

インド

西ベンガル州送電網整備事業(I)(II)

外部評価者：OPMAC 株式会社 宮崎慶司・藤原純子

0. 要旨

本事業は、西ベンガル州全域において送電網の敷設整備および変電所の新設・拡張を行うことにより、電力システム全体の信頼性の向上、送電ロスの削減、電圧の安定化を目指して実施され、開発政策や開発ニーズとの整合性が高い。また、設備稼働状況は順調で、電力システム全体の信頼性の向上や送電ロスの削減、電圧の安定化といった事業の目的は概ね達成されており、有効性は高い。西ベンガル州の産業活性化や雇用拡大、地域住民の生活改善にも直接・間接的に寄与していると判断される。なお、事業期間は大幅に長期化した一方で事業費は大きく下回ったため、効率性は中程度である。現在の設備機器の維持管理状況は概ね良好であり、体制、技術、財務面における持続性も高いと認められる。

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



案件位置図



アランバグ変電所の増設設備

1.1 事業の背景

西ベンガル州は、コルカタを州都に持つ東部の主要州である。同州における 1994 年度から 1998 年度の電力需要の年平均伸び率は約 7.3% となっており、1999 年度から 2012 年度についても約 6.5% と、電力需要は堅調に推移することが予測されていた。しかしながら、同州における電力の需給ギャップは著しく、1997 年度の最大電力は 2,749MW、供給可能設備容量は 2,329MW、1999 年度はそれぞれ 3,161MW、2,577MW となっていた。また同州の送電線網は、同州だけでなく東部グリッド¹の電力供給の安定ならびに隣接する北東部地域グリッドへの電力供給においても主要な役割を担っていたものの、送電負荷レベルに対する

¹ 西ベンガル州、オリッサ州、ビハール州、シッキム州。なお、ビハール州は 2000 年に一部地域の分離独立が成立し、2012 年現在ビハール州とジャルカンド州となっている。

送電設備容量が不十分であることに加え、検針不備や料金徴収の不徹底・盗電による商業ロスが顕著であった。さらに、本事業の実施機関であった西ベンガル州電力庁（West Bengal State Electricity Board: WBSEB）が所有していた州内の変電所の通信施設が未整備であったため、送電状況の把握や中央給電指令所（West Bengal State Load Despatch Centre: WBSLDC）との意思疎通に支障をきたしていた。

1.2 事業概要

西ベンガル州全域において送電網の敷設整備および変電所の新設・拡張を行うことにより、電力システム全体の信頼性の向上、送電ロスの削減、電圧の安定化を図り、もって同州の産業活性化、雇用拡大、農村電化や家庭電器普及等による地域住民の生活改善に寄与する。

	第 1 期	第 2 期
円借款承諾額／実行額	11,087 百万円／ 10,485 百万円	3,127 百万円／ 2,251 百万円
交換公文締結／借款契約調印	1997 年 1 月／1997 年 2 月	2002 年 3 月／2002 年 5 月
借款契約条件	金利 2.3%、返済 30 年 (うち据置 10 年)、 一般アンタイド	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／西ベンガル州送電公社 (West Bengal State Electricity Transmission Company Ltd.: WBSETCL)	
貸付完了	2004 年 5 月	2009 年 8 月
本体契約	RPG Transmission Ltd. (インド)、KEC International Ltd. (インド)、BHEL (インド)、Crompton Greaves Ltd. (インド)、W.S. Industries Ltd. (インド)、NELCO Ltd. (インド)	
コンサルタント契約	Power Grid Corporation of India Ltd. (インド)／電源開発 (日本)／東電設計 (日本)	
関連調査 (フィージビリティ・スタディ：F/S) 等	特になし。	
関連事業	プルリア揚水発電所建設事業 (有償資金協力) バクreshewal 火力発電所建設／3 号機増設事業／増設事業 (有償資金協力)	

注：本事業の実施機関であった西ベンガル州電力庁（West Bengal State Electricity Board: WBSEB）は、2007 年 4 月 1 日に西ベンガル州送電公社（West Bengal State Electricity Transmission Company Ltd.: WBSETCL）と同配電公社（West Bengal State Electricity Distribution Company Ltd.: WBSEDCL）に分離・発足した。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

宮崎慶司・藤原純子（OPMAC 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：2011年8月～2012年6月

現地調査：2011年11月20日～12月10日、2012年3月11日～3月21日

2.3 評価の制約

本事業において新設・増設を行った31カ所の変電所のうち、時間等の制約により現地調査で視察を行ったのは4カ所に留まった。

また、運用効果指標を継続的に記録・モニタリングするためにパイロットとして指定された5カ所の変電所について、同指標のデータ収集を行ったが、それ以外の26カ所についてはデータ取得システムが未整備であるため、同データの収集が困難であった。

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

計画時のインドの国家開発計画である第8次5か年計画（1992年度～1996年度）において、電力セクターの重点項目として①発電設備稼働率の向上、②送配電ロスの削減、③電力供給機関の財務体質の改善、④新規電源開発事業の促進、⑤民間投資の活用等が挙げられた⁴。同計画の公共部門総投資額4兆3,410億ルピーのうち、電力を含むエネルギー分野への投資額は1兆1,556億ルピー（26.6%）と、他分野に比して最も大きい投資額で、中でも電力セクターは7,959億ルピー（同18.3%）を占めた⁵。

本事後評価調査実施時点で同国が実施中であった第11次5か年計画（2007年度～2011年度）では、同計画終了時に必要となる電力量は1,097GWh、ピーク電力は158,000MWと見積もられ、この結果78,577MWの新規電源開発が計画された⁶。また、地域間および地域内の送電網の整備・拡張や高い送配電ロス率の低下（年率3%）が掲げられた。公共部門総投資額36兆4,472億ルピーのうち、エネルギー分野は8兆5,412億ルピー（23.4%）で、社会セクター（11兆234億ルピー（30.2%））に次ぐ重点分野となっている。

西ベンガル州においては、第8次計画における同州への投資総額は976億ルピーで、このうち302.5億ルピーはエネルギー分野への投資であり、他分野に比して最も大きい投資額を占めていた。また、第11次計画における同州への投資総額6,378億ルピーのうち、エネルギー分野投資額は1,763億ルピーで、社会セクター（2,378億ルピー）に次ぐ重点分野となっている。

以上より、本事業の実施は、計画時および事後評価時におけるインドの国家開発計画および電力セクター開発計画と整合性が認められる。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ Planning Commission, Government of India. “Eighth Five Year Plan” (1992).

⁵ 電力以外のエネルギーとして、石油2,400億ルピー（5.5%）、石炭1,051億ルピー（2.4%）、代替エネルギー147億ルピー（0.3%）がある。

⁶ Planning Commission, Government of India. “Eleventh Five Year Plan (2007-2012), Volume I Inclusive Growth” (2008).

3.1.2 開発ニーズとの整合性

第1期審査時の西ベンガル州の電力需要は年平均約7.3%（1994～1998年度実績）の伸び率を示し、その後も堅調に伸びることが見込まれていた。しかしながら、最大電力が1997年度には2,749MWであったのに対し、供給可能設備容量は2,329MWと420MWの需給ギャップが生じ、設備増強が喫緊の課題となっていた。また、既存送配電設備においては電圧降下等が頻繁に発生していたが、増加電力を需要地まで安定的に供給するには、送電系統の設備拡張や信頼度向上が全面的に必要となっていた。

2003年度時点で13,807GWhの需要量に対して供給量は8,787.41GWhに留まり、2006年度には需要量17,840GWhに対して供給量11,724GWh、2009年度には24,711GWhに対して15,497GWhと、本事業完成後から事後評価実施時に到るまで、西ベンガル州における電力供給不足は解消されていない。工業・農業および一般家庭部門における将来的な電力需要の増加も予想されており、電力需要への対応および送電線網の強化に対するニーズは依然として高い。

以上より、本事業の実施は、西ベンガル州における喫緊の送電網整備のニーズへの対応であり、計画時および事後評価時のいずれにおいても、本事業の必要性は認められる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

第一次審査時点においては、日本政府の対インド援助方針における重点分野の中に、5か年計画の優先目標である電力、運輸を中心としたインフラ支援の推進が含まれていた⁷。その後、1999年度当時のJICAの海外経済協力業務実施方針として、貧困問題、環境保全対策等への支援、自立的な経済開発の基礎となる経済・社会インフラ整備等への支援を重点とする旨が謳われた。2006（平成18）年度に策定された日本政府の国別援助計画⁸では、インフラ整備を通じた経済成長への支援が重視され、中でも電力セクターは運輸セクターと並び重点が置かれている。

したがって、本事業の実施は日本側の援助政策と十分に合致しており、本事業の選定の適切性、妥当性ともに認められる。

以上より、本事業の実施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。

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）

本事業の目的は、電力システム全体の信頼性の向上、送電ロスの削減、電圧の安定化であり、これらの達成状況を確認するために5カ所の変電所がモニタリング対象地点として設定された¹⁰。同変電所の位置および詳細は表1および図1のとおり。

⁷ ODA白書（平成10年度）。

⁸ 対インド国別援助計画（平成18年5月）。

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。

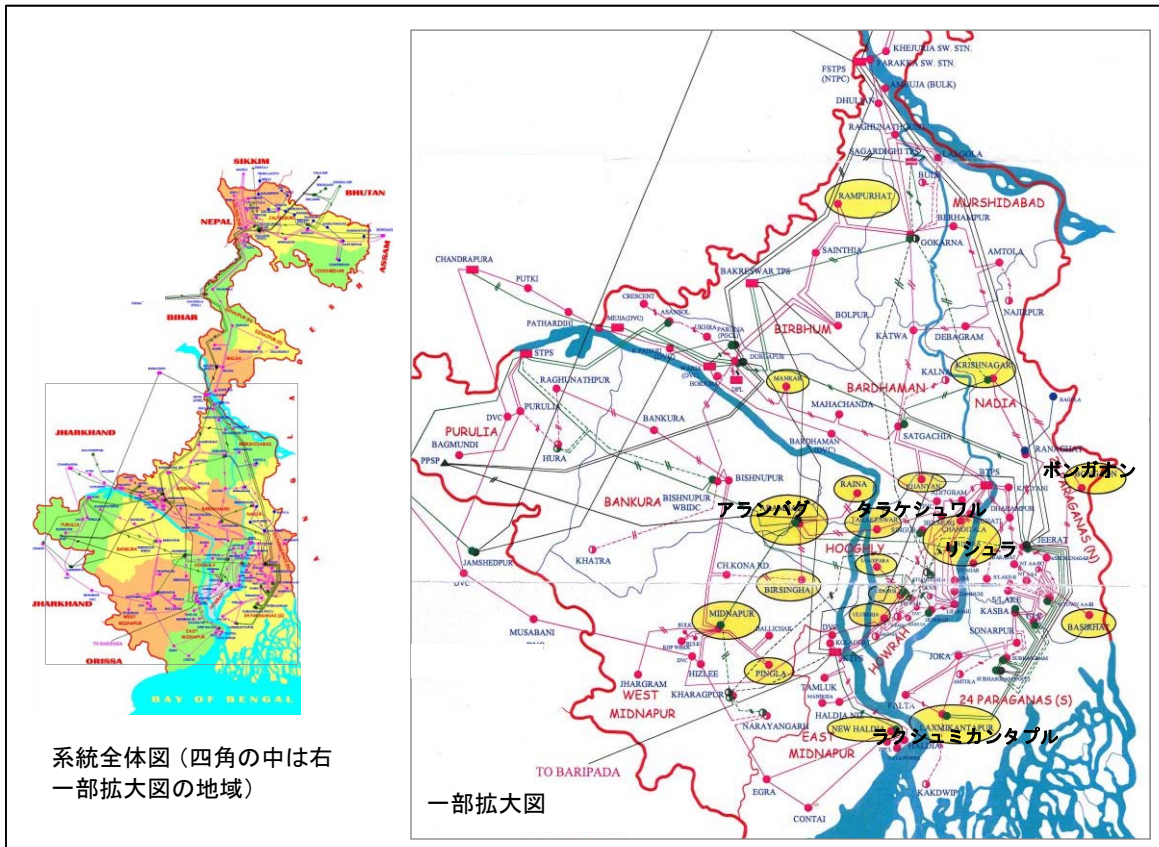
¹⁰ 第2期審査時に運用効果指標として設けられた指標のうち、需要電力量、送電端電力量、変電所稼働率、送電損失率、変電所内電力消費量、送電端最大電力については、WBSETCL側で既にデータを取得・管理していた。本評価調査では、かかる指標に加えて計画停止時間、計画外停止時間、変電所の事故率、送電

表 1：モニタリング対象変電所の概要

変電所名	電圧 (kV)	変圧容量 (MVA)	本事業支援内容
アランバグ	400/220	315.0×3	315MVA 変圧器 2 台、160MVA 変圧器 1 台の増設、400kV・220kV・132kV 送電線の敷設
	220/132	160.0×3	
	132/33	31.5×2、50.0×1	
ラクシュミカンプル	220/132	160.0×2	160MVA 変圧器 2 台の新設、220kV・132kV 送電線の敷設
	132/33	31.5×3	
リシュラ	220/132	160.0×3	160MVA 変圧器 2 台の新設、220kV 送電線の敷設
	132/33	50.0×3	
ボンガオン	132/33	31.5×2	31.5MVA 変圧器 2 台の新設、132kV 送電線の敷設
タラケシュワル	132/33	50.0×1	31.5MVA 変圧器 2 台の新設、132kV 送電線の敷設
	132/33	31.5×1	

出所：WBSETCL 提供資料に基づき作成。

注：各変電所の英語名称は Arambag, Laxmikantapur, Rishra, Bongaon, Tarakeswar である。電圧および変圧容量は、2011 年 3 月末現在。本事業実施以降に増設等が行われたものもある。



出所：WBSETCL (2011 年 3 月末時点)

注：黄色の楕円で囲まれた変電所が本事業支援対象で、四角で囲まれた変電所がパイロット変電所 (5 カ所：北西より北東に向かってアランバグ、タラケシュワル、リシュラ、ボンガオン、最南がラクシュミカンプル) である。

図 1：西ベンガル州系統図 (全体図および一部拡大図)

線の事故率についてもデータ収集および聞き取り調査を行い、可能な限り包括的な事業効果の分析を試みた。

(1) 電力システム全体の信頼性の向上

2011年11月末現在で WBSETCL は西ベンガル州に 103 カ所の変電所を有し、このうち本事業で増設もしくは新設した変電所は 31 カ所に及ぶ。これに加え主要な高圧送電線の整備は、各モニタリング対象変電所におけるデータから判断すると、西ベンガル州における送配電能力の確保および向上に大きく貢献しているといえる。

各モニタリング変電所における現状および経年変化は以下のとおりである。

① アランバグ変電所

アランバグ変電所は、1995年にサンタルディヒ（Santaldih）火力発電所 - アランバグ 220kV 送電線とアランバグ - ホウラ（Howrah）送電線に接続する 220kV 変電所として運転を開始した。

本事業下で 400kV、220kV、132kV 部分が増設・拡張され、400/220kV 変圧器、220/132kV 変圧器が調達された。220kV と 132kV の開閉装置建設は WBSETCL 側の予算で行われたが、400kV 開閉器は本事業に拠る調達である。同 400kV 変電所は西ベンガル州では二番目に建設され、同州では最大規模である。

同変電所は、コラガート（Kolaghat）火力発電所、バクreshwar（Bakreshwar）火力発電所¹¹、サンタルディヒ（Santaldih）火力発電所、プルリア揚水発電所¹²より 800MW を超える電力を得ている（表 2 参照）。最大電力は 2000 年度時点で 200MW に過ぎなかったものが、2009 年度にはその 4 倍以上に達したことになる。220kV レベルでは、同変電所はミドナプル（Midnapur）変電所¹³、ビシュヌプル（Bishnupur）変電所、ドムジュル（Domjur）変電所¹⁴に二回線で、リシュラ変電所に一回線で接続され¹⁵、132kV レベルでは、ビルシンハ（Birsingha）変電所¹⁶、ライナ（Raina）変電所¹⁷、タラケシュワル変電所に二回線で接続している。かかる系統内での役割や位置づけの重要性は非常に高く、このため、送電端電力量、需要電力量ともに当初の予測値を大幅に上回っており、需要電力量は 4,000GWh を超えている（表 2）。



出所：現地視察時に撮影。

写真 1：アランバグ変電所の各種制御盤

¹¹ バクreshwar火力発電所建設事業(I)（借款契約額：27,069 百万円、借款契約：1993 年度）、同発電所建設事業(II)（同 34,151 百万円、1997 年度）、同発電所 3 号機増設事業(I)（同 8,659 百万円、1994 年度）、同 3 号機増設事業(II)（同 11,537 百万円、1998 年度）、火力発電所増設事業（同 36,771 百万円、2002 年度）が有償資金協力によって実施されている。

¹² 有償資金協力により、1987 年度にエンジニアリング・サービス（借款契約額 628 百万円）、1994 年度にプルリア揚水発電所建設事業(I)（同 20,520 百万円）、2003 年度に同事業(II)（同 23,578 百万円）、2005 年度に同事業(III)（同 17,963 百万円）が実施されている。

¹³ 本事業による整備が行われた 31 カ所の変電所の一つである。

¹⁴ 本事業による整備が行われた。

¹⁵ 同一回線は本事業による整備である。

¹⁶ 本事業による整備が行われた。

¹⁷ 本事業による整備が行われた。

WBSETCLによると、2010 年度には 400/220kV変圧器および 132/33kV変圧器の稼働率が 100%を超えたため、315MVA変圧器と 37MVA変圧器がそれぞれ 2012 年中に 1 台ずつ増強される予定である¹⁸。

表 2：アランバグ変電所における各指標および経年推移

指標名	予測値 (2010 年度)	実績値		
		(2008 年度)	(2009 年度)	(2010 年度)
送電端電力量 (GWh)	2,939	2,541	3,526	3,909
需要電力量 (GWh)	2,895	2,522	3,529	4,173
変電所稼働率 (%)	66.36	57.43	61.73	105.50
送電損失率 (%)	□0.5	0.73	0.11	0.10
変電所内電力消費量 (GWh)	29.393	N/A	N/A	N/A
送電端最大電力 (MW)	533.07	726.20	791.77	876.35
計画停止時間 (時間)	-	N/A	N/A	245:41
計画外停止時間 (時間)	-	N/A	N/A	327:10
変電所の事故率 (回/MVA)	-	N/A	N/A	0.117
送電線の事故率 (回/km)	-	N/A	N/A	N/A

出所：WBSETCL（質問票への回答に基づき表を作成した）。

② ラクシュミカンタプル変電所

ラクシュミカンタプル変電所は最も古くから建設され、系統内でも重要な位置付けである。132kV、33kV、11kV レベルの開閉装置は既にあったものの、本事業下では 220kV レベルが新設された。WBSETCLによると、220kV レベルの送電が可能となったことで近郊の農村地域への送電がより効果的となり、過去 5 年の間に、農業分野の需要家の成長に貢献した。

同変電所では、送電端電力量、需要電力量ともに当初の目標値に達し、これを大幅に上回る結果となっている（表 3 参照）。2010 年度時点で変電所稼働率が 90%を超えたため、本事業で装備した既存変圧器 (160MVA) 2 台に加え、さらに 1 台が増強される予定である。

表 3：ラクシュミカンタプル変電所における各指標および経年推移

指標名	予測値 (2010 年度)	実績値		
		(2008 年度)	(2009 年度)	(2010 年度)
送電端電力量 (GWh)	803	760	1,233	1,152
需要電力量 (GWh)	791	759	1,180	1,116
変電所稼働率 (%)	53.56	80.92	88.53	90.02
送電損失率 (%)	0.5	N/A	2.08	2.10
変電所内電力消費量 (GWh)	8.033	3.94	4.38	5.52
送電端最大電力 (MW)	145.69	233.57	255.82	266.73
計画停止時間 (時間)	-	N/A	N/A	120:01
計画外停止時間 (時間)	-	N/A	N/A	63:49
変電所の事故率 (回/MVA)	-	N/A	N/A	0.075
送電線の事故率 (回/km)	-	N/A	N/A	1.11

出所：WBSETCL（質問票への回答に基づき表を作成した）。

¹⁸ WBSETCL 提供資料および聞き取り調査より（2011 年 12 月現地にて入手）。

③ リシュラ変電所

本事業実施以前にリシュラ変電所には 132kV、33kV レベルの開閉装置が既にあり、ラクシュミカンタプル変電所と同様に、本事業で 220kV レベルが新設された。上記アランバグ変電所から 220kV 一回線を通して電力供給を受け、また、バンドル (Bandel) 火力発電所から 220kV 送電線を通して電力を得ている。同変電所では、送電端電力量は当初の目標値に達し、変電所稼働率や最大電力は目標値を大幅に上回っている。また、計画外停止時間は改善する傾向にある (表 4)。同変電所の周辺 50~60km の範囲に多くの工場が立地しており、電力供給のニーズは高い。

表 4：リシュラ変電所における各指標および経年推移

指標名	予測値 (2010 年度)	実績値		
		(2008 年度)	(2009 年度)	(2010 年度)
送電端電力量 (GWh)	651	241	652	655
需要電力量 (GWh)	641	222	606	598
変電所稼働率 (%)	43.41	50.34	59.37	66.33
送電損失率 (%)	0.5	1.9	1.12	1.02
変電所内電力消費量 (GWh)	6.510	5.6	6.1	7.0
送電端最大電力 (MW)	118.07	114.38	157.70	172.13
計画停止時間 (時間)	-	N/A	1034:33	444:06
計画外停止時間 (時間)	-	N/A	357:12	277:46
変電所の事故率 (回/MVA)	-	N/A	0.055	0.0698
送電線の事故率 (回/km)	-	N/A	1.536	1.0267

出所：WBSETCL (質問票への回答に基づき表を作成した)。

④ ボンガオン変電所

ボンガオン変電所は、本事業で新設された 132kV 変電所である。ジーラト 400kV 変電所¹⁹ およびクリシュナガル 132kV 変電所²⁰ と、132kV 送電線で接続されており、同変電所における送電端電力量や変電所稼働率、最大電力は当初の目標値にほぼ達し、計画外停止時間や変電所の事故率、送電線の事故率は経年で微小ながら改善されつつある (表 5)。

表 5：ボンガオン変電所における各指標および経年推移

指標名	予測値 (2010 年度)	実績値		
		(2008 年度)	(2009 年度)	(2010 年度)
送電端電力量 (GWh)	255	148.5	165	227
需要電力量 (GWh)	251	145	163.7	232
変電所稼働率 (%)	86.48	76.12	81.95	83.30
送電損失率 (%)	0.5	0.11	5.39	0.27
変電所内電力消費量 (GWh)	2.553	0.936	0.960	0.948
送電端最大電力 (MW)	46.31	42.05	45.90	48.07
計画停止時間 (時間)	-	85	72	70

¹⁹ 同変電所の 132kV 部分は本事業で整備が行われた。

²⁰ 本事業による整備が行われた。

指標名	予測値 (2010年度)	実績値		
		(2008年度)	(2009年度)	(2010年度)
計画外停止時間 (時間)	-	55	50	46
変電所の事故率 (回/MVA)	-	0.34	0.27	0.29
送電線の事故率 (回/km)	-	0.06	0.07	0.06

出所：WBSETCL（質問票への回答に基づき表を作成した）。

⑤ タラケシュワル変電所

タラケシュワル変電所は、ボンガオン変電所と同様に本事業で新設された 132kV 変電所である。上記アランバグ変電所の 132kV 送電線を通して電力供給を得ている。同地域は農業地域であり、リシュラ変電所等工業施設が集中する地域に比して電力需要が低く留まっていることから送電端電力量が抑えられており、最大電力も当初の目標値に達していないが、変電所稼働率は良好な数値を示している（表 6）。

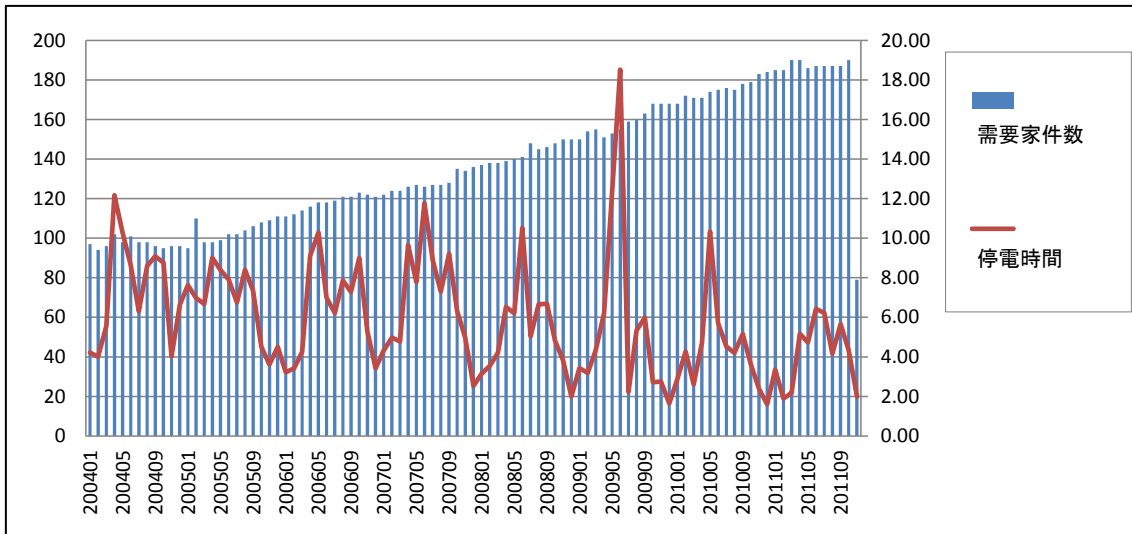
表 6：タラケシュワル変電所における各指標および経年推移

指標名	予測値 (2010年度)	実績値		
		(2008年度)	(2009年度)	(2010年度)
送電端電力量 (GWh)	340	116	185	218
需要電力量 (GWh)	335	115	184	218
変電所稼働率 (%)	64.29	60.00	66.81	73.39
送電損失率 (%)	0.5	0.37	0.37	0.18
変電所内電力消費量 (GWh)	3.405	0.143	0.09	0.07
送電端最大電力 (MW)	61.75	43.23	48.84	54.91
計画停止時間 (時間)	-	N/A	N/A	153
計画外停止時間 (時間)	-	N/A	N/A	866
変電所の事故率 (回/MVA)	-	N/A	N/A	0.294
送電線の事故率 (回/km)	-	N/A	N/A	0.117

出所：WBSETCL（質問票への回答に基づき表を作成）。

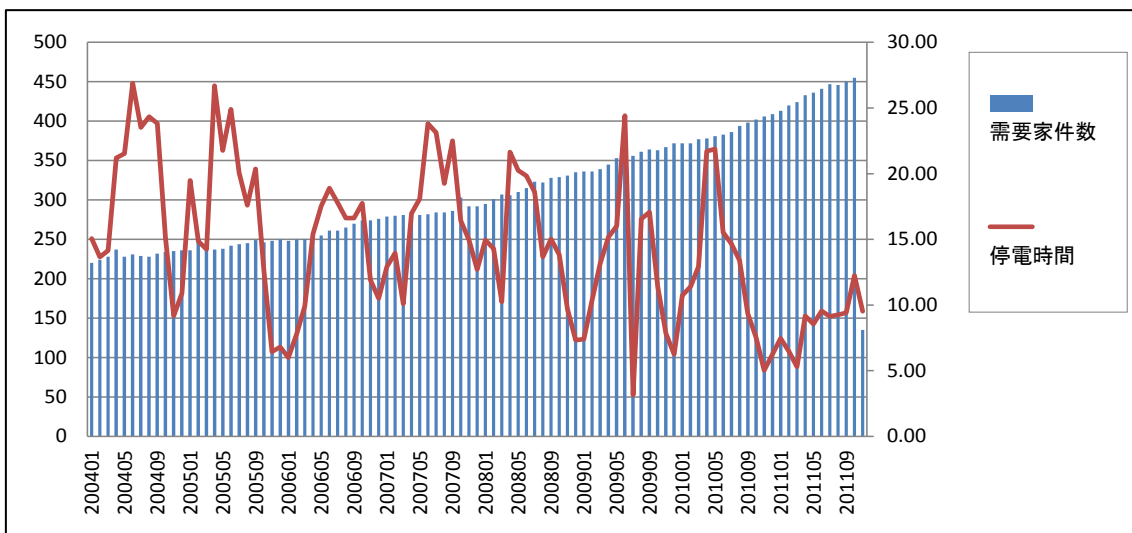
また、WBSEDCLによると、過去数年間のうちに電力供給は大きく改善し、停電回数は著しく減少している。西ベンガル州では、およそ 5,000 件の需要家が WBSEDCL と 500kVA を超える大口契約を行っており、このうち約 30 件が 132kV 送電線に、約 200 件が 33kV 配電線に、約 460 件が 11kV 配電線に接続している²¹。需要家件数および需要家一件当たりの停電時間の 2004 年 1 月から 2011 年 12 月までの推移をみると、33kV、11kV 配電線ともに 500kVA を超える契約を結ぶ需要家件数は 7 年間で約 2 倍と需要が拡大する一方であるのに対し、需要家一件当たりの停電時間は季節によって変動があるものの、年々減少傾向にある（図 2 および図 3 参照）。2011 年末時点で 33kV 配電線の需要家一件当たりの停電時間は月平均 5 時間程度、11kV 配電線は 10 時間弱である。

²¹ WBSETCL は 132kV 以上の送電線に接続する大口需要家への安定的な電力供給を優先的に行っており、これらの大口需要家では停電等がほとんど発生していない。これに対し、33kV および 11kV 配電線に接続する需要家は、最も停電や電圧降下の影響を最も受け易く、停電回数および時間が相対的に多い。



出所：WBSEDCL より入手したデータに基づき作成。

図 2：需要家件数・一件当たりの停電時間の推移（33kV 配電線に接続する大口需要家）



出所：WBSEDCL より入手したデータに基づき作成。

図 3：需要家件数・一件当たりの停電時間の推移（11kV 配電線に接続する大口需要家）

次に、変電所ごとに見ると、複数の 33kV 変電所において 100 回を超える停電が数えられたものの（2011 年 10 月時点）、大多数の変電所では多くとも 30～50 回程度に留まり、停電ゼロの変電所も多く確認されている。11kV 変電所における停電回数は、一か月当たり 200 回を超えるケースも見られる一方、停電ゼロから数回程度に留まる変電所も見られる²²。

こうしたデータは、本事業下で整備されたデータ取得システムの導入によってコンピュータ化が進んだことにより、リアルタイムかつ正確な記録が可能となった。事業実施以前はログシート（運用記録）に手書きで記録が取られていたが（写真 2）、同システムの導入

²² WBSEDCL 提供資料より（2011 年 12 月入手）。

によって電力停止時刻や時間、発生場所等が正確かつリアルタイムに記録され（写真 3）、次回の計画外停電等における対応の改善、復旧作業の効率化促進に役立てられている。また、10カ所に設置されたマイクロ波無線通信システムは、WBSETCL と中央給電指令所（WBSLDC）との間の意思疎通を飛躍的に向上させた。



出所：現地視察時に撮影。ドムジュール変電所。



出所：現地視察時に撮影。リシュラ変電所。

写真 2：データ取得システム未導入の変電所で使用されているログシート

写真 3：本事業で導入のデータ取得システムを操作する WBSETCL 技術者

なお、2012年3月現在、データ取得システムの導入はモニタリング対象の5カ所の変電所のみとなっている。WBSETCLは、今後パイロット変電所を設けてデジタルデータによるデータ取得システムおよび光ファイバーによる通信システムを2012年度中に別途新たに導入する予定であり、試行結果次第で他変電所にも導入することを検討している。

(2) 送電ロスの削減

分社化が行われた2007年度時点には4.0%であったWBSETCL管区の送電ロスは、2009年度には3.8%に改善されており、2012年度には3.5%と予測されている²³。インド全国の送電ロスは平均5%から5.5%であり、西ベンガル州の送電ロスはこれに対して非常に良好な数値を示している。

モニタリング対象変電所における送電ロス率をみると、アランバグ、ボンガオン、タラケシュワルは0.5%の目標値を大きく下回っている（2010年度値でそれぞれ0.1%、0.27%、0.18%）。ラクシュミカンタプルとリシュラについては目標値を超えているものの、2010年度はそれぞれ2.1%、1.02%に留まっており、良好といえる。

なお、本事業では33kV以下の配電網は整備の対象ではなかったが、配電ロスは2007年度の24.6%から2009年度には24.3%に改善されており、2012年度は22.0%となる見込みである。しかしながら、テクニカルロス、ノンテクニカルに加え、届け出の無い電力使用や電気窃盗など依然として課題が多い。

(3) 電圧の安定化

各変電所から延びる33kV配電線および11kV配電線の母線電圧を見ると、33kV配電線の

²³ WBSETCL 提供資料より（2011年12月入手）。

場合は最も悪い電圧降下のケースで 25kV 程度である一方、電圧降下が 32kV 程度に留まるケースも多い。また、11kV 配電線の場合は最も悪いケースで 8.36kV、良好なものは 10～11kV に留まるなど、電圧降下の幅も小幅なものとなっている。

3.2.2 定性的効果

本事後評価調査実施期間中に、11kV、33kV 配電線および 132kV 送電線に接続する大口需要家に聞き取り調査を行ったところ、配電公社のサービスの質や電力供給状況全般については概ね満足しているとの結果が得られた。以下は主な聞き取り内容である。

現地大口需要家への聞き取り (1)	
聞き取り日	2011 年 12 月 2 日
需要家氏名	Sapan Kumar Ghosh 氏 (社長)
会社名称	Khadagpur Metal Reforming Industries Ltd. (鉄鋼生産) (聞き取り場所は西ベンガル州配電公社内である)
接続電圧	11 kV
契約電力	不明
電力使用量	約 50,000 kWh/月
電力使用料金	320～350 万ルピー/月
聞き取り内容	「近年電圧降下が改善され、停電回数が減少するなど、電力供給がより安定した。しかし、毎日 4～5 回、30 分から 1 時間程度の停電による業務への支障は著しく、電圧降下も頻繁かつ深刻である。」

Sapan Kumar Ghosh 氏。同社はコルカタより 120km 程度の距離のカダグプル (Khadagpur) にある。

現地大口需要家への聞き取り (2)	
聞き取り日	2011 年 12 月 2 日
需要家氏名	Sunil Gawande 氏 (社長) Mitra 氏 (電気オートメーション総責任者)
会社名称	Bhushan Power & Steel Ltd. (鉄鋼生産)
接続電圧	33 kV
契約電力	50,000 kVA
電力使用量	不明
聞き取り内容	「リシュラ変電所が 132kV から 220kV レベルまで増設されたお蔭で電力供給が以前より安定するようになった。停電時間や回数は過去 3 年で劇的に減少した。」 「サービスの質や信頼性、電力の安定供給には大幅に改善が見られているので概ね満足している。」 「夜間に発生する停電による支障があり、全体の生産工程に影響している。」

鉄工所内の様子。同社はコルカタより 60km 離れたリシュラ産業地域 (Rishra Industrial area) にあり、リシュラ変電所より直接配電されている。月間 3 万 5 千トンの鉄鋼を生産している。

Sunil Gawande 氏

現地大口需要家への聞き取り(3)	
聞き取り日	2011年12月2日
需要家氏名	V. K. Goenka 氏 (上級副社長)
会社名称	Jaya Shree Textiles (繊維産業)
接続電圧	132 kV
契約電力	10,000 kVA
電力使用量	不明
聞き取り内容	<p>「60年前に設立し、当時はリシュラ変電所から 33 kV 電圧で電力供給を受けていたが、近年の事業拡大に伴い 1999 年より 132 kV 電圧にした。当時従業員は 2,000 人弱で年間売上は 35 億ルピーだったが、規模拡大に伴い従業員は 3,700 人に増員し、売上は約 100 億ルピーに達している。」</p> <p>「最近の電力料金の値上がり傾向が心配だ。産業需要家にとって死活問題であり、料金値上げが続けば他州へ移転する企業も出てくるだろう。現在州の発電の 9 割は火力だが、州政府にはより安価な水力や再生可能エネルギーの利用を検討してほしい。」</p>



V. K. Goenka 氏。同社はコルカタより 60 km 離れたリシュラ産業地域 (Rishra Industrial area) にあり、リシュラ変電所より直接配電されている。

3.3 インパクト

3.3.1 インパクトの発現状況

(1) 電力供給増大による産業の活性化へのインパクト

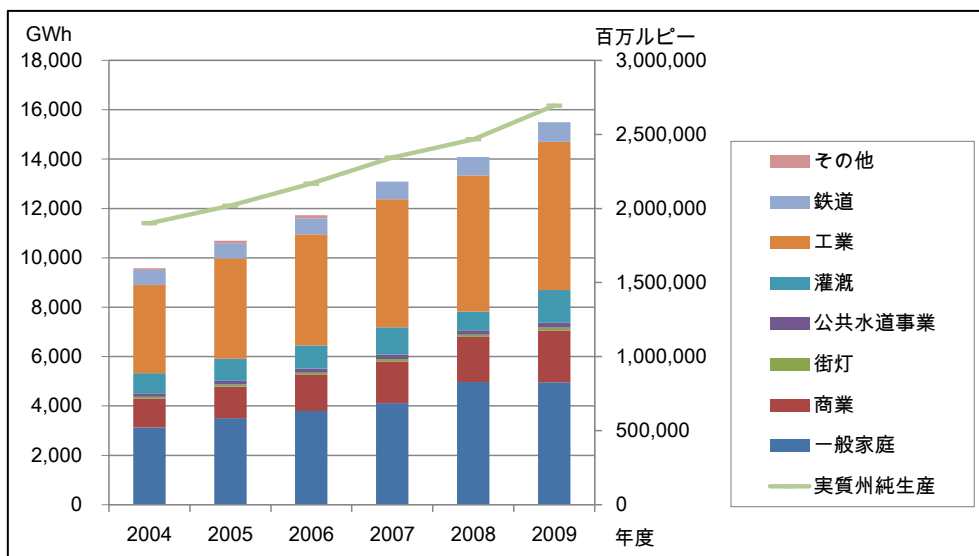
過去 6 年間に亘る西ベンガル州の実質州純生産 (Net State Domestic Product at Constant Prices) の推移をみると、2004 年度には約 1 兆 9007 億ルピーであったものが、2009 年度には約 2 兆 6945 億ルピーへと大幅な実質成長を遂げている²⁴ (図 4)。同期間の、CESC²⁵および DPSC²⁶への供給を除いた同州のエネルギー消費量全体の推移をみると、2004 年度に 9,581 GWh であったものが 2009 年度には 15,497 GWh と約 1.6 倍に増加している。エネルギー消費量の伸びを牽引しているのは、このうち製造業を含む工業分野と一般家庭による消費であり、それぞれ 3,581 GWh から 5,995.3 GWh へ、3,128 GWh から 4,595 GWh と全体を押し上げている。

本事業による送電網整備と変電所 31 カ所の新設・増設は、州の産業活性化に伴い堅調に増加するエネルギー需要を下支えする役割を果たしたと考えられる。

²⁴ Reserve Bank of India. “Handbook of Statistics on Indian Economy 2010-2011” (2011).

²⁵ 1899 年に設立されたインド国内では最初の総合電力会社であり、合計 1,225 MW の火力発電設備を有し、コルカタとハウラの需要家 250 万件に対して電力供給を行っている。

²⁶ 1919 年に設立された電力会社であり、西ベンガル州において電力エネルギーの発電および調達から送配電までを行っている。



出所：WBSETCL 提供資料。Reserve Bank of India. “Handbook of Statistics on Indian Economy 2010-2011” (2011).
注：CESC および DPSC への電力供給量を除く。

図 4：実質州純生産およびエネルギー消費量の推移

(2) 産業活性化による雇用拡大効果

上記のとおり、実質州純生産の成長に伴うエネルギー消費の伸びが顕著であり、本事業は同需要を下支えしたと考えられるが、雇用拡大に対するインパクトについて本事業全体としての効果検証は困難である。

なお、大口需要家への聞き取り調査より、Jaya Shree Textiles 社（「3.2.2 定性的効果」参照）の事業拡大を可能にしたのは本事業による変電所の増強であり、これに伴い従業員を増員していたケースが確認された。大口雇用を必要とする分野の需要家については、雇用拡大に対する直接・間接的なインパクトがあったものと考えられるが、定量的な検証は困難であった。

(3) 農村電化、家庭電器普及に拠る地域住民の生活改善効果

インド中央政府電力省は、本事業実施期間中の 2005 年 4 月より農村電化プログラム (Rajiv Gandhi Grameen Vidhyutikaran Yojana: RGGVY) を開始し、4 年間で全国の農村電化を行う目標を掲げた。2009 年 3 月時点で西ベンガル州の農村電化率²⁷は 97.3%と、同プログラムによる村落レベルの配電設備整備の成果が確認されている。

本事業は 132kV 以上の送電網整備であり、直接配電事業との関連が無いこと、また、上記状況から、本事業による農村電化および家庭電器普及等へのインパクトの把握および農村電化や家庭電器普及等によってもたらされる地域住民の生活改善に対するインパクトについては、その把握が困難であった。

²⁷ 2004 年に改訂された電化の定義は、①居住区の基本配電設備の整備 ②公共の場所（学校、地元役場、保健所、診療所、コミュニティセンター等）への電力供給 ③村落内の世帯電化率が最低 10% の 3 つの要件を満たすことであり、電化人口や世帯電化率とは異なる。

http://www.iea.org/country/Poverty_India/Electrification.pdf (2012 年 5 月現在)

なお、2001年には8,017万人であった州人口は、2011年には約9,135万人へと大きく増加しており²⁸、一般家庭需要家のエネルギー消費量は、上記のとおり2004年度の3,128 GWhから2009年度には4,959 GWhに拡大している²⁹。街灯や公共水道事業、灌漑、鉄道牽引にかかるエネルギー消費量も堅調に伸びている³⁰ことから、本事業によるインパクトとしては、西ベンガル州の市民生活を支える生活インフラの活用および住民の生活環境の改善に大きく寄与したものと考えられる。

3.3.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境への影響

環境面でマイナスのインパクトは発生しなかった。

(2) 用地取得及び住民移転

送電線建設に関して用地取得は行われなかった。線下補償については、インド国内関連法規に基づいて農作物や樹木の損失に対する金銭補償等が行われた。また、変電所建設に当たっては109haの私有地の用地取得が行われた。林地の取得は無かった。なお、非自発的住民移転は発生していない。また、変電所用地取得は西ベンガル州政府が行った。

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

3.4 効率性（レーティング：②）

3.4.1 アウトプット

本事業は、西ベンガル州全域において送電網の敷設整備および変電所の新設・拡張を行うものであり、計画された主要なアウトプットは、送電線敷設にかかる資機材調達（400kV送電線1線路（12km）、220kV送電線4線路（74km）、132kV送電線19線路（884km））、変電所建設にかかる資機材調達・土木工事（400kV変電所1カ所、220kV変電所8カ所、132kV変電所23カ所、マイクロ波無線局設置にかかる資機材調達（11カ所）、コンサルティングサービスの実施（調達支援、事業モニタリング、報告補助 計100人月）である。

これらアウトプットについては、送電ネットワーク全体の円滑かつ効率的な相互接続に鑑みた送電線線路数の変更や、地盤状況に応じた変電所の形状変更、線下影



出所：調査団撮影

写真 4：マイクロ波無線装置
（ハウラ変電所/給電指令所）

²⁸ <http://www.censusindia.gov.in/>（2012年5月現在）

²⁹ WBSETCL 提供資料より（2011年12月入手）。

³⁰ 街灯や公共水道事業、灌漑、鉄道牽引にかかるエネルギー消費は、2003年時点でそれぞれ76.41GWh、145.55GWh、770.00GWh、600.04GWhであったが、2009年には117.38GWh、207.07GWh、1,322.97GWh、801.59GWhに増加している。

響への配慮によるルート変更等、状況の変化や必要性に応じて変更がなされた。具体的には、各送電線の亘長の変更（400kV 送電線：10.56km、220kV 送電線：77.56km、132kV 送電線：690.80km）、変電所数の変更（220kV 変電所 2 カ所削除、132kV 変電所 1 カ所追加）、マイクロ波無線局 1 カ所削除である。また、第 2 期審査時に運用効果指標のモニタリングおよびモニタリング手法にかかる提言がコンサルティングサービスの内容として追加となったことから、コンサルティングサービスの量が 110 人月に増加した。

3.4.2 インプット

3.4.2.1 事業費

計画事業費は 28,322 百万円であったのに対し、実際の事業費は 13,385 百万円であった（計画比 47.3%）。なお、円借款貸付承諾額 14,214 百万円に対し、貸付実行総額は 12,736 百万円で、円借款対象部分の事業費についても当初計画を下回った（89.6%）。

表 7：計画および実績事業費の比較

	計画値			実績値
	外貨 (百万円)	内貨 (百万ルピー)	合計 (百万円)	合計 (百万円)
1 資機材（送電線）	1,651	789	4,128	2,788
2 資機材（変電所）	7,595	1,613	12,659	8,704
3 用地取得費	0	63	198	130
4 税金	0	765	2,402	792
5 管理費	0	652	2,049	
6 予備費	694	239	1,445	
7 コンサルティングサービス	294	6	314	130
8 プライスエスカレーション	665	1,016	3,854	247
9 建中金利	1,274	0	1,274	594
合計	12,174	5,143	28,322	13,385

出所：JICA 審査時資料および WBSETCL

注 1：計画値は第 1 期審査時（1996 年度）の事業費を適用している。換算レートは 1 ルピー=3.14 円（1996 年 5 月）。

注 2：実績値の換算レートは、貸付実行期間中に内貨・ドルレートおよび同期間の円・ドルレートに大きな変動があったことから、1995 年から 2009 年までの各年について、International Financial Statistics; Yearbook (IMF) の年平均レートを適用した。

注 3：実績値の外貨・内貨の内訳については、WBSETCL 側に資料が無いことから特定が困難であった。

事業費が大きく下回った大きな理由としては、当初国際競争入札とすることを想定していた資機材調達の一部を国内競争入札としたため入札価格が低く抑えられたことや、貸付実行期間中にインドルピーに対して円価および米ドルが上昇したため、円換算による事業費が当初の計画を大きく下回ったことが挙げられる。

3.4.2.2 事業期間

計画事業期間は、1997 年 2 月³¹から 2001 年 8 月の事業完成³²までの 55 ヶ月間であった

³¹ 事業開始の定義は、第 1 期の借款契約の調印年月である。

³² 事業完成の定義は、本事業に関連するすべてのアウトプットが完成した年月である。

のに対し、実際の事業期間は1997年2月から2009年10月までの153ヶ月間であり、計画を大幅に上回った（計画比278%）。

表 8：計画および実績事業期間の比較

	計画値	実績値
円借款（第1期）契約締結	1997年2月	1997年2月
資機材調達・建設（準備工事）	1997年3月～1999年2月	1997年6月～2004年7月
送電線（Lot I & II）	1999年3月～2001年8月	1999年8月～2004年12月
変電所（Lot III & IV）	1999年3月～2001年8月	2000年3月～2005年12月
電力工事	1999年3月～2001年8月	2000年3月～2006年3月
マイクロ波無線局	-	2003年6月～2006年11月
運用効果指標モニタリングシステム	-	2008年1月～2009年10月
事業完成	2001年8月	2009年10月

出所：JICA 審査時資料および WBSETCL

事業期間が大幅に伸びた要因は、送電線ルート of 線下補償に関する地域住民との折衝の長期化、一部送電線ルートの変更、土壌調査結果に基づく鉄塔の設計変更、地盤整備作業の雨期中断、変電所建設にかかる用地取得および入札手続きの遅延があったことなどにより、借款契約調印から工事着工まで約4年が経過したことである。また、変電所施設及び送電網については、2003年から2007年にかけて段階的に完工・運用が開始されていたが、データ取得システムの構築および運用効果指標モニタリング体制の整備にその後時間を要した。

3.4.3 内部収益率（参考数値）

3.4.3.1 財務的内部収益率（FIRR）

第1期審査時には13%、第2期審査時に再計算が行われ、10.4%とされていた。本事後評価実施に当たって、FIRRの再計算に必要なデータ収集を試みたところ、本事業で整備を行った変電所および送電線に限った指標がWBSETCL側に存在しておらず、再計算は困難であるため行わない。なお、計画時のFIRR算出の前提条件は以下のとおりであった。

- ・ 費用：事業全体の合算建設費、運転維持管理費
- ・ 便益：送電ロス率の改善、送電量の拡大
- ・ プロジェクトライフ：事業完了後35年

3.4.3.2 経済的内部収益率（EIRR）

第1期審査時には15%、第2期審査時に再計算が行われ、29.5%とされていた。本事後評価実施に当たって、EIRRの再計算に必要なデータ収集を試みたところ、本事業で整備を行った変電所および送電線に限った指標がWBSETCL側に存在しておらず、再計算は困難であるため行わない。

なお、計画時のEIRR算出の前提条件は以下のとおりであった。

- ・ 費用：FIRRで計上した初期投資および運転維持管理費から税金を除いたもの
- ・ 便益：エネルギー節約効果、誘発効果、代替効果

- ・ プロジェクトライフ：事業完了後 35 年

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

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

西ベンガル州では、本事業の実施機関であった西ベンガル州電力庁（West Bengal State Electricity Board: WBSEB）が 2007 年 4 月 1 日に西ベンガル州送電公社（West Bengal State Electricity Transmission Company Ltd.: WBSETCL）と同配電公社（West Bengal State Electricity Distribution Company Ltd.: WBSEDCL）に分離・発足した³³。

実施機関の分社化に伴い、本事業はWBSETCLに引き継がれている。WBSETCLでは、分社化以降各種内規が整備され、経営改善が行われている。分社化以前に本事業下で開始されたトータル・クオリティ・マネジメント（Total Quality Management, TQM）は、その後も各変電所で実行されており、毎年コンテストが開催されるなどWBSETCL内でもその成果が重要視されており、2009 年にはWBSETCLがISO9001:2000³⁴を取得するなど、マネジメントの改善に大きく貢献している。



出所：現地視察時に撮影

注：他変電所にも同様のメッセージが掲げられている。

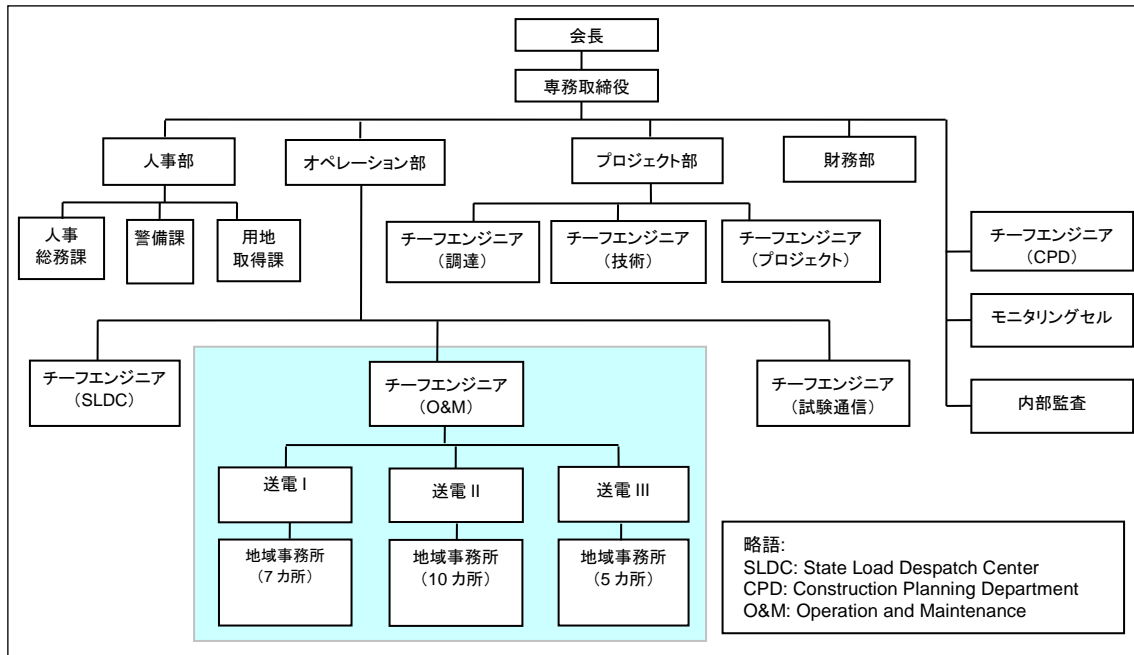
写真 5：アランバグ変電所に掲示される TQM ポリシー

WBSETCLには、2011 年現在エンジニア 343 名、管理職 18 名、監督責任者 156 名、テクニシャン 1,154 名、支援スタッフ 203 名、事務職 309 名、補助職 50 名が勤務している³⁵。変電所および送電線の各設備のメンテナンスは、オペレーション部のチーフエンジニアおよび同部エンジニアらが行っている（図 5 参照）。

³³ インド政府と各州政府は、電力セクター改革を政策の柱に据え、1990 年代後半から州規則委員会の設立や料金規則の制定・公開による料金決定の非政治化および透明性の向上、配電会社への民間企業出資による経営改善、州補助金の撤廃などに取り組んでいた。西ベンガル州における州電力庁の解体・分社化の動きは全国的な取り組みの一環であり、同州を含む全国 14 州でセクター改革が進行し、発電・送電・配電機能の分社化が行われている。また、各州で電力規制委員会の設置が義務付けられ、同委員会が各州の電力料金を設定することとなった。また、2001 年には送電効率向上のための緊急改善計画（Accelerated Power Development and Reform Programme: APDRP）が立ち上げられ、都市部や産業地域における送配電網の整備や送配電商業ロスの削減等の抜本的状況改善が図られ、2012 年現在も同計画は引き続き実施中である。

³⁴ 組織が品質マネジメントシステム(QMS: Quality Management System)を確立し、文書化し、実施し、かつ維持するために要求される規格。具体的には、品質マネジメントシステムの有効性を改善するため、プロセスアプローチを採用し、組織内におけるプロセスを明確にし、その相互関係を把握・運営管理することとあわせ、一連のプロセスをシステムとして適用していると認められた場合、認定を受けることができる。

³⁵ WBSETCL 提供資料より（2011 年 12 月入手）。



出所：WBSETCL. “Annual Report & Accounts 2010-2011 (2011).

図 5：WBSETCL の組織図

以上より、分社化後の WBSETCL の体制はより強固なものとなっており、本事業の運営維持管理の体制面での問題は認められない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

WBSETCL は、2007 年度に送電線事業者としてインド政府電力省より Best Power Availability Award を受賞し、また、超高電圧変電所 13カ所が ISO:9001:2000 を取得している。WBSETCL では、内部研修に加え外部研修への参加機会が多く与えられており、特に分社化以降は、社内で研修ニーズについてもよくヒアリングされ、職員に必要な研修が提供されるよう配慮されている。

本事業で整備された 5カ所の変電所にデータ取得システムが整備されたことにより、停電の発生の事実および発生時間、問題の所在等の正確な把握と記録、問題解決のための分析を行うことが可能となっている。WBSETCL は、データ取得システムを他変電所に新たに拡大・普及することを 2012 年度より行う予定である。

これらより、運営・維持管理の技術面での問題は認められない。

3.5.3 運営・維持管理の財務

分社化後の WBSETCL 全体の送変電施設設備維持および整備に関する費用は、年々多く積まれる傾向にある。このうち、施設設備の減価償却および整備のための投資は、着実にその予算が確保・計上されている (表 9)。

表 9：分社化後の WBSETCL の維持管理予算

単位：百万ルピー

	2007 年度		2008 年度		2009 年度		2010 年度		2011 年度		2012 年度	
	計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績	計画	実績
1 管理その他	127.18	126.92	138.10	175.00	169.00	191.12	191.10	239.99	229.72	-	244.36	-
2 人件費	483.90	550.30	774.00	1,081.96	849.00	930.59	1,269.15	1,150.13	1,256.55	-	1,380.60	-
3 減価償却	871.70	817.02	1,057.10	897.53	1,230.20	1,118.93	1,403.30	1,200.12	1,260.34	-	1,567.39	-
4 金利	1,275.27	1,551.37	1,990.30	1,767.31	1,852.30	1,966.83	1,808.70	1,828.73	2,520.31	-	2,610.72	-
5 引当金	2.90	6.48	124.50	245.59	137.10	541.28	144.20	420.75	983.44	-	758.83	-
6 前年度調整	-	-	-	(62.50)	-	30.40	-	0.64	-	-	-	-
7 投資支出	8,398.40	6,711.18	7,165.40	5,118.42	8,729.30	2,851.94	9,278.60	4,363.02	8,104.76	-	9,245.03	-
8 払戻金	-	-	-	5.44	-	7.18	-	7.51	-	-	-	-
合計	11,159.35	9,763.207	11,249.40	9,228.75	12,966.90	7,638.27	14,095.05	9,210.89	14,355.12	0.00	15,806.93	0.00

出所：WBSETCL への質問票の回答より。

分社化後の WBSETCL の損益状況を見ると（表 10）、送電収入は年々堅調に増加している。一方、送電支出は抑えられ、また、老朽化した施設設備等の減価償却が着実に行われている。経常利益は、分社化二年目以降は 20 億ルピー以上確保されており、損益状況は良好であるといえる。

表 10：分社化後の WBSETCL の損益状況

単位：百万ルピー

	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度
売上	4,369.4	6,740.2	7,295.6	7,655.4	N/A
うち送電収入	4,280.4	6,664.4	7,212.8	7,485.3	N/A
支出	3,549.6	4,538.2	5,177.7	5,490.4	N/A
うち送電支出	353.1	423.7	661.3	588.7	N/A
うち減価償却	817.0	897.5	1,118.9	1,200.1	N/A
経常利益	819.7	2,202.1	2,117.9	2,165.0	
税引き前当期利益	819.7	2,139.6	2,148.3	2,165.6	N/A
当期利益	813.2	1,894.3	1,746.8	1,744.9	N/A

出所：WBSETCL 年次報告書（2007 年度、2008 年度、2009 年度、2010 年度）

次に、キャッシュフローを見ると（表 11）、操業活動によるキャッシュフローは 50 億ルピー前後で安定している。全体を見ると、2009 年度からキャッシュフローが好転しており、同傾向から、キャッシュフローとしても特段の大きな問題はないものと判断される。

表 11：分社化後の WBSETCL のキャッシュフロー

単位：百万ルピー

	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度
操業活動によるキャッシュフロー	5,406.7	4,966.3	4,618.3	5,940.9	N/A
投資活動によるキャッシュフロー	-6,700.3	-4,568.2	-2,819.5	-4,249.7	N/A
財務活動によるキャッシュフロー	1,511.4	-639.8	-1,295.9	-1,599.7	N/A
現金及び現金同等物の増加額	217.8	-241.7	502.9	91.5	N/A
現金及び現金同等物の期首残高	231.8	449.6	207.9	710.8	N/A
現金及び現金同等物の期末残高	4,49.6	207.9	710.8	802.3	N/A

出所：WBSETCL 年次報告書（2007 年度、2008 年度、2009 年度、2010 年度）

WBSETCL の財務状況を見ると（表 12）、固定資産・固定負債ともに流動資産・流動負債を大きく上回るが、これは公共インフラを提供する送電事業主の性質として、固定資産が相対的に大きく、かつ長期的な投資を必要とするためである。また、負債が依然として純資産より大きくなっているが、純資産（自己資本）は分社化以後、年率約 30%で増加する傾向にあり、自己資本比率が上昇している（表 13）。また、2010 年度は鈍化したものの自己資本増加率は 10%を超え、成長性が確保されている。

表 12：分社化後の WBSETCL の財政状況

単位：百万ルピー

	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度
資産の部	33,536.7	38,270.1	41,249.8	43,927.5	N/A
固定資産	30,497.4	34,205.5	37,243.0	39,838.9	N/A
流動資産	3,039.3	4,064.6	4,006.8	4,088.6	N/A
負債の部	24,319.6	26,174.0	27,406.9	28,288.4	N/A
流動負債	3,595.4	4,322.3	3,579.8	4,744.6	N/A
固定負債（長期借入金）	20,724.2	21,851.7	23,827.1	23,543.7	N/A
純資産	9,217.1	12,096.1	13,842.8	15,639.1	N/A
うち資本金	10140.0	11055.2	11055.2	11,055.2	N/A
うち政府グラント			0	51.4	N/A
負債・純資産の部合計	33,536.7	38,270.1	41,249.8	43,927.5	N/A

出所：WBSETCL 年次報告書（2007 年度、2008 年度、2009 年度、2010 年度）

表 13：分社化後の WBSETCL の財務指標

指標	2007 年度	2008 年度	2009 年度	2010 年度	2011 年度	備考
総資本経常利益率	2.44%	5.75%	5.13%	4.93%	N/A	経常利益／総資本
流動比率	84.53%	94.04%	111.93%	86.17%	N/A	流動資産／流動負債
固定比率	330.88%	282.78%	269.04%	254.74%	N/A	固定資産／自己資本
自己資本比率	27.48%	31.61%	33.56%	35.60%	N/A	自己資本／総資本
自己資本増加率	-	31.23%	14.44%	12.98%	N/A	-
経常利益成長率	-	168.65%	-3.82%	2.22%	N/A	-

出所：WBSETCL 年次報告書（2007 年度、2008 年度、2009 年度、2010 年度）より計算した。

以上より、本事業施設の維持管理にかかる全体予算は十分確保され、また、分社化後の WBSETCL の損益状況、キャッシュフロー、財務状況には成長性が認められることから、財務面での大きな問題は認められない。

3.5.4 運営・維持管理の状況

WBSETCL の各施設では、毎日・毎月の定期巡視が行われている。故障時のメンテナンスについては随時対応が行われている。年一回の定期点検は、予防保全の考え方にに基づき、マニュアルに基づいて変電所のすべての機器と送電線設備が整備されている。また、現場の状況に応じて随時対応が行われている。

本事業下の 5 カ所の変電所ではデータ取得システムが整備され、2009 年度までログシー

トに手書きで記入していた計画停止時間や計画外停止時間等が秒単位で記録されるようになり、あらゆる情報が正確かつリアルタイムに入手・分析可能となった。これらより、運営維持管理状況について特段の問題は認められない。

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、西ベンガル州全域において送電網の敷設整備および変電所の新設・拡張を行うことにより、電力システム全体の信頼性の向上、送電ロスの削減、電圧の安定化を目指して実施され、開発政策や開発ニーズとの整合性が高い。また、設備稼働状況は順調で、電力システム全体の信頼性の向上や送電ロスの削減、電圧の安定化といった事業の目的は概ね達成されており、有効性は高い。西ベンガル州の産業活性化や雇用拡大、地域住民の生活改善にも直接・間接的に寄与していると判断される。なお、事業期間は大幅に長期化した一方で事業費は大きく下回ったため、効率性は中程度である。現在の設備機器の状況は概ね良好であり、体制、技術、財務面における持続性が高いと認められる。

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

効率的かつ正確な送配電の運用管理を行うため、将来の変電所の拡張整備計画に、データ取得システムの整備を送配電システム全体に導入することを検討することが望ましい。また、システム内で管理するデータ量の増加が将来的に予測されるため、マイクロ波無線通信システムを上回る通信情報網の増強・改善についても、早期に検討を行うことが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

西ベンガル州での配電ロスは 24.6% (2007 年度) から 22.0% (2012 年度見込み) へと改善されているが、テクニカルロス、ノンテクニカルに加え、届け出の無い電力使用や電気窃盗など更なる改善の余地がある。分社化によって配電部門は本事業対象外となったが、本事業で改善された送電・変電システムの恩恵が各需要家にも十二分にいきわたるよう、送電に留まらない協力の在り方について、今後も関係機関と引き続き協議されたい。

4.3 教訓

- ・無理のないプロセスによる適正規模のパイロット活動の導入

本事業においては、送電網および変電所整備を大規模に行う一方で、事業スコープの一部として 5 カ所の変電所に限ってデータ取得システムを導入し、運用効果指標の測定を行った。同システム導入以前は、職員が手作業で各種データを読んで記述を行っており、ヒ

ューマンエラーを排除できない状態であったが、同システムを導入したことにより、例えば停電の発生の事実および発生時間、問題の所在等が正確かつ瞬時に記録され、問題解決のための分析が行われるようになった。同システムは、運用効果指標の測定だけでなく、実施機関の各施設運営・維持管理の質・技術の向上および作業の効率化に役立っており、パイロットとして学習効果があったと判断される。また、実施機関としても、費用・人材両面での投入量を限定した上でデータ取得システムの優位性を検証することが可能となり、実施機関にかかる負担も最小限に抑えられたと考えられる。

これらより、今後同様の送電網事業の案件形成および実施を行うに当たっては、本事業におけるデータ取得システムの如く、インフラ整備をより効果的に行うための包括的な投入の検討が必要であり、また、実施機関側の財務状況や人員配置等をよく分析し、適正規模を検討した上で導入することが望まれる。

・組織持続性の向上にかかる支援

本事業の実施促進活動下に行われた案件実施支援調査（Special Assistance for Project Implementation for West Bengal Transmission System Project (II)）でトータル・クオリティ・マネジメント（TQM）が導入・指導されたことを機に、実施機関側では変電所ごとにクオリティ・サークルを形成するようになり、各変電所の質の向上が積極的に図られた。これらの活動を通し、実施機関の各施設での運営管理向上に関する意識や責任感が定着し、ISO9001:2000等の取得につながったものと判断される。

これらより、今後同様の送電網事業の案件形成および実施を行うに当たっては、実施機関組織の分析を適切に行い、インフラ整備・維持をより効果的に行うための組織改善や運営管理能力の向上といった体制整備のための投入を検討・導入することが望まれる。

以上

主要計画／実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット	<p>(1) 資機材調達(送電線)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 400kV 送電線 2 回線 1 線路 (12km) ・ 220kV 送電線 1 回線 1 線路 (60km)、2 回線 3 線路(14km) ・ 132kV 送電線 19 線路 (884km) <p>(2) 資機材調達・土木工事・電気工事(変電所)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 400kV 変電所 拡張 1 カ所 ・ 220kV 変電所 新設 6 カ所、拡張 2 カ所 ・ 132kV 変電所 新設 16 カ所、拡張 7 カ所 <p>(3) 資機材調達(マイクロ波無線局)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マイクロ波無線局 11 カ所 <p>(4) コンサルティングサービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調達支援、事業モニタリング、報告補助、計 100M/M 	<p>(1) 資機材調達(送電線)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 400kV 送電線 2 線路 (10.56km) ・ 220kV 送電線 3 線路 (77.562km) ・ 132kV 送電線 19 線路 (690.7975km) <p>(2) 資機材調達・土木工事・電気工事(変電所)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 400kV 変電所 計画どおり ・ 220kV 変電所 6 カ所 ・ 132kV 変電所 24 カ所 <p>(3) 資機材調達(マイクロ波無線局)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ マイクロ波無線局 10 カ所 <p>(4) コンサルティングサービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 調達支援、事業モニタリング、報告補助、運用効果指標モニタリング、計 110M/M
② 期間	1997年～2001年 (55ヵ月)	1997年2月～2006年11月 (153ヵ月)
③ 事業費		
外貨	12,174百万円	不明
内貨	16,148百万円 (5,143百万 INR)	不明
合計	28,322百万円	13,580百万円
うち円借款分	23,674百万円	12,736百万円
換算レート	1INR=3.14円 (1996年5月現在)	1INR=2.65円 (1995年～2009年平均)