

2014 年度案件別事後評価：パッケージⅢー1
(インドネシア)

平成 27 年 8 月

(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社
オクタヴィアジャパン株式会社

| |
|-------|
| 評価 |
| JR |
| 15-39 |

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICA事業担当部の見解が異なる部分に関しては、JICAコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

インドネシア

ジャワ北幹線鉄道複線化事業（Ⅱ）

外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社 稲澤 健一

0. 要旨

本事業では、ジャワ北幹線チカンペック～チレボン区間において線路容量の増加及び運行本数の増加、安全・高速・定期的な列車運行、遅延の減少等を目的に、複線化への支援及びチレボン駅の改修を行った。事後評価時において、本事業は「中期開発計画」を通じて輸送能力増大及び運輸インフラ開発が提唱されており、ジャワ島南線を中心に引き続き複線化に関する開発ニーズが確認される。さらには、「対インドネシア国別援助計画」等、日本の援助政策とも合致しており、妥当性は高い。事業費は計画を上回り、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。チカンペック～チレボン区間の線路容量・運行本数は当初の計画どおり増加し、安全かつ定時性のある列車運行が実現し、列車遅延時間も減少している。チレボン駅改修により同駅利用者も増加傾向にある。また、受益者調査を通じて複線化による鉄道利便性の向上、チレボン駅改修による地域経済成長への貢献も確認できることを踏まえると、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理体制、技術、財務面には大きな問題は見受けられないことから、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で整備された路床部分
(軌道はインドネシア側自己資金にて実施)

1.1 事業の背景

1990年代後半、インドネシアの鉄道はジャワ島とスマトラ島に限られていた。ジャワ島ではジャカルタとスラバヤを結ぶジャワ北幹線、同南幹線、ジャカルタとバンドンを結ぶバンドン線の3幹線をもって、ほぼ全島に鉄道網が敷設されている。このうちジャワ北幹

線は、首都ジャカルタと第2の都市スラバヤを結ぶ幹線鉄道である。事業開始前において、同線はジャカルタ寄りのブカシ～チカンペック間（57km）が複線化されていたが、その他は単線区間であり、特にチカンペック～チレボン間（135km）は、線路容量を超えた列車が運行し、混雑が顕著であった。そのため、線路容量の拡大が必要であり、また、安全・高速・定時性のある列車運行の実現が急務であった。国際協力機構（JICA）は、1994年度借款契約調印の円借款事業を通じてチカンペック～チレボン間の複線化事業のうち第1期事業としてチカンペック～ハウルグリス間（約54km）の複線化工事に対する支援を行った。本事業は、それに続く第2期事業として主にカドカンガバス～チレボン間（約63km）を中心に複線化及び附帯工事に係る支援を行うものであった。

1.2 事業の概要

首都ジャカルタとインドネシア第2の都市のスラバヤを結ぶ幹線鉄道であるジャワ北幹線において、チカンペック～チレボン区間における複線化のうち、カドカンガバス～チレボン間を中心とする複線化への支援を行うことにより、複線化に伴う線路容量の増加及び運行本数の増加、安全・高速・定時的な列車運行、遅延の減少等を図り、もって地域経済の発展に寄与する。

| | |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 円借款承諾額／実行額 | 8,748 百万円／8,742 百万円 |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 1998 年 1 月／1998 年 1 月 |
| 借款契約条件 | <p>本体：金利 2.7%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド</p> <p>コンサルタント部分：金利 2.3%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド</p> |
| 借入人／実施機関 | インドネシア共和国政府／運輸省鉄道総局（DGR） |
| 貸付完了 | 2012 年 8 月 |
| 本体契約 （10 億円以上のみ記載） | PT. Wijaya Karya（インドネシア）／東急建設株式会社（日本）（JV）、PT. Modern Surya Jaya（インドネシア）／鉄建建設株式会社（日本）（JV） |
| コンサルタント契約 （1 億円以上のみ記載） | PT. Rayakonsult（インドネシア）／PT. Dardela Yasa Guna（インドネシア）／PT. Jaya CM（インドネシア）／パシフィックコンサルタンツインターナショナル株式会社（日本）／日本交通 |

| | |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 技術株式会社（日本）（JV） |
| 関連調査（フィージビリティ・ ステージ：F/S）等 | JICA「セクター調査」1993年10月 |
| 関連事業 | <p>（円借款）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ジャワ北幹線軌道修復事業（1989年） ・ジャワ北幹線橋梁修復事業（1・2）（1992年・1995年） ・ジャワ北幹線鉄道複線化事業（I）（1994年） ・ジャワ南線複線化事業（3）エンジニアリング・サービス（E/S）（2007年） ・ジャワ南線複線化事業（3）（2008年） <p>※以上、年は借款契約調印時期を示す</p> |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

稲澤 健一（オクタヴィアジャパン株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2014年9月～2015年7月

現地調査：2014年11月22日～12月6日、2015年3月15日～21日

2.3 評価の制約

本事業対象区間における複線化工事（路床建設・軌道敷設・信号設備工事等）は、3.2. 効率性にて説明するとおり、本事業（円借款）を通じては一部区間のみで実施され、その他の区間はインドネシア側の自己資金（促進プログラム¹）により先行実施された。そのため、本事業に加えて促進プログラム実施による複線化工事部分も判断材料としなければ、有効性・定量的効果指標（例：線路容量・運行本数等）の評価判断はできない。加えて、今次現地調査ではチカンペック～チレボン区間（図1参照）の全体データのみが収集できたため、そのデータをもって本事業対象区間（カドカンガバス～チレボン区間）の事業効果に

¹ 英語では Acceleration Program という。当時の詳細情報は不明だが、同プログラムの予算額は約400億ルピアとされる。当時インドネシア政府は、促進プログラムを通じて、1999年末のレバラン期までに北幹線チカンペック～チレボン区間のうち、テラガサリ～チレボン区間（図1参照）において工事を先行して実施することを決定した。

係る評価判断を行わざるを得ない。

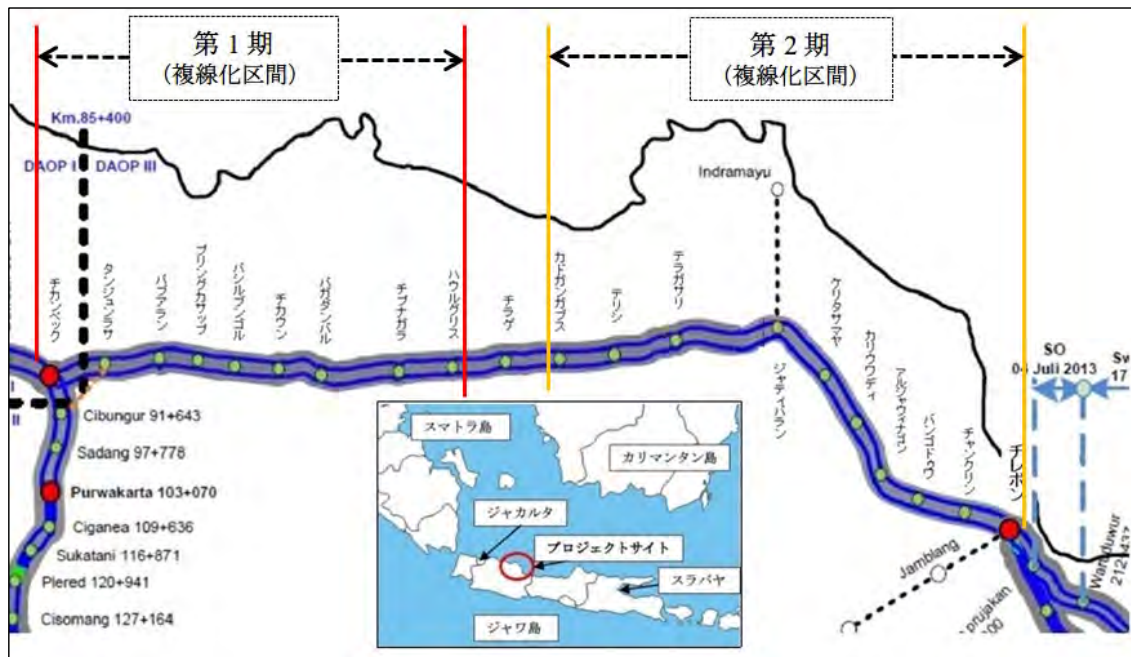


図 1：プロジェクトサイト位置図
(本事業は主に第 2 期区間。第 1 期区間は先行事業²⁾により実施)

3. 評価結果 (レーティング：B³⁾)

3.1 妥当性 (レーティング：③⁴⁾)

3.1.1 開発政策との整合性

審査時においてインドネシア政府は、「第 6 次 5 年計画」(1994 年-1998 年)を策定し、その中で鉄道需要の増加に対する軌道修復(840km)、複線化を含む新線建設計画(350km)等を計画していた。本事業は新線建設計画(350km)に含まれ、同国家開発計画において重要な事業と位置づけられていた。

事後評価時において同政府は「中期開発計画」(2010 年-2014 年)を策定し、その中で輸送能力増大及び運輸インフラ開発を重要視している。鉄道セクターに関しては、安全性・信頼性向上、ネットワーク拡充等を目指し、軌道修復(239km)、廃線の復活(534km)、複線化を含む新線建設(954km)、新型車両の導入、信号システムの改良等を計画している。

以上より、審査時及び事後評価時においてインドネシアでは鉄道セクターの開発・推進が引き続き重要視されており、国家計画、セクター計画等それぞれにおいて政策・施策との整合性が認められる。

² 「ジャワ北幹線鉄道複線化事業 (I)」

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

3.1.2 開発ニーズとの整合性

事業開始前、ジャワ島ではジャカルタとスラバヤを結ぶジャワ北幹線、同南幹線、ジャカルタとバンドンを結ぶバンドン線の3幹線をもってほぼ全島に鉄道網が敷設されていた。ジャワ北線ではジャカルタ寄りのブカシ～チカンペック間(57km)が複線化されていたが、その他の区間は単線であった。特にチカンペック～チレボン間(135km)は、線路容量を超えた列車運行が行われていた。1996年時点で線路容量70本のところに平時で74本、ピーク時で89本の運行状況であり、混雑が顕在化し、線路容量の拡大は急務であった。また、鉄道施設の保守・管理は充分に行われておらず老朽化も進んでいた。そのため、軌道・橋梁等のリハビリ、信号の通信施設等の保安施設の近代化、輸送力増強のための車両の調達、複線化を行い、安全・高速・定時性のある列車運行が急務であった。加えて、事業開始前におけるジャワ島幹線鉄道・北幹線の年平均旅客増加率は平均6%(1988年-1994年)、1996年-2011年の間においては同3.8-4.3%の増加⁵が予測されていたことから、これに対応すべく線路容量の拡大が必要と認識されていた。

事後評価時において、ジャワ北・南幹線の複線化事業は引き続き進められている。本事業の実施機関である運輸省鉄道総局(以下、「DGR」という)は、2013年末迄に北幹線全線の複線化を完成させた一方、2030年迄にジャワ島全域の複線化推進を計画している。一例であるが、2015年以降の計画として南線を中心にソロ～マディウン間、マディウン～スラバヤ間、スラバヤ～ジェンベル～バニュワング間等の複線化が実施予定である。なお、ジャワ島の鉄道輸送は旅客輸送が中心であるものの、近年は貨物輸送量も増大しており、輸送力増強・混雑解消のための軌道複線化、信号設備の更新に関するニーズは引き続き高い。表1・表2は、北幹線・南幹線全線における直近数年の旅客量及び貨物輸送量の推移であり、それらニーズを裏付ける要素になっている。

表1：ジャワ北幹線及び南幹線全線の旅客輸送量推移

(単位：人)

| | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年* |
|-----|-----------|------------|------------|------------|
| 北幹線 | 7,137,633 | 6,547,848 | 7,147,813 | 9,213,222 |
| 南幹線 | 9,264,891 | 13,037,746 | 13,270,584 | 14,919,846 |

出所：インドネシア鉄道会社 (PT.KAI)

注*：2014年の数値は、入手できた10月末までのデータ(北幹線：7,677,685人、南幹線：14,919,846人)より単月(10で割る)を算定し、12ヶ月掛けしたものである。

⁵ 一方、貨物量輸送の需要予測は4.2-6.6%の増加が見込まれていた。

表 2：ジャワ北幹線及び南幹線全線の貨物輸送量推移

(単位：トン)

| | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年* |
|-----|--------|---------|---------|---------|
| 北幹線 | 28,125 | 50,158 | 174,242 | 261,672 |
| 南幹線 | 19,720 | 120,354 | 182,270 | 346,704 |

出所：インドネシア鉄道会社 (PT.KAI)

注*：2014 年の数値は、入手できた 10 月末までのデータ（北幹線：218,060 トン、南幹線：288,920 トン）より単月（10 で割る）を算定し、12 ヶ月掛けしたものである。

以上より、事後評価時においてジャワ北幹線・南幹線では旅客・貨物輸送量は増加傾向にあることに加え、引き続き軌道の複線化や信号設備の近代化に係るニーズは高い。したがって、事業開始前・事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が認められる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業開始前の 1994 年 2 月に策定された「対インドネシア国別援助方針」では、1) 公平性を確保した国全体の均衡ある開発、2) 競争力確保の観点からの教育水準の向上・広範な分野の人造り、3) 急速な開発に伴い生じてきた環境問題への対応、4) 健全なマクロ経済運営と裾野の広い経済発展のための産業構造の再編成、5) 投資の継続的な導入のための産業基盤の整備、の 5 つの分野を重点と位置づけ、我が国政府はインドネシア政府と合意した。本事業は、上記 5) 投資の継続的な導入のための産業基盤の整備と合致し、鉄道複線化による経済成長が期待されるため、日本の援助政策との整合性は確保されていたと言える。

以上より、本事業の実施はインドネシアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：①）

3.2.1 アウトプット

表 3 は、本事業のアウトプット計画及び実績である。

表 3：本事業のアウトプット計画及び実績

| | 事業開始前（当初）計画 | 事業完成後実績 |
|-----------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1) 路床建設工事 | アルジャウィナングン～チレボン間の複線部 (22.73km) | →ほぼ計画どおり (*但しボックス・カルバート設置はインドネシア側自己資金 (促進プログラム) にて実施) |

| | | |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | カドカンガバス～アルジャウィナン グン間の待避線 (45.7km) | →アルジャウィナングン～チャンクリ ン間 (約 10km)、ジャティバラ～ケ リタサマヤ間 (約 2.9km) のみ (*そ の他区間はインドネシア側自己資金 (促 進プログラム) にて実施) |
| 2) 軌道敷設 工事 | アルジャウィナングン～チレボン 間の複線部 (22.73km) | →インドネシア側自己資金 (促進プロ グラム) にて実施 |
| | カドカンガバス～アルジャウィナン グン間の待避線 (45.7km) | →アルジャウィナングン～チャンクリ ン間 (約 10km) 及びジャティバラ～ ケリタサマヤ間 (約 2.9km) のみ (*そ の他区間はインドネシア側自己資金 (促進プログラム) にて実施) |
| | ハウルグリス～アルジャウィナン グン間の複線部 (58.47km) レール 交換 | →インドネシア側自己資金 (促進プロ グラム) にて実施 |
| | チプネガラ～ジャティバラ間 (47.57km のうち 8km 分を除く) 既存線のレール交換 | →チプネガラ～チラゲ間及びカドカン ガバス～ケリタサマヤ間 (約 39km)、 ハウルグリス～ジャティバラ間 (約 37km) |
| 3) 橋梁建設 工事 | テラガサリ～アルジャウィナン グン間の 6 橋 | →インドネシア側自己資金 (促進プロ グラム) にて実施 |
| | アルジャウィナングン～チレボン 間の 7 橋 | →インドネシア側自己資金 (促進プロ グラム) にて実施 |
| 4) 信号設備 工事 | テラガサリ～チレボン間 (6 駅) の 信号設備と CTC 設備 | →ハウルグリス～チャンクリン間 (10 駅) の信号設備と CTC 設備 |
| | チカンペック～テラガサリ間 (12 駅) の CTC 接続 | →タンジュンラサからチャンクリン間 (16 駅) の CTC 接続 |
| | ハウルグリス～チレボン間 (81.2km) の光ファイバーケー ブル敷設 | →チカンペック～チレボン間 (約 135km) の光ファイバーケーブル敷設 |
| 5) コンサル ティング・ サービス | 設計のレビュー・入札補助・施工 監理 (M/M 量は、外国人技術者： 220M/M 及び現地人技術者： 644M/M) | →設計のレビュー・入札補助・施工監 理 (チレボン駅改修の監理を含む) (M/M 量は、外国人技術者：312.53M/M 及び現地人技術者：922.59M/M) |
| 【追加アウ トプット】 | | →チレボン駅改修 (駅舎・プラットフ ォーム・車両修理工場・保線基地・信 号設備・切替機等の改修、駅構内の軌 道変更、管制司令室の制御機器の整備、 職員宿舎の建設等) |

出所：JICA 提供資料 (当初計画)、事業完成報告書及び質問票回答 (実績)

表 3 のとおり、本事業を通じて増減・キャンセル・追加アウトプットが確認される。以
下はその差異に係る説明である：

1) 路床建設工事、2) 軌道敷設工事、3) 橋梁建設工事

インドネシア側自己資金による実施が多い。その背景には、本事業開始後の 1999 年 4 月

に同国政府はインフラ整備プログラム（促進プログラム」の実施を決定し、本事業（円借款）の工事着工を待たずに同プログラムの事業資金（自己資金）により、1) 2) 3)を開始したことが挙げられる。促進プログラムは1990年代末期におけるアジア通貨危機後の失業者対策（雇用促進）等への対応も兼ねて緊急的に実施されたものである。本事業アウトプットの当初計画と実績には差異があるものの、これは同国政府のやむを得ない事情によるものと言える。

4) 信号設備工事

当初計画アウトプットより増加した。その理由は、詳細設計時の実査により複線化に際して必要な整備施設・敷設数の詳細な数値が改めて算定されたことによるものである。

5) コンサルティング・サービス

事業期間の延長に伴ったことに加え、以下6)にて述べるチレボン駅改修により当初計画比で業務量は増加した。

6) 追加アウトプット

チレボン駅改修が追加アウトプットとして実施された。同駅は、厳密にはプルジャカン駅とクジャクサン駅の2駅により構成され、両駅を合わせてチレボン駅と称される。本事業開始前、両駅構内の線路容量は限界に近い状態であったため⁶、配線改良工事を行う必要性は高かった。また、駅構内施設の構造自体に安全性の問題が生じており、運行列車の平面交差や逆送運転等の運転上の問題も発生し、事故も絶えない状況であった。当時、インドネシア政府は北・南幹線の分岐点に位置するチレボン駅の改修は必要と認識していたものの、本事業によるジャワ北幹線複線化（チカンペック～チレボン間）を優先し、同駅改修は本事業完成後に同政府が自己資金による改修工事を検討していた⁷。そのため、当初計画アウトプットにおいて同駅の改修は含まれなかった。しかし、事業開始後の2001年に、同駅では列車同士の衝突事故⁸が発生し、列車運行の安全性向上及び定時性の実現、遅延時間の減少等を一層図る必要性が高くなった。列車運行の安全性向上及び定時性の実現、遅延時間の減少等が喫緊の課題とされたこと、またチレボン駅改修が本事業対象区間の線路容量の拡大に安全に対応する列車運行のための大きな支障となったことが改めて認識された結果、本事業の目的である線路容量の拡大及び安全性の向上に資するものとして同駅改修が追加アウトプットとして実施された。かかる経緯は実情に応じた、また緊急を要する

⁶ 特にクジャクサン駅は、特急や北幹線方面の優等列車及び南線方面の全列車が停車するため顕著であった。

⁷ 事業開始前当時、インドネシア政府の国家予算には余裕がなく、多くの事業スコープ（アウトプット）は同一事業を通じて計画することは困難であり、優先順位を付けて実施する必要があったと考えられる。

⁸ 死者39名、重軽傷者64名の惨事であった。原因については、列車運転手が死亡したため真相が解明されていないが、信号の誤動作とCTCセンター（本事業開始前の旧施設・機材）と構内運転指令とのミスコミュニケーションの同時発生等の可能性が挙げられていた。

ものであり、その実施は妥当であったと判断される。



写真 1：改修されたプルジャカン駅・外観



写真 2：改修されたクジャクサン駅・外観

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

当初計画では総事業費 11,665 百万円（うち円借款対象は 8,748 百万円）であったのに対し、実績額では 12,318 百万円（うち円借款対象は 8,742 百万円）となり、計画より若干超過した（計画比 106%）。これは、既出のとおり、インドネシア政府の自己資金（促進プログラム）により本事業対象区間における工事の大部分が先行実施され、本事業の当初計画スコープは縮小、当初計画予算に未使用残高が生じ、インドネシア側・JICA 側の合意のもとチレボン駅の改修に残余予算が充てられたが、結果として当初計画事業費を若干増加したものである。

本事業は事業開始後にスコープが変更した結果、事業実施中に計画事業費が変わった。すなわち、促進プログラムによる影響等により、本事業のアウトプットとインプットの比較は容易でなくなり、計画事業費の変更を考慮して分析を行う必要性に直面した。表 4 のとおり、本事業の工事開始前における当初計画事業費（借款契約調印時）、促進プログラム実施決定後における計画事業費、工事完成後における実績費の比較を試み、可能な限り事業費の推移を追った。事業費実績のうち、促進プログラム実施後の当初計画スコープ残り部分に係る工事及びコンサルティング・サービス費の実績推計額（約 8,200 百万円）が、促進プログラム実施後の計画推計額（約 6,500～7,300 百万円）と比較して増加している点（最大 126%に増加）については、今次調査では既存資料の閲覧及び DGR への照会を通じて正確な要因は把握できなかったものの、事業実施期間全体を通じて工事単価（労務費・資材費等）が上昇したこと、事業期間延長によるコンサルティング・サービス費の増加、為替相場の変動等が考えられる。なお、追加工事としてチレボン駅の改良に要した費用は約 4,100

百万円⁹である。

いずれにしても、総実績額は当初計画事業費を超過し、事業費の効率性は中程度と判断される。

表 4：本事業の当初計画事業費、促進プログラム実施決定後の計画事業費（推計）、実績費

| 項目 | 工事開始前 | | 工事完成後 |
|----------------------|-----------------------|-----------------------------------------|-------------|
| | 当初計画 (事業開始前：1997年) | 促進プログラム実施後 の計画事業費 *注 (推計値：2000年頃) | 実績額 |
| 1) 土木工事 | 8,754 百万円 | 約 4,500～5,000 百万円 | 約 8,200 百万円 |
| 2) 予備費 | 876 百万円 | 約 700～800 百万円 | |
| 3) 税金 | 1,060 百万円 | 約 500～600 百万円 | |
| 4) コンサルティン グ・サービス | 975 百万円 | 約 800～900 百万円 | |
| 合計 | 11,665 百万円 | 約 6,500～7,300 百万円 | 約 8,200 百万円 |
| 5) 追加アウトプット（チレボン駅改修） | | | 約 4,100 百万円 |
| | | 合計 | 12,318 百万円 |

出所：JICA 資料及び同資料データを基に推計（工事開始前）、DGR（工事完成後）

注*：「促進プログラム実施後の計画事業費」に関して、促進プログラム実施後・再積算された計画事業費データが存在しないため、今次調査を通じて完成後・実績額から推計したものである。

3.2.2.2 事業期間

表 5 は本事業の各アウトプットの計画期間と実績期間の対比である。審査時において、本事業の期間は 1998 年 1 月～2003 年 4 月までの 5 年 4 ヶ月（64 ヶ月）と計画されていた。一方、実績期間は 1998 年 1 月～2011 年 9 月までの 13 年 9 ヶ月（165 ヶ月）であり、計画比 258%であった。既出のとおり、インドネシア側自己資金（促進プログラム）による複線化事業が先行実施された。日本側・インドネシア側は相互に状況・進捗確認等を通じてさらなる事業遅延の防止に努め、（円借款）スコープの再整理を行った。その上で残りの複線化（路床及び軌道、信号設備工事等）を開始し¹⁰、2007 年 8 月に完成した。同工事の完成後、追加アウトプットとしてチレボン駅の改修が開始され、施工業者入札・選定・調達契約手続き、工事が開始され、2011 年 9 月に完成した。本事業による複線化完成時において当初計画比で 181%の遅延、チレボン駅改修工事完成時において同 258%の遅延、いずれの時点

⁹ この実績値は、今次調査を通じて改修前に積算された金額とほぼ同額であることを確認した。

¹⁰ 日本側工事の開始は遅れた（2004 年 11 月開始）。その理由として、施工業者の入札・選定・調達契約手続きの遅延、既出の促進プログラムに関連してスコープ変更の確認及び検討に時間を要したこと、1990 年代後半のインドネシア通貨危機に影響により社会・経済が混乱し、政府では頻繁に機構改革等が行われ、行政機能に停滞が生じ、事業進捗に係る決定事項も停滞傾向であったこと等が挙げられる。

においても当初計画比で大幅に遅延したため、事業期間の効率性は低いと言える。

表 5 本事業期間の当初計画及び実績

| | 当初計画 | 実績 |
|---------------|---------------------------|----------------------------|
| 事業全体 | 1998年1月～2003年4月 (64ヶ月) | 1998年1月～2011年9月 (165ヶ月) |
| 複線化支援 | | |
| コンサルタント選定 | 1998年1月～1998年4月 | 1998年1月～1998年10月 |
| コンサルティング・サービス | 1998年5月～2003年4月 | 1999年2月～2011年9月 |
| 入札・契約 | 1998年9月～1999年2月 | 1998年6月～2004年5月 |
| 土木工事 | 1999年3月～2003年4月 | 2004年11月～2007年8月 |
| 追加工事 | | |
| 入札・契約 | - | 2007年12月～2010年3月 |
| 土木工事 | - | 2010年2月～2011年9月 |

出所：JICA 資料（当初計画）、事業完成報告書及び質問票回答（実績）

3.2.3. 内部収益率（参考数値）

本事業の審査時において、運賃収入を便益、建設費及び維持管理費を費用、プロジェクト・ライフを40年として、財務的内部収益率（FIRR）は1.89%として計算されていた。また、時間費用の削減を便益、建設費を費用、プロジェクト・ライフを40年として、経済的内部収益率（EIRR）は21.47%と計算されていた。一方、事業開始直後にインドネシア側自己資金（促進プログラム）によるチカンペック～チレボン区間の先行実施や本事業のチレボン駅改修により事業資金の支出が当初計画・前提と大きく異なった。また、促進プログラムによる本区間の正確な工事費実績、チレボン駅改修効果による便益・費用等は不明かつ、関連データが入手できなかったため、内部収益率の再計算は行わなかった。

以上より、本事業は事業費が計画を上回り、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。

3.3 有効性¹¹（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果

1) 線路容量・運行本数

¹¹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

表6のとおり、事後評価時におけるジャワ北幹線チカンペック～チレボン間の線路容量¹²は複線化工事の完成により136本となっている。また、表7のとおり、直近数年における運行本数も概ね増加傾向にあり、貨物列車の運行本数も増加傾向にあることが窺えることから、複線化による線路容量の増加及び運行本数の増加を実現したことにより、確保された線路容量にて余裕を持って列車を運行させていると判断される。なお、本事業による主な複線化区間はカドカンガバス～チレボン区間であるが、今次現地調査ではチカンペック～チレボン区間全体のデータのみ入手できたため、当該全体データを基にして評価判断を行っている。

表6：ジャワ北幹線チカンペック～チレボン区間の線路容量

(単位：本数/日)

| 項目 | 1998年 (事業開始前) | 2013-14年 (事後評価時) |
|------|------------------|---------------------|
| 線路容量 | 70 (単線) | 136 (複線化後) |

出所：質問票回答

表7：上記区間における運行本数の推移 (直近数年)

(単位：本数/日)

| 列車種類 | | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 |
|------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 旅客 | チレボン・エクスプレス特急列車 | 15 | 15 | 15 | 17 | 18 |
| | エグゼクティブ/ビジネスクラス列車 | 22 | 23 | 24 | 27 | 20 |
| | エコノミークラス列車 | 12 | 12 | 12 | 6 | 20 |
| 貨物列車 | | 9 | 11 | 15 | 21 | 32 |
| 合計 | | 58 | 61 | 66 | 71 | 90 |

出所：質問票回答

2) 定時性の向上

表8は複線化工事開始以降における北幹線チカンペック～チレボン間の列車遅延時間(上下線平均：運行1本当たり)を示す。

表8：北幹線チカンペック～チレボン間の列車遅延時間

(上下線平均：運行1本当たり)

(単位：分)

| | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 |
| 8.71 | 11.33 | 11.68 | 3.69 | 2.94 |
| 2009年 | 2010年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
| 2.81 | 3.95 | 0.68 | 0 | 0 |

出所：DGR (2004年-2008年)、第3地域事業部 (DAOPIII) (2009年以降)

遅延時間は直近10年間のデータであるが、年々減少に至り、2012年には皆無となっている

¹² ある線路を単位時間当たり走行可能な列車本数を示す値。

る。これは、複線化実現により、列車運行計画及び実際の運行に余裕が生じていることが挙げられる。表 7 データのとおり、運行数は増加傾向にある一方、遅延時間は生じていないことから、複線化完成は遅延時間の減少にも貢献していると判断される¹³。

3) チレボン駅改修による効果

3.2.1 効率性・アウトプットの記載のとおり、本事業では追加アウトプットとしてチレボン駅が改修された。表 9 は直近 3 カ年のチレボン駅利用者数の推移である。

表 9：チレボン駅の利用者数推移

(単位：人)

| チレボン駅 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 |
|---------|---------|---------|---------|
| クジャクサン駅 | 785,905 | 633,668 | 656,790 |
| プルジャカン駅 | 120,391 | 244,044 | 299,979 |

出所：DAOPIII

備考：チレボン駅改修工事完了は 2011 年 9 月

北幹線チカンペック～チレボン区間の実質的な運営・維持管理を担っている第 3 地域事業部（以下、「DAOPIII」という）の説明によれば、チレボン駅改修工事完了に加え、列車利便性・鉄道サービスの向上により、乗用車など他の手段から鉄道利用へのシフトが進み、同駅利用者数は年々増加傾向にあるとのことである¹⁴。なお、クジャクサン駅では 2011 年から 12 年にかけて利用者数が減少しているが、その理由として、2011 年まで同駅を通過する列車には、指定席乗車券を持たない乗客（立ち客）の乗車が多く、安全上の問題があったため、2012 年以降、ジャワ島において鉄道運営に責任を有するインドネシア鉄道会社（以下、「PT.KAI」という）は全列車指定席のみの乗車券を販売する方針を決めて立ち客を減らしたことが挙げられる。

チレボン駅改修完了前において列車を使わずに通勤していた住民（＝主に乗用車・原付バイク・バスを利用していた住民）も同駅を使用する頻度が増えていることを確認した。同住民へのインタビュー調査を行ったところ、「列車の利用は、車両や原付バイク利用時のように渋滞に巻き込まれることはなく、およそ正確な時間で目的地まで到着できる」とのコメントが出された。また、「同駅改修前、プラットフォームと車両ドアには高低差があり、可動式階段（鉄製）を使う必要があり、乗降時に安全面で多少心配があったが、改修後は

¹³ 2014 年データは入手できなかったが、インドネシア鉄道会社（PT.KAI）傘下で、北幹線チカンペック～チレボン区間の実質的な運営・維持管理を担っている第 3 地域事業部（DAOPIII）によると、同年は若干遅延時間が生じたと指摘している。事後評価時現在、クジャクサン駅から南幹線方面の複線化工事（円借款「ジャワ南線複線化事業（3）」）を行っているが、その影響により遅延時間が若干発生しているとのことである。

¹⁴ なお、2014 年の両駅の利用者数は、DAOPIII によると、前年比で伸びていることは確実とのことである。

その心配はなくなった」といったコメントも出たことから、安全面の懸念も減少していると推察できる。かかるコメントも踏まえると、チレボン駅改修は鉄道利用者数の増加に対応及び安全面の向上に寄与していると判断できる。



写真3：改修前のクジャクサン駅の様子（プラットフォームが低い、線路内に物売りが侵入するなど、安全面の懸念もあった）

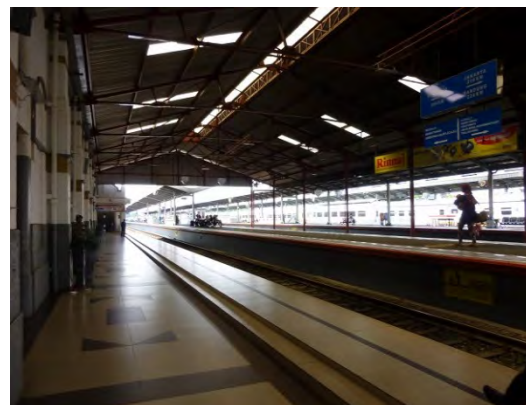


写真4：改修後のクジャクサン駅構内の様子

4) 安全性の向上

表10は事業開始前（1995年）及び完成後（2011年以降）における北幹線チカンペック～チレボン区間における鉄道事故の発生状況である。

表10：北幹線チカンペック～チレボン区間における鉄道事故の発生状況

(単位：人)

| 時期 | 分類 | | | | | 合計 | 死者 | 負傷者 | |
|-----|---------|-----------|--------|--------|-----|----|----|-----|----|
| | 列車同士の衝突 | 列車・乗用車の衝突 | 脱線・横転* | 水没・地滑り | その他 | | | | |
| 開始前 | 1995年 | 0 | 10 | 4 | 1 | 2 | 17 | 3 | 5 |
| 完成後 | 2011年 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 8 | 3 | 7 |
| | 2012年 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 |
| | 2013年 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 7 | 4 | 0 |
| | 2014年 | 0 | 5 | 2 | 0 | 0 | 7 | 35 | 18 |

出所：JICA資料（開始前）、質問票回答（完成後）

*注：脱線・横転については本事業実施により発生しているとの情報は確認できない。

完成後において「列車同士の衝突」や「水没・地滑り」といった重大な事故は発生していない。事業開始前の1995年データと比較して総じて事故数は減少傾向にある。「列車・乗用車の衝突」は相対的に多いが、これは本事業の複線化支援による影響とは断定できない。DAOPIIIの説明によれば、車両の踏切の無理な通行（例：遮断中でさえ渡りきろうとする）による事故が多く、DAOPIIIの維持管理・技術レベルや列車運行管理に起因するものではないとのことである。2014年には多くの死傷者が出ているが、これもバスの無理な踏切

内の通行により運行中の列車に衝突したことに起因する。さはさりながら、かかる事故を踏まえ、鉄道運営側には事故防止対策は求められると考えられる。現在 DAOPIII は、地元自治体・住民向けに啓発活動（ワークショップ・説明会等）を頻繁に実施している。事故防止に向けたパンフレット配布（写真6）等も通じて、住民に安全への理解に努めている。



写真5：走行中の旅客列車



写真6：事故防止の啓発活動パンフレット

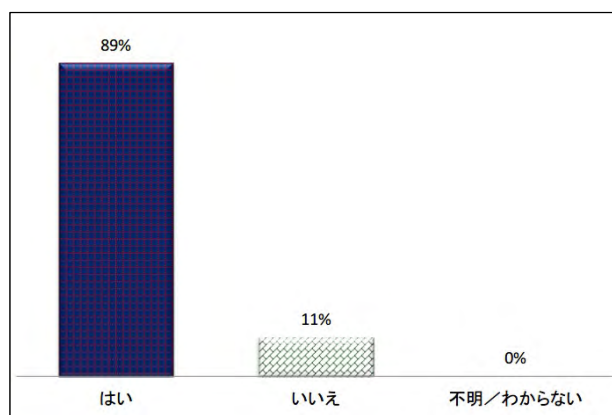
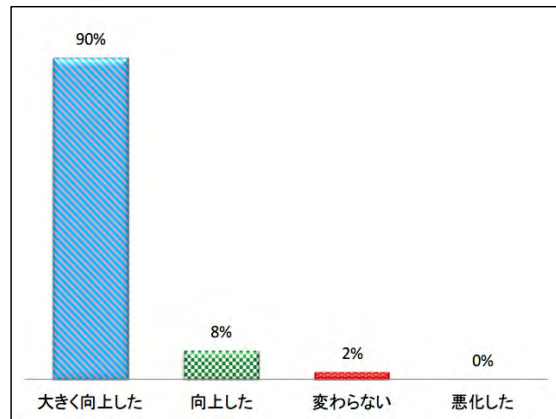
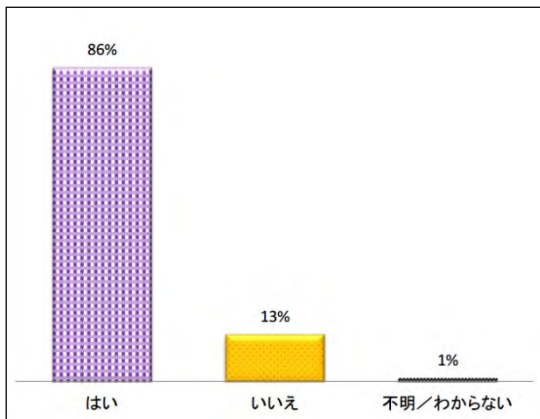
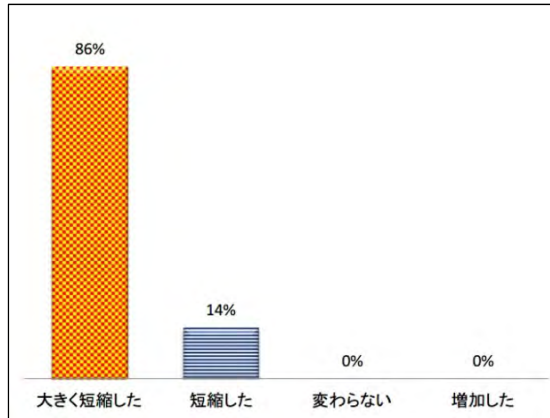
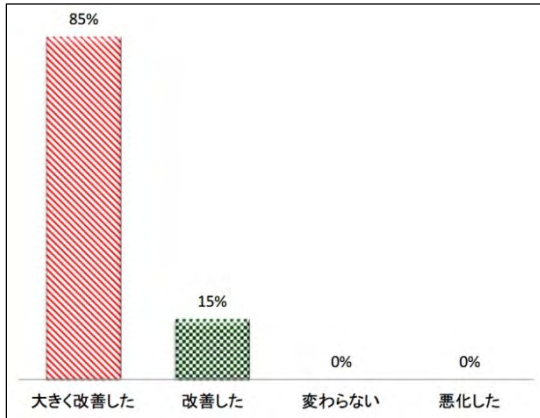
3.3.2 定性的効果（その他の効果）

1) 鉄道の利便性、運行列車の定時性・安全性の向上

今次調査では、複線化工事が行われたチレボン駅及びアルジャウィナンゲン駅の利用者に対してアンケート形式で聞き取り調査（受益者調査）を行った。いずれも本事業開始時より15年以上同駅を利用している利用者を対象とした¹⁵。図2・図3とおおり、運行状況の改善、遅延の減少及び時間の短縮を認めている回答が多くを占めていることから、複線化実現により当初想定された効果は発現していると考えられる。図4のとおり、車両・原付バイク・バスの利用から鉄道に転換している人は多いとする回答割合は高い。図5のとおり乗車時の快適さが向上しているとの回答割合も高いことから、総じて利用者の鉄道サービスへの満足度は向上していると考えられる¹⁶。図6のとおり、列車の到着・出発時刻に正確さをもたらしたとの回答も多いことから、列車の定時性も確保されていると判断できる。

¹⁵ 適切に効果・インパクトを測ることを目的とした（事前・事後の比較の観点）。なお、アルジャウィナンゲン駅は、チレボン駅に比べ利用者数も周辺に商店・住宅も少ないことが現地調査時に判明したため、サンプル数構成は、チレボン駅利用者を70、アルジャウィナンゲン駅利用者を30（合計100）と軽重をつけ、ランダム・サンプルリング方式によりサンプルを抽出し、アンケート形式により調査を行った。有効回答数は同100である。

¹⁶ また、PT.KAI及びDAOPIIIにインタビューを行ったところ、陸路（車・原付バイク・バス等）の通勤者が列車を利用する割合が増え、利便性は高まっているとのコメントがあった。その理由として、①乗用車の移動のように渋滞に巻き込まれない、列車本数も以前より増え、遅延も少なく、通勤手段として優位性がある、②列車はエアコン付で快適、③チレボン駅の施設が綺麗で小売店やレストラン等も備わっている、等を挙げている。定時性と大量輸送能力を確保している鉄道は、その優位性から、通勤者を引きつけていると推察される。



以上の受益者調査結果を踏まえると、本事業はチカンペック～チレボン区間における鉄道の利便性・定時性・安全性の向上に貢献していると判断される。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 地域経済発展への貢献

図7は北幹線チカンペック～チレボン間の中心都市であるチレボン市（人口約30万人以上¹⁷）の域内総生産額（GRDP）の推移である。直近10年において増加傾向にある。図8及び9の受益者調査結果¹⁸のとおり、チレボン市の経済活性化及び駅周辺の小売業・飲食業¹⁹については、活性化しているとの回答は多い。また、図10のとおり、雇用機会は改善したとの回答も多い。同駅周辺の住民・商店主、また、DAOPIII スタッフにインタビューを行ったところ、「乗客数は年々増え、それに則してチレボン市への訪問客数は増えていると思う。駅の改修や乗客数・訪問客数の増加は地域経済の活性化にとって好ましいと思う」といったコメントが出された。かかる受益者調査結果及び住民のコメントを踏まえると、複線化支援・駅舎改修のような鉄道インフラ整備は、人口の増加と共に、都市機能の拡張、ひいては市全体の経済活性化を下支えしているものと推察される。



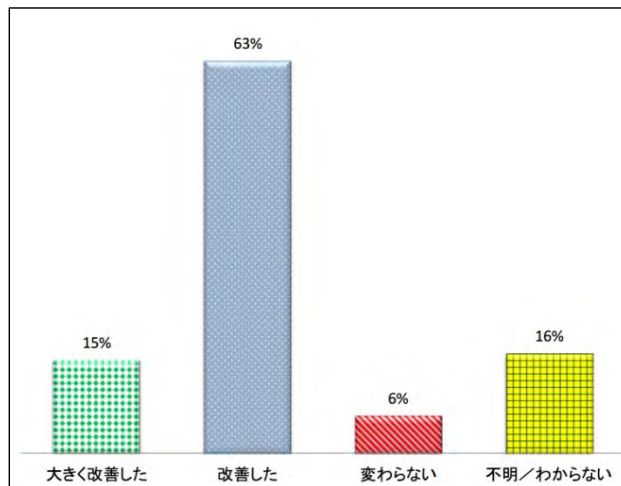
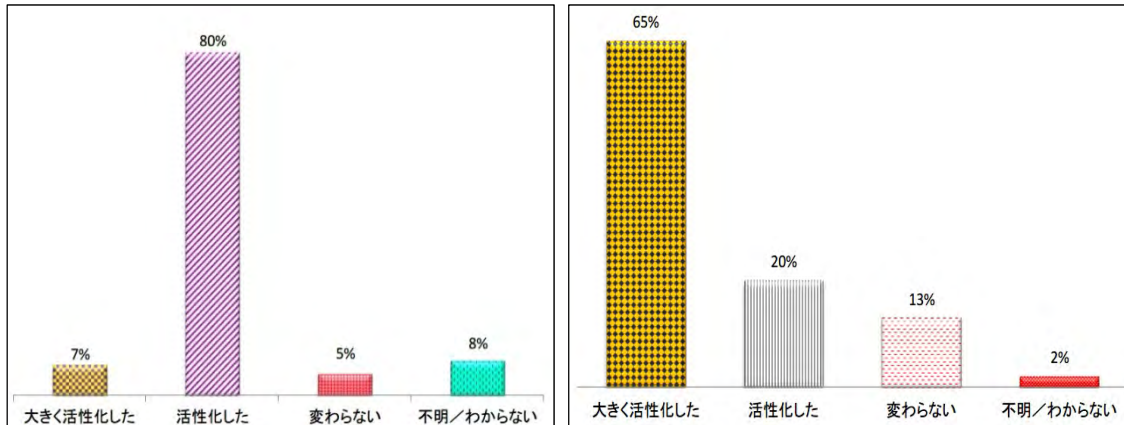
出所：チレボン市統計局

図7：チレボン市の域内総生産額（GRDP）の推移

¹⁷ 2010年は約29.8万人（出所：国勢調査）、2011年は約32.9万人（出所：人口行政情報システム（SIAC）、2014年は36.9万人（出所：チレボン市役所）と、データソースによりばらつきがあるが、近年は増加傾向にある。

¹⁸ 本インパクトにおける受益者調査では、チレボン駅よりサンプル数70を取得した。

¹⁹ 同市統計データによると、毎年50-60社前後の新規増加が確認できる。



3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業は既設軌道の隣に新たに軌道を敷設する複線化への支援が主体であり、自然環境に与える影響は小さかったことから、事業開始前において環境影響評価（EIA）は必要とされなかった。事業実施中及び事後評価時において、チカンペック～チレボン区間において総じて大きな環境問題は起こっていない²⁰。

²⁰ 一方、アルジャウィナンゲン駅周辺では粉塵・振動・騒音等の問題が発生し、周辺住民や通勤者から苦情が出ている。同駅からジャワ島他地域に運送されるセメントをめぐり、周辺では重量車両の往来が増え、搬入作業時に粉塵等が発生している。受益者調査時の住民・通勤者へのインタビューでは、特に健康被害が出ているとの話はなかったが、セメント運搬会社が粉塵防止のための処置（例：トラック荷台にカバーを被せることを徹底する）、通行時間帯への配慮や騒音低減に対処した運転に努めるといった対処が求めら

3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業の用地は、事業開始前よりインドネシア政府所有の土地であったため、新たな用地買収及び住民移転は発生しなかった。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業を含む国内の鉄道インフラの運営・維持管理は、政府が100%株式を保有する国有会社であるPT.KAIが責任を有している²¹。PT.KAIは、軌道・信号設備・架線・橋梁・踏切の修繕・枕木の交換等といった保線業務に責任を有し、その傘下組織であるDAOPIIIが北幹線チカンペック～チレボン区間の運営・維持管理を実質的に担っている。DAOPIIIは実際の保線業務に加え、チレボン駅の運営・維持管理も担っている。事後評価時（2014年11月末時）におけるDAOPIIIのスタッフ数は213名である。直近数年においてスタッフ数は増加傾向にある²²。この背景には、PT.KAIは鉄道サービス及び維持管理業務の向上に努めて増加傾向にある乗客・貨物輸送量に対応する必要性に直面していることが挙げられる。

以上より、本事業の運営・維持管理上の体制について特段問題は無いと見受けられる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

DAOPIIIには職務経験が豊富なスタッフが多く在籍している。今次現地調査でのインタビューを通じて、軌道・橋梁・信号設備など運営・維持管理業務の重要性について十分認識していることを確認した。運営・維持管理を担うスタッフ向けの人事研修・トレーニング・研修は、主にPT.KAI本部が担当している。直近の例として、DAOPIIIからは鉄道業務の理解に関するワークショップに累計529名が参加（1回当たりの期間は8日間）、信号・電信設備の実務・メンテナンスに関する研修に20名（期間は3日間）が参加した。また、新人職員のためのOJT研修もPT.KAI本部の研修所にて適時実施されている。本事業実施中における研修として、DAOPIIIのスタッフ4名が信号機の運用計画を学ぶため国外で研修を受けた（約1ヶ月間）。

その他、維持管理能力の不足による各施設の劣化といった事象は見受けられなかった。

れる。地元自治体も本問題に関して、セメント製造会社に対処を求めるなど措置を講じる必要があると考えられる。

²¹ インドネシアの鉄道インフラ設備の運営・維持管理は上下分離方式が採用されている。

²² 記録が残っている約1年2ヶ月前（2013年9月）のスタッフ数は67名であった。

また、チレボン駅の管制司令室の制御機器を担当するスタッフも赴任前に3ヶ月の研修²³を受けるなど、研修・トレーニング体制は整備されていることも確認した。

以上より、本事業の運営・維持管理の技術面には特段大きな問題はないと考えられる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

DAOPIIIの運営・維持管理費はPT.KAI本部が配賦している。直近3カ年における運営・維持管理費は表11のとおりである。DAOPIIIによると、「予算を申請して必ずしも100%承認されないものの、必要十分な金額が配賦されている」とのコメントが出されたことから、不足による維持管理業務への懸念は特になく考えられる。

表11：DAOPIIIの運営・維持管理費

(単位：千ルピア)

| | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
|-------|------------|------------|------------|
| 運営費 | 19,846,896 | 21,975,240 | 26,579,598 |
| 維持管理費 | 61,134,045 | 63,066,940 | 53,323,377 |

出所：PT.KAI

備考：千ルピア=約10円（2014年11月為替レート）

また、表12はPT.KAIの損益計算書（P/L）、表13は連結財務状態変動表である²⁴。損益計算書に関して、売上高から売上原価を引いた売上総利益は年々増加傾向にあり、当期純利益も増加傾向にある。また、連結財務状態変動表に関しては、負債よりも資産が上回っている状況は続いており、当面問題ないと考えられる。かかるPT.KAI全体の財務状況から推測するに、DAOPIIIを含む国内各地方営業所への運営・維持管理予算の配賦も大きな問題は無いものと推察される。

表12：PT.KAIの損益計算書（P/L）

(単位：百万ルピア)

| | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|
| 売上高(A) | 6,094,095 | 6,966,237 | 8,600,972 |
| 売上原価(B) | 4,675,846 | 5,024,796 | 5,920,554 |
| 売上総利益(C=A-B) | 1,418,249 | 1,941,441 | 2,680,418 |
| 営業費用(D) | 1,277,860 | 1,243,802 | 1,620,304 |
| 営業外収支(E) | 157,661 | -101,735 | -270,808 |
| 税引前利益(F=C-D+E) | 298,050 | 595,904 | 789,306 |
| 当期純利益(Fの税引後) | 201,244 | 425,104 | 560,716 |

出所：PT.KAI

備考：百万ルピア=約1万円（2014年11月為替レート）

²³ 主に制御機器の運用操作に係る研修

²⁴ 損益計算書（P/L）及び連結財務状態変動表はPT.KAI全体のものである。

表 13 : PT.KAI の連結財務状態変動表

(単位：百万ルピア)

| | 2011年 | 2012年 | 2013年 |
|---------------|-----------|-----------|------------|
| 流動資産(A) | 1,823,431 | 2,540,813 | 4,137,883 |
| 固定資産(B) | 4,242,979 | 6,420,248 | 11,120,887 |
| 資産の部合計(C=A+B) | 6,066,410 | 8,961,061 | 15,258,770 |
| 流動負債(D) | 1,237,591 | 2,176,655 | 4,258,534 |
| 長期債務(E) | 880,623 | 1,460,994 | 4,877,985 |
| 負債の部合計(F=D+E) | 2,118,214 | 3,637,649 | 9,136,520 |

出所：PT.KAI

備考：百万ルピア=約 1 万円 (2014 年 11 月為替レート)

3.5.4 運営・維持管理の状況

チカンペック～チレボン区間における路床・軌道に関しては、DAOPIII は毎月、砂利（バラス）撒き作業、枕木の補修、ボルト締め・点検等を行っている。橋梁に関しては、年に 1 度、橋梁上部の鋼鉄箇所刷新、再塗装、迫台の保護等を行っている。信号設備に関しても保守点検が行われている。チレボン駅については、管制司令室にある制御機器の稼働状況は良好であり、駅構内のその他施設（プラットフォーム、保線基地等）の状況にも特に問題は見られず、列車運行状況に支障等は生じていない。駅舎の清掃等も毎日実施されている。その他、本事業各施設に必要なスペアパーツの調達・保管状況も特に問題はなく、調達体制も整備されていることもインタビュー調査等を通じて確認した。また、メンテナンス・運転マニュアルも各施設に備わっており、各スタッフもマニュアルを必要に応じて参照して維持管理業務を行っていることを確認した。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。



写真 7：整備された信号機器



写真 8：整備された管制塔・運行制御装置

4. 結論及び教訓・提言

4.1 結論

本事業では、ジャワ北幹線チカンペック～チレボン区間において線路容量の増加及び運行本数の増加、安全・高速・定時的な列車運行、遅延の減少等を目的に、複線化への支援及びチレボン駅の改修を行った。事後評価時において、本事業は「中期開発計画」を通じて輸送能力増大及び運輸インフラ開発が提唱されており、ジャワ島南線を中心に引き続き複線化に関する開発ニーズが確認される。さらには、「対インドネシア国別援助計画」等、日本の援助政策とも合致しており、妥当性は高い。事業費は計画を上回り、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性は低い。チカンペック～チレボン区間の線路容量・運行本数は当初の計画どおり増加し、安全かつ定時性のある列車運行が実現し、列車遅延時間も減少している。チレボン駅改修により同駅利用者も増加傾向にある。また、受益者調査を通じて複線化による鉄道利便性の向上、チレボン駅改修による地域経済成長への貢献も確認できることを踏まえると、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理体制、技術、財務面には大きな問題は見受けられないことから、持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

・本事業による複線化支援とは直接的に関係があるとは言えないものの、チカンペック～チレボン区間では車両（乗用車・原付バイク・バス等）の無理な踏切通行に起因した衝突事故が起きている。運営・維持管理を実質的に担う DAOP III は事故防止に向けた取り組みを住民や自治体に対して続けているが、今後も啓発活動やパンフレットの配布、テレビ・ラジオなどのメディア媒体も通じて続けることが望ましい。

・事後評価時において、アルジャウィナンゲン駅周辺では粉塵・振動・騒音等の問題が発生し、周辺住民や通勤者から苦情が出ている。同駅に運び込まれるセメントをめぐり、周辺では重量車両の往来が増え、搬入作業時に粉塵等が発生していることが原因だが、鉄道事業に責任を有する PT.KAI はセメント製造会社に対して運搬時の配慮（粉塵が極力出ないような措置、騒音低減に努める、振動に配慮した車両運行等）を求め、可能な限り駅周辺の環境配慮に努めることが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

(事業遅延排除に努める必要性)

事業遅延リスクを可能な限り排除することが望ましい。本事業では、インドネシア政府の促進プログラム実施により、本事業の当初計画アウトプットは影響を受けて変更された結果、事業遅延を招いた。促進プログラムは、アジア通貨危機後の失業者対策（雇用促進）等への緊急対応も兼ねて先行実施されたものである。また、施工業者の入札・選定・調達契約手続きの遅延、90年代後半の通貨危機に影響により社会・経済が混乱し、行政機能に停滞が生じ、事業進捗に係る決定事項も停滞気味であったこと等の要因も挙げられる。その中で、促進プログラムが生じた後に事業の継続が滞ることがないように日本側・インドネシア側双方は進捗状況や阻害要因について相互確認を行い、さらなる事業遅延の防止に努めていた。今後の類似案件において、仮にそのような外部要因が生じた際にも相互確認を通じて常時遅延リスクに備えておく必要はあると考えられる。

主要計画／実績比較

| 項 目 | 計 画 | 実 績 |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①アウトプット | <p>1) 路床建設工事</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルジャウィナングン～チレボン間の複線部 (22.73km) ・カドカンガバス～アルジャウィナングン間の待避線 (45.7km) <p>2) 軌道敷設工事</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルジャウィナングン～チレボン間の複線部 (22.73km) ・カドカンガバス～アルジャウィナングン間の待避線 (45.7km) ・ハウルグリス～アルジャウィナングン間の複線部 (58.47km) レール交換 ・チプネガラ～ジャティバラ間 (47.57kmのうち8km分を除く) 既存線のレール交換 <p>3) 橋梁建設工事</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テラガサリ～アルジャウィナングン間の6橋 ・アルジャウィナングン～チレボン間の7橋 <p>4) 信号設備工事</p> <ul style="list-style-type: none"> ・テラガサリ～チレボン間 (6 駅) の信号設備と CTC 設備 ・チカンペック～テラガサリ間 (12 駅) の CTC 接続 ・ハウルグリス～チレボン間 (81.2km) の光ファイバーケーブル敷設 <p>5) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設計のレビュー・入札補助・施工監理 (M/M 量は、外国人技術者：220M/M 及び現地人技術者： | <p>1) 路床建設工事</p> <p>→ほぼ計画どおり (*但しボックス・カルバート設置は促進プログラムにて実施)</p> <p>→アルジャウィナングン～チャンクリン間 (約 10km)、ジャティバラ～ケリタサマヤ間 (約 2.9km) のみ (*その他区間は促進プログラムにて実施)</p> <p>2) 軌道敷設工事</p> <p>→促進プログラムにて実施</p> <p>→アルジャウィナングン～チャンクリン間 (約 10km) 及びジャティバラ～ケリタサマヤ間 (約 2.9km) のみ (*その他区間は促進プログラムにて実施)</p> <p>→促進プログラムにて実施</p> <p>→チプネガラ～チラゲ間及びカドカンガバス～ケリタサマヤ間 (約 39km)、ハウルグリス～ジャティバラ間 (約 37km)</p> <p>3) 橋梁建設工事</p> <p>→促進プログラムにて実施</p> <p>→促進プログラムにて実施</p> <p>4) 信号設備工事</p> <p>→ハウルグリス～チャンクリン間 (10 駅) の信号設備と CTC 設備</p> <p>→タンジュンラサからチャンクリン間 (16 駅) の CTC 接続</p> <p>→チカンペック～チレボン間 (約 135km) の光ファイバーケーブル敷設</p> <p>5) コンサルティング・サービス</p> <p>→設計のレビュー・入札補助・施工</p> |

| | | |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | 644M/M) | 監理（チレボン駅改修の監理を含む）（M/M 量は、外国人技術者：312.53M/M 及び現地人技術者：922.59M/M) |
| ②期間 | 1998年1月～2003年4月 (64ヶ月) | 1998年1月～2011年9月 (165ヶ月) |
| ③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート | 6,528百万円 5,137百万円 11,665百万円 8,748百万円 1円=0.052ルピア (1997年4月) | 5,189百万円 7,129百万円 12,318百万円 8,742百万円 1円=0.011ルピア (事業実施中平均：出所は国際通貨基金（IMF）の国際金融統計（IFS）データ) |

インドネシア

リハビリ・維持管理改善事業（水資源セクター）

外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社 鶴田浩史

0. 要旨

本事業は、水資源セクターの円借款完成案件を対象に、特に緊急性・必要性の高いソロ川上流域の河川改修、ブランタス川流域の多目的ダムの堆砂対策と河川改修、北スマトラ州のウラル灌漑の修復を通じて、運営・維持管理機関¹の能力向上のための支援を行うことにより、既存施設の機能回復、持続性の確保、ならびに維持管理体制の改善と強化を図ったものである。本事業は、水資源開発・管理やインフラ整備を掲げるインドネシアの国家中期開発計画や開発ニーズ、日本の援助政策とも合致しており、妥当性は高い。一方、事業費は計画どおりであったものの、事業期間が大幅に計画を上回ったため、効率性は中程度といえる。ソロ川上流域やブランタス川流域では洪水被害の緩和、ウラル灌漑ではコメの収量の増加が観察され、近隣住民の生活水準も向上していることから、有効性・インパクトは高い。持続性については、各地域の工事対象となった施設・設備は概ね適切に運営・維持管理が行われているが、運営・維持管理機関の間の責任分掌で不明瞭な部分があることや、予防的メンテナンスの経験不足、大規模な修繕は外部資金に頼らざるを得ない等、体制/技術/財務状況に軽度な問題があり、中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



護岸・河床が補修されたソロ川上流（「流れがスムーズになった」等の運営・維持管理機関や住民の意見があった）

¹ 公共事業・国民住宅省（以下、「公共事業省」という。）水資源総局とその直轄のソロ川流域管理事務所、ブランタス川流域管理事務所、スマトラⅡ流域管理事務所を指す。

1.1 事業の背景

インドネシアは、熱帯モンスーン気候の国であり、年間降水量は 1,500～4,000mm に及ぶ。その約 80%は雨季（11月～3月）に集中しており、雨季になると各地で洪水や土砂災害が発生し、社会経済に多大な被害を与えてきた。また、近年は、これに加え、人口増加（年 1.4%、2000 年当時）や経済成長が進む中、生活・工場用水への需要は増大し（例えば、2003 年には年間 1,560 億 m³であった水需要は、2015 年には 3,565 億 m³となっている²）、水資源の絶対量も不足するようになり、適切な水資源の管理が重要となってきた。

これらニーズに対して、審査時より事後評価時まで、水資源に関する基礎インフラの整備が課題となってきた。インドネシアは、水資源管理・保全に関する各種の法整備を図りながら、長期的かつ総合的な水資源管理や開発を推進してきた。特に、本事業のような主要河川のインフラ整備においては、1960 年代より、日本や世界銀行等の協力を得て、多目的ダムの建設、治水対策、河川流域の灌漑開発等のインフラ整備が進められてきた。

しかしながら、依然、インフラ整備は進んでいない。公共事業省への聞き取りによれば、2012 年の「大統領令第 12 号」（河川流域の決定に関する令）は、国内全河川・合計 19,710 km のうち、約 55%が護岸整備すべき河川（既に護岸されているものを含む）と指定しているが、その大部分が護岸整備・補修されていない状況である。同様に、インドネシア国内で約 700 万 ha の土地が灌漑利用できると推定されているが、その 4 分の 1 は、未整備・機能不全の状態にある。

また、既に整備された施設・設備に関しても、1990 年代後半より、工事完成後 30 年近くを経る施設・設備も増え、老朽化や機能低下も確認されるようになった。更に、財政の慢性的なひっ迫や 1990 年代後半のアジア通貨危機から、インフラ施設の維持管理が十分になされない状況に陥り、施設・設備の劣化が加速した。そして、これらの結果として、公共サービスの質が低下しており、その回復のためには、既存インフラ施設の機能を回復し、運営・維持管理機関の能力強化を図ることが急務となっていた。

1.2 事業概要

本事業は、特に緊急性の高い中央ジャワ州・東ジャワ州を流れるソロ川上流域の河川改修、ブランタス川流域の多目的ダムの堆砂対策と河川改修、北スマトラ州のウラル灌漑の修復を中心とする水資源セクターの円借款完成案件のリハビリ³を通じて運営・維持管理機関の能力向上のための支援を行うことにより、既存施設の機能回復、持続性の確保、ならびに維持管理体制の改善と強化を図り、もって住民の生活の安定と水準の向上に寄与する。

² WEPA: Water Environment Partnership in Asia “State of Water Environmental Issues” (<http://www.wepa-db.net/policies/state/indonesia/indonesia.htm>) (2015 年 3 月アクセス)

³ “リハビリ”には、既存の施設・設備の物理的な修復のみならず、既存の施設・設備の機能の回復や補完も含まれ、そのために必要な施設・設備の新設工事も含まれた。

| | |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 円借款承諾額 /実行額 | 14,696 百万円 / 13,784 百万円 |
| 交換公文締結 /借款契約調印 | 2002 年 3 月 / 2002 年 10 月 |
| 借款契約条件 | 金利 1.8% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト (コンサルタントは二国間タイト) |
| 借入人/実施機関 | インドネシア政府 / 公共事業省 (現公共事業・国民住宅省) |
| 貸付完了 | 2012 年 8 月 |
| 本体契約 | PT. Adhi Karya (インドネシア) / PT. Istaka Karya (インドネシア) (JV)、 PT. Brantas Aripriya / PT. Hutama Karya (インドネシア) (JV)、PT. Nindya Karya (インドネシア) / PT. Pembangunan Perumahan (インド ネシア) / PT. Hutama Karya (インドネシア) (JV)、PT. Waskita Karya (インドネシア) / PT. Wijaya Karya (インドネシア) / PT. Adhi Karya (インドネシア) (JV) |
| コンサルタント 契約 | 日本工営 (株) (日本) / 八千代エンジニアリング (株) (日本) / 日 本建設コンサルタント (株) (日本) / PT. Tata Guna Patria (インド ネシア) / PT. Tri Tunggal Konsultant (インドネシア) (JV) |
| 関連調査 | カランカテスダム建設事業他、リハビリ候補完成案件に関する援助効 果促進調査 (2001 年) |
| 関連事業 | 【円借款】(カッコ内は借款契約調印年。また、回数は同年内に複数 回の借款契約が調印されたことを意味する) ・ ウオノギリ多目的ダム事業 (1976 年、1977 年 (2 回)) ・ マディウン川緊急治水事業 (1985 年) ・ ソロ川上流治水事業 (1985 年) ・ ウオノギリ多目的ダム・貯水池堆砂対策事業 (I) (II) (2009 年、 2014 年) ・ カランカテスダム建設事業 (1968 年、1969 年 (2 回)、1970 年、 1971 年) ・ カランカテス水力発電所建設事業 (I) (II) (1970 年 (2 回)、1971 年、1973 年) ・ カランカテス第 2 期事業 (1974 年、1975 年) ・ ウリング多目的ダム事業 (I) ~ (III) (1975 年、1976 年 (2 回)) ・ ブラントス川中流域河川改修事業 (I) (II) (1979 年、1985 年) ・ カリポロン河川改修事業 (1970 年、1971 年、1976 年) ・ ポロン河改修事業 (1988 年) ・ クルド火山緊急砂防事業 (1991 年) ・ ウラル川河川改修事業 (1971 年) ・ ウラル川河川改修及び灌漑改良事業 (1981 年) 【技術協力】 ・ 河川流域機関実践的水資源管理能力向上プロジェクト (2008 年~ 2011 年) ・ 水資源政策アドバイザー (2008 年~2015 年) |

| | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ ブランタス・ムシ川における気候変動の影響評価及び水資源管理計画への統合プロジェクト（2013年～2016年） ・ 河川流域機関総合水資源管理能力向上プロジェクト・フェーズ 2（2014年～2018年） <p>【無償資金協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ソロ河下流ポンプ灌漑場整備計画（1991年～1992年） ・ ウォオノギリ多目的ダム貯水池堆砂緊急対策計画（2001年～2003年） <p>【他機関案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 世界銀行・ジャワ灌漑改善・水資源管理プロジェクト（1994年～2002年） ・ オランダ政府／世界銀行灌漑・水資源の管理体制改善プログラム（2001年～2005年） ・ 世界銀行・ジャワ水資源戦略調査（2009年～2011年） ・ 世界銀行・水資源・灌漑セクター管理プログラム（2003年～2010年） |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

鶴田 浩史（オクタヴィアジャパン株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2014年9月～2015年7月

現地調査：2014年11月22日～12月5日、2015年3月2日～3月5日

3. 評価結果（レーティング：B⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時、インドネシア政府は中期国家開発計画である「国家開発プログラム 2000～2004」（以下、「Propenas」という。）の中で、「公共施設及びインフラのサービスレベルを維持するためのプログラム」として、既存のインフラ施設の修復・改善による機能維持を重点課題の一つとして位置づけていた。また、Propenasの「水資源に関する開発・管理プログラム」の中で、水源の拡大及び水利システム管理の効率化による食糧増産・アグリビジネス進行促進が目的として設定された。

事後評価時においては、同政府は「中期国家開発計画 2010～2014」の中で、経済・社会の成長の加速に必要な方策として「インフラ整備」が掲げられ、更に、水資源管

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

理の改善が重点課題として位置づけられている。

以上より、審査時及び事後評価時においてインドネシアでは既存インフラの整備・リハビリが重要視されており、国家計画、セクター計画、それぞれにおいて政策・施策との整合性が認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

上記の「1.1 事業の背景」に述べたとおり、インドネシアでは、既存インフラ施設の機能を回復し、運営・維持管理機関の能力強化を図ることが急務となってきた。

審査時、本事業の対象となったソロ川流域やブランタス川流域の河川では、これまで様々な円借款事業により整備された施設・設備において、河床の極度の低下や堤防の浸食、既設護岸・橋梁基礎・床固めが不安定化する等、今後の洪水被害のリスクが高くなっており、リハビリ工事が急務であった。また、ウラル灌漑に関しても、河床低下の問題により、灌漑用水の取水が困難になりうるといった問題が発生しており、確実な取水を維持していくための措置が不可欠であった。施設・設備のメンテナンスが十分かつ適切な対処がされていなかったことも、これら問題の一端であり、ソロ川流域管理事務所、ブランタス川流域管理事務所、スマトラ II 流域管理事務所の能力向上の必要性も高かった。

事後評価時、これらの状況は改善されてはきているが、依然、対応が求められている。ソロ川流域管理事務所やブランタス川流域管理事務所等への聞き取りによれば、本事業の工事対象以外の河川・ダム施設・設備において、修復が必要な箇所も多いとのことである。ウラル灌漑においても、二次水路や三次水路の修復による農業生産性の回復の余地が依然、存在する。維持管理能力に関しても、公共事業省水資源総局に運営・維持管理局が設置される等、組織体制の整備・強化が進められているが、同局の指摘によれば、予防メンテナンスの経験は十分ではないとのことである。

以上より、審査時及び事後評価時において、本事業は、これら河川・灌漑の水資源関連施設のリハビリ及び維持管理能力の向上を対象としており、開発ニーズと合致していたといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、日本の「海外経済協力業務実施指針」（2002年）では、対インドネシア支援の重点分野として、持続的成長軌道への回復に必要な社会・経済インフラの整備を掲げた。また、「インドネシア国別援助実施方針」（2001年）では、①経済安定、②改革支援、③経済のボトルネックの解消のためのインフラ支援の3分野を掲げ、既存施設のリハビリならびに維持管理支援を重要課題の一つと位置づけた。

従って、既存施設のリハビリを目的とする本事業は、日本の援助政策と合致していたといえる。

以上より、本事業の実施はインドネシアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

3.2.1.1 工事・機材調達

詳細設計時や工事期間中に、工事内容の設計変更が発生したが、「対象河川・灌漑の機能回復・持続に必要な工事」という事業の範囲に変更はなく、概ねアウトプットは計画通りといえる。

1 回目の工事内容の変更は詳細設計時におけるものであるが、対象河川・灌漑の機能回復・持続に必要な工事箇所の選定や優先度の見直し⁶、公共事業省の方針の変更⁷等に合わせた設計の変更によるものである。この際、公共事業省からの要請に基づき⁸、工事パッケージの再整理・細分化もされており、審査時には7パッケージを想定していたが、最終的には13パッケージとなった。

2 回目は、詳細設計後、ブランタス川の河川修復の際、熱水汚泥の発生への対処としての追加工事が急務となり、計画されていた30m級浚渫機材の調達の一部を中止とすることとなった⁹。その結果、対象河川・灌漑の機能回復・持続に必要な工事が全体的に追加された。

3 回目は、事業期間中の後半に、ウラル灌漑の工事中に、既設灌漑エリア内の施設¹⁰のリハビリの追加の必要性（長年水が行き渡らなかったことによる施設の劣化等）が判明したためである。これにより、工事内容が追加された。

以上、浚渫機材の一部調達は中止されたものの、その余剰分、工事が追加されており、また、その追加は「対象河川・灌漑の機能回復・持続に必要な工事」との範囲を逸脱するものではなかったため、工事内容の変更は妥当だったといえる。

⁶ 本事業は、「対象河川・灌漑の機能回復・持続に必要な工事」であったことから、詳細設計調査で精査することで種々の問題（ブランタス川流域・堤防での河川水の漏出やウラル灌漑での頭首工種類の変更）が見つかったり、年数の経過の中で新たな問題が生じたりする状況（上記のようなブランタス川流域での熱汚泥の発生やウラル灌漑での施設の劣化等）があり、その都度、必要性に基づき、工事の追加等が行われた。

⁷ 当初、ウラル灌漑の頭首工にゴム堰が使用されることが計画されていたが、維持管理のしやすさ等の技術的議論の結果、固定堰を設置するよう方針が変更された。その結果、詳細設計も2回行われた。

⁸ 事業の効率化等を理由（管理する工事対象が小さくなったり、パッケージの工事内容が統一されたりすることで、作業効率が向上する等）に、工事パッケージの再整理・細分化が行われた。分離契約ではこのようなメリットのほかに、最小化しすぎると業者間の調整の負担が増す、といった分離リスクもあるが、最適なパッケージ数は、必ずしも明確に判断できるものではない。従って、表5のように、事業開始後や事業実施中に再整理・細分化による問題が発生したとしても、計画時の判断として問題があったとは言えない。

⁹ 当時、実施機関は10m級浚渫機材を既に保有していたため、少なくとも短期的には浚渫作業に影響が出ることはない判断された。また、一方で、ブランタス川流域でサイフォンのリハビリ工事途中で熱汚泥が発生し緊急対応が迫られており、そのための工事費の確保が必要であった。「浚渫」のみに注目した場合、中長期的な課題を残す判断だったと考えられるが、事業全体としては緊急対応が迫られており、やむを得ない判断だったといえる。

¹⁰ 灌漑農地や取水路、排水路、暗渠、サイフォン、分土工等。

表 1 本事業のアウトプットの計画及び実績

| 工事 | 審査時の計画 | 実績 |
|------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| ①ソロ川流域修復工事 | | |
| ソロ川流域・マディウン川河川改修 | ・ソロ川上流護岸補修 ・マディウン川護岸・ゴム堰の修復 | ほぼ計画どおり 橋梁架け替え・基礎修復といった追加工事あり |
| ②ブランタス川流域修復工事 | | |
| カランカテス多目的ダム周辺域の改修 | ・砂防ダム（5カ所）の建設 ・放流口下流護岸補修 | ほぼ計画どおり 砂防ダムの建設数の増加（6カ所）や床固ダムの建設（2カ所）、沈殿池（1カ所）の建設といった追加工事あり |
| ウリンギ多目的ダム周辺域・クルド山周辺域改修 | ・砂防ダム（7カ所）の建設 ・バイパス水路の建設 | ほぼ計画どおり 砂防ダムの建設数の増加（8カ所）といった追加工事あり |
| ブランタス川流域・ポロン川流域改修 | ・護岸補修 ・河床修復 ・農業用取水堰の補修 | ほぼ計画どおり 減勢装置の建設等の追加工事あり |
| ③ウラル灌漑修復工事 | | |
| ウラル灌漑修復 | ・頭首工（1カ所）の修復 ・導水路（1次水路）の設置・修復 | ほぼ計画どおり 修復対象の導水路の追加（約4km）や関連設備の整備（暗渠、サイフォン等）の追加工事あり |
| ④機材調達 | | |
| 浚渫機材の調達 | 浚渫システム（2ユニット）の調達 | 変更あり：調達台数の減少 1ユニットのみの調達 |

（出所）計画：JICA 提供資料

実績：JICA 提供資料及び関係者への聞き取り結果

3.2.1.2 コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービスは、ほぼ計画どおりに実施された。

投入量については、大きく増加したものの、工事の進捗等に鑑みたスケジュールの変更による適切な計画変更であったといえる。増加の理由は主に、工事期間中の追加業務¹¹や活動時期の見直し¹²、工期延長によるものである。

¹¹ 前掲脚注7参照。ウラル灌漑に関わる2回の詳細設計調査の実施。

¹² 「ウラル灌漑の対象地域における水利組合の組成・強化に関するモニタリング・評価の実施」の活動時期は、2004年の水管理規則の施行に伴い、公共事業省の体制の準備等が必要となったため、後ろ倒しに見直された。

表 2 本事業コンサルティング・サービスの計画及び実績

| | 審査時の計画 | 実績 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| サービス内容 | 1) 事業全体の管理 2) モニタリング会合の開催 3) 土木工事の入札、施工監理 4) ブランタス川水管理公社 (Perum Jasa Tirta 1、以下、「PJT1」という。) のソロ支店設立のための支援 5) ソロ川及びブランタス川における流域土砂管理計画の作成 6) ウラル灌漑の水利組合の組成・強化に関するモニタリング・評価 7) 環境対策関連業務 | ほぼ計画どおり。 6) に関して、2004年の水資源法の施行に合わせ、活動内容・時期の微修正は行われた。 |
| 投入量 | 外国人技術者 432 人月、現地人技術者 1,014 人月 (サービス提供期間：2003 年 1 月～2007 年 12 月) | 外国人技術者 679.2 人月、現地技術者 1,656.6 人月 (サービス提供期間：2003 年 10 月～2012 年 6 月) |

(出所) 計画：JICA 提供資料

実績：JICA 提供資料及び関係者への聞き取り結果

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の計画値と実績を表 3 に示す。総事業費は、当初計画では 17,408 百万円 (うち円借款部分は 14,696 百万円) であったのに対し、実際の円借款部分は 13,879 百万円と、審査時の円借款部分計画値の 94% となり、当初計画内に収まった¹³。

また、アウトプットに関しては、機材調達計画よりも実績が下回ったものの、各工事パッケージではその分の追加工事も行われたほか、事業途中において、パッケージ¹⁴が追加されており、アウトプットの総量としては大きな過不足はなかった、と考えられる。

以上より、妥当な事業費だったと判断する。

¹³ 事後評価時、事業費に関し、相手国政府負担分については、政府予算及び公共事業省予算より支出された正確な金額が記録として残っておらず、総事業費の信頼できる金額は把握できない。公共事業省が保有しているのは、コンサルタントが作成した報告書のみであり、実施機関負担額は記載されていない。このため、円借款対象部分の計画値との比較で判断せざるを得なかった。

¹⁴ ウラル灌漑の工事が追加された。

表 3 事業費の計画値及び実績値

(単位：百万円)

| 項目 | 外貨 | | | | 内貨 | | | | 全体 | | | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 計画 | | 実績 | | 計画 | | 実績 | | 計画 | | 実績 | |
| | 全体 | 借款 | 全体 | 借款 | 全体 | 借款 | 全体 | 借款 | 全体 | 借款 | 全体 | 借款 |
| 土木工事 | 4,949 | 4,949 | 0 | 0 | 4,210 | 4,210 | 10,403 | 10,403 | 9,159 | 9,159 | 10,403 | 10,403 |
| 機材調達 | 1,415 | 1,415 | 447 | 447 | 734 | 734 | 202 | 202 | 2,149 | 2,149 | 649 | 649 |
| コンサルティング・サービス | 1,258 | 1,258 | 1,629 | 1,629 | 1,561 | 1,561 | 1,198 | 1,198 | 2,819 | 2,819 | 2,827 | 2,827 |
| 予備費 | 321 | 321 | 不明 | 0 | 333 | 248 | 不明 | 0 | 654 | 569 | 不明 | 0 |
| 用地取得費 | 0 | 0 | 不明 | 0 | 1,021 | 0 | 不明 | 0 | 1,021 | 0 | 不明 | 0 |
| 一般管理費 | 0 | 0 | 不明 | 0 | 745 | 0 | 不明 | 0 | 745 | 0 | 不明 | 0 |
| 税金 | 0 | 0 | 不明 | 0 | 861 | 0 | 不明 | 0 | 861 | 0 | 不明 | 0 |
| 合計 | 7,943 | 7,943 | 2,076 | 2,076 | 9,465 | 6,753 | 11,803 | 11,803 | 17,408 | 14,696 | 13,879 | 13,879 |

(出所) 計画：JICA 提供資料

実績：JICA 提供資料及び運営・維持管理機関への聞き取り結果。

注 実績の合計額が円借款実行額（13,784 百万円）と一致しないが、これは、JICA 提供資料の数値が 6 月までに支払われた実績と 2012 年 7 月、8 月の実績は推定値として計算され、乖離があるためである。

なお、円借款部分の事業費が下回った主な理由は、審査時からの為替変動によるものである。審査時、1 ルピア=0.014 円（2001 年 10 月時点）であったのに対し、事業実施期間は 1 ルピア=0.011 円（2004 年 7 月～2012 年 6 月平均）と円高であった。

3.2.2.2 事業期間

事業期間の計画と実績を表 4 に示すが、当初計画比 190% と計画を大幅に上回った。パッケージ毎の工事期間の遅延理由は、主に、表 5 のとおりであり、アウトプットの増加によるものではないため、アウトプットに比して事業期間は増大したといえる。

表 4 事業期間の計画及び実績

| | 審査時の計画 | 実績 |
|---------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 全体 | 2002 年 10 月 (L/A 調印) ～ 2007 年 9 月 (全工事の完成) (60 ヶ月) | 2002 年 10 月 (L/A 調印) ～ 2012 年 3 月 (全工事の完成) (114 ヶ月) |
| コンサルタント選定 | 2002 年 10 月～2002 年 12 月 | 2003 年 5 月～2003 年 12 月 |
| コンサルティング・サービス | 2003 年 1 月～2007 年 12 月 | 2003 年 12 月～2012 年 6 月 |
| 工事 (調達・建設) | 2003 年 12 月～2007 年 9 月 | 2005 年 5 月～2012 年 3 月 |
| 機材調達 | 2005 年 1 月～2005 年 12 月 | 2005 年 11 月～2007 年 6 月 |

(出所) 計画：JICA 提供資料

実績：JICA 提供資料及び運営・維持管理機関への聞き取り結果

表 5 事業遅延の主な理由

| 主な理由 | 詳細 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 詳細設計に係る遅延 | ウラル灌漑に関し、公共事業省水資源総局の方針変更により、詳細設計調査が2回繰り返されることとなり、工事開始が約1年間、遅れた。 |
| 工事運営に係る遅延 | <p>【施工業者の調達による遅延】 施工業者の入札参加資格の審査手続きが遅れた。</p> <p>【公共事業省の意思決定による遅延】 ウリンギ多目的ダム周辺のバイパス水路建設着手に関し、公共事業省水資源総局の内部の合意形成に時間を要した。</p> <p>【天候による遅延】 洪水発生や雨季開けの遅れにより工期も遅れた。</p> <p>【追加工事等の発生による遅延】 工事途中、ブランタス川流域での熱泥水噴出等が発生し、対策工事等の対応が必要となったため遅れた。</p> <p>【工事受注業者の共同企業体の運営管理体制・能力に起因する遅延】 ブランタス川流域の一部の工事では、大手企業と中小企業の共同企業体により、工事が受注された。しかし、技術力・経験の劣る中小企業に対する大手企業の監理・支援は十分ではなかった。その結果、中小企業が担当した工事では技術面¹⁵及び財務面でのトラブルが多発し、工事の遅延に繋がった。</p> <p>【受注業者の内部の運営管理体制に起因する遅延】 ウラル灌漑の工事は大手企業が工事を受注したが、下請け工事業者への支払いが遅れる等の問題が繰り返された。結果として、工事が停止した。更に、下請け業者が代わることとなり、変更のたびに技術力の劣る業者が配置されることになった。このため、遅延に繋がった。</p> |

(出所) JICA 提供資料及び運営・維持管理機関への聞き取り結果

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業の経済的内部収益率（以下、「EIRR」という。）は、表6のとおりである。事後評価時のEIRRは、審査時と比較し、若干上回った。その理由は、審査時と比較し、コメの価格高騰（審査時と比較し約2.7倍程度、各州年報のコメ価より引用）等により便益がより大きく増加したことによる¹⁶。

なお、財務的内部収益率（以下、「FIRR」という。）については、料金収入を伴う事業ではないため、算出は行わなかった。審査時も算出は行われていない。

¹⁵ コンクリート打設や仮締切、補修工事のやり方等に関する問題。

¹⁶ ウラル灌漑に関しては、工事費も大幅に増額（約2倍）しているため、審査時の数値を下回った。なお、ソロ川流域の工事費は約1.1倍増、ブランタス川流域の工事費は1.2倍増であった。

表 6 審査時及び事後評価時の EIRR

| 工事 | 便益 | 審査時 | 事後評価時 |
|--------|-------------------------------------------|-------|-------|
| 全体 | | 20.3% | 22.1% |
| ソロ川流域 | 河川のリハビリによる洪水被害の軽減 | 10.7% | 16.4% |
| ブランタス川 | ダムの有効貯水量回復による発電量の増加、 河川のリハビリによる洪水被害の軽減 | 21.4% | 23.6% |
| ウラル灌漑 | 灌漑施設のリハビリによるコメの増産による 金銭収入の増加 | 22.2% | 21.0% |

(出所) JICA 提供資料、統計資料

注：事後評価時の EIRR は、審査時に JICA 提供資料に記載されている条件や算出式を基に、為替や物価、米価等を事後評価時の数値に当てはめ、推定した。なお、プロジェクトライフはいずれも 50 年、費用は、いずれも建設費用及び維持管理費用と設定した。

以上より、本事業は事業費については、ほぼ計画どおりだったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性¹⁷ (レーティング：③)

3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

3.3.1.1 ソロ川流域リハビリ

①運用指標

表 7 のとおり、事後評価時、本事業で修復した護岸の損壊は報告されていない。測量等を行われていないため、正確な測定値は把握できないが、ソロ川流域管理事務所職員によれば事業対象流域で護岸の損壊や洪水被害の拡大といった問題は発生していないことから、(実質的に) 目標は達成されたものと判断する。

また、審査時に設定されたソロ川上流及びマディウン川の維持管理費用の目標値は、事後評価時に算出した事業対象流域の維持管理費の実績値の 3.1% 程度である¹⁸。ソロ川流域管理事務所職員によれば、日常的な維持管理の予算は確保されているとのことであり、事業対象流域の維持管理に支障はないことから、(実質的に) 目標は達成されたと判断する。

¹⁷ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹⁸ 維持管理費用に関して、審査時の数値は本事業の対象となった河川・施設のみを対象とした費用である。工事費に一定の割合を乗じて、算出した。しかし一方で、実績値では、河川別・施設別に費用を算出することは難しいため、ソロ川流域管理事務所の維持管理費を参考とした。

表 7 運用指標の達成状況

| | 基準値 | 目標値 | 実績値 | 実績値 | 実績値 |
|------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| | 2001年 | 2014年 ^{*1} | 2012年 | 2013年 | 2014年 |
| | 審査年 | 工事完成 5年後 | 工事完成 3年後 | 工事完成 4年後 | 工事完成 5年後 |
| 指標「本事業の下、修復した護岸のうち損壊した護岸の長さ」(単位:m) | | | | | |
| ソロ川上流 | 960 ^{*2} | 0 | - ^{*3} | - ^{*3} | - ^{*3} |
| マディウン川 | 760 ^{*2} | 0 | - ^{*3} | - ^{*3} | - ^{*3} |
| 指標「維持管理費用」(単位:百万ルピア) | | | | | |
| ソロ川上流 | 288 ^{*4} | 617 ^{*4} | 不明 | 不明 | 43,538 ^{*5} |
| マディウン川 | 268 ^{*4} | 733 ^{*4} | | | |

(出所) JICA 提供資料、運営・維持管理機関提供資料等

*1 上記に関連する工事は 2009 年に完成しているため、事業完成後 5 年は 2014 年となる。

*2 工事対象の長さ。詳細設計調査時に、工事対象の長さはソロ川上流 1,420m、マディウン川 594m が工事対象となっている。

*3 測量等は行われていないため、正確な測定値は把握できない。しかしながら運営・維持管理機関への聞き取りの結果として、本事業で修復した護岸の損壊は報告されていない。

*4 目標値の維持管理費用は本事業が工事を行った施設・設備に対して、積算された費用。

*5 ソロ川流域管理事務所の維持管理費より算出(後述の「持続性 3.5.3 運営・維持管理の財務」を参照)。ソロ川の全流域面積は 16,100km² であり、そのうち上流域の面積は 6,072km²、マディウン川の面積は 3,755km² となっている。以上より、ソロ川上流域及びマディウン川の維持管理費用は、(ソロ川流域管理事務所の維持管理費: 71,331 百万ルピア) x (6,072+3,755) / 16,100 = 43,538 百万ルピアと推計。

以上より、事後評価時、修復した護岸の損壊がないことや維持管理費が充足されていることから、ソロ川流域の河川施設・設備は適切に運用されていると判断する。

②効果指標

表 8 に、ソロ川上流部(中央ジャワ州のソロ川流域)での洪水発生の状況を示す。指標の基準値や目標値は、10 年確率の洪水を想定し、設定されているが、同規模の洪水は 2010 年 12 月や 2011 年 5 月、同規模以上の洪水は 2012 年 1 月や 2013 年 1 月に発生している。これらの洪水が発生した際の浸水家屋数を、目標値と比較した場合、100 年確率洪水が発生した 2012 年 1 月を除き(20 年確率洪水が発生した 2013 年 1 月の洪水を含め)大きく下回っており、当初目標は概ね達成したといえる。

表 8 効果指標の達成状況⁺¹ (ソロ川上流における洪水発生状況)

| | 年月 | ジュルグで測定された最高水位 (m) ^{*1} | 推定される最高流量 (m ³ /秒) ^{*2} | 推定される洪水生起年確率 ^{*3} | 浸水家屋数 ^{*4} |
|-----|--------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|---------------------|
| 基準値 | 2001年 (審査年) | - | - | 10年 | 2,500 |
| 目標値 | 2013年(工事 完成後5年) | - | - | 10年 | 1,900 |
| 実績値 | 2010年12月 | 8.52 | 1098 | 10年 | 300 |
| | 2011年5月 | 8.14 | 995 | 10年 | 136 |
| | 2011年12月 | 不明 | 不明 | 不明 | 102 |
| | 2012年1月 | 10.24 | 1,624 | 100年 | 4,072 |
| | 2013年1月 | 9.06 | 1,252 | 20年 | 77 |
| | 2013年2月 | 7.38 | 806 | 2年 | 1,462 ^{*5} |

(出所)

*1 新聞報道より。ジュルグはソロ川上流のスラカルタ市近郊の観測地。

*2 本事業コンサルタント提供資料に記載の算出式：流量=(4.116x 水位- 2.362)²より算出。

*3 運営・維持管理機関から提供された「ジュルグにおける流量と生起年確率の関係表」より算出。

*4 運営・維持管理機関の提供資料より。中央ジャワ州でのソロ川流域の浸水家屋数。

*5 ジュルグよりも更に上流の流域での洪水発生。従って、ジュルグで測定された最高水位は低く測定され、推定される最高流量や推定される洪水生起年確率は、洪水発生地域よりも低く見積もられていると考えられる。

注 +1 指標に掲げられた浸水面積、洪水被害額、洪水毎の被害人口に関するデータはなし。

+2 太字の塗りつぶしは、洪水の生起年確率が10年以上のもの

なお、このように、洪水被害は軽減されているが、表9に示すように、本事業のほかに、様々な状況や取り組みを通し、早期警戒体制の強化や多目的ダムや堰による洪水調整能力の向上、土地利用の改善による洪水発生の予防の促進等も行われている。

表 9 洪水被害の緩和に影響を及ぼす取り組みや環境の変化等

| 取り組み・変化 | 内容 |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 天候・自然環境の変化 | ① 審査時の降雨量と事後評価時の降雨量を比較した場合、後者は増加し（例：ソロ川上流域にあるスラカルタ市の 2000 年時の過去 5 年間の降雨量平均は 2,022mm であるのに対し 2012 年時の過去 5 年間の降雨量平均は 2,484mm と増加）、天候上のリスクは増大している一方、洪水被害は緩和している。すなわち、洪水被害緩和を目的とする取り組み（本事業のほか、下記③～⑥の取り組みのいずれか、または、相乗効果）が成功している、といえる。 |
| 本事業以外でインフラ整備に係る取り組み | ② 本事業実施期間中に、大規模な護岸修復等を行う他ドナーによるインフラ整備事業は行われていない。 |
| 本事業以外に、洪水被害緩和に正の影響を及ぼす取り組み | ③ 本事業に関する有償附帯技術協力により、ソロ川流域管理事務所の能力強化も行われている。 ④ 2009 年にソロ川流域水協議会が設置され、洪水の影響緩和に関する取り組みの促進や関係者間の調整が行われているようになった。 ⑤ 洪水の影響緩和等に関するアジア開発銀行の技術協力（案件番号 TA-7547）による調査や学術機関の調査とその結果の共有が行われている。 ⑥ 公共事業省による洪水の影響緩和のためのシステム（洪水解析システム） ^{*1} の開発後普及が行われている。 |

*1 雨量や河川流量から洪水氾濫域までを一体的に予測する計算システム

3.3.1.2 ブランタス川流域リハビリ

①運用指標

表 10 に運用指標の状況を示す。

ダムに関しては、データの収集ができなかった砂防ダムを除き、下記の点から、ダム、河川ともに、概ね適切に運営・使用されていると判断する。

セングル・ダムやカランカテス・ダムに関しては、維持浚渫が行われている。ダムの有効貯水容量¹⁹は、運営・維持管理機関が作業費用と実施能力を鑑みた浚渫作業を行っており、浚渫量は必要最低限な量に押さえられている。しかしながら、有効貯水容量は、2011 年と比較し微増し、年間の堆砂増加量を上回る排砂が行われているといえる。

また、PJT1 の職員への聞き取りによれば、有効貯水容量に端を発する洪水発生等の問題は発生していないとのことである。この点に関しては、2012 年 1 月のように 100 年確率の降雨（表 8 参照）があっても、主流域での洪水の発生がない状況や、PJT1 の試算でも 50 年確率の降雨時の想定される浸水面積が減少している（表 12 参照）ことから示唆される。

従って、ダムの機能の維持に必要な維持浚渫は行われているといえることから、これらダムは、適切に運用されていると判断する。

¹⁹ 有効貯水容量は、ダムの総貯水容量から堆砂容量や死水容量を差し引いた量

河川の護岸については、事後評価時、本事業で修復した護岸の損壊は報告されていない。測量等は行われていないため、正確な測定値は把握できないが、ブランタス川流域管理事務所職員によれば事業対象流域で、2012年1月のように100年確率の降雨（表8参照）があっても、主流域での護岸の崩壊や洪水発生といった問題は発生していないことから、（実質的に）目標は達成されたものと判断する。また、先述のとおり、PJT1の試算も洪水被害の軽減を推定している。

表 10 運用指標の達成状況

| | 基準値 | 目標値 | 実績値 | 実績値 | 実績値 |
|---------------------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 2001年 | 2014年 ^{*1} | 2011年 | 2013年 | 2014年 |
| | 審査年 | 事業完成 5年後 | 事業完成 3年後 | 事業完成 4年後 | 事業完成 5年後 |
| 指標「ダム有効貯水容量」（単位：百万 m ³ ） | | | | | |
| シングル・ダム | 1.2 | 2.5 | 0.57 | データなし | 0.64 |
| カランカテス・ダム | 144.0 | 144.0 | 133.9 | データなし | 134.2 |
| ウリンギ・ダム | 1.4 | 1.5 | 1.99 | 2.01 | データなし |
| 指標「砂防ダム堆砂容量」（単位：百万 m ³ ） ^{*2} | | | | | |
| クルド砂防ダム | 37.8 | 38.8 | データなし | データなし | データなし |
| 指標「ダム浚渫量」（単位：m ³ /年） | | | | | |
| シングル・ダム | 200,000 | 500,000 | 240,782 | 283,544 | 248,199 |
| ウリンギ・ダム | 200,000 | 500,000 | 235,456 | 250,835 | 286,060 |
| 指標「本事業の下、修復した護岸のうち損壊した護岸の長さ」（単位：m） | | | | | |
| ブランタス川中流 | 1,550 ^{*3} | 0 | - ^{*4} | - ^{*4} | - ^{*4} |
| ポロン川 | 2,200 ^{*3} | 0 | - ^{*4} | - ^{*4} | - ^{*4} |
| 指標「維持管理費用」（単位：百万ルピア/年） | | | | | |
| シングル・ダム | 2,600 | 6,500 | 220,662 ^{*5} | 312,825 ^{*5} | 157,093 ^{*5} |
| ウリンギ・ダム | 1,100 | 4,700 | | | |
| ブランタス川中流 | 403 | 1,450 | | | |
| ポロン川 | 250 | 890 | | | |
| 砂防ダム | 135 | 308 | | | |

（出所）JICA 提供資料、運営・維持管理機関提供資料

*1 上記に関連する工事は2009年に完成しているため、事業完成後5年は2014年となる。

*2 測量は行われておらず、データはなし。2014年のクルド山噴火の影響もあり。

*3 工事対象の長さ。詳細設計調査時に、工事対象の長さはブランタス川とポロン川を合わせて2,102mとなった。

*4 測量等は行われていないため、正確な測定値は把握できない。しかしながら運営・維持管理機関への聞き取りの結果として、本事業で修復した護岸の損壊は報告されていない。

*5 ブランタス川流域管理事務所の維持管理費。

維持管理費用に関しては、河川別・施設別に費用を算出することは難しいため、ブランタス川流域管理事務所の維持管理費を参考とした。ブランタス川流域管理事務所の維持管理費は、ポロン川等のブランタス川支流を含めたブランタス川全域の維持管理費に相当する。審査時に設定された維持管理費用の目標値の合計額は、事後評価時に算出したブランタス川流域管理事務所の維持管理費実績の4.4～8.9%程度である²⁰。

²⁰ 維持管理費用に関して、審査時の数値は本事業の対象となった河川・施設のみを対象とした費用

ブランタス川流域管理事務所職員によれば、日常的な維持管理のための予算は確保されているとのことであり、事業対象流域の維持管理に支障はないことから、（実質的に）目標は達成されたものと判断する。

以上より、事後評価時、ダムや河川施設・設備に問題が発生していないことや維持管理費が充足されていることから、ブランタス川流域の河川施設・設備は適切に運用されていると判断する。

②効果指標

効果指標を下記表 11 に示す。洪水被害に関しては、50 年確率の洪水の被害を基準値・目標値に設定しているが、これまで工事対象となったブランタス川主流部での洪水は発生していない。これには、50 年確率の降雨があった 2007 年や、100 年確率の降雨のあった 2012 年も含む。ブランタス川流域管理事務所職員への聞き取りによると、仮に今後、50 年確率の降雨があった場合でも、主流域での洪水発生は起こりにくく、洪水が発生したとしても被害軽減を図る機能が発揮できる状態である。以上より、指標となっていた「浸水面積」、「浸水家屋数」、「洪水被害額」、「洪水毎の被害人口」は（実質的に）達成されたといえる。

である。工事費に一定の割合を乗じて、算出した。しかし一方で、実績値では、河川別・施設別に費用を算出することは難しいため、ブランタス川流域管理事務所の維持管理費を参考とした。

表 11 効果指標の達成状況

| | 基準値 | 目標値 | 実績値 | 実績値 | 実績値 |
|--------------------------------|---------|---------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2001年 | 2014年 ^{*1} | 2012年 | 2013年 | 2014年 |
| | 審査年 | 工事完成 5年後 | 工事完成 3年後 | 工事完成 4年後 | 工事完成 5年後 |
| 指標「浸水面積」(単位: km ³) | | | | | |
| ブランタス川中流 | 198 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ポロン川 | 437 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| クルド砂防ダム | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 指標「浸水家屋数」(単位: 戸数) | | | | | |
| ブランタス川中流 | 12,040 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ポロン川 | 136,458 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| クルド砂防ダム | 2,425 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 指標「洪水被害額」(単位: 百万ルピア) | | | | | |
| ブランタス川中流 | 46,375 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ポロン川 | 102,335 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| クルド砂防ダム | 3,370 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 指標「洪水毎の被害人口」(単位: 人) | | | | | |
| ブランタス川中流 | 48,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ポロン川 | 604,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| クルド砂防ダム | 3,908 | 0 | 0 | 0 | 0 |

(出所) JICA 提供資料、運営・維持管理機関提供資料

*1 上記に関連する工事は 2009 年に完成しているため、事業完成後 5 年は 2014 年となる。

注 実績値が全て「0」となっているのは、工事完成後～事後評価時点まで 50 年確率の洪水が発生していないため。

また、PJT1 の推計する洪水発生時の浸水面積は、表 12 にあるとおり。50 年確率の洪水が発生した際の被害状況の推定値は、軽減している。

表 12 PJT1 の推計する洪水被害等

(単位: ha)

| | 1990 年以前 | 1990 年～ 2000 年 | 2010 年～現在 |
|---------------------------------|----------|-------------------|-----------|
| ブランタス川流域 (単位: km ³) | 500 | 50 | <50 |

(出所) Center for River Basin Organizations and Management (2014), Experiences of Jasa Tirta I Public Corporation in Indonesia as a Corporate Type of River Basin organization (RBO)

なお、このような洪水被害のリスクが軽減されている状況は、主にソロ川と同様に様々な取り組みによる効果とも考えられるが、投入量の点から、本事業の効果は小さくない、と考えられる。

3.3.1.3 ウラル灌漑リハビリ

①運用指標

下記表 13 に、本事業の運用指標を示すが、概ね運用指標は達成したと判断する。

表 13 運用指標の達成状況

| | 基準値 | 目標値 | 実績値 | 実績値 | 実績値 |
|------------------------------------|--------|----------------------|------------------------|--------------|--------------|
| | 2001 年 | 2017 年 ^{*1} | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 |
| | 審査年 | 事業完成 5 年後 | 事業完成年 | 事業完成 1 年後 | 事業完成 2 年後 |
| 灌漑面積 (ha) | 18,500 | 18,500 | 18,500 ^{*5} | | |
| 米作作付面積 (雨季) (ha) | 14,500 | 18,500 | 不明 ^{*6} | | |
| 米作作付面積 (乾季) (ha) | 9,520 | 18,500 | 不明 ^{*6} | | |
| 平均取水量 | 18.0 | 24.5 | 28.1 ^{*7} | | |
| 水利組合数 | 4 | 10 ^{*4} | 63 ^{*8} | | |
| 水利組合参加率 (%) ^{*2} | 90 | 100 | 100 ^{*9} | | |
| 水使用料徴収率 (%) ^{*3} | 22 | 100 | 不明 ^{*10} | | |
| 水使用料 (ルピア/ha /年) | 55,000 | 145,400 | 600,000 ^{*11} | | |
| 徴収された灌漑サービ ス使用料合計 (百万ル ピア/年) | 227 | 2,690 | 不明 ^{*10} | | |

(出所) JICA 提供資料、運営・維持管理機関提供資料等

*1 上記に関連する工事は 2012 年に完成しているため、事業完成後 5 年目は 2017 年となる。

*2 水利組合参加率 = 水利組合員である農業従事者数 ÷ 全農業従事者 × 100

*3 水使用料徴収率 = 現在の徴収額総計 ÷ 目標とする徴収額総計 × 100

*4 灌漑が 10 カ所の分水堰で、10 区画に分かれていたことから、1 区画に 1 水利組合が必要との判断より目標値が設定された。実績では大幅な増加がみられるが、灌漑管理の仕組みの改編が進められていった中で、水利組合の自治性は年々強められていたことから、細分化していったものと考えられる。

*5 スマトラ II 流域管理事務所提供資料より。給水の対象としている面積。

*6 スマトラ II 流域管理事務所への聞き取りによれば、灌漑全体で作付されているといい、これによれば、米作作付面積は 18,500ha となる。ただし、実測は行われていないため「不明」と表記した。

*7 頭首工での平均取水量

*8 スマトラ II 流域管理事務所提供資料より

*9 スマトラ II 流域管理事務所職員への聞き取り結果より

*10 各水利組合で使用料等は徴収されているが、スマトラ II 流域管理事務所では総括したデータは保有していない。

*11 スマトラ II 流域管理事務所職員への聞き取り結果より。米価により決定されるため、変動する。

スマトラ II 流域管理事務所職員への聞き取りによれば、本事業により、灌漑地全般に水が供給されるようになり、米作の作付面積は灌漑全域で行われるまでに拡大した。本事業以降に、公共事業省や他の援助機関による灌漑地の拡張・修復は行われておらず、この作付面積の拡大は主に本事業の貢献によるといえる。

一方、水利組合数も大幅に増加し、目標値を超えている。これについては、ウラル灌漑では、世界銀行による「水資源・灌漑セクター管理プログラム」(フェーズ 1: 2003

年～2010年、フェーズ2: 2012年～2017年)で水利組合の強化も進められてきた。また、本事業はインフラ整備を中心とした事業であり、水利組合の強化に関しては投入も限定的であった。従って、水利組合数の増加に関しては、世界銀行の取り組みの影響が大きく、本事業はこれを側面支援したものであったと考えられる。

②効果指標

効果指標を下記表14に示す²¹。概ね指標は達成したと判断する。

表14 効果指標の達成状況

| | 基準値 | 目標値 | 実績値 ^{*3} | | |
|----------------------|--------|---------------------|----------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| | 2001年 | 2017年 ^{*1} | 2012年 | 2013年 | 2014年 |
| | 審査年 | 事業完成 5年後 | 事業完成年 | 事業完成 1年後 | 事業完成 2年後 |
| コメの収穫量(トン/年)(雨季) | 75,400 | 96,200 | 109,000 ^{*4} (129,430～147,290) ^{*5} | | |
| コメの収穫量(トン/年)(乾季) | 50,456 | 98,050 | 109,000 ^{*4} (129,430～147,290) ^{*5} | | |
| コメの収量(トン/ha)(雨季) | 5.2 | 5.2 ^{*2} | 5.9 ^{*6} (7～8 ^{*7}) | | |
| コメの収量(トン/ha)(乾季) | 5.3 | 5.2 ^{*2} | 5.9 ^{*6} (7～8 ^{*7}) | | |
| 農家一戸当たりの農業所得(千ルピー/年) | 6,066 | 9,166 | データなし | | |

(出所) JICA 提供資料、運営・維持管理機関提供資料

*1 上記に関連する工事は2012年に完成しているため、事業完成後5年目は2017年となる。

*2 審査時に収集されたデリ・セルダン県のデータより。ただし、事後評価時、ウラル灌漑のみの収量だったか、県全体のデータであったかは確認できなかった。

*3 本データは、運営・維持管理機関より提供された資料に基づき、評価者が収量、収穫量(登記されている土地の面積×単収)を推計したものである。従って、雨季・乾季の数値が同じとなっている。

*4 デリ・セルダン県の収量データ(5.9 トン/ha)を基に、「灌漑面積×コメの収量」により算出。ウラル灌漑の約半分の面積はデリ・セルダン県にある。

*5 スマトラ II 流域管理事務所職員への聞き取りの結果による収量(7～8 トン/ha)を基に、「灌漑面積×コメの収量」により、算出

*6 デリ・セルダン県のデータより。なお、雨季と乾季の差は確認できなかった。

*7 スマトラ II 流域管理事務所職員への聞き取り結果より。なお、雨季と乾季の明確な差は確認できなかった。

コメの収穫量や収量に関しては、本事業の事前事後で増大している。スマトラ II 流域管理事務所や農業従事者への聞き取りによれば、その理由としては、主に、次の二点であるという。

① 水が安定供給されることにより、作付面積及び作付け期間の増加に伴い、単位作

²¹ なお、中間レビュー時、過去の実績を踏まえ、目標値の上方修正が提案されている。しかしながら、事後評価時、中間レビュー以降に修正されたことを示す文書はなく、また、実施機関やコンサルタント等の関係者への聞き取りでも、修正は確認できなかった。

付面積あたりのコメの収量の平均値も増加した（本事業の効果）

- ② 技術革新や灌漑地の管理能力が向上したことにより、単位作付面積あたりのコメの収量が増加した（本事業外の効果）

一方、農家一戸当たりの農業所得額に関しては、データを収集できなかったが、農家への聞き取りによれば、本事業の事前事後で、所得が顕著に増加したとのことであった。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

3.3.2.1 ソロ川リハビリ（洪水被害の軽減）

ソロ川流域管理事務所職員等への聞き取りによれば、事後評価時点において、洪水の多くは小規模支流部や下流部で発生しており、本事業が対象とした主流部での発生は少ない。洪水対策も下流部へと重点が移っているとのことである。

工事周辺地域の住民への聞き取り（3カ所計23名へのフォーカス・グループ・ディスカッション）では、全員が「洪水が起こりにくくなった」「洪水の被害が軽減されるようになった」との回答があった。工事により川の流れがスムーズになったり、護岸が施されたことで土地の侵食が起こりにくくなったりしたという。

3.3.2.2 ブランタス川リハビリ（洪水被害の軽減）

ブランタス川流域管理事務所職員への聞き取りによれば、ブランタス川主流域での洪水の発生は、審査時より、そもそも少なかったともいう²²。関係機関の資料等によれば、1960年代から80年代にかけて水資源管理インフラの整備が進められ、1990年頃より、主流部での50年確率の洪水は管理できるような状況になっていた。しかしながら、2000年頃にブランタス川流域の管理がPJT1の管轄となるまで、継続して運営・維持管理する機関はなく、適切な運営・維持管理がなされていなかったため、本事業が実施された。工事周辺地域の住民とのフォーカス・グループ・ディスカッション²³では、全員が「洪水の被害が軽減されるようになった」と回答しているが、この10年間では、目立った洪水の発生はないことも挙げている。

これらより、洪水の被害の軽減といった効果ははっきりしないが、事業実施前と比較し、洪水が悪化するようなこともなく、施設（護岸や農業用取水堰、砂防ダム等）の機能は持続しているといえる。

²² 本事業の目的は、既存施設の機能の持続でもあるため、洪水が発生していなくとも、既存の施設・設備に問題があり、将来的に問題が発生すると考えられる場合はニーズがあったと判断される。

²³ 砂防ダム工事サイト1カ所・周辺3地域の住民及び村役場関係者の計26名へのフォーカス・グループ・ディスカッション

3.3.2.3 ウラル灌漑リハビリ（水の供給及び農業生産性の変化）

農業従事者でもある水利組合員を対象とした受益者調査²⁴の主な結果は、表 15、表 16 のとおりである。水供給に対する満足度に関しては、審査時、回答者の 8 割が乾季の水供給は不十分と回答していたが、事後評価時には同程度の者が「適切」と回答するなどの改善が確認された。また、農業生産性に関する認識も、乾季・雨季に係わらず、回答者の 6～7 割が増加したとの認識を持っていた。水利組合員への聞き取りによれば、本事業以前には水供給が不十分・不規則であった農耕地に、安定して水供給がなされるようになったとのことである。これにより、二期作・二毛作ができるようになったり、より多様な作物を得ることができるようになったりしたことを挙げている。

しかしながら、雨季の水供給に対する満足度に関して、約 9 割の者が過剰に供給されていると回答した²⁵。また、質問票調査とは別に実施した 35 名程度の農業従事者に対するグループ・ディスカッションでは、「雨季に耕作地が水浸しになることがある」と回答した者は 3 名程度あり、また、収量に対する大きな影響は聞かれなかったものの、「水浸しを防止するには、三次水路に堆積した土砂を自ら掘り出す必要があるが、手間がかかる」「水浸しになった耕作地を復旧させる作業が必要であり、そのために負担が増した」といった声も聞かれた。

このような状況に対して、スマトラ II 流域管理事務所への聞き取りでは、農業生産に深刻な被害を与えている状況は聞かれなかったが、①二次水路の分水堰・鋼製ゲートの盗難により、三次水路への供給が必ずしも効果的に管理できないこと、②三次水路内の堆砂により、排水が滞りやすいことが挙げられた。実施機関及び水利組合による、二次水路や三次水路の適切な維持管理が必要であるといえる。

表 15 水供給に対する満足度

(単位：％、n=104)

| 回答 | | 過剰 | 適切 | 不十分 |
|-------|----|------|------|------|
| 審査時 | 乾季 | 0.9 | 12.5 | 86.6 |
| | 雨季 | 49.5 | 47.6 | 2.9 |
| 事後評価時 | 乾季 | 8.7 | 79.8 | 11.5 |
| | 雨季 | 89.4 | 10.6 | 0 |

(出所) 質問票調査の結果より

²⁴ 灌漑の状況に十分な知見を有するものを選別することを目的としたほか、サンプリングを円滑に行うべく、水利組合をクラスターとし、水利組合員に属する農業従事者を調査対象とした。63 の水利組合より 9 の水利組合をランダム・サンプリングし、サンプリングされた組合に属し、調査日に参加可能であった全員・104 名に対して、自己回答式の質問票を配布し、回答を得た。

²⁵ 本指標はあくまで満足度であり、灌漑地の実態を具体的かつ正確に把握できるものではないため、スマトラ II 流域管理事務所への聞き取り結果も含めて判断を行うこととする。

表 16 10年前と比較した場合の全体的な農業生産性の増減に関する認識

(単位：％、n=104)

| 回答 | | 増加 | 変わらず | 減少 |
|-------|----|------|------|------|
| 事後評価時 | 乾季 | 69.2 | 17.3 | 13.5 |
| | 雨季 | 58.6 | 15.4 | 25.6 |

(出所) 質問票調査の結果より

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

住民の所得の改善や生活のゆとりの拡大へのインパクトについて、ソロ川流域の住民への聞き取りによれば、洪水の頻度等が減少してきていることで、「川岸にバナナの木等を植林することができるようになった」「魚取り等の余暇・生活活動も安全に行うことができるようにもなった」と回答があった。また、河川周辺住民の多くは、賃金労働者でもあるが、洪水発生頻度が減少したことで、就労期間も増加したとのことである。結果として、収入の幅が広がり、所得も安定し、生活のゆとりが得られるようになったとのことである。また、ブランタス川流域の住民からは洪水の頻度等が減少してきていることで、「河川周辺の地域や工事用道路の周辺に農作物を植えることができるようになり、所得拡大に繋がった」との回答があった。ウラル灌漑の農業従事者への聞き取りでは「住居の新築・改修、トラクター等の農作業機械の購入が可能になった」という指摘が得られた。

これらの回答を裏付ける定量的なデータは得られなかったが、住民からのインタビュー結果から、本事業は住民の所得の改善や生活のゆとりの拡大に一定程度貢献していると推察される。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

事後評価時、自然環境への負のインパクトは確認されなかった。本事業が既存施設・設備のリハビリを中心とする事業であり、大規模な新規施設・設備の工事を伴わないことによる。審査時に、インドネシア国内法上、環境許認可の取得は必要ないことも確認された²⁶。また、詳細設計時に、環境専門の外国人技術者・現地技術者が投入され、環境配慮を徹底するために調査が実施され、中長期の総合的な土砂管理計画を策定の上、河川改修工事・灌漑改修工事が実施された。実施期間中は、コンサルタントによる環境配慮に対する実施支援が行われ、工事変更による環境への影響も適宜モニタリングされた²⁷。

以上より、適宜、自然環境への影響は配慮されていたといえる。

²⁶ 実施機関により、環境チェックリストを用いた環境への影響の確認が行われた。

²⁷ 例えば、先述の熱汚泥の対策としては、仮締切の設置が行われ、河川の水質汚染等が防止された。最終的には、発生地でのリハビリ工事は中止となった。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業に関して、合計4世帯の住民移転、約150haの用地取得があった。各運営・維持管理機関への聞き取りによれば、取得価格の交渉に時間を要したが、住民の反対運動の発生といったような問題は発生していないという。自然環境へのインパクトと同様に、本事業が既存施設・設備のリハビリを中心とする事業であり、大規模な用地取得を必要としなかったためである。

3.4.2.3 その他

正のインパクトとして、住民への聞き取りによれば、工事の結果として、景観が整備されたり、安全性が向上したことで、工事周辺地を余暇活動（釣りやピクニック等）に利用できるようになった。

一方、負のインパクトとしては、ソロ川リハビリの工事サイト近辺の住民への聞き取りより、住民間の不公平感の高まり²⁸等があったという。これは、洪水被害の緩和等の結果として、河川流域の農業地の生産性が拡大したとしても、その便益を直接受ける者は土地所有者であり、そうでない者への便益は少ないというものである。

また、上記のウラル灌漑の雨季に発生する水の滞留の負のインパクトとしては、水の滞留後の修復等に係る費用・労務負担が増加しているとのことである。

なお、これら負のインパクトに関しては、運用指標や効果指標に示される洪水被害の状況や農業生産性に大きく影響を及ぼすものではないことから、評価判断には加味しないこととする。

以上より、本事業の実施により概ね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

事後評価時点において、河川・灌漑構造物等の施設の運営・維持管理は、2012年に公共事業省水資源総局に新たに設置された運営・維持管理局が統括機関となっている。それ以前及び本事業実施中は、灌漑局や河川・海岸局が、事業の計画立案や監理に加え、維持管理を担っていた。維持管理に係る業務が独立したことで、事業の計画立案・監理を担当する局と事業完了後の維持管理を担当する局が分割され、運営・維持管理への責任所在がより明確になったといえる。

各河川や灌漑施設の現場の運営・維持管理業務は、2004年制定の水資源法や2006年制定の灌漑管理規則に基づき、表17に示す組織によって行われている。また、必要に応じて州政府下の管理事務所と覚書き等を交わし、協力体制を築くことになっている。

²⁸ 村長をはじめ村落行政関係者と住民との意見の交換が行われた。

表 17 各工事地域での運営・維持管理機関

| 地域 | | 運営・維持管理機関 |
|----------|------|-----------------------------------------|
| ソロ川流域 | | ソロ川流域管理事務所、PJT1 ^{*1} |
| ブラントス川流域 | | ブラントス川流域管理事務所、PJT1 ^{*1} |
| ウラル灌漑 | 1次水路 | スマトラ II 流域管理事務所 |
| | 2次水路 | スマトラ II 流域管理事務所、または北スマトラ州 ^{*2} |
| | 3次水路 | 水利組合 |

(出所) 実施機関提供資料

*1 主に公共サービスに関する施設・整備の維持管理は流域管理事務所、商業サービスに係る施設・整備の維持管理は PJT1 が行うことになっている。

*2 スマトラ II 流域管理事務所、北スマトラ州でそれぞれの回答が異なる。

しかしながら、事後評価時、各運営・維持管理機関や州政府関係機関に、各施設・設備の運営・維持管理の責任機関を確認したが、機関によって回答が異なるなど、州政府の管理事務所との調整・連携が円滑でないと考えられる状況も示唆された。また、各維持管理機関の職員への聞き取りでも、中央が管轄する流域管理事務所と州政府の管理事務所のコミュニケーションは必ずしも良好ではないという意見も広く聞かれた。より効果的・効率的な運営を行っていくためには、各運営・維持管理間の調整を円滑に進めていく必要がある。

以上より、本事業の対象とした施設・維持管理を行っていく上で、公共事業省を中心とする確固たる運営・維持管理体制が整備されているが、その運用に関し軽度の問題があると判断する。

3.5.2 運営・維持管理の技術

各運営・維持管理機関の職員への聞き取りによれば、修繕的なりハビリを中心とする運営・管理技術に関しては、大きな問題はないという。また、本事業の実施中に、有償付帯技術協力として、2008年から2011年に実施された JICA「河川流域機関実践的水資源管理能力プロジェクト」による能力強化も行われた。また、事後評価時も、運営・維持管理機関毎に、半日から数日の研修が頻繁に実施しており、施設管理技術から人材管理や財政管理等の組織マネジメントに必要な研修が提供されているという。

また、中間レビュー時に「河川の護岸などの維持管理については中央政府/地方政府の組織が担当しているが、多岐にわたる業務に対して予算の制約もあって、技術力と意欲を有した技術者は十分に揃っていない」と指摘はあったが、公社である PJT1 が具体的な運営・維持管理の一部を委託していることで、運営・維持のパフォーマンスが料金収入に直結することになり、すなわち、運営・維持管理に金銭的なインセンティブが発生することになり、技術力を有する技術者を獲得できる仕組みにもなっている。

しかしながら、公共事業省水資源総局への聞き取りでは、運営・維持管理の中でも、予防的な運営・維持管理の技術・スキルについては発展段階にあるとのことである。

特に、運営・維持管理部署の指摘によれば、本事業の運営・維持管理機関である広域河川管理事務所の能力強化もされてきたとはいえ、依然、予防的な運営・維持管理の技術・スキルについては、軽視されがちであり、また、経験も十分ではないという。

以上より、本事業の対象とした施設・維持管理を行っていく上で、運営・維持管理技術は強化されてきているといえるが、予防的メンテナンスに対する経験が十分でないと考えられ、軽度の問題があると判断する。

3.5.3 運営・維持管理の財務

各運営・維持管理機関への聞き取りによれば、各機関は、日常的・予防的な運営・維持活動や小規模な修理等に必要な予算は確保できているという。本事業の対象施設の運営・維持管理機関は、PJT1を除き、公共事業省直轄の組織であり、その運営・維持管理予算は公共事業省水資源総局の予算から配分されている。この公共事業省水資源総局の予算は、全体的に増加傾向にあるほか（表 18）、2012年に公共事業省に運営・維持管理局が設置されたことで、今後、運営・維持管理予算の増加も見込まれている。

実態として、公共事業省の予算の増減には、大統領の意向が強く反映されている。2014年度予算はユドヨノ前大統領の方針により公共事業省全体の予算が大幅に削減されることになったが、2014年10月に就任したジョコ大統領はインフラ整備に積極的な姿勢を打ち出したことで増加している。現在、起案中の運営・維持管理に係る政策等が大統領令として発布されるなど、組織体制や制度が強化されていけば、運営・維持管理費が更に増加していくことも期待されている。

表 18 公共事業省水資源総局の予算

| 年 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|---------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-------|
| 公共事業省水資源総局予算（単位：兆ルピア） | | | | | | |
| 全予算 | 8.92 | 13.02 | 19.08 | 23.18 | 21.12 | 30.02 |
| 運営・維持管理費 | 不明 | 不明 | 不明 | 1.21 | 2.13 | 不明 |
| ソロ川流域管理事務所（単位：百万ルピア） | | | | | | |
| 全予算 | 678,166 | 1,247,414 | 1,516,984 | 1,140,272 | 949,940 | 不明 |
| 運営・維持管理費 | 不明 | 不明 | 不明 | 不明 | 254,560 | 不明 |
| ブランタス川流域管理事務所（単位：百万ルピア） | | | | | | |
| 全予算 | 不明 | 不明 | 564,311 | 1,141,960 | 707,025 | 不明 |
| 運営・維持管理費 | 不明 | 不明 | 220,662 | 314,825 | 157,093 | 不明 |
| スマトラ II 流域管理事務所（単位：百万ルピア） | | | | | | |
| 全予算 | 99,380 | 134,569 | 133,300 | 117,455 | 89,685 | 不明 |
| 運営・維持管理費 | 9,167 | 7,614 | 7,220 | 6,784 | 13,913 | 不明 |

（出所）各実施機関への聞き取り結果より

また、ソロ川及びブランタス川の一部の河川施設・設備の運営・維持管理を担う PJT1 に関して、公社であり、独立採算を原則として経営が行われており、基本的な維持

管理活動に必要な予算は有しているという。また、営業地域を北スマトラ州等に拡大するなど経営拡大を図るほど経営状況も良好で、PJT1 予算も増加傾向にあり(表 19)、日常的な運営・維持管理活動に財務的な支障はないとのことである。

表 19 PJT1 の予算

(単位：百万ルピア)

| 年 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 全予算(計画) | 163,830 | 169,980 | 193,760 | 217,760 | 253,430 |
| 運営・維持管理費 | 127,090 | 136,900 | 145,960 | 160,900 | 186,670 |

(出所) 各実施機関への聞き取り結果より

しかしながら、公共事業省や PJT1 いずれも、大規模な補修等を行うことができるほどの収入・資金を有しておらず、現状としては、大規模な修復が必要となった場合は、国際機関等の資金に頼らざるを得ないという。また、スペアパーツについても、建設時に購入したパーツの在庫がなくなれば、即座に新たなものを購入することはできず、予算化した上で、調達しているとのことである。

以上より、財務面では、日常的な運営・維持管理活動に支障はなく、また、今後、改善されていく傾向にあるが、大規模な修繕の費用の配賦には懸念があり、軽度の問題があると判断する。

3.5.4 運営・維持管理の状況

3.5.4.1 ソロ川流域施設・設備

ソロ川流域管理事務所、PJT1 の職員への聞き取り調査によれば、本事業が工事した施設・設備の状況は良好な状況にあるという。ソロ川流域管理事務所の運営・維持管理活動として、年 1 回程度、運営・維持管理計画を基に、河川の流域を踏査し、問題の有無を確認している。問題が報告された場合は、次年度予算に対応を組み入れ、対処するとのことである。

3.5.4.2 ブランタス川流域施設・設備

ブランタス川流域管理事務所の職員への聞き取りによれば、本事業が対象とした施設・設備の状況は良好であるという。運営・維持管理活動は、年間行動計画を基に行っており、クルド・スメル火山砂防事務所のように支所を設置し、職員を常駐させ、管理を行っているほか、河川流域では年 1 回程度の巡回をしている。

なお、ブランタス川流域管理事務所の職員への聞き取りによれば、2014 年のクルド山の噴火により、クルド山近辺の施設は被害を受けているものもあり、今後、大規模な修復の必要があるとのことである²⁹。

²⁹ ただ、これらに本事業で対象とした施設に関しては、バイパス水路への堆砂等の影響はあるもの

3.5.4.3 ウラル灌漑施設・設備

スマトラⅡ流域管理事務所の職員への聞き取りによれば、本事業が対象とした一次水路の施設・設備の状況は良好であるという。本事業の対象とした一次水路の取水堰には職員が常駐しており、1次水路全域の管理に関しては、6名程度が常駐している。運営・維持管理活動の中では、修繕活動のほかに、定期的なメンテナンスも行っている。

これら3地域の現状より、ソロ川流域、ブランタス川流域、ウラル灌漑の施設・設備は適切に運営されている判断する。

以上より、本事業の維持管理は、体制/技術/財務状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、水資源セクターの円借款完成案件を対象に、特に緊急性・必要性の高いソロ川上流域の河川改修、ブランタス川流域の多目的ダムの堆砂対策と河川改修、北スマトラ州のウラル灌漑の修復を通じて、運営・維持管理機関の能力向上のための支援を行うことにより、既存施設の機能回復、持続性の確保、ならびに維持管理体制の改善と強化を図ったものである。本事業は、水資源開発・管理やインフラ整備を掲げるインドネシアの国家中期開発計画や開発ニーズ、日本の援助政策とも合致しており、妥当性は高い。一方、事業費は計画どおりであったものの、事業期間が大幅に計画を上回ったため、効率性は中程度といえる。ソロ川上流域やブランタス川流域では洪水被害の緩和、ウラル灌漑ではコメの収量の増加が観察され、近隣住民の生活水準も向上していることから、有効性・インパクトは高い。持続性については、各地域の工事対象となった施設・設備は概ね適切に運営・維持管理が行われているが、運営・維持管理機関の間の責任分掌で不明瞭な部分があることや予防的メンテナンスの経験不足、大規模な修繕は外部資金に頼らざるを得ない等、体制/技術/財務状況に軽度な問題があり、中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

4.2.1.1 流域管理事務所と州事務所の役割の調整

公共事業省の河川・海岸局、灌漑局、運営維持管理局は、次年度の補正予算案の検

の、修復の必要性は発生していないという。

討が始まる 2016 年 6 月までに、管轄下の河川・灌漑機関と州政府機関との運営・維持管理に関する責任分担範囲や連携状況を確認することが望ましい。そして、必要に応じて、州政府と覚書きを交わし、責任分担や連携状況を明確にし、各々の運営・維持管理の実行の確認をすることが望ましい。事後評価時、公共事業省が管轄する広域河川管理事務所と州の管理事務所の連携が必ずしも良好になっていない状況が確認された。連携を促進することで、より効率的かつ効果的な運営・維持管理を行うことができると考えられる。

4.2.1.2 クルド山噴火後の施設・設備状況の確認と対応

公共事業省の河川・海岸局、運営維持管理局は、次年度の補正予算案の検討が始まる 2016 年 6 月までに、クルド山近辺の施設・設備の被害状況を調査することが望ましい。その結果を基に、必要に応じて、修復計画を立案し、2017 年度の活動・予算案に盛り込むことが望ましい。2014 年のクルド山の噴火により、本事業の対象地域の周辺が被害を受けたことで、機能回復のために再度リハビリが必要となっている施設・設備も発生している可能性がある。

4.2.1.3 ウラル灌漑の水の滞留の状況確認と対応

公共事業省灌漑局及びスマトラ II 流域管理事務所は、次年度の補正予算案の検討が始まる 2016 年 6 月までに、ウラル灌漑における水の滞留の実態を調査し、問題がある場合は、原因を分析することが望ましい。必要に応じて、対応策を立案し、2017 年度の活動・予算案に盛り込むことが望ましい。本事業の結果として、灌漑全域に水が供給されるようになったが、一方で、受益者調査の結果として、水の供給過多（滞留）を訴える農業従事者も増加している。

4.2.1 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

4.3.1 共同企業体の施工業者の管理・指導體制の明確化

ブランタス川流域の一部の工事では、大手企業と中小企業の共同企業体により、工事が受注された。しかし、技術力・経験の劣る中小企業に対する大手企業の監理・支援は十分ではなかった。その結果、中小企業が担当した工事ではトラブルが多発し、工事の遅延に繋がった。実施機関は、施工業者の資格審査・入札評価時や契約時、メインコントラクターに対して、構成会社への工事中の管理・指導體制を、審査書類や契約書等に明確に記載するよう求めるべきであったと考えられる。また、併せて、工事期間中は、実施機関は、共同企業体の主となる施工業者による構成会社への管理に関して指導も行う必要がある。

4.3.2 運用・効果指標の明確な定義付けや入手可能な情報・データによる設定

JICA は、審査時に運用効果指標を設定する際、データの測定・収集・とりまとめ等に関する実施機関の能力や評価可能性を十分見極めた上で、実施機関と指標の設定に合意することが望ましい。例えば、指標の内容を明確に定義付けする（具体的にどここの地点／どこの範囲のデータを収集するのか等を確認・合意しておくなど）、また、河川縦断測量の実施状況や定期的に収集しているデータの種類、データの集約状況、情報マネジメントシステムの運用状況等を確認するといった対応も考えられる。本事業では審査時に多くの指標が設定されているが、中間レビュー時を含めデータや判断根拠となるエビデンスが十分取れなかった。

以上

主要計画/実績比較

| 項目 | 工事 | 計画 | 実績 |
|-----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①アウトプット | ①ソロ川流域修復工事 | | |
| | ソロ川流域・マディウン川河川改修 | ・ソロ川上流護岸補修 ・マディウン川護岸・ゴム堰の修復 | ほぼ計画どおり 橋梁架け替え・基礎修復といった追加工事あり |
| | ②ブランタス川流域修復工事 | | |
| | カランカテス多目的ダム周辺域の改修 | ・砂防ダム（5カ所）の建設 ・放流口下流護岸補修 | ほぼ計画どおり 砂防ダムの建設数の増加（6カ所）や床固ダム（2カ所）の建設、沈殿池（1カ所）といった追加工事あり |
| | ウリンギ多目的ダム周辺域・クルド山周辺域改修 | ・砂防ダム（7カ所）の建設 ・バイパス水路の建設 | ほぼ計画どおり 砂防ダムの建設数の増加（8カ所）といった追加工事あり |
| | ブランタス川流域・ポロン川流域改修 | ・護岸補修 ・河床修復 ・農業用取水堰の補修 | ほぼ計画どおり 減勢装置の建設等の追加工事あり |
| | ③ウラル灌漑修復工事 | | |
| | ウラル灌漑修復 | ・頭首工（1カ所）の修復 ・導水路（1次水路）の設置・修復 | ほぼ計画どおり 修復対象の導水路の追加（約4km）や関連設備の整備（暗渠、サイフォン等）の追加工事あり |
| | ④機材調達 | | |
| | 浚渫機材の調達 | ・浚渫システム（2ユニット）の調達 | 変更あり：調達台数の減少。 1ユニットのみの調達 |
| ②事業期間 | | 2002年10月（L/A調印）～2007年9月（全工事の完成）（60ヶ月） | 2002年10月（L/A調印）～2012年3月（全工事の完成）（114ヶ月） |
| ③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート | | 7,943 百万円 9,465 百万円 17,408 百万円 14,696 百万円 1米ドル = 121.67円 1ルピア = 0.014円 (2001年10月時点) | 2,076 百万円 11,803 百万円 13,879 百万円 13,879 百万円 1ルピア = 0.011円 (2004年7月～2012年6月平均) |

インドネシア

ムアラカラン火力発電所ガス化事業

外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社

島村 真澄

0. 要旨

本事業は、ジャワ・バリ系統の電力需給バランスの改善及び電力供給の安定性改善と質の確保を図ることを目的に、ムアラカラン火力発電所において重油焚き発電設備をガス複合火力発電に転換し、出力を増大した。国有電力企業のPT. PLN (Persero)¹（以下、「PLN」という。）の自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、増大する電力需要を量と質の両面で満たすという本事業の目的は、インドネシアのエネルギー／電力政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しており、事業実施の妥当性は高い。審査時に設定した運用・効果指標は、発電開始後、目標値の9割超達成している。特筆すべきは、本事業が、電力需要が最も多いジャカルタ首都圏に立地し、インドネシアの政治・経済の中心地である「戦略的地区」に電力を供給していること、及び、ジャワ・バリ系統の電力ロスの低減と電力の質（電圧）の維持に重要な役割を担っていることである。発電所は順調な発電を行っており、おおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響は指摘されていない。発電燃料が重油からガスに変換したことにより、SO_x、NO_x、CO₂、粉塵いずれも6割超の排出量削減が実現し、環境負荷削減にも貢献している。事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。発電所の運営・維持管理体制、技術、財務状況ともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



ムアラカランガス火力発電所（ブロック2）

¹ PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)

1.1 事業の背景

インドネシアにおいて、1997年に発生した通貨危機以降、ジャワ・バリ系統で発電所への新規投資は行なわれていなかったが、経済回復により電力需要が年率9%の割合で増大しており、供給予備力は減少してきていた。また、新規電源事業は計画されていたものの資金調達の見込がたっていなかった。こうしたことから、インドネシア最大の電力需要地域である大ジャカルタ首都圏において需給バランスが悪化し、また、既設発電所の老朽化による発電可能容量の低下により、2004年以降電力需給の逼迫が大きな問題となる可能性が指摘されていた。本事業は、インドネシア経済の中心であるジャカルタ首都圏に位置する発電所の整備を通じ、安定した電力供給を確保するものである。

1.2 事業概要

ジャカルタ特別区に位置する既設のムアラカラン火力発電所において、重油焚き発電設備をガス複合火力発電に転換して出力を300MWから720MW級²に増大することにより、ジャワ・バリ系統の電力需給バランスの改善及び電力供給の安定性改善と質の確保を図り、もってPLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでのセクター改革に寄与する。

| | |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 円借款承諾額/実行額 | 55,750 百万円 / 54,150 百万円 |
| 交換公文締結/借款契約調印 | 2003 年 3 月 / 2003 年 7 月 |
| 借款契約条件 | 金利 1.8% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アントайд |
| 借入人/実施機関 | インドネシア共和国 / 国有電力企業 (PT.PLN) |
| 貸付完了 | 2013 年 1 月 |
| 本体契約 | 三菱商事 (日本) |
| コンサルタント契約 | Fichtner GMBH & Company KG. (ドイツ) / PT. Jaya CM Manggala Pratama (インドネシア) / PT. Kwarsa Hexagon (インドネシア) / PT. Connusa Energindo (インドネシア) / 東京電力 (日本) / 東電設計 (日本) (JV) |
| 関連調査 (フィージビリティ・スタディ : F/S) 等 | F/S (2000 年) |
| 関連事業 | 円借款 (カッコ内は借款契約調印年月) |

² 実際には 694.4MW (入札結果により計画仕様と異なったため定格出力が変更した)。

| | |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・ 南スマトラ-西ジャワガスパイプライン建設事業（2003年3月） ・ ムアラタワルガス火力発電所拡張事業（2003年7月） ・ タンジュンプリオク火力発電所拡張事業（2004年3月） ・ スマラン火力発電所リハビリ・ガス化事業（2004年3月） ・ カモジャン地熱発電所拡張事業（E/S）（2006年3月） <p>技術協力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国際協力機構（JICA）開発調査「最適電源開発のための電力セクター調査」（2002年） <p>JICA専門家（電力セクター：エネルギー・鉱物資源省に派遣）</p> <p>無償資金協力（カッコ内は交換公文署名年月）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ グレシック火力発電所 3・4号機改修計画（2004年7月） <p>世界銀行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術支援（PLNが進める企業・財務リストラの支援） ・ Java-Bali Power Sector Restructuring and Strengthening Project <p>アジア開発銀行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Power Transmission Line Improvement Sector Project ・ Renewable Energy Development Sector Project |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

島村 真澄 （三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2014年9月～2015年7月

現地調査：2014年11月22日～12月18日、2015年2月24日～3月8日

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査当時のインドネシア政府の国家電力総合計画（以下、「RUKN」という。）2003年によれば、インドネシアの安定的な電力供給に必要な供給予備率は最低25%とされていたが、ジャワ・バリ系統では電力需要の増大により、供給予備率が減少傾向にあり（2001年の38.8%から2002年の30.5%に減少）、25%を下回る恐れがあったため、早急に新規電源を確保する必要があった。RUKNは、増大する電力需要を量と質の両面で満たす必要性を指摘している。また、インドネシア政府は競争的な電力市場の構築・電力セクターの効率改善を図るため、1998年に電力セクター再編政策⁵を発表し、実施機関であるPLNの財務リストラや民間参入等の改革に着手した。PLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、供給予備率の増加に貢献するという本事業の目的は上記方針に合致する。

事後評価時においても本事業の目的は、インドネシアのエネルギー／電力政策と合致している。インドネシア政府は、2014年1月に国家エネルギー政策（KEN）を約10年ぶりに策定し、国の発電容量を2014年の51GWから2025年までに115GW、2050年までに430GWに増やす目標を掲げている。事後評価時におけるRUKN 2012-2031では、電力供給計画の方針として電力供給不足の回避や、石油燃料利用の最小化を目指したガス、揚水発電によるピーク電力負荷向けの発電所の整備等を掲げている。また、PLNの向こう10年間の電力供給事業計画（以下、「RUPTL」という。）2013-2022によれば、ジャワ・バリ系統における電力需要は年平均7.6%増加する見込みであり、逼迫する電力需給の緩和のため2022年までに31.5GW（年平均3.2GW）の発電容量の増加が必要とされている⁶。なお、RUPTLは、発電所の立地を選定する際、燃料源とその利用可能性、需要地までの距離と地域的なバランス、送電開発計画とその制約、環境社会面での制約を考慮すべきとしている。ジャワ・バリ地域の電力需給バランス及び供給予備率の推移は図1のとおり。2010年の供給予備率が24.4%と25%を下回ったが、電源開発投資により（表1参照）2011年には34.9%に回復した。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁵ Power Sector Restructuring Policy

⁶ ジョコウィ政権下で2015年1月に策定されたRUPTL 2015-2024では、2024年までに38.5GW（年平均約3.8GW）の発電容量の増加が必要とされている。同政権は、2019年までに35GWの新規電源開発を行うことを重点に掲げている。

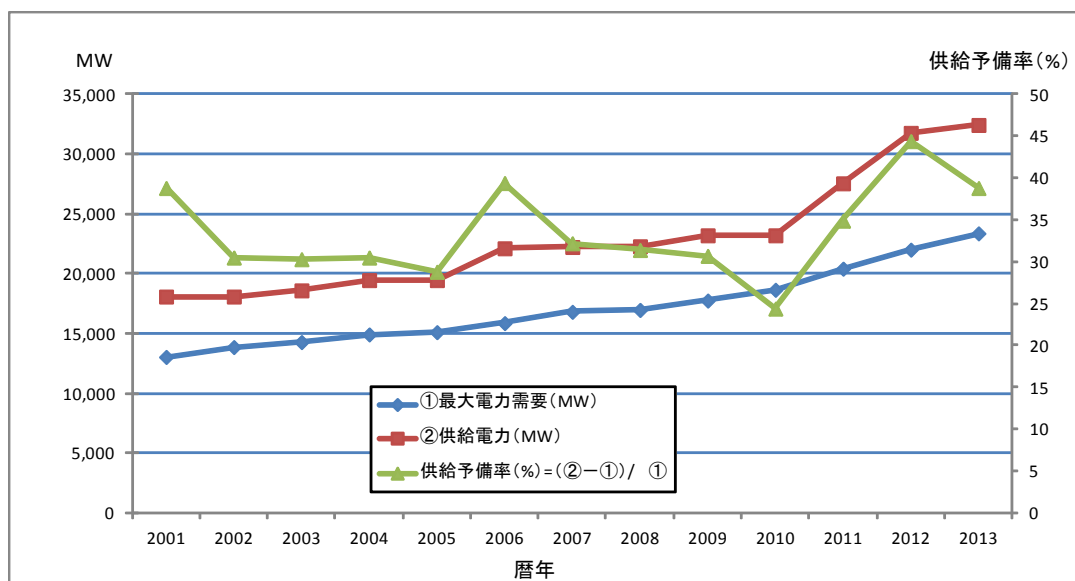


図 1：ジャワ・バリ地域の電力需給バランス及び供給予備率の推移

出所：実施機関への質問票回答

逼迫する電力需給を改善するため、インドネシア政府は2つのクラッシュプログラム（短期電力開発計画）を策定し（第一次クラッシュプログラム：2006年制定、第二次クラッシュプログラム：2010年制定）、大規模な電源開発を進めている。総出力約1万MWの石炭火力発電所の開発計画である第一次クラッシュプログラムは、ジャワ・バリを中心とした緊急電源開発が主な目的であるが、用地取得や資金繰りの問題等により進捗が大幅に遅延している。第二次クラッシュプログラムは、緊急電源開発・電源の多様化・地熱発電等を含む再生可能エネルギーの導入を目的とした約1万MWの新規電源開発計画である。第二次クラッシュプログラムにおいても資金手当の問題などでプロジェクトの進捗に遅れが生じている。ジョコウィ新政権が重点に掲げている35GWの新規発電所建設のうち20GW超について独立電力事業者（以下、「IPP」という。）による電源開発が想定されている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査時、ジャワ・バリ系統の電力需給逼迫に対応し、安定的な電力供給体制を構築することは喫緊の課題であった。インドネシア国最大の電力需要地であるジャカルタ首都圏を擁するジャワ・バリ系統において、PLNの自己資金及び民間資金による電源開発投資が回復するまで暫くの時間が必要であり、当面の電力需給逼迫に対応することはインドネシアの経済・社会の安定上重要であった。

多くの日本企業が進出するジャカルタ首都圏に電力を供給しているジャワ・バリ系統の電源開発の促進は事後評価時点においても急務の課題となっている。RUPTL 2013-2022によると、同系統における電力需要は、2013年の144 TWhから2022年の275

TWhとなり、年平均 7.6%増加することが見込まれている⁷。既述のとおりインドネシア政府はクラッシュプログラムを推進しているが、進捗に遅延が出ている。電源開発においてIPPの活用促進が引き続き期待されており、第二次クラッシュプログラムは半分超がIPP事業となっている（第一次クラッシュプログラムはPLN事業が 100%）。ジャワ・バリ系統の電源開発投資状況は表 1 のとおり。

表 1：ジャワ・バリ系統の電源開発投資状況

(単位：MW)

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| PLN による発電所投資 | | | | | | | | | | | | | | |
| 石炭火力 | | | | | | | 1,320 | | | 300 | 300 | 3,220 | 1,950 | 980 |
| コンバインドサイクル | | | | | | | 740 | | | 500 | | 444 | 740 | |
| 水力 | | | | | | | | | | | | | | |
| ガスタービン | | | | | 899 | 41 | | | | | | | | |
| ディーゼル | | | | | | | | | | | 65 | 51 | 140 | |
| 地熱 | | | | | | | | | | | | | | |
| その他 | | | | | | | | | | | | | | |
| IPP による発電所投資 | | | | | | | | | | | | | | |
| 石炭火力 | 2,450 | | | | | | 600 | | | | | | 1,475 | |
| コンバインドサイクル | | | | | | | | | | | | 150 | | 120 |
| 水力 | | | | | | | | | | | | | | |
| ガスタービン | | | | | | | | | | | | | | |
| ディーゼル | | | | | | | | | | | | | | |
| 地熱 | 200 | | 60 | | | | | 110 | 60 | 110 | | | | |
| その他 | | | | | | | | | | | | | | |
| PLN 及び IPP による発電所投資の合計 | | | | | | | | | | | | | | |
| 合計 | 2,650 | | 60 | | 899 | 41 | 2,660 | 110 | 60 | 910 | 365 | 3,865 | 4,305 | 1,100 |

出所：実施機関への質問票回答

3.1.3 日本の援助政策との整合性

国際協力銀行（現国際協力機構（JICA））の海外経済協力業務実施方針（2002年4月）では、対インドネシア支援の重点分野として「経済インフラ整備」を掲げていた。また、国際協力銀行（現 JICA）の国別業務実施方針（2002年11月策定）で、持続的な経済成長のため、セクター改革を支援すると共に、経済ボトルネック解消等の緊急性の高いニーズへ対応することを方針としていた。審査当時、ジャワ・バリ系統の電力需給は逼迫する恐れがあり、早急に需給バランスの改善を図る必要があった。PLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、供給予備率の増加に貢献するという本事業の目的は上記方針に合致する。

以上より、本事業の実施はインドネシア国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策

⁷ RUPTL 2015-2024 では、2015年の 165 TWh から 2024年の 324 TWh となり、年平均 7.8%の増加が見込まれている。

と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業は、既設のムアラカラン火力発電所において、ブロック 2 として、ガスタービン 2 基、蒸気タービン 3 基、排熱回収ボイラー 2 基の 2 : 3 : 2 構成のコンバインドサイクル発電所を増設するものである。アウトプットの計画と実績の比較は表 2 のとおりである。

表 2：アウトプットの計画と実績の比較

| 計画 | 実績 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 土木工事、調達機器等（本発電事業に関する EPC 契約） | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン発電装置（定格出力 250MW 級）×2 基の設置 ・ 蒸気タービン発電装置（定格出力 75MW 級）×3 基の設置 ・ 排熱回収ボイラー×2 基の設置 ・ 上記装置に必要な付属設備 ・ 関連送電線の容量増強のための張替え ・ 開閉所・変電所の改修 ・ 取水口の改修 ・ 関連土木・建設工事 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 追加スコープ：連続排出監視システムの設置 |
| コンサルティング・サービス | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計、入札補助、施工監理、性能評価、運用・保守の補助、環境管理補助、技術移転、人材育成等 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画どおり ・ 連続排出監視システムの設置に伴う追加業務が発生 |

出所：実施機関への質問票回答

土木工事、調達機器等に関して、連続排出監視システムの設置が事業スコープに追加された。当該システムは、排出されるガスの成分、濃度、排出量を測定・監視するもの。実施機関によると、これはインドネシア環境省による新たな規制⁸の導入に伴う措置とのこと。連続排出監視システムの設置に伴いコンサルティング・サービスも追加業務が発生した。アウトプットの追加は、環境省の規制に基づき、環境負荷の低減を図ることを目的としたものであり、インプットに見合った、適切なものあったと判断する。その他に関しては計画どおりで、アウトプットに変更はない。

コンサルティング・サービスの投入量は、表 3 のとおり、全体の投入量が大幅に増加した。

⁸ Regulation of the Ministry of Environment No. 21 /2008, Clause 9, Article No.1

表3：計画時のコンサルティング・サービス投入量と実績の比較

(単位：M/M)

| | 計画 | 実績 | 差異 |
|-------------|-------|----------|----------|
| 国際コンサルタント | 415 | 508.89 | 93.89 増 |
| ローカルコンサルタント | 604 | 717.00 | 113.00 増 |
| 合計 | 1,019 | 1,225.89 | 206.89 増 |

出所：実施機関への質問票回答

実施機関によると、コンサルタント投入量(M/M)の大幅な増加は、設計(Engineering)調達(Procurement)建設(Construction)契約(以下、「EPC契約」という。)の締結遅延(着工前の遅延)及び開閉所・変電所の改修、送電線の張替え、解体作業の遅延⁹(工期の遅延)による事業遅延に伴うものである(事業遅延期間中も含めて、コンサルタントが張り付いていたためMM量の増加につながった。)。必ずしも効率的であったとはいえないが、事業実施の質の確保の観点からは、やむを得なかったと判断する。



ガスタービンが入っている施設



ガスタービン



排熱回収ボイラー



発電機

⁹ 実施機関によると、変電所の閉鎖に際して予期せぬ技術的な問題が発生したことや近隣の送電線でトラブルがあったことなどが原因とのこと。早期に対応が行われ、トラブルは解決されたとのことだった。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、当初計画では 65,588 百万円（うち円借款部分は 55,750 百万円）であったのに対し、実際の総事業費は 64,816 百万円（うち円借款部分は 54,150 百万円）と、計画内に収まった（計画比 98.8%¹⁰）。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2003 年 3 月（借款契約調印）～2009 年 9 月（保証期間の終了時）の 79 ヶ月であったが、実際には、2003 年 7 月（借款契約調印）～2012 年 4 月（保証期間の終了時）の 106 ヶ月と計画を上回った（計画比 134.2%）。事業遅延により貸付実行期限の延長が行われた。2012 年 2 月に延長され、最終的な貸付実行期限は 2013 年 1 月となった。

表 4 は、事業期間の計画と実績の比較を整理したものである。

表 4：事業期間の計画と実績の比較

| 項目 | 計画（審査時） | 実績（事後評価時） |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| コンサルタント選定 | 2003 年 4 月～2004 年 3 月（12 ヶ月） | 2003 年 7 月～2004 年 4 月（10 ヶ月） |
| コンサルティング・サービス | 2004 年 4 月～2008 年 9 月（53 ヶ月） | 2004 年 5 月～2011 年 4 月（84 ヶ月） |
| 設計及び製造 | 2004 年 4 月～2006 年 1 月（22 ヶ月） | 2004 年 5 月～2007 年 12 月（33 ヶ月） |
| 発電設備の建設 | 2006 年 2 月～2008 年 9 月（32 ヶ月） | 2007 年 12 月～2011 年 4 月（41 ヶ月） |
| 発電開始時期 | 2008 年 10 月 | 2011 年 4 月 |
| 保証期間 | 2008 年 10 月～2009 年 9 月（12 ヶ月） | 2011 年 4 月～2012 年 4 月（12 ヶ月） |

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

事業実施遅延の主な原因は、①ガスの供給が遅延したこと¹¹（これにより EPC 契約の締結が遅延した）、②開閉所・変電所の改修、送電線の張替え、解体作業が遅延したことによる。これに伴い、コンサルティング・サービス期間が大幅に延長となった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

表 5 に財務的内部収益率（FIRR）の再計算結果をまとめた。

¹⁰ 本比率は、スコープ変更後の事業費実績とスコープ変更前の計画の比較である。

¹¹ <ガス供給の遅延の背景・理由> 本事業（ブロック 2）のガス燃料の確保について、実施機関は、当初、円借款事業で整備される南スマトラ-西ジャワガスパイプラインにより、スマトラ島のガス田にて採掘された天然ガスを本事業に供給する計画であった。しかし、タンジュンプリオク港（Tanjung Priok Port Authority）がパイプラインの敷設ルートを許可しなかった。そこで実施機関は、当初のガス調達計画を変更し、既設のムアラカラン火力発電所（ブロック 1）に供給されていたガス燃料をブロック 2 発電所にも利用しようとした。しかしガスの圧力が不十分だったため、圧力増強のためのコンプレッサーを設置する必要があり、その設置に時間を要した。

表 5：FIRR 再計算の前提と結果

| | 審査時 | 事後評価時 |
|------------|-----------------------------------------|------------------------------|
| FIRR 値 | 31.7% (税引き前) 24.4% (税引き後) | 26.5% (税引き前) 22.5% (税引き後) |
| 便益 | 建設費 (コンサルティング・サービス費を含め、本事業に要した費用)、維持管理費 | |
| 費用 | 売電収入 | |
| プロジェクト・ライフ | 本事業完成後 25 年 | |

FIRR 値は審査時よりも低くなっている。主な理由として、事業期間が審査時の想定を上回ったためと考えられる。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性¹² (レーティング：③)

3.3.1 定量的効果 (運用・効果指標)

本事業 (ブロック 2 発電所) の審査時に設定した各運用・効果指標について、2013 年の実績値を表 6 に取りまとめた (保証期間の終了は 2012 年 4 月)。

表 6：運用・効果指標

| | 基準値 注 1) | 目標値 | 実績値 |
|---------------|----------|--------------|-------------|
| | 2002 年 | 2009 年 | 2013 年 |
| | 審査年 | 保証期間終了時 | 保証期間終了翌年 |
| 最大出力 | — | 720MW 注 2) | 688 MW 注 3) |
| 設備利用率 | — | 70%以上 | 65.0% |
| 稼働率 | — | 88%以上 | 93.2% |
| 所内率 | — | 3%以下 | 1.84% |
| 発電端熱効率 | — | 48%以上 | 44.8% |
| 定期保守点検による停止時間 | — | 1,080 時間以下/年 | 550 時間/年 |
| 人員ミスによる停止時間 | — | — 注 4) | 0 |
| 機械故障による停止時間 | — | — 注 4) | 32.1 時間/年 |

¹² 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

| | | | |
|---------------|---|---------------------|------------|
| 定期保守点検による停止回数 | — | 1回／年 | 2回／年 |
| 発電電力量 | — | 4,282 GWh／年 注 2) | 4,046GWh／年 |

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

注 1) 既設のブロック 2 発電所は、重油焚き発電設備だったため審査時の基準値は存在しない。

注 2) 入札結果により計画仕様と異なる場合があるため最大出力及び発電電力量の変更はあり得る。

注 3) 入札の結果、定格出力は 694.4MW。

注 4) 審査時に目標値は設定されていなかった。

運転開始後、事後評価時に至るまで順調な発電を行っており、運転状況は良好である。本発電所（ブロック 2）の 2013 年における実績値について、最大出力、設備利用率及び発電端熱効率が審査時に設定した目標値に至っていないが、いずれも目標値の 9 割超を達成している。実施機関によると、これは発電所の技術的問題によるものではなく、給電指令により発電が制御されているためとのこと（これにより結果的に発電電力量も目標値に達していない）。すなわち、ジャワ・バリ系統全体の発電コスト削減の観点から、発電コストが低い発電機に優先的に給電指令が出されており、燃料費（液化天然ガス（以下、「LNG¹³」という。））の高騰¹⁴により相対的に発電費が割高である本発電所の稼働が抑制されたとのこと。

定期保守点検による停止時間が目標値の半分となっているのは、2013 年は主要点検が行われなかったためである。（ブロック 2 発電所は、稼働 40,000 時間毎に主要点検が行われることになっている。詳細は後述の「持続性」を参照。）

機械故障により 32.1 時間停止したのは外部要因によるもの。2013 年 1 月に洪水が発生し、変電所機器の一部が浸水したことから不具合が生じた。修復後は問題なく稼働している（本発電所は、海拔よりも約 1m 低い場所に立地しており、洪水防御のための壁等が設置されているが、2013 年 1 月に発生した洪水は予期せぬ大規模なもので、浸水被害を免れることができなかった。本洪水を機にムアラカラン発電所では壁の高さを高くし、洪水防止のためのポンプを設置しており、以降、洪水被害に見舞われていない）。

定期保守点検による停止回数が 2 回となっているのは、定期保守点検が稼働 8,000 時間毎に行われるため、2013 年の稼働時間が 8,760 時間だったためである。

¹³ Liquefied Natural Gas。

¹⁴ 本発電所の主要燃料は LNG。各 RUPTL に記載されている仮定価格は以下のとおり。天然ガスが US\$6~7/MMBTU で推移しているのに対して LNG は US\$10~16/MMBTU と高騰している。（参考：本発電所と同時期に円借款で整備されたムアラタワルガス火力発電所（ブロック 5）は天然ガスが主要燃料。）

RUPTL 2010-2019 天然ガス：USD6/MMBTU、LNG：USD10/MMBTU

RUPTL 2012-2021 天然ガス：USD6/MMBTU、LNG：USD13/MMBTU

RUPTL 2013-2022 天然ガス：USD7/MMBTU、LNG：USD16/MMBTU

RUPTL 2015-2024 天然ガス：USD7/MMBTU、LNG：USD16/MMBTU

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本発電所（ブロック 2）の設備容量が、ジャワ・バリ系統及びジャカルタ首都圏に占めるシェアを表 7 にまとめた。発電された電力はジャカルタ首都圏に供給されており、本発電所はインドネシアの政治・経済の中心地である「戦略的地区」に電力を供給するという極めて重要な役割を担っている。本発電所がジャカルタ首都圏の設備容量に占める割合は 10% 超であり、首都圏の電力需給バランスの確保において非常に重要な役割を担っていることが数字からもわかる。また本発電所が、電力需要が最も多いジャカルタ首都圏に立地していることにより、ジャワ・バリ系統の電力ロスの低減及び電力の品質（電圧）の維持において極めて重要な役割を担っているといえる¹⁵。

表 7：本発電所（ブロック 2）のシェア

| 電力接続先の設備容量 | 本発電所（ブロック 2）の設備容量 | シェア |
|-------------------------------|-------------------|--------|
| ジャワ・バリ系統（2013 年）： 32,450MW | 694.4MW | 2.14% |
| ジャカルタ首都圏（2013 年）： 6,647MW | | 10.45% |

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

ジャワ・バリ系統における実施機関の 5 つの営業・配電地域毎の発電容量と電力負荷を図 2 に示した。ジャカルタ首都圏が位置する西ジャワ地域（JKB¹⁶）は、発電容量を電力負荷（需要）が上回っていることから、本地域への電力供給は他の地域からの電力融通で賄っていることがわかる。実施機関より、こうした地域を跨ぐ電力融通は、ジャワ・バリ系統の電圧の低下及び電力ロスを引き起こす要因となり¹⁷、安定的・効率的な電力供給の阻害要因となることから、極力同一地域内で電力を供給し、電力系統全体の安定性と適正な電力の品質を確保することが重要との指摘があった。この観点から、本発電所がジャカルタ首都圏に立地していることは、極めて意義深いといえる。

¹⁵ 本事業と同時期に円借款で整備された発電所のうち、本事業、「ムアラタワルガス火力発電所拡張事業」及び「タンジュンプリオク火力発電所拡張事業」はいずれもジャカルタ首都圏に位置しており、首都圏／西ジャワ地域における電力の安定供給において極めて重要な役割を果たしているといえる。これらの発電所の意義・重要性は、実施機関のみならず、現地有識者及び世界銀行、アジア開発銀行の各電力担当者からも一致した見解が示された。

¹⁶ Jakarta and Bandung Load Dispatch Area

¹⁷ このロジックとして、実施機関より「発電場所と実際の消費地が遠い（送電距離が長い）→電気抵抗が大きくなる→電力損失が増える→電圧が低下する」との説明があった。

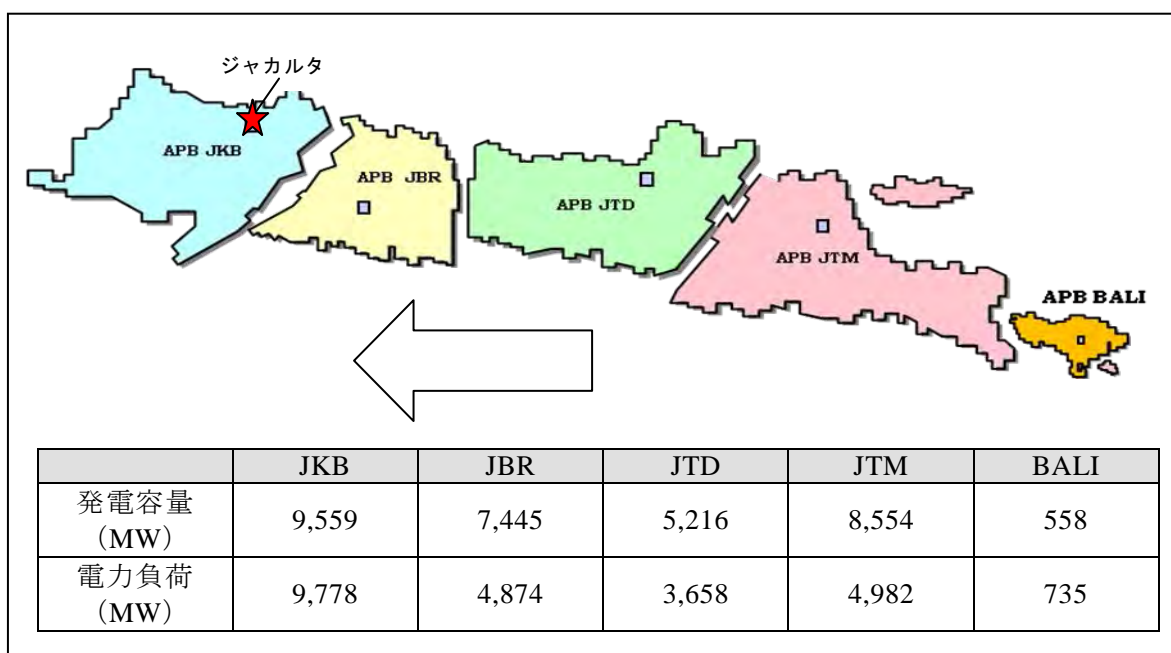


図 2：ジャワ・バリ系統における地域毎の発電容量と電力負荷の比較（2014 年）

出所：実施機関提供資料より作成

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

ジャワ・バリ系統について、電化率及び電力品質に関するデータとして発電部門の SAIDI¹⁸（顧客 1 軒あたりの年停電時間（分））と SAIFI¹⁹（顧客 1 軒あたりの年停電回数）を表 8 に示した²⁰。また、同系統の供給予備率と送配電ロス率を併記した。

表 8：ジャワ・バリ系統における電化率、SAIDI、SAIFI、供給予備率、送配電ロス率の推移

| | 2008 年 | 2009 年 | 2010 年 | 2011 年 発電開始 | 2012 年 | 2013 年 |
|---------------------|--------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| 電化率 (%) | 68.0 | 69.8 | 71.4 | 72.3 | 78.2 | 83.2 |
| SAIDI 発電部門 (分/軒) | 4.583 | 0.614 | 0.179 | 0.309 | 0.076 | 0.02 |
| SAIFI 発電部門 (回/軒) | 1.030 | 0.247 | 0.151 | 0.182 | 0.04 | 0.019 |
| 供給予備率 (%) | 31.4 | 30.7 | 24.4 | 34.9 | 44.4 | 38.8 |
| 送配電ロス率 (%) | 13.6 | 11.2 | 13.0 | 9.1 | 9.3 | 9.5 |

出所：実施機関提供資料より作成

¹⁸ System Average Interruption Duration Index

¹⁹ System Average Interruption Frequency Index

²⁰ SAIDI、SAIFI は、顧客 1 軒あたりの事象を計測したもので、（供給予備率が確保されている限り）必ずしも本発電所との直接のリンクがあるわけではないが、本発電所のインパクトに間接的に関係することから、インパクトで取り上げることとした。

本発電所（ブロック 2）は 2011 年 4 月に発電が開始されたことから、ジャワ・バリ系統について、発電開始前（2010 年以前）と後（2012 年以降）の比較を行った。電化率については、年々堅調に増加している。発電部門の SAIDI、SAIFI については、いずれも 2011 年に一時的な増加がみられるものの²¹、全体的に減少傾向にあり、2010 年と 2012 年の数値を比較すると両者とも確実に減少している。なお、実施機関によると、送配電ロスが 2013 年に増加しているのは、同年は例年より降雨量が全般的に少なく、ジャカルタ首都圏が位置する西ジャワ地域に立地する水力発電所の稼働率が落ちたため、他の地域からの電力融通が増え、結果的に電力ロスが増大したとのこと。また、2013 年の供給予備率が低下しているのは、同年の新規電源開発投資（1,100MW）が前年分（4,305MW）ほどなかった一方で電力需要が増加したためとの説明があった。（表 1 参照。）

上記データの推移と本事業の実施について、明確な相関関係があるとはいえない。微少な貢献はあったと考えられるが、これらのデータの推移によって本発電所のインパクトを定量的に計ることは困難である。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業は、大規模な発電所の改修事業であり、国際協力銀行（現 JICA）ガイドライン上、A 種に該当する。審査時において実施機関の環境手続き状況、汚染対策、自然環境・社会環境への配慮等の確認が行われ、特段問題ないとの判断がなされた。

環境アセスメント報告書（ANDAL）、環境管理計画（RKL）、環境モニタリング計画（RPL）は 2001 年 10 月 19 日にジャカルタ特別州の環境管理委員会より承認されている。

本事業実施前、実施中及び発電開始後に実施機関による環境モニタリングが行われており、事後評価時点において特段の環境への悪影響は報告されていない。また、周辺住民へのヒアリングにおいても本事業による環境への負の影響は指摘されていない。実施機関による環境モニタリング結果の概要は以下のとおり。

- 工事前：
 - 騒音は全て基準値以下。
- 工事期間中：
 - 大気は NO₂、SO₂、CO、CO₂、Pb、H₂S、粉塵（PM10）、TSP、O₃ 全てについて基準値以下。
 - 振動は全て基準値以下。
 - 騒音は全て基準値以下。

²¹ 理由は不明。実施機関によると、データ収集やとりまとめがマニュアル・ベースで行われていたことから、集計ミスがあった可能性は否定できないとのことだった。

- 保証期間中：大気及び騒音は全て基準値以下。
- 発電開始後の入手可能な環境モニタリング結果（2013年に観測された大気及び騒音データ）は表9のとおり。

表9：発電開始後の環境モニタリング結果

| 項目 | 単位 | 計測結果 | 基準 注1) |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|
| 大気（24時間サンプリング） | | | |
| SO ₂ | μg/Nm ³ | 13.69 | 260 |
| NO ₂ | μg/Nm ³ | 20.21 | 92.5 |
| CO | μg/Nm ³ | 114.38 | 9,000 |
| 粉塵 | μg/Nm ³ | 142.56 | 230 |
| Pb | μg/Nm ³ | 0.04 | 2 |
| 騒音（ムアラカラン発電所事務所の建物前で測定） | | | |
| 平均値（4回計測） | dB | 56.96 | 70 |

出所：実施機関提供資料より作成

注1) 基準はインドネシアの国家基準（ジャカルタ首都圏における基準値）²²

本事業は、重油焚きの既存火力発電施設からガス複合火力発電所への転換のため、大気汚染物質（硫黄酸化物、窒素酸化物、浮遊粒子物質）の排出濃度は減少し、結果としてインドネシアの排出基準を大幅に下回ることが審査時に想定されていた（自然環境への正のインパクト）。実施機関から入手した本事業完了前後の排出データ実績は表10のとおりである。

表10：事業完了前後の排出データ実績値比較

| 項目 | 実績値（トン/GWh） | | 削減率（%） |
|-----------------|------------------|------------------|--------|
| | 事業完了前 （2009年） | 事業完了後 （2013年） | |
| SO _x | 1.239 | 0.273 | 78.0 |
| NO _x | 1.730 | 0.580 | 66.5 |
| CO ₂ | 3,080.09 | 1,230.60 | 60.0 |
| 粉塵 | 0.104 | 0.040 | 61.5 |

出所：実施機関への質問票回答

SO_x、NO_x、CO₂、粉塵いずれも事業完了後の排出量の削減率が6割を超えている。本事業の実施により発電燃料が重油からガスに変換したことで、環境負荷軽減に貢献していることが定量的に把握できる。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

審査時、既に用地は確保済みであり、用地取得・住民移転は発生しないとされていた。

²² 準拠規則は、Kep Gub DKI Jakarta Governor Decree No. 551/2001。

実際、住民移転・用地取得は発生しなかった。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。



トランスフォーマー



取水口

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

事業完成後の発電所（ブロック 2）の運営・維持管理はジャワ・バリ発電会社のPJB²³（以下、「PJB」という。）が行っている。PJBは実施機関であるPLNの発電子会社で²⁴、既設のムアラカラン火力発電所（ブロック 1）の運営・維持管理も実施している。PLNとPJBの間で業績に基づく契約（Performance Based Contract）が締結されており、同契約に基づいて運営・維持管理予算がPLNからPJBに配賦されている。

2014年のPJBの全職員数は4,417名で、このうち3,821名が運営・維持管理を担当する技術者である。事後評価時点においてPJBは、本発電所を含む26の発電所の運営・維持管理を担当している。

PJBは、業務の効率化・業績向上を図る目的で、人事管理・人材活用、維持管理システム・スペアパーツの管理・調達、燃料管理、安全管理など組織全体の運営にあたって「統合された管理システム」を2012年より導入している。PJBでは、同システムの下、“Big O（オー）”と呼ばれる維持管理の「最適化プログラム」を採用し、業務の効率化を図っている。ムアラカラン火力発電所の従業員へのヒアリングによると、本発電所においてもPJBのこうしたシステムやプログラムの考え方が浸透しており、PJBと発電所の指示系統は明確であるとのことだった。ムアラカラン火力発電所の組織体制図は図3のとおりである。

²³ PT. Pembangunan Jawa-Bali

²⁴ PLNは発電、送電、変電、配電について47のビジネスユニットで事業を展開しているが、ジャワ・バリ系統の発電資産及び運営・維持管理は、発電部門から、1995年に2つの発電子会社（PJB及びインドネシアパワー社）に分離し、効率化を進めている。（PLNは、2009年12月に組織改編を行い、これまで建設、営業と業務を縦割りにしていた2分野を地域割りにする業務体制とすることで、各地域において、計画－調達－建設－発電－送電－配電－売電の一貫性を確保し、効率的な運営の実現を図っている。）

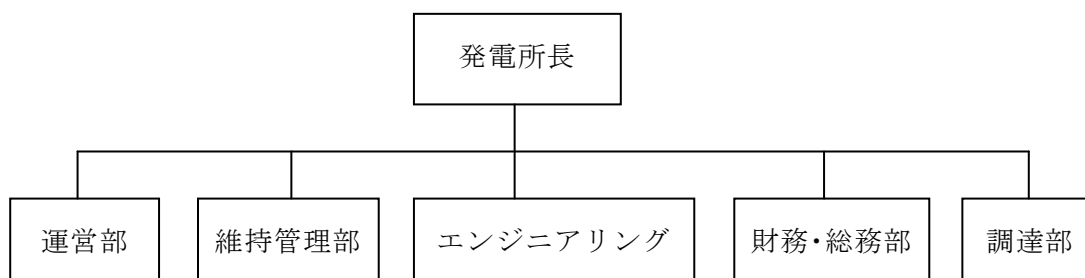


図 3：ムアラカラン火力発電所の組織体制図

出所：実施機関提供資料より作成

発電所長の下、発電所全体で 295 名の従業員を擁しており、うち 66 名が技術者である。発電所従業員へのヒアリングによると運営・維持管理業務に必要な技術者数は確保されているとのことであった。本発電所及び本発電所を管理する PJB の体制も問題は認められない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業完成後の発電所（ブロック 2）の運営・維持管理業務は、既設発電所の運営・維持管理業務に携わり、十分な経験を積んだ技術者が配置されている。また、本事業の実施中、コントラクター及びコンサルタントにより既設発電所の従業員 60 名に対して、ブロック 2 発電所の運営・維持管理に必要なトレーニング／実機訓練・研修が行われている（国内研修、日本及びドイツでの研修・視察を含む）。更に、コントラクターによりマニュアルが整備され、PJB ではこれを基に従業員により分かり易い説明等を追記した業務指示書を作成しており、同マニュアル／業務指示書は、本発電所の日々の運営・維持管理業務及び定期点検に活用されている。加えて、運営・維持管理の担当技術者に OJT による指導も実施されている。このことから、運営・維持管理を担当する職員の技術レベルは、通常のメンテナンス業務を行うのに十分とみられる。

また、PJB では、ISO 90001（品質管理システム）、ISO 14001（環境管理システム）、ISO55000（アセット管理システム／リスク管理システム）、OHSAS 18001（労働安全管理システム）を取得しており、これらに適合した管理システムに基づいて本発電所の運営・維持管理業務が行われている。

したがって、運営・維持管理の技術について問題は見受けられない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

運営・維持管理費は、本発電所にて必要額を見積もった後、ジョグジャカルタにある上管轄の UPJB²⁵ を経由して PLN にあげられ、PLN との業績に基づく契約に基づいて、

²⁵ Unit Pembangkitan Jawa-Bali

PLNより発電所に配賦されている。本事業完成後の発電所（ブロック 2）の維持管理費の計画と実績は表 11 のとおり。本発電所の維持管理費は、適正に手当てされており、現場においても良好な運転と維持管理が行われている。

表 11：本発電所（ブロック 2）の維持管理費

（単位：百万ルピア）

| 2012 年 | | 2013 年 | | 2014 年 | |
|---------|-------------|---------|---------|---------|--------------|
| 計画 | 実績 | 計画 | 実績 | 計画 | 実績(10月まで) |
| 166,612 | 77,511 注 1) | 223,797 | 233,719 | 143,840 | 113,135 注 2) |

出所：実施機関への質問票回答

注 1) 2012 年の維持管理費実績が計画を下回っているのは、保証期間中（2012 年 4 月まで）の資機材等はコントラクターより供給されたため。

注 2) 2014 年の実績は 10 月までのデータであるため計画を下回っている。

なお、PLN全体の財務状況を見ると、PLNの電力売上は毎年順調に増加しているが、政府補助金がなければ赤字という状況で、PLNの財務は巨額の政府補助金によって支えられている。PLNは「公共サービス義務」²⁶に従って、供給コストよりも安い価格でも電力を売らざるを得ず、これにより発生する損失が政府からの補助金によって補填されている。発電のための燃料・潤滑油費の高負担や低い電気料金等が高コスト体制の主要因として指摘されている。PLNの損益計算書及び貸借対照表は以下のとおり。

表 12：PLN 損益計算書 注 1)

（単位：10 億ルピア）

| | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| 電力売上 | 102,974 | 112,845 | 126,722 | 153,486 |
| 政府補助金 | 58,108 | 93,178 | 103,331 | 101,208 |
| その他収益 | 1,293 | 1,995 | 2,604 | 2,711 |
| 営業収益計 | 162,375 | 208,018 | 232,656 | 257,405 |
| 燃料・潤滑油費 | 84,190 | 131,158 | 136,535 | 147,634 |
| 保守費 | 9,901 | 13,593 | 17,567 | 19,839 |
| 人件費 | 12,954 | 13,197 | 14,401 | 15,555 |
| その他費用 注 2) | 42,062 | 27,692 | 34,612 | 37,883 |
| 営業費用計 | 149,108 | 185,640 | 203,115 | 220,911 |
| 営業利益 | 13,267 | 22,378 | 29,541 | 36,493 |
| 営業外損益 注 3) | -1,861 | -16,863 | -28,509 | -75,715 |
| 税金 | -1,313 | -89 | 2,174 | 9,654 |
| 当期純利益 | 10,093 | 5,426 | 3,206 | -29,567 |

出所：PLN 年次報告書

²⁶ PLN への政府補助金は、2001 年の国営企業法 66 条に Public Service Obligation で規定されている。（国有企業に対する財務上の補填）

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

注 2) 電力購入費、固定資産の減価償却費他

注 3) 金利収入・費用、為替差損益他

表 13 : PLN 貸借対照表 注 1)

(単位 : 10 億ルピア)

| | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 資産 | 406,100 | 476,453 | 549,376 | 595,877 |
| 固定資産 | 361,327 | 409,530 | 472,066 | 511,040 |
| 流動資産 | 44,773 | 66,923 | 77,310 | 84,837 |
| 負債及び資本 | 406,100 | 476,453 | 549,376 | 595,877 |
| 資本 | 142,114 | 154,683 | 159,270 | 133,232 |
| 固定負債 | 208,590 | 258,219 | 315,503 | 374,331 |
| 流動負債 | 55,397 | 63,550 | 74,603 | 88,315 |

出所 : PLN 年次報告書

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

PLNは財務・経営体質の改善を図るため、政府補助金の削減、電気料金の値上げ、自己資金調達率の向上、民間資金の積極的導入を目指している。電気料金設定についてはインドネシア政府の決定事項であることから、PLNのコントロール外の事項であるが、改革の方向性として、政府は料金変動制を導入する顧客層を拡大している²⁷。また、PLNは社債発行を行っており、信用格付機関による格付けは良好である²⁸。しかし、政府補助金に関して、政府が国全体の電化率向上を目標に掲げる中で、採算がとれない電力消費の少ない家庭への売電が今後も増える見込みであり、これを補填するための政府補助金が増加する可能性がある。このため、PLNは効率性の向上を掲げており、ディーゼルや石油から高効率石炭、ガス、地熱等への転換や、効率性の高い発電所の建設、送配電ロスの削減等を通じてコスト削減を図ることで補助金の削減を図ろうとしている。インドネシア全土の電化率、家庭向け売電顧客数及び送配電ロス率の予測は表 14 のとおり。

なお、既述のとおり本発電所(ブロック 2)の運営・維持管理費は適正に手当てされており、現場においても良好な運転と維持管理が行われていることから、PLN 財務状況の本事業に対する直接の影響はないものとする。したがって、運営・維持管理の財務について問題は見受けられない。

²⁷ エネルギー・鉱物資源省は、電気料金の全 17 分類中 12 分類においては電力補助金の対象外とし料金を変動制とすることを明らかにしている。変動制を導入する顧客層拡大を定めた大統領令(2014 年第 31 号)に基づく措置で、2015 年 1 月から工業向け大口顧客も追加されている。電力消費の少ない家庭や商業施設、200kVA 未満の工業向けはこれまでどおり固定料金制が維持される。(出所 : 2014 年 12 月 6 日付じゃかるた新聞)

²⁸ 格付けは 2013 年 12 月末時点でムーディーズ : Baa3 stable、スタンダード&プアーズ : BB、フィッチ : BBB-となっている。(出所 : PLN 年次報告書)

表 14：インドネシア全土の電化率、家庭向け売電顧客数及び送配電ロス率の予測

| | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 電化率 (%) | 87.7 | 91.3 | 93.6 | 95.7 | 97.4 | 98.4 | 98.9 | 99.1 | 99.3 | 99.4 |
| 家庭向け売電顧客数 (百万人) 注 1) | 56.0 | 59.1 | 61.3 | 63.5 | 65.4 | 66.8 | 67.9 | 68.7 | 69.5 | 70.3 |
| 送配電ロス率 (%) | 6.72 | 6.68 | 6.61 | 6.57 | 6.51 | 6.48 | 6.46 | 6.44 | 6.42 | 6.40 |

出所：PLN

注 1) PLN によると、大部分が電力消費の少ない家庭とのこと。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本発電所（ブロック 2）の設備は良好に維持管理され、順調に運営されている。維持管理活動（メンテナンス、保守点検）は適切に行われており特段の問題はない。具体的には、日常的メンテナンス、定期的メンテナンス（各週、各月、2 カ月毎、四半期毎のメンテナンス）、設備の状況に応じたメンテナンス、問題発生時メンテナンス、予防的メンテナンス、予知メンテナンスが行われている。既述のとおり維持管理の最適化プログラムが導入されており、予防的メンテナンス（例：定期的な清掃、フィルターの交換、各種設備の点検等）や予知メンテナンス（例：過去の記録から発電所のオーバーヒートや異常振動等の防止）の割合を増やすことで事故率の削減や業務全体の効率化が図られている。保守点検は稼働 8,000 時間毎に行われ、稼働 40,000 時間毎に主要点検が行われている。

スペアパーツについて、PJBはサプライ・チェーン管理システムを 2002 年に導入し、在庫管理の自動化を図っており、本発電所においても同システムの下、必要なスペアパーツがこれまで適時に調達されている。具体的には、重大性に応じて各スペアパーツに A、B、C のランク付けが行われ²⁹、在庫状況及び実際に調達されるまでに想定される時間を踏まえて、補充が必要なスペアパーツが自動的にリマインドされる仕組みとなっている。

ガス燃料について、PLN は複数のガス供給会社と契約を締結し、ガス燃料を確保している。本発電所（ブロック 2）を含むムアラカラン発電所全体のガス需給実績・見込みは表 15 のとおり。

したがって、運営・維持管理の状況について問題は認められない。

²⁹ スペアパーツが適時に確保されない場合、A：停電が起これる非常に重要度の高いもの、B：出力低下など一時的な影響が起これるもの、C：発電所の出力には影響しないもの。

表 15：ムアラカラン発電所のガス需給実績・見込み 注 1) 注 2)

(単位：BBTUD)

| | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 発電所需要 (合計) 注 3) | 150 | 270 | 334 | 370 | 360 | 360 | 311 | 311 |
| ムアラカラン発電所 | 150 | 270 | 334 | 190 | 154 | 154 | 105 | 105 |
| タンジュンプリオク発電所 | | | | 181 | 206 | 206 | 206 | 206 |
| ガス供給 (合計) | 156 | 304 | 416 | 371 | 361 | 364 | 311 | 311 |
| PHE - ONWJ | 129 | 125 | 130 | 115 | 100 | 70 | 70 | 70 |
| PGN | 27 | 30 | 30 | 37 | 50 | 100 | 100 | 100 |
| Nusantara Regas (FSRU Jabar) | | 149 | 256 | 219 | 211 | 194 | 141 | 141 |

出所：実施機関への質問票回答

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

注 2) 2011-2014 年は実績、2015-2018 年は見込み。

注 3) 需要 (合計) には、タンジュンプリオク発電所の需要が含まれる。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ジャワ・バリ系統の電力需給バランスの改善及び電力供給の安定性改善と質の確保を図ることを目的に、ムアラカラン火力発電所において重油焚き発電設備をガス複合火力発電に転換し、出力を増大した。PLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、増大する電力需要を量と質の両面で満たすという本事業の目的は、インドネシアのエネルギー／電力政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しており、事業実施の妥当性は高い。審査時に設定した運用・効果指標は、発電開始後、目標値の9割超達成している。特筆すべきは、本事業が、電力需要が最も多いジャカルタ首都圏に立地し、インドネシアの政治・経済の中心地である「戦略的地区」に電力を供給していること、及び、ジャワ・バリ系統の電力ロスの低減と電力の質（電圧）の維持に重要な役割を担っていることである。発電所は順調な発電を行っており、おおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響は指摘されていない。発電燃料が重油からガスに変換したことにより、SO_x、NO_x、CO₂、粉塵いずれも6割超の排出量削減が実現し、環境負荷削減にも貢献している。事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上

回ったため、効率性は中程度である。発電所の運営・維持管理体制、技術、財務状況ともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

燃料供給に関する実施機関内部の部門横断的、包括的なリスク分析の必要性と、省庁横断的なコーディネーションの促進を念頭に置いた、実施機関から中央政府への適時の働きかけの重要性

本事業の実施遅延の主な原因として、ガス供給の遅延が挙げられる。実施機関は、本事業のガス燃料について、当初、本事業とほぼ同時期に円借款事業で整備される南スマトラ-西ジャワガスパイプラインにより、スマトラ島のガス田にて採掘された天然ガスを確保する計画であった。しかし、タンジュンプリオク港 (Tanjung Priok Port Authority) がパイプラインの敷設ルートを許可しなかった。そこで実施機関は、当初のガス調達計画を変更し、既設のムアラカラン火力発電所 (ブロック 1) に供給されていたガス燃料を本発電所 (ブロック 2) にも利用しようとした。しかし、ガスの圧力が不十分だったため、圧力増強のためのコンプレッサーを設置する必要がある、その設置に時間を要した。仮に、実施機関が、タンジュンプリオク港がパイプライン敷設ルートを許可しないことによる本事業やジャワ・バリ系統の電力需給に及ぼすリスク (本事業が遅延し、電力供給の開始が遅れることにより発生しうるリスク) について実施機関内外で早期に問題意識を高め、部門横断的、包括的な見地から十分に分析を行っていたならば、それを契機として、代替オプションを検討・採用し、事業の実施促進を図ることが可能だったと考える。すなわち実施機関は、①仮にタンジュンプリオク港がパイプラインの敷設ルートを許可しない場合に起こりうるリスクを十分に分析し、②分析結果を前広に中央政府 (エネルギー・鉱業資源省) に伝え、③仮にリスクが顕在化した場合、本事業の燃料確保に係る代替策を検討し、その際に必要となる省庁横断的コーディネーションを中央政府が行うよう適時働きかけることが可能だったと思われる。このことから、実施機関は燃料確保に関して部門横断的、包括的な観点からあらゆるリスク分析を十分に行い、その結果を踏まえて、必要に応じて中央政府に適時働きかけ、政府が省庁横断的な調整を含め、適切なアクションをとるよう仕向けていくことが重要である。上記の教訓は、PLN が手掛ける他の火力発電所事業において適用を考察すべきと考える。

<参考>

本事業実施機関は2009年12月に「リスク管理部門」を設立し、技術的・オペレーション的側面を含め、組織内横断的かつ包括的なリスク分析を行う体制を構築した。それまでリスク管理ユニットは存在していたものの、理事会の決定事項をレビューする機能に留まり、実施機関の全社的なコーポレートリスクに踏み込んだ包括的な分析は行っていなかった。

以上

主要計画/実績比較

| 項目 | 計画 | 実績 |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①アウトプット | <p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン発電装置(定格出力 250MW 級) ×2 基の設置 ・ 蒸気タービン発電装置(定格出力 75MW 級) ×3 基の設置 ・ 排熱回収ボイラー×2 基の設置 ・ 上記装置に必要な付属設備 ・ 関連送電線の容量増強のための張替え ・ 開閉所・変電所の改修 ・ 取水口の改修 ・ 関連土木・建設工事 <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計、入札補助、施工監理、性能評価、運用・保守の補助、環境管理補助、技術移転、人材育成等 | <p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 連続排出監視システム (CEMS: Continuing Emission Monitoring System)の設置→追加スコープ <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画どおり ・ CEMS 設置に伴う追加業務が発生 |
| ②期間 | 2003年3月～2009年9月 (79ヵ月) | 2003年7月～2012年4月 (106ヵ月) |
| ③事業費 | | |
| 外貨 | 46,828百万円 | 58,974百万円 |
| 内貨 | 18,760百万円 | 5,842百万円 |
| | (現地通貨) 1,443,078百万ルピア | (現地通貨) 478,626百万ルピア |
| 合計 | 65,588百万円 | 64,816百万円 |
| うち円借款分 | 55,750百万円 | 54,150百万円 |
| 換算レート | 1ルピア=0.013円 (2002年11月時点) | 1ルピア=0.012円 (2006年11月時点) |

以上

インドネシア

ムアラタワルガス火力発電所拡張事業

外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社
島村 真澄

0. 要旨

本事業は、ジャワ・バリ系統の電力需給バランスの改善及び電力供給の安定性改善と質の確保を図ることを目的に、ムアラタワル火力発電所において新規のガス複合火力発電設備を増設した。国有電力企業のPT. PLN (Persero)¹（以下、「PLN」という。）の自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、増大する電力需要を量と質の両面で満たすという本事業の目的は、インドネシアのエネルギー／電力政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しており、事業実施の妥当性は高い。審査時に設定した運用・効果指標は、発電開始後、全ての指標について目標値を達成している。特筆すべきは、本事業が、電力需要が最も多いジャカルタ首都圏に立地し、ジャワ・バリ系統の電力ロスの低減と電力の質（電圧）の維持に重要な役割を担っていることである。発電所は順調な発電を行っており、おおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響は指摘されていない。審査時に想定されていなかった用地取得・住民移転が発生したが、インドネシアの規則に基づいて適正に行われ、特段の問題は指摘されていない。本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。発電所の運営・維持管理体制、技術、財務状況ともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



ムアラタワルガス火力発電所（ブロック 5）

¹ PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)

1.1 事業の背景

インドネシアにおいて、1997年に発生した通貨危機以降、ジャワ・バリ系統で発電所への新規投資は行なわれていなかったが、経済回復により電力需要が年率9%の割合で増大しており、供給予備力は減少してきていた。また、新規電源事業は計画されていたものの資金調達の見込がたっていない。こうしたことから、インドネシア最大の電力需要地域である大ジャカルタ首都圏において需給バランスが悪化し、また、既設発電所の老朽化による発電可能容量の低下により、2004年以降電力需給の逼迫が大きな問題となる可能性が指摘されていた。本事業は、インドネシア経済の中心であるジャカルタ首都圏に位置する発電所の整備を通じ、安定した電力供給を確保するものである。

1.2 事業概要

ジャカルタ近郊に位置する既設のムアラタワル火力発電所において、新たに出力225MW級²のガス複合火力発電設備を増設することにより、ジャワ・バリ系統の電力需給バランスの改善及び電力供給の安定性改善と質の確保を図り、もってPLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでのセクター改革に寄与する。

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 円借款承諾額/実行額 | 18,182 百万円 / 16,526 百万円 |
| 交換公文締結/借款契約調印 | 2003 年 3 月 / 2003 年 7 月 |
| 借款契約条件 | 金利 1.8% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド |
| 借入人/実施機関 | インドネシア共和国 / 国有電力企業 (PT.PLN) |
| 貸付完了 | 2013 年 1 月 |
| 本体契約 | PT. Alstom Power Energy System Indonesia (インドネシア) / 丸紅 (日本) / Alstom Switzerland Ltd. (スイス) (JV) |
| コンサルタント契約 | Fichtner GMBH & Company KG. (ドイツ) / PT. Jaya CM Manggala Pratama (インドネシア) / PT. Kwarsa Hexagon (インドネシア) / PT. Connusa Energindo (インドネシア) / 東京電力 (日本) / 東電設計 (日本) (JV) |
| 関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ: F/S) 等 | F/S (2001 年) |

² 実際には 234MW (入札結果により計画仕様と異なったため定格出力が変更した)。

| | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 関連事業 | <p>円借款（カッコ内は借款契約調印年月）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 南スマトラ-西ジャワガスパイプライン建設事業（2003年3月） ・ ムアラカラン火力発電所ガス化事業（2003年7月） ・ タンジュンプリオク火力発電所拡張事業（2004年3月） ・ スマラン火力発電所リハビリ・ガス化事業（2004年3月） ・ カモジャン地熱発電所拡張事業（E/S）（2006年3月） <p>技術協力</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 国際協力機構（JICA）開発調査「最適電源開発のための電力セクター調査」（2002年） <p>JICA専門家（電力セクター：エネルギー・鉱物資源省に派遣）</p> <p>無償資金協力（カッコ内は交換公文署名年月）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ グレシック火力発電所 3・4号機改修計画（2004年7月） <p>世界銀行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 技術支援（PLNが進める企業・財務リストラの支援） ・ Java-Bali Power Sector Restructuring and Strengthening Project <p>アジア開発銀行</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Power Transmission Line Improvement Sector Project ・ Renewable Energy Development Sector Project |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

島村 真澄 （三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2014年9月～2015年7月

現地調査：2014年11月22日～12月18日、2015年2月24日～3月8日

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性（レーティング：③⁴）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査当時のインドネシア政府の国家電力総合計画（以下、「RUKN」という。）2003年によれば、インドネシアの安定的な電力供給に必要な供給予備率は最低25%とされていたが、ジャワ・バリ系統では電力需要の増大により、供給予備率が減少傾向にあり（2001年の38.8%から2002年の30.5%に減少）、25%を下回る恐れがあったため、早急に新規電源を確保する必要があった。RUKNは、増大する電力需要を量と質の両面で満たす必要性を指摘している。また、インドネシア政府は競争的な電力市場の構築・電力セクターの効率改善を図るため、1998年に電力セクター再編政策⁵を発表し、実施機関であるPLNの財務リストラや民間参入等の改革に着手した。PLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、供給予備率の増加に貢献するという本事業の目的は上記方針に合致する。

事後評価時においても本事業の目的は、インドネシアのエネルギー／電力政策と合致している。インドネシア政府は、2014年1月に国家エネルギー政策（KEN）を約10年ぶりに策定し、国の発電容量を2014年の51GWから2025年までに115GW、2050年までに430GWに増やす目標を掲げている。事後評価時におけるRUKN 2012-2031では、電力供給計画の方針として電力供給不足の回避や、石油燃料利用の最小化を目指したガス、揚水発電によるピーク電力負荷向けの発電所の整備等を掲げている。また、PLNの向こう10年間の電力供給事業計画（以下、「RUPTL」という。）2013-2022によれば、ジャワ・バリ系統における電力需要は年平均7.6%増加する見込みであり、逼迫する電力需給の緩和のため2022年までに31.5GW（年平均3.2GW）の発電容量の増加が必要とされている⁶。なお、RUPTLは、発電所の立地を選定する際、燃料源とその利用可能性、需要地までの距離と地域的なバランス、送電開発計画とその制約、環境社会面での制約を考慮すべきとしている。ジャワ・バリ地域の電力需給バランス及び供給予備率の推移は図1のとおり。2010年の供給予備率が24.4%と25%を下回ったが、電源開発投資により（表1参照）2011年には34.9%に回復した。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁵ Power Sector Restructuring Policy

⁶ ジョコウィ政権下で2015年1月に策定されたRUPTL 2015-2024では、2024年までに38.5GW（年平均約3.8GW）の発電容量の増加が必要とされている。同政権は、2019年までに35GWの新規電源開発を行うことを重点に掲げている。

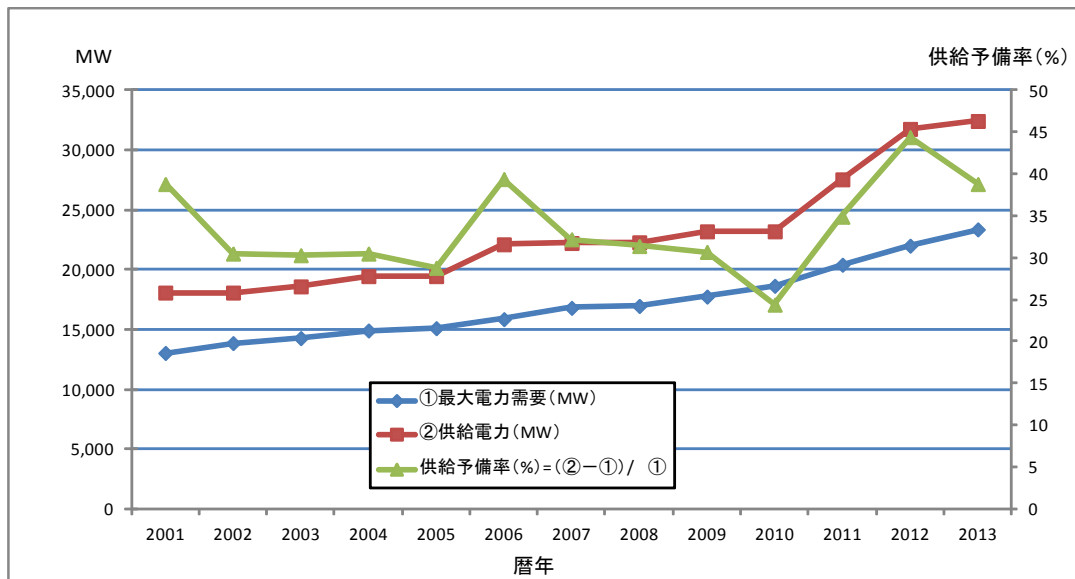


図 1：ジャワ・バリ地域の電力需給バランス及び供給予備率の推移

出所：実施機関への質問票回答

逼迫する電力需給を改善するため、インドネシア政府は2つのクラッシュプログラム（短期電力開発計画）を策定し（第一次クラッシュプログラム：2006年制定、第二次クラッシュプログラム：2010年制定）、大規模な電源開発を進めている。総出力約1万MWの石炭火力発電所の開発計画である第一次クラッシュプログラムは、ジャワ・バリを中心とした緊急電源開発が主な目的であるが、用地取得や資金繰りの問題等により進捗が大幅に遅延している。第二次クラッシュプログラムは、緊急電源開発・電源の多様化・地熱発電等を含む再生可能エネルギーの導入を目的とした約1万MWの新規電源開発計画である。第二次クラッシュプログラムにおいても資金手当の問題などでプロジェクトの進捗が遅れが生じている。ジョコウィ新政権が重点に掲げている35GWの新規発電所建設のうち20GW超について独立電力事業者（以下、「IPP」という。）による電源開発が想定されている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査時、ジャワ・バリ系統の電力需給逼迫に対応し、安定的な電力供給体制を構築することは喫緊の課題であった。インドネシア国最大の電力需要地であるジャカルタ首都圏を擁するジャワ・バリ系統において、PLNの自己資金及び民間資金による電源開発投資が回復するまで暫くの時間が必要であり、当面の電力需給逼迫に対応することはインドネシアの経済・社会の安定上重要であった。

多くの日本企業が進出するジャカルタ首都圏に電力を供給しているジャワ・バリ系統の電源開発の促進は事後評価時点においても急務の課題となっている。RUPTL

2013-2022 によると、同系統における電力需要は、2013 年の 144 TWh から 2022 年の 275 TWh となり、年平均 7.6% 増加することが見込まれている⁷。既述のとおりインドネシア政府はクラッシュプログラムを推進しているが、進捗に遅延が出ている。電源開発において IPP の活用促進が引き続き期待されており、第二次クラッシュプログラムは半分超が IPP 事業となっている（第一次クラッシュプログラムは PLN 事業が 100%）。ジャワ・バリ系統の電源開発投資状況は表 1 のとおり。

表 1：ジャワ・バリ系統の電源開発投資状況

(単位：MW)

| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| PLN による発電所投資 | | | | | | | | | | | | | | |
| 石炭火力 | | | | | | | 1,320 | | | 300 | 300 | 3,220 | 1,950 | 980 |
| コンバインドサイクル | | | | | | | 740 | | | 500 | | 444 | 740 | |
| 水力 | | | | | | | | | | | | | | |
| ガスタービン | | | | | 899 | 41 | | | | | | | | |
| ディーゼル | | | | | | | | | | | 65 | 51 | 140 | |
| 地熱 | | | | | | | | | | | | | | |
| その他 | | | | | | | | | | | | | | |
| IPP による発電所投資 | | | | | | | | | | | | | | |
| 石炭火力 | 2,450 | | | | | | 600 | | | | | | 1,475 | |
| コンバインドサイクル | | | | | | | | | | | | 150 | | 120 |
| 水力 | | | | | | | | | | | | | | |
| ガスタービン | | | | | | | | | | | | | | |
| ディーゼル | | | | | | | | | | | | | | |
| 地熱 | 200 | | 60 | | | | | 110 | 60 | 110 | | | | |
| その他 | | | | | | | | | | | | | | |
| PLN 及び IPP による発電所投資の合計 | | | | | | | | | | | | | | |
| 合計 | 2,650 | | 60 | | 899 | 41 | 2,660 | 110 | 60 | 910 | 365 | 3,865 | 4,305 | 1,100 |

出所：実施機関への質問票回答

3.1.3 日本の援助政策との整合性

国際協力銀行（現国際協力機構（JICA））の海外経済協力業務実施方針（2002 年 4 月）では、対インドネシア支援の重点分野として「経済インフラ整備」を掲げていた。また、国際協力銀行（現 JICA）の国別業務実施方針（2002 年 11 月策定）で、持続的な経済成長のため、セクター改革を支援すると共に、経済ボトルネック解消等の緊急性の高いニーズへ対応することを方針としていた。審査当時、ジャワ・バリ系統の電力需給は逼迫する恐れがあり、早急に需給バランスの改善を図る必要があった。PLN の自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、供給予備率の増加に貢献するという本事業の目的は上記方針に合致する。

⁷ RUPTL 2015-2024 では、2015 年の 165 TWh から 2024 年の 324 TWh となり、年平均 7.8% の増加が見込まれている。

以上より、本事業の実施はインドネシア国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業は、既設のムアラタワル火力発電所⁸において、ブロック 5 として、ガスタービン 1 基、蒸気タービン 1 基、排熱回収ボイラー 1 基の 1：1：1 構成のコンバインドサイクル発電所を増設するものである⁹。アウトプットの計画と実績の比較は表 2 のとおりである。

表 2：アウトプットの計画と実績の比較

| 計画 | 実績 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 土木工事、調達機器等（本発電事業に関する EPC 契約） | |
| <ul style="list-style-type: none"> ガスタービン発電装置（定格出力 150MW 級）×1 基の設置 蒸気タービン発電装置（定格出力 75MW 級）×1 基の設置 排熱回収ボイラー×1 基の設置 上記装置に必要な付属設備（ガス供給設備、500kV 開閉所等）の拡張 関連土木・建設工事 | <ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 追加スコープ：連続排出監視システムの設置 |
| コンサルティング・サービス | |
| <ul style="list-style-type: none"> 詳細設計、入札補助、施工監理、性能評価、運用・保守の補助、環境管理補助、技術移転、人材育成等 | <ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 連続排出監視システムの設置に伴う追加業務が発生 |

出所：実施機関への質問票回答

土木工事、調達機器等に関して、連続排出監視システムの設置が事業スコープに追加された。当該システムは、排出されるガスの成分、濃度、排出量を測定・監視するもの。実施機関によると、これはインドネシア環境省による新たな規制¹⁰の導入に伴う措置とすること。連続排出監視システムの設置に伴いコンサルティング・サービスも追加業務が

⁸ 既設の発電所はブロック 1～4。

⁹ <事業スコープ決定の背景情報> もともとインドネシア側は、既設のブロック 2 発電所を、ガスタービン 3 基、蒸気タービン 1 基、排熱回収ボイラー 3 基の 3：1：3 構成のコンバインドサイクル発電所に改造する計画にて日本に要請した。しかし、案件形成プロセスにおいて、ブロック 2 の 3 基のガスタービンのうち、1 基はバリ島に移設され、1 基は故障中であったことが判明したため、当該状況に鑑みて実施機関はブロック 2 の改造計画を断念した。代わりに既設のブロック 3 と 4 の発電所の隣に新たにブロック 5 として、ガスタービン 1 基、蒸気タービン 1 基、排熱回収ボイラー 1 基のコンバインドサイクル発電所を増設する計画に変更した。案件審査は見直し後のスコープで実施され、借款契約が締結された。

¹⁰ Regulation of the Ministry of Environment No. 21 /2008, Clause 9, Article No.1

発生した。アウトプットの追加は、環境省の規制に基づき、環境負荷の低減を図ることを目的としたものであり、インプットに見合った、適切なものあったと判断する。その他に関しては計画どおりで、アウトプットに変更はない。

コンサルティング・サービスの投入量は、表3のとおり、全体の投入量が大幅に増加した。

表3：計画時のコンサルティング・サービス投入量と実績の比較

(単位：M/M)

| | 計画 | 実績 | 差異 |
|-------------|-------|--------|----------|
| 国際コンサルタント | 218.5 | 341.71 | 123.21 増 |
| ローカルコンサルタント | 302.5 | 335.87 | 33.37 増 |
| 合計 | 521.0 | 677.58 | 156.58 増 |

出所：実施機関への質問票回答

実施機関によると、コンサルタント投入量(M/M)の大幅な増加は、設計(Engineering)調達(Procurement)建設(Construction)契約(以下、「EPC契約」という。)の遅延及び審査時に想定されていなかった用地取得の発生による事業サイトの引き渡しの遅延(いずれも着工前の遅延)に伴うものとのこと(事業遅延期間中も含めて、コンサルタントが張り付いていたためMM量の増加につながった。)。必ずしも効率的であったとはいえないが、事業実施の質の確保の観点からは、やむを得なかったと判断する。



ガスタービンが入っている施設



排熱回収ボイラー



励磁機と発電機



スイッチヤード

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、当初計画では 21,414 百万円（うち円借款部分は 18,182 百万円）であったのに対し、実際の総事業費は 28,681 百万円（うち円借款部分は 16,526 百万円）と、計画を上回った（計画比 133.9%¹¹）。

事業費増加の主な原因は、世界的な鋼材価格の上昇に伴うガスタービン価格の高騰¹²及びコンサルタント投入量（M/M）の大幅な増加に伴う投入コストの増加によるものである。事業費のコストオーバーランは、EPC契約の締結時点で既に想定されていた。インドネシアの電力需給が逼迫する中で、実施機関は（再入札の実施等による）更なる事業の遅延は容認できないとの判断の下、事業費の超過分は実施機関が負担するとの決断を下し、JICAよりEPC契約の締結同意が行われた。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2003年3月（借款契約調印）～2009年5月（保証期間の終了時）の75ヵ月であったが、実際には、2003年7月（借款契約調印）～2012年10月（保証期間の終了時）の112ヵ月と計画を上回った（計画比 149.3%）。事業遅延により貸付実行期限の延長が行われた。2012年2月に延長され、最終的な貸付実行期限は2013年1月となった。

表4は、事業期間の計画と実績の比較を整理したものである。

¹¹ 本比率は、スコープ変更後の事業費実績とスコープ変更前の計画の比較である。

¹² EPCの入札手続きが遅延したことに加えて、用地取得の発生により事業サイトの引き渡しが遅延し、この間、ガスタービン市況が一層高騰した。2005年から2009年の間、ガスタービンのFOB価格（製造国の港での船積価格）は平均で約53%上昇し、それが事業費高騰の主たる原因の一つとなった。（データ出所は、Gas Turbine World。）

表 4：事業期間の計画と実績の比較

| 項目 | 計画（審査時） | 実績（事後評価時） |
|---------------|-----------------------|-------------------------|
| コンサルタント選定 | 2003年4月～2004年3月（12ヵ月） | 2003年7月～2004年4月（10ヵ月） |
| コンサルティング・サービス | 2004年4月～2008年5月（50ヵ月） | 2004年5月～2011年10月（90ヵ月） |
| 設計及び製造 | 2004年4月～2006年1月（22ヵ月） | 2004年5月～2009年6月（63ヵ月） |
| 発電設備の建設 | 2006年2月～2008年5月（28ヵ月） | 2009年6月～2011年10月（29ヵ月） |
| 発電開始時期 | 2008年6月 | 2011年10月 |
| 保証期間 | 2008年6月～2009年5月（12ヵ月） | 2011年10月～2012年10月（12ヵ月） |

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

事業実施遅延の主な原因は、①ガス会社との交渉、ガスの調達計画の見直し、ガス購入契約の締結までに時間を要したこと¹³、②EPCコントラクターの選定が遅延したこと、③用地取得の発生により事業サイトの引き渡しが遅延したこと（後述「インパクト」の「3. 4. 2. 2 住民移転・用地取得」を参照）による。これに伴い、コンサルティング・サービス期間が大幅に延長となった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

表 5 に財務的内部収益率（FIRR）の再計算結果をまとめた。

表 5：FIRR 再計算の前提と結果

| | 審査時 | 事後評価時 |
|------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| FIRR 値 | 28.5%（税引き前） 21.2%（税引き後） | 24.8%（税引き前） 21.0%（税引き後） |
| 便益 | 建設費（コンサルティング・サービス費を含め、本事業に要した費用）、維持管理費 | 建設費（コンサルティング・サービス費、用地取得費を含め、本事業に要した費用）、維持管理費 |
| 費用 | 売電収入 | |
| プロジェクト・ライフ | 本事業完成後 25 年 | |

FIRR 値は審査時よりも低くなっている。主な理由として、事業期間が審査時の想定を上回ったことに加え、本事業に要した費用が計画を上回ったためと考えられる。

¹³ <ガス供給の遅延の背景・理由> 本事業（ブロック 5）のガス燃料の確保について、実施機関は、当初、民間のエネルギー関連企業が南スマトラに権利を保有するガス田から南スマトラと西ジャワを結ぶパイプラインにより、本事業にガスを供給する計画であった。しかし、整備中だった当該パイプラインに係るリスク負担を巡り、実施機関と民間エネルギー企業の間で合意に至らず、長期間に及んだ交渉が決裂した。2008年8月に当該ガスパイプラインが完工した一方、最終的に実施機関は当初のガス調達計画を見直し、インドネシア国有ガス企業とガス購入契約を調印した。（結果的に、実施機関が国有ガス企業と合意したガス価格は、民間のエネルギー関連企業との契約交渉時の価格を上回った。）

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性¹⁴（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時に設定した各運用・効果指標について、2013年の実績値を表6に取りまとめた（保証期間の終了は2012年10月）。また、本事業で整備した発電所（ブロック5）の比較対象として、既設のムアラタワル火力発電所（ブロック1）のデータを同表に併記した。

表6：運用・効果指標

| | 本発電所（ブロック5） | | | ブロック1 |
|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------|
| | 基準値 注1) | 目標値 | 実績値 | 実績値（参考値） |
| | 2002年 | 2009年 | 2013年 | 2013年 |
| | 審査年 | 保証期間終了時 | 保証期間終了翌年 | |
| 最大出力 | — | 225 MW 注2) | 225 MW 注3) | 681MW |
| 設備利用率 | — | 70%以上 | 85.1% | 80.9% |
| 稼働率 | — | 83%以上 | 94.3% | 96.8% |
| 所内率 | — | 3%以下 | 1.67% | 1.96% |
| 発電端熱効率 | — | 45%以上 | 45% | 43.1% |
| 定期保守点検による停止時間 | — | 1,512 時間以下/年 | 255 時間/年 | 258 時間/年 |
| 人員ミスによる停止時間 | — | — 注4) | 0 | 0 |
| 機械故障による停止時間 | — | — 注4) | 65.6 時間/年 | 19.0 時間/年 |
| 定期保守点検による停止回数 | — | 1 回/年 | 1 回/年 | 0 回/年 |
| 発電電力量 | — | 1,338 GWh/年 注2) | 1,622GWh/年 | 4,464 GWh/年 |

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

注1) 本事業で整備したブロック5発電所は新設のため審査時の基準値は存在しない。

注2) 入札結果により計画仕様と異なる場合があるため最大出力及び発電電力量の変更はあり得る。

注3) 入札の結果、定格出力は234MW。

注4) 審査時に目標値は設定されていなかった。

¹⁴ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

運転開始後、事後評価時に至るまで順調な発電を行っており、運転状況は良好である。本発電所（ブロック 5）の 2013 年における実績値は、審査時に設定された全ての目標値を達成している。既設の発電所（ブロック 1）との比較においても、出力（発電所の規模）は異なるものの、ブロック 5 の設備利用率、所内率、発電端熱効率はブロック 1 よりも良い数値を示している。

機械故障による停止時間については審査時に目標値は設定されていなかったが、実施機関によると、65.6 時間／年という数値及び故障の内容は、通常起こり得る想定内のものであり、特段問題視するものではないとのことだった。実施機関による修復後は、問題なく稼働している。

定期保守点検による停止時間が目標値の約 1/6 となっているのは、2013 年は主要点検が行われなかったためである。（ブロック 5 発電所は、稼働 36,000 時間毎に主要点検が行われることになっている。詳細は後述の「持続性」を参照。）

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本発電所（ブロック 5）の設備容量が、ジャワ・バリ系統及びジャカルタ首都圏に占めるシェアを表 7 にまとめた。ジャワ・バリ系統全体に占める割合は 0.72% と小さく、同系統の電力需給バランスの改善及び供給予備率の増加という量的観点からの貢献は極小である¹⁵。また、参考値として、本発電所による電力がジャワ・バリ系統を通じて全てジャカルタ首都圏に供給されたと仮定した場合のシェアを計算すると 3.52% であり、こちらについても量的貢献は限定的である。

表 7：本発電所（ブロック 5）のシェア

| 電力接続先の設備容量 | 本発電所（ブロック 5）の設備容量 | シェア |
|-------------------------------|-------------------|-------|
| ジャワ・バリ系統（2013 年）： 32,450MW | 234MW | 0.72% |
| ジャカルタ首都圏（2013 年）： 6,647MW | | 3.52% |

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

¹⁵ ただし、本事業の遅延は、限定的ながらもジャワ・バリ系統の供給予備率に負の影響を与えたと推察される。本事業は、審査時の計画では 2008 年 6 月の発電開始を想定していたが、事業の遅延により、実際の発電開始は 2011 年 10 月と約 3 年強遅れた。この間のジャワ・バリ系統の供給予備率は、31.4%（2008 年）→30.7%（2009 年）→24.4%（2010 年）→34.9%（2011 年）→44.4%（2012 年）と推移しており、2010 年には RUKN においてインドネシアの安定的な電力供給に必要な供給予備率とされている 25% を割り込んだ。本発電所のジャワ・バリ系統のシェアは限定的ではあるものの、仮に事業が遅延しなかった場合、2009 年以降の供給予備率はわずかながらも上記の数字を上回っていたものと推察される。

しかし、本発電所が、電力需要が最も多いジャカルタ首都圏に立地していることは、ジャワ・バリ系統の電力ロスの低減及び電力の品質（電圧）の維持において極めて重要な役割を担っているといえる¹⁶。

ジャワ・バリ系統における実施機関の5つの営業・配電地域毎の発電容量と電力負荷を図2に示した。ジャカルタ首都圏が位置する西ジャワ地域（JKB¹⁷）は、発電容量を電力負荷（需要）が上回っていることから、本地域への電力供給は他の地域からの電力融通で賄っていることがわかる。実施機関より、こうした地域を跨ぐ電力融通は、ジャワ・バリ系統の電圧の低下及び電力ロスを引き起こす要因となり¹⁸、安定的・効率的な電力供給の阻害要因となることから、極力同一地域内で電力を供給し、電力系統全体の安定性と適正な電力の品質を確保することが重要との指摘があった。この観点から、本発電所がジャカルタ首都圏に立地していることは、極めて意義深いといえる。

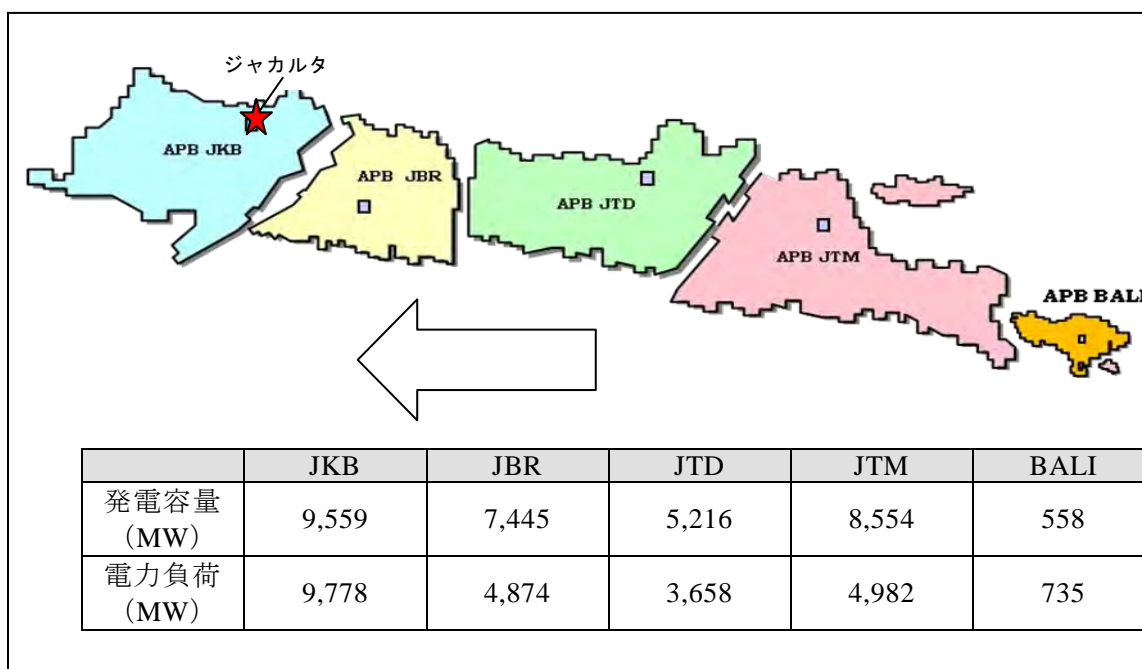


図2：ジャワ・バリ系統における地域毎の発電容量と電力負荷の比較（2014年）

出所：実施機関提供資料より作成

¹⁶ 本事業と同時期に円借款で整備された発電所のうち、本事業、「ムアラカラン火力発電所ガス化事業」及び「タンジュンプリオク火力発電所拡張事業」はいずれもジャカルタ首都圏に位置しており、首都圏／西ジャワ地域における電力の安定供給において極めて重要な役割を果たしているといえる。これらの発電所の意義・重要性は、実施機関のみならず、現地有識者及び世界銀行、アジア開発銀行の各電力担当者からも一致した見解が示された。

¹⁷ Jakarta and Bandung Load Dispatch Area

¹⁸ このロジックとして、実施機関より「発電場所と実際の消費地が遠い（送電距離が長い）→電気抵抗が大きくなる→電力損失が増える→電圧が低下する」との説明があった。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

ジャワ・バリ系統について、電化率及び電力品質に関するデータとして発電部門のSAIDI¹⁹（顧客1軒あたりの年停電時間（分））とSAIFI²⁰（顧客1軒あたりの年停電回数）を表8に示した²¹。また、同系統の供給予備率と送配電ロス率を併記した。

表8：ジャワ・バリ系統における電化率、SAIDI、SAIFI、供給予備率、送配電ロス率の推移

| | 2008年 | 2009年 | 2010年 | 2011年 発電開始 | 2012年 | 2013年 |
|---------------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| 電化率（%） | 68.0 | 69.8 | 71.4 | 72.3 | 78.2 | 83.2 |
| SAIDI 発電部門 （分/軒） | 4.583 | 0.614 | 0.179 | 0.309 | 0.076 | 0.02 |
| SAIFI 発電部門 （回/軒） | 1.030 | 0.247 | 0.151 | 0.182 | 0.04 | 0.019 |
| 供給予備率（%） | 31.4 | 30.7 | 24.4 | 34.9 | 44.4 | 38.8 |
| 送配電ロス率 （%） | 13.6 | 11.2 | 13.0 | 9.1 | 9.3 | 9.5 |

出所：実施機関提供資料より作成

本発電所（ブロック5）は2011年10月に発電が開始されたことから、ジャワ・バリ系統について、発電開始前（2010年以前）と後（2012年以降）の比較を行った。電化率については、年々堅調に増加している。発電部門のSAIDI、SAIFIについては、いずれも2011年に一時的な増加がみられるものの²²、全体的に減少傾向にあり、2010年と2012年の数値を比較すると両者とも確実に減少している。なお、実施機関によると、送配電ロスが2013年に増加しているのは、同年は例年より降雨量が全般的に少なく、ジャカルタ首都圏が位置する西ジャワ地域に立地する水力発電所の稼働率が落ちたため、他の地域からの電力融通が増え、結果的に電力ロスが増大したとのこと。また、2013年の供給予備率が低下しているのは、同年の新規電源開発投資（1,100MW）が前年分（4,305MW）ほどなかった一方で電力需要が増加したためとの説明があった。（表1参照。）

上記データの推移と本事業の実施について、明確な相関関係があるとはいえない。微少な貢献はあったと考えられるが、これらのデータの推移によって本発電所のインパクトを定量的に計ることは困難である。

¹⁹ System Average Interruption Duration Index

²⁰ System Average Interruption Frequency Index

²¹ SAIDI、SAIFIは、顧客1軒あたりの事象を計測したもので、（供給予備率が確保されている限り）必ずしも本発電所との直接のリンクがあるわけではないが、本発電所のインパクトに間接的に関係することから、インパクトで取り上げることとした。

²² 理由は不明。実施機関によると、データ収集やとりまとめがマニュアル・ベースで行われていたことから、集計ミスがあった可能性は否定できないとのことだった。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業は、大規模な火力発電所の増設事業であり、国際協力銀行（現 JICA）ガイドライン上、A 種に該当する。審査時において実施機関の環境手続き状況、汚染対策、自然環境・社会環境への配慮等の確認が行われ、特段問題ないとの判断がなされた。

環境アセスメント報告書（ANDAL）、環境管理計画（RKL）、環境モニタリング計画（RPL）は 1994 年 12 月 14 日にエネルギー・鉱物資源省より承認されている。その後、事業地周辺の土地利用状況の変化及び発電所用地内における事業計画変更に伴い、環境アセスメント報告書が修正され、2003 年 5 月 13 日に西ジャワ地域の環境管理委員会より承認されている。

本事業実施前、実施中及び発電開始後に実施機関による環境モニタリングが行われており、事後評価時点において特段の環境への悪影響は報告されていない。また、周辺住民へのヒアリングにおいても本事業による環境への負の影響は指摘されていない。実施機関による環境モニタリング結果の概要は以下のとおり。

- 工事前（既設発電所）：発電所敷地内と周辺地域（計 4 箇所）で観測が行われた。
 - 大気は全て基準値以下。
 - 騒音は 1 箇所ですべて基準値をやや上回った。
- 工事期間中（1 回目）：事業サイトと周辺地域（計 4 箇所）で観測が行われた。
 - 大気はNO₂、SO₂、CO、CO₂、Pb、H₂S、粉塵（PM10）、TSP全て基準値以下。
 - 騒音は基準値以下。
 - 固形廃棄物の量は限定的で適切に処理されている。
 - 事業サイトの周辺住民 50 名にインタビュー調査を行った結果、40%の住民が事業完成後に環境改善が見込まれることについて賛意を示した。
- 工事期間中（2 回目）：事業サイトと周辺地域（計 4 箇所）で観測が行われた。
 - 大気は全て基準値以下。
 - 騒音は基準値以下。
 - 固形廃棄物の量は限定的で適切に処理されている。
- 発電開始後の本発電所（ブロック 5）敷地内における最新の環境モニタリング結果（大気と騒音）は表 9 のとおり。観測は 2014 年 9 月 28 日に行われた。実施機関は 3 ヶ月毎に環境モニタリングを実施している。

表 9：発電開始後の最新の環境モニタリング結果

| 項目 | 単位 | 計測結果 | 基準 注 1) |
|------------------|---------------------|--------|---------|
| 大気 (24 時間サンプリング) | | | |
| SO ₂ | μ g/Nm ³ | 30.61 | 260 |
| NO ₂ | μ g/Nm ³ | 15.27 | 92.5 |
| CO | μ g/Nm ³ | 1,305 | 9,000 |
| 粉塵 | μ g/Nm ³ | 113.26 | 230 |
| Pb | μ g/Nm ³ | 0.02 | 2 |
| HC | μ g/Nm ³ | 7.6 | 160 |
| O ₃ | μ g/Nm ³ | < 8 | — |
| 浮遊粒子 (PM10) | μ g/Nm ³ | 48.17 | 150 |
| 浮遊粒子 (PM2.5) | μ g/Nm ³ | < 5 | 65 |
| 騒音 (計測時間は以下のとおり) | | | |
| 7 : 00 | dB | 59.5 | 70 |
| 10 : 00 | dB | 61.3 | 70 |
| 15 : 00 | dB | 61.9 | 70 |
| 20 : 00 | dB | 59.9 | 70 |
| 23 : 00 | dB | 59.7 | 70 |
| 1 : 00 | dB | 59.2 | 70 |
| 4 : 00 | dB | 58.8 | 70 |

出所：実施機関提供資料より作成

注 1) 基準はインドネシアの国家基準 (ジャカルタ首都圏における基準値)²³

本事業は新規発電所 (ブロック 5) の整備であり、利用する燃料は当初より天然ガスであったため、自然環境への正のインパクト (大気汚染物質の排出濃度削減) に関するデータは存在しない。

他方、ムアラタワル発電所における既設の発電所 (ブロック 1~4) は、ガス焼き、油焼きの何れにも対応可能なデュアル式のタービンで、2008 年以降、従来の重油焼き発電設備をガス火力発電に転換しており、環境負荷軽減に寄与している。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

審査時、既に用地は確保済みであり、用地取得・住民移転は発生しないとされていた。しかし、事業開始後に行われた測定の結果、新たに発電所の用地を拡張しなければ配置に問題が出るのが判明したため、実施機関は用地取得を決定した²⁴。更に、実施機関は、用地拡張後のブロック 5 の敷地外に隣接する土地の住民から土地の追加購入の要望が示されたことを踏まえて、これらの土地の追加購入を決定した。用地取得の実績は表 10 のとおり。

²³ 準拠規則は、Kep Gub DKI Jakarta Governor Decree No. 551/2001。

²⁴ 本事業は、そもそも F/S が作成されていないことが用地取得発生の一因に挙げられる。審査時点では、本発電所 (ブロック 5) の配置図等は既設の発電所 (ブロック 1、2) の完工図面が使用され、用地内に納まる配置であったが、測定の結果、新たな用地取得の必要性が明らかとなった。

表 10：用地取得の実績

| | |
|----------------------------------------------|-------|
| 取得した用地の面積（ブロック 5 敷地の拡張部分と当該敷地外に隣接する土地の面積の合計） | 5.7ha |
| 撤去した構造物の数 | 33 |
| 土地の所有権の数 | 228 |

出所：実施機関提供資料より作成

用地の取得は、インドネシアの規則²⁵に基づいて適正に行われている。影響を受ける住民とのコンサルテーションが累次にわたって行われ、用地取得・補償費支払い手続きで特段問題は指摘されていない。また、移転の必要があった住民²⁶は、いずれも補償の支払いを受けた上で、住民自らが手配をして近隣の土地に移転することを希望したため、実施機関は移転代替地を整備する必要はなかった。住民へのヒアリングによると、実施機関による公聴会の開催後、土地の補償交渉を経て近隣の土地に移転するまで円滑にプロセスが進められたとのことだった。また、実施機関によるCSR活動の一環として、本事業の周辺にモスクや保育園等が建設されている。影響を受けた住民の中には、本事業の発電所で清掃等の業務に従事している者もあり、近隣住民の収入源となっている。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。



変圧器



取水口

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

²⁵ 準拠規則は、大統領 Degree No. 36/2005 及び同 No. 65/2006（改定版）。

²⁶ 現地ヒアリングで再三にわたり実施機関に照会したが、世帯数は実施機関に記録が残っておらず不明。

事業完成後の発電所（ブロック 5）の運営・維持管理はジャワ・バリ発電会社のPJB²⁷（以下、「PJB」という。）が行っている。PJBは実施機関であるPLNの発電子会社で²⁸、既設のムアラタワル火力発電所（ブロック 1～4）の運営・維持管理も実施している。PLNとPJBの間で業績に基づく契約（Performance Based Contract）が締結されており、同契約に基づいて運営・維持管理予算がPLNからPJBに配賦されている。

2014年のPJBの全職員数は4,417名で、このうち3,821名が運営・維持管理を担当する技術者である。事後評価時点においてPJBは、本発電所を含む26の発電所の運営・維持管理を担当している。

PJBは、業務の効率化・業績向上を図る目的で、人事管理・人材活用、維持管理システム・スペアパーツの管理・調達、燃料管理、安全管理など組織全体の運営にあたって「統合された管理システム」を2012年より導入している。PJBでは、同システムの下、“Big O（オー）”と呼ばれる維持管理の「最適化プログラム」を採用し、業務の効率化を図っている。ムアラタワル火力発電所の従業員へのヒアリングによると、本発電所においてもPJBのこうしたシステムやプログラムの考え方が浸透しており、PJBと発電所の指示系統は明確であるとのことだった。ムアラタワル火力発電所の組織体制図は図3のとおりである。

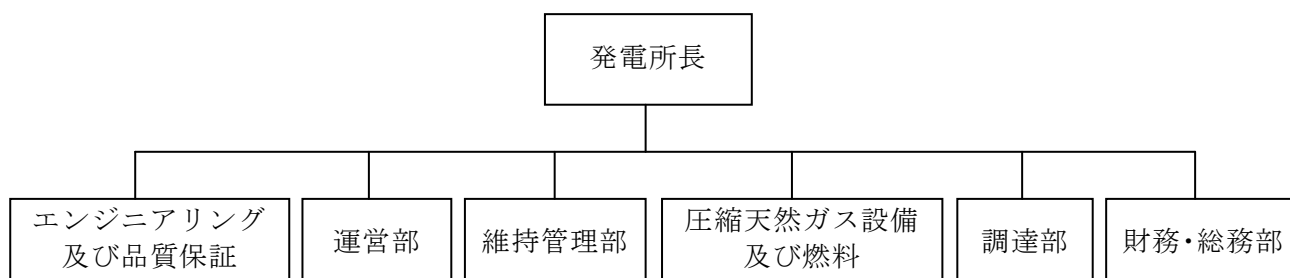


図3：ムアラタワル火力発電所の組織体制図

出所：実施機関提供資料より作成

発電所長の下、発電所全体で261名の従業員を擁しており、うち72名が技術者である。発電所従業員へのヒアリングによると運営・維持管理業務に必要な技術者数は確保されているとのことであった。本発電所及び本発電所を管理するPJBの体制も問題は認められない。

²⁷ PT. Pembangunan Jawa-Bali

²⁸ PLNは発電、送電、変電、配電について47のビジネスユニットで事業を展開しているが、ジャワ・バリ系統の発電資産及び運営・維持管理は、発電部門から、1995年に2つの発電子会社（PJB及びインドネシアパワー社）に分離し、効率化を進めている。（PLNは、2009年12月に組織改編を行い、これまで建設、営業と業務を縦割りにしていた2分野を地域割りによる業務体制とすることで、各地域において、計画－調達－建設－発電－送電－配電－売電の一貫性を確保し、効率的な運営の実現を図っている。）

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業完成後の発電所（ブロック 5）の運営・維持管理業務は、既設発電所の運営・維持管理業務に携わり、十分な経験を積んだ技術者が配置されている。また、本事業の実施中、コントラクター及びコンサルタントにより既設発電所の従業員 17 名に対して、ブロック 5 発電所の運営・維持管理に必要なトレーニング／実機訓練・研修が行われている（国内研修、日本及びドイツでの研修・視察を含む）。更に、コントラクターによりマニュアルが整備され、PJB ではこれを基に従業員により分かり易い説明等を追記した業務指示書を作成しており、同マニュアル／業務指示書は、本発電所の日々の運営・維持管理業務及び定期点検に活用されている。加えて、運営・維持管理の担当技術者に OJT による指導も実施されている。このことから、運営・維持管理を担当する職員の技術レベルは、通常のメンテナンス業務を行うのに十分とみられる。

また、PJB では、ISO 90001（品質管理システム）、ISO 14001（環境管理システム）、ISO55000（アセット管理システム／リスク管理システム）、OHSAS 18001（労働安全管理システム）を取得しており、これらに適合した管理システムに基づいて本発電所の運営・維持管理業務が行われている。

したがって、運営・維持管理の技術について問題は見受けられない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

運営・維持管理費は、本発電所にて必要額を見積もった後、ジョグジャカルタにある上管轄のUPJB²⁹を経由してPLNにあげられ、PLNとの業績に基づく契約に基づいて、PLNより発電所に配賦されている。本事業完成後の発電所（ブロック 5）の維持管理費の計画と実績は表 11 のとおり。本発電所の維持管理費は、適正に手当てされており、現場においても良好な運転と維持管理が行われている。

表 11：本発電所（ブロック 5）の維持管理費

（単位：百万ルピア）

| 2012 年 | | 2013 年 | | 2014 年 | |
|--------|--------|--------|-------------|--------|-------------|
| 計画 | 実績 | 計画 | 実績 | 計画 | 実績(10月まで) |
| 30,925 | — 注 1) | 57,316 | 74,739 注 2) | 57,211 | 52,398 注 3) |

出所：実施機関への質問票回答

注 1) 2012 年の維持管理費の実績がないのは、PLN と PJB 間の契約が事務手続き上未締結であったため、当該年に発生した費用は PLN が立て替えたため（2013 年に、前年の PLN 立替分を含め、維持管理費が PJB に配賦されている）。

注 2) 2013 年の実績額が 2012 年と 2013 年の計画額の合計を下回っているのは、発電所が問題なく稼働したため、想定よりも低いコストで済んだため。

注 3) 2014 年の実績は 10 月までのデータであるため計画を下回っている。

²⁹ Unit Pembangkitan Jawa-Bali

なお、PLN全体の財務状況を見ると、PLNの電力売上は毎年順調に増加しているが、政府補助金がなければ赤字という状況で、PLNの財務は巨額の政府補助金によって支えられている。PLNは「公共サービス義務」³⁰に従って、供給コストよりも安い価格でも電力を売らざるを得ず、これにより発生する損失が政府からの補助金によって補填されている。発電のための燃料・潤滑油費の高負担や低い電気料金等が高コスト体制の主要因として指摘されている。PLNの損益計算書及び貸借対照表は以下のとおり。

表 12：PLN 損益計算書 注 1)

(単位：10 億ルピア)

| | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| 電力売上 | 102,974 | 112,845 | 126,722 | 153,486 |
| 政府補助金 | 58,108 | 93,178 | 103,331 | 101,208 |
| その他収益 | 1,293 | 1,995 | 2,604 | 2,711 |
| 営業収益計 | 162,375 | 208,018 | 232,656 | 257,405 |
| 燃料・潤滑油費 | 84,190 | 131,158 | 136,535 | 147,634 |
| 保守費 | 9,901 | 13,593 | 17,567 | 19,839 |
| 人件費 | 12,954 | 13,197 | 14,401 | 15,555 |
| その他費用 注 2) | 42,062 | 27,692 | 34,612 | 37,883 |
| 営業費用計 | 149,108 | 185,640 | 203,115 | 220,911 |
| 営業利益 | 13,267 | 22,378 | 29,541 | 36,493 |
| 営業外損益 注 3) | -1,861 | -16,863 | -28,509 | -75,715 |
| 税金 | -1,313 | -89 | 2,174 | 9,654 |
| 当期純利益 | 10,093 | 5,426 | 3,206 | -29,567 |

出所：PLN 年次報告書

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

注 2) 電力購入費、固定資産の減価償却費他

注 3) 金利収入・費用、為替差損益他

表 13：PLN 貸借対照表 注 1)

(単位：10 億ルピア)

| | 2010 年 | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 資産 | 406,100 | 476,453 | 549,376 | 595,877 |
| 固定資産 | 361,327 | 409,530 | 472,066 | 511,040 |
| 流動資産 | 44,773 | 66,923 | 77,310 | 84,837 |
| 負債及び資本 | 406,100 | 476,453 | 549,376 | 595,877 |
| 資本 | 142,114 | 154,683 | 159,270 | 133,232 |
| 固定負債 | 208,590 | 258,219 | 315,503 | 374,331 |
| 流動負債 | 55,397 | 63,550 | 74,603 | 88,315 |

出所：PLN 年次報告書

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

³⁰ PLN への政府補助金は、2001 年の国営企業法 66 条に Public Service Obligation で規定されている。
(国有企業に対する財務上の補填)

PLNは財務・経営体質の改善を図るため、政府補助金の削減、電気料金の値上げ、自己資金調達率の向上、民間資金の積極的導入を目指している。電気料金設定についてはインドネシア政府の決定事項であることから、PLNのコントロール外の事項であるが、改革の方向性として、政府は料金変動制を導入する顧客層を拡大している³¹。また、PLNは社債発行を行っており、信用格付機関による格付けは良好である³²。しかし、政府補助金に関して、政府が国全体の電化率向上を目標に掲げる中で、採算がとれない電力消費の少ない家庭への売電が今後も増える見込みであり、これを補填するための政府補助金が増加する可能性がある。このため、PLNは効率性の向上を掲げており、ディーゼルや石油から高効率石炭、ガス、地熱等への転換や、効率性の高い発電所の建設、送配電ロスの削減等を通じてコスト削減を図ることで補助金の削減を図ろうとしている。インドネシア全土の電化率、家庭向け売電顧客数及び送配電ロス率の予測は表14のとおり。

なお、既述のとおり本発電所（ブロック5）の運営・維持管理費は適正に手当てされており、現場においても良好な運転と維持管理が行われていることから、PLN財務状況の本事業に対する直接の影響はないものとする。したがって、運営・維持管理の財務について問題は見受けられない。

表14：インドネシア全土の電化率、家庭向け売電顧客数及び送配電ロス率の予測

| | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | 2021年 | 2022年 | 2023年 | 2024年 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 電化率 (%) | 87.7 | 91.3 | 93.6 | 95.7 | 97.4 | 98.4 | 98.9 | 99.1 | 99.3 | 99.4 |
| 家庭向け売電顧客数 (百万人) 注1) | 56.0 | 59.1 | 61.3 | 63.5 | 65.4 | 66.8 | 67.9 | 68.7 | 69.5 | 70.3 |
| 送配電ロス率 (%) | 6.72 | 6.68 | 6.61 | 6.57 | 6.51 | 6.48 | 6.46 | 6.44 | 6.42 | 6.40 |

出所：PLN

注1) PLNによると、大部分が電力消費の少ない家庭とのこと。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本発電所（ブロック5）の設備は良好に維持管理され、順調に運営されている。維持管理活動（メンテナンス、保守点検）は適切に行われており特段の問題はない。具体的

³¹ エネルギー・鉱物資源省は、電気料金の全17分類中12分類においては電力補助金の対象外とし料金を変動制とすることを明らかにしている。変動制を導入する顧客層拡大を定めた大統領令（2014年第31号）に基づく措置で、2015年1月から工業向け大口顧客も追加されている。電力消費の少ない家庭や商業施設、200kVA未満の工業向けはこれまでどおり固定料金制が維持される。（出所：2014年12月6日付じゃかるた新聞）

³² 格付けは2013年12月末時点でムーディーズ：Baa3 stable、スタンダード&プアーズ：BB、フィッチ：BBB-となっている。（出所：PLN年次報告書）

には、日常的メンテナンス、定期的メンテナンス（各週、各月、2カ月毎、四半期毎のメンテナンス）、設備の状況に応じたメンテナンス、問題発生時メンテナンス、予防的メンテナンス、予知メンテナンスが行われている。既述のとおり維持管理の最適化プログラムが導入されており、予防的メンテナンス（例：定期的な清掃、フィルターの交換、各種設備の点検等）や予知メンテナンス（例：過去の記録から発電所のオーバーヒートや異常振動等の防止）の割合を増やすことで事故率の削減や業務全体の効率化が図られている。保守点検は稼働 9,000 時間毎に行われ、稼働 36,000 時間毎に主要点検が行われている。

スペアパーツについて、PJBはサプライ・チェーン管理システムを 2002 年に導入し、在庫管理の自動化を図っており、本発電所においても同システムの下、必要なスペアパーツがこれまで適時に調達されている。具体的には、重大性に応じて各スペアパーツに A、B、C のランク付けが行われ³³、在庫状況及び実際に調達されるまでに想定される時間を踏まえて、補充が必要なスペアパーツが自動的にリマインドされる仕組みとなっている。

ガス燃料について、PLN は複数のガス供給会社と契約を締結し、ガス燃料を確保している。本発電所（ブロック 5）を含むムアラタワル発電所全体のガス需給実績・見込みは表 15 のとおり。

したがって、運営・維持管理の状況について問題は認められない。

表 15：ムアラタワル発電所のガス需給実績・見込み 注 1) 注 2)

(単位：BBTUD)

| | 2011 年 | 2012 年 | 2013 年 | 2014 年 | 2015 年 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 発電所需要 | 125 | 161 | 150 | 183 | 211 | 217 | 215 | 213 |
| ガス供給合計 | 147 | 182 | 180 | 264 | 213 | 217 | 217 | 219 |
| Pertamina | 35 | 31 | 25 | 24 | 20 | | | |
| PGN | 113 | 109 | 125 | 161 | 41 | 41 | 41 | 41 |
| Medco | | | | | 43 | 33 | 25 | 19 |
| Jambi Merang | | 42 | 30 | 20 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| PHE | | | | | | 25 | 25 | 25 |
| Swap Premier | | | | 4 | 5 | | | |
| FSRU Lampung | | | | 55 | 68 | 83 | 91 | 99 |

出所：実施機関への質問票回答

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

注 2) 2011-2014 年は実績、2015-2018 年は見込み。

³³ スペアパーツが適時に確保されない場合、A：停電が起これる非常に重要度の高いもの、B：出力低下など一時的な影響が起これるもの、C：発電所の出力には影響しないもの。

以上より、本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ジャワ・バリ系統の電力需給バランスの改善及び電力供給の安定性改善と質の確保を図ることを目的に、ムアラタワル火力発電所において新規のガス複合火力発電設備を増設した。PLNの自己資金及び民間による電源開発投資が回復するまでの下支えとして新規電源を設置し、増大する電力需要を量と質の両面で満たすという本事業の目的は、インドネシアのエネルギー／電力政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しており、事業実施の妥当性は高い。審査時に設定した運用・効果指標は、発電開始後、全ての指標について目標値を達成している。特筆すべきは、本事業が、電力需要が最も多いジャカルタ首都圏に立地し、ジャワ・バリ系統の電力ロスの低減と電力の質（電圧）の維持に重要な役割を担っていることである。発電所は順調な発電を行っており、おおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響は指摘されていない。審査時に想定されていなかった用地取得・住民移転が発生したが、インドネシアの規則に基づいて適正に行われ、特段の問題は指摘されていない。本事業は事業費、事業期間ともに計画を上回ったため、効率性は中程度である。発電所の運営・維持管理体制、技術、財務状況ともに問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

なし

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

燃料供給に関する実施機関内部の部門横断的、包括的なリスク分析の必要性と、省庁横断的なコーディネーションの促進を念頭に置いた、実施機関から中央政府への適時の働きかけの重要性

本事業の実施遅延の主な原因として、ガスの供給スケジュールが遅延したことが挙げられる。実施機関は、本事業のガス燃料の確保について、当初、民間のエネルギー関連企業が南スマトラに権利を保有するガス田から南スマトラと西ジャワを結ぶパイプラインにより本発電所にガスを供給する計画であった。しかし、当時整備中だった当該パ

イプラインに係るリスク負担を巡って実施機関と民間エネルギー関連企業との間で合意に至らず、長期間に及んだ交渉が決裂した。2008年8月に当該ガスパイプラインが完工した一方、最終的に実施機関は当初のガス調達計画を見直し、インドネシア国有ガス企業とガス購入契約を調印した。仮に、実施機関が、民間のエネルギー関連企業との契約交渉が長引くことによって本事業やジャワ・バリ系統の電力需給に及ぼすリスク（本事業が遅延し、電力供給の開始が遅れることにより発生しうるリスク）について、実施機関内外で早期に問題意識を高め、部門横断的、包括的な見地から十分に分析を行っていたならば、それを契機として、契約交渉が長期化する前に代替オプションを検討・採用し、事業の実施促進を図ることが可能だったと考える。すなわち実施機関は、①仮に民間のエネルギー関連企業との契約交渉が長期化し、本事業が遅延した場合に起こりうるリスクを十分に分析し、②中央政府（エネルギー・鉱物資源省等）に早期に伝え、③本事業の燃料確保に係る代替策を検討し、その際に必要となる省庁横断的コーディネーションを中央政府が行うよう適時働きかけることが可能だったと思われる。このことから、実施機関は燃料確保に関して部門横断的、包括的な観点からあらゆるリスク分析を十分に行い、その結果を踏まえて必要に応じて中央政府に適時働きかけ、政府が省庁横断的な調整を含め、適切なアクションをとるよう仕向けていくことが重要である。上記の教訓は、PLNが手掛ける他の火力発電所事業において適用を考察すべきと考える。

<参考>

本事業実施機関は2009年12月に「リスク管理部門」を設立し、技術的・オペレーショナル側面を含め、組織内横断的かつ包括的なリスク分析を行う体制を構築した。それまでリスク管理ユニットは存在していたものの、理事会の決定事項をレビューする機能に留まり、実施機関の全社的なコーポレートリスクに踏み込んだ包括的な分析は行っていなかった。

4.4 その他

本事業に関連し、本体契約者は不正行為への関与の事実が認められたことにより、JICAは措置³⁴を発動している。

以上

³⁴ http://www.jica.go.jp/information/info/2014/20150209_01.html

主要計画/実績比較

| 項目 | 計画 | 実績 |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①アウトプット | <p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ガスタービン発電装置（定格出力 150MW 級）×1 基の設置 ・ 蒸気タービン発電装置（定格出力 75MW 級）×1 基の設置 ・ 排熱回収ボイラー×1 基の設置 ・ 上記装置に必要な付属設備（ガス供給設備、500kV 開閉所等）の拡張 ・ 関連土木・建設工事 <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 詳細設計、入札補助、施工監理、性能評価、運用・保守の補助、環境管理補助、技術移転、人材育成等 | <p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 計画どおり ・ 連続排出監視システム (CEMS: Continuing Emission Monitoring System) の設置→追加スコープ <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 計画どおり ・ CEMS 設置に伴う追加業務が発生 |
| ②期間 | 2003年3月～2009年5月 (75ヵ月) | 2003年7月～2012年10月 (112ヵ月) |
| ③事業費 | | |
| 外貨 | 15,617百万円 | 24,153百万円 |
| 内貨 | 5,797百万円 | 4,528百万円 |
| | (現地通貨) 446,077百万ルピア | (現地通貨) 371,003百万ルピア |
| 合計 | 21,414百万円 | 28,681百万円 |
| うち円借款分 | 18,182百万円 | 16,526百万円 |
| 換算レート | 1ルピア=0.013円 (2002年11月時点) | 1ルピア=0.012円 (2006年11月時点) |

以上

インドネシア

ジャカルタ漁港リハビリ事業

外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 渡邊 恵子

0. 要旨

本事業は、地盤沈下の影響を受けて沈下した岸壁等の主要施設の嵩上げ工事を行い、漁港機能の回復及び関連施設の有効利用を図ることを目的とした事業である。対象岸壁は第1期事業（1982年完成）で建設したものであり、本事業では岸壁の嵩上げに加え、同じく地盤沈下の影響を受けた防波堤、護岸の修復、道路補修、コントロールタワーの建設等を行った。

本事業の実施は、インドネシア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分合致しており、妥当性は高い。年間総陸揚量、年間総漁獲取扱金額、岸壁使用料、コントロールタワーの運用状況は目標値に達しており、機能の回復が認められた。また受益者調査により、漁港の衛生環境の改善による水産物の質の向上への貢献や利便性の向上も確認された。更に、ジャカルタ漁港は300社を超える水産業者、4.6万人の労働人口を抱える漁港に成長しており、インドネシアの水産業の振興に貢献していることに加え、特に近隣の女性に対する雇用創出というインパクトも見られた。したがって、本事業の有効性・インパクトは高い。一方、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業で運営・維持管理を管轄する海洋水産省管轄のUPTと国営企業省管轄のPERUMという2つの組織の具体的な作業分担や責任の明確化ができておらず、運営・維持管理体制に問題が見られた他、人員体制、財務に改善の余地があったことから、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



ジャカルタ漁港(コントロールタワー)

1.1 事業の背景

インドネシアは、領海 317 万平方キロメートルと排他的経済水域 270 万平方キロメートルを合わせた、587 万平方キロメートルもの海洋に漁業権を有する世界第 3 位の海洋国家であり、漁業資源も豊富で、年間 800 万トンを超える水揚げ量がある。この豊富な水産資源の有効利用のため、特に海面漁業に直接関係するインフラ整備として、インドネシア全土に総計 589 漁港（2004 年）が整備されていた。そのうちの一つであるジャカルタ漁港は、審査当時、インドネシア国内にある 31 港ある国営漁港の一つであった。また、総トン数 200 トン（満載時）級の漁船が接岸可能な漁港であり、外洋漁業の水揚げ港であった。同港に対しては、1970 年代から 4 次にわたる円借款支援を行っており¹、インドネシアで最大の漁港となっている。しかし、ジャカルタ都市部の過度な地下水の汲み上げ等による地盤沈下の影響を受け、漁港内の主要施設の沈下が進み、浸水による機能低下が起こっていた。そのため、同漁港の機能維持および関連施設の有効利用のため、地盤沈下の影響を受けて沈下した主要施設である東西両岸壁の嵩上げ等、施設の沈下への対応が急務となっていた。

1.2 事業概要

ジャカルタ漁港において、地盤沈下の影響を受けて沈下した主要施設である東西両岸壁等の嵩上げ工事等を行うことにより、漁港機能の維持及び関連施設の有効利用を図り、もって海岸・海洋資源の効果的かつ持続的利用に寄与することを目的とする。

| | |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 円借款承諾額／実行額 | 3,437 百万円 / 3,382 百万円 |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 2004 年 3 月 / 2004 年 3 月 |
| 借款契約条件 | 金利 1.3%、返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド（コンサルタントはアンタイド） |
| 借入人／実施機関 | インドネシア共和国政府／海洋水産省漁業総局 (DGCF) |
| 貸付完了 | 2012 年 9 月 |
| 本体契約 | ・パッケージ 1 (Lot1) : TOA Corporation (東亜建設工業株式会社) (日本) / PT. Pembangunan Perumahan JO (インドネシア) (JV) ・パッケージ 2 (Lot2) : PT. Hutama Karya (Persero) (インドネシア) |

¹ 第 1 期および第 2 期事業では、基本的な港湾インフラが建設された。第 1 期で埋め立てによる造成地、護岸、防波堤、岸壁、灯台などが建設され、第 2 期で造成地に漁港に必要な冷凍施設、製氷工場、荷捌き場、管理事務所、排水路等が最低限必要な施設が建設された。第 3 期（エンジニアリング・サービス）で漁港、流通センター、水産関連産業の設立・発展の場等、ジャカルタ漁港が機能することを目指したマスタープランが策定された。第 4 期には、水産物の取扱量増大への対応と同港利用者の利便性の向上を図るため、漁港の拡張、近代的な汚水処理場の新設、管理事務所、生マグロ用の荷捌き場の新設等を行っている。

| | |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> ・パッケージ 3 (Lot3) : TOA Corporation (東亜建設工業株式会社) (日本) / PT. Pembangunan Perumahan JO (インドネシア) (JV) |
| コンサルタント契約 | オリエンタルコンサルタント (日本) / PT. Perentjana Djana (インドネシア) (JV) |
| 関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ : F/S) 等 | <ul style="list-style-type: none"> ・1974年 ジャカルタ漁港・魚市場建設整備に係る F/S ・2000年 円借款完成案件リハビリニーズ調査 ・2011年 卸売市場整備を通じた流通システム改善 (ポストハーベスト処理及び市場流通施設の改善) |
| 関連事業 | <円借款 (借款契約調印年月) > <ul style="list-style-type: none"> ・ジャカルタ漁港・魚市場整備事業(1) (1979年3月) ・ジャカルタ漁港・魚市場整備事業(2) (1980年6月) ・ジャカルタ漁港・魚市場整備事業(3) (1985年3月) ・ジャカルタ漁港・魚市場整備事業(4) (1993年11月) <技術協力> <ul style="list-style-type: none"> ・港湾の維持・管理技術の普及促進プロジェクト (2004年9月～2006年9月) ・水産政策アドバイザー派遣 (2013年3月～2015年3月) <国際機関等> <ul style="list-style-type: none"> ・世界銀行 : 海洋水産省の機構改革に向けた技術支援 (2004年) ・アジア開発銀行 : 漁港インフラ整備、海洋資源保全管理支援 ・世界銀行 : 水資源セクター (構造) 調整ローン (WATSAL) |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

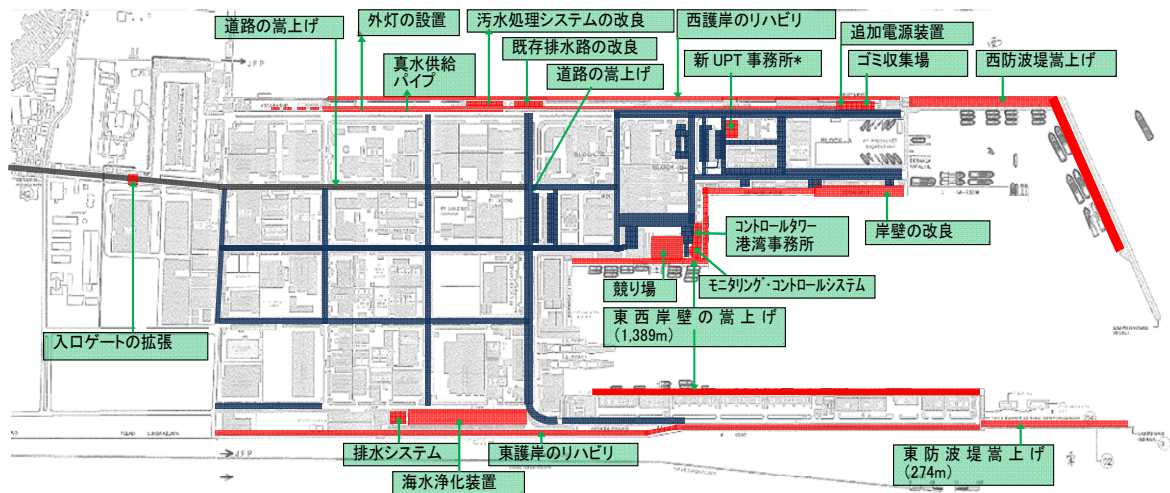
渡邊 恵子 (三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間 : 2014年9月～2015年9月

現地調査 : 2014年12月10日～12月22日、2015年3月16日～3月20日



* UPT:漁港管理機関

(出所) 実施機関提供地図を基に作成

図1 ジャカルタ漁港 (本事業の主要対象施設)

3. 評価結果 (レーティング : B²)

3.1 妥当性 (レーティング : ③³)

3.1.1 開発政策との整合性

審査時における国家開発計画 (PROPENAS) (2000年~2004年) においては、「経済回復、持続可能な経済成長の確保」を重点課題の一つとして捉え、既存のインフラ施設の修復・改善による機能維持を戦略として挙げていた。加えて、同計画の水産セクターにおいては、水産物の生産性、品質及び生産の向上、漁業従事者の収入増加を図ることを重点課題としていた。更に、海洋水産省漁業総局 (以下、「DGCF⁴」という。) が策定したマスタープラン (2003年) では、ジャカルタ漁港を水産業振興のための外洋魚港として重視しており、ジャカルタ漁港の機能回復という本事業の目的は同マスタープランにも沿ったものであった。

事後評価時点における国家中期開発計画 (PRJMN) (2010年~2014年) では、領海内の戦略的な開発及び海洋資源の保全を優先課題としている。更に、2014年10月からのインドネシア新政権は、「海洋国家構想」を前面に打ち出し、海洋資源の保護をはじめ、海洋インフラ整備を重視した政策を取っている。

以上により、本事業の目的は、審査時及び事後評価時点において、インドネシア国の開発政策と合致している。

² A : 「非常に高い」、B : 「高い」、C : 「一部課題がある」、D : 「低い」

³ ③ : 「高い」、② : 「中程度」、① : 「低い」

⁴ Directorate General of Capture Fisheries の略。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、ジャカルタ都市部の過度な地下水の汲み上げ等により、第1期事業で建設した岸壁や護岸が地盤沈下し、高波時に海水が流入し陸揚げに不便を来すばかりか、漁獲物の衛生的処理や加工工場の操業に支障が生じるようになっていた。ジャカルタ漁港は水産業、雇用創出の面でインドネシア経済にとって重要な位置を占め、漁港内のビジネスにも大きく影響を及ぼしていたところ⁵、本リハビリ事業は緊急性、重要性が高かったと言える。

事後評価時点で、ジャカルタ漁港は約4.6万人の雇用を生み、毎日総額約1億円の漁獲物を取り扱っており、引き続き同港のインドネシアにおける重要性は高い。また、地盤沈下は事後評価時点でも続いており、ジャカルタ漁港付近で年7～15cmもの沈下が起きている。地盤沈下はジャカルタ漁港のみならずジャカルタ市にとって現在も深刻な問題であるが、有効な対応策は見つかっていない。そのため、浸水を防御するための本事業のニーズは事後評価時点でも非常に高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時施行の海外経済協力業務実施方針（2002年4月）では、「経済成長に向けた基盤整備」を重点分野とし、対インドネシア国別支援として、経済改革を通じた持続的成長軌道への回復努力に不可欠な「経済インフラ整備」が掲げられていた。また、インドネシア国別業務実施方針（2003年10月）において、「民間主導の成長のための環境整備」を重点課題の一つとして挙げており、漁港及び関連施設のリハビリを通じた経済インフラ整備を行う本事業は、経済成長に寄与することから、当時の援助方針に合致していた。

以上より、本事業の実施はインドネシアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策に十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

（1）土木工事

本事業によるアウトプット（計画及び実績）を表1に示す。

⁵ ジャカルタ漁港は、31港ある国営漁港の全体の陸揚げ量約28万トン（1988年）の内、約6万トン（約22%）を占めており、重要な位置づけとなっていた。1980年代後半からは、国際市場におけるマグロの需要が急激に増加し、国際空港に近く、生鮮及び冷凍マグロを扱う施設が整った同港の役割は、水産業新興及び外貨獲得のために重要であった。また、審査当時は、約100社の民間会社が港内で稼働し、約3万人の雇用を生み出す世界でも有数の漁港基地であった。

表1 事業アウトプット比較（計画／実績）

| | 工事内容 | 計画 | 実績 |
|---------|----------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| パッケージ 1 | 1-1)東西岸壁 ⁶ の嵩上げ | 西側:574m、東側:775m 合計 1,349m | 西側:614m、東側:775m 合計 1,389m（西側 40m 追加） |
| | 1-2)西側防波堤 ⁷ の補修 | 600m | 594m（誤差は実測の結果） |
| | 1-3)コントロールタワー | 新設 | 計画どおり |
| | 追加工事 | - | 1) 東西防波堤の嵩上げ（西 745m、東 272m） 2) 水深 4.5m 岩壁の手前の浚渫 ⁸ 3) 港湾事務所建設 |
| パッケージ 2 | 2-1)ゲート付近の道路補修 | 距離 300m、幅 6m | 計画以外の場所も追加で実施。 （距離 6,250m、幅 6-18m） |
| | 追加工事 | - | 1) 西護岸 ⁹ のリハビリ 1,113m 2) 東護岸のリハビリ 1,500m 3) 既存排水システムの改良 |
| パッケージ 3 | 追加工事 | - | 1) 岩壁の増設 175m、幅 20m 2) 海水浄化システムの改良（アウトレットの設置場所の変更） 3) 造船所付近の護岸建設 4) 汚水処理場の改良 5) 真水供給システムの改良 6) ゴミ収集場設置（ゴミ収集車、圧縮車各 1 台調達） 7) 鏡り市場の設置（2 階建） 8) UPT 事務所増設（5 階建） 9) ソーラー外灯の設置（147 機） 10) モニタリング・コントロールシステム設置（CCTV 等） 11) 電源の追加（停電時のバックアップ） |

（出所） JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答・現地調査インタビューに基づき作成



写真 1：ジャカルタ漁港ゲート
（2008 年 1 月）



写真 2：ジャカルタ漁港ゲート
（事後評価時）

出所：DGCF

⁶ 岸壁 (quaywall)：貨物・漁獲物の陸揚げや船舶が係留できる施設。車止めや船舶のロープを括り付けるための柱、船舶と岸壁がぶつかって壊れないようなゴム製の緩衝材が設置されている。

⁷ 防波堤 (breakwater)：港内や海岸線を外海の波から守るために作られる建造物。

⁸ 浚渫：港湾などの底面をさらい、土砂などを取り去る土木工事のこと。

⁹ 護岸 (revetment)：背後用地を浸水から守るための施設で船舶等の係留はできない。



写真 3：漁港内道路（2008 年 1 月）
出所：DGCF



写真 4：漁港内道路
（事後評価時）



写真 5：嵩上げされた西側岸壁
（事後評価時）



写真 6：増設された漁港管理事務所 (UPT)
（事後評価時）



写真 7：汚水処理システム
（事後評価時）



写真 8：海水浄化システム
（事後評価時）

当初計画のアウトプットはほぼ計画どおり実施された。追加・変更が発生したのは、以下の理由からであり、いずれもジャカルタ漁港の機能を回復し、施設の有効利用を高めるための追加・変更であり、妥当であると判断できる。

- 工事期間中の 2007 年～2008 年に起きたジャカルタ市内全域における大規模な洪水により、敷地内の道路や排水路が損傷を受けるなど大きな影響を受けた（写真 1 及び 3 参照）。そのため、緊急洪水対策として、追加工事が必要とされた。
- 審査時に想定した以上に地盤沈下および海面上昇（気候変動の影響も推測される）

が進み、特に西側護岸からの浸水が激しく、本事業の工事に支障を来していたことから、計画スコープ以外の岸壁や護岸の更なる嵩上げが緊急に必要となり実施された。

- 洪水や施設の老朽化で不具合が生じた港内道路、排水路、東西護岸、洪水調整池および排水ポンプ等の施設について改良工事が必要となった。

なお、本工事は、経済性を重視した方法が採られた。例えば岩壁の嵩上げに使った杭は、長さは経済的な観点から既存のものと同じ水深 20m としたが、コンクリート杭を採用し、将来の嵩上げにも耐えられるよう強度を持たせる工夫をしている。また、防波堤の改良には、従来の防波堤を嵩上げして高くする方法ではなく、既存の防波堤の内側に矢板を打ちこんで土砂を入れ、マングローブを密生させることにより防波堤の幅を広げることで対応し、効率的かつ環境にやさしいアイデアを盛り込んでいる。



写真 9：マングローブを活用した防波堤
(2011年)



写真 10：事後評価時 (2014年12月)

出所：DGCF

(2) コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービスの投入量の計画と実績について表 2 に示した。外国人・国内コンサルタントの両方の人／月 (M/M) が増えているのは主に追加工事に伴う事業期間の延長のためであった。

表 2 計画時のコンサルティング・サービス投入量の比較 (計画／実施)

(M/M)

| | 計画 | 実績 | 差異 |
|-------------|-----|-------|--------|
| 外国人コンサルタント | 69 | 81.2 | 12.2 増 |
| ローカルコンサルタント | 217 | 285.2 | 68.2 増 |
| 合計 | 286 | 366.4 | 80.4 増 |

(出所) JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時に積算された総事業費は 4,056 百万円（うち円借款部分は 3,437 百万円）であった。総事業費実績値は 4,056 百万円（うち円借款部分は 3,382 百万円）であり、計画どおりであった（対計画比 100%）。

アウトプットの追加にもかかわらず総事業費が計画どおりとなった理由は、円高差益による¹⁰。工事契約はほぼ 100%ルピア建てであったため、円高差益による余剰分が活用された。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2004 年 4 月（借款契約調印）～2008 年 12 月（工事終了）の 57 カ月であったが、実際には 2004 年 4 月（借款契約調印）～2012 年 7 月（工事終了）の 100 カ月と計画を大幅に上回った（対計画比 175%）。

表 3 は、事業期間の計画と実績の比較を整理したものである。

表 3 事業期間比較（計画／実績）

| 項目 | 計画 | 実績 |
|---------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| コンサルタント選定 | 2004 年 4 月～2005 年 3 月（12 カ月） | 2004 年 4 月～2005 年 12 月（21 カ月） |
| コンサルティング・サービス | 2005 年 4 月～2009 年 12 月（57 カ月） | 2005 年 12 月～2012 年 12 月（85 カ月） |
| 詳細設計 | 2005 年 2 月～2005 年 11 月（10 カ月） | PKG1：2005 年 12 月～2007 年 1 月 PKG2：2007 年 3 月～6 月 PKG3：2010 年 8 月～10 月 （計 59 カ月） |
| 調達期間 | 2005 年 12 月～2006 年 12 月（13 カ月） | PKG1：2006 年 9 月～2007 年 4 月、 2007 年 11 月～2008 年 5 月 PKG2：2008 年 10 月、2009 年 1 月 PKG3：2010 年 12 月～2011 年 5 月 （計 31 カ月） |
| 土木工事 | 2007 年 1 月～2008 年 12 月（24 カ月） | PKG1：2008 年 12 月～2010 年 12 月 PKG2：2009 年 3 月～11 月 PKG3：2011 年 9 月～2012 年 7 月 （計 44 カ月） |
| 全体 | 2004 年 4 月～2008 年 12 月（57 カ月） | 2004 年 4 月～2012 年 7 月（100 ヶ月） |
| 瑕疵担保期間 | 2009 年 1 月～2009 年 12 月（12 カ月） | PKG1：2011 年 1 月～2011 年 12 月 PKG2：2010 年 12 月～2011 年 11 月 PKG3：2012 年 8 月～2013 年 7 月 （各 12 カ月） |

（出所）JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答・現地調査インタビューに基づき作成

¹⁰ 審査時では 1 円＝71.4 インドネシアルピアであったのに対し、工期中の 2008 年～2010 年は円の高騰が続き、実際 1 円＝110 インドネシアルピア（平均）であり、約 54%も高騰した。

遅延の主な原因は以下のとおりであった。

- コンサルタント選定が大幅に遅延したのは、入札書類の提出期限がインドネシア政府の調達規定（大統領第 80 号（2003 年））では公示後 3 週間以内となっていたが、JICA の調達基準では 2 カ月以内となっており、その調整に時間を要した。
- 工期中に発生した洪水対策及び地盤沈下等により、審査時に想定した以上の浸水が発生し、計画時のスコープだけでは浸水が防げなかったため、追加工事を実施することとなった。そのため詳細設計や工事に係る時間が延長された。

3.2.3 内部収益率（参考数値）：経済的内部収益率（EIRR¹¹）

審査時、EIRR は工事費、施設の維持・管理費（工事費の 1%）、将来の岸壁嵩上げ工事費を費用、リハビリテーションしない場合の逸失利益（地盤沈下による岸壁の年間利用可能時間の減少に起因する陸揚げ量の減少分）を便益、プロジェクト・ライフを 50 年として、20.3%と計算されていた。

一方、事後評価時での再計算では、便益の陸揚げ量のベースとなる魚類について、審査時と同じ種類の統計がとられていなかったため、全く同じ条件での比較はできなかった。そのため、他の代表的な種類で代替して再計算した値は 25.9%となり、審査時を若干上回っている¹²。

以上より、本事業の事業費については計画どおりであったものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性¹³（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

表 4 のとおり、審査時に設定された 4 つの運用・効果指標は、2016 年の目標値を上回っており、目標は達成されている¹⁴。ただし、コントロールタワーの利用については、タワーには職員が常駐しておらず、モニタリングは勤務時間内に監視用カメラ（以下、「CCTV」という。）を通じてタワーに併設したモニタリング室で行われていたのみであった¹⁵。コントロールタワーは漁船の監視と港内の環境保全が目的で建設され、タワーにも職員を常駐させ目視及び CCTV での 24 時間モニタリングを実施すること

¹¹ Economic Internal Rate of Return

¹² 審査時ではマグロ（生鮮、冷凍、缶詰）、マグロ以外の魚（国内用、輸出用）、エビで計算。事後評価時では、マグロ（生鮮、冷凍、缶詰の区別なし）、スマ（マグロの仲間）、カツオ、イカ、その他の魚で代替した。

¹³ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹⁴ 漁獲物陸揚げ量と取扱金額の推移が必ずしも比例していないのは、陸揚げ量が多いマグロ類の単価が一定ではないためと考えられる。

¹⁵ 漁港の監視については、基本的にタワーで目視するとともに、タワーから見えない場所やより詳細に確認するため、CCTV でのモニタリングの両方を実施することが期待されている。監視状況については事後評価時の実査にて確認。

が期待されている。よって、運用指標「コントロールタワー（保安管理施設）利用日数」については、目標値である 365 日は達成されているが、職員の常駐と目視が実施されておらず、コントロールタワーの有効活用の余地が更にあると考えられる。

なお、本事業の目的は地盤沈下により悪化した機能の回復であり、目標設定は完成予定の 2009 年の 7 年後である 2016 年に設定されていた。基準値の 2001 年から 15 年後の 2016 年を目標値に設定することは、その間に他の外部要因の影響も大きいと考えられ¹⁶、目標値の設定は過小評価であったと考える¹⁷。本事業の中間レビュー（2009 年実施）でも指摘されているように、リハビリ事業として効果の発現を早期に期待し、通常の事後評価実施時期である事業完成 2 年後に設定すべきであった。

表 4 運用・効果指標

| 指標名 | | 基準値 2001 年 (審査年) | 目標値 2016 年 (事業完成 7 年後) | 実績値 2011 年 (事業完成 1 年前) | 実績値 2012 年 (事業完成 年) | 実績値 2013 年 (事業完成 1 年後) |
|----------|----------------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 効果 指標 | 漁獲物の年間総陸揚量（トン/年） | 35,760 | 35,760 | 101,189 | 104,854 | 113,342 |
| | 漁獲物の年間総取扱金額（ルピア/年） | 1,673,000 百万 | 1,673,000 百万 | 1,931,197 百万 | 2,357,590 百万 | 3,093,454 百万 |
| | 年間岸壁使用料収入（ルピア/年） | 2,350 百万 | 2,350 百万 | 6,080 百万 | 6,790 百万 | 7,658 百万 |
| 運用 指標 | コントロールタワー（保安管理施設）利用日数（日/年） | 0 (2003 年) | 365 | 365 | 365 | 365 |

（出所）JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答・現地調査インタビューに基づき作成

図 2 にジャカルタ漁港における年間漁獲総取扱量¹⁸を示した。

漁獲物の年間総陸揚量（トン/年）は年々増加傾向にあり、2009 年から 2013 年までの 4 年間で年間約 13 万トンから 25 万トンへと 2 倍近く伸びており、ジャカルタ漁港における陸揚げ量の増加を示している。また、表 5 にジャカルタ漁港を利用する船舶数の推移を示した。ジャカルタ漁港に入港する船舶が増加しているとともに、入港する船舶の中で陸揚げをする船舶の割合が増えている。例えば、2008 年では 3,276 隻入港した内、1,493 隻（45%）しか陸揚げしなかったのに対し、2013 年には、4,396 隻入港した内、3,911 隻（89%）が陸揚げをしている。実施機関や漁船乗組員へのインタ

¹⁶ 例えば、漁獲物の年間総陸揚量や総取扱金額は、本事業による岸壁の嵩上げのみに影響されるものではなく、漁業従事者数や漁獲物の単価、インドネシアの経済動向等他の外部要因の影響も大きいと考えられる。

¹⁷ 目標値を 7 年後に設定した背景理由については明確な理由は分からなかったが、ジャカルタ漁港は外洋漁港としてマグロ類の陸揚げを多く取り扱っており、審査当時、特にマグロの資源管理の観点から、全世界的にマグロの漁獲量の水準を増加させない措置をとっていたことが考慮されたとも考えられる。

¹⁸ 漁船からの陸揚げ及び国内の他の場所から陸・海上輸送により搬入された水産物を含めたもの。

ビューでは「洪水が起きたときにはジャカルタ漁港では陸揚げできないため寄港できず、近隣の漁港を利用しなければならなかった」との回答もあり、入港船舶に対する陸揚げ船舶の比率が高くなったのは、ジャカルタ漁港の陸揚げ機能の回復の貢献によるところが大きく、本事業による有効性の発現であると考えられる。

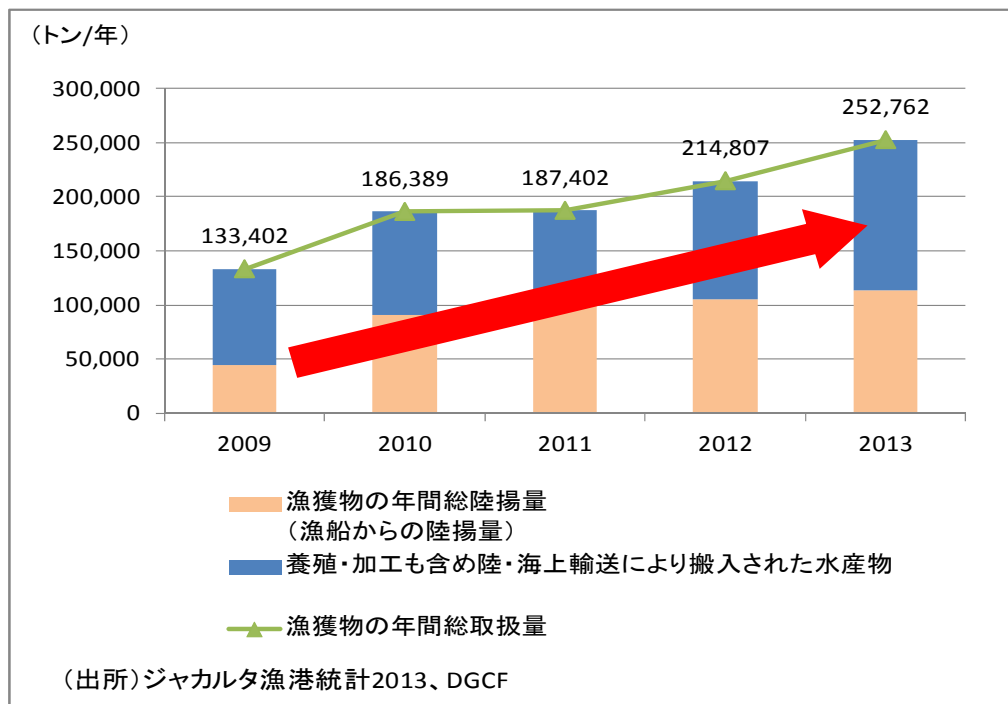


図2 ジャカルタ漁港の年間漁獲総取扱量

表5 ジャカルタ漁港を利用する船舶

| 船舶 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 登録漁船* (隻) | 1,181 | 1,178 | 1,259 | 1,309 | 1,382 | 1,478 |
| 入港船舶 (隻) | 3,276 | 3,400 | 3,478 | 3,890 | 4,075 | 4,396 |
| 出港船舶 (隻) | 3,166 | 3,370 | 3,383 | 3,817 | 3,968 | 4,208 |
| 陸揚げした船舶 (隻) | 1,493 | 2,704 | 2,983 | 3,496 | 3,588 | 3,911 |

*：ジャカルタ漁港をベースとして登録している漁船。

(出所) ジャカルタ漁港統計資料 2013、DGCF



写真 11：ジャカルタ漁港に入港した船舶
(事後評価時)

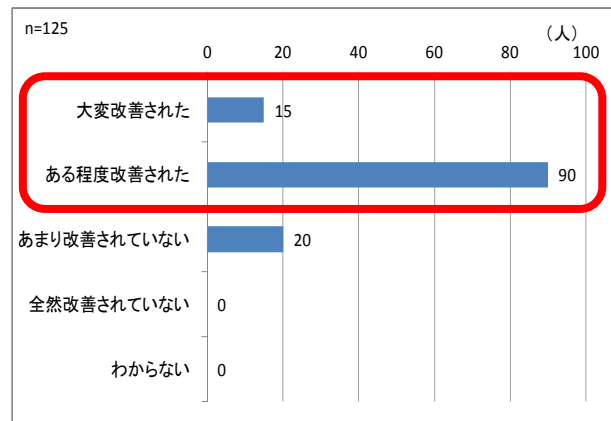


写真 12：岩壁での陸揚げ風景
(事後評価時)

3.3.2 定性的効果

本事業による定性的効果として、以下の漁港環境の改善、衛生環境の改善、そして港利用者の利便性の向上の3項目が挙げられる。

本事業による効果とインパクトを図るため、ジャカルタ漁港内の港湾関係者、水産関係者、近隣住民等、計125人を対象とした受益者調査を実施した¹⁹。



(出所) 受益者調査結果

図3 事業による漁港の環境改善に対する評価

3.3.2.1 漁港環境の改善

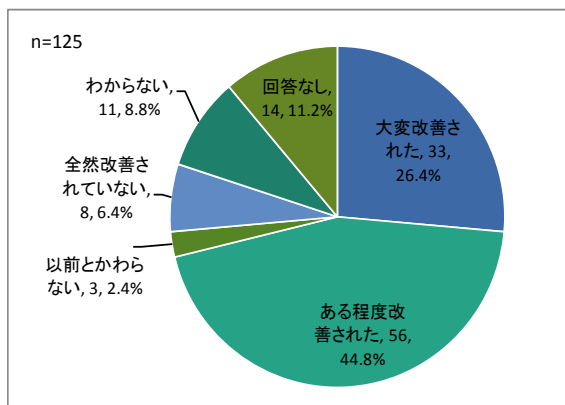
本事業により漁港の環境が改善されたと回答した人は、「大変改善された」と「ある程度改善された」合わせると105人(84%)となり、ほとんどの人が本事業による環境改善を実感している(図3参照)。改善の理由の多くは、漁港内で洪水がなくなったこと(46人、36.8%)と、道路アクセスが改善したこと(37人、29.6%)を挙げる人が多かった。したがって、本事業が実施した洪水や浸水に対する対策の効果が発現されたためであるといえる。

3.3.2.2 衛生環境の改善

受益者調査の結果、図4のとおり、事業実施後の水産物の質について「大変改善された」と回答した人は33人(26.4%)、「ある程度改善された」と回答したのは56

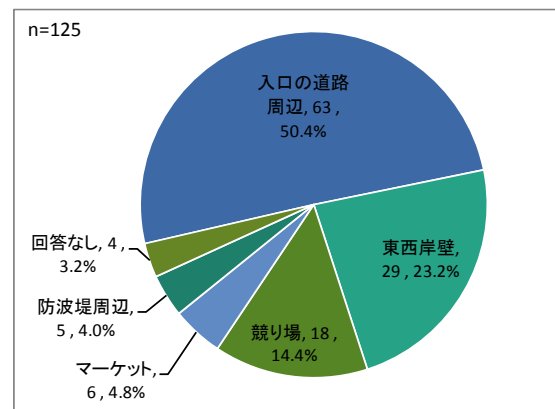
¹⁹ 受益者調査は、ジャカルタ漁港内の水産卸売業者23人(18.4%)、水産小売業者15人(12.0%)、漁船員14人(11.2%)、水産加工業者29人(23.2%)、漁港内の労働者(銀行職員、トラック運転手、自転車レンタル会社職員、機械工等)35人(28.0%)、漁港近隣住民9人(7.2%)の計125人から聞き取りを行った。男女比は男性105人(84%)、女性20人(16%)であった。

人（44.8%）で、合わせると 7 割以上の人水産物の質の改善を実感している。その理由として、改善があったと回答する 89 人中 79 人（88.7%）が洪水の減少、67 人（75.2%）が衛生環境の改善を挙げていた。更に、受益者へのインタビューでは、本事業で供与したゴミ処理用のバックホー²⁰や圧縮車によるゴミ処理が効率的に実施できるようになったとの回答もあった。岸壁や道路等の嵩上げを行い洪水を防除し、また、汚水処理場の改良やゴミ処理の改善を行い衛生環境の改善を行った本事業による効果が高いことが伺える。衛生環境が改善された場所は、図 5 に示したとおり、特に入口の道路周辺が良くなったと挙げる人が約半数の 63 人（50.4%）、陸揚げを行う東西岸壁を挙げた人は 29 人（23.2%）おり、本事業による効果であることがわかる。



(出所) 受益者調査結果

図 4 水産物の質の改善



(出所) 受益者調査結果

図 5 衛生環境が改善された場所

3.3.2.3 港利用者の利便性の向上

港の利便性の向上について質問した結果を表 6 に示した。表 6 の (1) の回答のとおり、事業実施前は洪水により水産物を売ることができない、陸揚げ、輸送、加工工場の操業の停止など、浸水が港内の水産活動に影響を及ぼしたと回答する人が半数以上（69 人、55.2%）いた。また、「アクセス道路の浸水により漁港へ入ることも非常に難しかった」と回答する人も 30%と多く、道路の浸水が大きな障害となっていたことが伺える。本事業による効果については、「港へのアクセス道路」を挙げる人が 82.4%と多く、アクセス道路の改善が目に見える改善効果として高い評価が得られている。道路以外では、岸壁の嵩上げにより浸水が防御されていると感じる人も多い（57.6%）。総合的には、101 人（80.8%）が「事業実施後に港は使いやすくなった」と回答しており（表 6 (4) 回答参照）、本事業により港の利便性が向上したことが確認できた。

²⁰ 「3.5.4 運営・維持管理の状況」の写真 18 参照。

表 6 利便性の向上

| 質問項目 | 回答結果 (サンプル数 125 人) |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) 事業実施前、浸水によりどのような影響を受けましたか (自由回答) | <ul style="list-style-type: none"> ・ 仕事ができなかった (魚を売ることができなかった、水産物を輸送することができなかった、工場に浸水してきて働けなかった、陸揚げが難しかった、収入が減った等) 69 人 (55.2%) ・ 道路の浸水で港へのアクセスが非常に難しかった 38 人 (30.4%) ・ 洪水がひどく家に水が浸入した 12 人 (9.6%) ・ その他 (船がいつも遅れた、回答なし) 6 人 (4.8%) |
| (2) 本事業で整備した施設の中で、何が一番あなたにとって役立っていますか | <ul style="list-style-type: none"> 1. 港へのアクセス道路 103 人 (82.4%) 2. 嵩上げた東西岸壁 7 人 (5.6%) 3. 防波堤のリハビリ 3 人 (2.4%) 4. 排水溝の改善 3 人 (2.4%) 5. 新設した競り市場 2 人 (1.6%) 6. 改修したサテライト外灯 2 人 (1.6%) 7. 港湾管理事務所の建設 1 人 (0.8%) 8. 新しいゴミ捨て場 1 人 (0.8%) 9. 回答なし 3 人 (2.4%) |
| (3) その他役立ったのはどの施設ですか | <ul style="list-style-type: none"> 1. 嵩上げた東西岸壁 72 人 (57.6%) 2. モニタリング・コントロールシステム 10 人 (8.0%) 3. 港湾管理事務所の建設 8 人 (6.4%) 4. 防波堤のリハビリ 6 人 (4.8%) 5. 港へのアクセス道路 6 人 (4.8%) 6. 排水溝の改善 4 人 (3.2%) 7. 海水浄化システム 4 人 (3.2%) 8. 改修したサテライト外灯 2 人 (1.6%) 9. 新しいゴミ捨て場 2 人 (1.6%) 10. 新設した競り場への水供給 2 人 (1.6%) 11. 回答なし 9 人 (7.2%) |
| (4) 本事業により港が使いやすくなりましたか | <ul style="list-style-type: none"> 1. はい 101 人 (80.8%) 2. 前と同様 21 人 (16.8%) 3. 回答なし 3 人 (2.4%) |

(出所) 受益者調査結果

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 漁業・水産加工業の振興

ジャカルタ漁港内の労働人口及び水産業者数の推移は図 6 のとおりである。事後評価時点でジャカルタ漁港では、352 社の水産業者社がカツオ節、冷凍エビ、冷凍マグロ、すり身加工などの加工工場を操業しており、そして 4.6 万人もの労働人口を擁している。水産業者数は、2010 年と比較しても 133 社から 2013 年には 352 社と 3 年間で約 3 倍に伸び、労働人口は事業実施前 (2004 年) の約 3.6 万人から比べると、2013 年には 4.6 万人と約 1 万人 (26.5% 増) 増加しているなど、事業実施前よりも漁業生産活動が活発になっていることが分かる。また、労働人口の 70% 以上が民間セクターに雇用されており (図 7 参照)、ジャカルタ漁港は大きな労働市場を提供していると言える。従って、本事業はジャカルタ漁港の生産活動および雇用創出に貢献したと考えられる。

漁港を管理する海洋水産省漁業総局直轄の漁港管理機関（以下、「UPT」と言う。）によれば、事業実施前は浸水により操業に支障を来し、ジャカルタ漁港から撤退した水産業者も多かった。しかし、本事業実施により、漁港の機能が回復し、再び操業を開始する業者や、利便性が高くなったことで新しく参入する民間企業も増えており、ジャカルタ漁港への投資需要が高くなっている。更に、下記コラムに書いたとおり、水産加工業者の従業員は圧倒的に女性が多く、本事業による機能回復がジャカルタ漁港周辺の女性の雇用機会および収入の拡大に大きなインパクトを生じさせた。

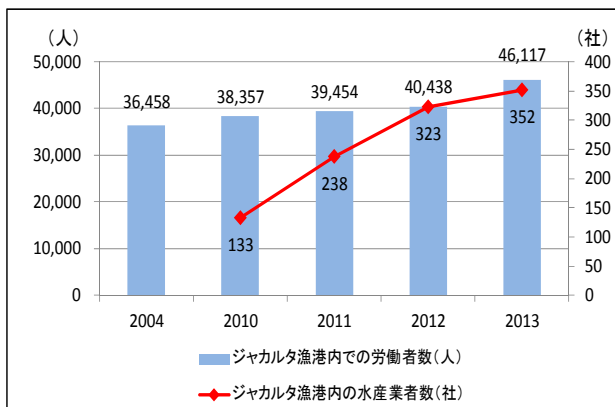
以上により、ジャカルタ漁港は取扱量でインドネシア最大の漁港であり、プロジェクトによるジャカルタ漁港の機能回復は、インドネシアの漁業・水産加工業の振興にも一定程度貢献していると言える。



写真 13：受益者調査（漁船員）

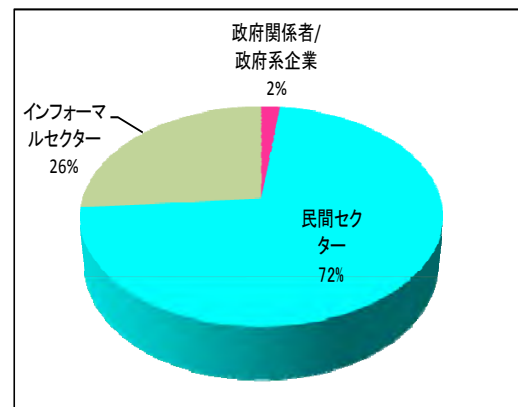


写真 14：受益者調査（港内労働者）



(出所) 実施機関への質問票回答結果

図 6 漁港内の労働人口・水産業者数の推移



(出所) ジャカルタ漁港統計資料（2013）
DGCF

図 7 漁港内の労働人口内訳（2013）

<コラム：水産ビジネス向上による周辺女性の新規雇用の創出>

(事例 1)

養殖エビの加工を行い、アメリカに輸出している F 社は、2008 年の洪水時には工場外では約 1m、工場内にも約 50cm の水が浸入し操業に支障を来した。従業員もア

クセス道路の浸水で車高の高いバスやトラック等を利用して通勤するしかなく、従業員の中には出社が出来ず、辞める人もいたという。商品を輸送するトラックも運行できなくなるなど、操業を一時ストップする時期もあった。また、エビの加工作業は女性の仕事であり、F社の従業員の約85%が女性である。女性従業員はほとんどが契約社員であり、操業がストップすれば即収入機会を失うこととなった。

本事業実施後は、漁港の浸水が起こらなくなったことで、流通の問題もなく、生産量も増加させることができたため、ビジネスの向上に繋がったという。その結果、新たに300人の女性従業員を雇用することとなり、そのほとんどは漁港周辺の住民であった。なお、事後評価時点では約850名の女性従業員がF社で働いていた。

(事例2)

K社のジャカルタ漁港での操業は2009年であり、ヨーロッパやアジアに冷凍魚や加工した缶詰を輸出してきた。洪水時にはK社の前の道路が膝上まで浸水するなど、アクセスさえ難しい時期もあった。また、外部からバイヤーが来たが、浸水状態の港内を見て衛生面で悪い印象を与えてしまい、ビジネスに繋がらないなど、大きなダメージを受けた。

本事業実施後は、高潮の時にはまだ多少浸水は起きているが、アクセスや衛生面で大きく改善し、ビジネスも好転した。そのおかげでカツオ節加工という新しいビジネスに参入することとなり、新たに加工用に漁港周辺の女性従業員を約50人雇った。女性従業員へのインタビューでは、「以前は家から離れた所で働き通勤費用も嵩んでいたが、近所に働き場所が見つかりとても助かっている」、「洪水時には家も浸水し、遠くに引っ越して職場も変えなければならなかったが、洪水がなくなり戻ってくることができ仕事も見つかった」、といった回答が多かった。また、「収入の向上にもつながった」と回答する女性もいた。

以上のように、水産加工工場の作業では女性労働者の役割が大きく、本事業による水産業の振興が女性の雇用機会及び収入の増大に貢献していることが確認された。



写真 15 : F 社のエビ加工作業場
(事後評価時)



写真 16 : K 社のカツオ節作業場
(事後評価時)

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業の工期中の環境モニタリングは実施機関へのインタビューによると、DGCF、UPTを中心に定期的に行われており、本事業による自然環境への負のインパクトは発現していない。

一方、本事業は防波堤に現地の植生であるマングローブを利用した防波堤を建設しており、景観的にも良い印象を与えるなどの正のインパクトを出している。「環境に配慮した漁港」との認識が定着している。受益者調査の際のインタビューでも、港内に緑が多く公園のように整備され、きれいになっていると評価する人も多かった。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業による住民移転・用地取得は発生しなかった。

3.4.2.3 その他の正負のインパクト

(1) ジャカルタ漁港で採用されたアプローチの普及の可能性

上述したように、マングローブを利用した防波堤や、本事業で改修した「海水浄化システム」²¹は実施コンサルタントによるアイデアから発案されたものである。これらの手法は世界的にも珍しい事例であり、コンサルタントにより学会発表なども行われている²²。第1期で実施した竹杭・竹マットを使った護岸・防波堤も含め、ジャカルタ漁港で採用したアプローチは効率的なものであり、途上国での採用方法として国内外でも注目されている。これらのアプローチが国内外の他の漁港で適用された事例はまだないが、今後ジャカルタ漁港のアプローチが普及する可能性はある。同アプローチは、第1期から同じコンサルタントが関わり、ジャカルタ漁港の機能強化に情熱を注いだ日本の実施コンサルタントのアイデアの賜物であり、実施機関をはじめ漁港関係者からの評価が非常に高く、日本との信頼関係強化にも貢献しているといえる。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

²¹ 大型ポンプ等を使わずに、潮位差を利用した港内海水の浄化を行うシステム。潮位差を利用しているので効率的で維持管理も容易である。上げ潮時には浮遊しているごみや油ごと調整池に流入させ、スクリーンにごみをためる。ごみの処理を行わないと海水は滞留してしまうが、きちんとごみを取り除く処理をすれば海水が浄化され調整池に流れ込み、潮が引くときに港外の海に浄化された海水が排水される仕組み。

(<https://libportal.jica.go.jp/fmi/xsl/library/public/ProjectHistory/jakarta/2003.pdf> (日本語) に記載)

²² <https://libportal.jica.go.jp/fmi/xsl/library/public/ProjectHistory/jakarta/jakarta-p.html> (日本語) に詳細が記載。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

ジャカルタ漁港の維持管理は UPT と国営企業省管轄の漁業公社（以下、「PERUM」という。）の 2 つの機関で実施されている。基本的に、公共施設の維持管理は UPT、商業施設の維持管理を PERUM が実施する役割となっている。したがって、本事業で整備した施設のほとんどを UPT が維持管理することとなっているが、細かい維持管理になると審査当時より指摘されていた 2 つの機関の作業分担や責任の所在が曖昧なままとなっていた²³。例えば、民間企業が港内に進出する際は PERUM との契約の下、隣接する排水路も一緒に建設することとなっているが、民間企業と PERUM との契約の内容は UPT には共有されないため、どの程度のキャパシティの排水路を作るのか、どう維持管理していくのかといった情報は UPT には伝わっていない。そのため、原則的に排水路は公共施設として UPT が維持管理するが、工場によっては、高潮時には溢れ出てしまうようなキャパシティの低い排水路しか作っていないところもあり、その改善・維持管理の責任の所在が曖昧となっている。

また、UPT によると、工場からの排水は本事業で改善した污水处理施設を通じて流すか、工場自体で処理して排出することとなっているが、ごく一部で直接排水を流している工場もあるという。UPT は、工場に対し警告を出しているが、UPT も商業施設の運営・維持管理を担う PERUM も操業を停止するなど規制する権限はないなど、污水处理一つにしても運営・維持管理の問題が生じている。

UPT と PERUM の 2 つの機関のこのような問題は、ジャカルタ漁港のみならず DGCF が管轄する他の漁港でも同様の問題が起きているため、海洋水産省としても問題視しており、両機関の間での合意文書案を策定している。事後評価時点ではまだ両者間での合意がなされていないが、改善する方向は確認された²⁴。

人員体制については、UPT の 2014 年 12 月時点の職員数は計 207 人であり、そのうち維持管理担当職員は 107 人であった。本事業で実施した施設の維持管理業務の体制は表 7 のとおりである。事後評価時の実査で、港湾内の道路、緑化、排水路、ゴミ処理等の清掃員は毎日働いており、人数的には十分であると見受けられた。ただし、オペレーター²⁵については、海水浄化装置に常駐している人がおらず、また上述したようにコントロールタワーで 24 時間のモニタリングを行うためには、2 人の配置では足りない。そのため、更なる施設の有効利用のためには、必要な施設への職員の配置が望まれる。例えば、海水浄化装置では交代制をとって 2 人、コントロールタワーでは 24 時間運用のために、シフト制で 4～6 人の職員の配置が必要であると考えられる。

²³ JICA から海洋水産省に対し、2 つの機関の維持管理における責任分担を更に明確にするよう包括的な維持管理ガイドラインの策定等を含め、複数回申し入れを行っていたが、実施されていなかった。

²⁴ DGCF 関係者とのインタビューによる。

²⁵ 例えば、海水浄化装置のオペレーターの役割りは、手作業で排水路を開け閉めすることであり、污水处理システムのオペレーターは、排水される水量を考慮して、排水処理機材を運転管理する作業をする。

PERUM（ジャカルタ漁港支部）の職員数は2014年12月時点で104人である。本事業においては、ほとんどの施設が公的施設であるため維持管理はUPTが実施しているが、PERUMは競り市場の維持管理を担当している。PERUMへのヒアリングにおいて、維持管理のための人数は十分との回答があり、維持管理の人員体制には問題は見られなかった。

以上より、運営・維持管理を管轄する2つの組織の具体的な作業分担や責任の明確化ができていなかったり、人員の不足など、運営・維持管理における体制面での問題がみられた。

表7 維持管理の人員体制および実施頻度

| | 項目 | 頻度 | 人数（人） | |
|----|-------------------------|----|--------|-----|
| | | | オペレーター | 清掃員 |
| 1 | 岩壁 | 毎日 | — | 20 |
| 2 | 防波堤 | — | — | — |
| 3 | コントロールタワーおよびUPT | 毎日 | 2 | 6 |
| 4 | アクセス道路 | 毎日 | | 15 |
| 5 | 護岸 | — | — | — |
| 6 | 主要排水路、池、ポンプ室、ポンプおよび電力供給 | 毎日 | 3 | 2 |
| 7 | 海水浄化装置 | 毎日 | — | 2 |
| 8 | 競り市場 | 毎日 | — | 6 |
| 9 | 汚水処理場、ポンプ、排水装置 | 毎日 | 6 | 2 |
| 10 | マンホール室、ポンプ、パネル | 毎日 | 3 | 2 |
| 11 | 排水施設 | 毎月 | — | 6 |
| 12 | 新UPT事務所 | 毎日 | | 6 |
| 13 | ゴミ収集場 | 毎日 | — | 2 |
| 14 | PJU（太陽パネル） | 毎日 | 3 | — |
| 15 | 電気システム | 毎日 | 3 | — |
| 16 | 排水路 | 毎日 | — | 10 |

（出所）JICA 提供資料

3.5.2 運営・維持管理の技術

岸壁や護岸など基礎的な施設に関しては、運営・維持管理に技術的問題はない。ただし、その他の維持管理に関する技術面での懸念がみられた。UPTによると、簡単な修理を行える職員は3～4人いるが、能力向上を目的とした研修はOJT以外の機会は限られており、専門的な技術者は不足しているとの回答があった。よって、通常は運営・維持管理にはマニュアル等を活用しており問題はないが、問題があった際に即座の対応ができない状況である。例えば、汚水処理システムの排水に関する環境モニタリングは外部の研究機関に委託しているが、報告書を見て必要な対応を判断できるような技術者はいない。水質に関するモニタリングは、排水処理システム内の水のみならず、漁港内外の海水のモニタリングを内部的に実施すべきであり、また、必要な対応を判断できるような職員の育成が望まれる。

また、海水浄水システムや排水処理システムを更に有効活用するためには、単に機械的に決まった量や時間に合わせて運用するのではなく、天候情報、雨量、潮位の状況などを把握しつつ、排水や浄化のための処理の量や時間の調節、予測が実施できる人材の育成や配置が望ましく、今後改善の余地がある。

以上より、技術的に大きな問題は見られないものの、予防的メンテナンスに対する経験が十分ではなく、また、本事業で整備した施設の有効活用のためには適切な人材の配置も必要であると考えられ、技術面で軽度の問題があると判断する。

3.5.3 運営・維持管理の財務

UPTはDGCFの下部組織のため、予算は国家予算からDGCFを通じて配賦されている。またジャカルタ漁港の入場料はUPTが管理しているが、国庫に入れており、入場料をそのままUPTが使うことはできない。維持管理予算については、表8に示したが、DGCFやUPTによると十分とは言えないものの、現状を維持できる程度の財政は確保されているとの回答があった。

表8のとおり、本事業でリハビリした施設用にDGCFからUPTに割り当てた2013年の維持管理予算は約14.5億ルピア、2014年では16.9億ルピアである。漁港の施設に必要な年間維持管理費は16億ルピアと推計されており²⁶、維持管理予算はほぼ充足されている。実際これら維持管理費の内訳は、清掃やスペアパーツの購入がほとんどであり、運営に支障を来すような財務の問題は起きていない。しかし、事後評価時点においても、浸水の原因となっている排水路の補修や改良、護岸の補修など工事を伴う維持管理費が新たに必要となっていたが、このような工事を伴う維持管理作業の予算手当はなく、問題があった場合に迅速な対応はできない、という問題が見られた。また、想定以上の地盤沈下は事後評価時点においても続いており、脆弱箇所を事前に補修するなどの対応も必要である。

PERUMは独立採算性を取っており、敷地内の民間業者との土地の貸付契約料金、岸壁使用料、作業場使用料、港内の給水・給油所の収入など、港内収入のほとんどが財源となっている。港内への民間企業の投資も増えており、財政的には問題はない。維持管理予算は年間約10億ルピア（用途は保冷倉庫・倉庫棟の維持管理および補修、外壁補修代等）が確保されている。

以上より、現状を維持できる程度の財政は確保されているが、一定程度の工事を伴う維持管理の費用の確保がされていないことから、財政面に若干の懸念が残る。

²⁶ 「ジャカルタ漁港・魚市場整備事業（IV）」の事後評価報告書
(http://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2004_IP-403_4_f.pdf)。

表 8 本事業でリハビリした施設の維持管理費（実績）

（単位：ルピア）

| | 施 設 | 2013 年 | | 2014 年 | |
|----|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------|
| | | | | | |
| 1 | UPT 事務所とコントロールタワー | 建物 エレベーター 給水ポンプ | — 24,000,000 5,000,000 | 建物 給水ポンプ | 137,500,000 5,000,000 |
| 2 | 主要排水路、ポンプ室、西側ポンプ用電力供給 | 給水ポンプ 貯水池 | 241,500,000 22,500,000 | 給水ポンプ | 10,000,000 |
| 3 | 海水浄化システム | 建物 | 34,000,000 | | |
| 4 | 主要排水路、ポンプ室、東側ポンプ用電力供給 | 給水ポンプ 電力 貯水池 建物 | 64,250,000 12,589,000 15,000,000 120,000,000 | 給水ポンプ | 75,000,000 |
| 5 | 新設した競り場の陸揚げセンター | 建物 排水路 給水システム | 20,000,000 55,350,000 13,500,000 | | |
| 6 | 機械、電力供給、ポンプ | 給水ポンプ 電力 パネル | 106,000,000 16,637,000 100,090,000 | 電力 給水ポンプ | 28,200,000 12,000,000 |
| 7 | CCTV システム | システム | 9,000,000 | システム | 10,000,000 |
| 8 | 新 UPT 事務所 | 建物 エレベーター | 48,000,000 24,000,000 | 建物 給水ポンプ エレベーター | 175,000,000 5,000,000 54,000,000 |
| 9 | 電力室 | 電力供給 | 18,225,000 | 電力供給 | 29,600,000 |
| 10 | 太陽パネル | — | — | — | — |
| 11 | 汚水処理システム、マンホール室 | 給水ポンプ、 パネル、マン ホール 汚水処理システム | 60,000,000 70,695,000 | 給水ポンプ、 パネル 建物 汚水処理システム | 210,000,000 60,000,000 715,982,000 |
| 12 | 真水供給システム、タンク/水槽 | — | — | — | — |
| 13 | 仮ごみ処理場 | — | — | — | — |
| 14 | 港内緑化 | 維持費 | 200,000,000 | 維持費 | 100,000,000 |
| 15 | 排水路 | 浚渫 | 60,000,000 | 浚渫 | 60,000,000 |
| | 合計 | | 1,446,836,000 | | 1,687,282,000 |

（出所）JICA 提供資料

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備した施設の維持管理状況はおおむね良好であった。しかし、上述したとおりコントロールタワーや海水浄化システムの運用等、更なる改善の余地がある施設も見受けられた。例えば、ジャカルタ漁港に入港する漁船の接岸がコントロールされていないのも一例であり、接岸できずに漁獲物を船から横づけにされた隣の船に移動させて陸揚げしていることもあった。

一方、漁港全体としては、護岸や排水路が破損している箇所、港内の道路の一部が破損し水たまりができている箇所などが確認された。更に、UPT は汚水処理場から排出される水の水質モニタリングは実施しているが、海に排出された後の港内外の海水

のモニタリングは行っていなかった。上述した通り、一部であるが、工場からの汚水を処理せずに排水している企業もあり、漁港内外の海水の定期的な水質モニタリングの実施も有益である。同様に、写真 19 に見られるように、地盤沈下の影響で 2009 年に本事業で設置した標準杭の周りのコンクリートが事後評価時点で約 80cm 下に引きちぎられているなど現在も深刻な地盤沈下が続いているが、地盤沈下に対する定期的なモニタリングの実施もなされていなかった。

以上より、維持管理の実施状況はおおむね良好であるものの、一部問題や改善すべき点等軽度の問題があると判断できる。



写真 17：破損で水たまりができています
港内道路（事後評価時）



写真 18：供与したバックホーを使用した
ごみ収集（事後評価時）



写真 19：漁港内に設置された標準杭
（2009年設置）（事後評価時）



写真 20：港内の清掃・植生管理風景
（事後評価時）

以上より、本事業の体制、財務状況および管理状態に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、地盤沈下の影響を受けて沈下した岸壁等の主要施設の嵩上げ工事を行い、漁港機能の回復及び関連施設の有効利用を図ることを目的とした事業である。対象岸壁は第1期事業（1982年完成）で建設したものであり、本事業では岸壁の嵩上げに加え、同じく地盤沈下の影響を受けた防波堤、護岸の修復、道路補修、コントロールタワーの建設等を行った。

本事業の実施は、インドネシア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分合致しており、妥当性は高い。年間総陸揚量、年間総漁獲取扱金額、岸壁使用料、コントロールタワーの運用状況は目標値に達しており、機能の回復が認められた。また受益者調査により、漁港の衛生環境の改善による水産物の質の向上への貢献や利便性の向上も確認された。更に、ジャカルタ漁港は300社を超える水産業者、4.6万人の労働人口を抱える漁港に成長しており、インドネシアの水産業の振興に貢献していることに加え、特に近隣の女性に対する雇用創出というインパクトも見られた。したがって、本事業の有効性・インパクトは高い。一方、事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。本事業で運営・維持管理を管轄する海洋水産省管轄のUPTと国営企業省管轄のPERUMという2つの組織の具体的な作業分担や責任の明確化ができておらず、運営維持管理体制に問題が見られた他、人員体制、財務に改善の余地があったことから、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) UPTとPERUMとの役割及び責任の明確化

漁港の運営・維持管理について、基本的に、公共施設の維持管理はUPT、商業施設の維持管理をPERUMが実施することになっており、大まかな役割については定まっている。しかしながら、実際の運営・維持管理に関し、工場からの汚水、工場付近の排水路の改良、港内の安全管理等、具体的な作業の問題になると、UPTとPERUMにおける役割分担や、責任の所在が曖昧なところが多い。

既に漁港を管轄する海洋水産省（UPTを直轄）と、国営企業省（PERUMを直轄）の間で協議が始まっているが、漁港の円滑な運営・維持管理のために、早期にUPTとPERUMとの役割及び責任の明確化に関する合意が交わされることが望まれる。また、具体的な作業・責任については、ガイドラインやマニュアルの策定が必要であり、両機関での合意後に早急に作成するべきである。

(2) 地盤沈下に備えた補強の早期対応及びモニタリングの徹底

本事業により嵩上げた岸壁は、約 30～50 年間にはリハビリ工事の必要ない設計になっているが、漁港及び周辺の地盤沈下は審査当時よりも想定以上に進行しており、地盤沈下による影響を港内各所で定期的にモニタリングする必要がある。具体的には、標準杭を基準とし、港内の主要施設がどの程度沈下しているのか定期的な観測が必要であり、そのための人員の配置が望まれる。また、脆弱な地盤箇所を事前に補強するなどの対策も必要となっている。

(3) 運営・維持管理における中長期的な計画の策定

地盤沈下が現在も進行している中で、中長期的にはリハビリ事業の必要性も想定される。そのため補強箇所及び予算の積立等を念頭に入れた運営・維持管理のための中長期的な計画の策定が望まれる。また、上記海洋水産省と国営企業省との合意にもよるが、運営・維持管理計画の策定に際しては、PERUM を計画の段階から協議に入れることで、効果的かつ効率的な運営・維持管理が実施できると考える。

(4) ジャカルタ漁港施設の更なる機能強化

必要な人材の配置および研修により、コントロールタワーを活用した安全管理の向上、海水浄化システムの効率的活用などが可能となる。上記地盤沈下のモニタリングの他に、漁港内外の海水について、水質のモニタリングの定期的実施が望ましい。一部ではあるが、既に数社が汚水を処理せずに排水している。事後評価時点では環境への影響は確認されていないが、定期的なモニタリングを早急に始めるべきである。

4.3 教訓

政府側と日本側の調達ガイドラインに関する相違点の事前調整

本事業において、インドネシア政府側の調達規定と日本側ガイドラインとで入札書類の提出期限が異なっており、JICA 及び実施機関との間で調整に時間を要し、結果的に事業開始時期に遅れが生じた。新しく策定されたインドネシア政府の調達規定は本事業の審査時の 2003 年に策定されたものであったため、本事業では事業前の調整は困難であったかもしれないが、今後新たな調達規定が策定された場合、政府側と日本側の両方で事業が始まる前にガイドラインの相違点を明らかにし、異なっている点についてはどのように調整するか両方で事前に確認しておくことが肝要である。

以 上

主要計画／実績比較

| 項 目 | 計 画 | 実 績 |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①アウトプット | <p>1) 土木工事</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 東西岸壁の嵩上げ（西574m、東775m、合計1,349m） 2. 西側防波堤の補修（600m） 3. コントロールタワーの建設 4. ゲート付近の道路補修（300m、幅6m） <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ol style="list-style-type: none"> a) 現地調査・基本設計 b) 詳細設計・入札書類作成 c) 土木工事に関わる入札補助、施工監理 d) 地下水汲み上げに関する関係機関の議論のモニタリングおよび促進 e) 事業全体の進捗管理 f) アクセス道路の基本構想調査 g) 技術移転 <ol style="list-style-type: none"> ①過度な地下水汲み上げに起因する地下現象の解析、沈下速度の追跡調査方法 ②岸壁の構造設計（含む防波堤） ③漁港の適正な運営と管理 ④運用・効果指標のデータ収集 ⑤防波堤の計画 ⑥情報システム ⑦環境専門家によるモニタリング活動支援 | <p>1) 土木工事</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 西614m、東775m、合計1,389m 2. 594m 3. 計画どおり 4. 延長（距離6,250m、幅6～18m） <p>5. 追加工事</p> <ol style="list-style-type: none"> ①東西防波堤の改良（西745m、東272m） ②水深4.5m 岩壁の手前の浚渫 ③港湾事務所の建設 ④西護岸のリハビリ（1,113m） ⑤東護岸のリハビリ（1,500m） ⑥既存排水システムの改良 ⑦岩壁の増設 ⑧海水浄化システムの改良 ⑨造船所の護岸建設 ⑩汚水処理システムの改良 ⑪真水供給システムの改良 ⑫ごみ処理場の設置（バックホー、圧縮車調達） ⑬魚の競り場設置 ⑭UPT 事務所増設 ⑮ソーラー外灯の設置 ⑯モニタリング・コントロールシステムの設置 ⑰電源の追加 <p>2) コンサルティング・サービス 予定された業務内容は⑦の環境専門家の投入がなかったこと以外は、計画どおり実施された。</p> |
| ②期間 | 2004年4月～2008年12月 (57ヶ月) | 2004年4月～2012年7月 (100ヶ月) |
| ③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート | <p>1,826百万円 2,230百万円 (159,286百万ルピア) 4,056百万円 3,437百万円 1ルピア=0.014円 (2003年10月時点)</p> | <p>1,973百万円 2,083百万円 (231,444百万ルピア) 4,056百万円 3,382百万円 1ルピア=0.009円</p> |

外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 渡邊 恵子

0. 要旨

本事業は、海上における遭難および安全に関する世界的な制度である GMDSS¹設備（33 局）や AIS²設備（4 局）をインドネシアの沿岸無線局に整備することにより、「海上人命安全条約（以下、SOLAS 条約³（1974 年制定）」に対応し、海上航行の安全の確保および海難事故への迅速な対応を図ることを目的とした事業である。

本事業の実施は、インドネシア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分合致しており、妥当性は高い。GMDSS を新設した沿岸無線局の運営時間を 24 時間にするという運用・効果指標は、ほとんどの無線局で目標値に達している。また、本事業により GMDSS の海上通信網が拡大し、本事業は、SOLAS 条約の対応というインドネシアの義務履行に貢献した。受益者調査では、航海の安全性の向上、天候や航行情報のアクセスの向上、遭難緊急時の対応の迅速化といった本事業の効果が実感されていることが確認された。また、本事業が沿岸無線局のサービスを向上させ、海運ビジネスの振興に貢献しているというインパクトも見られた。しかし、本事業で整備した沿岸無線局職員のトレーニング・センターと総合メンテナンス・センターは事業完了後活用されておらず、両センターの有効性は限定的である。従って、本事業の有効性・インパクトは中程度である。事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。運営・維持管理については、重大な問題は見られないものの、上記両センターの運用、人員体制、技術に改善の余地があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

¹ GMDSS: Global Maritime Distress and Safety System（全世界海上遭難安全システム）。GMDSS は海上における人命の安全確保に寄与することを目的とした国際条約（SOLAS 条約）に基づいて規程された海難救助、安全航行のための通信システム。船舶事故が発生した場合、従来は通信士が「SOS」を発信して救助要請をしていたが、GMDSS では、衛星通信技術、デジタル通信技術等を利用することにより、船舶等はいかなる海域で遭難しても捜索救助機関や付近航行船舶に対して迅速確実に救助要請を行うことが可能となる。また、陸上から提供される海上安全情報も自動受信方式により確実な入手が可能となる。

² AIS: Automatic Identification System（船舶自動識別装置）。船舶の識別符号、種類、位置、速力、進路、航行状態等の静的および動的情報ならびに航行関連情報を自動的に船舶が発信し、船舶を識別する装置。

³ SOLAS : International Convention for the Safety of Life at Sea.

1. 事業の概要



事業位置図



GMDSS モニタリングルーム
(パレンバン局)

1.1 事業の背景

インドネシア近海は、東アジアと欧州・中東を結ぶ海上交通の要衝（4つのシーレーンの日平均通過船舶は300隻以上）であるが、同海域では海難事故が年平均204件（1982年～2000年）、海賊事件が年間103件（2002年）発生している。一方、SOLAS条約は、1988年の改正で、国際航路就航船および地上無線局が1999年2月までにGMDSSに対応するよう締約国に義務付け、また、2002年の改正で国際航路就航船が2004年12月までにAISを搭載するよう義務付けていた。

インドネシア政府はこのような背景の下、国際コミュニティの一員としての責任から、海上交通安全のため沿岸無線局の整備を進めていた。国際協力機構（以下、「JICA」という）はインドネシア政府の努力を支援し、1981年より円借款により沿岸無線局にGMDSSの整備を進めてきたが、特に3、4級無線局にはデジタル選択呼出し装置（DSC⁴）の受信機能が備わっていない場所も多く、GMDSSにより聴取すべき通信網の拡大が必要であった。更に以前整備した機材が老朽化するなど、海上交通安全のためには沿岸無線局の改善が急務であった。

1.2 事業概要

本プロジェクトでは、GMDSS設備（沿岸無線局33局）することによりSOLAS条約の対応を行い、加えてAIS設備（同4局）を設置することにより、同国海域を航行する船舶の安全の確保、海難事故への迅速な対応を図り、もって海運業の振興に寄与することを目的とする。

⁴ DSC : Digital Selective Calling

| | |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 円借款承諾額／実行額 | 5,567 百万円 / 5,382 百万円 |
| 交換公文締結／借款契約調印 | 2004 年 3 月 / 2004 年 3 月 |
| 借款契約条件 | 金利 1.3%、返済 30 年（うち据置 10 年） 一般アンタイド |
| 借入人／実施機関 | インドネシア共和国政府／運輸省海運総局（DGST） |
| 貸付完了 | 2012 年 9 月 |
| 本体契約 | 日本無線株式会社・豊田通商（JV）（日本） |
| コンサルタント契約 | 一般財団法人海外通信・放送コンサルティング協会（JTEC）（代表会社）（日本）・株式会社パンテル・インターナショナル（日本）・P.T.KONSTEL NUSANTARA（インドネシア）3 社のコンソーシアム |
| 関連調査 （フィージビリティ・スタ ディ：F/S）等 | ・開発調査「船舶航行安全整備計画」（2001 年 3 月） |
| 関連事業 | <p><円借款（借款契約調印年月）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・沿岸無線通信業務（1969 年 1 月、1970 年 5 月、1971 年 8 月、1972 年 5 月、1973 年 12 月） ・沿岸無線整備事業（I）（1981 年 9 月） ・沿岸無線整備事業（II）（1985 年 2 月） ・沿岸無線整備事業（III）（1991 年 9 月） ・中波無線標榜局建設事業（1983 年 10 月） ・海上捜索救難通信網建設事業（1984 年 6 月） ・防災船調達事業（1995 年 12 月） <p><技術協力></p> <ul style="list-style-type: none"> ・個別専門家派遣「海上交通安全・海上救難防災対策」（運輸省海運総局）（2008 年 5 月～2011 年 5 月） ・海上保安調整組織の体制強化プロジェクト（2008 年 5 月～2011 年 5 月） ・シニアボランティア（海上無線通信分野）2000 年～（2 期） <p><無償資金協力（交換公文署名年月）></p> <ul style="list-style-type: none"> ・マラッカ海峡およびシンガポール海峡船舶航行安全システム向上計画（2008 年度） ・海賊、海上テロおよび兵器拡散の防止のための巡視船建造計画（2006 年度） ・マラッカ海峡およびシンガポール海峡船舶航行安全システム向上計画フェーズ II（2010 年度） <p><国際機関等></p> <ul style="list-style-type: none"> ・シンガポール、オーストラリア、デンマーク、ノルウェー、世界海事機関、中華人民共和国（VTS 官用基礎研修、VTS 導入） |

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

渡邊 恵子 (三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社)

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2014年9月～2015年7月

現地調査：2014年11月26日～12月23日、2015年3月7日～3月21日

2.3 調査の制約

対象無線局のほとんどが遠隔地にあり、調査費用と時間の制約の観点から、今次事後評価では全33プロジェクトサイトの訪問は行わず、ジャカルタ、スラバヤ、パレンバン、カリアンゲット、チラチャップの5沿岸無線局のみ訪問した。また、その他の無線局への調査については、回収できた質問票結果、電話・メールでの連絡、および実施機関からのデータやインタビュー調査の結果に基づき行った。受益者調査では実施した港湾で GMDSS を搭載した船舶が想定よりも少なく、また、港湾内の調査制限もあったことからサンプル数が限定的となった。

3. 評価結果 (レーティング：C⁵)

3.1 妥当性 (レーティング：③⁶)

3.1.1 開発政策との整合性

インドネシアは国際海事機関 (IMO)⁷の加盟国であり、また、SOLAS 条約を順守する義務がある。審査時においては、1988年改正の SOLAS 条約に基づき、1999年2月までに国際航海に従事する300総トン以上の貨物船と全ての旅客船に対して GMDSS に対応するよう要請されていた。実施機関では国内航海の船舶についても GMDSS の搭載を強化するため、国内航路に従事する旅客船にも設置するよう義務付け、GMDSS の対応への完了を2009年2月までに延長した。そのため、インドネシア領海をカバーする沿岸の GMDSS 対応は2009年前に早急に整備することが求められていた。また、SOLAS 条約の2002年改正により、国際航行に従事する航船に2007年までに AIS を搭載するよう義務づけられた。従って、インドネシア政府は、GMDSS および AIS の整備はインドネシアおよび国際社会の海上安全に必要な不可欠と認識していた。事後評価時点においてもインドネシアは SOLAS 条約の締約国として、GMDSS、AIS の運用を含む同条約の規程を実施する責任を負っている。2014年10月からのイ

⁵ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁶ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁷ IMO：International Maritime Organization。インドネシアは1961年（当時は政府間海事協議機構）に加盟。

インドネシア新政権は、「海洋国家構想」を前面に打ち出し、海上の治安・安全を重視した政策を取っている。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

SOLAS 条約に対応するため、インドネシア政府は沿岸無線局に GMDSS 対応機材の整備を進め、約 60%の領海に GMDSS のネットワークを確立してきたが、特に A1 海域⁸では VHF 通信が聴取できないエリアが残っており、これら領海に対しても早急に確立する必要があった。更に、長年にわたり運用されてきた一部機材の耐用年数が到来し、また、既設の GMDSS にはスペアパーツの製造が行われていない古い機材もあるなど、既存設備の老朽化に伴う設備拡充の必要性も高かった。

インドネシア近海は東アジアと欧州・中東等を結ぶ海上交通の要衝であるが、同海域では海難事故数が審査時点で年平均 204 件（1982 年~2000 年）、海賊事件が年間 103 件（2002 年）発生していた。事後評価時点においては、年によりばらつきはあるものの、海難事故が年平均 29 件（2008 年~2013 年）と減少している。しかし、海賊・武装強盗事件（発生未遂も含む）は 2013 年においても 106 件と依然発生率は高く、海上交通安全の対策ニーズは引き続き高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

JICA 提供資料によると、JICA は、インドネシアの開発課題および日本政府の対インドネシア支援方針を踏まえ、2002 年 4 月に「海外経済協力業務実施方針」を策定した。同方針の重点分野として、「経済成長に向けた基盤整備」を挙げており、対インドネシア国別支援としては「経済インフラ整備」を掲げている。また、「国別業務実施方針」（2003 年 10 月策定）では、持続的な経済成長のための物流改善支援を重点分野に挙げている。海上物流に関しては、1980 年代より沿岸無線整備に注力しており、海上の交通安全に貢献してきた。特に本事業によりインドネシアの 4 本のシーレーンを含め世界有数の海賊多発海域における安全確保ができることになり、インドネシアの経済発展に直接寄与する。日本船舶も海賊等の被害を多く受けていたところ、日本の経済活動の安定化にも大きく貢献する。

3.1.4 事業計画やアプローチの適切性

有効性および持続性にて後述するとおり、本事業で整備した総合メンテナンス・センターおよびトレーニング・センターは事業完了後活用されていなかった。両センターについては過去の案件の教訓から、円滑な事業の実施のために研修機会の増加、また効率性の観点から中央集権的な修理機能の確立が検討されたものであり、ニーズに

⁸ 海域は沿岸からの距離等で A1 から A4 まで分類されている。分類により主要通信手段が異なっている。それぞれの①沿岸からの距離、②主要通信手段は以下の通り。A1：①約 25 海里、②VHF（超短波）、A2：①約 150 海里、②MF（中波）、A3：①A1, A2 海域を除いた静止型通信衛星の通達範囲、②HF（短波）、インマルサット、A4：①A1, A2, A3 区域を除いた海域、②HF。

合致したものであった。しかしながら、事後評価時点において、3.3.1 および 3.5.1 で詳述のとおり実施機関の運用規程や予算規程が制約となって活用されていないため、これらを十分に検討しなかった本事業のアプローチの適切性に一部課題が見られた。他方、両センターは事業完了後機能していなかったが、後述するように、トレーニング・センターに関しては事業期間中に一定の有効性が発現されており、また、持続性の観点からも、事後評価時点では相応の維持管理体制が認められ、さらに、両センターにかけた事業費の割合から判断しても、本事業の目的を大きく損なうものではなかったと判断される。

以上より、本事業の実施はインドネシアの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策に十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業によるアウトプットの計画と実績を表 1 に示した。また、GMDSS 機材を新設した 33 局の沿岸無線局の位置を示した地図を図 1 に示した。

表 1 事業アウトプットの計画と実績の比較

| | | 計画 | 実績 |
|---------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 1. GMDSS 対応通信機器の新設 | | | |
| 1-① 近海エリア (A2 海域) MF/DSC | クラス*1 | 設置無線局 (全 19 局) | 設置無線局 (全 22 局) |
| | 1 級 | パレンバン (1 局) | 3 局追加 (セマラン、アンボン、ジャヤプーラ) (4 局) |
| | 2 級 | サバン、テルック・バユール、バンジヤルマシ (3 局) | 計画どおり |
| | 3 級 | サマリタ、バウ・バウ (2 局) | 計画どおり |
| | 4 級 | タハック・ツアン、ナツナ、パンカル、バラム、ベンガクル、エンテ、ヒマ、クタパン、サンピット、ホソ、トリ・トリ、ツアル、サウムラキ、アガット (13 局) | 計画どおり*2 |
| 1-② 沿岸エリア (A1 海域) VHF/DSC | クラス | 対象無線局 (全 33 局) | 対象無線局 (全 33 局) |
| | 1 級 | パレンバン (1 局) | 計画どおり |
| | 2 級 | サバン、テルック・バユール、バンジヤルマシ (3 局) | 計画どおり |
| | 3 級 | タンジエン・ウハン、ジャンビ、テガル、サマリタ、バウ・バウ (5 局) | 計画どおり |
| | 4 級 | タハック・ツアン、ルクソマウエ、クアラ・タンジエン、クアラ・エノック、ナツナ、パンカル、バラム、ムントック、ベンガクル、マナド、カリアンゲット、メネグ、ヒマ、エンテ、マウレ、クタパン、サンピット、クマイ、バツリシ、パレ・パレ、ホソ、 | 計画どおり*3 *クアラ・エノックの場所が電波の関係で近郊のクアラ・トゥンカルに移設したため、名称もクアラ・トゥンカルに変更した。なお、サービス |

| | | | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | トリ・トリ、サムラキ、ツアル、アガツツ (24局) | エリアの変更はない。 |
| 2. GMDSS 設置既設無線局の設備改良 | 1) 送受信の分離 (テルック・ハユール局とベラワ局間) | | 計画どおり |
| | 2) スラバヤ局とマッカサル局の環境改善 | | 計画どおり |
| | 3) ドゥマイ局とサマリダ局の VHF 帯のカバレッジ改善 | | 計画どおり。ただし、サマリダ局の設置サイトを変更。 |
| | 4) 1, 2 級局の老朽電源設備の交換 (14局) | | 計画どおり |
| | 5) 1, 2 級局の老朽アンテナの交換 (12局) | | 計画どおり |
| | 6) 追加工事 | | <ul style="list-style-type: none"> ・ドゥマイ局の電波塔の強化 ・エンテ局とマウル局の電波塔のデザインの変更 ・ジャカルタ局 NAVTEX 用のアンテナの追加購入 |
| 3. 国内 NAVTEX*4 業務の開始 | 国際 NAVTEX を使用しているジャカルタ、マッカサル、アンボン、ジャヤプラの 4 局対象 | | <ul style="list-style-type: none"> ・対象局については、計画どおり。ただし、事業計画後、IMO より国内 NAVTEX に使用する周波数の変更が指示されたため、新たに周波数を自動で変更する機材を追加購入 |
| 4. AIS の整備 | ベラワ、ドゥマイ、サボン、ジャカルタ (4 局) | | 4 局実施 ベラワとジャカルタの代わりに、ルクマウェ局とチラチャップに変更。 |
| 5. 総合メンテナンス・センターの設置 | ジャカルタ局内に設置 1)新設した GMDSS 機器のスペアパーツの供与 2)1, 2 級局を結ぶスペアパーツの在庫を管理するウェブベースのデータベースの設置 | | 計画どおり |
| 6. トレーニング・センターの強化 | ジャカルタ局内に設置 1)無線機器および測定機器の設置 2)GMDSS シミュレーターの設置 3)AIS シミュレーターの設置 | | 計画どおり |
| 7. 対象沿岸無線局のオペレーター、技師に対する研修 | 1)工場研修 (日本) 30 人、1 か月 2) マネジメント研修 (日本) 3)国内研修 (45 人、1.5 ヶ月) 4)総合メンテナンス・センター職員向け研修 (5 人、3 週間) | | 1) 計画どおり 2) 計画どおり (日本の海上保安庁にて実施) 10 人 21 日間 3)、4) ほぼ計画どおり <ul style="list-style-type: none"> ・ GMDSS オペレーター (延べ 60 人に対し実施) 15 人 x 2 回=30 人 15 日間 15 人 x 2 回=30 人 8 日間 ・ AIS オペレーター (延べ 10 人に対し実施) 5 人 x 2 回=10 人 8 日間 ・ 技術者対象 (総合メンテナンス・センター職員含む) 10 人 x 4 回=40 人、20 日間 |

| | | |
|-----------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 8. コンサルティングサービス | 外国人：132.5 M/M インドネシア人：136.5 M/M 合計： 269 M/M | 外国人：129 M/M インドネシア人：158 M/M 合計：287 M/M |
|-----------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|

- *1: 沿岸無線局は管轄する海域、港湾の重要性およびサービス内容等に応じ、1～4 級に区分される。1 級局は沿岸無線局に要求される全てのサービスに対応している。
- *2: 計画時 4 級局であった 13 無線局は事後評価時点で 3 級局に格上げされている。
- *3: 計画時 4 級局のうち、ガラ・エノック (ガラ・トガナル) とマド⁹を除いた 22 局は事後評価時点で 3 級局に格上げされている。
- *4: NAVTEX: Navigation Telex。航行テレックス。中波を利用して緊急海上安全情報や航行・気象に関する警報・予報を船舶に伝える文字サービスで、放送は船舶側の NAVTEX 受信機により自動受信され印刷される。沿岸無線局は 1 日に 6 回 (4 時間毎) に情報を流している。

(出所) JICA 提供資料および実施機関への質問票回答・現地調査インタビューに基づき作成

当初計画のアウトプットはほぼ計画どおり実施された。主な追加・変更およびその理由は以下の通りである。いずれも沿岸無線局の有効性を高めるための追加・変更であり、妥当であると判断できる。

<主な追加・変更点>

- ・ 近海エリア用の MF/DSC 機材を 1 級局の 3 局に追加設置。追加の理由は、治安理由により詳細設計で調査ができなかったため計画に入らなかったが (アンボン局)、工期中に老朽化による機材の不具合が起り、スペアパーツがすでに製造中止となっていたことから追加新設した (セマラン局、ジャヤプラヤ局) ことによる。追加は、円高、インドネシアルピー安による為替差益による事業費の余剰金を活用した。
- ・ 国内 NAVTEX の実施に関して、周波数を自動的に選択できる機材の購入が追加された。当初既存の国際向け NAVTEX の周波数 (518kHz) と同じ周波数を使用する計画であったが、審査 2 年後、IMO により国内 NAVTEX の周波数を 490kHz に変更するよう要請があったため必要となった。

コンサルティングサービスについては、予定された業務内容が計画どおり実施された。サービス投入量が計画に比べて多くなったのは、上記表 1 にあるとおり追加工事およびサイトやデザインの変更による調整のためである。また、外国人コンサルタントが減り現地コンサルタントが多くなったのは、詳細設計の時に治安上の理由により外国人の渡航が難しく⁹現地コンサルタントのみで実施したことによるものであり妥当な変更であった。

⁹ 現地調査が実施された 2006 年当時は、インドネシア東部は暴動等による治安上の問題で外国人の渡航が難しく、日本人の渡航が制限されていた。



GMDSS (VHS/DSC) 機材 (カリアンゲット局)



AIS 機材 (チラチャップ局)



NAVTEX 送信機 (ジャカルタ局)



移設されたスラバヤ送信局



図1 事業対象図 (GMDSS 設置沿岸無線局 33 局)

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、当初計画では 6,550 百万円（うち円借款部分は 5,567 百万円）であったのに対し、実際の総事業費は 5,908 百万円（うち円借款部分は 5,382 百万円）と、計画内に収まっている（計画比 90%）。

アウトプットを追加したのにもかかわらず事業費が計画内に収まったのは、円高差益が大きかったことによるものである¹⁰。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2004 年 4 月（借款契約調印）～2009 年 11 月（コンサルティングサービス終了）の 67 ヶ月であったが、実際には 2004 年 4 月（借款契約調印）～2012 年 3 月（コンサルティングサービス終了）の 96 ヶ月と計画を上回った（143%）。

表 2 は、事業期間の計画と実績の比較を整理したものである。

表 2 事業期間の計画と実績の比較

| 項目 | 計画（審査時） | 実績（事後評価時） |
|-----------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. コンサルタント選定 | 2004 年 4 月～2005 年 3 月 | 2004 年 4 月～2006 年 4 月 |
| 2. コンサルティングサービス | 2005 年 4 月～2009 年 11 月 | 2006 年 8 月～2012 年 3 月 |
| 3. 入札・契約 | 2005 年 4 月～2006 年 12 月 | 2007 年 1 月～2009 年 2 月 |
| 4. 機器据付・トレーニング | 2007 年 2 月～2008 年 11 月 | 2009 年 2 月～2011 年 11 月 (追加作業は 2011 年 1 月～11 月) |
| 5. 保証期間 | 2008 年 12 月～2009 年 11 月 | 2011 年 12 月～2012 年 11 月 |
| 合計 | 2004 年 4 月～2009 年 11 月 (67 ヶ月) | 2004 年 4 月～2012 年 3 月 (96 ヶ月) |

(出所) JICA 提供資料および実施機関への質問票回答・現地調査インタビューに基づき作成

事業実施の遅延の主な原因は、以下の通りであった。

- コンサルタント選定において、インドネシア政府の調達規程（大統領令第 80 号）を下回る応札数であったため、同規程に基づき再度入札参加資格事前審査（P/Q）を行ったため。また、同規程により、1,000 億ルピア（約 1,000 万ドル）以上のプロジェクトは大臣決裁が必要となり、時間を要した。
- アウトプットを追加したことによる追加作業の発生。
- サマリダ局の設置場所について、当初予定していた設置場所へのアクセス道路が他開発事業の影響で通行できなくなり、設置場所の変更を余儀なくされた。そのため、新たな設置場所の選定に時間がかかった。
- 港湾局所有の土地にあるとされ移設を予定していたエンデ局、マウメレ局につい

¹⁰ 為替レートは計画段階では 1 円=71.4 インドネシアルピーに対し、実際 1 円=110 インドネシアルピーであり、約 54%円高となった。

ては、工期中に発令された条例により土地の所有が明確になり移設の必要性がなくなったが、既存の土地での通信改善では設計デザインの変更が必要となった。

- 2011年大臣令改訂の遅れにより、施設建設費等にかかる2010年度からの予算繰り越しの承認が遅れた。

3.2.3 内部収益率（参考数値）：経済的内部収益率（EIRR¹¹）

人命の金銭的価値の評価は困難であるところ、本事業では算出していない。

以上より、本事業の事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性¹²（レーティング：②）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

(1) GMDSSによる沿岸無線局運営時間

審査時に設定された目標と事後評価時点での実績は、以下のとおりである。実施機関の規程によりGMDSS対応通信機器を整備した沿岸無線局は24時間運用しなければならないことが義務付けられている。対象無線局は本事業により電源の確保もされており、24時間稼働する体制が確立されている。実際、実施機関へのインタビューおよび対象無線局からの質問票の回答の結果、ほとんどの対象無線局でGMDSSが24時間運用されていることを確認し、目標は達成されていた。しかし、事後評価時点で33局中4局のGMDSS機材が落雷等により故障しており、また、ウィルスにより接続しているパソコンが使えずGMDSSとして十分な機能が果たせていない局もあった¹³。

表3 運用指標

| 指標名 | 基準値 ^{*1} (2004年) | 目標値 ^{*1} 完成後2年 (2011年) | 実績値 (2012年) 事業完成 年 | 実績値 (2013年) 事業完成 1年後 | 実績値 ^{*2} (2014年) |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| GMDSSによる沿岸無線局運営時間 (新設した33局) | N/A | 24時間 | 24時間 | ほぼ24時間 | ほぼ24時間 |

(出所) *1：事業事前評価表 *2：DGSTおよび対象沿岸無線局への質問票回答および電話回答

(2) SOLAS条約への対応

実施機関はJICA支援による先行事業「沿岸無線整備事業」(第1期～第3期)と自

¹¹ Economic Internal Rate of Return

¹² 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

¹³ 実査したカリアンゲット局では、2012年にGMDSSに接続していたパソコンがウィルス感染し、地域事務所を通じて一度修理に出したが、完璧にウィルスが取れず、結局事後評価時点まで使用できない状況であった。

国予算により沿岸無線局に GMDSS を整備してきたが、SOLAS 条約にはまだ完全に対応できていなかった。インドネシア政府は IMO に対し、84 局に GMDSS を整備するとして GMDSS 計画を提出している。本事業で 33 局を新設したことで、合計で 70 局が整備された。従って、本事業は、GMDSS がカバーするインドネシアの海域を拡大させ、インドネシアの SOLAS 条約への対応にも貢献したと言える。なお、IMO との規程制定後、新しい港湾も新設されたことより、実施機関によると領海全体に GMDSS を整備するには新たに 19 局に GMDSS を設置することが必要とされている。これらの整備は 2016 年までに自国予算により実施する予定となっている。

(3) トレーニング・センターの有効性

オペレーターおよび修理のための技師を育成するため、GMDSS および AIS シミュレーターを導入し、トレーニング・センターが強化された。表 1 に示したとおり、対象無線局のオペレーターおよび技師に対しては、本事業の中で研修が実施された。

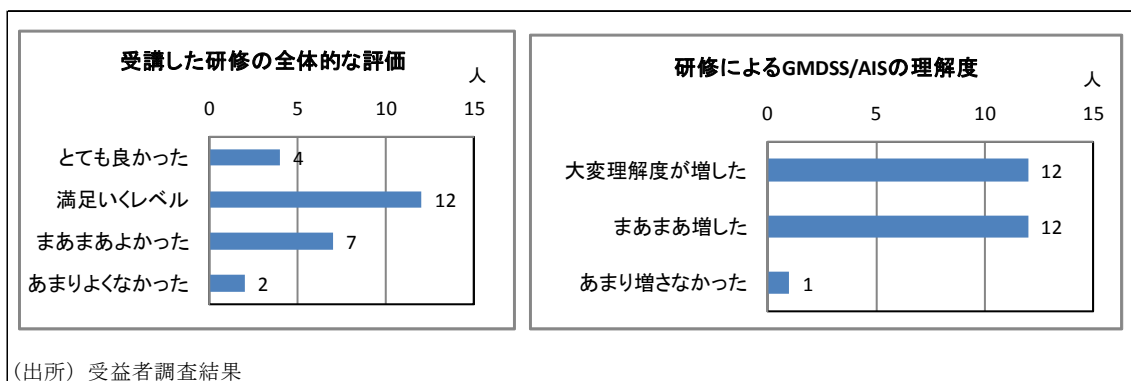


図 2 事業中に実施した研修の評価（回答者 25 人）

研修を受講したオペレーターや技師に対する、研修の全体的な評価に関する質問¹⁴では、図 2 に示したとおり、回答 25 人中 23 人（92%）が研修に対し肯定的な回答をしており、満足度は高かった。満足した理由は、研修で「GMDSS や AIS 機材の使い方が理解できた」、「修理や部品交換が必要な時に何をしたら良いのかが理解できた」などの回答が多かった。研修により GMDSS や AIS の理解度が増したかという質問には、ほぼ全員が「増した」と回答している。また、25 人中 20 人がシミュレーターを使った研修が有効であったと回答しており、本事業中に実施した研修の有効性が確認された。この研修は、本事業でシミュレーターを設置して強化したトレーニング・センターを活用しての研修であり、受講者のニーズに合致した実践的な研修となり、GMDSS/AIS のオペレーション、維持管理に大変有効であったと言える。実施機関および現地調査で訪問した沿岸無線局へのインタビューからも、本事業の研修により機

¹⁴ 研修生約 110 人質問票を配布したが、回収できたのは 25 人であった。25 人の内訳は、技師 7 人、オペレーター 8 人、沿岸無線局長、DGST 職員等マネジメント職 10 人。

材の運用には特段問題がないことが確認された。更に、受講者は研修後に所属無線局の同僚に運用方法を教えており、知見が共有されていた。

しかし、実施機関およびトレーニング・センターがあるジャカルタ局にインタビューで確認したところ、2011年に最後に実施した研修以降、事後評価時点で、トレーニング・センターは一度も活用されていなかった。上記のとおり、事業実施中のトレーニング・センターの有効性は高いが、事後評価時点では供与した研修機材の有効性は発揮されていなかった。(理由は後記持続性の「運営・維持管理の体制」参照。)

(4) 総合メンテナンス・センターの有効性

総合メンテナンス・センターは、各沿岸無線局からの修理依頼や技術的アドバイスの提供など、メンテナンスの中核となることが想定された。また、第1、2級局間をウェブベースで結び、スペアパーツの在庫等管理するなど、実践的で効率的なメンテナンス体制を構築することを目的として設立された。上記「アウトプット」で示したとおり、ジャカルタ局内に設立し、本事業で供与したGMDSS機材用のスペアパーツ、各種測定器などメンテナンスに必要な機材が設置された。更に、1、2級間にコンピューターネットワークが形成された。しかしながら、実施機関およびトレーニング・センターがあるジャカルタ局へのインタビュー調査、および設置されたスラバヤ局(1級局)への視察で確認したところ、事業実施中、事後評価時点ともに審査時に想定したメンテナンス・センターの役割は果たされておらず、メンテナンス・センターとしての効果の発現はなかった。(理由は後記持続性の「運営・維持管理の体制」参照。)



トレーニング・センター
(GMDSS シミュレーター)



トレーニング・センター
(AIS シミュレーター)



メンテナンス・センターに配
備された測定器等

3.3.2 定性的効果

事業による効果とインパクトを図るため、GMDSS、AIS、NAVTEX等を搭載し、沿岸無線局のサービスを利用している船舶の船長、航海士等海運事業者延べ87人に対して受益者調査を行った¹⁵。

¹⁵ 受益者調査は、GMDSSの利用者として、スラバヤ港、カリアンゲット港、パリンバン港のGMDSS設置船舶業者49人、また、NAVTEX利用者として、ジャカルタ港の人船舶業者38人、合計87人から聞き取りを行った。内訳は、船長13人(14.9%)、無線技士44人(50.6%)、一等航海士5人(5.8%)、二等航海士22人(25.3%)、その他3人(3.4%)であった。船舶種類は、貨物船が81人(93.1%)、

(1) 受益者の満足度

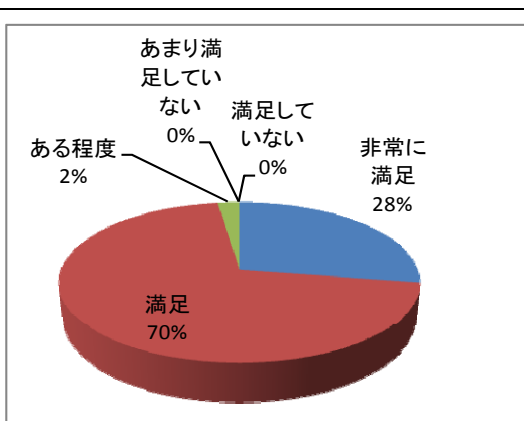
GMDSS、AIS、NAVTEX を利用している海運事業者を対象とし、本事業による沿岸無線局の改善に対する満足度調査では、下記図 3 のとおり、回答者の 28% (24 人) が「非常に満足」、70% (61 人) が「満足」、2 人が「ある程度」と回答しており、「あまり満足していない」、「満足していない」と回答した人はいなかった。従って、回答者全員が沿岸無線局のサービスが改善したことに満足しており、本事業が受益者のニーズに応えていることが伺える。

(2) インドネシア海域を航行する船舶にかかる人命・財産の安全確保

受益者調査の結果、図 4 に示したとおり、GMDSS/NAVTEX の導入による変化については、「航海の安全が増した」と回答する人が 87 人中 75 人 (86.2%) と多かった。実際、船舶の無線オペレーターへインタビューしたところ、「GMDSS が沿岸無線局に導入されたことで安心感が増した」、「通常のコミュニケーションは所属会社とするが、緊急時には沿岸無線局が対応してくれると思うと安心する」との回答もあり、緊急の際の手段があることで精神的安心感をもたらしている。

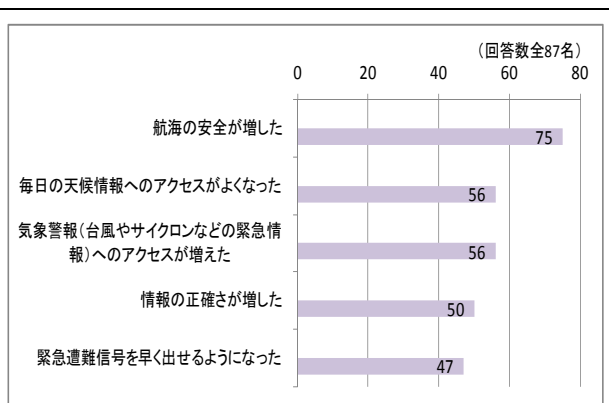
なお、GMDSS は地上波で沿岸無線局に通達され、連絡を受けた沿岸無線局が国家捜索救難庁 (BASARNAS) や港湾局へ連絡し救助活動を行うが、衛星通信の場合は直接 BASARNAS へ連絡している。実際に船舶が遭難信号を出すケースでは、地上波と通信衛星とで海上安全や遭難救助活動が補完的に担保されるようになっており、本事業により GMDSS による地上波のカバー範囲が増え、船舶にとっては総合的な安全性が向上したと言える。

これらの結果から、本事業が航行する船舶の人命・財産の安全確保に寄与していることが伺える。



(出所) 受益者調査結果

図 3 受益者の本事業に対する満足度



(出所) 受益者調査結果

図 4 GMDSS/NAVTEX 導入による変化 (複数回答)

旅客船 6 人 (6.9%)、また路線は国際路線が 30 人 (34.5%)、国内路線が 57 人 (65.5%) であった。

<GMDSSにより効果があった具体例>

- 2012年にジャカルタ沖でロロ船（フェリー）が火災になった際、ジャカルタ無線局がGMDSSの警報を受け、素早くBASARNASおよび港湾局に連絡したため、迅速な救助活動に繋げることができた。
- カリアンゲット港に停泊中のロロ船の船長によると、カリアンゲット無線局により近くに損傷した船がいるという情報を流してくれたおかげで、損傷した船を避けて航海することができたことがあるとのこと。これは、カリアンゲット無線局が損傷した船からGMDSSによりその情報を得て、近くの船舶に航行情報を流したものであり、GMDSSの効果を現した例である。
- スラバヤーサンピットーバツリシン間を航海中に貨物船がハイジャックされた際、GMDSSを通じて沿岸無線局と近隣船舶に緊急連絡をし、迅速に救助された。
- 損傷した船舶を小さな船舶が牽引している様子を、たまたま近くを走行していたGMDSSを搭載した船舶が発見し、沿岸無線局に警報を鳴らし情報を伝えた。GMDSS警報を受けた沿岸無線局は、港湾局やBASARNASなど関係機関に救助を依頼するとともに、近くを航行する船舶に危険情報を出し安全の確保を行った。

(受益者調査の際の関係者へのインタビュー結果より)



カリアンゲット無線局



GMDSS搭載の貨物船（スラバヤ港）

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 海運ビジネスの振興

インドネシアの港湾における旅客数、貨物取扱量、入港船舶数の推移を表4に示した。旅客数は、2009年から2013年まで安定して1,600万人前後であった。一方、貨物取扱量や入港船舶数は年々増加傾向であり、全般的にインドネシアの海運ビジネスは活発化している。

表4 インドネシアの港湾における旅客数、貨物取扱量、入港船舶数

| | 年 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|-------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 旅客数 | (千人) | 15,620 | 15,548 | 17,441 | 17,620 | 16,127 |
| 貨物取扱量 | (千 TEU*) | 9,260 | 10,530 | 11,693 | 13,295 | 13,527 |
| 入港船舶数 | (隻) | 250,244 | 259,197 | 280,408 | 268,686 | 272,780 |

注：TEUS：Twenty-foot Equivalent Unit (20 フィートコンテナ換算)

(出所) DGST 統計資料

海運ビジネス振興についての受益者調査の結果は表5のとおりである。

表5 海運ビジネス振興への影響

| 質問項目 | 回答結果 (サンプル数 87 人) |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (a)事業完成後、沿岸無線局のサービスにより、あなたのビジネスは向上しましたか？ | 1. 非常に向上した 13 人 (14.9%) 2. 向上した 58 人 (66.8%) 3. 関係はない 7 人 (8.0%) 4. わからない 9 人 (10.3%) |
| (b)沿岸無線局のサービスの中で何が一番あなたのビジネスの向上に関係していますか？ (自由意見) | <ul style="list-style-type: none"> ・最新の天候情報や航海情報により、いつ出発・到着するか正確な計画が立てられるようになり、ビジネスに有益である (28 人、32.2%) ・沿岸無線局の情報により、安全な航海ができビジネスチャンスも増えた (旅客も安心する) (13 人、14.9%) ・正確な情報提供により安全性が増した (11 人、12.6%) ・沿岸無線局とのコミュニケーションが良くなった (4 人、4.6%) ・他船舶とのコミュニケーションも増え情報交換できるようになった (3 人、3.4%) |

(出所) 受益者調査結果

事業完成後、沿岸無線局のサービスによりビジネスが向上したと回答した船舶業者は、「非常に向上した」と「向上した」を合わせると 81.7% (71 人) と高かった。ビジネスの向上の理由は、沿岸無線局から最新の天候情報や航海情報が入ることにより、いつ出発し、いつ荷卸すべきかなど正確な計画が立てられるようになり、効率的な運行ができるようになったと回答する船舶業者が 32.2% (28 人) いた。その他、沿岸無線局の情報により安全な航海を行うことができ、顧客へのアピールとなったと回答する船舶業者 (14.9%、13 人)、航海に関する情報が正確になり安全性が増したと回答する船舶業者 (12.6%、11 人) 等がいた。沿岸無線局や他船舶とのコミュニケーションの円滑化を挙げる人もいた。

海運ビジネスの向上は沿岸無線局のサービス以外にも要因はあるが、以上より、本事業による沿岸無線局の設備の改善は、サービスの向上をもたらし、海運ビジネスの向上に一定程度貢献していると考えられる。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

本事業の EIA 取得はインドネシアの法令に基づき必要とされていなかった。実施機関に確認したところ、本事業による自然環境へのインパクトは工期中および事後評価時点でも発現していない。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

本事業では、スラバヤ、マカッサル、ベノア、マナド、クパン、クアラ・エノック（クアラ・トゥンカル）、サマリダ局の移設のため用地取得が必要であったが、住民移転は発生していない。用地取得に関しては、インドネシアの「土地収用法」に基づき規程の手順に従って実施されていた。サイトにより多少の遅れは生じたが、特段問題は発生していない。

以上より、トレーニング・センターおよび総合メンテナンス・センターの活用がされていない点を確認されたが、本事業の実施により一定の効果の発現が見られ、有効性・インパクトは中程度である。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

海運総局航海局が管轄している沿岸無線局は事後評価時点で 154 局あり、それぞれの沿岸無線局の運営・維持管理は、全国に 25 ある地方管轄区ごとに、海運総局航海局によって行われている。沿岸無線局に関連する職員数は表 6 のとおりであり、合計で約 1,300 人が全国に配置されている。

表 6 沿岸無線局に関連する職員数

| 職種 | 人数 |
|----------|--------|
| 本部職員 | 23 |
| 沿岸無線局長 | 154 |
| オペレーター | 966 |
| メンテナンス技師 | 151 |
| 合計 | 1294 人 |

(出所) DGST 航海局

海運総局航海局では、2005 年に無線局の等級による職種に準じた「標準職員数」を定めている。しかし、実際は、個々の無線局の状況を加味し、それぞれの「理想の職員数」を別途定めている。理想の職員数と現状を比較すると、1 級局など上級局の職

員数は充足しているが、ほとんどの下級無線局で「理想の職員数」に達していない無線局が多い。特に4級局でその傾向が強く、オペレーターは配置されているが、技師がいない無線局が多い。例として、カリアンゲット局（3級局）とサバン局（2級）の標準職員数、理想の職員数、そして現状の職員数を表7、8に示した。

表7 カリアンゲット局の職員数

| 職種* | 標準 | 理想 | 実際 |
|---------|----|-------|----|
| SRE I | 1 | 0 | 0 |
| SRE II | 6 | 2(総務) | 1 |
| ORU | 22 | 12 | 2 |
| TTP I | 0 | 5 | 0 |
| TTP II | 1 | | 0 |
| TTP III | 2 | | 0 |
| Montir | 3 | | 1 |
| 合計 | 35 | 19 | 4 |

表8 サバン局の職員数

| 職種* | 標準 | 理想 | 実際 |
|---------|----|-----------|-----------|
| SRE I | 7 | 4 (総務) | 2 (総務) |
| SRE II | 10 | | |
| ORU | 17 | 25 | 19 |
| TTP I | 1 | 17 | 4 |
| TTP II | 2 | | |
| TTP III | 7 | | |
| Montir | 8 | | |
| 合計 | 52 | 46 | 25 |

*注：SRE：電子・無線技士（I：電子工学のディプロマ3年以上、II：電子工学のディプロマ2年以上）、ORU：一般無線オペレーター（ディプロマ1年以上）、TTP：無線技士（I：エンジニアリングのディプロマ3年以上、II：エンジニアリングのディプロマ2年以上、III：エンジニアリングのディプロマ1年以上）、Montir：無線技師補助（職業訓練校卒業以上（高卒以上））
（出所）“Manual for Marine Telecommunication”, January, 2005, DGST

GMDSS 設置局は24時間の運用が義務付けられており、そのためには、オペレーターを4つのグループで3交代制（1グループはスタンバイ）にすることが想定されているが、カリアンゲット局のように4人しか職員がいない無線局もある。しかし、ほとんどの地方局では、無線局のそばに宿舎があるため、限られた人数の中でも24時間運営を実施し、緊急時には対応できる体制が確保されていた。

人員不足の理由の一つには2009年よりインドネシア政府全体で予算縮小のため職員採用のモラトリアムを実施し、新規採用を基本的に凍結していることが挙げられる。離職・退職により人員の補充がなされる場合もあるがすべてが補充されているわけではない。通常の運用に大きな支障は来していないが、全体的に沿岸無線局の人員は不足している。

一方、上述したとおりトレーニング・センターおよび総合メンテナンス・センターが活用されていないのは、運輸省内の運用規程、予算配分といった組織面の問題によるところ大きい。両センターは、事業完了後、ジャカルタ無線局を管轄するタンジュンプリオク地方事務所の「資産」として登録された。「運営・維持管理の財務」の項で後述するが、各沿岸無線局の予算は25の地方事務所に配賦されているため、タンジュンプリオク地方事務所が管轄外の沿岸無線局職員の研修実施や修理を行う責任権限や予算がないため、タンジュンプリオク地方事務所としては何もできないでいた¹⁶。

¹⁶ 事業期間中の研修では、センターは正式にタンジュンプリオク地方事務所に資産として移管され

トレーニング・センターにおける研修については、実施機関である DGST 航海局および地方事務所には研修を自ら実施するマンデートはなく、研修講師ができる職員もない。資産として保有するタンジュンプリオク地方事務所の予算は、管轄する沿岸無線局のみの予算であるため、本事業が目的とした GMDSS や AIS を新設した沿岸無線局の職員は対象外となる。そのため、事業完了後の活用はされていなかった。一方、運輸省には研修・教育のマンデートを持った人材開発センターがあり、沿岸無線局の職員の研修も一部実施している¹⁷。GMDSS や AIS のシミュレーターは効果的な研修機材であり、人材開発センターからの研修講師の派遣や研修費用について当初より協議していれば、事業後にも有効な活用が可能であったと考えられる。

総合メンテナンス・センターは、ジャカルタでメンテナンスの集中管理を念頭に設置されたものであるが、所属するタンジュンプリオク地方事務所に修理ができる技術者や予算も割り当てられておらず、管轄以外の無線局の機材を修理するというマンデートもないため、活用できないという問題があった。なお、上述のようにトレーニング・センターおよび総合メンテナンス・センターではその運用方法にそれぞれ問題が見受けられたが、事後評価時点で今後のそれぞれのセンターのあり方および有効活用法について関係者間で議論が始まっており、改善傾向は見られた。

以上より、人員の面では第1期～第3期の先行事業でも課題とされてきたとおり、職員数は引き続き不足傾向にあり、特に3, 4級局で懸念が残る。しかしながら、沿岸無線局を24時間運営するのに最低限の確保はできていることは確認した。一方、トレーニング・センターや総合メンテナンス・センターが組織面の課題から活用されていないことが判明したが、GMDSS や AIS を運用する基本的な技術は備わっており、またメンテナンスに関しても一定の体制があることから、本事業を実施する体制を大きく損なうものではないことを確認した。

3.5.2 運営・維持管理の技術

職員はそれぞれの職種に必要な標準の技術レベルを有している。本事業により供与した GMDSS、AIS 機材に関しては、事業期間中に対象無線局の職員に研修を実施しており、供与した機材を運用する技術に大きな問題はない。「有効性」で上述したとおり、シミュレーターを使った研修は非常に効果的であった。また、マニュアル類は各無線局に常備されており、必要に応じ参照されている。

しかし、事業中に実施した研修受講人数は各無線局2-3人であり、他職員への技術の移転はこれら研修受講生からの OJT (On-the-Job Training) のみである。沿岸無線

ておらず、本事業内で費用および講師（施工業者）が研修を実施。

¹⁷ 運輸省人材開発センター（Human Resources Development of Sea Transportation Center: HRDSTC）は、インドネシアにある船員教育・研修を行っている官民全ての海事教育、学校、研修機関の技術レベルの監視および許認可権限を持っておける。HRDSTC 下の政府系の海事教育・研修機関は10機関あるが、そのうちの BPPTL は特に政府職員向けとなっており、沿岸無線局職員も受講することができる。

局のオペレーターや技師への人材育成は、運輸省下の教育施設または大学や民間機関などにアウトソーシングして短期の研修が実施されているが、DGST の予算や他ドナーからの支援次第であり、研修を受講できる人数は限られている。2013 年の実績ではオペレーターおよび技師に対し各 30 人程度の短期研修を行ったが¹⁸、オペレーターだけでも全国で 966 人おり、研修機会は非常に限られている。また、ほとんどの研修は理論的なものが多く、現地調査で行った無線局へのインタビューでは実践的な研修を要望する声が多かった。その他、技師は日常の簡単なメンテナンスのみが中心となっており、修理の技術や最新の技術を向上する機会は非常に限られていた。

トレーニング・センターおよび総合メンテナンス・センターの運営・維持管理については、施設は活用されていなかったが、機材のメンテナンスに関してはジャカルタ無線局の技師により定期的に行われており、機材は活用できるようになっていた。

以上より、職員の技術レベルは、事後評価時点の実際の運営維持管理には問題がないレベルである。ただし、研修機会が限られている中、今後の技術移転には本事業で整備したトレーニング・センターを活用することが有効であり、改善の余地がある。

3.5.3 運営・維持管理の財務

沿岸無線局の運営維持管理予算は、DGST 航海局予算から 25 の地方事務所に配賦され、管轄する沿岸無線局の運営・維持管理費を管理している。従って、個々の沿岸無線局はメンテナンスの問題があれば地方事務所に予算を要請している。沿岸無線局向けの予算として 25 地方事務所に配分された予算の推移を図 5 に示す¹⁹。「日常維持管理費」は、小規模な修理やスペアパーツの購入、「開発資金」は、物品購入や施設整備などの費用となっており、その年に設備投資など必要な事務所のみに配分されている。

¹⁸ 実施機関によると、2013 年度は、オペレーター 30 人（民間研修機関に委託）、技師 25 人（インドネシア州立大学に委託）、その他豪州支援で海上交通（VTS）センター向け研修（一部 AIS の研修あり）があった。

¹⁹ 審査時には、2000 年より徴収される灯台税が維持管理費の財源の一部となることが想定されていたが、2010 年より灯台税や公衆通信料金等はすべて一度国庫に入り、運輸省予算として交付されることとなった。そのため、当初維持管理費として期待していた灯台税による財源は必ずしも確保されていない。

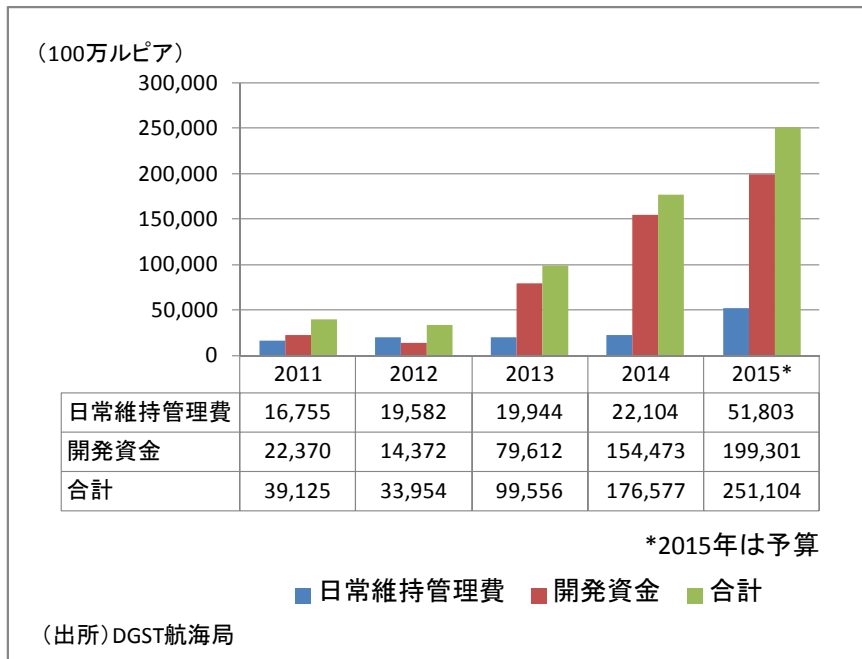


図5 沿岸無線局の運営・維持管理費の推移(2011-2015)
備考: 1,000ルピア=約10円(2014年12月レート)

2011年から2014年の予算実績をみると、年々増加傾向にあるが、増加の要因は主に「開発資金」の増加である。維持管理予算も増加はしているが2013年から2014年の増加は約10%程度に留まっている。

実施機関および現地訪問した沿岸無線局へのインタビューからは、現状の日常の維持管理費で無線局を運営するのに大きな支障はないことが確認された。しかし、現状の維持管理予算では小規模な修理にしか対応できないため、足りない場合は開発資金から一部流用するなどに対応している。予算配賦自体は遅滞なく航海局から地方事務所に行われているが、予算を超えた修理費等が発生した場合、タイムリーな支出ができず、年を跨いで要請しなければならない。訪問した沿岸無線局からも「必要な修理費やスペアパーツのタイムリーな予算確保が難しい」という回答があった。

以上より、本事業の運営・維持管理予算(財務面)にはやや懸念があると判断される。

3.5.4 運営・維持管理の状況

GMDSS 機材については、設置対象無線局全てからの質問票の回答は得られなかったが、可能な範囲で電話インタビューも実施したところ、4局以外で問題なく運用されていた。AIS および NAVTEX 機材についてはそれぞれの対象4局すべてで問題なく運用されていた。

事後評価時点で GMDSS 機材に問題があった4局のうち3局は落雷による損傷であり、1日のうち12時間程度しか稼働できなくなっている機材もあった。エンデ局は2014

年 12 月に落雷により損傷したと最近のものであったが、パレ・パレ局は 2014 年 1 月、テガル局に至っては 2011 年 11 月より修理されていない状況であった。また、残りのカリアンゲット局では、GMDSS 機材に付属したコンピューターが 2012 年よりウィルス感染により使えなくなり、GMDSS としての役割を十分に発揮できないなどの問題も見受けられた。GMDSS は海上交通の安全に資するところ、実施機関は地域事務所を通じた各沿岸無線局の状況に関するモニタリングを強化し、重要性・緊急性に鑑み必要な場合は予算をつけて早急に対応をすることが望まれる。

以上より、本事業の体制、技術および財務状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、海上におけるインドネシアの対象沿岸無線局に海上における遭難および安全に関する世界的な制度である GMDSS 設備（33 局）や AIS 設備（4 局）等を設置することにより、SOLAS 条約に対応し、また海上航行の安全の確保および海難事故への迅速な対応を図ることを目的とした事業である。

本事業の実施は、インドネシア政府の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分合致しており、妥当性は高い。GMDSS を新設した沿岸無線局の運営時間を 24 時間にするという運用・効果指標は、ほとんどの無線局で実施されており、目標値に達している。また、本事業により GMDSS の海上通信網が拡大し、本事業は、SOLAS 条約の対応というインドネシアの義務履行に貢献した。受益者調査では、航海の安全性の向上、天候や航行情報のアクセスの向上、遭難緊急時の対応の迅速化といった本事業の効果が実感されていることが確認された。また、本事業が沿岸無線局のサービスを向上させ、海運ビジネスの振興に貢献しているというインパクトも見られた。しかし、本事業で整備した沿岸無線局職員のトレーニング・センターと総合メンテナンス・センターは事業完了後活用されておらず、両センターの有効性は限定的である。従って、本事業の有効性・インパクトは中程度である。事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。運営・維持管理については、重大な問題は見られないものの、上記両センターの運用、人員体制、技術に改善の余地があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

- ・ トレーニング・センターの活性化を通じた実践的な研修の機会の拡大

トレーニング・センターに供与した GMDSS および AIS シミュレーターは研修効果

も高く、実践的な研修というニーズが高い研修ができる機材である。事後評価時点で実施機関と運輸省人材開発センターとの間で機材の運用について協議が始まっているが、本事業で供与した機材を有効活用する方策を早急に検討することが望まれる。また、今後のトレーニング・センターの運用については、研修予算の費用負担、研修内容、認証の授与など具体的な運用方法まで関係者間で協議し合意する必要がある。

- ・ 総合メンテナンス・センターに供与した機材の有効活用

想定した総合メンテナンス・センターとしての役割は人員・技術の問題等で望めないところ、供与した機材やスペアパーツを有効活用させる方策を立てる必要がある。現在機材を所有しているタンジュンプリオク地方事務所と本部航海局等関係者間で引き続き協議し、本事業で対象とした沿岸無線局に裨益するような措置を講じることが望まれる。実際、落雷等で GMDSS 機材が損傷している無線局もあり、このような無線局にスペアパーツ等が優先的に供与できるような運用方法、予算措置等を考慮する必要がある。

- ・ 補修が必要な GMDSS 機材の早期対応およびモニタリングの徹底

事後評価時点では 4 局の GMDSS 機材が損傷していることが判明した。最近損傷した機材もあるが、2 年以上も損傷したままのものもあった。GMDSS の重要性に鑑み、機材の状況に関し、地域事務所を通じたモニタリングを更に徹底するとともに、損傷した GMDSS 設備については早期に補修することが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

- ・ 供与機材の事業後の運用上の規程、予算、マンダートの明確化

インドネシア運輸省では、省内の部局が独立しており、供与した機材は部局や地方事務所ごとの資産として登録される。そのため、同じ省内であっても他の部局への所有権の移転や共用管理が制度上容易にできない仕組みになっている。本事業では、研修を実施するマンデート、体制、予算がない実施機関に研修機材が投入されたため、事業完了後の活用がなされなかった。また、メンテナンス機材についても、所有権が一つの地域事務所になっているため、管轄外の沿岸無線局への機材の供与もできない状況になっていた。従って、機材を供与する場合は、省内の運営規程やどの部局が維持管理のマンデートや予算を持っているのか、事前に十分に精査し、関係機関と協議した上で、事業スコープの決定およびアプローチを決定・合意する必要がある。

主要計画／実績比較

| 項 目 | 計 画 | 実 績 |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①アウトプット | <p>1) GMDSS 対応通信機器の設置</p> <p>1. 近海エリア (A2海域) MF/DSC 対象無線局：19局</p> <p>2. 沿岸エリア (A1海域) VHF/DSC 対象無線局：33局</p> <p>2) GMDSS 設置既設無線局の設備改良</p> <p>1. 送受信の分離 (テルックハールとヘア局間)</p> <p>2. スパイヤ局とマッサル局の環境改善</p> <p>3. トゥマイ局とサリンダ局の VHF 帯カバレッジ改善</p> <p>4. 1,2級局の老朽電源設備の交換 (全14局)</p> <p>5. 1,2級局の老朽アンテナの交換 (全12局)</p> <p>6. 追加工事</p> <p>3) 国内 NAVTEX 業務の開始 (ジャカルタ、マッサル、アンボン、ジャヤプラの4局)</p> <p>4) AIS の整備 (ベラワン、トゥマイ、サボン、ジャカルタの4局)</p> <p>5) 総合メンテナンス・センターの設置</p> <p>6) トレーニング・センターの強化</p> <p>7) 対象無線局のオペレーター、技師に対する研修の実施</p> <p>8) コンサルティングサービス</p> <p>a) 詳細設計</p> <p>b) 入札補助</p> <p>c) 工場検査</p> <p>d) 施工監理</p> <p>e) メンテナンス支援・最終検査</p> <p>f) 技術移転および人材育成等</p> | <p>1) GMDSS 対応通信機器の設置</p> <p>1. 近海エリア (A2海域) MF/DSC 対象無線局：22局</p> <p>2. 沿岸エリア (A1海域) VHF/DSC 対象無線局：計画どおり</p> <p>2) GMDSS 設置既設無線局の設備改良</p> <p>1. 計画どおり</p> <p>2. 計画どおり</p> <p>3. 計画どおり (サリンダ局の設置サイト変更)</p> <p>4. 計画に追加し、3,4級局の老朽電源設備も交換 (全41局)</p> <p>5. 計画どおり</p> <p>6. トゥマイ局の電波塔の強化、エンテ局とマウレ局の電波塔のデザインの変更、ジャカルタ局 NAVTEX 用アンテナの追加購入</p> <p>3) 計画どおり</p> <p>4) 対象2局変更 (ルクソマウエ、チラチャップ、トゥマイ、サボン)</p> <p>5) 計画どおり</p> <p>6) 計画どおり</p> <p>7) 計画どおり</p> <p>8) コンサルティングサービス 予定された業務内容は計画どおり実施された。</p> |
| ②期間 | 2004年4月～2009年11月 (67ヶ月) | 2004年4月～2012年3月 (96ヶ月) |
| ③事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート | <p>4,342百万円</p> <p>2,208百万円</p> <p>(157,714百万ルピー)</p> <p>6,550百万円</p> <p>5,568百万円</p> <p>1ルピー＝0.014円 (2003年10月時点)</p> | <p>5,371百万円</p> <p>532百万円</p> <p>(59,072百万ルピー)</p> <p>5,908百万円</p> <p>5,382百万円</p> <p>1ルピー＝0.009円</p> |

以 上