

マラウイ国  
セナ回廊開発計画調査プロジェクト  
最終報告書

平成24年2月  
(2012年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

セントラルコンサルタント株式会社  
日本工営株式会社  
八千代エンジニアリング株式会社  
株式会社トステムズ

基盤
JR
12-023

マラウイ国  
セナ回廊開発計画調査プロジェクト  
最終報告書

平成24年2月  
(2012年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

セントラルコンサルタント株式会社  
日本工営株式会社  
八千代エンジニアリング株式会社  
株式会社トステムズ

## 序 文

日本国政府は、マラウイ共和国政府の要請に基づき、「マラウイ国セナ回廊開発計画調査プロジェクト」を実施することを決定し、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 22 年 10 月から平成 24 年 2 月まで、セントラルコンサルタント株式会社の西村光氏を総括とし、セントラルコンサルタント株式会社、日本工営株式会社、八千代エンジニアリング株式会社及び株式会社トステムズから構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、マラウイ共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地における調査を実施し、各種調査結果に基づき、セナ回廊開発マスタープランの策定、ならびに優先プロジェクトのプレ・フィージビリティ調査を実施いたしました。そして、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、調査のご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 24 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

今般、マラウイ共和国におけます「マラウイ国セナ回廊開発計画調査プロジェクト」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、独立行政法人国際協力機構との契約に基づき、セントラルコンサルタント株式会社、日本工営株式会社、八千代エンジニアリング株式会社及び株式会社トステムズが、平成 22 年 10 月より平成 24 年 2 月までの 2 年間にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、マラウイ国ならびにモザンビーク国の現状を十分に踏まえ、マラウイ国南部地域における輸送回廊としてのセナ回廊開発のマスタープラン策定、ならびに優先プロジェクトのプレ・フィージビリティ調査の実施に努めてまいりました。

調査団を代表し、貴機構、在マラウイ共和国日本大使館、ならびに調査期間を通じてご協力、ご支援を賜りましたマラウイ国運輸公共インフラ省（MoTPI）およびマラウイ国政府関係者に対し、深く感謝の意を表するものであります。

本報告書が、マラウイ共和国の今後の一層の発展のための一助となることを心から願うものであります。

平成 24 年 2 月

マラウイ国セナ回廊開発計画調査プロジェクト  
調査団総括 西村 光

# 要 目

## 要 旨

### 1. はじめに

マラウイ国（以下「マ」国）は内陸国であり、近隣国の外港への輸送距離が非常に長いことから、輸送コストが非常に高く、農産品が持続的国際競争力を持つための大きな障害となっている。本調査で定義したセナ回廊は、「マ」国南部地域と Beira 港を道路、鉄道及び内陸水運で結ぶものであるが、チロモ流出箇所での分断及びモザンビーク国（以下「モ」国）内の疲弊した道路及び鉄道の状況等の障害がある。

本調査の目的は以下の通りである。

- 国家安全の観点からの複数の国際輸送回廊を確保するためのセナ回廊開発計画マスタープランの策定。
- マスタープランで選定されたプロジェクトのプレF/S調査の実施。プレF/S調査対象として選定されたプロジェクトは以下の通りである。
  - S151 道路 Makhanga～Bangula 間再構築（9km）
  - Limbe～Border（Marka）間鉄道リハビリ／再構築（201km）

本調査の対象地域は、「マ」国南部地域の 9 District 及び「モ」国の 4 州である。

### 2. 調査対象地域の概要

#### (1) セナ回廊と地域連携

- セナ回廊は、BlantyreとBeira港を結ぶ交通路で、歴史的背景から「マ」国南部地域の追加ゲートウェイとして定義する。
- 従って、「マ」国は、輸出入物資の輸送路を確保するために、南部アフリカ開発共同体（SADC）ならびに東南部アフリカ市場共同体（COMESA）の他のメンバー国と協調して輸出入製品の国際輸送回廊を強化する必要がある。

#### (2) 「マ」国及び調査対象地域の経済社会状況

- 「マ」国の1人当たり GDPは、周辺国の中でも低い水準にある(2010年でUS\$ 343)。
- 「マ」国への外国からの直接投資額（FDI）は、周辺3カ国と比較して低い（2010年でUS\$140百万）
- 調査対象地域の土地利用は主として農業であり、茶葉、ナッツ類、キマメ、砂糖黍、綿花及びバナナの栽培及び牧畜等が広く行われている
- 調査対象地域の人口は、耕作及びプランテーション可耕地が高い比率である主としてシレ高地のDistrict等に集中している。一方、シレ低地での人口分布は限定されている。
- 南部地域では、貧困ライン<sup>1</sup>未満の人口の割合が64.4%、極貧ライン未満の人口の割合が31.5%と全国平均の22.4%を大きく上回り高い。Nsanje Districtでは、貧困ライン未満の人口の割合（76.0%）及び極貧ライン未満の人口の割合（44.3%）が特に高い。
- 1997年3月、シレ川から逆流した洪水がElephant Marshに流れ込み、Nsanje Districtのチロモで鉄道及びS151道路の盛土を流出させた。このチロモでの地域分断は、1) ボートにより分断箇所を渡る際の余分の交通費の出費、2) 起点から終点までのより長い旅行時間、3) 雨期の

<sup>1</sup> 貧困：1人当たり年収 MWK 16,165 未満、極貧：1人当たり年収 MWK 10,029 未満

洪水時の渡河不能、4) 生命の危険、ならびに5) Chiromo及びMakhanga地区住民の月収の減少で等の問題を生じている。また、チロモの分断は、分断以前に毎日運行されていた列車が週1回の運行になったことにより、Luchenza～Thekerani間の住民に関しても、市場が農産物を販売する機会を喪失されるという大きな影響を与えている。

### (3) 国家開発方針及び計画

持続的経済成長は、マラウイ成長開発戦略（MGDS）の主要目標の1つである。また、持続的経済成長は、貧困削減、MGDSの達成、及び食料自給の達成にとって、「マ」国の中心課題である。

公共セクター投資プログラム（PSIP）としてリストアップされているプロジェクトは、政府の戦略目標及びMGDSの優先度と合致するかの判定を行い、財政メカニズムの中での配分可能額とリンクされている。

## 3. 調査対象地域の輸送網の現状

### (1) 道路サブセクターの現状

調査対象地域の Thyolo District、Chikwawa District、Nsanje District、Mwanza District および Blantyre District と Mwanza District の一部を含む調査対象地域南部のの幹線道路網延長は 528 km で、そのうち 45.7%が舗装道路であり、全国レベルに比べて 4.5 ポイント低い。

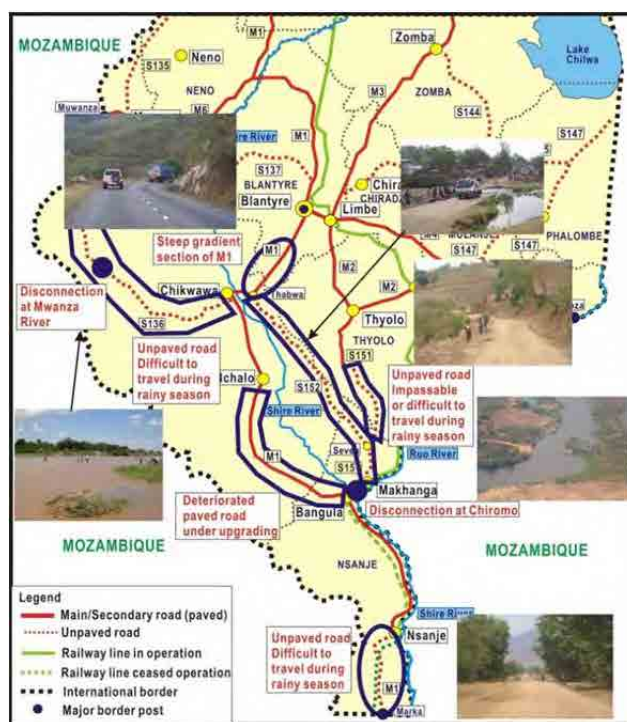
調査対象地域の最も重要な国内及び国際幹線道路であり、北端のタンザニア国境と南端の「モ」国との国境をつなぐ最重要路線に位置づけられる M1 号線は、Blantyre と Marka 国境を結ぶ南北軸を形成し、調査対象地域の主要都市を通過している。M2 号線と M4 号線は、Blantyre と Muloza 国境を結び、M6 号線は Blantyre と Mwanza 国境を結んでいる。

Blantyre と Nsanje District 北部に位置する Bangula の間の輸送ルートは、Chikwawa District を通過する M1 号線と Thyolo District を通過する S151 号線の 2 ルートがある。また、Thyolo District と Chikwawa District の県境沿いの山裾には S152 号線が通っており、M1 号線と S151 号線を連絡する幹線道路網を形成している。

南部地域の幹線道路網における主要な問題点は、図 1 に示す通りである。

### (2) 鉄道サブセクターの現状

現在、中央東アフリカ鉄道会社（CEAR）は、1999 年に締結された運営認可コンセッション契約に基づき単線 706 km を運営している。「マ」国の鉄道路線網は、非電化、単線、狭軌（1,067 mm）である。



出典：調査団

図 1 南部地域幹線道路網の主要な問題点

ブラジルのVale社は、「マ」国政府とCEARのコンセッション契約への参画のための覚え書き(MoU)、ならびに、「モ」国のMoatizeから「マ」国を通過し「モ」国のNacala-á-Velha港へ至る鉄道路線建設/リハビリ及び運営に関するコンセッション契約を締結した。

鉄道サブセクターの主要課題を図2に示す。

### (3) 内陸水運サブセクターの現状

現在、SADC事務局が、AfDBの資金援助を受けて実施される「シレ・ザンベジ水運開発計画」のF/S実施のためのコンサルタント選定作業を行っている。このF/S調査の結果は、「マ」国政府と「モ」国政府との間でのシレ・ザンベジ水運回廊開発及びその運用に際しての国際協調のための基本政策となる。

### (4) 周辺国における輸送回廊開発

「マ」国と接続する現況の輸送回廊ネットワークは、Beira回廊、Durban回廊、Nacala回廊、Dal es Salaam回廊である。Durban回廊は、Durban港および南アを発着とする「マ」国貨物を輸送しており、価格ベースで「マ」国の国際貨物の51%を占める。Beira回廊は、重量ベースで「マ」国際貨物の41%を占めている。

Beira回廊とNacala回廊に関する主要課題を以下の通りである。

- Nacala港への輸出ルート強化に資する「マ」国内の交通網を整備する。
- 輸送構造の改善に資するモーダルシフトを推進する。
- 鉄道システムの近代化および積替コストと時間の最小化による効率的な物流システムを構築する。
- Beira港のアクセス強化に資する代替路を形成する。
- 南部地域の国境施設への国内アクセスを開発して強化する。
- セナ回廊の包括的開発のため、共同開発プログラムを形成して相互理解を図る。

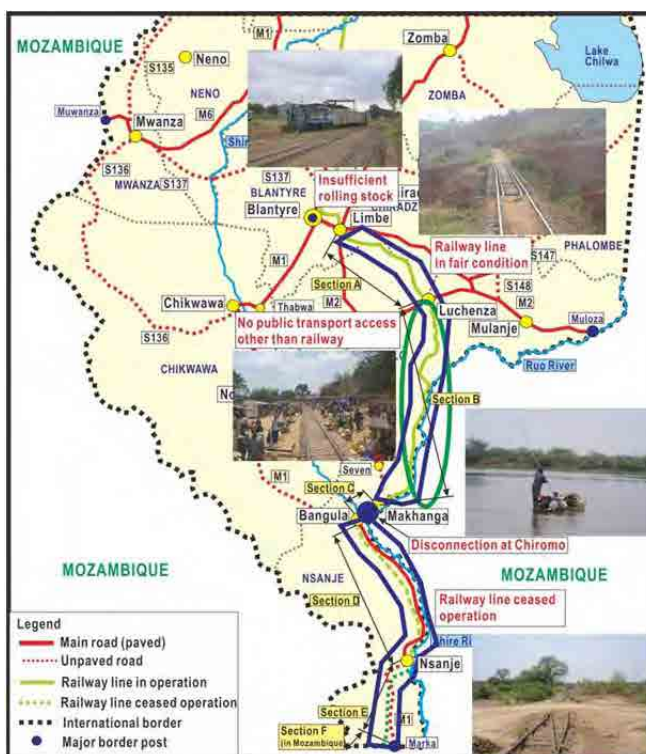
## 4. 将来交通需要予測

### (1) 交通調査結果

貨物交通のトリップは広範囲に亘っており、中でも特にNacala港、Beira港及び南アへのトリップが卓越している。このことは、「マ」国南部地域関連の貨物交通は、広範囲に運行されていることを示している。

### (2) 物流調査結果

- 1994年から2010年にかけて、「マ」国の輸出入金額は、輸出、輸入共に経済成長に従って増加してきた。しかし、金額ベースの場合、輸入額が輸出額の約2倍となっている。



出典：調査団

図2 鉄道サブセクターの主要課題



- たばこは、過去30年以上、「マ」国の主要輸出品であり、この傾向は変化していない。砂糖と茶は金額ベースで毎年第2位、第3位の輸出品である。輸出に関しては、石油製品（ガソリン、軽油、灯油）が量ベースで毎年第1位となっている。
  - 主な輸送手段は、トラック／トレーラーによるコンテナの輸送で約90%の割合となっており、鉄道での輸送は10%未満となっている。
  - Durban及びDar es Salaam回廊では、輸出入品の輸送コストが高く、特にダーバン港からの輸入は長距離輸送のためにコストが一番高い。
  - 農産品は主としてBlantyreまたはLimbe（物流センター）でコンテナ詰めされる。
  - 砂糖は主としてNacala港まで鉄道で輸送されるが、ジンバブエ向けの輸出についてはトラックで輸送されている。
  - キマメはNacala港（鉄道）、Beira港及びDurban港（道路）に輸送されている。
  - Durban港及びBeira港への長距離輸送（茶、たばこ、綿、キマメ）。
  - Blantyre～Thabwa間の急勾配区間が、可能積載量の制約から輸送の障害となっている。
- (3) 将来交通需要予測
- 約80%の輸出貨物は、Beira回廊経由でのBeira港、Durban回廊経由での南ア及びDurban港から輸出される。
  - 約64%の輸入貨物は、Beira回廊経由でBeira港から、Durban回廊経由で南アから輸入されており、現在14%の輸入貨物のみがNacala回廊を利用して輸入される。
  - 2030年では、51%の輸出貨物がNacala港を利用して輸出され、Beira回廊及びDurban回廊の比率は43%に減少する。
  - Mozambique炭鉱からの石炭及びザンビアからの銅の膨大な輸送需要により、Nacala鉄道の大半の輸送容量は占められ、「マ」国関連貨物への割り当て貨物量は非常に限定される。
  - 現在、Beira回廊（道路）が「マ」国の国際貨物の41%を分担しているが、2030年には17%にまで減少する。Nacala回廊（道路及び鉄道）は、現在18%を分担しているが、2030年には44%にまで増加する。セナ回廊は、2030年には最低19%を分担することになる。
  - 将来貨物量及び交通量の代替交通ネットワークへの配分結果から、Beira港へのすべての交通網が結節された場合、年間16.48億トン／年の貨物がセナ回廊を利用すると予測されている（図3参照）。

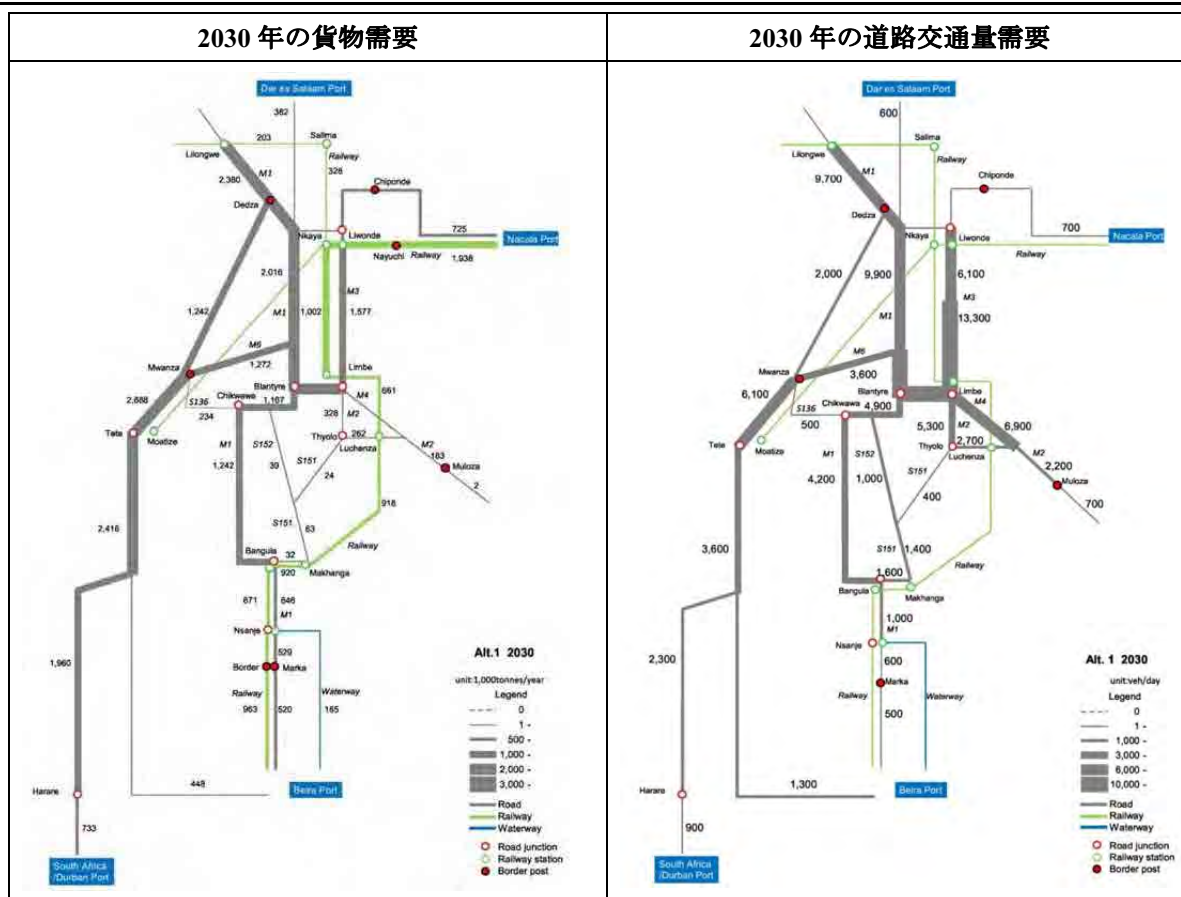
## 5. セナ回廊開発の基本方針

### (1) セナ回廊開発の意義

「マ」国から近隣国には複数の輸送ルートが存在する。下記に示す回廊はマラウイ周辺国と外港へのゲートウェイとして、SADC によって定義される南北輸送回廊（North-South Transport Corridor）の一部を形成する国際輸送回廊に位置づけられる。

- Beira港と繋がるBeira回廊（南西ゲートウェイ）
- 南アとDurban港に繋がるDurban回廊（南西ゲートウェイ）
- Nacala港とザンビアに繋がるNacala回廊（東および西ゲートウェイ）
- Dar es Salaam港に繋がるDar es Salaam回廊（北ゲートウェイ）

セナ回廊が開発されれば、現在の国内回廊の交通機能だけではなく、国際回廊および調査対象地域の国内回廊の交通機能が供される。



出典：調査団

図3 2030年の貨物及び自動車交通量需要予測結果（代替案1）

(2) セナ回廊開発の基本方針

「マ」国及び調査対象地域における開発ポテンシャルは以下の通りである。

- 「マ」国の主要産業は農業であり、輸出志向品が長い間栽培されてきた。これらの農産物の生産性は、十分な肥料等を農家に供給することによって向上してきた。
- Blantyreは、「マ」国の商業と農産物加工の拠点であるので、「マ」国南部地域の地方中心センターはBlantyreを支える農村成長拠点としての機能を果たす。
- 調査対象地域のMulanje及びNsanje Districtには鉱業ポテンシャル、Chikwawa、Nsanje及びMulanje Districtには観光ポテンシャルがある。

調査エリアの開発ポテンシャルを最大限に引き出すため、セナ回廊開発の3つの基本コンセプトを策定した。（表1参照）

表1 セナ回廊の基本コンセプトと開発目標

エリア	基本コンセプト	開発目標
南東アフリカ	• 南東アフリカの経済統合を支えるインフラネットワークの開発	• 持続可能な経済成長を達成する • 輸送ネットワークの冗長性を強化する
「マ」国	• 効率的な輸出入を支える幹線道路網の開発	• 持続可能な経済成長を達成する • 輸出品の国際競争力を向上する • 輸送ネットワークの冗長性を強化する
対象地域	• 貧困緩和に資する輸送ネットワークの開発	• 持続可能な経済成長を達成する • 貧困を緩和する • 調査対象地域の生活環境を向上する

出典：調査団

セナ回廊の開発ゴールは、不十分な輸送ネットワークを改善し、地域開発を促進することによってマラウイおよび調査対象地域の持続可能な経済成長と貧困緩和を目指すことである。

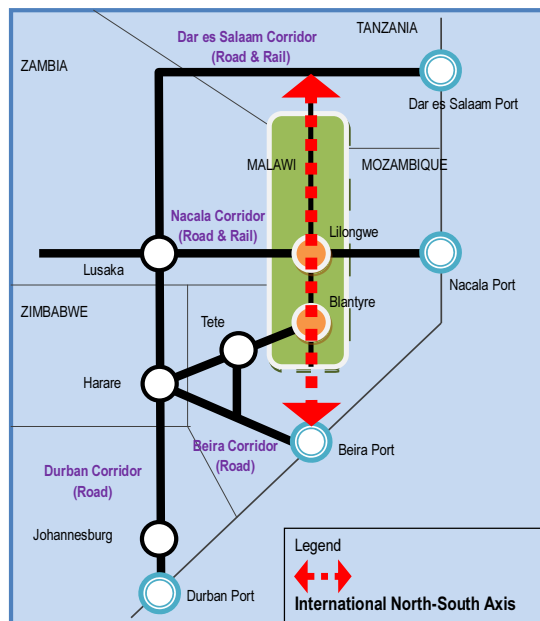
## 6. セナ回廊開発マスタープラン

### (1) マスタープランの目的

セナ回廊開発マスタープランは、セナ回廊を形成する道路、鉄道、内陸水運の輸送サブセクターの2030年を開発目標年次とする改善計画を策定することを目的としている。マスタープランでは「マ」国南部地域における輸送システムとサービスに係る計画を示している。

### (2) セナ回廊開発の位置づけ

- 東西方向の国際回廊とリンクする南北方向の国際回廊の開発により、「マ」国、「モ」国、タンザニア、ザンビア、ジンバブエの5カ国を統合する広域かつ効率的な物流網が形成する。
- セナ回廊（Blantyre～Beira港）は国際南北軸の一部を形成している。（図4参照）
- 将来需要を踏まえると、セナ回廊開発は、Nacala回廊とBeira回廊を補完し、輸送の代替性を確保する点から「マ」国にとっても意義がある。
- セナ回廊は「マ」国の南北軸の一部を形成している。セナ回廊開発によって「マ」国南部地域が最短距離でBeira港と結ばれることでゲートウェイとして機能し、Beira回廊とNacala回廊へのアクセスが強化されることは、「マ」国の均衡な国土の発展に貢献することが期待される。
- セナ回廊は調査対象地域における幹線交通網に位置づけられる。セナ回廊開発により交通機能が向上すれば、Blantyreへのアクセスが効率的になるとともに、貧困エリアから幹線交通網へのアクセスが改善することが期待される。



出典：調査団

図4 国際南北軸

とNacala回廊へのアクセスが強化されることは、「マ」国の均衡な国土の発展に貢献することが期待される。

- セナ回廊は調査対象地域における幹線交通網に位置づけられる。セナ回廊開発により交通機能が向上すれば、Blantyreへのアクセスが効率的になるとともに、貧困エリアから幹線交通網へのアクセスが改善することが期待される。

### (3) マスタープランで仮定される外部要因

- 道路サブセクターで考慮すべき外部要因は、国境から「モ」国のN1号線の未舗装区間の改良である（約140 km）
- 鉄道サブセクターで考慮すべき外部要因は、国境から「モ」国のDona Anaまでの既存鉄道のリハビリである（約44 km）。

マスタープラン策定のため仮定される外部要因は以下の3タイプとする。

- 仮定条件1：「モ」国内で2030年までに道路と鉄道の両方が開発される。
- 仮定条件2：「モ」国内で2030年までに鉄道だけが開発される。
- 仮定条件3：「モ」国内で2030年までに道路だけが開発される。

3つの仮定条件に関し、仮定条件1が「マ」国にとって輸送の信頼性向上において最も優位となり、また、「モ」国側においても道路セクター、鉄道セクターのそれぞれから便益を期待する

ことができる。その結果、**仮定条件 1** が両国にとって最も有利な仮定条件であること評価された。

#### (4) 輸送サブセクターの開発コンセプト

「マ」国南部地域のセナ回廊開発コンセプトは、地域の開発ポテンシャルと主要課題を考慮したセナ回廊開発の基本コンセプトに対応しつつ、下記に提案した 6 つの開発チャレンジに取り組むこととした。

- BlantyreとBeira港へのアクセス強化を図ることによって地域成長軸を確立する。
- 輸送代替路を形成することによって輸送ネットワークのリダンダンシーを強化する。
- 地域レベルと国際レベルの両方の市場アクセスを改善することによって市場を開拓する。
- 輸送の信頼性の確保、輸送の効率性の向上、段階的な輸送モードの統合によって国際競争力のある物流ネットワークを形成する。
- 輸送ネットワークの整備によって貧困緩和に寄与する。
- 安全な全天候型道路を確保することによって教育や医療サービスへのアクセスを改善する。

#### (5) 輸送サブセクターの開発方針

輸送サブセクターの短期・中期・長期の開発計画を表 2 に示す。

表 2 輸送サブセクターの開発計画

サブセクター	短期 (2015)	中期 (2020)	長期 (2030)
道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M1 (Chikwawa–Bangula)の改良 (on-going)</li> <li>• M1 (Nsanje–Marka)の改良 (planned)</li> <li>• S136 (Mwanza–Chikwawa)の改良 (planned)</li> <li>• S151 (Thyolo–Makhanga)の改良 (committed)</li> <li>• S151 (Makhanga–Bangula)の再構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M1 (Bangula–Thabwa)の登坂車線設置</li> <li>• S152 (Thabwa–Seven)の改良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D379 (「モ」国への新しいアクセス道路)の改良</li> <li>• 「モ」国における道路 (Vila Nova de Frontela-Caia)の開発</li> </ul>
鉄道	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vale 鉄道新線の建設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limbe–Luchenza 区間のリハビリ</li> <li>• Luchenza–Makhanga 区間のリハビリ</li> <li>• Makhanga–Bangula 区間の復旧</li> <li>• 信号通信システムの導入</li> <li>• 車両調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bangula–Nsanje 区間の復旧</li> <li>• Nsanje–Border (Marka) 区間の復旧</li> <li>• 信号通信システムの導入</li> <li>• 車両調達</li> <li>• 「モ」国における Vila Nova de Frontela–Dona Ana 区間の復旧</li> <li>• 「モ」国における信号通信システムの導入</li> </ul>
内陸水運	<ul style="list-style-type: none"> <li>• シレ・ザンベジ水運の操業開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• シレ・ザンベジ水運のリハビリ</li> </ul>	-

出典：調査団

#### (6) マスタープランの評価

調査団は、調査対象地域の輸送サブセクターの開発計画および「モ」国側のマスタープランで仮定される外部要因に基づく 3 つの輸送ネットワークの代替案を表 3 に示す通り作成した。

表 3 輸送ネットワーク代替案の評価

代替案	輸送ネットワーク	
	道路	鉄道
1	Beira 港まで接続	Beira 港まで接続
2	S151 号線のチロモ分断箇所が未整備	Beira 港まで接続
3	Beira 港まで接続	Nsanje 港まで接続 (Nsanje 以南の鉄道が未整備)

出典：調査団

比較検討の結果、代替案 1 が最も比較優位性がある結果を得た（表 4 参照）。

表 4 総合評価結果

項目		代替案 1	代替案 2	代替案 3	備考
経済評価	EIRR	A+ (17.1 %)	A (13.3 %)	A (16.5 %)	
環境影響	地域経済影響	A	B	A	SEA 参照
	社会的影響	B	B	B	SEA 参照
	自然環境影響	B	B	B	SEA 参照
	CO <sub>2</sub> 削減効果	A	B	A	
輸送の観点	外貨節約効果	A+	A	B	
	輸送の信頼性	A	A	B	
総合評価		A+	B	A	

注：A+= 比較優位な高い整備効果がある, A = 整備効果がある, B = 比較劣勢な整備効果がある, C = 整備効果がない  
出典：調査団

### (7) 交通マスタープラン・プログラム

マスタープランで提案されたプロジェクトを短期（2015 年）・中期（2020 年）・長期（2030 年）の実施時期に分けたものを図 5 に示す。また、既存および提案プロジェクトに関し、プロジェクトのニーズ、技術的判断、開発パートナーの輸送セクターへの投資動向を踏まえ、各実施時期を考慮した実施計画を作成した。

### (8) プレ F/S 対象プロジェクト

ステアリング・コミッティにて選定されたプレ F/S 対象プロジェクトは、以下の通りである。

- S151 道路 Makhanga ～ Bangula 間再構築（9km）
- Limbe～Border（Marka）間鉄道リハビリ／再構築（201km）

## 7. 水理解析結果

- 過去の最大流量が 1,500 m<sup>3</sup>/秒を超えたことがなく、ルオ川の洪水が長時間継続することから、ピーク流量としての計画最大流量は、Kamuzu Truss 橋における最大流量と同一であると考慮した。
- 流出部の洪水時における計画高水位（HWL）は、48.4m と想定された。
- 調査団は、提案した橋梁の橋台及び橋脚、ならびに鉄道盛土に適用する護岸工を提案した。

## 8. Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築に関するプレ F/S

### (1) Makhanga～Bangula 間の道路概略設計

道路嵩上げ高は推定される洪水時の水位高を考慮して決定した。S151 号線の平均嵩上げ高は対象路線全体で 2.3 m となった。



出典：調査団

図 5 実施時期別のプロジェクト位置図

Makhanga 集落外の嵩上げ道路の線形については、3 代替案を立案し比較検討を実施した。比較検討の結果、既存鉄道と並行する代替案 3 が設計線形、ルオ川の河岸浸食の影響、洪水による損害の影響、建設コストの観点から最も優位となった。

(2) チロモ道路橋の概略設計

最適架橋位置は、以下の橋梁建設位置及び取り付け線形に関する比較検討結果に基づいて、3 つの代替案から選定した。

最適橋梁形式の選定は、2 段階のプロセスで行い、経済性、構造特性、建設効率及び河川特性の観点から比較検討した結果、エクストラドーズド橋が最適の橋梁形式として選定された。但し、

今後の F/S で詳細な水理解析が実施され、HWL が下がる結果が得られるような場合には、エクストラドーズド橋ではなく 3 径間連続 PC 箱桁橋が選定される可能性もある。

(3) 新シレ橋の概略設計

最適架橋位置は、以下の橋梁建設位置及び取り付け線形に関する比較検討結果に基づいて、3 つの代替案から選定した。

最適橋梁形式の選定は、経済性、構造特性、建設効率及び河川特性の観点で比較検討し、その結果、3 径間連続 PC 箱桁橋が最適の橋梁形式として選定された。

(4) 概算事業費

Makhanga～Bangula 間の S151 号線の再構築にかかる概算事業費を表 5 に示す。

表 5 概算事業費

項 目		概算事業費 (百万 US\$)	
Makhanga～Bangula 間の道路改良 (盛土区間)		14.52	
チロモ道路橋	上部工	15.64	22.08
	下部工	6.44	
新シレ橋	上部工	12.80	19.48
	下部工	6.68	
合計		56.08	

出典：調査団

(5) 経済分析

表 6 に HDM-4 モデルにより計算した経済分析結果を示す。

表 6 経済分析結果

(社会的割引率=12%)

オプション	総投資コスト (百万 US\$)	経済内部収益率 (EIRR)	費用便益比 (B/C)	純経済総価値 (ENPV) (百万 US\$)
1 Without Project	0.547	0.0%	0.0	0.000
2 With Project (Option-1) (道路改良およびチロモ道路橋と新シレ橋の建設)	42.358	26.0%	1.697	71.876
3 With Project (Option-2) (道路改良とチロモ道路橋のみ建設)	28.005	50.0%	6.421	179.831

出典：調査団

この分析の結果、道路改良、チロモ道路橋及び新シレ橋の建設をすべて含む Option-1 は、技術的及び経済的に実行可能であると判断された。しかし、感度分析の結果では、各種条件が悪い場

合、EIRR は 14.2%という僅かにフィジブルな値となる。従って、F/S 調査の段階で、再度経済評価を行うことが必要であると考えられる。

## 9. Limbe～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築に関するプレF/S

### (1) 基本輸送計画

- 需要予測結果に基づく年間の断面貨物輸送量から日平均輸送量を計算し、季節変動率を考慮して列車本数を設定した。
- 中期には、Limbe～Bangula間の旅客列車運転を行い、長期には運転区間をBorder (Marka)まで延伸するものとする。

### (2) 鉄道施設リハビリ／再構築計画

- 施設現況調査結果によると、チロモ流失部、Sankhulani付近を含めた3箇所で、大規模な土工が必要であることが判明した。
- Border～Limbe間においてリハビリ又は再構築が必要な橋梁は、施設現況調査結果及び目視調査により抽出を行った。チロモ鉄道橋には、単純鋼トラス橋と5経間PC T桁橋の組み合わせを適用し、他の区間にはPC桁橋、RC桁橋、RCスラブ橋を採用するものとした。
- 安全安定輸送の確保の為、全軌道及び枕木を交換する計画とした。

### (3) 信号・通信設備計画及び車両調達計画

- 調査団は、Limbe～Border間の全線をカバーする信号及び通信設備の導入を提案した。
- Limbe～Border間の路線が運行可能になった時点で、追加でディーゼル機関車、貨車及び客車が必要となる。

### (4) 概算事業費

概算事業費を表7に示す。

表7 概算事業費

(単位:百万 US\$)

項目	区間 路線長	Border- Nsanje	Nsanje- Bangula	Bangula- Makhanga	Makhanga- Luchenza	Luchenza- Limbe	合計
		25.6 km	45.4 km	8.7 km	76.6 km	44.0 km	200.3 km
土工		0.186	0.161	0.789	0.683	0.155	1.974
橋梁		10.232	4.480	17.550	3.911	4.407	40.579
Chiromo 鉄道橋		-	-	15.350	-	-	15.350
その他橋梁		10.232	4.480	2.200	3.911	4.407	25.229
軌道		13.243	21.764	5.674	36.028	21.486	98.195
駅		0.138	0.275	0.413	0.688	0.688	2.200
踏切		0.000	0.125	0.250	0.000	0.250	0.625
信号通信システム		0.651	1.205	1.070	2.533	7.126	12.585
小計		24.449	28.009	25.746	43.841	34.112	156.158
車両		0.000	0.000	0.000	0.000	46.500	46.500
ディーゼル機関車		0.000	0.000	0.000	0.000	30.000	30.000
貨車		0.000	0.000	0.000	0.000	13.500	13.500
客車		0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	3.000
技術経費 (10%)		2.445	2.801	2.575	4.384	3.411	15.616
予備費 (10%)		2.445	2.801	2.575	4.384	3.411	15.616
合計		29.339	33.611	30.895	52.610	87.434	233.890
キロ当たり平均費用 (車両費を除く)		1.146	0.740	3.551	0.687	0.930	0.936

出典：調査団

## (5) 経済財務分析

経済分析結果を表 8 に示す。また、設定した条件で実施した財務分析結果を表 9 に示す。

これらの結果、Limbe～Border 間の鉄道リハビリ／再構築は、経済的ならびに財務的に実行可能であることが確認された。

表 8 経済分析結果

総投資額 (百万 US\$)	経済的内部収益率 (EIRR)	費用便益比 (B/C)	経済的現在価値 (ENPV)
198.81	17.40 %	1.53	US\$ 72.43 百万

出典：調査団

表 9 財務分析結果

財務的内部収益率 (FIRR)	加重平均資本コスト (WACC)	財務的現在価値 (FNPV)
2.05 %	1.53 %	US\$ 22.70 百万

出典：調査団

## 10. 環境社会配慮

## (1) 戦略的環境アセスメント (SEA)

調査団は、地域交通計画を対象として、セナ回廊における地域交通開発計画が与える環境、社会、経済への影響を定量的に評価するため、SEA の手法を採用した。

セナ回廊マスタープランの総括評価の結果を表 10 に示す。代替案 1 及び 3 について、社会、環境への影響はいくつかの負の要因が含まれているものの地域経済への影響は大きな正の影響を与えることとなる。特にチロモ流出での地域分断の改善の効果として、農産物や学校、保健施設へのアクセス向上の視点から地域利益につながると考えられる。

表 10 SEA の結果概要

項目	ゼロオプション	代替案.1	代替案 2	代替案 3
地域経済への影響	D	A	B	A
社会への影響	D	B	B	B
環境への影響	C	B	B	B

注：A= 大きな正の影響が予想される, B= いくつかの正の影響が予想される, C= いくつかの負のあるいは無視できる程度の負の影響が予想される, D= 大きな負の影響が予想される

出典：調査団

## (2) 初期環境影響評価 (IEE)

## a) 環境ならびに社会生活への影響の可能性

- 提案されたチロモ道路橋が建設された場合、地域住民にとって重要な正の影響である。
- 提案された鉄道の整備、改良が実施された場合、鉄道沿線の地域住民への正の影響は、農産物を頻繁に運行する列車によって運搬し、主要な市場で商売できる機会が増えることである。
- 提案されたチロモ道路橋が建設された場合、ボート組合の構成員が主な生計の手段を失う可能性が受ける負の影響が発生すると考えられる。
- 選定された道路線形は、マカンガの約20の小屋及び草屋根店舗に影響する可能性がある。
- 鉄道道路及び鉄道の線形改良で、用地取得が必要となる。



- 軌道を不法占拠している小屋の移転が必要となる。
- 既存の鉄道盛土と計画道路盛土の間の土地において、洪水時に排水が困難になると想定される。
- 建設期間中には、粉塵、ディーゼル車排気、騒音、振動、固形廃棄物、交通事故、及び作業員によるHIV/AIDS蔓延のリスクが考えられる。
- 道路改良に伴う交通事故発生リスク。
- 踏切及びKamuzu Truss橋上での列車対自動車、自転車または歩行者との事故のリスク。

b) 緩和策

上記の負の影響に対する緩和策を表 11 に示す。

表11 緩和策

影響	緩和策
ボート組合構成員が主な生計の手段を失う	- 改良工事の際に非熟練労働者として紹介 - 生計回復策は、F/S 実施時の協議を通して詳細を策定
道路及び鉄道の線形改良に伴う非自発的住民移転	- 「マ」国政府の法規に従う補償金支払い - 代替地の提供
道路及び鉄道の線形改良に伴う用地取得	- 「マ」国政府の法規に従う用地買収 - 代替地の提供
鉄道敷内の農作業禁止	- 「マ」国政府の法規に従う補償金支払い
建設期間中の、粉塵、ディーゼル車排気、騒音、振動、固形廃棄物、交通事故、及び作業員による HIV/AIDS 蔓延のリスク	- 建設業者による環境管理計画
自動車対歩行者及び自転車の交通事故発生リスク	- 交通安全施設の設置 - 小学校における交通安全教育
列車対自動車、自転車あるいは歩行者の事故発生リスク	- 踏切への安全施設の設置 - 小学校における交通安全教育

出典: 調査団

(3) EIA の必要性

プロジェクト実施機関は、F/S の段階において EIA を作成する必要がある、EIA の結果は環境マネジメント及びモニタリング計画に反映させなければならない。このことは「マ」国政府によって義務付けられている。

1 1. マスタープラン実施に際しての組織制度整備

(1) 道路サブセクターの組織制度整備

MoTPI 及び RA は、下記のプログラムに従って日常及び定期的維持管理により既存道路資産の運営維持管理に注力しなければならない。

- 日常維持管理は、O&Mプログラムに従って実施されなければならない。
- 定期的維持管理作業は、道路開発維持管理モデル (HDM-4) によって判定される優先道路区間のO&Mプログラムに従って実施されなければならない。
- 排水構造物及び橋梁の定期点検及び維持管理は、毎年構造物の問題箇所を判定し、修理及び清掃を行わなければならない。

(2) 鉄道サブセクターの組織制度整備

鉄道のマスタープラン実施に際しては、下記の組織制度整備を行う必要がある。

- MoTPIの鉄道部には、CEARを監督監理するための権限を与える。

- 貨物運賃を決定するには、運賃政策が必要である。
- MoTPIとCEARの現コンセッション契約には数々の問題、論点が存在している。これらは、コンセッション改定討議の中で検討されるべきである。

## 1 2. 能力開発プログラム

### (1) 本調査における能力開発プログラム

- 本調査では、日本人専門家がマラウイで現地調査実施期間中に、主としてOJTで実施した。
- JICAはカウンターパートの1名を「国土／地域開発政策」に関するトレーニングプログラムの研修員として選定した。

### (2) 本調査における能力開発プログラムの評価

- カウンターパートの交通マスタープラン策定、ならびに道路及び鉄道のプレF/Sの実施能力は、特にJICA調査のOJTを通じての作業、ならびに技術移転セミナーの準備及びプレゼンテーションを通じて、明らかに向上した。

## 1 3. 結論と提言

### (1) 結論

- セナ回廊開発の基本方針は、国家開発方針である持続可能な経済成長と貧困緩和に合致している。
- 基本方針に基づきセナ回廊開発は、国際南北軸、国土南北軸、調査対象地域の幹線輸送網の観点から検討された。
- 道路および鉄道セクターのマスタープランは、両セクターの開発コンセプトと開発戦略ごとに、短期（2015）・中期（2020）・長期（2030）のタームに分けて提案された。
- 調査対象地域におけるマスタープランの提案プロジェクトは、技術的、経済的にフィージブルと判断された。よって、マスタープラン投資プログラムの作成・開始が必要である。
- マスタープランのプロジェクトは、「マ」国の換金作物の輸出、燃料や肥料の輸入の観点からの外港や国際市場へのアクセス改善によって、持続可能な経済成長、輸出品の国際競争力の向上、「マ」国の輸送ネットワークのリダンダンシー強化、ならびに南東アフリカ地域における国際南北軸の強化に貢献する。
- 「Makhanaga～Bangula間S151号線道路再構築プロジェクト」は、技術的、経済的にフィージブルと判断された。
- 「Limbe ～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築プロジェクト」は、技術的、経済的、財務的にフィージブルと判断された。
- 道路と鉄道プロジェクトのIEEの結果、わずかな負の環境社会影響があることが判明した。

### (2) プロジェクト実施の提言

- 「マ」国政府は、「モ」国政府との対話を継続的に行うべきである。
- MoTPIはマスタープラン及びプレF/Sの結果について、プロジェクト実施支援の可能性を探るため開発パートナーに情報を提供すべきである。
- MoTPIは、プレF/Sでフィージブルと判断されたプロジェクトのF/Sを早期に実施するとともに、EIA調査を実施すべきである。
- MoTPIはF/Sの結果に基づき、事業実施に係る住民移転補償費用や土地収用費用に必要な予算を確保すべきである。

---

(3) 組織制度に関する提言

- RAは、S151号線の道路分類を「Main Road」に変更することを考慮すべきである。
- MoTPIは現在の道路資産の最大化を図るため、維持管理予算を十分に確保する必要がある。
- MoTPIは鉄道局の組織強化および職員の能力強化を行い、CEARの実績を管理・確認するため鉄道法の改定を行う必要がある。
- MoTPIは2014年より現在のCEARとのコンセッション契約を見直す必要がある。

---

## 目次

### 要 旨

1. はじめに.....	1
2. 調査対象地域の概要.....	1
3. 調査対象地域の輸送網の現状.....	4
4. 将来交通需要予測.....	8
5. セナ回廊開発の基本方針.....	13
6. セナ回廊開発マスタープラン.....	16
7. 自然条件調査及び水理解析結果.....	35
8. Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築に関するプレ F/S.....	35
9. Limbe～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築に関するプレ F/S.....	41
10. 環境社会配慮.....	46
11. マスタープラン実施に際しての組織制度整備.....	49
12. 能力開発プログラム.....	51
13. 結論と提言.....	51

---

## 1. はじめに

### (1) 調査の背景

マラウイ国（以下「マ」国）は、モザンビーク国（以下「モ」国）、ザンビア及びタンザニアに囲まれた人口約13百万人の内陸国であり、1人当たり国民総所得は2008年時点でUS\$280である。近隣国の外港への輸送距離が非常に長いことから、輸送コストが高く、この点は国内で生産される農産物が持続的国際競争力を持つための大きな障害となっている。このような状況下で、「マ」国政府は、「交通インフラ整備」を、2006年に策定された「マラウイ成長と開発戦略(MGDS)」の中で最も重要なセクターの1つとして位置づけている。

本調査で定義したセナ回廊は、過去に港湾からの道路及び鉄道が良好な状態で保たれていた時点では、「マ」国からの主要輸送回廊として機能していた。しかし、「モ」国の内戦時に、これらの道路及び鉄道のインフラの大部分は破壊され、当該区間は通行不能となった。さらに、1997年に発生した大洪水により、チロモ～Bangula間において鉄道及び道路の盛土区間が流失し、それ以降、この区間において道路及び鉄道共に通行不能に陥った。

### (2) 調査の目的

- 国家安全保障の観点からの複数の国際輸送回廊を確保するためのセナ回廊開発計画マスタープランの策定。
- マスタープランで選定されたプロジェクトのプレF/S調査の実施。プレF/S調査対象として選定されたプロジェクトは以下の通りである。
  - S151 道路 Makhanga～Bangula 間再構築（9km）
  - Limbe～Border（Marka）間鉄道リハビリ／再構築（201km）

### (3) 調査対象地域

本調査の対象地域は、図1に示す「マ」国南部地域の9 District 及び「モ」国の4州である。

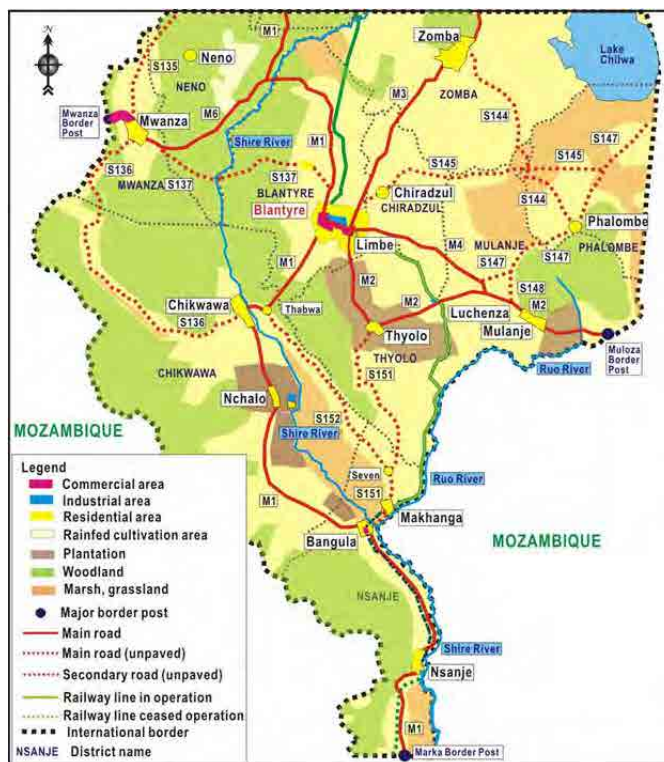
## 2. 調査対象地域の概要

### (1) セナ回廊の定義

セナ回廊は、Blantyre と Beira 港を結ぶ交通路で、歴史的背景から「マ」国南部地域の追加ゲートウェイとして定義する。図2にセナ回廊の位置を示す。

### (2) 地域連携プログラム

「マ」国は、南部アフリカ開発共同体(SADC)ならびに東南部アフリカ市場共同体(COMESA)のメンバーである。従って、「マ」国は、輸出入物資の輸送路を確保するために、他のメンバー国と協調して国際輸送回廊を強化する必要がある。



出典：調査団

図1 調査対象地域

(3) 「マ」国及び調査対象地域の経済状況

「マ」国の1人当たり GDP は周辺国の中で最も低い(2010年でUS\$ 343)、2007年から2009年間のGDP成長率は、周辺国と比較し「マ」国が高い数字を示していた。

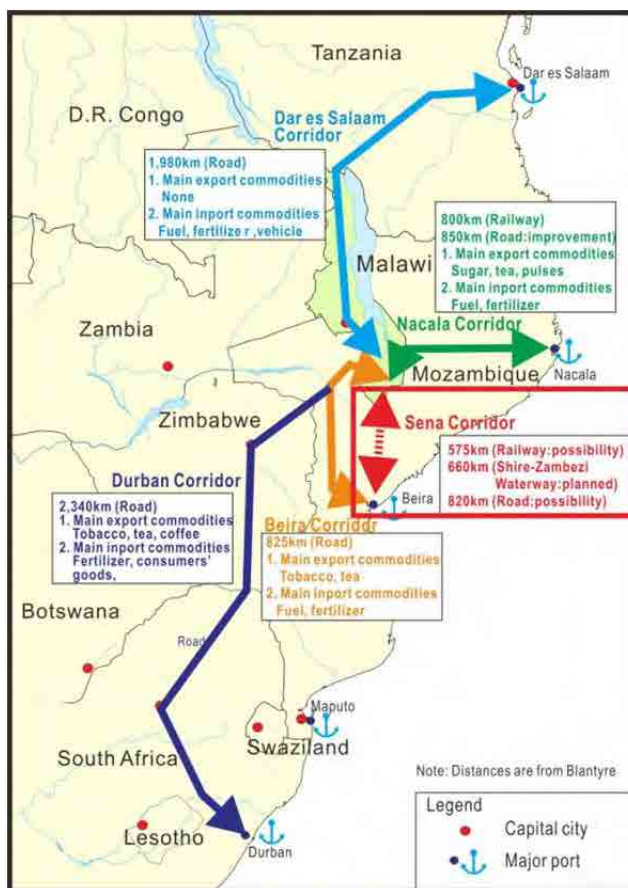
「マ」国への外国からの直接投資額(FDI)は、周辺4カ国と比較して低い(2010年でUS\$140百万、「モ」国US\$789百万、ザンビアUS\$1,041百万、タンザニアUS\$433百万)(図3参照)。この状況は、実業界では下記の要因であると考えられている。

- 厳しい外貨交換規制
- 電力及び燃料の供給不足
- 高い輸送コスト

(4) 「マ」国及び調査対象地域の社会状況

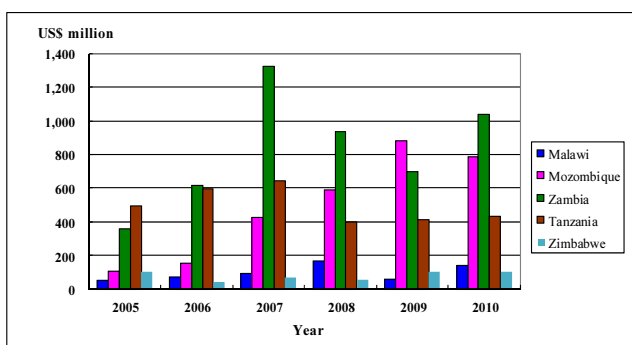
a) 調査対象地域の土地利用

調査対象地域の土地利用は、茶葉、ナッツ類、キマメ及び食料用農作物の広範囲な栽培が行われているシレ高地、砂糖黍及び綿花の栽培及び牧畜が行われているシレ低地(シレ川西側の乾燥地帯)、ならびに食料用農作物及びバナナの栽培及び牧畜が行われているシレ低地(シレ川東側)を含む、主として農業となっている(図4参照)。



出典：調査団

図2 セナ回廊位置図



出典：WB databank, Jan. 2012 に基づき調査団集計

図3 外国からの直接投資額

b) 人口

南部地域においては、Blantyre の人口が多く(2008年で約100万人)、Mwanza District が一番少ない(2008年で92,947人)。地域別及び District 別、及び1998年から2008年間の年平均人口増加率(南部地域全体で2.4%)を表1に示す。



出典：調査団

図-4 調査対象地域の土地利用状況

c) 人口密度

調査対象地域の人口は、耕作及びプランテーション可耕地が高い比率である主としてシレ高地の Thyolo District (0.34 人/km<sup>2</sup>) 等に集中している。一方、シレ低地である Chikwawa District (0.09 人/km<sup>2</sup>)、Nsanje District (0.12 人/km<sup>2</sup>) での人口分布は限定されている。さらに、幹線道路 (Main Road 及び Secondary Road) 沿道にも人口が集中している。

d) 貧困率

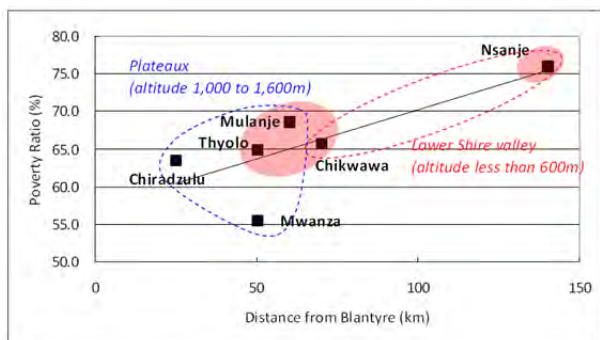
南部地域では、貧困ライン<sup>1</sup>未満の人口の割合が 64.4%、極貧ライン未満の人口の割合が 31.5% と全国平均の 22.4% を大きく上回り高い。南部地域でも、Nsanje District では、貧困ライン未満の人口の割合 (76.0%) 及び極貧ライン未満の人口の割合 (44.3%) が特に高い (図 5 参照)。一方、貧困ライン未満の人口では、Thyolo District が一番多い (381,000 人) (図 6 参照)。

表 1 地域別及び南部地域の District 別人口

Region/District	1988	1998	2008	Growth Rate 1998/2008
<b>Northern Region</b>	911,787	1,233,560	1,708,930	3.3%
<b>Central Region</b>	3,110,986	4,066,340	5,510,195	3.1%
<b>Southern Region</b>	3,965,734	4,633,968	5,858,035	2.4%
Mangochi	496,578	610,239	797,061	2.7%
Machinga	301,849	369,614	490,579	2.9%
Balaka	213,416	253,098	317,324	2.3%
Zomba	441,615	546,661	667,953	2.0%
Chiradzulu	210,912	236,050	288,546	2.0%
Blantyre	589,525	809,397	1,001,984	2.2%
Mwanza	121,513	63,220	92,947	3.9%
Neno	N/A	74,795	107,317	3.7%
Thyolo	431,157	458,976	587,053	2.5%
Mulanje	419,928	428,322	521,391	2.0%
Phalombe	218,134	231,990	313,129	3.0%
Chikwawa	316,733	356,682	434,648	2.0%
Nsanje	204,374	194,924	238,103	2.0%
Total	7,988,507	9,933,868	13,077,160	2.8%

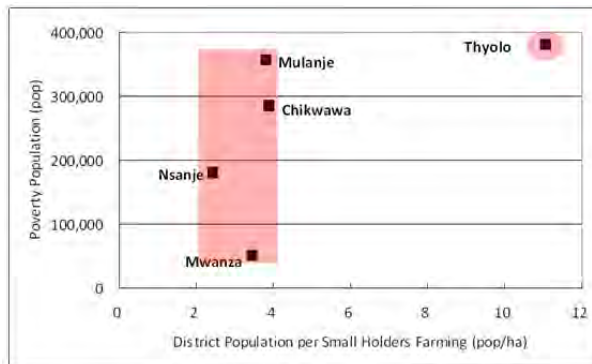
出典：Population and Housing Census 2008 and 1998

注：網掛けした部分が調査対象地域の District を示す。



出典：IHS2 に基づき調査団作成

図 5 貧困率と Blantyre からの距離の関係



出典：調査団

図 6 貧困人口と小規模農家当たりの District 人口

e) チロモ分断箇所での地域分断に起因する問題

1997 年 3 月、シレ川から逆流した洪水が Elephant Marsh に流れ込み、Nsanje District の Bangula 近くで鉄道及び S151 道路の盛土を流失させた。このチロモ流出による地域分断は、その後、特にチロモ流出箇所東側の住民生活に困難をもたらしている。

この結果生じている問題は、1) ボートにより分断箇所を渡る際の余分の交通費の出費、2) 起点から終点までのより長い旅行時間、3) 雨期の洪水時の渡河不能、4) 生命の危険、ならびに 5) チロモ及び Makhanga 地区住民の月収の減少である。また、チロモ流出は、分断以前に毎日運行されていた列車が週 1 回の運行になったことにより、Luchenza~Thekerani 間の住民に関しても、市場が農産物を販売する機会を喪失されるという大きな影響を与えている。

(5) 国家開発方針及び計画

a) MGDS

持続的経済成長は、MGDS の主要目標の 1 つである。また、持続的経済成長は、貧困削減、MGDS の達成、及び食料自給の達成にとって、「マ」国の中心課題である。この成長なしに、「マ」国

<sup>1</sup> 貧困：1 人当たり年収 MWK 16,165 未満、極貧：1 人当たり年収 MWK 10,029 未満

のすべての人民に対する富の配分と雇用の確保、消費ベース経済から生産ベース経済への移行、ならびに工業国への段階的脱却をすることは不可能である。

#### b) PSIP

開発計画協力省（MoDPC）では、関係省庁から計画書を受領後、計画とプロジェクトが政府の戦略目標及び MGDS の優先度と合致するかの判定を行い、財政メカニズムの中での配分可能額とリンクさせる。これら選択されたプロジェクトは、公共セクター投資プログラム（PSIP）としてリストアップされている。

### 3. 調査対象地域の輸送網の現状

#### (1) 道路サブセクターの現状

##### a) 道路ネットワーク

「マ」国の幹線道路網延長は 6,482 km (Main Roads, Secondary Roads の合計) で、そのうち 50.2% が舗装道路である。Thyolo District、Chikwawa District、Nsanje District、Mwanza District および Blantyre District と Mwanza District の一部を含む調査対象地域の幹線道路網延長は 528 km で、そのうち 45.7% が舗装道路である。調査対象地域の幹線道路舗装率は全国レベルに比べて 4.5 ポイント低い。

##### b) 幹線道路網

調査対象地域の幹線道路網は、M1 号線が Marka 国境から Blantyre の南北軸を形成している。M1 号線は北端のタンザニア国境、首都 Lilongwe、商業都市 Blantyre、南端の「モ」国国境をつなぐ最重要路線に位置づけられる。M1 号線は南部地域にある Nsanje、Bangula、Chikwawa といった主要地方都市を通過している。（図 7 参照）

東西方向の輸送軸は、Blantyre を中心に西側の Mulanje（「モ」国との国境）までの M2 号線及び M4 号線、東側の Mwanza 国境（「モ」国との国境）まで M6 号線によって形成されている。

Blantyre と Nsanje District 北部に位置する Bangula の間の輸送ルートは、Chikwawa District を通過する M1 号線と Thyolo District を通過する S151 号線の 2 ルートがある。また、Thyolo District と Chikwawa District の県境沿いの山裾には S152 号線が通っており、M1 号線と S151 号線を連絡する幹線道路網を形成している。調査対象地域の幹線道路の概況を表 2 に示す。

表 2 調査対象地域の幹線道路の概況

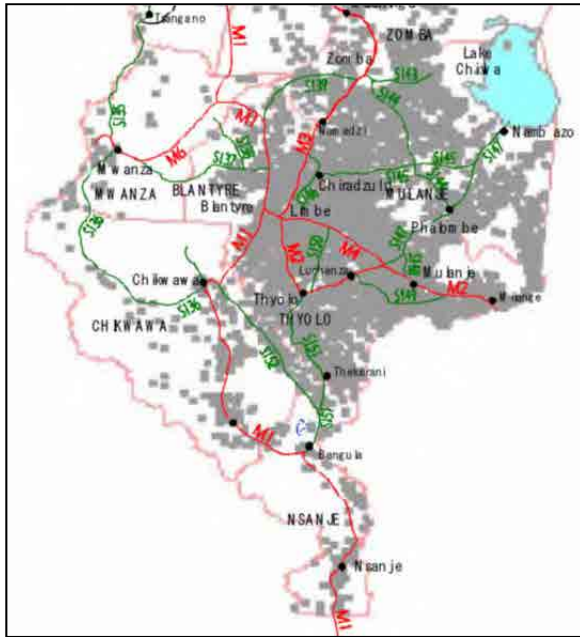
項目	M1	S136	S151	S152
	Nsanje - Marka (26.9 km)	Chikwawa - Mwanza (106.4 km)	Makhanga - Bangula (9.7 km)	Thabwa - Seven (59.1 km)
1. 車線数	1	1	1	1
2. 道路幅	6.0 m	4.0 to 5.0 m	5.0 m	6.0 m
3. 舗装	未舗装	未舗装	未舗装	未舗装
4. 旅行速度	40 km/h	30 km/h	30 km/h	35 km/h
5. 地形・標高	平坦 (標高 100 m)	平坦/丘陵/山岳 (標高 100~900 m)	平坦 (標高 100 m)	平坦/丘陵 (標高 100 m)

出典：調査団

##### c) 道路サブセクターの主要な問題点

南部地域の幹線道路網における主要な問題点は、表 3 および図 8 のとおり整理される。





出典：調査団  
図7 調査対象地域の幹線道路網と人口分布



出典：調査団  
図8 南部地域幹線道路網の主要な問題点

表3 道路サブセクターの主要な問題点

主要な問題点	路線			
	M1	S136	S151	S152
Chiromo で S151 号線が寸断しているため Blantyre と Lower Shire エリアの間には M1 号線の代替路線がない。	○		○	
M1 号線の Blantyre と Thabwa の区間は急勾配のためサービス水準が低い。	○			
ワジが雨季に氾濫すると土道の区間は数時間あるいは数日間通行不可となる。	○	○	○	
Beira 港に接続する国際回廊の一部である「モ」国の Vila Nova de Frontela と Caia の間の道路は未舗装であり、フェリーでシレ川を横断しなければならない。	○			
Beira 港と接続するテテ回廊には代替する国際回廊がない。	○			
Chikwawa District や Nsanje District からテテ回廊までの輸送路は S136 号線よりも急勾配で距離が長く Blantyre を通過する M1 号線に依存している。	○	○		
Khonjeni と Thekerani の間にある鉄道駅に繋がるローカル道路の状態は悪い。			○	
道路維持管理プログラム全体のうち舗装道路の維持予算（定期修繕とポットホール補修）が占める割合は約 1% である。	○			
全ての道路に対し日常的な維持管理予算は配分されているが、その予算額が小さいため排水構造物の補修や排水路の清掃が不十分である。	○	○	○	○
Kamuzu Truss 橋は 1 車線幅員であることから Makhanga と Bangula の道路区間を 2 車線に改修した際に交通隘路となる可能性がある。			○	
人口集積が高い Thyolo District と Chikwawa District における農産物輸送ルートのはほとんどは未舗装道路である。			○	○
Chiromo とムワンザ川における道路寸断は地元住民の市場、学校、医療施設へのアクセスや、移動のしやすさの点で障害となっている。		○	○	

出典：調査団

(2) 鉄道サブセクターの現状

a) 鉄道運営会社

現在、中央東アフリカ鉄道会社（CEAR）は、単線 706 km を運営している。運営認可コンセッション契約は 1999 年 11 月 15 日に「マ」国政府と CEAR 間で締結され、1999 年 12 月 1 日に実際の運営が始まった。民営化の動きは、「マ」国内と「マ」国～Nacala 港間の輸送効率の改善、鉄道への政府補助金の削減、民間投資奨励の必要性から始まった。鉄道は「マ」国の国際貨物の大部分の輸送に使われているが、鉄道貨物輸送は減少を続け、道路輸送への転移が続いている。

b) 鉄道路線網

「マ」国の鉄道路線網は、非電化、単線、狭軌（1,067 mm）である。総路線長は 797 km で、内 706 km で運転が行われている。「マ」国には、Marka（「モ」国との国境）～Mchinji（ザンビアとの国境）間 696 km の路線と、Nkaya～Nayuchi（「モ」国との国境）間 101 km の路線の 2 路線がある。

c) 新線建設計画

ブラジルの Vale 社（Brazilian Companhia Vale do Rio Doce）は、「マ」国政府と CEAR のコンセッション契約への参画のための覚え書き（MoU）、ならびに、「モ」国の Moatize から「マ」国を通過し「モ」国の Nacala-á-Velha 港へ至る鉄道路線建設／リハビリ及び運営に関するコンセッション契約を締結した。

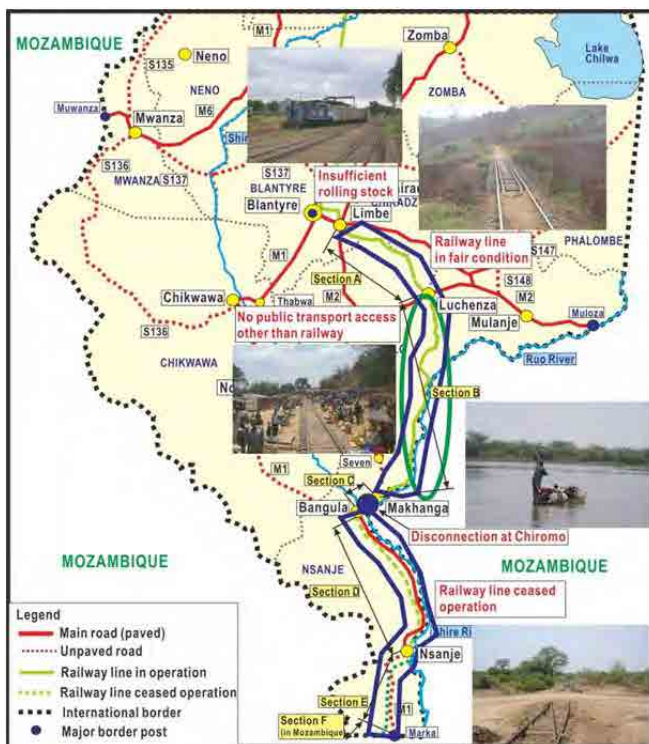
Vale 社は石炭輸送の為、Moatize 炭鉱と Nacala-á-Velha 港を Chikwawa 州 Thambani と Balaka 州 Nkaya を経由して結ぶ路線長 906 km の新線建設を計画している。設計軸重は、CEAR の建設基準の 20 トン/軸に対して 26 トン/軸で計画しているが、まだ最終決定されていない。建設工事は 2012 年内に開始し、2014 年に完成する計画である。また、機関車の保守の為、現在小さな車両工場のある Liwonde に新車両工場の建設も計画している。

d) 鉄道サブセクターの主要な問題点

鉄道サブセクターの主要な問題点を表 4 と図 9 に示す。

(3) 内陸水運サブセクターの現状

2012 年 1 月末の時点で、SADC 事務局が、AfDB の資金援助を受けて実施される「シレ・ザンベジ水運開発計画」（図 10 参照）の F/S 実施のためのコンサルタント選定作業を行っている。



出典：調査団

図 9 鉄道サブセクターの主要課題



出典：調査団

図 10 シレ・ザンベジ内陸水運位置図

表 4 鉄道サブセクターの主要な問題点

主要な問題点	関連区間					
	A	B	C	D	E	F
週 1 便の旅客列車運転	○	○				
流失後の貨物列車の運休			○	○	○	○
資金不足による適正保守の未実施	○	○	○	○	○	○
老朽鉄枕木、30kg/m レール、バラスト不足	○	○	○	○	○	○
GPS ベースの信号システムの未運用	○	○				
車両不足による不確実な貨物列車運転	○	○				
ディーゼル機関車不足による輸送力の不足	○	○				
CEAR に対する MoTPI の不適切な監理	○	○	○	○	○	
CEAR 職員への OJT 未実施	○	○	○	○	○	
橋枕木の酷い腐食	○	○	○	○	○	○
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 排水設備の無い区間での洪水</li> <li>➢ Sankhulani～Osiyani 駅間での頻発する洪水</li> <li>➢ 適切な刈取りが必要な灌木</li> </ul>		○				
<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 長さ 380m の主要流失部</li> <li>➢ 盛土法尻の河川による侵食</li> <li>➢ 開口面積不足の 7 つのパイプカルバート</li> </ul>			○			
19 ヲ所の小崩壊箇所（流失部はない。）				○		
8 箇所の流失部（幅 60m のワジ部は橋梁で再建する必要がある。）					○	

注：A: Limbe-Luchenza, B: Luchenza-Makhanga, C: Makhanga-Bangula, D: Bangula-Nsanje, E: Nsanje-Border (Marka), F: Villa Nova de Frontela-Dona Ana

出典：調査団

この F/S 調査の結果は、「マ」国政府と「モ」国政府との間でのシレ・ザンベジ水運回廊開発及びその運用に際しての国際協調のための基本政策となる。

プロジェクトの総括的な目的は、効率的な輸送システムを、両国がシレ川及びザンベジ河を開発してインド洋まで航行可能とすることで、低い輸送コストかつ信頼性の高い輸送モードとして提供することである。

(4) 周辺国における輸送回廊開発

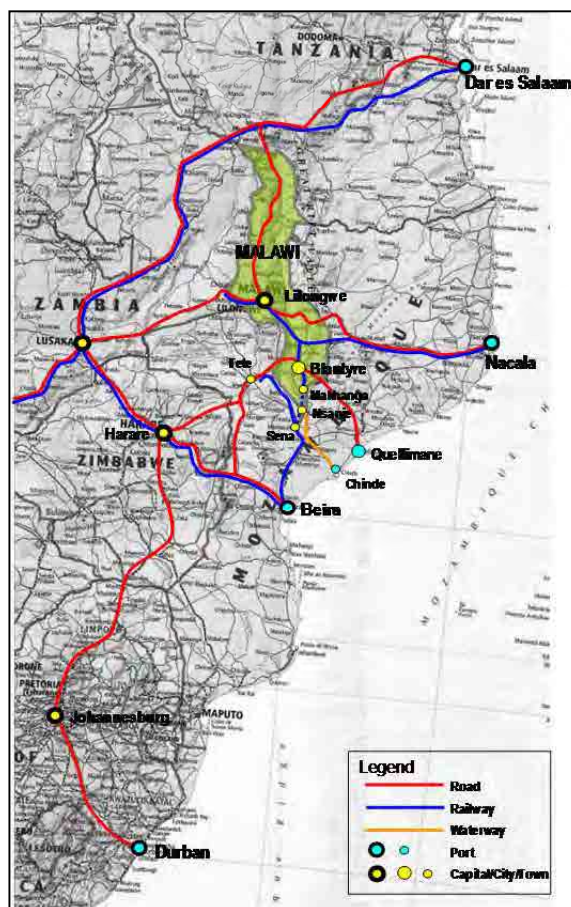
a) 輸送回廊ネットワーク

「マ」国と接続する現況の輸送回廊ネットワークは、Beira 回廊、Durban 回廊、Nacala 回廊、Dar es Salaam 回廊である。Durban 回廊は、Durban 港および南アを発着とする「マ」国の貨物を輸送しており、価格ベースで「マ」国際貨物の 51% を占める。Beira 回廊は、重量ベースで「マ」国際貨物の 41% を占めている。（図 11、図 12 参照）

b) Beira 回廊と Nacala 回廊の主要課題

Beira 回廊と Nacala 回廊に関する主要課題を以下に整理する。

- Nacala回廊開発プログラムによって交通容量の増大と物流の効率性向上が図られること

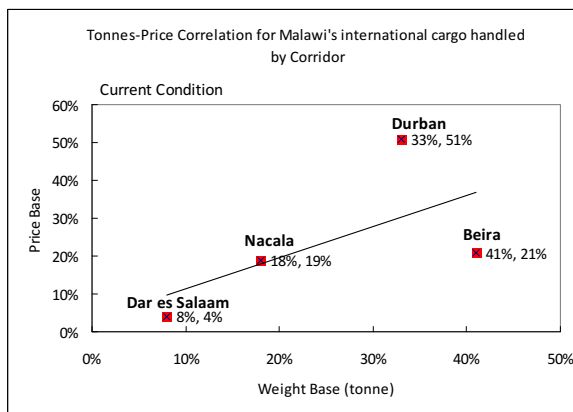


出典：調査団

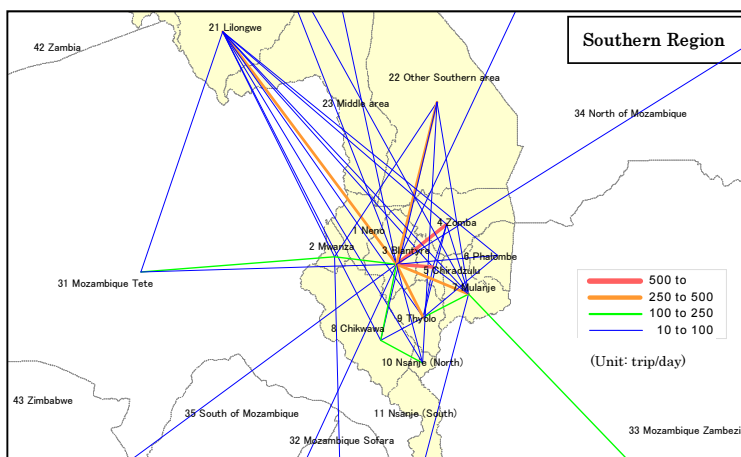
図 12 輸送回廊ネットワーク

を鑑み、Nacala港への輸出ルート強化に資する「マ」国内の交通網を整備する。

- Nacala鉄道は近隣諸国が産出する鉱物資源の輸送に占有されることが見込まれており、それにより、Nacala道路輸送の需要が高まる可能性がある。同時に、マラウイ経済の成長とともにBeira港への道路交通需要も増大することが見込まれる。道路輸送に過度に依存する「マ」国にとっては、輸送構造の改善に資するモーダルシフトを推進する。
- 鉄道は積替えコストが必要となるため、700km程度の輸送距離では、道路輸送と比較した場合コストメリットが小さい。鉄道システムの近代化および積替えコストと時間の最小化による効率的な物流システムを構築する。
- Beira港までの輸送路が寸断するなどの問題が発生するとマラウイ経済の運営に支障が生じることが想定され、また、「マ」国外部の予期せぬ事態に速やかに対処することが困難である。こうしたことから、特にBeira港のアクセス強化に資する代替路を形成する。
- 将来交通需要を鑑み、特に「マ」国南部ゲートウェイに位置する国境施設への国内アクセスを開発して強化する。
- セナ回廊の包括的開発のため、「マ」国と「モ」国の政府、地域イニシアティブ、ドナー、民間を含む2国間共同開発プログラムを形成して相互理解を図る。



出典：調査団  
 図 11 回廊別マラウイ国際貨物の重量・価値の関係



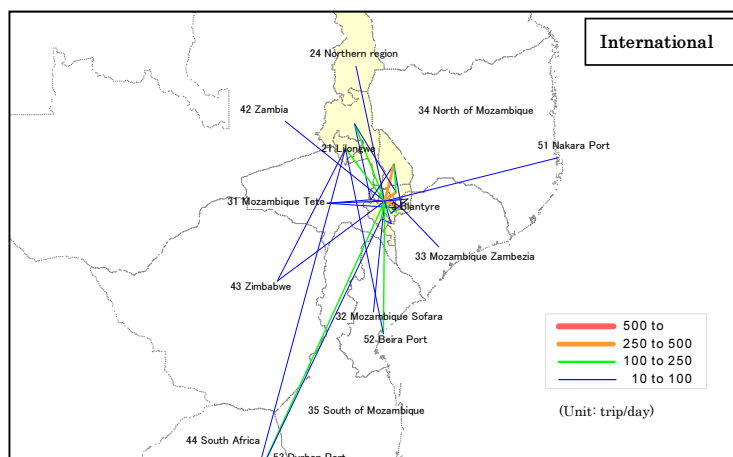
出典：調査団  
 図 13 乗用車の O/D 分布パターン

#### 4. 将来交通需要予測

##### (1) 交通調査結果

調査団は、現在の交通状況を分析し、セナ回廊に関する人流及び貨物流のO/D表を構築するために、交通調査(交通量観測及び路側O/D調査)を実施した。乗用車と貨物車のO/D分布パターンを図13及び図14に各々示す。

貨物交通のトリップは広範囲に亘っており、その中でも特にNacala港、Beira港及び南アフリカ(南ア)へのトリップ



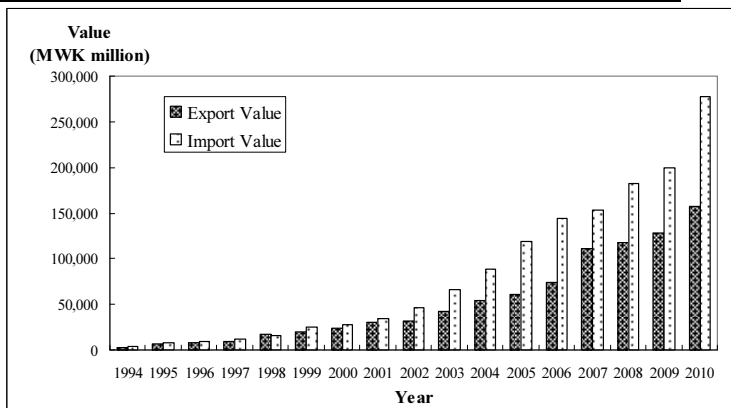
出典：調査団  
 図 14 貨物車の O/D 分布パターン

プが卓越している。このことは、「マ」国南部地域関連の貨物交通は、広範囲に運行されていることを示している。

(2) 物流調査結果

a) 輸出及び輸入

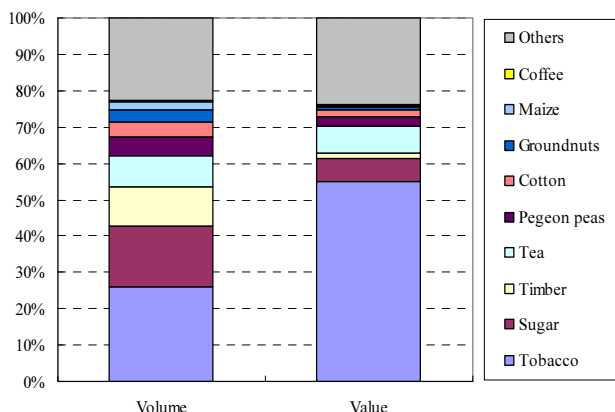
- 1994年から2010年にかけて、「マ」国の輸出入金額は、輸出、輸入共に経済成長に従って増加してきた。しかし、金額ベースの場合、輸入額が輸出額の約2倍となっている（図15参照）。



出典：Reserve Bank of Malawi

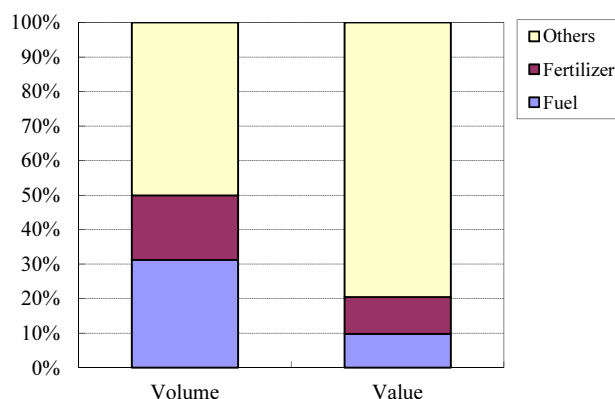
図15 輸出入金額の推移

- たばこは、過去30年以上、「マ」国の主要輸出品であり、この傾向は変化していない。砂糖と茶は金額ベースで毎年第2位、第3位の輸出品である。輸出に関しては、石油製品（ガソリン、軽油、灯油）が量ベースで毎年第1位となっている（図16、17参照）。
- 主な輸送手段は、トラック／トレーラーによるコンテナの輸送で約90%の割合となっており、鉄道での輸送は10%未満となっている。
- 2010年の輸出入の量ベースでの起終点に関しては、輸出先としては欧州が30%を占めるが、輸入先に関しては南アが43%を占めている。



出典：2010 Customs data, Malawi Revenue Authority

図16 主要輸出品 (2010)



出典：2010 Customs data, Malawi Revenue Authority

図17 主要輸入品 (2010)

b) 輸送コスト

Durban 及び Dar es Salaam 回廊では、輸出入品の輸送コストが高く、特に Durban 港からの輸入は長距離輸送のためにコストが一番高い(40ft のコンテナ 1 個の輸送費が US\$7,500) (表 5 参照)。

表 5 回廊別輸送費の比較

回廊	Blantyre から の距離 (km)	輸送費 (US\$/40ft コンテナ)	
		輸出	輸入
Beira	825	2,300	2,800
Nacala	800	1,940	2,500
Durban	2,340	4,400	7,500
Johannesburg	1,820	3,200	5,800
Dar es Salaam	1,980	3,500	5,000

出典：調査団

c) 換金作物輸送ルート (2011)

調査対象地域で収穫される換金作物は、外港まで下記のルートで輸送され、それぞれの特徴は図 18 に示す通りである。

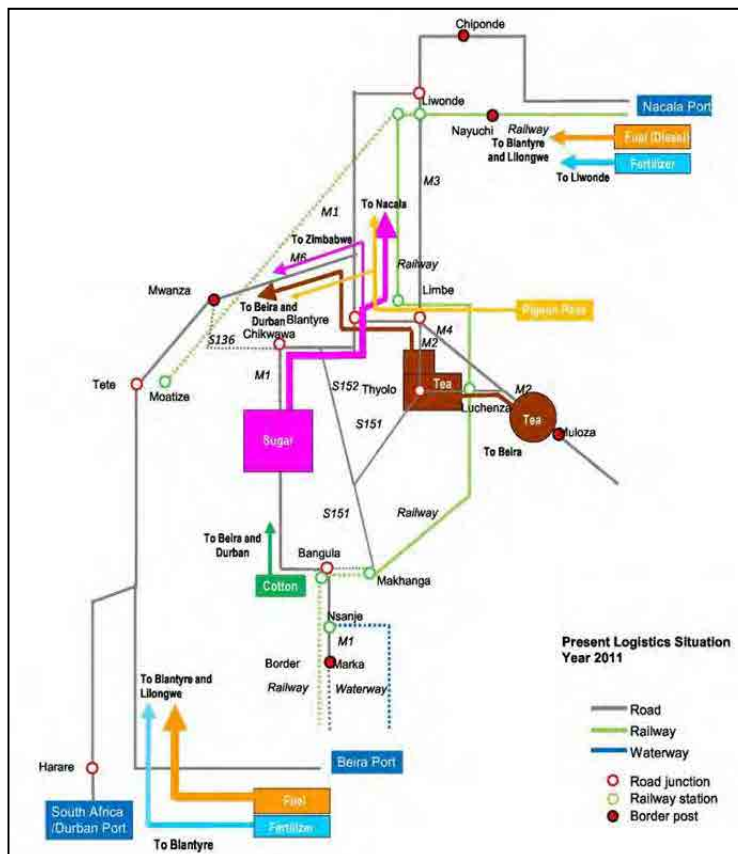
- 農産品は主としてBlantyreまたはLimbe (物流センター) でコンテナ詰めされる。
- 砂糖は主としてNacala港まで鉄道で輸送されるが、ジンバブエ向けの輸出についてはトラックで輸送されている。
- キマメはNacala港 (鉄道)、Beira港及びDurban港 (道路) に輸送されている。
- Durban港及びBeira港への長距離輸送 (茶、たばこ、綿、キマメ)。
- Blantyre~Thabwa間の急勾配区間が、可能積載量の制約から輸送の障害となっている。

(3) 将来交通需要予測

a) 将来交通需要予測手法

将来交通需要予測は、旅客用自動車と貨物自動車に分けて行った。

- 乗用車とバスについては、交通調査結果に基づき将来社会経済フレームを変数としてトリップ発生集中モデルを構築した。そして、乗用車及びバスの交通量は、乗用車とバスの比率及び平均乗車人員に基づき予測した。
- 貨物車の予測に関しては、輸出货量及び輸入力量を別々に予測した。各品目別の輸出货量及び輸入力量を、品目別の機関分担を用いて予測し、その後、各品目別の貨物車の積載容量に基づいて貨物車交通量に換算した。



出典：調査団

図 18 換金作物輸送ルート (2011)

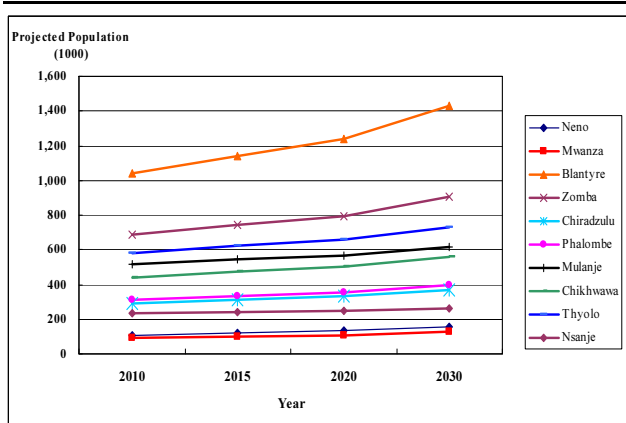
b) 将来社会経済フレーム

- District別の将来人口予測結果は、品目別輸入力量、農作物の国内消費量及び旅客流動量の予測に使用した (図19参照)。
- 2030年の予測人口は、2010年の1.38倍となる。
- GDP伸率は、輸入力量及び旅客流動量の予測に使用した。図20に将来GDP予測結果を示す。
- 2030年の予測GDPは、2010年と比較して3.03倍である。

c) 貨物流動量予測

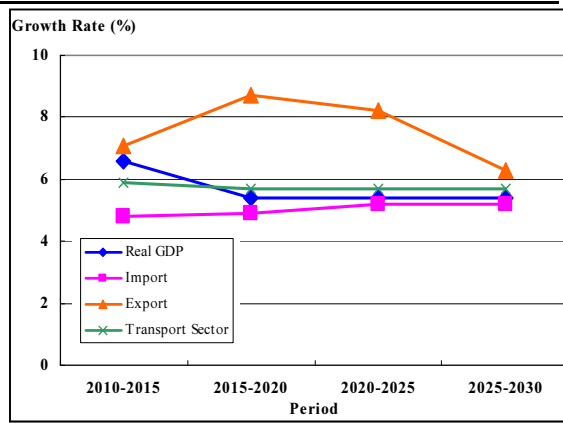
貨物流動量予測結果で特筆すべき点は以下の通りである。

- 約80%の輸出貨物は、Beira回廊経由でのBeira港、Durban回廊経由での南ア及びDurban港から輸出されている。
- 約64%の輸入貨物は、Beira回廊経由でBeira港から、Durban回廊経由で南アから輸入されており、現在14%の輸入貨物のみがNacala回廊を利用して輸入されている。



出典：調査団

図 19 将来 District 別人口予測



出典：TSIP

図 20 将来 GDP 予測結果

- 2030年では、51%の輸出貨物がNacala港を利用して輸出され、Beira回廊及びDurban回廊の比率は43%に減少する。
- Mozize炭鉱からの石炭及びザンビアからの銅の膨大な輸送需要により、Nacala鉄道の大半の輸送容量は占められ、「マ」国関連貨物への割り当て貨物量は非常に限定される。
- この傾向は、輸入貨物需要が3倍となる2030年時点でも同様である。

d) 現況及び将来の輸送状況

現在、Beira 回廊（道路）が「マ」国の国際貨物の 41%を分担しているが、2030 年には 17%にまで減少する。Nacala 回廊（道路及び鉄道）は、現在 18%を分担しているが、2030 年には 44%にまで増加する。セナ回廊は、2030 年には最低 19%を分担することになる。各回廊の現状及び将来の輸送状況の概要を表 6 に示す。

表 6 現状及び将来の回廊別輸送状況

回廊	輸送機関	Blantyreからの距離 (km)	現状		将来予測	
			比率 (重量)	品目	比率 (重量)	品目
Beira (Tete)	道路	825	41 %	輸出：たばこ、茶、砂糖、綿 輸入：燃料、肥料、小麦粉	(17%)*	輸出：たばこ、茶、砂糖、綿 輸入：燃料、肥料、小麦粉
Nacala	鉄道	800	18 %	輸出：砂糖、茶、豆類 輸入：燃料、肥料	32 %	輸出：砂糖、茶、豆類、ニッケル 輸入：燃料、肥料
	道路	850		-	12 %	輸出：茶、豆類 輸入：燃料、肥料
Durban	道路	2,340	33 %	輸出：たばこ、茶、コーヒー 輸入：肥料	2 %	輸入：肥料
Johannesburg	道路	1,820		輸入：日用品全般	11 %	輸入：日用品全般
Dar es Salaam	道路	1,980	8 %	輸入：燃料、肥料、車両	7 %	輸入：燃料、車両
Sena	鉄道	575	-	-	14 %	輸出：たばこ、砂糖、茶、アルミナ、チタン 輸入：燃料、肥料
	道路	820	-	-	(17%)*	輸出：たばこ、茶 輸入：肥料、燃料
	内陸水運	530	-	-	5 %	輸出：綿 輸入：肥料

注：\* - Blantyre～Beira港間の合計の比率

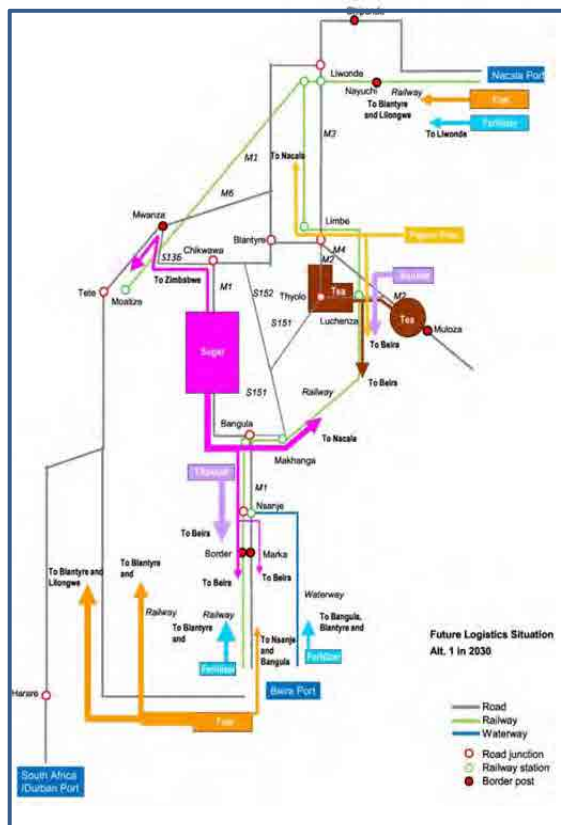
出典：調査団

e) 換金作物輸送ルート (2030)

調査対象地域で栽培される換金作物は、2030年には図 21 に示すルートで輸送されると予測されている。

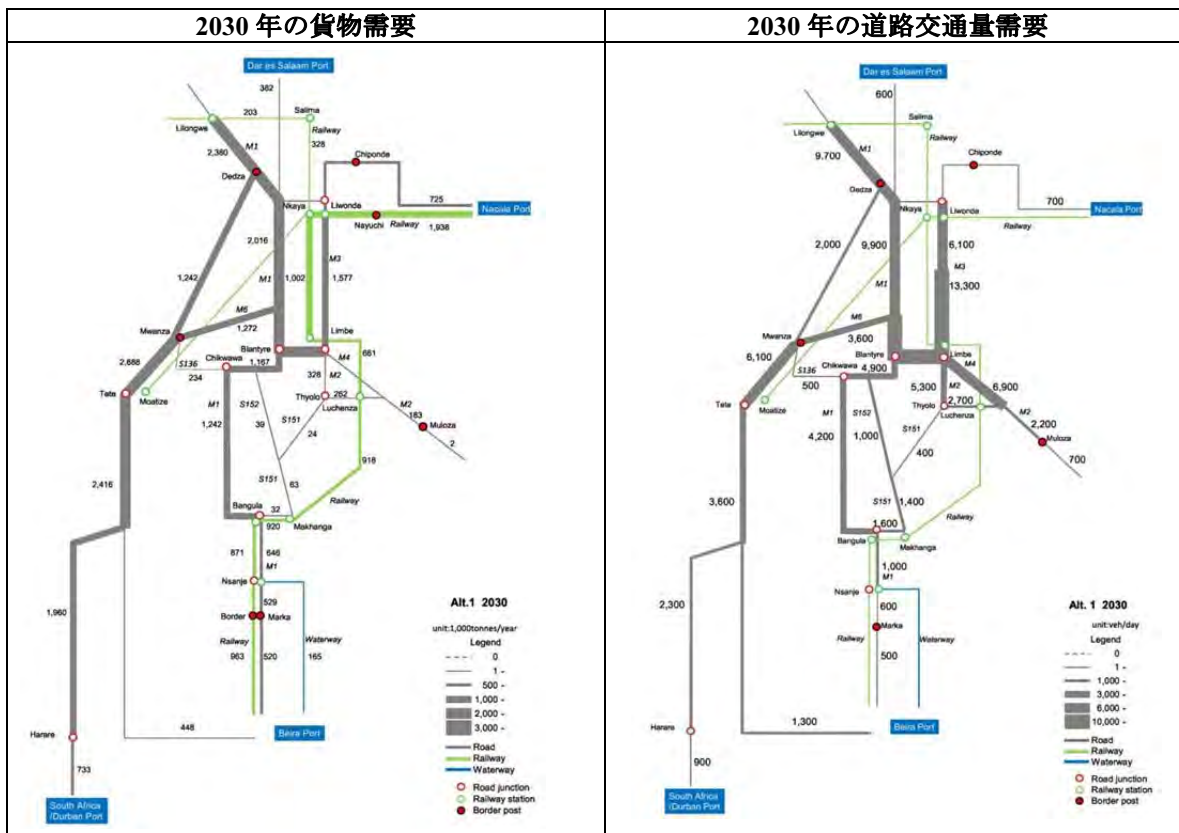
f) 交通配分 (2030)

将来貨物量及び交通量の代替交通ネットワークへの配分結果から、Beira 港へのすべての交通網が結節された場合、年間 16.48 億トン/年の貨物がセナ回廊を利用すると予測されている (図 22 参照)。この貨物量の増加の一因は、Tete 回廊からの貨物需要の転換である。累計トン・km は、86 億トン・km (ゼロオプション) から 80 億トン・km (代替案 1) に減少する。



出典：調査団

図 21 換金作物輸送ルート (2030)



出典：調査団

図 22 2030年の貨物及び自動車交通量需要予測結果 (代替案 1)



## 5. セナ回廊開発の基本方針

### (1) セナ回廊開発の意義

#### a) セナ回廊の歴史的背景

- 1970年以前：セナ回廊は「マ」国への主要なゲートウェイであった。
- 1970年～1983年：セナ回廊とNacala回廊が「マ」国の主要なゲートウェイであった。
- 1983年～1992年：「マ」国は「モ」国への港湾アクセスを失い甚大な影響を受けた。
- 1992年～現在：Beira回廊とDurban回廊が「マ」国にとって主要な輸送回廊となる。

#### b) 内陸国と国際輸送回廊

「マ」国からは周辺国への輸送ルートが存在し、以下に示す回廊は「マ」国周辺国と外港へのゲートウェイとして、SADCによって定義される南北輸送回廊（North-South Transport Corridor）の一部を形成する国際輸送回廊に位置づけられる。

- Beira港と繋がるBeira回廊（南西ゲートウェイ）
- 南アとDurban港に繋がるDurban回廊（南西ゲートウェイ）
- Nacala港とザンビアに繋がるNacala回廊（東および西ゲートウェイ）
- Dar es Salaam港に繋がるDar es Salaam回廊（北ゲートウェイ）

#### c) 将来期待されるセナ回廊の機能

セナ回廊が開発されれば、現在の国内回廊の交通機能だけではなく、国際回廊および調査対象地域の国内回廊の交通機能が供される。

### (2) セナ回廊開発の基本方針

#### a) 開発ポテンシャルと主要課題

南東アフリカ、「マ」国、調査対象地域における開発ポテンシャルと主要課題を表7に示す。

表7 開発ポテンシャルと主要課題

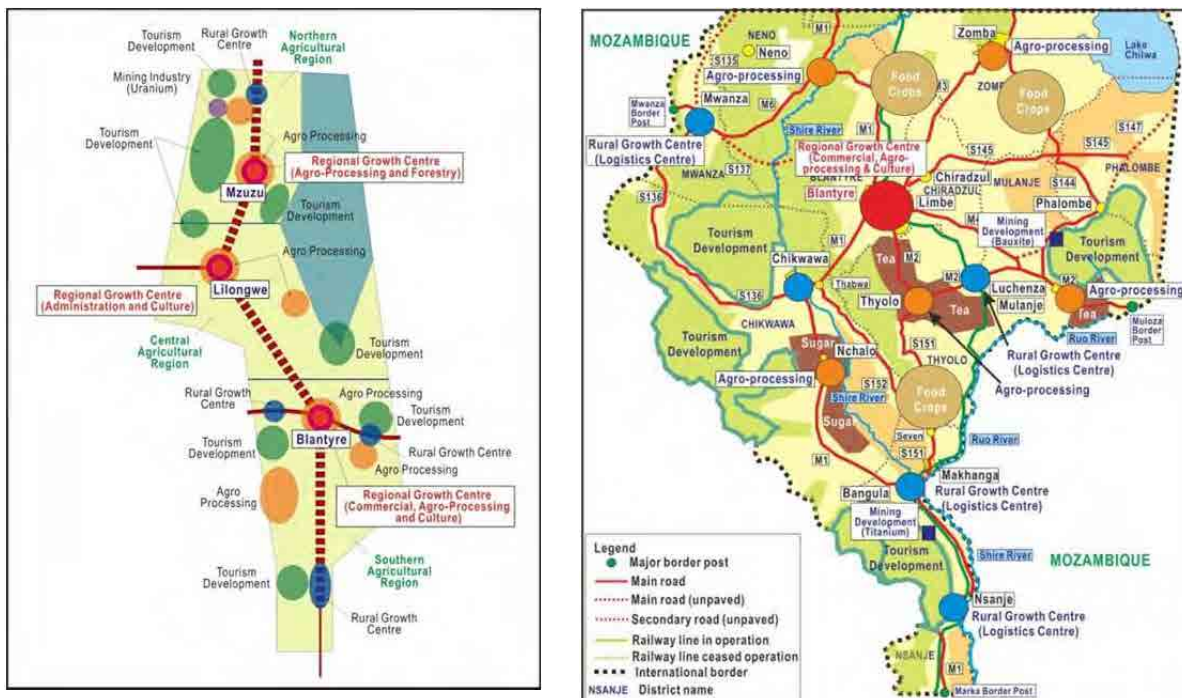
エリア	開発ポテンシャル	主要課題
南東アフリカ	1. 鉱床開発 2. 農業開発 3. 労働力の増加	1. 物流輸送ネットワーク 2. SADC 条約における地域経済統合
「マ」国	1. 地域成長拠点の機能分類 2. 農業加工産業の開発と観光開発 3. 労働力の増加 4. 鉱業開発（アルミニウム、ボーキサイト、ニッケルなど）	1. 高価で信頼に欠ける輸送 2. 低い外国直接投資と商品貿易 3. 負の貿易バランス 4. 輸出品の低い国際競争力 5. 高い貧困率
調査対象地域	1. 換金作物の生産向上（砂糖、綿花） 2. 「マ」国の食糧供給拠点としての機能促進 3. 商業と農産物加工の拠点である Blantyre の開発 4. 外国直接投資の呼び込みに資する農業加工産業、鉱業、観光業の開発 5. 労働力の増加	1. 「マ」国で最も高い貧困率 2. エリア間の経済格差 3. 外港までの長距離による高い物流コスト 4. 輸送ネットワークの寸断

出典：調査団

#### b) 「マ」国と調査対象地域の開発ポテンシャル

- 「マ」国の主要産業は農業であり、タバコ、砂糖、茶、豆類などの輸出志向品が長い間栽培されてきた。これらの農産物の生産性は十分な肥料を農家に供給することによって向上してきた。
- 現行のPSIPに基づき、投資が期待されるエリアの概念図を図23に示す。Blantyreは「マ」国の商業と農産物加工の拠点であるので、「マ」国南部地域の中心都市は、Blantyreを支える農村成長拠点としての機能を果たす。

- 調査対象地域のMulanje及びNsanje Districtには鉱業ポテンシャル、Chikwawa, Nsanje及びMulanje Districtには観光ポテンシャルがある。



出典：調査団

図 23 「マ」国と調査対象地域の地域開発ポテンシャル

(c) セナ回廊開発の必要性

南東アフリカ、「マ」国、調査対象地域の視点からセナ回廊開発の必要性は、セナ回廊の基本コンセプトと開発目標を考慮して表 8 のとおり整理した。

表 8 セナ回廊開発の必要性

エリア	必要性
南東アフリカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moatize 炭鉱およびザンビアの銅鉱からNacala 港へ大量の鉱物輸送需要がある。これにより、「マ」国に割り当てられる鉄道輸送容量は年間 200 万トンに制限される。</li> <li>「マ」国輸出入貨物の取扱シェアは Beira 港で 59%、テテ回廊（道路）で 62%を占める。Beira 港へアクセス可能な代替ルートの不足は、「マ」国経済にとって負の影響が懸念される。</li> </ul>
「マ」国	<ul style="list-style-type: none"> <li>「マ」国輸出入貨物の輸送は 87%を道路に依存している状況であることから、中長期的には道路、鉄道、内陸水運を含むマルチモーダル輸送システムに転換していくことが求められる。</li> <li>港湾のビジネス環境の変化に伴い、Durban 港（23%シェア）の「マ」国貨物は、将来 Beira 港と Nacala 港にシフトすることが見込まれる。3 倍近く輸送距離が短くなることから、Beira 港と Nacala 港へのアクセスを強化し、国際競争力向上に資する輸送路を確保する必要がある。</li> <li>「マ」国の経済成長と貧困緩和のためには、国や地域間における交流を促進し、居住地・市場・産業拠点間のつながりを確保することが不可欠である。</li> </ul>
対象地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>「マ」国南部地域を発着とする国内および国際貨物需要は、人口増加および農産物の増産、鉱物資源開発により将来増加する。輸送モードの長所・短所を踏まえ、これらの需要に見合った効率的な輸送網の構築を戦略的に推し進める必要がある。</li> <li>南部地域で効率的な輸送網が形成された場合、砂糖を例にとると、ジンバブエまでの道路輸送距離は 180km 短縮し、製糖工場からテテ回廊に接続する国境までの輸送高低差は 200m 緩和する。</li> <li>交通路の寸断によるコミュニティの分断は、貧困人口の市場アクセスの困難により、収入の減少や支出の増加をもたらす。交通寸断を解消し、商業都市・農村拠点・市場へのアクセス向上を図ることが必要である。</li> </ul>

出典：調査団

d) セナ回廊開発の基本コンセプトと開発目標

調査エリアの開発ポテンシャルを最大限に引き出すため、セナ回廊開発の3つの基本コンセプトを策定する。(表9参照)

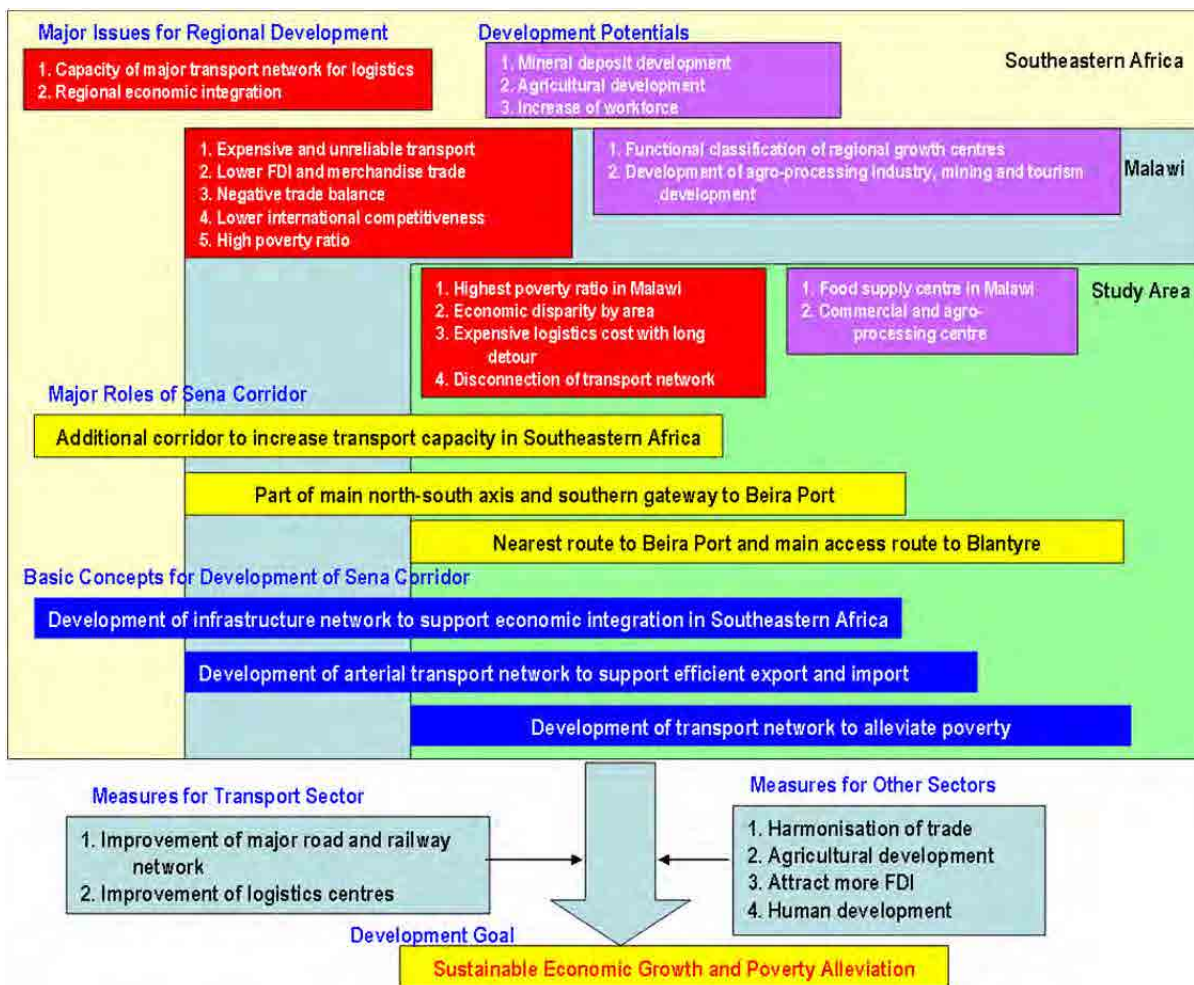
表9 セナ回廊の基本コンセプトと開発目標

エリア	基本コンセプト	開発目標
南東アフリカ	・南東アフリカの経済統合を支えるインフラネットワークの開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・持続可能な経済成長を達成する</li> <li>・輸送ネットワークの冗長性を強化する</li> </ul>
「マ」国	・効率的な輸出入を支える幹線道路網の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・持続可能な経済成長を達成する</li> <li>・輸出品の国際競争力を向上する</li> <li>・輸送ネットワークの冗長性を強化する</li> </ul>
対象地域	・貧困緩和に資する輸送ネットワークの開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・持続可能な経済成長を達成する</li> <li>・貧困を緩和する</li> <li>・調査対象地域の生活環境を向上する</li> </ul>

出典：調査団

e) 開発ゴール

セナ回廊の開発ゴールは、不十分な輸送ネットワークを改善し、地域開発を促進することによって「マ」国および調査対象地域の持続可能な経済成長と貧困緩和を目指すことである。(図24参照)



出典：調査団

図24 セナ回廊の開発ゴール

## 6. セナ回廊開発マスタープラン

### (1) マスタープランの目的

セナ回廊開発マスタープランは、セナ回廊を形成する道路、鉄道、内陸水運の輸送サブセクターの2030年を開発目標年次とする改善計画を策定することを目的としている。マスタープランでは「マ」国南部地域における輸送システムとサービスに係る計画を示している。

### (2) セナ回廊開発の位置づけ

#### a) 南東アフリカの視点

##### 現状

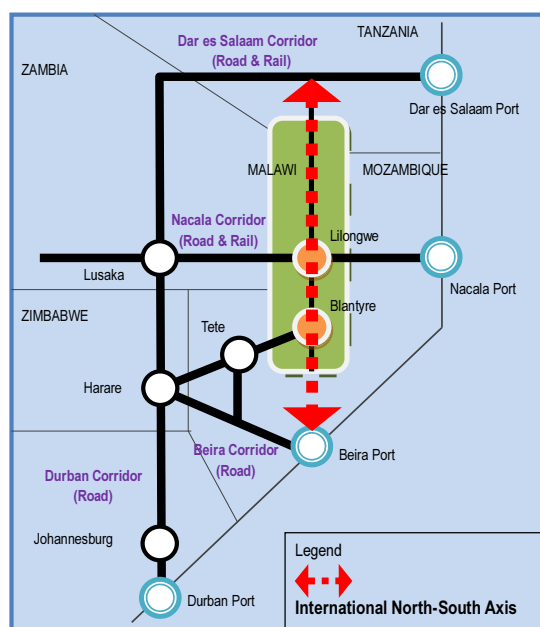
- SADCでは広域インフラ開発による域内統合を通じた経済成長、貧困緩和、生活の質向上の実現を目指している。
- 現在の回廊別輸送分担率（重量ベース）は、Beira回廊41%、Nacala回廊18%、Durban回廊33%、Dar es Salaam回廊8%であり、Beira港からTete経由の道路輸送（Beira回廊）の利用が大きい。

##### 主要課題

- 輸送セクターでは、近隣国の鉱物資源開発の活発化に伴う輸送能力の不足や外港アクセスの代替性が不十分であることから、広域輸送網の早期形成が課題である。

##### 役割と機能

- 東西方向の国際回廊とリンクする南北方向の国際回廊の開発により、「マ」国、「モ」国、タンザニア、ザンビア、ジンバブエの5カ国を統合する広域的かつ効率的な物流網が形成する。
- セナ回廊（Blantyre～Beira港）は国際南北軸の一部を形成している。（図25参照）
- 将来需要を踏まえると、セナ回廊開発は、Nacala回廊とBeira回廊を補完し、輸送の代替性を確保する点から「マ」国にとっても意義がある。



出典：調査団

図-25 国際南北軸

#### b) 「マ」国の視点

##### 現状

- 「マ」国南部地域は貧困率が高い地域である。特に、Blantyreから距離的に離れた地域の貧困率が高く、「マ」国南端に位置するNsanje県の貧困率は76.0%と際立っている。
- MGDSでは、農業、輸送インフラ、産業開発を重点分野とし、生産地域と国内外市場を結ぶことによる輸送コストの削減に重点を置いている。

##### 主要課題

- 非効率的な輸送システムや道路に強く依存した輸送システムに起因する問題、港湾ビジネス環境の変化に柔軟に対応した輸送ルートを確立する観点から、「マ」国の国土南北軸の早期形成が課題である。

### 役割と機能

- セナ回廊は「マ」国国土の南北軸の一部を形成している。（図26参照）
- セナ回廊開発によって「マ」国南部地域が最短距離でBeira港と結ばれることでゲートウェイとして機能し、Beira回廊とNacala回廊へのアクセスが強化されることは、「マ」国の均衡な国土の発展に貢献することが期待される。

#### c) 調査対象地域の視点

##### 現状

- 調査対象地域の大半は地勢的に低地にあり、現在機能している国境施設は標高1,000 m以上に位置するため標高差の観点から輸送コストが高くなる傾向にある。

##### 主要課題

- 「マ」国南部地域は貧困率が高い地域であることから、セナ回廊開発によって交通ネットワークを改善し、輸送コストの低減や交通の円滑化を図ることが課題である。

### 役割と機能

- セナ回廊は調査対象地域における幹線交通網に位置づけられる。セナ回廊開発により交通機能が向上すれば、Blantyreへのアクセスが効率的になるとともに、貧困エリアから幹線交通網へのアクセスが改善することが期待される。

### (3) マスタープランで仮定される外部要因

#### a) 仮定条件の範囲

- 道路サブセクターで考慮すべき外部要因は、国境から「モ」国のN1号線の未舗装区間の改良である。この区間は約140 kmであり、「モ」国道路局（ANE）が実施機関となる。
- 鉄道サブセクターで考慮すべき外部要因は、国境から「モ」国のDona Anaまでの既存鉄道のリハビリである。この区間は約44 kmであり、CFMが実施機関となる。

#### b) 仮定条件

マスタープラン策定のため仮定される外部要因は以下の3タイプとする。

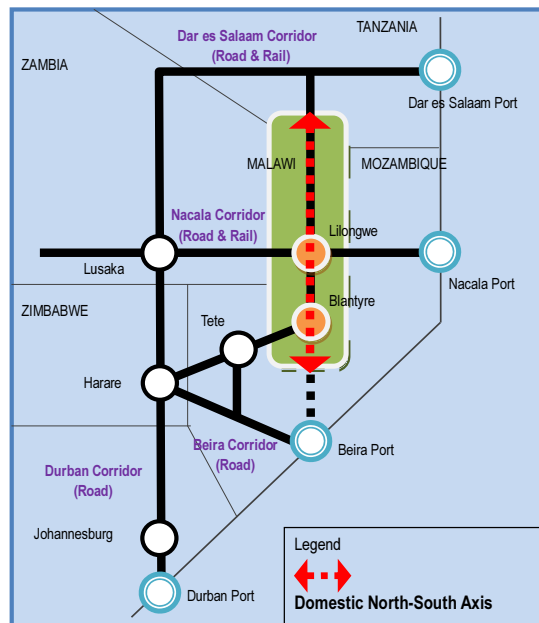
- 仮定条件1：「モ」国で2030年までに道路と鉄道の両方が開発される。
- 仮定条件2：「モ」国で2030年までに鉄道だけが開発される。
- 仮定条件3：「モ」国で2030年までに道路だけが開発される。

#### c) 仮定条件の評価

- 3つの仮定条件に関し、仮定条件1が「マ」国にとって輸送の信頼性向上において最も優位となり、また、「モ」国側においても道路セクター、鉄道セクターのそれぞれから便益を期待することができる。
- マスタープランで仮定される外部要因は仮定条件1とする。

### (4) 輸送サブセクターの開発コンセプト

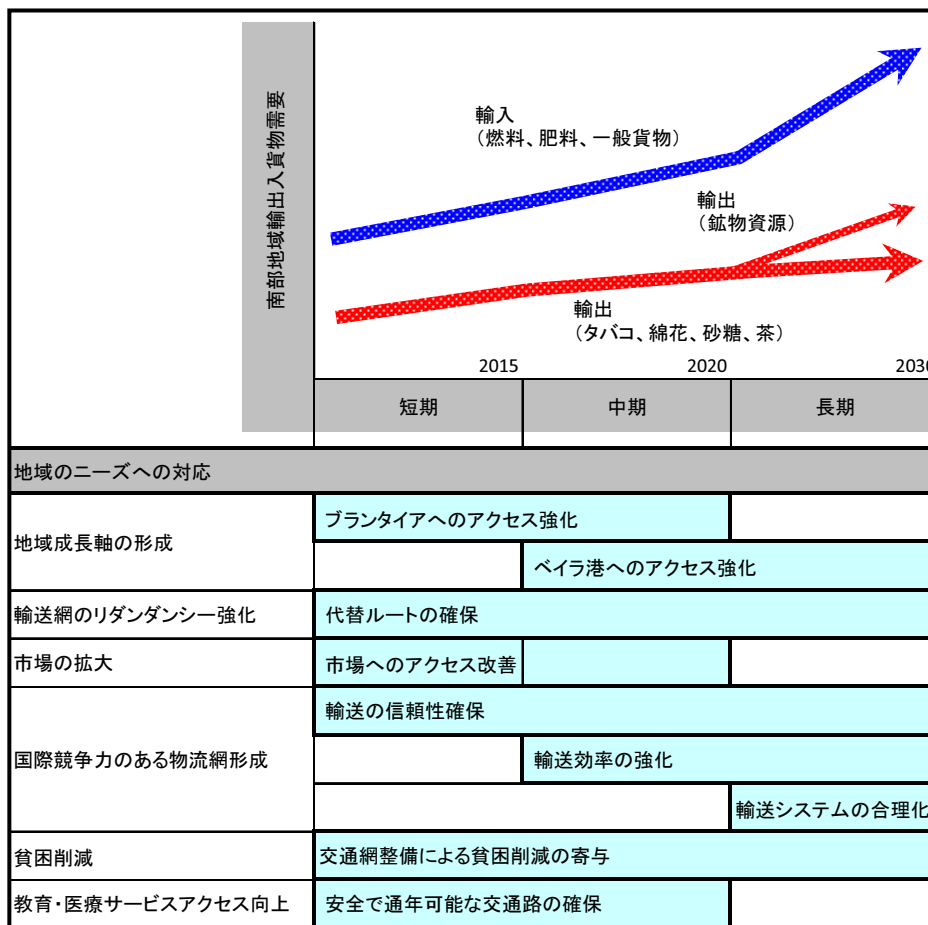
「マ」国南部地域のセナ回廊開発コンセプトは、地域の開発ポテンシャルと主要課題を考慮し



出典：調査団

図-26 国土南北軸

たセナ回廊開発の基本コンセプトに対応しつつ、短期（2015）・中期（2020）・長期（2030）のタームのなかで下記の6つの開発チャレンジに取り組むことを提案する。（図27参照）



出典：調査団

図27 セナ回廊の開発コンセプト

- BlantyreとBeira港へのアクセス強化を図ることによって地域成長軸を確立する。
  - 輸送代替路を形成することによって輸送ネットワークのリダンダンシーを強化する。
  - 地域レベルと国際レベルの両方の市場アクセスを改善することによって市場を開拓する。
  - 輸送の信頼性の確保、輸送の効率性の向上、段階的な輸送モードの統合によって国際競争力のある物流ネットワークを形成する。
  - 輸送ネットワークの整備によって貧困緩和に寄与する。
  - 安全な全天候型道路を確保することによって教育や医療サービスへのアクセスを改善する。
- 一方、道路と鉄道にはそれぞれの輸送上の特性や利点がある。このため、道路輸送と鉄道輸送は相互に補完的するため、それぞれの整備が必要である。特に事故等の場合のリダンダンシーの確保が重要である。（表10参照）

表 10 道路輸送と鉄道輸送の特性と利点の整理

道路輸送のメリット		
項目	道路	鉄道
ドア・トゥ・ドア輸送	可能	鉄道のみではドア・トゥ・ドア輸送は出来ない。鉄道輸送の両端で最低約1時間程度の荷役時間が掛かる。
運行時間帯の制約	日中の都市内道路走行は禁止されている。迂回路を通行すれば、制約はなくなる。	保守時間帯（夜間6時間程度）は走行できない。
事故対応	事故に巻き込まれる可能性が大きい、代替輸送が可能である。	事故に巻き込まれる可能性は低い、一旦発生すると代替輸送が困難である。
貨物増減の対応	可能	積載余裕がない場合は、対応出来ない。
鉄道輸送のメリット		
項目	道路	鉄道
長距離輸送コスト	輸送距離500km以上では不利になる。	輸送距離500km以上で有利になる。
配達日の調整	困難	ターミナルをストック場所として調整が可能となる。
CO2排出量	鉄道輸送に比べて多い。	道路輸送に比べて少ない。
バルク輸送	向いていない。	燃料、石炭、セメント等のバルク輸送に向いている。
定時性	事故、渋滞により、到着時間が安定しない。	ダイヤにより、安全、安定輸送が可能である。

出典：調査団

## (5) 輸送サブセクターの開発方針

## a) 道路サブセクター

道路サブセクターの長期開発方針を表11に示す。

表 11 道路サブセクターの開発目的と開発方針

分野	開発目的	開発方針
運営管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>インフラ保守</li> <li>安全確保</li> <li>貧困層のアクセス改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路セクタープログラムに基づいた道路整備プログラムの作成</li> <li>道路安全マスタープランに基づいた安全対策の実施</li> <li>道路整備に資する道路使用料の徴収</li> </ul>
インフラ開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>効率的な国土軸と地域軸の確立</li> <li>信頼性のある幹線道路ネットワークの開発</li> <li>基幹回廊と輸送結節点へのアクセス向上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main Roadsの最低基準の提供（2車線舗装）</li> <li>幹線道路網の最低基準の提供（全天候型）</li> <li>アクセス向上に資する道路網の拡充（特に農村部）</li> </ul>
制度組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路行政の強化</li> <li>道路データベースの有効活用</li> <li>利用者志向と環境配慮の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画・維持管理システムと契約管理の教育訓練の提供</li> <li>データ管理能力と業務技能の向上</li> <li>道路・橋梁の状況調査と交通量調査の継続実施</li> </ul>
財源	<ul style="list-style-type: none"> <li>持続可能な維持管理と開発のための財源確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>政府開発予算と道路基金予算からの道路整備費の確保</li> <li>開発パートナーへの予算申請</li> <li>資金源開発（プライベートセクターや自己資金）</li> </ul>

出典：調査団

道路ネットワークの機能分類と開発目標を表12、改良道路ネットワークの密度を図28に整理する。

表 12 調査対象地域の道路ネットワークの機能分類

機能分類	路線	開発目標
国土南北軸	M1, S151	国際基準適合 (M1)
		M1 号線の代替路開発 (S151)
国際回廊アクセス	M1, S136, S151	Beira 回廊と Nacala 回廊へのアクセス強化 (M1 and S151)
		Beira 回廊へのアクセス強化 (S136)
地域拠点リンク	M1, S136, S151, S152	M1 号線と S151 号線からなる国土軸開発
		国土軸へのアクセス強化 (S136 and S152)

出典：調査団



出典：調査団

図 28 改良道路ネットワークの密度

b) 鉄道サブセクター

鉄道サブセクターの長期開発方針を表 13 に示す。

表 13 鉄道サブセクターの開発目標と開発方針

分野	開発目的	開発方針
運営管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>インフラの維持管理</li> <li>車両の維持管理と購入</li> <li>安全安定輸送サービスの確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limbe~Makhanga 間の緊急リハビリの実施</li> <li>完全な車両のリハビリの実施と新車の購入</li> <li>安全安定輸送確保の為に施設と車両に対する定期保守システムの導入</li> </ul>
インフラ開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>効率的な国際回廊の確立 (Beira 港への接続)</li> <li>信頼性がある適切な鉄道網の開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄道建設基準の確立</li> <li>Chiromo の鉄道分断箇所の解消</li> <li>貨物需要に応じた鉄道網の改良</li> <li>貨物輸送に関する二国間協定</li> </ul>
制度組織	<ul style="list-style-type: none"> <li>管理能力の強化</li> <li>鉄道市場の商業的、市場志向開発の強化</li> <li>輸送部門における鉄道サブセクターの競争力の強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄道法の確立</li> <li>管理システムの確立 (MoTPI の鉄道管理部門の強化)</li> <li>人材育成 (JICA 訓練コース等への参画)</li> </ul>
財源	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄道運営における財務的自立の促進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>当事者間の権利と義務の明確化、及び事業生産性向上の為にコンセッション契約の改訂</li> <li>鉄道網の長期投資計画の確立</li> <li>ODA 導入</li> <li>自己資金の開発</li> </ul>
市場開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場開発 (コンテナ輸送、鉱石輸送等の強化)</li> <li>安全安定貨物輸送の確立</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>市場開発部門の設立、及び鉄道輸送サービスの現実的な事業計画の策定</li> <li>インフラの改良、及び人材開発</li> <li>周辺事業の分離による鉄道事業の商業化の促進</li> </ul>

出典：調査団



(6) 輸送サブセクターの開発計画

a) 道路サブセクター

道路サブセクターの現況分析から特定された主要課題に対する対策は、各々の課題に対応した改良方針に基づいて立案している（表 14 参照）。また、道路サブセクターの開発計画は技術的側面、投資環境および開発優先度を考慮して策定した（表 15、図 29 参照）。

表 14 道路サブセクターの主要課題と対策

主要課題	改良方針	対策
1. 信頼ある幹線道路網の形成	適正な幹線道路の機能の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>全天候型道路の構築</li> <li>舗装道路への改良</li> </ul>
2. 国際輸送回廊としての道路網の開発	適正な国際道路輸送の機能の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>「モ」国の Vila Nova de Frontela~Caia 間の改良</li> <li>交通サービス水準を確保するための急勾配区間の拡幅</li> </ul>
3. 輸送コストの削減	より安価な輸送ルートの確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設の Kamuzu Truss 橋（道路鉄道併用橋）における道路の標準設計幅員に合致した拡幅</li> </ul>
4. 未舗装道路区間の改良	適切な道路構造・施設の導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>テテ道路および Beira 港へのショートカットの創出</li> <li>居住地とトレーディングセンターのリンク道路整備</li> <li>鉄道駅へのアクセス道路整備</li> </ul>
5. 地域開発を支える道路網の開発	地域経済の成長と住民の生活レベルの向上の促進	
6. 大規模流失区間の整備	通年交通の実現	<ul style="list-style-type: none"> <li>南北軸の代替ルートを構築するため S151 号線の Chiromo 流失区間の接続</li> <li>洪水により流失した Mwanza 橋の復興</li> </ul>
7. 持続可能な運営・管理システム	効率的な道路維持管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>道路基金から日常および定期保守の資金を確保</li> <li>維持管理計画と管理の改善</li> </ul>

Source: Study Team

表 15 道路サブセクターの開発計画

主要課題	短期 (2015 年)	中期 (2020 年)	長期 (2030 年)
1. 信頼ある幹線道路網の形成		1. S152 (Thabwa–Seven)の改良	-
2. 国際輸送回廊としての道路網の開発	1. M1 (Chikwawa–Bangula)の改良 (on-going) 2. M1 (Nsanje–Marka)の改良 (planned)	1. M1 (Bangula–Thabwa)の登坂車線設置	1. 「モ」国における道路 (Vila Nova de Frontela–Caia)の整備
3. 輸送コストの削減	3. S136 (Mwanza–Chikwawa)の改良 (planned) 4. S151 (Thyolo–Makhanga)の改良 (committed) 5. S151 (Bangula–Makhanga)の再構築	-	1. D379 (「モ」国への新しいアクセス道路)の改良 2. 「モ」国における道路 (Vila Nova de Frontela – Caia)の整備
4. 未舗装道路区間の改良		-	-
5. 地域開発を支える道路網の開発	6. 農村アクセス向上のためのコミュニティ道路の維持管理	1. S152 (Thabwa–Seven)の改良	-
6. 大規模流失区間の整備	1. S151 (Bangula–Makhanga)の改良 2. S136(Mwanza 橋)の復興	-	-
7. 持続可能な運営・管理システム	1. 日常保守の十分な資金の確保	1. 日常および定期的な保守の十分な資金の確保	1. 日常および定期的な保守の十分な資金の確保

出典：調査団

- 対象地域の幹線道路網 (M1, S136, S151, S152) に共通した対策は、全天候型道路構築、舗装道路改良、居住地とマーケットのリンクが挙げられる。対策が必要となる最も優先順位の高い路線は、「マ」国南部地域のセナ回廊開発コンセプトおよび調査対象地域の道路ネットワークの機能を考慮すると、M1号線とS151号線である。この2路線は国土南北軸、国際回廊アクセスおよび農村成長拠点をリンクする幅広い交通機能を有す。この2路線に次ぐ優先順位はS136号線とS152号線である。一方、「マ」国政府はM1号線およびS136号線の改良を2015年までに実施することを決定しているため、S151号線のうち予算が付いていないMakhanga～Bangula間の約9 km区間およびS152号線全線 (59 km) の2ルートが追加投資の対象となる。
- 代替南北軸形成に資するS151号線のChiromo寸断箇所およびS136号線のMwanza寸断箇所の復旧対策の時期は、S151号線とS136号線の改良時期との整合性を考慮する必要がある。これらの対策は効率的な物流ルートの形成のみならず大規模流失区間の結合によって地元住民の生活水準向上に貢献することが見込まれる。



出典：調査団

図 29 道路サブセクターの開発計画

- 交通量が増大することが見込まれる中長期の対策としては、S151号線のKamuzu Truss橋（現在1車線の道路鉄道併用橋）に平行した道路橋の建設、M1号線の急勾配区間の交通サービス水準の確保のための拡幅を考慮する。
- 長期的には、テテ道路とBeira港へのショートカットの創出、「モ」国のVila Nova de Frontela～Caia間の道路改良を開始すべきである。
- 鉄道駅へのアクセス整備は、T420号線やU173号線のようなコミュニティ道路が対象となる。これらの道路は、鉄道リハビリ工事のための機材運搬路および鉄道の維持管理通路となりうることから、Limbe～Makhanga間の鉄道リハビリ事業において実施する。
- 道路の日常のおよび定期的な保守に関する予算システムは、5年ごとに改定される道路セクタープログラムのなかで維持管理プログラムを策定し、単年度ごとに維持管理予算を確保することが基本となっている。道路維持管理の予算・計画管理に関する現存システムは機能しているものの、短期的には日常的な維持管理を確実に実施することを優先する。中長期的には、舗装道路の延長が増加することが見込まれるため、舗装道路の点検・管理を適切に執行するための教育訓練や契約管理を実施し、舗装道路の定期修繕とポットホール補修に係る費用を確保する。

#### b) 鉄道サブセクター

鉄道サブセクターの現状分析で明らかになった主要課題に対する対策は、表 16 に示す改良方針に基づいて検討した。鉄道サブセクターの開発計画は、技術的検討、投資事情、開発優先度を考慮して策定した。開発計画を表 17 と図 30 に示す。

- 流失部の新橋建設：セナ回廊開発コンセプトに基づき、鉄道路線を外洋港と結節する開発に関して、新橋建設は重要課題の一つである。橋梁は、Limbe～Makhanga間のリハビリ終了後の中期計画で建設する。
- Limbe～Makhanga間のリハビリとMakhanga～Border (Marka) 間の再構築は、安全安定鉄道輸送を支える軌道、路盤、橋梁に対して実施する。「マ」国の鉄道施設は一般に荒廃しているので、速度制限や頻発する脱線による輸送力の減少を引き起こしており、鉄道輸送は貨物需要に対応出来ていない。リハビリと再構築は、中長期計画で実施する。
- 輸送需要に対応した車両の購入：CEARのみならずCDNでは、稼動可能な列車の不足により輸送力を減少させており、需要に対応出来ていない。この問題を解決するには、新車の購入又は車両の修理により稼動可能な車両を増やす必要がある。さらに、故障車両の修理の為に予備部品の補充が必要である。車両購入は、中長期計画で実施する。
- 新信号通信システムの設置：列車運転の安全及び管理効率を改善するには、信号システムの近代化や再導入が必要である。「マ」国では、信号システムが旧式で、保守されておらず、列車の運行は基本的に無信号で行われている。信頼出来る信号通信システムは、列車の安全運行に必須である。信号通信システムの設置は、中長期計画で実施する。
- Beira港までの国際貨物列車の運転再開の為に、Beira港までの貨物列車運行に関する「モ」国政府との二国間協定の準備を始めるべきである。実際の国際貨物列車の運転は長期計画時に始める。

表 16 鉄道サブセクターの主要課題と対策

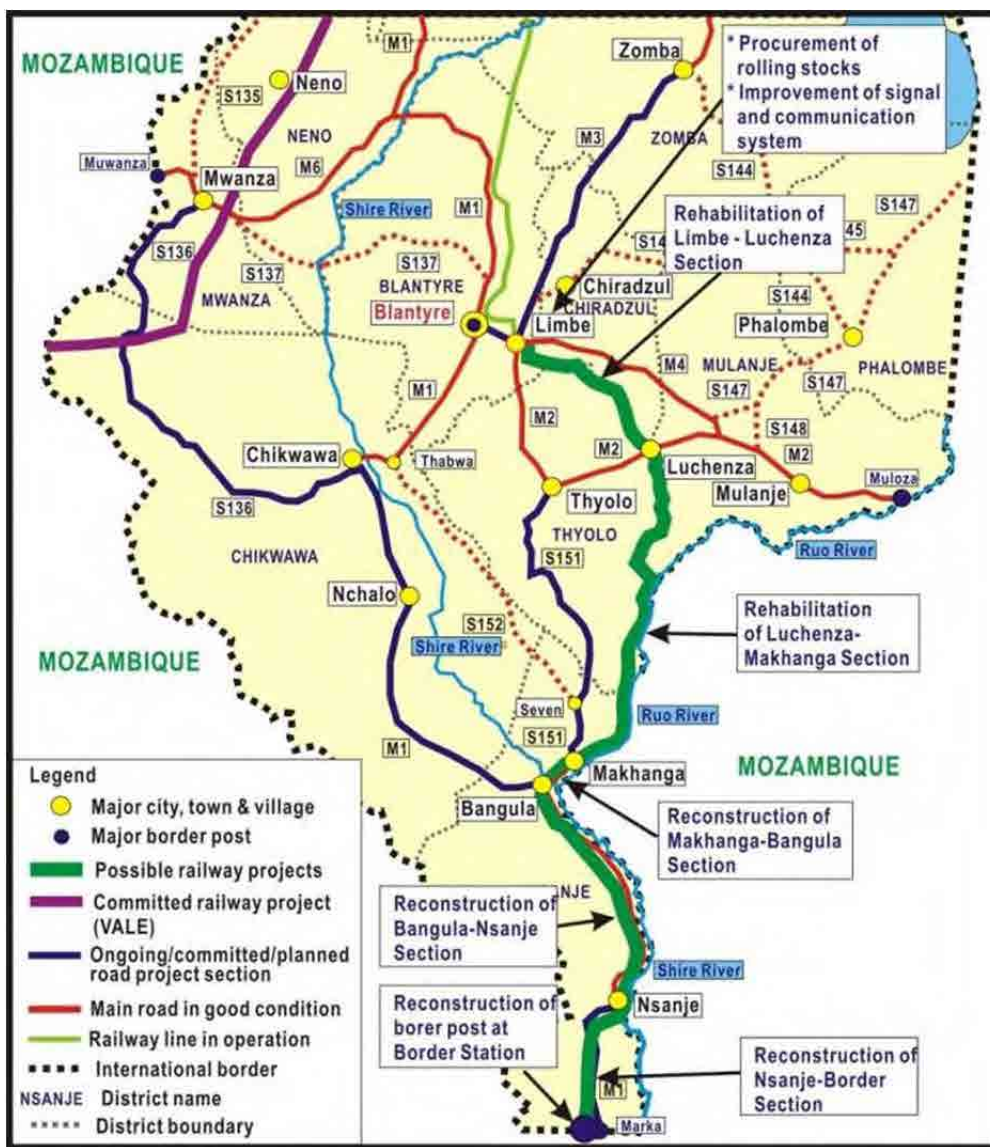
主要課題	改良方針	対策
1. 流失部の橋梁建設	チロモの鉄道分断箇所の解消	* 流失部での新橋建設
2. 既存鉄道施設のリハビリと再建、及び軌道の強化	鉄道輸送の再開	* Limbe-Makhanga 間のリハビリ (バラスト、枕木、レールの交換、橋梁のリハビリ) * Makhanga-Border (Marka) 間の再構築
3. 車両不足	車両不足の解消	* 需要に対応した車両購入 (ディーゼル機関車、貨車、客車)
4. 信号通信システムの改良	安全安定鉄道運転の確保	* 新信号通信システムの導入
5. 国際貨物輸送	「マ」国通過国際貨物輸送の促進	* Beira 港からの鉄道貨物輸送に関する「モ」国政府との二国間協定
6. MoTPI 及び CEAR の能力開発	鉄道運営の管理監督能力の向上	* JICA 研修 * MoTPI 鉄道部門、及び CEAR の組織制度改革 * 鉄道法の改訂
7. コンセッション契約の改訂	コンセッション契約の不明瞭事項の解消	* 「マ」国政府、CEAR 間のコンセッション契約の改訂
8. 輸送力の強化	鉄道輸送力の強化	* Limbe-Border (Marka) -Dona Ana 間のリハビリ/再構築

出典：調査団

表 17 鉄道サブセクター開発計画

主要課題	短期 (2015 年)	中期 (2020 年)	長期 (2030 年)
1. 流失部の橋梁建設	-	1. Makhanga-Bangula 間のリハビリ	-
2. 既存鉄道施設のリハビリと再建、及び軌道の強化	1. Limbe-Makhanga 間の緊急リハビリ (「マ」国政府)	1. Limbe~Makhanga 間のリハビリ	1. Bangula-Border (Marka) 間の再構築
3. 車両不足	-	1. 車両購入	1. 車両購入
4. 信号通信システムの改良	-	1. Limbe-Bangula 間の信号通信システムの設置	1. Bangula-Border (Marka) 間の信号通信システムの設置
5. 国際貨物輸送	-	-	1. 「モ」国との国際貨物輸送に関する二国間協定の締結
6. MoTPI 及び CEAR の能力開発	1. JICA 研修 2. MoTPI 鉄道部門、及び CEAR の組織制度整備	-	-
7. コンセッション契約の改訂	1. 「マ」国政府、CEAR 間のコンセッション契約の改訂	-	-
8. 輸送力の強化	-	-	1. Vila Nova de Frontela-Dona Ana (「モ」国) 間の再構築 2. Vila Nova de Frontela-Dona Ana (「モ」国) 間の信号・通信システムの設置

出典：調査団



出典：調査団

図 30 鉄道サブセクター開発計画

- JICA研修、MoTPI鉄道部門及びCEARの組織制度改革、鉄道法の改訂：鉄道サブセクターの現状分析で判明した主要課題の中で、鉄道サブセクターに対する能力開発プログラムは技術的検討と投資条件を元にして準備する。また、MoTPIとCEARの組織制度整備、及び鉄道法の改訂は緊急課題である。能力開発は、直ちに開始すべきである。
- 「マ」国政府とCEARのコンセッション契約の改訂：現在の契約には、適用法の不備、契約条項の不備、政府の責任回避、投資資金の不足、保証金の不払い等を含む数々の問題がある。さらに、コンセッションネアーは十分な維持管理が出来ないので、コンセッション契約の改訂に付いての協議を直ちに始めるべきである。
- Limbe～Border(Marka)～Dona Ana間のリハビリ／再構築：運行効率を改善するには、貨物輸送を安全で信頼できるものにする必要がある。これには、重軌条の設置を含む軌道のリハビリ、橋梁の架け替え、新信号通信システムの設置が必要になる。しかし、リハビリ及び再構築は、短期計画で実施されるLimbe～Makhanga間の緊急リハビリを除いて、中長期計画で実施する。

## c) 輸送サブセクターの開発計画

輸送サブセクターの短期・中期・長期の開発計画を表 18 に示す。

表 18 輸送サブセクターの開発計画

サブセクター	短期 (2015)	中期 (2020)	長期 (2030)
道路	<ul style="list-style-type: none"> <li>M1 (Chikwawa-Bangula)の改良 (on-going)</li> <li>M1 (Nsanje-Marka)の改良 (planned)</li> <li>S136 (Mwanza-Chikwawa)の改良 (planned)</li> <li>S151 (Thyolo-Makhanga)の改良 (committed)</li> <li>S151 (Makhanga-Bangula) の再構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>M1 (Bangula-Thabwa)の登坂車線設置</li> <li>S152 (Thabwa-Seven)の改良</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>D379 (「モ」国への新しいアクセス道路)の改良</li> <li>「モ」国における道路 (Vila Nova de Frontela - Caia)の開発</li> </ul>
鉄道	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vale 鉄道新線の建設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Limbe-Luchenza 区間のリハビリ</li> <li>Luchenza-Makhanga 区間のリハビリ</li> <li>Makhanga-Bangula 区間の再構築</li> <li>信号通信システムの導入</li> <li>車両調達</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bangula-Nsanje 区間の再構築</li> <li>Nsanje-Border (Marka) 区間の再構築</li> <li>信号通信システムの導入</li> <li>車両調達</li> <li>「モ」国における Vila Nova de Frontela-Dona Ana 区間の再構築</li> <li>「モ」国における信号通信システムの導入</li> </ul>
内陸水運	<ul style="list-style-type: none"> <li>シレ・ザンベジ水運の運航開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>シレ・ザンベジ水運のリハビリ</li> </ul>	-

出典：調査団

## (7) マスタープランの評価

## a) 輸送ネットワークの代替案

調査対象地域の輸送サブセクターの開発計画および「モ」国側のマスタープランで仮定した外部要因に基づく3つの輸送ネットワークの代替案は以下の通り。(表-19、図-31 参照)

- 代替案1：道路・鉄道・水運のフルネットワーク (2030年までに開発計画が全て実施される)
- 代替案2：S151号線のChromo寸断箇所が未実施 (左記以外は全て実施される)
- 代替案3：ンサンジェ港以南の鉄道が未整備 (左記以外は全て実施される)

表 19 輸送ネットワーク代替案の評価

代替案	輸送ネットワーク	
	道路	鉄道
1	Beira 港まで接続	Beira 港まで接続
2	S151 号線のChromo流出箇所が未整備	Beira 港まで接続
3	Beira 港まで接続	Nsanje 港まで接続 (Nsanje 以南の鉄道が未整備)

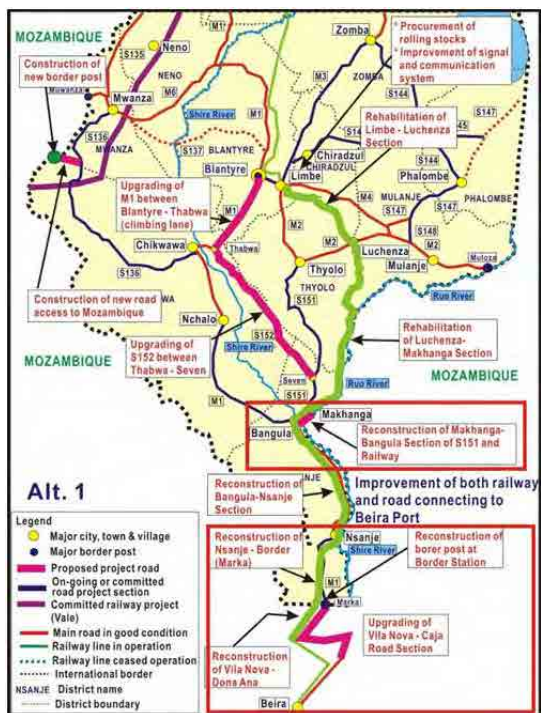
出典：調査団

## b) 評価項目

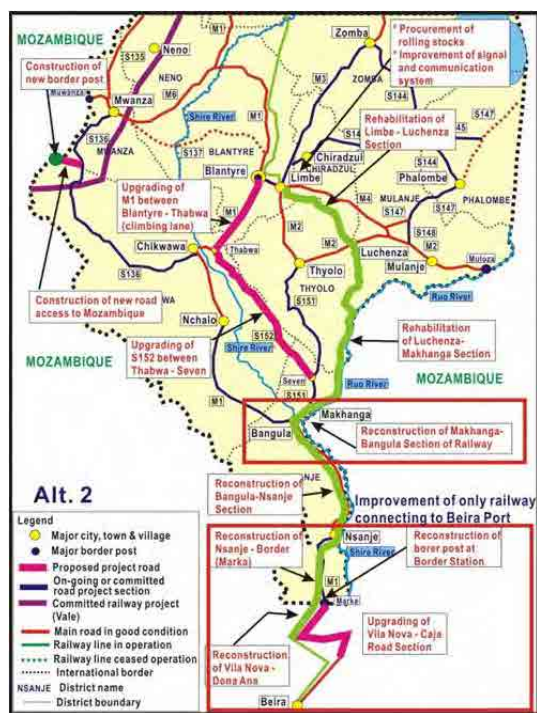
## 経済評価

- 全ての代替案でEIRRは12%以上の結果を得た。
- 便益は自動車走行経費 (VOC) と走行時間費用 (TTC) の節約を考慮した。

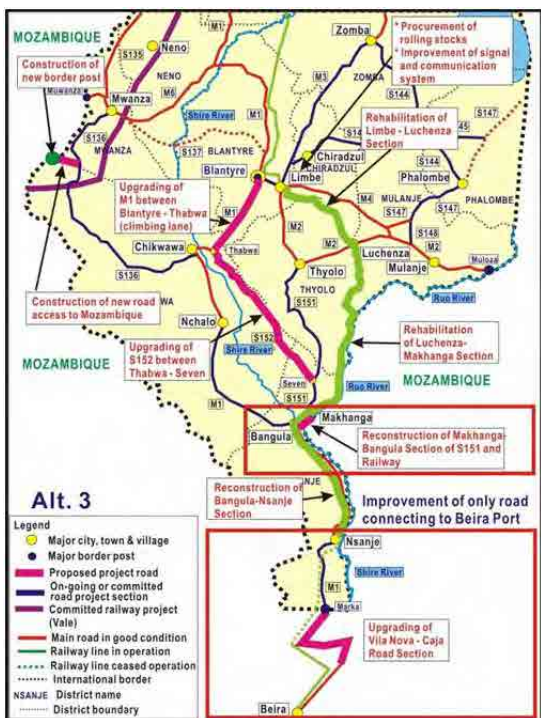
代替案 1



代替案 2



代替案 3



出典：調査団

図 31 輸送ネットワーク代替案の評価

環境評価

- 3指標（自然環境、社会環境、地域経済）を含む戦略的環境評価（SEA）の結果、代替案1, 3が比較的 positive の影響があると判断される。

- CO<sub>2</sub>削減効果（プロジェクト評価期間中のプロジェクトを実施しない場合の排出量に対する削減量比率）は代替案1が4.0%、代替案2が0.3%、代替案3が4.0%となった。

#### 輸送の観点

- 代替案1でUS\$ 16.2百万/年、代替案2でUS\$ 11.3 百万/年、代替案3でUS\$ 8.1百万/年の外貨節約が可能となる。
- 2030年におけるプロジェクトを実施しない場合の年間貨物輸送量（トン時）に対する削減比率は代替案1が7.2%、代替案2が6.2%、代替案3が2.9%となり、代替案1が輸送の信頼性（時間短縮）の観点で最も評価される。

#### c) 総合評価

比較検討の結果、代替案 1 が最も比較優位性がある結果を得た。（表 20 参照）

表 20 総合評価結果

項目		代替案 1	代替案 2	代替案 3	備考
経済評価	EIRR	A+ (17.1 %)	A (13.3 %)	A (16.5 %)	
環境影響	地域経済影響	A	B	A	SEA 参照
	社会的影響	B	B	B	SEA 参照
	自然環境影響	B	B	B	SEA 参照
	CO <sub>2</sub> 削減効果	A	B	A	
輸送の観点	外貨節約効果	A+	A	B	
	輸送の信頼性	A	A	B	
総合評価		<b>A+</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	

注：A+= 比較優位な高い整備効果がある, A = 整備効果がある, B = 比較劣勢な整備効果がある, C = 整備効果がない  
出典：調査団

### (8) マスタープラン

#### a) 実施スケジュール

マスタープランで提案されたプロジェクトを短期（2015 年）・中期（2020 年）・長期（2030 年）の実施時期毎に分けたものを図 32 に示す。また、既存および提案プロジェクトに関し、プロジェクトの必要性、技術的判断、開発パートナーの輸送セクターへの投資動向を踏まえ、各実施時期を考慮した実施計画を表 21 に示す。





出典：調査団

図 32 実施時期別のプロジェクト位置図

表 21 プロジェクト実施計画

プロジェクト	投資コスト (US\$百万)	2015	2020	2030
<b>1. Road Project</b>				
a) Upgrading M1 Chikwawa–Bangula	41	→		
b) Upgrading M1 Nsanje–Marka	21	→		
c) Upgrading S151 Thyolo–Makhanga	65	→		
d) Upgrading S136 Chikwawa–Mwanza	117	→		
e) Reconstruction S151 Makhanga–Bangula	44		→	
f) Construction of climbing lane on M1	9		→	
g) Upgrading S152 Thabwa–Seven	59		→	
h) Upgrading D379 new access to Mozambique	13			→
i) 1) Upgrading Caja–Shire River (MOZ)	58			→
2) Upgrading Shire River–Mutarara (MOZ)	46			→
3) Upgrading Mutarara–Vila Nova (MOZ)	30			→
j) Capacity development and institutional arrangement	-	→		
<b>2. Railway Project</b>				
a) Construction of new railway line by Vale	n.a.	→		
b) Emergency spot repair Blantyre–Limbe–Makhanga	2	→		
c) Capacity development and institutional arrangement	0.3	→		
d) Rehabilitation of Limbe–Luchenza	30		→	
e) Reconstruction of Makhanga–Bangula	20		→	
f) Rehabilitation of Luchanza–Makhanga (including maintenance of access local roads)	53		→	
g) Reconstruction of Bangula–Nsanje	30			→
h) Reconstruction of Nsanje–Border (Marka)	19			→
i) Installation of signal & telecommunication system	24		→	→ →
j) Procurement of rolling stock	44		→	→ →
k) Reconstruction of Vila Nova–Dona Ana (MOZ)	21			→ →
l) Installation of signal & telecommunication (MOZ)	5			→
<b>3. Inland Waterway Project</b>				
a) Start operation of Shire-Zambezi Waterway	n.a.		→	

注：網掛け箇所は「マ」国政府あるいは他の資金源による実施中/融資決定/計画済のプロジェクト

出典：調査団

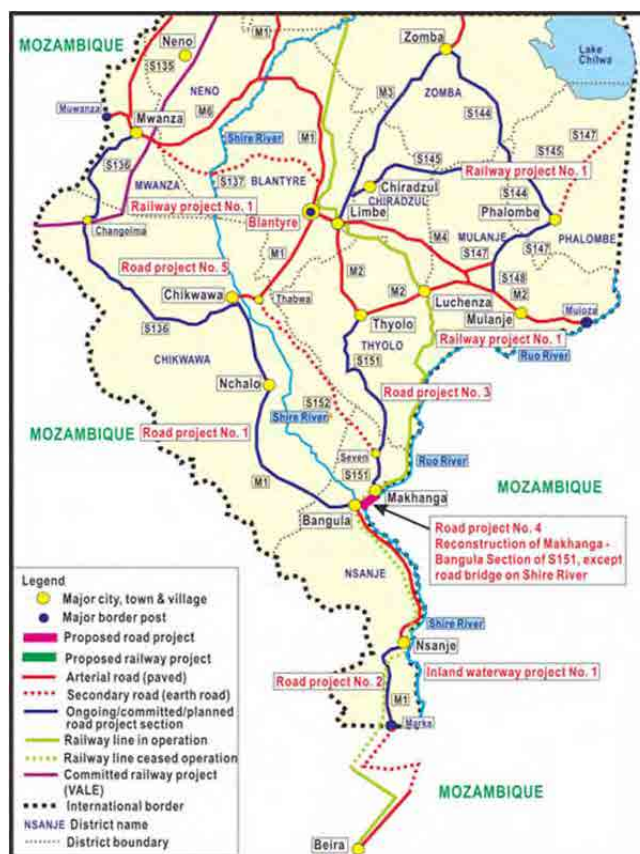
b) 短期プログラム

短期プログラムのプロジェクトリストを表 22 と図 33 に示す。

表 22 短期プロジェクトリスト

	区間／項目	財源	数量	単位	コスト (百万US\$)
<b>Road Projects in Malawi</b>					
1	Upgrading of M1 Chikwawa–Bangula (on-going)	EDF/GoM	80	km	41
2	Upgrading of M1 Nsanje–Marka (planned)	GoM	27	km	21
3	Upgrading of S151 Thyolo–Makhanga	Kuwait/ BADEA/ OPEC/ GoM	54	km	65
4	Reconstruction of S151 Makhanga–Bangula	No	9	km	28
5	Upgrading of S136 Mwanza–Chikwawa (planned)	GoM	106	km	117
Sub-total					272
<b>Railway Projects in Malawi</b>					
1	Construction of new railway line by Vale	Vale	138	km	-
2	Emergency spot repair and bridge/culvert repair of Blantyre–Limbe–Makhanga section	GoM	1	LS	2
3.	Capacity development and institutional arrangements	GoM			0..3
Sub-total					2
<b>Inland Waterway Projects in Malawi</b>					
1	Start of operation of Shire–Zambezi Waterway	GoM		km	-
Sub-total					-
<b>Total Investment in Malawi</b>					274

出典：調査団



出典：調査団

図 33 短期実施プロジェクトの位置図

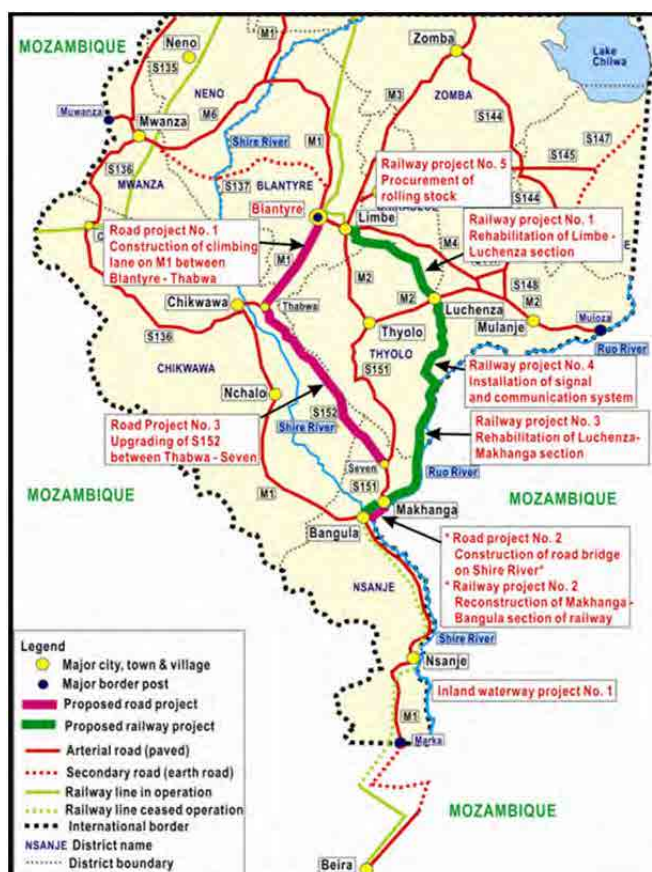
c) 中期プログラム

中期プログラムのプロジェクトリストを表 23 と図 34 に示す。

表 23 中期プロジェクトリスト

	区間／項目	財源	数量	単位	コスト (百万US\$)
<b>Road Projects in Malawi</b>					
1	Construction of climbing lane on M1 Blantyre–Thabwa	No	5	km	3
2	Reconstruction of S151 Makhanga–Bangula	No	9	km	16
3	Upgrading of S152 Thabwa–Seven	No	59	km	51
Sub-total					70
<b>Railway Projects in Malawi</b>					
1	Rehabilitation of Limbe–Luchenza section	No	44	km	30
2	Reconstruction of Makhanga–Bangula section	No	9	km	20
3	Rehabilitation of Luchenza–Makhanga section	No	77	km	53
4	Installation of signal and telecommunication system	No	130	km	14
5	Procurement of rolling stock	No			8
Sub-total					125
<b>Inland Waterway Projects in Malawi</b>					
1	Rehabilitation of Shire–Zambezi Waterway	GoM		km	–
Sub-total					–
<b>Total Investment in the Master Plan</b>					<b>195</b>

出典：調査団



出典：調査団

図 34 中期実施プロジェクトの位置図

d) 長期プログラム

長期プログラムのプロジェクトリストを表 24 と図 35 に示す。

表 24 長期プロジェクトリスト

	区間／項目	財源	数量	単位	コスト (百万US\$)
<b>Road Projects in Malawi</b>					
1	Upgrading of D379: New access road to Mozambique from S136	No	13	km	13
Sub-total					13
<b>Railway Projects in Malawi</b>					
1	Reconstruction of Bangula–Nsanje section (including rehabilitation of freight yards)	No	45	km	30
2	Reconstruction of Nsanje–Border (Marka) section	No	26	km	19
3	Installation of signal and telecommunication system	No	71	km	8
4	Procurement of rolling stock	No			36
Sub-total					93
<b>Total Investment in Malawi</b>					<b>106</b>
<b>Projects in Mozambique</b>					
1	Improvement of Vila Nova de Frontela–Caia road section	No	140	km	134
2	Reconstruction of Vila Nova de Frontela–Dona Ana railway line	No	44	km	21
3	Installation of signal and telecommunication system	No	44	km	5
<b>Total Investment in Mozambique</b>					<b>161</b>

出典：調査団



出典：調査団

図 35 長期実施プロジェクトの位置図

(9) プレ F/S の提案プロジェクト

a) 優先順位

- 「S151号線Makhanga～Bangula間の道路再構築」が調査対象地域の開発にとって最も緊急性と必要性の高いプロジェクトとして短期プログラムから暫定的に選定。
- 「Limbe～Border (Marka)間の鉄道リハビリ／再構築」(5つの鉄道プロジェクトをひとつのパッケージにしたもの)が中・長期プログラムから第2優先プロジェクトとして選定。

b) プレ F/S プロジェクトの選定

- F/Sが未実施のプロジェクトの中からプレF/Sを実施するプロジェクトを選定するものとし、ステアリング・コミッティにてプレF/Sを実施するプロジェクトの最終選定が行われた。最終的にプレF/S対象として選定されたプロジェクトを表25、図36に示す。

表 25 プレ F/S 選定プロジェクトリスト

	区間／項目	財源	数量	単位	コスト (百万US\$)
道路プロジェクト (優先順位1)					
1	S151号線Makhanga～Bangula間再構築	なし	9	km	44
鉄道プロジェクト (優先順位2)					
1	Limbe～Border (Marka)間の鉄道リハビリ／再構築	なし	201	km	152

出典：調査団



出典：調査団

図 36 プレ F/S 対象プロジェクトの位置図

## 7. 自然条件調査及び水理解析結果

### (1) 自然条件調査結果

調査団は、S151 号線及び鉄道の再構築のプレ F/S 作業に関する下記の自然条件調査を、Makhanga～Bangula 間の調査対象地域において実施した。

- 既存道路及び鉄道敷きについての平面測量、中心線測量、横断測量を含む地形測量、ならびに新シレ川の流失箇所及びシレからの河川横断測量の実施。
- Chiromo及びLiwonde観測所における水位及び流量データの収集。また、独自に設置した水位計による新シレ川の水位観測の実施。

### (2) シレ川及びチロモ流失箇所における水理解析結果

収集した衛星写真、水理データ、水文観測データ、現地踏査及び地元住民への聞き取り調査から、シレ川、新シレ川及びルオ川の水文条件を解析した。

- 過去の最大流量が1,500 m<sup>3</sup>/秒を超えたことがなく、ルオ川の洪水が長時間継続することから、ピーク流量としての計画最大流量は、Kamuzu Truss橋における最大流量と同一であると考慮した。
- 流失部の洪水時における計画高水位（HWL）は、48.4 mと想定された。

### (3) 河川断面の護岸工計画

調査団では、2 橋梁をチロモ流失箇所に建設する計画を立案した。従って、洪水時の水量の円滑な流下、ならびにこれら橋梁が建設された際の河川断面において橋台及び橋脚の防護を行うことが望ましい。

- 布団籠を階段状に設置する最小限の高水護岸工を設置する必要がある。この護岸工を設置する範囲は、橋台の両側各々約30mの範囲として、橋台周辺の盛土を最低限防御するために設置する（タイプA）。
- 低水の河岸法先の洗掘などに対して対応するため、低水護岸として法先の平場に布団籠を設置する。設置範囲は、架台端部から上下流100m程度を目安とする（タイプB）。
- 新シレ川の左岸の鉄道盛土部の対策工は、左岸側の法先の侵食に対してその進行を防ぐために根固め工を計画する。根固め工は玉石などの石材を投入する（タイプC）。

## 8. Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築に関するプレ F/S

### (1) Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築の正当性

チロモ盛土決壊区間における S151 号線の寸断は、地域経済と住民生活の多大な負の影響をもたらしている。特に、シレ川東側の地域住民にとっての影響が大きい。他方、S151 号線の Thyolo～Makhanga 間の改良工事が間もなく開始される予定であり、これにより南部地域の幹線道路網が完成する。ただし、Makhanga～Bangula 間は上記改良工事区間に含まれていない。かかる状況下、調査団は S151 号線の Makhanga～Bangula 間の再構築に関するプレ F/S を実施することとした。

### (2) Makhanga～Bangula 間の道路概略設計

#### a) 道路嵩上げと線形

道路嵩上げ高は推定される洪水時の水位高を考慮して決定する。S151 号線の平均嵩上げ高は対象路線全体で 2.3 m となった。対象路線の道路線形については下記の 2 区間に分けて最適な線形を選定した。

**A 区間：** Bangula～Makhanga 集落手前（延長 6 km）

**B 区間：** Makhanga 集落（延長 3 km）

### Bangula～Makhanga 集落手前（A 区間）

A 区間の嵩上げ道路の線形については、下記の 3 代替案を立案し比較検討を実施した。比較検討の結果、代替案 1 が盛土地盤の安定および建設費の観点から最も優位となった

**代替案 1：** 現道の線形を踏襲する案

**代替案 2：** 現道と鉄道の間を通す案

**代替案 3：** 既存鉄道と並行に通す案（鉄道盛土と一体化する案）

### Makhanga 集落（B 区間）

Makhanga 集落内で現道の線形を踏襲した場合は下記の問題点があることが明らかとなった。

- 現在の鉄道踏切付近のMakhangaマーケットにおいて少なくとも20戸の家屋/売店と10の草屋根店舗が移転の対象となりうる。
- ルオ川の右岸側の河岸浸食が進行しており将来S151号線に影響を及ぼす可能性がある。特にS151号線とルオ川間の距離が30 mに接近している箇所がある。

B 区間の嵩上げ道路の線形については、下記の 3 代替案を立案し比較検討を実施した。比較検討の結果、代替案 3 が設計線形、ルオ川の河岸浸食の影響、洪水による損害の影響、建設コストの観点から最も優位となった。今後最終的に線形を決定する際には下記の留意事項が思料される。

- 道路線形および鉄道踏切位置を決めるため、鉄道沿線周辺の家屋、売店、公共施設、仮設小屋などの立地状況を把握し、線形変更による影響に関する社会的な合意を得る。
- 詳細な地形状況を把握する（地形測量の実施）。
- 線形変更の妥当性を確認するためルオ川の河岸浸食メカニズムを把握する。

**代替案 1：** 現道の線形を踏襲する案

**代替案 2：** Makhanga マーケットを迂回する案

**代替案 3：** 既存鉄道と並行に通す案

Makhanga～Bangula 間で提案する道路線形は図 37 に示す通りである。

#### b) 設計速度

- 設計速度： 80 km/h
- 集落および鉄道交差区間： 30 km/h～60 km/h

#### c) 道路縦断クリアランス

- HWLから路面までの高さ（盛土区間）： 0.6 m
- HWLから橋梁桁下までの高さ： 1.0 m

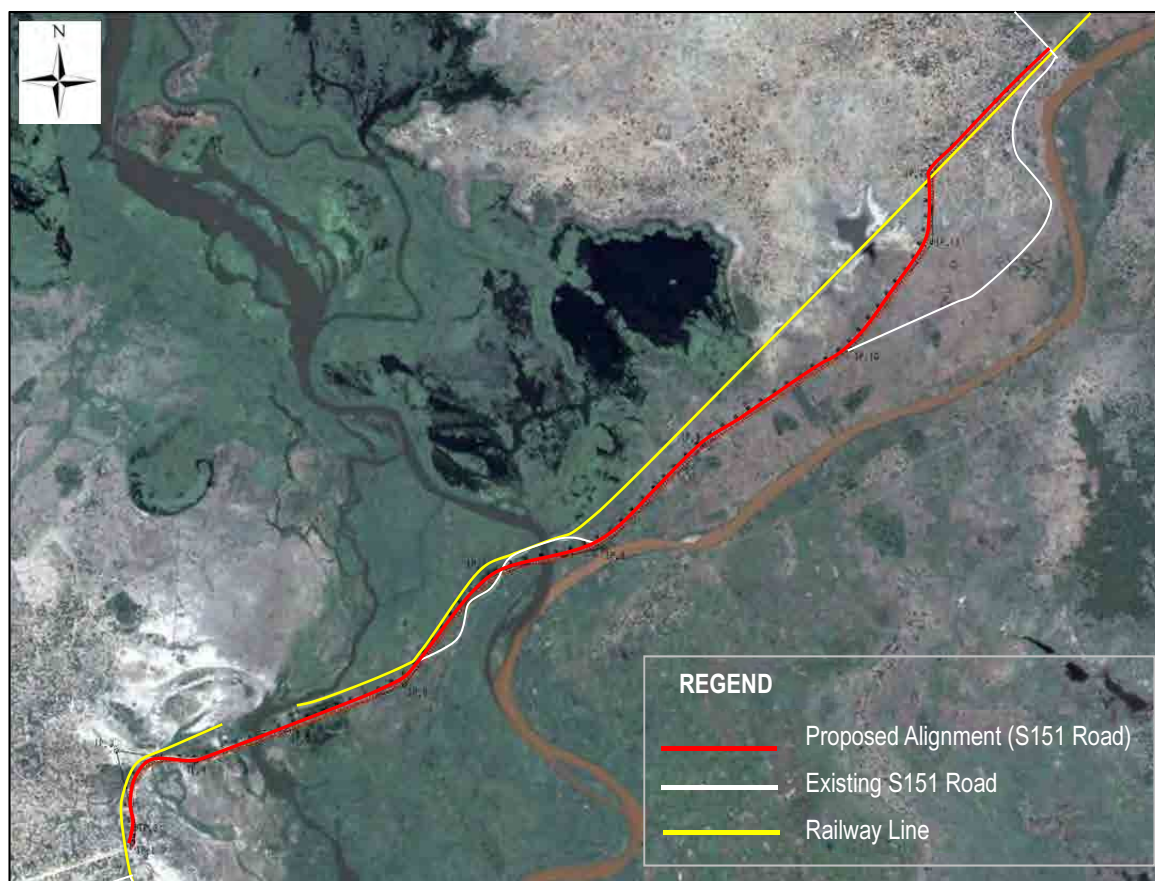
#### d) 横断構成

- 総幅員： 9.7 m
- 車線幅員： 6.7 m、路肩幅員： 1.5 m@2
- 車道部の横断勾配： 2.5%

#### e) 舗装設

- 表層： 2層瀝青処理
- 上層路盤： 150 mm (修正CBR > 80%)
- 下層路盤： 200 mm (修正CBR > 30%)
- 上部路床： 200 mm (CBR > 15%)





出典：調査団

図 38 Makhanga～Bangula 間の道路線形

### (3) チロモ道路橋の概略設計

最適架橋位置は、以下の橋梁建設位置及び取り付け線形に関する比較検討結果に基づいて、3つの代替案から選定する。比較検討では、3つの代替案について、橋長、建設費用効果、取り付け線形、取り付け盛土部の新シレ川への影響、洪水対策、用地取得、建設効率、自然・社会環境への影響を総合的に分析した。総合分析結果に基づいて、最適代替案を決定した。

「橋梁および橋梁前後の線形が直線」、「新シレ川の洪水による影響がない」、「最小の建設費」という観点から、代替案2が最適架橋位置となる。

- 代替案 1:** 既存線形を利用する案
- 代替案 2:** 最適な線形案
- 代替案 3:** 旧道の線形を利用する案

上記で選定した最適架橋位置に建設する橋梁として、3つの橋梁形式を検討する。コンクリート橋は材料に汎用性があり低コストであることから第一候補となる。しかし、鋼トラス橋も径間長次第では橋梁型式の候補になりうる。橋梁規模に関しては、水文調査の分析結果に基づいた橋長および径間長、交通調査結果および「マ」国設計基準を参照した橋梁幅員から決定した。

橋梁型式に関しては、比較検討の結果、代替案2が最適橋梁型式となる。その理由は、経済的には代替案1より若干の優位があり、河川内に構造物を設置しないので、「河川断面の低減が標準値以下」となり「構造特性、建設効率、河川特性」から総合的に優れていると評価されるからである。

- 代替案 1:** 8径間連結 PCT 桁橋

**代替案 2:** 3 径間連続 PC 箱桁橋

**代替案 3:** 3 径間連続鋼トラス橋

代替案 2 (3 径間連続箱桁橋) は橋梁型式の一次比較検討で最も望ましい型式として選定されたが、この形式の桁高は 8 m と非常に高い。このような橋桁にすると道路縦断が高くなるため、A1 橋台の高さが 15 m、A2 橋台の高さが 17.5 m と非常に高くなる。橋台の高さを抑えるための橋梁型式検討が必要となり、エクストラードズド橋がその要求に合致する。橋梁型式の二次比較検討として下記の 2 つの代替案について検討する。

**代替案 1:** 3 径間連続 PC 箱桁橋

**代替案 2:** エクストラードズド橋

代替案 2 は、低い桁なので橋台と盛土の高さが低くなる。そのため、上部工コストは代替案 1 よりも高いが、下部工コストを抑えることができるので全体的な建設コストは代替案 1 より安価となる。代替案 2 はコスト特性の観点から最適な橋梁型式である。

今後の F/S で詳細な水理解析が実施され、HWL が下がる結果が得られるような場合には、エクストラードズド橋ではなく 3 径間連続 PC 箱桁橋が選定される可能性もある。

#### (4) 新シレ橋の概略設計

最適架橋位置は、以下の橋梁建設位置及び取り付け線形に関する比較検討結果に基づいて、3 つの代替案から選定する。比較検討では、3 つの代替案について、橋長、建設費用効果、取り付け線形、取り付け盛土部のシレ川への影響、洪水対策、用地取得、建設効率、自然・社会環境への影響を総合的に分析した。総合分析結果に基づいて、最適代替案を決定する。

「取り付け道路が S 字曲線であるが、曲率が大きいので問題はない」、「構造的に最も望ましい」、「建設コストが同じであっても費用対効果が高い」という観点から、代替案 3 が最適架橋位置となる。

**代替案 1:** 直線道路を構築する

**代替案 2:** 最小径間長の橋梁を構築する

**代替案 3:** 河川に対して直角の橋梁を構築する

上記で選定した最適架橋位置に建設する橋梁として、3 つの橋梁形式を検討する。コンクリート橋は材料に汎用性があり低コストであることから第一候補となる。しかし、鋼トラス橋も径間長次第では橋梁型式の候補になりうる。橋梁規模に関しては、水文調査の分析結果に基づいた橋長および径間長、交通調査結果から決定した。なお、橋梁幅員についてはチロモ道路橋と同じとする。以下の 3 つに代替案を比較した。

**代替案 1:** 6 径間連結 PCT 桁橋

**代替案 2:** 3 径間連続 PC 箱桁橋

**代替案 3:** 3 径間連続トラス橋

橋梁型式に関しては、比較検討の結果、代替案 2 が最適橋梁型式となる。その理由は、経済的には代替案 1 のほうが若干の優位であるが、河川内に構造物を設置しないので、「河川断面の低減が標準値以下」となり「構造特性、建設効率、河川特性」から総合的に優れていると評価されるからである。

#### (5) 概算事業費

事業費は 10% の予備費およびエンジニアリング費を含め、税金は含めない。Makhanga~Bangula

間の S151 号線の再構築にかかる概算事業費を表 26 に示す。

表 26 概算事業費

項目		概算事業費 (百万 US\$)	
Makhanga～Bangula 間の道路改良 (盛土区間)		14.52	
チロモ道路橋	上部工	15.64	22.08
	下部工	6.44	
新シレ橋	上部工	12.80	19.48
	下部工	6.68	
合計		56.08	

出典：調査団

#### (6) 道路・橋梁維持管理計画

- 道路の維持管理は定期的に行うものと日常的に行うものがある。定期的な活動は数年周期で行われ、日常的な活動は維持管理基準を上回り補修・修繕を行った方が良いと判断される場合に直ちに行われる。道路舗装でDBSTが採用された場合、舗装の状況を踏まえ、供用開始10年後にスラリーシール工のような大規模な維持管理を行って舗装の長寿命化を図ることが提案される。
- 橋梁建設完成後の橋梁維持管理は毎年行うものと数年周期で行うものがある。毎年行う点検維持活動は、例えば、橋梁デッキの排水パイプ、支承やガッターなどの部分に溜まった砂やごみの除去、護岸や河床保護の点検・補修、洪水後の流石・流木の除去である。数年周期で行う活動は、5年周期で橋梁デッキの舗装オーバーレイ、10年周期で橋梁伸縮継手の交換がある。

#### (7) 経済評価

経済評価では HDM-4 モデルを使用した。費用便益は、投資コスト、維持管理コスト、車両経費などの「Without project」と「With project」の差分から求める。「With project」の場合の道路改良は、IRI が 2 mm/km となるクラス 1 舗装道路を想定する。対象区間には下記の 3 つのコンポーネントが含まれる。

- Makhanga～Bangula間のS151号線の道路再構築（8.5 km）
- チロモ道路橋の建設
- 新シレ橋の建設

Makhanga～Bangula 間の S151 号線の 2030 年の日交通量は、状来交通需要予測に基づく 1,606 台である。

経済評価分析結果のオプション-1 である、Makhanga～Bangula 間の道路改良およびチロモ道路橋と新シレ橋の建設は、技術的、経済的に実行可能な結果となった。しかし、感度分析による EIRR の最も悪いシナリオは 14.2%となり便益がほとんどない。今後実施される F/S でより詳細な経済評価を行いさらなる精査が必要と思料される。

表 27 経済評価分析の結果

(社会的割引率=12%)

オプション	総投資コスト (百万 US\$)	経済内部収益 率 (EIRR)	費用便益 比 (B/C)	純経済総価値 (ENPV) (百万 US\$)
1 Without Project	0.547	0.0%	0.0	0.000
2 With Project (Option-1) (道路改良およびチロ モ道路橋と新シレ橋の 建設)	42.358	26.0%	1.697	71.876
3 With Project (Option-2) (道路改良とチロモ道 路橋のみ建設)	28.005	50.0%	6.421	179.831

出典：調査団

(8) Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築の実施プログラム

Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築の工事工程を表 28 に示す。

表 28 S151 号線道路再構築の工事工程

タスク	期間 (月)	年																		
		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目											
フィージビリティ調査	6	■																		
事業実施の決定	3		■																	
技術コンサルタント選定	3			■																
詳細設計	12		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
建設業者選定 (入札手続き)	6				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
事業実施	60				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
I N D I A N M A K H A N G A B A N G U L A M A K H A N G A B A N G U L A M A K H A N G A B A N G U L A M	Makhanga～Bangula 間道路改良 (7.7 km)	30				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	チロモ道路橋建設					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
E N D I A N M A K H A N G A B A N G U L A M A K H A N G A B A N G U L A M	新シレ橋アプローチ 道路建設(0.8 km)	30																		
	新シレ橋建設																			

出典：調査団

(9) Makhanga～Bangula 間 S151 号線道路再構築プロジェクトの総合評価

- 2つの橋梁建設を含む対象道路全体の再構築は国・地域経済に対する便益が確認され、チロモ道路橋の建設は、農産物のBangula側への持ち込みや販売を促し、通学の安全性や医療サービスの向上に貢献することが期待できる。
- 当該路線のルート比較検討では、家屋や売店の移設を最小化する検討、ルオ川と新シレ川の頻発する洪水によって影響を受ける道路を保全するための盛土高さを考慮した全天候型道路の検討を行っている。Makhanga地区の平面線形では、鉄道踏切付近における16の家屋/売店の移転を回避し、ルオ川右岸の河岸浸食が及ぼすリスク、特に河岸浸食が継続的に進行しているルオ川右岸と道路の離れが僅か30mの箇所を避ける計画としている。
- チロモ道路橋は道路幾何構造のみならず計画鉄道線形の影響を考慮しつつチロモ決壊部の横断を計画している。橋梁型式はエクストラドロード橋タイプが最適案として選定された。

- Makhanaga～Bangula間の道路改良、チロモ鉄道橋の建設およびMakhanaga～Bangula間の鉄道再建が完了した後、Kamuzu Truss 橋が交通ボトルネックになることを避けるため、道路交通に供される新シレ橋の建設は中期計画の優先プロジェクトとする。
- 経済分析では、すべての項目で評価が得られ、当該プロジェクトが道路改良および2つの新橋建設を含むフルスケールで実施されたとしても国民経済的にフィージブルであることが確認された。
- プロジェクトのスコーピング結果によれば、プロジェクトの実施は社会環境配慮で極めて限定的な負の影響がみられるものの、地域経済と住民の社会生活にとって多様な正の影響が生み出される。これら限定的な負の影響に対する緩和策はF/S段階での検討事項となる。

## 9. Limbe～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築に関するプレF/S

### (1) Limbe～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築の正当性

マスタープランでは、Limbe～Border (Marka)間の鉄道リハビリ／再構築が、Beira 港への接続による輸送コストの削減、鉄道沿線住民に対する経済的・社会的は効果、CO<sub>2</sub> の排出削減、ディーゼル消費減に伴う外貨節約などの便益を生むと評価された。輸送コストを引き下げるため Beira 港まで鉄道を繋げ、鉄道オペレーションの信頼性の向上を図ることについてのビジネス界の反応は好意的であった。「モ」国側の関係機関によるセナ鉄道支線のリハビリについても、Beira 港での取扱量が増加することから前向きであった。こうした背景から、調査団は Limbe～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築のプレ F/S を実施することとした。

### (2) 基本輸送計画

#### a) 貨物列車

需要予測結果に基づく年間の断面貨物輸送量から日平均輸送量を計算し、季節変動率を考慮して列車本数を設定した。貨物輸送量と列車本数を表 28 に示す。

表 28 貨物輸送量と列車本数

品目	貨物輸送量 (トン/日/片道)		車両種類	必要車両数 (両)	
	2020	2030		2020	2030
一般貨物	686	1,682	機関車	1	2
			貨車	20	60
燃料	297	1,093	機関車	0	1
			貨車	10	30
鉱石	860	1,720	機関車	1	2
			貨車	30	60
合計	1,843	4,495	機関車	2	5
			貨車	60	150

出典：調査団

#### b) 旅客列車

Limbe～Makhanga 間、Limbe～Bilila 間、Balaka～Nayuchi 間は、道路交通が無いが、道路が劣悪な辺境地で、旅客列車は国内向けのみで運転されている。調査対象地域沿線の住民の利便の為に、最低週 2 本は列車を運転すべきである。中期には、Limbe～Bangula 間の旅客列車運転を行い、長期には運転区間を Border (Marka) まで延伸するものとする。

## (3) 鉄道施設リハビリ／再構築計画

## a) 土工

施設現況調査結果によると、Chiromo 流失部、Sankhulani 付近を含めた 3 箇所で、大規模な土工が必要であることが判明した。区間別の土工概要を表 29 に示す。

表 29 土工概要

項目	単位	Border- Nsanje	Nsanje- Bangula	Bangula- Makhanga	Makhanga -Luchenza	Luchenza- Limbe	合計
盛土	m <sup>3</sup>	7,132	6,147	44,470	26,131	5,940	89,819
切土	m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0	0
カルバート	箇所	1	2	2	10	25	40
護岸 (捨て石)	m <sup>3</sup>	-	-	12,000	-	-	12,000

出典：調査団

## b) 橋梁リハビリ／再構築計画

## 1) 橋梁工事概要

Border～Limbe 間においてリハビリ又は再構築が必要な橋梁は、施設現況調査結果及び目視調査により抽出を行った。チロモ流失部には単純鋼トラス橋と 5 経間 PC T 桁橋の組み合わせを適用し、他の区間には PC 桁橋、RC 桁橋、RC スラブ橋を採用するものとした。橋梁工事の概要を表 30 に示す。

表 30 橋梁工事概要

橋梁形式	単位	Border- Nsanje	Nsanje- Bangula	Bangula- Makhanga	Makhanga -Luchenza	Luchenza- Limbe	合計
鋼トラス橋	m	0.0	0.0	80.0	0.0	0.0	80.0
PC 桁橋 (20～30 m)	m	220.0	75.0	190.0	48.0	89.0	622.0
RC 桁橋 (10～20 m)	m	15.0	15.0	0.0	38.0	14.0	82.0
RC スラブ橋 (5～10 m)	m	5.0	13.0	0.0	0.0	0.0	18.0
RC ボックスカルバート (5 m 以下)	m	9.0	4.0	0.0	0.0	0.0	13.0

出典：調査団

## 2) チロモ鉄道橋の概略設計

最適架橋位置は、以下の橋梁建設位置及び取り付け線形に関する比較検討結果に基づいて、3 つの代替案から選定する。比較検討では、3 つの代替案に付いて、橋長、建設費用効果、取り付け線形、取り付け盛土部の新シレ川への影響、洪水対策、用地取得、建設効率、自然・社会環境への影響を総合的に分析した。総合分析結果に基づいて、最適代替案を決定する。

「最適な線形」、「新シレ川の洪水による影響がない」、「最小の建設費」という観点から、代替案 2 が最適架橋位置となる。

**代替案 1:** 既存線形の利用

**代替案 2:** 既存道路盛土の利用

**代替案 3:** 新道路線形との適合

上記で選定した最適架橋位置に建設する橋梁として、3 つの橋梁形式を検討する。流失部を横断するのに長大スパンとして適切で、経済性が最も良い為、鋼トラス橋と PC T 桁橋の組み合わせを最適なものとして選定した。橋梁規模に関しては、橋長、径間を水文調査と調査結果分析から決定した。以下の 3 つに代替案を比較した。

**代替案 1:** 8 径間鋼プレートガーダー橋

**代替案 2:** 3 径間連続鋼トラス橋

**代替案 3:** 単純鋼トラス橋+5 径間 PC ポストテンション T 桁橋

「長大スパンに相当で、河川中に構造物を建設する必要がない」、「建設費が安価である」、「すぐれた構造特性、建設効率、河川特性から総合評価で最適である」と評価された代替案 3 を最適橋梁形式とした。

### 3) 既存 Kamuzu Truss 橋のリハビリ計画

以下のリハビリ計画の実施が必要である。

- 出来るだけ早期にトラス構造物全体の再塗装を行う。
- グレーチング床版には、防錆塗料を使用する。
- Kamuzu Truss橋の自動車交通から歩行者と自転車交通を分離する。その為、簡易歩道構造物への死荷重を減らす為、すべての鋼床版をグレーチング床版に置換する。
- 定期保守と同様に、日常の検査、保守定期の実施が必要である。

### c) 軌道リハビリ／再構築計画

安全安定輸送の確保の為、全軌道を交換する必要がある。軌道工事の概要を表 31 に示す。

表 31 軌道工事概要

項目	単位	Border- Nsanje	Nsanje- Bangula	Bangula- Makhanga	Makhanga- Luchenza	Luchenza- Limbe	合計
軌道延長（本線）	km	25.6	45.4	8.7	76.6	44.0	200.3
軌道延長（側線）	km	1.5	1.0	1.9	1.0	1.1	6.5
軌道延長合計	km	27.1	46.4	10.6	77.6	45.1	206.8
レール（本線）	トン	2,600	4,600	900	7,700	4,400	20,200
レール（側線）	トン	200	100	200	100	100	700
レール合計	トン	2,800	4,700	1,100	7,800	4,500	20,900
PC 枕木	本	42,300	72,400	16,500	121,100	70,400	322,700
レール締結装置	個	84,600	144,800	33,000	242,200	140,800	645,400
分岐器	基	7	4	8	4	9	32
バラスト	m3	36,200	62,100	14,200	103,800	60,300	276,600

出典：調査団

## (4) 信号・通信設備計画

### a) 信号システム

信号システムは、信号機、連動装置、電気転轍機、軌道回路の組み合わせで構成される。電子式ロジック回路と連動装置を各駅の信号設備として据え付ける。本路線に導入する信号システムとしては、鉄道総合技術研究所（RTRI）が開発した「閑散線区に適した拠点無線式列車制御システム」が適当と考えられる。理由として、本路線では列車本数が少なく、輸送密度も低く、最新鋭の列車制御技術は必要としないことがあげられる。

### b) 通信システム

鉄道の通信ネットワークは、鉄道沿線に沿って、音声ケーブル、あるいは多重搬送、あるいは無線システム、あるいは他の伝送手段の組み合わせからなる伝送ネットワークで構成され、それらは駅間を結ぶ伝送、音声・データの交換機器、データ処理装置などに適したものでなければならない。専用回線（直接回線）を全沿線に設置する必要がある。指令所（OCC）と列車間の無線通信システムは、鉄道運行に特有な必要要件である。

## (5) 車両

現在、全線で利用可能な機関車は、保有している 10 両の内の 4 両に過ぎない。Border (Marka) ~Limbe 間の運転が再開される際には、ディーゼル機関車、貨車、客車を追加する必要がある。本区間用のディーゼル機関車を選定する際は、最小費用で最大効果が得られる現在と将来の全輸送需要を満たせる機種を選定する必要がある。

**(6) 概算工事費**

投資判断の参考となるよう、鉄道リハビリ／再構築計画について概算工事費を算定した。ただし、実際の投資判断を行う前に、地質調査、概略設計を含めた詳細 F/S を実施する必要がある。概算工事費を表 32 に示す。

表 32 概算工事費

(単位:百万 US\$)

項目	区間 路線長	Border- Nsanje	Nsanje- Bangula	Bangula- Makhanga	Makhanga- Luchenza	Luchenza- Limbe	合計
		25.6 km	45.4 km	8.7 km	76.6 km	44.0 km	200.3 km
土工		0.186	0.161	0.789	0.683	0.155	1.974
橋梁		10.232	4.480	17.550	3.911	4.407	40.579
チロモ鉄道橋		-	-	15.350	-	-	15.350
その他橋梁		10.232	4.480	2.200	3.911	4.407	25.229
軌道		13.243	21.764	5.674	36.028	21.486	98.195
駅		0.138	0.275	0.413	0.688	0.688	2.200
踏切		0.000	0.125	0.250	0.000	0.250	0.625
信号通信システム		0.651	1.205	1.070	2.533	7.126	12.585
小計		24.449	28.009	25.746	43.841	34.112	156.158
車両		0.000	0.000	0.000	0.000	46.500	46.500
ディーゼル機関車		0.000	0.000	0.000	0.000	30.000	30.000
貨車		0.000	0.000	0.000	0.000	13.500	13.500
客車		0.000	0.000	0.000	0.000	3.000	3.000
技術経費 (10%)		2.445	2.801	2.575	4.384	3.411	15.616
予備費 (10%)		2.445	2.801	2.575	4.384	3.411	15.616
合計		29.339	33.611	30.895	52.610	87.434	233.890
キロ当たり平均費用 (車両費を除く)		1.146	0.740	3.551	0.687	0.930	0.936

出典：調査団

**(7) 維持管理計画の策定**

リハビリ又は再構築された鉄道施設は、安全で安定した鉄道輸送サービスを提供する為、少人数で適切な維持管理を実施し、長期間利用出来る様にするべきである。その為、信頼出来る効率的な維持管理計画を策定する必要がある。

現代の維持管理システムは、定期検査による健全度判定、劣化又は変状箇所の抽出、抽出箇所の詳細検査、必要な措置（監視、補修、補強等）の実施から構成されている。「マ」国の鉄道事業者においても、日本の事例を参考にして、以下の点も考慮した維持管理システムを構築することを提言する。

- 各性能項目の照査を行う。
- 北部開発公団（CDN）等の関連鉄道事業者への適応を考慮する。
- すべての構造物に一貫性を持たせる。
- 「マラウイ鉄道」の時代から行われてきた維持管理システムからの大幅な変更を行わない。

**(8) Limbe～Border (Marka) 間鉄道リハビリ／再構築計画の経済財務分析****a) 経済分析**

経済分析の目的は、国民経済の見地からプロジェクト実施の実行可能性を分析、評価することにある。プロジェクトを実施する場合（With project）とプロジェクトを実施しない場合（Without





- 軸荷重等の設計基準の見直しは将来の貨物需要を考慮して詳細設計段階で十分に考慮すべきである。高コストと長期の建設期間を要すKamuzu Truss 橋の架替は、軸荷重の増加に関する重要事項である。
- 80年を経過した現在の盛土は、その建設時に十分な締固めを行っておらず支持力が得られない可能性がある。よって、新規盛土構築にあたっては締固め工に留意する必要がある。
- 新シレ川を横断するチロモ鉄道橋は縦断線形と施工性の観点から鋼トラス橋で計画される。他の小規模橋梁は最も一般的なRCあるいはPCタイプの橋梁で計画される。
- オペレーションの安定性、車両の耐用性、騒音低減に資するPC枕木鋼製レール（50 kgレール）が鉄道改良に使用することが望ましい。
- 新規の信号システム導入が実施される。Valeが計画している鉄道新線およびリハビリに該当するNacala鉄道の信号システムとの互換性を確保することが重要である。新しい鉄道通信ネットワークは、音声ケーブル、多重送信、無線システムなど鉄道沿いに配置されたトランスミッションの組み合わせで確立される。
- 共通規格を持つ新規のディーゼル機関車の導入が必要である。
- 鉄道のリハビリ／再構築の後、鉄道関連施設は、限られた人的資源で適正に保守管理され、安全で安定した鉄道輸送サービスを長期にわたり活用される。
- 経済分析では、すべての項目で評価が得られ、当該プロジェクトが国民経済的にも財務的にもフィジブルであることが確認された。また、当該プロジェクトのインフラ部分については政府補助金を手当てすることが不可欠である。
- プロジェクトのスコーピング結果によれば、プロジェクトの実施は社会環境配慮で極めて限定的な負の影響がみられるものの、鉄道沿線における地域経済と住民の社会生活にとって多様な正の影響が生み出される。これら限定的な負の影響に対する緩和策はF/S段階での検討事項となる。

## 10. 環境社会配慮

### (1) 戦略的環境アセスメント（SEA）の検討

マスタープランの段階における戦略的環境アセスメントの手法は、一般的に JICA の環境社会配慮ガイドラインに従い、初期段階から環境及び社会への影響を評価することが要求される。当調査においては、提案されたゼロオプションを含む9案の地域交通計画を対象として、セナ回廊における地域交通開発計画が与える環境、社会、経済への影響を定量的に評価するため、この戦略的環境アセスメントの手法に準じるものとする。

### (2) 初期環境評価（IEE）及びスコーピング

EAD ガイドラインと SEA の手法にもとづき各提案プロジェクトをスクリーニングした結果、全てのプロジェクトが評価 B 以下であることから、環境及び社会への大きな負の影響はなく、セナ回廊マスタープランの主旨に適合していると考えられる。

本調査では、提案プロジェクトの3交通ネットワーク代替案のスコーピング表の結果に基づき、経済的、社会的な視点を環境配慮に反映させることを目的として経済、社会、環境への影響を評価することとした。それぞれの代替案の評価結果は、セナ回廊マスタープランの3代替案を比較するため計画レベルで総括され、当比較においてセナ回廊への投資を行わないゼロオプションを含むものとした。

鉄道の改良は、大気汚染物質排出の軽減につながるトラックや自動車から鉄道といった交通モードの変更が発生すると予想されるほか、軌道上の斜面や土壌を安定させることにより、現在鉄道沿線に発生している地すべり、斜面崩壊、土壌流出が改善され、洪水や道路冠水の発生が最小限に抑えられることが予想される。

セナ回廊マスタープランの総括評価の結果を表 26 に示す。代替案 1 及び 3 について、社会、環境への影響はいくつかの負の要因が含まれているものの地域経済への影響は大きな正の影響を与えることとなる。特にチロモ地区の断絶に対する改善を理由として、農産物や学校、保健施設へのアクセス向上の視点から地域利益につながると考えられる。

表 26 SEA の結果概要

項目	ゼロオプション	代替案.1	代替案 2	代替案 3
地域経済への影響	D	A	B	A
社会への影響	D	B	B	B
環境への影響	C	B	B	B

注：A= 大きな正の影響が予想される, B= いくつかの正の影響が予想される, C= いくつかの負のあるいは無視できる程度の負の影響が予想される, D= 大きな負の影響が予想される

出典: 調査団

### (3) Pre-F/S 対象プロジェクトの環境社会状況

#### a) 社会基盤及びサービスの現状

- 1997年のチロモ流失により、流失部東部の地域住民は農産物をBangulaの主要市場へ運搬することが難しくなり、病院や学校、市場へ向かう際にはチロモ流失部をボートで渡るための追加費用がかかるようになった。
- チロモ流失地区の鉄道が断絶されたことにより鉄道の週の便数が減り、鉄道運行が限定されているため、Makhanga～Luchenza間の鉄道沿いの地域住民は農産物を鉄道で運搬することや主要な市場で売買を行う機会が失われ深刻な問題となっている。
- 以前は漁師であった漕ぎ手はオーナーからボートを借り、船渡し賃料で生計を立てている。

#### b) 非自発的住民移転

- 調査団は、非自発的住民移転を避けるためMoTPIに採用されている同様の方針によって道路代替案の線形検討を行う。しかし、選定された道路線形は、Makhangaにある約20の小屋及び草屋根店舗に影響を及ぼす可能性がある。
- Makhanga～Border間において現在使われていない鉄道を不法占有している小屋はほとんどない。

#### c) 危険性

- Makhangaのルオ川右岸側に深刻な侵食があり、川岸からの距離が30 m離れている既存道路を改良道路として選定する場合に、負の影響を与える原因となる可能性がある。
- チロモ流失地区のBangula側の既存道路の盛土によって形成された河川幅の狭い箇所において洪水が頻発する危険性がある。
- 洪水時におけるチロモ流失地区からシレ川に流れる水について、現況の鉄道盛土と計画道路盛土の間の土地からの排水が困難であると考えられ、耕作地としての土地利用に対し負の影響を与える可能性がある。

#### d) 森林生物多様性及び社会状況

- 提案されるプロジェクトはエレファントマーシュと呼ばれる湿地の縁を通る計画であるが、当地区は「マ」国の法律によって保護されていない。

- Limbe～Border間の鉄道は生態学上注意すべき地区を通過していないため、生物多様性への影響はほとんど無いものと考えられる。
- 当プロジェクトによって伐採が必要となる森林はないと考えられる。
- 世界遺産地区を含む歴史的、文化的な遺産は選定された道路沿いに存在しない。
- 「マ」国に先住民は存在しないが、「マ」国が多様な民族グループと宗派からなる複合民族国家であることから、少数民族が存在する。

#### (4) 環境社会への影響の可能性

- 提案されたチロモ道路橋が建設された場合、Bangulaの市場への交通手段の改善は、社会福祉サービスの向上、チロモ流失地区の渡し船賃料が不必要となることを含めて地域住民にとって重要な正の影響である。
- 提案された鉄道の整備、改良が実施された場合、鉄道沿線の地域住民への正の影響は、農産物を頻繁に運行する列車によって運搬し、主要な市場で商売できる機会が増えることである。
- 提案されたチロモ道路橋が建設された場合、主な生計の手段を失う漕ぎ手が受ける負の影響が発生すると考えられる。
- 選定された道路線形は、Makhangaの約20の小屋及び草屋根店舗に影響する可能性がある。これはMakhanga～Bangula間の道路改良が与える負の影響と捉えられる。
- 軌道を不法占拠している小屋の移転は、Makhanga～Border間の鉄道線の再整備が生み出す負の影響と捉えられる。
- 既存の鉄道盛土と計画道路盛土の間の土地において予期される洪水時の困難な排水は耕作地にとって負の影響であると捉えられる。
- 建設中において計画地周辺の大気の状態は、公害物質の排出により一時的に変化すると考えられる。粉塵やディーゼル車排気が主な公害要素である。
- 道路沿いの建設作業中トラックや重機は騒音や振動を引き起こす。
- 掘削作業中に発生する残土、岩石類や金属類、道路沿いなど伐採された樹木、建設作業員の残飯のゴミなどの固形廃棄物が道路改良工事中に排出される。
- 建設現場の飯場やトイレからの汚水は適切な処理がされない場合周辺の排水施設に排水される可能性が考えられる。また、作業員によるHIV/AIDS蔓延のリスクが考えられる。
- 当プロジェクトにおいて、地下水及び表面排水に関する次の潜在的な公害要因が存在すると考えられる。1)建設現場からの表面排水、2)掘削現場において発生する雨水による土壌浸食、3)事故による燃料漏れ、4)橋梁や排水側溝等の構造物とつながる排水。
- 建設期間中において重機等の交通量の増加が予想され交通事故発生危険性を高める。
- 道路改良後には、自動車の走行速度が上がり、自動車と歩行者及び自転車の事故発生リスクが高くなる。
- 鉄道改良後には、踏切及びKamuzu Truss橋において、列車と自動車、自転車あるいは歩行者との事故発生リスクが高くなる。

#### (5) 緩和策

負の影響を避けるあるいは緩和させるために、プロジェクトの建設中及び供用開始後の緩和の取組みを実施する必要がある。

- F/Sの段階において移転が必要となる小屋や店舗の数量が把握できた際に、特にMakhangaでは、政府の基準に則った適切な補償を、影響のある住民への支払いや代替地を準備するなどして実施する必要がある。
- チロモ道路橋の建設後に収入を失う漕ぎ手に対しては、工事期間中に非熟練労働者としての雇用機会を紹介する。また、生計回復策は、F/S実施時の協議を通して詳細を策定する。
- 建設活動による環境への影響を最小にするため、建設業者は可能な限り、道路や鉄道が往来する居住地のある村や水資源の存在する地区、農耕作地、森林などから離れた場所への建設キャンプの設置を考慮する必要がある。また、環境管理計画を作成して、工事期間中の負の影響を緩和することを遵守させる。この中には、HIV/AIDSを含む感染症の危険性を作業員に周知することも含む。
- 村の商業活動の中心となる地区を通る道路において騒音を制御するための努力が必要となる。固形廃棄物の処理は「マ」国政府の規則に従い行う。
- 一時的な資材置き場や建設キャンプは、道路と鉄道が通行する村や家屋や水資源のある場所から適切に離れた未利用地として位置を選定する必要がある。
- 地下水や表面排水の汚染のための取組みは「マ」国政府の規定に則り決定する必要がある。特に水の流れが存在する箇所での建設作業については十分な注意が必要となる。
- 交通安全装置（警告標識、歩道、横断歩道、減速ランプなど）は交通事故を防ぐため、近隣の学校や人口集中地区に設置する必要がある。また、小学校において交通安全の教育を行う必要がある。
- 警告標識及び防護柵は、自動車、自転車あるいは歩行者と列車との交錯事故を防ぐため、主要な交差点のアプローチ区間への設置が必要と考えられる。また、小学校において交通安全の教育を行う必要がある。
- 警備員は車両通行を制御するためのKamuzu Trass橋及び交差点部への配置が必要である。

#### (6) ステークホルダーとの協議

ステークホルダー協議は、ステークホルダーに対しプロジェクトの必要性、設計、環境及び社会に対する不都合な影響への理解を深めることを狙いとする。当調査において、下記のステークホルダー（カウンターパート、技術移転セミナー参加者、地区評議会）協議が開催された。

2011年1月	: 第1回技術移転セミナー（リロンゲ、ブランタイア）
2011年10月	: 第2回技術移転セミナー（リロンゲ、ブランタイア）
2011年11月,12月	: 関係 District Council との協議
2012年1月	: 第3回技術移転セミナー（リロンゲ、ブランタイア）

#### (7) 環境マネジメント及びモニタリング計画

環境マネジメント及びモニタリング計画は、提案プロジェクトに対する改良、供用、そして日常管理のための環境基準を示す。プロジェクト実行機関は、F/Sの段階においてEIAを準備する必要がある、EIAの結果は環境マネジメント及びモニタリング計画に反映させなければならない。このことは「マ」国政府によって義務付けられている。

### 1 1. マスタープラン実施に際しての組織制度整備

#### (1) 道路サブセクターの組織制度整備

調査対象地域においては、この10年間にマスタープランで提案しているプロジェクトを含み、

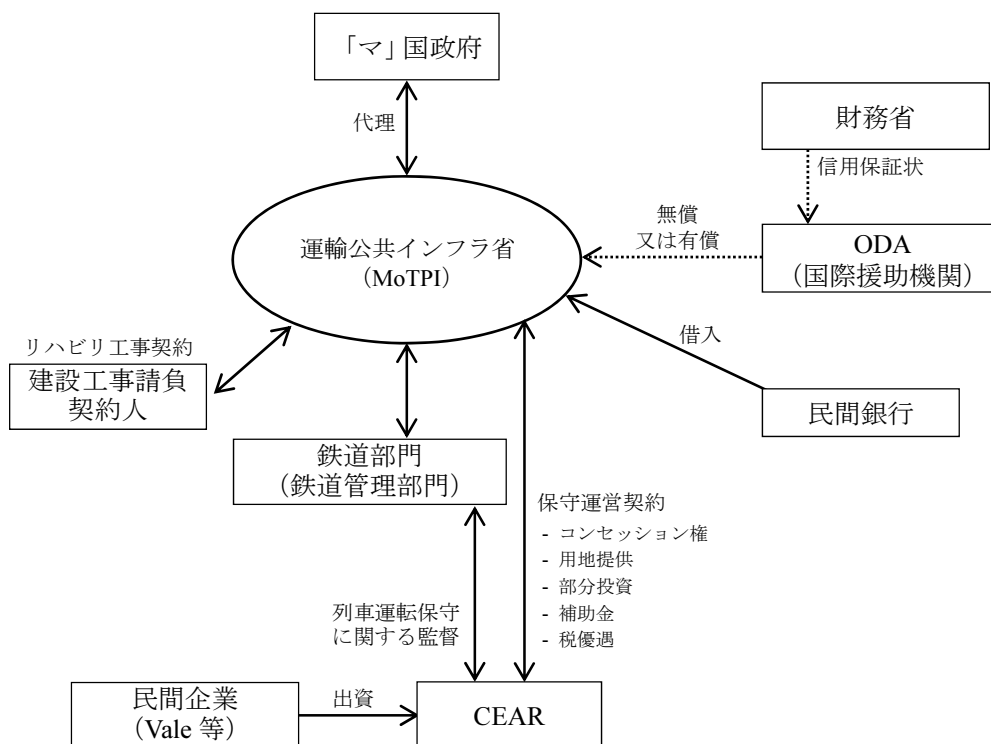
複数の道路改良プロジェクトの実施が計画されている。従って、MoTPI 及び RA は、下記のプログラムに従って日常及び定期的維持管理により既存道路アセットの運営維持管理に注力しなければならない。

- 日常維持管理作業は、O&Mプログラムに従って実施されなければならない。
- 定期的維持管理作業は、道路開発維持管理モデル（HDM-4）によって判定される優先道路区間のO&Mプログラムに従って実施されなければならない。
- 排水構造物及び橋梁の定期点検及び維持管理は、毎年構造物の問題箇所を判定し、修理及び清掃を行わなければならない。

(2) 鉄道サブセクターの組織制度整備

鉄道サブセクターの組織制度整備は、情報共有から、合意形成、リハビリ／再構築計画、実施にまで渡る。マスタープランの円滑な導入を行う為、MoTPI の鉄道部門の CEAR の運営と保守状況を監理する権限を強化しなければならない。

MoTPI は、リハビリプロジェクトの実施機関としての役割を果たすべきである。MoTPI は、CEAR との契約を改訂し、資金調達、建設工事請負契約（設計、調達、建設）、セナ鉄道支線の維持管理の責任を負う必要がある。リハビリプロジェクト実施体制を図 39 に示す。



出典：調査団

図 39 プロジェクト実施体制

貨物運賃を決定するには、運賃政策が必要である。運賃政策は、貨物運賃による車両、貨車の取扱い、運搬に対する明確に統一された原則、優先順位、規則、方法に基づいて策定されなければならない。運賃政策の主目的は、運営会社と荷主間のバランスを保つことにある。国際貨物輸送に関しては、「マ」国、「モ」国及びザンビアの鉄道管理組織は、国際貨物輸送に対する運賃政策を策定する必要がある。

CEAR との現コンセッション契約は、2019 年に終了する。コンセッション契約によると、両者は契約満了の 5 年前に改訂又は延長に付いて討議しなければならない。その為、討議は今後 3 年以内に開始される。マクロ経済見通しによると、「マ」国は経済成長を持続させ、生活環境の改善を図る為の重要な構造改革に直面している。その為、さらなる輸出入の輸送サービスが必要になっている。安定した輸送サービスを提供する為に、鉄道の運営管理は CEAR とのコンセッション契約により官から民間へ移行されている。しかし、このコンセッション契約は、十分機能していない。MoTPI と CEAR の現コンセッション契約には数々の問題、論点が存在している。これらは、コンセッション改定討議の中で検討されるべきである。

## 1 2. 能力開発プログラム

### (1) 本調査における能力開発プログラム

実施機関である MoTPI 及び他機関の職員は、交通マスタープラン策定の段階に参画した経験が少なく、マスタープランの策定プロセス及びその内容を理解することは、マスタープランのプロジェクトを実施していく際に望ましいと考えられる。

本調査では、日本人専門家が「マ」国で現地調査実施期間中に、主として OJT で実施することを計画した。能力開発プログラムの主な内容は以下の通りである：

- 現地踏査への同行（2010年11月～2011年11月）
- ワーキンググループ会議での協議（5回のワーキンググループ会議）
- レポートのレビュー（プログレス、インテリム、ドラフト・ファイナル・レポート～
- 技術移転セミナーのプレゼンテーション資料の準備（第1回～第3回技術移転セミナー）
- 技術移転セミナーにおけるプレゼンテーション（第1回～第3回技術移転セミナー）

能力開発プログラムに加え、JICA はカウンターパートの 1 名を「国土／地域開発政策」に関するトレーニングプログラムの研修員に選定した。

### (2) 本調査における能力開発プログラムの評価

本調査の開始から 2011 年 12 月末までの期間を通じて、6 名のカウンターパートが、実施期間の職員数が限定され他の業務も担当している中で、積極的に調査団と共に調査作業に参加して、マスタープラン策定及び道路・鉄道プロジェクトのプレ F/S 作業について能力向上に努めた。

これらのカウンターパート自身も、自分の専門知識及び経験を有している。しかし、彼らの交通マスタープラン策定、ならびに道路及び鉄道のプレ F/S の実施能力は、特に JICA 調査の OJT を通じての作業、ならびに技術移転セミナーの準備及びプレゼンテーションを通じて、明らかに向上した。

今後、MoTPI 及び他の機関の職員の持続的な能力開発を行うために、MoTPI に交通部門専門家（技術者）を配置することを勧告する。

## 1 3. 結論と提言

マスタープランとプレ F/S の結論と提言を以下に記す。

### (1) 結論

- セナ回廊開発の基本方針は、南東アフリカ、「マ」国、調査対象地域の観点から、国家開発方針である持続可能な経済成長と貧困緩和に合致している。

- 基本方針に基づきセナ回廊開発は、国際南北軸、国土南北軸、調査対象地域の幹線輸送網の観点から検討され、調査対象地域における国際輸送回廊と幹線輸送網を特定した。「モ」国の輸送インフラ開発は外部要因として定義し、「モ」国側の道路と鉄道は2030年までに整備されると想定した。
- 道路および鉄道セクターのマスタープランは、両セクターの開発コンセプトと開発方針ごとに、短期（2015）・中期（2020）・長期（2030）の実施期間に分けて提案した。3つの代替案のうちBeira港までの道路と鉄道での接続を含む全輸送ネットワークの構築案が経済評価（EIRR=17.1%）、環境影響、運輸交通の観点から最も望ましい交通網として評価された。
- 調査対象地域におけるマスタープランの提案プロジェクトは、4つの道路プロジェクト（M1, S151, S152 and D379）と3つのパッケージ（鉄道のリハビリ／再構築、車両調達、信号・通信システムの導入）が含まれ、技術・経済的にフィージブルと判断された。従って、マスタープラン投資プログラムの作成・開始が必要である。
- マスタープランのプロジェクトは、農村地域から地方成長拠点へのアクセス、特に現在交通アクセスの面で孤立している農村地区の改善によって持続可能な経済成長、貧困緩和、調査対象地域の生活環境改善に多大に貢献する。
- マスタープランのプロジェクトは、「マ」国の換金作物の輸出、燃料や肥料の輸入の観点からの外港や国際市場へのアクセス改善によって、持続可能な経成長、輸出製品の国際競争力の向上、「マ」国の輸送ネットワークのリダンダンシー強化に貢献する。
- マスタープランのプロジェクトは、南東アフリカの観点からBeira港への国際輸送回廊の代替性を創出することによって、広域的な国際南北軸の強化に貢献する。
- プレF/Sで選定されたプロジェクトの「Makhanaga～Bangula間S151号線道路再構築プロジェクト」は、短期・中期プログラムであり、Makhanaga～Bangula間の道路改良およびチロモ道路橋と新シレ橋の建設に係る概略設計に基づいた検討の結果、技術的・経済的にフィージブルと判断された。
- プレF/Sで選定されたプロジェクトの「Limbe～Border (Marka)間鉄道リハビリ／再構築プロジェクト」は、軌道や盛土、チロモ鉄道橋を含む橋梁、信号・通信システムの導入、車両調達を考慮した鉄道のリハビリ／再構築の概略設計に基づいた検討の結果、技術的・経済的・財務的にフィージブルと判断された。
- 道路と鉄道プロジェクトの環境初期調査（IEE）の結果、わずかな負の環境社会影響があることが判明した。

## (2) プロジェクト実施の提言

- 「マ」国政府は、マスタープランの実施を「モ」国政府と調整する必要があるため、2011年11月の初回の対談に続き、「モ」国政府のカウンターパートとの対話を継続的に行うべきである。主要な議題は、セナ鉄道支線のVilla Nova de Frontera～Dona Ana間の再構築、およびMutarara経由のVilla Nova de Frontera～CaiaまでのN300号線とN322号線の道路改良である。
- MoTPIはマスタープランとともにプレF/Sの結果、特に「Makhanaga～Bangula間S151号線道路再構築」と「Limbe～Border (Marka)間鉄道リハビリ／再構築」については、プロジェクト実施支援の可能性を探るため開発パートナーに情報を提供するべきである。



- 
- MoTPIはプレF/Sでフィージブルと判断された優先プロジェクトのF/Sを早期に実施するとともに、F/S実施の期間中にパブリック・コンサルテーションを含むフルスケールのEIA調査を実施すべきである。
  - MoTPIはF/Sの結果に基づき事業実施に係る住民移転補償や土地収用費用に必要な予算を確保すべきである。

### (3) 制度に関する提言

- RAは調査対象地域の幹線道路網を構築した後、S151号線の道路分類を「Main Road」に変更することを考慮すべきである。
- MoTPIは現在の道路資産の最大化を図るため、維持管理予算を十分に確保する必要がある。
- MoTPIは鉄道局の組織強化および職員の能力強化を行い、CEARの実績を管理・確認するため鉄道法の改定を行う必要がある。
- MoTPIは2014年より現在のCEARとのコンセッション契約を見直す必要がある。また、CEARの管理・操業に関する過去の実績についても十分に精査する必要がある。