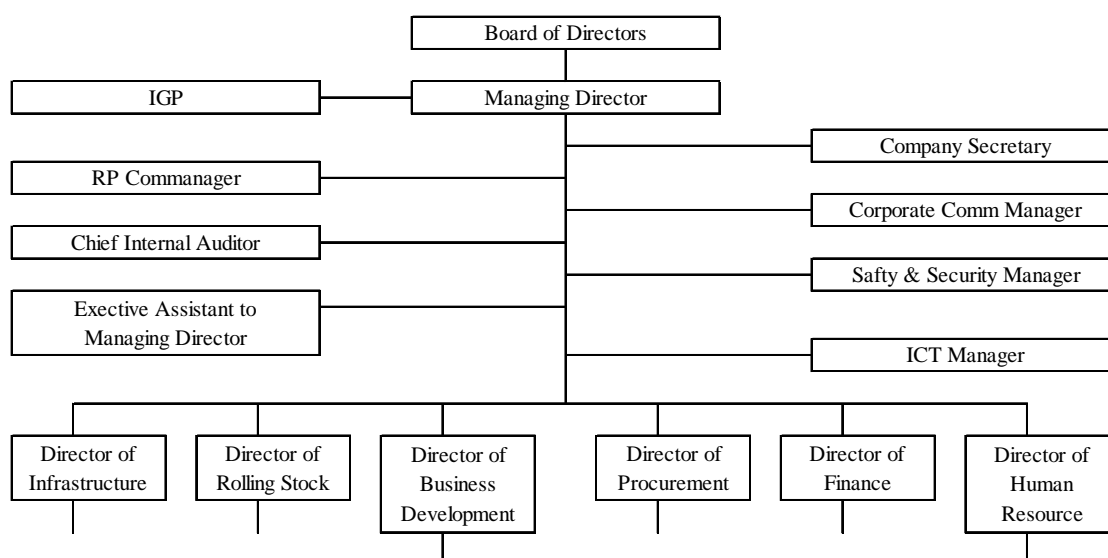
出典：BRN

<本格調査での留意事項>

TRL は今後の組織改革に伴い、役割・責任の移譲、組織の再編等が計画されていることから、本格調査では下記事項に留意する必要がある。

- ・オープンアクセス後の「鉄道オペレータ」としてのあり方
- ・組織改革の動向（組織改革案の策定、RAHCO から移管される機能／RAHCO に移管する機能、人材増強策と運行体制強化策）
- ・財務データ、今後の財務計画（今回の現地調査では未入手）
- ・能力開発の状況

(参考データ) 今回の現地調査において、TRL にて検討中の組織改革案（複数あるうちの有望案）のコピーを入手したので、以下に示す。鉄道オペレータとしての組織案になっている。

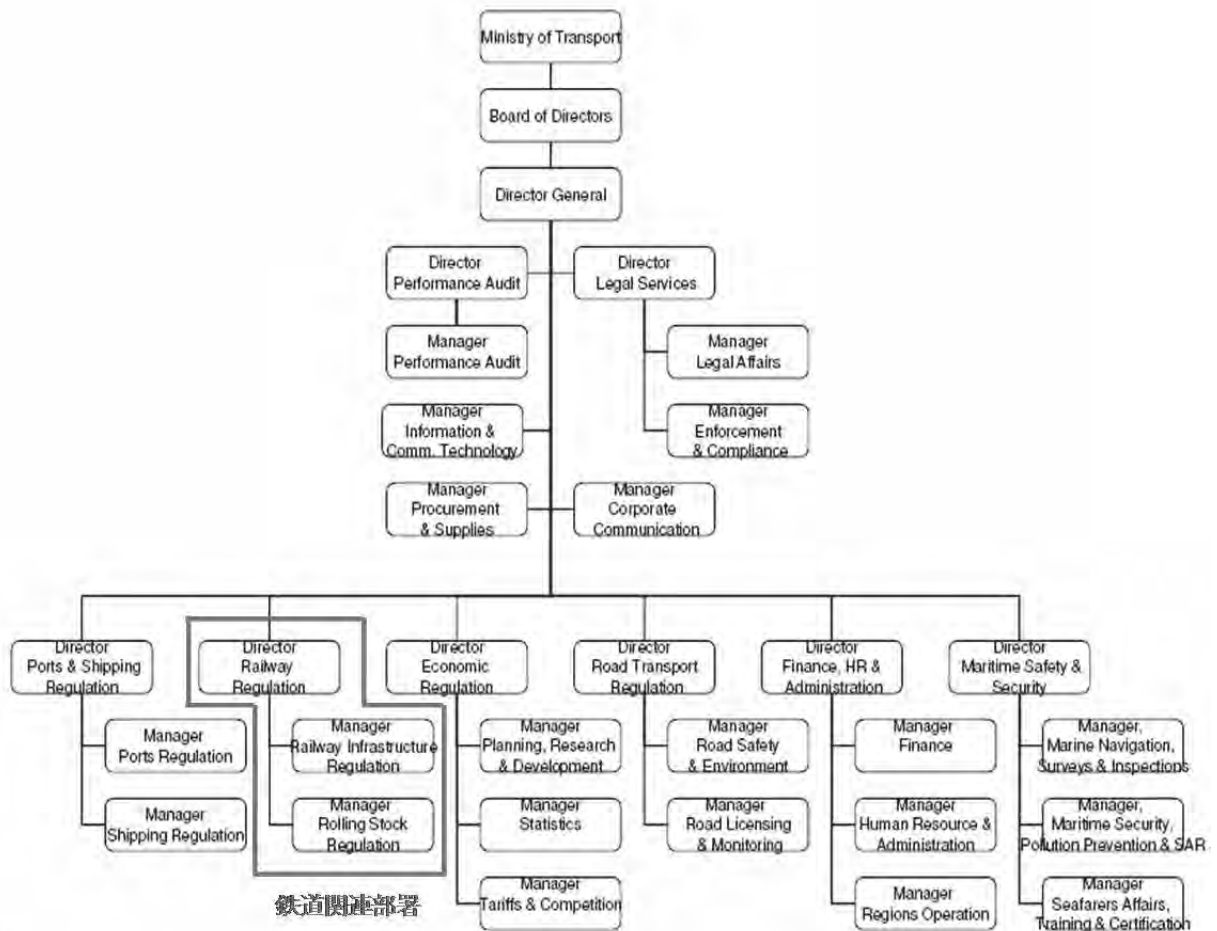


出典：TRL

図 2 - 8 改革後の TRL 組織図 (案)

(4) 陸上海事交通規制局 (SUMATRA)

SUMATRA は 2001 年 SUMATRA 法 (SUMATRA Act of 2091) の規定により 2004 年に設立された、道路・鉄道・港湾・海上輸送・海上保安の規制主体である。鉄道セクターにおいては、安全規制・施行、事故・インシデントの検証、新規鉄道インフラ・安全システム等の承認、安全対策の推進、運営ライセンス所有者に対する安全能力の確認を担っている。オープンアクセスや競争のためのルールづくりにも積極的である。2013 年 7 月 1 日現在の組織図を図 2 - 9 に示す。



出典：SUMATRA

図 2 - 9 SUMATRA 組織図

<本格調査での留意事項>

- ・ SUMATRA 全体及び鉄道関連部署の人数の把握
- ・ SUMATRA は「オープンアクセスの可能性の再確認」「オープンアクセスの鉄道オペレータへのライセンスの付与」などを検討している。その進捗状況の把握
- ・ RDA の設置準備状況の把握
- ・ SUMATRA を対象とした世銀 TIRP による技術支援として、オープンアクセス政策のための規制実施方法、及び職員へのトレーニングが計画されている。前者はアクセスフィーのメカニズム、鉄道準備基金の実施、他ドナーとのパートナーシップによるトレーニング、通信管理ツールの調達が含まれているものの詳細は不明であり、後者は世銀アプレイザルレポートにも内容が記載されていない。そのため、今後は能力開発の状況〔Railway Inspection の Capacity Building (Rolling stock, Track, safety) 関連の取り組み状況〕の把握が必要である。

2 - 2 - 3 運営・維持管理体制（法的位置づけ、業務分掌、組織構造等を含む）

(1) 鉄道資産保有会社（RAHCO）

2 - 2 - 2 項に記載のとおり、RAHCO は運営・維持管理業務として、TRL が担う日々

の維持管理業務の範疇を超える洪水被害の復旧工事、レール交換工事等の新規インフラ整備を担当している。RAHCO が実施した、89 km に及ぶレール交換工事を 2-4-1 項(2) の Box 3 に、3 つの橋梁架替工事を 2-4-3 項に、洪水復旧工事を 2-4-6 項に記す。

(RAHCO の法的位置づけ)

RAHCO は、タンザニアの法律 Section 5 of the Railway Act No. 4 を根拠に設立されている。2007 年 5 月 31 日に、企業登録番号 60587 として登録され、組織はスタートした。

(RAHCO の分掌業務)

Section 11 of the Railways Act of 2002 を根拠に、以下の文章業務を担っている。

- ・ 鉄道インフラの開発、利用促進 (例：オープンアクセスの推進)、管理
- ・ 鉄道インフラの確保、提供
- ・ TRC からの残存資産及び短期負債の引き継ぎ及び管理
- ・ 新規鉄道事業の内容特定、開発
- ・ コンセッション、JV、PPP 等を通じた鉄道オペレータへの鉄道サービス業務の委任
- ・ コンセッショネアに対する契約管理
- ・ コンセッショネアの担当外の部分における鉄道インフラの更新
- ・ 鉄道資産、インフラ等への投資 (例：洪水対策工事)

(RAHCO の組織構造)

2-2-2 項(2) に示す。

(2) タンザニア鉄道株式会社 (TRL)

TRL は、日々の軌道保守業務を担当している。ダルエスサラーム(0 km)~305 km をダルエスサラーム事務所、305 km~707 km をドドマ事務所、707 km~キゴマ及びタボラ~ムワンザをタボラ事務所で管理している。コンセッション開始以前(~2007 年)は軌道 8 km ごとに軌道保守班(gang)が編成されていたが、コンセッション開始後は 50 km ごとの移動式の軌道保守システムが導入された。しかし同システムは機能せず、維持管理体制は崩壊した。これは保守班の担当区間が伸びたことにより、1 人当たりの作業分量が能力以上に増大したことが一因だと考えられるものの、詳細な要因は本格調査内で把握する必要がある。コンセッション解約後(2011 年~)は 8 km ごとの軌道保守体制を復活させつつある。

TRL の線路保守担当者の配置は、Chief Permanent Rail Inspector が 1 名、District Permanent Rail Inspector が 3 名(ダルエスサラーム、ドドマ、タボラの各管区に 1 名)、Permanent Rail Inspector が 8 名、Sub-Permanent Rail Inspector が 30 名、それに Safety Inspector が 1 名の計 43 名。また、線路保守で使用されている機材は、レール用水準器、巻尺、バラスト掻き寄せ用フォーク、及びバラスト突き用鉄棒程度である。今後、線路保守管理は RAHCO に移管される予定であるが、それに合わせて、線路保守の再構築が必要である。

(TRL の法的位置づけ)

コンセッション化した 2007 年、TRL はコンセッショネアとして、インドの RITES 社が 51%、タンザニア政府が 49%の比率で、Companies Act No. 12 of 2002 を根拠法として

発足した。

- ・2011年に、インドの RITES 社の参画を打ち切り、TRL は 100% 国営企業となった。

(TRL の分掌業務)

Section 11 of the Railways Act of 2002 を根拠に、以下の文章業務を担っている。

- ・ RAHCO が担う大規模の維持管理を除く、すべての鉄道インフラの維持管理
- ・ コンセッションネアとして、鉄道運行サービスの提供
- ・ コンセッション契約の履行

(TRL の組織構造)

2-2-2 項 (3) に示す。

(3) 運営・維持管理体制の課題

2-2-2 項に述べたように、RAHCO・TRL はともに、2016 年度 (2016 年 7 月) からのオープンアクセス化に向けて、組織改革、機能強化、人材育成等を検討中である。

(RAHCO の課題)

- ・ オープンアクセス後の「鉄道インフラの所有者・管理者」としてのあり方
- ・ 組織改革 (組織改革案の策定、TRL から移管される機能の受入れ体制構築、TRL に移管する機能の迅速な対応、人材増強策、インフラ維持管理体制の強化策 など)
- ・ オープンアクセスに向けた財務計画
- ・ 能力開発 (軌道の維持管理能力の増強を含む)

(TRL の課題)

- ・ オープンアクセス後の「鉄道オペレータ」としてのあり方
- ・ 組織改革 (組織改革案の策定、RAHCO から移管される機能の受入れ体制構築、RAHCO に移管する機能の迅速な対応、人材増強策、運行体制強化策)
- ・ 財政再建、オープンアクセスに向けた財務計画
- ・ 能力開発の状況

2-2-4 実施機関 (鉄道資産保有会社 : RAHCO) の財務・予算構造

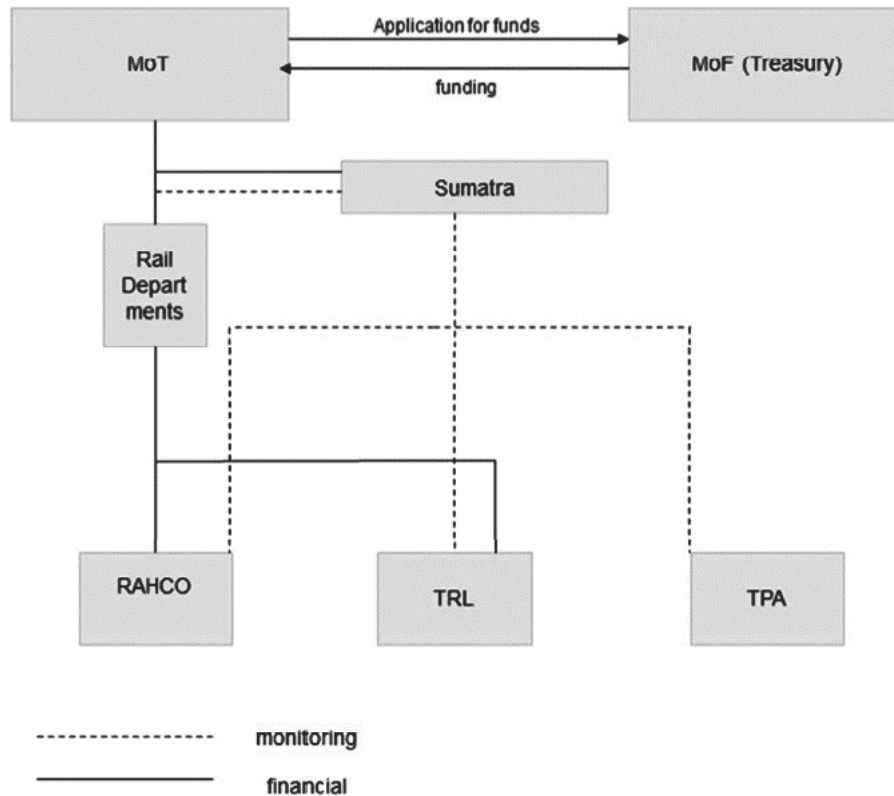
RAHCO への投資が必要な場合、監督官庁の MOT が MOF へ資金・予算配賦の申請をする。資金調達及びモニタリングの流れを図 2-10 に示す。MOF へ出された資金申請書は Treasury Registrar¹⁶により、当該申請を次回予算に含めるかどうかについて大統領へ進言される。どのような優先順位に基づいて進言がなされるかは不明確である。なお、鉄道セクターでは経済的な実現可能性や投資リターンといった観点から財務のモニタリングは行われていない。

MOF の Treasury Registrar 及び SUMATRA が当該業務の遂行能力及び中立性を有している。

(注釈)

Treasury Registrar は、MOF の局 (Division) のひとつで、準政府機関による公共投資・サービスの状況、改革の進捗などを管理している。

¹⁶ Treasury Registrar は政府機関の改革、当該機関へのサービス供与、当該機関の監視の 3 つの業務を担っており、鉄道セクターの場合の対象は RAHCO、TRL である。



出典：世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年

図 2-10 資金調達・モニタリングの流れ

RAHCO の運営は、政府予算が充てられており、独立採算とはなっていない。2012 年度は、MOT より事業投資予算として 3,180 万ドル (3,269 百万円) が充てられている。RAHCO 職員の給与は 1,250 万ドル (1,285 百万円) のうち 1,000 万ドル (1,028 百万円) が政府予算で賄われている¹⁷。今回の現地調査において、2013 年データを含む過去 5 年分の表 2-6 のデータを手に入れた。世銀の調査報告書では、先述のとおり 2012 年度に MOT より 3,180 万ドル (3,269 百万円) が充てられたとの記載があるが、今回の RAHCO 提供データでは 2012 年度に 1,820 万ドル (1,871 百万円) の予算が承認されたこととなっている。データの整合性に関して今後の調査で精査する必要がある。過去 5 年のトレンドとして予算承認額及び承認割合が増加傾向にあること、2011 年度の予算承認額が前年度比 78% 増の 2,510 万ドル (2,580 百万円) と大幅に増加していることが読み取れる。これは 2010 年の大規模な洪水被害により、洪水対策用の予算額の計上が認められやすくなったためと考えられる。しかし、本調査では過去数年の財務諸表、収入の構成要素、損失・補助金に係る情報開示を求めたものの表 2-6 を除き入手に至らず、詳細な分析が困難である。同分析を可能にするためにも、本格調査における予算内容・構造の把握は不可欠である。

¹⁷ 世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年による。

表 2 - 6 RAHCO 予算配賦状況 (2008/09 年~2012/13 年)

	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13
予算請求額 (TZS billion)	152.6	113	183	184	141.5
予算承認額 (TZS billion)	20.34	12.53	24	42.7	30.9
予算承認割合 (%)	13.3	11.1	13.1	23.2	21.8
予算承認額 (百万ドル)	12.0	7.4	14.1	25.1	18.2

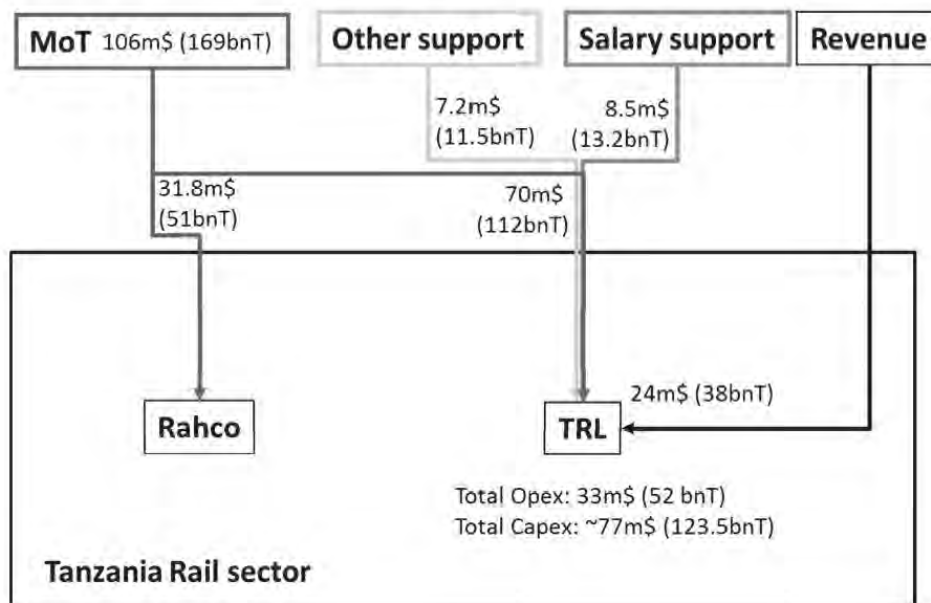
出典：RAHCO

2 - 2 - 5 運営機関 (タンザニア鉄道株式会社：TRL) の経営状況 (予算、決算制度、財務状況、収入・支出計画等を含む)

(1) 予算、決算制度

TRL への投資においても、上述の RAHCO と同様、MOT から MOF へ資金・予算配賦の申請がなされ、当該申請を予算に含むべきか否かに関し、MOF の文書係から大統領に進言される。

TRL は 2012 年度に公的支援として計約 8,570 万ドル (8,811 百万円) を得ており、その内訳は MOT から事業投資予算 (職員の給与分は含まず) として 7,000 万ドル (7,197 百万円)、TRL 職員の給与 (salary support) として 850 万ドル (873 百万円)、資金源が特定できない支援金 (other support) として 720 万ドル (740 百万円) となっている (図 2 - 11)¹⁸。予算の消化状況、事業投資予算の内訳、及び支援金の資金源の特定が本格調査で求められる。



出典：世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年

図 2 - 11 TRL への予算配賦状況

(2) 財務状況

TRL の財務状況はコンセッションが始まって以降、文書化がしっかりなされておらず、

¹⁸ 世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年による。

本調査でも 2013 年のデータを含む過去 5 年分のデータ入手を試みたものの入手に至らなかった。したがって、以下では参考として世銀支援の調査¹⁹で推計された 2008～2012 年の収支状況（表 2－7）を基に TRL の財務状況を概説する。

TRL の収支は 2008 年から 2012 年まで 334 万ドル（343 百万円）～1,350 万ドル（1,388 百万円）の赤字となっている。収入源は、乗車運賃、貨物輸送料収入で、主な支出は、人件費、燃料等である。2012 年を例に取ると、収入合計 2,381 万ドル（2,448 百万円）のうち、貨物輸送収入が 1,400 万ドル（1,439 百万円）、旅客運賃収入が 952 万ドル（978 百万円）である一方、支出合計 3,300 万ドル（3,393 百万円）のうち、人件費が 1,100 万ドル（1,131 百万円）、燃料費が 1,600 万ドル（1,645 百万円）、メンテナンス費が 600 万ドル（616 百万円）である。営業収入は運営費用の 3 分の 2 程度となっており、また、予算不足から十分なメンテナンスや資本投資が行えていない状況にある。

表 2－7 TRL 収支状況

（単位：百万ドル）

	2008	2009	2010	2011	2012
収入					
貨物輸送収入	36.00	32.00	14.00	14.00	14.00
旅客運賃収入	9.52	9.52	9.52	9.52	9.52
その他	-0.29	0.14	0.29	0.29	0.29
収入合計 (①)	45.23	41.66	23.81	23.81	23.81
支出					
人件費	25.70	22.00	18.30	14.70	11.00
燃料	21.00	20.00	16.00	16.00	16.00
メンテナンス	3.00	3.00	3.00	3.00	6.00
支出合計 (②)	49.70	45.00	37.30	33.70	33.00
①－②	-4.47	-3.34	-13.49	-9.89	-9.19

出典：世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年を基に調査団作成

世銀 Institutional Assessment 調査²⁰によると、RITES 社によるコンセッション開始以降、TRL の経営・財務の課題に関するデータは収集されておらず、また、コンセッションが失敗に終わったことから当該データの収集・照合作業がいまだに何もなされていない。当該データの収集・保管・評価は喫緊の課題であることから、本格調査では当該データの状況を当事者の TRL だけでなく、予算供与先の MOT や関連機関の陸上海事交通規制局（SUMATRA）にも問い合わせるなど、多方面から情報収集を図ることが必要である。

（3）収入・支出計画

TRL は事業計画（Business Plan）内で赤字経営から黒字経営への転換をめざしており、2013 年の「TZS 15.9 billion（962 百万円）の営業損失」状態を、2015 年には「TZS 22.0 billion（1,331 百万円）の営業利益」にする目標を掲げている。営業収益に関しては「2013 年の TZS 28.6 billion（1,731 百万円）」から「2015 年には TZS 263.6 billion（15,959 百万円）への

¹⁹ 世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年

²⁰ 世銀 Institutional Assessment of Tanzania Railway System Task 1 調査報告書、2013 年。

増加」を計画している²¹。また、資金調達先としては下記機関を検討している。

- ① タンザニア政府
- ② 開発パートナー（例：CIDA, JICA, KfW, Trade Market East Africa, EU, USAID 等）
- ③ 開発金融機関（例：TIB, AfDB, 世銀, EADB, DBSA 等）
- ④ 民間セクター（特に車両調達で TRL と相互に有益な PPP 契約を結ぶことができる顧客や関係者）
- ⑤ 商業銀行からの融資

なお、TRL 事業計画は Executive Summary の入手にとどまっているのが現状であり、本調査で報告書本体の入手を試みたものの入手には至っていない。そのため、例えば上記 ⑤ の商業銀行からの融資として、TRL が具体的にどのようなイメージを抱えているかは不明である。したがって、本格調査では再度の入手を試みるとともに、目標とする数値の根拠、費目ごとの想定額等について把握することが望まれる。

2-2-6 民営化の動向

タンザニア政府は効率的な鉄道運営に向けてオープンアクセスの導入をめざしている。現在、中央鉄道では TRL が独占的に鉄道の運営サービス権を所有しているが、2016 年から鉄道運営のオープンアクセスが計画されている。

- ・ RAHCO：オープンアクセス化に向けて、鉄道インフラの所有者・管理者としての組織づくりを進めるよう計画。TRL 維持管理部門の RAHCO への編入、新規採用等で組織強化を図る予定。
- ・ TRL：オープンアクセスの 1 つのコントラクター（鉄道オペレータ）として、世界の鉄道オペレータと競争状態に置かれるため、国内の有力な鉄道オペレータとなるべく組織強化を検討中。なお、人材の新規採用はまだ開始されていない。

またアフリカ開発銀行（AfDB）は、タンザニア、ルワンダ、ブルンジをつなぐダルエスサラーム～イサカ～キガリ/ケザ～ムソンガティ鉄道プロジェクトの支援を検討しており、2014 年 3 月に実現可能性調査（F/S）を完了している。AfDB は、本事業の実施のめどは立っていないものの、PPP など民間を活用して実施することを想定しており、トランザクションアドバイザーを雇用のうえ、PPP 実現に向けた制度、手続きを整理する予定である。

2-3 運行状況・計画

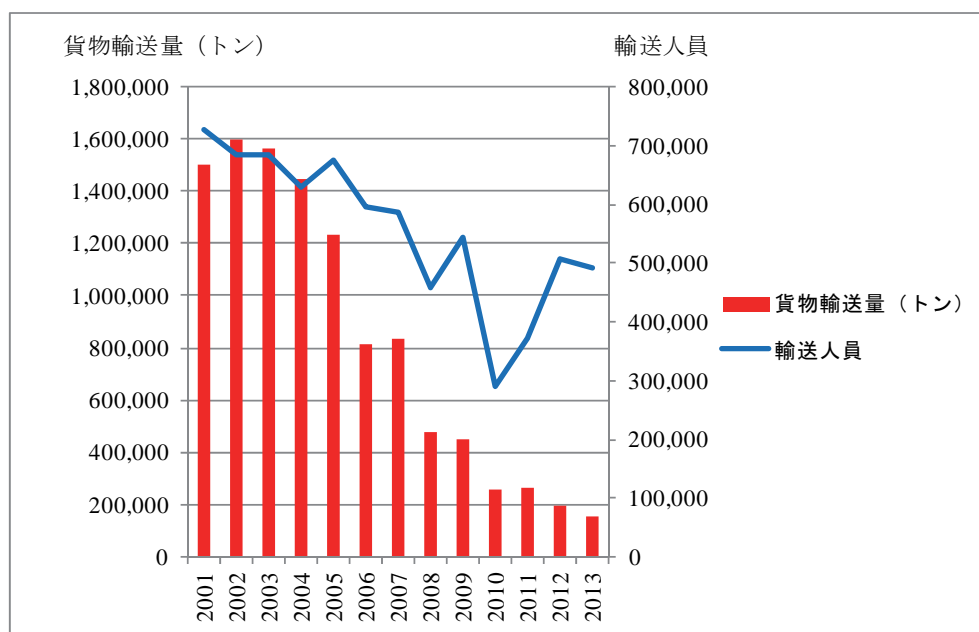
2-3-1 輸送量（貨物輸送量・乗客数を含む）

（1）中央鉄道全体の輸送量

タンザニア鉄道株式会社（TRL）による貨物輸送量は、2002 年の 159.9 万トンから 2013 年の 15.4 万トンまで年率平均 19.1%で減少している（図 2-12）。輸送力の急激な減少は、概して深刻な機関車・貨車不足に起因しているが、軌道リハビリ・維持管理不足による広範な速度制限やキロサ～グルウェ間の洪水による運休等にも起因している。

²¹ TRL Business Plan, Executive Summary

一方、旅客輸送量は貨物輸送量ほど減少していないが、2001年の72.7万人から2013年の49.2万人まで年率平均3.2%で減少している（図2-12）。特に、2010年は前年比46.6%減と大幅に減少した。これは2009年12月及び2010年1月の洪水による軌道損壊の結果、2010年6月まで運行停止に陥ったことに起因する（詳細は2-3-5項に記す）。



注：ボングウェ〜ムワンザ/キゴマ間の東アフリカ鉄道輸送株式会社（EARH社）によるアフリカ横断鉄道貨物トン数を含む。

出典：TRL

図2-12 中央鉄道の貨物及び旅客輸送量の推移（2001～2013年）

TRL Business Planによると、TRLは貨物輸送を2014年に170万トン、2015年に300万トンに増加させることを計画している。旅客輸送に関しては2014年に105万人、2015年に113万人に増加させる計画である。

（2）貨物の品目別輸送量

2001～2013年までの品目別貨物輸送量（国内貨物、トランジット貨物別）を表2-8、輸送割合を表2-9に記す。国内貨物に関しては、2003年の997,567トンピークに2013年の126,476トンまで年率平均18.7%で減少している。品目別にはトウモロコシの割合が2001年の3%から2012年の27%に、穀物の割合が2001年の2%から2012年の25%まで増加している一方、セメントの割合は2001年の15%から2013年の7%まで下落している。同様にコーヒー、綿花、砂糖の割合の低下が顕著である。そのほかにも、燃料油脂類は8%から25%と比較的高い割合を占め続けていること、肥料の割合は2010年のみ24%と急増していることが読み取れる。

一方、トランジット貨物に関しては、2001年の524,555トンから2013年の12,505トンまで年率平均26.8%で減少している。品目別には燃料油脂類が2007年及び2009～2013年と輸送量ゼロであり、コンテナの割合が2001年の17%から2010～2012年には1～2%と減少していたものの、2013年には12%に増加している。また、国連世界食糧計画（WFP）を

含むその他の貨物がトランジット貨物の7～9割と大半を占めていることから、今後は「その他」がどのような品目により構成されているかを調査する必要がある。

表2-8 品目別貨物輸送量データ (2001～2013年)

(単位：トン)

国内貨物	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
セメント	119,806	85,516	81,511	97,054	101,624	71,801	62,828	19,625	8,880	22,600	8,560	9,720	8,360
コーヒー	16,027	18,915	16,233	17,837	20,500	12,020	780	249	1,196	-	764	-	-
綿花	38,565	44,646	33,418	19,819	6,006	352	5,024	10,507	116	48	-	-	-
綿菓子	13,824	16,809	25,351	9,005	12,825	2,687	727	240	-	1,422	1,400	225	-
肥料	11,413	18,262	21,065	28,782	20,093	13,565	22,209	16,495	6,007	39,180	15,680	9,364	2,278
一般貨物	308,090	390,437	428,919	348,870	294,105	200,518	133,168	70,262	50,418	35,510	49,602	19,919	31,628
穀物	20,030	49,080	34,149	21,127	20,458	16,328	21,055	18,479	12,687	8,725	21,296	37,052	18,793
石こう	12,476	24,271	16,873	6,363	4,183	3,186	3,312	2,440	2,560	1,119	3,680	2,521	5,490
家畜	11,899	13,539	19,405	16,716	14,929	8,013	3,400	1,352	516	223	171	-	157
トウモロコシ	26,755	59,942	48,276	40,204	40,258	56,106	22,029	7,346	31,624	20,460	50,116	40,369	25,340
燃料油脂類	131,358	151,829	146,422	132,569	126,113	96,146	70,010	60,292	52,416	23,743	32,036	12,454	20,272
塩	24,838	25,920	31,127	25,243	25,154	13,925	9,297	11,243	5,890	4,080	8,000	6,160	6,000
砂糖	40,047	41,890	45,806	46,763	31,593	17,234	8,622	9,828	2,760	760	760	1,800	1,640
木材	8,792	11,072	13,153	12,501	12,013	5,279	9,328	1,386	2,302	2,014	1,408	2,351	1,620
タバコ	21,995	18,462	21,622	24,530	25,275	10,828	9,697	11,413	4,695	-	6,635	5,210	1,747
小包	20,155	17,731	14,237	11,175	10,143	6,783	6,651	3,497	8,310	1,540	1,896	3,377	3,151
合計 (i)	826,070	988,321	997,567	858,558	765,272	534,771	388,137	244,654	190,377	161,424	202,004	150,522	126,476
トランジット貨物													
燃料油脂類	31,854	26,874	31,420	13,877	3,419	378	-	7,029	-	-	-	-	-
コンテナ	89,108	81,938	65,013	84,012	67,572	43,824	19,946	23,744	11,746	480	720	300	1,520
その他 (WFP含む)	403,593	348,624	348,713	376,802	292,245	196,308	137,158	195,978	201,450	59,126	36,484	33,442	10,985
合計 (ii)	524,555	457,436	445,146	474,691	363,236	240,510	157,104	226,751	213,196	59,606	37,204	33,742	12,505
TRLによる輸送量 (i)+(ii)	1,350,625	1,445,757	1,442,713	1,333,249	1,128,508	775,281	545,241	471,405	403,573	221,030	239,208	184,264	138,981
EARHによる輸送量 (iii)	153,850	153,770	118,776	111,712	103,100	38,520	32,340	33,360	49,920	35,160	27,800	13,760	15,360
中央鉄道の輸送量 (i)+(ii)+(iii)	1,504,475	1,599,527	1,561,489	1,444,961	1,231,608	813,801	577,581	504,765	453,493	256,190	267,008	198,024	154,341

注：EARH：東アフリカ鉄道輸送株式会社 (East African Rail Hauliers Ltd.)

出典：TRL

表2-9 品目別貨物輸送量データ (2001～2013年)

国内貨物	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
セメント	15%	9%	8%	11%	13%	13%	16%	8%	5%	14%	4%	6%	7%
コーヒー	2%	2%	2%	2%	3%	2%	0%	0%	1%	-	0%	-	-
綿花	5%	5%	3%	2%	1%	0%	1%	4%	0%	0%	-	-	-
綿菓子	2%	2%	3%	1%	2%	1%	0%	0%	-	1%	1%	0%	-
肥料	1%	2%	2%	3%	3%	3%	6%	7%	3%	24%	8%	6%	2%
一般貨物	37%	40%	43%	41%	38%	37%	34%	29%	26%	22%	25%	13%	25%
穀物	2%	5%	3%	2%	3%	3%	5%	8%	7%	5%	11%	25%	15%
石こう	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	2%	4%
家畜	1%	1%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	0%	0%	0%	-	0%
トウモロコシ	3%	6%	5%	5%	5%	10%	6%	3%	17%	13%	25%	27%	20%
燃料油脂類	16%	15%	15%	15%	16%	18%	18%	25%	28%	15%	16%	8%	16%
塩	3%	3%	3%	3%	3%	3%	2%	5%	3%	3%	4%	4%	5%
砂糖	5%	4%	5%	5%	4%	3%	2%	4%	1%	0%	0%	1%	1%
木材	1%	1%	1%	1%	2%	1%	2%	1%	1%	1%	1%	2%	1%
タバコ	3%	2%	2%	3%	3%	2%	2%	5%	2%	-	3%	3%	1%
小包	2%	2%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	4%	1%	1%	2%	2%
合計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
トランジット貨物													
燃料油脂類	6%	6%	7%	3%	1%	0%	-	3%	-	-	-	-	-
コンテナ	17%	18%	15%	18%	19%	18%	13%	10%	6%	1%	2%	1%	12%
その他 (WFP含む)	77%	76%	78%	79%	80%	82%	87%	86%	94%	99%	98%	99%	88%
合計	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

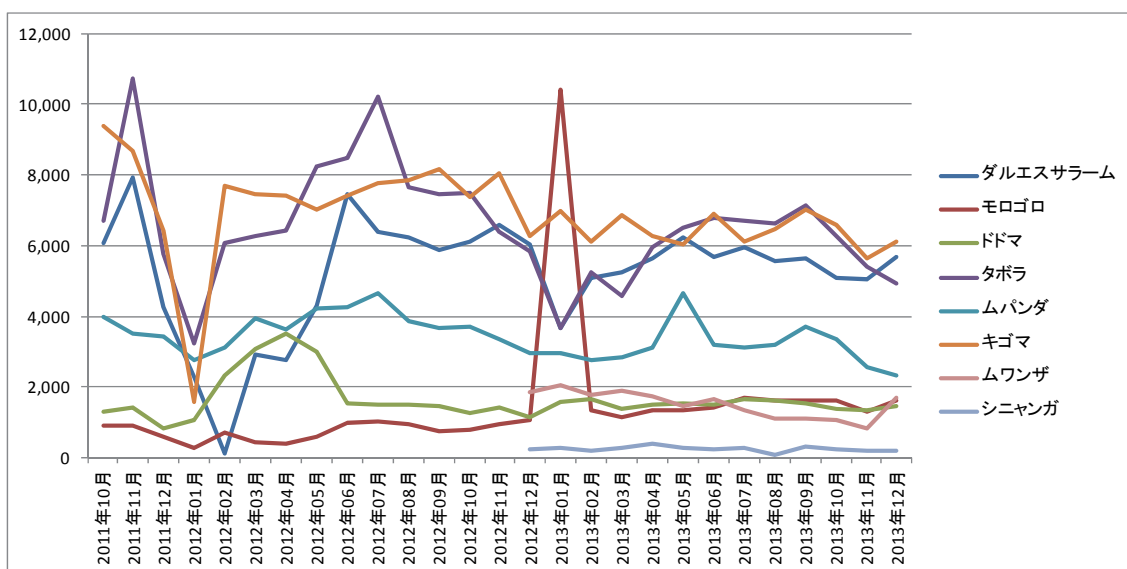
注：EARH：東アフリカ鉄道輸送株式会社 (East African Rail Hauliers Ltd.)

出典：TRL

(3) 主要駅の旅客数

2011年10月から2013年12月までの中央鉄道の主要駅における旅客数を図2-13に示す。ダルエスサラーム、タボラ、キゴマからの利用者が毎月約6,000人(2013年)と多い。タボラ、キゴマからの利用者が多いのは他の主要駅と比較し周辺に幹線道路が整備されていないためと考えられ、ダルエスサラームからの利用者が多いのは各地方都市から集まった乗客が帰りに利用するためであろう。

グラフから読み取れる他の特徴として、2011年12月から2012年6月の洪水による不通時期にも利用者が存在している点、及び2013年1月のモロゴロ駅利用者が10,406人と前後の月（2012年12月に1,081人、2013年2月に1,320人）と比較し10倍程度多い点が挙げられる。前者に関しては、サービス停止時期にも洪水区間を除いた折り返し運転やバスによる代替輸送が実施されていた可能性が考えられる。一方、後者に関しても、2013年1月の洪水により洪水区間周辺の利用者がモロゴロまでバスで移動した後にモロゴロ～ダルエスサラームで鉄道を利用した可能性、あるいは当該月のデータが誤って報告された可能性がある。上記の点に関しては本格調査で更なるデータ収集と内容の確認が必要である。



出典：TRL を基に調査団作成

図 2-13 主要駅の旅客数 (2011年10月～2013年12月)

(補足)

今回の現地調査において、旅客列車を2回目撃したが、いずれも満席状態であった。利用者の大半は、ダルエスサラームでの売買で生計を立てる行商の人々であった。安価で、かつ、より多くの荷物を社内に持ち込める鉄道は、内陸部の多くの人々から寄せられる期待が非常に大きい。

2-3-2 運行状況 (運行本数、運行時間を含む)

(1) 運行本数

2014年7月現在、列車の運行ダイヤは、書類として存在しておらず、旅客列車（機関車1両につき20両の客車を連結）はおおむね週2往復、貨物列車（同18～19両の貨車を連結）は需要及び機関車の稼働状況次第で不定期に運行されている。旅客と貨物を合わせた運行本数は、おおむね1方向当たり週5便程度である。

(2) 運行時間

運行時間はダイヤの不在、運行記録の管理不備（2-3-6項（1）に詳述）により適

切に把握できない状況となっている。大まかな所要時間はダルエスサラーム～ドドマ（区間長 457 km）、ドドマ～タボラ（同 383 km）、タボラ～キゴマ（同 411 km）ともに約 12 時間である。

Box 2 かつての旅客列車運行状況

現状、紙面による運行ダイヤはないが、インターネット上の旅行サイトやブログから 2000 年代後半の旅客列車の運行状況をうかがうことができる。一例として、ダルエスサラーム～キゴマ/ムワンザの旅客ダイヤを表 2-10、表 2-11 に示す。

表 2-10 ダルエスサラーム～キゴマ/ムワンザの旅客ダイヤ

	1・3等	1・2・3等
ダルエスサラーム	17:00 火・金	17:00 火・金
ドドマ	8:10 水・土	8:10 水・土
タボラ着	18:25 水・土	18:25 水・土
タボラ発	20:10 水・土	21:30 水・土
キゴマ	7:25 木・日	-
ムワンザ	-	7:25 木・日

出典：http://www.seat61.com/Zambia.htm#Tanzania Railways

表 2-11 キゴマ/ムワンザ～ダルエスサラームの旅客ダイヤ

	1・3等	1・2・3等
ムワンザ	-	18:00 木・日
キゴマ	17:00 木・日	-
タボラ着	4:30 金・月	4:00 金・月
タボラ発	7:25 金・月	7:25 金・月
ドドマ	18:40 金・月	18:40 金・月
ダルエスサラーム	8:50 土・火	8:50 土・火

出典：http://www.seat61.com/Zambia.htm#Tanzania Railways

以上により、夜行列車として運行されていたこと、運行ダイヤ上の各区間の所要時間（ダルエスサラーム～キゴマ/ムワンザ方面）は、ダルエスサラーム～ドドマ：13 時間 10 分、ドドマ～タボラ：12 時間 15 分、タボラ～キゴマ：11 時間 15 分、タボラ～ムワンザ（区間長 378 km）：9 時間 55 分であったことがうかがえる。

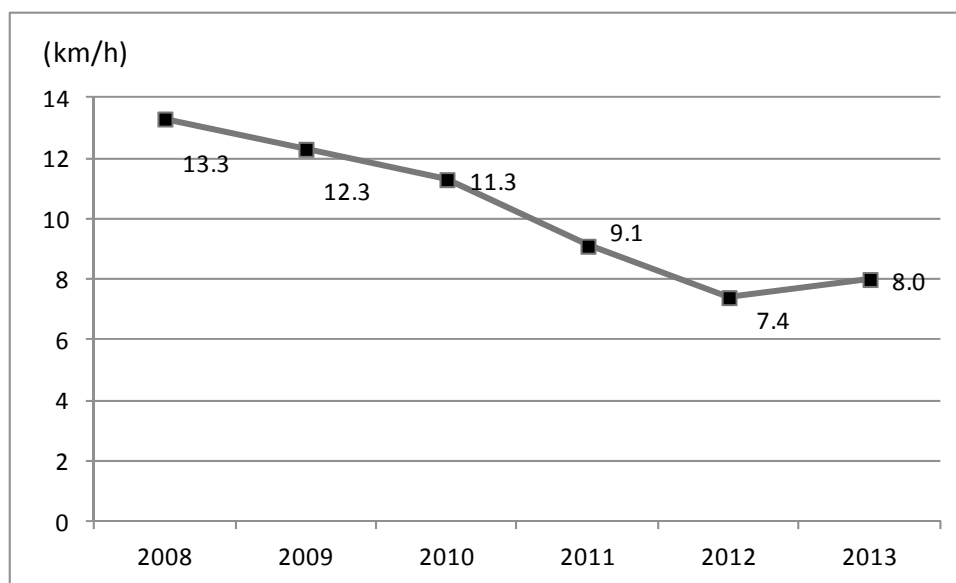
(3) 運行速度

1) 貨物

中央鉄道における貨物列車の平均速度（2008～2013 年）を図 2-14 に示す。2008 年の 13.3 km/h から 2012 年の 7.4 km/h まで減少していたものの、2013 年は 8.0 km/h に増加している。2012～2013 年にわたり輸送量は 198,024 トンから 154,341 トンへと減少したなかで運行速度が 0.6 km/h 増加したのは、わずかながらも運行が円滑化したためと思われる。現地ヒアリングにおいて、TRL は平均運行速度を今後 12 km/h まで上げる計画があることを確認した。一方、2-3-8 項における貨物列車平均速度のベンチマーク（目標値）は 25 km/h となっており、ヒアリング結果と 13 km/h もの差が生じている。これより、本格調査ではベンチマークとの差異に関する確認が必要である。

(備考)

1. 今回の現地調査におけるモロゴロ整備工場での面談の際、所長から「列車の平均速度は、旅客列車 50 km/h、貨物列車 30 km/h 程度」との発言があった。本格調査において、運行速度の現況、今後の速度向上計画の状況を再度確認する必要がある。
2. 現在の貨物列車の運行速度：今回の現地調査において、キデテ (324 km) からキロサ (283 km) までの 41 km を貨物列車に乗ることができた。所要時間は、下りルートではあるが、約 1 時間であった。平均時速は約 40 km/h といえる。



出典：TRL

図 2 - 14 貨物列車の平均運行速度 (2008~2013 年)

2) 旅客

旅客に関しては、本調査で過去 5 年分のデータ入手を試みたものの入手できず、2013 年に 25 km/h であったことのみ把握できた。また、TRL へのヒアリングにて、平均運行速度の計画値は 24 km/h との回答を得ており、平均速度の点からは計画どおりの運行ができていくことになる。ただし、2-3-8 項の表 2-16 に見るとおり旅客列車平均速度のベンチマークは 28 km/h となっている。本格調査ではベンチマークとの整合性に関して更なるヒアリングが必要である。加えて、過去 5 年分のデータ入手とともに、平均速度の算出方法、運行時間の把握も必要である。

2-3-3 料金制度 (料金体系、徴収体制、徴収率などを含む)

(1) 貨物

貨物料金は品目及び貨車の大小別により定められており、距離に応じて増額する体系となっている。例えば、輸送距離が 981~1,000 km の範囲内の場合、付加価値税 (VAT) 18% を含めた輸送費は以下のとおりである²²。

- ・一般貨物：TZS 1,744,040 (105 千円) (小型貨車)

²² TRL, Addendum to special Traffic Notice No.01:Revision of Traiff, 2009/7/1

- TZS 3,875,120 (234 千円) (大型貨車)
- ・セメント：TZS 1,158,760 (70 千円) (小型貨車)
TZS 3,564,780 (215 千円) (大型貨車)
- ・コーヒー：TZS 690,300 (41 千円) (小型貨車)
TZS 2,124,000 (128 千円) (大型貨車)

(2) 旅客

旅客運賃の一覧として、ダルエスサラーム発の運賃一覧表を表 2-12 に示す。1 等、2 等、3 等ごとに運賃が定められており、距離に応じて増額する体系となっている。例えば、ダルエスサラーム～ドドマ間の運賃は 1 等で TZS 34,700 (2.1 千円)、2 等で TZS 26,400 (1.5 千円)、3 等で TZS 13,500 (0.8 千円) となる。

(参考データ) バス運賃と鉄道運賃の比較：ダルエスサラーム～タボラ間の比較例

- ・バス：ダルエスサラーム～タボラ間 1,022 km
普通席料金：TZS 39,800/人 (2.4 千円/人)
- ・鉄道：ダルエスサラーム～タボラ間 840 km
3 等席料金：TZS 20,400/人 (1.2 千円/人)

現地で無賃乗車に関し質問したところ、見つかった場合は罰則が課されるため無賃乗車率は低い (10% 未満) との回答を得た。高齢者、身障者への運賃割引等はない。

表 2-12 TRL 旅客運賃一覧 (ダルエスサラーム発)

Tanzania Railways Limited
PASSENGER FARES FROM DAR ES SALAAM
SHS PER PERSON

Distance KM	Station	First Class	Second Sleeping	Third Class	Distance KM	Station	First Class	Second Sleeping	Third Class	Distance KM	Station	First Class	Second Sleeping	Third Class					
20	PUGU	10,600	9,200	5,300	815	IGALULA	52,800	39,100	19,700	RUVU, MNYUSI, TANGA & ARUSHA AS FROM D'SALAAM									
42	MPIJI	12,700	10,700	5,900	837	ITULU	53,900	39,900	20,100										
52	SOGA	12,700	10,700	6,000	850	TABORA	54,800	40,500	20,400										
65	NGETA	13,800	11,400	6,400	877	LULANGURU	56,000	41,300	20,900										
79	RUVU	13,800	11,400	6,400	889	MABAMA	57,100	42,100	21,100										
89	KWALA	14,800	12,200	6,700	911	USOKE	58,100	42,800	21,500										
106	MSUA	15,900	12,900	7,100	941	URAMBO	60,200	44,300	22,200										
118	MAGINDU	15,900	12,900	7,100	973	KALIUA	61,300	45,100	22,600										
132	KIDUGALO	16,900	13,700	7,500	1000	KOMBE	62,300	45,800	23,000										
144	NGERENGERE	18,000	14,400	7,800	1032	USINGE	64,400	47,300	23,700										
158	KINONKO	18,000	14,400	7,800	1063	NGURUKA	66,600	48,800	24,400										
173	MIKESI	19,100	15,200	8,200	1083	MALAGARASI	67,600	49,600	24,900										
190	KINGOLWIRA	20,100	15,900	8,500	1122	ILUNDE	69,700	51,100	25,600										
202	MOROGORO	21,100	16,600	8,800	1141	UVINZA	70,800	51,800	25,800										
223	MAZIMBU	22,200	17,400	9,300	1175	LUGUFU	71,800	52,600	26,300										
247	MKATA	23,300	18,200	9,600	1194	KAZURAMIMBA	72,900	53,300	26,700										
271	KIMAMBA	24,300	18,900	10,000	1219	KANDAGA	73,900	54,100	26,900										
289	KILOSA	25,400	19,700	10,300	1222	KALENGE	75,000	54,800	27,400										
305	MUNISAGARA	26,400	20,400	10,700	1237	LUICHE	75,000	54,800	27,400										
318	MZAGANZA	26,400	20,400	10,700	1254	KIGOMA	75,700	55,400	27,700										
332	KIDETE	27,500	21,200	11,100	TABORA-MWANZA AS FROM D'SALAAM					348	MAZINDE	28,600	21,900	11,500					
356	GODEGODE	28,600	21,900	11,400	867	KAKOLA	56,000	41,300	20,800	356	MKUMBARA	28,600	21,900	11,500					
376	GULWE	29,600	22,700	11,800	883	NZUBUKA	57,100	42,100	21,100	374	MKOMAZI	29,600	22,700	11,800					
391	MSAGALI	30,700	23,400	12,100	911	IPALA	58,100	42,800	21,500	406	HEDARA	31,700	24,200	12,400					
412	IGANDU	31,700	24,200	12,500	941	BUKENE	60,200	44,300	22,200	425	MAKANYA	32,800	24,900	12,900					
416	MUNASE	31,700	24,200	12,500	961	MAHENE	61,300	45,100	22,600	459	SAME	33,800	25,600	13,300					
436	KIKOMBO	32,800	24,900	12,900	973	IGUSULE	61,300	45,100	22,600	498	LEMBENI	35,900	27,100	14,000					
449	HUMWA	33,800	25,600	13,200	982	ISAKA	62,100	45,800	22,800	618	KISANGIRO	37,000	27,900	14,400					
465	DODOMA	34,700	26,400	13,500	1000	LOHUMBO	62,300	45,800	23,000	638	KAHE	38,100	28,600	14,700					
472	ZUZU	34,900	26,400	13,600	1027	USULE	64,400	47,300	23,700	658	WOSHI	39,100	29,400	15,100					
501	KIGWE	37,000	27,900	14,300	1043	SHINYANGA	65,300	48,000	24,000	689	KIKULETWA	41,200	30,900	15,700					
525	BAHI	38,100	28,600	14,700	1068	SONGWA	66,600	48,800	24,400	620	USA RIVER	42,300	31,600	16,200					
540	KINTINKU	38,100	28,600	14,700	1089	SEKE	67,600	49,600	24,700	644	ARUSHA	44,400	33,100	16,800					
556	MAKUTUPORA	39,100	29,400	14,900	1112	MALAMPAKA	68,700	50,300	25,100	KALIUA - MPANDA AS FROM D'SALAAM									
578	SARANDA	40,200	30,100	15,400	1130	MALYA	69,700	51,100	25,600										
595	MANYONI	41,200	30,900	15,700	1153	BUKWIMBA	70,800	51,800	25,800										
611	AGHONDI	42,300	31,600	16,100	1177	MANTARE	71,800	52,600	26,300										
635	ITIGI	43,300	32,400	16,500	1206	FELA	73,900	54,100	26,900										
652	KITARAKA	44,400	33,100	16,800	1227	MWANZA SOUTH	75,000	54,800	27,400										
673	KAZIKAZI	45,400	33,900	17,200	1239	MWANZA	74,800	54,700	27,200										
686	KARANGASI	46,500	34,600	17,500	KILOSA - KIDATU AS FROM DSM										1063	USINGA	66,600	48,800	24,400
716	TURA	47,600	35,400	17,900	289	KILOSA	25,400	19,700	10,300						1083	UGALLA RIVER	67,600	49,600	24,700
740	MALONGWE	48,600	36,100	18,300	320	MBAMBA	26,400	20,400	10,700						1149	KATUMBA	70,800	51,800	25,800
776	NYAHUA	50,700	37,600	19,000	359	MIKUMI	28,600	21,900	11,500	1183	MPANDA	72,900	53,300	26,700					
800	GOWEKO	51,800	38,400	19,300	397	KIDATU	30,700	23,400	12,100	© Pricing, Documentation and Accounts									

Principal Commercial Manager's Office

Effective From 01st May 2013

出典：TRL

2-3-4 事故 (事故記録を含む)

2008/09年～2012/13年の中央鉄道の事故件数の推移を表2-13に記す。鉄道上及び列車内で発生した事故による死者数、負傷者数(ともに列車運行による被害数であり、洪水等による死傷者数は含まない)、軌道流出事故数、衝突事故数、横転・脱線事故数が記録されている。死傷者数は2012/13年に前年の14人から48人へと急増したのに加え、軌道流出事故の件数も2011/12年は49件、2012/13年は52件と、2008/09年～2010/11年の値から大幅に増加した。機関車の衝突事故は依然として発生しているものの、横転・脱線事故件数は2008/09年の154件から減少傾向にあり、2012/13年には2008/09年比86.4%減の21件となった。

表 2-13 事故状況

	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013
Deaths	15	4	4	6	18
Injuries	13	15	11	8	30
Wash-away	14	26	12	49	52
Sub-total	42	45	27	63	100
Collision	6	1	2	0	3
Capsizement/Derailment	154	84	88	43	21
Sub-total	160	85	90	43	24
Total	202	130	117	106	124

出典：SUMATRA, Annual Report

TRL から提出された 2009 年から 2013 年の事故状況報告書は、以下の課題を含んでいる。

- ・ 駅内での事故箇所が明確化されていない。
- ・ 脱線事故は列車衝突、踏切事故、車軸折損を除き、原因が明示されていない。
- ・ キロ程が 100 m 単位で記載されているため、曲線台帳との対照ができない。また表記されているキロ程が脱線していた地点なのか、脱線の引き金となった地点なのか明確でない。
- ・ 脱線事故件数が多いかどうかを検討する際に、当該線区の運行列車キロがかかわってくる。一般には列車キロ 100 万キロ当たりの脱線事故件数で比較し判断するが、線区別列車キロが明確でないので、線区別の比較ができない。
- ・ 曲線半径、勾配などの線形条件、レール、枕木、道床バラストなどの軌道構造が明示されていない。
- ・ 事故箇所付近の軌道狂いの記録がなく、脱線時の線路状態が把握できない。

2-3-5 洪水被害（運行停止期間・件数、停止要因、区間等を含む）

中央鉄道は雨期（12 月～4 月）に毎年のように洪水被害に遭っている²³。過去の主要な洪水被害として、1997/98 年、2009/10 年、2011/12 年、及び 2014 年に発生した洪水被害状況を表 2-14 に示す。

表 2-14 主な洪水被害の概要

運行停止期間	被災箇所	被災状況	備考
1997 年 12 月～ 1998 年 8 月	キロサ～キデテのうち、 計 5 km に及ぶ 16 カ所	路床・構造物の損傷。被災 スパンは長い所で 20 m	洪水被害後、鉄道からト ラックへの積み替えがド ドマにて行われた。
2009 年 12 月～ 2010 年 6 月	キロサ～グルウエのう ち、32 カ所	軌道流出、橋梁・カルパー トの損傷・崩壊	ダルエスサラーム～ドド マが不通。復旧工事は 2010 年 2 月に開始され、 2010 年 5 月に完了。
2011 年 12 月～ 2012 年 6 月	キロサ～グルウエのう ち、計 4.64 km に及ぶ 32 カ所	洗掘による軌道流出、泥土 による軌道・橋梁・カル パートの損傷・崩壊	2011 年 12 月、2012 年 2 月に洪水発生。復旧工事 の総延長は 8.65 km

²³ SUMATRA では軌道の流出被害を 2008 年度から Annual Report で公表しており（表 2-13）、2008/09 年に 14 件、2009/10 年に 26 件、2010/11 年に 12 件、2011/12 年に 49 件、2012/13 年に 52 件の流出事故が発生している。

2014年1月の5日間	349～425 km 地点のうち、10カ所	築堤の洗屈・崩壊、橋梁・カルバートの損傷	コストは TZS 1.4 billion (84 百万円)
2014年3月30日からの2日間	キロサ～グルウェ	機関車、貨車、軌道の流出	4月1日に復旧工事完了

出典：世銀、Implementation Completion Report, 2003年、世銀/RAHCO, Railways Upgrading and Performance Improvement Study, 2013年、SUMATRA, Annual Report、現地ヒアリングを基に調査団作成

1997/98年にはキロサ～キデテのうち計5kmに及ぶ路床・構造物16カ所が甚大な被害を被り、8カ月間の運行停止に陥った。また、2009年12月及び2010年1月に発生した洪水はキロサ～グルウェの軌道の一部流出させ、橋梁・カルバートの損傷・崩壊という被害を招き、ダルエスサラーム～ドドマの鉄道サービスが約6カ月停止することとなった。さらに2011年12月及び2012年2月の豪雨では、計4.64kmに及ぶ32カ所で深刻な被害が発生し、半年間のサービス停止に至った。

今年(2014年)に入ってから、1月の豪雨により349～425km地点の橋梁・カルバート10カ所及び当該構造物周辺の軌道が被災し、5日間の運行停止に陥った。また3月30日には洪水によりグルウェ駅手前の10連ボックスカルバートが被災し、機関車、貨車、カルバート上の軌道が流出した。同日、302～303km地点の軌道も流され、応急処置が施された。

なお、本調査では、過去5年間の洪水被害記録一覧表の提示を再三要望したが入手できなかった。洪水による人災被害データも入手できなかった。本格調査において、更なる被害データの収集が必要である。

2-3-6 運行・安全管理、災害対応（災害発生時の対応マニュアル、安全運行マニュアルについてを含む）

(1) 運行管理

1) 鉄道運行の現状は以下のとおりである。

- ・列車の運行はダルエスサラーム～ドドマ、ドドマ～タボラ、タボラ～キゴマの3つの管区が別々に管理している。
- ・運行記録は、3つの時間帯（0時～8時、8時～16時、16時～24時）に分けて紙ベースで管理している。
- ・運行頻度：旅客列車（機関車1両につき20両の客車を連結）はおおむね週2往復、貨物列車（同18～19両の貨車を連結）は需要及び機関車の稼働状況次第で不定期に運行されており、平均すると週3往復程度である。
- ・運行ダイヤ：紙面によるダイヤ表はない。当日の運行が決定されると、駅舎の黒板にチョークで記載。
- ・無賃乗車率：数%以下。発見された場合、罰則が課されるので無賃乗車は少ない。
- ・運行速度：30～40km。ただし、軌道狂いのため、乗り心地は悪い。軌道検測車、あるいはトラックマスター等の導入による、軌道狂いの検測・把握、収集データに基づく修繕計画の作成・実施が必要である。
- ・閉鎖区間は2～3駅を1ブロックとして取り扱い、各ブロック長が通告券（Paper Line Clearing）を発行している。ヒューマンエラーが起りやすい。
- ・分岐器は、係員による手動切り替え。ヒューマンエラーが起りやすい。

- ・中央鉄道全体の年間の故障・事故数は、少しずつ増加している。原因は、車両と軌道の維持管理不足による不良である。
- ・キロサ〜グルウェ間は、現状では、機関士と各駅、及び司令部等との通信手段がない。
- ・災害発生時の対応マニュアル／安全運行マニュアルに関して、今回の現地調査時にTRLにヒアリングしたが、1962年のEngineering Manualを基にしたものがいまだに正規のマニュアルであるとのことを確認した。しかし、日常的に利用されている感じはなかった。

2) 鉄道運行管理の留意事項は、第6章の6-2-12項に留意事項を整理して示した。

(2) 安全管理

雨期における洪水区間の運行では、災害対策として軌道保守班(gang)の軌道検査長(key man)が毎日巡回し、何か異常があれば報告するようになっている。また、深刻な、あるいは複雑な事故が発生した場合は、機械、土木、信号・通信、車両輸送の部署から成る委員会²⁴を立ち上げて事故原因を究明している。

安全マニュアルに関する状況は、上記(1)参照。

(3) 災害対応

今回の現地調査にて、災害発生時の対応マニュアル、安全運行マニュアルの有無に関し鉄道資産保有会社(RAHCO)とTRLに問い合わせたところ、関連項目はエンジニアリングマニュアルや運行規則・安全計画に規定されているとの回答を得た。しかし、エンジニアリングマニュアルは1962年に策定されたこと、実際にはマニュアルに沿った活動がなされていないこと、及び運行規則・安全計画に関する文書を入手できなかったことなどから、洪水対策、安全運行のための実質的なマニュアルは存在していないようである。本格調査では関係各機関に災害対応手順に関して詳細なヒアリングを実施するとともに、災害対応の現場に同行し、現場でどのような体制が取られているかを確認する必要がある。

2-3-7 既存の需要予測

中央回廊を対象とした鉄道輸送量の需要予測には、JICAマスタープラン(M/P)、世銀/RAHCO調査等が存在する。JICA M/Pでは、タンザニアの運輸交通開発計画を反映し中央回廊沿線の貨物輸送需要(道路・鉄道)が推計されている。一方、BRN・TIRPでは、鉄道整備計画やプロジェクト準備に係る基礎資料として世銀/RAHCO調査の需要予測結果が用いられている。

(1) 既往需要予測のレビュー：JICA M/P

JICA M/Pでは、タンザニア国内の輸送需要、輸出入量、周辺内陸諸国を起終点とする通過貨物等の貨物需要を詳細に分析し、2010年及び2030年の貨物需要を推計している。推計にあたっては、タンザニア国5カ年開発計画(2011/12~2015/16年)で仮定されているGDP成長率8%を用いるなど、さまざまな成長因子を仮定している。中央回廊における道

²⁴ 委員会には事故の深刻さに応じて Assistant Chief Officer Level、Chief Officer Level、District Officer Level の3つのレベルがある。

路・鉄道別の貨物需要は表 2-15 のとおりである。

表 2-15 JICA M/P における中央回廊の需要予測結果

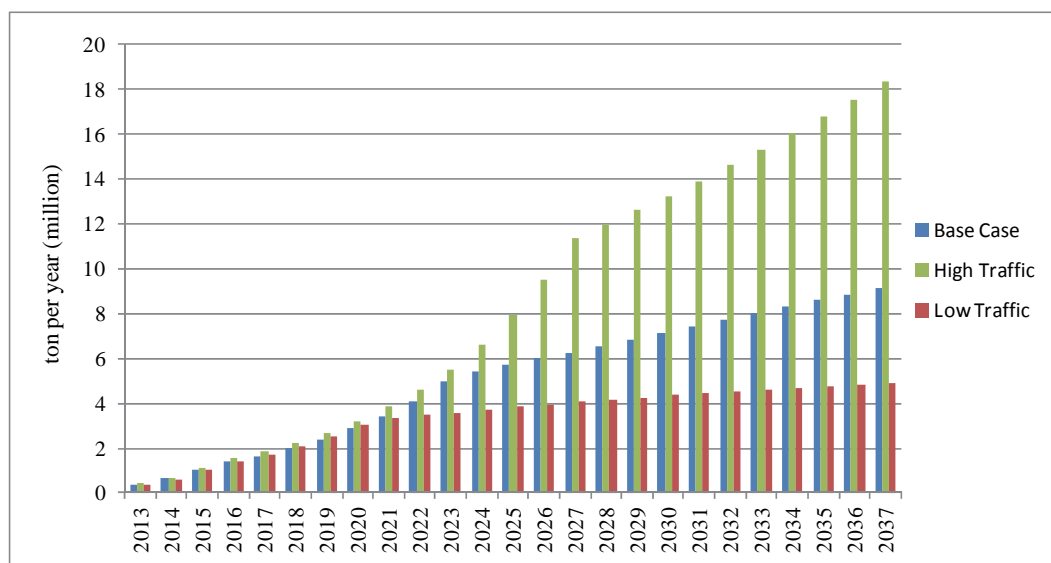
項目	2010 年 (推計値)	2030 年 (推計値)	2030 年/2010 年 (増加係数)
道路 (百万トン)	13.52	97.86	7.24
鉄道 (百万トン)	0.35	5.14	14.69
道路+鉄道 (百万トン)	13.87	103.00	7.43
鉄道分担率 (%)	2.52	4.99	—

出典：JICA タンザニア国全国物流マスタープラン策定プロジェクト、2013 年

(2) 既往需要予測レビュー：世銀/RAHCO 調査

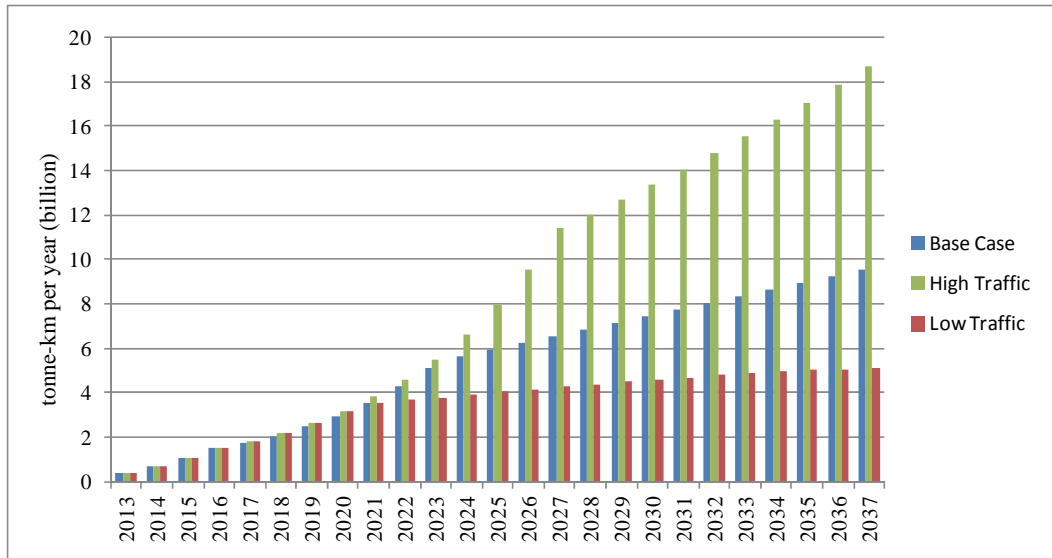
世銀/RAHCO 調査では、TRL の需要を分析するにあたり、3つのシナリオ (Base、Low、High の各ケース) を想定している。同分析は、GDP 予測値、品目別推計値、タンザニア及び近隣諸国で近い将来操業開始が期待されている採掘事業の推計値を基にしている。

世銀/RAHCO 調査の結果によると、TRL 貨物輸送量は 2013 年から 2037 年の間にトンベースで図 2-15、トンキロベースで図 2-16 のように推移すると予測している。



出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013 年

図 2-15 世銀/RAHCO 調査における TRL 輸送需要予測 (百万トン)



出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年

図2-16 世銀/RAHCO 調査におけるTRL 輸送需要予測（10億トンキロ）

(3) 今後の留意点

- ・ タンザニア及び周辺諸国の経済成長：鉄道輸送量は、一国のGDP成長率と密接に関係している。タンザニア及び周辺諸国では、今後、人口増加だけでなく、資源採掘等の産業拡大により、GDPが伸びることが期待されている。特に、大規模な資源採掘プロジェクトでは、一般的な経済成長による輸送量増を上回るレベルで鉄道需要の増加が起こり得る。したがって、広域的な視点から資源開発を含めた経済成長の動向を注視し、更新データを用いたシナリオ設定が必須である。
- ・ 荷主の意向：長距離貨物輸送では、複数の輸送手段・経路が存在するなか、荷主は品目に応じて手段・経路を複数確保したいという意向がある。上記の調査ではこの点の把握が不十分であるため、今後は荷主の輸送手段・経路選択に影響を与える要因を明らかにし、その要因が品目ごとにどのように異なるかに関して分析することが肝要である。
- ・ 関連インフラの整備状況：貨物輸送は鉄道、トラック、船など複数のモードにより担われるため、中央鉄道との接続改善に資する関連インフラ（港湾、インランドコンテナポ）の整備状況の把握は不可欠である。特に、貨物取扱量が平均年率11%（2006～2012年）で増加しているダルエスサラーム港では近代化計画が進展中であり、その動向を注視し、可能な限り実際の整備状況・計画に即した仮定の設定が求められる。

2-3-8 運行システム計画（運用基準の見直しを含む）

鉄道サービスの性能指標及びベンチマーク（目標値）が、陸上海事交通規制局（SUMATRA）Act. Section 6 に従って設定されており、SUMATRAは同性能のモニタリングをすることとなっている。指標及びベンチマークは、2010年4月のワーキンググループ²⁵により議論が開始され、鉄道会社による現状分析・将来計画に基づいた初期ベンチマークの提案、ジンバブエなど他国のベストプラクティスとの比較、ステークホルダーや利用者からのヒアリング結果を考慮した

²⁵ 参加者は運輸省（旧インフラ開発省）1名、TRL 4名、RAHCO 1名、SUMATRA 6名、タンザニア・ザンビア鉄道公社（TAZARA）4名。

うえで、達成可能かつ実測値との比較に最も適した値として、表2-16のとおり合意されることとなった²⁶。なお、計37指標のうち、2006～2010年の実測値との比較がグラフにてなされているのは17指標にとどまっている。

表2-16 合意されたTRLのベンチマーク

観点	指標	単位	ベンチマーク	実測値との比較
顧客	顧客の苦情件数	件	0	
	クレーム処理に要する時間	日	21	
	乗客への列車遅延の伝達に要する時間	分	15	
	定時性－旅客列車	%	98	
	定時性－貨物列車	%	75	
	貨車リクエストに応える時間	日	7	
	リクエストに対する供給貨車割合	%	100	
	道路貨物運賃に対する鉄道貨物運賃比	%	63	
	道路旅客運賃に対する鉄道旅客運賃比	%	45	
内部 経営	貨車の輸送往復時間	日	12	✓
	機関車の稼働率	%	70	✓
	貨車の稼働率	%	90	✓
	機関車の信頼性	km	10,000	✓
	機関車の利用状況	km/日	460	✓
	貨車の利用状況	km/日	150	
	速度制限	%	16	
	貨車1両当たりの平均荷重	トン	35.6	
	空回送率	%	36	
	平均牽引距離	km	700	✓
	平均輸送距離	km	1,100	✓
	職員1人当たりのトンキロ		390,000	
	職員1人当たりの人キロ		120,000	
	鉄道運行の安全状況 (100万トンキロ当たりの列車事故数)		0	
	100万トンキロ当たりの死傷者数	人	0	
	平均列車速度－旅客列車	km/h	28	
	平均列車速度－貨物列車	km/h	25	✓
	年間貨物輸送量	トン	1,300,000	✓
	年間貨物トンキロ	トンキロ	1,200,000,000	✓
	年間旅客数	人	700,000	✓
年間旅客人キロ	人キロ	400,000,000	✓	
年間貨物収入	TZS	45,000,000,000	✓	
年間旅客収入	TZS	8,500,000,000	✓	
財務	トンキロ当たりの収入	TZS	77	✓
	人キロ当たりの収入	TZS	20	✓
	貨物収入に対する旅客収入比	%	20	✓
	平均債務回収期間	日	30	
	職員1人当たりの年間収入	TZS	14,400,000	

出典：SUMATRA (2011) Performance Indicators and Benchmarks for Railway Subsector in Tanzania を基に作成

²⁶ TAZARA 鉄道のベンチマークも別途合意された。

ベンチマークと実測値との比較がなされた 17 指標のうち、2006～2010 年で実測値がベンチマークを一度でも上回った指標は「平均牽引距離」（700 km に対し、800 km：2008 年）、「平均輸送距離」（ベンチマークと同じ 1,100 km：2009 年）、「機関車の稼働率」（ベンチマークと同じ 70%：2008 年）、「トンキロ当たりの収入」〔TZS 77（4.6 円）に対し、TZS 82（4.9 円）：2008 年、TZS 77（4.6 円）：2009 年、TZS 93（5.6 円）：2010 年〕、「人キロ当たりの収入」〔TZS 20（1.2 円）に対し、TZS 22（1.3 円）：2006 年〕である。

また、実測値とベンチマークの乖離が顕著な指標は「年間貨物輸送量」（130 万トンに対し、15.4 万トン：2013 年²⁷⁾）、「年間貨物トンキロ」（12 億トンキロに対し、1.6 億トンキロ：2012 年²⁸⁾）、「貨車の稼働率」（90%に対し、46%：2008 年）、「機関車の信頼性」（10,000 km に対し、1,200 km²⁹⁾）、「機関車の利用状況」（460 km/日に対し、170 km/日：2010 年）、「平均列車速度 - 貨物列車」（25 km/h に対し、8.0 km/h：2013 年³⁰⁾）、「年間旅客収入」〔TZS 85 億（514 百万円）に対し、TZS 26 億（157 百万円）：2010 年〕である。

実測値がグラフ化されているということは、TRL が当該データを測定し、SUMATRA へ提出しているとのことであり、本格調査では当該作業を担当している部署の特定、データ収集プロセスの把握、各指標の実測値データの入手が必須である。加えて、実測値がベンチマーク未達の際の対応、ベンチマークの見直し頻度、実測値との比較が 20 項目もなされていない理由、ベンチマークの関係者間での浸透具合等に関しても把握する必要がある。

2-4 軌道整備計画

2-4-1 路盤・レール・分岐器

(1) 路盤

中央鉄道は、隣国のケニア・ウガンダと同様に軌間 1,000 mm の狭軌を採用しており、すべて単線となっている。中央鉄道の土工定規は図 2-17 のとおりである。

(盛土区間の課題)

今回の現地調査において、以下の状況を確認した。今後、本格調査において、盛土構造とバラスト軌道の改修方法・維持管理方法を検討する必要がある。

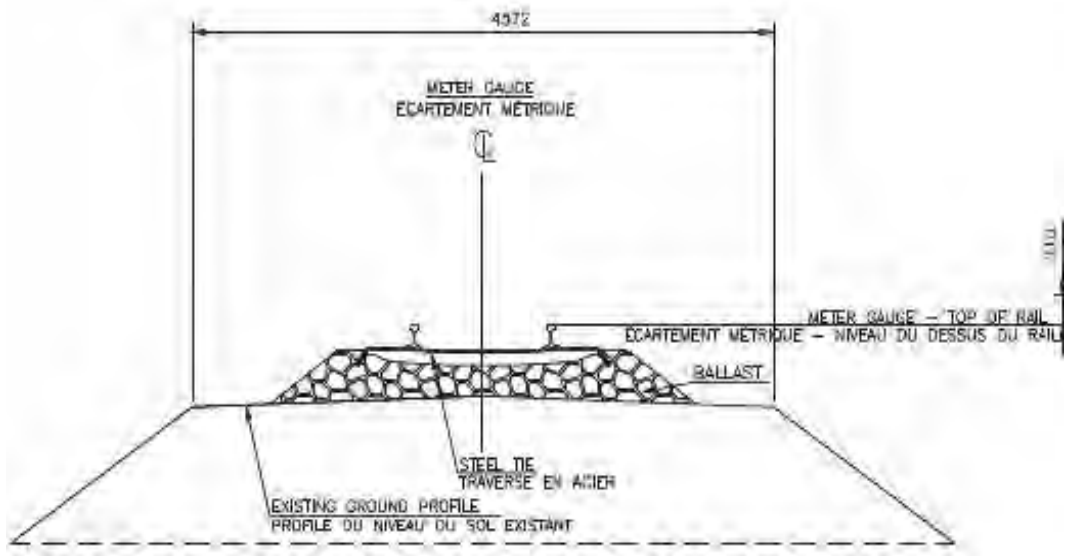
- ・盛土高がない、あるいは少ししかない区間が多く存在しており、盛土の再構築が必要である。
- ・バラスト軌道の維持管理が不十分であり、鉄枕木がバラスト内に埋没している区間が多い。

²⁷⁾ TRL

²⁸⁾ TRL

²⁹⁾ BRN (2013)。ただし、当該データの出所年は不明。

³⁰⁾ TRL

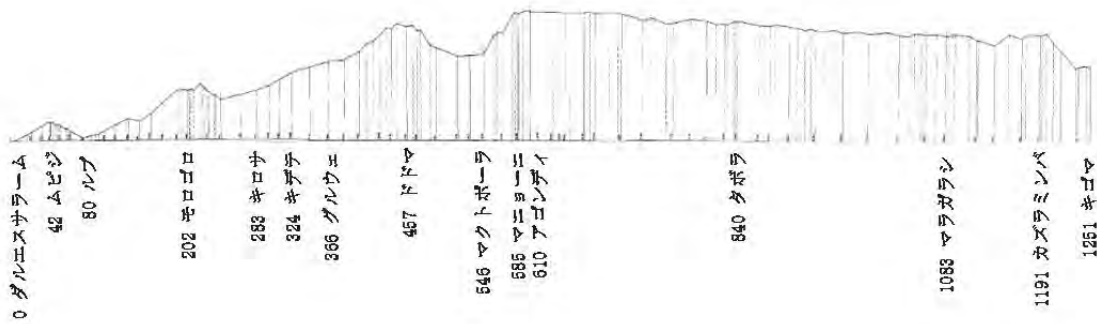


出典：CANARAIL et al., Phase II of the Dar es Salaam – Isaka – Kigali/Keza – Musongati Railway Project Study, Final Report, Volume 2A, 2014

図 2-17 1,000 mm 軌道の標準断面図

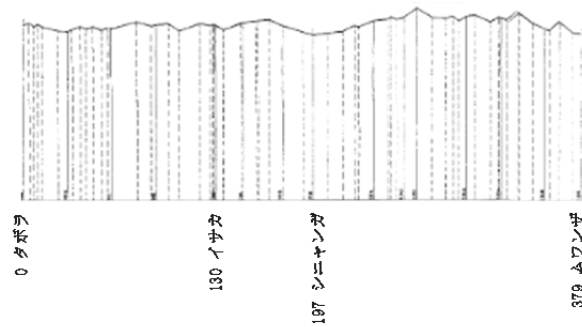
(2) レール

中央線及びムワンザ線の縦断図を図 2-18、図 2-19 に示す。ダルエスサラーム～ムピジ、ルブ・ジャンクション～モロゴロは 15～20%の急勾配が長距離にわたり続いている。ドドマ～マクトゥポーラ～マニョーニは横から見るとすり鉢の形を成しており、特にマクトゥポーラ～マニョーニの 22%の急勾配が顕著である。その後は、カズラミンバ～キゴマを除き中央線・ムワンザ線ともに平坦なルートとなっている。



出典：TRL

図 2-18 中央線（ダルエスサラーム～キゴマ）の縦断図



出典：TRL

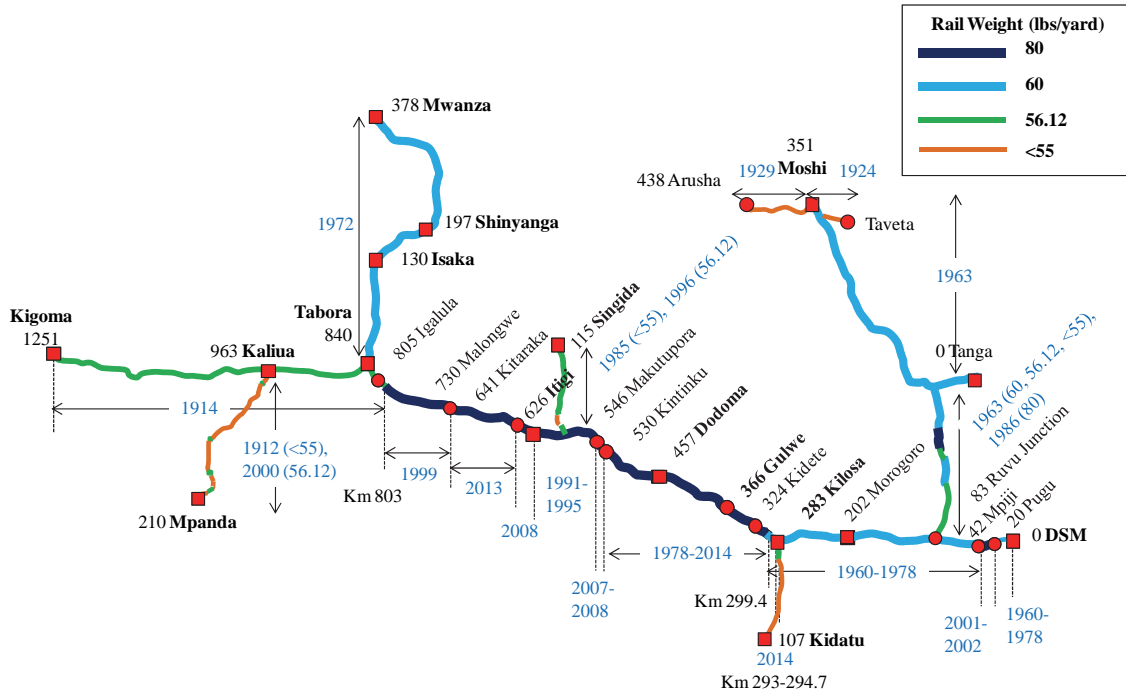
図 2-19 ムワンザ線（タボラ～ムワンザ）の縦断図

2014年7月現在の中央鉄道におけるレール重量別路線長を表2-17に、区間ごとのレール重量及び敷設年を図2-20、図2-21に示す。METI調査時からの更新点として「キロサ（283 km 地点）～305 km 地点の60ポンドレール敷設区間（METI調査時の認識）」のうち、293 km 地点～294.7 km 地点及び299.4 km 地点～305 km 地点にて80ポンドレールへ更新されていることが判明した。これは293 km・303 km 地点における橋梁新設及び洪水復旧工事による。

表 2-17 中央鉄道におけるレール重量別の各路線長（2014年）

路線（区間）	レール重量 (lb/yd)						合計 (km)
	45	50	55	56.12	60	80	
中央線 (ダルエスサラーム～キゴマ)				451	275.7	527.3	1,254
ムワンザ線 (タボラ～ムワンザ)					379		379
ウィリアムソン・ダイヤモンド線 (Williamson Diamond)					13		13
ミクミ線 (キロサ～キダツ)		84		24			108
ムパンダ線 (カリウア～ムパンダ)	82.9	71		59			212.9
リンク線 (ルブ・ジャンクション～ムルアズィ)			43	9	101	35	188
タンガ線 (タンガ～モシ)					352		352
アルーシャ線 (モシ～アルーシャ)	86						86
カヘ線 (カヘ～ケニア国境)		18					18
シンギダ線 (マニョーニ～シンギダ)		22		93			115
合計 (km)	168.9	195	43	636	1,120.7	562.3	2,725.9
割合 (%)	6.2	7.2	1.6	23.3	41.1	20.6	100

出典：RAHCO



出典：RAHCO 提供資料及び現場ヒアリングにより調査団作成

図 2-20 中央鉄道における区間ごとのレール重量及び敷設年



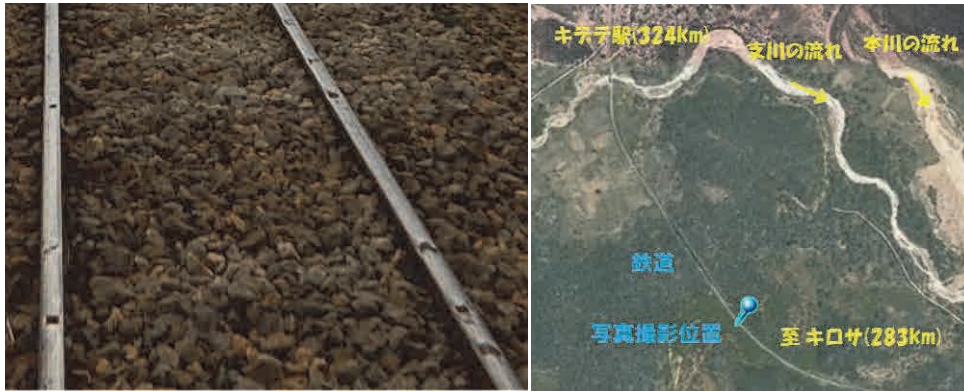
出典：調査団

図 2-21 293.2~294.4 km の新規レール更新状況

80 ポンドでロングレールの区間は軌道整備状態が比較的良いが、洪水区間内であるキデテ駅の前後 2 km の区間でレール損傷が多々見られた。今後、急勾配・急曲線区間ではない当区間の損傷の背景と原因を確認し、対応を検討する必要がある。

(備考)

キデテ駅 (324 km) の少し下流側のレール損傷状況の写真を図 2-22 に示す。



出典：調査団

図 2-22 キデレ駅下流側のレール損傷状況

Box 3 レール交換工事

2012～2013年に中央線の Kitaraka (641 km 地点) から Malongwe (730 km 地点) までの 89 km 区間のレール更新工事がタンザニア政府の自己資金を用いて鉄道資産保有会社 (RAHCO) により実施された (部材は世銀資金により調達)。当該区間では 1914 年敷設の 56.12 ポンドレールが使われていたが、今回の工事により 80 ポンドレールが敷設されることとなった。同工事の契約金額は 1,722 万ドル (1,770 百万円) [19 万ドル/km (19.5 百万円/km)]。施工業者は 293 km, 303 km, 517 km 地点の橋梁架替工事を実施した中国の China Civil Engineering Construction Corporation (CCECC) である。レールの交換は、線路を毎日 8 時間閉鎖して実施された。以下に使われた部材の数量を記す。

- レール：6,468 本
- パンドロールクリップ：452,760 個
- ボルト・ナット：38,808 個
- 鉄枕木：113,190 本
- 継目板：6,468 個
- バラスト：1,048 m³



出典：METI 調査団

図 2-23 659.8 km 地点におけるレール交換工事の様子

キロサ～ドドマ 174 km のうち、半径 375 m 以下のカーブ数は 81 カ所で、カーブ延長は当該区間の 10.22% に当たる 17.791 km である。表 2-18 より、ダルエスサラーム～イサカのうち、キロサ～ドドマはダルエスサラーム～モロゴロに次いでカーブ延長の割合が多い区間である (当区間のカーブが多い理由は未確認であり、本格調査内で検討する)。

表 2-18 区間別カーブ数（半径 375 m 以下）

区間	区間長 (km)	カーブ数	カーブ延長 (km)	区間長に占めるカーブ 延長の割合 (%)
ダルエスサラーム～モ ロゴロ	202	150	33.308	16.49
モロゴロ～キロサ	81	12	6.304	7.78
キロサ～ドドマ	174	81	17.791	10.22
ドドマ～アゴンディ	153	16	3.874	2.53
アゴンディ～タボラ	230	1	0.115	0.05
タボラ～イサカ	130	1	0.198	0.15
合計	970	261	61.591	6.35

出典：CANARAIL et al., Phase II of the Dar es Salaam – Isaka – Kigali/Keza – Musongati Railway Project Study, Final Report, Volume 2A, 2014

世銀 TIRP では、ダルエスサラーム～イサカの軌道改修用に 1 億 5,250 万ドル（15,679 百万円）の予算を計上しており、下表より同予算の 88%は、ダルエスサラーム～キロサのうちの 60 ポンドレール区間及びイガルラ周辺～タボラの 56 ポンドレール区間（計 308 km）の軌道更新に使われる予定である。また、Earthwork の 61.9 万ドル（63.6 百万円）は、切土・盛土工事、岩石切削、護岸の安定化用に計上されており、なかでも軌道への落石が起りやすく安全上課題を抱える切土区間 3 カ所の整備が必要としており、今後は当該区間の特定が重要となる（表 2-19）。

同事業は既にコンサルティング会社の選定が終わり、受注したカナダの鉄道コンサル CPCS 社により、入札図書の準備が進められている段階である。

表 2-19 コンポーネント A：軌道工事用予算の概要

作業内容	単位	数量	合計 (百万ドル)
Complete Track Renewals (CTR)	km	308.0	134.347
Refurbish 80 lb/yd & 60 lb/yd LWR (1.0 km) track to CWR	km	122.0	0.488
Refurbish 80 lb/yd jointed 12 m rail track to CWR	km	27.0	0.824
Refurbish 80 lb/yd jointed 24 m rail track to CWR	km	408.0	6.977
Ballast (300 mm), Lift, tamp and distress	km	12.0	1.065
Ballast (100 mm), Lift, tamp and distress	km	103.0	3.472
Ballast screening & replenishment through station	km	2.5	0.222
Turnout overhaul	Sets	95	4.484
Earthworks	Sets	1	0.619
合計			152.497

出典：世銀 TIRP アプレイザルレポート、2014 年、p.41

一方、現状 60 ポンドの長尺溶接レール（Long Welded Rail：LWR）が敷設されているタボラ～イサカは、短中期的には継ぎ目箇所溶接等を施しロングレール（Continuous Welded Rail：CWR）にすることが検討されており、欧州投資銀行（EIB）が支援を検討中である。ただし、当該区間のレールは 1972 年に敷設され、供用後 40 年が経過しているため、既存レールのロングレール化で対応可能か、EIB との協議により動向を確認する必要がある。

(補足事項)

タンザニアが参画する東アフリカ共同体 (EAC) では、既に、EAC 内の鉄道を将来的に 1,435 mm ゲージの標準軌道に統一することで合意している。そのため、「本格調査で計画する抜本的洪水対策は、将来的に標準軌道化することを考慮する」ことを、今回の運輸省 (MOT) との協議の中で確認した。

(3) 分岐器

中央鉄道全体で 1,215 個の分岐器が設置されており、うち 284 個が本線 (main lines) 敷設の 12 番分岐器、931 個が構内 (loop lines) 敷設の 8.5 番分岐器である^{31, 32}。1990 年代半ばに敷設された 100 個、及びベルギー支援により 2004~2006 年に中央線・ムワンザ線に敷設された 80 ポンド製の 280 個を除き³³、分岐器の大半は 1970 年以前に設置された 56.12 または 60 ポンド製であり、レールの摩耗・亀裂・損傷、木枕木の腐食、ボルト等のスペアパーツ不足に陥っている。バラストが適切に補充された分岐器は非常に少なく、安全策として本線の分岐器では 15 km/h の速度制限が課せられている。現場踏査で明らかになった分岐器の状態は下記のとおり。

- ・ベルギー支援で敷設された分岐器 (80 ポンド製) には絶縁材も挿入されており、軌道回路区間でも使用可能なもので、鎖状ロック方式もしっかりしている。
- ・ポイントを転換した際、密着した尖端が開かないようにするロック方式が完全でないため、列車が対向で進入する際、トングレール (尖端軌条) の先端部と基本レールの間に車輪フランジが割り込むおそれがある。
- ・本来双動分岐器 (一方を動かすと他方の分岐器が動く方式) の連結管が破損し、単独で動くようになっている。
- ・尖端部が限度以上に摩耗している分岐器、保守状態が良くない分岐器が見受けられる。
- ・分岐器と本線レールの種別が異なる場合、異型継目板で締結している箇所がある。

³¹ 分岐器の番号は本線と分岐線が 1 m 離れるまでに要する距離を指し、例えば 12 番分岐器の場合、本線が分岐点より 12 m 進んだ位置において本線と分岐線が 1 m 離れることを意味する。

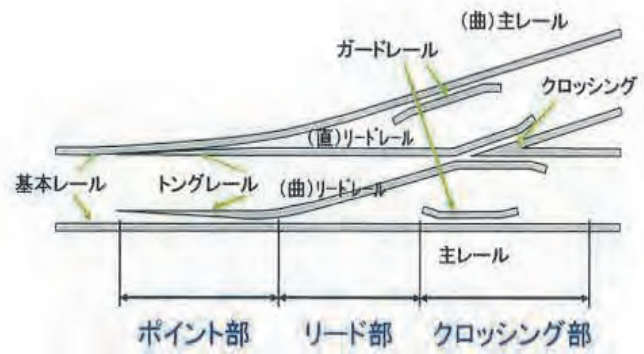
³² わずかながら 45 ポンド・50 ポンドレール区間の引き込み線にて 7.5 番分岐器も使われている。

³³ 1998 年から 2005 年にかけて、ベルギー支援により分岐器 280 個の供与・設置及び技術支援に係る 2 つのプロジェクトが実施された (<http://www.bcctb.org/files/web/Construction%20of%20Inland%20Container%20Depots%20in%20Ihala,%20Shinyanga%20and%20Mwanza.pdf>)。



出典：METI 調査団

図 2-24 クロッシングの摩耗
(グルウェ駅)



出典：池田和寛「転てつ機の信頼性設計法に基づく最適保全手法の開発」(2012年)

図 2-25 分岐器モデル図

トングレールやクロッシング部分の極端な摩耗により、車輪のフランジが割り込んだり、異線に進入したりする危険性がある（分岐器の管理は、分岐器検査台帳に各部の摩耗状態及び軌道狂いの履歴を記録して、限度値を超えるおそれのある時は、部分交換あるいは全交換を実施しなければならない）。

2013年の世銀/RAHCO調査では、本線の分岐器284個の約54%が更新の必要ありと判定されており、世銀TIRPでも150個の既存分岐器の撤去・新規調達、及び95個の分岐器の検査が予定されている。

(本格調査における留意事項)

- ・ 全般的に分岐器は老朽化しており、対象区間の分岐器の分岐器検査台帳の作成
- ・ 部分交換あるいは全交換が必要な箇所の特定

2-4-2 関連施設（遮断機・保護装置、信号機、踏切などを含む）

(1) 採石場

現状、中央鉄道沿線で稼働中の採石場は、ダルエスサラームから約700km西に進んだ所にあるトゥラ採石場(Tura quarry)のみである³⁴。かつては、キロサからキダツ線に入り50km進んだMkegumbaにも、機械化された採石場が存在していた³⁵。しかし、Mkegumbaの機械は、その後リンク線のPangani採石場に譲渡され、同採石場も機械がスクラップされたのを機に生産を停止している。そのほか、かつて鉄道へのバラスト供給元になっていたもので現在は機能していない小規模な採石場は下記の駅近くに立地している³⁶。立地場所を図2-26に示す。

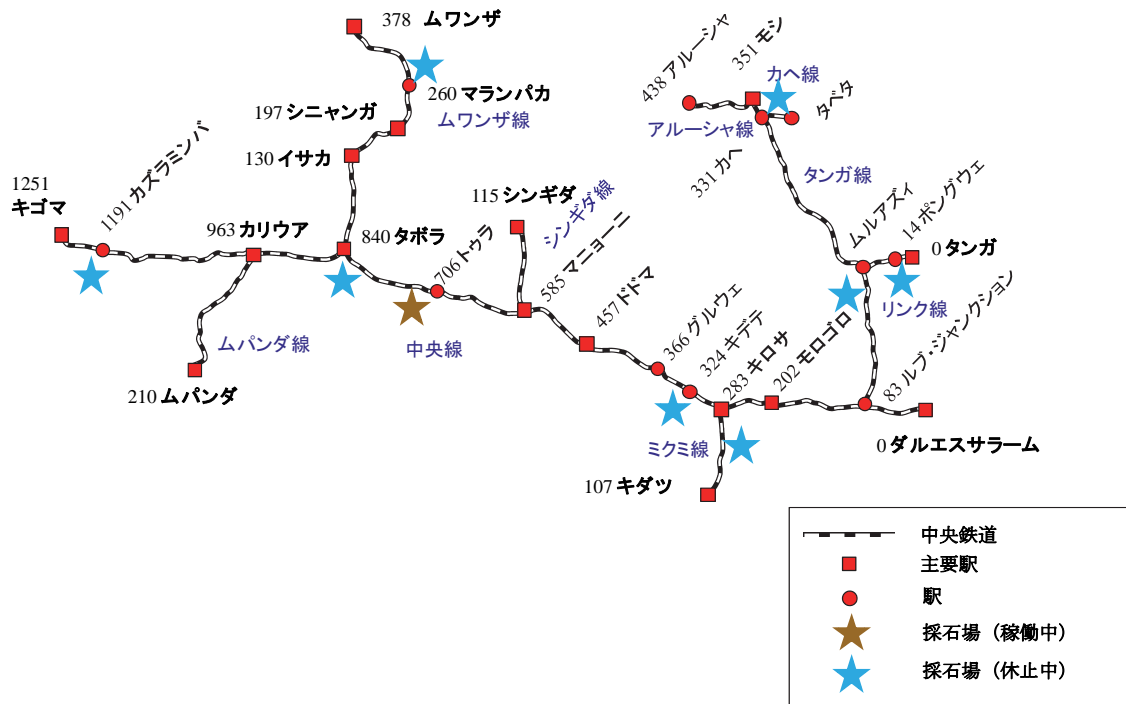
- ・ 中央線のキデテ
- ・ 中央線のタボラ近郊のTumbi（待避線も存在）

³⁴ トゥラ採石場は欧州経済共同体（EEC）の支援により整備された。

³⁵ Mkegumba採石場はカナダ国際開発庁（CIDA）の支援により整備された。

³⁶ ムパンダ線では、ムパンダ駅付近に位置するかつての金鉱で積み上げられていたバラストを使っていたことがある。同バラストはタンザニア政府により無償で供与されていた。品質は良かったものの粒径が0~25mmと小さかった。現在はストック切れとなっている。

- ・中央線のカズラミンバ近郊の Lugufu
- ・ムワンザ線の Malampaka
- ・タンガ近郊の Pongwe
- ・アルーシャ線の Weruweru



出典：調査団

図 2 - 26 採石場の位置

トゥラ採石場の直近の状況に関して記載された報告書³⁷によると、同採石場は鉄道・道路の両モードによりアクセス可能であり、品質は良好でバラストとしての利用に適しているとの所見が述べられている。しかし、バラスト列車の牽引距離を考慮すると2つ目の採石場が必要であるとしており、鉄道へのアクセスがあるキデテの旧採石場、バラストに適した花崗岩が採れるモロゴロを対象候補に挙げている。

トゥラ採石場は、現在、RAHCO によるリハビリが進められており、故障した機械・設備へのパーツ供与・取り付け、砕石機の導入などが行われる予定である。

(2) 信号機

中央鉄道は2002年までダルエスサラーム～Ngeregere (145 km 地点) で色灯式信号機が設置されていたものの、機材が広範囲にわたり盗まれたり破壊されたりし、現在は使用されていない。図 2 - 27 はダルエスサラーム近郊の出発信号機の写真である。現在は使用されておらず、信号扱所で通告券 (Paper Line Clearing) を受け取って本線に出る。通告券には進行が許可された区間が記されている。なお、通告券方式はマニュアルで実施されるた

³⁷ CANARAIL et al., Phase II of the Dar es Salaam – Isaka – Kigali/Keza – Musongati Railway Project Study, Final Report, Volume 2A, 2014

めヒューマンエラーを誘発しやすく、過去には列車衝突を含む重大な事故原因ともなっている（現在使用されている腕木式信号システムの様子は2－5節のBox 4に記す）。

世銀 TIRP では、列車運行の安全確保及び運転保安の向上に向けて、信号機を含む新たな運転保安システムの調達が提案されており、世銀・タンザニア鉄道株式会社（TRL）間の連携及び陸上海事交通規制局（SUMATRA）鉄道安全部の監督の下、50 万ドル（51.4 百万円）かけて設置される予定である。運行本数が少ない現段階では信号機改修の優先度はそれほど高くないものの、運行頻度の増加に伴って、信号・通信システム整備の必要性が高まることは必至である。これより、本格調査では世銀支援の具体的内容、現地関係機関の意向（例：故障中の既存システムの改善と新たなシステムの導入のどちらを考えているのか、など）を十分に把握のうえ、本格調査の対象区間における対応を検討する必要がある。なお、新たなシステムの導入が望ましい場合は盗難対策も兼ねて機関車に GPS を搭載し、衛星を使った閉塞方式・通信方式の採用も含めて検討することが望まれる。



出典：METI 調査団

図 2－27 左から信号機、信号扱所、通告券

（3）踏切

中央鉄道の踏切では警報機や遮断機が残っている箇所も見受けられるが自動化されておらず、幹線道路の踏切にはスコッチライトの反射材の安全チョッキを着用した踏切保安係が赤旗を持って交通整理を行っている。ダルエスサラーム市街の踏切の様子を図 2－28 に示す。タンザニアでは自動車の一旦停止義務はない。踏切のレールと踏切ガードの隙間（車輪のフランジが通過する部分）が土砂等で埋まっており、列車脱線の引き金となる危険性がある。

今後、中央鉄道はリハビリにより運行速度の向上をめざしていくことから³⁸、踏切改善による安全対策の検討は重要である。世銀 TIRP では、地方部の踏切 4 カ所の橋梁化〔1 橋梁当たり 150 万ドル（154 百万円）で計 600 万ドル（616 百万円）〕、及び踏切でのバラスト入れ換え・軌道狂いの修繕を約 250 カ所で想定している〔踏切 1 カ所当たり 1,000 ドル（102 千円）で計 25 万ドル（25.7 百万円）〕。本格調査では、世銀の踏切対策に関する情報収集、対象区間の踏切状況把握のうえ、踏切における安全策についての検討が必要である。

³⁸ 世銀 TIRP ではダルエスサラーム～イサカ 970 km を 30 時間で結ぶことを目標にしており、そのためには平均運行速度 32 km/h での運行が必要としている。



出典：METI 調査団

図 2-28 ダルエスサラーム市内の踏切の様子

2-4-3 橋梁・構造物

(1) 現状

中央鉄道全体の橋梁・カルバート数は 2,192 に及び、うち 1,340 カ所が中央線、227 カ所がムワンザ線、625 カ所がその他の支線に設置されている。世銀/RAHCO 調査によると、中央鉄道の全橋梁・カルバートのうち、設計荷重が軸重 15 トン以下の橋梁は 92% に及ぶ。中央線のみでは 65% がドイツ植民地時代に建設され設計荷重が軸重 10 トンであり、25% が英国植民地時代に建設され設計荷重が軸重 11 トンから 18 トンである。残る 10% は 1990 年以降にドイツ復興金融金庫 (KfW) 資金による橋梁改修プロジェクトにて建設され、設計荷重が軸重 25 トンである。中央線の橋梁スパンに関しては、70.6% が 2~5 m、18.6% が 5~15 m、6.3% が 15 m 超である (表 2-20)。

表 2-20 中央線の区間別橋梁スパン

(単位：橋)

区間	<2m	2m ≤ 5m	5m ≤ 15m	>15m	合計
ダルエスサラーム～ルブ	3	54	15	12	84
ルブ～キロサ	8	127	48	21	204
キロサ～ドドマ	22	236	79	24	364
ドドマ～イティギ	17	141	32	10	200
イティギ～タボラ	4	128	26	8	166
タボラ～カリウア	1	80	21	0	102
カリウア～キゴマ	2	180	28	10	220
合計	57	946	249	85	1,340
割合	4.3%	70.6%	18.6%	6.3%	100%

出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013 年

橋梁・カルバートの情報を一覧できる橋梁台帳 (Bridge Register) が 1996 年にタンザニア鉄道公社 (TRC) により作成されている。橋梁台帳には、中央鉄道全線の橋梁・カルバートの所在地、敷設年、橋種別、橋長、堤防高、設計軸重、集水域、開口径、カテゴリー (等級) などが記載されている。等級は目視点検に基づく簡易な判定尺度であり、良好な状態を表す A から、運行に供する前に架け替えを必要とする E にまで及ぶ (表 2-21)。橋梁台帳の記載事項は 2007 年を最後に更新されていないものの、現在 RAHCO が実施予定の

“Bridge Assessment and Detailed Design Study” 内で更新されることになっている。

(備考)

今回の現地調査における世銀面談の際、「世銀が支援している軌道改修は軸重 17 トンをめざしている」との発言が世銀からあった。今後、実施予定の“Bridge Assessment and Detailed Design Study”の動向とともに軸重に関する動向の把握が必要である。

表 2-21 橋梁・カルバートの判定区分

判定区分	判定の内容
A	非常に良好 (very good) な状態。橋台・橋脚周りの洗掘が見られず、最も軽微な補修を必要とする程度。次回検査まで等級Aの維持が可能。
B	良好 (good) な状態。劣化したコンクリートの補修、橋台・橋脚周りの軽微な洗掘の修繕などわずかな補修を必要とする程度。次回検査まで等級Bの維持が可能。
C	中程度 (fair) の状態。例えば、補修の繰り延べや洗掘被害のため大幅かつ手頃な補修が必要である。次回検査前までに修繕する必要があるものの、修繕前までは放置してもよい。
D	貧弱 (poor) な状態。運行に供する前に大がかりな補修工事 (例：スパン交換、橋台補強、洗掘修繕、保全予防) が必要である。
E	危険 (compromise) な状態。運行に供する前に大幅な架け替え工事が必要である。

出典：RAHCO

(2) 課題

劣化の進む橋梁をリハビリするか架け替えるかの判断には、設計荷重に加え構造物の実態把握が必要である。世銀/RAHCO 調査では、中央線・ムワンザ線の橋梁のうち、15.4%が等級D、2.2%が等級Eと判定されている (表 2-22)。等級Eの大部分はドイツ統治時代 (1885~1918 年) に建設された設計軸重 10 トン、スパン長 1.5~6 m の橋梁であり、コンクリート充腹圧延鋼材 (I 形鋼) を用いている。しかし、維持管理不足によりコンクリートの劣化、鋼材の露出、さびの発生などを招いており、危険な状態となっている。

表 2-22 中央線・ムワンザ線の橋種別の等級

Bridge/Culvert Type	Condition					Not Rated	Total
	A	B	C	D	E		
Arches Concrete and/or Masonry	1	123	60	31	3	3	221
ARMCO Pipes		2	4	2	3		11
Box Culverts	11		1	1		24	37
Composite Deck						4	4
Concrete Beams with Deck Slabs	1	1					2
Concrete Deck Slab	18	31	7	1	1	15	73
Frame Type	17	61	4	1		15	98
Girder Deck Type	1	14	16	5			36
Girder Trough Type	3	13	19	5		1	41
HD Pipes						5	5
Lattice Girder	1	11	3	1		4	20
Not Identified			1		1	3	5
Other						1	1

Other Combined Structures					3		3
PCC Pipes						10	10
Pipes	6	15	5	3		12	41
Plate Girder	1	7					8
Pre-cast Box Culvert						29	29
Rolled Beams		25	14	3	1		43
Rolled Beams and Concrete Deck	1	12					13
Rolled Beams Encased in Concrete	3	311	348	167	19	14	862
Steel Girder	1					3	4
Total	65	626	482	220	31	143	1,567
Rate	4.6%	44.0%	33.8%	15.4%	2.2%		

出典：RAHCO

また、橋台の翼壁付近では、低木や木々が生き茂っている箇所も多く、当該構造物の亀裂・劣化を招いている。さらに、世銀/RAHCO 調査時には、修復済みの橋梁が等級Eと記載されたままであったり、等級Eと記載されるべき橋梁がDと判定されていたりと、RAHCO が管理する橋梁台帳の更新不備が指摘されている。

(3) 今後の方向と取り組み

世銀アプレイザルレポートによると、ダルエスサラーム～イサカで等級Eと判定されている橋梁は19カ所存在し、うち3カ所は293 km, 303 km, 517 km 地点の橋梁である。これら3橋は2012年6月に中国土木工程集团有限公司（China Civil Engineering Construction Corporation：CCECC）により架け替え工事が開始され、2014年7月現在工事が完了している。3橋の基本情報を表2-23に記す。

表2-23 架替工事が完了した3橋の基本データ

所在地 (km)	橋長 (m)	支間割	契約金額 (百万ドル)
293.050	90	支間長 30 m×3 径間	6.4 (2 橋合計)
303.800	28	支間長 14 m×2 径間	
517.175	28	支間長 14 m×2 径間	2.1

出典：RAHCO

RAHCO は残る16カ所の橋梁を1,080万ドル(1,110百万円)かけて再建する予定である。また、等級Dと判定されている橋梁はガーダー橋7カ所を含む143カ所である。そのうちのいくつかは最後に橋梁台帳が更新された2007年以降に等級Eレベルまで劣化していると推察される。したがって、安全側に見ると、ガーダー橋7カ所を除いた136カ所の等級Dの橋梁を再建する必要があるとの見方ができる。7カ所のガーダー橋に関しては、架け替えまでには至らないものの、大幅な補強（+速度制限）が必要であろう。

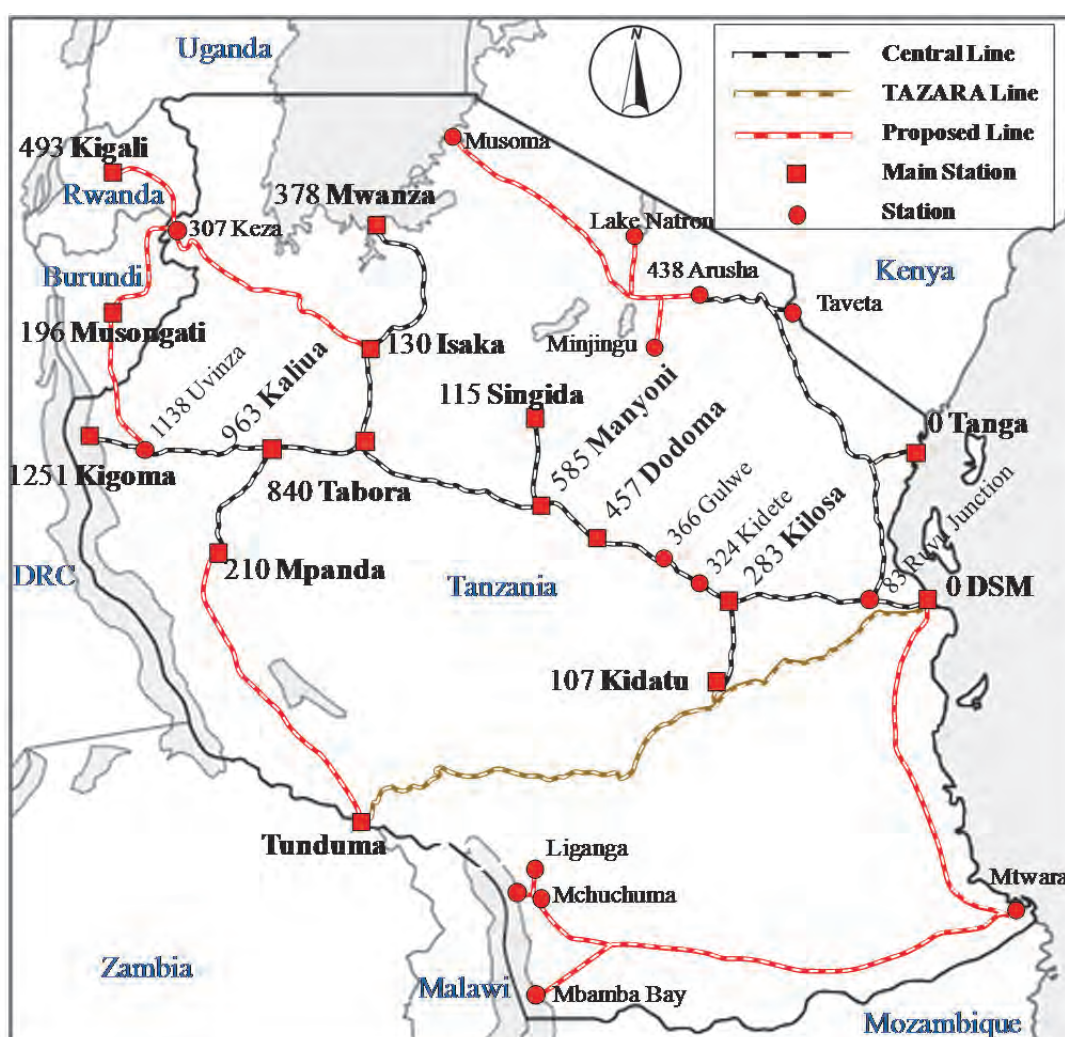
世銀 TIRP では、ダルエスサラーム～イサカにおける、特に状態の悪い143カ所の橋梁の架け替え・改修・更新用に4,840万ドル(4,976百万円)の予算を計上しており、許容軸

重を最低でも 15 トンに上げ³⁹、75 km/h で走行できる状態にしようとしている。

2-4-4 路線計画

現地関係機関の中央鉄道リハビリにおける区間ごとの優先順位は、①ダルエスサラーム～イサカ、②タボラ～キゴマ、③イサカ～ムワンザで一致しており、これは既存開発計画とも整合している。

RAHCO は、将来的な新線開発計画として、国内では Arush - Minjingu / Lake Natron / Musoma, Dar es Salaam - Mtwara Mbamba Bay / Mchuchuma, Mpanda - Tunduma 路線を、国外へはイサカから西部のケザ (Keza) を経由してルワンダの首都キガリ (Kigali) 及びブルンジのムソンガティ (Musongati) へ至る路線の新設を検討しているものの、優先度・緊急度ともに低い。



出典：調査団

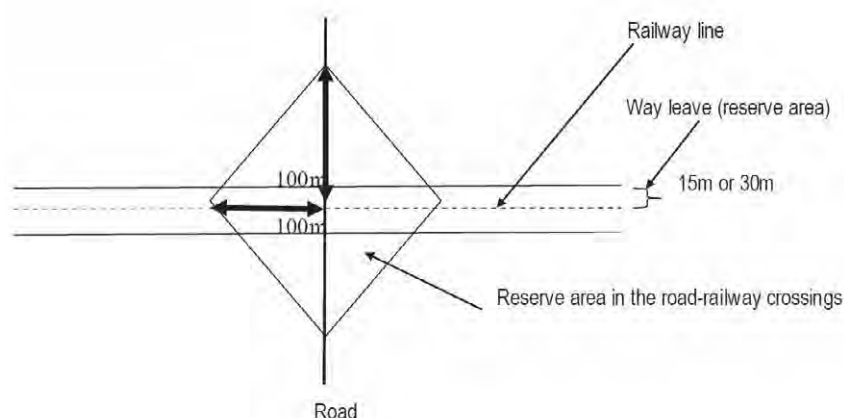
図 2-29 新線開発計画

³⁹ 現地ヒアリングにて、世銀は軸重の 17 トンへの増加をめざしていることが明らかになったため、本邦企業の機関車がリハビリ後の橋梁を走行することは設計上可能となる見込みである。

2-4-5 線形・配線計画

中央鉄道の線形・配線に係る現状は以下のとおりである。

- ・中央鉄道に沿った 1/2,500 の平面路線図は、今回の調査で入手した。EARH 時代（1977 年以前）に作成されたものであるうえ、洪水区間ではその後何度かルート変更が行われているため、現状とは異なっている。
- ・縦断面図はダルエスサラームの TRL 本社の壁に掲げられているものの電子データはなく、スキャン後に 2-4-1 項で貼付したとおり、高さの読み取りが困難である。今回の調査では巻末付属資料 2 に掲載の「収集資料 - Rw021 Volume 2B (p.24-26) 2013 年 9 月作成」の精密な軌道縦断面図を入手した。
- ・2002 年鉄道法 (Railway Act of 2002) によると、鉄道当局の所有権利地 (Right of Way : ROW) は、都市部で各片側 15 m、都市部以外で同 30 m である。また、道路・鉄道の交差部 (踏切) では中心点から道路沿いに各 100 m、線路沿いに各 100 m 進んだ 4 点を囲むエリアが ROW である (図 2-30)。〔(参考) 河川の ROW は、河川のセンターラインから各片側 60 m である。〕



出典 : RAHCO, Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) for Proposed Tanzania Intermodal and Rail Development Project (TIRP), 2013 年

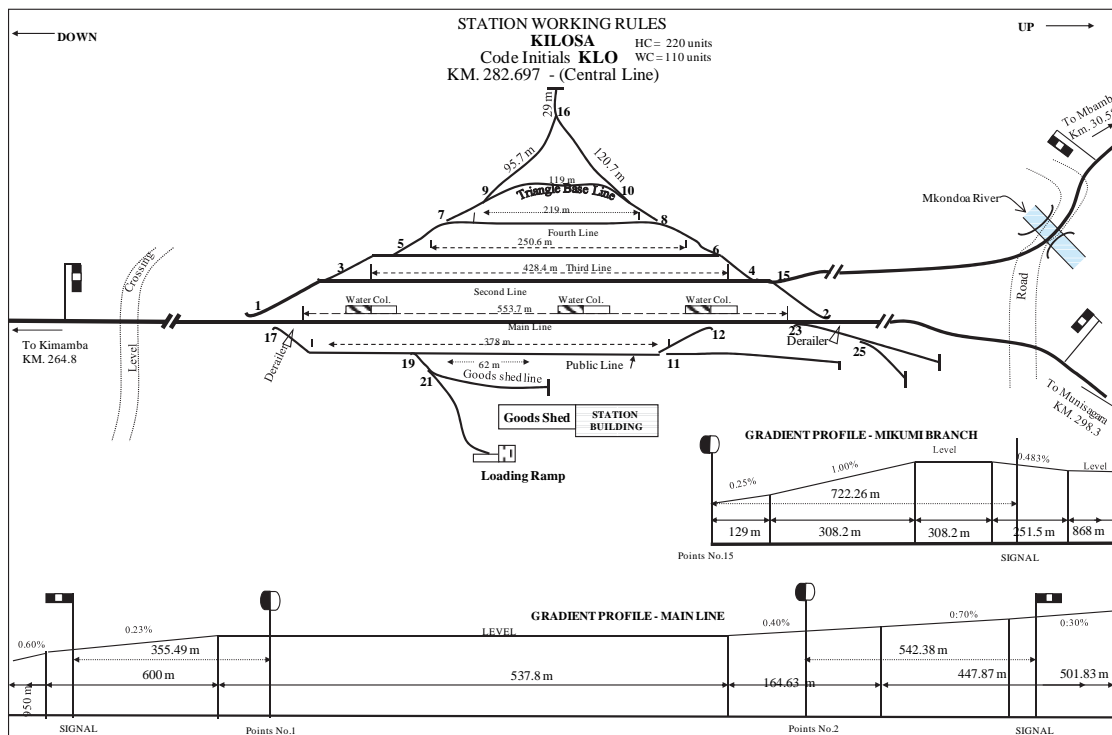
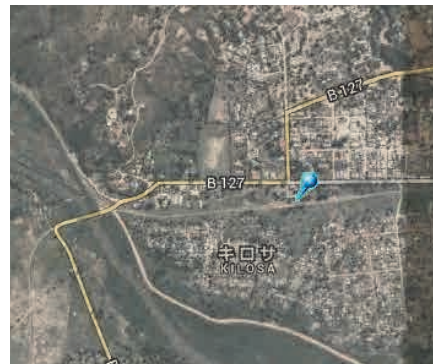
図 2-30 鉄道当局の所有権利地

- ・RAHCO は洪水被害を受けるたびに、被害箇所のすべてにおいて迅速に復旧工事を実施している (例 : 293 km, 303 km, 517 km 地点の橋梁等)。
- ・洪水区間に立地する主要駅 (キロサ、ムニサガラ、ムザガンザ、キデテ、ゴデゴデ、グルウェ、ドドマ) の配線図 (駅の勾配を含む) を以下に示す。

(1) キロサ駅

キロサ駅はダルエスサラームから 283 km 西に進んだキロサ県 (district) の中心に位置し、同県の人口は 2012 年時点で 438,175 人である。キロサとキダツを結ぶミクミ線の始発駅でもあり引き込み線が多い。有効長は 2 番線で 553.7 m、3 番線で 428.4 m、4 番線で 250.6 m、三角線で 219 m である。配線図の主な特徴として、機廻り線が確保されていること、貨物列車の分割・併合及び補助機関車の増結・解除ができること、貨物倉庫・荷役線が備わった積み込み設備が設置されていること、三角線で機関車・トローリーなどの方向転換ができることが挙げられる。ほかにも、駅構内には洪水対策用の建設資材が見受けられる。

なお、各駅ともに、既存の配線図は整然と画かれているが、全般的に分岐器は老朽化しており、各駅に分岐器検査台帳を作成し、部分交換あるいは全交換が必要な箇所の特定が必要である。

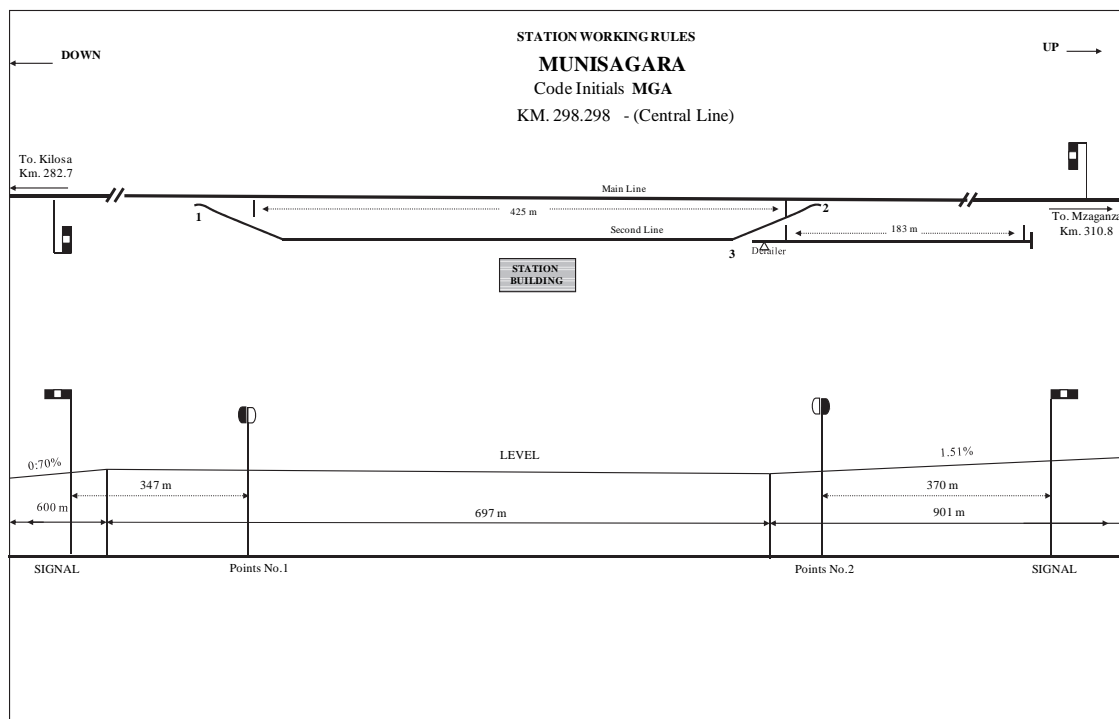


出典：調査団（写真、地図）、TRL（配線図）

図 2-31 キロサ駅（282.697 km 地点）の様子・位置・配線図

(2) ムニサガラ駅

ダルエスサラームから 298 km 離れた所に位置するムニサガラ駅は軌道と河川の距離が近く、河床と軌道の高低差も小さいため、将来河岸侵食の進行により被害を受ける可能性が高い。有効長は2番線が 425 m、引き上げ線が 183 m であり、列車の行き違いが可能である。

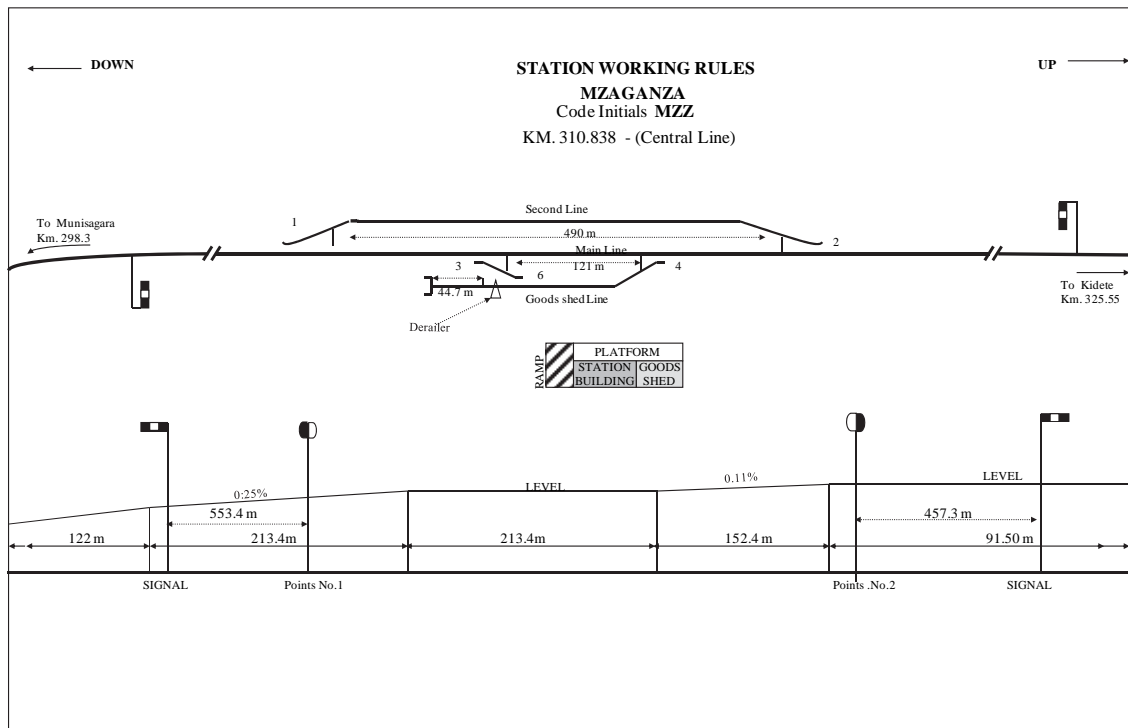


出典：調査団（写真、地図）、TRL（配線図）

図 2-32 ムニサガラ駅 (298.298 km 地点) の様子・位置・配線図

(3) ムザガンザ駅

ダルエスサラームから 311 km 西へ進んだムザガンザ駅は待避線として有効長 490 m の 2 番線に加え、同 121 m の荷役線を有している。駅構内には貨車の高さに合わせてプラットフォームと貨物上屋が整備されており、農産物、薪、木炭などの貨物の積み込み・積み下ろしが可能であるものの、同駅は現在閉鎖中である⁴⁰。なお、駅の周辺には、軌道と河川の間には広大な耕作地が広がっており、主にタマネギが生産されている。



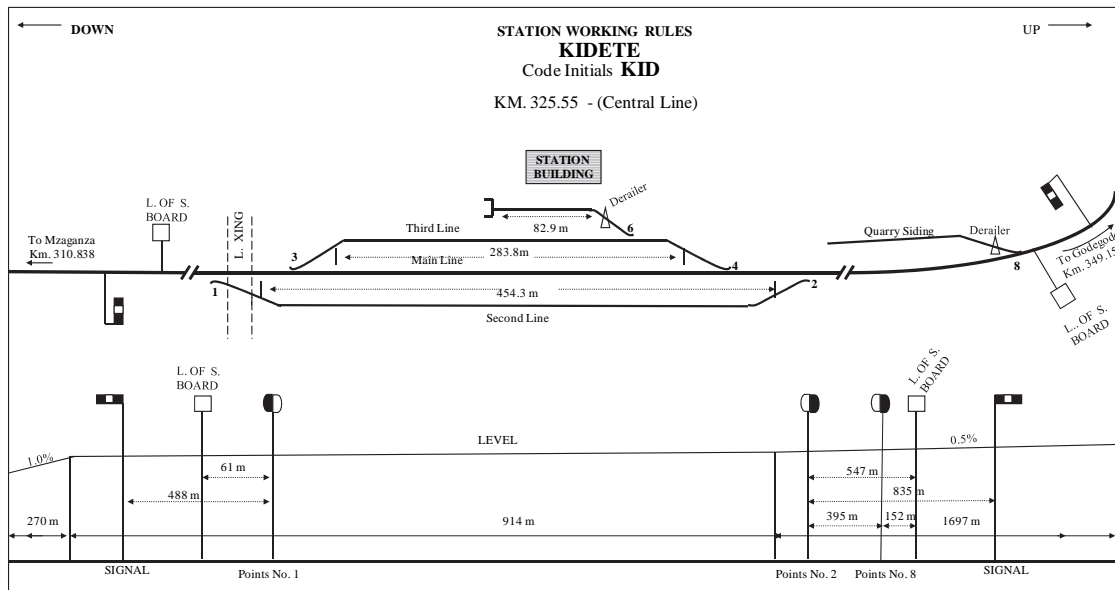
出典：調査団（写真、地図）、TRL（配線図）

図 2 - 33 ムザガンザ駅（310.838 km 地点）の様子・位置・配線図

⁴⁰ RAHCO, Environmental and Social Impact Assessment (ESIA) for Proposed Tanzania Intermodal and Rail Development Project (TIRP), 2013 年

(4) キデテ駅

キロサとグルウェのほぼ中間に位置するキデテ駅は、人口 11,329 人（2012 年）の村落を抱えている。駅の前で軌道が河川から離れていることもあり洪水による被害は少ない。ただし、駅始点方の支流は難所となっており、老朽化の進むトラス橋の架け替え（長スパン化）も含めた対策の必要がある。本線に加え、有効長 454.3 m の 2 番線、同 283.8 m の 3 番線、同 82.9 m の留置線が整備されている。機廻り線が確保されており、補助機関車の増結・解除が可能である。

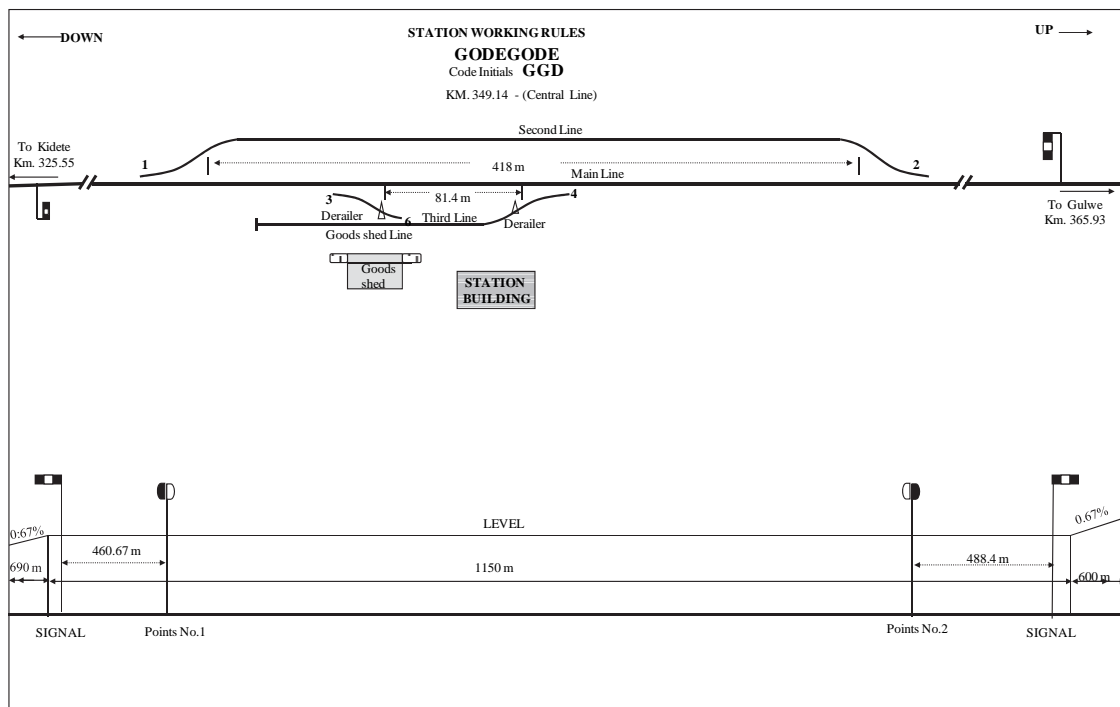


出典：調査団（写真、地図）、TRL（配線図）

図 2-34 キデテ駅（325.55 km 地点）の様子・位置・配線図

(5) ゴデゴデ駅

ダルエスサラームから 349 km の距離に位置するゴデゴデ駅は、人口 7,884 人（2012 年）を有する村落に位置している。洪水被害が比較的大きな区間に位置しているのが特徴である。待避線の有効長は 2 番線で 418 m、3 番線で 81.4 m、荷役線横には貨物上屋が設置されており、貨物の積み込み・積み下ろしが可能である。



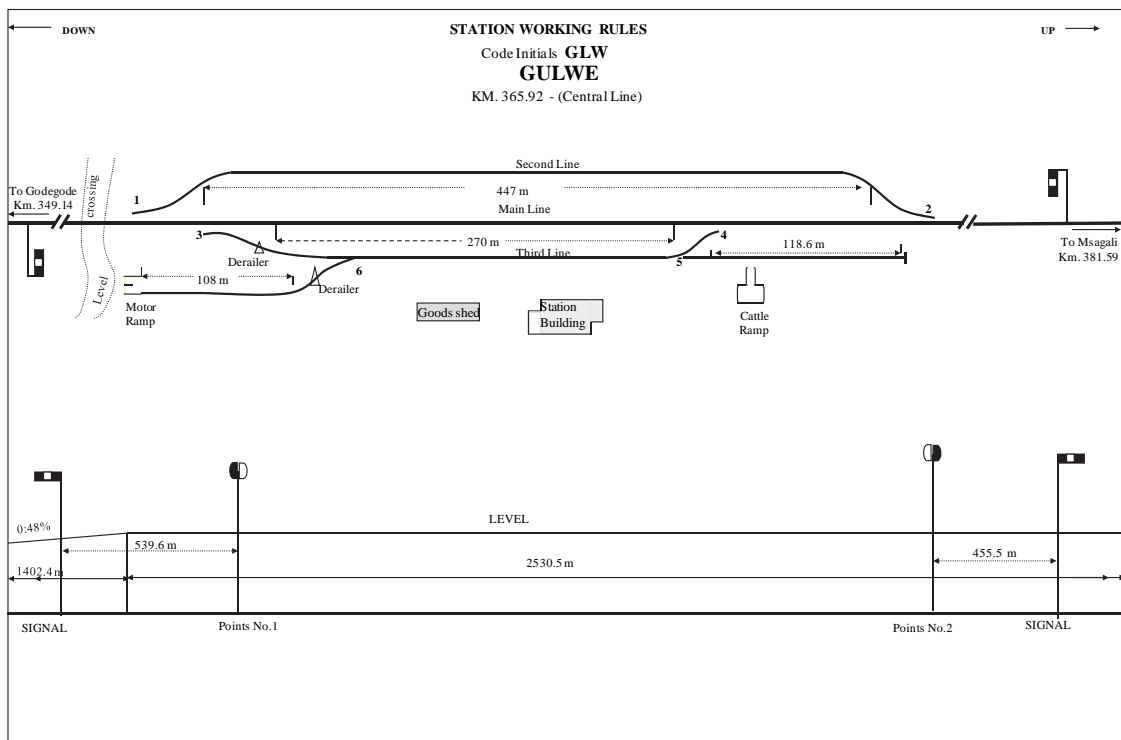
出典：調査団（写真、地図）、TRL（配線図）

図 2-35 ゴデゴデ駅（349.14 km 地点）の様子・位置・配線図

(6) グルウェ駅

グルウェ駅はダルエスサラームから西へ 366 km 進んだ村落に位置しており、同村落の人口は 2012 年時点で 10,385 人である。グルウェは軌道線形に並流するムコンドア (Mkondoa) 川の最上部に位置し、洪水時には更に上流のドドマ高地最北西限マクタポーラ (Makutapola) 川から大量に土砂が供給される。駅始点方の 10 連ボックスカルバートは 2014 年 3 月 30 日の洪水により被災した。洪水時にはグルウェ駅及び周辺民家への泥流の浸入も観察されている。

有効長は 2 番線で 447 m、3 番線で 270 m、機廻り線が確保されているうえ、貨物上屋が設置されており、貨物の荷役作業が可能である。Cattle Ramp と記された箇所は畜牛の積み込み設備だと考えられる。



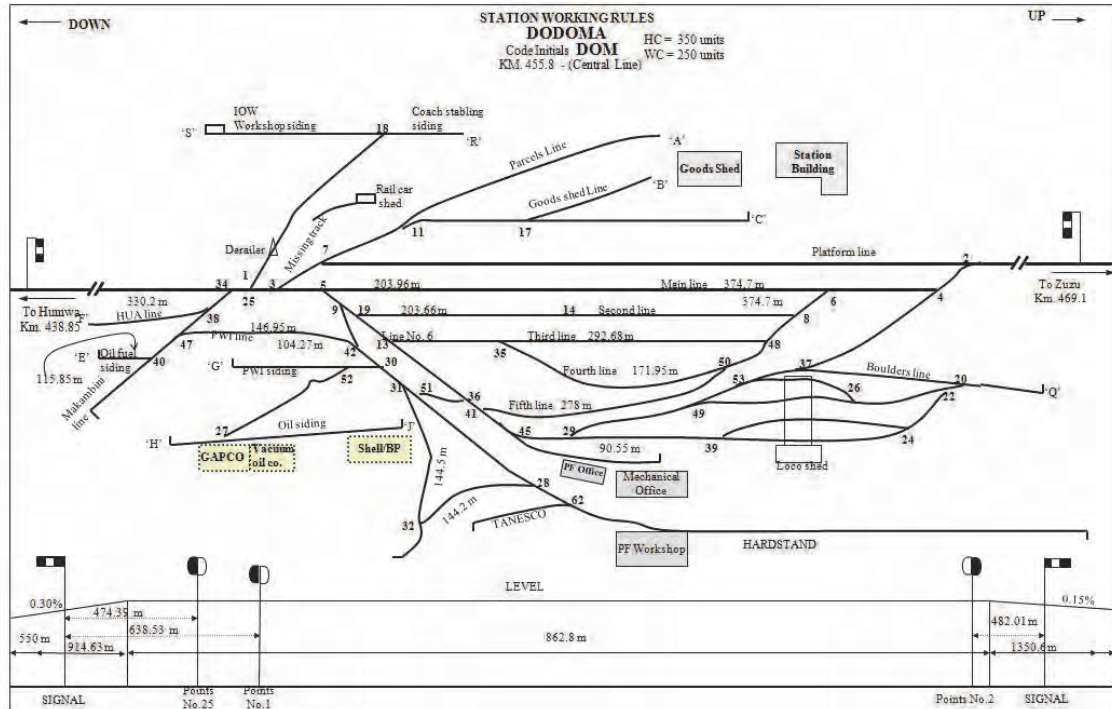
出典：調査団（写真、地図）、TRL（配線図）

図 2-36 グルウェ駅（365.92 km 地点）の様子・位置・配線図

(7) ドドマ駅

ドドマ駅はダルエスサラームから西へ 457 km 奥に入った標高 1,000 m 超のドドマ市 (municipality) 中心部に位置する。同市の人口は 410,985 人 (2012 年) である。ドドマを中心とした半径 100 km 圏内は土壌侵食を受けやすい地域とされており、長時間かけて当該砂層地帯へ植林を行うことは洪水対策として有効である。なお、457.5 km 付近の踏切は交通量が多く、踏切道はしっかり舗装されている。市街を抜けた右側には鉄道からのアクセスが可能な国連世界食糧計画 (WFP) の倉庫群が位置している。

ドドマ駅は旅客線及び低床旅客ホームが設置されているのに加え、機廻り線、貨物上屋・荷役線、石油線、保線基地線、車両検修工場等が設置されており、機関車の増結・解除、故障車両や車両定期検査のための車両の抜き取り、機関車・トロリー等の向きの変換が可能である。



出典：調査団 (写真、地図)、TRL (配線図)

図 2-37 ドドマ駅 (455.8 km 地点) の様子・位置・配線図

2-4-6 キロサ～グルウェ間の状況

中央線のキロサ(283 km 地点)～グルウェ(366 km 地点)間のルートは、ムコンドア(Mkondoa)川(キロサ～キデテ間)及びキニヤスグウェ(Kinyasungwe)川(キデテ～グルウェ間)沿いの、標高1,500～2,000 m級の山塊に挟まれた谷筋を走行している。これら河川は、乾期の大半は干上がる一方、雨期にはフラッシュフラッドの多発及び濬筋(川幅)の変化が起こりやすく、過去には計7回の路線付け替え工事を実施した区間(336～338 km 区間)も存在する。

1997/98年に発生したエルニーニョは、路床や横断構造物等に甚大な被害を及ぼし、8カ月間の運行停止に至った。また、2011/12年の豪雨では、計4.64 kmに及ぶ32カ所で深刻な被害が発生し、半年間のサービス停止に陥った。世銀/RAHCO調査報告書⁴¹による主な被災状況は下記のとおりである。

- ・(桁下高・開口部の不足等) 流下能力不足による橋梁・カルバートの流出
- ・濬筋の接近による河岸侵食(護岸決壊)
- ・軌道沿いの河岸侵食(一部区間での軌道流出含む)
- ・洪水発生後の堆砂による軌道埋没
- ・河岸侵食による地下配管への影響及び軌道脇排水路の深掘れ
- ・橋台及び盛土尻部周辺の洗掘
- ・バラストの流出
- ・土砂によるカルバートの閉塞・埋没
- ・洪水流・堆積土砂による駅施設及びギャング・キャンプへの被害

RAHCOは、被災したレールなどの付帯構造物を復旧させるため、既に総延長8.65 kmに及ぶ防護/補強工事をキロサ～グルウェ間で実施済みである。しかし、293 km及び303 km地点で新設された橋梁を除き、復旧工事の大半が応急対策と位置づけられており、キロサ～グルウェ間で頻発する洪水に対する抜本的な解決策が求められている。

2-5 信号・通信施設計画

(1) 信号施設

ダルエスサラーム～タボラ～ムワンザでは通票閉塞⁴²及び通告券方式が採用されており、大半の区間で腕木式信号と転轍機が手動で操作されている⁴³。ダルエスサラーム～Ngerengereは例外で、中央鉄道で唯一、色灯式信号と転轍機の連動装置が整備されている。しかしながら、色灯式信号システムは2002～2003年に広範囲で発生した部品の盗難等により機能不全に陥っており、現在は主として通告券方式が用いられている。この方式はわが国においては非常時の暫定的な方式であり、錯誤などのヒューマンエラーが起こりやすく、タンザニアでは列車事故の原因となっている。

世銀 TIRP では、列車運行の安全確保及び運転保安の向上に向けて、新たな運転保安シス

⁴¹ 世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年

⁴² 同方式では、先行列車が閉塞区間を運行中に通票(トークン)を所持することで、当該閉塞区間で車両進入がないことを証明している。なお、中央鉄道では閉塞区間は2～3駅を1ブロックとして取り扱われおり、軌道回路は使われていない。

⁴³ 閉塞方式と進路構成が一体となっており連動していない。事実ある駅では通告券を駅長が発券したが、分岐器が割出し状態になっていることをモーターカーの運転手が見つけて、駅長に分岐器の転換を要請した場面があった。

テムの調達が提案されており、世銀・タンザニア鉄道株式会社（TRL）間の連携及び陸上海事交通規制局（SUMATRA）鉄道安全部の監督の下、50万ドル（51百万円）かけて設置される予定である。本格調査では世銀支援の具体的内容、現地関係機関の意向を十分に把握のうえ、本格調査の対象区間における対応を検討する必要がある。

Box 4 既存の信号システム

場内信号機の腕木が横を向いていると、駅構内に進行してもよいというシグナルである（写真1）。腕木はワイヤーでつながれて地下に埋設された塩化ビニル管の中を通り、700 mほど離れた駅構内の転換レバーに結ばれている。50 m 間隔にピットが設置されているのが見える（写真2）。地上にワイヤーを這わせると盗難に遭うための措置である。ワイヤーが切断されると腕木が重力で下に垂れ下がることで停止信号となり安全を確保している（写真3）。信号と構内分岐器との連動は採られていない。かつて太陽光パネルを利用した信号色灯化も行われていたが、盗難に遭い、今は見る影もない（写真4）。最新の技術を使えば、離れた信号機に無線で信号を送ることは十分可能であろう。



写真1 場内信号機



写真2 ピットの蓋



写真3 中間ピット



写真4 盗難に遭った太陽光パネル

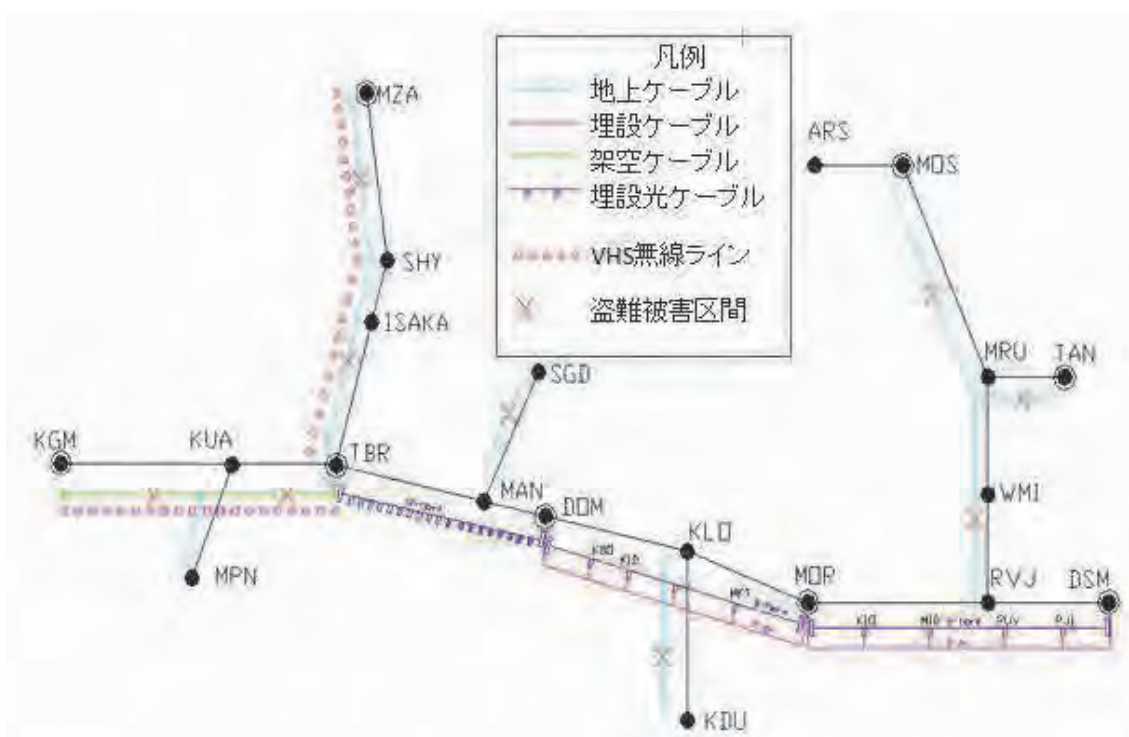
出典：METI 調査団

図2-38 既存信号システムの様子

(2) 通信施設

中央鉄道の通信ネットワークは、埋設された光ファイバーケーブル及び銅ケーブル、超短波（VHF）ラジオにより構成されている。区間ごとの通信ネットワークを図2-39に示す。光ファイバーケーブルが敷設されたドドマ～タボラ間を除き、最寄りの駅長との交信が不可能であるのが現状である。つまり、ドドマ～タボラ間を除いた区間では、目視確認

以外の術をもたずに運行していることになる。



出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年

図 2-39 中央鉄道の通信ネットワーク現況

ビッグ・リザルツ・ナウ (BRN) によると、ダルエスサラーム～ドドマの通信システム改修に加え、タボラ～ムワンザ及びタボラ～キゴマの新規光ファイバーケーブル敷設用に 6,040 万ドル (6,210 百万円) が計画されている。本調査の現地踏査において、293 km 地点 (新設された橋梁の上流側) にて光ファイバーケーブル敷設用の掘削工事が実施されているのを確認した。世銀 TIRP では列車運行ユニットと運転士との間のコミュニケーション促進に向け、新規 VHF システムが 190 万ドル (195 百万円) かけて路線沿いに敷設される予定である。



出典：調査団

図 2-40 光ファイバーケーブル敷設工事
(293 km 地点)

2-6 電気・機械施設計画

中央鉄道は全線非電化であり、通信・信号システムへの電力供給用に主電源/バッテリーシステム、太陽光、数は少ないが一次電池 (使い捨てタイプの電池) の 3 種類の方法を用いている。主要駅のなかには予備の発電機を使用しているところがあるものの、スペアパーツの不足により機能しなくなりつつある。一方、大半の駅では主電源が備わっておらず、太陽光に頼っているの

が現状である。しかし、太陽光モジュールは盗難に遭いやすく、近年は人の手が届かないようなポールの上に設置するなどの対策が取られている。

本調査の現地ヒアリングにおいて、鉄道資産保有会社（RAHCO）は将来の電化を視野に入れているものの、当面は非電化での鉄道再生をめざしていることを確認した。優先度は低いものの、本格調査では、将来の電化に備えた基礎的な情報（例：タンザニアの電力事情、変電所の立地状況など）を収集し、「将来の電化に向けての課題と留意事項」を整理することが望まれる。

2-7 軌道保守機材計画

(1) 概要

現在、軌道保守はすべてタンザニア鉄道株式会社（TRL）が責任をもって実施している。しかし、線路平面図・縦断図などの図書、及びキロ程・曲線標・勾配標などの線路諸標の整備は十分に行われておらず⁴⁴、運転保安や施設保守の向上を図るうえで一刻も早い整備が望まれる。

また、道床突き固めのタンピングマシンは大型・小型ともになく、ジャッキとポールによる突き固め作業に頼っているのが現状である。かつてはスイス MATISA 社の軌道検測車が存在していたものの、コンセッションの際にオペレータが解雇されていなくなり、その後使えなくなっている。軌道狂いは軌道検査長（key man）の巡回時の目視による把握、それを受けて Sub Rail Inspector や Rail Inspector の目視によるチェック、及びモーターカーによる動揺を参考に把握しているということで、定量的に把握されているわけではない。軌道の状態は 60 ポンド以下のレール区間で悪く、なかでも継目部の軌道保守状態が貧弱である。継目部の落ち込みが目立ち、4 穴継目板であるものの継目ボルトが 2 本しか締結されていない箇所が多い。また、鉄製の軌道材料の多くは経年劣化し、腐食しているものも多い。

(2) 今後の方向と取り組み

2-2-3 項で詳述したとおり、TRL ではコンセッション中に崩壊した維持管理体制をコンセッション前と同様の体制に戻しており、今後は軌道整備の能力向上に向け各種機器・道具の導入が求められる。2013 年 3 月には、タンピングマシン 1 台の調達契約が TRL とオーストリアの Plasser & Theurer 社との間で締結され、今後ビッグ・リザルツ・ナウ（BRN）に沿ってバラストレギュレータ 1 台、軌道検測車 1 両、トローリー 30 両⁴⁵の調達が計画されている。

一方、世銀 TIRL では、軌道検査・修繕用に 500 万ドル（514 百万円）の予算を計上しており、土木用機関車 2 両の 3 年間のリース、軌道検測車 1 両及びバラストホップ貨車 15 両の購入を行う予定である（表 2-24）。

⁴⁴ キロ程に関してはダルエスサラーム～ドドマ、曲線標については 80 ポンドレールに交換した区間では比較的良好な状態で設置されているものの、その他の区間では破壊・盗難により存在していない箇所が多い。

⁴⁵ 20 両が軌道保守班の移動用、10 両が点検用である。

表 2-24 世銀 TIRP により調達予定の軌道検査・修繕機材

	数量	単価 (US\$)	合計 (US\$)
軌道検測車	1	1,500,000	1,500,000
土木用機関車のリース	2	1,000,000	2,000,000
ホッパ貨車	15	100,000	1,500,000

出典：世銀 TIRP アプレイザルレポート、2014 年

本格調査では世銀支援の具体的内容、現地関係機関の意向を十分に把握のうえ、本格調査の対象区間の軌道建設と軌道維持管理に関する保守機材計画を検討する必要がある。

2-8 車両計画・車両設計諸元

2-8-1 機関車

(1) 概要

現在タンザニア鉄道株式会社（TRL）が運行中の機関車は整備状況が悪いうえ、最新型機関車の 88 型及び 89 型ですら供用後 20 年以上が経過している。

- ・整備・維持管理の不備は、全般検査に必要なスペアパーツの購入資金が TRL に適切に提供されなかったことに起因している。それにもかかわらず、これら機関車は依然使用されており、故障等で運行サービスに支障を与えている。
- ・機関車の故障は 2-3-8 項に記載のベンチマーク（目標値）である 10,000 km に遠く及ばず、平均 1,200 km ごとに発生している。2014 年 7 月末時点、中央鉄道全線で用いられている機関車の基本データは表 2-25 のとおりである。

表 2-25 中央鉄道の機関車基本データ（2014 年 7 月 31 日時点）

機関車 タイプ	製造国	製造年	馬力	エンジン タイプ	軸重 (トン)	総重量 (トン)	総台数	使用可能 台数
89	ドイツ	1992	2,130	MTU	12.3	74.0	9	3
88U	タンザニア	2014	2,150	GE	12.0	96.0	8	4
88	カナダ	1972/79	1,880	ALCO	13.5	103.4	35	10
73	インド	2009	1,380	ALCO	12.6	72.0	10	5
65	ドイツ	1992	760	MTU	10.1	38.4	4	2
64	ドイツ	1979	740	MTU	10.3	38.6	24	2
37	ドイツ	1985	400		10.2	36.2	5	2
合計							95	28

備考：再生中の 88U は、2014 年 8 月末に、8 台が使用可能となる。

出典：TRL

(2) 今後の方向と取り組み

ビッグ・リザルツ・ナウ（BRN）における機関車のリハビリ・調達計画は表 2-26 のとおりである。

表 2-26 機関車のリハビリ・調達計画

	完了時期	概要
1	2014年1月	9両のリハビリ
2	2014年11月	14両の再生
3	2015年12月	63両の調達

出典：BRN を基に調査団作成

- ・ 9両（73型及び89型を2両ずつ、88型を5両）のリハビリについては、当初計画の2014年1月より前倒しとなる2013年11月までに完了した。
- ・ 14両（すべて88型⁴⁶）の再生については、8両をマレーシアのSMH Rail（SMH）社と2013年4月に1,598万ドル（1,643百万円）〔200万ドル/両（205百万円/両）〕で契約し、現在モロゴロ整備工場においてSMH社派遣のマレーシア人10名以上とTRL職員が共同で作業している。なお、契約スコープにはトレーニング等の技術協力は含まれていない。これは既存機関車の再生業務⁴⁷ということでTRLが運転・メンテを熟知しているからである。2014年1月に最初の車両が完成し、視察した2014年7月31日時点で、No.1～No.3まで出荷済み、No.4機関車が出荷待ち、No.5が8月4日、No.6が8月10日に出荷予定であり、No.7,8は2014年8月末までに完了させる予定で進んでいる。
- ・ 残る6両について、当初はTRL自身で再生する予定だったが、引き続きSMH社と契約を結ぶ可能性もある。2014年8月以降に6両の再生が想定されるため、当初計画の2014年11月までの業務完了は難しい状況となっている。
- ・ 63両の調達は、13両、3両、47両の3回に分けて実施される予定である。13両は2013年5月に米国EMD社と4,126万ドル（4,242百万円）〔317万ドル/両（325百万円/両）〕で契約し、現行の軌道・橋梁の耐荷重（軸重13.7トン）に合わせて発注されており、2014年12月から2015年5月までに納入される計画となっている。納入予定の車両設計諸元を表2-27に示す。
- ・ なお、既に発注済みの13両の主電動機（traction motor）は直流で調達されるものの、残り50両は交流モーターで調達される予定である。

表 2-27 新規調達機関車 13両の車両設計諸元

番号	項目	仕様
1	車軸配置	Co'Co または 1-Co'Co'-1
2	軌間	1,000 mm（将来は 1,435 mm へ移行）
3	軸重	最大 13.7 トン
4	車両限界	図面番号 PW 01 0004/1R 及び PW 01 0004/R1 のとおり。
5	最小曲線半径	170 m（本線にて） 107 m（スラックなしの構内にて） 88 m（スラック 12 mm の構内にて）
6	最急勾配（未補正）	2.2%

⁴⁶ 再生後は88U型（upgrade）と名付けられた。

⁴⁷ 車体、台車枠を除くすべてのパーツの取り替えが行われる。なお、エンジンや発電機は米国GE社から、その他の主要部品はオーストラリア、カナダ、インド、マレーシアなどから調達されている。

7	連結方式	MCA-DA [Strengthened]
8	最高速度	72 km/h (現行のメーターゲージ) 120 km/h (標準軌への移行後)
9	動力伝達	ディーゼル電気; AC/DC
10	牽引馬力	2,000~2,200 馬力
11	ディーゼルエンジンの速度範囲	エンジンの最大速度は全出力時に約 1,050 rpm とする。
12	起動牽引力	製造業者により設計されるものとする。
13	連続牽引力	機関車が 800 トンの列車荷重を 25 km/h、最急勾配 2.2% で牽引できるよう製造業者により設計されるものとする。
14	燃油タンク容量	最小 4,500 リットル
15	気温	摂氏 10~38 度
16	高度	0~1560 m
17	湿度	25~100%
18	Max track cant	76.2 mm
19	Max super elevation	45.0 mm
20	緩和曲線 (放物線)	43.0 mm

出典：TRL、Technical Specifications for Purchase of Mainline Diesel Locomotives

- ・50 両のうち 3 両は、世銀支援によりダルエスサラーム～イサカ間のブロックトレイン専用機関車として 2016 年 3 月から 2017 年 10 月に 1 両当たり約 300 万ドル (308 百万円) で調達される予定である (表 2-28)。
- ・交流モーターで発注されることは決定しているものの、軸重等のスペックに関しては、世銀が現在実施中の橋梁診断結果の中間結果 (2014 年 10 月) をもって最終化される予定である⁴⁸。2014 年 8 月の時点では、世銀は車両調達の手続きに着手していない。

表 2-28 世銀支援により調達予定の機関車数量及び単価

	数量	単価 (US\$)	合計 (US\$)
機関車	3	3,000,000	9,000,000

出典：世銀 TIRP アプレイザルレポート、2014 年

- ・残る 47 両については、BRN では (先述の 3 両含め) 2013 年 6 月に入札図書の作成、2013 年 9 月に落札業者との契約締結の計画が立てられていたが、現在実施中の橋梁診断調査の結果が出るまでは軸重などの車両スペックを固めることができないこと、資金調達のめどが立たないことなどから進捗が遅れている状況である。

2-8-2 貨車

(1) 概要

TRL は貨車の深刻な稼働数不足に陥っている。このため、たとえ供用中の貨車でも、維持管理不足により故障を頻発させており、機関車の半数以上が、本線で破損した貨車の救出用に用いられている。貨車の現況は表 2-29 のとおりである。

⁴⁸ 現地ヒアリングにて、世銀は軸重の 17 トンへの増加をめざしていることが明らかになった。

表 2-29 TRL 貨車の現況

使用可能な貨車数		リハビリ中	ウガンダ*	合計
供用中	故障中			
583	30	732	19	1,364

*：1977年の東アフリカ共同体（EAC）の分割により、資産の一部が海外に残ったままとなっている。
出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年

(2) 今後の方向と取り組み

BRNにおける貨車のリハビリ・調達計画は表 2-30 のとおりである。

表 2-30 貨車のリハビリ・調達計画

	完了時期	概要
1	2015年5月	275両のリハビリ
2	2015年5月	2,234両の調達

出典：BRNを基に調査団作成

- ・ 275両のリハビリについて、リハビリに必要なスペアパーツは既に整理されている。
- ・ 今後、2015年5月までに、段階的にスペアパーツを調達し、リハビリを実施する予定である。
- ・ 2,234両の調達は、274両、970両、990両の3回に分けて実施される予定である。
- ・ 274両分については既に業者との契約がなされ、2014年6月に引き渡しの予定である。
- ・ 残る1,960両について、44両は世銀支援により貨車当たり8万ドル（8.2百万円）で調達される予定だが（表 2-31）、その他は資金の見通しが立っていない。
- ・ BRNにおいても、調達資金全体の3割以上を民間資金で充当する計画となっている。そのため、2015年1月及び5月に予定されている、それぞれ970両（世銀支援を考慮すると926両）及び990両の引き渡しは計画達成が不透明である。

表 2-31 世銀支援により調達予定の貨車数量及び単価

	数量	単価 (US\$)	合計 (US\$)
貨車 14.5 m/2 TEU	44	80,000	3,500,000

出典：世銀 TIRP アプレイザルレポート、2014年

2-8-3 客車

中央鉄道には旅客車両、食堂車両、緩急車両の計107両の客車があり、うち41両が供用中、66両が整備工場ではリハビリ中である（表 2-32）。ダルエスサラーム整備工場に留置された客車は内装・外装ともに老朽化が目立ち、事故の損傷跡なども見られる。TRLは緩急車両を除く客車数を2015年に102両まで増やすとともに、緩急車両を64両調達する計画である⁴⁹。なお、世銀 TIRP では旅客輸送に関する支援は検討されていないため、客車の調達支援も予定されていない。

⁴⁹ TRL Business Plan, Executive Summary

表 2-32 TRL 客車の現況

客車タイプ	製造国	供用中 (両)	リハビリ中 (両)	合計 (両)	定員 (名)	車両重量 (トン)
3等車両	スウェーデン、インド	35	22	57	80	30
2等車両	英国	0	22	22	24	31.25
1等車両	英国	2	8	10	16	32.317
2等シート車両	スウェーデン	0	5	5	60	30
食堂車両	英国	0	4	4	-	32.31
緩急車両	英国	4	5	9	-	21
合計		41	66	107		

出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年を基に作成



出典：調査団

図 2-41 客車の写真（写真の客車はスウェーデン製）

2-9 建築・設備計画

2-9-1 駅設備

ダルエスサラーム～イサカ間には 54 の駅（両端駅を除く）があり、駅ごとに単一または複数の折り返し運転用のループ線（待避線）が設けられている。中央線の標準的な待避線は 425 m であり、410 m の列車まで待避可能である。既存の列車編成は 410 m という制限内に収まるように設計されており、実際には 2-3-2 項記載のとおり貨物列車は 18～19 両の貨車を連結して運行されている。

世銀 TIRP では、ブロックトレインの列車編成長を 620 m⁵⁰と見込んでいるものの、当面は週 2 便の運行となるためブロックトレイン同士が行き違うことはない。野心的な計画として将来的に週 7 便の運行を仮定した場合、各列車はダルエスサラーム～イサカ間で二度の行き違いを行うことになるが、プラグ、ループ、モロゴロ、タバウラなど、の待避線長が 600 m を超える駅で行き違いを行うことで特別な投資を必要とせず達成できるとしている。

駅舎に関しては、現状オペレーション上の課題を有しているようにはみられず、世銀支援に

⁵⁰ 機関車 2 両（40 m）に貨車 40 両（580 m）を連結させる予定。

よる TIRP でも駅舎への支援は含まれていない。しかし、今後、鉄道利用者の増加に伴い、主要駅の施設（ハード面）とサービス（ソフト面）の充実が必要となる。

2-9-2 車両基地

タンザニア鉄道株式会社（TRL）はダルエスサラーム、モロゴロ、ドドマ、タボラ、ムワンザ、キゴマの6都市10カ所で車両基地（depots）を運営している。所在地、用途、立地年を表2-33に示す。

本調査では、モロゴロ整備工場とドドマ駅にて車両基地に関する状況をヒアリングした。その結果、各所の状況は資金不足による①検査・修理機材のメンテナンス不足及び老朽化、②スペアパーツ不足、③高齢化による熟練工の減少により、機能不全に陥っていることが判明した。

表2-33 車両基地一覧

所在地	用途	立地年
Gerezani、 ダルエスサラーム	機関車サービス、折り返し検査	1967年以前
DSM、 ダルエスサラーム	客車の検査、緊急復旧、列車の検査	1967年以前
Malindi、 ダルエスサラーム	貨車の検査、緊急復旧、列車の検査	1967年以前
Ilala、 ダルエスサラーム	貨車の検査、列車の検査、臨時修繕	1967年以前
モロゴロ	機関車サービス、折り返し検査	1971年
ドドマ	列車の検査、緊急復旧、臨時修繕	1967年以前
タボラ	機関車のサービス、折り返し検査	1979年
タボラ	貨車の検査、緊急復旧、列車の検査、臨時修繕	1967年以前
ムワンザ	列車の検査、緊急復旧、臨時修繕	1967年以前
キゴマ	列車の検査、緊急復旧、臨時修繕	1967年以前

出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年を基に作成

現在、車両基地に関して収集できている情報は上記程度であり、今後は各車両基地への視察によりレイアウトや維持管理状態の把握を行い、課題を洗い出すことが重要である。

2-9-3 整備工場

(1) 概要

TRLはダルエスサラーム、モロゴロで整備工場（workshop）を運営している（表2-34）。ダルエスサラーム整備工場は主に貨車・客車の修理を行っており、職員は総勢200名程度である。一方、モロゴロ整備工場は機関車の全般検査・修理を行っており、職員は総勢120名程度。うち、サポートスタッフが7名、エンジニア（大学の工学部を卒業した学士以上）が2名、残りがテクニシャン（エンジニア未満の技術系社員）である。

表 2-34 整備工場一覧

所在地	用途	立地年
ダルエスサラーム	貨車一般/事故修理、客車一般/事故修理、 貨車のスペア製造	1967 年以前
モロゴロ*	機関車の全般検査、事故修理、リハビリ、 部品の全般検査	1982 年

*：1979～80年にカナダの無償資金協力により建設。

出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年を基に作成

(2) 課題

機関車に関しては、部品製造業者の倒産・改廃により部品の購入ができず、著しいスペアパーツ不足を来し、これにより運営収入・利用可能な機関車の不足に陥っている。そのため、種車を用意し、部品を少しずつ抜き取っているのが現状である⁵¹。ただし、2-8-1項に記載のとおり、マレーシアの支援による88型機関車の再生に伴い、今後は古いスペアパーツの調達で困ることは減るため、スペアパーツ不足は徐々に解消していく見込みである。

また、補修用の検査機器の老朽化も顕著であり、更新が必要である⁵²。さらに、上述のTRLにおける職員の高齢化・退職により技術の伝承がままならない点も課題であり、本調査の視察時にも、機関車の組み立て・補修に関する新しい技術をテクニシャンに研修してほしいとの要望が調査団に寄せられた。

2-9-4 インターモーダル施設

(1) 概要

中央鉄道はダルエスサラーム、キゴマの港、イララ（ダルエスサラームから3km地点）、イサカ（タボラから130km地点）、シニャンガ（同197km地点）、ムワンザ（同378km地点）のインランドコンテナデポ（ICD）にインターモーダル施設を有している。

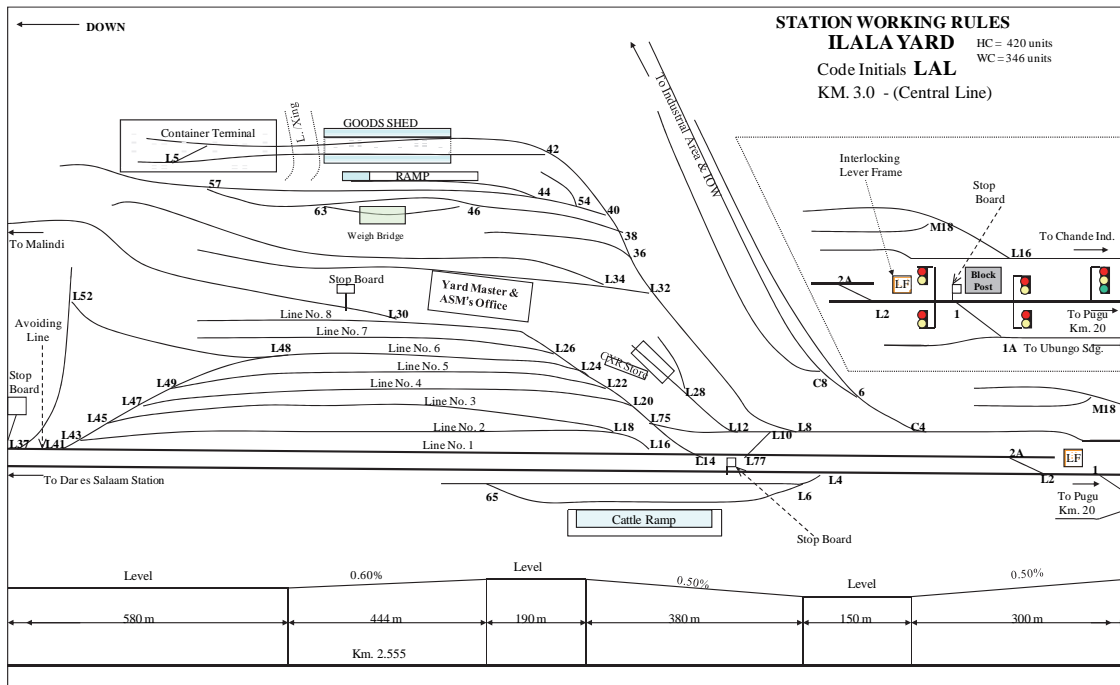
⁵¹ モロゴロ整備工場のスペアパーツは、2007年まではパソコンで管理されていたが、現在はパソコンのデータベースは使われておらず、月ごと、年ごとの棚卸及び各セクションからのパーツ依頼書を基に管理されている。また、2007年までは検査器具もよく整備されていたが、2007年以降は器具の故障があっても修繕されなくなり、現状使われていない器具も多い。

⁵² 例えば、燃料ポンプのメーターをキャリブレーションする検査機器が故障しており、ポンプをドバイまで輸送し、修理している。



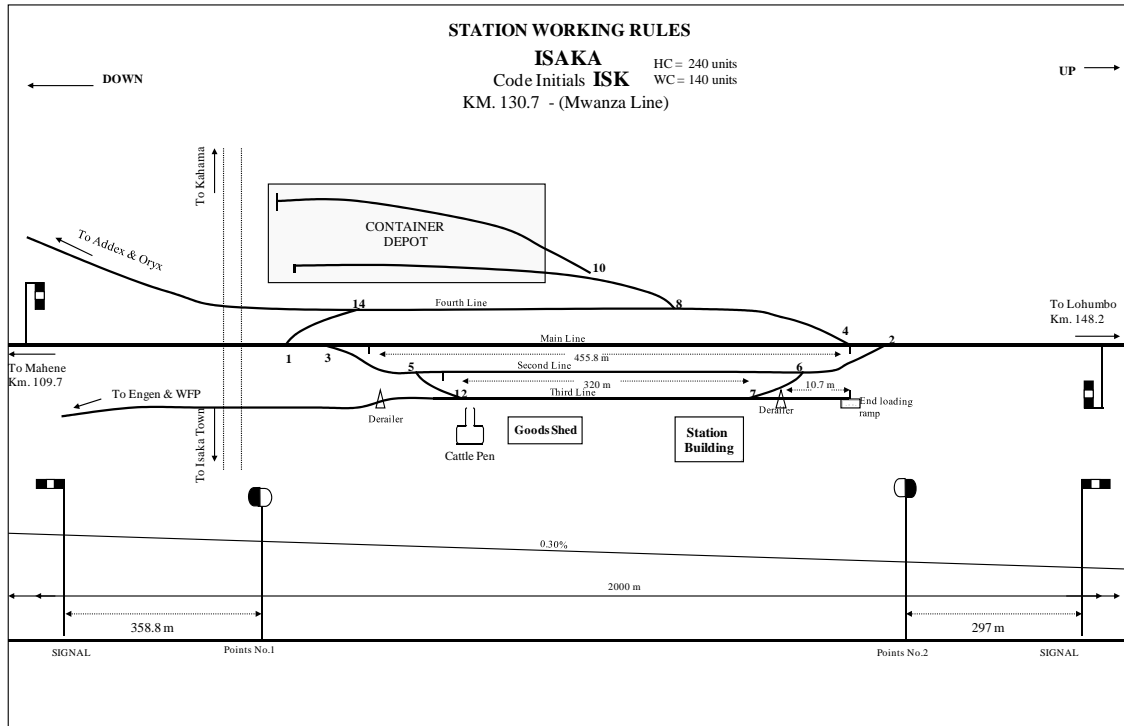
出典：TPA

図 2-42 ダルエスサラーム港内の鉄道路線図



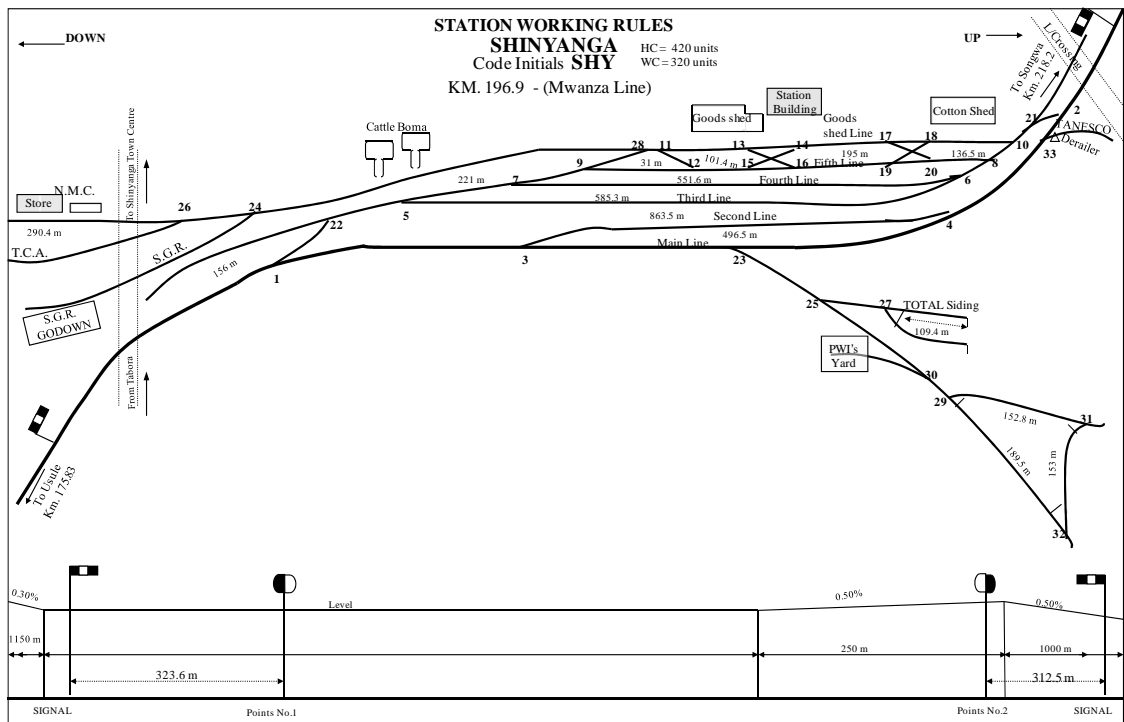
出典：TRL

図 2-43 イララターミナルの鉄道路線図



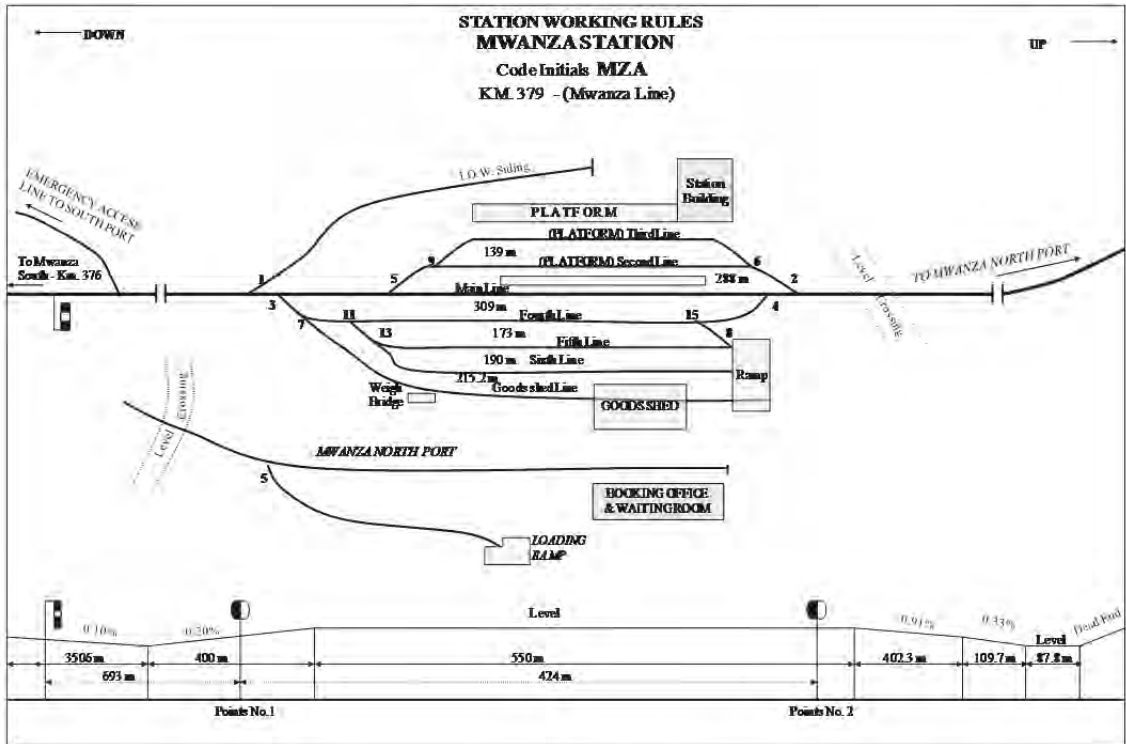
出典：TRL

図 2-44 イサカターミナルの鉄道路線図



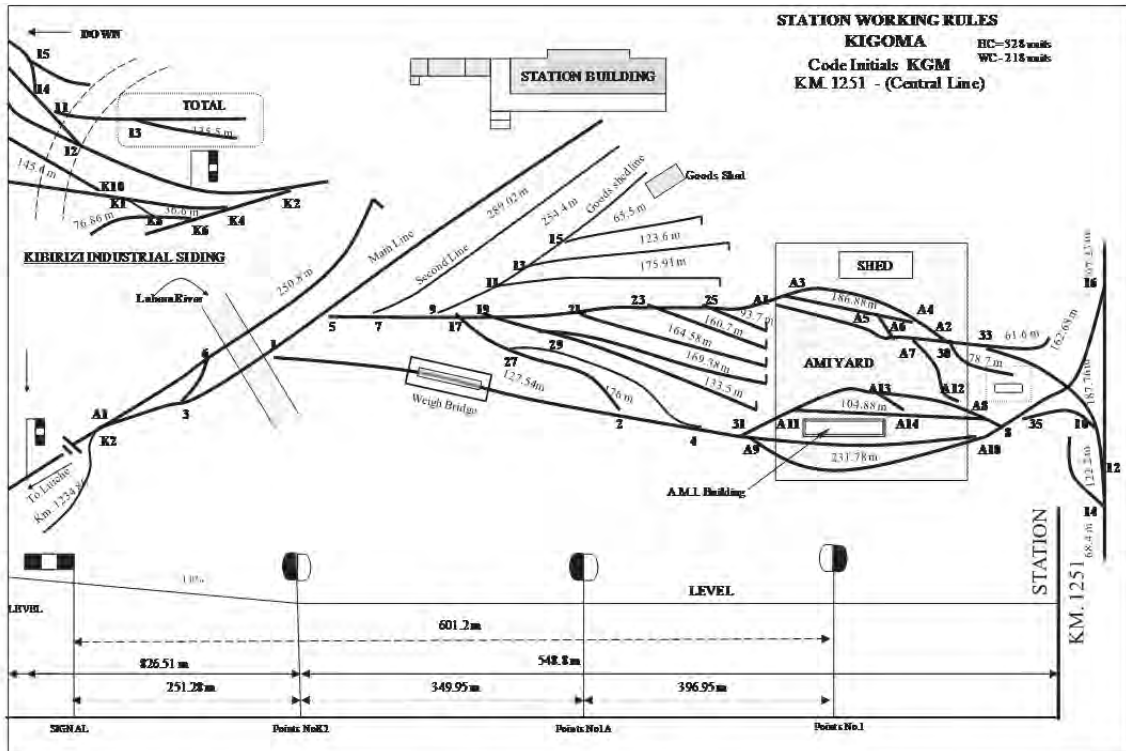
出典：TRL

図 2-45 シャニンガターミナルの鉄道路線図



出典：TRL

図 2-46 ムワンザターミナルの鉄道路線図



出典：TRL

図 2-47 キゴマ港内の鉄道路線図

(2) 課題

ダルエスサラーム港及びその近郊のイララ ICD では、ダルエスサラーム港のコンテナ貨物取扱量の増加（2006～2012年に平均年率11%増）に伴い混雑の度合いが増している⁵³。一方、キゴマ港の港湾施設はタボラ～キゴマの鉄道と併せて鉄道インフラ自体の更新を必要としているものの、コンテナ取り扱い容量の点から鉄道アクセス面で課題を有しているわけではない⁵⁴。また、ムワンザ線のシニャンガ、ムワンザ ICD は需要がなく未活用の状態が続いており、イサカ ICD も小麦輸入を目的にした SSB Azam 社のみ利用にとどまっている。ただし、イサカ ICD は、中央鉄道で信頼性のあるサービスが開始された暁には、ルワンダ・ブルンジを起終点とする大量の貨物を担うことが期待されている。

(3) 今後の方向と取り組み

世銀 TIRP では、ダルエスサラーム港、イララ、イサカの各ターミナル施設にて鉄道～トラック間の積み替え機能を高めるために1,270万ドル（1,305百万円）の予算を計上している。

イサカ ICD（既存のターミナル面積：235 m×68 m）では、40コンテナ貨車のブロックトレインを収容するために下記の更新工事を実施する予定である。

- ・全長620 mの列車を収容するため、ターミナル内の既設軌道2本の延長（100 mずつ）
- ・機関車走行用に駅構内折り返し用ループの延長（300 m）
- ・コンテナの荷役・蔵置用の塗装スペース（4,000 m²）
- ・通関やサイト運営管理用のオフィススペース（150 m²）

一方、イララはダルエスサラーム港から約3 kmの地点に位置し、空コンテナの留置場として最適であり、コンテナの荷役・蔵置用のスペース5,000 m²を再塗装し、650 mの引き込み線を改装する予定である。なお、イサカ・イララともに貨物取り扱い機材として、リーチスタッカー（コンテナ用クレーン）2台、トラクター1台、フォークリフト1台ずつが整備される予定である。

ダルエスサラーム港は貨物取り扱い容量が現状（25万TEU）の5～6倍（120万～150万TEU）となるようターミナルの拡張を計画しており、今後増加が予想されるコンテナを捌くためにも港～鉄道・道路への積み替え機能の向上は不可欠である。そのため、TIRPにより、コンテナの荷役・蔵置用のスペース4,000 m²、引き込み線3,000 mを整備予定である。なお、本調査では、世銀支援による“Design for Dar es Salaam Port Terminal, Ilala Terminal and Isaka Terminal Layout”調査が、現在コンサルタントの入札に向けて事前資格審査（Pre-Qualification：PQ）段階にあることを確認した。

⁵³ 2012年のコンテナ取扱量は54.7万TEUであり、設計容量である25万TEUの2.2倍であった。

⁵⁴ 貨物取扱量は2006/07年ピーク時の10,676トンから2009/10年の6,568トンへ減少した。

表 2-35 世銀支援により調達予定の港・ターミナル予算概要

(単位：US\$)

		イサカ・イララ	ダルエスサラーム	合計
設計コスト	コスト	100,000	100,000	200,000
塗装スペース	m ²	9,000	4,000	
	コスト	4,500,000	2,500,000	7,000,000
引込線	m	3,450	3,000	
	コスト	1,725,000	1,500,000	3,225,000
クレーン	数量	-	-	
	コスト	-	-	-
リーチスタッカー	数量	4	-	
	コスト	1,720,000	-	1,720,000
トラクター	数量	2	-	
	コスト	300,000	-	300,000
事務所用ビル	数量	2	-	
	コスト	300,000	-	300,000
合計		8,645,000	4,100,000	12,745,000

出典：世銀 TIRP アプレイザルレポート、2014 年

2-10 他ドナーによる支援動向

2-10-1 世界銀行

2014 年 4 月時点、世銀は、物流能力の強化及びダルエスサラーム～イサカ間のインターモーダル・鉄道コンテナ運行を目標にしたタンザニア・インターモーダル鉄道開発プロジェクト (TIRP) に向け、計 3 億ドル (30,845 百万円) の国際開発協会 (IDA) クレジットを決定した。7 月にタンザニア政府とローンの契約調印を済ませて、現在は、資金を引き出すための書類手続きを進めている。TIRP は、ビッグ・リザルツ・ナウ (BRN) イニシアティブの内容に沿ったプロジェクトとみられる。3 億ドル (30,845 百万円) の内訳及び 2014 年 7 月時点の進捗状況 (概要) を表 2-36 に、各コンポーネントの具体的な支援内容を及び本格調査を実施するうえでの留意事項を下段に記す。

表 2-36 TIRP の概要

コンポーネント (総額 3 億ドル)	概要
コンポーネント A : 鉄道インフラ整備 (2 億 3,250 万ドル)	<ul style="list-style-type: none"> ・ダルエスサラーム～イサカ間 (970 km) の緊急対処を要する区間の軌道リハビリ・更新・維持管理 ・特に状態が悪い橋梁のリハビリ ・特定区間の 5 年間の主要な軌道保守 →コンサルタント (CPCS 社) により入札図書作成中
コンポーネント B : 車両調達 (1,930 万ドル)	<ul style="list-style-type: none"> ・1 編成の列車の調達 ・週 2 便のコンテナブロック列車の運行の実施 ・持続可能な運行条件の確立、TRL 全体の運行改善 →未着手

<p>コンポーネントC： イサカ・イララ・ダルエスサラーム 港のターミナル整備 (1,530 万ドル)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ダルエスサラーム港コンテナターミナル及び周辺における鉄道との接続の改善 ・イサカ ICD における鉄道～トラック間の積替設備の改善 ・両ターミナル用の荷役機械の調達 <p>→コンサルタントの選定段階</p>
<p>コンポーネントD： 組織制度強化、能力開発 (3,290 万ドル)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・事業実施体制の構築 ・鉄道資産保有会社（RAHCO）、タンザニア鉄道株式会社（TRL）、陸上海事交通規制局（SUMATRA）の経営面のトレーニング ・管理会計・情報システムの開発と運用 ・組織制度評価調査に基づく組織制度改革の実施 <p>→未着手</p>

出典：世銀 TIRP アプライザルレポート、2014 年

(1) コンポーネントA：鉄道インフラ整備（2 億 3,250 万ドル）

1) 軌道修繕（1 億 5,950 万ドル）

ダルエスサラーム～イサカの軌道改修用に 1 億 5,250 万ドル（15,679 百万円）、軌道維持管理用に 700 万ドル（719 百万円）の予算を計上している。具体的には、ダルエスサラーム～キロサのうちの 60 ポンドレール区間及びイガルラ周辺～タボラの 56 ポンドレール区間（計 308 km）の軌道更新、既存の 80 及び 60 ポンドの長尺溶接レール（LWR）の継ぎ目箇所の溶接によるロングレール（CWR）化、バラストの補充・突き固め、分岐器 150 個の撤去・新規調達、95 個の全般検査、オープンカットされた切り通し区間 3 カ所の安定化工事を予定している。

加えて、列車運行速度の向上に対応した踏切改善策として、地方部の踏切 4 カ所の橋梁化〔1 橋梁当たり 150 万ドル（154 百万円）で計 600 万ドル（616 百万円）〕、及びバラストの入れ替え・軌道狂いの修繕を約 250 カ所で想定している〔踏切 1 カ所当たり 1,000 ドル（102 千円）で計 25 万ドル（25.7 百万円）〕。

今回の調査により、本格調査の調査対象区間がキロサ（283 km）～ドドマ（457 km）間の計 174 km となった。そのため、事業対象区間がグルウェより上流まで延長される可能性がある。その場合には、世銀とのタイムリーな協議を行う必要がある。

2) 橋梁修繕（4,840 万ドル）

ダルエスサラーム～イサカにおける、特に状態の悪い 143 カ所の橋梁の再建・改修・更新を予定しており、許容軸重を最低でも 15 トンに上げ、技術的に 75 km/h で走行できる状態にしようとしている。現在、世銀が実施中の Bridge Assessment and Capacity Rating 調査では、将来の構造物・車両等のスペックを支配する許容軸重が決定されることから、動向には最大限の注意を払う必要がある。また、本格調査の対象区間（キロサ～ドドマ）に世銀支援が架替対象とする橋梁が含まれる場合、本格調査によっては大幅なルート変更もあり得ることから、その取り扱いに関して密なコーディネーションが不可欠である。

3) 軌道保守

TIRP では下記 3 項目を支援する予定である。

- ① 軌道保守機材：インフラの保守は点検・修繕の 2 段階に分けられる。
 - ・点検段階：世銀の本スコープは、BRN との重複を避けるかたちで後述のコンポーネント B (c) に含まれる軌道関係設備を購入予定である。
 - ・修理段階：支援内容に関しては言及されていない。
- ② 軌道保守計画：RAHCO が機械装置によるオペレーション（器具の維持管理を含む）をアウトソースするという観点から詳細な 3 年保守プログラムの策定支援を行う予定である。
- ③ トレーニング・人材開発：TRL, RAHCO, SUMATRA を対象に各組織の役割を踏まえた詳細なトレーニングプログラムを実施予定であり、詳細な内容は後述のコンポーネント D に記載する。

(2) コンポーネント B：車両調達（1,930 万ドル）

1) 機関車（900 万ドル）

中央線における機関車の牽引容量は主に勾配条件（1.5～2.0%）、粘着係数値（0.25）の 2 要因により決定される。世銀プロジェクトチームは既存の標準スペックである 1,500/1,600 馬力、軸重 13.8 トンの機関車調達では貨車 40 両/80TEU の取り扱いができないことから⁵⁵、総重量 92 トン、牽引力 2,000 馬力、軸重 15 トンの機関車 3 両の購入を提案している。3 両のうち 2 両はコンテナ 80 個を搭載した貨車 40 両を牽引でき、もう 1 両はスペア兼救助運行のために留置されるものとしている。したがって、コンポーネント A でリハビリ予定の橋梁は新規調達機関車のスペックでも通行可能なレベルにまで更新される必要がある。

2) 貨車（350 万ドル）

車両長 14.5 m で 2 TEU（20 フィートコンテナ 2 個）積載できる貨車 44 両を調達予定である。

（補足）コンテナの平均重量は 14～16.5 トンであり、橋梁の軸重容量 15 トンを超えないような運行を想定すると、貨車 1 両当たり 20 フィートコンテナ 2 個を運搬することができる。

3) 軌道関係設備（500 万ドル）

TRL は点検・修繕用の基本ツールが不足している。器具によっては供用中止やパーツ切れにより、調達可能でないものもある。したがって、軌道検査・修繕用に土木用機関車 2 両の 3 年間のリース、軌道検測車 1 両及びバラストホッパ貨車 15 両の購入を行う予定である。

（備考）本格調査にて、軌道維持管理分野の技術協力を検討する際は、世銀の支援動向を把握する必要がある。

⁵⁵ 既存の標準型機関車で貨車 40 両/80TEU を牽引すると、1 編成当たり 3 両の機関車が必要になるうえ、運行時間が増大する。

(3) コンポーネントC：イサカ・イララ・ダルエスサラームのターミナル整備（1,530 万ドル）

1) イサカ・イララ（850 万ドル）

ターミナル施設にて鉄道～トラック間の積み替え機能を高めるために、イサカでは、40 コンテナ貨車のブロックトレイン収容に向けた更新工事を実施する予定である（詳細は2-9-4項参照）。一方、イララはダルエスサラーム港から約3 kmの近郊に位置し、空コンテナの留置場として最適であり、コンテナの荷役・蔵置用のスペース 5,000 m²を再塗装し、650 mの引き込み線を改装する予定である。なお、イサカ・イララともに貨物取り扱い機材として、リーチスタッカー（コンテナ用クレーン）2台、トラクター1台、フォークリフト1台ずつが整備される予定である。

2) ダルエスサラーム港（420 万ドル）

タンザニアの玄関口であるダルエスサラーム港は、コンテナターミナルの設計容量が年間 25 万 TEU である一方、実際のコンテナ取扱量は 2004 年の時点で既に当該設計容量に達しており、2012 年には 54.7 万 TEU であった。船舶の滞留時間は 2008/09 年の 21.8 日から 2010/11 の 10 日へと減少しているものの⁵⁶、港及び周辺の混雑は依然として顕著であり、その要因のひとつとして港～鉄道・道路への積み替え施設の容量不足が挙げられる。

タンザニア港湾局(TPA)は同港の貨物取扱容量が 120 万～150 万 TEU になるようターミナルの拡張を計画しており、今後増加が予想されるコンテナを捌くためにも港～鉄道・道路への積み替え機能の向上は不可欠である。そのため、コンテナの荷役・蔵置用のスペース 4,000 m²、引き込み線 3,000 m を整備予定である。

(4) コンポーネントD：組織制度強化、能力開発（3,290 万ドル）

1) 設計準備調査（280 万ドル）：

軌道・橋梁工事のための予備設計調査の支援を行うもの。支援対象は必要に応じて下記調査を含む。

- ① Bridge Assessment and Capacity Rating：コンサルタントとの契約調印待ち
- ② Detailed Design of Bridge Works and Preparation of Bridge Works Package：①が完了後に実施予定
- ③ Detailed Design of Permanent Infrastructure Solution on the Kilosa – Gulwe Flood Prone Section (83 km)：今回の調査で、JICA が当区間の抜本的対策を担当することで MOT と合意したことから、キャンセルされることとなった。
- ④ Preparation of Bid Documents for Track Works：コンサルタント（CPCS 社）が作業中
- ⑤ Site-Specific Environmental and Social Impact Assessment Studies：（状況未確認）
- ⑥ Feasibility and Detailed Designs for the Next Phases of the Rail Improvements：（状況未確認）

2) 情報技術ツールの充実（190 万ドル）：

財務・運行情報の質向上、及び RAHCO, TRL, SUMATRA 間の通信管理整備を目的に、

⁵⁶ JICA タンザニア国全国物流マスタープラン策定プロジェクト、2014 年

三者用に Major Automated Information System (MAIS) と呼ばれる自動化情報システムを調達する。

- 3) プロジェクト実施チーム (Project Implementation Team : PIT) の設置 (260 万ドル) :
プロジェクト準備金 (Project Preparation Advance : PPA) により RAHCO の下に設置される予定。世銀へのヒアリングでは PIT の設置が遅れているとのこと。PIT はプロジェクトマネージャー、調達、財務、列車運行、列車規制、鉄道インフラの各専門家、及び支援スタッフから構成され、RAHCO, TRL, SUMATRA, TPA との密な連携を通して、各プロジェクトコンポーネントを実施する。
- 4) TRL のキャパシティ強化 (2,310 万ドル) :
TRL は商業的運営のための財務・技術キャパシティが不十分であり、事業運営、労働者賃金の双方で政府の補助金 [約 200 万ドル/月 (205 百万円/月)] に頼っている。この課題に対処するため、政府はコーポレートガバナンス、内部管理、報告の強化を通じた TRL のキャパシティビルディング計画を開始した。具体的には、
- ① マネジメントパートナー1社 (約 10 名のマネージャー/専門家派遣で構成) を選定のう え、3+2 年のマネジメント契約で BRN に沿った新規雇用戦略の策定、効果的なモニタリング等を実施する。
 - ② TRL のデュー・デリジェンス、資産の再評価を通して、軌道保守と列車運行を主たる企業活動とした 3 年事業計画を作成する。
 - ③ 上述の 2 施策の成功裏における実施、及び 3 年事業計画で設定されたパフォーマンスターゲットの達成を条件に、コンポーネント B で調達された機関車を政府から TRL へ譲渡する。
- 5) 技術支援 (250 万ドル) :
技術支援として下記 5 つのプロジェクトを実施予定である。
- ① 適切な維持管理組織及び持続可能な保守計画の設計 [120 万ドル (123 百万円)]。特に、RAHCO を通して、コンポーネント A で扱われないインフラ維持管理のパイロット契約。
 - ② オープンアクセス政策のための効果的な規制実施 [20 万ドル (20.5 百万円)] : SUMATRA を対象にアクセスフィーのメカニズム、鉄道整備基金といったオープンアクセス政策に不可欠かつ効果的な規制実施を支援。他ドナーとのパートナーシップによるトレーニング、及び通信管理ツールの調達も含む。
 - ③ RAHCO, TRL, SUMATRA 職員へのトレーニング [70 万ドル (71.9 百万円)]
 - ④ プロジェクト実施のためのコミュニケーション戦略 [20 万ドル (20.5 百万円)] : プロジェクトの準備・実施段階における一般市民、ステークホルダーへの情報提供を目的としたコミュニケーション計画
 - ⑤ Ministerial Delivery Unit (MDU) 及び運輸省 (MOT) のモニタリング・報告ユニットへの支援 [20 万ドル (20.5 百万円)] : BRN の結果をモニタリングするために MDU を設置し、MOT がプロジェクトのモニタリング・報告を行うことで発生する運用コストの増分を肩代わりする。
- (備考) 本格調査にて技術協力を検討する際は、世銀の支援動向を把握する必要がある。

2-10-2 アフリカ開発銀行 (AfDB)

AfDB は、イサカからルワンダの首都キガリ、及びブルンジのムソンガティへ至る鉄道新線開発の支援を検討している。本事業の実施めどは立っていないものの、民間資金を活用して実施することを想定している。

2-10-3 欧州投資銀行 (EIB)

EIB の支援により、短中期的にタボラ～イサカ (60 ポンドレール敷設の 130 km 区間) のロングレール化が検討されているものの、現時点では活動は始まっていない (詳細は 2-4-1 項参照)。

2-10-4 ブラジル

オープンアクセス実施国のブラジル政府支援により、RAHCO, TRL, SUMATRA の能力開発に向けた南南協力を係る契約が 2014 年 3 月に調印された。しかし、現時点では活動は始まっておらず、SUMATRA は基準 (法令) 関連でアドバイスを受ける予定であるものの、RAHCO への支援内容はこれから詰めて行くことになっている。

TIRP においても、プロジェクトの実施を確実にし、オープンアクセスによる持続可能な鉄道運営環境を整備するために、当該機関の組織強化及び能力開発に 3,290 万ドル (3,382 百万円) が計上されている。今後、TIRP とブラジル政府支援のデマケを把握することが必要である。

第3章 対象区間の河川及び洪水の現状

3-1 防災及び治水に関する国家行政の現状

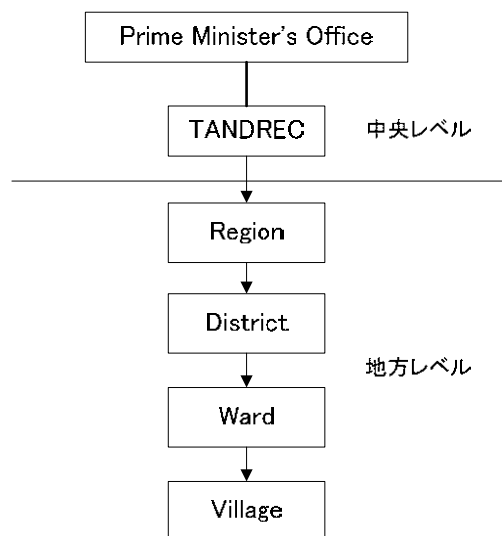
3-1-1 国家防災計画及び治水計画

(1) 防災組織

中央政府における防災担当機関は、首相府（Prime Minister's Office）に属している防災局（DMD）が担当する。省庁にまたがる防災計画の策定、及び災害対応に関する調整機能をもつ。兵庫行動枠組⁵⁷（Hyogo Framework for Action : HFA）のフォーカルポイント（責任担当機関＝窓口）でもある。1人のDirector、2人のAssistant Director、2つの部署（Planning & ResearchとOperation & Coordination）があり、そのほかに、経済、技術、統計、農業経済などの専門家がいる。現在、職員の合計は17名である。

中央政府における関連省庁における防災組織としては、タンザニア防災管理委員会（Tanzania Disaster Relief Committee : TANDREC）があり（3-1-2項参照）、首相府のDMDの局長が議長を務め、8省庁（Food Reserve Agency=食糧備蓄庁、気象庁、など）から各大臣が任命した代表者がメンバーとして名前を連ねている。さらに、地方では、以下に示すように各地方行政レベルで災害発生時に組織される非常設の委員会があり、制度上の防災体制は整っている。

災害発生時、各地方当局では対応が困難な場合、被災程度に応じて中央政府に支援を要請し、TANDRECの下で具体的な対策が協議される。



出典：調査団

図3-1 タンザニアの中央・地方の防災組織

(2) 防災計画

国家的な防災計画を規定する法律・ガイドラインとしては以下の5種のドキュメントが

⁵⁷ 「災害に強い国・コミュニティづくり」をテーマとする、2005年から2010年までの10年の国際社会における防災活動の基本的指針を指す。2005年1月18日から22日にかけて、兵庫県神戸市において開催された「国連防災世界会議」において採択された。

ある。

- ・ National Relief Coordination Act, 1990 (Act No.9)
- ・ National Operation Guideline for Disaster Management, 2003
- ・ National Disaster Management Policy, 2004
- ・ National Emergency Preparedness and Response Plan, 2012
- ・ National Disaster Communication Strategy, 2012

特に、National Relief Coordination Act, 1990 は、4つの Part から構成され、TANDREC の議長、構成員や所管任務を規定するとともに、予算計上システム、災害地域の認定等について記載している。国連世界食糧計画（WFP）の支援の下、現在、内容のレビュー中である。

（3）治水計画

タンザニアでは、水省（Ministry of Water : MOW）が国家水セクター開発戦略（National Water Sector Development Strategy : NWSDS）の実施プログラムとして、「水セクター開発プログラム（Water Sector Development Programme : WSDP）2006～2015年」を実施中である。本土を9つの流域に分割し、統合水資源管理・開発計画策定が進められている。本プロジェクトが位置するワミ・ルブ流域は、日本が技術支援し、他の流域に先行して計画が策定され、現在さまざまな活動が開始されている。

一方、これらの計画には、治水の要素は含まれていない。タンザニアにはそもそも治水という概念がまだ希薄である。それは、洪水よりも渇水の方がより深刻な災害種であり、歴史的にこの問題の克服に苦慮してきたことが原因とみられる。したがって、流域全体を考慮した総合的な治水計画はまだ存在しない。ワミ・ルブ流域管理事務所の流域管理官（Basin Water Officer）は、「洪水対策の必要性は重々承知しているが、技術的な知見や人材が不足しており、すべてはこれからの課題である」と述べている。水資源行政の法律上の規定に関しては次項で述べる。

3-1-2 洪水及び河川管理に関する行政組織・法制度・政策・計画

わが国の国土交通省のような河川管理を全国レベルで包括的に所管する組織は、タンザニアには存在しない。また、河川行政に関する法制度や政策・計画も見当たらない。

一方、水資源に目を向けると、国家的な法制度としては“Water Resources Management Act, May 2009 (Act Supplement No.11)”があり、水資源行政に関する全般的な事項を全114項目にわたって規定している。この中で、「第95項 洪水被害軽減と洪水制御に関する対策」（Measures for Flood Mitigation and Control）として以下のように明記している。

95. For the purpose of preventing or minimizing the risk of flooding, flood damage and water pollution, the Minister may –

- (a) prohibit the construction on submersible lands of dikes, levees or other structures likely to hinder the runoff of flood water; provided that authorization may be granted for the development of such

- structures if they are determined to be necessary for the protection of already existing residences or other private structures;
- (b) alter or demolish dikes, embankments, levees, structures or other works, irrespective of their legal status, if they are determined by the Minister to hinder water runoff or to extend the flood plain with harmful results;
- (c) prohibit the growing of crops, the building of structures or the placing of deposits on land located between a watercourse and any protective dikes, embankments or levees;
- (d) cooperate with local government authorities in determining the geographic extent of floodplain areas and assist such authorities in regulating the development and use of lands within such areas; and,
- (e) in consultation with the Minister responsible for local government, develop regulations providing for the control and management of storm water within municipal areas.

 上記は以下のとおり解釈される。

- (a) 「洪水を遮るための堤防や他の構造物によって冠水する（川側の）土地の上での建設行為は許されない、ただし、既に居住している住民や私的な構造物を防御する必要性があると判断される場合は、それらの構造物を建設する権利が認められる」
- (b) 「（水省）大臣が洪水による氾濫域や被害の拡大を防ぐことを決定した場合は、法律上の身分にかかわらず堤防や構造物を移設、撤去することができる」
- (c) 「流水部分と堤防の間の土地では作物の栽培、建物の建設、土砂の投棄を禁じる」
- (d) 「氾濫域の地理上の境界設定は地方政府と協力して行い、（水省は）それらの機関による氾濫域内の土地利用や開発に協力する」
- (e) 「都市域における雨水制御・管理に関する規定については地方行政の長と協議する」

本項によれば、本事業による（河川内における）対策工の建設は法律上何ら支障がないようにみられるが、本事業による建設行為に直接関連する条項と考えられる。したがって、3-2節で述べる「河川用地」の定義と併せ、本格調査時に、運輸省（MOT）や鉄道資産保有会社/タンザニア鉄道株式会社（RAHCO/TRL）等プロジェクト実施機関と実施に向けた法規面での具体的な対応につき協議する必要がある。

一方で、現実の水資源行政は、利水面に特化しているため、今後は3-1-1項の（3）で言及した統合水資源管理の視点から、組織面の強化を含め各流域で洪水対策や河川管理にまで広がりをもたせていくことが重要と考えられる。ワミ・ルブ流域管理事務所では、インタビュー時（→流域管理官）その必要性についての明確な認識を示していた。

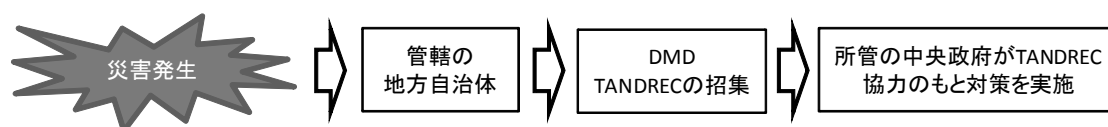
3-1-3 土砂管理に関する行政組織・法制度・政策・計画

土砂管理に関する行政組織・法制度・政策・計画は、タンザニアではまだ作成されていないのが現状である。この問題も洪水管理と併せ、上述した統合水資源管理の枠組みの中で、あるいは流域全体の総合土砂管理の観点から、適切な対策を実施していく必要がある。ワミ川流域を焦点にあてると、特に上流のキニャスグウェ・サブ流域で年間降水量が 500mm 前後と少なく、1年のうち約 8 カ月間は降雨がなく乾燥し、かつ牧畜や農業による開墾が進み、表層の

可能侵食土砂量が非常に高いことが指摘されている⁵⁸。

3-1-4 洪水及び土砂災害発生時の防災関連機関の対応状況

DMD 関係者によると、災害発生時、基本的には関連の自治体、または各所管の中央政府が対応する。ただし、災害規模や被害の深刻さによって、DMD に支援要請があった場合は TANDREC を開催し、緊急対応を協議のうえ必要アクションを講じる。



出典：調査団（関連機関への聞き取りによって作成）

図3-2 災害発生時の地方・中央政府のアクション

3-1-5 気候変動対策に関する関係機関の対応状況

国家的な気候変動に関する事項を所管するのは、Vice President's Office の下にある環境局（Division of Environment : DOE）である。また、MOT 傘下の気象庁も関連部署をもっている。DOE は、局長（Director of Environment）の下、職員数は計約 50 名。なお、気候変動影響リスクの初期的な評価に関しては 4-1 節に示す。

3-2 洪水及び土砂災害防止のための計画策定の現状

3-2-1 河川構造物及び土砂災害防止施設の計画策定手法

タンザニアでは、河川構造物及び土砂災害防止施設の計画策定手法はまだ確立されておらず、個別の開発プロジェクトごとに対応しているのが現状である。ただし、灌漑用の頭首工などは国内で適用されている特定の手法は存在するとみられる。

また、河川用地の定義は必ずしも明確ではなく、河川の中に構造物を建設する場合、灌漑用施設であれば農業省、都市用水取水施設であれば水省というように、管轄機関によって土地占有権が違ってくる。また土地所有制度についても、一説には、1964 年に現在のタンザニア連合共和国が建国されてから 20 年以上にわたって社会主義政策が行われた名残からか、個人の土地所有権という概念が薄く、（政府からの）借地権という考え方が社会通念としてあるともいわれる。この点も河川用地の定義をあいまいなものにしていると考えられるが、本格調査では鉄道用地（ROW）と河川用地との関係をより明確にする必要があることから、河川用地の境界（あいまいならばその境界設定の考え方や条件、関連法規など）に関して関係機関の担当部局と協議し、明確にしておくことが計画策定上、重要である。

3-2-2 河川構造物及び土砂災害防止施設の調査・設計基準及びガイドライン

現在、タンザニアでは、河川構造物及び土砂災害防止施設のための特定の調査・設計基準及びガイドラインは存在しない。そもそも「河川構造物」「土砂災害防止施設」という概念や定

⁵⁸ 小野寺真一（広島大学・総合科学部）「熱帯半乾燥地タンザニアにおける水文地形観測－地形形成過程と土壌侵食過程の研究」（1999 年）では、ドドマ市北西部の丘陵地を研究対象とし観察した結果として、年間可能侵食土砂量として約 1.0~3.0 mm/yr と推論している。

義がないことが、背景としてあるものと考えられる。

一方、鉄道セクターに焦点をあててみると、タンザニア・ルワンダ・ブルンジを対象として検討された最新の下記報告書で、鉄道関連施設の設計基準を提案している。本事業の検討対象区間（キロサ～ドドマ）も含まれるため、本格調査では参照すべき基準類のひとつといえる。

報告書名：”Phase II Dar es Salaam-Isaka-Kigali/Keza-Musongati Railway Project Study, Final Report – Volume 2A – Infrastructure”

著者：CANARAIL, GIBB Africa and SYSRA

作成時期：2014年3月

上記報告書中、特に、以下の項目が河川構造物の設計上、関連性が高い（Page 31）。

2.6 Bridges and Culverts

2.6.1 Standards and Codes

2.6.2 Hydrology

以下にその関連部分を示す。

① 排水構造物やボックスカルバート、橋梁の設計基準は以下のガイドラインに準拠することを明記している。

- The American Association of State Highway & Transportation Officials Inc. (AASHTO);
- The American Standards for Testing Materials (ASTM);
- The American Welding Society (AWS) D1.5;

② また、鋼桁橋の荷重条件は以下の基準を規定している。

- British Standard 153: Part 3A:1954“Specification for steel girder bridges - Part 3A. Loads;
- AREMA Manual for Railway Engineering: Chapter 15“Steel Structures;
- The American Standards for Testing and Materials (ASTM).

③ また、水理条件を以下のとおり規定している。（原文を引用する）

2.6.2 Hydrology

Hydrological conditions to be applied in the design of drainage structures are set out in the tables below.

Table 2.15 - Flood Return Period

Characteristic	Design Criteria
Pipe Culvert Crossings	10 yrs (verified for 25 yrs)
Box Culverts	25 yrs (verified for 50 yrs)
Bridges	100 yrs

Table 2.16 - Design Storm Prediction Method

Characteristic	Design Criteria
TRRL report 623 - presents a comprehensive analysis on storm rainfall in East Africa	

Table 2.17 - Design Velocities

Characteristic	Design Criteria
Watersheds < 2 km ²	Rational Method
Watersheds up to 20 km ²	East African Flood Model
Watersheds > 200 km ²	Slope Area Method

Table 2.18 - Maximum Permissible Velocity (m/s)

Characteristic	Design Criteria
Open Channels	4.5 - 6.0
Culverts	6.0 - 7.0

上記は、引用または参考としている基準やガイドラインの具体的な記載がない。ただし、表中に“TRRL Report 623”や“East African Flood Model”という記載があり、わが国の「河川砂防技術基準」（国土交通省）や「河川管理施設等構造令」（国土技術研究センター編）における関連事項とも比較し、さらにタンザニアの地域性や鉄道事業という目的に沿って、その適合性につき検討が求められる。

したがって、本格調査では、基本設計作業を開始する前に、この CANARAIL 報告書の位置づけに関しても、RAHCO/TRL 関係者と十分な確認・協議のうえ、採用する設計基準を決める必要がある。

3-2-3 河川構造物及び土砂災害防止施設の建設及び維持管理に関する調査方法と調査能力

そもそも河川構造物及び土砂災害防止施設の定義がはっきりしないため、RAHCO/TRL がともに基準としている建設及び維持管理に関する調査方法は、本調査では確認できなかった。

3-3 既設構造物及び土砂災害防止施設の現状

ワミ・ルブ流域における既設構造物に関しては、JICA がタンザニアで実施した「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト」（2013年）（以下、「JICA ワミ・ルブ調査」と記す）の成果としてまとめられている。関連情報は水文データベースに登録されており、流域管理事務所で見る事ができる。一方、土砂災害防止施設は、本調査対象域には存在しない。河川構造物の維持管理の実態は、河川管理を担う機関が存在しないため、利水に関する関係機関がばらばらに管理している状況である。また、調査対象地域内にある灌漑用の頭首工や流量調整ゲート等の大半が建設されてから年月がたち老朽化が激しく、責任機関も実態を詳しく把握していない状況が確認できた。灌漑用頭首工の一例を以下に示す。



出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

図3-3 ワミ川流域内の頭首工の一例

3-4 ベースラインデータの整備状況

3-4-1 地形図、土地利用図、航空写真、衛星写真等

(1) 地形図

国家基本図としての1:50,000地形図（等高線間隔20m）は以下の機関で入手可能である。

- ・入手先：Map Sales Office〔土地住宅居住開発省（MLHSD）〕
- ・住所：Ramani (Mapping) Developments, Kivukoni/Lutheri Front, Dar es Salaam

作成年は、1960年代前半と1980年代のシリーズとがある。いずれも古く、オリジナルのストックは非常に限られている。ただし、JPEGまたはTIFF形式のイメージ電子ファイルはほとんど全国をカバーしている。図面番号を指定すれば、大型プロッターでA1判の出力は可能。しかし、カラーのインクカートリッジがインク切れになると、ストックがないために次に入手できるまで待たされることになる。予約するシステムはない。担当者が不在のことも多く、電話での問合せも基本的にできない。オリジナル版も含め、管理状況は非常に悪い。本調査時、何度も足を運び、なんとかキロサ〜ドマ間の鉄道路線沿いの範囲（計12枚）を購入できたのは非常に幸運だったといえる。値段は以下のとおり。

- ・オリジナル版 : TZS 6,000/枚
- ・印刷版 : TZS 10,000/枚
- ・電子ファイル : TZS 30,000/枚（USBにコピー）

(2) 土地利用図

ワミ川流域の土地利用図は、地形図と併せ、土砂の解析にとって非常に重要な資料となり得る。この点からみると、JICAワミ・ルブ調査結果が最新データを集約しており、このGIS（地理情報システム）データを最初入手、検討すべきである。所在は、本調査期間中に確認できなかったが、ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWO）内で管理しているものとみられる。一方、ダルエルサラーム大学の付属機関であるIRA（Institute of Resource Assessment）が最新情報を独自で監修し、土地利用図を作成している可能性があり、本格調査で確認する必要がある（ダルエルサラーム大学土木工学科関係者の情報）。コンタクトパーソンは以下の2名（今回は面談できず）。

- ・Prof. Yanda
- ・Prof. Madure

(3) 航空写真及び衛星写真

航空写真に関しては、上述した Map Sales Office (MLHSD) が管理しているという情報があるが、国家機密情報も含まれるため、簡単に入手できるかは定かではない。また、衛星写真を保管、販売している特定の機関はない。したがって、生産土砂量の分析等に必要な場合は、別途衛星写真を扱う内外のサービス会社から必要な精度、時期、範囲、ファイル形式、価格等を確認のうえ、購入する必要がある。

3-4-2 気象、水文、水理、地形（河川縦横断面図）に関する情報

気象・水文・流量観測・河川横断面図は、JICA ワミ・ルブ調査の過程で作成された水文データベースが最も充実した情報ソースである。ただし、調査目的が水資源全体とはいえ利水面に焦点をあてたものだったゆえに、雨量・流量ともすべて日量ベースの値に変換されている。特に流量に関しては、日平均（時間データの平均値か、または1日のうちのどこか1回の代表観測値か）の内容の確認が必要となる。WRBWO のデータベース担当者のお話によると毎時間ベースのデータも保管されているというが、抽出に時間がかかり、調査期間中には入手できなかった。この点は、本格調査で再度確認しなければならない。また、調査中に実施された流量観測、河川横断面図測量結果も WRBWO で入手が可能である。コンタクトパーソンは以下の3名。

- ・ Ms. Praxeda (Basin Water Officer、流域管理官)
- ・ Ms. Rosemary Masikini (データベース管理者)
- ・ Mr. Maximilian Sereka (水文専門家)

雨量・水位観測所に関しては、1990年代初頭にほとんどの観測所が予算の払底により閉鎖に追い込まれ、その後約15年間にわたってデータが途絶えている。2006年以降、少しずつ観測を再開しつつある。古いデータは1920年代中頃からある。これら歴史的なデータは全体的なトレンドや傾向をつかむ意味で重要であり、一方、最近の洪水事象を検証するうえで直近5〜6年間程度の時間雨量・水位データが非常に重要となる（データの精度を確認しやすい）。観測所の位置情報に関しては3-5節参照。

また、タンザニア気象庁(TMA)でも気象一般(雨量、気温、湿度、風向/風速、日射量、蒸発量、等)情報が入手可能である。ただし、すべて日ベースのデータであり、入手には料金が課せられる。本調査では、担当者に価格表を求めたが、最後まで提示されず未確認に終わった。本格調査では、この点を確認するとともに、設置予定の Steering Committee を通じて無償提供を交渉することは可能と考えられる。TMA は運輸省(MOT)傘下である。キーパーソンは以下の2名。

- ・ Ms. Janet Loringo (Manager, Climatology)
- ・ Mr. Hashim Ngongolo (Assistant Manager, Climatology)

また、TMA では、観測結果を基に全国の気象概況について掲載した年報を2011年分から発行している。現在2012年分を作成中だが、データの精査に手間取っており、発行が延期になっているとのことだった。したがって、2013年版も未完とのことであった。なお、エルニーニョに関して、太平洋の海温上昇に伴いインド洋の海温も上昇し、雨量は増加傾向、海岸地域の気温も上昇する、一方で、ラニーニャが発生する際はその逆で、雨量は減少傾向になる、とのTMAの一般見解を確認した。

3-4-3 洪水及び洪水被害に関する情報

以下に示すドキュメントが洪水及び被害状況に関して記述しており、参照すべきである。特に①に関しては、キロサ～キデテ間中央鉄道の対策工の検討、実施までの一貫した調査報告書（水文解析を含む）であり、その背景や提案の実施状況、建設から現在までの詳細な現地状況につき、本格調査では着手後直ちに関係機関〔鉄道資産保有会社/タンザニア鉄道株式会社（RAHCO/TRL）〕と協議のうえ、その確認内容を調査団内で共有すべきと考える。本調査報告書は、TRL のモロゴロ機関区長の Mr. Stanslaus Andrew Katumbi（District Civil Engineer）の好意で借用することができた。

① Railway Restructuring Project (RRP)

“Design and Supervision of Permanent Structures and River Training Works on Kilosa – Kidete Section, Final Report, by WSP International Gatwick Airport, UK, Dec. 1999”

本調査は、1999年4月に開始後、実質7カ月間でドラフト報告書がまとめられたものと推察される。水文観測所の観測経緯（キロサ水位観測所）、水文解析（確率流量＝キロサ、グルウェ）、鉄道軌道と交差するカルバート（Cross Drainage）の状況（後背地の流域面積、ピーク流量等）、河川横断面図の座標（X-Y＝計12断面）、対策工の積算資料、など、本格調査において有用な資料が数多く掲載されている。借用できたのは Vol. 1 Main Report のみだが、Vol. 2 には地質調査のデータ、Vol. 3 には対策工構造図が掲載されているとみられ、ぜひ入手が望まれる。

特に、河川横断面図は 1999 年当時のもので、本格調査で予定される河川横断面測量の結果との比較ができれば、この 15 年間での河道内堆砂量をおおよそ推定することが可能となり非常に貴重な資料となり得る。

また、同報告書では一般的な洪水被害（被害額、被災世帯数、など）に関する記述は確認できないが、REFERENCES として以下の報告書名が挙げられており、本格調査では関連情報として収集し、内容を確認することが望まれる。

- ・“Assessment of Flood Damage on Railway Line Between Kilosa and Kidete”, Report to Tanzania Railway Corporation by Gauff Ingenieure/DE-Consult, March 1998
- ・“Flood Damage Between Kilosa and Kidete Phase 1”, Report to Tanzania Railway Corporation by Cowi, October 1998

② スワヒリ語の報告書（アルディ大学作成、2010年3月）

“RIPOTI YA TATHMINI YA MAAFA YALIYOSABABISHWA NA MAFURIKO WILAYANI KILOSA NA MAPENDEKEZO YA KUREJESHA HALI YA AWALI NA KUEPUKA MAAFA KUTOKEA TENA”

2009年12月の洪水による被害についての調査結果についてまとめられている。キロサ県事務所当局も調査に協力したものとみられ、被害情報は非常に参考になると思われる。スワヒリ語のため英訳が必要である。アルディ大学のコンタクトパーソンは以下の2名。

- ・ Dr. John Lupala (Director, Institute of Human Settlements Studies (IHSS))
- ・ Prof. Gabriel Kassenga (Deputy Vice Chancellor, Academic Affairs)

③ “National Climate Change Strategy 2012” by Division of Environment

本ドキュメントの P.42 (Human Settlement = 定住地) に、2009年12月から2010年1月にかけてムコンドア川流域で発生した洪水被害に関して記載されている。気候変動のイン

パクトが現れた例として説明されている。その記載を要約すると以下のとおりである。

- ・被災地区：キロサ、ムプワプワ、コングワ、キロンベロ
- ・避難住民数：23,980 人（ムプワプワ・コングワ両県で 19,000 人が避難）
- ・被害額：キロサ・ムプワプワ両県でのインフラ施設復旧費は約 TZS 329 billion（約 198 億円、2014 年 7 月換算レート）

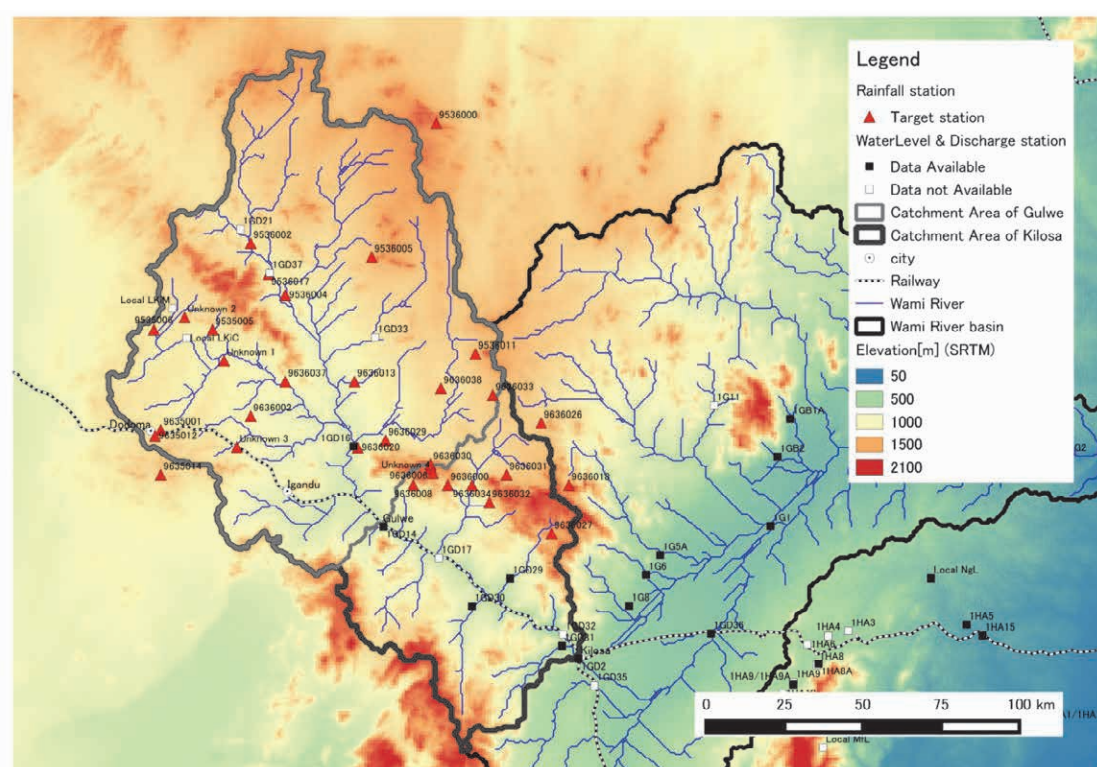
3-5 降雨、流出特性及び過去の洪水規模の概略評価

ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWO）から収集した雨量並びに流量データを基に、降雨、流出特性の評価及び過去の洪水規模の概略評価を行う。

3-5-1 水文頻度解析

(1) 雨量資料の収集整理

WRBWO から提供された雨量データのうち、キロサ地点上流域内及び周辺の雨量観測所 32 地点における日雨量データを整理した。期間は日雨量データが存在する 1925 年から 2013 年とした。



出典：調査団

図 3-4 対象雨量観測所位置図

(2) 年最大流域平均雨量

確率雨量の算定に用いる年最大流域平均雨量を、以下に従い整理する。

- ・対象地点はキロサ地点とする。
- ・年最大流域平均雨量の算定は、キロサ地点の流域面積が 17,560 km² と大きいこと、また、既往の 2011 年 12 月の洪水では高強度の雨が 3 日間継続したことを勘案し、年最大 1 日雨量に加え、2 日雨量、3 日雨量も対象とする。
- ・対象期間は日雨量データが整備されている 1925 年から 2013 年とする。
- ・流域平均雨量はティーセン法を用いて算出し、ティーセンポリゴンは観測所の欠測パターンに応じて設定する。

表 3-2 年最大流域平均雨量 キロサ地点

No.	年月日	1 日雨量 (mm/1day)	年月日	2 日雨量 (mm/2day)	年月日	3 日雨量 (mm/3day)
1	1925/12/11	42.2	1925/12/11	61	1925/12/11	62.2
2	1926/1/13	78.5	1926/1/13	85.5	1926/1/13	88.7
3	1927/4/20	109.8	1927/4/20	145	1927/4/19	174
4	1928/2/17	32	1928/3/1	48.4	1928/3/1	59.6
5	1929/12/30	39.2	1929/3/28	49.6	1929/12/28	62.6
6	1930/2/9	51	1930/2/8	53	1931/1/1	57.4
7	1931/3/14	64.6	1931/3/13	109.6	1931/3/13	112.6
8	1932/2/1	47.4	1933/1/1	64.6	1933/1/1	74.2
9	1933/2/22	63.4	1933/2/4	85.6	1933/2/5	95.8
10	1934/2/18	71.6	1934/2/18	95	1934/2/18	95.4
11	1935/12/24	40	1935/2/17	49.3	1935/12/24	74.4
12	1936/12/17	37.6	1936/12/16	46	1937/1/1	50.3
13	1937/1/31	48.8	1937/2/28	52.6	1937/3/11	64
14	1938/2/12	46.4	1938/2/11	69.8	1938/2/10	84.7
15	1939/3/18	24.9	1939/3/20	32.9	1939/3/18	41
16	1940/1/6	46.6	1940/1/6	55.5	1940/1/5	63
17	1941/1/4	39.6	1941/1/3	48	1941/1/18	65.2
18	1942/3/10	30.6	1942/3/26	41	1942/3/27	58
19	1944/1/1	26.5	1944/1/1	37.1	1943/2/17	44.1
20	1944/11/26	28.8	1944/11/29	52.6	1944/11/28	66.4
21	1945/3/11	34.4	1945/1/13	53.1	1945/1/13	66.3
22	1946/3/30	23	1946/3/29	41.7	1946/3/29	48.9
23	1947/4/4	34.1	1947/1/16	51.3	1947/1/15	73.4
24	1949/1/1	31.8	1949/1/1	42.4	1949/1/1	51.4
25	1949/1/30	25.7	1949/12/30	42.4	1950/1/1	58.1
26	1950/1/3	31.3	1950/1/2	50.8	1950/1/2	60.4
27	1951/3/30	42.8	1951/3/30	46	1951/3/28	51.7
28	1952/3/30	25.2	1952/3/29	40.6	1952/3/28	61
29	1953/12/18	18.4	1953/3/11	29	1953/3/11	38.2
30	1954/2/23	24.8	1954/2/22	29.7	1954/2/21	41.9
31	1955/2/16	20.4	1955/12/24	34.5	1955/12/24	45.5
32	1956/4/3	26.1	1956/4/2	35.9	1956/4/1	55.1
33	1957/1/27	32.6	1957/1/27	47.6	1957/4/12	57.5

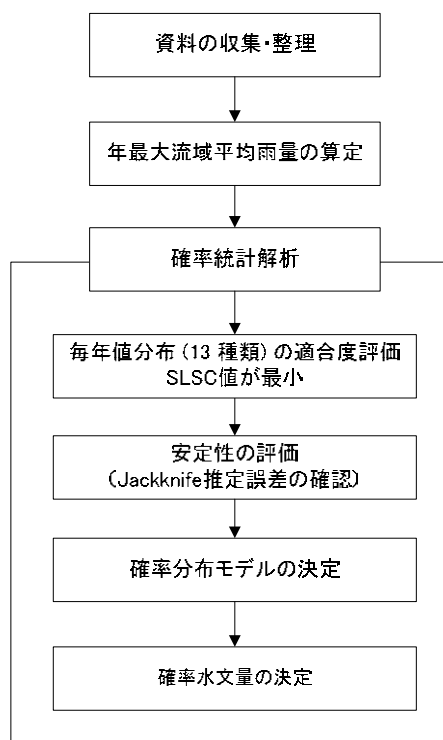
34	1958/2/10	27.9	1958/2/10	37.2	1958/2/10	50.4
35	1959/2/28	30.8	1959/2/28	56.6	1959/2/28	65.4
36	1960/3/18	35.5	1960/3/17	49.3	1960/3/17	53.9
37	1961/12/8	21.5	1961/12/8	37.2	1962/1/1	52.8
38	1962/1/3	29.5	1962/1/3	47.8	1962/12/20	60.9
39	1963/11/21	34.4	1963/2/6	49.7	1963/2/6	58.3
40	1964/2/6	28.6	1964/2/5	55	1964/2/5	63.6
41	1965/12/17	24.4	1965/1/10	30.6	1965/1/9	39.7
42	1966/11/20	22.7	1966/11/20	36.9	1966/11/20	48.6
43	1967/12/2	30.4	1967/12/1	51.4	1967/11/30	63.1
44	1968/3/24	30	1968/3/24	42.7	1968/4/3	56.1
45	1969/12/17	35.5	1969/12/17	46.8	1969/12/17	49.8
46	1970/1/15	23.9	1970/1/14	25.7	1970/1/10	34.2
47	1971/1/31	25	1971/1/30	33.1	1971/1/31	48
48	1972/1/9	22.7	1972/12/4	33.2	1972/12/3	43.8
49	1973/2/12	28.8	1973/1/16	32.2	1973/1/16	45.6
50	1974/4/1	21.2	1974/4/1	41.7	1974/3/31	53.4
51	1975/12/7	19.5	1975/12/13	28.2	1975/12/13	41
52	1976/12/19	23.9	1976/12/19	24.9	1976/1/7	28.3
53	1977/12/5	29.5	1977/12/5	37.2	1977/12/19	57.9
54	1978/1/16	21.4	1978/12/20	34.7	1978/12/19	47.9
55	1979/1/28	21.3	1979/1/28	35.3	1979/1/27	49.2
56	1980/4/13	26.7	1980/4/7	43.6	1980/4/7	50.9
57	1981/3/29	22.7	1981/3/28	35.6	1981/3/28	46.7
58	1982/12/22	21	1982/11/27	30.8	1982/11/27	42.5
59	1983/3/15	22.9	1983/3/15	39.4	1983/3/14	45.7
60	1984/4/13	24.1	1984/4/13	38.9	1984/4/12	50.6
61	1985/2/21	22	1985/12/17	31.6	1985/12/17	40.4
62	1986/12/19	21.4	1986/12/18	30.2	1987/1/1	47.5
63	1987/11/26	23.8	1987/1/2	36.6	1987/1/2	45.7
64	1988/4/12	31.5	1988/4/11	61.5	1988/4/10	69.8
65	1989/12/21	26.4	1989/12/21	51.4	1989/12/21	73.3
66	1990/2/27	20.3	1990/2/16	36.7	1990/2/27	44.4
67	1991/3/28	26.6	1991/3/27	45.8	1991/3/27	51.6
68	1992/11/21	26.3	1992/11/21	45	1992/11/19	66.8
69	1993/1/13	53.3	1993/1/12	63.9	1993/1/12	71.2
70	1994/1/15	35.1	1994/1/6	49.3	1995/1/1	63.2
71	1995/3/1	31.2	1995/1/28	53.4	1995/1/28	53.9
72	2006/11/2	40.8	2006/11/24	48.8	2006/12/1	57
73	2007/12/9	59.2	2007/12/9	61	2007/12/8	61.1
74	2008/3/25	33.3	2008/3/28	44.1	2008/3/23	54.9
75	2009/12/25	47.3	2009/12/25	77.2	2009/12/25	101.8
76	2010/12/10	44.1	2010/12/9	64.7	2010/12/8	72.7
77	2011/2/20	29.7	2011/12/22	45.7	2011/12/21	59.7
78	2012/12/11	33.3	2012/3/6	36.2	2012/12/11	54.3
79	2013/4/2	27.8	2013/4/1	27.9	2013/3/31	28.8

出典：調査団

(3) 確率雨量

年最大雨量資料を基に確率雨量の算定を行った。水文頻度解析には一般財団法人国土技術研究センター（JICE）が開発・提供する水文統計ユーティリティ ver1.5 を用いた。確率分布モデルの設定方針は、下図のフローに従い以下のとおりとした。

- ・ 確率分布モデルは、水文統計ユーティリティで検討可能な毎年値分布 13 種類を対象とする。
- ・ 適合度の評価を行い、標準最小二乗基準（SLSC）値が最小となる確率分布を採用する。



出典：調査団

図3-5 確率水文量設定のフロー

確率雨量算定結果を以下に示す。SLSCが最小となった確率分布モデルは、1日雨量では対数ピアソンⅢ型分布対数空間法（LogP3）、2日雨量では対数正規分布3母数クォンタイル法（LN3Q）、3日雨量では一般化極値分布（GEV）であった。

表 3-3 確率雨量の算定結果 キロサ地点

確率分布	LogP3	LN3Q	GEV
水文量	確率水文量		
確率年	1日雨量 (mm/1day)	2日雨量 (mm/2day)	3日雨量 (mm/3day)
2	29.8	43.5	54.9
3	34.8	50.4	62.1
5	41.3	58.7	70.8
10	51.2	70.1	82.9
20	62.5	82.0	95.9
30	70.0	89.3	104.0
50	80.5	98.8	114.8
80	91.3	107.9	125.5
100	96.9	112.4	130.8
150	107.8	120.7	140.9
200	116.2	126.8	148.5
400	139.1	142.2	168.0

出典：調査団

表3-4 確率雨量算定結果 キロサ地点 1日雨量

水系名	Wami
河川名	Wami
地点名	Kilosa
データ件数	79
α	0.4
Bootstrapサンプル数	2000
LN4PMの上限値 g	-9999
LN4PMの下限値 b	0
K(毎年) = $(X_p - X)/S$	3.49
K(非毎年) = $(X_p - X)/S$	3.54

	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
X-COR(99%)	0.988	0.958	0.987	0.998	-	0.998	-	-	0.997	-	-	-	-
P-COR(99%)	0.997	0.985	0.984	0.998	-	0.999	-	-	0.999	-	-	-	-
SLSC(99%)	0.037	0.07	0.058	0.015	-	0.012	-	-	0.014	-	-	-	-
対数尤度	-283.5	-297.3	-300.7	-287.7	-	-286.6	-	-	-286.5	-	-	-	-
pAIC	571	598.6	605.4	581.4	-	579.2	-	-	578.9	-	-	-	-
X-COR(50%)	0.987	0.98	0.992	0.997	-	0.998	-	-	0.996	-	-	-	-
P-COR(50%)	0.994	0.993	0.987	0.996	-	0.999	-	-	0.996	-	-	-	-
SLSC(50%)	0.06	0.133	0.097	0.023	-	0.021	-	-	0.024	-	-	-	-

確率水文学	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	29.6	31.9	31.9	29.8	-	29.8	-	-	29.7	-	-	-
3	35.6	37.5	39.4	34.5	-	34.8	-	-	34.8	-	-	-	-	-
5	43	43.8	48.5	40.8	-	41.3	-	-	41.5	-	-	-	-	-
10	53.1	51.7	61.1	50.4	-	51.2	-	-	51.3	-	-	-	-	-
20	63.3	59.3	74.3	61.8	-	62.5	-	-	62.2	-	-	-	-	-
30	69.2	63.7	82.5	69.6	-	70	-	-	69.1	-	-	-	-	-
50	76.7	69.2	93.2	80.6	-	80.5	-	-	78.6	-	-	-	-	-
80	83.5	74.1	103.6	92.3	-	91.3	-	-	87.9	-	-	-	-	-
100	86.8	76.5	108.7	98.4	-	96.9	-	-	92.6	-	-	-	-	-
150	92.7	80.8	118.1	110.6	-	107.8	-	-	101.6	-	-	-	-	-
200	96.9	83.8	125.1	120.1	-	116.2	-	-	108.3	-	-	-	-	-
400	107	91.2	142.5	146.7	-	139.1	-	-	125.7	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

JackKnife推定値	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	29.6	31.9	31.9	29.7	-	29.8	-	-	29.5	-	-	-
3	35.6	37.5	39.4	34.5	-	34.9	-	-	34.7	-	-	-	-	-
5	43	43.8	48.5	40.9	-	41.5	-	-	41.5	-	-	-	-	-
10	53.1	51.7	61	50.6	-	51.3	-	-	51.7	-	-	-	-	-
20	63.3	59.3	74.3	62.1	-	62.4	-	-	63.1	-	-	-	-	-
30	69.2	63.7	82.5	69.8	-	69.7	-	-	70.4	-	-	-	-	-
50	76.7	69.2	93.2	80.9	-	79.7	-	-	80.3	-	-	-	-	-
80	83.5	74.1	103.6	92.4	-	89.8	-	-	90.1	-	-	-	-	-
100	86.8	76.5	108.6	98.4	-	95	-	-	95	-	-	-	-	-
150	92.7	80.8	118.1	110.3	-	105	-	-	104.3	-	-	-	-	-
200	96.9	83.8	125.1	119.6	-	112.6	-	-	111.3	-	-	-	-	-
400	107	91.2	142.5	144.9	-	132.8	-	-	129.4	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

JackKnife推定誤差	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	1.2	1.4	1.2	1.3	-	1.3	-	-	1.2	-	-	-
3	1.9	2.2	1.3	1.7	-	1.8	-	-	1.7	-	-	-	-	-
5	3	3.1	1.4	2.4	-	2.6	-	-	2.5	-	-	-	-	-
10	4.5	4.3	1.6	3.8	-	4.1	-	-	4.3	-	-	-	-	-
20	6.1	5.5	1.7	6.1	-	6.5	-	-	6.9	-	-	-	-	-
30	7	6.1	1.8	7.9	-	8.4	-	-	8.9	-	-	-	-	-
50	8.1	7	1.9	10.9	-	11.4	-	-	11.8	-	-	-	-	-
80	9.1	7.7	2	14.6	-	14.8	-	-	14.9	-	-	-	-	-
100	9.6	8.1	2	16.6	-	16.7	-	-	16.6	-	-	-	-	-
150	10.6	8.7	2.1	21	-	20.7	-	-	19.9	-	-	-	-	-
200	11.2	9.2	2.2	24.7	-	23.9	-	-	22.5	-	-	-	-	-
400	12.7	10.3	2.3	35.9	-	33.3	-	-	29.6	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

出典：調査団

表3-5 確率雨量算定結果 キロサ地点 2日雨量

水系名	Wami
河川名	Wami
地点名	Kilosa 2day
データ件数	79
α	0.4
Bootstrapサンプル数	2000
LN4PMの上限值 g	-9999
LN4PMの下限值 b	0
$K(\text{毎年}) = (X_p - X)/S$	3.57
$K(\text{非毎年}) = (X_p - X)/S$	3.6

	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
X-COR(99%)	0.976	0.954	0.979	0.989	-	0.99	-	-	0.98	-	-	-	-
P-COR(99%)	0.974	0.993	0.991	0.994	-	0.992	-	-	0.994	-	-	-	-
SLSC(99%)	0.05	0.073	0.049	0.027	-	0.028	-	-	0.026	-	-	-	-
対数尤度	-297.3	-312.3	-313	-308.2	-	-309.4	-	-	-308.4	-	-	-	-
pAIC	598.6	628.6	630	622.5	-	624.8	-	-	622.8	-	-	-	-
X-COR(50%)	0.966	0.954	0.973	0.985	-	0.99	-	-	0.974	-	-	-	-
P-COR(50%)	0.962	0.966	0.952	0.975	-	0.992	-	-	0.971	-	-	-	-
SLSC(50%)	0.079	0.148	0.094	0.051	-	0.049	-	-	0.065	-	-	-	-

確率水流量	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	42.4	45.2	45.3	43.4	-	42.9	-	-	43.5	-	-	-
3	49.8	52.3	53.9	49.8	-	49.6	-	-	50.4	-	-	-	-	
5	59.2	60.3	64.3	57.9	-	58	-	-	58.7	-	-	-	-	
10	72	70.2	78.5	69.5	-	70.2	-	-	70.1	-	-	-	-	
20	84.7	79.8	93.2	82.4	-	83.7	-	-	82	-	-	-	-	
30	92.2	85.3	102.3	90.7	-	92.3	-	-	89.3	-	-	-	-	
50	101.6	92.1	114	102	-	104.2	-	-	98.8	-	-	-	-	
80	110.2	98.4	125.4	113.5	-	116.1	-	-	107.9	-	-	-	-	
100	114.3	101.4	130.9	119.3	-	122.1	-	-	112.4	-	-	-	-	
150	121.8	106.8	141.2	130.5	-	133.8	-	-	120.7	-	-	-	-	
200	127.1	110.6	148.7	139	-	142.7	-	-	126.8	-	-	-	-	
400	139.8	119.8	167.6	161.7	-	166.2	-	-	142.2	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

JackKnife推定値	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	42.4	45.2	45.3	43.3	-	42.9	-	-	43.1	-	-	-
3	49.8	52.3	53.9	49.8	-	49.7	-	-	50.1	-	-	-	-	
5	59.2	60.3	64.3	58	-	58.2	-	-	58.8	-	-	-	-	
10	72	70.2	78.4	69.8	-	70.4	-	-	71	-	-	-	-	
20	84.7	79.8	93.2	82.7	-	83.8	-	-	83.9	-	-	-	-	
30	92.2	85.3	102.2	91	-	92.2	-	-	91.8	-	-	-	-	
50	101.6	92.1	114	102.2	-	103.6	-	-	102.2	-	-	-	-	
80	110.2	98.4	125.3	113.3	-	114.9	-	-	112.3	-	-	-	-	
100	114.3	101.4	130.8	118.9	-	120.6	-	-	117.2	-	-	-	-	
150	121.8	106.8	141.1	129.6	-	131.4	-	-	126.5	-	-	-	-	
200	127.1	110.6	148.7	137.5	-	139.5	-	-	133.3	-	-	-	-	
400	139.8	119.8	167.5	158.2	-	160.4	-	-	150.5	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

JackKnife推定誤差	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	1.6	1.9	1.5	1.5	-	1.7	-	-	1.5	-	-	-
3	2.4	2.8	1.6	1.9	-	2.1	-	-	2	-	-	-	-	
5	3.8	4	1.7	2.8	-	3.1	-	-	3.2	-	-	-	-	
10	5.8	5.5	1.9	4.9	-	5.3	-	-	5.5	-	-	-	-	
20	7.8	7	2	8.4	-	8.8	-	-	8.5	-	-	-	-	
30	9	7.9	2.1	11.1	-	11.4	-	-	10.5	-	-	-	-	
50	10.4	8.9	2.2	15.3	-	15.5	-	-	13.4	-	-	-	-	
80	11.8	9.9	2.3	20.2	-	20	-	-	16.4	-	-	-	-	
100	12.5	10.4	2.4	22.8	-	22.4	-	-	17.9	-	-	-	-	
150	13.6	11.3	2.5	28.2	-	27.4	-	-	20.8	-	-	-	-	
200	14.5	11.9	2.5	32.5	-	31.3	-	-	23	-	-	-	-	
400	16.5	13.3	2.7	45	-	42.5	-	-	28.8	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

出典：調査団

表3-6 確率雨量算定結果 キロサ地点 3日雨量

水系名	Wami
河川名	Wami
地点名	Kilosa 3day
データ件数	79
α	0.4
Bootstrapサンプル数	2000
LN4PMの上限值 g	-9999
LN4PMの下限值 b	0
K(毎年) = $(X_p - X)/S$	3.83
K(非毎年) = $(X_p - X)/S$	3.98

	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
X-COR(99%)	0.961	0.945	0.967	0.973	-	0.972	0.955	-	0.957	-	-	-	-
P-COR(99%)	0.912	0.995	0.99	0.996	-	0.994	0.995	-	0.995	-	-	-	-
SLSC(99%)	0.064	0.08	0.054	0.039	-	0.041	0.044	-	0.046	-	-	-	-
対数尤度	-287	-303.3	-305	-303.8	-	-313.7	-303.5	-	-303.7	-	-	-	-
pAIC	578.1	610.6	614	613.6	-	633.4	612.9	-	613.4	-	-	-	-
X-COR(50%)	0.943	0.931	0.952	0.961	-	0.972	0.939	-	0.941	-	-	-	-
P-COR(50%)	0.968	0.972	0.956	0.978	-	0.994	0.971	-	0.972	-	-	-	-
SLSC(50%)	0.097	0.163	0.106	0.069	-	0.064	0.088	-	0.084	-	-	-	-

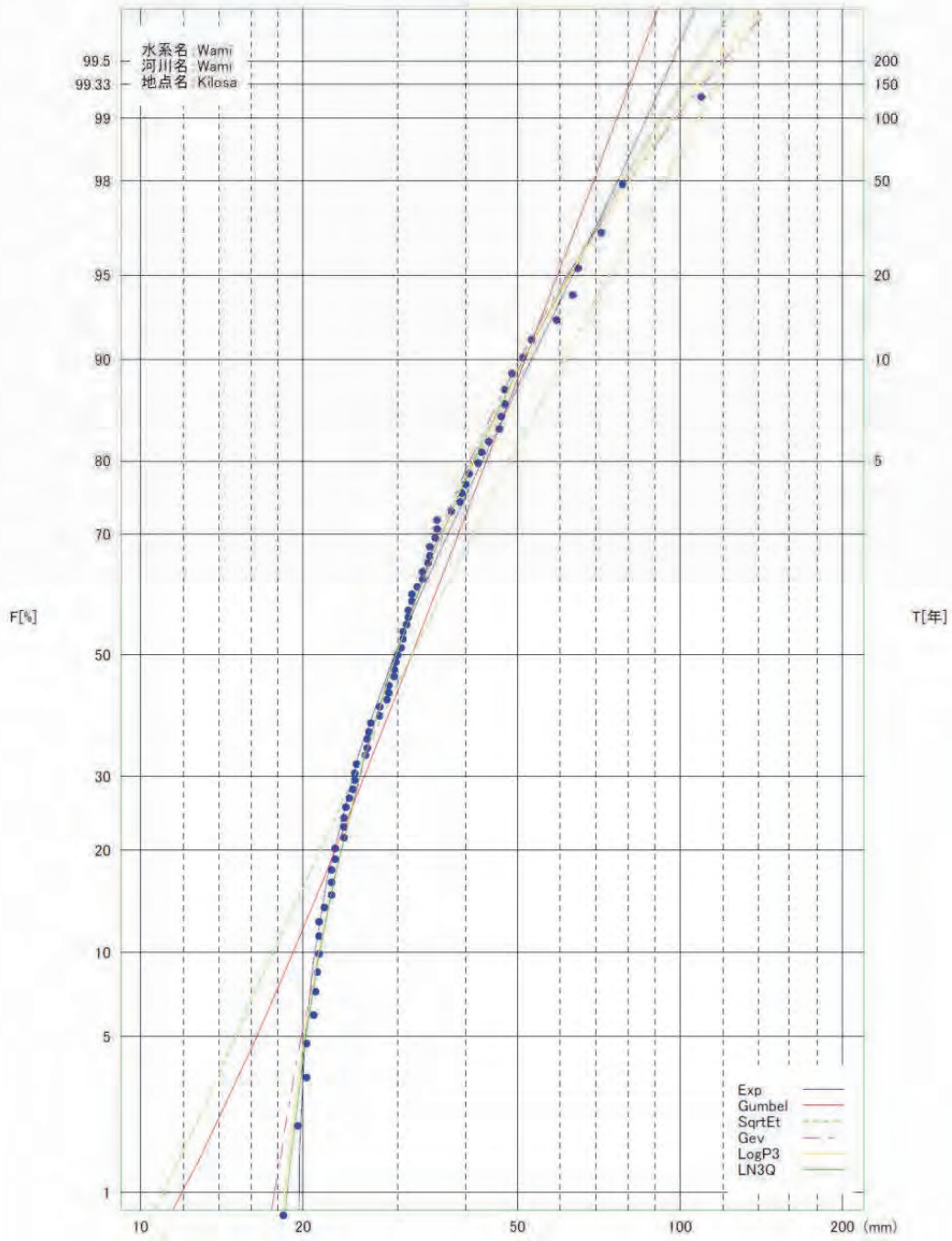
確率水文量	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	53.3	56.4	56.7	54.9	-	54.5	55.6	-	55.4	-	-	-
3	61.4	64.1	66.1	62.1	-	62.1	63.4	-	63.2	-	-	-	-	
5	71.5	72.6	77.4	70.8	-	71.2	72.3	-	72.3	-	-	-	-	
10	85.2	83.3	92.8	82.9	-	84	83.9	-	84	-	-	-	-	
20	99	93.6	108.6	95.9	-	97.5	95.3	-	95.7	-	-	-	-	
30	107	99.5	118.3	104	-	105.9	101.9	-	102.5	-	-	-	-	
50	117.1	106.9	130.9	114.8	-	117.1	110.4	-	111.3	-	-	-	-	
80	126.4	113.7	142.9	125.5	-	128.1	118.3	-	119.5	-	-	-	-	
100	130.8	116.9	148.8	130.8	-	133.5	122.1	-	123.5	-	-	-	-	
150	138.9	122.7	159.7	140.9	-	143.9	129.1	-	130.7	-	-	-	-	
200	144.6	126.9	167.7	148.5	-	151.6	134.1	-	136	-	-	-	-	
400	158.3	136.8	187.6	168	-	171.6	146.4	-	149	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

JackKnife推定値	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	53.3	56.4	56.6	54.8	-	54.3	51.3	-	54.3	-	-	-
3	61.4	64.1	66.1	62.1	-	62.1	60.1	-	62.6	-	-	-	-	
5	71.5	72.6	77.4	71	-	71.7	72.1	-	72.7	-	-	-	-	
10	85.2	83.3	92.7	83.4	-	84.7	89.8	-	86.2	-	-	-	-	
20	99	93.6	108.6	96.4	-	98.3	109.2	-	100	-	-	-	-	
30	107	99.5	118.2	104.4	-	106.6	121.4	-	108.3	-	-	-	-	
50	117.1	106.9	130.8	114.9	-	117.4	137.5	-	119.1	-	-	-	-	
80	126.4	113.7	142.8	125	-	127.6	153.3	-	129.3	-	-	-	-	
100	130.8	116.9	148.7	129.9	-	132.6	161	-	134.2	-	-	-	-	
150	138.9	122.7	159.6	139.1	-	141.9	175.5	-	143.3	-	-	-	-	
200	144.6	126.9	167.6	145.7	-	148.6	186.2	-	150	-	-	-	-	
400	158.3	136.8	187.4	162.2	-	165.2	213.3	-	166.5	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

JackKnife推定誤差	確率年	Exp	Gumbel	SqrtEt	Gev	LP3Rs	LogP3	Iwai	IshiTaka	LN3Q	LN3PM	LN2LM	LN2PM	LN4PM
		2	1.8	2.1	1.8	1.7	-	2.1	1.6	-	2.1	-	-	-
3	2.7	3.1	1.9	2	-	2.4	1.9	-	2.3	-	-	-	-	
5	4.3	4.4	2.1	3.1	-	3.3	3.7	-	3.7	-	-	-	-	
10	6.5	6.2	2.2	5.8	-	6.5	7.6	-	6.8	-	-	-	-	
20	8.8	7.9	2.4	10	-	11.3	12.6	-	10.8	-	-	-	-	
30	10.1	8.9	2.5	13.2	-	14.9	16	-	13.4	-	-	-	-	
50	11.8	10.1	2.6	18.1	-	20.2	20.7	-	17	-	-	-	-	
80	13.4	11.2	2.7	23.4	-	26	25.4	-	20.6	-	-	-	-	
100	14.1	11.8	2.8	26.3	-	29	27.8	-	22.4	-	-	-	-	
150	15.5	12.7	2.9	32	-	34.9	32.3	-	25.8	-	-	-	-	
200	16.4	13.4	2.9	36.6	-	39.6	35.7	-	28.3	-	-	-	-	
400	18.7	15.1	3.1	49.3	-	52.3	44.5	-	34.9	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

出典：調査団

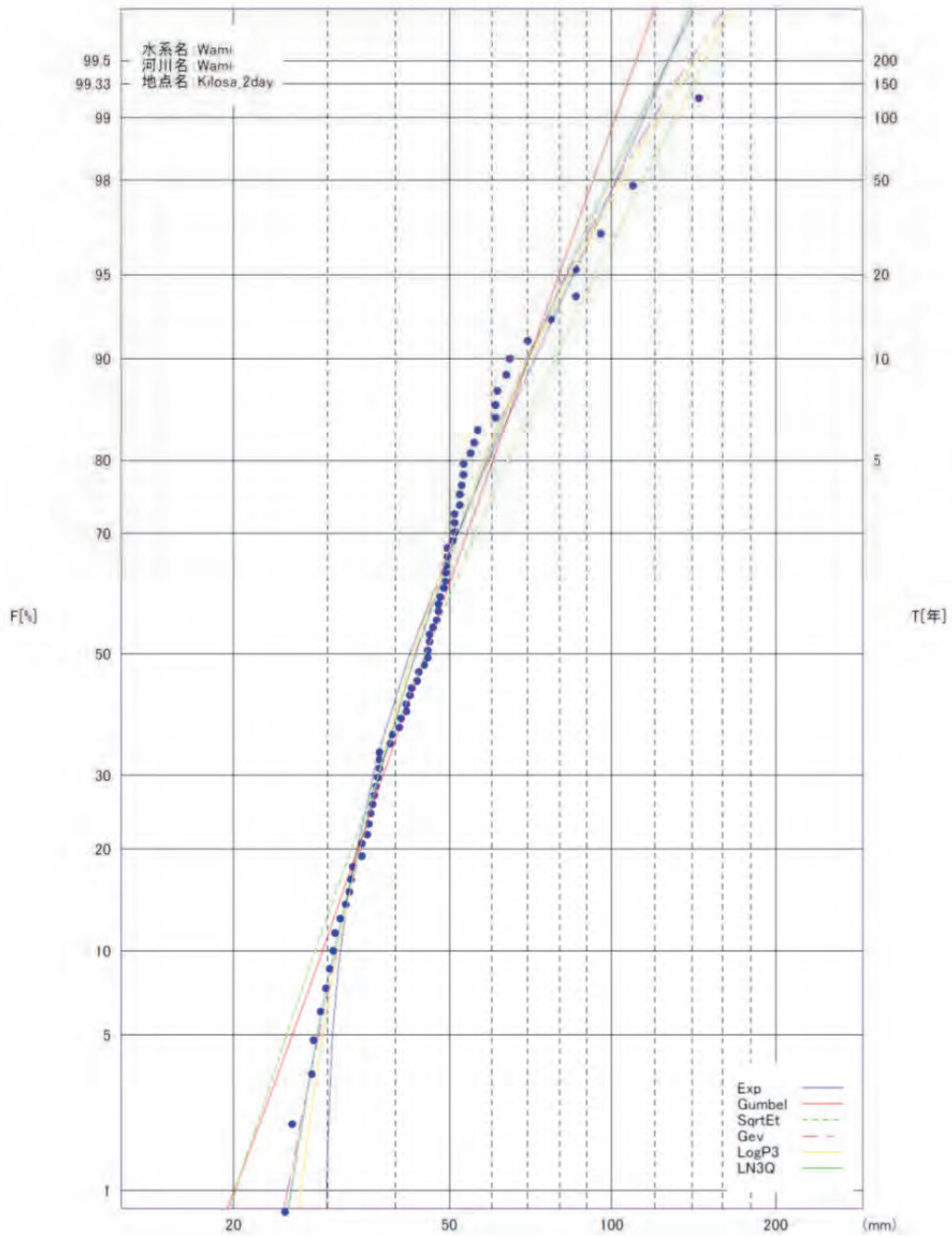
【対数正規確率紙】



出典：調査団

図3-6 確率雨量統計図 キロサ地点 1日雨量

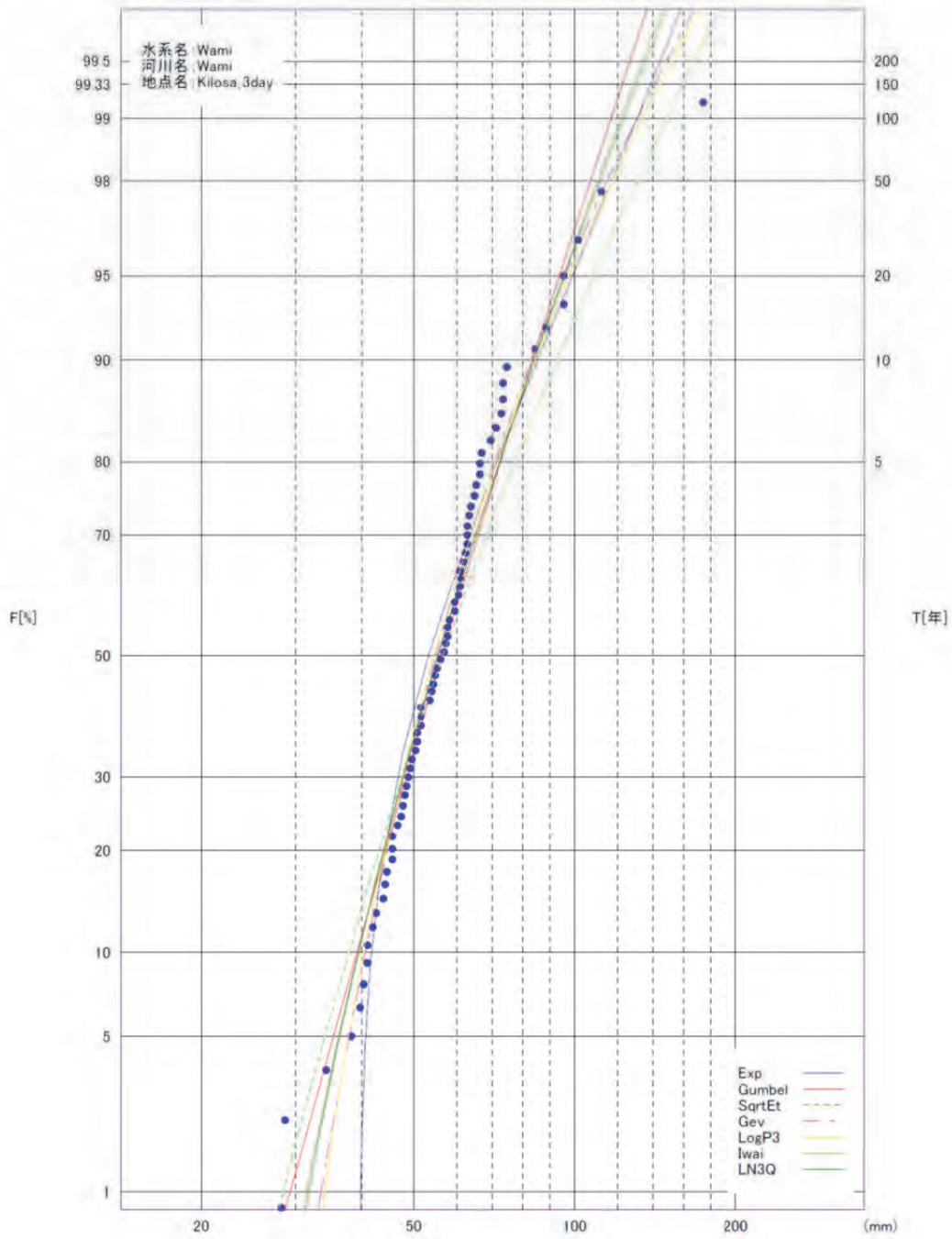
【対数正規確率紙】



出典：調査団

図3-7 確率雨量統計図 キロサ地点 2日雨量

【対数正規確率紙】



出典：調査団

図 3 - 8 確率雨量統計図 キロサ地点 3日雨量

3-5-2 過去の洪水規模の概略評価

(1) 洪水規模の概略評価

甚大な洪水被害が生じた2009年12月洪水は、前述の表3-2並びに表3-4より、流域平均1日雨量は47.3 mmで5年から10年確率程度、2日雨量は77.2 mmで10年から20年確率程度、3日雨量は101.8 mmで20年から30年確率程度であり、決して極端に大きな洪水ではなかったと推察される。つまり、今後も同程度の洪水が発生する確率は極めて高く、最低でも2009年12月洪水規模対応の早急な洪水対策が必要であることを示唆している。

(2) 本格調査に向けての留意点

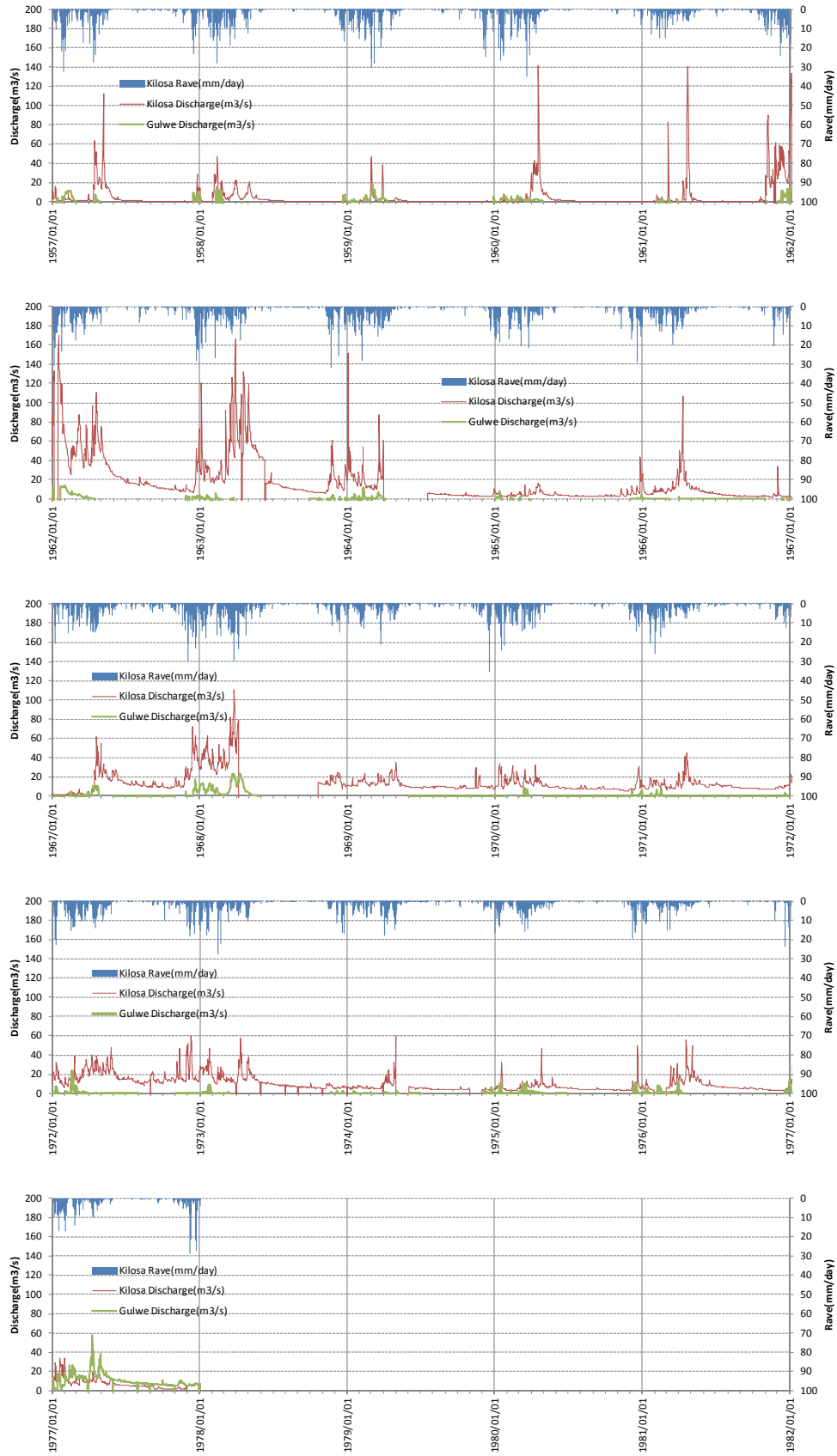
上記の概略評価は、JICAワミ・ルブ調査で作成された水文データベース上の記録を、ある限り使用した場合の検討結果である。本格調査では、下記の留意点を踏まえて水文頻度解析を実施する必要がある。

- ・データの信頼性に関する更なる精査を行い、流域平均雨量算定用の観測所を慎重に選定する。
- ・毎年最大値資料の抽出は、カレンダー一年だけでなく、水文年（Hydrological Year；例えば図3-14からは10月～9月が適切と判断される）も考慮する必要がある。特に、ムコンドア・サブ流域（キロサ周辺）では、下流に行くにしたがって、年を挟んで小雨期（11月～12月）と大雨期（3月～4月）の区別が明瞭になる傾向がみられ、地域的、空間的な雨量分布を概略押さえておくことが重要である。
- ・毎年最大値資料だけでなく、非毎年値資料（時系列資料の中からある値より大きな水文量のみを抽出）を用いた水文頻度解析も行い、比較する。
- ・降雨継続時間を、一雨の継続時間、洪水到達時間、実績ハイドログラフ等の検討を通じて決定する。

3-5-3 流出特性

WRBWOから収集した日流量データを用いて流出特性を評価する。キロサ（1GD2：流域面積17,560 km²）並びにグルウェ（1GD14：流域面積11,103 km²）地点の日流量とキロサ地点流域平均日雨量を図3-9に示す。期間は日流量データが整備されている1957年から1977年までとした。流出特性を以下にまとめる。

- ・上流のグルウェは雨期にのみ流水がみられる間欠河川であり、その流量は下流のキロサに比べ、非常に小さい。ただし、1977年ではグルウェでキロサより大きい値となっており、流量データの精査が必要である。
- ・下流のキロサ地点は通年で流水がみられる恒常河川であり、特に雨期には急激な流量の増加と減少が観測されている。このような流出特性は上流のグルウェ地点ではみられないことから、グルウェ～キロサ間の支川残流域（約6,500 km²）からの流出によるものと推測する。



出典：調査団

図 3-9 キロサ並びにグルウェ地点の流出特性

3-6 被災メカニズムの概略検討

3-5節に示した確率雨量と流出特性、概略洪水規模の検討結果、2回にわたる現地踏査結果（2014年7月）、タンザニア鉄道株式会社（TRL）から入手した2014年3月洪水の写真/ビデオ等に基づき、本節では、過去の鉄道軌道の被災メカニズムにつき概略検討を行う。

3-6-1 ワミ川流域の洪水時の流出特性

ワミ川の洪水特性としては、キロサとグルウェにおける日流量の比較から、以下の仮説が指摘できる。

- ① グルウェでは年間通じてキニャスングウェ川の流量は少なく、年最大の日平均流量が20 m³/sにも満たない年が多い。
- ② 一方、キロサでは洪水の立ち上がり、逓減部ともハイドロが鋭く起立しており、降雨との流出の関係性が非常に鋭敏であり、洪水到達時間が非常に短い。
- ③ 流量の比較からは、キロサとグルウェの流量差が非常に大きく、両者の増分は、支流からの流入によるものと推定できる。



仮説：ムコンドア川の洪水はグルウェ～キロサ間の支流からのFlash Floodによるものが支配的である（特にキデテより上流の支流が問題か）

疑問点1：上流域（キニャスングウェ・サブ流域）の雨はどこに消えるのか？ グルウェ上流の氾濫域で地下に浸透しキデテ下流域付近で再び表流水になるのか？ 少なくとも2014年7月の現地踏査ではこの現象を確認した。地質構造に起因するのか？ それとも河道内に堆砂した土砂の性状からか？

疑問点2：降雨量は南側の支流が多いとの情報があるが、雨量観測地点が1カ所もなく直接的に比較できる材料がない。そうと断定できる証拠がつかめていないので、上記と併せ更なる検討が必要である。

3-6-2 土砂移動の特徴

流域の土砂の堆積状況に関しては、現地踏査から以下の点が確認された。

- ① グルウェから上流域では、ムサガリ～イガンドゥにかけての緩やかな地形から、これより上流域からの洪水流がここで拡散し堆砂する傾向が推察される。
- ② 本流からの土砂移動は、グルウェの流量データからみても必ずしも多くはない、と予想される。河道が明瞭でない点も踏まえて考えると、時間をかけて少しずつ下流に移動しているものとみるべきではないか。
- ③ 大量の土砂をムコンドア川本流に運搬、流入させているいくつかの支川流域が存在する〔例えば、グルウェ直下流の右支川ムザセ川、ゴデゴデ上流（349～350 km）右支川キディリ川、など〕。



仮説：これら支流とキニヤスングウェ川との合流点では洪水後大量の土砂が堆積し、ある狭い区間では河道閉塞が生じ、これが上流に影響し河床が更に上昇、主流も乱れがちになり河岸侵食が進行する。

疑問点 1：グルウェ駅付近で建設中の橋梁（潜り橋？）工事現場付近の堆積土砂はどこから来たのか？

疑問点 2：そもそも支流域に大量の土砂を供給するような地すべり地形や崩壊地（大規模なガリー侵食域、など）が存在し得るのか？

3-6-3 鉄道関連施設被災の特徴

以上の検討結果と現地踏査、鉄道資産保有会社/タンザニア鉄道株式会社（RAHCO/TRL）関係者へのヒアリング等から、これまでの鉄道の被災メカニズムを考えると、以下のとおり概略 4 通りのパターンに分類される（一部 METI 調査でも指摘されている）。

パターン 1：支川からの Flash Flood による軌道の流出、大量な土砂による橋梁下部の閉塞
（例：グルウェ～ムザセ川渡河地点）、周辺低平地（グルウェ駅舎等）の浸水

パターン 2：本川の河岸侵食による軌道下部の盛土、バラストの流失と軌道の変形
（例：314～315 km 地点、右岸部河岸の後退）

パターン 3：カルバートの流下断面不足、インバート標高の擦り付けミス、捨土場所の不適切な選定等に起因する洪水流による周辺部の盛土材料やバラストの流失と軌道の変形
（例：345.5 km、349 km、403 km 各地点、など）

パターン 4：ムコンドア川本川の氾濫流による軌道部越流に伴う盛土材料やバラストの流失と軌道の変形
（例：330～332 km、336～338 km、341 km の各地点、など）

本格調査では、上記パターンを下敷きに、構造物の詳細なインベントリ作成と各被災区間と河道（本川・支川）との更なる詳しい位置関係、水文・水理解析、河床変動解析、などから設計条件を設定し、対策工の検討を行うことが重要と考える。

また、キロサ下流域のムカタ平原から更に下流（モロゴロ～ダルエスサラーム）の土砂移動についてはどのような傾向にあるか、橋梁地点や取水地点などで土砂に関する問題が発生していないか、ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWO）とも連携しおおよそ確認しておくことも大事である（ワミ川合流の影響もある）。

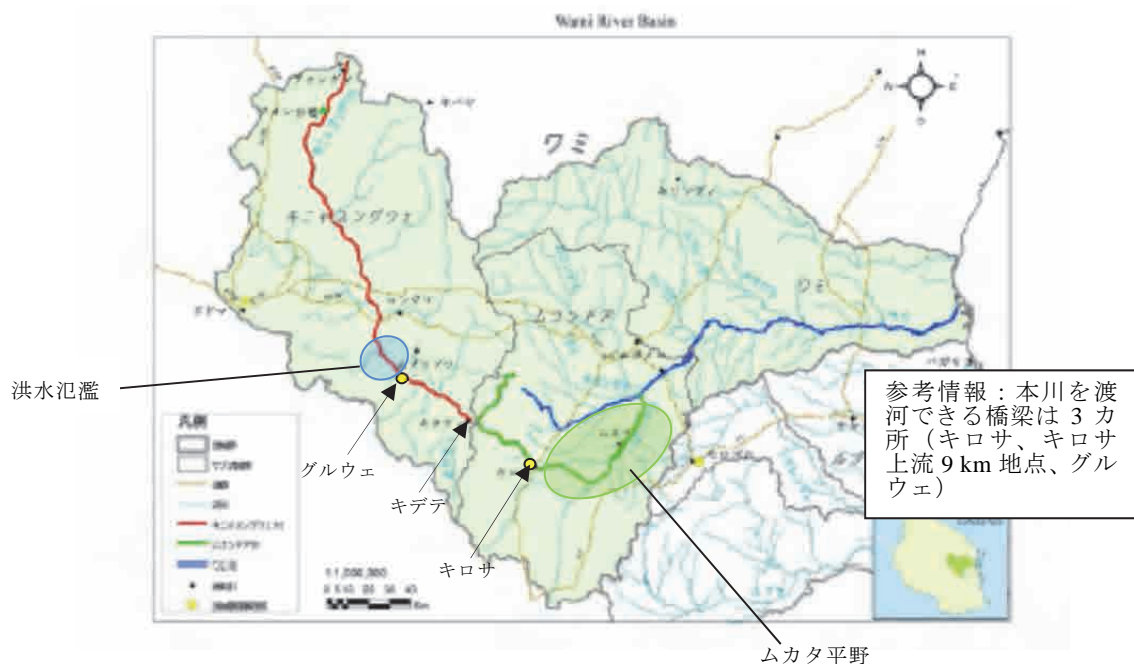
3-7 「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト」のレビュー

本調査の対象河川の情報収集の一環として、JICA がタンザニアで実施した「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト」（2013 年）（以下、「JICA ワミ・ルブ調査」と記す）の報告書をレビューし、本格調査で実施すべき内容と留意点を整理する。

3-7-1 ワミ川流域の自然状況、地形・地質条件、河川特性、植生等

(1) 流域の概要

ワミ川流域は、大きく3つのサブ流域（キニヤスングウェ・サブ流域、ムコンドア・サブ流域、ワミ・サブ流域）に分割され、今回の調査にかかわる範囲は、キニヤスングウェ・サブ流域全域とムコンドア・サブ流域の上流域（キロサより上流）である。流域面積は、43,742 km²、流路延長は約 637 km。グルウェで 12,530 km²、キロサで 17,580 km²（残流域：約 5,050 km²）である。中間地点のキデテがちょうどサブ流域の境界に当たる。（参考：利根川の場合、総流域面積 16,840 km²、主流路延長 322 km）



出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

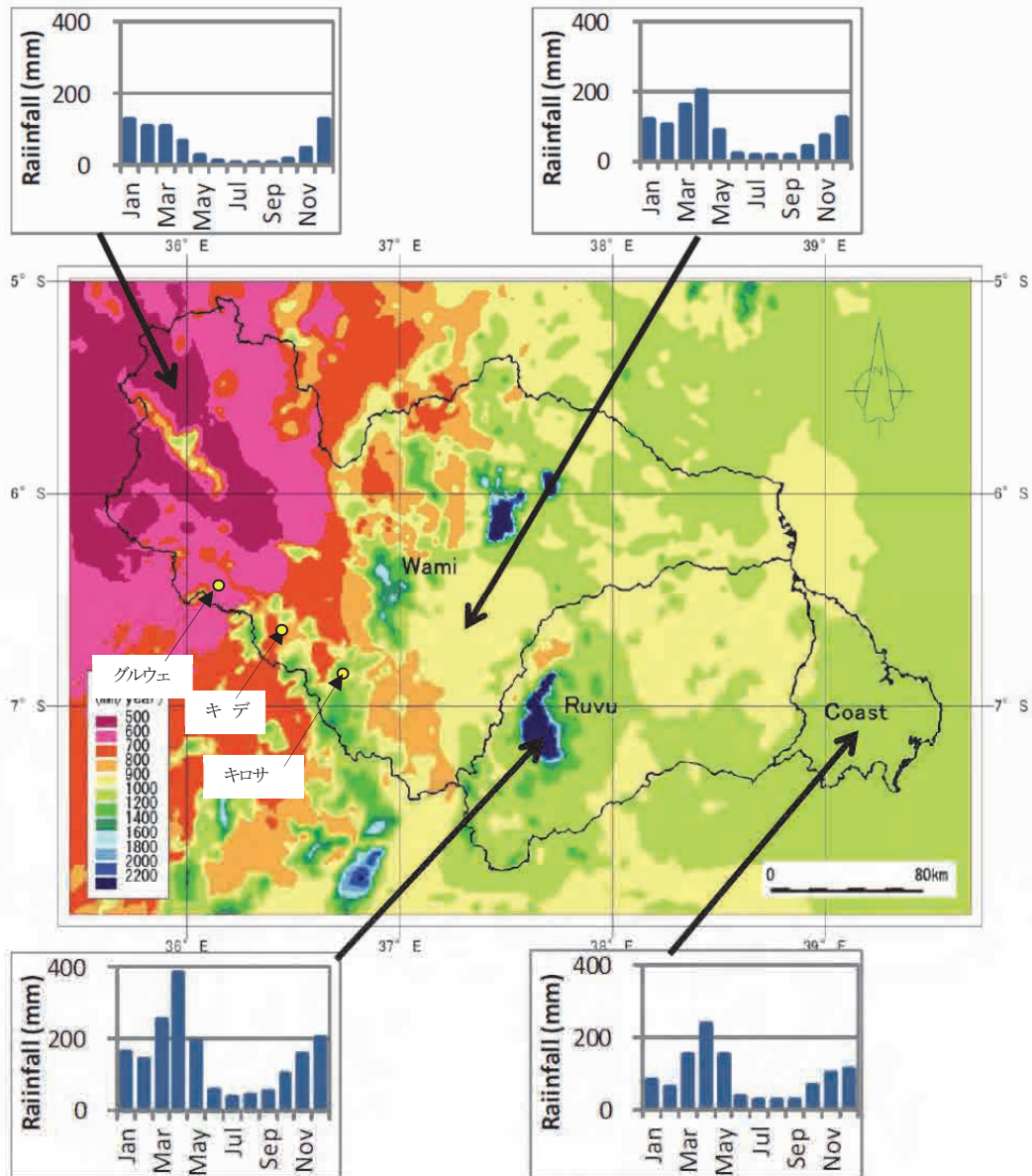
図3-10 ワミ川流域図

(2) 自然状況

JICA ワミ・ルブ調査では、NCEP/NCAR（アメリカ商務省大気海洋局天気部局環境予測センター／国立大気研究センター）の再解析データを用い、ワミ・ルブ流域の気候を整理した。以下に主な特徴を挙げる。

1) 降雨

年間降雨量は、上流域のドドマ周辺で約 500 mm、下流域に行くほど多くなり、モロゴロで約 800 mm、流域平均で（キロサ上流域）約 650 mm 前後である。雨期は内陸部で年 1 回（12 月頃）であるが、その他の地域では年 2 回（4 月頃の大雨期と 12 月頃の小雨期）である。乾期は 6 月～9 月で降雨はほとんどない。



出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

図3-11 ワミ・ルブ流域の年降雨量分布と月降雨量

2) 気温

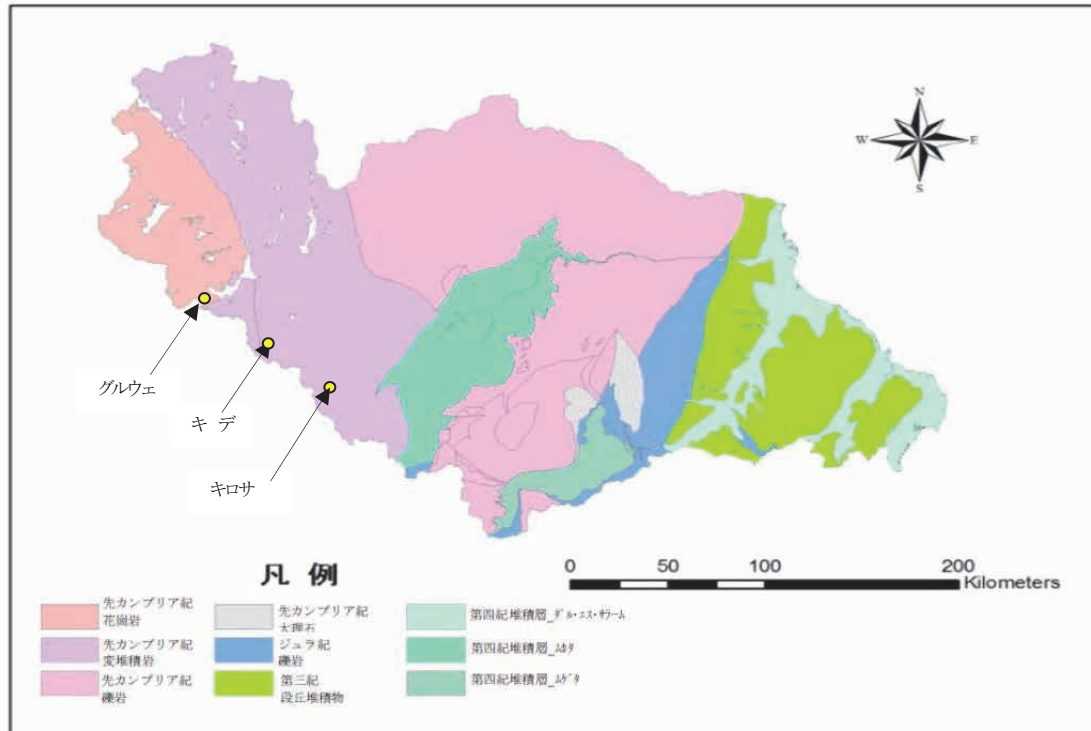
内陸部に比べ海岸部では標高が低いため気温が高い。また、気温の標高通減率は $0.005 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$ である。最高気温は11月～2月に、最低気温は7月～8月に記録される。気温の年較差は内陸部に向かうほど、また南に向かうほど大きくなる。

3) 蒸発散

年間可能蒸発散量は約 $2,000 \text{ mm}$ 。実蒸発散量は可能蒸発散量の約 47% である。乾期は流域内の水分が少なく実蒸発散量は可能蒸発散量より著しく小さい。一方、湖や湿地など、川から季節的あるいは年間を通じて水が供給される地域の実蒸発散量は多くなっている。

(3) 地形・地質特性

ワミ・ルブ地域西部のドドマ市周辺で基盤及び古い地質ユニットが分布し、海岸に向かってその上位の新しい地質ユニットが分布する傾向がある。この地質の分布の違いが地下水賦存量の地域的な格差を生んでいる。

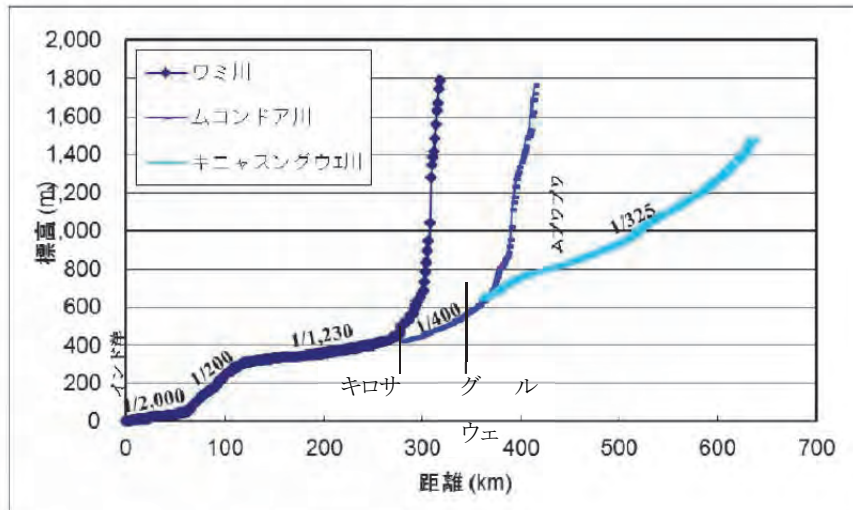


出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」(2013年11月)

図3-12 ワミ・ルブ流域の地質分布

(4) 河川特性

ワミ川は上流から急傾斜 (1/325) を流下した後、ムカタ平野にて河川勾配が緩まって (1/400) 土砂が堆砂し、湿地を形成している。それより下流は河川勾配が更に緩くなる (1/1,230)。



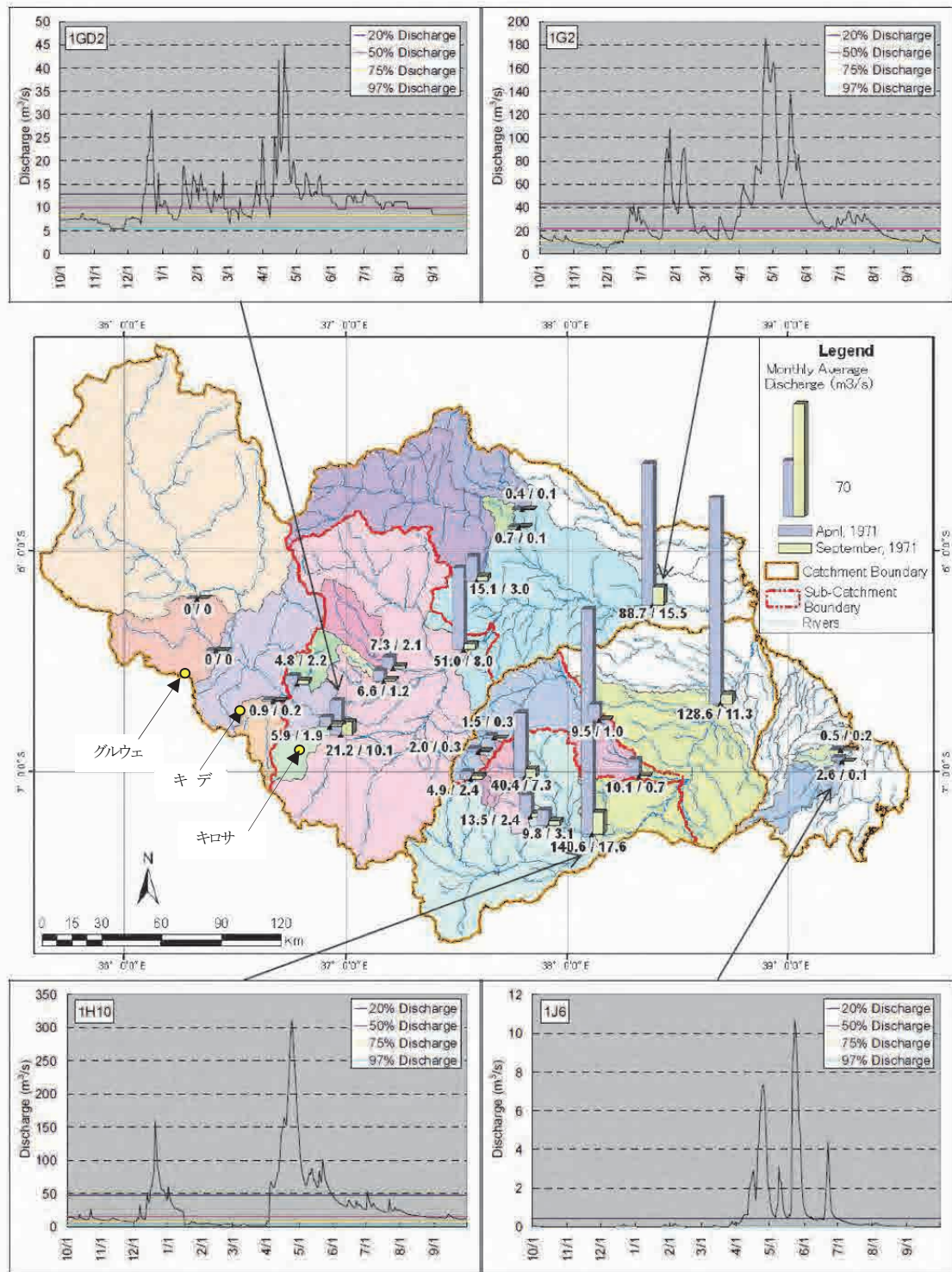
出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

図3-13 ワミ川縦断面図

(5) 流出特性

ワミ・ルブ流域の流出特性を図3-14に示す。ワミ川流域の特徴を以下にまとめる。

- 雨期と乾期の流出に明確な差がある。
- 乾期の流量は比較的小さい。
- ワミ流域西部のキニャスングウェ川は、他に比べて雨期と乾期ともに流量が小さい。

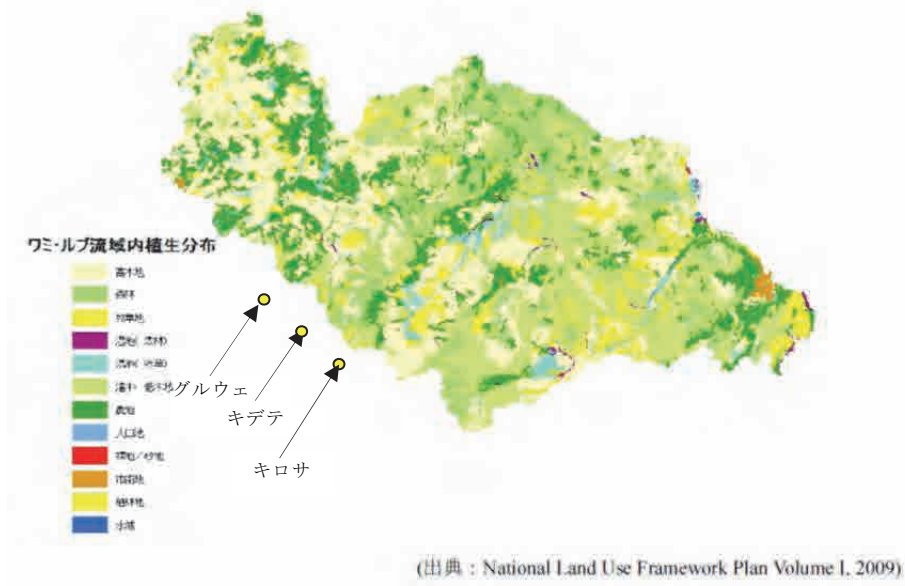


出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

図3-14 ワミ・ルブ流域の流出特性

(6) 植生

灌低木地 (30.06%) 及び高木地 (29.88%) が最も広い面積を占めており、次いで、農地が 16.29%、森林が 11.28% となっている (MLHHS、2009年)。



出典：JICA「ワミ・ルベ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」
(2013年11月)

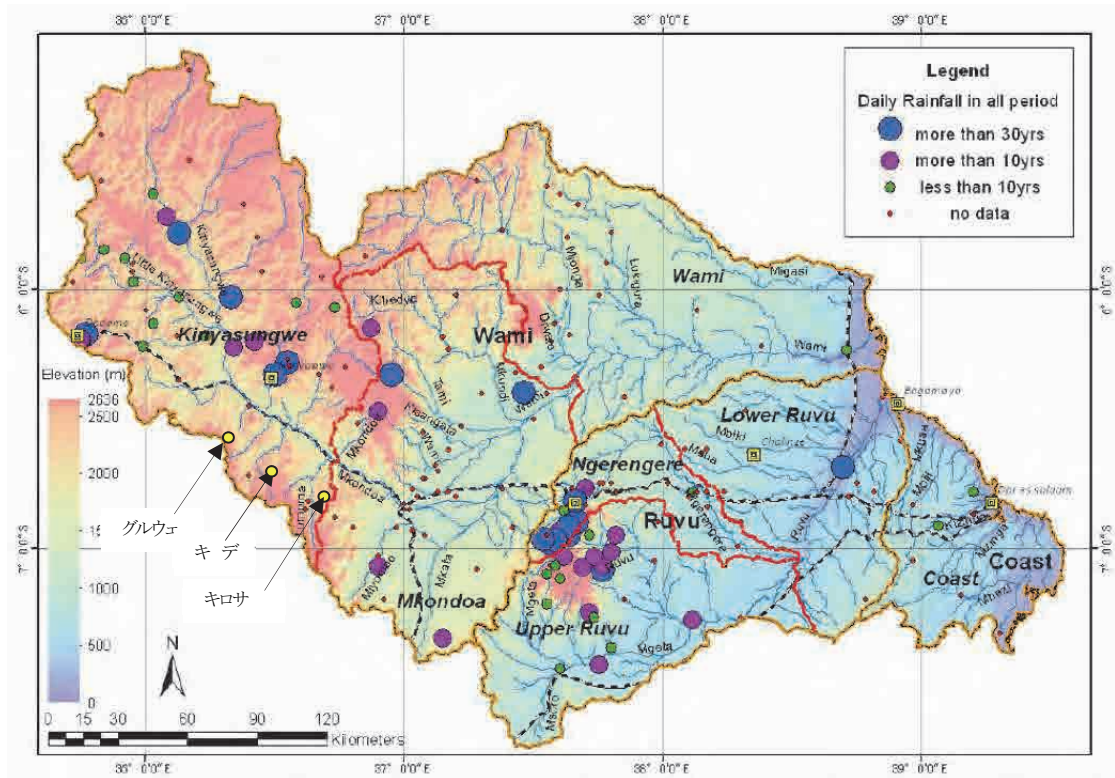
図3-15 ワミ・ルベ流域内植生図

3-7-2 ワミ川流域の水理・水文観測の実態、観測体制、観測データ

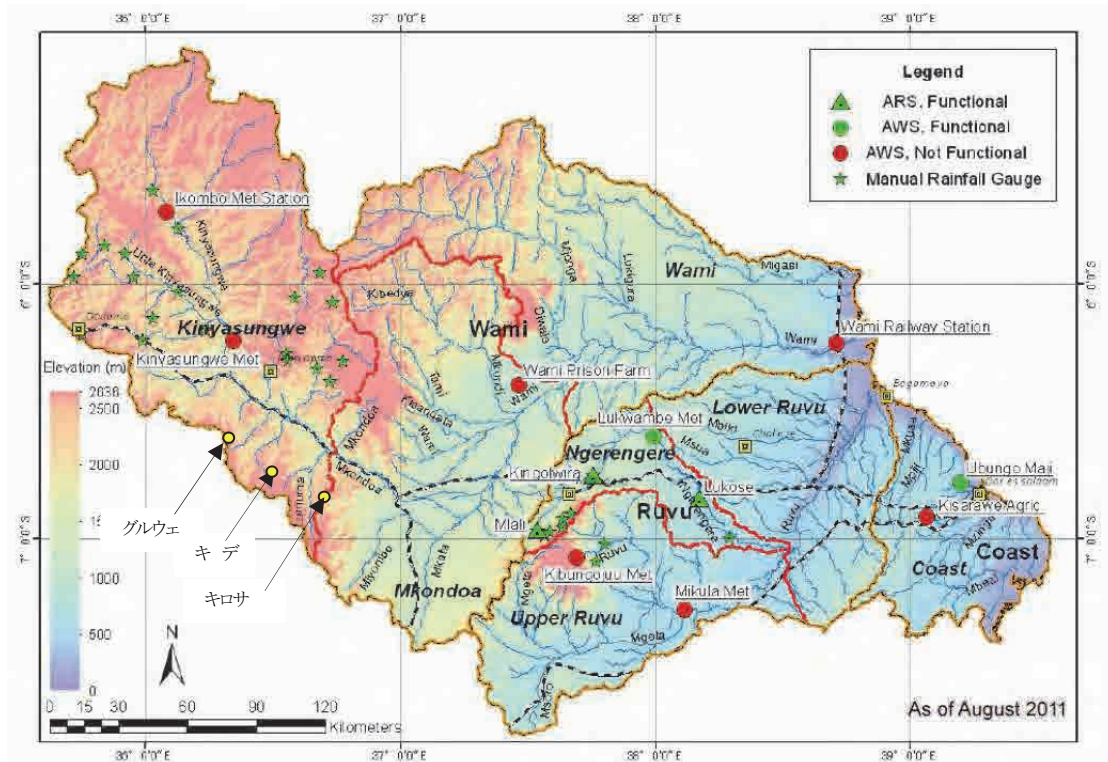
ワミ川流域の雨量データは、タンザニア気象庁（TMA）とワミ・ルベ流域管理事務所（WRBWO）が管理している。一方、河川水位・流量データはWRBWOが管理している。TMAは気象データの、WRBWOは流量データのデータベースを、それぞれ作成している。

ワミ川流域の雨量観測所位置並びにデータ存在状況を図3-16と表3-8に示す。雨量は、基本的にマニュアル計測で日界9時の日雨量データである。1970年～80年代に記録が充実しているのは、このころに流域マスタープランが検討され、雨量計が設置されたためである。その後、2000年以降ほとんどの観測所が老朽化で閉鎖してしまったが、2006年以降、リハビリテーションプロジェクトが実施され、徐々に改善に向かっている。

自動気象観測所（Automatic Weather Station：AWS）及び自動降雨観測所（Automatic Rainfall Station：ARS）も流域内に設置され、WRBWOが管理している。図3-17並びに表3-9にこれら自動観測所の位置図と一覧表を示す。AWSでは雨量、気温、風速、日射量等を観測し、ARSでは雨量のみを観測している。しかしながら、ソーラーパネル盗難により電力供給がされず多くのAWSが作動していない状況である。



出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）
 図3-16 雨量観測所位置並びに日雨量データの存在状況（1930年代～2010年代）



出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

図3-17 WRBWO 管理の雨量観測所位置図（マニュアル、自動）

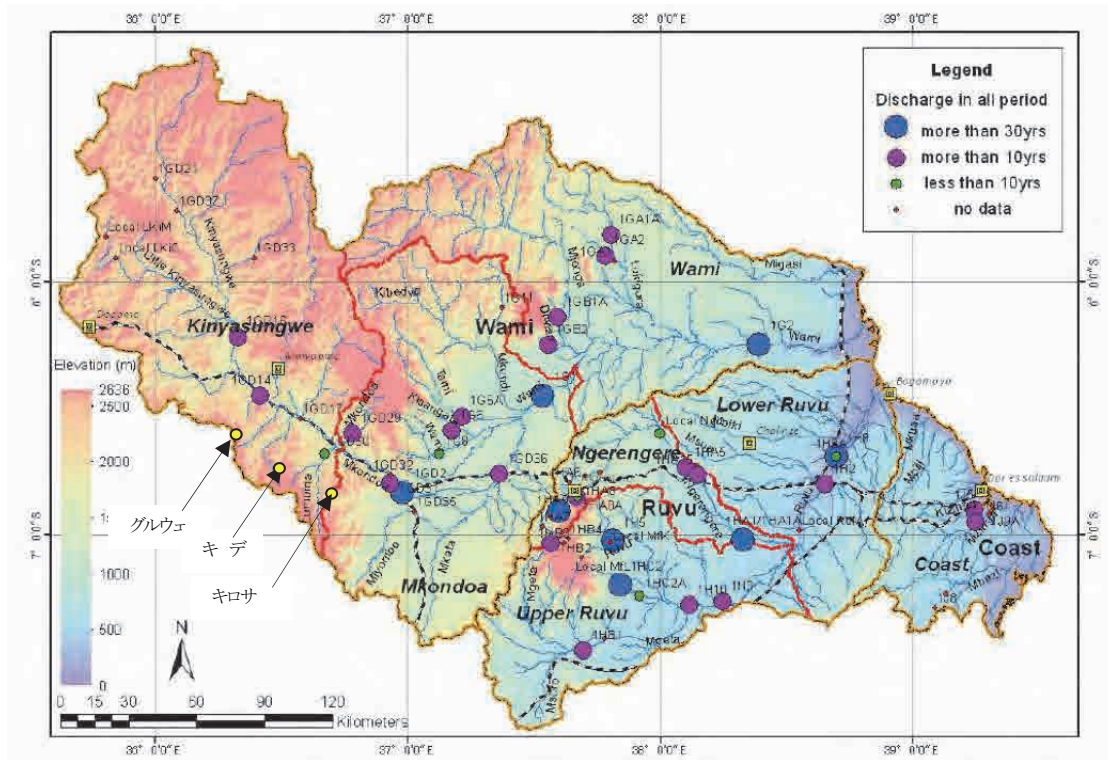
表3-8 AWS並びにARS一覧表

Type	WMO Code	Station Name	Location	Lat	Long	Status (Aug. 2011)	Available data	Establish	Catchment	Region	Condition	Remark
AWS	9536017	Ikombo Met.	Ikombo village	-5.719	36.082	Not functional	Non	—	Wami	Dodoma	Solar panel vadalized	—
AWS	9636020	Kinyasungwe Met	Nghambi	-6.221	36.340	Not functional	June2008-Dec2009	—	Wami	Dodoma	Solar panel vadalized	—
ARS	9637051	Mlali	Mlali Village	-6.966	37.536	Functional	2009May-2011(Present)	2009May	Ruvu	Morogoro	—	Established under ICRAF-ReACT Project
AWS	9637056	Wami Prison Farm	Wami Prison	-6.396	37.463	Not functional	June2008-2010	—	Wami	Morogoro	Solar panel vadalized	—
AWS	9638035	Wami Railway Station	Matipwili	-6.232	38.709	Not functional	June2008-Dec2009	—	Wami	Coast	Solar panel vadalized	—
AWS	9639043	Kisarawe Agric.	FDC	-6.914	39.063	Not functional	Non	—	Coast	Coast	—	—
AWS	9639048	Ubungu Maji	Chuo cha Maji	-6.780	39.200	Functional	Dec2006-2010	—	Coast	Dar es salaam	—	—
AWS	9737024	Kibungojuu Met	Kibungo juu	-7.073	37.688	Not functional	Non	—	Ruvu	Morogoro	Configuration needed	Established under CARE-WWF Project
AWS	9738016	Mikula Met	Magogoni	-7.279	38.113	Not functional	Non	—	Ruvu	Morogoro	Solar panel vadalized	—
ARS	—	Kingolwira	Kimango Farm	-6.750	37.755	Functional	2009May-2011(Present)	2009May	Ruvu	Morogoro	—	Established under ICRAF-ReACT Project
ARS	—	Lukose	Lukose Primary School	-6.841	38.171	Functional	2009May-2011(Present)	2009May	Ruvu	Morogoro	—	Established under ICRAF-ReACT Project
AWS	—	Lukwambe Met	Lukwambe village	-6.599	37.994	Functional	June2009-2010	—	Ruvu	Morogoro	—	Established under ICRAF-ReACT Project

Note: AWS: Automatic Weather Station, ARS: Automatic Rainfall Station

出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

流量観測所位置図と一覧表を図3-18と表3-10に示す。観測水位を水位流量曲線により流量に換算しているが、近年は資金並びに人的資源不足により、水位流量曲線の更新頻度が減少している。



出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

図3-18 流量観測所位置図

には約 4,000 ha のワミ川最大の灌漑エリアが広がっているため、灌漑施設の改善及び無収水改善を実施していく必要性を指摘している。

提案された河川施設管理計画を以下に示す。

表 3-10 河川施設管理として実施すべき事項

サブ流域	短期計画	中・長期計画
キニヤシングウェ	<ul style="list-style-type: none"> 河川施設管理台帳の整備 既設貯水ダムのモニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑施設の改修 点滴灌漑の導入
ムコンドア	<ul style="list-style-type: none"> 河川施設管理台帳の整備 ムコンドア湿地帯のモニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> 灌漑施設の改修 散水灌漑の導入

出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

(2) 流域保全計画

本格調査との関連性でみると、ここでの重要な指摘事項は以下の記述である（原文を引用する）。

ワミ・ルブ流域には7つのサブ流域があり、それぞれ特徴を有している。持続可能な水資源の利用を進めるには、各サブ流域における地形、地質、水文などに関連する自然環境とその流域に暮らす住民の生活環境、生産環境などの社会環境の両面を考慮した流域保全を目指し、事前に対策を講じることが重要である。

ワミ・ルブ流域においては、キニヤシングウェ・サブ流域やアップールブ・サブ流域の河川は原始河川であるために河道が安定せず、勾配が緩やかとなる下流域において堆砂問題が生じている。また、河川の幅が広がるために河川からの蒸発量が多くなっているために、表流水の水資源賦存量を減少させていることが指摘されている。これらの課題に対応するためにワミ・ルブ流域管理事務所が取り組むべき森林・土壌保全対策の一環として植生工の実施による水資源の減少の緩和に取り組む必要がある。

これらのことを考慮し、包蔵水資源の確保と水関連施設の保守の観点から以下に示す流域保全計画を実施する。**表 6.14** に各サブ流域にて実施すべき河川施設管理において実施すべき事項を示し、**図 6.14** に対象候補地域を示す。なお、護岸工の対象地域の選定においては、1) 河道の水衝部、2) 流速の早い個所、3) 縦断勾配の急襲河道、4) 浸食の激しい河岸、5) 河川管理構造物の周辺であることを考慮し、地滑り防止工の対象地域の選定においては、1) 急傾斜地域、2) 軟弱地盤および砂質地盤、3) 岩盤上に土被りの薄い個所、4) 植生が少なく表流水が走っている箇所であることを考慮した。また、堆砂問題および河川の安定を目的として実施する対策として、ワミ・ルブ流域に適用可能であると想定される護岸の形式を**表 6.15** に示す。

キニヤシングウェ及びムコンドア各サブ流域の留意事項として言及し、提案されている実施すべき事項を表 3-12 に示す。また、ワミ・ルブ流域に適用可能と提案されている護岸形式を表 3-13 に示す。

キニャスングウェ・サブ流域の上流部の河川は、原始河川で雨期には通水しているものの乾季には水無川状態である。しかし、勾配がきついため雨期には流速が早く、河道が安定せず蛇行しながら河岸を浸食して下流にその土砂を運搬している。よって、勾配を緩くし流速を落として土砂流出を防ぐ砂防計画が流域保全のため必要である。

また、洪水時には土石流の様な流れに対して川幅が定まらないので河川横断部分に帯工と護岸整備を施すとともに、水制工を施して河道を安定させ土砂流失を防止する必要がある。加えて、周辺にはできる限り植生を行い地表面の流出係数を小さくする必要がある。

キニャスングウェ・サブ流域の下流部では、河道も安定しているが水衝部には河岸浸食防止のため護岸を設置するとともに、じゃ籠によって減勢工を考える。また、ムコンドア湿地帯に土砂が流入するのを防ぐために、帯工などによって流砂を減少させる必要がある。

ムコンドア・サブ流域の南から合流するムカタ川は、年間を通して豊かな水を供給しているが、河岸浸食が激しく土砂流出が多い。よって、水衝部には護岸整備を施し土砂の流出を防ぐ必要がある。

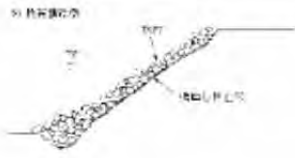


表 3-11 流域保全として実施すべき事項

サブ流域	短期計画	中期計画
キニャスングウェ	<ul style="list-style-type: none"> ・水制工の設置 ・護岸整備の実施 ・植生工の設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・砂防ダムの設置
ムコンドア	<ul style="list-style-type: none"> ・護岸整備の実施 	-

出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

上記、流域保全計画は単に一般的なコンセプトを示すのみだが、本事業の対象地域においても適用の可能性はあり、より詳しい地形・水文・土壌の調査結果に基づき適切な配置と組み合わせ、規模を検討し、鉄道事業の保全対策として適切な対策工を建設する必要がある。

表 3-12 護岸形式

護岸形式	備考
タイプ 1 (捨石タイプ) 	浸食されている河岸に対して、更なる浸食を防ぐために捨石による護岸を行う。
タイプ 2 (蛇籠タイプ) 	水衝部の浸食を防ぐために、蛇籠による護岸を行う。
タイプ 3 (植樹タイプ) 	浸食を防ぐために、植樹を行い、植栽の根で土砂流出を防ぐ。

出典：JICA「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト最終報告書」（2013年11月）

上に提案された護岸形式は、河川一般に適用可能な護岸形式であるが、鉄道軌道という重要インフラを守る観点から、河岸侵食が著しい区間に関しては、水理特性や水文地形からより強度の高い護岸形式（矢板護岸など）も比較案に含め、選定する必要がある。

第4章 環境に関する初期評価

4-1 気候変動影響リスクの初期的評価

気候変動による将来の降雨の強度や頻度が変化することが全世界的に予測されている。そこで、気候変動影響リスクの初期的評価として、既往文献のレビューに加え、主要観測所データの検証を行う。

4-1-1 既往文献のレビュー

(1) 第1次国別報告書 (Initial National Communication : INC)

国連気候変動枠組条約 (United Nations Framework Convention on Climate Change : UNFCCC) の支援の下で 2003 年にタンザニア政府が作成した INC⁵⁹では、タンザニアにおける将来の気候変化予測として、降雨に関しては北東部、北西部、ビクトリア湖周辺、海岸線沿いの北部などの Bimodal (雨期が 2 回) 地域では降雨が 5~45%増加すると予想される一方で、南西部、西部、中央部 (ドドマ、シンギダ)、東部などの Unimodal (雨期が 1 回) の地域では降雨が 5~15%減少すると予想されている。これら地域では、3 月から 5 月の降雨量の増加並びに 10 月から 12 月の降雨量の減少が予測されている。また、南東部は年間降水量が 5~45%増加するとしている。河川流量の変化としては、INC にはワミ川流域の検討結果は示されていないが、ワミ川流域に隣接するルブ川の結果として、2.1~4.3℃の気温上昇と沿岸域の降雨量減少により下流地点の年流出量が 10%減少すると予測されている。

また、INC をベースに、2007 年にタンザニア政府が作成した National Adaptation Programme of Action (NAPA)⁶⁰では、近年、国内複数の地域において極端に少ない、もしくは多い降雨が観測されており、降雨パターンの予測が困難になっていることが報告されている。近年で極端に降雨が多い例として 2011 年 12 月の洪水が挙げられる。タンザニア気象庁 (TMA) 資料⁶¹によると、ダルエスサラーム降雨観測所において 2011 年 12 月 19 日から 21 日の 3 日間で 260.2 mm の降雨を観測し、43 名の死者、多数の行方不明者、市内輸送網の破壊や橋梁の流失といった 1950 年代以降で最悪の洪水被害と報告されている。

(2) National Climate Change Strategy 2012 (Division of Environment)

副大統領事務所 (Vice President's Office) の配下にある環境局 (DOE) のもとで、国家気候変動戦略 (National Climate Change Strategy) が 2012 年にまとめられた。

これは、持続性ある発展をめざし、地球規模の温暖化ガス削減にタンザニア国として積極的に貢献していく旨を内外に発信した行動計画であり、以下のとおり全 4 章で構成される。

⁵⁹ 国連気候変動枠組条約 タンザニア連合共和国「第一次国別報告書」2003年
<http://unfccc.int/resource/docs/natc/tanncl.pdf>

⁶⁰ 国連気候変動枠組条約 タンザニア連合共和国「NAPA」2007年
<http://unfccc.int/resource/docs/napa/tza01.pdf>

⁶¹ Tanzania Meteorological Agency, Statement on the Status of Tanzania Climate in 2011

第1章 序章

各用語の定義、気候変動戦略策定の背景、意義、手法論、等

第2章 現状分析

気象要素の将来予測、各セクター別の気候変動によるインパクト・脆弱性の評価、対策実行に関する法制度・組織体制、等

第3章 気候変動戦略

適応策及び緩和策の実行戦略、セクター間をまたがる課題、行動計画、等

第4章 実施のための調整

内外の協力体制、国際支援、財務計画、等

この中で、ほとんどの観測所でわずかに年間雨量は減少傾向にあり、季節変化の緩慢傾向、乾期の長期化、降雨パターンの変化が顕著になりつつあることが指摘されている。2つの雨期をもつ地域、つまり北東高地、ザンジバル、ビクトリア湖流域、北部海岸域では3月から5月の降雨量が約15%増加する、一方で、本調査対象域が位置する南部、南西部、西部及び中央部では3月から5月の降雨量が約6%減少する、と報告されている。

(3) 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第5次評価報告書 (AR5)

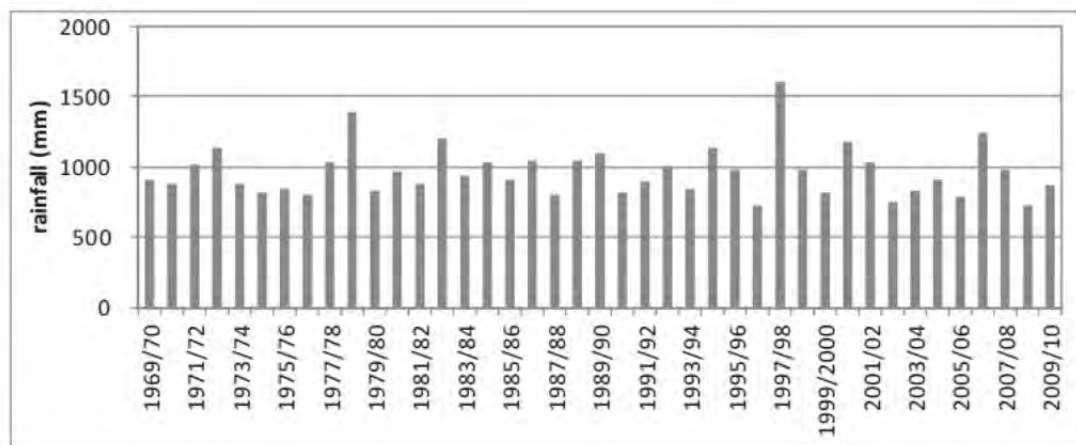
IPCC AR5のうち、第1作業部会 (WG1) の報告『気候変動 2013 - 自然科学的根拠』から、本案件対象地域を含む東アフリカ地域の気候変動に関する記述を以下に整理する。

- ・タンザニアを含む東アフリカ地域では、エルニーニョ・南方振動 (El Niño-Southern Oscillation : ENSO) の高頻度化もしくは強度化による降水量の増加が予測されている。なお、第4次評価報告書以降、大陸規模での降水分布のシミュレーションにはいくらか改善がみられるが、地域規模では降水はそれほど良好に再現されておらず、また、観測の不確実性が評価の妨げとなっている (IPCC AR5 WG1)。
- ・一般的な傾向として、乾燥地域は更なる乾燥化、湿潤地域は更なる湿潤化が予測されているが、一方で、東アフリカなどの乾燥地域では、いくつかの気候モデルは現状よりも湿潤に向かうことが予測されている (IPCC AR5 WG1)。
- ・インド洋の温暖化のパターンによっては、東アフリカ地域では短時間降雨が増加する可能性がある (IPCC AR5 WG1)。

上記より、依然として将来予測における不確実性が高いものの、東アフリカ地域では将来の降雨量の増加、特に短時間降雨の増加の可能性 (ハザードの増加) が予測されていることから、鉄道洪水被害における将来の気候変動影響リスクが高いと推測される。

4-1-2 主要観測所データの検証

気候変動による降雨量の変化を、まずは年降雨量の観点から検証する。JICA ワミ・ルブ調査 (2013年) にて整理された、ワミ川・ルブ川の流域平均年降雨の経年変化を図4-1に示す。年降雨量は-0.5 mm/year の減少トレンドを示しているが、減少率が小さくかつトレンドが明確ではないと、ワミ・ルブ調査は結論づけている。

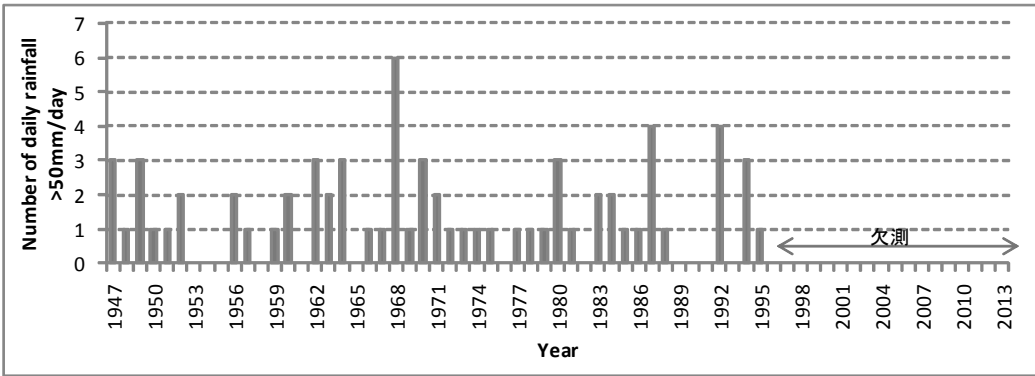


出典：JICA「タンザニア国ワミ・ルプ流域水資源管理・開発計画策定支援調査」（2013年）

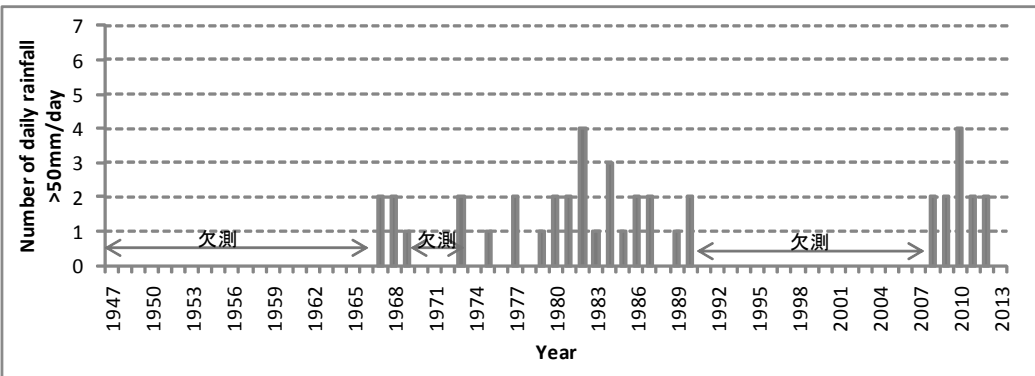
図4-1 ワミ川・ルプ川の流域平均年降雨の経年変化

次に、極端現象の観点から高強度の日雨量の発生頻度の経年変化を整理する。長期間の日雨量データが整備された 9636008 観測所に加え、近年の日雨量も整備された 9635012、9636020 観測所を対象に、比較的高強度の雨量といえる、日雨量 50 mm 以上の降雨が観測された回数の経年変化を図 4-2 に示す。また、対象観測所位置図を図 4-3 に示す。9635012 並びに 9636020 観測所では観測がされていない期間を長く含んでいるが、これら 3 観測所のデータを見る限りでは、高強度の日雨量の発生頻度に大きな変化はなく、高強度の日雨量が近年増加傾向であるといった気候変動影響リスクの増大は見受けられない。

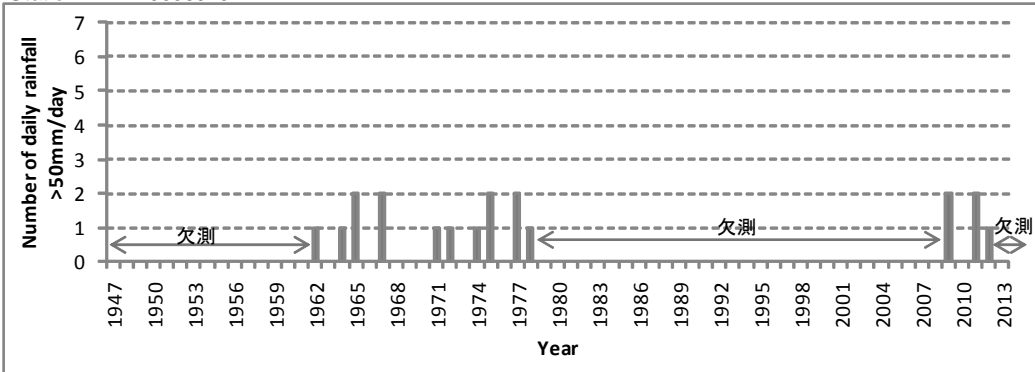
Station: 9636008



Station: 9635012

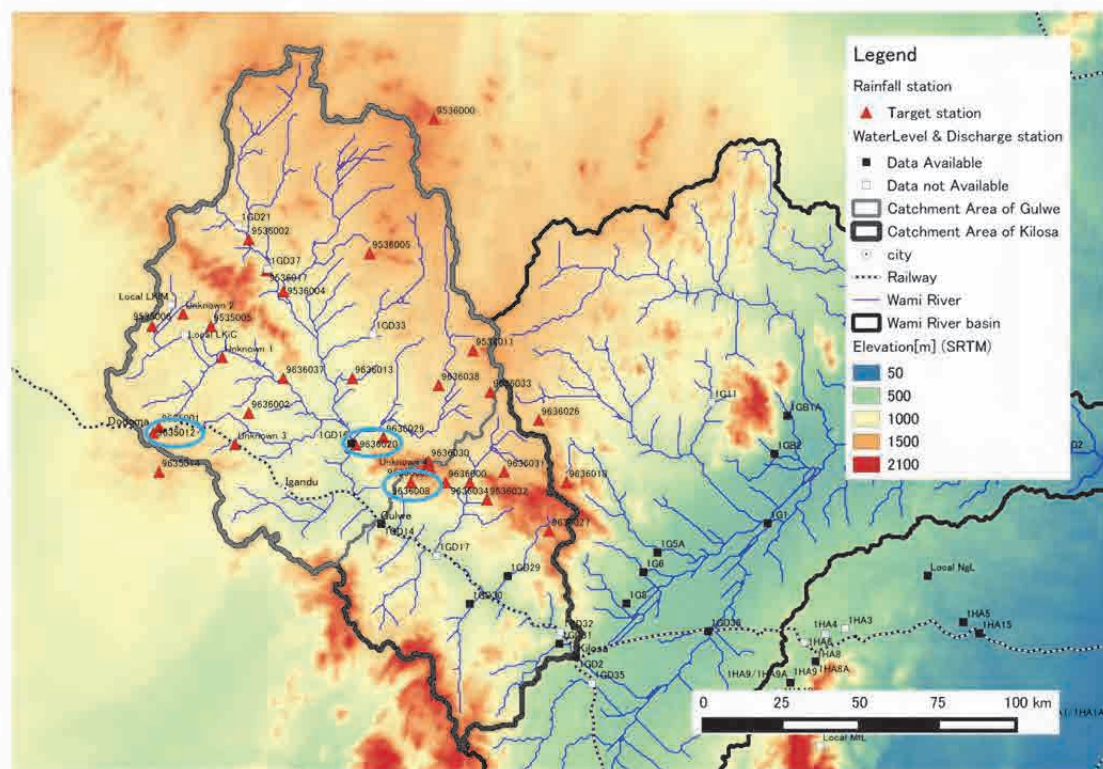


Station: 9636020



出典：調査団

図4-2 日雨量50mmを超える雨を観測した回数の経年変化



出典：調査団

図4-3 対象雨量観測所位置図（図中の青丸）

以上の初期的評価より、本案件の対象エリアにおいて、これまでの観測値からは短時間降雨の発生頻度に明確な変化が見受けられないこと、将来の短時間降雨の増加の可能性が予測されてはいるものの、依然として不確実性が高いことが分かった。

一方で、気候変動の影響リスクを洪水対策の計画論にどう反映させるかについては国土交通省において議論されているが、現時点でその方針は定まっていない。最新の審議会資料〔第15回 気候変動に適応した治水対策検討小委員会（平成26年7月28日）資料3〕によると、「気候変動の進展に伴い長期的な整備の方針等のベースとなる確率分布が変化することが予測されるため、これを計画論としてどのように扱うかについて今後検討する。」とされている。

これら現状を踏まえると、本事業において気候変動影響リスクを不確実性を評価したうえで定量的に計画論に反映させることは困難であり、本格調査での更なる検討の必要性は低いと考えられる。

第5章 METI 調査で提案された事業概要のレビュー

本章では、METI 調査で提案された以下の事業概要をレビューし、第6章の「本格調査への提言」に関する事項を整理する。

	METI 調査で提案された概要	レビュー結果
① 提案概要	<p>資金協力：中央回廊鉄道洪水対策プロジェクト</p> <p>ア) 恒久的な洪水対策工としての河岸防護工、導流堤構築、地盤改良工、等 (第3章 P.3-32)</p> <p>イ) 既設軌道の洪水対策：軌道の山側への移設、軌道／橋梁の嵩上げ、軌道を横断する排水カルバート／橋梁の拡幅と補強と軌道改修工 (第3章 P.3-32)</p> <p>ウ) 耐摩耗性・重量化レール (100 lb/yd) の敷設 (第8章 表8-1)</p> <p>その他) ・提案対象区間： キロサ (283 km)～グルウェ (366 km)間 83 km</p>	<p>資金協力：</p> <p>ア) について：</p> <ul style="list-style-type: none"> 現地踏査を通じて河岸侵食と河床上昇が著しいことを確認した。METI 調査の提案工種のほか、本格調査では河川工学的見地から目的別（軌道の嵩上げ、排水改良、河道の安定、河床・河岸侵食防止、法面保護、等）に、広範な工種やそれらの組合せの検討が必要となる。 <p>イ) について：</p> <ul style="list-style-type: none"> 調査対象地域の水文・水理・土砂の解析により、各対象構造物の設計条件（水位、流速、流量、河床上昇、等）を明らかにして基本設計を行う。 <p>ウ) について：</p> <ul style="list-style-type: none"> 今回の調査中、運輸省 (MOT) から「中央鉄道のレールは、全線 80 lb/yd レールに更新したい」との発言があった。本格調査において、更なるレール仕様の検討を行う必要がある。 <p>その他)</p> <ul style="list-style-type: none"> 提案対象区間： キロサ (283 km)～ドドマ (457 km)間 174 km <p>今回のタンザニア政府との協議で、本格調査の対象区間は、キロサ (283 km)～ドドマ (457 km)間 174 km となった。</p> <ul style="list-style-type: none"> 路線移設案の検討 METI 調査時には、路線の移設案の検討は用地内での移設を想定されたが、抜本的洪水対策を実施するためには、現ルートの用地範囲外も含めた比較

<p>技術協力：鉄道安全性・サービス向上プロジェクト（第3章 P.3-40）</p> <p>エ）軌道維持管理のための資機材整備と人材育成</p> <p>（a）軌道維持管理のための基礎データとなる路線情報等の整備</p> <p>（b）維持管理・安全運行マニュアルの整備</p> <p>（c）機材供与〔堆積土砂の掘削機械、軌道維持管理用機材、防災情報システム、プレキャストコンクリート（Precast Concrete：PC）製品生産設備〕</p>	<p>検討を行う必要がある。</p> <p>技術協力：</p> <p>エ）について：</p> <p>（a） 今回の調査で、以下の基礎データを入手できた。（→本格調査の中で路線図と路線縦断図を作成するが、作成が完了するまでの期間、予備的な検討に活用できる）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・縮尺 1:2,500 の路線図（1977 年以前の図） ・縮尺 1:50,000 の地形図（1960～1980 年代の図） ・路線縦断図（2014 年 9 月作成） <p>（b） 今回の調査においても、維持管理・安全運行マニュアルは 1962 年版 Engineering Manual があるのみで、日々の維持管理と安全管理で使われている様子はなく、METI 調査時に確認された状況であることを再度確認した。本格調査において整備の可能性を検討する必要がある。</p> <p>（c）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堆積土砂の掘削機械：洪水のたびに橋梁下やカルバート排水口が土砂で埋まる状況であることを確認できた。本格調査の中で、支援の可能性とその内容を検討する必要がある。 ・軌道維持管理用機材：線路保守で使用されている機材は、レール用水準器、巻尺、バラスト掻き寄せ用フォーク及びバラスト突き用鉄棒程度であり、METI 調査時に確認された状況であることを再度確認した。本格調査において整備の可能性を検討する必要がある。 ・PC 製品生産設備：本調査にて PC 製品の自国生産をしている可能性が低いことが分かったので、PC 枕木、PC 桁等を使用する際には本格
--	--

		<p>調査において供給体制の検討が必要である。</p> <p>(備考) 世銀等も鉄道機材の支援を実施中であるため、機材の支援を検討するにあたっては、ドナー間での重複を避けるべく、他ドナーの動向を考慮する必要がある。</p> <p>(追加提案について) 今回の調査で、左記の内容に加えて、以下の 3 つの技術協力テーマのニーズを確認できたため、本格調査において検討する。</p> <p>1) ワミ・ルブ流域管理事務所 (WRBWO) ～鉄道資産保有会社 (RAHCO) との連携による災害体制、降雨量観測と洪水の早期警戒、急的な予防措置の体制の構築及び訓練等</p> <p>2) 洪水リスクアセスメントの能力強化</p> <p>*上記の 2 つに関する補足説明： 洪水対策事業は完成までに約 10 年を要するため、その間の洪水に対する予防的緊急対策を技術協力等で対応する可能性を検討する。</p> <p>3) 車両整備工場 (本格的なメンテナンス)、車両基地 (簡易なメンテナンス) への支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ・財政難による機材の故障・老朽化・スペアパーツ不足、ベテラン技能工等の高齢化・退職等により、機能及び組織改善が必要である。
② 事業費	<p>資金協力：中央回廊鉄道洪水対策プロジェクト キロサ (283 km)～グルウェ (366 km) 間 83 km 136～158 億円 (第 3 章 P.3-33)</p> <p>(想定した内訳)</p> <p>1) 山側へのルート移設、盛土による軌道の嵩上げ (軌道新設、100 lb/yd レール新設) 30 km (複数区間の総延長) 80～90 億円</p>	<p>資金協力： プロジェクト範囲は、本格調査において決定する。1)、2) について：本格調査において抜本的洪水対策の内容を計画するが、以下の検討結果によって事業費は増減する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・調査対象区間が 174 km となり、プロジェクト区間にグルウェの上流区間が追加になる可能性があること

	<p>2) 山からの泥土の越流対策工（橋梁工事、軌道新設、100 lb/yd レール新設） 63 km（複数区間の総延長） 50～60 億円</p> <p>3) 耐候性鋼材による橋梁架け替え 2カ所（325.2 km、365.0 km 地点） 6～8 億円</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・本格調査の河川解析から得られる長期的な河川の高水位レベルと河床上昇予測値の結果によって、橋梁等の工事費が増加する可能性があること ・今回の調査で、鉄道用地を超える移設案も含めて抜本的洪水対策を検討することになった。鉄道用地を超える移設案は、用地費／補償費、駅の移設費、新ルートへの工事用道路の整備費等が追加になること ・レール仕様の見直し <p>3) について：本格調査の中で、左記の建設技術も含めて橋梁形式の比較検討を実施する必要がある。</p>																				
	<p>技術協力：鉄道安全性・サービス向上プロジェクト 6～7 億円（第3章 P.3-41）</p> <p>（想定した内訳）</p> <p>1) 人件費・旅費 等： 2.3 億円</p> <p>2) 現地再委託費： 0.5 億円</p> <p>3) 資機材供与： 3.5～4.0 億円</p>	<p>技術協力：鉄道安全性・サービス向上プロジェクトについて：</p> <p>上記①提案概要「技術協力」の項で述べたとおり、本格調査の中で、世銀の支援等の状況を考慮して、技術協力の内容と時期及び事業費を整理・検討する必要がある。</p>																				
<p>③プロジェクトの実施スケジュール</p>	<p>（第10章 P.10-2）</p> <table border="0"> <tr> <td>協力準備調査</td> <td>9 カ月</td> </tr> <tr> <td>コンサルタント選定</td> <td>記載なし</td> </tr> <tr> <td>詳細設計（Detailed Design : D/D）調査</td> <td>12 カ月</td> </tr> <tr> <td>本体調達</td> <td>8 カ月</td> </tr> <tr> <td>工事期間</td> <td>24 カ月</td> </tr> </table>	協力準備調査	9 カ月	コンサルタント選定	記載なし	詳細設計（Detailed Design : D/D）調査	12 カ月	本体調達	8 カ月	工事期間	24 カ月	<p>今回の調査において、河川工学の視点から、鉄道用地外への移設も含めた代替案の検討により洪水対策を計画するため、全体スケジュールは左記より長い期間を想定した。</p> <table border="0"> <tr> <td>本格調査</td> <td>16 カ月</td> </tr> <tr> <td>コンサルタント選定</td> <td>12 カ月</td> </tr> <tr> <td>D/D 調査</td> <td>24 カ月</td> </tr> <tr> <td>本体調達</td> <td>15 カ月</td> </tr> <tr> <td>工事期間</td> <td>36 カ月以上</td> </tr> </table> <p>（補足説明）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今回の現地調査では、「鉄道工学からの視点（鉄道施設を守る防護工）」と「河川工学からの視点（河岸侵食と河床上昇等の緩和策）」の両面が重要であることから、要員計画の検討にあたっては、河川分野の専門家を充実させるとともに、必要な業務期間を見込んだ。 	本格調査	16 カ月	コンサルタント選定	12 カ月	D/D 調査	24 カ月	本体調達	15 カ月	工事期間	36 カ月以上
協力準備調査	9 カ月																					
コンサルタント選定	記載なし																					
詳細設計（Detailed Design : D/D）調査	12 カ月																					
本体調達	8 カ月																					
工事期間	24 カ月																					
本格調査	16 カ月																					
コンサルタント選定	12 カ月																					
D/D 調査	24 カ月																					
本体調達	15 カ月																					
工事期間	36 カ月以上																					

		<ul style="list-style-type: none"> ・河道内または河岸侵食の進行が懸念される区間での施工は、通年施工が難しいことから、3年以上の期間が必要になると想定した。
④ 本邦技術の活用可能性	<p>検討した本邦技術の活用可能性：（8章）</p> <p>本格調査において、METI 調査の提案工種のほか、河川工学的見地から目的別（軌道の嵩上げ、排水改良、河道の安定、河床・河岸侵食防止、乗り面保護、等）に、広範な工種やそれらの組合せの検討過程で、本邦技術の適用可能性を精査する。METI 調査で提案された工種に対する、現時点での見解は以下のとおり。</p>	
	<p>1) 洪水対策に関する日本の伝統技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ルート変更に伴う切盛土、トンネル工事等 <p>・堤防、導流堤等（信玄堤、砂防等）</p> <p>・鋼矢板・鋼管矢板工法</p> <p>・等厚式ソイルセメント地中連続壁工法、地中控え護岸工法</p>	<p>1) 洪水対策に関する日本の伝統技術</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ルート変更に伴う切盛土、トンネル工事等： <p>構造形式の検討は、切盛土、橋梁、トンネル等も含めて、最適なものを選択する必要がある。なお、一般的にトンネル工事は費用が高額になることに留意が必要。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・堤防、導流堤等（信玄堤、砂防等）： <p>堤防は鉄道を直接防護する場合と流路を変更する場合に設置する場合とで、役割が異なることになる。河床の上昇量等を踏まえて計画高を決める必要があり、堤防で防護するのが最適かどうか、他の手法との比較検討が必要。導流堤は、洪水や土石流の誘導を目的とした構造物と考えられるが、建設後の効果の発現について、検討が必要となる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鋼矢板・鋼管矢板工法： <p>河岸の洗掘防止用として水衝部への適用可能性があるが、被災した場合、当局による復旧可能性、建設費等の面から見て、より屈撓性に富んだ工法（蛇かごや捨石工など）との比較検討が必要である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・等厚式ソイルセメント地中連続壁工法、地中連続壁工法や地中控え： <p>護岸工法は、一般的に河岸侵食が進む河道区間の防護工として適用可能な工法である。現地で入手しやす</p>

2) 鋼製橋梁の建設技術

- ・耐候性鋼材を用いた鋼トラス橋
(ロングスパン化)

3) 耐摩耗性レール

- ・耐摩耗性熱処理レール (50 kg/m=100 lb/yd)

4) プレストレスコンクリート製品製造

- ・枕木、杭、橋桁、U字溝など

5) 交流式機関車

- ・インバータ制御交流誘導電動機駆動方式の
機関車

6) 軌道保守

- ・作業性の良い軌道検測機器等

い材料(例:砕石)を用いた汎用施工機械による施工の可能性、保全すべき法面の動植物の存在可能性が低いことなど、調査対象区間の状況を踏まえると、METI調査で提案された工法の適用可能性は低い。河岸侵食を防ぐための護岸工はさまざまな形式や材料を比較検討のうえ、選択する必要がある。

2) について: 本格調査の中で、左記の建設技術も含めて橋梁形式の比較検討を実施する必要がある。

3) について: 本格調査の中で、耐摩耗性レールも含めて、レール仕様の検討が必要である。

(補足説明)

MOTは中央鉄道の輸送量増強をめざして、目下、ダルエスサラーム(0 km)～イサカ(970 km)間のレールの80 lb/ydへの交換を世銀支援により推進中である。現状、キロサ(283 km)～ドドマ(457 km)間では、キロサ(283 km)～293.2 km区間(10.2 km)、294.7 km地点～299.4 km区間(4.7 km)の計14.9 kmで1960～1978年敷設の60 lb/ydレールが用いられており、今後は当該区間及び鉄道ルートに移設区間にて、レール交換が必要になる見込みである。

4) について: 上記①提案概要「技術協力:エ(c)」の項で述べたとおり、本格調査の中で検討する。

5) について: 日系メーカーがMOTと契約交渉中である。引き続き本邦技術に対するニーズの動向を把握する。

6) について: 軌道検測機器等は路線の移設工事においても必要であり、上記①「技術協力」による支援とともに、本格調査の中で、支援の可能性を検討する。

7) 防災情報システム	7) について：本格調査において、洪水区間における機関士と外部（駅、司令部等）との通信手段を検討する必要がある。 (補足説明) 2014年3月30日の深夜、グルウェ駅近くのみザレ川橋梁で、貨物列車が流された。機関士に洪水発生を知らせる通信手段がなく、被災した。河川の状況等を機関士に伝達する仕組みづくりが必要である。
-------------	--

「METI 調査のレビュー」のまとめ

①洪水メカニズムの解明の重要性

今回の現地踏査を通じて、河岸侵食と河床上昇が著しいことを確認した。本格調査では、河川工学的見地から、洪水のメカニズムを解明する必要がある、水文・水理・土砂の解析は必須となる。

- ・洪水のメカニズムの解明は、本川流域だけでなく、キロサ～グルウェ間の支川にも注力する。
- ・洪水対策工の計画・設計にあたっては、「鉄道工学からの視点（鉄道施設を守る防護工）」と「河川工学からの視点（河岸侵食と河床上昇等の緩和策）」との融合を図る。

②路線移設案の検討

METI 調査時には、路線の移設案の検討は用地内での移設を想定されたが、抜本的洪水対策を実施するためには、現ルートの用地範囲外も含めた比較検討を行う必要がある。

③概算事業費増減の可能性

METI 調査時には、キロサ～グルウェ間（83 km）で 136～158 億円と概算事業費を算出されたが、以下により、事業費は増減する可能性がある。

- ・調査対象区間がキロサ～ドドマ（174 km）となり、事業対象区間を延長する可能性があること
- ・水文・水理解析結果から、路線の移設及び構造物の追加の可能性があること
- ・全線または部分的に新たに用地取得を行う可能性があること
- ・河川内に対策工（水制工等）を建設する可能性があること
- ・レール仕様（耐摩耗性・重量）の変更の可能性があること

④事業実施スケジュール

河川工学の視点を加味した抜本的な対策が必要なため、METI 調査時より長い期間が想定される。

本格調査：9 カ月→16 カ月

コンサルタント選定：記載なし→12 カ月

D/D 調査：12 カ月→24 カ月

本体調達：8 カ月→15 カ月

工事：24 カ月→36 カ月以上

⑤本邦技術の活用可能性

METI 調査の提案工法を現地調査及び河川工学的視点から総合的にレビューし、最適な工法やそれらの組み合わせを本格調査にて検討する。

⑥技術協力

METI 調査時に提案された「鉄道安全性・サービス向上プログラム」に加え、新たに以下の3つのニーズを確認した。本格調査において、本事業に関連する技術協力の実施可能性を検討する。

- ・ WRBWO と RAHCO との連携による災害体制、降雨量観測と洪水の早期警戒の体制、緊急的な予防措置の体制の構築及び訓練等
- ・ 洪水リスクアセスメントの能力強化
- ・ 車両整備工場（本格的整備）、車両基地（簡易な整備）における能力強化

第6章 本格調査への提言

6-1 調査項目ごとの実施上の留意点

6-1-1 鉄道システムの現状、維持管理面を含めた鉄道構造物の現状

- ・鉄道の現況は、世銀/鉄道資産保有会社（RAHCO）調査報告書⁶²に整理されているが、駅舎・信号等の鉄道施設も、車両・軌道・構造物も、ともに維持管理不足で老朽化が進んでいる。
- ・1900年初頭に整備された中央鉄道は、2007年から運営権をタンザニア鉄道株式会社（TRL；インド鉄道技術経済サービス（RITES）社が51%、タンザニア政府が49%の株を保有）に委譲した。TRLはそれまでの維持管理体制である8kmごとの軌道保守班（gang）を廃し、50kmごとの移動式メンテナンス体制を導入したが機能しなかった。これは保守班の担当区間が延長したことにより、1人当たりの作業分量が能力以上に増大したことが一因だと考えられる。2011年にはコンセッションが打ち切られ、軌道の維持管理体制（8kmごとの軌道保守班）の再生・強化をめざし、立て直しの途上にある。
- ・洪水被害を受けるたびに、RAHCO/TRLは、路線の移設、構造物の改修を続けている。
- ・2016年からのオープンアクセスに向けて、RAHCOは鉄道インフラの所有者・管理者として、TRLは当該線路を利用する複数のオペレータのひとつとして、組織改革・強化を準備中である。
- ・2016年から鉄道インフラの所有者・管理者となる予定のRAHCOとの協働作業が肝要である。
- ・日本の上下分離方式では、鉄道構造物の所有者と運行・維持管理者を分離するのが通例であり、RAHCO及びTRLの実情を踏まえ、分離方式の検討が必要である。

6-1-2 緊急対策のために迅速なリスクアセスメント

調査対象区間のキロサ〜グルウェ間には、危険箇所が多数あり、来雨期（2014年12月〜2015年4月）に洪水が発生し被災する可能性がある。この問題に対処するため、危険箇所・区間を早期に特定し、万一被災しても被害を最低限に抑えるための緊急対策をRAHCO・TRL関係者と協働で検討する。計画策定にあたっての留意点は以下のとおり。

- ① 対策工の構造はシンプルなものとし、施工材料は入手しやすいものを選定する。
- ② 大型施工機械を必要とせず、人力または小型施工機械で建設可能なものを基本とする。
- ③ 提案内容には、材料の備蓄、既存施設の原状復帰・改善（例えば土砂の適切な排除など）を含む。

具体的な作業項目は以下を想定する。

- ① 検討条件の整理・設定と既存資料の分析
- ② 対象区間の踏査による既設構造物インベントリ作成、現状把握
- ③ リスクの分類とアセスメントのための評価基準の設定
- ④ アセスメント結果一覧表作成と優先度の付与

⁶² 出典：世銀/RAHCO、Railways Upgrading and Performance Improvement Study、2013年のPart 3。

- ⑤ 選定された区間（または構造物の）短期的緊急対策の検討
- ⑥ 概略数量の算定及び施工方法・手順・期間の検討
- ⑦ 提案（短期的緊急対策）の取りまとめ

なお、運輸省（MOT）内の迅速な予算申請手続きに配慮して、建設費の算定は、習熟している RAHCO/TRL の担当者の作業を調査団が支援する体制が望ましい。

6-1-3 対策工基本設計のための水理条件の設定

調査対象区間の洪水の流出、河道の水理特性及び土砂の堆砂傾向を把握するために水文解析を行う。その結果から、対策工の設計に必要な水理面の設計条件を設定する。特に、グルウェより上流域ではキニヤシグウェ川の河道がはっきりしないこと、またグルウェ～キロサ間では支川流域の荒廃が進んでおり、生産・流入土砂量が卓越している可能性もあるため、これらの点にも配慮する。具体的な検討項目は以下のとおり。

- ① 既存データ（雨量、水位、流量等）、関連資料、報告書の収集と精査
- ② 河川縦横断測量及び流量観測結果の整理と精査（解析用）
- ③ 降雨解析
- ④ 洪水流出解析（モデル選定には半乾燥地域の流出現象に配慮）
- ⑤ 河道の水理解析

また、調査対象区間の土砂流出・堆砂傾向を、上記水理解析の結果を基に、以下の検討により明らかにする。

- ⑥ ワミ川上流域（キロサより上流）の生産土砂量の算定〔衛星写真・航空写真・地形図・地質図・土地利用図の判読や既往文献等を参照。GIS（地理情報システム）の活用可能性。〕
- ⑦ 河道の掃流力及び浮遊砂量、堆砂量の算定
- ⑧ 河床変動解析
- ⑨ 概略の流域内土砂収支の検討

以上の解析結果を基に、対策工計画区間の水理面の設計条件を設定する。

6-1-4 鉄道路線の代替案の検討と基本設計

鉄道路線の代替案の検討と基本設計には、平面路線図と路線縦断勾配図が必要である。これらの地図情報の現況を以下に示す。

- ① 代替ルートの子備的検討に利用できる平面路線図は、以下のものが入手可能である。
 - ・土地住宅居住開発省（MLHHS）で縮尺 1/50,000 の地図を購入できる。ただし、1960年から1980年ころに作成されたものであり、鉄道路路は現状とは異なる。
 - ・RAHCO から、キロサ 283 km～ドドマ 457 km の縮尺 1/2,500 の路線図を入手できる。作成者は East African Railways Corporations（1977年に解体）である。したがって、この地図の鉄道路路は現状とは異なる。
 - ✓後述の「現状の路線図（縮尺 1/2,500 の平面図）」ができるまでの4カ月間、上記の地図情報を利用して、山側への移設ルート案を予備設計し、河川解析から「長期的な河川解

析からの結果（最高水位、河床上昇量等）」を得られる 7 カ月目末までに、ある程度の比較検討を行うことが必要である。

（補足説明）

1900年初頭にドイツにより川沿いに建設された本鉄道は、第一次世界大戦後、イギリス領となってから、山側への移設が進められた。その後のタンザニア独立以来、現在に至るまで、洪水被害を受けるたびに山側への移設が数回行われている。図面の修正はなされなかったため、既存の地図にある河川形状と鉄道ルートが現状と異なっている。そのため、代替ルートの精査には、本格調査において現況の平面路線図（縮尺 1/2,500 を想定）を作成する必要がある。

② 2013年9月製作の路線縦断勾配図を、今回の情報収集で入手できた。本格調査において、事業区間の平面路線図と縦断勾配図の新規作成を行うことになる。

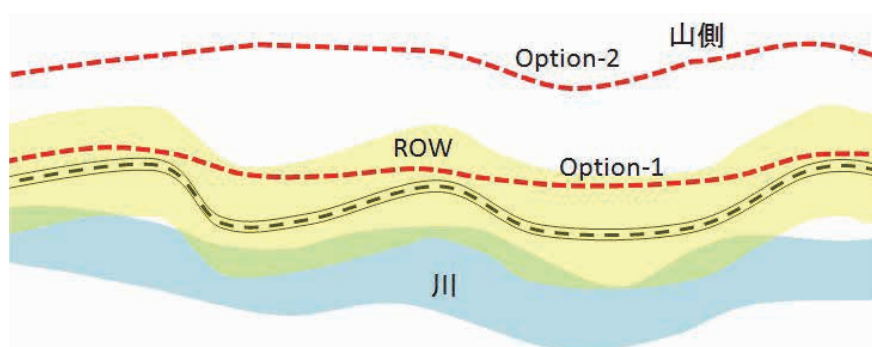
*路線縦断勾配図は、巻末付属資料2「収集資料リスト」の「Rw21 DIKKMR_PHASE-II_DD_FR_MAY2014_CANARAIL」のVol. 2Bに示されている。

✓ただし、以下の事項は必要である：

- ・RAHCOに、上記縦断図のCAD（コンピュータ支援設計）ファイルの入手を依頼する。
- ・RAHCOに、CANARAILが委託した測量会社を紹介してもらい、縦断勾配図作成状況を確認する。
- ・2014年に、293.2 km 地点と 303.8 km 地点の橋梁新設が完了し、その2区間は路線が移設された。そのため、それらの区間の水準測量が必要である。（約 2 km）

✓山側への移設ルート案を絞り込んだ時点で、移設地点の縦断勾配図は、新規作成する現況路線図（縮尺 1/2,500 の平面図を想定）から作成して基本設計に用いることとするが、移設区間については水準測量が必要である。

③ 今回の現地調査を踏まえ、本格調査において鉄道路線の抜本的な移設も検討することになった。つまり、鉄道用地内で対応する案（Option-1）、鉄道用地を超えて山側へのルート移設案（Option-2）、及び、Option-1 と Option-2 の組み合わせ案（Option-3）を検討することが必要である。



出典：調査団

図 6 - 1 路線検討のイメージ図

- ・ 鉄道用地内で対応する案（Option-1）の検討ポイント：既存の地図情報を用いて山側への移設が必要な区間を想定して、予備的検討を進めておく。河川調査と解析の結果を受けてから即、ルート検討に移れるように準備する。概略設計のポイントは、軌道ルートを選定、軌道勾配の確認、軌道を支える構造物の形式、河岸侵食が著しい区間の侵食防止工や水制工の配置である。
- ・ 鉄道用地を超えて山側へのルート移設案（Option-2）の検討ポイント：縦断線形、平面線形、切土・盛土・橋梁（場合によってはトンネル）の構造形式を比較検討し、ルート検討を実施する。
- ・ Option-1 と 2 の組み合わせ案（Option-3）の検討ポイント：鉄道用地内で対処可能な区間の早期の特定が重要である。
- ・ 鉄道用地・河川内に係る法律、許認可、ルール等を十分に把握したうえで、鉄道路線の移設を検討する必要がある。
 - * 鉄道用地に関する法律は、The Records and Archives Management Act 2002 がある（巻末付属資料 2「収集資料リスト」の「Rw38」）。この中では、鉄道用地は「Railway Strip」という表現で、その内容を定義している（Clause 4）。住民移転等への対応は「環境影響評価（EIA）プロセスの中で補償を決めていく」こととしている（Clause 57, 58）。
- ④ 代替ルート案の比較検討ポイント：施工性、工費・工期、環境社会配慮、費用対効果、洪水被害に対する危険度の低下、新駅への道路アクセス・利便性、沿線住民への裨益、沿線の将来的な開発ポテンシャルなど、総合的な見地からの判断が必要である。
- ⑤ 代替ルート案の比較検討を経て、鉄道路線の移設案を決定し、基本設計を行う。この際の留意事項は以下のとおりである。
 - ・ 施工計画・スケジュールの立案にあたっては、毎年の洪水時期を考慮する。河道内または河川侵食がされる可能性のある区間での施工は、乾期中に完了することを基本とする。工程の関係からやむを得ず洪水時期の施工や現場を維持する場合には、仮締切等の仮設計画が重要となる。
 - ・ 本邦技術の活用可能性を検討する。
 - ・ 日系ゼネコン等からのヒアリングを通じて得た要望事項等を考慮する。

6-1-5 鉄道貨物及び旅客の需要予測

第2章の2-3-7項（3）に示したが、以下に、留意点として再掲する。

（1）貨物需要

- ・ 広域的な視点からタンザニア及び周辺諸国の資源開発を含めた経済成長動向に注視する必要がある。
- ・ ウガンダの石油輸出等、主要な荷主の意向を把握する必要がある。荷主の輸送手段・経路選択に影響を与える要因を明らかにし、その要因が品目ごとにどのように異なるかに関して分析することが重要である。
- ・ 貨物輸送は、鉄道・トラック・船など複数のモードにより担われるため、中央鉄道との接続改善に資する関連インフラ（港湾、インランドコンテナデポ）の整備状況の把握は不可欠である。

(2) 旅客需要

- ・中央鉄道を対象とした既存の旅客需要予測では、鉄道旅客のみに焦点をあてたモデルを用いており、競合交通であるバスや航空機による輸送の影響は考慮されていない。需要予測の精度を高めるためには、鉄道だけでなく、バス・航空機の輸送実態を把握したうえで、各モードの利用者がどのような理由で当該モードの選択に至っているのかを明らかにし、潜在的な鉄道利用者のニーズを分析することが肝要である。

6-1-6 洪水及び土砂対策工の配置計画と基本設計

(1) 洪水対策工

今回の現地踏査の結果、想定される洪水対策工の工種は目的別に整理すると以下のとおりである。各対象箇所での改善点を明確にし、施工範囲及び現地状況（地形・地質・水理・堆砂傾向・土地利用等）に適合した工種・組み合わせを選定し、配置計画を立案する。また新設（場合によっては撤去も含む）、既存施設の改良の両方を検討する。

- ① 軌道の嵩上げ
 - ・盛土、高架橋、橋梁、カルバートなど
- ② 排水改良
 - ・カルバート、コンクリートパイプ・U字溝（プレキャスト）など
- ③ 河道の安定
 - ・水制工（透過型・不透過型）、ベーン工、導流堤、帯工、落差工など
- ④ 河床・河岸侵食防止
 - ・護岸工（鋼矢板工法も含む）、根固工、床固工など
- ⑤ 法面保護
 - ・張芝、植生工、コンクリートパネルなど

(2) 土砂災害対策工

土砂収支分析の結果により、鉄道構造物の防御に直接関係する、または持続的な鉄道運行に寄与し得る流域（支流）及び河川区間を概略で特定する。その際の留意点は以下のとおり。

- ① 生産土砂量と流入土砂量の多寡（ムコンドア川及びキニヤシグウェ川）
- ② 推定される将来河床高と河岸高（現地盤高）との関係
- ③ 被災した場合の影響の程度

なお、検討対象と想定される対策工は以下のとおりであるが、現地状況から変更される可能性がある。また検討の精度は、概略の工事費の算定に必要なものとし、配置・組み合わせとおおよその諸元の設定をめざすものとする。

- ① 砂防ダム
- ② 遊砂地
- ③ 帯工
- ④ 流路工
- ⑤ 法面保護工（階段工）

- ⑥ 地すべり防御工
- ⑦ 植栽工、植林、など

6-1-7 施工資機材の貯存量、輸送、コスト等の調査

① 今回の調査により、タンザニアにおける無償工事の経験豊富な日系ゼネコンから情報を入手した。骨材、セメント、アスファルト、鉄筋（輸入）、燃料（輸入）など、主要材料の調達には支障はなく、価格も安定している。

しかし、本プロジェクトは無償工事より規模が大きいため、本格調査において、供給量の確認、需要と供給へのインパクト、輸送手段、輸送ルート、輸送コスト等を確認する必要がある。

（備考）鉄道による輸送はTRLの貨車またはディーゼルトローリーが利用可能（有料）。

道路による洪水区間へのアクセス地点は、キロサ、ゴデゴデ、グルウェ、ドドマである。

- ② 輸入材料は、自国にはなく、周辺国（ケニアや南アフリカなど）から調達可能なもの、アフリカ以外から調達可能なものの状況確認及び調達可能な国を探索する必要がある。
- ③ リスクアセスメントの対応策に関して、地元施工材料の貯存量、調達方法、輸送方法、コスト等を調査する必要がある。
 - ・河岸防護用の巨石、砕石、土砂
 - ・廃材の利用（使用済みの鉄枕木、木製枕木、廃レール、廃橋梁の部材など）
- ④ コンクリート製品製造に関する調査が必要である。路線の移設に関連して、PC 枕木、PC 桁、等の供給体制の確保が必要であり、本格調査において供給体制の検討が必要である。
- ⑤ 施工機械について、タンザニア国内で調達可能なもの、アフリカの第三国から調達可能なもの、日本あるいはアジア等から調達すべきもの、に関する調査が必要である。
- ⑥ ローカルコントラクターの能力調査

6-1-8 数量算定及び費用積算

上述の基本設計の結果を基に、工種ごとに数量を算定し、費用を算定する。なお、単価を設定する工種は、RAHCO/TRLの既往プロジェクトを参考にするとともに、6-2-7項の検討結果にも配慮し、決定する。

6-1-9 プロジェクト実施計画

プロジェクト実施計画は、以下の4段階に分かれる。

- ① 詳細設計
- ② 事前審査・入札業務
- ③ 施工
- ④ 運営・維持管理

前項までの検討結果に基づき、各項目での業務量に過不足ない期間を設定する。特に、施工期間の検討においては、雨期における工事の可能性（統計的な降雨日数や危険水位の分析など）を踏まえ、過去または現在進行中の工事の知見を慎重に施工計画に反映させる。また、工事のパッケージングや年間の工事量、支出高（実施機関の国内予算配分）などを考慮のうえ、鉄道

運行に支障のないプロジェクト実施計画を策定する。なお、本事業は、世銀が進めるタンザニア・インターモーダル鉄道開発プロジェクト（TIRP）事業とも密接に関連するため、定期的な情報交換を行うなど、同事業の進捗を適宜モニターし、確認することも必要となる。詳しくは6-1-16項を参照。

参考として、全体スケジュール案を表6-1に示す。

表6-1 全体スケジュール案

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
本格調査		16カ月									
JICA 審査&E/N・L/A											
コンサルタント調達			12カ月								
D/D 調査				24カ月							
工事調達						15カ月					
工事期間								36カ月以上			
期間中の洪水に対する 応急措置活動		*本格調査の中で計画する予定									

（備考）コンサルタント調達と工事調達の期間は、タンザニア側の手続き次第で短縮できる可能性はある。
出典：調査団

6-1-10 プロジェクトの実施体制と維持管理体制

プロジェクト実施機関は、RAHCO が担当する。2-2-1項に記載のとおり、鉄道セクター改革に伴う RAHCO の組織改革状況を考慮し、予算・人員・施設等の面から建設中の実施体制及び建設後の維持管理体制を検討する。

6-1-11 技術協力計画

以下が、現在の候補案である。

- ① 鉄道安全性・サービス向上のための人材育成・技術移転
- ② ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWO）と RAHCO との連携による災害体制、降雨量観測と洪水の早期警戒の体制、緊急的な予防措置の体制の構築及び訓練等
- ③ 洪水リスクアセスメントの能力強化
- ④ 車両整備工場（本格的整備）、車両基地（簡易な整備）への支援

技術協力案の策定に向けての留意事項は、以下のとおりである。

- ・2016年からのオープンアクセスに向けて、RAHCO は鉄道インフラの所有者・管理者として、TRL は複数のオペレータのひとつとして、組織改革・強化を準備中であるため、改革の動向を把握し、時宜を得た、かつ適切な支援を提案することが大事である。
- ・現時点の鉄道維持管理は TRL が担っている。コンセッション中に崩壊した 8 km ほどの工区割りによる軌道保守班（gang）を再生中であるが、バラストの散らばりを戻すバラストフォークとバラストを突く鉄製の棒（tamping bar）、水準器、左右のレールの高低差を測定するカントブロック、巻尺程度の機材しかない状況である。今後、TRL のインフラ維持管

理部門は RAHCO に移管される予定とのことなので、この動向の把握も必要である。

- ・モロゴロ整備工場、主要駅の車両基地も、財政難、それによるスペアパーツ不足、ベテラン技能工等の高齢化・退職等により、機能及び組織改善が必要。
- ・モロゴロ整備工場で実施中のマレーシアによる 88 型機関車 8 台の再生は、今年の 8 月末で完了する予定である。今後の動向を引き続き把握する必要がある。
- ・軌道保守機材の整備については 2-7 節に示したとおり、ビッグ・リザルツ・ナウ (BRN) 計画が進行中であり、世銀 TIRP による支援が行われつつある。継続的に状況を確認し、技術協力の提案を折よく検討する必要がある。
- ・「洪水の早期警戒の体制、緊急的な予防措置の体制の構築及び訓練等」と「洪水リスクアセスメントの能力強化」については、ワミ・ルブ流域管理事務所 (WRBWO)、RAHCO 等との十分な連携が必要である。

6-1-12 鉄道運行管理

(1) 鉄道運行の現状は以下のとおりである。

- ・運行頻度：旅客列車（客車 20 両を連結）はおおむね週 2 往復、貨物列車（貨車 18~19 両を連結）は需要と機関車の稼働状況次第で不定期に運行されており、平均すると週 3 往復程度である。
- ・運行ダイヤ：存在しない。当日に運行が決定されると、駅舎の黒板にチョークで記載。
- ・無賃乗車率：数%以下。罰金が課されるため無賃乗車は少ない。
- ・運行速度：30~40 km。ただし、軌道狂いのため、乗り心地は悪い。軌道検測車、あるいはトラックマスター等の導入により、軌道狂いの検測・把握、収集データに基づく修繕計画の作成・実施が必要である。
- ・閉鎖区間：閉鎖区間は 2~3 駅を 1 ブロックとして取り扱い、各ブロック長が通告券を発行する。ヒューマンエラーが発生しやすい。
- ・分岐器：分岐器は、係員による手動切り替え。ヒューマンエラーが発生しやすい。
- ・中央鉄道全体の年間の故障・事故数は、少しずつ増加している。原因は、車両と軌道の維持管理不足による不良である。
- ・キロサ~グルウェ間は、現状、機関士と各駅及び司令部等との通信手段がない。

(付属資料 3 参照)

(2) 鉄道運行管理の留意事項

- ・列車運行に関する指揮命令系統の構築
 - ①各所の時計合わせ
 - ②運転指令を中心とした連絡体制の確立
(指令-機関士、指令-駅、指令-保守現場・工事現場)
 - ③保守現場・工事現場での列車監視体制と防護方法の整備
 - ④雨期の洪水監視体制
 - ⑤保守用・工事用の重機退避箇所の確認
 - ⑥連絡体制のための通信機器の整備
- ・通告券による閉鎖方式と手動による分岐器切替えで対応しているので、ヒューマンエ

ラーが発生しやすい環境のため、改善が必要である。

- ・今後、施工業者が、現軌道に係る工事あるいは近接工事に着手するまでに、以下の対応が必要である。

①工事現場での列車監視体制と防護方法の整備

②保守用・工事用の重機退避箇所の整備

③連絡体制のための通信機器の整備

(備考) 本事項は、工事期間中に、RAHCO/TRL、施工業者、施工監理コンサルタントが一丸となって取り組み、実地研修(OJT)的に、RAHCO/TRLへ技術移転できるテーマのひとつとなり得る。

- ・財政難が続いているが、車両整備と軌道整備を改善し、故障・事故数を削減する活動が必要である。

6-1-13 コンサルタント・サービスの内容と要員計画

詳細設計(D/D)及び施工監理(Construction Supervision: C/S)におけるコンサルタントサービスにかかわる内容と必要とされる専門家構成(ローカルコンサルタントも含む)を検討し、プロジェクト評価に必要な経費を算定する。

6-1-14 環境影響社会配慮

- ・代替案の比較検討段階において、各案についての概略的なEIAスタディを実施し、環境社会配慮に必要な時間とコストを算出し、その結果を、ルート選定の評価に加える必要がある。
- ・路線の大幅な移設案が選択された場合には、新規のEIAが必要となる。
- ・環境社会影響評価(ESIA)スタディは、JICA環境ガイドライン及び監督官庁である国家環境管理評議会(National Environmental Management Council: NEMC)のルールに従って進める。
- ・プロジェクトの施主RAHCOがとるべきアクションの概要を以下に示すが、本格調査以降で、プロジェクトを遅延させないようRAHCOを支援することが必要である。
 - ① NEMCに登録したコンサルタント会社を雇用
 - ② 【EIA及び環境監査の施行令】に指定の事業目論見書(細則3のEIA様式1)をNEMCに提出しプロジェクトに登録する。NEMCによる判断によって、以下を対応する。
 - a) NEMCに登録のコンサルタントによるScoping Report及びEIAの業務指示書(TOR)の作成
 - b) NEMCによるTOR案の承認
 - c) EIAのプロセスを開始、最終版環境影響評価書(EIS)の作成実施
 - d) NEMCによるレビュー
 - e) NEMCにレビュー費用を支払い
 - f) EISの作成

6-1-15 プロジェクトの評価

工事費、維持管理費、施設更新費から構成される経済及び財務費用と、鉄道で算定される経

済及び財務便益を基に、以下の点に留意しつつ、経済的内部収益率（EIRR）及び財務的内部収益率（FIRR）を算定する。なお、調査最終段階のプロジェクト評価のみならず、鉄道の代替ルート選定にも、コスト-便益の面からの比較が必要となる。基本設計開始前にこの作業が必要とされるため、精度向上を念頭に簡易的な比較方法を検討する。

- ① プロジェクトを実施しない場合の想定被害に関しては、鉄道貨物や旅客収入等営業機会の損失やその他考え得る被害額をできる限り計上する。（道路防災事業等の便益算定手法も参考とする）
- ② 便益算定の際、河川側の工事（洪水対策工）によって発生する便益と鉄道側の工事（軌道の修復や駅舎の改良等）との重複に注意する。

6-1-16 世銀 TIRP との連携

（1）世銀 TIRP の現況を以下に示す。今後も動向を把握し、必要に応じて、タイムリーな協議が必要である。

- 1) 鉄道インフラ整備（ダルエスサラーム～イサカ間）：軌道改修工事は当初 2014 年 9 月～2017 年 10 月の実施を予定していたが⁶³、2014 年 8 月現在、カナダの鉄道コンサル CPCS 社により入札図書を作成が進められている段階であり、少々遅れる見込みである。同工事予算の 1 億 5,950 万ドル（16,398 百万円）は RAHCO にとって前例のない規模と考えられ、RAHCO の業務実施能力・支払能力などが試される場となるであろう。RAHCO の実施機関としての能力は、8 月 22 日に開催された本邦ゼネコンとの意見交換会でも質問に挙げられた事項であることから、本格調査では当該事項を関係者から幅広く収集することが重要である。
- 2) 車両調達：交流モーターで発注されることは決定しているものの、軸重等のスペックに関しては、橋梁診断調査（項目 5）の中間結果（2014 年 10 月）をもって最終化される予定である。しかし、後述する橋梁診断調査の遅延により、機関車調達は当初予定の 2016 年 3 月～2017 年 10 月⁶⁴から遅れることが予想される。2014 年 8 月現在、世銀は車両調達の手続きに着手していない。
- 3) イサカ・イララ・ダルエスサラーム港のターミナル整備：当初は 2014 年 5 月 30 日にコンサルからのプロポーザルが提出される予定であったものの⁶⁵、2014 年 8 月現在、コンサル選定中の段階にある。本格調査では RFP（Request for Proposal）の発出状況の確認が必要である。
- 4) 組織制度強化、能力開発：2014 年 8 月現在、未着手である。なお、後掲の表 6-2 のとおり、TRL による 2015 年 1 月末までの事業計画作成が法的規約の一部となっていることから、2-10-1 項（4）記載の TRL のキャパシティ強化（事業計画作成を含む）の早期実施が望まれる。
- 5) 橋梁診断調査（Inspection of Capacity Rating of Railway Bridges）：当初は 2014 年 4 月に調査が開始される予定であったものの⁶⁶、2014 年 8 月現在、コンサルとの契約調印待ち

⁶³ JICA タンザニア国中央鉄道ファクト・ファイナディング調査（報告）、2013 年

⁶⁴ JICA タンザニア国中央鉄道ファクト・ファイナディング調査（報告）、2013 年

⁶⁵ 世銀 TIRP アプレイザルレポート、2014 年

⁶⁶ JICA タンザニア国中央鉄道ファクト・ファイナディング調査（報告）、2013 年

である。

6) Detailed Bridge Engineering Design and Tender Documentation : 当初は上記5) 後の2015年2月～2015年8月の実施を予定していたが、5) で既に4カ月以上の遅れが生じていること、及び5) の終了月と6) の開始月が同じという少々無理のあるスケジュールになっていたことから、6) 及びその後の橋梁改修工事(当初は2015年10月～2017年10月を予定)も遅れる見込みである。橋梁改修が終わらない限り、(軸重増が見込まれる)ブロックレインの走行は困難であることから橋梁改修に係る一連の調査・工事の進捗把握は不可欠である。

7) Detailed Engineering Design between Kilosa – Igandu : 今回の調査で、JICAが当区間の抜本的対策を担当することでMOTと合意したことから、キャンセルされることとなった。

✓今年7月、世銀融資の契約調印が完了。現在、契約発効のための書類手続き、及びプロジェクト実施チーム(PIT)の設置段階である(状況は、やや遅れ気味)。TIRPのマイルストーンとなる法的規約(legal covenant)の時期・内容を表6-2に記す。

表6-2 世銀TIRPの法的規約

<維持管理協定>	2014年12月30日まで
・RAHCO/TRLによる鉄道インフラの維持管理協定の締結	
<TRLの事業計画>	2015年1月31日まで
・TRLのための3カ年事業計画の作成	
・TRLによる当該事業計画の実現を可能にする施策の実施	
・受領者による実施状況のレビュー、及び事業計画の効果的遂行を確実にする施策の実施	
<オープンアクセス政策>	2017年7月1日まで
・オープンアクセス政策の本格実施に向けた、陸上海事交通規制局(SUMATRA)による規制・手続きの承認	
・SUMATRAによりライセンスを付与されたオペレータに対し、ダルエスサラーム～イサカの線路使用を認める規制・手続きの実施	
<TRLへの資産譲渡>	2018年7月31日まで
・受領者によるTRLの3カ年事業計画のレビュー	

出典：世銀TIRPアプレイザルレポート、2014年

(2) その他のドナー支援の動向

1) オープンアクセス実施国のブラジル政府支援により、RAHCO, TRL, SUMATRAの能力開発に向けた南南協力に係る契約が2014年3月に調印された。しかし、現時点では活動は始まっていない。

2) 欧州投資銀行(EIB)の支援により、短中期的にタボラ～イサカ(60ポンドレール敷設の130km区間)のロングレール化が検討されているが、現時点では未定。

(3) 今回のミッション中、世銀、大使館、JICA タンザニア事務所長との面談の中で、以下協議事項のフォローが必要であることを確認した。

- ・本格調査の中で実施予定のリスクアセスメントで、応急対策の提案だけではなく、対策工を支援する方策も検討する。
- ・リスクアセスメントの検討成果に基づく緊急対策を世銀が資金面で支援する可能性もある。ただし、事務手続き上の観点以外に、施工体制や瑕疵責任上の問題等を含め、今後協議が必要である。(世銀は、洪水区間の補修用予算を3~5億円計上している。)
- ・世銀 Phase-1 の完了(2019年末)から JICA 工事の竣工(2024年頃)の間、ブロックレインの運行上、キロサ~グルウェ間で応急処置的に対応すべき事項を抽出し、世銀との協議が必要である。

本格調査において以下の状況を確認する必要がある。

①TRL の車両購入計画、商談中の機関車の仕様(軸重など)

②世銀が支援している以下の調査の動向

- Inspection of Capacity Rating of Railway Bridges

- Detailed Bridge Engineering Design and Tender Documentation

- ・本格調査で「グルウェ駅を山側に移設する」方針となった場合、グルウェの上流側で既設ルートに接続するポイントを世銀/JICA の担当工区境界とする方向で、その実施方法の検討を協議する必要がある。

6-1-17 プロジェクトの実施・運営段階に向けての方針検討

プロジェクトを実施するうえでの最大のリスクは RAHCO/TRL の大規模プロジェクト運営・管理の経験の未熟さといえる。特に、洪水対策工事は未経験の分野である。一方、先行する世銀 TIRP では、PIT を設置し、RAHCO による新規職員の雇用を促進し能力強化を支援することを条件としている。この世銀の動きに留意するとともに、提案される事業の実施・運営段階におけるタンザニア政府側の実施体制や組織強化面の支援方針を検討する。

留意すべき点としては、以下が考えられる。

- ① 能力強化プログラムの内容と進捗
- ② 対象とする新規職員の配属先と経歴
- ③ PIT の業務管掌と責任範囲(工事出来高支払の承認から執行までの手順など)
- ④ RAHCO の通常業務とドナープロジェクト(世銀、JICA 等)の監理体制、など

6-2 調査全体に係る実施上の留意点

6-2-1 防災的見地からみた鉄道改修事業の位置づけ

タンザニアの中央鉄道は、建設から100年以上の歴史があり、偽りなく同国の誇りとなる基幹インフラのひとつである。しかしながら、厳しい自然の営力(特に洪水・土砂移動/堆積現象)にさらされ幾度となく被災し、そのたびに当局は復旧工事を余儀なくされてきた。その努力とは裏腹に、残念ながら当局による安定的な鉄道運営がままならない状況である。鉄道事業における洪水・土砂災害対策には予防的な措置が講じにくい予算制度上の問題があるため、防災の視点(特に事前対応)が入りにくい素地があったものと考えられる。

本事業は、このようなタンザニアの国情に配慮したうえで、防災の視点をいかにうまくかみ

合わせるか、路線計画、対策工の設計、建設後の運営・維持管理面に至るまで、鉄道総延長距離約 27,000 km に及ぶわが国の長年の経験を生かした改修事業が求められる。

6-2-2 ワミ川流域の洪水特性と土砂収支の的確な評価

本格調査の検討対象区間のうち、キロサ～イガンドゥ間（約 120 km）は、ワミ川流域（総河道延長：637 km）の中流域に位置し、流路延長の約 20%を占める。この区間で発生する洪水、土砂流出・堆積現象については、まず流域全体の特性をとらえたうえで、この地域がどのような状況にあるのか的確に把握することが、有効な対策を議論するために重要となる。本格調査では、これらの観点を踏まえたうえで、必要最低限の調査を、作業工程や天候条件を踏まえ確実に実施することが求められる。

本調査では、グルウェから上流域本川からの洪水流と、支川からの洪水流が複合して鉄道構造物に作用していることが概略で把握できた。本格調査では、更に詳細な降雨・流出解析を行い、設計対象とする外力を決定する必要がある。また、ムコンドア川の本川・支川とも河道内の堆砂傾向は著しく、物理的に現位置での安定的な鉄道運行を脅かしている。上記検討対象区間で直接的な影響がある支川からの土砂流入量を把握することに加え、流域全体での概略の土砂収支バランスを検討し、将来的な河床変動の傾向を分析することが線状構造物である鉄道路線の移設計画立案の前提となる。

6-2-3 危険箇所の迅速なリスクアセスメント実施の重要性

調査対象区間には、現在のまま放置すれば再度被災する危険性が高い箇所が多数存在する。本格調査の実施中（具体的には来雨期：2014年12月～2015年4月）に洪水が発生し、当局が対応に追われる可能性があると考えられる。本格調査開始直後、早期に現状を確認し、当局が来雨期前に施工を計画している内容も踏まえ、緊急対応策の助言と提案（工事箇所と範囲、基本構造等）を行うことが重要である。当局がこれまで講じてきた対策は、その多くが被災後の復旧工事（鉄道運行の復旧だけに配慮し限定的）である。洪水前の事前準備が被災リスクを軽減する考え方はまだタンザニアには浸透しておらず、これらの活動の意義は大きい。ただし、これらの活動は測量成果や水文解析の結果を待たずに行うことになるため、調査の最後にまとめられる恒久的な対策とは別の緊急的な対策と位置づけられる。さらに、短期間で膨大な作業量になると予想されるため当局担当者と調査団が共同で実施する体制づくりも鍵となる。

6-2-4 過去の被災から得られる教訓の有効活用

当局は、過去、洪水被害を受けるたびに早期の運行再開のため、鉄道構造物の移設や緊急対策工を実施してきた。しかしながら、鉄道運行の正常化に力点が置かれ、その被災現象や被災のメカニズムに着目した原因の追究が十分ではなかった。雨期に入る前に、当局によるカルバート通水部や橋梁周りの施設などの点検や事前対策も大切である。洪水発生時、カルバートの閉塞による洪水流の越流などにより複数回被災している箇所も見受けられる。予期できない急激な河床上昇や著しい河岸侵食という問題はあるものの、被災の教訓が次の対策に十分生かされていないことは基幹インフラを維持するうえで課題である。科学的な洪水・土砂流出現象の究明とともに、当局の担当者や日頃から保線業務に携わる現地事情に詳しい保守作業員（「ギャング（gang）」と呼ばれる）や地域住民の知見も引き出して、これらを有効活用するこ

とが重要である。

6-2-5 プロジェクトの持続性を担保するための総合的土砂管理の重要性

本事業はあくまでも鉄道改修事業であり、流域の都市・資産を守るような一般的な洪水・土砂災害対策事業ではない。現況の土地利用状況から、保全対象を鉄道施設に絞った対策工の提案が重視されるため、一般的な洪水・土砂災害対策は本事業の対象外となる。一方、洪水や生産土砂の発生域は鉄道路線から離れた上流域（または下流域）にある。生産土砂量の大きさを考えた場合、効果的な土砂流出の抑制にはワミ川流域の長期的な総合的土砂管理の視点が欠かせないと考えられる。組織的には、水省（MOW）傘下のワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWD）やキロサ/ドドマ両州政府との連携が特に重要となる。砂防ダム、遊砂地や排水路の整備といったハード対策のほか、土砂移動抑制のための流域対策、例えば土地利用の変換、（住民参加の）植林の奨励、伐採・放牧のルールづくり、土砂移動のモニタリング強化、水へのアクセスを考慮した定住地の指定（洪水・氾濫の危険性の少ない土地）などのソフト対策が考えられる。これらの対策が並行して行われることで、長期的観点から本事業の持続性がより高まることが期待できる。このため、本格調査時に設立されるステアリング・コミッティの場を活用し、関係機関との情報共有や技術交流、事故発生時の体制強化などの議論を活性化させる視点は大切である。

6-2-6 タンザニア中央鉄道における洪水区間の抜本的対策の重要性

中央回廊は、タンザニア内陸部及び周辺内陸国とインド洋に面するダルエスサラームを結ぶ、貨客の移動を支える重要な動脈である。中央鉄道はその中心的な役割を担っており、イサカからルワンダの首都キガリまでの延伸計画も進行中であり、その重要性は高い。

しかし、本鉄道は毎年のように洪水被害を受け、利用者への不便と政府の財政的負担が強いられているため、タンザニア政府は、鉄道の洪水対策の早期実現をめざしている。

本鉄道の洪水区間は、1900年初頭にドイツが川沿いに建設し、第一次世界大戦後は英国が洪水被害を受けにくい山側へ鉄道路線を移設した。しかし、河岸侵食と河床上昇により、鉄道への洪水被害は繰り返され、鉄道を管理する鉄道資産保有会社/タンザニア鉄道株式会社（RAHCO/TRL）が、被災のたびに応急処置を行っている。336～338 km 区間は、過去7回、山側へ鉄道路線の移設を実施したが、今年も被害を受けている。

これまで、欧州のコンサルタントが3回、洪水区間の対策を検討したが、抜本的対策は実施されずに、今に至っている。このような状況下、洪水・土砂災害対策の豊富な知見を有する日本が洪水区間の調査から実施までを一連で支援することへのタンザニア政府の期待は大きい。抜本的洪水対策を実施するためには、対象区間における洪水メカニズムを解明し、対策工の検討に必要な河川の高水位・河床上昇等の設計条件を設定し、現ルート of 用地範囲内の移設検討にとどまらないルート案も含めた比較検討を行う。

6-2-7 洪水対策設計上の留意事項

これまでに、河岸侵食や洪水による被害を受けるたびに、RAHCO/TRL は復旧対策として鉄道ルートの移設や構造物の改修をしてきている。抜本的な対策の完了までには多くの時間を必要とするが、その間にも地形・ルート・構造物が刻々と変化することになるため、対策の計画

及び設計にあたっては、地形変化と RAHCO/TRL の復旧対策工の状況を常に把握することが必要となる。

(補足説明)

1. 洪水により、河岸侵食と河床上昇が続いており、地形は毎年のように変化している。(地形変化の一例：315 km 地点)



2012年、鉄道と河岸間の距離は約180m



2014年7月21日、鉄道と河岸の距離は約3m

出典：調査団

図6-2 315 km 地点の状況 (2012年と2014年)

2. 毎年、鉄道は洪水被害を受け、そのたびにルート変更、橋梁の新設、軌道盛土を貫通する排水カルバートの拡幅等の復旧工事が、RAHCO/TRLにより進められている。(鉄道ルート変更の一例：303 km 地点)



2010年、洪水により鉄道橋(図中の白線部)が崩壊。崩壊した橋梁の仮復旧、並びに山側での新橋建設を実施し、2014年春に山側へのルート移設が完了。

出典：調査団

図6-3 303 km 地点の状況

6-2-8 事業実施体制・運営維持管理体制の能力強化の検討

6-1-10項及び6-1-17項で言及したとおり、本事業のリスクのひとつは、RAHCO/TRLの持続的な事業実施体制・運営維持管理体制の確保にある。タンザニア政府からは、既に技術

支援に関する要請が接到しているが、要請内容が多岐にわたっており、本格調査の中で精査する必要がある。まずは、先行する世銀 TIRP における RAHCO/TRL の能力強化（2-10-1 項を参照）の進捗を把握したうえで、本事業の実施段階及び改修後の維持管理、洪水被害に対する予防の体制及び洪水発生時の対応能力等の充実・強化に向けた技術支援内容を検討する必要がある。さらには、鉄道セクター改革（オープンアクセス化）の動きを踏まえ、持続的な鉄道事業に向けた事業実施体制、運営、経営に係る留意すべき事項や必要な能力強化策について、本邦鉄道事業の経験を生かした検討を行うことが望まれる。

付 属 資 料

1. 河川調査に係る収集資料及び関連報告書リスト
2. 鉄道改修計画に係る収集資料リスト
3. 現地踏査結果の概要
4. 現地再委託調査に関する情報

収集資料リスト

平成26年8月12日現在

地域	アフリカ	調査名	タンザニア国 中央鉄道洪水対策事業準備調査(その1)	調査形式	協力準備調査(単独型)	担当	河川調査
国名	タンザニア国			現地調査期間	平成26年7月12日-8月10日	氏名	元木佳弘

No.	タイトル/名称	体裁	サイズ	ページ数	原本またはコピー	部数	作成機関	言語	発行年	備考	収集状況
MP	図書類(地形図、土質図、土地利用図等)										
MP1	国家基本図(縮尺1:50,000)	地図用の特殊用紙	A1	-	原本	13枚	土地・住宅・宅地開発省	英語	1962~1983	Map Sales Officeにて購入	済
RP	報告書										
RP1	タンザニア連合共和国 ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト 最終報告書	電子データ	A4	406	-	-	(独)国際協力機構	和文・英文	Nov.2013	本調査契約時供与資料として	済
RP1	Design and Superstructures and River Traning Works on Kilosa - Kidete Section, Fimal Report Volume 1 Main Report	リング製本	A4	118	コピー	1部	WSP International Gatwick Airport, United Kingdom	英語	Dec. 1999	TRL Mr.Katunbi から貸与受けコピー作成	済
PR2	RIPOTI YA TATHMINI YA MAAFA YALIYOSABABISHWA NA MAFURIKO WILAYANI KILOSA NA MAPENDEKEZO YA KUREJESHA HALI YA AWALI NA KUEPUKA MAAFA KUTOKEA TENA (Kilosa Flood Report)	電子データ	-	-	-	-	Institute of Human Settlements Studies (IHSS), Ardhi University	スワヒリ語	Mar.2010	e-mailにて受領	済
DT	気象・水文データ										
DT1	日雨量、日流量、流量観測データ、等	電子データ	-	-	-	-	ワミ・ルブ流域管理事務所	-	Nov.2013	「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト」作成の水文データベースから収集	済
CR	気象情報										
CR1	Tanzania Meteorological Agency Statement on the Status of Tanzania Climate in 2011	電子データ	A4	20	-	-	Tanzania Meteorological Agency	英語	?	Assual Reportの第1号として作成された	
DM	防災計画関連										
DM1	Interim national progress report on the implementation of the Hyogo Framework for Action	-	-	-	-	-	Disaster Management Department, Office of the Prime Minister	英語	Jan. 2009	http://www.preventionweb.net/english/countries/africa/tza/	済
DM2	The Disaster Relief Coordination Act, 1990	電子データ	A4	8	-	-	Disaster Management Department, Office of the Prime Minister	英語	1990	-	済

DM3	4th Africa Regional Platform for Disaster Risk Reduction and its Summary	電子データ	A4	74	-	-	Disaster Management Department, Office of the Prime Minister	英語	Feb. 2013	-	済
DM4	Country Statement by Dr. Terezya Huvisa (MP), Minister of State, Vice President's Office, presented at the 4th Session of the Global Platform for Disaster Risk Reduction	電子データ	A4	6	-	-	Disaster Management Department, Office of the Prime Minister	英語	May 2013	-	済
WR	水資源関連									-	
	The Water Resources Management Act, 2009	電子データ	A4	72	-	-	Gazette of the Government	英語	May 2009	-	済
EM	環境管理・気候変動関連										
EM1	National Climate Change Strategy 2012	くるみ製本	B5	92	オリジナル	1部	Division of Environment	英語	2012	-	済
EM2	The Environmental Regulation, 2005 (G.N. No.348 of 2005) and The Environmental Impact Assessment and Audit Regulations, 2005 (G.N. No.349 of 2005)	くるみ製本	B5	99	オリジナル	1部	Division of Environment	英語	2005	-	済
EM3	The Environmental Management Act (Cap.191) Regulations The Strategic Environmental Assessment Regulations, 2008	綴じ込	B5	23	オリジナル	1部	Division of Environment	英語	2008	-	済
EM4	Act Supplement No.3 to The Environmental Management Act, 2004	綴じ込	B5	130	オリジナル	1部	Division of Environment	英語	Feb. 2005	-	済

関連報告書リスト

A. 本調査に直接関連する資料

No.	報告書タイトル	結論及び関連事項	著者	作成年月
1	Comprehensive Transport and Trade System Development Master Plan in the United Republic of Tanzania		JICA (パデコ・NK・IDCJ JV)	2011年8月～2014年3月
2	「タンザニア中央回廊鉄道活性化・エネルギー効率化事業調査」 エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業（円借款・民活インフラ案件形成等調査）（METI F/S、平成25年度採択）		パデコ・新日鉄住金JV	2013年9月～2014年2月
3	「タンザニア国ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト」	表層土砂流出制御用ダムを提案している（=Sediment control dams：砂防ダムをイメージしてるのか？）	地球システム科学・日本テクノ・オリコンJV	
4	Hydrological Response of Watershed Systems to Land Use/Cover Change. A case of Wami River Basin	The Open Hydrology Journalに掲載された論文	Joel Nobert and Jiben Jeremiah	2012年6月

B. 水資源管理関連資料

No.	報告書タイトル	結論及び関連事項	著者	作成年月
1	Ministry of Water and Irrigation (2010) Information and Communication Technology (ICT) Strategy 2010-2014			
2	Supply and Sanitation Project (DWSSP), Designing of Sanitary Landfill at Pugu Kinyamwazi, Final Report			
3	Mato, R. R. A. M. (2002) Groundwater Pollution in Urban Dar es Salaam, Tanzania			
4	Sindo, S. (1994) Study on the Recharge Mechanism and Development of Groundwater in the Island Area of Tanzania			
5	Rwebugisa, R. A. (2008) Groundwater Recharge Assessment in the Makutupora Basin, Dodoma, Tanzania			
6	WRBWO (2009) Water Resources Assessment in makutupora Sub Basin-Dodoma			
7	DAWASA Business Plan for 2011/2012-2012/2014, Dawasa, Dar es Salaam			
8	Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority (2012) Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority (DUWASA) Three Year Business Plan 2012/2013-2014/2015, DUWASA, Dodoma			
9	Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority (2010) Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority (MORUWASA) Three Year Business Plan 2010/2011-2012/2013, MORUSAWA, Morogoro			
10	The United Republic of Tanzania () Agriculture Sector Development Programmes (ADSP), The United Republic of Tanzania, Dar es Salaam			
11	Ministry of Finance and Economic Affairs, the United Republic of Tanzania (2010) National Strategy for Growth and Reduction of Poverty II (NSGRP II), Ministry of Finance and Economic Affairs, Dar es Salaam			

Source: 調査団

収集資料リスト

List of Collected Data/Information

As of 2014/08/10

地域	アフリカ	調査名	タンザニア国 中央鉄道洪水対策事業準備調査(その1)	調査形式	協力準備調査(単独型)	担当	鉄道改修計画
国名	タンザニア国			現地調査期間	平成26年7月12日-8月10日	氏名	池上 盛容

現地調査期間:2014/7/11~2014/8/10

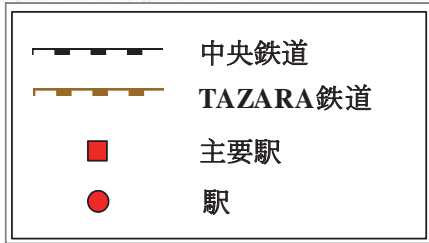
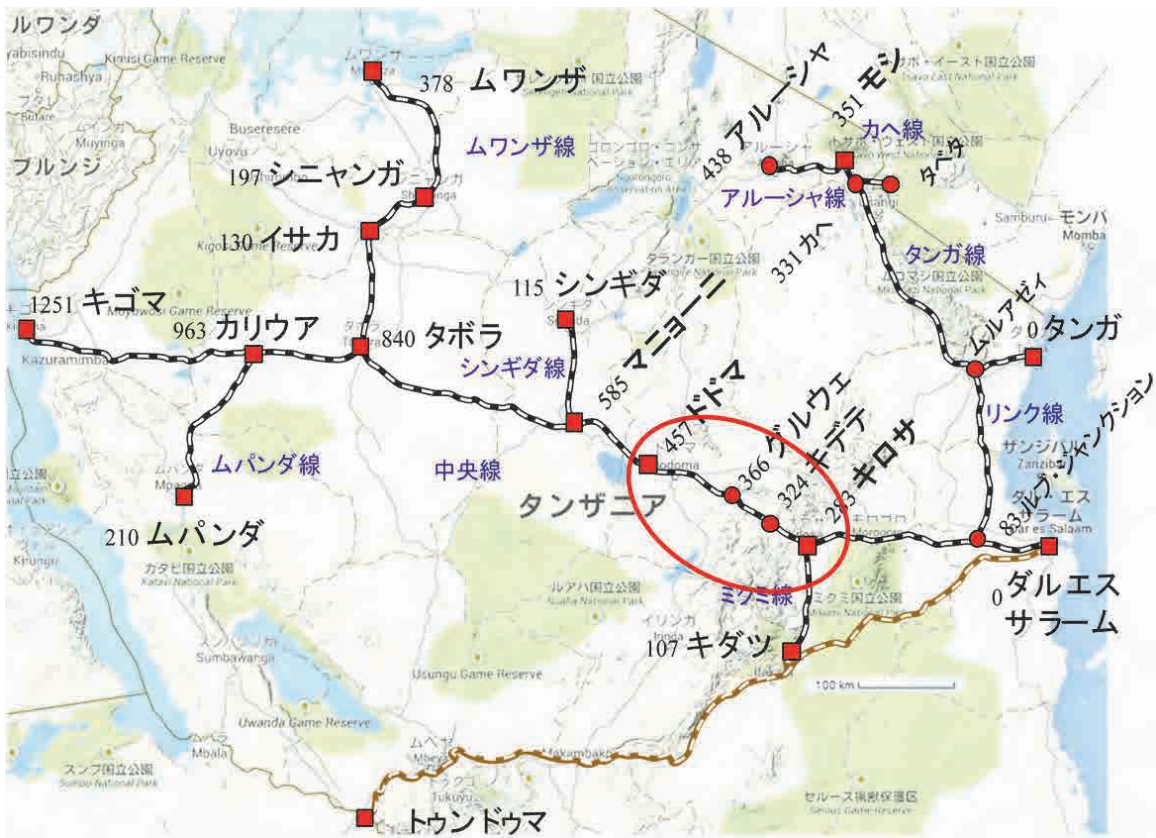
No.	タイトル/名称	体裁	サイズ	ページ数	原本または コピー	部数	作成機関	言語	発行年	備考	収集状況
Rw1	Tanzanian draft geometric design manual 1989(road) DFR		A4	306	copy		M. of Communi. & Weeks	english	1989	RAHCOから入手	pdf
Rw2	Tanzanian draft geometric design manual 1989		A4	29	copy		不明	english	1989	RAHCOから入手	bmp
Rw3	Tanzania Pavement and Materials Design Manual 1999		A4	185	copy		M. of Works	english	1999	RAHCOから入手	pdf
Rw4	Standard Specification for Road Works 2000		A4	317	copy		M. of Works	english	2000	RAHCOから入手	pdf
Rw5	Railway Section Speeds and layout		A4	12	copy		n/a	english	n/a	RAHCOから入手	jpeg
Rw6	Station Layout data		A4	568	copy		n/a	english	n/a	RAHCOから入手	doc ppt
Rw7	AXLE LOAD - Copy 1980		A4	1	copy		n/a	english	1980	RAHCOから入手	xls
Rw8	AXLE LOAD 2010		A4	173	copy		n/a	english	2010	RAHCOから入手	xls
Rw9	BRIDGES REGISTER DSM ISK-1 (2001)		A4	96	copy		n/a	english	2001	RAHCOから入手	xls
Rw10	BRIDGES REGISTER UPDATE June2007		A4	4	copy		n/a	english	2007	RAHCOから入手	xls
Rw11	CURVE REGISTER 1980		A4	50	copy		n/a	english	1980	RAHCOから入手	xls
Rw12	Curve Register DSM- ISK 2009		A4	102	copy		n/a	english	2009	RAHCOから入手	xls
Rw13	DISTANCES NEW LINE ISK-KGL/MST 2009		A4	1	copy		n/a	english	2009	RAHCOから入手	doc
Rw14	Preliminary Results Seminar to Tanzania Stakeholders_16 april 2013 (PHASE II DAR ES SALAAM-ISAKA-KIGALI / KEZA-GITEGA-MUSONGATI RAILWAY PROJECT STUDY, DFR)		A4	234	copy		n/a	english	2013	RAHCOから入手	ppt
Rw15	RAHCO railways NETWORK		A4	1	copy		RAHCO	english	2011	RAHCOから入手	doc

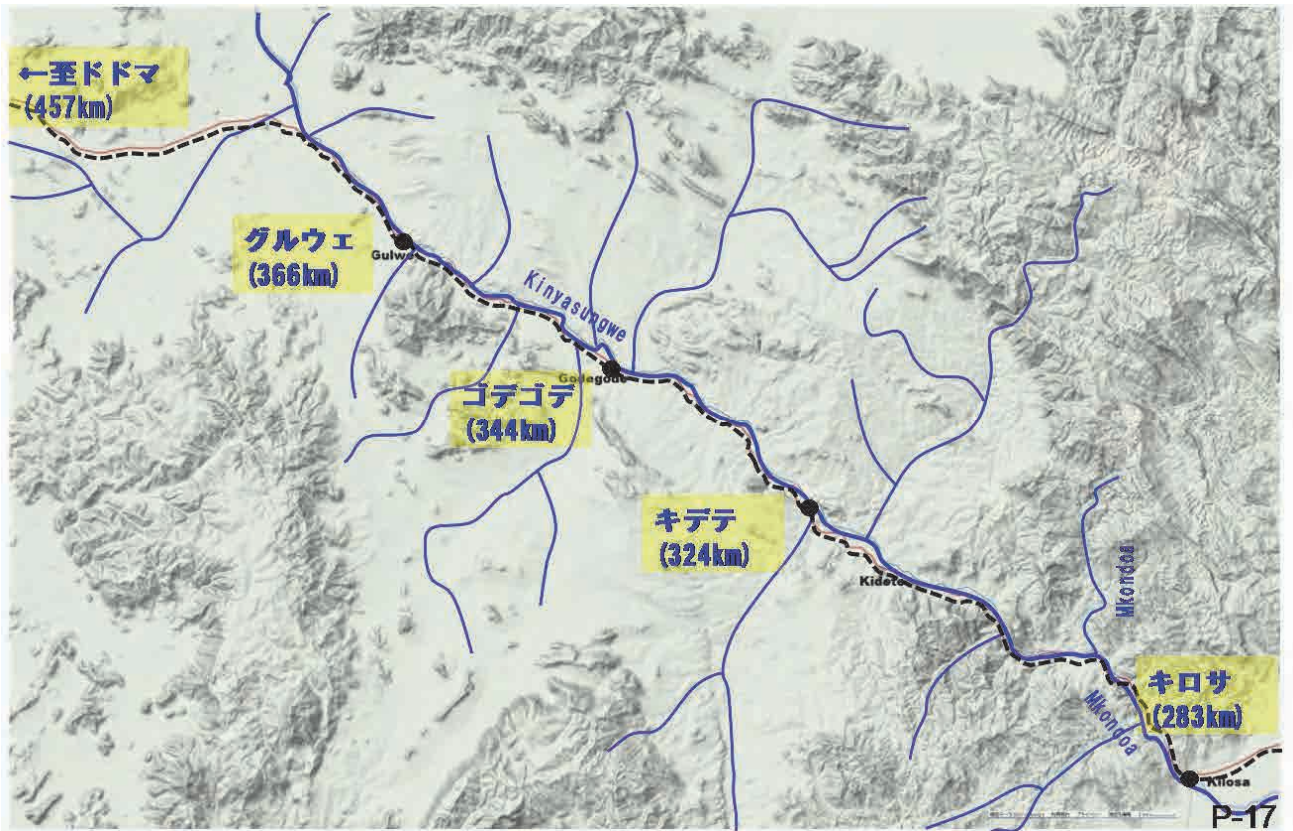
Rw16	TRC TRACK PROFILE AND STRUCTURE 2009		A4	3	copy		TRC	english	2009	RAHCOから入手	doc
Rw17	Final TOR FOR KILOSA VIA GULWE TO IGANDU		A4	16	copy		RAHCO	english	2014	RAHCOから入手	doc
Rw18	Upgade of DSM to Isaka railway Study Report by BNSF Railway, 2009		A4	1253	copy		M. of Infrastructure and Development	english	2009	RAHCOから入手	pdf
Rw19	Rw019 BNSF Study Presentation materials 2009		A4	634	copy		M. of Infrastructure and Development	english	2009	RAHCOから入手	pdf
Rw20	Rw020 East African Railways Master Plan Study 2008 CPCR		A4	315	copy		EAC	english	2008	RAHCOから入手	pdf
Rw21	DIKKMR_PHASE-II_DD_FR_MAY 2014_CANARAIL		A4	2446	copy		Government of Tanzania, Rwanda, Burundi	english	2014	RAHCOから入手	pdf
Rw22	Tanzania Railways Act-2002		A4	39	copy		Government of Tanzania	english	2002	RAHCOから入手	pdf
Rw23	RAHCO organisatonstructure		A4	1	copy		RAHCO	english	2014	RAHCOから入手	png
Rw24	Passenger Fares for Rail, Section 211 (AppendixA)		A4	3	紙		TRL	english	n/a	TRLから入手	pdf
Rw25	Addendum toSpecial Traffic Notice No.01 Revision of Trariff, Effective Date: 1st July 2009		A4	67	紙		TRL	english	2009	TRLから入手	pdf
Rw26	TRL 58 Photos of damages Mar & April			58	copy		TRL	english	2014	TRLから入手	jpeg
Rw27	TRL 20 videos & 23 photos of damages Mar 30 2014			43	copy		TRL	english	2014	TRLから入手	jpg
Rw28	DRAFT RAILWAY BENCHMARKS 2011		A4	94	copy		SUMATRA	english	2011	SUMATRAから入手	pdf
Rw29	Bus Fares- Dar es Salaam to Various Towns 04.04.2013		A4	75	copy		SUMATRA	english	2013	SUMATRAから入手	pdf
Rw30	SUMATA organization 2013		A4	1	copy		SUMATRA	english	2013	SUMATRAから入手	jpg
Rw31	SUMATRA Annual Report 2011 - 2012		A4	60	copy		SUMATRA	english	2012	SUMATRAから入手	pdf
WN32	ORGANISATION_STRUCTURE_OF_MoT		A4	1	copy		MoT	english	n/a	MoTから入手	pdf
Rw33	TRL Annual Performance 2013 Freight & Passengers		A4	2	紙		TRL	english	2013	TRLから入手	pdf
Rw34	TRL Passenger Flow 2011 2012 2013		A4	3	紙		TRL	english	2013	TRLから入手	pdf
Rw35	TRL Performance 2007 - 2013 Freight & Passengers		A4	1	紙		TRL	english	2013	TRLから入手	pdf

Rw36	TRL Train Operation Data		A4	2	紙		TRL	english	2013	TRLから入手	pdf
Rw37	TRL Passenger Fare May 1st 2013		A4	1	copy		TRL	english	2013	TRLから入手	pdf
Rw38	The Records and Archives Management Act, 2002		A4	39	copy		SUMATRA	english	2002	SUMATRAから入手	pdf
Rw39	MAIN LINE 1 to 2500 Map SHEETS-SCANNED		n/a	330	copy		RAHCO	english	n/a	RAHCOから入手	tiff
Rw40	Gangs Organization Chart		n/a	1	copy		RAHCO	english	1989	RAHCOから入手	tiff
Rw41	Railistics_Task 2 Report_Final		A4	45	copy		RAHCO	english	2013	RAHCOから入手	pdf
Rw42	ACCIDENTS DATA 2013VS 2012		A4	14	copy		TRL	english	2014	TRLから入手	xls
Rw43	ANNUAL ACCIDENT REPORTS 2013 VS 2012 GENERAL						TRL	english	2014	TRLから入手	doc

3. 現地踏査結果の概要

現地踏査結果の概要 キロサ(283km)～グルウエ(366km)～ドドマ(457km) 174km





鉄道ルートの特徴:

- ①キロサ～キデテ間 41km:
谷間の河川と並行したルート
- ②キデテ～グルウェ間 42km:
平坦部の河川に沿ったルート
- ③グルウェ～ドドマ間 91km:
平坦部を走るルート。河川の主流路から
離れるが、広大な洪水氾濫域を含む。

①293km 地点：2008年に橋が流された。2008年に橋が流された。2014年、新橋が完成した。

2008年の洪水により橋梁が崩壊。
被災後、現位置で仮設橋を構築し、復旧。
2012年から上流側に新橋建設を開始



下の写真：新橋完成により、鉄道ルートは、白線からオレンジ色の線に移設された。約800mの区間を上流側に移設している。(新橋に切り替えるまで、)

(下図中、青色ピンは、上の右側の写真の撮影位置である。)



293km 地点の橋梁新設時に、293.2km～294.7km 間(1.5km)が、60lb レールから 80lb レールに更新された。

→その結果、Kilosa(283km)～Dodoma(457km)間で、60lb レール区間(下図 黄色線区間)は、以下のとおり：

1) Kilosa(283km)～293.2km 地点： 10.2km

2) 294.7km 地点 ～299.4km 地点： 4.7km

計 14.9km が 60lb レール



②297km～298km 地点：河川に接近している区間である。川が蛇行しており、水制工等の対策が必要である。

写真-1 2014/7/21

(上流を望む)現状は川岸から離れている。



写真-2 2014/7/21

(上流を望む)現状は川岸から離れている。



写真-3 2014/7/21

川の流れ
鉄道は川に近く、かつ高低差も少ない



③300km 地点：軌道が河川に近い区間。将来、河岸浸食の進行により軌道に危害が出る可能性が高い。

2014年7月21日 キデテ方面(上流)を望む。軌道と河川の比高差は小さい。



(下図中の青ピン位置が、上の写真の撮影位置)



④302km～303km 地点：2014年3月30日に被害にあった。軌道は、山側に流された。

軌道を手側に移動して応急処置を2014年4月1日に完了。

今後も軌道に危害が出る可能性が高い。(更なる山側への移設と嵩上げが必要)

洪水被害時：2014年3月30日 キデテ方面(上流)を望む



2014年7月21日 キデテ方面(上流)を望む



⑤303.8km 地点：2010年の洪水で橋梁および軌道が流出。2014年7月に橋梁新設が完了した。

2010年の洪水により橋梁が崩壊。
8週間で仮設橋を既設ルートで復旧。
その後山側での新橋建設を開始した。



橋梁新設に伴い、軌道は白線からオレンジ線に移設された。
路線移設区間は約1.2km

移設に伴い、切土区間を新設している。
(下の写真は、橋から下流を望む)



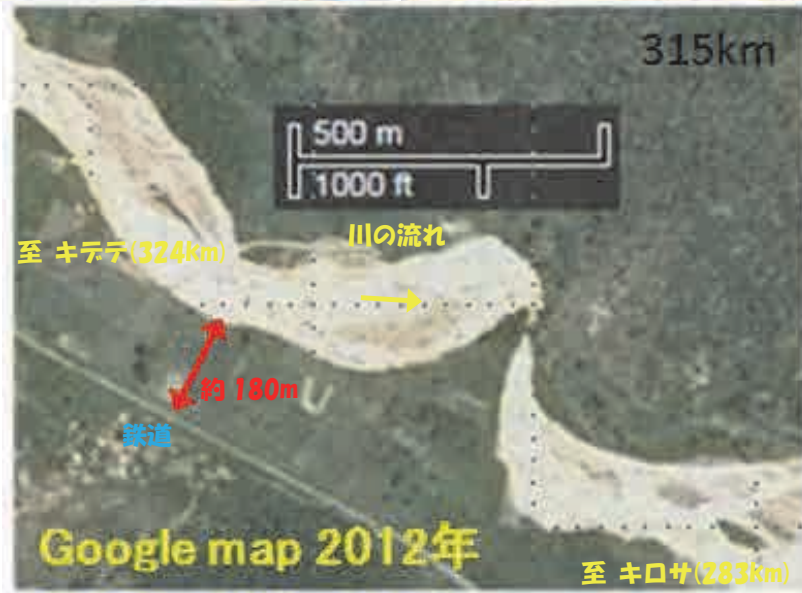
⑥312km～313km 地点：軌道が河川に近い区間。将来、河岸侵食の進行により軌道に危害が出る可能性が高い。



⑦315km～316km 地点：河岸浸食が鉄道に迫っている。山側への移設が必要

2012年から約2年で、約180m、河岸浸食が進行した。

2014年7月21日
キデテ方面(上流)を望む



⑧325 地点：Kidete ダムがある地点



⑨330km～332km 地点：2009年に洪水が来た。それ以外は洪水が来た記録は無い。



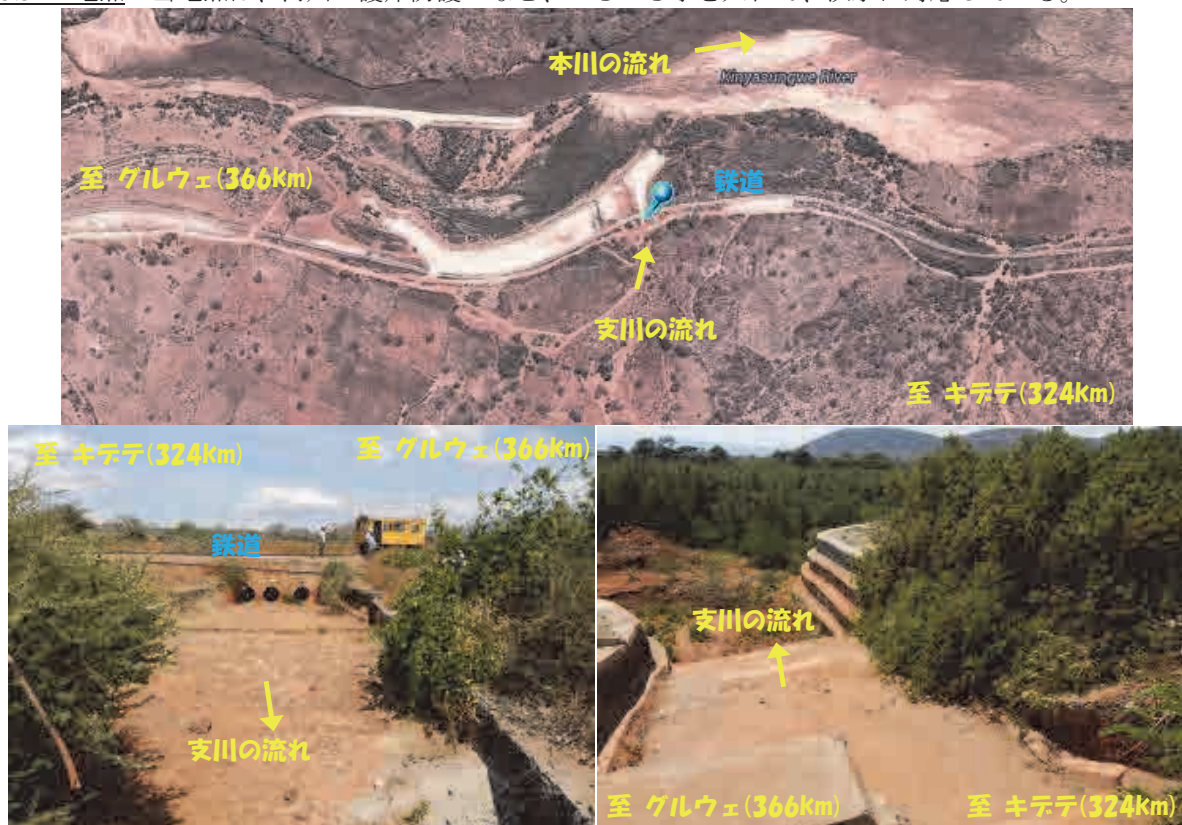
⑩336km～338km 地点：今年の3月、河川(写真の右側)の氾濫水により軌道が被害を受け、復旧した区間
 ＊当区間は、過去、7回、路線を山側に移設している。



⑪341km 地点付近：川との高低差が少なく、2009年に洪水が来た。



⑫345.5km 地点：当地点は、河川の護岸防護工など、いろいろ手を入れて、洪水に対応している。



⑬349km 地点：南側からの支川の洪水により、カルバートが決壊した。応急処置として両側に排水管を増設。



* 現カルバートを撤去して、長さ 2 倍の橋梁新設を計画中→地質調査中



⑭356km 地点：南斜面からの支川(Kilibo River)が本流に合流する地点

本格的な洪水対策が必要である。

*洪水の度に、大量の土砂が押し寄せる。軌道の嵩上げが必要である。



*下の写真：1996年、ドイツ業者(JR)が施工



Kilibo River (上流を望む)



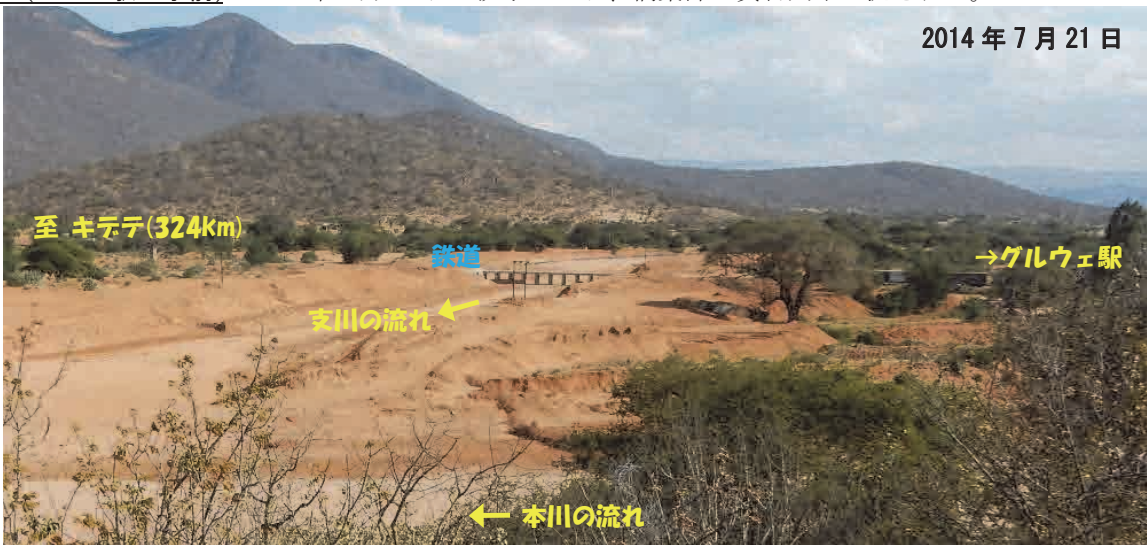
Kilibo River (下流を望む) *ダム計画地点



下図の青ピンがダム計画地点



⑬365km(Gulwe 駅の手前) : 2014年3月30日の洪水により、橋梁部で貨物列車が流された。



南側から来る流域面積の大きな支流(Mzase River)が、橋梁を過ぎてすぐ、本流に合流する地点である。

2014年3月30日の洪水時に、貨物列車と軌道が流された。橋梁は無事であった。



洪水後、即、復旧工事が実施された。

2014年4月1日
泥土は排除された。



橋梁位置から、Kilibo River の上流部を望む

2014年7月22日



至 キテテ(324km)

→グルウェ駅

下の2つの写真は、Gulwe 駅地点の川に架かる橋からのもの



上流を望む：河川は、緑豊かな農地になっている。

下流を望む：写真右の支流(Mzase River)からの大量の土砂が堆積している。

2014年7月22日
上流を望む



2014年7月22日
下流を望む



⑩373km 地点：今年春の洪水で軌道が冠水し、下流側のバラストが流された。



⑪403km 地点(Igandu 駅(402km)の近く)：洪水の度に、当エリアは冠水している。

下図写真の上側から、鉄道橋梁のカルバートを経て、下流に向かうが、泥土でカルバートが埋まり、鉄道カルバートがダムようになり、その結果、越流水が、当エリアを襲っている。



*洪水の度に、排水カルバートは泥土で埋まり、排水機能は無くなり、ダムようになる。その結果、軌道を超えて越流水が下流一帯を冠水させる。

2014年7月23日 鉄道ルートの上流側(北側)

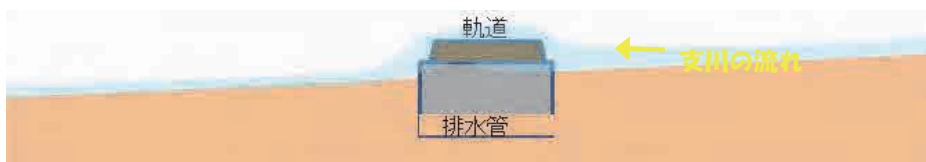


この上下の写真の間に鉄道ルートがある。

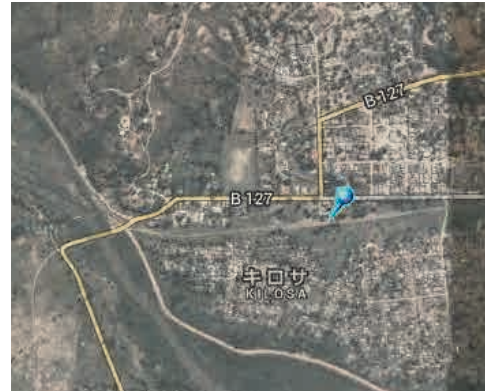
2014年7月23日 鉄道ルートの下流側(南側)
* 前方右側に集落がある。



洪水の度に土砂流入があり、排水カルバートが埋まっている。更に、土砂は下流側に堆積し、排水管の位置より、下流側のレベルが高くなっている。鉄道は嵩上げすれば洪水被害から逃れられるが、下流に住む住民への洪水対策は、別途、必要である。



Kilosa 駅 283km



Munisagara 駅 298km



Mzaganza 駅 311km



Kidete 駅 324km



Godegode 駅 344km



Gulwe 駅 366km



Dodoma 駅 457km



*上記写真は いずれも 2014 年 7 月下旬

(参考)洪水被害地点・現地踏査で今後も洪水被害が懸念される地点

年	月	290km	300km	310km	320km	330km	340km	350km	360km	370km	380km	390km	400km	410km	420km	4300km	440km	450km	460km			
		283km					324km	344km				366km					402km					457km
		キロサ駅					キデテ駅	ゴデ'ゴデ'駅				グルウェ駅					イガン'ウ'駅					トドマ駅
2008			■																			
2009																						
2010				■																		
2011	12		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
2012	2		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
2012																						
2013																						
2014				■																		
2014/8	現地踏査		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									

(備考)今回の調査で、洪水被害記録の提供を再三要望したが、滞在期間中には入手できなかった。

(上図中の各色の説明) オレンジ色：橋梁崩壊地点 青色：世銀/RAHCO 調査”Railways Upgrading and Performance Improvement Study, 2013”に整理されている 2011年12月と2012年2月の洪水被害地点

赤色：現地踏査で、今後も洪水被害が懸念される地点 灰色：現地踏査で RAHCO/TRL から聞いた洪水被害地点

4. 現地再委託調査に関する情報

現地再委託調査に関する情報

1. 地形測量

本編 6 章の 6.2.4 に述べたとおり、現状の路線図(縮尺 1/2,500 の平面図)の作成が必要と判断した。現地再委託の想定は、以下のとおり：

1) 路線図(縮尺 1/2,500 の平面図)の作成

- ・ 測量手法：LIDAR を用いた航空測量

(参考) LIDAR (Laser Detection and Ranging)

(参考 Website：http://www1.gsi.go.jp/geowww/Laser_HP/index.html)

測量面積：348km² *キロサ～ドドマ間(174km)、幅 2km(鉄道から片側 1km)

- ・ 成果品：縮尺 1:2,500 の等高線ピッチ 2.5m の地形図

- ・ 再委託業者の情報：以下の 2 社が候補である：

i. Ramani GeoSystem 社 (www.ramani.co.ke) 本社はナイロビ

-タンザニア国で実績がある。

実績：Consultancy Services for Preparation Feasibility Study, Detailed Design for Lugoda Dam and Maluluma Hydro Power on Ndembera River, Rufui basin Water Board, Ministry of Water, Tanzania, April 2013

Aerial photos: 80km²

Aero flight: two times on Sept. 21, 2012

Mapping: 1:10,000 Map (12 sheets) 1:1,000 Map (43 sheets)

Schedule: 2012/8/1 - 2012/11/15 (2 ヶ月半)

-今回、現地調査中に Ramani GeoSystem 社にコンタクトして、上記の仕様を伝えて、工期を検討してもらった結果は、契約後 16 週間であった。

(下図 参照)

Activity	Wk1	Wk2	Wk3	Wk4	Wk5	Wk6	Wk7	Wk8	Wk9	Wk10	Wk11	Wk12	Wk13	Wk14	Wk15	Wk16
Contract finalisation																
Permissions																
Ground control																
Flightplanning																
Aerial Survey																
Data Processing																
Delivery																

2) 路線を移設した場合の追加の路線縦断図

- ・ 測量手法：水準測量

- ・ 測量区間：以下の 2 つを考慮して、路線縦断図の総延長を設定する。

-2014 年に、293km 地点と 303.8km 地点の橋梁新設が完了し、その 2 区間は路線が移設された。そのため、それらの区間の水準測量が必要(約 2km)

-移設ルート案が決定した時点で、新規ルート区間の水準測量が必要。

3) 各駅の平面地形図 (縮尺 1:500)

- ・ 測量手法：平板測量

- ・ 測量面積：1 駅「1,000m x 100m」

- ・ 測量数量

1) キロサ～グルウェ間の既存 6 駅

2) ルート移設後の新駅

水準測量／平板測量の現地再委託先候補

- i. Right Touch 社(ダルエスサラーム) Tel. 0713254900
-無償工事での実績がある。
- ii. Dunny Geoinformatics 社(モロゴロ)
・コンタクトパーソンは Mr. Dunford Mateso (075-4372851)

2. 地質調査

- ・ 調査開始初期調査として、キロサ～グルウェ間で 10 か所を想定する。
- ・ キロサ～グルウェ間では、最近、橋梁建設が行われたので、既存のボーリングデータが 3 か所は入手可能である。(2014/8/9 : RAHCO に入手依頼済みで 入手待ち)
- ・ 鉄道移設案が決まるのは、調査開始後 9 カ月目の末であるので、その時点で、追加ボーリングの内容を検討する。
- ・ ボーリング深さは、支持層までとする。
(補足事項) RAHCO は、2014 年 7 月、349km 地点での新橋建設に向けて、ボーリング調査を開始した。この調査に参画している C-Labs (Tz)社に面談し状況を確認したところ、ボーリング調査の深さは 30m とのことであった。キロサ～グルウェ間の鉄道沿線の支持層の深さは、概ね 20～30m とのコメントもあった。
- ・ ボーリング工期は、1 週間／1 か所 程度 +室内試験(半月～1 カ月)
- ・ 現地再委託先候補： *下記の 2 社は、無償工事での実績がある。
 - i. C-Labs (Tz) 室内土質試験を請負う会社で、ボーリング会社を束ねて、ボーリング工事も統括してくれる。 Tel. o785 871042
 - ii. MAKCONSULT 交通系のエンジニアリング会社であるが、ボーリング、測量などを統括してくれる。 Tel. o22 2861256

3. 河川縦横断測量

- ・ 水理計算に使用するため河川縦横断図が必要である。求められる精度 (F/S レベル) と限られた時間に配慮し、本川の計測間隔は 1.0km を想定した。また、支川の計測間隔は 300m とするが、実施前の確認が必要。雨期中の測量作業が想定されるため、リスク軽減上、経験豊富な業者を選ぶ必要がある。なお、モニユメントの設置に関しては、「1. 地形測量」で作成する路線図が使用可能と考えられるため、コスト削減の観点から、連携の可能性について考慮すること。想定される概略数量は以下の通り。
- ・ キンヤシグウェ川～ムコンドア川：延長 120 km@1,000m (横断図 120 断面)
(キロサ～イガンドウ間) 平均河道幅 1.0km
- ・ その他支流 (6 支流) : 延長計 6 @合流点から 5 km、計 30km
平均河道幅 300m
 - ・ ベンチマーク測量 : コンクリートモニユメントの設置及び

国家基準点との連結を含む。

参照する国家基準点の信頼性の確認は必須。

・現地再委託候補先：

i. Dunny Geoinformatics.

モロゴロに本拠を置く会社で、ワミ・ルブ流域管理事務所からの類似河川測量の委託業務実績がある。Tel: 075-4372851

ii. Geohydro Consultants Ltd.

連絡先等、関連情報は未確認。従って、本格調査時にコンタクトし、類似調査の経験、能力、保有要員・観測機器等につき確認する必要がある。

(e-mail: geohydrotz@yahoo.com)

4. 流量観測・洪水痕跡調査

- ・H～Q 曲線の精度向上のため（特に、洪水時の水位～流量の関係）、流量データのある5観測所で洪水時の流量観測が想定される。キロサ、グルウェ、その他支川3地点。また、水理計算結果の同定作業（粗度係数等のキャリブレーション）に資するため、洪水痕跡調査を実施する。想定される頻度、箇所数は以下の通り。

- ・流量観測（キニヤシングウェ川、ムコンドア川および支流）5地点@6回 計30回
- ・洪水痕跡調査（スポット標高確認）本河沿い40地点（1箇所/3km）、主要支川沿い30地点（1箇所/1km、6支川@5km） 計70地点

・現地再委託候補先：

i. Dunny Geoinformatics.

モロゴロに本拠を置く会社で、ワミ・ルブ流域管理事務所からの類似河川測量の委託業務実績がある。Tel: 075-4372851

ii. Geohydro Consultants Ltd.

連絡先等、関連情報は未確認。従って、本格調査時にコンタクトし、類似調査の経験、能力、保有要員・観測機器等につき確認する必要がある。

(e-mail: geohydrotz@yahoo.com)

5. 浮遊砂及び河床材料調査

- ・河床変動解析における、流砂量～流量曲線の関係を求めるため浮遊砂及び河床材料サンプリング・分析を実施する。想定される概略数量は以下のとおり。なお、作業効率上、「4. 流量観測・洪水痕跡調査」と同じ業者が行うことが望ましい。再委託業者の能力をよく分析した方が良い。

- ・キロサ、グルウェ及び支川流域3地点で浮遊砂の採取・分析： 5回@5地点
- ・河床材料採取・分析：本川 7地点、支川 6地点

・現地再委託候補先：

i. Dunny Geoinformatics.

モロゴロに本拠を置く会社で、ワミ・ルブ流域管理事務所からの類似河川測量の委託業務実績がある。Tel: 075-4372851

ii. Geohydro Consultants Ltd.

連絡先等、関連情報は未確認。従って、本格調査時にコンタクトし、類似調査の経験、能力、保有要員・観測機器等につき確認する必要がある。

(e-mail: geohydrotz@yahoo.com)

6. EIA スタディ

- ・EIA スタディの現地再委託業務は、6 章 6.2.14 に示したように、タ国環境審査機関である NEMC が規定する手順に従って進める。
- ・現地再委託先は、NEMC への登録業者から選定する。登録業者リストは、下記から入手できる。

http://www.nemc.or.tz/index.php?option=com_content&view=article&id=107&Itemid=225

入手できる資料名：

List of environmental experts certified and registered by the council in year 2014

