

平成23年度 民活インフラ案件形成等調査

タイ・マエモ石炭ガス化・電力事業調査

報告書要約

平成24年2月

経 済 産 業 省

委託先：(財) 日本エネルギー経済研究所
三菱商事(株)
千代田化工建設(株)

(1) プロジェクトの背景・必要性等

タイ政府・タイ発電公社 (Electricity Generating Authority of Thailand : EGAT) は、エネルギー省 (Ministry of Energy) のもと、以下の問題を踏まえ、「タイ発電開発計画 2010-2030年 (Summary of Thailand Power Development Plan 2010-2030 : PDP 2010) 」を2010年4月に発表し、電源構成のベストミックス化を進めている。

- 1) 国全体の発電構成の70%超を天然ガス火力発電に頼る不安定な状況にあり、エネルギー安全保障の観点から、石炭火力発電を含めたエネルギー多様化が急務
- 2) タイ国内生産の天然ガスが2015年頃にピークアウトとなる予測の下でLNG導入も進めているが、マエモ炭鉱で産出する貴重な国内資源である褐炭の有効活用が課題
- 3) 温室効果ガス削減の国際的取り組みへの協調促進
- 4) 「石炭火力発電所」に対する国民的な嫌悪感から、石炭焚き火力発電所建設が困難な状況

この「PDP 2010」において、石炭火力に関しては、設備容量を2010年の3,897MWから2030年には1万827MWまで増大させる計画であり、クリーンコールテクノロジーをベースとした電源開発を進め、気候変動対策とエネルギー多様化を進める方針である。「PDP 2010」では、クリーンコールテクノロジー発電 (Clean Coal Technology : CCT) の導入を積極的に検討しており、老朽化した既設マエモ亜臨界圧褐炭火力発電所のCCTを取り入れたスクラップ&ビルトもその対象となっている。

このような状況下において、高効率発電が可能で、マエモ (Mae Moh) 褐炭資源の節約につながり、かつ環境性能がよい、石炭ガス化複合発電プラント (Integrated Coal Gasification Combined Cycle : IGCC) を導入することが、最も適切であると判断される。

なお、現在、タイ政府・EGATは、福島原子力事故から原子力発電計画を遅らせる方針を打ち出し、この「PDP 2010」の見直しを行っており、CCTの一つとしてIGCCを改定中の新しい「タイ発電開発計画」に盛り込むことを検討している。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

本調査では、EGATが所有するマエモ炭鉱の石炭 (褐炭) の有効活用を踏まえた石炭ガス化複合火力発電技術 (IGCC) の導入に係わる調査を実施し、技術的、経済的に本プロジェクトが成立するかについて検討した。気候変動対策としての有用性及びエネルギー多様化、国内資源の有効利用の実現を目指す。

(3) プロジェクトの概要

本プロジェクトはバンコク (Bangkok) の北 500km、チェンマイ (Chiang Mai) の南東約 90km のランパン県 (Lampang Province) マエモ地区にある既設マエモ火力発電所に、総設備容量 500MW 級の IGCC 火力発電プラント (1 on 1 形式) を建設する計画である。

a) 事業総額

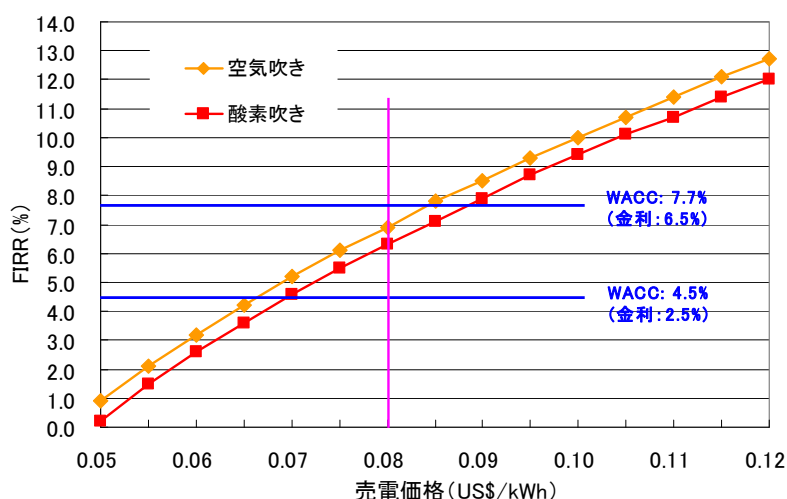
1, 100 億円から 1, 250 億円 (為替レート : 78. 13 円/US\$)

b) 予備的な財務・経済分析の結果概要

本プロジェクトでは、酸素吹き IGCC と空気吹き IGCC の 2 形式について検討している。売電価格を確定できないことから、売電価格を 0. 05US\$/kWh~0. 12US\$/kWh で変化させ、資本の機会費用 (加重平均資本コスト (Weighted Average Cost of Capital : WACC)) と比較させることで、財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return : FIRR) の評価を行った。その結果、国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency : JICA) 海外融資等の低金利融資 (ここでは 2. 5% と想定) を受けた場合 (WACC4. 5%)、酸素吹き IGCC を採用した場合で売電価格が 0. 070US\$/kWh であれば WACC を上回る。また、空気吹き IGCC を採用した場合で 0. 067US\$/kWh であれば WACC を上回る。なお、市中銀行からの借入れ (金利 6. 5% と想定) をした場合 (WACC7. 7%) は、酸素吹き IGCC では 0. 089US\$/kWh でないと WACC を上回らず、空気吹き IGCC では 0. 085US\$/kWh でないと WACC を上回らない。

したがって、本プロジェクトは JICA 海外融資等の低金利ローンの活用が必要になると考えられる。

図 S-1 FIRR 計算結果



出典 : 調査団作成

また、売電価格を 0.08US\$/kWh とおいた場合の正味現在価値 (Net Present Value:NPV) と費用便益比 (Benefit / Cost : B/C) は、以下の通りとなった。

	酸素吹き IGCC	空気吹き IGCC
NPV	2 億 7,700 万 US\$	4 億 2,800 万 US\$
B/C	1.26	1.32

自己資本内部収益率 (Equity Internal Rate of Return : EIRR) については、本プロジェクトと同規模の発電電力量 (送電端) を得られる代替プロジェクト (ここでは輸入炭を燃料とする超々臨界圧発電プラント (Ultra Supercritical:USC) と液化天然ガス (liquefied natural gas : LNG) を燃料とするガスタービン複合発電プラント (Gas Turbine Combined Cycle : GTCC) とした) を選定し、本プロジェクトのコストを費用とし、代替プロジェクトのコストを便益として両者の等価割引率を求め、EGAT が電源開発の検討に用いられる割引率 (金利 + 4 ~ 5 %) と比較することで、本プロジェクトの経済性を評価した。その結果、酸素吹き IGCC (FIRR が低い方) との対比において、以下の結果となり IGCC は代替プロジェクトより経済的に上回っていると判断された。

USC との対比における本プロジェクトの EIRR :	10.0%
GTCC との対比における本プロジェクトの EIRR :	19.3%

c) 環境社会的側面の検討

マエモ火力発電所は環境性能を高めるため、すでに全ユニットに脱硫装置を追加設置している。これは、発電所周辺において環境問題の関心が高まり、1995 年から 2000 年にかけて順次設置されたものである。これにより大気排出物質と排水性状は大幅に改善され、現在に至っている。環境基準も適宜見直しがなされており、タイ国内での環境意識の高揚に応じた管理状況となっている。

マエモ火力発電所は環境性能を高めているが、設備の旧式化が進んでいる。現在の環境基準には適合しているものの、将来を予測した場合、クリーンコールテクノロジーを活用した設備投資は、継続的な環境改善のために必要である。

本プロジェクトの実施により、多くの環境改善効果が期待できる。大気質、水質、廃棄物 (石炭灰) などは、特に改善効果が見込まれる。

本調査実施時点で、適宜 EHIA に関する情報が得られている。現在の EGAT の協議対象者が、そのまま本プロジェクトのステークホルダーとなるため、引き続き EGAT 側の調査チームと協調していくことが必要となる。

(4) 実施スケジュール

図 S-2 にプロジェクト全体スケジュールを示す。

図 S-2 プロジェクト全体スケジュール

プロジェクト全体スケジュール																	
項目	年	1		2		3		4		5		6		7		8	
	月	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	7-12	1-6	
工程				F/S											完工		
					FEED開始		EPC開始									プロセスユーティリティスタートアップ	
1-1	プロジェクト開発&フィージビリティスタディ																
1-2	詳細フィージビリティスタディ (含む 石炭分析&流動性試験)																
2	プロジェクト開発にかかる政府承認																
3	プロジェクトプランニング																
4	ファイナンス&生産物オフテイクアレンジメント																
5	FEED (Front Engineering Design)				(12M~15M)												
6	EPC開始						33M~36M										
7	スタートアップ&商業運転																商業運転
	備考																

出典：調査団作成

このスケジュールでは、本プロジェクトの結果として今後の作業内容の範囲などプロジェクトを実施するために不可欠な要件が考慮されている。以下、各 Mile Stone における想定されるアクション項目を示す。

a) 詳細 FS : 10~12 カ月

以下項目について詳細実現可能性調査 (Feasibility Study : FS) を実施し、プラントの最適化を図るとともにプロジェクトの実現性 (市場性) を把握する必要がある。また、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA) に必要とされる資料の作成もこのフェーズで実施する。

- フロースキームの最適化
- 立地調査
- 想定石炭性状の確定と必要に応じて乾燥テスト・流動性テストの実施
- 各ライセンサーへの作業依頼及び必要に応じて秘密保持協定締結
- 既設設備の転用可否の検討
- 環境影響評価用資料作成
- 総資金の算出
- 経済評価

b) FEED(Front End Engineering Design) : 12~15 カ月

本フェーズにてプラントの基本計画を行い、EPC 引き合い仕様書を作成する。本フェーズの主要アクション項目は以下の通り。

- 設備設計仕様の決定
- EPC 引き合い仕様書作成 (Basic Design Package の作成)
- 引き合い/EPC コントラクターの決定

c) EPC (Engineering, Procurement, Construction) : 33~36 カ月

本フェーズにてプラントの基本/詳細設計、資材の調達、現地建設工事、試運転を行う。

購入機器の中には製作に 24 カ月を要する機器 (設備) もあり、FEED 実施を前提に設計期間、調達期間、建設工事期間、試運転期間を加えて基本設計 (EPC 受注者 Review) からプラントの操業を開始するまで合計 33~36 カ月が必要となる。

(5) 実施に関するフィージビリティ

上記、(3)の b)「予備的な財務・経済分析の結果概要」に示したとおり、JICA 海外融資等の低金利融資を受けることで、事業実現性はあると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

世界でこれまで運転が報告されている IGCC プラントは、1990 年代に欧米で運転を開始した 4 プロジェクトに留まり、今世紀に入って運開を遂げたものは我が国の勿来プラント (福島県いわき市岩間町川田) 以外で見当たらない。2011 年 11 月 11 日には 2,238 時間の連続運転を記録し、また長期耐久運転試験では当初目標の年間 5,000 時間に到達している。高性能と信頼性を実証している勿来 IGCC プラントで蓄積されたノウハウは、我が国が IGCC プラントを拡販するにあたり、競争力の大きな源となると考えられる。

また、世界的に高い信頼性と技術力を持つ本邦メーカー (三菱重工業、日立製作所) や本邦エンジニアリング会社 (千代田化工建設) は、IGCC プロジェクトの案件開発を具体的に進めてきており、技術面での優位性はある。今後の課題は、商業ベースで運営できる、競争力のある IGCC プラントの開発となっている。

マエモ炭は、灰分中の CaO が高いといった特性を有しており、微粉焼きボイラでは対応が難しい範囲となっている。しかし、IGCC は灰融点の低い石炭に適しており、灰分中の CaO が高い石炭であるマエモ炭が使用できることが確認された。

(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

a) 官民連携（PPP）スキームの活用

IGCC プラント運転に至るまでには、詳細事業性調査の段階から、詳細設計、建設まで大きな投資が必要となってくる。このため、初期コストが他の発電案件と比較しても非常に大きく、金利負担などによりプロジェクトの事業性が大きく低下、事業投資実行の最終判断ができない → 商業ベースでのノウハウ蓄積が出来ない → 競争力のある IGCC プラントの開発が進まない、という負のスパイラルに陥っている。

事業の経済性を向上させ IGCC プロジェクト事業主体が最終事業投資判断に至れる様、詳細事業性調査の段階から詳細設計、建設に至るまで、官民連携（Public-Private Partnership : PPP）スキームの下、事業主体の大きな初期投資コスト負担を緩和する財政的な支援が必要となる。

一方で、事業主体としては、IGCC プラント建設を請け負う業者（本邦メーカー、エンジニアリング会社など）に対して競争力のある建設コストの提示を求めていく努力が必要であり、IGCC プラントメーカーは継続的なコスト削減を進めていくべきである。

b) 低金利融資制度の活用

上記、(3)の b)「予備的な財務・経済分析の結果概要」に示したが、市中金利ではプロジェクト成立が難しく、JICA 海外融資等の低金利融資を受ける準備が必要となる。

c) 許認可手続きの期間短縮の必要性

タイでは、発電所設置に際して、EGAT と政府の認可が必要となるが、それにかかる時間を見ておく必要がある。

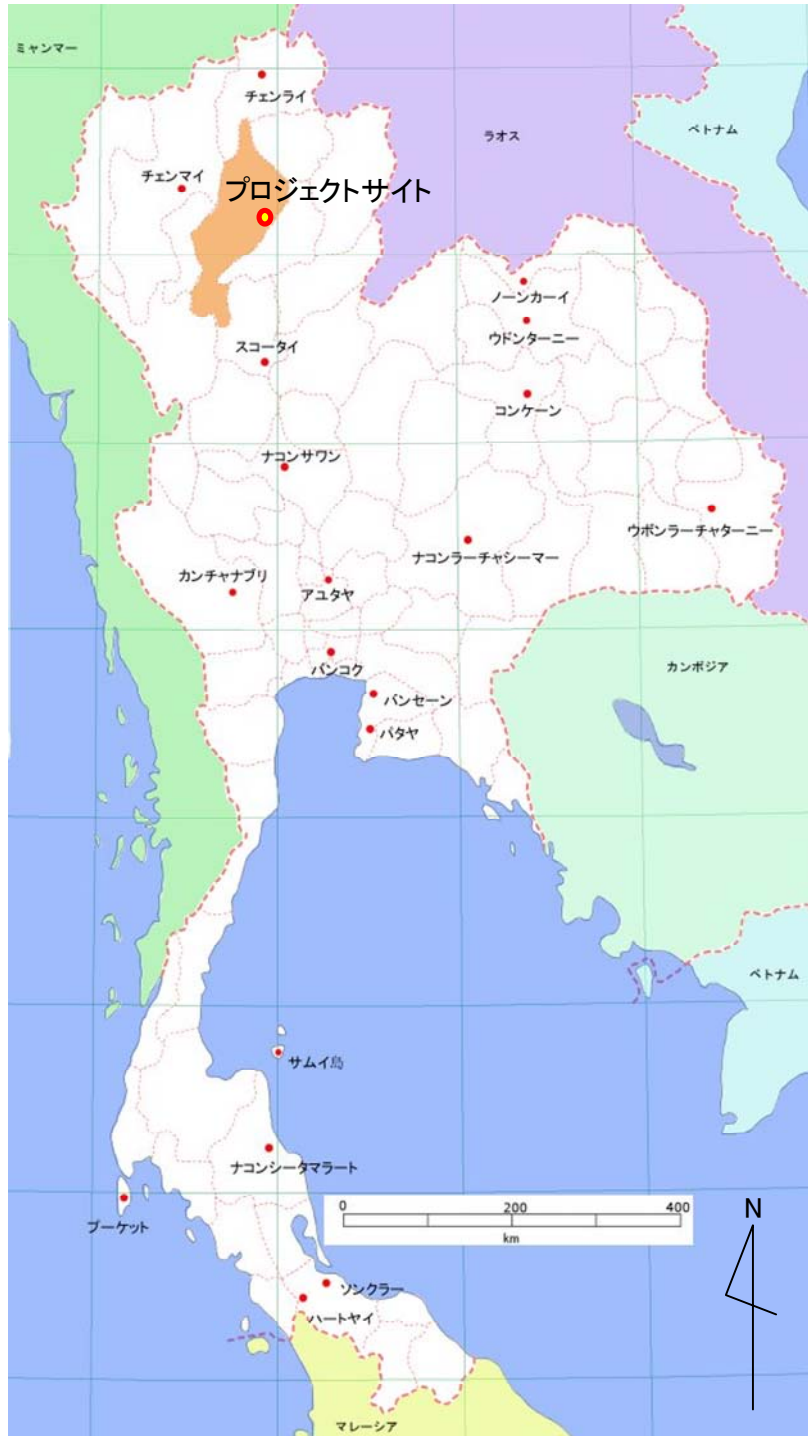
d) 環境影響評価手続きの期間短縮の必要性

プロジェクト実施を申請するものは、プロジェクト実施前までに、NEQA1992¹に規定される公害防止項目について、火力発電所の設置に関わる次項について調査・分析し、環境健康影響評価（Environmental and Health Impact Assessment : EHIA）としてまとめ、監督官庁の承認を得なければならない。モニタリング期間は通常 1 年だが、EGAT のヒアリングの結果、モニタリング、分析、検討、ステークホルダーとの協議、関係省庁の承認などをすべて含め、通常は 2 年程度が必要と想定されている。なお、EGAT は発電所 4～7 号機の設備更新のため、既に EHIA の作成、手続きを開始しており、期間短縮の可能性が考えられる。

¹ 現在の手続きの法的根拠は、資源環境省公害防止部（Pollution Control Department）が所管しており、法律の名称は「国家環境基準の高度化ならびに保全（Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act B. E. 2535 : NEQA1992）」である（第 4 章「(4) 相手国の環境社会配慮関連法規の概要」）。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 S-3 プロジェクトサイト地図



出典 : Global Internet Partner Utopia Co., Ltd. ホームページ情報を基に調査団作成

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

フィリピン・セブコンテナ新港及び既存港再開発
事業調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：(株)オリエンタルコンサルタンツ
(株)Ides

(1) プロジェクトの背景・必要性等

セブ港の開発計画は2002年に完了したJICA社会開発調査「セブ州港湾総合開発計画調査」(JICA調査)に始まりこの中で短期計画、長期計画が策定され予備設計、工事費積算、経済財務分析、環境社会影響調査等が実施されている。

また、JICA調査完了後、2003年に経済産業省の援助信用商業可能性調査が実施されるなど、STEPを活用した円借款による事業実施が企図された。

2004年にJICAが実施した「全国港湾網戦略的開発マスタープラン調査」では、フィリピン港湾システムの戦略(PPOSS)を策定し、2024年を目標年次とする全国港湾網の戦略的開発マスタープランと、2009年を目標年次とする緊急港湾開発5カ年戦略が提案されている。同プランにおいて、比国における国際ゲートウェイ港湾(フィリピンの国際コンテナ貨物の相当量を取扱う主要な窓口としての港湾)が6港選定されており、セブ港はその内の一つである。

また、東アジア・ASEAN経済研究センター(ERIA)が策定したASEANの運輸・物流計画の中でも、セブ港はフィリピンの基幹港湾として位置づけられている。

しかしながら、事業実施主体であるセブ港湾庁(CPA)の体制の変遷や現地民間資金による実施の模索や、地方政府との合意形成の問題等により、具体的な事業実施に至らなかった。

このJICA調査から約10年が経過した現在、港湾貨物量は増加し、港の混雑は以前に増して深刻な状態になっている。外貿・内貿コンテナを取扱う岸壁では特に混雑が甚だしく2003年当時2基であったガン通りクレーン(岸壁クレーン)が2010年に4基に増加し更には2012年に5基まで増設、ヤードクレーンは17基まで増設して増加するコンテナ貨物に対応する予定である。コンテナ以外の貨物については背後地が狭隘なため更に混雑は激しく荷役効率の低下、安全性の問題が顕著化している。

また、船社への聞き取り調査によれば高尾、釜山、香港、シンガポールの外航航路を効率的、経済的に配船するためには-8.5mの岸壁水深は浅すぎる、また背後地が狭く空コンテナ置場を市街地に借りざるを得ないので効率が悪い。既存港のコンテナ岸壁の増深は構造形式が横棧橋式であるため困難で、前面のマクタン島までの距離がないため岸壁拡張も難しい。

このような状況の中、アキノ政権の下でPPPによるインフラ整備が進行中で、同スキームによる運輸交通事業計画を運輸通信省(DOTC)が主体的に進める動きが出てきた。

そのためには、2002年にJICA調査で策定された計画をアップデートし、その実現性の再確認、さらに既存港の再開発を含めたPPPによる事業実施方法についての検討が必要である。また、資金調達については、借款要請の枠組みとPPPスキームを再整理する必要がある。

一方、協力企業である三菱商事株式会社においても本邦民間グループとしてターミナル運営事業に参画できないか、想定される現地民間パートナーや政府関係組織と協議し、計画の実現性を把握する必要がある。また新日本製鐵株式会社においても新港で提案されている大口径の鋼管矢板岸壁の建設に参画できないか検討している。本調査は、セブ新港及び既存港の再開発計画において、民間企業の視点からも計画を評価し、事業の実現に向けた提言を取りまとめるものである。

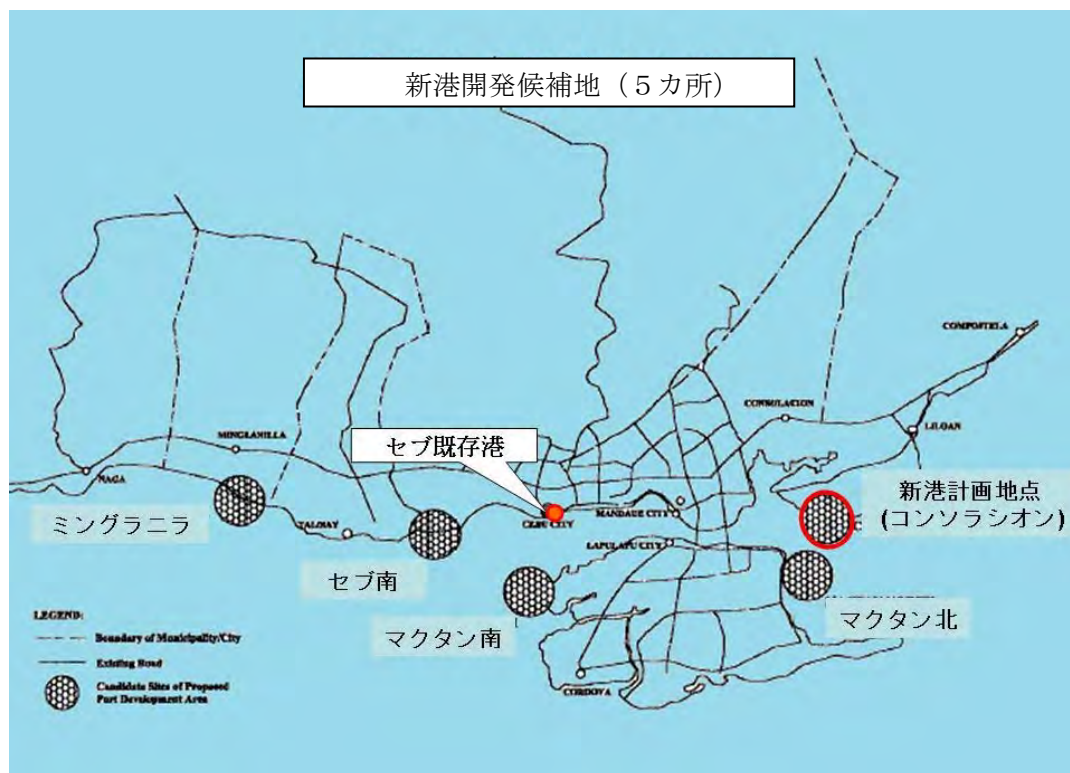
(2) プロジェクト内容決定に関する基本方針

調査の基本方針は以下の通りである。

1) 新港の適地選定

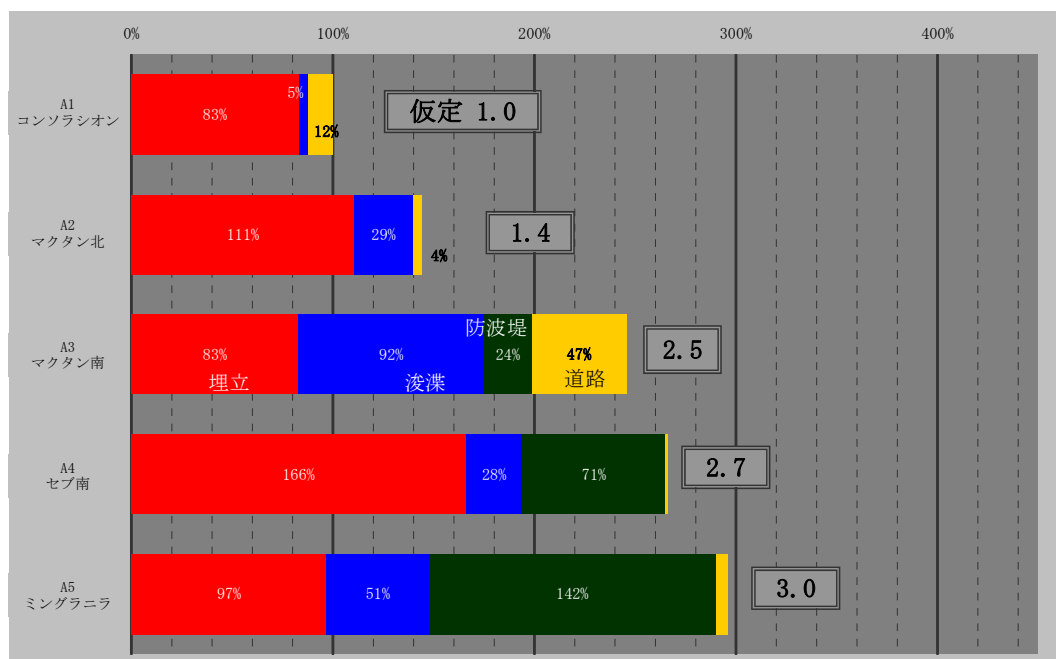
2002年のJICA調査では、新港候補地として図1に示す通りコンソラシオン、マクタン北、マクタン南、セブ南、ミングラニラの5カ所の候補地が提案されている。本調査では、PPPスキームの導入を予定しているため自然条件、アクセスの容易性、船舶航行安全性等の条件も重要であるが、特に建設費に重点を置いた比較をおこなった。比較においては各サイトにおいて概略の港湾計画を作成し主要施設である浚渫、埋立、岸壁、防波堤の概算費用を算出した結果、図2に示す通りコンソラシオンが最も経済的でその他の検討項目にも問題ないことが明らかになった。従ってコンソラシオンサイトで新港の計画、工事費積算、経済・財務分析を実施するものとする。

図1 新港建設の5カ所の候補地



(出典：JICA「セブ州港湾総合開発計画調査」2002)

図2 各候補地点の建設コスト比較



(出典：調査団作成)

2) 技術的検討

技術的検討として、セブ新港と既存港について以下の項目の検討を行う。

a) 需要予測

・ 経済フレーム

フィリピン政府が策定した“フィリピン開発計画 2011-2016”では、この6年間で、年率7～8%の高い経済成長率を目指しているが、本調査では楽観的な経済予測は避け、IMFの予測値も参考にしながら、2016年までは4.9%、それ以降は5%で成長するシナリオのもとで需要予測を行った。

・ 総取扱貨物量の推計

セブ本港で取扱われる総貨物量は、2000年以降の実績では、年率3%以上で増加している。総貨物量とGRDPとの相関分析を行ったところ、高い相関度(決定係数=0.8297)を示した。先に設定した将来経済フレームを適用すると、2020年には1,600万t、2030年で2,400万tと推計される。

・ 貿易形態別貨物量の推計

貿易形態別(輸出、輸入、移出、移入)の貨物量を、GRDPとの相関式もしくはGRDPに対する弾性値を求めることによって将来値を予測した。2010年から2030年までの20年間では、輸入貨物の伸びが一番大きく、2030年頃には790万tにも達し、移入貨物量(780万t)をも凌駕することが予測される。

・ 荷姿別貨物量の推計

貿易形態毎に荷姿別(バラ貨物、混載貨物、コンテナ貨物、車両の4種類)の貨物量を推計した。過去の実績と最近の趨勢を加味し、計画年における貿易形態別荷姿別構成比を設定した。貿易形態別貨物量に各年の荷姿別構成比を乗ずることによって各年の貿易形態別荷姿別貨物量が推計される。

・ 外貿コンテナ貨物量 (TEU) の推計

外貿コンテナについては、2000年以降のコンテナ取扱量(TEU)と第7地域のGRDPとの相関分析を行

って、計画年度におけるコンテナ取扱量（TEU）の予測も併せ実施した。相関式の決定係数は94.0%を示しており、両者には高い相関性が確認される。外貿コンテナは、2020年には34万3,000 TEU、2030年には59万4,000 TEUと予測される。

需要予測検討結果を表1に示す。

表1 貨物量需要予測結果

年	外 貿					内 貿							
	コンテナ	輸入バルク		輸出バルク		コンテナ	移入バルク	移出バルク	移入雑貨	移出雑貨	移入車両	移出車両	旅客
	TEU	MT	MT	輸入 雑貨 (MT)	輸出 雑貨 (MT)								
2000	103,944	48,203	14,338	372,268	2,651	299,630	734,573	46,317	1,366,913	1,494,780			10,059,048
2001	112,700	70,971	5,542	417,270	2,647	310,845	32,255	2,332	1,741,965	2,251,422			10,156,654
2002	103,139	53,912	20,000	406,547	2,484	337,370	42,507	6,824	1,696,717	2,611,269			10,738,198
2003	115,246	73,986	10,027	259,359	3,520	335,092	45,060	9,625	1,913,186	2,143,714			10,934,435
2004	120,281	60,931	6,000	192,140	31,735	311,282	78,396	99,700	1,852,455	2,255,197			11,785,915
2005	128,803	44,206	2,000	333,910	21,254	317,317	70,573	37,200	1,740,712	2,146,086			11,945,178
2006	146,459	75,648	7,800	276,922	30,177	279,442							10,666,071
2007	169,191	42,056	0	350,477	30,100	292,548							10,921,179
2008	157,634	93,287	0	423,989	32,062	295,155							10,321,278
2009	178,879	125,543	0	411,523	8,335	257,469	122,699	71,662	1,780,891	2,421,876	269,250	314,158	9,784,977
2010	202,213	156,373	0	358,674	0	247,295	273,754	194,678	2,030,300	2,303,575	279,634	366,817	10,993,921
2011	202,454	174,708	0	382,455	2,279	278,904	266,807	187,470	2,089,791	2,349,794	291,742	381,172	11,195,137
2012	215,129	195,129	0	408,142	4,648	294,434	259,636	180,064	2,153,060	2,398,818	304,562	396,248	11,396,353
2013	228,425	217,245	0	434,623	7,109	301,115	251,954	172,295	2,218,174	2,448,861	317,834	411,768	11,597,568
2014	242,372	241,163	0	461,922	9,664	307,946	243,739	164,153	2,285,186	2,499,945	331,575	427,745	11,798,784
2015	257,003	266,998	0	490,061	12,317	325,429	234,970	155,625	2,354,150	2,552,090	345,798	444,190	12,000,000
2016	272,351	294,871	0	519,063	15,070	332,810	225,626	146,700	2,425,122	2,605,319	360,519	461,115	12,000,000
2017	288,779	325,344	0	549,681	17,933	340,523	215,787	137,419	2,499,377	2,660,698	375,937	478,721	12,000,000
2018	306,029	358,190	0	581,264	20,905	348,414	205,316	127,708	2,575,830	2,717,250	391,900	496,846	12,000,000
2019	324,142	393,560	0	613,836	23,988	356,486	194,187	117,554	2,654,543	2,774,999	408,427	515,505	12,000,000
2020	343,160	431,616	0	647,424	27,186	364,744	182,372	106,942	2,735,582	2,833,972	425,535	534,712	12,000,000
2021	363,128	460,195	0	690,292	27,730	373,863	186,931	109,081	2,803,972	2,890,651	436,173	545,406	12,000,000
2022	384,096	490,202	0	735,304	28,285	383,209	191,605	111,263	2,874,071	2,948,464	447,078	556,314	12,000,000
2023	406,111	521,710	0	782,566	28,850	392,790	196,395	113,488	2,945,923	3,007,433	458,255	567,440	12,000,000
2024	429,228	554,794	0	832,191	29,427	402,609	201,305	115,758	3,019,571	3,067,582	469,711	578,789	12,000,000
2025	453,500	589,532	0	884,298	30,016	412,675	206,337	118,073	3,095,060	3,128,934	481,454	590,365	12,000,000
2026	478,986	626,006	0	939,010	30,616	422,992	211,496	120,434	3,172,436	3,191,512	493,490	602,172	12,000,000
2027	505,746	664,305	0	996,457	31,229	433,566	216,783	122,843	3,251,747	3,255,343	505,827	614,216	12,000,000
2028	533,845	704,518	0	1,056,777	31,853	444,405	222,203	125,300	3,333,041	3,320,449	518,473	626,500	12,000,000
2029	563,348	746,742	0	1,120,113	32,490	455,516	227,758	127,806	3,416,367	3,386,858	531,435	639,030	12,000,000
2030	594,326	791,077	0	1,186,615	33,140	466,904	233,452	130,362	3,501,776	3,454,596	544,721	651,810	12,000,000

(出典：調査団作成)

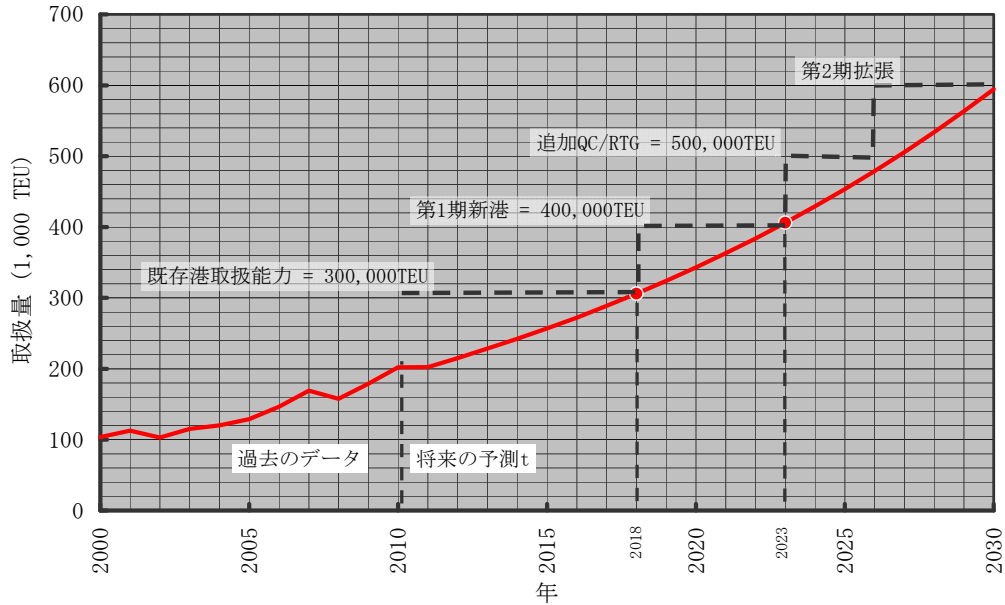
b) 港湾計画

【セブ新港】

国際コンテナ、国内コンテナ、国際バルク、国際雑貨等の主要貨物の中で貨物量の伸び率は国際コンテナが5.5%それ以外は2.5%以下、料金設定は国際コンテナを1とすると国内コンテナは6～7割、その他はそれ以下である。これらのことから新港に移転しても採算性の取れる貨物は国際コンテナのみである。従って、新港は国際コンテナのみを取扱うこととする。

新港の開港時期は既存港の取扱能力が限界に達する時期とする。既存港の能力30万TEUと需要予測から開港時期は2018年を目標とする。新港の初期取扱能力は40万TEUとし、2023年に貨物の増加に応じて岸壁クレーンとRTGを追加投入し、50万TEUまで能力を増強する。国際コンテナ貨物の需要予測と新港の開港時期及び計画取扱量を図3に示す。

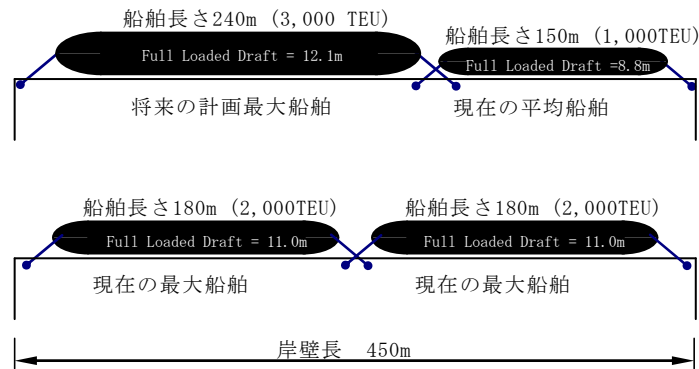
図3 国際バルク・一般貨物の需要予測



(出典：調査団作成)

新港の岸壁レイアウトはコンテナ船の船待ちが生じないように2岸壁を設けるものとする。船舶の配置計画は、次世代フィーダー船3,000TEUが1隻と現在の平均的フィーダー船1,000TEU 1隻が同時着岸できる場合と、現在の最大フィーダー船2,000TEUが2隻同時着岸を考慮する。岸壁配置図を図4に示す。

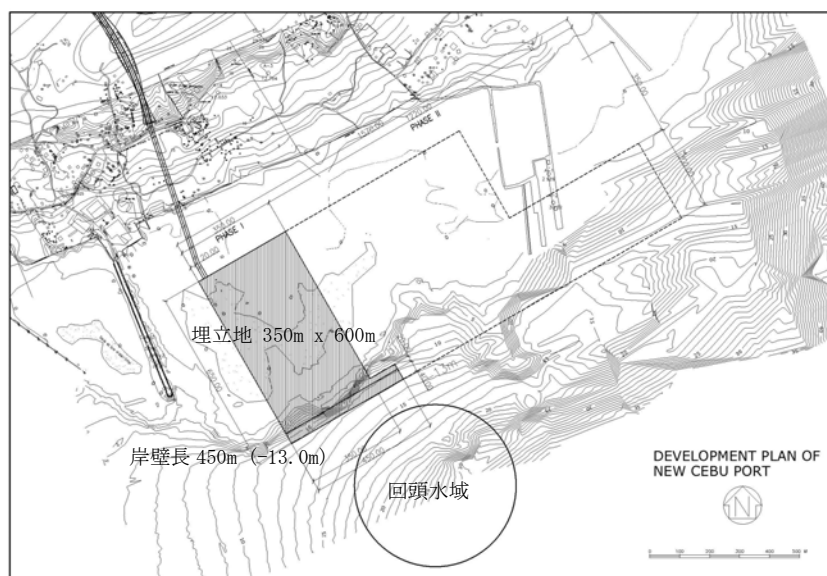
図4 岸壁配置図



(出典：調査団作成)

セブ新港計画位置は埋立土量、浚渫土量を最小にするため水深±0.0mの浅海域に配置し、岸壁位置を深度-13m付近に配置した。このためJICA調査時より200m南に移動させた。マングローブの生息が見られる海岸線付近は潮位差により海水交換が図れるように、汀線と埋立護岸の間を約250m離して配置して環境に配慮しアクセス道路は高架橋とする。新港配置図を図5に示す。

図5 セブ新港配置図

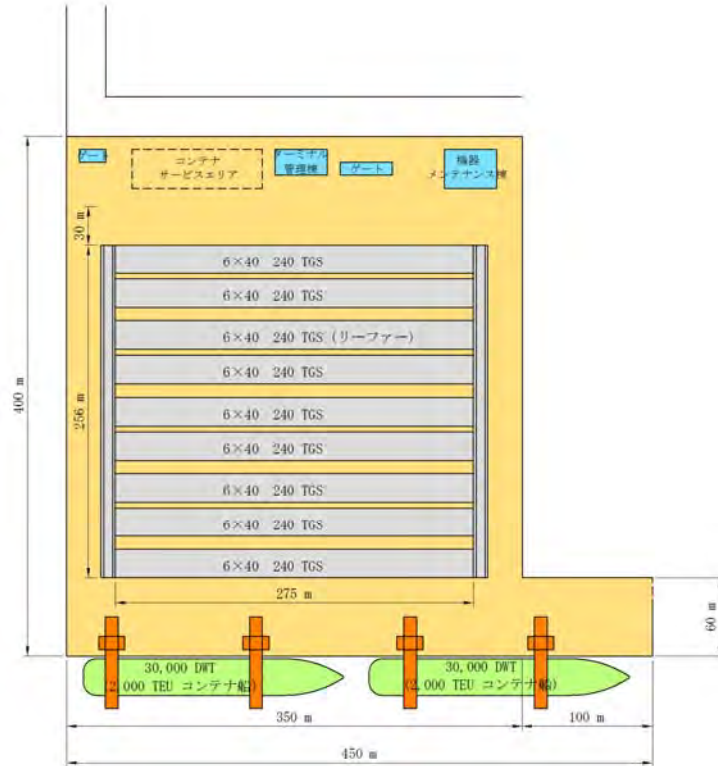


(出典：調査団作成)

新ターミナルは、50万TEUを取り扱えるように岸壁取扱能力に重点を置き計画した。15列対応ガン通りクレーン4基(当初は3基)、バース長450mを基に岸壁取扱能力、ターミナル面積、バックヤードエリアの必要面積を検討のうえターミナル配置計画をおこなった結果を図6に示す。

DPWHはセブ島発展のためにセブ市北方にセブ北部沿岸道路を計画しており全長約6kmの内1.39kmは2009年に完成済である。セブ新港の取付道路はこのセブ北部沿岸道路に接続する計画である。予測交通量を基に車線数は片側2車線とし現況地形を考慮して海岸付近は高架橋、セブ北部沿岸道路付近は切土工法を採用した。セブ北部沿岸道路と接続するトランペットタイプインターチェンジはDPWHで建設する。新港ターミナル配置図を図6に、取り付け道路を含む新港計画平面図の鳥瞰図(2020年)を図7に示す。

図6 セブ新港ターミナル配置図



(出典：調査団作成)

図7 セブ新港計画鳥瞰図(2020年)



(出典：調査団作成)

【セブ既存港】

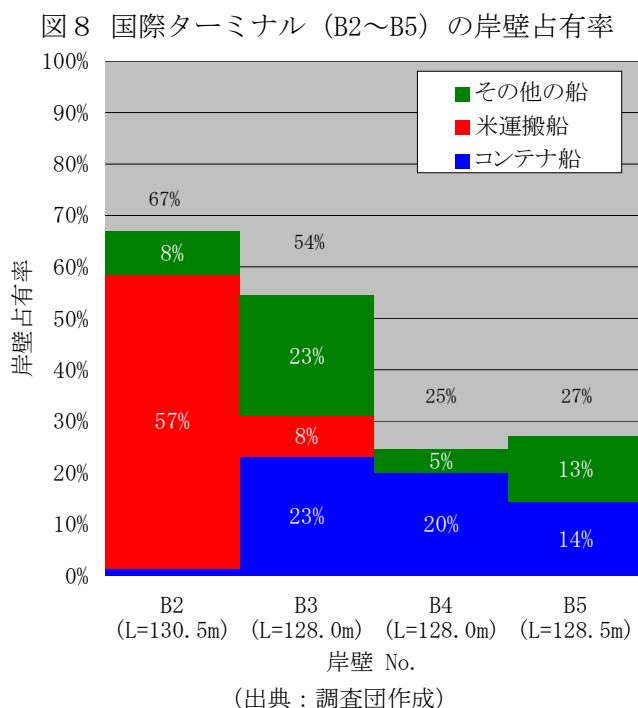
国際コンテナターミナルを新港に移転した後、既存港に残る港湾機能をどのように再編するか、また、港湾利用者・市民の立場からの物流・交通拠点の利便性・安全性、市民や観光客の快適性や生活の向上も再開発を実施するうえで重要な要素である。

CPA の役割として、利用者の立場を考慮して下記の視点に基づき計画する。

- ・ 新港建設後の既存港の港湾機能再編成計画は将来の予測需要に基づいた計画とする。
- ・ 既存港の再開発を単独のプロジェクトとして見た場合、建設・維持管理に充当していた国際コンテナターミナルからの収入が無くなるため、プロジェクトの財務的実現可能性を高めるには、再開発コストの縮減や代替収入源の考案が必要である。
- ・ 混雑した狭い岸壁エプロンでの貨物の荷役作業と旅客の乗降は非効率であり危険も伴う。これらの改善策として高架の旅客専用歩道等の設置が必要である。
- ・ 近隣の島やマニラやミンダナオ等の遠距離移動にフェリーや RoRo 船を利用している観光客や市民にとり、安全で快適な乗船下船が出来る場所が必要である。
- ・ 地域住民のより豊かな生活の実現のためには、港湾を中心とした地域経済に活性化が必要である。民間資金を導入した PPP による再開発戦略により、港湾を中心とした地域経済の活性化を目指す。
- ・ 既存港の港湾区域の一部がセブ都心に近接する立地を生かして、周辺地域と一体的に商業・業務等の用途に再開発することにより、都市のにぎわいやオープンスペースが創出され、都心の再開発促進に寄与することが期待される。

既存港の現状調査

既存港の現状把握をするために、岸壁毎の船舶接岸時間、岸壁占有率、貨物の搬入・搬出状況、貨物荷役状況、ヤードオペレーション、荷役量等を調査・分析し再開発計画に反映するものとする。計画上重要な岸壁占有率の調査・分析の一例を図8に示す。



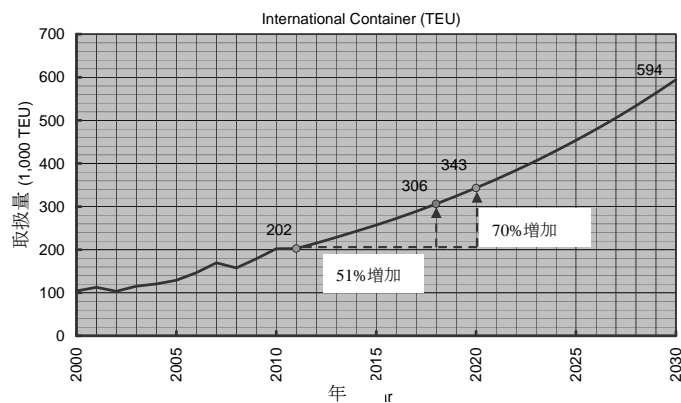
既存港再開発計画の基本方針

- 需要の伸びに応じて、国際コンテナターミナルを新港へ移設する。（2018年開港予定）
- 新港の開港までの既存港の能力が十分かどうかを評価する。
- 新港の開港後、2020年短期計画に必要な施設整備を検討する。
- 既存港の採算性を考慮し設備投資は必要最小限に留める。さらに、既存港の一部を民間資金誘致により再開発し、得られる収入で運営資金を補完する計画とする。
- 2030年中期計画では、一部の既存港の能力が限界に達するため、その機能を順次新港へ移設する。
- 2030年以後の長期計画は、旅客ターミナルのみを既存港に残し、物流機能は新港または他の大規模開発港湾へ移転するものとする。

国際ターミナルの混雑度

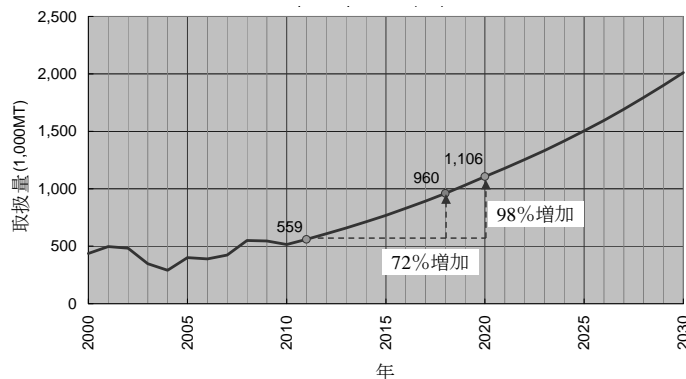
国際ターミナル岸壁では、コンテナ貨物とバルク・一般貨物の両方を取扱っており、両者を分離して混雑度を評価するのが難しい。従って、新港開港(2018年)までは、コンテナ貨物とバルク・一般貨物を岸壁 B2～B5 の4バース、岸壁延長 515m で取扱うものとする。岸壁占有率の限界は、現行 B2 の最大値、65%程度を仮定する。需要予測から得られる国際コンテナとバルク・一般貨物の推移を図 9 及び図 10 に示す。

図 9 国際コンテナの需要予測値と 2018 年－2020 年の現在からの伸び率



(出典：調査団作成)

図 10 国際バルク・一般貨物の需要予測値と 2018 年－2020 年の現在からの伸び率



(出典：調査団作成)

これによると、国際コンテナの取扱量は、2018年に現在の51%増加、国際バルク・一般貨物取扱量は、

2017年に現在の72%増加する。一方、2011年の岸壁占有率は、国際ターミナル全体(B2～B5)の4バース平均で、コンテナ15%、バルク・一般貨物29%である。これらから、新港開港(2018年)の岸壁占有率を予測すると、図11の通りとなる。2018年時点の岸壁占有率は71%と予想され、能力限界に到達するものと予想される。

図11 新港運営開始長崎港の岸壁占有率の予測値

	岸壁占有率 コンテナ	岸壁占有率 バルク・一般	岸壁占有率
2011年 現在	15%	29%	43%
	↓ 51%増加	↓ 72%増加	
2018年	22%	49%	71%

(出典：調査団作成)

国際コンテナ以外の国内コンテナ、バルク・一般貨物、旅客ターミナルについても同様な検討を行い2020年までの岸壁占有率を予測し再開発計画に反映させた。

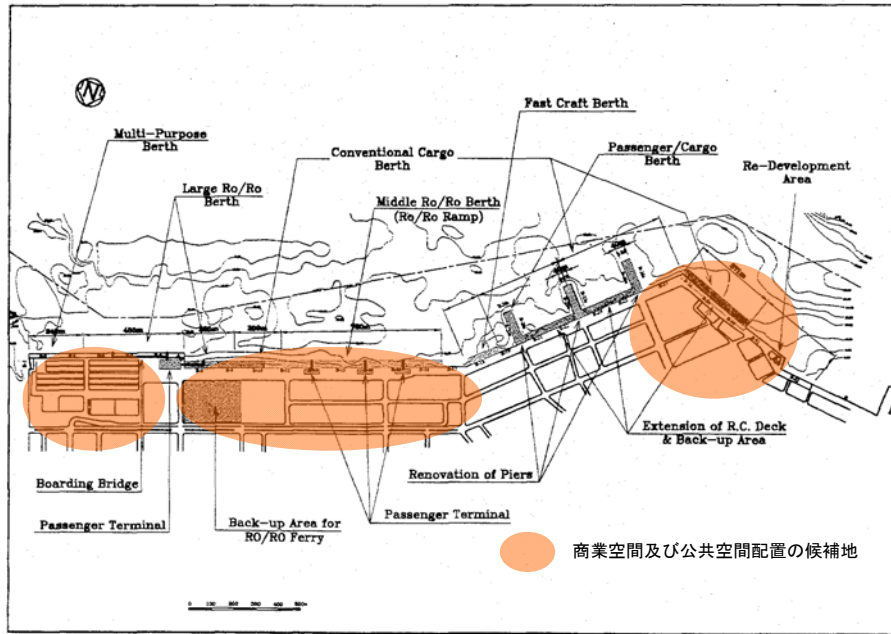
一方、セブ既存港における商業開発及び公園等の公共空間の配置について、以下の点を考慮して検討する。

- ・ 港湾施設及び設備の再配置上の必要条件
- ・ 周辺地域の土地利用や市のまちづくりの方針を踏まえた、商業空間・公共空間にふさわしい位置、機能及び規模
- ・ 港湾施設関連車両動線とその他の車両動線
- ・ 再開発に対する港湾区域内民間所有地の土地所有者の意向
- ・ 商業開発における民間開発業者の視点
- ・ CPA所有地の売却または賃貸による収益性

セブ既存港における商業空間及び公共空間の配置について、以下に示す3カ所を候補地として設定し検討した結果、既存国際コンテナターミナルエリアが最も適していることが判明した。

- ・ 既存国際コンテナターミナルエリア
- ・ 港湾区域内民間所有地エリア
- ・ フォート・サン・ペドロ周辺エリア

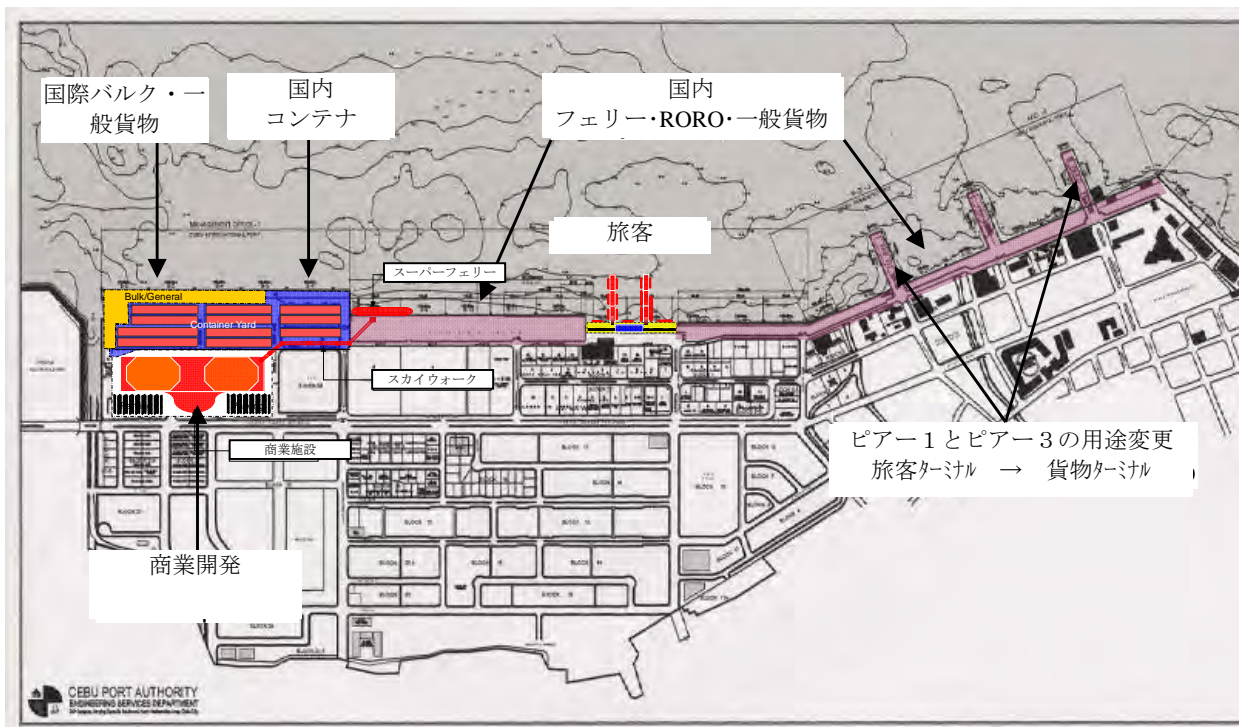
図 12 セブ既存港における商業空間及び公共空間配置の候補地



(出典：調査団作成)

以上の検討結果により、既存港の再開発計画平面図とその鳥瞰図を図 13 及び図 14 に示す。

図 13 2020 年の港湾計画



(出典：調査団作成)

図 14 セブ既存港鳥瞰図(2020年)

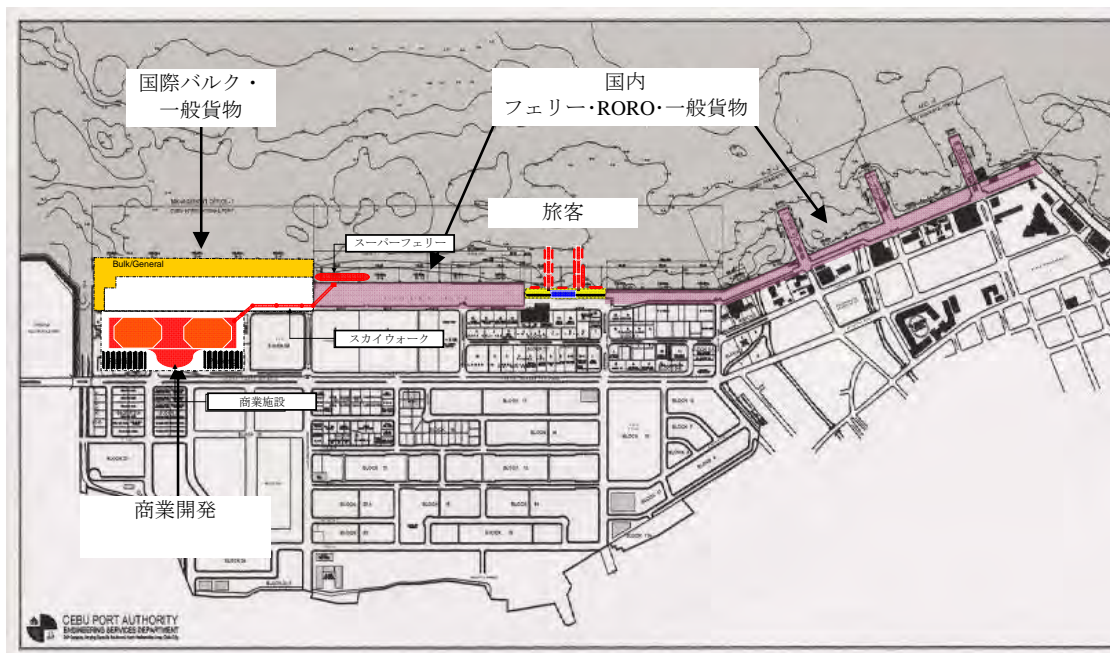


(出典：調査団作成)

2030年の再開発計画

2030年時点での港湾計画平面図を図15に示す。2020年以後の国際・国内貨物の増加に応じて港湾機能の一部を順次新港へ移転する計画とする。需要予測によれば、まず国際バルク・一般貨物の混雑が、次に国際コンテナ貨物の混雑が深刻な状態になる。本計画では、これらの既存港の能力を超えた部分を新港に移転する計画である。

図 15 2030年の港湾計画

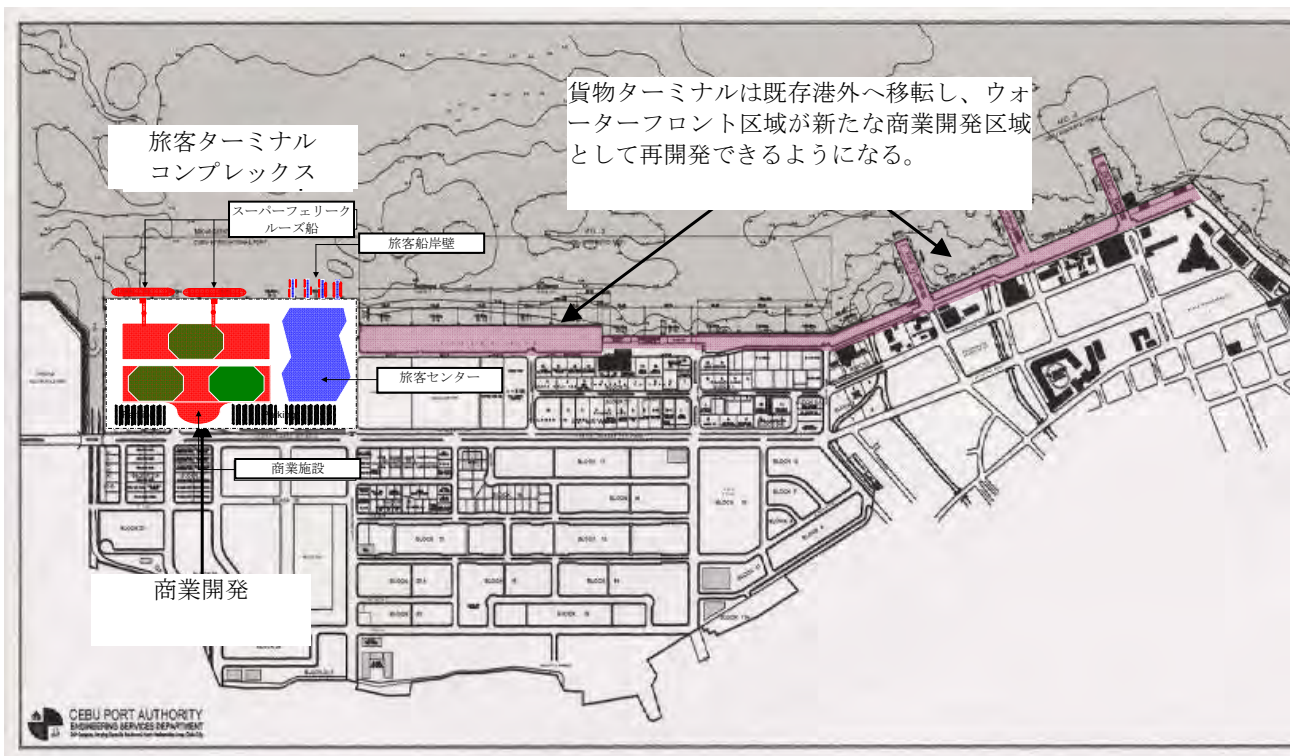


(出典：調査団作成)

2030年以後の再開発計画

既存港の2030年以後の長期計画を図16に示す。既存港の貨物の荷役施設は、市街地に隣接し社会環境上適当でないとの意見があり、施設が狭隘で混雑時には作業の危険が伴う等の理由から、最終的には港外に新港を建設し貨物の荷役機能の全てを移転することが望ましいという考えに基づいた計画である。これはCPA関係者の多数の意向とも一致しており本調査の既存港再開発計画は、こうした多数意見に基づいて、前述の2020年、2030年の港湾計画も、2030年以後の計画を見据えた計画である。またその鳥瞰図を図17に示す。

図16 2030年以後の港湾計画



(出典：調査団作成)

図 17 セブ既存港鳥瞰図(2030 年以降の参考鳥瞰図)



(出典：調査団作成)

c) 概略設計

[セブ新港]

セブ新港の採算性を向上させるため浚渫量を最小にするため JICA 調査時に比較し 200m 南に移動した。また、岸壁構造は海底地形、土質条件を考慮して検討の結果 JICA 調査時と同様、控杭式鋼管矢板型式が最適である。

交通需要予測に基づき取付道路の車線数は片側 2 車線とし地形状況により海岸線部分は高架橋、国道への取付部分は切土構造とする。高架橋の構造型式はプレキャストコンクリート杭による下部工の上部にプレストレス桁を架設するフィリピンでは標準的型式とする。

[既存港]

既存港の主要施設である浮棧橋は耐久性、経済性、現地材料、施工性を考慮してコンクリート製とする。ターミナルビルの構造は最も一般的で経済的なコンクリート杭基礎、コンクリート柱、梁、スラブとする。

d) 工事費積算

事業費は、新港建設費と既存港の再開発費を別々に算出する。事業費内訳は、土木・建築・設備工事費、港湾荷役機械費、設計業務費、施工管理業務費、用地費及び事務経費から構成される。新港計画(図 6)及び既存港再開発計画(図 13)に基づき工事数量を計算し最新の単価を使用して工事費の積算を行う。土地取得に関しては最近の公共事業における取得単価を参考に算出する。

e) 環境・社会配慮

環境・社会配慮の検討では、新港建設において浚渫土の海洋投棄が発生することから海洋汚染が問題とならないようシルトプロテクターの設置を義務付ける。また小規模なマングローブについても DENR の指示に基づき伐採以上の本数のマングローブの植林を考慮する。

3) 計画の妥当性評価

計画の妥当性評価のために、以下の検討を行う。

a) 官民の投資分担の検討

フィリピンでは基幹施設は公共で、運営管理は民間で行うのが一般的である。本調査においては、事業費を可能な限り縮小した上で、申請業務の必要な埋立や建設費の高い岸壁、舗装等の基幹施設は公共で実施するものとするが、一方で民間にも投資や運営上影響ない範囲で最大限の負担を考えるものとする。最終案を決定するためケーススタディーを実施する。

b) 実施スケジュールの検討

上記官民の投資分担を考慮したうえで公共、民間別に、実施スケジュールを検討するものとし、工事完了・運営開始の時期については需要予測に基づいて決定する。

c) 予備的な財務分析

公共と民間の負担施設のケーススタディーも含め事業実施可能性について検討する。

d) 予備的な経済分析

事業を実施する場合と実施しない場合の経済効果を比較する経済分析を行う。

4) 計画実施に向けた提案

上記の検討結果を基に、以下の提案を行う。

a) 事業採算性検討による適切な官民投資分担

財務分析の結果から、適切な官民投資分担を提案する。

b) 日本の ODA 資金活用の可能性

日本の ODA 資金活用の可能性に関して、金額や投資対象について提案する。

(3) プロジェクトの概要

近年のセブ既存港の混雑及び既存港のコンテナバースの水深不足に対応するために大水深のセブコンテナ新港を建設する。既存港においては移転したコンテナ跡地を含めた既存港の再開発計画を実施するものである。セブ新港のプロジェクト内容は既存港から約 10km 北のコンソラシオンの海上に外貿コンテナ岸壁、コンテナターミナル、港湾関連施設を建設し、既存港においては岸壁拡張、浮棧橋、内貿コンテナ施設整備、ターミナルビルの整備を行う。

1) 事業総額

プロジェクト事業費は、コンテナ新港及び既存港の再開発費をそれぞれ算出した。

また、プロジェクト事業費は、土木・建築・設備工事費、港湾荷役機械費、設計業務費、施工管理業務費、用地費及び事務経費から構成されている。

a) コンテナ新港の事業費

表2 コンテナ新港の事業費

単位(1,000ペソ)

工種	内貨	外貨	合計	摘要
1 コンテナターミナル土木工事	1,024,195	2,302,518	3,326,713	
2 土木設備	129,286	213,243	342,530	
3 建築関係	48,909	83,453	132,362	
4 取付道路	129,827	241,107	370,934	
5 船舶安全設備	1,637	128,748	130,385	
6 荷役機械	269,103	2,421,926	2,691,029	オペレーター支給
7 その他	30,975	-	30,975	
建設工事合計	1,633,932	5,390,995	7,024,927	
8 コンサルタント費(技術費)	147,523	344,221	491,745	
合計(1 to 8)	1,781,455	5,735,217	7,516,672	
事務費・税金				
9 PMO 管理費	105,374		105,374	
10 CPA 税・使用料(資機材の3%)	21,075		21,075	
11 オペレーター 税・使用料	52,687		52,687	
12 予備費	105,374	245,872	351,246	
13 CPA消費税(合計の12%)	842,991		842,991	
14 オペレーター消費税	231,823		231,823	
合計(9 to 14)	1,359,323	245,872	1,605,196	
総合計	3,140,779	5,981,089	9,121,868	総合計164.2億円

(為替レート: 1ペソ=1.8円、1ドル=42.8ペソ)

(出典: 調査団作成)

b) 既存港

表 3 既存港再開発の事業費

単位 (1,000ペソ)

	工種	内貨	外貨	合計	摘要
1	岸壁拡張 (幅10m)	36,980	147,920	184,900	
2	浮棧橋	39,527	158,108	197,635	
3	コンテナヤード	11,479	17,218	28,697	
4	ターミナルビル	53,853	80,780	134,633	
5	ビル解体工事	1,238	310	1,548	
6	その他	7,786	21,163	28,949	
	建設工事合計	150,863	425,499	576,362	
8	コンサルタント費 (技術費)	17,291	40,345	57,636	
	合計 (1 to 8)	168,154	465,844	633,998	
	事務費・税金				
9	PMO 管理費	8,645		8,645	
10	CPA 税・使用料 (資機材の3%)	865		865	
11	オペレーター 税・使用料	2,161		2,161	
12	予備費	8,645	20,173	28,818	
13	CPA消費税 (合計の12%)	69,163		69,163	
14	オペレーター消費税	9,510		9,510	
	合計 (9 to 14)	99,000	20,200	119,162	
	総合計	267,154	486,044	753,160	総合計13.6億円

(為替レート：1ペソ=1.8円、1ドル=42.8ペソ)

(出典：調査団作成)

2) 予備的な財務・経済分析の結果概要

a) セブ新港

a)-1 プロジェクトの財務的評価

- ・ FIRR (基本ケース)の結果：全体プロジェクト 8.98%、CPA 4.34%、オペレーター 18.01%
- ・ 感度分析

費用が増加する場合 (ケース I)、収入が減少する場合 (ケース II)、及び両者が同時に起こる最悪のシナリオ (ケース III) の合計 6 ケースについて感度分析を行った。下表 4 に示すように、全体プロジェクトでみると、費用・収入が 10%変動の場合には、ケース順に 7.62%、7.48%、6.13%である。

表4 プロジェクトの財務的評価

ケース I	費用が 10% 増加			費用が 20% 増加		
	全体プロジェクト	CPA	オペレーター	全体プロジェクト	CPA	オペレーター
	7.62%	3.51%	15.61%	6.39%	2.76%	13.48%
ケース II	収入が 10% 減少			収入が 20% 減少		
	全体プロジェクト	CPA	オペレーター	全体プロジェクト	CPA	オペレーター
	7.48%	3.42%	15.36%	5.81%	2.41%	12.48%
ケース III	費用10%増加 且つ 収入10%減少			費用20%増加 且つ 収入20%減少		
	全体プロジェクト	CPA	オペレーター	全体プロジェクト	CPA	オペレーター
	6.13%	2.60%	13.03%	3.16%	適用不可	7.98%

(出典：調査団作成)

プロジェクトの実施主体ごとの資金調達計画から算出される加重平均利子率 (WACC) を割引率として純現在価値を求めると、CPA プロジェクトは 20 億 8,700 万ペソ (割引率 2.16% の場合)、オペレーター・プロジェクトは 33 億 6,600 万ペソ (割引率 6.43% の場合) である。また、同じ割引率での B/C 比は CPA プロジェクトで 1.29、オペレーター・プロジェクトで 1.59 と算定される。

a)-2 プロジェクトの経済的評価

- ・ EIRR (基本ケース) の結果 : 20.02%
- ・ 感度分析

セブ新港プロジェクトは、下表 5 に示すように、費用が 20% 増加し便益が 20% 減少する最悪のケースを除いて、各ケースにおいて 15% 以上の EIRR を確保できる。

表5 プロジェクトの経済的評価

ケース I	費用が10%増加	費用が20%増加
	18.03%	16.32%
ケース II	便益が10%減少	便益が20%減少
	17.82%	15.55%
ケース III	費用が10%増加 且つ 便益が10%減少	費用が20%増加 且つ 便益が20%減少
	15.97%	12.36%

(出典：調査団作成)

社会的割引率を 15% と仮定すると、ベースケースにおいて費用便益比 (B/C) は 1.29 となる。一方、プロジェクトの純現在価値は、18 億 6,000 万ペソである。

b) 既存港

b)-1 プロジェクトの財務的評価

- ・ FIRR (基本ケース) の結果 : 5.81%
- ・ 感度分析

セブ新港と同様に6ケースについて感度分析を行った。費用・収入が10%変動の場合には、ケース順にFIRRは4.86%、4.76%、3.81%である。

表6 プロジェクトの財務的評価

ケースⅠ	費用が10%増加	費用が20%増加
	4.86%	4.00%
ケースⅡ	収入が10%減少	収入が20%減少
	4.76%	3.59%
ケースⅢ	費用が10%増加且つ収入が10%減少	費用が20%増加且つ収入が20%減少
	3.81%	適用不可

(出典：調査団作成)

加重平均利子率(WACC)を7.0%と仮定して既存港再開発プロジェクトの純現在価値(NPV)を求めると、NPV=-8,500万ペソ、B/C比=0.89と算定される。

b)-2 プロジェクトの経済的評価

- ・ EIRR(基本ケース)の結果：20.97%
- ・ 感度分析

既存港再開発プロジェクトは、下表7に示すように、最悪のケースを除いて、各ケースとも15%以上のEIRRを確保できる。

表7 プロジェクトの経済的評価

ケースⅠ	費用が10%増加	費用が20%増加
	19.18%	17.65%
ケースⅡ	便益が10%減少	便益が20%減少
	19.00%	16.96%
ケースⅢ	費用が10%増加 且つ 便益が10%減少	費用が20%増加 且つ 便益が20%減少
	17.34%	14.09%

(出典：調査団作成)

社会的割引率を15%と仮定すると、ベースケースにおいて費用便益比(B/C)は1.24となる。一方、プロジェクトの純現在価値は、1億500万ペソである。

セブ新港プロジェクトは、基本ケースのほか最悪シナリオを除く各ケースとも、概ね良好なFIRR、EIRR値を得ている。一方、既存港の再開発プロジェクトについては高いEIRRが得られるが、FIRRについては市中銀行からの借入金利よりも下回る可能性がある。ただし、CPAの用地がリースではなく商業用に売却される場合にはFIRRは大幅に好転する。また、ODA等により低利のプロジェクト資金が確保されれば、この問題は解消される。これらのことか、両プロジェクトは、財務的に、経済的に妥当性があると判断される。

3) 環境社会的側面の検討

3)-1 概要

本調査では既存港の北方約 10km に建設するセブ新港と既存港の再開発に関わる環境社会影響の検討を対象とする。

水質： 溶存酸素量、生化学的酸素要求量は新港、既存港共に DENR の基準を超えている。新港ではカドニウム、既存港では砒素が基準を超えている。その他の重金属は両港とも基準を下回るが大腸菌は高いレベルで検出されており下水道の未整備、廃棄物投棄が原因と見られる。

底質： DENR の基準はないが鉛汚染が深刻で日本の環境庁の基準の 10 倍を超える値である。それ以外の重金属の汚染は低レベルである。化学的酸素要求量は両港とも高い数値である。

大気、騒音： 大気指標のレベルは DENR の基準を下回り比較的良好である。

海洋生態系： 両港地域には魚類の餌となる海洋植物や底生生物が少ないため少数の漁民が小魚を採取している程度である。マングローブは海岸線には小規模に生息しているが海岸線から離れた今回の埋立地周辺には疎らに点在する程度である。サンゴは既存港周辺で数種確認されコンソラシオンでは軟体動物が数種観察されるが藻類の絶滅や絶滅危惧種は発見されていない。

開発規模は下記の通りである。

新港： 約 23ha の埋立、450m の岸壁、16,000 m² の浚渫、600m のアクセス道路

既存港： 270m の浮棧橋、4,800 m² の旅客ターミナル、4,000 m² ヤード、8.5ha の民活によるビジネスセンター

3)-2 プロジェクト実施に伴う環境改善効果

セブ新港と既存港再開発の実施に伴って、以下のような環境改善効果が考えられる。

- ・ 新港建設による船舶の大型化によって、コンテナ貨物 1 TEU 当りの CO₂ 排出の削減が進む。新港に移転することによりマクタン島からのコンテナのアクセスが短縮され既存港周辺の渋滞を緩和することができる。（環境面での改善）
- ・ 新港建設及び既存港の再開発に伴い、取扱貨物量が増加することによる地域振興及び背後圏の軽工業化が進むことが想定され、更なる雇用の創出、地域経済の発展が期待される（社会環境面での改善）

3)-3 プロジェクトの実施に伴う環境社会面への影響

新港及び既存港再開発プロジェクトに関する環境社会面への影響は概ね肯定的である。

各港の特記すべき環境社会面での影響は下記の通りである。

[新港]

建設工事実施前に必要な取付道路用の土地取得はコンソラシオン地域の土地価格に影響を与える可能性はあるが取得面積が少ないことやコンソラシオン町の中心部でないことを考慮すれば他の道路建設等に比較して限定的と考えられる。

埋立てにより小規模漁業に対する影響は避けられないが、少数漁民による生産性の低い漁業であるので

影響は限定的である。

新港開発後の効果は土地の価値の上昇、雇用、家計収入の増加、経済成長、港湾能力の強化・効率改善、女性や子供の福祉等に与える効果が考えられる。すべての効果は、短期・長期の範囲で変更する可能性がある。

[既存港]

重要な影響は、港湾庁がセブ港で取り扱う貨物と旅客に対して効率良い港湾サービスを提供できることである。再開発稼働後は、事業余地やリクレーションの空間を増やし提供するという効果も期待できる。更には、雇用や住宅の増加、港湾庁の資金源の改善、労働者の生活水準向上、事業と観光業の増加等も含まれる。

3)-4 プロジェクトの実現のために当該国が成すべき事柄

a) 新港

- ・ セブ新港は新規の港であるため、環境天然資源庁の指針によれば環境影響評価書が必要となる。
- ・ 港湾施設へのアクセス道路の道路用地収用が必要である。用地の取得にあたっては公共道路事業省（DPWH）が計画しているセブ北部沿岸道路やコンソアシオン町との調整が必要となる。
- ・ EIA には新港埋め立て、開発の提案者の法的証拠書類、環境天然資源省土地管理局から発行される特別土地権利書の添付が必要になると共に、コンテナポートゾーンとしてプロジェクト用地の指定のための大統領府への申請が必要となる。
- ・ セブ港湾庁は、港湾用地収用、開発の許可を得るため、環境天然資源省の地方天然資源局（PENRO）及び保護地域も含む部分で、地域の環境天然資源局（CENRO）や環境天然資源省第7行政区の野生生物沿岸管理サービスとの調整・協議が必要である。
- ・ コンソアシオンの沖での埋め立てを実施するにあたりフィリピン干拓局とも調整が必要である。
- ・ 港湾建設の浚渫土等の計画・許可廃棄場所の確認のため、環境天然資源省とフィリピン沿岸警備の第7行政区と調整することが必要である。

b) セブ既存港再開発

既存港再開発プロジェクトは既存港湾施設の再開発であるため、環境天然資源庁の指針によれば環境影響評価は既設施設の拡張/変更を対象とするため環境管理実施計画（EPRMP）と見做すことができるのでEPRMPのガイドライン、フォーマットに従った申請が必要となる。

(4) 実施スケジュール

1) セブ新港

本調査後、フィリピン政府によるプロジェクトの承認後ソフトローンの調達、コンサルタント雇用、詳細設計及び入札図書作成、建設業者選定、建設工事の順で事業は実施予定である。設計・入札図書作成、ターミナル建設工事、オペレーターによる荷役機械組立・設置はそれぞれ1年、2.5年、1年を予定している。

表8 セブコンテナ新港実施スケジュール (PPP スキームを活用した計画)

工種	月数	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
セブコンテナ新港建設									
1 CPA実施内容									
(1) METIによる「セブ新港及び既存港再開発事業調査」	6								
(2) 運輸通信省から経済開発庁へ「セブコンテナ新港開発計画」申請書提出	3								
(3) CPAによる環境評価書の作成及び承認	3								
(4) 資金調達及びローン申請	12								
(5) コンサルタント選定	3								
(6) 詳細設計、資格審査図書、入札図書作成	12								
(7) 建設業者選定のための資格審査	3								
(8) 建設業者入札及び審査	6								
(9) 契約ネゴ及び契約調印	3								
(10) 建設工事内容	30								
1) 浚渫	4								
2) コンテナ岸壁	18								
3) 護岸	12								
4) 埋立	12								
5) 道路及び舗装	15								
6) 建築	10								
7) 土木設備（給排水、給電）	12								
8) 取付道路	18								
2 オペレーター選定									
(1) セブ新港計画の公式承認									
1) PPPスキームによるプロジェクト申請書作成	3								
2) CPA 理事会による審査、承認	3								
(2) オペレーター選定									
1) 資格審査及び入札図書作成	6								
2) 資格審査及び承認	4								
3) オペレーター入札	8								
4) オペレーター契約ネゴ及び契約調印	5								
(3) 荷役機械の製作、設置									
1) 荷役機械設計	3								
2) 荷役機械組み立て、設置	12								
3) 付帯設備及び操業開始準備	6								
3 コンテナターミナル操業開始									

(出典：調査団作成)

2) 既存港

本調査後、フィリピン政府によるプロジェクトの承認後、資金の調達、コンサルタント雇用、詳細設計及び入札図書作成、建設業者選定、建設工事の順で事業は実施予定である。設計・入札図書作成、港湾建設工事、ビジネス・コマーシャルセンター建設はそれぞれ8カ月、15カ月、2年を予定している。

表9 セブ既存港実施スケジュール (PPP スキームを活用した計画)

工種	月数	2011	2012	2013	2014 to 2017	2018	2019	2020	2021
セブ既存港再開発									
1 CPA実施内容									
(1) METIによる「セブ新港及び既存港再開発事業調査」	6								
(2) 運輸通信省から経済開発庁へ「セブ既存港再開発計画」申請書提出	3								
(3) CPAによる環境評価書の作成及び承認	3								
(4) 資金調達及びローン申請	12								
(5) コンサルタント選定	3								
(6) 詳細設計、資格審査図書、入札図書作成	8								
(7) 建設業者選定のための資格審査	3								
(8) 建設業者入札及び審査	4								
(9) 契約ネゴ及び契約調印	3								
(10) 建設工事内容	15								
1) 旅客ターミナル撤去	4								
2) 岸壁拡張 (幅=10m)	10								
3) 浮桟橋製作、設置 (45m×15m)	12								
4) コンテナヤード	4								
5) 旅客ターミナル (3 階建)	10								
2 PPPスキームによる投資家の選定									
(1) PPPスキームの公式承認									
1) PPPスキームによるプロジェクト申請書作成	3								
2) CPA 理事会による審査、承認	3								
(2) PPPスキームによる投資家選定									
1) 資格審査及び入札図書作成	3								
2) 資格審査及び承認	3								
3) 投資家の入札	4								
4) 投資家の契約ネゴ及び契約調印	3								
(3) ビジネス・コマースセンター建設	24								
3 再開発計画操業開始									

(出典：調査団作成)

(5) 実施に関するフィージビリティ

セブ新港及び既存港の再開発プロジェクトを、財務・経済、工学技術、実施機関の実施能力及び我が国企業の優位性の各視点を統括して評価する。

1) セブ新港

- 基本ケースについてみると、CPA 投資部分及びオペレーター投資部分とも、FIRR は資金調達金利を超えることが予測され、財務的には健全なプロジェクトと評価される。国民経済的にも EIRR は約 20% と推定され、フィリピン政府 (NEDA) で採用されているカットオフ・レートの 15%を超えるため、実施妥当なプロジェクトと言える。また、市中銀行からの借入を仮定したターミナルオペレーターのキャッシュフローにおいても 2018 年の開港から 2 年はマイナスであるがその後はプラスに転じプラスを累積する。以上により新港は経済財務的にフィージブルであると判断できる。
- 2002 年の JICA 調査において新港の候補地を 5 カ所選定し比較検討を行っている。本調査ではこれら候補地について具体的な港湾計画を実施し主要な施設である岸壁、埋立、浚渫、防波堤の数量を算定し概略コスト比較を行った。検討結果によればコンソラシオンが最も経済的で既存港とのアクセス、将来の拡張、セブ空港との整合性、環境配慮の点でも問題ないことが確認できた。
- 既存港の港湾機能は国際貨物 (コンテナ、バルク、一般貨物)、国内貨物 (コンテナ、フェリー、RoRo) 及び国内旅客である。これらの機能の内 PPP 事業として採算性の最も高い国際コンテナを最初に移転すべきである。さらに国際コンテナの伸び率予測は 5.5%/年で他の開発港の事例と比較し必ずしも高い伸びではないことから民間投資企業 (オペレーター) の採算性を確保するため公共 (CPA) の投資部分の割合を高め設定することも必要である。
- 新港の開港時期は既存港の能力が限界に達する時期とすべきである。既存港の最大取扱量能力が 30 万 TEU である。新港の取扱量は荷役機械の段階的調達を考慮し効率・採算性に重点を置く計画とする。
- 実施機関である CPA は 1992 年に PPA から分離独立し DOTC 管理下でセブ州内の港湾の運営管理を担っている。CPA は財政的には健全でありプロジェクト実施時には新たに専任の PMO を組織する。PPP スキームによるプロジェクトの経験はないので財務・法律の専門家を雇用する必要がある。

2) 既存港

- 基本ケースについてみると、FIRR は 5.81%と推定され、民間銀行からの借入金利を下回ることが予測される。しかしながら、ODA 等による公的資金や CPA の内部留保金を活用することができれば予測される FIRR は借入金利を上回ることとなる。また、国民経済的にはこのプロジェクトの EIRR は約 20%と推定され、フィリピン政府 (NEDA) で採用されているカットオフ・レートの 15%を超える実施

妥当なプロジェクトと評価される。国庫銀行からの借入を仮定したキャッシュフローを検討したが殆どの期間でマイナスとなり赤字が累積する。これらの対応として港湾用地の売却またはリースが考えられるが慎重な追加検討が必要である。

- ・ 外貿コンテナの新港移動に伴い発生する跡地利用による既存港の混雑度緩和を考慮した2020年をターゲットとした計画を立案する。計画手法は背後地が狭いため貨物は港外から直接搬出・搬入されるものとし岸壁能力の指標である岸壁占有率を基に計画する。
- ・ 既存港の再開発を単体のプロジェクトとして捉えた場合、外貿コンテナの新港移転により収入が無くなるため、プロジェクトの採算性を向上させるため新設する施設の経済性や代替の収入源を探ることが必要となる。
- ・ 2030年中期計画は既存港の能力が限界に達する時点で港湾機能の一部を順次新港に移転する。港湾関係者によれば貨物ターミナルは最終的にセブ市郊外の新港へ移転することを提案している。

以上のことから、セブ新港及び既存港の両プロジェクトとも、財務、経済、技術、環境社会面において実施妥当なプロジェクトと評価される。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

2) 技術面での優位性

(新港)

新港のターミナルオペレーションに日本企業が参加する可能性は、日本企業が最近ベトナムやインドネシアにおいて効率よく満足のいくオペレーションを行っている例からも参加の可能性が期待できる。日本の建設会社や製造業は国際的な競争入札の知識を有しているので新港のコンテナターミナル建設に参画することが期待できる。

(既存港)

日本のコンサルタントは我が国港湾の再開発計画に対し豊富な経験を有しているため既存港の再開発計画の調査・計画に参加できる可能性がある。また 2030 年以降の大規模商業／観光エリアに転換できる開発計画に日本企業も感心を示している。

(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

1) 実施までのスケジュール

PPPスキームの工程は下記の段階により進められる。マスタープランで実施されるプロジェクトは開始から完了まで4段階に分割される。第1段階が計画立案、第2段階がF/S検討、第3段階が調達、第4段階が管理である。

段階1：PPPスキームプロジェクトの計画と選定

- ・ CPAは、本調査の調査結果を精査し最終マスタープラン（案）を認可する
- ・ CPAはマスタープラン（案）に基づきPPPスキームで実施されるプロジェクトコンポーネントを識別し選択する
- ・ CPAは、政府による事業認可に関する決議を経てPPPスキームを許可する。

段階2：PPPスキームの本格フィージビリティ調査の準備

- ・ CPAは、本格フィージビリティスタディによる提言、勧告、提案をレビューする
- ・ CPAは、本格フィージビリティスタディによる査定・評価、事業実施の熟度、官民分担の責任分野の範囲と費用、CPAと民間コンセッションネアに対する事業の財務収益、需要予測、運営の実施計画をチェック、確認する。
- ・ CPAは、2002年JICA調査のEIAの現地調査を更新しセブ州の州環境局から事業実施に必要なEIAの承認を取得するためEIAを作成する。

段階3：民間投資家、ターミナルオペレーターの調達

- ・ CPAはターミナルオペレーター調達に必要な書類、事前資格審査書類、入札書類、ドラフトのパートナーシップ契約文書、PQ及び入札の評価基準等をDOTC、MOFとPPP事業に責任ある機関と連携して作成する。
- ・ CPAの責任で整備する事業のコンポーネントに必要な資金調達を行う。
- ・ PPPプロジェクト実施に経験あるプロジェクトコンサルタントを雇用し詳細設計を行う。また建設工事を行う請負業者を選定する。

段階4：パートナーシッププロジェクトの実施と管理

- ・ パートナーシップ契約の実施管理計画の作成
- ・ CPAは、フィリピン政府のパートナーシッププロジェクト担当機関に管理活動の結果を定期的に報告する
- ・ CPAのPPPスキーム事業管理課は、下記の建設前段階のビジネスエンティティによる予備的な要求事

項の履行を監視・管理する。

- パートナースHIPプロジェクトの出来高を管理し、商用運営をモニターする。
- 施工段階における建設工事から生じるさまざまな問題を管理する。
- パートナースHIP契約の満了になる段階で資産の評価と管理をする。

2) PPP スキームの事業におけるリスク

インフラ整備のための PPP プロジェクトにおけるリスクの種類は、“政治的リスク”、“プロジェクトパフォーマンスのリスク”と“需要リスク”に分類される。本プロジェクトにおけるリスクとその対応を列挙すると下記の通りである。

- NEDA 及び財務省による国家開発事業の実施の優先順位と評価：DOTC、CPA は事業の採算性、資金調達、環境社会影響等精査し十分な準備を行うことが重要である。
- 政治的リスク：政府と企業との間でリスク分担のスキームを作成しそれに基づき、資産所有者/ビジネス企業への補償の提供等で対応する。
- 需要予測の減少：政府によって保証された最少の総収益よりも需要が減収になった場合、財務的またはコンセッション期間延長他の補償を検討する。
- 用地取得の遅延、土地価格の高騰：CPA の公共側が負担をする。
- 合意した施設供用と運営開始の遅延、料金設定の遅れ：コンセッションの期間延長他を検討する。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

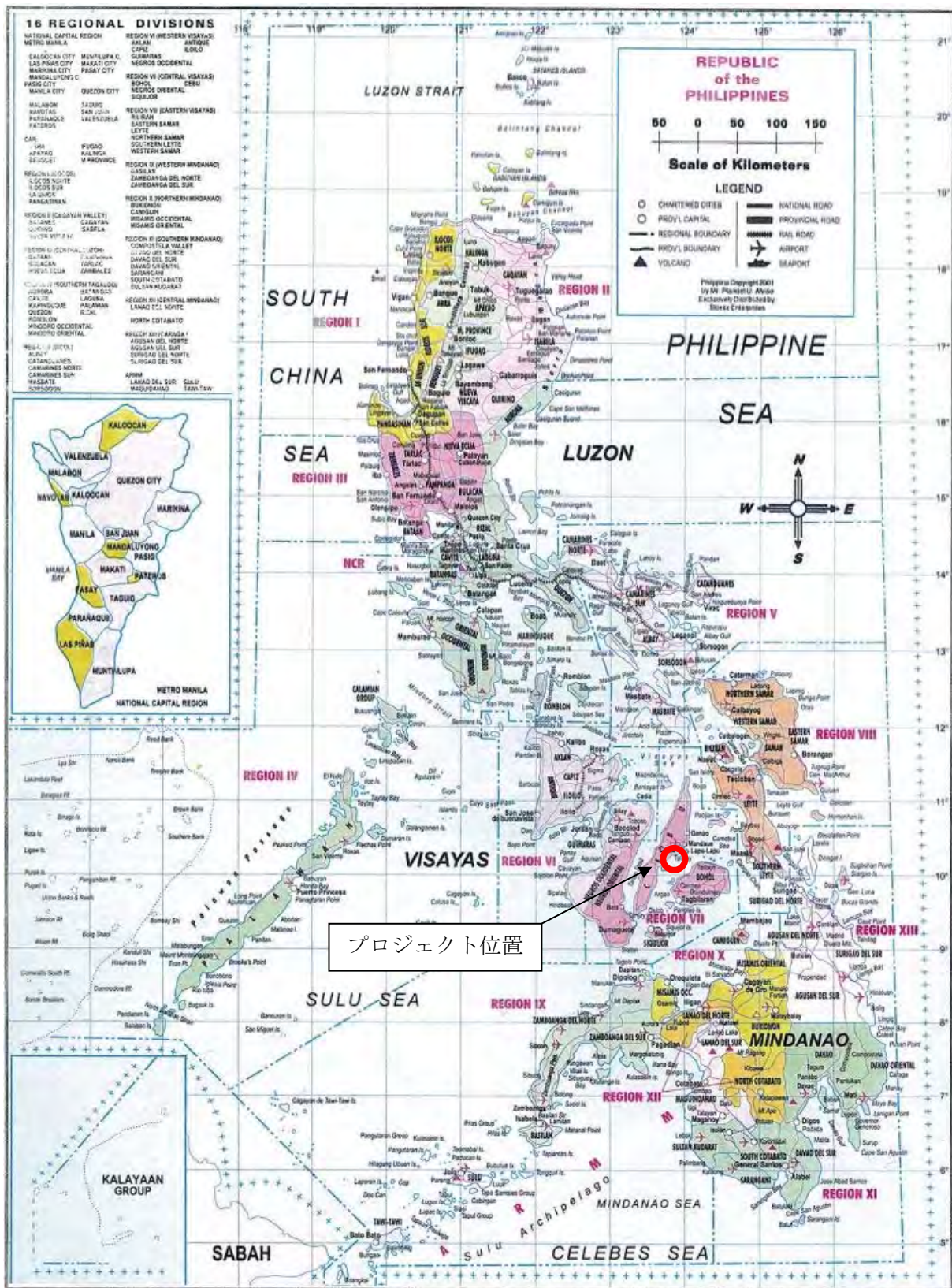


図 18 調査対象位置図

(出典：調査団作成)

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

マレーシア・太陽光発電事業調査

報告書要約

平成 2 4 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：日本工営株
オリックス株

(1) プロジェクトの背景・必要性等

①再生可能エネルギー政策

マレーシアの電力供給産業の開発は、「国家エネルギー政策：National Energy Policy（1979年）」、「4燃料多角化戦略：Four Fuel Diversification Policy（1981年）」及び「第5燃料政策：（2001年）」によって方向づけられている。

再生可能エネルギーは、「第8次マレーシア計画：Eighth Malaysian Plan（2001-2005）」において新たに策定された第5燃料政策の中で、5番目のエネルギーとして位置づけられた。第8次マレーシア計画による再生可能エネルギーの開発は、同計画の最終年である2005年までに国の電力需要の5%（500MW）を占めることを目標とされた。しかしながら、2005年12月時点で再生可能エネルギーによる発電供給量は0.12%（12MW）に過ぎなかった。

そこで、マレーシア政府は「第9次マレーシア計画：Ninth Malaysian Plan（2006-2010）」において、第5燃料政策の継続及び再生可能エネルギーのさらなる開発促進ための政策を掲げた。第9次マレーシア計画では、再生可能エネルギーの開発は、2010年までに350MWの導入を目標とされた。しかしながら、2010年末までに系統に連系された再生可能エネルギーによる発電供給量は62.3MWであった。

このような状況において、マレーシア政府はより積極的な再生可能エネルギー開発のための基礎となる「国家再生可能エネルギー政策及び行動計画（National Renewable Energy Policy and Action Plan：NREPAP）」を2010年4月に承認した。

第10次マレーシア計画（2011-2015）においては、再生可能エネルギー投資に対するインセンティブの強化、2015年までに再生可能エネルギーを985MWに引き上げる目標を掲げている。

表S-1 再生可能エネルギー導入目標

年	全再生可能エネルギー (MW)	再生可能エネルギーの容量割合	再生可能エネルギーの年間発電量 (GWh)	再生可能エネルギーの発電量割合	年間CO ₂ 削減量 (t-CO ₂)
2015	985	6%	5,385	5%	3,715,415
2020	2,080	11%	11,246	9%	7,759,474
2030	4,000	17%	17,232	12%	11,889,887
2050	21,370	73%	44,208	24%	30,503,589

出典：国家再生可能エネルギー政策及び行動計画を基に調査団作成

2011年4月には、再生可能エネルギーによる発電の固定価格買取（Feed-in Tariff：FiT）制度の導入を盛り込んだ「再生可能エネルギー法案（Renewable Energy Act 2011）」を可決し、

2011年12月から固定価格買取制度の導入及び再生可能エネルギーの政府系ファンドの設立が実施された。

②プロジェクトの範囲

計画するプロジェクトは、固定買取価格制度の下で、10MW 相当規模の太陽光発電設備を建設、運営し、発電した電力を全量配電公社（Distribution Licensee : DL）へ売電する民間事業である。

発電事業を行うための特別目的会社（Special Purpose Company : SPC）を設立し、その特別目的会社が、行うべき事項は以下の通りである。

- a. 発電所サイトの土地の確保（土地使用に関する土地所有者からの同意書）
- b. 事業計画、資金調達計画、設備設計
- c. 系統連系する配電公社による系統解析
- d. 地元政府機関への届け出
- e. 持続可能エネルギー開発庁への固定価格買取制度事業者の承認申請
- f. 配電公社との再生可能エネルギー電力売買協定書の締結
- g. エネルギー委員会への発電事業ライセンスの取得申請
- h. 資金調達
- i. 機器の調達、据付、運転確認試験
- j. 発電設備の運営、維持、管理

③現状分析、将来予測など

太陽光発電システムは他の発電システムと比較し、故障が少なく、メンテナンスフリーに近い。また、マレーシアでは年間を通して、比較的安定的な日射量が確保できるため、発電事業者のリスクも、他の発電システムと比較して少ないと言える。太陽光発電による買取価格は決して高いとは言えないが、全体の建設コストを安価に抑えることができれば、十分採算の取れる事業となる。

一方、2011年12月から申請受付が開始された固定価格買取制度事業者登録では、太陽光発電事業者への申請が全申請の90%以上、総発電量が140MWを超え、受け付け開始から数時間で、2014年上期までの割り当て分が締め切られた。今後、事業者の審査が行われ、承認されなかった事業者の申請分が再度割り当てられることになっている。また、2014年下期以降の割り当て量は、現時点では発表されていない。

固定価格買取制度の下でマレーシア政府が計画している太陽光発電の導入目標量は、2020年に190MWとしており、割当を大きく上回るほどの申請の多さから、1申請に対して5MWの容量制限が新ルールとして2011年12月末から導入された。

④プロジェクト実施による効果・影響

本プロジェクトの実施により、以下のような効果が期待できる。

a. 環境改善（二酸化炭素排出量削減）効果

システム出力1 MWの太陽光発電設備による計画地での年間の発電量は約1,300MWhとなる。マレー半島の電力系統の排出係数は0.672 (t-CO₂/MWh)であることから、太陽光発電設備1 MWにより、年間873.6t-CO₂の二酸化炭素排出削減量が見込まれる。

b. 日本メーカーの市場参入

日本企業がプロジェクトへ直接参加することにより、日本からの投資促進に繋がる。また、日本の太陽光発電設備関連メーカーも本プロジェクトへの関心を持っており、機器の提供に限らず、システムインテグレータとしての参画、あるいはプロジェクトへの直接参加も検討している。特に、太陽光モジュールメーカーは、市場でのモジュール価格の低下に苦しんでいる。単純な製品販売のビジネスモデルでは事業継続が困難になるとの危機認識を持っている。このため、発電事業への参入方針を持っている太陽光モジュールメーカーも多い。太陽光モジュールメーカーが直接プロジェクトに参加する場合、太陽光モジュールのコスト部分をプロジェクトへの投資とする参加形態が最も分かりやすく、実施、その可能性も高い。太陽光発電プロジェクトでは、一般にプロジェクトコストの約6割を太陽光モジュールのコストが占める。したがって、太陽光モジュールメーカーが直接参加した場合、日本メーカーの投資比率が高く、日本製品の採用比率の高いプロジェクトとなり得る。

（2）プロジェクトの内容決定に関する基本方針

今回のプロジェクトの内容決定の基本方針は、最初は小さい規模のプロジェクトを実施し、状況を確認しつつ、大きな規模のプロジェクトを実施するというものである。したがって、本調査では、最初に実施する小規模プロジェクトの発電容量を1 MWとし、1 MW設備の計画を中心に計画策定を行う。その後導入する規模を10 MWとする。

1 MW 太陽光発電システムの概要は以下の通り。

- | | |
|------------------|--|
| (a) システム出力： | 1.0 MW |
| (b) システム連系方法： | 11 kV 配電線 1 回線 |
| (c) パワーコンディショナー： | 複数台設置（日本製の場合） |
| (d) 架台基礎： | 亜鉛めっきした構造用炭素鋼鋼管から成る足場用単管（以下、亜鉛めっき単管）を用いた杭基礎（コンクリート根巻き） |
| (e) 架台： | 亜鉛めっき単管製 |
| (f) 昇圧変圧器： | 0.4/11 kV, 3 phase, 500 kVA×2 台 |
| (g) コントロールハウス： | 鉄筋コンクリート造り 1 階建 |
| (h) 気象観測装置： | 日射量、気温、モジュール温度 |
| (i) データ収集・通信装置： | 気象及び電力データ収集・携帯電話網によるデータ通信 |

10 MW 太陽光発電システムの概要は以下の通り。

- | | |
|------------------|-----------------------------------|
| (a) システム出力： | 10.0 MW |
| (b) システム連系方法： | 33 kV 配電線 2 回線 |
| (c) パワーコンディショナー： | 1 MW×10 台 |
| (d) 架台基礎： | 亜鉛めっき単管を用いた杭基礎（コンクリート根巻き）または水上設置型 |
| (e) 架台： | 亜鉛めっき単管製 |
| (f) 昇圧変圧器： | 0.4/33 kV, 3 phase, 5 MVA×2 台 |
| (g) コントロールハウス： | 鉄筋コンクリート造り 2 階建 |
| (h) 気象観測装置： | 日射量、気温、モジュール温度 |
| (i) データ収集・通信装置： | 気象及び電力データ収集・携帯電話網によるデータ通信 |

(3) プロジェクトの概要

①事業総額

事業費総額は、2億 6,300 万円（1 MW システム）から 23 億 1,000 万円（10MW システム）となる。

1 MW システムの事業費内訳を示す。

表 S-2 1 MW システムの事業費内訳

	見積・想定単価 単位 単価	1 MWシステム(単位: RM) 金額小計 (割合)	
【機材・工事費等】			
a	太陽光モジュール RM/ワット 4.84	4,840,000	45.01%
b	パワーコンディショナ RM/キロワット 1,030	1,030,000	9.58%
c	太陽光モジュール架台 RM/キロワット 2,122	2,122,000	19.74%
d	その他機器 RM/キロワット 866	866,000	8.05%
e	土木建築・機材等据付工事費 RM/キロワット 586	586,000	5.45%
f	その他工事・手続き費用 a~eの合計額の10%	944,000	8.78%
g	予備費 e,fの合計額の10%	153,000	1.42%
h	技術サービス等費用 a~gの合計額の2%	211,000	1.96%
合計		10,752,000	リンギット
		(日本円換算 263,323,000 円)	
		(米国ドル換算 3,382,000 ドル)	
【年間O&Mコスト】			
i	点検(月次・年次等)費用	30,000	
j	機材修理・交換費用積立 a,c,dの合計額の0.5% + bの3%	70,000	
合計		100,000	リンギット/年
		(日本円換算 2,449,000 円)	
		(米国ドル換算 31,000 ドル)	

それぞれの金額小計においてRM 1,000単位に四捨五入している。

日本円換算は1,000円、米国ドル換算は1,000ドル単位に四捨五入している。

出典：調査団作成

10MW システムの事業費内訳を示す。

表 S-3 10MW システムの事業費内訳

	見積・想定単価 単位 単価	10 MWシステム(単位: RM) 金額小計 (割合)	
【機材・工事費等】			
a	太陽光モジュール RM/ワット 4.60	46,000,000	48.81%
b	パワーコンディショナ RM/キロワット 979	9,790,000	10.39%
c	太陽光モジュール架台 RM/キロワット 1,910	19,100,000	20.27%
d	その他機器 RM/キロワット 779	7,790,000	8.27%
e	土木建築・機材等据付工事費 RM/キロワット 527	5,270,000	5.59%
f	その他工事・手続き費用 a~eの合計額の5%	4,398,000	4.67%
g	予備費 e~fの合計額の10%	967,000	1.03%
h	技術サービス等費用 a~gの合計額の1%	933,000	0.99%
合計		94,248,000	リンギット
		(日本円換算 2,308,190,000 円)	
		(米国ドル換算 29,647,000 ドル)	
【年間O&Mコスト】			
i	点検(月次・年次等)費用	150,000	
j	機材修理・交換費用積立 a,c,dの合計額の0.5% + bの3%	658,000	
k	保守要員人件費	128,852	
合計		936,852	リンギット/年
		(日本円換算 22,944,000 円)	
		(米国ドル換算 295,000 ドル)	

それぞれの金額小計においてRM 1,000単位に四捨五入している。

日本円換算は1,000円、米国ドル換算は1,000ドル単位に四捨五入している。

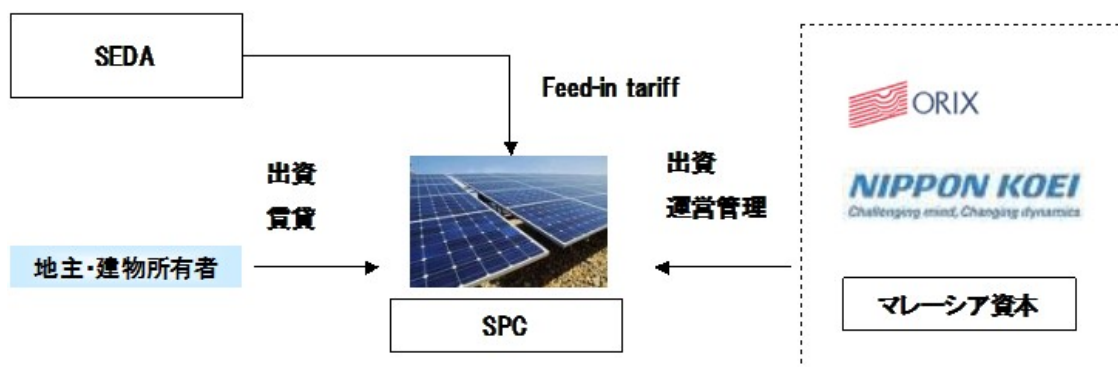
出典：調査団作成

②予備的な財務・経済分析の結果概要

a. 事業実施体制

実施体制においては、日本工営及びオリックスで特別目的会社の持ち分の最大 49%出資、その他 51%をマレーシア資本の企業（土地所有企業、エンジニアリング会社等を想定）から出資を受け入れるものとして、財務的・経済的実行可能性の分析を行った。

図 S-1 事業実施体制（特別目的会社出資型）



出典：調査団作成

b. 固定価格買取制度における買取単価

固定価格買取制度で公表されている単価を適用し、発電能力 1 MW については、1.14 リンギット/kWh、10MW については 0.95 リンギット/kWh。

c. 金利・期間

融資条件については、市中銀行からのヒアリング結果や、マレーシア政府による利子補給制度の利用可能性に鑑みて金利は年率 5%、期間は 15 年で試算。

d. 経済・財務分析の結果

表 S-4 財務的内部収益率（Financial Internal Rate of Return :FIRR）の感応度分析①（1 MW）

15 年 IRR

		借り入れ割合		
		0%	50%	70%
Fit (RM/kWh)	0.9649	3.5%	3.3%	3.1%
	1.0488	4.9%	5.9%	7.1%
	1.1400	6.3%	8.6%	11.2%

出典：調査団作成

- i. 特別目的会社の借り入れ割合を増やすことによって、財務上のレバレッジ効果が働き収益性が向上する。
- ii. 固定価格買取制度の買取単価は初年度 1.14 リンギット/kWh だが、次年度開始以降の適用単価が 8% ずつ漸減していく。収益性の観点からは早期に事業を実施したい。
- iii. 借り入れ割合が 0% の場合の内部収益率が、いわゆるプロジェクト IRR となる。

表 S-5 財務的内部収益率の感応度分析② (1 MW)

15 年 IRR

		年間発電量 (kWh)		
		1, 175, 504	1, 306, 116	1, 436, 728
設置コスト (RM/W)	9.00	10.7%	16.3%	21.6%
	10.00	6.0%	11.2%	16.2%
	11.00	2.0%	6.9%	11.6%

出典：調査団作成

- i. 設置コストは、10 リンギット/W に対して、上下 10% ずつ振れた際の内部収益率を試算。
- ii. 年間発電量についても同様の条件で試算。発電量の変化が与える影響は大きい。

10MW システムの場合、適用される固定価格買取制度のレートが 1 MW システムより低いため、収益性は低下している。

表 S-6 財務的内部収益率の感応度分析① (10MW システム)

15 年 IRR

		借り入れ割合		
		0%	50%	70%
Fit (RM/kWh)	0.8041	0.9%	-2.4%	-6.9%
	0.8740	2.0%	0.5%	-1.7%
	0.9500	3.3%	2.9%	2.4%

出典：調査団作成

表 S-7 財務的内部収益率の感応度分析② (10MW システム)
15 年 IRR

		年間発電量 (kWh)		
		11, 755, 044	13, 061, 160	14, 367, 276
設置コスト (RM/W)	9.00	1.9%	6.9%	11.7%
	10.00	-3.0%	2.4%	6.9%
	11.00	-8.5%	-1.8%	2.8%

出典：調査団作成

③環境社会的側面の検討

一般に太陽光発電は環境負荷が少ない事業とすることができる。施設の稼働に伴い周辺へ排出される排水、大気汚染、悪臭は無い。音や振動も生じない。また、発電設備を構成する部材の重量が小さく、大型の建設機械や大規模な基礎構造は必要ないため、工事の影響は小さい。

太陽光発電の実施に伴い、周辺住民の健康や生活に懸念される影響が生じるリスクは小さいものの、社会環境面における法令や上位計画との整合性について確認し、必要な手続きを踏まなければならない。

太陽光発電プロジェクトは環境法に定められた事業に該当せず、発電用地確保のため 50ヘクタール以上の埋め立て (land reclamation) を行わないのであれば環境影響評価は必要ないことが、資料及び環境局職員への聞き取り調査により判明している。

したがって、太陽光発電プロジェクトにおいて環境面で必要とされる実施機関との協議は、工場立地適正評価 (Site Suitability Evaluation : SSE) の協議と照会である。この工場立地適正評価は新たな工場の建設などの場合に、環境影響評価の対象事業に該当しない場合でも必要となる手続きである。この申請は環境局の州事務所へ行う。

(4) 実施スケジュール

本プロジェクトは完全な民間事業として実施する。本調査による検討結果から、引き続き詳細検討を行い、事業性を評価する。関係者間で事業実施への判断を検討し、事業実施との判断に至った場合は、事業実施主体となる特別目的会社を設立する。その後、発電事業者申請を行い承認後に建設工事に着手する。発電規模 1 MW の設備の建設期間は、約 10 ヶ月と想定し、発電事業開始は早くて 2013 年 10 月以降となる。

事業開始当初は 1 MW 程度で計画するが、経済性や市場状況などを見極めながら、発電規模の増量及び新たな発電所 (プロジェクト) の増設を検討する。

図 S-2 事業実施工程表

	2012												2013												2014											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 本調査による概略検討	■	■																																		
2 事業スキーム検討、SPC設立				■	■	■	■																													
3 詳細設計							■	■	■	■																										
4 FIT事業者申請準備調査							■	■	■	■	■																									
5 FIT事業者申請											■																									
6 建設工事												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
7 受入検査																																				
8 発電事業開始																																				
環境社会配慮荷に係る実施事項																																				
工場立地適正評価																																				

出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

①経済性

10MW システムで、民間企業が事業実施する際に通常求められる収益性の水準を達成するためには、設置コストを最低限9リンギット/W まで低減する必要がある。これは1MW システムに比して、規模の経済性を生かすことができるため、機器の選定方法等によって達成することが可能な水準と考える。

一方で設置コスト9リンギット/W を達成できたとしても、日射量が10%低下することの収益性へのインパクトは大きく、豊富な日射量を確保できる用地を慎重に選定する必要があると言える。

②事業スキーム

日本（第三国）企業が固定価格買取制度事業者になるためには、ローカル企業と合弁会社（ローカル資本51%以上）を設立する必要があるが、調査開始段階から複数企業と協議し、事業スキームを検討している段階である。資本力だけでなく信用力も考慮し、優良な企業とパートナーシップを組むことにより、ローカル市中銀行からの融資の条件も良くなると考えられる。

③市場性

すでに韓国系企業等の外国企業が、メガソーラー発電所の計画を発表していることなどから、固定価格買取制度での発電事業の市場性は高く、期待されている。一方で、1申請当たりの容量制限が設けられるなど、今後の制度の見直しによっては、市場へ大きな影響を与えるものとなる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

我が国企業の優位性を、経済面と技術面から、先に述べた我が国企業の参画形態に対応させ検討する。

①経済面

a. 出資及び融資

円高であること、及び日本での円貨調達金利がマレーシアでの調達に比較し低いことから、出資・融資ともに我が国企業の優位性は高いといえる。一方、為替変動は出資・融資ともに大きなリスクとなっている。

b. 資機材供給

高性能だがもともと価格の高い日本製品が、1ドル70円代の円高により価格競争力が非常に低下している。経済面から見て、資機材供給における我が国企業の優位性は非常に低いと言える。

日本製品の優位性は、高い信頼性と効率の良さである。この優位性は長期間使用して初めて理解される。製品価格として価格競争力がないのであれば、高い信頼性と効率の良さで長期的に勝負する土俵を構築する必要がある。

例えば、太陽光モジュールであれば、あるプロジェクトにおいて製品として安いモジュールを採用したとしよう。安いモジュールを購入して収益性を上げようとした目論見であるが、予定どおりの効率で発電しない、運転開始後数年で故障してしまう、10年程度で効率が極端に低下してしまうこともある。これは発電事業を開始後、時間を経過してからでないと分からない。プロジェクト実施者やプロジェクトへの出資者がこの将来リスクを避けるため、高い日本製品を購入するという決断をすればいいが、実際には、なかなかそのようにはならない。プロジェクト実施者やプロジェクトへの出資者は、プロジェクトを実施するかどうかを判断するためプロジェクトの収益性を計算する。計算結果としての収益性が高くなければ、事業を実現できないため、コストを小さくする必要があり、安い製品を選択することになる。安い製品の故障や極端な効率低下など、その時点で見えていないリスクはあまり考慮されない傾向がある。

上記のように、日本製品購入の意思決定がなされないのであれば、製品メーカーがプロジェクトの意思決定者側に入り、将来の潜在リスクを低下させるため、日本製品購入の意思決定をするという方法がある。メーカーであっても、製品を最終商品とせず、太陽光発電事業であれば、発電された電力を最終商品とするビジネスの土俵で勝負するということがある。

製品価格を低下させる方法としては、現地生産比率を高めることが、最も現実的な方法といえる。太陽光モジュールであれば、モジュール製造部分を現地で行うなどの方法である。

c. 運営管理

人件費の高さと円高から、上記の資機材供給と同様、我が国企業の優位性は非常に低いと言える。

②技術面

技術面からの検討は、資機材供給と運営管理について行った。出資及び融資の検討は、経済面から検討した通りである。

a. 資材供給

効率の高さと信頼性の高さからどの資機材供給においても我が国企業の優位性は高い。この優位性が、ライフサイクルで評価して、先に述べた経済面での劣位を克服できるのであれば、我が国企業の資機材供給も可能である。しかし、そのことを証明し、プロジェクト実施者やプロジェクトへの出資者を納得させるのはなかなか難しい。状況を整理すると、以下の通り評価できる。

- ・ 我が国企業供給資機材は国外企業供給資機材に比較し大幅に高い。
- ・ 第三国企業の供給資機材も他プロジェクトでの採用実績が多く、その効率・信頼性は本プロジェクトを成立させる高い障害とはいえないレベルにある。
- ・ 我が国企業供給資機材の技術的優位性が価格差による経済的劣位を克服できることを、プロジェクト実施者やプロジェクトへの出資者に証明し、彼らに日本製品採用を決断させるだけのデータとしての説得根拠が不足している。

b. 運営管理

「プロジェクト立ち上げ時の運営管理」、「運転開始後の運営管理」とともに我が国企業の技術面での優位性は高い。一方、先に述べた通り経済面では人件費が高いことから、優位性は低い。しかし、太陽光発電の導入及び運転実績のあるマレーシア企業は無いことから、プロジェクトが軌道に乗るまでの期間、つまり、プロジェクト立ち上げ時、我が国企業の本プロジェクトへの参画は必須と考えられる。

(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

①事業実施に必要なとなる許認可

事業実施までに必要となる許認可は以下の通りであるが、日本（第三国）企業が固定価格買取制度事業者になるためには、ローカル企業と合弁会社（ローカル資本 51%以上）を設立する必要がある。

- ・ 固定買取制度事業者の承認申請 申請機関：持続可能エネルギー開発庁
- ・ 再生可能エネルギー電力購入合意書 相手機関：配電公社

- ・発電事業ライセンスの承認申請 申請機関：エネルギー委員会

固定買取制度事業者への申請には、土地使用に関する合意書、システム基本設計、配電公社による系統解析結果、地元政府への事業確認、資金調達計画及び具体的な事業計画の提出が必要となる。

②実現への課題

プロジェクト実現には、事業の経済性の向上が最大の課題であり、その解決策と取り組み状況は以下の通りである。

a. 10MW 設備の建設コスト 2,500 ドル/kW 以下の実現

建設コスト 2,500 ドル/kW 以下が実現できれば、プロジェクトの実施は十分可能である。ローカルのシステムインテグレータによる概算見積りから、建設コスト 2,500 ドル/kW 以下の実現性は十分にあると判断できる。しかしながら、設備容量が 1 MW を超える場合、固定買取価格が安くなるため、事業の経済性が低くなり、事業として成立しなくなる。今後は、設計、見積り内容を精査し、建設コストを更に安く抑えることを検討する。

b. 低金利の長期プロジェクトファイナンスの実現

マレーシア市中銀行であれば、10-15 年の長期ファイナンスは十分可能である。金利については、「環境技術ファイナンススキーム」などマレーシア政府の優遇措置を適用できれば、金利 5% 程度のファイナンスは実現可能である。

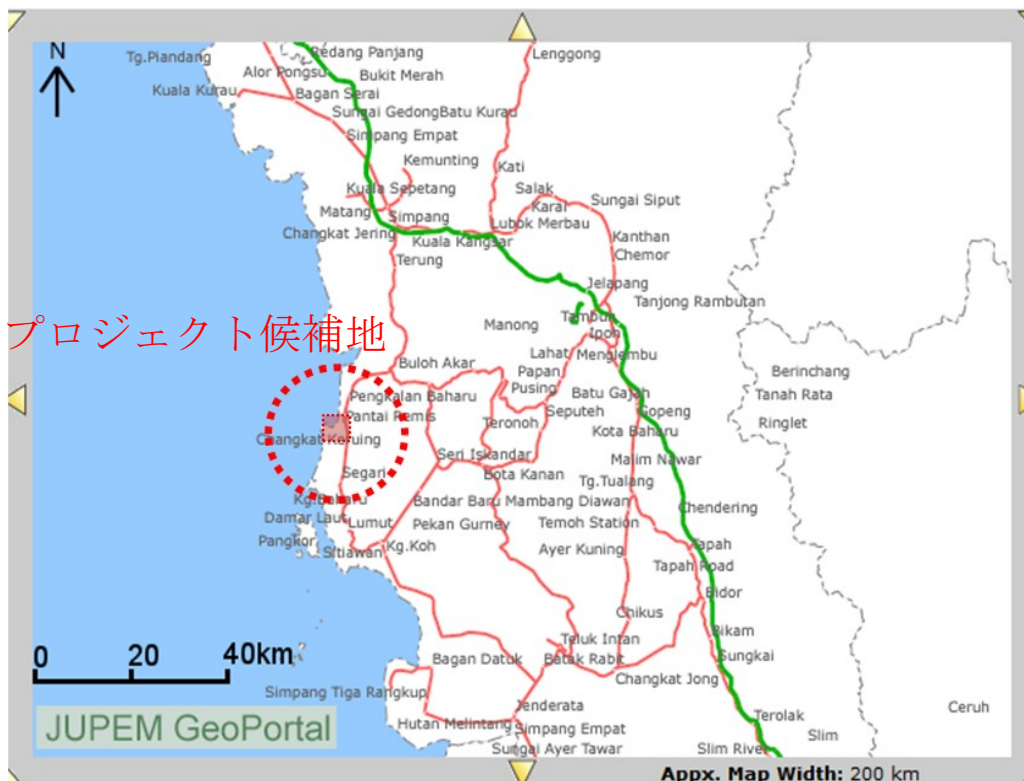
c. 安価で長期使用できる遊休地の確保

計画候補地のイポーのサイトの土地所有者は、地方政府であり、土地使用権利者は地元の民間企業である。他の民間企業の遊休地に比べ、安価であり、長期的に使用できる土地である。プロジェクト実施に向けて土地の使用方法について土地使用権利者と協議中である。

③制度の見直しによるリスク

固定価格買取制度に基づいて実施される事業であるため、制度の見直し、修正等により影響を受ける可能性がある。太陽光発電に対する 2014 年下期以降の割当量は決まっていない。2014 年上期までの割当分の受け付けでは、相当数の事業者及びプロジェクトが申請されたことから、1 申請当たりの容量制限が設けられた。このような制度の修正が、発電規模の見直しなど実施工程や設計に影響を受ける可能性がある。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図



地図出典: CIA(米国中央情報局)ウェブサイト/マレーシア国測量地図局ウェブサイト を基に
調査団作成

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

南アフリカ共和国・ヨハネスブルク～ダーバン間

高速鉄道調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：(社) 海外鉄道技術協力協会
(株) 三菱総合研究所

(1) プロジェクトの背景・必要性等

本プロジェクトは、南アフリカ共和国の主要回廊であるヨハネスブルク～ダーバン間を対象に、高速鉄道を導入するものである。

南アフリカ共和国は、アフリカ最大の経済規模を有し、また近年、リーマンショックの影響があった2009年を除けば年平均4%以上のGDP成長率で高い経済成長を遂げている新興経済国である。2010年における南アフリカの1人あたりの名目GDPはBRICS諸国の中ではブラジル、ロシアに次いで3番目となっている。世界の新興経済国や開発途上国で高速鉄道計画が持ち上がる中、南アフリカの都市間の旅客輸送は航空及び自動車に依存しており、また、社会経済開発やBEE政策の観点からも、高速鉄道計画は持続的な経済成長のための交通インフラとして重要な課題となっている。

すでに、2010年2月にズマ大統領は国会で施政方針演説を行い、鉄道を含むインフラ開発を重点分野と位置付けた。南アフリカ共和国運輸省(DOT)も2050年を目標年次とする全国交通マスタープランであるNATMAPの中で高速鉄道3路線の整備が提案されており、ヨハネスブルク～ダーバン間の高速鉄道の事業検証を戦略課題の優先案件として取り上げている。また、2010年5月の南アフリカ共和国議会で高速鉄道案件の具現化について承認され、DOT傘下に高速鉄道案件を管轄する組織HSRDAを設立する計画が打ち出された。

日本国としても、成長戦略の1つとして交通インフラ等のシステム輸出を掲げ、その重点分野に高速鉄道を位置付けている。また、関係業界、鉄道事業者等も海外市場に目を向け始めており、車両や信号・通信等の優れた技術を持つ鉄道関連企業の海外進出が期待されている。

また、ヨハネスブルク～ダーバン間については、旅客輸送による収入だけでは事業性の確保が難しく、コンテナ貨物輸送を併せて行う客貨両用システムを考慮する必要がある。

そのような状況の中で日本の高速鉄道技術を活かせるポイントを見出すと共に、その優位性を南アフリカ共和国政府関係者にアピールし、日本の高速鉄道技術に対する同国の理解を深めるために本案件形成調査を実施した。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

ヨハネスブルク～ダーバン間高速鉄道を計画するにあたって、南アフリカ政府運輸省が策定しているNATMAP及び政府関係者の意向、さらには現地調査の結果、プロジェクトの基本方針を下記のとおりとする。

① 目的

1) 客貨両用高速鉄道

この高速鉄道システムは日本の新幹線をベースとして、高速の旅客輸送だけでなく、貨物輸送も実施する。貨物輸送の対象はバルク貨物ではなく、ダーバン港で取り扱う海上コンテナとする。

2) 南アフリカの事情に適合した高速鉄道システム

具体的な高速鉄道システムを検討するにあたって南アフリカならでの条件を加味し、現地に即応した技術仕様とする。

3) ヨハネスブルク～ダーバン間の所要時間

旅客列車の営業最高速度は 300km/h とし、ヨハネスブルク～ダーバン間を約 3 時間以内で結ぶ。貨物列車は、基本的に夜間走行し、最高速度は 160km/h、ヨハネスブルク～ダーバン間を 5 時間程度で結ぶ。

② 南アフリカでの考慮事項

南アフリカで高速鉄道を計画するにあたって下記の事項を十分に考慮することとする。

1) 社会経済開発（雇用創出、技術移転等）

南アフリカでは、雇用創出や技術移転などによる社会経済開発を進めており、ヨハネスブルク～ダーバン間の高速鉄道もその趣旨に沿って計画する必要がある。技術移転については現地生産（Localization）も可能になるようにする。

2) BEE（Black Economic Empowerment=黒人権利拡大）政策

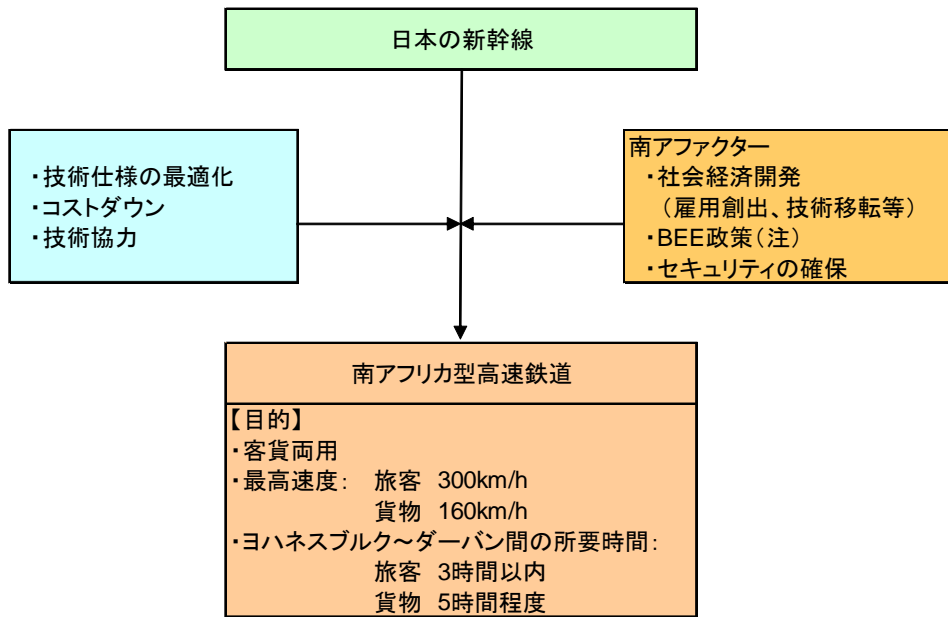
アパルトヘイトなどで差別され社会的に弱い立場に置かれていた人々（Historically Disadvantaged South African : HDSA、特に貧困層の黒人を指す）を優遇し、地位の向上と社会活動への参加を促す政策（BEE 政策）は、2004 年に法制化された。具体的には企業や大学など南アフリカの様々な企業や機関に対して、政府による黒人採用基準を設け、これにより黒人の経済や生活レベルを向上させるものである。高速鉄道の建設・運営にあたっては BEE 政策が適用される。

3) 快適で安全な高速鉄道（セキュリティの確保）

南アフリカにおける公共交通手段は、メトロレールやミニバスに代表されるように治安が悪く、利用客層は限られている。ヨハネスブルク～ダーバン間の高速鉄道は、ハウトレインに見られるように安全で快適な高速鉄道を目標とする。

ヨハネスブルク～ダーバン間の高速鉄道の検討の流れとイメージを図 1 と表 1 に示す。表 1 に示すように、高速鉄道の運行形態については、旅客列車を運行の中心として、貨物列車の運行は夜間走行で、一定本数に制限することとした。

図 1 南アフリカ型高速鉄道の提案



(注) BEE=Black Economic Empowerment (黒人権利拡大)

出典：調査団作成

表 1 客貨両用高速鉄道のイメージ

項目	全線開業時 (2025年)	開業25年後 (2050年)
旅客	1時間に1～2本程度運行 (6:00～23:00頃)	旅客列車が運行の中心 (輸送力の増強)
貨物	夜間にスーパーレールカーゴ (コンテナ列車) を走行 (10本程度/片道/日)	貨物列車の運行は一定本数に制限 (同左)
運行	単線並列	単線並列
保守	週に2日(土、日)に貨物列車運休日 を設け、夜間保守作業を実施	同左

出典：調査団作成

③ 他の選択肢との比較検討

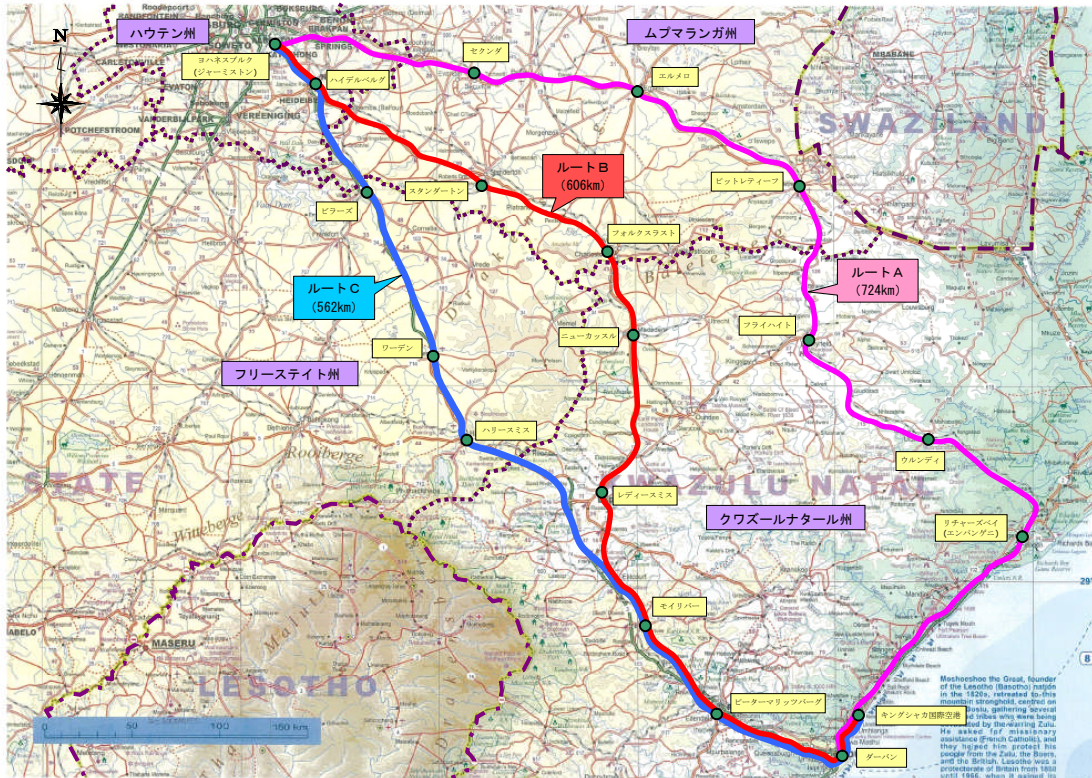
1) 高速鉄道のシステム比較

現在、世界で運行されている高速鉄道システムには、日本の新幹線に代表される動力分散方式と、フランスのTGVに代表される動力集中方式とがある。この2つのシステムを比較すると、動力分散方式は軸重が軽く、インフラ構造物の低コスト化が可能となる。また、加減速性能も高く、本プロジェクトのルート上に存在する連続急勾配へも対応可能である等の多くの利点を有する。このことから、本プロジェクトでは動力分散方式の新幹線システムの採用を前提とする。

2) ルート計画

ヨハネスブルク～ダーバン間的高速鉄道のルートは、リチャーズベイ経由で貨物鉄道沿いのルート A、ニューカッスル経由で在来線沿いのルート B、高速道路 N3 沿いのルート C の3案で比較検討を行った（図 2）。

図 2 ヨハネスブルク～ダーバン間高速鉄道の3ルート案平面図



出典：調査団作成

また、3ルートと比較結果を表 2 に整理した。ヨハネスブルク～ダーバン間の所要時間、需要予測（旅客・貨物）及び事業費を比較すると、路線延長が最長となるルート A よりルート B・C が優位となった。また、社会・環境配慮においては、湿地及び先住民居住地への影響が小さいルート B が優位となった。

なお今回の需要予測手法では沿線の大都市の分布の違いによるルート B 及びルート C の需要の差異を明確化できていないが、大都市が沿線に所在するルート B のほうが需要面でみて優位となると想定されることから、本プロジェクトではルート B を前提とする。

表 2 各ルートと比較

項目		Aルート	Bルート	Cルート
ルート概要		①リチャーズベイ経由で在来線の貨物鉄道沿い ②地形が比較的平坦で長大トンネルがない ③リチャーズベイを除き沿線に主要都市がない	①ニューカッスル経由の在来線沿い ②山岳地帯を通る ③沿線の間都市は数都市ある	①高速道路N3沿い ②山岳地帯を通る ③沿線の間都市はピーターマリッツバーグのみ
ルート延長		約720km	約610km	約560km
旅客列車の所要時間		約3時間00分(途中1駅停車) ～約3時間40分(各駅停車)	約2時間30分(途中1駅停車) ～約3時間00分(各駅停車)	約2時間15分(途中1駅停車) ～約2時間40分(各駅停車)
需要予測 (2050年) 高位ケース	旅客	33,000トリップ/日 (往復合計)	38,000トリップ/日 (往復合計)	38,000トリップ/日 (往復合計)
	貨物	Route Bより低い	4.2 百万トン/年	4.2 百万トン/年
事業費		約2兆300億円	約1兆8,900億円	約1兆8,600億円
社会・環境配慮		①道路輸送業者への影響が小。 ②湿地に影響する可能性が大。 ③交通事故減少効果が小。 ④先住民居住地経由の可能性が大。	①道路輸送業者への影響が大。 ②湿地に影響する可能性が小。 ③交通事故減少効果が小。 ④先住民居住地経由の可能性が小。	①道路輸送業者への影響が大。 ②湿地に影響する可能性が大。 ③交通事故減少効果が小。 ④先住民居住地経由の可能性が小。
経済波及効果 (雇用創出)	建設	370,000人/建設期間計	350,000人/建設期間計	340,000人/建設期間計
	供用	Route Bより若干多い	7,600人/年	7,600人/年
評価		C	A	B

換算レート

1 ZAR (南アフリカランド) =12 円、1 USD (米ドル) =81.01 円 (2011年7月7日現在)

出典：調査団作成

(3) プロジェクトの概要

プロジェクトの内容決定に関する基本方針を踏まえ、日本の新幹線システムをベースに、南アフリカの事情に適合した客貨両用の高速鉄道プロジェクトの計画概要を下記に示す。

① 技術仕様

1) 建設基準

主要な建設基準は表 3 の通りとする。

表 3 高速鉄道の主要建設基準

項目	数値
軌間	1,435mm
設計最高速度	350km/h
営業最高速度	
旅客列車	300km/h
貨物列車（海上コンテナ輸送）	160km/h
最小平面曲線半径	本線：R=6,000m
最小縦曲線半径	25,000m
最急勾配	15‰（一部 20‰）
軌道中心間隔	5.0m
施工基面幅	12.1m
軌道構造	バラスト（一部スラブ軌道）
運行方式	単線並列
完全立体交差	平面踏切なし

出典：調査団作成

2) ルート計画

a. ルート選定

平面線形及び縦断線形の検討にあたっては、高速走行が可能となるよう、直線区間や大曲線・緩勾配を可能な限り確保するよう計画した。また、トンネル延長は施工性及び工期確保の観点から、20km 以下となるような線形を検討した。

b. 旅客駅位置の選定

旅客駅の位置は、旅客需要、在来線を含めた他交通機関との整合性、駅設置都市の将来性などを考慮して定めた。停車場形式は、折返し運転を考慮した主要駅（ヨハネスブルク、ピーターマリッツバーグ、ダーバン、キングシャカ国際空港）と、通過のある中間駅（ハイデルベルグ、スタンダートン、ボルクスラスト、ニューカッスル、レディースミス、モイリバー）の 2 種類を基本とした（図 2 参照）。

c. ターミナル旅客駅の選定

ヨハネスブルクの旅客ターミナル位置は、メトロレールのヨハネスブルク パーク駅を前提とするが、建設コスト及び環境社会配慮等の観点から、新駅（ジャーミストン駅）案を第一候補とし、将来的にヨハネスブルクパーク駅やジャーミストン駅に延伸可能な構造とする。市街地中心部へのアクセスは、駅部で交差する貨物線を活用することにより、都市部へのアクセス鉄道に利用されることを期待する。

一方、ダーバンの旅客ターミナル位置は、メトロレール駅（ダーバン駅）及び新駅（ダーバンノース）で比較検討を行った。貨物ターミナル・車両基地への接続及び環境社会配慮等の観点から、ダーバン駅案を第一候補とし、駅付近はメトロレールに並行したルートとする。

d. 貨物ターミナル及び車両基地

ヨハネスブルクの貨物ターミナル位置は、Transnet のコンテナターミナル新設計画を踏まえ、ヨハネスブルク南東約 30km に位置するタンボスプリングスを候補とする。車両基地の位置はコンテナターミナルと同様、用地確保のし易さを考慮し、タンボスプリングス付近を候補とする。

一方、ダーバンの貨物ターミナル位置は、Transnet のコンテナターミナル新設計画を踏まえ、ダーバン南方約 15km に位置する旧ダーバン国際空港跡地を候補とする。車両基地及び車両工場の位置は、資料資材等の海上輸送による部材調達を考慮し、コンテナターミナルと同様に旧ダーバン国際空港跡地を候補とする。

3) 土木構造物及び軌道

a. 土木構造物

構造物の配置は、市街地付近は高架構造、起伏の少ない郊外では盛土・切土構造、山岳部ではトンネル構造を基本とする。土木構造物の種別及び延長は表 4 の通りである。

表 4 土木構造物の種別及び延長

構造物の種別	延長 (km)	比率 (%)
土 工	381	63
ト ン ネ ル	127	21
橋 り よ う	3	1
高 架 橋	95	15
合 計	606	100

出典：調査団作成

b. 軌道

建設費の縮減及び BEE 政策の雇用創出の観点から、軌道構造はバラスト軌道（有道床軌道）を基本とする。ただし、トンネル内及び高速走行区間はスラブ軌道を採用することとした。

4) 電気設備

電気設備の主な仕様は、表 5 の通りとする。

表 5 電気設備の仕様

種別	項目	仕様
電力	電力方式	AC25kV・50Hz、ATき電
変電	変電設備	変電所、き電区分所、ATP
電車線	電車線方式	シンプルカテナリー方式
信号	信号方式	車内信号式
	列車制御	ATC 一段ブレーキ制御
	閉そく方式	単線双方向方式
通信	無線方式	空間波デジタル（トンネル：LCX方式）
	セキュリティ設備	監視カメラ、監視モニター、録画装置

出典：調査団作成

5) 車両

旅客車両は日本の新幹線車両を基本とした動力分散方式（電車方式）を採用し、最高速度 300 km/h と、20%の連続勾配で高速運転できる性能を実現する。

貨物車両はコンテナ専用とし、ヨハネスブルク～ダーバン間を5時間以内で到達すると共に20%の連続勾配で運転可能とするため、動力分散方式を採用する。

表 6 旅客車両の主な諸元

項目	旅客車両	貨物車両
列車タイプ	電車方式 (EMU Type)	同左
軌間	1,435mm	同左
電力方式	AC25kv 50Hz	同左
最大軸重	16t 以下	同左
営業最高速度	300km/h	160 km/h
その他	編成：開業時8両（定員600名程度） 最大12両（定員900名程度）	編成：28両（14両×2本連結） 搭載コンテナ量：48TEU/列車

出典：調査団作成

6) 運転計画

高速列車と貨物列車とのすれ違いと、両者の速度差によるダイヤ構成上の問題を回避するため、高速列車は朝から夜間にかけて運転し、その他の時間帯に貨物列車を運転する。また毎週土・日曜日から翌日にかけては貨物列車を運休とし、夜間に保守作業を行う。

表 7 所要時間（ヨハネスブルク～ダーバン間）

方向	旅客(途中1駅停車)	旅客(各駅停車)	貨物
下り(南行き)	2時間28分	2時間59分	4時間17分
上り(北行き)	2時間30分	3時間03分	4時間18分

※停車時間含む

出典：調査団作成

図 3 想定列車ダイヤ (2050年：全線開業25年後)

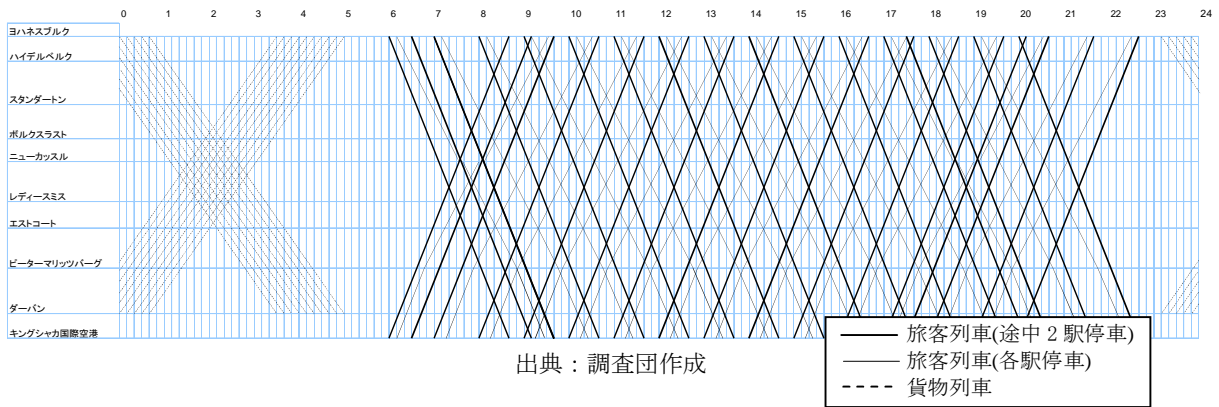


表 8 列車本数 (ヨハネスブルク～ダーバン間) 及び車両数

年	旅客列車		貨物列車	
	往復	車両数	往復	車両数
2020	15	40	-	-
2025	28	192	10	630
2050	30	312	10	630

出典：調査団作成

7) 車両基地・保守基地

a. 車両基地

仕業及び交番検査を行う車両所をヨハネスブルクに、それらに加えて台車及び全般検査を行う総合車両所をダーバンに、それぞれ設置する。

b. 保守基地

保守基地は、高速確認車の使用を前提に約 75 km ごとに設ける。保守作業は列車を運転しない保守作業時間帯で行う。

② 事業総額

総事業費は下表の通りである。工事費総額は約 1.3 兆円、車両費、コンサルティングサービス、税金、一般管理費、予備費、用地取得費を含めた総額は約 1.9 兆円となった。

表 9 総事業費

項目	概算事業費		
	外貨 億円	内貨 億ランド	合計 億円
土木工事費	481	494	6,414
軌道工事費	403	70	1,241
停車場工事費	122	92	1,224
諸建物費	328	109	1,639
機械設備費	200	4	250
電力設備費	1,027	21	1,283
信号・通信設備費	508	11	635
システム工事費	108	1	120
工事費合計	3,177	802	1兆2,806
車両費（旅客）	720	0	720
車両費（貨物）	1,485	0	1,485
コンサルティングサービス	159	40	640
税金（内貨）	0	118	1,416
輸入税（外貨）	267	0	267
一般管理費（内貨）	0	40	481
予備費	159	40	640
用地所得費	0	39	469
事業費合計	5,967	1,079	1兆8,924

1ZAR（南アフリカランド）=12円、1USD（米ドル）=81.01円（2011年7月7日現在）

出典：調査団作成

事業費合計：1兆8,924億円 = 1580億ランド = 234億米ドル

③ 予備的な財務・経済分析の結果概要

1) 経済分析

a. 供用期間と社会的割引率

2015年から建設開始して段階開業すると想定した。

- ・2020年にキングシャカ国際空港～ダーバン～ピーターマリッツバーグ間が開業
- ・2025年に全線が開業

供用期間を2020年から2074年（全線開業から50年目）までの55年間とした。

社会的割引率は、基本ケースとして8%、感度分析として6%と10%の場合を分析した。

b. 便益の計測

旅客及び貨物の利用者便益と供給者便益を計測した。利用者便益は、航空、自動車からの転換による時間短縮便益、費用節減便益を計測した。供給者便益は、鉄道事業者の利潤の増加を計測した。便益計測の前提として、旅客、貨物それぞれについて、需要予測を四段階推定法により実施した。具体的には、まず、地域間交通量をNATMAPにおける将来予測値を前提として推計した。次に、旅客については、NATMAPにおける交通機関分担モデルのパラメータを用い

て、鉄道旅客輸送量を推計した。予測対象年次は、2020年、2025年及び2050年とした。

貨物については、旅客と同様のモデルが存在しないため、複数のフォワーダー等へのヒアリングに基づき推計した。予測対象年次は、2025年及び2050年とした。

旅客については、3.8万人/日、貨物については、422万トン/年と予測された（いずれも2050年、高位ケースの場合）。経済分析、財務分析においては、2020年、2025年及び2050年における予測結果の線形補完により、各年度の便益、収入等を推計した。

c. 費用の計測

上記②で推計した事業費を費用として計上した。

d. 経済分析

EIRR、NPV、B/Cの算出結果は以下のとおりである。社会的割引率が8%の場合、EIRRが9.8%であり、社会経済的にみて、投資妥当性をもつものと評価できる。

表 10 経済分析の結果

		社会的割引率		
		6%	8%	10%
便益（億ランド）		1,623	944	582
利用者便益	旅客	582	330	198
	貨物	343	205	129
供給者便益	旅客	289	166	101
	貨物	409	244	154
費用（億ランド）		876	720	597
EIRR（%）		9.8%		
NPV（億ランド）		747	225	-15
B/C		1.9	1.3	1.0

（注）需要予測（高位ケース）の場合

出典：調査団作成

2) 財務分析

本プロジェクトは、現在策定中のNATMAPで位置付けられた国家プロジェクトであることから、中央政府による資金面での関与が不可欠と考えられる。また、本調査において提案している先行開業時においては、クワズールナタール州内におけるコリドーの発展に寄与することが期待されることなどから、州政府の資金面での関与も想定される。

一方で、本プロジェクトの必要資金は膨大であることから、南アフリカ初の鉄道PPPプロジェクトであるハウトレインと同様に、政府のみならず、民間も含めた多様な資金源を活用することとなる¹。

以上から、本財務分析にあたっては、本プロジェクトを政府のみならず、民間も含めた多様な

¹ 現地調査においても、近年南アフリカ政府における公共プロジェクトの資金調達について、多様な資金源を活用する「Hybrid Funding Method」の考え方となってきたとの発言もあった。

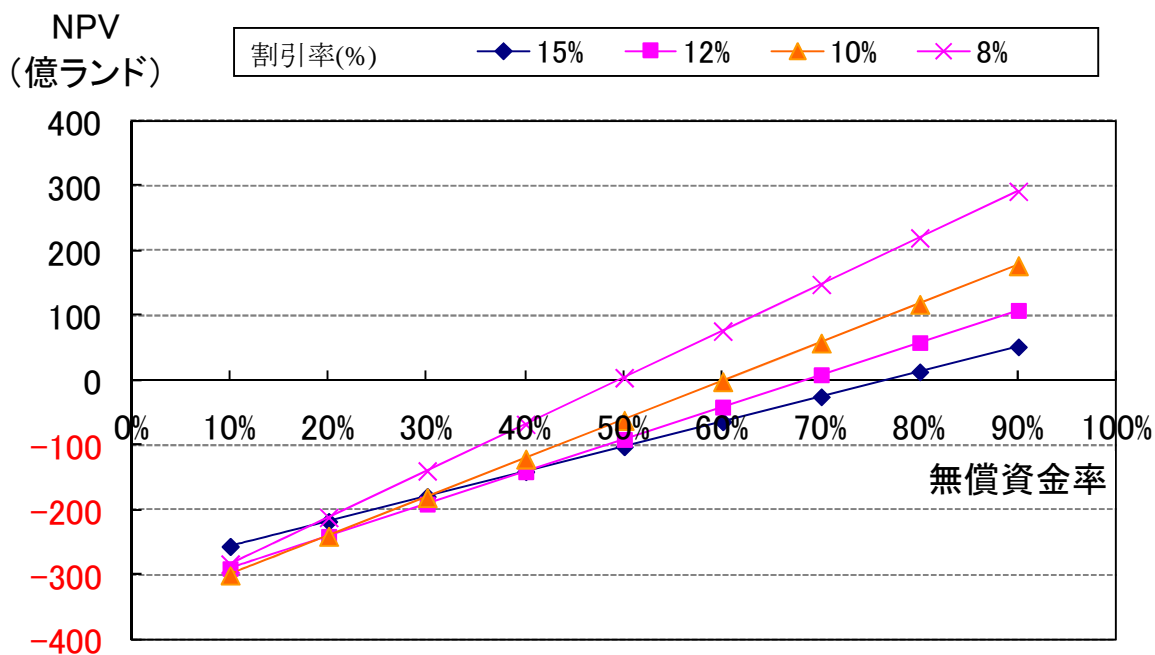
資金源を活用すること（上下分離も含む）を想定した場合に、それらの割合がどの程度となれば、事業性が確保されるのかを検討することとした。分析結果から“事業性確保のために必要な政府資金”が分かれば、それを政府側で拠出可能かどうかという検討につなげることが可能となる。すなわち、本分析では、政府側で拠出可能な資金を事前に把握することが困難であったことから、政府側、民活側の資金割合が変わったときに、事業性がどのように変化するのかを把握することとした。

そこで、ここでは割引率の想定ごとのNPVが、無償資金率によってどのように変化するか分析した。

なお、分析に当たっての無償資金率は10%～90%の範囲とした。これは、ハウトレインが初期投資の9割弱が州の補助により整備されたことを参考とした。ハウトレイン自体の補助率については、ハウトレインの社会経済的便益や財務・経済的实施可能性を踏まえて、州やハウトレインの事業主体等の合意の上決定されたものであり、参考値として一定の意味があるものとする。なお、ハウトレインと本プロジェクトは事業規模が異なる点については留意が必要である。

結果は図4に示すとおりであり、実質ハードル・レートが12%の場合、無償資金率が70%以上あれば、事業性が確保されると推計された。

図4 財務分析の結果



(注) 需要予測（高位ケース）の場合

出典：調査団作成

④ 環境社会的側面の検討

1) 環境社会面における現状分析

a. 現状分析

プロジェクト地域及び周辺環境には以下の主な特徴がある。

- ・地質状況： プロジェクト地域を含め全般的に堅実で安定している。
- ・水資源： プロジェクト地域は相対的に水資源の豊富な地域である。
- ・大気質： 輸送関連のPM₁₀とNO_xの排出量が大きな問題となっている。
- ・保護区： 本プロジェクトの3つの候補ルートが経由する可能性のあるラムサール保護湿地は3箇所存在しているが、詳細は次の段階の調査で確認すべきである。

既存の交通輸送条件の環境社会に及ぼす影響について、大気汚染への加担、温室効果ガスの排出及び道路交通安全事故の多発の3点が挙げられる。

b. 将来予測（プロジェクトを実施しない場合）

本プロジェクトを実施しない場合、環境面における大気汚染の更なる悪化、社会面における道路交通量の大幅な上昇に伴う交通事故の更なる頻繁な発生が予想される。

2) プロジェクトの実施に伴う環境社会改善効果

a. 環境面における改善効果

本プロジェクトの実施により、Bルート又はCルートの案を採用する場合、高速鉄道の全線開業が想定されている2025年の時点では、国道N3全線のNO_x排出量は高速鉄道のない場合より年間3,178～7,240トン、PM₁₀は年間75～385トン、CO₂は年間92万3,497トン～175万575トン削減される見込みである。ただし、高速鉄道の消費電力を供給するための発電用化石燃料消費の追加分による汚染ガス、温室効果ガスの排出を上述の結果から差し引く必要がある。

3) 社会面における改善効果

社会面の改善効果については、交通事故の減少、住民の移動手段の増加、地元住民にとっての雇用機会の増加などの3点が挙げられる。

a. プロジェクトの実施に伴う環境社会面への影響

本プロジェクトの実施による影響について、汚染対策、自然環境、社会環境の諸項目で確認した結果、解決できず、コントロールできない問題が基本的に見当たらないが、とりわけ以下の点について次の段階の調査で具体的に確認する必要がある。

- ・汚染対策： 水質、廃棄物、騒音・振動の3項目
- ・自然環境： 各候補ルートが3つのラムサール保護湿地に影響を及ぼす可能性と対策
- ・社会環境： 住民移転発生の可能性、移転住民の世帯数、遺産資源と景観への影響

(4) 実施スケジュール

南アフリカ政府運輸省が策定中のNATMAPでは、ヨハネスブルク～ダーバン間高速鉄道の開業（部分開業を含む）を2020年と計画している。また、南アフリカ政府は、2020年のオリンピック開催候補地としてダーバンで立候補する予定である。

以上のことを踏まえ、また現実的な工事行程と資金計画を考慮し、次のような開業目標を立てた。

1) フェーズ1

キングシャカ国際空港～ダーバン～ピーターマリッツバーグ間（延長約100km）：2020年開業

2) フェーズ2

ピーターマリッツバーグ～ヨハネスブルク間（延長約500km）：2025年開業

表 11 実施スケジュール

年 主要項目	フェーズ	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
		開業										フェーズ1						フェーズ2
1 経済産業省 事業化調査(本調査)		■																
2 詳細事業化調査			■■■■■															
3 資金調達の実施				■■■														
4 コンサルタントの選定と契約					■													
5 入札図書の作成					■	■												
6 建設業者選定						■	■											
7 用地取得	1				■	■	■											
	2					■	■	■	■	■								
8 建設工事	1						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2										■	■	■	■	■	■	■	■
9 開業準備	1										■							
	2																■	
10 開業と営業運転	1										■	■	■	■	■	■	■	■
	2																	■

出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

本プロジェクトの実施に関するフィージビリティがあり、理由は以下の2点である。

① 克服可能な法的・財政的制約

本プロジェクトの実施に対する南アフリカの法的制約は、法的手続きを正しくフォローし、必要なライセンスや許認可を取得すれば、乗り越えられるものと考えられる。また、財政的制約に関しては、運輸省と財務省の政治的な判断によるところが大きいですが、本プロジェクトの南アフリカの経済と社会にとっての重要な意味、合理的な資金スキームと円借款供与の魅力などへの意思決定者の認識を深めてもらうことが鍵である。

② その他ステークホルダーと投融資機関の前向きな姿勢

本件に対する地方政府、実施機関（候補）、投融資機関の姿勢は概して前向きである。地方政府からは、州「回廊戦略」(Corridor Strategy)との整合性を図ることや雇用拡大の取り組みについて、また、州観光マスタープランとの連携、在来線との接続に着目する駅候補の選定及び本件の財源負担について積極的な提案を受け取った。また、実施機関候補の関係者は、本件はキャッシュフローによる資本コストが賄えることと雇用創出などの社会経済発展が期待できれば、南アフリカ政府は借金を検討する可能性があるとの見解を示していると同時に、本件の推進を支援する意思を表明している。

一方、政府系金融機関の担当者は、本件が南アフリカ鉄道システムの全面的な改造と改善のきっかけになることを期待しており、このような大規模なインフラプロジェクトが政府系金融機関の融資原則に合致し、融資又は協調融資に参加する可能性があるとの認識を示した。また、民間投融資機関も政府の政策的な支援と経済財務・環境上の適性などを前提に融資参加の可能性を示唆している。

以上に示した本件のフィージビリティを実現するために、以下の施策が求められる。

- ・中央政府（運輸省と財務省）と地方政府の支援を獲得するための取り組み
- ・プロジェクト関連地域の地元政治家と住民からの理解と支持を獲得するための取り組み
- ・本件における雇用拡大の展望と実現するための計画をステークホルダーに示すこと
- ・本件に係る高位、中位、低位の旅客数、運賃、貨物量、融資スキームをそれぞれ提示すること
- ・本件の汚染対策、自然環境、社会環境に対する影響のさらに詳細な確認と EIA の実施

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

① 技術面における優位性

日本の新幹線は、1964年の開業以来、乗客の死亡事故はなく、列車当たりの遅れも1分以内という実績を持っている。これは、鉄道事業者だけでなく、軌道、電気、車両等の各分野において新幹線システムを支える関係会社の技術力の高さを表している。

日本の新幹線システムを本プロジェクトへ適用した場合の効果について、表12にまとめた。このように安全性、効率性、低コスト、連続急勾配への対応、省エネルギー等、様々な点で本プロジェクトに対して効果があり、我が国企業の技術面での優位性を示している。

特に本プロジェクトのルートは、途中の山岳地帯を抜けるために延長が約30km程度の連続急勾配区間(20%)が必要となる。このような連続急勾配では、EMU方式の高速列車に利点が多いので、日本の新幹線技術の優位性が発揮できると考えられる。

表12 新幹線システムの強みと本プロジェクトへ適用した場合の効果

新幹線システムの強み	本プロジェクトへ適用した場合の効果
高い安全性・安定性 ・開業後47年以上乗客の死亡事故ゼロ ・列車当たりの平均遅延時分1分以下	世界一高い安全性・安定性は、新幹線の優れたシステム要素技術に支えられており、本プロジェクトに新幹線システムを採用することにより、日本と同様の安全性、安定性を持つ高速鉄道を実現することが可能となる。
効率性・大量輸送 ・定員の増大と高密度運転 ・大きい車両限界	南アフリカの更なる経済発展により旅客需要が増大しても、輸送力増強に柔軟に対応できる。また、大きい車両限界により、海上コンテナをそのまま搭載できる車両を運行可能である。
低コストの地上インフラ ・車両の低軸重、 ・連続急勾配や急曲線への対応	車両の低軸重は、地上インフラへの負荷を低減し、保守費を節減することが出来る。また、高い加減速性能により、本プロジェクトのルート上に存在する連続急勾配へも対応可能である。
メンテナンスの省力化 ・交流モーター採用 ・検測車、保守の機械化	車両への交流モーター採用、高速検測車、設備保守の機械化等による省力化は保守費の低減に寄与する。
環境適合性 ・高速性能と厳しい環境基準への対応両立	高速性能と厳しい環境基準(騒音・振動等)への対応の両立は、沿線環境の保全に寄与するとともに、都市部やトンネルでの速度向上や建設費削減にも寄与する。
省エネルギー・低環境負荷 ・世界一少ない運行消費エネルギー	世界一少ない運行消費エネルギーとCO ₂ 排出量は、道路交通や航空機から鉄道へのシフトを進めることにより、地球環境保護に寄与する
快適性 ・広い座席間隔、回転座席、空調システムによる高い快適性	回転座席や、広い座席間隔による高い快適性は、航空機との競争において、大きなセールスポイントとなる。
在来線への乗り入れ技術 ・在来線の改軌により実現	在来線の改軌が必要となるが、この技術を利用することにより、将来低コストで高速鉄道ネットワークの拡大が可能となる。

出典：調査団作成

本プロジェクトでは、海上コンテナの輸送も検討されている。高速旅客鉄道と 160km/h 程度の中速での海上コンテナ輸送は、技術的な実現性と需要の両面で可能性がある。特に、日本の JR 貨物においてはスーパーレールカーゴとよばれる動力分散方式の貨物車両が、最高時速 130km という特急電車と同等の速度での運転を行っている。この技術を用いた EMU 方式は高速鉄道との共存の可能性が高い。

日本の成熟した電車技術を貨物輸送に導入することで、貨物と協調可能なあらたな高速鉄道システムを確立する可能性がある。また、この新たな貨物共用高速鉄道システムにより、旅客需要の少ない国々への高速鉄道導入の可能性を開き、日本の高速鉄道技術のあらたな強みとすることができる。

② 経済面における優位性

本プロジェクトが財務的に成立するためには、一定の政府の資金拠出が必要となる。しかしながらその額が莫大なものであることから、南アフリカ政府にとって一般予算でそれをまかなうことは困難なものと考えられる。南アフリカ財務省に対するヒアリングにおいても、分割払いとしないと実現困難とのコメントも得られた。

我が国は、南アフリカ政府のプロジェクト実施に対して、政府調達であれば円借款、民活であれば、デットに対して JBIC 輸出信用、エクイティに対して産業革新機構、JICA 投融資、JBIC 出資等の多様な支援ツールをもつ。

これらの活用により、経済面から我が国企業の優位性を確保することも有効である。

(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

① 南アフリカ政府の政策決定プロセス

DOTは、NATMAPにもとづく“Strategic Agenda 2010/11-2012/13”の中で、ヨハネスブルク～ダーバン間高速鉄道建設の事業性検証を戦略的課題の優先案件とし、2020年開業を目標に具体的に取組んでいる。DOTでは、2014年までのズマ大統領在任中（任期5年）にプロジェクトを開始する意向である。

最優先回廊であるヨハネスブルク～ダーバン間高速鉄道のF/S並びに基本設計（Preliminary Design）の入札は、2010年11月22日にF/S入札のためのPQ（資格審査）が公示されたが、直後の11月29日にキャンセルされた。その後、2011年2月下旬に運輸大臣シブシソ・ンデベレ（Mr. Sibusiso Ndebele）がヨハネスブルク～ダーバン間高速鉄道プロジェクトを推進することを表明している。

実現を阻むリスクとしては以下が考えられる。

- a. NATMAPの内閣承認の遅れによる具体的施策の実施の遅れ
- b. DOT傘下設立予定のHSRDA（仮称）の機能・役割が現時点では不明確
- c. DOT発注による現地F/S並びに基本設計入札の実施の遅れ

② 資金調達

本プロジェクトは、現在策定中の NATMAP で位置付けられた国家プロジェクトであることから、中央政府による資金面での関与が不可欠と考えられる。また、本調査において提案している先行開業時においては、クワズールナタール州内におけるコリドーの発展に寄与することが期待されることなどから、州政府の資金面での関与も想定される。

一方で、本プロジェクトの必要資金は膨大であることから、南アフリカ初の鉄道 PPP プロジェクトであるハウトレインと同様に、政府のみならず、民間も含めた多様な資金源を活用することとなる。

上記から、資金調達面からのリスクとしては、政府資金、民間資金の2つが考えられる。

- a. 政府資金の調達にあたっての、借入・債券発行の意思決定の遅れ
- b. 民間資金について、事業リスクの分担等が適正になされなかった場合に、民間投資家が集まらない

③ 環境アセスメント

本案件の実現を環境アセスメントの側面から阻むリスクとして考えられるのは以下のとおりである。

- a. 地元住民等の反対による環境アセスメント実施の難航又は遅延
- b. ラムサール条約保護湿地への影響の可能性が確認された場合の回避策・緩和策等の検討による環境アセスメント実施の遅延

a.については、中央政府と地元政府の支援を事前に確保してから、地元住民等を対象とする説明会・懇談会のなるべく早期からの実施により、相手からの信頼、理解と協力の獲得を図る。

b.については、B ルートの選定によりまず影響を受ける可能性のあるラムサール条約保護湿地の数をハウテン州の1箇所（Blesbokspruit）に減らすことができるが、これについてもなるべく湿地を経由しない線路の設計や駅の選択によりリスクを回避する方針である。

④ 用地取得

用地取得におけるリスクについても以下の2点が留意すべきである。

- a. 鉄道沿線の土地の90%以上が私有地であり、数多くの土地オーナーとそれぞれ交渉を行うため大量な時間と手間がかかること

b.アパルトヘイト時代に元の居住地から強制的別の地域に移転させられた黒人たちはアパルトヘイト制度が廃止された後、元の土地を取り戻したい要求（Land Claim）が強まるが、一方、これらの土地はすでにほかの住民や企業が居住・専有しているため、懸案となっている係争中の土地が多く存在していること

a.については、交渉相手となる土地オーナーの数と状況を事前に把握し、地元政府の支援を事前に確保して、説明会・懇談会及び個別交渉をなるべく早期から実施する。

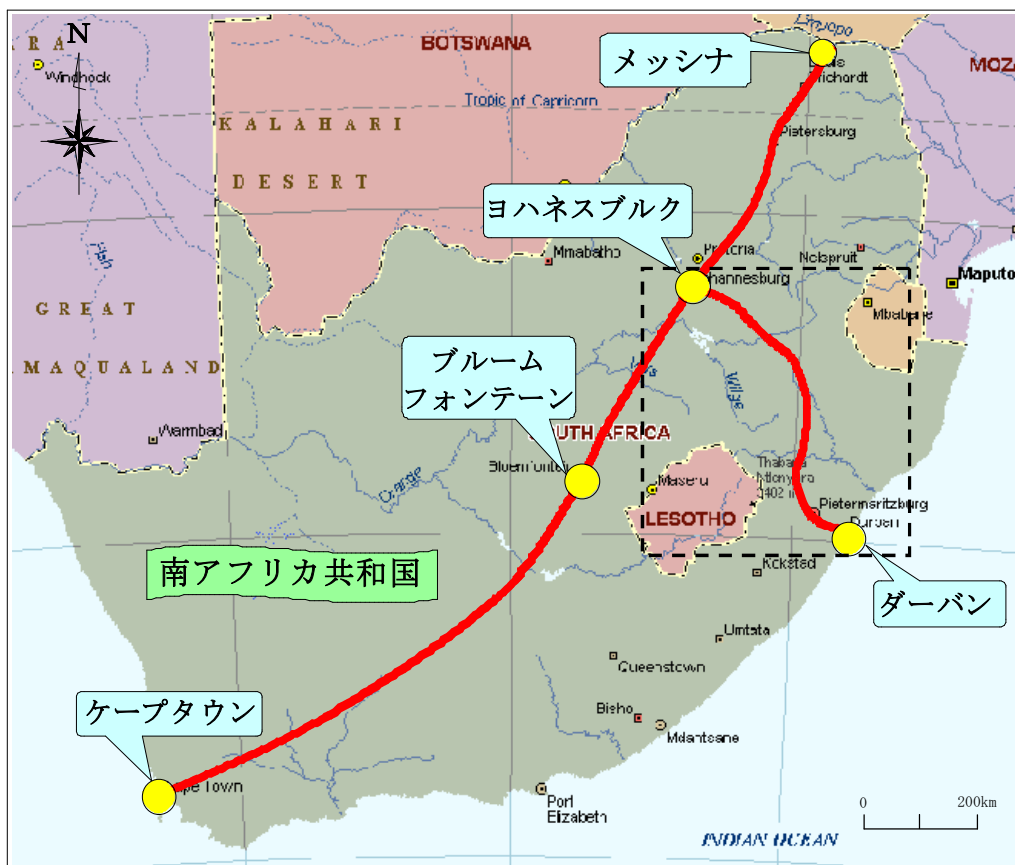
b.については、事前に各地方の Land Claim Commission（土地所有権要求対処委員会）から係

争中の土地に関する情報を入手し、なるべくこれらの土地を回避する線路の設計を行うべきである。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 5 に高速鉄道プロジェクト位置図を示す。

図 5 プロジェクト位置図



出典：調査団作成

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

インドネシア・電力輸出によるアセアン電力最適化
事業調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：三菱商事(株)
Global Utility Development Corporation Ltd.

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1.1. インドネシアからの電力輸出とバタムの電力市場

- a) アセアン (ASEAN) 諸国は電力相互連携を図る目的で連系送電線構想を立て、2007 年 8 月 23 日に連系送電網推進のためのメモランダムを締結している。また、アセアン加盟 10 カ国で構成されるアセアン電力事業者/関係省庁首脳会議 (Heads of ASEAN Power Utilities/Authorities : HAPUA) は、2010 年に「アセアン連系送電線マスタープランスタディ II (ASEAN Interconnection Master Plan Study II)」を発表し、その中でもインドネシア バタム (Batam) 島-シンガポール間の連系送電線は推進の対象となっており、バタム島からの電力輸出は連系送電網構想をリードするものと期待されている。
- b) インドネシアにおけるガス生産量が制限されているにも係らず、海外へのガス輸出量を維持している為、インドネシア国内消費用のガスが不足している。その為、インドネシア政府は、ガス輸出の割りあてにつき再考するとともに、国内で豊富な埋蔵量が確認されている石炭の有効活用を検討している。
- c) 一方、シンガポールの大部分の火力発電所はガス焚きであり、現在マレーシア及びインドネシアからのパイプラインガスの供給を受けているが、シンガポール政府は、国家エネルギー安全保障の観点からガス焚き傾斜を改善する必要性を認識しており、また高いガス代に伴う高い電力コストを低減することを急務として考えている。
- d) 本プロジェクトは、石炭焚きによる電力をインドネシアからシンガポールに輸出することにより、シンガポールのエネルギー源の多様化及び電力料金の引き下げに寄与することを目的としている。また、石炭火力による電力輸出に置き換えることによって、シンガポール向け発電用燃料としてのガス供給を抑制し、インドネシア国内向けガス不足を解消するとともに、日本向けガス供給安定化への貢献も期待できる。
- e) インドネシア電力会社 (Perusahaan Listrik Negara: PLN) の子会社である PLN バタム (PLN Batam) の最大負荷と電力設備容量は、それぞれ 274MW と 324MW である。設備容量 324MW の内訳は、天然ガス発電 236MW 及び石油発電 88MW である。本プロジェクトの運開予定である 2018 年頃には、PLN Batam の開発計画によれば最大負荷、設備容量がそれぞれ 704MW、938MW と予測されている。2011 年から 2020 年までの電力バランスと電源開発計画は、インドネシア政府電力庁長官の認可を得たものである。
- f) PLN Batam は、2017~2018 年頃に本プロジェクトから 110MW 程度の買電を期待しており、本プロジェクトから買電が計画できなければ、PLN Batam 自身による発電所建設も含めて、代替電源の導入の検討を早急に進める必要が出てくる。

- g) 本プロジェクトへの支持を表明しているインドネシア政府は、上述 f) の状況も踏まえ、まず PLN Batam への電力供給を優先し、剰余をシンガポールへ輸出すること期待している。

1.2. シンガポールの電力需要想定、電源開発計画及び電力輸入について

- a) 2011 年現在のシンガポールの最大負荷及び電力設備容量はそれぞれ 6,800MW、1 万 MW 程度である。1 万 MW の内訳は 6,500MW がパイプガス燃料によるものであり、残りの 3,500MW は、主として油焚きである。本プロジェクトの運開予定である 2018 年の最大負荷と設備容量は、それぞれ 8,700MW 及び 1 万 3,830MW と予測されている。1 万 3,830MW の内訳は、電力輸入を除けば、7,500MW がガス燃料で残り 2,630MW が他の燃料によるものである。
- b) シンガポールの電力卸売市場は、2003 年 1 月以来シンガポール公営電力市場 (National Electricity Market of Singapore : NEMS) を通じてシンガポール政府通商・産業省 (Ministry of Trade and Industry:MTI) の傘下でガス・電力産業に対する規制機関であるエネルギー市場監督庁 (Energy Market Authority: EMA) の関係会社であるエネルギー市場会社 (Energy Market Company: EMC) により運営されている。NEMS は半時間ごとの電力売買で最低価格を達成する方式を採っている。NEMS が売買する電力料金の種類は、エネルギー価格、リザーブ価格及び規制価格である。統一シンガポールエネルギー価格 (Uniform Singapore Energy Price: USEP) であるエネルギー価格は、電力小売業者に支払われる荷重平均エネルギー購入価格である。
- c) EMA は、2011 年 2 月以来「電力輸入規制フレームワーク」を作成中である。EMA の主たる戦略は、電力の燃料別構成及び供給源拡大の両面からシンガポールのエネルギー・ミックスを多様化することであり、電力輸入もまた、さらなる電力販売の競合により、電力市場への経済便益を図るのに供するものである。電力輸入の為のシンガポールと近隣諸国間の新しい連系送電線は、地域の電力融通、貿易、協力を一層高める ASEAN 電力網形成に寄与するものとなる。
- d) 2011 年 12 月 12 日に、EMA はインターネット上でコンサルテーションペーパーとして「電力輸入の規制フレームワーク」のファーストドラフトを公示し、関心を持つ企業に対してコメント及びフィードバックを 2012 年 3 月 30 日までに提出するよう求めている。コンサルテーションペーパーで開示された電力輸入に関する一般概要は次の通りである。
- ・ EMA は、一時的に、海外の電力供給元として 1 国あたり最大 600MW の電力輸入枠を想定している。
 - ・ EMA は電力輸入の入札と落札事業者決定を 2013 年に完了したい意向である。
 - ・ 電力輸入業者はシンガポールへの売電を 2017~2018 年頃から開始する。

- EMA は各入札者に対し価格差異契約 (Contract-for-Difference: CfD) 価格での応札を求めている。輸入電力は、輸入業者に対し価格差異契約オプション行使価格 (CfD Strike Price) 又は一般のプール価格 (Pool Price) の何れか低い方の価格で支払われる。
- EMA は、落札した電力輸入事業者には、20 年間を限度に 600MW の電力輸入を認可する電力輸入ライセンスを付与する。

1.3. プロジェクト実施の効果

a) インドネシアへの予想経済便益

- 600MW の電力輸出による収益は原料石炭供給収益 (年間 220 万トン) との経済便益比較において、1.66 倍である。
- 電力輸出に伴うバタム島での現地就役の増加
 - プラント建設中： インドネシア技術者、職人、労働者合計約 80 万人日
 - プラント運転中： インドネシア技術者、職人合計約 189 万人日
- バタム内プラント投資による誘起効果
 - 国民所得の増加： 8 億 7,300 万 US\$ 又は 11 億 6,800 万 US\$
 - 国民貯蓄の増加： 2 億 9,100 万 US\$

b) シンガポールの予想経済便益

- 年間全発電コストの節約 4 億 200 万 US\$
- シンガポール内 600MW プラント建設用地 (80ha) 削減

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

2.1. 本プラントの発電に使用される燃料の種類

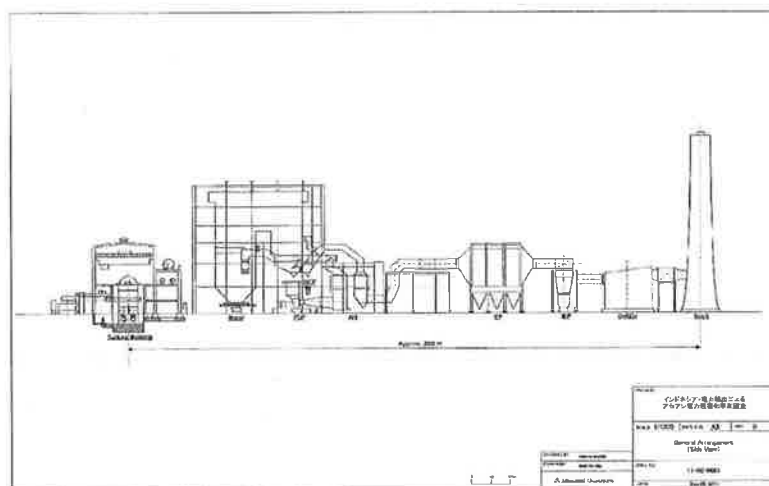
本プロジェクトの発電燃料は石炭を想定している。インドネシアでは、国内消費用、並びに海外輸出用のガスに関して、供給量の確保が大きな問題となっている。本プロジェクト実施を通じて、シンガポール向けのガス供給を抑制し、インドネシア国内で十分な供給量がある石炭を使用し、電力としてシンガポールに輸出することはインドネシアにとって有意義である。経済性及び事業性を踏まえても、本プロジェクトに使用する燃料としては国内炭が推奨される。

2.2. プラントの設備容量、型式及びユニット数の最適化

- a) EMA は最大 600MW の電力輸入を検討しており、また PLN Batam は本プロジェクトから 110MW 程度の買電を要望している。それ故、本プラントの設備容量を発電端 800MW で検討し、発電所内消費電源、送電ロス等を 90MW と想定し、送電端 710MW とする。
- b) 大手プラントメーカーの対応発電容量を勘案し、次の 3 オプションを検討する。
- ・ オプション 1：超々臨界圧 (Ultra Super Critical: USC) : 800MW x 1 ユニット
 - ・ オプション 2：ドラム型 (従来型) : 800MW x 1 ユニット
 - ・ オプション 3：超々臨界圧 (USC) : 400MW x 2 ユニット

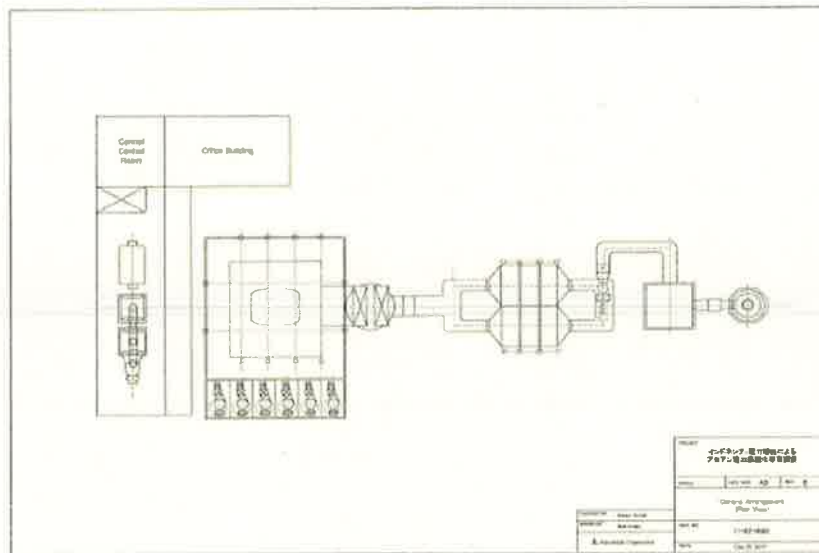
技術的には、プラント発電効率が低い順にオプション 1, 3, 2 となる。最適型式は財務・経済分析によってふるいにかける。3 オプションとも必要用地面積は貯炭場、灰捨て場等を含み最大 80ha となる。代表プラントとしてオプション 1 のプラント側面図、プラント配置図、プラント配置概念図を図 1～図 3 に示す。

図 1 プラント側面図



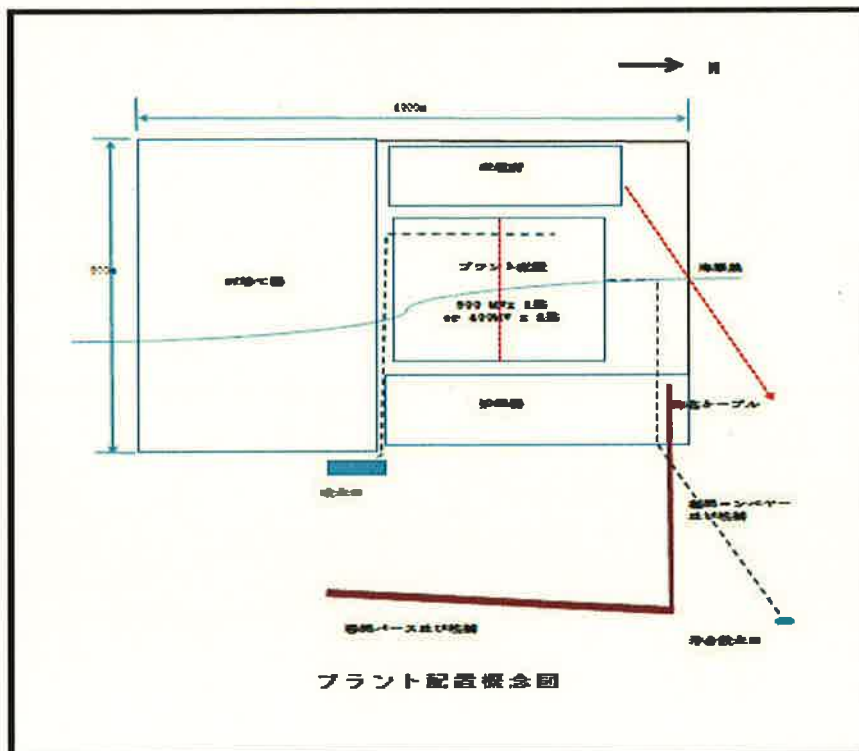
出典：調査団独自の資料に基づき調査団作成

図2 プラント配置図



出典：調査団独自の資料に基づき調査団作成

図3 プラント配置概念図



出典：調査団独自の資料に基づき調査団作成

2.3. 最適サイト候補地の選定

- a) 2011年11月に実施した第一回現地調査で3カ所の発電所サイトの候補地が確認された。バタム島最北端に位置し、PLN Batam 所有の既存ディーゼル発電プラントのあるタンジュンセンクワン (Tg. Sengkuang)、北端ではあるがリゾート観光開発地であるノングサ (Nongsa)、島の東岸にある工場団地のカビール (Kabil) である。3候補地点を地図上に示す。
- b) これら3候補地を調査、検討の結果タンジュンセンクワンを最適サイトとして選定した。選定理由は次の通りである。
- PLN Batam の既存ディーゼル発電所 3.5ha が発電所用地として使用できる。
 - サイトからシンガポールの海底ケーブル上陸地点(シンガポール東海岸公園近郊)まで約18Kmで3候補地の中では最短距離にある。
 - 追加の76.5haは東側の遠浅の海を、比較的安価で埋め立て可能である。
 - サイト近隣居住者が少ない。

図4 発電所用地候補地



出典：現地調査に基づき調査団作成

2.4. プロジェクトへの石炭供給

a) 石炭供給元

本プロジェクトの石炭年間使用量は 220 万トンであるが、その供給が可能な石炭供給元は、スマトラ島、カリマンタン島に多数存在し、本プロジェクトの実施期間にわたる安定的な石炭調達が可能と思われる。プロジェクトサイトまでの運搬距離が短く、石炭運搬費用の低減が期待できる南スマトラの石炭鉱山が有望な供給元として想定される。

b) 代表的な石炭の仕様

代表的な石炭の仕様は次の通りである。

- ・ 固有水分 : 9% 乾燥ベース (Air Dried Basis: adb)
- ・ 揮発分 : 40% adb
- ・ 固定炭素 : 45% adb
- ・ 灰分 : 16% adb
- ・ 全硫黄分 : 0.696%
- ・ 総熱量 : 5,000kcal/kg (到着ベース総熱量 (Gross as Received : GAR))

c) 石炭指標価格

インドネシア政府はインドネシア石炭指標 (Indonesia Coal Index: ICI) を毎月発表している。実際の石炭契約価格は ICI 価格より高額である。石炭供給元と合意する石炭価格については、長期にわたる石炭供給契約の場合、一定の価格調整メカニズムに基づき、定期的に調整することが通例となっている。

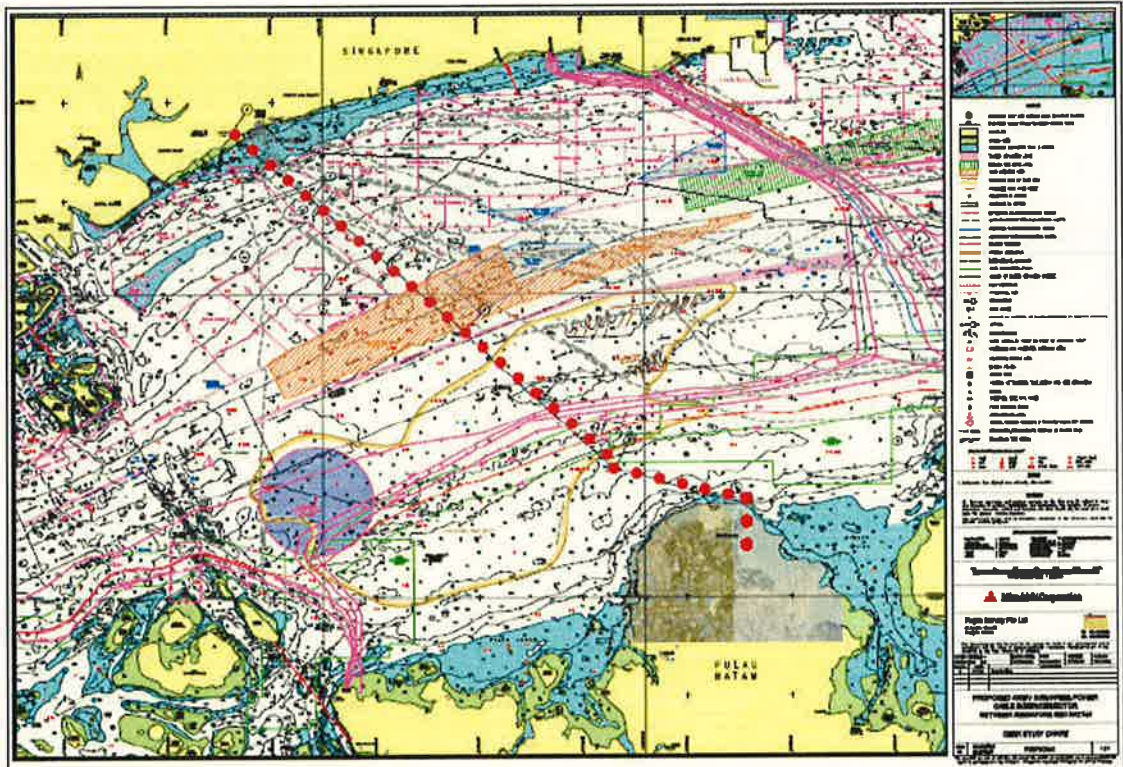
尚、2011 年 11 月中旬の 5,000kcal/kg (GAR) の ICI 価格は概ね CIF ベースでトン当たり 80US\$であった為、本調査の経済分析においてはこの価格を採用している。

2.5. タンジュンセンクワンサイトからシンガポール上陸地点迄の海底ケーブル

タンジュンセンクワンからシンガポール上陸地点 (シンガポール東海岸公園近郊) までの 600MW 送電ケーブルは以下の 2 案を検討した。概略海底ケーブルルートを次図に示す。

- ・ 第 1 案 : 距離 18km AC400KV 3 ケーブル、1 スペアー
- ・ 第 2 案 : 距離 18km HVDC250KV 3 ケーブル

図5 概略海底ケーブル経路図



出典：調査団所有の資料に基づき調査団作成

上述2案を技術的、経済的観点から比較・検討の結果、第2案の投資コストの方が高くプロジェクトの経済性を悪化させるとの判断から、本調査では第1案を選定した。

(3) プロジェクトの概要

3.1. 予備的プロジェクトコスト積算

財務費用、建中利子を除く予備的なプロジェクトコストを積算し、以下に示す。

費用項目	オプション1	オプション2	オプション3
	(800 MW USC)	(800 MW Drum)	(400 MW x 2)
事業開発費	16.0	16.0	16.0
発電所建設費用(EPC)	1,280.0	1,120.0	1,400.0
海底ケーブル建設費用	220.0	220.0	220.0
サイト土地費用	6.0	6.0	6.0
建設管理費	60.0	53.6	64.2
事業費総額	1,582.0	1,482.4	1,706.2

(単位: 百万 US ドル)

3.2. 予備的財務分析

a) 財務分析に使用した条件等

- ・ プラント出力:

設備容量	800 MW
シンガポール送電端	600 MW
PLN Batam 送電端	110 MW
- ・ 年間運転時間: 7,440 時間 (発電所利用率: 85%)
- ・ 売電電力量:

シンガポール向け	4,464 GWh / 年
PLN Batam 向け	818.4 GWh / 年
- ・ 石炭熱量: 5,000 kcal/kg (GAR)
- ・ 石炭価格(CIF Batam): 80US\$ / トン
- ・ プラント熱効率:

オプション 1	800 MW (USC)	40 %
オプション 2	800 MW (drum)	38 %
オプション 3	400 MW x 2 (USC)	39.5 %

- ・ 運転保守コスト: 建設費の3% /年
- ・ 建設期間: プラント 54ヶ月
海底ケーブル 24ヶ月
- ・ 操業期間: 運開後 25年間

b) 財務分析に使用した財務条件

- ・ 融資: 国際協力銀行 (Japan Bank for International Cooperation: JBIC)、市中銀行の協調融資 (想定)
- ・ Debt/Equity 比率: Debt 70 %, Equity 30 %
- ・ 借入金利: 年4%
- ・ 返済猶予期間: 建設中
- ・ 返済期間: 12年間
- ・ 返済方法: 元利均等払い
- ・ フロントエンドフィー: 融資総額の2.5%
- ・ コミットメントフィー: 1%
- ・ サクセスフィー: 融資総額の1%
- ・ 日本貿易保険機構 (Nippon Export Investment Insurance: NEXI) 保険:
・ 融資40%分に付保
- ・ インドネシア法人所得税: 25%

c) 予備的財務分析の結果概要

財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return :FIRR) については、本調査では民間企業によるインフラ開発事業を対象としていることから、民間企業が海外インフラ事業を実施するにあたって設定する自己資本内部収益率 (Return of Equity : ROE) の目標値を15%、17%、20%とした場合の電力料金を検討する手法をとった。要約では、ROEを20%に設定したケースの電力料金を以下に示す。

- | | | |
|---------------------------|-------------|-------------------------|
| ・ オプション1, 800 MW USC: | シンガポール向け | 12.0 US Cents per kWh |
| | PLN Batam向け | 10.753 US Cents per kWh |
| ・ オプション2, 800 MW Drum: | シンガポール向け | 11.355 US Cents per kWh |
| | PLN Batam向け | 10.110 US Cents per kWh |
| ・ オプション3, 400 MW x 2 USC: | シンガポール向け | 12.667 US Cents per kWh |
| | PLN Batam向け | 11.423 US Cents per kWh |

対象国であるシンガポールの長期金利（9%）及びインドネシアの長期金利（9%）を上回る自己資本内部収益率（ROE）で電力料金を試算しているのであるが、いずれの収益率の目標値においても十分競争力のある電力料金が得られる結果となった。

d) 感度分析

感度分析は次のケースに対して行った。

- Case 1 : 石炭価格 10%上昇
- Case 2 : EPC 費用 5%上昇
- Case 3 : 海底ケーブル費用 10%上昇
- Case 4 : 金利 1%上昇

ベースケースに対する平均電力料金の感度分析結果は次の通りである。

- Case 1 : ベース平均電力料金の 104 %
- Case 2 : ベース平均電力料金の 103 %
- Case 3 : ベース平均電力料金の 101 %
- Case 4 : ベース平均電力料金の 102 %

3.3. 予備的な経済分析の結果概要

予備的経済分析は、シンガポールの電力輸入と PLN Batam 向け売電につき経済的内部収益率（Economic Internal Rate of Return: EIRR）、B-C、B/C を求めた。

a) 電力輸入と PLN Batam 向け売電に対する各代替プラント（便益）の基本条件を以下に示す。

- ・ シンガポール内代替えプラント（天然ガス焼きコンバインドサイクル）の基本条件

送電端出力 :	600 MW
プラント価格:	590US\$ /KW
プラント熱効率:	51% (6,680 Btu /kWh)
運転保守費用:	建設費用の 4 % /年

ガス価格: 17US\$/ mmBtu

・ バタム島内代替えプラント（石炭火力）の基本条件

定格出力: 55 MW x 2 units

プラント価格: 1,300 US\$/ KW

プラント熱効率: 38 %

運転保守費用: 建設費用の3 % /年

石炭価格: 95US\$/トン

b) 経済分析結果

	<u>EIRR</u>	<u>B-C (NPV)</u>	<u>B/C</u>
シンガポール向け	52.6 %	22 億 6,900 万 US\$	1.85
PLN Batam 向け	15.2 %	2,100 万 US\$	1.04

NPV 分析の割引率は 10%を使用した。

EIRR と対象国の資本の機会費用との比較については、算出された EIRR がそれぞれシンガポールの資本の機会費用(6~7%)及びインドネシアの資本の機会費用(10%)を上回ったことから、本プロジェクトは代案プロジェクトに対して充分競争力があり、また両国の経済的観点から実施可能なプロジェクトであるものと言える。

3.4 環境社会的側面の検討

a) プラントの予備的環境的及び社会的影響評価の結果

インドネシア政府並びにバタム工業開発庁 (Batam Industrial Development Authority: BIDA) は本プロジェクト開発が準拠すべき環境法を布告している。本プロジェクトの実施に対する予備的環境評価を行った。その結果を以下に概説する。

- ・ プラントから発生する排ガスレベル

集塵装置は、除塵効率を 99%以上にするこゝで、煙突出口、着地濃度ともインドネシアの規制値を満足出来る。脱硫装置は、50%脱硫率であれば煙突出口及び着地濃度の両方がインドネシアの SOx 規制値を達成出来る。また、煙突高さを 200m にすれば、脱硫効率 30%の脱硫装置でも、煙突排出濃度、最大着地濃度の両者が前述のインドネシア SOx 規制値を満足出来る。

- ・ 排水対策

プラント運転、並びに建物内で発生した排水については、国際環境基準、並びにインドネシア環境基準に適合する様、適切に処理する必要がある。

- ・ 騒音

サイトの東は海に面しているが、他方向は小住居に囲まれている。住居地域への騒音を出来るだけ小さくするために、騒音源を出来るだけ離れた設計、建設を行い、住居地域境界での騒音レベルを減少させる。

- ・ 振動レベル

プラント内外で、住民、機械、機器及び構造物に損傷を与える振動発生源はあるものの、振動影響を抑える対策を施せば、その影響は軽微と思われる。

- ・ 悪臭

プラントには、悪臭及び臭気を発生する事も想定されるが、必要な対策を施せば、その影響は軽微と思われる。

- ・ 温排水の熱拡散対策

国際環境基準に基づいた対応が必要となるが、復水器冷却水をサイト南端から取水し、放水にはサイト北側に沖合水中放水を採用して、拡散効果を高め、湾内循環の領域を極力小さくすることが考えられる。プラント取水・排水先となる隣接する海が遠浅であることから、温排水の熱拡散対応に関し十分な検討が必要となる。

b) 海底ケーブル施設の予備的環境・社会面への影響分析結果

- ・ サンゴ礁

タンジュンセンクワン沖合の裾礁海域は、既に浚渫と埋め立てが行われてきている状況である。シンガポールのケーブル上陸地点近辺のサンゴ礁については今後確認していく必要がある。

- ・ 漁業及びトロール漁

シンガポールでは、トロール漁を含む商業的漁業は、漁業法で禁止されている。インドネシアでもトロール漁は禁止されている。バタム、ピンタン地域では、小型漁船を使用した小規模な漁業が行われている。しかしながら、同地域での漁業従事者は減少傾向であり、本プロジェクトによる影響は軽微と思われる。

- ・ 海中採砂

海中採砂は、海底ケーブルルート近くの港湾水域で行われていない。本プロジェクト実施にあたり、海中採砂による海底ベッドの変化は、海底ルート調査で確認していく必要がある。

- ・ 浚渫と投棄地域

掘削残土の海中投棄は中止されており、掘削残土の投棄地域については検討が必要である。尚、バタム側では近辺航路のメンテナンス浚渫を考慮しなければならない。

- ・ 海中公園とケーブル上陸地点

計画のケーブルルート近辺には海中公園や保全区域は存在しない。シンガポールのケーブル上陸地点近辺に東海岸公園があるが、ケーブルルートとは干渉しない。

- ・ インフラ開発

シンガポールのケーブル上陸地点近辺では大規模なインフラ開発は計画されておらず、またバタムではサイトの西側で30haの工場団地が埋め立て完了済みであり、本プロジェクト実施により影響を受けるインフラ開発は現時点では存在しないと思われる。

- ・ 海底ケーブルルート上で交差する西ナツナ天然ガスパイプライン

バタム島ーシンガポール間で想定する海底ケーブルルート上で、シンガポール向けガス供給用に敷設されているインドネシア領域西ナツナガス田からのガスパイプラインが交差する。その為、海底ケーブルの敷設にあたっては、当該ガスパイプラインを管理、運営するコノコフィリップ社 (Conoco Philips) との協議が必要となる。

- ・ 海底ケーブルルート上で交叉する海底通信ケーブル

シンガポール近郊の海域には多数の海底通信ケーブルがあり、本海底ケーブルラインと交叉することが想定される。その為、海底ケーブルの敷設にあたっては、海底通信ケーブル管理・運営者との協議が必要となる。

c) 環境影響評価 (EIA) のスコープと期間

- ・ 本調査ではプラント建設と海底ケーブル敷設による予備的な環境面及び社会面の分析を行っている。EMAは、2013年頃に電力輸入ライセンス付与の入札を計画しており、このスケジュールを踏まえれば、直ちにEIAの準備を開始する必要があると思われる。
- ・ EIAは、国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency : JICA) 並びにJBICの環境及び社会面影響評価のガイドライン (2010年4月)、インドネシアの環境基準などにに基づき実施される必要がある。
- ・ EIAの主たるスコープには次の項目を含む。
 - 現在の環境及び社会面の状況 (土地利用、自然環境、経済社会状況)
 - 対象国の環境・社会政策の制度と組織の確認
 - + 環境法、基準 (EIA及び公開情報)
 - + JICA及びJBICガイドラインからの逸脱項目の有無
 - + 関連組織の役割と機能
 - 範囲 (プロジェクト実施による配慮すべき環境・社会面の項目とその評価方法)
 - 小規模住民移転の簡単な計画準備
 - 影響予測
 - 影響分析と代案との比較
 - 影響削減の検討 (回避、減少及び代替え)
 - モニタリング計画 (実施組織と方法)
 - 予算、資金源及び実施組織
 - 利害関係者会議の助成

(4) 実施スケジュール

800MW 石炭火力発電プロジェクトの準備作業を含む概略スケジュールを次表に示す。

図6 バタム島電力輸出開発工程表

作業項目	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年
1. 事前調査	[Blue bar: 2011.5 - 2012.0]							
2. 必要ライセンス取得	[Blue bar: 2013.0 - 2013.5]							
3. EPC 入札書類作成	[Red bar: 2012.0 - 2012.2]							
4. EPC 請負者の国際競争入札と契約締結	[Red bar: 2012.2 - 2012.4]							
5. 価格差異契約プロポーザル	[Red bar: 2012.4 - 2012.6]							
6. ファイナンスクロージング	[Red bar: 2013.5 - 2013.8]							
7. ローカル工事 (工事用道路、埋め立て)	[Orange dashed bar: 2014.0 - 2014.2]							
8. 建設工事	[Black bar: 2014.2 - 2018.0]							
環境関連								
1. 環境評価 (EIA)	[Green bar: 2012.0 - 2012.2]							
2. モニタリング	[Green bar: 2013.0 - 2018.0]							

出典：EMA 及び PLN 資料等を参考に調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

5.1. シンガポールへの電力輸出 (600MW)

- a) エネルギー源の多様化、電力コストの低減を至近の命題としているシンガポール政府は、EMA に対して 2013 年頃に電力輸入ライセンス付与の入札を行うべく指示を出しており、その入札準備も着実に進めてきており、シンガポールにおける電力輸入が実施される実現性は非常に高い。
- b) 想定される電力輸入ライセンス付与の入札では、各入札者が提示する価格差異契約価格をベースに、定量面、定性面で総合的に評価され、落札者が決定されると見込まれる。EMA は、落札者に対し、20 年間を目処に最大 600MW の電力輸入を認可する電力輸入ライセンスを付与する事となる。
- c) 輸入電力料金の支払いは、電力輸入ライセンス取得業者に対して価格差異契約オプション行使価格又は一般のプール価格の何れか低い方の価格で支払われることが現状想定されている。シンガポールの電力市場は自由化が進んでおり、大規模な長期売電契約を担保としたプロジェクトファイナンスアレンジは難しいと思われるが、電力輸入を政策的に進めるシンガポール政府が、電力輸入推進の為に規制 (例えば、ライセンスが付与された発電設備容量に対して一定の支払いを行う規制価格契約 (Vesting Contract) を電力輸入用に整備する等) を作ることも想定される。そのような規制が準備された場合、プロジェクト実施のためのファイナンス組成にとって有意義となる。

5.2. PLN Batam 向け売電 (110MW)

- a) 現地調査における面談時、PLN Batam から、本プロジェクトを実施するには長期売電契約をベースとした 110MW 程度の買電を要望するとの発言を得ている。
- b) 懸念事項としては、現状、PLN Batam と 110MW の長期売電契約を締結した場合でも、インドネシア政府が当該長期売電契約に関し支払保証しないと想定される為、ファイナンスの組成が難しいという点がある。
- c) 現地銀行、例えばジャカルタのマンディリ銀行 (Bank Mandiri)/シンガポール開発銀行 (DBS Bank) 等が、PLN の支払いに対して政府保証が無いにも拘らずファイナンスアレンジにつき関心を持つか否かが懸念事項であり、その点を考慮しながら、銀行団を探す必要がある。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

6.1. プラントの設計、製造及び据え付け

- a) インドネシアジャワ島では、既存の合計1万MWの石炭火力発電プラントは殆ど中国製である。中国メーカーの価格は非常に競争力があり、買取り電力価格の支払いに対するインドネシア政府の保証が無いにもかかわらず、中国政府系銀行の資金支援等を受けてプラントを納入してきている。PLNによる運転開始数年後から、それらのプラントが度々技術的トラブルで故障し、オーバーホールやメンテナンスを余儀なくされている。その運転保守費用も考慮した中国製プラントの発電原価は10 USCent/kWhを超え、当初予定の発電原価より随分高いものになっているとの情報をPLN関係者から聴取している。一方、シンガポールのEMA及び発電会社は、長期安定運転の観点から高品質の高いプラントに重きを置いている。
- b) 本邦プラントメーカーは高出力・高圧ボイラー及びタービンの豊富な経験と運転実績を有する。本邦プラントメーカーは、技術面と長期の安定的な運転実績において優位性を有しており、競合できる価格を提示出来れば、プラント納入チャンスは大きいと考えられる。

6.2. 海底ケーブルの設計、製造及び据え付け

海底ケーブル施設に関しては、韓国、中国等の新興国メーカーは未だ開発途上にあり十分な施工実績が無い。それ故、豊富な実績と技術的優位性を持つ本邦海底ケーブルメーカーが、海底ケーブルを納入するチャンスは高いと考えられる。

6.3. 操業（運転保守）及び現地運転員の教育訓練における参画

本邦電力会社は長期にわたる豊富な運転・保守実績を有する。大容量の超々臨界圧、超臨界圧、ドライタイプの石炭火力発電所の運転・保守につき、日本の技術者が参加しシミュレータ等を使用して現地技術者の指導及び訓練を行う。

(7) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現性を阻むリスク

a) プロジェクトの開発計画

- ・ シンガポール電力輸入ライセンスの取得

シンガポール側では、凡そ6カ月間で電力輸入業者を決めるための競争入札を実施の上、1社を選定し、落札業者に電力輸入ライセンスが発行される。EMA による電力輸入業者入札は2013年1月開始とし業者決定までの期間は6カ月を予定する。

- ・ EPC 請負者の入札書類の作成、入札、審査及び契約締結

2012年1月末から約6カ月で、EPC 請負者及び海底ケーブル請負者の国際入札仕様書の作成を行う。EMA への価格差異契約入札を提出する前に、EPC 請負者及び海底ケーブル工事の国際入札、入札書類の審査、契約ネゴを行い契約締結する。期間は2012年7月から2012年9月の3カ月間を想定する。

- ・ 長期売電契約 (Power Purchase Agreement: PPA) プロポーザルと交渉

シンガポール側は、2013年後半にEMA による電力輸入の入札を落札すれば、EMA は落札事業者に対し申請した出力を価格差異契約で20年間電力輸入するライセンスを落札者に発行する。

インドネシア側は、PLN または PLN Batam に対し売電契約 (PPA) のプロポーザルを提出し交渉の上電力売電契約を締結する。期間は2012年10月から2012年12月の3ヶ月を想定する。

- ・ ファイナンス・クロージング

ファイナンス・クロージング (プロジェクトの経済性評価及び金融機関融資関連との交渉と融資契約締結) を行う。2013年7月～12月の6カ月を予定する。

b) 本調査完了後、次の作業が必要と考えられる。

- 本プロジェクト開発の資本ストラクチャーの組成 (共同開発なども含めて)
- EMA の電力輸入に関する規制フレームワークの検討、究明
- EMA の電力輸入に対する入札準備

- プラント EPC 候補、海底ケーブル EPC 候補の選定
- 有望石炭供給者と長期石炭供給に関する基本合意
- 運転保守業者候補の選定
- EIA 取得準備
- プロジェクト融資に関する国際金融機関との予備的ネゴ
- 応札の為の価格差異契約オプション行使価格見積り

c) プロジェクト実施の実現を阻むリスクを列記する。

- ・ プロジェクト総事業費（EPC コスト、石炭価格、ファイナンスコスト等）が高止まり、競争力のある価格差異契約オプション行使価格が提示できない。
- ・ 安定的、且つ安価な石炭供給を長期にわたり調達できる目処が立たない。
- ・ シンガポール向け電力輸出及び PLN Batam への売電収入をベースとしても、プロジェクトファイナンスの調達ができない。
- ・ シンガポールとバタム島内の電圧変動・周波数変動等の電気の質、並びに送電許容量の相違などにより、両者域内の系統影響が甚大と評価された場合、同区間の送電連系が困難になる可能性がある。
- ・ 周辺住民を含む環境・社会対応に伴うプラント建設規制により建設が困難になる。

図7 バタム島地図



出典：Google map を用いて調査団が作成