

モザンビーク共和国
モザンビーク道路公社（ANE）

モザンビーク国
ナカラ回廊道路網改善事業準備調査
ファイナル・レポート
要約

平成30年5月
（2018年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 エイト日本技術開発
国際航業株式会社

アフ
JR
18-012

モザンビーク共和国
モザンビーク道路公社（ANE）

モザンビーク国
ナカラ回廊道路網改善事業準備調査
ファイナル・レポート
要約

平成30年5月
（2018年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル
株式会社 エイト日本技術開発
国際航業株式会社

ナカラ回廊道路網改善事業準備調査

要約目次

ページ

1. 序章	1
1.1 プロジェクトの背景	1
1.2 本調査の目的	2
1.3 プロジェクトの範囲： 調査対象範囲と対象道路	3
1.4 調査の範囲	3
1.5 対象道路の位置づけ・必要性	5
1.5.1 ナカラ港アクセス道路	5
1.5.2 ナンプラ南部バイパス道路	6
1.5.3 クアンバ バイパス道路	7
2. 道路セクターの概要と開発計画	8
2.1 道路セクターの概要	8
2.1.1 モザンビークの道路システム	8
2.1.2 ANE の予算配分および支出	8
2.2 道路セクターに関わる開発計画	8
2.2.1 道路セクター戦略（RSS）と総合道路セクタープログラム（PRISE）	8
2.2.2 ナカラ回廊経済開発戦略（PEDEC-Nacala）	9
2.3 州および自治体の基本情報および開発計画	11
2.3.1 ナンプラ州ニアッサ州の基本情報	11
2.3.2 ナンプラ市および周辺地域	12
2.3.3 ナカラ市およびナカラベイリャ郡	12
2.3.4 クアンバ市	13
3. 対象道路の現況	14
3.1 自然条件	14
3.1.1 気象条件	14
3.1.2 対象路線の地形・地質	14
3.1.3 対象道路近傍の水文条件	15
3.2 社会経済状況	16
3.2.1 人口	16
3.2.2 経済	17
4. 交通調査の概要	18
4.1 ナカラ	18
4.2 ナンプラ	18

4.3	クアンバ	18
5.	交通需要予測	22
5.1	交通需要予測結果まとめ	22
6.	道路設計条件	23
6.1	道路設計基準	23
6.1.1	道路種別	23
6.1.2	幾何構造基準	23
6.1.3	道路用地	23
6.1.4	標準横断構成	23
6.1.5	計画上のコントロールポイント	25
6.2	各施設とのクリアランス	25
6.2.1	鉄道とのクリアランス	25
6.2.2	海上橋に対するクリアランス	25
6.2.3	送電線（高圧送電線）とのクリアランス	25
6.2.4	河川橋および盛土構造に関するクリアランス	26
6.3	土地利用計画に合わせた道路開発（提案）	26
7.	路線選定（代替路線の比較検討）	27
7.1	路線代替案の概要	27
7.1.1	ナカラ港アクセス道路	27
7.1.2	ナンプラ南部バイパス道路	28
7.1.3	クアンババイパス道路	30
7.2	代替案の評価項目（評価基準）	30
7.3	代替案の評価結果及び路線選定	31
7.3.1	ナカラ港アクセス道路	31
7.3.2	ナンプラ南部バイパス道路	32
7.3.3	クアンババイパス道路	32
7.4	道路開発計画／各対象道路のイメージ	33
8.	概略設計及び概略積算	37
8.1	設計の進め方	37
8.2	自然条件調査	37
8.2.1	地質・土質調査	37
8.2.2	測量	39
8.2.3	気象、水文および水理調査	39
8.3	舗装設計	41
8.3.1	舗装設計の基本条件	41
8.3.2	舗装設計	41

8.3.3	提案される舗装構成	42
8.4	排水施設	43
8.4.1	現状の排水施設の課題等	43
8.5	道路及び構造物の設計方針	45
8.5.1	道路設計	45
8.5.2	構造設計	48
8.6	交通安全施設、付帯施設	53
8.6.1	検討方法	53
8.6.2	検討対象	53
8.7	施工計画	54
8.7.1	工事概要	54
8.7.2	施工方法	54
8.7.3	工程計画	55
8.7.4	調達計画	56
8.8	事業費積算	58
9.	プロジェクト効果を高める技術	59
9.1	提案する技術	59
10.	プロジェクト評価	60
10.1	経済内部収益率（EIRR）	60
11.	プロジェクト実施計画	61
11.1	事業実施機関	61
11.1.1	PMU の設立	61
11.2	事業パッケージ分けの検討	62
11.3	事業実施スケジュール	63
11.4	本プロジェクトにおける維持管理計画	63
12.	環境社会配慮	65
12.1	序章	65
12.2	SER、PR に係るレビュー結果と提案事項	65
12.3	ナカラ港アクセス道路事業を巡る現況	68
12.4	その他のニ事業を巡る現況	69
13.	結論と提言	70
13.1	結論	70
13.2	提言	71

図目次

	ページ
図 1.1 対象道路の位置図	4
図 1.2 ナカラ市における乗用車と貨物車	5
図 1.3 ナンプラ市内の N1（国道 1 号線）における交通混雑	6
図 1.4 クアンバ市の N13（国道 13 号線）上の交通	7
図 2.1 総合開発戦略と部門・地域別アプローチのイメージ	10
図 2.2 地域プログラムと対象道路を含む最優先プロジェクト	11
図 3.1 モザンビーク北部の地形区分図	15
図 3.2 ARA Centro-Norte 管轄区域の河川流域	15
図 4.1 ナカラにおける調査地点ごとの交通量	19
図 4.2 ナンプラ市における調査地点ごとの交通量	20
図 4.3 クアンバ市における調査地点ごとの交通量	21
図 5.1 計画道路交通需要予測結果（左上：ナカラ、右上：ナンプラ、下：クアンバ）	22
図 6.1 ナカラ港アクセス道路標準横断構成（完成形）	23
図 6.2 ナンプラ南部バイパス道路標準横断構成（完成形）	24
図 6.3 クアンババイパス道路標準横断構成	24
図 6.4 ナンプラにおける対象道路整備と一体となった都市開発イメージ	27
図 7.1 ナカラ港アクセス道路の路線代替案	28
図 7.2 ナンプラ南部バイパス道路の路線代替案（1/2）	29
図 7.3 ナンプラ南部バイパス道路の路線代替案（2/2）	29
図 7.4 クアンババイパス道路の路線代替案	30
図 7.5 ナカラ港アクセス道路の選定した最適路線	31
図 7.6 ナンプラ南部バイパス道路の選定した最適路線	32
図 7.7 クアンババイパス道路の選定した最適路線	33
図 7.8 ナカラ港アクセス道路の開発計画	34
図 7.9 ナンプラ南部バイパス道路の開発計画	35
図 7.10 クアンバ バイパス道路の開発計画	36
図 8.1 予備設計の手順	37
図 8.2 ナカラ地区の既存カルバート	43
図 8.3 ナンプラ地区の湿地帯と既存排水施設	44
図 8.4 クアンバの既存の小川、小河川	45
図 8.5 ナカラ港アクセス道路における主要構造物位置	49
図 11.1 事業実施スケジュールの概念図	63

表目次

	ページ
表 3.1 州別人口および年平均成長率（1997-2007）	16
表 3.2 ナカラ回廊地域の州別人口予測（PEDEC-Nacala）	16
表 3.3 「モ」国の州別実質 GRDP および年平均成長（1997-2011）	17
表 3.4 ナカラ回廊地域の経済フレーム（2011-2035）	17
表 6.1 河川橋/ 盛土構造における計画高水位（HWL）からのクリアランス	26
表 7.1 各道路の交差形状	34
表 7.2 道路および鉄道の交差形状	35
表 7.3 道路、河川および鉄道との交差形状	36
表 8.1 調査項目と数量（ナカラ港アクセス道路）	38
表 8.2 調査項目と数量（ナン普拉南部バイパス道路）	38
表 8.3 調査項目と数量（クアンババイパス道路）	39
表 8.4 各橋梁での設計高水位	40
表 8.5 設計期間における交通量と累加軸重（2038 年）	41
表 8.6 AASHTO 設計法による舗装構成計算結果	42
表 8.7 力学的手法による舗装構成計算結果	42
表 8.8 提案される舗装構成	43
表 8.9 ナカラ地区の課題と対応結果	44
表 8.10 ナンプラ地区の課題と対応結果	44
表 8.11 クアンバ地区の課題と対応結果	45
表 8.12 2 車線暫定供用における 2 つの整備レベル（高スペック案/ ベーシック案）	46
表 8.13 橋梁設計条件の一覧	48
表 8.14 車線暫定供用時の橋梁諸元一覧（高スペック案）	51
表 8.15 車線暫定供用時の橋梁諸元一覧（ベーシック案）	52
表 8.16 工事概要	54
表 8.17 主要資材の調達計画	56
表 8.18 主要機材の調達計画	57
表 8.19 総事業費	58
表 9.1 提案する技術の概要	59
表 10.1 感度分析の結果	61
表 11.1 ナカラ港アクセス道路（3 工区）	62
表 11.2 ナンプラ南部バイパス道路（3 工区）	62
表 11.3 事業実施スケジュールの検討における前提条件	63
表 11.4 維持管理費用の試算結果（百万円/年）	65
表 12.1 簡易環境報告書（SER）に対する調査団のレビュー結果と提案事項	66
表 12.2 移転計画書（PR）に対する調査団のレビュー結果と提案事項	67
表 12.3 MITADER/DPTADER の主な指摘事項とこれらに対する ANE 側の見解	69

略語集

AADT: Annual Average Daily Traffic	年平均日交通量
AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials	米国州道路交通運輸担当官協会
ANE: Administração Nacional de Estradas/ National Road Administration.....	道路公社
ARA: Administração Regional de Águas / Regional Water Administration.....	地域水資源局
CBD: Central Business District	中心業務地区
CFM: Portos e Caminhos de Ferro de Moçambique / Mozambique Ports and Railways	モザンビーク港湾鉄道公社
DPTADER: Direcção Provincial da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural / Provincial Directorate of Land, Environmental and Rural Development.....	土地環境農村開発地方事務所
DUAT: Direito de Uso e Aproveitamento da Terra/ Right to Use and Benefit from the Land	法的使用権
EIA :Environmental Impact Assessment	環境影響評価
ENDE: Estratégia Nacional de Desenvolvimento / National Development Strategy	国家開発戦略
ESAL: Equivalent Standard Axle Load	等価標準軸重
FDI: Foreign Direct Investment.....	対外直接投資
IFZ: Industrial Free Zone.....	工業団地
INAM: Instituto Nacional de Meteorologia / National Institute of Meteorology	国家気象庁
ITS: Intelligent Transport Systems	高度道路交通システム
MITADER: Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural / Ministry of Land, Environment and Rural Development.....	土地環境農村開発省
OD: Origin and Destination	交通行動の起点と終点
PARP: Plano de Acção de Redução da Pobreza / Action Plan for Reducing Poverty	貧困削減のための行動計画
PC: Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
PCU: Passenger Car Unit.....	乗用車換算台数
PES: Plano Económico e Social / Economic and Social Plan.....	経済・社会計画
PMU: Project Management Unit	プロジェクトマネジメントユニット
PQG: Plano Quinquenal do Governo / Government Five Year Programme	政府5か年計画
PR : Resettlement Plan.....	住民移転計画書

PRISE: Programa Integrado do Sector de Estradas / Integrated Road Sector Programm	
.....	道路セクター統合プログラム
RAP: Resettlement Action Plan.....	住民移転計画
RSS: Road Sector Strategy	道路セクター戦略
SATCC: Southern Africa Transport and Communications Commission	
.....	南部アフリカ運輸通信委員会
SER: Simplified Environmental Report.....	簡易環境報告書
SEZ: Special Economic Zones.....	経済特区
TIA: Traffic Impact Assessment.....	交通影響評価

要約

1. 序章

1.1 プロジェクトの背景

モザンビーク（以下、「モ」国）の道路網は、地方都市を結ぶ幹線道路を中心に整備が進められている。道路公社（ANE）が管轄する道路総延長は 30,464 km であり、うち 7,344 km（24%）が舗装、23,120 km（76%）が未舗装となっており、舗装率は依然として低い水準にある。また、2015 年時点での州レベルの道路状態は、マプト州、イニャンバネ州、マニカ州、ニアッサ州で良い・普通が 7 割を超えているのに対し、ナンプラ州では 5 割に達しておらず、全州の中で最も悪い状況となっている¹。

「モ」国は、政府の開発計画である「政府 5 か年計画（PQG）（2015–2019）」において、経済社会インフラの開発を優先課題として挙げている。その課題を達成する戦略目標として、道路・橋の改修及び拡張が掲げられている。加えて、現在の PQG の一つ前の政府 5 か年計画（2010～2014）について、貧困削減に焦点をあてたアクションプランとして策定されている「貧困削減行動計画（PARP）（2011–2014）」においては、「農水産業の生産量拡大及び生産性の向上」を第一目標とし、その達成指標として道路及び橋のメンテナンスや道路の舗装が設定されている。このように、「モ」国にとって道路セクターの開発は重要な課題として位置づけられている。また、道路整備計画としては、第 3 次道路セクター戦略（RSS）があり、その中で、ナカラ回廊を含む 7 つの国際回廊、そしてそれらを互いに接続する幹線道路が最優先回廊となっている。

これらの主要回廊のうち、国内南北を結ぶ国道 1 号線、隣国や首都マプトを結ぶ広域幹線道路であるマプト回廊及びベイラ回廊は比較的整備されてきているが、長年続いた内戦の影響もあって、ナカラ回廊、ペンバ回廊など、特に北部の東西を結ぶ幹線道路の整備が遅れている。特に、ナカラ回廊地域における道路舗装率は全国平均を下回り、地方道路の未舗装部分は雨期には通行不能になる区間も多く、同地域のインフラ整備・改修は喫緊の課題となっている。

本調査に先立ち、JICA および他の国際開発機関は、この地域の道路セクターに対して、これまでいくつかのプロジェクトによる支援をおこなっている。当時の国道 8 号（現在の国道 13 号）上のナテテ橋の再建を含む、「第二次幹線道路橋梁再建計画」（2000 年 9 月に交換公文（E/N）署名）における事後評価ミッション時において、この回廊の開発の重要性が認知され、その後、「モンテプエス - リシंगा間道路事業（2007 年 3 月 L/A 調印）」、「ナンプラ - クアンバ間道路改善事業（2010 年 3 月 L/A 調印）」としてのフィージビリティ調査と詳細設計調査が、それぞれ、JICA および日本政府の見返り資金を活用して実施された。これらのプロジェクトは現在工事が続いている。「マンディンバ - リシंगा間道路改善事業（2013 年 11 月 L/A 調印）」についても、アフリカ開発銀行（AfDB）と JICA に

¹ Economic and Social Plan Integrated Road Sector Program (PES/PRISE 2016)

より支援が続いている。また、JICA および経済財務省により 2012 年から実施された「ナカラ回廊地域経済開発戦略策定調査 (PEDEC-Nacala)」においては、ナカラ回廊地域における適切な開発と投資を促進するための開発戦略を策定している。道路セクターについても焦点をあて、3つの提案道路（ナカラ港アクセス道路、ナンプラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路）を、優先度の高い道路として位置づけている。PEDEC-Nacala は、2016 年 11 月に正式に閣議承認された。その他、この地域における関連するプロジェクトとしては、JICA による「道路維持管理能力向上プロジェクト」（協力期間 2011 年 8 月～2014 年 7 月）、無償資金協力による「ナカラ港緊急改修計画」（G/A 締結 2012 年 12 月）および、円借款による「ナカラ港開発事業」（フェーズ 1 2013 年 3 月 L/A 調印、フェーズ 2 2015 年 6 月 L/A 調印）が存在する。

特に、ナカラ回廊が通過するナカラ、ナンプラ、クアンバの 3 都市については、人口が増加し、開発が進む中、乗客・貨物輸送量が劇的に増加しており、市街地を通る主要幹線道路にも大型車が多数往来、通過するようになってきている。その結果、円滑な交通に支障が発生しているのみならず、歩行者や沿線住民の安全、生活環境の悪化などが懸念されている。これらに加えて、内陸部のテテ州からナカラ港に至るナカラ鉄道が整備され、ナカラ港で扱う貨物量が今後約 15 年で現在の 10 倍以上となることが予想されている。このように、列車の通過頻度や貨物車両の著しい増加が見込まれることから、都市機能の低下や、都市環境の悪化が危惧されている。

このようなことから、交通混雑を緩和し、都市環境への負の影響を最小化するために、市街地を迂回するバイパス道路の整備や、ナンプラやクアンバにおける鉄道との交錯の減少、また、ナカラ港への直接アクセスする道路の整備が不可欠となっている。

1.2 本調査の目的

本調査は、概略設計、概略事業費積算を含むフィージビリティ調査を実施するものであり、あわせて事業実施体制や運営維持管理の構築と、モザンビーク政府が実施する環境社会配慮調査に対する支援をおこなうものであり、「ナカラ回廊道路網改善事業準備調査」として、3つの道路を対象としている。本プロジェクトに対するフィージビリティ調査の結果は、日本政府による円借款プロジェクトの審査のための基礎資料として活用されるものであり、現時点で円借款プロジェクトとして決定したものではない。

環境影響評価 (EIA) と住民移転計画 (RAP) の作成については、モザンビーク政府により ANE の予算のもと現地のコンサルタントに委託されるものであり、本調査では環境コンサルタントにより作成されたこれら報告書のレビューを含む技術的な支援や助言を通じてモザンビークを支援する。なお、ANE による環境コンサルタントの調達が大幅に、また継続的に遅れたことから、JICA は環境社会配慮に係る技術的支援については 3つの道路事業のうち、最も重要性の高いナカラ港アクセス道路事業に対してのみ行うこととし、2016 年 6 月 28 日に JICA と ANE はこの内容で正式に合意した。

1.3 プロジェクトの範囲： 調査対象範囲と対象道路

「ナカラ回廊道路網改善事業」と称するプロジェクトは、新たな重要な道路ネットワークを整備することで、特に、都市道路として迂回交通および都市開発を促す道路を整備することで、ナカラ回廊地域の開発と促進につながることを目的としている。

本調査の対象地域および道路は、ナカラ回廊地域内に存在し、ナンプラ州のナンプラ市とナカラ市、およびニアッサ州のクアンバ市に位置する。対象道路は以下の通りである²。

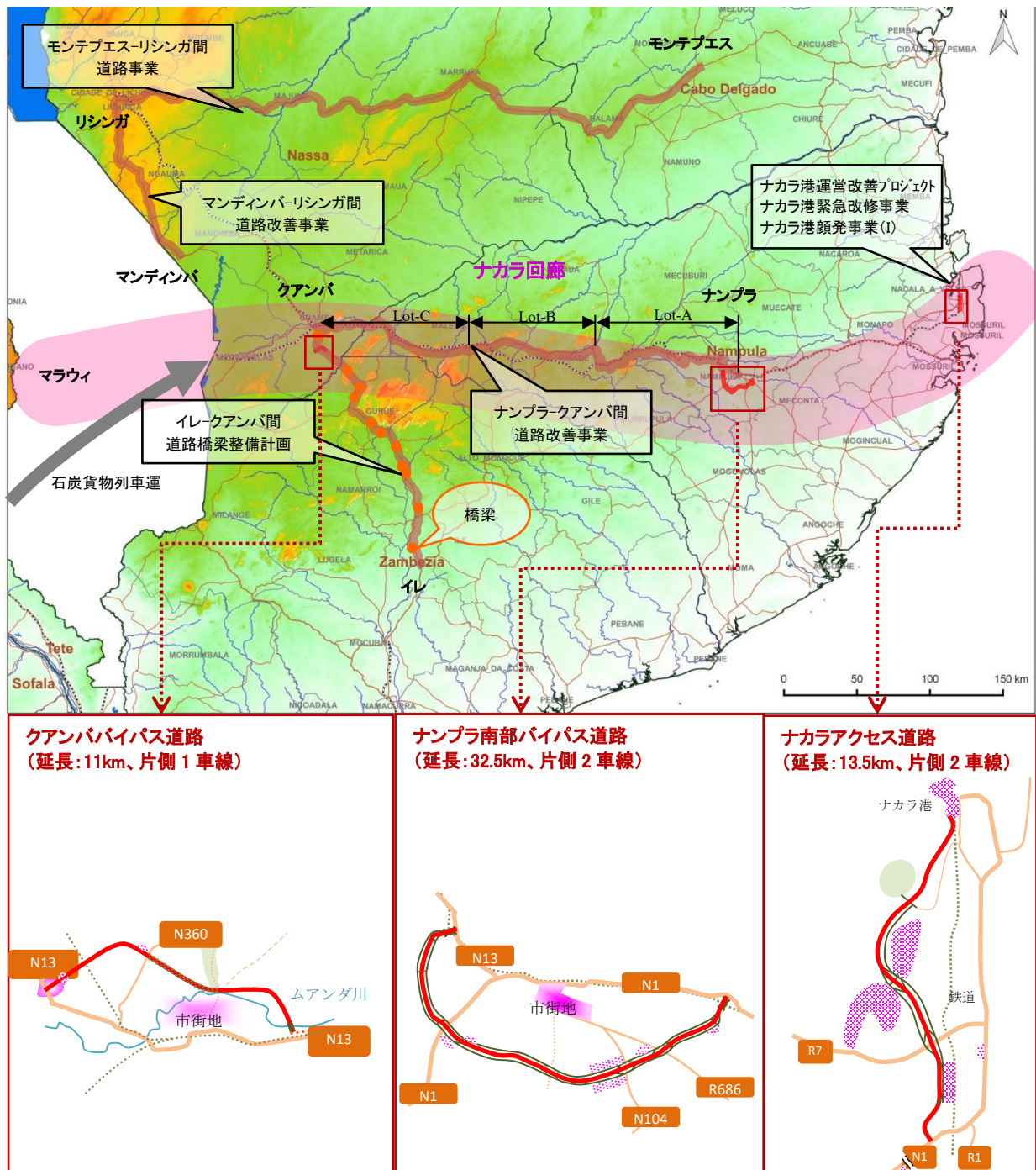
- ナカラ港アクセス道路（ナカラ市）
- ナンプラ 南部バイパス道路（ナンプラ市）
- クアンバ バイパス道路（クアンバ市）

1.4 調査の範囲

本準備調査においては、以下の項目を範囲としている。

- プロジェクトの背景および必要性のレビューおよび確認
- 3つの対象道路に対する道路設計 (a) 自然条件調査、b) 現地踏査、c) 概略設計、d) 積算、e) 経済分析、および、f) 交通需要予測を含む)
- 実施スケジュール、調達パッケージおよび評価指標などをからなるプロジェクト内容の策定
- プロジェクト実施における制度・組織体制に関する確認
- 維持管理計画の策定
- ANE による EIA と RAP の実施に対する支援

² 「1.2 本調査の目的」に記載の通り、環境社会配慮に係る技術的支援については3つの道路事業のうち、最も重要性の高いナカラ港アクセス道路事業に対してのみ行われた。



出典: 調査団

図 1.1 対象道路の位置図

1.5 対象道路の位置づけ・必要性

1.5.1 ナカラ港アクセス道路

(1) 道路セクターにおける現状と課題

ナカラ回廊地域や隣接する内陸国のゲートシティとして、ナカラ市とナカラベイリャ郡と周辺地域から構成されるナカラベイエリアは、その人口や経済の劇的な成長が期待されている地域である。深海港とともにある経済特区（SEZ）は海外直接投資（FDI）を惹きつけることが期待されており、人口の増加³も予測されている。この経済発展を確実なものにするためには、社会経済インフラである道路の整備は必須である。

また、港湾を出入りするコンテナ車両である貨物車両は、現在、ナカラ市中心部を走り抜けており、市の経済活動への支障となっている。従って、市内における乗用車と港湾関連貨物車両との分離が強く望まれる。

(2) 道路整備政策とナカラ港アクセス道路

この課題を解決するため、PEDEC-Nacala では、ナカラ港アクセス道路をナカラ市の中心部のバイパス道路として提案している。本道路は、ナカラ港の拡張部分とナンプラに向かう N12 (国道 12 号線) とを接続する新設道路である。途中、ナカラベイリャへ向かう R702 と交差する。この道路は、貨物車両などがナカラ市の市街地を通過せず、港湾に直接アクセス可能とする。

上記と同時に、この道路は大規模な工業団地（IFZ）や、工業用地における工場立地に対して良好なアクセスを提供することができる。また、鉄道輸送と道路輸送をつなぐマルチモーダルターミナル（鉄道操車場）もこの提案道路の線形上に計画されている。これらの開発計画は、ナカラ港アクセス道路の整備なしでは実現されない。



出典：調査団

図 1.2 ナカラ市における乗用車と貨物車

³ 現在のナカラベイエリアの都市人口は、2007 年時点で 233,825 人であり、2035 年までに 927,100 人に成長すると PEDEC-Nacala では予想している。

1.5.2 ナンプラ南部バイパス道路

(1) 道路セクターにおける現状と課題

ナンプラ市は、モザンビーク北部地域の中心となる市であり、ナンプラ市とナンプラ郡の3行政区（アンシロ、ナマイタ、ラパレ）からなるナンプラ拡大エリアは、ナカラ回廊地域の開発に呼応して成長を続けることが想定される。ナンプラ市は、引き続き、行政および商業中心として主要な役割を担うこととされており、ナンプラ拡大エリアは、2035年には1,328,900人と、2007年の471,171人から成長すると見込まれる。

PEDEC-Nacala で指摘した開発を阻害する主要な要因の一つとして、市の中心部への交通集中が挙げられている。市の中心部を通る N1 は、一つの道路に都市間の長距離通過交通と市内交通が入り混じっている状態である。これは、交通混雑とひいては経済活動の妨げとなっており、通過交通の分離が課題となっている。

(2) 道路整備政策とナンプラ南部バイパス道路

ナンプラ市議会は、対象道路沿線の土地利用計画と北部・南部バイパス道路からなる環状道路も計画している。ナンプラ南部バイパス道路は、ナンプラ拡大エリア開発プログラムの道路分野での高優先プロジェクトとして提案されている。

本道路は、ナカラ港からのナンプラ市街地に向かう N1（国道 1 号線）のうち、市街地に入る手前で、南側に市街地を迂回する新設の環状道路の一部である。途中、市街地から放射状に延びている R686 と N104 と交差し、ナンプラ市街地から南側に走る N1 と交差する。その後、N13 まで市街地を通らずに迂回することが可能となる。

本道路は、通過交通を処理するバイパス機能のみならず、ナンプラ拡大エリアにおける産業発展地区としても期待される。



出典：調査団

図 1.3 ナンプラ市内の N1（国道 1 号線）における交通混雑

1.5.3 クアンバ バイパス道路

(1) 道路セクターにおける現状と課題

クアンバ市は、ナカラ回廊地域におけるマラウイからの鉄道と、ナカラ回廊が交わる交通の要衝である。N13 の改善として、ナンプラ～クアンバ間の道路改善が実施中であり、劇的な交通量の増加と人口⁴、経済成長が期待されている。市街地の拡大により、住宅開発や農産物加工業などの工場開発が見込まれている。

クアンバでは舗装道路がまだ少なく、待ちの中心部を通過する N13 道路は都市内交通における幹線道路としての役割を担っている。これに加えて国内の都市間通過交通と国際貨物の通過交通が N13 を利用するため、市内交通を干渉している状況である。これらの通過交通を市の中心部から転換させることが重要な課題となっている。

クアンバでは、鉄道が市の中心部を通過している。石炭輸送による劇的な鉄道運行頻度の増加により、市内の平面交差では道路交通のボトルネックとなることが想定される。従って、鉄道と道路交通の物理的な分離が必須とされている。

(2) 道路整備政策とナンプラ南部バイパス道路

通過交通の転換は、クアンバ物流センターエリア開発プログラムにおける高優先プロジェクトとされている。この課題を解決するため、PEDEC-Nacala にてクアンババイパス道路が提案された。本道路は、クアンバ市内を通らずに市の北側を迂回するバイパス道路であり、N13（国道 13 号線）同士をつなぐものである。途中、N360 と交差する。バイパス道路を利用することにより、通過交通は鉄道との平面交差部を避けることが可能となる。



出典：調査団

図 1.4 クアンバ市の N13（国道 13 号線）上の交通

⁴ クアンバ市の都市人口は、2007 年の 79,013 人から 2035 年には 267,000 人に増えることが期待されている。

2. 道路セクターの概要と開発計画

2.1 道路セクターの概要

2.1.1 モザンビークの道路システム

(1) 道路種別

道路種別は、国道（一級、二級）および地方道（三級、近隣）で構成される。これらの道路は、道路公社（ANE）により管理されており、都市道路や未分類道路は、それぞれ、市議会や郡の所管となっている。

(2) 道路の性状

2016年のPRISEによると、ANEは30,464kmを管理し、24%（7,344km）が舗装済みとなっている。一級道路のみを対象とした場合、ナンプラ州のわずか54%しか舗装されておらず、ニアッサ州では59%のみとなっている。ザンベジア州の舗装率は75%、カーボデルガード州では67%であり、それらを除く6州は100%舗装されている。

2.1.2 ANEの予算配分および支出

(1) PRISE 2016による予算額・支出額

PRISE 2016によると、全体予算額は、250億MZN、USDに換算すると403百万USD⁵が算定されている。この内訳は、25.8%が自国資金で、74.2%が外国資金である。

PRISE 2016のもとで算出された2016年の支出額は、必要予算額の42.4%にあたる107億MZNであった。このうち、自国資金が62.1%の66.6億MZNを占め、外国資金は37.9%の40.6億MZNに留まった。これは、各国ドナーの支援が激減したことを示している。

2.2 道路セクターに関わる開発計画

道路セクターにおける計画は、上位計画である国家開発計画で定められる目標に基づいて定められている。

2.2.1 道路セクター戦略（RSS）と総合道路セクタープログラム（PRISE）

道路セクターでは、「モ」国政府の主要な開発と道路ネットワークの管理の戦略を記した道路セクター戦略（RSS）が存在する。RSSには主要な原則、方法と活動を定めるための「モ国」政府の道路セクターの詳細な方針が記されている。

- **持続可能性**：継続的に更新、修復されること
- **接続性**：主要地点を結ぶ重要な道路リンクの特定とこれらのリンクを強化するための開発をおこなうこと

⁵ 1 USD = 62.7 MZN 2018年3月現在

- **近接性**：全国民に最低限またはより良いアクセス性を提供すること
- **アセット保全**：インフラ投資が修繕不足によりその効果を失わないための、修繕事業の優先順位付けを行うこと
- **通年通行性への強化**：既存道の劣化により主要な道路システムから切り離されたコミュニティに対しても最低限のアクセス機能を提供すること
- **維持管理の容易性確保**：維持管理をより簡単で安価にするための、設計時における道路線形、使用材料を改善すること

2.2.2 ナカラ回廊経済開発戦略（PEDEC-Nacala）

PEDEC-Nacala（「モ」国におけるナカラ回廊経済開発戦略プロジェクト）は、ナカラ回廊と回廊周辺の5州を含む周辺地域のための「総合開発戦略」を策定するためのプロジェクトである。

ナカラ回廊の輸送容量の改善は、地域開発を促進する上で重要な役割を期待されている。PEDEC-Nacalaの戦略開発は、ナカラ回廊の輸送機能改善による開発の機会と可能性を引き出すために策定された。

PEDEC-Nacalaは鉱物資源開発、輸送回廊やその他の経済セクター開発の直接的な関連に限らず、環境管理、人的資源開発や組織開発などの総合的な開発の必要性にも留意し、「活発で包括的な開発」を促進するための方策を検討した。さらに、PEDEC-Nacalaは、これら鉱山資源開発、交通回廊開発や、経済発展発により引き起こされる社会的弱者や、辺境地に住み開発への参加機会を持たない人々に対しても配慮している。

PEDEC-Nacalaで提言されたナカラ回廊地域の2035年の空間構造を図2.1に示す。回廊構造はナカラ港からマラウイのリロングウェを通過してザンビアのルサカ（またはセレンジェ）を結ぶ約2,000kmの国際回廊であり、アクセスの改善効果はモザンビークの各地に波及し、人々の移動性を強化し、ルート沿いの開発を促進する事が期待される。

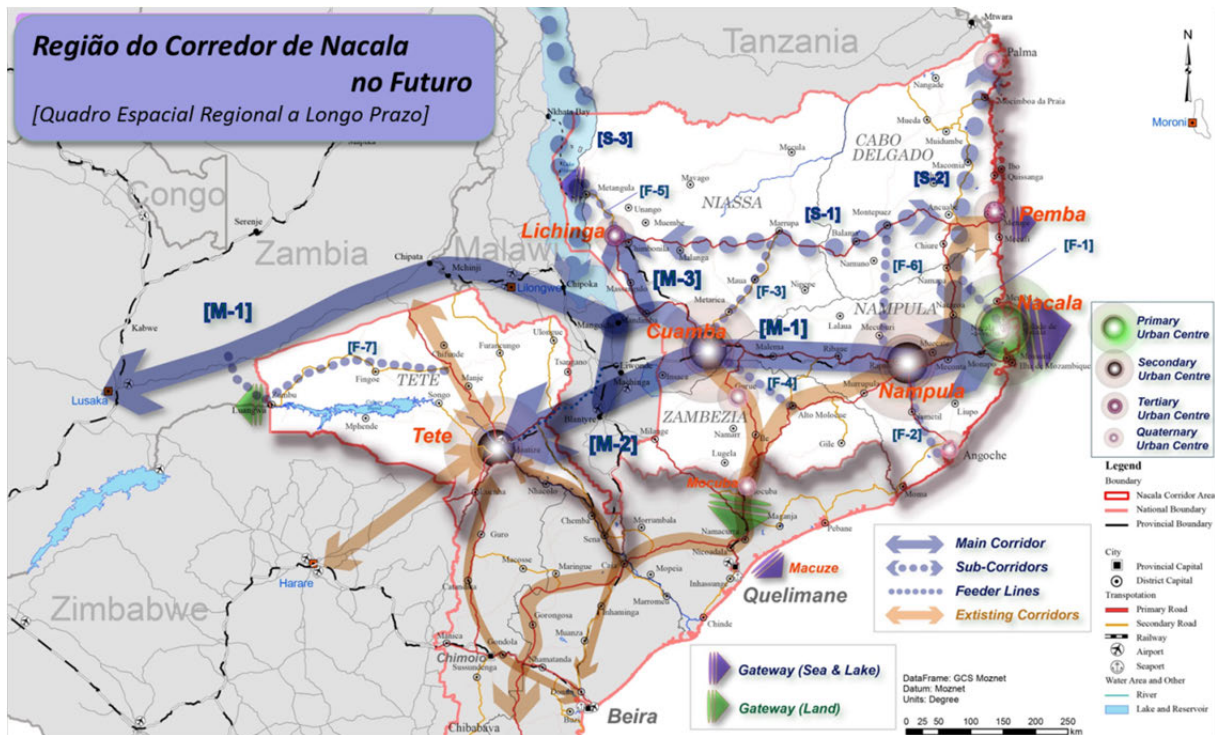
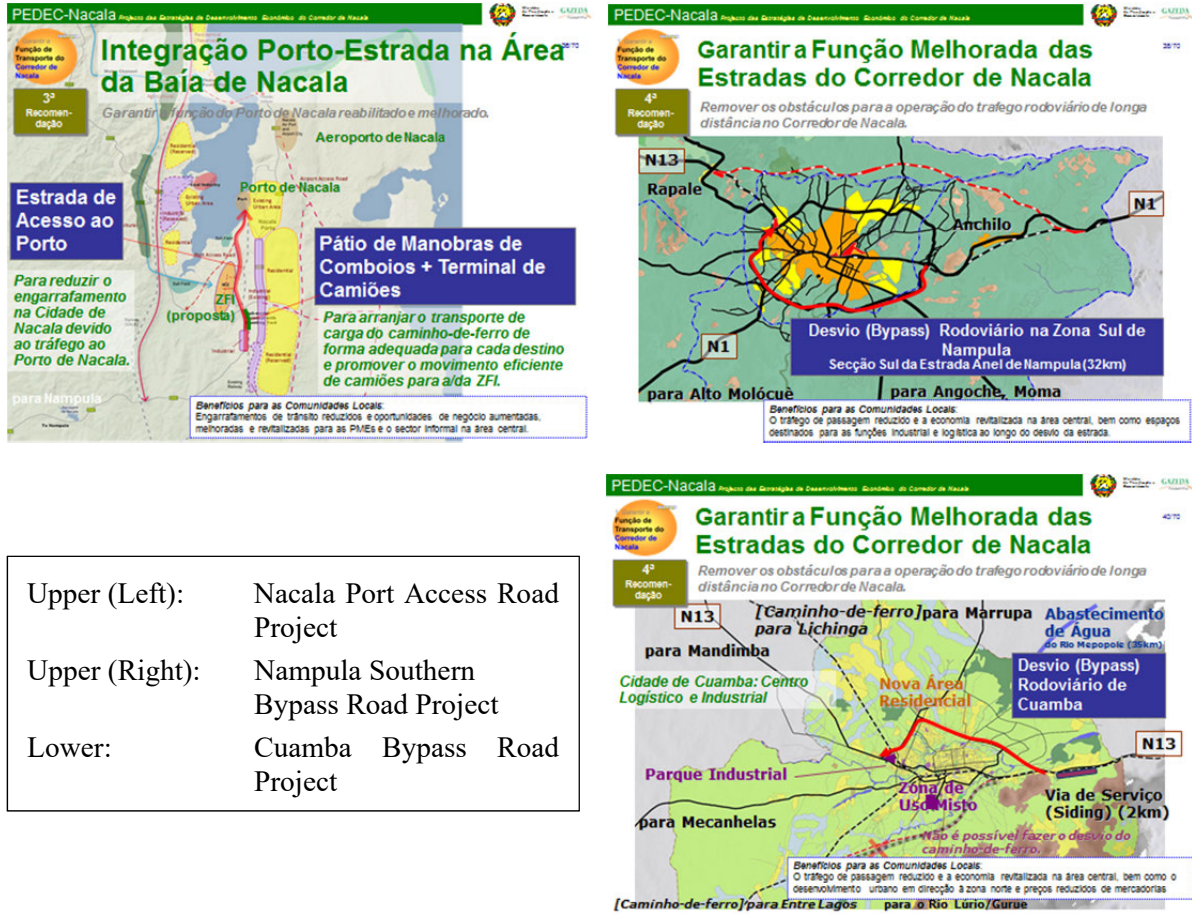


図 2.1 総合開発戦略と部門・地域別アプローチのイメージ

上記の戦略策定の過程で、2013年9月30日に PEDEC-Nacalaのもと、MPDおよびGAZEDAが協議グループでの会議を実施した。この会議には、ANE、モザンビーク港湾鉄道公社（CFM）、ナカラ港、Vale、MTC、ADM、UN-Habitat やナカラおよびナンプラ市長、Nacala-a-Velha およびナンプラ郡の担当者等のステークホルダーが参加した。会議のなかで、PEDEC-Nacala が最優先プロジェクトとして、ナカラ港アクセス道路と合わせたナカラ湾岸地域開発のイメージについて説明した。ナンプラ南部バイパス道路については、UN-Habitat が作成した都市計画と整合させる事が確認された。また、石炭鉄道輸送が既に開始されている事から、道路バイパスと鉄道バイパスの必要性についての討議が成された。



Upper (Left): Nacala Port Access Road Project
 Upper (Right): Nampula Southern Bypass Road Project
 Lower: Cuamba Bypass Road Project

図 2.2 地域プログラムと対象道路を含む最優先プロジェクト

2.3 州および自治体の基本情報および開発計画

2.3.1 ナンプラ州ニアッサ州の基本情報

(1) ナンプラ州

ナンプラ州は、ナンプラ市やナカラ市を含んでおり、人口 410 万人（都市人口は 28.6%）とナカラ回廊地域 5 州⁶の中で最も人口が多い。ナカラ市には、ナカラ回廊の玄関口の役割を持つ天然の深水港がある。また、ナカラ市およびナカラベイリャ郡は経済特区 (SEZ) に指定されており、製造業やその他産業への投資を誘致している。ナンプラ州は 5 州の中で最大の GRDP (293.21 億 MZN) を持ち、GRDP 年成長率も 9.2%と高い成長率を保っている。

⁶ PEDEC-Nacala ではナカラ回廊地域をナンプラ、カーボデルガード、ニアッサ、テテの 4 つの州およびザンベジア州の北側に位置する 7 つの郡 (Alto Molocue, Gile, Gurue, Ile, Lugela, Milange, Namarroi) として定義している。

(2) ニアッサ州

ニアッサ州は、北部でタンザニアと接しており、西部でマラウィに接している。5州の中では最も人口が少なく（120万人）、GRDPも最も小さい（59.307億MZN）。一方で、面積は129,600km²と最も大きく、うち76%は森林で覆われており、これはナカラ回廊地域の森林面積の39%を占める。ニアッサ州は比較的標高が高く、気温が低い。また、都市人口も比較的少ない。

2.3.2 ナンプラ市および周辺地域

(1) ナンプラ市および周辺地域の現状

ナンプラ市はナンプラ州都であり、「モ」国北部地域の中心地として発展すると考えられている。ナンプラ都市圏は、人口および社会基盤整備の点で、「モ」国第三の規模を誇る。ナンプラ市は、ナンプラ/ラパレ郡に周りを囲まれており、ナカラ-マラウィ間をつなぐ鉄道路線沿い、ザンベジア州とカーボデルガード州を結ぶ道路沿いに位置している。

1997年に行われた第2回センサスの結果によれば、当時のナンプラ市の人口は30万3000人程度であった。その後年平均4.6%の人口増加を経て、2007年の第3回センサス時には人口47万7771人となった。

(2) PEDEC-Nacala で提案された都市開発の方向性

「モ」国北部地域の主要都市として、ナンプラ拡大都市圏の開発は、ナカラ港エリアの大規模な開発後も継続的に進むとみられている。ナンプラ市は、行政・生産・消費の中心地として今後も大きな役割を持ち続ける。しかし、ナンプラ市がナカラ回廊の交通の要衝として発展するに伴い、交通量の増加によって生じる様々な健康被害に関するリスクが顕在化することが予想される。最も大きな変化の一つとして、大規模な石炭輸送に伴う鉄道運行本数の増加が挙げられる。交通事故や、大気汚染等の生活環境悪化のリスクを避けるためには、関連機関による多大な努力が求められる。また、工業・サービス業・その他の経済活動を創出・活性化するために、様々な工夫や努力が求められる。

地域発展において、都市部に集中する交通量を転換することは、人々の生活の安全と都市機能を守るために最も重要な要素となる。将来的な交通量の増加に対しては、相応の費用をかけてでも対策を講じる必要がある。自治体およびUN-HABITATとの協議の結果、幹線道路としての役割と、市街地への通過交通の流入防ぐ役割を果たすことが出来る環状道路が提案された。

2.3.3 ナカラ市およびナカラベイリャ郡

(1) ナカラ市およびナカラベイリャ郡の現状

ナカラ市に属するナカラ港は、ナカラ湾の東岸側に位置し、ナカラ回廊の玄関口としての役割を担っている。ナカラ湾の西岸側には、石炭輸出用のバルク港湾が建設中であり、将来的に炭鉱会社によって運営される予定である。ナカラ湾の西岸側の大半はナカラベイリャ郡に属しており、ナカラ市とナカラベイリャ郡を合わせた地域が経済特区に指定されている。センサスによると、ナカラ市の人口は2007年の時点で20万6449人であった。ナカラ市の面積は約370km²であり、人口密度は約558人/km²となる。

(2) PEDEC-Nacala で提案された都市開発の方向性

既存の深水港と経済特区政策は、経済特区への対外直接投資（FDI）を継続的に惹きつけることが予想される。ナカラベイリャ郡の新港で石炭輸出事業が始まることによって、周辺の産業構造に与える影響は大きい。雇用機会はナカラ港の西岸部にも生まれ、ナカラ港沿岸部における物流が活性化することが予測される。

PEDEC-Nacala で提案されたコンセプトのうち本調査との関係が特に強い要素は以下のとおりである。

- ナカラ港エリアからナンプラおよびペンバへと続く主要 2 路線
- 主要 2 路線およびその他の幹線道路からの流入を受け止める環状線が導入予定である。この環状線は、湾の入り口に橋梁が架けられることによって完成する。この橋梁は湾によって隔てられている地域を結ぶことにより、西岸部と東岸部双方の都市化を促進し、また西岸部と東岸部の中間地点に位するエアポートシティの役割が確立される。
- ナカラ回廊開発の成功のためには、JICA 調査で提案されたナカラ港アクセス道路（港湾道路）の実現が求められる。この道路は、ナカラ市を通過してナカラ港へ続く国道 12 号のバイパスとしての位置づけとなる。同時にこの道路は、今後数多くの工場が進出する見込みとなっている大規模な工業団地や産業地域へのアクセス道路としての役割を果たす。

2.3.4 クアンバ市

(1) クアンバ市の現況

クアンバ市は鉄道の分岐点に位置し、東側の路線はナンプラとナカラへ、北西への路線はリシंगाへ、南西への路線はマラウィの各方面に向かっている。国道も鉄道同様で、戦略的に重要な場所に位置している。

クアンバにおける都市化は現在のところ穏やかであるが、クアンバからナンプラへの道路改良プロジェクトが完了すると急激に変化すると考えられる。石炭産業の操業開始が都市化に影響を与え、交通量が增大することが予測される。

(2) PEDEC-Nacala で提案された都市開発の方向性

PEDEC-Nacala では、ナカラ回廊地域全体の地域経済開発戦略に沿ったクアンバ地域における都市開発の方向性を以下のように示しており、これはクアンババイパス道路計画の基本となる。

クアンバと国内のその他の都市を結ぶ国道の劣悪な状態により、クアンバ市の戦略的な位置が効果的に活用されていない。しかしながら、国道 13 号のナンプラ～クアンバ区間の完成により都市化は急速に進むことが想定される。過去における都市化は緩やかなものであったにもかかわらず、市は移民のための住宅用地の不足に直面している。市の北西部にある住居地域と市の中心部を市の北側を西から東に流れる河川を越えて結ぶことにより都市化のための土地の確保をする必要がある。

ナンプラ市と同様に、鉄道が市街地の中心を横断している。このため、鉄道による石炭輸送によりもたらされる市域の分断に対処する必要がある。同時に、横断する河川を越えて市の北西方向に都市地域を拡大する必要がある。これらの課題を考慮し、代替案を以下のように設定できる。

- 都心部への流入交通量を低減させるため、また、川の北東地域の新たな都市開発に寄与するため、川の北側にバイパス道路を導入する。鉄道は現況を維持し、市の南部を産業地域として開発することで物流を支える。
- バイパス道路はひとつめの代替案と同様に導入する。鉄道路線は市の南部に移設し、これによって鉄道による市街地の分断が解消されるため、南部の広い地域が居住エリアとして利用可能となる。
- バイパス道路はひとつめの代替案と同様に導入する。鉄道路線の分岐点を市街地の東に移転し、リシंगाに向かう路線を提案するバイパス沿いに移動させる。この場合、農産物加工施設は川の北側に、物流施設は市街地の南側に配置することが効率的となる。

3. 対象道路の現況

3.1 自然条件

3.1.1 気象条件

ケッペンの気候区分システムによれば、調査地域は熱帯サバンナ気候に分類される。（「Aw」、ナカラの一部は、「As」。）高温多湿な時期の雨季は、11月から3月まで続き、4月から10月の間に乾燥し比較的涼しい季節が続く。

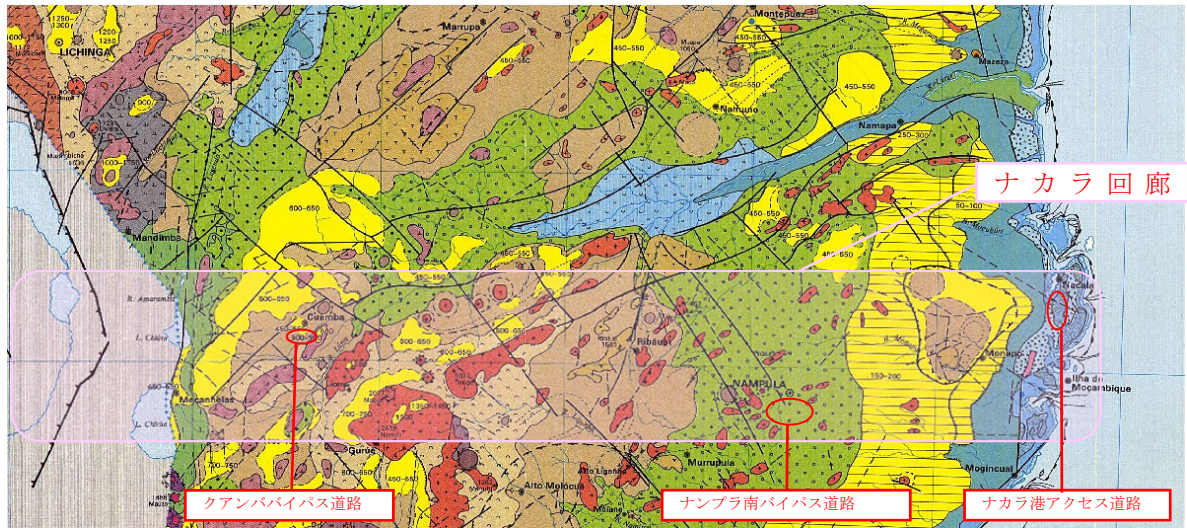
3.1.2 対象路線の地形・地質

モザンビーク国は地形学的に①海岸低地、②中位台地、③高位台地、④山岳地の4つにユニットに区分され、①は標高0~200 mで国土表面積の44%を占め、②は標高200~500 mで29%、③は標高500~1,000 mで21%、④は標高1,000 m以上で6%をそれぞれ占めている。それぞれのユニットは多から少なかれ顕著な斜面で区切られ、海岸の島から階段状の断面を呈しながら上昇している。海岸低地は、他の地域が基盤岩の複合岩体を構成する結晶質の岩石が基礎となっているのに対し、主に堆積物の分布域と一致している。

モザンビーク国北部を東西に横切るナカラ回廊地域の地形は、図 3.1 に示されるように、以下の特徴に区分される。

- a. ナカラ付近の海岸低地（図中青色系で示される）
- b. ナンプラを含む東部一帯を占める中位台地（黄色ないし黄緑色）
- c. クアンバを含む西部の高位台地（淡褐色系で示される）

また、多くの屹立した山（赤色系、紫色系で示される）が中位台地、高位台地に分布し、その多くが貫入した火成岩で構成される。



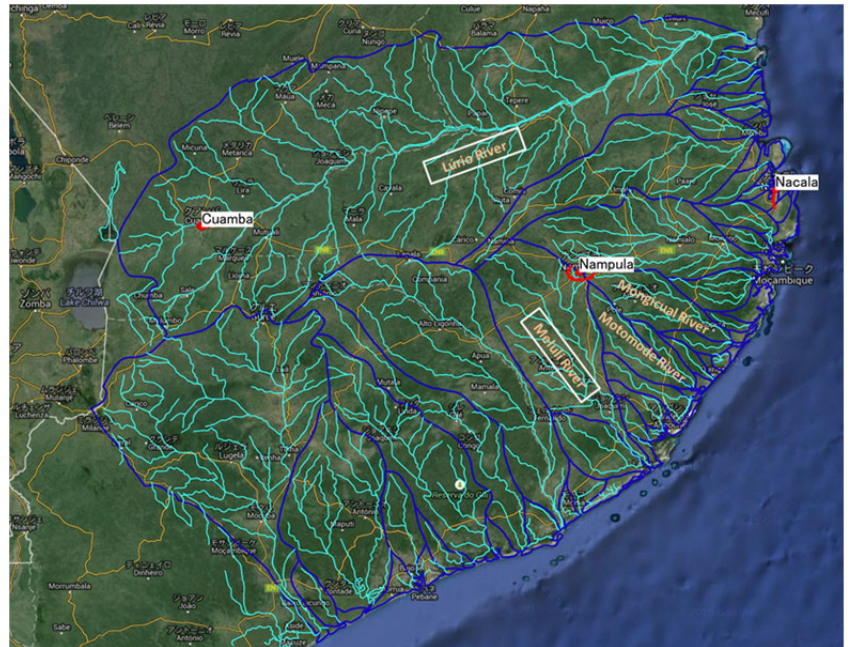
- | | | |
|---------------|---------------------------|--------------------------|
| 浜と谷: | ■ 低位第四紀堆積面 (沖積層堆積面) ; | ■ 海岸台地 (中生代の礫岩・砂岩で占められる) |
| 沈降帯: | ■ 沈降帯 (堆積性または浸食性の台地を伴う) | |
| 堆積性高原: | ■ 平坦面 (基盤岩、準平原、山麓斜面を切る) ; | |
| | ■ 河川沿いの高台 (基盤岩を削る) ; | ■ 末端平坦地 (沖積層・崩積土に縁どられる) |
| 浸食性・剥ぎとられた高原: | ■ 分断されたなだらかな起伏; | ■ 丘陵端部 |
| 構造的な貫入岩: | ■ 地溝帯中の高原の起伏; | ■ 花崗岩帯の起伏 |

(引用 “CARTA GEOMORFOLÓGICA, 1982, DIRECÇÃO NACIONAL DE GEOLOGIA, MINISTERIO DOS RECURSOS MINERAIS, REPÚBLICA POPULAR DE MOÇAMBIQUE)

図 3.1 モザンビーク北部の地形区分図

3.1.3 対象道路近傍の水文条件

調査地域に関連する河川として、クアンバの調査地域にはルリオ河流域、ナンブラにはメルリ川、モトモデ川、モンギユラル河流域が含まれる。ルリオ川の流域面積は約 61000 km²、メルリ川は 9700 km²、モトモデ川は 2000 km²、モンギユラル川は 3200 km² である。ナンブラとクアンバの調査地域は、河川の上流域あたりに位置する。これらの主要河川流域に加え、沿岸域のナカラ地域には、他の多くの小河川がある。(図 3.2 参照。)



出典: ARA centro norte, DPA, INAM, 調査団

図 3.2 ARA Centro-Norte 管轄区域の河川流域

3.2 社会経済状況

3.2.1 人口

(1) 州別人口の推移・予測

2017年に行われたセンサス速報によると、「モ」国人口は、2017年時点で2886万人に達したと発表され。世界銀行のデータベースでは、2017年の人口が2967万人という推計値が公表されている。ナカラ回廊地域⁷の人口は、全国人口のおよそ半分を占めている（表3.1）。

表 3.1 州別人口および年平均成長率（1997-2007）

州	人口		年平均成長率
	1997	2007	1997-2007
ナンブラ	3,063,456	4,084,656	2.92%
ニアッサ	808,572	1,213,398	4.14%
カーボデルガード	1,380,202	1,634,162	1.70%
ザンベジア	3,096,400	3,890,453	2.31%
ナカラ回廊地域に含まれる7郡	1,360,831	1,808,220	2.88%
テテ	1,226,008	1,807,485	3.96%
ナカラ回廊地域小計	7,839,069	10,547,921	3.01%
モザンビーク合計	16,075,708	20,632,434	2.53%

出典: Population and Housing Census 1997 and 2007, INE

(2) 州別の将来人口（PEDEC-Nacala）

PEDEC-Nacalaは、2007年から2035までのナカラ回廊地域における将来人口を予測した。

表 3.2 ナカラ回廊地域の州別人口予測（PEDEC-Nacala）

州	人口（千人） 年平均成長率（%）				年平均成長率（%）	
	2007	2017	2025	2035	2007-2025	2007-2035
ナンブラ	4,085	5,480	6,707	8,252		
	-	3.0%	2.6%	2.1%	2.8%	2.5%
ニアッサ	1,213	1,686	2,083	2,535		
	-	3.3%	2.7%	2.0%	3.0%	2.7%
モザンビーク	20,633	27,158	33,215	41,554		
	-	2.8%	2.5%	2.3%	2.7%	2.5%

出典: PEDEC-Nacala based on INE's Statistics 2007 Population and Housing Census

⁷ PEDEC-Nacala ではナカラ回廊地域をナンブラ、カーボデルガード、ニアッサ、テテの4つの州およびザンベジア州の北側に位置する7つの郡（Alto Molocue, Gile, Gurue, Ile, Lugela, Milange, Namarroi）として定義している。

3.2.2 経済

(1) GRDP (Gross Regional Domestic Product)推移

表 3.3 は「モ」国の実質 GDP および州別実質 GRDP を示す。「モ」国の GDP は 2011 年に 1970 億 MZN で、INE の最新の統計によると 2013 年には 2260 億 MZN に達している⁸ (2003 年基準)。年平均成長率は、1997 年から 2011 年まで 7~8%で推移している。ナカラ回廊地域ではナンプラ州の GRDP が最も大きく、全国の 14.8%を占める。

表 3.3 「モ」国の州別実質 GRDP および年平均成長 (1997-2011)

州	GRDP (million MZN, 2003 年基準)				年平均成長率 (%)		
	1997	2000	2007	2011	97-'00	00-'07	07-'11
ナンプラ	10,635	13,118	22,192	29,321	7.2	7.8	7.2
ニアッサ	2,368	2,652	4,587	5,931	3.8	8.1	6.6
カーボデルガード	3,518	4,038	6,904	9,199	4.7	8.0	7.4
ザンベジア	7,250	8,102	13,977	18,506	3.8	8.1	7.3
テテ	3,553	5,731	9,218	11,291	17.3	7.0	5.2
5 州小計	27,324	33,641	56,879	74,248	7.2	7.8	6.9
その他の州	41,750	51,348	94,421	123,277	7.1	9.1	6.9
モザンビーク	69,074	84,989	151,300	197,524	7.2	8.6	6.9

出典: INE, 1997, 2000, 2007, 2011 に基づき PEDEC-Nacala が整理

(2) ナカラ回廊地域の経済フレーム

PEDEC-Nacala では、既存の計画や予測に基づいて、2025 年と 2035 年のナカラ回廊地域の GRDP を予測している。

表 3.4 ナカラ回廊地域の経済フレーム (2011-2035)

	2011	2017	2025	2035
ナカラ回廊地域 5 州の実質 GRDP (million MZN, 2003 年基準)	64,254	101,000	203,000	503,000
年平均成長率 (%)	-	7.8%	9.1%	9.5%
ナカラ回廊地域 5 州の一人当たり実質 GRDP (thousand MZN, 2003 年基準)	4,597	6,080	9,900	19,449
年平均成長率 (%)	-	4.8%	6.3%	7.0%

出典: INE の統計に基づき PEDEC-Nacala が算出

注: 表の数値には、ザンベジアのナカラ回廊地域に含まれない地域分も含まれている。

⁸ 2009 年を基準とした 2011 年の実質 GDP は 3382.81 億 MZN、2013 年の実質 GDP は 3886.96 億 MZN。

4. 交通調査の概要

ナカラ港アクセス道路、ナンプラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路の交通需要予測を行うために必要な情報収集と交通調査を実施した。

モンザンビーク国道路公社（ANE）は2010年より交通量のデータを蓄積している。同じ方式で調査を実施している精度の高い経年データであるため、調査対象地域の交通量の経年変化を把握するためにANEの年平均日交通量（AADT）データベースを活用する。

本調査においても最新の交通需要の動向を把握するため、断面交通量観測調査、交差点方向別交通量観測調査、路側OD（Origin－Destination）インタビュー調査を実施した。調査結果は現状の交通量を把握するとともにODを含む車両の流動を把握するために活用した。

4.1 ナカラ

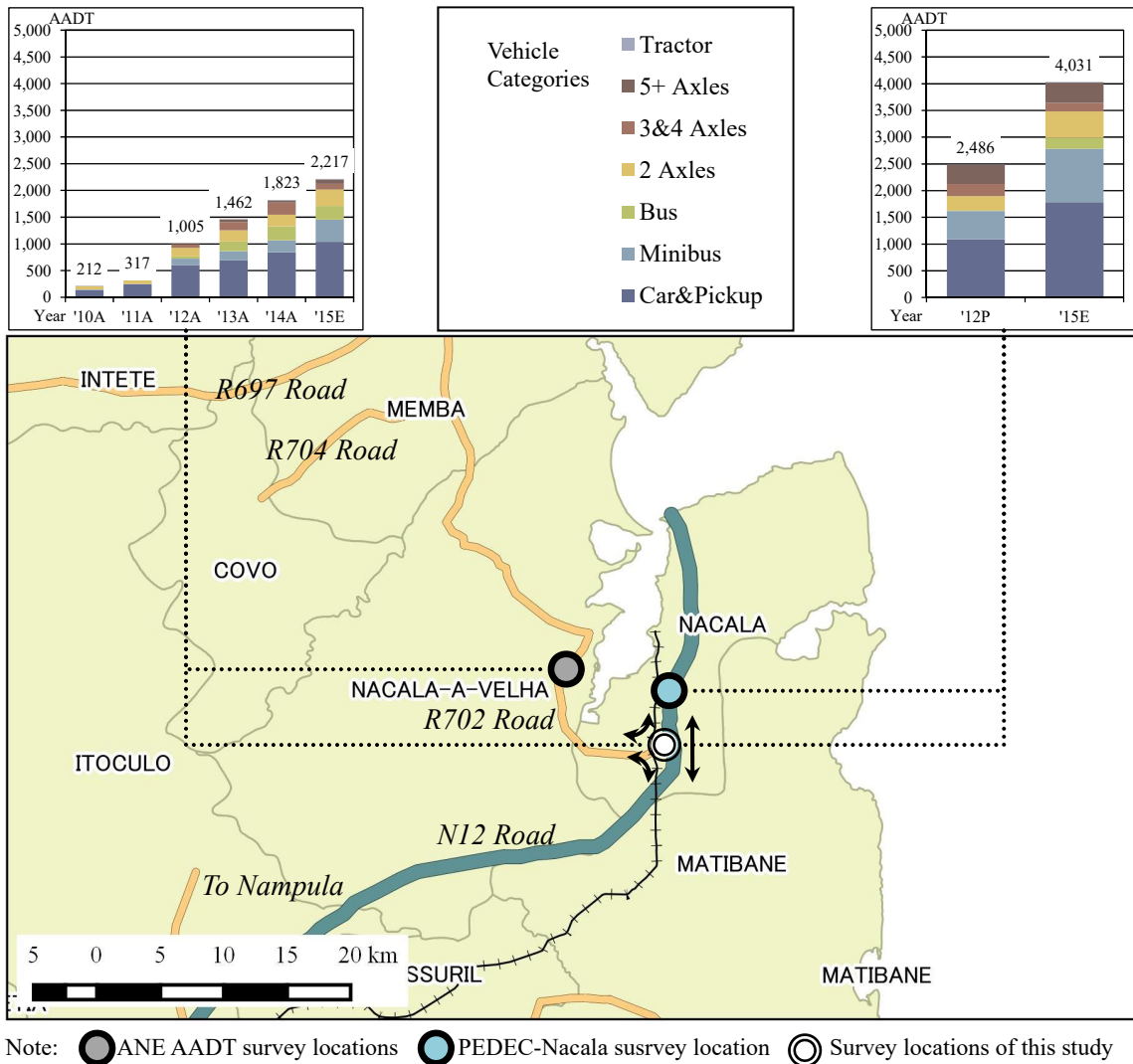
調査地点ごとの交通量を図4.1に示す。2か所の調査地点の結果は同様にAADTが急増したことを示している。これはナカラ回廊地域の経済成長によりナカラ港の港湾取扱量の増加やナカラ市での開発が進行したことが影響していると考えられる。急激な増加により近い将来には現在のインフラが対応できなくなることが想定される。

4.2 ナンプラ

調査地点ごとの交通量を図4.2に示す。2015年現在、合計約9千台の自動車が毎日ナンプラ市境を出入りしている。年ごとの変動はあるものの2010年以降の自動車交通量の著しい増加が確認できる。3軸以上等の大型トラックの増加傾向が顕著であり、ナンプラ市都心部を多くの大型車が通過していることが分かる。

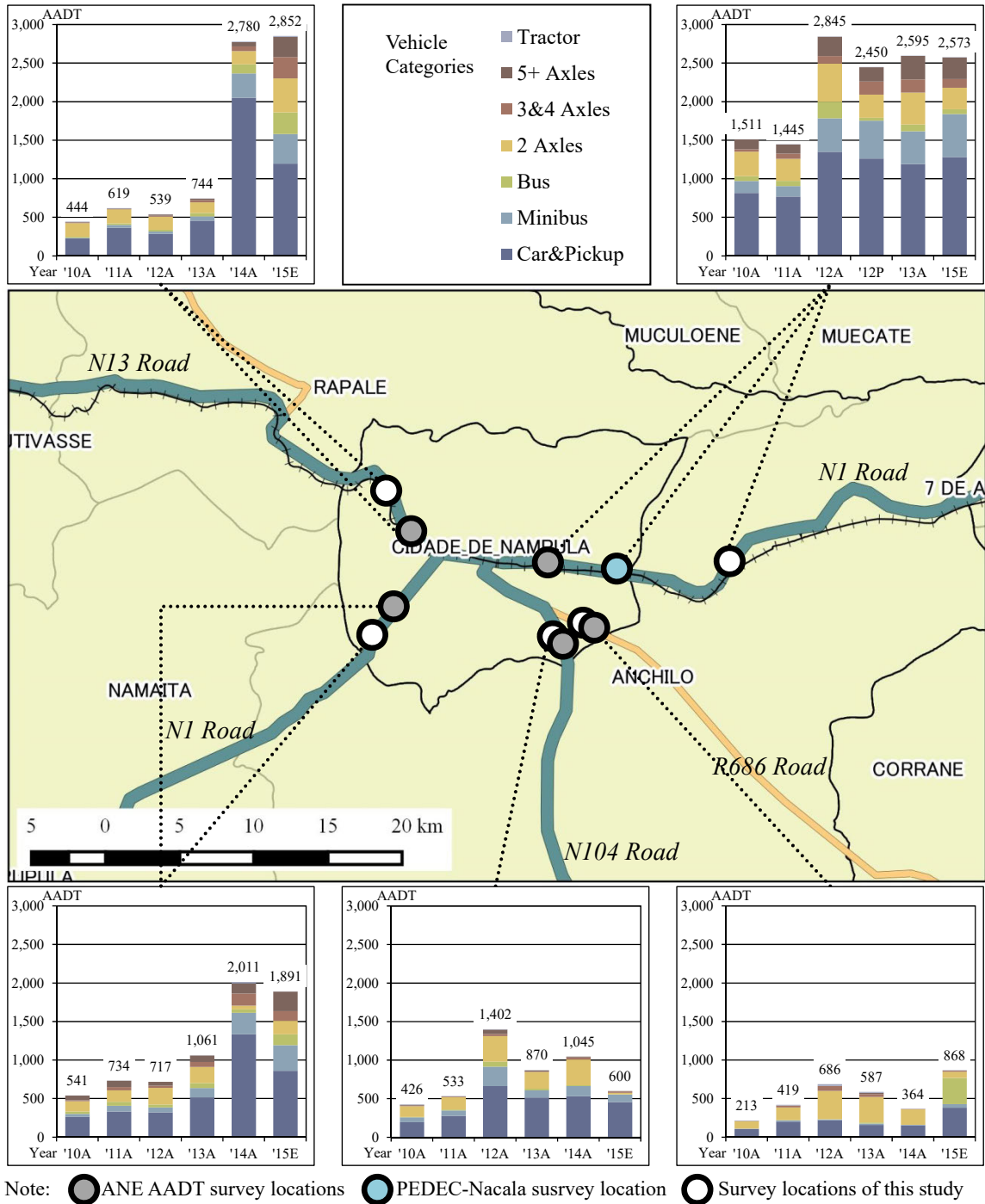
4.3 クアンバ

調査地点ごとの交通量を図4.3に示す。2015年現在、毎日約2千台の自動車がクアンバ市から流出入している。乗用車、ピックアップの増加に加え、トラックの増加が特に著しい。これらの増加は国道13号ナンプラークアンバ区間のLot A及びLot Bが開通したことや、Lot Cの建設関連の車両が影響していると考えられる。



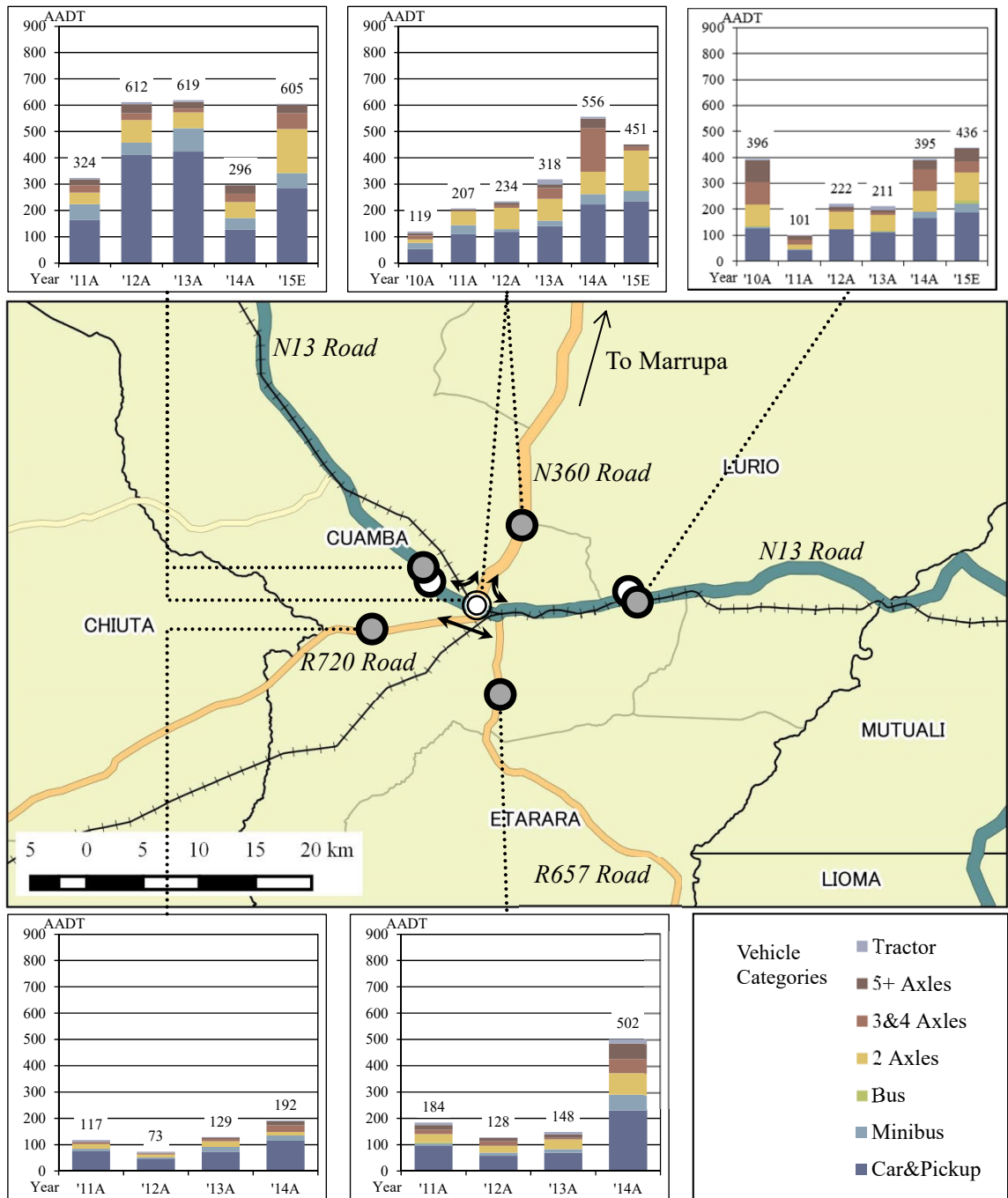
出典： *'10A-'14A; 2010 から 14 年までの ANE AADT データ
'12P; PEDEC-Nacala における交通量観測調査結果 '15E; 本調査の交通調査
'15E については交差点方向別交通量観測調査であり、対応する方向の交通量を他の年次と比較している。

図 4.1 ナカラにおける調査地点ごとの交通量



出典： *'10A-'14A; 2010 から 14 年までの ANE AADT データ
'12P; PEDEC-Nacala における交通量観測調査結果 '15E; 本調査の交通調査

図 4.2 ナンプラ市における調査地点ごとの交通量



Note: ● ANE AADT survey locations ○ Survey locations of this study

出典： *'10A-'14A; 2010 から 14 年までの ANE AADT データ '15E; 本調査の交通調査

図 4.3 クアンバ市における調査地点ごとの交通量

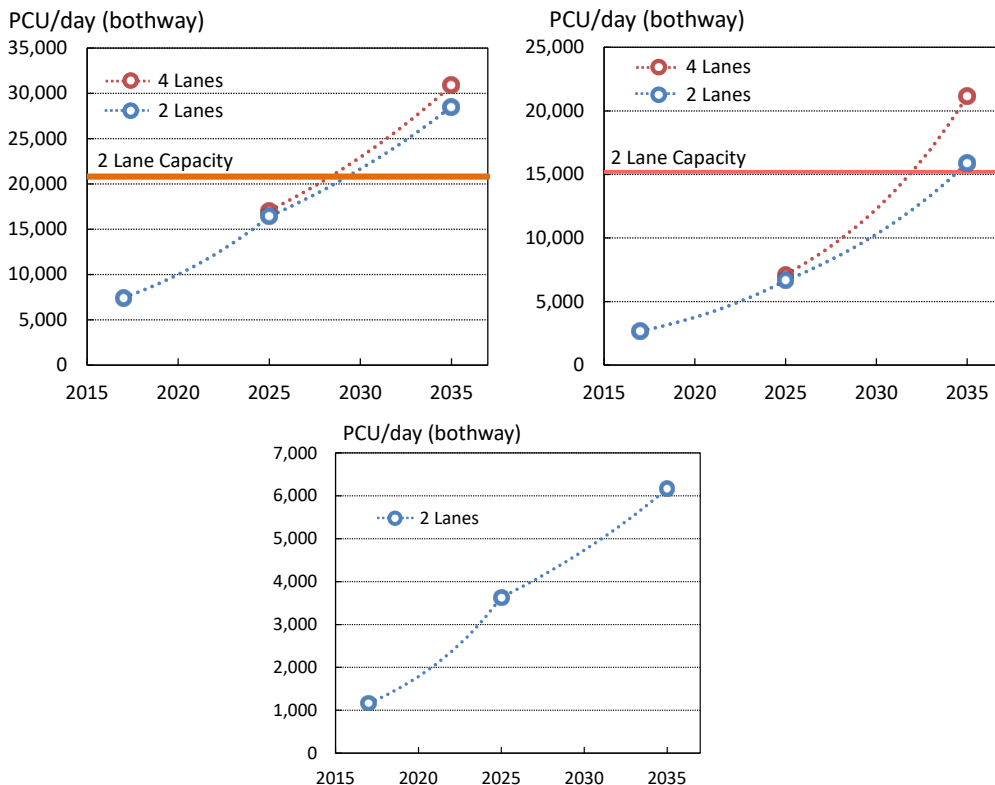
5. 交通需要予測

5.1 交通需要予測結果まとめ

交通需要予測では、当該事業を行った場合(With Case)と行わなかった場合(Without Case)の計画年次における周辺交通状況を数量的に分析し、経済分析や道路設計(舗装厚)に用いた。数量的な分析として、交通調査結果をもとに OD 表を作成し、JICA STRADA 3.5 を利用したネットワーク均衡配分を実施した。

将来交通量を推定するための主な入力データとして、本調査で実施した路側 OD インタビュー調査、車種別交通量調査、および PEDEC-Nacala で推計された将来人口、GRDP、ナカラ港貨物取扱量、および将来土地利用を利用した。ナカラは港湾アクセス道路という特殊な条件であるため、ナンプラ南部バイパス道路やクアンババイパス道路とは異なる方法を適用した。

下図は、計画道路の各区間のうち交通量が最も多い区間の交通量(PCU/日、両方向)を示す。この図からナカラでは、2030年頃には交通量が2車線の道路交通容量に達し、4車線化が必要であると判断する。同様にナンプラでも、2035年頃には概ね交通量が2車線の道路交通容量に達する見込みであると判断する。クアンバでは、2035年頃には約6,000 PCU/日程度の利用が見込まれる。



出典：本調査にて作成

図 5.1 計画道路交通需要予測結果 (左上：ナカラ、右上：ナンプラ、下：クアンバ)

6. 道路設計条件

6.1 道路設計基準

6.1.1 道路種別

本調査対象路線であるナカラ港アクセス道路、ナンブラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路は、その分担する機能から ANE の基準にある 1 級国道として定義される。

6.1.2 幾何構造基準

ANE の道路設計基準では、1 級国道の設計速度は 100km/h と規定されるが、居住地域や起伏の有る地形部及び山地部等の一部特別な区間では、80km/h の設計速度を採用する。また、設計基準については、ANE との協議により ANE の設計基準を適用することとした。

6.1.3 道路用地

モザンビークの土地法（法律 19/97：1997 年 7 月）に従い、ナカラ港アクセス道路及びナンブラ南部バイパス道路は、路肩端部より両側へ 50m、クアンババイパス道路については、路肩端部より両側へ 30m の用地を確保する。

6.1.4 標準横断構成

標準車道幅員として ANE の基準、各道路の異なる道路機能道、及び将来的な土地利用を考慮し、以下の標準横断構成を提案する。

(1) ナカラ港アクセス道路

提案される標準横断構成を図 6.1 に示す。用地幅を含む総幅員は 120.50m となる。

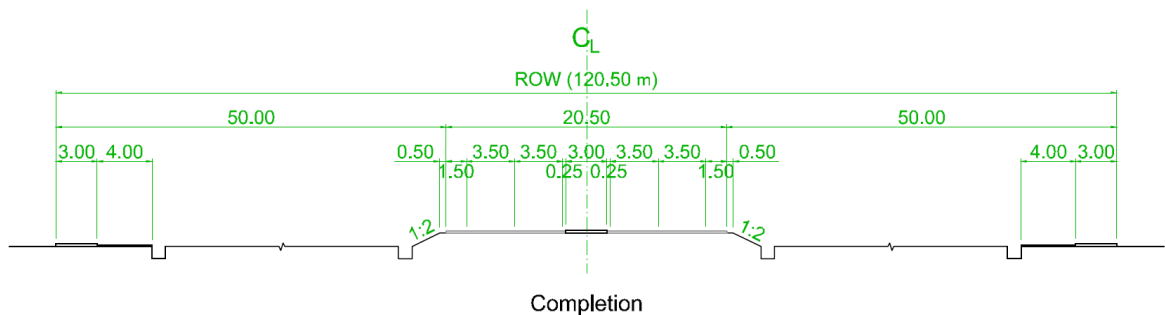


図 6.1 ナカラ港アクセス道路標準横断構成（完成形）

供用当初の交通需要が少ないことが予想されるため、暫定供用案について地形測量データに基づき予備設計の中で検討される。

(2) ナンブラ南部バイパス道路

提案される標準横断構成を図 6.2 に示す。用地幅を含む総幅員は 120.50m となる。

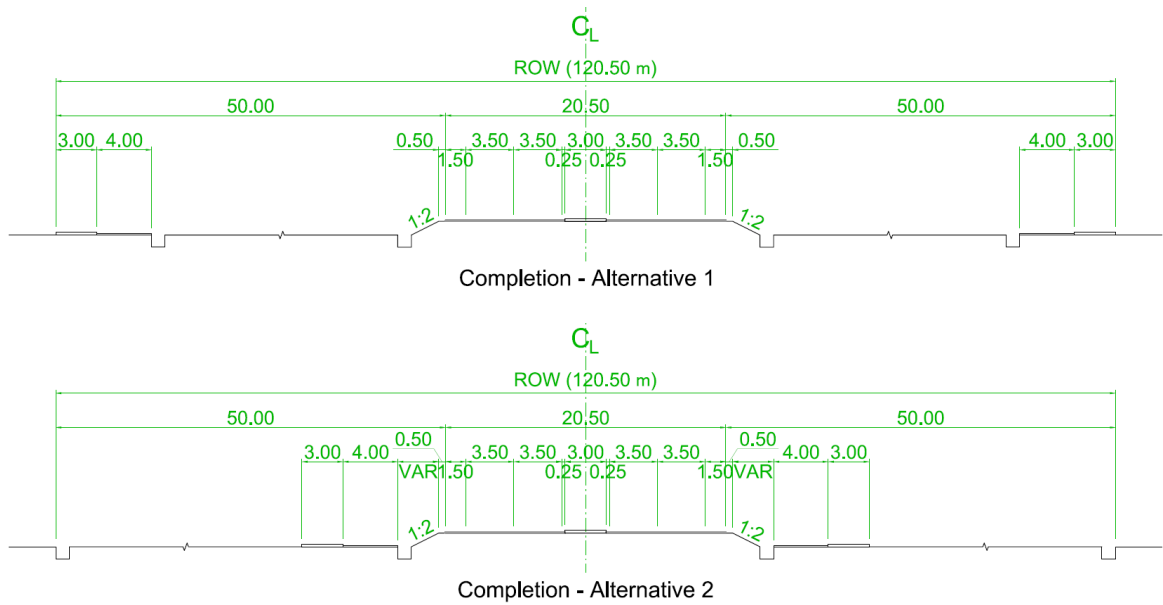


図 6.2 ナンプラ南部バイパス道路標準横断構成（完成形）

供用当初の交通需要が少ないことが予想されるため、暫定供用案について地形測量データに基づき予備設計の中で検討される。

(3) クアンババイパス道路

提案される標準横断構成を図 6.3 に示す。用地幅を含む総幅員は 71.5m となる。

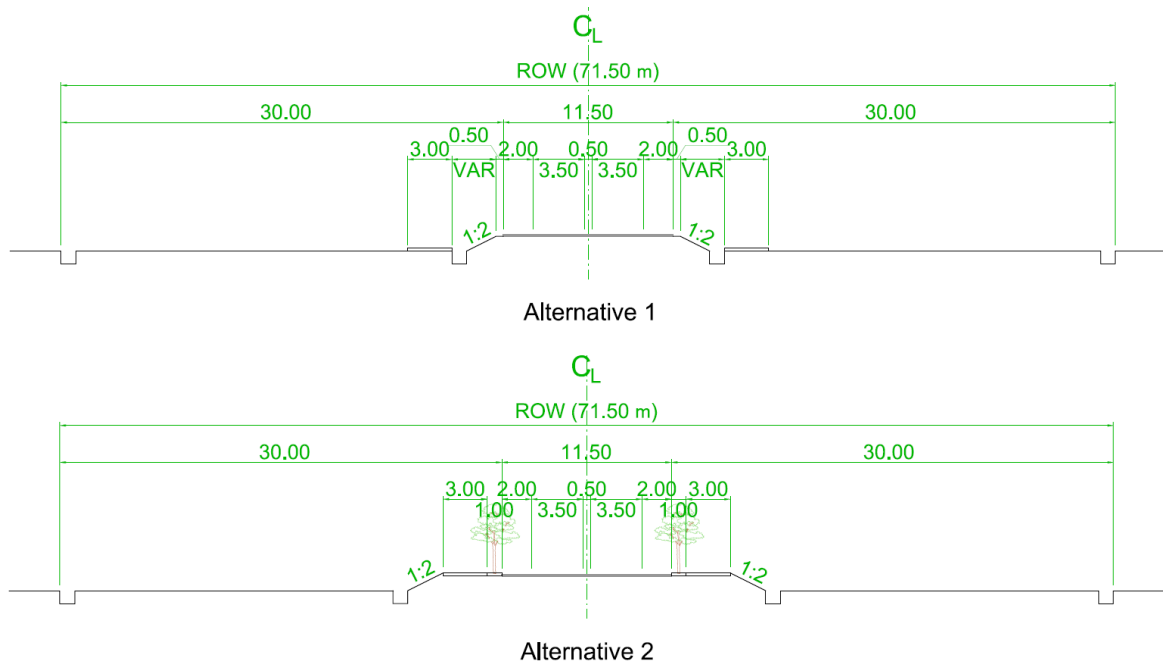


図 6.3 クアンババイパス道路標準横断構成

6.1.5 計画上のコントロールポイント

以下を本路線計画上のコントロールポイントとして設定する。

- 地形上の制約：自然災害（地滑り地域等）地域、河川、岩山、洪水地域
- 公共施設：学校、病院、市役所や役場、発電／変電施設、及び送電線、その他公共施設（井戸、電話線、水道等）
- 宗教施設：教会、モスク、墓地、その他宗教施設等
- その他の施設：家屋、商業施設、鉄道、DUAT 設定地域、その他の計画地等

6.2 各施設とのクリアランス

6.2.1 鉄道とのクリアランス

- a. 高さ方向のクリアランス（最小値）： レール上端から 7.50m
- b. 平面方向のクリアランス（最小値）： 単線ごとの跨線橋の橋脚内法で 25.0m
- c. 鉄道用地（ROW）： 線路中心から各側 50.0m。

6.2.2 海上橋に対するクリアランス

海上橋に関するクリアランスは、2.00m で十分であると考ええる。この 2.00m のクリアランスは、日本の「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に準じたものである。

6.2.3 送電線（高圧送電線）とのクリアランス

(1) 平面クリアランス

送電線からの確保空間は、送電線の中心線から最低 50.0m の間を確保する。

(2) 高さ方向のクリアランス

道路が送電線下をまたぐ際に、高さ方向の最小クリアランスとして 10.00m のクリアランスを確保するよう、EDM より要請されている。

(3) ナンプラ地域における新しい送電線の計画

EDM との協議において、ナンプラ地域における送電線の拡張計画にもとづいて、道路線形は、平面・高さ方向のクリアランスを考慮するよう要請があった。

6.2.4 河川橋および盛土構造に関するクリアランス

河川沿いにおける洪水時の道路・橋梁の越流を防ぐために、計画洪水位（HWL）からのクリアランスとして、下記の数値を採用することとした。

表 6.1 河川橋/ 盛土構造における計画高水位（HWL）からのクリアランス

河川流量 (m ³ /s)	クリアランス: H (m)
< 200	0.60
200 ~ 500	0.80
500 ~ 2,000	1.00
2,000 ~ 5,000	1.20
5,000 ~ 10,000	1.50
> 10,000	2.00

6.3 土地利用計画に合わせた道路開発（提案）

調査対象道路であるナンプラ南部バイパス道路沿いの地域は、当該道路の開通に伴い都市経済活動の活発化が想定されている。現在の土地法・規定において、道路路肩の境界から50mがROWとして道路のために保護範囲として確保されており、これは将来にわたりROW内での建設活動は行えないことを意味している。住居用建物の建設は、道路から50m以上離れた地点から許可される。各国で見られる都市開発が道路沿線で認められるとすれば、公的な目的に限定した上で、ROW内においてANEまたは地方政府に承認された商用または物流施設に開発の可能性があり、ナンプラ市の都市開発計画にも同様の計画が示されている。

都市経済活動を活発化させ、地域住民および道路利用者へ提供する都市機能を充実するため、ROW内において建設に適したものとして、以下の施設を提案する。本邦研修の実施時には、道路沿線において都市開発がどのように進展したか、日本の経験を提案した。

- 公的施設：地方政府の事務所、災害時の避難地域および防災機器の保管倉庫、市内バスと長距離バスの乗り換えバスターミナル、農産物の市場や燃料補給機能を備えた沿道の休憩施設（道の駅）、車両重量計、物流施設（公的な物流倉庫とトラックターミナル）、公設中央市場
- 公認された商業および物流施設：地方政府が交通影響評価（TIA）を実施した上で、民間投資による商業施設（例：レストラン、ショッピングモール）や物流施設（例：倉庫、流通センター）を保護・管理する。ROW内での居住施設建設は許可しない。

調査対象道路の開発に合わせた都市開発のイメージを図 6.4 に示す。

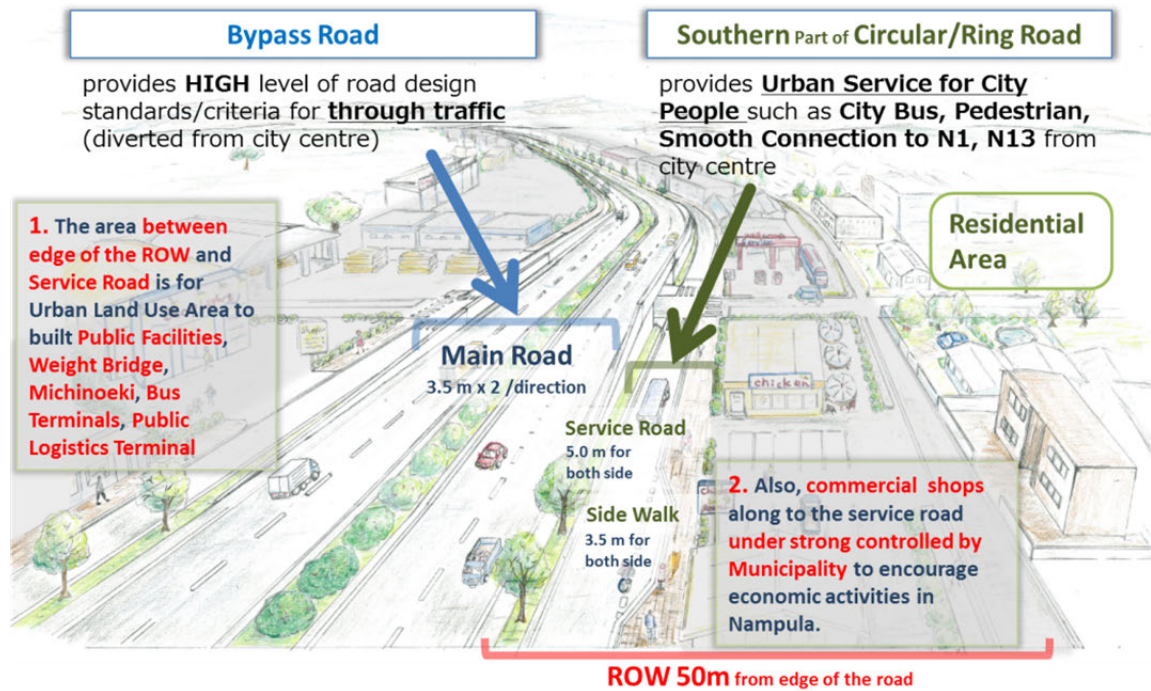


図 6.4 ナンプラにおける対象道路整備と一体となった都市開発イメージ

7. 路線選定（代替路線の比較検討）

7.1 路線代替案の概要

7.1.1 ナカラ港アクセス道路

PEDEC-Nacala 計画で高い優先順位の路線としての合理性と一貫性、及び現地調査結果をもとに路線代替案を 2 区間に区分して、図 7.1 示すように 4 つの代替案を提案した。

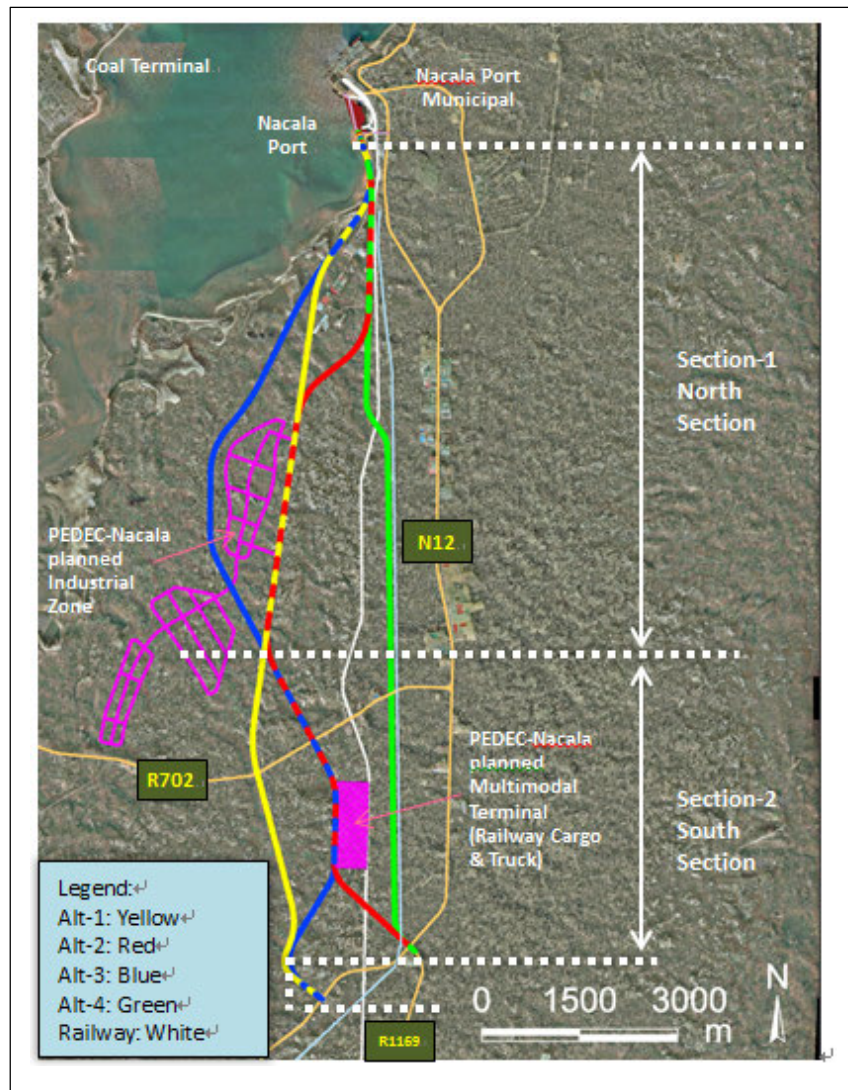


図 7.1 ナカラ港アクセス道路の路線代替案

各代替案の概要は次のとおりである。

- ゼロオプション： 現状から変更なし
- 代替案-1： 地域開発戦略と整合した計画
- 代替案-2： 短距離で市道 1169 (R1169) に接続する計画
- 代替案-3： 穏やかな縦断勾配で低地部を通過する計画
- 代替案-4： 最短距離となる路線の計画

7.1.2 ナンプラ南部バイパス道路

PEDEC-Nacala 計画で高い優先順位の路線としての整合性及び現地調査結果をもとに路線代替案を 3 区間に区分して、図 7.2 及び図 7.3 に示すように 4 つの代替案を提案した。

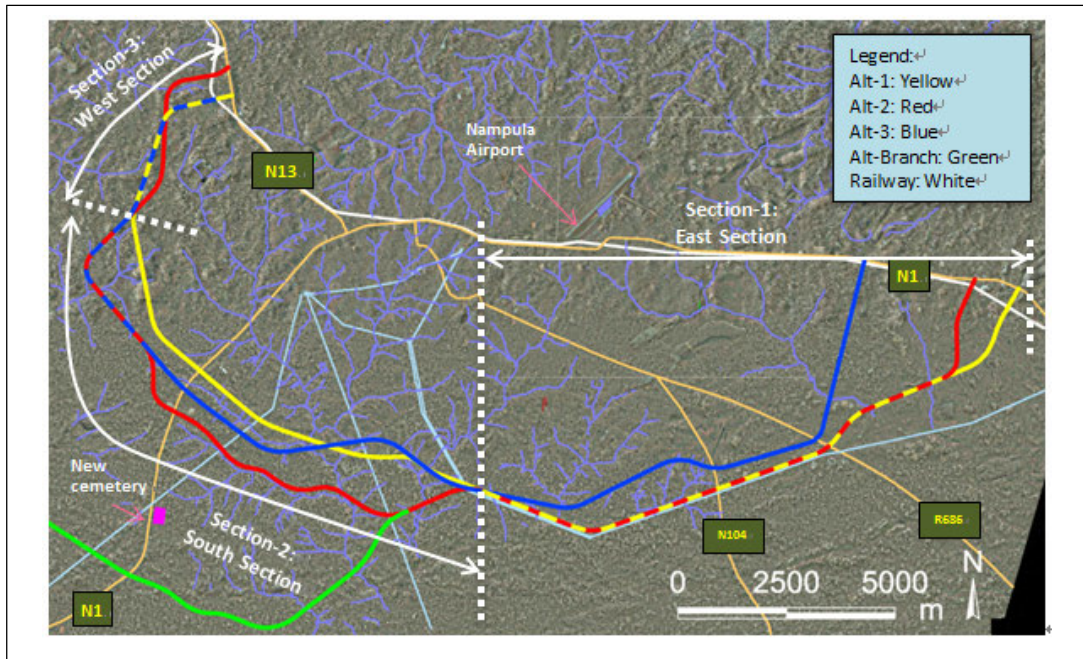


図 7.2 ナンプラ南部バイパス道路の路線代替案 (1/2)

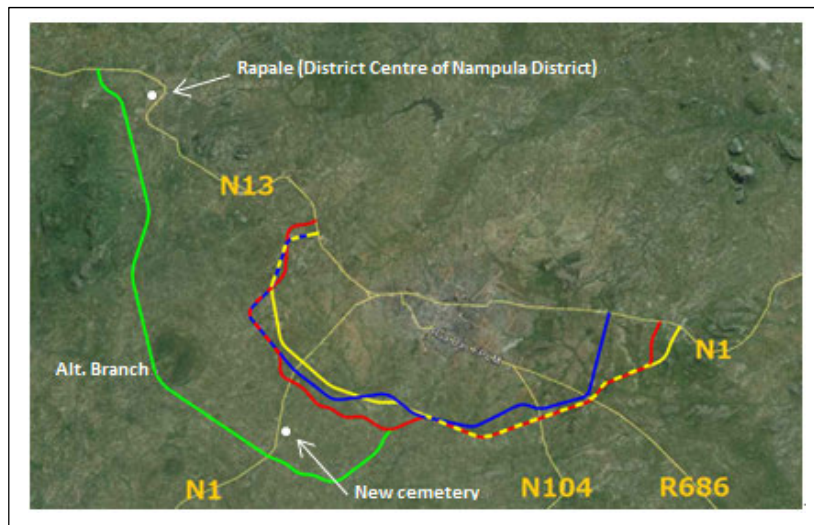


図 7.3 ナンプラ南部バイパス道路の路線代替案 (2/2)

各代替案の概要は次のとおりである。

- ゼロオプション： 現状から変更なし
- 代替案-1： 自然条件に配慮した計画
- 代替案-2： 地域開発戦略と整合した計画
- 代替案-3： 環状道路計画に整合した計画
- 代替案-支線： 地方自治体から要望された計画

7.1.3 クアンババイパス道路

PEDEC-Nacala 計画で高い優先順位の路線との整合性及び現地調査結果をもとに路線代替案を2区間に区分して、図 7.4 に示すように3つの代替案を提案した。

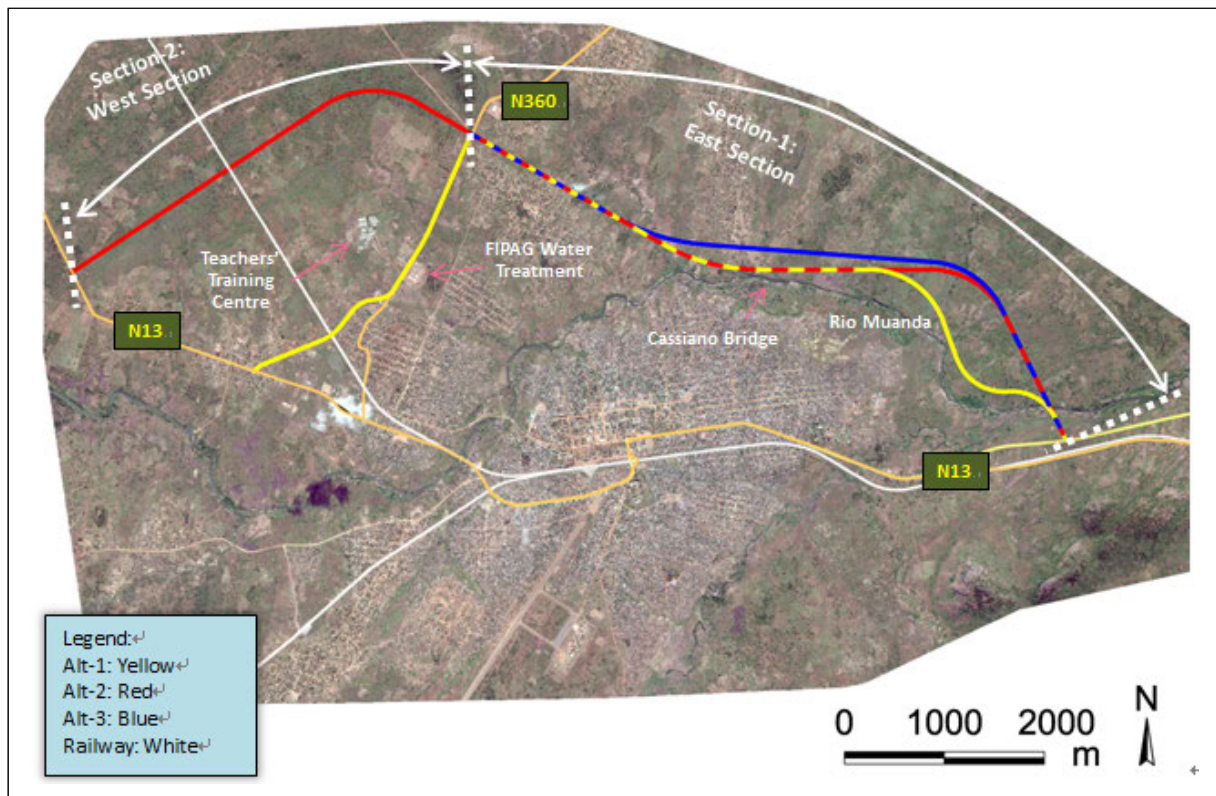


図 7.4 クアンババイパス道路の路線代替案

各代替案の概要は次のとおりである。

- ゼロオプション： 現状から変更なし
- 代替案-1： 地域開発戦略と整合した計画
- 代替案-2： 開発計画と自然状況に配慮した計画
- 代替案-3： ムアンダ（Muanda）川の洪水被害を最小にした計画

7.2 代替案の評価項目（評価基準）

本プロジェクトでは、多基準評価によって、最適な路線を提案することとした。評価項目は次に示す8つの項目で、3つの基準“Good”、“Fair”及び“Bad”で評価している。

- ① 上位計画及び関連計画との整合性（PEDEC Nacala、PEU 等）
- ② 整備効果（交通面）
- ③ 整備効果（都市整備面）

- ④ 整備効果（安全面）
- ⑤ 経済性・施工性、Affordability
- ⑥ 自然環境影響への影響
- ⑦ 移転／収用
- ⑧ コミュニティへの影響

なお、“Bad”評価は、代替案の選定に対して実現不可能なことを意味していない。従って、各基準は、各代替案がプロジェクトの目的を達成できる程度を意味している。

7.3 代替案の評価結果及び路線選定

7.3.1 ナカラ港アクセス道路

区間1は、“Good”評価が多く、良好な縦断勾配を持ち、低地部を通過する代替案-3（青線）を選定した。また、区間2は、“Good”評価の多く、上位計画及び関連計画との整合性がとれた代替案-3（青線）を選定した。図 7.5 は、選定した最適路線である。

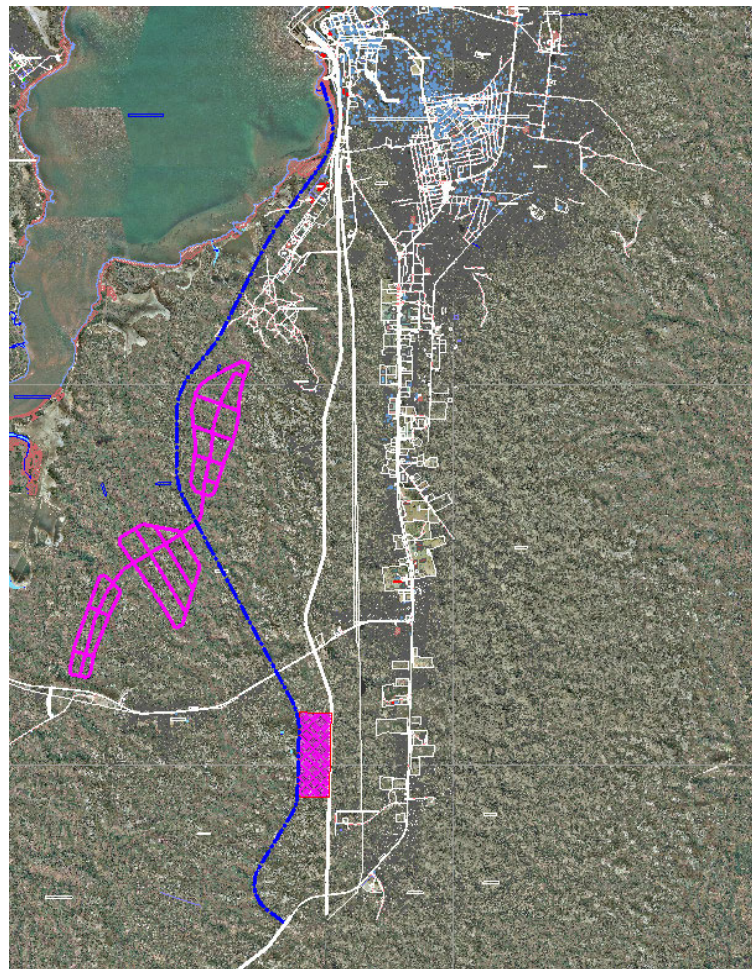


図 7.5 ナカラ港アクセス道路の選定した最適路線

7.3.2 ナンプラ南部バイパス道路

区間 1 は、“Good”評価の多く、鉄道との交差後（オーバース）N1 との接続が容易であり、かつ移転家屋数が少ない代替案-1（黄線）を選定した。

区間 2 は、“Good”評価の多く、都市開発効果及び住居開発効果があり、かつ最短距離のため、建設費及び維持管理費が抑えられる代替案-1（黄線）を選定した。

また、区間 3 は、“Good”評価が多い代替案-1 と代替案-3 と同じ路線であるため、代替案-1（黄線）として選定した。

図 7.6 は、選定した最適路線である。

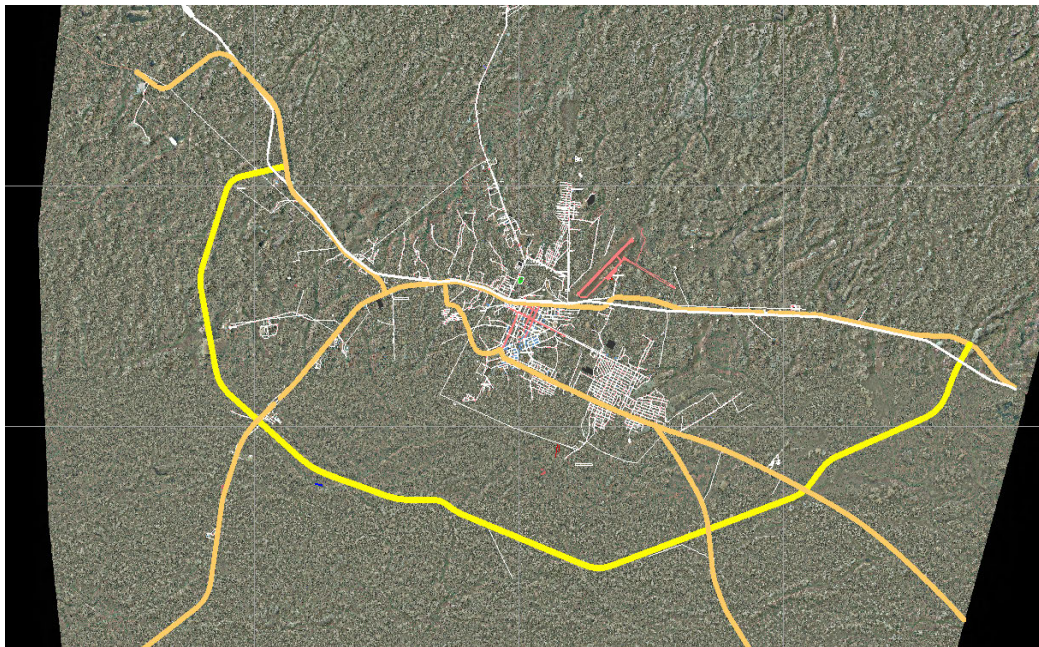


図 7.6 ナンプラ南部バイパス道路の選定した最適路線

7.3.3 クアンババイパス道路

区間 1 は、“Good”評価が多く、コミュニティへの影響が少なく、かつ建設費の削減が配慮される代替案-2（赤線）を選定した。

区間 2 は、“Good”が多く、開発計画に整合し、既存村落への影響が少なく、かつクアンバ市からの要望に配慮した代替案-2（赤線）を選定した。

図 7.7 は、選定した最適路線である。

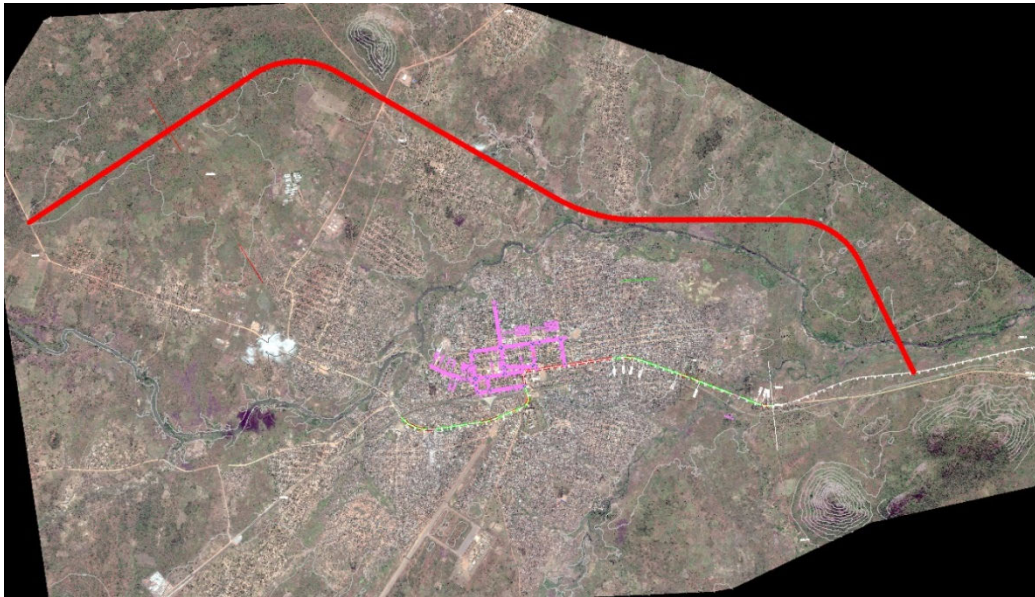


図 7.7 クアンババイパス道路の選定した最適路線

7.4 道路開発計画／各対象道路のイメージ

対象道路は、通過交通への回路を提供するのみでなく、6.3 で示したような都市開発の機会と、都市サービスへのアクセス性の確保の機会を提供することが期待される。そのため、側道の配置や、他の交差道路との接続形態については、現地の状況や各自治体の計画などをふまえて、将来的に望ましい姿をイメージしておくことが重要である。

本節は、概略設計の範囲をこえるものの、事業の実施までの段階での議論のたたき台として、対象道路周辺の将来像のイメージを記したものである。

(1) ナカラ港アクセス道路

本道路は、ナカラ市街地を通過する大型車両を転換してナカラ港へ直接アクセスする機能を提供し、また将来に計画される工業団地とマルチモーダル拠点に接続するものである。計画路線は主に一般建造物を制限する保護地区内にあるため、道路沿線のコミュニティは限られている。そのため、本線沿いの側道は図 7.8 に緑色の線で示される通り、限られた区間にのみ計画した。

側道の北側の終点は塩田と海岸近くのコミュニティに接続し、立体交差で本線と交差する必要がある。また、側道は工業団地の計画地と R702 に接続する。

N12 と R702 の間の南区間は、大型車に限らずナンプラ側からナカラベイリャ郡へのショートカットにも利用されることと、地形が急勾配のため側道の建設が困難な地域がある。そのため、側道は、R702 からマルチモーダル拠点へ接続する部分の限られた区間にのみ計画した。

期待される完成段階と暫定供用時における各道路との交差形状を表 7.1 に示す。

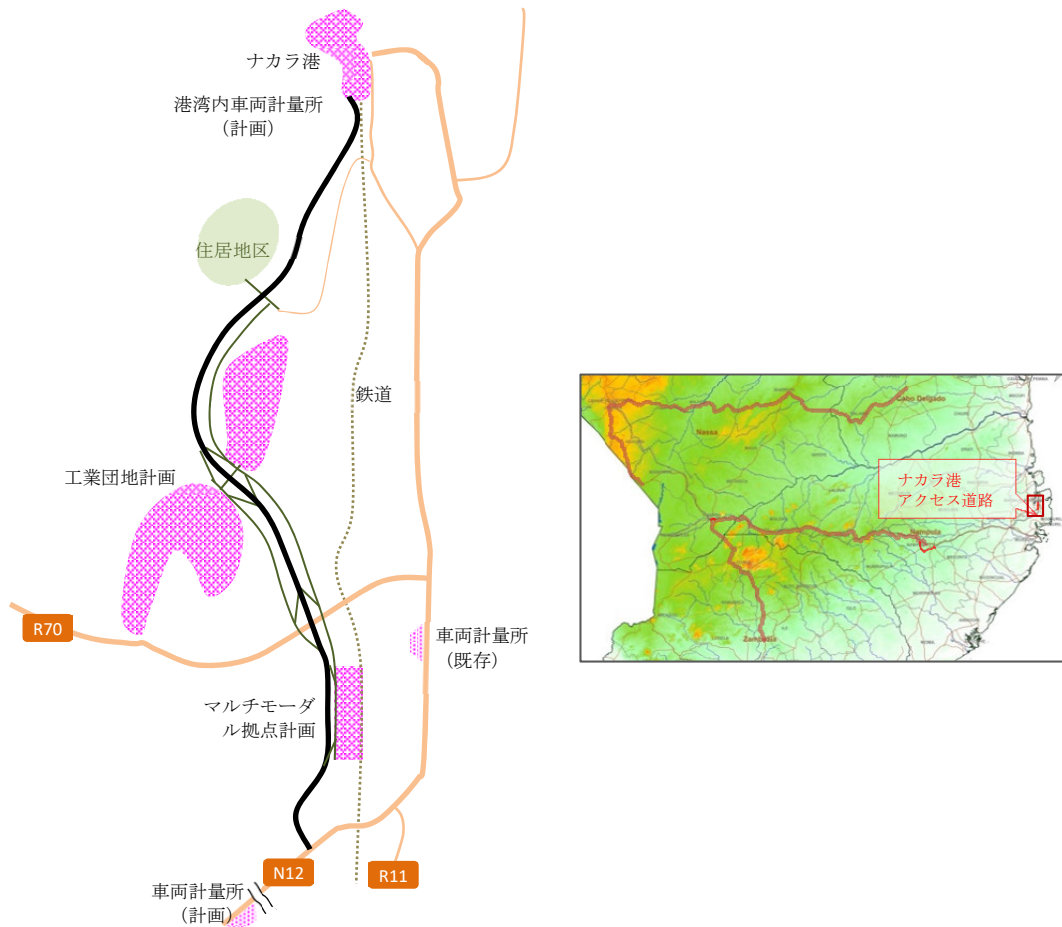


図 7.8 ナカラ港アクセス道路の開発計画

表 7.1 各道路の交差形状

交差箇所	完成段階	暫定供用時 (望ましい姿)
R702	立体交差	立体交差
N12	立体交差	平面交差

(2) ナンプラ南部バイパス道路

道路沿線の活発な開発が期待されるため、全区間に側道を計画した。過積載車両を防止するためにN1の両端に重量計を設置するのが望ましい。ドライバーへの便益と地域経済活動を活発化するため、「道の駅」を区間中央部に配置することを計画した。自治体へのインタビュー結果にもとづき、行政施設の移転はN104との交差点付近に計画されていると理解している。

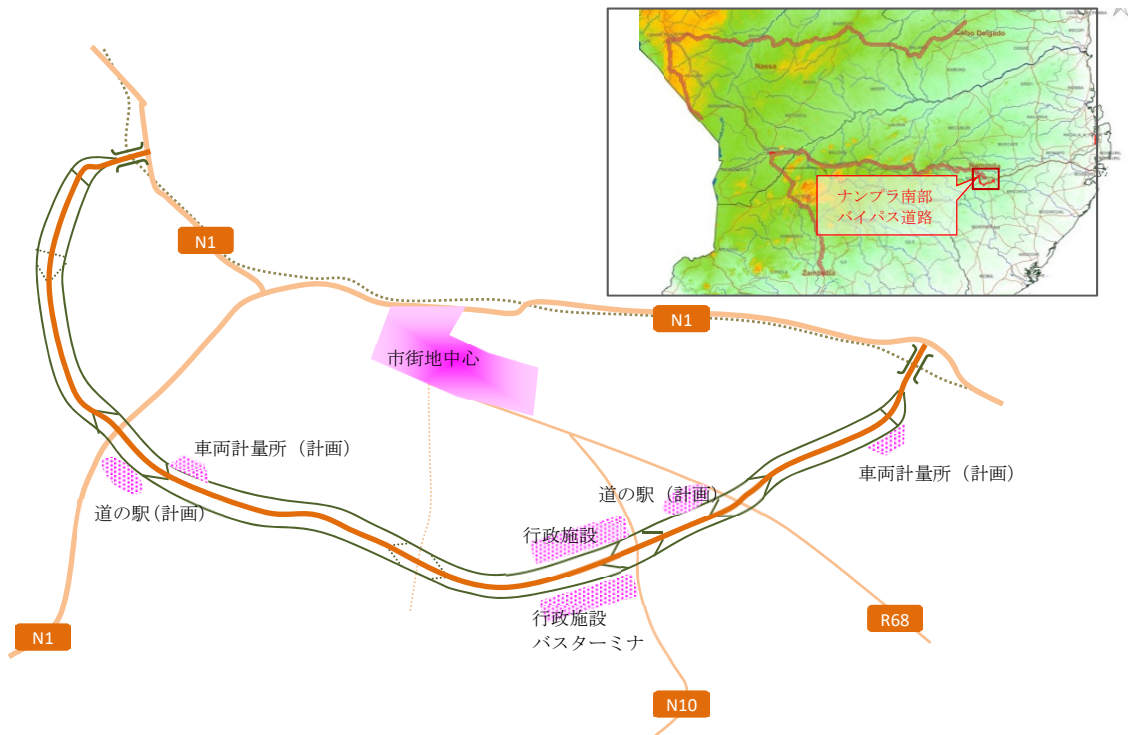


図 7.9 ナンプラ南部バイパス道路の開発計画

道路および鉄道の交差形状を以下に示す。

表 7.2 道路および鉄道の交差形状

交差箇所	完成段階	暫定供用時(望ましい姿)
N1 (東)	立体交差	平面交差
鉄道(N1)	高架道路	高架道路
R686	立体交差	立体交差
N104	立体交差	立体交差
N1 (南)	立体交差	立体交差
鉄道(N13)	高架道路	高架道路
N13	立体交差	平面交差

(3) クアンバ バイパス道路

本道路の線形は、ムアンダ橋の北側を通過し、一部、住居地区を通過するため、側道は、住居地区に合わせて設置する事が望ましいと考える。車両計量所は N13 周辺の成長拠点付近に設置し、「道の駅」は N360 との交差点近くに設置する事を提案する。

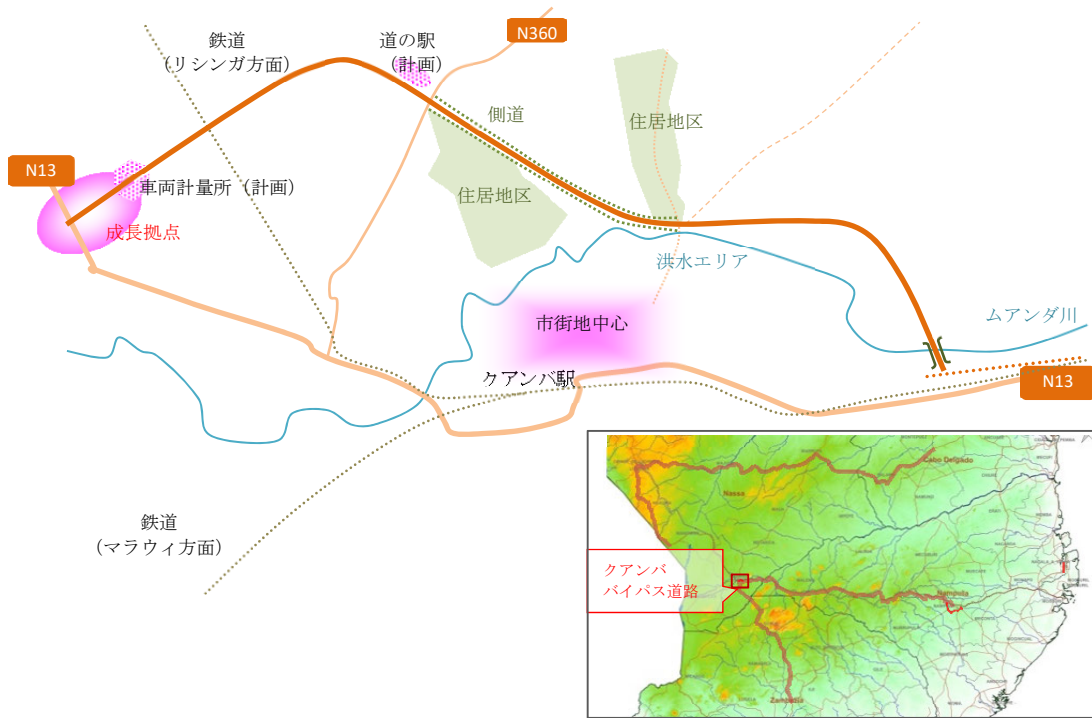


図 7.10 クアンバ バイパス道路の開発計画

計画区間内に存在する複数の交差点の形状を表 7.3 に示す。

表 7.3 道路、河川および鉄道との交差形状

交差箇所	完成段階	暫定供用時 (望ましい姿)
N13 (東)	平面交差	平面交差
ムアンダ川	橋梁	橋梁
ナジャネ地区と市内中心部とを接続する道路 (カシアノ橋付近)	立体交差または平面交差	立体交差
N360	立体交差	立体交差
リシンガ方面への鉄道	平面交差	平面交差
N13	立体交差	平面交差

クアンバ市のナジャネおよびアジネ 3 地区の周辺については、計画道路との接続性を検討するため、i) 市街地と北部の成長拠点までの道路計画、ii) 成長拠点における開発計画、および iii) クアンバ市による将来開発計画 を把握する必要がある。

8. 概略設計及び概略積算

8.1 設計の進め方

本章の目的は、技術的、経済的、環境への影響検討から、実現可能な現実的なルートと道路構造を提案することであり、暫定供用を含む道路構造の提案は、以下の手順で実施した。

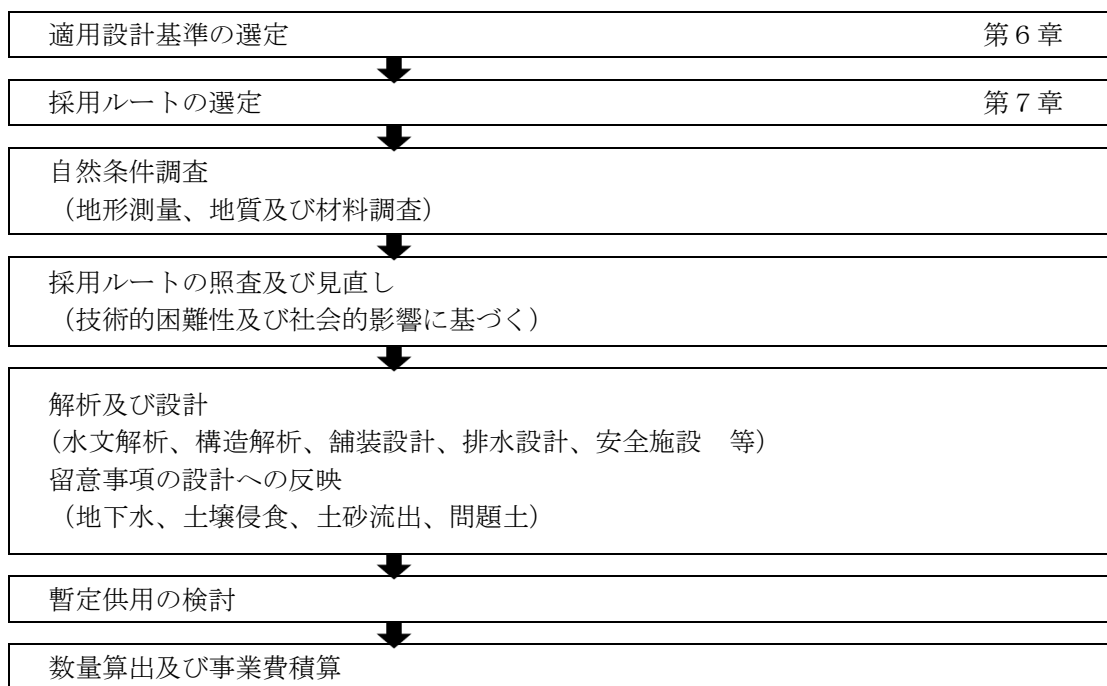


図 8.1 予備設計の手順

8.2 自然条件調査

8.2.1 地質・土質調査

地質・土質調査は、計画路線の道路構造と主要な構造物の設計資料を得るため現地再委託調査により実施された。

(1) ナカラ港アクセス道路

表 8.1 調査項目と数量 (ナカラ港アクセス道路)

項目		単位	数量	摘要
サイト調査				
機械ボーリング (標準貫入試験含む)	BH NCL 1	m	12	
	BH NCL 2	m	20	
不攪乱試料採取(UDS)		No.	4	BH 01: 1 試料、BH 02: 3 試料
テストピットと路床材試料採取		No.	14	TP 01 – TP 14 (延長約 1km に 1 箇所)
材料試験試料採取(1)		No.	3	土取り場候補地からの盛土材料
材料試験試料採取(2)		No.	2	採石場候補地からの粗骨材
室内試験				
土の物理試験(SPT, UDS の試料 samples)		No.	24	比重・含水・粒度・液塑性限界等.
土の力学試験(UDS 試料)		No.	4	三軸圧縮
CBR 試験 (路床土)		No.	13	路床土試料 (TP 12 除く)
CBR 試験 (盛土材)		No.	3	盛土材試料
骨材試験		No.	2	骨材試料

(2) ナンプラ南部バイパス道路

表 8.2 調査項目と数量 (ナンプラ南部バイパス道路)

項目		単位	数量	摘要
サイト調査				
機械ボーリング (標準貫入試験含む)	BH NPL 1	m	10.3	
	BH NPL 2	m	10	
	BH NPL 3	m	10	
	BH NPL 4	m	13.7	
テストピットと路床材試料採取		No.	33	TP01 – TP33 (約 1 km あたり 1 箇所)
材料試験試料採取(1)		No.	4	土取り場候補地から盛土材料
材料試験試料採取(2)		No.	2	採石場候補地から粗骨材
室内試験				
土の物理試験 (SPT, TP 試料)		No.	58	比重・含水・粒度・液塑性限界等
CBR 試験 (路床土)		No.	33	路床土試料
CBR 試験 (盛土材)		No.	4	盛土材試料
骨材試験		No.	2	骨材試料

(3) クアンババイパス道路

表 8.3 調査項目と数量 (クアンババイパス道路)

項目		単位	数量	摘要
サイト調査				
機械ボーリング	BH CMB 1	m	13.0	
	BH CMB 2	m	17.1	
	BH CMB 3	m	14.2	
不攪乱試料採取(UDS)		No.	5	
テストピットと下層路盤材試料採取		No.	12	延長 1 km あたり 1 箇所
材料試験試料採取(1)		No.	2	土取り場候補地から盛土材料
材料試験試料採取(2)		No.	5	採石場候補地から粗骨材
室内試験				
土の物理試験(SPT, UDS 試料)		No.	12	比重・含水・粒度・液塑性限界等
土の力学試験(UDS 試料)		No.	5	三軸圧縮
CBR 試験 (路床土)		No.	5	路床材試料
CBR 試験 (盛土材)		No.	2	盛土材試料
骨材試験		No.	5	骨材試料

8.2.2 測量

測量調査は、計画路線の道路構造と主要な構造物の設計資料を得るため現地再委託調査により実施された。地形図作成には、道路用地予定地内の家屋等支障物の特定も含まれている。また、ナンプラ南部バイパス道路とクアンババイパス道路に関連する河川については、水理解析を実施するための資料として、測量とともに住民への水文インタビュー調査も実施した。

8.2.3 気象、水文および水理調査

1) 水文調査結果

水文統計分析、橋梁洗掘を含む水理計算および他水文調査を要約すると、以下のとおりである。

- ARA CentroNorte(中北部地域水資源局)による水文観測の運用管理の現状として、使用できないデータが多く存在する、よって、ARA に対する人材育成と能力開発が、水文観測業務の可用性の向上のためにも望まれる。
- ナカラの現地調査にて、土砂流による水路侵食を 2 つの現場にて確認できた。本調査では、ナカラの横断水構造物のフリーボードは、安全対策上、多少の余裕を見込んでいる。

- ナカラとナンプラの調査地域は丘陵地である。この中で、ナンプラの Muepelume 川 (Nam-13) と Muhara 川 (Nam-17) の流況は、射流の条件下であり、流速は非常に速い。ピーク洪水量が続けば河床材料は、ほぼ流出してしまう。よって、橋梁箇所の周辺は、侵食に対して十分な防護がなされるべきである。
- 収集洗掘が橋梁開口部にて 0.06 から 0.65m の範囲で発生する。収縮洗掘の発生は、河川部の流水面積が小さいことを意味する。但し、収縮洗掘のこの値はあまり大きい値ではなく、必要な河川面積としては問題ないと思われる。
- 局所洗掘の計算結果として、各橋梁の殆どの橋脚で発生する。したがって、洗掘を起こす橋台橋脚廻りの河床には、適切な護床工コストを見込む。

また、計画された水理構造物（橋梁およびカルバート）は、以下のとおりである。

- 33 構造物（1 橋梁 / 32 カルバート）……ナカラ港アクセス道路、
- 29 構造物（4 橋梁 / 25 カルバート）……ナンプラバイパス道路、
- 10 構造物（3 橋梁 / 7 カルバート）……クアンババイパス道路

設計高水位および流出量を表 8.4 に示す。

表 8.4 各橋梁での設計高水位

ID	測点	橋梁 / 河川名称	設計確率年	設計流出量	設計高水位	摘要
< Nacala >				m ³ /s	m	
Nac-15	No.042+14.0	(Small stream)	50 years	109.7	10.77	等流計算より
< Nampula >						
Nam-6	No.047+98.0	Mutomote River	50 years	214.8	353.24	河川改修工設置
Nam-13	No.126+84.0	Muepelume River	50 years	247.7	332.74	河川改修工設置
Nam-17	No.158+86.0	Muhara River	50 years	151.9	327.15	
Nam-20	No.183+49.0	Muepelume B River	100 years	416.9	323.08	
< Cuamba >						
Cua-1	No.003+54.0	Muwanda River	100 years	2121	559.70	
Cua-3	No.020+66.0	(Muwanda Tributary 2)	50 years	223.3	561.54	
Cua-6	No.052+69.0	(Muwanda Tributary 3)	50 years	184.9	563.66	

出典：調査団

2) 水理水文上の提言

以上の結果から、計画橋梁/道路の水理水文上の問題として、以下の点が今後の課題として残される。

- 洗掘を含む水理計算が各橋梁に対し実施された。詳細設計段階では、橋梁水理の詳細検討が全ての橋梁に対して更に行われるべきである。特にナカラにおける調査地域内の水路の土砂流に関して、更なる詳細調査および検討が河川水文地形特性の検証のために望まれる。
- 多くの種類の護床や護岸工がある。したがって、詳細設計段階では各種施工法や護岸護床の比較がなされるべきである。また、洗掘の推定は、HEC 式を含む他の予測式でも検討する必要がある。
- 詳細設計段階では、より詳細な地形測量が、各水路の詳細形状を把握するために行われ、より多くの水路用横断測量が追加されるべきである。

8.3 舗装設計

8.3.1 舗装設計の基本条件

- **設計手法**：南部アフリカ運輸通信委員会 (SATCC)：舗装設計基準 (案) (1998 年)、米国州道路交通運輸担当官協会 (AASHTO)：舗装設計基準 (1993 年)、及び力学的設計法
- **設計期間**：15 年
- **等価軸重**：ANE の所有する標準値 (モザンビーク国のハイウェイネットワーク管理システムの調査 (1999 年)) を用いることとした。
- **設計荷重**：以下の表に、各路線の累積軸重換算値を示す。

表 8.5 設計期間における交通量と累加軸重 (2038 年)

路線	ナカラ港アクセス道路		ナンプラ南部バイパス	クアンババイパス
	ナカラ港~R702	R702~N12		
日大型車交通量/方向	2,902	1,263	1,857	645
累積軸重 (x 10 ⁶)	50.9	21.1	31.3	11.3

8.3.2 舗装設計

(1) 設計基準

ナカラ港アクセス道路、ナンプラ南部バイパス道路の設計荷重は、SATCC 舗装設計基準の適用限界である 30 百万 ESAL (Equivalent Standard Axle Load : 等価標準軸重) を超えている。よって、適用限界の無い AASHTO の設計基準 (1993 年) を用いることとした。

(2) 設計 CBR

地質調査結果によれば、対象路線上および土取場（客土）から入手可能な材料は、クラス S2（CBR3～4%）以上である。

(3) 計算結果

計算には信頼度 90%、標準偏差 0.45 を採用した。以下に AASHTO の方法による計算結果を示す。

表 8.6 AASHTO 設計法による舗装構成計算結果

舗装構成	ナカラ港アクセス		ナンプラ BP	クアンバ BP	備考
	ナカラ港 - R702	R702 - N12			
アスファルト表層	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	
アスファルト中間層	5 cm	0 cm	0 cm	0 cm	
アスファルト基層	5 cm	5 cm	5 cm	5 cm	
アスファルト安定処理	10 cm	10 cm	10 cm	5 cm	
上層路盤	25 cm	30 cm	30 cm	30 cm	CBR>80
下層路盤	40 cm	35 cm	45 cm	40 cm	CBR>30
上部路床(客土)	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	CBR>15 (G7)

(4) 舗装構成の代替案

モザンビークで一般的な簡易舗装を用いた代替案について、力学的解析を用いた比較を行った。ただし、ナカラ港アクセス道路については、主要港湾を接続する物流幹線道路であることから、簡易舗装の採用は避けるべきである。

(5) 力学的設計手法による舗装構成計算結果

力学的解析により、上部路床と下部路床上面の破壊を評価した結果、以下の表の断面が設計荷重を満足する結果となった。

表 8.7 力学的手法による舗装構成計算結果

舗装構成	ナカラ港アクセス		ナンプラ BP	クアンバ BP	備考
	ナカラ港 - R702	R702 - N12			
2層簡易舗装	ナカラ港アクセスについては、主要港湾に接続する物流幹線道路であることから、2層簡易舗装等の表層保護は推奨されない。		3 cm	3 cm	
上層路盤			30 cm	25 cm	
セメント安定処理			35 cm	30 cm	1.5Mpa
上部路床(客土)			45 cm	30 cm	CBR>15 (G7)

8.3.3 提案される舗装構成

結論として、以下の表に示す舗装構成が提案される。

表 8.8 提案される舗装構成

舗装構成	ナカラ港アクセス		ナンプラ BP		クアンバ BP		備考
	ナカラ港 - R702	R702 - N12	短期	中期	短期	中期	
アスファル表層	5 cm	5 cm	- cm	5 cm	- cm	5 cm	
アスファルト中間層	5 cm	0 cm	- cm	cm	- cm	- cm	
アスファルト基層	5 cm	5 cm	- cm	5 cm	- cm	5 cm	
2層簡易舗装	- cm	- cm	3 cm	- cm	3 cm	- cm	
アスファルト安定処理	10 cm	10 cm	- cm	- cm	- cm	5 cm	
上層路盤	25 cm	30 cm	30 cm	20 cm	25 cm	10 cm	CBR>80
下層路盤	40 cm	35 cm	- cm	- cm	- cm	- cm	CBR>30
セメント安定処理	- cm	- cm	35 cm	35 cm	30 cm	30 cm	1.5Mpa
上部路床(客土)	30 cm	30 cm	45 cm	45 cm	30 cm	30 cm	CBR>15 (G7)

短期:短期暫定施工期間、中期:大規模改修又は4車線化時

8.4 排水施設

8.4.1 現状の排水施設の課題等

(1) ナカラ地区

ナカラ地区では、集中豪雨の影響による道路および鉄道カルバートの崩壊や浸食が発生している。以下に状況写真を示す。



容量不足のカルバート (鉄道) 容量不足のカルバート(道路) カルバート流末の浸食 (鉄道)

図 8.2 ナカラ地区の既存カルバート

対象道路の上流側には、鉄道、道路、工場および集落があり、排水系統および排水施設の容量は不十分である。これらの状況から、概略設計時における排水施設の検討上の課題点と、その対応結果を以下の通りまとめた。

表 8.9 ナカラ地区の課題と対応結果

課題	対応結果
現地踏査と地形測量による既存の排水系統と排水方向の明確化	排水系統と排水方向を明確にし、排水系統図を作成した（付録-7: カルバートの配置図参照）
流域面積、土地利用状況及び地表面の土質状況の確認	流量計算を行った 土質状況から横断排水施設の容量は 40%の安全率を考慮した
下流側の浸食対策の検討	コンクリート製の吐口とじゃかごによる浸食防止を計画した

(2) ナンプラ地区

ナンプラ地区の対象道路は、湿地帯や地下水位が高い箇所を通過する。以下に状況写真を示す。



図 8.3 ナンプラ地区の湿地帯と既存排水施設

対象道路は低地を通過し、小川や小河川を横断する。特に、湿地帯は道路区間のナカラ側にあり、湿地帯は地下水位が高い。これらの状況から、概略設計時における排水施設の検討上の課題点と、その対応結果を以下の通りまとめた。

表 8.10 ナンプラ地区の課題と対応結果

課題	対応結果
現地踏査と地形測量により既存の排水系統と排水方向の明確化	排水系統と排水方向を明確にし、排水系統図を作成した（付録-7: カルバートの配置図参照）
流域面積、土地利用状況及び地表面の土質状況の確認	流量計算を行った 土質状況から横断排水施設の容量は 20%の安全率を考慮した
ヒアリングによる湿地帯と排水方向の確認	地下排水工を計画した

(3) クアンバ地区

クアンバ地区の対象道路は、雨季のみに流れる小川や小河川を横断する。以下に状況写真を示す。



図 8.4 クアンバの既存の小川、小河川

対象道路のナカラ側は、道路線形が主河川とほぼ平行に計画しているため、雨季のみに流れる小川や小河川を横断する。対象道路のマディンバ側は、沼地に近接する。ここれらの状況から、概略設計時における排水施設の検討上の課題点と、その対応結果を以下の通りまとめた。

表 8.11 クアンバ地区の課題と対応結果

課題	対応結果
現地踏査と地形測量により既存の排水系統と排水方向の明確化	排水系統と排水方向を明確にし、排水系統図を作成した（付録-7: カルバートの配置図参照）
流域面積、土地利用状況及び地表面の土質状況の確認	流量計算を行った 土質状況から横断排水施設の容量は 20%の安全率を考慮した
ヒアリングによる湿地帯と排水方向の確認	地下排水工を計画した

8.5 道路及び構造物の設計方針

8.5.1 道路設計

(1) 設計方法

- 土工量の最小化に配慮しながら可能な範囲で大きな値（安全側の値）を採用した。
- 自然環境や社会環境に整合するよう対策を提案した。
- 初期投資と維持管理費のバランスについて考慮した。

(2) 線形設計

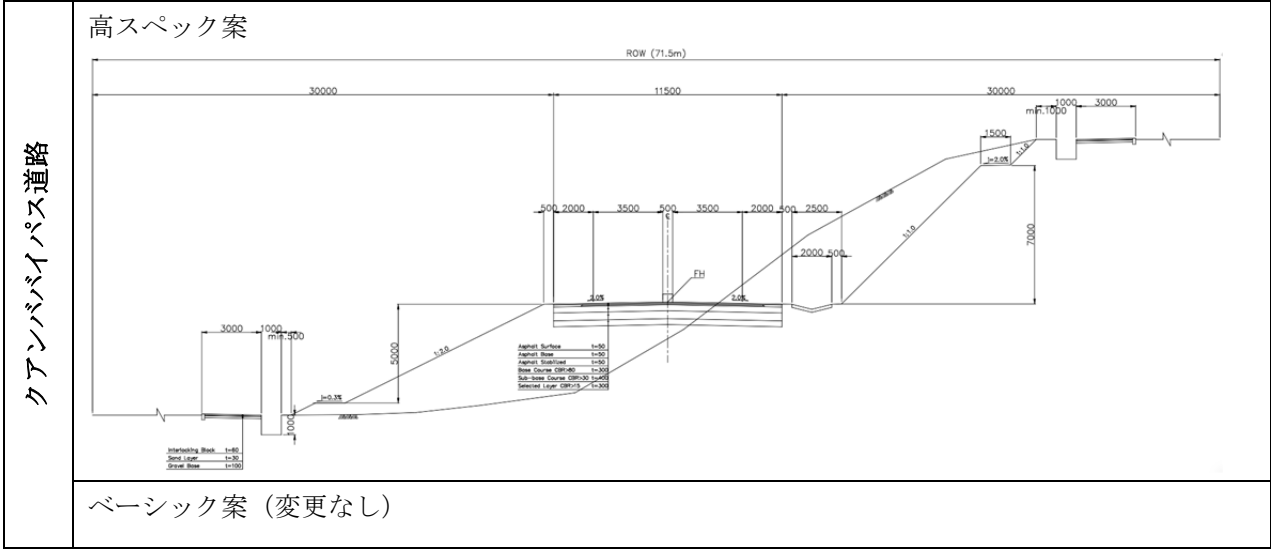
道路の線形設計では、設計基準の遵守と共に自然および社会環境への影響の最小化も考慮された。

(3) 暫定供用の検討

2車線暫定供用の道路の部分の整備については、以下の二通りを検討した。

表 8.12 2車線暫定供用における2つの整備レベル(高スペック案/ベーシック案)

ナカラ港アクセス道路	<p>高スペック案</p> <p>High-Spec Option (Initial Stage)</p>
	<p>ベーシック案</p> <p>側道を、車道・歩道の区別ない DBST 舗装（側道の排水溝を削除）に変更し事業費を抑えた。</p> <p>Basic Option (Initial Stage)</p>
ナンバラ南部バイパス道路	<p>高スペック案</p> <p>High-Spec Option (Initial Stage)</p>
	<p>ベーシック案</p> <p>側道を、車道・歩道の区別ない DBST 舗装（側道の排水溝を削除）に変更し事業費を抑えた。</p> <p>Basic Option (Initial Stage)</p>



8.5.2 構造設計

(1) 橋梁設計基準

橋梁の設計基準は ANE 計画部との協議に基づき、原則として“SATCC Code of Practice for the Design of Road Bridges and Culverts” (以下 “SATCC”)を適用した。橋梁設計に適用した基準を示す。

表 8.13 橋梁設計条件の一覧

項目	単位	設計値	備考
橋梁設計			
活荷重		NA, NB, NC による荷重	SATCC-SECTION2.6
地震荷重		vi (kh=0.03)	SATCC-SECTION3.10
風荷重		Method A	SATCC-SECTION3.8
洪水荷重		流水圧+流出物荷重	SATCC-SECTION3.9
土圧		クーロン土圧	上質材とする
温度荷重		0°~49°C	SATCC-SECTION4.5
建築限界・土被り			
道路橋建築限界	m	5.5 4.5	供用時 施工時
鉄道橋建築限界	m	7.5	
底版上面土被り	m	Roadway : 1.5 Sidewalk: 0.5 Rivers : 1.0	河川橋は布団籠を設置する
コンクリート設計基準強度			
PC 桁	N/mm ²	40	
RC 床版	N/mm ²	30	
下部工	N/mm ²	30	
場所打ち杭	N/mm ²	30	
鋼材強度			
鉄筋	N/mm ²	450	
単位体積重量			
無筋コンクリート	kN/m ³	24.0	
鉄筋コンクリート	kN/m ³	25.0	
アスファルト	kN/m ³	21.0	
鋼材	kN/m ³	77.0	
裏込土	kN/m ³	(19.0)	調査結果により変更の可能性有り
盛土	kN/m ³	(18.0)	調査結果により変更の可能性有り

(2) 構造物の位置

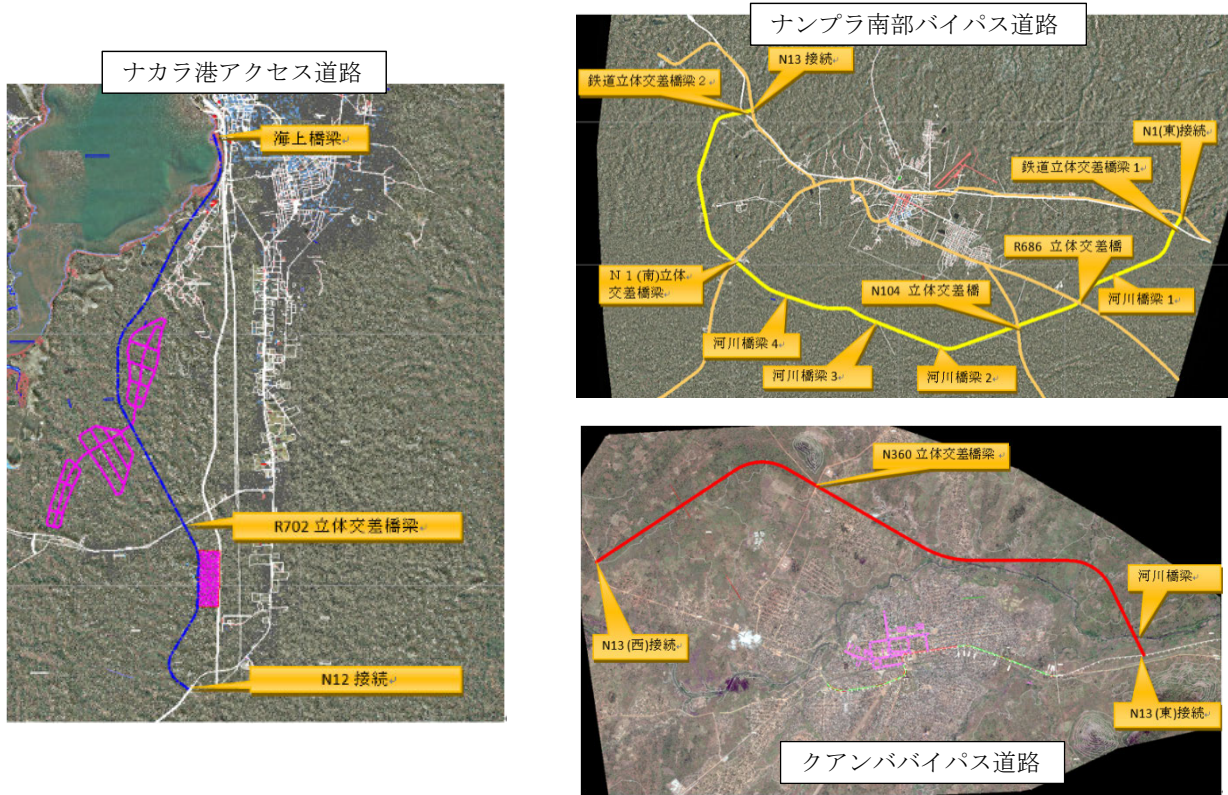


図 8.5 ナカラ港アクセス道路における主要構造物位置

(3) 橋梁上部工形式の選定

ナカラ海上橋梁

海上部に位置するが、干潮時には海水位が無くなる程度に位置しており、スパンを広げて下部工基数を減らすことのメリットはない。1次選定の結果、桁下高に余裕があり、地形条件等に特別な制約条件がないことを考慮し、以下の3案を抽出した。

- 第1案：RC-I 桁 (56@15m=840m)
- 第2案：PC-I 桁 (28@30m=840m)
- 第3案：連続鋼鉄桁 (21@40m=840m)

2次選定の結果、「最も経済性に優れ、維持管理費用が最小」と評価された「**第2案：PC-I 桁橋**」を提案する。

ナンプラ跨線橋

1次選定の結果、鉄道への影響を考慮して、以下の3案を抽出した。なお、PC 中空床版橋は、特殊支保工が必要となるため桁下制限の観点からメリットがないと判断し、2次選

定の比較案には採用しない。

- 第1案：PC-I 桁 (2@28.5m=57m)
- 第2案：連続鋼鈑桁 (2@28.5m=57m)
- 第3案：連続鋼・コンクリート合成床版桁 (2@28.5m=57m)

2次選定の結果、「桁下への影響が最も少なく、工期が短く、耐候性鋼材を採用することで技術移転が期待できる」と評価された「**第3案：連続鋼・コンクリート合成床版桁橋**」を提案する。

クアンバ河川橋梁

1次選定の結果、航路条件を必要としないこと、河川および地形条件に特別な制約条件が存在しないことをふまえ以下の3案を抽出した。

- 第1案：RC-I 桁 (16@15m=240m)
- 第2案：PC-I 桁 (6@40m=240m)
- 第3案：連続鋼鈑桁 (6@40m=240m)

2次選定の結果、「初期コストが低く、モ国で採用実績の多い」と評価された「**第2案：PC-I 桁橋**」を提案する。

(4) 上・下部工の施工順序

ナカラ、ナンプラの2路線については、暫定供用と完成供用の段階的な供用で計画している。橋梁の施工順序には、以下に示す3つの構築方法があるため比較検討をおこなった。

- 第1案：上下部の一括施工
- 第2案：上部工のみ分割施工（下部工は一括施工）
- 第3案：上下部の分割施工

比較検討の結果、「第2案：上部工のみ分割施工（下部工は一括施工）」は、完成形への施工時に、供用可能な幅員が狭くなるため、望ましくないという結果となった。「第1案」「第3案」については、両者とも特に大きな問題はないと判断した。

(5) 橋梁緒元一覧

各検討の結果より決定した橋梁位置、諸元を下表に示す。

表 8.14 車線暫定供用時の橋梁諸元一覧（高スペック案）

ナカラポートアクセス

NO	測点	橋種	上部工形式	橋長	メインスパン 長	基礎形式
1	0+60	海上橋梁	28 径間連結 PC-I 桁橋	L=840m	30m	場所打ち杭 φ1000
2	42+00	河川橋	単純 PC-I 桁橋	L=34m	34m	場所打ち杭 φ1000
3	104+0 (R702)	跨道橋	7 径間連結 PC-I 桁橋	L=210m	30m	直接基礎

ナンプラ南バイパス

NO	測点	橋種	上部工形式	橋長	メインスパン 長	基礎形式
4	5+00	跨線橋	2 径間連続鋼・コンク リート合成床版橋	L=57m	28.5m	直接基礎
5	47+80	河川橋	2 径間連結 PC-I 桁橋	L=60m	30m	場所打ち杭 φ1000
6	60+40 (R686)	跨道橋	単純鋼・コンク リート合成床版橋	L=40m	40m	場所打ち杭 φ1000
7	88+00 (N104)	跨道橋	単純 PC-I 桁橋	L=30m	30m	直接基礎
8	126+70	河川橋	2 径間連結 PC-I 桁橋	L=60m	30m	場所打ち杭 φ1000
9	158+70	河川橋	2 径間連結 PC-I 桁橋	L=60m	30m	場所打ち杭 φ1000
10	183+30	河川橋	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=90m	30m	場所打ち杭 φ1000
11	221+00 (N1)	跨道橋	8 径間連続鋼・コンク リート合成床版橋	L=240m	30m	直接基礎
12	301+60	跨線橋	2 径間連続鋼・コンク リート合成床版橋	L=86m	44m	直接基礎

補償橋梁（地域分断・現道分断対応）

1	30+00	地域分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000
2	118+00	地域分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000
3	144+00	現道分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000
4	204+00	地域分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000
5	234+90	現道分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000
6	263+30	現道分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000
7	278+20	現道分断	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭 φ1000

クアンババイパス

NO	測点	橋種	上部工形式	橋長	メインスパン 長	基礎形式
13	1+70	河川橋	6 径間連結 PC-I 桁橋	L=240m	40m	直接基礎
14	20+00	河川橋	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=90m	30m	場所打ち杭 φ1000
15	52+00	河川橋	3 径間連結 PC-I 桁橋	L=90m	30m	場所打ち杭 φ1000
16	72+20 (N360)	跨道橋	単純鋼・コンク リート合成床版橋	L=35m	35m	場所打ち杭 φ1000

表 8.15 車線暫定供用時の橋梁諸元一覧（ベーシック案）

Nacala port access

NO	測点	橋種	上部工形式	橋長	メインスパン長	基礎形式	備考
1	0+60	海上橋梁	28径間連結PC-I桁橋	L=840m	30m	場所打ち杭φ1000	
2	42+00	河川橋	単純PC-I桁橋	L=34m	34m	場所打ち杭φ1000	
3	104+0 (R702)	跨道橋	7径間連結PC-I桁橋	L=210m	30m	直接基礎	

終点側 I C 化する場合、橋梁化

Nampula Bp

NO	測点	橋種	上部工形式	橋長	メインスパン長	基礎形式	備考
4	5+00	跨線橋	2径間連続鋼・コンクリート合成床版橋	L=57m	28.5m	直接基礎	
5	47+80	河川橋	2径間連結PC-I桁橋	L=60m	30m	場所打ち杭φ1000	
6	60+40 (R686)	跨道橋	単純鋼・コンクリート合成床版橋	L=40m	40m	場所打ち杭φ1000	
7	88+00 (N104)	跨道橋	単純PC-I桁橋	L=30m	30m	直接基礎	
8	126+70	河川橋	2径間連結PC-I桁橋	L=60m	30m	場所打ち杭φ1000	
9	158+70	河川橋	2径間連結PC-I桁橋	L=60m	30m	場所打ち杭φ1000	
10	183+30	河川橋	3径間連結PC-I桁橋	L=90m	30m	場所打ち杭φ1000	
11	221+00 (N1)	跨道橋	8径間連続鋼・コンクリート合成床版橋	L=240m	30m	直接基礎	
12	301+60	跨線橋	2径間連続鋼・コンクリート合成床版橋	L=86m	44m	直接基礎	

起・終点側 I C 化する場合、橋梁化

補償橋梁（地域分断・現道分断対応）

1	30+00	地域分断	3径間連結PC-I桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭φ1000	
2	118+00	地域分断	単純PC-I桁橋	L=30m	30m	場所打ち杭φ1000	
3	144+00	現道分断	3径間連結PC-I桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭φ1000	
4	204+00	地域分断	3径間連結PC-I桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭φ1000	
5	234+90	現道分断	3径間連結PC-I桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭φ1000	
6	263+30	現道分断	3径間連結PC-I桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭φ1000	
7	278+20	現道分断	3径間連結PC-I桁橋	L=80m	30m	場所打ち杭φ1000	

Cuamba Bp

NO	測点	橋種	上部工形式	橋長	メインスパン長	基礎形式	備考
13	1+70	河川橋	6径間連結PC-I桁橋	L=240m	40m	直接基礎	
14	20+00	河川橋	3径間連結PC-I桁橋	L=90m	30m	場所打ち杭φ1000	
15	52+00	河川橋	3径間連結PC-I桁橋	L=90m	30m	場所打ち杭φ1000	
16	72+20 (N360)	跨道橋	単純鋼・コンクリート合成床版橋	L=35m	35m	場所打ち杭φ1000	

8.6 交通安全施設、付帯施設

8.6.1 検討方法

現在、全ての道路は交通死亡の増加を考慮して適切な交通安全施設を提供することが世界各国の必要条件である。モザンビーク政府、特に ANE は、安全施設、交通安全教育の両方の強化により、交通事故を減少させることに取り組んでいる。

対象道路は、基本的に、高速走行を提供することとともに、貨物車両を通過させるバイパス道路機能を持ち、いくつかの集落からなる都市周辺領域を通っているため、立場の弱い歩行者や自転車などに対して NMT (Non-motorised traffic) に関する施設を考慮すべきである。本調査においては、体系的かつ効果的な交通安全施設を含む対応策を提案し、必要に応じて、提案した各施設を予備設計にて設計した。

8.6.2 検討対象

以下に示す基本的な交通安全施設は、道路利用者のために配慮されるべきである。

- 交通安全標識、情報案内板
- 路面標示、道路鋏
- ガードレール
- 街路灯
- 施設帯 (ユーティリティに必要な範囲)
- バス停 (必要に応じて)

これらに加えて、以下に示す機能は、近い将来における道路利用者の利便性、道路の保護、土地開発、地域経済活動のために検討することが求められる。

- 歩道橋
- 車両計量所
- 道路沿道施設 (道の駅または 物流施設)
- 高度道路交通システム (ITS)

8.7 施工計画

8.7.1 工事概要

本プロジェクトの工事概要を以下に示す。

表 8.16 工事概要

路線名	工事内容	
ナカラ港 アクセス道路	道路土工	道路延長 L=15,203m 道路(舗装)幅員 W=11.50m (本線:アスファルト舗装、側道:DBST舗装)
	海上橋梁	28 径間連続 PC-I 桁橋 L=840m
	河川橋	単純 PC-I 桁橋 L=34m
	跨道橋	高スペック案:7 径間連結 PC-T 桁橋 L=210m ベーシック案:平面交差
ナンプラ南部バ イパス道路	道路土工	道路延長 L=30,590m 道路(舗装)幅員 W=11.50m (本線:DBST舗装、側道:DBST舗装)
	跨線橋	コンクリート合成床版橋 L=57m L=86m
	跨道橋	高スペック案:単純 PC-I 桁橋 L=34m L=240m ベーシック案:平面交差
	河川橋	連結 PC-I 桁橋 L=60m L=60m L=60m L=90m
	補償橋梁	高スペック案:単純 PC-I 桁橋 L=30m L=80m×6 橋=480m ベーシック案:単純 PC-I 桁橋 L=30m
クアンババイパ ス道路	道路土工	道路延長 L=12,050m 道路(舗装)幅員 W=11.50m (本線:DBST舗装、歩道:DBST舗装)
	河川橋	高スペック案:連結 PC-I 桁橋 L=240m L=90m L=90m、 鋼鋼床版合成床版橋 L=35m ベーシック案:連結 PC-I 桁橋 L=240m L=90m L=90m

出典: JICA 調査団

8.7.2 施工方法

(1) 橋梁基礎工: 場所打ち杭

橋梁設置箇所においては、河川際で地下水位が高いことから、リバース工法を場所打ち杭の施工方法として推奨する。

(2) 橋梁上部工

本事業における橋梁支間長は、ほぼ 30m 以下であり、また、PC 桁の現場制作にも支障がないため、経済的な架設方法である「PC 桁クレーン架設工法」が適している。

(3) 海上橋梁

ナカラ港アクセス道路における海上橋梁、栈橋施工が必要となる。なお、干潮時の水深はほぼ 0m であるため、栈橋の構築は、干潮時での陸上施工が可能である。

(4) 道路工事

本事業の道路は新設道路であることから、工事区域内への進入路は現道との交差部からとなる。

本事業の道路横断構成には側道を有していることから、側道を工事用道路として利用することが可能であり、新たな切回し道路や工事用道路が不要である。

(5) 跨線橋の施工

跨線橋は線路内工事となるので、クレーン架設が可能であり、床版コンクリート打設時の型枠支保工も不要とでき、列車の運行に与える影響を最も少なくできる鋼・コンクリート合成床版橋が適している。

(6) 施工ヤード、仮設備ヤードの戦略的な確保・将来転用

工事に必要な施工ヤードや仮設備ヤードは、「モ」国により提供可能な沿道用地を事前に確保し、施工業者に提供して造成することを提案する。

8.7.3 工程計画

「モ」国は、雨季（10月から3月）と乾季（4月から翌9月）が存在する。当該建設地域には湿地帯があり、河川橋も多いことより乾季における施工を基本とし、以下の施工パーティを想定して必要工期を試算した。

- ナカラ港アクセス道路：4年間（48ヶ月）道路2パーティ、橋梁3パーティ
- ナンプラ南部バイパス道路：5年間（60ヶ月）道路2パーティ、橋梁2パーティ
- クアンババイパス道路：3年間（36ヶ月）道路1パーティ、橋梁1パーティ

8.7.4 調達計画

(1) 主要資材の調達計画

主要材料の調達計画を表 8.17 に示す。

表 8.17 主要資材の調達計画

材料	調達先		備考
	「モ」国内	日本または第3国	
土工関連			
土	○		
砕石	○		
コンクリート			
セメント	○		
粗骨材	○		
細骨材	○		
砂	○		
生コン	○		
鉄筋		○	防食鋼材を含む
鋼材			
鋼板		○	鈹桁、鋼斜張橋
型鋼		○	仮栈橋、鈹桁、鋼斜張橋
鋼管杭		○	鋼管矢板基礎、鋼管杭基礎
ボルト・ナット類		○	
溶接材料		○	
塗装材料		○	
仮設材			
鋼矢板		○	海上橋梁締切工
覆工板		○	海上橋梁仮栈橋
H鋼		○	海上橋梁栈橋杭
ベント		○	
橋梁用材料			
支承		○	
伸縮装置		○	
高欄		○	ステンレス仕様
防水シート		○	
PC ケーブル類		○	防食鋼材を含む
道路用材料			
照明		○	
ガードレール		○	
信号機		○	
排水関連材料		○	
燃料	○		
アスファルト	○		

出典：JICA 調査団

(2) 主要機材の調達計画

主要機材の調達計画を表 8.18 に示す。

表 8.18 主要機材の調達計画

材料	調達先		備考
	「モ」国内	日本または第3国	
バックホウ	○		0.8m ³ 、1.4m ³
ブルドーザー	○		21t、32t 級
ラフテレーンクレーン	○	○	25t 吊
トラッククレーン	○	○	50t～150t 吊程度
クローラクレーン	○	○	55t 吊
コンクリートポンプ車	○		90～110m ³ /h
杭打ち機		○	リバーズ式杭打ち設備
バイプロハンマ		○	60kw
モーターグレーダ	○		3.1m
タイヤローラ	○		8～20t
振動ローラ	○		3～4t
ロードローラ	○		10～12t
アスファルトフィニッシャ	○		2.4～6.0m
ダンプトラック	○	○	10t 積
PC 橋架設機材		○	防食仕様 PC 鋼材緊張器具

出典：JICA 調査団

8.8 事業費積算

現段階での総事業費（表 8.19）は、294.4 百万ドル（ベーシック案）～446.2 百万ドル（高スペック案）の幅がある。

表 8.19 総事業費

内訳	比率	高スペック案 (百万ドル)			ベーシック案 (百万ドル)		
		ナカラ港 アクセス 道路	ナンプラ 南部バイ パス道路	クアン ババイ パス道 路	ナカラ港 アクセス 道路	ナンプラ 南部バイ パス道路	クアン ババイ パス道 路
I 建設工事費		141.8	167.2	72.4	94.3	103.8	53.5
(1) ベースコスト	-	128	150.9	65.4	85.1	93.7	48.3
(2) 物価上昇予備費	0.008	1.0	1.2	0.5	0.7	0.7	0.4
(3) 物理的予備費	0.1	12.8	15.1	6.5	8.5	9.4	4.8
(4) 紛争裁定委員会	-	0.8	1.0	0.2	0.81	0.972	0.216
II コンサルタントサー ビス		24.1	28.4	12.3	16.0	17.6	9.1
(5) D/D と SV	0.09	11.5	13.6	5.9	7.7	8.4	4.3
(6) 物価上昇予備費	0.008	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0
(7) 物理的予備費	0.1	1.2	1.4	0.6	0.8	0.8	0.4
III 既存ユーティリティ移 設費	-	0	0	0	0	0	0
IV 旧橋撤去費	-	0	0	0	0	0	0
V 土地収用費	0.03	4.3	5.0	2.2	2.8	3.1	1.6
VI 事業管理費	0.05	7.1	8.4	3.6	4.7	5.2	2.7
VII 輸入関税	-	0	0	0	0	0	0
合計 (I～VII)		165.9	195.6	84.7	110.3	121.4	62.6
		446.2			294.4		

出典：JICA 調査団

9. プロジェクト効果を高める技術

9.1 提案する技術

本章は、我が国をはじめとした先進的な技術のうち、本事業を進めるにあたり、経済的な側面や環境負荷の側面において優れているものや、施工時の効率性や施工品質の確保に寄与するもの、および、事業完了後の維持管理に有効なものを検討したものである。調査団は、これまでに把握した現地の事情や特殊性をふまえ、以下に示す技術の適用を提案する。

表 9.1 提案する技術の概要

技術の種類	技術の概要	日本技術の優位性	適用路線	コスト・工期への効果
AT-1: 複合桁(対候性鋼材含む)	薄く軽い桁により土工量の軽減と建設中の鉄道運行への支障を軽減できる。対候性鋼材の併用によりメンテナンスフリーとなる。	日本にて数多くの事例と研究開発がある。	2つの跨線橋(ナンブラ南部バイパス道路)	建設費としては概ね一般的なものと同等であるが、建設期間の短縮が見込まれる。
AT-2: 樹脂塗膜 PC 鋼材・鉄筋	PC ケーブルに適用の際には対塩性が高まる。	PC ケーブルへの塗膜が一般的であり標準化もされている。	海上橋の PC 鋼材(ナカラ港アクセス道路)	材料費に対しては小幅な増額であるが、橋梁の対塩性による延命化につながる。
AT-3: 鋼矢板と膨張止水材の併用による仮締切	この技術により建設中の仮締切からの漏水を防ぐことができる。	日本の建設現場では一般的となっている。	海上橋の基礎工事(ナカラ港アクセス道路)	環境的にセンシティブなナカラ湾における泥水の排出を防ぐことができる。
AT-4: 法面保護用の多機能マット	切盛土による法面を効果的に浸食保護することができる。	日本の新技術として登録されている。	ナカラ港アクセス道路やナンブラ南部バイパス道路の法面	浸食防護は重要な課題であるとともに、メンテナンスフリーのマットは有効である。
AT-5: 計測施工・情報化施工	建設機械への ICT 技術の適用により、未熟なオペレータにおいても一定の出来形品質を確保可能であるとともに、遠隔地でのモニタリングが可能となる。	日本の建設現場にて新たに適用が始まっている。	全ての対象道路の建設現場で可能(ナカラ港アクセス道路、ナンブラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路)	質の高い土木工事が可能となり計測不能な効果がある。
AT-6: モバイルマッピングシステム(MMS)	モバイル機器での全周囲画像の取得と、三次元計測が可能な解析技術により道路管理ツールとして効果的である。	MMS 自体は世界中にあるが、日本のものはより柔軟で特許取得済みのものである。	全ての対象道路で可能(ナカラ港アクセス道路、ナンブラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路)	道路インベントリーや路面性状を精度よく把握可能であるとともに、記録した映像をもとに適切な道路管理が可能となる。

10. プロジェクト評価

10.1 経済内部収益率（EIRR）

プロジェクトの経済評価は、モザンビーク国のマクロ経済的観点から、ナカラ港アクセス道路、ナンプラ南部バイパス道路、およびクアンババイパス道路の整備事業の効果を推計し、プロジェクト実施の経済的妥当性を評価することを目的とする。

プロジェクトの実現に伴う経済便益は、プロジェクトを実施した場合（「With」ケース）と実施しなかった場合（「Without」ケース）の旅行費用の節減として定義される。本事業の旅行費用は、車両走行費用、旅客旅行時間費用、貨物輸送時間費用を想定した。経済費用は、初期投資費用、4車線化費用、維持管理費を想定し、1)高スペック案と2)ベーシック案の両方について検討した。その他の主な前提条件は、以下の通り設定した。

1) シャドーレート	: 0.8811
2) 建設開始	: 2019年（ナカラ・ナンプラ）、2020年（クアンバ）
3) 供用開始	: 2024年（全地点）
4) 4車線供用開始	: 2035年（ナカラ・ナンプラのみ）
5) プロジェクトライフ	: 計画道路の完成から30年間
6) 価格	: 2016年固定価格
7) 残存価値	: なし
8) 割引率	: 12%
9) 為替レート	: 120.45 JPY/USD

表 10.1 に、各路線およびケースごとの経済内部収益率（Economic Internal Rate of Return: EIRR）及びその感度分析結果を示す。ナカラ・ナンプラでは4車線化せずに将来においても2車線のままで運用するケースを、クアンバでは供用開始年次を2034年に遅らせるケースについても検討した。結果の概要については、下記のとおりである。

- ナカラでは、ほぼ全てのケースでEIRRが12%を超える見通しである。ただし、高スペック案における将来4車線化のケースについては、便益減少の場合と最も条件が厳しい費用増加・便益減少の場合は、EIRRが12%を下回る結果となった。
- ナンプラも同様の傾向にあり、ほぼすべてのケースでEIRRが12%を超える見通しではあるが、高スペック案における将来4車線化ケースと、高スペック案における2車線維持ケースの一部では、条件の厳しい費用増加・便益減少の場合では、EIRRが12%を下回る結果となった。
- クアンバでは、供用開始年次を2034年に遅らせた場合のベーシック案でEIRRが10%を少し上回ったが、いずれもEIRRが12%を下回る結果となった。

表 10.1 感度分析の結果

			EIRR	EIRR Sensitivity		
Location	Cost	Case		Cost +10%	Benefit -10%	Cost +10% Benefit -10%
Nacala	High	2→4 Lane	12.92%	12.01%	11.91%	11.03%
		2 Lane	14.46%	13.63%	13.54%	12.74%
	Basic	2→4 Lane	17.11%	16.09%	15.99%	15.00%
		2 Lane	18.33%	17.38%	17.28%	16.37%
Nampula	High	2→4 Lane	11.24%	10.34%	10.25%	9.37%
		2 Lane	13.41%	12.60%	12.52%	11.73%
	Basic	2→4 Lane	16.53%	15.49%	15.38%	14.37%
		2 Lane	18.21%	17.25%	17.16%	16.23%
Cuamba	High	2024 Open	5.49%	4.80%	4.73%	4.06%
		2034 Open	7.77%	6.87%	6.77%	5.92%
	Basic	2024 Open	7.72%	6.96%	6.88%	6.14%
		2034 Open	10.86%	9.80%	9.69%	8.68%

出典：本調査にて作成

11. プロジェクト実施計画

11.1 事業実施機関

11.1.1 PMU の設立

本プロジェクトの円滑な実施を実現するために、ANE プロジェクト局（DIPRO）の中にプロジェクトマネジメントユニット（PMU）の設立を提案する。本提案では PMU として、詳細設計開始前に設立し、本プロジェクトに関する全ての業務は PMU によって監理され実施することが望ましい。ただし、本プロジェクトにてこれまで「モ」国が経験したことのない技術の適用が見込まれるところ、詳細設計および施工監理については、これらの経験を十分に有するコンサルタントを雇用し、PMU 内のチームとして含めることが望ましい。PMU は、適格な能力を有する総括または副総括により常駐監理され、各市から PMU 専任職員をさせ、事業実施段階における課題への対応を可能とすることが望ましい。

実施機関である PMU の責任範囲の案を以下に示す。

- コンサルタントおよび施工業者の選定（入札管理）
- 詳細設計
- 用地取得、住民移転
- 施工監理

また、確保されるべき具体的なプロジェクト活動は以下のとおりである。

- プロジェクト目的に合致するような、設計成果・精度の確保
- コンサルタントおよび施工業者を含む関連機関との進捗会議の調整
- コンサルタント / 施工業者に関する調達評価から工事完了までの事業管理
- 円滑な事業実施を目的とした事業関係者間の調整
- プロジェクトの収支管理

11.2 事業パッケージ分けの検討

本プロジェクトは3路線が対象であり、かつ事業規模が大きな案件である。従って、技術的な観点、特に、施工計画の視点から望ましいと考える事業パッケージ分けの検討を行った。以下に、検討結果として、各路線のパッケージの案を示す。

(1) ナカラ港アクセス道路 (3 工区)

表 11.1 ナカラ港アクセス道路 (3 工区)

工区案	区間延長 (m)	建設費 (mil. USD)	工区の概要
工区 1 海上橋梁	840	36.5	海上橋梁のみであり、ナカラ港の拡張部分との良好な接続が必要となる。工区 2 と接続することでナカラ港から R702 までのルートが機能する。
工区 2 海上橋梁終点 ～R702	10,233	32.0	土工部分が主体であり R702 側からの工事が想定される (側道部分が一部存在)。工区 1 と 2 によりナカラ港から対岸の Nacala-a-Velha へのショートカットが可能となる。
工区 3 R702～N12	4,130	16.6	3 工区の中では最も交通量が少なく土工主体の区間。

(2) ナンプラ南部バイパス道路 (3 工区)

表 11.2 ナンプラ南部バイパス道路 (3 工区)

工区案	区間延長 (m)	建設費 (mil. USD)	工区の概要
工区 1 N1 東～R686 跨線橋を含む	6,050	23.1	跨線橋を含む区間であり、ナカラ方面からの R686 を介して部分的に市内流入交通の分散が図られる。
工区 2 R686～N1 西	16,070	48.3	工区 1 や工区 3 と比べて、この区間のみの開通によるバイパス効果は低い (工区 1 と 3 と一体となって、ナカラ回廊のバイパス効果を発揮する)。大きな橋梁は少なく、土工主体の延長の長い工事となる (工事進入路が少ない)。
工区 3 N1 西～N13 跨線橋含む	8,477	22.3	跨線橋を含む区間であり、この区間のみの開通でも、N13 から N1 南側方面へのバイパスルートとして機能する。

(3) クアンババイパス道路

クアンバについては、延長も長くなく（12,050m）、また大きな構造物もないことから、特にパッケージ分けをする効果はない。可能性としては、河川橋梁のみを別施工業者に分けることは可能であるが、河川橋梁の工事用道路の構築を考えると、同一パッケージでの実施で十分だと考える。

11.3 事業実施スケジュール

本プロジェクトの実施スケジュールにおける前提条件として、今後、以下の項目について協議を重ね、具体化していくことを想定している。

表 11.3 事業実施スケジュールの検討における前提条件

実施項目	前提条件
資金調達	各機関との協議による
コンサルタント選定	12ヵ月程度で実施することが標準
詳細設計	コンサルタント選定後の月数を設定する（事業対象規模による）
施工業者選定	実施機関により実施される。事前資格審査(PQ)が実施される場合は15ヵ月程度、PQなし場合は12ヵ月程度が標準である。
建設工期	月数を設定する（事業対象規模による）
用地取得、住民移転	実施機関により施工開始までに完了する

これらの時間的な概念図を以下に示す。



図 11.1 事業実施スケジュールの概念図

11.4 本プロジェクトにおける維持管理計画

(1) 概要

本プロジェクトの対象3路線は、国際回廊であるナカラ回廊上の交通の要所に位置するバイパス道路や港湾アクセス道路である。そのため、施設は良好な状態を維持し、円滑でスムーズな交通流の確保が求められることから、適切な維持管理計画を策定し実施する必要がある。前述のとおり、ANEにおける道路の維持管理は、維持管理局により実施されているが、本プロジェクトの対象路線における維持管理について、下記の3種類の維持の種類がある。

- 日常維持 (Routine Maintenance)

日常メンテナンスは、ゴミや瓦礫、土や石などの走行に障害をきたすものの除去や法面の草刈り、および排水施設の掃除などを行うこととする。交通量などの諸条件によって日常点検は一日おきから一年おきまで頻度は異なるが、本プロジェクトの対象道路は、主要幹線道路であり多くの交通量が予想されることから、週1回以上の清掃や点検を行うことが望ましい。さらに、轍ぼれやひび割れなどの損傷を発見した場合は、すみやかに補修作業を行うことが求められる。

- 定期維持 (Periodic Maintenance)

舗装の全面補修や再舗装、大規模なパッチングやシーリングなど、中長期的な期間を経て全般的に修繕するものであり、一般的には15~20年程度ごとに行うものである。この実施には、比較的大規模な交通規制が必要となる。

- 緊急維持 (Emergency Maintenance)

自然災害や大規模事故などによって道路・橋梁構造物に著しい損傷が確認され、早急に補修を行う必要があるときに行う。これは不測の事態が発生した際に必要なことであり、「モ」国では、豪雨による地すべり、大型車両の衝突による橋梁の損傷などが想定される。

(2) 提案する維持管理体制・システム

ナカラ回廊上の国際幹線道路の整備が進むにつれ、ANEが管理すべき道路延長が増大するとともに、国際幹線道路に特化した維持管理体制の構築が必要であると考え。効率的な道路維持管理システムの構築のため、9.7で提案した走行による全集映像の撮影と3次元データによる損傷状況の把握や地物管理が可能なシステムの導入を推奨する。これらにより、ANE本部での技術員確保や調査や維持管理業務の効率を高めることができ、維持管理費用の軽減につながると考える。

(3) 維持管理費用の試算

暫定2車線供用時の高スペック案およびベーシック案における維持管理費用を、以下の方法で試算した。なお、この試算結果は経済分析の費用として計上されている。

- 年間の舗装維持管理費用：初期舗装費用の3%（本線舗装と側道舗装別に計上）
- 大規模修繕（切削オーバーレイを想定）：15年間に1回を想定（表層・基層分のみ）
- 年間の橋梁維持管理費用：30年間の分の橋梁維持管理費用は橋梁の初期工事費16%（我が国の実績値より）。

以下に、経済分析用の30年間分の費用を、各年単位に平均値化した維持管理費用の試算結果を示す。

表 11.4 維持管理費用の試算結果（百万円/年）

	高スペック案	ベーシック案
ナカラ港アクセス道路	124.9	107.3
ナンプラ南部バイパス道路	180.0	157.9
クアンババイパス道路	43.6	42.7

出典：調査団

12. 環境社会配慮

12.1 序章

環境コンサルタントの調達、自然・社会環境配慮調査の実施、ステークホルダー協議の開催、土地環境農村開発省（MITADER）／土地環境農村開発地方事務所（DPTADER）への環境報告書の提出といった一連の環境社会配慮業務は、本調査では全て事業実施者である ANE によって直接行われた。調査団は、こうした活動が「モ」国における法令と国際的に認められたグッドプラクティス、特に JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月）に沿った形で行われるよう、そのプロセス全体に亘って技術的な支援や助言を提供し、この一環として環境コンサルタントの作成した報告書のレビューも行っている。

当初、本調査はナカラ港アクセス道路事業、ナンプラ南部バイパス道路事業、クアンババイパス道路事業という 3 つの道路事業を対象にしていた。しかし、調査開始当初より ANE による環境コンサルタントの調達が大幅に、また継続的に遅れていたことから、JICA は上記の三事業が不可分一体ではないこと、及びこれら事業のうち最も重要性の高いナカラ港アクセス道路事業は環境カテゴリ B が妥当であることを内部で確認した。その上で、環境社会配慮に係る技術的支援についてはナカラ港アクセス道路事業に対してのみ、JICA 環境ガイドライン上の環境カテゴリ B レベルで行うこととし、2016 年 6 月 28 日に JICA と ANE はこの内容で正式に合意した。

その後、コンサルタントが決まり、調査が開始し、簡易環境報告書（SER）と住民移転計画書（PR）も DPTADER に提出されたが、JICA 環境社会配慮ガイドラインに照らし合わせ、報告書には改善が求められると判断された。この状況を受け、JICA は報告書のレビューに留まらず、可能な範囲でその修正まで含めて支援することとし、調査団は 2017 年 11 月に ANE、コンサルタントとの協議を通じ、現地にてこれを行った。調査団により一部修正された SER、PR を添付資料 8、9 にそれぞれ示す。

ただ、先述の SER、PR のうち、特に PR 及びこれを作成するために行われた調査方法等については、いまなお重要な点において改善の余地が見られる。本章では、将来、事業の実施に向けた補足調査を行う上での一助となるよう、こうした点について整理した後、ナカラ港アクセス道路事業に係る現在の状況と、当初、調査対象とされていたその他二件の事業の概況について記録する。

12.2 SER、PR に係るレビュー結果と提案事項

SER、PR に対する調査団のレビュー結果と事業の実施に向け、将来行うことが想定される環境社会配慮調査に向けた主な提案内容を以下の表 12.1、表 12.2 にそれぞれ示す。

表 12.1 簡易環境報告書（SER）に対する調査団のレビュー結果と提案事項

項目	コメント・提案事項（SERの該当箇所）
環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要	・ 特記すべき事項はない。
ベースとなる環境及び社会の状況	・ 特記すべき事項はない。
相手国の環境社会配慮制度・組織	・ 特記すべき事項はない。
代替案の比較検討	・ 特記すべき事項はない。
スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR	・ 特記すべき事項はない。
環境社会配慮調査結果	・ 特記すべき事項はない。
影響評価	<ul style="list-style-type: none"> ・ SER では、工事の結果、歴史的、考古学的な遺跡等が発見された場合の影響を事業によるポジティブな影響と見做している。その価値判断は別として、そもそも事業対象地はそのような歴史的・考古学的発見が想定されるような場所にはないといえる。よって、誤解を防ぐためにも、このような発見が想定されないと判断すべきと考える（Section 7.1、P160）。 ・ SER に書かれている数字の一部が PR に書かれたものと一致しない（例えば、事業により影響を受ける有用木の数は SER では 22,984 本とされているものの、PR では 22,971 本と数が合わない／Section 6.13.1、P143）。 ・ 事業対象地に森林地帯は確認されない。よって、事業による影響について説明する際に「deforestation」という表現を使うことは避けるべきと考える（Section 6.3.1／P109-110、Section 6.20／P150、Section 7.3.2／P174）。 ・ 「Shipyards」における汚染は、ナカラ港開発事業の中で扱われるべき事項であると考えられる。本道路事業の対象外と考えられるため、削除すべきと考える（Section 6.20／P157）。
緩和策及び緩和策実施のための費用	・ 工事中に歴史的、考古学的な遺跡等が見つかった場合の対応策について述べられているが、前述の通り、こうした発見が想定される場所ではないため、誤解を避けるためにもこの内容は削除すべきと考える（Section 7.3.2／P177）。
モニタリング計画	・ 施工段階で環境モニタリングを実施する上での参考、一助とすべく、SER で検討、作成された環境モニタリング計画の内容を踏まえて環境モニタリングフォーム（サンプル）を作成し、参考資料として報告書に添付することが望まれる（Section 7.7）。
ステークホルダー協議	・ 特記すべき事項はない。

表 12.2 移転計画書 (PR) に対する調査団のレビュー結果と提案事項

項目	コメント・提案事項 (PR の該当箇所)
用地取得・住民移転の必要性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特記すべき事項はない。
用地取得・住民移転にかかる法的枠組み	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特記すべき事項はない。
用地取得・住民移転の規模・範囲	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業対象地内に位置する作物の栽培範囲を目視ではなく、PAPs への聞き取りのみに基づき判断しているが、PAPs は補償を受け取る当事者である。実態よりも広い範囲を申告することでより多くの補償を受け取ることができる立場にあることに鑑みると聞き取りの結果は正確でない (過剰である) 可能性が否めない。コンサルタントは調査が乾季に行われたため目視での確認はできなかつたと説明するが、もしそうであれば、事業実施の見込みが立った段階で行われるインベントリー調査は作物が目視で確認できる時期に行うことが望ましく (※雨季における現場の状況は事前に確認する必要がある)、住民に対するインタビューはこれを補完する目的で行われるべきと考える (Section 2.2.3/P11)。 ・ 土地に対する法的使用権 (DUAT) を有するか否かについては PAPs へのインタビューを基に判断しているが、これだと全ての DUAT 保有者を網羅していない可能性がある他、事業対象地において DUAT を持たない人々も含めている可能性もある。ナカラ市政府が持つ公式な記録とインタビューを通じて確認する等、確認方法には改善が求められる (Section 2.2.2/P11)。 ・ 報告書全体を通じ、また、報告書とその他のデータ間においても数字の一部、例えば、PAPs の数や農地の総面積において齟齬が見られる。報告書には調査団が確認し、最も確からしい数字を記載しているが、正確でない可能性がある (報告書全体)。
補償・支援の具体策	<ul style="list-style-type: none"> ・ PR では、DUAT を有する PAPs に対しては Nacala Port における土地を、DUAT を持たない (が、慣習法に基づく土地に対する権利) を有する PAPs に対しては Nacala Velha における土地をそれぞれ支給することが提案されているが、ANE は Nacala Port や Nacala Velha District から土地の提供に関する合意を得られてはいない。したがって、代替地の絞り込みも行われておらず、そうした代替候補地の状況については確認できていない。事業の実施が見込める段階では ANE が関係機関 (Nacala Port、Nacala Velha District) と土地の提供について合意し、また候補地が市場へのアクセスや水源といった観点において PAPs が持つ農地と同等以上の条件であることを確認する必要がある (Section 5.2.1/P43)。 ・ 調査を通じて、宗教施設 (墓地、礼拝地) を失うことになる人々は、その移転や補償の意思決定に関わる人々や移転場所について様々な異なる見解を有することが調査を通じて明らかになっている。よって、墓地や礼拝地の移転については全てのステークホルダーの参画の下、慎重に合意形成し、意思決定することが重要といえる。その際、少なくとも PAPs、コミュニティ・リーダー、地元の関係政府機関の参加が必要と考える (Section 2.2.6/P13)。 ・ PR によれば、MZN 10,000 (約 USD162) を超える現金による補償は銀行送金で行われるが、9 割を超える PAPs が銀行口座を保有していないのが実態である。送金の場合、支払履歴が残り、また現金を直接受け取る場合に比べ、資金が計画的に使われやすい、というコンサルタントの説明に同意できる面はあるものの、口座の開設に多大な手間や時間を要すようであれば、そもそも一部の PAPs の手に補償が届かない、といった事態も起きかねず、不安や不満が高まりかねない。銀行送金が全員に対して最適な方法なのかどうかについては住民自身の意見も踏まえて再度検討する余地があると考え (Section 2.3.6/P16)。
苦情処理メカニズム	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特記すべき事項はない。

項目	コメント・提案事項 (PR の該当箇所)
実施体制	・ 特記すべき事項はない。
実施スケジュール	・ 特記すべき事項はない。
費用と財源	<ul style="list-style-type: none"> ・ 作物に対する補償額は特定された各作物の数量に基づいて算出しているわけではなく、対象地域の代表的な作物 5 種 (トウモロコシ、キャッサバ、ゴマ、オクラ、サツマイモ) の平均単価を全面積に当てはめて算出している。ただ、PAPs は実際に喪失した資産に対して補償を受ける必要があり、算出方法は適切 (正確) といえない。作物に対する補償はそれぞれの作物の実際の数量 (栽培面積) に基づき厳密に算出すべきと考える (Section 6.3/P50)。 ・ PR では、事業により影響を受ける作物と有用木については農業・食糧安全保障省ナンブラ州政府の単価表に基づき、その価値を算出している。法律によれば、この単価は市場価格に基づいているが、実際に市場価格と同等であるかどうかの確認が行われているわけではない。作物や有用木の補償に当たっては市場価格調査を通じて、適用される単価が市場価格と同等であることを確認すべきと考える (Section 5.2.2/P44)。 ・ ナンブラ州政府の単価表に記載のない有用木 (baobab, <i>Zizyphus mauritania</i>, <i>Trichilia emetic</i>) の価格の算出には米国 Millennium Challenge Corporation によって実施された調査で使われた単価を適用しているとのコンサルタントの説明であったが、この調査の名称調査が行われた年等について確認できなかったため、本事業において、この単価を使用することの妥当性についても確認できていない。事業の実施が見込める段階においてはナンブラ州政府の単価表に記載のない有用木の単価について、市場価格調査を通じて明らかにすることが望ましい (Section 6.4/P51)。 ・ 建物やフェンスに対する補償はマプト市における単価に基づき算出されているが、事業対象地であるナカラ市における単価とは異なる可能性が高い。影響を受ける建物、フェンスの補償額の算出にはナカラにおける資材費や人件費等の単価を用いるべきである (Section 6.5/P51-52)。 ・ 墓地や礼拝地に対する補償の算出に使われた棺、移転、食事、儀式といった単価の根拠が明確でない。将来の補足調査では市場価格調査やインタビュー調査を通じて、墓地や礼拝地に対する補償費 (棺、移転、食事、儀式といった費用の単価) の根拠を明らかにする必要があると考える (Section 6.6/P52-53)。
モニタリング体制、モニタリングフォーム	・ 特記すべき事項はない。
住民協議	・ 特記すべき事項はない。

12.3 ナカラ港アクセス道路事業を巡る現況

2017 年 9 月、MITADER/DPTADER は ANE に対し、DPTADER に提出された SER と PR へのコメントを出し、この中で報告書が環境許認可の取得に必要な条件を満たしておらず、また事業がカテゴリ A に変更された旨、通知した⁹。これを受け、ANE は 2017 年 12 月に MITADER に対し返信し、この中で自分達に非がある面もあるものの、指摘の多くは MITADER/DPTADER の誤解によるものであると主張している。2018 年 2 月現在、ANE は MITADER の回答を待っている状況にある。2017 年 9 月に MITADER/DPTADER が指摘した主な事項とこれらに対する ANE 側の見解を以下に示す。

⁹ Decree No. 54/2015 によれば、100m を超える道路橋はカテゴリ A に分類される。本事業における海上橋梁が 840m であることがカテゴリ A への変更の根拠になっているものと考えられる。

表 12.3 MITADER/DPTADER の主な指摘事項とこれらに対する ANE 側の見解

No.	MITADER/DPTADER の指摘事項	ANE/コンサルタントの見解
1	SER が法律に則って作成されていない。	法律に則って作成されている。
2	住民の移転があることについて知らされていなかった。	住民の移転はない。
3	橋梁延長（840m）について知らされていなかった。	ANE が提出し、DPTADER が 2016 年 12 月に承認した TOR に記載している。
4	DPTADER や市議会の人間が参加しないまま SH 協議が開催された。	参加していたが、出席者リストに署名しなかっただけである。確認し、追記する。

12.4 その他の二事業を巡る現況

2018 年 2 月現在のナンプラ南部バイパス道路事業とクアンババイパス道路事業に係る環境調査の状況に関して、ANE に確認した結果を以下に示す。

(1) ナンプラ南部バイパス道路

- 2017 年 8 月 25 日に環境コンサルタントとの契約が発効
- 2017 年 9 月 21 日にキックオフ・ミーティングを開催
- 2017 年 9 月 28 日に業務を開始
- 2017 年 10 月にインセプション・レポートを ANE に提出
- 現在、予備調査報告書（EPDA）を作成中
- 現在、第一回住民説明会の開催準備中（開催場所に係る地方自治体の指示を待っている）

(2) クアンババイパス道路

- 事業の EPDA、TOR について MITADER が承認
- 現在、EIA 報告書と RAP を作成中

13. 結論と提言

13.1 結論

本レポートでは、ナカラ港アクセス道路、ナンプラ南部バイパス道路、クアンババイパス道路から構成されるナカラ回廊道路改善事業のフィージビリティ調査結果を報告した。本調査の結論を以下の通りまとめる。

- 1) 対象地域であるナカラ回廊は、将来的に国際回廊として大型車を含む交通量が大幅に増加することが見込まれている。本調査では、橋梁部や側道を含む3路線のバイパス道路整備計画が、ANEが道路整備事業を実施する際に有効に活用できるよう、技術的・経済的に見て適切かつ効率的に設計された。また、これらの道路計画は、新しい居住地がバイパス沿いに形成される形で作成された。
 - a. ナカラ港アクセス道路：高スペック案、ベーシック案のいずれにおいても、道路整備によって得られる経済便益が事業費を上回る見込みとなった。この道路整備事業が経済的に見て実行可能であり、かつ3路線のうち最優先で実施されるべき事業であることが確認された。
 - b. ナンプラ南部バイパス道路：ベーシック案の道路整備の場合のみ、経済的に妥当であることが確認された。一方で、道路拡張を含む高スペック案では、事業費に見合った便益が得られない予測となったため、計画道路沿いの統合的な都市開発による効果・便益を含めて総合的に評価する必要がある。
 - c. クアンババイパス道路：現況でも将来においても交通量が少ない見込みであるため、3路線の中で経済分析の結果が悪い予測となった。マレマとクアンバ間の道路区間がいまだリハビリ中であるため、現時点での交通需要は当初予測よりも少ない。しかしながら、都市間貨物や国際貨物といった通過交通を市内交通と分離することは、将来的な交通渋滞を緩和し、健全な都市開発を促す上で有効である。
- 2) 計画道路の維持管理においては、維持管理組織を設立し、適切な予算を確保することが求められる。加えて、これらの道路では交通量の大幅な増加が予測されるため、維持管理の際の安全対策や適切な機器材が必要となる。
- 3) 環境・社会面では、主に建設段階で、特に盛土や切土の浸食流出といった潜在的な影響が生じる恐れが、環境影響評価調査によって明らかになった。調査団によって提案された最新の建設工法では、この問題の影響を緩和する効果が期待できる。
- 4) 社会調査によると、一定規模の農地や墓地がナカラ港アクセス道路沿いに、住宅地がナンプラ南部バイパス道路沿いに確認された。しかし、プロジェクトによって移転する必要がある家屋や商業施設の数は、主に開発されていない地域を経由しているため、比較的少ない

したがって、将来の渋滞を避けるためだけでなく、計画道路に沿った将来の総合的な都市交通を推進し、形成するための新しいバイパス道路として事業が実施されることが期待される。

13.2 提言

(1) ナカラ港アクセス道路

この道路は、港湾関連の大型貨物輸送効率化のためにナカラ港と直接接続することを目的としているため、JICA 借款で実施されている港湾拡張事業と連携して実施することが強く推奨される。港湾との接続部分や港湾周辺の運用方法は、詳細設計段階で慎重に設計されることが求められる。

さらに、この道路沿いのエリアでは、ナカラ回廊の輸出・加工産業を促進するため、工業団地、操車場、物流拠点の一体開発が計画されている。したがって、関連するステークホルダーや諸機関と連携して、道路沿いの開発に関して同じビジョンを共有することが推奨される。開発に不可欠な水道や電気といったライフラインは、道路沿いに設置することが可能である。

また、ナカラ港アクセス道路においては、現地の事情や特殊性をふまえ、9章で紹介した以下に示す技術の適用が推奨される。

- 樹脂塗膜（被覆）PC 鋼材/鉄筋（エポキシ樹脂、ポリエチレン充填等）
- 鋼矢板と膨張止水材の併用による仮締切
- 多機能マットによる法面保護
- 計測施工による周辺地盤等への影響/ 施工監理時のモニタリング
- モバイルマッピングによる舗装維持管理（道路アセットの管理）

(2) ナンプラ南部バイパス道路

提案されたバイパス道路は、都市化区域外を通過し、道路沿いには物流および輸送関連施設を含む新しい都市開発エリアを形成することが想定される。この道路沿いには、都市間の公共交通ターミナルを設置することも可能である。したがって、実施段階では都市開発計画と都市間輸送関連施設の連携が不可欠となる。

また、計画には2つの跨線橋が含まれるため、橋梁の設計・施工が建設費および工期に影響を与える可能性がある。アプローチ部分の高さと工事費を低減するため、本調査中で提案された鋼・コンクリート合成床版桁橋といった日本の技術の適用が推奨される。

(3) クアンババイパス道路

クアンバは現時点では都市化が進んでいないが、ナカラ回廊が国際回廊として発達するのに伴う都市化が見込まれる。北部地域は洪水対策に難があり、都市化が進んでいないため、この道路の整備は、新たな都市化区域と堤防の整備を進める上での好機となる。また、道路の西側には、地域経済の発展を促すきっかけとなり得る農産物の加工産業を興すに十分なスペースが残っている。したがって、都市計画と産業開発の総合的な検討が推奨される。このバイパス道路を含む都市開発を実現するためには、地方自治体との緊密なコミュニケーションが不可欠となる。

(4) 環境・社会配慮面の提言

1) 環境に係る補足調査の先行実施

本事業が実施に移るまでにはある程度の時間が必要と考えられることを踏まえると、ARAPの更新¹⁰を主な目的にした補足調査の実施が求められるものと考えられる。同調査のうち、特に重要なのがセンサス、資産インベントリー、社会経済調査の実施を通じたPAPsと、土地、作物、宗教施設といった各種の資産を特定し、補償等に必要な費用を算出することである。こうした調査は「12.3 SER、PRに係る評価と提案事項」に挙げた事項を念頭に行われることが望まれるが、その精度はF/S時よりも格段に高い必要があり、これに必要な業務量を踏まえると、相応の期間が求められるものと想定される。そこで、事業の実施に向けた補足調査は、その他の技術的な補足調査に先駆けて始める等、調査には十分な時間を確保し、事業開始が遅れないよう工夫することが重要と考える。

2) 辛抱強く、慎重、誠意をもったステークホルダーの参画の実現

本事業が墓地や礼拝地といったセンシティブな影響をもたらし、また、この取り扱いを巡る住民の意見も様々であることから、本事業において地域住民との信頼関係を築き、事業に対する理解を得ることが重要であることは明らかである。他の多くのインフラ開発事業同様、本事業においても一定程度の負の影響は想定されるものの、事業によってもたらされる便益は費用を大きく上回るものと想定される。この点については地域住民に対しても十分に説明し、また理解してもらう必要がある。一方、コミュニティとの合意形成は一朝一夕ではかなわず、十分な時間をかけて辛抱強く、慎重に、誠意をもって進めることが肝要であり、これがひいては事業の円滑な実施と完了に結びつく。

¹⁰ ARAPの有効期限はおおよそ2年間と想定。
