

モザンビーク共和国  
道路公社

モザンビーク共和国  
クアンバーマンディンバ及び  
マンディンバーリシंगा道路事業  
準備調査

最終報告書  
要約編

平成 22 年 2 月  
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構  
( JICA )

委託先

株式会社 エイト日本技術開発  
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ

基盤

CR(2)

10-016

本調査においては以下の外国通貨交換レートを採用した。

1 US ドル=28.00Mtn=91.36JPYen, or 1 Mtn=3.26JPYen (2009年10月)

モザンビーク共和国  
道路公社

モザンビーク共和国  
クアンバーマンディンバ及び  
マンディンバーリシंगा道路事業  
準備調査

最終報告書  
要約編

平成 22 年 2 月  
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構  
( JICA )

委託先

株式会社 エイト日本技術開発  
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ



## 序文

日本国政府は、モザンビーク共和国の要請に基づき、「クアンバーマンディンバ及びマンディンバーリシंगा道路事業準備調査」を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成 21 年 3 月から同年 12 月までの間、株式会社エイト日本技術開発の武藤 寿氏を総括とし、株式会社エイト日本技術開発及び株式会社オリエンタルコンサルタンツから構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、モザンビーク共和国政府関係者と協議を行うとともに、調査対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 2 月

独立行政法人国際協力機構  
経済基盤開発部  
部長 小西 淳文



## 伝達状

独立行政法人国際協力機構  
経済基盤開発部 部長 小西 淳文殿

今般、モザンビーク共和国における「クアンバーマンディンバ及びマンディンバーリシ  
ンガ道路事業準備調査」が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、株式会社エイト日本技術開発株式会社及び株式会社  
オリエンタルコンサルタンツより構成された調査団が、平成 21 年 3 月より同年 12 月まで  
にわたり現地調査および国内解析作業を実施し、平成 22 年 2 月に終了いたしました。

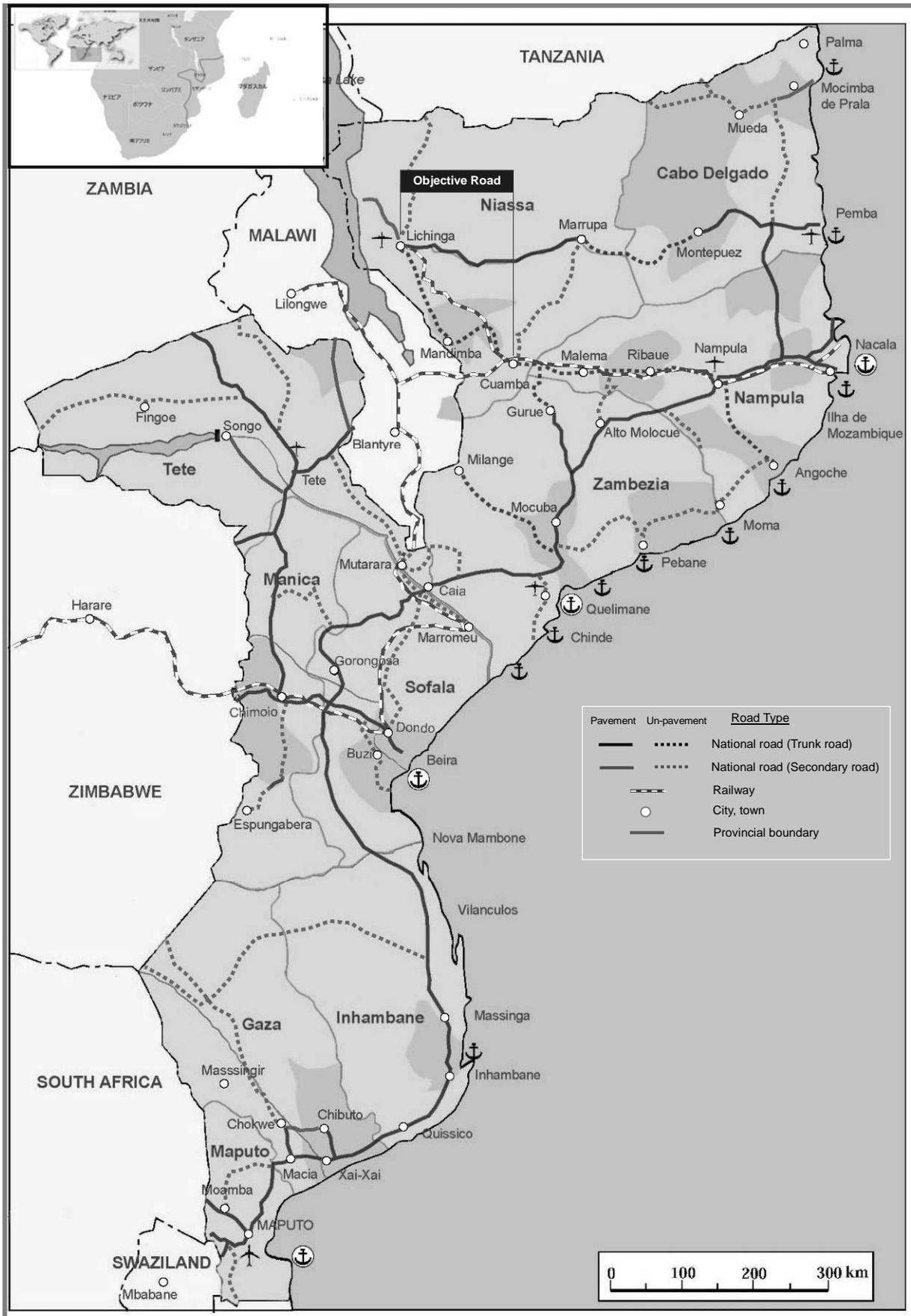
なお同期間中、貴機構を始め、外務省、その他各関係者には多大な御理解並びに御協力を  
賜り、御礼を申し上げます。また、モザンビーク共和国における現地調査期間中は、道路  
公社、JICA モザンビーク事務所、在モザンビーク日本国大使館の貴重な御助言と御協力を  
賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴機構におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告を大いに活用されることを切望  
いたす次第であります。

平成 22 年 2 月

モザンビーク共和国  
クアンバーマンディンバ及びマンディンバ  
ーリシ  
ンガ道路事業準備調査  
総括 武藤 寿





調査対象位置図



## 調査結果の概要表

|               |  |
|---------------|--|
| 1. 国名         | モザンビーク共和国  |
| 2. 調査名        | クアンバーマンディンバ及びマンディンバーリシंगा道路事業準備調査  |
| 3. カウンターパート機関 | 道路公社(ANE), 公共事業住宅省(MOPWH)  |
| 4. 調査の目的      | (1) クアンバーマンディンバ及びマンディンバーリシंगा間の全天候型道路の整備・改善プロジェクト実施にかかる技術的、経済的及び環境社会配慮上の観点から実施可能性について検討を行う。<br>(2) 道路整備が効果を及ぼすニアサ州の地域開発プログラムの作成と提言を行う。 |

|  |
|--|
| <b>1. 調査対象区域</b><br>- 調査対象となる道路は、ニアサ州の農業生産ポテンシャルの高いクアンバ郡を起点として、マンディンバ郡及びンガウマ郡を通過しリシंगा郡に至る 302km の区間となっている。なお本調査区間はマンディンバからマラウイ国境までの区間も含まれている。<br>- 特にクアンバーマンディンバ国境区間はニアサ州とナンプラ州を結節するナカラ開発回廊の一部であるとともに、内陸国であるザンビア、マラウイとインド洋を結節する重要な区間となっている。   |
| <b>2. 調査の範囲</b><br>(1) 経済分析<br>1) 経済分析、2) 交通需要予測、3) 経済評価、4) リスク分析<br>(2) 概略設計<br>1) 現地測量(自然条件調査)、(2) 現地踏査、(3) 概略設計、(4) 積算<br>(3) ワンストップボーダー(OSBP)<br>(4) 「モ」国道路公社が実施する環境社会配慮調査・手続きの支援<br>(5) 地域開発プログラムの作成と提言   |
| <b>3. 調査結果の概要</b><br><b>フィージビリティ調査</b><br>本調査対象道路は多くの村落を通過する。対象道路は、地形的特徴から大きく3つ(0-148km 区間: 平坦地、148-240km 区間: 丘陵地、240-302km 区間: 山岳地)に分類され、標高はクアンバ 560m からリシंगा 1,400m と変化する。現道の平面線形及び縦断線形は尾根等の自然地形に概ね沿った形状となっている。また、現道の状況は乾季では通行可能であるが、雨期には土壌の侵食と排水不良の双方により通行不可能となる。さらに道路幅は場所により 5m から 10m 以上となっており、路面は周辺よりも低くなっている。<br>交通需要予測結果によれば、2023 年における交通量はクアンバーマンディンバ区間では 1,481 台/日、マンディンバーリシंगा区間では 1,732 台/日と推計された。地形、交通安全、建設費、社会環境影響、交通管理・運用等の観点からクアンバーマンディンバ区間の設計速度は 100km/時、マンディンバーリシंगा区間では 80km/時が提言された。さらに最適舗装構成の選定はインシヤルコストと EIRR を使用した財務的実行可能性に基づき検討が行われた。その結果、経済的な観点から粒状路盤及びセメント改良下層路盤から成る DBST が選定された。この組み合わせが最もインシヤルコストを抑え EIRR が高くなる舗装構成となることが示された。<br><b>地域開発プログラム</b><br>ニアサ州には、農業、林業、鉱業、観光に関連した開発ポテンシャルがある。しかしながらアクセス条件が悪いことにより、州の経済開発は阻害されてきた。また面積の大きい州に人口が散在しているために、人口密度が低く、住民への基本的な社会サービスの提供を困難にしている。本調査では、地域の開発ポテンシャルを最大限活用し、クアンバーマンディンバ道路およびマンディンバーリシंगा道路の、それぞれの幹線道路整備と相乗効果を持つような地域開発プログラムを作成した。特に、ニアサ州南部においては、小農支援と農産加工業の振興、クワンバタウン・マンディンバタウンの流通運輸機能の整備、ニアサ州中央部・北部においては、小農支援、観光・林産加工業などの産業振興、社会サービスの改善が優先施策である。 |

#### 4. 結論と提言

- (1) 道路実施計画と関連して作成し、提言された地域開発プログラムをオーソライズすること。
- (2) ワンストップボーダーポスト (OSBP) に関する二課国間協議を進展させるとともに下記の内容に関する方針を策定すること：
  - OSBP の運営システムの型式
  - 施設の規模と配置
  - 実施プログラム (例：調査団の提言した「二段階アップグレーディング」)
- (3) 住民移転等の社会影響を最小化するために COI コンセプトを採用すること
- (4) 可及的速やかにクアンバーマンディンバ間 (154km) の詳細設計を開始すること
- (5) マンディンバリーシंगा間 (148km) の地形及び地質調査等を実施すること

#### 5. 報告書の構成

| 報告書名                    |  | 主な報告書の内容                                |                                     | 言語 |             |             |
|-------------------------|--|---|-------------------------------------|----|-------------|-------------|
|                         |  |   |                                     | 英語 | ポ<br>ル<br>語 | 日<br>本<br>語 |
| 1. Summary<br>(要約編)     | -  | -                                       | -                                   | ✓  | ✓           | ✓           |
| 2. Main<br>Text<br>(本編) | Volume-1   | Part I                                  | Overall Approach & Work Procedure   | ✓  | ✓           |             |
|                         |  | Part II                                 | General Appreciations               |    |             |             |
|                         | Volume-2<br><b>Cuamba-Mandimba Section</b><br>(クアンバーマンディンバ区間)    | Part III                                | Preliminary Road Engineering Design |    |             |             |
|                         |  | Part IV                                 | Economic Feasibility Study          |    |             |             |
|                         | Volume-2<br><b>Mandimba-Lichinga Section</b><br>(マンディンバリーシंगा区間) | Part V                                  | Cross Border Facilities             |    |             |             |
|                         |  | Part III                                | Preliminary Road Engineering Design |    |             |             |
| Part IV                 | Economic Feasibility Study                                       |   |                                     |    |             |             |
| Volume-3                | Part VI  | Environmental and Social Considerations |                                     |    |             |             |
| Volume-4                | Part VII   | Regional Development Program            |                                     |    |             |             |
| 3. Drawings<br>(図面集)    | Cuamba-Mandimba Section<br>(クアンバーマンディンバ区間)                       | -                                       | -                                   | ✓  | ✓           |             |
|                         | Mandimba-Lichinga Section<br>(マンディンバリーシंगा区間)                    | -                                       | -                                   |    |             |             |

## 第1部 調査の取り組みと実施計画

モザンビーク国は、アフリカ大陸の南東に位置し、総面積は 799,380 km<sup>2</sup> におよぶ。北側でタンザニア、西側でマラウイ、ザンビア、ジンバブエ、スワジランド、南アフリカと国境を接し、東側はインド洋のモザンビーク海峡に接している。1992 年まで 17 年間続いた内戦により、国内の主要な道路施設は破壊されつくした。

モザンビーク政府は、道路や社会サービスへの限られたアクセスが貧困の原因であるとして、高い農業生産能力を保有する地域等に優先的に社会資本を整備することを、貧困削減戦略書 (PARPA II: 2006 - 2009) に定めた。

この国家戦略に基づき、道路戦略計画 (2007-2011: RSS) では、農業生産、観光資源、工業地域、天然資源等のポテンシャルの高い地域へ、効果的な道路網を優先的に配置することで、経済成長や国家戦略に寄与することを目標としている。

このような状況を背景に、モザンビーク政府は日本政府に対して「ナンプラ〜クアンバ道路 (ナカラ回廊)」のフィージビリティ調査 (以下 F/S 調査) の実施を要請した。日本政府はこの要請を受け、2006 年〜2007 年にかけて「ナンプラ〜クアンバ道路」の F/S 調査を行った。この「ナンプラ〜クアンバ道路」については、F/S 調査終了後に、日本政府の見返り資金を利用した詳細設計がモザンビーク政府により実施された。

本調査対象道路 (国道 13 号: クアンバ〜マンディンバ〜リシंगा) は、モザンビーク国の 2 つの回廊 (ナカラ回廊及びペンバ回廊) の一部を形成する路線であり、ナンプラ州のナカラ港及びカーボデルガド州のペンバ港と内陸国マラウイを戦略的に接続する回廊である。対象路線は未舗装のまま取り残されているが、モザンビーク北部地域の活性化と貧困削減に貢献する高いポテンシャルを持った路線である。

したがって、国際協力機構 (JICA) は、モザンビーク側の関係機関と密接に協力し、対象路線沿い (ニアサ州) の地域開発プログラムの策定を含めた調査を開始することとした。

本調査の目的は、対象道路を通年で通行可能な道路とするために、環境への影響、貧困削減への効果も考慮した幾つかの代替案から、技術的、経済的及び社会的に受け入れられる実施可能な整備方法を提案するものである。また、対象道路の整備に合わせて、その効果がより広い範囲に波及するようにニアサ州を対象とした「地域開発プログラム」を策定することも調査の目的の一つとした。

## 第2部 一般認識

### 1. 国及び道路セクターの政策

モザンビークの国家政策の全てが、貧困削減を第一の目標に掲げている。モザンビーク政府は、貧困削減戦略書（PARPA：2001-2005）、それに引き続く貧困削減戦略書-II（PARPA II：2006-2009）の下で、貧困の解消に向けた戦いを続けている。貧困削減戦略書-II で掲げられている目標は、2003年時点の貧困率 54%を 2009年までに 45%まで削減することである。

また、道路交通分野に関しては、以下の政策及び戦略の下、整備が進められている。

- 道路戦略計画 2007-2011（RSS）
- 総合道路部門プログラム 2009-2011（PRISE）
- 半期作業計画及び予算（SAWPB）

### 2. 担当行政機関

モザンビークの道路の管理は、公共事業住宅省の下、道路公社（National Road Administration：ANE）により実施されている。予算等の資金管理については、道路基金（Road Fund）が担当している。

### 3. 交通モード別分担状況

モザンビークの輸送手段の内、道路が貨物輸送の 58.2%、旅客輸送の 98.1%を占め、旅客輸送のほとんどを道路に依存している。貨物輸送では、27.9%を鉄道、8.3%を海運が占めているが、航空輸送は輸送能力が小さいため、旅客、貨物輸送ともに低い分担率となっている。

### 4. 道路種別及び道路現況

モザンビークの道路網は、道路公社によって管理される国道（第1種及び第2種）と地方道（第3種及び近隣道路）、市で管理される都市道路、及び郡で管理される未種別道路に分類される。

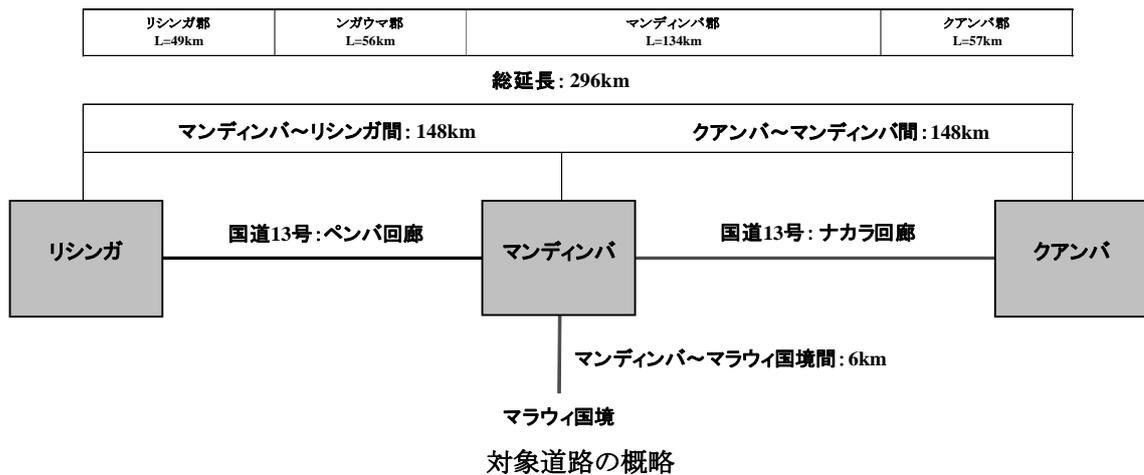
現在、道路公社の管理する道路延長は約 30,000km であり、舗装道路は全体の 20%以下である。舗装道路の内、約 88%は良好な状態に保たれている。未舗装道路では、完全に通行可能な区間は 57%程度である。道路戦略計画（RSS）及び戦略的維持管理計画（SMP）では、舗装道路のみを取り上げた舗装道路管理プログラム（PRMP）を別途採用している。なお、戦略的維持管理計画（SMP）の対象となっている道路は、道路公社の管理する約 30,000km と 3,000km の都市道路である。

[ クアンバーマンディンバ区間 ]

第3部 概略設計

1. 対象道路に対する認識

調査対象道路は、クアンバ～マンディンバ間とマンディンバ～マラウイ国境間の2つの区間に大きく分けられる。それぞれの区間の延長は、以下の図に示すとおりである。



2. 自然条件調査

対象道路の自然条件を設計に反映させるため、以下の自然条件調査を実施した。

- 1) 地形測量（中心線及び横断測量、航空写真撮影、橋梁部地形測量、ベンチマーク設置）
- 2) 地質調査
- 3) 土質及び材料調査

3. 水文及び水理解析

水文分析ソフト「HEC-Ras」を用いて計算された、不等流解析結果に基づく水位の計算結果は以下の通りであった。

| 橋梁名    | 確率年  | 流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 計算水位<br>(m) | ヒアリング水位<br>(m) |
|--------|------|---------------------------|-------------|----------------|
| ムアンバシ  | 50年  | 312.0                     | 618.50      | 616.9          |
|        | 100年 | 390.9                     | 619.28      |                |
| ルサンガシ  | 50年  | 589.9                     | 639.42      | 637.5          |
|        | 100年 | 731.4                     | 639.92      |                |
| ンゴルア   | 50年  | 246.4                     | 704.16      | 706.2          |
|        | 100年 | 307.9                     | 704.85      |                |
| ンガメ-II | 50年  | 243.7                     | 708.61      | 709.2          |
|        | 100年 | 301.7                     | 709.15      |                |

#### 4. 設計基準

適切な設計基準を採用することにより、以下に示す目的を達成する。

- 適切な道路幅や視距を確保することにより、道路利用者に対して高い安全性や快適性を提供すること。
- 経済性に優れた設計を実施すること。
- 設計の統一性を確保すること。
- 安全性の高い構造物（橋梁及びカルバート）を提供すること。

上記の目的を確保するために、同じナカラ回廊を形成するナンプラ～ナカラ道路、及びナンプラ～クアンバ道路と同様に、広く南部アフリカ地域で使用されているSATCC（南部アフリカ交通・通信委員会）設計基準を採用することとした。

#### 5. 道路概略設計

ANE との協議及び現地調査結果に基づき、道路整備の方針を以下の通りとした。

- 将来的な交通需要に対応した、通年交通可能な主要幹線道路を形成すること。
- 車両及び歩行者の交通事故の危険性を低減し、安全性の高い主要幹線道路形成すること。

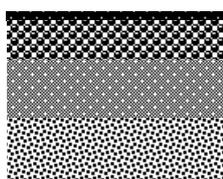
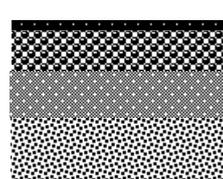
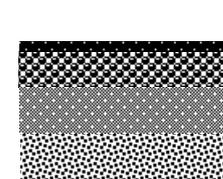
##### (1) 道路線形

クアンバ～マンディンバ間の既存道路線形は、下表に示される現況及び計画の平面線形と累積高低差の数字からもわかるように、概ね設計速度 100km/h を満足するものである。したがって、基本的に現道を利用して設計速度 100km/h とすることが望ましい。

|         |               | 現況             | 計画             |
|---------|---------------|----------------|----------------|
| 延長 (km) |               | 153.8km        | 152.9km        |
| 地形      |               | 平坦地            | 平坦地            |
| 設計速度    |               | -              | 100km/h        |
| 幾何構造    | 平面線形 deg/km   | 22.4<br>(1.00) | 21.2<br>(0.95) |
|         | 累積高低差 m/km    | 9.8 (1.00)     | 9.8<br>(1.00)  |
|         | 縦断変化点数 no./km | 4.5            | 3.3            |
| 鉄道交差箇所数 |               | 8              | 2              |

##### (2) 舗装構成

自然条件調査より得られた地盤強度（設計 CBR）に基づき、多層弾性解析ソフト「ELSYM5」を用いて舗装構成を決定した。以下の表に、地盤強度別に採用された舗装構成を示す。

| クラス S2 (CBR3-4)   | クラス S3 (CBR5-7)   | クラス S4 (CBR8-14)  |
|---|---|---|
|    |  |  |
| <p>  : G4 Crushed or Natural Gravel Soaked CBR&gt;80%@98% mod. AASHTO density<br/>  : C4 Cemented stabilized Sub-base 0.75-1.5Mpa@100% mod. AASHTO density<br/>  : G7 Selected Layer Soaked CBR&gt;15%@93% mod. AASHTO density<br/>                     ポアソン比及び弾性係数 (弾性係数 = (10 x CBR)Mpa)<br/>                     G4: 0.35, Phase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/>                     C4: 0.25, Phase-I: 1500Mpa, Phase-II: 600Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/>                     G7: 0.35, Phase-I: 150Mpa, Phase-II: 150Mpa, Phase-III: 150Mpa                 </p> |   |   |

### (3) 橋梁設計

ANE との協議の結果、新設橋の幅員は 2 車線 (9.2m) とすることとなった。以下の表に対象橋梁の概要を示す。

| 概要      |        | 既設橋 |      |     | 新設橋  |     |    |         |
|---------|--------|-----|------|-----|------|-----|----|---------|
| 番号      | 橋梁名    | 幅   | 延長   | 既設橋 | 車線数  | 幅   | 延長 | 架橋位置    |
| クアンバ側   |        |     |      |     |      |     |    |         |
| 1       | ムアンバシ  | 4.8 | 14.3 | 撤去  | 2 車線 | 9.2 | 17 | 既設橋と同位置 |
| 2       | ルサンガシ  | 3.2 | 28.0 | 撤去  | 2 車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 3       | ンゴルア   | 4.7 | 14.0 | 撤去  | 2 車線 | 9.2 | 17 | 既設橋と同位置 |
| 4       | ンガメ-II | 4.9 | 28.0 | 撤去  | 2 車線 | 9.2 | 34 | 既設橋と同位置 |
| マンディンバ側 |        |     |      |     |      |     |    |         |

## 6. 施工計画

サイトの現況、工事規模や数量を基にして、国道 N13 号クアンバ - マンディンバ区間における道路改良工事の施工計画 (施工方法、資機材調達方法、工事工程など) を策定した。

## 7. プロジェクト実施計画

実工程に影響を及ぼす以下の制約条件を考慮した上で、プロジェクト実施計画の策定を行った。

- 詳細設計担当コンサルタント選定に 4 - 5 ヶ月、その後の詳細設計作業 (入札図書作成含む) に最低 5 ヶ月を要する。
- EIA および RAP 作業に 8 - 9 ヶ月を要する。またこれらの報告書は AfDB と JICA 双方に対して、プロジェクト評価報告書とローン契約締結の 120 日以前に提出することが求められている。
- 建設業者選定 (入札参加資格審査⇒入札公示⇒入札図書提出 (公示から 90 日以内)⇒入札評価⇒施主およびドナーの承認) に最低 9 - 10 ヶ月を要する。

- 工事期間として約3年間（33ヶ月）を要する。

## 8. 事業費積算

本事業費積算では、本プロジェクトと類似性（下記参照）の高いナンプラ - クアンバ道路改良工事（NCR）で算出された単価を基本的に適用する。

- 現場位置：本プロジェクト道路はNCRの延伸路線上に位置する。
- 積算時期：NCRの事業費積算（詳細設計時）は2009年4月に最終化されている。

本事業費積算結果（総括表）を下表に示す。

| 項目               | 金額（米ドル）            |
|------------------|--------------------|
|                  | 舗装仕様：DBST          |
| 1000 準備/一般       | 21,773,229         |
| 2000 排水          | 6,205,937          |
| 3000 土工/路盤       | 47,887,098         |
| 4000 表層          | 13,525,335         |
| 5000 雑工          | 2,501,784          |
| 6000 構造物（橋梁含む）   | 6,051,036          |
| 7000 試験/品質管理     | 17,250             |
| 8000 その他         | 1,573,090          |
| <b>計（A：道路）</b>   | <b>99,534,760</b>  |
| B: 雑費            | 855,999            |
| C: 社会関連費用        | 935,627            |
| D: 環境関連費用        | 248,837            |
| <b>計（A - D）</b>  | <b>101,575,223</b> |
| 予備費（10%）         | 10,157,522         |
| 付加価値税（6.8%）      | 7,597,827          |
| <b>建設費合計</b>     | <b>119,330,572</b> |
| 設計監理費（5%）        | 5,586,637          |
| 付加価値税（6.8%）      | 379,891            |
| <b>総事業費</b>      | <b>125,297,100</b> |
| 補償費用             | 156,103            |
| <b>1km 当り事業費</b> | <b>820,492</b>     |

## 9. 道路維持管理

道路の維持管理は、ANEの維持管理局長の指示の下、ANEの管轄する10の州事務所によって実施されている。これらの維持管理は、年間維持管理計画に基づき実施されるとともに、維持管理の技術基準に従って行われている。

## 第4部 経済分析

### 1. 現況の交通特性

対象道路の各区間における交通特性を把握するため、本業務では以下の調査を実施した。

- ANE が保有する過去の交通量データの収集
- 対象道路上の3地点（クアンバ、マンディンバ、およびリシंगा）における、交通量および路側OD調査（2009年5月、8月）
- モザンビーク、マラウイおよびザンビアの国境におけるOD調査（4地点）
- モザンビーク、およびマラウイ両国における関係者へのインタビュー調査

対象区間（クアンバ～マンディンバ）は、人の移動については、リシंगाおよびニアサ州内の他のディストリクトから、鉄道駅（クアンバ）およびナンプラ州へ向かう目的として主に使われている。

貨物交通については、いくつかの消費物資がクアンバからリシंगाへ向かって輸送されている。一方で、クアンバへの消費物資のほとんどは、ナンプラ方面から鉄道で運ばれてきており、対象区間の道路は使われていない。

### 2. 交通需要予測の方法

本調査では、ニアサ州開発戦略（PEP）にもとづいた社会経済フレームを採用した。また、予測手法は、以下に示す3つの異なった交通を対象とした。

**旅客交通量** は、OD ペアごとの実際の移動人数をもとにして、人口ポテンシャルと道路のインピーダンス（抵抗値）で構成される「重力モデル」により予測した。

**地域貨物交通量** は、各ゾーンからの移出と移入に分けて予測した。移入は、生活物資の消費量をもとに予測した。また、移出は、ニアサ州の農業生産量をもとに予測した。

**国際貨物交通量** は、道路ネットワークが改善された後に発生する交通を対象とした。具体的には、マラウイとの国際貿易と鉄道輸送容量をもとに予測した。また、**回廊選択モデル**は、ロジットモデルを採用した。

### 3. 交通需要予測の結果

上述のそれぞれの項目ごとの予測結果をまとめ、将来交通量を対象区間ごとに予測した。その結果、整備時のケースでは、クアンバ～マンディンバ間の将来交通量を、457AADT（2014年）、1,481AADT（2023年）、5,027AADT（2033年）になると予測した。

クアンバ～マンディンバ間の交通は、ベイラ回廊やナカラ回廊北部鉄道から転換するトレーラが、他の区間と比べて多く含まれていることに特徴がある。この結果は、同区間が国際回廊の一部となることを示している。

なお、過年度に実施したナンプラ～クアンバ間のフィージビリティ調査と比較する

と、今回の予測結果は、隣接する区間とほぼ同程度の交通量となっている。

#### 4. 経済分析

経済分析の前提条件は、次のとおりとする。

- 分析手法：HDM-4（参考として、RED 及び道路網分析手法）
- 分析対象期間：整備道路の供用開始後 20 年間
- 事業費積算価格：2009 年 10 月現在の価格
- 社会的割引率：12%
- 経済価格への変換係数：工事費（0.84）、維持管理費（0.75）
- 為替レート：US\$1.00 = 28.00 Meticaís (MT)

経済分析の結果を次表に示す。

##### 感度分析

| レベル | 算定条件                             | 経済的内部収益率 |
|-----|----------------------------------|----------|
| 基準案 | DBST 舗装（Lichinga-Mandinba 区間を整備） | 19.5%    |
| 1   | 予測交通量が 20%減                      | 16.6%    |
| 2   | 工事費が 20%増加                       | 16.9%    |
| 3   | 上記 1 及び 2 が同時発生（最悪のケース）          | 14.3%    |

算定された経済指標値は、当国の機会費用（12%）を上回り、本事業の経済的採算性を示している。よって、対象道路が年間を通して通行可能になる舗装整備事業の実施は、モザンビーク国における最適な資源配分を意味する。

## 第5部 国境施設

### 1. 国境施設の現況及び改善に係る必要性・妥当性の確認:

マンディンバ - チポンデ国境施設の改善に関して、現況調査を実施し入手した以下の関連情報およびデータをもとに、その必要性、緊急性の検証を行った。

- モザンビーク - マラウイ間の国境管理の現況
  - 越境交通の状況（越境交通量、交通タイプ、通過時間など）
  - 越境管理の手続き・システムの内容と関連施設・機材
- マンディンバ - チポンデ国境の位置付けと役割
  - 地理的特徴および国際交易上の特徴
  - 国境におけるモザンビーク - マラウイ二国の相互作用
  - 回廊開発における地域戦略上の役割
  - 土地利用および施設の現況
- 国境管理および施設整備に関連する戦略とその内容・進捗
  - SADC 地域戦略
  - モザンビーク - マラウイ二国間の戦略および協議事項

### 2. 国境施設の改善に係る整備アプローチの提案:

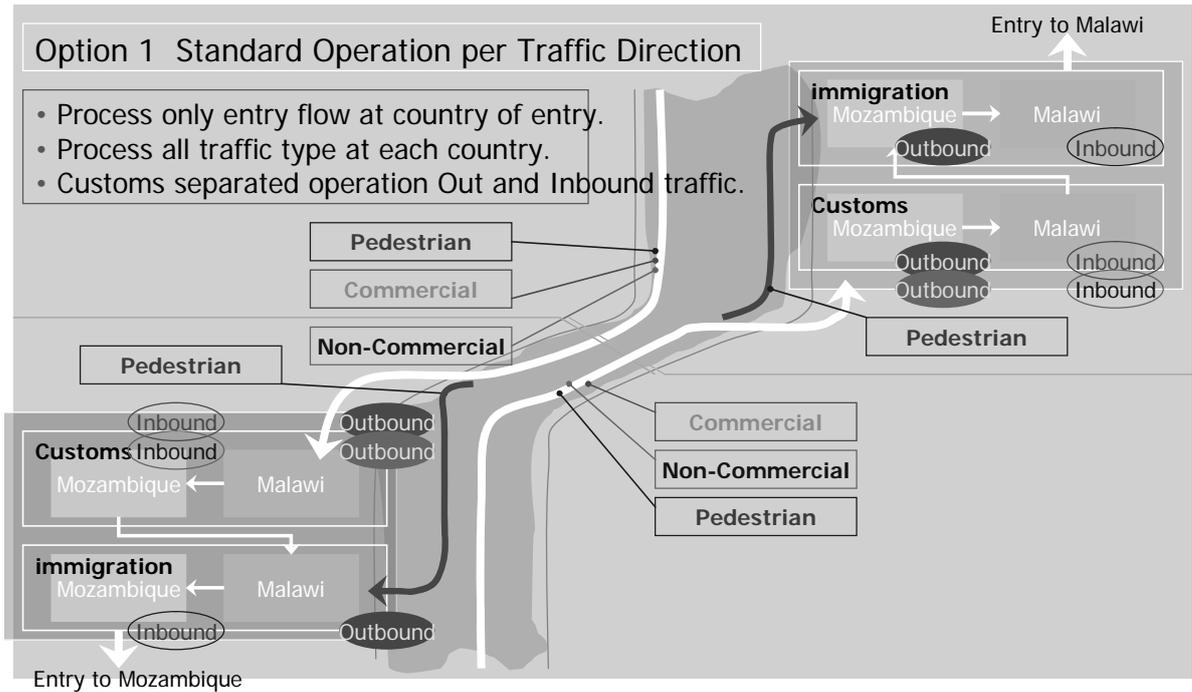
ニーズ評価と国境施設の改善にかかる整備アプローチを検討し、以下の通り、整備の方向性と留意事項の提案を行った。

- 国境整備に際しては、段階的な OSBP の導入が有効である。
- また、既存の国境施設を有効に活用した OSBP の導入を考慮する。
- OSBP の段階的な導入は、次の3点に配慮し具体化する必要がある: ①越境交通量の将来増加の傾向と予測年次、②二国間協議および合意形成の日程、③他国境への OSBP 導入時期（本 OSBP 導入を他国境整備のパイロットプロジェクトと位置付けている）。

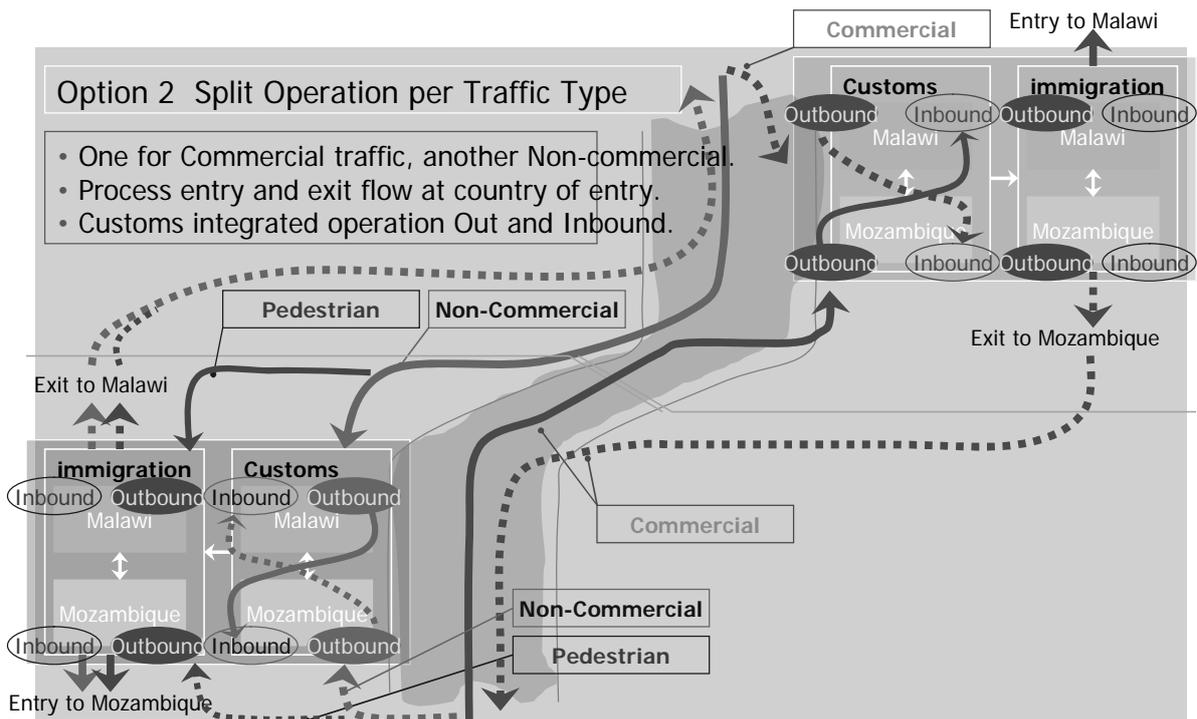
### 3. 国境施設改善に係る施設整備方針:

導入のシナリオは“2ステップによる段階整備”が有効であり、また、OSBP モデルには、“2棟分離施設モデル”が、既存施設の活用を含めて技術的に有効と判断され、これらもとに国境施設のコンセプト計画（試案）を立案した。なお、試案の検討は、OSBP 環境下で適用する国境管理手続き・手順、および管理指標（目標通過時間、所要手続時間、労務効率・チーム数等）を仮に設定したうえで実施した。

また、上記施設整備方針に基づいて、OSBP 環境下における2つの異なる運用スキームを提案した。2ステップ段階導入、すなわち第1段階の導入の目標年次を2014年、第2段階を2024年として、運用スキーム別に所要施設規模（面積）を算定し、概略の配置計画（案）の立案を行った。



OSBP 運用スキーム 1：交通方向別による越境手続き管理



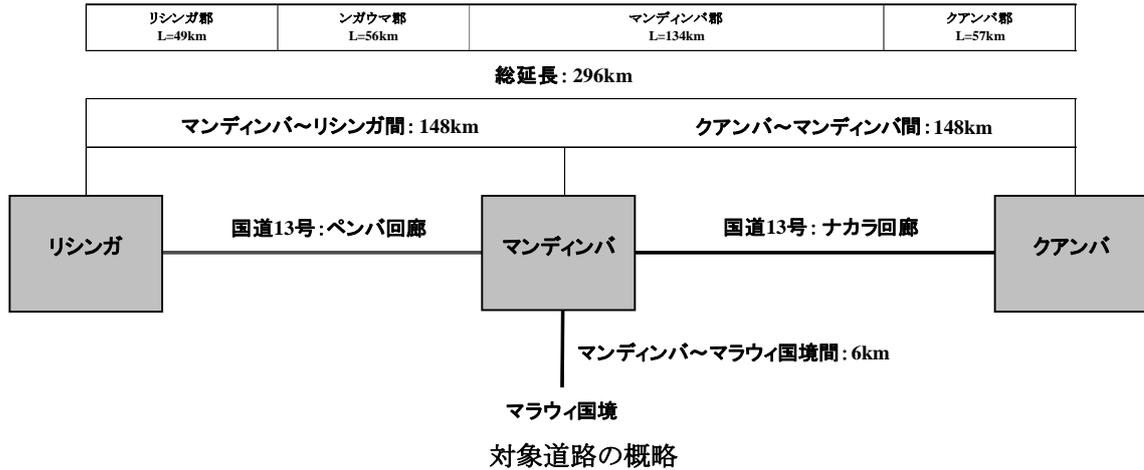
OSBP 運用スキーム 2：交通種別による越境手続き管理

## [ マンディンバーリシंगा区間 ]

### 第3部 概略設計

#### 1. 対象道路に対する認識

調査対象道路の延長は148kmであり、農業生産のポテンシャルの高いマンディンバ郡、ンガウマ郡、リシंगा郡を通過する。また、調査対象道路は、ペンバ回廊の一部を形成している。



#### 2. 自然条件調査

対象道路の自然条件を設計に反映させるため、以下の自然条件調査を実施した。

- 1) 地形測量 (空写真撮影、橋梁部地形測量、ベンチマーク設置)
- 2) 地質調査
- 3) 土質及び材料調査

#### 3. 水文及び水理解析

水文分析ソフト「HEC-Ras」を用いて計算された、不等流解析結果に基づく水位の計算結果は以下の通りであった。

| 橋梁名   | 確率年      | 流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 計算水位<br>(m) | ヒアリング水位<br>(m) |
|-------|----------|---------------------------|-------------|----------------|
| ンガメ-I | 50-Year  | 225.6                     | 731.10      | 732.9          |
|       | 100-Year | 278.9                     | 731.68      |                |
| リアセ   | 50 Year  | 277.3                     | 892.76      | 893.2          |
|       | 100 Year | 342.7                     | 893.01      |                |
| ニンデ   | 50-Year  | 256.6                     | 902.47      | 902.9          |
|       | 100-Year | 316.9                     | 902.75      |                |
| ルクルメシ | 50 Year  | 716.2                     | 992.98      | 990.0          |
|       | 100 Year | 885.0                     | 993.63      |                |
| ルテンブエ | 50-Year  | 310.9                     | 1045.64     | 1043.9         |
|       | 100-Year | 384.7                     | 1046.01     |                |
| ルアンバラ | 50 Year  | 463.2                     | 1107.61     | 1105.5         |
|       | 100 Year | 576.5                     | 1108.09     |                |

#### 4. 設計基準

適切な設計基準を採用することにより、以下に示す目的を達成する。

- 適切な道路幅や視距を確保することにより、道路利用者に対して高い安全性や快適性を提供すること。
- 経済性に優れた設計を実施すること。
- 設計の統一性を確保すること。
- 安全性の高い構造物（橋梁及びカルバート）を提供すること。

上記の目的を確保するために、広く南部アフリカ地域で使用されている SATCC（南部アフリカ交通・通信委員会）設計基準を採用することとした。また、対象道路と接続するリシंगा～モンテプエズ道路についても、SATCC 設計基準が採用されている。

#### 5. 道路概略設計

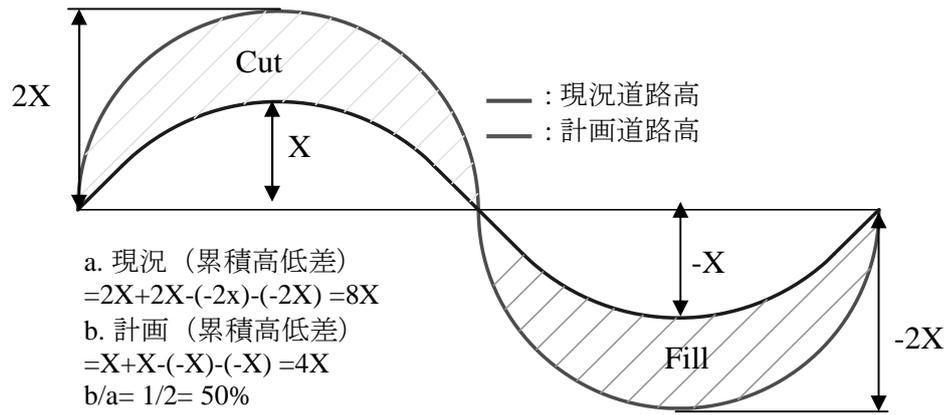
ANE との協議及び現地調査結果に基づき、道路整備の方針を以下の通りとした。

- 将来的な交通需要に対応した、通年交通可能な主要幹線道路を形成すること。
- 車両及び歩行者の交通事故の危険性を低減し、安全性の高い主要幹線道路形成すること。

##### (1) 道路線形

マンディンバ～リシंगा間の既存道路の平面線形は、下表に示される現況及び計画の平面線形の数字からもわかるように、概ね設計速度 80km/h を満足するものである。一方、既存縦断線形を 80km/h の線形に改良した場合、50%程度の大規模な改良を必要とする。

|         |               | 現況              | 計画              |
|---------|---------------|-----------------|-----------------|
| 延長 (km) |               | 148.1km         | 148.6km         |
| 地形      |               | 丘陵及び山地          | 丘陵及び山地          |
| 設計速度    |               | -               | 80km/h          |
| 幾何構造    | 平面線形 deg/km   | 164.1<br>(1.00) | 174.8<br>(1.07) |
|         | 累積高低差 m/km    | 55.8<br>(1.00)  | 24.2<br>(0.43)  |
|         | 縦断変化点数 no./km | 3.1             | 2.8             |



縦断計画の影響度

(2) 舗装構成

自然条件調査より得られた地盤強度（設計 CBR）に基づき、多層弾性解析ソフト「ELSYM5」を用いて舗装構成を決定した。以下の表に、地盤強度別に採用された舗装構成を示す。

| クラス S2 (CBR3-4)  | クラス S3 (CBR5-7) | クラス S4 (CBR8-14) |
|--|-----------------|------------------|
|  |                 |                  |
| <p>  : G4 Crushed or Natural Gravel Soaked CBR&gt;80%@98% mod. AASHTO density<br/>  : C4 Cemented stabilized Sub-base 0.75-1.5Mpa@100% mod. AASHTO density<br/>  : G7 Selected Layer Soaked CBR&gt;15%@93% mod. AASHTO density                 </p> <p>ポアソン比及び弾性係数 (弾性係数 = (10 x CBR)Mpa)</p> <p>G4: 0.35, Phase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/>                     C4: 0.25, Phase-I: 1500Mpa, Phase-II: 600Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/>                     G7: 0.35, Phase-I: 150Mpa, Phase-II: 150Mpa, Phase-III: 150Mpa</p> |                 |                  |

(3) 橋梁設計

ANE との協議の結果、新設橋の幅員は 2 車線 (9.2m) とすることとなった。以下の表に対象橋梁の概要を示す。

| 概要      |       | 既設橋 |      |     | 新設橋 |     |    |         |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|----|---------|
| 番号      | 橋梁名   | 幅   | 延長   | 既設橋 | 車線数 | 幅   | 延長 | 架橋位置    |
| マンディンバ側 |       |     |      |     |     |     |    |         |
| 5       | ンガメ-I | 4.2 | 28.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 30 | 既設橋と同位置 |
| 6       | リアセ   | 4.0 | 10.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 17 | 既設橋と同位置 |
| 7       | ニンデ   | 4.1 | 31.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 8       | ルクルメシ | 4.4 | 22.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 9       | ルテンブエ | 4.1 | 34.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 10      | ルアンバラ | 4.2 | 22.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 30 | 下流側 8m  |
| リシंगा側  |       |     |      |     |     |     |    |         |

## 6. 施工計画

サイトの現況、工事規模や数量を基にして、国道 N13 号マンディンバ - リシंगा区間における道路改良工事の施工計画（施工方法、資機材調達方法、工事工程など）を策定した。

## 7. プロジェクト実施計画

実工程に影響を及ぼす以下の制約条件を考慮した上で、プロジェクト実施計画の策定を行った。

- 詳細設計担当コンサルタント選定に 4 ヶ月、その後の詳細設計作業（入札図書作成含む）に最低 6 ヶ月を要する。
- EIA および RAP 作業に 8 - 9 ヶ月を要する。またこれらの報告書は資金を拠出するドナーに対して、プロジェクト評価報告書提出とローン契約締結の 120 日以前に提出することが求められている。
- 建設業者選定（入札参加資格審査⇒入札公示⇒入札図書提出（公示から 90 日以内）⇒入札評価⇒施主およびドナーの承認）に最低 9 - 10 ヶ月を要する。
- 工事期間として約 3 年間（33 ヶ月）を要する。

モ国政府は、本プロジェクトの実施を、NEPAD プロジェクトあるいはクアンバーマンディンバ間道路プロジェクトの一部として、ドナーに対して要請する方針である。ここで NEPAD プロジェクトとは、複数国に跨るプロジェクトとして地域経済の統合を強化に資するプロジェクトである。しかしながら、本区間道路は隣国へと続く国際幹線道路ではなく、むしろニアサ州発展のために重要な道路である。

上記の理由から、本プロジェクトが NEPAD プロジェクトとして採択される可能性は高くない。この場合、モ国政府は、本プロジェクトを全面的一括改良ではなく、既存道路状況や地域開発計画と調和した段階的改良により実施することを提案する。

## 8. 事業費積算

本事業費積算では、本プロジェクトと類似性（下記参照）の高いナンプラ - クアンバ道路改良工事（NCR）で算出された単価を基本的に適用する。

- 現場位置：本プロジェクト道路は NCR の延伸路線上に位置する。
- 積算時期：NCR の事業費積算（詳細設計時）は 2009 年 4 月に最終化されている。

本事業費積算結果（総括表）を下表に示す。

| 項目               | 金額（米ドル）            |
|------------------|--------------------|
|                  | 舗装仕様：DBST          |
| 1000 準備/一般       | 28,083,346         |
| 2000 排水          | 11,519,383         |
| 3000 土工/路盤       | 66,843,578         |
| 4000 表層          | 14,259,205         |
| 5000 雑工          | 3,578,272          |
| 6000 構造物（橋梁含む）   | 5,797,170          |
| 7000 試験/品質管理     | 17,250             |
| 8000 その他         | 1,997,534          |
| <b>計（A：道路）</b>   | <b>132,095,738</b> |
| B：雑費             | 1,136,023          |
| C：社会関連費用         | 1,241,700          |
| D：環境関連費用         | 330,239            |
| <b>計（A - D）</b>  | <b>134,803,700</b> |
| 予備費（10%）         | 13,480,370         |
| 付加価値税（6.8%）      | 10,083,317         |
| <b>建設費合計</b>     | <b>158,367,387</b> |
| 設計監理費（5%）        | 7,414,204          |
| 付加価値税（6.8%）      | 504,166            |
| <b>総事業費</b>      | <b>166,285,757</b> |
| 補償費用             | 199,391            |
| <b>1km 当り事業費</b> | <b>1,121,868</b>   |

## 9. 道路維持管理

道路の維持管理は、ANE の維持管理局長の指示の下、ANE の管轄する 10 の州事務所によって実施されている。これらの維持管理は、年間維持管理計画に基づき実施されるとともに、維持管理の技術基準に従って行われている。

## 第4部 経済分析

### 1. 現況の交通特性

対象道路の各区分における交通特性を把握するため、本業務では以下の調査を実施した。

- ANE が保有する過去の交通量データの収集
- 対象道路上の3地点（クアンバ、マンディンバ、およびリシंगा）における、交通量および路側OD調査（2009年5月、8月）
- モザンビーク、マラウイおよびザンビアの国境におけるOD調査（4地点）
- モザンビーク、およびマラウイ両国における関係者へのインタビュー調査

対象区分（マンディンバ～リシंगा）は、ニアサ州の州都であるリシंगाに向けた消費物資を輸送する唯一の道路である。また、リシंगाからニアサ州北部地域へ分配されている。言い換えれば、この区分は、ニアサ州北部地域の生命線であるといえる。また、公用および社会的な目的で動く人の移動のほとんどは、リシंगाとクアンバ間のODペアである。

### 2. 交通需要予測の方法

本調査では、ニアサ州開発戦略（PEP）にもとづいた社会経済フレームを採用した。また、予測手法は、以下に示す3つの異なった交通を対象とした。

**旅客交通量** は、OD ペアごとの実際の移動人数をもとにして、人口ポテンシャルと道路のインピーダンス（抵抗値）で構成される「重力モデル」により予測した。

**地域貨物交通量** は、各ゾーンからの移出と移入に分けて予測した。移入は、生活物資の消費量をもとに予測した。また、移出は、ニアサ州の農業生産量をもとに予測した。

**国際貨物交通量** は、道路ネットワークが改善された後に発生する交通を対象とした。具体的には、マラウイとの国際貿易と鉄道輸送容量をもとに予測した。また、回廊選択モデルは、ロジットモデルを採用した。

### 3. 交通需要予測の結果

上述のそれぞれの項目ごとの予測結果をまとめ、将来交通量を対象区分ごとに予測した。その結果、整備時のケースでは、マンディンバ～リシंगा間の将来交通量を、467AADT（2014年）、1,732AADT（2023年）、6,417AADT（2033年）になると予測した。

マンディンバ～リシंगा区分の予測交通量（AADT）の合計値は、クアンバ～マンディンバ間の予測交通量よりも多くなっている。これは、州都であるリシंगाとつながっていることにより、ミニバスや乗用車による人的な移動が多く発生することに起因している。

なお、過年度に実施したナンプラ～クアンバ間のフィージビリティ調査と比較すると、今回の予測結果は、隣接する区分とほぼ同程度の交通量となっている。

#### 4. 経済分析

経済分析の前提条件は、次のとおりとする。

- 分析手法：HDM-4（参考として RED 及び道路網分析手法）
- 分析対象期間：整備道路の供用開始後 20 年間
- 事業費積算価格：2009 年 10 月現在の価格
- 社会的割引率：12%
- 経済価格への変換係数：工事費（0.84）、維持管理費（0.75）
- 為替レート：US\$1.00 = 28.00 Meticaís (MT)

経済分析の結果を次表に示す。

##### 感度分析

| レベル | 算定条件                    | 経済的内部収益率 |
|-----|-------------------------|----------|
| 基準案 | 予測交通量が 20%減             | 18.1%    |
| 1   | 工事費が 20%増加              | 15.4%    |
| 2   | 上記 1 及び 2 が同時発生（最悪のケース） | 15.6%    |
| 3   | 予測交通量が 20%減             | 13.6%    |

算定された経済指標値は、当国の機会費用（12%）を上回り、本事業の経済的採算性を示している。よって、対象道路が年間を通して通行可能になる舗装整備事業の実施は、モザンビーク国における最適な資源配分を意味する。

## 第6部 環境社会配慮

### 1. 環境関連法令

「モ」国の EIA 法によれば、すべてのプロジェクト事業者は、EIA の審査機関である環境調整省（MICOA）の開発に関する承認を得なければならないとされている。EIA 法では、地方道路のリハビリテーションはカテゴリーA として詳細 EIA の実施を義務づけている。一方マラウイ国側の環境法令（環境管理法 1996 年）では高速及び地方道路の新設及び既存道路の拡張工事は EIA の実施を義務づけている。なお、国境施設の建設に関しては EIA の実施が必要なプロジェクトとして記載されていない。

JBIC ガイドラインに基づく初期環境影響評価の結果は、全体を通して環境及び社会に著しい悪影響は想定されないものの、住民移転の発生、アフリカゾウの回廊への影響、感染症の増加等いくつかの課題が抽出されミティゲーション方策の実施が提言された。

### 2. 環境社会配慮上の提言

調査団は以下の事項について提言を行った。

#### [ミティゲーション方策の実施]

- 調査対象区域におけるアフリカゾウの移動回廊において、事業者はそれらへの影響を軽減するために、道路標識設置や住民・工事関係者への環境教育を実施する必要がある。
- 住民移転に関しては、土地法等の法令や RPF 等のガイドラインに基づいた適切な手続きを行うものとする。特に建築物の補償に関しては「モ」国政府は規定された価格リストが準備されていないことから、それらの価格決定についてはステークホルダーミーティングを通して十分な協議・交渉を行う機会を設けるものとする。

#### [適切な環境影響評価の実施]

- EIA の ToR の作成にあたっては「モ」国法令のみならず、JBIC、JICA、アフリカ開発銀行等について考慮したものとする。
- 本調査報告書を今後 ANE が作成する EIA に反映するものとする。特にアフリカゾウ、定量的な騒音・大気質予測について活用するものとする。

#### [工事中の環境社会配慮]

- 採石所や土取り場設置にあたっては、「モ」国環境関連法令に準拠し、ニアサ州 MICOA から環境許可証等を取得するものとする。

## 第7部 地域開発プログラム

### 1. ニアサ州の現況と潜在的な開発ポテンシャル

ニアサ州には、農業、林業、鉱業、観光に関連した開発ポテンシャルがある。しかしながらアクセス条件が悪いことにより、州の経済開発は阻害されてきた。また面積の大きい州に人口が散在しているために、人口密度が低く、住民への基本的な社会サービスの提供を困難にしている。

州の人口の大多数は農村部に住んでおり、農村人口の大多数が小農である。小農は、メイズ、キャッサバ、豆を含む様々な食糧作物を作っている。アクセス条件が悪いため輸送費用が高く、小農が農作物をマーケットまで車で輸送し販売することは困難である。小農は、仲買人が村まで農作物を買いに来るのを待つか、近くの販売所まで自転車もしくは徒歩で農作物を運び、仲買人に売らなければならない。さらに、現金収入を得るために家族が消費する分の農作物まで売っているのが現状である。

一部の小農はタバコや綿花のような商品作物を作っている。また、近年、ナンプラ、ナカラへの鉄道によるアクセスが比較的良い南部地域で、農業アソシエーションの活動を通じて、小農がゴマ等の商品作物を生産し輸出する取組みが支援されている。しかしながら、このような取組みは、まだ限定的であると言える。

農業は、ニアサ州において、主要かつ重要な経済活動分野であり、州人口の大多数が農業を営むことにより、食物および現金収入を得ている。ニアサ州の農業条件は良いことから、生産技術の改善、生産拡大、販売改善の余地は大きい。また、地元の農産物の供給先の確保や、地元の雇用機会の増加のために、農産加工業に対する期待は大きい。

農業以外に、2005年頃からニアサ州の北部地域では、製材品やパルプ用の植林事業が海外投資で展開されている。その植林は、2013年頃から収穫期を迎え始めるが、木材は無加工で域外へ移出するか、製材等の加工を経て域外に移出することになる。短期的には、リシंगाからクアンバまで道路で輸送し、クアンバからは鉄道もしくは道路で輸送することが計画されている。中・長期的には、クアンバーリシंगा間の鉄道線がリハビリされ、木材及び木材加工品の輸送を担うことが期待されている。

ニアサ州には、北西部にニアサ湖、北東部にニアサリザーブ等の観光資源がある。ポルトガル時代からの街並みを残すリシंगाは、中継的な観光宿泊拠点としての発展可能性がある。ウォータースポーツを含むリゾート観光、エコツーリズム、ゲームハンティングなどの観光開発ポテンシャルがあるものの、まだほとんど活用されていない。

また、ニアサ州では、北西部の石炭など様々な鉱物資源の存在が知られているが、探鉱や採掘のための機材等の輸送費や鉱物資源自体の輸送費用が大きいことが阻害要因となり、ほとんど開発は始まっていない。

### 2. 幹線道路改善と地域開発の相乗効果を狙った地域開発施策

(1) クワンバーマンディンバ幹線道路沿道：ニアサ州南部

**小農農業と農産加工業**：本調査で事業化を検討しているクアンバーマンディンバ間道路が舗装化されれば、道路輸送費が下がり、道路によるアクセス改善が実現する。

その結果、ニアサ州南部地域で始まっている小農による商業化と農業生産拡大の可能性が高まると考えられるが、道路整備だけでは、そのポテンシャルを生かすには十分ではなく、小農の組織化や販路確保等の支援が必要である。

また、ナンプラークアンバ間に加えて、クアンバーマンディンバ間の幹線道路の整備は、トラックによる長距離輸送のコストを大幅に低減することができ、域外からの移入物資の価格を引き下げる効果がある。

上記のような小農商業化・生産拡大や、移入物資の価格低減は、南部地域で農産加工業の成立可能性を高めると考えられるが、実際に農産加工分野に民間投資を誘致するためには、農産加工の事業化を支援するための調査や、民間投資家への情報提供等のビジネスデベロップメントサービス提供が重要な施策を実施して行く必要がある。

**都市経済と流通運輸機能**：ナカラ開発回廊の幹線道路の連続的整備は、回廊内陸部の地域経済を活性化し、ナカラ回廊の下流部・沿岸部に立地するナン普拉タウンやナカラタウンの商業圏域や商業機能が大幅に拡大することが予想される。

同様に、ナカラ－ナンプラークアンバ間幹線道路整備により、内陸都市のクアンバタウンやマンディンバタウンでも、都市商業機能拡大、流通・運輸機能の拡大が生じる。

ナカラ開発回廊の軸となる幹線道路と鉄道を使った効率的な輸送及び流通が可能になるように、ナカラタウン、ナン普拉タウン、クアンバタウン、マンディンバタウン等で、バイパス、流通施設、道路と鉄道間の積替え施設の整備が必要である。

(2) ナカラ開発回廊の周辺部：ニアサ州中央部・北部

**小農商業化・生産拡大**：ナン普拉からクアンバを経てマンディンバまで幹線道路が舗装化されることにより、ニアサ州中央部や北部にも小農商業化の可能性が出てくる。ナン普拉やナカラまでの長距離輸送コストの軽減により、市場での農産物の買取り価格も高まる。また、幹線道路改善をきっかけにナカラ開発回廊の経済活性が進めば、ニアサ州南部のクアンバタウンやマンディンバタウンの都市人口が増大し、仲買人が取り扱う農産物量が増大する。これらの機会を十分生かすためには、ニアサ州南部で取組みが始まっている小農の組織化や販売促進支援を、中央部・北部へも徐々に拡大していくことが必要である。また、これまであまり支援されてこなかった生産技術の改善についても、取組みを開始するべきである。

ニアサ州中央部や北部での小農商業化・生産拡大は、マンディンバーリシंगा道路の舗装化が実現することにより、発展可能性が大きく高まる。当該道路の改善と組み合わせ、小農の組織化、販売促進、生産技術改善等の支援を、ニアサ州中央部・北部の、より広い地域で展開していくことが望まれる。

**観光開発**：ナンプラークアンバーマンディンバ道路の舗装化により、ナン普拉およびマラウイから、長距離バスや乗用車を使ってニアサ州南部を訪れる観光客が増加すると考えられる。クワンバ、マンディンバを通る観光ルートの中継宿泊拠点として、リシंगाを訪れる観光客の増加が期待される。ホテル、レストラン、レンタカーなど観光サービスの向上や観光情報の提供により、リシंगाの観光宿泊拠点としての快適性を高めると共に、日帰りなどでも、周辺のニアサ湖や自然保護区へ足を延ばす観光客が増えるよう努力がなされるべきである。

ニアサ州で、ニアサ湖やニアサリザーブ等の観光地を目指して訪れる観光客を狙った本格的な観光開発に取り組んでいくには、マンディンバーリシंगा道路の舗装化

が重要である。リシंगाタウンの観光宿泊拠点としての魅力化、地元観光産業の育成に加え、ニアサ湖、ニアサリザーブ等の観光地での観光施設整備、観光産業の育成、観光プロモーションを実施していく必要がある。

**林産加工業**：ニアサ州の中央部・北部で、林産加工業などの産業立地を推進していくためには、マンディンバーリシंगा道路の改善が重要である。道路改善により長距離トラックによる輸送コストが軽減すると共に、機材部品や燃料など、域外からの物資価格が安くなることにより、産業立地の条件を改善できるからである。

林産加工業開発のためには、外資による大・中規模事業に対してビジネス開発サービスを提供するなど、積極的な誘致策を取っていくことが必要である。さらに、林産加工に関わる地元中小企業を育成することにより、地元雇用の増加が期待される。

**鉱物資源開発**：鉱物資源開発の実現のためには、リシंगाーマンディンバ道路の改善が必要であり、長期的には、リシंगाークワロンバ間の鉄道リハビリが望まれる。まずは、鉱物探査と鉱業開発への民間投資を促進するために、地質構造調査の実施と民間への情報提供が重要である。

**社会サービス改善**：これらの幹線道路を中心とした経済開発戦略に加え、ニアサ州中央部・北部の地域開発にとっては、水、教育、保健等の社会サービスや地方道路の改善が重要である。モザンビークでは地方分権化政策の下で、郡レベルが開発の中心とすべく計画策定と実施予算の配分が行われている。社会サービス改善のためには、郡レベルで、統合的アプローチを用いた開発計画の策定、事業の優先付け、事業実施ができるよう郡行政の能力向上を図る必要がある。



# モザンビーク共和国 クアンバーマンディンバ及び マンディンバーリシंगा道路事業 準備調査

## 最終報告書 要約編

調査対象位置図

調査結果の概要表

調査要旨

目次

図表一覧

略語表

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 第1部 調査の取り組みと実施計画.....            | 1  |
| 1. 調査の背景と目的.....                 | 1  |
| 2. 調査内容.....                     | 1  |
| 第2部 一般認識.....                    | 3  |
| 1. 道路セクターの概要.....                | 3  |
| 2. 輸送セクター及び関連指標.....             | 3  |
| [クアンバーマンディンバ区間].....             | 6  |
| 第3部 概略設計.....                    | 6  |
| 1. 道路現況調査.....                   | 6  |
| 2. 自然条件調査.....                   | 7  |
| 3. 水文及び水理解析.....                 | 8  |
| 4. 設計基準.....                     | 9  |
| 5. 道路概略設計.....                   | 10 |
| 6. 施工計画.....                     | 13 |
| 7. 事業実施計画.....                   | 14 |
| 8. 事業費積算.....                    | 16 |
| 9. 道路維持管理.....                   | 18 |
| 第4部 経済分析.....                    | 19 |
| 1. 現況の交通特性.....                  | 19 |
| 2. 交通需要予測手法のコンセプト.....           | 20 |
| 3. 交通需要予測手法.....                 | 21 |
| 4. 交通需要予測結果.....                 | 22 |
| 5. 経済分析.....                     | 23 |
| 第5部 国境施設.....                    | 25 |
| 1. 国境施設の現況及び改善に係る必要性・妥当性の確認..... | 25 |

---

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 2. ニーズ評価及び国境施設の改善に係る整備アプローチの提案.....  | 26 |
| 3. マンディンバ国境施設改善に係る施設整備方針.....        | 27 |
| [ マンディンバーリシंगा区間 ].....              | 30 |
| 第3部 概略設計.....                        | 30 |
| 1. 道路現況調査.....                       | 30 |
| 2. 自然条件調査.....                       | 31 |
| 3. 水理及び水文解析.....                     | 31 |
| 4. 設計基準.....                         | 33 |
| 5. 道路概略設計.....                       | 34 |
| 6. 施工計画.....                         | 37 |
| 7. 事業実施計画.....                       | 38 |
| 8. 事業費積算.....                        | 40 |
| 9. 道路維持管理.....                       | 43 |
| 第4部 経済分析.....                        | 44 |
| 1. 現況の交通特性.....                      | 44 |
| 2. 交通需要予測手法のコンセプト.....               | 45 |
| 3. 交通需要予測手法.....                     | 46 |
| 4. 交通需要予測結果.....                     | 47 |
| 5. 経済分析.....                         | 48 |
| 第6部 環境社会配慮.....                      | 49 |
| 1. 環境法令.....                         | 49 |
| 2. 環境社会配慮手続きに関するスクリーニング及びスコーピング..... | 49 |
| 3. 環境社会配慮（初期環境影響評価）.....             | 49 |
| 4. 環境社会配慮に関する提言.....                 | 52 |
| 第7部 地域開発プログラム.....                   | 53 |
| 1. ニアサ州の現況と潜在的な開発ポテンシャル.....         | 53 |
| 2. 将来交通ネットワーク改善シナリオ.....             | 53 |
| 3. 地域開発の基本方針.....                    | 54 |
| 4. 幹線道路改善と地域開発の相乗効果を狙った地域開発施策.....   | 56 |

## 図一覧

### [クアンバーマンディンバ区間]

#### 第3部 概略設計

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 図 3.1.1 対象道路の概略              | 6  |
| 図 3.5.1 線形及び舗装設計の手順          | 10 |
| 図 3.5.2 多層弾性理論に基づく採用舗装構成     | 12 |
| 図 3.7.1 クアンバーマンディンバ道路の事業実施計画 | 15 |

#### 第4部 経済分析

|                    |    |
|--------------------|----|
| 図 4.3.1 交通需要予測の過程  | 22 |
| 図 4.4.1 区間ごとの予測交通量 | 23 |

### [マンディンバーリシंगा区間]

#### 第3部 概略設計

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 図 3.1.1 対象道路の概略               | 30 |
| 図 3.5.1 線形及び舗装設計の手順           | 34 |
| 図 3.5.2 縦断線形の改良イメージ           | 35 |
| 図 3.5.3 多層弾性理論に基づく採用舗装構成      | 36 |
| 図 3.7.1 マンディンバーリシंगा道路の事業実施計画 | 39 |

#### 第4部 経済分析

|                    |    |
|--------------------|----|
| 図 4.3.1 交通需要予測の過程  | 47 |
| 図 4.4.1 区間ごとの予測交通量 | 48 |

#### 第6部 環境社会配慮

|                    |    |
|--------------------|----|
| 図 6.3.1 ROW内の建築物の数 | 50 |
| 図 6.3.2 標識設図       | 51 |

#### 第7部 地域開発プログラム

|  |    |
|--|----|
| 図 7.1.1 モザンビーク北部およびマラウイの将来交通ネットワーク改善シナリオ | 55 |
|--|----|

## 表一覧

|  |    |
|--|----|
| 第2部 一般認識                               |    |
| 表 2.2.1 モザンビーク国における輸送分担状況              | 4  |
| 表 2.2.2 道路区分                           | 4  |
| [クアンバーマンディンバ区間]                        |    |
| 第3部 概略設計                               |    |
| 表 3.3.1 降雨観測所別確率降雨強度                   | 8  |
| 表 3.3.2 洪水流量計算方法の特徴                    | 8  |
| 表 3.3.3 計画洪水位 (50年及び100年確率)            | 9  |
| 表 3.5.1 改良規模と効果                        | 11 |
| 表 3.5.2 舗装タイプ別経済分析結果                   | 11 |
| 表 3.5.3 舗装の許容耐力照査結果                    | 12 |
| 表 3.5.4 改修対象橋梁の概要                      | 13 |
| 表 3.8.1 総事業費                           | 17 |
| 表 3.8.2 橋梁建設費                          | 17 |
| 第4部 経済分析                               |    |
| 表 4.1.1 区間ごとの交通特性                      | 19 |
| 表 4.2.1 マクロ経済フレームにおける設定                | 20 |
| 表 4.2.2 交通需要予測における予測シナリオ               | 21 |
| 表 4.4.1 将来交通量 (クアンバ～マンディンバ)            | 22 |
| 表 4.5.1 感度分析結果                         | 23 |
| 表 4.5.2 石油価格が工事費に与える影響                 | 23 |
| 表 4.5.3 損益分岐点                          | 24 |
| 第5部 国境施設                               |    |
| 表 5.1.1 各国境の現況                         | 25 |
| 表 5.3.1 目標年次 2024年(第2ステップ時)における施設の所要面積 | 25 |
| 表 5.3.2 目標年次 2024年(第2ステップ時)における施設の所要面積 | 25 |
| [マンディンバーリシंगा区間]                       |    |
| 第3部 概略設計                               |    |
| 表 3.3.1 降雨観測所別確率降雨強度                   | 32 |
| 表 3.3.2 洪水流量計算方法の特徴                    | 32 |
| 表 3.3.3 計画洪水位 (50年及び100年確率)            | 32 |
| 表 3.5.1 改良規模と効果                        | 34 |
| 表 3.5.2 舗装タイプ別経済分析結果                   | 35 |
| 表 3.5.3 舗装の許容耐力照査結果                    | 36 |
| 表 3.5.4 改修対象橋梁の概要                      | 37 |
| 表 3.7.1 段階的整備の優先順位                     | 40 |
| 表 3.8.1 総事業費                           | 42 |

---

|  |    |
|--|----|
| 表 3.8.2 橋梁建設費 .....                              | 42 |
| 第4部 経済分析   |    |
| 表 4.1.1 区間ごとの交通特性 .....                          | 44 |
| 表 4.2.1 マクロ経済フレームにおける設定 .....                    | 45 |
| 表 4.2.2 交通需要予測における予測シナリオ .....                   | 46 |
| 表 4.4.1 将来交通量（マンディンバ～リシंगा） .....                | 47 |
| 表 4.5.1 感度分析結果 .....                             | 48 |
| 表 4.5.2 損益分岐点 .....                              | 48 |
| 第6部 環境社会配慮                                       |    |
| 表 6.2.1 EIA 実施が必要とされるプロジェクト .....                | 49 |
| 表 6.3.1 影響が想定される建築物の数 .....                      | 50 |
| 表 6.3.2 騒音予測結果(2035) [国道13号沿道] .....             | 51 |
| 表 6.3.3 距離別騒音予測結果(2035) [国道13号沿道：静穏を要する地域] ..... | 51 |
| 表 6.4.1 EIAに関する現状と今後の予定(2009-2010) .....         | 52 |
| 表 6.4.2 2009-11年の想定スケジュール .....                  | 52 |
| 第7部 地域開発プログラム                                    |    |
| 表 7.4.1 セクター戦略および優先度の高い施策 .....                  | 58 |

## 略語表

|        |   |       |  |
|--------|---|-------|--|
| AA DT  | Annual Average Daily Traffic<br>年平均交通量          |       | 東部南部アフリカ共同市場                                       |
|        |   | DA    | Directorate of Administration                      |
| ACE    | Competent Authority of Road Sector<br>道路セクター管轄庁 |       | 行政管理理事会  |
|        |   | DCP   | Dynamic Cone Penetration                           |
| ACV    | Aggregate Crushed Value<br>骨材破砕値                |       | 貫入コーン試験  |
|        |   | DIMAN | Directorate of Maintenance of ANE                  |
| ADT    | Average Daily Traffic<br>日平均交通量                 |       | 道路公社維持管理局  |
|        |   | DIPRO | Directorate of Project of ANE                      |
| AfDB   | African Development Bank<br>アフリカ開発銀行            |       | 道路公社プロジェクト局  |
|        |   | DNEP  | National Directorate of Roads and Bridges          |
| ANE    | National Road Administration<br>モザンビーク国道路公社     |       | 国家道路橋梁理事会  |
|        |   | DPANE | Provincial Delegation of ANE                       |
| AU     | Africa Union<br>アフリカ連合                          |       | 道路局州現地事務所  |
|        |   | DPOPH | Provincial Directorate of Public Works and Housing |
| BOO    | Build Own Operate<br>BOO 方式                     |       | 州公共事業住宅局   |
|        |   | DTI   | Department of Trade and Industry                   |
| BOT    | Build Operate Transfer<br>BOT 方式                |       | 商業・産業局   |
|        |   | EAC   | East African Community                             |
| BOOT   | Build Own Operate and Transfer<br>BOOT 方式       |       | 東アフリカ共同体   |
|        |   | EIA   | Environmental Impact Assessment                    |
| CBR    | California Bearing Ration<br>地盤試験の一つ            |       | 環境影響評価   |
|        |   | EIRR  | Economic Internal Rate of Return                   |
| CDN    | Northern Development Corridor<br>北部開発回廊         |       | 経済的内部収益率   |
|        |   | ESCS  | Environmental and Social Consideration Survey      |
| CFM    | Mozambique Railway Authority<br>モザンビーク鉄道会社      |       | 環境社会配慮調査   |
|        |   | EU    | European Union                                     |
| CLUSA  | Cooperative League of the U.S.A.<br>米国協力同盟      |       | 欧州連合   |
|        |   | FIP   | Preliminary Information File                       |
| COI    | Corridor of Impact<br>工事影響範囲                    |       | 初期情報ファイル   |
| COMESA | Common Market for Eastern and Southern Africa   |       |  |

|          |   |       |   |
|----------|---|-------|---|
| GAT      | Cross Cutting Issues Unit<br>(Environmental Unit in ANE)<br>道路局環境ユニット                             | IRR   | Internal Rate of Return<br>内部収益率  |
| GAS      | Director of Assessor and Supervision<br>Cabinet<br>査定監督官房局  | IUCN  | International Union for the Conservation<br>of Nature and Natural Resources<br>国際自然保護連合 |
| GDP      | Gross Domestic Product<br>国内総生産   | JBIC  | Japan Bank for International<br>Cooperation<br>国際協力銀行                                   |
| GED      | Cabinet for Development and Strategic<br>Study<br>開発戦略調査官房  | JICA  | Japan International Cooperation Agency<br>国際協力機構  |
| GOJ      | Government of Japan<br>日本政府   | MASL  | Meter Above Sea Level<br>海拔メートル   |
| GOM      | Government of the Republic of<br>Mozambique<br>モザンビーク国政府  | MCA   | Multi Criteria Analysis<br>多基準分析  |
| GPS      | Global Positioning System<br>全地球測位システム  | MCC   | Millennium Challenge Corporation<br>米国ミレニアムチャレンジ機構                                      |
| H.W.L    | High Water Level<br>高水位   | MICOA | Ministry for Coordination of<br>Environmental Affairs<br>環境調整省                          |
| HDM-4    | Highway Design and Maintenance<br>Standards Model<br>道路設計維持管理標準モデル                                | MOAF  | Ministry of Agriculture & Fisheries<br>農業水産省  |
| HIV/AIDS | Human Immunodeficiency Virus<br>/Acquires Immune Deficiency Syndrome<br>ヒト免疫不全ウイルス／後天性免疫<br>不全症候群 | MODP  | Ministry of Development & Planning<br>開発計画省   |
| ICB      | International Competitive Bidding<br>国際競争入札   | MOIC  | Ministry of Industry & Commerce<br>産業商業省  |
| IDA      | International Development Association<br>国際開発協会   | MOPWH | Ministry of Public Works and Housing<br>公共事業住宅省   |
| IND      | National De-mining Institute<br>国家地雷撤去局   | MOTC  | Ministry of Transport & Communication<br>運輸通信省  |
| INE      | National Statistics Institute<br>国家統計局  | MTEF  | Medium Term Expenditure Framework<br>中期財務枠組み  |
| IRI      | International Roughness Index<br>国際路面平坦度指数  | NCB   | National Competitive Bidding<br>国内競争入札  |
|          |   | NEPAD | New Partnership for Africa's<br>Development<br>アフリカ開発に関する新たな協調関係                        |

|       |   |       |  |
|-------|---|-------|--|
| NGO   | Non-Governmental Organization<br>非政府組織  | RPF   | Resettlement Policy Framework<br>住民移転政策枠組み                                       |
| NPV   | Net Present Value<br>純現在価値  | RSS   | Roads Sector Strategy 2007-2011<br>道路セクター計画                                      |
| OSBP  | One Stop Border Post<br>ワンストップボーダーポスト   | SADC  | Southern African Development<br>Community<br>南アフリカ開発共同体                          |
| OD    | Origin and Destination<br>出発地・目的地   | SATCC | The Southern Africa Transport and<br>Communications Commission<br>南部アフリカ交通・通信委員会 |
| PAP   | Project Affected Person(s)<br>事業被影響者  | SAWPB | Semi Annual Workplan and Budget<br>半期作業計画及び予算                                    |
| PARPA | The Action Plan for the Reduction of<br>Absolute Poverty<br>絶対的貧困撲滅のためのアクション<br>プラン | SEA   | Strategic Environmental Assessment<br>戦略的環境アセスメント                                |
| PEP   | Provincial Strategic Plan<br>州戦略計画  | SDI   | Spatial Development Initiatives<br>空間開発イニシアチブ                                    |
| PES   | Economic and Social Plan<br>経済社会計画  | SIDA  | Swedish International Development<br>Cooperation Agency<br>スウェーデン国際開発機構          |
| PGA   | Environmental Administration Plan<br>環境管理計画   | SMP   | Strategic Maintenance Plan<br>戦略的管理計画  |
| PPP   | Public-Private Partnership<br>官民のパートナーシップ・協力・提<br>携事業方式                             | SPT   | Standard Penetration Test<br>標準貫入試験  |
| PRISE | Road Sector Integrate Program<br>道路セクター統合計画   | STD   | Sexually Transmitted Disease<br>性感染症   |
| RAP   | Resettlement Action Plan<br>住民移転活動計画  | SWOT  | Strength, Opportunity, Weakness and<br>Threat<br>強み・機会・弱み・脅威                     |
| RECs  | Regional Economic Communities<br>地域経済共同体  | TMH   | Technical Measures for Highways<br>高速道路に関する技術対策                                  |
| RED   | Roads Economic Decision Model<br>道路経済分析モデル  | TRH   | Technical Recommendations for<br>Highways<br>高速道路に関する技術提案                        |
| RF    | Road Fund<br>道路基金   | VEF   | Vehicle Equivalent Factor<br>車両等価係数  |
| RMF   | Regional Maximum Flood<br>地域最大洪水  | WB    | The World Bank<br>世界銀行   |
| ROW   | Right of Way<br>道路用地  |       |  |

## 第1部 調査の取り組みと実施計画

### 1. 調査の背景と目的

モザンビーク国は、アフリカ大陸の南東に位置し、総面積は 799,380 km<sup>2</sup> におよぶ。北側でタンザニア、西側でマラウイ、ザンビア、ジンバブエ、スワジランド、南アフリカと国境を接し、東側はインド洋のモザンビーク海峡に接している。1992 年まで 17 年間続いた内戦により、国内の主要な道路施設は破壊されつくした。

モザンビーク政府は、道路や社会サービスへの限られたアクセスが貧困の原因であるとして、高い農業生産能力を保有する地域等に優先的に社会資本を整備することを、貧困削減戦略書 (PARPA II: 2006 - 2009) に定めた。

この国家戦略に基づき、道路戦略計画 (2007-2011 : RSS) では、農業生産、観光資源、工業地域、天然資源等のポテンシャルの高い地域へ、効果的な道路網を優先的に配置することで、経済成長や国家戦略に寄与することを目標としている。

このような状況を背景に、モザンビーク政府は日本政府に対して「ナンプラ～クアンバ道路 (ナカラ回廊)」のフィージビリティ調査 (以下 F/S 調査) の実施を要請した。日本政府はこの要請を受け、2006 年～2007 年にかけて「ナンプラ～クアンバ道路」の F/S 調査を行った。この「ナンプラ～クアンバ道路」については、F/S 調査終了後に、見返り資金を利用した詳細設計がモザンビーク政府により実施された。

本調査対象道路 (国道 13 号 : クアンバ～マンディンバ～リシंगा) は、モザンビーク国の 2 つの回廊 (ナカラ回廊及びペンバ回廊) の一部を形成する路線であり、ナンプラ州のナカラ港及びカーボデルガド州のペンバ港と内陸国マラウイを戦略的に接続する回廊である。対象路線は未舗装のまま取り残されているが、モザンビーク北部地域の活性化と貧困削減に貢献する高いポテンシャルを持った路線である。

調査の目的は以下の通りである。

- (1) 対象道路を通年で通行可能な道路とするために、環境への影響、貧困削減への効果も考慮した幾つかの代替案から、技術的、経済的及び社会的に受け入れられる実施可能な整備方法を提案すること。
- (2) 対象道路の整備に合わせて、その効果がより広い範囲に波及するようにニアサ州を対象とした「地域開発プログラム」を策定すること。

### 2. 調査内容

調査団は、調査目的を達成するために、ANE の協力の下、技術的、経済的、社会環境的分析や現地調査、及び関連事項の調査を行う。

調査は、クアンバ～リシंगा間道路全線 (302km) に渡る、経済的実現可能性調査、道路概略設計、環境影響評価支援、及び地域開発プログラムの策定により構成される。

- (1) 経済的実現可能性調査

調査団は、以下の項目で構成される経済的実現可能性調査を実施する。

- 1) 経済分析、2) 交通解析、3) 経済評価、4) リスク分析

## (2) 道路概略設計

調査団は、以下の項目で構成される道路概略設計を実施する。

- 1) 自然条件調査、2) 現地目視調査、3) 概略設計、4) 積算、5) 国境施設(OSBP)

## (3) 環境影響調査支援

環境影響評価(EIA)は、アフリカ開発銀行及びJBIC及びJICAの環境ガイドラインに基づく必要がある。したがって、調査団は、ANEの実施する環境影響調査を支援する。

## (4) 地域開発プログラム策定

調査団は、ニアサ州の開発計画「PEP Niassa 2017」に基づき、ニアサ州の地域開発計画を策定し、そのプログラムを提案する。

## 第2部 一般認識

### 1. 道路セクターの概要

#### (1) 国家政策

モザンビークの国家政策の全てが、貧困削減を第一の目標に掲げている。モザンビーク政府は、貧困削減戦略書（PARPA：2001-2005）、それに引き続く貧困削減戦略書-II（PARPA II：2006-2009）の下で、貧困の解消に向けた戦いを続けている。貧困削減戦略書-II で掲げられている目標は、2003年時点の貧困率54%を2009年までに45%まで削減することである。

さらに、PARPA II では、国家経済の広域的な統合と生産力の向上を目標としている。特に、郡単位での開発、生産分野への参入環境の創出、金融制度の開発、中小企業対策、税収入と予算配分制度の開発に着目している。PARPA II において、税収入の増加を呼びかけているにも関わらず、予算の49%を援助資金に頼っている状況が続いている。

このため、PARPA II では、適正な管理、人的資源への投資、経済開発を3つの柱としている。

#### (2) 道路セクターの概要

道路戦略計画（RSS：2007-2011）は、道路の開発と管理に関する国家戦略の基本を示している。併せて、道路分野に関する基本原則、取り組みや活動の詳細についても示している。

道路戦略計画は、中・長期の見込みについて配慮している。それには5年間の投資計画を含んでいるが、予算の制約や要求を考慮し、優先順位は毎年調整され、計画は3年毎に検証と見直しが行われる。

道路戦略計画では、道路網の整備を通して、以下の目的を達成することを国家目標としている。

- 強固な社会と経済を作るために、生産性向上に必要な移動性を確保すること。
- 国内へ信頼性の高い道路網を普及させることにより、地域の開発を促進すること。

なお、モザンビークの道路の管理は、公共事業住宅省の下、道路公社（National Road Administration：ANE）により実施されている。予算等の資金管理については、道路基金（Road Fund）が担当している。

### 2. 輸送セクター及び関連指標

#### (1) 交通モード別分担状況

表2.2.1に示すように、モザンビークの輸送手段の内、道路が貨物輸送の58.2%、旅客輸送の98.1%を占め、旅客輸送のほとんどを道路に依存している。貨物輸送では、27.9%を鉄道、8.3%を海運が占めているが、航空輸送は輸送能力が小さいため、旅客、貨物輸送ともに低い分担率となっている。

表 2.2.1 モザンビーク国における輸送分担状況

| 輸送機関            |      | 道路                  | 鉄道               | 海運               | 航空              | パイプライン           |
|-----------------|------|---------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 貨物<br>(百万トン・KM) | 2004 | 950.7<br>(42.3%)    | 760.6<br>(33.8%) | 279.1<br>(12.4%) | 9.3<br>(0.4%)   | 248.3<br>(11.0%) |
|                 | 2005 | 1,048.8<br>(46.8%)  | 762.8<br>(34.1%) | 295.6<br>(13.2%) | 7.4<br>(0.3%)   | 125.4<br>(5.6%)  |
|                 | 2006 | 1238.3<br>(53.8%)   | 775.1<br>(33.7%) | 178.8<br>(7.8%)  | 6.0<br>(0.3%)   | 102.1<br>(4.4%)  |
|                 | 2007 | 1534.5<br>(58.2%)   | 736.3<br>(27.9%) | 217.8<br>(8.3%)  | 8.1<br>(0.3%)   | 137.9<br>(5.2%)  |
| 旅客<br>(百万トン・KM) | 2004 | 20,906.2<br>(97.2%) | 106.0<br>(0.5%)  | 29.8<br>(0.1%)   | 467.5<br>(2.2%) | -                |
|                 | 2005 | 23,909.7<br>(97.2%) | 172.2<br>(0.7%)  | 18.5<br>(0.1%)   | 504.5<br>(2.1%) | -                |
|                 | 2006 | 26486.8<br>(96.3%)  | 342.3<br>(1.2%)  | 9.0<br>(0.0%)    | 662.3<br>(2.4%) | -                |
|                 | 2007 | 28769.6<br>(96.1%)  | 319.6<br>(1.1%)  | 9.4<br>(0.0%)    | 845.8<br>(2.8%) | -                |

出典：統計年鑑

(2) 道路種別及び道路現況

モザンビークの道路網は、道路公社によって管理される国道（第1種及び第2種）と地方道（第3種及び近隣道路）、市で管理される都市道路、及び郡で管理される未種別道路に分類される。

表 2.2.2 道路区分

| 区分  | 種別    | 機能   | 道路番号                                 |
|-----|-------|--|--------------------------------------|
| 国道  | 第1種道路 | 主要幹線道路網を形成し、以下を接続する：<br><ul style="list-style-type: none"> <li>各州都間</li> <li>州都と主要都市間</li> <li>州都と主要港湾</li> <li>州都と主要国境施設</li> </ul>                   | (a) : N1 ~ N100<br>(b) : N101 ~ N199 |
|     | 第2種道路 | 主要幹線道路を補完する道路網を形成し、以下を接続する：<br><ul style="list-style-type: none"> <li>第1種道路間</li> <li>州都と海港及び河川港</li> <li>第1種道路と重要な経済地域</li> <li>第1種道路と国境施設</li> </ul> | N200 ~ N399                          |
| 地方道 | 第3種道路 | 第3種道路は以下を接続する：<br><ul style="list-style-type: none"> <li>第2種道路相互及び第2種と第1種</li> <li>郡都間</li> <li>郡都と行政機関所在地間</li> <li>郡都と重要な経済地域</li> </ul>             | R400 ~ R799                          |
|     | 近隣道路  | 近隣道路は以下を接続する：<br><ul style="list-style-type: none"> <li>第3種道路間</li> <li>行政機関所在地間</li> <li>行政機関所在地と人口集積の高い地域間</li> </ul>                                | R800 以降                              |

(a) : 主要な道路網を形成する路線

(b) : その他の幹線道路

出典：The Reclassification of the Mozambique Road Network, 2003 (最終報告書)

現在、道路公社の管理する道路延長は約 30,000km であり、舗装道路は全体の 20% 以下である。舗装道路の内、約 88%は良好な状態に保たれている。未舗装道路では、完全に通行可能な区間は 57%程度である。道路戦略計画 (RSS) 及び戦略的維持管理計画 (SMP) では、舗装道路のみを取り上げた舗装道路管理プログラム (PRMP)

を別途採用している。なお、戦略的維持管理計画（SMP）の対象となっている道路は、道路公社の管理する約 30,000km と 3,000km の都市道路である。

## [ クアンバーマンディンバ区間 ]

### 第3部 概略設計

#### 1. 道路現況調査

##### (1) 道路概要

調査対象道路は、クアンバ～マンディンバ間とマンディンバ～マラウイ国境間の2つの区間に大きく分けられる。それぞれの区間の延長は、以下の図に示すとおりである。

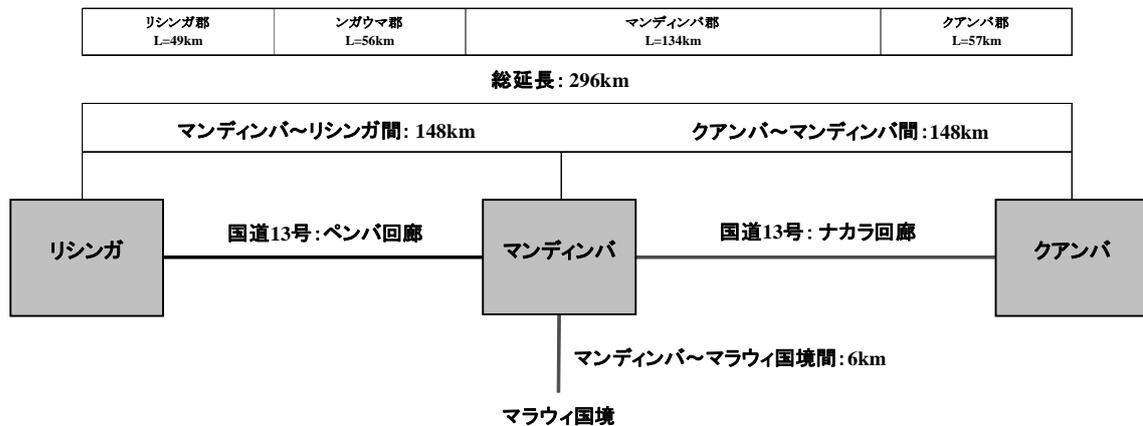


図 3.1.1 対象道路の概略

##### (2) 道路及び橋梁現況調査

###### 1) クアンバ～マンディンバ区間

クアンバ～マンディンバ間は、多くの小さな集落を通過する。地形は概ね平坦であり、標高 560m からマンディンバ付近で 760m に達し、その平均勾配は約 0.13%である。

既存道路の線形は、基本的に分水嶺に沿っており、平面線形は直線と半径の大きな曲線で構成されるが、鉄道との交差部にて小さな曲線が使われている。鉄道との交差は、短い区間内に8箇所存在する。

###### 2) マンディンバ～マラウイ国境区間

マンディンバ～マラウイ国境間は、マンディンバでの国道 13 号の分岐点から国境まで 6km の延長を有する。標高は 760m から 860m の間にあり、3つの小河川を通過する丘陵地形である。道路は土道であり、維持管理の不足により劣化が著しく、標準的に 6～7m の幅しか無く、大型車のすれ違いに支障を来している。

###### 3) 橋梁の状況

対象道路上に存在する橋梁は、建設から 40～60 年経過しているが、比較的良好な状態である。主な理由は、地震や洪水の頻度が少なく、丘陵地形が鋼橋に良い結果を与えている。

調査対象である全 14 橋は、以下の 3 つの状態に分類される。

分類：健全 (3 橋)：健全な状態又は新設橋であり、継続的に使用可能

連続 RC-T 桁橋 (1 橋)、鉄道併用橋 (1 橋)、日本政府の援助による新設橋 (1 橋)

分類：良好 (5 橋)：引き続き 20 年間程度の使用が可能。

単純 RC-T 桁橋 (5 橋)

分類：不良 (6 橋)：新たな構造物に置き換える必要あり。

RC スラブ橋 (4 橋)、H 鋼桁橋 (2 橋)：スラブ及び高欄に損傷有り。

## 2. 自然条件調査

### (1) 測量調査

測量調査は、対象道路周辺の現況地形を、設計に反映させるために実施された。測量調査の内容は、以下の通りである。

1) 道路中心線測量 (横断測量含む)、2) 航空写真撮影、3) 橋梁部地形測量、4) 基準点設置

### (2) 地質調査

ボーリング調査、及び標準観入試験 (SPT) は、対象 4 橋梁の基礎の位置 (深さ) を確認するために実施された。橋梁 1 箇所毎に 2 箇所のボーリング調査を実施した。対象となった橋梁は、以下の通りである。

ムアンバシ橋、ルサンガシ橋、ンゴルア橋、ンガメ II 橋

### (3) 土質及び材料調査

#### 1) CBR 及び動的貫入試験

路床強度試験 (CBR 試験) 及び動的貫入試験 (DCP 試験) は、現況地盤強度を確認し、設計期間に渡って舗装の機能 (サービス) を確保するために実施された。

#### 2) 舗装及び盛土のための土取場試験

盛土材料、及び舗装材料としての適合性を確認するために、対象道路沿線の土取場より試料を入手し試験を実施した。

#### 3) 舗装及びコンクリート工事のための砕石試験

舗装材料、及びコンクリートの材料として、適用可能な砕石採取場の位置の確認、及び使用可能量の確認のために、対象道路周辺の砕石場より試料を入手し試験を実施した。

### 3. 水文及び水理解析

#### (1) 水理解析

水理解析は、クアンバ観測所、及びマンディンバ観測所より得られた日降雨量データに基づき実施された。設計降雨強度の算出には、岩井法とログピアソン3型の2つが用いられ、両手法から得られた結果を検討した上で、適切な降雨強度を設定した。結果は表3.1に示すとおりである。

表 3.3.1 降雨観測所別確率降雨強度

| 期間     | 日当たり確率降雨強度 (mm) |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 2年              | 5年    | 10年   | 20年   | 50年   | 100年  |
| クアンバ   | 75.7            | 97.9  | 111.4 | 123.5 | 138.2 | 148.7 |
| マンディンバ | 82.2            | 101.9 | 113.1 | 122.9 | 134.3 | 142.2 |

マンディンバ観測所より得られたデータは、サンプル年数が少なく、精度の信頼性に欠ける。降雨強度の計算は、高い信頼性に基づき実施されるべきであることから、クアンバ観測所で得られたデータに基づく降雨強度を本調査に採用した。

#### (2) 洪水流量

洪水流量計算手法として、「修正合理式」及び「地域最大洪水量（経験的手法）」の2つを適用した。両手法は、全ての集水域に適用できるわけではなく、修正合理式は、集水面積が500km<sup>2</sup>以下の場合に適用可能である。

地域最大洪水量（経験的手法）は、規模の大きな集水域に適用する手法であり、地域別に設定されるK係数に基づく。モザンビークでは、5.0～5.6のK係数が一般的に用いられている。この2つの手法で計算された洪水流量から適切な値を選定した。

表 3.3.2 洪水流量計算方法の特徴

| 計算方法        | 適用集水面積 (km <sup>2</sup> )                |
|-------------|--|
| 修正合理式       | 適用限界無し<br>(0～500km <sup>2</sup> : 調査団提案) |
| 経験的手法 (RMF) | 適用限界無し                                   |

出典: Drainage Manual 5th Edition (南アフリカ道路局)

#### (3) 橋梁部の水位計算

水文分析ソフト「HEC-Ras」を用いて計算された、HEC-Rasの初期入力条件は、河川横断形状、マンニング粗度係数、ピーク流量である。河川横断形状については、実施された地形測量データより入手し、マンニング粗度係数は0.035とした。

表3.3.3に、HEC-Rasの不等流解析結果に基づく水位の計算結果を示す。

表 3.3.3 計画洪水水位（50年及び100年確率）

| 橋梁名    | 確率年  | 流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 計算水位<br>(m) | ヒアリング水位<br>(m) |
|--------|------|---------------------------|-------------|----------------|
| ムアンバシ  | 50年  | 312.0                     | 618.50      | 616.9          |
|        | 100年 | 390.9                     | 619.28      |                |
| ルサンガシ  | 50年  | 589.9                     | 639.42      | 637.5          |
|        | 100年 | 731.4                     | 639.92      |                |
| ンゴルア   | 50年  | 246.4                     | 704.16      | 706.2          |
|        | 100年 | 307.9                     | 704.85      |                |
| ンガメ-II | 50年  | 243.7                     | 708.61      | 709.2          |
|        | 100年 | 301.7                     | 709.15      |                |

#### 4. 設計基準

##### (1) 概要

適切な設計基準を採用することにより、以下に示す目的を達成する。

- 適切な道路幅や視距を確保することにより、道路利用者に対して高い安全性や快適性を提供すること。
- 経済性に優れた設計を実施すること。
- 設計の統一性を確保すること。
- 安全性の高い構造物（橋梁及びカルバート）を提供すること。

上記の目的を確保するために、同じナカラ回廊を形成するナンプラ～ナカラ道路、及びナンプラ～クアンバ道路と同様に、広く南部アフリカ地域で使用されているSATCC（南部アフリカ交通・通信委員会）設計基準を採用することとした。

##### (2) 道路設計基準

###### 1) 道路幾何構造基準

道路の幾何構造基準として「SATCC Code of Practice for the Geometric Design of Trunk Roads, September 1998」を適用した。

###### 2) 標準横断構成

調査団は、対象道路の標準横断構成として、路線（ナカラ回廊）としての整合性を確保するために、ナンプラ～ナカラ道路、及びナンプラ～クアンバ道路と同様の横断構成を提案した。また、対象道路の整備による交通量の増大と高速化、これに伴う交通事故の危険性を緩和するために、集落地域では2.5mの路肩（2.0mの舗装路肩+0.5mの保護路肩）を提案した。

###### 3) 舗装設計

舗装設計基準として、「SATCC Practice for the Design of Road Pavements」を採用した。その他、「Road Notes 31」及び「TRH4 of South Africa」を参考として適用した。

#### 4) 鉄道交差設計

対象道路のクアンバ～マンディンバ間は、8箇所鉄道と平面交差する。この交差箇所における交差角は非常に小さく、視認性といった安全性の問題がある。本調査では、安全性の観点から、踏切改修の必要があるため、ナンプラ～クアンバ間で採用された基準を同様に適用した。

#### 5) 道路安全施設

交通安全施設に関する基準については、SATTACの「標識及び区画線マニュアル(1997年11月)」を適用した。道路標識は、運転者に危険を警告するとともに、歩行者を含む道路利用者の安全性を向上させる。

#### 6) 橋梁及びカルバート

モザンビーク国では、長期に渡りポルトガルの橋梁及びカルバート設計基準と仕様書が使われてきた。その後、1981年に「Code of Practice for the Design of Highway Bridges and Culverts in South Africa」が導入され、原則的な適用基準となった。しかし、SATTC基準は、英国の設計基準を基にしているため、ANEの職員は、SATTCで設計されたものを、ポルトガルの基準で照査している。

本調査では、最新のSATTC基準(1998年9月、2001年7月改訂)、及びSATTCの工事仕様書を設計基準として採用した。関連する基準として、AASHTO、英国基準(BS)及びポルトガルの基準も参考とした。

### 5. 道路概略設計

#### (1) 概要

ANEとの協議及び現地調査結果に基づき、道路整備の方針を以下の通りとした。

- 将来的な交通需要に対応した、通年交通可能な主要幹線道路を形成すること。
- 車両及び歩行者の交通事故の危険性を低減し、安全性の高い主要幹線道路形成すること。

#### (2) 適用可能な道路線形及び舗装タイプの選定

##### 1) 線形及び舗装設計の手順

道路の線形計画、及び舗装設計については、道路の整備方針に一致することが重要である。このため、「何も手を加えない」という選択は、本プロジェクトに不適切である。本調査では、以下の流れにしたがって、適切な線形、及び舗装タイプを選定した。



図 3.5.1 線形及び舗装設計の手順

## 2) 道路線形

クアンバ～マンディンバ間の既存道路線形は、下表に示される現況及び計画の平面線形と累積高低差の数字からもわかるように、概ね設計速度 100km/h を満足するものである。したがって、基本的に現道を利用して設計速度 100km/h とすることが望ましい。

表 3.5.1 改良規模と効果

|         |               | 現況             | 計画             |
|---------|---------------|----------------|----------------|
| 延長 (km) |               | 153.8km        | 152.9km        |
| 地形      |               | 平坦地            | 平坦地            |
| 設計速度    |               | -              | 100km/h        |
| 幾何構造    | 平面線形 deg/km   | 22.4<br>(1.00) | 21.2<br>(0.95) |
|         | 累積高低差 m/km    | 9.8 (1.00)     | 9.8<br>(1.00)  |
|         | 縦断変化点数 no./km | 4.5            | 3.3            |
| 鉄道交差箇所数 |               | 8              | 2              |

### (3) 舗装設計

#### 1) 舗装タイプ

過去、及び現在実施中のプロジェクトを参考に、以下の3つの舗装タイプを対象道路の舗装化の比較案とした。

案1：SATACC 基準に基づくアスファルトコンクリート

案2：Road Note 31 に基づく2層簡易舗装

案3：アフリカ開発銀行より比較要請のあった砂利舗装（参考として）

表 3.5.2 舗装タイプ別経済分析結果

| 舗装タイプ              | 建設費用    |           | 現在価値<br>(USD<br>Mil.) | B/C  | 内部<br>収益率 |
|--------------------|---------|-----------|-----------------------|------|-----------|
|                    | 百万 US\$ | US\$/km   |                       |      |           |
| 案1<br>アスファルトコンクリート | 197.4   | 1,281,659 | -1.2                  | 1.0  | 11.9%     |
| 案2<br>2層簡易舗装       | 120.6   | 783,391   | 62.9                  | 1.7  | 19.0%     |
| 案3<br>砂利舗装         | 54.2    | 351,863   | -44.8                 | -0.2 | -30.0%    |

適切な舗装タイプの選択は、初期投資額、及び内部収益率による経済的な実行の可能性に基づき行われた。分析の結果、案2（2層簡易舗装）が最も経済的に優れた舗装構成であるという結果となった。

#### 2) 舗装構成

採用された舗装タイプ（2層簡易舗装）は、最も経済的で効果的であるが、層厚125mmの2層セメント安定処理層に対する、十分な施工方法の検討、管理、養生による工事期間の長期化が懸念され、結果的に工事費を押し上げることとなる。

よって、セメント下層路盤、碎石上層路盤による。より経済的で効果的な舗装構成

を検討する必要がある。これを背景に、ELSYM5（舗装設計プログラム）を用い、多層弾性理論による解析を、路床強度に基づき実施した。その結果は、表 3.5.3 に示すとおりである。現在、舗装の許容強度に関して多くの議論があるが、本調査では RR91/242 と Mr. H L Theyse の 2 つの手法を用いた。

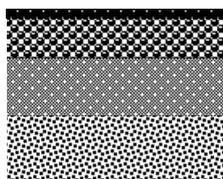
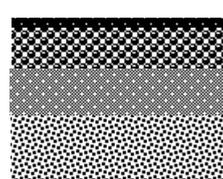
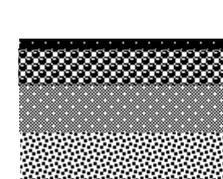
| クラス S2 (CBR3-4)   | クラス S3 (CBR5-7)   | クラス S4 (CBR8-14)  |
|---|---|---|
|    |  |  |
| <p>  : G4 Crushed or natural Gravel Soaked CBR&gt;80%@98% mod. AASHTO density<br/>  : C4 Cemented stabilized Sub-base 0.75-1.5Mpa@100% mod. AASHTO density<br/>  : G7 Selected Layer Soaked CBR&gt;15%@93% mod. AASHTO density<br/>                     ポアソン比及び弾性係数（弾性係数 = (10 x CBR) Mpa)<br/>                     G4: 0.35, Phase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/>                     C4: 0.25, Phase-I: 1500Mpa, Phase-II: 600Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/>                     G7: 0.35, Phase-I: 150Mpa, Phase-II: 150Mpa, Phase-III: 150Mpa                 </p> |   |   |

図 3.5.2 多層弾性理論に基づく採用舗装構成

表 3.5.3 舗装の許容耐力照査結果

| 路床強度          | 評価手法       | 許容軸重            | 15年間の累積軸重                |
|---------------|------------|-----------------|--------------------------|
| クラス S2 (3-4)  | RR91/242   | 2.22E+07 (湿潤地域) | 9.5E+06<br>(クアンバ～マンディンバ) |
|               | H L Theyse | 1.01E+07 (湿潤地域) |                          |
| クラス S3 (5-7)  | RR91/242   | 4.12E+07 (湿潤地域) | 9.5E+06<br>(クアンバ～マンディンバ) |
|               | H L Theyse | 1.78E+07 (湿潤地域) |                          |
| クラス S4 (8-14) | RR91/242   | 2.64E+07 (湿潤地域) | 9.5E+06<br>(クアンバ～マンディンバ) |
|               | H L Theyse | 1.13E+07 (湿潤地域) |                          |

(4) 橋梁設計

1) 橋梁の改修方針

クアンバ～マンディンバ間の橋梁改修については、以下の 4 つの方針に基づくこととした。

- ✓ 既設橋に 2 車線分の幅員（最小 6m）があり、かつ健全又は良好な状態であった場合、その橋梁は引き続き使用する。
- ✓ 既設橋の状態が不良であった場合、2 車線の新設橋に置き換える。（既設橋の延長が 12m 以下の場合カルバートとする。）
- ✓ 既設橋又はカルバートが洪水により冠水する場合、その構造物は、十分な桁下空間を持った 2 車線の新設橋に置き換える。

- ✓ 既設橋の幅員が1車線の場合、橋梁の健全度に関わらず、2車線の新設橋に置き換える。

## 2) 橋梁概略設計

クアンバ～マンディンバ間で改修対象となる4橋の設計条件（架橋位置、橋梁延長等）については、対象橋梁及び河川に対する現地調査結果により決定した。橋梁幅員は、ANEとの協議により9.2m（2車線）となった。改修される橋梁の概要は、次表の通りである。

表 3.5.4 改修対象橋梁の概要

| 概要      |        | 既設橋 |      |     | 新設橋 |     |    |         |
|---------|--------|-----|------|-----|-----|-----|----|---------|
| 番号      | 橋梁名    | 幅   | 延長   | 既設橋 | 車線数 | 幅   | 延長 | 架橋位置    |
| クアンバ側   |        |     |      |     |     |     |    |         |
| 1       | ムアンバシ  | 4.8 | 14.3 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 17 | 既設橋と同位置 |
| 2       | ルサンガシ  | 3.2 | 28.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側8m   |
| 3       | ンゴルア   | 4.7 | 14.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 17 | 既設橋と同位置 |
| 4       | ンガメ-II | 4.9 | 28.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 既設橋と同位置 |
| マンディンバ側 |        |     |      |     |     |     |    |         |

## 6. 施工計画

### (1) 建設材料

#### 1) 自然発生材料

原則として、盛土材、砕石、砂等の自然発生材料はプロジェクト道路沿線および周辺地域からの調達を前提としている。このため調査団は現地において材料調査（サンプル採取・室内試験）を実施し、品質や含有量を確認した。材料調査の詳細は本編2章「自然条件調査」に記載されている。

#### 2) 工業製品

道路建設に要する莫大な建設材料（セメント、鉄筋、瀝青材等）を供給することは、プロジェクト道路周辺の地元サプライヤーでは経営規模的に不可能と考えられる。したがって建設業者は工事実施期間において、マプト、ベイラ、ナンブラ、ナカラ等の内国の大都市あるいは海外から、信頼性が高く継続的に安定供給が可能な供給元を確保する必要がある。主な供給元候補は以下の通り。

- セメント : ナカラ
- 鉄筋 : ベイラ、マプト、海外
- 瀝青材 : ベイラ、マプト、海外

### (2) 建設機械

地元機械リース市場では市場規模も小さく、工事に必要な機械類を種類・台数・コンディションを伴って供給することは不可能と考えられる。したがって建設業者は自社所有機械を持ち込む、あるいはマプト、ベイラ、ナンブラ、ナカラや海外から調達元を確保する必要がある。

### (3) 材料・機械の輸送手段

現在、CDN によりナカラ～リシंगा間において鉄道事業が運営されている。しかし、定期的に鉄道輸送が実施されているのはナカラ～エントレ・ラゴス（マラウイとの国境）間のみ（6 往復/週）である。さらに関係者からの聴き取りによると、機関車や貨物車の台数不足により貨物輸送事業は市場のニーズに対応しきれていないのが現状である。したがって、建設業者は資機材輸送を、他のユーザーと調整を図りながらナカラ～クアンバ間においては利用可能である。

しかし、クアンバ～リシंगा間においては、維持管理・補修財源不足により軌道損傷箇所が多数発生しているため、定期運行が行われていない。したがって、建設業者は自動車輸送を利用せざるを得ないのが現状である。

## 7. 事業実施計画

### (1) 実施組織

ANE は、公共事業住宅省より国家の道路網管理の権限を委譲されている組織である。本プロジェクトの実施は、ANE のプロジェクト局の責任下で実施され、環境や社会配慮については、同じく ANE の環境ユニット（GAT）が担当部署となり、ANE の総裁に対して直接報告する体制となっている。

### (2) 事業実施上の標準的条件

本件の事業実施計画は、実施工程に影響を与えるいくつかの標準的な条件に基づいて作成されている。

- ✓ 本計画の F/S 報告書は、2010 年 2 月に提出される。
- ✓ モザンビーク政府/ANE は、可及的速やかに本件詳細設計の資金源を確保する。
- ✓ 詳細設計の資金源が確保された後、詳細設計のためのコンサルタント選定に 4～5 ヶ月間を要し、その後の入札図書作成を含む詳細設計作業に最低限 5 ヶ月間を要する。
- ✓ EIA 及び RAP 作業に 8～9 ヶ月間を要する。またこれら作業の報告書は、資金を拠出するアフリカ開発銀行や JICA に対して、プロジェクト評価報告書の提出やローン契約締結の 120 日以前に提出することが求められている。
- ✓ 資金を拠出するアフリカ開発銀行やドナーとのローン契約の協議には最低限 4 ヶ月間を要する。
- ✓ 建設業者の入札は、（入札事前審査や入札案内、入札前最低限 90 日間の入札準備、入札評価、事業実施組織や資金源組織による承認を含め）最低限 9～10 ヶ月間を要する。
- ✓ 施工管理のコンサルタントの選定と入札支援に約 5～6 ヶ月間を要する。
- ✓ 建設業者の工事着工は、通常工事着工命令後 30 日間以内とする。
- ✓ 建設工事や施工管理は、約 3 年間（33 ヶ月間）を要する。

### (3) 事業実施計画

本プロジェクトの事業実施計画は、上記の条件に基づき図 7.1 のように提案される。



## 8. 事業費積算

### (1) 積算手法

本事業費積算では、本プロジェクトと類似性（下記参照）の高いナンプラ - クアンバ道路改良工事（NCR）で算出された単価を基本的に適用する。

- 現場位置：本プロジェクト道路はNCRの延伸路線上に位置する。
- 積算時期：NCRの事業費積算（詳細設計時）は2009年4月に最終化されている。しかし、下記費目については、本プロジェクトの特性を考慮した上で算出した。

### (2) 非建設費用

建設費以外の費用は以下のように算出した。

#### 1) 準備工/一般費（Bill-A: No. 1000）

過年度に実施された類似プロジェクトにおける工種 2000 - 8000 の合計額と当該費目金額の比率（%）を比較分析して、当プロジェクトの適用金額を算出した。

#### 2) 雑費、社会関連費用、環境関連費用

NCRにおける建設費（Bill-A）と当該費目との比率（%）を適用した。

#### 3) 予備費、設計監理費

NCRの比率を下記の通り適用した。

- 予備費： Bill A- D の 10%
- 設計監理費： Bill A - D + 予備費合計額の 5%

#### 4) 付加価値税（VAT）

モ国における VAT の税率は通常 17%である。しかし道路プロジェクトに関しては同税額を 6.8%に減ずることが定められているため、本積算でも同税率を適用する。

### (3) 積算結果

積算結果を表 3.8.1 および 3.8.2 に示す。

表 3.8.1 総事業費

通貨: 米ドル

| 項目                   | 内容                | 単位                       | 単価                | 数量         | 金額                    | 備考                 |               |                                    |
|----------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|------------|-----------------------|--------------------|---------------|------------------------------------|
| <b>Bill A: 道路建設費</b> |                   |                          |                   |            |                       |                    |               |                                    |
| 1000                 | 準備/一般             | 式                        | 21,773,228.78     | 1.00       | 21,773,228.78         | 2000 - 8000の28.00% |               |                                    |
| 2000                 | 排水                | (1)                      | パイプカルバート (RC)     | m          | 1,236.63              | 2,906.00           | 3,593,645.33  |                                    |
|                      |                   | (2)                      | V型側溝 (コンクリート)     | m          | 158.62                | 12,920.00          | 2,049,363.94  |                                    |
|                      |                   | (3)                      | 縁石                | m          | 33.35                 |                    | 0.00          |                                    |
|                      |                   | (4)                      | 練石積               | m2         | 65.55                 | 5,100.00           | 334,305.00    |                                    |
|                      |                   | (5)                      | 布団籠               | m3         | 142.00                | 1,610.00           | 228,623.22    |                                    |
|                      |                   | <b>計 (2000)</b>          |                   |            | <b>6,205,937.49</b>   |                    |               |                                    |
| 3000                 | 土工/路盤             | (1)                      | 切土/盛土             | m3         | 6.11                  | 170,436.00         | 1,040,767.43  |                                    |
|                      |                   | (2)                      | 客土運搬 (1.0km)      | m3         | 0.92                  | 5,895,030.00       | 5,423,427.60  | 現場～土取場 = 10km                      |
|                      |                   | (3)                      | 捨土 (1.0km)        | m3         | 5.75                  | 42,609.00          | 245,001.75    |                                    |
|                      |                   | (4.1)                    | 路床 (上部)           | m3         | 5.92                  | 350,157.00         | 2,073,804.83  |                                    |
|                      |                   | (4.2)                    | 路床 (下部)           | m3         | 4.74                  |                    |               |                                    |
|                      |                   | (5.1)                    | セメント安定処理下層路盤 (C2) | m3         | 67.78                 |                    |               |                                    |
| (5.2)                | セメント安定処理下層路盤 (C3) | m3                       | 58.10             |            |                       |                    |               |                                    |
| (5.3)                | セメント安定処理下層路盤 (C4) | m3                       | 48.42             | 313,512.00 | 15,178,683.48         |                    |               |                                    |
| (5.4)                | 表層 (グラベル)         | m3                       | 36.80             |            |                       | CBR>30%            |               |                                    |
| (6)                  | 上層路盤 (砕石)         | m3                       | 88.55             | 270,191.00 | 23,925,413.05         | 砕石輸送距離 = 40km      |               |                                    |
|                      |                   | <b>計 (3000)</b>          |                   |            | <b>47,887,098.15</b>  |                    |               |                                    |
| 4000                 | 表層                | (1)                      | プライムコート           | m2         | 1.53                  | 1,376,110.00       | 2,104,760.25  |                                    |
|                      |                   | (2)                      | シール工 (一層)         | m2         | 5.52                  | 229,349.00         | 1,266,006.48  |                                    |
|                      |                   | (3)                      | シール工 (二層)         | m2         | 8.86                  | 1,146,761.00       | 10,154,568.66 |                                    |
|                      |                   | (4)                      | アスファルト (t=10cm)   | m2         | 51.75                 |                    | 0.00          |                                    |
|                      |                   | (5)                      | インターロッキングブロック     | m2         | 25.30                 |                    | 0.00          |                                    |
|                      |                   | <b>計 (4000)</b>          |                   |            | <b>13,525,335.38</b>  |                    |               |                                    |
| 5000                 | 雑工                | (1)                      | Km柱               | 個          | 110.76                | 306.00             | 33,891.49     |                                    |
|                      |                   | (2)                      | ガードレール            | m          | 64.62                 | 905.00             | 58,479.74     |                                    |
|                      |                   | (3)                      | 標識                | m2         | 473.01                | 171.90             | 81,309.82     |                                    |
|                      |                   | (4)                      | 区画線 (W=10cm)      | km         | 1,523.88              | 458.70             | 699,002.15    |                                    |
|                      |                   | (5)                      | 植生 (盛土法面)         | m2         | 2.94                  | 553,363.00         | 1,629,100.67  |                                    |
|                      |                   | <b>計 (5000)</b>          |                   |            | <b>2,501,783.87</b>   |                    |               |                                    |
| 6000                 | 構造物               | (1)                      | ボックスカルバート (RC)    | m3         | 646.29                | 3,349.00           | 2,164,420.19  |                                    |
|                      |                   | (2)                      | 橋梁                | 式          | 3,886,616.26          | 1.00               | 3,886,616.26  |                                    |
|                      |                   | <b>計 (6000)</b>          |                   |            | <b>6,051,036.44</b>   |                    |               |                                    |
| 7000                 | 試験/品質管理           | 式                        | 17,250.00         | 1.00       | 17,250.00             |                    |               |                                    |
| 8000                 | その他               | (1)                      | 鉄道交差箇所            | 箇所         | 115,000.00            | 2.00               | 230,000.00    |                                    |
|                      |                   | (2)                      | 国境施設              | 式          | 0.00                  | 1.00               | 0.00          |                                    |
|                      |                   | (3)                      | 既設コンクリート撤去        | m3         | 42.99                 | 3,836.00           | 164,898.13    |                                    |
|                      |                   | (4)                      | 既設管撤去             | m          | 6.79                  | 1,243.00           | 8,433.76      |                                    |
|                      |                   | (5)                      | 道路/道路用地仕上げ (1車線)  | km         | 1,725.00              | 152.90             | 263,752.50    |                                    |
|                      |                   | (6)                      | 既設/仮設道路メンテ        | km         | 1,380.00              | 153.80             | 212,244.00    |                                    |
|                      |                   | (7)                      | 建設材料輸送            | 式          | 693,761.65            | 1.00               | 693,761.65    | ロータリートラック (50t)によるクアンバからの輸送 (75km) |
|                      |                   | <b>計 (8000)</b>          |                   |            | <b>1,573,090.04</b>   |                    |               |                                    |
|                      |                   | <b>合計 (Bill A)</b>       |                   |            | <b>99,534,760.15</b>  |                    |               |                                    |
| Bill B:              | 雑費                | 式                        | 855,998.94        | 1.00       | 855,998.94            | Bill Aの0.86%       |               |                                    |
| Bill C:              | 社会関連費用            | 式                        | 935,626.75        | 1.00       | 935,626.75            | Bill Aの0.94%       |               |                                    |
| Bill D:              | 環境関連費用            | 式                        | 248,836.90        | 1.00       | 248,836.90            | Bill Aの0.25%       |               |                                    |
|                      |                   | <b>合計 (Bill A+B+C+D)</b> |                   |            | <b>101,575,222.73</b> |                    |               |                                    |
| 予備費                  |                   | 式                        | 10,157,522.27     | 1.00       | 10,157,522.27         | A~Dの10%            |               |                                    |
| 内加算                  |                   | 式                        | 7,597,826.66      | 1.00       | 7,597,826.66          | (A~D) + 予備費合計の6.8% |               |                                    |
|                      |                   | <b>建設費総額</b>             |                   |            | <b>119,330,571.66</b> |                    |               |                                    |
| 設計監理費                |                   | 式                        | 5,586,637.25      | 1.00       | 5,586,637.25          | (A~D) + 予備費合計の5%   |               |                                    |
| 内加算                  |                   | 式                        | 379,891.33        | 1.00       | 379,891.33            | 設計監理費の6.8%         |               |                                    |
|                      |                   | <b>事業費総額</b>             |                   |            | <b>125,297,100.25</b> |                    |               |                                    |
|                      |                   | 用地取得費・補償費                |                   |            | 156,103.00            |                    |               |                                    |

(USD) 820,492 per km)

表 3.8.2 橋梁建設費

通貨: 米ドル

| 番号 | 河川名         | 内容                               | 面積 (m2)         | 金額                  | 1平米単価           | 備考 |
|----|-------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|----|
| 1  | Muambessi   | L=17.00m, W=10.15m, 杭基礎          | 172.55          | 868,972.00          | 5,036.06        |    |
| 2  | Lussangassi | L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, 杭基礎 | 345.10          | 945,484.89          | 2,739.74        |    |
| 3  | Ngolua      | L=17.00m, W=10.15m, 杭基礎          | 172.55          | 680,084.17          | 3,941.37        |    |
| 4  | Ngame II    | L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, 杭基礎 | 345.10          | 1,392,075.20        | 4,033.83        |    |
|    |             | <b>合計</b>                        | <b>1,035.30</b> | <b>3,886,616.26</b> | <b>3,754.10</b> |    |

## 9. 道路維持管理

### (1) 道路維持管理システム

#### 1) 道路維持管理

道路の維持管理は、ANE 維持管理局長の指示の下、ANE の管轄する 10 の州事務所によって実施されている。これらの維持管理は、全道路（第 1 種、第 2 種、第 3 種、近隣道路、未舗装道路）が対象となり、年間維持管理計画に基づき実施されるとともに、維持管理の技術基準に従って行われている。ただし、第 3 種道路及び近隣道路の建設、改良、改修については、ANE 維持管理局の支援の下に、州の機関によって実施される。ANE 維持管理局長は、ANE 州事務所を通し、郡や市レベルの道路プログラムに対する技術的な助言を行う役割も担っている。

#### 2) 交通安全

道路の交通安全（適切な設計、具体的な安全対策、標識や区画線の設置等）は、ANE 維持管理局の重要な役割の一つとして与えられている。実際の活動は道路交通協会（INAV）との協調によって実施される。ANE 維持管理局は、過積載対策と管理、道路用地の管理、道路に関する申請管理（使用許可等）も同時に役割として担っている。

### (2) 効果的な道路維持管理システムの実現

新たな道路維持管理統合システム（IRMS）を運用するために、運用に必要なインプットデータ調査が 2009 年末より始まっている。この調査プロジェクトは、道路維持管理の地方分権化支援の下に、スウェーデン国際開発協力機構（SIDA）が援助しているプロジェクトであり、道路の状態、交通量等を含む道路の現況調査である。

ただし、このシステムの適切な運用には、以下を解決することが重要である。

- 優先的に維持管理される主要道路網の開発
- 現実的で系統的な道路維持管理手法の開発
- 対費用効果の高い道路維持管理方法の選定
- 効果的な日常、及び定期維持管理プログラムの策定
- 維持管理作業に関する技術開発

## 第4部 経済分析

### 1. 現況の交通特性

一連の調査（ANE が保有する過年度交通量データ、関係者へのインタビューおよび起終点（OD）調査）で得た情報を通じて、クアンバ～マンディンバ、およびマンディンバ～リシंगाの各区間の交通特性を把握した。その結果、下表に示すとおり、それぞれに異なった特徴があることが分かった。また、交通量および OD 調査を、対象道路上のクアンバ、マンディンバ、およびリシंगाの 3 地点にて、2009 年 5 月（1 回目）に、同年 8 月（2 回目）に実施した。

表 4.1.1 区間ごとの交通特性

| 区間                       | リシंगा～マンディンバ   | マンディンバ～クアンバ  |
|--------------------------|--|--|
| 一般的な交通特性                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>本対象区間の道路は、ニアサ州の州都であるリシंगाに向けた消費物資を輸送する唯一の道路であり、そこからニアサ州北部地域へ分配されている。言い換えれば、この区間はニアサ州北部地域の生命線であるといえる。</li> <li>公用および社会的な人の移動のほとんどは、リシंगाとクアンバ間の OD ペアである。</li> <li>農産物が、当該地域であるモザンビーク北部地域から南部地域やマンディンバを通じてマラウイマラウイへ輸送されている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>本対象区間の道路は、リシंगाおよびニアサ州内の他のディストリクトから、鉄道駅（クアンバ）やナンブラ州へ向かう人の移動に用いられている。</li> <li>貨物交通については、いくつかの消費物資がクアンバからリシंगाへ向かって運ばれている。一方、クアンバへの消費物資のほとんどはナンブラ方面から鉄道で運ばれてきており、本対象区間の道路は使われていない。</li> <li>空荷のトレーラが、マラウイからナカラ港に向かって走っていることが分かった。</li> <li>クアンバ周辺では、農産物が取れマラウイやテテ州へ輸送されている。</li> </ul> |
| 車種の特徴                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>中型トラックおよびトレーラが半数以上を占める。</li> <li>人の移動は、ミニバスによるものがほとんどである。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>トレーラや大型貨物車が半数以上を占める。</li> <li>人の移動は、ミニバスによるものがほとんどである。</li> </ul>   |
| 平均トリップ長（時間）<br>内々トリップを除く | <ul style="list-style-type: none"> <li>16.8 時間（全車種計）</li> <li>11.5 時間（乗用車とバス）</li> <li>25.2 時間（トラック）</li> <li>2.86 日（トレーラ）</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>19.3 時間（全車種計）</li> <li>11.4 時間（乗用車とバス）</li> <li>28.5 時間（トラック）</li> <li>1.99 日（トレーラ）</li> </ul>  |

また、ナカラ回廊上の国際輸送の現状を把握するために、交通量および OD 調査を、モザンビークとマラウイの国境の 3 地点（Zobue/Mwanza、Milange/Muloza、および Mandimba/Chiponde）とマラウイとザンビアとの国境（Mchinji）で実施した。

また、モザンビークとマラウイの政府組織や民間企業に対してインタビュー調査を実施した。

## 2. 交通需要予測手法のコンセプト

### (1) 社会経済フレームワーク

本調査では、下表に示すニアサ州開発戦略（PEP）にもとづいた社会経済フレームワークを採用した。

表 4.2.1 マクロ経済フレームにおける設定

| 項目     | 仮定   | 年増加率（2050/2007比）   |
|--------|--|--|
| 人口     | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までのディストリクトごとの将来人口予測値を用いた（ロジスティック曲線の適用）。 | 約 2.5 ～ 2.8% (2.2倍)  |
| 地域内生産高 | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の州ごとの地域生産高を用いた（ロジスティック曲線の適用）。      | 控えめな予測：8% (3.0倍)<br>中位予測：10% (4.3倍)<br>楽観的な予測：12% (7.0倍)   |
| 農業生産   | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の予測農業生産高を用いた（ロジスティック曲線と諸条件・仮定の適用）。 | 約 4.5% (2.6倍)  |
| 林産     | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の林産品生産量を用いた（ロジスティック曲線と諸条件・仮定の適用）。  | 2035年以降の平均産出量<br>製紙：1.7 mil. m <sup>3</sup> /年<br>材木：0.6 mil. m <sup>3</sup> /年<br>木炭：0.4 mil. m <sup>3</sup> /年 |
| 観光     | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の予測観光客数を用いた（ロジスティック曲線と諸条件・仮定の適用）。  | 2030年後の年平均来訪者数<br>日帰り：40,000人/年<br>宿泊：60,000人/年  |

### (2) 交通需要予測手法の開発における一般的な考え方

現実の交通状況に適した予測方法となること目的に、過去に実施されたいくつかの調査を分析した（a）Lichinga - Montepuez（2001年）、b）Milange - Mucuba（2008年）および c）Nampula - Cuamba（2007年）。また、ナンプラ～クアンバ間の道路改善プロジェクトに関して AfDB が実施した事前アプレイザルミッションでの指摘事項にも配慮した。前述した現況の交通パターンを特性をふまえ、以下に示す交通需要予測手法の開発における一般的な考え方を設定した。

- 予測モデルは、雨期や劣悪な路面状態による、ポテンシャルおよび潜在需要を説明できるものとした。
  - 旅客交通：雨期や乾期での移動特性の違いをふまえたモデル
  - 貨物交通：取り扱い貨物ごとに消費需要や市場余剰を表現可能なモデル
- ルート選択は、取り扱い貨物の種類ごとの発生/集中ごとに異なることとした。
- マラウイからの国際貨物交通は、回廊転換交通を考慮することとした。
- 鉄道輸送に関しては、以下を採用した。
  - ナカラ～ナンプラ～エントレラゴス～マラウイ：鉄道輸送容量は、1.6に示したとおり、劣悪な保線状態や機関車不足により、飽和状態であるとした。交通需要予測では、鉄道改善は想定に入れず、輸送容量は現状のまま推移するとした。
  - クアンバ～リシंगा：1.6に示したとおり、北部鉄道は適切に運行されており、コンセッションによる運営企業（CDN）によると、現在の契約の中ではこれ以上のリハビリテーションは難しいと考えている。従って、北部鉄道は現況のまま推移するとした。
- 港湾施設は、現状の施設状況と取扱容量のまま推移するとした。
- マンディンバにおける国境施設は、現況と改善後（1ストップボーダー）の両方を考えることとした。

なお、2009年10月中旬に、ナカラ港への石炭輸送のため、MoatizeとBlantyre間に新線を建設する計画があることが紹介され、この事業化調査がまもなく開始されると言われていた。しかしながら、この石炭輸送を実現するには、SEAR（マラウイ国内の鉄道）とCDNの両線において多大なリハビリテーションが必要となる。従って、本調査では石炭輸送の仮定は組み込まないこととした。

(3) 予測期間およびシナリオ

分析期間等の設定年次を以下に示す。また、予測シナリオを下表に整理した。

- 基準年： 2009年
- 建設期間： 2011～2013年
- 供用年： 2014年
- 分析期間： 2014～2034年（20年間）

表 4.2.2 交通需要予測における予測シナリオ

| Scenario Case       | 道路ネットワーク             |                    |                   | 国境   | 鉄道ネットワーク                  |                    |                   | 港湾     |
|---------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------|---------------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                     | Lichinga<br>Mandimba | Mandimba<br>Cuamba | Nampula<br>Cuamba | OSBP | Nacala~<br>Entre<br>Lagos | Cuamba<br>Lichinga | Malawi<br>Domest. | Nacala |
| 未実施ケース              | 現状                   | 現状                 | 現状                | 現状   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |
| 実施ケース<br>(シナリオ -1)  | 現状                   | 改善                 | 改善                | 現状   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |
| 実施ケース<br>(シナリオ -2A) | 改善                   | 改善                 | 改善                | 現状   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |
| 実施ケース<br>(シナリオ -2B) | 改善                   | 改善                 | 改善                | 改善   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |

なお、実施時のすべてのケースに対して、供用時（2014）には、ナンプラ〜クアンバ（N13）は改善工事が始まっていると考えられるため、同区間はすべて改善済みと想定した。

### 3. 交通需要予測手法

上記の仮説に従い、将来の交通需要は、異なる3つの交通タイプごとに予測した（i）旅客交通、ii）地域物流、および iii）国際物流）。それぞれの予測手法の概念を以下に示す。

**旅客交通量** は、ODペアごとの実際の移動人数をもとにして、人口ポテンシャルと道路のインピーダンス（抵抗値）で構成される「重力モデル」により予測した。

**地域貨物交通量** は、各ゾーンからの移出と移入に分けて予測した。生活物資の消費量をもとに予測した。また、移出は、ニアサ州の農業生産量をもとに予測した。

**国際貨物交通量** は、道路ネットワークが改善された後に発生する交通を対象とした。具体的には、マラウイとの国際貿易と鉄道輸送容量をもとに予測した。また、回廊選択モデルは、ロジットモデルを採用した。

以下の図は、交通需要予測の過程を示したものである。個々の詳細な予測過程およびその結果は、本編に示す。

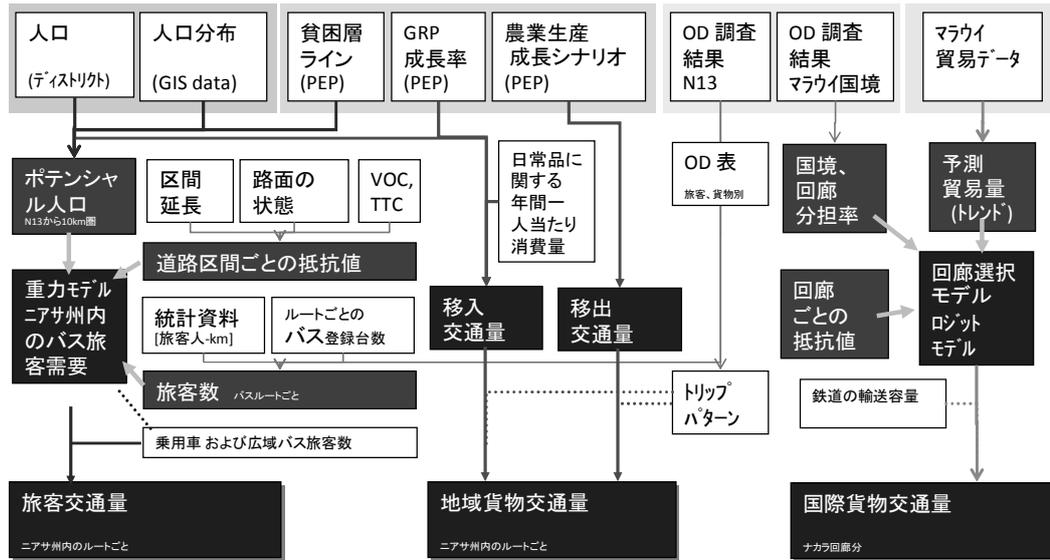


図 4.3.1 交通需要予測の過程

#### 4. 交通需要予測結果

上述のそれぞれの項目ごとの予測結果をまとめ、将来交通量を対象区間ごとに予測した。その結果、整備時のケースでは、クアンバ～マンディンバ間の将来交通量を、457AADT（2014年）、1,481AADT（2023年）、5,027AADT（2033年）になると予測した。

表 4.4.1 将来交通量（クアンバ～マンディンバ）

| 年     | 2009 | 2014 | 整備時 | 2023  | 整備時   | 2033  | 整備時   |
|-------|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 乗用車   | 35   | 77   | 96  | 193   | 239   | 519   | 643   |
| ミニバス  | 26   | 117  | 145 | 641   | 795   | 2,587 | 3,207 |
| トレーラー | 23   | 118  | 164 | 213   | 272   | 343   | 425   |
| その他   | 17   | 42   | 52  | 143   | 176   | 612   | 753   |
| 合計    | 101  | 355  | 457 | 1,190 | 1,481 | 4,061 | 5,027 |

以下の図は、個々の区間の結果を比較したのである。ククアンバ～マンディンバ間の交通は、ベイラ回廊やナカラ回廊北部鉄道から転換するトレーラーが、他の区間と比べて多く含まれていることに特徴がある。この結果は、同区間が国際回廊の一部となることを示している。

なお、過年度に実施したナンプラ～クアンバ間のフィージビリティ調査と比較すると、今回の予測結果は、隣接する区間とほぼ同程度の交通量となっている。

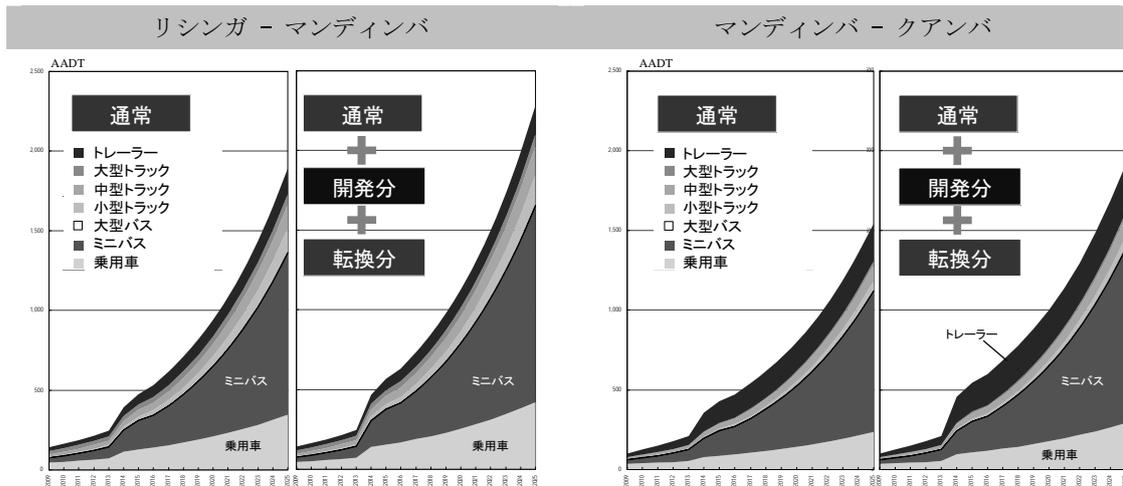


図 4.4.1 区間ごとの予測交通量

## 5. 経済分析

表 4.2.2 に示すシナリオ及び下記条件にて経済分析を行った。

分析の前提条件は、次のとおりとする。

- 分析手法：HDM-4（参考として RED 及び道路網分析手法）
- 分析対象期間：整備道路の供用開始後 20 年間
- 事業費積算価格：2009 年 10 月現在の価格
- 社会的割引率：12%
- 経済価格への変換係数：工事費（0.84）、維持管理費（0.75）
- 為替レート：US\$1.00 = 28.00 Meticaís (MT)

HDM-4 への主な入力データは、事業対象地域の自然条件、現道の状況、道路改良の仕様、車両データ、予測交通量及び事業費である。

調査結果概要を以下に示す。

表 4.5.1 感度分析結果

| レベル | 算定条件                              | 経済的内部収益率 |
|-----|-----------------------------------|----------|
| 基準案 | DBST 舗装 (Lichinga-Mandimba 区間を整備) | 19.5%    |
| 1   | 予測交通量が 20%減                       | 16.6%    |
| 2   | 工事費が 20%増加                        | 16.9%    |
| 3   | 上記 1 及び 2 が同時発生 (最悪のケース)          | 14.3%    |

表 4.5.2 石油価格が工事費に与える影響

| 価格   | 増加   | 減少  |
|------|------|-----|
| 石油価格 | 50%  | 50% |
| 工事費  | 105% | 95% |

表 4.5.3 損益分岐点

| 純現在価値@12% (百万 US\$) | 基準案   | 純現在価値が 0 となる分岐点 |      |        |
|---------------------|-------|-----------------|------|--------|
|                     | 価値    | 価値              | 割合   | 変化率    |
| 事業費                 | 80.4  | 146.0           | 1.80 | 81.6%  |
| 便益                  | 146.0 | 80.4            | 0.45 | -44.9% |

算定された経済指標値は、当国の機会費用（12%）を上回り、本事業の経済的採算性を示している。よって、対象道路が年間を通して通行可能になる舗装整備事業の実施は、モザンビーク国における最適な資源配分を意味する。

## 第5部 国境施設

### 1. 国境施設の現況及び改善に係る必要性・妥当性の確認

#### (1) モザンビーク - マラウイ間の国境管理の現況

モザンビークとマラウイの間には6つの国境が存在する。調査チームは、そのうち4か所の国境施設（チポンデ、ムワンザ、ムロザ、デザ：マラウイ側の名称）と、マラウイザンビア間の1か所の国境施設（ムチンジ：ナカラ回廊上の国境）の現況調査を行った。各国境の現況は下表のとおりである。

表 5.1.1 各国境の現況

| マラウイ側名称      | チポンデ               | ムワンザ                      | ムチンジ                 | ムロザ                | デザ                 |     |
|--------------|--------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-----|
| モザンビーク側名称    | マンディンバ             | ゾブエ                       | (ザンビア)               | ムランジェ              | カロムエ               |     |
| 配置           | 60km from Mangochi | 70km form Blantyre        | 90km from Lilongwe   | 80km form Blantyre | 85km from Lilongwe |     |
| 施設スケール (大小)  | Small              | Large                     | Small                | Small              | Small              |     |
| 国境間の距離       | 1km                | 3km                       | 200m                 | 300m               | 150m               |     |
| 国境開門時間       | 6-18               | 6-21                      | 24hours (6-18 Truck) | 6-18               | 6-18               |     |
| Toll Fee 徴収元 | Custom             | RFA                       | RFA                  | Custom             | RFA                |     |
| 軸重計の有無       | No                 | Yes                       | Yes                  | Yes                | No                 |     |
| 検査資機材の有無     | No                 | No                        | No                   | No                 | No                 |     |
| 専用駐車施設の有無    | No                 | Yes (150)                 | No                   | No                 | No                 |     |
| 月平均交通量       | 1000               | 9000                      | 3000                 | 2000               | 3000               |     |
| 通関代理業者数      | 6                  | Over 20                   | 8                    | 4                  | -                  |     |
| 保険代理業者数      | -                  | 3                         | 2                    | 1                  | -                  |     |
| 国境職員数        | 税関                 | -                         | 49                   | 11                 | 9                  | 13  |
|              | 出入国管理              | 6                         | 18                   | 14                 | 6                  | -   |
| 宿泊施設の有無      | 税関                 | Yes                       | Yes                  | Yes                | Yes                | Yes |
|              | 出入国管理              | Yes                       | Yes                  | Yes                | Yes                | Yes |
| 平均国境通過時間     | 30min              | 2 hours                   | 1.0 hours            | 30min              | 1.5 hours          |     |
| 主要な交通種別      | Small cargo        | Large cargo<br>Passengers | Passengers           | Medium cargo       | Large cargo        |     |

#### (2) マンディンバ国境の越境管理と施設の現況

マンディンバ国境施設は、税関・出入国管理機能をもつ事務所施設1棟、税関職員用の宿泊施設2棟、現在は仮の駐車スペースとして使用されている空地および国境警備隊の監視所で構成されている。既存施設および敷地に関する現況調査で確認できた状況は以下の通りである：

- 事務所施設、宿泊施設の躯体は比較的良好な状態である。
- 事務所施設には執務スペースに余裕がなく、国境職員の増員の支障となる。
- 専用の駐車施設が存在せず、商業貨物車、一般乗用車用とも、整地されていない周辺の空地または路肩に無秩序に駐車している。
- 施設の増改築に必要な敷地は十分に確保されている。

チポンデ国境施設は、2005年にEUの支援で建設された税関・出入国管理機能をもつ事務所施設1棟、税関・出入国管理職員用の宿泊施設7棟、通関代行業者オフィス、閉鎖された学校の校庭で、現在は仮の駐車スペースとして使用されている空地および小店舗群で構成されている。

- 事務所施設、宿泊施設の躯体・仕上げは非常に良好な状態である。
- 事務所内は執務スペースに余裕があり、国境職員の増員が可能。
- 専用の駐車施設が存在せず、商業貨物車、一般乗用車用とも、整地されていない空地または路肩に無秩序に駐車している。
- また、前面道路と構内アプローチ道路の取り付きが不適切であり、大型貨物の車輛動線に欠陥がある。
- 施設の増改築に必要な敷地は十分に確保されている。

現況調査を通じて確認できた越境交通の状況は以下の通りである：

- 現在の商業貨物、一般車輛および人の国境間の動きは小さなものであり、既存の国境施設の処理能力の範囲内にある。
- 税関審査および出入国審査の所要時間は、現在の越境交通量から判断する限りでは大きな支障にはならない。
- 越境物流では、フォーマル・トレーディング（課税対象となる輸出入等取引）とインフォーマル・トレーディング（課税対象とならない小規模輸出入等取引）が見受けられ、後者が多数を占める。
- 輸入（モザンビーク→マラウイ）が多数を占め、増加傾向にある。
- 500ドル以下の少額物品輸入が、州税関事務所に移送された後に課税手続きを要する500ドルを超える物品比べて多い。
- フォーマル・トレーディングの中では国内通過貨物が極めて多く、国際通過貨物に比べて多数を占める。
- 現在、越境交通の大きな支障となる混雑、滞留は見受けられない。
- 税関審査手続きの電子化案が具体的に進められており、関連する情報通信技術導入の承認に係る政府内の事務的な手続きの最中にある。

### (3) 国境管理および施設整備に関連する戦略とその内容・進捗

現況調査を通じて確認できた国境整備、OSBP 導入に係る背景・戦略プログラム・取り組みの現状は以下の通りである：

- 国境施設の整備・改善に係る地域戦略の枠組みが設立されている。
- マンディンバ - チポンデ国境は、回廊開発上の重要な戦略ポイントとして位置づけられている。
- SADC 地域戦略下において、RISDP, RTFP および RTRN に代表される貿易円滑化プログラムとインフラ整備プロジェクトが広く展開されており、OSBP の導入は、税関システムの整備と並んで、貿易の円滑化を促進する上での有効な手段として認識されている。
- モザンビーク、マラウイ両国においては、マンディンバ - チポンデ国境の OSBP 化をパイロット事業と位置付け、将来ゾブエ、チパタなど他国境の改善に役立てる、という共通の認識がある。
- 上述した地域戦略および二国間の共通認識に基づいて、2008 年後半より OSBP 導入にかかる二国間協議が開始され、現在、合意書署名の段階に来ている。
- モザンビークで実施されている OSBP 化事業の知見は、今後の二国間協議での整備案検討作業において最大限に活用されるものであり、技術委員会および作業部会の活動へフィードバックされる予定である。

## 2. ニーズ評価及び国境施設の改善に係る整備アプローチの提案

前述した現況調査の結果から、現在の交通量と交通パターンからは緊急性は認められないものの、ナカラ回廊の競争性確保し、さらに南部アフリカにおける地域統合と経済開発に向けて、域内各国の共通の課題である貿易円滑化を促進するという視点において、マンディンバ国境の OSBP 化の必要性が認められた。

同様に、OSBP 環境下での国境管理手続き・システムの整備を通じて、国境警備、治安・犯罪対策および検疫の改善も期待できる。さらに、もうひとつ大きな導入効果として、マンディンバ-チボンデ国境整備が理想的なパイロットとして機能することで、越境交通量が多く、現在クリティカルな状況にある他国境の OSBP 化が促進され、2 国間の非関税障壁の撤廃につながる事が考えられる。

現況調査とニーズ評価に基づいて、マンディンバ-チボンデ国境の改善に係る以下の整備アプローチを提案した：

- 国境整備に際しては、段階的な OSBP の導入が有効である。
- また、既存の国境施設を有効に活用した OSBP の導入を考慮する。
- OSBP の段階的な導入は、次の3点に配慮し具体化する必要がある：①越境交通量の将来増加の傾向と予測年次、②二国間協議および合意形成の日程、③他国境への OSBP 導入時期（本 OSBP 導入を他国境整備のパイロットプロジェクトと位置付けている）。段階導入を前提にした OSBP 化を行う

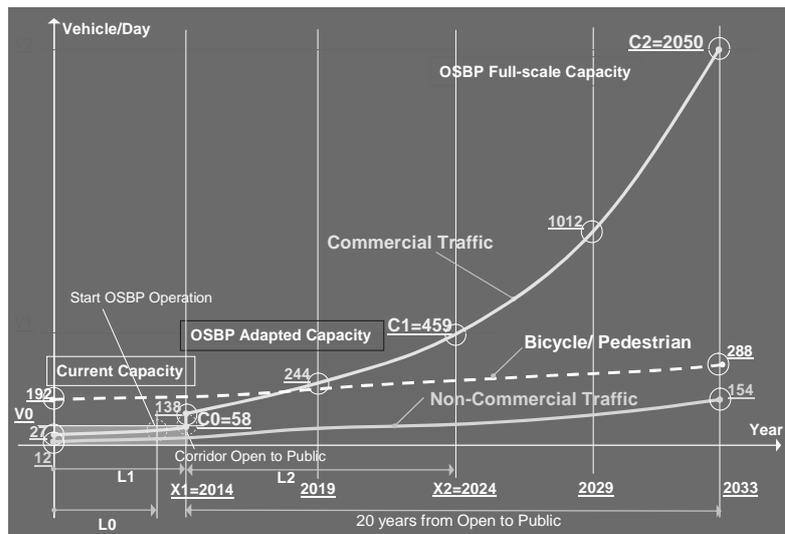
### 3. マンディンバ国境施設改善に係る施設整備方針

(1) 段階的な OSBP 導入のためのシナリオ及び国境モデルの選定

“2ステップによる段階整備” を、調査チームが行った交通需要予測の結果に基づき選定し、以下の段階整備の導入シナリオを提案した：

#### 施設整備の第1ステップ

目標年次を 2014 年におき、OSBP 化の部分導入によって既存国境施設を商業車両 459 台／日（右図“C1”）の処理能力に上げる。この段階では、OSBP 環境下での国境管理が可能となるように既存国境施設の最小限の増改築を施す。改修後の施設は、2024 年までの約 10 年間の施設運用を想定する。



#### 施設整備の第2ステップ

目標年次を 2024 年におき、上記の改修済の OSBP 対応施設を、需要予測結果に基づいた最大処理能力まで拡張する。最大処理能力は 2,050 台／日（右図“C2”）とし、このフルスケール OSBP にてその後 10 年以上、2033 年までの施設運用を想定する。

OSBP モデルは、“2棟分離施設モデル”の適用が技術的に有効と考えられる。他の OSBP モデルと比較し大きな長所となるのは、既存施設・設備を最大限に活用することが可能でありことと、交通需要の増加、交通パターンの変化に対する適応性が高いことである。また、事業工期、事業費についても、より短くより小さい設定が可能となると考えられる。

(2) 段階的な OSBP 導入のための施設コンセプト計画

OSBP 環境下で適用する国境管理手続き・手順、および管理指標（目標通過時間、所要手続時間、労務効率・チーム数等）を、調査チームにて現況に基づいて仮定し、人材配置と所要執務スペースを仮に設定・算定したうえで国境施設のコンセプト計画を検討した。

また、コンセプトの検討と並行して、以下の通り2つの異なる OSBP 運用スキームを提案した。前述の“2ステップ段階導入”の考え方に沿って、第1段階の導入の目標年次を2014年、第2段階を2024年として、運用スキーム別に所要施設規模（面積）の算定、概略配置計画（案）を作成し施設コンセプト計画（試案）を提案した。

**OSBP 運用スキーム1：交通方向別による越境手続き管理**

このスキームは、交通方向別の越境管理を前提とした運用形態で、OSBP の運用スキームとしては標準的なものである。スキームの特徴は以下の通りである：

- 流入方向の交通流のみを、流入側の国の領土で処理する。
- 商業車輛・非商業車輛を含む全ての交通種別を対象とし、各国にそれぞれ設置された国境施設において手続きを行う。
- 両国の税関と出入国管理は、流入交通（輸入・入国）と流出交通（輸出・出国）の処理機能を2つに分離してそれぞれの国に配置する。
- 両国の税関と出入国管理は、2国に配置された2つの施設にそれぞれ同居し、1方向の交通流の越境手続きに従事する。

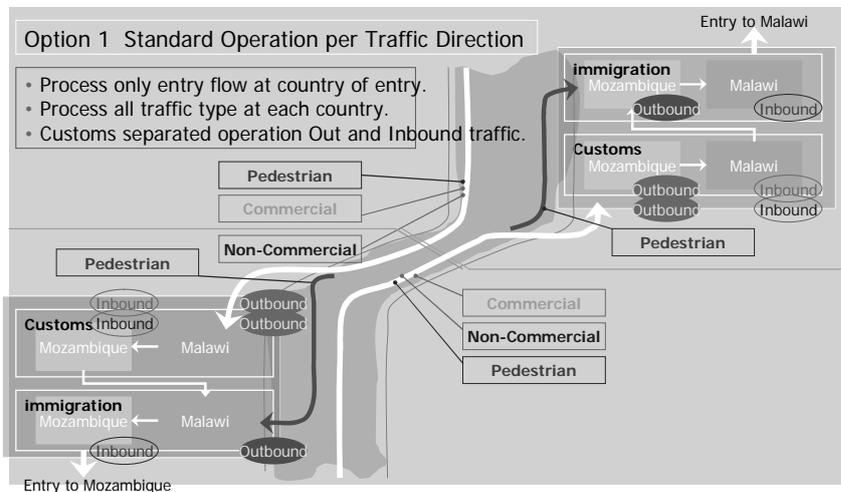


表 5.3.1 目標年次 2024 年(第1ステップ時)における施設の所要面積

| 施設・機能   | Mandimba Border [m2] |        | Chiponde Border [m2] |        |
|---------|----------------------|--------|----------------------|--------|
|         | Mozambique           | Malawi | Mozambique           | Malawi |
| 税関      | 1,360                | 1,400  | 65                   | 75     |
| 出入国管理   | 460                  | 550    | 60                   | 75     |
| 建屋 国境別  | 3,770                |        | 275                  |        |
| 建屋 合計   |                      |        | 4,045                |        |
| 駐車場 国境別 | 5,650                |        | 600                  |        |
| 駐車場 合計  |                      |        | 6,250                |        |

## OSBP 運用スキーム 2: 交通種別による越境手続き管理

このスキームは交通種別の越境管理を前提とした運用形態であり、特徴は以下の通りである：

- 流入および流出方向の交通流を処理する。
- 商業車輛のみを対象とする施設と非商業車輛（歩行者・自転車を含む）のみを対象とする施設を分離して配置する。
- 両国の税関と出入国管理は、2国に配置された2つの施設にそれぞれ同居し、対象とする交通種別について2方向の交通流の越境手続きに従事する。
- 両国の税関と出入国管理は、流入交通（輸入・入国）と流出交通（輸出・出国）の2つの手続機能を持ってそれぞれの国に配置する。

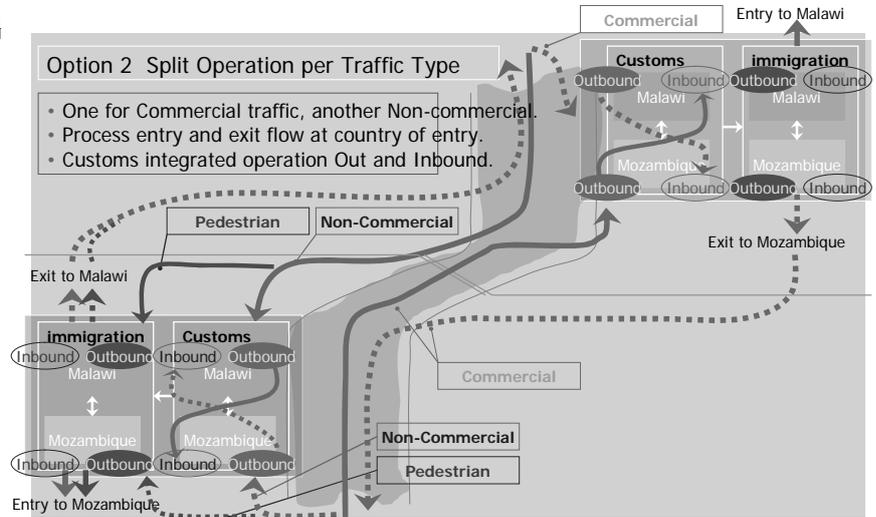


表 5.3.2 目標年次 2024 年(第 2 ステップ時)における施設の所要面積

| 施設・機能   | Mandimba Border [m2] |      |       |       | Chiponde Border [m2] |      |     |      |
|---------|----------------------|------|-------|-------|----------------------|------|-----|------|
|         | 流出                   |      | 流入    |       | 流出                   |      | 流入  |      |
|         | Moz                  | Malw | Moz   | Malw  | Moz                  | Malw | Moz | Malw |
| 税関      | 35                   | 45   | 1,325 | 1,365 | 40                   | 45   | 40  | 45   |
| 出入国管理   | 15                   | 20   | 415   | 495   | 45                   | 55   | 45  | 55   |
| 建屋 国境別  | 115                  |      | 3,600 |       | 185                  |      | 185 |      |
| 建屋 合計   | 4,085                |      |       |       |                      |      |     |      |
| 駐車場 国境別 | 600                  |      | 5,205 |       | 360                  |      | 360 |      |
| 駐車場 合計  | 6,525                |      |       |       |                      |      |     |      |

## [ マンディンバリシंगा区間 ]

### 第3部 概略設計

#### 1. 道路現況調査

##### (1) 道路概要

下図に示すとおり、調査対象道路の延長は148kmであり、農業生産のポテンシャルの高い、ニアサ州のマンディンバ郡、ンガウマ郡、リシंगा郡を通過する道路である。

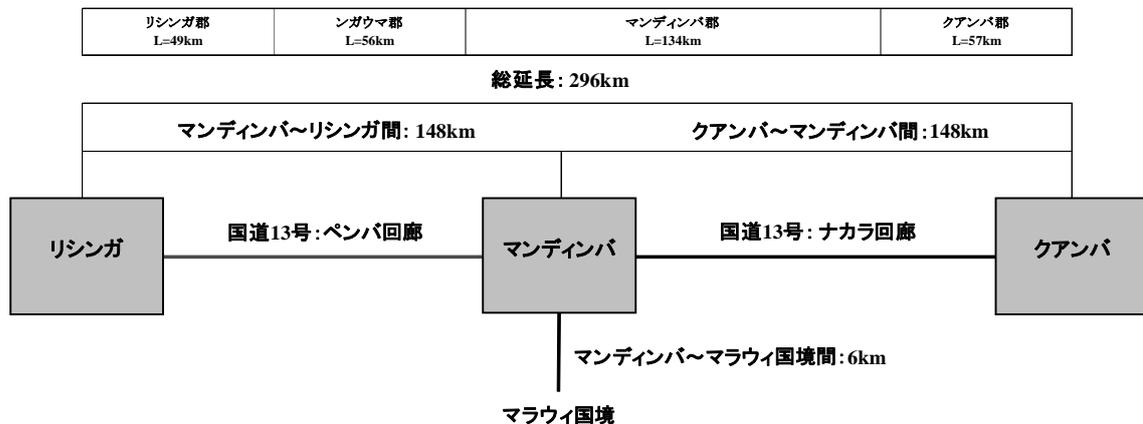


図 3.1.1 対象道路の概略

##### (2) 道路及び橋梁現況調査

###### 1) 既設道路の状況

対象道路は多くの小さな集落を通過し、その地形は大きく2つに分類される。(0～90km 区間の丘陵地、90km～148km 区間の山地混じり丘陵地) 標高760mから始まり、幾つもの起伏を越えて、リシंगा付近で1,400mに達する。既存道路の平面、及び縦断線形は、基本的に分水嶺と自然地形にそれぞれ沿っている。そのため、平面及び縦断線形ともに、多くの区間で基準を満たしておらず視認性が悪い。これは、道路に大きな切土や盛土区間が無く、自然地形に沿っていることに起因している。

既存道路は、乾期の間は良好（一部不良）な状態であるが、不十分な排水施設と浸食性の土壌により、雨期の間は通行が困難となる。

###### 2) 橋梁の状況

対象道路上に存在する橋梁は、建設から40～60年経過しているが、比較的良好な状態である。主な理由は、地震や洪水の頻度が少なく、丘陵地形が鋼橋に良い結果を与えている。

調査対象である全10橋と1カルバートは、以下の3つの状態に分類される。

分類：健全（1橋）：健全な状態又は新設橋であり、継続的に使用可能

連続RC-T桁橋（1橋）

分類：良好（8橋）：引き続き20年間程度の使用が可能。

単純RC-T桁橋（2橋）、仮設橋（5橋）、カルバート（1基）

分類：不良（2橋）：新たな構造物に置き換える必要あり。

RCスラブ橋（1橋）、H鋼桁橋（1橋）：スラブ及び高欄に損傷有り。

## 2. 自然条件調査

### (1) 測量調査

測量調査は、対象道路周辺の現況地形を、設計に反映させるために実施された。測量調査の内容は、以下の通りである。

1) 航空写真撮影、2) 橋梁部地形測量、3) 基準点設置

### (2) 地質調査

ボーリング調査、及び標準観入試験（SPT）は、対象6橋梁の基礎の位置（深さ）を確認するために実施された。橋梁1箇所毎に2箇所のボーリング調査を実施した。対象となった橋梁は、以下の通りである。

ンガメI橋、リアセカルバート、ニンデ橋、ルクルメシ橋、ルテンブエ橋、ルアンバラ橋

### (3) 土質及び材料調査

1) CBR 及び動的貫入試験

路床強度試験（CBR 試験）及び動的貫入試験（DCP 試験）は、現況地盤強度を確認し、設計期間に渡って舗装の機能（サービス）を確保するために実施された。

2) 舗装及び盛土のための土取場試験

盛土材料、及び舗装材料としての適合性を確認するために、対象道路沿線の土取場より試料を入手し試験を実施した。

3) 舗装及びコンクリート工事のための砕石試験

舗装材料、及びコンクリートの材料として、適用可能な砕石採取場の位置の確認、及び使用可能量の確認のために、対象道路周辺の砕石場より試料を入手し試験を実施した。

## 3. 水理及び水文解析

### (1) 水文解析

水文解析は、マンディンバ観測所、及びリシंगा観測所より得られた日降雨量データに基づき実施された。設計降雨強度の算出には、岩井法とログピアソン3型の2つが用いられ、両手法から得られた結果を検討した上で、適切な降雨強度を設定した。結果は表3.3.1に示すとおりである。

表 3.3.1 降雨観測所別確率降雨強度

| 期間     | 日当たり確率降雨強度 (mm) |       |       |       |       |       |
|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | 2年              | 5年    | 10年   | 20年   | 50年   | 100年  |
| マンディンバ | 82.2            | 101.9 | 113.1 | 122.9 | 134.3 | 142.2 |
| リシंगा  | 66.8            | 83.2  | 93.9  | 104.1 | 117.4 | 127.6 |

マンディンバ観測所より得られたデータは、サンプル年数が少なく、精度の信頼性に欠ける。降雨強度の計算は、高い信頼性に基づき実施されるべきであることから、リシंगा観測所で得られたデータに基づく降雨強度を本調査に採用した。

(2) 洪水流量

洪水流量計算手法として、「修正合理式」及び「地域最大洪水量（経験的手法）」の2つを適用した。両手法は、全ての集水域に適用できるわけではなく、修正合理式は、集水面積が500km<sup>2</sup>以下の場合に適用可能である。

地域最大洪水量（経験的手法）は、規模の大きな集水域に適用する手法であり、地域別に設定されるK係数に基づく。モザンビークでは、5.0～5.6のK係数が一般的に用いられている。この2つの手法で計算された洪水流量から適切な値を選定した。

表 3.3.2 洪水流量計算方法の特徴

| 計算方法        | 適用集水面積 (km <sup>2</sup> )                |
|-------------|--|
| 修正合理式       | 適用限界無し<br>(0～500km <sup>2</sup> : 調査団提案) |
| 経験的手法 (RMF) | 適用限界無し                                   |

出典: Drainage Manual 5th Edition (南アフリカ道路局)

(3) 橋梁部の水位計算

水文分析ソフト「HEC-Ras」を用いて計算された、HEC-Rasの初期入力条件は、河川横断形状、マンニング粗度係数、ピーク流量である。河川横断形状については、実施された地形測量データより入手し、マンニング粗度係数は0.035とした。

表 3.3.3 に、HEC-Rasの不等流解析結果に基づく水位の計算結果を示す。

表 3.3.3 計画洪水位 (50年及び100年確率)

| 橋梁名   | 確率年      | 流量 (m <sup>3</sup> /s) | 計算水位 (m) | ヒアリング水位 (m) |
|-------|----------|------------------------|----------|-------------|
| ンガメ-I | 50-Year  | 225.6                  | 731.10   | 732.9       |
|       | 100-Year | 278.9                  | 731.68   |             |
| リアセ   | 50 Year  | 277.3                  | 892.76   | 893.2       |
|       | 100 Year | 342.7                  | 893.01   |             |
| ニンデ   | 50-Year  | 256.6                  | 902.47   | 902.9       |
|       | 100-Year | 316.9                  | 902.75   |             |
| ルクルメシ | 50 Year  | 716.2                  | 992.98   | 990.0       |
|       | 100 Year | 885.0                  | 993.63   |             |
| ルテンブエ | 50-Year  | 310.9                  | 1045.64  | 1043.9      |
|       | 100-Year | 384.7                  | 1046.01  |             |
| ルアンバラ | 50 Year  | 463.2                  | 1107.61  | 1105.5      |
|       | 100 Year | 576.5                  | 1108.09  |             |

## 4. 設計基準

### (1) 概要

適切な設計基準を採用することにより、以下に示す目的を達成する。

- 適切な道路幅や視距を確保することにより、道路利用者に対して高い安全性や快適性を提供すること。
- 経済性に優れた設計を実施すること。
- 設計の統一性を確保すること。
- 安全性の高い構造物（橋梁及びカルバート）を提供すること。

上記の目的を確保するために、広く南部アフリカ地域で使用されている SATCC（南部アフリカ交通・通信委員会）設計基準を採用することとした。また、対象道路と接続するリシंगा～モンテプエズ道路についても、SATCC 設計基準が採用されている。

### (2) 道路設計基準

#### 1) 道路幾何構造基準

道路の幾何構造基準として「SATCC Code of Practice for the Geometric Design of Trunk Roads, September 1998」を適用した。

#### 2) 標準横断構成

調査団は、対象道路の標準横断構成として、路線（ナカラ回廊）としての整合性を確保するために、ナンプラ～ナカラ道路、及びナンプラ～クアンバ道路と同様の横断構成を提案した。また、対象道路の整備による交通量の増大と高速化、これに伴う交通事故の危険性を緩和するために、集落地域では 2.5m の路肩（2.0m の舗装路肩+0.5m の保護路肩）を提案した。

#### 3) 舗装設計

舗装設計基準として、「SATCC Practice for the Design of Road Pavements」を採用した。その他、「Road Notes 31」及び「TRH4 of South Africa」を参考として適用した。

#### 4) 道路安全施設

交通安全施設に関する基準については、SATTAC の「標識及び区画線マニュアル（1997年11月）」を適用した。道路標識は、運転者に危険を警告するとともに、歩行者を含む道路利用者の安全性を向上させる。

#### 5) 橋梁及びカルバート

モザンビーク国では、長期に渡りポルトガルの橋梁及びカルバート設計基準と仕様書が使われてきた。その後、1981年に「Code of Practice for the Design of Highway Bridges and Culverts in South Africa」が導入され、原則的な適用基準となった。しかし、SATCC 基準は、英国の設計基準を基にしているため、ANE の職員は、SATCC で設計されたものを、ポルトガルの基準で照査している。

本調査では、最新の SATTC 基準（1998 年 9 月、2001 年 7 月改訂）、及び SATTC の工事仕様書を設計基準として採用した。関連する基準として、AASHTO、英国基準（BS）及びポルトガルの基準も参考とした。

## 5. 道路概略設計

### (1) 概要

ANE との協議及び現地調査結果に基づき、道路整備の方針を以下の通りとした。

- 将来的な交通需要に対応した、通年交通可能な主要幹線道路を形成すること。
- 車両及び歩行者の交通事故の危険性を低減し、安全性の高い主要幹線道路形成すること。

### (2) 適用可能な道路線形及び舗装タイプの選定

#### 1) 線形及び舗装設計の手順

道路の線形計画、及び舗装設計については、道路の整備方針に一致することが重要である。このため、「何も手を加えない」という選択は、本プロジェクトに不適切である。本調査では、以下の流れにしたがって、適切な線形、及び舗装タイプを選定した。



図 3.5.1 線形及び舗装設計の手順

#### 2) 道路線形

マンディンバ〜リシंगा間の既存道路の平面線形は、下表に示される現況及び計画の平面線形の数字からもわかるように、概ね設計速度 80km/h を満足するものである。一方、既存縦断線形を 80km/h の線形に改良した場合、図 3.5.2 に示すとおり、50%程度の大規模な改良を必要とする。

表 3.5.1 改良規模と効果

|         |               | 現況              | 計画              |
|---------|---------------|-----------------|-----------------|
| 延長 (km) |               | 148.1km         | 148.6km         |
| 地形      |               | 丘陵及び山地          | 丘陵及び山地          |
| 設計速度    |               | -               | 80km/h          |
| 幾何構造    | 平面線形 deg/km   | 164.1<br>(1.00) | 174.8<br>(1.07) |
|         | 累積高低差 m/km    | 55.8<br>(1.00)  | 24.2<br>(0.43)  |
|         | 縦断変化点数 no./km | 3.1             | 2.8             |

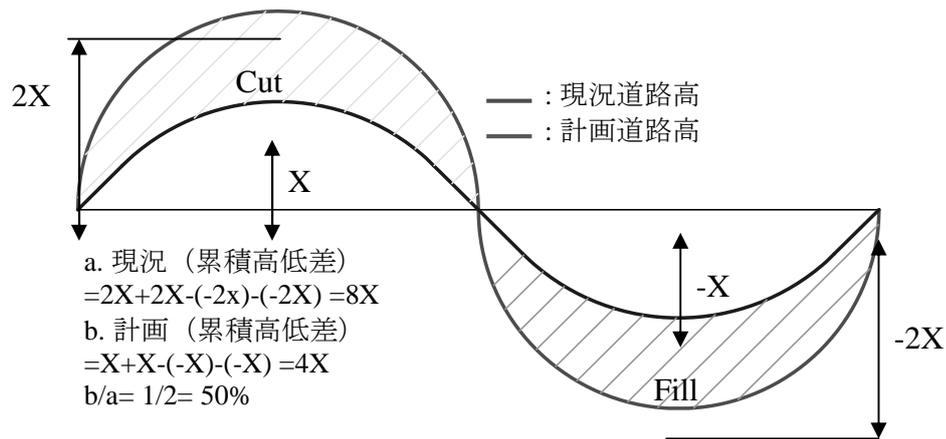


図 3.5.2 縦断線形の改良イメージ

(3) 舗装設計

1) 舗装タイプ

過去、及び現在実施中のプロジェクトを参考に、以下の3つの舗装タイプを対象道路の舗装化の比較案とした。

案1：SATACC 基準に基づくアスファルトコンクリート

案2：Road Note 31 に基づく2層簡易舗装

案3：アフリカ開発銀行より比較要請のあった砂利舗装 (参考として)

表 3.5.2 舗装タイプ別経済分析結果

| 舗装タイプ              | 建設費用    |           | 現在価値<br>(USD<br>Mil.) | B/C  | 内部<br>収益率 |
|--------------------|---------|-----------|-----------------------|------|-----------|
|                    | 百万 US\$ | US\$/km   |                       |      |           |
| 案1<br>アスファルトコンクリート | 224.4   | 1,516,223 | -7.2                  | 0.9  | 11.6%     |
| 案2<br>2層簡易舗装       | 160.5   | 1,084,319 | 69.7                  | 1.6  | 17.7%     |
| 案3<br>砂利舗装         | 81.2    | 552,538   | -104.1                | -0.8 | -         |

適切な舗装タイプの選択は、初期投資額、及び内部収益率による経済的な実行の可能性に基づき行われた。分析の結果、案2 (2層簡易舗装) が最も経済的に優れた舗装構成であるという結果となった。

2) 舗装構成

採用された舗装タイプ (2層簡易舗装) は、最も経済的で効果的であるが、層厚125mmの2層セメント安定処理層に対する、十分な施工方法の検討、管理、養生による工事期間の長期化が懸念され、結果的に工事費を押し上げることとなる。

よって、セメント下層路盤、碎石上層路盤による。より経済的で効果的な舗装構成を検討する必要がある。これを背景に、ELSYM5 (舗装設計プログラム) を用い、多層弾性理論による解析を、路床強度に基づき実施した。その結果は、表 3.5.3 に示すとおりである。現在、舗装の許容強度に関して多くの議論があるが、本調査では RR91/242 と Mr. H L Theyse の2つの手法を用いた。

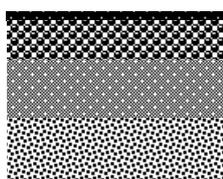
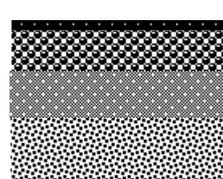
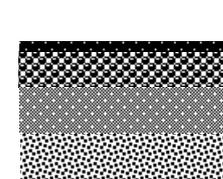
| クラス S2 (CBR3-4)   | クラス S3 (CBR5-7)   | クラス S4 (CBR8-14)  |
|---|---|---|
|    |  |  |
| <p>  <br/> <i>G4</i> : G4 Crushed or natural Gravel Soaked CBR&gt;80%@98% mod. AASHTO density<br/> <i>C4</i> : C4 Cemented stabilized Sub-base 0.75-1.5Mpa@100% mod. AASHTO density<br/> <i>G7</i> : G7 Selected Layer Soaked CBR&gt;15%@93% mod. AASHTO density<br/>                     ポアソン比及び弾性係数 (弾性係数 = (10 x CBR) Mpa)<br/> <i>G4</i>: 0.35, Phase-I: 400Mpa, Phase-II: 400Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/> <i>C4</i>: 0.25, Phase-I: 1500Mpa, Phase-II: 600Mpa, Phase-III: 300Mpa<br/> <i>G7</i>: 0.35, Phase-I: 150Mpa, Phase-II: 150Mpa, Phase-III: 150Mpa                 </p> |   |   |

図 3.5.3 多層弾性理論に基づく採用舗装構成

表 3.5.3 舗装の許容耐力照査結果

| 路床強度          | 評価手法       | 許容軸重            | 15年間の累積軸重                 |
|---------------|------------|-----------------|---------------------------|
| クラス S2 (3-4)  | RR91/242   | 2.22E+07 (湿潤地域) | 6.8E+06<br>(マンディンバ〜リシंगा) |
|               | H L Theyse | 1.01E+07 (湿潤地域) |                           |
| クラス S3 (5-7)  | RR91/242   | 4.12E+07 (湿潤地域) | 6.8E+06<br>(マンディンバ〜リシंगा) |
|               | H L Theyse | 1.78E+07 (湿潤地域) |                           |
| クラス S4 (8-14) | RR91/242   | 2.64E+07 (湿潤地域) | 6.8E+06<br>(マンディンバ〜リシंगा) |
|               | H L Theyse | 1.13E+07 (湿潤地域) |                           |

(4) 橋梁設計

1) 橋梁の改修方針

マンディンバ〜リシंगा間の橋梁改修については、以下の4つの方針に基づくこととした。

- ✓ 既設橋に2車線分の幅員(最小6m)があり、かつ健全又は良好な状態であった場合、その橋梁は引き続き使用する。
- ✓ 既設橋の状態が不良であった場合、2車線の新設橋に置き換える。(既設橋の延長が12m以下の場合カルバートとする。)
- ✓ 既設橋又はカルバートが洪水により冠水する場合、その構造物は、十分な桁下空間を持った2車線の新設橋に置き換える。
- ✓ 既設橋の幅員が1車線の場合、橋梁の健全度に関わらず、2車線の新設橋に置き換える。

## 2) 橋梁概略設計

マンディンバ〜リシंगा間で改修対象となる6橋の設計条件（架橋位置、橋梁延長等）については、対象橋梁及び河川に対する現地調査結果により決定した。橋梁幅員は、ANEとの協議により9.2m（2車線）となった。改修される橋梁の概要は、下表の通りである。

表 3.5.4 改修対象橋梁の概要

| 概要      |       | 既設橋 |      |     | 新設橋 |     |    |         |
|---------|-------|-----|------|-----|-----|-----|----|---------|
| 番号      | 橋梁名   | 幅   | 延長   | 既設橋 | 車線数 | 幅   | 延長 | 架橋位置    |
| マンディンバ側 |       |     |      |     |     |     |    |         |
| 5       | ンガメ-I | 4.2 | 28.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 30 | 既設橋と同位置 |
| 6       | リアセ   | 4.0 | 10.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 17 | 既設橋と同位置 |
| 7       | ニンデ   | 4.1 | 31.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 8       | ルクルメシ | 4.4 | 22.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 9       | ルテンブエ | 4.1 | 34.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 34 | 下流側 8m  |
| 10      | ルアンバラ | 4.2 | 22.0 | 撤去  | 2車線 | 9.2 | 30 | 下流側 8m  |
| リシंगा側  |       |     |      |     |     |     |    |         |

## 6. 施工計画

### (1) 建設材料

#### 1) 自然発生材料

原則として、盛土材、砕石、砂等の自然発生材料はプロジェクト道路沿線および周辺地域からの調達を前提としている。このため調査団は現地において材料調査（サンプル採取・室内試験）を実施し、品質や含有量を確認した。材料調査の詳細は本編2章「自然条件調査」に記載されている。

#### 2) 工業製品

道路建設に要する莫大な建設材料（セメント、鉄筋、瀝青材等）を供給することは、プロジェクト道路周辺の地元サプライヤーでは経営規模的に不可能と考えられる。したがって建設業者は工事実施期間において、マプト、ベイラ、ナンブラ、ナカラ等の内国の大都市あるいは海外から、信頼性が高く継続的に安定供給が可能な供給元を確保する必要がある。主な供給元候補は以下の通り。

- セメント : ナカラ
- 鉄筋 : ベイラ、マプト、海外
- 瀝青材 : ベイラ、マプト、海外

### (2) 建設機械

地元機械リース市場では市場規模も小さく、工事に必要な機械類を種類・台数・コンディションを伴って供給することは不可能と考えられる。したがって建設業者は自社所有機械を持ち込む、あるいはマプト、ベイラ、ナンブラ、ナカラや海外から調達元を確保する必要がある。

### (3) 材料・機械の輸送手段

現在、CDN によりナカラ～リシंगा間において鉄道事業が運営されている。しかし、定期的に鉄道輸送が実施されているのはナカラ～エントレ・ラゴス（マラウイとの国境）間のみ（6 往復/週）である。さらに関係者からの聴き取りによると、機関車や貨物車の台数不足により貨物輸送事業は市場のニーズに対応しきれていないのが現状である。したがって、建設業者は資機材輸送を、他のユーザーと調整を図りながらナカラ～クアンバ間においては利用可能である。

しかし、クアンバ～リシंगा間においては、維持管理・補修財源不足により軌道損傷箇所が多数発生しているため、定期運行が行われていない。したがって、建設業者は自動車輸送を利用せざるを得ないのが現状である。

## 7. 事業実施計画

### (1) 実施組織

ANE は、公共事業住宅省より国家の道路網管理の権限を委譲されている組織である。本プロジェクトの実施は、ANE のプロジェクト局の責任下で実施され、環境や社会配慮については、同じく ANE の環境ユニット（GAT）が担当部署となり、ANE の総裁に対して直接報告する体制となっている。

### (2) 事業実施上の標準的条件

本件の事業実施計画は、実施工程に影響を与えるいくつかの標準的な条件に基づいて作成されている。

- ✓ 本計画の F/S 報告書は、2010 年 2 月に提出される。
- ✓ モザンビーク政府/ANE は、可及的速やかに本件の詳細設計と本体工事の資金源を確保する。
- ✓ 詳細設計の資金源が確保された後、詳細設計のためのコンサルタント選定に 4 ヶ月間を要し、その後の入札図書作成を含む詳細設計作業に最低限 6 ヶ月間を要する。
- ✓ EIA 及び RAP 作業に 8～9 ヶ月間を要する。またこれら作業の報告書は、資金を拠出するドナーに対して、プロジェクト評価報告書の提出やローン契約締結の 120 日以前に提出することが求められている。
- ✓ 資金を拠出するドナーとのローン契約の協議のため最低限 3～4 ヶ月間を要する。
- ✓ 建設業者の入札は、（入札事前審査や入札案件、入札前最低限 90 日間の入札準備、入札評価、事業実施組織や資金源組織による承認を含め）最低限 10～11 ヶ月間を要する。
- ✓ 施工管理のコンサルタントの選定と入札支援に約 5～7 ヶ月間を要する。
- ✓ 建設業者の工事着工は、通常工事着工命令後 30 日間以内とする。
- ✓ 建設工事や施工管理は、約 3 年間（33 ヶ月間）を要する。

### (3) 事業実施計画

本プロジェクトの事業実施計画は、上記の条件に基づき図 3.7.1 のように提案される。



(4) 事業実施のその他の可能性について

NEPAD プロジェクトは、地域の競争条件の改善のために、信頼性が高く効率的な輸送インフラ網を整備することで、よりいっそうの地域連携を促進し、南部アフリカ開発地域（SADAC）における経済成長を支援することを基本原則としている。従って NEPAD 案件は、多国間を横断するプロジェクトとして、地域経済の統合強化に寄与するものでなければならない。

しかしながらリシंगाマンディンバ道路の機能は、他国と連結する国際幹線道路としてよりも、むしろニアサ州の地域開発にとって必要不可欠な地域幹線道路といえる。本道路の舗装化は、市場への接近性の向上や各種輸送サービスの改善を通して、この地域の貧困削減に寄与することは確実である。

このように本プロジェクトは、NEPAD プロジェクトとしての適応の可能性は高いとはいえない。したがって、モザンビーク政府/ANE は、道路の現状や地域開発プログラムを考慮して、道路の段階的な整備の事業化を考えるべきである。本調査団は、これら条件を考慮した結果、以下の優先順位による段階的な整備の事業化を提案する。

表 3.7.1 段階的整備の優先順位

| 最終的目標：信頼性の高い道路輸送の提供                     |   |
|---|---|
| 道路状況から                                  | 地域開発プログラムから                               |
| <b>1. 雨期の通行不能区間の改良</b><br>✓ 氾濫区間の改善     | <b>1. BHN の改善</b><br>✓ 病院等の社会サービスへのアクセス改善 |
| <b>2. 危険な踏切や区間の改良</b><br>✓ バイパスや登坂車線の設置 | <b>2. 農業開発の促進</b><br>✓ 市場へのアクセス改善         |
| <b>3. 交通事故多発地点の改良</b><br>✓ 市街地区間の道路改良   | <b>3. 産業開発</b><br>✓ 林業投資のための物資輸送道路の確立     |
| <b>4. 舗装道路による連結</b><br>✓ 全天候道路の建設       | ✓ 完工のための信頼性の高い道路の提供                       |

## 8. 事業費積算

### (1) 積算手法

本事業費積算では、本プロジェクトと類似性（下記参照）の高いナンプラ - クアンバ道路改良工事（NCR）で算出された単価を基本的に適用する。

- 現場位置：本プロジェクト道路はNCRの延伸路線上に位置する。
  - 積算時期：NCRの事業費積算（詳細設計時）は2009年4月に最終化されている。
- しかし、下記費目については、本プロジェクトの特性を考慮した上で算出した。

### (2) 非建設費用

建設費以外の費用は以下のように算出した。

1) 準備工/一般費 (Bill-A: No. 1000)

過年度に実施された類似プロジェクトにおける工種 2000 - 8000 の合計額と当該費目金額の比率 (%) を比較分析して、当プロジェクトの適用金額を算出した。

2) 雑費、社会関連費用、環境関連費用

NCR における建設費 (Bill-A) と当該費目との比率 (%) を適用した。

3) 予備費、設計監理費

NCR の比率を下記の通り適用した。

- 予備費: Bill A- D の 10%
- 設計監理費: Bill A - D + 予備費合計額の 5%

4) 付加価値税 (VAT)

モ国における VAT の税率は通常 17% である。しかし道路プロジェクトに関しては同税額を 6.8% に減ずることが定められているため、本積算でも同税率を適用する。

(3) 積算結果

積算結果を表 3.8.1 および 3.8.2 に示す。

表 3.8.1 総事業費

通貨: 米ドル

| 項目                   | 内容      | 単位                      | 単価             | 数量            | 金額                    | 備考                 |                                 |
|----------------------|---------|-------------------------|----------------|---------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------|
| <b>Bill A: 道路建設費</b> |         |                         |                |               |                       |                    |                                 |
| 1000                 | 準備/一般   | 式                       | 28,083,345.82  | 1.00          | 28,083,345.82         | 2000 - 8000の27.00% |                                 |
| 2000                 | 排水      | (1) バイパスカルバート(RC)       | m              | 1,236.63      | 2,276.00              | 2,814,568.74       |                                 |
|                      |         | (2) V型側溝-1(コンクリート)      | m              | 158.62        | 32,812.00             | 5,204,623.03       |                                 |
|                      |         | (2.2) V型側溝-2(コンクリート)    | m              | 78.04         | 1,370.00              | 106,915.89         |                                 |
|                      |         | (2.3) V型側溝-3(コンクリート)    | m              | 396.55        | 3,465.00              | 1,374,041.42       |                                 |
|                      |         | (3) 緑石                  | m              | 33.35         | 2,740.00              | 91,379.00          |                                 |
|                      |         | (4) 練石積                 | m <sup>2</sup> | 65.55         | 2,325.00              | 152,403.75         |                                 |
|                      |         | (5) 布団籠                 | m <sup>3</sup> | 142.00        | 12,503.00             | 1,775,451.01       |                                 |
|                      |         | <b>計(2000)</b>          |                |               | <b>11,519,382.84</b>  |                    |                                 |
| 3000                 | 土工/路盤   | (1) 切土/盛土               | m <sup>3</sup> | 6.11          | 744,280.00            | 4,544,945.82       |                                 |
|                      |         | (2) 客土運搬(1.0km)         | m <sup>3</sup> | 0.92          | 14,916,670.00         | 13,723,336.40      | 現場～土取場 = 10km                   |
|                      |         | (3) 捨土(1.0km)           | m <sup>3</sup> | 5.75          | 186,070.00            | 1,069,902.50       |                                 |
|                      |         | (4.1) 路床(上部)            | m <sup>3</sup> | 5.92          | 321,710.00            | 1,905,327.48       |                                 |
|                      |         | (4.2) 路床(下部)            | m <sup>3</sup> | 4.74          |                       |                    |                                 |
|                      |         | (5.1) セメント安定処理下層路盤(C2)  | m <sup>3</sup> | 72.62         |                       |                    |                                 |
|                      |         | (5.2) セメント安定処理下層路盤(C3)  | m <sup>3</sup> | 60.52         |                       |                    |                                 |
|                      |         | (5.3) セメント安定処理下層路盤(C4)  | m <sup>3</sup> | 48.42         | 293,333.00            | 14,201,717.20      |                                 |
|                      |         | (5.4) 表層(グラベル)          | m <sup>3</sup> | 36.80         |                       |                    | CBR>30%                         |
|                      |         | (6) 上層路盤(砕石)            | m <sup>3</sup> | 128.80        | 243,776.00            | 31,398,348.80      | 砕石輸送距離 = 110km                  |
|                      |         | <b>計(3000)</b>          |                |               | <b>66,843,578.19</b>  |                    |                                 |
| 4000                 | 表層      | (1) フライムコート             | m <sup>2</sup> | 1.53          | 1,348,550.00          | 2,062,607.23       |                                 |
|                      |         | (2) シール工(一層)            | m <sup>2</sup> | 5.98          | 225,651.00            | 1,349,392.98       |                                 |
|                      |         | (3) シール工(二層)            | m <sup>2</sup> | 9.66          | 1,122,899.00          | 10,847,204.34      |                                 |
|                      |         | (4) アスファルト(t=10cm)      | m <sup>2</sup> | 51.75         |                       | 0.00               |                                 |
|                      |         | (5) インターロッキングブロック       | m <sup>2</sup> | 25.30         | 2,740.00              | 69,322.00          |                                 |
|                      |         | <b>計(4000)</b>          |                |               | <b>14,259,204.55</b>  |                    |                                 |
| 5000                 | 雑工      | (1) Km柱                 | 個              | 110.76        | 300.00                | 33,226.95          |                                 |
|                      |         | (2) ガードレール              | m              | 64.62         | 1,235.00              | 79,803.85          |                                 |
|                      |         | (3) 標識                  | m <sup>2</sup> | 473.01        | 166.78                | 78,888.02          |                                 |
|                      |         | (4) 区画線(W=10cm)         | km             | 1,523.88      | 447.36                | 681,721.39         |                                 |
|                      |         | (5) 植生(盛土法面)            | m <sup>2</sup> | 2.94          | 918,693.00            | 2,704,632.19       |                                 |
|                      |         | <b>計(5000)</b>          |                |               | <b>3,578,272.40</b>   |                    |                                 |
| 6000                 | 構造物     | (1) ボックスカルバート(RC)       | m <sup>3</sup> | 646.29        | 2,378.00              | 1,536,874.05       |                                 |
|                      |         | (2) 橋梁                  | 式              | 4,260,296.01  | 1.00                  | 4,260,296.01       |                                 |
|                      |         | <b>計(6000)</b>          |                |               | <b>5,797,170.06</b>   |                    |                                 |
| 7000                 | 試験/品質管理 | 式                       | 17,250.00      | 1.00          | 17,250.00             |                    |                                 |
| 8000                 | その他     | (1) 鉄道交差箇所              | 箇所             | 115,000.00    |                       | 0.00               |                                 |
|                      |         | (2) 既設コンクリート撤去          | m <sup>3</sup> | 42.99         | 2,421.60              | 104,097.32         |                                 |
|                      |         | (3) 既設管撤去               | m              | 6.79          | 880.10                | 5,971.48           |                                 |
|                      |         | (4) 道路/道路用地仕上げ(1車線)     | km             | 1,725.00      | 148.40                | 255,990.00         |                                 |
|                      |         | (5) 既設/仮設道路メンテ          | km             | 1,380.00      | 148.10                | 204,378.00         |                                 |
|                      |         | (6) 建設材料輸送              | 式              | 1,427,097.10  | 1.00                  | 1,427,097.10       | ロータトラック(50t)によるクアンバからの輸送(225km) |
|                      |         | <b>計(8000)</b>          |                |               | <b>1,997,533.90</b>   |                    |                                 |
|                      |         | <b>合計(Bill A)</b>       |                |               | <b>132,095,737.76</b> |                    |                                 |
| Bill B: 雑費           | 式       | 1,136,023.34            | 1.00           | 1,136,023.34  | Bill Aの0.86%          |                    |                                 |
| Bill C: 社会関連費用       | 式       | 1,241,699.93            | 1.00           | 1,241,699.93  | Bill Aの0.94%          |                    |                                 |
| Bill D: 環境関連費用       | 式       | 330,239.34              | 1.00           | 330,239.34    | Bill Aの0.25%          |                    |                                 |
|                      |         | <b>合計(Bill A+B+C+D)</b> |                |               | <b>134,803,700.39</b> |                    |                                 |
| 予備費                  | 式       | 13,480,370.04           | 1.00           | 13,480,370.04 | A~Dの10%               |                    |                                 |
| 17%の面積               | 式       | 10,083,316.79           | 1.00           | 10,083,316.79 | (A~D) + 予備費合計の6.8%    |                    |                                 |
|                      |         | <b>建設費総額</b>            |                |               | <b>158,367,387.21</b> |                    |                                 |
| 設計監理費                | 式       | 7,414,203.52            | 1.00           | 7,414,203.52  | (A~D) + 予備費合計の5%      |                    |                                 |
| 17%の面積               | 式       | 504,165.84              | 1.00           | 504,165.84    | 設計監理費の6.8%            |                    |                                 |
|                      |         | <b>事業費総額</b>            |                |               | <b>166,285,756.57</b> |                    |                                 |
|                      |         | 用地取得費・補償費               |                |               | 199,391.00            |                    |                                 |

(USD 1,121,868 per km)

表 3.8.2 橋梁建設費

通貨: 米ドル

| 番号 | 河川名        | 内容                                | 面積(m <sup>2</sup> ) | 金額                  | 1平米単価           | 備考 |
|----|------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|----|
| 5  | Ngame I    | L=2@15.00m=30.00m, W=10.15m, 直接基礎 | 304.50              | 667,843.14          | 2,193.25        |    |
| 6  | Lilasse    | L=17.00m, W=10.15m, 杭基礎           | 172.55              | 640,318.15          | 3,710.91        |    |
| 7  | Ninde      | L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, 直接基礎 | 345.10              | 598,282.08          | 1,733.65        |    |
| 8  | Luculumesi | L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, 直接基礎 | 345.10              | 777,762.15          | 2,253.73        |    |
| 9  | Lutembue   | L=2@17.00m=34.00m, W=10.15m, 杭基礎  | 345.10              | 875,533.48          | 2,537.04        |    |
| 10 | Luambala   | L=2@15.00m=30.00m, W=10.15m, 直接基礎 | 304.50              | 700,557.02          | 2,300.68        |    |
|    |            | <b>合計</b>                         | <b>1,816.85</b>     | <b>4,260,296.01</b> | <b>2,344.88</b> |    |

## 9. 道路維持管理

### (1) 道路維持管理システム

#### 1) 道路維持管理

道路の維持管理は、ANE 維持管理局長の指示の下、ANE の管轄する 10 の州事務所に  
よって実施されている。これらの維持管理は、全道路（第 1 種、第 2 種、第 3 種、  
近隣道路、未舗装道路）が対象となり、年間維持管理計画に基づき実施されるとと  
もに、維持管理の技術基準に従って行われている。ただし、第 3 種道路及び近隣道  
路の建設、改良、改修については、ANE 維持管理局の支援の下に、州の機関によっ  
て実施される。ANE 維持管理局長は、ANE 州事務所を通し、郡や市レベルの道路プ  
ログラムに対する技術的な助言を行う役割も担っている。

#### 2) 交通安全

道路の交通安全（適切な設計、具体的な安全対策、標識や区画線の設置等）は、  
ANE 維持管理局の重要な役割の一つとして与えられている。実際の活動は道路交通  
協会（INAV）との協調によって実施される。ANE 維持管理局は、過積載対策と管理、  
道路用地の管理、道路に関する申請管理（使用許可等）も同時に役割として担って  
いる。

### (2) 効果的な道路維持管理システムの実現

新たな道路維持管理統合システム（IRMS）を運用するために、運用に必要なインプ  
ットデータ調査が 2009 年末より始まっている。この調査プロジェクトは、道路維  
持管理の地方分権化支援の下に、スウェーデン国際開発協力機構（SIDA）が援助し  
ているプロジェクトであり、道路の状態、交通量等を含む道路の現況調査である。

ただし、このシステムの適切な運用には、以下を解決することが重要である。

- 優先的に維持管理される主要道路網の開発
- 現実的で系統的な道路維持管理手法の開発
- 対費用効果の高い道路維持管理方法の選定
- 効果的な日常、及び定期維持管理プログラムの策定
- 維持管理作業に関する技術開発

## 第4部 経済分析

### 1. 現況の交通特性

一連の調査（ANE が保有する過年度交通量データ、関係者へのインタビューおよび起終点（OD）調査）で得た情報を通じて、クアンバ～マンディンバ、およびマンディンバ～リシंगाの各区間の交通特性を把握した。その結果、下表に示すとおり、それぞれに異なった特徴があることが分かった。また、交通量および OD 調査を、対象道路上のクアンバ、マンディンバ、およびリシंगाの 3 地点にて、2009 年 5 月（1 回目）に、同年 8 月（2 回目）に実施した。

表 4.1.1 区間ごとの交通特性

| 区間                       | リシंगा～マンディンバ   | マンディンバ～クアンバ  |
|--------------------------|--|--|
| 一般的な交通特性                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>本対象区間の道路は、ニアサ州の州都であるリシंगाに向けた消費物資を輸送する唯一の道路であり、そこからニアサ州北部地域へ分配されている。言い換えれば、この区間はニアサ州北部地域の生命線であるといえる。</li> <li>公用および社会的な人の移動のほとんどは、リシंगाとクアンバ間の OD ペアである。</li> <li>農産物が、当該地域であるモザンビーク北部地域から南部地域やマンディンバを通じてマラウイマラウイへ輸送されている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>本対象区間の道路は、リシंगाおよびニアサ州内の他のディストリクトから、鉄道駅（クアンバ）やナンブラ州へ向かう人の移動に用いられている。</li> <li>貨物交通については、いくつかの消費物資がクアンバからリシंगाへ向かって運ばれている。一方、クアンバへの消費物資のほとんどはナンブラ方面から鉄道で運ばれてきており、本対象区間の道路は使われていない。</li> <li>空荷のトレーラが、マラウイからナカラ港に向かって走っていることが分かった。</li> <li>クアンバ周辺では、農産物が取れマラウイやテテ州へ輸送されている。</li> </ul> |
| 車種の特徴                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>中型トラックおよびトレーラが半数以上を占める。</li> <li>人の移動は、ミニバスによるものがほとんどである。</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>トレーラや大型貨物車が半数以上を占める。</li> <li>人の移動は、ミニバスによるものがほとんどである。</li> </ul>   |
| 平均トリップ長（時間）<br>内々トリップを除く | <ul style="list-style-type: none"> <li>16.8 時間（全車種計）</li> <li>11.5 時間（乗用車とバス）</li> <li>25.2 時間（トラック）</li> <li>2.86 日（トレーラ）</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>19.3 時間（全車種計）</li> <li>11.4 時間（乗用車とバス）</li> <li>28.5 時間（トラック）</li> <li>1.99 日（トレーラ）</li> </ul>  |

また、ナカラ回廊上の国際輸送の現状を把握するために、交通量および OD 調査を、モザンビークとマラウイの国境の 3 地点（Zobue/Mwanza、Milange/Muloza、および Mandimba/Chiponde）とマラウイとザンビアとの国境（Mchinji）で実施した。

また、モザンビークとマラウイの政府組織や民間企業に対してインタビュー調査を実施した。

## 2. 交通需要予測手法のコンセプト

### (1) 社会経済フレームワーク

本調査では、下表に示すニアサ州開発戦略（PEP）にもとづいた社会経済フレームワークを採用した。

表 4.2.1 マクロ経済フレームにおける設定

| 項目     | 仮定   | 年増加率（2050/2007比）   |
|--------|--|--|
| 人口     | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までのディストリクトごとの将来人口予測値を用いた（ロジスティック曲線の適用）。 | 約 2.5 ～ 2.8% (2.2倍)  |
| 地域内生産高 | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の州ごとの地域生産高を用いた（ロジスティック曲線の適用）。      | 控えめな予測：8% (3.0倍)<br>中位予測：10% (4.3倍)<br>楽観的な予測：12% (7.0倍)   |
| 農業生産   | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の予測農業生産高を用いた（ロジスティック曲線と諸条件・仮定の適用）。 | 約 4.5% (2.6倍)  |
| 林産     | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の林産品生産量を用いた（ロジスティック曲線と諸条件・仮定の適用）。  | 2035年以降の平均産出量<br>製紙：1.7 mil. m <sup>3</sup> /年<br>材木：0.6 mil. m <sup>3</sup> /年<br>木炭：0.4 mil. m <sup>3</sup> /年 |
| 観光     | ニアサ州開発戦略にもとづき、2050年までの将来の予測観光客数を用いた（ロジスティック曲線と諸条件・仮定の適用）。  | 2030年後の年平均来訪者数<br>日帰り：40,000人/年<br>宿泊：60,000人/年  |

### (2) 交通需要予測手法の開発における一般的な考え方

現実の交通状況に適した予測方法となること目的に、過去に実施されたいくつかの調査を分析した（a）Lichinga - Montepuez（2001年）、b）Milange - Mucuba（2008年）および c）Nampula - Cuamba（2007年）。また、ナンプラ～クアンバ間の道路改善プロジェクトに関して AfDB が実施した事前アプレイザルミッションでの指摘事項にも配慮した。前述した現況の交通パターンを特性をふまえ、以下に示す交通需要予測手法の開発における一般的な考え方を設定した。

- 予測モデルは、雨期や劣悪な路面状態による、ポテンシャルおよび潜在需要を説明できるものとした。
  - 旅客交通：雨期や乾期での移動特性の違いをふまえたモデル
  - 貨物交通：取り扱い貨物ごとに消費需要や市場余剰を表現可能なモデル
- ルート選択は、取り扱い貨物の種類ごとの発生/集中ごとに異なることとした。
- マラウイからの国際貨物交通は、回廊転換交通を考慮することとした。
- 鉄道輸送に関しては、以下を採用した。
  - ナカラ～ナンプラ～エントレラゴス～マラウイ：鉄道輸送容量は、1.6に示したとおり、劣悪な保線状態や機関車不足により、飽和状態であるとした。交通需要予測では、鉄道改善は想定に入れず、輸送容量は現状のまま推移するとした。
  - クアンバ～リーシング：1.6に示したとおり、北部鉄道は適切に運行されておらず月一回程度であった。コンセッションによる運営企業（CDN）によると、現在の契約の中ではこれ以上のリハビリテーションは難しいと考えている。従って、北部鉄道は現況のまま推移するとした。
- 港湾施設は、現状の施設状況と取扱容量のまま推移するとした。
- マンディンバにおける国境施設は、現況と改善後（1ストップボーダー）の両方を考えることとした。

なお、2009年10月中旬に、ナカラ港への石炭輸送のため、MoatizeとBlantyre間に新線を建設する計画があることが紹介され、この事業化調査がまもなく開始されると言われていた。しかしながら、この石炭輸送を実現するには、SEAR（マラウイ国内の鉄道）とCDNの両線において多大なリハビリテーションが必要となる。従って、本調査では石炭輸送の仮定は組み込まないこととした。

(3) 予測期間およびシナリオ

分析期間等の設定年次を以下に示す。また、予測シナリオを下表に整理した。

- 基準年： 2009年
- 建設期間： 2011～2013年
- 供用年： 2014年
- 分析期間： 2014～2034年（20年間）

表 4.2.2 交通需要予測における予測シナリオ

| Scenario Case      | 道路ネットワーク             |                    |                   | 国境   | 鉄道ネットワーク                  |                    |                   | 港湾     |
|--------------------|----------------------|--------------------|-------------------|------|---------------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                    | Lichinga<br>Mandimba | Mandimba<br>Cuamba | Nampula<br>Cuamba | OSBP | Nacala~<br>Entre<br>Lagos | Cuamba<br>Lichinga | Malawi<br>Domest. | Nacala |
| 未実施ケース             | 現状                   | 現状                 | 現状                | 現状   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |
| 実施ケース<br>(シリオ -1)  | 現状                   | 改善                 | 改善                | 現状   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |
| 実施ケース<br>(シリオ -2A) | 改善                   | 改善                 | 改善                | 現状   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |
| 実施ケース<br>(シリオ -2B) | 改善                   | 改善                 | 改善                | 改善   | 現状                        | 現状                 | 現状                | 現状     |

なお、実施時のすべてのケースに対して、供用時（2014）には、ナンプラ〜クアンバ（N13）は改善工事が始まっていると考えられるため、同区間はすべて改善済みと想定した。

### 3. 交通需要予測手法

上記の仮説に従い、将来の交通需要は、異なる3つの交通タイプごとに予測した（i）旅客交通、ii）地域物流、および iii）国際物流）。それぞれの予測手法の概念を以下に示す。

**旅客交通量** は、ODペアごとの実際の移動人数をもとにして、人口ポテンシャルと道路のインピーダンス（抵抗値）で構成される「重力モデル」により予測した。

**地域貨物交通量** は、各ゾーンからの移出と移入に分けて予測した。生活物資の消費量をもとに予測した。また、移出は、ニアサ州の農業生産量をもとに予測した。

**国際貨物交通量** は、道路ネットワークが改善された後に発生する交通を対象とした。具体的には、マラウイとの国際貿易と鉄道輸送容量をもとに予測した。また、回廊選択モデルは、ロジットモデルを採用した。

以下の図は、交通需要予測の過程を示したものである。個々の詳細な予測過程およびその結果は、本編に示す。



図 4.3.1 交通需要予測の過程

#### 4. 交通需要予測結果

上述のそれぞれの項目ごとの予測結果をまとめ、将来交通量を対象区間ごとに予測した。その結果、整備時のケースでは、マンディンバ～リシंगा間の将来交通量を、467AADT (2014年)、1,732AADT (2023年)、6,417AADT (2033年)になると予測した。

表 4.4.1 将来交通量 (マンディンバ～リシंगा)

| 年     | 2009 | 2014 | 整備時 | 2023  | 整備時   | 2033  | 整備時   |
|-------|------|------|-----|-------|-------|-------|-------|
| 乗用車   | 46   | 113  | 138 | 283   | 344   | 760   | 925   |
| ミニバス  | 28   | 136  | 165 | 738   | 897   | 2,958 | 3,598 |
| トレーラー | 26   | 53   | 58  | 138   | 152   | 288   | 328   |
| その他   | 42   | 91   | 106 | 280   | 339   | 1,278 | 1,566 |
| 合計    | 142  | 393  | 467 | 1,439 | 1,732 | 5,284 | 6,417 |

マンディンバ～リシंगा区間の予測交通量 (AADT) の合計値は、クアンバ～マンディンバ間の予測交通量よりも多くなっている。これは、州都であるリシंगाとつながっていることにより、ミニバスや乗用車による人的な移動が多く発生することに起因している。

なお、過年度に実施したナンプラ～クアンバ間のフィージビリティ調査と比較すると、今回の予測結果は、隣接する区間とほぼ同程度の交通量となっている。

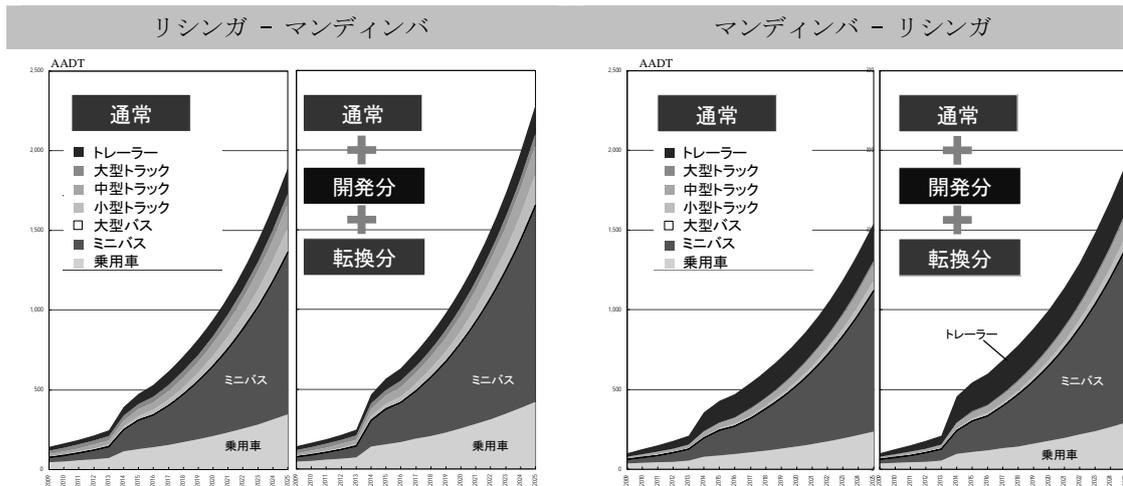


図 4.4.1 区間ごとの予測交通量

## 5. 経済分析

表 4.2.2 に示すシナリオ及び下記条件にて経済分析を行った。

- 分析手法: HDM-4 (参考として RED 及び道路網分析手法)
- 分析対象期間: 整備道路の供用開始後 20 年間
- 事業費積算価格: 2009 年 10 月現在の価格
- 社会的割引率: 12%
- 経済価格への変換係数: 工事費 (0.84)、維持管理費 (0.75)
- 為替レート: US\$1.00 = 28.00 Meticaís (MT)

調査結果概要を以下に示す。

表 4.5.1 感度分析結果

| レベル | 算定条件                     | 経済的内部収益率 |
|-----|--------------------------|----------|
| 基準案 | DBST 舗装                  | 18.1%    |
| 1   | 予測交通量が 20%減              | 15.4%    |
| 2   | 工事費が 20%増加               | 15.6%    |
| 3   | 上記 1 及び 2 が同時発生 (最悪のケース) | 13.6%    |

表 4.5.2 損益分岐点

|                     | 基準案   | 純現在価値が 0 となる分岐点 |      |        |
|---------------------|-------|-----------------|------|--------|
| 純現在価値@12% (百万 US\$) | 価値    | 価値              | 割合   | 変化率    |
| 事業費                 | 106.0 | 179.2           | 1.69 | 69.1%  |
| 便益                  | 179.2 | 106.0           | 0.41 | -40.8% |

算定された経済指標値は、当国の機会費用 (12%) を上回り、本事業の経済的採算性を示している。よって、対象道路が年間を通して通行可能になる舗装整備事業の実施は、モザンビーク国における最適な資源配分を意味する。

## 第6部 環境社会配慮

### 1. 環境法令

モザンビーク国には、環境に関するいくつかの法令が制定されており、そのひとつである EIA 法によれば、すべての開発プロジェクトの事業者は、EIA の審査機関である環境調整省 (MICOA) の開発に関する承認を得なければならないとされている。EIA 法では、地方道路のリハビリテーションはカテゴリーA として詳細 EIA の実施を義務づけている。さらに土地法では、住民移転に関する補償を行うことを明確に規定しており、ANE は適切な補償を行うために、プロジェクト毎に 2006 年に世銀等の支援によって策定された住民移転政策枠組み (RPF) に基づいた住民移転実施計画 (RAP) を策定する計画としている。

一方、マラウイ側では環境管理法のパート 5 において、新設道路及び地方及び高速道路の拡幅は EIA が必要とされている。ただし、国境施設の建設は EIA が必要とされるリストには掲載されていない。

なお、モザンビーク側の EIA 手続きは、隣接区間のナンプラークアンバ間道路の経験を踏まえれば、ローカル環境コンサルタントの契約期間や MICOA との審査・修正期間を含めて 1~2 年程度かかると思われる。

### 2. 環境社会配慮手続きに関するスクリーニング及びスコーピング

モザンビーク国、JBIC、JICA 及びマラウイ国のいずれの法令・ガイドラインも新設・拡幅道路事業は EIA が必要としているが、国境関連施設については小規模開発のため EIA は必要とされていない。スコーピング結果によれば、社会分野の主な課題として住民移転、自然環境分野ではアフリカゾウ回廊があげられた。

関連する法令及びガイドラインにおける EIA 実施要件は下記の通りである。

表 6.2.1 EIA 実施が必要とされるプロジェクト

| 項目                 | 要件  |
|--------------------|---|
| モザンビーク国 EIA ガイドライン | 都市地域以外の新設道路及びアップグレード                          |
| JBIC EIA ガイドライン    | 5km 以上の道路のアップグレード、または 50 以上の住民移転の発生が生ずるプロジェクト |
| JICA EIA ガイドライン    | 社会面や自然環境面に著しい影響を及ぼすプロジェクト                     |
| AfDB EIA ガイドライン    | 大規模道路建設、アップグレード及び大規模リハビリテーションプロジェクト           |
| マラウイ国 EIA ガイドライン   | 新設道路及び既存高速・地方道路の拡幅プロジェクト                      |

### 3. 環境社会配慮 (初期環境影響評価)

ANE 及び調査団により実施された環境社会配慮調査により、本プロジェクトは重大な環境影響は及ぼさないものの、主な課題として住民移転とアフリカゾウの回廊への影響が指摘された。住民移転に関しては、ROW (道路用地) 内に約 6,000 の建築物があり、本道路整備により、そのうち約 400 への影響が想定される。

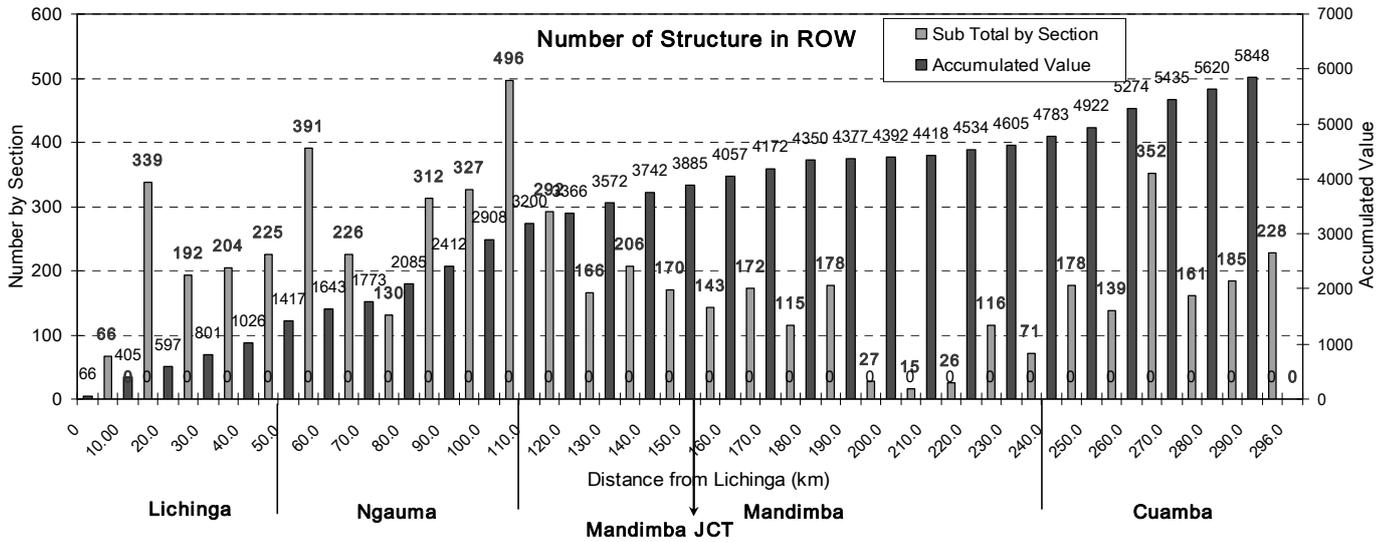


図 6.3.1 ROW内の建築物の数

Source: JICA Study Team

表 6.3.1 影響が想定される建築物の数

| オプション | クリアランス幅<br>(路肩からの距離)                            | その他条件         | 影響を受ける建築物の数<br>(全区間)       | 1kmあたりの影響建築物数       | 備考  |
|-------|---|---------------|----------------------------|---------------------|---|
| 代替案-1 | 各道路端から 30m<br>(法定道路用地:<br>合計 60m 幅改変)           | すべての区間<br>対象  | <b>5,848</b><br>現地踏査<br>結果 | <b>19.8</b>         | 全道路用地 (ROW) の<br>改変                                   |
| 代替案-2 | 新道路幅員+各道路<br>路端から 7m<br>(合計 14m の道路<br>工事区域の確保) | 主な人口密集<br>地除く | <b>390</b><br>(970)        | <b>1.3</b><br>(3.3) | COI コンセプトの採用<br>( ) 内は、既存住居<br>の立地状況を考慮しない<br>場合の計算結果 |

なお、具体的な影響家屋数は、2009年及び2010年に「モ」国が実施する詳細なEIAの中で確認が行われる。

一方、アフリカゾウの回廊に関しては、政府及び国際機関の専門家によれば、本プロジェクトは一定の影響が想定されるものの、直接的な重大な影響は及ぼさないという評価がなされた。しかしながら、道路整備後の間接的な影響として、人間活動、森林伐採や密猟の増加が影響を与える可能性が高く、関連機関の協力に基づく適切な対策が必要とされる。なお、本プロジェクトにおいては、回廊区間において標識の設置、工事期間中の工事関係者への環境教育を行うことを提案する。(標識設置区間は下図参照)

二次的な影響に関しては、土地利用計画について ANE が他政府機関や現地政府組織へ適切な対策の提案を行うことが望ましい。

このほか、エイズ等の性感染症はアフリカ諸国の開発プロジェクトにおいて、重要な問題となっていることから ANE は、工事関係者や地域住民を対象とした、性教育活動やエイズ防止キャンペーン等の対策を行うことが必要である。

さらに、将来の沿道の大気質、騒音に関して、定量的測定と将来予測を行った。大気質は基準値以下であり大きな問題はないと思われるが、騒音に関しては、学校・病院等のある静穏を要する地区の基準値を超過する予測結果となった。このため、学校・病院の敷地境界においては 1.8m 程度の遮音壁を設置することが望ましい。

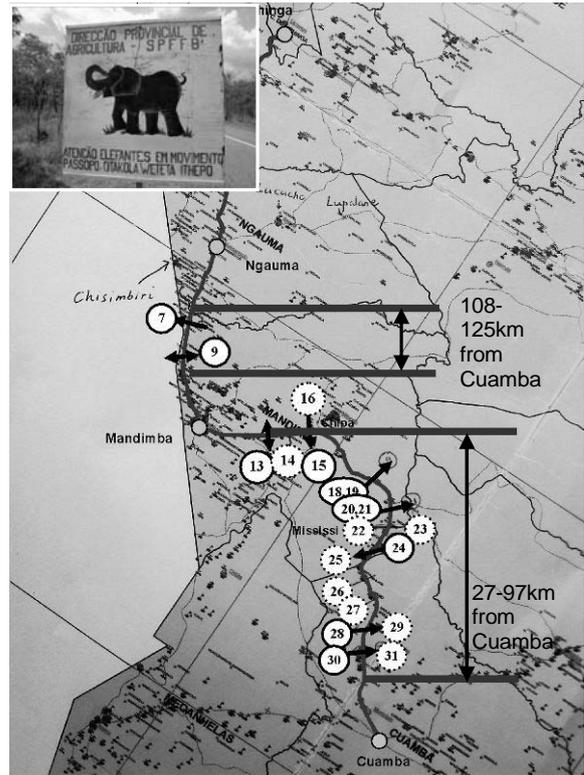


図 6.3.2 標識設置区間

出典：調査団

表 6.3.2 騒音予測結果(2035) [国道13号沿道]

| 騒音レベル                |               | 区間         | 予測結果          |          |          | 基準<br>(日本の環境基準：幹線道路) |
|----------------------|---------------|------------|---------------|----------|----------|----------------------|
|                      |               |            | 市街地<br>60km/h | 主要市街地以外  |          |                      |
|                      |               |            |               | 80km/h   | 100km/h  |                      |
| 現況測定値 (2009)<br>道路沿道 | 昼間<br>(10 分間) | 57-63dB(A) |               |          | 70 dB(A) |                      |
| 将来予測結果<br>(2035)     | 0600-2100     | 66 dB(A)   | 68 dB(A)      | 70 dB(A) | 70 dB(A) |                      |
|                      | 2100-0600     | 62 dB(A)   | 64 dB(A)      | 65 dB(A) | 65 dB(A) |                      |

表 6.3.3 距離別騒音予測結果 (2035) [国道13号沿道：静穏を要する地域]

| 検討ケース                            |           | 道路端からの距離 | 予測結果 Laeq, dB(A) |    |     |     |     |     | 基準<br>(日本の環境基準：道路沿道)<br>※学校室内基準 |
|----------------------------------|-----------|----------|------------------|----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|
|                                  |           |          | 0m               | 5m | 10m | 15m | 20m | 25m |                                 |
| 対策なし                             | 0600-2100 | 70       | 68               | 67 | 66  | 65  | 65  | 64  | 70 dB(A)                        |
|                                  | 2100-0600 | 65       | 64               | 63 | 62  | 61  | 60  | 60  | 65 dB(A)                        |
| 対策あり<br>(敷地境界における<br>1.8m の壁の設置) | 0600-2100 | -        | 58               | 57 | 57  | 56  | 55  | 55  | ※55dB(A)                        |
|                                  | 2100-0600 | -        | 54               | 53 | 52  | 51  | 51  | 50  | -                               |

#### 4. 環境社会配慮に関する提言

「モ」国が本調査に基づき実施する EIA は、「モ」国 EIA 関連法令により手続きが行われるが、その他の AFDB、JBIC 及び JICA 等の EIA ガイドラインも考慮する必要がある。このため、調査団は関連するすべての EIA ガイドラインを考慮した EIA 実施のための仕様書を作成し 2009 年 6 月に ANE に提出した。

今後の EIA に関する現時点でのスケジュールは下表の通りである。EIA 及び RAP は 2009 年以降作成が開始され 2010 年末頃までに MICOA より承認を得られる予定である。

表 6.4.1 EIA に関する現状と今後の予定 (2009-2010)

| 項目                                      | 年月 | 2009 |     |     |     | 2010 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           |
|---|----|------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------|
|   |    | Sep  | Oct | Nov | Dec | Jan  | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec-March |
| ローカル環境コンサルタントの事前資格審査                    |    | ■    | ■   | ■   |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           |
| ローカルコンサルによるプロポーザル準備・ANE 審査              |    |      | ■   | ■   | ■   |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           |
| ローカルコンサルの委託価格の交渉                        |    |      |     |     |     | ■    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |           |
| スクリーニング、スコーピング、EIA 調査 (MICOA とのやりとりを含む) |    |      |     |     |     |      | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |     |           |
| EIA 報告書及び RAP 報告書の作成                    |    |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■         |
| レビュー及び修正、審査の実施 (MICOA)                  |    |      |     |     |     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ■         |
| ステークホルダー協議実施                            |    |      |     |     |     |      |     | ▲   |     |     |     | ▲   |     |     |     |     |           |

表 6.4.2 2009-11 年の想定スケジュール

| 項目                                   | 月 | 2009 |     |     |       | 2010 |     |     |       | 2011 |     |     |       |
|--------------------------------------|---|------|-----|-----|-------|------|-----|-----|-------|------|-----|-----|-------|
|                                      |   | 1-3  | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 1-3  | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 1-3  | 4-6 | 7-9 | 10-12 |
| フィージビリティ調査                           |   | ■    | ■   | ■   | ■     |      |     |     |       |      |     |     |       |
| 詳細設計                                 |   |      |     |     |       | ■    | ■   | ■   | ■     |      |     |     |       |
| EIA の準備と承認 (ANE-MICOA)               |   |      |     |     |       |      |     |     |       |      |     |     |       |
| 初期 RAP 策定 (FS 線形ベース)                 |   |      |     |     |       |      |     |     |       |      |     |     |       |
| 詳細 RAP 策定 (DD 線形ベース)                 |   |      |     |     |       |      |     |     |       |      |     |     |       |
| 補償の実施 (L/A の後)                       |   |      |     |     |       |      |     |     |       |      |     |     | ■     |
| JBIC/JICA の EIA ガイドラインに基づくステークホルダー協議 |   |      | ■   |     |       |      |     |     |       |      |     |     |       |
| 「モ」国 EIA ガイドラインに基づくステークホルダー協議        |   |      |     |     |       |      |     |     |       |      |     |     |       |

## 第7部 地域開発プログラム

### 1. ニアサ州の現況と潜在的な開発ポテンシャル

ニアサ州には、農業、林業、鉱業、観光に関連した開発ポテンシャルがある。しかしながらアクセス条件が悪いことにより、州の経済開発は阻害されてきた。また面積の大きい州に人口が散在しているために、人口密度が低く、住民への基本的な社会サービスの提供を困難にしている。

州の人口の大多数は農村部に住んでおり、農村人口の大多数が小農である。小農は、メイズ、キャッサバ、豆を含む様々な食糧作物を作っている。アクセス条件が悪いため輸送費用が高く、小農が農作物をマーケットまで車で輸送し販売することは困難である。小農は、仲買人が村まで農作物を買いに来るのを待つか、近くの販売所まで自転車もしくは徒歩で農作物を運び、仲買人に売らなければならない。さらに、現金収入を得るために家族が消費する分の農作物まで売っているのが現状である。

一部の小農はタバコや綿花のような商品作物を作っている。また、近年、ナンプラ、ナカラへの鉄道によるアクセスが比較的良い南部地域で、農業アソシエーションの活動を通じて、小農がゴマ等の商品作物を生産し輸出する取組みが支援されている。しかしながら、このような取組みは、まだ限定的であると言える。

農業は、ニアサ州において、主要かつ重要な経済活動分野であり、州人口の大多数が農業を営むことにより、食物および現金収入を得ている。ニアサ州の農業条件は良いことから、生産技術の改善、生産拡大、販売改善の余地は大きい。また、地元の農産物の供給先の確保や、地元の雇用機会の増加のために、農産加工業に対する期待は大きい。

農業以外に、2005年頃からニアサ州の北部地域では、製材品やパルプ用の植林事業が海外投資で展開されている。その植林は、2013年頃から収穫期を迎え始めるが、木材は無加工で域外へ移出するか、製材等の加工を経て域外に移出することになる。短期的には、リシングからクアンバまで道路で輸送し、クアンバからは鉄道もしくは道路で輸送することが計画されている。中・長期的には、クアンバリシング間の鉄道線がリハビリされ、木材及び木材加工品の輸送を担うことが期待されている。

ニアサ州には、北西部にニアサ湖、北東部にニアサリザーブ等の観光資源がある。ポルトガル時代からの街並みを残すリシングは、中継的な観光宿泊拠点としての発展可能性がある。ウォータースポーツを含むリゾート観光、エコツーリズム、ゲームハンティングなどの観光開発ポテンシャルがあるものの、まだほとんど活用されていない。

また、ニアサ州では、北西部の石炭など様々な鉱物資源の存在が知られているが、探鉱や採掘のための機材等の輸送費や鉱物資源自体の輸送費用が大きいことが阻害要因となり、ほとんど開発は始まっていない。

### 2. 将来交通ネットワーク改善シナリオ

2014年までに、ナカラ開発回廊の幹線道路であるナンプラークワンバ道路が改善される予定である。加えて、クワンバマンディンバ道路の改善が実現すれば、2016年頃までには、ナカラ開発回廊の軸となる幹線道路がナカラ港からマラウイ国境までつながることとなる。これにより回廊沿いの地域開発条件が大きく改善さ

れることになる。内陸部に位置するニアサ州は、ナカラ開発回廊との接続を強めることで、その様々な経済セクター開発の重要な基盤とすることができる。

更に、石炭輸出のため、テテからマラウイへの新規鉄道整備と、マラウイからナカラへの CFM-北部鉄道改善の可能性が出現してきている。将来的には、ナンプレークアンバーマンディンバ間の幹線道路と北部鉄道の組み合わせが、ナカラ開発回廊の地域開発の重要な基盤として活用されることが期待される。

更に、ナカラ開発回廊の開発インパクトを、ニアサ州の中央部および北部までもたすためには、マンディンバーリシंगा間の幹線道路改善が必要である。長期的には、産業造林が持続性を確保し、鉱業などの中・大規模産業をニアサ州北部に誘致するためには、クワンバーリシंगा間の鉄道復興が期待される。(図 7.3.1 参照)

### 3. 地域開発の基本方針

ニアサ州及びナカラ開発回廊の開発ポテンシャルを最大限活用するために、セクター戦略策定の指針となる基本方針を設定した。

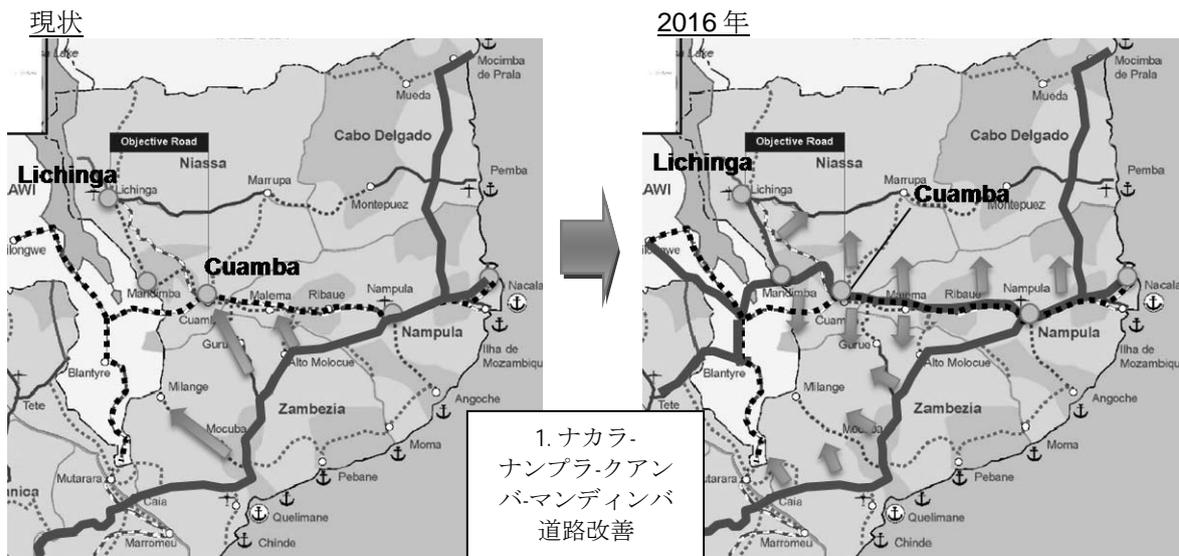
**基本方針 1:** ナカラ開発回廊の軸となる幹線道路を整備し、幹線道路沿道域（回廊内部）と回廊周辺部で、それぞれの開発ポテンシャルを生かして地域開発の推進を図る。

**基本方針 2:** テテからマラウイまでの新規鉄道開発と、ナカラ開発回廊沿いのマラウイからナカラまでの CFM-北部鉄道の改善により、幹線道路と鉄道の両方のモビリティを獲得することで、新たに出現する開発機会を最大限活用する。

**基本方針 3:** 地域の主要ポテンシャルである農業ポテンシャルを生かして、小農農業、農産加工業の発展を図る。

**基本方針 4:** 将来、ニアサ州中央部・北部の地域経済の新たな柱となる産業造林の持続と発展を推進する。

**基本方針 5:** ナカラ開発回廊内と回廊周辺部における経済及び社会的格差を縮小するために必要な施策を実施する。



- ・ 鉄道改善なし
- ・ ハイウェイ No.1

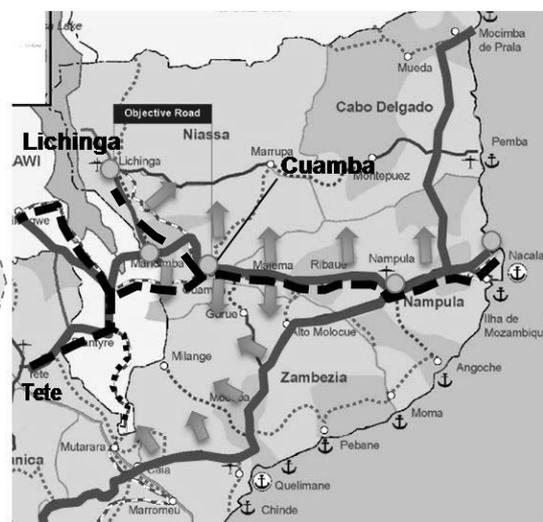
- ・ 鉄道改善なし
- ・ 改善されたナカラ-ナンブラ-クアンバマンディンバ道路
- ・ ハイウェイ No.1

2016年以降



- ・ 改善されたナカラ-ナンブラ-クアンバマンディンバ道路
- ・ 改善されたナカラ-ナンブラ-クアンバ-テテ鉄道
- ・ 改善されたマンディンバーリシंगा道路
- ・ ハイウェイ No.1

長期的将来



- ・ 改善されたナカラ-ナンブラ-クアンバマンディンバ道路
- ・ 改善されたナカラ-ナンブラ-クアンバ-テテ鉄道
- ・ 改善されたマンディンバーリシंगा道路
- ・ 改善されたクアンバ-リシंगा鉄道
- ・ ハイウェイ No.1

図 7.3.1 モザンビーク北部およびマラウイの将来交通ネットワーク改善シナリオ

#### 4. 幹線道路改善と地域開発の相乗効果を狙った地域開発施策

##### (1) クワンバーマンディンバ幹線道路沿道：ニアサ州南部

**小農農業と農産加工業**：ナカラ開発回廊は、ニアサ州の南部を東西に貫いている。回廊の軸となるべき道路は舗装化されていない。もう一つの回廊の軸である鉄道は、保線状況や機関車の状況は良くないものの、現在でも旅客列車がクアンバーナンプラ間を毎日2便ずつ（片道1便）運行している。貨物列車も不定期ながらナカラからクアンバまで、クアンバからマラウイ国境のエントレラゴスまで運行されている。この鉄道線の存在によって、クアンバタウンを中心とする南部地域では、ニアサ州内の他地域と比して、農作物の生産と販売が比較的活発である。

本調査で事業化を検討しているクアンバーマンディンバ間道路が舗装化されれば、道路輸送費が下がり、道路によるアクセス改善が実現する。その結果、ニアサ州南部地域で始まっている小農による商業化と農業生産拡大の可能性が高まると考えられるが、道路整備だけでは、そのポテンシャルを生かすには十分ではなく、小農の組織化や販路確保等の支援が必要である。

また、ナンプラークアンバ間に加えて、クアンバーマンディンバ間の幹線道路の整備は、トラックによる長距離輸送のコストを大幅に低減することができ、域外からの移入物資の価格を引き下げる効果がある。

上記のような小農商業化・生産拡大や、移入物資の価格低減は、南部地域で農産加工業の成立可能性を高めると考えられるが、実際に農産加工分野に民間投資を誘致するためには、農産加工の事業化を支援するための調査や、民間投資家への情報提供等のビジネスデベロップメントサービス提供が重要な施策を実施して行く必要がある。

**都市経済と流通運輸機能**：このように、ナカラ開発回廊の幹線道路の連続的整備は、回廊内陸部の地域経済を活性化するインパクトを持つ。その結果、ナカラ回廊の下流部・沿岸部に立地するナンプラタウンやナカラタウンの商業圏域や商業機能が大幅に拡大することが予想される。

同様に、ナカラ・ナンプラークアンバーマンディンバ間幹線道路整備により、内陸都市のクアンバタウンやマンディンバタウンでも、都市商業機能拡大、流通・運輸機能の拡大が生じる。クアンバタウンでは、鉄道と道路の結節地点となるので、鉄道駅への道路アクセスや積替え機能の整備が必要である。マンディンバタウンは、ナカラ開発回廊の国境の都市として様々な物資の運輸・流通拠点としての需要が増す。

ナカラ開発回廊の軸となる幹線道路と鉄道を使った効率的な輸送及び流通が可能になるように、ナカラタウン、ナンプラタウン、クアンバタウン、マンディンバタウン等で、バイパス、流通施設、道路と鉄道間の積替え施設の整備が必要である。

##### (2) ナカラ開発回廊の周辺部：ニアサ州中央部・北部

**小農商業化・生産拡大**：ナンプラからクアンバを経てマンディンバまで幹線道路が舗装化されることにより、ニアサ州中央部や北部にも小農商業化の可能性が出てくる。ナンプラやナカラまでの長距離輸送コストの軽減により、市場での農産物の買取り価格も高まる。また、幹線道路改善をきっかけにナカラ開発回廊の経済活性が進めば、ニアサ州南部のクアンバタウンやマンディンバタウンの都市人口が増大し、仲買人が取り扱う農産物量が増大する。これらの機会を十分生かすためには、ニアサ州南部で取組みが始まっている小農の組織化や販売促進支援を、中央部・北部へ

も徐々に拡大していくことが必要である。また、これまであまり支援されてこなかった生産技術の改善についても、取り組みを開始するべきである

ニアサ州中央部や北部での小農商業化・生産拡大は、マンディンバーリシंगा道路の舗装化が実現することにより、発展可能性が大きく高まる。当該道路の改善と組み合わせ、小農の組織化、販売促進、生産技術改善等の支援を、ニアサ州中央部・北部の、より広い地域で展開していくことが望まれる。

**観光開発**：ナンプラークアンバマンディンバ道路の舗装化により、ナンプラおよびマラウイから、長距離バスや乗用車を使ってニアサ州南部を訪れる観光客が増加すると考えられる。クワンバ、マンディンバを通る観光ルートの中継宿泊拠点として、リシंगाを訪れる観光客の増加が期待される。ホテル、レストラン、レンタカーなど観光サービスの向上や観光情報の提供により、リシंगाの観光宿泊拠点としての快適性を高めると共に、日帰りなどでも、周辺のニアサ湖や自然保護区へ足を延ばす観光客が増えるよう努力がなされるべきである。

ニアサ州で、ニアサ湖やニアサリザーブ等の観光地を目指して訪れる観光客を狙った本格的な観光開発に取り組んでいくには、マンディンバーリシंगा道路の舗装化が重要である。リシंगाタウンの観光宿泊拠点としての魅力化、地元観光産業の育成に加え、ニアサ湖、ニアサリザーブ等の観光地での観光施設整備、観光産業の育成、観光プロモーションを実施していく必要がある。

**林産加工業**：ニアサ州の中央部・北部で、林産加工業などの産業立地を推進していくためには、マンディンバーリシंगा道路の改善が重要である。道路改善により長距離トラックによる輸送コストが軽減すると共に、機材部品や燃料など、域外からの物資価格が安くなることにより、産業立地の条件を改善できるからである。

林産加工業開発のためには、外資による大・中規模事業に対してビジネス開発サービスを提供するなど、積極的な誘致策を取っていくことが必要である。さらに、林産加工に関わる地元中小企業を育成することにより、地元雇用の増加が期待される。

**鉱物資源開発**：鉱物資源開発の実現のためには、リシंगाクワンバマンディンバ道路の改善が必要であり、長期的には、リシंगाクワンバ間の鉄道リハビリが望まれる。まずは、鉱物探査と鉱業開発への民間投資を促進するために、地質構造調査の実施と民間への情報提供が重要である。

**社会サービス改善**：これらの幹線道路を中心とした経済開発戦略に加え、ニアサ州中央部・北部の地域開発にとっては、水、教育、保健等の社会サービスや地方道路の改善が重要である。モザンビークでは地方分権化政策の下で、郡レベルが開発の中心とすべく計画策定と実施予算の配分が行われている。社会サービス改善のためには、郡レベルで、統合的アプローチを用いた開発計画の策定、事業の優先付け、事業実施ができるよう郡行政の能力向上を図る必要がある。

表 7.4.1 セクター戦略および優先度の高い施策

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <p>セクター戦略 1:<br/>交通インフラの整備</p> | <p><u>施策 1-1</u>:クアンバーマンディンバ間幹線道路の改善により、ナカラ、ナンブラからクアンバを経てマラウイ国境マンディンバまで幹線道路を連続的に利用可能にする。</p> <p><u>施策 1-2</u>: (a) クワンバタウンのバイパス道路、トラックターミナル、工業用地、クワンバ駅へのアクセス道路、道路と鉄道を統合する鉄道駅での積替え施設を整備する。(b) これらの施設整備の用地確保のため、クワンバタウンの都市計画を策定する。</p> <p><u>施策 1-3</u>: (a) マンディンバタウンのバイパス道路、トラックパーキングを整備する。(b) これらの施設整備の用地確保のため、マンディンバタウンの都市計画を策定する。</p> <p><u>施策 1-4</u>: リシंगाーマンディンバ道路を改善することにより、一年を通して安全でスムーズな交通手段を確保し、ナンブラークワンバーマンディンバ間幹線道路及びナカラ・ナンブラークアンバ間鉄道へのアクセスを可能にする。</p> |
| <p>セクター戦略 2:<br/>小農の商業化</p>    | <p><u>施策 2-1</u>: 小農の組織化、農作物販売促進、農業生産拡大を支援する。</p> <p><u>施策 2-2</u>: 小農の農業技術改善を支援する。</p>   |
| <p>セクター戦略 3:<br/>農産加工業の開発</p>  | <p><u>施策 3-1</u>: ポテンシャルのある農産加工品と市場を明らかにし、農産加工業の開発戦略を策定するため、フィージビリティ調査を実施する。</p> <p><u>施策 3-2</u>: 策定した農産加工業の開発戦略に基づき、民間投資家にビジネス開発サービスを提供する。</p>  |
| <p>セクター戦略 4:<br/>観光開発</p>      | <p><u>施策 4-1</u>: ニアサ州観光開発戦略を策定する。</p> <p><u>施策 4-2</u>: ホテル、レンタカー、レストラン等、観光関連業者を対象としたセミナーやワークショップなどの研修プログラムを実施することにより、地元観光産業を育成し、サービス向上を図る。</p> <p><u>施策 4-3</u>: 政府及び民間が参加するニアサ州観光協会を設立し、地元観光産業の育成、観光プロモーション、小規模施設整備(観光情報センター、ミュージアム、サインボード等)などの活動を実施する。</p>  |
| <p>セクター戦略 5:<br/>林産加工業の開発</p>  | <p><u>施策 5-1</u>: 外国企業や外国投資家による大・中規模の林産加工業を誘致するため、ビジネス開発サービスを提供・拡大する。</p> <p><u>施策 5-2</u>: 林産加工業開発を促進するため、地元の中小企業を育成する。</p>  |
| <p>セクター戦略 6:<br/>社会サービスの改善</p> | <p><u>施策 6-1</u>: 水、教育、保健等の社会サービスや地方道路の改善のため、地域の現状に基づき、郡レベルで、統合的アプローチを用いた開発計画の策定及び事業実施ができるよう、郡行政の能力向上を図る。</p>   |
| <p>セクター戦略 7:<br/>鉱物資源開発</p>    | <p><u>施策 7-1</u>: 地質構造調査を実施し、一般に情報提供することにより、鉱物探査と鉱物資源開発への民間投資を促進する。</p>   |



