

平成 24 年度案件別事後評価
パッケージ - 2 インド国・スリランカ国

平成 25 年 8 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

委託先
(株)かい はつマネジメント・コンサルティング

評価
JR
13-26

序文

政府開発援助においては、1975 年以来個別プロジェクトの事後評価を実施しており、その対象を拡大させてきました。また、2003 年に改訂された「ODA 大綱」においても「評価の充実」と題して「ODA の成果を測定・分析し、客観的に判断すべく、専門的知識を有する第三者による評価を充実させる」と明記されています。

こうした背景の中、より客観的な立場から事業の成果を分析し、今後の類似事業等に活用できる教訓・提言の抽出を目的として、円借款事業については主に 2010 年度に完成した事業、また技術協力プロジェクトおよび無償資金協力事業については主に 2009 年度に終了した事業のうち、主に協力金額 10 億円以上の事業に関する事後評価を外部評価者に委託しました。本報告書にはその評価結果が記載されています。

本評価から導き出された教訓・提言は、国際協力機構内外の関係者と共有し、事業の改善に向けて活用していく所存です。

終わりに、本評価にご協力とご支援を頂いた多数の関係者の皆様に対し、心より感謝申し上げます。

2013 年 8 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 渡邊 正人

本評価結果の位置づけ

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

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

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

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

インド

バクレシュワール火力発電所増設事業

外部評価者：(株) かいはつマネジメント・コンサルティング 田村 智子

0. 要旨

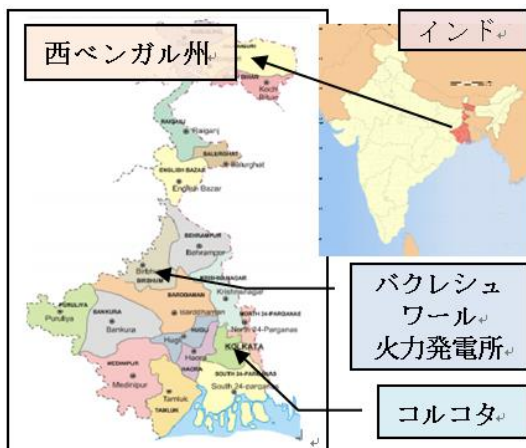
本事業は、インド東部西ベンガル州において、バクレシュワール石炭火力発電所の4・5号機を増設することにより電力需要の急増への対処及び電力の安定供給を図り、もって同州の産業活性化、雇用拡大、地域住民の生活改善に寄与することを目的として実施された。この目的はインドの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。また、本事業で建設された施設の最大出力、設備利用率、設備稼働率のいずれも、計画を上回る実績を保っており、同施設は効果的に運用されている。同州では電力消費者数、消費電力量、電化村落数¹のいずれも増加し続けているが、本事業完了後は、停電やピーク時の電力需給ギャップの解消などの改善が確認されており、本事業は同州の電力の安定供給に貢献していると考えられる。これらのことから有効性は高い。

本事業はほぼ計画通りのアウトプットが達成されており、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。

本事業で建設された施設の運営・維持管理の体制、技術、財務状況、運営・維持管理の状況ともに良好であり、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



事業地域の位置図



バクレシュワール火力発電所

¹ 2006年9月にインド新・再生可能エネルギー省（Ministry of New and Renewable Energy）により導入された定義では、以下の3つを満たすことが「村落電化」の条件となる。(1)基本的な電力供給インフラがあること、(2)学校や公民館など公共の建物が電化されていること、(3)村の全世帯数の10%以上が電化されていること。

1.1 事業の背景

インド東部に位置する西ベンガル州（面積 88,752km²、2001 年人口約 8,022 万人）では、コメ、ジュート（インド麻）、紅茶、タバコなどの栽培が盛んであり、州都のコルカタを中心とした地域では鉱工業も発達している。同州では 1990 年代前半から、深刻な電力不足のため長時間の停電が頻発し、経済活動と住民生活の大きな障害となっていた。

バクreshuワール発電所は、同州の増加し続ける電力需要に対応すべく、コルカタ市北西約 230km のビルブム地方ムタベリア村に建設された火力発電所である。同発電所の第 1~3 号機は、1994 年から 2004 年にかけて円借款により建設された。本事業は、同じく円借款により、同発電所の第 4・5 号機の増設を行ったものである。

1.2 事業概要

インド東部西ベンガル州において、バクreshuワール石炭火力発電所の 4・5 号機を増設することにより、電力需要の急増への対処及び電力の安定供給を図り、もって同州の産業活性化、雇用拡大、地域住民の生活改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	36,771 百万円 / 36,641 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2003 年 3 月 / 2003 年 3 月
借款契約条件	金利 1.8%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド
借入人／実施機関	インド大統領／西ベンガル電源開発公社
貸付完了	2010 年 8 月
本体契約（10 億円以上）	伊藤忠商事（日本）/Bharat Heavy Electricals LTD.(インド) / Larsen & Toubro LTD.(インド)
コンサルタント契約	電源開発(日本)
関連事業	有償資金協力 - バクreshuワール火力発電所建設事業(1) (L/A:1994 年) - バクreshuワール火力発電所建設事業(2) (L/A:1997 年) - バクreshuワール火力発電所 3 号機増設事業(1) (L/A:1995 年) - バクreshuワール火力発電所第 3 号機増設事業(2) (L/A:1999 年)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

田村 智子（(株) かいほつマネジメント・コンサルティング）

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：2012 年 9 月～2013 年 7 月

現地調査：2012 年 12 月 10 日～12 月 21 日、2013 年 3 月 28 日～4 月 3 日

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

国家開発政策⁴における同国中央政府の公共部門への予算のうち、電力部門が占める割合は、本事業の計画時および事業完了時は 18%、事後評価時は 16%であり、全セクター中トップシェアであることから、同国では電力部門への予算割り当てを極めて優先的に行っていることがわかる。なお、本事業の計画時や事業完了時に比べて、事後評価時の電力部門への中央政府の投資割合が減少しているのは、近年、同部門への民間投資が増えていることが背景となっている。

また、本事業の計画時、中央電力庁は 2012 年までの電力需要、ピーク時電力需要の増加率をいずれも年平均 6%台と見積もっており、新規電源開発の促進は重要な課題として認識されていた。第 11 次 5 か年計画では、電力部門の重点政策として、全ての村の電化および、貧困ライン以下の世帯⁵への電力の無料接続の実現が目標とされており、事後評価期間中の 2012 年 12 月に公表された第 12 年次 5 か年計画案でも、農村部人口と都市の貧困層の電力へのアクセスの改善および、国民のすべてが最低限必要な電力量を消費できるようになることが 2 大目標となっており、そのために、電源開発の推進を行い、需要と供給のギャップを低減することが、引き続き重点政策となっている。

このようなことから、事前評価時、事業完了時、事後評価時ともに、電力部門はインドの公共投資における優先分野であり、また電源開発は計画時・事後評価時ともに重点政策である。本事業は、電力需要の急増への対処及び電力の安定供給を目的としており、同国の開発政策との整合性は高い。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ それぞれ「第 9 次 5 か年計画（1997～2001 年度）、第 10 次 5 か年計画（2002 年～2006 年度）、第 11 次 5 か年計画（2007 年～2011 年度）、第 12 年次 5 か年計画（2012 年～2016 年度）。なお、年度は 4 月から翌年 3 月まで。

⁵ 第 10 次 5 か年計画によれば、住居、衣服、食糧、衛生、生計手段など 13 の項目について 0 から 4 までの 5 段階で評価し、合計点が 15 点以下である世帯を「貧困ライン以下の世帯」と定義している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の計画時、西ベンガル州では、年間の電力需要の伸び率は 2.96%であった。このような需要の伸びから供給が需要に追い付かず、電力量の需給ギャップはマイナス 20.6%、ピーク時の需給ギャップはマイナス 4.9%(2001 年度)と、大幅な電力不足が続いていた。また当時、電力量の需給ギャップは当面マイナス 2 けた台で推移する見込みであり、将来も電力不足が懸念されていた。また同州政府は、当時 89.6% (2003 年度)であった同州の電化率を、2006 年度には 100%にする方針であったこと、当時、同州の一人あたりの電力消費量は 235kWh と、全国平均の 355kWh と比較して低い水準にあり (2001 年)、将来は全国平均並みに増加する見込みが高かったことなどからも、電源開発の増強が急務とされていた。

表 1 に示すとおり、同州の電力需要は現在においても、毎年 6.0~8.1%で伸び続けている。ピーク時の需給ギャップについてはほぼ解消されているが、電力量の需給ギャップは引き続きマイナス 10.4~マイナス 14.7%であり、電力不足が続いている。このように同州では、依然として電力需要が伸び続けており、電力量の需給ギャップもあることから、電源開発は引き続き重要な課題となっている。

表 1 西ベンガル州の電力需給状況

項目/ 年度		2009	2010	2011
1	ピーク時電力需要 (MW)	5,850	6,162	6,592
2	ピーク時電力需要年間伸び率 (%)	13.0	5.3	7.0
3	ピーク時電力供給量 (MW)	5,840	6,112	6,532
4	ピーク時電力需給ギャップ (MW)	▲10	▲50	▲60
5	ピーク時電力需給ギャップ (%)	▲0.2	▲0.8	▲0.9
6	電力需要 (GWh)	33,750	36,481	38,679
7	電力需要年間伸び率 (%)	7.7	8.1	6.0
8	電力需給ギャップ (GWh)	▲4,335	▲3,429	▲4,683
9	電力需給ギャップ (%)	▲14.7	▲10.4	▲13.8

出所：インド中央電力庁

注：電力需要が供給を上回った場合、マイナス (▲) で示した。

表 2 が示す通り、本事業の実施主体である西ベンガル電源開発公社（以下「WBPDCL」という）の現在の発電能力の合計は 3,940MW である。本事業で建設されたバクreshuワール火力発電所 4・5 号機の発電能力は合計 420MW であり、WBPDCL の全発電能力の約 11%を占める重要な電源となっている。

表 2 WBPDCCL の発電能力 (2012 年 12 月現在)

発電所名	発電能力 (MW)
コラガート火力発電所	1,260
バクレスシュワール火力発電所(1~3 号機)	630
バクレスシュワール火力発電所(4~5 号機)	420
バンデル火力発電所	530
サントルディ火力発電所	500
サガルディギ火力発電所	600
WBPDCCL 発電能力合計	3,940

出所: WBPDCCL 年次報告書

なお同州では、州政府所有の組織である WBPDCCL のほかに、中央政府所有の施設や民間企業も発電を行っている⁶。近年の、施設所有別、電源別の発電能力を見ると、現在でも、WBPDCCL をはじめとした州所有の石炭火力所が同州の主な電源となっていることが分かる(表 3)。なお、本事業で建設された施設の発電能力は、同州の全発電能力の約 5%を占める。

表 3 西ベンガル州の発電能力の内訳 (2012 年 6 月 30 日現在)

単位: MW

所有形態	火力			火力計	水力	再生可能エネルギー	合計 () は各所有形態の発電能力が合計に占める割合
	石炭	ガス	ディーゼル				
州	4,970.00	100.00	12.06	5,082.06	977.00	143.40	6,202.46 (73%)
民間企業	1,341.38	0.00	0.14	1,341.52	0.00	18.05	1,359.57 (16%)
中央政府	805.96	0.00	0.00	805.96	139.30	0.00	945.26 (11%)
合計	7,117.34	100.00	12.20	7,229.54	1,116.30	161.45	8,507.29 (100%)

出所: インド中央電力庁

このように、計画、事後評価時ともに、西ベンガル州における電源開発は極めてニーズが高く、また本事業により建設された施設は、同州における発電の重要な役割の一旦を担っていることから、審査時、事後評価時ともに、本事業の開発ニーズとの整合性はきわめて高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、JICA の国別業務実施方針(2003 年度)では「電力供給量の拡大と都市交通

⁶ インドの電力セクターは長く公共部門の独占体制が続いていたが、1991 年に発表された新経済改革を契機に自由化がすすめられ、1991 年には発電部門に、1998 年には送電部門に民間企業の参入・拡大が認められるようになった。現在インドでは、電力事業は中央政府と州の共同管轄事項であり、それに民間電気事業者が加わる形になっている。

整備」「電力分野を中心とした経済インフラの整備」が重点分野と認識されていた。また対インドの円借款実績では、電力・ガス部門は全承諾額の 47%であり、部門別では最大のシェアを占めていた。このように、同国の電力部門へは重点的かつ継続的な支援が実施されており、本事業の日本の援助政策との整合性は高い。

以上より、本事業の実施はインド国の開発政策、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 有効性⁷（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業で建設された 4 号機・5 号機の最大出力、設備利用率、設備稼働率などの運用効果指標の計画と実績は表 4 のとおりである。最大出力、設備利用率、設備稼働率のいずれについても、一貫して計画を上回る実績を保っており、同施設は効果的に運用されていることがわかる。

表 4 最大出力、設備利用率、設備稼働率

項目	年度	2009	2010	2011	2012
事業完了後	-	-	1 年目	2 年目	3 年目
4 号機					
最大出力	目標	-	210	210	210
	実績	226	224	226	226
設備利用率 (%)	目標	-	80.56	80.56	80.56
	実績	79.68	89.23	84.77	89.84
設備稼働率 (%)	目標	-	89	89	89
	実績	89	95	92	97
5 号機					
最大出力	目標	-	210	210	210
	実績	221	225	227	226
設備利用率 (%)	目標	-	80.56	80.56	80.56
	実績	71.71	86.69	83.74	92.9
設備稼働率 (%)	目標	-	89	89	89
	実績	82.82	92.19	89.61	99.76

出所：目標値については JICA 審査時資料、実績については WBPDCI 提供資料

注：

- (1) 事業完了は 2009 年 12 月、運転開始は 4 号機が 2009 年 3 月、5 号機は 2009 年 6 月であった。
- (2) 2012 年度は 2011 年 4 月 1 日から 2012 年 9 月 30 日までの実績（WBPDCI の会計年度は 4 月 1 日から翌年 3 月 31 日末まで）
- (3) 設備利用率(%)＝年間発電量/(定格出力 x 年間時間数)x 100
- (4) 設備稼働率(%)＝年間運転時間/年間時間数 x 100

⁷有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

表 5 が示すように、人的要因による停止については、4 号機は発生しておらず、5 号機もごくわずかである。本事業で建設された施設はほとんどが自動運転であり、人的要因による停止の可能性は低い。機械故障による停止回数は 4・5 号機とも減少傾向にあり、2011 年度以降は一けた台で安定している。

表 5 停止時間と回数

年度			2009 年度	2010 年度	2011 年度	2012 年度 *
運転開始後				1 年目	2 年目	3 年目
4 号機	人的要因	時間	0	0	0	0
		回数	0	0	0	0
	機械要因	時間	141.42	212.55	82.35	188.19
		回数	19	8	5	9
	計画停止	時間	794.77	190.57	643.47	3.28
		回数	9	2	1	1
5 号機	人的要因	時間	4.48	4.45	0	3.28
		回数	2	2	0	1
	機械要因	時間	463.42	408.22	406.63	10.73
		回数	25	13	6	2
	計画停止	時間	1037.20	271.65	506.69	0
		回数	11	02	02	0

出所：WBPDCL 提供資料

注：2012 年度は 2012 年 4 月 1 日から 2012 年 9 月 30 日までの実績

計画停止については、タービンの総点検を 4 年に一回予定しており、これに 40 日間（960 時間）、ボイラーの総点検を 2 年に一度予定しており、これに 20 日間（480 時間）必要である。2010 年度は総点検を実施しなかったため計画停止時間・数は少なくなっている。また、2012 年度は 9 月末までの実績であり、その時点において総点検は実施されておらず、2010 年同様、計画停止時間および数は少ない。

なお、本事業で建設された 4・5 号機は、同発電所の 1~3 号機と共通の施設をいくつか使用していることから、所内率、送電端発電量、発電端熱効率については、4・5 号機の実績を算出することができない。このため、これらの項目については 1~5 号機合計の実績を参考値として表 6 に示した。

表 6 所内率、送電端発電量、発電端熱効率
(バクレスワール発電所 1~5 号機)

項目	年度	2009	2010	2011
所内率(%)	目標	-	9.50	9.50
	実績	10.80	10.54	9.48
送電端発電量(GWh/年)	目標	-	7,358.4	7,358.4
	実績	6,077.5	7,726.8	7,725.4
発電端熱効率(%)	目標	-	38	38
	実績	33	34	34

出所：目標値については JICA 審査時資料、実績値については WBPDCCL
提供資料・年次報告書

注：

所内率(%)=(年間所内消費電力量)/(年間発電量) x 100

送電端発電量(GWh/年)=年間発電量－年間所内消費電力量

発電端熱効率(%)=(送電端電力量) x 860 / (年間総発電量) x 100

3.2.2 定性的効果

2009 年度の西ベンガル州の GDP は約 84 億ドルであり、部門別 GDP 貢献率は、サービス部門が 57.8%、農林水産業が 24%、工業・製造部門が 18.2%である⁸。

同州の消費者への電力供給状況の推移を把握するため、ピーク時の電力需要の 80% を供給している西ベンガル配電公社の電力消費者数と消費電力量を調べたところ、表 7 が示すように年々伸びていることがわかった。また同公社の報告によれば、同州の村落電化数も年々伸びており、村落電化率は 2012 年 5 月末において 99.7%である⁹。

表 7 西ベンガル配電公社の電力消費者数、消費電力量および同州の電化村落数

年度	2004	2005	2006	2007	2008
消費者数(人)	5,101,805	5,695,861	6,345,472	6,835,269	7,293,994
電力消費量合計 (GWh)	13,549	14,727	14,937	15,887	17,577
電化村落数	32,171	32,809	34,385	36,204	37,308

出所：西ベンガル州配電公社年次報告書(2008 年度)¹⁰

同州では、1990 年代および 2000 年代前半は、電力供給不足が産業部門の経営・投資における深刻な問題となっていたが、近年は電力供給の改善がめざましく、供給不足が産業界へ及ぼす問題はほぼ解消されている。インド商工会議所コルカタ本部によると、特に都市部では、ここ 2~3 年停電はほとんどなく、電力事情の改善は、工業・産業の円滑な運営に貢献しているという。表 8 が示す通り、近年の同州の実質 GDP 成長率は高水準を保っており、特に 2009 年度以降は 16~18%台と非常に高く、産業

⁸ 出所：“West Bengal, Culturally Artistic”, India Brand Equity Foundation, 2011 年 11 月

⁹ 出所：インド電力庁ウェブサイト。

¹⁰ 同公社が公開している年次報告書の最新版は 2008 年度のものである。

活性化が実現していることが明らかである。なお、計画時に本事業の定性的効果の一つとしてあげられていた雇用促進については、近年の統計が入手できなかった。

表 8 西ベンガル州の実質 GDP 成長率

年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
実質 GDP 成長率	10.35	13.65	14.45	14.18	18.6	16.85	16.03

出所：インド国統計・プログラム実施省

表 9 が示す通り、西ベンガル州では、ピーク需給ギャップは、本事業の計画時、事業実施時いずれにおいても毎年一けた台であったが、事業実施後は 1%以下を保っており、大きな改善がみられる。

表 9 西ベンガル州のピーク時需給ギャップと電力需給ギャップの変化

項目	本事業審査当時			本事業実施中		本事業完成後		
	1999-00	2000-01	2001-02	2007-08	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12
ピーク時電力需給ギャップ	4.04%	0.33%	▲4.94%	▲9.80%	▲3.60%	▲0.20%	▲0.80%	▲0.90%
電力需給ギャップ	▲21.2%	▲20.91%	▲20.69%	▲12.39%	▲13.48%	▲14.74%	▲10.37%	▲13.77%

出所：JICA 審査時資料およびインド中央電力庁

このように、同州では電力消費者数、消費電力量、電化村落数のいずれも増加し続けているが、本事業完了後は、停電やピーク時の電力需給ギャップの低減など、電力事情の改善がはかられており、本事業は同州の電力の安定供給や産業の活性化に貢献していると考えられる。

3.3 インパクト

3.3.1 自然環境へのインパクト

インドでは、大規模火力発電所を建設する際には、中央環境森林省および州公害局から環境クリアランスや承認を取得する必要がある。そのため本事業においても、1987年に環境影響調査を実施し、1996年に中央環境森林省より環境クリアランスを取得するとともに、西ベンガル公害対策庁から事業の承認を受けている。

当発電所の操業以来、WBPDCは、排気ガス、大気汚染、排水について、定期的なモニタリングを実施しており、西ベンガル州公害対策庁には毎月、中央環境森林省には6か月に一回、モニタリング結果を報告している。表 10 は、現地調査時に収集したモニタリング結果をインドの基準とともに示したものであり、いずれの指標もインドの基準を満たしていることがわかる。また、地下水の水質については、インドには特に基準はないが、4 半期に一度実施しているモニタリング結果によれば、鉄分以外の

重金属は検出されておらず、地下水の汚染は現在のところないと考えられる。

表 10 環境モニタリング結果

排気ガス (実績値は2012年11月30日24時間観測時の最大値)(単位: mg/Nm ³)	項目	実績値		インド排出基準
		4号機	5号機	
	二酸化硫黄(SO ₂)	588.00	561.86	2000
	窒素酸化物(NO _x)	563.60	547.05	750
	煤塵(TPS)	88.24	54.32	150
大気汚染 (実績値は2012年11月30日24時間測定時の最大値)(単位: µg/m ³)	項目	ポンプハウス横	近隣村(de Chandra村)	インド排出基準(工業地区)
	二酸化硫黄(SO ₂)	7.96	7.39	120
	窒素酸化物(NO _x)	30.03	26.5	120
	煤塵(TPS)	48.30	41.84	500
*排水 (実績値は2012年10月18日に採集したサンプルの分析結果)(単位: mg/litter)	項目	最終沈澱池	灰捨場	インド水質基準(表層水)
	25度におけるpH	7.10	7.16	5.5-8.5
	総浮遊固体量(TSS)	54.60	80.00	100
	生物学的酸素要求量(BOD)	7.00	10.00	30
	オイル	2.80	4.50	10
	鉄	0.45	0.73	3
	カドミウム	<0.149	<0.149	2
	鉛	<0.088	<0.088	0.1
	クロム	<0.506	<0.07	2

出所: WBPDCI 提供資料、Ground Water Quality in Shallow Aquifers of India, central Ground Water Board, Ministry of Water Resources, Government of India, National Ambient Air Quality Standards, Central Pollution Control Board, Notification on 18th, November, 2009

* 発電所施設から外部へ排出されるのは、最終沈澱池からのみである。

Box 1 石炭灰の再利用による環境保護

インドは石炭灰の再利用を促進することにしており、新規の火力発電所は運用開始より9年以内に再利用率100%を達成するよう1999年の官報で義務付けられている。この目標を達成すべく、WBPDCIは石炭灰の再利用に積極的に取り組んでおり、現在バクレスワール発電所では1～5号機から廃棄される石炭灰について100%の再利用が実現している。同発電所では、排出された石炭灰を、セメント



の材料、道路工事の盛土などの用途に有効利用してもらうべく、地方自治体や近隣の私企業に無償で提供している。同発電所長によれば、新聞広告を出したり、地元関係者への広報に力を入れたことが効果を奏し、近年、再利用が拡大した。近年は、石炭灰を同発電所から購入し、海拔が低く、埋立用資材の需要の高いバングラデシュに輸出する業者もあるという。また、2011年度からは、サイロに貯蔵した石炭灰の有効利用に加え、灰捨場に蓄積された灰についても、4～5年経過して乾燥した部分を掘削し、道路建設の盛土用などに提供しており、再利用がさらに促進されている。

3.3.2 地元住民への教育機会の提供

同発電所の1号機建設時に、従業員用の住宅、小学校、中・高等学校、医療施設、リクリエーション施設、店舗などが建設された。当事業では医療施設内の救急医療室の増設、小学校と中・高等学校の電化などが行われた。小学校と中・高等学校は、発電所操業当時は発電所の職員の子供が大半であったが、最近、同校は地域住民に人気が高く、現在は、地域住民の子供が全生徒数の約75%を占めている。これは、WBPDCCLが同校に継続的に支援をし、数年前からは通学バスも運行している成果であり、地元住民の教育機会の向上への貢献は評価に値する。



3.3.3 住民移転・用地取得

住民移転・用地取得については、先行事業で実施済みであり、本事業ではいずれも発生していない。

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

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業のアウトプットは、下表のとおりであり、灰捨場の新設がキャンセルされたほかは、すべて計画通りであった。なお、灰捨場については本事業の審査時、新設の計画があった一方で、同発電所の1～3号機の灰捨場に空きがある場合、4・5号機から排出される石炭灰もそちらへ優先的に廃棄することとされていた。現在、1～3号機の灰捨場は、古い石炭灰の掘削と再利用が進んでいることもあり、今後約15年使用できるほどの余裕がある。これらのことから、新設には緊急性がなかったと考えられ、キャンセルの判断は妥当と考えられる。なお、WBPDCCLは将来の必要性を考慮し、第2の灰捨場の建設を計画しており、現在、用地取得が進められている¹¹。

¹¹ Box1の通り、当発電所では現在、石炭灰の100%の再利用が達成されているが、発電施設から排出された石炭灰をサイロに入れ、そこからトラックで運び出し再利用するほか、一度、灰捨場に投棄した石炭灰を数年後、固くなった状態で掘削して運び出し、再利用する方法もとっている。このように一旦、石炭灰を灰捨場に投棄するには灰捨場の容量を確保する必要があるため、同発電所では予備の灰捨場の新設を進めている。

表 11 本事業のアウトプット（計画、実績）

	計画	実績
1	タービン発電機 2 基(210MWx2)、ボイラーおよび付随の補助装置の設置と土木工事	灰捨場の新設がキャンセルされたが、そのほかは計画通り
2	スペアパーツの購入	計画通り
3	維持管理トレーニング	計画通り
4	従業員住宅と付属施設	計画通り
5	コンサルティング・サービス	インターナショナルコンサルタントの従事期間が工期の延長に伴い延長された。ローカル・コンサルタントの従事期間は計画通り

出所：JICA 審査時資料および WBPDCI 提供資料

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

本事業の総事業費は 43,443 百万円の計画（外貨 15,903 百万円、内貨 27,540 百万円）であったが、実績は 41,202 百万円（外貨 13,542 百万円、内貨 27,660 百万円）であり、事業費は計画内に収まった（計画比 95%）。円借款の計画は 36,771 百万円、実績は 36,604 百万円であった。事業費が計画をわずかに下回ったのは効果的な競争入札の結果である。

表 12 事業費の計画と実績

単位：百万円

項目	外貨		内貨			総事業費	
	外貨合計	うち円借款	内貨合計	うち円借款	うちインド政府支出	総事業費	うち円借款
計画	15,903	15,903	27,540	20,868	6,672	43,443	36,771
実績	13,542	13,542	27,660	23,062	4,598	41,202	36,604
差異	▲2,361	▲2,361	120	2,194	▲2,074	▲2,241	▲167
差異 (%)	▲15%	▲15%	0%	11%	▲31%	▲5%	▲1%

出所：JICA 審査時資料および WBPDCI 提供資料

3.4.2.2 事業期間

事業期間は計画が 60 か月、実績が 82 か月であり、計画を上回った(137%)。計画では、4 号機・5 号機の操業開始はそれぞれ 2007 年 7 月と 2007 年 10 月であったが、実際の操業開始は、それぞれ 2009 年 3 月と 2009 年 6 月になり、いずれも 21 か月の遅延となった。4 号機については、ボイラー点火までに約 5 か月、同期化までにさらに 4 か月、それ以後操業開始までに約 1 年の遅れがあった。5 号機についてはボイラー点火までに約 12 か月、同期化までにさらに 6 か月、それ以降操業開始までに約 3 か月の遅れがあった。ボイラー設備供給および土木・据え付け工事のコントラクター

であったインド国営重電機メーカーが当時、他にもさまざまな事業を平行して実施していたため多忙であり、工事の各段階において、部品の調達が遅れたり、人員配置が不十分であったりしたことが遅延の主な理由である。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

本事業の計画時に、発電電力の販売収入を便益とし、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）を計算したところ、10.4%であった。事後評価において同様の条件で FIRR を再計算したところ、9.3%であった。審査時の想定に比べて燃料費の実績が高く、また年々費用が増加していることが審査時の値を若干下回った主な理由であった。

また本事業の計画時に、誘発効果（安定した電力供給を受けることにより新たに発生する需要分について支払意思額をもとに算出）と、代替効果（電力需要の不安定さのため、多くの電力消費者は割高な自家発電を行っているが、本事業がかかる自家発電に代替することにより得られる便益）を本事業の便益とし、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 年として経済的内部収益率（EIRR）を計算したところ、28.8%であった。事後評価において同様の条件で EIRR を再計算したところ、23.7%であった。FIRR と同様に、審査時の想定に比べて燃料費の実績が高く、また年々費用が増加していることが、EIRR が審査時の値を若干下回った主な理由であった。

以上より、本事業はほぼ計画通りのアウトプットが達成されており、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。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

4・5 号機を含む当発電所の運営・維持管理は、WBPDCL 本部の管理下で、バクレスフル火力発電所長が責任を持って実施している。同発電所には、合計 781 名の職員が配置されている。オペレーション・ルームには、4・5 号機専属にそれぞれ約 40 名の技術者が配置されている。そのほか、管理職、石炭運搬や電気機器の操作など、発電所の各施設の

運営・維持管理の担当職員、および、発電所に付属する学校・医療施設の職員などがあるが、これら職員は 4・5 号機のみでなく、発電所の運営・維持管理全体に係わる業務を担当している。現在、18 件の契約により機器のメンテナンスを外部委託しており、



4 号機のオペレーション・ルーム

また、タービンやボイラーなど一部の機器については製造業者に総点検と修理を依頼している。また、WBPDCCL は州電力規制委員会の承認のもと、2012 年度内に技術者を含む人員増強を図る計画であり、現在、採用のプロセスを進めている。当発電所も IT や運営効率技術の能力増強を図るべく、人員増加が予定されている。

3.5.2 運営・維持管理の技術

当発電所では、所長をはじめ幹部職員のほとんどは、1 号機の操業以来、同発電所に勤務しており、発電所の運営・維持管理に 20 年以上の経験をもつベテランの技術者が多い。WBPDCCL は、4・5 号機の操業のために、他発電所よりエンジニアを移動させ、また新規採用も行った。

マニュアルについては、各施設の製造・納入業者が作成したものを使用している。本事業実施中には施設の製造・納入業者により、納入施設の運営・維持管理および安全管理に関する技術訓練が実施された。また同発電所に新規に配属された技術者やテクニシャンには、当発電所に併設されているシミュレーション訓練施設でのトレーニングや、実地訓練（OJT）により技術移転を行っている。

このように 4・5 号機を含む当発電所には現在、施設の運営・維持管理に必要な数の技術者が配置されており、その技術レベルも十分であり、技術的な問題も起こっていない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

表 13 が示すように、WBPDCCL の収支は近年一貫して黒字であり、売り上げも伸びていることから、経営状況は良好といえる。なお、西ベンガル州電力規制委員会は、定期的に官報を発行し、電力料金やコストを規定したうえ、それらが現状に見合ったものになるよう年度末に調整を行っている。この、同委員会から WBPDCCL への調整額の支払いが翌年度になることがあり、それが年度ごとに WBPDCCL の純利益額が変動する要因となっている。

表 13 WBDCL の財務情報

単位: 1,000 万ルピー

項目	年度				
	2007	2008	2009	2010	2011
総収入	2,837.34	3,548.32	5,242.63	5,889.44	7,240.22
総支出	2,407.09	3,118.33	4,357.96	4,937.92	5,807.82
税引き支払利息減価償却前総利益	430.25	429.99	884.67	951.52	1,432.40
支払利息	84.47	161.98	468.38	473.00	560.05
減価償却前当期利益	345.78	268.01	416.29	478.52	872.35
減価償却前利益	139.06	135.78	388.15	381.15	396.93
税引き前当期純利益	206.72	132.23	28.14	97.37	475.42
税金	23.88	15.44	4.78	19.41	95.13
当期純利益	182.86	116.79	23.36	77.96	380.30
緊急事態用準備金	25.00	12.56	12.56	12.56	39.18
計画配当額	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00
計画配当税	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
前年度繰越金	321.41	473.42	577.64	588.44	653.84
期末における準備金および剰余金	473.42	577.64	588.44	653.84	994.96
営業利益率	15%	12%	17%	16%	20%

出所: WBDCL 年次報告書(2011、2010、2009、2008 年度版)

当発電所の運営・維持管理費用の承認実績額は、2009 年度は 7 億 1000 万ルピー¹²、2010 年度は 9 億 7300 万ルピー、2011 年度は 11 億 6900 万ルピーであった¹³。運営・維持管理費用の承認実績が毎年増額しているのは、人件費や燃料代の高騰が原因である。また、これら運営・維持管理費用に人件費、借入利子返済、減価償却費、保険料、税金などを加え、その他の収入を引いた発電所の総運営費の 2010 年度の承認実績額は、約 70 億ルピーであった¹⁴。

同州では、同州の電力規制委員会が、現状の発電コストや人件費を考慮して、年度ごとに各発電所の運営予算額を設定し、その後、WBDCL が実際のコストを申告、それを受けて同委員会が支出を承認・補填する、という仕組みをとっている。なお現在、燃料やスเปアパーツの購入に関しても問題はおこっていない。

以上のように、WBDCL の財務状況は良好であること、同発電所には必要な予算手当がなされていること、人件費や燃料代の高騰を考慮した増額も年々承認されていることから、同発電所の運営・維持管理の財務に関して特に問題は見られない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

有効性の項で記したように、本事業で建設された 4・5 号機は、設備利用率、設備稼

¹² 4 号機は 2009 年 3 月に、5 号機は 2009 年 6 月に操業開始したため、2009 年 5 月までは 1~4 号機のための費用実績である。

¹³ 出所: WBDCL 提供資料。

¹⁴ Annexure-3B, Order of the West Bengal Electricity Regulatory Commission, In Case No. APR-27/11-12, In re the application of the WBDCL for annual performance review of the financial year 2010-2011.

働率ともに良好であり、目標を上回る送電端電力量を維持していることから、操業状況は効率的かつ良好といえる。

当発電所では、ソフトウェアによるオンライン施設点検・維持管理・在庫管理情報システムを採用しており、メンテナンス作業のパフォーマンスとスペアパーツの在庫管理の最適化が図られている。同システムにより、点検・メンテナンスの必要な項目・作業内容がリストアップされ、各課に指示が出され、各部では作業結果をインプットすることにより進捗管理が実施されている。

また、システム・コントロールルームでは、施設の運営に係わる各種の指標がリアルタイムで表示され、職員がこれを 24 時間体制でモニタリングしている。それに加えて、発電量その他の主な指標が、発電所の各地に設置されたパネルにも表示される。これは、経営幹部が重要な指標を常時モニタリングし、必要な判断を下すためのものである。

当発電所の燃料である石炭は、ベンガルエムタ（Bengal Emta）露天掘炭鉱から供給される石炭を主に利用している。石炭の質は、品質を一定にすべく、供給先が同炭鉱で採掘される石炭に輸入石炭や水洗炭を混ぜて調整しており、現在のところ、発電所全体のパフォーマンスに支障をきたすような問題はない。発電用水は、計画どおり、15km 離れたティルパラ貯水池および 3km 離れたバクレシュワール貯水池の水を利用しており、水量や水質の問題は起こっていない。

現在、4・5 号機の運営・維持管理に関する課題としては、冷却ファンのギアボックスの振動と高圧給水ヒーターのチューブの水漏れが挙げられる。冷却ファンのギアボックスの振動は操業当初からあったが、現在は収まりつつあり、常時のモニタリングと適時のメンテナンスの実施により対処している。

高圧給水ヒーターのチューブの水漏れは、4 号機は操業当初から、5 号機は 2012 年 7 月から断続的に起こっているが、高圧給水ヒーターのドレンドレレベル¹⁵、および、給水ポンプの吐出流量¹⁶のモニタリングをし、早期発見に努めており、また漏れが発見された際は見逃しのない対応を実施している。このようなことから、漏れが事故につながる可能性はきわめて低い。また WBPDCCL は今後、止栓数が全チューブ数の約 10%以上になった際には、熱効率が低下するので、ヒーターチューブ全体を交換する計画である。なお、これらの不具合の原因を特定すべく、現在、当該設備の製造会社が調査中である。

このように、運営・維持管理の体制、技術、財務状況ともに良好であり、施設の一部に若干の不具合はあるものの、早期発見のための点検と確実な対応がなされていることから、特段の問題は認められず、本事業によって発現した効果の持続性は高いと

¹⁵ 給水ヒーターの胴体にたまる水の水位のこと。

¹⁶ 高圧給水加熱器のチューブの水漏れが発生すると給水ポンプの吐出流量が増えるため、これを監視することで水漏れの早期発見が可能になる。

いえる。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、インド東部西ベンガル州において、バクreshuワール石炭火力発電所の 4・5 号機を増設することにより電力需要の急増への対処及び電力の安定供給を図り、もって同州の産業活性化、雇用拡大、地域住民の生活改善に寄与することを目的として実施された。この目的はインドの開発政策、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。また、本事業で建設された施設の最大出力、設備利用率、設備稼働率のいずれも、計画を上回る実績を保っており、同施設は効果的に運用されている。同州では電力消費者数、消費電力量、電化村落数のいずれも増加し続けているが、本事業完了後は、停電やピーク時の電力需給ギャップの解消など、電力事情の改善がはかられており、本事業は同州の電力の安定供給に貢献していると考えられる。これらのことから有効性は高い。

本事業は計画通りのアウトプットが達成されており、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。

本事業で建設された施設の運営・維持管理の体制、技術、財務状況、運営・維持管理の状況ともに良好であり、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本プロジェクト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

WBPDC は、当発電所の石炭灰の 100%再利用、および CSR の一環としての地元住民への教育機会の提供や、環境モニタリング結果などを他の電力会社とも共有すべく、ウェブサイト等により情報提供を行うことが一案である。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

特になし。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	(a) タービン発電機 2 基 (210MWx2)、ボイラーおよび付随の補助装置の設置と土木工事 (b) スペアパーツの購入 (c) 維持管理トレーニング (d) タウンシップとコロニー (e) コンサルティング・サービス	灰捨場の新設がキャンセルされたこと、インターナショナルコンサルタントの従事期間が延長されたこと以外は計画どおり
① 期間	2003 年 3 月～2008 年 3 月 (60 か月)	2003年3月～2009年12月 (82か月)
③事業費		
外貨	15,903百万円	13,542百万円
内貨	27,540百万円 (11,241百万ルピー)	27,660百万円 (11,348百万ルピー)
合計	43,443百万円	41,202百万円
うち円借款分	36,771百万円	36,604百万円
換算レート	1ルピー＝ 2.45円 (2002年9月現在)	1ルピー＝ 2.43円 (2004年3月～2011年3月平均)

以 上

インド

ラジャスタン州植林・生物多様性保全事業

外部評価者：国際航業株式会社 大石 美佐

0. 要旨

本事業は、インド・ラジャスタン州において、地域住民の積極的な参加による植林事業、生物多様性保全事業を通じて、地域社会の自然環境、社会経済状況の改善に資するために計画された。国及び州政府は、審査時、事後評価時ともに国土面積の三分の一の森林化を目指し、積極的な森林政策を取っており、開発政策と合致している。また、事業対象地域には、森林資源に依存している貧困世帯の集住も見られ、貧困世帯を含む住民の参加を通じた植林事業、生物多様性保全事業に対するニーズは高い。また、日本の援助政策とも合致しており、本事業の妥当性は高い。本事業では、自然環境の改善、土壌保全、森林削減圧力軽減、生活水準の向上など計画通りの効果、正のインパクトの発現が確認されており、有効性も高い。一方、効率性に関しては、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、中程度となった。また、持続性に関しては、ラジャスタン州森林局は、適切な運営維持管理体制、技術力、財務力を備えていると考えられ、実際の維持管理状況も良好な状態にあることより、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本プロジェクトの評価は非常に高いといえる。

1. 案件の概要



プロジェクト位置図



植林活動の様子（2005 年）

1.1 事業の背景

インド・ラジャスタン州の森林被覆率は、審査当時、州面積の 4.62%であり、全国平均の 20.64%と比しても極めて低い状況にあった¹。広大なインドにおいては、州に

¹ 森林被覆率の情報は、森林環境省の調査機関である Forestry Survey of India の発行する State of Forestry Report 2003 による。

より気候や地形が著しく違うため一概には言えないものの、一般的に、森林減少の原因は、人口増加に伴う食料確保のため森林が農地に転用されたこと、また、商業用伐採や過放牧が行われてきたことといわれている。加えて、生物多様性の観点からは、森林資源の喪失が大きな脅威であることが広く認められている。事業対象地域は、ラジャスタン州内のアラバリ山地地域 16 県とインディラ・ガンジー運河流域地域 2 県の計 18 県である²。アラバリ山地地域は、数百メートルに及ぶ山系と岩がちな高地によって構成されており、森林の減少や生物多様性の喪失が問題となっている。一方、パキスタンとの国境沿いのインディラ・ガンジー運河流域では、砂漠化が急速に進行し、農地などの住民の生活基盤が影響を受けている。

また、ラジャスタン州に生活する住民の生活水準は極めて低く、審査当時、州平均で約 40% が貧困層であったこと、また、貧困層の多くが指定カースト・部族に属しており、事業対象地域であるアラバリ山地地域にも集住が見られることなどが知られていた。これらの地域では、貧困世帯の多くが森林資源に依存し、生活を営んでおり、森林資源の減少は彼らの生活そのものを脅かしている。このような状況のもと、住民の参加を通じた植林事業、生物多様性保全事業は喫緊の課題であった。

1.2 事業概要

ラジャスタン州のアラバリ山地地域の 16 県、インディラ・ガンジー運河流域地域の 2 県、合計 18 県を対象に、地域住民の積極的な参加による植林、土壌保全及び水源涵養作業³を通じて、(i)アラバリ山地地域の砂漠化を防止、及び生態状況の改善を図り、(ii)運河、道路などのインフラストラクチャーを保護し、(iii)州内の生物多様性を改善し、(iv)燃料や飼料といった林産物の供給能力の強化を図り、雇用機会を創出し、もって地域住民の社会経済状況の改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	9,054 百万円 / 8,625 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2003 年 3 月 / 2003 年 3 月
借款契約条件	金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド
借入人／実施機関	インド大統領 / ラジャスタン州森林局
貸付完了	2010 年 8 月
本体契約	なし

² （アラバリ山地地域）アジメール、アルワール、バンスワラ、ビルワラ、ブンディ、チットルガル、ダウサ、ダンガルプル、ジャイプール、パリ、ラジュスマンド、サワイマドプル、シカル、シロシ、トンク、ウダイプル；（インディラ・ガンジー運河流域地域）ピカネール、ジャイサルメールである。詳しくは、図 1 本事業対象 18 県を参照のこと。

³ 本事業では、チェックダムやアニカットの建設が行われた。チェックダムとは、水流にコンクリートの堰をもうけて貯水する簡易ダムのことである。また、アニカットは、希少な降雨を最大限利用するために、水流に堰をもうけて貯水し、野生動物や家畜の水飲み場とするものである。通常、チェックダムやアニカットの周辺では、土地の保水力が高まり緑化が進む等の効果が現れる。

コンサルタント契約	なし
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等（if any）	F/S（ラジャスタン州森林局）
関連事業（if any）	・ インディラ・ガンジー運河流域植林開発事業（円借款事業、1991 年） ・ アラバリ山地植林事業（円借款事業、1992 年） ・ ラジャスタン州植林開発事業（円借款事業、1995 年）



図 1 本事業対象 18 県(図内のハイライト部分)

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

大石 美佐（国際航業株式会社）

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：2012 年 9 月～2013 年 7 月

現地調査：2012 年 12 月 1 日～12 月 15 日、2013 年 3 月 10 日～3 月 13 日

受益者調査：2012 年 12 月

2.3 評価の制約

本評価における現地踏査と受益者調査⁴の対象地域は、調査時間やアクセスの制約に鑑みるとともに、異なる気候・植生をもつ地域、より多くの活動を実施している地域を視察できるように、実施機関とも協議を行い、事業対象 18 県からシカール県、ジャイプール県、ウダイプール県の 3 県を選定した。加えて、事業効果の検証に際しては、プロジェクトで実施したベースライン調査とポスト・プロジェクト調査⁵の結果も参考とした。受益者調査、ベースライン調査、ポスト・プロジェクト調査ともに、調査対象県・村は、事業効果の有無、またその効果発生のメカニズムを検証することを主目的に選定されており、必ずしも母集団である対象 18 県の全村落を代表するサンプルとはなっていない。よって、これらの県での調査結果が、その他の対象県・村に当てはまるとは限らない。

3. 評価結果（レーティング：A⁶）

3.1 妥当性（レーティング：③⁷）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査当時、インド政府は、『第 10 次 5 カ年計画（2002 年～2007 年）』において、環境と経済・社会開発の両立に留意した持続的開発の推進を目標の一つに掲げていた。その上で、国内の森林被覆率を現状の 19%から 2007 年に 25%、2012 年には 33%まで増加させ、5 カ年で 750 万 ha（1 年に 150 万 ha）にわたり植林すること、及び劣化林を回復させることを目標としていた。また、事後評価時においても、『第 11 次 5 カ年計画（2007 年～2012 年）』において、より包含的な成長（Inclusive Growth）

⁴受益者調査の概要は下記の通りである。

調査対象地： シカール県ダグラ村、ジャイプール県ジャバル村、バルワラ村、ウダイプール県ガオンラパ村、スラジガル村の合計 5 村

調査時期： 2012 年 12 月

調査手法： フォーカス・グループ・ディスカッションと各村 10 世帯（全 50 世帯）での個別インタビュー調査を実施した。

調査の目的と対象地の選定に係る考え方：

本事業では、植林活動や生物多様性保全活動に関しても、気候や地質、植生により、複数の植林モデルの実施あるいは複数の水源涵養施設の建設等が行われている。加えて、自助グループも多く組織されており、それぞれが異なる代替所得創出活動に取り組んでいるなど、本事業の活動の種類は多岐にわたる。本受益者調査は、出来るだけ多くの活動において、受益者の満足度や活動実施前後での生活の変化等を測ることを目的に実施された。また、調査対象地に関しては、実施機関とも協議を行い、気候、地質、植生と活動の種類・内容に鑑み、より多くの活動が視察・調査出来るように選定した。

⁵ ベースライン調査は 2005 年 7 月に、またポストプロジェクト調査は 2010 年 2 月に、本事業の実質的效果が発現する前の状況と発現した後の状況を比較し、事業効果を計測するため、チットルガル県、サワイマドプール県、バンスワラ県、ダンガルプル県、ウダイプール県、ピカネール県の各県 4 村、合計 24 村で実施された調査である。調査項目は、土地の利用形態、農業生産量や作付体系、エネルギー消費、家計水準、雇用状況等多岐に渡る。また、調査対象県・村に関しては、実施機関と協議の上、気候、地質、植生と活動の種類・内容に鑑み、決定されている。

⁶ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁷ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

を目指しており、所得向上や貧困削減、教育、健康等と並んで環境保全を国が取り組むべき重要課題の一つに掲げるとともに、森林セクターに関しては 1988 年に策定された『88 年国家森林政策 (National Forest Policy 88)』で示されている国土面積の三分の一の森林化を目標としている。また、ラジャスタン州では、同じく『88 年国家森林政策』にのっとり『2010 年ラジャスタン州森林政策(Rajasthan State Forest Policy 2010)』が策定されており、「住民の積極的な参加により、森林資源を保護し、かつ生態系保全を行う。」など 12 の目標が設定されている。

生物多様性に係る政策としては、『国家野生動物計画 (National Wildlife Action Plan)』が 1983 年に初めて採択されている。また、2002 年には『野生動物保護戦略 (Wildlife Conservation Strategy)』を発表し、野生動物保護及び森林保全を国家の優先事項として位置づけ、総合的な取り組みを推進してきた。またその後、『国家野生動物行動計画』は、2002 年に『新国家野生動物行動計画 (2002-2016)』として改定され、審査時、事後評価時ともに、国及び州政府は同計画のもと生物多様性の保護を進めている。このように、審査時、事後評価時ともに、本事業の目的は、インドの森林政策及び生物多様性政策と整合的であったといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

事業の背景でも述べたように、インド・ラジャスタン州の森林被覆率は、審査当時、州面積の 4.62%であり、全国平均の 20.64%と比しても極めて低い状況にあった。また、当時よりラジャスタン州に生活する住民の生活水準は極めて低く、州平均で約 40%が貧困層であった。貧困層の多くが指定カースト・部族に属しており、事業対象地域であるアラバリ山地地域にも集住が見られる。これらの地域では、現金収入の不足から、森林伐採などを繰り返し森林の荒廃が進行してきたとされる。

事後評価時においても、国の森林被覆率が 21.05%のところ、ラジャスタン州の森林被覆率は、州面積の 4.70%と大きく改善するには至っていない⁸。

また、実際に事業が実施されたアラバリ山地地域の 16 県、インディラ・ガンジー運河流域地域の 2 県の計 18 県においても、指定カースト・部族等⁹の貧困世帯の多くが森林資源に依存し生活を営んでおり、森林資源の減少は彼らの生活そのものを脅かしている。このような状況のもと、森林資源に依存している住民の参加を通じた植林事業、生物多様性保全事業を実施し、森林資源の持続的利用を確立することが必要となっている。従って、審査時・事後評価時点共に、住民参加型の植林事業、生物多様性保全事業による地域住民の生計向上の必要性は高い。

⁸森林被覆率の情報は、森林環境省の調査機関である Forestry Survey of India の発行する State of Forestry Report 2011 による。

⁹ アラバリ山地地域は、部族地帯 (tribal belt) と呼ばれ指定部族の集住がよく知られているが、ジャイプール周辺やインディラ・ガンジー運河地域では、指定カーストに加え、その他の後進諸階級(Other Backward Classes)に指定されるカーストに属する人々も多い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時の「海外経済協力業務実施方針（平成 14 年）」では、その重点分野として、貧困削減への対応の強化や環境改善・公害防止への支援等が掲げられており、中でも対インド支援の重点分野は貧困層への裨益とされていた。また、平成 18 年 5 月に策定された「対インド国別援助計画」（外務省）では、貧困・環境問題の改善が重点分野の一つとして挙げられており、特に、森林セクターに関しては、多くの貧困層や社会的弱者が依存しており、森林の劣化がその生計にも大きく影響するとした上で、そのことに留意しつつ、住民参加型植林の推進、周辺住民の代替収入源の確保等が重要になると示されている。本事業は、参加型の植林事業や生物多様性保全活動による森林資源・生物多様性の回復を道筋として地域住民の社会経済状況の改善に寄与することを目的としており、日本の援助政策との整合性は高いといえる。

以上より、本事業の実施はインド及びラジャスタン州の開発政策、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 有効性¹⁰（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）¹¹

3.2.1.1 運用指標

本事業では、表 1 の通り 5 つの運用指標が設定されており、指標の達成状況は良好である。

表 1: 運用指標

指標名	目標値	実績 (2008 年)
(i) プロジェクトによって増強された苗木の供給能力 ¹² （百万本/年）	1.8	4.0
(ii) 苗木生産本数 ¹³ （百万本）	74.30	84.14
(iii) 植林面積（ha）	123,967	123,967
(iv) 樹木の生存（活着）率（％）		
アラバリ山地地域	45	全植林モデル で 80 以上 ¹⁾
インディラ・ガンジー運河流域地域	70	
(v) 住民組織 ²⁾ の活動実績（箇所）	997	1,012

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

1) 本事業の植林活動の詳細及び植林モデルについては、表 2、表 3 を参照のこと。

2) 植林事業が実施されている村で設立される森林保護委員会のことである。全世帯から少なくとも 1 人がメンバーとして委員会に出席することになっている。

¹⁰ 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。

¹¹ 植林面積・生存率は効果指標とも解釈しうるが、本セクションでは審査時通りに運用・効果指標を記載している。

¹² 本事業では、18 箇所の新規種苗場の整備、30 箇所の既存種苗場の改善を通じて、森林局の苗木供給能力を向上させることを計画していた。本指標では、それらの活動によって増強された種苗場の年間当りの苗木の供給能力（量）が測られる。

¹³ 本指標では、森林局が保有する全種苗場（本事業で整備・改善された種苗場を含む）で、プロジェクト期間中に生産される苗木量が計測される。

運用指標のうち、(i) プロジェクトによって増強された苗木の供給能力と (ii) 苗木生産本数に関しては、実績が目標値を上回っている。その理由としては、プロジェクトでは、新しく 18 箇所の種苗場が整備されるとともに、38 の既存の種苗場が改善されているが、新しく整備された 18 箇所の種苗場は、ビニールハウスを利用した今までにない高度な種苗場であり、一年中苗木の供給が出来るタイプのものである点、また、既存の種苗場については、ターゲットが 30 箇所のところ、38 箇所の整備を行った点が挙げられる。新しいタイプの種苗場の苗木供給能力が非常に高かったこと、また、目標以上の既存種苗場の整備を実施出来たことに加え、プロジェクト期間中は天候に恵まれ、十分な降雨があったことにより、苗木の供給能力、苗木生産本数ともに、目標を上回ることとなった。

また、(iii) 植林面積に関しては、アラバリ山地地域及びインディラ・ガンジー運河流域地域で、計画通りの 123,967ha の植林が実施されている¹⁴。

また、(iv) 樹木の生存率に関しては、実施機関は、外部機関に委託した調査の結果から 2009 年度のアラバリ山地地域及びインディラ・ガンジー運河流域地域の植林モデル別の樹木生存率を算出している¹⁵。2009 年度以降の生育状況に問題はなく、事後評価時現在の生存率も表 2 及び表 3 と同様とのことである。

表 2: 植林モデル別樹木生存率（アラバリ山地地域）

(単位：%)

植林モデル名	生存率
荒廃丘陵植林	88
劣化林植林(I)	84
劣化林植林(II)	80
村有地への燃材植林	86

(出所) LNC, Multi-Disciplinary Consultancy Organization, Raipur による調査報告書

表 3: 植林モデル別樹木生存率（インディラ・ガンジー運河流域地域）

(単位：%)

植林モデル名	生存率
運河沿い植林	90
砂丘定着植林	84
ブロック植林	91
牧草植林	80
水路沿い植林	90

(出所) VIKSAT, Vikram Sarabhai Centre for Development Interaction, Ahmedabad による調査報告書

運用指標 (v) 住民組織の活動実績も目標値を上回っている。住民組織の活動実績（箇所）とは住民組織である森林保護委員会（Village Forest Protection & Management

¹⁴ 農家林業に係る活動では、一般の農家に 20 百万の苗木販売があり、植林が行われている。しかしながら、それらの数多くの一般農家が実際に植林した面積については、追跡調査を実施することは現実的ではなく、把握されていない。

¹⁵ 同上の理由より、農家林業で植林された樹木の生存率は不明である。

Committee、以下 VFPMC という。) の設立数をさしており、目標より 15 多い VFPMC が設立されているが、その理由としては、近隣村で住民が植林事業からの便益を享受しているのを知り、自分たちの村でも植林事業を実施して欲しいと希望する村落があり、希望にこたえる形で活動を実施し、実績が目標を上回る結果となったためである。

3.2.1.2 効果指標

本事業では、審査時に先述 5 つの運用指標に加え、雇用者数を効果指標として設定していた。その目標値が 39 百万人・日のところ、プロジェクト終了時の実績は 30 百万人・日と、目標を 9 百万人・日下回った。雇用者数の実績は表 4 の通りである。

表 4: 指定カースト・部族及び男女別雇用者数実績

(単位: 人日)

		FY2003	FY2004	FY2005	FY2006	FY2007	Total	(%)
指定カースト	男性	365,790	767,941	885,302	649,246	361,871	3,030,150	-
	女性	413,598	899,507	992,701	831,522	376,307	3,513,635	-
	小計	779,388	1,667,448	1,878,003	1,480,768	738,178	6,543,785	22
指定部族	男性	1,106,389	2,165,344	2,227,080	1,901,986	1,032,898	8,433,697	-
	女性	815,737	1,597,519	1,790,775	1,467,798	769,630	6,441,459	-
	小計	1,922,126	3,762,863	4,017,855	3,369,784	1,802,528	14,875,156	49
その他	男性	591,913	1,167,188	1,297,771	1,004,552	577,619	4,639,043	-
	女性	502,941	1,087,624	1,260,597	836,185	479,240	4,166,587	-
	小計	1,094,854	2,254,812	2,558,368	1,840,737	1,056,859	8,805,630	29
合計	男性	2,064,092	4,100,473	4,410,153	3,555,784	1,972,388	16,102,890	53
	女性	1,732,276	3,584,650	4,044,073	3,135,505	1,625,177	14,121,681	47
	合計	3,796,368	7,685,123	8,454,226	6,691,289	3,597,565	30,224,571	-

(出所) 実施機関提供資料

実施機関によれば、必要な投入の大まかな割合は、植林作業においては、資機材 20%、労働力 80%であり、一方、水源涵養作業においては、その割合は 40%と 60%とのことである。このように主な作業においておおよその必要労働投入量の算出ができ、また、それに基づいて実際の労働投入が行われ、植林事業をはじめ、主要活動項目で目標値を達成している。それにも関わらず、雇用者数のみ目標に達していないというのは、主に、計画時の数字が過大に見積もられていたためではないかと考えているとのことであった。加えて、住民組織である VFPMC により放牧や伐採が行われていないかをお互いに監視すること (social fencing) も適切に実施されており、森林番 (Forest Guard) や家畜番 (Cattle Guard) の雇用が少なく済んだことも一因とのことであった。実施機関の説明は論理的であり、目標値に達しなかった理由としては、計画時の目標値の設定に問題が生じたことが主な原因である可能性が高いと考えられる。

3.2.2 定性的効果

審査時には、(i)自然環境改善（森林面積増大、生態系保全等）、(ii)土壌保全、(iii)治水能力向上、(iv)生活水準の向上、(v)雇用創出、(vi)森林削減圧力軽減、(vii)住民の意識改善の7つの定性的効果が想定されていた。

本事後評価においては、事後評価の一貫として実施した受益者調査に加えて、プロジェクトで実施したベースライン調査とポスト・プロジェクト調査の結果も参考に、下記の通り検証を行った。

(i) 自然環境改善

本事業において、123,967haの植林活動が実施されており、実際に森林面積の増大につながっている。また、生態系保全に関しては、プロジェクト終了時に実施されたポスト・プロジェクト調査や、本事後評価の受益者調査及び森林局職員への聞き取り調査より、住民や森林局職員は植林地や動物保護区において稀少動物（チンカラ等¹⁶）を見る機会が多くなったと回答している。

(ii) 土壌保全

(iii) 治水能力向上

ベースライン調査対象村で、プロジェクト終了時に実施されたポスト・プロジェクト調査では、土壌有機炭素量やpH値が計測されており、それによると、下表の通り、土壌の状態が改善されていることが明らかである¹⁷。治水効果そのものについての調査は実施されていないものの、植林された樹木が活着し土壌流出を防ぐという治水能力の向上につながることを考えれば、治水効果に関しても正の影響が想定される。

表 5: 土壌有機炭素量

県	(単位：%)	
	ベースライン調査 (2005 年)	ポスト・プロジェクト調査 (2010 年)
チットルガル	0.18	0.32
サワイマドプール	0.13	0.16
バンスワラ	0.24	0.32
ダンガルプル	0.17	0.21
ウダイプール	0.26	0.32
ビカネール	0.12	0.18

(出所) Post Project Baseline Survey (Impact Assessment) under Rajasthan Forestry and Biodiversity Project (2010)

¹⁶ チンカラはインドガゼルとも呼ばれ、インドやパキスタン、またイランの一部の草原や砂漠地帯に生息している。絶滅の危険に瀕している稀少動物である。

¹⁷ 土壌微生物が活動する良質の土壌には、動植物の死骸や残渣を主な供給源とする有機炭素が必要であるため、有機炭素含有量の増加は土壌の改善といえる。また、pH 値からは、アルカリ性に傾いた土壌 pH 値が中性に近くなっていることが分かる。アルカリ性土壌は、半乾燥地帯に多く、団粒構造が崩れ硬いという性質を持ち、同土壌では植物の生育も難しいとされているため、その中性化は土壌改善を意味する。

表 6: 土壌 pH 値

県	ベースライン調査 (2005 年)	ポスト・プロジェクト調査 (2010 年)
チットルガル	7.20	7.01
サワイマドプール	7.90	7.40
バンスワラ	7.10	7.02
ダンガルプル	7.04	7.02
ウダイプール	7.15	7.02
ビカネール	8.50	7.80

(出所) Post Project Baseline Survey (Impact Assessment) under Rajasthan Forestry and Biodiversity Project (2010)

なお、本事後評価の受益者調査においては、どのようなプロジェクト便益を得たかという点について調査をしている。シカル県ダグラ村では 10 人中 10 人が、ジャイプール県ジャバル村では 10 人中 8 人が、同じくジャイプール県バルワラ村では 10 人中 1 人が、プロジェクトの便益の一つとして土壌保全を挙げている。

(iv) 生活水準の向上

(v) 雇用創出

(vi) 森林削減圧力軽減

先述のベースライン調査とポスト・プロジェクト調査の比較や本事後評価の受益者調査からは、現金収入の変化は表 7、表 8 の通りである。ただし、両表はインフレ調整を行っていないため、同収入は増加したとは言い切れない。しかしながら、後述の通り、本事業の効果として得られる便益は現金収入のみではなく、森林副産物が少なからずあり、受益者調査から生活は改善したとの声が多く聞かれている。また、表 9 の通り、農業や酪農関連の経済活動も活発化していることも分かった。また、森林副産物が得られる中、森林保護委員会の活動も問題なく実施されていることからその森林削減圧力も軽減したことが想定される。

表 7: 貧困層世帯の平均年間収入

(単位: ルピー.)

県	ベースライン調査 (2005 年)	ポスト・プロジェクト調査 (2010 年)
チットルガル	10,780	15,450
サワイマドプール	12,942	15,651
バンスワラ	13,062	19,448
ダンガルプル	9,575	10,365
ウダイプール	9,870	10,550
ビカネール	15,688	17,841

(出所) Post Project Baseline Survey (Impact Assessment) under Rajasthan Forestry and Biodiversity Project (2010)

(注) インドでは、州ごとの農村消費者物価指数の推計が 2011 年より開始されたばかりであり、本事業期間の適切なデフレーターが存在しないことから、物価上

昇を考慮に入れた実質値の算出は行っておらず、平均年間収入は名目値となっている。

表 8: 非貧困層世帯の平均年間収入

(単位: ルピー.)

県	ベースライン調査 (2005 年)	ポスト・プロジェクト調査 (2010 年)
チットルガル	29,750	38,650
サワイマドプール	54,790	57,251
バンスワラ	19,489	25,986
ダンガルプル	24,600	26,500
ウダイプール	26,500	28,700
ビカネール	48,286	50,657

(出所) Post Project Baseline Survey (Impact Assessment) under Rajasthan Forestry and Biodiversity Project (2010)

(注) インドでは、州ごとの農村消費者物価指数の推計が 2011 年より開始されたばかりであり、本事業期間の適切なデフレーターが存在しないことから、物価上昇を考慮に入れた実質値の算出は行っておらず、平均年間収入は名目値となっている。

表 9: 農業収量及び酪農生産量の変化

	県名		チットルガル		サワイマドプール		バンスワラ		ダンガルプル		ウダイプール		ビカネール	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
平均収穫量 (100kg/ha)														
小麦	20.7	22.9	29	31	26.3	28.7	16.5	21.3	19.5	21.5	12.3	21.1		
豆類 (pulse)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	4.6
豆類 (gram)	10.5	11.3	9	12	13.3	14.6	9.1	11.5	7.5	7.9	6.8	9.2		
マスタード	12.9	14.2	10	12	-	-	5.1	7.5	6.5	7.6	-	-		
メイズ	21.5	23.2	7	8	15.0	15.9	13.1	13.5	16.5	17.8	-	-		
ヒエ	-	-	14	15	-	-	9.5	10.1	-	-	4.5	6.8		
キビ	-	-	11	13	-	-	11.7	12.3	6.3	7.2	2.0	4.5		
平均乳生産量 (l/day)	2.35	3.27	3.2	4.5	-	-	2.75	3.45	2.5	3.5	2.9	4.6		
乳牛	-	-	-	-	2.65	2.85	-	-	-	-	-	-		
水牛	-	-	-	-	3.50	4.65	-	-	-	-	-	-		
ヤギ	-	-	-	-	0.85	1.20	-	-	-	-	-	-		

(出所) Post Project Baseline Survey (Impact Assessment) under Rajasthan Forestry and Biodiversity Project (2010)

(注) 表中(a)はベースライン調査の結果を、(b)はポスト・プロジェクト調査の結果を指す。

また、受益者調査及び実施機関への聞き取りからは、以下の効果を認識していることが明らかとなった。

- ① 特用林産物 (Minor Forest Produce (以下、MFP という。)) からの便益: 植林地では燃材や牧草といった MFP の生産も増大している。この MFP の分配方法に関しては各地の VFPMC が独自に決定している。例えば、本事後評価で受益者調査を実施したジャイプール県ジャバール村では、雨季の約 2 ヶ月間、世帯当り一日約 25kg (one head load) の MFP の採集が許可されている。

(ジャバル村 VFPMC では、メンバー費を年間 50 ルピー徴収しているが、MFP の採集については料金を課していない。) 同村でのフォーカス・グループ・ディスカッション (Focus Group Discussion (以下、FGD という。)) では、「今までは家畜飼料を購入していたが、現在は、MFP の分配があるため、購入しなくて済んでおり、助かっている」という意見も聞かれている。また、表 9 の通り、ポスト・プロジェクト調査では、全 6 県において乳生産量が増加していることが示されている。

- ② 主要林産物の売却益: 現在までのところ、林産物市場での竹 (成林となるまで約 5 年) の売却が始まっている。主要林産物の売却益は森林局と VFPMC で折半される。
- ③ 植林事業あるいはその維持管理における直接的な雇用機会の増加: プロジェクト期間中は植林作業、生物多様性保全作業に伴う雇用、プロジェクト終了後は維持管理作業に伴う雇用が発生している。
- ④ 自助グループ (Self-help Group (以下、SHG という。)) による代替所得創出活動: SHG をつくって代替所得創出活動 (Income generating activities (以下、IGA という。)) を実施している地域においては、同活動が生計向上に貢献している。現在までに、1,428 の SHG が組織されており、小規模畜産事業や特用林産物加工等を行っている。
- ⑤ 農地の改善: 植林事業、水源涵養事業の効果として、土地の保水力の改善等が起り、間接的效果として農地が改善され、そのことが農業生産の向上につながっていることが想定される。表 9 の通り、ポスト・プロジェクト調査では、全 6 県において農業生産量が増加していることが示されている。

(vii) 住民の意識改善

住民は、植林活動や生物多様性保全活動への参加を通じて、自然環境を改善するとともに、生計水準の向上といった実質的な便益を実感していると考えられ、VFPMC の活動を通して、放牧や伐採が行われていないかをお互いに監視すること (social fencing) も適切に実施されており、また、実際にルールに反した放牧や伐採を行わないこともよく守られている。結果、森林保護委員会の活動も順調であることから、住民の植林事業、生物多様性保全活動への関心は十分に高まったといえる。このように、重要なステークホルダーとして義務や役割を果たし、かつ実際に事業からの便益を受けるという経験から住民の植林活動や生物多様性保全活動への参加意識は十分に改善されているといえる。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

審査時に想定された主なインパクトとしては、「地域の森林・生物多様性状況の改

善によってもたらされた社会経済状況の改善」が挙げられる。この点については、有効性の項目の「3.2.2 定性的効果」を参照のこと。

3.3.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

自然環境へのインパクトとしては、審査時には、一部、学術的に外来種に属するアカシア(学術名: *Acacia tortilis*)が、在来種であるアカシアとともに植樹されることに関し懸念がしめされていたが、実施機関によれば、同州においては何十年（正確な年数は不明）も前から本外来種が砂漠緑化のため植樹されているとのことであった。また、実際に、現地調査では在来種と共生が進んでおり、現段階では、生態系への負のインパクトが発生していないことが確認された。

加えて、審査時には、植林や水源涵養作業を通じて土地の保水力が高まり、地下水の水位が回復（上昇）することが本事業のインパクトの一つとして想定されていた。先述のベースライン調査とポスト・プロジェクト調査の比較や本事後評価の受益者調査から、表 10、表 11 の通り、実際に正のインパクトが発現していることが明らかとなった。

表 10: 地下水位の変化（地表からの深さ）

(単位: フィート¹⁸)

県	ベースライン調査 (2005 年)	ポスト・プロジェクト調査 (2010 年)
チットルガル	145	117
サワイマドプール	93	89
バンスワラ	220	187
ダンガルプル	160	155
ウダイプール	83	80
ビカネール	128	124

(出所) Post Project Baseline Survey (Impact Assessment) under Rajasthan Forestry and Biodiversity Project (2010)

(注) 参加型農村調査手法により、参加者に地下水位について質問しており、参加者は村内にあるいくつかの村落所有の井戸や個人所有の井戸の水位の変化について回答を寄せている。

表 11: 地下水位の回復（上昇）

(単位: フィート)

県	村	フィート
シカール	ダグラ	約 10
ジャイプール	ジャバール	-
ジャイプール	バルワラ	約 25
ウダイプール	ガオンラパ	約 7-8
ウダイプール	スラジガル	約 10

(出所) 受益者調査

(注) FGD で、参加者に地下水位の回復（上昇）について質問しており、参加

¹⁸ 1 フィートは約 0.3 メートルである。

者は村内にあるいくつかの村落所有の井戸や個人所有の井戸の水位の変化について回答を寄せている。ジャバール村で実施した FGD からは、参加者が地下水位の変化について定量的な知見を持っていなかったため、同様の情報は得られなかった。

2) 住民移転・用地取得

本事業においては、住民移転及び用地取得は発生していない。

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

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業のアウトプットは、①植林事業、②共同森林経営促進活動、③生物多様性保全活動、④訓練・研修事業の4つのコンポーネントで構成されている。一部、生物多様性保全活動や訓練・研修事業において審査時の計画に達していない項目があるものの、多くの項目、特に本事業の中核を成す植林事業において計画を上回る実績を達成していることは特筆に値する。

コンポーネント毎の実績は、下記の通りである。

① 植林事業

(i) アラバリ山地地域の植林、(ii) インディラ・ガンジー運河地域の植林、(iii) 農家植林が計画どおりの実績を挙げている。詳細は下記の通り。

(i) アラバリ山地地域

表 12: アラバリ山地地域の植林計画と実績

(単位：ha)

植林モデル名	計画	実績
荒廃丘陵植林	3,000	3,000
劣化林植林	85,000	85,000
村有地への燃材植林	5,000	5,000
竹林造成	20,000	20,000

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

(ii) インディラ・ガンジー運河地域

表 13: インディラ・ガンジー運河地域の植林計画と実績

(単位：ha)

植林モデル名	計画	実績
運河沿い植林	*5,000	*5,000
ブロック植林	1,200	1,200
砂丘定着植林	3,000	3,000
水路沿い植林	1,000	1,000
牧草植林	2,000	2,000

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

(注) *単位は RKM=Running km の略で、3RKM がほぼ 1ha にあたる。

(iii) 農家林業

表 14: 農家林業の計画と実績

(単位: 百万本)

	計画	実績
苗木販売	20	
2008 年 3 月末迄		16
2008 年 4 月～2010 年 6 月		4
合計		20

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

農家林業に係る活動として、審査時に設定されたプロジェクト終了時期である 2008 年 3 月末までに、16 百万の苗木が販売された。その後、同活動と生物公園の改修・建設事業の遅れから事業期間が 2010 年 6 月まで延長されており、それに伴い、苗木販売活動を続け合計 20 百万の販売を達成した。目標達成までに時間を要した理由としては、苗木の育成に時間がかかり、販売活動が本格化したのは事業開始 3 年目であったことが挙げられる。

② 共同森林経営促進活動

共同森林経営促進活動として、下記の通り、(i) 代替所得創出活動、(ii) 村落共同ファンド設立、(iii) 小規模インフラ支援が実施された。

(i) 代替所得創出活動

VFPMC メンバーの中から希望者を募り、SHG を設立し、本事業から提供される SHG 当り 2 万ルピーを元手に代替所得創出活動 (IGA) を行うというものである。現在までに 1,428 の SHG が組織されている。IGA の内容としては、小規模畜産事業や小規模林産物加工等が多い。

(ii) 村落共同ファンド設立

村落共同ファンド (以下、Corpus Fund という。) が、VFPMC 毎に設立されており、基本的には VFPMC 当り 10 万ルピー割当てられる同基金の利子分を利用して、植林事業等の維持管理を行うことになっている。2011 年 3 月 31 日時点での基金総資産 (全ての VFPMC のもつ Corpus Fund の総額) は、利子増加分を含めて 123.62 百万ルピーであった。現在までに、1,012 の VFPMC が設立され、設立された Corpus Fund の数も同数に上る。

(iii) 小規模インフラ支援

対象村の積極的な参加を促すためのエントリー・ポイント活動とし、VFPMC と森林局職員が共同で作成したマイクロプランに基づき、ほぼ全ての対象村落で実施され

ている¹⁹。例としては、共用水タンクの設置、ため池建設、集会所の建設、バス停の建設、水飲み場の整備等があげられる。

③ 生物多様性保全活動

生物多様性保全活動に係る計画と実績は、下記の通りである。水源涵養作業と動物保護区の修繕に関しては、計画通りあるいはそれ以上の実績を上げているものの、生物公園の改修、エコ・ツーリズム地区の保全に関しては、計画を下回る結果となった。

表 15: 生物多様性保全活動の計画と実績

活動項目	計画	実績
水源涵養作業(箇所)	2,283	2,599
動物保護区の修繕(ha)	1,600	1,600
生物公園の改修(箇所)	2	2 (フェーズ 2 にて 継続中)
エコ・ツーリズム地区の保全(ha)	500	400

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

生物公園の改修に関しては、以下の項目において、当初予定していたより時間がかかり、現在、本事業の後継プロジェクトである「ラジャスタン州植林・生物多様性保全事業（フェーズ 2）（Rajasthan Forestry and Biodiversity Project Phase II）」（円借款）に引継いで、建設中である。実施機関としては、遅くとも 2014 年 12 月の開園を目指している。

- (i) Central Zoo Authority（以下、CZA という。）への認可申請、CZA の指示による設計の変更、認可の再申請等のプロセス
- (ii) 生物公園の設計に精通したコンサルタントの雇用
- (iii) コントラクターの雇用

エコ・ツーリズム地区の保全に関しては、対象地区を設定するに先立ち、World Wide Fund for Nature, India に調査を委託し、提言を依頼している。その調査の結果、エコ・ツーリズム地区として保全・整備が必要と提案された地区の面積は 400ha であったため、400ha を対象に活動を実施した。遊歩道の整備やキャンプ場の整備が実施されており、一般客の利用が始まったところである。

④ 訓練・研修事業

訓練・研修事業の計画と実績は下表の通りである。

¹⁹事後評価時の受益者調査からは、先行の植林事業により村落内のインフラの整備が終わっており、追加的なインフラ支援が必要のない村があったことが分かっている。

表 16: 訓練・研修事業の計画と実績

(単位: 人)

研修の種類 (対象者別)	計画	実績
VFPMC メンバー	12,500	21,441
地域リーダー	4,500	7,251
農家・長老	14,000	15,036
森林番・家畜番	1,020	4,229
森林技官	370	378
森林局上級職員 (国内研修)	165	5
森林局上級職員 (海外研修)	10	0

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

事業の進展とともに本事業に対する関心も高まり、多くの研修において、当初想定した以上の参加者があったため、実績が計画を上回っている。本事業で実施した受益者調査からは、VFPMC の役員やメンバーは、植樹技術や竹林伐採技術等についての研修などに参加し、実践的な知識を身につけていることが明らかとなった。また、他村の植林事業の見学 (スタディ・ツアー) も実施されており、情報交換の機会となっている。

一方、州政府森林局上級職員を対象とした研修事業に関しては、当時の州政府の緊縮財政措置の影響で、海外及び国内研修への参加が許可されない状況にあったため、審査時に設定された計画値に達しなかった²⁰。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

事業費の審査時計画は、10,830 百万円 (うち借款対象 9,054 百万円) であったのに対し、実績は 10,058 百万円 (うち借款対象 8,318 百万円) であり、計画比 93% となった。実際の事業費は、下表の通りである。

表 17: 事業費の計画及び実績

項目	計画			実績		
	1Rs.=2.45Y (2002 年 9 月)			1Rs.=2.40Y (2003 年 4 月～2010 年 9 月平均)		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
	百万円	百万ルピー	百万円	百万円	百万ルピー	百万円
1.植林	0	2,221	5,441	0	2,344	5,626
2.共同森林経営促進活動	0	336	823	0	319	766
3.生物多様性保全	0	288	707	0	375	900
4.啓蒙活動	0	27	66	0	15	36
5.研修	25	10	50	0	20	48

²⁰ しかしながら、現在、森林局職員向けの研修は充実しており、職員は多くの研修機会を得ている。森林研修所 (Forestry Training Institute) という州政府の研修機関がジャイプール県、アルワール県、ジョドプール県にあり、各レベルの職員に様々な研修の機会を提供するとともに、その受講を義務付けており、森林局上級職員を含め、多くの職員が実際に研修を受けている。

6.研究	0	15	36	0	11	26
7.企画・監視・評価	0	29	73	0	14	34
8.資機材調達	0	158	389	0	142	341
9.監督・設計	0	161	393	0	134	322
10.プライスエスカレーション	1	179	438	0	0	0
11.予備費	1	171	419	0	0	0
12.建中金利	219	0	219	219	0	219
円借款対象事業費	246	3,595	9,054	0	3,374	8,318
13. 人件費・管理費	0	725	1,776	0	725	1,740
合計	246	4,320	10,830	219	4,099	10,058

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

3.4.2.2 事業期間

審査時の事業期間は、2003年3月（借款契約調印月）から2008年3月末での61ヶ月の予定であったが、農家林業の苗木販売と生物公園の改修・建設事業の遅れから事業期間が2010年6月まで延長されており、事業期間は88ヶ月と計画値の144%となった。また、事業期間の延長に際し、使用されなかった外貨分（海外研修費等）を活用し、植林活動や水源涵養活動に充当した。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

審査時には、林産物売上、土壌・水源への影響、CO₂削減効果を便益として経済分析を行い、経済的内部収益率（EIRR）が32.6%と算出されていた。事後評価においては、事業全体を代表できる林産物の生産量増加の実績データや、CO₂削減効果のデータが得られないことなどから、再計算は行っていない。

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。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の運営・維持管理を担うのは州政府森林局職員と VFPMC である。

州政府森林局職員

事後評価時の森林局職員数は、13,749名である。計画時から事後評価時点までに、森林局の組織変更も数回に渡り実施されてきており、現在は、4人の総括首席森林保護官（Principal Chief Conservator of Forests（以下、PCCFという。）のもと、8人の総括首席森林保護官補佐（Additional Principal Chief Conservator of Forests（以下、APCCFという。）が業務に従事する体制になっている。

実際の本事業の運営・維持管理に関しては、対象であった18県を担当する森林技官80人、現場職員（field functionaries）4,720人が植林事業や水源涵養作業の維持管理に従事しており、十分な維持管理体制が敷かれているといえる。維持管理の責任は、森

林局職員（対象地域を統括する Forest Division の長である森林技官とその下で働く現場職員）にある。実際の森林資源の維持管理活動については、共同森林管理²¹（Joint Forest Management）スキームのもと森林局職員と VFPMC が共同で行っている。

VFPMC

本事業においては、住民組織である VFPMC が 1,012 設立されており、同組織が JFM スキームのもと、森林局職員とともに、運営・維持管理に従事している。実際の植林作業や水源涵養作業については、森林局が VFPMC メンバーである村民を雇用する形で実施する。また、維持管理においても、違法伐採が行われていないかの監視等を VFPMC が担っている。

VFPMC が運営・維持管理に積極的に参画する背景には、JFM スキームの特徴でもある森林資源からの経済的便益の配分というインセンティブが存在する。その分配に関しては、木材に関しては、成林の売却益が森林局と当該 VFPMC によって折半される。一方、MFP と呼ばれる特用林産物については、その便益は全て住民に帰するとされる。それらの便益が、より公平な方法で村内での再分配がされるよう VFPMC ごとにルールを策定している。（例：燃材の収集のため植林地に入る時期を決め、その間であれば誰でも入ることが出来る／竹などの小型林産物の売却益は VFPMC で一括管理する等）

このように、ラジャスタン州森林局の充実した運営・維持管理体制に加え、JFM スキームのもと、VFPMC の運営・維持管理への参画も十分であり、運営・維持管理の体制は整っているといえる。

3.5.2 運営・維持管理の技術

実際に本事業の対象であった 18 県の植林事業及び生物多様性保全活動の運営・維持管理に従事しているスタッフ（技官 80 人、現場職員 4,720 人）は、実務経験が豊富な上に、定期的に州政府の持つ研修施設で研修を受けている²²。

²¹ 森林局が村落組織（ラジャスタン州では VFPMC を指す。）とともに持続的な森林管理システムを構築し、森林の保護・育成と住民の生活向上を目指すという取り組みは、インドにおいては共同森林管理と呼ばれ、『88 年国家森林政策（National Forest Policy 88）』、及びその後 1990 年に環境森林省から出された『共同森林管理に関するガイドライン』において正式な政策として採用されている。具体的には、森林の利用者（地域住民や住民グループ）と森林所有者（州政府）の双方が森林資源を管理する費用を負担し、またその経済的な便益も両者で分配する。このように共同森林管理は、違法伐採などによる森林の劣化の防止と劣化した森林の回復を、政府と地域社会が相互の信頼に基づいて共同で取り組むことにより解決しようとするものである。実際には、ラジャスタン州では、まず、森林局職員が中心となり近隣村において、共同森林管理による植林事業の概要を説明するとともに、理解を得られた場合には住民組織である VFPMC を設立する。VFPMC は対象村の全戸からメンバーを募っており、その包括性にも特徴がある。

²² Forestry Training Institute という州政府の研修機関がジャイプール、アルワール、ジョドプールにあり、各レベルの職員に様々な研修の機会を提供するとともに、その受講を義務付けている。2011 年には、例えば「Forest Conservation Act and Effective Management」「Preparation of Working Plan」「M&E in Afforestation Programmes」「Joint Forest Management and Conflict Resolution」といったコースをはじめとする 30 を超えるトレーニングコースを提供している。

植林事業にかかる維持管理作業は、フェンスの修繕、水源涵養施設の修繕、定期的な樹木の手入れ等、基本的に単純な土木作業を必要とするものであり、高度な技術を必要としないという特徴を持ち、森林局職員の監督・指導のもと、VFPMC メンバーが十分に担っていくことができる。また、事後評価における現地調査からは、VFPMC のメンバーを中心に多くの村民は、豊かな「地域の森林資源に関するローカル知」を持つことが分かっており²³、技術面で問題は生じておらず、また、今後も生じないものと考えられる。

一方、生物公園の改修やエコ・ツーリズム地区の保全等の生物多様性保全活動にかかる運営・維持管理作業については、生物公園の改修は終わっておらず、またエコ・ツーリズムに係る活動は始まったばかりであり、実際の運営・維持管理自体の経験が積み上がっていない状況にある。現在、植林事業に比して経験の浅い分野であるため、外部コンサルタントを雇用し専門ユニットを設立するという対応を取っている²⁴。

3.5.3 運営・維持管理の財務

州政府は、現政権の農村開発政策の柱ともいえる全国農村雇用保証法（NREGA: Mahatma Gandhi National Rural Employment Guarantee Act）のもと、農村の希望者に対して世帯当たり 1 人、年間 100 日を上限に公共事業での職を提供しているが、現在、森林局はその割り当てである NREGA 予算を利用し、対象地域の村民を雇用し、植林事業及び生物多様性保全活動の維持管理作業を実施している。

VFPMC が行う植林事業及び生物多様性保全活動の維持管理活動に関しては、Corpus Fund の利用が想定されていたが、実際には NREGA 予算を利用して、植林地や保護区のフェンスの修繕や水源涵養施設の増設・修理、植樹林の手入れといった主要な維持管理が行われているため²⁵、Corpus Fund の利用は極めて限定的である。2011 年 3 月 31 日時点での基金資産は、利子増加分を含めて 123.62 百万ルピーであったが、実際の Corpus Fund の利用に関しては、2011 年 3 月 31 日までに、設立された 1,012 の VFPMC のうち 1 つの VFPMC において、13,000 ルピーの利用があるのみである。

このように、当初想定されていた Corpus Fund の利用はないものの、表 18 の通り、NREGA 予算が十分に充当されており、財務上の問題は生じていない。

²³例としては、砂漠地帯でのミキシング（砂と特定の植物の細い枝や枯れ枝を混ぜ合わせ、地固めをすること）の方法やその保水効果などについて村民から説明を受けたことが挙げられる。

²⁴ 本対応は、本事業の後継プロジェクトである「ラジャスタン州植林・生物多様性保全事業（フェーズ 2）（Rajasthan Forestry and Biodiversity Project Phase II）」（円借款）の中でなされている。

²⁵ 加えて、VFPMCs は違法な放牧や伐採の監視といった重要ではあるが財務措置を必要としない維持管理活動を担っている。

表 18: プロジェクト対象 18 県の NREGA 予算の充当状況

(単位: 百万ルピー)

県	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	計
1 アジメール	55.4	164.9	147.7	8.5	376.5
2 アルワール	89.8	208.6	307.6	0.0	606.0
3 バンスワラ	126.8	156.2	144.6	261.2	688.8
4 ビルワラ	187.6	127.2	225.4	2.2	542.5
5 ビカネール	74.8	429.1	318.7	241.2	1063.8
6 ブンディ	78.0	121.9	145.7	8.1	353.7
7 チットルガル	36.1	146.7	310.6	51.4	544.8
8 ダウサ	22.8	92.2	45.4	0.0	160.4
9 ダンガルプル	70.1	90.0	134.3	5.4	299.8
10 ジャイプール	104.1	248.9	156.6	127.7	637.3
11 ジャイサルメール	113.5	121.9	236.9	104.4	576.7
12 パリ	129.4	320.0	199.4	0.0	648.8
13 ラジュスマンド	80.0	136.0	245.9	0.0	461.9
14 サワイマドプール	78.9	276.1	139.8	183.4	678.2
15 シカル	147.9	76.1	151.0	33.1	408.1
16 シロシ	47.1	174.3	87.6	2.5	311.5
17 トンク	51.4	42.7	89.6	0.0	183.7
18 ウダイプール	379.0	149.2	644.4	0.0	1172.6
計	1872.7	3082.0	3731.2	1029.1	9715.0

(出所) 実施機関提供資料

(注) 上記 NREGA 予算で実施されている活動は、植林事業や生物多様性保全に係る運営・維持管理活動であるフェンスの修繕や水源涵養施設の増設・修理、植樹林の手入れに加え、生計向上のためのバイオ燃料作物栽培を含んでいる。また、上記は本事業対象県 18 県に充当された予算であるが、事業が対象とした村落だけでなく、県全域での同様の活動に充てられている。

3.5.4 運営・維持管理の状況

全ての植林事業、及び生物多様性保全活動のうち水源涵養作業に関しては、担当の森林局職員によって、それぞれプランテーション・ジャーナル（植林活動や維持管理活動の履歴を記録した文書）が作成されており、担当職員は、その文書に従って植林地及び水源涵養施設の維持管理を VFPMC と共同で行っている。現地調査においては、本事業で整備された植林地や水源涵養施設が良好な状態に保たれていること、また VFPMCs の監視体制のもと違法な放牧や伐採が減少したことが確認されている。

生物公園の改修やエコ・ツーリズム地区等の水源涵養作業以外の生物多様性保全活動に関しては、先述の通り、実際の運営・維持管理自体の経験が積み上がっていない状況にあり、現段階で適切な判断は難しいものの、エコ・ツーリズム地区の運営に関しては、現地調査において、同地区が良好な状態に保たれていること、また、利用者数や入園料による収入等の記録がまとめられていることなどが確認された。

以上より、運営・維持管理に係る体制が整っていること、また、技術面では、一部懸念のあった生物多様性保全活動に係る運営・維持管理の充実はすでになされており、主要な活動である植林事業、及び生物多様性保全活動のうち水源涵養作業において技

術的問題が生じていないこと、財務面では、当初想定していたような Corpus Fund の利用でなく州政府の予算となっているが維持管理は問題なく実施されていることから、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務状況ともに大きな問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、インド、ラジャスタン州において、地域住民の積極的な参加による植林事業、生物多様性保全事業を通じて、地域社会の自然環境、社会経済状況の改善に資するために計画された。国及び州政府は、審査時、事後評価時ともに国土面積の三分の一の森林化を目指し、積極的な森林政策を取っており、開発政策と合致している。また、事業対象地域には、森林資源に依存している貧困世帯の集住も見られ、貧困世帯を含む住民の参加を通じた植林事業、生物多様性保全事業に対するニーズは高い。また、日本の援助政策とも合致しており、本事業の妥当性は高い。本事業では、自然環境の改善、土壌保全、森林削減圧力軽減、生活水準の向上など計画通りの効果、正のインパクトの発現が確認されており、有効性も高い。一方、効率性に関しては、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、中程度となった。持続性に関しては、ラジャスタン州森林局は、適切な運営維持管理体制、技術力、財務力を備えていると考えられ、実際の維持管理状況も良好な状態にあることより、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本プロジェクト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

特になし。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

本事後評価においては、効果指標として設定されている雇用者数 39 百万人の内訳と算出方法が不明であり、実績が目標値に及ばなかった理由についての正確な検証が出来なかった。事業の改善のためには、審査時に設定された運用・効果指標の目標値について、計画と実績の比較を行い、相違があった場合には、その理由を詳細に検証することが重要となるが、こうした比較・検証を適切に行うためにも、審査時に計画値や運用・効果指標を設定する際には、その値だけではなく、出典や算出方法を明記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) 植林事業 a. アラバリ山地地域 ・ 荒廃丘陵植林 3,000ha ・ 劣化林植林 85,000ha ・ 村有地への燃材植林 5,000ha ・ 竹林造成 20,000ha b. インディラ・ガンジー運河地域 ・ 運河沿い植林 5,000²⁶ ・ ブロック植林 1,200ha ・ 砂丘定着直林 3,000ha ・ 水路沿い植林 1,000ha ・ 牧草植林 2,000ha c. 農家林業 ・ 苗木販売計画数 20 百万 (2) 共同森林経営促進活動 a. 代替所得創出活動 b. 村落共同ファンド設立 c. 小規模インフラ支援 計画値は設定されていない。 (3) 生物多様性保全活動 ・ 水源涵養作業(箇所) 2,283 ・ 動物保護区の修繕(ha) 1,600 ・ 生物公園の改修(箇所) 2 ・ エコ・ツーリズム地区の保全(ha) 500 (4) 訓練・研修事業 ・ VFPMC メンバー 12,500 人 ・ 地域リーダー 4,500 人 ・ 農家・長老 14,000 人	(1) 植林事業 a. アラバリ山地地域 ・ 荒廃丘陵植林 3,000ha ・ 劣化林植林 85,000ha ・ 村有地への燃材植林 5,000ha ・ 竹林造成 20,000ha b. インディラ・ガンジー運河地域 ・ 運河沿い植林 5,000²⁷ ・ ブロック植林 1,200ha ・ 砂丘定着直林 3,000ha ・ 水路沿い植林 1,000ha ・ 牧草植林 2,000ha c. 農家林業 ・ 苗木販売実績数 20 百万 (2) 共同森林経営促進活動 a. 代替所得創出活動 事後評価時点までに 1,428 の自助グループが組織され、代替所得創出活動を実施している。 b. 村落共同ファンド設立 事後評価時点までに、1,012 全ての VFPMC で村落共同ファンドが設立されている。 c. 小規模インフラ支援 ほぼすべての対象村で小規模インフラ事業が実施された。 (3) 生物多様性保全活動 ・ 水源涵養作業(箇所) 2,599 ・ 動物保護区の修繕(ha) 1,600 ・ 生物公園の改修(箇所) 2 (現在も継続中) ・ エコ・ツーリズム地区の保全(ha) 400 (4) 訓練・研修事業 ・ VFPMC メンバー 21,441 人 ・ 地域リーダー 7,251 人 ・ 農家・長老 15,036 人

²⁶単位は RKM=Running km の略で、3RKM がほぼ 1ha にあたる。

²⁷同上。

	・ 森林番・家畜番 1,020 人 ・ 森林技官 370 人 ・ 森林局上級職員（国内研修） 165 人 ・ 森林局上級職員（海外研修） 10 人	・ 森林番・家畜番 4,229 人 ・ 森林技官 378 人 ・ 森林局上級職員（国内研修） 5 人 ・ 森林局上級職員（海外研修） 0 人
② 期間	2003年3月～2008年3月 (61ヶ月)	2003年3月～2010年6月 (88ヶ月)
③ 事業費		
外貨	246百万円	219百万円
内貨	10,584百万円	9,838百万円
	(現地通貨4,320百万ルピー)	(現地通貨4,099百万ルピー)
合計	10,830百万円	10,058百万円
うち円借款分	9,054百万円	8,318百万円
換算レート	1 Rs. = 2.45 円 (2002年9月)	1Rs. = 2.40 円 (2003年4月～2010年6月 平均)

インド

ガドガール揚水発電所建設事業

外部評価者：国際航業株式会社 大石 美佐

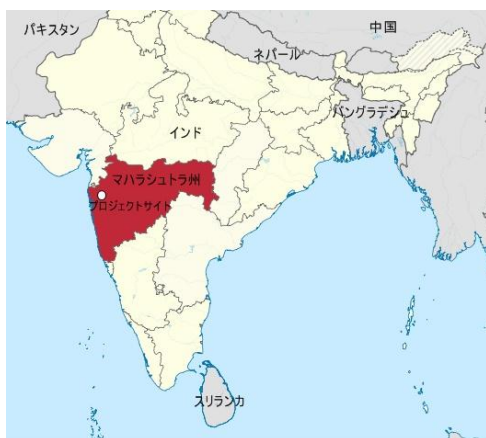
0. 要旨

本事業は、インドの西部に位置する、マハラシュトラ州のピーク時の深刻な電力不足緩和に資することを目的に、電力需要の低いオフピーク時に揚水を行い、電力需要の高いピーク時に放水・発電を行う揚水式発電施設を建設するというものであった。本事業の実施は、電力の安定供給を目指すインド政府の開発政策、開発ニーズと十分に合致しており、妥当性は高い。また、ガドガール発電所の定量的効果を示す総合循環効率¹や運転時間、ピーク時の運転データからは、概ね計画どおりの効果の発現が見られ、またマハラシュトラ州の社会経済へのインパクトも認められることから有効性は高い。

自然環境に係る政府許認可の取得等に時間を要したことにより、事業の開始が当初計画より大幅に遅れた点、その遅延が原因で事業費も計画を上回った点により、効率性は低いと判断される。一方、本発電所を運営するマハラシュトラ州発電会社（MAHAGENCO 社）は、適切な運営維持管理体制、技術力、財務能力を備えていると考えられ、また、実際の維持管理状況も良好な状態にあることより、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本プロジェクト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



ガドガール揚水発電所

1.1 事業の背景

インドのマハラシュトラ州においては、1980年代後半より、ピーク時の深刻な電力

¹総合循環効率は（送電端発電量）÷（揚水用電力量）×100(%)で算出される揚水発電施設の有効性を検証する指標の一つである。

不足に直面しており²、州政府は、例えば繊維産業に対する一律 10%の電力供給カットのように、電力消費の大半を占める工業セクターに対して電力の供給制限を余儀なくされていた。1986/87 年度時点のマハラシュトラ州の発電設備能力は 7,021MW であり³、その構成は、火力 (78%)、水力 (19%)、原子力 (3%) の順となっていた。また、当時よりインドの豊かな地形に鑑み、全国的に水力発電のポテンシャルは非常に高いにも関わらず、十分な開発が行われていないことが知られていたが、実際、マハラシュトラ州においても、1984/85 年度から 1986/87 年度 3 年間の発電設備能力の伸び率は、全体で 7%であるが、ピーク対応能力の高い水力発電⁴の伸びは 3.3%にとどまっていた。同州では、深刻なピーク時の電力不足を緩和するために、昼夜間の電力需要の変動によって生じる余剰電力を用いて揚水を行い、ピーク需要時に放水・発電することによって、発電システムのピーク時供給力強化が喫緊の課題であった。

1.2 事業概要

マハラシュトラ州において同州初となる本格的揚水式発電所 (250MW) を建設することにより⁵、電力不需要時の余剰電力を有効利用して発電を行い、同州のピーク電力供給不足の緩和を図り、もって同州の社会経済的發展に寄与する。

円借款承諾額／実行額	11,414 百万円 / 11,393 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1988 年 10 月 / 1988 年 12 月
借款契約条件	金利 2.5%返済 30 年、(うち据置 10 年) 部分アンタイド
借入人／実施機関	インド大統領 / マハラシュトラ州政府水資源局
貸付完了	2003 年 1 月
本体契約	日商岩井 (日本)
コンサルタント契約	電源開発 (日本)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	JICA「詳細事業計画書(Detailed Project Report)」(1982)及び JICA「マハラシュトラ州揚水発電開発調査最終報告書」(1998)

² JICA 審査時資料によれば、1986/87 年度当時のピーク時電力需要量は 4,897MW であるのに対し、ピーク時供給量は 4,399MW と、498MW が不足していた。

³ 発電設備能力とは、各発電設備における単位時間当たりの最大仕事量 (届出出力とも言う) の総計のことである。一方、ピーク時供給力とは、その時点で発電できる最大出力であり、発電設備能力から、メンテナンスなどによる発電機停止、河川の水量減少などによる出力低下など、供給力減少分を差し引いたものである。

⁴ 水力発電所は、火力発電所や原子力発電所に比べ、起動・停止や出力調整が容易であることが知られており、ピーク時にあわせて稼働させることが可能である。

⁵ マハラシュトラ州では本事業以前にパイタン揚水発電所が建設されているが、発電能力は 12MW と極めて小規模である。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

大石 美佐（国際航業株式会社）

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：2012 年 9 月～2013 年 7 月

現地調査：2012 年 11 月 16 日～11 月 30 日、2013 年 3 月 5 日～3 月 9 日

3. 評価結果（レーティング：B⁶）

3.1 妥当性（レーティング：③⁷）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時、インド政府は、第 7 次 5 ヶ年計画（1985 年 4 月 - 1990 年 3 月）において、電力セクターの開発を経済成長に加え、国民の生活の質の向上にとって必須の重要開発課題とみなしていた。また、インドの豊かな地形に鑑み、全国的に水力発電のポテンシャルは非常に高いにも関わらず、十分な開発が行われていないとして、石炭火力発電、原子力発電と並んで、水力発電の開発を電力セクターの中心戦略の一つに据えていた。マハラシュトラ州の電力不足緩和を図り、同州の社会経済的発展に寄与することを目的とした本事業は、インドの国家開発政策と整合的であったといえる。

事後評価時においても、包括的な成長（Inclusive Growth）を開発目標とする第 11 次 5 ヶ年計画（2007 年 4 月 - 2012 年 3 月）において、電力の安定供給が包括的な成長の大前提になるとして、新規電源開発に力を注ぐことが明記されている。また、電力セクターの開発は、年間経済成長率 9%という第 11 次 5 ヶ年計画の成長目標を達するのに必須であり且つ、地方電化を通して生活の質の向上、個人のエンパワーメントにもつながるとしている。加えて、短期的には、石炭や天然ガスの輸入に依存したエネルギー開発が中心になることが想定されるものの、水力発電を含む再生可能エネルギーに関しても、中長期的な計画をたて、積極的に開発していくことが必要であると電源開発の重要性についても言及されており、事後評価時においても本事業の目的と整合的である。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

マハラシュトラ州の発電設備能力は 1986/87 年時点で 7,021MW、また、ピーク需要が 4,897MW のところその供給力は 4,399MW と、審査時、同州はピーク時の深刻な電力不足に直面していた。

⁶ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁷ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

発電設備容量の構成は、石炭・ガス火力 78%、水力 19%、原子力 3%の順であり、1984/85 年度から 1986/87 年度 3 年間の発電設備能力の伸び率は全体で 7%であるが、ピーク対応能力の高い水力発電の伸びは 3.3%にとどまっていた。同州では、審査時、表 1 の通り、電力供給の伸びだけでなく、電力需要の伸びも大きいことが想定されており、ピーク時の電力不足を短期間で解消することは難しいものの、このような状況を緩和するためにも、昼夜間の電力需要の変動によって生じる余剰電力を用いて揚水を行い、ピーク需要時に放水・発電することによって、発電システムのピーク時供給力を強化するニーズは極めて高い状況にあった。

表 1：ピーク時の電力需給予測 (単位：MW)

	ピーク供給	ピーク需要	需給バランス (供給－需要)
1987/88	4,672	5,411	-739
1988/89	4,931	5,905	-974
1989/90	5,311	6,394	-1,083
1990/91	5,792	6,870	-1,078
1991/92	6,422	7,525	-1,103
1992/93	7,266	8,075	-809
1993/94	7,880	8,828	-948
1994/95	8,109	9,335	-1,226

(出所) JICA 審査時資料

マハラシュトラ州の発電設備能力は、2011 年 11 月時点で 21,379MW まで増強されており、電力供給量を拡大すべく州政府による積極的な電源開発が実施されてきたことが伺われるものの、その構成は石炭火力 56%、ガス火力 14%、原子力 3%、水力 14%、その他の再生可能エネルギー 13%と、事後評価時においても水力発電の割合は低い状況にあった。また、一方で、同州では州経済が高い経済成長率を示す中⁸、電力需要の伸びも大きく、表 2 の通り、事後評価時においてもピーク時の電力不足は解消されていない。したがって同州における水力発電によるピーク時供給力を強化するニーズは引き続き極めて高い状況にある。

表 2：ピーク時の電力需給バランス (単位：MW)

	ピーク供給	ピーク需要	需給バランス (供給－需要)
2005/06	9,856	14,061	-4,205
2006/07	10,298	14,825	-4,527
2007/08	10,412	15,689	-5,277
2008/09	10,715	15,656	-4,941
2009/10	12,414	16,582	-4,168
2010/11	13,268	17,150	-3,882
2011/12	13,677	18,145	-4,468

(出所) Economic Survey of Maharashtra (2011-2012)

⁸ Economic Survey of India (2012-2013)によると、2011 年度のマハラシュトラ州の州内純生産額は、インド全州の中で最大の 115,061.6 億ルピー（約 19 兆円）であり、その前年比伸び率は 17.12%に及ぶ。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時、体系だった国別援助政策や業務実施方針等が策定されていなかったため、日本援助政策との整合性に関しては検証できない。

以上より、日本援助政策との整合性については検証できなかったものの、インドの開発政策、開発ニーズと十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 有効性⁹（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時、運用・効果指標は設定されておらず、本事後評価においては、揚水発電の代表的な指標である、総合循環効率、運転時間、計画外停止時間、総電端発電量及び最大出力を確認した。その結果は、下表3の通りである。

表3：運用・効果指標

			2008	2009	2010	2011
総合循環効率(%)		1 号機	80.22	75.97	80.11	80.70
		2 号機	82.33	0.00	72.00	70.01
運転時間（時間）	発電	1 号機	572	1,194	1,543	1,286
		2 号機	302	0	1,425	1,236
	揚水	1 号機	597	1,328	1,591	1,326
		2 号機	308	0	1,631	1,467
計画外停止時間（時間）		1 号機	0.0	23.5	116.9	0.0
		2 号機	0 ¹⁾	— ²⁾	143.8	0.0
送電端発電量(年間 GWh)		—	107.82	151.30	372.42	318.29
最大出力(MW)		1 号機	125	125	125	125
		2 号機	125	125	125	125

(出所) MAHAGENCO 社ガドガール揚水発電施設運営データ

(注) 1号機については2008年4月8日に、2号機については2008年6月21日に、運転を開始している。また、実際の運営は、1号機については2009年8月17日以降、2号機については2011年1月3日以降、MAHAGENCO 社に運営委託されている。

1) 2008年11月の発電機固定子の不具合が生じる以前の計画外停止時間

2) 2009年度2号機は停止中

揚水発電において、総合循環効率に関しては通常70%程度を目標とするが、本揚水発電所は2008年度以降、2009年度以外は1、2号機ともに70%以上となっていることから良好といえる。また運転時間についても、通常700～1000時間を目標とするところ、1号機については2009年度以降、2号機については2010年度以降、1000時間以上稼働している。一方、計画外停止時間に関しては、2005年の6月下旬に発生した豪雨による大規模な地滑りの影響で2号機が一部水没しており、そのことが原因で、2008

⁹ 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。

年 11 月から 2010 年 5 月まで発電機固定子(generator stator)の不具合が生じ、運転を停止していたが、その後は計画外停止時間も減少しており、運転が軌道に乗ったことが伺われる¹⁰。また、送電端発電量も順調に伸びており、最大出力に関しても問題は見られない。

加えて、ピーク時の対応状況に関しては、マハラシュトラ州送電会社(MAHATRANSCO 社)¹¹から 3 期間(2012 年 3 月、8 月、10 月)の電力需給のデータ¹²を入手し、検証を行った。表 4 に示すとおり、電力需要には季節変動がある¹³。例えば、3 期間のうち、月間平均需要が最も高いのは 3 月であり 13,260MW に及ぶ。同月、ガドガール発電所が稼動していた時間の時間当たり平均電力需要は 13,917MW であった。一方で、同発電所の運転時間外の時間当たり平均電力需要は 13,036MW であり、ガドガール発電所は需要の高い時間帯に運転されていたことが分かる。他方、8 月はその月間平均需要が示す通り、電力需要が低い時期であり、ガドガール発電所の運転時間も 117 時間と 3 期間の中では最も短く、運転時と運転時間外の時間当たりの平均電力需要を比較しても、特に電力需要が高い時間帯に稼働していたかは定かではない。しかしながら、10 月には、再度、電力需要が高まっており、上記と同様の比較を行うと、ガドガール発電所は電力需要の高い時間帯に運転されていることが明らかとなった。また、その他の水力発電所は、灌漑用にも利用されており、乾季など、MAHATRANSCO 社だけの判断で利用が決められない場合もあるが、ガドガール揚水発電所は発電専用のため、同社がその利用(利用停止)を瞬時に判断できるということで、利便性は高いということは、MAHATRANSCO 社とのインタビュー調査で明らかになっている。

¹⁰ 2012 年 12 月 27 日に地滑りが発生し、その影響で 2012 年 12 月以降は、再度、計画外停止時間の増加が見込まれる。2012 年度の計画外停止時間に関しては、持続性の項目で取り上げる。

¹¹ MAHATRANSCO 社は MSEB の送変電設備を受け継ぎ、マハラシュトラ州の発電端から配電会社の受電端までの送電を担当する州政府所有の会社として 2005 年に設立された。同社は州内の送電系統として 39,871 cct-km の送電線、および 559 高圧変電所(891,78MVA)を所有管理している。また、同社は州内の Maharashtra State Transmission Utility (MSTU) および State Load Dispatch Centre としての役割も併せ持つ。

¹² 正確には、2012 年 3 月、8 月、10 月の 3 ヶ月間の毎日毎時ごとの MAHATRANSCO 社の電力需給データである。

¹³ マハラシュトラ州では、3 月から 5 月にかけての 3 ヶ月が、一年で最も気温の高くなる夏季にあたり、家庭での電力需要が増大する。一方、8 月は雨期に当り、月間平均最高気温が最も低く穏やかな気候となり、電力需要も低下する。また、10 月には再度気温が上がるとともに、同州の農繁期となり、家庭での需要に加え、農業用電力需要も高まる。

表 4：ガドガール発電所のピーク時稼働実績

	2012 年 3 月	2012 年 8 月	2012 年 10 月
月間平均電力需要(MW/時間)	13,260	11,296	12,310
ガドガール発電所総運転時間			
(時間)	189	117	167
(運転時間／(24 時間×31 日))	25.4%	15.7%	22.4%
ガドガール発電所運転時の時間当たり平均電力需要(MW/時間)	13,917	11,289	12,844
ガドガール発電所運転時間外の時間当たり平均電力需要(MW/時間)	13,036	11,298	12,156

(出所) MAHATRANSCO 社ガドガール揚水発電データ

(注) 上記稼働実績は、State Load Dispatch Centre (Kalwa)が送電を担当する発電設備に関してのみであり、州全体の発電設備に係る実績ではない。

3.2.2 定性的効果

審査時には、想定される定性的効果として産業の活性化が挙げられていた。事後評価時、当該施設の発電する 250MW は、マハラシュトラ州の現在の発電設備能力の 1.1% であり、産業の活性化に係る当該発電所の貢献について有意な検証は難しいと判断した。本事業の実施機関であるマハラシュトラ州水資源局や運営機関である MAHAGENCO 社との協議等を経て、当該事業のもたらす効果として、先述の「電力需要のピーク時対応」に加えて、「電力系統の安定化」が挙げられるとの結論に至り、系統の安定化を担う MAHATRANSCO 社にインタビューを実施した。

インドの電力事情に係る背景として、従来、電力系統は統制無く運用されていたため、需要ピーク時には十分な発電増強がなされず周波数が低下し、またオフピーク時には需要低下に応じた発電低減がなされずに周波数が上昇するという状況にあった。ピーク時・オフピーク時を考慮した料金体系といった経済的なインセンティブも存在せず、系統不安定化を加速させ、送電網などの設備に損傷を与える結果を生んでいた。

このような状況のもと、中央政府電力規制委員会は、実際の発受電に伴う短期的な需給調整、周波数安定化機能を図る為に、ピーク時に需要抑制・発電増強のインセンティブを与え、オフピーク時には発電抑制・需要増強のインセンティブを与える「周波数毎に設定される調整料金（UI）制度」を導入した¹⁴。MAHATRANSCO 社へのインタビュー調査からは、系統の安定化が同社の大きな課題であること、また、先述の UI 制度のもと、MAHATRANSCO 社をはじめ、マハラシュトラ州の電力関係者には、ガドガール揚水発電所のもたらす重要な便益は、「系統・周波数の安定化」として認識されていることが明らかとなった。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

¹⁴ UI 制度の導入は、2002 年以降である。

審査時、本事業のマハラシュトラ州の社会経済発展への貢献がインパクトとして想定されていた。前述のとおり、当該施設の発電する 250MW は、マハラシュトラ州の現在の発電設備能力の 1.1%であり、本事業の同州の社会経済発展への貢献を定量的に示すことは難しいと判断した。しかしながら、先述の通り、当該施設のもたらす系統・周波数を安定化させるという機能は、同州の電力関係者に重要な便益として認識されているだけでなく、第 11 次 5 ヶ年計画（2007 年 4 月 - 2012 年 3 月）に示されている、成長の大前提としての電力の安定供給に資することは間違いなく、間接的には同州の社会経済発展に貢献しているものと考えられる。

3.3.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

審査時には、本事業に必要な環境関連の許認可について、その種類が特定されていなかったが、事業実施中に下記 3 種類のインド政府認可が必要であることが明らかとなり、実施機関であるマハラシュトラ州水資源局が申請・許可を得た。

- ・ 環境許可： 1985 年 6 月
- ・ 森林許可： 1992 年 5 月
- ・ 野生生物保護に関する許可： 1997 年 4 月

本事業の建設工事は、インド政府によるこれらの自然環境に係る許可を経て実施されている。また本発電所は二つのダムの間で、あらかじめ定められた量の水を循環させる純揚水式であり、河川からの自然流入や流出がなく、自然への負の影響は最小限に留められている¹⁵。また、現地調査からは、ダム建設後の流域の崩壊といったその他の負の影響が発生していないこと、地域住民や環境 NGO 等からの苦情も出ていないことも確認した¹⁶。

2) 住民移転・用地取得

本事業においては、上池については 189.95ha、下池については 130.146ha、合計 320.096ha の用地取得が行われた。

表 5: 用地取得面積 (ha)

	私有地	森林地 ¹⁾	計
上池ダム	177.86	12.09	189.95
下池ダム	80.146	50.00	130.146
計	258.006	62.09	320.096

¹⁵ 上池ダムの上流には、既に別の水力発電用のダムが建設されており、上池ダムの建設が河川流入に負のインパクトを与えた可能性はないと考えられる。一方、下池ダムは小規模な河川の支流に建設されており、インパクトを与えうる流域面積自体が極めて小さい。

¹⁶ 事後評価に際し、上池ダムの建設に関連して移転対象となった世帯と下池ダムの建設に関して用地取得対象となった世帯、合計約 20 世帯程度を対象としたフォーカス・グループ・ディスカッションを実施している。地域住民からの自然環境に係る意見は、その際に聞き取りを行った。また、環境 NGO から苦情が出ていないことに関しては、実施機関への聞き取り調査により確認をとっている。

(出所) マハラシュトラ州水資源局
1) 森林局の管理する Forest Land の訳

森林地 62.09ha については、1980 年の森林保護法 (Forest Conservation Act) に基づいて、マハラシュトラ州森林局から取得した。代替として、同規模の土地が同州歳入局より森林局に移管され、植林を行った。事後評価時には、森林局から同地の植林事業が完了したとの報告を受けている。

住民移転に関しては、上池ダムの建設に関連して 176 世帯が移転対象となり、下池ダムの建設に関しては 96 世帯が用地取得の対象となった。これらの被影響世帯は、The Maharashtra Project Affected Persons Rehabilitation Act. 1986 及び the Rehabilitation Act vide Government Resolution Dtd. 5-12-1994 に基づき補償を受けている。

3) その他のインパクト

本事業では、RCC (Roller Compacted Concrete) 工法でダム建設が行われているが、同工法によるダム建設は同州初であり、工科大学の学生、国立水アカデミー (National Water Academy (Pune)) の技術者、インド火力発電公社 (National Thermal Power Corporation) の技術者、ウッタールカンド州政府の次官と技術者等、同州内や他州から、多くの技術者が見学に訪れている。

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

3.4 効率性 (レーティング : ①)

3.4.1 アウトプット

審査時の計画では、本事業は、(i)上部・下部ダム及び導水路建設、(ii)発電所建設及び発電機器類設置、(iii)コンサルティング・サービスの 3 つのコンポーネントで構成されている。下表 6 の通り、上部ダム・下部ダムともに当初予定の石積ダムから、RCC 工法によるダムへと工法を変更し、それに伴ってコンサルタントの雇用も増加している。RCC 工法の特徴である急速施工性を活かし、工期と費用を短縮するというのが変更の理由であるが、事業の遅延が著しかった本件において工期短縮は大きな課題であり、変更は妥当であったといえる。また、それ以外の実質的な変更はなく、下表 6 の通り計画通りに実施された。

表6: 主要活動の計画・実績比較

項目	計画		実績	
1. 上部・下部ダム建設及び導水路建設				
	上部ダム	下部ダム	上部ダム	下部ダム
ダム湖				
流域面積	18.43 m ²	1.97 m ²	18.43 m ²	2.5 m ²
満水位	756.0 m	387.0 m	756.0 m	346.0 m
低水位	749.80 m	331.00 m	750.25 m	310.00 m
総貯水容量	6.71 Mm ³	3.65 Mm ³	5.82 Mm ³	3.21 Mm ³
有効貯水容量	6.05 Mm ³	3.57 Mm ³	5.14 Mm ³	2.73 Mm ³
ダム				
形式	石積	石積	RCC	RCC
導水路				
延長	450m		590m	
直径	5.8m		6.0m	
2. 発電所建設及び発電機器類設置				
発電所				
形式	地下式鉄筋コンクリート		地下式鉄筋コンクリート	
発電力	250MW (125MW x 2)		250MW (125MW x 2)	
発電機容量	138.880MVA		138.880MVA	
機器室	75.0m x 15.0m x 30.0m		123.0m x 23.4m x 46.8m	
変圧器室	60.0m x 17.0m x 40.0m		81.35m x 20.0m x 26.0m	
ポンプタービン				
形式	縦軸フランシス型		縦軸フランシス型	
容量	130.200KW		130.200KW	
3. コンサルティング・サービス業務				
サービス	外国人コンサルタント20.0MM		外国人コンサルタント17.0MM ローカルコンサルタント 103.5MM	



発電施設内部



1号機タービン

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

事業費の審査時計画は、28,305 百万円（うち円借款 11,414 百万円）であったのに対し、実績は約 41,452 百万円（うち円借款 11,393 百万円）であり、計画比 146%となった。実際の事業費は、下表の通りである。円借款の貸付実行期限後も、本事業は完成しなかったため、実施機関は 2004 年 3 月に電力金融公社から約 3,755 百万ルピーの追加借入れを行い、本事業を完成させた。

表 7: 事業費の計画及び実績

項目	計画			実績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
	百万円	百万円	百万円	百万円	百万ルピー	百万円
1. ダム・導水路	0	7,840	7,840	0	5,063	13,670
2. 発電所	0	723	723	0	872	2,354
3. 発電機器・土木機械類	7,532	3,789	11,321	11,068	2,027	16,541
4. コンサルティング・サービス	81	41	122	174	10	201
5. 管理費・土地収用費・その他	0	6,956	6,956	0	2,743	7,406
6. 予備費	377	966	1,343	0	474	1,280
合計	7,990	20,315	28,305	11,242	11,189	41,452

(出所) JICA 審査時資料、プロジェクト完了報告書

- 1) 計画時（1988 年 4 月）の為替レートは 1 ルピー＝9.8 円であるが、上表では、JICA 審査時資料に従い、計画時の内貨は円表記とする。また、事後評価に際しては、実際の貸付が始まった 1995 年からプロジェクトが終了した 2008 年までの 14 年間の平均レートである 1 ルピー＝2.7 円を採用している。

為替レートが審査時のルピー当り 9.8 円から、事後評価に際して採用した 2.7 円へと大きく変動しており、一部輸入資機材のコスト高につながっている。外貨部分に関しても、為替レート変動の恩恵を受けたものの、大幅な遅延のため、物価高騰による材料費や労働コストの増加、保険料の増加等により、結果として計画を上回った。

3.4.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、計画を大幅に上回った。審査時事業期間は 1988 年 12 月（借款契約調印月）から 1995 年 12 月までの 85 ヶ月を予定していたが、建設工事の開始自体が遅れ、上池ダムに関しては 2003 年 11 月開始、下池ダムに関しては 2004 年 12 月開始となった。また、運転についても、1 号機の運転開始が 2008 年 4 月に、また 2 号機の運転開始が 2008 年 6 月となっており、2 号機が運転を開始した 2008 年 6 月をプロジェクト終了とする本事業のプロジェクト期間は 235 ヶ月（計画値の 276%）となった。

事業遅延の理由としては、森林許可、野生生物保護に関する許可取得に時間を要し

たことが挙げられる。これらの自然環境系許認可の取得に際しては、現在では専門のコンサルタントを雇用し対応するところ、当時は全て実施機関の職員が自ら対応しており、時間を要したとのことである。加えて、前述のとおり 2005 年 6 月の大規模な土砂崩れもその一因である。

また本事業の遅延に伴い、貸付実行期限が 1997 年 1 月 20 日から 2003 年 1 月 20 日に変更され、6 年間の期間延長が行われている。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

本事業においては、審査時に財務的内部収益率（FIRR）が 8.0%と設定されておりその際の費用項目、便益項目は下記の通りである。

（費用） 総事業費、運転維持費

（便益） 電力販売収入

（期間） 建設期間＋運用後 20 年

本事後評価においては、事業費やマハラシュトラ州電力規制委員会の政令（2012 年 12 月 27 日付）で承認された発電所委託料¹⁷等を使い、下記条件で FIRR の再計算を行ったところ、その値は 3.9%となった。

（費用） 委託開始日までにかけた総事業費

（便益） 発電所委託料¹⁸

（期間） 建設期間＋運用後 20 年

（委託料徴収開始年を運用後 1 年目とする。）

また、マハラシュトラ州電力規制委員会の上記政令によれば、2043 年まで（運用開始後 32 年）の委託が決まっており、その際の委託料も示されている。FIRR 算出条件の一つである期間を「建設期間＋運用後 32 年」とした場合の FIRR は 5.0%となった。

FIRR が低い値となった理由としては、プロジェクト期間が大幅に伸びたこと、加えて、審査時に想定していた電力販売収入ではなく電力事業組織の再編を踏まえた発電所委託料を便益と仮定したこと、発電所委託料は、マハラシュトラ州電力規制委員会により政策的に決められ、電力販売収入より低くなることが挙げられる。

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

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

¹⁷ 事業実施機関であるマハラシュトラ州水資源局は、同発電所を建設し、運転の開始が確認された後には、その運営・維持管理を MAHAGENCO 社に委託し、水資源局は MAHAGENCO 社より委託料を得ている。

¹⁸ 実施機関であるマハラシュトラ州水資源局は、本発電所を MAHAGENCO 社に委託し、委託料をその収入とすることから、便益を発電所委託料としている。

ガドガール揚水発電所の運営・維持管理を担当するのは、実施機関のマハラシュトラ州水資源局より委託された MAHAGENCO 社である。審査時は、発電所完成後は、マハラシュトラ州電力庁（Maharashtra State Electricity Board: MSEB）に委託されることになっていたが、電力セクターの改革を目的とした 2003 年の電力法（Electricity Act）により、2005 年 6 月 MSEB は MSEB Holding Co. Ltd. を持ち株会社として、発電、送電、配電を担当する 3 社に分割された¹⁹。そのうち、発電を担当するのが MAHAGENCO 社である。

実際に、本発電所の運営・維持管理を行っているのは、MAHAGENCO 社の Hydro Power Circle (Nashik) における電気機械チーム（Electrical and Mechanical Team）である。電気機械チームに割り当てられたポスト数は 92 であるものの現在は 66 人体制となっており、その充足率は約 70% に留まっている。しなしながら上級エンジニア職の充足率に関しては 93% を超え、不足している数名の上級エンジニア職については、他の水力発電所から出向スタッフ 4 人が勤務しており、運転手やタイピストについては派遣職員を雇用するなど最低限必要な人材配置は行われており、現在、運営上の問題は生じていない。また、長期的な対応として、人員補充の必要性は十分に認識されており、Hydro Power Circle (Nashik) から MAHAGENCO 社本部に要望書が提出されており、現在、本部で必要人員の募集を行っているとのことである。

3.5.2 運営・維持管理の技術

MAHAGENCO 社は 2011 年 3 月時点で、マハラシュトラ州の石炭火力発電所 7 地点（7,980MW）、ガス火力発電所 2 地点（672MW）および水力発電所 12 地点（2,885MW）を運営している。実際にガドガール発電所の運営・維持管理を担う電気機械チームは、Hydro Power Circle (Nashik) にある保守点検チームや MAHAGENCO 社本部にある保守点検チームからの技術支援を受ける機会、研修機会等も豊富にあり、基本的な技術力に問題はないものと考えられる。

ガドガール発電所の運営・維持管理が MAHAGENCO 社に移管されたのは、1 号機に関しては 2009 年 8 月 17 日、2 号機に関しては 2011 年 1 月 3 日のことであり、運営・維持管理の期間はまだ短い。MAHAGENCO 社が運営を担った直後の 2009 年、2010 年にはそれぞれ約 24 時間、117 時間の計画外停止時間が発生しているものの、2011 年以降 2012 年 12 月までは、1 号機、2 号機ともに計画外の停止は発生していない。こ

のように順調に運転を続けていたが、2012 年 12 月 27 日に地滑りが発生し、その影響で、2012 年度 12 月以降 2013 年 3 月までに、1 号機に関しては 253 時間、2 号機に関しては 278 時間の計画外停止が発生している。但し、その後の復旧作業は MAHAGENCO 社の技術者が中心となり独自で行っている。また、年間メンテナンス

¹⁹ 社とは発電を担当するマハラシュトラ州発電会社（Maharashtra State Power Generation Co. Ltd. (MAHAGENCO 社)）、送電を行うマハラシュトラ州送電会社（Maharashtra State Electricity Transmission Co. Ltd. (MAHATRANSCO 社)）、及び配電を担うマハラシュトラ州配電会社（Maharashtra State Electricity Distribution Co. Ltd. (MAHADISCOM 社)）である。

計画やメンテナンスのためのマニュアル等も策定されており、同計画にそって日常的なメンテナンスが実施されている。加えて、独力で発電設備のオーバーホール²⁰も実施しており、その運営・維持管理の技術は十分高まっていると考えられる。

3.5.3 運営・維持管理の財務

下表 8 の通り、MAHAGENCO 社の純利益は比較的安定して推移している。また、利益率についてもプラスの数値で推移しているため、財務安定性に問題はないといえる。

表 8: MAHAGENCO 社の財務状況

	2006	2007	2008	2009	2010
MAHAGENCO 社損益計算概要 (10 万ルピー)					
収益	744,063	824,875	948,061	1,118,654	1,222,019
費用	705,479	764,940	941,864	1,077,294	1,143,123
純利益	38,584	59,935	6,197	41,360	78,896
MAHAGENCO 社利益率 (%)					
ROE ¹⁾	8.40	11.08	1.96	5.03	15.06
ROA ²⁾	4.71	3.59	2.78	2.82	5.00

(出所) JICA『インド国マハラシュトラ州揚水発電開発に係る情報収集・確認調査』(2012 年 10 月)

¹⁾当期純利益 / ((期首自己資本 + 期末自己資本) / 2) × 100 で算出

²⁾当期事業利益 / ((期首総資本 + 期末総資本) / 2) × 100 で算出

ガドガール発電所の運営・維持管理に関しては、人件費を含め、2010 年度は約 32.5 百万ルピー、2011 年度は 58 百万ルピー、2012 年度は 64.3 百万ルピーが支出されている。同発電所は、現在、十分な運転時間を確保していることなどから、適正な支出がなされていると判断できる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

MAHAGENCO 社の Hydro Power Circle (Nashik)における電気機械チーム (Electrical and Mechanical Team) により、年間メンテナンス計画やメンテナンス・マニュアルに沿った保守管理が実施されており、保守管理の記録についても適切に保管されていること、重要なスペアパーツについては備えがあることが現地調査で確認されている。加えて、本発電所は、Hydro Power Circle (Nashik)の保守点検チームや MAHAGENCO 社本部の保守点検チームによる定期的なモニタリングと技術指導も受けており、2010 年度以降 2012 年 12 月までは、計画外停止もなく良好な運営維持管理状況にある。2012 年 12 月には、再度、地滑りが発生し、その影響で計画外停止を余儀なくされたものの、その後の復旧作業も行われており現在の運営維持管理状況は良好である。

²⁰ オーバーホール (Overhaul) とは機械製品を部品単位まで分解して清掃・再組み立てを行い、通常の点検作業では出来ない清掃作業や劣化部品の交換、調整を主目的とする作業のことを言う。

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

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、インドの西部に位置する、マハラシュトラ州のピーク時の深刻な電力不足緩和に資することを目的に、電力需要の低いオフピーク時に揚水を行い、電力需要の高いピーク時に放水・発電を行う揚水式発電施設を建設するというものであった。本事業の実施は、電力の安定供給を目指すインド政府の開発政策、開発ニーズと十分に合致しており、妥当性は高い。また、ガドガール発電所の定量的効果を示す総合循環効率や運転時間、ピーク時の運転データからは、概ね計画どおりの効果の発現が見られ、またマハラシュトラ州の社会経済へのインパクトも認められることから有効性は高い。

自然環境に係る政府許認可の取得等に時間を要したことにより、事業の開始が当初計画より大幅に遅れた点、その遅延が原因で事業費も計画を上回った点により、効率性は低いと判断される。一方、本発電所を運営するマハラシュトラ州発電会社（MAHAGENCO 社）は、適切な運営維持管理体制、技術力、財務能力を備えていると考えられ、また、実際の維持管理状況も良好な状態にあることより、本事業の持続性は高いと判断される。

以上より、本プロジェクト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

特になし。

4.2.2 JICA への提言

特になし。

4.3 教訓

特になし。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	(1) ダム建設（上部・下部ダム及び導水路建設） 形式： 石工ダム (2) 発電所及び発電機 型式： 縦軸 発電力： 250MW (125MW 2 機) 発電機： 138.880MVA 水車： 130.200KW (3) コンサルティング・サービス業務（外国人コンサルタントの 20MM 程度の雇用を想定）	(1) ダム建設（上部・下部ダム及び導水路建設） 形式： RCC 工法ダム (2) 発電所及び発電機 型式： 縦軸 発電力： 250MW (125MW 2 機) 発電機： 138.880MVA 水車： 130.200KW (3) コンサルティング・サービス業務（外国人コンサルタント 17MM、ローカルコンサルタント 103.5MM）
② 期間	1988年12月～ 1995年12月 (85ヶ月)	1988年12月～ 2008年6月 (235ヶ月)
③ 事業費		
外貨	7,990百万円	11,242百万円
内貨	20,315百万円	30,210百万円
	(現地通貨2,073百万ルピー)	(現地通貨11,189百万ルピー)
合計	28,305百万円	41,452百万円
うち円借款分	11,414百万円	11,393百万円
換算レート	1 ルピー = 9.8 円 (1988年4月現在)	1 ルピー = 2.7 円 (1995年から2008年の平均レート)

スリランカ

ルナワ湖周辺生活環境改善事業

外部評価者：(株) かいはつマネジメント・コンサルティング 田村 智子

0. 要旨

本事業は、スリランカの商業の中心地であるコロンボ市の中心から南約 15km に位置するルナワ湖周辺地域を対象に、洪水被害の軽減と生活環境の改善を目的として、排水路の整備や、貧困層住居地域の生活環境改善策などを実施したものである。

洪水対策および都市住居環境の改善は事前・事後ともにスリランカの政策に合致しており、対象地域は洪水対策のニーズも非常に高いことから、本事業の妥当性は高い。

本事業の前後で対象地域の浸水家屋数、浸水回数、浸水時間、浸水深を比較したところ、いずれも大幅に減少しており、洪水被害がほぼ解消していることが確認できた。また、対象地域では衛生・住居環境や、雨期のアクセスの改善なども実現していることから、本事業の有効性やインパクトは高い。

本事業の事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に超えたため、効率性は中程度である。対象地域を管轄する二つの市役所のうちの一つに、排水路の運営・維持管理に必要な人員が配置されておらず、責任の所在も不明確であり、清掃も定期的には実施されていないことなど、当事業で整備された排水路の運営・維持管理に一部問題があり、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



案件位置図



本事業で整備された排水路

1.1 事業の背景

本事業の対象地域であるルナワ湖周辺は、スリランカの商業の中心地であるコロンボ市の中心から南約 15km に位置し、面積は約 6km² である。同地域は、コロンボ市の通勤・通学圏であり、また繊維・薬品などの工場の所在地として古くから開発が進

んでいた。しかし同地域では、事業実施前、洪水が多発しており、家屋・工場の浸水、道路や橋の通行遮断などの被害がでており、地域住民の日常生活や経済活動のボトルネックとなっていた。

本事業では、対象地域¹における洪水被害の軽減と生活環境の向上を目的として、排水路の整備や、貧困層住居地域の生活環境改善策などが実施された。

1.2 事業概要

洪水被害が深刻なルナワ湖周辺地域において、排水路の整備等を行うことにより、浸水被害の軽減をはかり、もって地域住民の衛生状態及び生活環境の改善に寄与する。

円借款承諾額／実行額	6,906 百万円 / 6,339 百万円
交換公文締結／ 借款契約調印	2001 年 11 月 / 2001 年 12 月
借款契約条件	本体部分：金利 1.7%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド コンサルタント部分：金利 0.75%、返済 40 年（うち据置 10 年）、二国間タイド
借入人／実施機関	スリランカ民主社会主義共和国政府／上下水道省
貸付完了	2010 年 4 月
本体契約	Keangnam Enterprises Ltd. (大韓民国)
コンサルタント契約	日本上下水道設計(日本)
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	2001 年 国際協力機構（JICA）による SAPROF「ルナワ湖周辺居住環境改善事業」
関連事業	- 大コロombo圏排水システム改修事業 E/S（L/A 調印：1990 年） - 大コロombo圏排水システム改修事業（L/A 調印：1990 年） - 大コロombo圏水辺環境改善事業(I)（L/A 調印：1992 年） - 大コロombo圏水辺環境改善事業(II)（L/A 調印：1994 年） - 大コロombo圏水辺環境改善事業(III)（L/A 調印：1996 年）

¹ 事後評価時の対象地域の村落行政官の統計から推察した世帯数は約 15,000 であった。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

田村 智子（株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたって、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2012年9月～2013年7月

現地調査：2012年11月5日～12月8日、2013年3月21日～3月27日

2.3 調査の制約

当事業では、洪水被害の軽減に関する運用効果指標である浸水面積や浸水家屋数などについて、事業完了後も観測が継続される予定であった。しかし、当事業を管轄する省の変更や、内戦の激化による財政悪化などを理由に、事業完了後の観測に必要な予算措置が行われなかったことから、観測は継続されなかった。このため、当事後評価において、洪水被害の軽減に関する観測データを入手することができなかった。

3. 評価結果（レーティング：B²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

事業計画時のスリランカの中長期国家開発政策の基本方針「Vision 2010」（2001年作成）において、都市環境衛生改善の視点から、排水網の整備が最重要政策課題の一つとなっており、また、1998年に制定された「大コロombo圏地域開発計画」においても、都市部の洪水は早急に取り組むべき課題とみなされていた。事後評価時における同国の中長期国家開発政策「マヒンダチンタナ」においても、都市部の洪水対策・環境衛生改善は重点課題として位置づけられている。

このように、都市部の洪水対策および環境衛生改善は、計画時・事後評価時ともに、スリランカの開発政策上の重要な課題であり、本事業の開発政策との整合性は高い。



図1 ルナワ湖周辺地図

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の計画時、スリランカ土地開発公社（以下、SLLRDC という）が実施した調査によれば、対象地域は海拔が低く、また排水路が未整備なため、頻繁に洪水が発生しており、発生頻度は平均して年4~6回であった。家屋および個人資産への年平均被害額の推定は 22 百万ルピーであり、これは被災世帯の当時の年間所得の約 17%に相当した。このように、洪水は地域住民の社会経済生活に深刻なダメージを与えていた。



事業実施前の洪水の様子（2002 年撮影）

事後評価時、対象地域では商業ビルの開発なども進んでおり、住宅地や商業地としての重要性が増しているが、海拔が低いため引き続き洪水のリスクにさらされている。

このように、事前・事後ともに対象地域における洪水対策のニーズは高く、本事業の開発ニーズとの整合性は高い。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

計画時、JICA の海外経済協力業務実施方針では、貧困層を直接の受益者とする分野への支援が重点分野となっており、JICA のスリランカ国別業務実施方針では、都市生活環境の改善が重点課題となっていたことから、本事業の日本の援助政策との整合性は高い。

以上より、本事業の実施はスリランカの開発政策、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 有効性⁴（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時、本事業の効果を測るため、浸水家屋数、浸水時の水位・時間などが運用効果指標として計画されていた。前述のように、これらの指標の観測は、事業完了後継続されていない。そのため事後評価では、関係者へのインタビューおよび、事業対象地域の 250 世帯をランダムに抽出し、洪水被害状況に関するアンケート調査を実施し、洪水被害の軽減について調査した（250 世帯のうち 247 世帯から回答を得た）。

対象地域の住民や、対象地域を管轄する市役所の幹部職員にインタビューしたところ、2010 年 5 月にサイクロン「ライラ」がスリランカを直撃した時や、2010 年 11 月に、集中豪雨により全国で 3 万 6 千人の被害者が出、国会議事堂が浸水した時でも、

⁴ 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。

対象地域では洪水がほとんどなかったとしている。

アンケート調査の結果からは、浸水世帯数、浸水頻度、浸水時間、浸水深のいずれについても、顕著に軽減したことが認められた(図 2~5)。

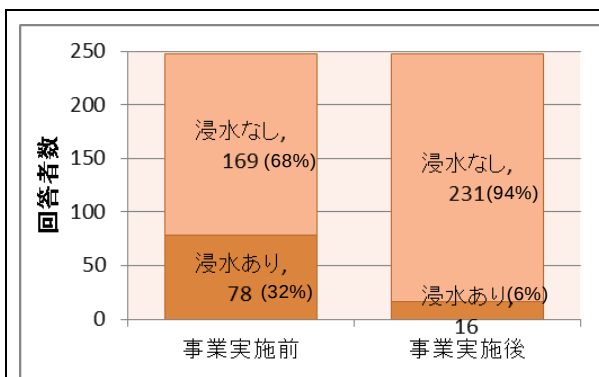


図 2 事業前と事業後の家屋の浸水の有無

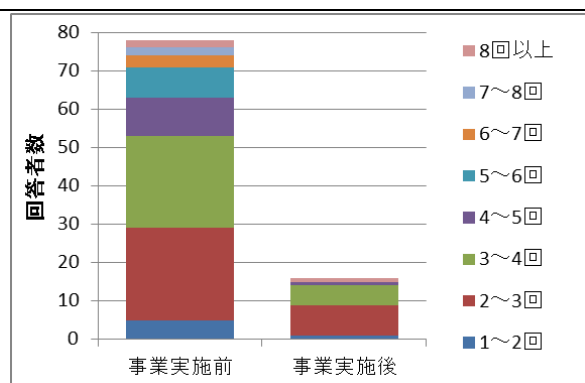


図 3 事業実施前後の家屋の浸水回数(回/年)

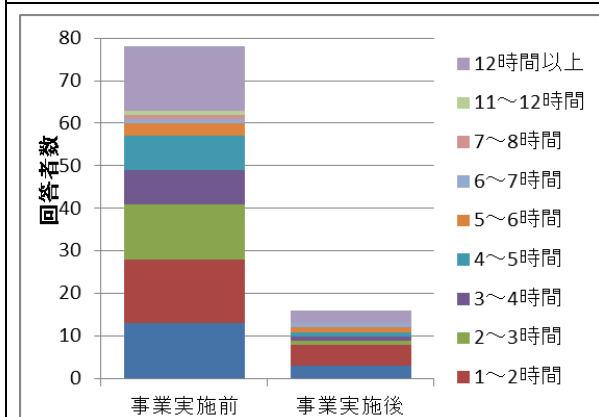


図 4 事業実施前後の家屋の浸水時間

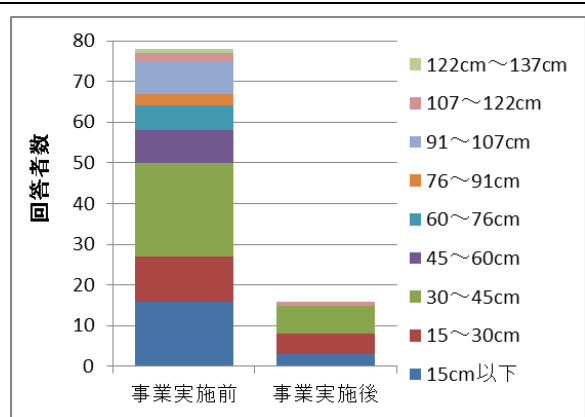


図 5 事業実施前後の家屋の浸水深

出所：いずれも事後評価時アンケート調査の結果

本事業では、道路や排水路より低い位置にある一部の家屋を除く全世帯の洪水被害をなくすよう排水路が設計された。図 2~5 が示す通り、事業実施後も一部の世帯に洪水被害があるが、これらの家屋のほとんどは道路や排水路より低い位置にある。また、これらの家屋でも、事業後は浸水回数・時間・深さが大幅に減少しており、本事業による洪水被害の軽減が確認できた。

本事業では、確率 2 年降雨（対象地域では 1 時間に 70mm の降雨）に対応するよう排水路が設計された。事業完了後の雨量データを調べたところ、対象地域は 2010 年に 2 日間、1 時間に 70mm 以上の降雨があった。このことから、事業完了後、多少の洪水被害が残っているのは、事業効果を判断するうえでは許容範囲内といえる。

なお、先行事業である「大コロボ圏水辺環境改善事業(II)(III)」では、主・副排水路の整備は行われたが、居住地域内の小規模の排水路や側溝の整備がほとんど実施されなかったため、事業実施後も局地的な洪水被害が残っていた。本事業ではこの教訓

を受けて、居住地域内の小規模な排水路や側溝の整備も実施したことが、洪水制御に大きな効果をもたらしたと考えられる。

同様に、先行事業では、市役所による排水路付近の居住地域の廃棄物の回収が定期的になされていなかったり、住民に対する啓蒙活動が不十分であったりしたため、住民が日常的にゴミを排水路に捨て、その結果、排水路がつまり、洪水が再発するという事態がおこっていた。本事業では後述のとおり、廃棄物処理の改善や、住民のゴミ投棄防止のための啓蒙もう活動が効果的に実施されたため、こういった状況が改善されたことが、洪水制御効果を高めた背景となっている。

これらのことから、本事業は洪水被害の軽減に関し、想定通りの効果があったと判断する。

Box 1 洪水被害の解消による生活の変化（サダハンウヤナ福祉組合の話）

本事業により排水路が整備されたあと、まだ一度も洪水になっていない。大雨は降ったが、排水路があふれることはなかった。すばらしい変化である。以前は、雨期になると週に 3～4 回ほど浸水した。一日に 2 度も浸水したことがある。片付けたと思ったらまた浸水し、本当に大変だった。結婚式の前の日も、病院で赤ちゃんを産んで家に帰ってきた時も洪水だった。とても悲しかった。父親の葬式の時に棺桶をだそうとしたら、大雨になり浸水したことも忘れられない。



また、排水路には、工場排水や汚水、ゴミなどが混ざっているので、洪水の際、排水路があふれるととても臭かった。家の床や壁も石鹸で洗わないと臭いが取れなかった。このように住宅環境が悪いので学校の友達を家に呼べなかった。雨期には登校の際、私服を着て、サンダルをはいて、高いところにあるお寺まで行き、そこで制服と靴に着替えた。仕事に就くためインタビューに行っても、住所を見て「洪水の時は出勤できないね」と言われ悔しかった。

今は、浸水で家が汚れることもなく、片付け労働からも解放され、とても楽になった。大雨の日の登校も出勤も問題ない。住宅環境もとてもよくなった。居住地域がきれいになったし、景観もすっきりした。環境が変わり、自信が持てるようになったし、安心して生活できるようになり、仕事や勉強にも身が入るようになったと思う。

3.2.2 定性的効果

当事業の定性的効果としては、衛生・住居環境の向上、経済活動の活発化やアクセスの改善が期待されていた。

下表は、貧困層生活環境改善プログラム⁵が集中的に実施された 7 つの地域における

⁵ 当事業の社会開発コンポーネントの一つとして、事業対象地域内のスラム地域や低所得者層居住地、排水溝や湖の近辺に住む 11 居住区を対象に、排水・雨水路の建設、下水システムの導入、道路や集会所の建設などが実施された。

住民組織との協議を行い、本事業の実施前後における環境の変化について確認した結果を表1に示している。景観や廃棄物・排水処理などの衛生環境、雨期の通行や交通などの生活環境については、すべての住民組織が「大幅に改善」または「改善した」と解答し、またその理由を聞いたところ、当事業の影響によるものとの答であった。

汚臭に関しては、近隣の集合住宅からの下水が排水路の放流されている地域の住民組織のみが「変化なし」と答え、その他の住民組織は「大幅に改善」「改善」、との意見であった。粉じんについては、「悪化した」と解答した住民組織が2か所、「変化なし」とした住民組織も1か所あったことから、一般的な改善傾向にはないと思われる。住民の説明によると、悪化した理由は、排水路と並行し本事業で建設された維持管理用道路が、通行にも便利なため、車輛が通るようになり粉じんが増えたことが理由、とのことであった。

表 1 生活環境の改善に関する住民組織の意見

項目		大幅に改善した	改善した	変化なし	悪化した	大幅に悪化した
(1)	景観	✓✓✓✓ ✓✓	✓			
(2)	廃棄物処理	✓✓✓	✓✓✓✓			
(3)	排水処理	✓✓✓	✓✓✓✓			
(4)	汚臭	✓✓	✓✓✓✓	✓		
(5)	粉じん	✓✓✓	✓	✓	✓✓	
(6)	雨期の通行や交通	✓✓✓✓ ✓✓✓				

出所：事後評価調査における住民組織との協議

注：住民組織が該当項目を選んだ場合✓で示した



同様に、事業実施前後のその他の変化について同様に住民組織と協議したところ、下表のとおり、自信の創出、友情や団結心、土地の価値額の上昇のいずれもについて効果があったことが確認できた。収入や雇用機会の増加については、「変化がない」と

した住民組織が3か所あり、当事業の影響で、広く経済的な効果が生み出されるまでには至っていないようであった。

表 2 その他の改善に関する住民組織の意見

項目	大幅に改善した	改善した	変化なし	悪化した	大幅に悪化した
(1) 自信・自尊心	✓✓✓✓ ✓✓	✓			
(2) 近隣の人々との友情や団結心	✓✓✓	✓✓✓✓			
(3) 収入や雇用機会の増加	✓✓	✓	✓✓✓		
(4) 自宅付近の土地の価値額	✓✓✓✓ ✓✓✓				

出所：事後評価調査における住民組織との協議

注：住民組織が該当項目を選んだ場合✓で示した

なお、前述の250世帯を対象としたアンケート調査でも、上表のような項目について質問したところ、景観、廃棄物処理、土地の価値額に関しては「大幅に改善」「改善」と解答した人が半数以上であった。しかし、その他の項目については「変化なし」と解答した人が一番多かった。「悪化した」「大幅に悪化した」との回答はいずれの項目においてもほとんどなかった。これらのことから、衛生・生活環境の改善に関しては、対象地域全体においても一定の効果があつたが、貧困層生活環境プログラムが実施された地域においては顕著な効果があつたといえることができる。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

①移転住民への適正な補償の提供と参加型の移転プロセス

スリランカの用地取得法(Land Acquisition Act)によれば、不法占拠者は、住民移転において補償の対象となっていない。近年では、特にドナー支援のプロジェクトにおいて、不法占拠者にも何らかの補償が提供されるようになったが、それでも、生活・生計再建のための十分な内容にはなっていないようである⁶。また、土地や建物の法的所有者への補償も十分でないことが多かった。市場価格の補償では、同等のものを再建することが難しかったり、土地や建物の一部に影響が出た場合、残りの土地や建物では生活や経済活動ができず、結局、住居や生計手段を失ってしまう、などといった

⁶例えば、先行事業である円借款「大コロombo水辺生活環境改善事業Ⅰ(L/A締結1992年)」では、不法占拠者に、移転先の土地、基礎インフラ、住宅ローンおよび少額の給付金が提供された。アジア開発銀行の技術協力で作成されたスリランカの道路開発庁の住民移転マニュアル(2005年)では、不法占拠者については、占拠していた土地の価格を支払う必要はないが、土地を開発・改良した価値額を支払うこと、とされている。

例が見られた⁷。

このような事態を改善するため、2001年にスリランカ政府は「スリランカ国家住民移転方針（National Involuntary Resettlement Policy: NIRP）」を制定した⁸。本事業では、同方針に沿った住民移転を実施すべく、追加予算の確保⁹、「補償内容」の策定などが行われた。

本事業で、住民移転や用地取得の対象となった世帯数は合計約 2,000 世帯であった。本事業の住民移転と、先行事業や従来の住民移転の補償面における主な違いは、通常の補償に加えて、不法占拠者への土地と家屋の無償提供、再取得価格での補償の提供、移転費用の提供、収入・生計回復給付金の支援などである。

また、本事業は住民移転実施のアプローチにも特徴があり、主なものとしては、参加型協議による計画変更、入居者のニーズを反映した住宅設計、銀行を通しての補償金の支払い、移転対象住民との月例会議、情報センターにおける住民の相談受付や情報提供、補償査定委員会における苦情処理の受付などがあげられる¹⁰。なお、銀行を通しての補償金の支払いは、貧困層の金融機関へのアクセスを高めることも狙いの一つである。また、夫婦名義の口座を作り、そこに補償金を振り込むことにより、補償金を夫婦の一方が本来の目的以外の用途に勝手に使ってしまうなどという問題が起らないように配慮がなされた。



⁷ “Southern Transport Development Project: Experiences and Lessons for Livelihood Restoration Assistance”, Mansi Kumarasiri, Involuntary Displacement and Resettlement – Policy Practice, Center for Poverty Analysis, Sri Lanka, 2009.

⁸ スリランカ国家住民移転方針は内閣の承認を受けており、同方針に沿った住民移転の実施が奨励されているが、強制力はない。

⁹ 本事業の計画時の住民移転関連の予算は 119 万ルピー(当時のレートで約 115 百万円)であったが、NIRP に沿った移転のための予算額である約 600 万ルピー（約 618 百万円）が内閣に承認された。

¹⁰ 例えば「大コロンボ水辺生活環境改善事業 I」においては「移転対象住民は、強制的に移転させられることはないが、自発的に移転したわけでもなく、「もう他に選択肢がない」と諦めた時点で移転している」と第 3 者評価報告書には記されている。また同報告書では、実施機関の職員には、排水路整備工事をスケジュール通り実施する、というプレッシャーがかかっており、移転対象住民の相談にのったり、希望を聞き入れたり、といった参加型の話し合いはほとんどなかった、とある。

実施機関の報告書によれば、上述のような手厚い補償の提供、住民参加型の移転プロセスが、以下のようなインパクトを生み出したとある。

- 不法占拠者や一時許可を得て居住していた移転対象世帯の全てが、補償案を受け入れ、自発的に移転した。
- 移転や補償案を不服とし、訴訟を起こしたのは全移転対象世帯のうち 29 世帯（約 1%）にすぎなかった¹¹。
- 不法占拠者であった移転対象住民が、移転後、貧困から脱出し、生活の質を向上させている例が多くみられる。

国連人間居住計画（UN-HABITAT）の報告書¹²によれば、移転住民は、居住・衛生環境が下記のように向上したことを評価している。

- 不法占拠者の立場から脱出し、土地と家の合法的な権利を得た
- 洪水の被害を受けなくなり、生活衛生環境が改善した（移転者の多くは排水路付近に住んでおり洪水被害を受けていた）
- 粗末な家に住んでいたが、タイルを敷いた恒久住宅に住めるようになった
- 与えられた土地の価格が将来上がる見込みである
- 2 階を建てて間貸しすることにより収入増加の見込みがある
- 共同のトイレ、共同水栓を使っていたが、各戸トイレ、水道を得た
- 移転して治安がよくなった

事後評価時に実施した移転住民との協議でも、本事業により土地と家屋が得られたこと、洪水がなくなり住居・生活環境が向上したこと、治安がよくなったことなどについて高い満足感が表明され、上述の報告書類の記述が適切であることが確認された。また、村内道路、電気、水道、排水溝、下水処理施設など、移転先の基礎インフラの整備は、住民が移転する前に完了しており、整備のタイミングについて問題はなかった。これら基礎インフラに加えて、集会所や児童公園が建設されたところもあり、いずれも住民に活用されている。

なお、事後評価時、用地取得の賠償金の支払いが完了していないことについて、一部の住民から問題提起があった。上下水道省の説明では、土地の所有権や境界線が不明確であったことから補償金の査定が遅延したことが、支払い遅延の理由であるとのことである。同省は、2013 年内に全ての補償金および延滞利子を支払うべく作業を進めている。

¹¹ 実際は、訴訟を起こした世帯数で住民移転がスムーズに実施されたかどうかを測るのは難しい。移転に反対する住民が少ない場合に訴訟数が少なくなる他、訴訟を起こすための知識や経験のない住民が多い場合にも訴訟の数は少なくなるからである。なお、実施機関の説明によると、本事業では、移転・用地取得の対象となった約 2000 世帯のうち 29 世帯が移転や補償額を不服として訴訟を起こしたが、全ての訴訟において、当事業が実施した査定プロセスや査定額が正当との判決が出されたとのことである。

¹² "Innovative Approaches for Involuntary Resettlement, Lunawa Environmental Improvement and Community Development Project", UN-HABITAT, 2009

Box 2 : 移転住民の生活（リバーサイドガーデン）

夫が内装の仕事をしており、この家の内装も自分たちの好みで華やかにした。タイルを敷いた明るい家に住めるようになったのでとても喜んでいる。台所も清潔で気に入っている。2階につながる階段までは作ってあるが、2階はまだ建っていない。お金がたまったら少しずつ作るつもり。移転後、生活環境もよくなったし、土地と家の権利も与えられ、安心して生活できるようになったのはありがたい。



移転、と聞かされた時は不安だったが、その後、プロジェクトの職員から何度も説明を聞いて、しだいに不安がなくなった。移転の過程や補償の支給もスムーズだった。洪水がなくなり、この付近の土地の値段が上がっている。自分たちの土地や家の価値も上がっていると思うと、自信がもてる。

②対象地域の土地・家屋の価格上昇

対象地域の不動産業者や市役所職員、住民からの聞き取りによれば、対象地域の土地の価格は現在、事業前と比較して2~3倍、場所によっては10倍以上になっているとのことであった。コロombo郊外の土地の価格は近年、一般体的に上昇しているが、特に本事業で環境が整備された地域の地価の上昇は著しく、住民からは、「以前は頻繁に浸水していたので、家を売ろうと思っても売れる状態になかった。今は売ろうと思えば良い値段で売れるし、間貸しすることもできる」との声が聞かれた。

③住民コントラクト¹³の実施によるコミュニティの能力強化

本事業では、12の住民組織が住民コントラクトを請け負い、村内排水路、下水施設、公民館などの建設を実施した。住民の能力強化、整備された施設へのオーナーシップの醸成、労働機会の提供、住民組織の資金形成などが、住民コントラクトの実施により期待されていた。事後評価時の調査では、住民コントラクトを請け負った住民組織のなかで、現在でも活動が継続しており、住民コントラクトで得た資金を活用し、地域住民の生活向上に貢献したり、整備された施設へのオーナーシップが高く、運営維持管理にも積極的に取り組んでいると思われるのは4団体のみであり、その他は、現在活動が停滞していたり、資金を活用していないことがわかった。これは主に下記の理由によるものである。

- 住民コントラクトの実施が動機となって住民組織が形成されたが、この役割が終わると活動がなくなってしまった。
- 事業完了後、実施機関や市役所の職員が住民組織を定期的に訪問し助言したり、

¹³住民コントラクト方式は、土木工事を住民組織が契約・請負主体となる方式。スリランカ政府の入札ガイドラインに規定されており、政府規定の発注単価に基づいて行政機関と住民組織が契約する。1986年にスリランカ国家住宅開発公社の貧困層を対象とする住宅建設プログラム（1984-1989）で初めて同方式が取り入れられた。

市役所の主催する行事などに参加を促したり、といったフォローアップや組織の活性化のための支援がほとんどなかった。

- 住民コントラクトの工事を住民組織が実施せず、サブコントラクターに委託したこと、居住地域外での工事が多かったことなどから、住民コントラクトを通じた能力向上の機会があまり得られなかった。

なお、工事をサブコントラクターに委託した背景には、住民組織には土木技術や工事管理の経験がほとんどなかったが、事業の全体スケジュールが遅延気味であったため、住民へ本格的なトレーニングを実施する時間がとれなかったことがある。このため、労働機会の提供も限定的なものとなった。

また、上述のように住民組織は、自分たちの居住地域内のインフラのみではなく、他の地域のインフラ整備の契約主体ともなった。たとえば、ディーワラニワーセ住民組織は、合計 13 の住民コントラクトを請け負ったが、そのうち自分たちの居住地域で実施したのは 4 契約のみであり、その他の 9 つは居住地域外の工事であった。事後評価時に同住民組織にインタビューしたところ、リーダーや会員は、居住地域外においてどこで何の工事をしたかも覚えていない状態であった。このように居住地域外で実施される住民コントラクトにおいては、住民組織は便宜的に契約主体となり、コミッションとして収入を得たが、住民の能力向上等の効果は限定的であった。

3.3.2 その他、正負のインパクト

① 住民による排水路や側溝の清掃の習慣化、排水路へのゴミ投棄の減少

本事業の一環として、対象地域の住民を対象に、廃棄物処理プログラムが実施された。同プログラムでは、下記のようなテーマに基づいて、キャンペーン、イベント、学校プログラムなどを通じて啓蒙活動が実施された。啓蒙活動は、パンフレットの配布、ロールプレイ、グループワーク、ストーリードラマ、エッセイ大会などにより、住民参加型で実施された。

- 地域のごみの量がどれくらいで、どんな種類があるのか学ぶ
- それらごみが社会経済環境にどんな影響を及ぼしているのか話し合う
- 排水路へのゴミの投棄が排水路を詰まらせていることについて話し合う
- ごみの分別について学ぶ
- コンポストを売って収入を得たり、有機野菜を育てたりすることを学ぶ

啓蒙活動に続き、資源ごみの収集・販売、コンポストバレルの配布とコンポストづくりの実演がパイロット地域で実施された。

事業実施前、排水路付近に居住する住民は、日常的にゴミを排水路に捨てていたと



住民による排水路の清掃（事後評価時）

いう。家の中を掃除した際に出たごみはそのまま排水路へ掃き捨て、台所のゴミはポリ袋に入れて排水路に投棄していた。しかし、本事業の啓蒙活動の結果、多くの住民が、家の前の排水路や側溝を自ら清掃するようになった。本事業で「ゴミを排水路に捨てないこと、家の前の側溝の掃除は自分たちですること」ということを学び、そのように実践しているとの声が多く聞かれた。また、「排水路が整備されたので、ゴミを捨てると罪の意識を感じる」との声もあった。実査においても、一部を除き、ほとんどの側溝がきれいに掃除されており、住民が自主的に清掃している様子も観察された。

Box 3 : 住民参加型の取り組みについて

本事業では、住民参加型の様々な取り組みが行われた。その特徴や効果について分析を行った結果、得られた示唆を以下に紹介する。

- ① 本事業の住民移転では、9 ページに記載の通り、住民参加型の計画策定、情報センターの設置といった施策を通じ、移転住民に真摯な態度で対応した結果、移転住民の移転に対する理解や満足度が高まった。これらの施策を円滑に実施できたのは、実施機関の能力によるところが多いと考えられる。本事業では、住民移転を含む社会開発コンポーネントの円滑な実施のために、技術コンポーネントのディレクターとは別に、ディレクターが配置された。また同ディレクターのもと、住民移転に経験豊富な外部の人材を登用し、UN-Habitat や NGO の支援もとっている。このように、住民移転のための諸施策を実施するに当たっては、必要に応じて、外部機関による支援などにより、実施機関の能力を確保する必要があると思われる。
- ② 住民コントラクトの実施により、住民組織の能力強化、施設へのオーナーシップの醸成などが期待されていたが、12 ページに記載の通り、これらの効果の発現は限定的であった。本事業の例からは、住民コントラクトの実施により期待した効果を生み出すには、住民組織が直接工事を行い、居住区の外ではなく中の工事を実施するとともに、住民コントラクト実施後も、必要に応じて当該の住民組織のフォローアップを行う必要があることがわかる。
- ③ 12～13 ページに記載の通り、廃棄物処理プログラムの実施により、住民の意識に変化が起こり、ごみの排水路への投棄がほとんどなくなり、住民による排水路の清掃も実施されるようになった。住民組織の連合体が、清掃キャンペーンを実施したり、住民の意見を取りまとめて自治体と交渉したりしているところもある。一方、居住区内の住民全員が清掃を定期的に行っているわけではなく、協力的でない住民もいるとのことであった。また、市役所の観察によれば、事業実施時に比べると、廃棄物処理に関する住民の興味や意識は薄れつつある。これらことから、住民の生活習慣であったものを変えるには、効果的な啓発活動を根気強く継続する必要があることがわかる。また、自治体による排水路の清掃活動が十分でない地域もあるが、住民の努力と自治体による適切な維持管理活動がそろって、排水路が良い状態に保たれ、本事業の効果が持続すると考えられるため、今後の改善が期待される。

② 排水路・ルナワ湖の水質改善

事後評価時に実施した、住民からの聞き取り、アンケート調査によると、排水路の整備により排水が流れるようになったこと（以前は停滞し、洪水の際に氾濫していた）、排水路へのゴミ投棄がほとんどなくなったことなどから、排水路の水質は改善されたとのことであった。一方、工場や作業場の排水や、津波支援集合住宅などからの汚水の排水路への混入により、汚臭が深刻な地域があることに関し、市役所や住民は懸念を表明している。

なお、ルナワ湖の水質は、湖の浚渫や砂州の定期的な除去¹⁴によりめざましく改善した。以前は、生き物は生息できない「死んだ湖」であったが、事業実施後は魚や鳥が生息するようになった。現在は、湖の外周道路がジョギングコースとして整備されつつある。



事業実施前のルナワ湖（2002 年撮影）

事後評価時のルナワ湖（2012 年撮影）

③ 津波被災者への支援

本事業の対象地域の海岸に近い地域では、2004 年のインド洋スマトラ沖地震による津波により住宅や商店が破壊されるなどの被害が出た。津波の後、海岸沿いの地域は、安全が確保できないとの理由で住宅の再建が禁止されたため、同地域にあった世帯は内陸に移転することになった。本事業では、整備した 4 か所の住民移転先に余裕があったため、これら津波被災世帯のうち 100 世帯に再定住先として土地を提供した。

④ JICA ボランティア、UN-HABITAT、NGO との連携

本事業ではまた、JICA ボランティア、UN-HABITAT、NGO（2 団体）が、それぞれの専門性や特性を生かし、住民啓蒙や住民とのコミュニケーション、住民移転、廃棄物処理活動などを側面支援し、事業の効果的な実施に貢献した。

¹⁴ 当地域では、湖水が海に流れ出るところに土砂が堆積し、砂州が形成されるが、湖水が溢れたり、排水路に逆流したりしないよう、同砂州を定期的に掘削する必要がある。

⑤ 自然環境への影響

本事業に伴う自然環境への負の影響は現在のところ、指摘されていない。また、工事中に粉じん、騒音、水質汚濁などの影響が生じたかについて関係者に確認したところ、工事による粉じんや騒音があったと答えた住民もいたが、それら住民の多くは、住宅地内の工事であることからやむを得ないこと、また本事業の必要性を強く認めていたため、迷惑だとは思わなかったと述べた。また、粉じんを軽減するため、コントラクターが朝夕必要箇所に散水をしたり、騒音を軽減するため工事時間を日中に制限する、といった対応がとられていた。工事による排水路の水質汚濁についてはモニタリングがなされており、特段の問題は発生していなかった。なお、工事に伴い生じた浚渫土は、道路補修の際の埋立用に使われた。工事の廃棄物処理に関しても問題は指摘されていない。

以上のように、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られること、また移転住民の生活向上などのインパクトも見られることから、有効性・インパクトは高い。

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

下表のとおり、本事業のアウトプットはほぼ計画通り達成された。排水路や維持管理用道路、湖周辺道路の延長が計画より長くなっているが、これは、洪水制御効果をより高め、維持管理を効果的なものにするために、検討を重ね、設計変更を実施した結果である。また、対象地域の市役所や住民から提案された追加工事の要望を、事業目的、技術的な妥当性や必要性を検討し、可能な限り取り入れたこともアウトプットの増加の背景となっている。

表 3 アウトプットの計画と実績の比較

	計画	実績	変更等の理由															
排水路整備 コンポーネント	A.1 排水路整備など																	
	(i) 排水路（改修・新設） (a) 主排水路： 6.7km (b) 二次排水路： 4.2km (c) 道路側溝： 76.4km 合計： 87.3km	(a) 主排水路： 6.8km (b) 二次排水路： 7.7km (c) 道路側溝： 123.4km 合計 137.5km	都市化の進行、排水路付近の住民の不法占拠の増大、排水路の老朽化などにより、詳細設計時には整備が必要な排水路が増大していた。															
	(ii) ルナワ湖浚渫 (a) 同湖内 3 か所を対象に浚渫 (b) 浚渫土砂を使って同湖最南端の埋め立て・造成 (c) 浚渫用道路敷設：約 700m	(a) 同時並行して実施されていた海岸資源管理事業により湖全域が浚渫された。 (b) 計画通り (c) 湖の周辺道路（3.9km）が建設された。	(a) 同事業でも浚渫の予算を確保していたため。 (c) 維持管理の便宜をはかり、不法占拠を防止するため周辺道路の建設が必要と判断された。															
	(iii) 砂州の除去作業	計画通り。																
	(iv) その他 (a) 維持管理用道路の建設 (b) 道路の修復 いずれも延長は不明	(a) 維持管理用道路の建設(15.7km) (b) 道路の修復(40.9km)																
	A.2 資機材調達																	
	- 維持管理資機材（排水路改修用資機材等） - 調査資機材（測量資機材等） - 車輛（資機材運搬用車輛等）	計画通り。																
	A.3 住民移転造成等																	
	4 居住区の造成と基礎インフラの整備	計画通り。																
社会開発 コンポーネント	B.1. 住民移転関連																	
	移転対象は約 450 世帯。移転先の整備は、住民のニーズに沿って実施する。	PAP は合計 1,925 世帯であった。移転や移転先の整備は住民のニーズに沿って実施された。	審査時の見積もりは過小評価であった。 ●都市化の進行、排水路付近の住民の不法占拠の増大、排水路の老朽化などにより、移転世帯数が増大した。 ●審査時には用地取得のみ対象となる世帯が見積もられていなかった。															
	住民移転・用地取得世帯数の計画と実績																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th><th>審査時</th><th>詳細設計の結果</th><th>実績</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>移転世帯数 *</td><td>450</td><td>□55</td><td>899</td></tr> <tr> <td>用地取得のみ(移転はなし)</td><td>-</td><td>1,027</td><td>1,026</td></tr> <tr> <td>合計</td><td>450</td><td>1,882</td><td>1,925</td></tr> </tbody> </table>	項目	審査時	詳細設計の結果	実績	移転世帯数 *	450	□55	899	用地取得のみ(移転はなし)	-	1,027	1,026	合計	450	1,882	1,925	
項目	審査時	詳細設計の結果	実績															
移転世帯数 *	450	□55	899															
用地取得のみ(移転はなし)	-	1,027	1,026															
合計	450	1,882	1,925															
出所：JICA 審査時資料および実施機関提供資料																		
	B.2. 貧困層生活環境改善プログラム																	
	洪水被害が深刻な 11 の貧困層居住区を対象に以下の活動を実施。 (i) 住民コントラクトによる生活環境改善（雨水・生活排水・汚水排水処理用の下水施設の設置、道路補修、ゴミ捨て場の補修	計画通り 11 居住区で実施。 B1(住民移転先)と B2(貧困層生活環境改善プログラム対象地域)において 12 の住民組織が合計 177 の住民コントラクト契約を結び、排水路、下水施設、公民館などの建設が行われた。また合計 17 の住民組織が形成され、啓蒙活動・トレーニング・開発計画																

	など) (ii) 移転住民の組織化(住民組織形成、啓蒙活動、住民行動計画の作成、住民へのトレーニングなど)	策定等が行われた。 <その他追加された活動> ● 廃棄物処理プログラム ● 各戸トイレ建設 ● 排水路の水質改善																				
	B.3. 実施能力強化																					
	UN-HABITAT は、実施機関および地方自治体による住居・住民開発委員会及び事業支部の設立、運営、資金管理、社会調査実施などに関する技術支援を行う。	ほぼ計画通り。 ● UN-HABITAT は、社会開発コンポーネントの計画や実施に際し各種の助言や提案を行った。 ● 住居・住民開発委員会は約 3 年間運営された。 ● 事業支部は設立されなかったが、自治体からは実施機関に職員が出向し、住民関連の活動や会議へ参加した。																				
サービス	コンサルティング・サービスの計画と実績		ローカルコンサルタントの従事期間の延長は、事業実施期間の延長によるものである。インターナショナル・コンサルタントの従事期間の実績については情報を入手できなかった。																			
	<table><tr><th rowspan="2">項目</th><th colspan="3">計画</th><th>実績</th></tr><tr><th>コンポーネント A</th><th>コンポーネント B</th><th>合計</th><th>合計</th></tr><tr><td>インターナショナル</td><td>120 MM</td><td>4 MM</td><td>124 MM</td><td>不明</td></tr><tr><td>ローカル</td><td>246 MM</td><td>36 MM</td><td>282 MM</td><td>486 MM</td></tr></table>			項目	計画			実績	コンポーネント A	コンポーネント B	合計	合計	インターナショナル	120 MM	4 MM	124 MM	不明	ローカル	246 MM	36 MM	282 MM	486 MM
項目	計画				実績																	
	コンポーネント A	コンポーネント B	合計	合計																		
インターナショナル	120 MM	4 MM	124 MM	不明																		
ローカル	246 MM	36 MM	282 MM	486 MM																		

出所：JICA 資料および事後評価時の質問票回答、インタビューによる



3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

事業費の計画は 9,423 百万円（うち円借款部分 6,906 百万円）、実績は 8,265 百万円（円借款部分は 6,340 百万円）であり、計画内に収まった(計画比 88%)。事業費の減少は主に、効果的な国際競争入札の結果によるものである。

3.4.2.2 事業期間

事業期間は 2001 年 12 月から 2007 年 10 月までの 69 か月を予定していた。しかし

事業が完成したのは 2010 年 4 月のことであった。これは、計画比 161%であり、事業期間は計画を大幅に上回った。用地取得や移転対象住民のうち 29 世帯が用地取得/移転を不服とし訴訟を起こし、そのうち 12 世帯が上訴し、判決に約 3 年を要したため¹⁵、訴訟期間中、用地取得が指し止めになり、当該箇所土木工事ができなかったことが遅延に大きく影響した。

なお、前述のように計画時の移転住民数の見積もりは過小であり、また計画では、用地取得と住民移転が借款契約調印と同時に開始され、2 年半で完了すると想定されていた¹⁶。また、計画時には住民はすべて自主的に移転すると考えられ、訴訟は想定されていなかった。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

本事業で整備された排水路等の維持管理費用が一部不明なため、事後評価時における内部収益率の再計算は実施しない。

以上より、本事業は事業費については計画内に収まっており、また計画以上のアウトプットも発現しているものの、事業期間が計画を大幅に上回ったため、効率性は中程度と判断する。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業で整備された排水路の運営・維持管理は、デヒワラ・マウントラビニア市役所、モラトワ市役所、SLLRDC が、地域や作業により分担して実施している(下表)。各組織は、担当を明確に認識しており、責任分担に問題はない。先行案件の教訓を受け、対象地域の二つの市役所を事業の計画時より巻き込み、実施中も事業運営や排水路の工事に関与させたことにより、自治体に運営・維持管理の主体性が生まれ、事業完了後の維持管理責任の移行がスムーズに実施されたことは評価に値する¹⁷。

¹⁵ 訴訟に 3 年を要するのはスリランカでは通例であり、当案件の訴訟が特に長引いたわけではない。

¹⁶ 通常、詳細設計の結果を受けて用地取得・住民移転数が確定する。

¹⁷ 先行事業である「大コロombo圏水辺環境改善事業 II」では、事業完了後、SLLRDC からコロombo市役所への排水路の運営維持管理責任の移行が順調に進まず、事後評価時は、運営維持管理の責任の所在があいまいな状態であった。これは、コロombo市役所が事業の実施に関与しておらず、同事業で整備された排水路へのオーナーシップを有していなかったことが一因と考えられた。

表 4 本事業で整備された排水路等の運営・維持管理の責任分担

対象施設	運営・維持管理責任
(1) 排水路の側面をコンクリートで仕上げてない排水路および蛇籠*で保護した排水路	SLLRDC
(2) デヒワラ・マウントラビニア市役所管轄地域のその他の排水路と維持管理道路	デヒワラ・マウントラビニア市役所
(3) モラトワ市役所管轄地域のその他の排水路と維持管理道路	モラトワ市役所
(4) ルナワ湖の浚渫	SLLRDC (ルナワ湖の水面の清掃は現在海軍が担当)
(5) ルナワ湖の砂州の除去作業	モラトワ市役所
(6) ルナワ湖周辺道路	モラトワ市役所

*注：円筒形に編んだ籠に石や砂利を詰めたもの。

なお、本事業で整備された排水路等の運営・維持管理が適切に実施できるよう、事業完了当時、両市役所は人事委員会に人員増強を申請したが、当時は内戦末期であり、緊縮財政を理由に、申請は承認されなかった。

デヒワラ・マウントラビニア市役所は、先行事業¹⁸で設立された排水課が、本事業で整備された排水路の維持管理を担当している。同市役所からの聞き取りによれば、同課は排水課長以下、専任の職員が配置され、責任の所在や管理体制に問題はなく、労働者や運転手が若干名不足しているが、兼務したり、日程を調整したりしてやりくりしているとのことである。

モラトワ市役所には排水路の維持管理を担当する部署はなかったため、事業完了後に排水課を設置する予定であったが、上述のように人員増が認められなかったため、現在も排水課は未設置である。現在、保健課から監督職員と労働者（職員）10名を転用して排水路の清掃や雑草取りにあたっているが、維持管理の責任の所在や管理体制が不明確であり、また、本事業で整備された排水路を定期的に清掃するには、労働者数が大幅に不足している。

SLLRDC は、排水路・埋立課が本事業で整備された排水路の維持管理を担当している。人員に欠員や兼務はなく、維持管理体制に特に問題はない。

なお、本事業により、住民組織の連合体である近隣フォーラムが7つ形成され、そのうち3つが現在でも、住民の意見をとりまとめ、市役所と交渉し、定期的に清掃キャンペーンを実施するなどの役割を果たしている。

審査時における本事業の実施機関は住宅省であったが、度重なる省庁の再編成によ

¹⁸大コロombo圏水辺環境改善事業(III)

り、計画時および実施期間中に、管轄の省や責任者が何度も変更になった。事業完了時および現在の実施機関は上下水道省であるが、同省は上水道と下水の事業のみを管轄しており、排水事業に関する統制機能は実質的にないため、現在のところ、本事業の成果の持続のために自治体や住民に働きかける機能を持っていない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

デヒワラ・マウントラビニア市役所の管轄地域には、本事業および先行事業で整備された地下排水路がいくつかあり、作業員が地下に潜って定期的に清掃する必要がある。地下排水路の清掃については、本事業実施中に訓練が実施され、またマスクや吸引機材なども供与された。しかし、事後評価時に同市役所に確認したところ、地下排水路の清掃は実施していないとのことであった。同市役所によると、維持管理の監督者は、研修により技術的な知識を得たものの、実地経験がないことから、有毒ガスがある可能性もある地下排水路に労働者を送り込むだけの監督力がないこと、清掃時に必要となる照明設備や扇風機などを保有していないことが清掃未実施の主な理由とのことであった。なお、地下排水路以外の排水路の維持管理に関しては、技術的な問題は起こっていない。SLLRDC とモラトワ市役所については、担当施設の運営・維持管理を実施するにあたって技術的な問題は特に発生していない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

デヒワラ・マウントラビニア市役所には、排水路、道路、橋などのインフラの運営・維持管理に近年年間約 5,500~6,500 万ルピーの予算措置がなされている。SLLRDC には、本事業で整備された排水路の通常の運営・維持管理に毎年約 900 万ルピー、浚渫や土手の修復など大規模な運営・維持管理のために約 3 年ごとに 3000 万ルピー程度の予算措置が中央政府からなされている。両組織はこのような予算により、職員の人件費や保有の資機材の運営・維持管理も賄っており、財務上の問題は特におこっていない。一方、モラトワ市役所については、上述のように、排水路の運営・維持管理を担当する部門がなく、保健課の人員を流用して排水路の清掃作業を行っているため、排水路の運営・維持管理に関する予算や支出実績を特定することは困難であった。

3.5.4 運営・維持管理の状況

デヒワラ・マウントラビニア市役所は、運営・維持管理の年間計画表を作成している。人員不足のため、計画を完全に実施するには至っていないが、緊急性の高いところを優先して実施している。事後評価時、当該地域の地域住民からは、同市役所は定期的に排水路を清掃しており、また、必要な時に連絡すれば来てくれる、とのコメントが多かった。

モラトワ市役所には排水路の維持管理に関する計画表や実績管理はない。人員不足のため、清掃を定期的に実施するには至っておらず、緊急性の高い排水路の清掃を応

急処置的に行っているのが現状である。事後評価時、当該地域の住民からは、同市役所が排水路の清掃をしていないとの苦情が多く聞かれた。同市役所は、ルナワ湖の砂州の除去作業については優先的に実施しており、これについては住民からの苦情も出なかった。

SLLRDC は、担当地域の排水路の維持管理を週間スケジュールに沿って実施している。さらに、排水路の浚渫や土手の修復など大がかりな維持管理作業を約 3 年ごとに実施する計画である。次回の修復作業は 2013 年度に実施する計画であり、予算を計上済みである。

なお、インパクトの項でも述べたように、工場の排水や集団住宅の汚水が排水路に混入しているところがある。排水に有機物質や汚水が含まれていると、排水路付近に雑草が繁殖し排水路が老朽化したり、地下排水溝が詰まったりする原因となる。事後評価時、上下水道省は、スウェーデン国際開発庁の支援により「排水システム改善事業」を実施しており、同省によれば、これにより工場排水の混入は防止される予定であるが、集団住宅や家屋からの汚水の混入を完全に防止するには至らないとのことであった。このようなことから、排水の水質は引き続き、事業効果の継続への懸念事項である。

以上より、本事業で建設された排水路の維持管理に関し、デヒワラ・マウントラビニア市役所と SLLRDC の管理体制や維持管理状況については概ね良好であるものの、モラトワ市役所の維持管理体制や現状については多くの課題があり、また排水の水質に関しても懸念が残るため、本事業によって発現した効果の持続性は中程度と判断する。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、スリランカの商業の中心地であるコロンボ市の中心から南約 15km に位置するルナワ湖周辺地域を対象に、洪水被害の軽減と生活環境の改善を目的として、排水路の整備や、貧困層住居地域の生活環境改善策などを実施したものである。

洪水対策および都市住居環境の改善は事前・事後ともにスリランカの政策に合致しており、対象地域は洪水対策のニーズも非常に高いことから、本事業の妥当性は高い。

本事業の前後で対象地域の浸水家屋数、浸水回数、浸水時間、浸水深を比較したところ、いずれも大幅に減少しており、洪水被害がほぼ解消していることが確認できた。また、対象地域では衛生・住居環境や、雨期のアクセスの改善なども実現していることから、本事業の有効性やインパクトは高い。

本事業の事業費は計画内に収まったが、事業期間が計画を大幅に超えたため、効率性は中程度である。対象地域を管轄する二つの市役所のうちの一つに、排水路の運営・維持管理に必要な人員が配置されておらず、責任の所在も不明確であり、清掃も

定期的に実施されていないことなど、当事業で整備された排水路の運営・維持管理に一部問題があり、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) モラトワ市役所の管轄地域の排水路の運営・維持管理が十分に実施されていないことが、受益者調査や実査で明らかになった。同市役所は、適切な人員の確保と配置、排水課の設置、運営・維持管理計画の策定と計画に沿った作業の実施およびモニタリングを早急に実施すべく、引き続き人員確保に努める必要がある。また、既存の人員により、管轄地域の排水路の運営維持管理業務を改善する方策を立案・実施することも効果的である。
- (2) デヒワラ・マウントラビニア市役所の管轄地域の排水路の運営・維持管理状況は概ね良好であるが、運営・維持管理計画に沿った作業の実施や、地下排水路の清掃によるさらなる改善が期待される。そのため、同市役所は引き続き人員の確保と適切な配置に努める傍ら、地下排水路の清掃に関して、SLLRDC や上下水道省の職員の技術支援を得たり、必要な設備を購入するなどして、定期的な清掃を実施することが望まれる。
- (3) 本事業で形成された住民組織の中には活動が停滞しているものがあるが、両市役所は、これらの住民組織が、地域の問題の解決や地域内のインフラの維持管理に積極的に取り組めるよう、組織の活性化や資金の有効活動などに向けて支援することが望ましい。
- (4) 上下水道省は、本事業の実施機関であり、事業効果の持続に関して責任をもつものの、業務掌握等の関係から、積極的な役割を果たすに至っていない。同省は、排水路の運営維持管理のモニタリングと指導ができるよう、適切な体制を早急に構築することが望まれる。
- (5) また同省は、以下の点の調整やファシリテーションにもさらに積極的に取り組むことが期待される。
 - ① 一般家庭・集合住宅の下水の排水路への接続をなくし、排水路の水質改善を図る。
 - ② 本事業の用地取得に関する補償金および補償金支払遅延利子を早期に支払う。

4.2.2 JICA への提言

維持管理体制や維持管理状況に一部問題がみられること、排水路の水質改善が十分でないことが、事業効果の持続に関する主な懸念事項である。JICA は今後、本事後評価の提言の各機関による実施をモニタリングすることが期待される。

4.3 教訓

- (1) 本事業では、先行事業の教訓を受け、主・副排水路の整備に加え、居住地域内の小規模の排水路や側溝の整備、ゴミ投棄防止の啓蒙活動、廃棄物処理改善などを実施することにより高い洪水制御効果が発現した。このように、洪水制御事業では、主・副排水路の整備のみでなく、関連事業の実施により統合的な洪水制御効果を高めることが重要である。
- (2) 本事業では、先行事例の教訓を受け、維持管理主体である2つの市役所を事業の計画策定や実施に関与させ、運営維持管理のオーナーシップの醸成に努めた結果、維持管理責任の移譲がスムーズに行われた。このように、事業の実施機関と運営維持管理主体が異なっている場合には、維持管理主体を事業計画や実施に巻き込むことが、維持管理責任のスムーズな移管のために重要である。
- (3) 本事業は、スリランカの国家住民移転方針を具体化した好事例であり、特に、本事業の補償パッケージ、情報センターの機能、住民の意向を汲み入れた柔軟な計画策定、苦情処理システムなどは、住民移転を伴う他の事業の参考となりえる。
- (4) 本事業では、詳細設計調査の結果、住民移転数が倍増し、また僅かではあるが訴訟が起こり、事業が大幅に遅延した。通常、大規模な用地取得や住民移転を伴う事業では、住民移転数の変更や訴訟などを事業のリスク要因として認識しておく必要がある。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	1. 排水路整備コンポーネント (1) 排水路（改修・新設） (2) ルナワ湖浚渫 (3) 砂州の除去作業 (4) 維持管理用道路の建設 (5) 道路の修復 (6) 資機材調達 2. 社会開発コンポーネント (1) 住民移転 (2) 貧困層生活環境改善プログラム - 住民の組織化 - 住民コントラクト方式による生活環境改善 3. 実施能力強化 4. コンサルティング・サービス	ほぼ計画通り(計画以上) 他団体により実施 計画通り ほぼ計画通り ほぼ計画通り ほぼ計画通り ほぼ計画通り（計画以上） 計画通り 計画通り ほぼ計画通り インターナショナル・コンサルタントの実績は不明、ローカルコンサルタントの実績は延長
② 期間	2001年12月～ 2007年10月（69ヶ月）	2001年12月～ 2010年4月（111ヶ月）
③ 事業費		
外貨	4,792百万円	2,180百万円
内貨	4,631百万円	6,085百万円
	(3,216百万スリランカルピー)	(6,907百万スリランカルピー)
合計	9,423百万円	8,265百万円
うち円借款分	6,906百万円	6,340百万円
換算レート	1スリランカルピー＝1.44円 (2001年12月時点)	1スリランカルピー＝0.88円 (2001年12月～ 2010年4月平均)

以 上

スリランカ

電力セクター改革プロジェクト

外部評価者：(株) かいはつマネジメント・コンサルティング 田村 智子

0. 要旨

本事業は、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所から既存コツゴダ変電所までの送電線や開閉所などを建設することにより、同発電所の発電電力の安定的な供給を図り、もってスリランカの電力需要の増加への対応に寄与することが目的であった。これは、民間投資や火力発電所の開発により、安定した電力供給を実現するというスリランカの開発政策とも合致しており、また、電力需要の逼迫に対応するには、本事業の実施が必要であったことから、本事業の妥当性は高い。

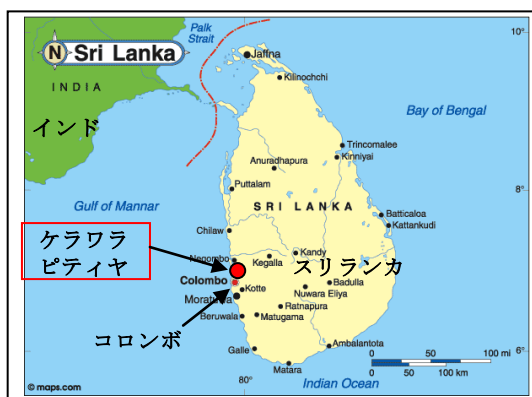
現在、本事業で整備された送電線や開閉所などは有効に利用されており、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所からの送電を可能にし、同発電所の発電電力を安定的に供給するという事業目的は達成されている。また、スリランカでは近年、電力供給事情は大幅に改善されており、これは、本事業を含む電力諸施策の貢献の成果であるといえる。このようなことから本事業の有効性は高い。

本事業の事業費は計画内に収まったが、事業期間が大幅に遅延したため、効率性は中程度である。

本事業で整備された送電線や開閉所などの運営・維持管理については、体制・技術ともに、特段の問題は見られない。しかし、これら施設の所有者である CEB(セイロン電力庁)の財務状況は 2010 年を除いては赤字が続いており、近い将来、赤字が解消するかどうかは未だ確かではない。このように、CEB の財務面には懸念が残ることから、持続性は中程度である。

以上より、本プロジェクトの評価は高いといえる。

1. 案件の概要



案件位置図



ケラワラピティヤ送電線

1.1 事業の背景

本事業の計画当時、スリランカでは年平均約 8%の割合で電力需要が増加していたが、当時の電力構成は、水力発電が約 60%を占めていたために、降水量に発電電力量が左右されやすかった。新しい発電所の建設も遅延ぎみであったため、1996 年、2001 年、2002 年には、渇水のために水力発電量が制限され、計画停電が実施されるなど、電力需給がひっ迫していた。スリランカ政府は、中長期的な電力需給のひっ迫に対応するために、電力供給設備の拡充や、民間投資による火力発電の開発に主力を置き、バランスのとれた電源構成に転換していく方針であった。

このようなことから、大型石炭火力発電所の建設が計画されていたが、諸事情から建設開始が大幅に遅れていたため、2000 年代後半には電力の大幅な供給不足が懸念されていた。このような事態を避けるため、民間投資によるコンバインドサイクル発電所を早急に建設することになった。本事業は、同発電所からの送電を実現すべく、同発電所から既存の変電所に至る送電線や開閉施設などの建設を行ったものである。

1.2 事業概要

コロンボ県北側のガンパハ県において、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所¹から既存コツゴダ変電所までの送電線や開閉所などを建設することにより、同発電所の発電電力の安定的な供給を図り、もってスリランカの電力需要の増加への対応に寄与する。

円借款承諾額／実行額	2,938 百万円 / 2,873 百万円
交換公文締結／借款契約調印	2003 年 3 月 / 2003 年 3 月
借款契約条件	金利 2.2%、返済 30 年（うち据置 10 年）、 一般アンタイド
借入人／実施機関	スリランカ民主社会主義共和国政府／ セイロン電力庁
貸付完了	2010 年 5 月
本体契約	Siemens AG (ドイツ) / KEC International Ltd. (インド)
コンサルタント契約	Lahmeyer International GMBH (ドイツ)・日本工営(日本)(JV)
関連調査（フィージビリティ・スタディ：F/S）等	1997~1999 年 国際協力機構（JICA）による F/S「ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所建設計画調査」
関連事業	なし

¹ 設備容量 300MW、民間業者により建設・運営。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

田村 智子（株式会社かいはつマネジメント・コンサルティング）

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：2012 年 9 月～2013 年 7 月

現地調査：2012 年 11 月 5 日～12 月 8 日、2013 年 3 月 21 日～3 月 27 日

3. 評価結果（レーティング：B²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業計画時の同国の電力開発政策「電力セクター政策方針（Power Sector Policy Directions）（1997 年）」では、経済発展と社会生活を実現するため、増え続ける電力需要に応え、安定した電力供給を行うことが目標となっている。当時スリランカでは、水力発電に適した場所にはほぼすべて発電所が建設されており、新規に大規模水力発電所の建設を行うには限界があったこと、また水力発電は降雨量に左右され電力供給が不安定であったことから、前述のように、将来の電源開発は火力発電に主眼を置く方針であった。また、公的投資による電源開発の遅れが深刻であったことから、同政策では、民間投資の導入による電源開発の推進が急務とされていた。ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所の建設は、このような火力発電および民間投資による電源開発を積極的に推進する政策を具体化するものであった。

事後評価時の電力政策である「スリランカ国エネルギー政策・戦略(National Energy Policy & Strategies of Sri Lanka)」(2008 年策定)でも、安定した電力の供給は引き続き重要な目標である。また、将来、火力発電の開発を進める計画であり、2015 年には火力発電が全発電量の 62%を占めると予想している(表 1)。なお、これまで、民間投資が奨励されてきた結果、民間投資による発電所の発電能力が全発電能力に占める割合は年々増加しており、現在 40%以上を占める(図 1)。

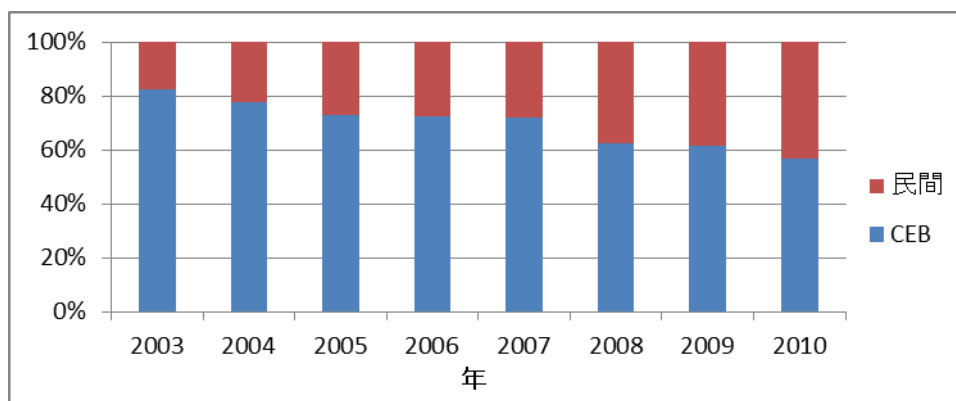
² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

表 1 電源種別発電量の現状と将来計画

年	水力	火力		再生可能エネルギー
		ディーゼル等のオイル	石炭	
1995	94%	6%	0%	-
2000	45%	54%	0%	1%
2005	36%	61%	0%	3%
2010	42%	31%	20%	7%
2015	28%	8%	54%	10%

出所：9A, National Energy Policy & Strategies of Sri Lanka, 2008 年



出所: Sri Lanka Energy Balance, Sri Lanka Sustainable Energy Authority (<http://www.info.energy.gov.lk>)

図 1 所有別発電能力の推移

このように、計画時、事後評価時ともに、安定した電力の供給はスリランカの重要な課題であり、ケラワラピテイヤ・コンバインドサイクル発電所からの送電を可能にし、電力の安定供給を図るという本事業の目的は、同国の開発政策と高い整合性を持つといえる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の計画時、スリランカでは、計画停電が頻繁に起こっており、電力供給の不安定さが国民の生活や投資などのボトルネックになっていた。たとえば 2001 年 6 月から 2002 年 5 月まで、一日最大 8 時間の計画停電が全国で実施され、社会経済活動に大きな支障をきたした。当時、経済発展や地方電化需要の高まりなどから、電力需要は将来さらに逼迫すると予測されており、積極的な電源開発による安定した電力の供給は、同国の最優先のニーズであった。本事業は特に、2004 年に操業予定であったノロッチョライ火力発電所の建設遅延により予想された大規模な電力不足を回避するために重要かつ緊急な事業であった。

スリランカでは近年においても、総電力量、ピーク需要ともに伸び続けており（表2）、電力売上高、電化率、一人当たりの電力消費量も増加し続けている。また同国政府は現在、2009年まで約30年間内戦の影響を受け、行政サービスが届きにくかった同国北部州への送配電を積極的に進めており、今後も電力需要は増加するものと見込まれる。このようなことから、事後評価時においても、増大する電力需要に応え、安定した電力の供給を実施するため、継続的な電源開発や送配電の整備は同国の優先ニーズとなっている。

表 2 スリランカ国の電力の需要・供給状況の推移

項目 \ 年	2006	2007	2008	2009	2010	2011
発電設備容量(MW)	2,434	2,444	2,645	2,684	2,818	3,141
総電力量(GWh)	9,389	9,814	9,901	9,882	10,714	11,528
総電力量伸び率 (%)	7.1%	4.5%	0.9%	-0.2%	8.4%	7.6%
ピーク時需要(MW)	1,893	1,842	1,922	1,868	1,955	2,163
ピーク時需要伸び率(%)	8.3%	-2.7%	4.3%	-2.8%	4.7%	10.6%
電力売上高 ⁴ (GWh)	7,766	8,169	8,350	8,372	10,023	n/a
電化率(%)	78	80	83	85	88	91
一人当たりの電力消費量(kW)	394	414	416	413	449	480

出所:Sri Lanka Energy Balance, Sri Lanka Sustainable Energy Authority (<http://www.info.energy.gov.lk>)

注：

- 2008年・2009年は内戦の激化の影響で経済活動が停滞したため電力需要が増加していない。また、ピーク需要が年によっては減少しているのは、CEBのピーク需要の統計には同国の山岳部で地形を利用した民間の施設による小規模水力発電（ミニハイドロ）による発電が含まれていないため、正確なピーク需要の記録となっていないことが理由である。
- 電力売上は、CEBとLECO(Lanka Electricity Company)による消費者への電力売上げの合計。

なお、同国における民間発電所は設備容量20~100MWの小規模なものが多く、300MWのケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所は最大規模であり、同国における民間発電所の全設備容量の約33%を占める。現在、同発電所は、干ばつなどの影響でCEB所有の発電所（多くが水力発電所）の発電能力が不足し、需要を賄いきれない際に主に活用されている。同発電所および本事業で整備された施設は、同国の電力の安定供給に重要な役割を果たしている⁵。

このように、スリランカでは、増加し続ける電力需要、電化率、一人当たりの電力消費量に対応するため、電源開発および送配電施設の拡充は、審査時・事後評価時ともに必要性が高い。また、本事業で整備された施設は、同国の電力需要の充足に重要

⁴ 消費者に販売した電力量。

⁵ ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所の発電容量は300MWであり、スリランカ全体の発電容量の約9.5%を占める。

な役割を果たしている。これらのことから、本事業のスリランカ国の開発ニーズとの整合性は高いといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業の計画時 JICA の海外経済協力業務実施方針（2002-2004 年度）スリランカ向け重点支援分野「経済インフラ整備」に基づき、また同様にスリランカへの円借款でも電力供給力の強化は重点分野であったことから、審査時における本事業と日本の援助施策との整合性は高い。

以上より、本事業の実施はスリランカ国の開発政策、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 有効性⁶（レーティング：③）

3.2.1 定量的効果（運用・効果指標）

表 3 が示すように、当事業で整備された送電線の設備利用率の実績はほぼ計画どおりであり、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所のガスタービンとの接続工事のため施設を停止した 2010 年以外は、計画・強制ともに停止時間の実績はゼロであり、送電線の信頼性も非常に高い。なお、本事業で建設されたケラワラピティヤ・コツゴダ間の送電ロス率（送電損出率）⁷の計算を試みたが、コツゴダ変電所で正確な電力量が計測・記録されていないため計算ができないことがわかった。送電機器の性能から推定した参考値は 0.32%である。

表 3 本事業の運用効果指標

項目	年	2009	2010	2011	2012
	発電所 完成後	未完成	1 年目	2 年目	3 年目
(1) 設備稼働率(%) ⁸	計画	-	28	28	28
	実績	18.2	28.9	28.9	28.9
(2) 計画施設停止時間(分/年)	実績	0	0	0	0
(3) 強制施設停止時間(分/年)	実績	0	27	0	0
(4) 送電端電力量(GWh)	目標	-	1,957	2,153	920 ⁹
	実績	403	547	1,152	1,536

出所：JICA 審査時資料および CEB 提供資料

⁶ 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。

⁷ 電力供給元から変電所まで電力を送電する際に失われる電力量の総電力量に対する割合であり、「(電源供給元電力量－変電所受け取り電力量) / 電源供給元電力量 x100」で計算される。

⁸ 設備稼働率(%) = 年間最大電力 / 定格設備容量 x 100

⁹ 審査時、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所の完成予定後 3 年後(予定では 2008 年)に、ノロッショライ石炭火力発電所が操業開始する予定であった。同石炭火力発電所が操業すると需給バランスが大幅に改善し、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所の稼働の必要性が当面減少すると考えられていたため、事業完成後 3 年目の送電端電力が低く計画されている。

前述のように、本事業で建設された送電線は、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所で発電された電力を送電するものである。同発電所の一部が操業を開始した 2009 年に、仮の接続施設をつかって発電と送電が開始されたが、送電施設との本格的な接続工事が実施されたのは 2010 年のことであり、同年は同工事のため発電を 2 か月半停止している。本接続を終え、本格的に発電所が稼働したのは 2011 年以降である。

送電端電力量の 2011 年と 2012 年の実績をみると、それぞれ 1,152GWh (目標 2,153GWh)、1,536GWh(目標 920GWh)となっている。同発電所は前述のとおり、CEB 所有の発電所の発電能力が不足し、需要を賄いきれない場合に発電する役割を担っていたこともあり、単年度における増減により達成度合いを一概に判断することは困難である。一方、2 年間の平均でみると送電端電力量の実績は 1,344GWh となっており、目標の 87%に達している。

なお、同発電所は天然ガスと重油を燃料とすることができる。天然ガスを燃料とした場合 2,000GWh を超える発電が可能となるが、重油を燃料とした場合の最大送電端電力は 1,600GWh である。現在、同発電所は低硫黄重油を使用しており、重油の最大送電端電力と実績を比較すると、2012 年はほぼ一致しており、必要に応じて本発電所が最大限稼働し、本事業により整備された送電線を活用して送電していることがわかる。また、計画及び強制施設停止時間もほとんどないことから、送電線の信頼性は高く、安定した電力供給が実現していると考えられる。

3.2.2 定性的効果

本事業で建設された送電線及び開閉所などの施設は、電力システム全体の一部を構成しているため、特定地域の電力供給に効果をもたらすものではなく、スリランカの電力システム全体に貢献するものである。

同国の電力需要・供給状況は、表 2 に示した通り、ピーク時需要、電力需要、電化率、一人当たりの電力消費量ともに増加している。しかし近年同国では、電力需要およびピーク時需要はほぼ充足されており、2002 年 5 月以降は、長期にわたる全国規模の計画停電は実施されていない。これは、本事業を含む電力諸施策の貢献により、継続した電力供給能力の増強が実現しているからである。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

インパクトは特に想定されていなかった。

3.3.2 その他、正負のインパクト

本事業の事業サイト付近には湿地帯が多く、送電線の建設のためには、湿地帯に送電塔を建設する必要があった。本事業では、事前に実施された環境影響調査の指摘に

従って、湿地帯の自然環境を保護すべく、湿地帯における送電塔建設用のアクセス道路を事業完成とともに撤去した。このような配慮の結果、本事業による自然環境への負の影響はこれまで指摘されていない。

当事業で整備した送電線は、ケラワラピティヤ発電所からコツゴダ変電所まで敷設されている。当事業では、この送電線の敷設とともに、既存のコツゴダ変電所に 220kV の開閉施設を建設することになっていた。このため同変電所の敷地を拡張する必要があるため、CEB は同変電所に隣接した私有地を購入した。購入は合法的な手続きにより実施され、土地所有者からの問題提起などは起こっていない。なお、本事業による住民移転は発生していない。

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

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画と実績は表 4 に示す通りである。すべてのアウトプットは、ほぼ計画通り達成されている。

表 4 アウトプットの計画と実績の比較

計画	実績	
(1) ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所用 220kV 開閉設備新設	ほぼ計画通り。220kV ケーブルの延長が 30m から 120m に変更された。	
(2) 既存コツゴダ変電所の 220kV 開閉設備設置	計画通り	
(3) 既存ビヤガマ変電所の 220kV 機器取替	計画通り	
(4) ケラワラピティヤコツゴダ間 220kV 送電線 18km、2 回線新設	計画通り	
(5) コンサルティング・サービス		
項目	計画	実績
インターナショナル・コンサルタント	65.5MM	58.5MM
ローカル・コンサルタント	35.0MM	34.3MM

出所：JICA 内部資料、質問票回答

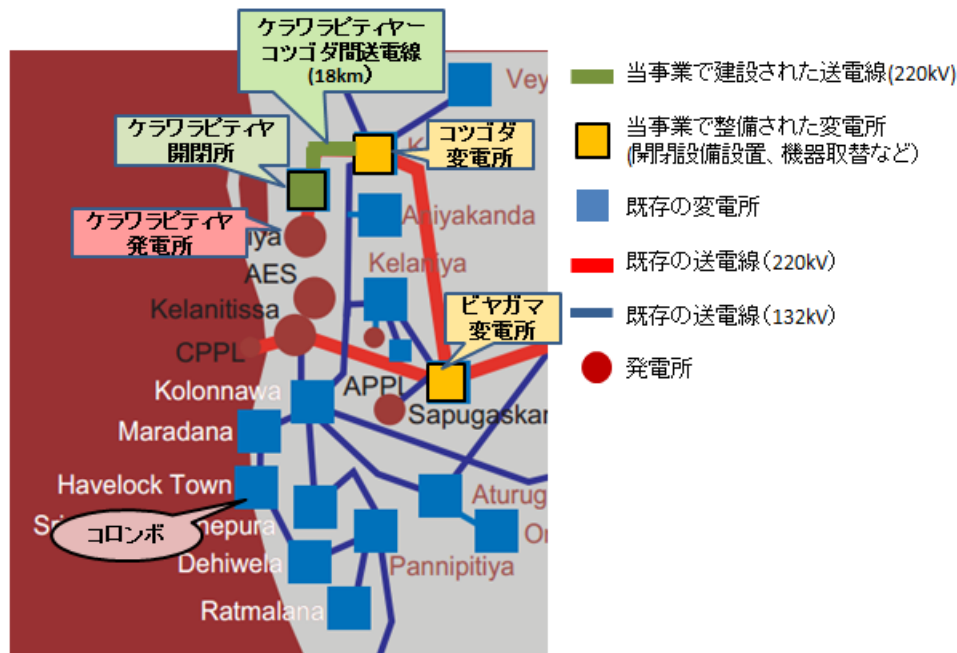


図 2 本事業で整備された施設の位置図

変更点の詳細は、まず、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所に、臨時に 220kV AIS (空気絶縁スイッチギア)を設置することになり、220kV ケーブルの延長が 30m から 120m に変更されたことがあげられる。ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所の建設は、事業者の決定が難航し、建設開始が大幅に遅れたが、いったん事業者が決まると、

大停電を回避すべく、建設は国の優先事業として急ピッチで進められることになった。また、少しでも早く発電を始めるため、同発電所は第 1 フェーズと第 2 フェーズに分けて操業を開始することになった。その結果、2009 年には、同発電所の第 1 フェーズの操業が可能になる見込みとなり、早急に同発電所と本事業で整備した送電線を接続する必要性がでてきたが、当事業で建設が進められていた GIS (ガス絶縁スイッチヤード) は 2009 年に完成する見込みがなかったため、中古の AIS を運び込み、臨時に設置することになった。同 AIS を発電所と接続するためには 220kV の接続ケーブルを延長する必要がある、それが上述の計画変更の背景となった(図 3 参照)。

なお、後述のように本事業の実施が大幅に遅延したため、インターナショナル・コ

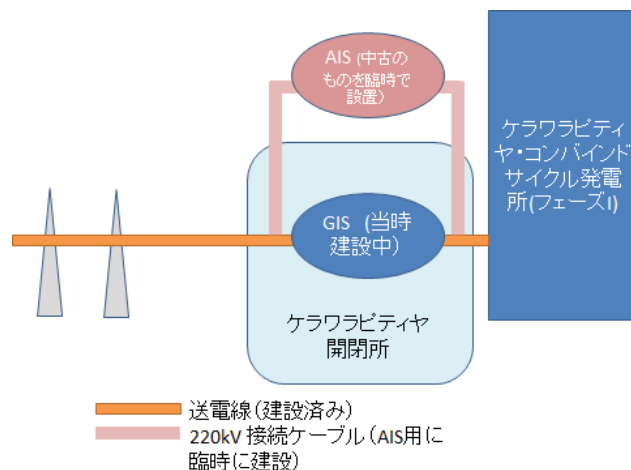


図 3 AIS 設置による接続ケーブルの延長

ンサルタントが勤務体制を調節した結果、同コンサルタントの工数が計画より少なくなった。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

事業費の計画は 3,917 百万円（うち円借部分 2,938 百万円）であり、内訳は、外貨 2,789 百万円、内貨 1,128 百万円であった。事業費の実績は 3,805 百万円（円借部分は 2,870 百万円）であり、計画内に収まった（計画比 97%）。内訳は、外貨 2,217 百万円、内貨 1,588 百万円であった。

表 5 事業費の計画と実績

単位：百万円

項目	外貨		内貨			合計	
	総額	うち借款	総額	うち借款	うちスリランカ政府負担	総額	うち借款
計画	2,789	2,789	1,128	149	979	3,917	2,938
実績	2,217	2,217	1,588	653	935	3,805	2,870
差異	▲ 572	▲ 572	460	504	▲ 44	▲ 112	▲ 68
差異(%)	▲21%	▲21%	41%	338%	▲5%	▲3%	▲2%

出所：JICA 審査時資料、CEB 提供資料

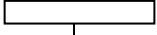
3.4.2.2 事業期間

事業期間は 2003 年 4 月から 2006 年 10 月までの 42 か月を予定していた。しかし事業が完成したのは 2009 年 8 月のことであり、事業期間は計画を大幅に上回る 76 か月となった（計画比 181%）。遅延の主な理由は、前述のとおり、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所の事業者の決定が遅延していたため、審査時に合意された条件のとおり¹⁰、本事業の本体工事のコントラクターの入札・選定過程を約 2 年間中断したことにある(表 6)。

本事業は同発電所からの送変電を可能にするためのものであり、同発電所の建設進捗の遅延を理由に、本事業のコントラクターの選定・入札過程を中断したことは、適切な判断であったと考えられる。

¹⁰過去の教訓から、同発電所の建設スケジュールと本事業の進捗の整合性を確保するため、発電所事業者の事業権契約の発効後に、本事業の工事を行うこととなっていた。

表 6 事業実施スケジュールの計画と実績

項目	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1.L/A 調印	 						
2.コンサルタント選定							
3.コントラクター選定							
4.設計と土木工事							

 計画  実績

出所：事業完了報告書より外部評価者作成

3.4.3 内部収益率（参考数値）

計画時に財務的内部収益率（FIRR）を算出時するために適用した売電・買電料金の定義が不明確であり、同料金の実績も不明であることから、事後評価時において同様の方法で FIRR を再計算することが困難であるため、再計算は実施していない。

以上より、本事業は計画通りのアウトプットが達成されており、事業費も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。

3.5 持続性（レーティング：②）

3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関であり、施設の所有者である CEB は、1969 年に国会で承認された CEB 法に基づいて設立された準政府組織である。CEB は現在、発電（generation）、送電（transmission and bulk supply）、配電（distribution and supply）、中央サービス、プロジェクトの各事業部に分かれている。配電は地域ごとに 4 つの事業部に分かれているため、CEB の事業部数は合計 8 となる。2011 年の実績によると、CEB 所有の発電施設によりスリランカにおける全発電量の約 57%がまかなわれている。CEB の消費者数は約 470 万、年間売上高は 1323 億ルピー、従業員は 16,192 名である¹¹。

本事業で建設された送電線や変電施設の運営・維持管理は、CEB の送電事業部のコロンボ地域担当課が実施している。本事業の完成後、CEB はコツゴダ変電所に新規スタッフを採用し、ケラワラピティヤ開閉所に他の部署から職員を移動・配置した¹²。現在、同課には、欠員や兼務はなく、運営・維持管理に必要な人員が配置されている。運営・維持管理はすべて同課が担当しており外注はしていない。運営・維持管理の責任の所在も明らかであり、現在、運営・維持管理の体制に関して特に問題は認められ

¹¹ 出所：Statistical Digest, 2011, CEB.

¹² 当事業の計画時は、ケラワラピティヤ開閉所とコツゴダ発電所には合計 16 名の職員が配置されることになっていた。事業完了後、必要性を再考した結果、維持管理監督者（Electrical superintendent (Operation and Maintenance)）を 1 名から 2 名に増員し、維持管理作業員 4 名（Maintenance staff）のポストが追加され、現在、合計 21 名の職員が配置されている。送電線のスタッフ数は、計画、実績ともに 8 名である。

ない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

本事業実施中、コントラクターにより GIS の運営・維持管理や送電施設の安全管理などについて、CEB 職員を対象に、海外技術訓練および国内での実地訓練が行われた。CEB 送電部門の責任者や職員によれば、いずれの研修も有意義なものであり、研修内容は現在でも有効活用されているとのことである。また、研修を受けた職員はすべて、現在でも当事業で整備された施設の運営維持管理に携わっている。新しく配置された職員には OJT（実地訓練）で技術移転を行っている。本事業で整備された施設に関する維持管理マニュアルは、製造業者発行のものを日々業務で活用している。

現在、本事業で整備された施設に配置されている職員は、経験年数 15~20 年の中堅技術者が主であり、同施設の運営・維持管理に必要な技術を有している。また、同施設の運営・維持管理は、CEB の既存の施設の運営・維持管理と比べ、特段新しい技術が必要なものはなく、現在、技術的な問題は起こっていない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

前述のとおり、CEB は現在事業部制を採用している。事業部はそれぞれ予算をもち、事業部長（Additional General Manager）が部の傘下である各課への予算配分に責任を持っている。また、各事業部には財務担当者（Deputy Finance Manager）がおり、事業部の会計を担当している。なお、各事業部の人員は固定ではなく、必要に応じて事業部間の配置転換も行われている。

8 つの事業部のうち、発電事業部、送電事業部、4 つの地域ごとの配電事業部は、スリランカ公益事業委員会（Public Utilities Commission of Sri Lanka (PUCSL)）から営業ライセンスを取得している。これらライセンスを取得している 6 つの事業部にさらなる独立性を持たせる計画があり、その第一歩として、2011 年 1 月に実施された料金回収に合わせ、発電事業部と送電事業部の間で電力の取引に関する請求書が発行されるようになり、CEB は同取引の詳細を PUCSL に提出している。

このように、予算、投資、施設運営の意思決定に関してはある程度の独立性を持っているが、各事業部が独立して財務を管理しているという状況には到っていない。

本事業で建設された施設の運営・維持管理を担当している CEB 送電部門の近年の予算および費用支出実績は表 7 の通りである。既存の施設の運営・維持管理および本事業を含む配電設備の拡張、物価上昇に伴う人件費やスペアパーツ等の費用の高騰を賄うために必要な予算手当はなされており、特段の問題はない。なお、2011 年支出実績が予算を超過しているのは、職員の給与昇給の未払い分を遡って支払ったためであり、必要な補填がなされている¹³。

¹³ 図 4 が示すように、CEB 本体については慢性的な赤字が続いているが、赤字は主に、石油公社への未払い金であり、本体の赤字のために各部門の維持管理予算が削減されたり、維持管理に不都

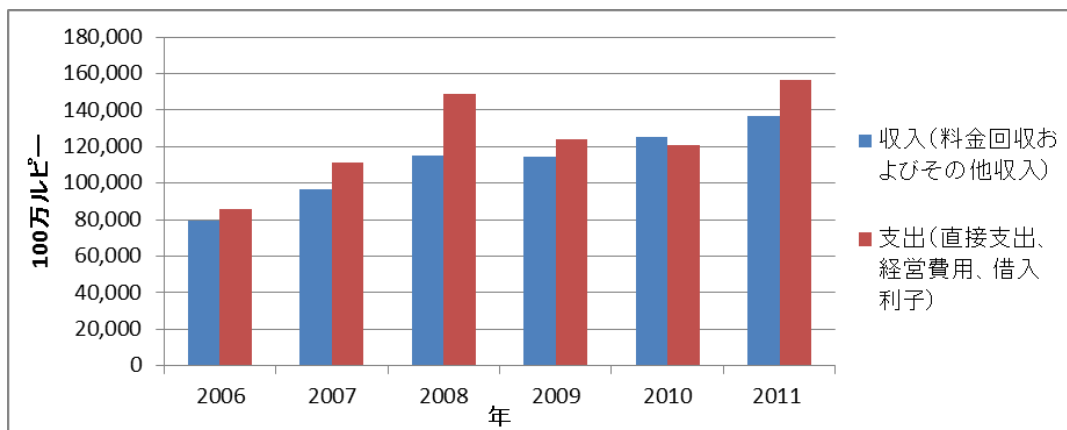
表 7 CEB 送電部門の近年の予算および支出実績¹⁴

単位：百万ルピー

年	2009	2010	2011
予算	67,481	94,479	85,193
支出実績	66,389	65,640	89,039

出所：CEB

一方、CEB の財務状況は 2010 年を除き、赤字の傾向が続いている。2010 年は降雨に恵まれ、比較的安価である水力発電量を最大限に活用できたことから 10 年ぶりに黒字となったが、2011 年は干ばつがおきたため、ディーゼルやオイルによる火力発電に頼らざるをえず、燃料代が大きな負担となり、約 193 億ルピーの赤字となった(図 4)。なお、CEB による暫定発表によれば、2012 年の赤字額は 612 億ルピーになるとのことである。



出所：CEB 年次報告書

図 4 CEB の財務状況

スリランカでは 2007 年 2 月、2008 年 3 月にそれぞれ料金体系の改定が行われた。その後、2009 年に制定された電力法 (Electricity Act of 2009) に定められた料金設定基準が 2011 年に導入され、CEB が発電・送電などの費用をスリランカ公益事業委員会¹⁵に報告・提出し、同委員会はこのを確認・調整、費用原価に連動した適切な電力料金が設定されることになった。2011 年 1 月には、この設定基準に従い、コストを反映した料金改定が実施される予定であったが、値上げ幅は限定したものとなった。また、2012 年には燃料調整チャージが料金制度に再導入されただけで、料金改定は実施され

合が生じたということはこれまでなく、今後もそのような負の影響はないものと思われる。

¹⁴ 表 7 に示した予算および支出実績には、人件費、材料費、宿泊・交通・通信費、その他費用、ファイナンスコスト、減価償却費に加え、発電費用の一部が含まれている。

¹⁵ Public Utilities Commission of Sri Lanka

なかった。いずれも貧困層へ経済的負担が増えることを配慮した政治的判断によるものであった。その結果、CEBの発電・送電・配電などの費用はいまだに電力料金を上回っており、特にディーゼルやオイルによる火力発電の必要が高い渇水の年には赤字幅が増大する¹⁶。

これまで CEB の財政状況の悪化が顕著になると、CEB の石油公社への支払いを中央政府が肩代わりし、赤字が累積しないよう対処されてきた。しかしこれは場当たりの処置にすぎず、CEB の財務状況の抜本的な改善へつながるものではない。

2013 年 4 月には、公益事業委員会により 2 年ぶりに電力料金の改定が承認された。しかし今回も、貧困層へ過度の負担を強くないよう、発電コストをカバーできるだけの値上げ幅とはならなかった。CEB によれば、2013 年の前半雨に恵まれ、水力による発電量が増えており、同年 7 月時点において財務状況は好転しているとのことであるが、近い将来、CEB の赤字が解消するかどうかは未だ確かではない。

なお、CEB は送配電ロスの改善に努めており、下表が示す通り、ロス率は年々改善している。また、2011 年には、プッタラム県のノロッチョライに建設されたスリランカ初の大型石炭火力発電所(300MW)が運転を開始した。現在、同発電所の第 2 ステージが建設中であり、2013 年下旬には同ステージの第 1 ユニットが、2014 年中旬には第 2 ユニットが稼働する予定である。これが実現すると、水力発電で賄いきれない分を、民間のディーゼル火力発電所に頼る必要が大幅に減少し、発電単価の安い石炭火力で賄えるようになるため、CEB の年間支出が大幅に減少する見込みがある。また、将来、トリンコマリー県に大型石炭火力発電所（500MW）を建設する計画も進められており、これらの計画が順調に進めば、今後、発電コストは減少していく見込みである。

表 8 CEB の送配電ロス率の推移

項目/年	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(1) 電力売上量 (GWh)	6,667	7,255	7,832	8,276	8,417	8,441	9,268
(2) 送配電ロス量 (GWh)	1,295	1,499	1,495	1,423	1,402	1,362	1,409
(3) 合計 (GWh) =(1)+(2)	7,961	8,754	9,327	9,700	9,819	9,803	10,677
(4) 送配電ロス率 (%) =(2)/(3)*100	16.3%	17.1%	16.0%	14.7%	14.3%	13.9%	13.2%

出所: Sri Lanka Energy Balance, Sri Lanka Sustainable Energy Authority (<http://www.info.energy.gov.lk>)

以上のように、CEB の財務状況に関しては、発電コスト削減や各事業部の財務的独立性強化への取り組みなど明るい題材もあるが、赤字解消の見通しが立っておらず、財政状況の持続性に関しては懸念が残る。

¹⁶ CEB の報告によれば、民間業者からの買電料金を含む CEB の発電コスト (106,904 百万ルピー) は、人件費や材料費を含めた全営業コスト (151,532 百万ルピー) の 70%を占めている (2011 年)。また、水力発電の平均発電単価が 12.39 ルピー/KWh であるのに対し、ディーゼルによる発電は 80~83 ルピー、重油による発電は 40~52 ルピーとなっている。なお、CEB は、石炭火力による発電単価は 5.5 ルピーであるとしている (JICA 資料より)

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備された送電線や開閉所などの運営はいずれも、手動のものではなく自動であり、運営状況は監視室でモニターできるシステムとなっており、これまで問題なく実施されてきた。また、主要施設の定期点検は表 9 のスケジュールにそって実施されている。点検の詳細項目については施設に付随の点検カードに記されており、点検時には同カードに観察事項が記録され、対処が必要な場合は各部署に指示がなされる仕組みとなっている。GIS(ガス絶縁スイッチギア)のガス漏れなど重要な点検事項については、毎日朝、係員が見回って目視検査をしている。本事業で調達された機材やスベアパーツの活用状況も良好である。

表 9 定期点検スケジュール

	項目	頻度
1	ケラワラピティヤ開閉所の GIS	2 年に一回
2	ケラワライティヤ送電線	毎年
3	132kV オイルサーキットブレーカー	毎年
4	220kV ディスコネクターおよびアーススイッチ	毎年
5	132kV ディスコネクターおよびアーススイッチ	毎年
6	132kV ボルテージ・トランスフォーマー	毎年
7	132kV カレント・トランスフォーマー	毎年
8	132kV サージ・アレスター	毎年

出所：CEB

以上のように、本事業で建設された施設の維持管理の体制・技術に関して、特段の問題は見られないものの、施設の運営・維持管理主体である CEB の赤字解消の見込みが立っておらず、財務状況に懸念が残る。以上より、本事業の運営・維持管理に関しては、CEB の財務状況に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度と判断する。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、ケラワラピティヤ・コンバインドサイクル発電所から既存コツゴダ変電所までの送電線や開閉所などを建設することにより、同発電所の発電電力の安定的な供給を図り、もってスリランカの電力需要の増加への対応に寄与することが目的であった。これは、民間投資や火力発電所の開発により、安定した電力供給を実現するというスリランカの開発政策とも合致しており、また、電力需要の逼迫に対応するには、本事業の実施が必要であったことから、本事業の妥当性は高い。

現在、本事業で整備された送電線や開閉所などは有効に利用されており、ケラワラ

ピティヤ・コンバインドサイクル発電所からの送電を可能にし、同発電所の発電電力を安定的に供給するという事業目的は達成されている。また、スリランカでは近年、電力供給事情は大幅に改善されており、これは、本事業を含む電力諸施策の貢献の成果であるといえる。このようなことから本事業の有効性は高い。

本事業の事業費は計画内に収まったが、事業期間が大幅に遅延したため、効率性は中程度である。

本事業で整備された送電線や開閉所などの運営・維持管理については、体制・技術ともに、特段の問題は見られない。しかし、これら施設の所有者である CEB の財務状況は 2010 年を除いては赤字が続いており、近い将来、赤字が解消するかどうかは未だ確かではない。このように、CEB の財務面には懸念が残ることから、持続性は中程度である。

以上より、本プロジェクト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

CEB の財務状況の改善のため、スリランカ公益事業委員会は、貧困層等への社会的な影響も考慮しつつ、2009 年に制定された電力法の電力料金設定の規定に従い、コストを反映した電力料金となるよう定期的に料金見直しを実施することが期待される。同時に、CEB は引き続き、送配電ロスの低減やその他の経営効率化に努めることが望まれる。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

特になし。

以上

主要計画／実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	(1) ケラワラピティヤ・コンパイン ドサイクル発電所用 220kV 開閉設備新設 (2) 既存コツゴダ変電所の 220kV 開閉設備設置 (3) 既存ビヤガマ変電所の 220kV 機器取替 (4) ケラワラピティヤーコツゴダ 間 220kV 送電線 18km、2 回 線新設 (5) コンサルティング・サービス	ほぼ計画通り ただし、220kV ケーブルの 延長が30m から120m に変 更された。
② 期間	2003年4月～ 2006年10月 (42ヶ月)	2004年4月～ 2009年8月 (76ヶ月)
③ 事業費		
外貨	2,789百万円	2,217百万円
内貨	1,128百万円	1,588百万円
	(874百万スリランカルピー)	(1,604百万スリランカルピー)
合計	3,917百万円	3,805百万円
うち円借款分	2,938百万円	2,870百万円
換算レート	1スリランカルピー＝1.29円 (2002年11月時点)	1スリランカルピー＝0.99円 (2002年12月～ 2010年12月平均)

以 上