

平成 20 年度  
円借款案件形成等調査

「インドネシア・ジャワ島高速鉄道建設事業調査」  
(インドネシア)

報告書要約

平成 21 年 3 月

日本交通技術株式会社  
社団法人海外鉄道技術協力協会  
電気技術開発株式会社  
株式会社アルメック

## (1) プロジェクトの背景・必要性

持続的経済成長のための投資環境改善策のうち交通インフラが重要性は大きく、韓国、台湾、中国、ベトナム、タイ等で次々と高速鉄道計画が持ち上がる中で早晩インドネシアでもその必要性が認識されるようになる。既にフランスや韓国はインドネシアの高速鉄道建設計画調査として自国の高速鉄道システムの導入を提案している。日本の対インドネシア円借款では従来から鉄道分野が重点分野の一つであり、高速鉄道事業を日本の支援で実現することは意義深い。事業資金に関しては、他の国同様インドネシアにおいても公共事業に民間資金を導入することが推進され、円借款と組み合わせた事業実施の環境が出来上がりがつつある。

高速鉄道の運行には特別なノウハウが必要となるが、これまで日本の鉄道運営会社はリスクの高い海外市場には無関心であったところ、近年、将来の有望事業分野として海外市場に目を向ける兆しが出始めている。これにより現在先行する車両メーカーに加えて、信号や通信等の優れた技術を持った関連企業の海外進出も促されることが見込まれる。

2008 年は日本とインドネシアの国交樹立 50 周年にあたる記念すべき年であり、また 2009 年には大統領選挙を控えていることから、2008 年は政治的にも国民に強く訴えられる施策の検討を進めるタイミングとなっている。高速鉄道計画の可能性を調査することは日本政府として本プロジェクトへの関与を表明するための下地となる。

国益の観点からも、我が国独自の優れた鉄道技術である「新幹線」をもって高速鉄道計画に貢献することは、インドネシアにおける日本企業の投資環境改善のみならず、他の高速鉄道を検討している国々に対して日本の技術的優位性を主張することができる。

インドネシア経済のジャカルタへの一極集中は著しいが、ジャワ島における主要な都市は細長い地形の北岸に沿って一直線状に連なっていることから、これらを高速鉄道によって結ぶことで我が国の東京～東海地方～名古屋～京都～大阪の発展モデルに見られるようなベルト地帯としての発展が期待でき、ひいてはインドネシアの開発問題の課題である地方開発や人材育成にも貢献できる。

高速鉄道の導入により 1 日の移動範囲を拡大することは、人やモノの流通を活発化させ、ジャカルタに一極集中しがちな高付加価値を有する人材資源やノウハウを地方で活用する機会を増やし、地方開発や地方の人材育成に貢献する。また、旅客輸送を在来鉄道から高

速鉄道に転換することで在来鉄道の貨物輸送容量を強化することが可能となり、高速鉄道による人の移動の迅速化のみならずモノの輸送の迅速化や安定化にも貢献する。その結果、これまでジャワ島北岸に点在してそれぞれ独立性の高い経済活動を行っていた各都市が、線状の一体化した地域としてそれぞれの都市の得意分野を受け持つ効率的な経済活動が可能となり、それはとりもなおさず一体化した地域全体の経済発展につながると同時に、個々の都市が独立した発展よりも効率が良い。

さらに、自動車同様に裾野産業が広い「新幹線」は、その建設、維持管理、運行管理を通じて本邦企業との共働による技術移転を通じてインドネシアの産業全般に好影響を与えるものと期待出来る。

## (2) プロジェクト内容決定に関する基本方針

人口密集地での走行、都市の線状配置、高温多湿の気候、地震多発国、山岳部の多い島嶼国、軟弱地盤の存在という建設上の制約条件の他に、建設費用や維持管理費用の経済面においても、ジャワ島における高速鉄道建設には日本の「新幹線」技術仕様を基本に立案することが得策であることを確認しながらプロジェクト内容を決定した。

プロジェクト内容には、現地の環境に応じた路線選定、構造物形式選定、環境保全対策、鉄道運営や維持管理体制、などのハード面の提案に加え、PPP スキーム導入における官民の責任分担の割合と民間参入にとっての事業の投資対象としての魅力、鉄道運営会社の位置づけやその体制、維持管理や要員育成など運営体制、などのソフト面での提案も含まれている。

また、本調査はプレ F/S であるとの位置づけから、本格調査を実施するにあたって今回の調査から学んだ課題についても報告することとした。

## (3) プロジェクトの概要

現在特急列車で 9 時間以上を要するジャカルタ～スラバヤ間に、日本の「新幹線」方式の高速鉄道を導入することで旅行時間を 3 時間以下に短縮し、現在空港や空路が満杯で増便の余地の無い航空旅客からの転換や高速鉄道による誘発需要を期待する。それにより、経済の効率化、地域経済の振興、地方人材の活用、環境負荷の軽減、在来線の有効活用、などの経済面の便益を推定すると同時に、鉄道営業の面からも民間からの鉄道運営ビジネスへの参入を促し公的負担の軽減を目指す。プロジェクトの概要は次表の通りとなる。

項目		結果	備考	
新線延長	km	685	ジャカルタ～スマラン～スラバヤ間	
輸送目的		旅客専用高速鉄道		
駅数	箇所	9	①ジャカルタ駅（マンガライ／別案あり） ②チカンペック駅（別案あり） ③チレボン駅 ④テウガル駅 ⑤プカログガン駅 ⑥スマラン駅（ボンチョール） ⑦ガンブリガン駅 ⑧チュブ駅 ⑨スラバヤ駅（パサールテウリ）	
車両検修基地	箇所	4	①カラワン基地 ②チレボン基地 ③スマラン基地（プルジャンカン） ④スラバヤ基地（シドトボ）	
工期	年	9（設計3＋工事5＋試運転1）	時間的制約のため全線一括開業を前提に調査するが、F/Sにて現実的な部分開業について検討する。	
車両編成両数（施設の対応編成数）	両	8（12）	日本の10両編成の乗客は814人であるため需要を考慮して600人程度への対応とする。ただし、将来に備えてホーム有効長は12両編成とする（実際のホームは8両編成で建設）。変電所間隔も12両対応で設置する。	
建設基準	軌間	mm	1,435	標準軌とし在来線（1,067mm）と相互乗り入れなし。
	設計最高速度	km/h	350	
	営業最高速度	km/h	300	
	最小曲線半径	m	6,000	350km/hで安定的に走行可能な平面曲線半径。
	最小縦曲線半径	m	25,000	350km/hで安定的に走行可能な縦断面曲線半径。
	最大カント	mm	180	
	許容カント不足	mm	110	
	最急勾配	‰	25	25‰を基本とし一部で35‰とする。TGVは、大西洋線、北ヨーロッパ線、東ヨーロッパ線では25‰、南東線と地中海線では35‰。台湾では25‰が基本で一部35‰。
	軌道中心間隔	m	4.5	日本は4.3mだがより高い速度で走ることと、台湾新幹線では4.5mとしたため。
	車体幅	m	3.4	日本の「新幹線」と同じ。
	最大軸重（＝設計軸重）	kN	140（＝130＋10）	追加の10は乗客満載時を想定。
	施工基面幅	m	11.6	
	駅構内分岐器	番	18	日本の「新幹線」と同じノーズ可動。
標準複線内空トンネル断面積	m <sup>2</sup>	83	台湾は90m <sup>2</sup> 、韓国は107m <sup>2</sup> だが、日本の新幹線では空圧を車体側で対応するためより小さい断面が可能となり工事費削減に貢献する。	

新線内訳	土工	km	380	用地収用が難しい区間では日本の得意技術である RRR 工法を採用する。これにより用地取得面積を削減し、同時によりスラブ軌道区間を拡大する。
	橋梁・高架橋	km	270	スラブ軌道の最大限導入のため高架橋延長を大きくした。
	トンネル	km	39	可能な限り日本の得意技術である SENSE 工法などの最新掘削工法を採用し、掘削費用の削減を図る。
軌道構造			スラブ/バラスト	可能な限り日本の得意技術であるメンテナンスフリーのスラブ軌道を採用する。
レール種別		Kg/m	JIS60	車両が日本規格のため UIC 規格ではなく日本規格のレールを導入する。
き電	き電電圧		AC 2×25kV 50Hz	
	き電方式		A T	
	変電所数	箇所	15	約 50k 間隔に設置。
電車線	電車線方式		シンプル	
	総張力	kN	39.2	
	総断面積	mm <sup>2</sup>	260	
	径間長	m	50	
	トロッコ線波動伝播速度	Km/h	520	
信号	信号方式		車内信号	
	閉そく方式		自動閉そく	
	列車制御		ATC 一段ブレーキ制御	パターン追従方式
	列車検知		有絶縁軌道回路	
通信・運転	基幹伝送		光ケーブルによるデジタル伝送	
	地上対車上通話方式		空間波デジタル	
	逆線運転		不可	
	在来線列車乗入れ		不可	
	地震警報		ユレダス	震度 4 強で非常ブレーキ作動し給電停止とする。

1) 事業総額

下表に示す通り、内外貨合計の工事費総額は約 1.5 兆円、コンサルタントサービス、税金、一般管理費、用地収用費、プライスエスカレーション、予備費を含めた内外貨合計の総額は約 2.1 兆円である。

(単位：百万円)

	外 貨	内 貨	計
路盤費	218,811	19,227	238,038
橋梁費	482,368	78,933	561,301
隧道費	107,700	3,008	110,708
軌道費	119,112	15,882	134,994
停車場費	47,832	4,100	51,932
車庫・検査修繕施設費	67,064	8,942	76,006
諸建物費	5,561	477	6,037
基地機械設備費	32,500	0	32,500
電灯・電力線路費	27,300	1,300	28,600
通信線路費	32,082	1,584	33,666
運転保安設備費	57,210	4,093	61,303
システム工事費	11,872	106	11,978
防護設備費	5,669	928	6,597
電車線路費	48,000	1,400	49,400
変電所費	66,000	1,100	67,100
工事用建物費	6,913	593	7,506
工事用機械費	23,080	0	23,080
車 両 費	65,000	0	65,000
工事費計	1,424,074	141,672	1,565,746
コンサルタントサービス	142,407	14,167	156,575
税 金 (10%)		172,232	172,232
一般管理費		15,657	15,657
用地買収費		83,493	83,493
プライスエスカレーション	25,478	15,909	41,387
予備費	79,598	22,157	101,754
総事業費	1,671,557	465,287	2,136,844

## 2) 財務・経済分析の結果概要

### (a) 分析の枠組みと前提

財務的内部収益率分析（FIRR 分析）では、基本的にジャワ島高速鉄道の建設と運営を合わせた事業体の収益性につき投資妥当性を検証した。これは、建設事業を伴わない運営のみの事業体では初期費用（建設投資費用）が発生しないために FIRR 分析が意味を持たないからである。また、総資本（初期投資・維持管理費）に基づく「総資本 FIRR」推定に加えて、借入金（Liability）を除いた資本（Owner's Equity）に基づく収益性を示す「自己資本 FIRR」についても検討した。ここに、財務便益としては本事業により発生する、①鉄道運賃収入（鉄道収入）に加えて、②駅周辺・構内における関連諸事業による財務収益（鉄道外収入）についても想定している。投資妥当性のベンチマークである資本機会費用としてはインドネシアにおける調査時点の短期国債流通利回りを用いた。

経済便益としては、①トラック等の他交通モードからの二酸化炭素排出削減に係る国際取引価格で測られる追加的外貨収入、②移動時間節約による追加的な価値を用いた。経済分析としては個別便益の積み上げによる EIRR 分析ならびに高速鉄道サービスの発生便益の完全競争市場における（パレートの意味で資源の効率的配分を保証する）経済価格を長期限界費用（LRMC）により計測する EIRR 分析を試みた。さらに、①事業実施による地域経済への追加的有効需要（マクロ・インパクト）の推計、②高速鉄道が地域経済に与える定性効果の推測も行った。

### (b) 案件実施に係る体制・資金フローの枠組み

現地調査において BAPPENAS 等のインドネシア国政府・民間部門・国際融資機関等との協議では、案件実施の実施・資金フロー枠組み案として、①プロジェクト・ファイナンス（Project Financing）方式、② PPP（Private Public Partnership）－ Operation Management Contract（OMC）方式、③ PPP-BOO/BOT 方式、④公共事業（Government Project）方式につき議論した。その結果、本事業の実施については、現行法との整合性・民間部門のアクセシビリティ・現実性等から、①プロジェクト・ファイナンス方式、或いは② PPP-OMC 方式が妥当との結論に達した（各方式の説明については本文参照）。

### (c) 財務分析（FIRR 分析）

初期投資費用は物理的予備費率・内外貨別価格予備費率によるリスク・インフレヘッジ分込みで 2 兆 4 千 992 億円と推定される。また、維持管理費を初期建設費（Base cost + 物理的予備費）の 3.0%相当額とした。

資金計画については、官民協力型、更に中央・地域連帯型高速鉄道事業として、資金源と

して自己資本比率 36%、借入金 54%、補助金 10%比率を想定した。中央政府・民間部門・その他間の投融資比率は、各々60%、 30%、 10%と想定した。

財務便益としては、需要予測により設定されたジャカルタ～スラバヤ間片道運賃を 100 万 Rp. (11,846 円) とし、上記需要客数から鉄道収入を 1,618 億円 (2019 年値で、需要増と共に年次漸増)、鉄道外収入を PT.KAI の 2007 年度損益計算書から鉄道収入の 11.7%と想定して 189 億円 (2019 年値で、需要増と共に年次漸増) と想定した。なお、参考として営業開始後 5 年ごとに実質 5%の料金改定を想定した財務収益性についても検討した。

以上の想定で計算した結果、40 年のプロジェクト・ライフを通じた FIRR は 10.4%であった。また 5 年毎の実質 5%料金改定の場合の FIRR は、11.0%と推定された。2008 年度時点におけるインドネシアの資本機会費用 (OCC) が 8.6%と想定されることから、本事業実施に係る財務的投資妥当性は正当化できるとの結論に達した。なお、資本の機会費用による割引率 (8.6%) を用いた財務純現在価値額 (NPV) は 4,689 億円でありプラス値となっていることから投資妥当性ありと判断した。なお、自己資本(owner's equity) 分に対する FIRR は 22.8%であり、民間銀行貸付金利の 2 倍程度であることから、ジャワ島高速鉄道建設事業が投資対象としても優位にあることが検証された。

#### (d) 経済分析 (EIRR 分析)

経済費用は財務費用をもとに算出し、移転項目と機会費用はゼロ、価格予備費分を除去し、内貨費用を国際価格に変換した結果、経済費用は 1 兆 7,598 億円となった。経済便益としては、①高速鉄道旅客の時間価値、②在来線鉄道の貨物列車容量増加による商業トラックの運行減と燃料 (ディーゼル・オイル) の輸入減による外貨節約、及び③在来線・飛行機旅客から高速鉄道への転換に伴う飛行機・旅客列車の削減に係る排出二酸化炭素の削減並びに国際市場における排出権取引による外貨獲得とした。経済便益推定額は各々①7 億 1,900 万円、②9 億 4,400 万円、③44 億 3,300 万円で、計 60 億 9,600 万円 (2019 年以後漸増) である。

個別便益積上げ方式では EIRR に相当する純便益は得られなかったが、長期限界費用法による本事業サービスの推定経済価値からは EIRR が 7.2%と推定した。これは環境案件等の妥当性カットオフ・レートである 8.0%からは多少低めであるが、地域経済へのマクロ・インパクト (限界投資係数)・地域経済圏の形成と集約的成長・雇用等所得分配効果等の定性的便益項目を勘案すれば経済的投資妥当性なしとは言えないと考えられる。



(e) 感度分析

①変数便益価値 (Prospected Benefits) の 10%低下、②初期投資額 (Initial Investment) の 10% 上昇、及び ③プロジェクト便益発生時期の 1 年遅延を想定した場合の FIRR 並びに EIRR は以下の表の通りである。

	基本ケース	収益 10%減	費用 10%増	1 年間遅延
FIRR	10.4%	9.6 %	9.7%	9.8 %
自己資本 FIRR	22.8%	21.5%	21.6%	21.1%
5%実質料金改定 (5 年毎)	11.0%	9.9 %	10.4%	10.6%
EIRR	NA	NA	NA	NA
LRMC pricing EIRR	7.2%	6.2%	6.3%	6.7%

(f) 政策的含意

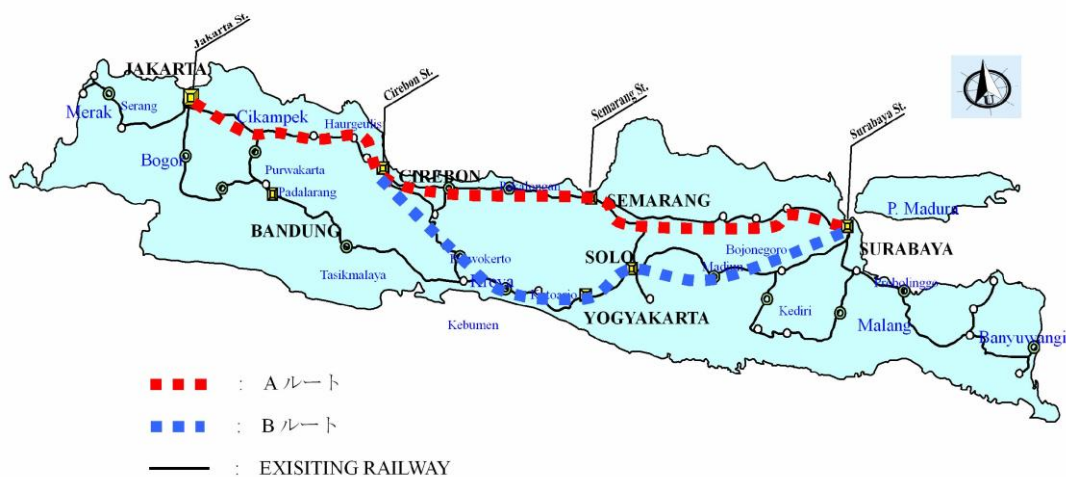
本事業は長期限界費用法 EIRR において、前提とされた社会的割引率を多少下回る。しかしながら、環境案件等を中心に世界銀行案件でも「EIRR カットオフ・レート 6%以上」とする事例が見られること、また、限界投資乗数によって表される地域経済へのマクロ・インパクト (東ジャワ州のみで本案件実施により発生すると想定される約 57 億円相当額の有効需要経済的波及効果の創出、更に雇用創出等による所得分配効果、ジャワ島北部沿岸広域経済圏の形成による各沿線州地域経済の活性化・国民経済の首都圏一極集中から地方分極化等々の定量的・定性的効果が勘案される。従って国民経済の視点から本件投資妥当性無しとは言えないと考えられる。財務的には FIRR が OCC を上回っていることから収益性については問題ありとは言えない。更に自己資本 FIRR は銀行貸出金利の約 2 倍程度の収益性を示すことから、インドネシア民間部門における投資収益性基準にも合致する。

以上の検討から、財務経済面における政策的評価として、公的部門案件でありかつ十分な収益性からインドネシア政府・民間部門を中心に国際的な枠組みにおける PPP 案件にとりして妥当であるとの結論に達した。FIRR/EIRR による本件の投資妥当性評価につき下記の表にまとめた。グレー部分は本件に該当する。

	FIRR > OCC	FIRR < OCC
EIRR ≤ or ≥ SDR	○ / (△)	×
EIRR > SDR	○ / (△)	○ / ×

### 3) 代替案との比較結果および最適案選定理由

ジャカルタ～スラバヤを結ぶジャワ島高速鉄道のルートは、下図に示す在来北線に並走するAおよび南回りのBの2つを検討対象とした。



両ルートと比較した結果、距離、建設費、工事の難易度、地震発生頻度、経済拠点とのアクセス対応、の面で得失を考慮してAルートを選定した。

### 4) 環境的・社会的影響

#### (a) プロジェクトの実施に伴う環境改善効果

高速鉄道の建設により、以下の環境改善効果が期待できる。

- ① ジャカルタ首都圏に集中した人口がスマラン等に一定程度分散することで環境問題の緩和。
- ② 他都市においては、人口流入による税収増や経済発展で環境対策のための財源捻出が可能。
- ③ エネルギー消費の節約により環境負荷が緩和する。ちなみに、国土交通省の資料によれば「新幹線」の乗客一人あたりのエネルギー消費量は、バスの60%、飛行機の30%、乗用車の20%である。
- ④ 航空機からの旅客転換により、大気汚染物質の削減量はプロジェクトライフ40年から建設期間9年を引いた31年間に、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )が362千トン、一酸化炭素(CO)が258千トン、二酸化硫黄( $\text{SO}_2$ )が31千トン削減される(国別温室効果ガス目録のためのIPCCガイドラインに基づく)。
- ⑤ トラックから鉄道在来線への貨物輸送転換により、同じく31年間に炭化水素(HC)が43.1トン、COが356.7トン、 $\text{NO}_x$ が42.1トン削減される。トラックからの転換による大気汚染物質の削減量は航空機のものに比べれば、僅かであるが、沿道での大気汚染物質の削減の意義は大きい。

(b) 用地収用と社会・環境配慮

- ① 土地収用に関する大統領令第 36 号は 2006 年に改正され大統領令第 65 号が制定された。主な、改正点は、土地収用交渉が期限内に終わらない場合、政府が個人の土地所有権を強制的にはく奪できる条項を削除したことや、公共インフラ開発の対象を 21 種類から 7 種類（鉄道、送配電など）としたことなどである。
- ② 2007 年には大統領令 No.65/2006 の実施方法を定める国土庁長官令第 3 号が制定された。
- ③ 住民移転に関しては土地収用・住民移転計画書（LARAP）の作成義務があり、現地に土地収用委員会を設立し、住民と合意形成のプロセスが定められている。
- ④ JICA 環境ガイドラインに基づくステークホルダー協議を 2008 年 9 月 25 日に開催した。これは、戦略的環境アセスメント（SEA）の考え方に基づいて、DGR が主催し、関係省庁との間で活発な議論が交わされた。

(c) プロジェクトの建設・運営に伴う環境面・社会面への影響

ジェットロ環境社会配慮ガイドライン（2008 年 1 月）に従い、旧 JBIC と JICA の様式を使用し、本件に係る環境配慮を確認するため JBIC ガイドラインに定める環境チェックリスト（道路・鉄道編）を今回作成した。今後、環境配慮上の留意点は以下の通りである。

- ① 許認可・説明：DGR は、EIA 手続きを主体的に進める必要がある。また、今後のステークホルダーミーティングの回数、内容等については、日本の環境社会配慮ガイドラインとも整合性を図ることが必要で、早い時期から代替案も含め地域住民の意見を聴取し、計画に反映させることが重要である。
- ② 汚染対策：インドネシアでは汚染物質に関する排出、環境基準が設定されているので、予測結果に基づいて汚染対策を講じる。本件では、工事中の大気汚染と水質汚濁、供用後の騒音・振動が問題となるので、基準を満たすように対策を講じる必要がある。
- ③ 自然環境：サイトは保護区内に立地していないし、すべて開発された地域ではあるが、生態系への影響の可能性と盛土区間での野生生物及び家畜の移動経路の遮断、生息地の分断が生じる恐れがある。また、土木工事による地表水、地下水への影響、土壌流出等の生じる恐れがあるので、適切な対策を講じるべく環境影響評価（EIA）を実施して影響緩和策を講じる必要がある。
- ④ 社会環境：工事中には雇用が創出されること、供用後には住民の生活向上が図られることで、むしろ正のインパクトが見込まれる。一方、住民移転については、LARAP を作成して実行することにより、それらの影響緩和策を講じる必要がある。

(d) 相手国の環境関連法規の概要及びそのクリアに必要な措置

インドネシアの EIA 実施の基本となる政令は、環境影響評価に関する政令 1999 年第 27 号である。環境省大臣令 2006 年第 11 号では、鉄道事業の場合、延長 25km 以上のものについて EIA の実施が義務付けられている。また、トンネルと地下鉄については 2km 以上、橋梁については 500m 以上のものが同様に義務付けられている。これらから、本事業の場合には EIA の実施が必須である。

環境保護地に対する規制は森林法 1999 年第 41 号に規定されているが、本事業のルート選定の結果、環境保護地は通過しないことがわかった。

(e) CDM

本プロジェクトの CDM 化の可能性について検討した。本プロジェクトにおいては、以下のようなより効率的な輸送モードへの転換によって温室効果ガスの削減が図られる。

- ① 在来線から高速鉄道への乗客輸送の転換
- ② 航空機から高速鉄道への乗客輸送の転換
- ③ トラックから在来鉄道への貨物輸送の転換 (①による追加的効果)

これらによる温室効果ガスの削減量を、現在、国連に提案されている「方法論」に従って算定したところ、31 年間で約 8,364 万トンであり、1 トンあたりの排出権価格を、現行の排出権取引価格を参考に 2,000 円と仮定すると (年により変動する)、31 年間で約 1,700 億円の追加収入が得られると算定された。

現在までのところ鉄道整備の CDM プロジェクトは実現されておらず、今後、本プロジェクトを CDM プロジェクトとして実現していくためには、“大規模インフラ整備を伴うプロジェクトの CDM 化”、“新方法論の作成・承認”など、いくつかの重要な課題をクリアする必要がある。

#### (4) 実施スケジュール

下記の表で着手は2010年としてあるが、これは経済・財務分析において、あまり先の予測値を使うと精度が著しく落ちるためであり、実際の着手は2020年頃と想定している。

工 種	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
路 盤 工				■					訓 練 期	開 業
橋 梁 工				■						
隧 道 工				■						
軌 道 工					■					
停 車 場					■					
車庫・検査修繕施設					■					
諸 建 物					■					
基 地 機 械 設 備					■					
電 灯 ・ 電 力 線 路				■						
通 信 線 路				■						
運 転 保 安 設 備				■						
シ ス テ ム 工 事					■					
防 護 設 備					■					
電 車 線 路				■						
発 電 所 ・ 変 電 所				■						
工 事 用 建 物				■						
工 事 用 機 械				■						
車 両							製造→納車			
用 地 買 収	■	■	■							
コンサルタントサービス	設計	入札		施工管理						

#### (5) 円借款等借入に係る債務持続性分析

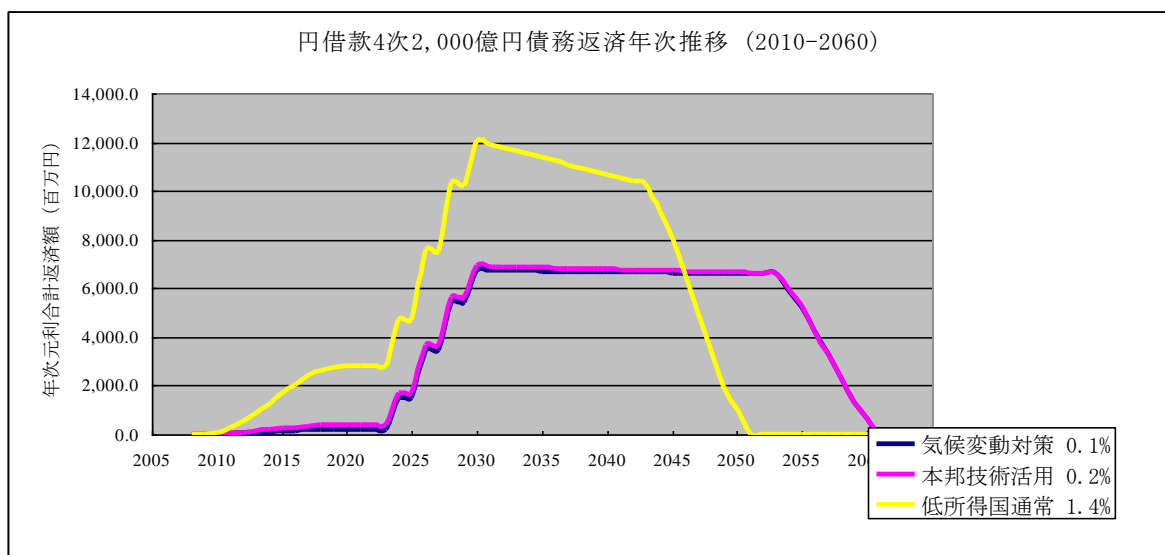
##### (a) 分析の枠組みと指標

本節分析の枠組みとして適応可能な円借款スキームを次のように考えた。即ち、2010年度より隔年4次に及ぶ輪切り供与の円借款パッケージとし、貸付上限額を総額2,000億円(各々400億円、600億円、600億円、400億円)とした。想定した円借款メニューとしては、①地球環境変動対策借款、②本邦技術活用型借款(STEP)、③LDC諸国向け通常円借款、の3種類を考えた(下表参照)。年次債務返済による財務インパクト・債務返済能力の検証も行っており、①中央政府歳入、②地方政府歳入、③IRR分析にて推定されたプロジェクト収入、及び参考として④PT.KAI収入に対する返済負担の程度・返済能力を「財務返済比率(Debt service ratio, DSR)」から検証した。

選択肢	金利 (%)	返済 (年)	うち猶予期間 (年)
本邦技術活用 (STEP) 案件	0.20	40	10
気候変動対策案件 STEP 案件	0.10	40	10
低所得国向け通常円借款	1.40	30	10
コンサルタントサービス (上記共通)	0.01	40	10

(b) 結論と政策的含意

想定した4次輪切り供与総額2,000億円に対して、財務費用（累積債務額）及び最大の年次債務返済額（元利合計支払い）は4本の借款協定（L/A）の元本返済が同時に始まる2031年となる。個別年次返済額は、気候変動対策案件、STEP案件、低所得国通常借款別に各々6,732.7百万円、6,908.1百万円、12,043.9百万円である（下図参照）。



一方、債務返済能力の検証結果並びに債務返済比率（DSR）指標による債務返済能力ベンチマークを国家・自治体 0.1%、事業実施体 15.0%とした場合の評価は次の通りである。即ち、債務比率は地方政府・PT.KAI を想定する場合に、かなり高い割合を示す一方、中央政府並びにプロジェクト主体では、良好結果を示している（下表参照）。

借入主体として想定している中央政府・地方政府・プロジェクト実施機関、及び参考としてPT.KAIの2007年度歳入・収入額を調査したところ、各々10兆5,791.7億円、603.2億円、1,807.0億円（IRR分析推定値）及び440.1億円（損益計算書）であった。債務返

済比率（DSR）指標による債務返済能力ベンチマークを、国家・自治体 0.1%、事業実施体 15.0%とした場合の評価は下表の通りである。

	気候変動対策案件	STEP 案件	低所得国借款
中央政府	(0.06%) ○	(0.07%) ○	(0.11%) ○/△
地方政府	(11.1%) ×	(11.4%) ×	(19.9%) ×
プロジェクト	(3.7%) ○	(3.8%) ○	(6.6%) ○
PT. KAI	(15.2%) ○/△	(15.7%) ○/△	(27.2%) ×

この結果から「その他諸条件を一定」とした場合、中央政府およびプロジェクト主体による円借款借入は超譲許性借款（金利 0.1～0.2%）であれば可能と思われる。また暫時、需要の伸びが想定される事業主体には、他の借入金及び転貸金利を勘案しない限りにおいて低所得国向け借款も可能と考えられる。従って、債務返済能力の面からも事業実施にあたっては中央政府並びに民間部門による積極的な投融资に加えて、地方政府及び PT. KAI からの用地・技術・債務保証等の「非資金的資本参加」が望まれる。

## (6) 我が国企業の技術面等での優位性

### (a) 高速鉄道の歴史と現状

世界の高速鉄道の歴史は、1964年に開業した日本の東海道新幹線に始まる。日本の新幹線システムは、在来線とは独立した高速新線として計画され、標準軌（1,435mm）、電車方式（動力分散方式）、車内信号方式、全線 CTC による運行管理、道路および在来鉄道線との完全立体交差など、高速鉄道の基本システムを確立している。さらに、営業最高速度は当初の 200km/h から 300km/h に向上し、4 分間隔でのダイヤ構成、高速ネットワークの拡大、在来線への乗り入れ技術など、新幹線技術は質と量の両面で発展を続けている。

一方、ヨーロッパの高速鉄道は、1981年にフランスの TGV 南東線が開業して以降、ドイツやスペインなどの主要国に拡大している。ヨーロッパは在来線の軌間も標準軌であるため、その改良による高速化でスタートしたが、営業最高速度が 250km/h 以上の運行は、すべて高速新線上で行われている。また、機関車牽引方式（動力集中方式）が中心だった車両技術は、日本の新幹線と同じ電車方式へ移行してきている。

最近は、人口が稠密な東アジアにおける大都市間の輸送構造の改善とさらなる経済発展を目指して高速鉄道が建設されており、韓国・台湾・中国ですでに営業運転を開始している。これらの国においては、日本およびヨーロッパの高速鉄道技術を導入することにより実現されている。さらに、東南アジア、中東、北アフリカ、南北アメリカなどにおいて高速鉄道が計画されている。

#### (b) 日本の高速鉄道技術とジャワ島高速鉄道導入に際しての優位性

高速鉄道としての新幹線技術は、電車方式、大量・高密度輸送、極めて高い安全性と定時性、地震などの自然災害対策、経済的なインフラ設計に最大の特徴がある。

新幹線で採用している電車方式（動力分散方式）は、ヨーロッパで主流の機関車方式（動力集中方式）と比較して、重い動力機器を各車両の床下に分散配置しているため、軸重が小さくなる。これにより、線路や土木構造物への負担が軽く、新線建設のコストを削減することが可能である。また、加減速性能が高く、都心部や急曲線部の速度制限にも効率的に対応することができる。さらに、機関車方式では機器室となり乗客を乗せられない両先頭機関車も客室スペースとして利用でき、広い車体幅（3.4m）とあいまって大きな輸送力となり、効率的な輸送が可能である。

新幹線は、在来線から独立し、道路との平面交差もまったくない新線方式をとっているため、その安全性はきわめて高く、東海道新幹線の開業後 44 年以上を経過しているが致命的な事故は皆無である。これに対して、在来線も走行するドイツの ICE、フランスの TGV は、重大事故や脱線を起こしている。

ヨーロッパと異なり日本では地震や台風などの自然災害が多いため、新幹線システムでは、これらの情報を早期に検知し、列車の速度制限をするなど安全の確保に努めている。たとえば、地震警報システムは、地震が発生または地震を検知した時、早期に列車を止めることが可能である。その他、強雨や強風、地すべりなどさまざまな自然災害に対する検知システムも完備している。

新幹線は、動力分散方式を採用しているため車両の軸重が軽く、土木構造物に作用する荷重は小さくなり、インフラ建設コストの低減を図ることができる。同時に開業後は、軸重が軽いために軌道破壊が少なくなり、保守量も削減される。また、日本の新幹線車両は気密性にすぐれ、トンネル微気圧波対策も確立されているので、TGV や ICE と比較して小断面トンネルの採用が可能である。これによりトンネル建設費は大幅に削減可能である。さらに日本では保守の省力化のためにスラブ軌道を大々的に採用している。



ジャワ島への高速鉄道の導入は、在来線が狭軌（1,067mm）であることから標準軌の新線建設により進めることとなる。この点において、日本と同じ条件であるので、新幹線の経験が十分に生かされる。また、持続的な鉄道の発展のためには、建設費の抑制と輸送の経済効率を高めることは重要な要素であり、軸重が大きく不経済なヨーロッパの動力集中方式に対して、日本の新幹線が採用している動力分散方式に優位性がある。さらにジャワ島の自然条件はヨーロッパよりも日本に類似しており、新幹線は、湿潤な熱帯モンスーン気候の国土での安定走行にも優れているし、地震国日本における長い運行実績の中で着実に進められてきた地震対策もジャワ島高速鉄道では有効である。

以上の点により、過去の実績が示す安全性、信頼性の高さと、経済効率性に優れる新幹線システムをジャワ島高速鉄道に採用することは、最良の選択である。

## **(7) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻むリスク**

本事業は現時点でインドネシアの対外借款開発事業リストであるブルーブックには掲載されていない。本事業のごとき国家的巨大事業においては計画の初期段階の可能な限り早期にブルーブックに掲載し、事業成功のための方策や環境作りを進めて行く必要がある。

今回実施のプレ F/S をもとに、①JICA の開発調査による本格 F/S の実施、②高速鉄道事業実施のための JICA 専門家派遣（現在、ジャカルタ MRT 実施のために JICA 専門家が派遣されている）、の 2 つの継続的対応が本事業の推進には必要である。①は事業実施のためにより具体的な事業内容を提示し、②はインドネシア側の能動的な高速鉄道事業への対応を促すことができる。インドネシア側の実施体制整備、国民的コンセンサスの醸成、環境社会評価の実施、用地収用の先行着手などを経て、円借款要請時期としては 2020 年頃を想定している。ただし、実施スケジュールについては、経済・財務分析の精度を向上するために仮想的に用いた 2010 年を事業開始時期としている。

以上のシナリオの実現を阻むリスクとしては以下が考えられる。

### **①基本仕様の決定**

高速鉄道は各種技術が組み合わさった総合技術であり、新線建設にあたり新たな技術の組み合わせで所期の性能発揮を保障することは難しいため、本調査結果により日本で実証済みの「新幹線」技術の適格性をインドネシア側に理解せしめ、早期に「新幹線」に基づく技術仕様の決定を行えるか。

### **②日本政府のコミット**

世界的な環境・省エネ意識の高まりの中、各国で鉄道輸送が見直されており、これをビジネスチャンスとして主にヨーロッパの鉄道関連の民間セクターが自国技術の採用

を働きかけている。本事業のような巨大事業では事業実施が政府間外交に依存するところが大きく、日本政府として日本技術採用の働きかけにどこまで積極的になるか。

### ③日本の鉄道関係者の支援

高速鉄道システムの技術移転には、機器の導入のみならず、鉄道運営や技術面のノウハウ移転が必要となるが、これらについては日本の鉄道運営会社（JR グループ各社や鉄道運輸機構等）の支援が不可欠であり、日本国内における海外の高速鉄道プロジェクトに対する関心の高まりや各組織間の調整が必要になる。

### ③インドネシアの国民的合意形成

「高速鉄道は贅沢な事業であり、その前に貧困対策や地方開発などのやるべき事業が多い」との声はある。これに対して、世界各国で高速鉄道建設のブームとなっている所以、貧困対策や地方開発と高速鉄道事業は無縁ではない点、インドネシアも省エネや地球温暖化問題に無縁ではない点、などの事業の必要性につき国民的合意が形成されなければならない。

### ④事業への民間参入の可能性

本事業の実現には中央政府による円借款借入れのみでは不足する。他の国際援助機関からの借入れ、地方政府からの出資、民間銀行からの借入れなど公的セクターの他に、民間セクターからの出資が必要となるが、政府の政策的支援、政府の資金負担率、需要見込み、運営契約条件、などの面で、本事業が民間にとって投資対象として十分魅力的な事業となりうるか。

### ⑤地球温暖化抑止貢献の認証

一般論として、鉄道の方が自動車交通に比べ温室効果ガス削減効果があるのは認識されており、旧 JBIC においても過去の鉄道案件の CDM 取得の努力をしている。しかし、例えば本事業の場合、トラック輸送から鉄道貨物への移行に伴い不要になる性能の悪いトラックが別の場所で再利用される場合に CDM 対象となるは未定。

### ⑥用地収用

旧体制による開発独裁への反動もあり、民主主義が試行錯誤で広がりつつあるインドネシアにおいて、公共事業に伴う用地収用は極めて困難な状況にある。土地収用法は制定されているものの公共事業に対する制限が強化される内容に改定されており、しかもその施行例は一例もない。本調査では用地収用の規模を最小限になるように計画したが、なお用地収容は事業実施の大きな問題となりうる。

### ⑦実施主体の設立

本調査では、建設主体、施設保有主体、鉄道運営主体を分けた日本の「新幹線」方式の実施体制を提唱している。また、鉄道運営主体については民間企業主導を考慮しており、これまでのインドネシアにおける公共事業方式とは異なる方式で本事業を実施できるか。

⑧地方分権

インドネシアでは近年急速に地方分権が進んでいるため、中央政府主導で国家的大事業を実施することが以前に比べて難しくなっている。国家開発予算が地方に委譲された上に、地方政府が資金を負担しない場合でも開発行為の認可には地方政府の同意が必要である。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

