

(別冊 1)

案件形成等調査事業関連資料

平成 25 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

ウクライナ・ドブロトブリスカ石炭火力発電所

増設プロジェクト調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
伊藤忠商事株式会社
東電設計 株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) プロジェクトの背景

ドブrotブリスカ石炭火力発電所構内には、将来の増設（225MW x 3ユニット分）を考慮し、そのスペースが確保されている。今回対象となる9号機には、超臨界圧プラントを超えた蒸気条件（主蒸気温度：600℃、主蒸気圧力：26.4MPa）により、高効率化を達成できる超々臨界圧（Ultra Super Critical：USC）発電プラントを採用する計画である。我が国で既に確立された同技術を適用することで、本邦企業の本事業への参入可能性を高めるとともに、二酸化炭素などの温室効果ガス排出の削減に対しても寄与できる。

2) プロジェクトの必要性

本事業は、その発電電力が隣国ポーランドへ輸出されることを念頭においており、ウクライナの外貨獲得に貢献する。

ポーランドでは、電力需要が拡大することおよび2017年末までに6,000MWもの既設発電設備を閉鎖せざるを得ないことから、2016年から2017年には電力不足に陥り、ピークとなる2017年冬の電力供給不足は1,100MWと想定されている。従って、本事業によりポーランドの電力供給安定化に貢献できる。

一方、ウクライナ国内においては、安定かつ質の良い電力を国内電力系統に接続することにより、国内電力系統が安定し、ひいては同国経済活動に好影響を及ぼす。

また、需要の伸びが計画通り推移した場合、供給力の増強は当然必要となる。現在の供給力は将来的に確実に不足するが、輸入電力への依存度を高めることは、需給安定性の確保、国内主要産業である鉱業の有効活用の観点から望ましくない。また、有限である国内石炭資源の有効活用および周辺環境の維持のためにも、超々臨界圧石炭火力発電所の導入が必須となる。

需要の伸びが仮に鈍化したとしても、老朽化火力発電設備の代替ベース電源として活用することで、同設備向けに新たな環境装置を増強させる必要が無くなり、燃料等の運転保守費を減少させることも可能となり、財務健全性向上に寄与する。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) プロジェクト内容決定の基本方針

a) プロジェクトの内容および技術的側面の検討

- ・ 当該国の電力セクター全般に関する資料・データを入手する
- ・ 既設の発電所、送電線等の現状、燃料の石炭の性状を調査し、最適な石炭火力発電所の仕様を策定する
- ・ 上記仕様に基づき概略工程を策定する

b) 環境、社会配慮

- ・ 本プロジェクトの社会環境に与える影響：当該プロジェクト建設に伴う用地買収、雇用促進、経済裨益効果、排出ガス削減効果の検証、その他社会環境に与える影響につき調査する
- ・ 当該国における許認可関係：環境アセス、関連法規、必要な許認可等につき調査する

c) 財務・経済分析

- ・ 建設コストの積算：策定した仕様による概略工事費を積算する
- ・ 事業性評価：財務・経済分析を行ない、事業採算の取れる資金調達、売電スキームを検討する

2) 概念設計および適用設備の仕様

提案する発電設備は、日本メーカーが建設する超々臨界圧方式であり、日本国内外において多くの建設および運用実績を有する。

発電設備の主要機器構成は以下のとおりである。

- ・ ボイラ
- ・ 蒸気タービンおよび発電機
- ・ 環境装置（脱硫および集塵）
- ・ 付帯設備（屋外設備）
- ・ 電気・制御装置

なお、発電所から市街地への熱供給は既設ユニットから行い、欧州市場で一般的に要求される地域暖房用熱供給システムは設置しない。

(3) プロジェクトの概要

1) プロジェクトの範囲

ドブrotブリスカ石炭火力発電所構内には、将来の増設（225MW x 3 ユニット分）を考慮し、そのスペースが確保されている。今回対象となる9号機には、より高効率な超々臨界圧発電プラント（主蒸気温度：600℃、主蒸気圧力：26.4 MPa）を採用する計画であり、我が国で既に確立された同技術を適用することで、本邦企業の本事業への参入可能性を高めるとともに、二酸化炭素などの温室効果ガス排出の削減に対しても寄与できる。超々臨界圧石炭火力発電所の主要機器は、超々臨界圧ボイラ設備とタービン発電機設備から構成されている。その他に、次の設備から構成される。

- ・ ボイラ補機（蒸気式・再生式空気予熱器、押込通風機、誘引通風機、1次空気ファン、石炭ミル等）
- ・ タービン補機（復水器、ボイラ給水ポンプ、復水ポンプ、復水ブースタポンプ、循環水ポンプ、低圧給水加熱器、脱気器、高圧給水加熱器、復水器洗浄設備等）
- ・ 発電機補機（密封油装置、冷却装置等）
- ・ 電気設備
- ・ 制御設備
- ・ 環境設備（電気集じん設備、脱硫設備、脱硝設備等）
- ・ 圧縮空気設備
- ・ 水処理設備
- ・ 排水処理設備
- ・ 灰処理設備
- ・ 冷却水設備
- ・ 貯運炭設備
- ・ 石灰石設備
- ・ 石膏設備
- ・ 防災設備等

本事業対象とする、石炭火力発電所建設の工事範囲について、現時点での計画概要を表1に示す。

表1 本事業において実施する範囲

項目	内容
対象発電所	ドブロトブリスカ火力発電所
対象ユニット	9号機
実施範囲	石炭火力発電所建設工事一式 土木工事 石炭火力発電所の詳細設計 石炭火力発電所（ボイラ、ボイラ補機、タービン、タービン補機、発電機、発電機補機、電気設備、制御設備、環境設備、圧縮空気設備、冷却水設備、貯運炭設備、石灰石設備、石膏設備、防災設備等）の製作・輸送・据付工事 発電所の試運転 コンサルティング業務
実施範囲外	以下の事項に関しては、現地所掌にて実施するものとする。 炭鉱の開発費用 本事業に伴う撤去・移設工事

(出典：調査団作成)

2) 事業総額

建設費、初期投資コスト、ランニングコストを以下に示す。換算レートとして、1 米国ドル (United States dollar : US\$) を 8.20 フリヴニャ (hryvnia、通貨コード「UAH」) で換算した。

表 2 600MW 超々臨界圧石炭火力発電所の建設費

項目		概算費用		
		外貨分 (US\$百万)	内貨分 (UAH 百万)	合計 (US\$百万)
1	ボイラおよび環境装置	311.8	188.0	334.7
2	蒸気タービンおよび発電機	213.2	56.4	220.1
3	運炭&灰処理設備	73.4	56.4	80.2
4	電気・制御設備	59.6	18.8	61.9
5	その他付帯設備	87.1	56.4	94.0
6	土木・据付工事	上記に含む	上記に含む	上記に含む
7	小計	745.1	376.0	790.9
8	予備費 (小計の 10%)	74.5	37.6	79.1
9	合計	819.6	413.6	870.0

(出典：調査団作成)

表 3 初期投資コスト

項目	補足説明	費用概算			
		外貨分 (US\$百万)	内貨分 (UAH 百万)	合計 (US\$百万)	
1	設計・調達・工事	表 2	819.6	413.6	870.0
2	変電所・送電線	送電線距離 20km	10.0	82.0	20.0
3	諸費用	1+2 の 5%	41.5	24.8	44.5
4	建設中の金利	表 5-3	50.5	0.0	50.5
	合計		921.6	520.4	985.0

(出典：調査団作成)

表 4 ランニングコスト

項目	年間費用概算			
	外貨分 (US\$百万/年)	内貨分 (UAH 百万/年)	合計 (US\$百万/年)	
1	運転保守	10.0	164.0	30.0
2	燃料	0.0	1,303.8	159.0
3	土地	0.0	0.0	0.0
4	各種保険料	運転保守に含まれる	運転保守に含まれる	運転保守に含まれる
5	支払金利	3.00%	0.0	3.00%
6	法人税	0.0	16%	16%

(出典：調査団作成)

3) 予備的な財務・経済分析の結果概要

下表に示す前提条件を置き、予備的な財務・経済分析を行った。

表 5 予備的な財務・経済分析のための前提条件

	項 目	適用条件
1	売電価格	US\$60/メガワット時 (Mega Watt hour : MWh)
2	年間操業時間	7,440 時間 (24 時間×310 日)
3	発電効率	41%
4	所内消費電力量	7.8%
5	石炭の熱量	5,750kcal/kg
6	石炭の価格	US\$90/トン (ton : t)
7	インフレ率	2.39%
8	建設期間	5 年
9	減価償却	定額法、残存価値ゼロ、期間 40 年
10	操業期間	40 年
11	融資、自己資本比率	80 : 20
12	融資スキーム	国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency : JICA) による海外融資
13	返済期間、返済方法	操業開始後 20 年、元本均等返済
14	支払金利	年利 3.00%
15	割引率 (資本機会費用)	10.4%

(出典：調査団作成)

その結果を以下に示す。

表 6 予備的な財務・経済分析結果

	分析指標	結 果
1	財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return : FIRR)	8.11%
2	経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return : EIRR)	15.06%
3	純現在価値 (Net Present Value : NPV)	US\$1 億 3,178 万
4	費用便益比率 (Benefit Cost Ratio : B/C)	1.07

(出典：調査団作成)

FIRR は 8.11% となり、ウクライナのここ数年の政策金利（7.5～7.75%）より大きいので、前提条件が現実的なものである限りにおいては、本件が財務的に実現の可能性が高いと言える。

EIRR は 15.06% となり、資本機会費用として用いた 10.4% を上回った。また、NPV は 1 億 3,178 万米ドル、B/C も 1.07 となり、それぞれの数値は本プロジェクトの実施が経済的に妥当である事を示している。

然しながら、国際的な格付け機関であるムーディーズ・インベスターズ・サービス（Moody's Investors Service）は、2013 年 9 月 24 日、ウクライナの信用格付けを「B3：投機的とみなされ、信用リスクが高いと判断される債務に対する格付」から一段階引き下げて「Caa1：投機的で安全性が低いとみなされ、信用リスクが極めて高い債務に対する格付」とするとともに、更なる格下げもあり得るとの見通しを示している。

ゆえに投資家や融資団は、この趨勢が継続する限りにおいては上記の資本機会費用や EIRR レベルでは充分とは認識しないと思われる。実際、発電所オーナーである DTEK が新規投資を行う場合、より高い収益率を見込むとのことである。

それを実現するためには、建設費、他のコストの精査、および収益アップ策につき更なる検証が必要である。

4) 環境社会的側面の検討

a) 環境社会面における現状分析

本プロジェクトは、既設発電所の増設であり、サイトは開発済みで、動植物相は豊富ではない。

大気質の現況レベルは、近隣に大規模な他の固定発生源がないことから、発電所からの排ガスが大きく影響しているものと考えられる。既設発電所では、スクラバーや電気集塵機を設置しているが、脱硫装置や脱硝装置を設置していないため、ウクライナ、欧州連合（European Union：EU）および国際金融公社（International Finance Corporation：IFC）や世界銀行（World Bank：WB）の排出基準値を超えるような状況で周辺に排出されている。

また、近隣の河川の水質の現況レベルは、近隣に大規模な他の発生源はなく、汚染源としては近隣の農業活動による排水、家庭からの生活排水が主なものである。なお、発電所内および敷地境界付近の騒音レベルも、それほど高くはなっていないことを現地調査で確認している。

発電所南側のドブロトブリス町は、発電所の従業員のために建設されており、宿泊施設、病院、学校等のインフラ設備が整備されていて、発電所へのアクセス道路はこの町のメイン道路となっている。

b) プロジェクトの実施に伴う環境改善効果

現状では、二酸化硫黄については発電所からの排出だけでEUの環境基準値を超える、と予測されている。老朽化した既設5-6号機および7-8号機を、本プロジェクトの実施にあわせて廃止することで、発電所からの影響が大きく減少し、EUの環境基準に十分適合することになる。

c) 相手国の環境社会配慮関連法規の概要およびそのクリアに必要な措置

ウクライナでは現在、欧州の法体系を踏まえながら環境影響評価（Environmental Impact Assessment：EIA）の法改正が進められているところであり、これらの改正の動向に留意しつつ、今後、本プロジェクトのEIAを実施する必要がある。

実施に当たっては、JICA等の環境社会配慮ガイドラインとの整合性にも留意しつつ、できる限り早い段階からの情報公開、住民説明により、関係者、住民の意見を十分取り入れ、設計、工事および運転に反映させることが重要である。

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

事業者は、以下のような調査、予測を実施しながら、ウクライナの法規制に基づき、環境影響評価報告書を作成し、その中で、既設発電所の休止および廃止、使用する排ガス排煙処理設備の効率、水の使用量、温排水の排水量も含め、累積的影響に留意しながら、できる限り現状を改善あるいは非悪化となるよう検討する必要がある。

- ・ 大気質については、現在の汚染レベルを把握すること
- ・ 水質については、現在の温排水による貯水池での水温状況を把握すること
- ・ 近隣の住居地域での騒音レベルを確認すること

(4) 実施スケジュール

実施スケジュールを以下に示す。

図1 プロジェクト実施スケジュール

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
事業化可能調査	■							
環境社会影響評価			■					
各種契約交渉			■					
許認可取得			■					
ファイナンス・クローズ			■					
サイト準備				■				
機器調達・輸送				■				
建設・据付工事					■			
試運転調整								■
商業運転開始								★

(出典：調査団作成)

(5) 実施に関するフィージビリティ

伊藤忠商事（株）と東電設計（株）は、以下のそれぞれの事実

- ・ ウクライナの石炭火力発電所の殆どが運転開始から 40～50 年経過し老朽化したものが多い
- ・ ソビエト連邦からの独立以降、発電設備容量が減少
- ・ ウクライナは、EU とのエネルギー分野における協力に関する覚書で、発電所の効率化、安全性の向上、EU 基準に基づく環境負荷の低減を約束

に着目し、2010 年 2 月に、ウクライナの電力セクター、および火力発電所の実態調査を実施した。

その際、当該発電所を含む 3 つの発電所を視察し、同発電所が

- ・ 瀝青炭を燃料としており（他の発電所は無煙炭）、USC 技術の運用が可能であること
- ・ ポーランド国境に近く、ポーランドに繋がる送電線も施設されており、発電した電力のポーランドへの輸出を見込めること

より、対象を同発電所に絞った。

当初は、2009 年度に日本・ウクライナ両政府で締結されたグリーン投資スキーム（Green Investment Scheme : GIS）や円借款の活用も検討したが、

- ・ 既に GIS 枠は消化済みであり
- ・ 対象となる発電所を所有する発電会社が国有から民間へ払い下げられた

ため、ウクライナ民間企業と本邦企業との合弁での発電事業形態による事業案件の組成を目指すことにした。

予備的な財務・経済分析の結果概要は、上記（3）3）に示す通りである。国際協力機構の低金利融資を受けることで、プロジェクト実施の妥当性は高まるが、ウクライナの現状に鑑みると、建設費他のコストの精査を行い、収益性をより高めることが必要となる。

また、長期間のプロジェクト・ファイナンス組成の前提となる長期電力取引契約締結、に関する可能性の調査も必要である。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

本邦企業は、超々臨界圧発電設備の技術面において、他国企業に対し優位性を維持していると考えられる。

国内の厳しい環境基準の中で長年に渡って形成された超々臨界圧発電に関する技術は、世界でも高い水準にあり、豊富な納入実績を有しているため、欧米企業に対しても十分な競争力がある。当該技術を有する本邦企業は、ライセンス契約等で世界的に技術供与をしており、欧州での発電設備受注を重ねている。

日本国内では、地方公共団体が別途規定する条例等により欧米よりも厳しい環境基準を満足させる必要があり、そのため発電技術は成熟しているといえる。

国内超々臨界圧発電技術は、プラント性能だけでなく、高度な自動化運転や高い設備稼働率など運用保守技術も世界において高い技術水準にある。本邦企業は、顧客要求に対応することにより、運用保守支援システムを確立している。

また、優れたソフトウェア技術を利用し、競争力のあるインフラシステムを提案することができる。

環境負荷低減や省エネルギーの分野でも優れた競争力を有している。特に、国内市場における主要な顧客である電力会社への対応で培ってきた技術力を背景に、海外の顧客からも高い信頼を得ることに成功している。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図2 事業実施地点の分かる地図



(出典：グーグル地図を元に調査団が作成)

平成 25 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

カザフスタン・アルマトイ

廃棄物発電代替エネルギー供給事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
三菱重工環境・化学エンジニアリング株式会社
株式会社エックス都市研究所
東京二十三区清掃一部事務組合

(1) プロジェクトの背景・必要性等

カザフスタンでは、政府レベルでの方針としてグリーン経済への移行に係る基本構想（CONCEPT for transition of the Republic of Kazakhstan to Green Economy）が正式に承認され、2050年までにエネルギー高効率な経済成長や再生エネルギー技術開発を進めるための分野別目標について定められている中、廃棄物分野では、家庭ごみのリサイクル率を2030年までに40%、2050年までに50%へ上げる事としている。また、発電分野では再生可能エネルギー法が今年に入って改正され、これに基づいたFIT（Feed In Tariff、再生可能エネルギー固定価格買取制度）および買取価格が環境水資源省内で検討中であり、廃棄物発電の電力も買取対象として検討されている。

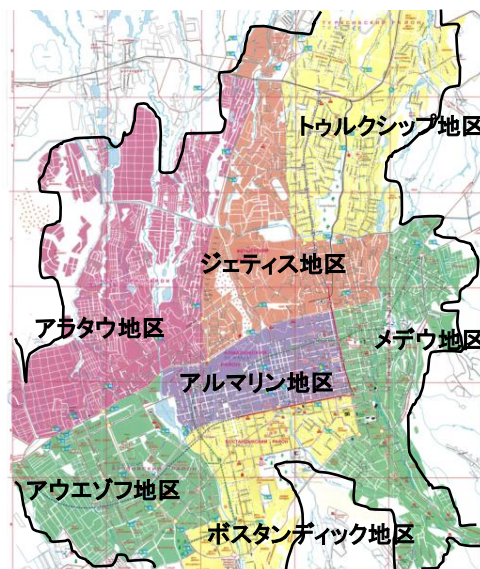
このような政策が進む一方、カザフスタン最大の都市であるアルマトイ市での実態は、都市廃棄物はほとんどが無分別で直接埋め立てられ、臭気、害虫等が発生し周辺環境の悪化の原因となっており、メタンの発生による温室効果ガス発生等地球環境に対しても悪影響を与えている。また、同市では電気需要の半分を地域外からの供給に頼っている他、熱供給についても将来需要に対応できないと予測されており、加えてこれらエネルギー源の燃料である安価な石炭は市における深刻な大気汚染を引き起こしている。

このような状況の中、本プロジェクトで提案する都市ごみを対象とした廃棄物発電は、衛生的かつ安定した廃棄物処理の提供およびエネルギー需給緩和に寄与するものとして、市の需要があると考えられる。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) アルマトイ市の地区

図 1：アルマトイ市地図



出典：調査団作成

2) 廃棄物の発生・処理現状

アルマトイ市における 2012 年の廃棄物発生量は約 67 万 2,693t/年で、そのうちの約 95.9%にあたる約 64 万 4,900t/年が家庭系および一般事業系廃棄物、2.3%にあたる 1 万 5,800t/年が工場等より発生する産業廃棄物、0.8%にあたる 5,100t/年が道路等からの廃棄物、1.0%にあたる 6,900t/年が商業施設から排出された廃棄物という内訳となっている。これを日量にすると約 1,842t/日である。

表 1：アルマトイ市における地区毎の人口、面積、ごみ収集量データ

地区		ごみ 収集量 (t/年)	人口	面積 (ha)	人口 密度 (人/ha)	一人当り ごみ排出量 (g/人・日)
A	アラタウ ジエティス トルクシップ	358,879	498,900	17,170	29.1	719.3
B	アルマリン アウゾフ	161,752	497,100	5,010	99.2	325.4
C	ホスタンテック メテウ	152,062	454,300	13,050	34.8	334.7
計		672,693	1,450,300	35,230	41.2	463.8
日量 (t/日)		1,842	-	-	-	1.3

出典：アルマトイ市統計局データより調査団作成 <http://www.almaty.gorstat.kz/>

処理・処分は民間企業が収集運搬業者と契約して行われており、政府の予算、支援はほとんどない。市の西方 30km に位置するカラサイ処分場が最大で、1,000～1,300t/日を受け入れており、そのうち 70% はタルティップ社が収集したごみである。同処理場は 2010 年より民間業者カズウェイストコンバージョン (Kaz Waste Conversion、KWC) 社によって管理されており、以前は行われていなかった覆土を行うようになった。廃棄物は無分別で直接埋め立てられ、ウェイストピッカーが主にプラスチック等を集めている。

図 2：カラサイ処分場での埋立状況（左）と洗浄・細断されたプラスチック（右）

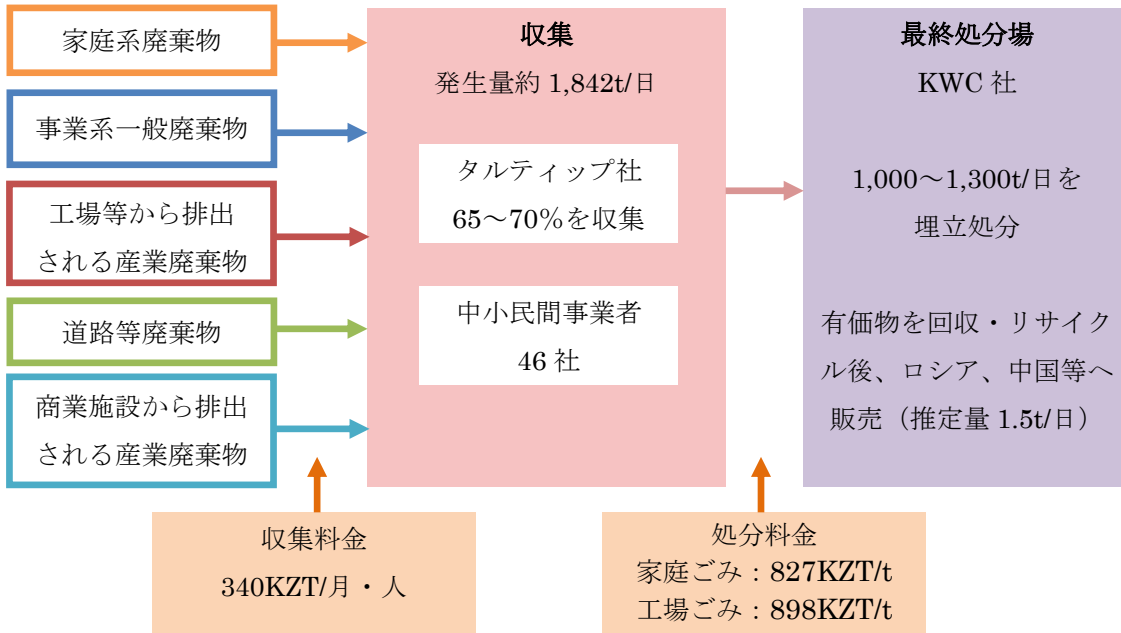


出典：調査団撮影

3) 廃棄物の流れ

上述した現状を、アルマトイ市のウェイトストリームとして示すと以下の通りとなる。

図 3：アルマトイ市における収集・運搬の状況



出典：調査団作成

4) ごみ性状調査結果

ごみの組成は、表 2 の通り地区ごとの組成の偏りが大きく、有意な差が見られた。

調査時に特徴的なごみの種類については、飲料用の瓶を多く認めた。秋の調査であったため落ち葉が多く、また少量ではあるが、暖房用に木材等を燃やした残渣と思われる、灰が排出されていた地区があった。

表 2：各地区の物理組成（湿ベース）（単位：%）

地区名	アタラウ	ジェティス	トルクシッ	アウエラフ	アルマリ	ホスタンディック	メテウ
厨芥	7.14	14.26	23.05	25.91	11.52	29.62	19.57
紙類	11.94	15.03	16.95	10.11	28.25	27.57	18.91
繊維	4.49	2.92	8.08	5.53	1.77	2.78	1.69
木草	60.21	44.16	30.84	21.56	29.53	17.89	30.29
プラスチック	10.61	14.78	14.97	30.02	12.89	13.49	20.60
金属	2.45	1.55	2.17	1.03	1.67	2.20	1.41
ガラス	3.16	7.30	3.94	5.84	14.37	6.45	7.53
合計	100	100	100	100	100	100	100
グループ	A			B		C	
特徴	木草が多い			プラスチックが多い		厨芥が多い	

出典：調査団作成

三成分の調査結果では、水分量は高くなく、焼却施設で補助燃料などを使用せずに適正に処理可能と考えられる。灰分が高い理由は飲料用の瓶などガラスが比較的多く含まれていたためであると想定できる。発熱量分析した結果、廃棄物発電に適した発熱量を有していた。特にプラスチックが多く排出されていたBグループ（アウエゾフ地区、アルマリン地区）のごみの発熱量が高かった。

表 3：各グループの三成分と発熱量

グループ	Aグループ	Bグループ	Cグループ
地区名	アタラウ、ジエティス、 トルクシッ	アウエゾフ、アルマリン	ホスタンテック、メテウ
水分(%)	43.03	37.22	40.18
可燃分(%)	45.67	44.86	46.89
灰分(%)	11.30	17.92	12.93
三成分合計(%)	100.00	100.00	100.00
低位発熱量 (kcal/kg-wet)	2,190	2,422	1,864

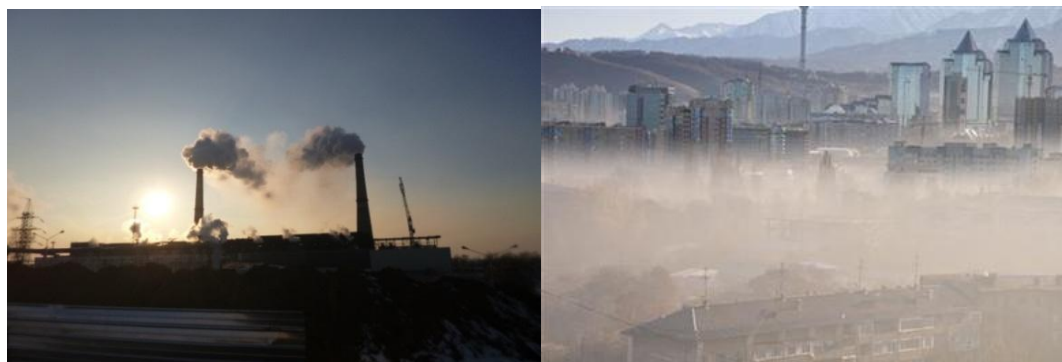
出典：調査団作成

5) アルマトイ市のエネルギー需給状況

アルマトイ市が属するアルマトイ州の電力需要 625MW に対し、自己発電量は 316MW で電力自給率は約 50%程度である。309MW の不足分は、北部の諸州からの電力供給やキルギスタンからの輸入に頼っている状態にある。また、地域暖房用の熱需要は 2011 年においては 2,470 Gcal/h であったが、これは現有設備で賄えている。カザフスタンには大きく熱電併給プラント、地域熱供給、建物ごとの熱供給設備、の三種類の熱供給方法が存在するが、アルマトイ市の熱供給の大半は熱電併給プラントに依っている。

尚、アルマトイ市内の熱電併給プラントおよび地域熱供給では市内の熱電併給設備は老朽化によりエネルギー効率が大幅に下がっている上、環境対策も適切に設置されていないため、同市最大の大気汚染源となっている。また、主燃料である石炭の灰処理が大きな課題となっている。

図 4：石炭熱電供給プラントからのばい煙（左）とアルマトイ市の大気汚染状況（右）



出典：調査団撮影

6) 技術的手法

我が国の都市ごみの焼却処理には、主に焼却（ストーカ）方式とガス化溶融方式があるが、環境保全性、経済性、地域住民との合意形成の容易性を考慮し、ガス化溶融炉方式を採用することとする。

(3) プロジェクトの概要

1) 概念設計

アルマトイ市の廃棄物発生量は現状の 1,842t/日から 2030 年までに 2,400t/日まで増加することが予測される。現地では現状のリサイクル環境が成熟していないが、今後のリサイクル制度導入を見据えて、プラント容量は以下の通り設定する。

第一期： 120t/日 x 2 炉 = 240t/日（送電量：約 2.2MW※1）

第二期： 120t/日 x 2 炉 = 240t/日（送電量：約 2.2MW）

第三期： 120t/日 x 2 炉 = 240t/日（送電量：約 2.2MW）

合計： 720t/日（総送電量：約 6.6MW）

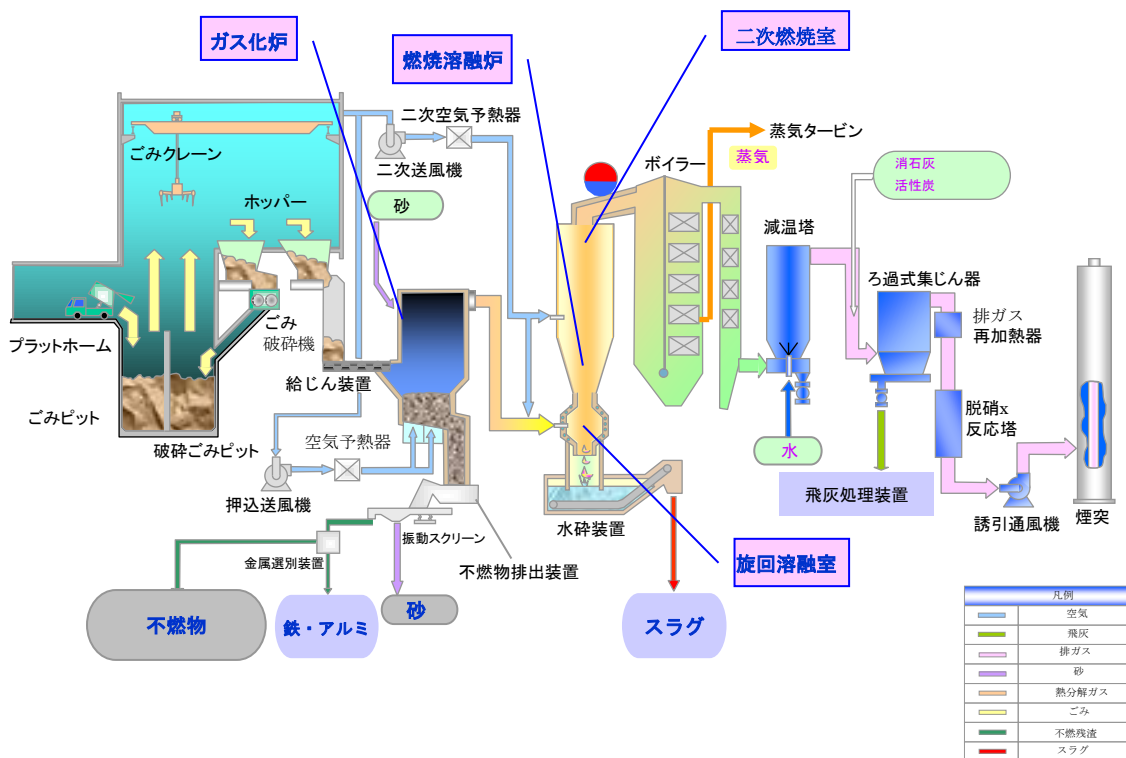
※1：発電だけ行う運転の場合

搬入されるごみは、ガス化溶融し従来直接埋立処分されていたごみを衛生処理および減容化すると同時に、ガス化溶融過程で得られる廃熱をボイラーで回収し、蒸気タービンによる発電や施設内外に余熱利用することで発生する蒸気を有効利用する。

なお、発電電力は施設内の電力として利用し、余剰電力は地域の電力ネットワークを介して電力会社に売却する計画とするが、この送電に伴う電力需給の緩和効果は次の通りである。前述の通りアルマトイ市を含むアルマトイ州の現在の電力総需要 625MW であるが、2010 年から 2020 年までには電力需要が約 1.8 倍と予想され、2020 年の電力総需要は 1,125MW と想定する。これに対し、第一期から第三期までの廃棄物発電施設を導入した場合、総送電量は 6.6MW であるため、総需要に対して約 0.5%の需給緩和が可能となる。

また、1 炉 1 系列で主要設備は構成し、2 炉にて共通の設備について重要な機器については予備機を設けることを基本とする。図 5 に処理フローシートを示す。

図 5：処理フローシート

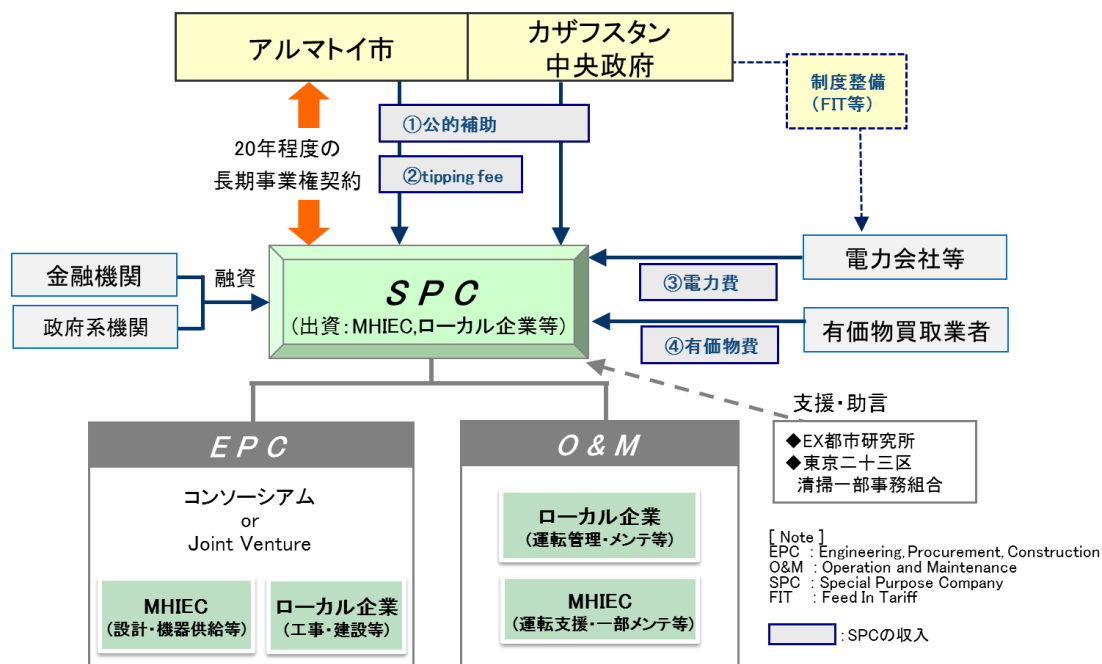


出典：調査団作成

2) 事業形態

本事業の参画形態としては、官民の適切な役割分担の下、民間活力を導入し高い効果と効率性を目指す官民パートナーシップ(Private Public Partnership、PPP)方式を採用することとする。現在アルマトイ市における公共事業の発注方式は一般競争入札による単独/業務発注が一般的であるが、アルマトイ市を含めカザフスタンでは行政機構による廃棄物発電施設の建設・運営実績が無いことを勘案すると、建設から運営を含めた事業として、実績を有する企業を含む事業体に一括発注することが望ましい。具体的な事業スキームとしては、施設建設 (Engineering, Procurement, Construction、EPC) において、設計・機器供給と監督員の派遣については全面的に我が国の企業が参画し、機器据付および土木建築についてはローカル企業を起用し調達コストの低減と現地経済活性化へ貢献するものとする。また、運営維持管理 (Operation and Maintenance、O&M) においても、出来る限りの地元企業の雇用を主体としつつ、上述の通り本邦における運営のノウハウを活用し支援する形態をとる。想定する事業参画形態を図6に示す。

図 6：事業参画形態図



3) 事業総額

事業総額の積算をするにあたっては、以下を前提条件とした。

表 4：前提条件

項目	前提条件	備考
年間処理量	72,000t/年	
事業期間	運営期間を20年とする	
減価償却	定率償却を採用 (建物 10%/年 機器 25%/年)	減価償却の対象は補助金分を初期投資から除いた金額としている(圧縮記帳)
法人税	30%	繰越欠損金3年
固定資産税	1%	設備/建物
借入金	事業期間(20年)を想定	
調達金利	7%	(中銀の政策金利は2013年10月時点で5.5%だが2012年過去5年で5.5-8.0%程度まで振れ幅有り)
物価変動	インフレ率は考慮せず (変動ある場合は収入側も連動することを想定)	
自己資本	10億円	
公的補助金	初期投資の70%	50%が中央政府から、20%が地方政府から出ることを想定した

出典：調査団にて作成

a)建設費の試算

土木・建設工事、資機材供給、設計・監督、試運転を含むフルターンキーベースで概略建設費を算定した。電力や水道、プラントまでのアクセス道路等のインフラについては、敷地周辺まで整備されていることを前提とし建設費には含めていない。

表 5：建設費の積算

項目	概算費用
土木建築工事費	3,000 百万円
プラント工事費	1,200 百万円
機器購入費	5,900 百万円
設計・監督費他	900 百万円
合計	11,000 百万円

出典：調査団にて作成

b)運営費用および総事業費のまとめ

各期(120t/d x 2 炉/ 一期)の運営費用は以下のとおりになる。

表 6：運営費用のまとめ

項目	金額 (20 年間)
運転維持管理費	550 百万円
ユーティリティ費	2,890 百万円
維持管理費	2,000 百万円
開業償却費	63 百万円
固定資産税	143 百万円
長期金利返済	2,539 百万円
退職給与引当金	38 百万円
合計	8,223 百万円

出典：調査団にて作成

建設費および運営費用をまとめた各期(120t/d x 2 炉/ 一期)の総事業費は以下のとおりとなる。

表 7：総事業費のまとめ

事業年度	事業期間累計
総事業収入	13,296 百万円
総事業経費	19,223 百万円
総事業経費 (建設費補助金控除後)	11,523 百万円
経常利益(税引前)	1,773 百万円
法人税	1,006 百万円
当期利益 (税引後)	767 百万円

出典：調査団にて作成

各期(120t/d x 2 炉/ 一期)の収入は、公共側から受けるティッピングフィー (Tipping Fee、T/F) によるごみ処理収入と電力会社からの売電収入から以下の通り算定した。尚、T/Fは6,500円/tと想定した。

表 8：運用費用のまとめ（収入）

項目	金額
ごみ処理収入	468 百万円/年
売電収入	180 百万円/年
その他収入（スラグ売却）	17 百万円/年
合計	665 百万円/年

出典：調査団にて作成

c) 予備的な財務・経済分析の結果概要

✓ 財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return、FIRR) による評価

上述の通り設定した前提条件によるプロジェクト IRR(FIRR)は 7.86%となり、中銀の政策金利である 5.5%を上回る。減価償却の進捗に伴う固定資産税の減少により単年度ベースでも事業開始 6 年目に事業損益はプラスに転じ、繰越欠損金制度による法人税免除が終了する事業開始 8 年目にも単年度キャッシュフローはプラスを維持できる見通しである。

✓ 経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return、EIRR) による評価

既存最終処分場の軽減効果、収集運搬費用の軽減効果、地球温暖化ガスの排出抑制効果の3つの経済的効果を考慮して経済的内部収益率 (EIRR) を算出すると12%という結果が得られており、経済的に有意義と判断できる。

以上の通り財務・経済分析の結果、プロジェクト自体の収益性および社会に与える経済効果の観点からも、本プロジェクトは実行可能といえることができる。

d) 環境社会的側面の検討

カラサイ処分場周辺の環境調査を行い、廃棄物発電施設導入による改善効果を検証した。

✓ 廃棄物有効利用

アルマトイ市の廃棄物は、市内の各処分場にてプラスチックを中心に一部の廃棄物がウェイトピッカーによりピックアップされ、その廃棄物を処分場運営者が買い取り、ロシアや中国への販売する有効利用ルートがある。ただし、その量は微量にとどまっており、リサイクルマーケットとして未確立の状況である。一方、その他の都市ごみ（一部を除く）は、未処理のまま市内 5 カ所の処分場にて埋め立てられている。

本プロジェクトの実施により、都市ごみをエネルギーとして有効利用することができる。

✓ 周辺環境の改善

市内最大規模のカラサイ処分場は、概ね平地であった場所に地震によって発生した窪地を利用しているが、遮水工が敷設されておらず、廃棄物の飛散防止等の対策として覆土のみを行っている状況である。このため、地質条件によっては浸出水の地下浸透が余儀なくされていると推察される。その浸出水は、排水管敷設により埋立地から排水し貯留池に貯留したうえで、自然に蒸発をさせる計画であるとのことであったが、4月から5月にかけて雨量の多い時期は、処理機能が期待されず周辺の水環境に悪影響を及ぼすと推察される。

また、現地調査およびインタビューの結果から、処分場周辺住民の間には処分場から排出される臭気および大気汚染によって、健康被害が広がっていると懸念される。混合収集・直接埋立を行っている現状から、発生したメタンによる火事等でプラスチックが燃焼し、周辺環境に悪影響を及ぼしている。

本プロジェクトの実施により、廃棄物を無害化（スラグ化等）すれば、周辺の水・大気環境への悪影響を抑制することが期待される。

✓ 温室効果ガス排出削減効果

現状のカラサイ処分場は、混合収集・直接埋立により、温室効果ガスであるメタンが大量に発生している。本プロジェクトにより、この温室効果ガス排出量の削減が見込めることから、検証を行った。

結果として、プロジェクト実施により約 36,000t の二酸化炭素排出が抑えられることがわかった。今回の計算には算入していないが、プロジェクトサイトは現状のカラサイ処分場よりも中心市街地から近いいため、収集運搬による二酸化炭素排出の削減も期待できる。

約 720t/日の都市ごみをガス化する溶融炉を建設するにあたって、建設地においては様々な環境、社会面での影響が考えられる。

具体的な環境面の影響としては、プラントから排出される排ガス、ダイオキシン等、排水、最終的な溶融スラグや飛灰が考えられ、これらはカザフスタンの国内法に則って適切に処理されねばならない。

また社会面での影響としては、現在カラサイ処分場で有価物回収を行っているウェイストピッカーがおり、彼らの生計・生活に対する配慮も必要となる。具体的にはプラントの手選別工程にて雇用機会を創出して対応することを計画する。また、プロジェクトサイト周辺にて非自発的住民の移転が起こらないように、土地利用計画を立てる必要もある。

(4) 実施スケジュール

表9 プロジェクトの実実施スケジュール

年度 四半期	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024	
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q
FIT 制度への廃物発電折込の働きかけ(*1)																						
FIT 制度の整備(*1)																						
PPP 法の整備(*1)																						
本格 FS 調査																						
実施優先順位付け、実施決定(*1)																						
政府への最終提案																						
政府における PPP 事業としての承認(*1)																						
地域合意形成(*1)																						
環境影響調査(*1)																						
現地側政府との事業契約協議、締結																						
投融资契約																						
特別目的会社(SPC)設立																						
第一期施設建設工事																						
プラント運営、事業運営確認																						
第二期施設建設工事																						
第三期施設建設工事																						

(*1) 現地側政府による。

(*2) 着工時期は対象地域の開発進捗状況/需要状況による。

出典：調査団にて作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

本プロジェクトの実現可否は、カザフスタンにおける財務面および制度面の整備状況に大きく依存するが、以下の通り、現状は民間の力では解決出来ない課題が多く、これらの中央・市政府による早期解決が望まれる。

1) 財務面の課題

- ✓ 既にごみ収集、処理事業が民営化されていることから、利益相反が起きる可能性がある。
- ✓ ガス化溶融といった比較的高価なごみ処理技術導入・運営の採算性を確保するには中央および政府からの初期投資および運営管理費への補助やティッピングフィーの補填が不可欠である。
- ✓ 事業採算性を確保するためには、日本およびカザフスタンを含めた公的な国際・政府金融機関からの低金利での融資取付も不可欠である。

2) 制度面の課題

- ✓ 再生可能エネルギー法における FIT 制度において買取価格が決まっていないと共に、現時点で都市ごみは再生可能エネルギー源に含まれていない。
- ✓ 包括的な廃棄物処理法がないために、収集業者、処分業者の定義もなく、ほぼ民間まかせで、行政管理体制が著しく弱い。
- ✓ PPP 法は改定が行われ、また現在も改定が検討されているが、官民でのリスク分担が明確となっていないことや、事業運営費の補償の財源が不明確であるために、民間投資が行いにくい。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

1) ガス化溶融技術の優位性

我が国では、1900年に汚物掃除法の成立以降ごみ処理は焼却の時代に入り、1918年に強制送風式の焼却炉、1929年には発電設備を併設する焼却炉、1963年には全連続式焼却炉と、様々な技術的革新を経て焼却システムを確立してきた。

このような技術革新の中で、ごみ焼却は衛生的かつ減容効果が高い処理である一方、排ガスとしてダイオキシン類等の汚染物質が発生するという課題が挙げられるようになってきたとともに、排出される焼却灰を埋め立てる処分地の逼迫という問題も浮上する状況となった。この2つの問題を解決するため、排ガス性状をはじめ高い環境性能を有するとともに、灰等の副産物を資源として回収・再利用できるガス化溶融技術が大きく進展し、我が国では導入が加速されている状況である。

我が国のごみの総処理量に対する焼却量（ガス化溶融を含む）は約80%を占め、焼却施設数は世界一と、我が国企業の廃棄物発電技術は確立されており、国際的な評価も高い。

さらに、CISにおいては、旧ソビエト連邦時代にストーカ式焼却炉の建設・運用がなされていたが、主に環境負荷等の面で非常に劣悪で、そのイメージからは地元住民の理解を得ることが難しいと考えられる一方、革新的技術の導入を加速させる政府意向の下では、ガス化溶融技術は高く評価され、優位性を持つものである。

2) 東京モデル・施設運営ノウハウの適用

ごみ処理施設の建設に当たっては環境アセスメントを初めとする環境影響予測評価や、建設に係る地域住民への説明、リサイクルや適切なごみ処理の為の分別回収を住民に浸透させる為の制度や活動等、我が国は建設前から建設中、建設後の維持管理運営期間中までに係る様々な行政の実績を有している。

また、現在わが国の廃棄物発電分野においては、建設から運営維持管理まで一括発注する方式が主流となっているが、その事業運営を通して、運転・維持管理のみでなく、廃棄物発電による電力や有価物の売却等、事業運営に関する様々なノウハウを蓄積している。

このように、廃棄物処理施設の整備（ハード面）だけでなく、運営維持管理においても、数十年にわたる廃棄物処理事業の豊富な実績に裏打ちされたノウハウ（ソフト面）も導入が可能であるということが、カザフスタン初の廃棄物発電事業をスムーズに実現する上で、我が国の大きな優位性となる。

(7) 調査対象国内での事業実施地点がわかる地図

図 7 カザフスタン地図



出典：The university of Texas at Austin

図 8 アルマトイ市地図



出典：Tengri News, Территория "Кок-Жайлю" вошла в черту Алм

平成 25 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

タンザニア・中央回廊鉄道再活性化・エネルギー効率化事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
株式会社パデコ
新日鐵住金株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

タンザニアは 5,000 万弱の人口を有し、2000 年以降、平均年率 7% 近くの GDP 成長を記録、ダルエスサラーム (Dar es Salaam) 港の 2006~2010 年の貨物取扱量が平均年率 8% で増加する等、物流需要が急激に拡大している。タンザニア経済は中長期的に同様の高成長が継続し、今後 20 年間で物流需要は現在の 4 倍に達する見込みであり、国内の物流インフラ整備が喫緊の課題となっている。

現在、JICA は「タンザニア国全国物流マスタープラン調査」を実施しており、調査の最終段階を迎えている。また、世界銀行/Reli Assets Holding Company (RAHCO) はダルエスサラーム~イサカ (Isaka) 間の改修を対象とする Tanzania Intermodal and Rail Development Project (TIRP) の準備に向けたフィージビリティ調査 (F/S) を実施し、2013 年 3 月に完了している。これらに加え、タンザニア政府は、社会経済開発計画「国家開発ビジョン 2025」の一部である「Big Results Now (BRN)」、競争力・信頼性を有した鉄道システム整備をめざす「運輸交通セクター 10 年投資計画第 2 フェーズ (TSIP2)」、迅速かつインパクトの大きな整備をめざす「運輸交通セクター長期展望計画 (LTTP)」といった鉄道セクター開発計画を策定している。

本調査は、中央回廊沿い (ダルエスサラーム~キゴマ、タボラ~ムワンザ) の軌道・橋梁等のリハビリ、当該区間で必要となる機関車の新規調達および再生、鉄道システムの開発・改善に不可欠な人材育成の支援を実施することで、エネルギー使用効率に優れる鉄道の貨物輸送シェアを格段に高め、国内物流システムの効率化、エネルギー利用の高度化・合理化を図る事業計画を検討したものである。

本調査では、中央回廊沿い全線を調査対象とし、関連開発計画のレビュー、中央回廊鉄道全線における主要課題の把握、先方政府および日本側関係機関の意向、世銀支援の準備状況も把握の上、我が国による支援候補案件の提案、およびそれら候補案件の計画の策定を行った。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) 段階的開発の必要性と期待される効果

本調査団は、調査期間中に RAHCO、Tanzania Railways Limited (TRL)、運輸省との協議に加え (表 1)、中央回廊鉄道路線の大部分について踏査を行い、同路線 (中央線) の現況の把握を行った。後述の需要予測が示すとおり中央線の輸送ポテンシャルは高い一方で、緊急に対処すべき課題が多く、長期的な視野に立ちつつ、段階的な整備を実施することが、予算確保、実現可能性、能力の着実な向上等の点から望ましい。

レビューを行ったタンザニア政府による関連開発計画においても、このような段階的整備が指向されている。表 2 に、タンザニアにおける関連開発計画および関係機関との面談を通して整理された、短中長期のそれぞれの時期における計画の概要を示す。これらの段階的開発内容は、進捗の点で楽観的であるものの、先述の JICA マスタープラン鉄道セクター戦略と時系列的整備・取組みの点にて概ね整合している。したがって、調査団は同計画を全体的に妥当と判断した。

表 1 RAHCO・TRL・運輸省との面談結果（主要点）

主要分野	優先度	短期的な取組み・計画
RAHCO		
中央回廊鉄道の既存の軌道・橋梁のリハビリ	高	<ul style="list-style-type: none"> BRN にて 60 lb 以下のレールの 80 ～100lb への張り替え、耐荷重の低い橋梁の架け替えが掲げられている。 区間毎の優先順位は、①ダルエスサラーム～イサカ間、②タボラ～キゴマ間、③イサカ～ムワンザ間。
キロサ～グルウェ間の洪水対策	高	<ul style="list-style-type: none"> キロサ～キデテ間はタンザニア政府の資金で、恒久的対策と位置づけられる工事が進行中だが、キデテ～グルウェ間は、地形、地質など困難な部分があり抜本的な対策を検討できていない。
新線開発	低	<ul style="list-style-type: none"> 既存路線と銅・ニッケルの採掘地とを結ぶ新線建設構想があるものの、優先度は低い。
鉄道セクターにおける組織改革	高	<ul style="list-style-type: none"> 2016 年頃に鉄道セクターの組織改革が実施され、現在 TRL が担う軌道・構造物のメンテナンス、信号・通信システム、タンザニア鉄道学校の運営等が RAHCO に移譲される予定。
TRL		
機関車調達・リハビリ	高	<ul style="list-style-type: none"> BRN 計画のうち、4 両のリハビリ、50 両の調達は資金目処が立っておらず、日本からの支援を望んでいる。
貨車の調達	高	<ul style="list-style-type: none"> BRN において、274 両の調達、970 両の調達および 960 両が示されている。現在、資金目処は立っていない。
旅客用の機関車・客車の調達	低	<ul style="list-style-type: none"> ダルエスサラーム～キゴマ間の旅客輸送サービスを、現行の週 2 便から週 5 便に増やしたい。
軌道整備・レール保守	高	<ul style="list-style-type: none"> 軌道検測車の故障、人員不足が深刻。軌道整備・レール保守に係る機材の提供、保守に係る技術指導が必要。
車両整備	高	<ul style="list-style-type: none"> 検査時期を過ぎているが簡素な検査・修繕のみで運行中の車両や、所定の検査期間を過ぎても運行できない車両がある。新規調達車両（13+50 両）は契約内に 2 年間の車両整備に係る技術指導を含めることとしている。
運行管理	高	<ul style="list-style-type: none"> 運行は 3 つの管区が別々にマニュアルで管理。BRN 達成に向け、ダルエスサラーム～タボラ間の貨物輸送を現状の平均 1 便未満／日から 7 便／日に拡充する必要があり、運行の効率的な管理に向けた改善が必要。
信号・通信システム	中	<ul style="list-style-type: none"> 現行システムはヒューマンエラーを招きやすい。運行拡充に合わせて、信号・通信システムの改善が必要。
安全管理	高	<ul style="list-style-type: none"> 事故の削減は BRN 達成に向けた指標の 1 つ。事故原因究明から再発防止に向けた対策を強化する必要あり。
タンザニア鉄道学校運営	高	<ul style="list-style-type: none"> 民営化を機にコース未開講の状況が続いたが 2011 年より再開。教師の後継者・機材不足が深刻。
運輸省		
既存の軌道・橋梁のリハビリ	高	<ul style="list-style-type: none"> 日本からの支援は BRN の優先順位に沿って、軌道・橋梁リハビリが機関車調達に優先して実施されるべき
軌道の標準軌化	中	<ul style="list-style-type: none"> BRN の実現に向けて貨物輸送量の増強を進める必要があり、メーター軌から標準軌への変更を検討中。

出典：調査団作成

表 2 タンザニア鉄道開発計画における段階的開発の概要

項目	短期 (2017 年)	中期 (2020 年)	長期 (2025 年および以降)
全体としての方向	<ul style="list-style-type: none"> 緊急課題への対処 貨物輸送能力の大幅拡大 整備・保守能力の向上、組織・制度改革 	<ul style="list-style-type: none"> 軌道リハビリ、車両調達等の継続による輸送能力の拡大 インターモーダルシステムの強化 	<ul style="list-style-type: none"> 国内における新線建設によるシステム拡張 EAC 諸国との接続強化
軌道、その他のシステムのリハビリ・整備	<ul style="list-style-type: none"> 中央回廊鉄道の軌道リハビリ (ダルエスサラーム～イサカ) 状態の悪い橋の架替 キロサ～グルウェ洪水区間の緊急対策実施 信号・通信システムの整備 駅、支線のリハビリ 	<ul style="list-style-type: none"> 軌道・構造物のリハビリ継続 キロサ～グルウェ洪水区間の恒久的な対策の実施 中央回廊鉄道の部分的な標準軌化 駅のリハビリ・整備の継続、民活導入による駅開発・周辺開発 	<ul style="list-style-type: none"> 中央回廊鉄道の標準軌化の継続 駅のリハビリ・整備の継続
車両のリハビリ・調達	<ul style="list-style-type: none"> 機関車、貨車のリハビリ・大規模な新規調達 客車のリハビリ・調達 (ただし、優先度低) 	<ul style="list-style-type: none"> 機関車、貨車、客車のリハビリ・調達の継続 	<ul style="list-style-type: none"> 左記取組みの継続
軌道・車両保守体制の整備	<ul style="list-style-type: none"> 軌道用モーターカー、軌道保守用機器の調達 保線基地、線路班・基地の整備 車両整備工場の設備改善・調達 	<ul style="list-style-type: none"> 左記取組みの継続 	<ul style="list-style-type: none"> 左記取組みの継続
システムの拡張、新線建設等	<ul style="list-style-type: none"> 既存インランドコンテナデポ (ICD) の整備・改善 (イサカ、イララ、ムワンザ) 主要駅の新設 トゥラ採石場のリハビリ 	<ul style="list-style-type: none"> 中央回廊鉄道沿いの全主要都市での ICD 整備 	<ul style="list-style-type: none"> ルワンダ・ブルンジへの新線建設 国内の新線建設 沿線の全主要都市での ICD 整備
組織制度整備、人材育成等	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道セクターにおける組織・制度改革 鉄道学校の再生・充実 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道学校充実の継続 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道学校充実の継続

出典：BRN、TSIP、LTPP、関係機関との面談を基に調査団作成

2) 需要予測

中央回廊沿いにおける鉄道輸送量は、2003年にピークに達して以降、システムの深刻な悪化に伴い急速に低下している。そこで、ピーク時と同等の状態下での運行を仮定し、経済成長に伴う輸送量の増分を予測した。その結果、2004～2012年の間、鉄道システムの悪化により、計1,140万トンの貨物が他の交通モード（トラック）に流れたものと推計された。

2012年以降もピーク時と同等の状態下での運行を仮定した場合の需要予測を行い、結果を世銀/RAHCO調査による需要予測と比較した（表3）。世銀/RAHCO調査における3つのシナリオのうち、Baseケースの推計値が調査団の予測値に最も近いこと、計画的な投資により既存鉄道システムがピーク時を上回る状態まで更新される見込みであることから、投資後の輸送量は調査団による予測値を上回ると考えることは合理的であろう。以上の考慮により、本調査における財務・経済分析等では、世銀/RAHCO調査のBaseケースにおける需要予測値を用いることとした。

表3 調査団による需要予測値と世銀/RAHCO調査による推計値との比較（トン）

年	世銀/RAHCO調査			調査団
	Base ケース	Low ケース	High ケース	
2013	400,000	380,000	440,000	2,344,081
2017	1,650,000	1,740,000	1,850,000	2,922,414
2025	5,690,000	3,830,000	7,950,000	4,542,347
2030	7,140,000	4,360,000	13,240,000	5,984,003
2037	9,130,000	4,880,000	18,340,000	8,802,134

出典：調査団作成

3) 省エネ効果

中央回廊鉄道のリハビリによるエネルギー利用の高度化・合理化を評価するため、中央回廊鉄道のリハビリを実施した場合と、実施しなかった場合の都市間貨物輸送（道路および鉄道）のエネルギー消費量の差を推計した。その結果、道路から鉄道への輸送の転換により、2030年の時点で、1,200 MWの最新式 LNG コンバインドサイクル発電 1 基分による発電量相当のエネルギー節約効果が得られると推計された（年間199万トンのCO₂排出量削減効果に相当）。近年、LNG や化学製品の輸出増に向けた努力を続けるタンザニアにとって、国内のエネルギー消費量が増加し続けることは、LNG 等の輸出量を制限する要因となる。したがって、道路輸送の一部を鉄道輸送にシフトし、省エネを実現することは、タンザニアの経済発展に大いに寄与するものと判断される。

4) 支援候補プロジェクト

支援対象となり得る候補案件の提案にあたっては、表4に示す「タンザニア政府の優先度」、「客観的な緊急度」、「我が国の技術の活用可能性」、「他のドナー支援との相乗効果」、「TICAD V との整合性」の5観点、および、採用すべき技術に係る戦略（表5）に基づき、推奨される支援の方向性（表6）を提案した。これらの観点・戦略および支援の方向性に基づき提案した、支援候補プロジェクト（案）を表7に示す。

表 4 支援候補案件提案の視点

観点	内容
1. タンザニア政府の優先度	<ul style="list-style-type: none"> • タンザニア政府による鉄道開発計画において優先度が高い取組みへの支援を考慮。 • 特に、BRN に含まれる取組みへの日本からの支援を要望する、との現地関係機関の意向を重視。
2. 客観的な緊急度	<ul style="list-style-type: none"> • タンザニア鉄道は多くの課題に直面するが、その中でも特に緊急度の高い課題への対処を重視。 • 特に、以下に力点を置いた支援を考慮： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 中央回廊鉄道全体の運行のボトルネックへの対処 ✓ 通過輸送量が最大レベルとなり、かつ、状態の悪い区間のアップグレード ✓ 喫緊の課題である軌道や車両の整備・保守能力の向上、に力点を置いた支援を考慮。
3. 我が国の技術の活用可能性	<ul style="list-style-type: none"> • 我が国の鉄道や本邦企業の技術を有効に活用することが可能な取組みへの支援。具体的には下記の技術・経験の活用を含む： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 現状の軌道整備・保守能力のレベルを勘案し、メンテナンスの負担の軽減に貢献する技術の活用 ✓ 我が国の、長年の経験を通じて蓄積された鉄道技術の活用
4. 他のドナー支援との相乗効果	<ul style="list-style-type: none"> • タンザニア鉄道の再生・整備には多大な投資が必要であり、整備資金の提供が可能な他ドナーとの協調も重要。したがって、他ドナー支援との相乗効果発現の可能性も考慮。
5. TICAD V との整合性	<ul style="list-style-type: none"> • TICAD V の 6 つの支援策大項目のうち、インフラ整備に直接的に関係する「I. 経済成長の促進」および「II. インフラ整備・能力の促進」との整合性重視 (なお、タンザニア中央回廊は、我が国の対アフリカインフラ整備支援策中の「5 大成長回廊整備支援」の対象となる方向と理解) • 「I. 経済成長の促進」における TICAD V の重点分野 7 項目のうち、最初の項目である「広域開発のための域内統合推進、特に貿易に関連したインフラ整備、貿易円滑化、貿易障壁の撤廃、各国政府および地域経済共同体 (RECs) の能力強化を通じた域内・地域間の貿易促進」の考慮

出典：調査団作成

表 5 適切な技術の採用に係る戦略

戦略	内容
1. メンテナンスの省力化（負担の縮減）	<ul style="list-style-type: none"> 現状、メンテナンス能力が極めて低く、能力向上の施策の実施は不可欠であるものの、実際の能力アップには長い年月を要する。従って、能力向上の取組みにあわせて、メンテナンスの負担を軽減できるインフラ・設備の整備の実施、それを可能にする技術の積極活用を行うべきである。
2. ライフサイクルコストの低減	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンスの負担軽減等を通じて O&M コストの低減が図られ、中長期的にライフサイクルコストの低減をもたらす技術を活用すべきである。 O&M コストの低減は、運営時の収支を格段に向上させ、メンテナンスの実施を財務的に容易にする。この点は、メンテナンス不足により状況が極めて悪化したタンザニア鉄道にとって極めて重要である。
3. 安全性の向上	<ul style="list-style-type: none"> 事故の削減が現状の重要課題の一つであるだけでなく、安全性向上は鉄道が市場の信頼を回復・維持するために不可欠な要素である。安全性の向上には、インフラ・車両・設備自体の質、メンテナンス技術、運行技術、安全管理技術等を総合的に向上させることが必要であり、それに寄与する技術を活用すべきである。
4. 施工期間の短縮	<ul style="list-style-type: none"> タンザニアの物流需要は急激に増加しつつあり、中央回廊鉄道の再活性化は喫緊の課題である。この整備需要に早急に応えるため、施工期間を短縮し得る技術の活用・導入を行うべきである。
5. エネルギー消費量の削減	<ul style="list-style-type: none"> タンザニアでは急速な経済成長が見込まれ、それに伴い国内のエネルギー需要が高まる中、輸送によるエネルギー消費量の削減に寄与する技術の活用が望まれる。 鉄道整備によって道路からの転換を通じた省エネを促進するだけでなく、鉄道システムの中でも省エネ技術の活用を進めるべきである。

出典：調査団作成

表 6 タンザニア鉄道の主要分野別検討結果と支援の方向性（提案）

主要分野	優先度、緊急度、本邦技術活用、他ドナー支援との相乗効果、TICAD V との整合性、技術採用戦略等の点からの検討結果	支援の方向性（案）
軌道リハビリ	<ul style="list-style-type: none"> • 区間毎の優先順位は、①ダルエスサラーム～イサカ間、②タボラ～キゴマ間、③イサカ～ムワンザ間の順。 • 世銀支援の TIRP により、優先度が最も高いダルエスサラーム～イサカ間の、緊急対処を要する区間のリハビリは実施される予定。 • ただし、ダルエスサラーム～イサカの中で、洪水多発区域を含むキロサ～グルウェ間における洪水対策は TIRP には含まれない。同区間は中央回廊鉄道最大のボトルネックであり、この洪水対策の実施は緊急度が極めて高い。 • 洪水区間における橋梁建設および軌道改修において、本邦技術の活用が有効（メンテナンスの必要性が低い耐候性鋼材、耐摩耗性・重量レールの使用） • キロサ～グルウェ間の整備は、世銀支援の TIRP の効果発現に不可欠であり、両者を同時に実施することにより中央回廊鉄道のインフラの状態が大きく改善される。 • ダルエスサラーム～イサカ間、および、タボラ～キゴマ間の軌道リハビリは、タンザニアだけでなく、ルワンダ、ブルンジ、コンゴ民主共和国等の近隣国の貿易促進、域内貿易の促進に資する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 中央回廊最大のボトルネックであるキロサ～グルウェ間の洪水対策事業への円借款供与が短期的支援として現実的である。世銀も同区間に対する日本の支援の有効性について十分認識している。 • 中期的支援の候補として、タボラ～キゴマ間の軌道リハビリへの円借款供与が現実的である。ただし、同区間（411 km）は事業規模が大きくなるため、フェーズ分けを行うのが合理的。
橋梁リハビリ	<ul style="list-style-type: none"> • 上記の軌道リハビリについての検討内容と同様。 • 世銀支援の TIRP により、ダルエスサラーム～イサカ間の橋梁の詳細調査を行った上で、リハビリ・架替が実施される予定であるが、キロサ～グルウェ間は対象となっていない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 上記の軌道リハビリについての支援の方向性と同様。
軌道整備・保守	<ul style="list-style-type: none"> • 軌道整備・保守能力の向上（機材調達・技術指導等を通じた能力向上）は、優先度、緊急度共に高い。 • 我が国の優れた軌道整備・保守技術を活用した技術協力により、高い効果が期待される。 • 世銀支援の TIRP の中で、一部の区間の 5 年間の軌道保守用の資金手当ても予定されており、技術支援を同時に実施することにより、軌道整備・保守能力向上における相乗効果が 	<ul style="list-style-type: none"> • 短期的支援として、軌道整備・保守、車両整備、運行・運転における能力向上、防災システム整備等を主な目的とする技術協力の

主要分野	優先度、緊急度、本邦技術活用、他ドナー支援との相乗効果、TICAD V との整合性、技術採用戦略等の点からの検討結果	支援の方向性（案）
	期待される。	実施が望まれる。
新線開発	<ul style="list-style-type: none"> 国内の鉄道システムの延伸、新線建設によるルワンダ・ブルンジとの鉄道による接続等の新線開発の計画はあるものの、優先度、緊急度共に低い。 	<ul style="list-style-type: none"> 新線開発への支援の必要性は低い。
車両調達	<ul style="list-style-type: none"> 貨物用機関車・貨車の調達の優先度・緊急度は非常に高い。旅客用機関車・客車の調達の優先度は低い。 世銀支援の TIRP では、コンテナ専用列車運行の試行（週 2 便）、同サービスの市場への訴求を目的とした 1 編成の車両調達が対象となっており、現状、車両調達用資金の目途は立っていない。 優先度が高い貨物用機関車の調達に関して、現状使用されている直流式機関車ではなく、本邦企業が優位性を有するインバータ制御の交流誘導電動機駆動機関車の調達により、省エネ効果、軌道・駆動輪の摩耗およびメンテナンスの負担の軽減がもたらされる。 軌道リハビリと共に実施することにより、タンザニアだけでなく、ルワンダ、ブルンジ、コンゴ民主共和国の貿易促進、域内貿易の促進に資する。 	<ul style="list-style-type: none"> 貨物用新製機関車の調達については輸出信用の供与が現実的である。 <ul style="list-style-type: none"> ➤（現状、50 両の調達が計画されており、本調査での検討の結果、この計画は妥当と考えられる。）
車両整備	<ul style="list-style-type: none"> 車両の新規調達に伴い、新車両の整備に係る能力向上の優先度・緊急度は高い。 世銀支援の TIRP では、調達予定の車両は限定的。 今後調達予定の貨物用新製機関車 50 両について、契約の一部として、2 年間の車両整備に係る技術指導を含める計画である。 本邦メーカーが製造する機関車は全て交流式であり、上述の車両調達の項で記した通り、直流式と比較して優位性が高い。交流式の技術や整備方法等についての教育・訓練の実施により、交流式への移行促進が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 短期的支援として、軌道整備・保守、車両整備、運行・運転における能力向上、防災システム整備等のための技術協力の実施が有効。
信号・通信システム	<ul style="list-style-type: none"> 関連資機材の盗難等でシステムは機能しておらず、マニュアルで運行管理を行っているが、現段階では優先度・緊急度共に中程度。運行頻度の増加に伴って、システム整備の必要性は高まる。 世銀支援の TIRP の中で、無線システムの調達用に 200 万ドル程度が計上されているが、 	<ul style="list-style-type: none"> 上記の技術協力の中に、タンザニア鉄道に適した信号・通信システムの検討を含める。

主要分野	優先度、緊急度、本邦技術活用、他ドナー支援との相乗効果、TICAD V との整合性、技術採用戦略等の点からの検討結果	支援の方向性（案）
	<p>本格的な信号・通信システム整備は予定されていない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 技術支援の一部として、機関車への GPS 搭載、衛星を使った閉塞方式・通信方式の検討を含め、中央回廊鉄道の輸送量増加に備え、現地の条件に適した信号・通信システムの計画策定が望まれる。 	
組織改革	<ul style="list-style-type: none"> 組織・制度改革の優先度・緊急度は高く、現在、世銀の資金支援により、組織改革案が作成されつつある。 世銀支援の TIRP の一部として、現在実施中の Institutional Assessment Study（組織制度評価調査）の結果に基づき、組織制度改革が実施される予定である。また、TIRP で実施予定の関連タスクとして、TIRP 実施体制の構築、RAHCO、TRL、SUMATRA の経営面のトレーニング、管理会計・情報システムの開発と運用等がある。 	<ul style="list-style-type: none"> 組織改革関連の支援の必要性は低いですが、世銀支援による組織改革の進捗を随時確認することは重要。
鉄道学校運営	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道セクターの職員新規採用増が計画され、鉄道人材育成が急務である一方、教官および機材の不足、教材・マニュアル類の更新の必要性等から、既存のタンザニア鉄道学校（TIRTEC）の再生・充実の優先度・緊急度は高い。 世銀支援の TIRP に、TIRTEC の強化は含まれていないが、上記の組織制度評価調査の中で、TIRTEC の経営体制についても検討がなされている。 我が国鉄道セクターにおける、長年に亘る人材育成の経験とノウハウの蓄積を活用した支援により、訓練・教育の質的向上が期待される。 技術支援の実施により、世銀支援による組織改革との相乗効果（特に運営の質的向上）が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 鉄道人材育成、TIRTEC 強化を目的とする技術協力の実施が望まれる。

出典：調査団作成

表 7 支援候補プロジェクト (案)

番号	プロジェクト名	概要・優先度	本邦技術の活用可能性・我が国支援の有効性
P-1	中央回廊鉄道洪水対策プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> • 洪水の多発により、中央回廊鉄道全体の運行のボトルネックとなっているキロサ～グルウェ間(83km)の恒久的洪水対策を実施するもの。 • 洪水による同区間のサービス中断は中央回廊全線に大きく影響するため、緊急度は極めて高い。関連開発計画においても優先度が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> • 耐摩耗性・重量 (100 lb/yd) レール • 耐候性鋼材を用いたロングスパンの橋梁 • プレストレスコンクリート (PC) 製品の製造技術 • 各種軌道工事用機械
P-2	タボラ～キゴマ間物流システム改善プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> • 中央回廊にて最も状態が悪いタボラ～キゴマ間 (411 km) の軌道・構造物のリハビリ、キゴマ港の改修を実施し、ダルエスサラームとキゴマ・隣国とを結ぶ効率的な物流システムの構築を図るもの。 • 関連開発計画における優先度、中央回廊鉄道全体における相対的重要度を勘案し、中期的実施が妥当と判断される。 • キゴマ港～カズラミンバ間から段階的に整備することを想定。 	<ul style="list-style-type: none"> • 耐摩耗性・重量 (100 lb/yd) レール • PC 製品の製造技術 • 各種軌道工事用機械
P-3	貨物輸送用新製機関車調達	<ul style="list-style-type: none"> • 中央回廊鉄道再生に不可欠な貨物輸送用のディーゼル機関車 (新製) の調達を実施するもの。 • タンザニアの現行計画における最重要案件の 1 つが新製機関車 50 両の調達である。 	<ul style="list-style-type: none"> • インバータ制御交流誘導電動機駆動方式の優位性

番号	プロジェクト名	概要・優先度	本邦技術の活用可能性・我が国支援の有効性
P-4	鉄道安全性・サービス向上プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> • 軌道整備・維持管理、車両整備・維持管理、運行・運転、防災情報システム構築などの分野における能力開発を支援し、安全性とサービスの向上を図るもの。 • 当該分野の能力向上は、関連開発計画における短期施策の1つであり、優先度が高い。現地調査結果からも、これらの取組みは緊急に必要と判断される。 	<ul style="list-style-type: none"> • 鉄道リハビリにおける技術協力プロジェクト実施の経験（例：ミャンマー） • 軌道検測・整備機器 • PC製品の量産技術 • 洪水対策技術等
P-5	鉄道人材育成プロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> • 鉄道システムの開発・改善を中長期的に図っていくために不可欠な鉄道人材育成の支援を行うもの。 • 本調査実施中、TIRTEC 強化支援の強い要望があった。ただし、人材育成については P-4 の形の支援の必要性がより高いため、本プロジェクトについては中期的な支援が妥当と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 我が国の鉄道開発・運営における豊富な経験・技術的蓄積 • 我が国鉄道セクターにおける長年にわたる人材育成の経験とノウハウの蓄積

出典：調査団作成

(3) プロジェクトの概要

1) 事業総額

本調査では、中央回廊沿いの全線を調査対象とし、我が国の支援対象候補として有望と考えられる案件の提案を行った。ただし、これら提案案件の本調査段階での内容は概略的なものであり、それぞれの案件の事業費についても、概略的な想定事業費規模である（表 8）。個々のプロジェクトの、より精度の高い事業費、費目別費用、内外貨の別等の積算には、個別案件を対象とする調査に基づく計画策定を要する。

表 8 提案プロジェクトの想定事業費規模

番号	プロジェクト名	支援形態・時期	想定事業費規模
P-1	中央回廊鉄道洪水対策プロジェクト	資金協力・短期	136～158 億円 ⁽ⁱ⁾
P-2	タボラ～キゴマ間物流システム改善プロジェクト	資金協力・中期	100～115 億円 ⁽ⁱⁱ⁾
P-3	貨物輸送用新製機関車調達	資金協力・短期	4～6 億円／両 ⁽ⁱⁱⁱ⁾
P-4	鉄道安全性・サービス向上プロジェクト	技術協力・短期	6～7 億円
P-5	鉄道人材育成プロジェクト	技術協力・中期	2.0 億円

(i)：特に対策が必要と想定される区間（累計 30km）での洪水対策工事の概算事業費

(ii)：初期フェーズ：キゴマ港～カズラミンバ間の概算事業費

(iii)：発注規模は 20 両を想定した。発注数量増により、1 両当たりの単価は低下する。

出典：調査団作成

これら提案プロジェクトの財務的・経済的実行可能性の評価を行うには、もう一段進んだ計画策定が必要である。本調査の財務・経済分析では、個別案件に係る分析ではなく、RAHCO/TRL ネットワーク全体への投資効果の評価を行った。我が国がタンザニア鉄道のいずれの区間への支援を行う場合も、タンザニア鉄道システムの再生が同国の国家経済から見て妥当であるかの検証は重要なためである。

2) 予備的な財務・経済分析の結果概要

a) 予備的な経済分析

指標として経済的内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）および費用便益比（B/C）を用い、予備的な経済分析を行った。表 9 より、RAHCO/TRL の鉄道システム再生の経済効果は高く、計画に沿った投資を実施すべきとの結果となった。

表 9 経済分析結果の要約

排出削減効果	EIRR	NPV (百万ドル)	B/C
含めない場合	14.4%	93.1	1.07
含む場合	16.3%	168.6	1.12

出典：調査団作成

b) 予備的な財務分析

指標としては財務的内部収益率（FIRR）を用い、キャッシュフロー分析を行った結果、FIRR は 4.6%と推計された。この値は、世銀/RAHCO 調査の中で用いられているタンザニアにおける資本コスト 5.2%（インフレ除外）を下回っており、経済分析の結果も併せて考えれば、公共セクターによる鉄道投資は妥当と言える。

3) 環境社会的側面の検討

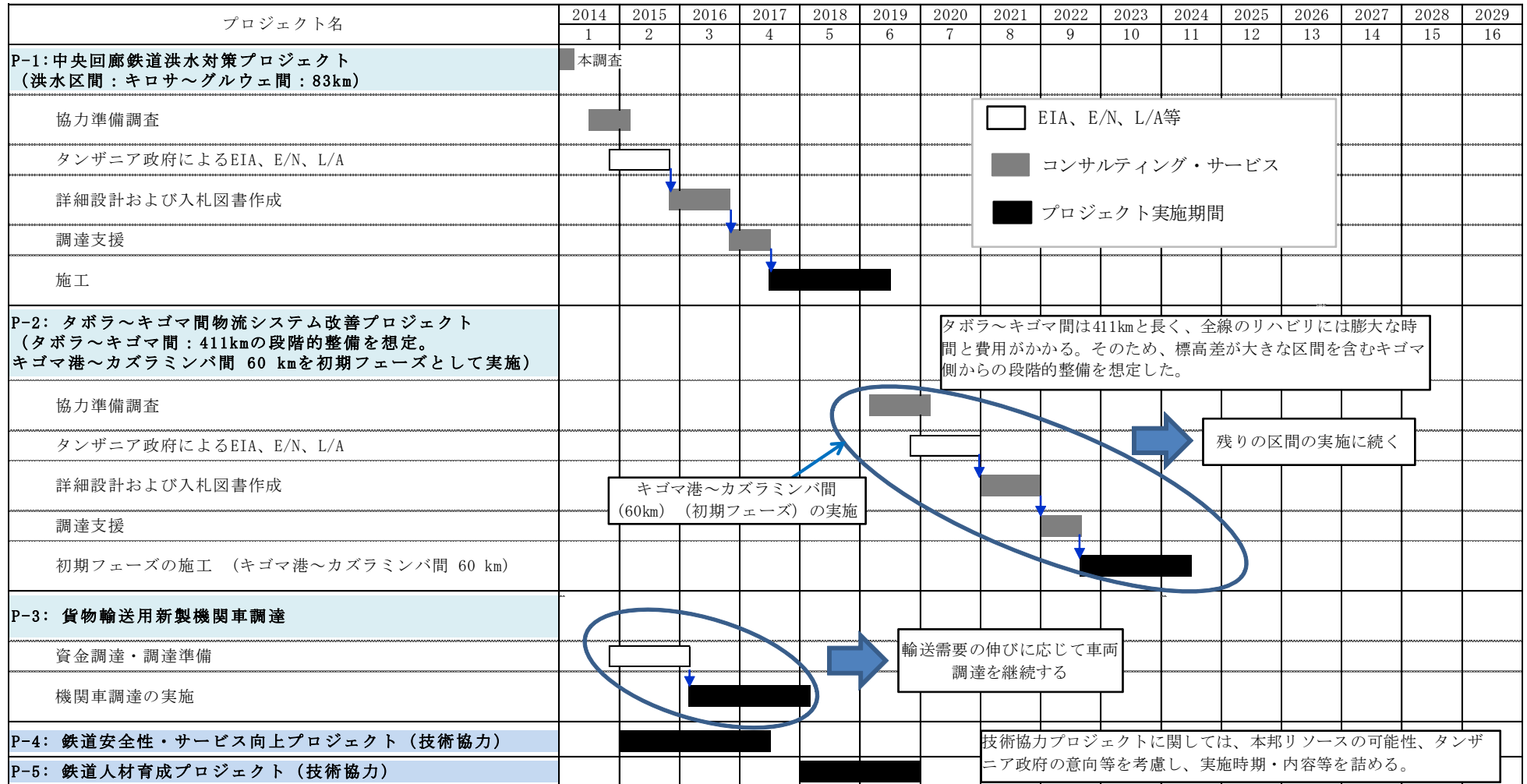
中央回廊鉄道は、タンザニアの多様な地形・標高、気象条件、生物相が形成する様々な生態系を横断する。同沿線の環境精査の結果、ラムサール条約登録湿地を横断するマラガラシ～ウヴィンザ間（約 55 km）、土壌侵食を受けやすいグルウェ～ドドマ間（約 91 km）の 2 つの環境脆弱区間の存在が明らかになった。

本鉄道改修プロジェクトは、タンザニアの環境管理法の施行令により、環境影響評価（EIA）の実施が義務づけられている。RAHCO は国家環境管理評議会（NMEC）に登録された環境コンサルタントを備上の上、環境当局から環境認可を取得する必要がある。

(4) 実施スケジュール

本事業の開始時期は、P-1 の洪水対策が 2017 年半ば、P-2 の物流システム改善が 2022 年後半、P-3 の機関車調達に 2016 年前半と想定した。なお、技術協力として提案している P-4 の鉄道安全性・サービス向上は 2015 年、P-5 の鉄道人材育成は 2018 年開始と想定した（表 10）。

表 10 事業実施スケジュール



出典：調査団作成

(5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

タンザニア政府は、BRN の実現に向けて、予算配賦の点から鉄道セクターに重点を置いている。一方で、政府予算のみでは今後予定されている機関車調達、中央線のリハビリに必要な資金を確保できておらず、また、日々のメンテナンスに必要な予算も十分に確保できていない。そのため、運輸省、RAHCO、TRL とともに円借款による事業実施を望んでいる。また、円借款の借入機関となる財務省においても、低金利、長期返済期間の円借款は好意的に捉えられている。

本調査で円借款候補案件として提案されたプロジェクトは、世銀が支援予定の TIRP の事業コンポーネントに基本的に含まれていない。アフリカ開発銀行 (AfDB) が計画策定を支援している事業も、新線敷設が主であり、本調査の提案プロジェクトへの資金供与は検討されていない。さらに、提案された短期円借款候補案件のいずれについても、民間資金による実施の可能性は無いと言ってよい。

以上より、タンザニア側が日本に円借款を要請する可能性は高い。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

我が国の鉄道は、個々の要素技術が世界最高水準であるだけでなく、様々な自然条件下での施工、運営・維持管理 (O&M) を通して築きあげてきた包括的な土木技術、O&M ノウハウを有している。とりわけ、狭隘な山間での施工や護岸対策、ライフサイクルコストに優れる耐摩耗性熱処理レール・耐候性鋼材および省エネルギーの貨物機関車の製造等において十分な国際競争力を有している (表 11)。

耐摩耗性熱処理レールは、走行性・安全性の向上、レールの長寿命化に伴う軌道保守の軽減、メンテナンス・ライフサイクルコストの削減等に資する製品であり、中央線の中でも、レールの摩耗・劣化が顕著な急曲線・急勾配区間を中心に採用が望まれる。耐候性鋼材は、将来的に無塗装 (メンテナンスフリー) で使用できる特徴を有しており、ライフサイクルコストの低減を図る上で有効である。機関車に関しては、現状、空転・滑走による軌道・駆動輪の摩耗が激しく、レール・車輪ともに耐用年数の短縮に繋がっていると考えられることから、走行時に空転・滑走を検知し、車輪・レール間の再粘着を図ることで軌道・駆動輪両方への摩耗を軽減するインバータ制御交流誘導電動機駆動方式の電気機関車の採用が推奨される。

表 11 主な本邦技術の活用可能性

分野	工法・製品	期待される効果	採用実績（留意点）
洪水対策に関する日本の伝統技術	ルート変更に伴う切盛土、トンネル工事等	恒久的な洪水対策	多数
	堤防、導流堤等 (信玄堤、砂防等)	洪水被害の軽減	国内では戦国時代より多数 (詳細な水文調査、河川沿いの遊水池把握および長期に亘る整備が必要)
	鋼矢板・鋼管矢板工法	河岸（橋台、橋脚周り含む）の補強	フィリピン、ベトナム等において、ODAとしての実績多数
	等厚式ソイルセメント地中連続壁工法・地中控え護岸工法	河岸の補強	多数
鋼製橋梁の建設技術	耐候性鋼材を用いた鋼トラス橋（ロングスパン化）	初期建設コストおよびライフサイクルコストの最小化	フィリピン、ベトナム、インドネシア等において、実績多数
耐摩耗性レール	耐摩耗性熱処理レール (100 lb/yd = 約 50 kg/m)	走行性・安全性の向上 レール長寿命化に伴う軌道保守の軽減 ライフサイクルコストの削減	米国、カナダ、豪州、ロシア、ウズベキスタン、ブラジル、インド、インドネシア、モーリタニア等
プレストレスコンクリート製品製造	枕木、杭、橋桁 U字溝等	軌道狂いの低減による保守費削減 耐用年数の長期化 本邦固有の品質管理の技術移転	多数。さらに、ロングレール区間での敷設に最適。
交流式機関車	インバータ制御交流誘導電動機駆動方式の機関車	車両の省エネ 軌道・駆動輪両方への摩耗軽減 メンテナンス作業の大幅な軽減	マレーシア
軌道保守	作業性の良い軌道検測機器等	軌道狂いの検出・管理、修繕計画への反映等による軌道改良、保守能力の向上	ウズベキスタン、台湾、ベトナム等
防災	防災情報システム	運転保安の向上	多数

出典：調査団作成

(7) 案件実現までの具体的スケジュールおよび実現を阻むリスク

1) 案件実現までの具体的スケジュール

案件実現までの具体的スケジュールは以下のとおり想定した。

1)	本調査結果の現地説明	2014年1月
2)	JICA 協力準備調査	2014年6月～2015年2月
3)	現地政府による EIA 実施・承認手続き	2014年10月～2015年3月
4)	現地政府による円借款要請	2015年4月
5)	円借款 E/N 締結	2015年6月
6)	円借款 L/A 締結	2015年8月
7)	E/S による詳細設計・入札図書作成	2015年11月～2016年10月
8)	調達期間	2016年11月～2017年6月
9)	工事期間	2017年7月～2019年6月

なお、中期および長期計画の実現のためのアクションプラン策定は JICA 協力準備調査に含めることが望ましい。

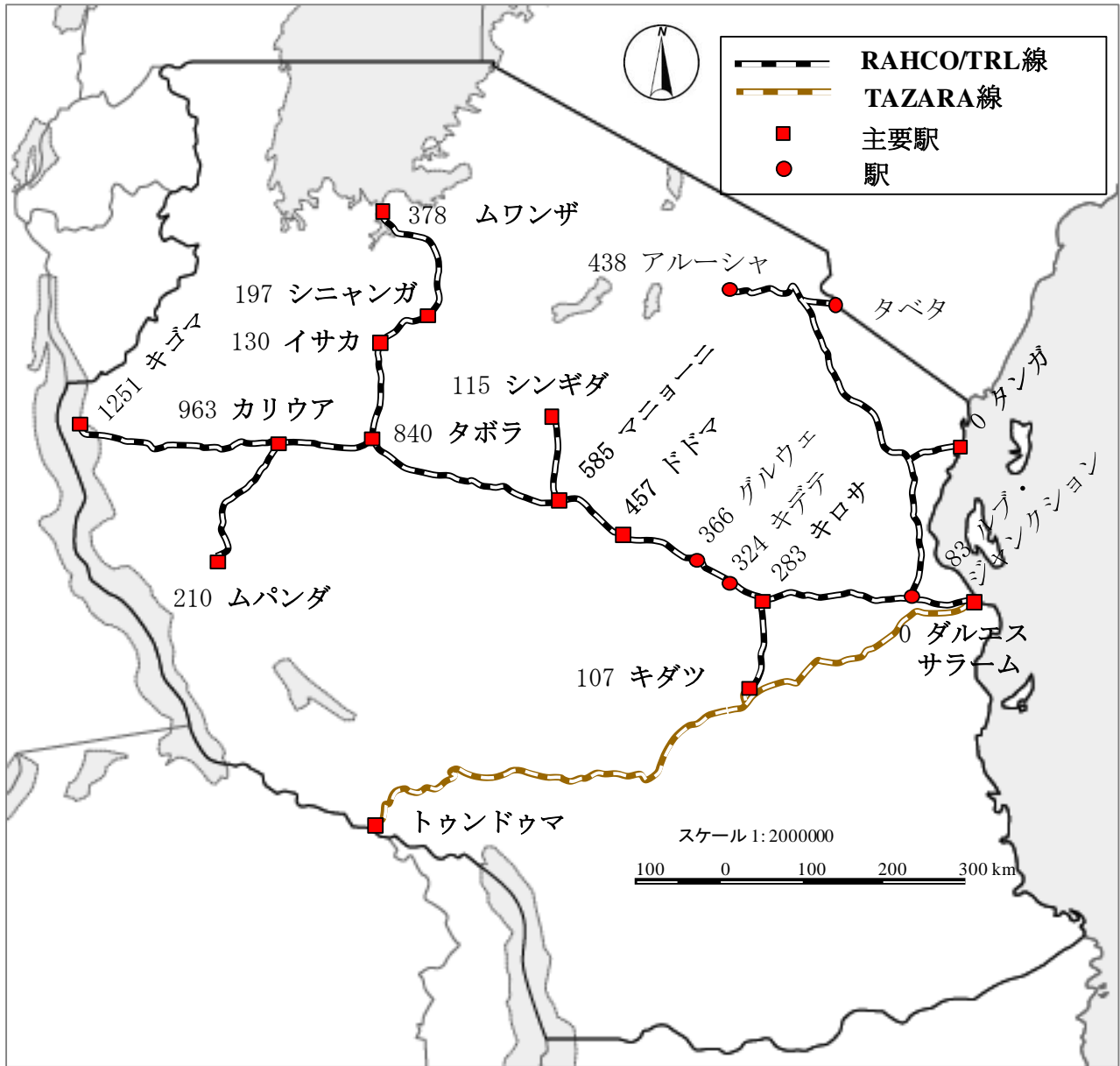
2) 実現を阻むリスク

案件実現への課題および対処策は下記のとおりである。

- a) 現地政府側は BRN 計画で謳われているように迅速に結果を出すことを強く望んでいる。上記スケジュールはそれを考慮し、従来の円借款の手続きに要する時間より若干短縮してある。この時間が大幅に延長されるような事態になると、現地政府側は円借款に魅力を感じなくなる怖れがあるので、候補案件の P-4（技術協力）を速やかにスタートして、P-1（洪水対策）に繋がる基礎づくりを推進することが望まれる。
- b) 長年の資金不足に起因する施設補修の不履行から TRL および RAHCO の維持管理体制は劣化の程度が大きい。世銀は実績ベース契約による維持管理の外注（TRL も軌道維持管理においては 1 外注機関となる）を想定しているが、現地機関は未経験である。維持管理の実施を確保する体制をいかに構築するかは大きな課題である。この観点からも、候補案件の P-4（技術協力）を速やかにスタートすることが望ましい。
- c) 列車運行についても、過去 10 年間の大幅な運行低下により管理体制の劣化がある。通信や信号などの導入を円借款案件の一部に取り入れることは必須であるが、同時に人材育成を行う必要がある。
- d) 対象路線はダルエスサラーム都市圏内で種々の都市活動との接触があり、対象路線の整備においては、大幅に増加する列車運行との間での安全を確保し、かつ、都市活動への支障を最小限にとどめることが求められる。また、路線西方部の一部は生態系保全が課題である地帯を通過しており、ここでの影響の最小化も課題となる。
- e) 本案件の実施における本邦企業の参画を確保するための具体策を、案件の詳細内容の計画時に盛り込むことが必要である。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 1 タンザニア鉄道路線図



出典：調査団作成

平成 25 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

ベトナム・ランドン省における小水力発電開発プロジェクト調査

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
株式会社インダストリアル・ディシジョンズ
北電総合設計株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) プロジェクトの背景

ベトナムにおいては、今後の高い経済成長による急激な電力需要の増加に備え、安定的な電力供給体制の構築が重要な課題の一つに挙げられている。ベトナム政府は、2011年7月に同国の電源開発計画である第7次国家電力マスタープランを策定し、今後20年間の開発計画を打ち出した。また、同時にベトナム国内のエネルギー資源の有効活用、および持続的な発展に向けて、2030年までに再生可能エネルギー発電の総発電電力量に占める割合を6%まで増加させる事を、第7次国家電力マスタープランの数値目標の一つとした。

ベトナム政府により再生可能エネルギーへの投資促進政策が実施されていることを背景に、各省の人民委員会にて多くの小水力発電プロジェクトが計画されている。本調査の対象であるダイビン(Dai Binh)小水力発電プロジェクトは、ランドン(Lam Dong)省の人民委員会によって計画された小水力発電プロジェクトの一つである。

一方で、ある中規模水力発電所のダム決壊懸念を契機にベトナム政府の下で水力発電計画の見直しが行われ、ベトナム国内の全小水力発電プロジェクトの約40%が計画除外(開発中止)となる見通しである。ランドン省では、開発事業者の不在、低い経済性、環境への悪影響などの事由により、当初計画されていた79の小水力発電プロジェクトのうち、46プロジェクトが計画除外となる見通しである。しかしながら、今次調査対象のダイビン小水力発電プロジェクトは、ランドン省の小水力開発計画から除外されることはなく、ビントイランドン水力発電株式会社(Binh Thuy Lam Dong Hydroelectric JSC、以下「BTLD」と記す。)の下でプロジェクトが推進されている。

2) プロジェクトの必要性

ベトナム政府により再生可能エネルギー発電に対し各種の投資インセンティブが実施されているものの、電力売電単価に対し開発費用が高く経済的合理性を欠いた風力発電、バイオマス発電の開発は難しい状況である。ベトナム政府としては、現在の電力売電単価水準、技術水準であっても民間企業による開発が可能である小水力発電の開発を進めつつ、ポテンシャルを有す風力発電やバイオマス発電の割合を将来的に増やしていく事を企図している模様である。

また、2017年から2019年において南部エリアでは電力不足が生じると予想されており、ベトナム政府はその対応策を検討している。北部エリア、中部エリアの電力系統に接続する地域に小水力発電プロジェクトの計画が集中する中で、ダイビン小水力発電プロジェクトは、電力不足が懸念される南部エリアの電力系統への接続を予定している。北部エリア、中部エリア、南部エリアを結ぶ連系線の容量が限られている状況下、ダイビン小水力発電プロジェクトは南部エリアの需給安定に貢献する電源であり、必要性が高いものと考えられる。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

ダイビン小水力発電プロジェクトは、既述の通り、ランドン省の小水力開発計画に記載されており、第7次国家電力マスタープランの開発方針、また、同省の政策ニーズとも合致する。加えて、電力不足が懸念される南部エリアへの電力供給を行う予定である必要性が高い小水力発電プロジェクトと考えられる。

同プロジェクトの実施可否を左右する許認可取得などに関しては既に対応済みであるが、既存調査を基に以下の点について調査した。

- 現地調査を踏まえたプロジェクトサイト周辺の環境社会的側面の検討
- 発電可能電力量の検討
- 土木構造物および電気設備の基本設計の妥当性検討
- 本邦技術、ノウハウの活用可能性検討

上述の調査の結果、現在計画されているプロジェクトの内容に特段の問題が無いこと、および本邦技術、ノウハウが技術力、価格競争力の面で優位になり得る可能性が高いことを確認した。具体的な優位性については、「(6) 我が国企業の技術面等での優位性」に記載した。

(3) プロジェクトの概要

1) プロジェクト概要および事業総額

a) プロジェクト概要

ダイビン小水力発電プロジェクトは、BTLDによるランドン省に位置するダイビン (Dai Binh) 川に建設予定のダム式・調整池式小水力発電所の開発案件である。発電された電力は、南部エリアの送配電事業者であるベトナム南部電力会社総公社 (EVN Southern Power Corporation、以下「EVNSPC」と記す。) へ供給される予定である。表1にプロジェクトの概要、表2に発電諸元を記す。

表 1 ダイビン小水力発電プロジェクトの概要

プロジェクト名	ダイビン小水力発電プロジェクト
実施事業者	ビントイランドン水力発電株式会社
プロジェクトサイト地	ランドン省バオロック (Bao Loc) 市、およびバオラム (Bao Lam) 郡
発電設備容量	13.4MW (6.7MW×2)
想定発電電力量	年間約 52.9GWh (設備利用率 45.0%)
発電方式	ダム式・調整池式
接続先の系統	南部エリアの電力系統

出典：調査団作成

表 2 ダイビン小水力発電プロジェクトの発電諸元

項 目		諸 元
水系		ダイビン川
流域面積		984 km ²
河川流量		2箇所雨量データから推計後、1977～2008年の平均で算出 平均 44.74 m ³ /s 最大量 270.01 m ³ /s 豊水量 62.79 m ³ /s 平水量 25.99 m ³ /s 低水量 10.65 m ³ /s 渇水量 4.62 m ³ /s 最小量 3.31 m ³ /s
発 電 計 画	発電方式	ダム式・調整池式
	取水位	標高 (Elevation、以下「EL」と記す。) :705.000 m
	放水位	EL:684.935 m
	総落差	20.065 m
	有効落差	19.060 m
	使用水量	86.92 m ³ /s
	出力	13,400 kW
	年間可能発電電力量	52,880 MWh
設 備 概 要	ダム	高さ 22.0 m 堤頂長 122.243 m (コンクリートダム 30.000m、フィルダム 92.243 m)
	洪水吐	幅 12.0 m×2 門、越流頂 EL:691.0 m
	取水口	高さ 3.65 m、幅 6.68 m×2 門
	水圧管路	高さ 3.65 m、幅 6.68 m、長さ 20.00 m×2 条
	発電所	半地下式
	放水路	幅 19.50 m、長さ 16.44m
	水車形式	立軸カプラン水車×2 台
	発電機容量	6,700kW×2 台
河 川 利 用	河川維持流量	なし
	設備利用率	92.8 %
	河川利用率	44.8 %

出典：調査団作成

b) 事業総額

ダイビン小水力発電プロジェクトの事業費合計は3,250億 VND（約15億2,000万円¹）となる見込みである。事業費の内訳について下表に示す。

表 3 ダイビン小水力発電プロジェクトの事業費内訳

	事業費	
	ベトナム現地通貨（100万 VND）	日本円（100万円）
建設工事費用	161,755	757
発電設備費用	80,267	375
技術コンサルティング、 スーパーバイザー費用	3,785	18
土地収用費用	20,000	94
その他費用	19,086	89
建中金利費用	40,106	188
合計	325,000	1,520

出典：調査団作成

2) 予備的な財務・経済分析の結果概要

資金調達においては、シニアローン 60%、メザニンファイナンス 10%、エクイティ 30%と想定し、ダイビン小水力発電プロジェクトの事業計画（損益計算書、貸借対照表、キャッシュ・フロー計算書）を策定した。想定通りの運営を行うことが出来れば、安定的な売電収入を原資としてプロジェクトを推進することが可能なものと考え得る。

また、当事業計画を基にダイビン小水力発電プロジェクトの財務的内部収益率（Financial Internal Rate of Return、以下「FIRR」と記す。）、経済的内部収益率（Economic Internal Rate of Return、以下「EIRR」と記す。）を算定し、財務、経済分析を行った。また、財務、経済分析に当たっては、それぞれ、正味現在価値（Net Present Value、以下「NPV」と記す。）、および費用便益比（Benefit / Cost、以下「B/C」と記す。）を算定した。財務、経済分析の結果をそれぞれ表 4、表 5 に示す。

¹ 2013年10月31日時点のベトナム工商銀行の為替レート 213.78VND/円 を用いて日本円に換算。

表 4 財務分析における投資効率性

項目	指標
FIRR	12.8%
NPV	662 億 3,500 万 VND (約 3 億 1,000 万円)
B/C	1.21

出典：調査団作成

表 5 経済分析における投資効率性

項目	指標
EIRR	24.3%
NPV	2,395 億 1,600 万 VND (約 11 億 2,000 万円)
B/C	1.98

出典：調査団作成

ダイビン小水力発電プロジェクトの FIRR はベトナム 10 年国債利回り 8.85%²を上回り、また、EIRR は世界銀行、アジア開発銀行などの国際機関で活用されている一般的な社会的割引率 10~12%を上回る。また、FIRR、EIRR それぞれの NPV、B/C が財務・経済分析に用いられる一般的な投資判断基準³を満たしており、財務的、経済的な双方の観点から同プロジェクトへの投資の妥当性があると言える。

3) 環境社会的側面の検討

ダイビン小水力発電プロジェクトの実施による環境への影響について、現地における自然環境や社会環境の現状を把握するとともに、ベトナムにおける環境社会配慮関連法規等の状況について確認した。

現地調査、および環境社会影響項目の洗い出しを行った結果、重大な環境負荷や社会への負の影響は認められない。しかしながら、湛水範囲でのコーヒー農園等の農地補償は数世帯において完了していないため、引き続き事業者と対象農家との交渉が必要である。また、湛水後 1~3 年の間は、湛水部で腐食する植物に起因する水質の悪化が予測されるため、湛水範囲の植物の除去および水質モニタリングの実施が必要である。

環境保護法の下で、ダイビン小水力発電プロジェクトは既に環境影響評価を実施しており、ランドン省人民委員会より承認を得ている。今後、プロジェクトを実施する上で、上述の農地補償を実施すると共に、ダム・貯水池の安全性に関する証明書、ダム・貯水池の運用方法に関する承認、水資源活用に関する許可、電力事業の許可の取得が必要である。

² 出典：Investing.com、2013 年 10 月 31 日のベトナム 10 年国債利回り

³ 投資判断基準：NPV>0、B/C>1.0

(4) 実施スケジュール

ダイビン小水力発電プロジェクトの実実施スケジュールは、図1に示す通り、建設期間は20か月間を予定しており、試運転を経て2016年の第2四半期から営業運転を開始する見通しである。

図1 ダイビン小水力発電プロジェクトの実実施スケジュール

項目	2014年				2015年				2016年		
	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9
① 運用に関する許認可・PPA ⁴ の取得									■		
② 設計	■	■									
③ 資金調達	■	■									
④ 建設工事・試運転			■	■	■	■	■	■	■	■	■
⑤ 営業運転開始											▼

出典：調査団作成

⁴ 電力購入契約（Power Purchase Agreement、以下「PPA」と記す。）

(5) 実施に関するフィージビリティ

ダイビン小水力発電プロジェクトは、ランドン省の政策ニーズとも合致し、電力不足が懸念される南部への電力供給を行う予定であることから、地域経済に必要性が高い小水力発電プロジェクトと考えられる。同プロジェクトの実施可否を左右する許認可取得などの点は対応済みであるが、貯水池用地内の農地使用权保有者との土地補償に関する交渉、金利上昇時などの追加的な資金の確保について、BTLDとの協議が必要となる。

1) 農地使用权保有者との土地補償に関する交渉

発電所、およびダム建設予定地については既に農地使用权保有者への補償が実施されており、建設工事を開始できる状況にある。しかしながら、貯水池用地の一部の農地使用权保有者と補償金額について合意に至っておらず、今後、農地補償者とBTLDの協議の進展について確認していく必要がある。

2) 金利上昇時などの追加的な資金の確保

2013年10月末時点の金利水準、および事業費総額の想定の下で、財務、経済分析を行った結果、ダイビン小水力発電プロジェクトへの投資が妥当であることが示された。しかしながら、ベトナム地場銀行の貸し出し金利は変動金利が一般的であり、BTLDは金利変動リスクを負うことになる。また、ダイビン小水力発電プロジェクトの建設工事請負契約の契約金額は固定価格(Fixed Lump-sum)ではないため、資材価格の上昇により事業費総額が増額するリスクがある。これらのリスクが顕在化しプロジェクト資金が不足する際の備えとして、余剰資金の確保が必要である。本調査の結果をBTLDに対して説明済みであり、プロジェクト実現に向けて協議を行う予定である。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

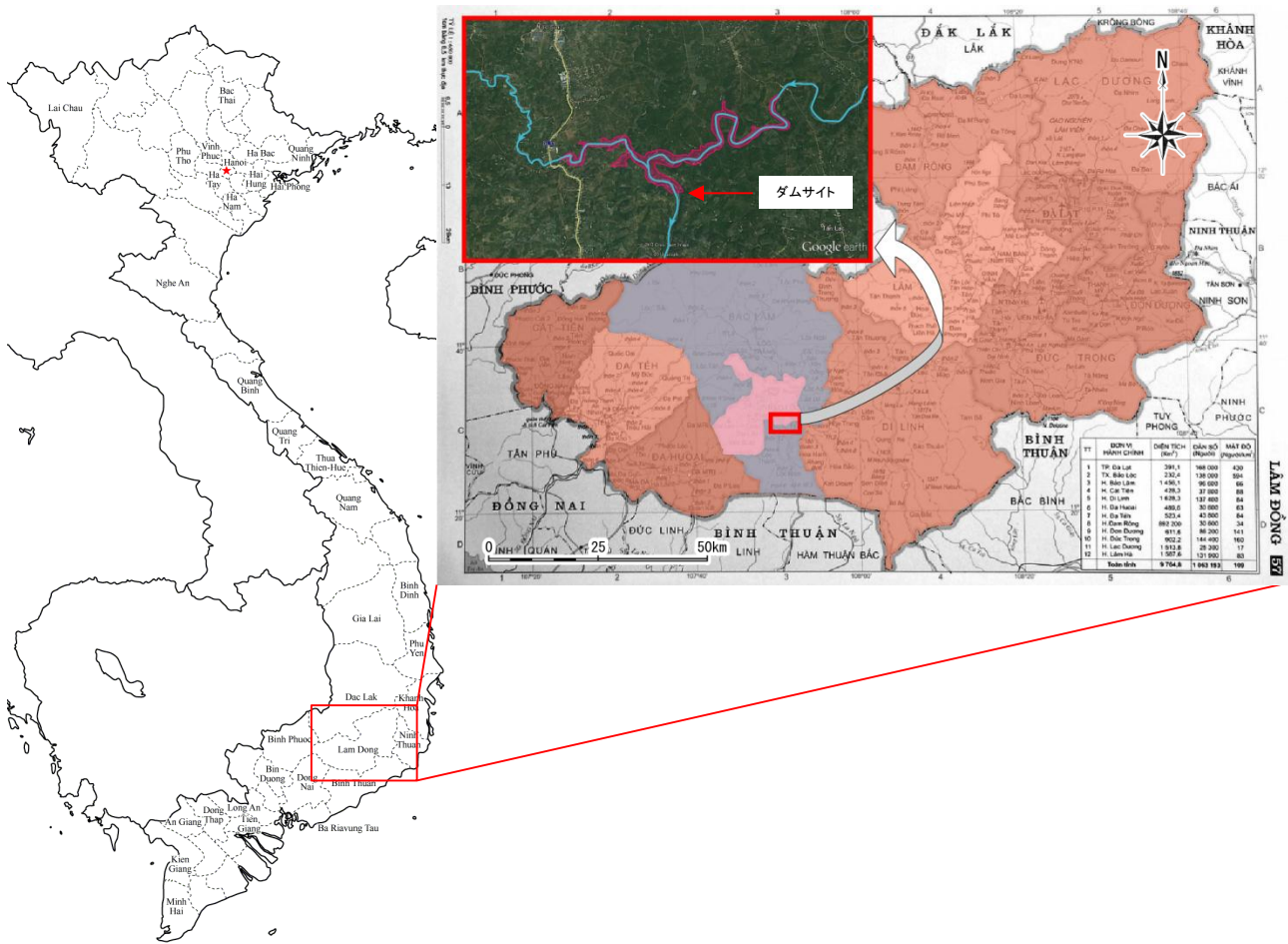
日本企業は以下に示す技術面、価格面、資金面の観点から優位性があると考えられる。ベトナムの発電事業への民間企業の参入は既に自由化されている。外資企業が発電事業へ新規参入する場合であっても、統一企業法第8条3項により、発電事業者と委託先企業による、技術関連、資金調達に関する随意契約をもって、事業を推進することが出来る。本調査を通しダイビン小水力発電プロジェクトの開発に調査団が参画したことにより、今後予定されている小水力発電プロジェクト（発電設備容量21.6MW）への参画も期待でき、日本企業のベトナム小水力市場への参入促進に貢献するものと考えられる。

表6 我が国企業の技術面等の優位性

項目	優位性
技術面	<ul style="list-style-type: none">● 国内外で豊富な水力発電調査、計画、設計の実績● 遠隔監視システムによる効率的な広域保守体制構築● 水理シミュレーションによる水車、発電機効率の最適化● 技術革新による合理的な機器、装置の提供
価格面	<ul style="list-style-type: none">● 長寿命、メンテナンスサイクルの長期化に伴うランニングコストの低減により、相対的に高いイニシャルコストを吸収し、トータルコストを抑制● 我が国企業の海外拠点にて各種機器を製作・納品することによる、イニシャルコスト自体の低減
資金面	<ul style="list-style-type: none">● 自己資金が不足している開発事業者への支援策として、メザニンファイナンスなどを活用したファイナンススキームを構築

出典：調査団作成

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図



出典：LAM DONG PORTAL Management agency center manage electric information, of the department information and communications より調査団作成

平成 25 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

ペルー・タクナ州地熱開発事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
日本工営株式会社
富士電機株式会社
横河電機株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

ペルーの2010年における発電設備は7,309 MW、電力需要は2009年から2018年の間に年率8.1%の伸びが予測されている。ペルー政府は、再生可能エネルギーの育成と省エネルギー促進を目的に「エネルギー効率的利用促進法（2000年法律27345号）」を制定、2008年施行の「再生可能エネルギー発電に関する施行細則」において再生可能エネルギー事業の入札の実施や、再生可能エネルギー導入の目標値を定めている（目標値は5年ごとに更新。2009年から5ヶ年の目標は総電力の5%。次期の目標カバー率は検討中）。同国の豊富な地熱資源（概算で3,000 MW以上の利用可能賦存量）の開発に期待が寄せられている。それを受け、これまで国際協力銀行（Japan Bank for International Cooperation：JBIC）（2008）、日本貿易振興機構（Japan External Trade Organization：JETRO）（2008）により地熱開発のPre F/S調査（Estudio de Factibilidad：F/S）、国際協力機構（Agencia de Cooperación Internacional del Japón：JICA）（2012）により全国マスタープラン調査が実施されたが、制度面の問題や各種制約によりその後の開発が進展せず、いまだ同国には地熱発電所が存在しない。

提案法人および共同提案法人は、世界省エネルギー等ビジネス推進協議会 地熱ワーキンググループ 中南米サブワーキンググループの活動として、ペルーに対して2012年9月および2013年3月にミッションを派遣、関係機関との意見交換、情報収集、現地踏査などを行った。これらを通じて、①エレクトロペルー（国営電力会社）（Electroperu S.A.：EP）が、ペルー政府のサポートを得て、地熱発電第一号案件を実施する強い意欲を示しており、日本企業の参入を期待するとともにペルー政府機関からの調査への協力も得ることができると、②将来的にも同国の地熱開発への日本企業の参入機会が期待されること、③対象地域の地方電化推進と経済発展が期待され、さらに当該地域の鉱山開発により今後電力需要の増加も期待できることが確認された。また、2012年10月にJorge Merino Tafur エネルギー鉱山大臣からEPに対して地熱開発について検討するように指示があった。以上の経緯から、EPが実施主体となるペルー国南部タクナ州カリエンテスにおける地熱発電事業を提案するに至った。

ペルーの電力需要は、2030年までの今後15年間で現在の3倍から4倍の伸びが予想されている。この伸びの大部分は、天然ガスを利用した大型ガス発電や大規模水力発電の建設により賄われると予想される。

タクナ州の電力需要は、主に州都であるタクナ市周辺に集中しているが、最近のタクナ州の発展に伴い、ペルー全体と同じような大きな伸びが予想される。この需要増は、隣接する州に計画されている大型ガス火力発電所（500 MW級2基）およびリマからタクナへの500 kVの送電線により賄われると予想される。

本プロジェクトで建設される地熱発電所は、上記の大型ガス火力発電所と比較して小さいため、増大する電力需要を賄うほどの発電容量を得ることは困難であるが、地域的な需要として、カンダラーベ周辺で操業を実施している銅鉱山などの鉱山開発事業者の電力需要を賄うことが期待されている。これらの鉱山開発事業者は、主に自家発電を行って銅鉱山の操業や精錬を行っており、多くの電力を必要としている。このため、本プロジェクトで新設する地熱発電所から銅鉱山へ送電することで、電力需要に応えるとともに、電力事業者側にとっても、電力供給の安定化と送電ロスを小さくできる利点がある。

また、優先条件の円借款を適用した場合、4.5セント/KWhの料金収入で12%以上のFIRR (Financial Internal Rate of Return)を確保できるので、本プロジェクト実現の鍵は円借款である。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

ペルーは世界でも有数の地熱有望国であるにも関わらず、地熱発電所はまだ1機も建設されておらず、民間参入に依存している限り、地熱開発が進展する気配は今のところ見えていない。

多くの地熱先進国もかつては同様の問題を抱えていたものの、初期における地熱開発に公的資金を投じることで、資源リスクの軽減を図ってきた。たとえば、コスタリカ、フィリピン、インドネシア、メキシコなどの国では、地熱発電の第一号案件を円借款により実施し、その後は民間資金や他のドナーの資金を呼び込むことに成功している。地熱発電所建設の第一号案件を円借款により実施し、その後民間資金や他のドナーの資金を呼び込むことで、ペルーでも本格的な地熱発電事業が展開することが期待される。また、南米初の地熱案件が成功することで、ペルーと同様に地熱ポテンシャルを有する周辺諸国への波及効果も期待される。

一方、国営電力会社 EP は、このような状況を打開するため、ペルー政府のサポートを得て、地熱発電第一号案件を事業者として実施する強い意欲を示している。EP が地熱開発を実施することで、ペルーにおける地熱開発の技術や監督能力が向上する。そして、現在構築されている地熱開発の法制度の見直しと改訂（プロジェクト実施や環境に関する申請や地熱開発に関する優遇制度など）が行われ、さらに、他の民間企業の参入のモデルケースとなり、最終的にはペルーにおいて民間地熱開発が促進することが期待される。

(3) プロジェクトの概要

1) プロジェクトの内容決定の基本方針

a) プロジェクト実施地点の選定

本プロジェクトの実施地点であるカリエンテス地熱開発地域を含むカリエンテス・ボラテラス地熱開発地域は、JBIC（2008）、JETRO（2008）による調査で有望性が確認されていた。

一方で、タクナ州は2008年に同地域を含む周辺地域を保護区域に指定した。このため、同国の地熱開発鉱区としての指定は行われず、開発計画は策定されていない状況であった。

以上の経緯から、先に述べたワーキンググループとペルー政府の2012年、2013年の協議の中で、ペルーより、日本の円借款事業での地熱開発検討地域として選定された。

b) プロジェクト実施機関

本プロジェクトの実施機関は、同国で発電事業を実施している EP を第一の候補にしている。円借款事業を現実的に受け入れることができる実施機関は現在のところ EP であり、そのことが本プロジェクトの鍵になっている。

この他、本プロジェクト推進にかかる関係機関として、地質情報の提供や技術協力を行う地質鉱物冶金研究所（Instituto Geológico Minero y Metalúrgico : INGEMMET）と、許認可を行うエネルギー鉱山省（Ministerio de Energia y Minas : MEM）が挙げられる。

c) プロジェクト実施時期

2014 - 2023年

d) 設備容量の設定

JBIC (2008)によれば、資源量は 100 MW 程度と評価されている。本プロジェクトは、同地域での最初の開発段階に当たるため、設備容量を 50 MW とするのが適切と考えられる。この設備容量は、今後の調査により、見直され変更される。

e) 主系統との連携送電線

発電された電力は地元の 128 KV の送電線に接続され、主にカンタラーベを中心とするタクナ州へ送電される。

主要送電線がリマからタクナにかけて建設され、この主要送電線が本プロジェクトの完成時期までに完成していれば、この送電線に接続することが可能になる。

2) プロジェクト実施のための必要な事項

a) 地熱資源法に基づく地熱権申請時の環境影響報告書の作成

地熱資源法細則 (Reglamento de la Ley No.26848, Ley Organica de Recursos Geotermicos :D.S.No. 019-2010-EM) の第 12 条および第 21 条に、探査権ないし開発権の申請には、それぞれの開始前にエネルギー環境局 (Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos: DGAAE) により承認された環境調査報告書を提出すると誓約書 (Declaracion Jurada) が必要と規定されている。環境省自然保護局 (Servicio Nacional de Areas Naturales Protegidas por el Estudio : SERNANP) によると、フェーズ II 探査開始前までには DGEEA に承認された地熱開発に係る環境影響評価 (Evaluación de Impacto Ambiental : EIA) 報告書が必要とのことである。

b) 電力事業法に基づく EIA

本プロジェクトの EIA は、国家環境影響評価システム (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental : SEIA) 法とともに電力事業法に基づいて実施され、その承認および環境承認を取得する必要がある。EIA では環境の現況調査を行い、調査結果に基づいて詳細な環境影響予測および評価を実施し、環境への影響が想定される項目については対策を講じる必要がある。また、環境影響項目について、事後のモニタリングも実施することが必要である。

なお電力事業における環境保護細則 (Reglamento de Proteccion Ambiental en las Actividades Electricas : D.S.No. 29-94-EM) には、EIA を実施するコンサルタント会社は MEM に登録されている会社でなければならないと定められている。

c) 地方分権化の下での公共投資システム(Sistema Nacional de Inversión Pública : SNIP) における EIA

SNIP では、事業の規模 (投資額) により事業が区分されており、要求される報告書の詳細の度合いが異なるが、SNIP 法において全ての公共事業に対して EIA が義務付けられている。同 EIA は、電力事業法に基づいて作成される EIA で代用可能である。

d) 遺跡不存在証明 (Certificación de Inexistencia de Restos Arqueológicos : CIRA) の取得

史跡および文化遺産の保全の観点より、原則としてすべての事業実施には国立文化研究所 (Instituto Nacional de Cultura National : INC) が発行する CIRA が必要となる。CIRA の申請および取得には事業規模面積 5 ha、線形の場合は 5 km 以下の場合は INC による現地調査、事業規模がそれ以上の場合は事

業実施者が遺跡調査(Proyecto de Evaluación Arqueológica)を実施し、同時に遺跡モニタリング計画(Plan de Monitoreo Arqueológicos)を策定する必要がある。CIRA 申請に係る調査は、環境承認の取得プロセスにおいて実施される。

e) 用地取得

プロジェクト予定地は、登記はされていないもののコミュニティが共有地として長年使用している土地である。このような「コミュニティ共有地」に関しては、事業実施主体と地元住民との間で協議を持ち、補償に関する合意を得る必要がある。地熱資源法細則(D. S.No. 019-2010-EM)第 31 条では、探査のフェーズ II、または開発に入る前に地熱活動により影響を受ける土地の所有者と書面での合意が必要とされている。そうでない場合には、地役権(土地収用)を申請することが出来るとされている。

なお、電力事業法には、住民の移転、用地買収に対して補償を行わなければならないと規定されており、補償の範囲は土地・作物・建家などである。

f) クリーン開発メカニズム(Mecanismo de Desarrollo Limpio : CDM) 登録手続き

本プロジェクトを CDM プロジェクトとして登録するためには、実施機関はプロジェクト設計書(Documento de Diseño de Proyecto : PDD)を作成する必要がある。

3) 予備的な財務・経済分析の結果概要

a) 円借款を考えない場合

本プロジェクトの予備的な財務・経済分析として、借入れを考慮せずに、売電価格を仮定してキャッシュフロー計算書を作成し、それに対する財務的内部収益率(Tasa Interna de Retorno Financiero : FIRR)を求め、そのプロジェクトの妥当性を検討した。その際の計算条件として、標準的な地熱発電所の運転年数 30 年、稼働率 90 %、経済状況割引率を 12 %と仮定して計算した。

また、経済分析としては、経済的内部収益率(Tasa Interna de Retorno Económico : EIRR)を求め、50 MW の同程度のガスコンバインドサイクルの発電所を建設する場合との比較を行った。現実的には、現在計画されているタクナ州周辺の大規模ガス火力発電所(500 MW)級があるが、発電規模の面から比較することが困難なため、同程度のガスコンバインドサイクルが妥当と考えて選定した。

FIRR は、売電価格の基準を 10 セントとし、5 セント、6 セント、9 セント、12 セントの 5 つのケースのもとで試算した。その結果は売電価格 6 セント以上でベネフィットがコストを超える。しかし、長期市中金利の 12%を確保するためには、売電価格を 10 セント以上とする必要がある。

EIRR は、ペルーの主要な電力源であるガスコンバインドサイクル火力発電所と比較した。発電所出力は、本プロジェクトと同じ 50 MW とした。変動要因としてガス価格が現在の 75 %、現状のガス価格、現在の 150 %、200 %として試算した。結果は長期市中金利の 12 %の EIRR は、ガス価格が現在より 150 %以上の場合であることが判明した。

b) 円借款を考える場合

次に、借入れを考慮した経済性の検討を行った。

今回の検討では、一般条件(General Terms)の基準(Standard)である金利 1.7 %、償還期間 25 年、据置期間 7 年を用いて検討した。さらに、環境案件となる場合を考慮し、優先条件(Preferential Terms)の基準(Standard)である金利 0.6 %、償還期間 40 年、据置期間 10 年も併せて検討した。融資はプロジェクトの 3 年目から行われ、その年のプロジェクト事業費の 80 %を円借款でまかなうと仮定して計

算した。プロジェクト1年目および2年目の費用および3年目以降のプロジェクト事業費の20%は市中から調達することとし、長期市中金利12%、償還期間10年として計算した。

一般条件を用いて、売電価格を7.2セント（無税）、8セント（有税）、10セント（無税）、10セント（有税）について検討した結果、長期市中金利である12%を確保するためには、無税の場合、売電価格が7.2セント以上、30%の税負担の場合、売電価格が8セント以上となる。

優先条件を用いて、売電価格を7.2セント（無税）、8セント（有税）、10セント（無税）、10セント（有税）について検討した結果、長期市中金利である12%を確保するためには、30%の税負担の場合、売電価格が4.5セント以上となる。

上記の結果から、一般条件の円借款では、売電価格が8セント以上であれば、プロジェクトとしてファイジブルであることが推定される。また、優先条件の円借款では、売電価格が4.5セント以上であればプロジェクトとしてファイジブルであることが推定される。特に、優先条件の円借款を活用することは、ペルーで最も安い水力発電所の売電価格と比較しても競争力があると考えられる。

(4) 実施スケジュール

本プロジェクトは今後、詳細調査、調査井戸の掘削、地熱資源の評価、詳細設計、生産・還元井戸の掘削、および地熱発電所・付帯設備の建設が予定される。また、これらに伴い、コンサルタントおよび建設業者の選定が含まれる。それぞれの実施期間は概ね以下の通りに見込まれる。2014年下旬にL/Aが締結された場合、詳細設計は2018年初旬、入札は2019年中～下旬、建設工事は2019年中下旬～2023年下旬となる。

表一要1 実施項目と期間

ステージ	実施項目	期間
探査段階	詳細調査（JICA 協力準備調査）	約6ヶ月
	開発事業化申請	約6ヶ月
	調査井戸の掘削（E/S 借款）	全37ヶ月
	コンサルタントおよび掘削業者調達（仕様書作成・入札）	約15ヶ月
	調査井戸掘削（6-1/2 inch, 深度2,000 m）	約12ヶ月
	地熱資源の評価	約12ヶ月
	施設詳細設計	約15ヶ月
開発段階	井戸・発電所および付帯施設の建設	全75ヶ月
	コンサルタント調達	約9ヶ月
	井戸掘削の掘削業者調達（仕様書作成・国内入札）	約12ヶ月
	発電所建設の建設業者調達（仕様書作成・国際入札）	約18ヶ月
	生産・還元井戸の掘削（15本）	約30ヶ月
	発電所（50 MW x 1）および付帯施設建設	約44ヶ月
	試験運転	約4ヶ月

出典：調査団作成

環境社会配慮に関しては、探査権または開発権の申請時に、次の書類を関連部署に提出、承認を受ける必要がある。

- ・ペルー国の地熱資源法に基づく、DGAAE により承認された EIA 報告書
- ・電力事業法、SNIP 法に基づく EIA
- ・CIRA
- ・用地取得
- ・CDM 登録手続き

探査権の取得に必要なこれらの環境配慮書類の作成には、最大約 12 ヶ月の期間が予想される。また、開発権申請時には、探査権認可時の EIA 報告書の見直しと追加調査が想定される。

(5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

一般条件の円借款では、売電価格が 8 セント以上であれば、プロジェクトとしてフィージブルであることが推定された。また、優先条件の円借款では、売電価格が 4.5 セント以上であればプロジェクトとしてフィージブルであることが推定された。特に、優先条件の円借款を活用することは、ペルーで最も安い水力発電所の売電価格と比較しても競争力があると考えられる。

ペルー政府は地熱開発事業について、国家主導ではなく独立発電事業者 (Productor Independiente de Energía : IPP) や官民パートナーシップ (Participación Privada : PPP) など民間活用による事業実施を模索していたが、その流れは現在以下の様に変わりつつある。

MEM は地熱開発に対しては IPP や PPP などの民間活用による Concession 方式を基本的には支持しているが、民間による開発が進まないため、円借款による国家主導による地熱開発に興味を示している。また、EP は、経済性が認められる円借款による地熱開発に対して取り組む姿勢を示しており、MEM との調整を続けている。

経済財務省 (Ministerio de Economía y Finanzas : MEF) は対外債務を削減し、健全な財政構造、経済成長を模索している。ペルーはここ数年、安定したインフレ率のもと健全な成長を続けている。このような状況から、MEF は優先順位の極めて高い事業にのみ円借款の借入を行っているが、将来エネルギー需要が高まることが予想されることから、円借款による地熱発電事業の実施には前向きな姿勢を示している。

2013 年 11 月 12 日にリマで行われたペルー政府と日本国政府との協議において、地熱事業に関する円借款要請は欄外への注意書きに終わった。しかし、2013 年 12 月 10 日の調査団の MEF へのヒアリングによると、MEF は MEM からの要請があれば円借款要請を検討することを表明しており、MEF は本地熱プロジェクトに対する円借款には前向きと考えられている。

2013 年 12 月現在、EP は MEM に対して、タクナ州政府は MEF に対して、本プロジェクトの推進にかかる要請書を発信しており、主監督省庁である MEM は EP に対し、経済性や実施スキームの検討を要請している。MEM はその結果をもとに、MEF への円借款の要請の可否を判断する予定である。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

1) 発電機

発電設備の中核機器となる地熱蒸気タービン・発電機においては、日本メーカーは開発・設計・製造から建設・運転・保守の分野にわたり世界に多数の実績を有している。地熱蒸気タービン・発電機の設備容量の世界市場シェアでは日本製が 67 %を超える高いシェアを占めている。

地熱発電所においては、地熱蒸気タービン・発電機の性能・信頼性が発電所の経済性および信頼性を左右することから、十分な納入・運転実績を持つ日本メーカーの優位性は高い。また、地熱発電所は硫化水素ガスを含む大気や蒸気に機器が曝されるため、硫化水素ガスによる腐食を防止するための処置として、タービンの金属材料の改良や、応力が集中しないタービン形状の設計、電線・制御装置の被覆の改良が重要となる。地熱蒸気が直接触れる部分への適切な材料選定や電気・制御装置への対策ノウハウ等も日本メーカーの優位性となる。イタリア、米国等、また近年では中国のメーカーとの競合もあるが、ペルー側にとっても機器メンテナンス、とりわけ細かなアフターサービス等（納入後の地熱発電設備の状態を通信回線でモニタリングし、適切なメンテナンス時期や内容の提案を行うなど）で優れた日本メーカーの機器を選定する理由は十分にあるものと考えられる。

2) 地熱調査・開発およびオペレーション実績

わが国には蒸気卓越型及び熱水卓越型の地熱貯留層を対象とする地熱探査、フラッシュ及びバイナリー発電での地熱開発を進めてきた経験がある。浴用、養殖、暖房などの直接利用も盛んである。長年培われた技術と経験は東南アジア、中南米、アフリカを中心とする海外の地熱開発にも貢献している。このような技術と経験はペルー側にとって大きなアピールになると考える。

加えて、日本の地熱発電所が大規模災害にも耐えたことを指摘しておきたい。すなわち、2011年3月11日にM9.0の巨大地震が東日本を襲った際に、6ヶ所の地熱発電所で安全確保のためタービントリップしたものの、数時間あるいは数日後には発電を再開し、地域の電源確保に大きく貢献している。

この理由は、日本固有の技術である耐震設計によるもので、発電所が日本の耐震基準に基づき建設されているほか、タービンの制御回路に地震加速度計が含まれており、地震の発生によりタービンが緊急停止する設計となっているためである。

ペルーは日本と同様に海洋プレートの沈み込み帯に位置し、時々大地震の被害を受けている。東日本大震災で日本の地熱発電所が経験したこともペルー側にとって日本企業を選択するアピールポイントになると考える。

(7) 案件実現までの具体的スケジュールおよび実現を阻むリスク

1) 地熱発電所建設のスケジュール

地熱発電所建設の全体スケジュールを次表に示した。なお、この中には、アクセス道路の建設は含まれておらず、ペルー側で行われる開発事業化申請については、エンジニアリング サービス (Servicios de Ingeniería: E/S) 借款時に1回のみ行われ、本体事業には行われないものとした。

表一要2 地熱発電所建設の全体スケジュール

ステージ	実施項目	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
探査段階	環境社会配慮にかかる諸書類の作成・承認										
	探査権の申請	★									
	詳細調査(JICA協力準備調査)										
	開発事業化申請										
	調査井戸の掘削(ES借款)										
	L/A締結		▲								
	コンサルタント調達										
	掘削業者調達(国内入札)										
	調査井戸の掘削(3本)										
	地熱資源の評価										
	施設詳細設計										
	環境社会配慮書類のレビュー・追加調査										
開発段階	開発権の申請					★					
	発電所および付帯施設の建設(円借款)										
	L/A締結					▲					
	コンサルタント調達										
	掘削業者調達(国内入札)										
	生産・還元井戸の掘削(15本)										
	建設業者調達(国際入札)										
	発電所建設(50MW)										
	付帯施設建設										
	試験運転										

出典：調査団作成

2) 実現を阻むリスク

ペルー政府は、現在のところ地熱発電を含む再生可能エネルギーの導入は、民間参入により推し進めようとしている。しかし、地熱発電は、風力や太陽光発電と比較して、初期リスクが大きいとされ、開発が進んでいないのが現状である。地熱開発にかかるリスクとは、初期の資源開発にかかる不確実性や、建設期間の長さ、回収期間の長期化などとされている。

ペルーにおける事業実施、提案技術の採用、円借款要請の実現に関して前提条件となる相手国の法的・財政的制約等の有無などとして次のものがある。

a) 独立発電事業者（Productora Independiente de Energía）の法的・財政的制約等による再生可能エネルギー開発政策

電力事業法等により、発電事業は基本的に IPP 方式にて進められており、再生可能エネルギーに関する法令により再生可能エネルギーについては、これまで2度の入札が実施されている。しかし、ペルーの電力関係有力者へのヒアリングでは、IPP 政策は電力開発に公的資金を投入することを禁止しているわけではないとのことである。このため、他民間電力会社との利害調整を行いつつフレキシブルな政策

の運用が望まれる。

b) 環境社会配慮

【環境配慮】

本事業を実施するにあたり、プロジェクトサイトがタクナ州政府指定の保全地域に属している事から、先ず環境配慮の観点から、開発が可能であるかどうかの承認を得る必要がある。

【社会配慮】

ここ数年の度重なる民間企業・地方政府等による住民説明・セミナー等により地熱開発と鉱山開発との違いはかなり周知されてはいるものの、住民の理解を更に深め、住民への被益を考慮し、事業展開に支障を起こさないような措置が必要とされる。

c) ペルー側実施体制の整備

地熱開発はペルーでは初めてである為、当然技術面・人材面・運営面においても蓄積が無い。地熱開発に特化した専門の組織を形成する方法もあるが、直ちに立ち上げることは資金や人材確保の観点などから無理があるため、既存の組織で進める事が現実的である。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図一要 1 事業実施地点位置図



出典：INGEMMET 資料をもとに調査団作成

平成 25 年度

エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業

(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

マレーシア・イスカンダル地区工業団地高効率地域冷房導入調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

経 済 産 業 省

新 日 本 有 限 責 任 監 査 法 人

独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

委託先：

パシフィックコンサルタンツ株式会社

富士電機株式会社

株式会社オリエンタルコンサルタンツ

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) 経済成長とエネルギー利用の効率化

マレーシアは、一次製品の輸出による発展を経て 90 年代以降の輸出指向型工業化の成功により、東南アジア諸国の中でも目覚ましい発展を遂げ低所得国から中進国へと成長した。1991 年には 30 年後の先進国入りを目指とする「2020 年ビジョン」を策定し、工業団地造成を含む電気や水供給等のインフラ整備と優遇税制を進め積極的に外国資本を誘致した。

さらに 1987 年に日本政府・通商産業省（現経済産業省）は三位一体の経済協力（貿易・投資・経済協力）を推進する「ニューエイドプラン」を発表、通商産業省および独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency : JICA）による「工業分野開発振興計画」や「クリムハイテク工業団地建設計画」（以下、クリム工業団地）などの作成を通じ産業の高度化に向けた支援を進めてきた。

現在、更なる経済成長に向け「第 10 次マレーシア計画（2011～2015 年）」が策定された。その実現に向け、海外からの新たな投資を呼び込むために必要な規制緩和や国内の産業人材の育成と併せて、エネルギーインフラの質の向上とメンテナンス人材の確保、エネルギー利用の効率化によるコスト低減を通じた産業競争力の確保に向けた取組みが必要となっている。

2) イスカンダル開発計画とエネルギーインフラの整備

ジョホール州南部のイスカンダル地域では、シンガポール国土の約 3 倍に相当する開発面積を対象に、ハイテク工業団地に加え、金融・行政・教育・医療・住宅・アミューズメントなどを含む一大総合開発が進んでいる。

域内の人口は、2006 年の 140 万人から 2025 年には 300 万人に増加し、同時に域内国内総生産（Gross Domestic Product : GDP）は 200 億円から 930 億円と年率 8%の伸びで成長すると予想される。イスカンダル地域開発庁によると 2012 年までの累積投資額は 875.6 億 RM（約 2 兆 3,600 億円）に達している。

更なる成長を見込み、その原動力として期待されるイスカンダル開発に不可欠な、安定的かつ効率的なエネルギーインフラの整備が必要とされている。

3) ハイテク工業団地におけるエネルギー利用の高度化

マレーシアにおいては、従来の電機・電子産業のみならず、カーエレクトロニクス、バイオメディカル、ハラルフードなどの食品加工、映像系コンテンツといった高付加価値産業の誘致と育成が進んでいる。

また、地理的・人口的制約から新たな低コストの人材や土地の確保を求める隣国のシンガポールからのスピルオーバーとして、上記産業のほか、金融セクター向けの大規模データセンターなどの立地も期待される。

それに伴い工業団地には、高品質の電力供給、バックアップ電源の確保、廃熱の有効利用、効率的な冷房設備、省エネ機器の設置に加え、適切な運営・メンテナンスとそれに必要な人材の確保といった、質の高いインフラサービスの提供が求められている。

4) ハード・ソフトのインフラ整備による日系企業の進出支援

イスカンダルのあるジョホール州において、すでに 70 社以上の日本企業が工業団地へ進出しておりマレーシア進出企業のうち 9 割以上がイスカンダルへの投資に関心を持っているというデータもある（NNA2012 年 8 月調べ）。

イスカンダル開発への日本企業に関心も年々高まっており、大型ショッピングセンターが出店したのをはじめ、人気キャラクターのアミューズメントパークを展開するといった象徴的なプロジェクトが展開されている。更に 2013 年 6 月には日系総合商社がメディーニ開発地区における環境都市開発に参画している。

特にイスカンダル地域への製造業の進出増加はマレーシアおよびシンガポール進出の日系企業の中でも最も関心が高いというデータもあり、需要の高まるカーエレクトロニクス、バイオメディカル、ハラルフードなどの食品加工、映像系コンテンツなどの分野での進出が期待される。

他方で、エネルギーを含む「インフラ整備の遅れ」とメンテナンス対応を含む「人材の不足」は進出への懸念材料として指摘されており、官民一体の取り組みによる早急な対応が求められている。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

マレーシア・イスカンダル地区ヌサジャヤテックパークの高効率地域冷房導入事業については、以下のコンセプトに基づいて計画する。

1) 計画コンセプト

- 日本の実績のある技術を用いた高効率地域冷房の導入
- マレーシアにおけるエコ工業団地モデルを目指した、一貫したエネルギーインフラストラクチャーサービスのビジネスモデルの構築
- プロジェクトのサステナビリティを考慮し、機器の導入だけでなく、人材育成等も組み入れた事業モデルの構築

2) 内容決定の方針

a) 基本方針 1：ヌサジャヤテックパークの開発計画および状況を踏まえた事業計画の策定

対象工業団地ヌサジャヤテックパークの開発者であるアセンダス社および UEM サンライズ社（UEM Sunrise）によると、全体敷地面積 512 エーカ（約 207ha）を 3 つのフェーズに分けて開発する予定である。入居企業との契約は、2014 年 1 月から始まり、2015 年にフェーズ 1a（約 7.2ha）の建設が終了し、工場の操業は 2015 年末を予定している。フェーズ 1b（約 41.4ha）は、2016 年 3 月竣工、フェーズ 2（約 66.8ha）は 2017 年 9 月竣工、フェーズ 3a（約 34.4ha）は 2019 年 3 月竣工の予定となっている（残りのフェーズ 3b およびフェーズ 3c の開発予定は未定）。

工業団地の電気、上水、下水、ガス等のインフラストラクチャーについては、ガスパイプラインを除いて、フェーズ 1a の竣工迄に開通する予定である。ガスパイプラインについては、現在、ヌサジャヤテックパークの東側 15km にエンドポイントが有り、周辺地域の需要が確認され次第、敷設される予定である。

工業団地内に建設される工場は、アセンダス社が設計したプロトタイプ of 建物に空調等の設備のみ入居企業が導入するレディビルドファクトリー（Ready Build Factory：RBF）、建物から設備の全てを入居企業のオーダーに従って建設するビルドトゥースーツファクトリー（Build to Suit：BTS）がある。

入居企業については、シンガポールの隣に立地することから、データセンター、カーエレクトロニクス、バイオメディカル、バイオおよびハラルフード等の工場が想定されている。

これらの開発計画および状況を踏まえた事業内容および計画を策定する。

b) 基本方針 2：入居企業のニーズを反映した事業内容

マレーシアで操業する工場へのインタビューの結果、一年中灼熱の太陽が照り、気温が高いため、冷房にかかる電力消費量が全体の 40%程度を占め、それをいかに削減するかが課題となっている。また、古い空調機器を使用しているため、冷房効率は低い、初期コストの問題で、空調機器の更新ができない状況であることが分かった。

人材の面では、一般労働者の確保・人材育成に加えて、工場内のインフラ設備を管理するエンジニアクラスの人材が少ないことに加え、マレーシアでは、ジョブホッピングすることが常態化しているため、その人材の確保が難しい状況である。

これらのインタビュー結果から、入居企業のニーズを踏まえた事業内容とする。

c) 基本方針 3：先方政府の政策・投資優遇政策等を見据えた事業内容

マレーシア政府は、2009 年 12 月に開催された気候変動枠組条約第 15 回締約国会議（The 15th Conference of the Parties to the UN Framework Convention on Climate Change：COP15）において、「GDP あたりの CO₂ 排出量を 2020 年迄に 2005 年比で 40%自主的に削減する」と宣言した。これを受けてマレーシアでは、低炭素社会実現への取組が行われている。

調査対象であるイスカンダル地域においては、日本政府のサポートの下、イスカンダル開発庁が主体となり、2025 年の CO₂ の排出量を現状趨勢値（基準年 2005 年）に比して 40%削減を目指したイスカンダル低炭素社会ブループリントが 2013 年 7 月に策定されている。本事業は、ここに掲げられている 12 のアクションプランの一つである「Green Energy System and Renewable Energy」に沿ったものになる。

マレーシアにおける投資優遇制度については、マレーシア政府の政策に基づいた奨励事業に対して付与される「パイオニア・ステータス」があり、認められた企業は、5 年間に渡り法人所得税の一部免状（法定所得の 70%が免税、30%のみが課税対象）を受けることができる。

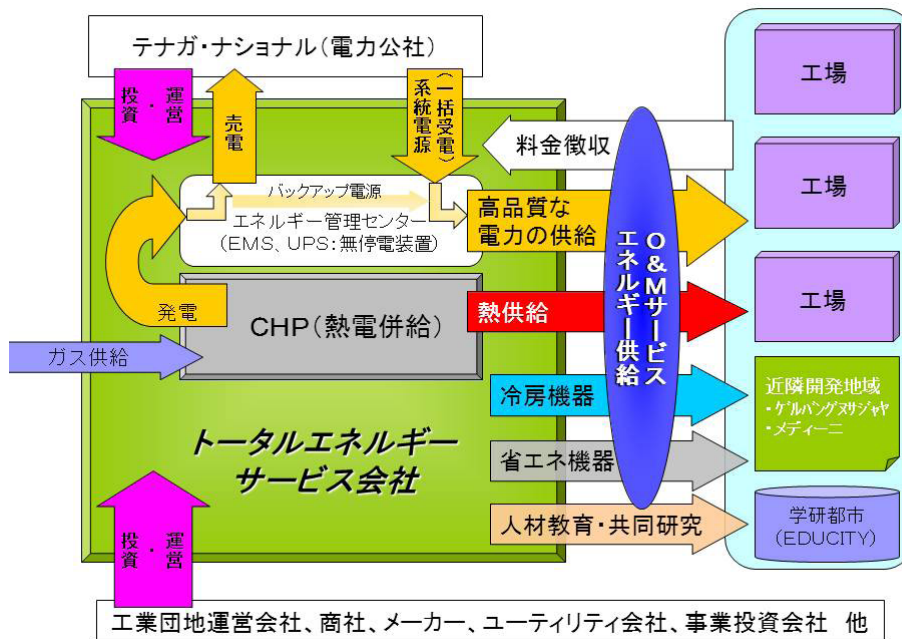
本事業は、現存するマレーシアの環境・投資に関わる優遇制度の適用を見据えた事業内容とし、これは、本事業採算性にも大きく寄与することになる。

(3) プロジェクトの概要

1) 事業の最終目標

前述の「プロジェクトの内容決定の基本方針」に基づき、最終的に以下に示す事業を展開することを目指す。プロジェクトは、エネルギー供給および運営管理事業および工業団地インフラ設備のメンテナンス人材を対象とした人材育成事業で構成される。

図 1 プロジェクトの事業内容（目指す最終形）



出典；調査団作成

a) 工業団地エネルギー供給事業

- 高効率ガスコンバインドサイクルコージェネレーションによる発電を行うと共に、バックアップ電源として、イスカンダル地域を管轄するマレーシア国家電力公社（TENAGA NATIONAL Sdn Bhd : TNB）から一括受電を行い、各工場に高品質な電力の供給を行う。また、余剰電力はTNBに売電する。なお、将来的には、ゲルバングヌサジャヤおよびメディーニ等の近隣開発地域にも発電した電力の供給を行う。その際には、発電機から直接電線で電力を供給するのではなく、電力公社の電力網を通じて、売電する形となる。
- 適用設備の仕様としては、以下の規模を計画する。
発電機：ガスタービン・コンバインドサイクル
発電能力：45MW

b) 蒸気融通による地域冷房事業

- 高効率ガスコンバインドサイクルコージェネレーション発電で発生する蒸気を各工場に融通すると共に、蒸気吸収冷凍機による地域冷房を行う。

c) 工業団地内工場のエネルギーマネジメント事業

- 各工場にスマートメータを配置し、工場との相互情報交換を行う。
- 工場へのクラウド型工場エネルギー管理システム（Factory Energy Management System : FEMS）を導入し、工場のエネルギー管理の代行を行う。

d) 省エネコンサルティング事業

- 工場の省エネ診断サービスを提供し、省エネ指導を行う。

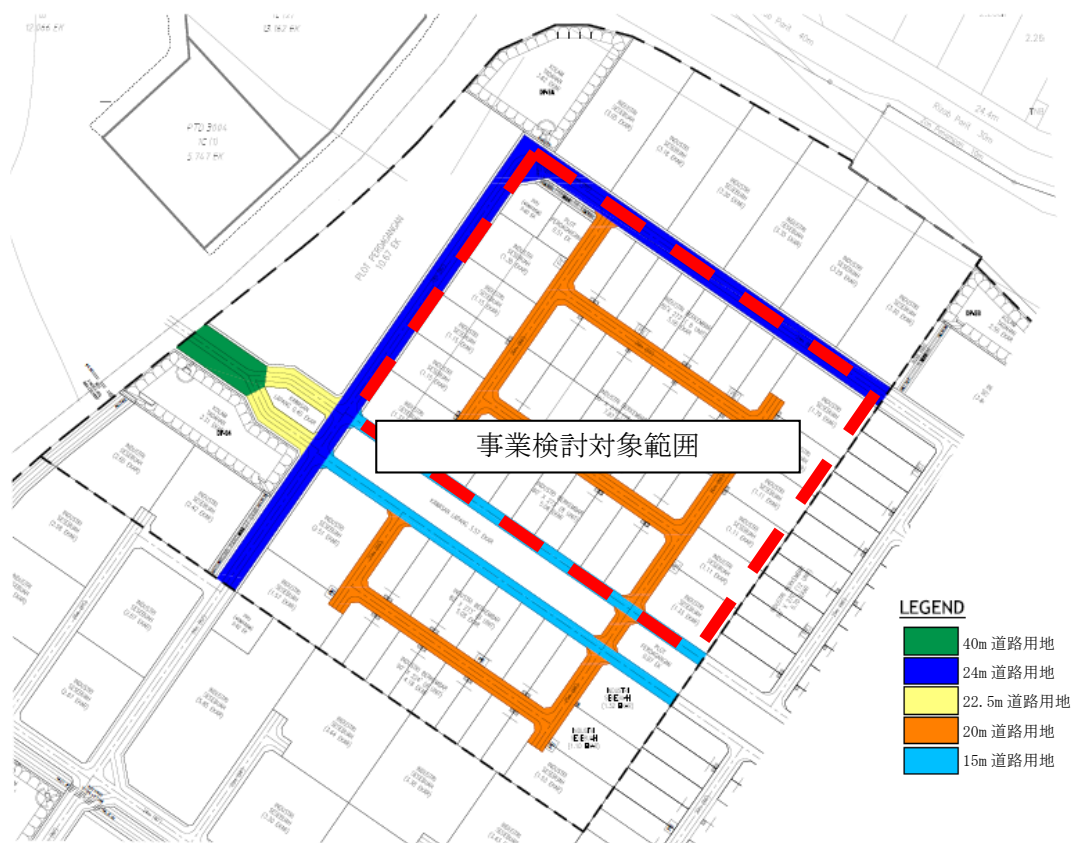
- e) 地域冷房機器を始めとする高効率省エネ機器のリースおよび運営管理事業
- 工場内に設置する地域冷房機器、インバータ、電力計測器、発光ダイオード (Light Emitting Diode : LED)、無停電電源装置 (Uninterruptible Power Supplies : UPS)、高効率トランス、高速遮断機等のリースを行う。これにより、各工場は初期投資コストを抑えると共に、機器の資産を持つことによる税などを軽減することができる。
 - リースした機器についてのメンテナンスを行う。これにより、各工場は専門のエンジニアを抱える必要がなく、また、メンテナンスコストも低減が可能となる。
- f) 工業団地インフラ設備のメンテナンス人材育成事業
- 既存の職業訓練校等と連携して、工業団地のメンテナンス人材の育成事業を行う。
 - 将来的には、マレーシア工科大や隣接するエデュシティ (EDUCITY) の大学等と提携し、共同研究等を行いながら、ハイレベルの人材育成事業も手掛ける。

2) 提案事業の内容

a) 事業対象範囲

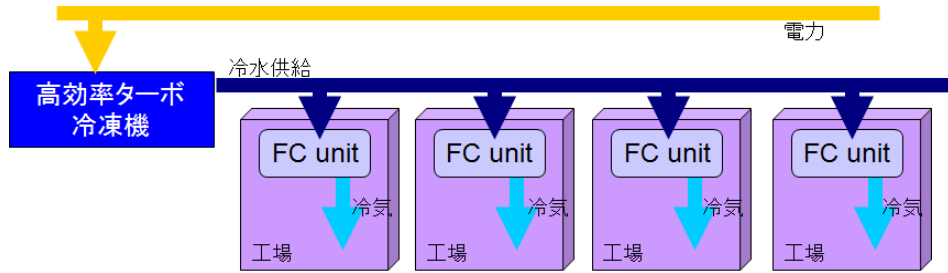
事業の最終目標は上記の通りであるが、基本方針1「対象工業団地であるヌサジャヤテックパークの開発計画」に示す通り、工業団地はフェーズ分けして開発され、すぐには想定する需要が見込めないこと、また、ガスパイプラインがまだ整備されていないことから、第一段階では最初に開発されるフェーズ1a (約7.2ha) を対象とした系統電源と冷水融通による地域冷房システムによる地域冷房事業のみを行う。

図2 事業対象範囲



出典；アセンダス社提供資料より調査団作成

図 3 システムイメージ (系統電源と冷水融通による地域冷房)



出典；調査団作成

b) 概念設計および適用設備の仕様

高効率ターボ冷凍機をユーティリティエリアの一角に配置し、そこから各工場へ冷水配管を引く構造をとる。配管は工場前の道路への地下埋設とする。冷水配管の管径は高効率ターボ冷凍機の近くが 400 mm、途中 300 mm、工場近くで 200 mmの構成とする。地下配管の熱損失 5%を考慮するが、配管の素材は、熱損失を防ぐ素材を採用する。配管総長は約 1,100m である。工業団地内の道路を横断する配管ルート設定が可能であることから、工場間の冷水融通では道路を横断する構造とする。配管計画および道路下の配管計画を下記に示す。

今回の調査で、高効率ターボ冷凍機の機器設置の条件、冷水配管の条件が明らかになった。RBF を対象に、冷水融通システムの検討や条件の洗い出しを実施したが、ここで得られた機器設置の条件、冷水配管の条件は、RBF だけではなく、BTS、商業エリアにも共通に使用できる。

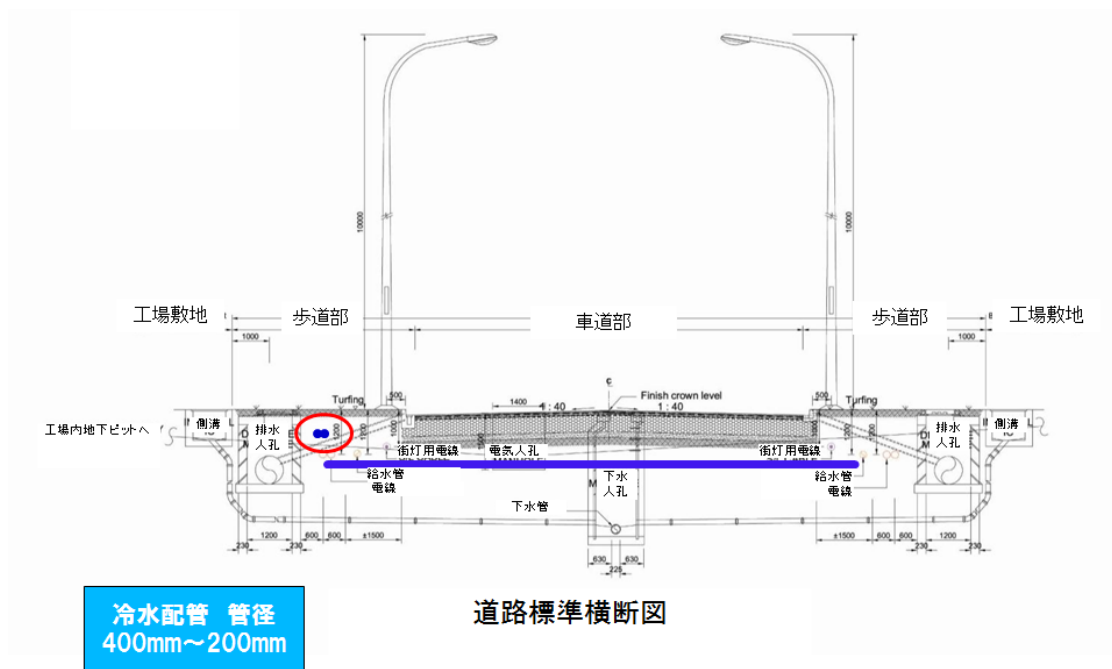
最低 500 冷凍トン規模の冷氣需要のまとめりと 5~10 年間の冷氣需要の見込みがあれば、高効率ターボ冷凍機の容量、冷水配管の管径、長さを調整することで、冷水融通のシステムを構築することが可能となる。

図 4 冷凍機設置位置および配管計画図



出典；調査団作成

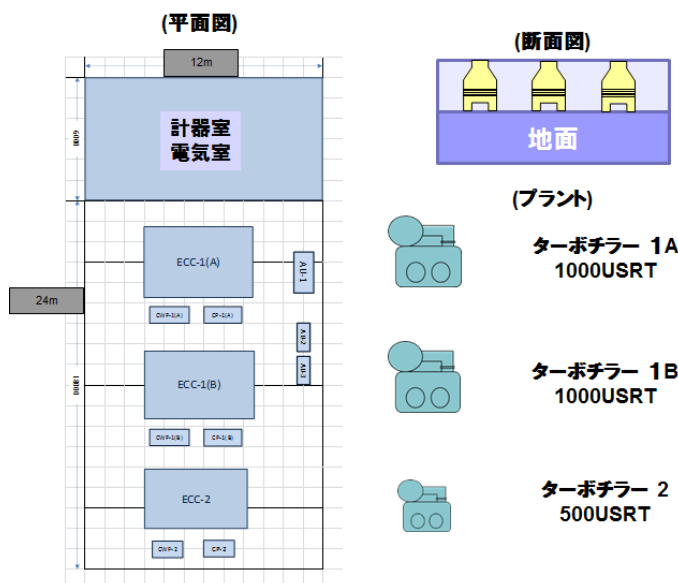
図 5 配管横断面図



出典；調査団作成

高効率ターボ冷凍機の容量は、冷房対象となる床面積および需要予測より 2500 アメリカ冷凍トン (United States Refrigerating Ton : USRT) と試算する。2,500USRT の高効率ターボ冷凍機は、需要に応じた効率運転、冗長性を考慮し、1,000 USRT を 2 機、500USRT を 1 機の構成とする。その機器配置図を下記に示す。

図 6 高効率ターボ冷凍機 機器配置図



出典；調査団作成

c) 提案技術・システムを採用するに当たっての課題およびその解決策

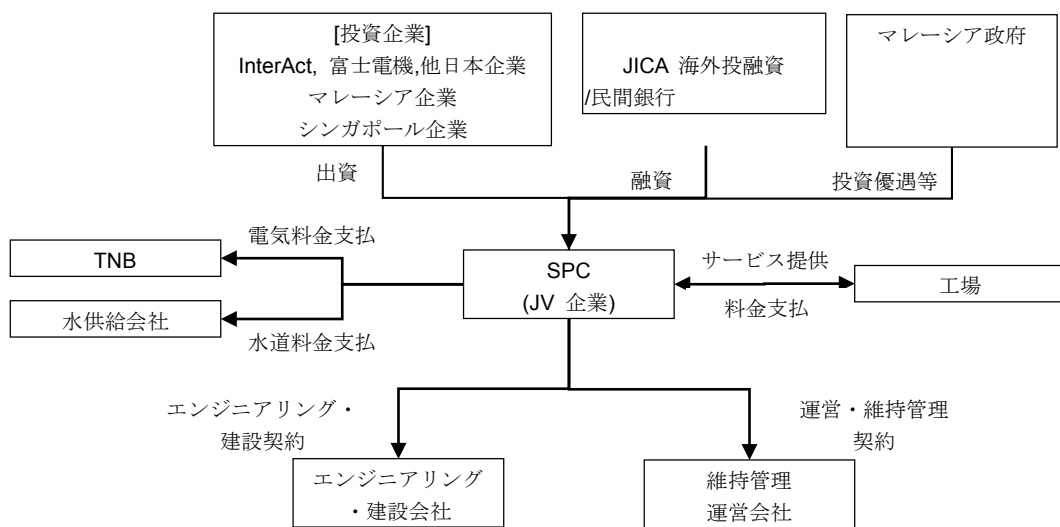
提案技術・システムを採用するに当たっての最大の課題は確実な需要が存在するかどうかである。工業団地の販売は2014年1月より開始される予定となっており、実際の工場の立地動向および立地工場の冷氣需要の有無を十分に確認しながら本提案技術・システムの採用の可否について検討を行う。

d) 提案プロジェクトの事業スキーム

本プロジェクトでは、インターアクト、富士電機、他日本企業、現地企業等の共同企業体（Joint Venture：JV）による特別目的会社（Special Purpose Company：SPC）を設立し、事業運営を行う。事業費については、50%を投資会社が負担し、50%は貸付機関から借りる計画とする。事業実施に際しては、マレーシア政府の環境推進政策に合致することおよびマレーシアで初となる工業団地における地域冷房導入事業ということから、マレーシア政府からパイオニア・ステータス等の投資優遇、TNBから優遇タリフ等のサポートが受けられる可能性がある。

各工場は、SPCと契約して、冷水供給サービスを受け、料金を支払う。SPCは、電力はTNB、水は水供給会社に料金を支払い、現地運営維持管理会社およびエンジニアリング・建設会社の協力の下、事業運営を行う。

図 7 事業会社の事業モデル



出典；調査団作成

(4) 実施スケジュール

本プロジェクトは冷房の需要家が確実に見込まれた場合にのみ実施可能なプロジェクトである。現時点ではアセンドス社からは具体的な立地企業に関する情報および冷房需要の有無については明らかにされておらず、具体的なスケジュールの見通しを立てることは難しい状況にある。

一方、確実な需要が見込まれる企業の立地が明らかになった場合には、その需要の大小を踏まえ事業採算性を具体的に検討、事業の実施の可否を判断し、事業実施に向けた取組みを加速できるものと考えられる。

今後具体的な企業立地情報を適宜アセンドス社と交換しながら事業の具体化に向けて検討を進めていくことを考えており、十分な需要が見込まれた後の地域冷房事業実現に向けたスケジュールの詳細は以下のようなスケジュールを計画している。

表 1 需要が見込まれた場合の事業実施スケジュール詳細 (案)

項目	Year 0	Year 1												Year 2												Year 3～							
		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				
1) 需要精査																																	
2) アセンドス社・UEMサンライズ社との協議・調整																																	
3) 地域冷房事業実施の決定																																	
4) 地域冷房会社設立																																	
5) 資金調達																																	
6) F/S・基本設計・EIA調査																																	
7) 事業認可申請																																	
8) 詳細設計																																	
9) 各工事・プラント選定のための入札準備																																	
10) 入札結果と契約																																	
11) 建設工事準備																																	
12) 建設工事 (配管等)																																	
13) プラント工事																																	
14) 利用者との契約交渉																																	
15) 営業開始の準備																																	
16) サービス提供開始																																	

出典；アセンドス社提供資料より調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

1) 事業費の積算

機器費（ターボ冷凍機 3 台、冷却塔 3 式、冷水ポンプ 3 台、冷却水ポンプ 3 台、補給水ポンプ 2 台、膨張タンク 1 台、受水槽 1 台等）、配管設備工事、電気設備工事、導水管工事、消火設備工事、圧縮空気設備工事、建設工事等を積算の対象とした。なお、これらの建設費については今後の調査において導水管工事における道路横断部の構造、条件等や、今後の技術革新、市場の拡大によるプラント施設の価格変化等も踏まえた更なる検討が必要である。

2) 予備的な財務・経済分析の結果概要

本プロジェクトでは、日本と現地法人で設立する SPC により、工業団地進出企業への冷氣販売を主な収入源として見込んでいる。

3) 財務・経済分析

a) 費用・収益条件

事業費の積算等で整理した条件をもとに、プロジェクトで想定する収入について整理した。費用項目としては、イニシャルコスト、機器メンテナンス費用、電力購入費の単価等を、収益としては、冷氣販売単価について、類似事例や TNB 社資料等をもとに想定した。

b) 運営管理費の検討

財務・経済分析の基本条件をもとにプロジェクトにおける運営管理費 (O&M コスト) について事業ごとに検討を行った。

c) 財務的内部収益率 (Financial Internal Rate of Return : FIRR) 計算結果

① 収支計算条件の整理

前述の建設コスト、収入、管理運営費の試算結果をもとに、収支計算を行い FIRR の計算を行った。

収支計算はネットキャッシュフロー (Net Cash Flow : NCF) をベースとして事業期間 10 年として計算を行っている。10 年後のターボ式冷凍機の残存価値については考慮していない。

インフレ率については、マレーシアにおいては現在 2%前後で推移しているため、インフレ率 2%でベースケースを作成した。

マレーシア投資開発庁 (Malaysian Investment Development Authority : MIDA) のパイオニア・ステータスなど優遇措置の適用可能性は高いが本試算では、安全側で考え優遇措置は考慮しなかった。

工場の入居率は初年度 62.5%、2 年目 75.0%、3 年目 87.5%、4 年目以降 100%とした。

なお、その他の収支計算条件は以下の通りである。

表 2 収支計算条件

収支計算に係る項目	規格・規模	備考
建設期間	1年	
運転期間	10年	
償却年数	10年	
金利(市中銀行)	4%	当初の固定期間は5年。
金利(JICA 投融資)	3%	
建設資金返済期間(市中銀行)	7年	
建設資金返済期間(JICA 投融資)	10年	据置は考慮せず。
自己資本比率(市中銀行)	50%	
自己資本比率(JICA 投融資)	30%	
インフレ率	2%	
固定資産税	0.3%	
法人税等	25%	
付加価値税	5%	

出典；調査団作成

② FIRR 計算結果

上記条件をもとに市中銀行の融資を利用する場合と、JICA 投融資を利用する場合で分析を行った。

ケース 1：市中銀行から借り入れるケース（融資率 50%、金利 4%）

ケース 2：JICA 融資を利用するケース（融資率 70%、金利 3%）

この想定のもと、10年の事業期間におけるプロジェクト全体の FIRR として税引後のプロジェクト内部収益率 (Project - Internal Rate of Return:PIRR) と、融資を加味したエクイティ IRR (Equity Internal Rate of Return : Equity-IRR) を計算した。

マレーシアの 10 年国債の利率は約 4% であり、事業の PIRR はこれらを上回っており、ベースケースの条件において市中銀行から借入れが可能であり、事業性はあるものと判断した。市中銀行と JICA 投融資の借入金利はそれぞれ 4% と 3% であるが、融資率がそれぞれ 50% と 70% であることから、結果的に運転期間 10 年の支払利息総額は JICA 投融資利用ケースのほうが約 1.45 倍となる。それに伴い、自己資本比率は市中銀行借入ケースの 50% に対し、JICA 投融資利用ケースで 30% となることから、資本金は約 4 割圧縮される。その結果、市中銀行借入ケースと、JICA 投融資利用ケースを比較した PIRR は 0.1% の差にとどまるが、Equity-IRR では JICA 投融資利用ケースは市中銀行借入ケースに比べ約 1.6 倍となった。

感度分析は、市中銀行借入ケースでの需要量の変化および冷氣販売価格で行った。ベースケースに比べ、需要量が -10% の場合の PIRR は約 0.7 倍、需要量が +10% の場合の PIRR は約 1.27 倍となり、Equity-IRR については、それぞれ約 0.66 倍と約 1.3 倍となった。冷氣販売価格との関係については、市中貸出金利である 4.0% 以上の PIRR を確保するための販売価格について検討した。事業性を確保するためには需要および販売価格の変動の影響は事業採算性に大きく影響するため、需要リスクの低減（確実な需要の確保）および適正な販売価格の設定が事業実施に向けて必要であると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

1) 技術面

イスカンダル地区工業団地では、地区内冷房負荷の一元管理（地域冷房）、地区全体の環境負荷低減や電力エネルギーの管理を行い、熱・電力のエネルギー利用の高度化が期待される。

年間平均気温の高いマレーシアでは、我が国のような冷暖房期・中間期という空調運転の切り換えがなく、年間を通じて冷房を主体とした空調方式となり、中央熱源方式や個別空調方式の採用となる。

イスカンダル地区工業団地に地域冷暖房を導入するときには空調熱源設備を一元管理できる中央熱源方式となり、主要な構成機器はターボ冷凍機、冷却塔、冷水ポンプ、冷却水ポンプ、受変電設備、制御設備である。

ターボ冷凍機は国内で生産されている汎用機器であり、海外メーカーにおいても同様に生産されている。ターボ冷凍機の効率を示す指標にはエネルギー消費効率（Coefficient of Performance : COP）が採用され、エネルギー消費効率 COP の国内主要メーカーで 6 以上であり、国内外でエネルギー消費効率 COP に差が生じない傾向にある。

一方、我が国ではトッランナー制度による変圧器や照明設備などの電気設備において高効率な機器が開発され、トッランナー制度対象外の電気設備でも我が国の省エネへの取組を受けて電動機や高圧インバータ制御などさまざまな分野において高効率化が進んでいる。例えば、電動機の個別技術を見ると、電動機の高効率化では国際規格 IEC60034-34 の効率クラス (IE コード) におけるプレミア効率 (IE3) の製品技術が確立しており、標準効率 (IE1) に比べた損失低減率が約 35% に達している。そして電動機を制御するインバータ技術においても電源効率 95% 以上の高効率機器が実用化されている。

これらの我が国が保有する電気設備の効率化は電力を大量に消費する工場の製造機械・冷凍設備や地域冷暖房の空調熱源設備などの電力消費量削減に寄与するとともに地区全体の環境負荷低減が可能となる。

また、我が国の電力は世界トップクラスの高品質な水準を維持しており、発電端から需要端までの損失が少なく、安定的に電力を供給する技術を有している。そしてイスカンダル地区工業団地に高品質・安定的なエネルギーインフラを構築するには我が国企業の保有技術を融合させたエネルギーシステムを形成することとなる。

我が国では、空調熱源設や電気設備などのさまざまな分野の保有技術が世界水準またはそれを超えるものであり、これら保有技術を製造・開発可能な国内企業も整った環境にあり、当該プロジェクト実施に際して技術面の優位性が高いといえる。

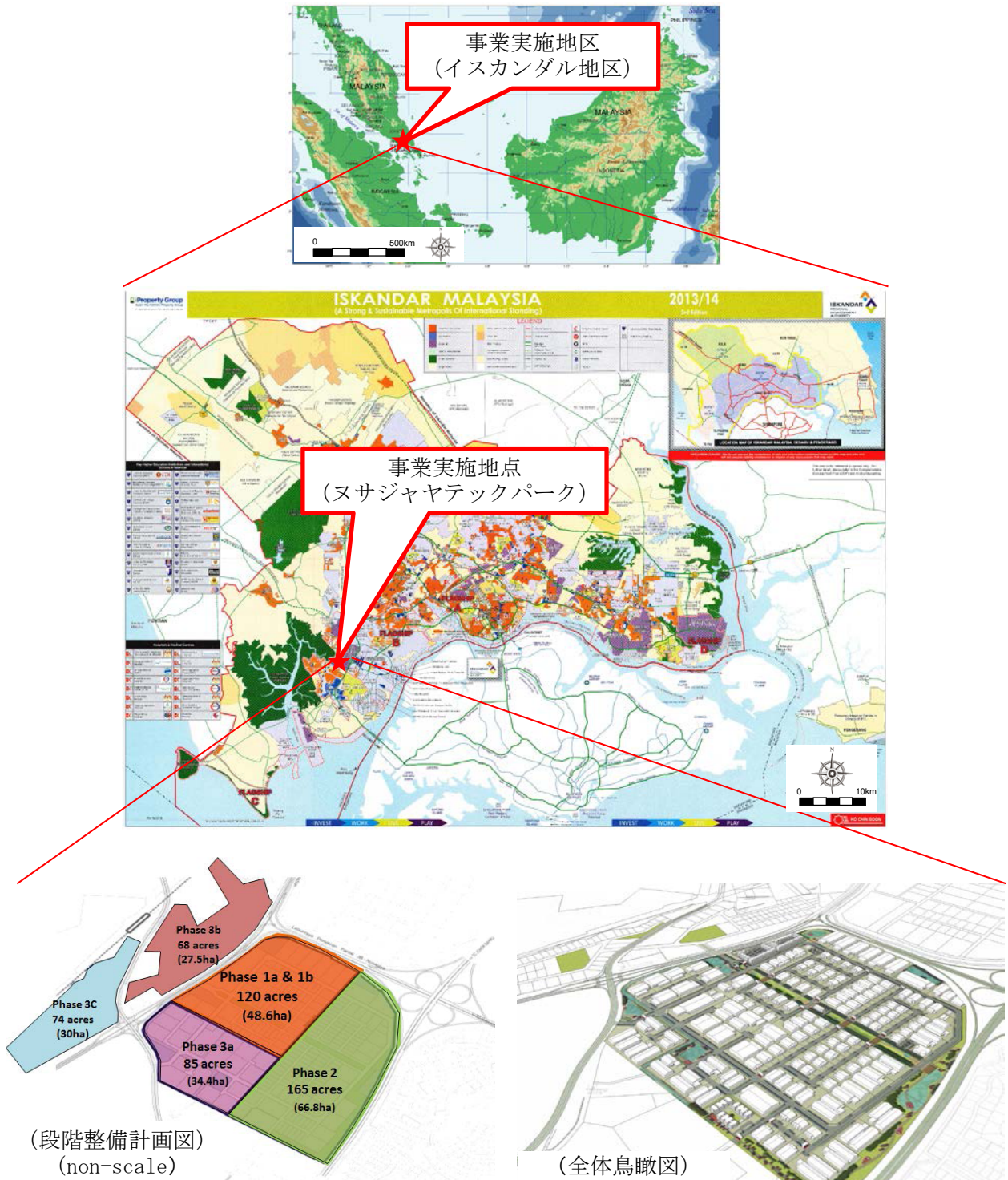
2) 経済面

我が国企業の製品は技術水準が高く高品質な製品を供給できるものの、海外製品に比べると国内製品の価格は高価になる傾向にあるが、一方、我が国のマレーシアへの業務用エアコン出荷台数は 2010 年～2012 年で 80 万台以上であり、2013 年も民間オフィス・店舗向け物件が好調なために前年並みの出荷状況である（一般社団法人日本冷凍空調工業会統計データによる）。

このような状況を踏まえると、イスカンダル地区工業団地へ工場の進出は空調熱源設備や電気設備の需要増となり、経済面において我が国企業が当該プロジェクトで優位になる可能性がある。さらに我が国の製品導入は地域冷暖房のライフサイクルコストを抑えたエネルギーシステムを構築できると考えられる。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 8 事業実施位置図



出典 ; イスカンダル開発庁資料、アセンダス社資料より調査団作成

平成 25 年度
エネルギー需給緩和型インフラ・システム普及等促進事業
(円借款・民活インフラ案件形成等調査)

ミャンマー・LNG 受入設備の導入可能性調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：

株式会社日本総合研究所
株式会社商船三井
日揮株式会社
株式会社三井住友銀行

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1. ガス・電力セクターにおけるミャンマー政府開発計画と将来予測を踏まえた事業化の優先度

a. MOE におけるガス生産供給計画

ミャンマー連邦共和国 (The Republic of the Union of Myanmar 以下、ミャンマー) はガス生産国である。ガスの開発から配給までを所管するエネルギー省 (Ministry of Energy:MOE) は海上のガス田開発を積極的に進めており、2014 年にはゾーティカ (Zawika)、シュウェ (Shwe)、2020 年にはエムスリー (M3) と名付けられた各ガス田の生産開始により更なる生産増が見込まれているものの、生産したガス田の大半は中国・タイに輸出している状況であり、想定されている国内ガス需要も年々増加しており、需要を賄っていない状況である。特に電力セクターの需要が大きく、その需要量が増加していることが需給逼迫の大きな要因となっている。

b. MOEP における電源開発計画

一方、ガスの最大需要家である電力セクターを所管する電力省 (Ministry of Electric Power:MOEP) では、2030 年までの電源開発計画を策定している。これまでの電力需要の成長率が今後も継続するとの想定のもと、需要の拡大に合わせた電源容量の拡大を計画しており、乾季の供給力確保のため、特に電力需要が集中するヤンゴンを対象に、短期的に電源が確保できる方法として、ガス火力発電所の増設を計画している。2013 年から 2016 年 2 月までに運開予定・計画中のガス火力発電所の容量は約 4.2GW に上る (下図)。計画には、独立系発電事業者 (Independent Power Producer:IPP) による 3 発電所の建設が計画されており (BKB, UREC, Hydrolaunchang)、それぞれ MEPE の火力部門と、IPP 事業の FS 調査開始に向けた覚書 (Memorandum of Understanding:MOU) 締結、電力販売契約 (Power Purchase Agreement:PPA) 締結に向けた協議を行っている。

表要-1：ミャンマーにおける開発中及び開発予定のガス火力発電所一覧

	地点名	事業者名	運開年	発電容量 (MW)
ヤンゴン	ラウガ	Zeya	2014	26
			2014	28.55
		Hydrolanchang (IPP, China)	2014	243
			2016	243
	イワマ	MSP	2013	52
		EGAT	2014	240
	アーロン	Toyo-Thai	2014	82
			2015	39
	タケタ	CIC	2013	53.6
			2015	167
		BKB (IPP, Korea)	2016	336
			2014	127
	UREC (IPP, China)	2016	386	
ラインタヤ		2016	500	
ティラワ	2016	50		
エイヤワデイ	2021	500		
その他 地域	モ-ラミヤイン	モ-ラミヤイン	2015	100
			2016	130
	チャオピュー	MOEP	2014	50
	カンポウ	ダウェイユー ティリティバ	2015	175
			2016	350
	ミンジャン	ミンジャン	2016	250
チャウセ	レンタル	2013	100	
		合計		4,228

出典：MEPE 資料及びニュージェックヒアリングを基に調査団作成

MOEP 及び IPP によるガス火力発電設備の増設が進むものの、国内向けガス需給がひっ迫しているなかで、発電用の天然ガスの供給量を増やすことが出来ず、結果として、ガス火力発電所の発電量を増加させることが出来ない事態となっている。

このような状況下、関連する動きとして、MOEP では 2013 年 7 月に火力発電所向けの液化天然ガス (Liquefied Natural Gas : LNG) 輸入事業者主体の公募を実施した。MEPE へのヒアリングの結果、主にヤンゴン地域の新規ガス火力発電 IPP 向けのガスを調達するためのものであり、公募選定窓口を MOEP 傘下の公社としてヤンゴンに拠点を持つヤンゴン配電公社 (Yangon City Electricity Supply Board: YESB) が担っている。

2. プロジェクトの範囲と想定需要家

本調査では、LNG の調達から消費までの一連の LNG サプライチェーンについて検討を行った上で、本邦企業が参画する民活案件として、LNG 受入設備である貯蔵・再ガス化設備、及び、需要地あるいは需要家が指定する受け渡し地点までのガス輸送設備を導入するプロジェクトを検討した。

需要家を想定する上で、多様な目的に対するガス需要を分析して将来の需要予測を基に投資するのは不確実性が高く、非常に困難である。従って、本調査では、すでに需要設備の開発計画が具体化し、総需要が堅調に伸びると想定され、かつガスの最大消費セクターであるガス発電需要に特化してガスを供給する事業を想定した。

なお、既存のガス火力発電所向けに供給されている国内生産ガスは MOEP 傘下のミャンマー電力公社 (Myanmar Electric Power Enterprise:MEPE) が MOE から購入している。また、MEPE へのヒアリングの結果、現在計画中の 3 つの IPP 事業に対し、MEPE の火力発電部門は自らがガスを調達して IPP 事業者へ供給し、そのガスによって発電された電気を買取るスキームを検討しているとのことであった。従って、本調査では、ガス火力向けの輸入 LNG は MEPE によって購入されると想定した。

MEPE が需要家となることは、個別の IPP 事業者に対して個別にガス販売・供給を行う場合に比べ、1 需要家あたりの需要規模・事業の継続性 (IPP 事業者の開発頓挫・撤退リスク) の観点から参入事業者にとっても望ましいものといえる。

なお、MOEP、YESB、MEPE へのヒアリングにて、MOEP にて LNG 輸入を行う場合、その傘下の MEPE の火力発電部門が購入担当部署になると想定しているとの意見も聴取している。

3. プロジェクトを実施した場合の効果・影響

上述したように、ミャンマーでは国内天然ガス需給に対して供給量が不足している。天然ガスは発電用途だけでなく、石油精製・肥料製造・製鉄・都市ガス等様々な用途が存在し、経済開放を進めるミャンマーが経済発展を加速させるため、天然ガス供給は重要な要素の一つである。

FSRU を導入することで比較的短いリードタイム (製造・建設期間 2~3 年) で LNG 受入れが可能になり、早期の天然ガス需給緩和に資することで、次のような効果が期待できる。

- ・ガス火力発電所の稼働率上昇により、発電量が増加し、ミャンマーにおける停電頻度・停電時間が減少する
- ・消費可能電力量拡大による工場生産量の増加・国民生活水準の向上
- ・石油精製・肥料製造・製鉄・都市ガス等用途の国内ガス供給量拡大によるコスト競争力強化および工業生産量拡大

(2) プロジェクトの内容等決定に関する基本方針

1. 需要予測

LNG ガス需要量を下記の考え方で算出した。

$$\text{輸入 LNG 需要量} = \text{ガス火力発電必要ガス量} - \text{国内ガス生産量} \times \text{電力向け配給比率}(\%)$$

a. ガス火力発電必要ガス量

MOEP では 2030 年までの電源開発計画を策定しており、本調査では当該計画通りガス火力発電所の建設が進展すると想定した。現在の計画では、ガス火力発電の増設は 2016-17 年までに完了し、その後、開発期間を要する水力発電所を中心に供給力を確保する計画を立てている。

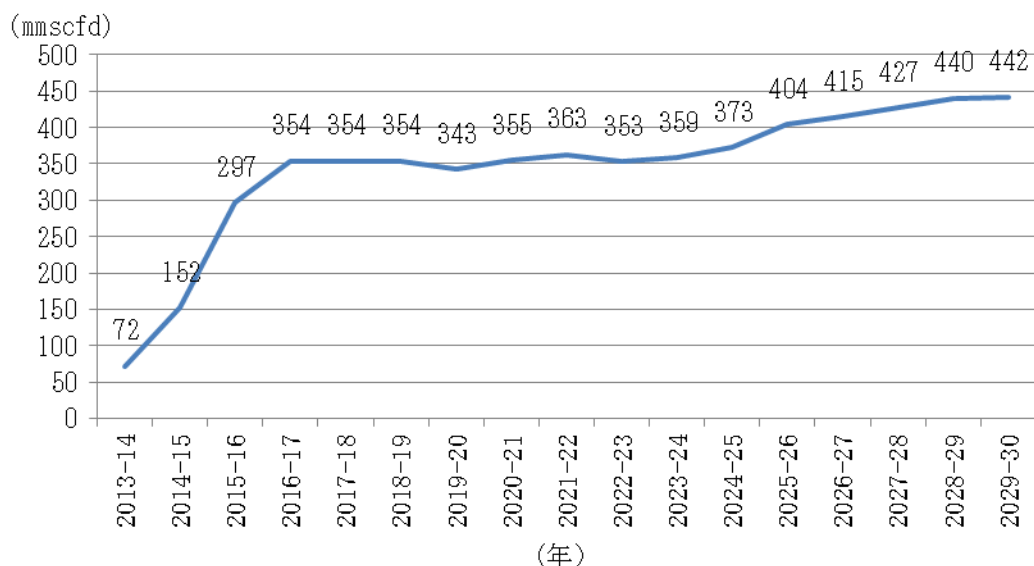
一方、国内ガス生産量については、陸上・海上にて多数の開発事業が進められているが、多くの事業のガス生産量及び生産開始時期については不透明である。本調査では MOE が開発を確実視しているゾーティカ、シュウェ、エムスリーガス田からの生産量のみを追加ガス生産量として考慮した。2013-14 年の供給量は 290BBtud であり、その後 2020-21 年に 476BBtud となる。

MOE によれば、国内ガス生産量の内、今後電力向けにどれだけの割合を配給するかの計画はないが、これまでは 60~80% の比率で配給してきた。本調査では、MOE の 2013-14 年における配給比率の

計画 65%が今後も続くと想定した。また、現状具体的な LNG 供給源は未確定であるが、LNG の熱量単位を 1,040Btu/cf と想定した。

以上の想定を踏まえると、ガス火力向け LNG 想定需要量は 2013-14 年で 72mmscfd、その後 2016-17 年には 354mmscf まで拡大する。2020 年以降は新規ガス田開発動向次第であるが、350~450mmscfd で推移するとみられる。

図要-1：ミャンマーにおける輸入 LNG 需要量



出典：調査団作成

2. プロジェクトの内容を検討・決定する際に必要な問題点の把握・分析

本プロジェクトを実施するために必要な検討項目として、FSRU の設置位置や仕様、保有形態、導入オプションがある。加えて、栈橋デザインや、パイプライン敷設ルート及び仕様、ならびに資金調達方法、LNG の調達方法の検討が挙げられる。

(3) プロジェクトの概要

MOEP は電力不足の早期解決の為、電力向けのガス確保策として LNG 輸入を検討しており、必要ガス量は電源開発計画におけるガス火力発電設備容量からくるガス需要量と国産ガス供給量のギャップを埋めるものとして考えている。

係る背景からガス輸入の早期実現に資するプロジェクトであることが MOEP のニーズであるが、具体的な費用とのバランス等に対しては、意思決定の責任を有する組織の組成・決定がなされた上で、より詳細な検討を詰めていく必要がある。本調査では、物理的・経済的制約及び相手国政府関係機関から聴取したニーズを踏まえプロジェクトの概略を決定した。

1. プロジェクトサイト

物理的制約条件、経済性、ミャンマー政府の要望・既存他インフラ計画などを勘案し、ヤンゴン川沖合 80km に FSRU を設置し、ヤンゴンにおける既存パイプライン網サウス・ダゴン (South. Dagon) までガスパイプラインを敷設する。

一般的な LNG 船が安全に入港可能なためには少なくとも 13m の水深を確保する必要があるが、近年の詳細な水深データが取得できていないため、本調査では安全を見て水深 15m 程度を海図から選択した。

陸上パイプラインルートは、FSRU の設置可能位置と陸上までの距離、ルートを考慮し、3 案の検討を行った。ただし、サウス・ダゴンーティラワ (Thilawa) 間はミャンマー政府の既存の拡張計画ルートと 3 案とも同一になるよう考慮し、ミャンマー国のインフラ 2 重投資を避けるよう配慮した。検討ルートの陸上パイプラインの延長は 50Km としている。

ヤンゴン川を管理するミャンマー港湾局 (Myanmar Port Authority: MPA) の要望により、なるべくヤンゴン川を通過しない (横断しない、河川床を使用しない) ルートとの要望を踏まえ、現状では第 3 案を提案内容として採用した。海上部パイプラインについては 大水深港などの他の計画に影響されにくい部分を今回検討ベースとした。

2. 導入設備の仕様

a. FSRU 仕様

新造 FSRU をベースに発注実績の多い 15 万-16 万 m³ 容量クラスに対応した、173,000m³ のタンク容量とする。173,000m³ のタンク容量は新造 FSRU としては近年発注実績の多い標準的なサイズとなっていることから、エンジニアリングワークが不要な分、工期短縮、コスト抑制の観点からも望ましい。

b. 栈橋デザイン

FSRU 設置海域は沖合 80km と港湾から遠く離れており、FSRU 緊急離栈時にタグボートの迅速な支援が期待できないことを考慮し、クロスジェッティ (Cross-Jetty) 方式をベースに検討を行った。

c. パイプラインサイズ

初期費用を抑制する観点から、想定される供給量から、将来民生用等他の用途に将来ガスを展開する際にも一定程度輸送余力があるパイプラインサイズを 24 インチと想定した。

3. 事業コスト

初期投資コストは約 6 億 2,400 万 USD、ランニングコストは約 2,400 万 USD/年である。

なお、陸上パイプライン建設・運営費用はミャンマー石油ガス公社 (Myanmar Oil and Gas Enterprise : MOGE) が負担すると想定し、事業コストには含んでいない。仮に我が国事業で実施すると想定した場合の初期費用は 6,600 万 USD と見積った。

表要-2：初期投資事業コスト

費目	費用 (百万USD)	外貨 (百万USD)	内貨 (百万MMK)
土木・建設費/資機材費	514	460	52,503
FSRU	278	264	13,622
栈橋	82	57	23,936
パイプライン(海上)	154	138	14,945
コンサルティング費	15	12	3,748
建中金利・手数料	69		
初期投資に係る商業税・関税	25.2		
初期投資コスト 合計	624		

出典：調査団作成

4. 予備的な財務・経済分析結果の概要

a. 財務分析

本プロジェクトの前提条件を下表の通り設定した。

表要-3：財務分析の前提条件

プロジェクト期間	25年
調査・建設期間	5年
操業期間	20年
再ガス化量	360mmscfd
便益	FSRU 備船費用 (FSRU 稼働用燃料費 10.8 百万 USD/年：想定 LNG 単価：約 14USD/mmBtu 含む) および海上パイプライン託送料 (以下、チャーター費とする。)：135 百万 USD/年
初期費用	624 百万 USD
操業費用	24.0 百万 USD/年
自己資金比率	25%
借入金金利	期初 10%(手数料含む)、期中 3%
借入金返済期間	借入後 18年
減価償却期間	FSRU、栈橋：20年、パイプライン：10年 (いずれも定額法にて償却。事業終了後の残存価値は見込まない。)
法人税率	25%
商業税	5%
関税	0.5%
FIRR のハードルレート	10% (2012年10月時点のミャンマー長期金利)
感度分析	①FSRU 設置位置が沖合 100km になる (ベースケースは 80km) ②操業期間が 10年間

出典：調査団作成

本プロジェクトの収益性は下表の通りとなった。

表要-4：評価指標の計算結果

NPV (割引率 12%)	132 百万 USD
B/C(割引率 12%)	165%
IRR	11.5% (ミャンマー長期金利 10%)
IRR_沖合 100km	10.5%
IRR_操業期間 10 年	6.9%

出典：調査団作成

上記の結果より、FSRU 設置位置が沖合 100km の場合でもミャンマー国の長期金利 10%より高く、財務的実行可能性を十分に有すると判断される。なお、操業期間が半分の 10 年になった場合には IRR6.9%に留まる。

b. 経済分析

本プロジェクトの実施によるミャンマー経済への裨益としては、電力供給量増加・停電回避によってもたらされる経済効果と考えることができる。本経済効果を算定する上では、本事業が実施されなかった場合の経済効果をベースラインと設定し、その差分を評価する必要がある。本調査では保守的に、本事業が実施されない場合には、水力発電事業の開発が積極的に推進され、年間発電量としては同量の発電量が水力発電によって賄われると想定した。ただし、第 1 章で述べたように、ミャンマーには乾季が約 3 ヶ月間存在し、特に乾季の後半では当該水力発電は十分な発電できず、電力不足が生じ、輪番停電等が発生すると想定した。停電では電力販売の機会損失だけでなく、経済活動が制限されることによる損失が発生し、その費用は過去調査によれば 1USD/kWh と想定される¹。すなわち、ベースラインと本プロジェクトの経済効果の差分は乾季における停電回避による経済効果及び、水力発電所発電費用（建設費と運用費分）に対するガス火力発電所の運用費の差額と捉えることができる²。

すなわち、ベースラインと本プロジェクトの経済効果の差分は乾季における停電回避による経済効果及び、水力発電所の建設費と運用費に対するガス火力発電所の運用費の差額と捉えることができる。

また、MOGE が建設所有する新設陸上パイプラインの Capex 及び Opex についてもミャンマー経済のコストとして考慮している。

c. 経済的実行可能性の評価

以上を踏まえ、経済分析の全体条件は下表に示す通りである。

¹出典：平成 23 年度インフラ・システム輸出促進調査等事業（円借款・民活インフラ案件形成等調査）ミャンマー・ヤンゴン地区変電設備等リハビリ事業調査報告書（平成 24 年 11 月）

² ガス火力発電所の建設費はベースライン、プロジェクト実施時双方に同額生じるため計上していない。

表要-5：経済分析の前提条件

プロジェクト期間	25年
調査・建設期間	5年
操業期間	20年
再ガス化量	360mmscfd
便益	<p>乾季後半(1.5ヶ月)における停電コストの低減から水力発電所発電費用(建設費と運用費分)に対するガス火力発電所の運用費の差額を控除したものの。</p> <p>(乾季電力不足量 1,555GWh×1USD/kWh) - (新設陸上ガスパイプライン費用+ガス火力発電所運営費-水力発電所建設・運営費)</p>
初期費用	624百万USD
操業費用	24.0百万USD/年
EIRRのハードルレート	12%(発展途上国における資本機会費用の平均的な値 ³⁾)
感度分析	<p>①FSRU設置位置が沖合100kmになる(ベースケースは80km)</p> <p>②操業期間が10年間になる</p>

出典：調査団作成

乾季電力不足量は360mmscfdのガスを用いて発電効率40%のガス火力発電所を1.5ヶ月(46日)間、オフピークを除いた1日18時間発電し、送電ロス(21%)¹を除いた際の需要端における電力量に相当するとして算定した。

ガス火力発電所の運営費(燃料費用除く)、水力発電所の建設費・運営費はOECD「Projected Costs of Generating Electricity 2010 Edition」における中国内事業費用平均値を適用(ガス火力:10.88USD/kWh、水力:36USD/kWh)した。ガス火力発電所の燃料費用についてはIEA「World Energy Outlook 2012」におけるNew Policies Scenarioの日本LNG価格から0.5USD/mmBtu(=中東からの輸送を想定し、ミャンマー～日本間の輸送費相当分)を差し引いた価格を使用した。事業期間中は約14USD/mmBtuで推移している。

本プロジェクトの収益性は下表の通りとなった。

³公共セクター運営の評価準備用ガイドライン 2006年 ADB (Guidelines for Preparing Performance Evaluation Reports for Public Sector Operations, ADB (2006))

表要-6：評価指標の計算結果

NPV (割引率 12%)	632 百万 USD
B/C(割引率 12%)	504%
IRR	28.0% (途上国の資本機会費用 12%)
IRR_沖合 100km	26.2%
IRR_操業期間 10 年	26.6%

出典：調査団作成

上記の結果より、沖合 100km に設置する場合、操業期間が 10 年の場合も含めて資本機会費用 12%を上回る結果となった。LNG 輸入によるガス火力発電に対して同程度の水力発電設備の導入を想定した場合、水力発電による発電費用はガス火力発電に対して低くなるが、水力発電では乾季によって停電が 1.5 ヶ月程度発生し、その経済損失が発電費用の抑制分を上回るため、LNG 輸入によるガス火力発電がミャンマー国にとって経済的効果を生む可能性が十分にあることが判明した。

ただし、上記の評価指標の計算は、本事業のスコープ外の内容を含め、多くの仮定に基づいており、自ずとその結果には不確定要素が含まれている。今後の調査の中でより詳細を調査していく必要がある。

5. 環境社会的側面の検討

(1) 環境社会配慮項目の検討

現在進められている環境関連の法整備により今後、一部で許認可等の取得が必要になる見込みがあるものを除いては、概ねの項目で環境への影響は軽微、または本件は対象外であった。

(4) 実施スケジュール

1. プロジェクト実施のための前提条件

本プロジェクト実現のためには、以下の基本条件を本プロジェクト実施各社・カウンターパートの両者間の協議、あるいは、カウンターパートによる取り組みが前提条件となる。これら取り組みの進捗が本プロジェクトの実施の有無、更に実施スケジュールに影響を与える。

- ・ 相手国政府の備船契約主体、本プロジェクト所管省庁の決定
- ・ 調達燃料ガスの基本条件（量・成分等）
 - ミャンマー政府と LNG 供給事業者間のガス購入契約の締結動向が影響
- ・ ガス受け渡し地点
 - サウス・ダゴンからガス火力発電所に至る既存ガスパイプラインの増設工事計画動向、ガス供給先であるガス火力発電の運開状況 (PPA 締結動向) が影響
- ・ 資金調達方針
 - FSRU/パイプライン導入、LNG 購入に係る適切な資金調達計画の策定動向が影響
- ・ 環境影響アセスメント (Environmental Impact Assessment :EIA) 承認プロセスの整備

(5) 実施に関するフィージビリティ

FSRU 及び関連設備については既に米国・インドネシア等、他国において先行導入事例があり、当該事業に対するプロジェクトファイナンス実績もある。ミャンマー政府の協力の元、資機材導入、操業、資金提供等が事業者から提供されることにより実現可能になると考えられる。

一方、本プロジェクトを遂行するに当たり、ミャンマー政府側における実施体制の構築が必要である。

関連省庁の役割と本事業に求められる実施能力の点から、MOE/MOGE、MOEP/MEPE/YESB と 2 つの省庁が連携していくことが必要と考えられる。

ただし、国内電力不足による政権への信頼を毀損していることを背景に MOEP が LNG 輸入によるエネルギー供給不足解消を早急に求めていることを踏まえ、カウンターパート側の窓口を一本化することで迅速に事業化を推進する体制を構築することが有効と考えられる。現状、MOE において LNG 輸入に対する明確なスタンス・方針が決まっていない中、MOEP、MOE の双方に窓口がある状態を作った場合には、MOE/MOEP 双方ともが重視するスピード感が失われる可能性があるためである。

また、MOEP が YESB を LNG 輸入事業者選定入札の管理担当機関と選定したが、本プロジェクトの全ての検討項目に対して、適切に評価・判断を行うだけの実施経験・ノウハウを有しているわけではなく、また、LNG の需要を決定する発電計画のコントロール権限を有していないことが、参入検討事業者にとっての参入リスクとなっている。加えて、発電計画のリスクに加え、送配電網の整備も電力供給実現の上でボトルネックになる可能性があり、こちらも事業者の参入リスクである。従って、事業の実現性を高めるためには、送配電・発電計画から一貫して、LNG 調達を管理する体制の構築、発電計画の実現可能性・堅調な運営能力等を管理し、それに基づいて LNG インフラ構築を行う体制、送配電計画との整合性をコントロールできる体制を構築が必要と考えられる。

以上を踏まえ、事業者に対する窓口としては、MEPE 火力部門（局）、及び MEPE 送電部門（局）、YESB を所管し管理可能な MOEP に本事業を管理するための組織（専門部署等）を創設することが望ましいと考えられる。傘下の MEPE 火力部門（局）は、今回のガス発電計画を中国・韓国勢と MOU 締結しており、発電計画の実現可能性・堅調な運営能力をもっている部署である。MOEP が傘下の MEPE に IPP 事業を計画通り実行させるよう監督させることで、発電計画をコントロールできると考えられる。

実務面では、MOEP、YESB、MEPE から、MEPE の火力発電部門が LNG 購入者になると想定しているとの意見を聴取しており、MEPE が LNG の購入主体になると想定した。ガス火力発電の運営上、LNG だけでなく、国内産ガスの電力供給分も合わせて総合的に管理（どの発電所にどれだけガスを供給するか）できる MEPE が契約主体となってガスを購入する方法が、ガス火力発電所向けの LNG の有効利用の観点で望ましいためである。MEPE にとっても、個別の IPP がそれぞれ LNG を調達するよりも、MEPE 自ら一括して調達することによって調達力が増し、より安価な LNG 調達、従ってより安価な電力供給を実現できるというインセンティブがあると考えられる。また、当該体制は現在計画中の 3 つの IPP 事業に対し、MEPE の火力発電部門は自らがガスを調達して IPP 事業者に供給し、そのガスによって発電された電気を買取るスキームを検討しているとのこととも整合する。

また、FSRU 備船・パイプライン託送についても契約内容の整合性、実務面での窓口の集約といった観点から MEPE が契約先となることが望ましいと想定した。

なお、上記専門部署を想定した場合、不足する能力・機能を補うサポート体制が必要になると考えられる。まず、これまで IPP 事業者との PPA 締結経験がない MEPE/MOEP が IPP プレイヤー管理・監督し、

電源開発を計画通り実現し、さらに安定操業を IPP 事業者に果すためのキャパシティビルディングが必要である。

当該能力の不足に加え、ガス購入に当たっての財源不足に対する補完が事業者を呼び込む上で必要であり、財務省 (Ministry of Finance : MOF) による政府保証による体制強化が必要である。

加えてガスビジネス経験がない MOEP/MEPE が全ての設計・契約・実務を実施するのは現実的ではないことから、国内ガス供給を担う MOE/MOGE を本事業の計画段階から関与させ、MOEP/MEPE 内の専門部署をサポートする立ち位置で陸上パイプライン開発計画・構築のアドバイザーあるいは実行機能を担わせることが望ましい。また、MOE/MOGE を巻き込んでおくことは、今回の発電向けだけでなく、中長期的に発電向け以外の LNG 活用も見据えたガスパイプラインの構築につながり、将来の幅広いガス需要にも対応できるインフラ整備につながると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

a. 信頼性の高い長期の FSRU オペレーションサービス提供

FSRU の傭船・オペレーションサービス提供の契約期間は数年～20 年と長期にわたるものであり、契約期間中継続してサービスを提供できる安定性・信頼性が求められる。

商船三井は世界最大の LNG キャリアーとして FSRU 操業に必須となる LNG 輸送・ハンドリング技術、船舶管理について、トップレベルのノウハウを有している。

現在、FSRU による再ガス化のオペレーションサービス提供実績を有する企業は全世界で数社しか存在しない中、商船三井は、2006 年にノルウェー海運会社 Hoegh LNG 社と共同で北米東岸での船上 LNG 再ガス化プロジェクト (” Neptune プロジェクト”) に参画して以降、FSRU に関する独自のノウハウを蓄積し、2013 年 10 月に仏 GDF スエズ社の子会社とウルグアイでの FSRU 長期貸船契約を単独で締結、FSRU 事業への本格参入を果たした。商船三井は FSRU のオペレーターの中でも外資系 (Golar、Hoegh LNG) に比べて安定した財務基盤を有しており、長期間のサービス提供に対する信頼性が高いといえる。

b. 資金調達面での支援

プロジェクト実現に当たっては、FSRU・栈橋・パイプライン導入費用確保のための資金調達が必要となり重要である SPC への出資・融資実現が重要となる。

本邦金融機関である三井住友銀行は FSRU を含めた LNG 関連プロジェクトファイナンスの実績を多数有し、本件に対するファイナンシャル・アドバイザー、融資実行の形での参画可能性がある。

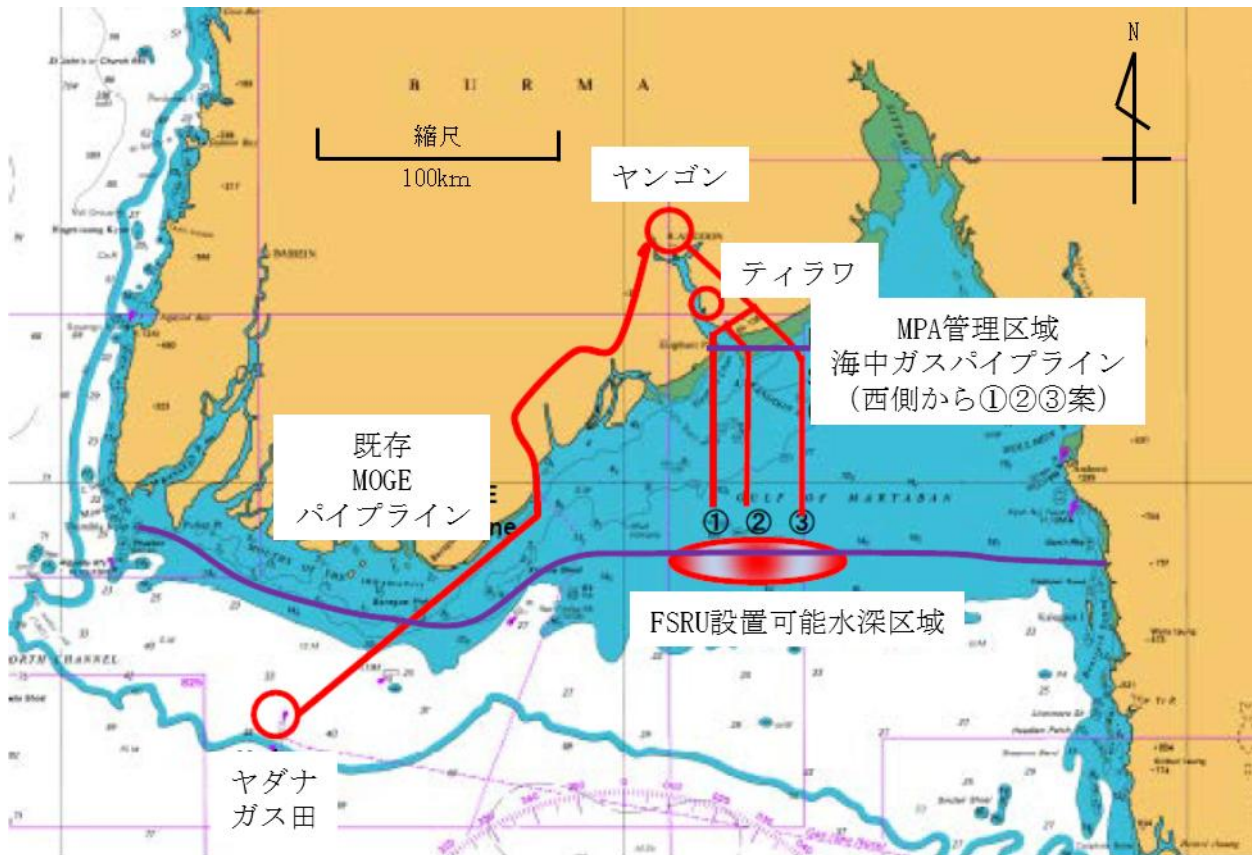
商船三井は上述した Neptune プロジェクトにおいて、船上再ガス化装置付 LNG 船 (FSRU) 2 隻に出資参画 (出資比率 48.5%) した実績もあり、本プロジェクトにおいても出資可能性を有している。

また、本邦裨益となる事業に対しては、本邦政府による ODA、SPC の資金調達手段として本邦輸出信用機関の活用が検討できる点は、日本企業にとって有利な点である。これらに関する検討は第9章にて実施する。

これら経験と実績により、ファイナンスを含めた LNG サプライチェーン全体における事業課題解決のためのサービスが提供可能である。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図要-3 : FSRU 設置位置及びパイプラインルート (案)



出典：調査団作成

図要-4：パイプラインルート（案）詳細



出典：調査団作成

平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

インド・マハラシュトラ州産業集積内再生水・汚泥削減事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
富士電機株式会社
株式会社日本総合研究所

(1) プロジェクトの背景・必要性等

経済発展に伴い、産業振興を促進するインドでは、工業団地の拡張・拡大が進んでいる。特にマハラシュトラ州は、州政府の掲げる産業振興政策のもとでの投資誘致への精力的な取り組みが奏功し、同州への海外直接投資（FDI）はインドで最大規模となっており、インド全体の経済成長を牽引している。一方、同国では、表流水、地下水等の天然の水資源不足とその供給設備の不足により今後、同国に進出を検討している企業引いては同国そのものの経済発展に影響が発生しかねない状況である。

これを受けて過去、同国に対し日系および外資系企業が「再生水」技術の普及に向けて様々な取り組みを行ってきたが、未だ本格的普及に至っていない。これは、再生水導入にあたっての設備投資が莫大であることが再生水に価格転嫁されたためである。従って、これを利用する企業にとって高額であることが大きな要因となっている。

また、水同様に深刻な州内の発電量不足と電力料金引上げ等、こうした不十分な投資環境が海外企業の進出の大きなボトルネックとなり、上記の水問題同様に経済発展の足かせとなっている（2012年度マハラシュトラ州電力供給量：2012年度 16.7%不足、ピーク時で22.1%不足）。

その他、工場団地における企業生産活動に伴い排出される廃棄物処理についても、州政府は州内の産業廃棄物処理施設（TSDF）の整備に取り組んできたが、TSDFの建設の為の経済的要因、または土地収用や周辺住民への環境社会配慮の観点から十分なキャパシティ・性能の施設が整備されていない。結果として有害廃棄物の不法投棄による環境汚染問題が発生している。また共同排水処理場（CETP）、排水処理場（ETP）の処理過程で排出される汚泥はTSDFで引き取られ処分されるが、処理費用が高額でありいかにコストを下げるかが課題である。

かかる状況下、日系企業も多く進出し、また同国へのさらなる企業展開を促進するうえで障害となりうる様々な課題に対するソリューションの提供が必要である。さらに、前述したようなマハラシュトラ州のインドにおける経済的位置づけからみても、同州にて本事業を実施することの意義は高い。また、マハラシュトラ州で先進的な取り組みを行うことにより、同様の課題を多く抱えるその他の多くの州への横展開が可能である。

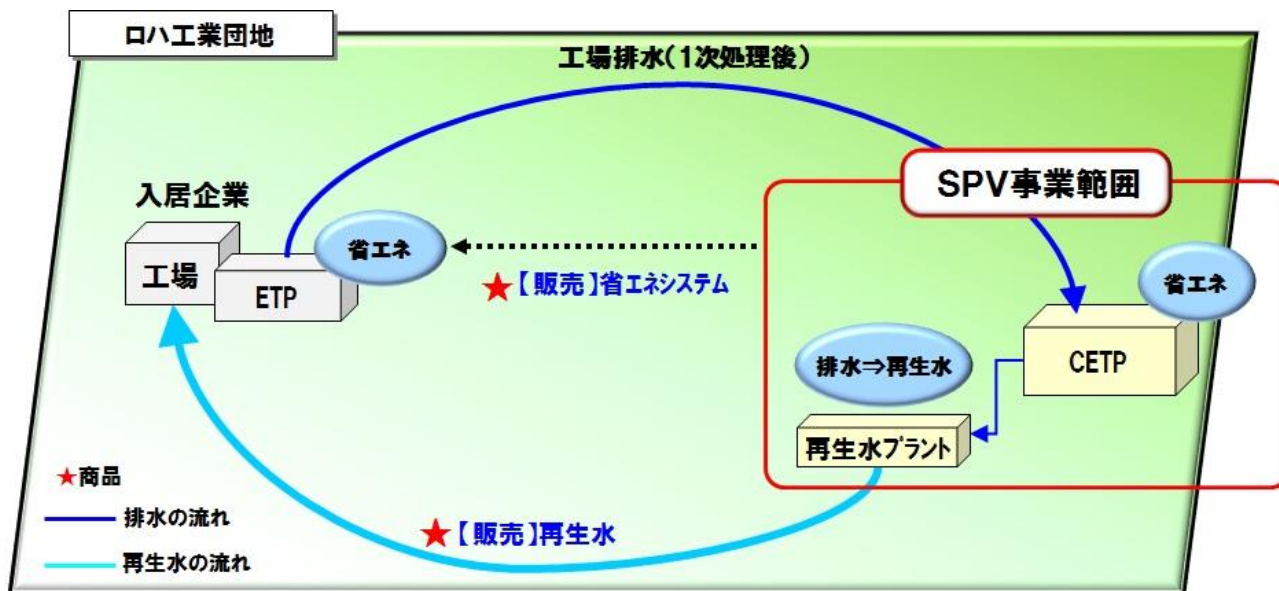
このような認識から、新しい水資源としての再生水の活用、CETP、ETPの省エネによる電力消費量削減、という改善策をマハラシュトラ州のプネ近郊の工業団地において実施することを検討すべく、文献調査および現地調査による現地関係者のヒアリングや視察等を行った。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

本プロジェクトにおける事業の形態は特別目的会社（SPV）である。本SPV事業では、工業団地内の企業を顧客として、再生水およびETP向け省エネシステムを販売する。また、SPVのランニングコストを低減し、その収益性を向上させる為、CETPの省エネを行う。なお、CETP、ETPに対する省エネ技術は共通のものである。

- ・事業形態：SPV
 - ・SPV の顧客：工業団地内の入居企業
 - ・SPV の収入源（商品）：再生水・省エネシステム
 - ・SPV の収益改善（ランニングコスト低減）：CETP の省エネ
- 本プロジェクトの概要を図1に示す。

図1 プロジェクトの概要



出所：調査団作成

図1で示した本プロジェクトの内容決定においては、下記の1)、2)を基本方針とした。

1) 州、相手国機関の実施方針との協調

【再生水】

マハラシュトラ州では独自の水政策を有し、再生水の活用についてもその水政策の中で言及されている。また、マハラシュトラ州産業開発公社（MIDC）は今後水需要の急増が見込まれる同州の工業団地における再生水の利用の義務化も検討している。なお、同州では、CETPにおける水のゼロディスチャージに関する設備導入に対して補助金による支援も行っている。なお、再生水の取組はゼロディスチャージに該当することも確認している。

以上のことから、本プロジェクトの再生水の取組は、対象地域であるマハラシュトラ州の水政策およびMIDCの方針に合致するものである。

【排水処理の省エネ】

マハラシュトラ州において、2012年3月末時点で16.7%不足と慢性的な電力不足の状態にある。これを受けて、同州は、産業用のエネルギー消費の低減化の促進プログラムを打ちたてている。

以上のことから、本プロジェクトのCETPおよびETP向けの省エネの取組は同州の方針に合致するものである。

2) 相手国に対する効果

工業団地において水・電力などの重要インフラの不足は同国、同州のように企業誘致に対し積極的である地域にとっては重要な課題である。これに対し、再生水、省エネの取組はそれぞれ、水資源、電力不足の課題解決の一助になるものであり、今後の同国、同州の産業集積引いてはその経済発展にも貢献するものである。

(3) プロジェクトの概要

1) プロジェクト実施場所

本プロジェクトはマハラシュトラ州のいくつかの候補地のうち以下の最有望地点にて実施とする。

表1 プロジェクト実施サイト

名称	ROHA / ロハ工業団地
CETP 名	Roha RIA CETP Co-op. Society Ltd.
工業団地内の区分 (ha)	工業エリア : 88.04 商業・居住エリア : 156.65
主要産業	化学、製薬等
入居企業数	38
CETP 放流量	10 MLD
電力購入単価	9 Rs/kWh

出所：調査団作成

2) プロジェクトの事業範囲

本プロジェクトでは以下の事業を実施する。

a) 入居企業向け再生水の販売

工業団地内の入居企業に対し再生水を販売する。入居企業は SPV に対してその費用を支払う。

再生水は既存 CETP からの放流水を、SPV が新規に投資する再生水プラントにより工業用水として再生・供給される。

b) 入居企業 ETP 向けの省エネシステム販売

工業団地内の入居企業に対し省エネシステムを販売する。入居企業は SPV に対してその費用を支払う。

省エネシステムは SPV がエンジニアリング、調達および現地のセットアップ作業を行う。

3) 事業総額

本プロジェクトの入居企業向け再生水販売事業の再生水プラント事業費、省エネシステム販売の事業費を以下に記載する。

事業費の積算にあたっては以下の条件にて積算を行っている。

- 今後の機材、工事の市場価格の変動を予想する事は困難であることから、現時点での市場価格を基とし、将来のエスカレーションは考慮していない。
- 機材の輸入関税のみを考慮し、その他の費用についてはこれを考慮しないものとして分析する。

a) 再生水プラント

再生水プラントから各入居企業までの、送配水管の敷設およびメンテナンス費については、第2回現地調査時に MIDC にて負担とのコメントがあった。しかし、MIDC による負担が不可能となるリスクを想定し、その費用を含める場合と含めない場合で分けて検討するため、土木建築費と分けて別項目とした。

本事業は再生水プラントの建築費用、および同プラントの運転・保守費用からなっている。

ア) 再生水プラント建築費

表 2 再生水プラント建設費用（送配水管敷設費含まず）

項目		費用	費用計
インド国内発生費用 (内貨分)	土木建築費	30,000,000 Rs	82,400,000 Rs
	電気機械工事費	52,400,000 Rs	137,608,000 円 1,336,000 ドル
海外発生費用 (外貨分)	機材費	31,230,000 円	31,230,000 円 303,204 ドル
		合計	168,838,000 円 1,639,204 ドル

※為替レート：インドルピー・円：1.67 円/Rs、インドルピー・ドル：0.02 ドル/Rs、円・ドル：103 円/ドル

出所：調査団作成

表 3 再生水プラント建設費用（送配水管敷設費含む）

項目		費用	費用計
インド国内発生費用 (内貨分)	土木建築費	30,000,000 Rs	132,400,000 Rs
	電気機械工事費	52,400,000 Rs	221,108,000 円
	送配水管敷設費	50,000,000 Rs	2,146,680 ドル
海外発生費用 (外貨分)	機材費	31,230,000 円	31,230,000 円 11,942 ドル
		合計	252,838,000 円 2,449,883 ドル

※為替レート：インドルピー・円：1.67 円/Rs、インドルピー・ドル：0.02 ドル/Rs、円・ドル：103 円/ドル

出所：調査団作成

イ) 再生水プラント運転・保守費用

運転保守費用を表 4 に記載する。尚、運転・保守費用については適切な維持管理がなされる前提において、人件費の上昇、および突発事故等に対する緊急対応費用は含まないものとする。

また、運転・保守費用には、16年目の大規模な設備リプレイス以外の、大幅な補修費用は計上していない。

表4 再生水プラント運転・保守費用

項目	費用計
運転・保守費用（内貨分）	3,600,000 Rs/年
ユーティリティ	5,000,000 Rs/年
合計	8,600,000 Rs/年 14,362,000 円/年 139,437 ドル

※為替レート：インドルピー・円：1.67 円/Rs、インドルピー・ドル：0.02 ドル/Rs、円・ドル：103 円/ドル

出所：調査団作成

ウ) 各項目設定条件について

再生水プラントの建設費用と運転・保守費用の各項目について、設定条件を以下に記載する。

- インド国内発生費用（土木建築費、電気機械工事費、予備費）は、インド国内 hydroair 社からの見積値
- 運転・保守費についても上記と同様にインド国内 hydroair 社からの見積値
- 海外発生費用の機材は、調査団（富士電機）の低価格膜であり、今回の想定再生水プラントでの使用本数は250本とする。上記の膜は、メンテナンスとして運用開始後5年経過時から毎年50本を交換するものとする。
- 膜輸送費は、膜の価格に含めて分析・検討する。

b) 省エネシステム費用

ここでは、各入居企業のETPにおける省エネの対象となる機器にインバータを導入した場合の発生費用と、そのシステム一式を販売した場合の販売価格を記載する。

省エネシステムを導入するにあたり発生する費用は、すべてインド国内発生費用（内貨分）であり、表5に記載する。

販売価格は表5-1-5に記載する。ロハ工業団地における販売数については全テナント（38社）のうち20%である7社に導入した場合とする。

インバータ導入率の20%は、MIDCとの打合せにおいて、機能・想定価格から調査団とMIDC両社で導入数を見積もった場合の割合である。

表5 省エネシステム発生費用

項目		費用	費用計
インド国内発生費用 (内貨分)	エンジニアリング・機器 費・現地セットアップ費	572,000 Rs	572,000 Rs
			955,240 円 9,274 ドル
合計			955,240 円 9,274 ドル

※為替レート：インドルピー・円：1.67 円/Rs、インドルピー・ドル：0.02 ドル/Rs、円・ドル：103 円/ドル

出所：調査団作成

表6 省エネシステム販売価格

項目	販売価格
省エネシステム	715,000 Rs 1,194,050 円

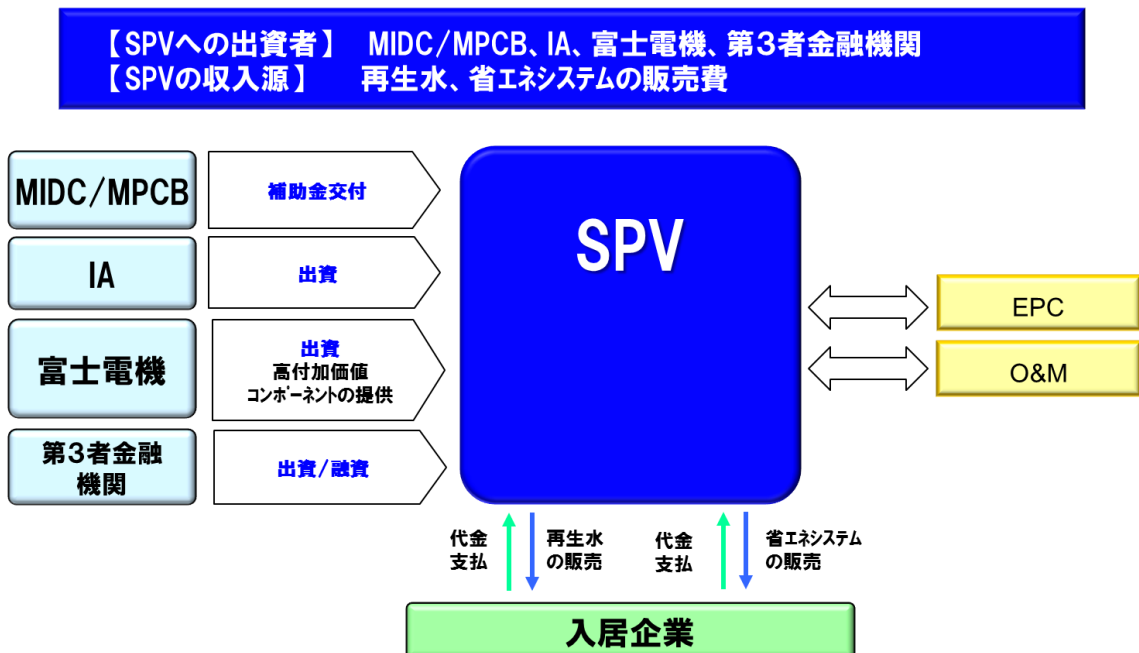
出所：調査団作成

4) 予備的な財務・経済分析の結果概要

本プロジェクトは既存の CETP に対する高度処理化対応として建設初期費用の補助金適用を想定している。補助金の内訳は、総事業費のうち補助金 25%であり、残りの 75%が事業者負担である。事業者負担分は IA、富士電機、第三者金融機関からの出資・融資を視野に入れている。

以下、図2に、想定されるプロジェクト実施体制を示す。

図2 プロジェクト実施体制（想定）



出所：調査団作成

a) 財務・分析のプラント稼働想定条件

図2のプロジェクト実施体制をもとに、本プロジェクトの財務・経済分析を実施するにあたり、プラント稼働における想定条件を表6に示す。

表7 プラント稼働における想定条件

項目	条件
プラント稼働日	365日/年
占有面積	200m ² ※用地はMIDCからの無償提供を想定

出所：調査団作成

b) 財務・財務分析の分析ケース

本プロジェクトの財務・経済性分析にあたり、再生水販売価格を12Rs/m³、16Rs/m³の2つの価格に設定し、それぞれの価格で、再生水を供給する送配水管の敷設費用をSPVの負担対象とした場合と、MIDCが負担するものとしてSPVの負担対象外とする場合の計4ケースにおいて実施した。

再生水販売価格については、現地調査におけるロハ工業団地のIAヒアリングにおいて、IA側（購入側）より想定価格は現状の用水価格の1/2以下との要望があった。

また、2013年12月に電気料金の値上げに伴い、用水価格も一律7Rs/m³値上げとなった。そのため、再生水販売価格は、価格競争力のある値上げ前価格の1/2である12Rs/m³と、値上げ後価格の1/2である16Rs/m³で設定した。

表8 財務・経済性分析のケース

ケース	再生水販売価格	送配水管敷設費担当
①	12 Rs/m ³	負担対象
②	12 Rs/m ³	負担対象外
③	16 Rs/m ³	負担対象
④	16 Rs/m ³	負担対象外

出所：調査団作成

c) 前提条件

表 9 財務・経済分析の全体条件

建設期間		1年	
事業期間		20年	
自己資本/負債比率		65% / 35%	
送配水管を負担する 場合	総事業費		2億5,234万円
	資金計画	融資総額	8,832万円
		利率	8%
		返済期間	15年
		返済方法	元利均等返済
送配水管を負担し ない場合	総事業費		1億6,884万円
	資金計画	融資総額	5,909万円
		利率	8%
		返済期間	10年
		返済方法	元利均等返済
減価償却	償却期間		15年
	償却方法		定額法

出所：調査団作成

d) 財務分析の結果概要

前述の財務・経済分析のケースに則り、下記のインフレ率でそれぞれ分析した結果の概要を表9に示す。

インフレ率は、2015年から2018年までのインフレ率予測データから以下のように想定した。

(インフレ率 出典：IMF WEO データベース)

- インフレ率は、事業開始年度の2015年から2018年まではその期間の平均値7%とした。
- 2019年以降は、2018年のインフレ率(6.7%)とした。

表 10 財務分析の結果概要

ケース	ケース内容		FIRR	NPV (千円)
	再生水価格	送配水管敷設費		
①	12 Rs	負担対象	4.4%	-75,238
②	12 Rs	負担対象外	7.9%	34,006
③	16 Rs	負担対象	9.6%	117,347
④	16 Rs	負担対象外	13.5%	226,591

※NPV(正味現在価値)の割引率は、インフレ率である6.7%とした。

出所：調査団作成

上記の分析結果を以下にまとめる。

- 再生水価格：12Rs/m³

企業が購入可能な価格であり、価格競争力のある価格となっているが、送配水管敷設費用を事業費に含めた場合はNPVがマイナス値であるため、事業としては成り立たない。また、事業費に含めない場合でもFIRRが7.9%であり、NPVが3,400万6,000円であるため、初期投資の回収は可能であるが、NPVが初期投資額にも満たず、事業として不十分である。

- 再生水価格：16Rs/m³

再生水価格は若干高めになるが、企業が十分購入可能な価格帯である。ただし、この価格においても送配水管を事業負担とした場合はFIRRが9.6%であり、NPVは1億1,734万7,000円となっており、初期投資額の回収は十分可能であるが、リスクを取った事業としてはNPVが初期投資額の1/2程度であり、事業として成立するが小規模である。この価格帯以下では、送配水管敷設費を事業費とするのは困難であり、その場合は事業として成り立たないため、送配水管敷設費のMIDC負担は必須と考える。また、この価格以上になると、企業が購入可能な価格帯ではなくなるため、事業としては成り立たない。

送配水管敷設費用については、現地での最終報告においてMIDCでの負担は困難であるとの回答があり、SPVとしては送配水管敷設費用を負担する形での事業運営が求められる。

上記分析結果より、本事業については再生水価格16Rs/m³以上で、送配水管敷設費用をSPVが負担した事業形態でも事業としては成立すると考える。ただし、FIRR、NPVの指標からも伺えるが、リスクを取った事業ではあるが事業規模としては小規模であるため、更に詳細なデータを入手した上での詳細検討が、今後必要であると考ええる。

5) 環境社会的側面の検討

本プロジェクトを実施した場合の環境社会面への影響評価については、建設段階と運転段階とに分けて抽出した。環境社会評価は、(A) 深刻な影響・大幅な改善効果が予想される。(B) 軽微な影響・若干の改善効果が予想される。(C) 影響の有無は不明である。(N) 影響は予想されない、の4区分で正(+)と負(-)の影響を評価した。評価結果は表 11 のとおりである。

本プロジェクトの実施予定地は、既存の工業団地内となり、住民移転、文化遺産等への影響は与えない。また、公立公園やその他自然への影響は事業の建設行為により妨げられるものではない。

表 11 環境社会評価結果

評価項目		建設段階	運転段階
汚染対策	大気質	-B	N
	水質	N	+A
	廃棄物	-B	N
	土壌汚染	N	N
	騒音・振動	-B	N
	地盤沈下	N	N
	悪臭	N	N
	底質	N	+A
自然環境	保護区	N	N
	生態系	N	N
	水象	N	+A
	地形・地質	N	N
社会環境	住民移転	N	N
	生活・生計	N	N
	文化遺産	N	N
	景観	N	N
	少数民族・先住民族	N	N

出所：調査団作成

(4) 実施スケジュール

図3にSPV組成、事業化詳細検討からプラント建設、現地運用試験、運転開始までの、本プロジェクトの実実施スケジュールを示す。

図3 プロジェクト実施スケジュール

	2013年度			2014年度												2015年度		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
SPV 組成				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
事業化詳細検				■	■													
基本設計・コンサル選定				■	■													
アセスメント (環境社会・経済的観 点)						■	■	■										
ファイナンス組成									■	■	■	■	■	■	■			
入札									☆									
エンジニアリング・ 機器調達・製作 プラント建設									■	■	■	■						
現地据付														■	■			
現地運用試験																■		
運転開始																	■	■

出所：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

本プロジェクトにおいては、再生水供給施設である送配水管の敷設費用が重要なファクターとなる。

1) 送配水管敷設費を SPV で負担するケース

- 入居企業が購入可能な価格帯：12Rs/m³、16Rs/m³の場合
12Rs/m³の場合は、NPV がマイナス値となり、初期費用を回収不能なため、事業として成立しない。
16Rs/m³の場合、インフレ率よりも再生水価格の上昇率が上回らなければ、初期投資額の回収ができず、事業として成立させるのは難しい。再生水価格の上昇率をインフレ率よりも上回らせた場合でも NPV が初期投資額よりも少額であり、事業としての魅力に乏しい。
- 入居企業の購入想定条件を超過する価格：18Rs/m³の場合
再生水価格上昇率をインフレ率と同じレベルとすることができるが、そのような場合でも NPV が初期投資額とほぼ同額程度である。また、この価格設定では、再生水の導入価格をやや超過しているため入居企業にとっての経済的効果が低く、事業として成り立たせることが困難である。

2) 送配水管敷設費を SPV で負担しないケース

- 入居企業が購入可能な価格帯：12Rs/m³、16Rs/m³の場合
12Rs/m³の価格帯では、インフレ率よりも再生水価格の上昇率が上回らなければ、NPV が初期投資額を上回ることができず、事業としての魅力に乏しい。
16Rs/m³の場合には再生水価格上昇率が、インフレ率よりも低いレベルでも NPV が初期投資額と同額、もしくは上回ることができ、事業としても成立する。
- 入居企業の購入想定上限を超過する価格：18Rs/m³の場合
インフレ率よりも再生水価格の上昇率を低く抑えることが可能であり、NPV が初期投資額を大きく上回っており事業としても魅力的であるが、前述したようにそのような価格設定では、再生水の導入価格をやや超過しており、入居企業にとっての経済的効果が低く、事業として成り立たせることが困難である。

送配水管敷設費用を MIDC 負担として本プロジェクトの事業費の対象外とすることにより、本プロジェクトはフィージブルになると言えるが、最終報告において MIDC より送配水管敷設費用の負担は困難であるとのコメントがあった。そのことより、SPV としては送配水管敷設費用を負担して事業運営を行うこととなる。

それらを鑑みると再生水価格を 16Rs/m³ 以上で供給することにより、本事業はフィージブルになると言える。ただし、再生水価格の上昇率がインフレ率よりも下回った場合は、NPV が初期投資額よりも少額となり、事業としての魅力に乏しくなる。

フィージブルな事業形態の条件を表 12 に記載する。

表 12 フィージブルな事業形態の条件

項目	条件
再生水プラント規模	5,000m ³ /日
再生水販売価格	16Rs/m ³ 以上
再生水送配水管敷設費用負担元	SPV にて負担
再生水プラント設置場所	ロハ CETP 施設内 用地は MIDC からの無償提供
再生水プラント設置面積	200 m ²
再生水プラント稼働日数	年間 365 日稼働
再生水プラント運用・保守	既設 CETP の運転監理員を想定

出所：調査団作成

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

1) 再生水（メインコンポーネント）

a) 外国企業の競争力

再生水造水でメインコンポーネントとなるのが、排水中に溶解している塩類を除去する RO 膜であり、海水淡水化に用いられる高圧 RO 膜が一般的である。しかしながら、CETP 放流水の工業用水化には、低圧 RO 膜（使用圧力：1Mpa 前後）が適すと考えられる。この理由は、CETP 放流水に含まれる塩分濃度が、海水の約 1/10（電気伝導度：300～400mS/m 程度）と低いためである。

外国企業（The Dow Chemical Company（米国）、Woongjin Chemical（韓国）等）は、CETP 放流水の再生水化に利用可能と考えられる低圧 RO 膜を製造していることから、技術的レベルは確保されていると言える。

b) 日本企業の競争力

日本企業の RO 膜メーカー（日東電工、東レ等）も、低圧 RO 膜を製造しており、仕様や性能は Dow 社と遜色がなく、技術面では外国企業と同レベルと言える。

一方、調査団（富士電機）は、脱塩率を低下させる代わりに、回収率を向上させる膜技術を保有している。これは前述の外国企業や日本企業の製品に比べ、脱塩率が低いが、塩濃度が低い CETP 放流水を再生水化するには十分な性能である。その一方で、回収率が高く、使用する RO 膜本数を少なくできることから、イニシャルコスト（設備導入時）、ランニングコスト（膜交換時）の両方を引き下げる効果を生む。

2) 省エネ

a) 外国企業の競争力

シーメンス、ABB 等の外国のインバータメーカーは、グローバルな市場で多数の導入実績を有している。このようなグローバルな市場での実績から、技術的レベルは確保されているものと考えられる。

b) 日本企業の競争力

日本企業のインバータは、性能的には外国企業と遜色がなく、同列と言える。これは技術的資料の検証、過去の外国企業製品との比較結果からも推測できる。

日本企業は再生水と省エネを一体化した提案で、外国企業に対し差別化を図っている。

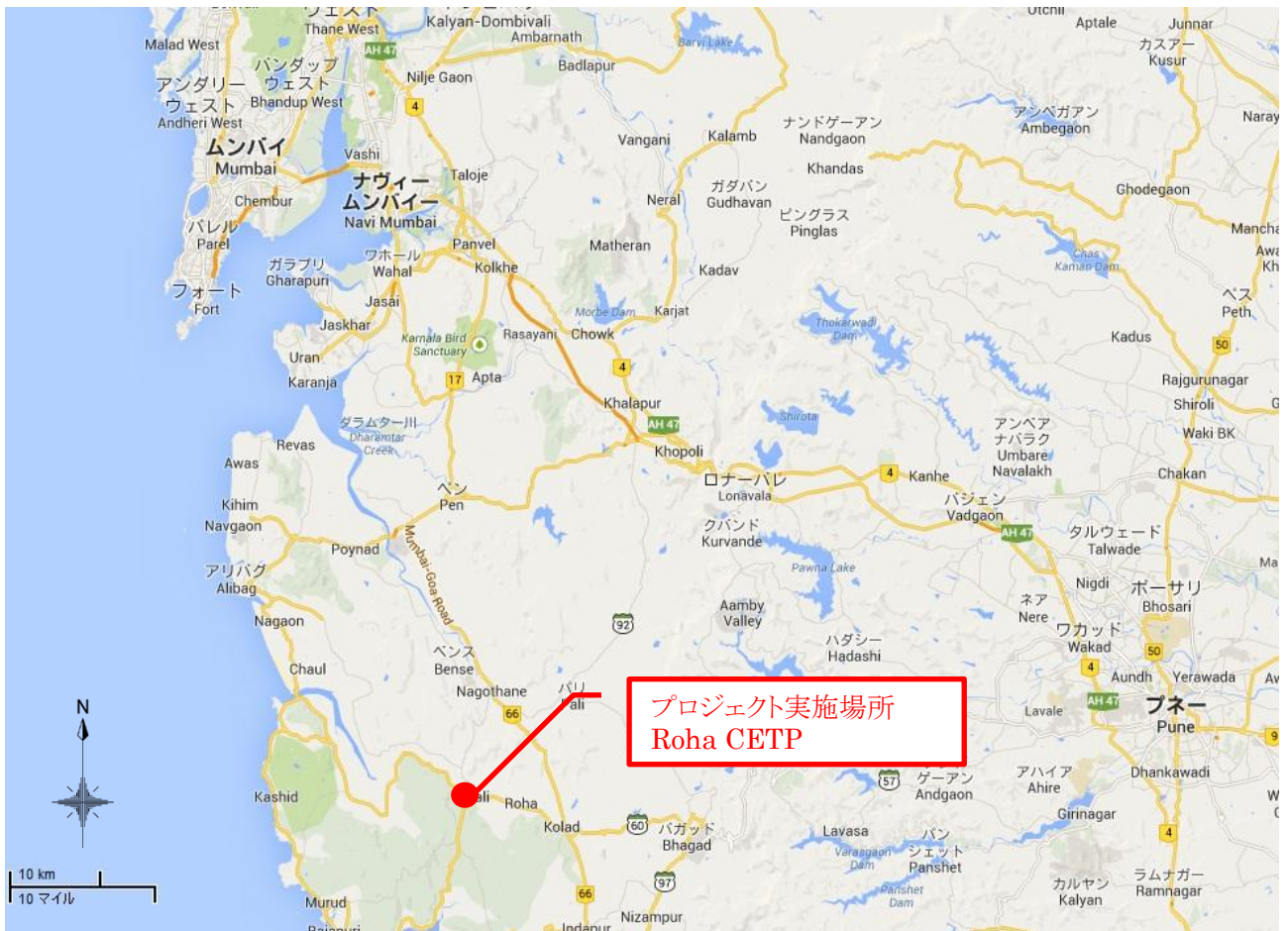
(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図4 プロジェクト実施場所



出所：Web Wikipedia より調査団作成

図5 プロジェクト実施場所（拡大）



出所：Google Map より調査団作成

平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

ベトナム・ダンニャマック地区開発調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

経 済 産 業 省

新 日 本 有 限 責 任 監 査 法 人

独 立 行 政 法 人 日 本 貿 易 振 興 機 構

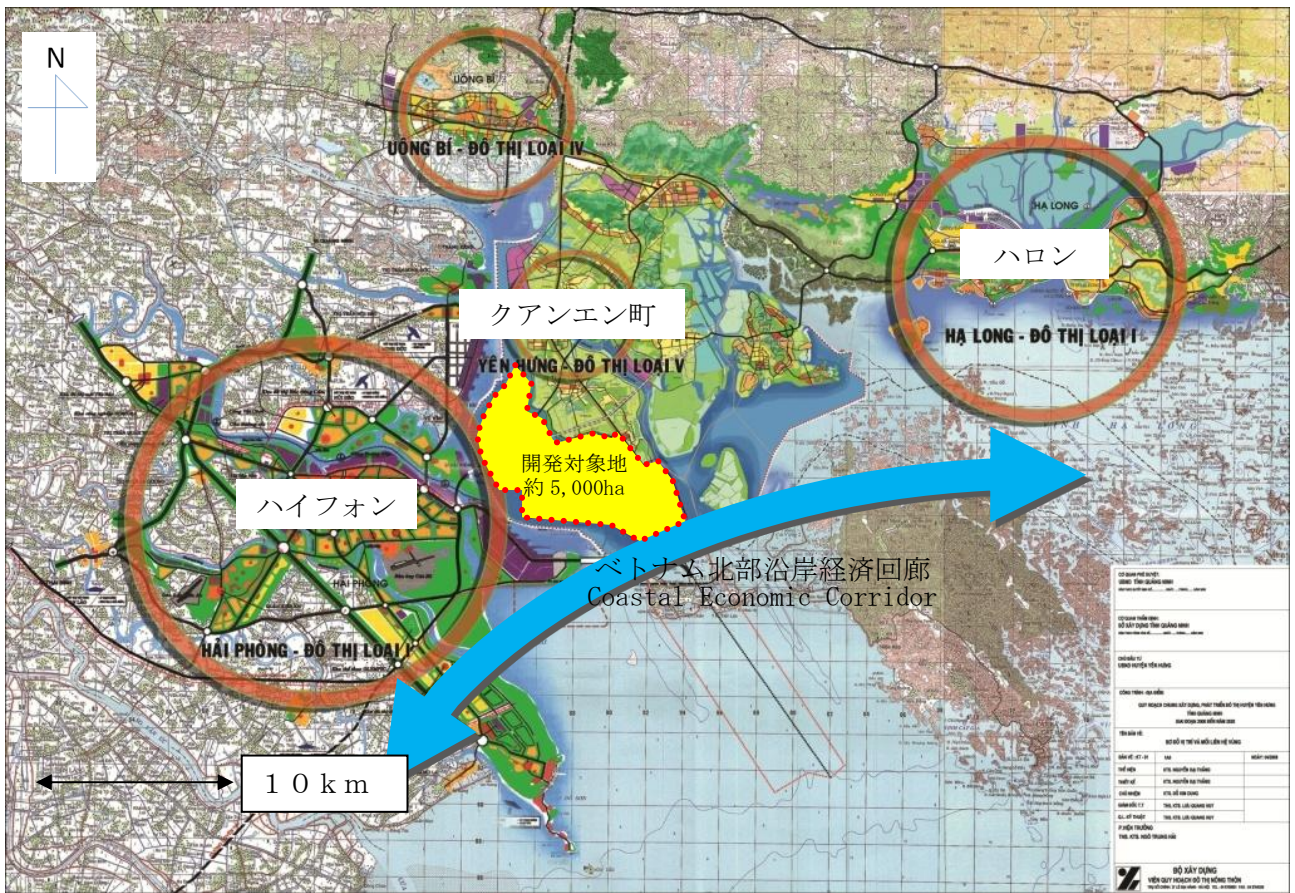
委 託 先 :

株 式 会 社 エ ス イ ー
株 式 会 社 野 村 総 合 研 究 所
株 式 会 社 日 本 設 計
一 般 社 団 法 人 国 際 建 設 技 術 協 会
川 崎 地 質 株 式 会 社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

本プロジェクトの開発対象エリアは、マングローブ林などの湿地が占めるダンニャマック地区を含むベトナム北部クアンニン省クアンエン町南部とする。全体区域約 5,000ha のうち、後述する一部港湾計画のある区域 325ha を除く 4,675ha のうち、民間事業者による開発主導を想定した 250ha を第一フェーズの開発対象、および今回の調査対象区域とする。当該地区は、観光地として国内外に名を馳せるハロン、工業都市としての発展著しいハイフォンと併せて、ベトナム北部沿岸の経済回廊として位置づけられており、ベトナムの今後の経済発展にも大きく寄与するものと考えられている。クアンニン省の優先開発案件の中では、工業地区としての開発が期待されている。

図 1 開発対象エリアの位置



出典：クアンエン町からの受領資料に加筆

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

※尚ここでは、前提条件の整理などを含めた開発基本方針である 1)開発コンセプトから (3) ■前提とする面積要件までをマスタープランとし、マスタープランに基づいた開発実施方針である (3) ■開発エリアの設定を、都市計画と区分けする。

1) 開発コンセプト

地区の特性を踏まえ、そのポテンシャルを最大限に生かしながらベトナムの社会・経済の発展に大きく寄与できる開発とする観点から、本調査における地区開発コンセプトを以下のように整理する。

■ ダンニャマック地区の特性

<p><立地の利便性> バックダン橋や臨海道路がつなぐ、ハノイ首都圏・世界遺産と大型港 → 消費地、物流港、近隣の産業集積、観光名所等へのアクセスが確保されている</p> <p><自然の希少性> マングローブ林がつなぐ、陸と海の豊かな生態系 → 世界に誇るべき自然環境が残されているとともに、水産物などの資源も豊富</p>



■ ダンニャマック地区の整備の方向性

<p><ヒトの交差する場所づくり> 自然が豊かで利便性の高い、 <u>魅力ある滞在・交流地</u>としての発展</p> <p>△</p>	+	<p><モノの交差する場所づくり> 立地利便性や自然資源を活用した、 <u>最先端の生産・物流機能</u>の展開</p> <p>△</p>
--	---	---

<p><地区特性を最大限に生かした、より高度な社会・経済活動の展開></p> <ul style="list-style-type: none">・ベトナムのモノづくりの高度化を担う拠点 → 高等教育・研究・研修施設等・産業交流・経済交流の拠点 → 会議場、展示場、ホテル等・ベトナムを代表するリゾート拠点 → 自然公園、ホテル、別荘型住宅地、リゾート型ショッピングモール等



■ ダンニャマック地区の開発コンセプト

<p>ヒト・モノ・情報の高度な交流結節によって、ベトナムとアジア太平洋との連携を担う次世代の価値創造拠点</p>
--

2) 全体開発プラン

■ 全体開発プラン作成の考え方

前述した前提条件および開発コンセプトに従い、ダンニヤマック地区とクアンエン町南部エリアを含む全体マスタープランを提案する。計画の策定に関わる以下の項目別に整理を行ったうえで、全体開発プラン及び各ゾーンの開発イメージを導く。その上で段階を分けた第一フェーズの開発対象エリアを設定する。

- | | |
|------------------|-----------------|
| ・ 導入機能の基本方針 | ・ 環境保全及び防災の基本方針 |
| ・ 土地利用ゾーニングの基本方針 | ・ 事業計画上の留意 |
| ・ 道路ネットワークの基本方針 | |



- | |
|-------------|
| ・ 開発の全体イメージ |
| ・ 各ゾーンのイメージ |

■ 導入機能の基本方針

- ・ ハロンーハイフォン高速道路やラックフェン港へのアクセス性や地区周辺の産業基盤などを生かした、工業・物流機能を導入する。
- ・ 工業・物流の従事者等に対応した住宅に加え、多様な人材をひきつけることのできる、自然環境を生かした魅力のある居住機能を導入する。
- ・ 地区内居住者への利便性提供に加え、広域的な社会経済活動の基盤となる商業施設や各種の交流施設を整備する。
- ・ 低湿地の地形やマングローブ林などの恵まれた自然資源を生かした大規模な公園を整備する。

■ 土地利用ゾーニングの基本方針

- ・ 政府による工業団地開発が承認されている南部エリアの開発方針に従い、主要港湾に近接するダンニヤマック地区南部とクアンエン町半島南部に工業・物流ゾーンを設定する。
- ・ 将来的な観光地開発、および工業団地従業員の居住区域としての需要を満たすことも想定し、ダンニヤマック地区北部を中心に自然生態系を大きく保全しながら、環境リゾート型の居住・滞在ゾーンを想定する。
- ・ 住宅・商業ゾーンを工業ゾーンに併設させ、工業ゾーンで働く従業員などの生活をサポートする。
- ・ ダンニヤマック地区のインターチェンジ東側近接地に、アクセス性と自然環境を生かした商業等の機能複合型開発ゾーンを設定。ロット川対岸には集落景観保全ゾーンを想定し、その拠点となる市街地と連携しながら付加価値の高い開発を目指す。

■ 道路ネットワークの基本方針

- ・ クアンエン町既存中心市街地、南部工業エリア、ラックフェン港を南北に縦断する南北基幹道路を想定する。
- ・ 上記南北基幹道路と併せて、ハロンーハイフォン高速道路（IC）、クアンエン町既存中心市街地、ラックフェン港を接続する主要幹線道路（臨海道路）を想定する。
- ・ この道路は、南北基幹道路と併せて、クアンエン町の観光拠点および中心商業エリアとしての開発

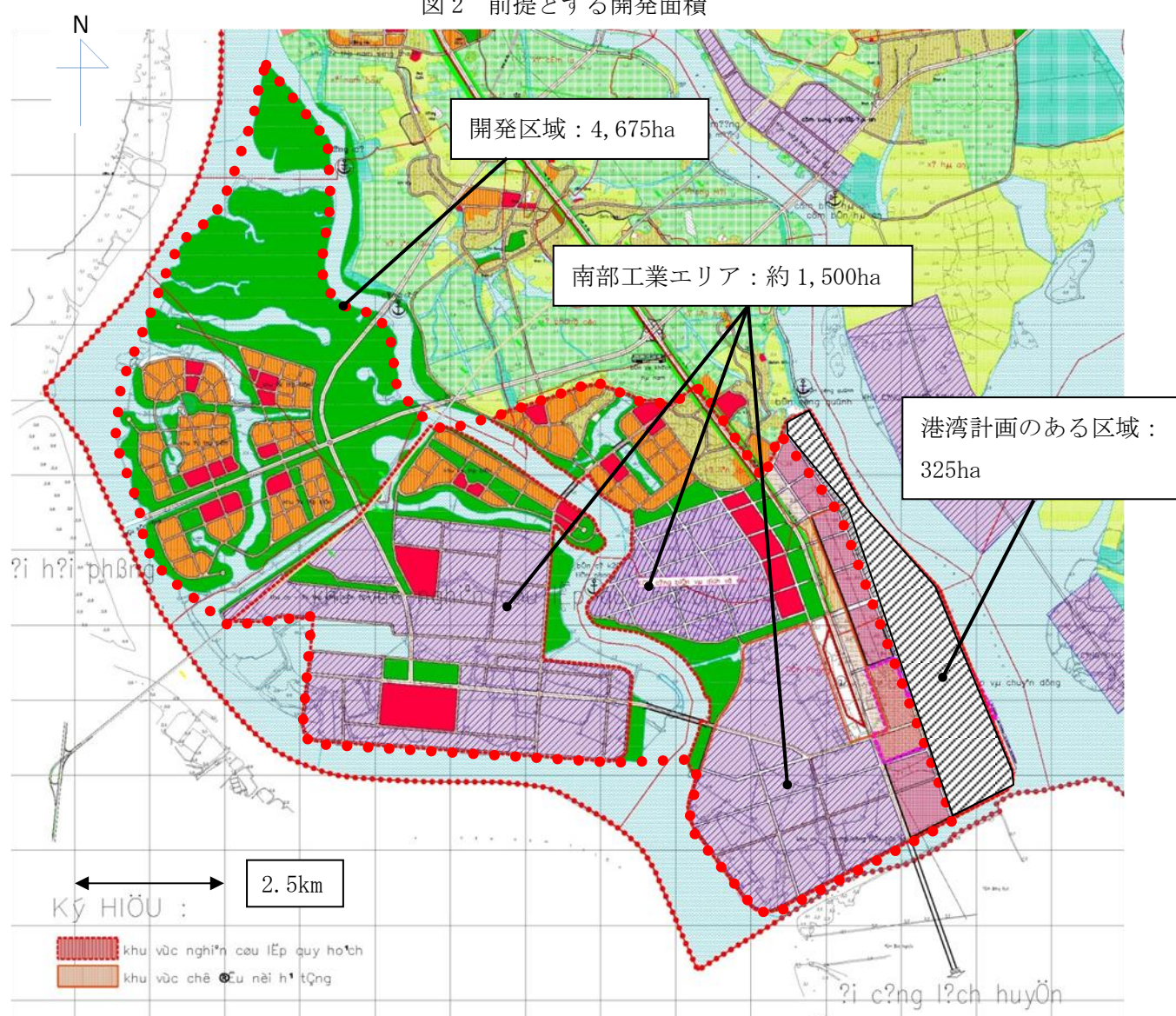
を想定するゾーンを中心に、周囲に自然と一体となった居住・滞在ゾーン、自然生態系保全ゾーン、さらには工業ゾーンの開発を展開するメインの骨格となる。

- ・ バックダン川を渡る道路は、高速道路のほかには想定しない。ただし、フェリーによる渡河サービスの可能性は想定し、ハイフォン側の工業団地との連携を図る。

(3) プロジェクトの概要

開発総面積5,000haのうち、既に港湾計画のある区域325haを除く4,675haを調査対象エリアとする。そのうち約1,500haを工業エリアとして開発し、南部ラックフェン港及び西部ハイフォン港と連動した一大工業地区を形成する。また段階を分けた第一フェーズには、ラックフェン港へと繋がる南北の基幹道路が必要であり、この想定にあわせた工業団地の整備エリアを検討する。

図2 前提とする開発面積

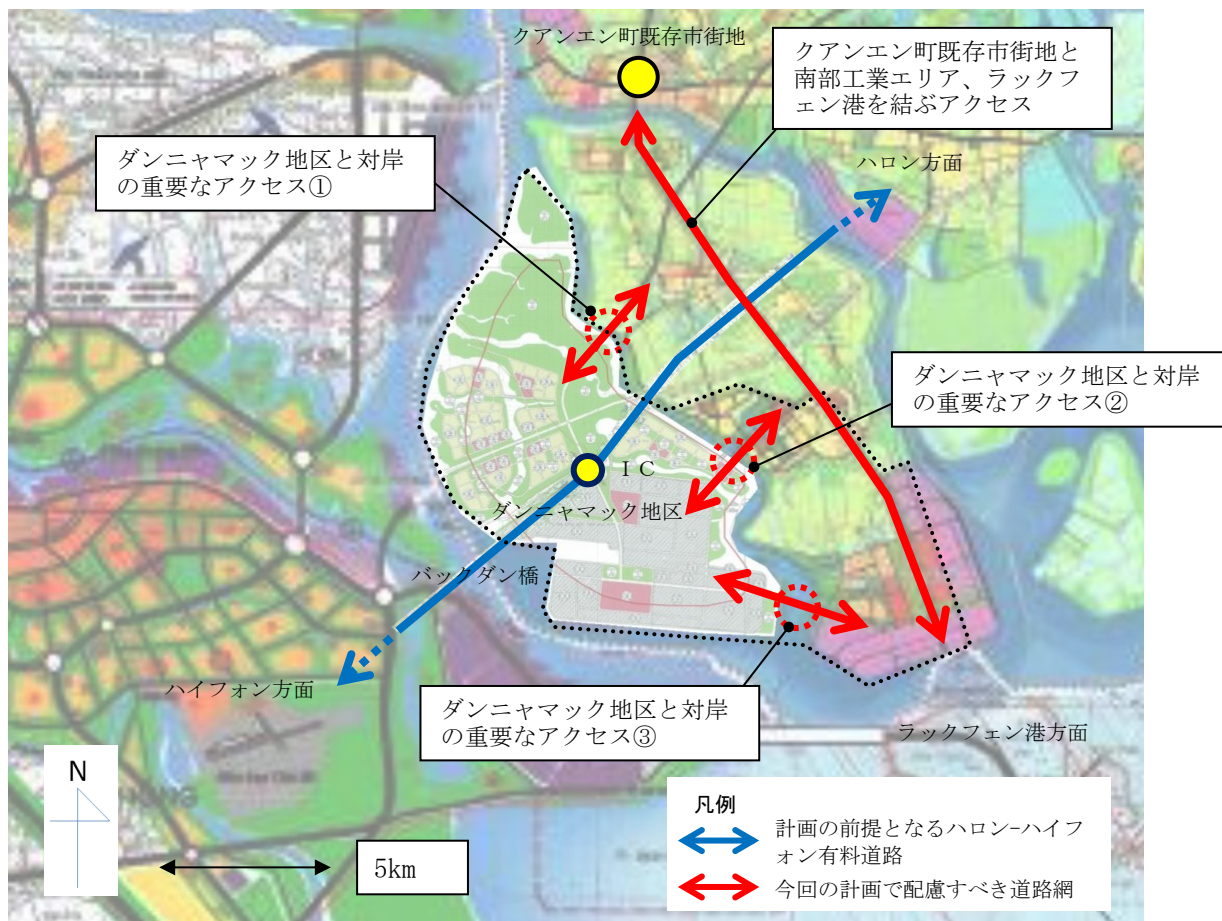


出典：クアンエン町既存マスタープランに調査団加筆

■ 前提とする広域道路網

ダンニャマック地区は、ロット川を境に大きく二分されているため、橋梁などによる相互のアクセスポイントを設定する必要がある。現地ヒアリングを元にしたクアンエン町の意向により、敷地の中央を東西に横断するハロンーハイフォン道路以外の地域交通として、ダンニャマック島部と対岸のクアンエン町を結ぶ3ヶ所のアクセス（ハロンーハイフォン道路を挟んで北に1ヶ所、南に2ヶ所）を確保することとする。また、クアンエン町と南部工業エリア、さらにはラックフェン港を南北に直結させる南北道路を、重要な基幹道路と位置づけることとする。

図3 前提とすべき広域道路網とアクセス



出典：クアンニン省マスタープランに加筆

■ 前提とする面積要件

前述の通り、既存マスタープランより整理した面積を参照し、全体開発面積の根拠とする。開発面積4,675haの内訳を以下の表にて記す。

表1 前提とする面積要件

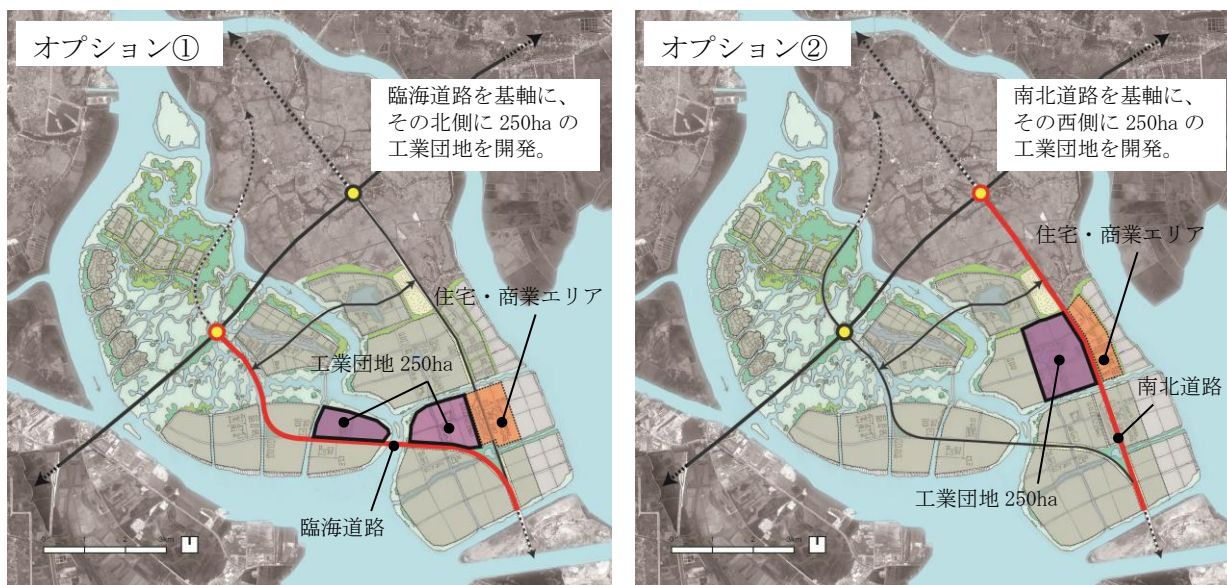
	用途	総面積 (ha)	割合 (%)	備考
	公共施設の用地	440	9.4	商業施設含む
	住宅	388	8.3	
	工業	1,625	34.8	
	その他	196	4.2	既存集落、田畑等
	緑地・水面	1,303	27.8	
	道路	723	15.5	主要幹線道路、クラスター間連絡道路
	計	4,675	100.0	

出典：クアンエン町マスタープランより整理

■ 開発エリアの設定

一期開発は工業を中心としたものを考え、周辺との連携を考慮し、ハロン-ハイフォン高速道路の開通とラックフェン港の一部開港を開発着手の前提とすると、第一期開発には、上記をつなぐ南北の基幹道路が必要であり、この想定にあわせた工業団地の整備エリアを検討した。

図4 考えられる2つの第一期開発エリア候補



出典：調査団作成

大きく、ハロン-ハイフォン高速道路とラックフェン港をつなぐ基幹道路の設定に応じた2つのオプションを設ける。図3-1に示すオプション①は、南部において堤防としても機能するダンニャック地区内を南北に縦断する臨海道路を先ず建設し、その北側に計250haの工業団地を建設するものである。

オプション②は、東側半島部の南北基幹道路を第一期開発の基軸とし、それに沿う現在陸地である箇所250haを、第一期の工業団地開発エリアとする。この内からひとつに絞った上で事業性の検討を行うため、基盤条件、造成コスト、土地収用などの観点から比較検討した結果、本案件の第一フェーズは、オプション②を選定する。

■ 事業費の積算

事業費の積算については、第5章にて後述するSPCが行う工業団地事業と、周辺整備のためにクアンニン省もしくはODA予算等により実施される公共事業の2つに分けられる。

後述するSPCによる事業の範囲としては、250haの工業団地エリアのみとし、南北道路、臨海道路、街区入口までの電力・水インフラ等の費用は含まないものとする。

表2 積算対象事業費について

	第一フェーズ		第二フェーズ以降 (残り4425haと臨海道路)	備考
	SPCが実施する事業	公共事業		
土地整備費	◎造成 ◎道路(構内)	●南北道路	◇追加の造成、道路(構内) ◇臨海道路	
インフラ工事費	◎電力・通信 ◎上下水	◇送電線 ◇送水管	◇追加の電力/通信 ◇追加の上下水	
建築工事費	◎管理棟			・入居企業が行う建築工事は考慮しない

凡例) ◎キャッシュ・フローまでの計算対象 ●事業費積算対象 ◇積算対象外

出典：調査団作成

表3 事業費 (SPC 実施分)

単位：millionUSD

項目		金額
土地整備費	造成・道路(構内)	62
インフラ工事費	ユーティリティ(電力・通信・上下水)	36
建築工事費	建物(管理棟)	5
その他経費		30
事業費合計		133

出典：調査団作成

表 4 南北道路整備費

単位：millionUSD

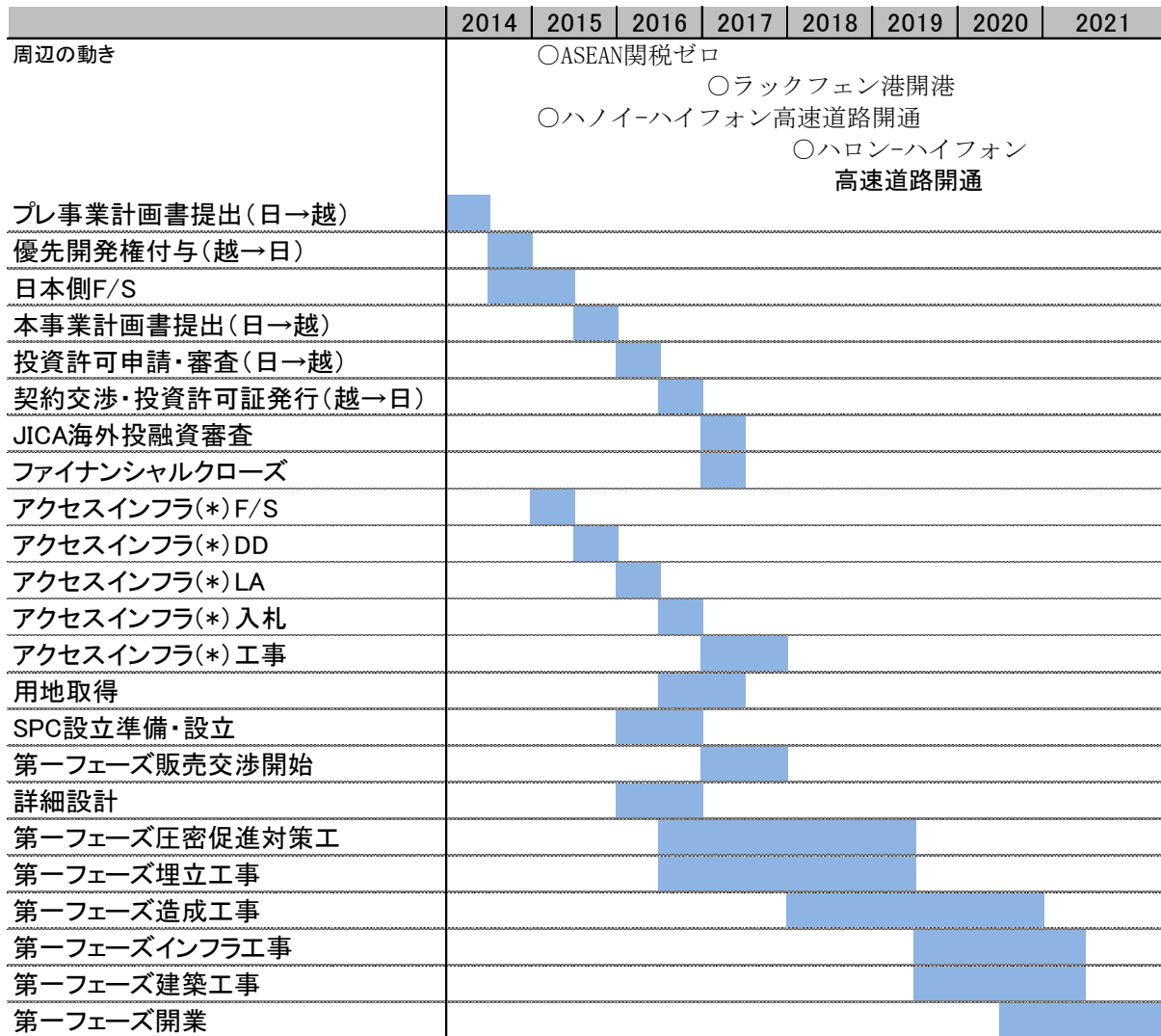
項目	金額
道路面積（陸地）（㎡）	353,800
道路原単位（陸地）（USD/㎡）	40.0
道路原単位内訳（土工）（USD/㎡）	22.0
道路原単位内訳（軟弱地盤処理工）（USD/㎡）	18.0
道路面積（水面）（㎡）	176,900
道路原単位（水面）（USD/㎡）	79.8
道路原単位内訳（土工）（USD/㎡）	33.7
道路原単位内訳（軟弱地盤処理工）（USD/㎡）	46.1
南北道路整備費（millionUSD）	28.3

出典：調査団作成

(4) 実施スケジュール

現段階で想定される本プロジェクトの実施スケジュールを下記に示す。埋立工事、造成工事には物流経路の確保が必要なため、埋立工事は「ハノイーハイフォン高速道路」が開通してから着手し、造成工事は「ハロンーハイフォン高速道路」が開通してからの着手とする。

表5 プロジェクトの実施スケジュール



(*) 地区に接続する南北道路、送電線、給水管等を指す

出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

■ 資金調達パターンと財務指標分析結果

資金の出し手は、JICA、クアンニン省、日系の民間投資家（エスイー社、デベロッパー、ユーティリティメーカー等）を想定する。本案件は、立地面での競争力は高いもの、埋立造成を伴うため、整備費が通常の工業団地より嵩むことから、JICA 海外投融資の活用を前提とする。JICA 資金の入れ方によって、以下のパターンを検討する。

- ① JICA ツーステップローンを活用する（パターン 1、2）
- ② JICA 出資を活用する（パターン 3）

表 6 資金調達パターン

	クアンニン省	日系民間投資家	JICA
パターン 1	25% [E]	25% [E]	50% [D]
パターン 2	50% [E]	25% [E]	25% [D]
パターン 3	25% [E]	50% [E]	25% [E]

凡例) [E]出資、[D]融資 出典：調査団作成

表 7 パターン別の財務指標分析結果

	パターン 1 (借入比率 50%)	パターン 2 (借入比率 25%)	パターン 3 (借入なし)
NPV (millionUSD)	-90	-47	2
「NPV が 0 以上か」	×	×	○
IRR	4.20%	9.39%	16.65%
WACC	14.48%	15.42%	16.36%
「IRR>WACC か」	×	×	○
分析結果	投資不適格	投資不適格	投資適格

出典：調査団作成

■ パターン毎の考察

① パターン 1

NPV、IRR ともに条件をクリアできないため、現状では投資不適格である。

② パターン 2

NPV、IRR ともに条件をクリアできないため、現状では投資不適格である。ただし、パターン 1 と比較すると指標は大幅に改善しており、工場区画の売れ行きが早まる等により投資回収が早まれば、投資適格となる可能性はある。

③ パターン 3

NPV、IRR ともに条件をクリアしており、投資適格である。したがって、現時点では、JICA による出資スキームを利用して SPC を組成する方法が、最も適していると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

事業スキームとしては、ダンニャマック地区整備・運営会社（SPC）を立ち上げ、クアンニン省、エスイー、デベロッパー、ユーティリティメーカー等が出資する。また、JICA 海外投融資を活用し、低利で資金調達を行う。現地銀行は、不動産開発等への融資実績のある大手銀行を想定する。また、NEXI の海外投資保険等も活用する。EPC 事業者および O&M 事業者については、日系企業の参画が特に期待される。

■ 技術面

○高度なユーティリティ、環境技術

日本のユーティリティメーカーは、信頼性の高い電力供給システムや、優れた水処理技術を武器に、資機材供給や O&M 事業を手掛けている。2015 年以降の ASEAN 域内関税撤廃を見据え、ベトナムが次の発展ステージへ進むためには、先進国により近い水準のユーティリティを備えた工業団地が不可欠であり、それが新たな産業誘致にも繋がる可能性が高い。したがって、本プロジェクトにおけるユーティリティ整備の場面で日本企業が優位に立てる可能性は高いと考えられる。

○臨海部における大規模開発の実績

我が国は、工業団地では鹿島臨海工業地帯や北九州エコタウン、都市開発では横浜みなとみらい 21 や神戸ポートアイランド等、様々な実績を有している。開発ノウハウをパッケージ化し、ベトナムへ展開していくことで、地域として調和のとれた開発が可能になる。本プロジェクトでもノウハウを展開していくことが優位性に繋がるものと考えられる。

○洪水対策

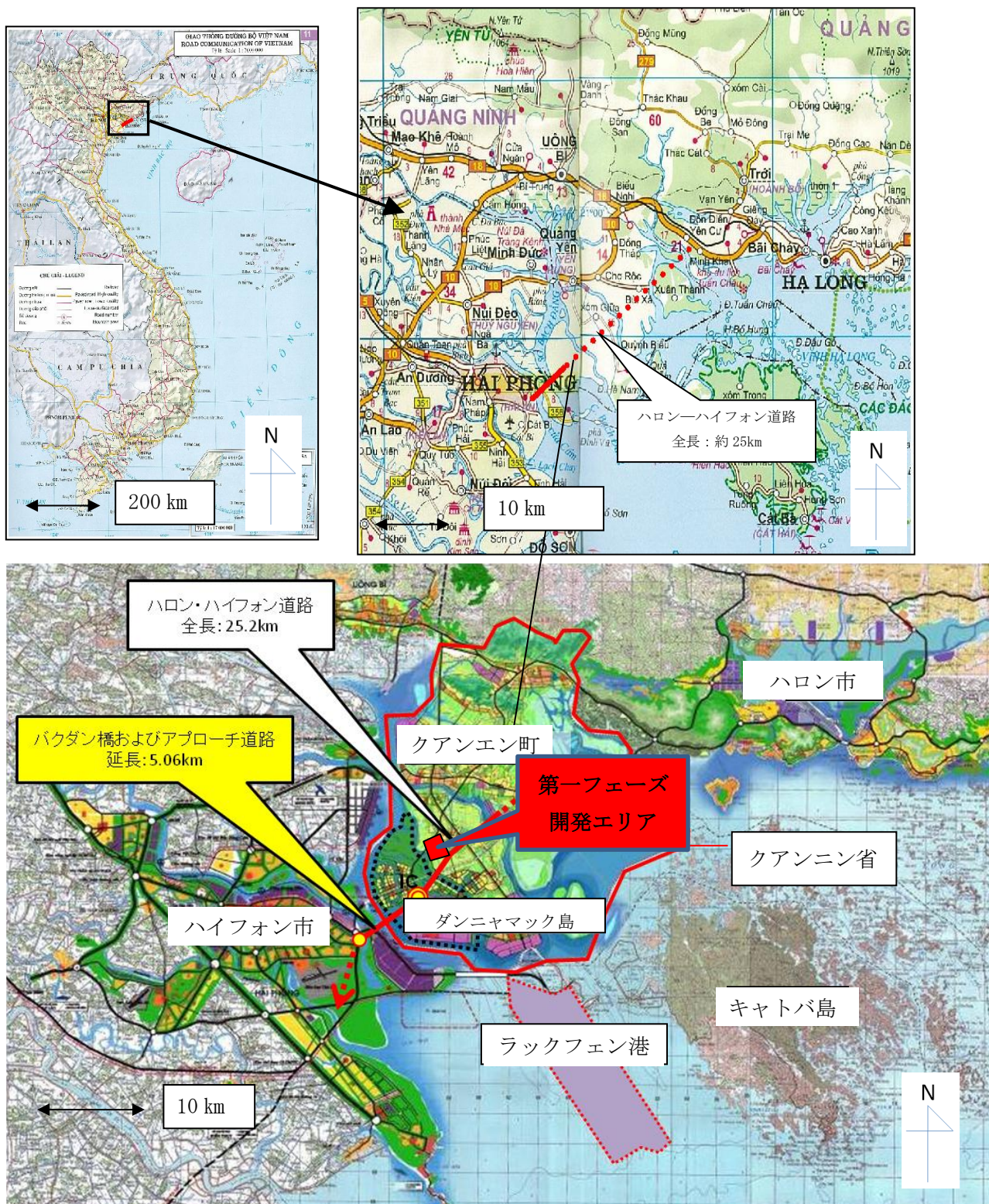
日本企業はタイの洪水（2011 年）により、多数の工場が被害を受けたこともあり、工業団地の洪水対策については注目度が高い。日系企業が運営する工業団地では、洪水対策としてあらかじめ周囲に築堤した上で、調整池や強制排水設備の設置を標準としているケースもある。本プロジェクトにおいても、洪水対策を講ずるものとし、周辺で計画されている工業団地との差別化を図る。

■ 経済面

本プロジェクトは事業権取得にあたって入札を想定していないため、一般的に価格面で優位な中国、韓国企業等と競合する可能性は現時点では少ない。基本的には、技術的な差別化が必要になる部分は極力日系企業の技術を用い、特別なノウハウが不要な要素については、適宜現地の事業者も使いながら事業を進めていくことで、経済性も備えた工業団地計画としていく予定である。

(7) 調査対象国内での事業実施地点の地図

プロジェクト地図



ハイフォンなど周辺含むクアンエン町マスタープラン(2006-2020年)

平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

ベトナム・日本式高度周産期医療センター建設事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
アイテック株式会社
清水建設株式会社
株式会社九電工

(1) プロジェクトの背景・必要性

(1)-1 背景

ベトナムでは急速かつ持続的な経済発展に並行し、保健指標は着実な改善を続けているものの、2025年までに人口が1億人を突破する事が予測されているなかで、その受け皿となる病床・機器及び保健医療人材の質的・量的充実が急務の課題となっている。

特に、地方部から都市部への人口流入により、都市部においては大幅な人口増加が見込まれている。周産期医療に関わる需給状況も、都市部におけるトップレファラルの病院では病床稼働率が常に100%を大幅に超える状態が続いており、深刻な社会問題となっている。これを背景として、感染対策やサービスの改善、地方病院に対する医療従事者の育成も後手に回っているほか、患者・新生児の取違いに代表される医療安全の確保も懸念され、まさに周産期医療に関わる病床の不足の解消と提供される医療サービスの質の向上は、ベトナム政府にとって喫緊のものとなっている。

(1)-2 必要性

ベトナム保健省による保健セクター開発5ヶ年計画2011-2015では、産科・癌科・小児科などの専門病院の強化を課題として挙げている。本計画を受け、2013年1月に首相府は産科を含む都市部専門病院の量及び質的拡充を目的に、第一段階として主要都市における専門病院を整備・拡充することを決定した（首相府決定 No. 92/QD-TTg）。

日本式周産期医療センター建設事業は、上述した首相府決定 No. 92/QD-TTg の達成に寄与すべく計画される。本プロジェクトでは、ベトナムの主要三大都市である、ハノイ・ダナン・ホーチミンにおいて日本式周産期医療センターの整備を行う。

本プロジェクトを実施した場合、都市部における産婦人科病院の混雑緩和はもちろん、適正なベッドコントロールを可能とすることで感染防止、取違い防止など医療安全の向上が期待できる。また、各実施機関に対する過負荷の緩和により、トップレファラル病院としての研修・研究機能が強化されることで中長期的には、ベトナムの周産期医療の質の向上が可能となる。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

(2)-1 プロジェクト実施のための組織体制

ハノイ・ダナン・ホーチミンに整備される日本式周産期医療センターの実施機関はそれぞれの地域のトップレファラル産婦人科病院となる。各サイトの責任機関及び実施機関を下表に示す。

図表 S-1 各サイトの責任機関・実施機関

サイト	責任機関	実施機関
ハノイ	保健省	国立産婦人科病院
ダナン	ダナン市人民委員会・保健局	ダナン市母子病院
ホーチミン	ホーチミン市人民委員会・保健局	ツーズー病院

出典：調査団作成

(2)-2 需要予測

各実施機関で求められる現時点での適正な病床数を、病院の病床稼働率から試算した。仮に病床稼働率の目標値を、病床コントロールの観点も含め90%(日本の医療施設における平均病床利用率は81.5%)と想定した場合、不足病床数は、国立産婦人科病院で318床、ダナン市母子病院で630床、ツーズー病院で614床と推計される。

将来推計人口と、出産可能年齢人口の推移からも、都市部の周産期関連病床は300床~600床の確保が必要と考えられる。今後、ベトナムにおいて民間部門による病院整備が進むことで、富裕層を中心とする医療需要の受皿確保を見込み、本プロジェクトでは各病院300床規模を想定する。

図表 S-2 実施機関での病床数と実患者数の比較

対象サイト	ハノイ	ダナン	ホーチミン
実施機関	国立産婦人科病院	ダナン市母子病院	ツーズー病院
病床数	700床	600床	1,200床
実入院患者数	1,015人	1,170人	1,694人
病床稼働率	135.5%	195%	141.1%
供給不足病床数 (病床稼働率90%)	318床	630床	614床

出典：各実施機関の統計を基に調査団作成

(2)-3 建設候補地

ハノイでは、ノイバイ空港近くに開発用地を確保している。現国立産婦人科病院からは、車で約30分程度の距離であり、既存病院との連携に問題はない。候補地はノイバイ空港へ向かう幹線道路に近接しており、アクセス及びインフラ整備状況にも問題はない。

ダナン及びホーチミンでは、既存病院と密に連携の取れる隣接地が候補地となっている。

図表 S-3 候補地

対象サイト	ハノイ	ダナン	ホーチミン
実施機関	国立産婦人科病院	ダナン市母子病院	ツーズー病院
候補地	ハノイ近郊	ダナン市母子病院に隣接する開発用地	ツーズー病院敷地内 現B/C棟
敷地面積	約4ha	約4.8ha	約2,300㎡(建築面積)
その他の候補地	バクニン省サイト ドンアンサイト	-	ビンチャイン郡サイト

出典：調査団作成

(3) プロジェクトの概要

(3)-1 プロジェクトの内容決定の基本方針

本プロジェクトは首相府決定 No. 92/QD-TTg に即し、日本式周産期医療センターの整備・導入によりベトナムの周産期医療が抱える課題の解決を図ることを目標としている。プロジェクトの基本方針を以下に示す。

① 日本式周産期医療センター整備によるトップレファラル機能の強化

各実施機関とも 300 床以上の病床不足となっており、過負荷によるトップレファラル機能の阻害が問題となっている。そこで、300 床の病院整備を行うことで、各実施機関のトップレファラル機能を強化する。

日本式周産期医療センターは各地域のトップレファラル産婦人科病院である実施機関によりハイリスク専門の 3 次医療施設として運用される。既存の病院は地域の医療需要を満たすための 2.5 次医療施設として運用される。

② 日本式病院運営モデルの導入による病院管理能力の向上

ベトナムでは近年、病院運営の強化が課題となっている。統計情報の不備により病院幹部は定量的に運営状態を把握することが困難である。病院運用・経営に資する統計情報の整備、クリニカルパス等診療プロセスの見直しにより、患者サービスの質向上とともに、効率良く医療を提供する体制を整備する。

③ 日本式施設・設備運用モデルの導入による安心・安全で信頼できる病院の構築

医療施設が本来の役割を過不足なく提供するには、日々の施設管理が重要となる。ベトナムの病院では、多くの施設で故障の放置やメンテナンス不備による機能障害が見受けられる。日本式の周産期医療センターが稼働率を損なわず運用するために、技術スタッフに求められる施設・設備運用研修を施す。また実現可能な保守管理計画を策定することで、病院稼働後の保守管理の品質向上を図る。

導入する設備計画に関しては、特に、安定・安全性に係る BCP 技術を導入する。

④ 医学医療の分野での技術支援・連携による診療の質の向上

日本は周産期医療に関し、世界に冠たる技術レベルを誇っている。日本の周産期医療のノウハウをベトナム医療機関と共有することは、ベトナムの周産期医療レベルを向上させる上で有用である。人材交流・技術交流を行うことで、診療の質を向上させるとともに、遠隔診断や二国間患者搬送等の直接的な医学・医療連携を導入する。

⑤ 地方医療にも応用可能な ICT 技術の導入

周産期医療においては、地域内のハイリスク妊産婦の管理が重要であることから ICT を利用した患者管理能力の強化は、周産期指標の改善に効果がある。遠隔診断など、地方・僻地医療にも応用可能な ICT 技術（Information Communication Technology：情報通信技術）を導入することで、より効率的なレファラルシステムを構築する。

(3)-2 設計手法

本プロジェクトにおいては施設整備のみではなく、その後の運用まで見据えソフト・ハードが一体となった日本式の医療施設パッケージを導入する。

ベトナムにおいては、病院運営に沿った医療施設設計は行われておらず、病院開院後に様々な運用上の課題が生じている。建築計画の前段階で、病院機能と運営計画を策定することで、整備後の運用及び経営に沿った医療施設を整備することが可能となる。

(3)-3 総事業費試算

総事業費の試算を下表に示す。総事業費は日本円にして約 104 億円（3 病院合計で約 311 億円）であり、うち約 94 億円が本体契約額、約 10 億円がコンサルタント費となる。本体契約額の 39%である約 36.7 億円を本邦技術費として見込んでいる。

図表 S-4 総事業費

項目	外貨 (千円)	内貨 (千 VND)	備考
事業費総計	13,896,000	3,488,265,000	
1. 本体契約額	10,890,000	3,488,265,000	
① 建設費 (一般)	1,800,000	2,259,900,000	
② 建設費 (先進技術)	1,500,000	0	
③ 医療機器費	4,500,000	911,250,000	
④ 情報システム費	2,100,000	0	
⑤ 予備費	990,000	317,115,000	①-④の 10%
2. コンサルタント費	3,006,000	0	
⑥ 病院運営研修	450,000	0	
⑦ 設計コンサル費	2,556,000	0	本体契約額の 10%

出典：調査団作成 (交換レート ¥1=202.5VND)

(3)-4 予備的な財務・経済分析

対象施設が経常収支の段階で毎年赤字となるため、FIRR の計算は困難であることから、財務分析においては「一般 ODA と比較して STEP の優位がなくなるのは代替品が平均約 α %安い時」という試算を行う。

また経済分析では、「本プロジェクトで建設される新周産期センターがなければ分娩数の増加需要に全く対応できない」との仮定から、逸失利益を算定し、財務分析で算定された公的支出の割引現在価値合計との比較により、本プロジェクトの経済的意義を示すこととする。

① ハノイにおける財務分析

以下に、ハノイにおける財務分析の結果を示す。

- ベトナム国の公的支出（運営開始後 20 年間の有償資金協力への元利金返済と資本関連の運営経費とを合算したもの：基準年 2020 年）の現在価値は一般 ODA で約 24 億 600 万円、STEP で約 22 億 3,600 万円と試算される。病院の経常収支に対する国等の補填も考慮すると公的支出の現在価値は一般 ODA で約 27 億 700 万円、STEP で約 25 億 3,700 万円と試算される。
- STEP でない場合に、積算の日本ポーションの部分が一定の割合だけ安い代替品に置き換わるとして、STEP の優位がなくなるのは代替品が平均約 18.5%安い時と試算される。
- 本案件の基本的な運営キャッシュフロー創出力は、参考とした国立産婦人科病院の経営を前提とする限り余剰資金を産み出せないために、20 年間の資本関連運営費用の現在価値の合計に対して全くカバーする余力はない。

② ダナンにおける財務分析

ダナンでは、ハノイ、ホーチミンと比較して収集できた財務情報が限定的であったため、粗い計算とならざるを得なかった。以下に、ダナンにおける財務分析の結果を示す。

- ベトナム国の公的支出（運営開始後 20 年間の有償資金協力への元利金返済と資本関連の運営経費とを合算したもの：基準年 2020 年）の現在価値は一般 ODA で 24 億 600 万円、STEP で 22 億 3,600 万円と試算される。
- STEP でない場合に、積算の日本ポーションの部分が一定の割合だけ安い代替品に置き換わるとして、STEP の優位がなくなるのは代替品が平均約 18.5%安い時と試算される。

③ ホーチミンにおける財務分析

以下に、ホーチミンにおける財務分析の結果を示す。

- ベトナム国の公的支出（運営開始後 20 年間の有償資金協力への元利金返済と資本関連の運営経費とを合算したもの：基準年 2020 年）の現在価値は一般 ODA で約 24 億 600 万円、STEP で約 22 億 3,600 万円と試算される。病院の経常収支に対する国等の補填も考慮すると公的支出の現在価値は一般 ODA で約 35 億 7,500 万円、STEP で約 34 億 500 万円と試算される。
- STEP でない場合に、積算の日本ポーションの部分が一定の割合だけ安い代替品に置き換わるとして、STEP の優位がなくなるのは代替品が平均約 18.5%安い時と試算される。
- 本案件の基本的な運営キャッシュフロー創出力は、参考としたツーズー病院の経営を前提とする限り余剰資金を産み出せないために、20 年間の資本関連運営費用の現在価値の合計に対して全くカバーする余力はない。

④ 経済分析

本経済分析においては、増加する予想分娩需要を既存のベトナム都市部の周産期医療供給体制では全くまかなえないと仮定し、その人的損失（=逸失利益）と財務分析で求めたベトナム国の公的支出の割引現在価値合計とを比較する。なお、経済分析では STEP のケースのみを考える。分析結果は下表の通りである。

図表 S-5 各都市の経済分析結果

項目	ハノイ	ダナン	ホーチミン
経済的便益（億円）	約 96.2	約 27.4	約 324.0
公的支出の現在価値合計（億円）	約 25.4	約 22.4	約 34.1
差引（億円）	約 70.8	約 5.0	約 289.9

出典：調査団作成（交換レート 1円=202.5VND）

図表 S-5 より、ハノイ・ダナン・ホーチミンすべてのケースにおいて、経済的便益は公的支出の現在価値合計を大幅に上回っている。ハノイにおいては対象分娩数を約 1/3 としても、ホーチミンでは対象分娩数を約 1/9 として計算しても¹、公的支出の現在価値合計を上回ることが示された。

(3)-5 環境社会的側面の検討

本プロジェクトにおける環境社会的側面の検討を、以下の内容・要領で行った。

- ハノイ、ダナン、ホーチミンの 3 サイトの建設候補地について視察調査を行い、それぞれのサイトの自然環境影響・社会環境影響についての現状を洗い出す。
- 視察調査から得た情報・問題点を元に、JBIC の「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」及び JICA の「環境社会配慮ガイドラインの環境」の中の関係する項目に照らし合わせて、本プロジェクトを実施するにあたって、想定される環境・社会影響の特定及びその回避・緩和策を抽出する。さらに、環境チェックリストの項目表に従い、次段の調査で必要となるポイントを検討する。
- ベトナムにおける本プロジェクトに関連する環境法令及び EIA の手続・手順を把握する。
- 本プロジェクト実施までに、当該国実施機関が準備しなくてはならない項目を抽出する。

以上により、本プロジェクトを実施する場合、自然環境及び社会環境に対し、多大な負の影響を及ぼすものではないと判断され、むしろ本プロジェクトにより、必要とされている医療ニーズの充足、さらにより良い医療サービス及び施設の提供が可能になることから、社会的な利益は大きいと考えられる。

¹ 図表 S-5 において、 $96.2/25.4 \div 3.7$ 、 $324.0/34.1 \div 9.5$ より。

(4) 実施スケジュール

プロジェクトの実実施スケジュールを下に示す。今回調査の終了を起点として、64ヶ月後の開院を目指す。

図表 S-6 実施スケジュール

全体行進表																																																																																				
年	1年目							2年目							3年目							4年目							5年目							6年目							7年目																																									
	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7	2	3	4	5	6	7																																				
(カ月)	6						12						18						24						30						36						42						48						54						60						66						72						78						84					
ベトナム側FS(4ヶ月)	←→																																																																																			
要請書	★																																																																																			
日本側FS(12ヶ月)	←→																																																																																			
政府間協議(12ヶ月)	←→																																																																																			
EN締結	★																																																																																			
LA締結	★																																																																																			
コンサルタントの選定(6ヶ月)	←→																																																																																			
実施設計(12ヶ月)	←→																																																																																			
入札関連(12ヶ月)	←→																																																																																			
建設工事(20ヶ月)	←→																																																																																			
施設・設備維持管理指導・研修(4ヶ月)	←→																																																																																			
機材調達・振付・維持管理指導・研修(16ヶ月)	←→																																																																																			
開院	★																																																																																			
採用調整(30ヶ月)	←→																																																																																			
病院運営研修(12ヶ月)	←→																																																																																			
瑕疵保証期間(12ヶ月)	←→																																																																																			
MOH 敷地整備(12ヶ月)	←→																																																																																			

出典：調査団作成

(5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

本プロジェクトの円借款要請の責任部局は計画投資省であり、実施の責任部局は保健省計画投資局である。本調査の中で、これらの部局に対して案件の説明を行い、案件実施・円借款要請について、各関係部局より実現に向け前向きに取り組むという方針を確認した。

本プロジェクトの上位政策である首相府決定 No. 92/QD-TTg では、実行予算として ODA 資金も見込んでおり、母子保健を担当する保健省副大臣も本プロジェクトにおいて日本の ODA 資金の活用を期待している。各関連部局は本プロジェクトを通じて、日本式の病院モデルを導入したいと考えており、STEP 方式採用について疑義はない。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

当該プロジェクトの対象としている周産期医療について、下表に示すように我が国は国際指標において世界でトップの実績を誇る。

図表 S-7 我が国の周産期医療に係る指標の国際比較

	日本	米国	ドイツ	ベトナム
人口(万人)	12,650	31,309	8,216	8,879
出生数(万人)	107	432	70	146
粗出生率(対人口1,000)	8	14	9	16
NMR(対出生1,000)	1	4	2	12
IMR(乳児千人当たり)	2	6	3	17
U5MR(千人当たり)	3	8	4	22
MMR(新生児出産10万件あたり)	5	13	-	59

出典：UNICEF「世界子供白書2013」

我が国の周産期医療の実績は、国民皆保険や母子手帳などをはじめとする制度面による取組みが大幅な改善の根底である事は勿論、ハイリスク分娩や新生児医療における、高度な技術力や専門他科との連携など、集学的なアプローチが進んだ事も要因として挙げられる。こうした要因を背景に、周産期医療に対する日本のプレゼンスは世界の中でも高く、特に制度、運用、技術などのソフト面において、病院の稼働後も見据えた、長期に渡る我が国による協力関係構築が得やすい分野とも言える。

施設面では、地震に代表される度重なる災害時の経験を踏まえ、BCPの観点から病院には多様な省エネルギー技術やノウハウが取り入れられており、未だ脆弱なベトナムのインフラ事情に鑑みて、我が国にはこうしたトップレファラルの病院として医療の安定性、安全性に貢献できる施設・設備技術やノウハウは多く存在する。新エネルギー・省エネルギー分野の個別技術は世界トップクラスであり、新・省エネルギー技術と災害対策の融合といった視点では、我が国の技術・経験・ノウハウは他国と比べても高い競争力を有する。

医療機器に関して、我が国の技術は、欧米諸国のそれと比較しても同等、又は分野によっては同等以上の実績を有する。周産期医療施設で最も高い頻度で使われる超音波診断装置をはじめ、CT・MRIなどの画像診断分野を例に見ると、全世界的なシェアは欧米企業と並ぶ上位に位置づけられている。こうしたシェアは地域性があり、ベトナムをはじめとする東南アジア地域に対しては、各機器分野の貿易規模において我が国は他国と比べて高いシェアを有する。

図表 S-8 主要医療機器の対ベトナム輸出実績

	1位		2位		3位	
走査型超音波診断装置	日本	38.5%	韓国	27.6%	米国	15.0%
CT	日本	41.0%	中国	21.8%	米国	13.2%
MRI	日本	30.1%	ドイツ	25.8%	中国	25.2%
心電計	日本	46.0%	中国	23.3%	米国	13.4%

出典：JETRO「世界の医療機器市場」

今回の対象でもある、ハノイの国立産婦人科病院では、過去に我が国の ODA（無償資金協力）で納入された医療機器が要所で活用されている。国立産婦人科病院など、今回のカウンターパートが日本製の医療機器に使い馴れしている事は、本事業の実施において日本製品受注の大きな後押しとなる。

(7) 案件実現までの具体的スケジュールおよび実現を阻むリスク

本プロジェクト実現に向けて必要と考えられる措置は、第一に、円借款の要請に向けたベトナム側関連機関への働きかけである。今回調査終了後には、国立産婦人科病院の主導により、各実施機関において、今回調査の報告書を基に事業化調査（ベトナム側 FS）が行われる。その後各実施機関よりプロジェクトの実現に向けた要請がそれぞれの責任機関に対して提出される予定である。ベトナム側事業化調査は保健省により取りまとめられたのち計画投資省に提出される。円借款の要請には、計画投資省のロングリスト及びショートリストにリストアップされなければならない。

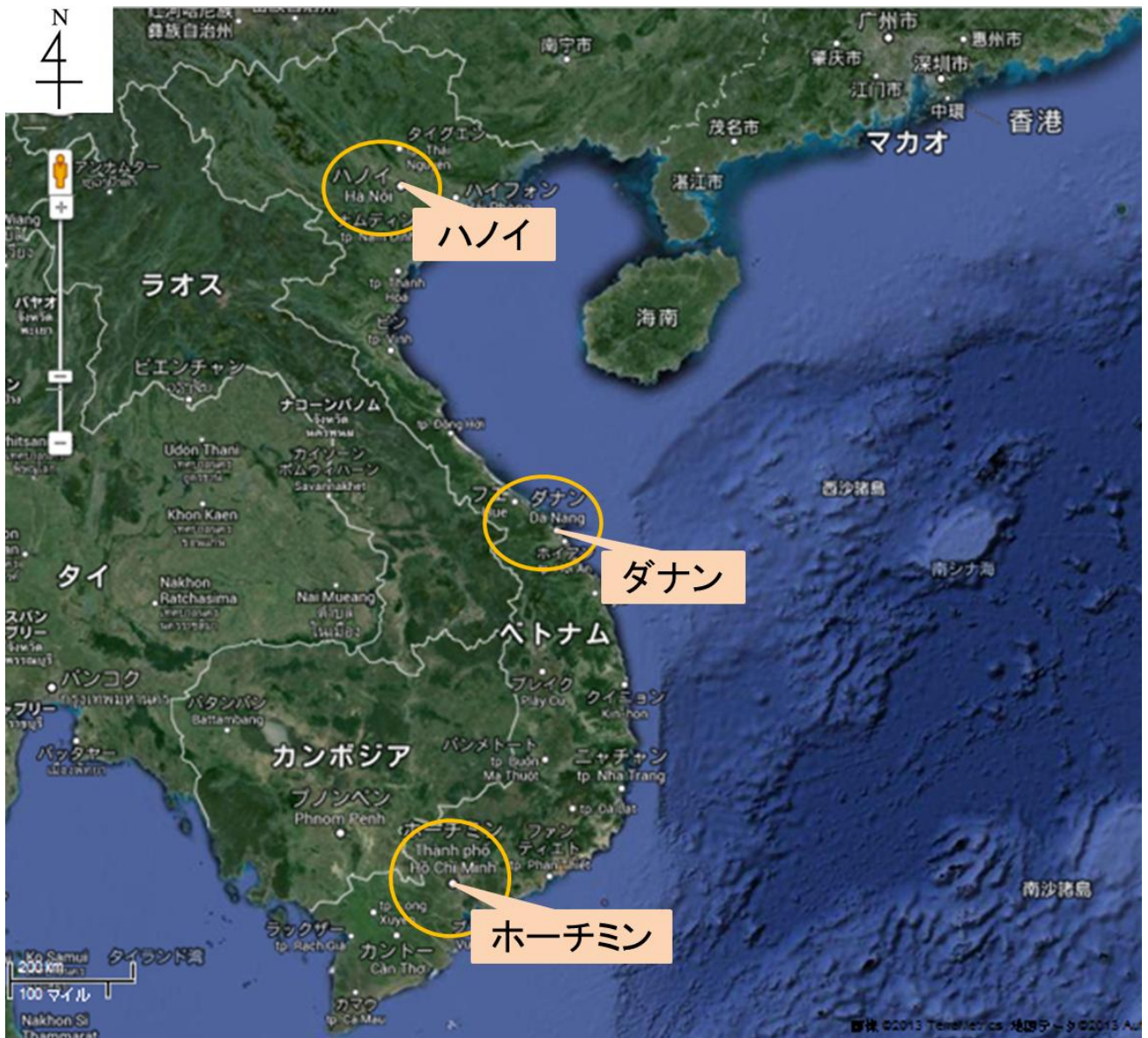
今回調査終了後も調査団は引き続き、円借款要請の実現に向けて、ベトナム側関係官庁及び、日本側関係官庁に対して働きかけを行う予定である。

実現を阻むリスクとして、近年ベトナムに対する借款が増加していることを計画投資省は懸念しており、本プロジェクトを構成するコンポーネントの切り分けも検討する必要がある。保健省との協議により、コンポーネントを切り分ける際には、ハノイサイト、ホーチミンサイト、ダナンサイトの順に事業化を行うという方針を確認した。

懸念材料として、本プロジェクトの形成に時間がかかる場合、現在の候補地を各実施機関が確保し続けることが難しくなることが挙げられる。このため早期のプロジェクト実施が望まれる。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図表 S-9 プロジェクト地図



出典：Google Map をもとに調査団にて作成

平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

ベトナム・ハイフォン新市街地幹線橋梁建設事業調査

報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：

株 式 会 社 長 大
株 式 会 社 IHI インフラシステム
三 菱 商 事 株 式 会 社
新 日 鐵 住 金 株 式 会 社

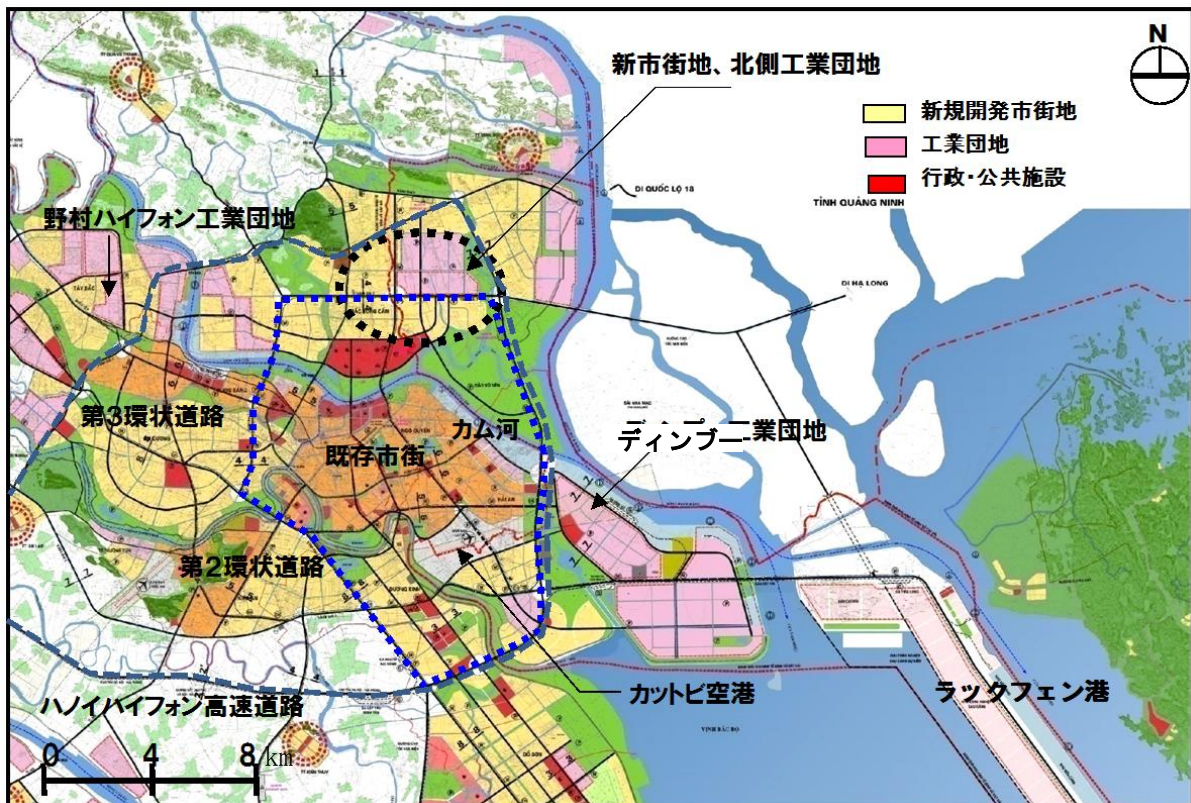
(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) プロジェクトの背景

ベトナム社会主義共和国(Socialist Republic of Vietnam、以下「ベ」国)では、1986年に提起されたスローガンであるドイモイ(注:「刷新」の意)の成果が、1989年頃より徐々に上がり始め、1995年～1996年には9%台の高い経済成長を続けた。しかし、アジア経済危機の影響を受け、1999年の成長率は4.8%にまで低下したが、その後成長率は改善し、2010年には6.8%と危機前の水準に回復した。2011年には、政府がインフレ抑制のため金融引き締め政策をとったことが影響し、再び5.9%と鈍化の傾向を示した。続く2012年のベトナムの実質国内総生産(Gross Domestic Product、以下GDP)成長率も5.0%と低い水準である一方、消費者物価指数は年平均で9.2%の上昇に留まったものの、為替レートは対ドルで20,800(ベトナムドン(Vietnamese Don、以下VND) / 米ドル(U.S. Dollar、以下USD))台を維持するなど、マクロ経済は安定している。また、貿易収支は、19年ぶりに黒字に転換した。

ハイフォン市は「ベ」国北部に位置し、首都ハノイ(Ha Noi)から東側に約100Km離れた港湾都市であり、ホーチミン(Ho Chi Minh)市、ハノイ市、ダナン(Da Nang)市、カントー(Can Tho)市と並ぶ中央直轄市の一つである。現在のハイフォン市は、カム(Cam)河の南側で市街地を形成しているが、北側への開発を含むハイフォン市都市マスタープラン(Amendment of Haiphong Construction Master Plan to 2025 and Vision to 2050、2009年9月首相府承認)に基づき、2025年を目標として、科学技術に立脚する近代工業都市を目指し都市開発を進めている。

図 要-1 ハイフォン市マスタープラン



出典:ハイフォン市マスタープラン

2) プロジェクトの必要性

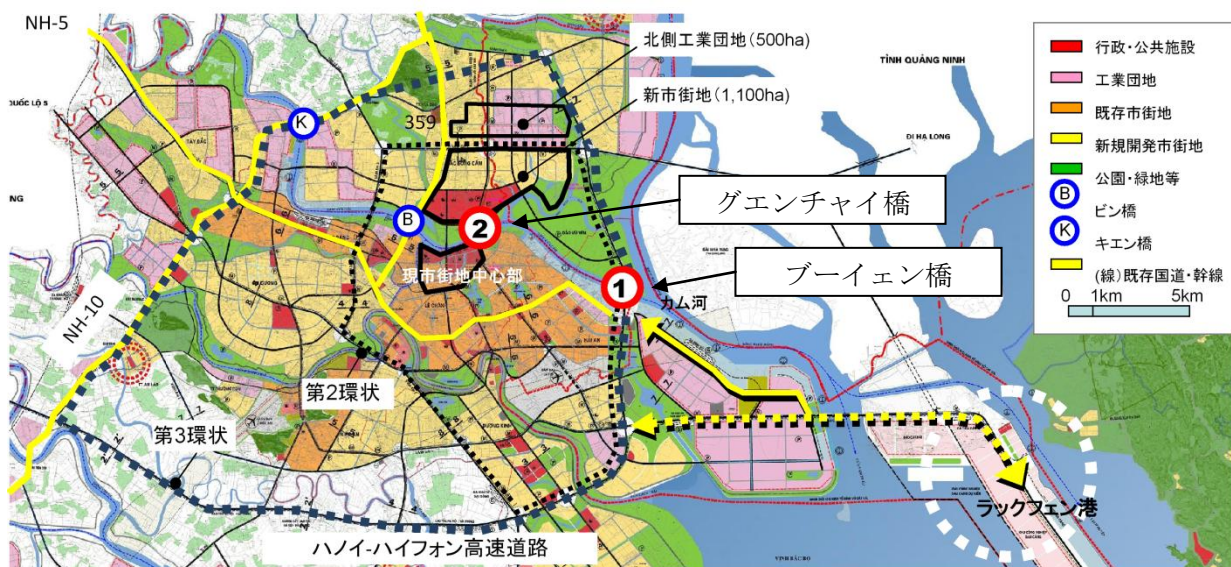
このハイフォン市マスタープランにおける具体的内容としては、ディンブー(Dinh Vu)港、ラックフェン港への機能移転を行う港湾開発、カム河の北地域に新市街を造成し、合わせて官庁街を移転する都市開発、既存の野村ハイフォン工業団地に加え、ディンブー地区、カム河北側地区に大規模な工業団地を造成、ハノイ-ハイフォン高速道路、第2、第3環状道路に代表される道路網の形成、カットビ空港の国際化および、ティエンラン(Tien Lang)空港の新設など輸送手段の多様化などが含まれる。

中でもカム河北側地区の新市街地および北側工業団地においては、アクセス機能を確保するために環状道路・都市幹線道路が計画されており、これにより約20万人の昼間人口を持つ新市街地ならびに移転する新ハイフォン官庁街と現市街地の連携を確保することが重要である。さらに、日本国政府開発援助(Official Development Assistance、以下 ODA)(特別円借款)で建設が進められるラックフェン港へのアクセス向上を図ることができれば、日本国企業の参画する都市開発の推進、工業団地の誘致・機能拡大が期待でき、先行する海、空また河川インフラ整備と合わせ、より一層の経済発展を達成させるものと期待できる。

本プロジェクトは、旧市街と新市街を直結(カム河を渡河)するグエンチャイ(Nguyen Trai)橋と、第2、第3環状道路の一部を形成し、環状道路東側でカム河を渡河するブーイエン(Vu Yen)橋を計画するものである(図-要2)が、本プロジェクトが実施されない場合、新市街地と現市街地の間のカム河を渡河する幹線道路は、日本国 ODA で 2005 年に完成したビン橋(斜張橋・4車線)と 2003年に完成したキエン橋(円借款、斜張橋、2車線)のみとなり、増加する車輛交通に対し、2025年時点で現状の倍以上の交通量が見込まれ、都市機能面で深刻な停滞を及ぼすこととなる。

渡河橋の不足による交通渋滞は、新たな工業団地の大半を埋める日系企業へ通勤する日本人、および現地労働者の生活へも影響し、物流・生産性の低下などの経済損失となり得るため、通勤交通網の確保やラックフェン港への物流を目的とするブーイエン橋やグエンチャイ橋の計画は重要なものとなる。

図-要2 ブーイエン橋、グエンチャイ橋架橋位置図



出典:ハイフォン市マスタープラン

写-要-1 は、ベトナム・シンガポール工業団地の運営会社(Vietnam Singapore Industrial Parks、以下 VSIP)の事務所に置かれた北側新市街地の模型である。写-要 2、3 に架橋位置を示す。また、写-要 4 にブーイエン橋南側取付け道路(ハノイ-ハイフォン高速道路)の施工状況を示す。

写-要 1 北側新市街地模型



出典：調査団撮影

写-要 2 グエンチャイ橋架橋位置



出典：調査団撮影

写-要 3 ブーイエン橋架橋位置



出典：調査団撮影

写-要 4 ハノイ-ハイフォン高速道路 施工状況



出典：調査団撮影

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) プロジェクトの範囲

対象橋梁であるブーイエン橋とグエンチャイ橋は、2009年に「ベ」国首相府より承認されたハイフォン市都市開発マスタープラン「Amendment of Haiphong Construction Master plan to 2025 and Vision to 2050」にてハイフォン市環状道路計画の重要施設ならびに新市街地開発への主要路線として位置づけられている。ブーイエン橋に関しては、2012年にハイフォン市交通局が調査報告書^{注1)}を作成しており、またグエンチャイ橋に関しては、2013年VSIPがシンガポールのコンサルタントであるエイコム(AECOM Singapore Pte. Ltd.、以下AECOM)に委託して調査報告書^{注2)}を作成している。各報告書に示されているプロジェクトの位置は、以下の通りである。

ブーイエン橋： ハイフォン市の第2環状道路、第3環状道路の重複区間においてカム河を渡河(斜張橋 L=640m(中央支間300m)・アプローチ橋 L=785+800m(計1,585m))

グエンチャイ橋： ハイフォン市の新市街地・新官庁街・北側工業団地と、現市街地、カットビ空港を直結（斜張橋 L=630m(中央支間 290m)・アプローチ橋 L=240m×2(計 480m)）

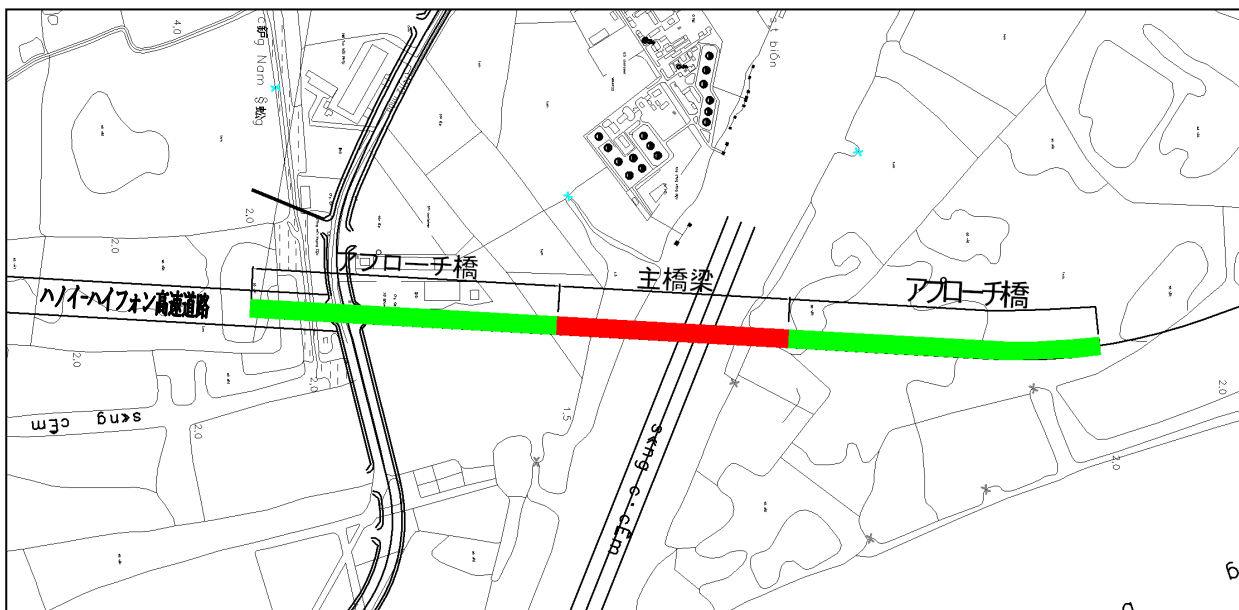
また、各プロジェクトは下記の要素で構成されている。

- 取付道路
- 主橋（斜張橋）
- アプローチ橋

ハイフォン市都市開発マスタープランで計画された架橋位置は妥当と考えられたため、ブーイエン橋とグエンチャイ橋の架橋位置はマスタープランと同一とし、プロジェクトの範囲は、渡河部である主橋梁と、兩岸にある既存あるいは計画道路へ接続するアプローチ橋を今回の調査対象とした。

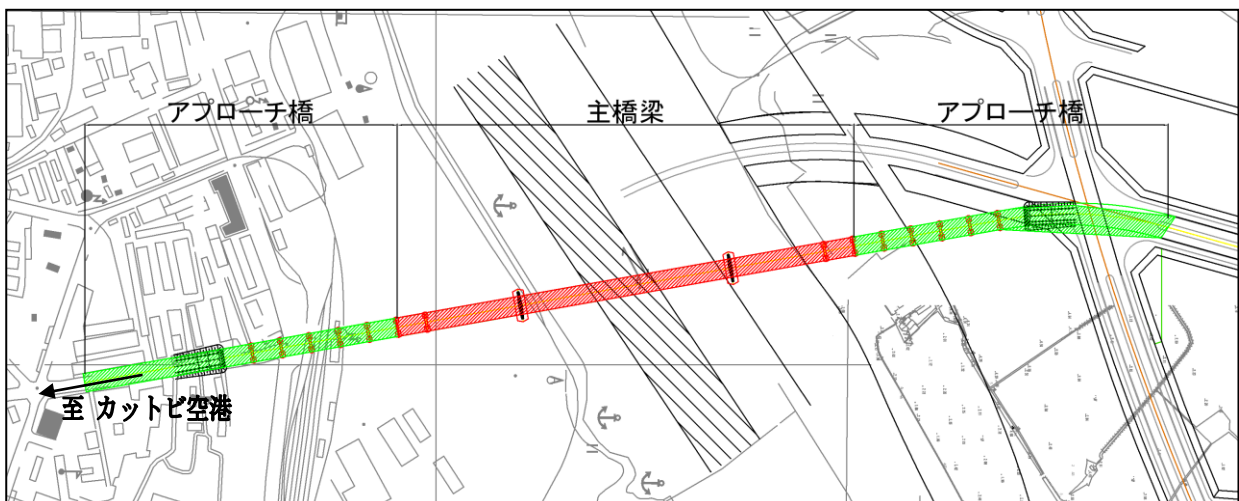
図 要-3、図 要-4 にて各プロジェクトの範囲を示す。

図 要-3 プロジェクトの範囲(ブーイエン橋)



出典：調査団作成

図 要-4 プロジェクトの範囲(グエンチャイ橋)



出典：調査団作成

2) 道路・橋梁規格と幅員構成

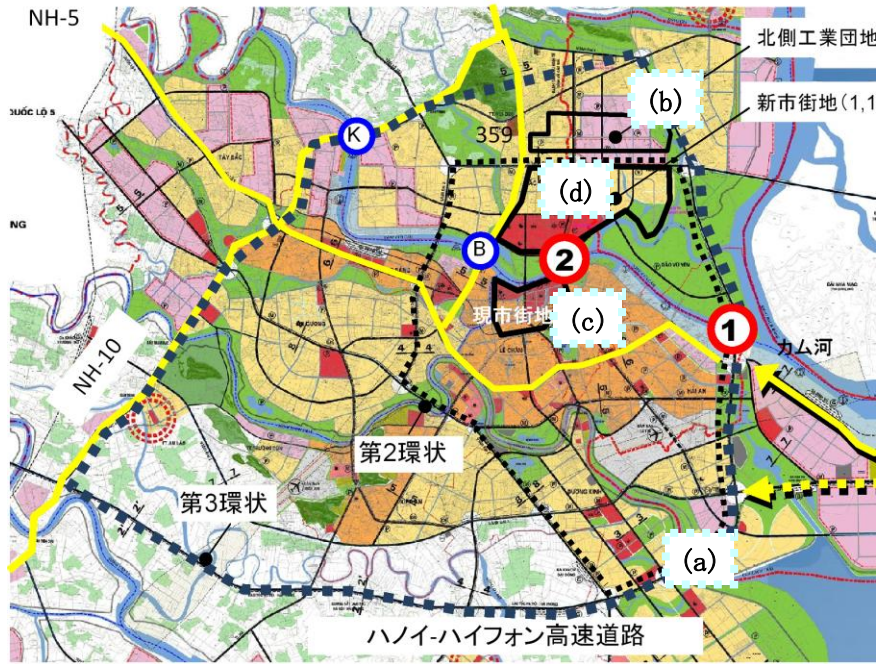
a) 道路規格・設計速度

- 道路基準 TCVN 4054: 2005 (Highway-Specifications for Design)
- 設計速度 V=100km/h

b) 道路幅員構成

橋梁及びアプローチ道路と接続する道路標準横断面図を以下に示す。

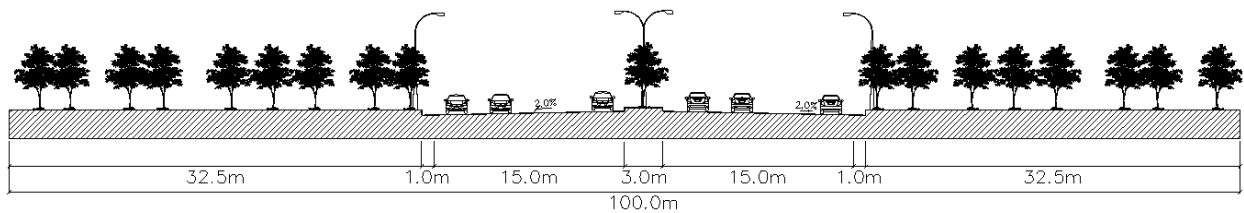
図 要-5 取付道路位置図及び道路標準横断面図



出典：ハイフォン市マスタープラン

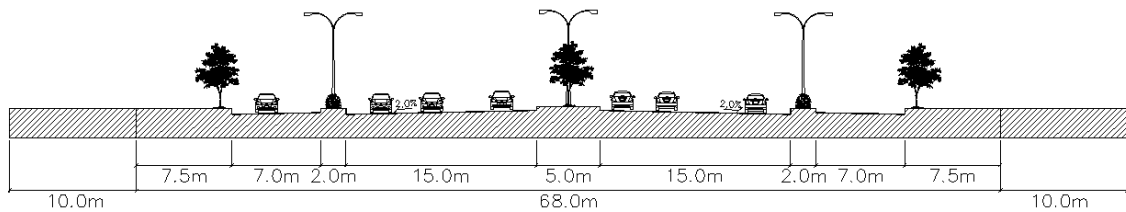
b)-1. ブーイエン橋

図 要-6 南側道路断面図(図 要-5 の(a))



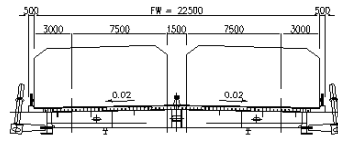
出典：DOC より受領

図 要-7 北側道路断面図(図 要-5 の(b))



出典：DOC より受領

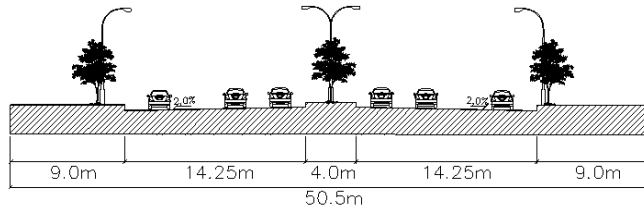
図 要-8 橋梁部道路断面図



出典：調査団作成

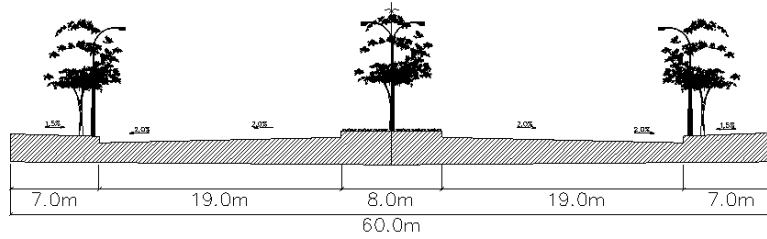
b)-2. グエンチャイ橋

図 要-9 南側道路断面図(図 要-5 の(c))



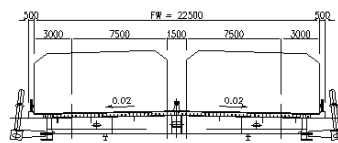
出典：調査団作成

図 要-10 北側道路断面図(図 要-5 の(d))



出典：DOC より受領

図 要-11 橋梁部道路断面図



出典：DOC より受領

3) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

a) 交通需要予測

ハイフォン市では、今後、ラックフェン港の整備、カム河北側の都市開発などのプロジェクトに伴う経済発展により、大幅な人口増加が予想され、特にカム河北側地区における都市部の人口は、1.6万人(2009年)から25.1万人(2025年)と24万人近く増加する計画となっている。これにより、カム河の既存の2橋(キエン橋、ビン橋)では慢性的な交通渋滞が発生するものと考えられ、地域住民の日常活動、企業の物流活動へ大きな支障を及ぼすことが懸念される。

本調査では、グエンチャイ橋とプーエン橋の整備必要性と、整備効果(経済分析に必要な便益算出含む)の評価を行うための交通需要予測を行った。

ハイフォン市において 2009 年に承認された都市開発マスタープランでは、現況(2004)の交通調査結果に基づいた交通需要予測が行われており、将来(自動車の)起終点(Origin Destination、以下 OD)表(2020、2030)と将来ネットワークが作成されている。本調査では、上記のデータを使用した 2020 年と 2030 年の 2 年次を対象とし、両橋とも整備あり・整備なし、片方の橋梁のみ整備ありの状況を想定したネットワーク条件下における将来交通需要予測を行った。

交通需要予測の結果、2020 年ではグエンチャイ橋とブーイエン橋が未整備の場合、既存 2 橋(キエン橋、ビン橋)の交通量は現状の倍以上となり、円滑な交通処理は困難であることが示された。一方で、両橋が整備された場合、渡河交通需要が 4 橋によってバランス良く分担される結果となった。また、2030 年の予測結果では、ハイフォン市全体の OD 需要の伸びにより渡河交通需要が約 1.6 倍となっているため、各橋の交通負荷が大きく増大し、全 4 橋が整備された場合においても円滑な交通処理が困難な結果となった。

以上のことから、ラックフェン港の整備、カム河北側の都市開発のプロジェクトが完成するまでにグエンチャイ橋とブーイエン橋の 2 橋を早急に整備する必要があり、その後、マスタープランでも計画されている他の 4 橋(トンネル含む)についても着実な整備が必要となることが分かった。

また、ベトナム道路基準に基づき 2020 年におけるグエンチャイ橋とブーイエン橋の必要車線数は 4 車線であることを確認した。

b) 自然条件

b)-1. 地形・地質

架橋地周辺地盤は、マングローブ湿原による自然生成低平地が形成されており、カム河沿いの地質は、表層から GL-30m まで、軟弱な粘土が厚く堆積している。

このような低平地の地盤は、潮の干満や波浪の影響を強く受けることで、①地下水位の変動に伴う間隙水圧の変化・繰り返し、②流水・波浪による侵食、③浸透・水侵による軟化、④塩分の溶脱・沈積、及び⑤乾燥による収縮・硬化、などの現象を受ける傾向にある。

従って、架橋周辺地盤における基礎の設計においては、上記①～⑤を念頭におき計画を行う必要がある。

b)-2. 地震

構造物の耐震設計は、ベトナム基準 (SPECIFICATION BRIDGE DESIGN 22 TCN-272-05) に従い Seismic zone3 として、同基準により、地盤の弾性速度に応じた係数、構造物別の減衰特性を考慮し算定する。

b)-3. 航路条件

本プロジェクト計画地は、港湾局との打合せにより以下の航路条件が要求されている。また、グエンチャイ橋の航路高さについて、ホアンデュー埠頭(Hoang Dieu Harbor、グエンチャイ橋上流側に位置する)の機能は 2025 年以降、カム河下流へと移転するが、その後、既存の埠頭は観光客船・海外軍艦埠頭として計画されているので十分に注意し検討すべきとの趣旨のレター (No. 1522/CVHHP-PC dated in November 29th, 2013、添付資料-3)を受けている。本報告書におけるグエンチャイ橋の航路高さは、経済性・利便性・都市計画との整合性に配慮し、航路高さを 25m にした場合について検討を行ったが、航路高が 45m を採用した場合についても検討結果を示すものとした。

表-要1 本プロジェクトにおける航路条件

橋梁名	ブーイェン橋	グエンチャイ橋
対象船舶*1	20,000DWT	20,000DWT (5,000DWT)
航路高さ(H) *2	Hmax5%(+1.75m)+45.0m	Hmax5%(+1.14m)+45.0m (25.0m)
航路幅(B)	80m	80m

*1:協力準備調査実施時には、港移転遅延や港湾跡地の利用による船舶交通条件を調査する必要がある。HPPCは10,000DWT~15,000DWT船舶に対する航路高として、H=30~35mを採用するケースについても可能性を示唆している。

*2:ブーイェン橋及びグエンチャイ橋の水位は、それぞれビン橋、バクダン橋*3の水位を採用している。

*3:クアンニン省で計画されているハロン-ハイフォン道路(正式名:「ハロン市をハノイ-ハイフォン高速道路に接続する道路」)、全長約25kmに建設される橋梁である。

出典:調査団作成

b)-4. 上空制限

ブーイェン橋は、カットビ空港の水平表面内に位置することから上空制限は45mとなるが、同様の制限を受けながらもすでに承認を得ているバクダン橋の上空制限95mを採用する。また、グエンチャイ橋は空港からの距離が7,000m以上となるため、橋梁計画に大きな影響はない。

b)-5. その他の条件

現地にて収集した資料(気候・気象、河川状況、風速)を考慮して調査を実施した。

4) 技術的手法の検討

a) 橋種と支間割

a)-1. 主橋梁部橋種選定

カム河を渡河する主橋梁部を対象に考えられる橋梁形式を挙げ、本橋の橋梁形式案として最も適切な案を選定する。

中央径間長は、航路幅(W=80m)、基礎工規模、側方余裕を考慮してブーイェン橋300m以上、グエンチャイ橋290m以上とする。

なお、考えられる橋梁形式として既存の調査報告書で提案されている斜張橋形式のほか、構造高を低くでき、上空制限条件に有利なアーチ橋および自定式吊橋を比較対象形式にするものとした。

第1案 斜張橋

第2案 アーチ橋

第3案 自定式吊橋

橋梁形式の比較結果を表-要2、3に示すが、比較の結果、主橋梁部の橋梁形式として、経済性、維持管理性に優れる斜張橋を選定した。

表-要2 主橋形式の比較検討(ブーイェン橋)

	橋梁形式	評価
第1案	<p>斜張橋 【推奨案】</p>	<p>経済性 1.00 (上部工 ¥288,033 円/m²、下部工 ¥187,367 円/m²)</p> <p>構造的性 2 主鉄桁を用いた鋼・コンクリート合成斜張橋であり、塔・床版はコンクリート製である。標準支間長は130mから450mであり、構造的に問題ない。</p> <p>施工性 架設工法は、キャンチレバー工法とし、施工中の河川通行阻害を最小限に抑える事が出来る。</p> <p>維持管理 長期防錆塗装(フッ素系)を採用する。塗装の場合、部分補修塗りを行えば20年から30年の塗装寿命が見込めるが、塗り替え塗装が必要である。塗り替え塗装は、検査車を使用して行うことが出来る。</p>
第2案	<p>アーチ橋</p>	<p>経済性 1.20 (上部工 ¥573,840 円/m²、下部工 ¥335,446 円/m²)</p> <p>構造的性 アーチ橋は、剛性が高く、断面効率に優れる構造特性を有する。長大アーチ橋では、水平力が大きくなり、タイドアーチ形式を選定する。標準支間長は、50m~120mであり、日本の実績として大三島橋(297m)がある。</p> <p>施工性 架設工法は、大ブロック架設工法となり、河川管理者との調整が必要になる。</p> <p>維持管理 防錆方法は、第1案と同様、長期防錆塗装とする。塗り替え塗装は、アーチ部分に足場が必要となり、施工中に通行制限など行う必要がある。</p>
第3案	<p>自定式吊橋</p>	<p>経済性 1.35 (上部工 ¥548,306 円/m²、下部工 ¥217,027 円/m²)</p> <p>構造的性 アンカレッジを用いず桁の両端でケーブルを固定する形式。橋桁に大きな圧縮力が働く。吊橋の標準支間は、150mから2000mであり、構造的に問題ない。</p> <p>施工性 桁を支保工で支える必要があり、施工中は河川通行に与える影響が大きい。</p> <p>維持管理 防錆方法は、第1案と同様、長期防錆塗装とする。鋼床版箱桁であるため、塗り替え塗装は、桁内面も実施する必要がある。</p>

※経済性は、斜張橋を1.0とした場合の全体工事費を表している。

出典：調査団作成

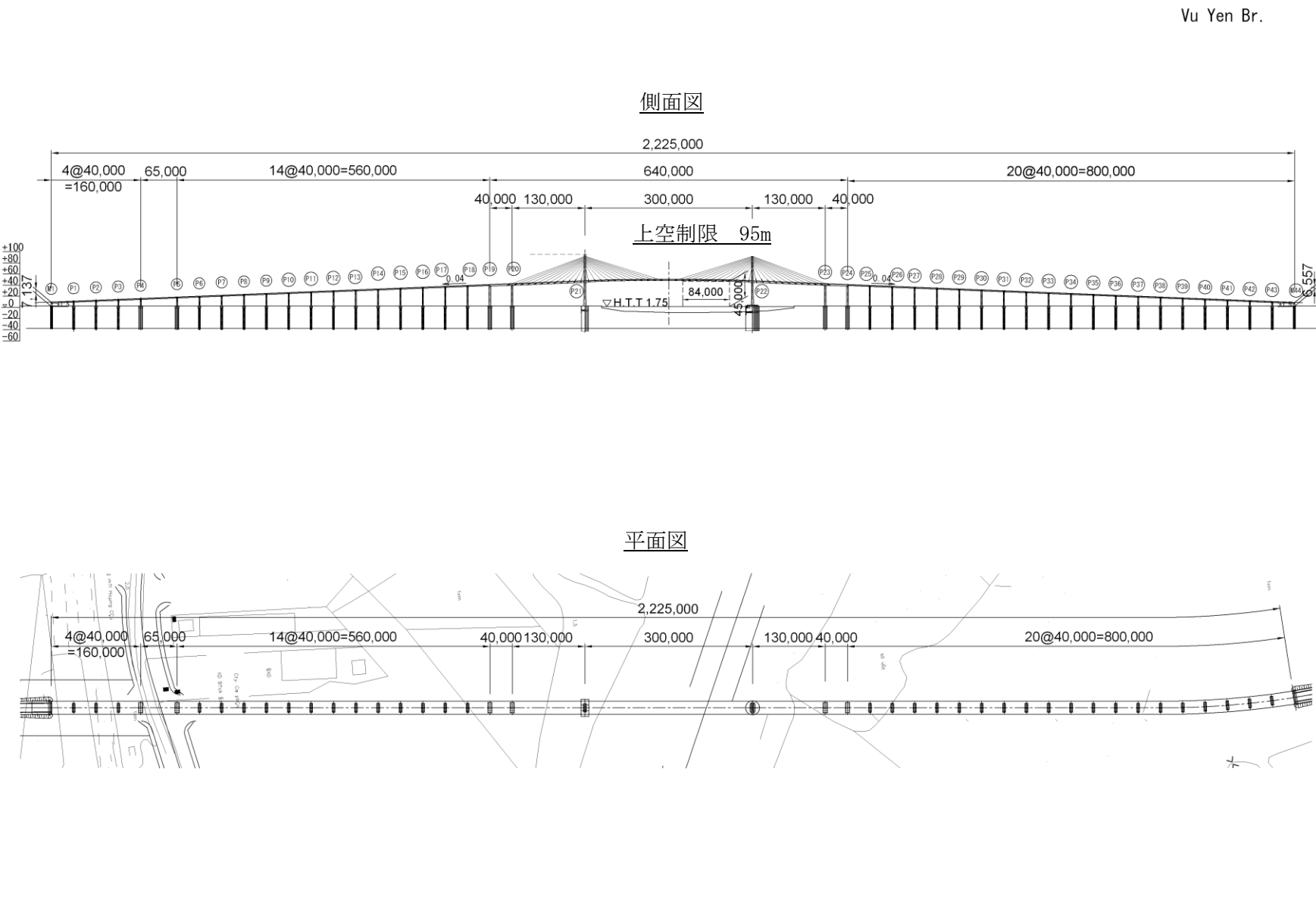
表-要3 主橋形式の比較検討(グエンチャイ橋)

	橋梁形式	評価
第1案	<p>斜張橋 【推奨案】</p>	<p>経済性 1.00 (上部工 ¥288,681 円/m²、下部工 ¥135,920 円/m²)</p> <p>構造的性 2 主鉄桁を用いた鋼・コンクリート合成斜張橋であり、塔・床版はコンクリート製である。標準支間長は130mから450mであり、構造的に問題ない。</p> <p>施工性 架設工法は、キャンチレバー工法とし、施工中の河川通行阻害を最小限に抑える事が出来る。</p> <p>維持管理 長期防錆塗装(フッ素系)を採用する。塗装の場合、部分補修塗りを行えば20年から30年の塗装寿命が見込めるが、塗り替え塗装が必要である。塗り替え塗装は、検査車を使用して行うことが出来る。</p>
第2案	<p>アーチ橋</p>	<p>経済性 1.20 (上部工 ¥560,880 円/m²、下部工 ¥256,634 円/m²)</p> <p>構造的性 アーチ橋は、剛性が高く、断面効率に優れる構造特性を有する。長大アーチ橋では、水平力が大きくなり、タイドアーチ形式を選定する。標準支間長は、50m~120mであり、日本の実績として大三島橋(297m)がある。</p> <p>施工性 架設工法は、大ブロック架設工法となり、河川管理者との調整が必要になる。</p> <p>維持管理 防錆方法は、第1案と同様、長期防錆塗装とする。塗り替え塗装は、アーチ部分に足場が必要となり、施工中に通行制限など行う必要がある。</p>
第3案	<p>自定式吊橋</p>	<p>経済性 1.35 (上部工 ¥526,562 円/m²、下部工 ¥157,774 円/m²)</p> <p>構造的性 アンカレッジを用いず桁の両端でケーブルを固定する形式。橋桁に大きな圧縮力が働く。吊橋の標準支間は、150mから2000mであり、構造的に問題ない。</p> <p>施工性 桁を支保工で支える必要があり、施工中は河川通行に与える影響が大きい</p> <p>維持管理 防錆方法は、第1案と同様、長期防錆塗装とする。鋼床版箱桁であるため、塗り替え塗装は、桁内面も実施する必要がある。</p>

※経済性は、斜張橋を1.0とした場合の全体工事費を表している。

出典：調査団作成

図-要 12 ブーイン橋 橋梁一般図

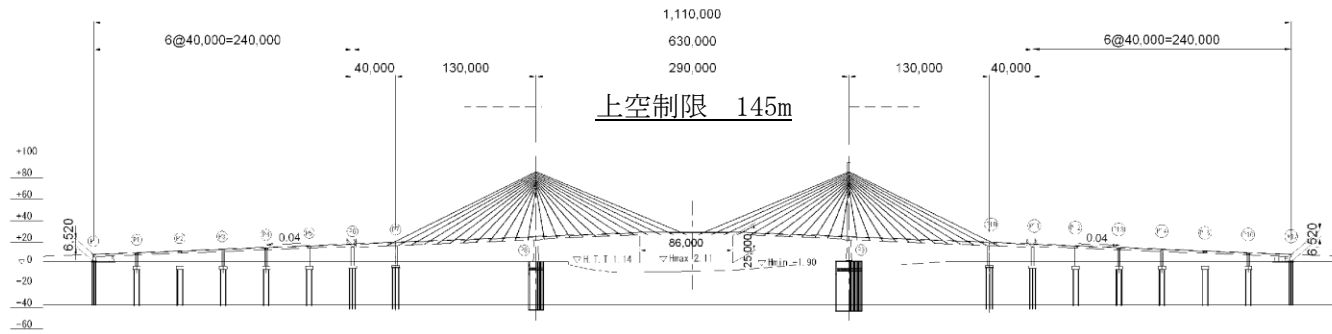


出典：調査団作成

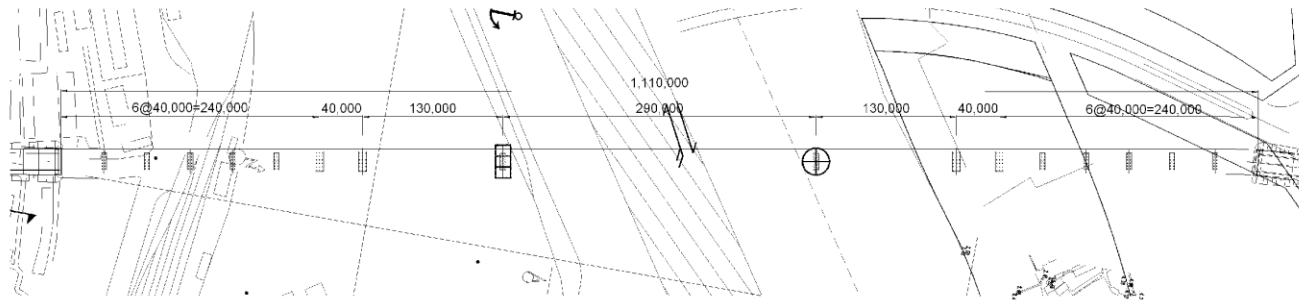
図-要13 グエンチャイ橋 橋梁一般図

Nguyen Trai Br.

側面図



平面図



出典：調査団作成

(3) プロジェクトの概要

1) 事業総額

本プロジェクトの概算事業費を表-要 4、5 に示す。事業費はブーイエン橋約 236 億円、グエンチャイ橋約 192 億円(航路高 45m 時：251 億円)となった。

表-要 4 ブーイエン橋 概算事業費

項目		日本円 (百万)	VND (百万)	換算円 (百万円)	換算 VND (百万円)
建設費合計		12,479	767,856	16,265	3,299,096
コンサルタント費用	10%	1,248	76,786	1,627	329,910
予備費	10%	1,248	76,786	1,627	329,910
小計		14,975	921,427	19,518	3,958,915
土地収用費		—	—	—	—
管理費	5%	—	164,955	813	164,955
付加価値税	10%	—	329,910	1,626	329,910
輸入税	10%	—	329,910	1,626	329,910
小計		—	824,774	4,066	824,774
総計		14,975	1,746,201	23,584	4,783,689

出典：調査団作成

表-要 5 グエンチャイ橋 概算事業費

項目		日本円 (百万)	VND (百万)	換算円 (百万円)	換算 VND (百万円)
建設費合計		9,346	512,203	11,872	2,407,947
コンサルタント費用	10%	935	51,220	1,187	240,795
予備費	10%	935	51,220	1,187	240,795
航路高 H=25m 小計		11,215	614,644	14,246	2,889,536
(航路高 H=45m 小計)		(13,663)	(1,117,852)	(19,175)	(3,889,295)
土地収用費		—	400,000	1,972	400,000
管理費	5%	—	120,397	594	120,397
付加価値税	10%	—	240,795	1,187	240,795
輸入税	10%	—	240,795	1,187	240,795
小計		—	1,001,987	4,940	1,001,987
航路高 H=25m 総計		11,215	1,616,630	19,186	3,891,523
(航路高 H=45m 総計)		(13,663)	(2,328,121)	(25,141)	(5,099,565)

出典：調査団作成

2) 日本原産資機材等の比率の算定

本邦技術活用条件(Special Terms for Economic Partnership、以下 STEP)の 30%条件を検討するために日本原産資機材の比率を算定した。「本邦技術活用条件に係る具体的適用条件の変更について」(平成 18 年 10 月 20 日、外務省、財務省、経済産業省)に基づいた、日本原産資機材等の比率の算定結果を表-要 6 に示す。検討の結果、30%条件は満足する。

表-要 6 日本から調達する資機材およびサービス費用

ブーイェン橋			
項目		費用(千円)	備考
本邦技術費比率	材料費	1,170,972	表8-2、材料の合計金額
	鋼橋上部工費	4,061,000	鋼橋製作、架設、ケーブル工事(材料、機材費含む)
	風洞試験費	20,000	モデルを含む
	鋼管杭工事費	2,848,000	主塔及びアプローチ部の鋼管杭(材料、機材費含む)
	合計(①)	8,099,972	約81億円
建設費(②)		16,265,000	建設費 約162億円
本邦技術費比率		49.8%	>30% ①/②

グエンチャイ橋			
項目		費用(千円)	備考
本邦技術費比率	材料費	743,355	表8-2、材料の合計金額
	鋼橋上部工費	4,001,000	鋼橋製作、架設、ケーブル工事(材料、機材費含む)
	風洞試験費	20,000	モデルを含む
	鋼管杭工事費	1,415,000	主塔及びアプローチ部の鋼管杭(材料、機材費含む)
	合計(①)	6,179,355	約62億円
建設費(②)		11,872,000	建設費 約118億円
本邦技術費比率(H=25m)		52.0%	>30% ①/②
本邦技術費比率(H=45m)		47.5%	>30% ①/②

出典：調査団作成

3) 予備的な経済・財務分析の結果概要

a) 経済分析

グエンチャイ橋、ブーイェン橋の架橋プロジェクトの有効性を国民経済的観点から評価するため、プロジェクトを実施した場合(With the Project)と実施しない場合(Without the Project)のそれぞれのケースにおいて、経済費用と便益について比較分析を行う。

分析対象が、グエンチャイ橋、ブーイェン橋の 2 橋あることから、それぞれのプロジェクトの有効性を評価するために、以下の 3 つのシナリオで比較分析を行うこととする。

- ①グエンチャイ橋、ブーイェン橋の 2 橋を実施した場合、
- ②グエンチャイ橋のみを単独で実施した場合、
- ③ブーイェン橋のみを単独で実施した場合

プロジェクトの評価基準には、経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return、以下 EIRR)、費用便益比 (Cost-Benefit Ratio、以下 B/C Ratio)、及び純現在価値 (Net Present Value、以下 NPV) を用いる。

便益、費用をもとに分析した結果を表-要 7 に示す。評価指標の値はいずれも良好な水準にあり、本プロジェクトは経済的にフィージブルであると判断される。

表-要7 評価指標結果

シナリオ	便益費用比 (B/C Ratio)	純現在価値 (NPV)	経済的内部収益率 (EIRR)
2橋を整備した場合	12.09	412.42 百万米ドル>0	17.9%
グエンチャイ橋のみ整備した場合	14.27	237.82 百万米ドル>0	19.8%
ブーイエン橋のみ整備した場合	19.30	471.98 百万米ドル>0	25.4%

出典：調査団作成

経済分析を行うにあたり設定した各前提条件には、それぞれ変動要素があり、また仮定条件を用いている項目もある。そこで、感度分析として、それぞれの変動要素に応じて一定の幅を与え、EIRRがどのように変動するかを把握することにより、本プロジェクトのフィージビリティについて安定性を確認する。下表に示す結果より、本プロジェクトは、いずれのシナリオも建設費の20%上昇、あるいは便益の20%減少の場合においても、EIRRは社会的割引率である「ベ」国の期間15年の国債利回りである9.3%を上回っており、本プロジェクトの実現可能性は、いずれのケースにおいても高いと言える。

表-要8 感度分析結果

シナリオ	便益	建設費		
		-20%	0%	20%
2橋を整備した場合	20%	24.3%	20.6%	17.9%
	-20%	17.9%	15.1%	13.1%
グエンチャイ橋のみ整備した場合	20%	26.7%	22.7%	19.8%
	-20%	19.8%	16.8%	14.6%
ブーイエン橋のみ整備した場合	20%	34.1%	29.0%	25.4%
	-20%	25.4%	21.5%	18.8%

出典：調査団作成

b) 財務分析

本プロジェクトの財務的内部収益率(Financial Internal Rate of Return、以下FIRR)は、いずれのシナリオにおいてもプラスの値にあるも、それぞれハードルレートである「ベ」国の長期金利である9.3%を下回っており、本プロジェクトの財務的な実現可能性はないと言える。また、一方でNPVの値もマイナスになっており、民間投資を促す水準には達していない。

表-要9 評価指標

シナリオ	便益費用比 (B/C Ratio)	純現在価値 (NPV)	経済的内部収益率 (FIRR)
2橋を整備した場合	2.08	-222.68 百万米USD<0	3.0%
グエンチャイ橋のみ整備した場合	4.20	-50.29 百万米USD<0	6.6%
ブーイエン橋のみ整備した場合	2.44	-111.92 百万米USD<0	3.8%

注：便益費用比の便益は想定収入を用いている

出典：調査団作成

財務分析の各種前提条件(投資費用・収入)にはそれぞれ不確実性がある。そこで、それぞれの変動要素に応じて一定の幅を与え、FIRRがどのように変動するかを把握することにより、本プロジェクトの財務上のフィージビリティについて安定性を確認する。

下表に示す結果より、本プロジェクトは、いずれのシナリオにおいても、あらゆるケースで「ベ」国の長期金利である9.3%を満足しない。よって適切な建設計画、運営計画に基づき、プロジェクトを実施したとしても、財務的な観点における実現可能性は依然として見出しにくいと言える。

表-要 10 感度分析結果

シナリオ	収入	建設費		
		-20%	0%	20%
2 橋を整備した場合	20%	5.0%	3.9%	3.0%
	-20%	3.0%	2.0%	1.3%
グエンチャイ橋のみ整備した場合	20%	9.2%	7.7%	6.6%
	-20%	6.6%	5.4%	4.4%
ブーイエン橋のみ整備した場合	20%	5.9%	4.7%	3.8%
	-20%	3.8%	2.8%	2.0%

出典：調査団作成

4) 環境・社会的側面の検討

プロジェクト形成調査における「環境社会配慮」の主目的は、プロジェクトを進展させるために、環境・社会的観点より、次の段階で調査すべき事項を広い意味で明確に洗い出すことにある。

本調査では、国際協力機構(Japan International Cooperation Agency、以下 JICA)環境チェックリストに従い、グエンチャイ橋、ブーイエン橋それぞれの自然・社会環境への主たる影響を検討した結果の概要を以下に示す。

本事業においては、大気汚染、騒音、水質汚濁、保護区等の自然環境への影響はないと予見される。建設時の土木工事においても水質汚濁、騒音、振動については、必要に応じた対策を実施することにより、影響がないと予見される。

しかしながら、建設前の用地取得については一部箇所において影響が予見される。影響が発生するのは、グエンチャイ橋南側アプローチ道路の建設予定地であり、グエンチャイ橋南側アプローチ道路の建設は、現況のグエンチャイ通りを拡幅し、最終的に道路幅を 50.5m にする計画となっている。現在、グエンチャイ通りの両側は居住地区及び店舗が立ち並びとなっており、店舗や家屋が道路沿いに密集している。プロジェクトの実施に際しては、適当な法及び規制に従いプロジェクト地域の用地取得及び住民移転を計画する必要がある。

現時点では、グエンチャイ橋アプローチ道路建設にあたって、現況のグエンチャイ通りの拡幅が計画されているが、拡幅方向については未だ決定されておらず、両側拡幅、東側拡幅、西側拡幅の3計画が検討されている。ゴークエン地区人民委員会では、補償額が最も低くなる西側拡幅計画を押し付けているが、今後も行政内で協議が必要となる。

計画ごとに用地取得が必要となる範囲及び影響を受ける家屋数等を下記表に示す。

表-要 11 用地取得面積と移転が必要な家屋数の概算

ケース	総面積 (m ²)	影響を受ける家屋数 (面積m ²)				補償額 (VND)
		組織・ 団体	家屋			
			道路に 面している	道路に 面していない	3 階建ての 集合住宅	
両側拡幅	13,500	4 (3,800)	110 (8,260)	15 (900)	36 (540)	400 billion
東側拡幅	14,600	2 (5,300)	85 (5,200)	75 (3,100)	-	350 billion
西側拡幅	13,600	4 (6,300)	67 (3,900)	52 (2,900)	36 (500)	280.4 billion

出典：調査団作成

また、本プロジェクトは[ベ]国の環境関連法；Decree No. 21/2008/ND-CP の規定によると、項目 26 の「道路(及び/又は)鉄道橋建設事業」に該当し、事業化可能性調査(Feasibility Study、以下 FS)時における環境影響評価(Environmental Impact Assessment、以下 EIA)の実施が義務付けられている。本プロジェクトには地方省の人民委員会が EIA 報告書の審査委員会設置責任機関となるため、自然資源環境局(Department of Natural Resources and Environment、以下 DONRE)により審査及び承認を受けることとなる。

(4) 実施スケジュール

本プロジェクトの現時点から工事終了までのスケジュール案を表-要 12 に示す。

交通需要予測の結果から、2020 年までの 2 つの橋を建設しないと交通需要に追いつかなくなる。そのためには、2014 年度に協力準備調査を、2015 年度に政府交換公文(E/N)、借款契約(Loan Agreement、以下 L/A)を取り交わし、2017 年度までに工事を着工する必要がある。これらを基に、詳細な実施スケジュールを作成した。

本プロジェクトはまず「ベ」国内で実施方法が検討され、ODA による実施を希望する場合はまず JICA のハノイ事務所にその要請がなされる。その後、「ベ」国と日本の間で検討されるが、本プロジェクトでは、現在作成されているブーイエン橋調査報告書及びグエンチャイ橋調査報告書の熟度が低いため、協力準備調査を実施することを仮定した。ODA で実施することが決まった場合、援助内容の TOR を 2 国間で協議・決定した後に L/A が締結される。この間のスケジュールはプロジェクトの内容によって異なり一概には言えないが、過去の類似の案件を検討した結果、L/A の締結は 2015 年 10 月頃と想定される。

その後、コンサルタントの選定、設計フェーズ、工事入札業務などが実施され、工事の開始は 2017 年 8 月頃と想定される。設計フェーズは、既存調査報告書レビュー、基本設計、詳細設計を含めて 11 ヶ月と仮定した。

検討の結果、ブーイエン橋建設工事は 44 ヶ月、グエンチャイ橋建設工事には 39 ヶ月が必要となり、2017 年 8 月を工事開始とすれば工事の完成は、それぞれ 2021 年 3 月末、2020 年 10 月末となった。

(5) 円借款要請・実施に関するフィージビリティ

対象橋梁であるブーイエン橋とグエンチャイ橋は、ハイフォン市都市開発マスタープランに組み入れられており、計画は現時点ではハイフォン人民委員会(Hai Phong People's Committee、以下 HPPC)で検討されている。HPPC としては、本調査の報告書を持って「ベ」国交通運輸省(Ministry of Transport、以下 MOT)に説明し、ODA での実施を要請する予定にしている。本プロジェクトは規模が大きく、「ベ」国の資金での建設は難しい一方、財務分析の結果は FIRR が高くないため、民間の参画も難しい。また技術的には、「ベ」国ではまだ技術が確立していない斜張橋が建設される可能性が高いため外国からのコンサルタント、コントラクターの参加が必要となる。

HPPC としては、「ベ」国内で過去に実績の多い日本の ODA の品質管理および工程管理には信頼を置いており、日本の ODA での実施を望んでいる。ハイフォン市周辺ではフィンランド、ドイツ、韓国などからの投資で建設されている施設も多く、周辺の工業団地には各国からの投資が相次いでいる。日本の存在を示す意味でも、MOT や HPPC と緊密に連絡を取り合っ、助言や支援を提供することが必要である。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

本プロジェクトで計画している鋼斜張橋は、その設計及び施工において極めて高度な技術、材料、施工機械、施工経験を必要とする。

鋼斜張橋については、多々羅大橋・ビン橋など日本国内外での設計・施工実績は多く、日本が世界をリードしていると言って良い。また、風洞試験や耐風設計技術も、日本で多くの長大橋梁での実績を積み重ねる中で、日本が世界をリードしている技術と言える。

さらに基礎工形式には、確実な施工と工期短縮・品質管理の面から鋼管杭(回転杭)・鋼管矢板井筒基礎を計画している。日本は、この工法に関する高い技術を持っている。これらの技術により、本プロジェクトへの日本企業の参画の可能性は極めて高い。

前述したように、これら日本で発展してきた構造、技術に対して、その技術供与、材料供給、施工技術等の能力を有する日本企業の産は必要不可欠であり、このことは本プロジェクトにおける日本企業の参加を優位にすることになる。従って、本プロジェクトにおいては、これらの構造、技術を用いる必要性を先方実施機関に提言し、それらが採用されるように働きかけることが、ひいては我が国企業の受注を促すことに繋がると考える。

(7) 案件実現までの具体的スケジュールおよび実現を阻むリスク

現時点から案件実現(L/Aの締結)までのスケジュールを表-要13に示した。

「ベ」国側がSTEPスキームによる日本のODAでの実施を望んでいるため、実現を阻むリスクは少ないと思われる。ただし、「ベ」国では多くのプロジェクトが並行して進んでおり、多くの場合予定していた工期を大きく上回る結果となっている。この理由の多くは住民移転の問題である。ブーイェン橋架橋位置には、住民はほとんどおらず、漁業やエビ類養殖などの補償がスムーズに解決すればその種の問題はない。一方、グエンチャイ橋架橋位置南側で、住民移転が発生する。現況のグエンチャイ通りを拡幅し、最終的に道路幅を50.5mにする計画となっている。現在、グエンチャイ通りの両側は居住地区となっており、店舗や家屋が道路沿いに広がっている。プロジェクトの実施に際しては、適当な法及び規制に従いプロジェクト地域の用地取得及び住民移転を計画する必要がある。L/A締結後、用地取得及び住民移転の実行段階で全体工程が遅れることが懸念される。

その他懸念されることは、両国間の協議や事務手続きなどによる遅延であるが、これらは両国の緊密な連絡と協議で解決できる。

表-要12で示したように2015年10月にL/A締結となる工程がスムーズに進むかどうかは両国間の国内事情によるものと考えられる。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図-要 14 にプロジェクト位置図を示した。

図-要 14 プロジェクト位置図



平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

ベトナム・ビンズン省先進的生活サービス実現のための ICT 調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
東京急行電鉄株式会社
エヌ・ティ・ティ・コミュニケーションズ株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) ビンズン新都市開発への取り組み

5%台に減速したとはいえ、ベトナムは高い経済成長率を続けており、中でもビンズン省はホーチミン市に隣接し、年平均のGDP成長率が14~15%と同国トップ水準の急成長を遂げるエリアである。同省では、ホーチミン市近郊への人口集中を抑制するため、新省庁舎移転を核とした大規模な衛星都市建設が着手されたところである。

このビンズン新都市の建設に対して、東急電鉄は、ビンズン省におけるトップ企業であり、1976年の設立以来、主に工業団地、住宅地、道路などを整備してきたデベロッパーであるベカメックス IDC (BECAMEX IDC CORP) との間で合弁事業会社ベカメックス東急 (BECAMEX TOKYU CO., LTD) を設立した。

当該合弁会社を通じて、東急電鉄は、総面積約1,000haのビンズン新都市において、街区面積約110ha(敷地面積約71ha)を対象に、約7,500戸の住宅、商業施設、業務施設などからなる「東急ビンズンガーデンシティ (TOKYU BINH DUONG GARDEN CITY)」を総額約1,000億円規模の事業として計画している。その第1弾として2013年4月にはマンションプロジェクト「ソラ・ガーデンズ (SORA GARDENS)」の一般販売(第1期)を開始し、10数年後に新都市の昼間人口40万人を目指した超長期にわたる街づくりに着手したところである。

2) 相手国における重要性・効果等

ビンズン新都市約1,000haは、2005年9月1日にベトナム政府による首相決定912号にてマスタープランが承認されている「ビンズン工業・都市・サービス複合地区(約4,196ha)」内に位置し、2020年にはベトナム政府の「中央直轄市」に格上げされる予定であるビンズン省の中心となる。特に、ビンズン新都市は省の党委員会、人民委員会、人民議会などの省の行政機能が全て集まることが決定している。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) ビンズン新都市における先進的生活サービスプロジェクト

東急電鉄が目指すビンズン新都市の街づくりは、その住民が先進国レベル、すなわち日本に限りなく近い水準の快適な生活を享受できることを目指すものである。

東急電鉄が提供する生活サービスの内容及び仕様を確定させていくため、当該サービス展開を支える ICT 環境に関するベトナム側の段階的整備計画についても、適宜的確な把握を必要としているところである。

現時点で提供を目指す生活サービス事業ベカメックス東急は、2014 年から新都市への通勤者や来訪者の利便性向上のため、既存市街地と結ぶバスの運行を予定している。また、既に展開している住宅事業に加え、リテール事業なども展開し、先進的生活サービス事業の総合的なオペレーターとなることを目指している。

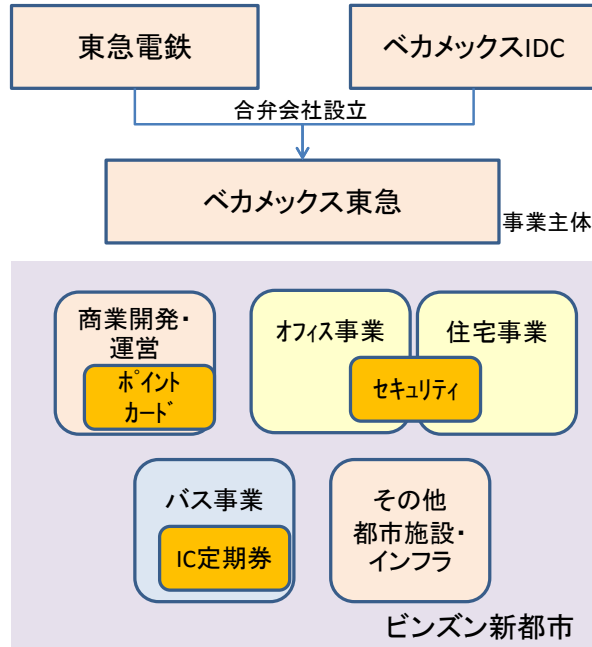
現時点で展開を目指す生活サービス事業は以下の通りである。

- バス事業における単独型 IC 定期券システムの導入
- 商業分野における単独型ポイントカードシステムの導入
- セキュリティ事業における住民向け宅内監視システム及び事業者向け従業員監視システムの導入

(3) プロジェクトの概要

事業スキームは下表の通り、東急電鉄、及びベカメックス IDC が設立した合弁会社である、ベカメックス東急が実施主体となり、本事業を実施する。

図 要-1 ビンズン新都市開発・事業実施スキーム図



出典：調査団作成

現時点で提供を目指す先進的生活サービス事業について、概要を以下に記述する。

1) バス事業における単独型 IC 定期券システム

事業期間：10年

総事業費：166億6200万 VND（初期投資：79億5,100万 VND）

事業概要：下表の通り

表 要-2 バス事業における単独型 IC 定期券システム事業概要

項目	開業時～1年目	2年目	3～4年目	5～6年目	7～10年目
バス台数	10台程度	15台程度	20台程度	30台程度	35台程度
カード発行枚数	約3,500枚	約6,000枚	約9,000枚	約11,000枚	約15,000枚
運転手+乗務員	50人程度	70人程度	100人程度	140人程度	170人程度
その他機器等	端末：車載端末（＝バス台数）、更新所・検査員等端末 ハードウェア：発行所・車庫・サーバ等				

出典：調査団作成

2) 商業分野における単独型ポイントカードシステム

事業期間：10年

総事業費：82億9,700万VND（初期投資：64億9,600万VND）

事業概要：下表の通り

表 要-3 商業分野における単独型ポイントカードシステム事業概要

項目	店舗延床面積	店舗数	カード発行枚数
2014年5月～	約3,000 m ²	5店程度	約10,000枚
2015年12月～	約3,000 m ²	15店程度	約10,000枚
2014年5月～	約1,500 m ²	10店程度	-
2017年9月～	約30,000 m ²	5店程度	約2,000枚
2020年3月～	約23,000 m ²	10店程度	約6,000枚
2016年1月～	約3,500 m ²	10店程度	約7,000枚
合計	約64,000 m ²	55店程度	約35,000枚

出典：調査団作成

3) セキュリティ事業における住民向け宅内監視システム、及び事業所向け従業員監視システム

事業期間：10年

総事業費：1,983億5,200万VND（初期投資：202億4,000万VND）

事業概要：下表の通り

表 要-4 セキュリティ事業における住民向け宅内監視システム、及び事業所向け従業員監視システム事業概要

年次	住宅戸数（累計）	セキュリティ導入件数
2014年	約1,000戸	約300件
2015年	約2,000戸	約600件
2023年	約52,000戸	約16,000件

出典：調査団作成

(4) 実施スケジュール

以下に各プロジェクトの実施スケジュールを示す。環境社会配慮に係るスケジュールについては、第4章で記載したように本プロジェクトにおいては、深刻な影響を与える項目については見受けられないことから、スケジュールには含めないものとする。

図 要-5 実施スケジュール(案)

	2013 年度			2014 年度												2015 年度			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	
1. IC 定期券の導入					バス運行開始														
(1)システム設計・仕様検討	■	■																	
(2)入札		★																	
(3)システム調達・構築・試運転			■	■															
(4)システム導入					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2. ポイントカードシステムの試行									小規模商業施設開業										
(1)システム仕様検討	■	■	■	■	■	■	■												
(2)入札							★												
(3)システム調達・構築・試運転							■	■											
(4)システム導入									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. 従業員監視システムの導入										従業員監視システム導入									
(1)システム仕様検討	■	■	■	■	■	■	■	■											
(2)入札									★										
(3)システム調達・構築・試運転									■	■									
(4)システム導入											■	■	■	■	■	■	■	■	■

出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

1) 実施に関するフィージビリティ

3事業における財務分析結果は下表の通り。

表 要-6 3事業における財務分析結果

	バス事業における IC 定期券システム	商業分野における ポイント カードシステム	セキュリティ事業に おける監視システム
FIRR (Financial Internal Rate of Return:財務的 内部収益率)	14.51%	13.6%	14.89%
NPV(Net Present Value:正味現在価値)	32億2,800万 VND(≒1,590万円)	13億5,000万 VND(≒670万円)	266億1,200万 VND(≒1 億3,150万円)

注) 事業期間 10 年、割引率 9.00%として試算

出典：調査団作成

加えて、各プロジェクトの実施により想定される社会的な便益について、以下の通り定性的な整理を試みる。

表 要-7 各プロジェクトの実施により想定される便益

バス事業における単独型 IC 定期券システムの導入	(利用者便益) ▶ 小銭を用意することなく、スムーズな乗降者が可能となることによる利便性の向上 (社会便益) ▶ バスの乗降者がスムーズになることにより、バスの停車時間短縮が図られ、道路混雑の緩和に寄与 ▶ モーダルシフトの促進による環境改善への貢献
商業分野における単独型ポイントカードシステムの導入	(利用者便益) ▶ ポイント還元による経済的メリット (社会便益) ▶ 購買意欲喚起による消費の促進、それに伴う地域経済の成長
セキュリティ事業における住民向け宅内監視システム及び事業者向け従業員監視システムの導入	(利用者便益) ▶ 家政婦・従業員等の業務改善による経済的メリット (社会便益) ▶ 治安の改善 ▶ 規律的な職場環境の実現

出典：調査団作成

以上より、定量的には十分な収益性が見込めるとは言えないものの、社会的な便益も鑑み、本事業はフィージブルであると評価できる。

2) 今後必要な施策

今後必要な施策について、以下に整理した。

a) 官民一体支援の強化

3事業においては、スタンドアローンでの実施となるが、官民一体でプロジェクトを進めることが重要である。

例えば、ベカメックス東急が2014年に運行開始する、ビンズン省の中心地であるトゥーヤモットとビンズン新都市を結ぶバス事業と、それに伴うICカード発行の事業強化のため、バス本体やICカードのバス搭載機材を含む資機材提供・技術ノウハウの供与等を、我が国政府の資金援助により実現すれば、より多くのバスユーザへICカードを浸透させるとともに、将来的な地下鉄1号線との連携も視野に入れることができる可能性がある。

b) 現地関係機関とのパートナーシップ構築

ビンズン省でのICカード導入については、同省の開発に主導権を持つベカメックス IDC との関係強化することが重要である。また、ICカードは地場銀行が発行主体となるため、発行可能性がある地場銀行との関係構築も行う。その他に、東急電鉄がこれまでのICT調査の実施を通じて良好な関係を築いている、ビンズン省情報通信局とのネットワークを活かし、情報を随時収集していくことが必要である。

各関連私企業との関係構築に加え、公的機関とのパートナーシップとしてベトナム国やビンズン省の政府への働きかけも随時行っていく必要がある。本事業は、東急電鉄が独自に実施していたICT環境調査を深掘りするものであったが、我が国政府のプロジェクトとして採用されたことで、ビンズン省政府の理解、情報提供等の質が深まり、関係構築が容易になった経緯もあり、我が国政府機関の、ベトナム国及びビンズン省政府との協力関係の強化と、それによる当事業に係る働きかけは当事業推進にあたり重要な要素となる。

c) 現地における「官」「民」の連携の重要性

都市開発の成功のためには、民間事業者により開発される住居やオフィス、商業施設にとどまらず、本調査で手掛けたICT環境の他、上下水道、電気、公共交通、病院、学校などすべての生活インフラが複合的に整っていることが不可欠であることは言うまでもない。これらの複合的な整備は民間事業者の役割を超えており、「官」と「民」の緊密な連携があつてこそ実現するものと考えられる。ビンズン新都市に東急電鉄が日本の街を輸出し、先進的生活サービスを展開していくにあたっては、地方政府であるビンズン省とベカメックス、ベカメックス東急が一体となって、生活インフラを網羅的かつ計画的に整備していくことが重要である。この推進にあたり、日本での豊富な経験を有する東急電鉄がベカメックス IDC の合弁パートナーの立場として、ベカメックス東急社を通じて積極的に関与していくことが肝要なのは言うまでもない。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

東急電鉄は、自社グループの東急バスに、日本技術を採用した IC 交通乗車券の PASMO/ Suica を適用しており、ビンズン省での IC 交通乗車券導入にもこの経験を活かすことができる。また、ポイントカードシステムについては、自社ポイントカードとして「TOP&」を展開しており、ポイントカードの導入及び運営においても実績がある。同カードは PASMO/ Suica と連携しており、IC 交通乗車券としても使用可能である。セキュリティ事業では、東急電鉄は東急セキュリティを子会社に持ち、建物監視システムを含む各種セキュリティサービスを提供している。

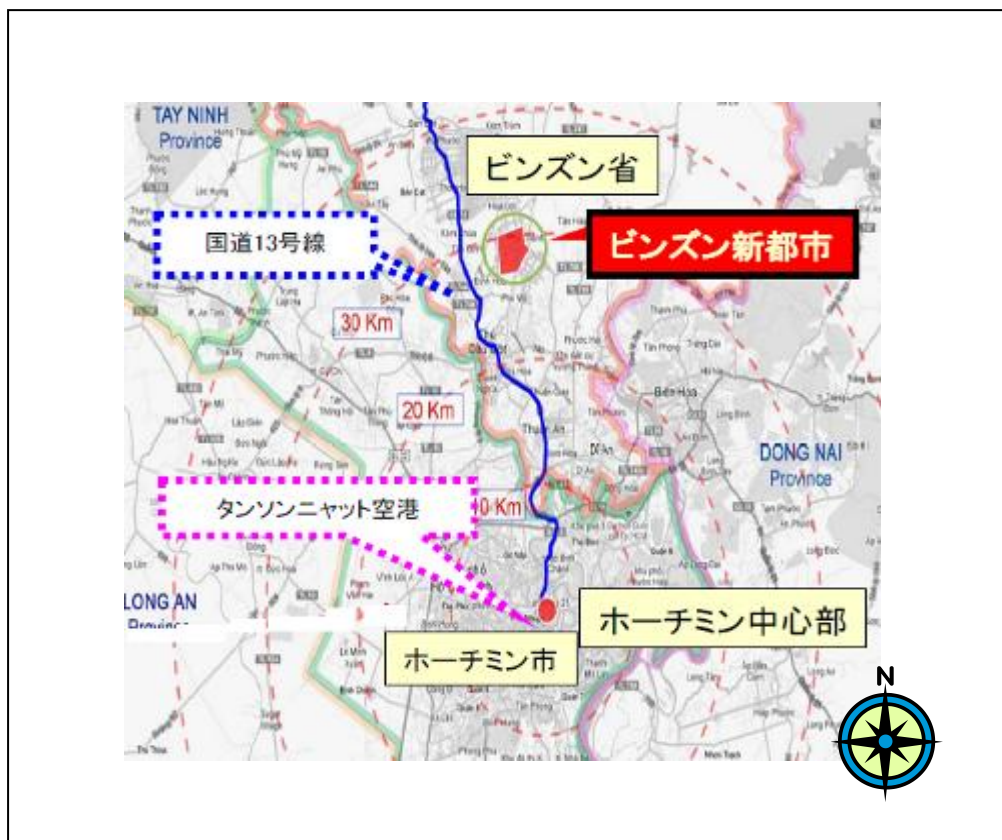
上記のとおり、本事業で利活用する技術は、東急電鉄が既に日本で行っている生活サービスとして、商業ベースで実用化されている範囲内のものであり、東急電鉄はビンズン省で同様のサービスを提供するにあたり豊富な実績・経験を有している。

また、上記 3 事業では、将来的には地下鉄 1 号線と同一 IC カード規格での共同使用が望ましい。我が国は、日本技術のカード規格であるソニーの Felica の地下鉄 1 号線への導入を検討している。Felica は、日本国内ではシェアが高いものの、国際シェアではタイプ A、タイプ B にあたる、オランダの NXP セミコンダクターズ社(Mifare)、米国モトローラ社に後れを取る。ただし、Felica は反応速度の速さ、記憶容量、セキュリティ性能という点では上記 2 社と比較して優れており、特に高速処理が求められる、自動改札機やビル入館などのゲートや、レジなどでの使用に優れる。主に人口密度が高いアジア圏で普及しており、日本の都市レベルの生活を無理なく実現できる技術であるといえる。我が国では IC 交通乗車券の PASMO/Suica や電子マネーの Edy で採用されており、国民の生活利便性向上に貢献している。

東急電鉄は将来的には、日本の生活水準をビンズン省で実現すべく、交通、電子マネー、セキュリティ全てを含む統合的な IC カードの導入を目指している。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 要-8 プロジェクト地図



出典：東急電鉄作成

平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

ミャンマー・タワーシェアリング事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先 : 住友商事株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

ミャンマー情報通信省 (Ministry of Communications and Information Technology : MCIT) は新規にライセンスを取得した国内・外資の携帯電話事業者に対して、サービス開始より 5 年以内に国土面積の 75% をカバーするネットワーク網を敷設しなければならないとするネットワークカバレッジ義務を課した。国土面積 75% というカバレッジ義務は世界的に見ても大変厳しいものであり、このカバレッジ義務を果たすためには、人口が少ない、辺境の地にも通信鉄塔を建設する必要がある。特に、新規携帯事業者は、タワー含めて採算が取れない辺境地域に別々に独立したネットワークを建設するよりも、辺境の地では競争を排除し、双方が協力して経済合理性を追求できるタワーをシェアリングする方がよいと考えるようになってきている。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

タワーシェアリング事業を行うにあたり、必要となる経済合理性の判断のベースとして、前提となる省庁傘下組織との法的契約枠組みの検証を行う。現地調査を重ねて実施し、現地土木・建築工事（鉄塔建設含め）状況把握と懸案事項の整理を行う。更に、ミャンマーの設計条件、建設事情、環境等を考慮した最も技術的な優位性、経済的合理性のあるタワー案、電源案を検討する。

(3) プロジェクトの概要

1) 総事業費

ミャンマー郵電公社 (Myanmar Posts and Telecommunications : MPT) が現在保有している既存タワー数は約 2,000 本と言われている。MPT が将来的にミャンマーの通信品質を改善しながら、ミャンマー全土に携帯電話カバレッジを拡大するには、6,400 本程度の新規タワーを追加する必要があると推定される（調査団分析）。本件では MPT からその半分である 3,200 本のタワー外注を受けられると仮定し、10 年間で必要となる投資額と経費の総額を約 6 億 3,200 万米ドルと試算した。そのうち、設備投資が 4 億 5,000 万米ドル、運用経費が 1 億 8,200 万米ドル（携帯通信事業者に実費をそのまま転嫁予定の土地の賃料、電気代、ディーゼル費用等は除く）と試算している。なお、タワーのシェアリングによる携帯通信事業者からの収入を事業費に充てることで、必要な投資額は合計で 1 億 6,300 万米ドル程度に留まると分析している。

表 要. 1 タワー建設計画及び総事業費見込み

(百万ドル)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	累計
建設タワー数(基)	800	1,000	500	500	400	-	-	-	-	-	3,200
(a) 投資額	112	86	53	61	42	15	27	23	12	20	450
(b) 経費	2	8	12	17	20	22	22	22	23	34	182
(a + b) 合計事業費	114	94	66	78	62	37	49	45	34	54	632

出典：調査団作成

2) 予備的な財務・経済分析の結果概要

①リース収入

リース収入は「保有タワー数×テナント数×リース料」の計算式によって求められる。このうち、テナント数とリース料は携帯オペレーターとの交渉と市場原理で決まるため、現時点で確度の高い見通しを持つことは難しい。従って、本件では以下の仮定に基づきリース収入を計算している。

➤ タワーあたりのテナント数

ミャンマーにおけるタワーシェアリング事業では、一般的なタワーシェアリング事業と比べて異なる点が二点あり、一つ目は、本件ではMPTが確実にテナントになるため、最低でも一つのテナントが確保されている点であり、二つ目は、ミャンマーはグリーンフィールドであり、かつ、携帯オペレーターには広範囲のカバレッジ義務が課せられているため、他社に先駆けてタワーを建設すれば他社もシェアリングに応じる可能性が高い点である。本件では保守的に、MPT以外の携帯オペレーター1社がタワーシェアリングに応じると仮定して、タワーあたり最大2テナントを想定した。なお、時間の経過につれ競合が現れる可能性を織り込み、タワーあたりのテナント数は緩やかに減少すると想定した。

➤ 平均リース料

ミャンマーではベンチマークとなるタワーのリース料がないため、タワー会社のIRRが一定の水準を超えるよう逆算してリース料を割り出している。最終的なリース料は各携帯オペレーターとの交渉により種々の条件等を加味した上で決定されるため、今後は引き続き妥当なリース料の調査を行う必要がある。本件で仮定したリース料は平均2テナントとしているが、一般的にテナント数が増えるに従いリース料は低下していく。仮にタワーあたりのテナント数が2以上に増えれば、一社あたりのリース料も本件想定より低下すると想定される。

表 要.2 設備投資見込み

(百万ドル)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
保有タワー数(基)	800	1,800	2,300	2,800	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
タワーあたりのテナント数(客数)	1.5	1.7	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.6
合計テナント数(客数)	1,200	3,126	4,530	5,440	6,131	6,008	5,888	5,770	5,655	4,996
平均リース料(US\$/月)	1,152	1,175	1,199	1,222	1,247	1,272	1,297	1,323	1,349	1,376
リース収入	8	33	58	73	86	92	92	92	92	91

出典：調査団作成

②損益計算書

タワーシェアリング事業の特徴として、設備投資負担が重い一方、運営経費が相対的に低い点が挙げられる。そのため規模感のある一般的なタワーシェアリング事業のEBITDAは売上に対して60%~80%台と高い水準を維持しており、ミャンマーにおいても同様に高水準の利益率を想定している。想定している主な運営経費はタワーのメンテナンスにかかる経費で、保守、セキュリティ、ディーゼル燃料の運送費等を加味しており、現時点でのミャンマーの通信事業者の意向に従い、概ね運営経費の半分を占めている(携帯オペレーターに転嫁するディーゼル燃料代や電力代は除く)。またタワーのテナントは10年長期契約を想定しているが、毎年2%の解約を違約金なしで許可すると仮定し(10年目のみ10%を仮定)、テナントを失ったタワーのスクラップ費用や評価損を計画に織り込んでいる。MPTとのパートナーシップに鑑みると、実際にテナントがゼロとなる可能性は低いと考えられるが、保守的に同費用を見積もつ

た結果、メンテナンス費用に次ぐ規模の損失となっている（キャッシュフロー上はスクラップ費用のみ発生）。その他の運営経費には、売上の一定比率を「偶発損失引当金」として計上したほか、「その他」に保険料や事務員などの固定費を計上している。なお、現地で発生するコストには年率6%前後のインフレを考慮しているため、後年の利益率は悪化する見通しとなっている。法人税については、ミャンマーの外国投資法に基づき、事業開始当初5年間は法人税が発生しないと仮定している。

表 要.3 損益計画見込み

(百万ドル)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
リース収入	8	33	58	73	86	92	92	92	92	91
経費合計	(2)	(8)	(12)	(17)	(20)	(22)	(22)	(22)	(23)	(34)
メンテナンスにかかる経費	(1)	(4)	(7)	(9)	(11)	(13)	(13)	(14)	(14)	(15)
偶発債務引当金	(0)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)	(5)	(5)	(5)	(5)
遊休タワーの処分	0	(1)	(1)	(3)	(3)	(4)	(3)	(3)	(3)	(13)
その他	(0)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)
EBITDA	6	25	46	56	66	70	70	69	69	57
減価償却費	(6)	(15)	(21)	(25)	(30)	(31)	(31)	(32)	(32)	(32)
営業利益(EBIT)	(0)	10	25	31	36	39	38	38	37	25
法人税等	0	0	0	0	0	(7)	(10)	(9)	(9)	(6)
当期純利益	(0)	10	25	31	36	31	29	28	28	19
EBITDA率	74%	76%	79%	77%	77%	76%	76%	76%	75%	63%
営業利益率	0%	30%	43%	42%	42%	42%	42%	41%	40%	28%
当期純利益率	0%	30%	43%	42%	42%	34%	31%	31%	30%	21%

出典：調査団作成

③キャッシュフロー

タワーシェアリング事業は事業開始の初期ステージに設備投資が集中するため、フリーキャッシュフローの黒字化は2017年になると分析している(2014年4月からの事業開始を想定)。2017年以降の設備投資については、リース収入のみで補うことができる見通しである。ただし、キャッシュフローが黒字化するまでの当初3年間は累計1億6,300万米ドルの資金注入が必要となる。

④社会的便益について

本事業は主に携帯電話事業者のためにタワーを建設し、そのタワーに携帯電話事業者がアンテナ等の機器を置く場所提供するモデルある。携帯電話事業者は、基本的には収益性を重視することから、郊外や遠隔地への通信網拡張は優先度が低くなることが想像される。その結果、所謂デジタルデバイドと呼ばれる現象が起き、遠隔地などに住む人々が携帯電話を利用できる環境を得られないことになる。タワーシェアリングが行われることにより、携帯電話事業者の遠隔地への参入コストを下げることが可能になり、このデジタルデバイド問題の解決に寄与することが期待される。

現在では通信網と利用した遠隔医療、遠隔教育等のサービスにより、都市部との公的サービスの質の格差を是正することが可能になりつつあり、上述の通りタワーシェアリングによりこのような遠隔地においても一定水準の通信網が整備されれば、このようなサービスを提供することも可能となるため、本事業は社会的な貢献にも資するものと言える。

更に他国の例では、遠隔地のタワーに監視カメラや温度センサー、防災無線などをつけることにより、災害対策としてのインフラとして利用されているケースもあり、このような側面での社会的便益も期待される。ミャンマーにおいては未だ地方の無電化地域も多く、タワーを建設するサイトでの電源の確保

は重要な問題として認識しているが、タワーへの電源供給手段をその地域社会への電源供給源とするこ
とも検討していきたい。

(4) 実施スケジュール

本調査に関し、MPT のタワーシャアリングパートナー選定との並行作業となるため、想定されるパー
トナー選定作業および事業計画に関する今後のスケジュールを以下に示す。

表 要.4 プロジェクト実施スケジュール

作業項目	2013年度 下期	2014年度 上期	2014年度 下期	2015年度 上期	2015年度 下期	2016年度 上期	2016年度 下期	2017年度 上期	2017年度 下期
事前事業化調査									
実施時期	13/09-14/03								
タワー・電源基本設計									
実施時期	14/01-14/05								
建設価格精査									
実施時期	14/02-14/06								
最終投資形態決定・出資									
実施時期	14/04-14/09								
出資に要する各種手続き									
実施時期	14/01-14/09								
環境社会影響評価									
実施時期	14/05-14/09								
資金手配									
実施時期	14/08-15/03 15/10-16/03 16/10-17/03 17/10-18/03								
タワー・電源建設									
実施時期	14/10-15/08 15/10-16/08 16/10-17/08 17/10-18/08								
O&M展開									
実施時期	14/12~ 15/12~ 16/12~ 17/12~								

- 第一次ロールアウト（2014年度）
- 第二次ロールアウト（2015年度）
- 第三次ロールアウト（2016年度）
- 第四次ロールアウト（2017年度）

出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

今後ミャンマーにおいて必要とされる新規のタワー総数は5年間で10,000本を超え、市場は拡大方向に有り、ビジネスの機会としては周辺隣国を見渡しても類を見ない規模となる見込み。既に新規携帯事業者2社に対して2014年初旬には、事業ライセンスが付与される流れとなっており、既存の通信事業者であるMPTも新たな市場競争に備え、ネットワークの拡充が急がれている。従い、適切なビジネスの枠組み、適切な技術的ソリューションをベースとしたビジネスプランに基づき、早急な市場参入が必要となっている。

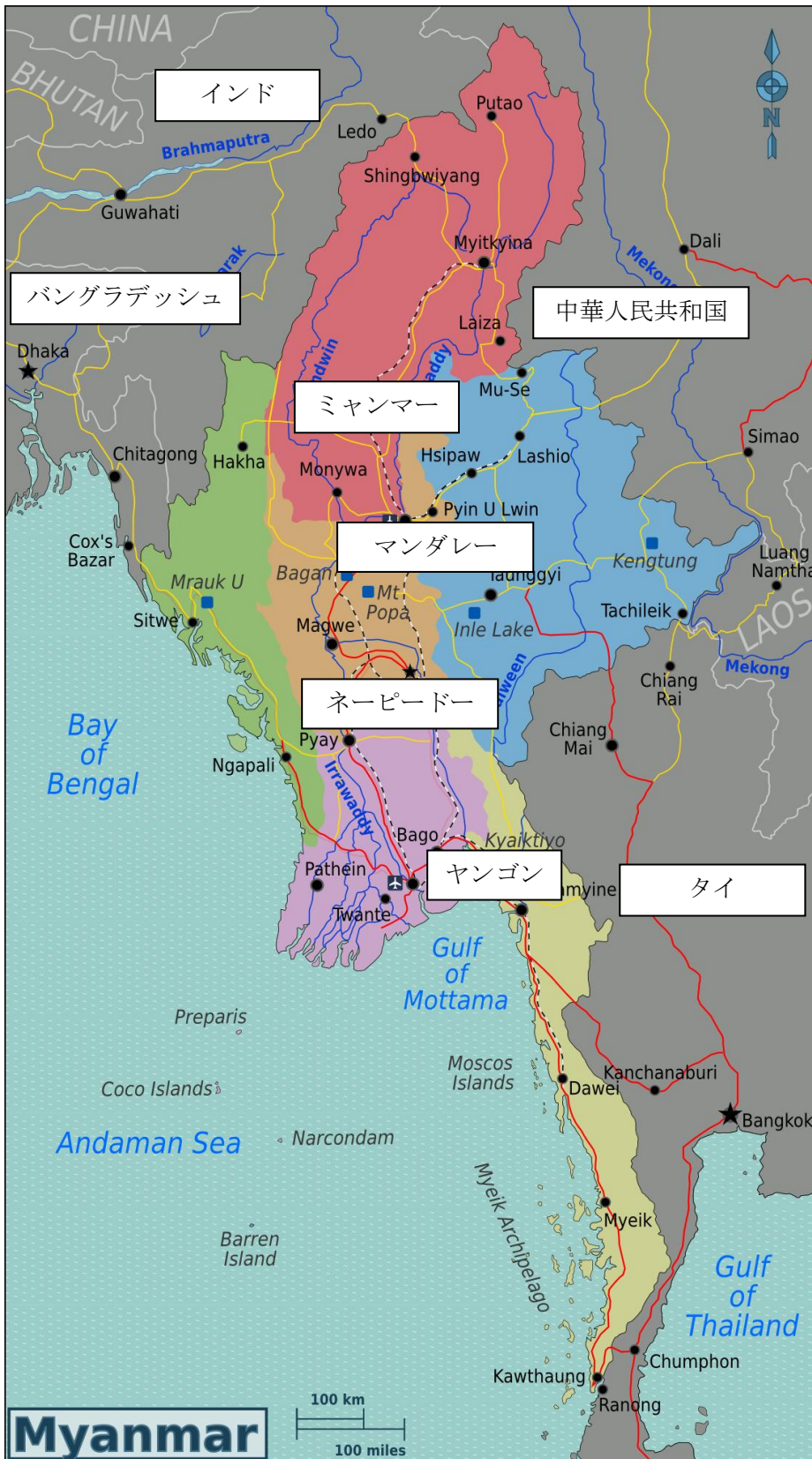
(6) 我が国企業の技術面等での優位性

ミャンマーでの我が国企業の優位性については、日本企業固有の技術に加え、日本の製造業等で培われた品質管理、プロジェクトマネジメント、サプライチェーンマネジメントなどのハードとソフトの組み合わせによるパッケージ形成が重要。特にミャンマーの通信省は、先進国からの技術移転を最も重要だと考えており、ミャンマー側への技術移転を含めた提案が鍵となると判断している。又、特定の分野にては、タワー製造技術については、未だ他国での進出が進んでおらず、タワー自体全て輸入品での対応となっていることから、いち早く日本の製造技術を持ち込み、制度などの障壁を取り払うべく官民一体となったアプローチをすることで我が国企業の進出機会が増える可能性がある。また、日本政府がタワーシェアリング事業の周辺インフラである、ネットワークの基幹網に対する円借款や無償援助といった援助を実行することによりミャンマー政府との継続的、友好的関係を政府間で築くこととなり、民間企業進出のチャンスを増やすことになると考えられる。

(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

本調査の対象事業はミャンマー全土を対象とする。

図 要. 1



出典 : Weltkarte.com

平成 25 年度
新興国での新中間層獲得による日本再生事業
(アクションプラン実現に向けた個別のインフラ整備等のための
事業実施可能性調査)

ミャンマー・ミャワディ・パーン SEZ・PPP 事業調査報告書

【要約】

平成 26 年 2 月

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

委託先：
株式会社日本開発政策研究所
日鉄住金物産株式会社

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) 背景

a) ミャンマー

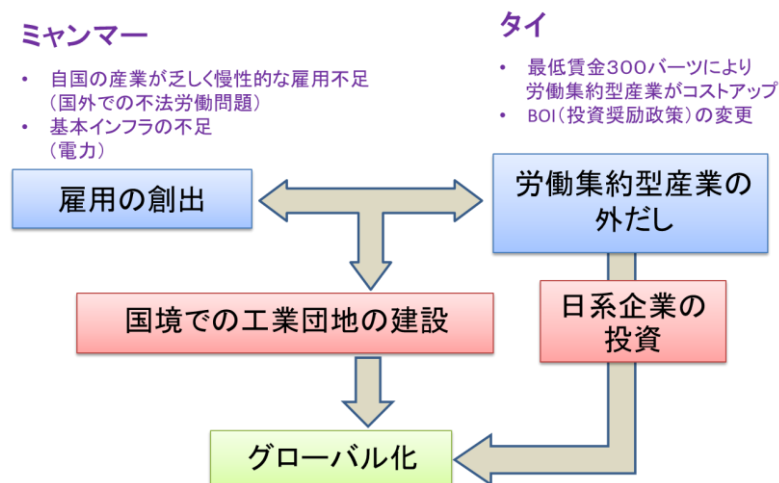
ミャンマーは、民主化とそれに伴う急速な市場経済化により、今では「アジア最後のフロンティア」として今後の経済成長が期待されるようになったが、約 50 年間の経済封鎖の間に政府と少数民族との紛争が盛んにおこなわれていた。欧米を中心に行われていた経済制裁は、自国産業の成長を妨げただけでなく、海外直接投資(Foreign Direct Investment : FDI) を呼び込むことを妨げたために、国内は貧しく、慢性的な雇用不足に悩まされていた。さらに、政府による基本インフラ整備などの活動も行われていなかったために、産業発展に最重要要素である電力が不足しており、電力供給は喫緊の課題となっている。

b) タイ

タイは、近年の経済成長によって国内の産業が成長していたため、安価なコストを投入する労働集約型産業は、首都バンコクから遠方の賃金が安価なエリアでの稼働を余儀なくされた。2013年に導入された最低賃金 300 バーツ/日の適用により、労働集約型産業はタイ周辺国に製造工場を移転して、安価な労働力を活用する低コスト・オペレーションを計画し始めた。さらにタイ投資委員会(The Board of Investment : BOI) は、2015年に適用される新 BOI によって、労働集約型産業の周辺国への移転を奨励する政策を検討している。

2) 必要性

図 1 プロジェクトの背景



出典：調査団作成

a) 国境での工業団地の建設

タイの動きを敏感に察知した国境に接しているカイン州は、タイ国の周辺国に対するニーズと自国の雇用創出のために、タイ国に近い国境の町ミャワディで工業団地の開発を行うこととした。

b) 日系企業投資のための国際標準化

カイン州政府による工業団地は、電力、上下水道、廃棄物などのインフラ施設が十分ではなく、FDIにとって魅力的な工業団地とは言えなかった。

そこで、本プロジェクトでは、カイン州政府が実施に関与しているミャワディ工業団地に対して、グローバルスタンダードな工業団地の施設を提案するとともに、工業団地建設運営事業に参加することを目的として調査する。また、パーン工業団地については、ミャワディ工業団地の開発プロセスを基にして、今後の開発」に必要な施設を提案する。

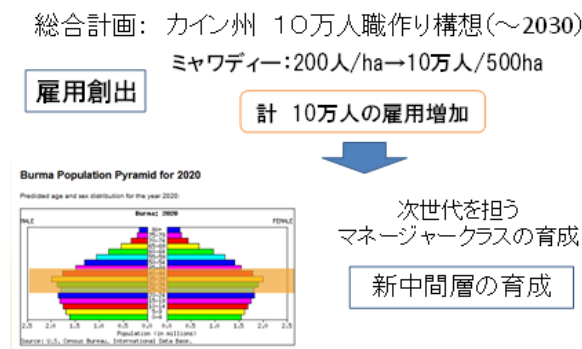
(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) 目的

本プロジェクトは、ミャンマー・カイン州のミャワディ地区にグローバルスタンダードな工業団地を建設することにより、国内直接投資 (Domestic Direct Investment : DDI) だけでなく海外直接投資 (Foreign Direct Investment: FDI) を呼び込むことと、これにより労働者のための雇用の創出を行うことを目的とする。また、パーン工業団地においては、現状の稼働している工業団地に対して、FDI を促す国際的な設備を提案することとする。

2) 長期計画 (2030 年) 「経済特区 (Special Economic Zone : SEZ) によるカイン州 10 万人職づくり構想」

図 2 カイン州 10 万人職づくり構想



出典: 調査団作成

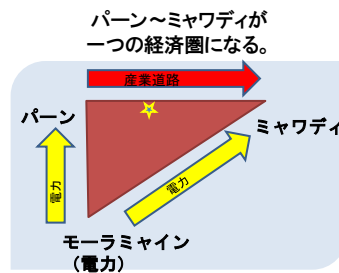
長期的な計画として、2030 年までにカイン州において 10 万人の職づくりによる雇用の創出を行うこととする。タイの工業団地における労働集約型工場の平均雇用数は、1 ヘクタール (ha) あたり 200 人であり、この数字から 10 万人の雇用を創出するには、ミャワディ工業団地は 500ha が必要となる。

この 500ha の工業団地の規模は、税制等の恩典が享受できる SEZ の成立要件を十分に満たすため、ここでは「SEZ によるカイン州 10 万人職づくり構想」を長期目標とする。また、この 10 万人の産業集積においては、労働者だけでなく次世代の経営者層の成長も予想されるために、「新中間層の育成」も長期目標の 1 つとする。

3) 中期計画 (2025 年) 「電力および道路網の整備」

図 3 ミャワディ・パーンおよびモーラミヤインのトライアングル構想

パーン～コーカレイ～ミャワディを繋ぐ
 新設道路: (2015年完成予定)



出典: 調査団作成

a) 電力

現状の電力不足を補給するために、隣州モン州のモーラマインにおいて独立系発電事業者 (Independent Power Producer : IPP) による電力供給が計画されている。現在建設中の IPP 発電所は、2014 年に施設の完成を予定しており、2015 年までに 230MW の発電および送電が予定されている。この電力の一部は、パーン工業団地にも供給が予定されている。

b) 道路網の整備

ミャワディ・パーン間における物流経路を改善するために、道路の整備状況や交通の現状について調査し、将来は政府開発援助 (Official Development Assistance : ODA) で道路交通網の整備とともに輸送の効率化を実施することが予定されている。

c) ミャワディ工業団地の SEZ 化

保税加工区としてタイとの貿易が実現して拡張工事が進んだ段階では、SEZ としての申請を実施して特典の充実を図ることとする。

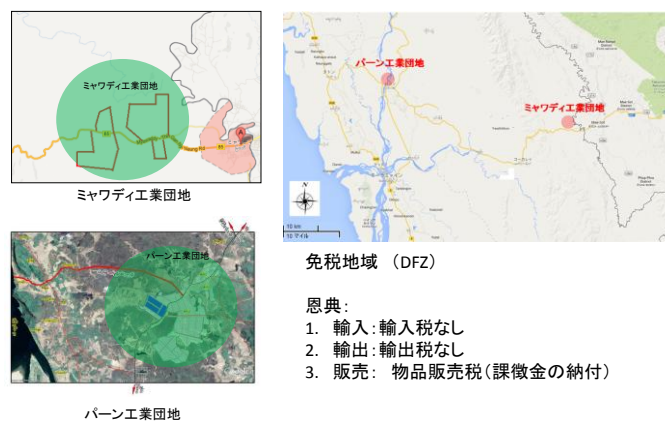
図 4 SEZ における要求事項

パブリック	民間
特典 利益減税、免税、関税免除	ベーシックインフラ 電力、通信、上下水道等 近隣地域のインフラの利用は 任意
OSS (One Stop Service) 工場オペレーション前後への適用 トラブルシューティング委員会	サービス ロジスティックドライポート 銀行、保険
ベーシックインフラ 道路	マーケット志向の熟練労働者 スキル開発プログラム
機関 国家、地方、各SEZレベルの 投資機関	宿泊施設 外国人向け宿泊施設 アメニティー(ゴルフ場) インターナショナルスクール

出典：調査団作成

4) 短期計画(2018年) 「パーン工業団地およびミャワディ工業団地のグローバル化」

図 5 ミャワディ工業団地のグローバル化構想



出典：調査団作成

a) ミャワディ工業団地

現在開発中のミャワディ工業団地について、現地ゼネコンによる開発工事後に、特定目的会社 (Special Purpose Company: SPC) を設立して土地の買収を実施し、工業団地をグローバル化するためのインフラ整備を実施する。特に、タイとの国境に隣接するミャワディ工業団地は、タイとの輸入・輸出による加工貿易が想定されるために、保税加工区を特定することによって恩典を充実するものとする。

b) パーン工業団地

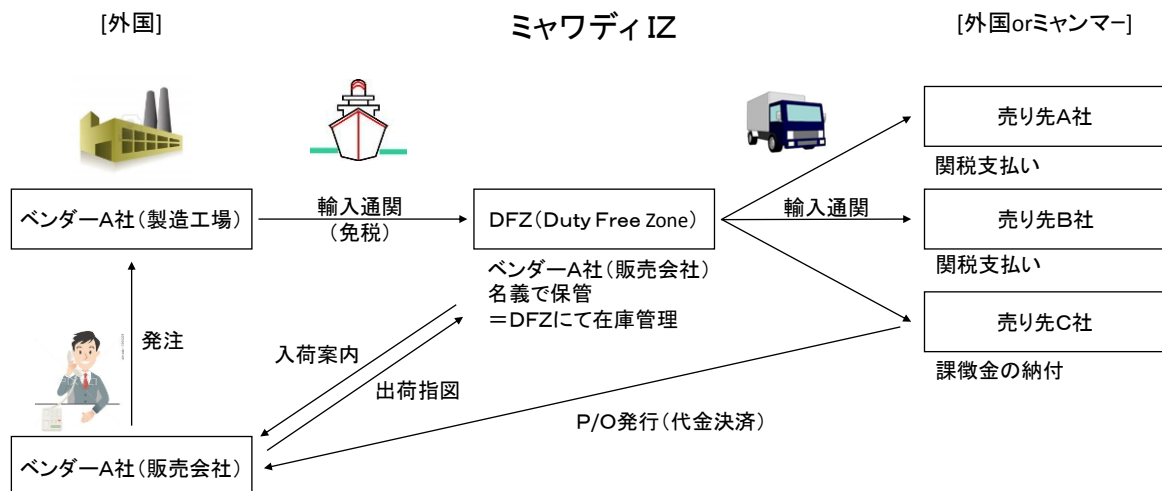
すでに完成したパーン工業団地については、国内直接投資 (Domestic Direct Investment: DDI) および FDI の推進を実施する。特に FDI については、電力、上水・下水などのインフラ施設の充実を実施することによってグローバル化を実施するものとする。

c) ミャワディ工業団地における保税加工区

ミャワディ工業団地では、免税地域 (Duty Free Zone : DFZ) をベースとした保税加工区の認可をミャンマー投資委員会 (Myanmar Investment Committee: MIC) に申請し、取得することとする。なお、この MIC 申請による保税加工区の許認可は、SEZ のように規模や業種の要件が必要ではなく、工業団地単位で取得することが可能であるため、フェーズ 1 のような小規模の工業団地の状態でも申請が可能と判断する。

この保税加工区では、材料または半製品の輸入対して関税は課税しないで保管することができ、製品の出荷時に課税するシステムを採用する。そのため保税加工区は、税法上の一種の外国地域とみなすことができる。この保税加工区は、タイにおいて既に活用されている DFZ を基礎としてミャワディ工業団地で構築することを予定しており、この物流の流れは下記のとおりである。

図 6 免税地域 (Duty Free Zone: DFZ) における物流の流れ



出典：ロジャナ工業団地

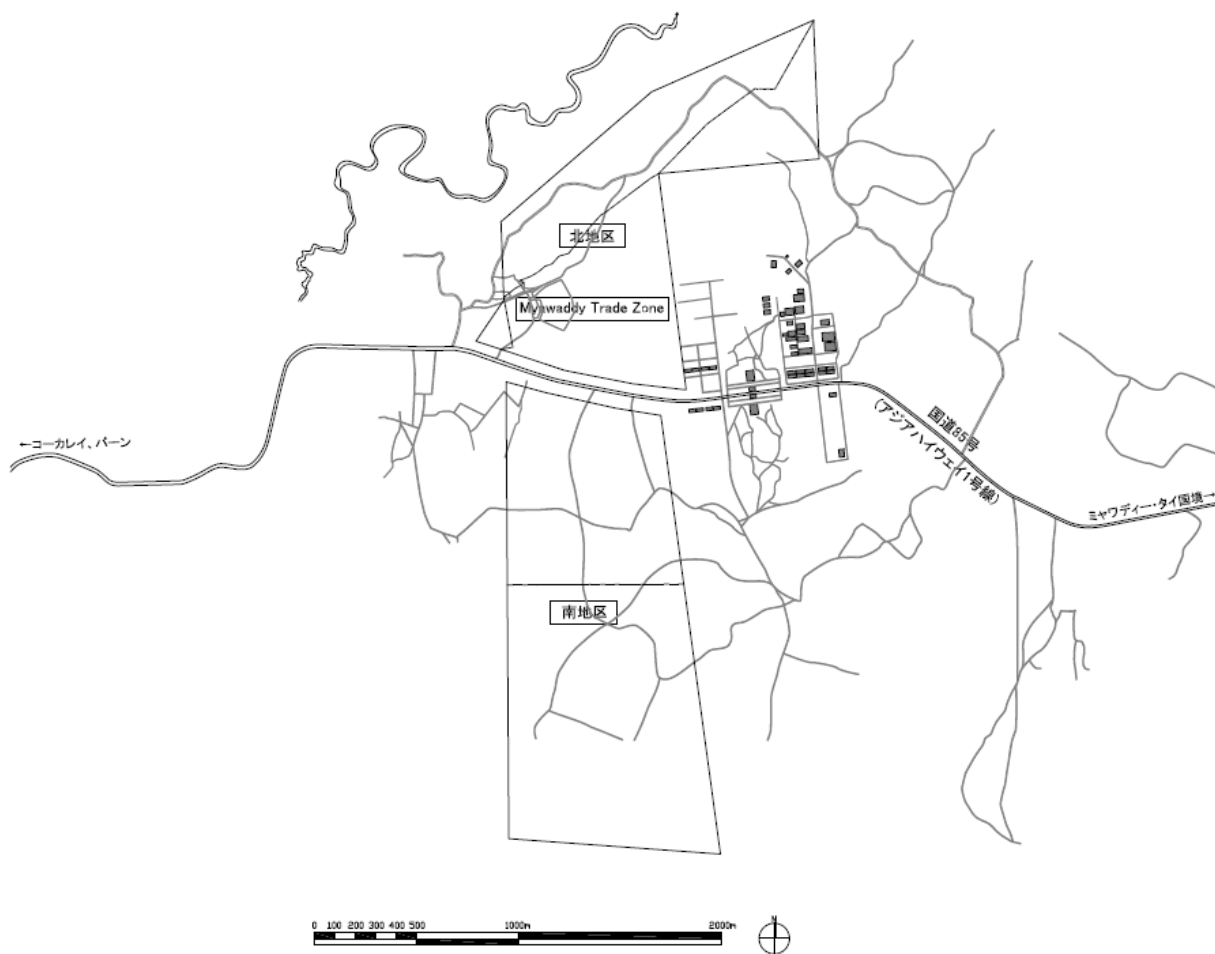
(3) プロジェクトの概要

ミャワディ工業団地の開発計画を、下記に示す。

1) ミャワディ工業団地開発計画の地区

ミャワディ工業団地は、おもに労働集約型産業の集積地を目的とするものであり、国道 85 号線を挟んで、北地区と南地区に分かれる。

図 7 ミャワディ工業団地開発計画区域 現況図



出典：調査団作成

2) ミヤワディ工業団地開発計画の用途

ミヤワディ工業団地の北地区・南地区における用途およびその面積別に示すと、下記のとおりである。

- ・ 工業用途：工業用地
- ・ 住宅用途：進出企業の従業員の内、通勤者以外の従業員およびその家族用の住宅および商業やサービス業務に従事する地元以外からの労働者のための住宅と付帯施設
- ・ 商業・サービス用途：工業団地内およびその外部の取引企業の労働者への商業およびその他サービスの提供
- ・ 管理・ワンストップサービス用途：工業団地の進出企業とその従業員への行政サービスの提供、および進出しようとしている企業への行政一貫サービスの提供
- ・ 公園・オープンスペース：環境保全、および将来用の業務拡張への予備用地
- ・ ドライポート用途：工業団地の入出荷貨物の保税、通関、荷捌き用の施設である混載貨物専用倉庫（Container Freight Station: CFS）業務等の機能であるが、「ミヤワディ・トレード・センター」施設が既に稼働している。ドライポートは設置せずこれと連動させる方針である。

表1 ミヤワディ工業団地の用途別面積 (ha)

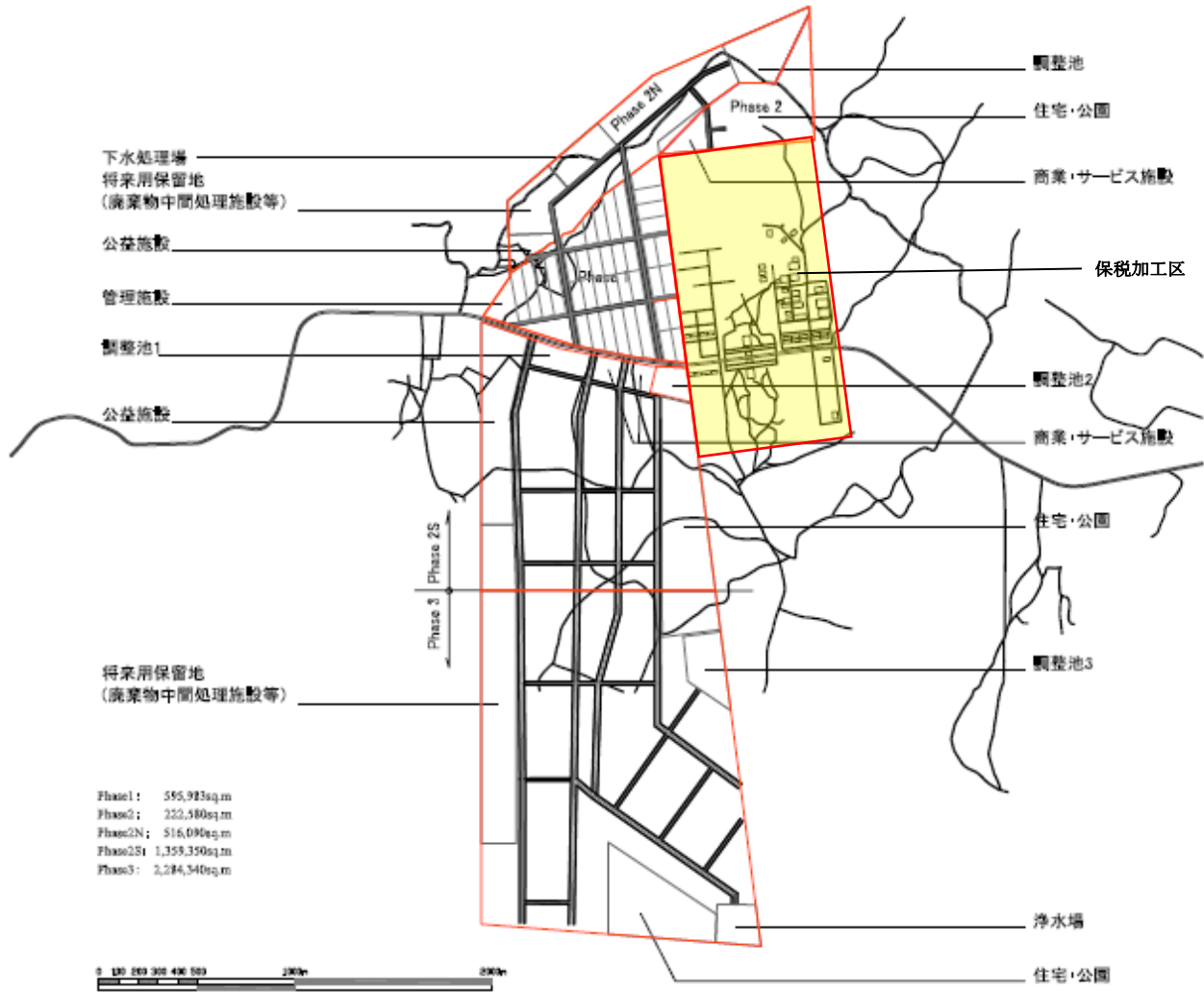
面積項目	フェーズ					合計	面積 比率 (%)
	北地区			南地区			
	1	2	2N	2S	3		
工業団地全体用地	57.4	23.9	49.9	73.1	122.2	326.5	100.0
工場用地面積	48.8	0.0	26.8	35.3	85.0	195.9	60.0
同上、地区別			75.6		120.3		0.0
非工場用地	8.6	23.9	23.1	37.8	37.2	130.6	40.0
同上、地区別			55.6		75.0		0.0
非工場用地面積内訳							
道路	8.6		3.6	9.8	11.8	33.8	10.4
放水路			5.4	0.8	1.6	7.8	2.4
調節池			6.8	3.5	1.9	12.2	3.7
住宅・公園、 教育・訓練			20.7	11.3	10.1	42.1	12.9
商業・サービス			4.2	2.5		6.7	2.1
管理・ワンストップ サービス	2.2					2.2	0.7
公益事業			2.5			2.5	0.8
上水場					2.3	2.3	0.7
下水処理場			3.0			3.0	0.9
将来用保留地			6.0	2.5	9.5	18.0	5.5

出典： 調査団作成

3) ミヤワディ工業団地開発計画における用途の配置

ミヤワディ工業団地の北地区・南地区における配置を平面図に示すと、下記のとおりである。

図8 ミヤワディ工業団地計画区域 平面配置図



出典：調査団作成

- 【北地区】 工場用途、商業・サービス施設、住宅・公園、公共施設、管理施設、下水処理場、調整池
- 【南地区】 工場用途、商業・サービス施設、住宅・公園、公共施設、下水処理場、上水場、調整池、廃棄物中間処理施設
- 【保税加工区】 税関（輸出・輸入）、保税倉庫、保税工場

4) ミヤワディ工業団地開発計画の現状地形

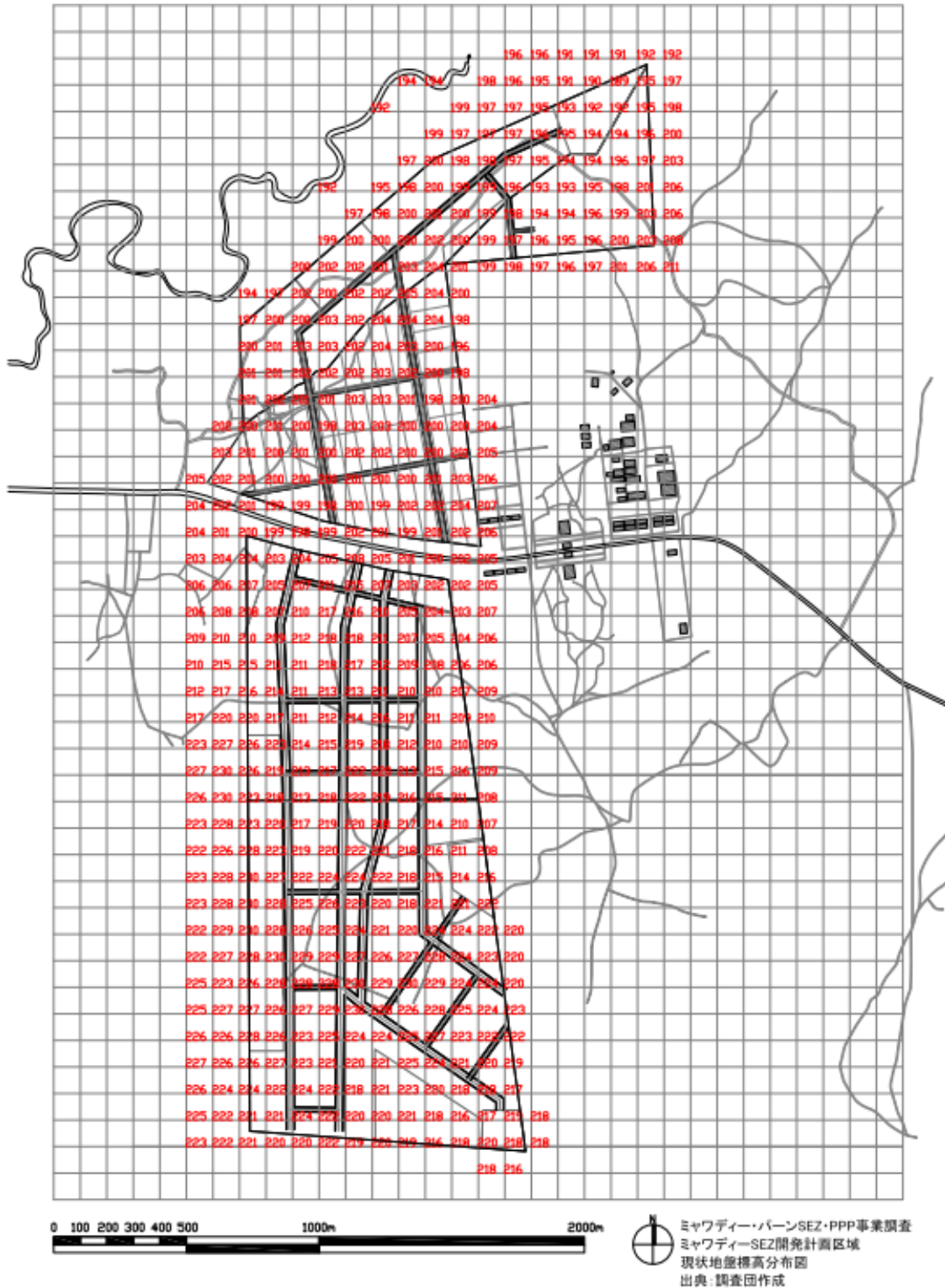
ミヤワディ工業団地開発計画の予定地は、周辺が丘陵地帯であるため、入手した地形図により予定地の周辺を含めて現状地盤の標高を調査した。

ミヤワディ工業団地計画地の一体は平原地形が広がっており、概要は次の通り要約される。

- ① 北地区：全体的に東南から北西に向かって傾斜しており、標高は海拔 EL210m から EL180m の範囲にある。フェーズ 2N 境界の北西にある凹凸をなして蛇行しているティンガン川はこの付近では北東方向に流れている。

- ② 南地区:国道 85 号(アジアハイウェイ 1 号線: AH1)の南側に南北に細長い南地区は、標高 EL230m から 195m まで約 2km の間で変化している。また、この地区は境界線の西南側から東北東方向へ EL230m から EL185m まで不規則な起伏を持ちながら傾斜している。

図 9 ミャワディ工業団地開発計画区域 現状地盤標高分布図



出典：調査団作成

5) 事業費

ミャワディ工業団地開発事業に関する事業費は、下記の通りとなる。

なお、フェーズ4については、計画予定地が未定であるため、除外した。

表2 事業費の積算 (単位 M US\$)

No.	名称・工種	摘要	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3
1	土木インフラ				
	用地造成		1.67	1.01	1.56
	構内道路		2.44	5.33	7.59
	雨水排水		3.25	1.96	3.03
	調節池		2.44	1.77	1.71
	直接工事費合計		9.80	10.08	13.89
	間接工事費		1.96	2.02	2.78
	一般管理費		1.18	1.21	1.67
	土木インフラ費合計		12.94	13.30	18.33
2	電力供給	電力会社負担	0.00	0.00	0.00
3	上水供給	地下水取水	1.65	0.57	1.85
4	下水処理	曝気式ラグーンシステム	3.90	1.60	2.34
5	固形廃棄物処理	委託費を含む(ミャワディ市)	0.40	0.18	0.45
6	通信・インターネット	通信事業者負担	0.00	0.00	0.00
7	管理・ワンストップサービス 他	建物、什器・備品を含む	1.16	0.00	0.00
8	建設費合計		20.04	15.65	22.97
9	建設利息	建設費の2%	0.00	0.00	0.00
10	SPC 設立準備費	PS	0.00	0.00	0.00
11	調査・測量・設計費	PS	0.33	0.26	0.26
12	租税公課				
13	予備費	建設費の10%	3.01	2.35	3.44
	事業費合計		23.35	18.26	25.57

項目	フェーズ 1	フェーズ 2	フェーズ 3
全体面積 (ha)	131.2	73.1	122.2
全体面積当たり事業費 (US\$/m ²)	17.8	25.0	21.8

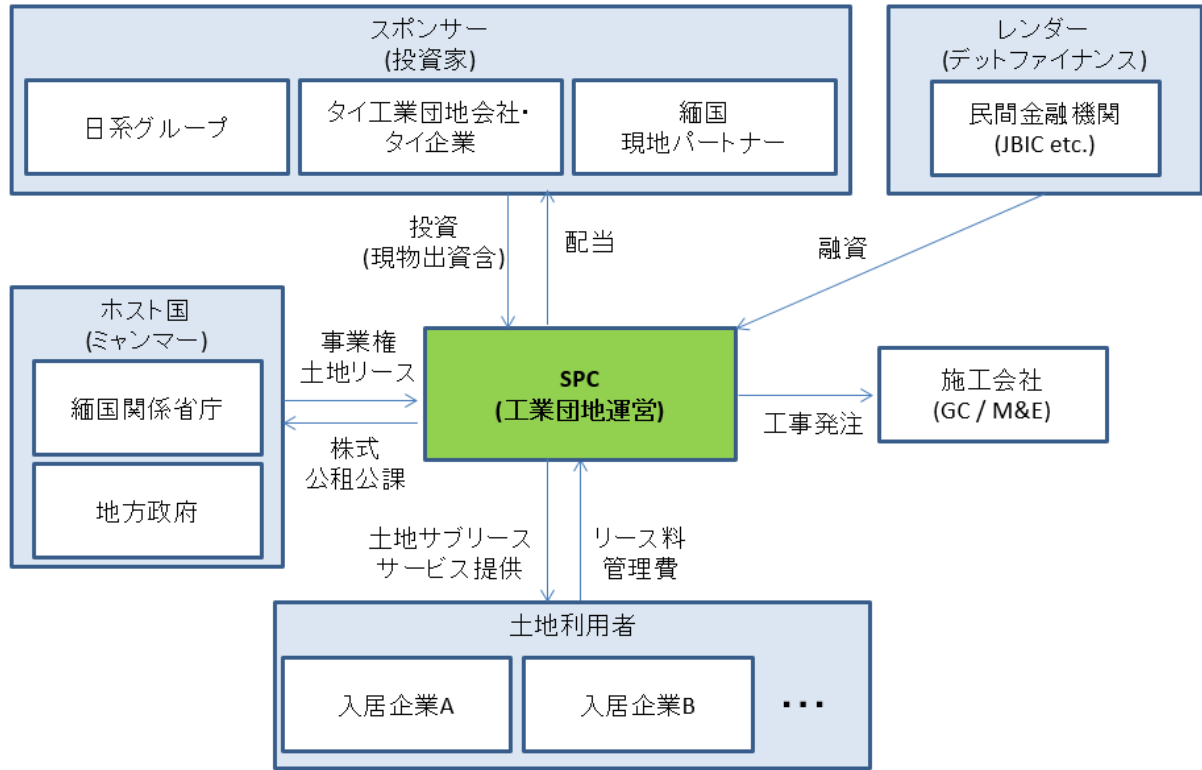
出典：調査団作成

6) 提案する PPP スキーム

図 10 ミャワディ工業団地事業 PPP スキーム

PPPスキーム ミャワディ 保税加工区

SPCはSEZ内の区画整備・インフラ(電力・水処理・通信)整備を担う。



出典：調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

1) 財務分析における前提

工業団地事業の主な収益源は、①土地リース料収入、②給水料金収入、③排水処理収入および ④ サービス料収入によって構成されている。

そこで、財務分析をする上で、下記前提条件を設定した。

- a) 前提①：フェーズ1(57.4ha)、フェーズ2(住宅・商業部分を除く49.4ha)の土地を初年度に取得する。(そのうち、工業用地として販売可能な面積を77.9ha)
- b) 前提②：各販売価格を以下の通り設定。

表3 財務分析の前提

土地販売価格	フェーズ1：US\$45/m ² フェーズ2：US\$50/m ² フェーズ3：US\$55/m ²
給水料金	US\$0.80/m ³
排水料金	US\$0.43/m ³
サービス料金	フェーズ1：US\$0.03/m ² フェーズ2：US\$0.04/m ² フェーズ3：US\$0.04/m ²

出典：調査団作成

- c) 前提③：金融機関からの借入れについては想定しておらず、全額自己資本で賄うことを想定。
- d) 前提④：事業費の積算は、下記の通り。

表4 事業費の積算

項目	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3
全体面積 (ha)	131.2	73.1	122.2
全体面積当たり事業費 (US\$/m ²)	17.8	25.0	21.8

出典：調査団作成

2) 財務分析の結果

財務分析の結果は、下記のとおりである。

a) 財務的内部収益率(Financial Internal Rate of Return: FIRR)

以上のプロジェクト設定及び見積もりに基づき、プロジェクト期間20年のFIRRを求めた。結果は13.91%という値が得られた。

運営収入については3年目でフル稼働とし、運営一般経費は運営収入の10%をみた。インフレは対前年プラス5%で設定して、前述の条件にて20年間の資本フロー(Net Capital Flows: NCF)のFIRRを計算した結果、ベースケースでローンレバレッジなしで13.91%という数字になった。これから本事業は十分に事業性があると判断される。なお、この初期財務分析では長期修繕コストや最終年度回収額は計算に含めていない。

b) 経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return: EIRR)

突破口的なPPPの小規模な工業団地開発案件ということで、開発投資コストと工業団地入居企業のうち全収益をもとに本地域での経済効果を計算した。ミャワディ工業団地に入居する企業が全て日系と取引のある縫製企業と仮定した場合、20年間で約12億ドルの純利益を計上できる。この約12億ドルの純利益を出すために、雇用創出等が図られることになり、結果カイン州の経済に大きく寄与できるものと推測。20年間のキャッシュフローベースで計算した結果、EIRRは32.1%となり、非常に経済効果の高い事業であると思われる。

3) 調査団の結論

当調査は、ミャワディ工業団地について、国内直接投資 (DDI) だけでなく、海外直接投資 (FDI) を視野に入れたグローバル化事業の実施可能性を対象としている。財務分析の結果は、事業実施の可能性を示しているが、その前提条件、現段階の法整備状況および技術的な検討の時間的制約を考慮すると、日系企業を対象とした工業団地事業の実施可能性は、短期的には低いと判断する。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

1) 技術面

ミヤワディ工業団地プロジェクトが実施される際に、我が国企業が外国企業と比較して持つ優位性は、以下のとおりである。

- a) 我が国企業は、東南アジアをはじめ発展途上国において早くから工業団地・SEZ の計画、建設、運営において多大の実績を有し、かつ進出国の経済発展に貢献をしていること。
- b) 生産、物流の水平的分業により、生産者、物流業者が一体となった先進的サプライチェーンを構築し進出企業の事業実績を高めていること。
- c) 近年頻発する大きな自然災害に対して、サプライチェーンの安全性、信頼性向上のため事業継続計画(Business Continuity Planning: BCP)に関する知見を蓄積し、かつ具体の事例に対してそのシステムの有効性を検証できる段階になっていること。
- d) 地球温暖化対策に関連するクリーン開発メカニズム(Clean Development Mechanism: CDM)、2 国間クレジット等プロジェクトに関し、地球温暖化ガス排出削減プロジェクトの創出、実施および目標の達成に多大な実績を有ること。
- e) 省エネ技術・システムに関する技術開発および実運転において世界を先導していること。
- f) 再生可能エネルギー技術に関しても、世界的リーダーの役割を果たしていること。
- g) 建設や資機材の供給面では、高品質で工期・納期を守ることに於いて、特段の優位性をもっているほか、維持管理面においてもこれらを取り込んだビジネスモデルを既に開発し、世界に先行していること。
- h) 供用が耐用年数になる、またはこれを過ぎた公共インフラ施設に対する健全度の診断技術や修復技術は世界に先進しており、長い間西側先進国から経済制裁を受けて疲弊しているミャンマーの公共インフラを更新する上で多大な貢献ができること。

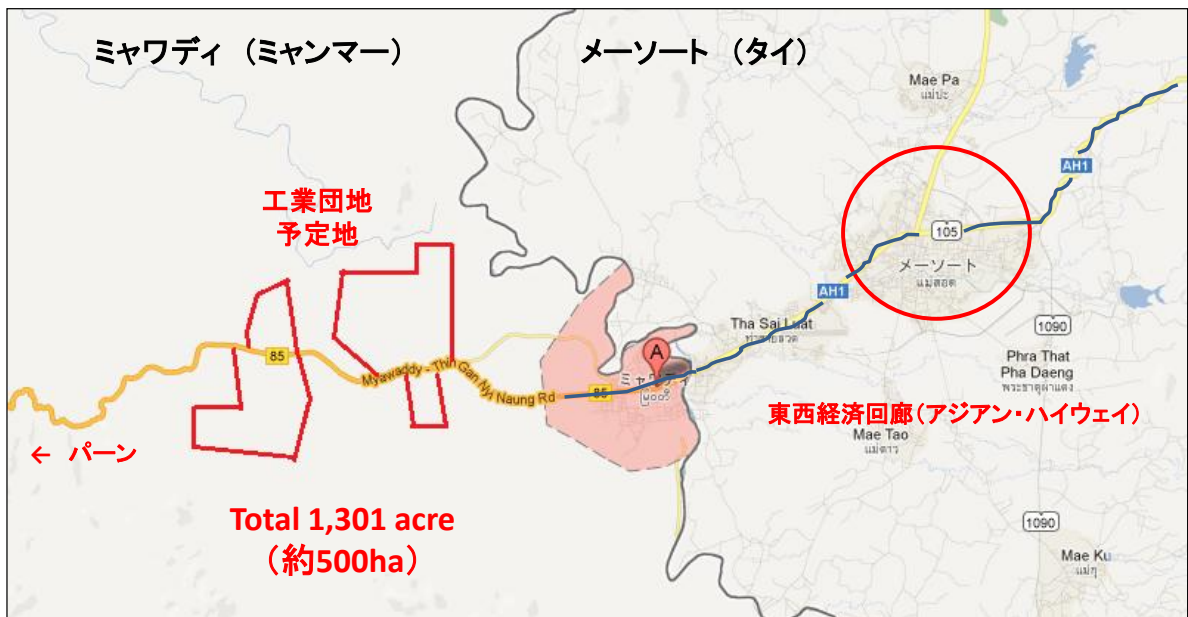
(7) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

地図1 ミヤワディ工業団地・パーン工業団地 位置図



出典：調査団作成

地図2 ミヤワディ工業団地 位置図



出典：調査団作成