

インド

## 2016年度 外部事後評価報告書

円借款「マハラシュトラ州送変電網整備事業」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 東谷あかね・笹尾隆二郎

### 0. 要旨

本事業は、インド西部マハラシュトラ州において、110カ所の変電所における変電設備の増強と、95カ所の変電所における老朽化または劣化した関連機器の交換を行うことにより、急増する電力需要に対応する安定的な電力供給を確保することを目指すものである。

本事業の事後評価結果を要約すると、妥当性については、審査時、事後評価時ともに急増する電力需要に対応した送変電設備の増強は緊急性の高い優先事項として掲げられており、本事業とインドの開発政策及び開発ニーズとの整合性は高い。また、審査時の対インド国別援助計画においても、安定的・効率的な電力供給のための送配電網整備を行うことが掲げられるなど、日本の援助政策との整合性もみられる。効率性については、その必要性や緊急性、事業予算全体の執行状況を踏まえて、事業期間中に承認された追加スコープ（関連機器の交換）を含めて、アウトプットは計画どおり達成された。事業費は当初の計画内に収まったものの、事業期間はコンサルタントや機材の調達スケジュールの遅れ、追加スコープの実施を理由に、実績が計画を上回った。よって効率性は中程度と判断される。有効性は、審査時に運用・効果指標として設定された変圧器稼働率及び容量ともに、変電設備増強の完了2年後の2014年時点で目標値を達成していることを確認した。インパクトについては、本事業による貢献度は限定的であるものの、マハラシュトラ州における経済発展や日系企業の進出が進んでいるほか、対象地域における生活レベルにも改善が見られており、有効性・インパクトは高い。持続性は、適切な変電設備の運営・維持管理に必要な組織体制・技術レベル・予算が確保され、実際に各変電所において問題なく運転・維持管理されていることなどから、高いと判断できる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

### 1. 事業の概要



事業位置図



本事業で増強された変電設備  
(シルバル変電所、カラド管区)

## 1.1 事業の背景

インドでは、政府により新規電源開発が積極的に推進されたものの、1990年代後半からの急激な経済発展を背景に、電力の不足が拡大傾向にあった(2005年の電力量不足は約8%、ピーク電力不足は約12%)。また電力需給の地域格差も拡大し、特に西部と北部における電力不足は深刻であった。中でもインド西部に位置し、国内最大の経済規模を有するマハラシュトラ州(州都ムンバイ)における電力需要の増加は著しく、2001年から2005年の間には年平均増加率約7%と高く、その後も同程度の伸びが想定された。こうした電力需要の増加に対応するため、マハラシュトラ州送電公社(Maharashtra State Electricity Transmission Co. Ltd.、以下、「MSETCL」という。)により送変電能力強化のための設備投資計画が策定・実施されていたものの、州内の多くの施設で急増する電力需要に対し、供給が追い付かない状況にあった。

## 1.2 事業概要

本事業は、インド西部マハラシュトラ州において、州内送変電網を整備することにより、急増する電力需要に対応する安定的な電力供給を確保し、もって地域の経済発展と生活水準の向上に寄与するものである。

円借款承諾額/実行額	16,749 百万円 / 12,070 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2007 年 8 月 / 2007 年 9 月
借款契約条件	金利 0.75% (本体) 0.01% (コンサルタント) 返済 15 年 (うち据置 5 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	インド大統領 / マハラシュトラ州送電公社
事業完成	2015 年 3 月
本体契約	Vijay Electricals Limited (インド)、Bharat Bijlee Limited (インド)、Voltamp Transformers Limited (インド)、Transformer and Rectifiers Limited (インド)
コンサルタント契約	日本工営株式会社 (日本) / 東京電力ホールディングス株式会社 (日本) / Japan and Insight Development Consulting Group (IDCG) (インド) (JV)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ：F/S) 等	実施機関によるフィージビリティ調査 (2007 年 3 月)
関連事業	【技術協力】マハラシュトラ揚水発電計画マスタープラン調査 (1994 年～1998 年) 【円借款】地方電化事業 (2006 年 3 月)、送配電システム

	<p>改良/小水力発電建設事業（1991年1月）、ガトガール揚水発電所建設事業（1988年12月）、ウジャニ水力発電所建設事業（1985年11月）、パイタン水力発電所建設事業（1978年8月）</p> <p>【他機関案件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ アジア開発銀行：Maharashtra Solar Park and Green Grid Development Investment Program（2012年）、Power Grid Transmission III（2004年）、Power Finance Corporation（1999年）</li> <li>・ 世界銀行：Organizational Transformation and Public Private Partnership：Maharashtra State Electricity Transmission Company Limited（2006年～2010年）、Maharashtra Power Project 2（1992年～1998年）、Maharashtra Power Project（1989年～1998年）</li> <li>・ ドイツ復興金融公庫（KfW<sup>1</sup>）：Shivajinagar Sakri Solar Power（2001年）</li> </ul>
--	--

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

東谷 あかね（アイ・シー・ネット株式会社）

笹尾 隆二郎（アイ・シー・ネット株式会社）

### 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：2016年9月～2017年10月

現地調査：2017年1月30日～2月14日、2017年4月4日～4月11日

## 3. 評価結果（レーティング：A<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業の審査時、インド政府は慢性的な電力供給不足に対応するため、「第10次5カ年計画（2002年～2007年）」において、41,110MWの新規電源開発を目指すとともに、電源が集中する北部・北東部・東部から、最大需要地である西部・北部・南部の大都市圏へ効率的な電力融通を行うために高圧送電網の整備を計画し、2012年までに地域間の送電容量を30,000MWまで増やすことを掲げた。続く「第11次5カ年計画（2007年～2012年）」においても、新たな78,577MWの電源開発と合わせ、より安定した電力供給を実現するための

<sup>1</sup> Kreditanstalt für Wiederaufbau

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

<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

地域間や地域内の送電容量の増強が計画された。

インド国内における安定した電力供給の重要性は、事後評価時においても変わらない。「第12次5カ年計画（2012年～2017年）」において、将来の電力需要増加への対応としての電源確保と送配電設備増強が重視されているほか、2016年に公表された「国家電力計画案」においても、引き続き増加傾向にある電力需要への対応として、発電電力構成の見直しを含めた発電容量の増強や地域間送電網の拡充にかかる発電および送電事業が計画されている。本事業は電力需要に対応する安定的な電力供給を目指すものであるから、審査時から事後評価時までを通じて、本事業はインド政府の開発政策との整合性が認められる。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

インド最大の経済規模と高い経済成長率を誇る西部のマハラシュトラ州では、ピーク時電力需要は2001年の12,535MWから2005年には16,069MWまで増加し、その後も年平均増加率約7%と同程度の伸びが想定された（JICA提供資料）。州内送電網は全長35,626km、変電所473カ所（2007年3月時点、同資料）であったが、前述のように急増する電力需要に対し、多くの施設で送変電容量が追い付かない状況にあった。州内の電力消費は州都ムンバイなど西部沿岸地域に集中しているが、州内の電力供給源は主に州東部にあり、多くの電力を州外から輸入していることから、州西部地域の送変電網の拡充が急務であった。

インド中央電力庁（Central Electricity Authority：CEA）の電力需給バランス報告書（2008年、2016年）によると、マハラシュトラ州のピーク時電力需要は、18,441MW（2007年）から20,973MW（2015年）と本事業開始後も依然として増加傾向にあることが分かる。一方で、審査当時の電力不足は深刻であったものの（2007年電力不足率18.3%）、電源開発への民間参入が始まった2010年頃より電力供給量が増加したこと、加えて送変電施設整備が進んだことで、州内の電力不足は緩和され、事後評価時の電力不足率は2016年に-7.4%と電力需給がプラスに転じている。

このように、同州における電力需要は審査時より事後評価時に至るまで一貫して増加しており、特に電力不足が深刻であった審査時において、本事業のような変電設備増強の優先度や緊急度は極めて高かった。一方、MSETCLが自己投資を含めて変電設備の増強に積極的に取り組んできた結果、事後評価時点におけるニーズは縮小していたが、安定した電力供給のための重要性は変わらない。従って、本事業と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

審査時の日本の対インド国別援助計画（2006年5月）では、インドの電力セクターへの支援は重点目標「経済成長の促進」に位置づけられ、電源開発や人材育成と併せて、電力の安定的・効率的供給のための送配電網整備を行うことが掲げられている。海外経済協力業務実施方針（2005年）においても、全体の重点分野として「貧困削減への支援」と「持続的成長に向けた基盤整備」、インド国別方針の重点分野として「経済インフラの整備」が掲げられているほか、インド国別業務実施方針（2006年）では、電力は対インド円借款の主要セクターとして位置づけられ、電力供給の安定化を目的とした送電網整備のほか、経済の活性化や貧困削減を実現するための配電網整備などの事業を支援するとしている。このように、本事業と審査時における日本の援助政策との整合性も高い。

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 効率性（レーティング：②）

#### 3.2.1 アウトプット

##### （1）変電設備の増強（変圧器と周辺機器）

マハラシュトラ州西部の4管区（ワシ、プネ、カラド、ナシック）にある110カ所の変電所では、変電設備（変圧器と周辺機器）の増強を行った。審査時より対象変電所数に変更はないが、変電設備増強のニーズが大きく、その緊急性が高かった12カ所の変電所<sup>4</sup>において、本事業実施前にMSETCLによる増強が実施されたため、支援対象施設としては、他の変電所との入れ替えが行われた。表2で示した変圧器とともに整備された周辺機器の内容については、審査時より変更はみられない。以下の写真は、本事業により増強された変圧器と制御盤（周辺機器）である。

表1 対象変電所と変圧器台数

管区	対象変電所数	変圧器台数
ワシ	19	27
プネ	28	48
カラド	20	50
ナシック	43	55
計	110	180

出所：実施機関提供資料

表2 本事業により増強された変電設備

変圧器	220/33kV 50MVA、220/22kV 50MVA、132/33kV 50MVA、220/132kV 200MVA、220/132-110kV 200MVA、220/132-110kV 100MVA、220/132-100kV 200MVA、220/132-100kV 100MVA、220/132kV 100MVA、132-110/33kV 50MVA、132-110/22kV 50MVA
周辺機器	変流器、避雷器、断路器、開閉器、制御盤、制御ケーブル、消火設備

出所：JICA 提供資料



変圧器（ロナワラ変電所、プネ管区）



制御盤（カルワ変電所、ワシ管区）

<sup>4</sup> ワシ管区3カ所、プネ管区3カ所、カラド管区5カ所、ナシック管区1カ所。

## (2) 関連機器の交換（追加スコープ）

2011年3月に追加スコープが承認され、4管区内の95カ所（うち当初スコープとの重複52カ所）の変電所において、老朽化または劣化した関連機器の交換を行った。追加スコープの対象変電所と対象機器の選定は、MSETCLによる関連機器の使用年数延長スキーム（Life Extension Scheme）<sup>5</sup>の分析結果に基づいて行われた。変電設備の増強と同様、周辺機器の交換に対するニーズは大きく、本事業を通じて増強された変電所の変電効率のさらなる改善、対象管区におけるシステム全体の効率化の観点からも、スコープ追加の判断は適切であった。追加スコープを通じて交換された関連機器は、所内変圧器、開閉器、避雷器、断路器、変流器、電圧変成器、制御・継電器盤、電力制御ケーブル、バッテリー装置、バッテリー充電器、AC分電箱である。写真は、追加スコープにより整備された開閉器と断路器である。



開閉器（タカリ変電所、ナシック管区）



断路器（ロナワラ変電所、プネ管区）

## (3) コンサルティング・サービス

コンサルティング・サービスは、審査時の48人月(M/M)（日本人コンサルタント24M/M、ローカルコンサルタント24M/M）に対し、実績は35M/Mであった。配置人月の内訳は、表3のとおりである。なお、調達に時間を要したため、サービスが提供された期間は、2008年8月～2010年9月で計画されていたのに対し、実績は2009年3月～2011年3月であった。

表3 コンサルティング・サービス（単位：人月）

業務内容	計画	実績
総合品質管理の導入	8.0	9.5
国外研修 <sup>6</sup> 計画作成・研修取りまとめ	4.0	1.5
施工監理	12.0	12.0
施工監理（ローカルコンサルタント）	17.0	6.0
能力強化支援（ローカルコンサルタント）	7.0	6.0

出所：JICA 及び実施機関提供資料

<sup>5</sup> MSETCL が策定する資本投資計画におけるスキームの一つで、故障や停電を減少させるために、老朽化した変電所や送電線の関連機器の交換を行う。他にシステム強化スキーム（変電所、送電線）等がある。

<sup>6</sup> MSETCL 本社・支部の技術職を対象とした本邦研修（2週間）を本事業期間中に計3回実施している。

日本人コンサルタントの配置はほぼ計画どおりであったが、施工監理にかかるローカルコンサルタントの配置人月が計画を下回っていることが分かる。これは、当初の計画より施工監理を担当する日本人コンサルタントの渡航回数が減り、それに合わせて配置時期と期間を見直したことによるものである。なお、実施機関に同種工事についての知見・経験があることから、詳細設計レビュー、入札評価補助はコンサルタントの業務委託内容(TOR)には含めないことが審査時に合意されている。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

表4は事業費の計画と実績を比較したものである。総事業費の実績は、追加スコープ分を含めても計画比65%、円借款対象部分は72%と計画内に収まった。3.2.1で先述したとおり、本事業におけるアウトプットは追加スコープ分を含めて妥当であり、事業費もアウトプットに見合うものであった。事業費の計画と実績に差額が発生した主な理由は為替レートの円高であり、審査時の適用レートと実施期間中のIMFレートを比較すると、32%円高方向に変動した。当初計画された変圧器と周辺機器の調達にかかる実際の入札額が、審査時の見積り額を下回ったことも事業費が下がった理由の一つとして挙げられる。

表4 事業費の計画と実績

	計画	実績	計画比
総事業費	20,712 百万円	13,393 百万円	64.7%
うち円借款	16,749 百万円	12,070 百万円	72.1%

出所：JICA 及び実施機関提供資料

#### 3.2.2.2 事業期間

事業期間は、計画を上回った。審査時に計画された事業期間は2007年9月（借款契約調印）から2010年9月<sup>7</sup>までの3年1カ月（37カ月）であるが、2011年3月に追加されたスコープを含めた計画事業期間は、2007年9月（借款契約調印）から2013年9月までの6年1カ月（73カ月）である。計画/実績比の算出に際しては、追加スコープを含めた計画事業期間との比較を行った。計画の73カ月に対し実績は2007年9月～2015年3月までの91カ月となり、計画比125%であった。

事業期間の実績が計画を上回った主な理由は、以下のとおりである。

- 1) 実施機関がコンサルタント調達の経験を有しておらず、プロポーザル招請書類の作成に時間を要したこと、またインドの調達プロセスに従い、ショートリスト作成に一定の時間を要したことにより、コンサルタント調達の段階で7カ月の遅延が発生した。
- 2) 機材調達に関し、契約パッケージ数の多さから入札準備に相応の時間を要したため、2カ月<sup>8</sup>の遅延が発生した。

<sup>7</sup> 完成の定義は、すべての変電設備が稼働し、能力強化に関する活動が終了し、コンサルティング・サービスが終了した状態を指す。

<sup>8</sup> 計画では2007年10月～2008年12月の15カ月間であるのに対し、実績では2008年2月～2009年6月の17カ月間となっている。

- 3) 機材納入・設置時期がモンスーン期と重なったことや、停電により組立設置作業のうち電気が必要な作業工程の進捗に影響が生じたことにより、一部の対象変電所における変電設備の設置に遅れが発生した。
- 4) 2011年3月、追加スコープとして関連機器の交換がJICAにより承認された。これにより、追加スコープの事業期間は2011年4月から2013年9月までの30カ月間とされたが、実績は入札準備の遅れ等により計画を上回り、49カ月間となった。

表5 事業期間の計画と実績

工程	計画	実績
コンサルタント選定	2007年10月～2008年7月	2008年1月～2009年2月
コンサルティング・サービス	2008年8月～2010年9月	2009年3月～2011年3月
業者選定 (追加スコープ)	2007年10月～2008年12月 2011年4月～	2008年2月～2009年6月 2011年11月～2012年6月
機材納入 (追加スコープ)	2009年1月～2010年3月 ～2013年3月	2009年4月～2011年1月 2012年2月～2013年11月
組立設置 (追加スコープ)	2009年1月～2010年3月 ～2013年3月	2009年9月～2011年3月 2012年3月～2014年3月
試運転 (追加スコープ)	2010年3月 2013年3月	2012年2月 2014年9月
事業完了 (追加スコープ)	2010年9月 2013年9月	2012年3月 2015年3月

出所：JICA 提供資料

注：JICA 提供資料によると、「2013年3月までに全ての追加スコープの工事を終了する」とあるが、当初スコープと同様、工事終了から半年後の2013年9月を事業完了予定時期とみなした。

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

#### 3.2.3.1 財務的内部収益率（FIRR）

審査時に「本事業の直接的な便益は送電部門では発生しないことから財務的内部収益率（FIRR）の算出は不可」と整理されており、FIRRの計算は行わない。

#### 3.2.3.2 経済的内部収益率（EIRR）

経済的内部収益率（EIRR）の計算には、費用として税金・補助金などによる影響を補正した事業費と接続費用、運営・維持管理費（初期投資額の3%）、電力調達費用、便益として新たな電力供給による経済的便益（含む消費者余剰）を用いた。事後評価時の再計算にあたり、配電にかかる初期投資費用、接続費用、電力調達費用については審査時の数値を適用したほか、対象管区において点検整備時以外の停電はほとんど発生していないことから、停電中の代替電源利用にかかる費用減少を前提とした消費者余剰は便益から除外した。

表6 EIRR（審査時/事後評価時）

	審査時（2007年）	事後評価時（2017年）
EIRR（%）	23.0	27.9
プロジェクトライフ	事業完成後30年	
費用	事業費、接続費用、運営・維持管理費、電力調達費用	
便益	新たな電力供給による経済的便益（含む消費者余剰）	新たな電力供給による経済的便益（消費者余剰は除外）

出所：審査時はJICA提供資料、事後評価時は実施機関提供情報により外部評価者が計算。

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、事業期間は計画を上回ったため、効率性は中程度である。

### 3.3 有効性<sup>9</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

有効性については、審査時に運用・効果指標として設定された変圧器の稼働率（%）と変圧器容量（MVA）に重きをおいて評価した。目標と実績の比較においては、事業完成2年後にあたる2014年<sup>10</sup>の数値を用いて評価した。

変圧器稼働率は目標値近辺に収まっており、本事業において増強された変電設備が適切に運用されていることが分かる。変圧器容量については、3.2.1で述べた対象変電所への入れ替えに伴い、132kVと100kVの変圧器が他の電圧階級の変圧器に変更されたため、132kVと100kVは目標容量を満たしていないが、容量全体としては目標値を上回っている。

表7 運用・効果指標の目標と実績

	基準値	目標値	実績値	
	2006年	2012年	2012年	2014年
	基準年	事業完成2年後	事業完成年	事業完成2年後
変圧器稼働率（%）	81.9	62.0	56.8	61.0
変圧器容量（MVA）				
220kV	4,566	7,970	8,153	8,153
132kV	2,279	4,700	4,502	4,502
110kV	300	600	714	714
100kV	400	950	908.5	908.5

出所：JICA及び実施機関提供資料

注：変圧器稼働率は「最大負荷（MW）/ {設備定格容量（MVA）×力率}」とし、一定の余裕をみて設定される目標稼働率付近で設備が適正に運用されているかを評価する。変圧器容量は、変圧器の電圧階級別の容量を指す。

<sup>9</sup> 有効性の判断にインパクトも加味してレーティングを行う。

<sup>10</sup> スcope追加時には運用・効果指標の見直しは行われておらず、また追加されたスcopeは老朽化または劣化した関連機器の交換のみであるため、当初設定された指標の数値に影響はないものと考えられる。したがって、当初スcopeにおいて変圧器の増強が完了した2012年を事業完成年として比較を行う。

参考までに、稼働時間からみた変圧器運転率は、2006年には98.82%であったのに対し、事業完成2年後の2014年は99.73%となっており、本事業で増強された変電設備が最大限運用されていることが分かる。

表8 変圧器運転率の推移

	2006年	2012年	2014年
変圧器運転率 (%)	98.82	99.71	99.73

出所：実施機関提供資料

注：変圧器運転率は365日24時間のうち、実際に変圧器が稼働した時間の割合を示す。

以上のことから、審査時に設定された運用・効果指標は目標を達成しており、本事業は当初期待されていた効果を発揮していると評価できる。

### 3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本事業の定性的効果として、変電施設増強による電力供給の安定と、コンサルティング・サービスを通じた実施機関担当者の能力強化について分析を行った。また、審査時に定性的効果として見込まれていたマハラシュトラ州における投資促進と生活環境の向上は、インパクトに含めて分析した。

#### （1）受益者調査概要

事後評価では、対象4管区から当初スコープの対象変電所2カ所ずつ（ワシ管区は1カ所のみ）の計7カ所において、周辺住民、民間企業、公的機関を対象とした受益者調査を実施し、定性的効果（電力供給の状況）とインパクト（生活水準の向上）の発現状況について確認を行った。調査対象者の抽出にあたっては、対象変電所から直接または当該変電所管轄区域内の配電会社を通じて電力の供給を得ている地域住民と民間企業、公的機関を母集団とし、対象変電所がカバーする地域を3つに分け、3人の調査員がそれぞれの担当区域において等距離間隔法を用い、無作為に抽出した地域住民113人、民間企業22社、公的機関10機関に対し、質問票を用いたアンケートを実施した。最終的に、本事業の実施以前から同地域に居住・勤務または事業を行っている、地域住民101人、民間企業22社、公的機関10機関を有効回答とした<sup>11</sup>。

<sup>11</sup> 有効回答のうち住民の内訳は男性74人、女性27人、年代別は20代5人、30代32人、40代34人、50代17人、60代以上12人、不明1人であった。管区別の内訳は下表のとおり。

	住民	民間企業	公的機関
ワシ管区	16	7	0
ナシック管区	25	7	0
ブネ管区	32	3	2
カラド管区	28	5	8
計	101	22	10

注 各管区2変電所ずつ（ワシ管区のみ1変電所）

## (2) 電力供給の状況改善

受益者調査において、本事業実施後の電力供給の満足度について、「非常に満足」、「満足」、「どちらかという満足」、「満足でない」の4段階から選択する形で回答を求めたところ、住民の24%と民間企業・公的機関の16%が「非常に満足」、住民の76%と民間企業・公的機関の84%が「満足」と回答した（「どちらかという満足」、「満足でない」は回答者なし）。その理由として、停電の減少や電圧の安定が挙げられた。

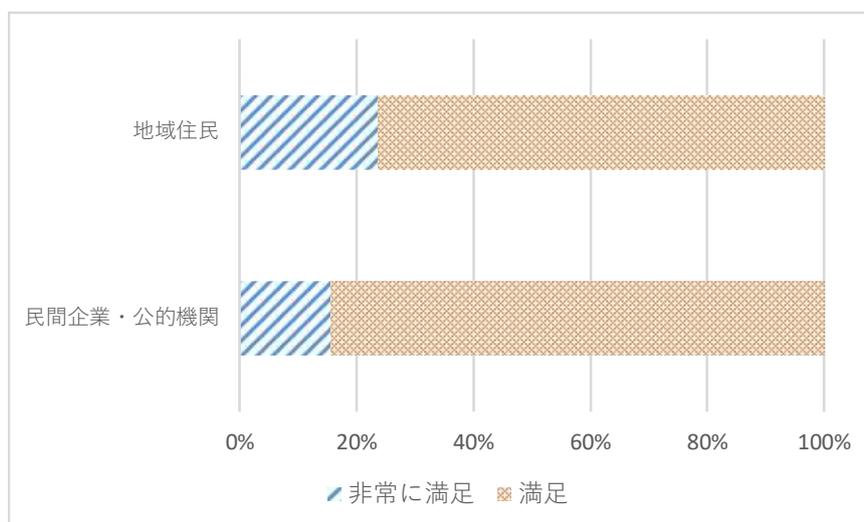


図1 電力供給の満足度 (受益者調査)

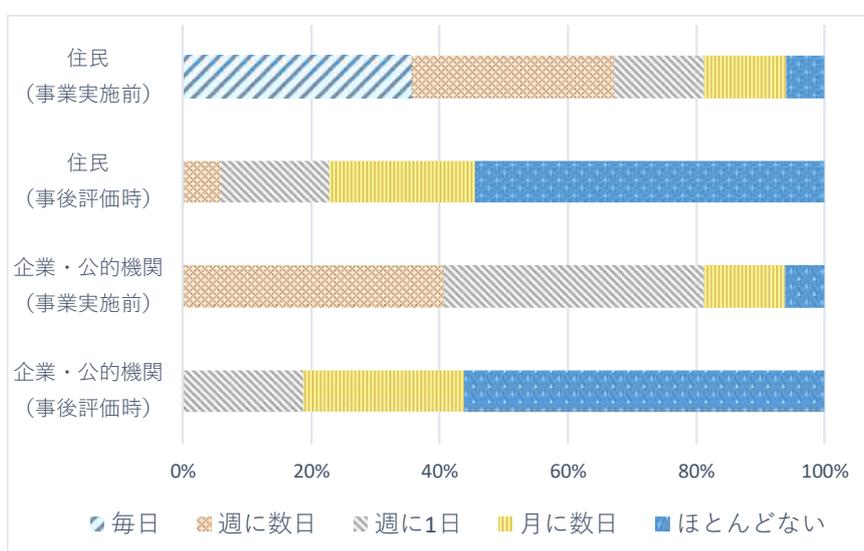


図2 停電の頻度 (受益者調査)

本事業実施前後の停電の頻度について、「毎日」、「週に数日」、「週に1日」、「月に数日」、「ほとんどない」から選択する形で回答を求めたところ、上図のとおり、住民と民間企業、公的機関の間で特に事業実施前の状況には違いがみられるものの、事後評価時は大幅に停電の頻度が減少していることが分かる。本事業を通じて変圧設備が増強されたことにより、

定期点検時や変圧機器に不具合が生じた際にも、他の変圧器を稼働する形で一定の電力供給を維持することが可能となり、こうした便益が発現したものと考えられる。

### (3) 実施機関関係者の能力向上

本事業では、コンサルティング・サービスを通じて、実施機関の運営・維持管理の体制や能力に関するアセスメントを行ったうえで、そのニーズに沿った研修計画・カリキュラムを策定し、関係者の能力強化が図られた。まず、実施機関の中堅管理職を対象とした国内ワークショップを通じ、総合品質管理（TQM）の基本コンセプトの理解と、事業管理手法の一つである PDCA サイクルの導入（演習）が図られた。事業期間中に 3 回実施された本邦研修（2 週間）でも、中央給電指令所や変電所、配電網建設現場などを視察し、日本における TQM の実践状況や送配電に関する最新技術について理解を深めた。

研修に参加した実施機関本部や支部レベルの関係者への聞き取りによると、TQM のコンセプト自体は本事業によって新たに導入されたものではなく、以前より実施機関の通常業務の中にも取り込まれていた。しかし、実際には組織内で適切に運用されておらず、本事業のワークショップを通じて改めて TQM の目的や実践手法を理解した。本邦研修を通じて、日本の変電所などにおける徹底した TQM の実践例を見られたことの意義も高かったとのことであった。ただ、事後評価時にはワークショップや本邦研修を受講した多くの関係者が他部署へ異動となっており、本事業を通じて習得された事業管理手法が、実施機関において積極的に活用されている様子は確認できなかった。

## 3.4 インパクト

### 3.4.1 インパクトの発現状況

本事業によって発現が想定された効果のうち、対象 4 管区内における事業の間接受益者、マハラシュトラ州の経済状況、対象地域における日系企業の進出状況、対象地域における生活水準の向上を本事業のインパクトとして整理する。

#### 3.4.1.1 事業の間接受益者数

審査時には、本事業による直接的な受益者数は確認できない<sup>12</sup>ものの、間接的にインパクトが波及することで、「事業対象 4 管区の人口 6,164 万人が受益する」としている。事後評価において、2011 年に行われた人口調査を基に算出した本事業対象 4 管区の人口（間接受益者数）は 8,548 万人であった。このように、本事業による間接受益者数は審査時と比較して 39% 増加しており、本事業の間接的なインパクトの規模は大きいといえる。

表 9 対象 4 管区の人口（2014 年推定）

ワシ管区	32,018,607 人
ブネ管区	16,840,867 人
カラド管区	13,863,755 人
ナシック管区	22,760,586 人
計	85,483,815 人

出所：実施機関提供資料

<sup>12</sup> 本事業の実施機関は配電会社に電力を供給し、受益者への直接の電力供給は各配電会社が担うため。

### 3.4.1.2 マハラシュトラ州の経済状況

本事業の対象地域であるマハラシュトラ州の経済状況の概要は下表のとおりである。

表 10 マハラシュトラ州の経済状況

	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年
人口(千人)	111,645	113,179	114,697			
州内総生産(GSDP, 百万ルピー)						
(2011年～2012年単価基準)	-	-	-	14,418,430	15,248,460	16,470,450
(時価)	10,683,270	11,995,480	13,237,680	15,101,320	17,921,220	19,691,840
実質GSDP年間成長率	-	-	6.6%	6.2%	5.8%	8.0%
セクター別(農業)	-	-	-1.9%	12.6%	-16.0%	-2.7%
セクター別(工業)	-	-	5.4%	1.2%	6.8%	5.9%
セクター別(サービス業)	-	-	8.2%	7.0%	10.0%	10.8%
州内純生産(州内収入, NSDP, 百万ルピー)	9,824,520	10,827,510	11,967,540	14,500,030	15,720,370	-
1人当り州内収入(ルピー)	87,686	95,339	103,991	125,146	134,081	-
工業セクター会社数	27,892	28,215	28,949	29,123	-	-
(インド全体における割合)	13.2%	13.0%	13.0%	13.0%	-	-
工業セクター労働人口(10万人)	12.03	13.21	12.33	13.12	-	-
(インド全体における割合)	12.2%	12.7%	12.3%	12.6%	-	-
工業セクター利益(百万ルピー)	918,680	784,880	1,016,400	1,195,370	-	-
(インド全体における割合)	23.6%	17.4%	22.9%	26.3%	-	-

出所：マハラシュトラ政府経済調査（2011/12年、2012/13年、2013/14年、2014/15年、2015/16年）

表 10 をみると、本事業（当初スコープ）が完了した 2012 年以降、州内総生産（Gross State Domestic Product：GSDP）のほか、サービス業と工業セクターにおける GSDP 成長率、1 人当り州内収入などが増加傾向にあり、マハラシュトラ州において、特にサービス業と工業セクターを中心に経済発展が進んでいることが分かる。一般的に、電力供給量または使用電力量の増加は、地域の経済発展に貢献する要因の一つとして考えられるが、本事業のスコープはあくまで電力システムのうち変電設備の増強のみを対象としていること、また本事業による直接の受益者数は、3.4.1.1 で示した間接受益者数の一部であることから、本事業の地域経済への貢献度は限定的なものであると判断される。一方で、上述のように急速な経済発展を遂げるマハラシュトラ州において、特に電力需要が急増する同州西部沿岸地域で安定的な電力供給を確保することに寄与した本事業の意義は極めて高いといえる。

### 3.4.1.3 対象地域における日系企業の進出状況

審査時、本事業対象地域には 67 社の日系企業が進出しており（2006 年 6 月時点）、本事業を通じて安定的な電力供給を確保することによる本邦企業への裨益効果が期待された。インド進出日系企業リスト（2016 年）によると、事後評価時（2016 年時点）にマハラシュトラ州に進出している日系企業数は 205 社となっており、審査時の約 3 倍となっている。また、日系企業のインド国内地域別拠点数を示した下表をみると、同州の拠点数は 2008 年から 2016 年にかけて約 4 倍に増加していることが分かる。ただし、マハラシュトラ州を含む西部地域の 2016 年の拠点数や 2008 年からの増加率は、北・北東部や南部と比べて低い水準となっており、これは同州における電力料金の高さも投資促進の阻害要因となっていることを、関係者への聞き取り調査を通じて確認した。一方で、現地調査では、同州における電力供給は他州と比較して安定しており、そのことが日本企業の投資の決定要因とな

っているケースも確認された。2016年10月時点で本事業対象地域に拠点を置いている日系企業数は、ワシ5社5拠点、プネ158社192拠点、カラド1社1拠点、ナシック14社17拠点となっており（インド進出日系企業リスト（2017年））、本事業を通じた安定的な電力供給がこうした企業の事業経営に間接的に寄与しているといえる。

表1-1 日系企業<sup>13</sup>のインド国内地域別拠点数（2008年～2016年）

	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
北・北東部	305	369	410	474	613	707	1,246	1,490	1,585
東部	39	65	93	95	109	144	336	369	385
西部	208	268	246	265	365	519	994	1,128	1,163
マハラシュトラ州	174	219	198	218	277	395	625	712	709
南部	286	347	487	588	717	1,133	1,305	1,430	1,457
計（拠点）	838	1,049	1,236	1,422	1,804	2,503	3,881	4,417	4,590

出所：在インド日本国大使館、ジェトロ「インド進出日系企業リスト（2017年）」

#### 3.4.1.4 対象地域における生活水準の向上

事後評価時に受益者調査<sup>14</sup>を実施し、本事業実施前後の対象地域における生活変化について比較を行った。全体としては、本事業の実施前後において対象地域における生活水準には様々な点で改善がみられる。ただし、下図に提示した変化については必ずしも本事業による電力の安定供給によってのみもたらされるものではなく、対象地域または回答者の家計の経済状況など他の要因の影響を受けることが想定される。下図をみると、変化の項目のうち（停電回数が減ることによる）照明やテレビ・ラジオの利用度合いや家電利用による便利さ、（電圧が安定することによる）家電の故障頻度についてはほとんどの回答者全員が「大きく改善」または「改善」と回答している。家事の負担や時間の使い方については、上述の家電に関する変化と比べて、より多くの回答者が「大きく改善」としている一方で、一定の人数が「変化なし」と回答している。特に半数以上の回答者が（電力が安定することにより勤務時間の短縮や変更がなくなり）一定の勤務時間の確保や時間帯の固定化について「大きく改善」と答えている。

<sup>13</sup> 1) 本邦企業（インド現地法人化されていない企業）の駐在員事務所、支店等、2) 現地法人化された日系企業（100%子会社及び合弁企業）の本社、本店、生産工場、支店、営業所、出張所等、3) 日本人がインドで興した企業を指す。

<sup>14</sup> 3.3.2で記載した受益者調査と同じ。

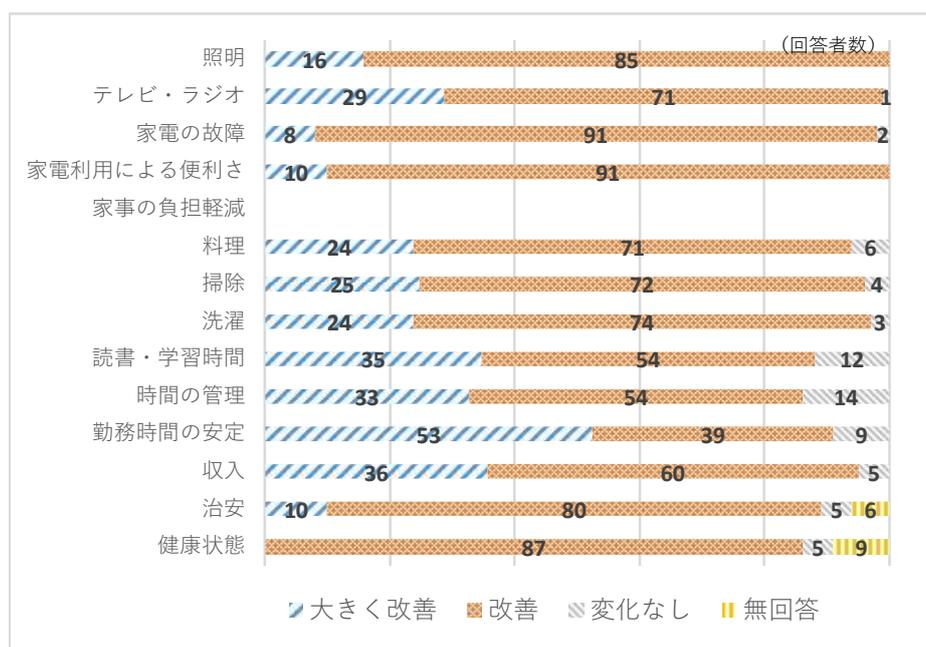


図3 対象地域における生活水準の比較（受益者調査）

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### 3.4.2.1 自然環境へのインパクト

審査時に、本事業による自然環境への望ましくない影響は最小限であるとされている。事後評価時においても、実施機関関係者や現地踏査を行った対象変電所担当者からの聞き取り、また受益者調査<sup>15</sup>により、本事業を通じた既存の変電設備の増強や関連設備の交換による自然環境へのインパクトは発生していないことを確認した。

#### 3.4.2.2 住民移転・用地取得

事後評価において、実施機関関係者や対象変電所の近隣に居住する地域住民などへの聞き取りを通じて、本事業に起因する住民移転や用地取得が発生していないか確認したところ、本事業の実施にあたり、既存変電所の用地拡大や移動は行われておらず、したがって住民移転や用地取得も発生していないことを確認した。

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

## 3.5 持続性（レーティング：③）

### 3.5.1 運営・維持管理の体制

MSETCL は州都ムンバイの本社と州内 7 管区の支部から成り、支部が各管区内の送変電設備の建設と運営・維持管理（O&M）を担当する。審査時には、本事業により増強・交換した変電設備の O&M は 4 つの支部（ワシ支部、プネ支部、カラド支部、ナシック支部）が

<sup>15</sup> 脚注 14 に同じ。

行うことが計画されており、事後評価時に担当部署に変更がないことを確認した。変電所における O&M については、各支部が責任・監督部署となり、日常的な O&M はチーフ・エンジニアの管理の下、運転士（オペレーター）と技師が行う。各変電所は必要に応じて、（約 20 カ所の変電所を束ねる）各支部の O&M 部局から技術支援が得られる体制となっている。

一方で、各支部の O&M 部局や変電所を含む MSETCL の全てのレベルにおいて、技術職スタッフの慢性的な不足が続いている。これまで別々に配置していた変電設備の運転と維持管理に関するポストを兼任として人員配置の効率化を図った結果、空席は 14,182 の技術職ポストのうち 5,880（2016 年 12 月時点）から、12,286 の技術職ポストのうち 3,301（2017 年 4 月時点）となったが、依然として人員不足がみられる。ただし、各変電所においては変電設備の適切な運転・維持管理に必要な最少人数は確保されており、大きな問題はない。

以上のことから、O&M に関する部署間の責任・役割分担も明確で、必要な指揮や連絡が取られる形で、変電所の O&M が実施されており、適切な維持管理体制が構築されていると判断される。ただ、技術職ポストの慢性的な空席については、人員確保のための早急な対策を取る必要がある。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

MSETCL の従業員数は 2016 年 12 月末時点で 10,143 人、うち技術職スタッフは 8,528 人である。技術職スタッフについては、電気工学分野における学士号以上が採用時の資格要件となっているほか、入社後の新任研修、また MSETCL 本社・支部による定期的な技術研修<sup>16</sup>を通じ、必要な知識や技術のアップデートが図られており、O&M 担当部署・担当者の技術レベルは適切な水準にあるといえる。

各変電所には変電設備の運転・維持管理に関するマニュアルが整備され、MSETCL が定める共通のルールに従って点検整備が適切に行われ、その記録も各変電所で適切に記録・保管されている。ただし、現地調査では、特に運転マニュアルの内容・質が管区や変電所によって異なることを確認した。O&M 部局から積極的にインプットを得られている変電所は、実用的で詳細なマニュアルを整備・活用している一方で、具体的な手順などが詳細に示されていないマニュアルもみられた。しかしながら、聞き取り調査を通じ、簡素な運転マニュアルしか整備していない変電所においても、他の変電所と同様、日常的な点検や定期的な維持管理は適切に行われ、変圧器と周辺機器の故障や大きな事故なども発生していないことを併せて確認した。

以上のことから、各支部と対象変電所の技術スタッフは、本事業を通じて導入された変電設備を適切に運転・維持管理できる技術レベルにあると判断される。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

MSETCL の過去 3 カ年の財務状況は表 12 のとおりである。MSETCL は送電公社であり、収入源は州送電事業体（State Transmission Utility : STU）から徴収される送電手数料であり、顧客からの料金徴収は行っていない。下表をみると、過去 3 年間の収入は支出を大きく上

<sup>16</sup> 聞き取り調査では、MSETCL 本社と支部がそれぞれ年に数回ずつ技術研修を実施しているほか、支部は各変電所における実地研修も実施していることを確認した。

回っているほか、減価償却費の調整が発生した 2015 会計年度以前については、純利益が約 17,000 百万ルピーと安定していることから、MSETCL の財源や財務の持続性は確保されていると判断できる。2015 会計年度の純利益をマイナスに転じさせる原因となった減価償却費の計上は一時的なものであり、翌年度以降は予定されていない。

表 1 2 MSETCL の財務状況 (2013 会計年度～2015 会計年度) (単位：百万ルピー)

費目	2013 会計年度	2014 会計年度	2015 会計年度
収入	54,957	54,320	35,700
支出	29,424	27,920	29,020
税引前利益	25,532	26,400	6,670
(FRP による) 減価償却費	-	-	46,540
純利益 (税引後)	17,031	17,640	-42,560

出所：実施機関提供資料

注：2015 会計年度の財務再構築計画 (Financial Restructuring Plan: FRP) による減価償却費は、2016 年にマハラシュトラ州政府の FRP により、MSETCL の資本価値の増額修正が行われたことに伴い、2005 会計年度～2015 会計年度分の減価償却額の修正額の合計を計上したものの。

表 1 3 MSETCL の貸借対照表 (バランス・シート) (単位：百万ルピー)

費目	2014 会計年度	2015 会計年度
資産	197,227	209,170
流動資産	31,668	37,294
非流動資産	165,559	171,876
自己資本	67,228	84,866
負債	129,999	124,304
流動負債	25,329	23,415
非流動負債	104,670	100,889

出所：実施機関提供資料

表 13 に MSETCL の過去 2 カ年のバランス・シートを示す。2015 会計年度の数値をみると、流動比率<sup>17</sup>は 159%となっていることから支払余力が確認できるほか、自己資本比率<sup>18</sup>は 41%と一般的に良好な水準を満たしている。

維持管理に関する予算については、本事業対象 4 管区において 2016 会計年度で約 2,922 百万ルピー、2015 会計年度で 3,128 百万ルピーが確保されている。維持管理予算は変電所レベルではなく、それらを統括する O&M 部局に配賦され、毎年各変電所が計画・申請する要望書に沿って割り振られることになっている。関係者への聞き取り調査を通じ、1 変電所あたりの年間維持管理予算は約 200～300 万ルピーで、不測の事態が発生した場合の緊急対応のための予算は別途計上され、各支部の O&M 部局にまとめて配賦されることを確認した。

<sup>17</sup> 流動資産÷流動負債により算出。

<sup>18</sup> 自己資本÷総資産により算出。

O&M 部局や変電所関係者への聞き取りでは、維持管理に関する予算については、変電設備を適切に運転・維持管理するために十分な額が配賦されているとのことであった。

#### 3.5.4 運営・維持管理の状況

事後評価時の現地調査を通じ、本事業で導入された変電設備は各変電所において適切に運転・維持管理されていることを確認した。本事業による導入機器の仕様は MSETCL の基準に沿ったものであり、スペアパーツについても問題なく入手できる状況にある。

各変電所における定期メンテナンスは、機器の種類によって 1 年ごと、半年（または四半期）ごと、毎月、毎日行う作業に分類され、適切に実施されている。特に変圧器と周辺機器については、毎週（点検日は管区によって異なる）、各支部の検査部局のエンジニアにより動作確認が行われており、これまで大きな故障等の発生は報告されていない。トラブルが発生した際には各管区の O&M 部局のメンテナンス・チームが対応にあたるほか、必要に応じて近隣の変電所の技術スタッフの支援を得られていることを確認した。

このように、本事業で導入された機器は定期メンテナンスを含めて適切に運転・維持管理されており、事後評価時までには故障あるいは重大な修理が必要となった変圧器や関連機器はない。万が一トラブルが発生した際の対応フローも明確に設定されており、適切な運営・維持管理の状況にあると判断される。

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

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、インド西部マハラシュトラ州において、110 カ所の変電所における変電設備の増強と、95 カ所の変電所における老朽化または劣化した関連機器の交換を行うことにより、急増する電力需要に対応する安定的な電力供給を確保することを目指すものである。

本事業の事後評価結果を要約すると、妥当性については、審査時、事後評価時ともに急増する電力需要に対応した送変電設備の増強は緊急性の高い優先事項として掲げられており、本事業とインドの開発政策及び開発ニーズとの整合性は高い。また、審査時の対インド国別援助計画においても、安定的・効率的な電力供給のための送配電網整備を行うことが掲げられるなど、日本の援助政策との整合性もみられる。効率性については、その必要性や緊急性、事業予算全体の執行状況を踏まえて、事業期間中に承認された追加スコープ（関連機器の交換）を含めて、アウトプットは計画どおり達成された。事業費は当初の計画内に収まったものの、事業期間はコンサルタントや機材の調達スケジュールの遅れ、追加スコープの実施を理由に、実績が計画を上回った。よって効率性は中程度と判断される。有効性は、審査時に運用・効果指標として設定された変圧器稼働率及び容量ともに、変電設備増強の完了 2 年後の 2014 年時点で目標値を達成していることを確認した。インパクトについては、本事業による貢献度は限定的であるものの、マハラシュトラ州における経済発展や日系企業の進出が進んでいるほか、対象地域における生活レベルにも改善が見られ

ており、有効性・インパクトは高い。持続性は、適切な変電設備の運営・維持管理に必要な組織体制・技術レベル・予算が確保され、実際に各変電所において問題なく運転・維持管理されていることなどから、高いと判断できる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関への提言

本事業を通じて習得されたTQMやPDCAサイクルといった事業管理手法をより実施機関内で積極的に活用するために、本事業のコンサルティング・サービスを通じたワークショップや本邦研修の受講者のほとんどが他部署へ異動となった場合にも、関連部署が中心となって組織内で成果を定着させるための情報共有・実施体制を明確にしておくことが望ましい。

### 4.2.2 JICA への提言

なし。

## 4.3 教訓

なし。

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	変電設備の増強（110変電所） - 変圧器（180台） - 変流器、避雷器、断路器、 開閉器、制御盤、制御ケー ブル、消火設備（建設工事 を含む） コンサルティング・サービス	計画どおり  計画どおり
		（追加スコープ） 関連機器の交換（95変電所） 所内変圧器、開閉器、避雷器、 断路器、変流器、電圧変成器、 制御・継電器盤、電力制御ケー ブル、バッテリー装置、バ ッテリー充電器、AC 分電箱 （電気工事を含む）
②期間	2007年9月～2010年9月 （37カ月）	2007年9月～2015年3月 （91カ月）
③事業費		
外貨	13,975百万円	12,070百万円
内貨	6,737百万円 (2,504百万ルピー)	1,323百万円 (723百万ルピー)
合計	20,712百万円	13,393百万円
うち円借款分	16,749百万円	12,070百万円
換算レート	1ルピー＝2.69円 (2007年5月時点)	1ルピー＝1.83円 (2008年～2014年 IMF 平均)
④貸付完了	2014年11月	