

タンザニア連合共和国  
公共事業・運輸・通信省  
鉄道資産保有会社

タンザニア国  
中央鉄道洪水対策事業準備調査  
(その2)

ファイナル・レポート  
和文要約

平成 28 年 7 月  
(2016 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社パデコ  
日本工営株式会社  
日本コンサルタンツ株式会社  
株式会社復建エンジニアリング

アフ
CR(3)
16-007



## 目 次

E0.	序文 .....	1
E1.	はじめに .....	3
E2.	鉄道セクター開発／投資計画.....	3
E3.	中央鉄道の現状.....	4
E4.	輸送需要予測 .....	5
E5.	洪水リスクアセスメントと緊急対策の提案.....	6
E6.	水文解析ならびに水理解析.....	7
E7.	土砂解析 .....	8
E8.	洪水対策代替案の選定.....	10
E9.	鉄道システム .....	16
E10.	概略設計及び積算.....	17
E11.	事業実施・O&M体制 .....	21
E12.	事業実施計画 .....	23
E13.	環境社会配慮 .....	26
E14.	事業評価 .....	27
E15.	結論及び提言 .....	28

## 図

図 E3.1	タンザニアにおける鉄道ネットワーク .....	4
図 E8.1	代替案 A, B, C の概念図 .....	15
図 E12.1	事業実施スケジュール .....	25

## 表

表 E4.1	TRL 貨物輸送需要予測 .....	5
表 E4.2	TRL 旅客輸送需要予測 .....	6
表 E5.1	優先対策区間の選定 .....	6
表 E8.1	洪水対策代替案 .....	11
表 E8.2	対策工選定のための河岸侵食箇所の評価結果（1/2） .....	12
表 E10.1	移設区間の延長 .....	17
表 E10.2	移設区間の盛土 .....	17
表 E10.3	移設区間の切土 .....	18
表 E10.4	移設区間の橋梁 .....	18
表 E10.5	工事内容のまとめ .....	19
表 E10.6	各契約パッケージの区分 .....	20
表 E10.7	プロジェクト費用のまとめ .....	20
表 E10.8	適用可能な本邦技術 .....	21
表 E11.1	本事業 PMT の主要構成員 .....	22
表 E11.2	鉄道インフラ管理及び鉄道サービス提供に係る体制 .....	22
表 E14.1	本事業の運用・効果指標 .....	28

## 要 約

### E0. 序文

#### E0.1 代替案策定の基本的方針

JICA 調査団は、経済的に実現可能かつ洪水被害を最大限除去できる最も有効な対策を長期洪水対策の解決策として定義した。下記 E0.2 項及び 8 章で説明するように、提案する代替案 B-2 は経済的に実現可能であり、また、大・中規模の洪水被害を除去し、最小の中断で年間を通じた円滑な列車運転を可能ならしめる効果を持つことが判明した。<sup>1</sup> 同時に同代替案は、E.03 項で説明するように一定の制限を有するが、そのありそうな被害は最小と予期され、以下のハードとソフトが一体となった適切な対策の実施により緩和可能である。

#### ハード対策

洪水対策工と事業完了後の維持管理が一体となった洪水対策を提案する。事業効果の確保には毎年の適切な維持管理が必須なため、事業完了後の適切な維持管理を前提に代替案が計画された。同維持管理はカルバート・排水インフラ内及び付近の堆積土砂の撤去を含む。

#### ソフト対策

本計画では未対策の区間で計画洪水が発生した場合、数時間から数日、鉄道盛土が氾濫・越流する可能性を想定している。その際、列車運行の安全を確保するため、運行停止または一時的な速度制限が求められる可能性が高い。

#### E0.2 代替案の評価

危険度の高い箇所では、高所に線路を移設し、それに該当しない箇所では護岸工を整備することを基本に、ハード対策の主要素である洪水対策代替案を策定した。各代替案の主要点は以下の通り：<sup>2</sup>

- 代替案 A は大規模の洪水被害に対応する
- 代替案 B は大・中規模の洪水被害に対応する
- 代替案 C は大・中・小規模の洪水被害に対応する

これら代替案を、技術・経済・財務・環境・社会面から評価した結果、代替案 B-2 が最適な解決策として選定された。<sup>3</sup> 経済評価の尺度として経済的内部収益率（EIRR）が用いられたが、これは代替案 C が（予算の上限によるものではなく）経済的な実現可能性を欠いたために棄却されたことを意味する。<sup>4</sup>

<sup>1</sup> TRL の記録に照らし合わせると、代替案 B-2 を実施することにより、2011-14 年の洪水による線路閉鎖時間の 91%を防ぐことが可能である。

<sup>2</sup> 提案代替案の詳細な特徴は 8.6.3-8.6.6 項に示した。

<sup>3</sup> 詳細は 8.7 節、特に表 8.40 参照。

<sup>4</sup> 代替案 C-2 の予備的 EIRR は 4.1%、同コストは代替案 B-2 の 2.5 倍と推計された。

### E0.3 事業効果、事業の制約、今後必要な対応

代替案 B-2 は大・中規模の洪水被害を除去する一方、小規模の洪水被害には未対応である。このことは、事業完了後も計画高水位より低い区間が残ることを意味する。これらの区間では計画洪水時に洪水流で氾濫・越流にさらされるため、下記の列車運行規制が求められる。<sup>5</sup> したがって、現行案以上の更なる対策は、それらの追加投資が妥当となる鉄道輸送量の増加後に行われることになるであろう。

#### 事業効果：

計画洪水（計画高水位）時の列車運転は以下のように分類される。

#### 移設区間

RDL > FL：列車は 4,680 m (18.5%) の区間で運転が停止される。

FL > RDL（盛土）：列車は 5,060 m (20.1%) の区間で監視のもと運転（徐行、停止）される。

FL > RDL（切土）：列車は 15,480 m (61.4%) の区間で安全に運行される。

#### 非移設区間

DHWL > RL：列車は 20,230 m (32.4%) の区間で運転が停止される。

RL > DHWL：列車は 42,500 m (67.6%) の区間で監視のもと運転（徐行、停止）または安全に運行される。

#### 事業の制約：

計画洪水（計画高水位）時の冠水／越流区間は以下のように分類される。

#### 移設区間

DHWL > FL（盛土）：合計 1,360 m (全盛土区間の 9.2%)

DHWL > FL（切土）：合計 1,960 m (全切土区間の 18.7%)

#### 非移設区間

DHWL > FL：合計 20,230 m (全区間の 32.4%)

#### 今後必要な対応

##### 詳細設計期間中

2016 年初めの洪水被害を考慮すると概略設計の洪水対策工の小修正が詳細設計で必要となる。2016 年 4 月に行われた JICA 調査団と RAHCO/TRL による合同現地調査で認識された見直しが必要な洪水対策工は、Mzase 支川上流部の流路工、Maswala 支川の流路工及び本川の護岸防護工（Km 297-98, 304-05, 307-08, 316-17 等）である。

<sup>5</sup> 詳細は 15.1 (2) 節参照。

## 事業完了後

- 上記冠水／越流区間の除去の為の洪水対策工は、それらの投資が妥当となる鉄道輸送量の増加後に行われることになるであろう。
- 関係者による支川上流部の流域管理が発生土砂の量を減らすために開始されるべきである。

## E1. はじめに

タンザニア（以下、タ国）の物流需要は今後 20 年間で現在の 4 倍に達すると推計されており、物流インフラの整備が喫緊の課題となっている。しかしながら、鉄道インフラの老朽化・列車運行の非効率さのため、タンザニア鉄道株式会社 (TRL) による貨物輸送量は過去 10 年に急激に低下した。鉄道サービスの悪化は主に不十分な維持管理・車両数、Kilosa-Gulwe 間での度重なる洪水に起因する。

JICA はタ国政府（運輸省）との間で署名・交換を行った協議議事録 (Minutes of Meeting: M/M) を基に 2014 年 11 月に本調査を開始した。本調査は (i) 詳細な水文調査及び土砂動態調査を基に洪水対策のための鉄道路線の代替ルートを選定し、(ii) 対策工の概略設計、円借款対象事業の審査に向けた事業計画の策定を行うことを目的とする。

## E2. 鉄道セクター開発／投資計画

### E2.1 タンザニア政府の計画

タ国政府は 2013 年、運輸セクターを含む政府投資計画の実行力を高めるため、ビッグ・リザルツ・ナウ (BRN) イニシアティブを打ち出した。鉄道セクターに関し、タ国政府は中央鉄道の貨物輸送量を 2012 年の 20 万トンから 2015 年に 300 万トンに増加する目標を掲げている。

タ国政府は交通政策の効果的な実施に向け「運輸交通セクター10 年投資計画 (TSIP)」を策定している。TSIP は 2007/08～2016/17 に 2 フェーズに分けて実施されている。第 2 フェーズは、第 1 フェーズより多くの資金が動員・確保されているようであり、より多くのイニシアティブが実現されるはずである。

### E2.2 他ドナー支援の計画

世界銀行（以下、世銀）は 2014 年 4 月、Tanzania Intermodal and Rail Development Project (TIRP) に対して 3 億ドルの国際開発協会 (IDA) クレジットを承認し、2015 年 3 月 30 日に発効した。TIRP の開発目標は Dar es Salaam-Isaka 間にオープンアクセスによる信頼性の高い鉄道インフラを整備することである。TIRP はインターモーダル貨物輸送を中心に計画されており、最終的には週 2 往復のコンテナ列車を運行する予定である。

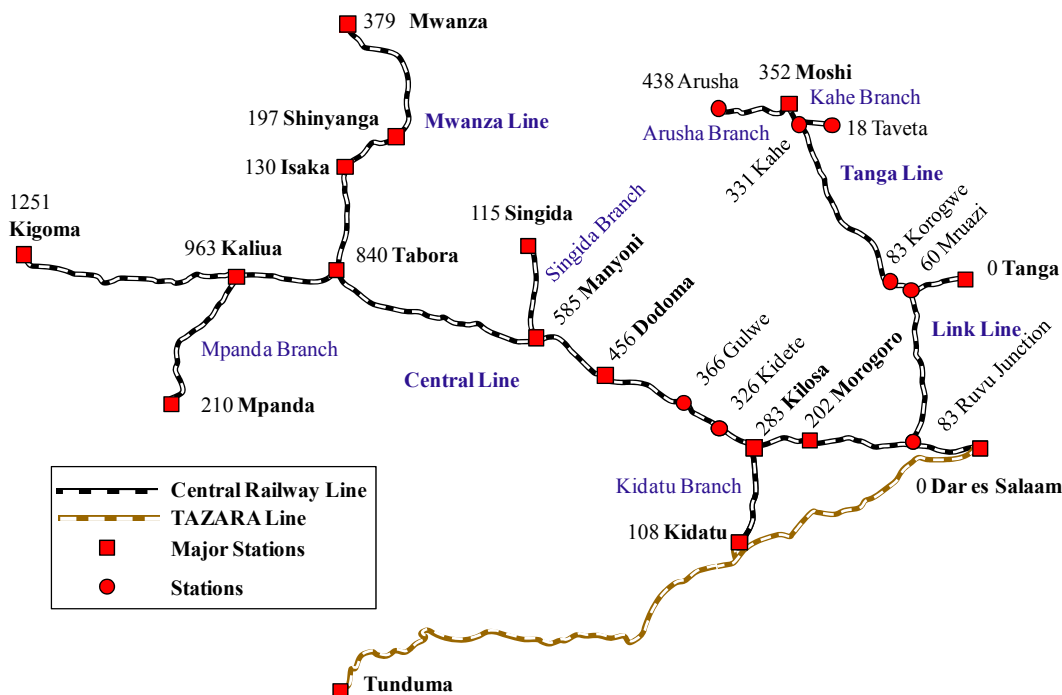
アフリカ開発銀行は PPP により Dar es Salaam-Isaka-Kigali/Keza-Musongati 間の鉄道事業の実施を検討しており、事業化に必要な法律・手続きを明確化するためトランザクションアドバイザーを雇用中である。欧州投資銀行 (EIB) は Tabora-Isaka 間の軌道改修、及び

Dar es Salaam–Isaka 間の構造物改修・更新を計画している。欧州連合もまた EIB 融資と協調し、無償資金協力の可能性を模索している。

### E3. 中央鉄道の現状

#### E3.1 中央鉄道の概要

中央鉄道は現在、タ国政府が 100%所有する RAHCO 及び TRL により管理されている。128 駅、2,707 km の単線、メートル軌、非電化からなる鉄道システムであり、図 E3.1 に示す 9 路線で構成されている。



出典：JICA 調査団

図 E3.1 タンザニアにおける鉄道ネットワーク

#### E3.2 組織体制

BRN イニシアティブでは TRL、RAHCO、SUMATRA、MOT の役割・責任分担を明確に定義した新たな組織体制の構築が提案されている。鉄道セクター改革は以下の 2 フェーズに分けて実施される計画である。(i) 第 1 フェーズ：（少なくとも 2~3 年間の）移行期とし、システムの安定化、複雑性の低減を図るため TRL を唯一のオペレーターとする。(ii) 第 2 フェーズ：（早くとも 2016 年以降の）長期的な観点から他オペレーターへの線路開放（オープンアクセス）を選択肢とする。



### E3.3 洪水被害及び災害対応

中央鉄道は度重なる洪水により被害を受けている（2011～14年に Kilosa–Dodoma 間で記録された計40回の洪水のうち、22回が Km 349と Km 365.6の2箇所で発生）。洪水被害の内容は、橋台や盛土周辺の洗掘、軌道や道床の越流等に代表される。これまでの対応は一貫して、早期の運行再開のための応急的な復旧工事であり、予防的な洪水対策は実施されてこなかった。この背景として、予防的措置を講ずるための予算の確保が困難であったことがある。その結果、数多くの調査・応急的な復旧工事にも関わらず、中央鉄道は依然として洪水被害を受けやすい状況下にある。一時的な対策に留まらず、予防的な洪水対策の実施が不可欠である。

## E4. 輸送需要予測

事業開始予定から30年である2046年までの、鉄道貨物及び旅客輸送需要の予測を行った。タ国の鉄道サービスのポテンシャルを推計するため、特段の輸送容量の制約が無いとして需要予測を算出した。

### E4.1 貨物輸送需要予測

本調査では、輸送品目毎に需要予測を行った。各品目の輸送の伸び率を設定するため、品目毎に、生産或いは消費の伸びとタ国GDPの伸びの比較を行った。具体的には、品目毎の対GDP弾力性をコブ・ダグラス型モデルにより推計し、これらの弾力性と、設定されたGDP成長率を用いて、輸送量の伸びを設定した。ベースとなる輸送量として、2000年代の急激な輸送量の下降以前のピーク時（2001～2004年）における平均輸送量を用いた。トランジット貨物についても、周辺国のGDP統計を用いて、同様の方法により需要予測を行った。予測結果を下表に示す。

表 E4.1 TRL 貨物輸送需要予測

年	2023	2026	2031	2036	2041	2046
合計（トン／年）	4,429,172	5,520,517	7,429,756	9,342,098	11,420,273	13,633,120

出典：JICA 調査団

国内貨物とトランジット貨物の割合は2046年までに概ね同等（48%対52%）になり、国内一般貨物（コンテナ輸送）は、国内貨物合計の約半分（国内・トランジット合計の約25%）との予測結果となっている。

### E4.2 旅客輸送需要予測

都市間の鉄道旅客輸送量は全体として、主に人口と所得レベル（1人当たりGDPで計測可能）に影響を受ける。従って、旅客輸送需要は、人口と1人当たりGDPの積であるGDPの成長率で増加するとの仮定を行い、貨物輸送需要予測において設定したGDP成長

率を用いた。過去の旅客輸送実績及び関連調査<sup>6</sup>による旅客需要予測を参考として、ベースとなる輸送量を年間 100 万人と設定した。予測結果を下表に示す。

表 E4.2 TRL 旅客輸送需要予測

年	2023	2026	2031	2036	2041	2046
旅客数/年	1,000,000	1,215,576	1,642,373	2,157,452	2,762,517	3,456,057

出典：JICA 調査団

## E5. 洪水リスクアセスメントと緊急対策の提案

### E5.1 目的と作業工程

洪水に被災しやすい状況にある鉄道区間の現状を把握し、Kilosa-Gulwe 間（約 88 km）の緊急対策の計画立案を目的として、2014 年 12 月、洪水リスクアセスメントが実施された。JICA 調査団は、2014 年 12 月 1 日から 12 月 5 日まで、RAHCO と TRL と共同して現地踏査を行った。選定された優先区間の深刻な状況を鑑み、2015 年の雨期入りを前に施工が実施され最大限完了する、という想定のもと洪水リスクアセスメント実施した。

### E5.2 高リスク地区の選定基準

河岸侵食やカルバートの閉塞といった洪水被害の特徴の分類を整理後、緊急対策が必要な区間を選定するための基準を考案した。防護工は、蛇かごによる護岸工を主体に構成され、Km 338.2-Km 337.7 区間では、水制工群が提案された。

### E5.3 優先対策の提案

対象地域の洪水リスクは、以下に示す 4 種類に分類される、つまり (i) 河岸侵食、(ii) 軌道盛土上の越流、(iii) カルバートの閉塞、(iv) 支川合流点における洪水、である。選定基準に基づき、全体で優先地区として 7 箇所が選定され、表 E5.1 に示す通り実施のための優先順位が提案された。

表 E5.1 優先対策区間の選定

優先順位	選定された区間	優先順位	選定された区間
1	Km 315.0 - 315.8	5	Km 366
2	Km 301.7 - 302.2	6	Km 355.0 - 356.0
3	Km 337.2 - 337.7	7	Bridge Km 293
4	Km 349.4B - 349.8B	-	Existing culverts

脚注：km 表示は既存距離表に基づく

出典：JICA 調査団

<sup>6</sup> Governments of Tanzania, Rwanda and Burundi, *Phase II of the Dar es Salaam-Isaka-Kigali/Keza-Musongati Railway Project Study*, Final Report, March 2014.

## E5.4 概算費用

概算数量に基づき、RAHCO から入手した主要な土木工事に関する実勢単価を用いて、提案された構造物対策の建設価格を算定した。総額は、TZS 2,957,032,800（2014年12月の換算レートを用い、US\$ 1,689,700 または ¥199,384,600）と算定された。JICA 調査団は、2014年12月24日、MOT/RAHCO/TRL に調査報告書「Recommendation on Urgent Protection Measures for Incoming Rainy Season 2015」を提出した。

## E5.5 緊急対策の実施状況

2015年2月、JICA 調査団は、選定された優先地区7箇所での最新状況を確認するために現地踏査を実施した。特筆すべきは、2015年3月6日、Km 337.2–Km 337.7地点で河岸侵食が発生し、軌道盛土が被災した点である。この区間は、TRL によって既に復旧作業が完了しているが、洪水リスクアセスメントの結果、Km 315.0–Km 315.8 と Km 301.7–Km 302.2 の2箇所に並び、最も被災リスクの高い地区と指定されていた。被災した区間は、緊急復旧工事として軌道を山側に移設され、被災発生後間もなくTRLにより鉄道運行が再開された。一方、MOTはMOFに対し選定された優先地区7箇所の復旧工事のための追加予算の要請書を提出済みであるが（2015年1月段階）、MOFとMOTとの間の事務手続き上の遅れから、2016年3月時点で、まだこの要請書は承認されていない。

## E6. 水文解析ならびに水理解析

### E6.1 データ収集ならびに照査

時間単位ならびに日単位の水文データを収集し、それらデータの信頼性を照査した。また、対象地域における気候変化に関する情報を収集し整理した。

### E6.2 水文特性

- 年降雨量：Kilosa 地点上流域の年降雨量は年により変動し、その最大値は通常、乾期と雨期の切れ目の月で区切る水文年 1967/1968 における 1,031 mm/year、最小値は水文年 1952/1953 における 277 mm/year であり、平均値は 626 mm/year、標準偏差は 149 mm/year である。なお、タンザニアにおける水文年は11月始まりである。
- 月降雨量：Kilosa 地点上流域では11月から5月に降雨が生じ、特に12月から4月にかけて顕著である。
- 降雨特性（雨量、面積、継続時間）：時間雨量の地上観測データを用いた検証により、Kilosa 地点上流域では狭い範囲で短時間に高強度の降雨が生じていると推察される。
- 雨域の移動：人工衛星観測の雨量データセットを用いた検証により、対象地域の豪雨の雨域の移動速度は早く、その継続時間は数時間程度であると推察される。
- 河川流量：Kilosa 周辺の本川は1年を通じて水流が生じる恒常河川であるのに対し、特に Kidede より上流区間は降雨時のみに水流が生じる間欠河川である。それら間

欠河川区間の流量ハイドログラフは、豪雨により短時間に突発的に引き起こされるフラッシュフラッドの特徴を示している。

- 時間水位：対象地域において洪水時の時間水位データは限られているが、2012年1月から3月の間に Kilosa 水位観測所で観測された3洪水の時間水位データより、Kilosa 地点での洪水継続時間は24時間未満であったと推察される。

### E6.3 洪水対策の水理条件設定のための水文解析ならびに水理解析

- 確率水文学の推定：日単位の点雨量、流域平均雨量ならびに日平均流量の確率水文学量を頻度解析により推定した。さらに、経験式を用いて確率流量を推定した。
- 水理解析：Kilosa-Gulwe 間の本川を対象に水理解析を実施し、鉄道被害を生じさせた既往洪水のピーク流量は、Kilosa 地点で約  $800 \text{ m}^3/\text{s}$  であったと推定された。
- 水文解析：Kilosa-Gulwe 間の流域を対象に水文解析を実施し、確率規模別の洪水ピーク流量を推定したが、既往洪水ピーク流量に比べ大きい結果となった。これは水文観測データが時間的・空間的に不足しているため、水文解析モデルを同定できなかったためである。今後、密な観測所ネットワークを構築し、時間雨量ならびに時間水位・流量データの蓄積が望まれる。

### E6.4 内水排水用カルバート

- 現在、Kilosa-Gulwe 間では、小規模な橋梁を含めて200を超えるカルバートが存在する。そのうちのいくつかは排水用として、また他のいくつかは住民や家畜が横切るためのものとして建設されている。内水排水対策として、排水用カルバートが残流域と鉄道の間、適切な容量をもつよう水路カルバートとして検討され配置された。5m四方メッシュのDEMデータとTRRL東アフリカモデルを用い、計55箇所の水路カルバートが計画された。代替案の比較検討のための基本データとして、各地点において必要な容量と数量のカルバートが提案され、既存カルバートの配置をもとに、移設後横断する新規カルバートの平均的な配置間隔を約300mとした。

## E7. 土砂解析

### E7.1 土砂流出の特性

#### E7.1.1 地質地形の観点から見た土砂生産

- 地質及び地質構造：当該流域には、先カンブリア界（20億年以上前）の変成火成岩、変成堆積岩、片麻岩、グラニュライト、ミグタイト及び花崗岩などが分布している。タ国の地質構造は、大地溝帯によって特徴づけられる。このため、断層を表す多くのリニアメントが地溝帯沿いに認められる。
- 地形発達史：侵食輪廻によると、現在は、“老年期”である。そのため、侵食された台地は、緩やかな地形を呈している。基盤岩の露頭は、山麓や地表面、河床などに見ることができる。また赤っぽい或いは灰色がかった土砂堆積物が、

Kinyasungwe 川や Mzase 支川、Maswala 支川の上流に認められる。かなり古い時代には、この地域一帯に巨大な湖が存在していたものと推察される。

### E7.1.2 土砂生産源

- 著しい土砂生産域：最も顕著な土砂生産域は、Kidete と Gluwe 間に認められる。特に、Maswala 支川と Kidibo 支川及び Mzase 支川は、土砂生産が非常に多い河川である。
- 土砂生産源：土砂生産源は、支川上流域の耕作地の拡大であると判断される。これは、耕作や過放牧によって地表面はかく乱され、雨期に流出しやすくなるからである。表土のかく乱によって雨滴侵食に対する抵抗力が弱められ、流出するものと思われる。また、洪水は溪岸侵食を促進すると推察される。
- 土砂生産性：斜面からの土砂生産性は、斜面勾配が  $3^{\circ}$  より緩い場合は小さい。またこのゾーンでは、砂粒より小さく移動しやすい材料である。

### E7.1.3 土砂の運搬能力

- Kinyasungwe 川における土砂運搬能力：Kinyasungwe 川は定常的に河床堆積物を運搬できる河川水を有していない。このため、Kinyasungwe 川の河床は上昇している。
- 支川の土砂運搬能力：Kinyasungwe 川の河床上昇は支川の河床上昇に影響している。

### E7.1.4 生産土砂の算出

- 生産土砂量は、Rapid EYE の衛星画像を使って算出した。
- 衛星画像による土地被覆は、5 つの色調に分類された（緑色、黄緑色、オレンジ色、水色、白色）。生産土砂量は、この分類を基に求めた。
- Mzase, Maswala 及び Kidibo 各支川流域で認められるオレンジ色のゾーンは、概して耕作地として使用されている。なおこのゾーンは、高い土砂生産性を有している。

### E7.1.5 土砂災害対策

- 土砂災害の対策は、生産土砂量の多い支川に対して検討した。
- 以下の3支川は、土砂流出の高い特性を鑑み優先順位が選定された。  
第1位：Mzase 支川、Maswala 支川、第2位：Kidibo 支川
- 対策工としては、水路工、帯工、床固工、護岸工、堤防が選定された。

### E7.1.6 今後の課題

- 上流域における土砂生産が Kinyasungwe 本川の蛇行に影響していることから、上流域に対する保全が必要である。

## E8. 洪水対策代替案の選定

### E8.1 計画洪水規模の設定

- 軌道の移設線形を検討するために、洪水対策の計画規模について検討され、決定された。
- 洪水痕跡調査結果のレビューを通じて、Kinyasungwe/Mkondoa 川本流に沿って、Kilosa と Gulwe 間のほとんどの既設鉄道区間の盛土部に最高洪水水位が達していることが明らかになった。
- 信頼できる洪水流量や水位データは極めて限られているため、Kilosa 付近の洪水痕跡から過去の最高洪水水位に該当する流量値を推定した。信頼度の高い洪水痕跡標高から、水理解析によって、約 30 年確率洪水ピーク流量に匹敵する約 2,000 m<sup>3</sup>/s が流下したものと結論付けられた。
- Kinyasungwe/Mkondoa 川流域は、高い土砂生産ポテンシャルを有しているため、Kilosa と Lumuma 川合流点までの間の河道横断図（1999 年と 2015 年）の比較に基づき将来の土砂堆積量を試算した。堆積土砂量は 16 年間の河道横断図の変化から、おおよそ平均 1.0 m と算定された。
- 構造物の設計洪水流量を決めるため、河道横断図を通じて向こう 30 年間の土砂堆積量を求めた。Kilosa～Lumuma 間では平均堆砂厚 2.0 m と算定された。
- 一方、Lumuma 川合流点から Gulwe にかけての上流域では、土砂混入率と表土侵食量を、浮遊砂サンプリング調査と衛星写真分析結果から算定し、平均 2.5 m と算定された。
- 上記堆砂後の状況のもと、水理計算を行い計画洪水水位を決定した。
- 結論として、軌道移設ルート沿い盛土の必要余裕高は、計画洪水位より上に余裕高 (1.2 m) を考慮し、上下流区間でそれぞれ 2.3 m 及び 2.7 m となった。

### E8.2 洪水対策策定の考え方

鉄道（施設）の被災状況と列車運行とを勘案し、危険度の高い箇所では、高所に線路を移設し、それに該当しない箇所では護岸工により線路の流出を防ぐこととした。

鉄道の移設： 侵食が急速に進行している区間は、山側に軌道に移設し、かつ計画洪水位（30 年間の堆砂量を考慮）より上になるように盛土の高さを計画した。

河川護岸防護： 一時的な浸水は許容するが河岸侵食を防止しつつ現軌道を維持することを基本条件として、侵食防止工を配置した。

### E8.3 代替案の設定

表 E8.1 は洪水被害と提案する対策案との関係を示した。表 E8.2 は Kilosa-Gulwe 間の軌道移設後、河岸侵食対策箇所の選定結果を掲載した。

表 E8.1 洪水対策代替案

代替案		洪水被害	被災原因	対象地域	鉄道側対策	河川側対策	
A	B	橋梁の流失	橋桁の損失	Km 293 地点の橋梁	Km 293 橋梁の落橋防止 <sup>1</sup>	左岸側橋台付近の河岸防御	
			橋台の崩壊	Kidibo 支川 (Km 355)	-	(橋梁より) 下流側の河道改修 (鋼矢板による河岸防御)	
		路床・軌道基盤の損壊	河岸侵食	河岸侵食危険箇所	軌道移設	蛇かご、巨石、水施工等による河岸防御工	
				大規模の軌道流失	大規模な越流	Maswala 支川 (Km 349.5)	Maswala 川合流点 (既設ボックスカルバート) の橋梁建設
				Mzase 支川 (Km 365.6)	Mzase 川合流点 (既設ボックスカルバート) の橋梁建設と Gulwe 駅の移設	下流域の河道改修 (床固工と築堤)	
			中規模の軌道流失	中規模の越流	Km 363-Km 368	軌道移設	-
			軌道浸水	小規模の越流	計画洪水位以下の既設軌道区間	移設による軌道標高の嵩上げ	-
					河岸侵食危険箇所	-	鋼矢板/鋼管杭の敷設
					Maswala 支川 (Km 349.5)	-	上流域の河道改修 (床固工)
					Kidibo 支川 (Km 355)	Kidibo 橋の移設	上流域の河道改修 (床固工と河岸防御工)
		Mzase 支川 (Km 365.6)			-	上流域の河道改修 (床固工と河岸防御工)	

脚注: 1. 代替案 C では Km 293 橋梁の付替えが必要となる。

出典: JICA 調査団

表 E8.2 対策工選定のための河岸侵食箇所の評価結果 (1/2)

No.	区間 (現行距離表) (Km)	区間 (新距離表) (Km)	延長距離 (km)	水衝部	基準1		基準2		基準3		総合評価 ランク	軌道移設区間 (代替案B2)		侵食防止工 (代替案B2)		軌道移設 及びまたは 河岸侵食防止工選定の条件
					河岸からの離隔 (m)	侵食の程度 (地形分析/ 現地踏査)	比高差 (H m)	評価結果 「High」 「Progressive」 の順位	区間	コード No.		区間	コード No.			
														最短箇所	ランク	
1	285.5 - 286.3	286.0 - 286.8	0.8	Y	140	L	Progressive	3.0	H	2	-					
2	289.0 - 290.0	289.5 - 290.5	1.0	Y	180	L	Progressive	1.5	L	1	○		289.38 - 290.20	1-1	右支川(Mdukwe)川がMkondoa 川本川と合流する地点で、軌道盛土が洪水流で危険にさらされる。事実、この区間は過去数回にわたり被災している。	
3	292.3 - 293.0	292.8 - 293.5	0.7	Y	130	L	Progressive	1.5	L	1	-					
4	293.0 - 293.4	293.5 - 293.9	0.4	Y	30	H	Progressive	2.0	L	2	-					
5	293.4 - 294.2	293.9 - 294.7	0.8	Y	existing bridge	H	V. Progressive	2.3	L	2	○	293.7 - 295.5	1			Km293地点の既設鋼橋の上流側は洪水流の影響を受ける危険性があるため、軌道移設を計画する。
6	295.8 - 296.2	296.3 - 296.7	0.4	Y	240	L	Moderate	2.5	L	0	-					
7	297.2 - 297.4	297.7 - 297.9	0.2	Y	40	H	Moderate	2.1	L	1	-					
8	297.4 - 298.2	297.9 - 298.7	0.8	Y	30	H	V. Progressive	1.7	L	2	○		297.45 - 298.11	1-2	この区間は、洪水流の水衝部に当たっているためさらなる河岸侵食の危険性がある。	
9	298.5 - 299.3	299.0 - 299.8	0.8	Y	70	H	V. Progressive	1.8	L	2	○		298.42 - 298.99	2	No.1-2区間と同様	
10	299.7 - 300.1	300.2 - 300.6	0.4	Y	40	H	Progressive	1.3	L	2	-					
11	300.1 - 301.2	300.6 - 301.7	1.1	Y	30	H	V. Progressive	3.0	H	3	◎		299.75 - 300.45 300.88 - 301.38	3 4	この区間は「軌道移設」に分類されるが、地形条件から施工が困難を伴うと予想されるため「侵食防止工」の対象区間とする。	
12	301.2 - 301.6	301.7 - 302.1	0.4	Y	130	L	Moderate	0.8	L	0	-					
13	301.6 - 301.7	302.1 - 302.2	0.1	Y	290	L	Moderate	0.8	L	0	-					
14	301.7 - 301.9	302.2 - 302.4	0.2	Y	250	L	Moderate	1.4	L	0	-					
15	301.9 - 302.0	302.4 - 302.5	0.1	Y	250	L	Moderate	3.0	H	1	-					
16	302.0 - 302.1	302.5 - 302.6	0.1	Y	240	L	Moderate	1.2	L	0	-					
17	302.1 - 302.2	302.6 - 302.7	0.1	Y	110	H	Progressive	1.0	L	2	-					
18	302.2 - 302.5	302.7 - 303.0	0.3	Y	40	H	Progressive	1.0	L	2	-					
19	302.5 - 302.6	303.0 - 303.1	0.1	Y	90	H	Progressive	2.2	L	2	-					
20	302.6 - 302.9	303.1 - 303.4	0.3	Y	50	H	V. Progressive	2.2	L	2	○					
21	302.9 - 303.5	303.4 - 304.0	0.6	Y	30	H	V. Progressive	3.0	H	3	◎					
22	303.8 - 304.0	304.3 - 304.5	0.2	Y	160	L	Moderate	3.0	H	1	-					
23	305.7 - 306.0	306.2 - 306.5	0.3	Y	50	H	Progressive	3.0	H	3	○					
24	306.0 - 306.5	306.5 - 307.0	0.5	Y	40	H	Progressive	3.0	H	3	○					
25	306.5 - 306.8	307.0 - 307.3	0.3	Y	130	L	Progressive	3.0	H	2	-					
26	308.0 - 308.2	308.5 - 308.7	0.2	Y	130	L	Progressive	1.5	L	1	-					
27	308.4 - 308.6	308.9 - 309.1	0.2	Y	200	L	Progressive	2.5	L	1	-					
28	308.9 - 309.7	309.4 - 310.2	0.8	Y	40	H	V. Progressive	1.4	L	2	○		308.96 - 309.48	8	この区間では、主流部が河岸に非常に近寄って流れている。さらに、洪水時、流水は不安定で流路を簡単に変えやすいと見られる。従って、河岸防御は不可欠である。	
29	309.9 - 310.3	310.4 - 310.8	0.4	Y	340	L	Progressive	1.5	L	1	-					区間No.10と同様と見られる。
30	310.3 - 311.3	310.8 - 311.8	1.0	Y	90	H	Progressive	4.3	H	3	○		311.15 - 311.71	9-1	区間No.10と同様と見られる。	
31	312.2 - 312.7	312.7 - 313.2	0.5	Y	80	H	Progressive	3.4	H	3	○					
32	312.7 - 313.0	313.2 - 313.5	0.3	Y	40	H	Moderate	3.0	H	2	-		312.60 - 313.37	9-2	区間No.10と同様と見られる。	
33	313.2 - 313.9	313.7 - 314.4	0.7	Y	100	H	Moderate	4.0	H	2	-					
34	313.9 - 315.0	314.4 - 315.5	1.1	Y	60	H	Progressive	4.4	H	3	○					
35	315.0 - 316.5	315.5 - 317.0	1.5	Y	40	H	Most progressive	6.0	H	3	◎	313.3 - 316.0	3	315.32 - 317.04	10	この地点は、過去、洪水により繰返し被災しているプロジェクト対象地域の中でも最も河岸侵食の著しい箇所の一つである。被害を防ぐため、侵食防止工と軌道移設を合わせて実施することを提案する。この3年間、区間No.10では深刻な河岸侵食が発生し、未だに継続している。従って、強い洪水流に対抗するため堅固な河岸防護工の建設が必要となっている。
36	316.6 - 317.0	317.1 - 317.5	0.4	Y	100	H	Moderate	3.7	H	2	-					

◎: 3つの基準すべてで「High」または「Progressive」と評価され、かつ中でも河岸侵食の程度が「Most or Very Progressive」と評価される場合⇒「軌道移設」

○: 3つの基準すべてで「High」または「Progressive」と評価される場合、あるいは2つまたは1つの基準が該当するが河岸侵食の程度が「Most or Very Progressive」と評価される場合⇒「河岸侵食防止工」



表 E8.2 対策工選定のための河岸侵食箇所の評価結果（2/2）

No.	区間 (現行距離表) (Km)	区間 (新距離表) (Km)	延長距離 (km)	水衝部	基準1		基準2		基準3		総合評価	軌道移設区間 (代替案B2)		侵食防止工 (代替案B2)		軌道移設 及びまたは 河岸侵食防止工選択の条件		
					河岸からの離隔 (m)		侵食の程度 (地形分析/ 現地踏査)	比高差 (H m)	評価 結果 「High」 または 「Progressive」	ランク		ランク	ランク	区間	コード No.		区間	コード No.
					最短箇所	ランク												
37	328.3 - 328.5	328.8 - 329.0	0.2	Y	50	H	Progressive	8.0	H	3	○			328.29 - 328.52	11-1	狭い閉塞した河道区間で直角に近い角度で洪水流の水衝部となっている。高い比高差を持つ河岸はさらなる侵食の危険にさらされている。		
38	329.0 - 329.2	329.5 - 329.7	0.2	Y	100	H	Progressive	2.0	L	2	-					評価の結果、活発な侵食作用にさらされている河岸を強化するために防衛工が必要である。 (初期段階の評価では、「軌道移設」だったが「侵食防止工」に変更された)		
39	329.2 - 329.5	329.7 - 330.0	0.3	Y	80	H	Moderate	4.8	H	2	-							
40	329.5 - 329.8	330.0 - 330.3	0.3	Y	50	H	V. Progressive	3.0	H	3	○			329.98 - 331.03	11-2			
41	329.8 - 330.5	330.3 - 331.0	0.7	Y	70	H	Progressive	3.0	H	3	○			331.62 - 332.40	11-3			
42	330.7 - 331.6	331.2 - 332.1	0.9	Y	500	L	Progressive	3.0	H	2	-							
43	334.5 - 335.0	335.0 - 335.5	0.5	Y	210	L	Moderate	3.0	H	1	-							
44	337.2 - 338.0	337.7 - 338.5	0.8	Y	40	H	Most progressive	4.5	H	3	◎	337.3 - 339.2	5			2015年3月の激しい洪水流により深刻な河岸侵食が発生したため、その直後に軌道ルートは山側に移設された。さらなる軌道移設が河岸防衛とともに必要である。 (河岸防衛工の建設予算は、タンザニア政府の承認が既に得られているため、この区間は対象から除外された)		
45	339.2 - 340.8	339.7 - 341.3	1.6	Y	190	L	Progressive	1.4	L	1	-			339.92 - 340.32	12	Km339.7からKm345.25にかけての区間は、流向が右岸側に寄りつつあり、河岸が徐々に侵食されている。区間No.12、13、14は、それぞれ現軌道の基盤が小河川から共有された堆積物で構成される類似した地形を呈している。従って、洪水流に対し河岸を強化するために侵食防止工が必要である(区間Km340.9からKm343.8にかけては、初期評価では「軌道移設」とされたが、「侵食防止工」に変更された。)		
46	340.8 - 343.8	341.3 - 344.3	3.0	Y	190	L	Progressive	2.1	L	1	-			341.43 - 343.20 343.20 - 343.88	13 14			
47	346.2 - 348.0	346.7 - 348.5	1.8	Y	130	L	Moderate	2.7	L	0	◎ (Mangweta川 合流)	346.2 - 348.0	7	344.92 - 345.23	15	区間No.15は、水衝部に当たりさらなる河岸侵食の危険にさらされている。この地点から約2km上流ではMangweta川が合流し、その流域では大量の土砂生産ポテンシャルを持っているため、合流点では流送された土砂が堆積し、軌道が被災する危険をはらんでいる。		
48	351.0 - 353.8	354.4 - 357.2	2.8	Y	440	L	Progressive	3.0	H	2	◎ (Maswala川 合流)	351.0 - 352.8	8			標高の高い山側への軌道移設により、マズワラ川からの土砂量を適切に処理する必要がある。		
49	355.0 - 355.5	358.4 - 358.9	0.5	Y	Kidibo Bridge	-	Progressive	5.4	H	2	◎ (Kidibo川 合流)			358.96 - 356.76	16	既存Kidibo橋の橋台と接続盛土部は洪水流に対し強化する必要がある。これを達するためには、下流側、既設の鋼矢板による護岸工さらに延長することを推奨する。		
50	355.5 - 358.0	358.9 - 361.4	2.5	Y	90	H	Moderate	2.4	L	1	-							
51	362.4 - 371.6	365.9 - 375.1	9.2	N	40	H	Moderate	0.8	L	2	◎ (Mzase川 合流)	362.4 - 371.6	9			この区間では、既設軌道は平地の低平部を走るため、本川からと山側からの洪水流量双方による浸水が発生する。さらには、Mzase川が交差する地点は、まずは必要十分な流積を確保するために改善が必要である。軌道移設が必要である。		
Total			31.4	Y only	110 > D 110 < D	High Low		3.0 < H 3.0 > H	High Low									

◎: 3つの基準すべてで「High」または「Progressive」と評価され、かつ中でも河岸侵食の程度が「Most or Very Progressive」と評価される場合⇒「軌道移設」  
 ○: 3つの基準すべてで「High」または「Progressive」と評価される場合、あるいは2つまたは1つの基準が該当するが河岸侵食の程度が「Most or Very Progressive」と評価される場合⇒「河岸侵食防止工」  
 出典：JICA 調査団

## E8.4 代替案の評価

代替案の概念図を図 E8.1 に示す。代替案の主な評価を以下に纏めた。

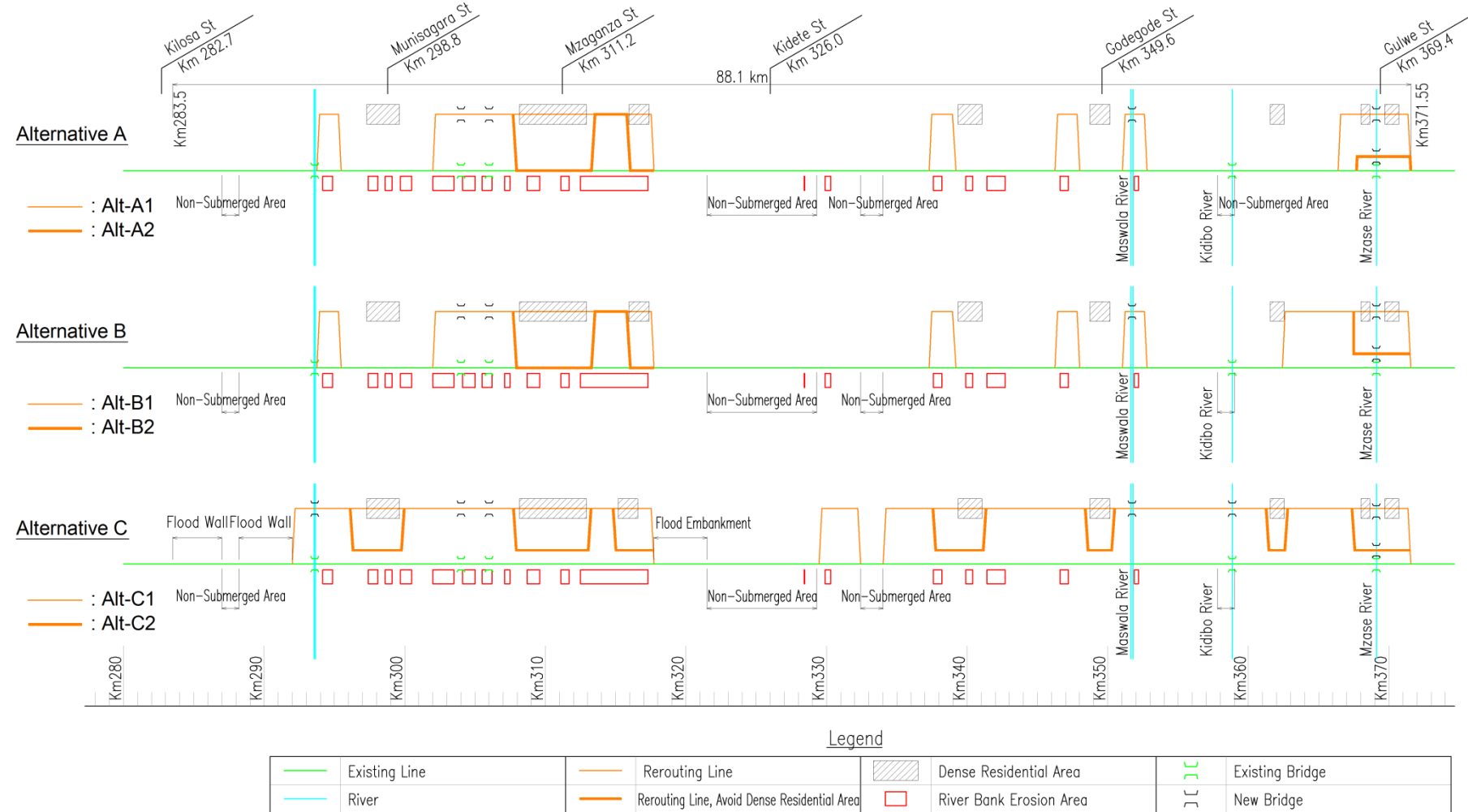
- 費用は、代替案 A-2 が最小、B-2 が 5.4%の差で次点、A-1 と B-1 がそれに続く。代替案 C-1 と C-2 の費用は、最小費用の約 2.6 倍である。
- 代替案 C は対策工事により洪水被害の危険を最も大きく減少する。代替案 B の効果は 2 番目、A は 3 番目であり、鉄道輸送の信頼性は代替案 C が最も高く、B、C がそれに続く。輸送能力は、全ての代替案で同じである。
- 技術的困難さについては、代替案 A の工期が最短の 66 ヶ月、B と C は夫々 70 ヶ月及び 74 ヶ月である。雨期における工事については考慮されていないが、A 及び B の雨期における工事が必要な場合の困難さは低い。代替案 A-2 と B-2 の河川護岸防護工事の延長は 14.3 km で、A-1 と B-1 の 8.6 km よりも長い。
- 環境社会面では、代替案 A-1、B-1 及び C-1 は、大きな規模の切土、盛土、移転が必要であるとともに、騒音・振動に与える影響が大きいため望ましくない。幾つかの村落では住民の大半の移転が必要である。残りの代替案の中では、A-2 の家屋と耕作地の移転が最小である。しかし、移転家屋数の差は、A-2 が 124、B-2 は 164 と大きくはない。
- 経済分析では、算出された内部経済収益率 (EIRR) が資本の機会費用よりも大きい場合に経済的に妥当である。資本の機会費用を 12%と推定すると予備的経済分析の結果、A-1、A-2、B-1 及び B-2 は経済的に妥当であり、これら代替案の実施は正当化される。

上記から、代替案 A-2 及び B-2 は最も有利でバランスが取れている。しかし、B-2 は洪水被害の危険を A-2 よりもより大きく減少させることが可能なことを考慮して、JICA 調査団は B-2 を最適代替案とし、概略設計に供されることを提言する。

代替案	A-1	A-2	B-1	B-2	C-1	C-2
費用	◎ <sup>-</sup>	◎	○	◎ <sup>-</sup>	×	×
危険度の低減	△ <sup>+</sup>	△ <sup>-</sup>	○ <sup>+</sup>	○ <sup>-</sup>	◎ <sup>+</sup>	◎ <sup>-</sup>
技術的困難さ	○	○	○	○	◎	◎
社会・環境面	×	◎	×	◎	×	△
経済的妥当性	○	○	○	○	×	×
総合評価		◎		◎		

記事: ◎=優, ○=良, △=可, ×=不可

出典: JICA 調査団



記事：図中のキロ呈は起点 Kilosa 駅 (Km 282.7) からの新キロ呈であり、既設線に沿った既存のキロ呈ではない。  
 出典：JICA 調査団

図 E8.1 代替案 A, B, C の概念図

## E9. 鉄道システム

### E9.1 基本方針

ゲージは1,000 mm、軸重は18.5 トンとする。重量110 トンの機関車では、1,000 トン程度の貨物を牽引でき、そして機関車の動軸を6本とすれば軸重18.5 トンとなるからである。急こう配区間や重量貨物の牽引を要する場合は、機関車の重連で対処できる。

メートル軌であっても、列車速度は、適正なカントと緩和曲線を付することで、最高速度80 km を達成できる。しかし短小区間の速度向上では目的地までの到着時間の短縮効果が小さい。このため線路移設区間においても、現行と同じ50 km 程度の列車速度を当面の目標とする。

将来の速度向上を容易にするため、最少曲線半径は400 m とし、緩和曲線の延伸が容易な線形とする。

### E9.2 列車運転

現状の1機関車によるワゴン20両を牽引によれば、年間約88万トンの輸送力が得られる。休止中の駅を再稼働すれば、輸送量は約140万トンにできる。さらなる輸送力が必要なら、信号場を増設する。

長大編成列車方式を採用すれば、線路容量が少なくても大量貨物輸送が可能である。しかし退避駅の拡張工事が必須であり、その完成までには日時を要する。また完成した後も、長大列車の退避駅数が限られるため、ダイヤ乱れ等の輸送障害に弱いとの欠点がある。

このように輸送方式には一長一短があるので、需要の動向を見極めながら、段階的に輸送力を増やす方式が現実的と考えられる。

### E9.3 軌道

列車本数が増えれば線路の破壊が進むので、今後は重機械による線路保守が避けられない。TRLは5台のマルチプルタイタンパを保有し、効率的な保守体制の確立を目指し「モバイル・ギャング」方式の適用を始めている。このTRLの取り組みは評価できるものであり、列車数の増加に応じた着実な進展を期待する。

### E9.4 車両保守

TRLは旧型機関車の交換部品が極度に不足しているため、予防保全方式を適用できないでいる。昨今は新しい機関車が調達され、列車の運行頻度も高くないので、ここ数年間は機関車保守の手間が少なくなる。この機会に、TRLは、TRL組織内及びタ国政府への予算要求手続きを改善するなどにより、機関車の予防保全方式を確立することが求められる。

## E9.5 信号・通信システム

TRL の信号設備や通信回線は、そのほとんどが盗難にあい、破壊されている。もはやその本来の目的を果たすことができない。このような破壊行為に対しての有効な対策はない。現実的な方法として、列車の運行管理に携帯電話を用いることが好ましい。

## E9.6 駅及び関連施設

洪水対策プロジェクトに関連し、鉄道線路の一部区間は駅関連施設を含めて移設される。具体的な移設対象施設は、将来の使用見込を勘案して決定される。

## E10. 概略設計及び積算

### E10.1 概略設計

- 概略設計では、移設線構造物、河岸防護工、支川（Maswala 川、Mzase 川）での土砂堆積対策工が実施された。
- 移設線計画の基本方針は、8.6 章に示された通りである。線形計算手法は「Civil Engineering Manual」による。なお、各区間の延長は表 10.1 に示す通りである。

表 E10.1 移設区間の延長

区間	1	2	3	5	7	8	9
始点	293.714	301.694	313.284	337.296	346.243	351.024	362.409
終点	295.518	307.958	316.048	339.210	348.004	352.825	371.563
移設前延長 (m)	1,804	5,994	2,764	1,913	1,760	1,801	9,154
移設後延長 (m)	1,860	5,991	2,775	1,766	1,862	1,815	9,066
	移設区間延長 (m)						25,135

出典：JICA 調査団

- 概略設計における土構造物（盛土、切土）は、地形や地質条件を考慮して計画されている。河岸浸食や滞水による盛土ならびに地盤の崩壊箇所の有無は特に重要である。

表 E10.2 移設区間の盛土

区間	延長 (m)	体積 (m <sup>3</sup> )	最大高さ (m)
1	1,140	27,000	4.93
2	2,800	115,000	7.96
3	820	59,000	8.18
5	480	3,000	2.03
7	160	2,000	2.55
8	1,620	19,000	3.02
9	7,720	147,000	6.30
Total	14,740	372,000	-

記事：最大高さは軌道中心の高さを示す。

出典：JICA 調査団

表 E10.3 移設区間の切土

区間	延長 (m)	切土量 (m <sup>3</sup> )	最大高さ (m)
1	740	17,000	12.07
2	3,200	172,000	18.06
3	1,960	98,000	16.61
5	1,300	31,000	9.23
7	1,720	39,000	8.36
8	200	1,000	0.46
9	1,360	8,000	2.43
Total	10,480	366,000	-

記事：最大高さは軌道中心の高さを示す。

出典：JICA 調査団

- ルート変更に伴い、新しい橋が移設線内の既存橋梁近くに設置される。全部で4つの橋梁区間があり、それぞれ、Km 304 橋梁、Km 306 橋梁、Maswala 支川橋梁、Mzase 支川橋梁となる。

表 E10.4 移設区間の橋梁

名称	区間	上部工の種類	径間
Km 304	2	鋼上路桁	2 x 15 m = 30 m
Km 306	2	鋼上路桁	4 x 15 m = 60 m
Maswala	8	鋼下路桁	4 x 21m + 20 m = 104 m
Mzase	9	鋼上路桁	21 m + 2 x 20 m = 61 m

出典：JICA 調査団

- Km 293 付近の橋梁は、水面と桁下面のクリアランスが小さいため、水位上昇時に流される可能性がある。このため落橋防止工を設置する。
- 新 Gulwe 駅は、既存駅が移設線（区間 9）内となるため提案されている。新しい駅は、2本の待避線、プラットホーム、駅舎を備える。
- ボックスカルバートは、65 箇所を設置される。軌道下に設置されるボックスカルバートは、(i) 水理解析、(ii) 排水設計、(iii) 構造設計により計画される。
- Igandu 地区は本プロジェクトの範囲外であるが、洪水被害低減のための対策が提言されている。
- Kinyasungwe 本川沿いの対策工を以下に整理する。
  - 対策工箇所数 : 20 箇所
  - 総延長距離 : 15,110 m
  - 河岸侵食防止工高さ : 3.0 – 5.0 m (平均 4.3 m)
  - 蛇かご工 : 102,035 m<sup>3</sup>
  - 鋼矢板 : 36,480 m<sup>2</sup>
  - 盛土工 : 124,080 m<sup>3</sup>
  - 掘削 : 66,593 m<sup>3</sup>
- Maswala 支川沿いの対策工
  - 新規流路工開削 : 延長 2,000 m、幅 89.2 m

- 河岸侵食防止工 : 延長 4,000 m
  - 床固工 : 9 基、高さ 4.7 m
  - チェックダム : 1 基、高さ 8.5 m
  - 盛土工 : 13,148 m<sup>3</sup>
  - 掘削 : 331,864 m<sup>3</sup>
  - 鋼矢板 : 14,850 m
- Mzase 支川沿いの対策工
    - 新規流路工開削 : 延長 660 m、幅 40 m
    - 河岸侵食防止工（蛇かご工） : 長さ 132,000 m（左右岸）
    - 床固工 : 延長（平均幅 40 m）、高さ 4.7 m
    - 盛土工 : 20,072 m<sup>3</sup>
    - 掘削 : 22,081 m<sup>3</sup>
    - 鋼矢板 : 4,800 m

表 E10.5 工事内容のまとめ

工事内容	工事契約 1	工事契約 2	工事契約 3	合計
鉄道移設	7.8	6.4	11.0	25.2
本川護岸防護工	6.34	8.54	0.23	15.11
支川対策工	-	-	2.64	2.64
仮設道路	25.5	40.1	34.5	100.1
軌道敷設	7.8	6.4	11.0	25.2
60lb/yd レールの 80lb/yd レールへの更新	15.0	-	-	15.0
80lb/yd レール区間の（軽度の）軌道修復	4.6	31.6	12.6	48.8
Gulwe 駅移設	-	-	一式	一式

出典：JICA 調査団

## E10.2 概略施工計画

- プロジェクトを構成する構造物対策は、4 工種に区分される。つまり、(i) 鉄道及び付帯施設の洪水対策工、(ii) 軌道リハビリ、(iii) 駅舎及び付帯施設の移設、(iv) 支川対策、である。
- 2009 年から 2013 年にかけての雨量データをもとに雨期と乾期の期間を、各々11 月から 4 月、及び 5 月から 10 月と仮定した。土工事とコンクリート工事の施工可能日数を別々に算定した。各工種につき施工期間を算定するため、標準的な施工方法を仮定した。
- 施工計画は、直接工事費や施工機械・材料の運搬のし易さ等を勘案の上、地理的に 3 つの契約区間を設定し、検討した。

表 E10.6 各契約パッケージの区分

契約区分	区間	施工期間	契約の境界点
1	Km 283.5 – Km 310.0	34.5 カ月	Mzaganza 駅
2	Km 310.0 – Km 348.0	36.0 カ月	Godegode 駅
3	Km 348.0 – Km 371.6	36.0 カ月	Gulwe 駅

出典：JICA 調査団

## E10.3 概略費用積算

- 工事費は基本的に単価ベースで算定した。プロジェクト費用の主要費目は、直接工事費、土地収用費、実施機関事務費、コンサルタントサービス費、予備費、付加価値税、輸入税で構成される。ベースコストと外貨交換率は以下のとおりである。
  - ベースコスト : 2016年4月
  - 外貨交換率 : USD1.0=TZS2,189.67=JPY113.1 (TZS1=JPY0.0516)
- 算定されたプロジェクト費用は以下のとおりである。

表 E10.7 プロジェクト費用のまとめ

項目	合計		
	外貨(円)	内貨(TZS)	円換算合計
<b>A. 融資対象</b>			
I) 調達 / 建設	12,141	513,735	38,650
Package-1	4,922	127,398	11,496
Package-2	2,962	115,205	8,907
Package-3	2,448	100,623	7,640
JICA 融資ベースコスト	10,332	343,225	28,043
物価高騰	705	123,807	7,094
予備費	1,104	46,703	3,514
II) コンサルティング業務	3,870	31,227	5,484
a. CES Services			
ベースコスト	2,912	22,140	4,054
物価高騰	98	4,305	320
予備費	301	2,644	437
b. CBCM Services			
ベースコスト	489	1,647	574
物価高騰	19	341	37
予備費	51	199	61
合計 (I + II)	16,011	545,011	44,134
<b>B. 非融資対象</b>			
a. 調達 / 建設	0	0	0
b. 用地取得	0	1,538	79
ベースコスト	0	1,283	66
物価高騰	0	115	6
予備費	0	140	7
c. 実施機関事務費	0	25,705	1,326
d. 付加価値税	0	153,954	7,944
e. 輸入税	0	46,544	2,402
合計 (a+b+c+d+e)	0	227,741	11,751
<b>合計(A+B)</b>	16,011	772,753	55,885



項目	合計		
	外貨(円)	内貨(TZS)	円換算合計
<b>C. 工事中の建中金利</b>	18	0	18
建設工事	15	0	15
コンサルティング業務	3	0	3
<b>D. フロントエンドフィー</b>	0	0	0
<b>総合計 (A+B+C+D)</b>	16,029	772,753	55,903
<b>E. JICA 融資部分(含む IDC (A+C+D))</b>	16,029	545,011	44,151

出典：JICA 調査団

#### E10.4 本邦技術の適用

通常の施工方法のほかに、我が国発祥のより進んだ施工方法や材料を、工事費、施工期間、耐久性などの観点から吟味した。その結果、以下に示す技術・製品が、本案件に適用する利点があると結論付けられた。

表 E10.8 適用可能な本邦技術

工法・製品	一般的な工法・製品	機能・利点
ブランチブロック	蛇かごマット	高度の安定性を求める擁壁、法面保護工、護岸、等
フィルターユニット	蛇かごマット	河岸部の柔軟性のある根固め防御
砂防ソイルセメント (INCEM)	コンクリート	現地発生土質材料の利用
ハット型鋼矢板	普通鋼矢板	施工性の改良
耐候性鋼材	普通鋼板	耐久性のある橋梁上部構造

出典：JICA 調査団

#### E10.5 本邦技術を考慮して調整された予備的積算

上記に記述された本邦技術の適用について、在来工法との費用及び工期の比較が行われた。比較の結果、表 E10.8 に示された本邦技術は費用及び工期の面で利点があることが検証された。

### E11. 事業実施・O&M 体制

#### E11.1 事業実施体制

世銀支援による TIRP の実施体制と同様に、RAHCO が本事業の実施機関となり、プロジェクトマネジメントチーム (PMT) の設置を行う。PMT の主要構成員は下表の通りとし、RAHCO 及び本事業が配員を行う。

表 E11.1 本事業 PMT の主要構成員

ポジション名	人数	主な役割
Chief of PMT	1	事業全体のマネジメント、関係機関との調整等
Deputy Chief of PMT	1	事業の技術面・財務面の事項全ての管理、PMT Chief による事業全体のマネジメント業務の支援等
Project Engineers (Railway Civil Engineer/River Engineer)	2	事業の技術面の監督、PMT Deputy Chief による技術面の管理の支援等
Accountant Specialist	1	事業の会計管理の実施、PMT Deputy Chief による財務管理の支援等
Procurement Specialist	1	事業の調達管理の実施、PMT Deputy Chief による調達管理の支援等
Assistant Project Engineers (Civil Work/Hydrology)	2	Project Engineers による事業の技術面の監督の支援等
Environmental and Social Specialist	1	事業の環境・社会面の管理の実施、PMT Deputy Chief による環境・社会面の管理の支援等
Support Staff (Driver)	1	PMT の日常的な運営

出典：JICA 調査団

## E11.2 運営維持管理 (O&M) 体制

鉄道インフラ管理及び鉄道サービス提供に係る体制は下表の通りである。

表 E11.2 鉄道インフラ管理及び鉄道サービス提供に係る体制

項目	現状	移行期	長期
鉄道インフラ			
鉄道インフラ資産の所有	RAHCO	RAHCO	RAHCO
鉄道インフラ開発	RAHCO	RAHCO	RAHCO
日常的インフラ維持管理、軽度の更新 <sup>1</sup>	TRL	TRL	RAHCO <sup>2</sup>
鉄道サービス			
鉄道オペレーターへの運行上のサービス提供	TRL	TRL	RAHCO
鉄道車両の所有	RAHCO	TRL	TRL
鉄道貨物・旅客輸送サービスの提供	TRL	TRL	TRL
鉄道車両の維持管理・保守	TRL	TRL	TRL
鉄道車両の新規調達	TRL	TRL	TRL

注: (1) コンセッション契約（2007 年）に基づき、TRL は現在「滅失・棄損した不動産のいかなる修復に係る費用の最初の 100,000 ドル、または、そのような修復に係る総費用が 100,000 ドル未満の範囲において責任」を有している。(2) 2015 年 7 月、MOT より、当該業務の責任主体は TIRP プログラム完了時（2019 年末）までに RAHCO に移管予定との発言があったものの、実際の維持管理主体については未だに不明確である（詳細は 3.2.6 (iii) 参照）

出典：本報告書の Table 3.1

鉄道 O&M に関して留意すべき事項を以下に記す。

- 中央線の再活性化には、新たな制度的体制の導入（オープンアクセスの実施を含む）を行う前に RAHCO 及び TRL の能力強化が不可欠である。

- 本事業の建設段階において、列車運行及びインフラ維持管理を安全且つ効率的に実施するために、RAHCO、TRL、施工監理コンサルタント、コントラクターによって構成される Operation-Maintenance-Safety (OMS) チームを設置する。
- タ国鉄道セクターによるコンセッション失敗の経験に鑑み、鉄道サービス提供に係る PPP の再導入について、慎重な検討が必要である。例えば、PPP の再導入（オープンアクセスの実施を含む）を行う前に、現状の体制の下でピーク時（2001～04年）の鉄道貨物輸送量の達成を目指すべきである。
- 鉄道上下分離が垂直統合システムよりも優れているとの確証が、欧州においても得られていないことを鑑み、完全な上下分離システムの導入を急ぐべきではない。

## E12. 事業実施計画

### E12.1 調達計画・調達方法

#### E12.1.1 コンサルタント選定

コンサルタントの選定は、以下の JICA ガイドラインに従って実施する。

- Chapter 1: Guidelines for the Employment of Consultants under Japanese ODA Loans, Handbook for Procurement under Japanese ODA Loans, April 2012.
- Standard Request for Proposals under Japanese ODA Loans, Selection of Consultants, October 2012.

コンサルタント選定に先立ち、以下を作成する。

- 候補コンサルタント会社のショートリスト
- Request for Proposal (RFP：提案書招請)：TOR、作業計画、業務実施体制、要員等を含む。

#### E12.1.2 コントラクター選定

コントラクターの選定は、以下の JICA ガイドラインに従って実施する。

- Chapter 2: Guidelines for Procurement under Japanese ODA Loans, Handbook for Procurement under Japanese ODA Loans, April 2012.
- Standard Bidding Documents under Japanese ODA Loans, Procurement of Works, October 2012.
- Standard Bidding Documents under Japanese ODA Loans, Procurement of Goods, May 2013.

上記の JICA ガイドラインに従いつつ、コントラクターの PQ における資格要件に関して、以下について考慮すべきである。

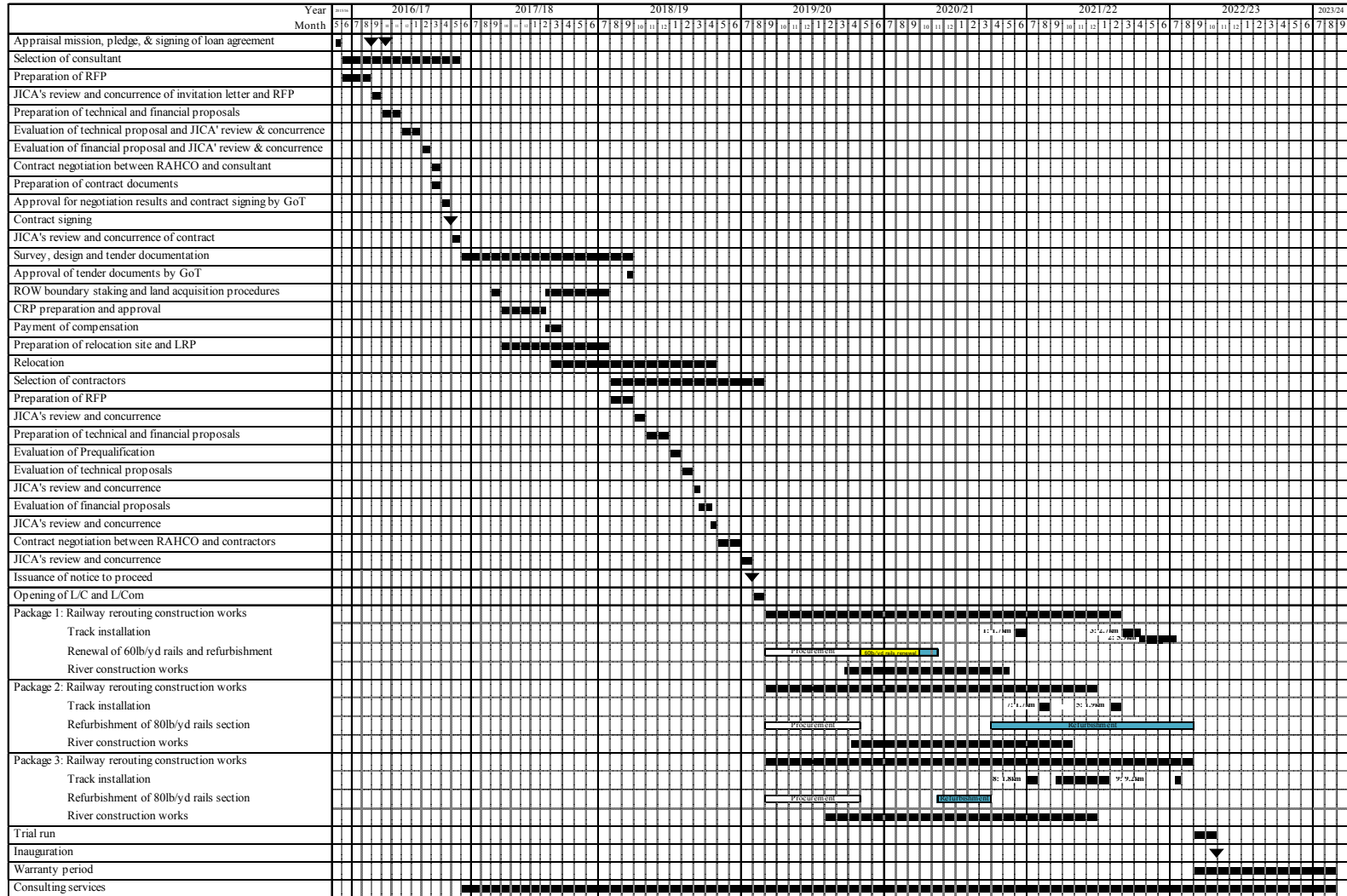
- 鉄道改修工事、河川改修工事の経験
- 円借款事業の経験

- 本事業が高度な技術・建設マネジメントを必要とすることから、国内競争入札 (Local Competitive Bidding: LCB) は本事業には不適である。

## E12.2 事業実施計画

円借款の調印が 2016 年 10 月という前提で作成した事業実施計画を図 E12.1 に示す。事業期間は、コンサルタント業務の開始から瑕疵期間終了までの 75 ヶ月である。主な活動とその期間を以下に示す。

円借款調印	: 2016 年 10 月
コンサルタント選定	: 円借款調印から 7 ヶ月
用地収用	: 詳細設計の開始から 10 ヶ月
住民移転	: 補償費支払いから 13 ヶ月
詳細設計・入札図書作成	: 16 ヶ月
コントラクター選定	: 13 ヶ月
建設工事	: 36 ヶ月
試験運転	: 2 ヶ月
開業	: 2022 年 10 月
瑕疵期間	: 建設工事完了から 12 ヶ月



出典：JICA 調査団

図 E12.1 事業実施スケジュール

## E13. 環境社会配慮

### E13.1 環境影響評価

事業に対する環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA) を行った。対象とした事業は、25 km の軌道移設、蛇かごまたはブランチブロックによる河岸防護、Maswala 支川と Mzase 支川の河川改修、及び既存の軌道沿いのアクセス道路の建設である。

Environmental Impact Assessment and Audit Regulations (2015) によれば、鉄道建設事業は EIA を必要とするタイプ A 事業に分類されるため、RAHCO は National Environmental Management Council (NEMC) を通じ、副大統領府からの承認を受ける必要がある。手続きは、事業登録と NEMC によるスクリーニング、スコーピングレポートの提出、ベースライン調査、影響評価と EIA レポートに相当する Environmental Impact Statement (EIS) の作成と進められる。RAHCO は同手続きを 2015 年に開始し、EIS は 2016 年 3 月に NEMC に提出された。

EIS における緩和策とモニタリング計画を本報告書に示した。RAHCO はこれらの実施に全責任を持つ。

JICA ガイドラインに従い、影響を受ける村との現地ステークホルダー協議が 2 回開催された。協議では緩和策の概要が説明され、了解された。

### E13.2 補償・移転計画

軌道移設と河川改修によって非自発的住民移転が生じるため、JICA ガイドラインに基づき、住民移転計画に相当する補償・移転計画 (Compensation and Resettlement Plan: CRP) の作成を行った。現在フィージビリティ調査段階であり、事業実施はまだ公式に決定されていないことから、CRP は予備的 CRP として作成し、資産調査についても詳細設計段階でのアップデートを前提とした予備的調査として行った。

センサス調査は、資産調査とともに 2015 年 12 月 2～9 日に行い、201 世帯、952 人が事業によって影響を受けるとの結果が得られた。影響を受ける構造物の数は 317 であり、そのうち 150 が家屋であった。これらの構造物は移転が必要となるが、同じ土地区画の中で移設すればよい場合もあるため、他の土地への転居が必要な世帯については現時点では特定できていない。転居の必要性和住民の希望については、詳細設計段階で事業区域が杭等で物理的に明示された後に確認される。

JICA の補償方針では、農地に依存している住民が農地を失う場合は土地で補償することが基本であるが、山がちな地形で代替農地の確保が困難なため、本事業の場合は金銭補償が適していると考えられる。農地取得によって影響を受ける住民の生計を支援するため、生計回復支援策の提供が必要である。

事業予定地の場所を説明するとともに影響住民を特定し、補償方針に対する意見と合意を得るため、土地取得の対象となる 6 村で住民協議を行った。事業や補償方針に対する反対意見は聞かれなかった。

## E14. 事業評価

### E14.1 経済分析

経済分析では、With-Project と Without-Project のシナリオを比較することにより本事業に係る費用と便益の推計を行った。両シナリオの鉄道輸送量として下記を設定した。

シナリオ	鉄道輸送量の設定
With-Project シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>推計された輸送容量に、開業から4年目の2025年に達する（貨物：134万トン／年、旅客：87万人／年）。</li> <li>2022年から2024年の輸送量はそれぞれ、上記輸送容量の70%、80%、90%と設定する。</li> </ul>
Without-Project シナリオ	<ul style="list-style-type: none"> <li>貨物・旅客輸送量共に、2014年のレベルに留まるとの設定とする。</li> </ul>

経済分析に算入した費用は以下を含む：(i) 事業費、(ii) 中央鉄道運行に係る O&M コスト、(iii) 本事業により整備されるインフラ・施設の維持管理費用。

算入した便益は以下を含む：(i) 道路車両の走行経費の節約、(ii) Without-Project の場合に必要となる洪水復旧費用の節約、(iii) 道路維持管理費用の節約、(iv) CO<sub>2</sub> 排出量削減効果、(v) 旅客の旅行時間が道路より鉄道の方が長いことによる負の便益（注：貨物については鉄道・道路の輸送時間が同等と推計されたため考慮せず）。

経済評価の指標として経済的内部収益率 (EIRR) を用いた。殆どの便益が貨物輸送に起因するため、まず、貨物輸送のみを考慮した場合の EIRR を推計し、12.2%との結果となった。貨物と旅客の両方を考慮した場合の EIRR は、若干高い 12.9%と推計された。

### E14.2 財務分析

上記の With-Project・Without-Project のシナリオ、費用、及び貨物・旅客輸送サービスから得られる収入に基づき、総資本財務的内部収益率 (FIRR) (プロジェクト IRR と呼ぶ) を算出した。貨物輸送のみを考慮した場合の FIRR は-0.05%、貨物と旅客の両方を考慮した場合は-0.03%と推計された。得られた FIRR がゼロ近辺であることから、本事業により生み出されるキャッシュにより、投資費用及び O&M 費用の両方を概ねカバーすることが可能であろう。

### E14.3 運用・効果指標

JICA 円借款運用・効果指標リファレンス（2014年7月）を参照しつつ、本事業の運用・効果指標を下表の通り設定した。

表 E14.1 本事業の運用・効果指標

区分	指標名	ベースライン及びターゲット (ターゲット値：事業完了から2年後)
		運用指標
基本	中央鉄道全体の貨物輸送量（トン／年、トン・キロ／年）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：19 万トン／年、2 億トン・キロ／年（2014 年実績）</li> <li>ターゲット：107 万トン／年、10 億 5100 万トン・キロ／年</li> </ul>
基本	中央鉄道全体の旅客輸送量（人／年、人・キロ／年）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：30 万人／年、2 億 500 万人・キロ／年（2014 年実績）</li> <li>ターゲット：70 万人／年、4 億 4900 万人・キロ／年</li> </ul>
補助	中央鉄道全体の列車本数（本／年）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：833 本／年（貨物 622 本、旅客 211 本）（2014 年の推計値）</li> <li>ターゲット：4,003 本／年（貨物 3,504 本、旅客 499 本）</li> </ul>
補助	Kilosa 及び Gulwe における本川水位観測日数（観測日数／年）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：なし</li> <li>ターゲット：Kilosa, Gulwe とも 151 日／年（雨期にあたる 12 月～4 月の総日数）</li> </ul>
補助	Kilosa-Gulwe 間のカルバートの点検実施箇所数（箇所数／年）	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：36 箇所／年（2014 年 12 月の Flood Risk Assessment で高リスクと判定された箇所数）</li> <li>ターゲット：100 箇所／年（カルバート総数の約 30%）</li> </ul>
<b>効果指標</b>		
基本	事業対象区間における洪水・土砂災害の発生回数	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：8 回／年（過去 4 年間の年平均発生件数）</li> <li>ターゲット：4 回／年</li> </ul>
基本	支川からの洪水流による軌道越流被害の発生回数	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：10 回／年（過去 4 年間の 2 支川の年間最大事故件数：2014 年）</li> <li>ターゲット：2 回／年</li> </ul>
補助	Dar es Salaam-Isaka 間の貨物列車の所要時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：72 時間（2015 年時点の TRL による推計）</li> <li>ターゲット：36 時間</li> </ul>
補助	Dar es Salaam-Isaka 間の旅客列車の所要時間	<ul style="list-style-type: none"> <li>ベースライン：27.6 時間（Regular Train）、22.6 時間（Deluxe Train）（2016 年 3 月における平均）</li> <li>ターゲット：24 時間（Regular Train）、22 時間（Deluxe Train）</li> </ul>

出典：JICA 調査団

## E15. 結論及び提言

### E15.1 結論

#### (1) 事業の実行可能性

本調査により代替案 B-2 の技術・経済・財務的及び社会・環境面の実行可能性が立証されたので同案が実施されるべきである。

#### (2) 提案する洪水対策

##### 事業効果：

計画洪水（計画高水位）時の列車運転は以下のように分類される。



### 移設区間

- RDL > FL : 列車は 4,680 m (18.5%) の区間で運転が停止される。
- FL > RDL (盛土) : 列車は 5,060 m (20.1%) の区間で監視のもと運転（徐行、停止）される。
- FL > RDL (切土) : 列車は 15,480 m (61.4%) の区間で安全に運行される。

### 非移設区間

- DHWL > RL : 列車は 20,230 m (32.4%) の区間で運転が停止される。
- RL > DHWL : 列車は 42,500 m (67.6%) の区間で監視のもと運転（徐行、停止）または安全に運行される。

### **事業の制約 :**

計画洪水（計画高水位）時の冠水／越流区間は以下のように分類される。

### 移設区間

- DHWL > FL (盛土) : 合計 1,360 m (全盛土区間の 9.2%)
- DHWL > FL (切土) : 合計 1,960 m (全切土区間の 18.7%)

### 非移設区間

- DHWL > FL : 合計 20,230 m (全区間の 32.4%)

### **今後必要な対応**

#### 詳細設計期間中

2016 年初めの洪水被害を考慮すると概略設計の洪水対策工の小修正が詳細設計で必要となる。2016 年 4 月に行われた JICA 調査団と RAHCO/TRL による合同現地調査で認識された見直しが必要な洪水対策工は、Mzase 支川上流部の流路工、Maswala 支川の流路工及び本川の護岸防護工（Km 297-98, 304-05, 307-08, 316-17 等）である。これら新たに被災した区間は、もとより優先度が高いとして選定された河岸洗掘防御区間と合わせて、詳細設計時に全体的に見直しを行うものとする。

#### 事業完了後

- 上記冠水／越流区間の除去の為の洪水対策工は、それらの投資が妥当となる鉄道輸送量の増加後に行われることになるであろう。
- 関係者による支川上流部の流域管理が発生土砂の量を減らすために開始されるべきである。

### **(3) 事業完了後の毎年の維持管理**

提案した洪水対策は、洪水対策及びプロジェクト完了後の維持管理を一体としたものである。プロジェクトの効果を持続させるためには適切な維持管理が不可欠である。維持管

理においては、予想される土砂流出量を考えると土砂管理が最も重要である。これは、特に Maswala と Mzase 支川及びカルバート内・周辺及び流路の堆積土砂の除去を含む。この除去は、定期的だけでなく洪水発生直後にも行われる必要がある。そのため、(i) 平常時の維持管理体制及び (ii) 洪水発生時の緊急実施体制の強化が必須である。本事業のコンサルタント業務で維持管理の支援を行うことは効果的と考える。

#### (4) 列車の安全運行

雨期や降雨時の列車運転や鉄道施設の維持管理に関する基本的な規定は、General Rules 及び Civil Engineering Manual に記述されている。これらの運用状況を確認するとともに、(i) 近年の洪水事象及び洪水災害に照らし内容が実態に即しているか、(ii) 洪水災害事故の防止に繋がる規定類の更新や改定は必要ないか、検証する必要がある。

流域内の降雨量及び雨期の本川水位（Gulwe と Kilosa）の定時観測及び河岸侵食状況の継続的な記録によりデータを蓄積し、本調査により作成されたハザード・マップとともにこれらを列車の安全運行（徐行、運転停止）に役立てることが望まれる。これは RAHCO/TRL 職員による能動的な実施が不可欠である。それゆえ、これらを本事業のコンサルタント業務に含むことは重要である。

#### (5) 気候変動によるプロジェクトへの影響

現時点で、タンザニア国では短時間降雨強度の将来傾向に関する議論や研究資料は存在しない。しかし、年間または季節間の将来雨量予測については、気象庁が 2015 年に作成した「タンザニアの将来気候変動」に記載がある。その検討結果によると、現在気候に比べ 12 月から 2 月にかけての将来雨量は増加すると見られている、その一方、3 月から 5 月にかけてはさほど激しく変化しないと見られる（2050 年の季節間の雨量値は、現在気候と比べ -3.7% から -2.8% 程度）。この指摘から推察すると、将来的に雨量強度が変化するとしても本プロジェクトは持続可能と考えられる。

#### (6) 本邦技術の適用

ブランチブロック工法及び砂防セメント工法は、(i) 河道の洗掘現象や土砂の堆積状況、(ii) 現地発生材料（砂、石材）の特性に主に左右される。従って、実際の設計・施工条件を良く勘案した上で、施工範囲や基礎の断面形状などの詳細は、試験施工や水理模型実験などを通じて詳細設計中に確認する必要がある。

### E15.2 提言

#### (1) 事業実施体制

世銀支援による TIRP の実施体制と同様に、RAHCO が事業実施機関となり、RAHCO 職員が中心となるプロジェクトマネジメントチーム (PMT) の設置を提案する。また、TIRP と同様の事業実施マニュアルの作成についても提案する。

## (2) 運営時管理体制

- 建設工事中の列車運転と施設の維持管理を安全かつ効率的に行うために、RAHCO、TRL、施工管理コンサルタント、コントラクターの代表者で構成される Operation, Maintenance, and Safety (OMS) チームが設置されるべきである。
- 中央鉄道の再活性化のためには、新たな制度的体制の導入に先立ち、RAHCO 及び TRL の能力強化が不可欠である。
- コンセッション契約の破棄を経験したタ国の鉄道セクターを考えると、PPP による鉄道サービスの再実施は慎重に準備されるべきである。
- タ国の鉄道セクターは、鉄道システムの改善に貢献する貨物輸送に重点を置く一方、運営補助金が必要となるであろう旅客輸送は低い優先順位とすることを提案する。
- 鉄道上下分離が垂直統合システムよりも優れているとの確証が、欧州においても得られていないことを鑑み、完全な上下分離システムの導入を急ぐべきではない。

## (3) 意思決定プロセス

TIRP での経験から<sup>7</sup>、実施機関の Managing Director を本事業の会計担当者とし、同会計担当者が Attorney General と直接契約書案（TZS 50 百万またはそれ以上）を取り交わす事を提言する。

## (4) 列車運転の安全性改善による洪水対策の能力強化

運転停止／速度制限さらには列車事故を引き起こすであろう洪水による冠水・越流の可能性が、事業完了後に主に非移設区間に残る。列車運転の安全性の改善のために以下の対策が必要となる。

- RAHCO/TRL で運用されている年間維持管理・監視計画の見直し。
- 雨期における列車運転に係る規定・マニュアルの運用状況の確認、及び同内容が現状に即しているか、また、洪水による列車事故を防ぐための更新／見直しの必要性の確認。

上記対策を通じた洪水による列車事故を防ぐ RAHCO/TRL の能力強化を本事業で実施することを提言する。

## (5) 工期短縮の更なる検討

建設工期は、盛土・切土工事、軌道敷設工事、橋梁工事の合計で最長 36 ヶ月と見積もられた。支川の橋梁工事では、雨期を考慮して 3 ヶ月間／年は工事を行わない計画である。しかし、砕石場、土取り場、土捨て場の位置は詳細設計時に決定されるため更なる工期短縮について詳細設計時に検討すべきである。

<sup>7</sup> TIRP では、TZS 50 百万超の全ての契約書案に対し、Attorney General の承認に加え、MoWTC のレビュー（Attorney General への送付時かつ返却時）を受けることが RAHCO に義務付けられており、プロジェクトの効率的な実施を図る上で、大きな障壁となっている（出典: TIRP PIT Quarterly Report, Oct.-Dec., 2015）

## **(6) 段階的竣工検査（開業）実施の可能性の検討**

竣工検査は、全工事の完了後に行う計画である。しかし、洪水被災を少しでも早く除去するために段階的な竣工検査の実施について詳細設計時に検討することを提案する。その際、工事完成優先順位の検討を併せて行うべきである。

## **(7) 十分な予備費の確保**

事業完了前の洪水被災による設計、工期、工事費の変更可能性があるため予備費及び工期について慎重に考えて決定することを提言する。

## **(8) Maswala 及び Mzase 支川上流域の対策**

土砂流出抑止対策工は、軌道や関連施設に直接影響を及ぼす下流側（第一優先）に計画された。上流の土砂生産域での対策（第二優先）は一切含まれていない。それ故、第二優先の支川上流域は事業完了後速やかに実施することを提言する。

## **(9) 支川の流域管理**

洪水被害を低減するために 3 支川（Maswala、Kidibo 及び Mzase）の上流部及び他の土砂生産量の多い支川（Sikoko、Mangweta 及び Lumuma）の流域管理（対策）を関連所管官庁と連携して実施することを提言する。

## **(10) 砂防ソイルセメント工法 (INSEM)**

支流マスワラ支川及びムザセ支川の床固工やチェックダムの建設に当たって、砂防ソイルセメント工法が適用可能と考えられる。しかし、同工法の使用に伴い六価クロムが溶出する恐れがあるため、事前の溶出試験、材料調査やサンプル採取、試験練り、配合等の確認作業を通じて、溶出の有無を判断するとともに、強度発現を高めて湧出を抑制することが必要である。