

**2015 年度案件別外部事後評価：パッケージⅣ－3  
(インドネシア)**

平成 28 年 12 月  
(2016 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  
新光オーエムシー株式会社  
オクタヴィアジャパン株式会社

評価
JR
16-59

## 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あるいは相手国政府側の事業実施主体等の見解が異なる部分に関しては、JICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等の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。

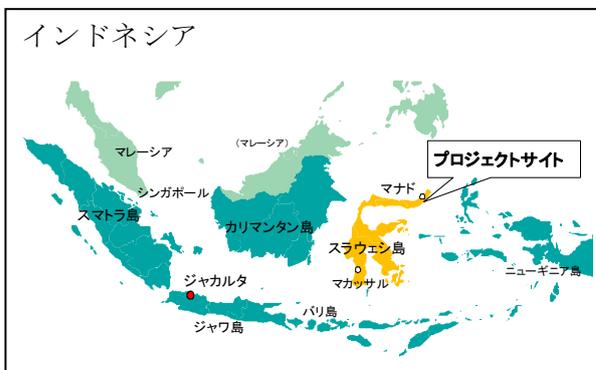
## 0. 要旨

本事業は北部スラウェシ島のミナハサ電力系統に位置する既存のラヘンドン地熱発電所に新たに3号機として地熱発電設備を建設することにより、ミナハサ系統の需給逼迫を緩和するとともに、電力供給の安定性の改善に寄与することを目的とした事業である。

再生可能エネルギーによる電力供給により逼迫する電力需給に対応しようとする本事業の目的は、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、事業実施の妥当性は高い。本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まっており、効率性は高い。審査時に設定した運用・効果指標は、運用する能力としての指標は達成されたものの、供給される蒸気の質の問題（本事業対象外）により、発電開始から約5年間は計画した発電量が目標に達することができないなど、有効性を損なう事態が発生した。しかし、蒸気の供給源が交換されてからは概ね計画どおりの効果の発現がみられた。また、自然環境・社会環境への負の影響はなく、利用効率の良いエネルギー源へのシフトや国産エネルギーの活用という意味で本事業は一定の貢献を果たしていた。したがって有効性・インパクトは中程度である。運営・維持管理においては、蒸気の質の問題は事後評価時点では完全に解決されていないものの解決の見込みも示されており、また、運営・維持管理の体制、技術、財務状況ともに問題はみられなかった。したがって本事業におい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



ラヘンドン地熱発電所（外観）

## 1.1 事業の背景

本事業が位置する北スラウェシ州のミナハサ電力系統は、ジャワ島以外の外島において特に需給が逼迫している地域の一つであった。実際 2002 年には、ピーク需要の 113MW に対し、実際の電力供給能力は既存施設の老朽化および維持管理による運転停止により 118MW に限られており電力需給が非常に逼迫していた。更に年平均 4.4% から 6.9% で需要が伸びる見込みの中、2004 年には需要が供給を上回ると予想されていた。したがって、社会経済の発展のためにはミナハサ系統の電力供給力を増大するとともに、電力供給の安定性を改善することが必要であった。

## 1.2 事業概要

北スラウェシ州のミナハサ電力系統に位置する既設ラヘンドン地熱発電所において、地熱発電設備（定格出力 20MW）を新設することにより、ラヘンドン地熱発電所の出力増強を図り、もって、ミナハサ系統での電力供給の安定性の改善に寄与することを目的とする。

円借款承諾額/実行額	5,866 百万円 / 4,517 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 0.75% 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 日本タイド (本邦技術活用条件 (STEP))
借入人/実施機関	インドネシア共和国 / 国有電力会社 (PT.PLN)
貸付完了	2012 年 9 月
本体契約	住友商事株式会社 (日本)
コンサルタント契約	西日本技術開発株式会社 (日本) / PT. Connusa Energindo (インドネシア) / PT. Tata Guna Patria (インドネシア)
関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ : F/S) 等	・ F/S (2001)
関連事業	<他ドナー、国際機関等> フランス : ラヘンドン地熱発電所 1 号機 (20MW) (1999 年) ADB : ラヘンドン地熱発電所 2 号機 (20MW) (2002 年) ADB : ラヘンドン地熱発電所 4 号機 (20MW) (2009 年) 世界銀行 : ラヘンドン地熱発電所 5、6 号機 (各 20MW) (2014 年) 世界銀行 : PT. PLN が進める企業・財務リストラ支援 (技術協力)

## 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：2015年10月～2016年12月

現地調査：2016年3月6日～3月16日、2016年6月26日～6月29日

## 3. 評価結果 (レーティング：A<sup>1</sup>)

### 3.1 妥当性 (レーティング：③<sup>2</sup>)

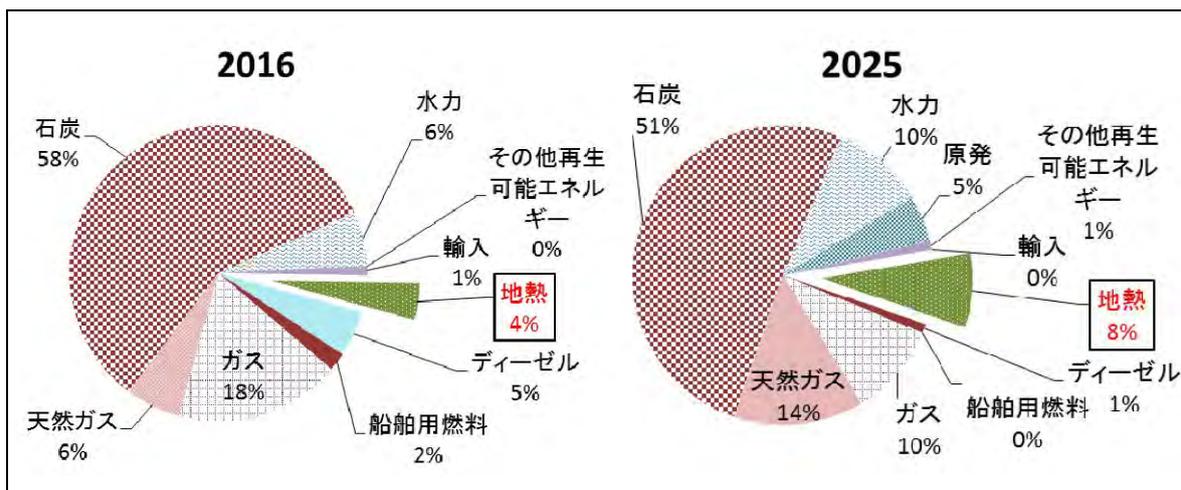
#### 3.1.1 開発政策との整合性

インドネシア政府は地熱開発を積極的に推進しており、1981年の大統領令第22号及び1991年の大統領令45号によって国営石油・ガス会社のプルタミナ社による国内での地熱開発や発電事業を行う上での事業環境を整備し、国有電力会社 (PT. PLN、以降、「PLN」という。) への蒸気の販売や売電を可能とした。2000年の大統領令76号ではエネルギー源の多様化および省エネルギーの方法として地熱発電を積極的に活用するよう提唱した。審査当時の PLN の「電源開発計画 (RJPP 2003-2007)」において本事業は既設ラヘンドン地熱発電所の拡張計画として位置づけられていた。従って、本事業はインドネシアの開発政策に整合したものである。

事後評価時においても、地熱を含む新・再生可能エネルギーを最大限利用する政策が打ち出されており、政策との整合性は高い。例えば、インドネシア政府は2015年から2019年までの5か年で新規に35GWの発電の設備容量増加を目標としており、そのうち地熱を含む新・再生可能エネルギーによる発電は全体の10～15%にあたる7.5GWを目標としている。これに沿って、現行の「国家中期開発計画 (RJPMN 2015-2019)」や「国家エネルギー計画 (RUPTL 2016-2025)」では、ディーゼル等経済的に利用効率が悪いエネルギー源を代替する電源開発を重点方針として掲げ、新・再生可能エネルギーやエネルギー源の多様性・組み合わせによる発電能力強化を謳っている。実際の発電量においては、RUPTLで2025年までに新・再生可能エネルギーによる発電量を全体の23%、2050年までに31%までに上げていくことを目標に掲げている。また、電源構成においては図1に示したとおり地熱発電を2016年の4%から2025年には8%にまで増加させていくことを計画している。

<sup>1</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>2</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」



(出所) RUPTL (2016-2025)

図1 電源構成の推移計画

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査時において、北部スラウェシ島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。表1に審査当時の北部スラウェシ島ミナハサ系統の電力需給推移を示したが、ミナハサ系統では、電力需要の伸びに対し、実際の供給能力が追い付かず、2004年には逆転すると見込まれていた。1997年に発生した通貨危機以降、2002年まで PLN による発電所への新規投資は行われておらず、民間投資も進んでいない状況の中、経年劣化と不十分な維持管理がその原因とされていた。したがって、同地域の社会経済発展のためには新しい発電設備の建設が急務であった。

ミナハサ系統は、PLN 構造改革の影響により 2011 年より隣接するゴロンタロ系統と連結し、スルバグット系統として拡張している。表2のとおりスルバグット系統となってからも北部スラウェシ地域の電力需要は年々7~8%程度伸びているなど需要は高まっている。したがって、発電能力の増強に対するニーズは引き続き高いといえる。電力需給は未だ逼迫しているが、それだけ一つ一つの発電所からの供給が重要であり、本事業の果たす役割は大きい。

以上より、本事業は逼迫した電力需給の対応が必要な北部スラウェシ島の電力供給を補完するものであり、審査時および事後評価時において開発ニーズに整合しているといえる。

表 1：北スラウェシの電力需給（審査時当時（2004年）の予測）

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
①最大電力需要 (MW)	113	118	125	131	140	149	159	169	180
需要の伸び率 (%)	—	4.4%	5.9%	4.8%	6.9%	6.4%	6.7%	6.3%	4.8%
②実質供給電力 (MW)	118	118	118	118	138	168	243	243	243
供給予備率 (%) = (②-①) / ①	4.4%	0.0%	-5.6%	-9.9%	-1.4%	12.8%	52.8%	43.8%	35.0%

(出所) JICA 提供資料

表 2：北スラウェシの電力需給（事後評価時点での実績および予測）

	2009	2010	2011	2012*	2013	2014	2015	2016	2017
①最大電力需要 (MW)	165	173	193	271	292	310	332	379	462
需要の伸び率 (%)	6.3%	4.8%	11.7%	40.6%	7.7%	6.3%	7.1%	7.7%	8.2%
②実質供給電力 (MW)	142	142	252	275	262	299	300	398	572
供給予備率 (%) = (②-①) / ①	-13.9%	-17.9%	30.6%	1.5%	-10.3%	-3.5%	-9.6%	5.0%	23.8%

(注) \*2012年に電力需要が一時的に伸びたのはミナハサ系統がゴロンタロ系統と連結しスルバグット系統に拡張したためである。

(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

審査当時（2004年）の日本の対インドネシア支援方針では、「民間主導の持続的な成長」が3つの支援柱の一つとしており、その中でも「投資環境改善のための経済インフラ整備」が掲げられていた。「海外経済協力業務実施方針」（2002年4月、JICA）では、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」を対インドネシア支援の重点分野として掲げている。国別業務実施方針（2002年11月、JICA）においても、電力不足を含め経済ボトルネックの解消等緊急性の高いニーズへの対応を方針としていた。

通貨危機以降、PLNのプロジェクトも止まっていた状況で、経済基盤および人々の生活の安定となる電力供給を支援した本事業は日本の政策に合致していた。

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：③）

### 3.2.1 アウトプット

本事業は、ラヘンドン地熱発電所の3号機<sup>3</sup>として、20MWの発電設備1基（地熱タービン）及び既設発電所と連結する送電システム等を整備するものである。アウトプットの

<sup>3</sup> 審査時には本事業が2号機と記載があるが、実際は3号機として建設された。

計画と実績の比較は表3のとおりである。なお、本事業の対象は地熱タービンの整備などPLNが実施する発電部分である。発電に必要な蒸気の開発および供給部分についてはプルタミナ社の子会社である地熱エネルギー社（PGE）が行った。PLNはPGEと本事業に関し蒸気売買契約を結んでいた。

表3：アウトプットの計画と実績の比較

計 画		実 績
土木工事、調達機材等		
1. 発電設備建設	・地熱タービン（20MW x 1 機）	計画どおり
	・コンデンサおよび関連設備	計画どおり
	・電気設備	計画どおり
	・計装制御設備	計画どおり
	（将来の拡張のための工事） ・増設（4号機）を考えたレイアウト ・4号機と一緒の建屋建設 ・4号機に繋げる各種電線、パイプライン ・4号機と共用の倉庫・ワークショップの設置等	計画どおり
2. 送電システム等	・送電線（150kV、3km）（本事業の3号機から1号機の配電盤まで） ・1号機の開閉装置および機材 ・関連機材	本事業（3号機）設置場所の変更に伴い、送電システムの設置は行わず、送電塔を建設し1、2号機からの送電線と連結する方法に変更。
コンサルティング・サービス		
プルタミナ社による蒸気のリソーススタディのレビュー、入札補助、施行管理、PLN職員への技術移転、環境モニタリング、報告書作成等		計画どおり

（出所）実施機関への質問票回答

発電設備建設に関しては計画どおりでアウトプットに変更はない。送電システムについては変更があった。本事業の建設予定地に断層が走っていることが判明したため、設置場所を移動した。移動した場所は、1、2号機の送電線と隣接していたため、当初予定していた送電システムの設置は必要なくなり、単に送電塔を建て電線を連結させる簡易な工事で対応した。なお、右工事は実施機関である PLN の負担により遅延なく実施された。断層に関する調査は本体工事着工前に実施されたもので審査時では判断できなかったことから、設置場所の変更とそれに伴う送電設備の設計変更は妥当であると判断できる。

コンサルティング・サービスの内容は計画どおり実施された。投入量は、計画の227.75人月（M/M）に比べ実際は204.88M/Mと、22.87M/M少なかったが、これは上記送電システムの変更が大きな要因である。



タービン（上）と発電機（下）



冷却塔



PLN が設置した送電塔 2 基

### 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 7,007 百万円（うち円借款部分は 5,866 百万円）であったのに対し、実際は 5,600 百万円（うち円借款部分は 4,517 百万円）と、計画内に収まった（対計画比 80%）。

総事業費の減少の主な原因は、送電設備が計画よりも小規模になったことと、事業実施中における現地通貨インドネシア・ルピアの対円減価の影響によるものである<sup>4</sup>。

#### 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<sup>5</sup>（借款契約調印）～2010 年 4 月（保証期間の終了時）の 73 ヶ月に対し、実際は、2004 年 4 月（借款契約調印）～2010 年 2 月（保証期間の終了時）の 71 ヶ月と計画内に収まった（計画比 97%）。

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

表 4 に審査時と事後評価時の財務的内部収益率（FIRR）を示した。

表 4：審査時と事後評価時の FIRR

	審査時	事後評価時
FIRR 値	5.4 %	1.8 %
便益	売電収入	
費用	建設費、維持管理費、燃料費（蒸気購入費）	
プロジェクト・ライフ	本事業完成後 30 年	

（出所）審査時：JICA 提供資料、事後評価時：実施機関より入手したデータより評価者再計算。

FIRR 値は審査時よりも低くなっている。主な理由は、燃料費である蒸気購入費が審査時に想定した額よりも大幅に上昇したため（ルピア建で 3 倍以上）と考えられる。

<sup>4</sup> 審査時 1 円＝71.4 ルピア、1 米ドル＝118 円で試算されていたが、実際は、1 円＝90.9 ルピア、1 米ドル＝89.9 円（2004 年から 2012 年の IMF レートによる期間平均値）と円高傾向であった。

<sup>5</sup> 借款契約調印は 2004 年 3 月 31 日であるため、事業期間は 2004 年 4 月から計算している。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は高い。なお、本事業は本邦技術活用条件（STEP）を適用した調達を行ったが、事業費、事業期間への影響は無かった。また、実施機関へのインタビューでは、調達した機材・コンサルタントに関し選定プロセスに問題はなく、質的にもほぼ満足しているとの回答があった。

### 3.3 有効性（レーティング：②）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時に設定した運用・効果指標の事業完了後の実績値は表5のとおりである。

目標年である事業完成1年後、2011年の値をみると、運用指標の最大出力および稼働率は目標値に達しており、本事業は予定通りの運用能力を有していることがわかる。一方、設備利用率および送電端発電量は目標値に達していなかった。本事業ではプルタミナ地熱エネルギー社（PGE）により開発された蒸気の供給を得て発電することとなっているが、運転開始当初から供給される主力蒸気井（23号井）の熱水の酸性度が高く<sup>6</sup>、また蒸気に含まれる非凝縮性ガス（NCG）の含有量が蒸気売買契約に示された値よりも高い<sup>7</sup>等問題が発生した。そのため、運転開始当初より3号機では出力を抑えて運転せざるを得なかった。表6のとおり2012年には蒸気の問題が深刻化し、蒸気井でのシリカの付着を防ぐため主力蒸気井の坑口の交換工事等を行うなどPGEが主力蒸気井からの供給を止めたため3号機はほぼ1年間運転を停止していた。従って、実際の発電量を加味する設備利用率および送電端発電量は2012年には設備利用率14.5%、送電端発電量13.9GWhと極端に低くなっている。

---

<sup>6</sup> 熱水の酸性度が高いと熱水供給管内にシリカ（水の中に含まれるケイ酸質のもの）等のスケール（水垢）が付着し蒸気供給が低下・停止するといった問題が発生する。

<sup>7</sup> PLNとPGEとの売買契約の中に蒸気の性質としてNCGは1.0%以下と明記されていたことで、本事業のガス抽出装置はNCG1%を想定したものを調達。一方、実際にはNCGは2.5%と高濃度であった。ガス抽出装置の許容範囲に対してNCGが高いと十分なガス抽出ができずコンデンサの中で圧力が高くなりタービンの効率が落ちるため、出力を抑えて運転せざるを得ない。本事業のコンサルティングサービス内で、PGEから供給される蒸気のリソーススタディを実施しているが、これは蒸気の成分ではなく、将来的にも十分な蒸気が確保できるのかについて調査したものであった。

表 5：運用・効果指標

	指標* (単位)	基準値 2004年 審査年	目標値 2011年 事業完 成1年 後	実績値						
				2009年 (運転 開始 年)	2010年 事業完 成年	2011年 事業完 成1年 後	2012年 事業完 成2年 後	2013年 事業完 成3年 後	2014年 事業完 成4年 後	2015年 事業完 成5年 後
運用 指標	最大出力 (MW)	-	20 MW	15.5	20	20	20	18.1	18.7	20
	稼働率 (%)	-	91.8% 以上	99.6	99.5	99.3	99.9	99.5	99.0	99.2
	設備利用率 (%)	-	85% 以上	60.6	73.7	52.7	14.5	75.4	77.4	91.7
効果 指標	送電端発電 量 (GWh/ 年)	-	140 GWh/ye ar	46.8	82.5	59.6	13.9	82.3	88.8	153.7

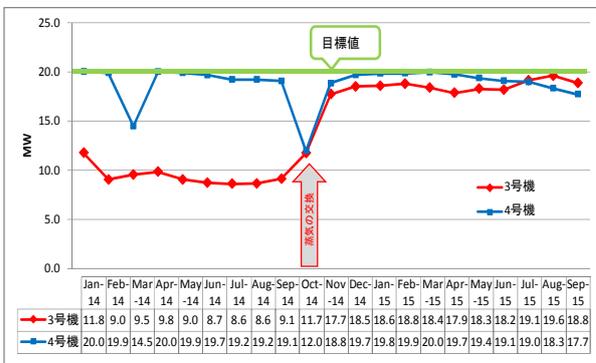
(注) \*稼働率 (%) = (年間運転時間/年間時間数) × 100。年間運転時間にはスタンバイ時間も含まれる。  
 設備利用率 (%) = 年間発電量 / (定格出力 × 年間時間数) × 100。  
 送電端発電量 (GWh/年) = 年間発電量 - 所内消費電力量  
 (出所) JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

表 6：3号機の停止時間

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
停止時間 (時間)	1,895.82	1,848.35	3,782.12	8,020.95	1,372.08	87.18	31.40
(日換算)	78.9	77.0	157.6	334.2	57.2	3.6	1.3
内、機械故障による停止時間 (時間)	3	11	8	-	3	17	-

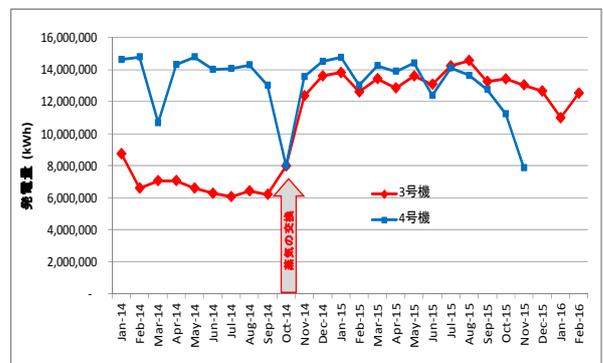
(出所) 実施機関からの入手情報より作成

しかし、2014年10月に3号機の主要蒸気を4号機の蒸気井(28号井)と交換したことにより、2015年より運用・効果指標が目標値に達した。また、図2、図3に示すとおり蒸気交換後は出力および発電量とも安定的な供給が行えるようになっている。



(出所) 実施機関からの入手情報より作成

図 2：月間平均出力 (2014/2015)



(出所) 実施機関からの入手情報より作成

図 3：月間平均発電量 (2014/2015)

2009年に工事が完成してからほぼ5年間計画した発電量を供給できず有効性は高いとはいえないが、2014年に蒸気を交換して以降は有効性の発現が確認できた。なお、蒸気の問題は本事業対象外（PGEによる開発事業）である。また本事業が調達したガス抽出装置等の設備はPGEとの蒸気売買契約にある蒸気の性質内容に基づいたものであり、事前に対応することは難しかった。問題発生時よりPLNとPGE間で定期的に協議を行っており、PGE側は高酸性の問題については中和剤（苛性ソーダ）の注入等可能な限りの緩和策を実施していた。

### 3.3.2 定性的効果

電力需給逼迫緩和および二酸化炭素の排出量削減効果の定性的効果については、事項「3.4 インパクト」で述べる。



3号機のガス抽出装置



パイプライン交換箇所(23号/28号蒸気井)

## 3.4 インパクト

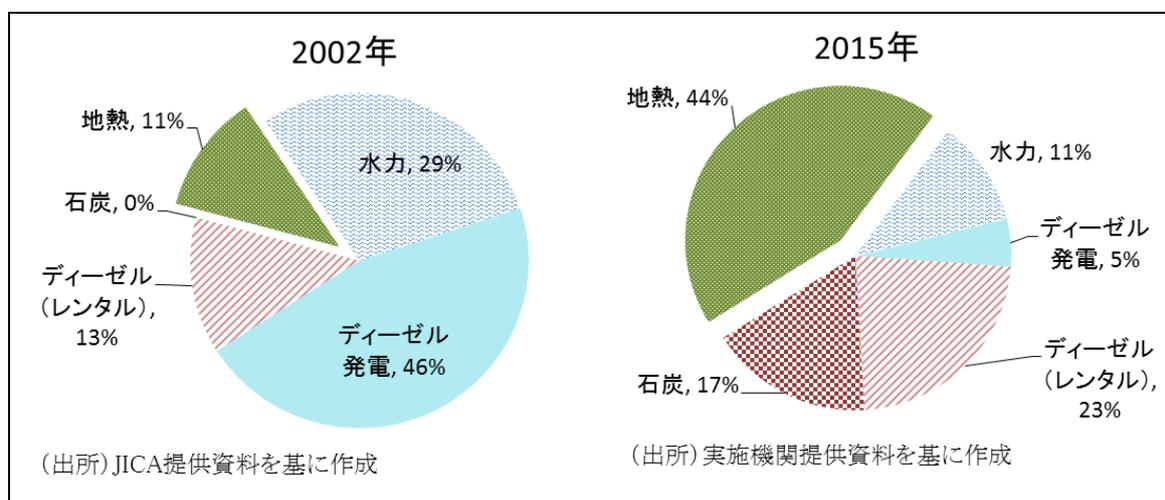
### 3.4.1 電力供給の安定性の改善

2015年時点で北部スラウェシ地域全体の老朽化や維持管理のためのロスを除いた実質供給可能な電力設備容量は300MW、送電端発電量は1,625.4GWhであった。本事業による値は20MW、153.7GWhであったことから、本事業の北部スラウェシ地域に占める電力供給の割合は、電力設備容量で6.7%、送電端発電量で9.4%となる。したがって、本事業は電力の安定供給にある程度の役割を果たしているがそれ程大きなものではない。

### 3.4.2 エネルギー源の多様化・国産エネルギーの活用への貢献

ミナハサ系統における2002年および2015年の電源構成は図4のとおりである。インドネシア政府は燃料節約のため、また環境に優しく経済的に効率的なエネルギーによる発電へのシフトとして、エネルギー源の多様化および国産エネルギーの活用を進めている。図4のとおり、地熱発電は2002年の11%から2015年には44%とミナハサ

系統の約半分を占める程になっている。ミナハサ系統には 2015 年時点で本事業を含め 4 機の地熱発電所がありそれぞれ 20MW の出力となっている。従って本事業はミナハサ系統の 11%、またミナハサ系統の地熱発電全体からいうと 25%を占めることとなり、エネルギー源の多様化および国産エネルギー活用に一定程度貢献しているといえる。



(注) 「レンタル」とは民間が開発したディーゼル発電設備を PLN が借りている分。

図 4：ミナハサ系統の電源構成

### 3.4.3 二酸化炭素の排出量削減効果

一般に、地熱発電は他の電源に比べてライフサイクルにおける二酸化炭素排出量が少ないとされている。日本の資源エネルギー庁によると、地熱発電からの排出量 (15 g-CO<sub>2</sub>/kWh) は、石炭火力による発電からの排出量 (975 g-CO<sub>2</sub>/kWh) の 1.5% にすぎない<sup>8</sup>。本事業による二酸化炭素の排出量に関しては実施機関がデータを取っておらず、正確な削減効果はわからないが、本事業による発電量を火力発電で賄う場合に比して二酸化炭素の排出量は少ないため、そのような仮定の上では削減による効果は発生したと考えられる。

### 3.4.4 その他、正負のインパクト

#### 3.4.4.1 自然環境へのインパクト

実施機関へのインタビューおよび入手したモニタリング記録から、PLN が設置した送電塔を含め本事業では工期中および完了後も四半期毎にインドネシア政府の環境管理方針 (UKL) および環境モニタリング方針 (UPL) に則り環境モニタリングが継続的に実施されていた。地熱発電における重要な環境指標の結果は表 7 のとおりであり (2015 年第 4 四半期)、すべてインドネシア政府の基準を下回っている。周辺住民へ

<sup>8</sup>[http://www.enecho.meti.go.jp/category/resources\\_and\\_fuel/geothermal/explanation/development/merit/clean/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/resources_and_fuel/geothermal/explanation/development/merit/clean/) (2016 年 11 月 16 日)

のヒアリングにおいても確認したが、大気汚染、周辺地域の水質等自然環境への負のインパクトは発現していない。

表 7：環境モニタリング結果（2015 年度第 4 四半期）

指標	標準値	結果
大気中の硫黄化水素（H <sub>2</sub> S）	0.02 ppm	0 ppm
還元井のヒ素濃度（As）	0.05 mg/L	検出限界の 0.003 未満
還元井の水銀濃度（Hg）	0.001 mg/L	検出限界の 0.0007 未満

（出所）実施機関への質問票回答

#### 3.4.4.2 住民移転・用地取得

発電所建設において約 3ha の用地取得が必要であったが、実施機関および実施コンサルタントに確認したところ、所有者への補償手続きは適切なプロセスを経て実施され、土地収用に問題はなく、工事への影響もなかった。発電所および PLN が設置した送電塔が建設された場所は雑木林、農地、牧草地であり、住民移転は発生しなかった。したがって用地取得による負の影響はなかった。

#### 3.4.4.3 その他のインパクト

実施機関および実施コンサルタントによると、工期中 400～500 人いた作業員の約半数の 200 人ほどが近隣住民から雇用され、近隣住民の雇用・収入増に貢献した。事後評価時点では、3号機のオペレーター3名、警備員2名が近隣住民から雇用されており、工期後の雇用にも貢献がみられた。

以上より、本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、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：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

事業完成後の発電所の運営・維持管理はスラウェシ北部のマナド市にある北部・中部スラウェシ・ゴロンタロ地域管区（以降、地域事務所）の管轄の下、PLN Lahendong（ラヘンドン地熱発電所）が実施している。同地域事務所は、PLN 本部のスラウェシ・ヌサテンガラ地域局に属している。PLN の再編前は PLN 東インドネシア地域局の北スラウェシ管区事務所がラヘンドン地熱発電所の運営実施を担っていたが、PLN 東インドネシア地域局は分割され、スラウェシ・ヌサテンガラ地域局となった。

ラヘンドン地熱発電所では、4 機の地熱発電所を所管し、所長以下、運営、維持管理、総務を担当する各監督部長が配置され、それぞれの任務にあっている。所長以下、各監督部長は PLN 本部より派遣されている。事後評価時点のラヘンドン地熱発電所の職員数は全員で 92 名、内、PLN 本部職員 33 名、外部委託職員 39 名、警備員 16

名、警察 4 名であった。4 機の発電所ユニットのオペレーターはシフト制となっており、1 つのシフトにユニット単位で 5～6 人体制になっている。このように各部署に PLN 本部職員が配置できており、人数も適切な数が配置されている。

PLN 再編による維持管理部署の変更はあるものの、体制的な問題はない。実施機関へのインタビューでは、PLN 再編により本部担当の担当地域範囲が狭められ、現場とのコミュニケーションが円滑となり問題への対応が機動的になったというプラスの効果が挙げられた。また、蒸気を供給する PGE 側との関係は良好であり、定期会合を開催し蒸気の問題に対応してきている。

したがって、ラヘンドン地熱発電所の運営・維持管理体制に特段問題は認められない。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

工期中に本事業のコンサルタントが実施したオペレーターおよび維持管理職員に対する実地訓練（OJT）や本邦研修により、本事業を運営・維持管理する上でのノウハウが身に付いたと研修参加者および実施機関により高い評価が得られた。本邦研修に参加した 9 人は、研修後 OJT を通じて同僚にノウハウを伝授している。事後評価時点では本邦研修参加者は退職、異動によりオペレーターの 2 人しか残っていないが、残った 2 人がオペレーターを中心となっている。また、工期中に作成したオペレーションマニュアルについても評価が高く、実施機関によりインドネシア語に翻訳され、毎年改定を加えながら事後評価時点においても使用されている。



コントロール室

PLN ではオペレーターや維持管理の技術者に対し、半年ごとに PLN ラーニングセンター（全国で 3 か所）で担当分野や資格レベル毎の研修トレーニングを受講することを義務付けており、適切な人材育成マネジメント体制が構築されている。本事業の関連職員も同研修を受講している。日常維持管理はマニュアル類を活用し実施しており、定期点検については必要に応じ外部委託しての対応も実施している<sup>9</sup>。

以上より、運営・維持管理技術に特段の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、ラヘンドン地熱発電所にて必要額を見積もった後、上管轄の地域事務所に予算申請し、PLN 本部が承認する。承認された予算は地域事務所に配賦

<sup>9</sup> 定期点検も基本的に内部人材で実施するが、必要に応じて PLN グループのジャワ・バリ発電会社の維持管理サービス部門（PJB-S）や民間企業に外部委託している。

される。地域事務所およびラヘンドン地熱発電所へのインタビューによると、本事業の運営上必要な維持管理費は毎年計画どおり適正に手当され、現場で良好な運転と維持管理が確保されているとのことである<sup>10</sup>。

以上より、運営・維持管理の財務に特段問題は見受けられない。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

事後評価時点で、本事業の完成1年後点検および保証期間内に発見された不具合についてはほぼすべてに対応がなされており、運営・維持管理上大きな問題は見当たらなかった。

3号機の維持管理は、メンテナンスの種類、予算、点検スケジュール等について計画を策定し、毎年見直し、更新している。基本的には、ラヘンドン地熱発電所では、大規模点検（オーバーホール）は48か月毎、定期点検は24か月毎、そして日常点検（マニュアルに基づきタービン、フィルター、モーター等機器の状況チェック等）を実施している。

定期点検は蒸気の問題で停止時間が長かったため実施されていなかったが、事後評価調査時（2016年）の5月から7月末にかけて実施された。オーバーホールについては2018年に実施が予定されている。

一方、未だ蒸気の問題は完全には解決されていない。上述したとおり蒸気は4号機の蒸気と交換したが、交換した蒸気自体のNCG濃度は1.4%と3号機の許容範囲である1.0%よりもまだ高く、また蒸気の出力が弱い時がある。出力が弱いときにはそれまでの23号井から蒸気をミックスしているため、熱水の高酸性および蒸気のNCG濃度の問題が完全に解決されていない<sup>11</sup>。PGEによると、この問題に対応するため2016年10月までに別の2本の蒸気井<sup>12</sup>からのミックス投入を計画している。これが実現されれば本事業に供給される蒸気のNCGの問題が解決され、また高酸性の問題は軽減できる見込みである。

以上より、本事業の運営・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。

---

<sup>10</sup> 実施機関によると、計画した予算以上の必要性が生じた場合は、地域事務所により他プロジェクトから融通することができ、速やかに対応できる体制となっている。また、予算配布のタイミングについても問題がないことを確認した。

<sup>11</sup> 交換した28号井の蒸気出力が弱い時は、これまでの23号井から約5%程度追加投入している。そのためNCG濃度が2%になることもあり、出力を抑えて運転するため発電量が減る。

<sup>12</sup> 両方ともNCGが0.8%以下の蒸気井。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は北部スラウェシ島のミナハサ電力系統に位置する既存のラヘンドン地熱発電所に新たに3号機として地熱発電設備を建設することにより、ミナハサ系統の需給逼迫を緩和するとともに、電力供給の安定性の改善に寄与することを目的とした事業である。

再生可能エネルギーによる電力供給により逼迫する電力需給に対応しようとする本事業の目的は、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、事業実施の妥当性は高い。本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まっており、効率性は高い。審査時に設定した運用・効果指標は、運用する能力としての指標は達成されたものの、供給される蒸気の質の問題（本事業対象外）により、発電開始から約5年間は計画した発電量が目標に達することができないなど、有効性を損なう事態が発生した。しかし、蒸気の供給源が交換されてからは概ね計画どおりの効果の発現がみられた。また、自然環境・社会環境への負の影響はなく、利用効率の良いエネルギー源へのシフトや国産エネルギーの活用という意味で本事業は一定の貢献を果たしていた。したがって有効性・インパクトは中程度である。運営・維持管理においては、蒸気の質の問題は事後評価時点では完全に解決されていないものの解決の見込みも示されており、また、運営・維持管理の体制、技術、財務状況ともに問題はみられなかった。したがって本事業におい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

##### PGE との協議の継続および進捗モニタリングの実施

2014年10月より交換された蒸気（28号井）についても未だ酸性度やNCGの値が高く、本事業の設備許容範囲を超えているため、3号機は出力を多少抑えて発電せざるを得ない状況である。更に28号井の蒸気出力が足りない場合はNCG値の高い元の蒸気井（23号井）をミックス供給しており、更に出力を抑えなければならない。PGEはこれに対応するため酸性度およびNCG値が低い2本の蒸気井（47、48号井）を開発し、2016年10月までに28号井にこの2本をミックスして本事業の蒸気量を確保する計画としている。PLN（地域事務所）は、引き続きPGE（北スラウェシ事務所）と本問題について月例会で協議し、対応の進捗状況の確認等を行っていく必要がある。また、PLN本部は必要に応じこのような地域レベルで実施される月例会への参加、PGE本社との会合開催など、本問題に対し積極的に働きかける必要がある。

#### 4.2.2 JICA への提言

なし。

### 4.3 教訓

#### 調達設備の仕様を決定する前の蒸気成分の確認

本事業では、NCG 値が 1%以下の蒸気の供給を約束した PLN と PGE 間の蒸気売買契約に基づいて設備仕様が決定された。そのため、NCG 値 1%以下しか許容しないガス抽出装置等の機材が調達された<sup>13</sup>。しかし実際に供給された蒸気の NCG 値は 1%を超えていたため、事業完成直後から問題が発生し、目標の発電量を長年出すことができなかった。PLN は本事業からの教訓を受け、2014 年より PGE との蒸気売買契約後に、蒸気の色・成分について調査した「リソース確認書 (Resource Confirmation)」を提出させることを PGE に義務付けた<sup>14</sup>。これは PLN が本事業より学んだことであるが、設備仕様を決定する前にこのように実際の調査に基づいて蒸気の色・質を確認しておくことは非常に重要である。蒸気の色質は自然のものであるため調査したとしてもその後変化することはあるが、少なくとも実際の調査結果を確認してから機材の仕様を決定する必要がある。仮に事前にリソース確認書のような実際の調査結果がない場合は、可能な範囲で許容範囲の広い仕様にしておくことも検討すべきである。

---

<sup>13</sup> PGE によると 23 号井近くの蒸気の色質が NCG1%未満であったため、蒸気の色質調査を行わずに 23 号井の色質も同様の値で記載していた。

<sup>14</sup> 最初の適用例として、2014 年 8 月に、円借款事業「地熱開発促進プログラム (フルライス地熱発電事業 (エンジニアリング・サービス))」(2015 年 12 月 L/A 調印)に関連して提出されている。

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"> <li>・ 地熱タービン（定格出力20MW×1基の設置）</li> <li>・ コンデンサの設置</li> <li>・ 電気設備</li> <li>・ 計装制御設備</li> <li>・ 将来の拡張のための工事</li> <li>・ 関連機材の設置</li> </ul> <p>2) 送電システム整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 送電線（150kV、3km）敷設（本第3号機から第1号機の配電盤まで）</li> <li>・ 第1号機の開閉装置機材</li> <li>・ 関連機材の設置</li> </ul> <p>3) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ プルタミナ社によるリソーススタディのレビュー、入札補助、施行管理、PLN職員への技術移転、環境モニタリング、報告書作成</li> </ul>	<p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 計画どおり</li> </ul> <p>2) 送電システム整備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本事業（3号機）設置場所の変更に伴い、送電システムの設置は行わず、送電塔を建設し1、2号機からの送電線と連結する方法に変更。</li> </ul> <p>3) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> </ul>
②期間	2004年4月～2010年4月 (73ヵ月)	2004年4月～2010年2月 (71ヵ月)
③事業費		
外貨	4,494百万円	4,430百万円
内貨	2,513百万円	1,170百万円
	(現地通貨) 179,500百万ルピア	(現地通貨) 106,374百万ルピア
合計	7,007百万円	5,600百万円
うち円借款分	5,866百万円	4,517百万円
換算レート	1ルピア=0.014円 (2003年10月時点)	1ルピア=0.011円 (2004年～2012年平均)

以上

2015年度 外部事後評価報告書  
円借款「タラハン石炭火力発電事業」

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、スマトラ島南部ランポン地域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を目的に石炭火力発電所を整備した。石炭の活用による電源の多様化を図り、安定的な電力供給を目指した本事業は、インドネシアのエネルギー／電力政策、開発ニーズに合致し、産業基盤整備を支援する日本の援助政策にも合致していることから、妥当性は高い。事業費は計画内に収まったものの、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。本事業は運用・効果指標が審査時に設定されておらず、事後評価時に設定した指標の実績値を確認したところ、実施機関の各年の目標値をおおむね達成しており、ほぼ順調に発電が行われ効果の発現は十分であったと考えられる。本発電所がスマトラ島で最も供給予備率の低いランポン州に立地し、同地域の電力ロスの低減及び電力の品質の維持に極めて重要な役割を担っていた点、また、電力供給信頼性の向上や効率的発電体制の構築、石油消費量の低減、新技術であるボイラー運転のノウハウの実施機関内での蓄積・共有、地域の産業発展（経済効果）への貢献が認められることから、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響及び用地取得・住民移転に係る問題は指摘されていない。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



タラハン石炭火力発電所

### 1.1 事業の背景

インドネシアのスマトラ島では急速な経済発展を受け電力需要が伸びており、特に南部ランポン地域の電力需要はスマトラ島全体の約 40%を占め、年平均 10%を越える大

きな伸びを記録していた。本事業は、電力供給の安定性及び信頼性の向上が喫緊の課題となっていた南部ランポン地域の電力需要に対応するため、1993年度の円借款「タラハン石炭火力発電所建設事業」(E/S)で実施されたエンジニアリング・サービスに基づき、石炭火力発電所及び関連設備を建設するものであった。

## 1.2 事業概要（事業目的含む）

スマトラ島ランポン地域において、ベースロード電源の石炭火力発電所（設備容量200MW：100MW×2基）及び関連施設を建設することにより、同地域への電力供給力の増大を図り、もって電力供給の安定性の改善と電力供給体制の効率化に寄与する。

円借款承諾額/実行額	34,023 百万円 / 26,783 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	金利 2.7%（コンサルタントは 2.3%） 返済 30 年 （うち据置 10 年） 調達条件 一般アンタイト
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	2008 年 9 月
本体契約	PT. Adhi Karya（インドネシア）/ 東亜建設工業株式会社（日本）（JV）、丸紅株式会社（日本）、P.T. Doosan Indonesia（インドネシア）/ アルストム株式会社（日本）/ 株式会社三井三池製作所（日本）（JV）、PT. Alstom Power Energy System Indonesia（インドネシア）/ 丸紅株式会社（日本）/ Alstom Power Inc.（アメリカ合衆国）（JV）
コンサルタント契約	PT Jaya Konstruksi Manggala Pratama（インドネシア）/ 東電設計株式会社（日本）（JV）
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	・ F/S（1988 年 12 月） ・ タラハン石炭火力発電所建設事業（E/S）に係る援助効果促進調査（SAPS）（1997 年 2 月）
関連事業	円借款（カッコ内は借款契約調印年月） ・ タラハン石炭火力発電所建設事業（E/S）（1993 年 11 月） 技術協力 ・ 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） ・ JICA 専門家（エネルギー・鉱物資源省に派遣）（2011 年～2016 年） 世界銀行 ・ 技術支援（PLN が進める企業・財務リストラ支援） ・ Java-Bali Power Sector Restructuring and Strengthening Project（2003 年～2013 年）

## 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：2015年10月～2016年12月

現地調査：2016年2月18日～3月25日、2016年6月16日～6月29日

## 3. 評価結果 (レーティング：A<sup>1</sup>)

### 3.1 妥当性 (レーティング：③<sup>2</sup>)

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時、インドネシア政府は、「第5次五カ年計画」(1989年～1993年)において、脱石油化政策を基本方針とし、電源の多様化と電力の安定供給確保により産業開発を支える政策を掲げていた。また、電力セクターの方針としては、環境に配慮した新規の電源開発が掲げられ、ディーゼルを代替する石炭火力発電所の建設が志向されていた。

事後評価時の「国家中期開発計画 (RPJMN)」(2015年～2019年)及び国有電力企業のPT. PLN (Persero)<sup>3</sup>の「電力供給計画」(2015年～2024年)(以下、「RUPTL」という。)によると、ディーゼル等経済的に利用効率の悪いエネルギー源を代替する電源開発が重点方針として掲げられ、エネルギーミックスによる発電能力強化が謳われている。RUPTLでは、2024年までにスマトラ島の供給予備率を61%とする計画目標が示され、新規電源開発に際してはスマトラ島の石炭の活用により、経済効率性の向上を図る計画が掲げられている。また、2015年に誕生したジョコウィ政権は「地方開発」を優先政策とし、電力開発においてジャワ島外に資金を優先的に投下する方針を打ち出している。

以上より、本事業の実施は、審査時及び事後評価時ともに、インドネシア国のエネルギー／電力政策に合致している。

#### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査時において、スマトラ島南部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。南部スマトラ地域の電力需要はスマトラ全島の約40%を占め、年平均10%を超える大きな伸びを記録していた。また、既存の発電設備の供給信頼度は低く、著しい需要の伸びと発電能力の低下が課題とされていた。

<sup>1</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>2</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>3</sup> PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)

継続的に電源開発が進められていたが、需要の伸びはそれを上回る率で上昇していたため、供給予備率は年々低下しており、逼迫した電力需要への対応と、効率の悪いディーゼルを代替する電源の開発により、電力供給の安定性及び信頼性の向上、地域内の設備効率の向上を図ることが期待されていた。

事後評価時点においても同地域における発電能力の増強は依然急務の課題とされている<sup>4</sup>。中でも、ランポン州は同国で最も電力不足が深刻な地域の一つとされ、供給予備率は表1のとおり、安定的な電力供給に必要な供給予備率とされる25%<sup>5</sup>を大幅に割り込んだマイナスの数値となっており、電力需給バランスの緩和が喫緊の課題とされている。

表1：スマトラ島ランポン系統の電力需給バランス及び供給予備率の推移

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
①最大電力需要 (MW)	288	387	423	457	482	538	623	690	675	737
②供給電力 (MW)	217	414	407	383	433	516	547	549	671	600
供給予備率 (%) =(②-①)/①	-24.6	7.0	-3.8	-16.1	-10.1	-4.1	-12.2	-20.5	-0.5	-18.6

出所：実施機関への質問票回答

注：本事業による発電施設の供用開始は2007年12月

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本政府の対インドネシア国別援助方針（1994年2月）において、対インドネシア支援の重点分野の一つとして「産業基盤整備（経済インフラ）」が掲げられていた。また、地方開発の観点から、ジャワ島以外への協力が重視されていた。

審査当時、スマトラ島南部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中で、ジャワ島以外の地方地域の経済成長に必要な電源開発を目指す本事業の実施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、タラハン石炭火力発電所において、100MWの発電設備2基及び関連施設（石炭灰処理設備、送電設備等）を整備するものである。発電設備にはインドネシア初

<sup>4</sup> RUPTL 2015-2024によると、スマトラ島の電力需要は2015年の31.2TWhから2024年には82.8TWhとなり、年平均11.6%増加する見込みとなっている。

<sup>5</sup> インドネシア政府の「国家電力総合計画（RUKN）2003年~2022年」より。

の流動床ボイラー<sup>6</sup>が採用されている。アウトプットの計画と実績の比較は表 2 のとおり。

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	
<ul style="list-style-type: none"> <li>発電主要設備（ボイラー、タービン発電機）100MW×2基（流動床ボイラー使用）</li> <li>石炭前処理設備</li> <li>石炭灰処理設備</li> <li>電気設備</li> <li>開閉・送電設備（150kV GIS、150kV 送電線 2 回線 18km）</li> <li>関連土木・建設工事</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画どおり</li> <li>計画どおり</li> <li>計画どおり</li> <li>計画どおり</li> <li>計画どおり</li> <li>計画どおり</li> </ul>
コンサルティング・サービス	
<ul style="list-style-type: none"> <li>コンサルティング・サービス（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）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>計画どおり</li> </ul>

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、当初計画が 852MM であったのに対して、実際は 986.66MM と、全体の投入量が大幅に増加した（計画比 116%）。これは主に石炭供給契約の遅延に起因する事業実施遅延に伴う増加である。事業遅延期間中も含めて、コンサルティング・サービスを継続させておく必要があったため投入量の増加につながった。必ずしも効率的であったとは言えないが、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。



発電所内のタービン

<sup>6</sup> 石炭を、燃焼媒体となる物質（シリカ砂）とともに炉内で燃焼するボイラー。流動床内の熱伝が良いため燃焼効率が良く、低温燃焼であるため NO<sub>x</sub> の発生が抑制される。さらに、炉内脱硫が可能で、脱硫装置が不要である。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、用地取得費の実績値が不明であるため、当初計画の 42,712 百万円（うち円借款部分は 34,023 百万円）から用地取得費を除いた事業費 42,204 百万円と用地取得費を含まない実際の総事業費 34,635 百万円（うち円借款部分は 26,783 百万円）を比較したところ、計画内に収まった（対計画比 81%）。コンサルタント投入量(M/M)の大幅増に伴う投入コストの増加がありながらも、事業実施中における現地通貨インドネシア・ルピアの対円減価の影響により、計画を下回った。

#### 3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、1997年11月（借款契約調印）～2004年10月（保証期間の終了時）の84ヵ月であったが、実際には、1998年1月（借款契約調印）～2008年12月（保証期間の終了時）の132ヵ月と計画を大幅に上回った（計画比157%）。事業遅延により2005年2月に貸付実行期限の延長が行われ、最終的な貸付実行期限は2008年9月となった。事業実施遅延の主な原因は、①アジア通貨危機（1997年）の影響による経済社会情勢の混乱からコンサルタント選定開始が後ろ倒しとなったこと、②燃料となる石炭種の特定に時間を要したこと、③石炭国内供給義務規制がない中、石炭市場価格の変動により石炭供給会社との交渉が難航したこと<sup>7</sup>、である。石炭供給契約の締結が本事業の本体工事の入札条件、契約同意条件になっていたことから、石炭供給契約の遅れが入札プロセス全体の遅延及び事業スケジュールの延長につながった。

#### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時に本事業の電力料金収入を便益とし、本事業の建設費、燃料費（石炭）、石灰石、維持管理費を費用とし、プロジェクト・ライフを25年として財務的内部収益率（FIRR）を算出したところ、9.8%という結果を得た。本評価において同様の条件にて再計算したところ、8.9%と算出された。審査時の値を下回った理由は、燃料費の上昇によるものである。

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、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度である。

---

<sup>7</sup> インドネシアでは2009年に施行された新鉱業法により、石炭国内供給義務（国内市場への販売を優先する義務）が石炭供給会社に課されたが、2009年以前は国内供給義務規制がなく、輸出を志向する石炭供給会社との交渉が難航した。

### 3.3 有効性<sup>8</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業では審査時に運用・効果指標が設定されていなかったため、事後評価時に指標（最大出力、設備利用率、稼働率、所内率、発電端熱効率、定期保守点検による停止時間、人員ミスによる停止時間、機械故障による停止時間、発電電力量）の設定を行った。また本事後評価時においては、事業完成2年後（2010年）～2012年までの数値が入手できなかったことから、2013年～2015年の目標値<sup>9</sup>と実績値の比較を行ったところ、表3のとおりとなった。

表3：運用・効果指標（ユニット3及びユニット4発電所<sup>10</sup>）

指標名	目標値			実績値		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
	事業完成 5年後	事業完成 6年後	事業完成 7年後	事業完成 5年後	事業完成 6年後	事業完成 7年後
最大出力 (MW) 注1)	100×2	100×2	100×2	100×2	100×2	100×2
設備利用率 (%) 注2)	89	91	90	90	93	90
稼働率 (%) 注2)	81	78	75	82	82	78
所内率 (%) 注2)	12	11	11	11	11	11
発電端熱効率 (%) 注2)	-	-	-	38	39	34
定期保守点検による停止時間 (時間/年) 注1)	2,880	-	1,968	1,767	1,403	1,205
人員ミスによる停止時間 注1)	-	-	-	-	-	-
機械故障による停止時間 注1)	1,008	-	1,042	1,032	1,250	1,743
発電電力量 (GWh/年) 注1)	1,227	1,268	1,291	1,285	1,327	1,227

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

注1) ユニット3及びユニット4の合計

注2) ユニット3及びユニット4の平均値

注3) 事業完成年=保証期間終了時は2008年

運用・効果指標の実績値を見ると、おおむね各年の目標値の数字を達成し、ほぼ順調な発電を行っている。ただし、実施機関によると、本発電所では運転開始2年目の2009年から2012年まで故障による突発停電<sup>11</sup>が頻発したため、発電量（GWh）にも損失が

<sup>8</sup> 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。

<sup>9</sup> 目標値は実施機関（本部）と PLN Tarahan の上管轄ユニットでスマトラ島南部4州の10箇所の既存発電所を主管するパレンバン上管轄ユニットの間で毎年締結される契約にて設定される。

<sup>10</sup> 本事業で建設したのはタラハン石炭火力発電所のユニット3及びユニット4である。ユニット1及びユニット2はPLNの自己資金による建設の計画がされていたが事後評価時点において整備されていない。

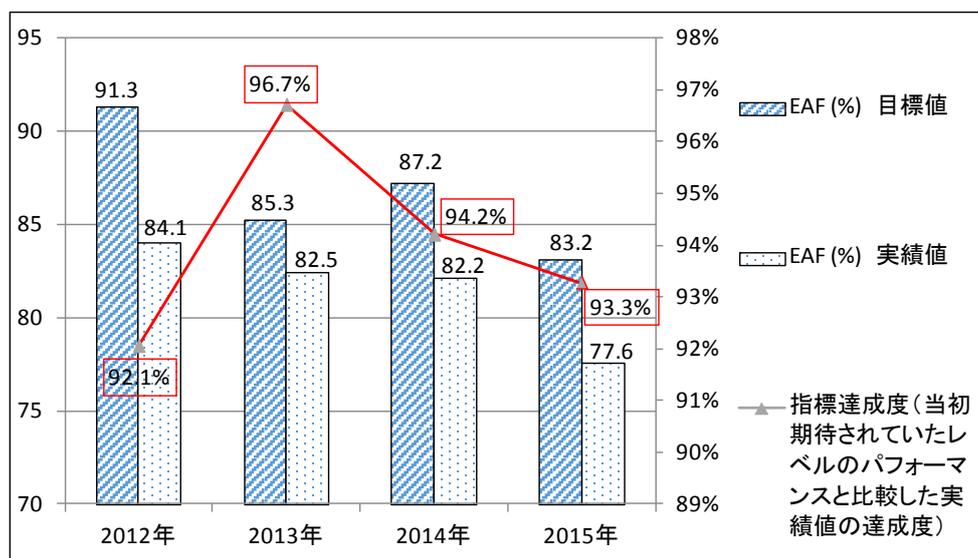
<sup>11</sup> 実施機関によると、突発停電の理由として、設計上の問題に起因する流動床式ボイラーの燃焼媒体となる物質（シリカ砂）による炉壁の摩損が挙げられた。

発生した。

そのため、2013年～2015年における目標値は過去の損失を踏まえた計画値が設定されていると考えられ、実施機関が設定した2013年～2015年の目標値が達成されていることのみをもって本発電所の効果を計ることは困難である。

そこで、実施機関内で標準化されたパフォーマンス評価指標である平準稼働率：EAF<sup>12</sup>（以下、「EAF」という。）について、2012年から2015年の目標値と実績値（いずれもユニット3とユニット4の平均値）を比較したところ、目標値の90%以上を達成していることがわかった。（図1参照）目標値は、仮に上記不具合の発生がなかった場合に期待されていた値を実施機関が算出した数値である。

ボイラー設計上の問題により、不具合が頻発し発電量等の効果の発現に一部ロスが生じていたものの、平準稼働率がボイラー不具合がなかった場合の目標値の90%超を達成していることから、当初想定していたレベルでの効果の発現は十分であったと考えられる。



出所：実施機関提供資料より著者作成

図1：タラハン石炭火力発電所のEAF（2012年から2015年の目標値と実績値）

### 3.3.2 定性的効果（その他の効果）

スマトラ中央・南部系統及びランポン系統における送電容量に関し、本発電所のシェアは表4のとおりである。スマトラ島中央・南部系統でのシェアは4.74%であり、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観点からの貢献は限定的である。他方、本発電所が、電力需要が多い南部ランポン地域に立地しており、ランポン系統の送電容量に占める割合が29.67%であることを踏まえると、同系統の安定性の確

<sup>12</sup> EAF (Equivalent Availability Factor)：平準稼働率。突発的に発生した停電時間やメンテナンスのための稼働停止時間を踏まえ、稼働率（年間時間数に占める年間運転時間の割合。年間運転時間にはスタンバイ時間も含まれる）を平準化したもの。

保及び電力の品質の維持において重要な役割を担っているといえる。(後述「3.4 インパクト」参照)

表 4：本発電所（ユニット 3・ユニット 4）のシェア

送電容量 <sup>13</sup> （2015 年）	本発電所の送電端出力（2015 年）	シェア
スマトラ中央・南部系統：3,758MW	178MW	4.74%
ランボン系統：600MW		29.67%

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

本事業で整備した発電施設のうち、ユニット 3 は 2007 年 12 月、ユニット 4 は同年 10 月に発電が開始されたことから、ランボン系統について、発電開始前（2007 年以前）と開始後（2008 年以降）の比較を行った（前記表 1 参照）。事後評価時点においても供給予備率はマイナスであるが、発電所運転開始直後の 2008 年から 2015 年までの平均供給予備率は▼10.7%と、事業実施前と比較して改善している。

スマトラ島の中でも電力需給が最も逼迫した地域であるランボン系統は、他州及びスマトラ中央・南部系統からの電力融通により需給ギャップを補完している。本発電所が、スマトラ島で最も供給予備率が低いランボン州に立地していることを踏まえると、ランボン州及びスマトラ中央・南部系統の安定性の確保及び電力の品質の維持に極めて重要な役割を担い、電力供給信頼度の向上に貢献していると考えられる<sup>14</sup>。

また、実施機関によると、本事業で導入した流動床式ボイラーは従前よりも低コストで発電できるとのことであり、本発電所は、効率的な発電体制の構築に寄与しているといえる。加えて、スマトラ中央・南部系統における燃料種類に基づく電力生産構成比の燃料油の利用比率を見ると、2006 年の 6.0%(483.1GWh)から 2015 年は 1.9%(355.0GWh)に減少しており、石油消費量の低減にも寄与している。

さらに、本事業で採用したインドネシア初の流動床式ボイラーによる石炭火力発電所の運転ノウハウの蓄積が他事業の計画・運用に活用されていることも確認した<sup>15</sup>。実施機関内で維持管理に係る課題や知見を共有するシステムを採ったことから、技術の改良及び運転維持管理ノウハウの蓄積がなされ、現在ではインドネシア全域で流動床式ボイ

<sup>13</sup> Gross capacity（発電端出力）または Installed capacity（設備容量）から、発電所内部で使用する電力を差し引いた容量。送電端出力。

<sup>14</sup> 実施機関によると、発電場所と実際の消費地が遠い（送電距離が長い）場合、電気抵抗が増加し電力損失が増えるため、電圧が低下する、とのことであった。他系統・他州からの電力融通は、電力ロスの増加および電圧の低下等を引き起こす要因となるため、同一地域内で電力供給を行うことが電力供給の安定性と適正な電力の品質を確保する上で重要である。

<sup>15</sup> 流動床式ボイラーは 100MW 級の発電で導入されていたが、タラハン発電所でのノウハウの蓄積を踏まえ、現在では、400MW 級の発電所で流動床式ボイラーが導入されている他、インドネシア全土 7 つ以上の石炭火力発電所で流動床式ボイラーが導入されている。

ラーを採用した発電所が普及している。

### 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

本事業では、環境アセスメント報告書（AMDAL）が1992年に承認された後、設備容量の変更に伴い（130MW→200MW）、修正版のAMDALが作成され、1996年に、環境管理計画（RKL）、環境モニタリング計画（RPL）と併せて承認されている。

本事業実施前、実施中及び供用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、自然環境への悪影響は報告されていない。供用開始以降の実施機関による環境モニタリング結果はインドネシア政府（環境省）が指定する環境目標について全項目で基準を遵守しており、環境遵守において”良好”である認証（「Certificate of Blue」）を取得している。また、周辺住民のヒアリングにおいても本事業実施による環境への負の影響は認識されていない<sup>16</sup>。

#### 3.4.2.2 住民移転・用地取得

用地取得・住民移転について確認したところ、事業開始前に既に用地取得は完了しており、住民移転においても補償方針に基づき実施され特段の問題は生じていない。地元住民へのヒアリングにおいても、住民移転プロセスに係るクレームや問題は確認されなかった。

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。

## 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の運営・維持管理は、PLN Tarahanが行っている。従来はPLN第IV供給区事務所がタラハン石炭火力発電所の維持管理を担っていたが、2015年のPLNの組織再編によりPLN第IV供給区事務所は解体され、PLN Tarahanの上管轄ユニットであるパレンバン上管轄ユニットがスマトラ島南部の10箇所の既存発電所を主管し、地域内のオペレーションの調整や意思決定を行っている。PLN Tarahanとパレンバン上管轄ユニット間では緊密な連携体制がとられており、必要な経費や人材等十分に手当てされている。

PLN Tarahanでは、発電所長の下、エンジニアリング、運営、維持管理、総務・財務を担当する各監督部長が配置され、発電所全体で約100名程度の従業員を擁している。

---

<sup>16</sup> なお、発電所の建設中に砂埃が発生したが、実施機関により防埃対策（竹林の植樹）が行なわれ、大きな負の影響は発生していない。

運営・維持管理業務に必要な技術者数については、PLN Tarahanの目標定数以上の人員<sup>17</sup>が確保されていた。PLN再編による維持管理を主管する部局の変更はありながらも組織内の責任の所在と意思決定プロセスは明らかであり、運営・維持管理体制に特段の問題は認められない。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

流動床式ボイラーについては、運転開始2年目の2009年以降2012年まで、年間約20回の不具合が生じる等、技術的課題が発生した。メンテナンスに際し、ボイラーの設計者やスペアパーツのメーカー等とも直接コンタクトがとれず、不具合の解決が難しい中<sup>18</sup>、実施機関内で情報共有及び課題解決が図られ<sup>19</sup>、現在では順調な発電が確保されるに至っている。また、本発電所で得た流動床式ボイラーの修理やメンテナンス手法、保守点検計画など、マネジメントのノウハウや教訓を、次世代の流動床式ボイラー導入の発電所の設計及び維持管理面に活かす体制が構築されている。現在では、PLNが、インドネシア国内における流動式ボイラーの専門機関という位置づけになっている<sup>20</sup>。

運営・維持管理に際しては、インドネシア電力専門家協会等が認定する資格を有し、十分な発電業務経験を積んだ技術スタッフが配置され、運営・維持管理業務を行っている。担当分野や資格レベル毎の研修トレーニングを受講することが義務付けられている他、運営・維持管理担当スタッフに対するOJT指導が実施され、適切な人材育成マネジメント体制が構築されている。また、本事業で整備された運営・維持管理マニュアル及び記録データシステム<sup>21</sup>が日々の運営・維持管理業務に活用されている。その他、PLN Tarahanでは、ISO 90001（品質管理システム）、ISO 14001（環境管理システム）、ISO 28000（サプライチェーンの安全マネジメントシステム）、OHSAS 18001（労働安全管理システム）等の認証を受け、これらに適合した管理システムに基づいて発電所の運営・維持管理業務を行っており、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、PLN Tarahanにて必要額を見積もった後、パレンバン上管轄ユニットへの予算申請及びPLN本部の承認を経て、パレンバン上管轄ユニットとの契約に基づき配賦される。本事業完成後の発電所の維持管理費の計画と実績は表5のとおり。

---

<sup>17</sup> PLN Tarahanでは、維持管理に際し、適切な目標人員数を86名（運営担当：48名、維持管理担当：38名）と設定している。

<sup>18</sup> ボイラーの設計者やコントラクターのサポートが得られない他、スペアパーツの交換に際しても、納入したメーカーと直接コミュニケーションがとれなかった。

<sup>19</sup> パレンバンの上管轄ユニットやPLNのラーニング・センターにおいて、流動床式ボイラーの維持管理や修理、現在の課題の解決に向けた会議が定期的開催されている。

<sup>20</sup> 国内外の石炭火力発電所に係る様々な機関や団体が同ボイラーの技術や知見を学びにPLNを訪れている。Eラーニング教材や実施機関内部のポータルで資料が共有される他、公開セミナー開催等を通じ、タラハン発電所の流動床式ボイラーの技術ノウハウや知見が広く共有・普及されている。

<sup>21</sup> 発電所の効率性及びパフォーマンスに係る記録データシステム。

本発電所の維持管理費は、適正に手当てされており<sup>22</sup>、良好な運転と維持管理が確保されている。

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 5：本発電所の運営・維持管理費

(単位：百万ルピア)

2013 年		2014 年		2015 年	
配賦予算額	支出実績	配賦予算額	支出実績	配賦予算額	支出実績
663,711	492,697	552,844	531,338	589,848	573,327

出所：実施機関への質問票回答

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

本発電所では、メンテナンスの種類、予算、点検スケジュール等についての長期 5 年メンテナンス計画を策定し、これに基づき、維持管理活動が適切に行われており特段の問題はない。具体的には、大規模メンテナンス（4 年毎）、定期的メンテナンス（2 回／年（稼働 4,000 時間毎））、日常的メンテナンス、問題発生時メンテナンス、予防的メンテナンス（各種設備の点検等）（52 週毎）、予知メンテナンス<sup>23</sup>が行われている。

定期的メンテナンスについてはボイラーの不具合が頻繁に発生した状況を受け、2009 年から頻度を増やす措置が取られた<sup>24</sup>。頻繁な定期メンテナンス・定期的保守点検の実施により、問題発生時の緊急メンテナンスの削減につながった他、突発的な電力不足が発生する回数が削減された。例えば、PLN Tarahanによると、ボイラー故障による年間停止時間は、1,316 時間（2009 年）から 777 時間（2015 年）まで減少した他、2010 年以降 20 回程度発生していたボイラー故障が 2013 年以降は年間 5 回以下に減少した。スペアパーツについては、サプライチェーンマネジメント及び在庫管理マネジメント（維持管理に必要な最低限の在庫が補充され PLN Tarahan の倉庫に保管されるシステム）が採られ、必要なスペアパーツは適時に手当てされている。

本事業では、流動床式ボイラーの技術的課題があったが、実施機関は過去の教訓を踏まえ定期的メンテナンスの頻度を増やした他、技術者の人材育成や保守点検管理において十分な体制をとったことで、設備は良好に維持管理され、順調に運営されている。

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。

<sup>22</sup> 計画外の費用が発生した場合も、事後申請により予算手当てが速やかになされており、予算配賦のタイミングも問題がないことが確認できた。

<sup>23</sup> あらかじめ問題点を予測し、対処することにより未然に機械トラブルを防ぐためのメンテナンス

<sup>24</sup> 1 回／年→2 回／年（稼働 4,000 時間毎）に変更し、事故率の削減や突発停電の予防を図っている。



流動床式ボイラーの燃焼媒体（シリカ砂）を運ぶスタッフ



中央管理室でのオペレーション風景（モニター画面）

以上より、本事業の運営・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、スマトラ島南部ランポン地域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を目的に石炭火力発電所を整備した。石炭の活用による電源の多様化を図り、安定的な電力供給を目指した本事業は、インドネシアのエネルギー／電力政策、開発ニーズに合致し、産業基盤整備を支援する日本の援助政策にも合致していることから、妥当性は高い。事業費は計画内に収まったものの、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。本事業は運用・効果指標が審査時に設定されておらず、事後評価時に設定した指標の実績値を確認したところ、実施機関の各年の目標値をおおむね達成しており、ほぼ順調に発電が行われ効果の発現は十分であったと考えられる。本発電所がスマトラ島で最も供給予備率の低いランポン州に立地し、同地域の電力ロスの低減及び電力の品質の維持に極めて重要な役割を担っていた点、また、電力供給信頼性の向上や効率的発電体制の構築、石油消費量の低減、新技術であるボイラー運転のノウハウの実施機関内での蓄積・共有、地域の産業発展（経済効果）への貢献が認められることから、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響及び用地取得・住民移転に係る問題は指摘されていない。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

#### 燃料調達計画の確実な履行に向けたリスク分析の重要性

本事業の実施遅延の主な原因として、石炭の供給が適時に確保できていなかった点が挙げられる。本事業では、石炭供給契約の締結が本事業の本体工事の入札条件、契約同意条件になっていたことから、石炭の供給確保の遅延が全体の事業スケジュールの延長につながった。

大幅な事業遅延や貸付実行期限延長はリスク分析を踏まえたスケジュール設定や事前にリスクコントロール策を練ることで、一定程度回避できた可能性がある。今後同様の案件がある場合、燃料供給会社との契約交渉に要する期間や燃料供給購入契約におけるリスク分析を踏まえた適切な事業スケジュールの設定とリスクコントロール策が必要である。

#### 新技術を導入する事業に対するアフターケア／フォローアップ体制確保の重要性

本事業はインドネシア初の流動床式ボイラーを採用した石炭火力発電事業であり、ボイラーの不具合に直面しながらも、実施機関が自助努力で修理維持管理及び組織内部での教訓や情報共有を図り、良好な運転を確保するに至っている。一方コントラクターによるアフターケアが十分行われず、維持管理の過程において実施機関側自身で改修や交換メンテナンスを行うなど、追加的な業務が発生しており、組織体制や実施能力が弱い実施機関では十分に対応できなかった可能性が高い。そこで実施機関が知見を持たない最新技術を導入する類似事業においては、F/S 段階での適切なリスク分析に基づいた諸設備の設計が不可欠である他、当該技術導入後の十分なアフターケア体制を担保することが重要である。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	1) 土木工事、調達機器等 ・ 発電主要設備（ボイラー、タービン発電機）100MW×2基（流動床ボイラー使用） ・ 石炭前処理設備 ・ 石炭灰処理設備 ・ 電気設備 ・ 開閉・送電設備（150kV GIS、150kV 送電線2回線18km） ・ 関連土木・建設工事  2) コンサルティング・サービス ・ 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）	1) 土木工事、調達機器等 ・ 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  2) コンサルティング・サービス ・ 計画どおり
②期間	1997年11月～2004年10月 (84ヵ月)	1998年1月～2008年12月 (132ヵ月)
③事業費		
外貨	34,023百万円	26,783百万円
内貨	8,689百万円	7,863百万円
	(現地通貨) 167,096百万ルピア	(現地通貨) 639,262百万ルピア
合計	42,712百万円	34,646百万円
うち円借款分	34,023百万円	26,783百万円
換算レート	1ルピア=0.052円 (1997年5月時点)	1ルピア=0.0123円 (2001年～2008年平均)

以 上

インドネシア

2015年度 外部事後評価報告書

円借款「タンジュンプリオク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・バリ系統における電力供給力の増大及び電力供給の安定性改善を図ることを目的に、タンジュンプリオク火力発電所に新規のガス複合火力発電設備を整備した。石油からガスへの燃料転換と逼迫する電力需給への対応を目的とする本事業は、インドネシアの電力政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。事業費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。審査時に設定した運用・効果指標は、目標値の9割前後達成している。特筆すべきは、本事業がジャカルタ首都圏に立地し、東部の工業地区と北部のタンジュンプリオク港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の維持に重要な役割を担っていることである。発電所はおおむね計画どおりの効果発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響及び住民移転・用地取得は発生していない。本事業を含む円借款4事業<sup>1</sup>のインパクトとして、円借款でのガス複合火力発電所事業の実績が日本の質の高いインフラ技術のインドネシアへの展開を促したこと、石油からガスへの燃料転換を促進したことが挙げられる。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



タンジュンプリオクガス火力発電所(ブロック3)

<sup>1</sup> 「タンジュンプリオク火力発電所拡張事業」、「ムアラカラン火力発電所ガス化事業」、「ムアラタワルガス火力発電所拡張事業」、「南スマトラ-西ジャワガスパイプライン建設事業」の4事業。

## 1.1 事業の背景

インドネシアでは1997年に発生した通貨危機以降の経済回復に伴い電力需要が急増し、特にインドネシア全体の年間販売電力量の約8割を占めるジャワ・バリ系統の電力需給緩和は急務となっていた。一方、国有電力会社のPT. PLN (Persero)<sup>2</sup>（以下、「PLN」という。）の自己資金負担による電源開発や民間資金による電源開発は限定的で、公的資金による電源開発が必要であった。本事業は、ジャワ・バリ系統での電力需給の逼迫に対応して、ジャカルタ特別州近郊に発電設備を新設することにより、安定した電力供給を確保するものである。

## 1.2 事業概要（事業目的含む）

ジャカルタ特別州近郊に位置するタンジュンプリオク火力発電所において、ガスコンバインドサイクル発電設備（総出力720MW級：ガスタービン250MW級×2基、蒸気タービン220MW級×1基）を新設することにより、ジャワ・バリ系統において電力供給力の増大を図り、もって電力供給の安定性の改善に寄与する。

円借款承諾額/実行額	58,679百万円 / 56,647百万円
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) 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 / 国有電力会社 (PT. PLN)
貸付完了	2014年3月
本体契約	三菱商事株式会社 (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) / PT Hasfarm Dian Konsultan (インドネシア) / 東京電力ホールディングス株式会社 (日本) / 東電設計株式会社 (日本) (JV)
関連調査(フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	F/S (2002年)
関連事業	円借款 (カッコ内は借款契約調印年月) ・ 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) ・ ムアラタワルガス火力発電所拡張事業 (2003年7月) 技術協力 ・ 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)

<sup>2</sup> PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)

	<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"> <li>・ グレシック火力発電所 3・4 号機改修計画（2004 年 7 月）</li> </ul> <p>世界銀行</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 技術支援（PLN が進める企業・財務リストラの支援）</li> <li>・ Java-Bali Power Sector Restructuring and Strengthening Project</li> </ul> <p>アジア開発銀行</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Power Transmission Line Improvement Sector Project</li> <li>・ Renewable Energy Development Sector Project</li> </ul>
--	--

## 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：2015 年 10 月～2016 年 12 月

現地調査：2016 年 2 月 18 日～3 月 25 日、2016 年 6 月 16 日～6 月 29 日

## 3. 評価結果（レーティング：A<sup>3</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>4</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査当時の PLN の「電力供給計画（以下、「RUPTL」という。）2003 年～2010 年」によれば、ジャワ・バリ系統の電力需要の伸び（2010 年までに年平均約 8.3%の増加を想定。2010 年時点の想定最大需要電力量は 27,073MW）に対して 2010 年までに約 8,500MW の発電設備建設の必要性が指摘されていたが、このうち 4,000MW について資金手当ての目処がついていなかった。また同計画において発電設備の燃料構成比上、ガスの割合を増加させ、石油の割合を低下させる計画が立てられていた。ガス複合火力発電設備を新設し、ジャワ・バリ系統の電力供給力の増大に貢献するという事業目的は、上記方針に合致する。

事後評価時の RUPTL 2015-2024 によれば、ジャワ・バリ系統における電力需要は、年平均 7.8%増加する見込みであり（最大需要電力量は 2015 年の 27,061MWから 2024 年の 53,707MWに増加する想定）、逼迫する電力需給の緩和は喫緊の課題となっている。また、ジョコウィ政権が重点に掲げている「35GW新規電源開発加速計画 2015 年～2024 年」

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

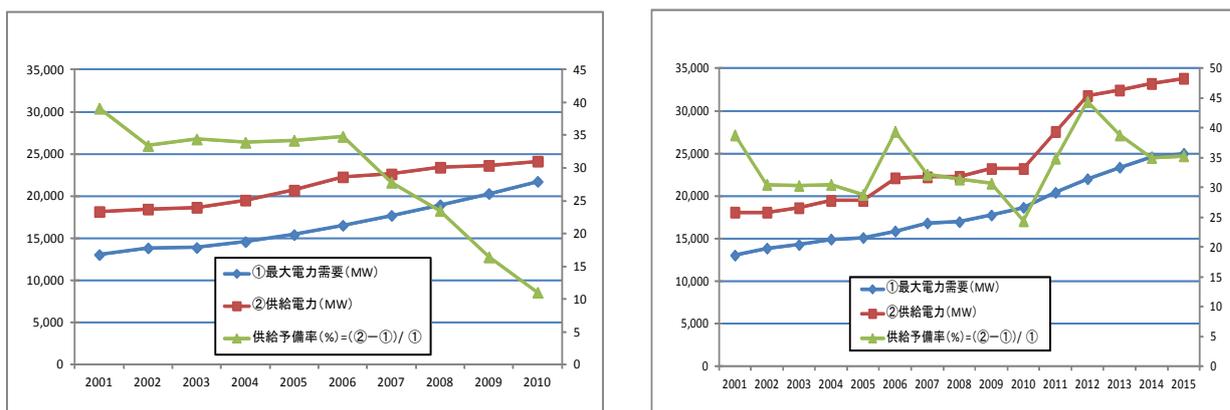
<sup>4</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

において、PLNへのガス及び液化天然ガス（以下、「LNG<sup>5</sup>」という。）燃料の追加的な配分が認められている。事業目的は、事後評価時においてもインドネシアの電力政策と合致している。

### 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。1997年の通貨危機によるPLNの財務状況悪化や電源開発の停滞により、発電所新設計画は、将来の需要の伸びに対応するには十分でなく、将来の発電所新設計画を勘案したとしても、供給予備率が2002年の33%から2010年には11%に低下することが見込まれていた<sup>6</sup>。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。

事後評価時においてもジャカルタ首都圏を擁するジャワ・バリ系統の電源開発の促進は急務の課題となっている。RUPTL 2015-2024によると、同系統における電力需要は、2015年の165.4TWhから2024年の324.4TWhと見込まれており、逼迫する電力需給の緩和は喫緊の課題である。



出所：実施機関への質問票回答

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  
(左図が本事業の計画時における想定値、右図が実績値)

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

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、JICAの国別業務実施方針（2003年10月策定）では、重点課題の一つとして、「民間投資主導の成長のための環境整備」

<sup>5</sup> Liquefied Natural Gas.

<sup>6</sup> 審査当時、PLNは、本事業や「ムアラカラン火力発電所ガス化事業」、「ムアラタワルガス火力発電所拡張事業」（以上、円借款事業）及び他の資金源による複数の発電所整備事業あわせて合計5,035MWの新規発電所整備計画があったが、これらの新規計画を勘案したとしても、2010年には11%に低下することが見込まれていた。しかし、実際の2010年の値は、最大電力需要が想定より低かったため予備率も11%ではなく24.4%になったとみられる。

を掲げていた。さらに外務省国別データブック（2002年）によると、アジア経済危機以降、経済の回復と民生の安定を図ることが課題となっていた。産業基盤及び人々の生活の安定となる電力供給を支援するという事業目的は、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、既設のタンジュンプリオク火力発電所ブロック3において、ガスタービン2基、蒸気タービン1基、排熱回収ボイラー2基の2：1：2構成のコンバインドサイクル発電所を新設するものである。アウトプットの計画と実績の比較は表1のとおり。

表1：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	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ガスタービン発電装置（定格出力 250MW 級）×2 基の設置</li> <li>・ 蒸気タービン発電装置（定格出力 220MW 級）×1 基の設置</li> <li>・ 排熱回収ボイラー×2 基の設置</li> <li>・ 上記装置に必要な付属設備</li> <li>・ 150kV 送電線 2 回線分の引き込み鉄塔 2 基の新設</li> <li>・ ブランパン変電所引き込み用送電線 2 回線のルート変更</li> <li>・ ブランパン変電所内母線の延伸</li> <li>・ ブランパン変電所内遮断機・断路器等の増設</li> <li>・ 運転開始後 2 年分の運転・補修に必要なスペアパーツ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> <li>&lt;以下追加スコープ&gt;</li> <li>・ 護岸工事</li> <li>・ 既存の防油堤のリハビリ</li> <li>・ 追加的ガス管工事</li> </ul>
コンサルティング・サービス	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 詳細設計、入札補助、施工監理、性能評価、運用・保守補助、環境管理補助、技術移転、人材育成等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> </ul>

出所：実施機関への質問票回答

土木工事に関して、(1) 護岸工事、(2) 既存の防油堤のリハビリ、(3) 追加的ガス管工事が事業スコープに追加された。(1)は、ジャワ海の大波から発電所の浸水を防御し発電所の円滑な稼働を確保するために実施された。これは近年の強風による大波からの浸水被害を受けての措置である。(2)は、既存の防油堤の油漏れ防止目的で行われたものである。本発電所の燃料は、ガスと高速ディーゼル油（以下、「HSD<sup>7</sup>」という。）の両用であり、ガス燃料が不足した際はHSD利用による発電が可能な構造となっている。(3)

<sup>7</sup> High Speed Diesel

は、ガス供給地点から発電所へのガス配管工事のうち当初スコープに含まれていなかった追加的な工事である。(ガスの円滑な輸送のため実際の状況を踏まえて追加となったもの。) これらの事業スコープの追加に伴い、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、本発電所の円滑かつ確実な稼働のために必要であり、インプットに見合った、適切なものであったと判断する。

コンサルティング・サービスの投入量は、当初計画が 984MM であったのに対して、実際は 1,080MM と約 10%増加した。これは追加アウトプットに伴う詳細設計の期間延長及びガス供給遅延に伴う増加である。後者については必ずしも効率的であったとは言えないが、事業遅延期間中も含めてコンサルタントを雇用しておく必要があったため投入量の増加につながった。



ガスタービンが入っている施設



排熱回収ボイラー

### 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 69,252 百万円（うち円借款部分は 58,679 百万円）であったのに対し、実際の総事業費は 68,999 百万円（うち円借款部分は 56,647 百万円）と、計画内に収まった。(計画比 100%<sup>8</sup>)。

#### 3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2004 年 3 月（借款契約調印）～2010 年 9 月（保証期間の終了時）の 78 カ月であったが、実際には、2004 年 3 月（借款契約調印）～2013 年 1 月（保証期間の終了時）の 106 カ月と計画を上回った（計画比 136%）。事業遅延により貸付実行期限の延長が行われた。

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<sup>9</sup>、②追加アウトプットの

<sup>8</sup> 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。

<sup>9</sup> ガス供給の遅延の背景と実施機関の対応：実施機関は、当初、ジャワ沖合の既存ガス田に加えて、南スマトラと西ジャワを結ぶガスパイプラインを通じて、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交渉が決裂した。そこで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

実施に伴い詳細設計の期間が延長したことによる。

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時に本事業の売電収入を便益とし、本事業の建設費、維持管理費、燃料費を費用とし、プロジェクト・ライフを25年として財務的内部収益率（FIRR）を算出したところ、22.6%という結果を得た。本評価において同様の条件にて再計算したところ、21.1%と算出された。審査時の値を下回った理由は、ガス燃料費の値上がりによるものである。

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<sup>10</sup>（レーティング：③）

### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の審査時に設定した各運用・効果指標について、目標値と2013年～2015年の実績値を表2に取りまとめた。

表2：運用・効果指標（ブロック3発電所）

	基準値 注1)	目標値	実績値					
	2003年	2011年	2013年	2014年	2015年			
	審査年	事業完成 1年後	事業完成年 注2)	事業完成 1年後	事業完成 2年後			
最大出力	—	720MW 注3)	757MW	721MW	718MW			
設備利用率	—	70%以上	57.65%	65.57%	64.48%			
稼働率	—	80%以上	88.95%	93.92%	95.95%			
発電端熱効率	—	48%以上	47.94%	49.67%	48.86%			
送電端発電量	—	4,305GWh/ 年以上	2,986GWh	3,743 GWh	3,850 GWh			
定期保守点検による停止時間の割合 注4)	—	—	目標	実績	目標	実績	目標	実績
			2.84%	4.72%	6.85%	5.83%	3.56%	3.81%
機械故障による停止時間の割合 注4)	—	—	0.88%	12.36%	1.54%	0.87%	0.86%	0.84%
人員ミスによる停止時間 注4)	—	—	0時間	0時間	0時間	0時間	0時間	0時間

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

注1) 本事業は発電所の新設のため、審査時の基準値は存在しない。

注2) 目標値と比較すべきは2014年の数値であり、2013年（事業完成年＝保証期間終了時）の数値は参考値として掲載した。

注3) 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。

ガス企業（PGN）及びLNGターミナル（FSRU）からガスを調達することとなった。これら一連のプロセスに時間を要し、ガスの供給が遅延し、発電所の運転開始が遅延した。

<sup>10</sup> 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。

注 4) 定期保守点検による停止時間の割合及び機械故障による停止時間の割合は合計稼働時間に対する割合。審査時に設定した指標ではないが、参考指標として実施機関が設定した目標値<sup>11</sup>と実績値を記載した。

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。本発電所の実績値について、設備利用率及び送電端発電量が審査時に設定した目標値に至っていないが、2014、2015年ともいずれも目標値の9割超（設備利用率）もしくは9割弱（送電端発電量）となっている。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。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、LNGの高騰<sup>12</sup>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ためであり、本事業の有効性を何ら損なうものではない。

参考指標として記載した定期保守点検及び機械故障による停止時間の割合については、実施機関によると、2013年の実績値が目標値を上回っているのは、発電所の稼働開始時期において多めに保守点検を行ったもの／電気系統やタービンシステムにおける初期トラブルが発生したもので特段問題視するものではないとのことだった。2014、2015年はほぼ目標値を達成している。また、本発電所の稼働後、人員ミスによる停止は発生していない。

### 3.3.2 定性的効果

本発電所の送電容量<sup>13</sup>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3にまとめた。

表3：本発電所（ブロック3）のシェア

送電容量（2015年）	本発電所の送電端出力（2015年）	シェア
ジャワ・バリ系統：31,694MW	720MW	2.27%
ジャカルタ首都圏：5,996MW		12.01%

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

発電された電力はジャカルタ首都圏に供給されており、本発電所は東部（ブカシ地区）の工業地区及び北部のタンジュンプリオク港への電力供給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送電容量に占める割合は12%超であり、首

<sup>11</sup> 目標値は実施機関とインドネシア・パワー（PLNの発電子会社。本事業完成後の運営・維持管理を担当）の間で毎年締結される資産管理契約にて設定されている。インドネシア・パワーは、実施機関に対してその実績値（モニタリング結果）を毎年報告している。

<sup>12</sup> 本発電所の主要燃料はLNG。各「RUPTL」に記載されている予想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。

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

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

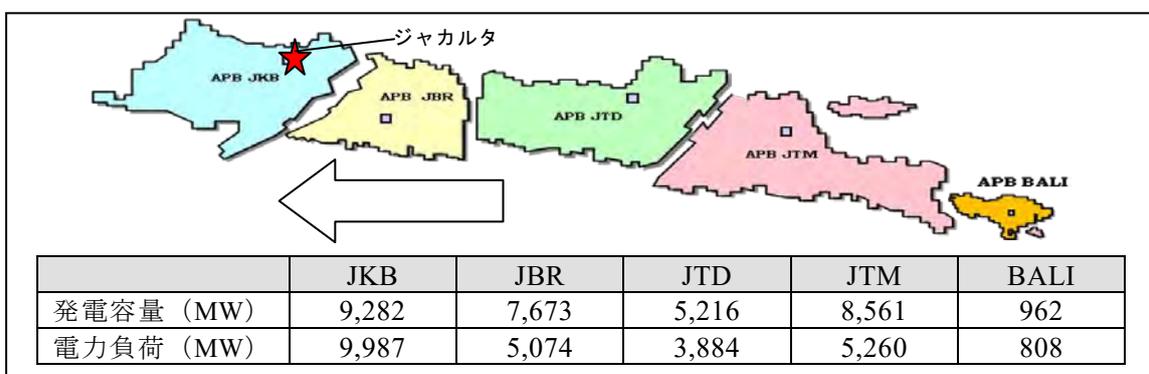
RUPTL 2013-2022 天然ガス：USD7/MMBTU、LNG：USD16/MMBTU

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

<sup>13</sup> Gross capacity（発電端出力）または Installed capacity（設備容量）から、発電所内部で使用する電力を差し引いた容量。送電端出力。

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<sup>14</sup>。

次に、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（JKB<sup>15</sup>）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。こうした地域を跨ぐ電力融通は、基幹系統の電圧低下及び送電ロスを引き起こすため<sup>16</sup>、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である。この観点から、本発電所のジャカルタ首都圏の立地は、極めて肝要であるといえる。



出所：実施機関提供資料より評価者作成

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（2015年）

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

ジャカルタ首都圏における販売電力量、送配電ロス率、ピークロードの推移（実績及び予測）を表4に示した。本事業の発電開始が2012年10月であることから、発電開始前（2011年以前）と発電開始後（2013年以降）を比較したところ、販売電力量及びピークロードは堅調に増加、送配電ロス率は低下しており、本事業による追加的な電力が電力販売量及びピークロード時の電力供給に一定程度寄与していると推察される。また、本発電所の発電量（送電端発電量、表2参照）がジャカルタ首都圏内における総発電量に占める割合は、2013年：10.4%、2014年：12.3%、2015年：12.8%と推移していることから、本事業がジャカルタ首都圏の発電量増加に貢献していることがわかる。

<sup>14</sup> 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「ムアラタワルガス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。

<sup>15</sup> Jakarta and Bandung Load Dispatch Area

<sup>16</sup> 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。

表 4：ジャカルタ首都圏における販売電力量、送配電ロス率、ピークロードの推移

	実績						予測		
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
販売電力量 合計 (GWh)	23,788	25,012	26,959	27,733	28,378	27,992	29,029	33,108	35,374
送配電ロス率 (%)	8.04	7.55	6.74	6.76	6.64	6.24	6.15	6.05	5.96
ピークロード (MW)	3,383	3,970	4,070	4,208	4,345	4,356	4,643	5,287	5,641

出所：実施機関提供資料より評価者作成

### 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、大規模な発電所の新設事業であり、「円借款における環境社会配慮のための JBIC ガイドライン」(1999 年 10 月制定) 上、A 種に該当する。審査時において、本事業計画地周辺には特に生態学的に重要な貴重種の生息地は存在せず、本事業が大気、水質等に及ぼす影響の予測結果に鑑みても、本事業が周辺の自然環境に与える影響は小さいとの判断がなされた。環境アセスメント報告書 (AMDAL)、環境管理計画 (RKL)、環境モニタリング計画 (RPL) は 2002 年 10 月 15 日にジャカルタ特別州の環境影響分析地域評価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 (大気、騒音、振動等) 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。

#### 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。実際、住民移転・用地取得は発生しなかった。

#### 3.4.2.3 地元住民へのインパクト

実施機関及び周辺住民へのヒアリングを通じて本事業実施後の雇用の創出、タンジュンプリオク発電所による CSR (企業の社会的責任) 活動を通じた地域住民への裨益が確認された。例えば本発電所では CSR 活動の一環として、“Health Village Program” と称する住民提案型プログラム (ゴミの分別/処理、小学校や幼稚園での衛生教育、健康管理/促進等の取り組み) の活動資金を提供している。複数の村で競い合い、手本となるような取り組みを行った村に対して資金を提供する仕組みで、地元住民のコミュニティ活動のインセンティブ付けや住民間の結束強化・活性化に貢献している。また事業周辺地域の小学校やモスクの改修、巡回医師による無料の医療サービスの提供も行っている。



近隣住民へのインタビュー風景

#### 3.4.2.4 円借款4事業のパッケージとしてのインパクト

本事業に加え、インドネシアで同時期に円借款で整備された3事業、「ムアラカラン火力発電所ガス化事業」、「ムアラタワルガス火力発電所拡張事業」、「南スマトラ-西ジャワガスパイプライン建設事業」について、パッケージとしてのインパクトを分析した結果、円借款で整備したガス複合火力発電所が、日本の質の高いインフラ技術をインドネシアに導入する先駆けになったこと、円借款で整備したガスパイプラインが、国内産ガスの活用によるエネルギー転換（石油からガス）を促進したことが明らかとなった。

PLNは、本事業ブロック3発電所に隣接するブロック4の敷地に、自己資金+民間資金<sup>17</sup>で800MW級のガス複合火力発電設備を建設する予定で、日本と現地の企業連合がフルターンキー契約<sup>18</sup>でPLNより建設工事を受注している。円借款で整備されたムアラカラン発電所及び本事業に続き、ブロック4においても世界最高水準の日本のガスタービン・コンバインド・サイクル技術が導入される予定である。円借款事業による実績が、日本の質の高いインフラ技術のインドネシアへの展開を促したといえる<sup>19</sup>。

西ジャワ地域に供給される天然ガス及びLNGの合計（601MMSCFD<sup>20</sup>、2015年時点）のうち約43%の260MMSCFDが円借款で整備したガスパイプラインによりスマトラ島から供給されており、ガスパイプライン事業はスマトラ島の未利用のガスの有効活用と西ジャワ地域のガス供給の増加に貢献している。また、円借款事業により整備した3つの発電所ユニット（合計約1,700MW）を含む、ムアラタワル、ムアラカラン、タンジュンプリオクの3つの発電所における利用燃料の状況をみると、ガス燃料による発電量は13,763GWh（2009年）から20,893GWh（2015年）と約1.5倍増加しているのに対して、高速ディーゼル油による発電量は5,886GWh（2009年）から169GWh（2015年）にまで減少しており、石油からガスへの燃料転換が促進されている。

なお、円借款で支援を行った南スマトラ-西ジャワガスパイプラインで輸送した天然ガスを燃料としているのは、現状、ムアラタワル発電所のみである。一方、プルタミナ

<sup>17</sup> PLNの自己資金は30%の予定。

<sup>18</sup> 設計から資機材の調達、建設、試運転までの全業務を同一コントラクターが一括して請負う契約。

<sup>19</sup> 外務省ウェブサイト参照。<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000083884.pdf>

<sup>20</sup> Million Standard Cubic Feet per day。百万立方フィート/日。

子会社のプルタガスがムアラタワル発電所とムアラカラン発電所を結ぶ、オープンアクセスのガスパイプラインを建設中で（2016年8月完成予定）、これが完成するとムアラタワル、ムアラカラン、タンジュンプリオクの3つの発電所がパイプラインで結ばれる<sup>21</sup>。これにより南スマトラ-西ジャワガスパイプラインで輸送されるスマトラ島の天然ガスは3つの発電所で利用可能となり<sup>22</sup>、今後も、新規の発電所などでのガス利用のさらなる促進が期待される。

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。

### 3.5 持続性（レーティング：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

事業完成後の本発電所の運営・維持管理は、実施機関である PLN の発電子会社のインドネシア・パワー（以下、「IP」という。）が行っている。IP は、既設のタンジュンプリオク火力発電所の運営・維持管理も行っている。タンジュンプリオク発電所は全体で306名の従業員を擁しており、うち160名が運営・維持管理を担当する技術者である。本事業で整備されたブロック3発電所の運営・維持管理を担当する技術者はその半数強の89名である（2016年2月時点）。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る。

また、PLN と IP の間で業績に基づく資産管理契約が毎年締結されており、同契約に基づいて運営・維持管理予算が PLN から IP に配賦されている。また、IP とタンジュンプリオク発電所の間で運営契約が毎年締結されている。PLN、IP、タンジュンプリオク発電所の所掌は表5のとおり。2016年より「資産管理者」の役割が PLN から IP に移管されている。組織内・組織間の責任の所在と意思決定プロセスは明確になっている。

したがって、運営・維持管理の体制について問題は認められない。

表5：PLN、IP、タンジュンプリオク発電所の所掌

組織／機関	2013～2015年	2016年以降
PLN	資産所有者、 <u>資産管理者</u>	資産所有者
IP	資産オペレーター	<u>資産管理者</u> 、資産オペレーター
タンジュンプリオク発電所	運営・維持管理の実施者	運営・維持管理の実施者

出所：実施機関提供資料より評価者作成

#### 3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業完成後の発電所の運営・維持管理業務は、既設発電所の運営・維持管理業務に

<sup>21</sup> タンジュンプリオク発電所は、既にムアラカラン発電所とガスパイプラインでつながっている。

<sup>22</sup> 実際に利用可能となるためには、ガスの圧力など諸々の調整が必要となる。PLNによると、ガスの供給量や価格等について、PLN とプルタガスの間で交渉が進められているとのこと。

携わり、十分な経験を積んだ技術者が配置されている。本事業の実施中には、コントラクター及びコンサルタントによりIPの従業員 34 名に対して、ブロック 3 発電所の運営・維持管理に必要なトレーニング／実機訓練・研修が行われていた<sup>23</sup>。また、運営・維持管理の担当技術者はOJTによる指導を受けており、かつ、年に 2 回以上、PLNラーニングセンター<sup>24</sup>で、担当分野や資格レベル毎の研修トレーニングを受講することが義務付けられており、適切な人材育成マネジメント体制が構築されている。

加えて、発電装置等の製造者によりマニュアルが整備され、本発電所ではこれに基づいて日々の運営・維持管理業務及び定期検査を実施している。更に、IP では、ISO 90001（品質管理システム）、ISO 14001（環境管理システム）、ISO55000（資産管理システム／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・維持管理業務を行っている。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、IP を経由して PLN に申請され、PLN との業績に基づく資産管理契約に基づいて、PLN より発電所に資金配賦されている。本事業完成後の発電所の運営・維持管理費の配賦実績と支出実績は表 6 のとおりである。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。

したがって、運営・維持管理の財務について問題は認められない。

表 6：本発電所（ブロック 3）の運営・維持管理費

（単位：百万ルピア）

2013 年		2014 年		2015 年	
配賦実績	支出実績	配賦実績	支出実績	配賦実績	支出実績
206,316	19,371 注 1)	275,735	256,732	121,619	120,161

出所：実施機関への質問票回答

注 1) 実施機関によると 2013 年の支出実績が配賦実績を大幅に下回っているのは業者への支払いが（請求書の発行遅延により）翌年に行われたためとのこと。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

本発電所の設備は良好に維持管理され、順調に運営されている。また、運営の円滑化に向けて、製造者とも継続的に協議を行っている。維持管理活動は適切に行われており特段の問題はない。本発電所では“52 Weekly Planning”と呼ばれる維持管理計画にて、予防的メンテナンスの活動計画（維持管理の対象資産、維持管理の頻度・期間・スケジュール、消耗品リスト、人員配置等）が規定されており、実態を踏まえて 3 カ月毎に更

<sup>23</sup> うち、12 名が日本での研修・視察を、22 名が現場での実地研修行っており、現在もかなりの技術者が本発電所の運営・維持管理業務に従事している。

<sup>24</sup> PLN の企業研修所で、全土に 3 箇所（ジャカルタ、パレンバン、スラバヤ）設置されている。

新され、業務全体の効率化が図られている。本発電所の保守点検は、(1) 稼働 8,000 時間毎に燃焼設備の点検、(2) 稼働 16,000 時間毎にタービンの点検が実施されており、(3) 稼働 48,000 時間稼働毎に主要点検が行われる。実施機関によると、(1)、(2)の点検結果はいずれも良好で問題はない。(3) は 2017 年に初回の点検が行われる予定である。

スペアパーツについて、本発電所ではMAXIMOと呼ばれるシステム<sup>25</sup>にて管理を行っている。発電所敷地内の倉庫には日常の消耗品及び規定のスペアパーツが保管されている。他のスペアパーツについては製造者との長期サービス契約に基づいて適時に調達されている。また、近隣の発電所よりスペアパーツを融通する連携体制が整っている。

したがって、運営・維持管理の状況について問題は見受けられない。

以上より、本事業の運営・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・バリ系統における電力供給力の増大及び電力供給の安定性改善を図ることを目的に、タンジュンプリオク火力発電所に新規のガス複合火力発電設備を整備した。石油からガスへの燃料転換と逼迫する電力需給への対応を目的とする本事業は、インドネシアの電力政策、開発ニーズ及び日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。事業費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。審査時に設定した運用・効果指標は、目標値の 9 割前後達成している。特筆すべきは、本事業がジャカルタ首都圏に立地し、東部の工業地区と北部のタンジュンプリオク港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の維持に重要な役割を担っていることである。発電所はおおむね計画どおりの効果発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響及び住民移転・用地取得は発生していない。本事業を含む円借款 4 事業のインパクトとして、円借款でのガス複合火力発電所事業の実績が日本の質の高いインフラ技術のインドネシアへの展開を促したこと、石油からガスへの燃料転換を促進したことが挙げられる。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。

<sup>25</sup> IP では、業務の効率化・業績向上を図る目的で、資産管理・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包括的な運営にあたって統合された管理システム (MAXIMO) を 1998 年より導入しており、タンジュンプリオク発電所においても同システムが浸透している。

## 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

### 火力発電所の燃料確保に係るリスク分析・対応の重要性

本事業の実施遅延の主な原因として、ガス燃料の供給が遅延したことが挙げられる。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。

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"> <li>・ ガスタービン発電装置（定格出力 250MW 級）×2 基の設置</li> <li>・ 蒸気タービン発電装置（定格出力 220MW 級）×1 基の設置</li> <li>・ 排熱回収ボイラー×2 基の設置</li> <li>・ 上記装置に必要な付属設備</li> <li>・ 150kV 送電線 2 回線分の引き込み鉄塔 2 基の新設</li> <li>・ プランパン変電所引き込み用送電線 2 回線のルート変更</li> <li>・ プランパン変電所内母線の延伸</li> <li>・ プランパン変電所内遮断機・断路器等の増設</li> <li>・ 運転開始後 2 年分の運転・補修に必要なスペアパーツ</li> </ul> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 詳細設計、入札補助、施工監理、性能評価、運用・保守補助、環境管理補助、技術移転、人材育成等</li> </ul>	<p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> </ul> <p>&lt;以下追加スコープ&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 護岸工事</li> <li>・ 既存の防油堤のリハビリ</li> <li>・ 追加的ガス管工事</li> </ul> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> </ul>
②期間	2004年3月～2010年9月 (78カ月)	2004年3月～2013年1月 (106カ月)
③事業費		
外貨	49,854百万円	56,647百万円
内貨	19,398百万円	12,352百万円
	(現地通貨) 1,385,539百万ルピア	(現地通貨) 1,215,986百万ルピア
合計	69,252百万円	68,999百万円
うち円借款分	58,679百万円	56,647百万円
換算レート	1ルピア=0.014円 (2003年10月時点)	1ルピア=0.0102円 (2005年～2014年平均)

以上

インドネシア

2015年度 外部事後評価報告書

円借款「南スマトラ西ジャワガスパイプライン建設事業」

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、スマトラ島の未利用のガスの有効活用を促進し、西ジャワへのガス供給不足の問題に対応することを目的に、スマトラ島からジャワ島西部へのガスパイプラインを建設した。本事業は、審査時及び事後評価時におけるインドネシアのエネルギー政策、開発ニーズに合致しており、審査時の日本の援助政策とも合致していた。したがって、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。審査時に設定した運用・効果指標であるガス搬送量の実績値は、目標値を大幅に上回っている。また、本事業は未利用のガスの有効活用及び西ジャワ地域のガス供給の増加に貢献している。さらに本事業実施後の雇用の創出や地域住民及び地元企業への裨益が確認された。本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響は報告されていない。住民移転・用地取得プロセスは適正に実施されており問題はない。本事業を含む円借款4事業<sup>1</sup>のインパクトとして、石油からガスへの燃料転換が促進されたこと、また、円借款でのガス複合火力発電所事業の実績が、日本の質の高いインフラ技術のインドネシアへの展開を促したことが挙げられる。本事業の運営・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、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図



パガルデワステーション

<sup>1</sup> 「南スマトラ西ジャワガスパイプライン建設事業」、「タンジュンプリオク火力発電所拡張事業」、「ムアラカラン火力発電所ガス化事業」、「ムアラタワルガス火力発電所拡張事業」の4事業。

## 1.1 事業の背景

インドネシア政府はそのエネルギー政策において、石油の代替エネルギー資源の開発を進めている。中でも天然ガスは十分な埋蔵量があり、エネルギー効率、安全性、環境問題の点から優れた燃料であることから、代替エネルギーとして最も有望と考えられている。そのような状況の中、インドネシア最大のガス消費地である西ジャワでは西ジャワパイプラインを建設し、供給余力のあるスマトラ島から一大需要地であるジャワ島西部にガスを輸送し、未利用のガスの有効活用、資源の効率的利用の促進、首都ジャカルタを擁する西ジャワへのガス供給不足問題への対応を図る必要があった。

## 1.2 事業概要（事業目的含む）

スマトラ島のガス田にて採掘された天然ガスをジャワ島に輸送するパイプラインを建設し、西ジャワのガス供給網を整備することにより、未利用のガスの有効活用の促進を図り、もって西ジャワへのガス供給不足問題への対応及び競争的なガス市場の育成に寄与する。

円借款承諾額/実行額	49,088 百万円 / 48,538 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2003 年 1 月 / 2003 年 3 月
借款契約条件	金利 0.95% (コンサルタントは 0.75%) 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 日本タイド (特別円借款) (コンサルタントは二国間タイド)
借入人/実施機関	インドネシア共和国 / 国有ガス企業 (PGN)
貸付完了	2013 年 7 月
本体契約	新日本製鐵 (日本)、JFE エンジニアリング株式会社 (日本)
コンサルタント契約	PT. Connusa Energindo (インドネシア) / 大阪ガス (日本) / オリエンタルコンサルタンツ (日本) / 日本オイルエンジニアリング株式会社 (日本) (JV)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	F/S (インドネシア大学、1996 年) インプリメンテーション・プラン: I/P (PGN、1999 年)
関連事業	[円借款] (カッコ内は借款契約調印年月) ・ ムアラカラン火力発電所ガス化事業 (2003 年 7 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) [世界銀行] ・ 石油・ガス市場における市場原理の確保を含めたエネルギーセクター改革を支援 (国内ガス市場開発事業) ・ ジャワ島の配ガス網の整備支援 [アジア開発銀行、欧州投資銀行] ・ スマトラのデュリーグリシック間/グリシックーシンガポール間ガスパイプライン事業

## 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：2015年10月～2016年12月

現地調査：2016年2月18日～3月25日、2016年6月16日～6月29日

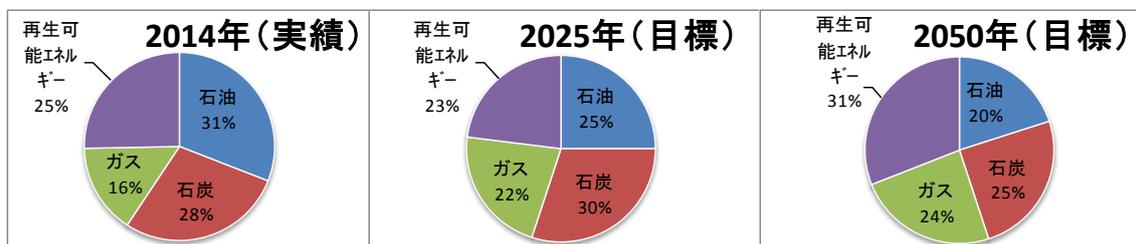
## 3. 評価結果 (レーティング：B<sup>2</sup>)

### 3.1 妥当性 (レーティング：③<sup>3</sup>)

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査当時の「国家経済開発5カ年計画(2000年～2004年)」によれば、比較的安価で環境に優しいエネルギーの活用、健全で公正な競争を維持し、独占市場体制の是正、国家予算の健全化対策として産業用の軽油・重油や民生用燃料などを対象としたエネルギーへの補助金の段階的な削減が掲げられていた。この政策の下、競争的なガス市場を育成する目的で「新石油ガス法」が2001年11月に施行され、同法の枠組みの下、エネルギー鉱物資源省は「ガスパイプラインネットワーク構築計画」を策定した。本事業は、同計画の2期事業として位置づけられ、インドネシア政府も高い優先度を置いていた。

事後評価時の国家エネルギー政策において、インドネシア政府は国の一次エネルギーミックスの目標を掲げており、その中でガス燃料比率を2025年に22%、2050年に24%まで増加させることとしている(図1参照)。また、「国家中期開発計画」(2015年～2019年)において、インドネシア政府はガスパイプラインの建設を含む、ガス利用を促進するためのインフラ整備の必要性を掲げている。本事業の重要性は、事後評価時においても変わりはない。



出所：実施機関提供資料及び国家エネルギー政策より作成

図1：インドネシアの一次エネルギーミックスの目標

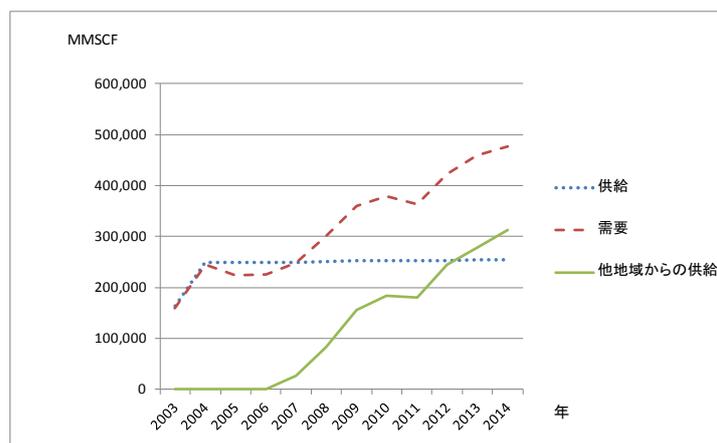
<sup>2</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の審査時、スマトラ島の未利用のガスの有効活用、エネルギーの石油からガスへの代替化を通じた資源の効率的利用の促進、西ジャワへのガスの供給不足問題への対応、競争的なエネルギーセクターの育成の必要性が掲げられており、インドネシア政府は本事業に高い優先度を置いていた。

事後評価時において、西ジャワにおける天然ガス及び液化天然ガス（以下、「LNG<sup>4</sup>」という。）の需要は大きく伸びており、不足分はスマトラ島からの供給に大きく依存している。図2を見ると、西ジャワ地域からの供給が2004年以降横ばいであるのに対して需要が大きく伸びており、不足分を南部／中部スマトラの天然ガスを含む他地域からの供給で賄っていることがわかる（2014年の需要477,768MMSCF<sup>5</sup>のうち約65.6%の313,518MMSCFが南部／中部スマトラから供給されている）。本事業で整備したガスパイプラインを通じて西ジャワへ天然ガスが供給されており、本事業は事後評価時点において極めて重要な役割を担っている。



出所：実施機関からの質問票回答

図2：西ジャワにおける天然ガス及びLNGの需給動向

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

外務省国別データブック（2002年）によると、アジア経済危機以降、経済の回復と民生の安定を図ることが課題となっていた。また、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。さらに、JICAの国別業務実施方針（2001年9月）では、経済のボトルネック解消に資する開発課題へ対応していく方針を打ち出していた。本事業により、インドネシアのエネルギーセクター改革を推進すると共に、民間投資のボトルネック解消に資するための重要な基幹インフラ整備を行うことは、上記方針に合致する。

<sup>4</sup> Liquefied Natural Gas.

<sup>5</sup> Million Standard Cubic Feet。百万立方フィート。

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：①）

#### 3.2.1 アウトプット

本事業は、スマトラ島のガス田にて採掘された天然ガスをジャワ島に輸送するパイプラインを建設するものである。アウトプットの計画と実績の比較は表1のとおり。

表1：アウトプットの計画と実績の比較

計画	実績
本体工事（EPC <sup>6</sup> 契約）	
(1) パガルデワ～ラブハンマリンガイ間陸上ガスパイプライン敷設工事（距離：270km／口径：32インチ）	(1) 計画どおり <sup>7</sup> 。
(2) ラブハンマリンガイ～チレゴン間海底ガスパイプライン敷設工事（距離：105km／口径：32インチ）	(2) 計画どおり。
(3) 西ジャワのチレゴン～チマンギス間陸上ガスパイプライン敷設工事	(3) パイプラインの区間が「ボジョネガラ（チレゴン）～チカンデ及びチカンデ～ビトゥンの区間」に縮小された <sup>8</sup> 。
(4) 西ジャワ（チレゴン付近）のガス供給網整備工事	(4) 計画どおり。
(5) コンプレッサーステーションの設置	(5) 計画どおり。
コンサルティング・サービス	
(6) 施工監理 - 詳細設計、入札図書の見直し、入札補助、施工監理、環境モニタリング	(6) 計画どおり。
(7) 維持管理 - 操業時の運営、維持・管理が安全にかつ安定して行われるために必要な技術サポート、指導	(7) 実施せず。

出所：実施機関からの質問票回答

表1の(1)の一部と(3)は借款対象外となり、(7)の維持管理コンサルティング・

<sup>6</sup> EPC契約（Engineering, Procurement, and Construction Contract）とは、設計、資機材の調達、建設までを一括して請負う契約のこと。

<sup>7</sup> 鋼材価格高騰のため一部スコープ（以下）が円借款対象外となり、実施機関の自己資金による「フェーズ2」事業（後述BOX1参照）にて整備された。

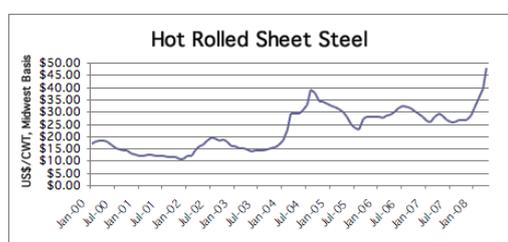
- プルタミナ（※）のパガルデワステーション～実施機関のパガルデワステーション間陸上パイプライン（距離：約4km／口径：28インチ）（※）プルタミナは、インドネシア政府が所有する国有の最大手石油・ガス会社。
- パイプラインステーション（4箇所）

- SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition Facilities。中央制御装置）の設置

<sup>8</sup> 鋼材価格高騰のため本スコープは円借款対象外となり、縮小されたスコープは、実施機関の自己資金による他事業にて整備された。

サービスが事業スコープより削除された。これは事業期間における鋼材価格の高騰等による事業費の増加に対処するために実施機関がとった措置である（熱延鋼板及び重溶解スクラップ価格の推移は以下図3及び図4を参照。）。実施機関の不可抗力によるコストオーバーランを回避するための対応であり、本事業の効果発現に必要な借款対象外スコープは「フェーズ2」事業など実施機関の自己資金で実施されている（BOX 1 参照）。なお、維持管理コンサルティング・サービスに関して、実施機関は既にガスパイプラインの維持管理の実績を有しており<sup>9</sup>、当該業務のキャンセルによる支障はなかった。

表1の(2)は、ガス燃料価格が大幅に変動したことにより事業性・採算性等について追加的な業務（プレ調査）が発生した。(4)は、地元住民との調整の結果、パイプラインの敷設ルートの変更が発生し、それに伴い土壌調査や測量等の追加業務が発生した。これらの追加業務は、本事業の円滑な実施のために必要であり、インプットに見合った、適切なものであったと判断する。



出所：実施機関提供資料

図3：熱延鋼板価格の推移

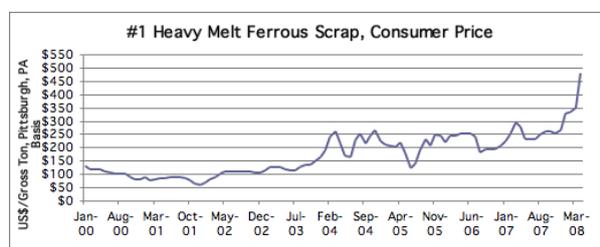


図4：重溶解スクラップ価格の推移

コンサルティング・サービスの投入量は、表2のとおり。当初計画が1,686MMであったのに対して、実際は5,584.08MMと、全体の投入量が大幅に増加した。これは上記の追加業務及び事業期間延長に伴うものである。後者については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事業遅延期間中も含めてコンサルティング・サービスを継続させておく必要があったため投入量の増加につながった。

表2：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

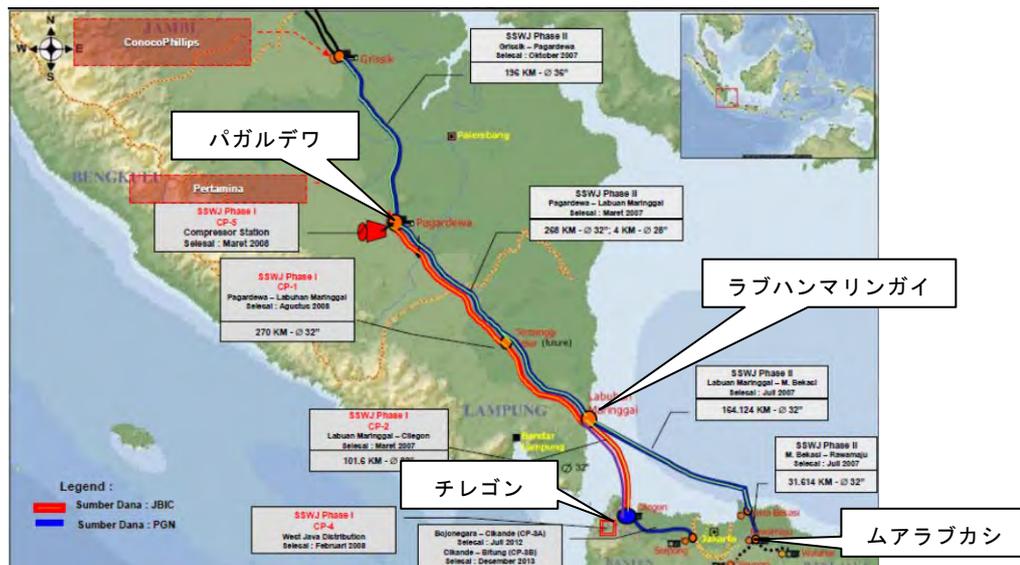
	計画	実績	差異
国際コンサルタント	272.5	710.10	437.60 増
ローカルコンサルタント	1,413.5	4,873.98	3,460.48 増
合計	1,686.0	5,584.08	3,898.08 増

出所：実施機関からの質問票回答

<sup>9</sup> 1998年より Grissik-Duri 間（スマトラ島内）、2003年より Sakernan-Batam-Singapore 間（スマトラ島～シンガポール）の維持管理業務の実績を有している。

### BOX 1：実施機関による「フェーズ 2」事業

実施機関は、本事業とほぼ並行して、自己資金で「フェーズ 2」事業を実施している（図 5 の赤線が円借款事業、青線が実施機関による「フェーズ 2」事業。）。実施機関によると、当初は一つの事業として、1995 年よりガスパイプラインの整備計画が検討されていたが、その後の状況の変化（1997 年のアジア通貨危機の影響や、円借款による整備の可能性が出てきたこと）により、二つのフェーズに分割し、フェーズ 1 を円借款で、「フェーズ 2」を自己資金で実施することとなった。



出所：実施機関提供資料

図 5：本事業及び「フェーズ 2」事業の位置図

「フェーズ 2」事業は、南スマトラのパガルデワ～ラブハンマリンガイまで本事業と並行して整備されており、最終的にはジャカルタ近郊のムアラブカシにガスが供給されている。「フェーズ 2」の事業スケジュールは、本事業より若干遅れて開始されたが、表 3 のとおりコントラクターの選定及び本体工事は本事業より先に完了した（「フェーズ 2」事業は、本事業の 1 カ月後にコントラクター選定を開始したが、5 カ月早く選定が終了し、「フェーズ 2」の本体工事は本事業の約 2 年前に完了した。）。前記のとおり、実施機関は本事業実施中に直面した鋼材価格の高騰等によりスコープの一部を、「フェーズ 2」事業や他の自己資金事業で整備している。

表 3：本事業及び「フェーズ 2」事業のコントラクター選定と本体工事スケジュールの比較

本事業	
・コントラクター選定：	2004 年 5 月～2006 年 7 月（27 カ月）
・本体工事（EPC 契約）：	2006 年 2 月～2009 年 7 月（42 カ月）

「フェーズ2」事業

- ・コントラクター選定： 2004年6月～2006年2月（21カ月）
- ・本体工事（PCC<sup>10</sup>契約）： 2005年11月～2007年7月（21カ月）

出所：実施機関からの質問票回答

注）上記スケジュールは、複数パッケージの「最も早く開始されたもの」～「最も遅く終了したもの」の期間を示した。

実施機関は、本事業と「フェーズ2」事業を一体のものともみなしており、複数のガス会社からのガス購入契約の締結や、運営・維持管理（予算や人員配置を含む）を両事業一体的なものともみなして対応している。

両事業のガスパイプラインから輸送されるガスはラブハンマリンガイで統合され、最終供給地のチレゴン及びムアラブカシそれぞれの需要に応じて、ラブハンマリンガイからのガス供給量が調整されている。したがって、チレゴンに供給されているガスは、本事業だけでなく「フェーズ2」事業で整備されたパイプラインからも輸送されている。一方、ムアラブカシに供給されているガスは「フェーズ2」事業だけでなく、本事業で整備されたパイプラインからも供給されている。



ラブハンマリンガイステーション



ボジョネガラストーション（チレゴン）

### 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 59,079 百万円（うち円借款部分は 49,088 百万円）であったのに対し、実際の総事業費は 59,957 百万円（うち円借款部分は 48,538 百万円）と、計画を上回った（計画比 101%）。事業費増加の主な原因は、鋼材価格の高騰及びコンサルティング・サービス投入量（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。

<sup>10</sup> PCC 契約（Pipeline Construction Contract）ではコントラクターは建設工事や設備の設置等を行い、設計や資機材の調達を実施機関自身が行う。コントラクターの選定と資機材の調達を並行して実施できるため、事業期間の短縮が可能となる。業務内容が包括的である EPC 契約に対して、PCC 契約はコントラクターの業務の範囲が部分的であるため、EPC 契約の場合と比べて参入可能なコントラクターが多く、入札の競争性の観点からも利点がある。他方、施主側からみて EPC 契約は、設計、資機材調達、建設等分割して発注する手間が省け、包括的に案件監理が可能という利点がある。

なお、総事業費には、借款対象のスコープから外し、実施機関が自己資金で対応したスコープ分のコストも計上している。本事業はパイプライン整備事業であるため、借款対象外としたスコープも一体不可分な本事業の一部であり、当初スコープ全てが完成しなければ所期の目的が達成されないと判断したため、このような対応をとった。

### 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）～2008年1月（コンサルティング・サービス（施工監理）の終了時）の59カ月であったが、実際には、2003年3月（借款契約調印）～2012年3月（コンサルティング・サービス（施工監理）の終了時）の109カ月と計画を大幅に上回った（計画比185%）（表4参照）。

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）
用地取得	2003年3月～2004年3月（13カ月）	2004年7月～2007年1月（31カ月）
コンサルタント選定（施工監理）	2003年3月～2004年1月（11カ月）	2003年4月～2004年1月（10カ月）
詳細設計	2004年1月～2004年7月（7カ月）	N.A.
コンサルティング・サービス（施工監理）	N.A.	2004年1月～2012年3月（99カ月）
コントラクター選定	2004年2月～2005年7月（18カ月）	2004年5月～2006年7月（27カ月）
本体工事（EPC契約）	2005年3月～2006年12月（22カ月）	2006年2月～2009年7月（42カ月）
コンサルタント選定（維持管理）	2005年2月～2006年1月（12カ月）	キャンセル
コンサルティング・サービス（維持管理）	2006年1月～2008年1月（25カ月）	キャンセル

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コントラクター選定が遅延したこと及び②本体工事期間が延長したことによる。実施機関によると、これに伴い、施工監理コンサルティング・サービス期間が大幅に延長となったとのことであった。また、同サービスが工事完了後も33カ月継続されている理由は、瑕疵担保期間中の技術的問題、経理処理等の対応のためコンサルタントが業務を継続する必要があったためとのことだった（なお、用地取得の遅延理由は、西ジャワ（チレゴン付近）のガス供給網整備工事区間で敷設ルートについて地元住民との調整に時間を要したこと、また、土地の所有権を巡って住民間の調整に時間を要したことによる。ただし、主要因である上記①、②の遅延が、用地取得の遅延を包含する結果となった。）。

なお、事業費と同様の理由で、事業期間についても借款対象外としたスコープ分に要した期間を加味している。ただし、実態的には自己資金で整備したスコープは借款対象工事より先に完了しているため、結果的に、借款対象スコープの実施に要した期間の実績と審査時の計画との比較を行った。

本事業は特別円借款<sup>11</sup>案件として実施されており、実施機関に対して特別円借款の満足度調査を実施した。その結果、特別円借款であることに起因する事業費及び事業期間への影響が一定程度あったと判断される。本事業は、ほぼ同時期に実施機関が自己資金で実施した「フェーズ2」事業との比較が可能であり、本事業が特別円借款であったことによる制約が浮き彫りになる形となった。実施機関は、①コントラクターの選定において、調達条件が日本タイドであったため、有資格コントラクターの選択肢が狭まり、選定期間や価格競争性の観点から影響が出たこと、②本体工事期間において、コントラクターが本邦調達比率の要件を満たすために、具体的な充足条件の確認や製造者等の関係者との連絡・調整に時間を要したことを指摘した。実際、「フェーズ2」事業のコントラクター選定では、本事業と比べより多くの応札者が参加し、競争性が確保されたことから、本事業に比べて選定期間が短くなったとの指摘があった<sup>12</sup>。また、「フェーズ2」事業は本体工事において、本邦調達比率の要件はなく、PCC契約であったため円借款事業より時間がかからなかったとの説明があった（表3参照）。

事業の実施にあたって、本事業によるパイプライン建設とガス田開発のスケジュールが整合性の取れたものになるよう担保する必要性が事業の計画段階で指摘されていた。これについては、ガス田を開発したプルタミナ（事後評価時点は子会社のプルタガスが担当）より開発の進捗に関する一部情報が得られず、事実関係を十分把握することができなかった。なお、実施機関とプルタミナ間のガス売買契約締結に至るプロセスは以下のとおりである。コントラクター選定の開始前にガス売買契約が締結・発効している。

- 2001年9月13日：ガス供給にかかる Heads of Agreement (HoA) を締結
- 2002年11月20日：HoA の期間延長
- 2002年12月11日：重要事項に関する基本的合意が得られる
- 2003年6月26日：ガス売買契約の締結（契約期間は2025年12月31日まで）
- 2003年12月：ガス売買契約の発効

### 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。FIRR値は審査時よりも大幅に高くなっている。主な理由は、ガス輸送・販売収入が増加したためと考えられる。

<sup>11</sup> 1997年に発生したアジア通貨危機の影響を直接・間接的に受けたアジア諸国を中心とする発展途上国の経済構造改革支援のために1998年12月に創設された。調達条件は原則、主契約は日本タイド。その他、特別円借款制度下での原産地ルール等が規定されている。

<sup>12</sup> 実施機関によると、応札者が限定的である場合、応札内容が入札書類上の要件と一部不一致が生じていた際、許容範囲といえる逸脱かの判断をより慎重に行う必要があったため、選定期間を要したとのこと。

表 5：FIRR 再計算の前提と結果

	審査時	事後評価時
FIRR 値	9.6%	18.2%
便益	ガス輸送・販売収入	
費用	建設費、ガス購入費、維持管理費	
プロジェクト・ライフ	本事業完成後 20 年	

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<sup>13</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の審査時に設定した各運用・効果指標について、目標値と 2014 年及び 2015 年の実績値を表 6 に取りまとめた。

表 6：運用・効果指標

単位：MMSCFD<sup>14</sup>

	基準値	目標値	実績値 注 1)	
	2002 年	2011 年	2014 年 注 2)	2015 年 注 2)
	審査年	(ガス輸送開始 6 年目)		
ガス搬送量	—	200	299.25 注 3)	259.77

出所：JICA 提供資料及び実施機関からの質問票回答

注 1) 実績値には、本事業のパイプライン（パガルデワ～ラブハンマリンガイ間陸上ガスパイプライン）を通り、ラブハンマリンガイより「フェーズ 2」事業のパイプラインを通してムアラブカシに輸送されたガスも含まれる。

注 2) ガス輸送開始は、最も早いラブハンマリンガイ～チレゴン間海底ガスパイプラインが 2007 年 4 月、最も遅いパガルデワ～ラブハンマリンガイ間陸上ガスパイプラインが 2008 年 9 月。

注 3) 四捨五入の関係で、表 7 と数字が必ずしも一致しない。

ガスの輸送開始後、事後評価時に至るまで搬送状況は（本事業及び「フェーズ 2」事業とも）順調である。2014 年、2015 年の実績値は審査時に設定した目標値（200 MMSCFD）を大幅に上回っている。

表 7 に本事業に関するガス需給データ（予測及び実績）を示した。将来の需給予測を見ると、ガスの需給は着実に増加傾向にあり、本事業が将来にわたって高い有効性を維持していくことが期待される。

<sup>13</sup> 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。

<sup>14</sup> Million Standard Cubic Feet per day。百万立方フィート/日。

表 7：本事業に関するガス需給データ（予測及び実績）

単位：MMSCFD

年	供給		需要	
	実績 (プルトamina)	実績 (その他のガス 供給源)	販売実績 (チレゴン)	販売実績 (ムアラブカシ) 注 3)
2006	-	-	-	-
2007	60.59	0.00	34.26	26.33
2008	140.90	0.00	64.75	76.15
2009	182.62	30.67	49.74	163.55
2010	167.60	84.02	90.96	160.66
2011	133.34	112.87	81.90	164.31
2012	115.90	162.71	87.95	190.67
2013	110.86	173.93	109.73	175.06
2014	130.32	168.94	146.91	152.36
2015	147.56	112.21	166.80	92.98
	供給予測値 注 1)		販売予測値 注 2)	
2016	256.79		235.04	
2017	261.93		249.46	
2018	269.80		256.95	
2019	277.89		264.66	
2020	286.23		272.60	
2021	294.81		280.77	
2022	303.66		289.20	
2023	312.76		297.87	
2024	322.15		306.81	
2025	331.81		316.01	

出所：実施機関からの質問票回答に基づき作成

注 1) 2016 年～2025 年の供給実績は、供給予測値（プルトaminaのガス供給契約は 2017 年末で終了する予定。実施機関は、事後評価時点において、プルトamina以外を含め新たな契約に向け交渉中。）。

注 2) 販売予測は、チレゴン及びムアラブカシのピトゥンへの合計販売量の予測値。

注 3) 本事業のパイプライン（パガルデワ～ラブハンマリンガイ間陸上ガスパイプライン）を通り、ラブハンマリンガイより「フェーズ 2」事業のパイプラインを通してムアラブカシに輸送されたガスの販売実績。

### 3.3.2 定性的効果

エネルギー鉱物資源省によると、南及び中央スマトラ、西ジャワ及びリアウ諸島における既存のガス田の天然ガス埋蔵量は、国内需要及びシンガポールへの輸出をまかなうため、今後減少するとされている。既存のガス田の将来的な生産量の減少<sup>15</sup>及び前記の図 2（西ジャワにおける天然ガス及びLNGの需給動向<sup>16</sup>）を踏まえると、スマトラ島の未利用のガスの有効活用に本事業で整備されたガスパイプラインが貢献していると考えられる。

<sup>15</sup> エネルギー鉱物資源省によると、同地域における天然ガス生産量は、2016 年の 238MMSCFD から 2022 年には 159MMSCFD に減少するとされている。

<sup>16</sup> ガス需要は 2003 年から 2014 年の間に約 3 倍に増えている。

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

西ジャワ地域におけるガスの供給データ（本事業及び「フェーズ2」事業で整備されたガスパイプラインより供給される天然ガスの搬送量内訳を含む）を表8に示した。本事業で整備したガスパイプライン全体の運用が開始した2008年以降、西ジャワに供給された天然ガス及びLNGの合計量が大幅に増加しており、このうち8～9割程度が本事業及び「フェーズ2」事業で整備したパイプラインより輸送されている（このうち本事業で整備したパイプラインで搬送された天然ガスはほぼ半分となっている）。このことから、本事業が西ジャワ地域のガス供給の増加に大きく貢献していることがわかる。加えて、表8及び前記の図2（西ジャワにおける天然ガス及びLNGの需給動向）から本事業が西ジャワのガス供給不足問題にも対応していることもわかる。

表8：西ジャワに供給されるガスの内訳

単位：MMSCFD

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
西ジャワに供給される天然ガス及びLNGの合計量	269	533	596	596	652	626	673	601	580	700	750	790
このうち、本事業及び「フェーズ2」事業のパイプラインより供給される天然ガス	227	427	503	493	557	570	650	591	580	700	750	790
このうち、本事業のパイプラインにより供給される天然ガス	141	213	252	246	279	285	299	260	235	250	257	265

出所：実施機関からの質問票回答に基づき作成

注) 2016年～2019年の西ジャワに供給される天然ガス及びLNGの合計量は予測値（ガスパイプライン以外からの供給量は不明のため計上していないが、LNGターミナル（FSRU）のLNG（150～280MMSCFD）が見込まれている）。

ボジョネガラ（チレゴン）地域へのガス供給量（実施機関の顧客へのガス供給量）の推移は表9のとおり。実施機関は2007年より同地域へのガス供給を開始しており、2020年には供給開始時の約3倍のガス供給が見込まれている。

表 9：ボジョネガラ（チレゴン）地域へのガス供給量

単位：MMSCFD

顧客 注 1)	実績		予測
	2007年	2015年	2020年
発電所 工場 商業施設	34.42	80.39	102

出所：実施機関への質問票回答に基づき作成

注 1) 顧客別の内訳は不明

南スマトラのランブン地域（図 7 参照）へのガス供給量（実施機関の顧客へのガス供給量）の推移は表 10 のとおり。実施機関は 2015 年より同地域へのガス供給を開始しており 2020 年には供給当初の 50 倍、2016 年実績の約 4.5 倍のガス供給が見込まれている。

表 10：ランブン地域へのガス供給量

単位：MMSCFD

顧客 注 1)	実績		予測
	2015年	2016年	2020年
発電所 工場 商業施設 小規模消費者（家庭等）	1	11	50

出所：実施機関からの質問票回答に基づき作成

注 1) 顧客別の内訳は不明

以上より、本事業がこれら地域へのガス供給の増大（新規顧客の獲得と供給の拡大）に寄与していることがわかる。

### 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、大規模なガスパイプラインの整備事業であり、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」（2002 年 4 月制定）上、カテゴリー A に該当する。

本事業にかかる環境アセスメント報告書（AMDAL）は、エネルギー・鉱物資源省石油ガス総局内に設置された環境影響分析委員会による検討を経て、1999 年 8 月に環境省より承認されている。本事業の実施において、AMDAL に基づいて環境チェックリストが作成され、環境モニタリングが行われた。審査時に留意事項として指摘があった野生生物資源の保護・保全への配慮については、フェンスや標識の設置、事業従事者への環境教育の実施等の対策が講じられ、対応状況のモニタリングが行われている。

実施機関は本事業の実施中及び完成後、環境省の規定に基づいて6カ月毎に環境モニタリング結果を同省へ報告している。また実施機関は、ガスパイプラインが通過する全ての州政府及び市に対して環境モニタリング結果の報告を行っている。さらに、事業実施期間中において、環境モニタリング結果の第三者機関による検証が行われている。モニタリング・検証結果は、表11のとおり。いずれも環境省の規定に基づいて適切な対応がとられており、自然環境への影響は認められない。また、実施機関及び周辺住民へのヒアリング結果からも本事業実施による環境への負の影響は指摘されていない。

表11：環境チェックリストとモニタリング・検証結果／対応状況

環境チェックリスト	モニタリング・検証結果
土地の整備による植栽への影響	原状回復（マングローブの植林等）
パイプの敷設による騒音	問題なし
パイプの敷設による土壌の浸食	法面保護及び原状回復
パイプの敷設による排水への影響	排水及び灌漑設備の維持もしくは原状回復
パイプの敷設による道路・交通への影響	原状回復
パイプの敷設による景観への影響	問題なし
海底／海岸横断の影響	原状回復
海水の水質への影響	問題なし
海洋生物への影響	問題なし

出所：実施機関からの質問票回答に基づき作成

### 3.4.2.2 住民移転・用地取得

住民移転・用地取得に係る当初計画と実績の比較を表12にまとめた。取得面積は当初見込みより若干減少し、移転世帯は増加している。これは事業が開始し詳細設計及び地元住民との調整が行われ、具体的な事業サイトが確定（一部、敷設ルートが変更）したことに伴うものである。

表12：住民移転・用地取得の計画と実績の比較

計画		実績	
用地	住民移転	用地	住民移転
678ha	約20世帯	645.9ha	47世帯

出所：実施機関からの質問票回答

用地の取得は、インドネシアの規則<sup>17</sup>に基づいて、適正に行われている。実施機関を責任機関とする“Panitia Sembilan”（コミッティ9）と呼ばれる土地取得委員会（地方政府や警察関係者等がメンバー）が設置され、同委員会が仲介役となり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た。実施機関によると、西ジャワ（チ

<sup>17</sup> 準拠規則は、大統領令 Degree No.55-1993。

レゴン付近) のガス供給網整備工事区間について、地元住民との調整の結果、一部、敷設ルートの変更が発生した。また、土地の所有権を巡って住民間の調整が必要となり、裁判所による仲裁が必要となったケースがあったが、最終的には各事業パッケージの着工前に用地取得の手続き(補償費の支払いを含む)が完了している。移転の必要があった住民は、いずれも補償費の支払いを受けた上で、住民自らが手配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の整備の必要はなかった。住民へのヒアリングでは、用地取得・補償費支払い手続きに関して特段問題は指摘されなかった。

### 3.4.2.3 地元住民及び地元企業へのインパクト

実施機関及び周辺住民へのヒアリングを通じて、本事業実施後の雇用の創出、実施機関による CSR (企業の社会的責任) 活動を通じた地域住民への裨益が確認された。ガスパイプラインの建設後、地元住民が警備員、清掃員、運転手、雑用係等として新規に雇用されている。また、実施機関は CSR 事業の一環として、地元住民向けに保育園・幼稚園・小学校の設置、モスクの新設や改修、コミュニティ向け井戸や橋の設置、道路の改修事業等を行っており、コミュニティの強化・活性化に貢献している。

また、複数の地元企業(製造業)へのヒアリングを通じて、本事業実施後、利用燃料を従来の高速ディーゼル油(以下、「HSD<sup>18</sup>」という。)から天然ガスに切り替えたこと、これにより燃料コストの大幅節減(30~38%のコスト削減)が実現したこと、さらに、ランプンの食品・飲料企業からの提供資料にて、燃料の変更に伴い二酸化窒素(NO<sub>2</sub>)、二酸化硫黄(SO<sub>2</sub>)、粒子の排出量が減少し、環境への負荷軽減にもつながっていることを確認した。



実施機関が建設したモスク (パガルデワ)



マングローブの植林 (ラブハンマリンガイ)

<sup>18</sup> High Speed Diesel.

### 3.4.2.4 円借款4事業のパッケージとしてのインパクト

本事業に加え、インドネシアで同時期に円借款で整備された三つのガス複合火力発電事業、「タンジュンプリオク火力発電所拡張事業」、「ムアラカラン火力発電所ガス化事業」、「ムアラタワルガス火力発電所拡張事業」について、パッケージとしてのインパクトを分析した結果、円借款によるガス複合火力発電所が、日本の質の高いインフラ技術をインドネシアに導入する先駆けになったこと、円借款で整備したガスパイプラインが国内産ガスの活用によるエネルギー転換（石油からガス）を促進したことが明らかとなった。

表13は、ムアラタワル、ムアラカラン、タンジュンプリオクの三つの発電所の発電電力量を示したものである。経年で見ると、これらの発電所において、円借款事業の整備と共にガスの利用量（合計量）が増加しており、石油からガスへの燃料転換が促進されていることがわかる。なお、南スマトラ西ジャワガスパイプラインで輸送した天然ガスを燃料としているのは、事後評価時点においてムアラタワル発電所のみである。一方、プルタミナ子会社のプルタガスがムアラタワル発電所とムアラカラン発電所を結ぶ、オープンアクセスのガスパイプラインを建設中で（2016年8月完成予定）、これが完成するとムアラタワル、ムアラカラン、タンジュンプリオクの三つの発電所がパイプラインで結ばれる<sup>19</sup>。これにより南スマトラ西ジャワガスパイプラインで輸送されるスマトラ島の天然ガスは三つの発電所で利用可能となり<sup>20</sup>、今後、新規建設のガス発電所などによりガス利用の更なる促進が期待される。

表13：ムアラタワル、ムアラカラン、タンジュンプリオク各発電所の発電電力量

単位：GWh

発電所名	燃料	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
ムアラタワル	ガス <sup>21</sup>	3,199	8,973	6,894	6,026	7,266	7,662	8,606	5,737
	うち円借款事業により整備した発電所ユニットの発電量（天然ガス）	-	-	-	573	1,483	1,596	1,696	1,490
	HSD	2,419	423	1,049	2,548	654	189	70	103
ムアラカラン	ガス	2,223	2,156	4,470	4,745	5,710	7,766	7,704	7,929
	うち円借款事業により整備した発電所ユニットの発電量（LNG）	-	603	3,086	4,084	3,554	3,954	3,869	3,902

<sup>19</sup> タンジュンプリオク発電所は、既にムアラカラン発電所とガスパイプラインでつながっている。

<sup>20</sup> 実際に利用可能となるためには、ガスの圧力など諸々の調整が必要となる。三つのガス複合火力発電事業の実施機関である国有電力企業（PLN）によると、ガスの供給量や価格等について、PLNとプルタガスの間で交渉が進められているとのこと。

<sup>21</sup> 天然ガスとLNGの双方が含まれる。

	HSD	3,473	3,577	1,438	2,610	1,482	32	46	37
タンジュンプリオク	ガス	3,501	2,634	2,732	1,770	4,678	6,693	7,331	7,227
	うち円借款事業により整備した発電所ユニットの発電量 (LNG)	-	-	-	-	1,588	3,002	3,747	3,865
	HSD	3,517	3,360	3,399	3,584	1,367	436	183	29
合計	ガス	8,923	13,763	14,096	12,541	17,654	22,121	23,641	20,893
	HSD	9,409	7,360	5,886	8,742	3,503	657	299	169

出所：国有電力企業提供データに基づき作成

国有電力企業<sup>22</sup>のPT. PLN (Persero)<sup>23</sup>（以下、「PLN」という。）は、タンジュンプリオク火力発電所の敷地内に、自己資金＋民間資金で800MW級のガス複合火力発電設備（ブロック4）を建設する予定である。日本と現地の企業連合がフルターンキー契約でPLNより受注しており、2018年の運転開始を目指している。円借款で整備されたムアラカラン発電所（ブロック2）及びタンジュンプリオク発電所（ブロック3）に続き、タンジュンプリオク発電所のブロック4においても世界最高水準の日本のガスタービン・コンバインド・サイクル技術が導入される予定である。円借款事業による実績が、日本の質の高いインフラ技術のインドネシアへの展開を促したといえる<sup>24</sup>。

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。

### 3.5 持続性（レーティング：③）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業完成後のガスパイプライン、ガス配送網、関連設備等の運営・維持管理は、実施機関である国有ガス企業のPGN<sup>25</sup>（以下、「PGN」という。）の運営・維持管理部門であるビジネスユニット・インフラストラクチャー・オペレーション部（以下、「BUIO<sup>26</sup>」という。）が本部レベルで統括している。BUIOの組織図は図6のとおりで、五つの部、約140名の職員から構成されている。このうち、ガス輸送管理部が本事業及び「フェーズ2」事業のガスパイプラインと関連設備の運営・維持管理を、ガス配送管理部が本事業のチレゴン付近のガス供給網の運営・維持管理を担当している。

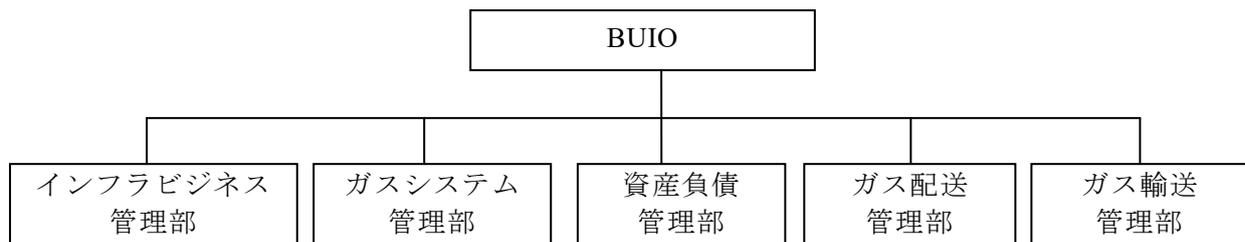
<sup>22</sup> 国有電力企業は上記の三つのガス複合火力発電事業の実施機関である。

<sup>23</sup> PT. Perusahaan Listrik Negara (Persero)

<sup>24</sup> 外務省ウェブサイト参照。http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000083884.pdf

<sup>25</sup> PT. Perusahaan Gas Negara (Persero)

<sup>26</sup> Business Unit Infrastructure Operations



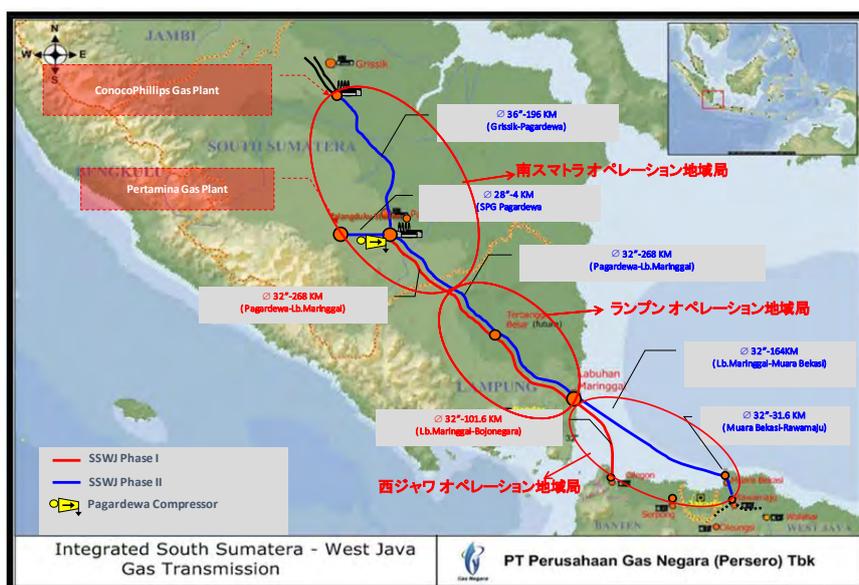
出所：実施機関提供資料より作成

図 6：ビジネスユニットインフラオペレーションの組織体制図

PGNでは 2015 年 7 月より組織改編が開始され、事後評価時点においても本部を中心に改編が進められている。改編前の本事業の運営・維持管理は、本部の戦略ビジネスユニット（以下、「SBU<sup>27</sup>」という。）が統括していた。SBUは商業部（Director of Commerce）の下に属していたが、改編後はBUIOが同責務を担い、BUIOはインフラストラクチャー&技術部（Director of Infrastructure and Technology）の下に設置された。PGNによると、この改編によりBUIOは技術者を中心に構成され、技術面を含め運営・維持管理業務が強化されたとのことである。

本組織改編は本部レベルで実施されており、現場で実際の運営・維持管理業務に従事する三つのオペレーション地域局（南スマトラ、ランプン、西ジャワ）の組織には影響はない（図 7 参照）。各オペレーション地域局は BUIO と密に連携しながら実際の運営・維持管理業務を行っている。組織改編後、BUIO と各地域局間のコミュニケーションや調整の円滑化が促進されているとのことであり、また、組織内の責任の所在と意思決定プロセスは明らかである。

<sup>27</sup> Strategic Business Unit



出所：実施機関提供資料

図 7：本事業の運営・維持管理を担う三つのオペレーション地域局

各地域局に配属されている従業員数及び運営・維持管理担当の技術者数の内訳（2016年3月時点）は表 14 のとおり。各地域局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る。

表 14：各地域局に配属されている従業員数及び運営・維持管理担当の技術者数の内訳 注 1)

地域局	南スマトラ	ランプン	西ジャワ
従業員数（合計）	212	186	137
うち、運営・維持管理担当の技術者数 注 2)	61	43	35

出所：実施機関提供資料より作成

注 1) 従業員及び運営・維持管理担当の技術者は、本事業及び「フェーズ 2」事業の双方の業務を担当している（本事業分のみ的人数を切り分けることはできない）。

注 2) 運営・維持管理担当の技術者数は、従業員数の各合計からサポーティング・チーム（アドミニストレーター、警備、ドライバー等）の人数を差し引いて算出した。

以上より、運営・維持管理の体制について問題は認められない。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

現場で運営・維持管理業務を担当する技術者は、本事業で整備したガスパイプラインの供用開始以降、既に 8～9 年にわたって運営・維持管理業務を実施しており、十分な経験と技術を蓄積している。これら技術者に対して OJT 研修やコントラクターによる日本での研修が実施されており、中には実施機関の海外留学制度を活用して修士号を取得した者もいる。また、実施機関の人材育成方針に基づき、本事業の運営・維持管理業

務の担当者を含む PGN の全職員は、年間最低 6.5 日間のトレーニング／研修を受講することが義務付けられており、適切な人材マネジメント体制が構築されている。現場の運営・維持管理業務の担当者にインタビューを行ったところ、本事業のオペレーションに必要なトレーニング／研修は適切に実施されており、技術的な問題はないとのことだった。

PGN によると、本事業から維持管理コンサルティング・サービスが削除されたことによる負の影響は発生していないとのこと、現場の運営・維持管理業務の担当者に同様の質問を行ったところ、特段の問題はないとの回答が得られた。

各地域局で標準作業手順書及びオペレーションガイドラインが作成されており、運営・維持管理担当者はこれを日常的に活用している。同手順書及びガイドラインは毎年レビューが行われ、現場の状況やニーズ等に応じて改定されている。

各地域局へのヒアリングによると、メンテナンスの頻度別（毎日、毎週、毎月、3 カ月毎、6 カ月毎、毎年）に維持管理計画が整備されており、メンテナンスの項目数は全体で 1,000 を超えるとのこと。同計画も毎年見直し／更新されており、現場の運営・維持管理担当者に活用されている。

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、各地域局にて必要額を見積もった後、PGN 本部に予算申請し、PGN 本部が承認をする。各地域局及び PGN 本部へのインタビューによると、申請した額どおりの予算がほぼ配賦されており、運営・維持管理の財務面では問題はないとのことだった。本事業完成後の運営・維持管理費の支出実績は表 15 のとおり。

表 15：本事業の運営・維持管理費（支出実績額）注 1)

単位：百万円

2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
272	465	958	1,277	1,557	1,655	2,063	2,673	1,408 注 2)

出所：実施機関提供資料より作成

注 1) 本事業及び「フェーズ 2」事業の運営・維持管理費は一体化しているが、実施機関にて本事業分を切り分けた数字を表にまとめた。予算申請額及び配賦実績額については本事業分を切り分けることが困難であるため、支出実績額のみを示した。

注 2) 2013、2014 年に改良メンテナンスと一部パーツの交換<sup>28</sup>及び海底パイプラインの設置状況の確認が行われ、加えて 2013 年にガスタービンコンプレッサー 1 台の予備的メンテナンス<sup>29</sup>が実施されたため、運営・維持管理費が増加した。2015 年は通常の運営・維持管理体制に戻ったことから前年に比べて支出実績額が減った。

PGN の損益計算書及び貸借対照表は以下表のとおりである。

<sup>28</sup> 2012 年にパイプライン内の細かい清掃（Intelligent Pigging、5 年毎に実施）が行われ、その際に特定された、将来的に発生しうる潜在的な問題に対処するため 2013 年と 2014 年に改良メンテナンスと一部パーツの交換が行われた。

<sup>29</sup> コンプレッサーは稼働 20,000 時間ごとに予備的メンテナンスが実施される。

表 16 : PGN 損益計算書 注 1)

単位：百万ドル

	2012 年	2013 年	2014 年
売上	1,472	1,418	1,465
その他収益	21	27	50
ガス輸送・配送費	270	293	301
管理費・他費用	205	219	232
営業利益	1,018	933	982
営業外損益 注 2)	130	132	-3
税金	233	228	231
当期利益	915	838	748
税引後包括利益	-0.1	-6	0.1
当期純利益	914	832	748

出所：PGN 財務報告書

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

注 2) 金利収入・費用、為替差損益他

表 17 : PGN 貸借対照表 注 1)

単位：百万ドル

	2012 年	2013 年	2014 年
資産	3,908	4,318	6,215
固定資産	1,924	2,537	4,355
流動資産	1,983	1,781	1,861
負債及び資本	3,908	4,318	6,215
資本	2,354	2,671	2,963
固定負債	1,081	761	2,162
流動負債	473	886	1,091

出所：PGN 財務報告書

注 1) 四捨五入の関係で一部数字が一致しない。

PGN は国有企業であるが、政府補助金は投入されていない。2012 年～2014 年において売上はほぼ一定であるのに対して、ガス輸送・配送費、管理費・他費用が年々増加する傾向にある。ここ数年で固定資産が大幅に増大しており、2014 年は 2 年前の約 2.3 倍となっている。

なお、上記のとおり本事業の運営・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。PGN 全体の財務状況と本事業の財務について直接的な関係は認められない。

以上より、運営・維持管理の財務について問題は見受けられない。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備された設備は良好に維持管理され、順調に運営されている。主な運営・

維持管理活動は以下のとおり。

- パイプラインの日常的なパトロール（陸上及び海底）
- コンプレッサーステーション（パガルデワ）、メータリングステーション、ガスフィルター等の設備の点検
- 修繕的なメンテナンス（パイプラインのコーティング等）
- パイプライン内の清掃（2年毎に実施。より細かい清掃は5年毎に実施）

PGNによると、スペアパーツについてはPGNのインベントリ管理システムが整備されており、(1)日常の消耗品、(2)中期的・(3)長期的に交換が必要なもの別にリスト化され、常時、現状把握及び必要な対応が行われているとのこと。地域局の倉庫には主に日常の消耗品が保管されている。その他個別のスペアパーツについては、製造者と包括契約を締結しており、必要に応じて適時に調達される体制が確保されている。

なお、SBUが実施した「パイプラインの完全性管理とリスク評価」(Pipeline Integrity Management and Risk Assessment)において、運営・維持管理の際に留意すべきリスクが分析されている（地震や不規則な圧力等でパイプライン破損する確率等）。分析結果によると、運営・維持管理関連で発生する問題の約75%が、地元住民や第三者によるパイプライン敷設地区への立ち入り（諸々の“活動”）等に関連した事項であることが判明した。すなわち、本事業の運営・維持管理は、技術的な側面のみならず、地元住民とのコミュニケーションや調整が重要となっており、日常的なパトロールが鍵を握っている。各地域局によると、本件評価結果を踏まえて、各地域局で地元住民への対応策が検討されており、維持管理計画にも反映されているとのことであった。

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。

以上より、本事業の運営・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。



ガスコンプレッサー（パガルデワ）



スペアのパイプ（チレゴン）

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、スマトラ島の未利用のガスの有効活用を促進し、西ジャワへのガス供給不足の問題に対応することを目的に、スマトラ島からジャワ島西部へのガスパイプラインを建設した。本事業は、審査時及び事後評価時におけるインドネシアのエネルギー政策、開発ニーズに合致しており、審査時の日本の援助政策とも合致していた。したがって、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。審査時に設定した運用・効果指標であるガス搬送量の実績値は、目標値を大幅に上回っている。また、本事業は未利用のガスの有効活用及び西ジャワ地域のガス供給の増加に貢献している。さらに本事業実施後の雇用の創出や地域住民及び地元企業への裨益が確認された。本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果発現がみられ、有効性・インパクトは高い。自然環境への負の影響は報告されていない。住民移転・用地取得プロセスは適正に実施されており問題はない。本事業を含む円借款4事業のインパクトとして、石油からガスへの燃料転換が促進されたこと、また、円借款でのガス複合火力発電所事業の実績が、日本の質の高いインフラ技術のインドネシアへの展開を促したこと、が挙げられる。本事業の運営・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

なし

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) 本体工事</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ パガルデワ～ラブハンマリンガイ間陸上ガスパイプライン敷設工事（距離：270km／口径：32インチ）</li> <li>・ ラブハンマリンガイ～チレゴン間海底ガスパイプライン敷設工事（距離：105km／口径：32インチ）</li> <li>・ 西ジャワのチレゴン～チマンギス間陸上ガスパイプライン敷設工事</li> <li>・ 西ジャワ（チレゴン付近）のガス供給網整備工事</li> <li>・ コンプレッサーステーションの設置</li> </ul> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 施工監理コンサルティング・サービス</li> <li>・ 維持管理コンサルティング・サービス</li> </ul>	<p>1) 本体工事</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ パイプラインの区間が「ボジョネガラ（チレゴン）～チカンデ及びチカンデ～ビトゥンの区間」に縮小されて整備された</li> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 計画どおり</li> </ul> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計画どおり</li> <li>・ 実施せず</li> </ul>
②期間	2003年3月～2008年1月 (59カ月)	2003年3月～2012年3月 (109カ月)
③事業費		
外貨	42,005百万円	47,148百万円
内貨	17,074百万円	12,809百万円
	(現地通貨) 1,219,571百万ルピア	(現地通貨) 1,280,900百万ルピア
合計	59,079百万円	59,957百万円
うち円借款分	49,088百万円	48,538百万円
換算レート	1ルピア=0.014円 (2002年3月時点)	1ルピア=0.010円 (2003年～2012年平均)

以 上

インドネシア

2015 年度 外部事後評価報告書

円借款「国立イスラム大学保健・医学部事業」

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

本事業は、首都ジャカルタ近郊バンテン州に位置する国立イスラム大学（Universitas Islam Negeri Jakarta；以下「UIN Jakarta」という。）の保健・医学部（Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan；以下「FKIK<sup>1</sup>」という。）において、地方部・貧困層の医療高等教育への機会拡大及び地方部<sup>2</sup>への医師・看護師等の供給を目的に、ハード面及びソフト面の整備を行った。妥当性に関して、インドネシア政府は「国家開発計画」及び「国家中期開発計画」等を通じて医療人材養成の必要性を提唱している。また、同国では地方部を中心に医療人材の確保が急務となっている。加えて、審査時の日本の援助政策との整合性も確認されるため、妥当性は高い。効率性に関して、事業期間はフェローシップ・プログラム期間の延長により若干遅延が生じたものの、事業費が当初計画内に収まったことから、効率性は中程度である。本事業の効果に関して、FKIKの全体学生数・女子学生数については当初の見込みをおおむね達成し、受益者調査結果のとおり現役学生・卒業生・フェローシップ・プログラム参加者からもFKIKの教育水準向上等への肯定的な意見が確認された。しかし、FKIKにおける地方部出身の学生割合が事後評価時において低い点、卒業生の地方部医療施設における就業割合が不明な点を考慮すると、必ずしも当初想定されていた効果が発現されているとはいえない。したがって、有効性・インパクトは中程度である。一方、本事業の運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題は見受けられず、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

<sup>1</sup> 事後評価時点で、FKIKは医学科・薬学科・公衆衛生学科・看護学科の4学科により構成されるが、開設された2004年当時は薬学科と公衆衛生学科のみであった。

<sup>2</sup> 「地方部」の明確な定義は確認されないが、FKIKへのインタビューによると、都市部の定義と分ける意味において、各州の主要都市（例：西スマトラ州のパダン、アチェ州のバンダアチェ、南スラウェシ州のマカッサル等）以外の市町村レベルを地方部と認識している。

## 1. 事業の概要



事業位置図



本事業で整備された FKIK 校舎

### 1. 1 事業の背景

インドネシアでは医療インフラの地域間格差が大きいことに加え、保健医療行政の体制や行政能力の強化が課題であった。本事業開始前、人口 10 万人当たりの医師数は平均 13 人<sup>3</sup>、特に地方部における医療人材の不足が深刻であり、地方医療に従事する人材の育成が急務であった<sup>4</sup>。その中でUIN Jakartaは、「社会生活の質改善への貢献」を使命に掲げ、地方・地域貢献を重要視する大学として、地方部出身の学生が全学生の半数を占めるなど積極的な受け入れを行っていたため、同大学FKIKへの支援を行うことで、医学教育を受けた学生が将来、地方部の医療サービスに従事することが期待され、さらに、地域医療に従事する人材の育成を通じた医療人材の地域間格差の解消への貢献が期待されていた。

### 1. 2 事業概要

首都ジャカルタ近郊のバンテン州に位置する国立イスラム大学の保健・医学部において、ハード面及びソフト面の整備を行うことにより、地方部・貧困層の医療高等教育への機会拡大及び地方部への医師・看護師等の供給を図り、もって同国の医療人材ニーズの充足度及び地方部への基礎的保健・医療サービスの提供を通じた貧困削減に寄与する。

円借款承諾額／実行額	2,983 百万円／2,606 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2005 年 3 月／2005 年 3 月
借款契約条件	本体及びコンサルティング・サービス：金利 1.3% 返済：30 年（うち据置 10 年） 調達条件：一般アンタイト

<sup>3</sup> 2001 年データ、出所は JICA 資料

<sup>4</sup> 人口 10 万人当たりの医師の分布は、ジョグジャカルタ特別州の 31.28 人から西カリマンタン州の 5.06 人まで開きがあり、地域による格差が確認されていた（1998 年データ、出所は JICA 資料）。

	<p>フェローシップ・プログラム及び同プログラムのコンサルティング・サービス部分：金利 0.75%</p> <p>返済：40年（うち据置 10年）</p> <p>調達条件：一般アンタイド</p>
借入人／実施機関	<p>インドネシア共和国政府／宗教省イスラム教育総局<sup>5</sup>  (Directorate General of Islamic Education ; 以下、「DGIE」という。)</p>
貸付完了	2013年7月
本体契約（契約額 10 億円以上）	PT. Pembangunan Perumahan（インドネシア）
コンサルタント契約	PT. Darena Prakarsa Utama（インドネシア）/ PT. Duta Hari Murthi（インドネシア）/ ユニコインターナショナル（日本）/ 山下設計（日本）
関連調査 （フィージビリティ・スタディ：F/S）等	実施計画（I/P）（UIN Jakarta、2004年9月）
関連事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界銀行「Health Workforce &amp; Service Project」（2003年、105.6 百万 US ドル）</li> <li>・アジア開発銀行「Health and nutrition Sector Development Program」（1999年、100 百万 US ドル）</li> <li>・カナダ国際開発庁（CIDA）「IAIN Indonesia Social Equity Project」（2001年、11 百万カナダドル）（イスラム系大学の教育内容整備、人材育成事業）</li> <li>・イスラム開発銀行（IDB）「The Islamic University of Malang への学校施設整備」（2004年、26.5 百万 US ドル）、「The Islamic University of Sunan Kalijaga への学校施設整備」（2004年、31 百万 US ドル）</li> </ul>

## 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）

<sup>5</sup> 審査時における実施機関は宗教省イスラム研究総局（DGII）であった。事業開始後、インドネシア政府は、より教育機関の整備を進める方向性を示し、研究総局（DGII）から教育総局（DGIE）に変更となった。ただし、実質的な実施機関は UIN Jakarta の FKIK である。

## 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：2015年10月～2016年12月

現地調査：2016年2月28日～3月11日、2016年5月22日～5月27日

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>6</sup>）

### 3. 1 妥当性（レーティング：③<sup>7</sup>）

#### 3. 1. 1 開発政策との整合性

審査時、インドネシア政府は「国家開発計画」（2000年～2004年）を策定し、その中で高等教育機会の拡大を目標としていた。また、同政府は「新国家中期開発計画」（2005年～2009年）を策定し、生活の質の向上に関連する学部における学生収容能力の向上、高等教育に係る地域間格差、所得格差、ジェンダー格差の縮小等も目標として掲げていた。加えて、保健医療セクターの政策として、保健医療人材の増員及び質の改善、地方部における医療サービスの拡大、人材育成計画の推進、教育・訓練等を目標として掲げていた。

事後評価時、同政府は「国家中期開発計画」（2015年～2019年）を策定し、その中で医療人材の養成・増加の必要性を提唱している。また、保健省（Ministry of Health; 以下、「MOH」という。）は、上記開発計画に則した医療人材養成の必要性を省内文書等で重ねて指摘しており、全国規模での医療人材養成及び保健医療体制の拡充の必要性を提唱している。加えて、DGIEは2013年の法令第90号（No.90, 2013）において、教育へのアクセス向上、平等な教育の実現を目指し、地域間格差是正の重要性を指摘している。

以上より、審査時・事後評価時を通じてインドネシアでは医療人材育成の重要性が認識され、平等な教育の実現が目標とされている。したがって、本事業は、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

前述のとおり、審査時、インドネシアでは人材面を含む医療インフラの地域間格差が大きく、特に地方部における医療人材の不足が深刻であり、地方医療に従事する人材の育成が急務であった。その中で UIN Jakarta は、地方部出身の学生が全学生の半数を占めるなど積極的な受け入れを行っていたため、同大学に FKIK への支援を行うことで、医学教育を受けた学生が将来、地方部の医療サービスに従事することが期待されていた。

<sup>6</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>7</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

そして、地域医療に従事する人材の育成を通じた医療人材の地域間格差の解消が期待されていた。

事後評価時、インドネシアの人口 10 万人当たりの医師数は平均 20 人<sup>8</sup>である。同じ東南アジアのタイは平均 39 人/10 万人、マレーシアは平均 120 人/10 万人と比較すると、依然として不足している。経済成長とともに人口が都市部に集中するにつれ、地方部における医療サービス水準の向上、地域間格差是正のための医療人材の確保は引き続き喫緊の課題とされている<sup>9</sup>。UIN JakartaのFKIKでは、事後評価時、300 名～400 名の新規学生が毎年入学し、2004 年の開設後、累計約 2,100 名の在籍実績を誇る。入学者数は例年一定程度確保されている状況であり、今後も同国の医療サービス水準の向上への寄与が期待されている。

以上より、審査時・事後評価時ともに地方部の医療に従事する人材の育成・確保が必要であり、本事業と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

2004 年 11 月に外務省が策定した「対インドネシア国別援助計画」では、「民主的で公正な社会造り」のための貧困削減への支援として、教育、保健医療分野の向上等を重点分野として挙げていた。また、JICA が 2002 年 4 月に作成した「海外経済協力業務実施方針」では、「貧困削減への対応強化」、「人材育成への支援」、「地方開発への支援」を重点分野として掲げ、人材育成への支援を重要視していた。さらに、2004 年 9 月に JICA が策定した「国別業務実施方針」では、医療人材育成に係る支援を行うことを掲げていた。

本事業は、インドネシア保健医療分野の向上及び人材育成への支援を行うものであり、同時に地方開発に資するものであることから、日本の援助政策との整合性が認められる。

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

本事業では UIN Jakarta の FKIK において校舎建設、教育機材・機器の充実、教育スタ

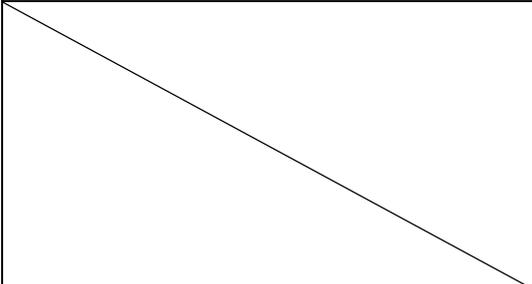
---

<sup>8</sup> 2012 年データ、出所は WHO

<sup>9</sup> 出所は DGIE 及び MOH へのインタビュー結果。なお、事後評価時における地方部における医師数、地域間格差を示すデータ、都市別データ等についてはデータが整備されていなかった。

ツプの質の強化を通じて同大学のハード面及びソフト面における支援が実施された。表1は、本事業のアウトプット計画及び実績である。

表1：本事業のアウトプット計画及び実績

審査時計画 (2005年)	事後評価時実績 (2016年)
1) 土木工事、調達機器等 ①校舎建設 (延床面積：16,000 m <sup>2</sup> ) (a) 保健医学部校舎 7,000 m <sup>2</sup> (b) ラボラトリー 3,000 m <sup>2</sup> (c) 学生寮 3,000 m <sup>2</sup> (d) 図書館 3,000 m <sup>2</sup> ②機材調達 ③備品調達 ④フェローシップ・プログラム ・本邦大学の博士課程への長期留学：29名 ・博士課程以外の課程への短期留学：20名	1) 土木工事、調達機器等 ①校舎建設 (延床面積：18,021 m <sup>2</sup> ) (a) 保健医学部校舎 6,196 m <sup>2</sup> (b) ラボラトリー 5,758 m <sup>2</sup> (c) 学生寮 2,990 m <sup>2</sup> (d) 図書館 3,077 m <sup>2</sup> ②機材調達 (722 品目) ③備品調達 (286 品目) ④フェローシップ・プログラム ・本邦大学の博士課程への長期留学 (長期プログラム「学位取得課程」)：30名 ・博士課程以外の課程への短期本邦留学 (短期プログラム「学位未取得課程」)：82名
2) コンサルティング・サービス 主に詳細設計、入札補助、施工監理、留学支援 (留学先の選定、留学前・留学中の支援サービス)、事業実施全般に係る管理・運営の補助 (外国：50M/M、ローカル：458M/M)	2) コンサルティング・サービス 左記はほぼ計画どおり実施された。 (外国：57.59M/M、ローカル 374.70M/M)
	<b>【追加アウトプット】</b> 地域医療に根ざす研究、研修、臨床を目的とした研究研修クリニック (RTCUC) の整備 (計 2 箇所) ・ブアラン：2,926 m <sup>2</sup> ・レニジャヤ：2,476 m <sup>2</sup> 計 5,402 m <sup>2</sup>

出所：JICA 提供資料 (審査時計画)、質問票回答 (事後評価時実績)

本事業では審査時計画と実績の比較において若干差異が確認される。以下は表1の各事業アウトプットの差異の説明である：

1) 土木工事、調達機器等

① (a) 保健医学部の校舎建設はおおむね計画どおり実施された。一方、(b) ラボラ

トリーの延床面積は当初計画より増床した。その理由として、事業開始後の詳細設計時に、FKIKでは同国において医学教育の主流メソッドであるProblem Based Learning (PBL)<sup>10</sup>を取り入れることを決め、その実現のためにはラボラトリーに広いスペースを設ける必要性が生じたことが挙げられる。(c) 学生寮は計画どおり整備され、女子寮として利用されている<sup>11</sup>。(d) 図書館、②機材調達及び③備品調達<sup>12</sup>もおおむね計画どおり実施された。④フェローシップ・プログラムは、審査時には29名を本邦医学系大学への長期留学させ<sup>13</sup>、20名を博士課程以外の医療研修を目的とした短期プログラム留学させること<sup>14</sup>が計画されていた。対象者はFKIKで勤務する講師陣が中心であった。実績として、博士課程への長期留学はほぼ計画どおりであったものの、短期プログラム参加人数は計画を大きく上回った。参加希望者が想定より多かったことに加え、FKIKは、より多くの人材に日本の先進医療の場において経験を積ませたい意向があったためである。

## 2) コンサルティング・サービス

計画どおり実施された。なお、外国分M/Mの若干の増加が確認されるが、これは後述の研究研修クリニック (Research Teaching Clinic Unit: 以下、「RTCU」という。)等の追加アウトプット実施によるものである。ローカル分M/Mは計画に比して減少が確認される。その理由は、施工監理コンサルタントへの支払は現地通貨のルピア払いであったが、事業実施中に為替変動 (円高・ルピア安) が発生し、円建て支出額の増加が見込まれたため、結果としてM/M減少の措置をもって対応されたことに起因するものである<sup>15</sup>。

### 【追加アウトプット】

事業開始前後において、FKIK学生の実地研修は主に提携している教育病院 (ファトマワティ病院<sup>16</sup>) 及び保健医療施設において実施されていた。当該施設において、研修カリキュラムは組まれていたものの研修時間やスペースに制約等があり、研修に参加する学生は医療現場での実務経験を十分に積むことができずにいることが判明した。このためUIN Jakartaは、FKIKの学生のために包括的な研修医療施設を整備し、経験を積む場を提供することを決め、RTCUの整備をJICAに対して要請した。かかる要請を踏まえ、JICAはバンデン州南タンゲラン県のブアラン及びレニジャヤの2箇所<sup>17</sup>において、追加

<sup>10</sup> 実際の現場で発生する事象やトラブルについて原因を見つけ解決していく学習方法を指す。

<sup>11</sup> 一方、男子寮は、本事業より少し前の時期に実施されたイスラム開発銀行 (IDB) による融資事業により整備された。

<sup>12</sup> 主にラボラトリーで使用する実験・研修用機材、電子計算機、机、棚といった備品が中心であった。

<sup>13</sup> 期間は平均で3年～4年

<sup>14</sup> 期間は平均で1週間～2カ月程度

<sup>15</sup> 具体的には、同サービスの契約は円建てであったもののルピア建てでの支払額が調整される形でM/M数が調整された。

<sup>16</sup> ジャカルタ市南部に位置する病院

<sup>17</sup> 両施設ともFKIKキャンパスから3km～4km以内に位置する。

アウトプットとしてRTCUの整備の支援を決定した。今次調査でFKIKへのインタビュー及び現地視察を通じて、2箇所の施設は遅延等の問題はなく整備されたことを確認した<sup>18</sup>。また、両施設内には医療機材の調達・据え付けも行われた。活用状況はおおむね良好であるものの、両施設に設置されたX線検査装置は、放射線技師が雇用されていないため事後評価時において使用されていない。UIN Jakartaは調達・据え付け前に同技師を雇用、もしくは雇用の見込みを立てておくべきであったと考えられる<sup>19</sup>。UIN Jakartaによれば、学生の医療研修目的とは別に、RTCU周辺住民のX線検査への一定程度の需要も確認されているため、速やかに本件に善処したいとしている。



整備された学生寮



FKIK 校舎内に整備されたラボラトリー  
と授業の様子

### 3. 2. 2 インプット

#### 3. 2. 2. 1 事業費

審査時計画では総事業費 3,510 百万円（うち円借款対象は 2,983 百万円）であったのに対し、総事業費・実績額は 2,775 百万円（うち円借款対象は 2,606 百万円）と計画内に収まった（計画比約 79%）。その主な理由は、為替レートの変動が挙げられる<sup>20</sup>。なお、既出のとおり、追加アウトプットとしてRTCU整備及び医療機材調達・備品調達が行われた（総費用実績は約 250 百万円）。これを加味しても実績額が 2,775 百万円となっていることから、為替レートの変動（円高・ルピア安）の影響を受けて当初計画内に総事業費実績が収まったことがわかる。

<sup>18</sup> 周辺住民 30 名～50 名が毎日診察に訪れている。RTCU の施設 1 階には、内科や歯科等の診療科から薬局まであり、地域医療を担う施設として機能している。また、施設 2 階には、FKIK 学生のための研修施設がある。FKIK 学生の研修の場としてだけでなく、地域住民にとって身近な医療施設として機能している。

<sup>19</sup> この背景に、インドネシア国内で放射線技師が医療施設数に対して割合的に少なく、上位リファラルの医療施設（例：規模の大きな総合病院）から雇用されやすいため、RTCU のような規模の小さな施設には人材が供給されにくい実態が挙げられる。

<sup>20</sup> 審査時：1US ドル=110.36 円、1Rp.=0.012 円、事業実施中の主な支出が行われた期間である 2009 年～2012 年の平均：1US ドル 85.24 円、1Rp.= 0.009 円。

### 3. 2. 2. 2 事業期間

審査時、本事業の期間は2005年3月～2012年5月までの7年3カ月（87カ月）と計画されていた。一方、実績期間は2005年3月～2014年3月までの9年1カ月（109カ月）であり、計画を上回った（計画比約125%）。主な遅延の理由は、フェローシップ・プログラムの実施に際し、参加者受け入れ先（本邦医学系教育機関）の手続きや指導教官との調整等に時間を要したことが挙げられる。

### 3. 2. 3 内部収益率（参考数値）

審査時において内部収益率は計算されていないため、本調査では再計算は行わなかった。

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。



追加アウトプットとして整備された RTCU



RTCU 内の診療の様子（歯科）



FKIK 校舎内に調達された  
研修用医療機材



FKIK 内に調達された研修用備品  
（電子計算機一式）

### 3. 3 有効性<sup>21</sup>（レーティング：②）

#### 3. 3. 1 定量的効果（運用・効果指標）

表 2 は本事業の定量的効果に係る基準値・目標値・実績値である。

表 2：本事業の定量的効果に係るデータ（基準値・目標値・実績値）

指標名	審査時		事後評価時	
	基準値	目標値	実績値	
	2004 年	完成 2 年後 (2014 年)	2013/2014 年 <sup>22</sup>	2014/2015 年
1) FKIK 全体学生数 (人)	110	2,296	1,697	2,176
2) FKIK 女子学生数 (人)	74	946	1,178	1,374
3) 地方部からの学生比率 (%)	50 (UIN Jakarta 全体の数値。FKIK については不明 *注 1)	70 <sup>23</sup> (UIN Jakarta 全体の数値。FKIK については未設定)	40 以下 (UIN Jakarta 全体) 20 程度 (FKIK)	40 以下 (UIN Jakarta 全体) 20 程度 (FKIK)
4) FKIK 卒業生の地方医療従事比率 (%)	N/A	50	N/A	N/A

出所：JICA 資料（基準値・目標値）、質問票回答及びインタビュー結果（実績値）

注 1:ただし FKIK によれば、2004 年の開設当時において FKIK における地方部出身学生の割合は 0%～10% であったとのことである。

以下は表 2 内 1) ～4) の各指標に関する要点である：

1) FKIK 全体学生数について、目標値 (2,296 名) は完成 2 年後までの累積学生数であるが、事業完成 3 年目の実績値 (2014/2015 年の 2,176 名) のとおり、当初想定されていた目標値をおおむね達成している (95%)。

2) FKIK 女子学生数に関しても、上記 1) と同様、目標値及び実績値は累積の学生数を示している。事後評価時、実績値は目標値を超えている。また例年、男女比は 4:6 で、女子学生のほうが多い。この背景に、FKIK で特に女子学生が最も多い看護学科の教育課程の質、女子生徒にとって過ごしやすい環境（本事業で整備された女子寮も含む）が好評であることが要因の一つに挙げられる。一例として、今次現地調査時に行った看護学科の現役女子学生数名へのインタビューでも、「使用できる看護用研修機材は他の大学に置いていないと考えられるものであり、実際の看護現場で働いているようである。整備された寮も快適で過ごしやすい」といったコメントが得られた。かかるコメントも踏まえると、女子学生にとって生活・勉学の間として良い環境が提供されていることが、FKIK

<sup>21</sup> 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。

<sup>22</sup> データ取得ができたのは 2013/2014 年、2014/2015 年の 2 カ年のみであったため、2014/2015 年のデータと審査時 (2004 年) に設定された目標値との比較・分析を行っている。ただし、事業完成 2 年後である 2015/2016 年データ (参考：本事業完成は 2014 年 3 月) と目標値との比較が理想的である。

<sup>23</sup> UIN Jakarta は「社会生活の質改善への貢献」を建学の理念とし、また、地方・地域貢献を重要視しているため、審査時において地方部出身の学生割合を将来 70%まで上がることを想定していた。

の在籍者数増加の要因の一つになっていると判断される。

3) 地方部からの学生比率に関して、審査時の基準値(50%)及び目標値(70%)は UIN Jakarta全体の数値であることを同大学へのインタビューにより確認した。一方、事後評価時における実績値はUIN Jakarta(上段)及びFKIK(下段)の数値であるが、同基準値及び目標値に比べて低い。その事情は次のとおりである。まず、図1の事後評価時における大学入試・奨学金制度について、インドネシア教育省管轄のSBMPTNとSNMPTNは全国统一の入試制度であるが、SBMPTNを通じて30%~40%程度の学生が、SNMPTNを通じて20%程度(合計50%~60%)の学生が例年UIN Jakartaに入学している。実態として、この二つの制度を通じて入学する学生のほとんどは都市部出身の学生である<sup>24</sup>。次に、DGIE管轄のPTKINは、本事業実施中に新たに設立された、地方部出身学生を対象を絞った試験・奨学金支援制度であるが、同制度を通じて入学する同学生は、例年、全体入学者数の20%以下である。そしてMANDIRIは、UIN Jakartaを含め、各大学が実施する独自の試験・奨学金支援制度(全国の学生を対象)であるが、同制度を通じて入学する地方部出身学生の割合は例年20%以下である。つまり、PTKINとMANDIRIを経てUIN Jakartaに入学する地方部出身学生の割合は40%以下(=20%以下+20%以下)である。なおこのほかに、地方自治体の奨学金制度を経て入学する学生もいるが相対的に割合は小さい<sup>25</sup>。つまり、SBMPTN及びSNMPTN経由で全体の50%~60%の主に都市部出身学生により構成され、残りの40%程度はPTKIN、MANDIRI、地方自治体の奨学金制度を通じて入学する学生で構成される。一方、FKIKにおける地方部出身学生に関しては、次のとおりである。審査時における地方部出身学生の割合は、正確な数値は得られなかったものの、FKIKによると0%~10%程度とし、将来の目標値は設定されていなかった。事後評価時・実績値に関して、MANDIRI等を通じてFKIKに入学する地方部出身学生の割合は、直近数年は20%程度である。上記のUIN Jakartaの地方部出身学生の割合と比較して低いが、その大元の背景には、同国の地方部出身学生はイスラム系学校(プサントレン)<sup>26</sup>出身者が多いが、プサントレンではFKIK入試に対応した教育は行われておらず、入試合格率が低いことが挙げられる。ただしプサントレンの中には、語学や教養科目を中心とした受験対策コースを設置している学校(マドラサ)<sup>27</sup>も存在し、マドラサからの入学者

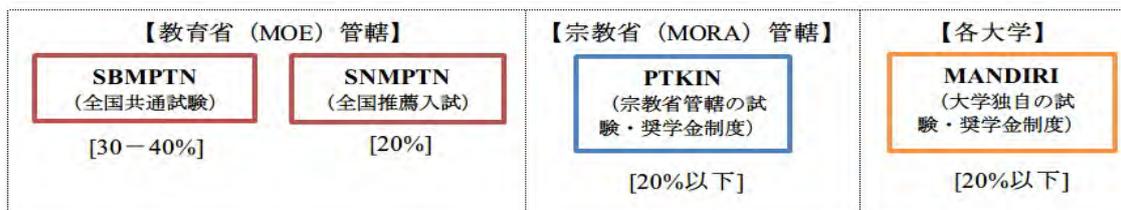
<sup>24</sup> 理由として、都市部と地方部出身の学生には学力差があり、地方部出身の学生にとってはこの二つの制度を経ての入学は困難である実態が挙げられる。

<sup>25</sup> FKIKによれば、年によって相違があるものの1%~5%程度としている。

<sup>26</sup> 寄宿制のイスラム学校。主にイスラム教典に基づいた教育が行われ、将来はイスラム指導者になるケースが多い。

<sup>27</sup> プサントレン同様、宗教教育の専門機関であるものの、通常のカリキュラムでは進学を目的として一般教養、英語、イスラム文学などの科目も開講されている。なお、プサントレンの中にマドラサが存在するケースや別個に存在するケース、地域の事情等があり、全容の把握は容易でない。

は一定程度存在している。実態として、マドラサからの入学者が表 2 の「20%程度」をほぼ構成している。上述の推計値（0%～10%）と比較すると、この割合は増加したとも見受けられるが、本事業は当初計画において「地方出身者や貧困層を優先的に入学させる<sup>28</sup>」ことを計画し、おそらくFKIKも含む目標値である70%を達成することが期待されていたことをかんがみると、いまだ道半ばと判断される<sup>29</sup>。今後、FKIKを含むUIN Jakartaにおいて地方出身学生をさらに増加させるには、入学制度見直しや奨学金制度改善といった支援制度の拡充が解決策の一つと考えられる<sup>30</sup>。



出所：DGIE、UIN Jakarta、FKIK への聞き取りを基に評価者が作成

注：図内の比率は各制度を利用して入学する割合を示す。その他、規模は小さいものの各地方自治体の奨学金制度による入学者も存在する。

図 1：事後評価時のインドネシアの大学入試・奨学金制度（概略）

4) FKIK 卒業生の地方医療従事比率に関して、審査時には目標値として約半数（50%）の学生が卒業後に地方部で勤務することが見込まれていたものの、事業完成以降地方部における医療従事者に関する記録が存在しない。卒業生には FKIK に進路先を報告する義務や制度がないため、どの程度の卒業生が地方の医療機関において勤務しているかについて実態把握が困難となっている。したがって、定量的な評価判断ができない。DGIE 及び UIN Jakarta は、卒業生の進路先について部分的に把握しているものの全数ではないため、UIN Jakarta は今後同窓会組織を設立し、進路の把握に努めることが望ましいと考える。

<sup>28</sup> 出所は JICA 提供資料

<sup>29</sup> 審査時、事業完成後における FKIK 地方部出身学生の目標値が不明であったため評価判断は困難であるものの、事後評価時において全体数に対する地方部出身者の割合は相対的に小さいためである。

<sup>30</sup> かかる状況を踏まえ、DGIE では 2015 年に地方部出身（特に東部出身者）向けの新しい入試・奨学金プログラム「Program Scholarship Santri Excellency (PBSE)」を導入し、事後評価時（2016 年 5 月）現在、運用が開始されている。対象となるのは、①地方出身者、②辺境地域出身者、③貧困層家庭出身者で、主にプサントレンに通っている学生である。この三つの出身基準を基に、試験選考が行われ、学業成績の良い学生が選定される。本制度は DGIE 予算にて実施され、学費の、宿泊・交通費が支給される。2016 年（開始年）は地方出身者約 6,000 名が応募（このうち、約 600 名が UIN Jakarta の FKIK に応募）、38 名が合格している（以上は DGIE 幹部へのインタビュー結果）。合格者は今後、FKIK の授業や生活環境に適応するための入学前ブリッジングコース（3 カ月～6 カ月）を経て入学予定である。

### 3. 3. 2 定性的効果（その他の効果）

#### 地方住民の保健医療サービスへのアクセス向上

本調査では、アンケート用紙を用いてFKIK卒業生に対して、地方住民の保健医療サービスへのアクセス向上に関する聞き取り調査を行った<sup>31</sup>。図2のとおり本事業が地方部における医療人材（医師）の増加に寄与しているかについて質問を行ったところ、肯定的な回答が多かった。この回答結果はFKIK卒業生が自身を含め周囲が地方の医療機関に勤務していることを示唆するものであると思われるが、既出表2のとおり、具体的な増加数は把握できなかったことを踏まえると断定はできない。他方、図3のとおり、地方部の医療事情に関して解決されるべき課題について質問したところ、主に医療人材や機材の不足、施設規模を超えた患者数の増加、医療人材の技能向上といった点が挙げられたことから、インドネシアでは未だこれら課題は存在すると推察される。かかる点を踏まえると、地方住民の保健医療サービスへのアクセスは審査時より大きく向上している判断材料とはならない。ただし、後述インパクトの項目における受益者調査結果のうち、フェローシップ・プログラム参加者のコメント「地方部の医療機関での巡回に行くことが増え、学んだことを行かしていると思う」といったコメントのように、FKIK関係者の地方部での活動は浸透し、地域住民との接触や保健医療サービスの提供機会については本事業開始前より増えていると推察できる。

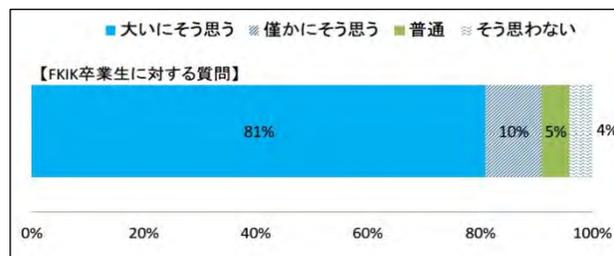


図2：本事業は地方部における医療人材（医師）の増加に寄与していると思うか

<sup>31</sup> 有効回答数は21。内訳は女性が16名、男性が5名。DGIEが保有しているFKIK卒業生リスト情報を根拠に、一斉にアンケート用紙を送付したところ、21名から回答を得ることができた。

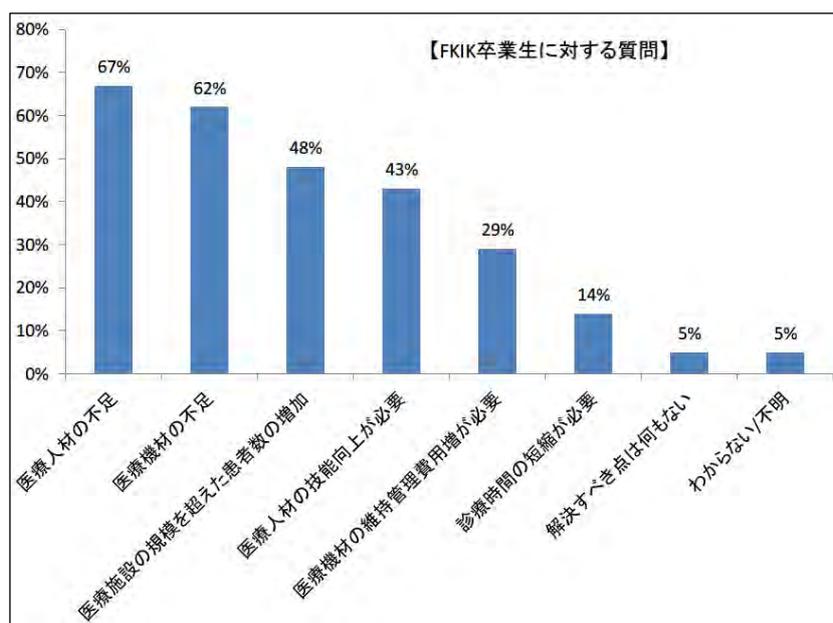


図3：地方部の医療事情に関して、解決されるべき課題はあると思うか、ある場合は何であると思うか（複数回答有り）

### 3. 4 インパクト

#### 3. 4. 1 インパクトの発現状況

##### 3. 4. 1. 1 医療人材ニーズの充足度への貢献、地方部への基礎的保健・医療サービスの提供を通じた貧困削減への貢献

「3. 3. 2 定性的効果（その他の効果）」で述べたように、本事業の満足度、FKIKの教育水準向上、医療人材ニーズの充足度への貢献等に関する受益者調査を行った。図4～図10に、その結果を示す。本項目では、FKIKの現役学生、卒業生、フェロシップ・プログラム参加者を対象とした。サンプルサイズ（有効回答数）は、それぞれ現役学生85<sup>32</sup>、卒業生21<sup>33</sup>、フェロシップ・プログラム参加者15<sup>34</sup>、総計121を取得した<sup>35</sup>。

まず、図4のとおり、整備されたFKIK校舎の満足度に関する質問を現役学生及び卒業生に行ったところ、おおむね肯定的な回答が得られた。理由としては、「図書館

<sup>32</sup> 内訳は女性62名、男性23名

<sup>33</sup> 内訳は3.3.2定性的効果（その他の効果）のサンプルサイズ内訳と同数（女性16名、男性5名）。

<sup>34</sup> 内訳は女性10名、男性5名

<sup>35</sup> サンプル抽出方法について、①FKIK現役学生は、入学年度（2013年～2015年）・学科（医学科・薬学科・公衆衛生学科・看護学科）から偏りがないうよう85名を学生のリストから抽出した（FKIKより提出された学生のリストに基づいて実施した）。②卒業生は、FKIKでは十分な記録がなかったため、DGIEが保有している情報を頼りとした。保有情報の全数21名を調査対象とした。③フェロシップ・プログラム参加者は、長期プログラム全参加者に回答を依頼したところ、15名全員から回答が得られた。

やラボラトリーなど、学部課程上、適切な施設が整っている。施設は近代的なデザインである。教室が広い」といった意見が多かった。一方、一部の現役学生からは「不満である」との回答が得られたが、その理由として「トイレのドアの修繕が必要である」といった補修・修に関する意見が聞かれた。図5のとおり調達された機材・備品に関する質問では、卒業生からはおおむね高い満足度が示されたものの、現役学生からは「普通」「不満である」の回答が多い。「学生の規模に応じた機材・備品数で、適切と感じる」と回答があった一方、「実習上、機材の数が足りないと感じる。一部は壊れている」といった意見が出された。卒業生は在学中に調達された機材・備品に満足していた一方、事業完成から数年経ち、機材や備品の減損・耐用年数が進んだ事後評価時において、現役学生はより不満を示す傾向にあると推察される。このため、FKIKは耐用年数に応じた新規購入や交換、維持管理や修繕を行う必要があると判断される。図6に示すとおり、本事業のFKIKの教育水準向上への貢献度合いに関する質問を現役学生・卒業生に行ったところ、双方とも多くが「大いにそう思う」と回答した。回答者にインタビューを行ったところ、「教室やラボラトリーが広く、快適な環境で勉強できる（できた）。調達された医療機材が近代的・実践的なものであり、ラボラトリーや看護学科の課程のニーズに適合している（していた）」といったコメントが得られた。これらから、本事業による校舎建設や医療機材の調達等はFKIKの教育水準向上に貢献している要因の一つと推察できる。図7のとおり現役女子学生に対しFKIKの課程を専攻するうえでの女性としてのプラス面を感じるかどうかについて質問を行ったところ、「はい」が大半を占めた。その理由を聞いたところ、「女子学生寮があり、生活面で助かる。服装はイスラム様式で過ごすことができる。周りの学生も同じ意志で入学している。勉学の間としての環境が整備されている」といったコメントが得られた。

フェローシップ・プログラム参加者はFKIKの講師陣が中心であったため、直接的には地方部における医療面での貢献は確認されない。一方、図8、図9のとおり、同プログラムへの満足度は高く、内容・経験がFKIKの教育水準向上に貢献しているかどうかに関する質問でも肯定的な回答が確認された。また、Box.1の参加者からのコメントのとおり、研究成果の発表、論文・記事の寄稿、FKIK学生への知識・経験の共有等が確認されたことを踏まえると、同プログラムの実施はFKIKの教育水準の向上におおむね貢献していると判断される。

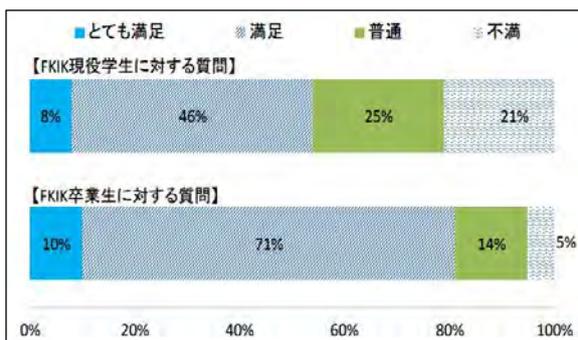


図 4：整備された FKIK 校舎に満足しているか

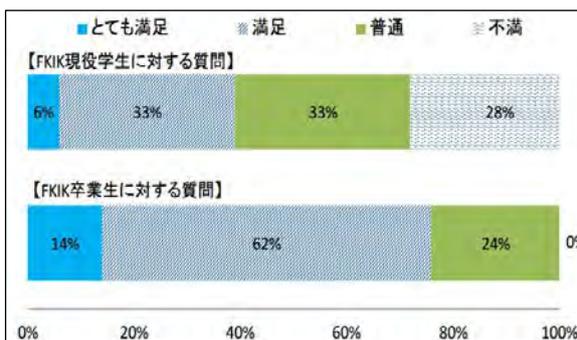


図 5：調達された機材・備品に満足しているか

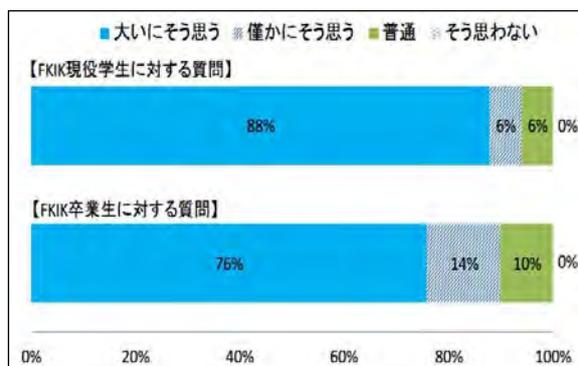


図 6：本事業は FKIK の教育水準の向上に貢献していると思うか

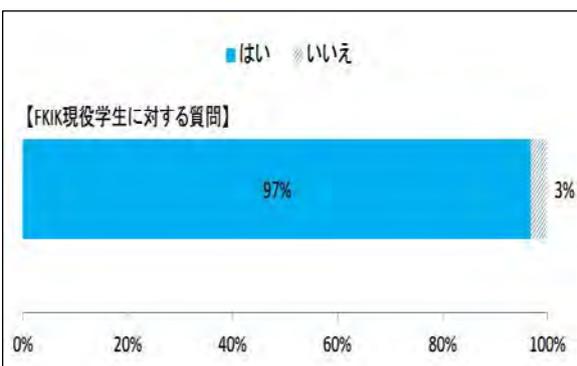


図 7：女子学生として FKIK の課程・生活においてプラス面を感じるか

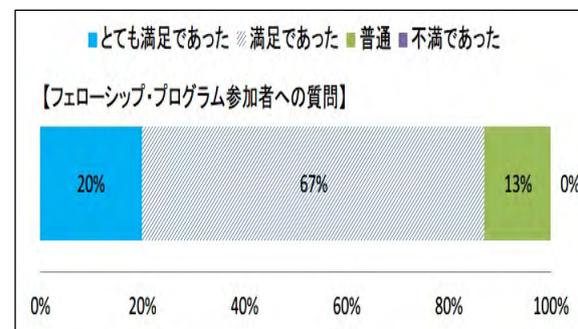


図 8：実施されたフェローシップ・プログラムの満足であったか

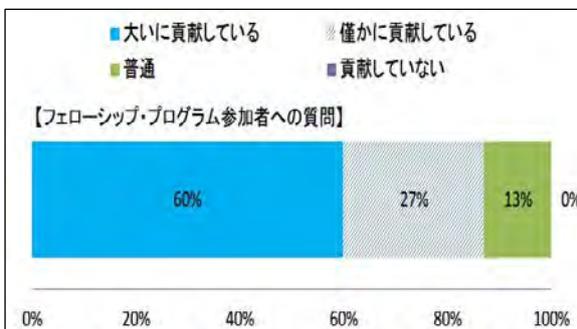


図 9：実施されたフェローシップ・プログラムの内容・経験は現在の職場（FKIK）の業務水準向上に貢献しているか

【Box.1 フェローシップ・プログラム参加者の主なコメント】

- 医療制度が進んでいる日本での教育課程で時間を過ごすことは有意義であった。大学の指導教官も丁寧・親切であった。論文の書き方、発表の仕方を指導教官から教わった。
- インドネシアに帰国後、専門分野における出版物・学会・会議における発表が増えている。フェローシップ・プログラムを通じて我々参加者の知識が増え、学外とのつながりが増えた。その結果、FKIK の教育水準は向上し、アカデミックの多様性が広がっていると思う。
- フェローシップ・プログラム終了後、地方部の医療機関での巡回に行くことが増えている。日本で得た産婦人科に関する知識を地方部の医療機関の婦人科の現場で活かす機会があり、地方の医療事情の改善に貢献していると思う。特に日本の医療先進性から得たもの

として、インドネシアでは母子手帳の普及が重要と感じている。インドネシアではまだ進んでいないため、今後はテーマとして普及活動に注力していきたい。

■日本では耳鼻科に関する専門性を学んだ。大学病院で施術に立ち会うなど、研修機会が豊富であった。

■日本では障害児童の看護・介護に関する研究を行った。日本での研究発表のみならず、他国（主に東南アジア）でも研究成果を発表する機会があり、有意義と感じた。インドネシア帰国後は、かかる経験・知識を基に論文・記事を専門誌に数本を寄稿している。研究発表や寄稿が増えることで FKIK の研究成果・教育水準の向上に貢献していると思う。

■FKIK では家庭医療（Family Medicine）を研究し、日本では国民皆保健制度について学んだ。日本では進んでいる制度であり、インドネシアは学ぶべきところが多いことが判った。帰国後は研究成果を国内・国外のシンポジウムで発表し、今後国民皆保険制度の情報拡散に努めていきたい。

■日本では熱帯環境医学を研究した。近い将来、得た知識・研究成果を FKIK の学生に教える機会があると考えている。帰国後も在籍した日本の大学と研究内容や情報共有を行っている。今後は日本からの学生の留学やフェロー希望も受け入れる可能性もあると思う。

なお、審査時に想定されていた「医療人材ニーズの充足度への貢献」、「地方部住民に対する保健・医療サービスの質と量の両面の向上」及び「貧困削減への寄与」に関しては、特に本調査での受益者調査やインタビュー調査、情報・データ収集を通じて本事業との関連・具体的な効果・インパクトは確認できなかった。

### 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

本事業実施中及び完成後において、環境面の負のインパクトは発生していないことを質問票及びFKIKへのインタビュー、現地視察を通じて確認した。整備されたFKIK校舎、学生寮、RTCUの周辺において、大気汚染、水質、騒音・振動、生態系への負の影響は特認確認されていない<sup>36</sup>。

本事業の環境モニタリングは、FKIK 学部長直属の中央公衆衛生サービス課が環境面における業務の手続き、医療廃棄物処理の計画・実施を担い、定期的に学部長へ報告する体制となっている。仮に何らかの問題が発生すれば、直ちに解決に向けた対応を取ることになっている。ただし、本事業完成後、特に環境に関する問題は発生していないため、モニタリング結果を踏まえて実施された対策は特にない。

#### 3. 4. 2. 2 住民移転・用地取得

本事業では用地取得及び住民移転は発生しなかったことを質問票及び FKIK へのインタビュー調査により確認した。なお、追加アウトプットとして整備された RTCU の

<sup>36</sup> なお、本事業の環境影響評価（EIA）は事業開始前（2004年11月）にバンテン州タンゲラン県知事により承認されていた。

敷地は本事業開始前より UIN Jakarta が保有していた土地(地目は更地)であったため、新たに取得する必要はなかった。

(有効性・インパクトのまとめ)

本事業の定量的効果に関して、FKIK の全体学生数・女子学生数については当初の見込みをおおむね達成している。しかし、地方部出身の学生割合が未だ低い点、卒業生の地方部医療施設における割合が不明な点を考慮すると、(FKIK 卒業後のフォローは本事業対象外のことであり、本事業との関連はあるとはいえない部分はあるものの) 必ずしも当初想定されていた効果が発現しているとは断定できない。特に全体数に対する地方部出身者の割合が小さい点については、当初計画されていた「地方出身者や貧困層を優先的に入学させる」ことは事後評価時において道半ばといえ、引き続き取り組みが必要と考えられる。その一方、受益者調査結果のとおり、現役学生、卒業生、フェローシップ・プログラム参加者からは、本事業で整備された校舎・学生寮・図書館や調達された医療機材等について、教室やラボラトリーが広く、快適な環境が提供されており、FKIK の教育水準の向上及び卒業生の医療現場における技能向上に一定程度寄与していることが確認された。以上より、本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、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: ③)

#### 3. 5. 1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関はDGIEである。DGIEは、UIN Jakartaの管理及び予算配賦を含めた教育体制の監督責任を有している。一方、本事業で整備された校舎、学生寮、調達された医療機材・備品の運営・維持管理、学部教育の運営、予算執行等を実質的に担っているのはUIN JakartaのFKIKである。事後評価時(2015年12月末現在)におけるFKIKの総スタッフ数は52名である。今次調査を通じて、FKIKの運営部門及び維持管理部門のスタッフ数は十分な数が配置され、教員の充足状況にも過不足がないことを確認した<sup>37</sup>。

以上より、本事業の運営・維持管理の体制面には特に大きな問題は無いと判断される。

#### 3. 5. 2 運営・維持管理の技術

直近数年(2012年~2015年)において、FKIKでは運営・維持管スタッフ向け研修・トレーニングが複数開催されている。一例として、国立調達委員会による「調達制度研修・試験」、民間企業による「図書館情報工学」、「昇降機メンテナンス技術」、他大学に

<sup>37</sup> FKIK では、学生数に応じて、かかるスタッフ数に不足が生じないような学校運営に努めていることをインタビュー調査により確認した。

よる「ラボラトリー実験施設におけるウェブ・デザイン制作」と行ったテーマによる研修が行われている。職務実施研修（OJT）も、スタッフが雇用されると随時実施されることになっており、維持管理技術・技能の共有が図られている。またFKIKでは、経験豊富なスタッフ<sup>38</sup>が適材適所に配置されていることを現地視察時に確認した。加えて、フェローシップ・プログラム参加者は事後評価時においても引き続き在籍していることも確認した。

調達された医療機材に関して、本事業の納入業者より維持管理マニュアルが提供された。FKIKのスタッフは、同マニュアルを参照して医療機材の運営・維持管理を行っている。

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見受けられる。

### 3. 5. 3 運営・維持管理の財務

表4は直近3年<sup>39</sup>のFKIK各課程及び部門の運営・維持管理費を示す。

表4：FKIK 各課程及び部門の運営・維持管理費  
(上段は当年配賦額、下段は当年実績額を示す)

(単位：千ルピア)

		2012年	2013年	2014年
医学科	配	6,768,458	7,369,513	8,216,841
	実	6,737,657	6,285,167	7,111,322
看護学科	配	980,994	1,394,580	1,702,881
	実	925,661	1,264,364	1,771,914
薬学科	配	1,326,040	1,795,510	1,904,638
	実	1,163,968	1,443,295	1,849,376
公衆衛生学科	配	959,308	1,315,678	1,336,197
	実	862,849	1,022,559	932,996
教務課	配	6,680,232	11,867,716	12,297,582 (配)
	実	5,715,453	7,890,691	
学生寮	配	901,325	2,262,900	9,887,699 (実) *注
	実	666,503	907,038	
RTCUC	配	571,280	763,554	2,009,425
	実	214,037	570,090	1,134,610
合計	配	18,187,637	26,769,451	27,467,564
	実	16,286,128	19,383,204	22,687,917

出所：FKIK 提供資料

注：2014年の教務課と学生寮の予算配賦・実績は統一されたため、このような表記となる。

UN Jakartaの学校運営に係る財源は政府財源から拠出されており、FKIKの運営・維持管理費も当該財源によっている。FKIKの幹部及び財務スタッフにインタビューを行った

<sup>38</sup> ほぼ全てのスタッフが大学卒業以上であり、公務員試験（国家統一試験）を経て配属されている。

<sup>39</sup> 2015年データは、FKIKによると整理に時間を要するために今次調査では入手できなかった。

ところ、「直近の配賦予算額は各学科の運営に必要な十分な金額である。特に不足に感じることはない。」といったコメントが出された。表4の実績額（下段）は、2014年の看護学科以外、配賦額（上段）以内に収まっており<sup>40</sup>、増加傾向にある。UIN Jakartaによると、仮に一部の部門で不足が生じる場合、業務に支障がないように全体予算の中から必要な費用を配賦するとのことである。

以上より、FKIKの運営・維持管理予算には大きな懸念はないと判断される。

### 3. 5. 4 運営・維持管理の状況

本事業で整備されたFKIK校舎、学生寮、図書館、医療機材・備品、RTCの運営・維持管理状況については特に大きな問題は発生していない。毎年、UIN JakartaとFKIKは維持管理計画を共同で策定し、同計画に基づいて、運営・維持管理を行っている。

医療機材に関して、不具合や故障が生じた場合や不明な点がある場合、運営・維持管理スタッフは納入業者である現地代理店に照会して対処・解決に努めている。ただし、「3. 4. 1 インパクトの項目の受益者調査結果にて示したとおり、調達された医療機材・備品には、使用頻度が多く、耐用年数を待たずに損耗が進んでいるもの、既に耐用年数を超えてしまっているものと思われるものが確認された。このため、FKIKは耐用年数に応じて新規購入や交換、積極的な修繕に努める必要があると考えられる。なお、医療機材・備品のスペアパーツは、多くが国内で調達可能であり、問題は発生していない<sup>41</sup>。FKIKは医療機材・備品の台帳整理及びパーツの管理も行っていることを現地視察時に確認した。

一方、「3. 2. 1 効率性・アウトプット」で述べたとおり、追加アウトプットであるRTCに調達されたX線検査機材（計2台）は、事後評価時において未使用である点は速やかに対処すべきと考えられる<sup>42</sup>。

以上より、本事業の運営・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。

---

<sup>40</sup> 2014年の看護学科では想定以上に医療器具等の維持管理費に費用捻出が発生したため、当初予算額を超過した。ただし、要求に基づいた追加支出が直ちに行われており、特に問題は生じていない。

<sup>41</sup> 納入期間は長くても1カ月～2カ月以内

<sup>42</sup> 事後評価時、具体的な使用開始時期目途が立っていない。ただしFKIKによれば、2016年10月現在、バンテン州保健局よりRTCにおけるX線機材の稼働許可が得られ次第、検査技師・給与予算の確保を計画し、2017年より同技師の採用を行うとしている。今後は冒頭で述べた計画に基づき維持管理を実施するとしている。

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4. 1 結論

本事業は、首都ジャカルタ近郊バンテン州に位置する UIN Jakarta の FKIK において、地方部・貧困層の医療高等教育への機会拡大及び地方部への医師・看護師等の供給を目的に、ハード面及びソフト面の整備を行った。妥当性に関して、審査時及び事後評価時を通じて、インドネシア政府は「国家開発計画」及び「国家中期開発計画」等を通じて医療人材養成の必要性を提唱している。また、同国では地方部を中心に医療人材の確保が急務となっている。加えて、審査時の日本の援助政策との整合性も確認されるため、妥当性は高い。効率性に関して、事業期間はフェローシップ・プログラム期間の延長により若干遅延が生じたものの、事業費が当初計画内に収まったことから、効率性は中程度である。本事業の効果に関して、FKIK の全体学生数・女子学生数については当初の見込みをおおむね達成し、受益者調査結果のとおり現役学生・卒業生・フェローシップ・プログラム参加者からも FKIK の教育水準向上等への肯定的な意見が確認された。しかし、FKIK における地方部出身の学生割合が事後評価時において低い点、卒業生の地方部医療施設における就業割合が不明な点を考慮すると、必ずしも当初想定されていた効果が発現されているとはいえない。したがって、有効性・インパクトは中程度である。一方、本事業の運営・維持管理の体制・技術・財務面に特に問題は見受けられず、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

### 4. 2 提言

#### 4. 2. 1 実施機関への提言

- ・事後評価時において FKIK は同窓会設立による卒業生の進路把握を検討中であるが、可及的速やかに設立に向けて取り組むことが望ましい。卒業生全員の進路が把握できる同窓会の設立により、地方部における FKIK 卒業生の医療従事者数、ひいては本事業の貢献度合いについてより正確に把握することが可能になる。
- ・追加アウトプットとして整備された RTCU では X 線機材が使用されていない。FKIK は可及的に速やかに活用に向けた取り組み（例：X 線技師の配属に係る手続きの迅速化等）を進めることが望ましい<sup>43</sup>。
- ・受益者調査結果が示すとおり、FKIK 卒業生は在学中に調達された本事業の機材・備品に満足していた一方、耐用年数が経過し、損耗が進んだ事後評価時において、現役学生

<sup>43</sup> 3. 5. 4 運営・維持管理の状況の脚注で述べたとおり、今後 FKIK は X 線検査技師・給与予算の確保を計画し、同技師の採用を行う予定である。

は不満を示す傾向にある。このため、FKIK は耐用年数に応じた機材の新規購入や交換、修繕に努めることが望ましい。

#### 4. 2. 2 JICA への提言

なし。

#### 4. 3 教訓

(調達機材の活用におけるリスク把握の必要性)

本事業で整備された追加アウトプットである RTCU において X 線機材が使用されていない。X 線検査技師の雇用計画、運用計画が十分に実現性の高いものではなかったと考えられる。今後の類似事業では、X 線機材のような特殊技術を要する機材の調達と運用が求められる場合においては、事業実施者・運用者は、機材稼働後の現場の状況を想定して（必要に応じて専門知識を有する納入業者等からの協力・助言も仰ぎ）事業形成時に、技師の雇用や運用計画を含む事業完成後の調達機材の活用方針を可能な限り明確にしておくことが望ましい。

以 上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	1) 土木工事、調達機器等 ①校舎建設（延床面積：16,000 m <sup>2</sup> ） （a）保健医学部校舎 7,000 m <sup>2</sup> （b）ラボラトリー3,000 m <sup>2</sup> （c）学生寮 3,000 m <sup>2</sup> （d）図書館 3,000 m <sup>2</sup> ②機材調達 ③備品調達 ④フェローシップ・プログラム ・本邦大学の博士課程への長期留学：29名 ・博士課程以外の課程への短期留学：20名	1) 土木工事、調達機器等 ①校舎建設（延床面積：18,021 m <sup>2</sup> ） （a）保健医学部校舎 6,196 m <sup>2</sup> （b）ラボラトリー5,758 m <sup>2</sup> （c）学生寮 2,990 m <sup>2</sup> （d）図書館 3,077 m <sup>2</sup> ②機材調達（722品目） ③備品調達（286品目） ④フェローシップ・プログラム ・本邦大学の博士課程への長期留学（長期プログラム「学位取得課程」）：30名 ・博士課程以外の課程への短期本邦留学（短期プログラム「学位未取得課程」）：82名
	2) コンサルティング・サービス 主に詳細設計、入札補助、施工監理、留学支援（留学先の選定、留学前・留学中の支援サービス）、事業実施全般に係る管理・運営の補助 （外国：50M/M、ローカル：458M/M）	2) コンサルティング・サービス 左記はほぼ計画どおり実施された。 （外国：57.59M/M、ローカル374.70M/M）
		【追加アウトプット】 地域医療に根ざす研究、研修、臨床を目的とした研究研修クリニック（RTCU）の整備（計2ヶ所） ・ブアラン：2,926 m <sup>2</sup> ・レニジャヤ：2,476 m <sup>2</sup> 計 5,402 m <sup>2</sup>
②期間	2005年3月～2012年5月 （87カ月）	2005年3月～2014年3月 （109ヶ月）
③事業費		
外貨	1,442百万円	2,587百万円
内貨	2,068百万円	188百万円
	（=約172,333百万ルピア）	（=約20,300百万ルピア）
合計	3,510百万円	2,775百万円
うち円借款分	2,983百万円	2,606百万円
換算レート	1 USD=110.36円、1Rp.=0.0012円 （2005年3月時点）	1 USD=85.24円、1Rp.=0.0009円 （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

2015年度 外部事後評価報告書  
円借款「ジョグジャカルタ特別州 ICT 活用教育質向上事業」

外部評価者：新光オーエムシー株式会社 杉本 正実

## 0. 要旨

本事業はインドネシアの基礎教育分野での情報通信技術（Information & Communication Technology、以下、「ICT」という。）活用に係るモデル事業として、ジョグジャカルタ特別州の小・中学校合計 500 校を対象に、必要な資機材調達、ICT 環境の整備、e-ラーニングシステムの開発等の設備強化及び参加型の学校運営・活動への支援を実施することにより教育の質の向上と地域内教育の平準化を図ることを目的として実施された。

本事業の実施は審査時、事後評価時のインドネシアの開発政策、開発ニーズ、審査時の日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。一方、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が調達に時間を要し計画を上回ったため、効率性は中程度である。

本事業の対象となった 500 校の小中学校における ICT 活用教育は進展しており、教わる側、教える側双方のモチベーションは上がっており、地域内の教育の平準化にも寄与している。またそれだけにとどまらず、本事業の実施によって大幅に機能強化されたジョグジャカルタ特別州教育青年スポーツ局（以下、「DIKPORA」という。）通信技術センター（以下、「BTKP」という。）によって、州の領域を超えた教育材料、教育情報がインターネット配信されておりこれらはインドネシア全土への ICT 活用教育サービスの供給を可能にしている。また同特別州においては BTKP が中心となる教育部門が商工業等他分野の ICT 化の推進を主導している事実も認められる。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、インパクトは高いといえる。

500 校に設置された ICT 設備に関し、財務上各学校における運営には問題は認められないが、機器の修理、取替予算の充実に多くの学校では制限がある。また技術面ではイントラネット、ヘルプデスクの機能が十分に発揮できていない面と、BTKP の技術サポートがスムーズ、タイムリーに行えていない点が指摘できる。従って、本事業の運営・維持管理は財務、技術上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

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 案件の概要



(プロジェクト位置図)



(小学校 PC ラボでの ICT 活用授業)

### 1.1 事業の背景

インドネシアにおける基礎教育の純就学率<sup>1</sup>は初等教育で 94%、中等教育で 65% (いずれも 2006 年<sup>2</sup>) であったが、教育の質には問題があり、経済協力開発機構 (Organization for Economic Co-operation and Development、以下「OECD」という。) が 2003 年に基礎教育修了段階の 15 歳を対象に実施した「生徒の学習到達度調査」(Programme for International Student Assessment、以下、「PISA」という。) によると、実施 4 分野すべてで最下位グループに位置していた<sup>3</sup>。そのため「国家中期開発計画 (RPJMN : Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional) 2004-2009」では、基礎教育の質向上が重視されており、「国家教育戦略計画 (RENSTRA DEPDIKNAS: Rencana Strategis Departemen Pendidikan Nasional) 2005-2009」でも、国家の発展には質の高い教育へのアクセスの拡大が必須であるとされていた。一方、本事業の対象地域であるジョグジャカルタ特別州では州知事ハメンクブウォノ 10 世主導のもと「サイバープロビンス・ジョグジャカルタ」のスローガンを掲げた社会・経済すべての ICT 化が推進されており、基礎教育分野への適用も重視されていた<sup>4</sup>。

また中央政府における ICT 活用の機運も高く、情報通信省は 2003 年大臣決定 17 号に基づき「ワンスクール・ワンコンピュータラボ・プログラム」を策定して、全国の学校における ICT 活用の推進を図っていた。

以上を背景としてインドネシア政府は 2006 年 10 月、同年度円借款対象案件の一つとし

<sup>1</sup> 学齢総人口に対する、相当年齢の実際の就学者数の割合。

<sup>2</sup> STATISTICS INDONESIA, インドネシア中央統計庁 (Badan Pusat Statistik、以下「BPS」という。) ウェブ・サイト (<https://www.bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1051>)

<sup>3</sup> 「数学的リテラシー」「読解力」「科学的リテラシー」「問題解決能力」の 4 分野でインドネシアは参加 40 カ国中いずれも 38 位以下であった。

<sup>4</sup> 「ジョグジャ・サイバー・プロビンスに向けてのブループリント」ジョグジャカルタ特別州知事規則 2006 年、第 42 号。

て、ジョグジャカルタ特別州の小学校 300 校、中学校 200 校、合計 500 校への ICT 活用教育導入を中心とする本事業への支援を我が国政府に要請した。

## 1.2 事業概要

インドネシアの基礎教育分野への ICT 活用に係るモデル事業として、ジョグジャカルタ特別州の小・中学校を対象に、必要な資機材調達、ICT 環境の整備、e-ラーニングシステムの開発等の設備強化及び参加型の学校運営・活動への支援を実施することにより教育の質の向上を図り、もって本事業の経験の他州への普及を通じて、同国全体の教育の質の改善に寄与するもの。

円借款承諾額／実行額	2,911 百万円／1,520 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2007 年 3 月／2007 年 3 月
借款契約条件	金利 1.5% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト
借入人／実施機関	インドネシア共和国／情報通信省 ICT 総局 (KOMINFO)
貸付完了	2014 年 12 月
本体契約	-
コンサルタント契約	PT. Nusantara Secom Infotech (インドネシア) /PT. Duta Astakona Girinda (インドネシア) /Pasco Corporation (日本) (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	ジョグジャカルタ特別州 ICT 活用教育質向上事業案件形成促進調査 (SAPROF) 2006 年 2 月、JICA
関連事業	(技術協力) 「地域教育開発支援調査 <REDIP: Regional Educational Development and Improvement Program> (フェーズ 1、2)」(1999 年～2005 年)、JICA 「地方教育行政改善計画プロジェクト」(2004 年～2008 年)、JICA (他機関) “Decentralized Basic Education Project (DBEP),” 2002～2009, ADB (Asian Development Bank) “Managing Basic Education (MBE) Project” (2003 年～ -2007 年) USAID (United States Agency for International Development)

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

杉本 正実（新光オーエムシー株式会社）

### 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：2015年10月～2016年12月

現地調査：2016年2月21日～3月3日、2016年5月28日～6月5日

### 2.3 評価の制約

審査時の事業実施計画によると情報通信省 ICT 総局（KOMINFO D.G. ICT、以下「KOMINFO」という。）内に「プロジェクト・オフィス」が置かれ、KOMINFO が事業費管理も含め事業実施の統括管理を担うものと考えられたが、実際にはプロジェクト会計を含むシステムティックな全体管理は行われておらず、インドネシア政府予算から支出された実績額は不明であった。このため、本事後評価においては、貸付実績総額と2012年実施の中間レビュー時点でのインドネシア政府負担分支出額をもとに効率性の評価を行った。

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>5</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>6</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

審査時において「国家中期開発計画（RPJMN）2004-2009」は基礎教育の質向上を重視しており、また「国家教育戦略計画（RENSTRA DEPDIKNAS）2005-2009」も、国家の発展に関しては質の高い教育へのアクセスの拡大が必須として、教育機会の拡充、質の向上、ガバナンスと説明責任の向上を3つの柱として挙げ、基礎教育段階でのICTの利用が効果的な学習に役立つことについて言及していた。また、大統領令（INPRES: Instruksi Presiden）No.3, 2003「e-ガバメント推進のための政策と戦略」は中央および地方政府各省・機関にそれぞれの e-ガバメント推進の戦略開発計画（RENSTRA）の作成・実施を義務付けていた。そのような国家レベルでの e-ガバメント推進政策<sup>7</sup>のもとで、ジョグジャカルタ特別州はICT化に特に力を入れており、州知事規則 No.42, 2006年「ジョグジャ・サイバー・プロビンスに向けてのブループリント」によってすべての分野でのICT化を進めており、その中でも教育分野は重点分野の一つに位置付けられていた。

事後評価時の「国家中期開発計画（RPJMN）」2015-2019も制定前年の2014年に就任したジョコ・ウィドド大統領の政権公約を強く反映しており、「Nawa Cita」と称する9つの優先ア

<sup>5</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>6</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>7</sup> より良い公共サービスの提供を目的として、国民・利用者にも広く開放されたインターフェース手段としてのICT利用を進める政府の政策。

ジェンダの一つに挙げている人間・社会の質改善のために「教育の質」改善に触れ、スマート・インドネシア・プログラム等の施策を通じて初等・中等教育の改善を目指す。同大統領は ICT を駆使したボトムアップの政治手法を前任の市長時代より重視し、就任後も公共分野での ICT 化推進を重視している。また、情報通信省の現行の「戦略的中期開発計画（RENSTRA）」 2015-2019 は7つの優先分野の一つに「人材開発 Sembur Daya Manusia」を掲げ、先行 RENSTRA 2010-2014 の当該分野での達成実績の一つとして本事業を掲げている。また地域レベルでは、上記州知事規則 No.42 の青写真のもとに依然として教育を含む地域社会・経済全分野における ICT 化推進を継続している。

以上より、本案件は審査時及び事後評価時双方の時点でのインドネシアの国家開発計画、地方開発計画、並びに教育、情報分野のそれぞれの開発戦略と整合している。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時のインドネシアにおける基礎教育の純就学率は初等教育で 94%、中等教育で 65%（いずれも 2006 年）と義務教育としての水準には達しておらず、また教育の質にも問題があり、OECD の学習到達度調査 PISA の実施 4 分野のすべてで最下位グループに位置し、その改善が国家としての重要な課題の一つとなっていた。

事後評価時においても下表のとおり基礎教育の状況には改善はみられるものの、全国及び地域レベル双方において依然として課題は残されている（表 1）。

#### (1) 全国レベル

表 1 事後評価時直近年度の基礎教育の状況

	初等教育	中等教育
純就学率	96.7% (2014)	77.8% (2014)
県、都市間就学率の不均衡割合	1.9% (2014)	12.75% (2014)
学校評価による B 以上認定校割合	68.7% (2013)	62.5% (2013)

出所：中央統計庁(BPS)統計及び教育文化省 RENSTRA 2015-2019

純就学率については「義務教育」である以上目標値としては 100%を目指すべきであるが、以上のとおり、全体就学率（特に中学校）はまだそれには及んでいない上に、地域間不均衡も依然として大きい。制度的に行われているインドネシアの学校評価基準で教育機関として満足な状態とみなされる B 以上の評価を受けた学校の比率もまだ低い<sup>8</sup>。また、直近年度 2012 年に行われた OECD PISA の結果も、2009 年よりさらに順位を下げ、65 カ国・地域中「数学的リテラシー」64 位、「読解力」60 位、「科学的リテラシー」64 位とほとんど最下

<sup>8</sup> インドネシアでは中央および地方レベルで「学校評価機構（Badan Akreditasi Sekolah/Madrasa）」が設置され、同機構が学校の個別評価を行っている。結果は 100 点満点の評点で表され、A（86～100 点）、B（71～85 点）、C（56～70）のレーティングを行い、「教育文化省戦略開発計画」（2015 年～2019 年）は開発成果指標として B 以上の学校の割合を採っている。

位に沈んでしまっている。このようにインドネシアにおける基礎教育分野は教育へのアクセスの面、機会均等の面、質の面でさらなる改善が必要である。

また情報通信分野でも「情報通信省戦略開発計画（RENSTRA）」において、ICTの普及ギャップによる国民間の情報へのアクセス可能性に不均衡があり、国家目標 Nawa Cita の一つである「人間・社会の質改善」を阻害していること、学校のインターネットへの不十分な接続状況、といった課題とその改善の必要性を指摘している。

## (2) 地域レベル

ジョグジャカルタ特別州はインドネシアでも文教地区として名高く、BPS 統計によると2015年の純就学率も小学校99.2%（全国33州中1位）、中学校82.9%（同4位）と全国平均（小学校96.7%、中学校77.8%）を上回っているが、同特別州及び教育青年スポーツ局（DIKPORA）の「戦略開発計画（RENSTRA）」2012-2017においては、(1) 良質、均質な教育、(2) 教育分野でのICT、国際的洞察力を伴う地域の知恵に基づく教育、(3) 村落レベルでの義務教育の実施、(4) 教育分野改革と他分野改革との相乗効果、といった諸分野での課題を指摘し、さらなる改革の必要性を説いている。本事業の最終目標はICT活用教育の他州普及であり、その意味で教育の水準が高く、その導入の基礎が整っているジョグジャカルタ特別州をパイロット地域として選定したことは事業ニーズにも合致している。

また情報通信分野では、同州「戦略開発計画2012-2017」において、ICT技術を用いた政府によるより良い行政サービス（e-ガバメント）の推進にあたってのICTインフラの整備状況と運用能力の不十分な点を指摘し、その改善を目指すとしている。

以上、審査時に指摘された教育分野の課題は現在でも解消されておらず、基礎教育の改善及び教育セクターを含む全体的なICT化の必要性は全国、地域レベルでともに高く、本件はインドネシアの現状開発ニーズにも整合している。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

2004年に策定の「対インドネシア国別援助方針」の重点分野の一つ「民主的な社会づくり」に、貧困削減の一環としての教育保健医療等の公共サービスの向上が含まれている。さらに、JICAの海外経済協力の業務実施方針（2005年4月）では、重点分野として「持続的成長に向けた基盤整備」「人材育成の支援」を掲げており、ICTの利用促進は、教育等の社会サービスの質の向上につながるとしている。また、2006年の国別業務実施方針では、重点課題の一つとして、地方分権化の下における地方政府主体の教育の質向上を掲げている。

以上のとおり、本事業の審査時の日本の援助政策との整合性は高い。

以上より、本事業は審査時、事後評価時のインドネシアの開発政策、開発ニーズ、審査時の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<sup>9</sup>はジョグジャカルタ特別州の小学校 300 校、中学校 200 校の合計 500 校の ICT 活用教育実施のための能力開発・向上、設備強化のため、以下のとおり多岐にわたる内容の活動を実施するものである。以下に本事業によって整備されるシステム全体のイメージを示す（図 1）。

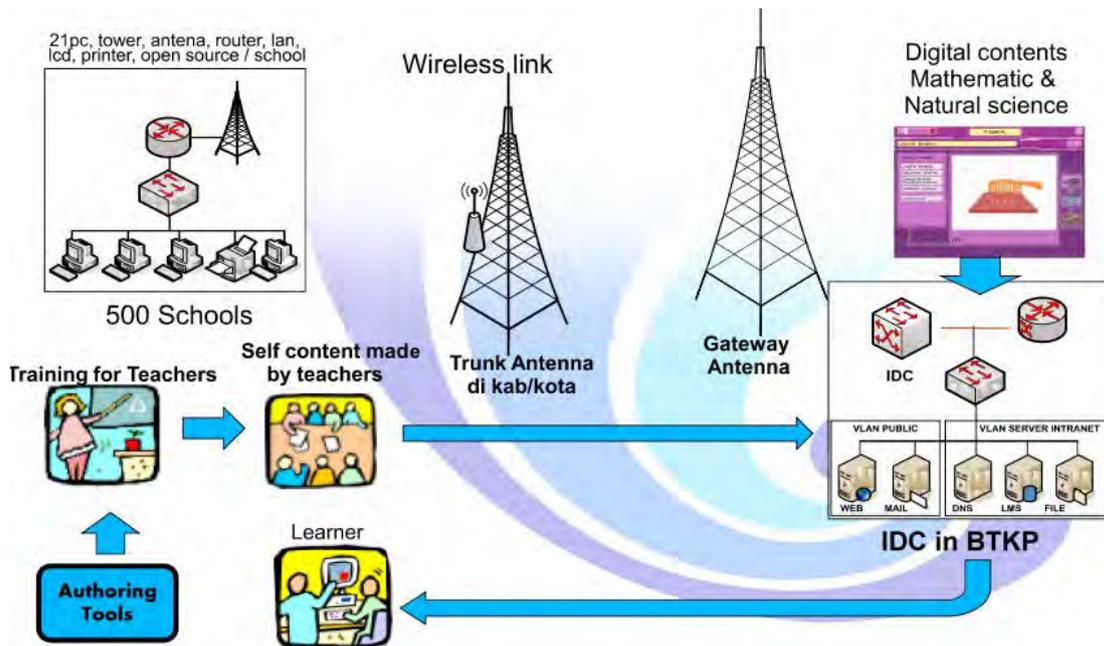


図 1 システム全体の概念図

出所：“Role Model: ICT Utilization for Education Quality Enhancement in Yogyakarta Province” Boni Pudjianto, International Conference on Innovative ICT, CIO and Natural Disasters, Manila, October 6-7<sup>th</sup>, 2011

本事業の内容とアウトプットの計画・実績をまとめると以下のとおりである（表 2）。

表 2 本事業の構成内容と対計画実績

事業内容	円借款	計画*1	実績
< 本体事業 >			
1. ICT 機器及び接続環境の整備			
(1) 学校用 ICT 機材	対象	500 校	500 校
(2) プロジェクト・オフィス用 ICT 機材	対象	一式	計画どおり

<sup>9</sup> 本事業はインドネシアでは “ICT Utilization Project for Education Quality Enhancement in Yogyakarta Province” 通称「ICT-EQEP」と呼ばれている。

(3) IDC*2 用 ICT 機材	対象	一式	計画どおり
(4) 学校の受電能力強化のための設備改善	対象外	500 校	500 校
(5) ICT 運営管理 (ウイルス対策ソフト・ライセンス料、インターネット接続料金、ヘルプデスク運営費、メンテナンス契約費用)	対象外	一式	ウイルス対策ソフト・ライセンス料を除いて計画どおり
2. 学校に必要な資機材の供給及び学校活動の支援 (ブロッグ・グラント)	対象外	500 校	500 校
3. 教員等を対象としたトレーニング・プログラムの実施	一部対象	3,130 人	5,000 人以上
4. ICT を対象とした教材開発*2	一部対象	-	75 学習領域
5. IDC*3 におけるシステム開発	対象	4 領域	4 領域
<コンサルティング・サービス>			
1. 国際コンサルタント	対象	33.0MM	45.75MM
2. 国内コンサルタント	対象	196.0MM	296.25MM

\*1 中間レビューによって見直された計画 (目標) 値

\*2 教材作成ソフトの調達とそれを用いた外注開発教材から成る。審査時の資料等には計画量がないが、後者の実績量として75学習領域を掲げておく。

\*3 Internet Data Center

## <本体事業>

### (1) ICT 機器及び接続環境の整備

#### ① 学校用 ICT 機材 (小中学校 500 校対象)

主な内容は、デスクトップ・コンピュータ (各校生徒用 21 台とサーバーとしても利用する教員用 1 台、各校当り合計 22 台)、アンテナ、その他 LAN (ローカル・エリア・ネットワーク) 接続に必要な資機材、プリンタ、プロジェクタ等の付帯機材である。

ジョグジャカルタ特別州は 1 つの市 (Kota)、4 つの県 (Kabupaten) より成り、それぞれの総学校数と本事業の対象となった学校数の分布は以下のとおり計画どおりの実施が行われた (表 3)。



対象校のグヌン・キドゥル県、N3 Wonosari 中学校と設置されたタワー・アンテナ

表3 域内総学校数、本事業対象校の分布

市・県	実施時点の総校数			対象校数			構成比
	小学校	中学校	合計	小学校	中学校	合計	
グヌンキトゥル県	487	107	594	65	34	<b>99</b>	17%
スレマン県	498	104	602	72	61	<b>133</b>	22%
クロン・プロボ県	349	67	416	38	25	<b>63</b>	15%
バントゥル県	346	85	431	78	50	<b>128</b>	30%
ジョグジャカルタ市	182	57	239	47	30	<b>77</b>	32%
合計	1,862	420	2,282	300	200	<b>500</b>	22%

出所：Consultant's Completion Report

(注)：直近 2015 年の総学校数は小学校 1,844 校、中学校 435 校である。(ジョグジャカルタ特別州地方開発企画庁 (BAPPEDA) ホームページ ([http://bappeda.jogjaprovo.go.id/dataku/data\\_profil](http://bappeda.jogjaprovo.go.id/dataku/data_profil)))

## ② プロジェクト・オフィス用 ICT 機材

実施機関である KOMINFO 及び運営・維持管理機関である DIKPORA に設置される事務処理用機材で、主な内容はデスクトップ及びラップトップ PC、プリンタ等より成り、計画どおりの実施が行われた。

## ③ インターネットデータセンター（以下、「IDC」という。）用 ICT 機材

IDCは教育関連情報のデータベース構築、ヘルプデスク運営、教育コンテンツ管理、インターネットゲートウェイ<sup>10</sup>機能に係るシステム開発を主な機能とするユニットで、BTKP内に設置された。本事業での主な設置資機材は各種サーバー、無停電電源装置 (UPS)、アンテナ、ヘルプデスク用機材、教材開発用機材等であり、計画どおりの実施が行われた。



IDC のラックマウントに収められたサーバー等の資機材

## ④ 学校受電能力強化のための設備改善

PC資機材が配備される 500 校での安定したオペレーションの確保のための受電設備の改善及び契約アンペア数の変更より成り、計画どおりの実施が行われた。

<sup>10</sup> ゲートウェイとは、ネットワークやシステムにおいて異なった規格(プロトコル)を持つデータの相互通信を可能にする仕組み、または機器のこと。

### ⑤ ICT 運営管理

ウィルスソフト・ライセンス料、インターネット接続料金、ヘルプデスク運営費、メンテナンス契約費用から成る。ウィルスソフト・ライセンス料以外は計画どおり実施された<sup>11</sup>。

#### (2) 学校に必要な資機材の供給及び学校活動の支援（ブロックグラント）

ブロックグラントとは「教育開発の優先事項は現場の当事者が一番よく知っている」とのコンセプトに基づくインドネシア政府の教育改善モデル（通称 REDIP）スキームで、ボトムアップ・アプローチ（Bottom Up Approach、以下「BUA」という。）により学校及び当該コミュニティより提出されたプロポーザルに基づいて、学校教育改善のための資金を供与するものである。本事業においては、対象に選ばれた 500 校からの、供与 ICT 資機材を活用した教育を十分に行うための準備、運営に関する補助事業のプロポーザル（コンサルティング・サービスの一環で雇用された「プロフェッショナル・ファシリテータ（以下「PF」という。）が作成を支援）を審査して、以下のカテゴリーごとに各々の必要資金を計画どおり供与した。供与資金は一律に小学校 15 百万ルピア、中学校 20 百万ルピアで、供与基準は以下のとおり（表 4）。

表 4 ブロックグラントの使途と供与額の基準

使用目的	供与額の基準	使途例
(1) 資機材調達	最大限 45%	受電容量の追加、PC ラボ <sup>12</sup> の防犯設備、PC セキュリティ対策、PC ラボ <sup>12</sup> 家具類、空調設備
(2) ICT 活用活動	最低限 50%	●学校における ICT トレーニング <sup>12</sup> 40% ●教材開発 40% ●ICT 用品 20%
(3) 準備及び報告活動	-	報告書作成のための文房具、郵送費、印刷費等

出所：Consultant's Completion Report

(注)：使途の優先順位を(2)、(1)、(3)の順とするため、(2)には最低限、(1)には最大限といった縛りを設けた上、(3)は(2)及び(1)の目的が達成された場合のみ使用できる、という条件を付している。

### (3) ICT に関する能力開発活動

#### ① 国内トレーニング

##### (a) ICT 利用（ICT リテラシー）に関する技術トレーニング

本事業で供与された ICT 設備機器を使った ICT トレーニング<sup>12</sup>が行えるようになるため、ハード、OS (Linux)、ソフトウェアの使用、PC ラボ運営・維持管理に関する現場トレーニング

<sup>11</sup> オペレーティング・システム (OS) としてオープンソースの Linux を採用したため、「Linux はウィルスに感染しない」という考え方のもとに有料ウィルスソフトのインストールは行っておらず、そのライセンス・フィーも発生していない。なおこの考え方には異論もあるが、本事後評価の調査では本事業で導入した PC がウィルスに感染したという事例は確認されなかった。

から、DIKPORA の ICT 教育に対する方針にまで及び、対象は一般教育科目教師に併せ ICT 教育担当教員も含む。2010 年 5 月から 2013 年 6 月までにわたり総計 3,580 名に対して行った。なお、審査時の予定人数は 2,920 名であった。

#### (b) 教材開発に関する技術トレーニング

e-ラーニング用教材開発は外注及び教師自身作成の下に行われたが、トレーニングは後者のための教師の能力開発を目指すものである。トレーニングにはカスケード方式<sup>12</sup>が採用され、1 バッチ 2 クラス各 20～30 名ずつ（合計 40～60 名）で 2011 年 7 月から 2013 年 5 月までにわたるトレーニングを受けた総計 1,170 名の教師には、受講後各々の学校において他の教師への技術移転が課された。また、ポスト・トレーニング・フォローアップとして各県の 1 校を選んでのコンサルタントによるファシリテーション（現場指導）が行われた。

#### (c) BUA 活動に関するトレーニング

この分野のトレーニングの目的は BUA 活動による自主管理の強化で、主たる内容は ICT による学校運営にかかる会計管理と BUA に基づく教育関係データ収集管理であり、DIKPORA の ICT 関連規則の周知も図られた。これによって、教育そのものに加え学校運営管理への ICT の導入に関する知識・技術の移転が 2011 年 3 月から 2012 年 5 月の間に合計 750 名の教師、学校スタッフに対して行われた。

#### ② 海外トレーニング<sup>13</sup>

海外トレーニングの目的は主に(1)e 教材の開発、(2) ICT 活用教育に必要な事項、(3) ネットワークを含む ICT 開発による e-ラーニング構築等の日本での実施実態を学ぶことにあり、2010 年 10 月から 2012 年 12 月にかけて 4 つのバッチ（京都 3、東京 1）に分けて総計 55 人（教師 26 名、KOMINFO 20 名、DIKPORA 9 名）を対象に実施した。ジョグジャカルタとの姉妹都市京都では京都府総合教育センター、大手前大学、京都教育大学、東京では NHK、セコム・データセンター等の機関を訪問し、延べ 11 校（小学校 6、中学校 4、高校 1）で ICT 活用教育の現場を視察した。特に小中学校への訪問で ICT 活用教育の現状を視察したことと、実施にあたる教師との会談を通じてビジュアルなイメージと実務の現状に直接肌で触れることができたことが本事業の運営に役立ったことのほかに、給食制度、放課後の教室の掃除、廊下等の清潔な空間に接し、日本人のモラル、倫理の高さを学んだ、といった報告が参加教師から寄せられている。

以上、本事業でトレーニングを受けた教員数は 5,000 人を超え、中間レビュー時設定の目標値 3,130 人を上回る。

---

<sup>12</sup> 何らかの新しい知識や情報を、伝達ゲームのようにいくつかの層を通じて拡散していくメカニズムである。まず少数の専門家やマスタートレーナーが訓練内容を何人かの受講者に伝授する。次にその受講者がサブトレーナーとなって、他の受講者に学んだことを伝授し、最終的に実際にその訓練内容を現場で使用する人に、それを伝え下ろしていく方法である。

<sup>13</sup> 海外トレーニングは円借款対象のコンサルティング・サービスの中で実施されたが、他のトレーニング活動と共に ICT に関する能力開発活動の一環としてここに分類した。

### ③ ワークショップ活動

ICT 能力開発活動の一環で、上記トレーニングの補強策として様々なワークショップ活動が展開された。内容は上記①の国内トレーニングを補足するようなものから、e-ラーニングメディア評価、ベースライン・スタディ、プロジェクト活動の問題分析、モデル・スクール開発等といった個別特殊領域に関するものまでを広範囲に含んでいる。参加者総数は延べ2,201名にのぼり、範囲も一般教師から、学校長、ラボ管理者、学校事務スタッフ、州及び各県教育担当官等多岐にわたっている。なお、ベースライン・スタディは、エンドライン調査を行う「アドバンスト・スタディ・ワークショップ」とペアで計画されていたが、プロジェクト実施の遅れ、それに伴うコンサル・サービスの延長により結果的に実施されることはなく、意図されたモニタリング評価活動は未完に終わっている。このためコンサルタントは終了時に事業完了後1年後、2年後、5年目以降の定期的モニタリング評価実施を提言しているが、その後それがインドネシア側機関によってシステムティックに実施された形跡は見られない。

審査時の実施計画には明記されていない点から、位置づけとしては計画されたトレーニング活動を促進する付加的な活動と捉えられる。

### ④ 学校に対する直接ファシリテーション活動

上記①～③の集合活動に加え、個々の学校に赴いての指導が、コンサルタント、PF、及びBTKPによって随時のファシリテーション活動として広範に行われた。



小学校でのファシリテーション風景

#### (4) 教材開発

コンピュータ・ラボで用いられる教材（学習教材及びテスト教材）の外注による開発が教師自身の開発とは別に行われ<sup>14</sup>、各教材は学校のコンピュータ・ラボのサーバーに保存されているほか、IDCサーバーにも保存されているので、イントラネット及びインターネット経由での外部からのアクセスも可能となっている。

本事業内で開発した教材の対象科目は小学校4、5、6年の算数と中学校1、2、3年<sup>15</sup>の数学と理科で、科目ごとに開発された学習領域の数は合計75である。内訳は以下のとおり（表5）。

<sup>14</sup> e-ラーニング・プラットフォームとしてのLMS（学習管理システム）としてはオープンソースのMoodleソフトウェアが用いられ、また教材作成ソフト（オーサリングツール）としてはLECTORA INSPIRE、LECTORA INTEGRATEを調達、使用している。

<sup>15</sup> インドネシアでは義務教育期間を小学校から通算して中学生は7、8、9年生と呼ばれている。

表 5 開発教材の内訳

	小学校			中学校		
	4 年生	5 年生	6 年生	1 年生	2 年生	3 年生
算数／数学	8	11	7	7	8	6
理科	-	-	-	8	11	9

出所：Consultant's Completion Report

#### (5) IDC におけるシステム開発

BTKPに設置されたIDCの役割はジョグジャカルタ特別州における教育関連情報の集約（データベース構築）と公開、500 校に対するヘルプデスク機能の提供、IT教育に係る指導、開発された教育教材コンテンツの配信・保管、インターネット接続サービス提供のためのゲートウェイ機能の運営といった対象 500 校に対するサービス機能にとどまらず、開発したポータルサイト（jogjabelajar: <http://jogjabelajar.org/>）を通じての総合的ICT活用教育サービスの配信を行っている（図 2）。これらを可能とするため各種システム開発<sup>16</sup>が計画され、計画どおり実施された。



左より **jbmedia**（教材格納サイト）**jbtube**（動画配信サイト）**jbradio**（音声放送配信サイト）**jbbudaya**（インドネシア文化情報配信サイト）**jbclass**（教師とのオンライン質疑応答サイト<会員登録が必要>）

図 2 ポータルサイト“jogjabelajar”ホームページ

以上本体事業は各分野ともほぼ計画どおりのアウトプットが産出された。

<sup>16</sup> (a) ネットワークシステム開発、(b) データベースシステム開発、(c) e-ラーニングシステム開発、(d) ヘルプデスクシステム開発、(e) ウェブサイトシステム開発 より成る。

### <コンサルティング・サービス>

コンサルティング・サービスは上記本体事業実施のほぼ全コンポーネントにわたって広範に行われた。実施内容の概要は以下のとおり。

1. 一般実施管理（実施計画の見直し、作成、関係機関間調整、実施監理、対象学校の選抜及びロールアウト・プランの作成等）
2. 本体事業実施支援（詳細設計、入札書類・計画作成支援、調達監理、入札評価、契約交渉支援、機器据付監理、コントラクター支払管理、JICA への貸付実行請求支援等）
3. 教材開発支援（ジョグジャカルタ特別州における教育現状と教材ニーズの調査、外注教材作成のためのスペックの準備、調達監理、教材作成に関する教師に対するファシリテーション等）
4. ICT 教育、BUA、海外研修実施支援（ニーズ調査、外注トレーニングのスペック・ガイドライン作成、PF を通じてのブロックグラント・プロポーザル作成支援、本邦研修計画作成と実施監理等）
5. その他(進捗報告作成支援、JICA 中間レビュー実施支援等)

通常のインフラ事業における計画、デザイン作り、実施監理といったオーソドックスな支援のほかに、本コンサルティング・サービスは様々な分野に対する技術協力を含む本体事業コンポーネントに直接関わっており、その計画された内容のすべてが実施された。

以上、本体事業、コンサルティング・サービスとも各分野においてほぼ計画どおりの実施が行われ計画どおりのアウトプットが産出された。

## 3.2.2 インプット

### 3.2.2.1 事業費

本事業の事業費は、計画では 43 億 7,600 万円（うち円借款部分 29 億 1,100 万円）であった。円借款部分貸付実行総額は 15 億 2,000 万円であったが、インドネシア側の支出事業費の記録が取られておらず、総事業費の実績額は不明である。貸付実行総額は承諾額の 52% であり、2012 年 10 月の中間レビュー報告書記載の、その時点での事業費実績におけるインドネシア政府予算分の支出実績が計画値のわずか 15% であることから、事業完了時点においてもその実績は大幅に計画額を下回っているものと推定される。事業費が計画額を下回った要因としては主に次のような理由が考えられる。

- (1) 審査時適用ルピア対円レート 0.0124 に対して実施期間中平均レート 0.0091（2009 年～2014 年 IMF の IFS <International Financial Statistics>による期中平均値）が 27% 下落した。）

- (2) 下記(4)のとおり ICT 機器の調達実施が大幅に遅れ、同じスペックの ICT 資機材の実際調達単価が審査時見積もり価格より下落した。
- (3) オープンソースOSのLinuxを採用したため有料と見積もったOS及びウィルス・ソフトのライセンス料がかからなくなった<sup>17</sup>。
- (4) ICT 機器の調達は 1～3 の 3 つのパッケージに分けて行われたが、それらの実施が大幅に遅れ、契約によるコントラクターへのペナルティ（支払金額の減額）が課された。
- (5) ICT 資機材の現状視察のために計画された中国への視察が、インドネシアにて確認できたことにより不必要になった等、目的達成に影響を及ぼさずに削られたコンポーネントが生じた。

以上、事業費実績合計額は不明であるものの、円借款部分に大幅な未使用残が生じたことから、事業費は計画の範囲に収まったものと判断できる。

#### 3.2.2.2 事業期間

本事業の全体の事業期間は、計画では 2007 年 3 月～2012 年 12 月（5 年 10 カ月、70 カ月）であったが、実際には 2007 年 3 月～2014 年 12 月（7 年 10 カ月、94 カ月）と計画比 134% となり計画を上回った。コンサルタント選定が 2007 年 11 月に開始されたが、プロポーザル招請の不調の後、書類不備等の手続き瑕疵によりプロポーザル招請を 2 度やり直したため、サービス開始が 2009 年 7 月（計画は 2007 年 12 月）と約 2 年間遅れたことが遅延の主たる要因である。その他、本体コントラクター入札のパッケージの組み替えによる調達手続き期間の延長、パッケージ 3 コントラクターの業務開始時期が 2012 年度予算から 2013 年度予算への端境期に重なり諸手続きに追加的な期間を要したことに加え、同コントラクターの現場での人員配備の不備による資機材デリバリー及び設置作業の遅れ等の遅延要因も挙げられる。

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と思われるものの、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<sup>18</sup>（レーティング：③）

審査時において有効性を測る指標として (1)IDC にアクセスのある学校の率 (2)トレーニングを受講した教員の数 (3)小中学校各々における PC1 台あたりの生徒数 (4)ICT を活用した教科の数 (5)PC ラボを有し授業で PC を活用する学校の率 (6)小中学校の各々の純就学率

---

<sup>17</sup> ICT リテラシーに関する技術トレーニング（P.10）においては Linux への対応にも重点が置かれ、その成果はコンサルティング・サービスの中で行われた教員へのアンケート調査によっても確認されている。また、本事後評価の学校訪問調査においても各教師、生徒は Linux を使いこなしており、Linux 採用による負の効果は認められなかった。

<sup>18</sup> 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。

が設定されている。しかしながら(1)の IDC アクセスはインターネット環境を持つものも誰でもアクセスでき、また(6)については ICT 活用教育導入による直接の因果関係は希薄であること、また(5)に関する有効な統計数値の入手が困難であることが 2 次におたる現地調査で明らかとなった。従って本事後評価にあたってはこれらを有効性の定量指標としては採用しない。また(2)及び(3)は本来アウトプット指標であるが、中間レビュー時に有効性指標として目標値の見直しを行っているのをそれを踏襲し、ここではそれら改訂目標値と実績値の比較を試みたうえで、500 校全校に対するオンライン質問調査と 50 校に対する直接訪問調査によって有効性を判定することとする。

### 3.3.1 定量的効果

2012 年に実施した中間レビューにおいて、審査時に設定した定量的指標数値をアップデートするとともに、次のとおり目標値を改訂している (表 6)。

表 6 中間レビュー時の指標と実績値

指標名	基準値 中間レビュー時 (2012)	改訂目標値 (2014) 事業完成 1 年後	実績値 (2015) 事業完成 1 年後
トレーニングを受講した教員の数	2,170 (小学校及び中学校)	3,130	4,750
小学校における PC1 台あたりの生徒数	18	15	11
中学校における PC1 台あたりの生徒数	19	11	
教員が入手可能な ICT 教材をもとに独自に開発した ICT 教材の数	352 (小学校 : 215 中学校 : 137)	500 (小学校 : 300 中学校 : 200)	673*

出所：中間レビュー質問票回答

注：中間レビュー時の本事業完了予定年は 2013 年であったが、実際には 2014 年にずれ込んだ。

\* IDC に保存されている教材のみの数。

#### (1) トレーニングを受講した教師の数

ICT 技術国内トレーニングを受講した人数だけで 3,580 人、また教材開発トレーニング参加人数は 1,170 人で、延べ人数は 4,750 人となり目標値を達成している。

#### (2) PC1 台当たりの生徒数

ジョグジャカルタ特別州の小中学校の 1 校当たり平均生徒総数 (3.5.3 運営・維持管理の財務の項参照) を基にすると、対象 500 校における PC1 台当たりの生徒数は小学校で 7.6 人、中学校 14.2 人 (平均<sup>19</sup>10.9 人) と中間レビュー時設定の 2014 年の目標値 15 人、11 人(平均

<sup>19</sup> 小学生総数は中学生総数を約 2.2 倍上回るのに対して本事業の生徒への PC 配布数は一律 21 台であるので目標値との比較は平均値でみる。

13.0人)を達成している<sup>20</sup>。ただし、対象500校では本事業によるもの以外にもPCを持っている学校は少なくなく、それらが各校に何台あるかの統計はないので、上記数値はあくまで本事業で供与のPCに限って計算した数値である。

### (3) 教員が開発したICT教材の数

中間レビュー時に新たに設定した指標である「教員が入手可能なICT教材をもとに独自に開発したICT教材の数<sup>21</sup>」は500である。これに対し事後評価時実績は、BTKPのデータベースに保存されている数だけでも673あり、また3.3.2 定性的評価の項で示す「500校オンライン調査」で、一つでも独自教材を作成している学校は385校に及び、1校で10個を優に上回るものもあるところから、すでに目標値の500は大幅に超えている。

### 3.3.2 定性的効果

本事業のジョグジャカルタ特別州の基礎教育分野及びICT化への効果を次の2つの方法による調査結果から評価する。

A：本事後評価調査内で行った対象校500校に対するオンライン・アンケート全数調査

B：本事後評価調査内で行った、任意に抽出した50校を対象とした訪問調査

#### A. 事業対象全校500校に対するアンケート調査

本事後評価調査においてオンライン・アンケート調査を行い全校からの回答を得た（ただし、一部の質問に対し無回答もあり）。アンケート調査に先立ち、BTKPへのヒアリングにより実施状況が良好と判断される学校1校と、逆に問題があると判断されている学校4校計5校に対する予備訪問調査を行い、現場の実態から活用状況の良否判断のキーとなるポイントとして(1)ICT活用教育適用教科、(2)指導教師、(3)使用ICT教材、(4)独自教材製作状況と作成手段、(5)BTKPとの通信状況、(6)設置資機材の物理的状況を設定し、これらの点に焦点を絞った質問票によって全数調査を行ったものである。質問項目と回答結果の概要は以下のとおりである。

#### (1) e-ラーニング採用教科・活動

ICTの教習のみにしか利用していない学校も7%あったが、過去も含めて導入ICTシステムはすべての学校で利用されている。ICT導入重点科目の数学（小学校の算数を含む。以下同じ）と理科で採用している学校は93%、また他科目/活動にまで使用範囲を拡大している学校も67%に及ぶ。

<sup>20</sup> 個別学校の生徒数に関する統計数値は全校2,279校（2015年現在）しか入手できず、そのリストの中から対象500校を個別に抜き出すのは手作業によらねばならず、当該作業は事後評価の時間的制約のもと、また正確性担保の上でも困難なので、500校に全2,279校の平均生徒数を適用して計算を行った。

<sup>21</sup> ICT教材独自開発のツールは教材作成ソフトLECTORA、その他のウィンドウズ・オフィス・アプリケーションソフト等なので前段の「教員が入手可能なICT教材をもとに」という表現は不適切であるがその部分は読み替えて適用する。

## (2) e-ラーニングを指導する教師

本来の趣旨は当該教科各科目担当教師が直接 ICT 教材を使って授業を進めるところにあるが（そのトレーニングも本事業内で行っている）、教科科目担当教員の ICT 能力が不十分であることなどのため 12%の学校では ICT 担当教員又は職員のみが代わりに教科の ICT 活用授業を行っている。

## (3) 使用 e-ラーニング学習教材

本事業で開発した「jogjabelajar」格納の教材のみを使っている学校が 35%あるが、それに加えて独自開発教材、外部調達教材を使っている学校も 39%ある。

## (4) 自己開発教材の有無、種類

既に一つでも独自教材を開発した学校は 77%である。そのうち学習教材のみの学校が 52%、テスト教材をも開発した学校が 25%ある。本事業で導入した教材作成ソフト「LECTORA」を用いて教材作りをしている学校は 37%に過ぎず、MS ウィンドウズ・オフィスのソフトを使ったものが多い（パワーポイント 86%、ワード 69%、エクセル 59%）。

## (5) BTKP イン트라ネット使用状況

本事業で整備したイントラネットの使用状況は芳しくなく、フルに使用していると答えた学校は 24%に過ぎない。一度は使用したことがあるという学校はそのほかに 25%あるが、過去に 1度も使ったことがないと答えた学校も 15%存在する。ただし、次項の 50校直接訪問調査によると、多くの学校でイントラネットとインターネットとの混同があり、上記数値にはインターネットによる接続もかなり含まれていると思われ、イントラネットの使用状況はさらに低いものと推定される。これはヘルプデスクの使用率が非常に低い（一部でも使っている学校の割合は 11%）ことにも表れている。

## (6) ICT 資機材の故障状況

これまでに壊れた ICT 資機材があった学校は 91%に上る。種類は生徒用 PC が圧倒的に多く 1,439 件、次いで UPS（無停電電源装置）349 件、ヘッドセット 270 件。これは一方で ICT 機器は壊れやすいという一面を示すとともに、他方各校での使用率が高いことをも示している。

## (7) BTKP とのコミュニケーション

主に技術的トラブル解決のための BTKP とのコミュニケーションにヘルプデスクを一部でも使っていると答えた学校の割合はわずかに 11%に過ぎず、通信手段で圧倒的に多いのは携帯電話を通じた SMS（65%）で、電話によるもの（13%）がそれに続く（複数の手段が使われているので数字は重複している）。

本オンライン調査では特に回答締切日を指定しなかったが、質問状を送った 500 校全校よりほぼ 10 日以内に回答の回収が行えた。この事実自体、本事業による ICT 化によってすべての学校とのスムーズな連携関係が確立されていることを物語る。

A 調査の結果も本事業での導入資機材を使っでの ICT 活用教育の実施状況は全般的に良好であることを示している。

## B. 対象校のうち任意に抽出した 50 校に対する訪問調査

上記全数オンライン調査を踏まえて、本事後評価調査において、各校の現場の状況、現場の意見を直接目視及び関係者へのインタビュー調査を通じて、より深く、有機的に補足するための訪問調査を行った。

### (1) 調査対象 50 校の抽出方法

州内の 1 つの市 4 つの県から各 10 校（小学校 6 校、中学校 4 校）ずつ、BTKP からの説明に基づき、本事業で供与された PC ラボ 資機材活用状況とその成果の良好な学校を 1 校、残り 9 校はその実績に問題点のある学校を抽出して訪問調査を行った<sup>22</sup>。

### (2) インタビュー先

校長、スクールラボ・コーディネーター（教師が兼任する場合もあり）、教師、生徒を対象にインタビューを行った。調査の結果を総括すると、以下のとおりである。

### (3) 確認された効果

教育の面における効果として教わる側、教える側双方にモチベーションの高揚がみられた。e-ラーニング授業の様態を視察したがどの授業においても生徒の学習態度は真剣で、任意にインタビューを行ったところ、すべての生徒が PC を使った学習は楽しいと答えた。また校長等の学校管理者へのインタビューでは多くの学校が本事業の対象校に選ばれたこと、ICT を用いた先進教育を行っていることに対する誇りが感じられ、また本事業による ICT 活用教育の開始以降入学希望者が増加して選抜試験を行うようになった学校もあり、学校側の教育への意欲が高まっていることが感じられた。現場で教える個々人の教師の側にも同様の様子が見られ、すでに多くの教師が本事業でのトレーニングで得た技術によって独自教材を作成して授業に用いているという事実にはそれは表れている。

また、50 校受益者調査において成果が非常に優れていると認識された以下の 2 校（いずれも小学校）を第二次調査にて再訪問し、成果に関する具体例の詳しい説明を受けた。本事業内で受けた ICT トレーニングをベースに自発的に能力の向上と実績を増殖させ、独自開発教材その他さまざまな充実した内容を収めた独自のポータルサイトを構築、運営しており自らの教育にフル利用しているばかりでなく、それらはインターネットを通じて全国誰でも利用することが可能である。

- Muhammadiyah Bodon 小学校 (<http://sdmuhbodon.net/intra/>)
- Muhammadiyah Condongcatur 小学校 ([sdmuhcc.net/elearning/](http://sdmuhcc.net/elearning/))

---

<sup>22</sup> 既に行っていた前記 500 校オンライン調査の結果から状況は全体的に良好との心証を得ていたため、良いといわれている学校を再確認するより、敢えて問題のありそうな学校を重点的に選んで現場踏査を試みたものである。その結果悪いといわれていた学校も基本的には PC ラボ運営に基本的には問題はなく、その事実からも 500 校全体の ICT 活用教育一般的な実施水準の高さを再認識した。

Muhammadiyah Bodon小学校では、本事業で導入した教材作成ソフト LECTORA を用いて独自教材を開発しているだけでなく、そのうちの一人の教師が LECTORAを用いた教材作成方法の解説書を執筆、出版している。同書籍は一般書店で販売されており 2012 年 11 月の出版以来すでに第 3 刷の発行に至り、それを通じて多くの教育関係者、機関にE教材作成の手法普及に貢献している<sup>23</sup>。上記 2 校での成果は他校と比べて抜きん出ているが、それは多分に本事業実施の対応にあたった担当教師の個人的資質と能力によるものと判断した。



図 3 開発 e-ラーニング教材の一例（小学校算数「平面図形と立体図形」）

出所：ICT EQEP in Indonesia

(<https://inafu6212-001-2012-3.wikischolars.columbia.edu/ICT+EQEP+in+Indonesia>)

訪問校選択の基準として、問題点が見受けられると BTKP が判断している学校を主体としたが、結果としては（例外的な下記 1 校を除いて）本事業で設置した PC ラボ設備の使用状況は基本的に良好であったが、マイナーな個別問題点としては次のような事項があげられる。

- ① PC の台数不足（自己買い増し、Wifi 設置による一般教室での使用を可能にしている学校有り）
- ② 年配教師（50 歳以上）に ICT に対する抵抗感
- ③ 修繕・取替費の捻出（予算手当の有無、多寡は ICT 活用教育の有効性、必要性に対する学校及びコミュニティの認識の高低に依存）

<sup>23</sup> PDF 電子版は <https://fe.uny.ac.id/sites/fe.uny.ac.id/files/Tutorial%20Lectora%20Lengkap.pdf> で公開されている。

④ イン트라ネットへの理解普及不足

⑤ 限定的な BTKP サポート（技術、研修）

なお、1校の中学校で前校長の使用意思欠如により本事業で設置された資機材を現在では全く使っていないところがあった<sup>24</sup>。

以上当調査の結果、全体から見れば軽度な個別問題は散見されたものの、各学校での本事業で導入した ICT 活用教育の実施状況は良好であり、さらに本事業の結果教える側、教わる側双方における教育、学習に対するモチベーションが高まっていることが確認できた。

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の目標は教育の質向上であり ICT 活用はその達成のための手段である。教育の質向上には定性的な変化の側面が大きいが、結果としての生徒の学力向上を示す学業成績はその成果測定指標として適している。また、本事業のさらなる目標は ICT 活用基礎教育の全国展開を目指す他州への普及である。本事後評価におけるインパクトとしてはこれら2点を中心に、本事業が教育分野及び ICT 分野にもたらしたその他のインパクトの発現につき検証を行う。

##### (1) 統一卒業試験の成績

本事業の審査及び中間レビューにおいては教育成果向上に関する定量的指標として「事業対象の小中学校における卒業試験の平均点の差（事業対象の学校の事前事後の平均点の差－事業対象外の学校の事前事後の差）」を設定しているが、本事業により ICT を導入した教科は限定的であり、また適用度合に濃淡があり全科目を総合した卒業試験の点数をもっては本事業インパクトの有無、多寡の判定には適さない。従って本事後評価においては ICT 導入の重点科目である算数/数学、理科の2科目について、ジョグジャカルタ特別州の全学校（対象500校を含む）と対象500校の本事業開始前（2010年）完了後（2015年）の統一卒業試験結果の比較を試みた。結果は以下のとおりである（表7）。

---

<sup>24</sup> 当調査の結果を BTKP に報告したところ、早速所長が同校を訪れ現校長と話しを行った。その結果、同校長はこの事実に対する認識がなかったことを改め、現在倉庫として使用されている部屋に保管されている本事業資機材一式を本来のコンピュータ・ラボに戻し、ICT 活用教育への使用開始を約した。

表 7 全国統一テスト平均点数事前事後比較

学校	教科	全校/ 対象 500 校	A 2010 年 (事業開始前)	B 2015 年 (事業完了後)	B-A/A (%)
小学校	算数	全学校	6.98	6.84	△2.00%
		対象 300 校	7.28	7.18	△1.37%
	理科	全学校	6.97	7.70	10.47%
		対象 300 校	7.16	7.92	10.61%
中学校	数学	全学校	6.43	5.33	△17.11%
		対象 200 校	6.91	6.16	△10.85%
	理科	全学校	6.68	5.76	△13.77%
		対象 200 校	7.09	6.42	△9.45%

出所：DIKPORA 統計より計算

注：2010 年、2015 年における全学校数は表 3 域内総学校数、本事業対象校の分布を参照

小学校の理科を除いて全般的に 2015 年は 2010 年に比べて全般的に平均点が落ちており、試験問題そのものの難度が上がったことを示唆している。そのような中でもすべての科目にわたって事前・事後平均点の変化率において本事業対象校は全学校平均より優位に立っており<sup>25</sup>、ICT活用が教育の質向上に一定の貢献をした可能性が考えられる。

## (2) 他州へのロールアウト

事業目的に明記されているように、本事業の経験の他州への普及は本事業のインパクトとして特定されており、事業実施体制として KOMINFO 及び国家教育省（事後評価時点では教育文化省）をメンバーとする「普及計画チーム」が組織されその推進にあたることとされていた。2011 年 11 月には 14 州を対象とした「e-ガバメントフォーラム」が開催され、本事業の説明、他州で採用するにあたっての留意点の周知が図られたが、その後事後評価時点に至るまで具体的なロールアウト活動は中央政府によって実施されていない。しかしながら、以下の 3.4.2 (2) BTKP によるジョグジャカルタ特別州の ICT 開発推進で指摘するとおり、BTKP により開発されたポータルサイト「jogjabelajar」による様々な媒体による e-ラーニング・コンテンツはインターネットを通じて全国に配信され全国的に認知が広まっており、BTKP によるとこれまで複数の州よりの視察訪問を受けているとのことである。これらによって中央政府の主導によらない、自然な形でのロールアウトが既に進行しているとみてよい。このようなダイヤモンド・プルによる自然な形での他州への普及は、いわば中央

<sup>25</sup> 全学校の中には対象 500 校も重複して含まれているので、それらを除いた非対象校のみとの比較においてはさらにその差が開いているものと考えられる。

政府によるサプライ・プッシュ型のロールアウトよりも堅実でありむしろ望ましい形であると考えられる。また 3.3.2 定性的効果に記した 2 つの小学校のように、本事業の成果を発展的に内部化し独自の優れたポータルサイトの構築運営を通じてインターネット経由で有用な教育材料を発信しているケースも現れており、全国に及ぶ他校教育への影響も本事業は間接的に及ぼしていることにな



教育通信技術センター（BTKP）

る。KOMINFO、教育文化省は広報などの機能を用いてのサイド・サポートによるロールアウトの推進も積極的に行っていくべきである。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) ジョグジャカルタ特別州における教育サービス、質の平準化

ジョグジャカルタ特別州は市と 4 つの県から成り、遠隔地域と都市部との教育サービスとその質には教師及び設備面等で格差が認められる。本事業には ICT の活用により、どこの地域にも平等な教育サービスの提供を可能とする教育の地域的平準化効果が大きい。インドネシア側においては、公式文書中にも本事業の名称／目的を「教育の質向上と平準化」と記すようになっている。一例を示すと、後記 3.5.1 運営・維持管理の体制で記す「移管を証する協定書」における本事業の名称も「ジョグジャカルタ特別州 ICT 活用教育質向上及び平準化 (Pemerataan) 促進プロジェクト」となっている。

#### (2) BTKP によるジョグジャカルタ特別州の ICT 開発推進

BTKP はジョグジャカルタ特別州における教育部門での ICT のハード、ソフト面の開発、ICT サービスの提供を行うことを使命とする州政府教育青年スポーツ局 (DIKPORA) に属する機関であるが、本プロジェクトによりもたらされた IDC の設置を中心とする設備、人材、資金面の充実によって名実ともにジョグジャカルタ特別州の通信技術センターとしての機能が、以下に述べるとおり、大幅に強化された。

##### ① 教育分野

強化された BTKP により開発されたポータルサイト「jogjabelajar –Unlimited Learning Experience」(belajar は「学習」を意味するインドネシア語) を通じて、e-ラーニング教材、文化情報の配信を行っている。また独自のラジオ、テレビ・スタジオを有し、そこで作成された音声、動画による教育コンテンツをインターネットを通じて配信しているだけでなく、生

徒と教師をインターネットでむすぶコミュニケーション・サイトを運営している。これはある意味ジョグジャカルタ特別州の領域を超えた ICT 活用教育の全国へのロールアウトに貢献していると捉えられると考える。

## ② ICT 分野

3.1.1 開発政策との整合性でも記したとおり、ジョグジャカルタ特別州は「ジョグジャ・サイバー・プロビンス」のスローガンのもとに、保健、農業、商工業、サービス業その他あらゆる分野での ICT 化に力を入れているが、教育分野が一步先んじて他分野を牽引しているのが現状であり、本事業によって大きくその機能が強化された BTKP が中心的な役割を果たしている。

総括として、本事業の直接対象となった 500 校の小中学校における ICT 教育は進展し、教わる側、教える側双方のモチベーションも上がり、地域内の教育の平準化にも寄与している。またそれだけにとどまらず、本事業の実施によって大幅に ICT 機能が強化された BTKP によって、ジョグジャカルタ特別州の領域を超えた教育材料、教育情報がインターネット配信されており、これらはインドネシア全土への ICT 教育サービスの供給を可能にしている。これは本事業目的にある他州への展開が自然発生的に生じていると考えることもできる。ジョグジャカルタ特別州においては BTKP が中心となる教育部門が他分野の ICT 化の推進をリードしている事実も認められる。

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、インパクトは高いといえる。

## 3.5 持続性（レーティング：②）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業による設備の運営・維持管理責任は PC ラボ設備に関しては個々の学校、IDC 及びネットワーク設備については DIKPORA がそれぞれ負っており、基本的に審査時と変わっていない。

DIKPORA には「技術教育トレーニングセンター (BLPK)」「教育活動開発センター (BPKB)」「教育通信技術センター (BTKP)」「青少年・スポーツセンター (BPO)」の専門機関が設置されており、そのうち BTKP は教育部門における ICT 開発、サービス、能力開発を一手に引き受ける専門機関であり、本事業運営・維持管理の中心機能を担う。

所長以下総勢 51 名の組織ではあるが、20 名の管理スタッフのほか現場での実働部隊としての「技術ワーキング・チーム」には 22 人の ICT エンジニアが配置されている。本事業との関連では、ICT 技術ガイドライン、教材の開発と製作、能力開発（トレーニング）は「開発・製作部門」が、様々な ICT 教育サービスの提供、開発された e-ラーニング教材の普及活動、ポータルサイト jogjabelajar の運営は「サービス・プロモーション部門」がそれぞれ担って

いる。また、本事業により BTKP 内にヘルプデスクの設置が行われ、個々の学校に対する技術サポートの体制が整っている。ただ、次節で指摘する通り、その運用面ではそれが十分に活用されていないといった若干の問題がある。

このように BTKP はジョグジャカルタ特別州の教育部門における ICT 化の開発促進、運営のかなめの役割を担っているが、所長の「ICT-EQEP（本事業）は KOMINFO にとっては完了したが、BTKP にとってはこれが始まりである」との言明のとおり、ソフト面も含めた本事業運営・維持管理体制全般にわたっての中心的存在としての役割を担っていく。また今後の他州へのロールアウトに関しても、その実施機関自体は KOMINFO であるが、実践例を示す中心機関として内容面での実質的な貢献を期待されている。

このような BTKP の監理のもと、同機関以外に設置された資機材・設備の運営・維持管理責任は各設置場所の機関が負うことになっており、設備の所属状況からも適切であると考ええる。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

各学校に対しては本事業内でトレーニング、ワークショップ、ファシリテーションを通じての技術指導が行われており（3.2.1 (3) ICT に関する能力開発活動を参照）PC ラボ運営に関するオペレーション・マニュアルも作成・配布されている。

自身では解決できない技術的問題に関してはヘルプデスクを通じて、もしくは直接技術サポートによって BTKP の手を借りる必要があるが、イントラネットの操作に関する理解普及不足からヘルプデスクの活用はあまり進んでおらず、電話、携帯メールによる BTKP へのサポート依頼が多く行われている。BTKP には、上述のとおり 22 名の専門技術者が配置されており組織としての技術能力は十分であるが、受益者調査の結果によると出張等による技術サポートは主に人員不足からなかなかタイムリーな支援が行われていないのが現状である。なお、500 校に対するオンライン調査結果ではほとんどすべての学校の生徒用 PC が過去、現在で故障に遭っている。これはほとんどが長時間使用による自然故障で学校側の技術の問題とは無関係である（使用技術が低いために壊れたものではない）。また、壊れた PC を学校が独自に直すのはもともと不可能であり、ほとんどすべて有償の外部修理に出さねばならないところから、これは持続性のうち「財務」に関する問題としてとらえる必要があり、この問題は次項で取り扱う。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

3.5.1 で規定したとおり、IDC 及びネットワーク設備に関しては BTKP が運営・維持管理を行う。各年度の本事業運営・維持管理予算支出額は次表のとおりである。ICT 部門はジョグジャカルタ特別州における重点分野であり、それを反映して潤沢な予算が配分されている。

表 8 BTKP の本事業運営・維持管理予算支出

年度	予算支出額 (千ルピア)	摘要
2013	45,000	
2014	400,000	
2015	1,200,000	当年度に実施した本事業設置のタワー・アンテナの取替増強工事 <sup>26</sup> の特別予算 605,745 千ルピアを含む。
2016	800,000	

出所：質問に対する BTKP 回答

これに対して各校に設置されたPC及び付帯設備の運営・維持管理は各学校の責任に任されている。本事業で設置した資産に関する運営権は中央政府 (KOMINFO) よりの「運営権移管書 (Serah Terima Operasional)」により各学校に与えられているが、問題は現地調査時点で所有権の移転が未済の点にある<sup>27</sup>。所有権を有しない学校の資機材運営・維持管理に対しては管轄の地方政府に対して予算要求ができず、運営・維持管理はBOS (中央政府) 及び BOSDA (地方政府) という形で支給されるわずかな「学校運営補助金」をやりくり充当して行っている。これは小学校 6 年、中学校 3 年合計 9 年間の義務教育期間中の教育運営を補助するために各学校に支給されるものであり、直近 2015 年度のそれぞれの支給額は次のとおりである (表 9)。

表 9 BOS/BOSDA 生徒一人当たり年支給額

	小学校		中学校		支給方法
	ルピア	円換算額	ルピア	円換算額	
BOS	Rp.800,000	¥6,960	Rp.1,000,000	¥8,700	州政府を通じて各校に送金
BOSDA	Rp.110,000	¥957	Rp.190,000	¥1,653	各校に直接送金

出所：BTKP 提供資料

(注)：円換算額は IMF の IFS (International Financial Statistics) による 2016 年 5 月末レートによる

BOSDA は州知事規則 No. 14, 2010 によって規定されているが (金額は毎年改定)、特筆すべきは同規則の用途説明において、本事業により導入された諸設備の運営・維持管理のための支出を例示している。

<sup>26</sup> 本事業で設置のタワー・アンテナは現地調査時には取り外され、将来学校での設置等他用途への転用に備え BTKP で保管中であった。

<sup>27</sup> 第 2 回目現地調査最終日のラップアップ会議での KOMINFO ICT 総局長の言及によると、資産の所有権移転に関する決裁が大統領より下りたとのことであり、今後の成り行きに関するフォローアップが必要となる。

ジョグジャカルタ特別州の1校当たり平均生徒数：小学校159名、中学校299名で計算すると、1校当たり年間学校運営補助金支給額は、小学校はRp.144,690,000（¥1,258,803）、中学校はRp.355,810,000（¥3,095,547）となる<sup>28</sup>。

500校オンライン調査でも判明したとおりほとんどすべての学校において主に生徒用PCに故障が生じている。機器の性質上自前の技術で直すことは困難で、ほとんどの場合外部修理に出すか、買い替えの措置を講じなければならない。運営維持費用の主な財源は現在のところ上記BOS/BOSDAであり、それらは学校運営一般に使われることから限られた資金の分けあいとなり、どのような使途にどれだけの予算を配分するかは学校長を中心とした学校の運営方針と活動の優先度合いによる。実例から、PCが壊れたまま修理に出せない学校もあれば、Wifi設置によりラボ外の各教室でもe-ラーニングが可能なような投資をしたり、極端なケースでは21台のPCがすべて盗難<sup>29</sup>にあったにも拘らず、PC新規調達に予算を優先的に回し1台ずつ買い増して元の状況を超える25台のPCを備えるまでになった学校もある。また、学校を取り巻くコミュニティのICT活用教育に対する理解が強い場合には、学校委員会予算の一部をPC等資機材の修理、再調達に割くケースも訪問調査では見受けられた。

審査時にはラボの空き時間を活用して他学校（オープン・スクール）、地元コミュニティに有料で貸し出してその使用料を運営委維持管理に充てるという構想も示されていたが、事後評価時点では少なくとも目立った形では実行されていない。

以上のとおり対象500校に設置されたICT設備に関し、財務上各学校における運営には問題は認められないが、機器の修理、取替予算の充当に多くの学校では制限があり、今後の本事業の財務的持続性には若干の懸念があるといわざるを得ない。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

500校調査及び50校訪問調査の結果からも、本事業で設置した資機材・設備の使用状況は一般的に良好である。しかしながら、PCという機械の性質上ほとんどすべての学校で機材（特に生徒用PC）の自然故障がみられるが、故障を放置する学校は少なく、BOS、BOSDA等の維持管理資金に制約はあるものの、部分段階的にでも外部修理、もしくは買い替えによってラボ機能の維持・回復に努力している学校が大半である。

### 3.5.5 総括

本事業運営・維持管理はBTKPの主導のもと、各学校で行われており体制の面での問題は基本的にみられない。500校に設置されたICT設備に関し、財務上各学校における運営には問題は認められないが、機器の修理、取替予算の充当に多くの学校では制限がある。また

<sup>28</sup> ジョグジャカルタ特別州地方開発企画庁(BAPPEDA DIY)ホームページ

([http://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data\\_profil](http://bappeda.jogjaprov.go.id/dataku/data_profil)) 掲載の2015年総学校数（小学校1,844、中学校435）、総生徒数（小学校292,301、中学校130,203）より算出。

<sup>29</sup> 2012年から2014年にかけて立て続けに20校でのPC盗難事件が発生している。5人組のプロ窃盗団によるもので、2014年12月に逮捕されて以降は、学校側の設備面での防犯強化もあり、同様の事件は発生していない。

技術面では BTKP の組織としての技術能力は十分であるものの、イントラネット、ヘルプデスクの機能が十分に発揮できていない面と、技術サポートが円滑かつ適時に行えていない点が指摘できる。以上より、本事業の運営・維持管理は技術面、財務状況上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

本事業はインドネシアの基礎教育分野への ICT 活用に係るモデル事業として、ジョグジャカルタ特別州の小・中学校合計 500 校を対象に、必要な資機材調達、ICT 環境の整備、eラーニングシステムの開発等の設備強化及び参加型の学校運営・活動への支援を実施することにより教育の質の向上と地域内教育の平準化を図ることを目的として実施された。

本事業の実施はインドネシアの開発政策、開発ニーズ、事前評価時の日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。一方、事業費については計画内に収まったものの、事業期間が調達に時間を要し計画を上回ったため、効率性は中程度である。

本事業の直接対象となった 500 校の小中学校における ICT 活用教育は進展しており、教わる側、教える側双方のモチベーションは上がっている一方、地域内の教育の平準化にも寄与している。またそれだけにとどまらず、本事業の実施によって大幅に機能が強化された BTKP によって、ジョグジャカルタ特別州の領域を超えた教育材料、教育情報がインターネット配信されておりこれらはインドネシア全土への ICT 教育サービスの供給を可能にしている。またに同特別州においては BTKP が中心となる教育部門が商工業等他分野の ICT 化の推進を主導している事実も認められる。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、インパクトは高いといえる。

500 校に設置された ICT 設備に関し、財務上各学校における運営には問題は認められないが、機器の修理、取替予算の充実に多くの学校では制限がある。また技術面ではイントラネット、ヘルプデスクの機能が十分に発揮できていない面と、BTKP の技術サポートがスムーズ、タイムリーに行えていない点が指摘できる。従って、本事業の運営・維持管理は財務、技術上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

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) DIKPORA は、500 校における ICT 機器の使用状況、ICT を活用した教育の運営に関するモニタリングに関して、関係管理実施主体（BTKP、市（Kota）、県（Kabupaten）、郡（Kecamatan）、各学校）の責任分担を明確に決めたうえで、各々の責任機関が定期的なモニタリング、評価を本事業内のコンサルタント提言に基づいて以下の諸項目等について継続的に実施するのを監理すべきである。事後評価時点において、本事業のモニタリング・評

価は組織的、体系的に行われておらず、それを行うことによって事業の運営成果の発現状況と問題点の継続的な把握が可能となり、それを基にした是正策、強化策の運用によって事業の持続性を高めることができる。

- a. 学校評価によるレーティング
- b. 生徒の成績
- c. 教師による ICT 教材開発状況
- d. イン트라ネット、インターネット使用状況
- e. 保護者、学校委員会の教育活動への参画状況

モニタリングにあたっては、本事後評価調査の 500 校全数オンライン調査で用いた質問事項をもとに、その他必要調査項目を加味した質問票によるオンライン・アンケート調査も一つの有効な手段として推奨できる。

(2) 審査時の計画によれば本事業成果の他州への普及は、本事業で提示されたロールアウト・プランに基づいて KOMINFO と教育文化省が協力して行うことになっていたが、2011 年 11 月の e-ガバメントフォーラムの開催以降具体的な進捗はない。一方、本事業の成果は BTKP ポータルサイト等を通じて外部に周知されるに至り、他州よりの視察団の来訪等自然発生的なロールアウトが開始されている。このような動きが加速するよう、KOMINFO、教育文化省は広報活動などのサイド・サポートによる間接的ロールアウトをも積極的に行っていくべきである。

#### 4.2.2 JICA への提言

本事業実施期間中及び完了後に進捗をみなかった上記(1)、(2)の二つの事項の今後の展開を 5 年程度に期間を区切ってフォローすることが望ましい。5 年の根拠は本事業のコンサルタント提言の期間を踏襲するものであるが、効果発現が持続性に直結する本事業においては 5 年後において効果、インパクトが確認されればその後はさらに発展的な展開をたどると予測されることによる。

### 4.3 教訓

#### (1) ICT 関連プロジェクトに対する総合的なアプローチ

ICT関連のプロジェクトの形成、実施においてはともすると物理的な観点(PC等資機材の供与)とICTに関する技術的な観点のみにフォーカスが当てられがちであるが、本事業におけるBTKPのような技術力、マネジメント能力を備えた運営管理機関を育てることと、総合的な組織マネジメントの要素をプロジェクトデザインに組み入れることが効果の発現、持続性、自律発展性の確保には大切であり、本事業ではそれを行っていたことが成功につながっている。近年「学校のPCが増えるほど生徒の成績が下落する」と教育へのネガティブな効果<sup>30</sup>が指摘されているが、事業の中心に位置する運営管理機関の強化やそれらを中心と

<sup>30</sup> “Computers ‘do not improve’ pupil results” OECD, 2015 年 9 月 (<http://www.bbc.com/news/business-34174796>)

する総合的な事業運営の実施を欠いた、単なる資機材の供与、ICT担当者の技術トレーニング供与のみである場合は、そのような弊害を招来する可能性もあり得る。

## (2) 実施中の事業管理

本事業のようないわゆる小規模分散型で複雑多岐にわたるコンポーネントを有する事業の管理は、事業実施全体を統括するプロジェクト実施ユニットを設置し、各サブ・プロジェクト・サイトでの個別管理体制と中央実施ユニットへの規則的な報告体制を案件形成時に組織し、JICA は実施中にそのとおりの管理が行われているかのモニタリングをするべきである。実施機関による総合管理がなされておらずプロジェクト会計も行われていなかったために、総事業費の正確な把握ができず、評価を行う上で制約が生じた。

以上

## 主要計画／実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	<p>&lt;本体事業&gt;</p> <p>1. ICT 機器及び接続環境の整備</p> <p>(1) 学校用 ICT 機材 (500 校) 一式</p> <p>(2) プロジェクト・オフィス用 ICT 機材一式</p> <p>(3) IDC 用 ICT 機材 1 式</p> <p>(4) 学校の受電能力強化のための設備改善 (500 校)</p> <p>(5) ICT 運営管理 1 式 (ウイルス対策ソフト・ライセンス料、インターネット接続料金、ヘルプデスク運営費、メンテナンス契約費用)</p> <p>2. 学校に必要な資機材の供給及び学校活動の支援 (ブロック грант) (500 校)</p> <p>3. 教員等を対象としたトレーニング・プログラムの実施</p> <p>4. ICT を対象とした教材開発</p> <p>5. IDC におけるシステム開発</p> <p>(1) ネットワーク・システム</p> <p>(2) データベース・システム</p> <p>(3) e-ラーニング・システム</p> <p>(4) ヘルプデスク・システム</p> <p>(5) ウェブサイト・システム</p> <p>&lt;コンサルティング・サービス&gt;</p> <p>国際： 33.0MM</p> <p>国内： 196.0MM</p>	<p>&lt;本体事業&gt;</p> <p>1. (5) ICT 運営管理のうちのウイルス対策ソフト・ライセンス料を除いて計画通り</p> <p>&lt;コンサルティング・サービス&gt;</p> <p>国際： 45.75MM</p> <p>国内： 296.25MM</p>
②期間	2007年3月～2012年12月 (70ヵ月)	2007年3月～2014年12月 (94ヵ月)
③事業費		
外貨	116百万円	
内貨	4,260百万円	円借款部分以外不明
	(343,548百万ルーブル)	
合計	4,376百万円	
うち		
円借款分	2,795百万円	1,520百万円
換算レート	1ルーブル=0.0124円	
	(2006年9月時点)	