

平成 26 年度

エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

インド国・デリー～ウッタール・プラデシュ州鉄道事業調査報告書

平成 27 年 2 月

経 済 産 業 省
新 日 本 有 限 責 任 監 査 法 人
独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

委託先：

株式会社トーニチコンサルタント
メトロ開発株式会社
株式会社トステムズ
株式会社日本設計

【要約】

(1) プロジェクトの背景・必要性等

- ・ 本 UP 州鉄道プロジェクトは、2012 年 11 月に日印両政府が合意した DMIC19 件プロジェクトの一つ (High speed rail connectivity to Dadri- NOIDA- Ghaziabad Investment Region) として位置づけられている。
- ・ またアベノミクスによる成長戦略実現のための産業競争力強化の観点で、交通インフラ・都市開発は重点分野であり、日本の強み (定時運行・メンテナンス技術・まちづくり一体開発等) を活かしたシェア拡大が課題となっている。
- ・ 同時に JICA では VGF 等への円借款活用、国土交通省では海外交通・都市開発事業支援のための機構が新設され、その活用が期待されている。
- ・ 本プロジェクトの路線は、デリー・メトロの新規路線と接続するが、仮に車両の乗り入れがない場合、複数の乗換が生じるため、直通運転の実施が有効と考えられ、これに伴う日本側のパッケージ導入 (信号システム、自動改札システム、料金徴収システム等) の可能性を担保できるパッケージ化を検討する。
- ・ また、民間事業者を想定した鉄道整備・運営における上下分離方式による投資負担の軽減や、需要リスク軽減のため都市開発の一体化による収益性の向上など事業スキームを検討するものである。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

本件は、DMICDC が提案する DMIC 鉄道 3 案件【①グルガオン・バワル都市鉄道プロジェクト (ハリヤナ州)、②アーメダバード・ドレラ都市鉄道プロジェクト (グジャラート州)、③DNGIR¹・デリー都市鉄道プロジェクト (UP 州)】の一つである。

DMICDC の鉄道案件スケジュールによれば、前 2 案件は DPR 作成、プロジェクト承認の時期が具体的に示されるのに対し、本件に関しては DPR 作成そのものが明示されてなく、検討の優先順位は低い位置づけにあると理解される。このため、DPR に準ずる具体的な検討を進め、プロジェクトの熟度を高める事が重要と考えられる。

DMICDC によると、本件に関する課題として、技術的及び経済的なプロジェクトの実現可能性の検討が示されており、これに沿った展開を基本方針とする。

本件に関連する技術的検討として、DMICDC から CH2MHILL (Halcrow) に対し、ルート線形及び需要予測に関する業務委託が実施されており、本調査ではここでの成果のレビューと日本からの鉄道技術を応用する視点から技術的検討の補足を行うものとした。

¹ Dadri Noida Ghaziabad Investment Region (ダドリ・ノイダ・ガジアバード投資地域)

具体的なアウトプットとして、以下の項目を選択した。

- ① デリー・メトロ等、他鉄道ルートへの列車乗り入れと急行列車運行の適用可能性
- ② 沿線での拠点開発のモデルプラン
- ③ 事業投資額、想定需要量、沿線開発ポテンシャルから見た財務的事業性
- ④ 適用可能な事業スキームの想定

(3) プロジェクトの概要

1. 路線

- ・ 対象路線は IGIA (インディラ・ガンディー国際空港) 第三ターミナル駅を起点とし、南東に進みヤムナ川を渡り、終点のインド国鉄ボラキ駅に至る全長 57.7km の路線である。
- ・ 全区間は本プロジェクトで建設する新規建設区間、DMRC の新規路線 (フェーズ 4) を利用する部分、NMRC の新規路線を利用する部分の 3 つの区間で構成される。

図 S-1 路線参照図



出典：調査団作成

2. 運行形態

運行計画諸元として、以下を想定している。

軌間 (ゲージ)	1,435 mm (標準軌)
動力	交流 25,000V ² 架線集電
ピーク時運行本数(開業時)	7本 (急行:2. 準急:5)
列車編成	6両/列車
列車退避設備配置駅 (2退避線+2本線)	3ヶ所設置、フェーズ4区間(2ヶ所)メトロ・リンク区間(1ヶ所)

3. 想定旅客需要

既往資料に基づき算定された需要予測結果は次の通りである。

2021		2041	
最大 PPHPDT	日旅客数 (千人)	最大 PPHPDT	日旅客数 (千人)
8,455	338.6	24,218	751.8

出典：調査団

4. 事業投資規模、採算性等

- ・ 既存資料等³に基づく予備的検討の結果、概算事業費は、2014年価格で469億ルーピー（日本円：906億円、USD：831百万\$）と推定された。
- ・ 予備的な経済・財務分析の結果、仮に運賃収入のみで運営した場合の財務的内部収益率（FIRR）は7.8%となる。
- ・ 更に沿線での不動産開発収益の試算として、鉄道事業者に事業開発権が付与される事を前提とした不動産事業開発による財務的な実行可能性を検討した。不動産開発規模として、総延べ床面積375,000m²、貸付面積277,500m²と想定した場合の長期的なキャッシュ・フローを検討すると、FIRRで19.1%の見通しが得られる。
- ・ この値を先の鉄道単独の財務ストリームに加算して計算すると、そのFIRRは9.0%⁴となり、フィージブルな水準に達する。即ち本プロジェクトの事業成立には、不動産開発等の鉄道付帯収益がポイントとなる。
- ・ 一方、経済分析の結果としては、経済的内部収益率（EIRR）は15%と推定され、経済的にフィージブルである。因みに純プロジェクト価値=1,504千万ルーピー、費用便益比=1.2となった。
- ・ 感度分析結果によると、本プロジェクトではコスト増加に比べ、収入減少がより敏感にプロジェクト収支を悪化させる傾向が見られ、収入を左右する需要想定について、推定精度向上に向けた調査深度化が課題である。

² 乗り入れ区間（DMRC フェーズ4、ノイダ・メトロリンク）の規格に合わせた。

³ Detailed Project Report for Metro Connection between Noida and Greater Noida

⁴ 都市開発省（MOUD）における FIRR の目標基準は、8%とされている。

- ・ 環境社会配慮面に関しては、特段大きな課題は存在しないと考えられるが、人口密集地での事業実施に伴う住民移転の発生等、社会的インパクトの精査が重要となる。

5. 交通結節点整備計画

計画対象地域は、DMIC 構想で位置付けられた「ダドリ・ノイダ・ガジアバード投資地域 (DNGIR)」に含まれ、そこでの開発計画の一つとして IR ボラキ駅を中心とする複合交通拠点の形成が謳われている。

本件調査では、そのパイロット・プランともなるボラキ駅の開発構想イメージの作成を行った。

- ① 地区に結節する交通網として、調査で提案する MRTS (都市高速鉄道)、都市間鉄道 (IR)、長距離バス、地先交通 (バス、タクシー) を条件とする。
- ② 施設計画面積は約 160ha であり、その利用用途として、交通施設、商業・業務施設、住宅、ホテルを想定し、それらを駅に近接して立地させ、相互間の流動によるシナジー効果を期待する。
- ③ 地区内の安全で快適な移動を担保するため、人/車の空間的分離を図る。

(4) 実施スケジュール

関連するプロジェクトとの時期的整合を考慮の上、次の実施スケジュールを想定している。

- ✓ 準備段階 : 2017 年～2019 年
- ✓ 建設段階 : 2019 年～2021 年
- ✓ 開業準備段階 : 2020 年～2021 年
- ✓ 開業予定時期 : 2022 年

(5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

現段階では、事業主体、事業スキームが未確定であり、F/S による事業フィージビリティの検討がないため、借款要請等以前の段階にあると思われる。しかしながら本件プロジェクトは DMICDC により、その優先度は低いものの、DMIC 関連の鉄道 3 案件に位置付けられており、その実現可能性の検証、更にプロジェクト実施主体の設置等のプロセスを経て、円借款適用候補プロジェクトとなる可能性は残されていると考えられる。

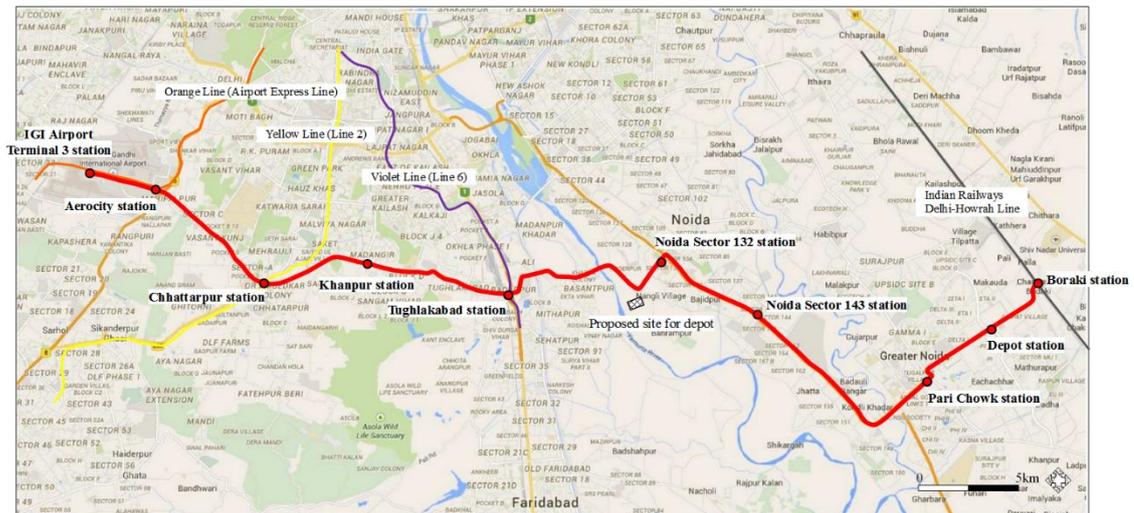
予備的な財務・経済性の分析では、目標とする水準はクリアされており、他路線への乗り入れを基本とする比較的コンパクトな事業であり、他 2 案件とも事業性の面で比較の対象になりうると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

本プロジェクトの特長は、これまでデリー・メトロ事業の中では、これまで経験の無い他事業者の路線への列車乗り入れを基本とするプロジェクトである点で、その意味から線路直通運行の実績・経験が豊富な我が国の都市鉄道事業が優位性を発揮できるプロジェクトであると考えられる。即ち事業発注仕様を乗り入れ運行ノウハウとパッケージ化する事により、我が国企業のプロジェクト参入可能性を高めることが可能となる。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 S-2 事業実施地点位置図



出典：調査団作成

平成 26 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

ケニア国・モンバサ港ゲートブリッジ建設計画・環境負荷低減調査
報告書

平成 27 年 2 月

経 済 産 業 省

新 日 本 有 限 責 任 監 査 法 人

独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

委託先：

株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル

株式会社 オリエンタルコンサルタンツグローバル

新日鐵住金 株式会社

東洋建設 株式会社

要 約

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) 背景

モンバサは人口 94 万人を有し、インド洋に面する東アフリカ最大の貿易港であるモンバサ港を中心とするケニア第二の都市である。モンバサ港は東アフリカの重要な物流ルートである「北部回廊」の起点となっており、海を持たないウガンダ・ルワンダ・ブルンジ・南スーダンといった周辺内陸国の外洋への玄関口としても機能している。

モンバサの経済の中心であるモンバサ島は、東側をインド洋に面し、西側及び北側は堤防道路及び橋梁により本土との陸上交通路が確保されている。一方、モンバサ島の南側は幅 500m のモンバサ港の航路により本土と分断されており、対岸のリコニ地区の住民の通勤・移手段及びタンザニアとの物流手段は、モンバサ島とリコニ地区を結ぶフェリーによる交通のみとなっている。フェリーは 24 時間運航であるが、フェリーでの輸送能力を超えた交通需要により、フェリー待ちの長い車列が生じ、交通渋滞の要因ともなっている。

2) 本プロジェクトの必要性

ケニア政府は 2008 年に長期開発計画である「ビジョン 2030」(“Vision 2030”)を策定した。これは、経済、社会、政治の 3 つの柱を基本とし、高い生活水準、国際的な競争力及び経済繁栄を 2030 年までに達成することを国家目標としている。同開発計画の「第二次計画」(Second Medium Term Plan (2013-2017)) には、モンバサ島の南側対岸地域のドンゴクンドゥ経済特区の開発が含まれている。

モンバサは、ケニア一国だけでなく東アフリカ共同体 (East Africa Community:EAC) 及びアフリカ内陸諸国の経済発展を実現する上で、重要な位置にあることから、我が国はモンバサ地域への支援を積極的に進めている。Vision 2030 の第二次計画に示されているドンゴクンドゥ経済特区の開発も含め、我が国はモンバサ地域で以下の調査/事業を実施している。

- i) モンバサ港開発事業 (新コンテナターミナル建設)
- ii) モンバサ港周辺道路開発計画プロジェクト (新コンテナターミナルアクセス道路及びモンバサ南バイパス建設)
- iii) モンバサ経済特区開発マスタープランプロジェクト
- iv) モンバサ・ドンゴクンドゥ港開発計画策定支援プロジェクト
- v) アフリカ地域北部回廊物流網整備マスタープラン策定支援プロジェクト
- vi) モンバサゲートシティ総合都市開発マスタープランプロジェクト

これらの我が国の支援事業をより効果的なものにし、ケニアのみならず EAC 及びアフリカ内陸諸国の経済発展に寄与するために、モンバサ島と南側対岸を繋ぐ陸上交通路の整備は必要不可欠である。

図 i モンバサ地域での我が国の支援調査/事業位置図



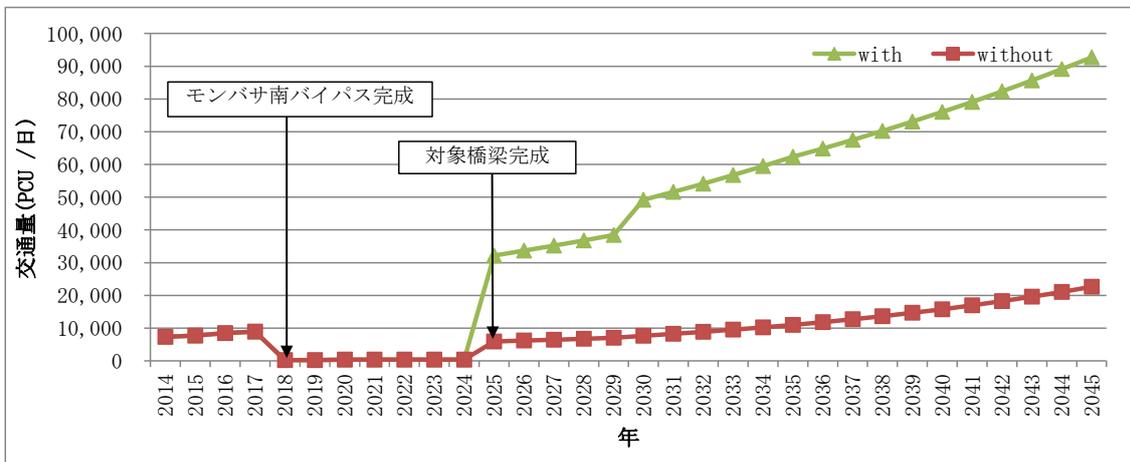
出典：調査団作成

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) 交通需要予測

本調査では、2013年に「モンバサ港周辺道路開発計画プロジェクトの詳細設計調査」の一環として行われた交通需要予測のデータを基に、ネットワーク及び起終点交通量(Origin-Destination: OD)を更新し、将来需要予測を行った。交通需要予測結果を図 ii に示す。車線数の設定においては、調査時から20年後の2034年の交通量を基に算定し4車線とした。

図 ii 将来交通量の推移



出典：調査団作成

2) プロジェクトサイトの自然条件及び設計条件

a) 地形・地質

モンバサ地域は標高 8 - 100m の海岸低地にあり、架橋計画地のモンバサ側標高約 15m、リコニ側標高約 20m である。架橋計画位置は幅約 500m のキリンディニ湾であるが、水深は深い所で約 50m と海面下は急峻な地形である。地質は、新生代第 4 紀堆積物でできており、表層はサンゴ礁が堆積し、その下に頁岩層、更に下に砂岩層が続いている。

b) 潮流

キリンディニ湾の最低及び最高水位は-0.1m~4.1m であり、干満差は約 4m である。波高は、湾口のサンゴ礁に守られて沖合からの波は入ってこないため小さい。また、湾内は狭いため風による波の発生も小さい。潮流は、湾口において最大 0.5 ノット程度である。

c) 風速

モンバサにおける 100 年確率風速は 30.3m/sec である。

d) 地震

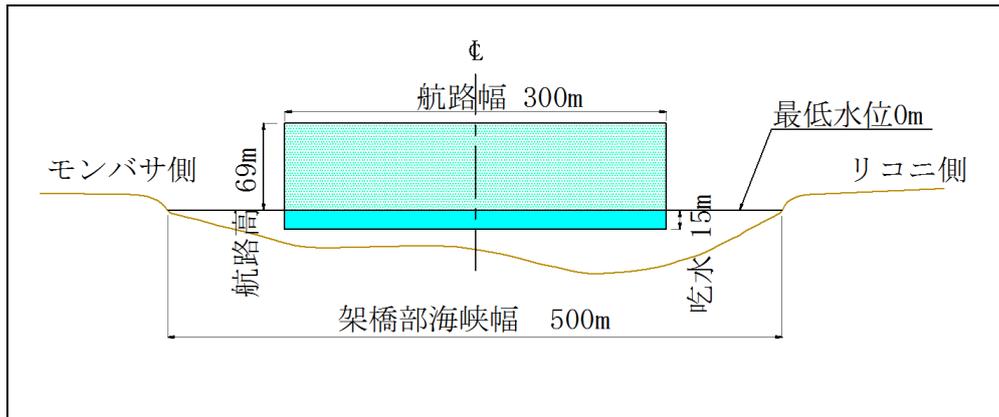
モンバサ周辺の断層位置は、モンバサ島より西に 60km ほど離れた所に位置しており、南西より北東に約 40km に渡っている。したがって、対象橋梁に対する影響は考慮する必要はないと考えられる。ケニアでは「耐震基準」(1973 制定)において、地域別に設計震度が定義されている。モンバサ地区の震度階は VI と定められている。VI の定義は「壁土が落ちる場合や、煙突に損傷が出る場合もわずかにある。被害はほとんど出ない」である。震度階 VI の加速度は $50\text{cm}/\text{sec}^2$ に相当し、設計水平震度 $k_h=0.05$ に相当する。

3) 設計条件

a) 航路空間

航路空間は、ケニア海事局 (Kenya Maritime Authority : KMA) 及びケニア港湾局 (Kenya Port Authority : KPA) との協議結果を基に設定した。航路幅は海峡の中心より左右に 150m 合計 300m 幅とした。吃水は 15m とした。航路高さは潮汐による最高水位 $4\text{m}+65\text{m}=\text{標高 } 69\text{m}$ とした。航路空間の概念図を図 iii に示す。

図 iii 航路空間



出典：調査団作成

b) 上空制限

上空制限について、モイ国際空港を管轄するケニア民間航空局（Kenya Civil Aviation Authority：KCAA）と協議を行った。同空港から架橋計画位置までは約9km離れており、一般的な航空機の降下角度3度を適用すると、架橋計画位置上で約400mの高度が確保されるため、橋梁高さ120m程度のアーチ橋であれば問題にならない。

c) 土地利用条件

モンバサ島及びリコニ地区ともに沿岸部から市街地が形成されており、主橋へのアプローチ部を直線的な構造物で計画することは用地取得及び住民移転が大規模となるため困難である。本プロジェクト実施による環境社会面への影響を最小限に抑えるため、沿岸部の住居等が少ない地点においてループ形式の橋梁により主橋梁へ接続することを計画した。

d) 道路の設計基準

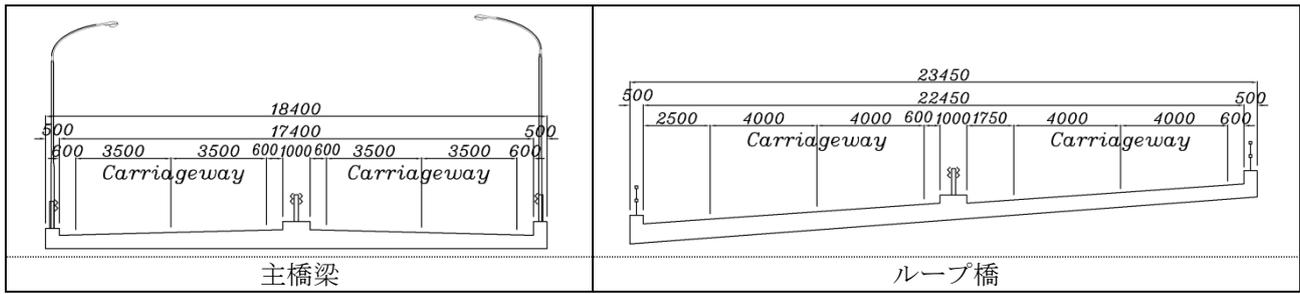
設計基準はケニアの設計基準を基本とし、必要に応じて AASHTO（American Association of State Highway and Transportation Officials）及び日本の道路構造令と比較し、本計画に最適な基準を設定した。道路設計の主な適用基準を表 i に示す。主橋及びループ橋の道路横断図を図 iv に示す。

表 i 道路設計の主な適用基準

設計速度	最少曲線半径	最急縦断勾配	最急横断勾配
40km/h	60m	5%	6%

出典：調査団作成

図 iv 標準横断面図



出典：調査団作成

a) 橋梁の設計基準

ケニアでは、橋梁の設計基準として英国の設計基準 BS5400 が一般的に適用されている。しかしケニア国道公社との協議において、南アフリカ運輸通信委員会（Southern Africa Transport and Communications Commission : SATCC）の橋設計基準の適用が提案されたため、これを適用する。主な適用条件を表 ii に示す。

表 ii 橋梁設計の主な適用条件

活荷重	風荷重	地震荷重 (設計水平震度)	温度変化
SATCC を適用	30.3m/sec	$k_h=0.05$	20°C (±10°C)

出典：調査団作成

4) 横断構造形式の比較検討

本プロジェクトはモンバサ港の航路を横断するため、構造形式としては、橋梁、沈埋トンネル、シールドトンネルが挙げられる。各構造形式について、表 iii に示す通り、工期・工費等の経済性、照明・排気処理等の維持管理費、及び環境社会面について比較を行った。その結果、横断構造形式は橋梁が最適と判断された。

表 iii 横断構造形式代替案の比較

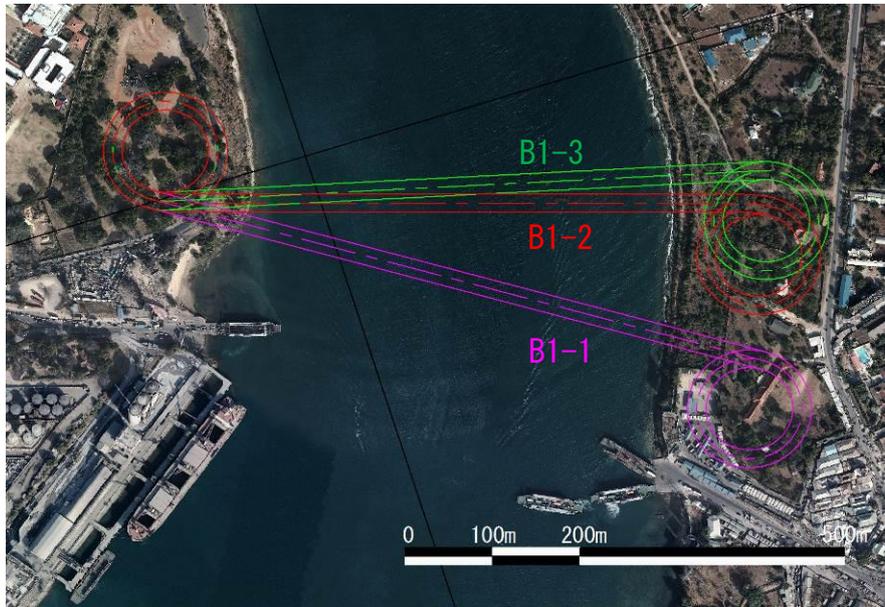
比較項目	a) 橋梁案	b) 沈埋トンネル案	c) シールドトンネル案
総延長	2500m	2800m	3600m
工費	○ (1.0)	△ (1.8)	× (2.0)
工期	○	△	△
維持管理	○ 塗装塗替、照明、航空障害灯	△ 換気設備、照明	△ 換気設備、照明
環境社会面	自然環境への負荷：○ 社会環境への影響：△ 海中の橋脚設置工事により一時、水質汚濁の可能性あり。アプローチ部で住宅・店舗・露天商の移転が必要。影響の程度はルートにより異なる。	自然環境への負荷：× 社会環境への影響：△ 海底のトレンチ掘削・埋戻し、沈埋函接合や換気塔設置等により海底地形を大規模に乱し、工事中の水質汚染が生じる。開削部分で住宅・店舗・露天商の移転が必要。影響の程度はルートにより異なる。	自然環境への負荷：△ 社会環境への影響：△ トンネル入り口付近の土木工事や換気塔設置により地形が改変され生態系への影響の可能性はある。トンネル入り口付近で住宅・店舗・露天商の移転が必要。影響の程度はルートにより異なる。
総合判定	○	△	×

出典：調査団作成

5) 橋梁配置案の比較検討

上記で選定された橋梁について、モンバサ島とリコニ地区を繋ぐ線形の比較検討を行った。橋梁の配置代替案を図 v に、また配置代替案の比較を表 iv に示す。比較検討の結果、影響建物が最少であり橋長を短くできる B1-2 案が適していると考えられる。

図 v 橋梁配置代替案



出典：調査団作成

表 iv 橋梁配置代替案の比較

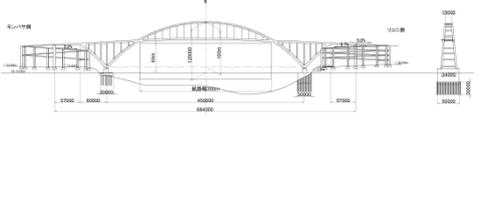
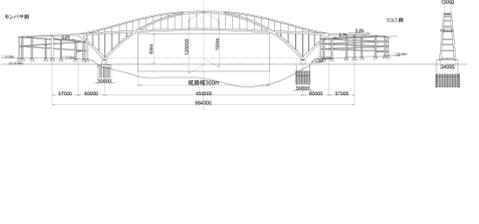
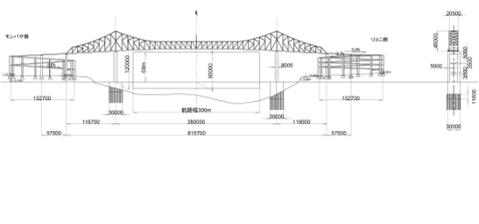
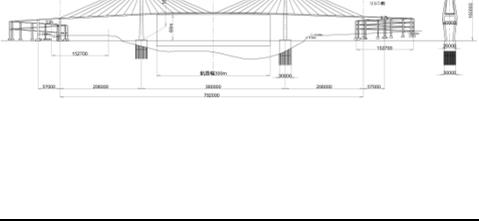
比較項目	代替案番号	リコニ地区側			
		モンバサ島側	B1-1 案	B1-2 案	B1-3 案
アプローチ道路距離		約 400m	約 300m	約 400m	約 450m
ループ区間建設による被影響住居用建物		該当せず	該当せず	移転必要：2 軒（うち 1 軒は空き家）	移転必要：3 軒（うち 1 軒は空き家） 生活環境の悪化：ループ橋に隣接する 1 軒
ループ区間建設による被影響商業用建物（恒久的建築）		バス・ターミナルの移設が必要	- YWCA 全体 - バス・ターミナルとその付属施設全体 - ガソリンスタンド	- YWCA とゲストハウスそれぞれの敷地の一部 - 商業用建物 10 棟程度	該当せず
ループ区間建設による被影響公共施設		ママンギナ公園の一部	該当せず	該当せず	該当せず
総合			△ 建設期間中フェリー乗場周辺のバスターミナルの代替地確保が困難である。	◎ 橋長が最も短く、他のルートに比べて影響範囲は最少となる。	○ 被影響住居用建物が最も多く、アクセス道路が最も長くなる。

出典：調査団作成

6) 橋梁形式の比較検討

主橋の上部工形式代替案を表 v に示す。景観に優れ、被影響建物数が最小のアーチ橋が最適である。

表 v 主橋の上部工形式代替案の比較

橋梁形式	評価		
第 1 案 3 径間鋼中路アーチ橋 	景観	モンバサのシンボルである象牙と似ており、モンバサのイメージと合致する	◎
	上空制限	アーチ高さ 120m、上空制限を侵さない	○
	環境社会影響	主橋梁とループ橋全体で被影響建物 3 件	◎
	維持管理	塗装塗替え	○
	施工性	ベント併用大ブロック工法により工期は短い	○
	コスト	1.0	○
	主な本邦技術	橋梁用高性能鋼、鋼管矢板井筒基礎	◎
	総合判定	本プロジェクトに最も適合	◎
第 2 案 2 軸線 3 径間鋼中路アーチ橋 	景観	モンバサのシンボルである象牙と似ており、モンバサのイメージと合致する	◎
	上空制限	アーチ高さ 120m、上空制限を侵さない	○
	環境社会影響	主橋梁とループ橋全体で被影響建物 3 件	◎
	維持管理	塗装塗替え	○
	施工性	ベント併用大ブロック工法により工期は短い、第 1 案よりも部材数が増えるため工期も延びる	△
	コスト	1.1	△
	主な本邦技術	橋梁用高性能鋼、鋼管矢板井筒基礎	◎
	総合判定	施工費がやや高い	○
第 3 案 3 径間鋼トラス橋 	景観	重厚な印象があり、景観上良好ではない	×
	上空制限	アーチ高さ 120m、上空制限を侵さない	○
	環境社会影響	主橋梁とループ橋全体で被影響建物 3 件	◎
	維持管理	塗装塗替え	○
	施工性	片持ち張り出し工法により工期は最も短い	○
	コスト	1.0	○
	主な本邦技術	橋梁用高性能鋼、鋼管矢板井筒基礎	◎
	総合判定	景観が劣る	○
第 4 案 3 径間 PC 斜張橋 	景観	長大橋に多く採用される形式でありランドマークとなる	◎
	上空制限	主塔高さ 160m、上空制限を侵す可能性がある	×
	環境社会影響	側径間長が長くなり、相当数の建物の移転が必要	×
	維持管理	コンクリートのため塗装不要	◎
	施工性	コンクリートの養生期間が長く工期が長い	×
	コスト	1.0	○
	主な本邦技術	鋼管矢板井筒基礎のみ	×
	総合判定	側径間が長く、被影響建物が多い	×

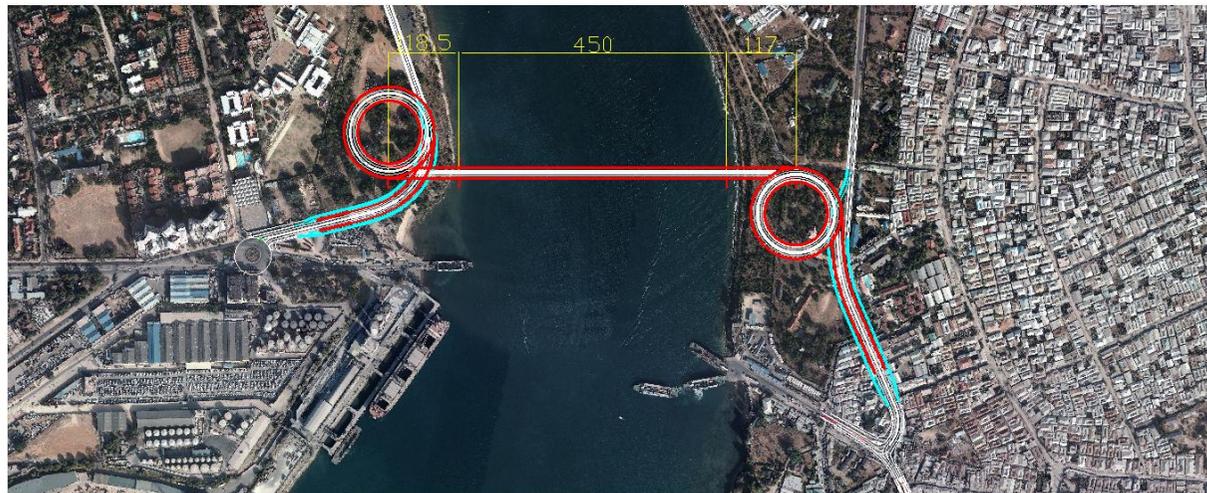
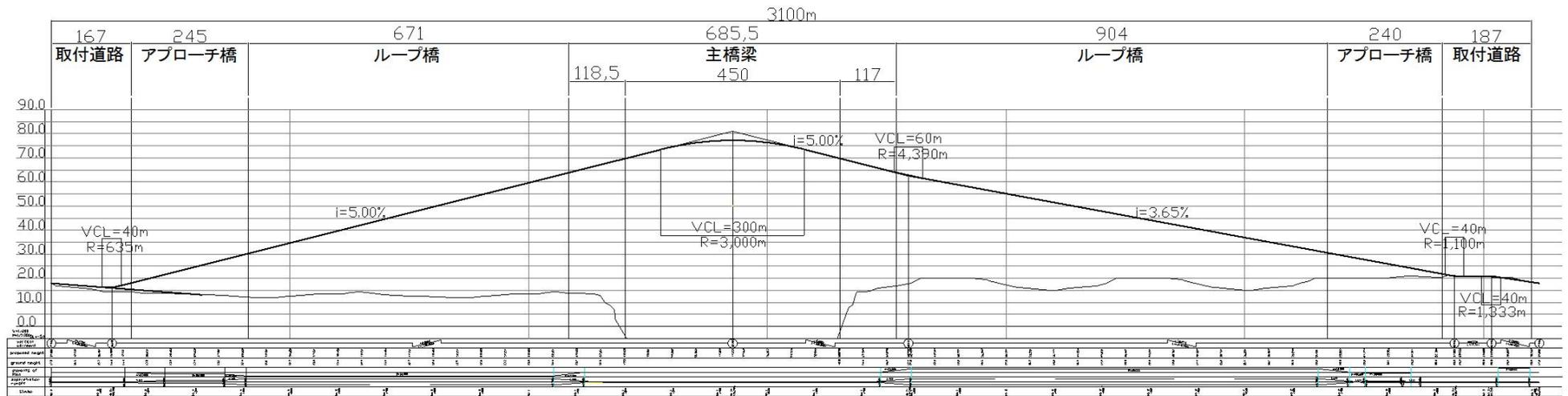
出典：調査団作成

(3) プロジェクト概要

1) プロジェクトの内容

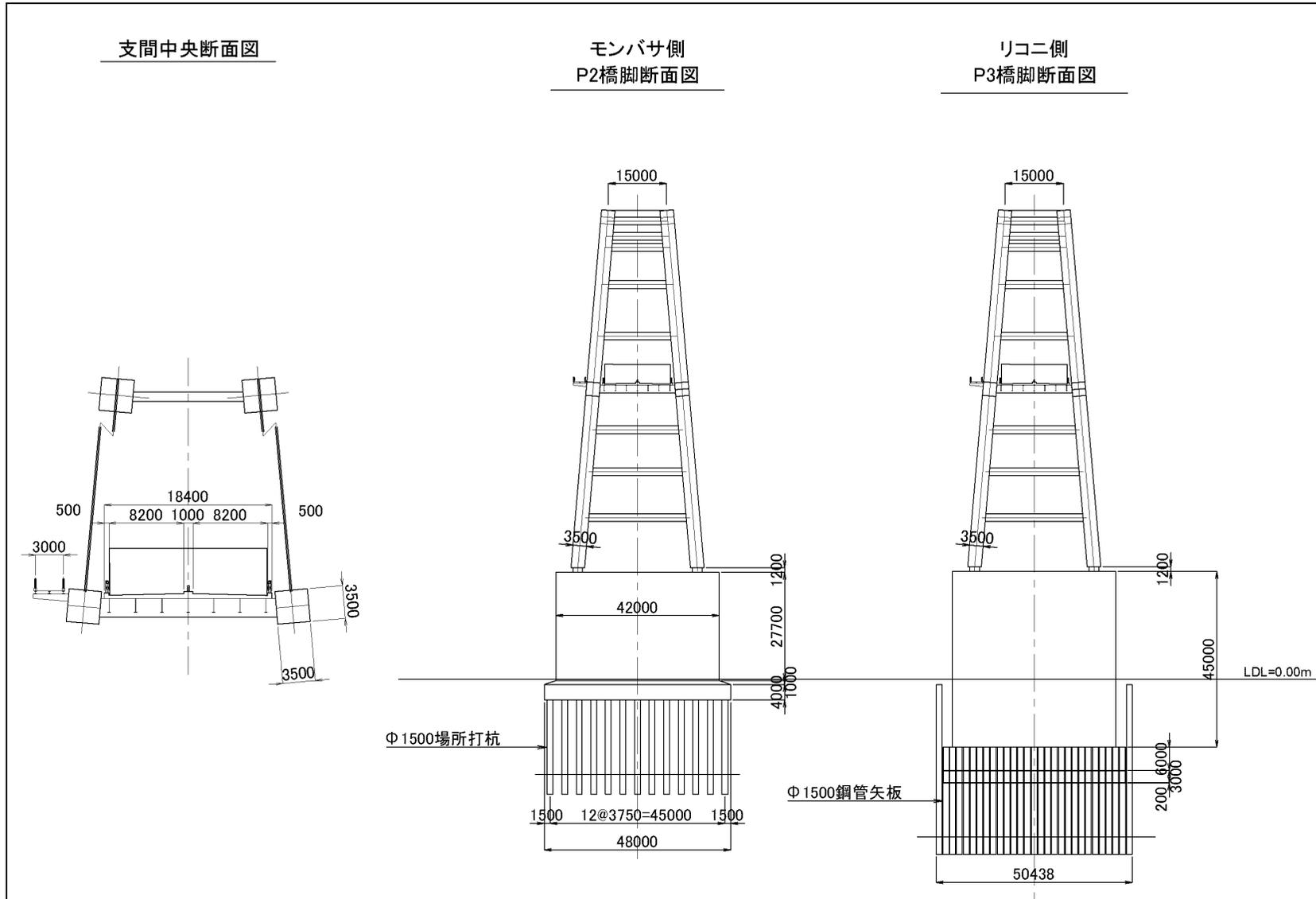
本事業はモンバサ港の入口の幅 500m の航路上への橋梁建設である。橋梁の桁下に高さ 69m (最低潮位からの高さ)、幅 300m の航路空間を確保する必要がある、一方で周辺地域が市街化されていることから、ループ形式の橋梁にて主橋梁へ接続する。総延長はアプローチ部分を含めて 3.1km である。代替案を比較した結果、主橋梁の上部工形式は 3 径間鋼中路式アーチ橋、ループ橋の形式は PC 中空床板橋を提案する。道路幅員は中央分離帯のある 4 車線とする。歩道は主橋梁区間のみ片側 3m 幅とし、昇降施設は階段である。本プロジェクトの道路一般図、主橋梁上部工一般図及び主橋梁下部工一般図を図 vi、図 vii 及び図 viii に示す。

図 vi 道路一般図



出典：調査団作成

図 viii 主橋梁下部工一般図



出典：調査団作成

2) 事業費

本プロジェクトの概略事業費の内訳を表 vi に示す。事業費は約 590 億円となる。

表 vi 概略事業費の内訳

1 KSh = 1.322 円

項 目	概略事業費		
	内貨 (百万 KSh)	外貨 (百万円)	円換算合計 (百万円)
A. 円借款部分			
I) 建設費 (ベースコスト)	6,850.7	32,538.4	41,594.6
準備及び仮設費	563.9	3,368.0	4,113.4
主橋 (アーチ橋)	2,700.0	18,901.0	22,470.0
ループ橋 (PC 連続中空床版橋)	2,881.9	9,235.0	13,044.9
アプローチ橋	482.2	1,034.0	1,671.5
取付道路	222.7	0.4	294.8
II) コンサルタント費 (ベースコスト)	906.1	1,882.1	3,080.0
III) 予備費	5,603.2	4,590.9	11,998.3
建設費の物価予備費	4,010.4	1,080.1	6,381.8
建設費の物理的予備費 (10%)	1,086.1	3,361.9	4,797.7
コンサルタント費の物価予備費	439.4	52.2	633.1
コンサルタント費の物理的予備費 (5%)	67.3	96.7	185.7
A 部合計 (I+II+III)	13,360.0	39,011.4	56,672.9
B. ケニア側負担部分			
a 建設費 (ベースコスト)	9.7	0.0	12.8
地下埋設物等の移設費	9.7	0.0	12.8
b 用地補償費	844.4	0.0	1,116.4
用地買収費	450.1	0.0	595.1
住居・店舗等移転補償費	373.3	0.0	493.5
樹木補償費	21.0	0.0	27.8
c プロジェクト管理費 (2%)	284.4	780.2	1,156.2
d 輸入税 (無税)			
e 付加価値税 (無税)			
f 予備費	4.4	0.0	5.8
建設費の物価予備費	3.1	0.0	4.1
建設費の物理的予備費 (10%)	1.3	0.0	1.7
B 部合計 (a+b+c+d+e+f)	1,142.9	780.2	2,291.2
事業費総合計 (A+B)	14,502.9	39,791.6	58,964.1

出典：調査団作成

3) 日本原産資機材等の比率の算定

本プロジェクトでは主橋（鋼橋）の下部工及び上部工の建設のために、日本から多くの資機材の調達が必要である。また、本邦調達資材を用いた主橋の下部工は、資材のみならずその施工機械、施工管理、品質管理および工程管理を含んだ一連の本邦固有の技術である。また主橋の上部工に採用している SBHS 鋼材は本邦固有の技術である。これらの本邦技術の項目と金額を表 vii に示す。本邦技術を用いた工事費は建設費（ベースコスト）の約 33%を占める。

表 vii 本邦技術費率

本邦技術		単位	数量	単価 (千円)	金額 (百万円)
鋼管矢板基礎工	鋼管矢板材料費	m	6,780	281	1,905
	NS スタッド材料費	m	48.3	752	36
	施工費	基	1	1,916,000	1,916
主橋鋼桁工	主橋鋼桁材料費 (SBHS 鋼材等)	ton	12,814	754	9,662
本邦技術費合計 ①					13,519
建設費 (ベースコスト) ②					41,595
本邦技術費率 ③=①÷②		%			32.5%

注) 鋼桁材料に占める SBHS 鋼材の比率は 50%程度を想定。

出典：調査団作成

4) 予備的な経済分析

本プロジェクトの有効性を評価するため、プロジェクトを実施する場合としない場合のそれぞれのケースにおいて、費用と便益について比較分析を行った。経済指標としては、純現在価値 (NPV)、費用便益比 (B/C) 及び経済的内部収益率 (EIRR) を用いた。

また、経済分析を行うにあたり設定した各条件は仮定条件を用いているものや変動の要素があるものもある。本プロジェクトの安定性を把握するため、費用及び便益がそれぞれ 10%上昇及び 10%減少した場合についても経済指標の算定を行った。

経済分析結果を表 viii に示す。評価指標の値はいずれも良好な水準にあり、本プロジェクトは経済的にフィージブルであると判断される。感度分析結果を表 ix に示す。EIRR は全てのケースで 12%を上回っており、本プロジェクトはフィージブルである。

表 viii 経済分析結果

経済指標		
純現在価値 (USD)	費用便益比	経済的内部収益率 (%)
163,277,822	1.71	18.42

出典：調査団作成

表 ix 感度分析結果

費用 → 便益 ↓	費用 +10%	基本ケース	費用 -10%
便益 +10%	18.42	19.76	21.32
基本ケース	17.41	18.42	19.91
便益 -10%	15.81	17.01	18.42

出典：調査団作成

5) 環境社会的側面の検討

a) 環境社会面における現状分析

本プロジェクトが環境社会的側面で影響を与える事業コンポーネントは、次の通りである。

陸上部：アプローチ部建設のための用地取得に伴う商店・露天商・住民の移転が発生

海中部：主橋梁の橋脚を沿岸部に建設することに伴う海中環境の変化

表 x プロジェクト実施により影響を受ける建物等の概要

代替案番号 比較項目	モンバサ島側	リコニ地区側 (B1-2 案)
住居用建物	該当せず	- 2 軒 2 人 (うち 1 軒は空き家) : 敷地面積合計 3 エーカー程度。住居以外の上物あり。2 軒とも所有者は移転に同意。
商業用建物 恒久的建物	- バスターミナル : 移設が必要	- YWCA 敷地一部と別棟全体。これに伴いフェンスの移設が必要。 - ゲストハウス敷地の道路沿い一部。これに伴いフェンスの移設が必要。 - 商業用建物 10 棟に 30 商店程度
非恒久的建物	- 10 軒程度	- 15 棟 40 プロット程度
公共施設等	- ママンギナ公園の一部 (約 18, 137m ²)。これに伴い金網フェンスの移設と樹木の伐採が必要。	- 新設モスク (調査時はトタン板の屋根と柱のみ)

出典：調査団作成

また公園フェンスを利用したり自転車・リヤカーによる移動販売、及び路上にゴザやバケツを置いただけの形態の露天商は、モンバサ島側リコニ地区側とも 100 人超、存在する。

本プロジェクトを実施しない場合、次のような負の影響が見込まれる。

- ・ 貨客車両や乗客がフェリーを待つことで発生している経済的損失が一層悪化する。
- ・ フェリー待ち車両から発生する排気ガスによる大気汚染が進行すること。
- ・ リコニ・フェリーの運輸能力の小ささがボトルネックとなり、モンバサ地域の開発事業の効果の発現が阻害され、またアフリカ内陸諸国の経済発展の支障となる。

b) プロジェクト実施に伴う環境改善効果

ケニアは「気候変動に関する国際連合枠組み条約 (UNFCCC)」の批准国で、地球温暖化対策に取り組んでいる。自動車からの排出ガスは大気汚染や温暖化の要因であることから、排出ガス対策はケニアにおいても社会的ニーズが高い。対象橋梁の建設はフェリー待ちの交通混雑を緩和し、車列からの排気ガスを抑制し、また燃料消費量を削減することが可能となる。2035 年時点では、ケニア国民約 144, 600 人分に相当する CO₂ 排出量と、同 31, 100 人分に相当する燃料消費量が削減できると推測されることから、本プロジェクトは温室効果ガスの排出を抑制し地球温暖化対策として貢献することが期待される。

c) プロジェクト実施に伴う環境社会面への影響

本プロジェクトは環境許可を取得する必要がある。汚染対策に関しては、本プロジェクトによる影響は軽微かあるいは対策を講じることで影響を最小限化できるものであった。自然環境については沿岸域に橋脚を設置することから、海中の生態系への影響、及びそれに伴う漁業への影響について、今後、調査する必要がある。社会環境については住民移転計画の作成が必要である。またママンガナ公園の敷地の一部を取得することから、「Cultural Impact Assessment」を実施する必要がある。「Cultural Impact Assessment」は何らかの開発事業が地域の文化資源全体にどのような影響を与えるかを予測し、ネガティブな影響は最小化し、ポジティブな影響は最大化する方途を策定する調査である。

d) 相手国の環境社会配慮関連法規の概要及びクリアに必要な措置

ケニアでの地方分権化の進行に伴い、今後、モンバサ政府が独自の環境法を策定する。これにより中央レベル・地方レベルで環境関連法規ができ、それぞれへの遵守が求められるようになる。用地取得については、本調査時には新旧土地法が併用されていたことから、次の調査時点で土地関連法規の運用状況を再確認する必要がある。

e) プロジェクト実現のために当該国が成すべき事項

- ・ 環境影響評価（EIA）の実施と住民移転計画（RAP）の作成
- ・ プロジェクト用地確保ためのスケジュール作成・予算確保

(4) 実施スケジュール

本プロジェクトが我が国の円借款で実施されるものと想定すると、本調査実施時点から工事終了に至るスケジュールは以下のような流れとなる。

- ① 円借款協力要請
- ② JICAによる協力準備調査（検討／審査・事業事前評価）
- ③ 交換公文と借款契約
- ④ コンサルタント選定
- ⑤ コンサルタント設計・監理業務（詳細設計、入札等、請負者選定、施工監理）
- ⑥ 建設工事

本プロジェクトに係る今後の実施スケジュールを表 xi に示す。

表 xi プロジェクトの実施スケジュール

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
円借款協力要請		▲										
JICA協力準備調査		■	■	■								
アプレーザル				▲								
交換公文、借款契約				▲								
コンサルタント選定				■	■							
詳細設計・入札図書作成					■	■						
入札補助 (PQ、入札、請負者選定)						■						
施工監理							■	■	■	■	■	■
用地取得、住居・店舗移転等の補償					■	■						
地下埋設物等の移設						■	■					
建設工事							■	■	■	■	■	■
準備及び仮設							■					
主橋 (アーチ橋)							■	■	■	■	■	■
ループ橋 (PCボックス橋)							■	■	■	■	■	■
アプローチ橋										■	■	■
取付道路										■	■	■
清掃・撤去、完成検査											■	■

注: 上記の事業実施スケジュールは、ケニア政府から本プロジェクトへの支援が要請され、JICAが協力準備調査を採択した場合である。□

出典：調査団作成

(5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

1) 相手国実施機関の概要

本プロジェクトの実施機関は、ケニア政府運輸インフラ省管轄下のケニア国道公社 (Kenya National Highways Authority : KeNHA) である。KeNHA は全国の幹線道路の建設・運営・維持管理を担当している。KeNHA の特別プロジェクト局が本プロジェクトの計画・実施を担当する。

2) 相手国実施機関の能力の評価

KeNHA には多数の経験豊富な技術者が所属しており、これまでに多数の大型借款による橋梁を含む道路建設プロジェクトを竣工しており、本プロジェクトについても技術面及び管理体制面で問題なく実施可能と判断される。

KeNHA は、自国資金で年間約 200 億ケニアシリングの道路建設予算を有している。本プロジェクトの実施に必要なケニア側の自国資金部分は、用地補償費等の年間平均約 2.5 億ケニアシリング (年間の道路建設自国予算の約 1.3% である程度) であるため、本プロジェクトを実施するための財務面の能力は問題ないと判断される。

3) 相手国政府の資金調達に関する考え方

ケニア政府運輸インフラ省は、本プロジェクトは大型であることと我が国の長大橋梁建設技術が活用できるため、円借款 (STEP) を前提として、在ケニア日本大使館へ本プロジェクトの協力準備調査を要請する旨のレターを提出している (2015 年 1 月 26 日に大使館が受領)。今後、ケニ

ア政府運輸インフラ省は、本調査の最終報告書の受領を待って、本プロジェクトへの円借款（STEP）を我が国へ要請する方針である。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

主橋の製作においては、我が国特有の技術である橋梁用高性能鋼材を採用することにより、鋼材重量の軽量化、施工性の向上、美観の向上及び工事費の削減を図ることができる。また、基礎においても、我が国特有の技術である鋼管矢板井筒基礎工法を採用することにより、工費削減及び工期短縮が可能となる。このように、工費削減、工期短縮及び美観の向上が可能となることから、本プロジェクトに我が国の建設技術を取り入れることは有効である。

(7) 案件実現までの具体的スケジュールおよび実現を阻むリスク

1) 今後の円借款要請・供与に向けて必要となる措置

ケニアでは、既にモンバサ港開発計画において円借款（STEP）案件が実施されており、法的・財政的等の制約はないと考えられる。

対象橋梁建設の必要性・緊急性は非常に高い。一方、本プロジェクト完成まで約9年を要するため、ケニア国側は早期事業実施を切望しており、早期に JICA 協力準備調査を開始することが望まれる。

円借款供与に先立ち実施される JICA 準備調査においては、以下の事項等について詳細調査が必要である。

- ・ 交通量調査及び交通需要予測
- ・ 地形測量、地質調査及び概略設計
- ・ 施工計画、調達計画、事業費概算
- ・ 環境社会配慮調査

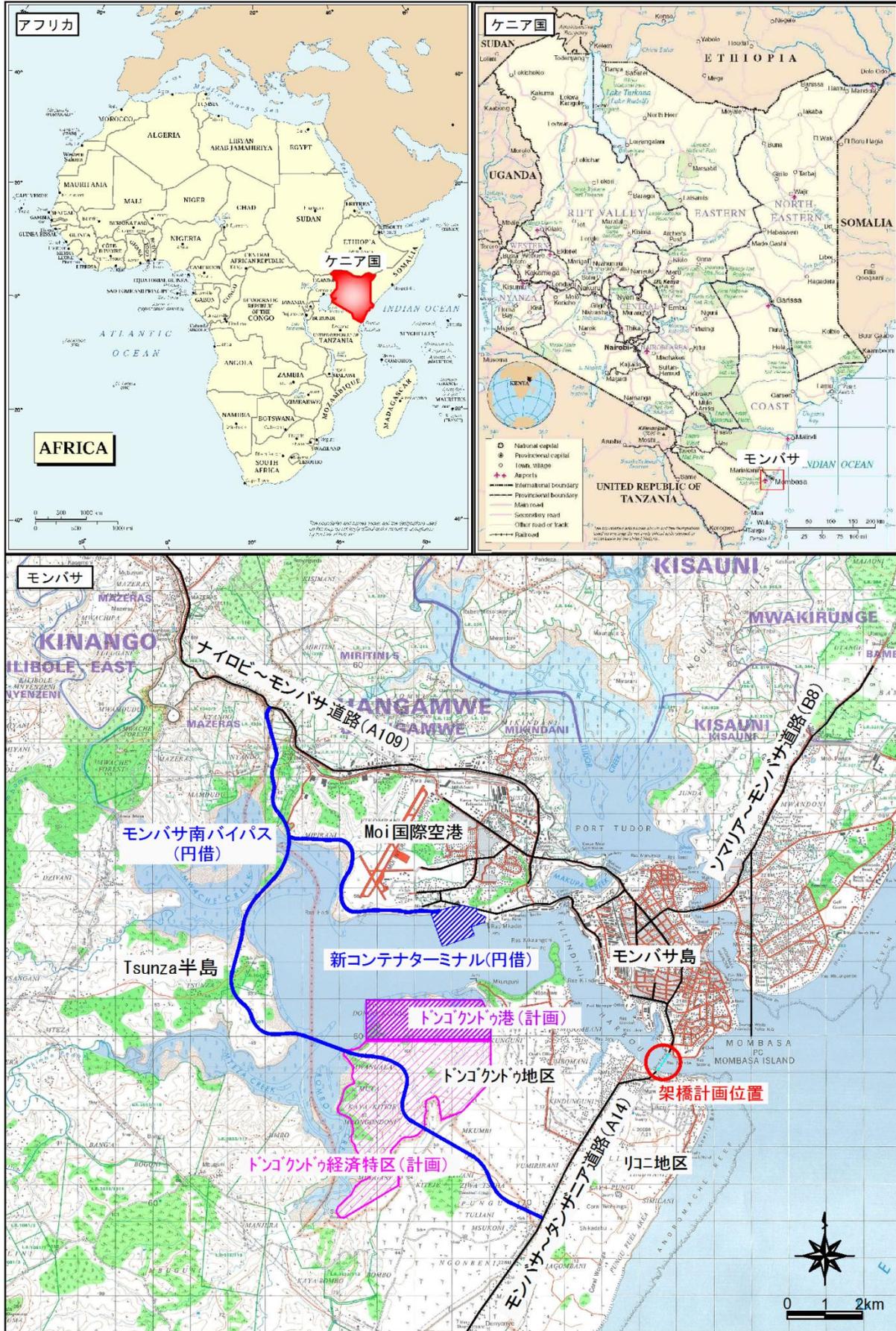
2) 実現を阻むリスク

治安悪化、自然災害、経済条件・交通条件の変化等のリスクはあるが、いずれもリスク程度は小さく本プロジェクトの実現を阻む可能性はない。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 ix にプロジェクト位置図を示す。

図 ix プロジェクト位置図



出典：調査団作成

平成26年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

インドネシア：アニエール石炭火力発電所建設事業調査報告書

平成27年2月

経 済 産 業 省
新日本有限責任監査法人
独立行政法人日本貿易振興機構

委託先：
株式会社 E & T 総研

要約

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) プロジェクトの公益的な背景・必要性

インドネシアでは、経済成長に伴い電力需要が堅調に増加する一方で、電源と送配電網の整備の遅れにより深刻な電力不足に陥っている。PLN の電力供給事業計画 (RUPTL、2013 年版) によれば、2013 年から 2022 年にかけて、電力需要は 189TWh から 386TWh まで、年率 8.4% の勢いで増加すると見込まれている。この電力需要を満たすには、2022 年までに国全体で 59.5GW の追加の発電供給能力が必要だが、このうち 17.1GW (29%) は開発の見通しが決まっていない状況にある。

このためインドネシア政府は、石炭火力発電所をはじめとする電源と送配電網の整備を加速化する政策を打ち出しており、設備投資等における外国資本の導入を歓迎している。また電源整備の強化に際して、政府は、PLN の電源だけでなく、民間による IPP、PPS (Private Power Utility)、自家発の整備も推奨している。

一方我が国企業は、石炭火力発電所について、超臨界圧 (SC)、循環流動層 (CFB) をはじめとする優れたハードウェア技術や、運転管理 (O&M) の技術・ノウハウを有している。また、海外投融資をはじめとする我が国の公的ファイナンスを活用することが可能である。

本プロジェクトは、こうした我が国の技術・資金リソース、及びジャワ島西部 Cilegon 市に位置するアサヒマス・ケミカル (ASC 社) のアニエール工場の敷地を活用して、60/45 万 kW 規模の石炭火力発電所を建設し、電力の一部を PLN に供給してインドネシアの電力需給緩和に貢献するとともに、我が国にとって裨益性の高いインフラ案件の迅速な形成、及び我が国製造業の国際競争力の強化、グローバル展開の円滑化に資するものである。

2) ASC 社の事業環境

旭硝子の連結子会社で、インドネシアを拠点とし苛性ソーダ・塩素から塩ビまでを一貫生産する東南アジア最大級のクロール・アルカリメーカー「アサヒマス・ケミカル (ASC 社)」においては、電力リソース確保手段の検討が急務の課題となっており、有力な選択肢となる発電プラントの具体化の方法論ならびに実現可能性の確認・検証を早期に行う必要性に迫られている。

a) 電気料金の値上げ

インドネシアにおいては、PLN (国営電力公社) の赤字等を背景として 2014 年 1 月、対象を限定して大口需要家向け電力値上げが決定された。

これに基づき、2014 年から 2015 年にかけて、

- ・電力契約区分 I4 (30MVA 以上) の約 60 社 : +65%
- ・電力契約区分 I3 (20KVA 以上) の上場会社 : +39%

の引き上げが実施されることとなり、ASC 社 (電力契約区分 I4) の事業展開に悪影響を及ぼす状況が生じている。

b) 電力バランス危機の顕在化

インドネシアにおける電力需要の増加に対する基盤 (発電所、送電線) 整備の遅れにより、2015 年以降、電力バランス危機が顕在化し、上記のコスト問題とともに対応を要する状況が生じている。

3) ASC 社の事業計画

東南アジア地域は、高い経済成長に伴い、インフラ材となる基礎化学製品の長期的需要拡大が見込まれている。ASC 社ではこの旺盛な需要を背景に生産能力の増強を計画化している。2015 年末までに生産設備を追加増設し、生産能力を苛性ソーダは現行（既に今年 3 月に苛性ソーダの生産能力を約 50 万トン／年に増強済）の 40%増の約 70 万トン／年、塩ビ樹脂（PVC）はほぼ倍増の約 55 万トン／年とする予定である。

アサヒマス・ケミカル社は、現在以下の製品を製造しており、苛性ソーダの生産能力を現在の 50 万トンから 2015 年末に 70 万トンに拡大することを計画している。

- ・ 苛性ソーダ（NaOH）： レーヨン、石鹼洗剤、紙パルプ、化学
- ・ 塩ビモノマー（VCM）： 塩ビ樹脂原料
- ・ 塩ビ樹脂（PVC）： 塩ビ管、フィルム、電線被覆

苛性ソーダや塩ビ原料の塩素を製造する電解設備では電力コストが高い比重を占めることから、電力料金高騰への早急な対応が求められている。

このため ASC は、本プロジェクトの石炭火力発電所に自社用地を提供し、PLN に売電を行い電力需給緩和に貢献するとともに、同発電所から PLN より安価な電力の供給を受けることを計画している。

(2) プロジェクト内容決定に関する基本方針

本案件形成等調査の提案の際、対象プロジェクトの技術方式・出力として、日本国内で稼働中の東京電力・広野火力発電所 5 号機 (60 万 kW : USC、主蒸気温度 : 600℃、2004 年 7 月運開)、6 号機 (60 万 kW : USC、2013 年 12 月運開) 等を参考に、USC・60 万 kW の採用を想定した。これらはいずれも高品位な瀝青炭を使用している。本プロジェクトで使用する炭種としては、インドネシアに産出する瀝青炭、亜瀝青炭や海外炭を含めて、幅広い炭種を想定していた。

その後の調査の過程で、文献調査及び JCOAL 等からのヒアリングを通じて、インドネシアのエネルギー政策として、瀝青炭は主に輸出用に用い、国内消費用としては亜瀝青炭が重視されていること、及び価格的にも亜瀝青炭の使用がリーズナブルであることが判明した。

また、インドネシア産亜瀝青炭を使用した USC として、単機容量が 100 万 kW の計画はあるが、単機容量が 100 万 kW 未満の計画は無いことがわかった。インドネシアでは今後、バタン (100 万 kW×2 基)、インドラマユ (100 万 kW×1 基) の USC 石炭火力発電所の運開が予定されており、いずれも単機容量は 100 万 kW である。その他 PLN が計画・検討している USC 石炭火力である Jawa-1、Jawa-4、Jawa-5、Jawa-6 も、いずれも単機容量は 100 万 kW である。

環境省の「BAT の参考表」(平成 26 年 4 月) では、日本における最新鋭の USC 石炭火力技術として、90～110 万 kW 級、70 万 kW 級、及び 60 万 kW 級を挙げているが、いずれも燃料仕様は「瀝青炭で、灰融点の高い石炭 (灰溶融温度 1400℃超) が主体」としており、また USC は「発電規模が大規模となるため、小規模なものには採用不可」としている。

また、国内の専門家ヒアリング及び技術文献より、水分が多いインドネシア産亜瀝青炭を使用する場合、高温・高圧化では材料の腐食が進行しやすいため、腐食を防ぐ高価な材料が必要となり、スケールメリットの観点から 100 万 kW 級の出力規模が必要であることがわかった。

このため、インドネシア産亜瀝青炭を使用した 60 万 kW の USC は、技術的に全く不可能ではないものの、実績も計画もまだ無く、実用機としては相当のリスクがあり、実証機的性格が強くなることが判明した。

以上の経緯により、本 FS 調査の対象として、インドネシア産亜瀝青炭の使用を前提に、USC (超々臨界圧) だけでなく、SC (超臨界圧)、Sub-C (亜臨界圧)、CFB (循環流動層) も含めて検討を行うこととした。

(3) プロジェクトの概要

1) プロジェクトの概要

①電気事業方式： PPU (Public Power Utility)

- ・根拠法令： 新電力法 (第 9 条の a 等)

②発電事業体： SPC

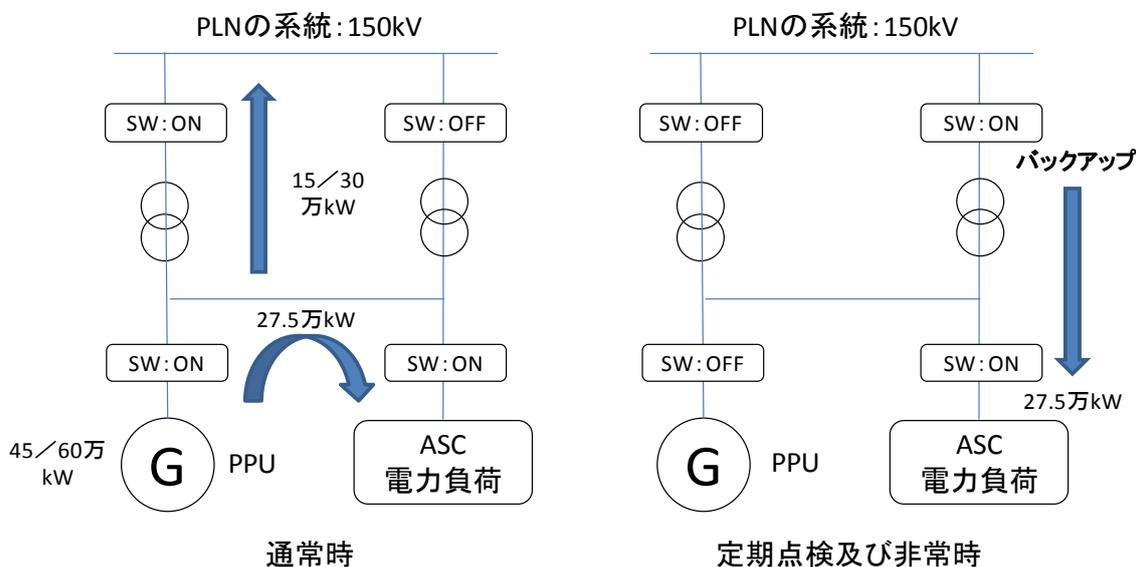
- ・発電電力の一部を、SPC から ASC に構内配線を通じて電気を小売供給
- ・同時に、発電電力の一部を、SPC から PLN に売電
- ・内外の投融資機関から出資及び融資を受ける

③規模 (発電出力及び小売・売電容量)

- ・発電出力： 45/60 万 kW

- PPU (SPC) から ASC への小売： 27.5 万 kW
- PPU (SPC) から PLN への売電： 15/30 万 kW (発電プラントの所内消費：2.5 万 kW を除く)

図 要-1 電力システム構成



出典：調査団作成

④技術方式

USC (超々臨界圧)、SC (超臨界圧)、Sub-C (亜臨界圧)、CFB (循環流動層) について比較検討を行った結果、以下の2ケースを想定した。

【ケース1】

- 技術方式： SC (超臨界圧)
 - 一般的に、主蒸気温度が 566°C 以下を超臨界圧 (SC)、566°C 超を超々臨界圧 (USC) と呼んでいる。本プラントの主蒸気温度は 566°C であるため、定義上は超臨界圧 (SC) であるが、いわば USC に近い超臨界圧といえる。
- 出力： 60 万 kW × 1 基 = 計 60 万 kW
 - PPU (SPC) から、30 万 kW を ASC に小売供給、残り 30 万 kW を PLN に売電
 - ASC の電力負荷は基本的に 24 時間であり比較的安定しているため、PLN への売電量は、下記の定期点検時を除いて安定しており、PLN にとって重要な電力供給源となる。
- 定期点検時のバックアップ： PLN から 30 万 kW 相当 (ASC の電力需要分) のバックアップを受ける。

【ケース2】

- 技術方式： CFB (循環流動層)
 - CFB はインドネシアの低発熱量の亜瀝青炭にも適用し得る。
- 出力： 15 万 kW × 3 基 = 計 45 万 kW
 - PPU (SPC) から、30 万 kW を ASC に小売供給、15 万 kW を PLN に売電

- ・ASCの電力負荷は基本的に24時間であり比較的安定しているため、PLNへの売電量は、下記の定期点検時を除いて安定しており、PLNにとって重要な電力供給源となる。
- ・定期点検時のバックアップ：定期点検時には1基(15万kW)のみ停止し、PLNへの売電も停止し、定期点検時のASCの所内負荷(30万kW)は、残り2基(15万kW×2基=30万kW)で賄う。

2) 事業総額

a) 建設費(設計・調達・工事:EPC)

表 要-1 建設費(ケース1:SC:60万kW×1基)

	項目	概算費用		
		外貨分(US\$百万)	内貨分(ルピア十億)	合計(US\$百万)
1	ボイラおよび環境装置	197.8	439.9	232.8
2	蒸気タービンおよび発電機	130.1	289.3	153.1
3	運炭&灰処理設備	47.4	105.4	55.8
4	電気・制御設備	36.6	81.4	43.0
5	その他付帯設備	55.6	123.5	65.4
6	土木・据付工事	77.9	173.3	91.7
7	小計	545.5	1,212.8	641.7
8	予備費(小計の10%)	54.5	121.3	64.2
9	合計	600.0	1,334.1	705.9

US\$1=ルピア 12,600 で換算

出典:調査団作成

表 要-2 建設費(ケース2:CFB:15万kW×3基)

	項目	概算費用		
		外貨分(US\$百万)	内貨分(ルピア十億)	合計(US\$百万)
1	ボイラおよび環境装置	132.0	482.9	170.3
2	蒸気タービンおよび発電機	86.8	317.6	112.0
3	運炭&灰処理設備	31.6	115.7	40.8
4	電気・制御設備	24.4	89.3	31.5
5	その他付帯設備	37.1	135.6	47.8
6	土木・据付工事	34.2	125.1	44.1
7	小計	346.1	1,266.2	446.6
8	予備費(小計の10%)	34.6	126.6	44.7
9	合計	380.7	1,392.8	491.3

US\$1=ルピア 12,600 で換算

出典:調査団作成

b) 初期投資コスト

表 要-3 初期投資コスト (ケース1)

	項 目	概算費用		
		外貨分 (US\$百万)	内貨分 (ルピア十億)	合計 (US\$百万)
1	EPC コスト (表要-1、要-2 参照)	600.0	1,334.1	705.9
2	変電所 (増設)	1.5	18.9	3.0
3	諸費用 (1+2 の 5%)	30.1	67.7	35.4
4	建設中の金利	93.4	0.0	93.4
5	合 計	725.0	1,420.7	837.8

US\$1=ルピア 12,600 で換算

出典：調査団作成

表 要-4 初期投資コスト (ケース2)

	項 目	概算費用		
		外貨分 (US\$百万)	内貨分 (ルピア十億)	合計 (US\$百万)
1	EPC コスト (表要-1、要-2 参照)	380.7	1,392.8	491.3
2	変電所 (増設)	1.5	18.9	3.0
3	諸費用 (1+2 の 5%)	19.1	70.6	24.7
4	建設中の金利	53.8	0.0	53.8
5	合 計	455.2	1,482.3	572.8

US\$1=ルピア 12,600 で換算

出典：調査団作成

c) ランニングコスト

表 要-5 ランニングコスト (ケース1)

	項 目	概算費用		
		外貨分 (US\$百万)	内貨分 (ルピア十億)	合計 (US\$百万)
1	運転保守	8.1	204.5	24.3
2	燃料	0.0	1,517.8	120.5
3	土地	0.0	0.0	0.0
4	各種保険料	1 に含む	1 に含む	1 に含む
5	支払金利	5.38%/8.00%	0.0	5.38%/8.00%
6	法人税	0.0	25%	25%

US\$1=ルピア 12,600 で換算

出典：調査団作成

表 要-6 ランニングコスト（ケース2）

	項 目	概算費用		
		外貨分 (US\$百万)	内貨分 (ルピア十億)	合計 (US\$百万)
1	運転保守	5.6	142.3	16.9
2	燃料	0.0	886.2	70.3
3	土地	0.0	0.0	0.0
4	各種保険料	1に含む	1に含む	1に含む
5	支払金利	5.38%/8.00%	0.0	5.38%/8.00%
6	法人税	0.0	25%	25%

US\$1=ルピア 12,600 で換算

出典：調査団作成

3) 予備的な財務・経済分析の結果概要

対象プロジェクトのFIRRを算出した結果、**11.5%**（ケース1）、**14.3%**（ケース2）と算定された。

この値はインドネシアの長期金利（7～9%）を大きく上回っており、プロジェクトの財務的なフィージビリティは高いと考えられる。

その理由の1つとして、ASCが発電プラントの建設用地を既に確保しており土地の利用に係るランニングコストがかからないこと、及びインドネシアに豊富に産出する比較的安価な亜瀝青炭を使用できること等が挙げられる。

しかも、PLNからの受電価格に比べてかなり安い価格で電力を調達でき、また電力不足に悩むPLNの系統に電気を逆流することにより、インドネシアの電力需給の逼迫緩和に貢献することができる。

なお本計算では、PLNへの売電価格を、自家発余剰電力と同等の656ルピア/kWh（約6セント/kWh）という安価な値で設定した。実際には、PLNへの売電価格はPLNとの相対交渉により決まり、PLNの電力系統問題への貢献を考えると、さらに高い価格で交渉が成立する可能性もある。その場合は、FIRRはさらに高い値となり、本プロジェクトの経済的な実現可能性は一層高まるものと考えられる。

4) 環境社会的側面の検討

a) 環境社会面における現状分析

インドネシアにおける石炭火力発電の新設は、逼迫する電力需給問題への貢献が期待される一方で、一般に大気汚染や水質汚濁、温室効果ガス排出などの環境問題、また、地元住民の反対（職・住環境への影響、土地の明け渡し問題等に起因）等のリスクが懸念視される場所であり、当該プロジェクトの実施に際してはこれらの問題を十分に考慮し適切な対策を講じる必要がある。

b) プロジェクトの実施に伴う環境改善効果

プロジェクトの実施に伴う環境改善効果として、対象プロジェクト（石炭火力発電：ケース1、ケース2）から排出されるCO2排出量と、インドネシアの系統電力の排出係数から計算されるCO2排出量を比較した。

①CO2 排出原単位の比較

2011年のインドネシアの石炭火力のCO2排出原単位は1,065 g-CO2/kWhである。

一方、対象プロジェクトのCO2排出原単位は、ケース1（60万kW、SC）で856 g-CO2/kWh、ケース2（45万kW、CFB）で988 g-CO2/kWhと試算された。対象プロジェクトのCO2排出原単位は、インドネシアの石炭火力平均に比べて、ケース1で20%削減、ケース2で7%削減となる。

②年間CO2排出削減量

相対的に大きなCO2排出削減が行われるケース1に着目し、対象プロジェクトによる年間CO2排出削減量は、1,026,012 t-CO2/年、即ち約103万t-CO2/年と算定された。

c) プロジェクトの実施に伴う環境社会面への影響

対象プロジェクトの環境社会面への影響を評価し、本調査の次の段階で必要となる環境社会配慮項目を幅広く洗い出すために、JICA「環境社会配慮ガイドライン」の「チェックリスト一覧表」ならびにJBIC「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」の「チェックリスト一覧表」を参考として検討を行った。その結果、適切な環境社会配慮対策を講じる前提で実施を計画する当該プロジェクトにおいては、重大な環境負荷や社会への負の影響は認められないものと考えられる。

d) 相手国の環境社会配慮関連法規の概要およびそのクリアに必要な措置

インドネシアにおいて対象プロジェクトを実現するためには、主たる環境要件をクリアしていることを示すため環境影響評価を実施しなくてはならない。

e) プロジェクトの実現のために当該国（実施機関その他関係機関）が成すべき事項

環境影響評価の実施権限は当該プロジェクトが位置するチレゴン市が所管しており、実施期間は速やかに申請・認可手続きを行い、許認可を得る必要がある。

(4) 実施スケジュール

プロジェクトの実施スケジュールは以下に想定する通りである。本プロジェクトは既施設内の増設であり、立地に係る土地取得および環境社会影響への対応に関し大きなリスクがないと想定されるため、新規案件と比較しスムーズな実現化が可能と判断される。

図 要-2 プロジェクトの実施スケジュール

		(年)																				
		2015				2016				2017				2018				2019				
		(四半期)																				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
計画化	詳細FS	■																				
	詳細設計	■																				
リソース整備・確保	事業体（SPC）組成	■																				
	ファイナンス			■		■																
許認可等の整備	電力供給事業認可関係		■																			
	環境影響評価		■		■																	
各種契約の交渉・締結	PLNとのPPAの交渉・締結		■		■																	
	石炭供給先との長期燃料供給契約の交渉・締結		■		■																	
	EPCの選定、契約交渉・締結	■		■																		
	O&Mの選定、契約交渉・締結	■		■																		
建設工程	建設（運開▲）					■																▲

出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

対象プロジェクトのFIRR（ケース1：11.5%、ケース2：14.3%）は、インドネシアの長期金利（7～9%）を大きく上回り、プロジェクトの財務的なフィージビリティは高い。

プロジェクトの実施に際して、規制面での大きなネックはない。PPUに必要なWUの取得に際しては、特にPLNの理解が鍵となる。その他、PLNへの売電料金、契約期間の交渉を含め、PLNとの調整が重要である。

もう1つの鍵は資金調達である。JBICを含め内外の投融資機関との調整が重要となる。その際、利益率（IRR等）の面では理解は得られやすいと考えられ、その他日本企業の関与度合、PLNへの売電契約期間等が調整の焦点になると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

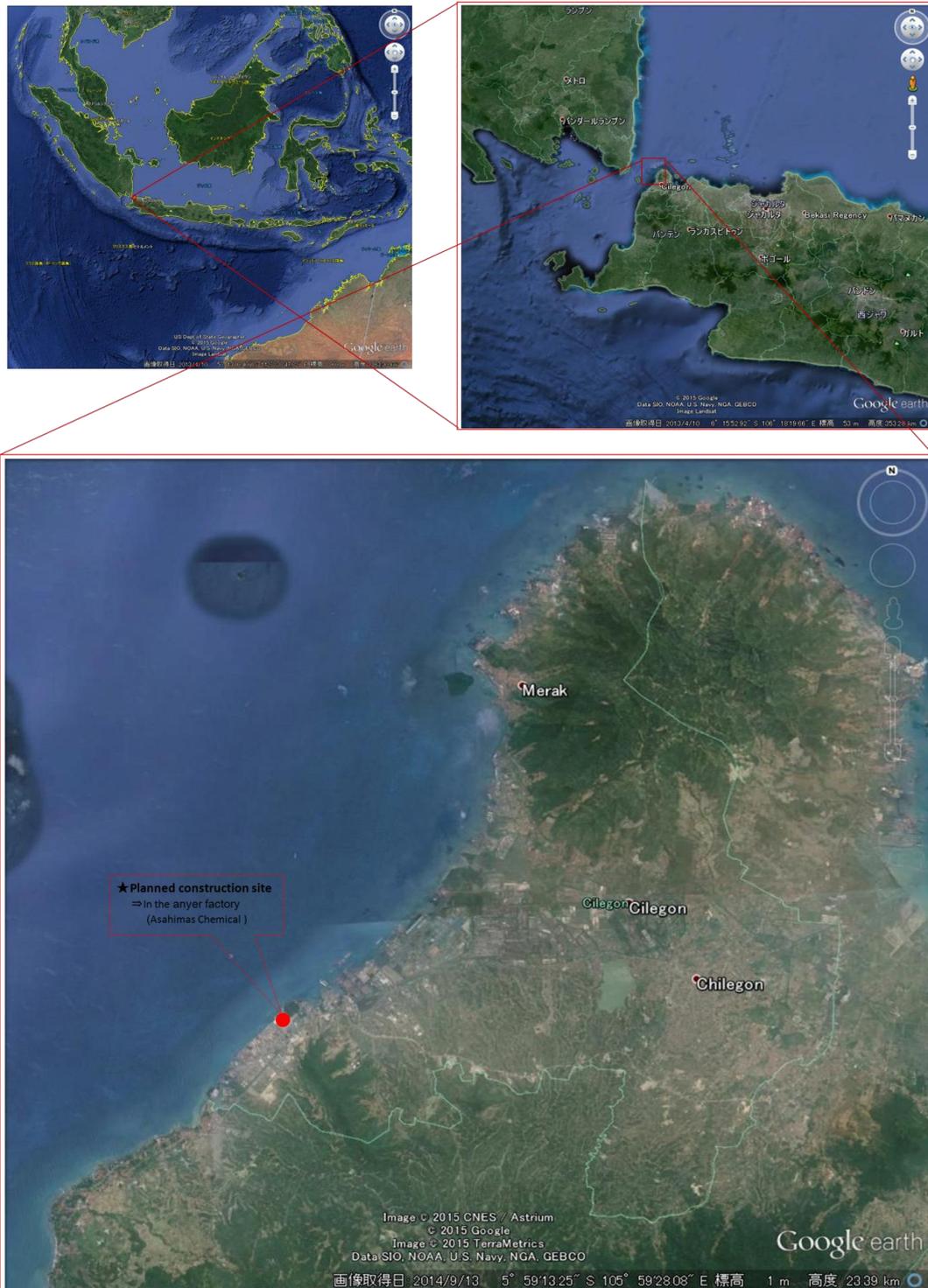
日本企業は、超臨界圧発電設備及びCFB発電設備について、技術面において、外国企業に対する優位性を維持していると考えられる。

国内において長年に渡り厳しい環境基準の中で臨界圧/CFB発電に関する技術を形成してきており、本邦企業による発電設備の技術水準は世界でも高い水準にあり、豊富な納入実績を有している。

コスト面ではアジア企業との競争があるが、設備・O&M の品質を含めた技術面での日本企業への信頼は維持されている。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 要-3 プロジェクト地図



出展 : Google earth

