

マプト市

モザンビーク国  
マプト都市圏都市交通網整備計画

ファイナルレポート  
要約

平成 26 年 3 月  
(2014 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社パデコ  
日本工営株式会社

基盤
JR
14-077

通貨交換レート

1 ドル = 30.25 メディカル

1 ドル = 100 円

(2013 年 9 月現在)

# 目 次

略語 .....	v
<b>第1部 マスタープラン .....</b>	<b>1</b>
第1章 概要.....	1
第2章 都市交通における課題.....	4
第3章 開発フレームワーク .....	16
第4章 土地利用・開発シナリオ.....	20
第5章 都市交通開発戦略.....	26
第6章 将来交通需要と交通網オプションの評価.....	29
第7章 道路ネットワーク開発計画.....	34
第8章 公共交通改善計画.....	36
第9章 交通管理・運営および交通安全.....	39
第10章 概算投資額.....	41
第11章 経済、社会および環境評価.....	44
第12章 組織改善および能力強化.....	45
第13章 マスタープランの概要および優先プロジェクト .....	47
<b>第2部 プレフィージビリティ調査 .....</b>	<b>51</b>
第14章 プレフィージビリティ調査概要 .....	51
第15章 プロジェクト区域の現況と課題.....	53
第16章 需要予測.....	55
第17章 代替案.....	59
第18章 BRT の設計 .....	62
第19章 管理運営計画.....	70
第20章 建設費.....	75
第21章 事業実施計画.....	78
第22章 実施・運営・管理.....	81
第23章 経済・財務分析.....	84
第24章 環境社会配慮.....	87
第25章 提言.....	89

## 図

図 1.1	調査対象地域.....	2
図 1.2	マスタープランの策定プロセス.....	3
図 2.1	道路網の主要問題個所.....	5
図 2.2	マプト都市圏における現況幹線道路網および建設中の道路.....	6
図 2.3	マプトにおけるシャパルート.....	7
図 2.4	バス停の長蛇の列.....	8
図 2.5	老朽化したシャパ車両.....	8
図 2.6	マプト都市圏における TPM バスルート.....	9
図 2.7	現在の鉄道ルート（4 路線）.....	10
図 2.8	マプト中心市街地の信号設置交差点（2012 年 4 月）.....	11
図 2.9	マプト都市圏コードンライン調査と家庭訪問調査の状況.....	12
図 2.10	コードンラインおよびスクリーンライン調査地点.....	13
図 2.11	「A」および「B」調査地点.....	14
図 2.12	旅行速度調査結果.....	15
図 2.13	目的別トリップ（2012 年）.....	15
図 2.14	利用交通機関分担（2012 年）.....	15
図 3.1	モザンビークにおける都市部と地方部の人口動向.....	16
図 3.2	マプト都市圏の人口増加、経済成長、交通需要の増加（2012～2035 年）.....	19
図 4.1	現況土地利用図.....	20
図 4.2	開発・成長の中心地区の分布.....	22
図 4.3	2035 年マプト都市圏の開発シナリオ.....	23
図 4.4	コンパクト回廊開発パターン.....	24
図 4.5	2035 年のマプト都市圏におけるシナリオ C の社会・経済指標の分布.....	24
図 4.6	2035 年のマプト市 CBD におけるシナリオ C の社会・経済指標の分布.....	25
図 4.7	人口分布・雇用分布の変化.....	25
図 5.1	検討した土地利用パターン.....	26
図 5.2	シナリオ C での幹線交通網概念図（2035 年）.....	28
図 5.3	マスタープラン交通網の提案に至るフロー.....	28
図 6.1	マプト都市圏における交通需要の増加（2012～2035 年）.....	29
図 6.2	2035 年希望線図（すべての交通機関、土地利用パターン A [現況追随]）.....	30
図 6.3	シナリオ A の交通網への 2035 年交通量配分結果.....	31
図 6.4	2035 年の交通需要（シナリオ C）.....	32
図 6.5	推奨される交通網案.....	33
図 7.1	2035 年の道路網.....	35
図 8.1	マプト都市圏における主要大量輸送システム回廊.....	37
図 8.2	2035 年の大量輸送機関路線網.....	38
図 9.1	交通管理戦略の位置づけ.....	39
図 10.1	マスタープラン概算投資額.....	41

図 10.2	年度毎のマスタープラン概算投資額.....	41
図 10.3	政府予算からの支出額（想定）と対 GDP 比率（2010～2035 年） .....	43
図 13.1	優先プロジェクトの位置図.....	50
図 14.1	Pre-F/S 調査フロー .....	51
図 14.2	N1 上の BRT ルート .....	52
図 15.1	マプト都市圏の商業および工業開発プロジェクト位置 .....	54
図 16.1	N1 BRT とバスルート変更の例 .....	56
図 16.2	旅客数の見込み（ケース 1） .....	58
図 17.1	マスタープランで提案された当初の BRT ルート .....	59
図 17.2	N1 バイパス有り無しの N1 道路上の混雑度比較 .....	61
図 17.3	N1 バイパスルート案.....	61
図 18.1	N1 現道の幅員構成.....	63
図 18.2	BRT N1 路線の標準計画車線構成 .....	63
図 18.3	駅間距離とバス停への歩行時間.....	63
図 18.4	BRT 駅の配置 .....	64
図 18.5	BRT N1 路線の路線図 .....	64
図 18.6	各種横断構成.....	65
図 18.7	BRT 駅を両側に配した交差点処理 .....	66
図 18.8	橋梁拡幅の横断図.....	66
図 18.9	駅とターミナル位置図.....	67
図 18.10	Zimpeto ターミナルの施設配置図 .....	68
図 18.11	BRT 25 Setembro 線.....	69
図 18.12	N1 バイパス横断構成.....	69
図 19.1	BRT 連節バス（20 m）の例 .....	70
図 19.2	2020 年片方向日当たり乗客数（Zimpeto～マプト駅方面） .....	71
図 19.3	2035 年片方向日当たり乗客数（Zimpeto～マプト駅方面） .....	74
図 21.1	BRT N1 線の区間わけ（フェーズ II） .....	79
図 22.1	実施機関としての GMMTA の構造.....	81
図 22.2	BRT N1 投資スケジュール .....	82
図 23.1	実質便益の推移（単位：百万 USD／年） .....	85
図 23.2	想定される支出と財政計画.....	86
図 23.3	投資額の GDP 比率.....	86
図 25.1	太陽光パネルを設置したバス停.....	90

## 表

表 1.1	調査タスク一覧.....	3
表 2.1	シャパの料金表.....	8
表 2.2	トリップ率.....	12

表 2.3	コードンライン・スクリーンライン調査結果 (台/日) .....	14
表 3.1	対象地域の雇用の伸びの予測 (%) (2012~2035 年) .....	17
表 3.2	GDP/GRDP 伸び率の将来予測 (2012~2035 年) .....	17
表 3.3	モザンビークにおける産業別 GDP 割合 (2009~2035 年) (%) .....	18
表 3.4	モザンビークにおける産業別 GDP 値 (2009~2035 年、2003 年価格) (百万 MT) .....	18
表 4.1	マプト都市圏の市・地区毎の人口および人口密度 (2011 年) .....	21
表 7.1	道路開発プロジェクトの概略.....	35
表 8.1	公共交通開発プロジェクトの概略.....	38
表 9.1	交通管理改善施策の概要 (短中長期全体) .....	40
表 10.1	マスタープランプロジェクトの投資額概算.....	42
表 10.2	資金調達源.....	42
表 13.1	マスタープラン (案) の概要.....	48
表 13.2	優先プロジェクトリスト.....	49
表 14.1	N1 沿いの BRT の区間 .....	52
表 16.1	現在および将来のパーソントリップ OD 比較 .....	55
表 16.2	シャパの料金表.....	57
表 16.3	N1 BRT の旅客数の見込み .....	57
表 17.1	マプト中央駅へのアクセス別代替ルート .....	59
表 18.1	BRT と N1 の設計基準 .....	62
表 18.2	区間別の駅とターミナル概要.....	67
表 18.3	バスベイの数 (Zimpeto ターミナル) .....	68
表 19.1	運行データ (2020 年) .....	71
表 19.2	BRT ルートサービスタイプ .....	72
表 19.3	フィーダーバスルート.....	72
表 19.4	運行データ、車両、運行距離.....	73
表 20.1	土木工事費.....	75
表 20.2	駅の建設費.....	76
表 20.3	BRT 施設建設費の合計 .....	76
表 20.4	BRT バスと一般のバス .....	76
表 20.5	必要車両数と費用.....	77
表 20.6	総事業費.....	77
表 21.1	プロジェクト実施スケジュール.....	80
表 21.2	BRT 建設のための年間資金必要額 .....	80
表 22.1	BRT N1 運営キャッシュフロー .....	82
表 23.1	調査区域の時間価値 (2013 年価格) .....	84
表 23.2	感度分析結果.....	85
表 24.1	環境社会影響とその緩和策.....	87

## 略 語

ANE	Administração Nacional de Estradas (National Roads Administration)	モザンビーク道路公社
Av.	Avenue	～街
BCR	Benefit Cost Ratio	費用便益比
BRT	Bus Rapid Transit	バス大量輸送システム
CBD	Central Business District	中心業務地区
CFM	Caminhos de Ferro de Moçambique (Mozambique Ports and Railways Company)	モザンビーク港湾鉄道公社
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide	二酸化炭素
DCF	Discounted Cash Flow Analysis	キャッシュフロー割引率法
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的內部収益率
EMTPM	Empresa Municipal de Transportes Públicos de Maputo	マプトバス公社
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
FEZ	Free Economic Zone	自由経済地区
FIA	Fundo de Iniciativa Autárquica (Municipal Initiative Fund)	自治体向け基金
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的內部収益率
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GMMTA	Greater Maputo Metropolitan Transport Agency	マプト都市圏運輸交通庁
GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
HIS	Household Interview Survey	家庭訪問調査
HOV	High-Occupancy Vehicle	乗員多数車両専用レーン
HP	Horse Power	馬力
IA	Implementation Agency	実施機関
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
INATTER	<i>Instituto Nacional dos Transportes Terrestres</i>	道路輸送研究所
INAV	Instituto Nacional de Viação	道路輸送研究所 (INATTER の前身)
INE	Instituto Nacional de Estatística (National Institute of Statistics)	モザンビーク統計局
IRP	Initial Resettlement Plan	初期の移転計画
ISUTC	Instituto Superior de Transportes e Comunicações	モザンビーク運輸通信研究所

ITS	Intelligent Transport System	高度道路交通システム
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LRT	Light Rail Transit	ライトレール
MPD	Ministério da Planificação e Desenvolvimento (Ministry of Planning and Development)	計画開発省
MT	Metical	メティカル (モザンビークの通貨単位)
MTFF	Medium-term Fiscal Framework	中期財政フレーム
NO <sub>x</sub>	Nitrogen Oxides	窒素酸化物
NPV	Net Present Value	正味現在価値
OD	Origin and Destination	起終点
PCU	Passenger Car Unit	乗用車換算台数
PEUCM	Plano de Estrutura Urbana da Cidade da Matola (Urban Structure Planning of City of Matola)	マトラ都市計画局
PEUMM	Plano de Estrutura Urbana do Município de Maputo (Urban Structure Planning of City of Maputo)	マプト都市計画局
PMU	Project Management Unit	プロジェクトマネジメント ユニット
PPP	Public Private Partnership	官民連携
PQ	Pre Qualification	事前審査
Pre-F/S	Pre Feasibility Study	簡易実施可能性調査
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
ROW	Right of Way	道路用地
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
TDM	Traffic Demand Management	交通需要管理
TOD	Transit Orientated Development	公共交通指向型（都市）開発
TPM	Transportes Públicos de Maputo	マプトバス公社
VCR	Volume-Capacity Ratio	(道路の) 交通量/容量比
VOC	Vehicle Operation Cost	車両走行経費
VOT	Value of Time	時間価値

# 第 1 部 マスタープラン

## 第1章 概要

### 1.1 背景

モザンビーク国（以下「モ」国）の首都マプト市は、南部アフリカ開発共同体 (SADC) の中で最も交通量が多いマプト回廊の起点であり、約 120 万人（2009 年）が居住する、政治・産業の中心地である。この 10 年間の「モ」国の経済は堅調であるとともに、中期的にはプロジェクトへの投資による経済成長が加速することが見込まれている。近年、マプト市に隣接するマトラ市や周辺地域に住宅開発や産業立地が進展し、マプト都市圏の人口は 2012 年の 220 万人から 2035 年には 370 万人まで増加すると見込まれている。都市および経済成長の進展に伴う旅客輸送や物流需要の増加から、マトラ市からマプト市およびマラクエネ地区からマプト市への通勤ラッシュや交通結節点での混雑は常態化し、深刻な問題となっている。

「モ」国政府は、「マプト市開発プログラム (ProMaputo)」を策定し、マプト市およびマトラ市の「都市構造計画」をとりまとめ、それぞれ「土地利用計画」および「インフラ整備方針」を策定するなど、都市開発に係る政策策定を進めている。また、マプト市内のバス大量輸送システム (BRT) 整備や、マプト市とマトラ市間のライトレール (LRT) 建設の構想を持っているが、都市交通に関する長期ビジョンの欠如により投資判断が困難であることや資金手当の目途がたたないことから実現に至っていない。

このような状況を背景に、「モ」国政府は、拡大するマプト都市圏を考慮した公共交通網および道路網改善にかかる政策と計画の不足を補うため、総合都市交通マスタープラン策定と優先プロジェクトのプレフィージビリティ調査 (Pre-F/S) にかかる「マプト都市圏都市交通網整備計画（本調査）」を我が国に要請した。本調査は 2012 年 2 月に開始され、2012 年 7 月にはプログレスレポートが提出された。本最終報告書は現況の確認、各種交通調査の実施、2035 年を目標年次としたマスタープランの策定、優先プロジェクトの選定および Pre-F/S の実施に至る結果をまとめたものである。

### 1.2 調査の目的

2035 年を目標年次とするマプト都市圏の総合都市交通マスタープランを作成するとともに、優先プロジェクトにかかる Pre-F/S を実施する。また、調査結果の有効活用と都市圏の都市交通政策実現を促進するため、マプト都市圏における都市交通関連機関にかかる実施体制強化と能力向上のための提言を行う。

### 1.3 調査対象地域

本調査の対象地域は、「モ」国南部に位置し、海岸線 45 km および面積 1,147 km<sup>2</sup> を有するマプト都市圏とする。なお、「マプト都市圏」の範囲については、本調査開始時点で「モ」国政府による正式な定義がなかった。そのため、「マプト州マプト市（イニャッカ

島を除く) およびマトラ市、マラクエネ地区、ボアネ市 (調査開始時点では地区) 」を調査範囲の最大の範囲とし、2012年2月22日の第1回ステアリングコミッティにおいて、目標年次(2035年)における都市の形成状況と人口・社会経済データおよび指標を踏まえた都市交通計画対象範囲を絞り込み、総合都市交通マスタープランが対象とするマプト都市圏の定義する範囲を決定した。



出典：JICA 調査団

図 1.1 調査対象地域

#### 1.4 調査の流れ

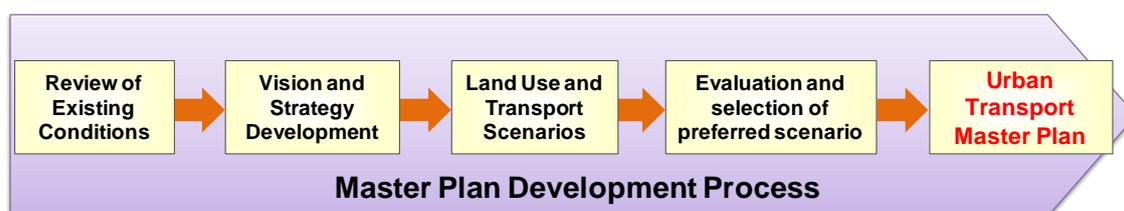
本調査では、表 1.1 に示すタスクを実施した。

表 1.1 調査タスク一覧

大項目	内容
タスク 1:	事前準備（国内作業）およびインセプションレポートの説明・協議
タスク 2:	関連情報の収集および現況把握
タスク 3:	技術移転の計画立案および実施
タスク 4:	交通実態調査の計画
タスク 5:	プログレスレポートの作成および協議
タスク 6:	交通実態調査の実施
タスク 7:	カウンターパート研修の実施
タスク 8:	将来交通量需要予測
タスク 9:	都市圏開発シナリオの設定
タスク 10:	総合都市交通マスタープランの策定
タスク 11:	総合都市交通マスタープランの事業計画の策定および短期アクションプランの策定
タスク 12:	インテリムレポートの作成および協議、第 3 回ワークショップの開催
タスク 13:	Pre-F/S の実施
タスク 14:	結論と提言
タスク 15:	最終報告書案の作成・説明・協議
タスク 16:	セミナーの開催
タスク 17:	最終報告書の作成

出典：JICA 調査団

タスク 1～12 を通じて、マプト都市圏の交通マスタープランを策定した（本要約 第 1 部 第 1～13 章）。マスタープラン策定までの大まかなプロセスを図 1.2 に示す。また、マスタープランで提案された案件の中から優先プロジェクトを抽出し、プレフィージビリティ調査 (Pre-F/S) を実施した（本要約 第 2 部 第 14～25 章）。



出典：JICA 調査団

図 1.2 マスタープランの策定プロセス

## 第2章 都市交通における課題

### 2.1 都市交通システムの課題

#### (1) 道路

「モ」国の道路網は国道 (national roads)、地方道 (regional roads)、市道路 (municipal roads)、地区道路 (district roads) に分類される。国道 (例：N1、N4) および地方道 (例：R200、R403、R807) は基本的にモザンビーク道路公社 (ANE) の管轄下にあるものの、その一部 (例：「モ」国と南アフリカとを結ぶ総延長 600 km の N4 有料道路<sup>1)</sup>) は民間により開発されている。「モ」国の国道および地方道は総延長約 37,000 km であり、そのうち約 1,600 km がマプト州内に位置し、ANE により開発・整備されている。

各市・地区のインフラ局は、管轄区域内の、ANE の所管道路以外の道路を所管し、路面状態の維持を主目的とした整備を実施している。各市・地区の管理下にある道路延長は、マプト市：1,000 km、マトラ市：580 km、マラクエネ地区：240 km、ボアネ市：190 km である。

マプト市では国道が整備されているものの、都市部での交通処理能力は限界に達している。各地区や主要幹線道路を繋ぐ道路が不足するとともに、国道を補完する道路も不十分である<sup>2)</sup>。また、未完成部分が残る道路や路面状態が不良な道路も存在する。南北を結ぶ幹線道路が少ないために、交通混雑や災害時の迂回道路網の欠如も問題である (図 2.1)<sup>3)</sup>。

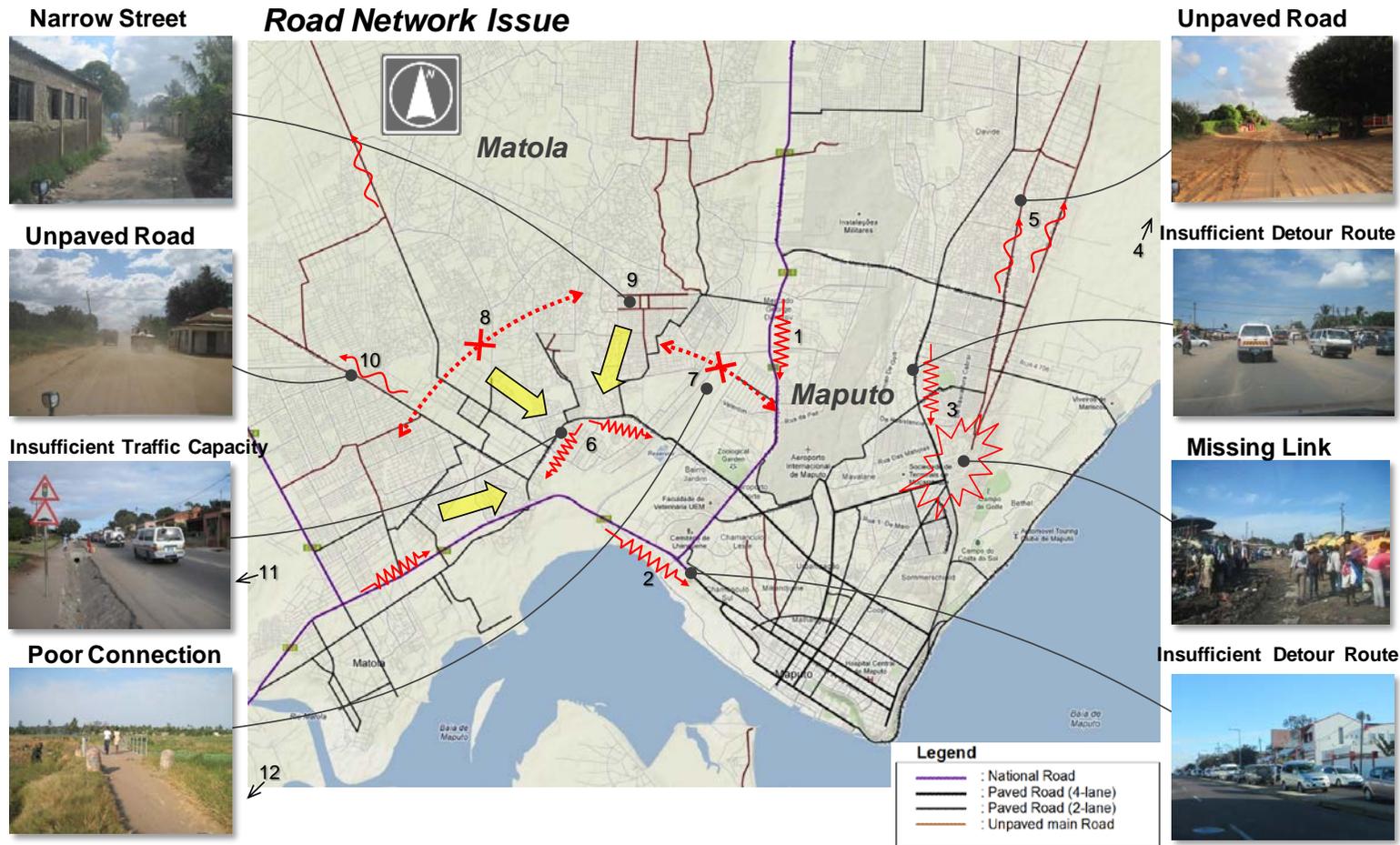
後述する将来の土地利用計画の推移によると都市部の拡大が予想されるため、この点を考慮した幹線道路網が計画されるべきである。このためには補助幹線道路による交通量の分散、地区間を結ぶ道路網の整備、幅員の拡大、未舗装道路<sup>4)</sup>の舗装等による改善が望まれる。

<sup>1)</sup> 「モ」国側の総延長は約 100 km、南アフリカ側は約 500 km。

<sup>2)</sup> マラクエネ・ボアネともに、マプト・マトラと繋がるルートは国道 1 本のみ。

<sup>3)</sup> 実際、マプト～マトラ間を南北に結ぶ N1 の都市内区間 (往復 4 車線) では日交通量が往復 30,000 台を超え恒常的な混雑が見られる。

<sup>4)</sup> 2012 年時点の地区道路の舗装率は、マプト市 36%、マトラ市 32%、ボアネ市 16%、調査対象地域内のマラクエネ地区約 15%。



出典：JICA 調査団

図 2.1 道路網の主要問題箇所



出典：JICA 調査団

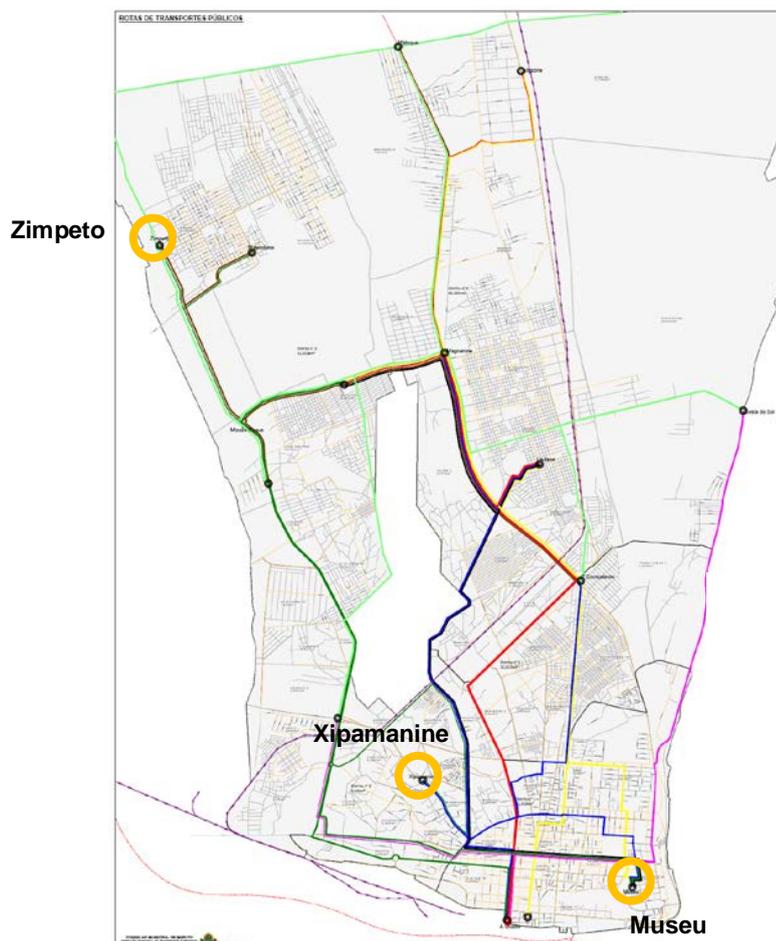
図 2.2 マプト都市圏における現況幹線道路網および建設中の道路

## (2) シャパ

マプト都市圏の公共交通の大部分は、シャパと呼ばれる主に 15～25 席程度の小中規模バス<sup>5</sup>により担われており、徒歩を除いた総トリップの約 60%を占めている。シャパは民間の個人事業者により経営されており、多くが 1 人 1 台の車両を所有している。車両は運転手に 1 日使用料と引き換えに貸し出され、運転手は運賃収入から直接運行経費を賄い、残額を給与として受け取る仕組みとなっている。シャパによる運行ルートは元来、大部分が後述する TPMバスのネットワークを基に形成され、その後ルートが追加された結果、現在では推定 4,000～4,500 台により約 130 のルートが形成されている。マプト市におけるシ

<sup>5</sup> なかには、トラックの荷台に乗客が立ったまま運行する危険なサービスも存在する。

シャパの基本ルート（マプト～マトラ間を除く）を示した図 2.3 から分かる通り、シャパはマプトの幹線道路に沿って運行されている。また、シャパ事業者は採算路線での運行を好むため、需要の小さい路線でのサービスは貧弱な傾向にある。



注：図中の Zimpeto、Xipamanine、Museu は主要なシャパターミナルが位置する個所。

出典：DMTT、JICA 調査団

図 2.3 マプトにおけるシャパールート

シャパは伝統的にターミナルで乗客が満員になり次第出発するというインフォーマルな運行形態を取っているため、ルート途中のバス停では頻繁にシャパ待ちの長蛇の列が形成されている（図 2.4）。また、かつては運賃を稼ぐためにルートの途中で折り返す違法行為（ルートカット）も行われていた。さらに、運営者によると、低い運賃（表 2.1）により財政状況が厳しく、車両の整備が追いついていないのが現状である（図 2.5）。近年では車両の安全基準の施行体制でやや改善がみられるものの、依然として不規則な運行、乗換えの不便さ、乗車環境の悪さなどの問題を抱えている。



出典：JICA 調査団

図 2.4 バス停の長蛇の列

表 2.1 シャパの料金表

単位：メティカル

マプト	7.0			
マトラ	9.0	7.0		
マラクエネ	15.0	17.5	7.0	
ボアネ	17.5	12.0	32.5	7.0
	マプト	マトラ	マラクエネ	ボアネ

出典：JICA 調査団

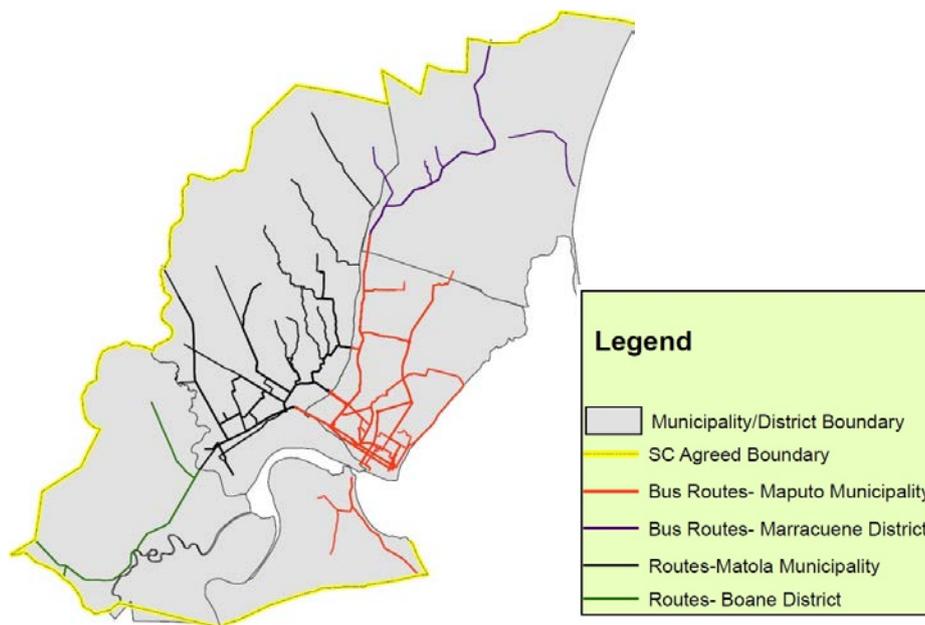


出典：JICA 調査団

図 2.5 老朽化したシャパ車両

### (3) 大型バス

マプト都市圏では約 400 台の大型バス（定員 50 名以上）が運行しており、徒歩を除いた総トリップの約 17%を担っている。約 50 台は個人所有で先述のシャパと同様インフォーマルな運行形態である一方、約 350 台はマプトバス公社 (TPM) により所有されており、約 60 本のルート（平均ルート長：22 km）でフォーマルな運行形態が取られている。マプト都市圏における TPM バスのネットワークを図 2.6 に示す。なお、TPM による運行ルートは、マプト市内でシャパルートと重複しており、互いのモードが直接競争する事態となっている。



出典：JICA 調査団

図 2.6 マプト都市圏における TPM バスルート

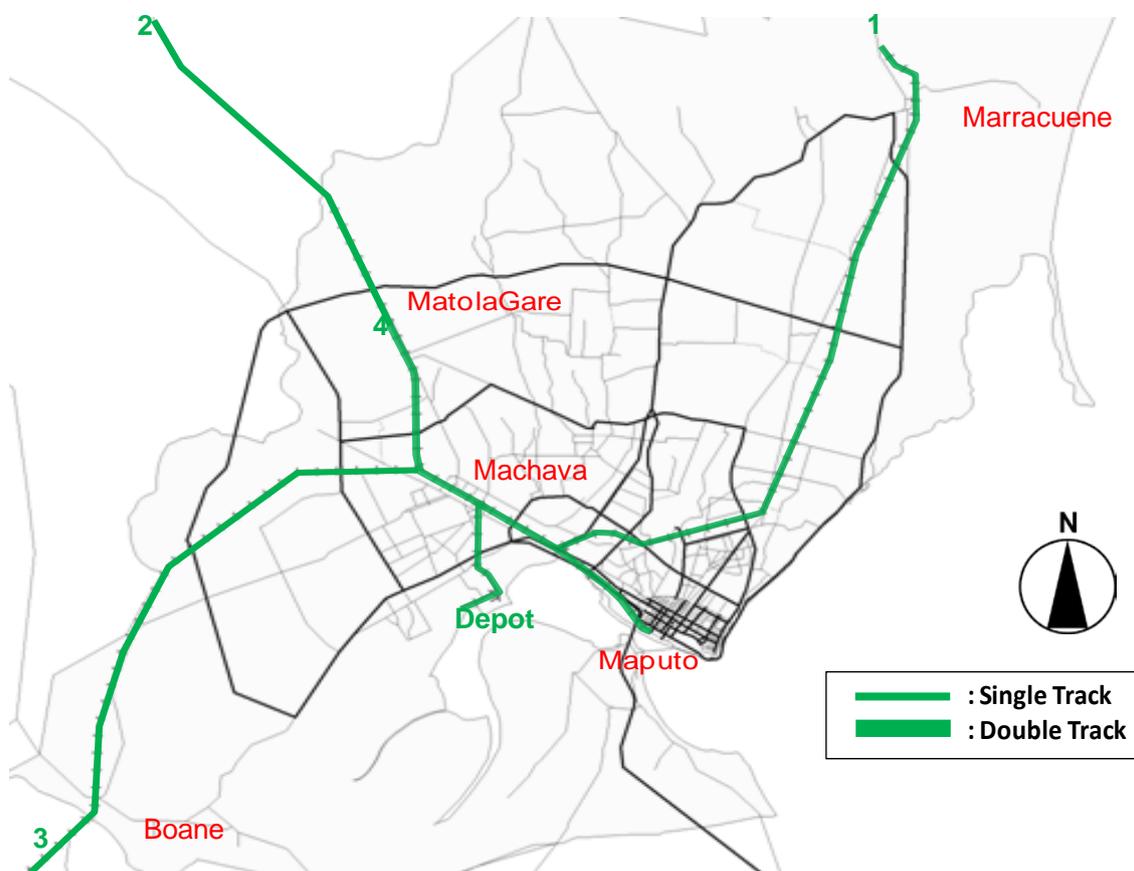
TPM が所有する約 350 台のバスのうち、日常的にマプト都市圏で運行されているのは 2013 年時点で約 140 台に留まっている。これは主に老朽化したバスの整備遅延およびスペアパーツ不足に起因する。TPM の利用可能な車両台数および運行ルート数は、2008 年中旬の約 40 台および 24 ルートから、2013 年の約 140 台および 60 ルートへと増加しているものの、依然として利用客に十分な輸送を提供できておらず、また、TPM が抱える人員を有効に活用できない状態となっている。

#### (4) 鉄道

鉄道に関しては、モザンビーク港湾・鉄道公社 (CFM) が、マプトからボアネ経由でスワジランド、マトラ経由で南アフリカ共和国、マニカ経由でマラウイへと繋がる 3 線を管理している。CFM の本業は貨物輸送であり、都市近郊および長距離の旅客列車を運行しているものの、マプト都市圏の移動における鉄道分担率は若干 1% (徒歩あるいは自転車によるトリップを除く) に留まっている。都市近郊における現在の 4 ルートの運行区間、路線長および運行本数は下記の通り：

1. マプト～マラクエネ (Marracuene) ～マンヒカ (Manhica) 間 79 km。1 日 2 往復；
2. マプト～マシャバ (Machava) ～マトラガレ (Matola Gare) ～レサノガルシア (Ressano Garcia) 間 88 km。1 日 2 往復；
3. マプト～マシャバ～ボアネ (Boane) ～ゴバ (Goba) 間 69 km。1 日 2 往復；および
4. マプト～マシャバ～マトラガレ間 20 km。1 日 4 往復。

図 2.7 に、以上 4 本の現在の鉄道ルート（太線は複線区間、ルート番号は上記に一致）を示す。



出典：JICA 調査団

図 2.7 現在の鉄道ルート（4 路線）

都市鉄道サービスの乗客数は 2007 年の 45 万人から 2011 年の 126 万人と、近年大幅に増加しているものの、運行本数の少なさ、サービス供給不足による車内混雑、車両の老朽化、列車ダイヤが守られていない、所要時間がかかる等、サービス水準は低いままである。

## (5) 交通管理

交通管理上の問題点としては、主にマプト中心市街地で見られる朝夕ピーク時の交差点の交通処理または交通容量の不足による混雑が挙げられる。マプト市は交差点での右折交通による容量低下、事故の危険防止、交通流の単純化を目的に、中心市街地での一方通行を組み合わせた交通管理を実施している。しかしながら、依然両方向の交通を許容する道路と右折交通が集中する交差点が混在しており、混雑の解消に至っていない。

マプト市内における信号設置箇所は、2010 年の約 20 カ所から、2012 年 4 月には約 50 カ所（TRAC 社による設置信号を含む）へと拡大している（図 2.8）。しかし、信号設置位

置の選定は十分な交通調査に基づいておらず、必ずしも必要個所が網羅されていない。加えて、交通処理の円滑化および交通安全の確保のためには依然十分とは言えない。系統式信号や中央コントロールによる信号管制の効率化が図られておらず、道路空間の有効活用が望まれる。



出典：DMTT

図 2.8 マプト中心市街地の信号設置交差点（2012年4月）

他の問題として、道路空間の有効利用の妨げとなっている路上駐車がある。マプト市は短時間に限り路上駐車を認めているが、長時間の駐車および駐車料金の未払いなどの問題が発生している。不法駐車も見られるため、交通流の円滑化への支障となっており、また、交通規制が十分機能していない。路外駐車場の必要性は広く認識されているものの、依然不十分である。無料駐車が可能な路上施設が存在する限り、なかなか難しい問題である。

## (6) 交通安全

死亡事故は交通量の少ない時間帯（3:00 から 6:00 の間）に集中している。DMTT は詳細な事故の解析を実施していないものの、その原因のひとつに飲酒運転が挙げられる。交差点での事故は、交通の流れが交差する個所で信号がないこと、および信号がある場合でも信号を無視する運転者が多いことに起因する。事故それ自体の防止には、規制の強化、道路構造の改善、教育の向上だけでなく、今後の防止対策を検討する上での事故データベースの整備が不可欠である。

中心市街地での交通安全上の問題としては、不法駐車車両による歩道スペースの占拠に伴う歩行者の安全確保の欠如、ガードレールなどの歩行者を保護する施設の未整備などがある。さらに、歩行者による決められた箇所以外での道路横断も問題となっている。

## 2.2 交通現況調査

交通の現況を把握するため各種調査を行った。調査期間中に実施された交通調査は、家庭訪問調査 (Household Interview Survey: HIS)、コードンライン調査、スクリーンライン調査、貨物調査、交差点交通量調査、公共輸送調査、利用者意識調査などである (図 2.9)。これら結果は、交通需要予測モデルのインプットとして用いられた (調査結果の詳細は Technical Report K を参照)。



出典：JICA 調査団

図 2.9 マプト都市圏コードンライン調査と家庭訪問調査の状況

### (1) 家庭訪問調査 (HIS)

合計 10,037 世帯の家庭を訪問し、9,983 世帯から有効な回答を得た (有効回答率 99.5%)。これは、計 38,216 人の 6 歳を超える回答者の有効回答数に該当する。調査結果はあらかじめ決められたゾーンごとに整理後、コードンライン・スクリーンライン調査結果で補正され、OD 表作成に用いられた。

表 2.2 は HIS から得られた各世帯の特性ごとのトリップ率 (徒歩によるトリップを含む) である。マプト都市圏における全世帯の推定 1 日トリップ率は 1 人あたり 1.66 である一方、全世帯の約 13% を占める自動車保有世帯のトリップ率は 2.15 であり、日常的に自動車保有世帯の方が非保有世帯よりも多くのトリップを行っている。

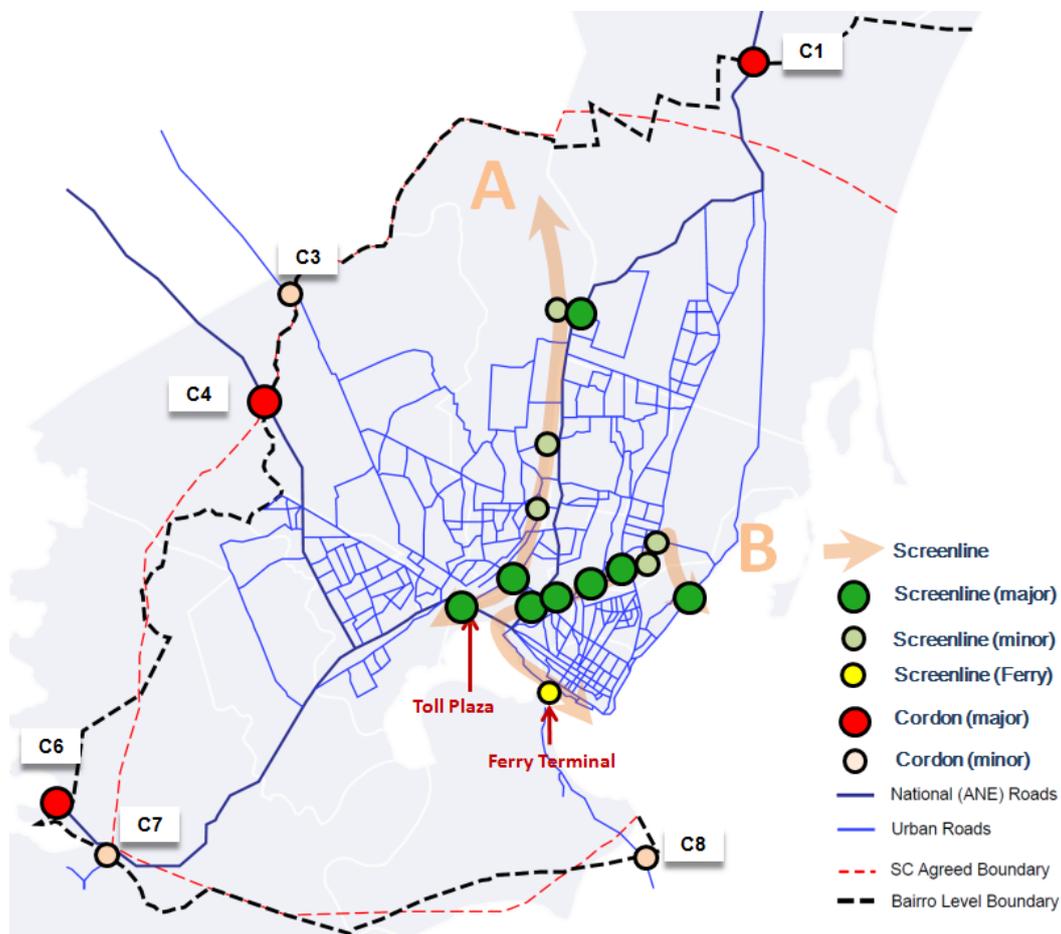
表 2.2 トリップ率

世帯タイプ	1日の個人トリップ率
全世帯	1.66
自動車保有世帯	2.15
自動車非保有世帯	1.61

出典：JICA 調査団

## (2) コードンライン・スクリーンライン調査

スクリーンライン調査は調査区域内の交通現況を把握するために実施され、コードンライン調査は調査区域の境界で域内外の移動を把握することを目的とした。

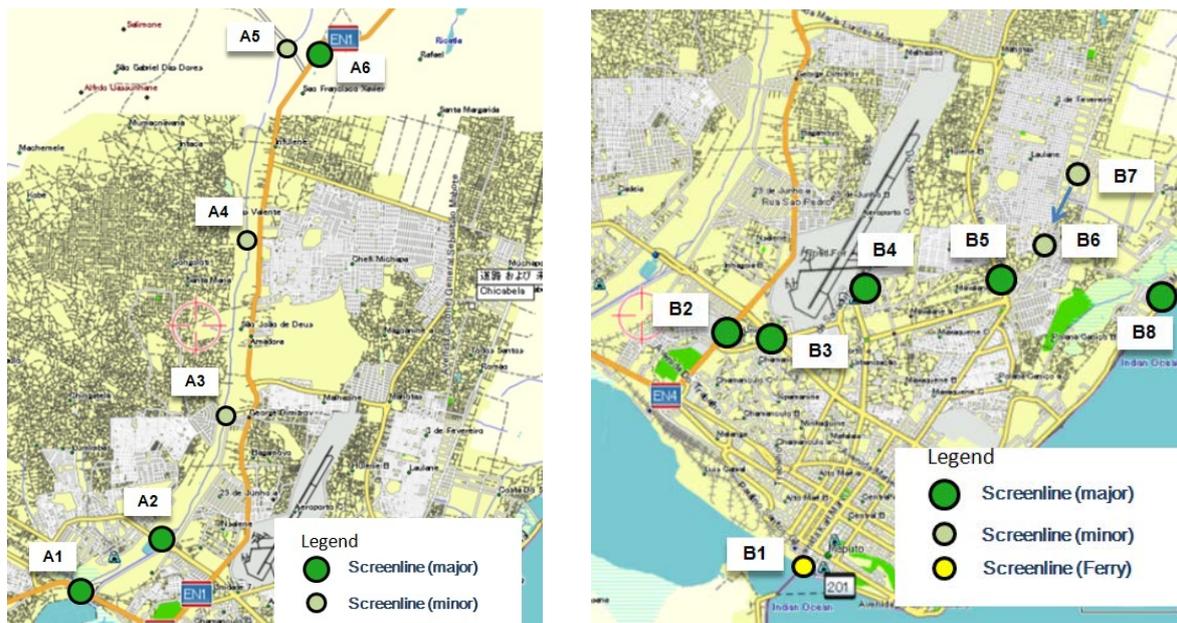


出典：JICA 調査団

図 2.10 コードンラインおよびスクリーンライン調査地点

調査は、車種毎に、場所により 24 時間、16 時間あるいは 11 時間実施された<sup>6</sup>。調査時間が 24 時間以外の地点データに関しては、車種毎に 24 時間交通量を推定した。調査結果を表 2.3 に示す。交通量の多い地点は N2 国道上の A1 地点、N1 国道上の B2 地点、Av. Julius Nyerere 上の B5 地点が挙げられる。

<sup>6</sup> 調査開始後、約 11 時間で中止せざるを得なくなった地点では、再調査を実施した。



出典：JICA 調査団

図 2.11 「A」 および 「B」 調査地点

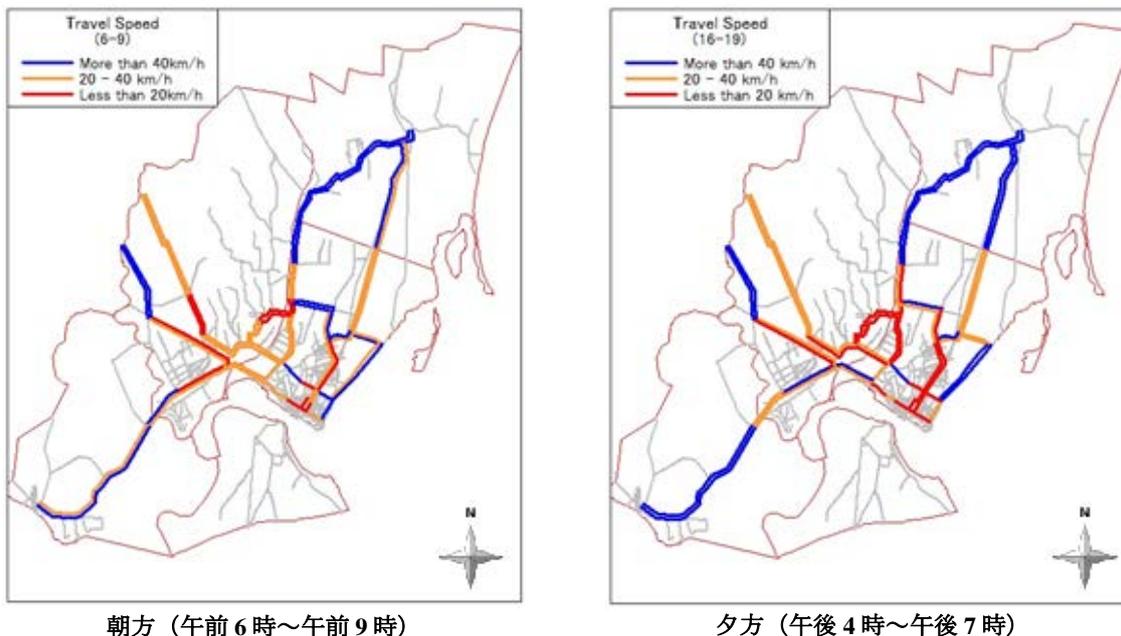
表 2.3 コードンライン・スクリーンライン調査結果 (台/日)

地点	自転車/ オートバイ	自家用車/ タクシー	シャパ/ ミニバス	大型バス	トラック	合計
スクリーンライン						
A 地点						
A1	385	21,774	8,227	694	3,138	34,219
A2	558	12,119	6,790	718	1,980	22,165
A3	342	4,579	5,422	63	1,390	11,797
A4	167	1,842	1,009	30	310	3,358
A5	68	709	730	10	178	1,694
A6	130	4,673	3,703	196	1,588	10,290
スクリーンライン						
B 地点						
B1	25	67	91	0	146	329
B2	564	15,983	11,705	875	2,579	31,705
B3	318	9,976	2,645	205	1,000	14,144
B4	269	6,123	3,392	46	1,471	11,301
B5	524	9,649	7,029	540	1,135	18,878
B6	48	1,129	1,083	1	35	2,296
B7	35	883	753	15	132	1,818
B8	209	8,444	1,893	48	2,164	12,757
コードン地点						
C1	44	1,765	1,152	142	876	3,978
C3	137	435	312	8	386	1,279
C4	84	4,191	1,980	159	3,542	9,956
C6	81	1,592	615	32	1,202	3,521
C7	337	666	344	49	146	1,543
C8	14	226	173	0	90	504

出典：JICA 調査団

### (3) 旅行速度調査

図 2.12 は朝夕のピーク時間帯で行われた旅行速度調査の結果を示したものである。赤線は混雑の激しい地点で、平均速度は 20 km/h 未満であった。これらはマプトとマトラを結ぶ道路と CBD とを南北に結ぶ区間である。

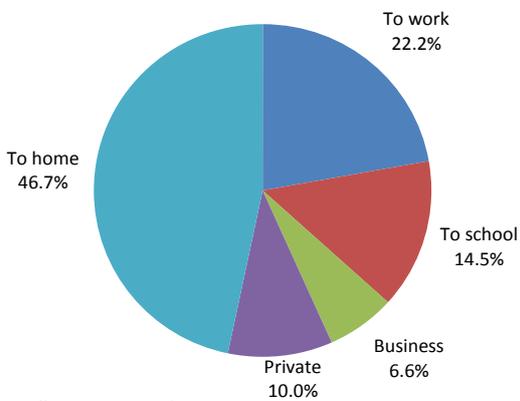


出典：JICA 調査団

図 2.12 旅行速度調査結果

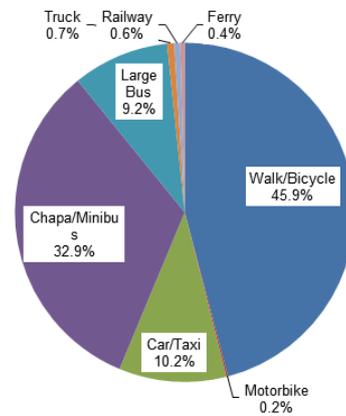
### (4) 旅行パターン

観測された計 3,270,300 トリップのうち、97.8%を占める 3,196,900 トリップは域内トリップであった。旅行目的別にみると、帰宅目的は別とし、通勤が最も多く、通学がそれに次いでいる (図 2.13)。旅行手段では徒歩あるいは自転車が 45.9%を占めるほか、シャパが乗り物利用の中で最も多く、32.9%を占めている。自家用車あるいはタクシーが 10.2%で大型バスが 9.2%とそれに次いでいる (図 2.14)。



出典：JICA 調査団

図 2.13 目的別トリップ (2012 年)



出典：JICA 調査団

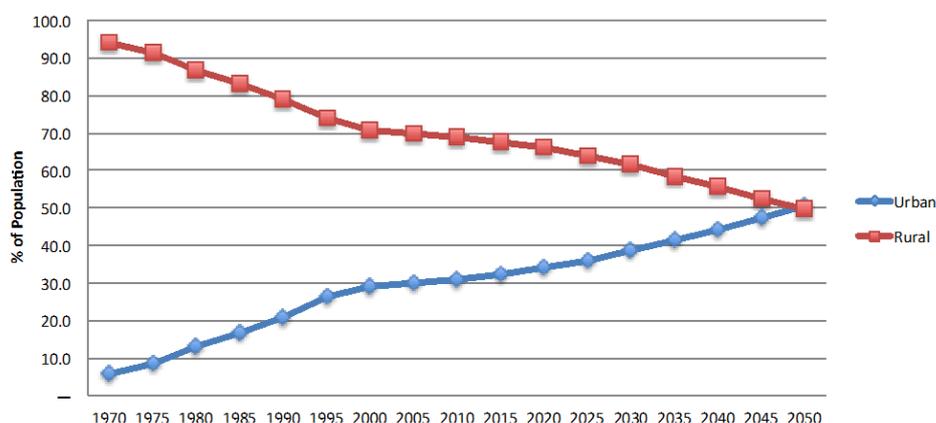
図 2.14 利用交通機関分担 (2012 年)

### 第3章 開発フレームワーク

本章では将来の交通パターンの変化や需要の伸びを把握する上で不可欠な、人口の伸び、雇用の動向、学生数の変化などについて記述した。さらに、経済成長 (GDP/GRDP) と自動車保有の動向を把握した。

#### 3.1 人口動向

交通需要の動向に最も大きく影響する人口の伸びに着目する。国連データによると「モ」国の都市人口は 2050 年までに総人口の 50% に達する (図 3.1)。この都市人口の伸びは、自然増、経済開発、都市部での経済活動の伸びに起因する。一方、先進国のように社会が成熟すると、すでに人口が多い都市部での人口の伸び率は徐々に減少し 2030 年には 1.2%、そして 2050 年には 0.3% の伸び率にとどまる。



出典：国連、World Urbanization Prospects および 2011 年改訂版

図 3.1 モザンビークにおける都市部と地方部の人口動向

#### 3.2 産業立地と雇用

交通需要、特に交通集中に影響するもう 1 つの要素が産業の立地と雇用の動向である。本調査では 1997～2007 年の就業人口の伸びと 2008～2020 年の就業人口を将来の雇用の予測に用いた。マプト市の雇用の伸びは 1.8%、一方マトラとボアネの雇用の伸びはマトラ州の平均値より高い。これは工業・商業開発がマプト回廊で活発なためである。また、マラクエネとボアネで就業率が高いのは両地区の住民が主として農業に従事しているからである。ただし、都市化の進行とともに農業分野の比率は下がりつつある。表 3.1 は対象地域の 2012 年から 2035 年に至る雇用の伸びの予測を示したものである。

表 3.1 対象地域の雇用の伸びの予測 (%) (2012~2035 年)

州/地区	センサス伸び率	統計局データ				
	97-07	伸び率 08-10	2012	2018	2025	2035
マプト市	1.8*	1.4	2.5	2.0	2.0	1.5
マトラ市	3.7*	9.1	9.0	8.0	6.0	3.5
マラクエネ地区	3.7*	-1.2	2.0	3.0	3.0	2.5
ボアネ市	3.7*	1.9	3.5	5.0	5.0	3.5

注: \* マプト州の住居地を基にした就業人口

出典: INE/FEU データを基に JICA 調査団作成

### 3.3 経済成長

モザンビーク統計局 (INE) は 2009 年までの州別公式データを提供している。計画開発省 (MPD) は GDP の予測担当組織であるが 2010~2025 年までのデータ (国全体の GDP およびマプト市・マプト州の GRDP) が入手可能であった。ただし、それ以降の長期予測は実施されていない。このため調査団は、マプト市とマプト州の長期経済成長予測について MPD および関連機関との協議のうえ 2035 年までの成長率の設定を行った。

産業別の GDP 伸びの予測に用いるデータは INE から入手することができた。しかし、マプト市とマプト州の GRDP 産業データは無く、全国レベルの GDP データを準用した。交通需要予測モデルにおいてマプト都市圏に適用した GDP/GRDP とその伸び率を表 3.2 に示す。

表 3.2 GDP/GRDP 伸び率の将来予測 (2012~2035 年)

	2012	2035	2035/2012	伸び率
人口 (1,000)	2,169	3,697	1.7	2.2%
GRDP (百万 MT)	80,820	325,091	4.0	6.0%
GRDP/Capita (USD)	1,379	3,137	2.3	3.5%
年収 (USD)	683	1,554	2.3	3.5%

注: 人口予測については INE による予測に基づく。経済成長予測については計画開発省 (MPD) による予測、および、MPD・関係機関との協議に基づき設定した。

出典: JICA 調査団

### 3.4 産業別の GDP の動向

中期的には資源開発型産業は高い伸びが見込まれる。「モ」国の天然資源としては、石炭、天然ガス、鉱物資源が存在するものの、発掘はまだ十分に進んでいない。IMF の推計によれば、「モ」国における、石炭採掘・オフショア天然ガス採掘を含む外国直接投資による資源開発巨大プロジェクトが 2016 年までの GDP 値を 18%押し上げると見込んでいる。そのうち、石炭の採掘によるものが GDP の 9%を占める。

第 3 次産業は過去平均して 7%の伸びを示し、この傾向は今後も続くと思われている。これは緩やかな都市化と運輸セクターの成長による。ただ、今後資源開発型産業がブームとなるとサービス産業の GDP の伸びに占める割合は過去に比べて相対的に下がることに

なる。第1次産業のGDPに占める割合は、地方部から都市部への緩やかな人口の移動により次第に低下することが見込まれている。

本調査では2025年までの産業別GDPの予測において、上記の傾向を想定した。2026～2035年までの産業別GDPの予測に関しては、多大な不確実性が伴うことから、2021～2025年までと同様と想定した。2009～2035年までの産業別GDP割合を表3.3に、GDP値を表3.4に示す。

表 3.3 モザンビークにおける産業別GDP割合（2009～2035年）（%）

	第1次産業	第2次産業					第3次産業
		合計	資源開発産業	工業	電気/水関連	建設産業	
2009	25.2	22.3	1.1	12.8	4.9	3.4	43.6
2010	25.1	21.8	1.2	12.4	4.8	3.4	44.1
2011	24.9	21.3	1.3	11.9	4.8	3.3	44.0
2012	24.3	21.8	1.9	11.5	5.1	3.3	48.1
2013	23.7	22.3	3.0	11.0	5.0	3.3	44.5
2014	22.8	23.2	5.0	10.5	4.5	3.2	44.7
2015	20.8	25.4	8.0	10.2	4.0	3.2	44.5
2016	20.4	25.6	9.0	10.0	3.5	3.1	44.7
2017	17.9	28.3	12.0	10.0	3.2	3.1	44.5
2018-2020*	15.7	30.7	15.0	9.8	2.9	3.0	44.3
2021-2025*	14.7	31.6	16.0	9.8	2.8	3.0	44.4
2026-2030*	14.7	31.6	16.0	9.8	2.8	3.0	44.4
2031-2035*	14.7	31.6	16.0	9.8	2.8	3.0	44.4

出典：2009年はINEによる実績値。2010年から2035年はMPDおよびJICA調査団による予測値

注：\* 平均値を示す

表 3.4 モザンビークにおける産業別GDP値（2009～2035年、2003年価格）  
（百万MT）

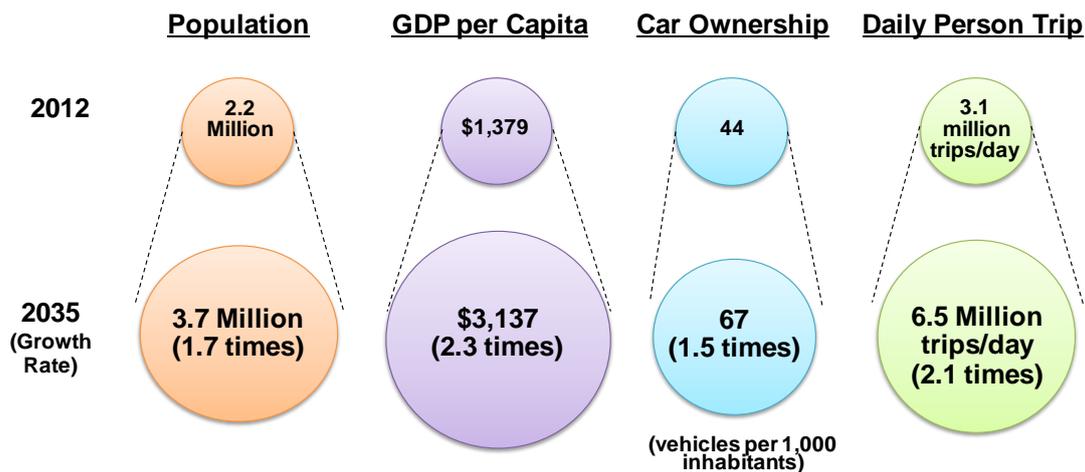
	第1次産業	第2次産業					第3次産業
		合計	資源開発産業	工業	電気/水関連	建設産業	
2009	43,252	38,170	1,910	21,910	8,420	5,920	74,450
2010	46,130	40,170	2,150	22,890	8,900	6,240	80,510
2011	49,690	42,090	2,500	23,570	9,490	6,530	85,250
2012	51,600	46,230	4,090	24,390	10,720	7,030	102,140
2013	54,550	51,330	7,010	25,320	11,570	7,590	102,370
2014	56,520	57,570	12,410	26,050	11,170	7,940	110,970
2015	55,730	67,940	21,400	27,280	10,700	8,560	118,940
2016	58,850	73,890	25,980	28,860	10,100	8,950	129,040
2017	56,040	88,380	37,470	31,230	9,990	9,680	138,830
2018-2020*	57,270	112,520	55,150	35,900	10,480	10,990	162,500
2021-2025*	74,990	161,200	81,620	49,990	14,280	15,300	226,490
2026-2030*	107,800	231,740	117,340	71,870	20,530	22,000	325,610
2031-2035*	143,990	309,530	156,720	95,990	27,430	29,390	434,900

出典：2009年はINEによる実績値。2010年から2035年はMPDおよびJICA調査団による予測値

注：\* 平均値を示す

### 3.5 人口増加、経済成長、交通需要の増加

2012～2035 年に推定される人口増加、GDP成長、それらに伴う自動車保有率の増加、パーソントリップ数の増加を図 3.2 に示す。なお、2035 年の自動車保有率は、1 人当たり GDPが 10,000 ドル以下 32 カ国の自動車保有台数と平均年間所得（1 人当たりGDPを代用）との相関を基に推定した。また、パーソントリップ数に関しては、自動車保有の有無別に算出した将来人口に各トリップ数を掛け合わせて推定した<sup>7</sup>。



出典：JICA 調査団

図 3.2 マプト都市圏の人口増加、経済成長、交通需要の増加（2012～2035 年）

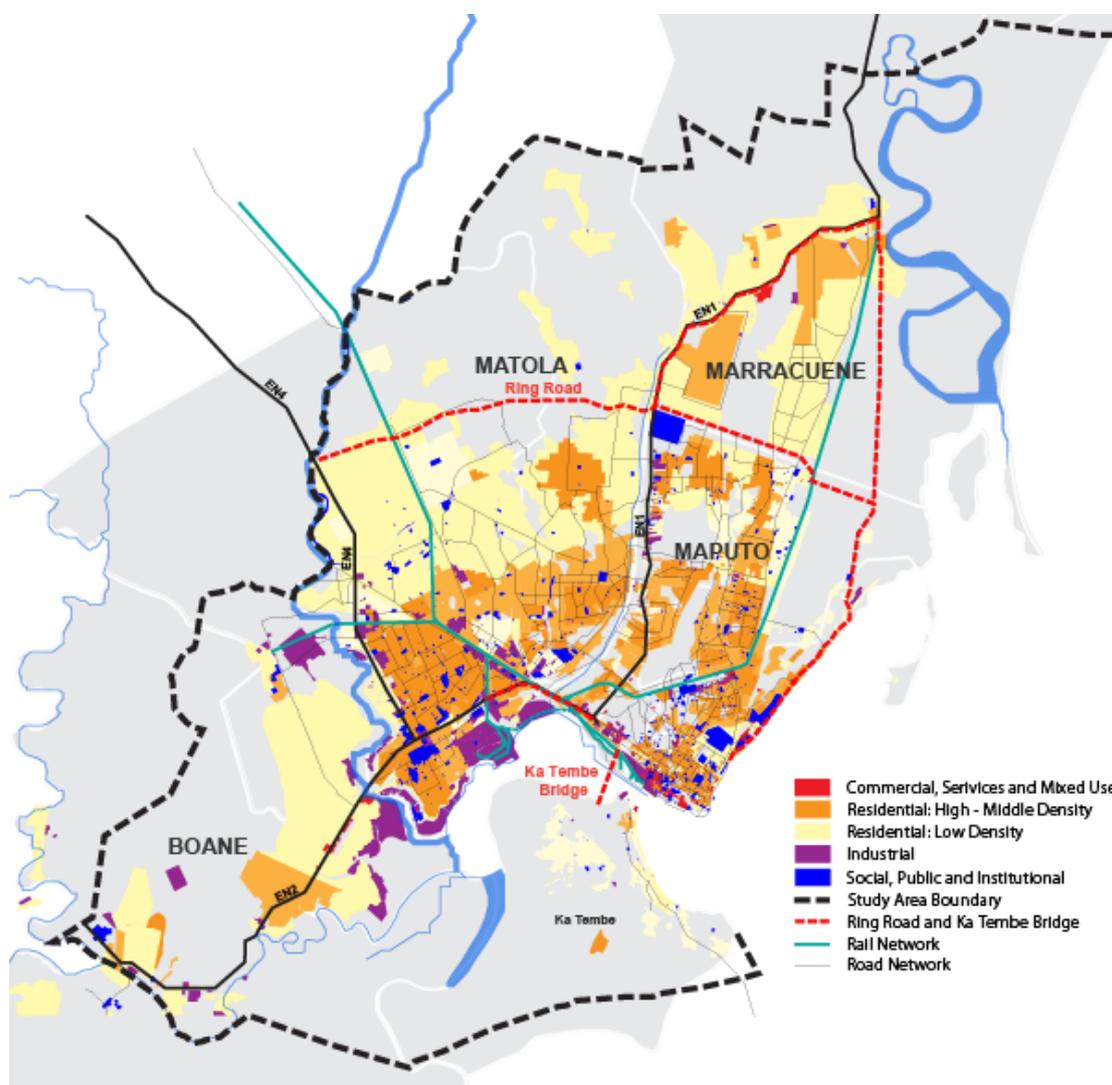
<sup>7</sup> 詳細は Technical Report N, Demand Forecasting: Methodology and Analysis 参照。

## 第4章 土地利用・開発シナリオ

本章では交通需要予測モデル策定の基礎となる都市開発シナリオを決めるにあたっての都市計画および土地利用の動向を把握した。

### 4.1 現況土地利用

図 4.1 は PEUMM (Maputo City Urban Structure Plan 2008) および PEUCM (Matola City Urban Structure Plan 2010) を基に、GIS、リモートセンシング、衛星写真、および都市計画担当者への面談により調査団がまとめたものである。マラクエネとボアネについては土地利用図ができていないため、GIS、衛星写真および都市計画担当者への面談に基づき作成した。



出典：JICA 調査団

図 4.1 現況土地利用図

商業地区・オフィス街はマプト市の南部に集中しており、中心市街地（CBD）を形成している。マプト市の人口は約 120 万人であり（表 4.1）、マプト市南部から中部に加えて北部への居住の拡大が進んでいる。人口密度においても、マプト市は、マプト都市圏の他市・地区よりもかなり高い。

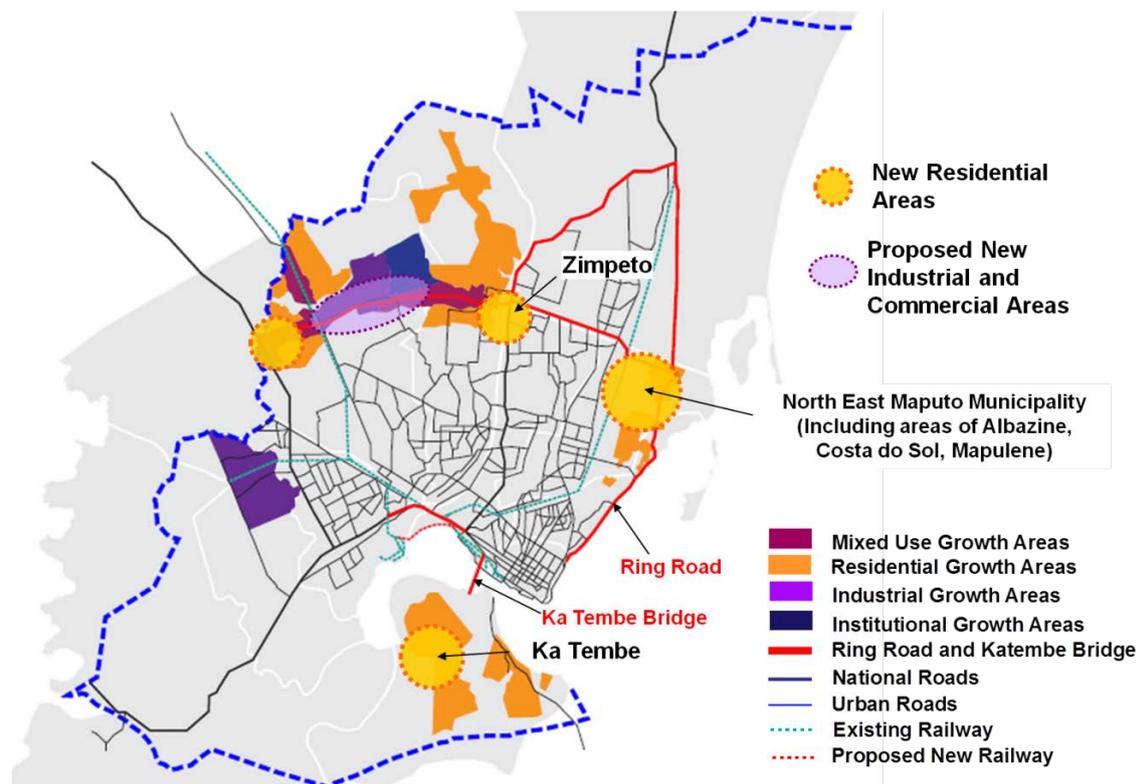
**表 4.1 マプト都市圏の市・地区毎の人口および人口密度（2011 年）**

市・地区	面積 (ha)	人口 (人)	平均人口密度 (人/ha)
マプト	26,961	1,188,612	44
マトラ	38,079	827,475	22
マラクエネ	30,490	88,309	3
ボアネ	25,238	64,698	3
合計	120,767	2,169,094	18

出典：JICA 調査団

マプト市の西に接するマトラ市の人口も 83 万人と、西方への都市圏人口の拡大が進展しつつある。また、マトラ市では工業の立地も進行中である。マラクエネ地区・ボアネ市については、現状、農地や緑地が大部分を占め、人口の大きな増加は見られない。

マプト市中心市街地の更なる開発余地は小さく、周辺地区における開発が進むと見込まれている。現行の各市の構造計画および「モ」国政府、市・地区政府機関、援助機関、開発業者、コンサルタントなど関連組織からの情報を基に、図 4.2 に、マプト都市圏における都市化の中心、成長センター、すでに実施中の開発プロジェクトなどを示した。



出典：JICA 調査団（PEUMM、PEUCM、（マプト、マトラ構造計画）および市・地区、中央政府機関、コンサルタントなどからの情報）2012年6月

図 4.2 開発・成長の中心地区の分布

## 4.2 都市開発ビジョン・戦略

現状、マプト市とマトラ市それぞれの構造計画は存在するものの、マプト都市圏全体を対象とした都市構造計画は存在しない。都市交通マスタープラン策定の重要な要素となるマプト都市圏の都市開発シナリオを設定するため、都市開発ビジョンおよび戦略について関係機関と検討を行った。本調査のステアリングコミッティの合意により、以下のビジョンおよび戦略が策定された。

### (1) マプト都市圏の都市開発ビジョン

「社会的・経済的に持続可能な国際ゲートウェイキャピタル」

### (2) 都市開発戦略（3つの戦略）

#### 多極構造都市圏へ

- CBD 機能の複数地区への移転による中心部交通混雑の緩和
- 複数の主要業務地区・商業地区の形成による経済活動の分散化
- 多極構造の複数の地区周辺の住宅の形式化・緻密化、都市インフラのコスト削減のための公共交通軸の形成

**持続的工業開発拠点へ**

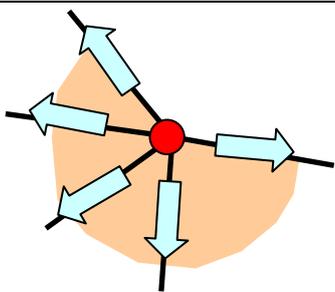
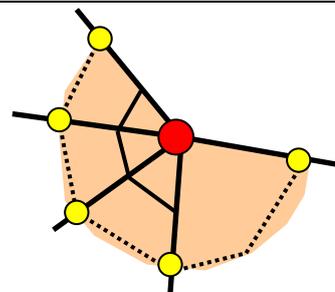
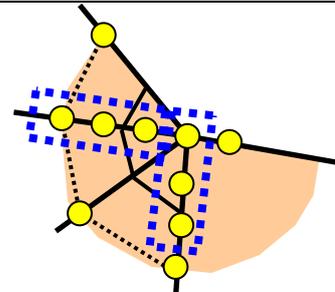
- 既存のマプト／マトラ港、マプト経済回廊<sup>8</sup>、経済自由区（FEZ）の活用
- 民間セクターを活用した都市インフラの更新・提供
- 持続的経済構造の多様化による雇用機会の創出

**国際文化キャピタル**

- 歴史的・文化的遺産を利用した観光振興・経済発展
- 緑地、沿岸部等の保護・保全
- スポーツ、レクリエーション、公園等のアメニティの提供
- 都市衛生、公衆衛生、安全の改善

**4.3 都市開発パターン（現況追随型、多極中心、コンパクト回廊）**

土地利用の現況・動向、実施中・計画中の開発プロジェクト、上述のビジョンおよび戦略、関係機関との協議等を基に、図 4.3 に示す 3 つの都市開発シナリオが検討された。

			
シナリオ	A. 現況追随型: 商業・オフィス地区のマプト CBD への一極集中、放射状開発（無計画開発）	B. 多極都市構造開発型	C. コンパクト回廊開発型
土地利用特性	現況追随、無計画、スプロール型都市開発、低密度開発	分散型開発、CBD への集中度低い	大量交通機関に沿った高密度開発人口分散型

出典：JICA 調査団

**図 4.3 2035 年マプト都市圏の開発シナリオ**

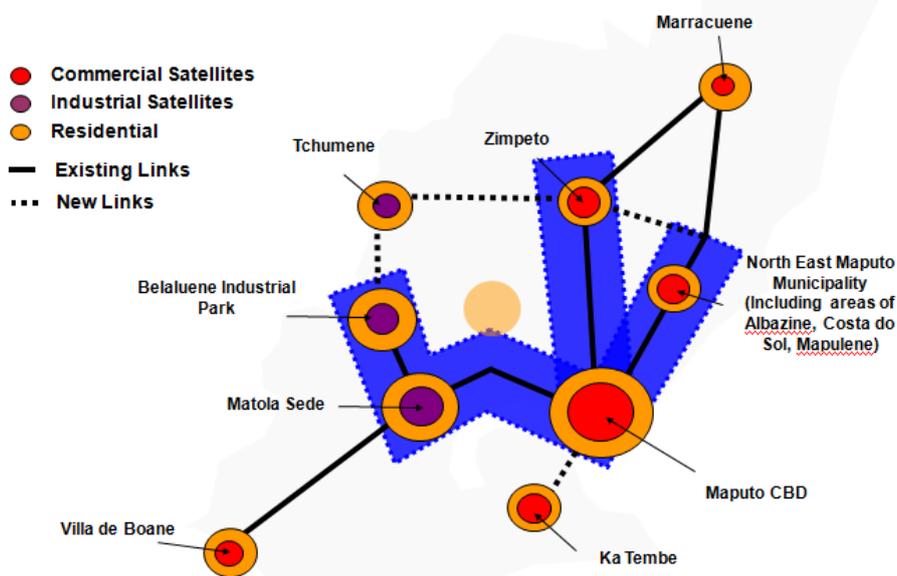
マプト都市圏の都市開発の現状から、シナリオ B の構造に向かいつつあるものの、その実現には、極になりつつある地区を相互に結ぶ交通軸・ルートに沿った交通容量の拡大等、多極構造を促進する計画・公共投資が必要である。シナリオ C は、シナリオ B の都市構造と同様であるが、シナリオ B よりも更に大規模な主要交通軸上の交通整備（特に大量交通機関の整備）が必要と考えられる。

**4.4 シナリオ C：コンパクト回廊開発**

後述の第 5 章で 3 つの都市開発シナリオに対応する交通網オプションを提示し、第 6 章で交通ネットワーク分析結果に基づきシナリオ C を本マスタープランのシナリオとして採

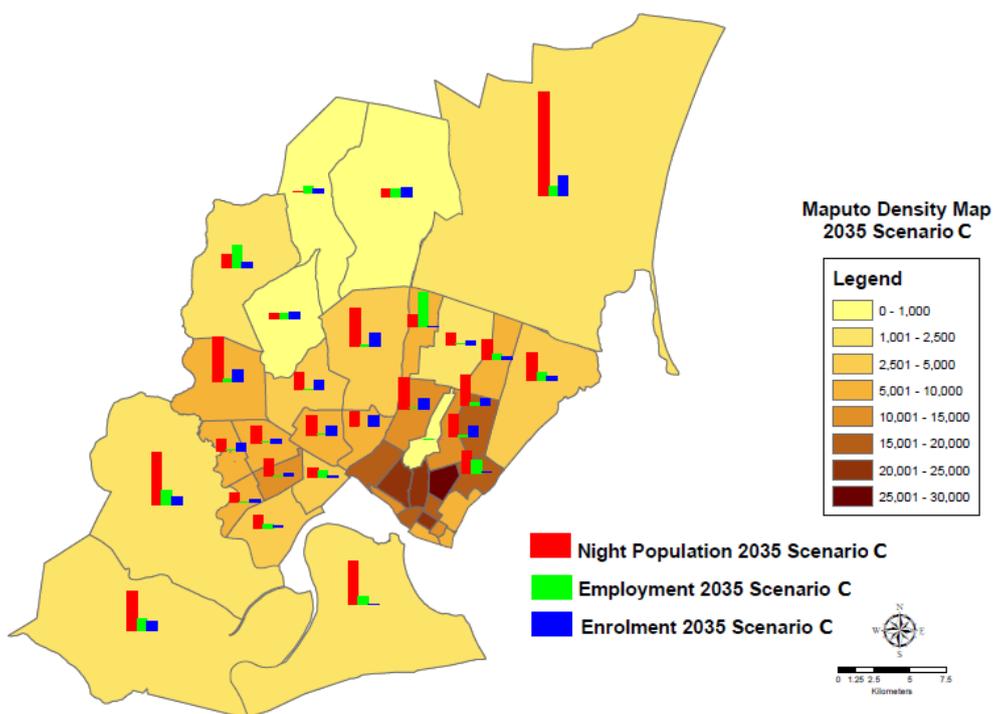
<sup>8</sup> モザンビークの首都であるマプトと南アフリカの首都圏を結ぶ経済回廊（Maputo Economic Corridor）。モザンビーク国内においては、マプト港・マトラ港を起点として、国道 4 号線（N4）沿いに南アフリカとの国境である Ressano-Garcia までを指す。

用している。図 4.4 はシナリオ C（コンパクト回廊開発パターン）を概念的に表わしたものである。これは、多極都市構造型のコアとコアとの間を最大限有効に開発するパターンである。図 4.5 にマプト都市圏の、図 4.6 にマプト市 CBD の社会・経済指標の分布を示す。また、シナリオ C における人口分布・雇用分布の変化を図 4.7 に示す。



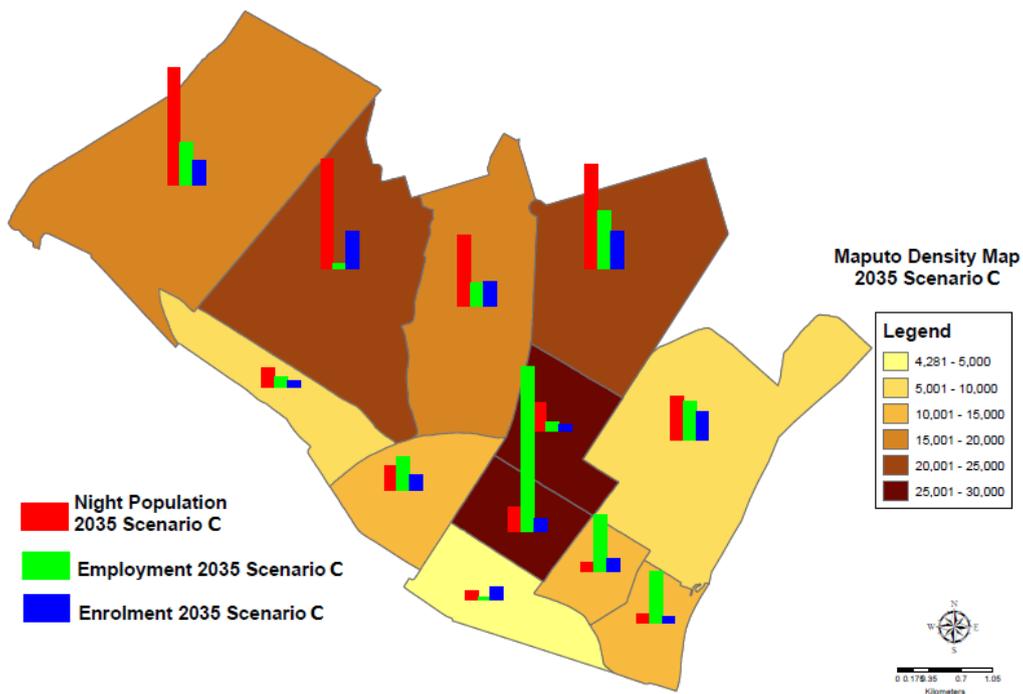
出典：JICA 調査団

図 4.4 コンパクト回廊開発パターン



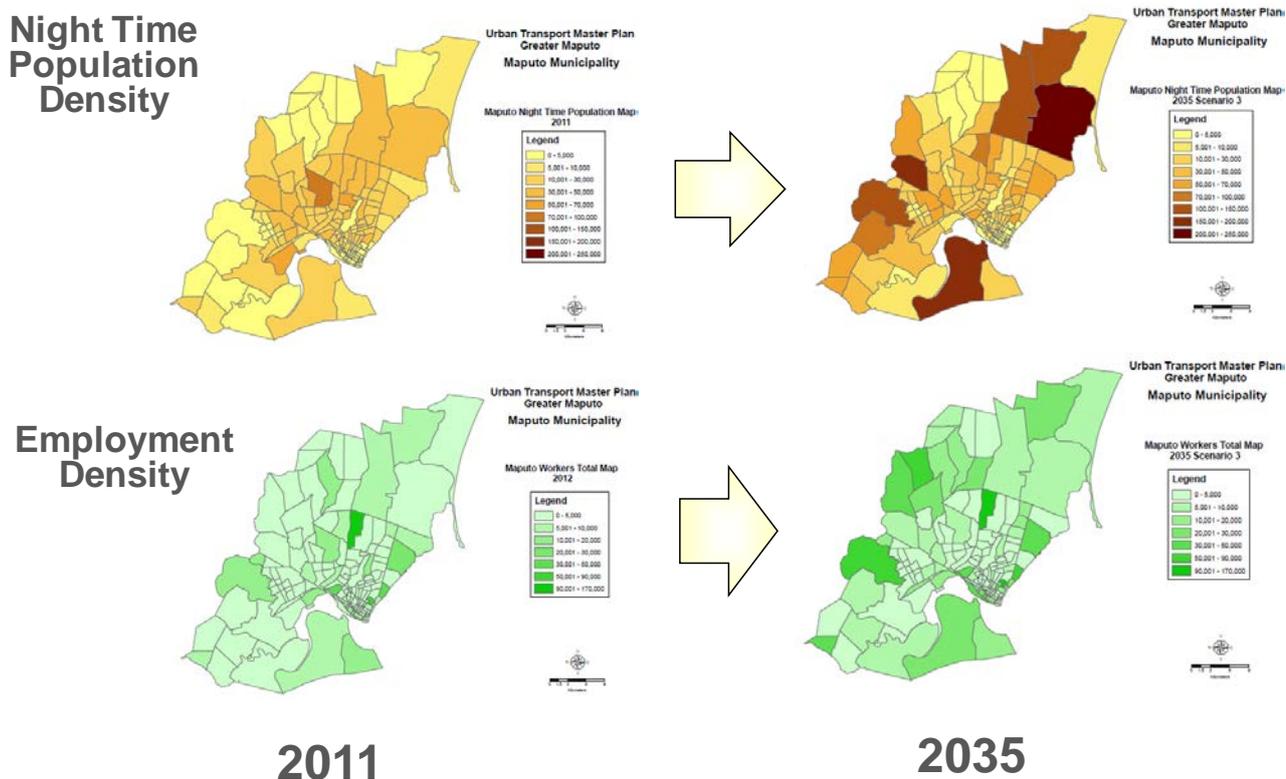
出典：JICA 調査団

図 4.5 2035 年のマプト都市圏におけるシナリオ C の社会・経済指標の分布



出典：JICA 調査団

図 4.6 2035 年のマプト市 CBD におけるシナリオ C の社会・経済指標の分布



出典：JICA 調査団

図 4.7 人口分布・雇用分布の変化

## 第5章 都市交通開発戦略

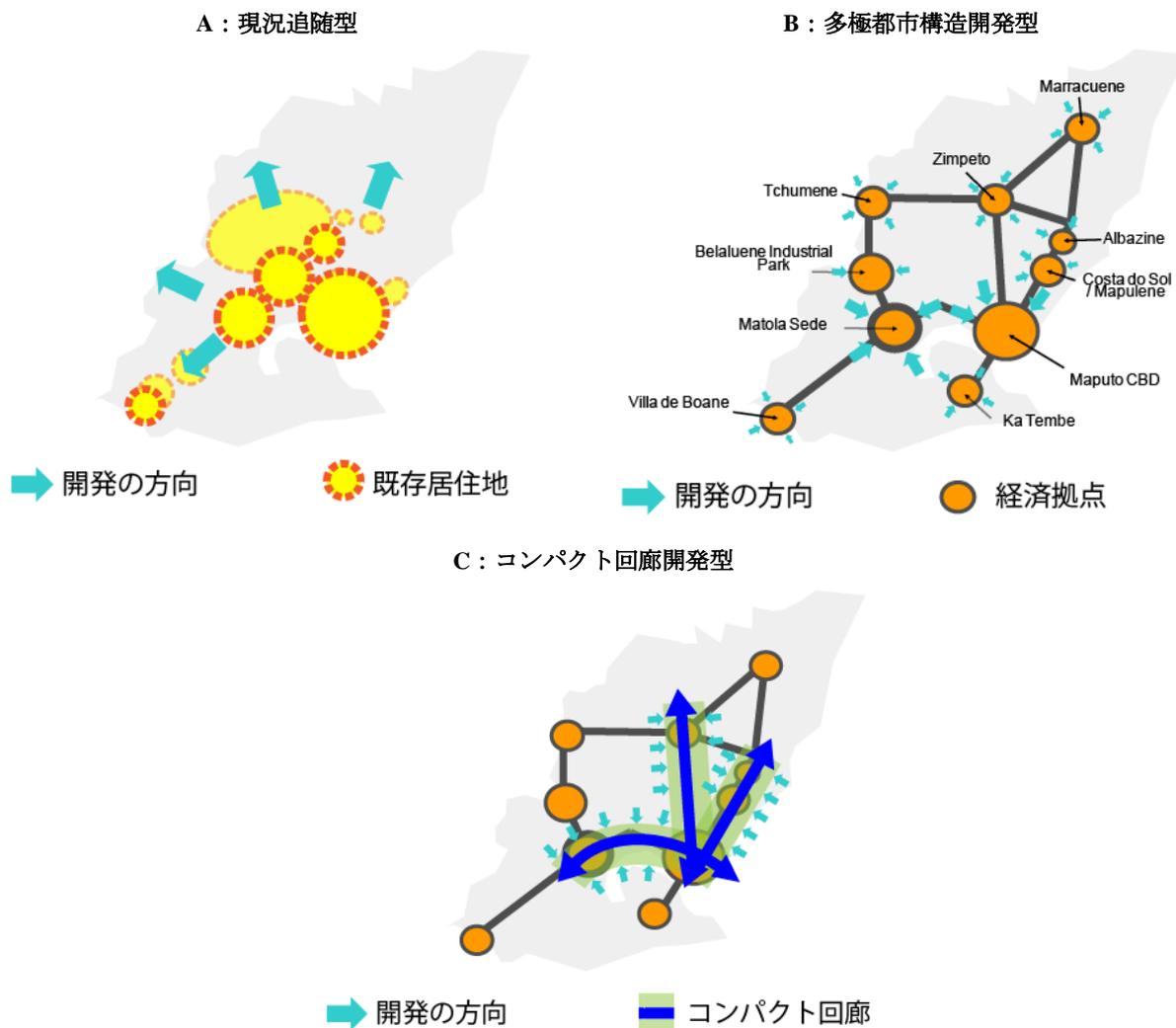
### 5.1 概要

本章では、ステアリングコミッティで承認された都市交通開発戦略に基づき、マプト都市圏の土地利用シナリオの検討を行った。続いてこの土地利用計画案に沿った 2035 年における都市交通網の代替案の検討・提案を実施した。

### 5.2 土地利用シナリオ

最も好ましい交通網オプションの検討にあたり、第 4 章で、以下 3 つの土地利用パターンの検討を行った。これらの土地利用パターンを図 5.1 に示す。

- A：現況追従型
- B：多極都市構造開発型
- C：コンパクト回廊開発型



出典：JICA 調査団

図 5.1 検討した土地利用パターン

第4章で論じた都市開発ビジョンの達成に向け、以下の交通開発戦略が議論され、合意に至った。

- 公共交通網の改善によるモビリティ（移動性）とアクセシビリティ（利便性）の向上（公共交通関連）
- 機能・役割の明確化による円滑な交通確保に資する道路網開発（道路網関連）
- 道路空間の有効利用による自動車・歩行者の環境改善（交通管理関連）

### 5.3 都市交通網オプション

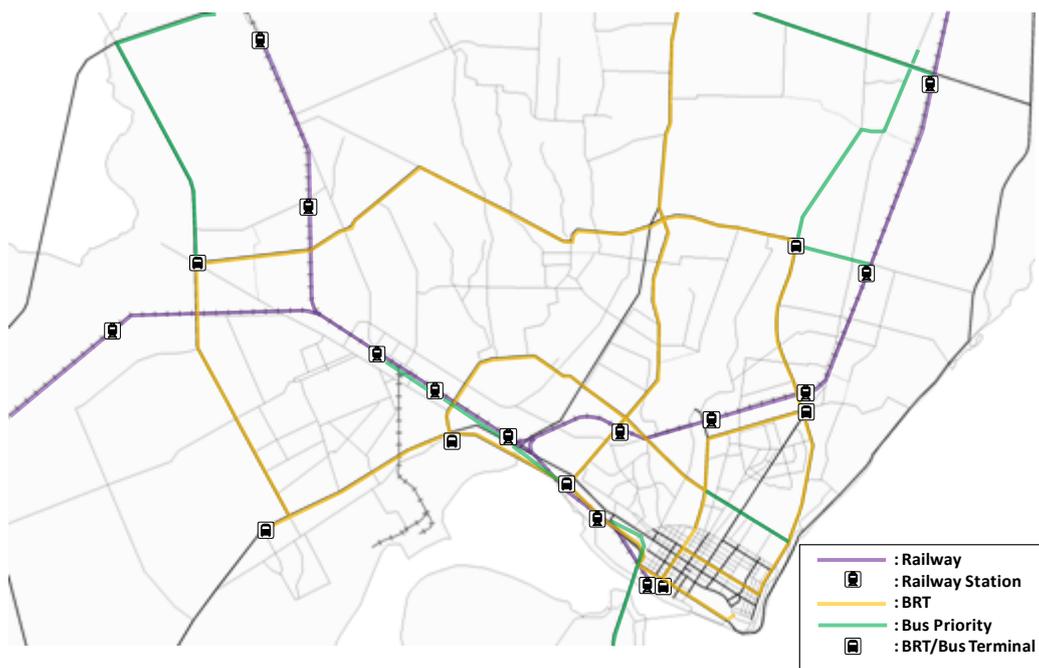
マプト都市圏の都市交通網開発に向けたシナリオ案の検討には以下の点が考慮された。

- 土地利用シナリオとの整合性
- 都市交通開発戦略に基づく公共交通機関の大幅改善
- 混雑の激しい路線や区間については大量輸送機関を取り入れたシナリオ（たとえば通勤鉄道、LRT、BRT）
- マプト～マトラ間（東西回廊）および南北軸の交通容量の大幅増加
- 需要の多い郊外と郊外とを結ぶ交通網整備（現況の需要が高いばかりではなく将来の増加が見込まれる）

以下、3つの交通網オプション（シナリオ）が検討された。

- **シナリオ A**：「最小投資」案で、既に着手しているプロジェクト、計画が決まっているプロジェクトのみ（土地利用のシナリオ A：現況追随型に相当）
- **シナリオ B**：TPM バスやシャパの再編成を含む、大量輸送機関 BRT を中心とした交通計画（土地利用のシナリオ B：多極都市構造開発型に相当）
- **シナリオ C**：BRT に加えて通勤鉄道を含む大量交通機関の開発。バスやシャパの再編成も含む（土地利用のシナリオ C：コンパクト回廊開発型に相当）

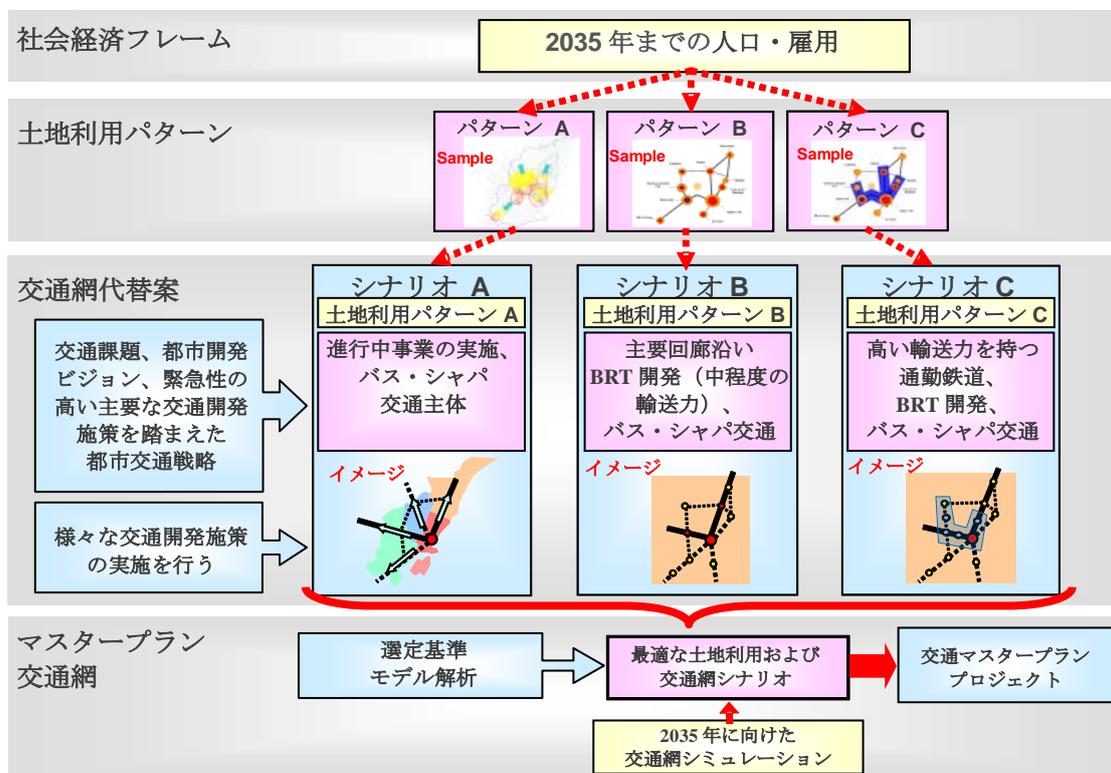
シナリオ C での幹線交通網を図 5.2 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.2 シナリオ C での幹線交通網概念図（2035 年）

図 5.3 に、土地利用シナリオおよびマスタープラン交通網の提案に至るプロセスを示す。



出典：JICA 調査団

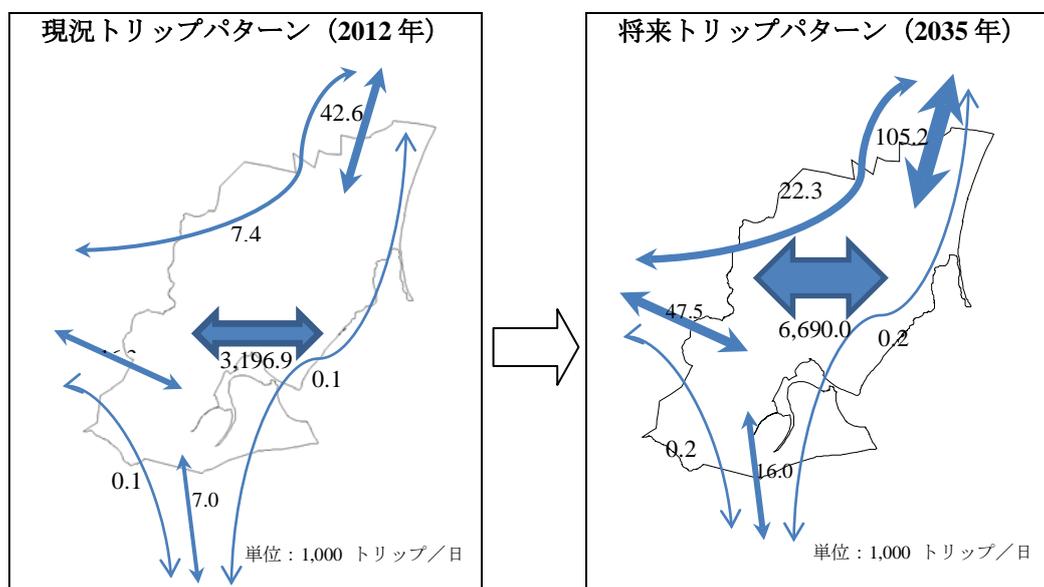
図 5.3 マスタープラン交通網の提案に至るフロー

## 第6章 将来交通需要と交通網オプションの評価

### 6.1 将来交通需要

本調査ではパーソントリップ調査を含む複数の交通調査を実施し、調査結果を用いて交通需要予測のモデリングも実施した。現況（2012年）および将来（2035年）のトリップパターン比較を図 6.1 に示す。

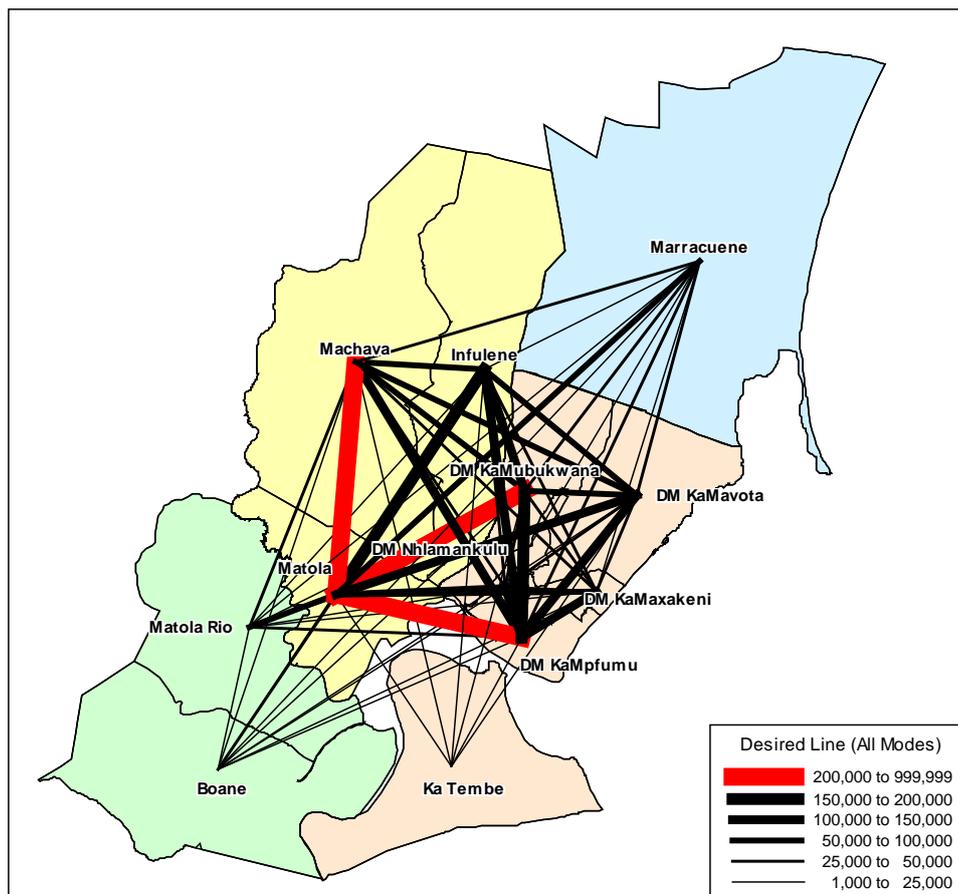
将来的には調査対象地域内への流入、域外への移動の増加が見込まれる（例：マプト都市圏西部では 16,200 トリップ（2012年）が 47,500 トリップ（2035年）になると推定される）。また、調査対象地域内の総トリップ数は 320 万トリップ（2012年）から 670 万トリップ（2035年）に 2.1 倍増加する見込みである。



出典：JICA 調査団

図 6.1 マプト都市圏における交通需要の増加（2012～2035年）

図 6.2 に 2035 年の希望線図（ゾーン間トリップ数）を示す。



出典：JICA 調査団

**図 6.2 2035 年希望線図**  
**(すべての交通機関、土地利用パターン A [現況追随])**

既存および建設中の道路網以外にインフラ投資がなされない場合、2035 年には主要幹線道路の渋滞は深刻になる。2035 年の予測交通量を既存道路に配分した結果を図 6.3 に示す。

リングロード（中国支援により建設中の環状道路）においても、混雑率が 1.5 に達すると想定される箇所もあり、マプト～マトラ間の国道 4 号線 (N4) 道路においては、160,000 PCU/日の交通量が予想される。これ以外のマトラおよびマプトの道路でも、1.5 以上の混雑率が見込まれ、ネットワーク内でも多数の箇所でも 1.5 以上の混雑率が予想される。

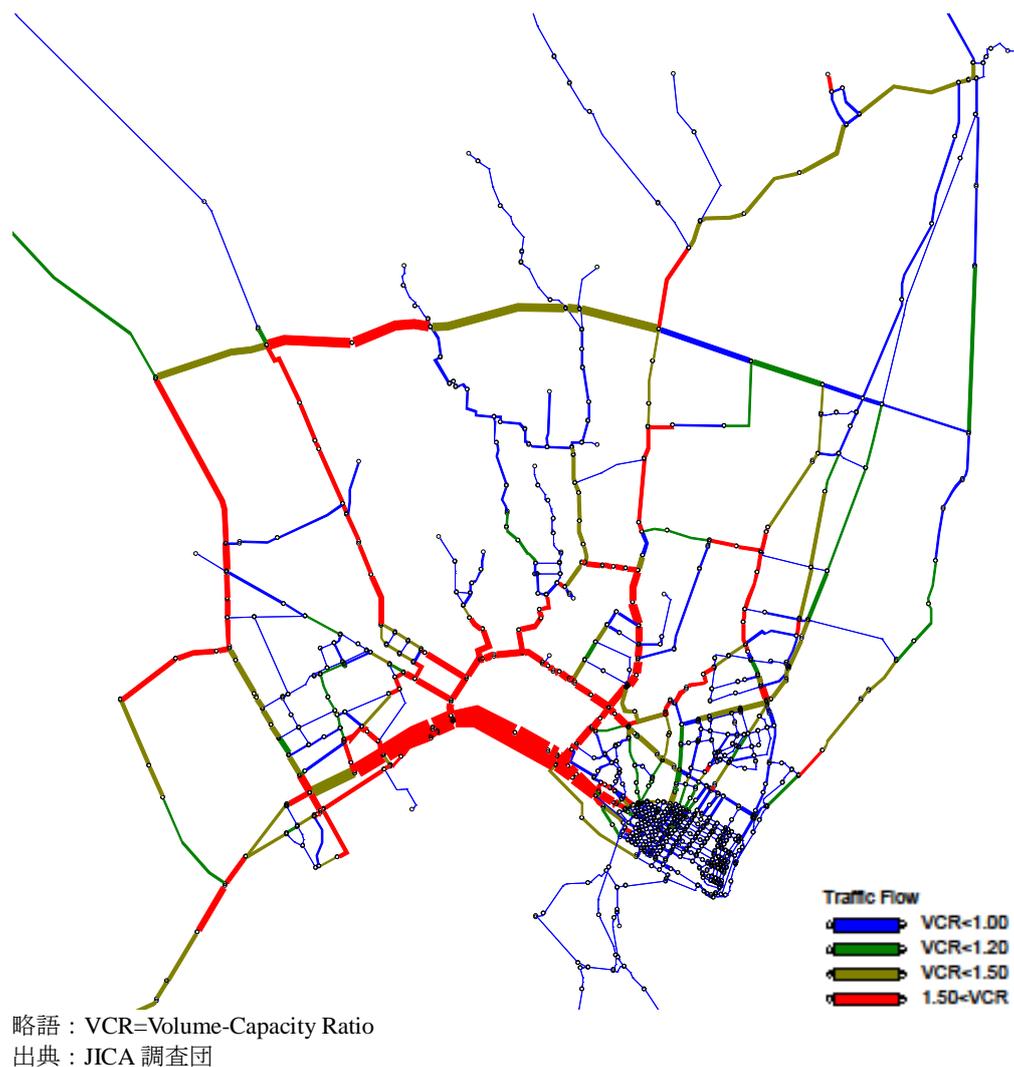


図 6.3 シナリオ A の交通網への 2035 年交通量配分結果

その結果、深刻な交通渋滞を引き起こし、自動車やバス移動の信頼性の著しい低下、さらには騒音・大気汚染、歩行者の安全性の悪化も想定される。

## 6.2 交通需要結果から見たシナリオの比較

上述のように、既存および建設中の道路網以外にインフラ投資がなされない場合（5.3 節で示した交通網代替案の中のシナリオ A に相当）、2035 年には主要幹線道路の渋滞は深刻になる。一方、BRT を基幹としたシナリオ B は（5.3 節参照）、シナリオ A における混雑を多少改善する効果はあるものの、マプト～マトラ間の N4 交通量は 100,000 PCU/日に達し、混雑度は 1.5 を超える。さらに混雑度が 1.2 を超える区間もある。

BRT と鉄道の組み合わせのシナリオ C では全区間で混雑度が 1.5 を下回る。マプト～マトラ間の N4 では最大交通量の区間は 80,000 PCU/日、混雑度は 1.2 に達するものの、交通処理能力の点からはシナリオ C が最も望ましい。

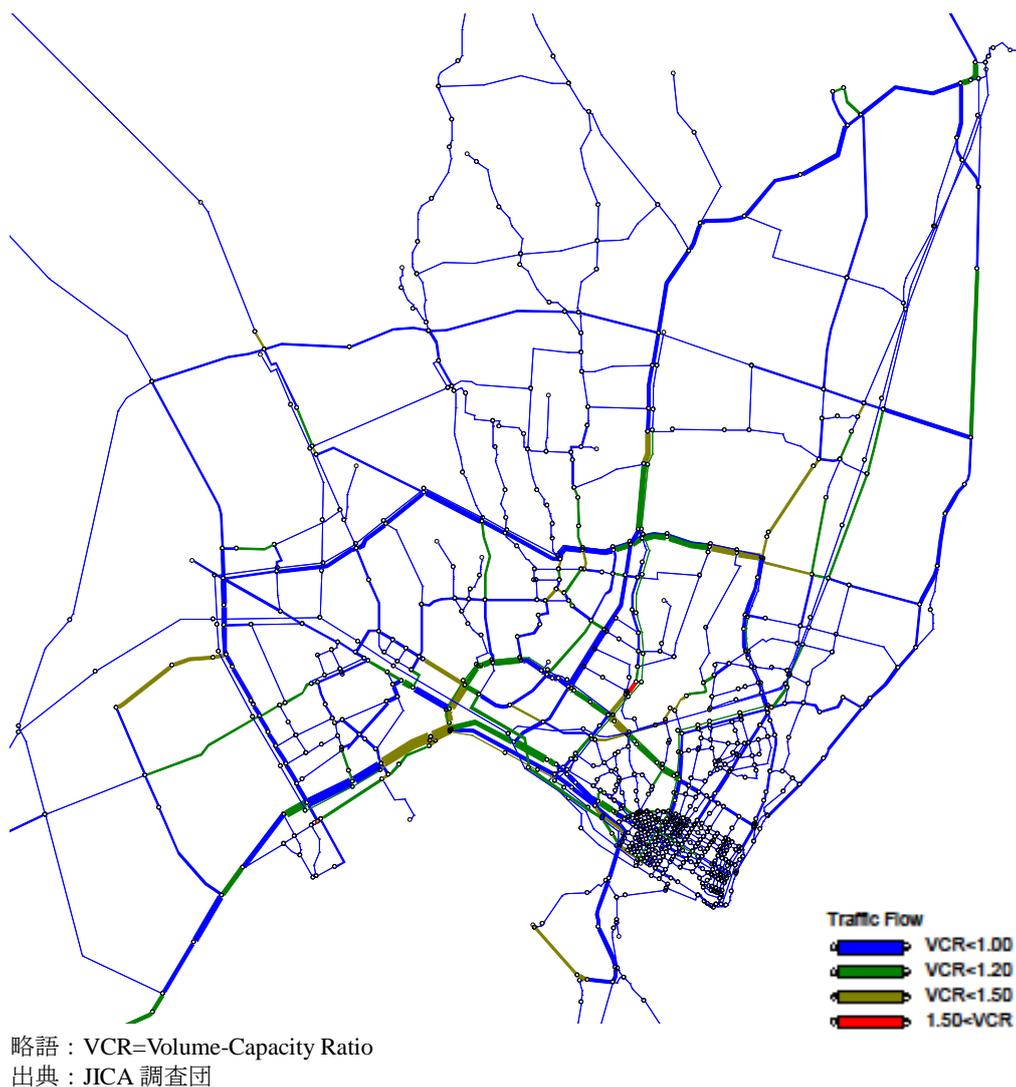


図 6.4 2035 年の交通需要 (シナリオ C)

シナリオの各代替案を比較検討した結果、図 6.5 で示されるシナリオ C の交通網が推奨案として選定された。このシナリオ C をマスタープラン交通網とし、次項以下でマスタープランプロジェクトを提案する。

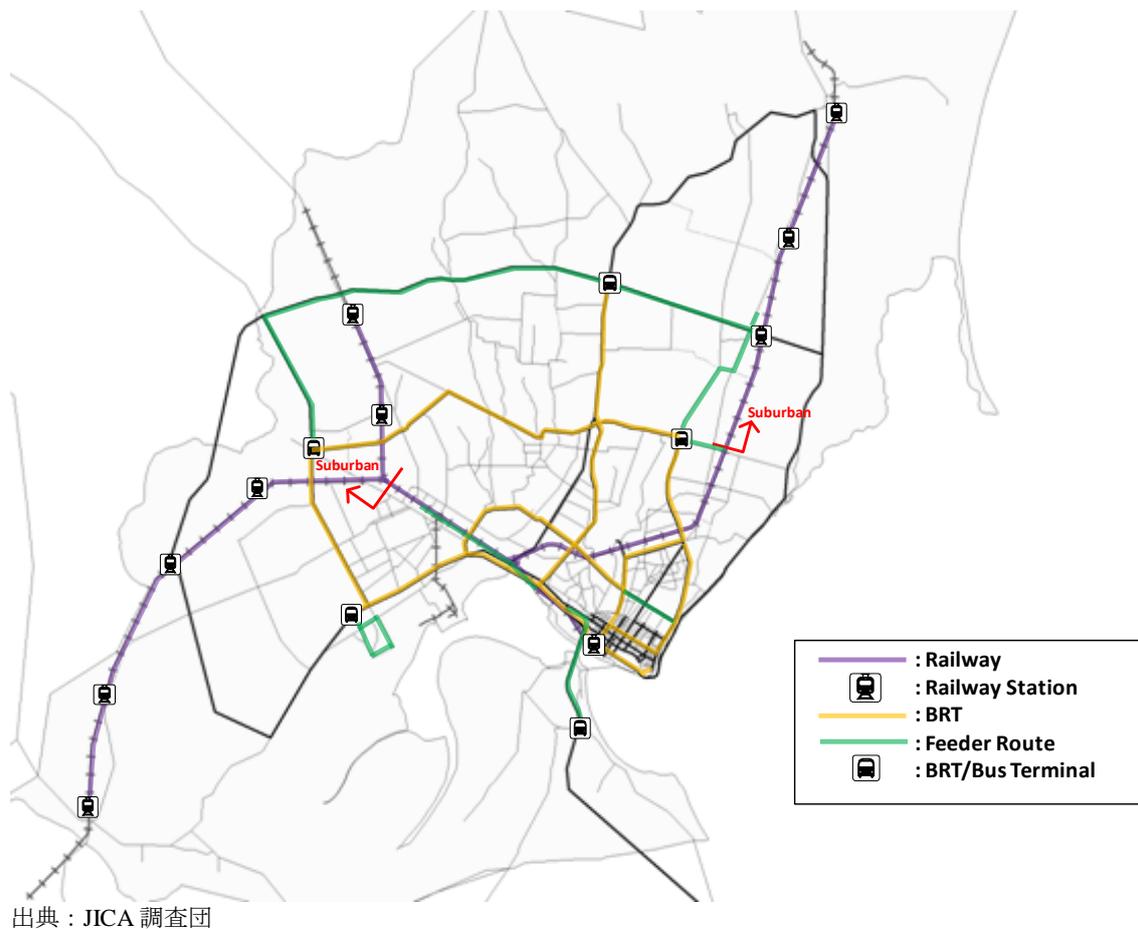


図 6.5 推奨される交通網案

## 第7章 道路ネットワーク開発計画

### 7.1 道路ネットワーク開発戦略

#### (1) 主要幹線道路

マプト市では国道（例：N1、N4）が整備されているものの、都市部での交通処理能力は限界に達している。各地区や主要幹線道路を繋ぐ道路が不足するとともに、国道を補完する道路も不十分である。さらに、未完成部分が残る道路や路面状態が不良な道路も存在する。主要幹線道路は都市の骨格を形成する役割があり、交通量が多い。将来の土地利用計画の推移によると都市部の拡大が予想されるため、この点を考慮した幹線道路網が計画されるべきである。このためには補助幹線道路による交通量の分散、地区間を結ぶ道路網の整備、幅員の拡大、未舗装道路の舗装等による改善が望まれる。

既存道路ネットワークの問題点、交通調査結果、交通需要予測、および将来の開発ビジョンを踏まえた主要幹線道路の整備戦略を以下に示す。

- 交通量の分散
- 道路容量の拡大
- 域内の交通円滑化

#### (2) 地区内および地区間の幹線道路

各地区内および地区間の道路網は未接続な箇所があるなど、不十分なネットワークであるため、一部区間で深刻な交通渋滞が発生している。渋滞緩和には現交通量の分散もしくは道路交通容量の拡大が必須である。

土地利用計画では住宅地および産業地域は郊外への拡大が見込まれている。しかし、既存道路では増加する交通量に対応できないため、これらの地域を連結する道路網整備も必要となる。幹線道路は地区間のアクセスや都市施設を接続する重要な機能があり、社会発展を促す地域開発には必須である。

既存道路ネットワークの問題点、交通調査結果、交通需要予測、および将来の開発ビジョンを踏まえた幹線道路の開発戦略を以下に示す。

- 地区の骨格となる幹線道路の整備
- 交通分散のための迂回路線の整備
- 地区間を接続する幹線道路の整備
- 土地利用開発を誘導する幹線道路の整備

### 7.2 道路開発プロジェクト

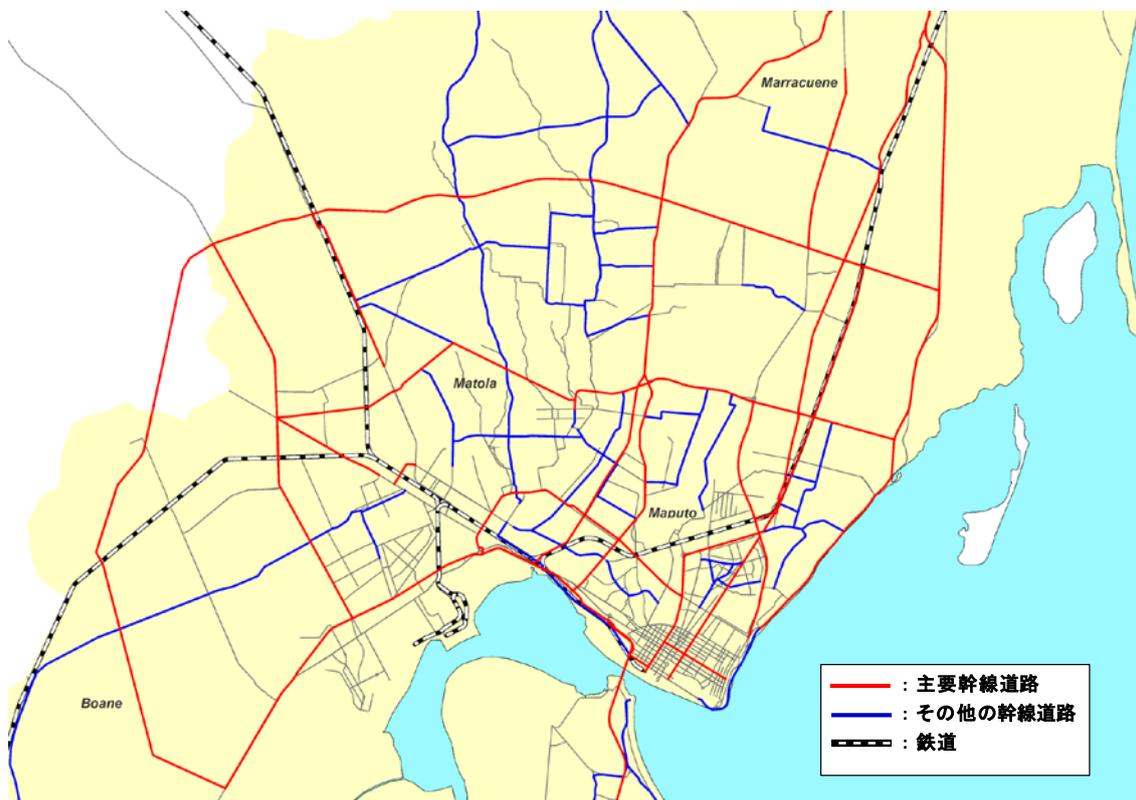
道路開発プロジェクトの概略を表 7.1 に示す。現在工事中の道路も含むと、2035 年には総延長 337.1 km の道路が改修または建設される計画である。

表 7.1 道路開発プロジェクトの概略

タイプ	プロジェクト分類	車線数	延長 (km)
主要幹線道路	Maputo North-south Major Arterial Road	2, 4	47.2
	Ring Road and East-west Major Arterial Road	4	35.8
	Western Matola Industrial Area Major Arterial Road	2, 4	18.5
	National Road and Other Major Arterial Road	2, 4	8.8
その他（地区内・地区間等）の幹線道路	District Arterial Road and Main Street	2	68.4
	Detour Arterial Road for Distribution	2, 4	21.4
	Districts Connection Arterial Road	2	23.0
	Arterial Road for Land-use Development	2	113.9
		総延長	337.1

出典：JICA 調査団

図 7.1 に 2035 年の道路網の状況を示す。



出典：JICA 調査団

図 7.1 2035 年の道路網

## 第8章 公共交通改善計画

### 8.1 公共交通改善戦略

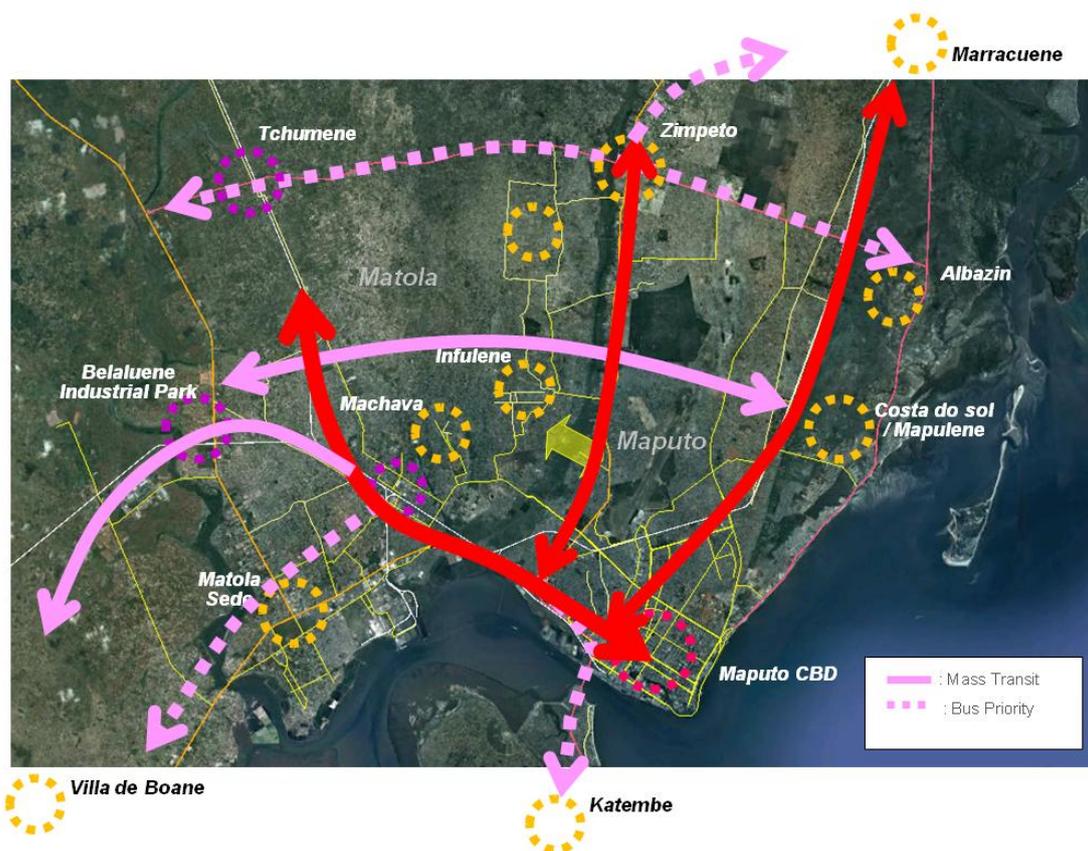
マプト都市圏では公共交通の利用者が多いため、公共交通システムの改善はマスタープランの要となる。しかし、シャパを中心とした既存システムでは、今後の交通需要増加に対応することができず、状況を悪化させることになる。現状、公共交通が抱える問題としては、既存システムの非効率な路線網、輸送容量の不足、低水準のサービス、公共交通関連インフラの未整備、その他組織上の課題や不十分な規制等が挙げられる。

例えば、現在、民間のバス免許は市や州から発行されているが、路線はそのライセンスを発行した機関が管轄する行政区間を超えるものもある。マトラ市からライセンスを付与されたバスがマトラ市を超え、マプトでも運営可能である。州政府も独自に長距離バスのライセンスを発行しているものの、市発行のライセンスを有した路線と一部重なることもある。さらに、ライセンスさえ有していない不法バスも多数運行しているため、規制の境界を整理し、政策調整を行う必要がある。

マプト都市圏が「社会的・経済的に持続可能な国際ゲートウェイキャピタル」を目指すには、公共交通機関が重要な役割を担う。公共交通は本ビジョンの3つの戦略構成要素である(1)多極構造、(2)持続可能な経済開発、(3)国際文化キャピタルにも深く関わっている。これら構成要素を実現させるためには、アクセシビリティ(利便性)の良い公共交通システムを整備する必要があることから、公共交通の開発政策は主に以下を目的とすべきである。

- 自家用車から公共交通へのモーダルシフト
- 自動車の減少、渋滞の緩和
- 公害汚染の軽減、交通費・移動時間の縮小、アクセシビリティの向上等の社会環境の改善
- 持続的な総合公共交通システムの実現

都市交通開発ビジョンおよび上記の戦略・政策を達成するためには、大量輸送機関を含む総合的な公共交通網の実現が望ましく、そのためにはいくつかの選択肢が考えられる。将来需要分析によるトリップパターンの分析から、主要な大量輸送システム回廊を図8.1に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.1 マプト都市圏における主要大量輸送システム回廊

マプト都市圏では、予測される将来需要や費用効率、さらに利用可能な土地があることから、鉄道および BRT システムといった公共交通システムが適していると考えられ、これら大量輸送機関がマスタープランの総合公共交通網の基盤となる。

## 8.2 公共交通開発プロジェクト

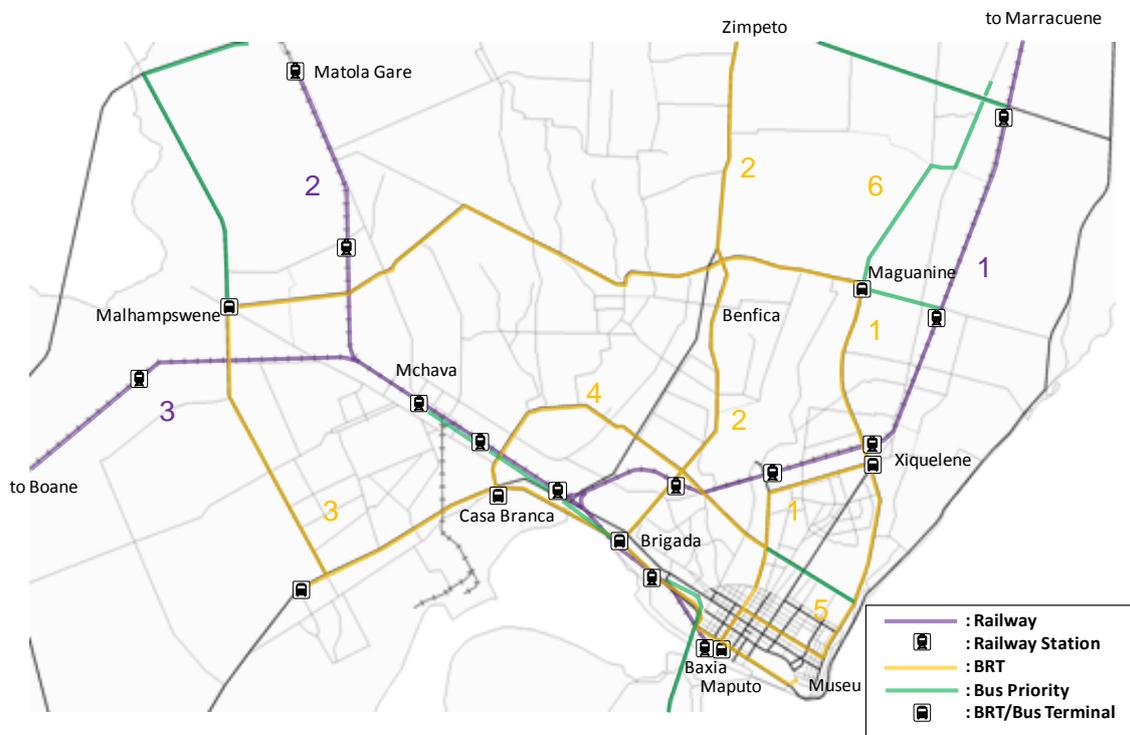
公共交通の開発プロジェクトを表 8.1 に示す。

表 8.1 公共交通開発プロジェクトの概略

分類	プロジェクト/プログラム	延長 (km)
通勤旅客鉄道	1. Maputo–Matola Gare Line	20
	2. Maputo–Marracuene Line	35
	3. Machava–Boane Line	27
BRT	1. Baixa–Maguanine via Xiquelene, Praca dos Herois	12.9
	2. Zimpeto–Benfica–Brigada	16.2
	3. Malhampswene–Ceres–Baixa	21.2
	4. Casa Branca–Joaquim Chissano–J. Nyerere	13
	5. Xiquelene–Museu–Baixa	10
	6. Albasine–via Cardeal A Santo (BRT1 extension)	–
従来型バスの改善	公共事業者・業界の再編	–
	バス産業の能力強化	–
	バス路線計画 (フィーダーバスを含む)	–
	バス車両の更新	–
その他の施策	機関相互の乗り換え施設	–
	歩行者、自転車道の設置	–
	その他の施策 (情報提供、市場開発、乗車券発券)	–

出典：JICA 調査団

提案する大量輸送機関の路線網を図 8.2 に示す。



注：図中の番号は、表 8.1 の通勤旅客鉄道、BRT の番号。

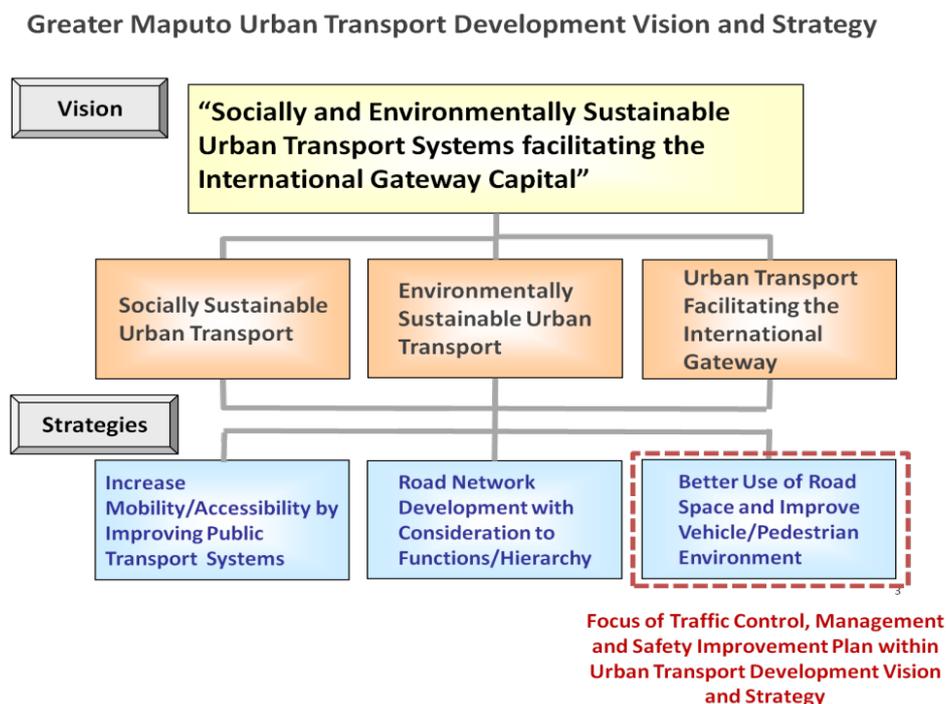
出典：JICA 調査団

図 8.2 2035 年の大量輸送機関路線網

## 第9章 交通管理・運営および交通安全

### 9.1 交通管理のための戦略

マプト都市圏の開発ビジョンを受けた都市交通開発ビジョンおよび開発戦略の中で交通管理および交通安全の戦略上の目指すところは、道路空間の有効利用と車両および歩行者の環境改善にある（図 9.1）。



出典：JICA 調査団

図 9.1 交通管理戦略の位置づけ

交通管理の実施は原則的には短期的なものが多く、比較的少ない費用で道路の利用効率を速やかに高めることができる。特に交通量と道路輸送の状況を考慮し、公共輸送の流れの改善と歩行者の安全に資する短期的な施策が重要となる。

### 9.2 交通管理改善施策

マスタープランにおける交通管理・運営施策としては、信号制御箇所の拡大、交通安全のための各種施策、取締り強化、交通需要管理 (TDM) 等を含む。表 9.1 に短中長期全体の交通管理改善施策の概要をまとめる。

表 9.1 交通管理改善施策の概要（短中長期全体）

分類	施策・対策
短期交通管理施策	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 幹線道路上のバス優先策</li> <li>• 新興郊外住宅地へのアクセス改善のための一方通行システム（“Bairros Populares”）</li> <li>• 交差点、幅員狭小箇所等ボトルネックの交通流改善</li> <li>• 短期的・低コストで可能な交差点改善</li> </ul>
交通信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 信号設置の基準作成</li> <li>• 右折専用現示の設置による交通流の円滑化</li> <li>• 広域交通信号制御</li> <li>• 中期的には信号制御箇所の拡大</li> <li>• 信号制御と維持管理に関する関係機関の調整促進</li> </ul>
交通事故および交通安全施策	<ul style="list-style-type: none"> <li>• デジタルデータベースの整備</li> <li>• 事故多発箇所の歩行者対策</li> <li>• 飲酒運転の対策（取り締まり、検査器具の導入）</li> <li>• 安全運転技術と教育の向上</li> <li>• 車両検査等による不適切車両の制限</li> <li>• 交通取り締まりの近代化</li> </ul>
駐車施策	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存短時間駐車の有効活用</li> <li>• 障害者等の駐車需要への配慮</li> <li>• 歩道駐車対策（防護策設置、規制の強化）</li> <li>• 駐車規制と促進の組み合わせ</li> </ul>
交通需要管理 (TDM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 乗車率の高い車両専用 (HOV) レーン</li> <li>• 短時間駐車枠の増加</li> <li>• 道路関連税と交通違反に対する罰金の見直し</li> </ul>
ITS の応用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可変表示情報板</li> <li>• 駐車場誘導市街地表示の設置</li> </ul>

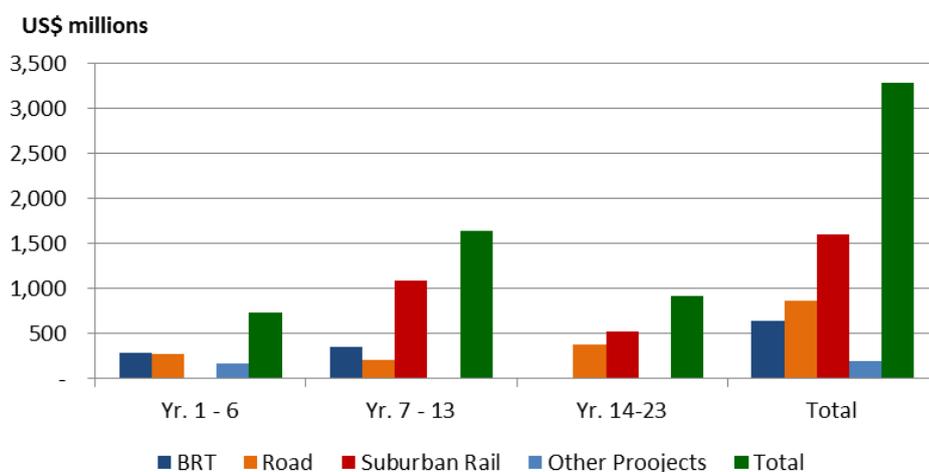
注：短期・中期・長期それぞれの期間の段階的施策（案）の概要については、表 13.1 を参照。

出典：JICA 調査団

## 第10章 概算投資額

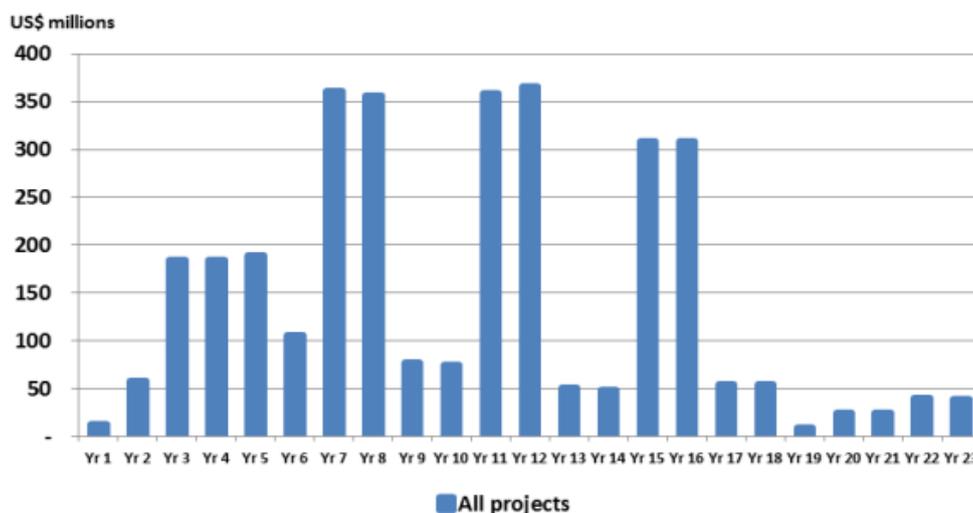
### 10.1 マスタープラン投資額

マスタープランで提案されたプロジェクトへの総投資額は、今後 23 年間（2013～2035 年）で 33 億ドル（1,001 億メティカル）と見積もられている<sup>9</sup>。BRT、道路、および通勤鉄道への投資総額は、総投資額の約 94%を占める。図 10.1 にマスタープランへの総投資額および短中長期毎の投資額を示す。また、年度毎のマスタープラン投資額を図 10.2 に示す。さらに、マスタープランプロジェクトのサブセクター毎の投資費用の概要を表 10.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 10.1 マスタープラン概算投資額



出典：JICA 調査団

図 10.2 年度毎のマスタープラン概算投資額

<sup>9</sup> 全ての値は 2012/2013 価格

表 10.1 マスタープランプロジェクトの投資額概算

番号	交通関連プロジェクト	概要	時期 <sup>a</sup>	概算投資額 (百万)
1.	道路 (8プロジェクト)	環状道路、主要幹線道路、補助幹線道路の新設および既存道路の拡幅・改良	2～23年次	MT 26,130/ USD 857
2.	通勤鉄道 (3プロジェクト)	マプト近郊の複線鉄道新設、車庫、車両の増強	7～16年次	MT 48,939/ USD 1,605
3.	BRT (3段階の整備)	路線の最適化、車両とインフラ・関連施設整備、組織強化、ITS 技術、管理運営	3～13年次	MT 19,296/ USD 633
4.	従来型バス (5プロジェクト)	組織能力強化、路線網の計画、車両および関連施設、業界の再編	1～5年次	MT 3,984/ USD 131
5.	交通管理 (14プロジェクト)	交通流改善（一方通行、バス専用、HOV）、車両感应式信号、交通管理・事故データベース、取り締まりプログラム、研修	1～23年次	MT 1,786/ USD 58
合計				MT 100,134/ USD 3,283

略語: HOV = high-occupancy vehicle, ITS = intelligent transport system(s)

注: <sup>a</sup> 開始は 2013 年 4 月 1 日を想定

出典: JICA 調査団

## 10.2 資金調達源

マスタープランプロジェクトの資金源としては、政府予算（借入除く）、公債、開発援助 (ODA) 資金、官民協調 (PPP) 資金、および開発利益還元型公共交通整備等が考えられる（表 10.2）

表 10.2 資金調達源

資金調達源	概要
政府予算（借入を除く）	税収を財源とする政府予算（中央政府およびマプト都市圏）；運輸・交通関連の特別予算（例：国レベルの道路基金や市レベルでの FIA <sup>a</sup> ）
公債（国債・地方債）	政府が債権（国債・地方債）を発行し、国内外の市場から資金調達。 (注：2012 年時点の「モ」国の公的債務は 65 億ドル（1,990 億メティカル）、GDP の約 46%である。)
開発援助 (ODA) 資金	二国間援助機関や国際機関からの開発援助 (ODA) による無償資金援助やローンを利用。
官民協調 (PPP) 資金	公的事業への民間参加は全額資金提供／高いリスクの負担から一部の資金提供に運営段階は政府が支援などの形がある。
開発利益還元型公共交通整備	公共交通路線沿いに住宅や商業開発を促し、公共交通運営開始後の地価上昇を活用。

注: <sup>a</sup> Fundo de Iniciativa Autárquica (FIA) は中央政府からの資金移動

<sup>b</sup> IMF 数値より算出: 「Fifth Review under Policy Support Instrument」, 3 January 2013, Table 1, p. 19.

出典: JICA 調査団

上述の中で、政府予算が最大の資金源となることが想定され、本調査では、マスタープラン総投資額の 7 割程度と見込んだ。政府予算（中央政府およびマプト都市圏）からの想定支出額と対GDP比率を図 10.3 に示す<sup>10</sup>。

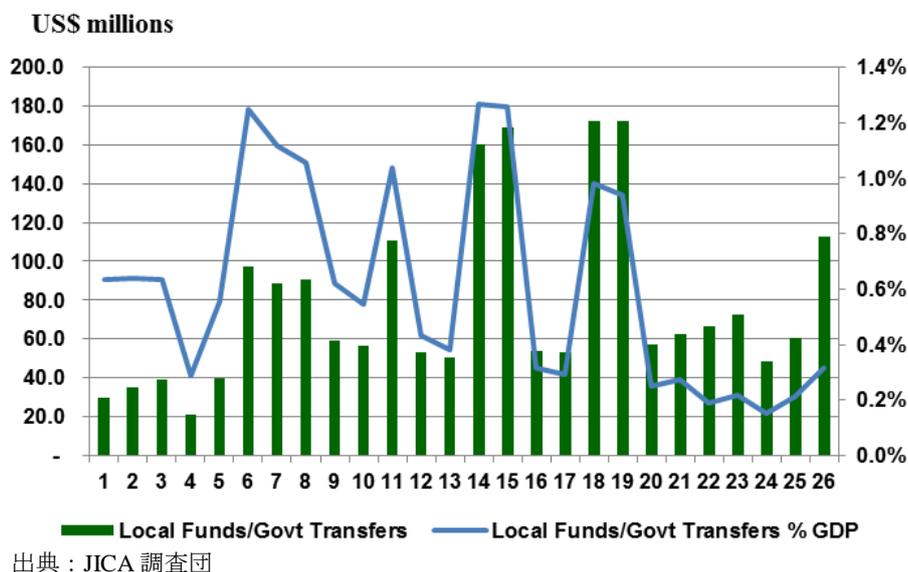


図 10.3 政府予算からの支出額（想定）と対 GDP 比率（2010～2035 年）

マプト都市圏の交通関連政府予算額は、2010～2012 年で GDP の約 0.6%であった。マスタープラン実施期間中は、政府予算からの支出額を平均して GDP の 0.6%、投資が多い時期には最大 1.25%～1.27%と推計された。「モ」国の GDP が増加し、マスタープランプロジェクトも完了間近になる頃には GDP の 0.3%以下になることが予想される。

IMF の予想によると、2013～2017 年の「モ」国政府の歳入は GDP の 23.1%～24.5%になる。マスタープランプロジェクトの年間投資額は最大で「モ」国政府の歳入の約 5%と推計される。マプト市およびマプト都市圏の公共交通改善の重要性を考慮すると、「モ」国の税収入から見積額をプロジェクトに割り当てることは合理的かつ達成可能と考えられる。

<sup>10</sup> 2012/2013 価格

## 第11章 経済、社会および環境評価

### 11.1 経済評価

第6章で明らかにしたように、推奨するシナリオは土地利用シナリオ C および交通網シナリオ C である。これは最大限に投資するシナリオである。以下では、現在実施中または計画決定済のプロジェクトに限った、最小限の交通プロジェクト投資であるシナリオ A とシナリオ C とを比較する。最大限の投資とは既存バス網を始め、BRT、鉄道、道路および交通管理の投資を含むものである。以下に手法概要を示す。

- 交通需要予測結果を基に、経済評価のパラメーター、2035年までの便益を算出
- 投資コスト（投資年次ごと）を算出
- 初期投資を基にした年間の便益と比較
- コスト・便益を合わせたキャッシュフロー分析の実施

経済分析の結果、マスタープランプロジェクト全体の経済的内部収益率 (EIRR) は11.5%と推計された。マスタープランプロジェクトは、大規模投資を必要とする鉄道案件が複数（3件）含まれているものの、「モ」国の交通インフラ案件で一般に用いられる資本の機会費用（12%）と同等の推計結果であり、本マスタープランの実施は国民経済的に見て、妥当と考えられる。

### 11.2 戦略的環境アセスメント (SEA)

本調査では SEA は JICA ガイドラインに沿って3段階で実施された。まず、将来の都市開発ビジョン策定の段階で3つのオプションを検討し、その環境社会に対する影響を比較した。その中で、環境社会に対する配慮の度合いが最も高いと評価されたものを最終的に大マプト都市圏の開発ビジョンとして選択した。次に、公共交通開発シナリオ策定の段階において、3種類のシナリオを比較検討した。住民移転、二酸化炭素の排出量削減等の、予め設定されたクライテリアにより、総合的に環境社会に対する負の影響が最も小さいシナリオ C（コンパクト回廊開発）をマスタープランにおける土地利用と交通網パターンとして採用した。最後に、本マスタープランにおいて、現時点で予測される環境社会への影響と、その緩和策について検討を行った。

本マスタープランについて、最も大きな負の影響が懸念される項目は、大規模な非自発的住民移転の発生である。現時点では、2,000世帯以上の非自発的住民移転の発生が見込まれている。このような大規模の住民移転の発生が回避不可能な場合、JICA 環境社会配慮ガイドラインでは、住民移転計画 (RAP) の作成が必要とされている。RAP では、住民に対する適切な補償や、円滑な移転や生計再建の補助、苦情処理手続き、情報公開、モニタリング計画等を定める必要がある。

また、JICA 環境社会配慮ガイドラインによればステークホルダー会議の開催も必要とされているが、これについては、2013年6月中にカウンターパートが実施するステークホルダー会議を支援した。

## 第12章 組織改善および能力強化

マスタープランで提案されているプロジェクトの実施とその後の更新がなされるためには適切な組織体系とその組織自身の能力および関係する人員の能力強化が必要である。マプト都市圏の都市交通プロジェクトの計画立案とその実施における問題点の1つとして、中央と州および市政府との効果的な調整機能の欠如が指摘されている。

過去には「モビリティ・コミッティ」にて交通ネットワークの開発に係る調整が実施されていた。このコミッティは2008年に設立され、7つの機関を代表する13名で構成されていた<sup>11</sup>。会合は定期的に行われていたが、決定事項の法的拘束力はなく、フォーラムとしての機能のみ果たしていた。本調査開始後にマプト市が中心となって、周辺の市や地区の代表者によって構成される新しいモビリティ・コミッティの設立が検討されている。このコミッティは都市圏の都市交通課題に取り組むためのものであるが、機能を果たすためには「モ」国の中央政府の関係機関の参加も必須である。2012年2月10日付の公式文書(Official Letter No. 37/GP/2012)で、市長は効率的、そして持続可能な調整機関として「メトロポリタン交通委員会 (Metropolitan Commission of Transport)」の設立を要請している。マプト都市圏はマプト市の行政区域を超えているため、都市交通マスタープランの準備および実施のために機関の新設が必要であると訴えた。

また、市や地区の行政機関の能力強化のため、現在は不足している都市交通関連の人材を育成すべく、高等教育などの都市交通や交通関連のコースの強化も必要となってくる。「モ」国のほとんどの土木工学部の授業には道路ネットワーク整備の授業は含まれるが、「モ」国のニーズに対して、受講している人数はまだ少ない。政府機関における人材不足もあるが、高等教育で都市交通関連のコースも限られている。

本調査団は、組織改善および能力強化プログラムとして、以下の計画を提案している。

- マプト都市圏運輸交通庁の設立 (GMMTA)
- 運輸・交通研究所の設立 (既存教育機関内に設置)

提案されているGMMTA (Greater Maputo Metropolitan Transport Agency) は主に関係機関の調整・諮問の役割を果たす。マプト首都圏にある鉄道、水運、道路および道路輸送、橋梁そして交通管理の都市交通を担う関係機関はこの組織の下で活動することになる。この組織の狙いは、マプト首都圏の中の様々な運輸交通に関わる機関の効果的な事業実施とそれぞれの機関の調整を円滑にすることである。

GMMTA を公営組織として設立することによって政府機関よりも責任範囲が柔軟に制定でき、また、人員採用も自由に実施できる。GMMTA の構成として道路、公共輸送、交通管理、研究部門や研修部門などといったいくつかの課 (あるいは部) が考えられる。監督官庁としては、マプト市、マトラ市、ボアネ市、マラクエネ地区あるいは運輸通信省があげられる。

公的機関および民間組織の中での都市内の運輸・交通問題に適正に取り組むことのできる専門家が不足している。現在のところ、モンドレナ大学、ISUTC 等の高等教育機関では

<sup>11</sup> モビリティ・コミッティの議長は INATTER (当時の INAV) の CEO であった。

それら分野の教育を行っていない。提案されている運輸・交通研究所は既存の教育機関の中に配置することも可能である。この研究所の卒業生は中央あるいは地方政府、公営企業、運輸事業会社および民間コンサルタントなどの実務につくことが見込まれる。GMMTA の政策・計画・研究部門は研究所の学生や研究者を受入れ、実務経験を積む機会を提供し、また研究所は GMMTA 職員が学問上の資格を取得する機会を提供することができる。

## 第13章 マスタープランの概要および優先プロジェクト

マスタープラン（案）の概要を表 13.1 に記した。この表では、提案したプロジェクトを 4 つのカテゴリーに分類している。これら 4 つの大枠プログラムは、今後 20 年間で整備・開発を実施すべき主要分野であり、以下の通りである。

- マプト～マトラ間（東西軸沿い）の交通整備プログラム
- 南北軸沿いの交通整備プログラム
- CBD および周辺の交通管理・関連施策の実施プログラム
- 能力および組織・制度開発プログラム

各プログラムは、短期、中期、長期の施策・プロジェクトから構成され、概要は「プログラム」の列に記した通りである。表中の「主要な開発施策」は、短中長期のそれぞれにおいて実施されるべきプロジェクト（「主要な開発施策」の下に記載）の主要点である。これらのプロジェクトは、本要約の前節までに記した提案プロジェクトの要約である。

マスタープランで提案されたプロジェクトについて、「緊急性」「（潜在的）効果」「実現可能性」を基準としてスコアリングを行い、評点の高い案件を優先的に整備すべき優先プロジェクトとして選定した。これらは、喫緊の都市交通課題に対処し、公共交通指向の都市交通整備に資するプロジェクトであり、短期的実施を要する。

表 13.2 に優先プロジェクトを、上記の 4 つの大枠プログラム毎に記し、道路、鉄道、BRT プロジェクトについて、位置を図 13.1 に示した。なお、表 13.1 の「短期」の列におけるプロジェクト番号（#1, #2 等）は、表 13.2 に記した優先プロジェクトの番号に対応する。

表 13.1 マスタープラン（案）の概要

プログラム	緊急（短期）：2018年	中期（2025年）	長期（2035年）
<p><b>Maputo-Matola 間（東西軸沿い）の交通整備:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>マストラシステムの導入（通勤鉄道・BRT）および公共交通指向型都市開発促進</li> <li>段階的な通勤鉄道・BRT の整備</li> <li>Matola 市における郊外・工業開発のための交通整備、持続可能な都市圏成長を促進するための交通整備</li> <li>都市圏内に加え地域間交通ネットワークの考慮</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>東西軸沿いの緊急に実施すべき主要な交通容量の拡大</li> <li>通勤鉄道整備実施の準備</li> <li>Matola 市における郊外・工業開発のための交通整備</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maputo・Matola を接続する主要な地区道路（#1, 2）（Maputo-Matola 間のバス専用道路含む）、Matola 工業地区における主要幹線道路（#3）、N4 拡幅、Boane 橋の再建（#5）</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maputo-Matola Gare 通勤鉄道線整備の準備（#4）</li> <li>上述の Maputo-Matola 間のバス専用道路</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>東西軸沿いの交通容量拡大の継続</li> <li>マストラシステム開発：(i) 通勤鉄道（公共交通指向型都市開発促進含む）、(ii) BRT</li> <li>地区毎のモビリティの改善</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 整備のための道路改良（主要 3 ルート/区間）</li> <li>内環状道路、その他の主要地区道路、主要街路</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Maputo-Matola Gare 通勤線</li> <li>BRT（主要 3 ルート/区間）</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>秩序ある人口分散を伴う持続可能な都市圏成長を促進するための交通インフラ整備</li> <li>マストラシステム整備の継続（郊外地区への延伸）</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>外環状道路延伸、N2 拡幅（南西部）、郊外開発促進のための幹線道路</li> <li>BRT 延伸のための道路改良</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 延伸</li> <li>Machava-Boane 通勤線</li> </ul>
<p><b>南北軸沿いの交通整備</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>マストラシステムの導入：短中期における BRT 整備、長期における通勤鉄道整備</li> <li>段階的な BRT 整備</li> <li>Maputo-Marracuene 間の接続改善のための交通整備、持続可能な都市圏成長を促進するための交通整備</li> <li>海岸線沿いの環境改善と調和の取れた交通整備</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>マストラシステム開発による南北軸沿いの主要な交通容量の拡大（南北軸沿いの BRT 整備による）</li> <li>Maputo-Marracuene 間の接続改善</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 整備のための道路改良（#6）</li> <li>Maputo-Marracuene 接続道路（#9）</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT (Baixa-Maguanine 間)（#6）</li> </ul> <p><b>マプト市内の東側</b></p> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 整備のための道路改良（#7）および N1 バイパス（#8）</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT (Zimpeto-Benfika-Brigada)（#7）</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 整備による南北軸沿いの交通容量拡大の継続</li> <li>地区毎のモビリティの改善</li> <li>海岸線沿いの環境改善</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 整備のための道路改良（Julius Nyerere 線）</li> <li>他の主要幹線道路、主要地区道路、主要街路</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Costa do Sol 地区における道路</li> <li>BRT（Julius Nyerere 線）</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>他の主要幹線道路、主要地区道路、主要街路</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>秩序ある人口分散を伴う持続可能な都市圏成長を促進するための交通インフラ整備</li> <li>マストラシステム整備の継続（郊外地区への延伸）</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>郊外開発促進のための幹線道路</li> <li>BRT 延伸のための道路改良</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 延伸</li> <li>Maputo-Marracuene 通勤線</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>郊外開発促進のための幹線道路</li> <li>BRT 延伸のための道路改良</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>BRT 延伸</li> </ul>
<p><b>CBD および周辺の交通管理・関連施策の実施</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>短期における主要ボトルネックの除去、中長期における交通需要管理（TDM）施策実施</li> <li>段階的な交通信号整備</li> <li>短期における関連緊急施策の実施、中長期における交通管理関連の規制・取締りの強化</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ボトルネック箇所における短期的交通管理施策の実施</li> <li>交通信号整備の初期フェーズの実施</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>主要ボトルネック交差点の改良（#10）</li> <li>主要ボトルネック箇所に係る交通管理施策（#11）（例：バス優先レーン、一方通行）</li> <li>短期における交通信号整備（#12）（例：信号設置基準、主要交差点における右折問題への対処、交通管制センター運営開始）</li> <li>他の関連施策（#13）（例：交通事故データベース整備、事故多発地点での安全対策、ドライバー教習・教育、新たな路上駐車区域設定）</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中期的な交通管理施策の実施</li> <li>交通信号箇所の拡大</li> <li>交通管理関連の規制・取締りの強化</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>HOV レーンの導入</li> <li>交通管制センターの本格稼働、交通信号の適応制御システム導入、交通信号箇所の拡大</li> <li>他の関連施策（例：車検強化、電子的管理による交通安全施策の実施、路上駐車区域の拡大、歩道駐車取締り）</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>交通需要管理（TDM）施策の実施</li> <li>交通信号箇所拡大の継続</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>輸送に係る TDM 施策（例：ナンバープレートによる一般車両規制、駐車規制、カー・プーリング、HOV レーン）</li> <li>料金 TDM 施策（例：駐車料金、通行料金、自動車税、揮発油税等の値上げ）</li> <li>交通信号箇所拡大の継続</li> </ul>
<p><b>能力および組織・制度開発</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>短期における公共交通セクター能力開発、中期における同セクターの構造改革、長期における財務的持続可能性の達成</li> <li>中期における効果的なマプト都市圏都市交通制度・組織（GMMTA）の確立</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>都市交通サブセクターにおける能力強化</li> <li>効果的なマプト都市圏都市交通制度・組織の確立に向けた準備</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TPM の能力強化・シャパサーサービス向上（#14）、バスネットワーク整備（フィーダーサービス整備含む）および車両更新（#15）</li> <li>マストラシステム整備のための能力強化（通勤鉄道・BRT 整備）</li> </ul> <p><b>都市交通制度・組織</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GMMTA 設立に向けた準備（#17）</li> </ul> <p><b>道路</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>道路維持管理能力の強化（#16）</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>公共交通業界の構造改革</li> <li>効果的なマプト都市圏都市交通制度・組織の確立</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>公共交通業界の構造改革、バスネットワーク改善（フィーダーサービス改善含む）および車両更新の継続</li> <li>マストラシステムの運営向上（通勤鉄道・BRT 整備）</li> </ul> <p><b>都市交通制度・組織</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GMMTA の設立および効果的運営のための能力強化</li> <li>運輸・交通研究所の設立（既存教育機関内に設置）</li> </ul>	<p><b>主要な開発施策</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>公共交通セクターにおける財務的持続可能性の達成</li> <li>マプト都市圏における経験の他都市への応用</li> </ul> <p><b>公共交通</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>公共交通システム（公共バス、通勤鉄道、BRT）の財務的持続可能性向上のための施策</li> </ul> <p><b>交通管理関連</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TDM 施策の実施による都市交通需要の抑制と都市交通運営に使用可能な歳入増</li> </ul>

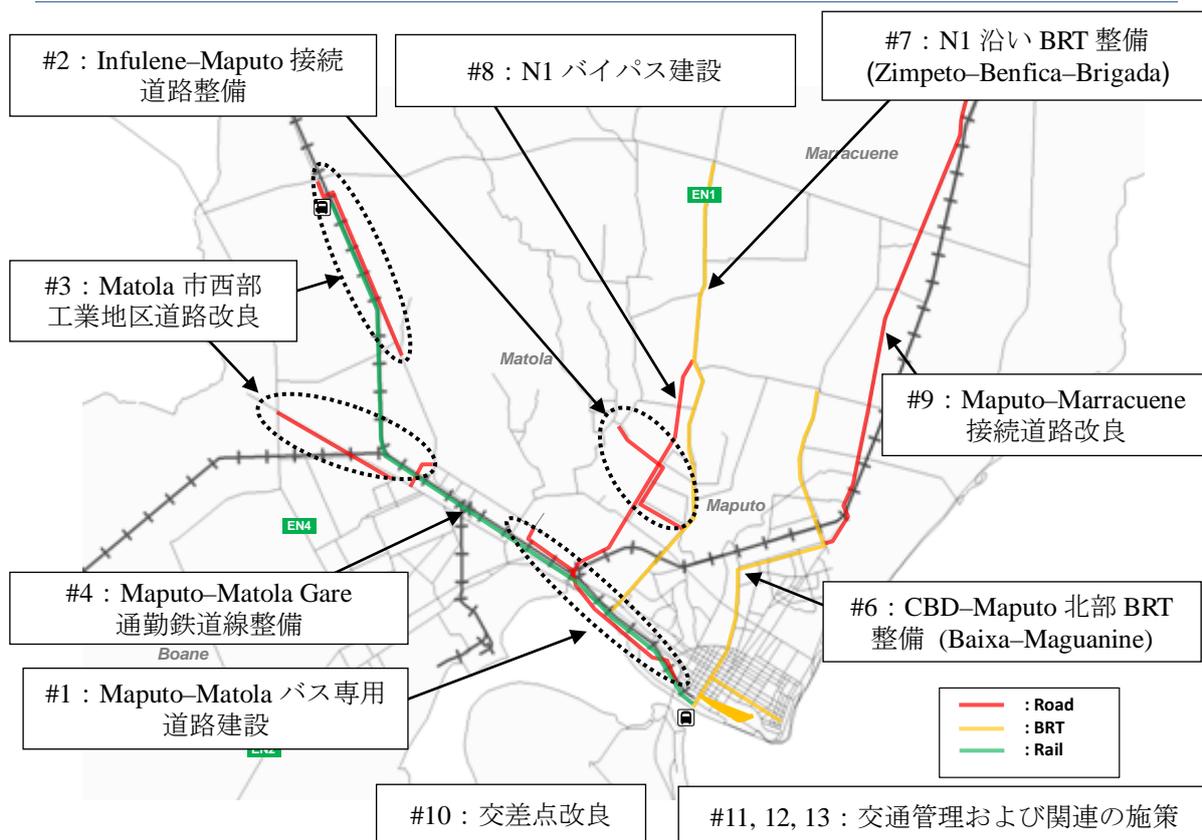
略語: BRT = Bus Rapid Transit, GMMTA = Greater Maputo Metropolitan Transport Agency, HOV = high occupancy vehicle, TDM = Traffic Demand Management. 注: 「短期施策」列における番号（#1, #2 等）は、後述の表 13.2 で示す優先プロジェクトの番号に対応する。

出典: JICA 調査団

表 13.2 優先プロジェクトリスト

No	プロジェクト	区分	概要	延長 (km)	概算費用 (百万 USD)
<b>東西軸交通整備</b>					
1	Maputo–Matola バス専用 道路建設	道路	Matola 市の Infulene と Maputo 市を 結ぶバス専用道路の建設（鉄道の ROW を活用）	7.2	20.8 (低費用ケース: 13)
2	Infulene– Maputo 接続道 路整備	道路	Matola 市の Infulene と Maputo 市を 結ぶ地区道路の建設・改良	5.7	8.0
3	Matola 市西部工業地区 道路改良	道路	Matola 市西部工業地区における主要 幹線の舗装	11.6	17.6
4	Maputo– Matola Gare 通 勤鉄道線整備の準備	鉄道	Maputo–Matola Gare 通勤線整備のため のプロジェクト準備（既存鉄道の ROW を活用）	20	650 (低費用ケー ス:450、電化込)
5	Boane 橋再建	橋梁	2012 年 1 月に崩壊した Umbulzi 川を 横断する Boane 橋の再建	0.6	10.6
小計				<b>45.1</b>	<b>499.2~707</b>
<b>南北軸交通整備</b>					
6	CBD–Maputo 北部 BRT 整備 (Baixa–Maganine)	道路	当該 BRT 整備に関連の Av. Eduardo Mondlane 改良	2.6	5.9
		道路	他の関連道路の改良	12.4	25.7
		BRT	中心市街地から市北部への BRT 整 備 (Baixa–Maganine)	12.9	136
7	N1 沿い BRT 整備 (Zimpeto–Benfica– Brigada)	道路	N1 の関連区間の改良	19.1	93.0
		BRT	N1 の Zimpeto–Benfica–Brigada 区間 の BRT 整備		
8	N1 バイパス建設	道路	Greenbelt 沿い N1 のバイパス整備お よび N1 と N4 の接続	8.3	154 (低費用ケー ス:約 90)
9	Maputo–Marracuene 接続 道路改良	道路	Marracuene と Maputo を結ぶ Av. Cardeal Alexandre dos Santos の舗 装・改良	19.3	28.6
小計				<b>74.6</b>	<b>379.2~443.2</b>
<b>交通管理施策</b>					
10	交差点改良	交通 管理	ボトルネックとなっている交差点の 改良	—	10.5
11	短期的交通管理施策	交通 管理	円滑な交通流を妨げるボトルネック の除去	—	10
12	交通信号整備	交通 管理	交通信号箇所の拡大、信号制御シス テムの導入	—	50
13	交通安全施策	交通 管理	事故データベース構築、交通安全教 育強化、歩行者安全施策	—	7
小計					<b>77.5</b>
<b>能力および組織・制度開発</b>					
14	バスセクターの能力強 化	バス	TPM 運営能力の強化、バスおよび シャパサービス改善支援	—	5
15	バスセクターの改善	バス	バスネットワーク再編（フィーダー サービス整備含む）、車両更新	—	80
16	道路維持管理能力強化 プロジェクト	道路	マプト都市圏における道路維持管理 能力の強化	—	3
17	マプト都市圏運輸交通 庁 (GMMTA) の設立補	都市 交通	マプト都市圏における交通開発に係 る調整・意思決定を行う組織の設立	—	3
小計					<b>91</b>
合計				<b>119.7</b>	<b>1,046.9~1,318.7</b>

出典：JICA 調査団



注：#1～#13 について示した。なお、#5 の Boane 橋再建については上記地図の外（N2 沿い南西方面）に位置する。

出典：JICA 調査団

図 13.1 優先プロジェクトの位置図

**BOX 13.1 緊急度の高い事業（例）－交差点改良**

優先プロジェクトの中で緊急度が高く、且つ、比較的低い投資額で実施可能な事業として、交通管理施策に含まれる交差点改良があり、主要幹線のピーク時における混雑を悪化させている交差点が事業対象候補になり得る（注：但し、短期の BRT 事業に含まれる交差点は除外すべきである。BRT 路線に含まれる交差点の改良は、BRT の詳細計画が作成された後に実施すべきである）。

また、ボトルネックとなっており、短期の BRT 事業に関連する交差点の改良も有効である。例えば、マプト CBD と市の北部を結ぶ BRT 事業の計画路線は Av. Julius Nyerere の一部区間を含むが、海岸沿いに位置し Av. Julius Nyerere に接続する路線上の重要且つ改良を要する交差点（但し BRT 計画路線外）も対象候補になり得る。

## 第2部 プレフィージビリティ調査

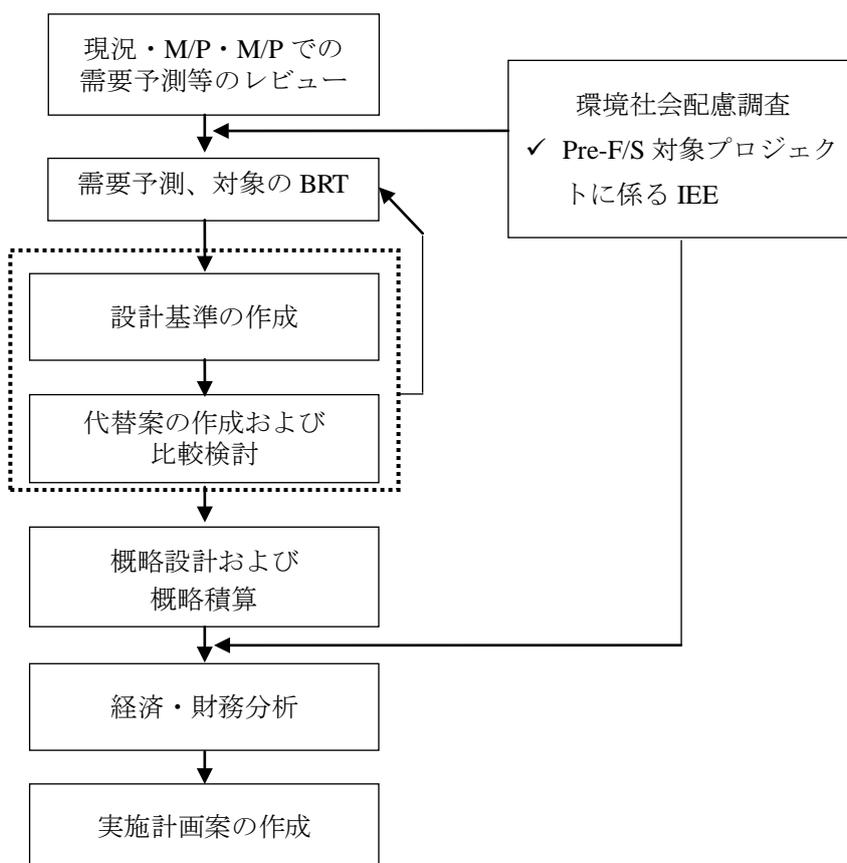
### 第14章 プレフィージビリティ調査概要

#### 14.1 背景

2012年2月から開始された「マプト都市圏都市交通網整備計画」は現況の把握、各種調査を経て需要予測結果の分析を基に関係政府機関との協議後にマスタープラン(M/P)を策定し、2013年になってその結果を発表した。マスタープランでは、2035年を計画目標年次とし、短中長期にわたり整備すべき各種都市交通機関、道路網、交通管理、組織強化の提案を行った。さらに、近い将来に整備すべき交通機関としてプレフィージビリティ調査(Pre-F/S)対象プロジェクトを提案した。

#### 14.2 Pre-F/S 対象プロジェクト

マスタープランでは公共交通依存型都市づくりに沿った基幹公共交通網として、BRT、通勤鉄道など輸送能力の高い交通機関が既存のバスとの組み合わせで提案された。その中から、特に優先度の高いプロジェクトが提案された。選択の基準としては、緊急性、効率・効果、実現可能性などが用いられた。



出典：JICA 調査団

図 14.1 Pre-F/S 調査フロー

ステアリングコミッティ会合での検討の結果、国道 1 号線 (N1) 沿いの BRT が Pre-F/S 対象プロジェクトとして選定された。N1 は南北方向の幹線道路で、中心部に近い区間で 4 車線の道路である。沿道の開発が進んで、交通量のみならず、公共交通（おもにシャパ）の乗り降りが多く円滑な交通の妨げになっている。

Pre-F/S の対象となった N1 上の BRT（マプト駅までの区間を含む延長 19.1 km）の区間は図 14.2 に示すとおりである。なお、交通条件と沿道環境の違いから南区間と北区間に分けて考える（表 14.1）。



出典：JICA 調査団

図 14.2 N1 上の BRT ルート

表 14.1 N1 沿いの BRT の区間

区間	概況
北区間	区間は Benfica–Zimpeto で約 6.6 km BRT 路線は道路の中央 ターミナルを北側に設置 乗客の輸送人数に応じたバスの調達 バスは中央に設置した駅での乗り降りが可能な右側に乗降口 デポの設置 N1 道路上の一般交通の確保（4 車線）
南区間	区間は Malanga–Benfica で約 8.7 km 橋梁の拡幅が必要 基幹バスとの接続施設 Malanga とマプト中央駅の間（約 3.8 km）は既存の鉄道敷きを一部使う デポ、ターミナルの設置 N1 道路上の一般交通の確保（4 車線）

出典：JICA 調査団

## 第15章 プロジェクト区域の現況と課題

### 15.1 自然条件

BRT 計画の障害となる自然条件はほとんどないものの、雨季の豪雨により低地区間の洪水被害の可能性が一点考えられる。計画・建設にあたっては排水系統の計画と排水構造物の配置・建設が、橋梁の拡幅の設計では地質調査等が必要である。

### 15.2 社会・経済条件

マプト都市圏の人口は、周辺部の伸び率が高く、この傾向は今後も続く。一方、マプト中心部の夜間人口は徐々に減少し、中心部は商業と事務所需要が高まる傾向にある。また高い経済成長に後押しされて、自動車保有率も高まる。マトラ、ボアネ、マラクエネの土地利用は人口の伸びを支える利用形態に転換する。

### 15.3 道路と交通

BRT が計画されている N1 は南区間 (Brigada-Missão Roque, 8.7 km) が都市内区間、北区間 (Missão Roque-Zimpeto, 6.6 km) が郊外部と言える。都市内区間は往復 4 車線の道路で、沿道の商業活動も活発で日交通量が往復 30,000 台を超え恒常的な混雑が見られる。一方、郊外の区間は往復 2 車線の道路区間で沿道にも余裕がある。ただ、南北を結ぶ幹線道路が少ないために、交通混雑や災害時の迂回道路網の欠如も問題である。

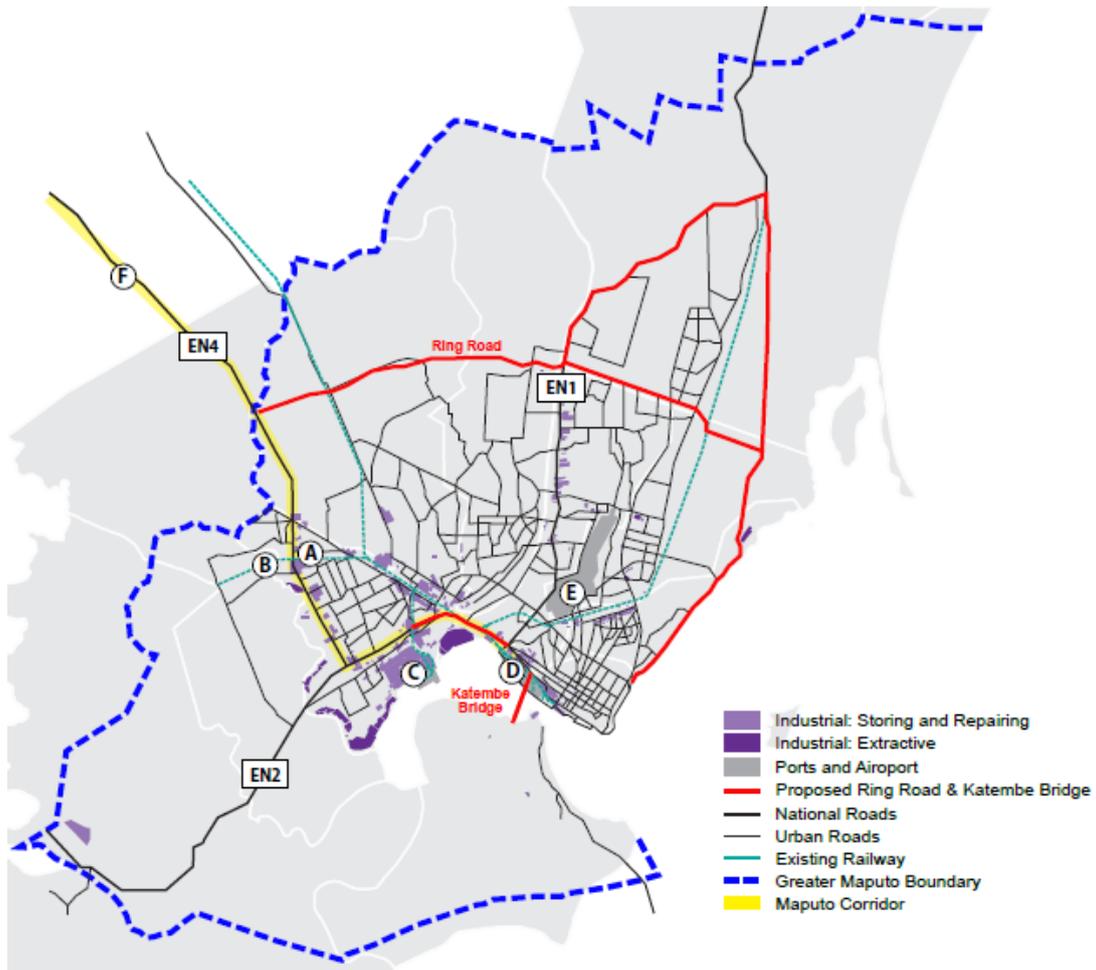
このように、N1 は交通が集中する幹線道路であるため、TPM バスとシャパも頻繁に行き来しており、N1 沿いの公共交通機関利用者にとって重要な担い手となっている。問題は、公共交通機関の現況分析の項でも言及しているように、輸送力の大きい TPM バスは現存のバスを有効に使えていない貧弱な経営で需要に応えていない。シャパが需要の大多数を担う形になるが、不規則な運行、乗換えの不便さ、乗車環境の悪さなど問題が多い。道路交通側から見ると、停車する場所が定まらない、車線上に 2 重に停車して交通を妨げるなどがある。

### 15.4 関連プロジェクト

BRT の計画に関わりのある関連開発プロジェクト位置を図 15.1 に示す。  
図中の記号はそれぞれ以下の通りである。

- A: Belaluene Industrial Park および Matola Industrial Zone
- B: Mozal Aluminum 精錬所
- C: Matola 港
- D: Maputo 港
- E: Maputo 空港
- F: Maputo 回廊

このほかに Ring Road プロジェクト、カテンベ橋、などがある。



出典：PEUMM 2008, PEUCM 2010 および CENACARTA Land Cover 1997 に基づき JICA 調査団作成

図 15.1 マプト都市圏の商業および工業開発プロジェクト位置

## 第16章 需要予測

### 16.1 手法

Pre-F/S 調査時の交通需要予測は、マスタープラン調査時に実施した交通量配分とは異なり、一般バスルートと専用軌道上の BRT 毎に乗降客数を算出する必要があったため、将来の公共交通需要を公共交通ルート上に配分するトランジット配分方法を適用した。一般道路上のバスルートに配分された公共交通需要は、ルート毎に最大必要バス台数が算出されるため、これらバス台数を道路の初期交通量として読み込み、バスによる道路混雑に対応した自動車類の交通量配分を行った。

### 16.2 前提条件

2035 年のマプト都市圏の土地利用は、マスタープラン調査で選択したコンパクト回廊型開発が進んだ場合（シナリオ 3 の土地利用パターンが完成した場合）の OD 表を採用する。この場合の交通機関別交通量は表 16.1 の通りである。

表 16.1 現在および将来のパーソントリップ OD 比較

交通機関	2012		2035-シナリオ 3 (コンパクト回廊型)		2035- シナリオ 3 /2012	2035-シナリオ 1 (現状追随)	
	パーソントリップ (百万トリップ)	%	パーソントリップ (百万トリップ)	%		パーソントリップ (百万トリップ)	%
私事交通	0.34	20.4	1.13	29.8	3.32	1.39	39.1
公共交通機関	1.33	79.6	2.66	70.2	2.00	2.16	60.9
小計	1.67	100.0	3.79	100.0	2.27	3.55	100.0
徒歩	1.42		2.71		1.91	2.95	
合計	3.09		6.50		2.10	6.50	

出典：JICA 調査団

2035 年のトリップは、徒歩利用を含む場合は現況トリップの 2.10 倍、徒歩利用を含まない場合は 2.27 倍に増加する。このうち私事交通は 3.32 倍、公共交通は 2.00 倍に増加する。

徒歩利用を含まないトリップに占める公共交通利用の割合は、現況では 79.6%であるが、将来は LRT、BRT が整備されることになるため、公共交通利用の割合が 70.2%へと約 10%の減少に抑えられている。もし将来にわたり LRT や BRT が整備されず、趨勢型の土地利用のまま推移すると、2035 年には私事交通利用の割合が現況の 20.4%から 39.1%へと増加、一方公共交通利用の割合は 79.6%から 60.9%へと大幅に減少し、道路が著しく混雑することが予想される。

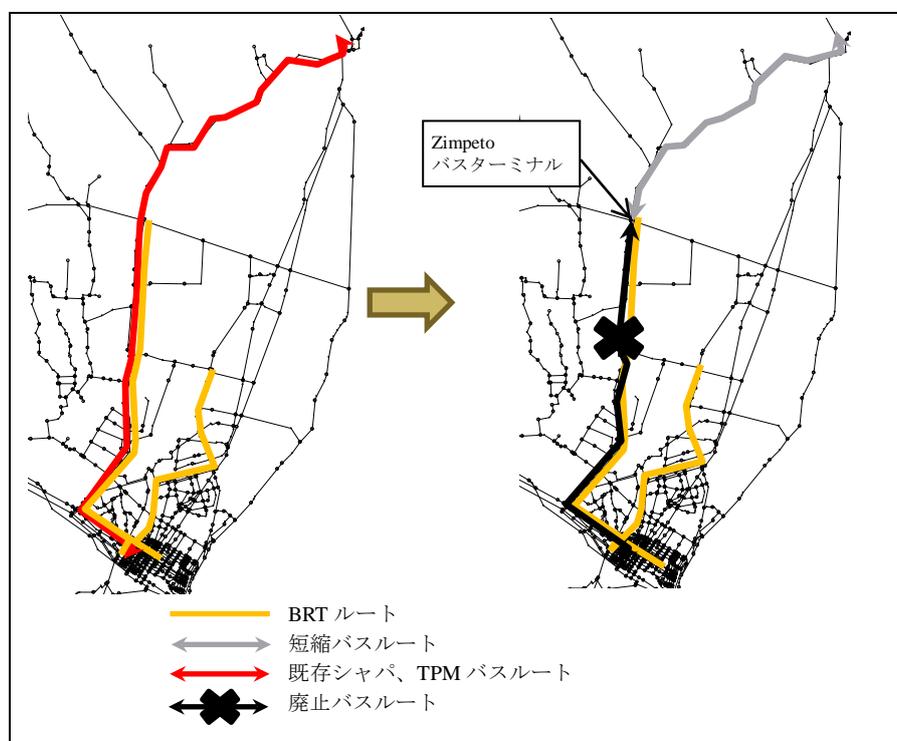
### 16.3 将来道路網、一般バスルート

将来の道路網は、現況道路網に現在建設中である以下の道路が全て完成した場合を想定する。

- Ring Road
- Catembe Bridge Road
- Julius Nyerere Road
- Costa del Sol Road

将来のバスルートは、現在の主要なシャパ/TPM ルートに、上記に示す現在建設中の道路が供用された場合に、考えられる新規バスルートを追加して設定する。一方、BRT と競合するシャパ/TPM ルートに関しては、以下の方針で廃止とルートの短縮化を行う。

- シャパ/TPM の始終点が BRT ルート上にあり、BRT ルートに沿った道路を通るシャパ/TPM ルートについては、これを廃止する。
- シャパ/TPM の始終点が BRT ルート若しくはその延伸道路上にあり、BRT ルートに沿った道路を通るシャパ/TPM ルートについては、終点を BRT のターミナルまでとし、BRT 路線と重複する区間は廃止する。
- 上記見直しを行った後のシャパ/TPM ルートが極端に短くなる場合は、これをフィーダーバスとして整備する。フィーダーバスの料金は無料とするが、利用者は強制的に BRT に乗り換えさせるようにする。



出典：JICA 調査団

図 16.1 N1 BRT とバスルート変更の例

## 16.4 運賃

マプト首都圏内を走行するシャパ/TPM の運賃は、今後も現況の 7.0～32.5 メティカルで据え置かれると考えた（表 16.2）。また、本調査における BRT の運賃として、既に現地政府内にて検討されている 15 メティカルを用いた。

表 16.2 シャパの料金表

単位：メティカル

マプト	7.0			
マトラ	9.0	7.0		
マラクエネ	15.0	17.5	7.0	
ボアネ	17.5	12.0	32.5	7.0
	マプト	マトラ	マラクエネ	ボアネ

出典：JICA 調査団

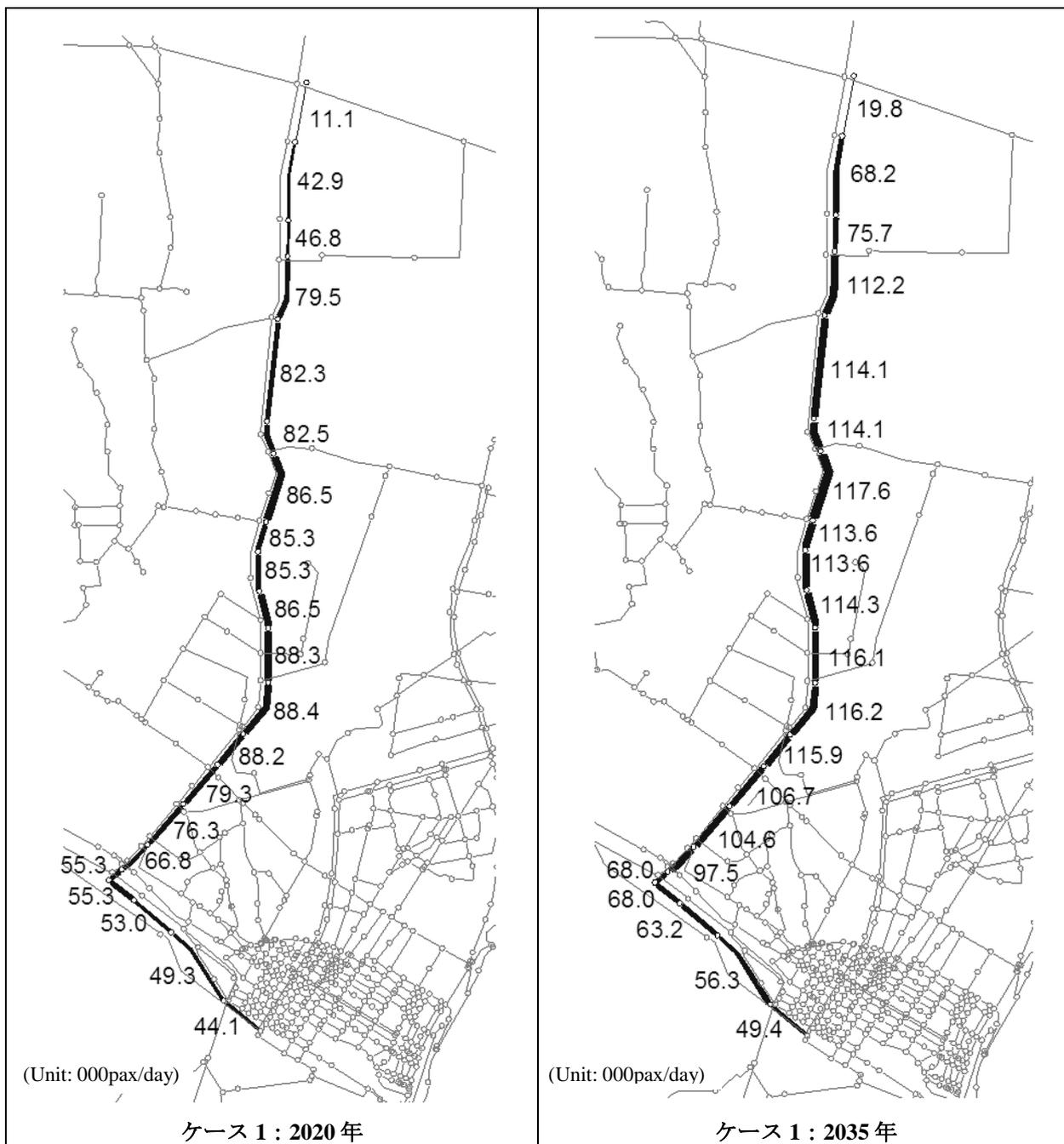
## 16.5 配分結果

計画区間全線が同時期に開通する場合（ケース 1）、2020 年で約 106,000 人/日、2035 年で約 135,000 人/日の利用が見込まれる。しかし、北側（Zimpeto-Missão Roque）のみが開通した場合（ケース 2）、2020 年ではわずか約 1,400 人/日の利用が見込まれる程度である。

表 16.3 N1 BRT の旅客数の見込み

ケース	年	区間長 (km)	旅客数 (人/日)	平均トリップ長 (km)	収入見込み (USD/日)
ケース 1	2020		106,300	12.4	48,200
	2035	19.1	134,800	13.2	63,700
ケース 2	2020		1,400	5.0	700
	2035	7.3	2,200	5.2	1,100

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 16.2 旅客数の見込み（ケース 1）

## 第17章 代替案

### 17.1 マスタープランでの当初ルート

優先プロジェクト選定後、Pre-F/S 対象の BRT ルートは Zimpeto から Brigada (N4 との接続箇所) であった (図 17.1)。



出典：JICA 調査団

図 17.1 マスタープランで提案された当初の BRT ルート

### 17.2 代替ルートの検討

マプト中央駅へのアクセスについては、Brigada から東に進み既存の鉄道路線に沿って直接マプト中央駅に繋がる案 (案 1)、Brigada から 24 Julho を経由する案 (案 2)、混雑している N1 の南区間を半分避ける案 (案 3) が検討された (表 17.1)。

表 17.1 マプト中央駅へのアクセス別代替ルート

案 1 鉄道沿いルート	案 2 24 Julho ルート	案 3 <sup>2)</sup> 空港の南ルート
路線長 <sup>1)</sup> : 19.1 km	路線長: 18.9 km (19.9 km)	路線長: 14.5 km (19.1 km)

注：1) 下段の「路線長」は Zimpeto からマプト中央駅までの距離 (案 1)、または、ブラジル支援予定の BRT までの距離 (案 2、案 3) であり、図中の赤線の距離に等しい。なお、括弧内の距離は、Zimpeto から各ルートを通り、マプト中央駅に至る BRT 総延長。

注：2) 案 3 は Technical Report F: Public Transport Improvement にて検討されている低費用オプション。

出典：JICA 調査団

- 代替案 1  
鉄道沿いのルートは、路線の線形が良く、途中に交差点が無いことから BRT の運用が安全かつ円滑にできる。
- 代替案 2  
24 Julho ルートは、市街値を通るため利用者にとっては便利である。ただ、当該ルートは多くの交差点を通過し、交通量が多く道路は常に混雑している。道路幅員の関係から拡幅工事が必要で市街化された区間の拡幅は時間がかかり費用も高くなる。
- 代替案 3  
空港の南ルートは N1 BRT の距離が最短で費用が少なくなる。ただ、このルートは潜在的需要に応えるルートとなっていない。また、ここでブラジル BRT と合流する形をとるため混雑の悪化が懸念される。

### 17.3 段階的建設

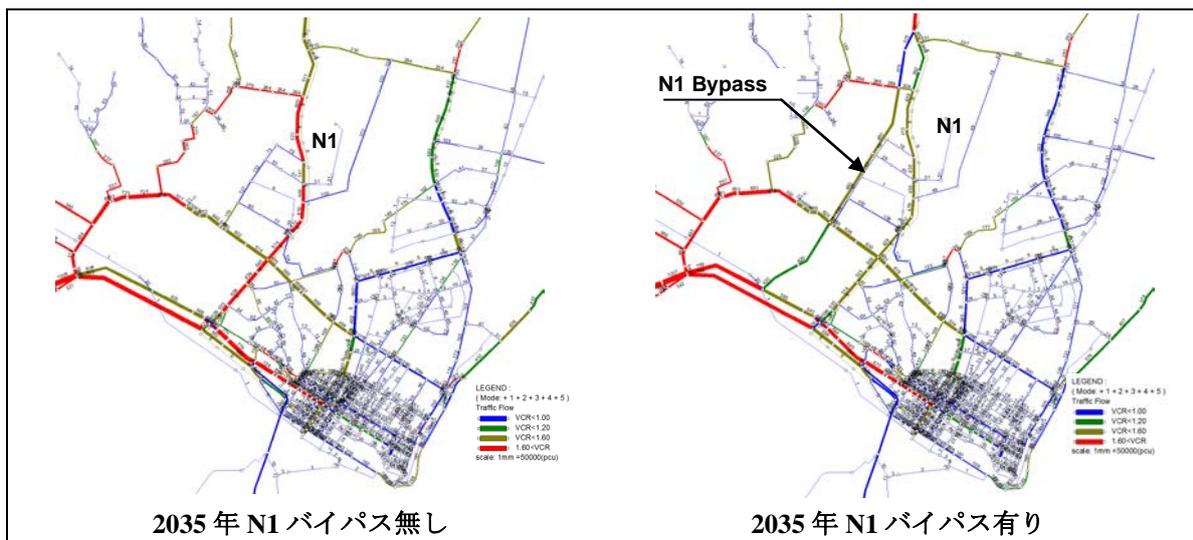
マプト市としては BRT の整備を融資の決まっているブラジル支援の区間を優先的に整備する予定をしている。JICA の Pre-F/S 対象区間の整備は計画の進捗から多少の遅れを想定している。したがって、段階的な整備としては、N1 沿いの BRT は全体としての着手が遅れる見込みである。

一方、約 20 km の区間の BRT N1 路線は短い区間の開通ではその効果が薄いことが予想されるため同時開通を想定している。そのため、対象延長が長く沿道開発が進んでいる南区間 (Benfica-Maputo 駅) は商業施設の移転、道路・橋梁の拡幅のための準備など、直接に交通の支障にならない準備工事を早期に着手する必要がある。北区間 (Zimpeto-Missão Roque) はそれに対して、沿道の開発がまだ進んでいないことと区間延長が短いこともあって、工事着手は南側より遅れる事を想定している。

### 17.4 N1 バイパスの必要性

N1 に BRT が整備され BRT にシフトした公共交通利用者の影響でシャパの台数が減ることが期待され、当面は一般交通の改善が期待できる。しかし、交差点が多く道路網が十分整備されていない段階では交通分散が図れず、交通量全体の伸びと相まって、N1 の混雑解消は一時的である。

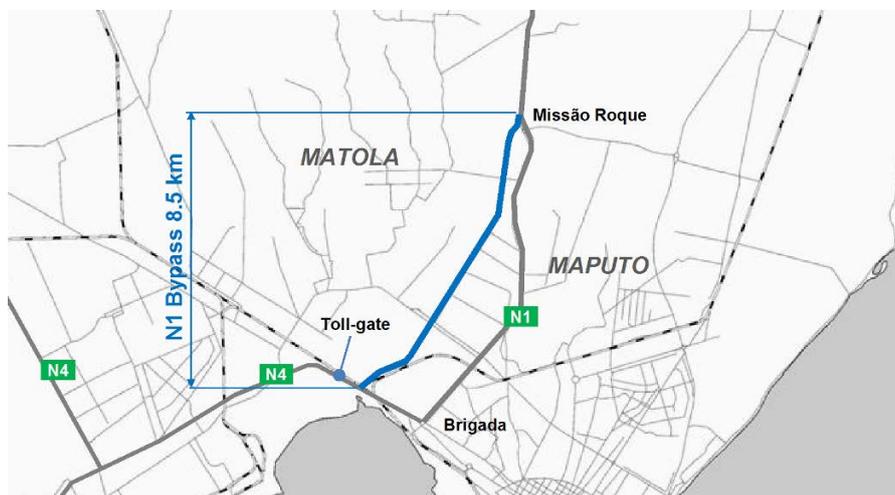
図 17.2 は N1 バイパスが出来なかった場合の 2035 年時点での N1 の混雑度を示している。N1 バイパスが無いと N1 上の混雑率は 1.6 を上回る。一方、N1 バイパスが建設されると混雑率は 1.2 程度にとどまる見込みである。2035 年には道路網が現在よりは整備されることになっているが、同時に自動車交通の伸びも大きいことから、その点でのバイパスの建設の必要性は高いと思われる。さらに、交通量の上での効果のみならず N1 はマプト港と内陸の地域への重要な路線で、特に貨物輸送に果たす役割は大きい。



略語：VCR = Volume-Capacity Ratio  
 出典：JICA 調査団

図 17.2 N1 バイパス有り無しの N1 道路上の混雑度比較

現在想定している N1 バイパスルートは N1 の Missão Roque 付近から分岐して、住宅地の開発がそれほど進んでいない、低湿地の縁を通過して N4 に接続する延長約 8.5 km の自動車専用道路である。出入りを制限するため、基本的な構造は盛土で、交差道路とは立体構造物によることを原則とする。



出典：JICA 調査団

図 17.3 N1 バイパスルート案

## 第18章 BRT の設計

### 18.1 BRT 設計基準

本 BRT システムの設計目標は、限られた費用の中で、利用者の利便性を高め、効果的・効率的な都市交通機関を提供することである。そのために考慮すべき項目を以下に記す。

- 安全性（特にバス停への旅客の安全性、信号交差点）
- BRT の効率性（運行速度の維持、信号タイミングの調整）
- BRT の使い勝手を向上（駅間距離、駅へのスロープ設置など）
- その他の交通の混雑緩和（交差点の構造、可能な限り右折の制限、信号タイミング）
- 環境への配慮（住民移転の最小化、緑の空間の維持、既存道路交通の確保）
- 費用（既存の道路空間を最大利用、平面交差を適用、維持管理の最小化）

#### (1) 設計速度と幾何構造設計基準

設計基準は、安全かつ円滑な交通流を確保するため BRT の通過する地域、交通、道路網により決められる。その中で車線構成は重要な要素である。限られた道路空間の中で BRT、一般車両、歩行者空間（歩道）を適正に配置する必要がある。

ここでの道路基準は ANE の基準、BRT 基準は BRT の計画ガイド (Institute for Transportation & Development Policy's 2007 "BRT Planning Guide) に依っている。基本的には、道路は日交通量 40,000～50,000 台に必要な 4 車線道路を、BRT は時速 60 km を設計に用いる。BRT と並行する道路の設計基準を表 18.1 に示す。

表 18.1 BRT と N1 の設計基準

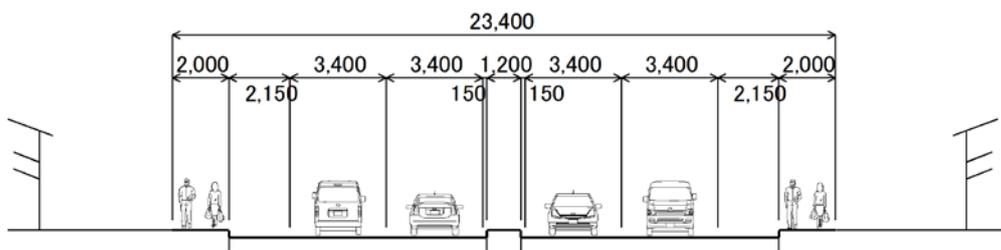
項目	BRT	N1
名称	BRT N1 Line	N1 (国道 1 号線)
道路分類	BRT 専用	ANE 1 級国道
設計速度	60 km/h	60 km/h
車線数	2	4
車線幅員	3.5 m (3.0 m)	3.5 m (3.25 m)

注：括弧内は特例

出典：JICA 調査団

#### (2) 横断構成

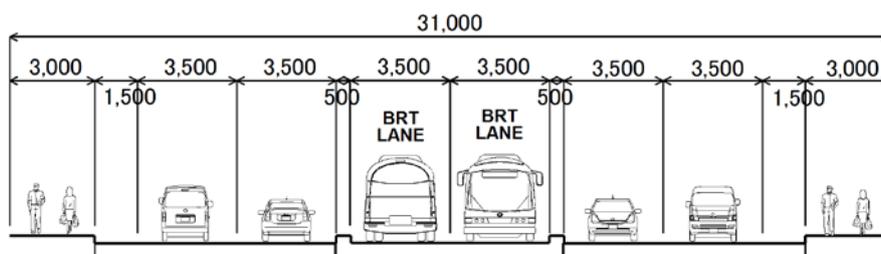
図 18.1 に N1 道路の現況道路構成（標準区間）を示す。



出典：JICA 調査団

図 18.1 N1 現道の幅員構成

計画幅員構成（標準）は、BRTについてはBRTバスの幅が 2.5 mであることを考慮して 3.5 mとし、国道であるN1 の車線幅員は 3.5 mが適用される。また、BRT車線<sup>12</sup>は中央に 2 車線配置されるため 0.5 mの分離帯が設置される。市街地に適用される路肩幅は 1.5 mで歩道は必要最小幅の 3.0 mが適用される。図 18.2 に標準計画車線構成を示す。

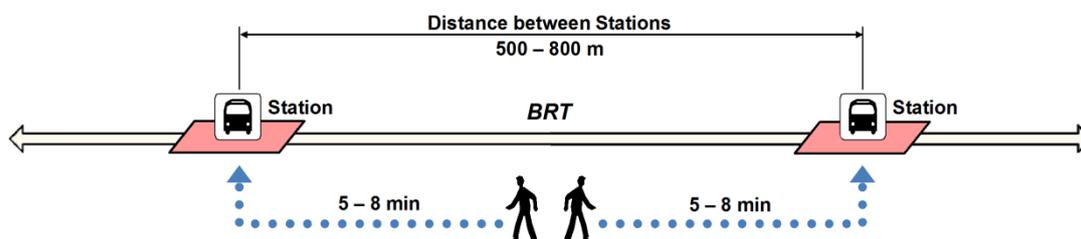


出典：JICA 調査団

図 18.2 BRT N1 路線の標準計画車線構成

### (3) 駅間配置

世界で標準的に用いられている BRT 駅間距離はおおむね 500 m である。バスの性能を考慮すると 500 m では平均旅行速度が時速 28 km である。この距離を 800 m にすると平均旅行速度は時速 35 km に上がる。バスの運用を効率的に行う側面と利用者の利便性を考えると現地状況に応じて 500～800 m に設置するのが適当である。図 18.3 にその関係を示す。



出典：JICA 調査団

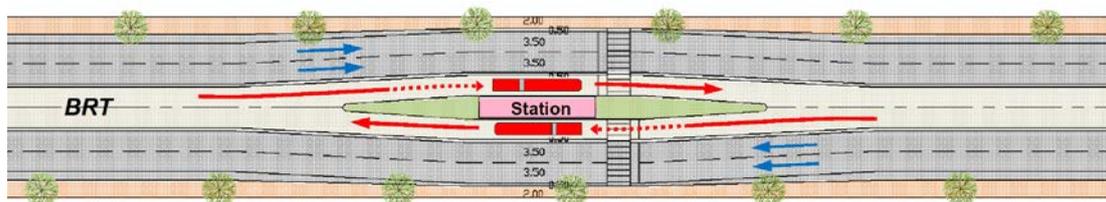
図 18.3 駅間距離とバス停への歩行時間

<sup>12</sup> 本文 5.1.2 で BRT 車線の配置案（中央、歩道側、両外側など）を検討した結果、中央側に BRT 車線を、車線の間に BRT 駅を配置することとした。

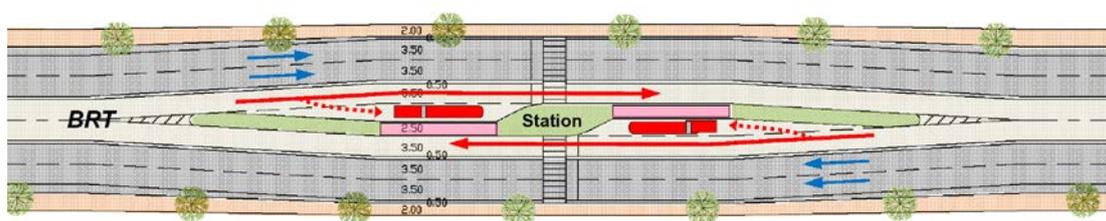
#### (4) 駅の配置図

図 18.4 は中央に配した駅の配置を、追い越し「なし」の場合と追い越し「あり」の場合について示したものである。

##### タイプ-1：中央駅



##### タイプ-2：追い越しを考慮し交互に配置された駅



出典：JICA 調査団

図 18.4 BRT 駅の配置

## 18.2 BRT 設計

### (1) 路線

BRT N1 路線の予備設計は 15.3 km の Brigada-Zimpeto 区間の N1 沿いおよびマプト駅へのアクセス区間 3.8 km の Maputo Station-Brigada について実施された。

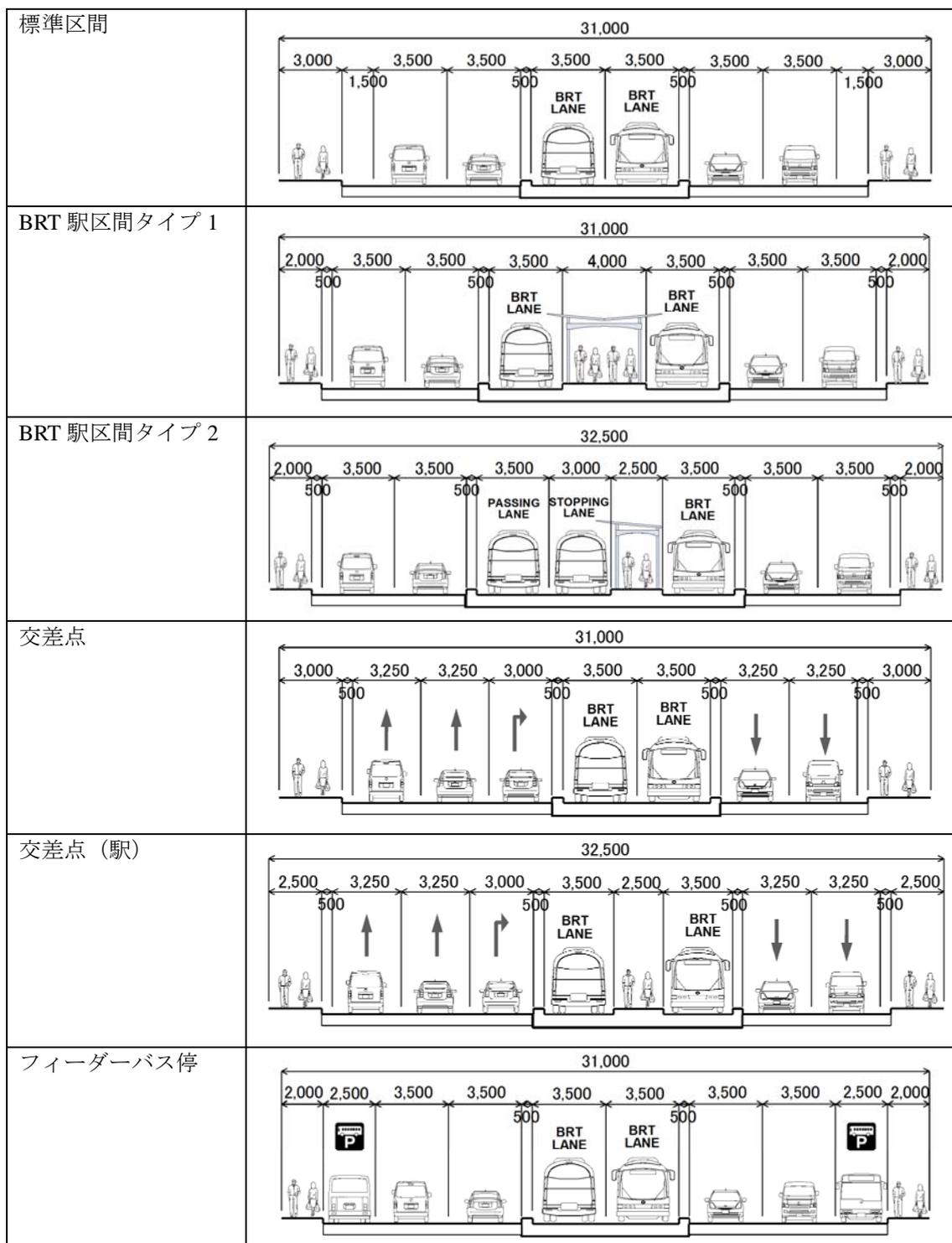


出典：JICA 調査団

図 18.5 BRT N1 路線の路線図

(2) 横断構成

構成は、設計基準を基に N1 の道路用地 (ROW) の有効活用を図ることで設計を進めた。図 18.6 に標準区間、BRT 駅区間、交差点付近、フィーダーバス停区間などの各種横断構成を示す。



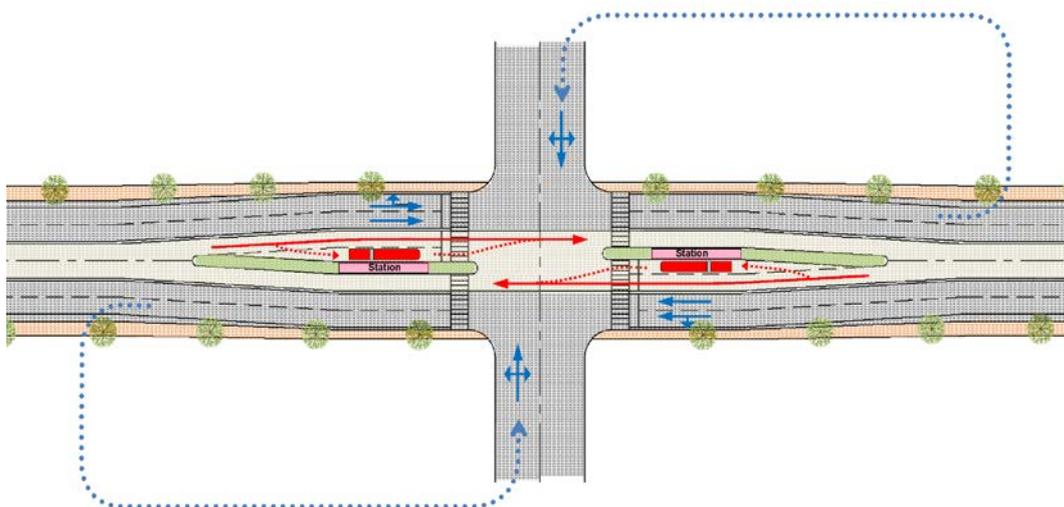
出典：JICA 調査団

図 18.6 各種横断構成

### (3) 平面計画

交差点は交通の錯綜する個所で一般交通と BRT との交通処理が重要である。可能な限り右折交通を排除することが安全・円滑な交通の確保の鍵である。ただ、場所によっては右折を制限できない場合がある。図 18.7 は右折を制限した場合の交差点処理である。

#### 4 枝交差点

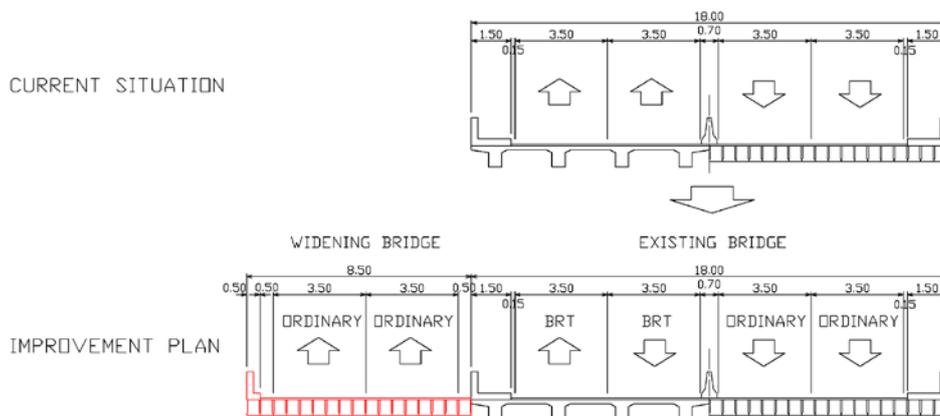


出典：JICA 調査団

図 18.7 BRT 駅を両側に配した交差点処理

### (4) 橋梁拡幅

BRT N1 路線の南区間でマラクエネに向かう鉄道と交差（オーバー）する個所があり、その橋梁は BRT を導入すると全体の道路幅員が不足する。通常拡幅は道路の両側に広げることが多いが、ここでは道路の線形の関係から滑らかな線形を確保する上で片側に拡幅するほうがむしろ良い条件であった。そのため、現在の橋の横に新たな橋梁を設置し、全体の必要な幅を満たすことになる。



出典：JICA 調査団

図 18.8 橋梁拡幅の横断面

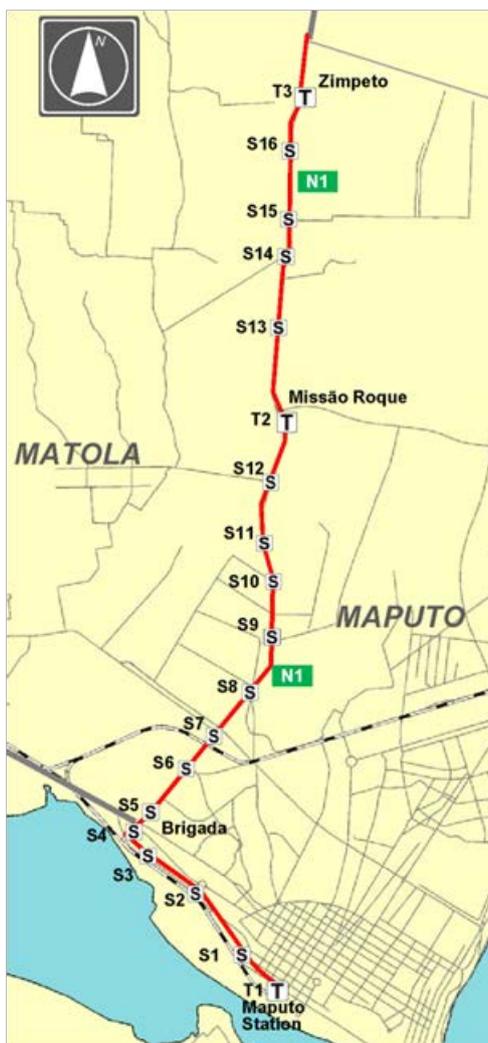
(5) 駅、ターミナル

Zimpeto からマプト駅に至る 19 km の BRT 区間に 16 カ所の駅と 3 カ所のターミナルが計画されている (表 18.2)。

表 18.2 区間別の駅とターミナル概要

区間	延長	駅とターミナル数	駅間距離
Maputo Station–Brigada	3.8 km	3 駅 1 ターミナル	平均 950 m、 最大 1,500 m
Burigada–Missão Roque	8.7 km	9 駅 1 ターミナル	平均 850 m、 最大 1,150 m
Missão Roque–Zimpeto	6.6 km	4 駅 1 ターミナル	平均 1,100 m、 最大 1,200 m
合計	19.1 km	16 駅 3 ターミナル	

出典：JICA 調査団



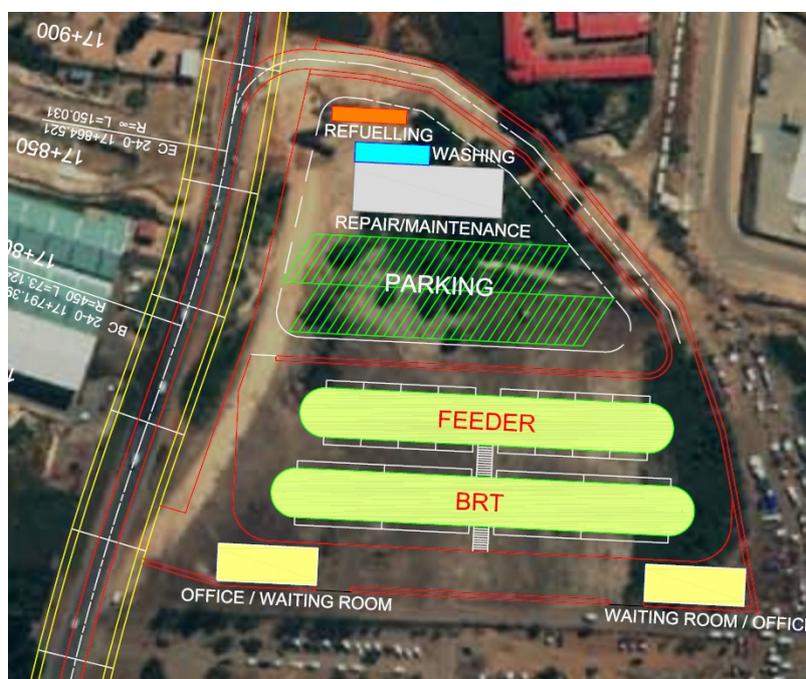
出典：JICA 調査団

図 18.9 駅とターミナル位置図

BRT を運行するためには以下の施設が必要であるが、それらは 2 ヶ所の端末のターミナル（Zimpeto および Maputo 駅）に設置される。

- 修理・整備施設
- 洗車
- 給油所
- 駐車場
- 切符発売所・事務所
- 待合所など

3 ヶ所のターミナルの中で Zimpeto ターミナルが最も大きい。中間の Missão Roque ターミナルは乗り換え専用のターミナルであるため事務所等の建物は無い。マプト駅ターミナルは鉄道と接続点の場所となる。図 18.10 に Zimpeto ターミナルの施設配置を示す。



出典：JICA 調査団

図 18.10 Zimpeto ターミナルの施設配置図

Zimpeto ターミナルはマプトで最も大きなマーケットである Zimpeto Market に隣接している。また、シャパのターミナルとも隣接している。バスベイには屋根を設置。収容されるバスの台数は 2020 年に 1 日 32,000 人の旅客を扱うことができる。

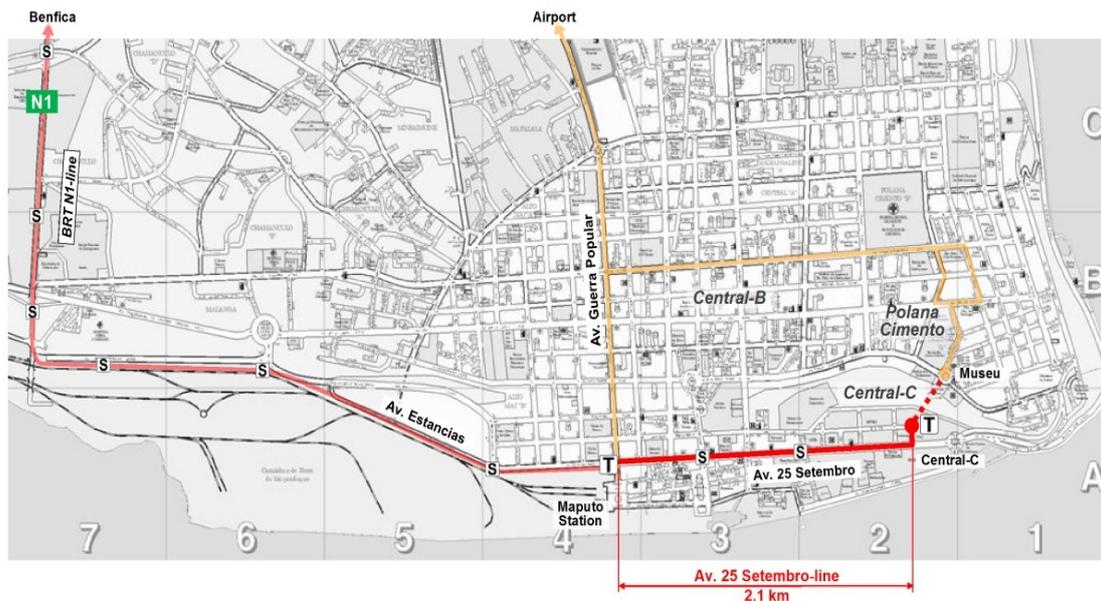
表 18.3 バスベイの数（Zimpeto ターミナル）

種類	数	長さ (m)	幅 (m)	備考
BRT バス用	8	35	3.5	20 m 連接バス
フィーダーバス用	16	15	3.5	10 m 通常バス

出典：JICA 調査団

### (6) 25 Setembro への延伸

マプト市では中心市街地の南側に新たなビジネス街を構築する計画を進めている。新市街地から発生する交通は、公共輸送により担われることが検討されており、新ビジネス街とマプト駅とを BRT で結ぶ構想である。計画の深度は浅いものの、プランとして計上された。概念設計レベルではあるが、その位置を赤で示す（図 18.11）。

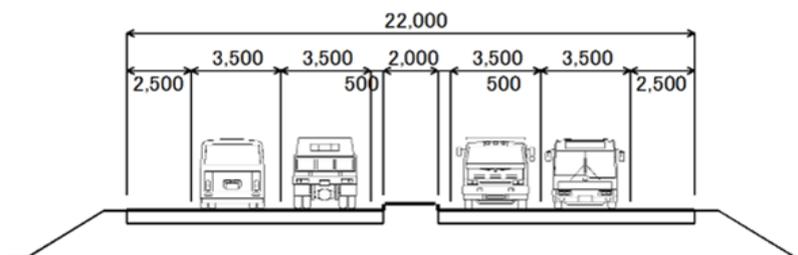


出典：JICA 調査団

図 18.11 BRT 25 Setembro 線

### (7) N1 バイパス

N1 バイパスの必要性については第 17 章で説明した。区間延長は Missão Roque（N1 からの分岐）と N4 まで約 8.5 km である。将来の増加する交通による N1 の混雑解消と貨物輸送など通過交通を迂回させる目的を持つ。2035 年には概ね 1 日 35,000 台の交通量を受け持つことになる。設計速度時速 80 km で 4 車線の自動車専用道路である。



出典：JICA 調査団

図 18.12 N1 バイパス横断構成

## 第19章 管理運営計画

### 19.1 バス運行計画

ブラジル支援予定の BRT 区間 (Baixa (マプト駅) ~Maguanine 間) の施設計画は、本 Pre-F/S 計画より先行している。したがって、将来の相互乗り入れ、運賃体系の検討、運営の統一などに備え、電子チケット、運賃、駅の諸元、車線幅員などの基本的な諸元は共通したものにする必要がある。導入されるバスの形態なども同様なものとなる。

#### (1) バス

Pre-F/S で想定しているバスは、連節式の長さ 20 m のバスである。詳細は後に譲るとして、その仕様は：

- エンジン：最低馬力 310 HP (1550 Nm) ターボエンジン
- トランスミッション：オートマチック
- サスペンション：油圧式
- 寸法：長さ 20.3 m、幅 2.5 m
- ドア：3 枚、1 枚が 1,100 mm の幅で車両の右側に位置する、など



出典：Marco Polo Ltd., Brazil

図 19.1 BRT 連節バス (20 m) の例

#### (2) 料金徴収システム

電子チケットシステムは機器の部分とソフトのシステムとから成る。この方式よると不正乗車の防止および車両運行の管理が可能である。非接触型スマートカード技術はコスト低減が図られ、確実に運用が容易なことから市場での地位が堅固になってきている。主な利点は：

- 容易な収入管理
- コスト縮減
- 収入漏れの防止 (管理)
- オフピーク時の割引

- 容易な統計処理
- システム運営者の仕事環境の改善
- 現金利用による危険の回避
- 大量輸送機関の運営の統合化
- カードへのチャージが可能
- カードの返金可能、など

### (3) 運行データ

BRT バス運行計画は、2020 年における BRT の Baixa-Maguanine 間および Zimpeto-Maputo 駅間がともに運行している場合のモデルデータを用いて行う。コードンライン調査結果が、ピーク時間率と方向別比の算出に用いられた。

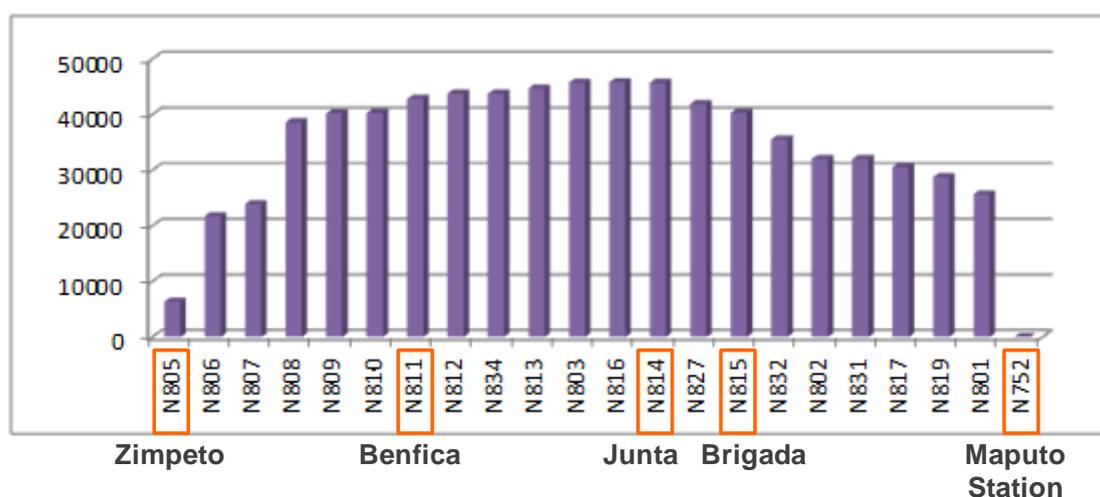
モデルで用いられているポイント (N813) の中で最も高い交通量は日当たり 45,839 トリップであった。これは Benfica ゾーンの数値で、マプト中心に向かう交通である。反対方向の交通で最も高いのは同じ Benfica ゾーン (N803) で日当たり 42,553 トリップであった。

表 19.1 運行データ (2020 年)

片方向最大交通量	45,839
ピーク率	10%
午前のピーク時間交通量	4,584
合計日当たり乗客数	106,314

出典：JICA 調査団

これを Zimpeto からマプト駅までの区間で図に表すと図 19.2 の通りである。図中 Zimpeto は N805、Missão Roque は N808、マプト駅は N752 の位置になる。



注：数字の前の N は、需要予測で用いたノード (Node) の番号。

出典：JICA 調査団

図 19.2 2020 年片方向日当たり乗客数 (Zimpeto~マプト駅方面)

## 19.2 BRT 運行

São Roque (Benfica) から南の区間とそれより北の区間 (Zimpeto まで) では需要のレベルが異なり、したがって提供するサービスも異なる。区間として中間点 (Missão Roque ターミナル) での折り返しも考慮する。ピーク時間では通過サービス (急行) も考慮する。

- Zimpeto～マプト駅 (Missão Roque に停車、直行)
- Missão Roque～マプト駅 (直行)

表 19.2 にサービスタイプをまとめる。

表 19.2 BRT ルートサービスタイプ

ルート	サービスタイプ
Zimpeto～マプト駅	各駅停車
	直行 (急行) Missão Roque 停車
Missão Roque～マプト駅	各駅停車
	直行 (急行)

出典：JICA 調査団

必要な車両数の算定はピーク時間の乗客数を 1 ユニットのバスの最大乗客数を徐して算定する。BRT バスの通常の運行は平均時速 25 km が用いられた。直行サービスの場合は運行速度が高くなる (リオデジャネイロの例では急行で平均時速 48 km にも達している)。

## 19.3 フィーダーバス

Pre-F/S の段階ではそれぞれのターミナルに合わせた 4 つのフィーダーバスルートを想定した (表 19.3)。

表 19.3 フィーダーバスルート

Zimpeto ターミナル		延長 km
フィーダー 1	Ring Road West	15.0
フィーダー 2	Ring Road East	15.0
フィーダー 3	N1	10.0
フィーダー 4	Local	8.0
Missão Roque ターミナル		延長 km
フィーダー 1	西	8.0
フィーダー 2	東	8.0
フィーダー 3	North N1	8.0
フィーダー 4	Local	8.0

出典：JICA 調査団

表 19.4 に、以上の運行計画をまとめて表に示した。

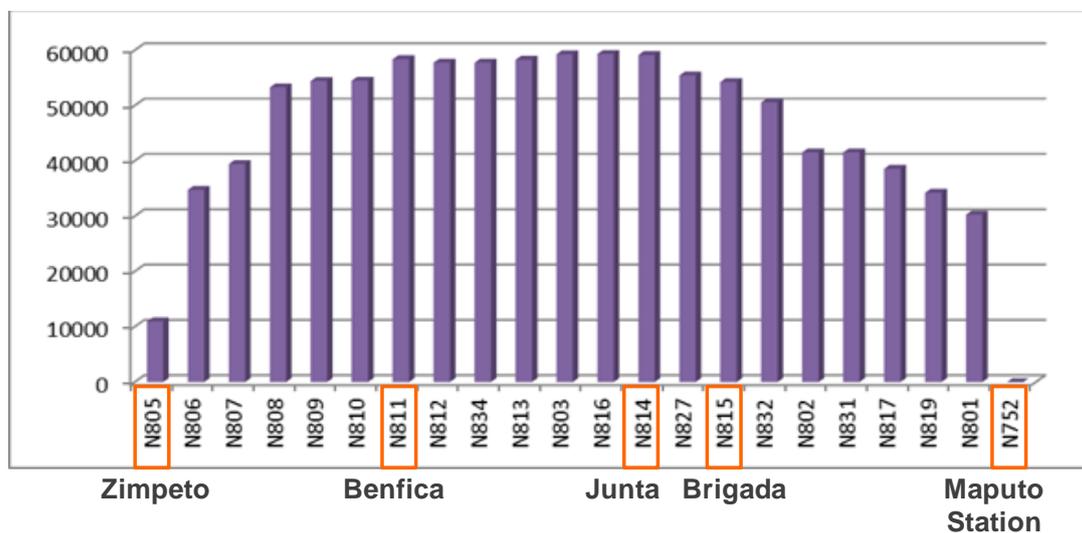
表 19.4 運行データ、車両、運行距離

Route		Type	Demand by		Ext. (km)	Trips / day	Trips / hour	Headway (min)	Journey time (min)	Fleet	Operation Distance (km)	
Name	Via		up	down							Work day	Month
Zimpeto – CFM	Jardim	Trunk	2,400	1,000	36.4	120	12	5	87	17	4,368	122,304
Missao Roque – CFM	Benefica	Trunk	2,184	2,025	25.2	110	11	5	60	13	2,772	77,616
<b>Subtotal</b>										<b>30</b>	<b>7,174</b>	<b>199,920</b>
Feeders Zimpeto												
Feeder 1	Ring Road West				15.0	40	4	15	45	3	600	16,800
Feeder 2	Ring Road East				15.0	40	4	15	45	3	600	16,800
Feeder 3	N1				10.0	40	4	15	30	2	400	11,200
Feeder 4	Local				8.0	40	4	15	24	2	320	8,960
Feeders Missão Roque												
Feeder 1	West				8.0	40	4	15	24	2	320	8,960
Feeder 2	East				8.0	40	4	15	24	2	320	8,960
Feeder 3	North N1				8.0	40	4	15	24	2	320	8,960
Feeder 4	Local				8.0	40	4	15	24	2	320	8,960
<b>Subtotal (Feeders)</b>										<b>18</b>	<b>3,200</b>	<b>89,600</b>
<b>Total</b>										<b>48</b>	<b>10,340</b>	<b>289,520</b>

出典：JICA 調査団

### 19.4 2035年時点でのBRT

2035年になると交通需要が伸びる事になるが、各地点における乗客数は図 19.3 に示すとおりである。ピーク時間帯の旅客数は10%のピーク率で約6,000人で、時間間隔を2分とするとBRTの輸送能力で十分賄える。



注：数字の前のNは、需要予測で用いたノード (Node) の番号。  
 出典：JICA 調査団

図 19.3 2035年片方向日当たり乗客数 (Zimpeto～マプト駅方面)

## 第20章 建設費

### 20.1 項目別の建設費

#### (1) 土木工事

今回の BRT 建設のような大規模な工事はマプト市でも未経験なため、土木工事の建設費算定の基礎を入手するのは不可能であった。しかし、マプト市から提供された参考資料 (Maputo City Roads Contract for Rehabilitation of Streets) によるとマプト市の建設費の水準は我が国のそれとあまり変わらないことがわかった。したがって、現地情報が入手できない場合は我が国の建設費を基にした。また、「モ」国の 2013 年の物価上昇率は 5.44% で、2006 年から 2013 年までの上昇率は 64.95% であることが解った。

設計数量と各工事の単価から土木工事費は表 20.1 の通りである。

表 20.1 土木工事費

工事項目	工事費 (USD)
土工事	5,790,000
舗装 (基盤)	11,040,000
舗装 (表層)	8,210,000
撤去工	2,240,000
排水工	410,000
構造物	2,480,000
移転費	2,030,000
その他	170,000
合計土木工事費	32,370,000

出典：JICA 調査団

#### (2) BRT 施設

駅の形状は設置される位置により異なるため建設費は幅がある。入手情報<sup>13</sup>によると (100 円=1 ドル) :

- 基本的な駅の構造：1 駅当たり 17,000～23,000 ドル
- 上屋の付いた駅構造：駅 1 ヶ所当たり 29,000～41,000 ドル

したがって、ここでは上屋の付いた駅構造のうち高い見積もり (1 駅 41,000 ドル) を基本にして算出した。表 20.2 はそのまとめである。

<sup>13</sup> <https://www.env.go.jp>

表 20.2 駅の建設費

タイプ	数	単価 (USD/駅)	合計建設費 (USD)	備考
1 台用 (幅 : 2.0 m、長さ : 20.0 m)	9	41,000	369,000	
2 台用 (幅 : 3.5 m、長さ : 20.0 m)	7	71,800	503,000	1 台用の 1.75 倍の面積
<b>合計</b>	<b>16</b>		<b>872,000</b>	

出典 : (日本の) 環境省 Web および JICA 調査団

建物の建設費は現地での材料費、人件費、工事方法により異なる。“Doing Business” Website<sup>14</sup>によればマプト市での倉庫の建設費は大まかに言って平米あたり 330 ドル。このデータを基にターミナルとデポのバスベイの構造物、維持修理のための施設、事務所、待合室などの建設費が見積もられた。

このデータをそれぞれのターミナルに適用し、算出した BRT 施設の合計建設費を表 20.3 に示す。

表 20.3 BRT 施設建設費の合計

名称	タイプ	面積 (m <sup>2</sup> )	建設費計 (USD)	備考
駅 (バス停)			872,000	
ターミナルおよび デポ	バスベイ構造物	13,240	3,310,000	
	建物	4,300	2,013,000	
	その他施設	840	2,400,000	
	合計		7,723,000	
計 (駅、ターミナル、デポ)			8,595,000	
施設の土木工事費		66,000	14,170,000	コンクリート舗装
計 (駅、ターミナル、デポ、舗装)			22,765,000	
許認可費用			15,000	450,000 MT
合計			22,780,000	

出典 : “Doing Business” Website および JICA 調査団

### (3) バス車両

BRT 用のバスは一般のバスに比べ特別な仕様を持つため、従来のバスを再利用することはできない。また、大量輸送のみならず BRT バスのイメージが利用者に魅力を感じさせるものでなければならない。表 20.4 に BRT バスと一般バスのスペック比較を示す。

表 20.4 BRT バスと一般のバス

BRT 車両	一般バス車両
長さ 20.3 m	長さ 10 m
前部、中央、後部に計 3 ヶ所のドア	前部、後部計 2 ヶ所のドア
連節車両	単体車両
最大 160 人	最大 60~80 人
車外での料金徴収	車内での料金徴収

出典 : JICA 調査団

<sup>14</sup> <http://www.doingbusiness.org/>

BRT バス 1 台の価格は 280,000 ドル程度である。これに輸入関税が課される（今回は 5%）。需要予測とバスの運行計画とから BRT 線に必要なバスの台数は 30 台。現実にはメンテナンス、事故時の修理、などで通常 10%の予備が必要である。今回は、南北の区間にそれぞれ 2 台ずつ、合計 4 台が予備に必要。表 20.5 に必要車両数と費用がまとめられている。

**表 20.5 必要車両数と費用**

	台数	単価 (USD)	費用 (USD)
基本台数	30	280,000	8,400,000
予備	4	280,000	1,120,000
小計	34		9,520,000
輸入関税		5%	476,000
輸入手数料		1%	95,200
合計			10,091,000

出典：JICA 調査団

#### (4) その他の費用

その他の費用としては以下のものがある：

- 技術サービス費用（地形調査、中心線調査、ボーリング調査、基本設計・詳細設計・施工管理におけるコンサルティングサービス）
- 予備費（土木工事費および BRT 施設建設費の約 20%）

## 20.2 プロジェクト事業費

事業費は 88,965,000 ドル（人材強化・育成費を除くと）が見込まれている。土木工事とその他工事の費用が約 400,000 ドル／車線-km であり、「モ」国の道路建設の一般的な費用である約 350,000～400,000 ドル／車-km と比較しても適当な範囲であろう。総事業費を表 20.6 に示す。

**表 20.6 総事業費**

工事の種類	費用 (USD)
土木工事費（道路、橋梁、カルバート、施設など）	32,370,000
BRT 施設（駅施設、ターミナル施設・建物、デポなど）	22,780,000
予備費	12,120,000
車両費 <sup>15</sup>	10,091,000
プロジェクト費用	77,361,000
技術サービス費用	11,604,000
合計プロジェクト費用	88,965,000
人材育成・能力強化 <sup>16</sup>	4,000,000
総合計（人材育成・能力強化を含む）	92,965,000

出典：JICA 調査団

<sup>15</sup> 5%の輸入関税と 1%輸入手数料を含む。

<sup>16</sup> 第 9 章でマプト都市圏運輸交通庁の設置と人材育成・能力強化について論じている。

## 第21章 事業実施計画

### 21.1 建設計画

BRT の建設は道路拡幅とバスレーンのための土木工事、ターミナルなどの施設、駅の施設工事などがある。それら項目を挙げると、

#### (1) 道路工事

- 準備工事
- 支障物件の移設
- 拡幅工事、舗装工事（一般車両用、排水工事も含む）
- 交通切り替え、中央側工事
- BRT のための舗装工事、駅
- 歩道工事

#### (2) 施設工事

- 駅、ターミナルの建物
- 電気・機械設備工事、信号設備など

#### (3) 橋梁

- 架設工事
- 基礎工事、下部工事
- 桁製作
- 上部工架設
- 床版、舗装、防護柵<sup>17</sup>

### 21.2 事業区間分け

南北交通を処理する BRT のうちブラジル支援の BRT 南北線東区間 (Baixa-Maguanine) が最初に着手することになっている。したがって、マプト市ではこの区間をフェーズ I と称している。今回 Pre-F/S 対象となった BRT の N1 線はフェーズ II と位置付けられる。フェーズ II は 2 つの区間に分けて考えられる。

- 北区間 6.6 km
- 南区間 12.5 km

<sup>17</sup> 注：交通切り替えの前に橋梁は完成しておく。橋梁の建設時には十分な防護施設を設置する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 21.1 BRT N1 線の区間わけ（フェーズ II）

### 21.3 事業実施スケジュール

事業実施スケジュールを表 21.1 に示す。事業は概ね以下の順に沿って実施される。

- JICA 調終了後より詳細な BRT の計画・設計である F/S および基本設計が実施される。
- 必要道路用地幅が決定され、必要な場合は用地買収と移転の計画が決まる。それとともに用地の範囲に従い環境影響調査 (EIA) が実施され、移転行動計画 (RAP) が作成・提出される。
- 借款の交渉・契約が進められる。
- 財源確保され次第、用地の範囲が確定し、用地買収と支障物件の移転が行われる。
- コンサルタント調達後、詳細設計を開始。平行して、工事コントラクターの PQ 書類が作成される。詳細設計の最後には建設業者調達の書類が出来上がる。
- 建設業者調達手続き（入札、審査、契約交渉、契約）に最大 12 ヶ月。
- 施工期間は北区間に 15 ヶ月、南区間に 24 ヶ月を想定。

表 21.1 プロジェクト実施スケジュール

Item	Year1	Year2	Year3	Year4	Year5	Year6	Year7
Project Preparation (feasibility study including basic design, EIA, RAP, funding, etc.)	■						
North Section	Land Acquisition and Resettlement		■				
	Detailed Design			■			
	PQ Document Submission				△		
	Tender Document Submission					△	
	Procurement of Contractor				■		
	Construction Work					■	
	BRT Operation						→
South section	Land Acquisition and Resettlement		■				
	Detailed Design			■			
	PQ Document Submission				△		
	Tender Document Submission					△	
	Procurement of Contractor				■		
	Construction Work					■	
	BRT Operation						→

出典：JICA 調査団

2014年から2019年までのフェーズII BRTの投資総額は9,300万ドル（28億1,200万メティカル）と見積もられている<sup>18</sup>。資金調達先は道路基金、現地資金、海外からの開発援助融資が見込まれている。表21.2にBRT建設のための年間投資額（必要な資金）の詳細を示す。

表 21.2 BRT 建設のための年間資金必要額

資金源	単位：100万ドル							
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
MTFF	--	--	--	--	--	0.9	7.8	--
Road Fund	--	2.0	0.9	2.3	2.5	2.7	3.0	--
FIA	--	1.9	2.5	1.7	0.9	4.4	4.2	--
その他現地 <sup>19</sup>	--	--	--	--	--	32.3	22.9	--
合計資金	--	3.9	3.4	4.0	3.4	40.3	37.9	--

略語：MTFF = Medium Term Fiscal Framework, FIA = Fundo de Iniciativa Autárquica

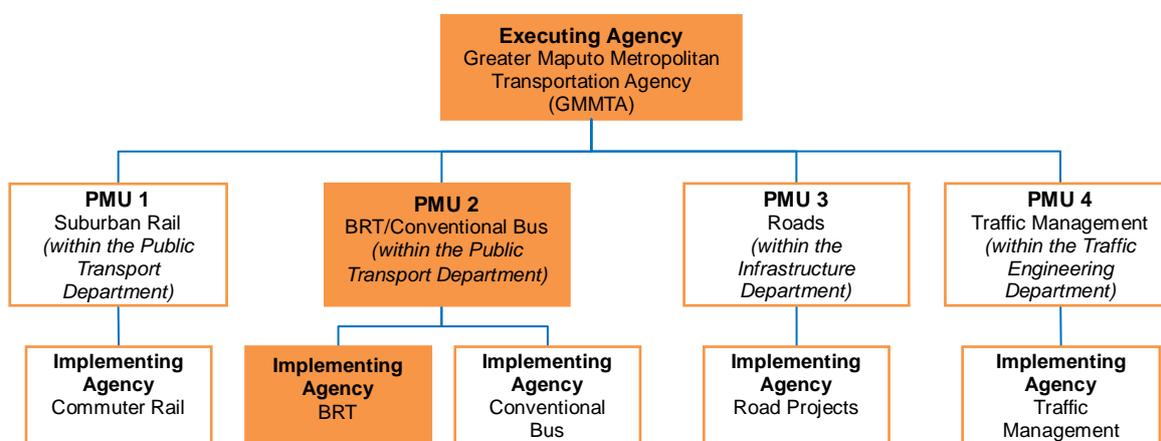
出典：JICA 調査団

<sup>18</sup> 全ての値は2013年価格。<sup>19</sup> 中央政府からの譲渡金を含む。

## 第22章 実施・運営・管理

### 22.1 実施体制

複数の市・区の境界線をまたぐ BRT のための適切な入札、建設、運営が実施されるためには、早急に「マプト都市圏運輸交通庁 (GMMTA)」を設立することが必要である。GMMTA は公共組織として設立され、傘下に各事業体 (PMU や実施機関 IA) を組織する。実施機関 (Implementation Agency) は BRT プロジェクトや、その他のマスタープランで提案されたプロジェクトの実施管理をリードし、政策立案や関連機関との調整機能を果たすこととなる。GMMTA の組織図案は図 22.1 の通りである。



備考：BRT に関わる部署・機関が色表示。  
出典：JICA 調査団

図 22.1 実施機関としての GMMTA の構造

BRT が周辺地域の開発を活性化できることは他国の事例でも証明されているため、TOD を促すような開発をすすめるべきである。BRT 事業運営に関しては、① 公営機関 (EMTPM) によるもの、もしくは、② 入札を通じた民間によるもの、が検討できる。EMTPM の経済的・技術的能力を考慮すると、② の民間による運営の方が望ましいが、初期段階において可能であれば、民間運営組織の一部に、部分的に EMTPM が参画するような、官民協調型のハイブリッド形式が望ましい。また、料金徴収システムにおいても独立したコンセッションが必要である。GMMTA は① BRT インフラの建設・整備、② BRT 車両、そして、③ 料金徴収および料金分配、の 3 つの入札作業を実施することとなる。

### 22.2 規制制度、GMMTA の役割

GMMTA は BRT 等のマスタープランプロジェクトの実施機関のみならず、マプト都市圏の都市交通における計画、規制、管理機関としての役割も担うことが想定され、これにはバスやシャパの運営の調整・規制や複数の公共交通ルート統合のための調整などがある。BRT の規制は GMMTA の管轄になるが、運営、サービスの調整、日々の計画について

では GMMTA 傘下の独立機関によって実施される。また、BRT のサービス運営は最終的には民間企業となり、他国の成功例のように公共機関による規制の下、民間による競争がある形となる。

### 22.3 資金調達計画

BRT の N1 プロジェクトは建設および調達に 9,300 万ドルの費用がかかる見込みである。投資スケジュールを図 22.2 に示す。

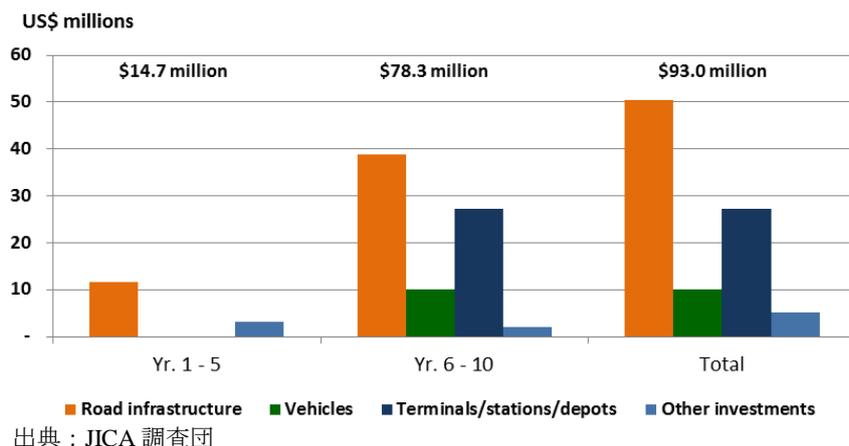


図 22.2 BRT N1 投資スケジュール

表 22.1<sup>20</sup>のとおり、今後 18 年で、N1 のBRTは（初期の設備投資を除く）正のキャッシュフロー4,710 万ドルを生み出す見込みである。予測される乗客数の利用があれば運営段階で政府による財政支援は不要である。

表 22.1 BRT N1 運営キャッシュフロー

単位：100 万ドル

Item	2020	2021	2022	2023	2024	Year 6-10 <sup>21</sup>	Year 11-16 <sup>22</sup>
乗客/日	106,314	108,009	109,731	111,480	113,258	118,791	129,604
平均運賃 (USD)	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496	0.496
平均運賃 (MT)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
乗客収益	19.2	19.6	19.9	20.2	20.5	107.5	140.8
維持管理費	(19.2)	(18.9)	(18.7)	(18.4)	(18.1)	(88.5)	(118.7)
支援なしの運営利益	--	0.6	1.2	1.8	2.4	19.0	22.1
政府による支援	--	--	--	--	--	--	--
設備投資	--	--	--	--	--	--	--
<b>純現金収入</b>	--	<b>0.6</b>	<b>1.2</b>	<b>1.8</b>	<b>2.4</b>	<b>19.0</b>	<b>22.1</b>
<b>純現金収入 (100 万 MT)</b>	--	<b>18</b>	<b>37</b>	<b>55</b>	<b>73</b>	<b>575</b>	<b>667</b>

出典：JICA 調査団

<sup>20</sup> 2013 年 US ドルに基づく推定。  
<sup>21</sup> 乗客/日は期間中の平均を計算。  
<sup>22</sup> 同上。

一方、この運営キャッシュフローは FIRR がマイナス 2.9%であり、設備投資込みのキャッシュフローは純現在価値がマイナス 4,370 万ドルとなる。BRT および LRT に必要となる投資額を考慮すると、政府の負担を軽減するために外部からの財政支援を得ることが望ましい。また、BRT N1 ではマイナスの FIRR が算出されていることに示されるように、民間投資を誘致するためには設備投資の 7 割ほどを政府予算により負担することが必要である。

## 22.4 プロジェクトリスク

プロジェクトリスクとしては以下のものが考えられる。

- GMMTA の設立、活動開始の遅れ（設立の法的整備には 2 年程度はかかる）。
- EMTPM の能力不足（もし EMTPM が初期段階で BRT 運営会社選ばれた場合の能力不足・経験不足）
- 民間会社の BRT 運営における能力不足（民間セクターが運営許認可を得て運営しようとする場合、経験のある海外の運営会社による支援が必要）。
- シャパ運営者による反対（生活手段を奪われることによる反対は相当の補償・再雇用などの対応が必要）。
- BRT 関連の新技术（計画通りに機能しない、運営上対応できない）
- 不適切な料金設定、等

経済・財政リスクとしては、

- 事業費が想定した額より膨らむ可能性。
- 想定した乗客数や誘発などによる乗客の需要が期待通りでない可能性（BRT 開通当初は乗客に十分認識されにくい。利便性の評価が定まりにくい）
- 維持管理費が捻出できない可能性（想定されている維持管理は乗客あたりなので、乗客数が少ないと費用が少ない。多くなれば十分な維持管理費が出る。）

これらリスクは、旅客需要の変動に懸っている。予測需要に基づいて調達した車両の調達数に余剰が生じた場合、非生産的な資産が増え、予算を圧迫することになる。

## 22.5 能力強化計画

提案される能力強化の内容としては、以下が挙げられる。

- GMMTA 設立のための技術協力
- EMTPM が BRT 技術を取得するための技術協力
- 統合された公共交通の拡大・デザイン・運営のための能力強化
- 公共交通利用を促すような都市計画を実施するための能力強化

これらの実施のために、外部融資組織からの支援を求めることが必要である。

## 第23章 経済・財務分析

### 23.1 経済分析

経済分析では、① シナリオ A（「最小投資」のシナリオ、要約 5.3 参照）と、② BRT N1 線が出来た場合を比較して、経済効果を検証した。

分析手法は以下の段階を踏んで行われた。

- 需要予測モデルの算出結果と経済分析のパラメーターを基に便益を算出。
- 事業費を年間支出計画に割り振る。
- 上記データを基にして、便益とコストを基にしてキャッシュフロー割引率法 (DCF) を用いて EIRR、NPV などを算出。

### 23.2 交通モデルでのパラメーター

#### (1) 時間価値

時間価値 (VOT) は調査区域の 1 人当たり GDP、2013 年を基準とした物価上昇、HIS 調査結果と INE などのデータを基に算出。表 23.1 にその結果を示す。

表 23.1 調査区域の時間価値 (2013 年価格)

年	2012	2018	2020	2035
時間価値 (MT/時間)	23.50	32.27	35.52	61.92
時間価値 (USD/時間)	0.78	1.07	1.17	2.05

出典：JICA 調査団

#### (2) 車両運用費用と排出ガス

車両走行経費 (VOC) は都市交通モデルについての英国運輸省の資料および世銀の HDM モデルに基づいた。二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) および窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) は走行速度による個々の車両種別に算定した。

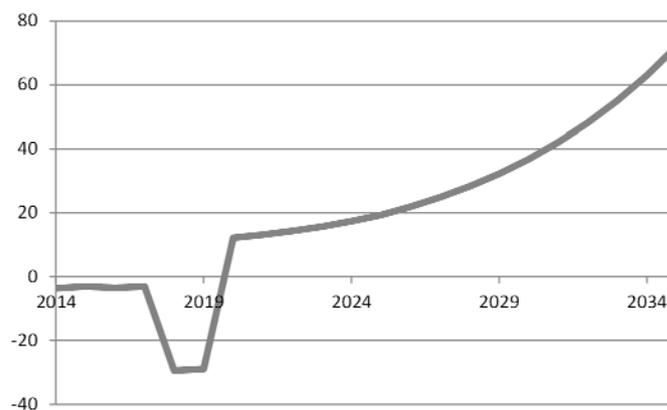
#### (3) 車両の速度

JICA STRADA 交通モデルは同一のリンクでのすべての車両は同一速度を想定している。したがって、モデルの結果を処理するにあたって、トラックは 10%、シャパは 20%、TPM バスは 25%、乗用車より速度が低く想定された。専用の軌道を持つ BRT は当初の JICA STRADA 結果と変わらない。

## 23.3 経済評価結果

### (1) EIRR

時間節約は VOT により貨幣換算され、二酸化炭素の排出費用はトン当たり 2012 年で 5.20 ドルから 2035 年で 23.00 ドルで貨幣換算された。これらは、プロジェクト事業費と比較検討された。図 23.1 は年ごとの実質便益額推移を示している。



出典: JICA 調査団

図 23.1 実質便益の推移 (単位: 百万 USD/年)

以上のデータを基に算出されたのが以下の結果である。

- 経済的内部収益率 (EIRR) = 21.5%
- 正味現在価値 (NPV、12%の割引率) = 47.3 百万ドル
- 費用便益比 (BCR) = 2.23

この高い EIRR 値と現在価値、および良好な費用便益比から結論付ければ、この BRT N1 線は経済便益が高いプロジェクトと言える。

## (2) 感度分析

以下の条件を基に感度分析を試みた。

- 当初事業費を 10% 増加
- 便益を 10% 削減
- 上記 1) と 2) の組み合わせ

結果は表 23.2 に示すが、費用が 10% 増え、便益が 10% 削減されても、このプロジェクトは依然として魅力的である。

表 23.2 感度分析結果

ケース	EIRR	NPV (百万 USD)	BCR
基本ケース	21.5%	47.3	2.23
1) 費用 10% 増	20.2%	43.5	2.03
2) 便益 10% 減	20.1%	38.7	2.01
上記 1) と 2) 同時	18.8%	34.9	1.82

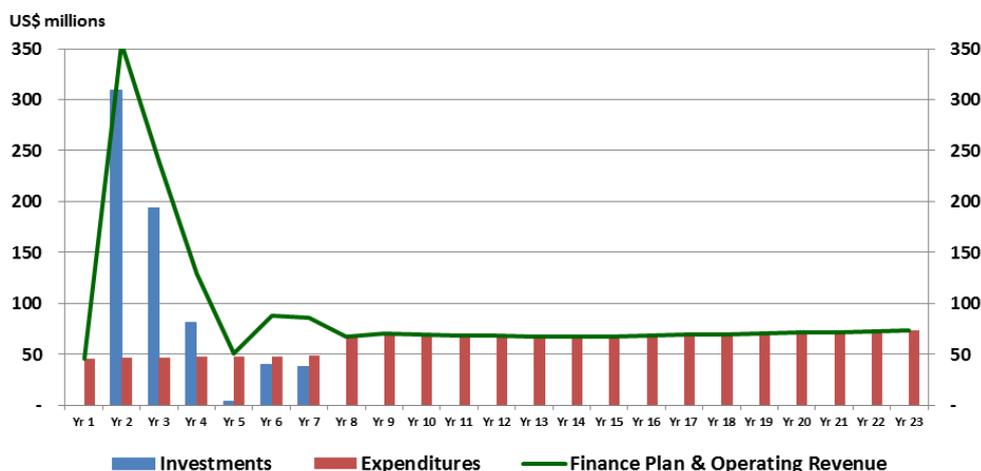
出典: JICA 調査団

## 23.4 財務分析

### (1) 財政能力

2013~2035 年の 23 年間に BRT のフェーズ I とフェーズ II および LRT の新規事業と実

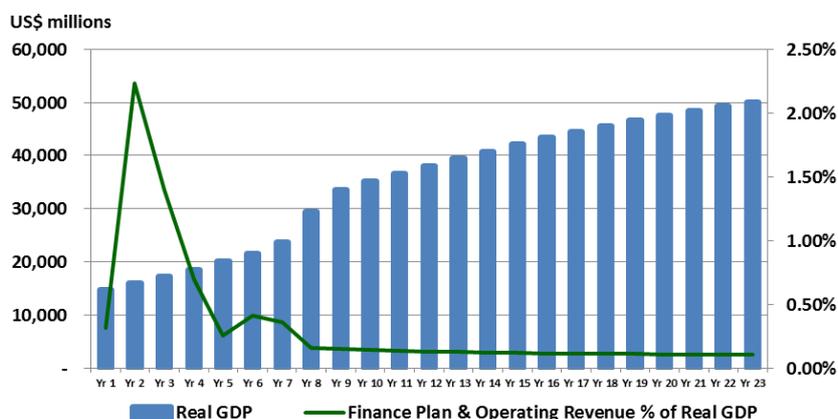
施中の道路プロジェクト支出、TPM と LRT に対する補助の合計支出が 21 億ドルを想定している。BRT と LRT の事業が実施される 7 年間におおむね全体の 47% が支出される。



出典：JICA 調査団

図 23.2 想定される支出と財政計画

「モ」国の実質国内総生産 (GDP)<sup>23</sup>の想定によればマプト都市圏に中央および地方政府の資金で所要資金を賄えると仮定できる。図 23.3 によればプロジェクト全体の支出を賄うための費用は平均してGDP 0.33%と見込まれる。プロジェクト期間ではGDPの約 0.6%から 2.24%の間で、この高い比率はLRTとBRT区間の投資時期に当たる。その後 2015 年には 1.40%、2016 年には 0.70%に下がる。



出典：JICA 調査団

図 23.3 投資額の GDP 比率

マプト都市圏で使用可能な資金は GDP の伸びが健全であれば、資金調達のリスクは少ない。IMF の分析では GDP の伸びは 2018 年まで 8%、2019～2033 年までを 8.9%としている。

<sup>23</sup> Real GDP growth is estimated by the International Monetary Fund (Sixth Review Under Policy Support, July 9, 2013, Table 3, page 96).

## 第24章 環境社会配慮

環境社会配慮面の Pre-F/S では、以下の項目について、プロジェクト予定地における現況調査を行った。

- 自然環境（気象、地形、土質、表層水、地下水、動植物、貴重な生態系等）
- 社会環境（人口、土地利用、経済活動、公共施設、文化財等）
- 汚染（大気質、水質、振動・騒音、地盤沈下、悪臭等）

予想される環境社会影響とその緩和策については、表 24.1 のとおりであった。

表 24.1 環境社会影響とその緩和策

No.	項目	評価	備考	緩和策
社会環境				
1	非自発的住民移転	B	本調査により正確な移転住民数は把握できなかったが、規模としては 200 以下と想定される。	比較的小規模な移転のため、Initial Resettlement Plan (IRP) または 簡易住民移転計画 (A-RAP) の作成が必要である。
2	経済活動	B	BRT の開通により現行のミニバス（シャパ）等と競合する場合は、その運営者の経済活動に負の影響を与える可能性がある。	ミニバスの運転手等に対し、新たな職の提供等の措置が必要である。
3	交通	B	全体としては BRT を導入することによって渋滞を解消するなどの正のインパクトが期待されるが、工事中は一時的に付近の交通に負の影響が出る可能性がある。	施行時期や工法などを工夫し、他の交通になるべく支障が出ないようにする。
4	公共施設	B	現在の道路沿いには、街灯、歩道橋、バス亭、ゴミ集積所などがあり、これらに影響を及ぼす可能性がある。	工事範囲が公共施設にかかる場合には、それらを管轄する関係機関と十分協議し、対策を取る。
5	コミュニティの分断	D	影響はない。	
6	文化財	D	対象区域内に特に文化財は存在しない。	
7	水利権	D	特に影響はない。	
8	公衆衛生	D	特に影響はない。	
9	交通事故	B	工事中に車両の通行が増加し交通事故が増加する可能性がある。供用開始後は、BRT と他の交通を分離することにより、事故の危険性が減り正のインパクトが期待できる。	工事関係者や BRT 運行関係者に安全運転を心掛けるよう研修等を行う。

No.	項目	評価	備考	緩和策
10	先住民族	D	対象地域内に特に先住民族は存在しない。	
自然環境				
11	地形	D	既存の道路上に建設するため特に影響はない。	
12	土壌侵食	D	特に影響はない。	
13	水環境	D	特に影響はない。	
14	動植物・生物多様性	D	特に影響はない。	
15	生態系	B	生態系に関し、特に大きな影響はないが、ターミナル予定地の1つが湿地となっているので、可能であれば湿地を避けることが望ましい。	可能であればターミナルの位置を変更する。
16	景観	D	特に影響はない。	
17	地球温暖化	D	公共交通の促進により温暖化ガス排出削減効果が期待される。	
汚染				
18	大気汚染	B	工事中は一時的に大気汚染悪化の恐れがあるが、供用後は現在より大気汚染が軽減できる。	工事用車両からの排出については、「モ」国の環境基準値以下に抑える。
19	水質汚染	B	建設工事の影響として、不適切な廃液の処理や土砂の流出による水質汚染の可能性が考えられる。	廃液が発生する場合には適切な処理を行う。
20	土壌汚染	B	上記と同様に、不適切な廃液の処理による土壌汚染の可能性が考えられる。	廃液が発生する場合には適切な処理を行う。
21	廃棄物	B	建設工事中に多量の廃棄物が発生する可能性がある。	事前に廃棄物処理計画を作成し、法定基準にしたがって適切な処理を行う。
22	騒音・振動	B	建設工事中に騒音・振動が発生する可能性がある。	騒音・振動については、「モ」国の環境基準の順守に努める。
23	地盤沈下	D	特に影響はない。	

注：評価基準

A：重大な負の影響が予見される。

B：軽微な負の影響が予見される。

C：影響は不明である。

D：負の影響はほとんどない、または正の影響が予見される。

出典：JICA 調査団

## 第25章 提言

### 25.1 公共交通機関

#### (1) バス、シャパ

現在のマプト都市圏の公共輸送はもっぱら道路利用のシステムである。シャパの路線網はかなり密に展開していて、主として公営バス (EMTPM) のバスの路線網もあるが限定的である。マスタープランで計画・提案している BRT 網が出来た時点でも従来のバス（形態は変わっても）の役割は重要である。以下にシャパとバスに関する提言をまとめた。

- 一般道路上のバス網が重要であり、BRT を設置するほどの開発密度が高くない地域において、基幹的な交通機関の役割を果たすべきである。
- バスは BRT および LRT へのフィーダー網として役割を果たすべきである。
- BRT との接続性、サービス水準の改善を図るため、大型バスを増やすべきである。
- シャパは徐々に大型バスに取って代わられるべきである。
- ミニサイズのバスは高密度に開発が進んだ郊外のフィーダーバスとしての役割を果たすべきである。
- BRT の整備にあわせ、バス路線の再構築をすべきである。

#### (2) BRT

BRT は大量輸送の需要が高い路線において、十分な交通能力を提供するために、他の交通に比べて優先的に扱われる。したがって、BRT は専用の軌道を持ち、平均旅行速度も高く、効率的な移動を実現すべきである。BRT N1 路線での提言を以下に示す。

- バス車内・駅構内の清潔さを常に保つべきである。
- バスの安全性を常に確保すべきである。
- 共通乗車券システムの導入を検討すべきである。
- 我が国で使用されているような電子チケットの導入を検討すべきである。
- 中産階級の乗車を促進するための、近代的で快適なシステムとすべきである。

### 25.2 BRT 管理運営

EMTPM が BRT の管理運営主体として当面の間に選ばれた場合、BRT 技術、計画立案、経理、人事などの能力強化が行われる必要がある。

BRTに関連する新技術導入に関するリスクがあるため、実証済みの技術の利用、バス購入時の車両メーカーとの保証契約、履行保証（パフォーマンスボンド）の活用などによりリスク回避すべきである<sup>24</sup>。

料金収入および補助金でコストが賄えない場合のリスク回避策として、物価上昇率などに応じた料金値上げが出来るようにする。

<sup>24</sup> HSBC, *How Banks Look at Bus Rapid Transit (BRT) Projects (and What Cities Can Learn from Them)*, 1 March 2010.

### 25.3 人材育成・能力強化

マプト都市圏運輸交通庁 (GMMTA) の早急な設立・機能が期待できない事が考えられ、プロジェクトの実施に関する能力強化が必要である。政府の高いレベルでの意思決定が重要である。

### 25.4 太陽エネルギーの利用

マプトは降雨量が少なく、太陽エネルギーの利用に際し大きなポテンシャルを有している。BRT 駅に太陽光パネルを設置することで、利用者に公共交通機関が環境に優しい手段という印象も与える。太陽光パネル設置の例を図 25.1 に示す。



出典：Website ([http://www.kyocera.co.jp/news/2011/0702\\_erwp.html](http://www.kyocera.co.jp/news/2011/0702_erwp.html))

図 25.1 太陽光パネルを設置したバス停