

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

インド・バンガロール～チェンナイ高速道路

建設事業調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：日本工営(株)
東日本高速道路(株)
(株)パデコ

(1) プロジェクトの背景・必要性等

インド共和国（以下「インド」）の道路総延長は世界第2位の約340万kmに達しているが、地方道以下は未舗装道路が多く、総延長の2%の国道及び5%の州道に全交通量の約75%が集中している。また道路の機関分担率は貨物輸送、旅客輸送とも2000年以降、大幅に上昇しており、道路網整備の必要性は高い。このような状況に鑑みてインド政府は第10次（2002～2007年）及び第11次（2007～2012年）の5ヵ年計画において道路セクターを重要分野に位置づけている。経済開発を促進するための長距離輸送の安全性・高速性確保の観点から重要である自動車専用高速道路についてはBOT（DBFO）方式を中心に整備を進める計画であり、バンガロール～チェンナイ高速道路はその有力な候補路線である。本高速道路は、インド国道庁（NHAI）が実施機関となり実現可能性調査（プレ F/S 調査）を実施している（平成24年3月に完了予定）。

バンガロールとチェンナイの間には国道4号線、国道7号線及び国道46号線が整備されており、国道4号線を通る北側ルートと、国道7号線と国道46号線と国道4号線とを通る南側ルートが主要な二都市間の往来経路となっている。本調査で平成23年9月にこの主要ルート上の4地点で交通量調査を実施したところ、うち3地点で設計交通容量を上回る交通量が観測されており、既存の道路網では望ましいサービス水準が保てなくなりつつあることが判明している。

平成23年8月現在、バンガロールを州都とするカルナータカ州には182社の、チェンナイを州都とするタミル・ナドゥ州には286社の日系企業が拠点事務所を構えており、これはインドに進出した日系企業の拠点の3割以上が当該地域に集中していることを意味している。したがってこの地域をつなぐ本高速道路は日系企業に対して大きな裨益効果を生むことが期待されており、平成23年2月には在インド日本商工会議所からインド政府に対して本高速道路の早期整備を要望する建議書が提出されている。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

本高速道路の将来交通需要の検討として、インド道路交通省（MoRTH）の過去の交通量データ及び中央統計局（CSO）の最新の経済データを収集し、併せて本調査で実施する交通量調査を援用して本高速道路に係る既存の需要予測結果をレビューし、その妥当性・適用性を確認することとした。

道路線形については、本高速道路の整備主体となるインド国道庁が現時点で構想として抱いているものに準じながら、既成の市街地区や工業地帯を回避することを前提として検討することとした。

高速道路施設については、インターチェンジと休憩施設との設置間隔及び形式・規模について、インドの高速道路設計ガイドラインを基本としつつ、東日本高速道路株式会社の持つ設計容量やノウハウを必要に応じて参照しつつ検討を行うこととした。

道路維持管理については、インドではBOTによって建設・改修された高速道路や国道に料金所を設置し、料金徴収とともに維持管理を行っているが、全長が300km近い道路を管理運営している前例はないことから、日本の高速道路の維持管理の経験を基に交通管理及び料金徴収に関する組織体系について提案を行うこととした。

(3) プロジェクトの概要

① 事業の概要

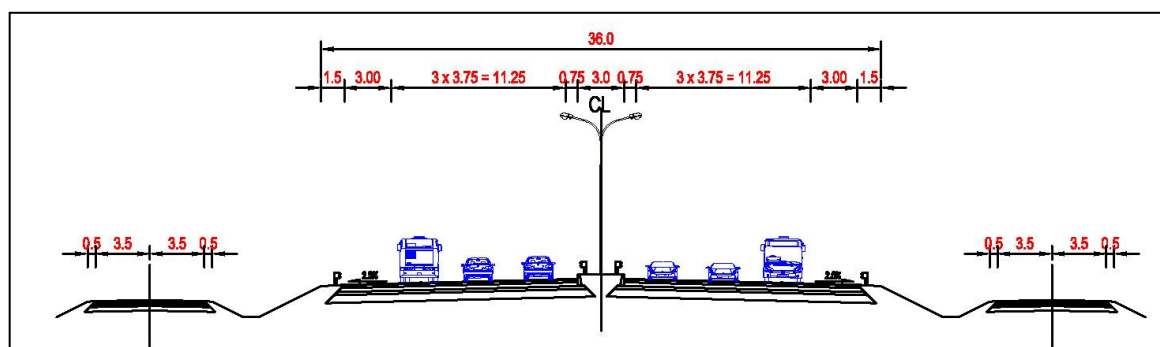
本高速道路はインド南部のカルナータカ州都であるバンガロールとタミル・ナドゥ州都であるチェンナイとを結ぶ延長約 270km の高速道路である。事業概要を表 1 に、高速道路の標準横断面と事業実施位置を図 1、図 2 に示す。

表 1 事業概要

事業名	バンガロール～チェンナイ高速道路 PPP 建設・運営・維持管理事業
実施機関	インド国政府及び日本の高速道路会社、商社など
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> 道路、橋梁構造物及び横断構造物、インターチェンジ、休憩施設及び駐車施設の建設 交通管制及び料金徴収 道路維持・修繕及び運営・管理
事業総額 (初期コスト)	<ul style="list-style-type: none"> 高速道路建設工事費 : 651 億 7,900 万 INR 料金徴収施設費 : 8 億 3,100 万 INR 交通管理施設費 : 15 億 2,300 万 INR 管理車両費 : 7,900 万 INR コンサルタント費 : 20 億 2,800 万 INR 用地買収・補償費 : 54 億 5,900 万 INR プロジェクト運営管理費 : 3 億 7,600 万 INR SPC 建設時管理費 : 13 億 5,200 万 INR <p style="text-align: center;">合計 : 768 億 2,600 万 INR (2011 年価格) 1,134 億 8,800 万円 (1.0 INR=1.4772 円 2011/12/19)</p>
資金調達	PPP 事業区間 : JICA 海外投融資 (70 %) 及び民間投資家 (30 %) ODA 区間 : JICA 円借款
予備的な 財務・経済分析 の結果概要	<ul style="list-style-type: none"> 財務分析 (PPP 事業区間 50 %+ODA 区間 50 %の場合) PIRR : 14.35 %、Eq.IRR : 17.98 % DSCR (最低値) : 1.01、DSCR (平均値) : 6.13 経済分析 EIRR : 24.5 %

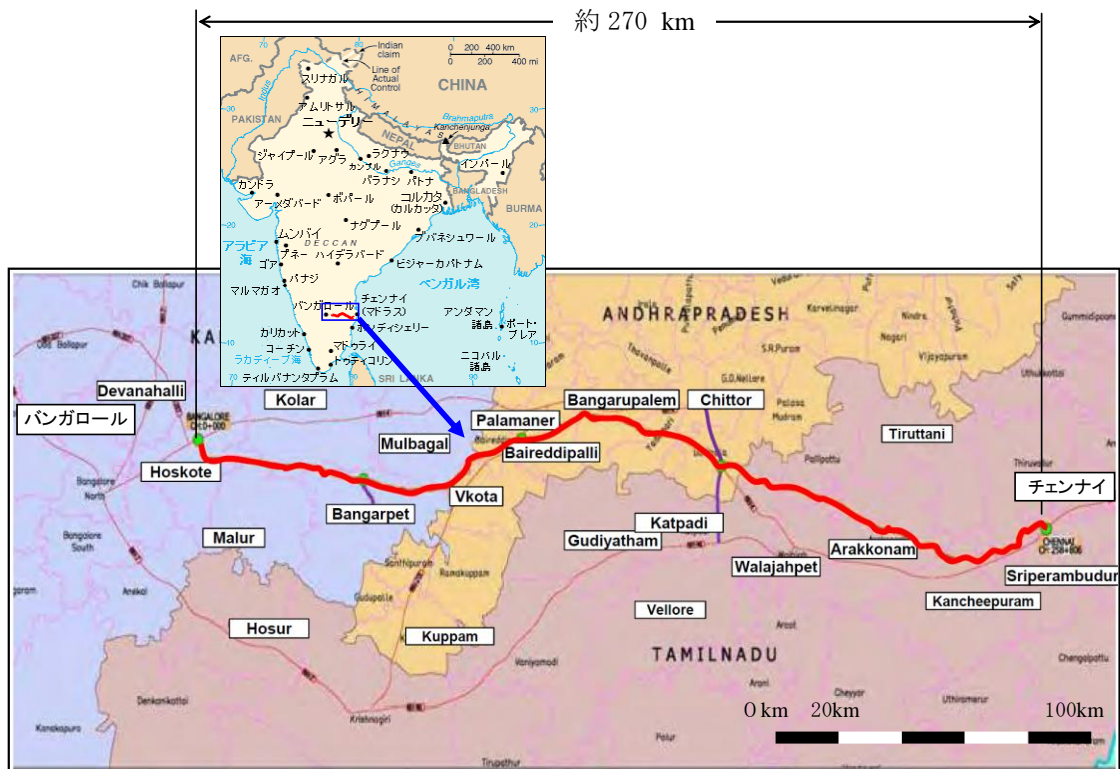
出典：調査団

図 1 バンガロール～チェンナイ高速道路の標準横断面



出典：調査団

図2 バンガロール～チェンナイ高速道路の位置図



出典：インド国道庁

② 環境社会的側面の検討

自然環境的側面に関して、高速道路計画線形は主に農地を通過し、また州境の丘陵地に位置する森林部分も通過する。特にアンドラ・プラデーシュ州チトール郡にて、計画路線はコウンディニヤ野生生物保護区の近隣、及びラヤラ象保護地域内を通過するため、植物相、動物相及び生物多様性に対して適切な対処を講じる必要がある。

暫定的に行った衛星写真による確認では、想定される道路用地（ROW）内で約 115 件の家屋が確認されている。すべての建物に住民が居住していると考え、1 件あたりの住民数を 5 人として計算した場合、575 人の移転が発生することとなり、非自発的移転として適切な対処を講じる必要がある。

(4) 実施スケジュール

PPP 調達区間（約 135 km：全区間の 50%）と ODA 調達区間（約 135 km：全区間の 50%）それぞれの実施スケジュールを表 2 と表 3 とにそれぞれ示す。いずれも 2017 年中の供与開始を想定しているが、ODA 調達区間は PPP 区間よりも 6 ヶ月ほど遅れると想定される。

表2 PPP 調達区間の整備実施スケジュール

項目	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1 インド国道庁 F/S調査	■						
2 EIA及びRAP調査		■					
3 国家計画委員会の事業承認		▲					
4 用地買収及び補償		■	■	■			
- 用地買収80%到達			▲				
5 BOT事業者の調達							
1) 入札図書の作成		■					
2) 事前資格 (PQ) 審査			■				
3) 入札				■			
6 事業契約の締結				▲			
7 事業者によるDBOT							
1) 資金調達手続きの完了 (180日以内)				▲			
2) 詳細設計 (9ヵ月)				■	■	■	
3) 工事 (30ヵ月)					■	■	■
4) 高速道路供用							→

出典：調査団

表3 ODA 調達区間の整備実施スケジュール

項目	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1 インド国道庁 F/S調査	■						
2 EIA及びRAP調査		■					
3 国家計画委員会の事業承認		▲					
4 用地買収及び補償		■	■	■			
5 円借款供与締結手続き							
1) インド政府による円借款申請		▲					
2) JICA有償準備調査		■					
3) 円借款アプルーザル			▲				
4) 円借款供与締結			▲				
6 コンサルタント調達及びコンサルタント・サービス							
1) 事前資格 (PQ) 審査			■				
2) 入札				■			
3) 契約締結				▲			
4) 詳細設計・入札図書作成 (9ヵ月)				■	■	■	
5) 工事業者調達支援					■	■	■
6) 施工監理						■	■
7) 道路管理・運営会社調達支援						■	■
7 工事業者調達及び工事							
1) 事前資格 (PQ) 審査				■			
2) 入札					■		
3) 契約締結						▲	
4) 工事 (30ヵ月)					■	■	■
5) 高速道路供用							→

出典：調査団

(5) 実施に関するフィージビリティ

複数のシナリオについて財務分析を行った結果から、ギャップファンドなしに巨額の初期投資を必要とする本事業は財務的に成立し得ない。インド政府の Viability Gap Funding (以下「VGF」) スキームにおいては初期投資額(総事業費)の40%を限度にVGFの供与が可能であるが、最大限のVGF供与がなされ

た場合においてでさえ、事業実施に必要とされる IRR を満たすことが出来ない。一方で、限度額の制約のない日本政府の ODA を用い、初期投資額（総事業費）の 50%該当区間をインド政府側で建設した場合において、PPP 事業として財務的にフィージブルとなり得る。

収入リスクや完工リスクについては、リスクの発生具合によっては事業の継続を危うくする可能性が高い。今後のステージにおいて精度の高い交通量予測、本事業に適用される料金体系の確定、工事の難易度の調査、用地取得の範囲や遅延による影響等の調査を行い、これらを財務分析に反映させたいことで投資判断を行っていく必要がある。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

日本は最初的高速道路の供用以来 50 年を超える有料道路の運営管理の経験を有しており、現在の管理延長は 7,000km 以上に達する。その長期にわたる経験を通して安全性、快適性を確保しつつ効率的に高速道路の運営管理を実施しており、運営管理に関わる技術競争力は高い。加えて、道路建設においても日本企業の品質管理能力や工程管理能力は優れており、本プロジェクトのように 270km の道路延長を 3 年で工事を完了させ開業をしなければならない条件を与えている場合、日本の優れた工事管理技術は技術競争力の観点においても優位性を有している。その豊富な経験を有する日本企業がインドの有料道路事業に参入することにより、水準の高い運営管理が実施され、利用者のニーズにこたえることができるものと考えられる。特に技術的には、道路交通情報の収集と提供、ETC 料金徴収システムの導入・普及促進による弾力的な交通需要マネジメントについて、高い技術を活用できるものとする。

(7) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻むリスク

バンガロール～チェンナイ高速道路整備プロジェクトの実現までのスケジュール及び実施を阻む要因について、以下の主要な項目が挙げられる。

- ・ EIA 及び住民移転計画などのインド国内で必要とされる環境認証手続きの遅延が用地買収着手の遅延につながり、工事開始スケジュールの遅れとなる。
- ・ インドの PPP 事業では用地買収が 80 %に到達するまでは入札手続きに着手できない規定となっていることより、用地買収の手続きが実施スケジュールに影響を及ぼす最も大きな要因である。
- ・ 加えて、インド中央政府の用地買収費及び補償費、VGF 予算などの資金確保の遅れによる入札遅延も実現を阻むリスクとなる。
- ・ ODA 区間においてはインド国内における円借款要請手続き、及び、コンサルタント及び業者選定における入札評価の手続きの遅延リスクによる工事開始スケジュールの遅れが懸念される。

(8) 調査対象国内での事業実施地点がわかる地図

図 2 に調査対象地域を示す。

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

インドネシア・ジャカルタスカルノハッタ国際空港拡張 事業調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：伊藤忠商事(株)
清水建設(株)
日本空港ビルデング(株)
(株)日建設計
(株)日建設計総合研究所
(株)日本経済研究所

要約

(1) プロジェクトの背景・必要性等

1) プロジェクトの背景

航空需要の拡大著しいインドネシアにおいて、スカルノハッタ空港(Soekarno-Hatta Airport、以後スカルノハッタ空港と記載)はジャカルタ首都圏の航空輸送の中心を担い、ジャカルタの主要な玄関口であるとともに国内のハブ空港としても機能している空港である。当空港は1985年に運用を開始したが、利用者数は著しく増え続け、2010年の実績で旅客数は4,400万人に達し、すでにそのキャパシティを超えている。

ジャカルタ首都圏のインフラ整備に関しては、2010年12月に日本・インドネシア政府間で「ジャカルタ首都圏投資促進特別地域(MPA)構想」に関する協定覚書が締結され、2011年5月からは、JICAによるマスタープラン調査が開始されている。本マスタープランは、成長著しいインドネシア経済をけん引するジャカルタ首都圏のさらなる成長を促すために欠かせないインフラ整備に焦点を置き、9つの重点セクターを挙げている。空港もその一つに挙げられており、この中で具体的に進めるべきプロジェクトとして、スカルノハッタ空港の拡張計画が提起されている。

また、同じくJICAにより策定中の、「ジャカルタ大都市圏空港整備計画調査プロジェクト」(Project for the Master Plan Study on Multiple-Airport Development for Greater Jakarta Metropolitan Area in the Republic Indonesia)(以下、JICAマスタープランと記載)においても、将来的には新空港の整備が予定されているが、新空港の運用を開始するまでの期間については、スカルノハッタ空港の拡張・改修により増大する航空需要に対応することを目指している。

一方、スカルノハッタ空港を運営する国営企業のアンカサプーラII(Angkasa Pura II、以後AP-IIと表記)も既に独自の空港拡張計画を作成し2011年に発表しているが、事業実施状況は当初の計画から進捗が遅れている状況にある。

2) スカルノハッタ空港の課題及び拡張・改修の必要性

スカルノハッタ空港は、2010年の旅客数が2000年の旅客数のほぼ4倍にまで増加しており、2010年の旅客数は4,400万人に対し、ターミナルのキャパシティは2,200万人と大幅にキャパシティを超えている状態である。これに伴う課題として以下が挙げられる。

- ターミナルビルの混雑
- 駐機場の混雑
- 駐車場の混雑

また、当チームの現地調査により、以下の課題も浮かび上がっている。

- ビジネス機会の損失
- 不十分なセキュリティ対策
- 設備の老朽化

スカルノハッタ空港の拡張・改修は、旅客数・発着回数ともにキャパシティの超過、ランドサイド、エアサイドの混雑の現状からみて、緊急の課題であるといえる。また、特に9.11以降の空港へのセキュリティの厳格化への対応、施設面での環境配慮、省エネ等に向けた設備の更新、さらには、利用者の視点立ち、様々なサービスを提供し、顧客満足度の向上を図り、インドネシアの玄関口としての機能を満たしていくことが必要である。

上記を踏まえ、本邦民間グループが本空港拡張・改修事業に参画するためには、AP-IIや政府関係組織と協議を行い計画の実現性を把握する必要がある。本調査は、スカルノハッタ空港の拡張・改修について、空港経営の視点及び事業参画を意図する民間企業の視点から計画を立案し、事業の実現可能性を調査・検討するものである。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

1) 調査の基本方針

前述の通り、当空港の拡張・改修は喫緊の課題であるが、空港を運営するAP-IIと航空総局(以後 DGCA と記載)の双方でマスタープランが作成されており、この2つのマスタープランの連携は必ずしもとれておらず、両者が並立している状態である。

本調査においては、これらの既存のスカルノハッタ空港の拡張マスタープランを評価したうえで、JICA マスタープランチームと連携しながら、当チーム独自の空港現地調査、AP-IIへのヒアリング、関係諸機関へのヒアリング等を踏まえて、当チームが対象とするスカルノハッタ空港拡張のための事業メニュー、ファイナンス方法、事業スケジュールを考案して、AP-IIへ提案を行い、協議を通してその実現の可能性を探っていく。

2) 需要予測と空港のキャパシティ

需要予測については、既往の調査のレビューを行ったうえで、DGCA、AP-II、JICA マスタープランチームとの協議により合意した需要予測値である、2017年の旅客数6,000万人(国内線4,700万人、国際線1,300万人)を本計画の需要予測値として設定した。6,000万人を超えると想定される2017年以降については、新空港が計画されているが流動的な面もあり、本調査としては、第4章の予備的な検討を除き、2本の滑走路で年間旅客数6,000万人までのスタディにとどめる。

ターミナルのキャパシティは、ターミナル1から3までの合計で2,200万人であり、実

質旅客数である 4,400 万人に対して大幅に不足している状況である。一方で、滑走路に関しては現状の 2 本の滑走路で年間の発着可能回数は 37 万回であり、2015 年ごろまでは余裕があると予測されている。この発着可能回数に対しては、年間 6,000 万人の旅客を扱うことが可能と考えられている。

3) 収入構造の分析と経営面の課題抽出

スカルノハッタ空港の収入構造をみると、8割弱が航空事業関連収入、2割強が非航空事業関連収入、2%弱が貨物関連収入となっている。非航空事業関連収入の割合は国際水準（空港国際協議会 2010 年調査：46.5%）、アジア主要空港の水準（成田、香港、タイ、マレーシアは 4 割強、シンガポールは約 5 割）と比べても低く、大きな改善余地があると考えられる。具体的には、ターミナル増改築に伴って賃貸可能面積の拡張を図ると共に店舗の質を高め、さらに、現在はターミナルに入場出来ない送迎客を取り込むなどして売上増を図る必要がある。客単価上昇のためには魅力ある商業施設の配置が必要であり、出発、トランジット、見送りなど様々な顧客ニーズに合わせた店舗展開を進めると共に、変化する顧客志向に合わせて店舗を入れ替えるなどの経営努力を続けなければならない。

4) 拡張事業の目標設定と基本方針

a) 拡張事業の目標設定

施設面での現状の課題及び収益面からの経営課題を踏まえて、スカルノハッタ空港の拡張事業の目標を以下の通り設定する。

- ①適切にエアサイド（誘導路、エプロン）及びランドサイド（ターミナル等）双方の施設を整備することにより、キャパシティ不足を解消し、インドネシア経済の更なる発展に寄与する。
- ②現状の課題を解決し、拡張や改修により現在のニーズに合った空港とすることにより、顧客満足度やセキュリティ面の向上を図り、ワールドクラスエアポートとしての位置づけを得る。
- ③長期的には、スカルノハッタ空港を中心とする都市核を形成することを視野に基盤整備を図る。

b) 施設整備の基本方針

拡張事業の目標設定を受け、施設整備の基本方針を以下の通り設定する。

- ①エアサイド、ランドサイドともにキャパシティ不足を早急に解消する。空港機能を活かしながらの再編となるため、拡張、機能移転、改修の一連の施設整備を連続的に実施する。
- ②国際線利用者、国内線利用者、LCC 利用者など、想定する顧客層に応じたグレ

ード設定を行い、顧客満足度を向上させるとともに、収益性の向上が見込まれる分野への重点的な投資を行う。

- ③現在のニーズに合致するよう、システム更新によりセキュリティの向上を図り、旅客および関係者の安全に資するとともに、北米線など未就航路線の就航を含めた路線拡大を図る。
- ④地域風土を活かした現空港ターミナルの魅力を活かし、それを積極的に展開することで、インドネシアの玄関としてふさわしい魅力あるターミナルを構築する。
- ⑤現在は利便性の低いターミナル間移動の利便向上のため、新たな移動手段を整備する

c) 事業化の基本方針

本事業は、新たに開発を行う事業でなく、現在 AP-II が所有し、AP-II による運営が行われている現スカルノハッタ空港を拡張するものである。よって、事業化の検討にあたっては、AP-II との役割分担について留意が必要である。本調査においては、以下のような設定により検討を行っているが、今後の AP-II との協議によって、変更する可能性がある。

- ①本プロジェクトに関する事業について、その特性とリスクを考慮したうえで AP-II との共同事業を実施する
- ②スカルノハッタ空港運営の基幹部分の運用に関しては、AP-II が主体となって実施し、本邦企業はノウハウ提供や一部業務を実施する方針とする
- ③コンセッションやカーゴなど、不確定要素が多い事業については、本邦企業を中心とする民間事業者側がリスクテイクを行い、事業を実施する。

(3) プロジェクトの概要

1) 本事業の概要

AP-II の「グランドデザイン」(“Grand Design”)、JICA マスタープラン、当チームのヒアリング・現地調査等をもとに検討し、本事業の概要及び規模を表 S-1 のように設定した。施設規模の想定は、将来のジャカルタ周辺の空港拡張政策によりスカルノハッタ空港の位置づけ・利用者数に変化が出る事が予想されるが、本調査で採用した需要予測値である、2017 年の旅客数年間 6,000 万人（国内線 4,700 万人、国際線 1,300 万人）をベースに行った。

AP-II社の空港拡張計画である「グランドデザイン」においては、6,000万人を超える需要に対応するため現状敷地外北側に第3滑走路(Runway 3)及びターミナル4(Terminal 4)の建設が想定されているが、本調査においては前述のとおり2本の滑走路で年間旅客数6,000万人までのスタディにとどめるため、対象外とした。

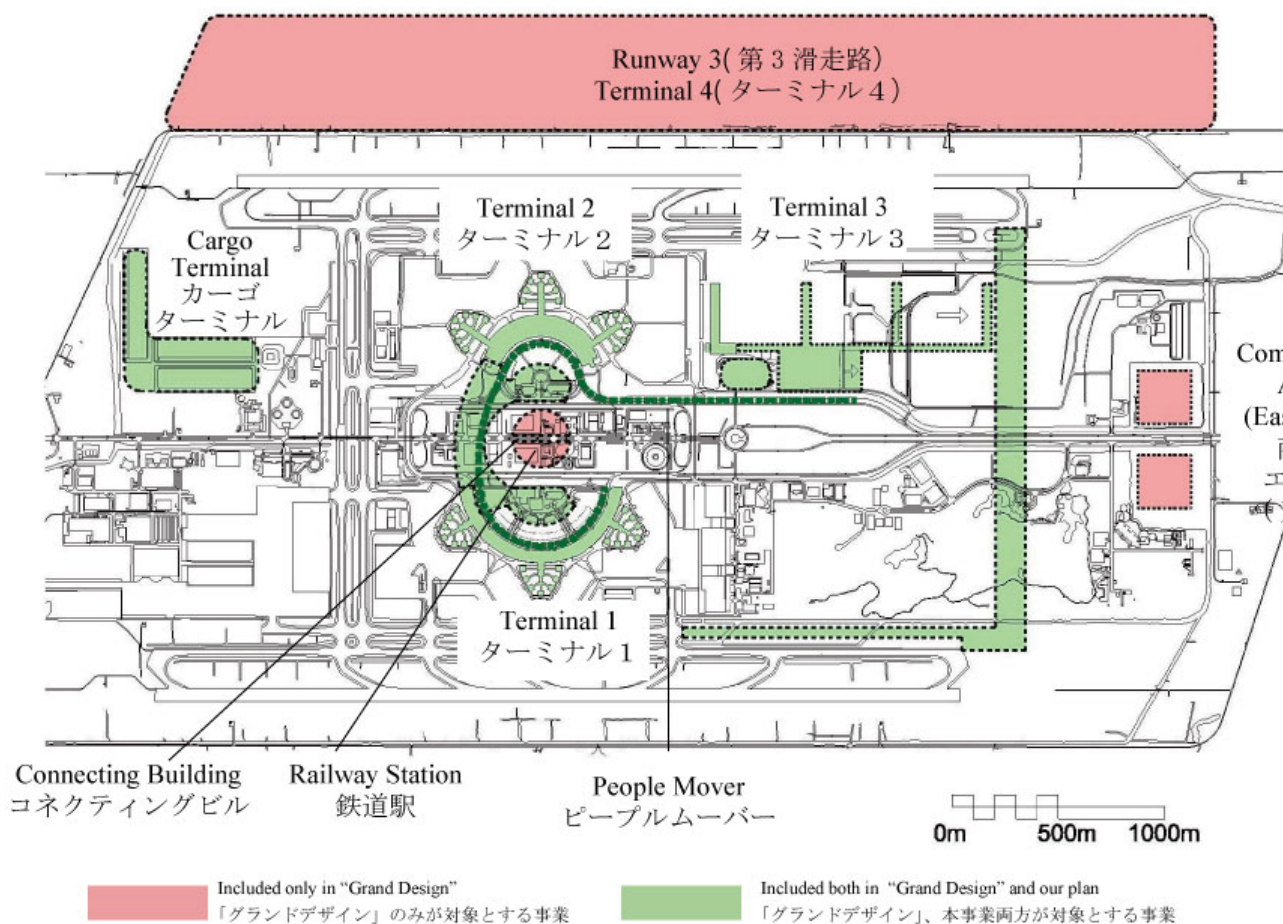
なお、鉄道駅(Rail Way Station)についても鉄道の運行開始時期自体が不確定であるため、また敷地内の東部商業エリアについても長期的な構想のため、対象外としている。

表 S-1：グランドデザインにおける事業要素と本事業における想定される事業範囲

AP-II グランドデザイン における事業要素		本事業における 施設整備範囲の想定	本事業における 施設規模の想定
エアサイド	エプロン(Apron)	新規整備+既存部改修	
	誘導路(TaxiWay)	東側誘導路新設 既存滑走路を一部改修	整備面積 360,000 m ²
ターミナル	ターミナル 1 (Terminal 1)	既存施設の増築 +既存改修	30,000 m ² (増築部) +既存改修
	ターミナル 2 (Terminal 2)	既存施設の増築 +既存改修	30,000 m ² (増築部) +既存改修
	ターミナル 3 (Terminal 3)	既存施設の増築	200,000 m ² (増築部)
	カーゴ(Cargo)	新築	150,000 m ²
商業エリア	インテグレイティッドビルディング (Integrated Building) (Connecting Building、 Inter Change Terminal) (Parking Building)	新築	185,000 m ²
ターミナル付帯工 事	ピープルムーバー (People Mover)	ターミナル接続用を新設 (又はバス専用路の整備)	総延長 3.5km (4 駅)
	ユーティリティ等	ユーティリティ、道路改修	
鉄道駅	鉄道駅(Rail Way Station)	対象外	—
将来拡張	第 3 滑走路(Runway 3)	対象外	—
	ターミナル 4 (Terminal 4)	対象外	—
	東 部 商 業 エ リ ア (Commercial Area,East Side)	対象外	—

(出典)当チーム作成

図 S-1 : 「グランドデザイン」と本事業の対象事業の違い



(出典) JICA, “Master Plan Study on Multiple-Airport Development for Greater Jakarta Metropolitan Area in the Republic of Indonesia: Progress Report” (March 2011)をもとに当チームで作成

事業範囲に対する事業主体と資金ソースの視点から、表 S-2 の通り 5つの事業パッケージに分類した。事業主体と資金ソースの考え方については、下表のとおり AP-II と当チームに相違があるが、以降の財務的・経済的分析については、より広範囲に JV の事業範囲を設定している当チームの案に基づき実施するものとし、パッケージ③を中心として、パッケージ②を含む場合と含まない場合の2ケースについて分析を行うものとする。

表 S-2：5つの事業パッケージ

事業項目	AP-II が想定する資金ソース	当チームの想定する資金ソース
パッケージ① エアサイド（誘導等の新設・改修、エプロン）	政府資金で公共事業として実施 ⇒実施後の資産は出資(Equity) 又は補助金(Grant) として AP-II へ移転か？	公共事業として実施し、円借款を活用
パッケージ② ターミナル付帯工事（ピープルムーバー、ユーティリティ等）	AP-II 内部留保及び AP-II が借入主体となって国内市場から調達。	パッケージ①と同様公共事業とし、円借款を活用する。但し、公共工事とならない場合にはパッケージ③と同様 JV にて整備
パッケージ③ ターミナルビル改修、拡張		スカルノハッタ空港運営会社を AP-II から分割し、第三者からの出資を受け入れた上でターミナルビルの整備を実施し、一定期間運営
パッケージ④ カーゴビレッジ新設	第三者資金を含めた JV	コンセッション形式により第三者資金で建設
パッケージ⑤ 商業エリア（商業、ホテル、オフィス、駐車場）		

(出典)当チーム作成

パッケージ①、②、③について、事業費を以下の通り積算した。

表 S-3：事業費の積算

単位:百万

		円換算	US \$ 換算	IDR 換算			
				合計	内貨分	外貨分	
工事費	①	基本施設整備工事	6,000	78	705,900	564,720	141,180
	②	ターミナル付帯工事	19,000	246	2,235,350	1,788,280	447,070
	③	ターミナル3増築工事	50,000	647	5,882,500	4,411,875	1,470,625
		ターミナル2改修工事	10,000	129	1,176,500	882,375	294,125
		ターミナル1改修工事	10,000	129	1,176,500	882,375	294,125
		工事費小計	95,000	1,229	11,176,750	8,529,625	2,647,125
		予備費	4,750	61	558,838	426,481	132,356
		設計料等	4,750	61	558,838	426,481	132,356
		事業費計	104,500	1,352	12,294,425	9,382,588	2,911,838

(出典)当チーム作成

2) 予備的な財務・経済分析の結果概要

スカルノハッタ空港は、2010年度実績でみて AP-II 全体の営業利益の 134%を稼ぎだし、本社費用、地方空港の赤字を補っている非常に収益性の高い空港である。本調査で採用した需要予測では、同空港の国内・国際線の総旅客数は今後も増加を続けて 2017年には本事業実施後のキャパシティ上限の 6,000 万人に達すると予測される。総旅客数 6,000 万人、及び、その他の前提(第 5 章本編参照)をたてて試算した本事業スキームによる収支見込みでは、新ターミナル供用開始から 5 年目の 2020 年には、ターミナル拡張による費用の増加を収入の伸びが上回ることにより、2010 年を 52%上回る営業利益が見込まれる。インドネシアが今後実質 6%程度の経済成長を続けることを前提とすれば、スカルノハッタ空港の旅客利用数の増大、及び、その収益増加は今後も続くと予想される。AP-II による旅客数予測及び当チームの想定する旅客一人当たりのターミナル内での消費額に基づいた試算によれば、上記パッケージ③の財務的内部収益率 FIRR は 19%、経済的内部収益率 EIRR は 17%となった。

3) 環境社会面への影響

本調査で提案された計画の環境社会的側面の検討は、本調査の関連上位調査である JICA マスタープランの調査結果を基本的に援用する。

本調査が主眼とするターミナル機能及びターミナル間連絡機能の拡充により旅客・貨物便の利便性が向上し、上質な旅客・一般用空間が提供される。商業施設等のサービス施設の導入により雇用の場の創出及び小売・流通業の活発化が可能となる。また、現在の二本の滑走路の間に部分的に介在するゴルフ場等の低未利用地が空港機能用地に転換されることになり、一体的に整序された土地利用が可能になる。

また、JICA マスタープランでは、将来の第 3 滑走路及びターミナル 4 整備に伴う環境社会面への影響についても予備的な把握が行われたが、スカルノハッタ国際空港の拡張により、2,000 戸規模の非自発的移転がさけられず、移転計画の策定が必要である。また、農地を空港用地に転換することにより、灌漑水路とそれに付随の生活道路の付け替えが必要となる。さらに、農地転換により地域計画の産業政策も見直しも必要となる。

空港の拡張にあたっては、空港の規模と内容から、戦略的環境アセスメント (SEA) を含む環境アセスメント (EIA) の実施が必要となる。前述の JICA 調査プロジェクトでは、必要な環境アセスメントが実施できるように、計画主体の DGCA 及びインドネシア大学と協力して調査準備をすすめている。

ターミナル機能等の拡充により建物施設が増え、環境負荷の増加はさけられないが、これについては、2010 年施行の環境省令 No. 8 /2010 (The Ministry of Environment Decree No. 8 /2010)に定める環境に配慮した建築基準を指針に建築設計をすすめることにより一定の対処が可能である。

(4) 実施スケジュール

現時点で想定されるプロジェクトの実施スケジュールは以下の通りである。

なお、当該プロジェクトにおける各ターミナルの機能分担についてはAP-II内でも方針が確定していないことが確認されている。仮にターミナル3を国内線専用ターミナルとして整備する方針となった場合には、ターミナル1、ターミナル2の改修計画は、本調査で想定しているものとは大きく異なるなど、プロジェクトの実施スケジュールに大きな影響が生じることに留意が必要である。

表 S-4 : 実施スケジュール

	Year	2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017			
		Quarter	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV			
全体計画	プRF/S																												
	コンサルタント選定																												
	基本計画																												
	事業権入札																												
ターミナル3	詳細設計																												
	工事入札																												
	建設工事																												
	事業運営																												
ターミナル2	詳細設計																												
	工事入札																												
	建設工事																												
	事業運営																												
ターミナル1	詳細設計																												
	工事入札																												
	建設工事																												
	事業運営																												
誘導路等	詳細設計																												
	工事入札																												
	建設工事																												
	事業運営																												
カーゴターミナル	詳細設計																												
	工事入札																												
	建設工事																												
	事業運営																												
コネクティングビル	詳細設計																												
	工事入札																												
	建設工事																												
	事業運営																												

(出典)当チーム作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

1) 相手国実施機関の状況

インドネシア国側の実施機関となる AP-II は、インドネシア政府が 100%出資する国営企業であり、本プロジェクトの対象となるスカルノハッタ空港及びインドネシア西部の計 12 空港の管理運営を行っている実績を有している。業務実施範囲は、基本施設及びターミナル施設を含む全空港施設を対象としている。また、インドネシア西部の航空管制業務も AP-II が実施している。

さらに、AP-II は 2011 年にスカルノハッタ空港全体の将来計画となる「グランドデザイン」を策定、7 月に政府より計画の推進の許可を取得している。

AP-II はその経営状況、組織体制、財務基盤、実績、ノウハウともに本事業の実施機関として十二分な能力を有している。

2) プロジェクトの財務分析結果

財務分析では、スカルノハッタ空港を 20 年間運営する事業権を年間 6,000 億ルピア（約 51 億円¹⁾ の対価で取得し、ターミナル改修、拡張事業を実施した場合の投資と収益のバランスの健全性について、収支予想を作成することによりプロジェクトの実現可能性を確認した。尚、この想定は「ターミナル整備、運営とも AP-II が単独で行う」との AP-II 方針とは異なっており、あくまで業務実施オプションの一つとして検討を行ったものである。

検討の結果、ターミナル改修、拡張事業に掛る費用の 40%を出資、60%を現地金融機関からの借入（期間 23 年、金利 12%）で賄った場合の資本収益率(ROE)は誘導路やピープルムーバー等の付帯設備の投資負担を負わない場合で 15%超と良好であり、昨今のインドネシアの経済状況や金利水準を考慮しても事業の実現性は高いことが確認できた。

但し、財務分析のうえで以下の 2 点が大きく影響することから、事業の実施に向けては更なる検討が必要となる。

a) 円借款などの適用

上記財務分析において、ターミナルの改修拡張に加えて付帯設備の投資負担を民間が負担する場合の ROE は 11%と、昨今のインドネシアの経済状況や金利水準を考慮すると投資水準として判断の難しい結果となった。

また、AP-II は当該プロジェクトのほかにも空港の改修を計画しており、資金調達は大きな課題となることが予想される。

そこで本調査にて提案を行ったように、基本施設などのプロジェクトの一部に関して、円借款の活用を行うなど、資金調達面でのサポートを行うことは、当該プロジェクトを推

¹ 11 月 30 日現在、1 ルピアは 0.0085 円 (Bloomberg.com)

進させるうえでも非常に有効なものと考えられる。

b) AP-II との関係性の強化

投資利回りを大きく左右する項目として AP-II へのコンセッション費用が上げられる。我が国企業にとって魅力ある案件となるか否かは AP-II との交渉次第が重要となる。

本邦3社は、当該プロジェクトに共同事業者として参画する意向を有しており、これまでも多様なプロジェクトを推進してきた実績も有しており、特に旅客ターミナル事業に関する追加的な詳細分析を実施し、事業者の視点から AP-II に提案を行うことは、事業を推進するうえで非常に有効なものとなると考えられる。

(6) 我が国企業の技術面での優位性

1) 技術面

我が国企業の技術面での優位性としては、以下の点が挙げられる。

a) 環境技術

空港は開発、建設、運用段階の全てにおいて、環境へ与えるインパクトは大きい。我が国の空港においては、開発時の周辺環境への配慮、建物への環境配慮技術の積極的な導入が進んでおり、本プロジェクトにおいても、日本企業による設計及び施工により、多くの環境技術を盛り込んだ高度な環境配慮型建築の実現が可能である。

b) 建設技術

環境負荷低減に配慮した施工技術についても日本の建設会社の技術力は優れていると考えられる。また建設時の周辺環境への対策についても、継続的にモニタリングを行うなどの手法を用いて周辺環境への負荷を減らしている点で実績がある。

c) 災害対応・BCP(Business Continuity Plan:事業継続計画)

日本の建築物の耐震性能は世界最高水準であり、近年大規模な地震が発生しているインドネシアにおいても、日本の耐震技術を活かした建物の設計は、災害時の人命の保護、また緊急拠点形成の面からも非常に有効であると考えられる。その他自然災害対策に関しても、日本で培った技術力やBCP対応力を活かした施設計画を立案できる点で我が国企業に優位性があると考えられる。

d) オペレーション・マネジメントシステム

セキュリティシステム、バゲージハンドリングシステム、建物のエネルギー管理システムなどにおいて、日本のシステムの信頼性は高いと考えられる。

2) 経済面

歴史的円高もあり、我が国企業のコスト競争力には疑問が残るが、ODA及び輸出金融機関等による資金供給の面では、本邦企業は他国に対して優位にあると考えられる。

(7) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻む

リスク

1) 案件実現までの具体的スケジュール

伊藤忠商事、日本空港ビルデング、清水建設の本邦3社は、当プロジェクトへの参画の意向を有している。本調査において本邦3社は、旅客ターミナル事業に関しては、現在のスカルハッタ空港の運営者であるAP-IIとの共同事業での事業参画を想定しており、更にホテル等の独立採算事業に関しては本邦企業を中心とした企業体での事業化を想定している。

ただし、AP-IIは現在のところ、ターミナル事業に関しては自社での単独事業を実施し、ホテルなどのコンセッション事業においては外資による投資を認める、という方針をプレスにて公表しており、本邦企業3社の意向とは一部異なっている。

そのため、事業実施に向けては、AP-IIとの早期協議を推進することが引き続き重要となる。その一環として、本調査と平行して、日本空港ビルデングはAP-IIとの空港運營業務に関する業務提携の提案を実施している。日本空港ビルデングは羽田空港のターミナルビルの運営を約50年間実施している。スカルノハッタ空港は、首都空港としての立地環境、利用する旅客の特性など羽田空港との類似性を多く有しており、本業務提携はスカルノハッタ空港の今後の運営において極めて有効なものであると考えられる。

2) 案件実現を阻むリスク

当該案件を実現するうえでの法的な制約に関して、以下のリスクが存在している。

a) 外資参入規制

当該プロジェクトの実施に関連する外資参入制限は、『空港管制業務プロバイダー』のみであるため、事業項目には該当していない。

ただし、以下の事業に関しては、外資の出資上限が49%となっている。つまり当該プロジェクトにおけるターミナル事業に関しては、本邦企業は出資比率が49%までに制限されることには留意が必要である。

表 S-5：インドネシアの外資規制分野（空港関連のみ抜粋）

事業分野	条件
10.運輸分野(空港関連抜粋)	
ターミナルでのサポート事業	外資比率最高 49%
空港サービス	外資比率最高 49%
空運サポートサービス（コンピュータによる予約システム、乗客・貨物受けの陸上でのサービス、航空機リース）	外資比率最高 49%
非商用空運	外資比率最高 49%
空港関連サービス	外資比率最高 49%
フライト・フォーワード・サービス	外資比率最高 49%
航空積荷サービス	外資比率最高 49%
外国航空輸送会社総販売代理店	外資比率最高 49%

(出典)2010年5月25日付大統領規定2010年36号添付I&II

b) 各種手続きに関するリスク

本調査においては、合弁企業を設立する手法を提案している。そこでインドネシアにおいて合弁会社を設立し、建設・事業運営開始までには、投資計画の登録、新会社の設立登録、土地の権利（建設権等）の取得、事業許可の取得、建設許可の取得などが必要になり、スケジュールへの影響が懸念される。

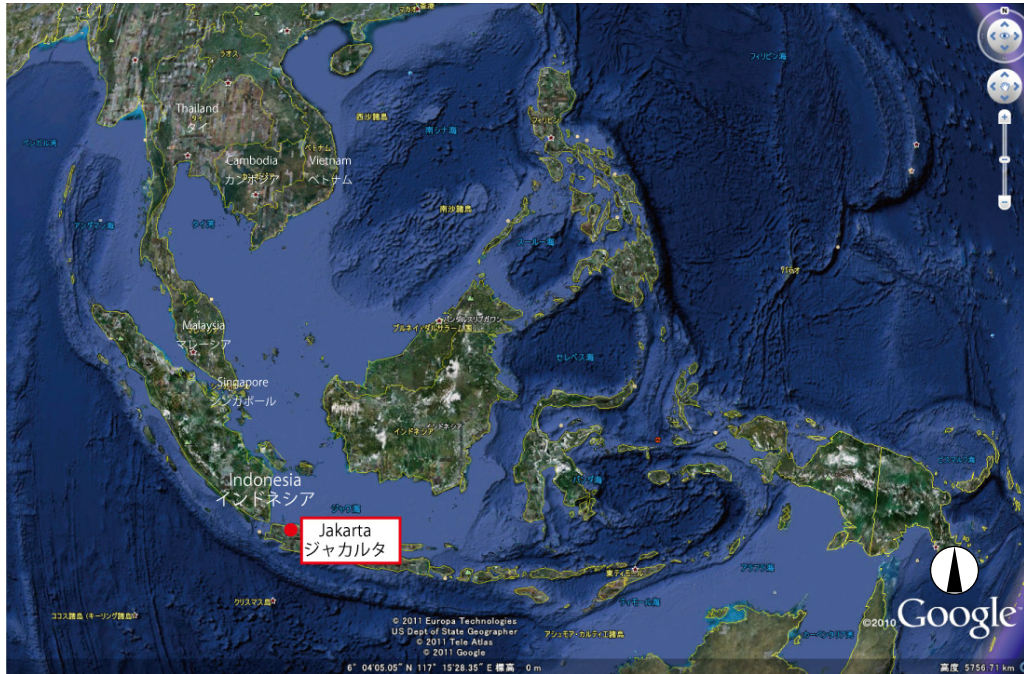
ただし、最近では、これらの手続きが簡素化されており、投資調整庁一か所で概ねの申請ができる「ワンストップ総合サービス」が提供されているため、こうした制度の活用が必要となる。

c) 資金調達に関するリスク

今般の欧州金融危機は、予断を許さない状況にあり、インドネシアを含む ASEAN 諸国に影響が及んだ場合には、本事業の資金調達面に少なからず影響を及ぼすことが考えられる。ただしその場合には、日本国側からの公的な低利長期融資の活用を想定している当チームの強みが、より強く発揮される可能性もある。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 S-2 : インドネシア全体図



(出典) Google Earth 写真をもとに当チームで作成

図 S-3 : スカルノハッタ空港位置図



(出典) Google Earth 写真をもとに当チームで作成

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

インドネシア・ジャカルタ次世代道路交通情報システム
事業調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：(株)野村総合研究所
西日本高速道路(株)
(株)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

インドネシア共和国・ジャカルタ首都圏（人口約1,000万人）では経済成長に伴い急激に増加している交通需要に対し、道路整備の進展が十分ではない。また、首都圏への交通一極集中による交通需要に供給が追いつかず、交通渋滞及びそれに起因する環境への影響、また交通事故も深刻な問題となっている。

この問題の改善のため、ITS（高度道路交通システム）の活用が期待されている。わが国は、ITS推進に関する先進国として技術や知識、ノウハウを活用した国際協力によって、当地の交通問題の緩和・解決に相応の役割を果たすことが可能である。

一方、当地では高速道路及び一般道路における渋滞や事故等を示す交通情報が効果的に提供されていないため、交通の流れを適切に分散することが出来ず、道路インフラを有効に活用できていないため、交通情報システムの整備が喫緊の課題と考えられる。

従来の交通情報システムは、道路脇に設置された自動車の通過を検知する車両感知センサーから得られた情報をもとに、単位時間あたりの通行量と旅行速度を求め、別途収集した交通事故情報等と合わせてセンター側で集約し、道路上の変情報表示板やラジオ・テレビ等のマスメディア、インターネット等を用いて渋滞情報等の形で道路利用者に提供している。

ただし、この方法では交通情報を提供可能な区間がセンサーの設置箇所に限定されてしまう点が問題である。自動車による移動を前提として、ある程度面的に有効な範囲をカバーするためには相当数のセンサーを設置する必要があり、こうしたインフラ整備にかかる手間やコストをいかに低く抑えるかが課題とされてきた。

そこで、自動車や人にセンサーをつけて実際に移動した位置や速度などを計測し、その情報をネットワーク経由で収集することで、物理的なインフラへの依存が少なく低コストで交通情報を提供可能な、プローブ交通情報システムの導入が効果的であると考えられる。

(2) プロジェクト内容決定に関する基本方針

プローブ交通情報システムの運営主体を当地における高速道路運営会社ジャサマルガ社（PT. JASAMARGA）が中心になった企業体と前提とし、交通情報の利用者として、主に物流事業者を想定している。また、一般ドライバーにも提供されるが、その媒体となる既存の交通情報提供事業者（ラジオ局、モバイルコンテンツプロバイダ等）の利用も想定する。

また、我が国でも道路交通情報提供事業の採算性は必ずしも高いとは限らないため、当地でも道路交通情報提供を中心とし、他の ITS サービスメニューとの連携も視野に入れて、複数のビジネスモデルを想定して事業性の検討を行った。

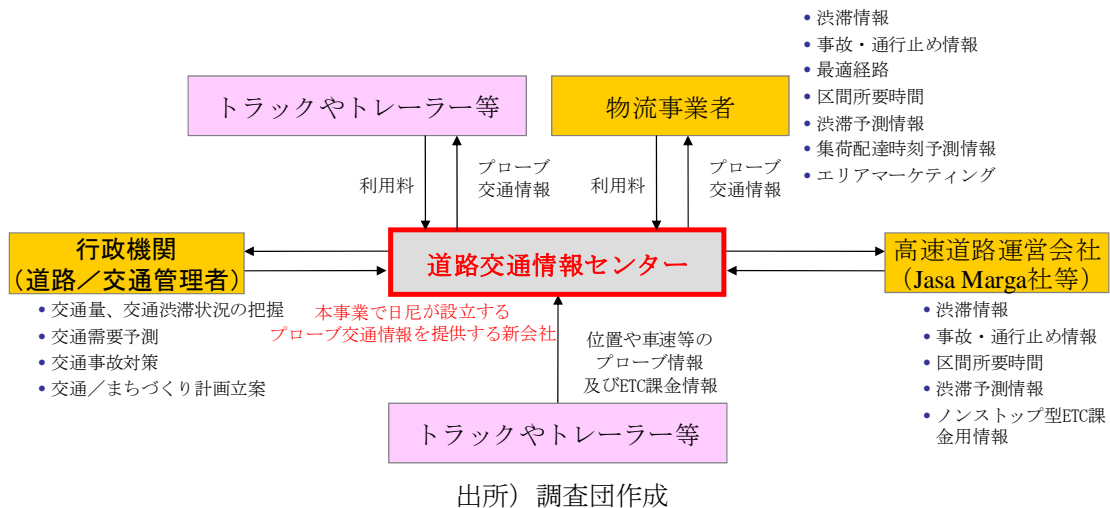
(3) プロジェクトの概要

1) 事業の概要

本事業は図1に示すようなサービスを実現するものである。すなわち、事業主体である「道路交通情報センター」が、トラックやトレーラー等から位置や車速等のプローブ情報を取得し、それらを加工して交通情報を生成する。その交通情報をトラックやトレーラーに提供して運転の参考情報としたり、物流事業者に提供して運行管理に活用したりすることで、対価を得る。また、行政機関や高速道路運営会社に提供することで、交通政策や改良計画、維持作業計画立案に活用する。

また、プローブ情報や車載器等を活用して、高速道路運営会社の新たな事業展開（たとえばノンストップ ETC）などへの活用も期待される。

図1 プロジェクトの実施体制とプローブ交通情報の流通イメージ



2) 事業総額及び予備的な財務・経済分析の結果概要

① 事業総額

本サービスの事業主体が事業開始に当たり必要と想定される事業総額は、以下のように見積もられ、合計 537 億ルピアとなる。

- ・ システム構築：175 億ルピア
- ・ ソフトウェア・分析エンジン：70 億ルピア

・顧客管理機能（ETC システムとの連携含む）：292 億ルピア

②予備的な財務・経済分析

本プロジェクトでの財務・経済分析結果の概要を以下に示す。

表 1 財務・経済分析結果の概要

財務分析	NPV	610 億ルピア
	FIRR	14.6%
経済分析	B/C	1.46
	EIRR	15.2%

出所) 調査団作成

上記

3) 環境社会的側面の検討

本プロジェクト実施により、各種交通情報が提供され、対象区間の平均的な旅行時間が短縮されることに伴い、排気ガスの排出量削減に寄与することが予想される。

また、本プロジェクトは大規模な建設工事を伴うものではないため、周辺環境に大きな影響を与えるものではなく、また土地収用や住民の非自発的な移転を引き起こすものではない。

(4) 実施スケジュール

プロジェクトの実施スケジュールをシステム環境構築から、道路交通情報の提供、ETC との連携までを検討した。

表 2 プロジェクトの実施スケジュール

プロジェクト開始後の年次	1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年
システム環境構築	■							
デジタル道路地図準備	■							
ETCシステムとの連携準備	■							
e-Toll Cardシステムでのサービス運用		■	■	■	■	■	■	■
ノンストップ型ETCでのサービス運用				■	■	■	■	■

出所) 調査団作成

(5) 実施に関するフィージビリティ

プロジェクトの実施スケジュールをシステム環境構築から、道路交通情報の提供、ETC との連携までを検討した。

システム等の整備費は 537 億ルピアと見積もられる。前提となるサービスモデルによる収入に基づいた財務・経済分析の結果によると、2030 年における交通情報普及率についてトラック 50%、一般車両 20%、連携する ETC の普及率については、トラック 60%、一般車両 30%とした場合に、NPV がプラス、FIRR が当地における長期金利を上回り、事業実施可能性があると判断された。

なお、本プロジェクトは民間主体の事業と考えられるが、収益的に安定してくるまでに時間のかかる事業となっている。ある程度長期的な視野に立って、安定的な事業展開を行っていくためには、公的資金を組み入れるスキームが望ましいと考えられる。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

我が国では自動車メーカーを中心に会員制サービスとしてプローブ交通情報システムが普及しつつある。また、NRI/ユビークリンクのような独立系でサービスを提供している事業者も存在する。このように、既に複数の企業・団体がプローブ交通情報を商用サービスとして提供していることが、我が国企業の優位性に繋がっている。

一つには、プローブ交通情報の提供に必要なコンポーネントを多数内製していることが挙げられる。我が国ではプローブ情報の収集機能として、カーナビゲーションシステムが広く普及しているほか、配車管理システムを応用したタクシープローブも商用化されている。これらの製品の大部分に国産の技術・部品が用いられている。また、デジタルロードマップ (DRM) の作成ノウハウを持ち、プローブ交通情報の運用に必要な適切なリンク・ノードの設定が可能である。さらに、プローブ交通情報生成のためのエンジンなど、主要コンポーネントの殆どを内製する技術・ノウハウがあることが強みである。

また、プローブ交通情報サービスの利活用という視点では、発達した携帯電話網や高機能な携帯電話の高い普及率、洗練されたサービスの運営ノウハウ、を組み合わせたプローブ交通情報アプリケーションが多数しのぎを削っている。

現地で一般的である CCTV や、従来型のトラフィックカウンタのように、インフラ型交通情報収集システムに比べ、設備投資にかかる費用を抑えることができるとともに、システム導入の期間を短縮することができる。また、CCTV やトラフィックカウンタは設置場所の情報しか取得できないのに対して、プローブ交通情報は車両が走行する経路全ての情報を取得できることから、利用者により高品質なサービスを提供することができる。

(7) 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻むリスク

実証実験の結果を踏まえて関係各所にヒアリングを行った結果、様々な反応が得られた。これまでの実体験に基づく漠然とした交通情報ではなく、定量的に示された交通情報はわかりやすく興味深いとの評価がある一方で、なぜこの曜日・時間帯に渋滞が発生するのか、長期的に集計した場合はどうなるのか、といった具合に、より詳しく具体的な情報を知りたいとの期待が寄せられている。当該事業を円滑に導入するためのビジネスモデルの検討を含め、当該プロジェクト実施に向けた今後の取組みとして、より具体的なニーズの把握や関係各主体への情報提供等を継続していく必要がある。ただし、交通情報単体では十分な対価を得にくい恐れがあるため、交通情報を核にした潜在ユーザーのニーズに合致した ITS メニューとの連携を目指していくことが求められる。

具体的には、①物流事業者のニーズに対応したサービスの開発、②当地における ITS 推進組織「ITS インドネシア」との連携、③交通情報提供事業者との連携方法の検討、④「ジャカルタ首都圏投資促進特別地域（MPA）マスタープラン調査」における ITS 関連計画との連携の模索などが必要となる。

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図 2 対象とする地域・路線



出所) グーグルウェブサイトより調査団作成

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

インドネシア・ジャカルタ特別州廃棄物 BOT 事業
実施可能性調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：(株)エックス都市研究所
アラックス(株)

(1) プロジェクトの背景・必要性等

ジャカルタ首都特別州（以下、「ジャカルタ」という）では、日量6,200トンの都市廃棄物のほぼ全量を東隣の西ジャワ州のブカシ市のバンタルゲバン最終処分場で埋立処分している。これに対し、輸送効率の改善を考慮した場合、ジャカルタ西側での最終処分場の確保が有効である。このため、ジャカルタは、西側に隣接するバンテン州タンゲラン県チアングールにて、処理施設の建設運営をBOT事業として行う計画であったが、タンゲラン県の土地利用計画において当該用地が住居地域と指定され建設不可となった。

これに対し、タンゲラン県は、代替地として同県ジャチワリング村周辺地域の用地を提供する意向を示している状況である。本プロジェクトは、ジャカルタに代わり土地を確保した上で、ジャチワリング村周辺地域での廃棄物処理BOT事業を行うものである。これにより、ジャカルタの西側に処理処分施設が確保され、今後急増する都市廃棄物の効率的な適正処理を可能にする。

(2) プロジェクトの内容決定に関する基本方針

本プロジェクトの内容を決定するための基本方針は、環境にやさしい低コストでの都市廃棄物の処理処分を実現することである。このため、本プロジェクトの実施により、環境負荷を現状より削減し、経済的メリットを確保する方針である。

(3) プロジェクトの概要

プロジェクトの概要は、表-1に示すとおりである。

表-1 本プロジェクトの概要

項目	内容・能力・構成設備等	
対象廃棄物	ジャカルタにて排出される都市廃棄物	
日平均受入量	1,500t/d	
施設構成	管理型最終処分場	埋立面積16ha 埋立容量250万m ³ の準好気性埋立構造（掘削土を用いた安定勾配土堰堤、サンドイッチ工法、遮水構造、ガス抜き管、浸出水集排水システム、浸出水処理システム）
	メカニカル・バイオトリートメント（MBT）施設	日処理量1,410t [1,185t + 225 t]、処理方式：資源物選別施設、破碎施設、ベルトコンベア、発酵槽、建屋、処理後の選別施設、保管施設、梱包施設
	ごみ固形燃料（RDF）製造施設	処理能力480 t/d（製品量430 t/d）
	コンポスト施設	処理能力410 t/d [334t/d+76t/d]（製品量165t/d）
事業期間	20年	
事業発注形態	建設・運営・譲渡方式（BOT）事業（発注者ジャカルタ）	

（出典：調査団作成）

① 事業総額

本プロジェクト（CASE 1）の事業総額は、表-2に示すとおりで296億円（3兆4,383億インドネシアルピア（Rp）、3億8,154万アメリカドル（USD）である。

表-2 事業総額

項 目	CASE 1	
	1,000 Rp	千円
土地取得費	60,000,000	516,000
事業化費	2,325,000	20,000
初期投資費	1,061,537,000	9,129,000
O&M 費	1,614,651,000	13,886,000
資金調達コスト	245,700,000	2,113,020
予備費	186,035,000	1,599,902
Tax	268,061,000	2,305,329
合 計	3,438,309,000	29,569,251
USD 建て合計 (1,000 USD)	381,539	

(出典：調査団作成)

② 予備的な財務・経済分析の結果概要

財務分析では、キャッシュフローが維持された上でFIRRが12.2%、NPVが58億円、B/Cが1.24を示し、FIRRがインドネシアの長期国債金利を超えていることから、事業性があると判断される。NPV及びB/Cも事業性があると判断される結果が得られた。

経済分析では、本プロジェクトの経済的内部収益率（EIRR）に考慮する項目として、（1）既存最終処分場の軽減効果、（2）既存最終処分場への運搬コスト削減効果及び、（3）地球温暖化ガスの排出抑制効果を考慮した結果、事業収支を含まないEIRRが6.68%という値が得られた。これは、インドネシアの長期国債金利を超えていることから、本プロジェクトは経済的にも有意義と判断した。

③ 環境社会的側面の検討

現在ジャカルタの廃棄物を受け入れているバンタルゲバン最終処分場周辺地域及びプロジェクトサイト（タンゲラン県ジャチワリング村周辺地域）における環境社会的な現状、プロジェクトの実施に伴う環境改善効果、プロジェクト実施に伴う環境社会面への影響を表-3及び-4に整理する。

表-3 環境社会面の現状、プロジェクト実施に伴う改善効果及び影響
(バンタルゲバン最終処分場周辺地域)

項目	現状	改善効果	影響
環境	1カ所の最終処分場に埋立廃棄物が集中し負担となっているほか、搬入車両集中による大気汚染等が懸念される。	新しい処理施設ができることで負担が軽減され、搬入車両も減少し大気汚染が改善される。 ジャカルタの西側に処分場ができることで東側へのごみの集中が解消される。	—
社会	搬入車両の集中による交通渋滞が発生している。	搬入車両が減少し交通渋滞が改善する。	廃棄物搬入量の減少により処分場の雇用が減少する。

(出典：調査団作成)

表-4 環境社会面の現状、プロジェクト実施に伴う改善効果及び影響
(プロジェクトサイト周辺地域)

項目	現状	改善効果	影響	
環境	大気	既設処分場の自然発火による煙による大気汚染がある。調査地点の1つはTSPが大気環境基準(230 $\mu\text{g-Nm}^3$)を超える414 $\mu\text{g-Nm}^3$ となっている。	本件は既設処分場の改善に結びつき自然発火が防止され大気環境が改善される。 新処分場では自然発火等が発生しない衛生理立が導入される。	搬入車両の増加による排気ガスの増加、埋立廃棄物の増加による重機排ガスの増加が考えられる。 埋立作業による粉じん等の発生には留意が必要である。
	水質	河川においては回収した袋の洗浄、ウェイトピッカーによる生活排水による汚染が認められる。例えば、サイト上下流の比較ではBODは21mg/liter→48mg/literと増加している。	本件の処分場本体の改善とともに、処分場周辺のウェイトピッカーによる活動もより環境配慮されたものに転換するよう誘導することで環境負荷を低減する。	処分場からの浸出水処理水等の放流があり、負荷量を考慮する必要がある。
	廃棄物	現在、タンゲラン県の運営するジャチワリング処分場が稼働しているが、オープンダンプ方式であり多くの問題を抱えている。個々の問題はこの表の各項目の通り	本件は、既設処分場の隣接地で実施されるものであり、既設処分場の改善に直接関与するものではないが、新処分場の建設により既設処分場に対する管理手法の改善等の相乗効果が期待される。	本件により、ジャカルタからの廃棄物が搬入され地域として受け入れる廃棄物量は増大する。個々の課題はこの表の各項に記載しているが、適切な設計、施工、管理の励行により環境負荷を増大させないことが求められる。
	土壌汚染	井戸水においてはサイト上流に存在する別の発生源による六価クロム等の汚染がある。(サイト上流を含む3カ所の井戸で基準値0.5mg/literを超える0.14mg/literを検出)	※地下水汚染については、本件とは全く関係のない別の汚染源があることが推定されるが、既知の汚染としてモニタリング等により監視する。	浸出水による地下水等への汚染は遮水層の施工により回避できる。その他、適切な設計、施工、管理をすることが汚染防止のためには重要である。

項目	現状	改善効果	影響	
環境	騒音振動	直近周辺に民家はないが、処分場からは重機稼働や作業音、沿道では搬入車両等による影響がある。	低騒音型重機の採用により騒音振動は従来より改善されると考えられる。	搬入量増加により通行車両が増加するため騒音・振動は従来より大きくなることが想定されるため、対策（静かな運転、低騒音型機器の採用等）の策定が重要である。
	地盤沈下	地盤沈下は発生していない。	—	地盤沈下につながるような要素は計画に含まれていないので支障はないと考えられる。
	悪臭	風下側ではアンモニア濃度（2.6mg/liter）が基準値（2.0mg/liter）を超過する等、処分場からの影響が認められる。	衛生埋立の導入により悪臭の影響は改善されると考えられる。	搬入される廃棄物が増大するため悪臭を発生させないよう覆土等の措置を確実に履行することが重要である。
	底質	底質そのものは測定していないが、河川汚染と関連して汚濁負荷の堆積が考えられる。	処理水の改善により、河川等への負荷は軽減すると考えられる。	搬入される廃棄物量の増加により浸出水負荷も増加するので浸出水管理には万全を期すことが重要となる。
	自然	7 km ほど離れた地点にマングローブ林がある。保護区ではないがマングローブは国家政策として保護が進められている。	保護を要する自然環境への影響は生じないが、設計においては周辺との調和に留意する。	保護を要する自然環境への影響は生じない。
社会	住民移転	約 10 戸の仮設住居（有価物の保管、休憩のために利用）が存在する。	—	仮設住居の移転が必要となる。
	生活生計	843 人のウェイトピッカーが有価物回収より平均 2 万 2,450Rp/d の収入を得ている。	有価物回収及び処分場の運営・管理のために雇用が創出され、住民の収入も向上する。	農地の減少による生産・産業活動の変化が生じる。
	文化遺産	行政が指定する文化遺産はない。	—	—
	景観	稲作の田園が広がる。	—	—
	先住民・少数民族	先住民・少数民族はいない。	—	—
	労働環境	積み上げられた廃棄物や自然発火により労働環境が安全でない。	安全な処分場を建設することによって、労働環境が改善する。	
	交通	廃棄物を運ぶダンプトラックが約 115 台/d、一般車両約 145 台/d が通行。		搬入車両等による交通量が増加する。

(出典：調査団作成)

プロジェクトの実施にあたっては、インドネシアにおける以下法令に従って環境影響評価（インドネシア語で AMDAL : Analisis Mengenai Dampak Lingkungan）の手続きを行う。なお、本プロジェクトは面積が 10ha を超える廃棄物処分場建設のプロジェクトであることから、Decree of Ministry of Environment No. 11/2006 about Types of Business or Activity Compulsory Equipped with Environmental Impact Analysis に基づき、AMDAL の手続きが必要となる。

表-5 インドネシアにおける環境社会配慮関連法規

法律	<ul style="list-style-type: none"> 環境管理法（2009 年法律第 32 号）
政令	<ul style="list-style-type: none"> 環境影響評価に関する政令（1999 年政令第 27 号） 大気汚染の防止に関する政令（1999 年政令第 41 号） 水質汚濁防止及び水質管理に関する政令（2001 年第 82 号）
環境担当国務大臣令	<ul style="list-style-type: none"> EIA の対象となる事業や活動の種類に関する環境担当国務大臣令（2006 年第 11 号） 環境影響評価書のためのガイドラインに関する環境担当国務大臣令（2000 年第 2 号） 環境影響評価プロセスにおける住民関与及び情報開示に関する環境担当国務大臣令（2000 年第 8 号） 環境影響評価作成のためのガイドラインに関する環境担当国務大臣令（2000 年第 9 号） 環境影響評価書の評価委員会の作業システムのガイドラインに関する環境担当国務大臣令（2000 年第 40 号） 環境影響評価書の地方評価委員会設立のための指針に関する環境担当国務大臣令（2000 年第 41 号）

（出典：日本環境省、インドネシアにおける法制度の整備・執行）

（4）実施スケジュール

2014 年 5 月の提案型 PPP プロジェクトとしてジャカルタとの契約締結を前提にした場合、入札は、2014 年 1 月から 2 月で、詳細設計は、落札決定直後として 2014 年 2 月から開始することになる。さらに、施設建設工事は、2014 年 5 月着工となる。

（5）実施に関するフィージビリティ

本プロジェクトは、財務分析上、民間ビジネスとして成立するものと評価されるとともに、既存の輸送コストに対する改善効果も試算により確認できた。さらに、環境社会配慮に係る調査においても、一部ネガティブな影響もあるが、それを上回るポジティブな影響がある。これらから、本プロジェクト実施は、フィージブルといえる。

本プロジェクトのメインの出資者となる企業体は、別途、用地取得に向け調査等を行うなど

準備をすすめているところである。

(6) 我が国企業の技術面等での優位性

① 技術面優位性

埋立処分場及び中間処理施設の技術については、我が国の施設の技術基準も確立され、非常に高いレベルにある。特に処分場の施設整備面での我が国のシステム設計、施工面の技術、また、中間処理施設の総合的なエンジニアリング能力、設計、施工技術は極めて高い。それらは、日本を代表するゼネコンや環境エンジニアリング会社が保有している。この点については、先進国世界では十分に認知され、また、開発途上国でも十分に認識されている。

技術面では非常に質の高い施設整備を行い、また、安定運転を可能にする点で他国を圧倒する優位性がある

② 経済面での優位性

経済面での優位性は、コスト競争力のある処理施設を提供することが第1の前提である。本事業は、民間主体の事業として実施する以上、初期投資を可能な限り抑える努力をすることになる。この点、資機材を仮に日系企業から調達するとしても、事業性を考慮して徹底したコスト削減をすることになる。

第2の経済的な優位性は資金調達である。日本の資金提供のスキームを最大限利用することにより、長期・低利の融資を確保できることは、大きな経済的優位性である。

ただし、問題は為替リスクの持ち方である。もし、事業主体がそのリスクを取るのであれば、リスクプレミアムが付かないので、大きな金利負担にはならないが、逆にデバリューション（通貨切り下げ）のような通貨危機の場合には返済ができなくなり、事業そのものが破産する可能性がある。

第3の経済面での優位性は、本事業はある意味で非価格競争性がある点である。先ず、ジャカルタ州政府は区域内に埋立処分場を確保することはほぼ不可能な状況にある。一方、通常の競争入札で処分場を確保することは不可能である。ここに民間提案型 PPP プロジェクトとして随意契約により処分事業を実施することが可能である。この際、適正な受け入れ価格の設定は事業開始の前提となり、その面での事業の安定性、経済性を確保することが可能と判断できる。

(7) 案件実現までの具体的なスケジュール及び実現を阻むリスク

① 案件実現までの具体的なスケジュール

案件実現までの具体的なスケジュールは、表-6のとおりである。

表-6 工程表

	2012												2013												2014												2015												2016	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
プレF/S調査	■																																																	
ジャカルタ州政府との今後の進め方の協議					■	■	■																																											
事業主体による現地、開発会社(土地取得)の設立					■																																													
タンゲラン県用地の一部先行取得の開始(事業予定者)							■	■	■	■	■	■																																						
タンゲラン県用地におけるジャカルタ州の廃棄物受入のMOUの修正(タンゲラン県とジャカルタ州政府間)							■																																											
JICAに対し協力準備調査の実施提案								■																																										
JICA協力準備調査の実施													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																										
ジャカルタ政府への最終提案																																																		
ジャカルタ政府におけるPPP事業としての承認																																																		
処理施設建設に関する環境アセスメント及び開発許可の手続き(対タンゲラン県)																																																		
提案型PPPプロジェクトとしてジャカルタ州政府との契約																																																		
特別目的会社(SPC)設立																																																		
JICA投融資に関する承認																																																		
施設建設																																																		
竣工																																														■				

(出典：調査団作成)

② 実現を阻むリスク

プロジェクトの実現を阻むリスクとして考えられるのは、表-7のとおりである。

表-7 インフラ事業のリスクと低減方法

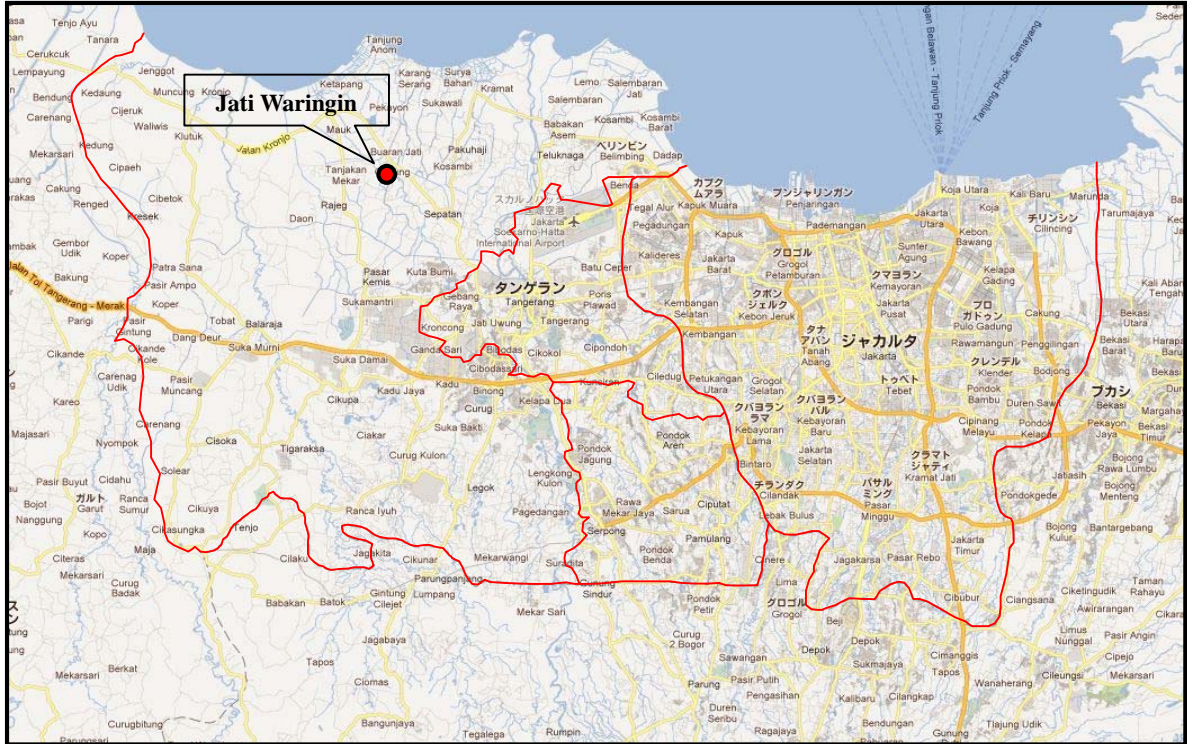
リスク	リスク内容/低減方法
完工リスク	・プロジェクトが予定していた能力、機能に達していないリスク。 ⇒評価できる F/S を実施する。
原材料調達リスク	・規格・規定に合った原材料を調達できないリスク。 ⇒現地日系企業を介して機材を調達する。
サービスの提供・取引のリスク	・予定しない取引量の停滞。生産物の市場へ流通できないリスク ⇒廃棄物の管理計画を適正に実施する。
環境リスク	・プロジェクトがホスト国に自然・社会環境問題を発生させるリスク ⇒十分な対応を F/S で組み込み、細かい対応を実施する。

(出典：調査団作成)

(8) 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

プロジェクト実施サイトは、バンテン州タンゲラン県のジャチワリンギ (Jati Waringin) 村及び周辺地域である。図-1 に位置を示す。

図-1 プロジェクト実施サイト



(出典：Google Map を基に調査団作成)

平成 23 年度 民活インフラ案件形成等調査

インドネシア・東ジャワ州マラン市及び周辺地域での 統合型廃棄物発電事業調査

報告書要約

平成 24 年 2 月

経 済 産 業 省

委託先：日立造船(株)
(株)エックス都市研究所
(株)スマートエナジー

1 プロジェクトの背景・必要性等

インドネシアでは、2008年に新しい廃棄物管理に関する法律（NUMBER 18 YEAR 2008）が制定され、現状の中心的な処理方法であるオープンダンプ（野積み）は2013年までに中止することとなっており、新たな廃棄物処理方法への移行が求められている。浸出水の管理や埋立てた廃棄物に覆土を行う衛生処分場での処理が、最もコストのかからない方法とはなるが、周辺の環境（水系の汚染、悪臭、害虫）への悪影響の一部を減らすことはできるが、抜本的な解決策とはならない。また、埋立処分場の新設に関しては、周辺住民の反対等によって困難な状況にある。そこで、土地利用に余裕のない地域では、廃棄物の長距離輸送が必要とはなるが、州主導による広域的な整備を検討する状況になってきている。これらの状況を受け、最終処分場に頼ることのない最終的な手段として、例えば焼却処理プラス排熱発電を位置付けている自治体も出てきた状況である。

なお、インドネシアにおける廃棄物処理の流れにおいて、このプロジェクトが対象とするのは、現在、市や県といった基礎自治体が担っている範囲である。つまり、有害物を除く廃棄物の処理は、①地域コミュニティによる一時収集、②非公共セクターによる一時集積所における有価物の抜取り、③自治体による収集及び最終処分、④公共の認知の下での処分場での有価物の抜取り、によって行われているが、この内の③及び④が対象範囲となる。

2 プロジェクトの内容決定に関する基本方針

廃棄物の処理方法は、経済レベルの上昇にあわせて、Ⅰ：野積み → Ⅱ：衛生埋立 → Ⅲ：コンポスト化＋衛生埋立 → Ⅳ：焼却発電 or 機械選別＋コンポスト化/メタン発酵＋焼却発電、と遷移する傾向にあるが、インドネシアは現在Ⅰの段階にあり、それが限界に近づきつつある状態といえる。

ここで、排出された廃棄物に対する埋立処分される割合をみると、Ⅰの野積み及びⅡの衛生埋立では100%であるが、Ⅲのコンポスト化＋衛生埋立では50～60%程度に、Ⅳの段階ではほぼ無機物のみで10～15%程度となる。また、Ⅲの段階では有機肥料ともなるコンポストが得られ、Ⅳの段階では電力及び温水が得られる。

Ⅳの段階で、焼却発電単独の方式を選択するか、機械選別＋生物処理＋焼却発電の組合せを選択するかは、排出段階での分別の程度、当該地域でのコンポストの利用可能量及び最終処分場の余力による。また、生物処理のみでは、完全な分別がなされていない場合には残さが発生することになり、埋立処分が選択できない場合にはその処理に焼却を用いることになる。

インドネシアはⅠの段階からの移行期にあるが、段階が進むほどに処理に要する費用も大きくなることから、ⅡもしくはⅢへの移行が順当である。しかしながら、最終処分場確

保の困難さ、電力不足の状況及び温室効果ガス削減の動き等もあり、最終処分量が最も少なく、得られるエネルギー（電力）及び温室効果ガス削減効果が最も大きいIVへの移行という選択肢も十分に考えられる状況となっている。特に、人口の集中している都市部、あるいはクリーンなイメージが大切な観光地等では、現在でも現実的な選択肢であるとともに、今後の経済成長を考慮して数年後の状況を想定すれば中規模の都市においても選択可能なものである。

以上より、このプロジェクトではIVの段階の処理方式を検討するが、生物処理を組み込むか否かについては、廃棄物の組成や水分率によって判断するものとした。有機物の割合が多く水分率が高い場合には生物処理+焼却発電とし、水分率が50%台にとどまるようであれば焼却発電のみの方式にすることとして以下に示す検討を行った。その結果、家庭ごみは雨期においても水分率が50%台にとどまったこと、市場ごみは常時60%を超える値であったことから、別ラインでの処理とした。つまり、家庭ごみは直接焼却処理に、市場ごみはコンポスト化後に選別を行い、可燃物は焼却、不燃物は埋立とした。

(1) 廃棄物の流れ（ウェストストリーム）の現状

廃棄物の流れを図1に示す。

図1 マラン市における都市ごみの流れ

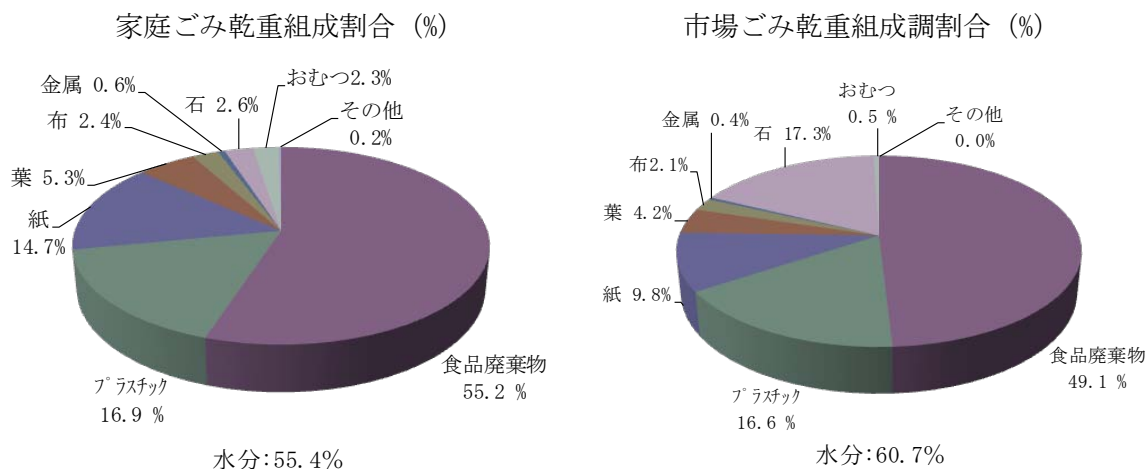


(出典：調査チーム撮影写真に基づき作成)

(2) ごみ質分析結果

- ◆ 乾期ごみは、家庭、市場由来両者とも生ごみが最も多く 50%相当を、次にプラスチックが17%を占めている。特に家庭ごみは、90%を可燃性ごみが占めている。
- ◆ 金属の割合が低く、収集段階での回収が推察される。

図2 マラン市における乾期ごみの組成調査結果（乾重量組成）



(出典：調査チーム集計)

雨期ごみは、生ごみの割合が乾期に比べて低くなっているものの、家庭ごみは紙ごみを入れると7割強が可燃ごみとなっている。なお、含水率は、家庭ごみが59.4%、市場ごみが67.1%であった。

以上より、家庭ごみについては選別及び生物処理を加えることなく焼却発電にまわし、市場ごみについては選別+コンポスト化+選別の処理フローを採用することとする。

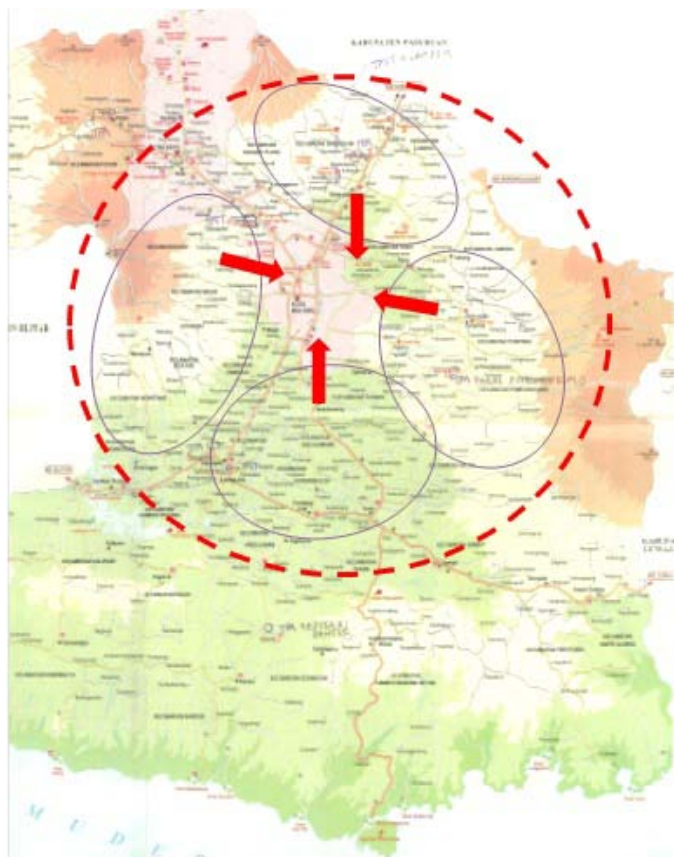
(3) 本プロジェクトの対象ごみ量

1) 対象とする区域

本プロジェクトが対象とする区域は、収集運搬の効率を考慮して計画事業用地であるマラン市のスーピットウラン最終処分場から概ね半径30km圏内とする。その場合の対象区域は以下の通りとなる。

- ① マラン市；全域
- ② マラン県；4つの清掃事務所管轄
 - (I. UPTD SINGOSARI
 - II. UPTD TUMPANG
 - IV. UPTD BULULAWANG
 - V. UPTD KEPANJEN)
- ③ バトゥ市；全域

図3 マラン市周辺4つのマラン県清掃事務所



(出典：マラン市提供地図を基に調査チーム作成)

2) 計画対象ごみ量

計画対象ごみ量として、目標年次を2020年として設定を行うが、将来的なごみ量の変動要因としては以下の事項を考慮する。

- ・人口変動
- ・経済活動及び生活水準の向上による発生原単位の上昇
- ・収集率（適正処理を必要とするごみの発生量に対し収集しているごみ量の割合）

各自治体へのヒアリング及び最終処分場であるTPAでの搬入量調査の結果を踏まえて、現状の収集率を表1に、2020年の設定を表2に示す。

これより、焼却発電施設にて処理される量は685 t/dとなるが、施設稼働率を考慮して800 t/d (400t/d×2炉) の処理施設にて計画を行う。なお、稼働初期段階の不足分については、掘起こしごみの混焼を行うこととする。

また、市場ごみについては2020年の発生量が65t/dと見込まれ、選別（不適物の除去）の後にコンポスト化を行い、さらに選別を行ってコンポストが13t/d、可燃残さが25t/d、不燃物が16t/d、及び減容化・資源回収が12t/dとなる。

表 1 対象事業区域の現状の収集率

行政	TPA 搬入 ごみ量 (t/d)	人口	増加 係数 ※1	ごみ発生 原単位 (kg/人日)	ごみ 発生量 (t/d)	リサイ クル量 (t/d)	収集率
	a	b	c	d	e ※2	g	f = (a+g) / e
マラン市	338	816,637	0.25	0.45	459	60	86.7%
マラン県	I. UPTD SINGOSARI	13.8	343,344	0.00	0.44	151	9.1%
	II. UPTD TUMPANG	9.4	373,571	0.00	0.44	164	5.7%
	IV. UPTD BULULAWANG	7.4	347,065	0.00	0.44	153	4.8%
	V. UPTD KEPANJEN	11.9	510,582	0.00	0.44	225	5.3%
	小計	42.5	1,574,562	0.00		693	6.1%
バトゥ市	61	211,929	0.25	0.45	119		51.3%
総計	441.5	3,361,053			1,271		34.7%

※1 ; 登録人口以外に学生及び観光客の影響を考慮した係数(清掃局へのヒアリングにより設定)

※2 ; $e = b \times (1 + c) \times d \div 1000$

(出典 : 調査データを基に作成)

表 2 対象ごみ量 (2020 年)

行政	人口	増加 係数	ごみ発生 原単位 (kg/人 日)	リサイ クル率 (Not WtE)	収集率 (リサイ クル、 WtE)	WtE 処理 量 (t/d)	
	a	b	c	f	d	e ※1	
マラン市	915,082	0.25	0.45	15%	95.0%	412	
マラン県	I. UPTD SINGOSARI	405,348	0.00	0.44	5%	35.0%	234
	II. UPTD TUMPANG	422,900	0.00	0.44	5%	35.0%	
	IV. UPTD BULULAWANG	374,474	0.00	0.44	5%	35.0%	
	V. UPTD KEPANJEN	566,350	0.00	0.44	5%	35.0%	
	小計	1,769,072	0.00	0.44	5%	35.0%	
バトゥ市※2	234,101	0.25	0.45	5%	65.0%	79	
総計	2,918,255					725	

※1 ; $e = a \times (1 + b) \times c \times (d - f) \div 1,000$

※2 ; バトゥ市の人口の増加率、ごみ発生源単位は、マラン市相当とした。

(出典 : 調査データを基に作成)

3) 技術的手法

我が国で一般的に用いられている廃棄物の焼却処理には、焼却方式とガス化熔融方式があるが、ここでは焼却方式を採用する。これは、ガス化熔融方式では、対象とする廃棄物の発熱量が日本より低いために助燃が多くなること、スラグの有効利用の問題、システムの運転制御が複雑等の理由によるものである。さらに、焼却方式の中では、都市ごみに対して最も実績があり、運転に特別な技術を必要としないストーカ式焼却炉が最適であると判断し、これを前提に検討を行う。

3 プロジェクトの概要

(1) 概念設計

本施設は 400t/d×2 炉の施設規模及び炉数で構成され、1 炉につき年間 8,000 時間以上の稼働を達成するように計画されている。搬入されるごみを衛生処理及び減容化すると同時に、ごみを焼却した際に発生する廃熱をボイラーで回収し、蒸気タービンによる発電を行う。発電電力は場内で利用し、余剰電力を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。その際、発生蒸気のエネルギーを有効に活用できるように、蒸気発生量の変動が少ない燃焼制御を行う。

排ガスの処理については、インドネシアにおける一般的な焼却炉に対する規制（Baku Mutu Emisi Udara untuk Incinerator (BAPEDAL/09/1996)、及びダイオキシン類については世界的に見て遜色ない基準を適用し、消石灰及び活性炭噴霧+バグフィルタを用いている。

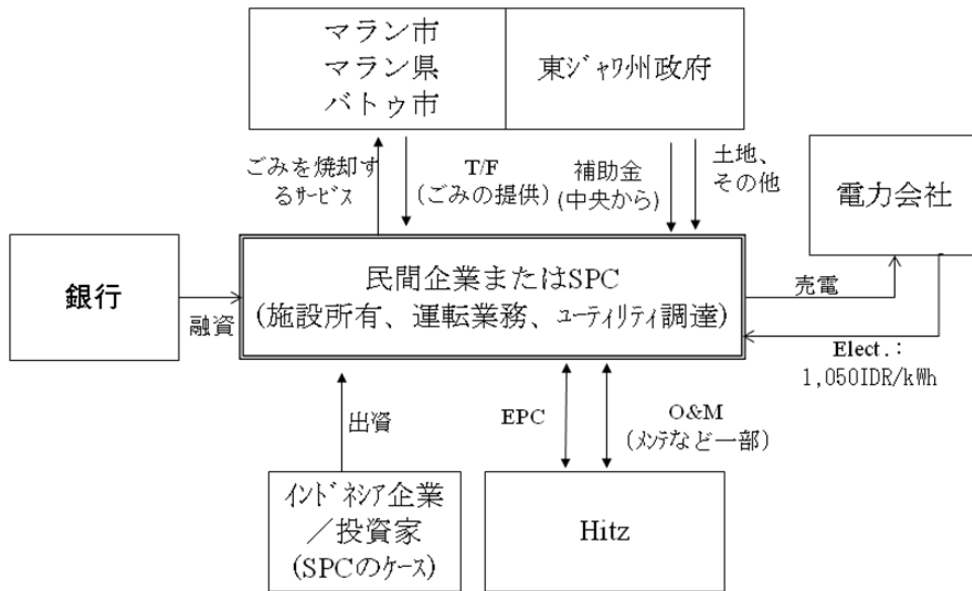
また、本施設はマラン市のスーピットウラン最終処分場に隣接した場所を建設候補地としており、周辺住民がほとんどいない丘陵地に位置している。本施設はこのような立地を踏まえ、景観への配慮よりも事業採算性を重視した配置計画を採用した。さらに、処分場に隣接しているということで、敢えて積極的な臭気対策も適用していない。

(2) 事業形態

民活インフラ案件形成の事業モデルとしては、DBO スキーム (design-build-operation 方式) と PPP スキーム (build-own-operation 方式または build-operate-transfer 方式) が検討対象となるが、本調査においては現実的なスキームとして PPP スキームを想定し、財務的・経済的評価を行う。

図4 事業スキームの概念図

PPPスキーム（案）②（BOT：Build Operate Transfer）



（出典：日立造船株式会社にて作成）

(3) 事業総額

民間企業または本事業に特化した企業（SPC）が事業会社となり、公共側と事業契約を締結する。この契約に基づき事業期間をとおして、公共側はごみを搬入する責務を負うとともに、事業会社は同契約に基づきごみ処理施設の建設・運転維持管理を受託する。総事業費（建設費）は97億7,000万円（1億2,534万USD）と試算される。

事業会社の収入は、公共側から受け取るごみ処理費（tipping fee, T/F）及び運営段階で廃熱を利用して発電し、電力会社へ電力供給する対価を見込んでいる。支出はごみ処理施設の運転にかかる人件費、ユーティリティ費用、維持管理費用及び初期投資に充当される資金調達にかかる費用などが主な項目となり、事業計画する上で必要となる収支を積算する。

1) 建設費の試算

現地に進出している日系ゼネコンやエンジニアリング会社・メーカーからの見積やヒアリングから建設費を試算した結果は以下の通りである。

表3 建設費の積算

項目	海外ポーション	現地ポーション	金額（百万円）
土木建築工事費	0	1,800	1,800
プラント工事費	300	800	1,100
機器購入費	2,840	660	3,500

設計、監督費他	2,440	60	2,500
一般管理費	540	330	870
合計	6,120	3,650	9,770

(出典：日立造船株式会社にて作成)

2) 運転・維持管理費の試算

運営費用（OPEX）は以下のようにまとめられる。なお、電力収入はマイナス費用のマイナスとして計上している。

表4 運営費用のまとめ

項目	金額（百万円／年）	金額（百万 IDR／年）
運転維持管理費	46	5,395
ユーティリティ費	100	11,744
維持管理費	100	11,730
その他運営費	48	5,630
合計	294	34,499

(出典：日立造船株式会社にて作成)

建設費並びに15年間の運営費用をまとめた総事業費は以下の表の通りとなる。

表5 総事業費のまとめ

			(単位：百万円)
事業年度		事業期間累計	
総事業費			14,956
	運転維持管理費		4,410
	減価償却費(15年)		10,546
営業損益			6,209
営業外収入			0
営業外費用			0
	支払金利(6%)		3,543
営業外損益			-3,543
当期利益(税引前)			2,666
法人税等		税率：25%	666
当期利益(税引後)			1,999

(出典：日立造船株式会社にて作成)

収入は、公共側から受ける Tipping Fee によるごみ処理収入と電力会社からの売電収入は以下の算定とする。

表 6 運営費用のまとめ (収入)

項 目	金額 (万円/年)	金額 (万 IDR/年)
ごみ処理収入	7 億 6,800	900 億 8,640
売電収入	6 億 4,350	754 億 8,700
合 計	14 億 1,150	1,655 億 7,340

(出典：日立造船株式会社にて作成)

(4) 予備的な財務・経済分析結果

財務・経済分析に用いる前提条件は、上記にまとめた建設費及び運転・維持管理費、その他の財務・経済分析の前提条件は以下の通りとする。

表 7 財務・経済分析の前提条件

項 目	前提条件	備考
年間処理量	256,000 t/y	
事業期間	運営期間を 15 年とする	20 年間も検討対象
減価償却	運営期間を通じて定額償却を採用	設備ごとに 16~20 年
税金	法人税 25%	繰越欠損金 5 年
借入金	期間 15 年を想定	
金利	政策金利 6%	2011 年 11 月時点
物価変動	インフレ率は考慮していない	
自己資本	初期投資×30%	

(出典：日立造船株式会社にて作成)

支出と収入のバランスは、事業期間を通じて平均的に以下の通りとなる。

表 8 年平均の支出と収入のバランス

支 出	百万円	収 入	百万円
建設費		TF(上:単価、下:t/y)	
10,546	703	0.0030	
15		256,000	768
(上:整備費、下:期間)			
		売電	
人件費	46	1,050 IDR/kwh	643
用役費	100	(為替rate)	
維持補修費	100	1円:117.3IDR	
計測費	34	1\$: 77.95円	
その他	14		
EBIT(税前利払前)	414		
合計	1,411	合計	1,411

(出典：日立造船株式会社にて作成)

ごみ処理費 3,000円/t(35万1,900IDR/t)として、財務的内部収益率（FIRR）を算定した結果、プロジェクトIRRは6.4%となり、政策金利6%を上回るレベルとなるため、本プロジェクトは財務的には実行可能と考える。

経済的内部収益率（EIRR）による評価を、経済的内部収益率に加味する項目として以下を加えて評価する。

- ・既存最終処分場の軽減効果：89億2,500万IDR/y（7,600万円/年）
- ・地球温暖化ガスの排出抑制効果（95,424 t/y）：68億1,400万IDR/y（5,800万円/年）

結果、経済的内部収益率（EIRR）については8.4%となり、本ごみ焼却発電プロジェクトは経済的にも有意義と判断できる。

また、割引率を6%として現在価値評価（NPV）及び費用便益分析（B/C）を算定した結果は以下の通りである。

表 9 財務的及び経済的評価の結果一覧

FIRR（財務的内部収益率）	6.4%
EIRR（経済的内部収益率）	8.4%
NPV（現在価値評価）	17億1,100万円
B/C（費用便益分析）	1.16

(出典：日立造船株式会社にて作成)

財務・経済分析の結果、プロジェクト自体の収益性及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うことが出来る。

(5) 環境社会的側面の検討

1) 処分場周辺の水環境分析

マラン市の最終処分場（スーピッドウラン）周辺の水環境調査と焼却炉導入による影響予測を行った。

図5 試料採取地点



表10 測定項目及び方法

項目	測定方法
pH	pHメーター
EC	ECメーター
ORP	ORPメーター
DO	DOメーター
COD	DR2000、DPM-MT
TOC	TOC-V
TN	TOC-V
アンモニア性窒素	インドフェノール法
アルカリ金属	原子吸光度計
重金属	原子吸光度計

(出典：調査チーム作成)

- 河川中の TOC 及び TN 濃度は埋立地からの浸出水によって影響を受けていることが分かった。埋立地には生ごみなどが未処理のまま直接搬入されているため、こうした有機性廃棄物に含まれる有機物が降雨やごみに含まれる水分に伴って河川に流れ込んでいると思われる。こうした有機物は、河川の浄化作用により下流域での濃度低減も期待できるが、分解できなかった有機物が残留すると、下流域での飲料水利用の際に加えられる塩素によりトリハロメタン等の発がん性物質の生成能が高くなる懸念がある。
- 有機物の分解の過程で水中の酸素が消費され、悪臭や着色、さらに水生生物の生息環境の悪化を引き起こす。現状の埋立地からの浸出水による影響を改善することは、人の健康や下流域の生態系を保全することにつながるため、早急な対策が必要である。

2) インフォーマルセクターに与える影響

本プロジェクトの調査対象である廃棄物発電施設の整備がインフォーマルセクターに与える影響について、スラバヤのウエストピッカーの組織の管轄者に調査を行った結果は以下の通りである。

- ピッカーはごみの抜き取りを上流側で行うため、焼却施設の整備によるピッカーへの影響はほとんどない。
- 処分場ではピッカーが不要になることが望ましい。

- 焼却施設は、特に土地に余裕がないところでは、必ず必要なものである。

4 実施スケジュール

表 11 実施スケジュール

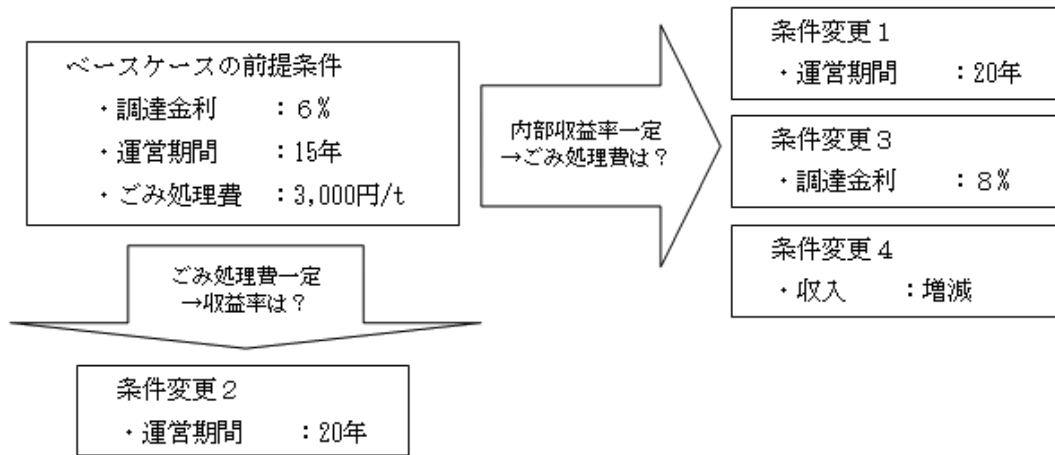
年度 四半期	2012				2013				2014				2015				2016				2017			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
F/S本格調査	■	■	■	■																				
実施優先順位付け、実施決定			■	■	■	■	★																	
環境影響評価、地域合意形成					■	■																		
入札準備、入札						■	■	★																
基本設計									■	■														
詳細設計									■	■	■	■												
土木建築工事										■	■	■	■	■	■	■								
プラント工事													■	■	■	■								
試運転																	■	■						
運転教育																	■	■	■	■				

(出典：日立造船株式会社により作成)

5 実施に関するフィージビリティ

財務・経済分析における事業の前提条件をベースケースとし、キャッシュ・フロー分析を行う。また、事業に与える影響が大きいパラメータや不確定要素を含むパラメータを抽出して感度分析する。

図6 感度分析の方法



(出典：日立造船株式会社により作成)

運営期間と調達金利を条件変更のパラメータとし、その際に連動するごみ処理費や内部収益率を確認する。条件変更1～4について順に以下に示す。

表12 条件変更による感度分析結果

条件変更	感度分析結果	考察
1	ごみ処理費3,000円/t→2,400円/t	期間延長(15→20年)により、ごみ処理費は下がる傾向。
2	FIRR 6.4% →8.5% 自己資本 IRR 5.8% →9.0%	期間延長(15→20年)により、自己資本IRRは改善。
3	(1) 自己資本IRRをベースケースの水準の場合 ごみ処理費3,000円/t →3,300円/t (2) 自己資本IRR 9.0%が要求水準の場合 ごみ処理費3,000円/t→3,800円/t	調達金利が想定以上となる場合、ごみ処理費の増額が必要。
4	ごみ質(熱量)低下や売電単価下落による電力収入が減少する場合 →ごみ処理費と売電収入がほぼ同じ金額であるため、売電収入が10%減少すればごみ処理費 約10%増の見直しで対応することで全体収入を一定に保つことになる。	

(出典：日立造船株式会社により作成)

ベースケースにおいては、自己資本IRRの値は5.8%であり、インドネシア政策金利と同程度であり、出資者の視点からは何らかの採算改善が必要となるが、感度分析の結果と考察の通り、期間延長やごみ処理費の増額、低利による資金調達の検討などにより、本プロジ

エクトの実行可能性を高め、事業に参入できる条件設定を協議していくことが重要である。

なお、地球温暖化ガス排出削減効果も試算しているが、二酸化炭素排出権取引による販売収入を事業に取り込むことにより、ごみ処理費及び電力販売の収入に次ぐ第三の事業収入として事業採算性を改善させることが可能となる。試算上の販売収入は売電収入の約10%となっている。

6 我が国企業の技術面等での優位性

(1) 焼却技術の優位性

我が国の廃棄物焼却処理は、昭和38年に政府が生活環境施設整備第一次5カ年計画を策定し、都市ごみは原則として焼却処理、残さを埋立処分という方針が示されて以降である。これは焼却により衛生的に安定化し、減量化することにあつた。

その後、ダイオキシン問題など新たな環境問題が起こったが、これも焼却施設の環境保全機能を万全にすることでクリアしてきた。現在、我が国のごみ処理に占める焼却の比率は約80%で、焼却施設の数は一多く、その技術革新も進んでいる。

我が国の長いごみ焼却の経験とそこから培われたノウハウは成熟しており、都市部や住宅地に隣接した場所でも問題なくごみ焼却施設を建設できる。

(2) 処理方式の優位性と実績

我が国のごみ焼却施設の処理方式では、処理能力から見ると、ストーカ方式（火格子型）が77%を占めている。ストーカ式焼却炉のメリットは、燃焼がゆるやかで、安定燃焼し易いという利点がある。また、大規模な施設の建設が可能であり、メンテナンス性、運転管理性にも優れ、維持管理し易い点があげられる。上述の通り我が国で最も普及し、成熟した技術であることから、本案件でもストーカ方式を採用している。

7 案件実現までの具体的スケジュール及び実現を阻むリスク

スケジュールは4に示した通りである。リスクについては以下に示すものがあるが、公共側と適正に分担されていることが実現可能性の鍵となる。

(1) 周辺インフラ整備や住民同意のリスク

用地の確保と貸与をはじめ、ごみ処理施設の立地に際して周辺住民への同意において、公共側が主導することで着工遅れや工期遅延など施設整備の阻害リスクが軽減される。また、周辺インフラ整備は施設建設着工前に公共側で実施されることが期待され、着工前の環境アセスメント、監督官庁への各種許認可手続きなども公共側の協力が得られることで円滑に進むことが事業リスクの抑制につながる。

(2) ごみ量とごみ性状や価格の変動リスク

事業収入を確保するには、事業期間をとおして定常的に一定量以上のごみが搬入される

ことが前提となる。一定量以上のごみを搬入するか、あるいはごみ処理収入を公共側が保証することが事業成立に必須である。仮に搬入ごみ量が減少した場合でも固定費がカバーされる支払メカニズムが必要となる。

電力会社へ電力を供給する対価については、電力を供給する限りにおいて、電力会社による Feed-in-Tariff 制度のような長期買取保証と買取単価の保証が契約において重要となる。

また、廃棄物発電事業は化石燃料を利用した発電事業と異なり、燃料に相当するごみ性状(ごみの熱量など)に発電量が左右されるリスクがある。ごみ量はもちろんのこと、このごみ性状の変動(特に大幅な熱量低下)について、ごみ処理費 (Tipping Fee) で減少する発電量分を補填するメカニズムが契約において組み込まれることが事業継続性を高めることにつながる。

(3) 技術リスク

廃棄物発電事業では、長期にわたる事業では稼働実績のある施設の整備と日常点検や定期的な維持管理により、事業の安定性や確実性を高め、技術リスクを軽減することができる。運転計画や年間稼働日数の設定も実績のある企業が開与することが望ましく、基幹的な機器の補修や更新は設計・建設を実施した企業が行い、トラックレコードに基づいた機器の補修・更新を計画に基づいて実施していく。本事業でも提言している我が国企業の技術面の優れた施設を活用することで技術リスクは大幅に抑制することができる。

(4) 不可抗力や法令変更のリスク

不可抗力、環境関連の法令変更をはじめとして全般的な法令変更は、本事業の公共性と事業期間が長期であるため、PPPスキームで実施されとしても契約上でリスクが公共側に移転されていることが必須である。

8 調査対象国内での事業実施地点が分かる地図

図7 プロジェクト対象地域



(出典：インドネシア：国連開発計画 (UNDP))

東ジャワ州：Eastjavacoop.com²

大マラン：“Prefeasibility Study: Malang Regency” June 19, 2011)

² http://www.eastjavacoop.com/index.php?option=com_content&view=article&id=96&Itemid=75&lang=en