

インド

2021年度 外部事後評価報告書

円借款「バンガロール配電網設備高度化事業」

外部評価者：OPMAC株式会社 藤原純子

## 0. 要旨

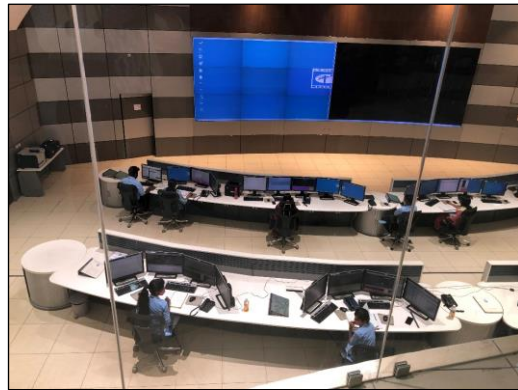
本事業は、インド南部カルナタカ州の州都ベンガルール市を含む都市圏において、配電自動化システムを整備することにより、電力供給の安定化を図り、もって地域の経済発展と生活水準向上に寄与することを目的として実施された。本事業は、審査時および事後評価時の国家・州レベルのセクター開発計画・プログラム、開発ニーズとの整合性、事業計画やアプローチの適切性、3つの視点ですべて対応している。通信設備の高度化や配電自動化、制御センター整備などは、カルナタカ州内および他州に比しても先駆的に検討・計画され、また、開発計画最適化のための協調設計がなされた上で実施された。JICA の他事業との具体的な連携や調整は確認されなかったが、審査時の日本の援助政策と十分に合致し、アジア開発銀行による支援との連携・調整がなされるなどの具体的な成果が確認できる。よって、妥当性・整合性は高い。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、効率性はやや低い。事業期間の遅れの理由は、アウトプット変更のための技術検討、再入札と資機材調達の遅延、通信網の再設計、周波数割り当ての遅れ、一連の受け入れテスト・システム統合に費やされた期間の長期化などである。運用・効果指標はおおむね目標値に達し、本事業の定性的な効果である電力供給の安定化も達成された。配電自動化未導入地域での復旧促進や関連部署でのデータ活用など、事業効率化にかかる効果も確認された。これらは顧客サービスの改善につながっており、顧客満足度も向上している。インパクトとしては、電力供給の安定化が地域 GDP や外国投資額に及ぼした影響は確認されなかったが、生活環境の向上と地域の経済発展への貢献が確認された。本事業による自然環境への影響はなく、用地取得および住民移転も発生しなかった。よって、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、状況ともに問題はなく、持続性が確保されており、かつ環境社会配慮面、リスクについても予防策が講じられている。よって本事業による発現効果の持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図（出典：評価者）



本事業で整備した制御センター  
（出典：評価者）

### 1.1 事業の背景

インド南部に位置するカルナタカ州の州都ベンガルールは「インドのシリコンバレー」と称され、日系企業を含む多くの企業が集まるインド有数の産業拠点として急速に発展を遂げていた。産業集積を通じた経済活動の活発化に伴い、ベンガルール市の人口は1981年の300万人から2001年には570万人に増加し、電力需要も年平均約10%増加していた。しかし、ベンガルール市内の需要家1軒当たりの年間停電時間は86.2時間(2003年度)と、デリーやムンバイ、チェンナイなどの他主要都市と比較しても長く<sup>1</sup>、工場のラインや照明、コンピュータの停止等による企業の生産活動への影響や、非効率な自家発電機の使用など、地域の経済活動に悪影響を及ぼすとともに、市街地の街灯の消灯による治安への影響や家電製品の故障など、市民の生活水準向上のボトルネックとなっていた。

これらの課題を解決するため、ベンガルール都市圏では、「早期電力開発・改革プログラム (Accelerated Power Development & Reform Programme : APDRP)」<sup>2</sup>による老朽化設備の取り換えや絶縁化電線の採用などが進められていた。これらの設備対策に加え、1事故当たりの停電波及範囲と停電時間の低減を図るためには、配電自動化システムの導入が効果的であったが、同システムは当時の中央・州政府からの支援スキームの対象となっておらず、利用可能な予算が不足していた。

こうした状況下で、ベンガルール都市圏における安定的な電力供給を実現するため、本事業実施の必要性は高かったといえる。

<sup>1</sup> デリー、ムンバイ、チェンナイはそれぞれ31.5時間、3.5時間、21時間であった。

<sup>2</sup> 各州がインド中央政府電力省と交わした覚書に基づく改革を実施することを条件に、各州の配電設備の新設・増強の支援を行うもの。

## 1.2 事業の概要

インド南部カルナタカ州の州都ベンガルール市を含む都市圏において、配電自動化システムを整備することにより、電力供給の安定化を図り、もって地域の経済発展と生活水準向上に寄与する。

円借款承諾額/実行額	10,643 百万円 / 6,975 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2007 年 3 月 / 2007 年 3 月
借款契約条件	金利 0.75% 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 / バンガロール電力供給公社 (Bangalore Electricity Supply Company Limited、 BESCOM)
事業完成	2019 年 6 月
事業対象地域	ベンガルール都市圏
本体契約	SATEL OY (フィンランド) / EFACEC ENGENHARIA E SISTEMAS, S.A. (ポルトガル)
コンサルタント契約	CENTRAL POWER RESEARCH INSTITUTE (インド) / KEMA INCORPORATED (アメリカ合衆国)
関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ: F/S) 等	Special Assistance for Project Formation for Distribution Upgradation Project for Bangalore City (Japan Bank for International Cooperation, 2005)
関連事業	なし

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

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: 2021 年 10 月～2023 年 1 月

現地調査: 2022 年 3 月 9 日～23 日、6 月 21 日～25 日

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>3</sup>）

#### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>4</sup>）

##### 3.1.1 妥当性（レーティング：③）

###### 3.1.1.1 開発政策との整合性

審査時、インド政府の第10次5カ年計画（2002年4月～2007年3月）では、地方電化を地方開発の重要課題の一つとして掲げるとともに、送配電網の整備等を通じて30%を超える送配電ロス率を15%まで低減させるとしていた。また、2002年から「早期電力開発・改革プログラム」（APDRP）が開始され、高い送配電ロス（2004年度で31.3%）の改善や配電部門の施設・財務面での効率化が図られた。同プログラムはその後再編成され、配電セクターのIT化の促進や配電網増強が行われた。

事後評価時では、2018年から国家電力計画（National Electricity Plan：NEP）が実施されており、再生可能エネルギーの推進・転換や、送配電システムの整備強化、電気自動車の導入等が推進されている<sup>5</sup>。また、「刷新配電セクタースキーム」（Revamped Distribution Sector Scheme：RDSS）が2021年度から2025年度までの予定で実施されており、全国各州の配電公社の事業効率や財務の持続可能性の向上、電力供給インフラの強化やスマートメーター設置促進、送配電ロスの削減、収支バランスの改善等が図られている。なかでも、配電設備の更新や配電自動化は、太陽光発電の推進や電気自動車の導入に向け優先課題となっている。

以上より、ベンガルール都市圏における配電自動化システムの導入は、審査時および事後評価時における開発政策との整合性が認められる。

###### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、カルナタカ州では、ベンガルール市とその近郊における急速な産業発展に伴い、直近4年間で電力需要が平均約15%増加していた。同州政府は早くから電力セクター改革に取り組み、積極的な電源開発と近隣他州からの電力融通によって2005年度の電力需給は年間ベースでほぼ均衡していた。ベンガルール市内の需要家1軒当たりの年間停電時間の低減の必要性は「1.1事業の背景」に述べたとおりであり、老朽化設備の取り換えや絶縁化電線の採用などの設備対策に加え、配電自動化システムの導入によって1事故当たりの停電波及範囲と停電時間の低減を図ることが期待される状況にあった。

事後評価時においては、カルナタカ州全体で送変電設備整備が進み、送変電ロス率も改善している。後述の「3.3.1有効性」に示すとおり、事業対象地域での停電時間の低減や電力供給の改善が見られ、社会的弱者を含む全市民を対象とし

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

<sup>4</sup> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

<sup>5</sup> 2021年現在改訂作業が行われている。

た公益サービスとしての公平性が確保されている。しかしながら、ベンガルール都心部の人口増加および経済発展に伴う産業活動の活発化が進むなか、配電設備の増強や配電自動化で得られるデータのさらなる活用、需要家毎の特性・多様なニーズを考慮した配電網の整備は引き続き喫緊の課題である。ベンガルール市内での配電自動化の推進に加え、本事業対象地域外（ベンガルール市外）では配電自動化が未導入であり、郊外地域の工業団地では、依然として停電時間・回数の削減や供給電圧の安定化が望まれている。

以上より、本事業は、審査時および事後評価時における開発ニーズと整合している。

### 3.1.1.2 整合性（レーティング：③）

#### 3.1.1.2.1 日本の援助政策との整合性

審査時のわが国の「対インド国別援助計画」（2006年5月）においては、①経済成長の促進、②貧困・環境問題の改善、③人材育成・人的交流の拡充のための支援、の3点が重点目標として掲げられていた。このうち「①経済成長の促進」には「電力・運輸インフラ等の支援」が含まれていた。

#### 3.1.1.2.2 内的整合性

JICAの海外経済協力業務実施方針では、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」が、また、インド国別方針の重点分野として「経済インフラの整備」が掲げられていた。特に、対インド円借款において、電力セクターは対インド円借款の主要セクターに位置付けられ、「安定的な電力供給を通じた経済の活性化・貧困削減を実現するための配電網整備や地方電化」が重点支援項目のひとつとして掲げられ、全円借款承諾額の4割に達していた。なお、JICAの他事業との具体的な相乗効果・相互関連は、審査時および事後評価時ともに無く、また、カルナタカ州における他案件との連携や調整は確認されなかった。

#### 3.1.1.2.3 外的整合性

審査時、本事業では米国国際開発庁（USAID）事業との連携が模索されたが、実現に至らなかった。一方、2020年12月からアジア開発銀行によるベンガルール市内の配電効率化事業（Bengaluru Smart Energy Efficient Power Distribution Project）が実施中である。同事業はベンガルール都市圏の6地区を対象とし<sup>6</sup>、架空配電線の地中化や光ファイバー線の敷設、配電自動化システムに対応した開閉器の設置などを行うもので、本事業で整備した配電網や配電自動化システムの開発計

---

<sup>6</sup> 本事業は、ADB案件6地区を含むベンガルール都市圏の全14地区を対象とした。

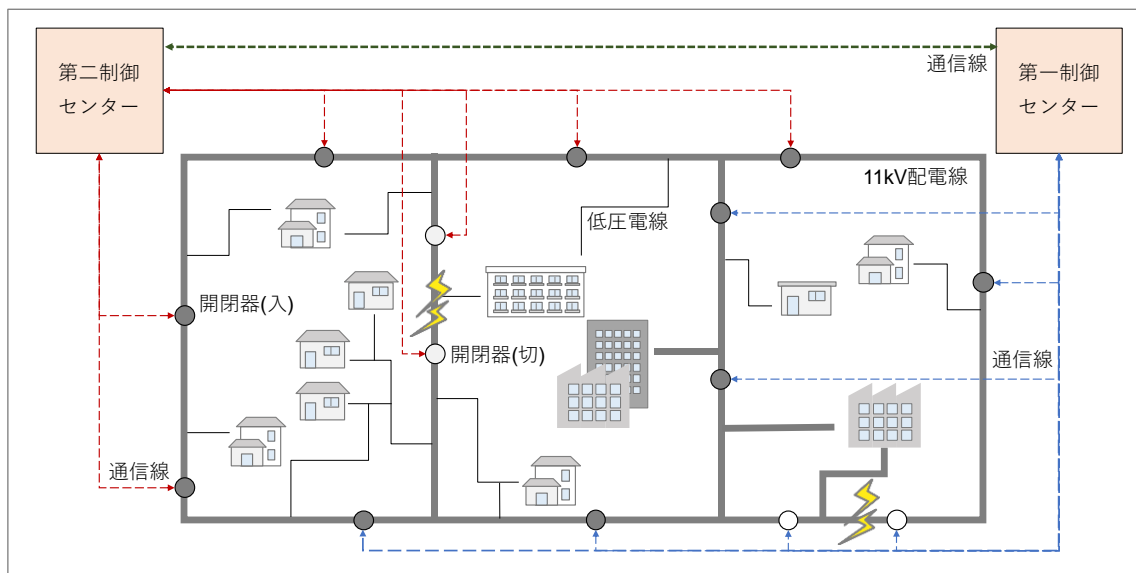
画・設計に基づき、本事業実施中に計画されたものである。実施に際しても、両事業間の調整や協調が図られながら行われるなど、外的整合性が確保されている。

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、JICA の他事業との具体的な連携や調整は確認されなかったが、アジア開発銀行による支援との連携・調整がなされ、本事業での配電自動化を踏まえてベンガルール市での配電線の更新や架空線の地中化、スマートメーター化が計画・実施されるなどの具体的な成果が確認できる。以上より、妥当性・整合性は高い。

### 3.2 効率性（レーティング：②）

#### 3.2.1 アウトプット

本事業のコンポーネントは、①配電自動化システム関連施設・機器（制御センター2カ所、開閉器システム（Ring Main Unit：RMU、以下「RMU」という）（通信線を含む）、配電自動化対応区分開閉器等）の新設、②既存 RMU の改修・更新、③11kV 配電線の新設・更新に大別される（事業コンポーネントの詳細は、巻末「主要計画/実績比較」参照）。「配電自動化システム」とは、通信網を介して配電システムの監視および制御を行うシステムを言う。本事業では、ベンガルール都市圏の 11kV 配電網で発生する停電事故の区間を、通信網を通じて制御センターから遠隔で特定し、RMU を操作することで、事故一件当たりの停電波及範囲を最小限に留め、停電時間を低減することを主眼として導入された（図 1 参照）。



出所：JICA 内部資料および事業実績、一般社団法人電気共同研究会の公開資料を参照し、評価者が作成した。

注：第一制御センターはベンガルール都市圏の東部地域・南部地域を、第二制御センターは北部地域・西部地域をそれぞれ管轄する。

図 1 事業概念図



開閉器システム

配電網の開閉や保護・遮断機能に必要な機器を一体型のユニットにしたスイッチギア。11kV 配電線網と制御センターとの間で通信を行う。



配電自動化対応区分開閉装置

11kV 配電線網の回路遮断器および再閉路機能（回路遮断情報を制御センターに通信するためのインターフェース機器を含む）

出所：評価者撮影（2022年3月）



計画と実績との間には、変更や数量の差異が確認された。これは、ベンガルール都市圏での急激な人口増加や宅地開発・市街地拡大に伴って 11kV 配電網が繰り返し増強されたことにより、案件形成段階（2004 年当時）で根拠とされていた総亘長や電線数、敷設地点等の情報を更新する必要性が発生し、これと合わせて送配電網全体の整備進捗も確認され、総合的に技術検討が行われた結果、事業実施中に事業スコープの見直しが行われたためである。

具体的には、地中配電線、地上配電線の整備亘長が、計画ではそれぞれ 450km、675km であったが、見直しの結果 230.5km、949.6km となった。また、既設 RMU の 3 つの異なる遮断機改修のうち 2 つは緊急性の観点から実施機関の自己資金によって行われ、残る 1 つは継続使用が難しかったことから RMU そのものの更新が行われた。さらに、停電時の対応改善および復旧作業の迅速化を図るため、通信システム子局の設置場所が当初計画の変電所<sup>7</sup>から実施機関の支所・営業所へと変更された。この他、実施機関全体として包括的な IT システムの更新が進行中であったため、それに対応した将来的なシステム統合の観点から、本事業で計画していた経営情報統合管理システムの導入は見送られることになった。

上記のスコープ変更は、ベンガルール市の急激な人口増加や市街地の拡大に伴う配電網の増強の必要性に対応するものであり、事業目的に沿ったものであった。また、実施機関が直接管理・管轄するエリア内で完結する独立した通信設備を設けたことは、停電等の事故対応の迅速化を考えてのことであり、この変更は適切かつ必要で

<sup>7</sup> 変電所はすべて送電公社（Karnataka Power Transmission Corporation Limited : KPTCL）に帰属する。

あったと判断される。コンサルティング・サービスの業務量および業務内容についても変更があったが（巻末「主要計画/実績比較」参照）、事業計画の変更への対応や、実施機関のルーティーン業務との重複回避等に伴うものであり、妥当であったと考えられる。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

計画事業費 14,205 百万円<sup>8</sup>（うち円借款 10,643 百万円）に対し、実績事業費は 8,793.6 百万円（うち円借款 6,976 百万円）であり、計画内に収まった（計画比 61.9%）（表 1 参照）。

表 1 本事業の計画および実績事業費

単位：百万円

費目	計画(2007年)			実績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
資機材調達・据付	5,075	3,359	8,434	2,314.49	5,728.48	8,042.97
ブライス・エスカレーション	373	215	488	-	-	-
予備費	545	357	902	-	-	-
コンサルティング・サービス	413	163	576	558.81	70.04	628.85
用地取得・補償費	0	0	0	0	0	0
税金	0	2,721	2,721	0	-	-
一般管理費	0	841	841	0	-	-
建中金利	143	0	143	102.23	0	102.23
期限延長チャージ				19.56	0	19.56
合計	6,549	7,656	14,205	2,995.09	5,798.52	8,793.61

出所：JICA 提供資料

注 1：為替レート：計画：1 ルピー=2.52 円（2006 年 9 月）、実績：1 ルピー=1.74 円（2008 年～2020 年平均）

注 2：ブライス・エスカレーション、予備費、税金および一般管理費の実績は、資機材調達・据付およびコンサルティング・サービスの実績に含まれる。

費目別でみると、コンサルティング・サービス費が計画の 576 百万円から実績の 628.85 百万円に増加したが、これは、業務量および業務内容に変更があったこと（巻末「主要計画/実績比較」参照）、業務期間の延長（下記「3.2.2.2 業務期間」のとおり）に伴う報酬単価の変更等によるものである。他方、事業費全体としては、実績事業費が計画事業費を大きく下回っている。この理由として、配電自動化システム関連施設・機器は、当初外貨での調達が想定されていたが、内

<sup>8</sup> 本事業では、アウトプットの計画と実績との間に変更や数量の差異が確認された。審査時に想定された計画アウトプットの変更が生じた場合は、本来、計画アウトプットの変更に合わせて改めて計画事業費の見直しを行い、実績事業費との比較を行うことになる。しかし、「3.2.1 アウトプット」に示すとおり、当初の計画の方向性が大枠で保たれ、事業計画に見合う内容の変更であったこと、かつ、予算計画に目配りが行われた結果、費目予算に収まる範囲で変更が検討され、計画事業費の変更が発生しなかったことから、計画事業費の見直しは本事後評価では不要とした。



貨による調達も行われたことにより、事業費に占める内貨の割合が増加したことが挙げられる。また、計画時の外貨交換レートに比べて、事業期間中におよそ40%を超える円高となった。そのため、円貨での事業費の比較を行った場合、上記のとおり計画に比べて4割程度減少した。

一方、事業費をルピー建てで比較すると、計画事業費5,637百万ルピーに対し、実績事業費は5,731.85百万ルピーとほぼ計画通りであり、アウトプットの品質へのマイナスの影響は見られない。

なお、円借款のディスバース額については、計画の10,643百万円に対して実績が6,976百万円と大幅に縮小した。この背景としては、事業期間の延長に伴って貸付実行期限が2015年7月から2017年3月まで延長されたものの、さらに事業期間が伸びたため、結果として貸付実行期限までに計画した金額のディスバースが困難となったためである。これに伴う資金不足については、実施機関がカルナタカ州政府からの借り入れ等によって対応した。

### 3.2.2.2 事業期間

計画事業期間59カ月（2007年3月～2012年1月）に対して、実績事業期間は148カ月（2007年3月～2019年6月）となり、計画を大幅に上回った（計画比250%）（表2参照）。

表2 計画および実績事業期間

項目	期間	実績
L/A 調印	2007年3月	2007年3月
コンサルティング・サービス (選定期間含む)	2007年4月～2012年1月	2007年12月～2019年6月
入札・契約	2008年5月～2009年7月	2008年6月～2011年1月
建設工事	2009年8月～2012年1月	2011年3月～2019年6月

出所: JICA 提供資料および実施機関への質問票回答

注1: 「事業完成」は、審査時に「全ての資機材の据付およびコンサルティング・サービスの終了時」と定義されている。

注2: 実績に関し、コンサルティング・サービス契約期間は2008年5月から2020年4月であったが、2019年6月時点で業務はすべて終了済みであったことを実施機関・コンサルタント双方より確認した。また、「建設工事」は受け入れテスト・システム統合作業期間を含む。

遅延の主な理由は、一連の機器据え付け後の受け入れテストやシステム統合に費やされた期間の長期化である。2011年3月から2017年5月の間に本事業の調達機器の据え付けが行われ、調達機器の運転は2013年9月から順次開始されていたが、受け入れテストとシステム統合におよそ3年半が費やされた。これは、納入されたシステムの性能が仕様に即したものが検証されただけでなく、異なる調達パッケージで購入された機器どうしの互換性の確認や調整、実施機関内の

GIS<sup>9</sup>や顧客情報システムおよび配電 SCADA<sup>10</sup>との統合、また、送電公社側の SCADA との連携によるデータ取得など、社内外のシステム統合・関係を踏まえたものであったためである。上述の事業アウトプット変更にかかる技術検討とともに、これらは事業実施において必要とされる基本的事項であり、かつ、質の向上や完了後の運営上の利便性を向上させるものであった。したがって、実施機関としては事業の遅延を犠牲にしても、優先して対応する必要があった。

この他の遅延理由として、入札不調によるコントラクター選定の遅れ、これに伴う建設工事や資機材調達の遅延がある。また、実施機関側のコントロールが及ばなかった遅延理由として、航空管制上の規制により通信塔の高さ制限が課され、通信網の再設計を余儀なくされたこと、インド中央政府による周波数割り当ての遅れによる影響などがあった。

### 3.2.3 内部収益性（参考数値）／費用対便益

#### (1) 財務的内部収益率（FIRR）

審査時に算出されなかったため、事後評価においても再計算は行っていない。

#### (2) 経済的内部収益率（EIRR）

審査時の EIRR 計算では、事業完成年度翌年がプロジェクトライフの起点とされ、14.9%であったが、起点を事業開始年（L/A 調印年）と再定義して計算したところ、審査時 EIRR は 14.7%となった。

本事後評価時点の EIRR 再計算結果は 11.5%であり、審査時を下回った。これは、審査時には本事業期間が 5 年と想定され、便益である消費者余剰は事業実施途中から、また、配電線・変電所の建設費用の節約は事業完成年度翌年から、それぞれ計上されていたが、再計算では、事業期間の長期化（12 年）に合わせて便益計上を行い、発電会社からの電力購入費用の大幅な増加等の費用実績を反映したことによる。

審査時および事後評価時の EIRR 算出の前提条件は表 3 のとおりである。

表 3 本事業の EIRR 計算前提条件

項目	審査時	事後評価時
費用	事業費（税金を除く）、スペアパーツ購入費用、電力購入費用、運営・維持管理費	審査時に同じ
便益	消費者余剰の増加、配電線・変電所の建設費用の節約	審査時に同じ
プロジェクトライフ	事業完成後 30 年	借款契約締結後 30 年
EIRR	14.9%	11.5%

出所：JICA 提供資料

<sup>9</sup> Geographic Information System：地理情報システム。

<sup>10</sup> Supervisory Control and Data Acquisition の略で、「監視制御データ取得システム」の意。

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、効率性はやや低い。

### 3.3 有効性・インパクト<sup>11</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 有効性

##### 3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

審査時に設定された運用・効果指標の基準値と目標値、事後評価時に収集した実績値を表 4 に示す。

表 4 運用・効果指標

指標	単位	基準値	目標値	実績値		
		2006年	2014年 事業完成 2年後	2019年 事業完成 年	2020年 事業完成 1年後	2021年 事業完成 2年後
需要家1軒当たり事故停電時間	時間 /軒・年	86.2	31.4	16.2	22.8	32.9
最大電力	MW	1,437	2,630	3,081	2,832	2,882
配電ロス率	%	10.62	9	-	-	7.33
電力消費量	GWh	6,067	12,326	18,787	16,545	12,233
停電事故時の事故箇所切り離しに要する作業員数	人・時間/日	702	0	-	-	40
配電線利用率	%	48	75	-	-	69

出所：JICA 資料および実施機関からの質問票回答を基に評価者が作成した。

注：配電ロス率、事故箇所切り離し作業員数、配電利用率の2019年、2020年の値は得られなかった。

需要家1軒当たり事故停電時間は、目標値31.4時間に対し、事業完成年度（2019年度）16.16時間、1年後（2020年度）22.76時間、事業完成2年後（2021年度）32.93時間となった。最大電力は事業完成年に3,081MW、1年後に2,832MW、事業完成2年後に2,882MWであり、目標値2,630MWを上回った。配電ロス率は2021年度に7.33%となり、目標値を上回った。電力消費量は、目標値12,326GWhに対し、事業完成年18,786.6GWh、1年後16,545.3GWh、事業完成2年後12,232.6GWhとなった。停電事故時の事故箇所切り離しに要する作業員数は、基準値（702人・時間/日）に対し、2021年度で40人・時間/日であった。配電利用率は2021年に68.5%であり、目標値75%の9割となった。

以上より、事業完成2年後の各指標の目標値は、達成またはほぼ達成と判断される。

なお、需要家1軒当たりの事故停電時間は、2019年度に16.16時間/軒・年に減少し、目標値を大きく上回る状況となっていたものの、2020年度は22.76時間/軒・年、2021年度は32.93時間/軒・年と増加に転じている。この背景として

<sup>11</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。

は、①2020年度・2021年度にカルナタカ州に上陸した未曾有の暴風雨を原因とする架空線設備の障害発生や断線事故、②2020年から本格的に実施されているベンガルール市内の架空電線地中化工事<sup>12</sup>での試運転時の事故、などが挙げられる。また、電力消費量が事業完成年である2019年度の18,786.6GWhから、2020年度の16,545.3GWh、2021年度の12,232.6GWhへと下がった主要な要因は、新型コロナウイルス感染拡大による厳格なロックダウンとこれに伴うベンガルール都心部への通勤・通学制限、産業・商業部門契約者の電力消費減などであった。同様に、最大電力も2019年度の3,081MWから2020年度の2,832MWへと減じているが、2014年度から2019年度まで一貫して増加傾向にあったこと<sup>13</sup>、2021年度は増加に転じていること等から、新型コロナウイルス感染拡大による影響は限定的かつ一時的なものと判断される。

本事業実施以外に目標値達成に貢献した要因としては、ベンガルール都市圏の大幅な人口増加や経済発展・産業振興、老朽化設備の更新、アジア開発銀行支援による都市圏の配電線の更新や絶縁化・地下化の推進等が挙げられる。

### 3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

#### （1）電力供給の安定化

配電部門における「電力供給の安定化」は、その上流である発送電部門の整備状況に大きく左右されるが、本事業実施期間中に、新規電源の確保等によって、カルナタカ州全体の電力需要に対して発電設備容量が十分に確保され、また、送電部門についても、送電公社がベンガルール市を含むカルナタカ州全域の送変電施設の整備・拡充・増強を行った結果、送電および供給電圧の安定性が向上していることが確認された。

かかる状況下、定性的効果である「電力供給の安定化」の評価に際し、まず、運用・効果指標であり、配電自動化システム導入の直接の効果である「需要家1軒当たり事故停電時間（時間／軒・年）」と、別途収集した「需要家1軒当たり事故停電回数（回／軒・年）」から、事業完成年以降の3カ年の需要家1軒における事故停電の平均時間を割り出した（表5）。

これによると、事故停電1回当たりの需要家1軒における平均時間は2019年度が34.1分／回、2020年度が27.3分／回、2021年度が24.3分／回と年々短くなっている。このことにより、配電自動化の導入によって事故・故障箇所が迅速に

<sup>12</sup> アジア開発銀行支援事業の一部である。ベンガルール市内は街路樹が多く、またその大部分は大樹である。大雨等で倒木が発生した際、架空電線の断線や木造電柱の倒壊、平時でも樹木との接触や野鳥による電線被害が深刻で、一方では盗電被害も顕著であった。このため、実施機関は、近年数カ年にわたって地上裸電線の被覆化や地中化を進めており、向こう数年内に工事を完了する予定である。

<sup>13</sup> 2014年度：2,479MW、2015年度：2,579MW、2016年度：2,795MW、2017年度：2,835MW、2018年度：3,014MW。

特定されるとともに、事故・故障箇所以外の需要家への電力供給が迅速に復旧されていることが確認できる。

表 5 停電時間・回数の推移

指標	単位	2019年	2020年	2021年
		事業完成年	事業完成 1年後	事業完成 2年後
(a) 需要家1軒当たり事故停電時間	時間/軒・年	16.2	22.8	32.9
(b) 需要家1軒当たり事故停電回数	回/軒・年	28.5	50.0	81.5
(c) 需要家1軒当たり平均事故停電時間	分/回 (=a/b)	34.1	27.3	24.3

出所：実施機関からの質問票回答。

ベンガルール都市圏の配電自動化システム導入済みの地域で実施した産業・商業需要家（企業）5社<sup>14</sup>へのキーインフォーマント・インタビューによると、本事業の調達機器据え付け・運転開始以前（10年前より以前）の電力供給は、5社中3社が「不安定」としていたが、事後評価時点で「非常に安定」（3社）または「安定」（2社）に転じるなど、大幅な改善が見られた。具体的にどういった改善でもって「安定」としているかを訊ねると、1回当たりの停電時間が、10年前より以前は「30分」「半日」という状況であったが、事後評価時点はおおむね1時間未満（「無視できる程度・数分」「20分」「45分」となり、その回数も、10年前より以前は「2～3日に1回発生」していた状況が、インタビュー時点（2022年3月）現在で低減していた（「無し」「月2～3回」「4～5日に1回」）。また、電圧変動は10年前より以前は回答にばらつきがあった（「滅多に発生しない」「時々発生」「頻繁に発生」）が、現在は全体的に改善していた（「発生しない」「滅多に発生しない」）。

家庭需要家<sup>15</sup>でも同様の傾向が見られた。配電自動化システム導入済みの地域の4軒を対象に実施したキーインフォーマント・インタビューを行った結果、10年前より以前は「不安定」（4軒）だった電力供給が、現在は総じて安定に転じている（「非常に安定」3軒、「安定」1軒）。改善は具体的な回答にも表れていた。停電時間は、10年前より以前は30分から2時間まで幅があった（「30～60分」「1～2時間」）が、事後評価時点では20分以内に収まっていた（「無し・無

<sup>14</sup> 調査対象企業の選定に当たり、①過去10～15年程度同じ住所で継続して活動していること、②実施機関から配電を受けていること、③質問内容に対して具体的に回答でき、電力供給に関するデータなどを保管する立場にある人物にインタビューできることなどを、実施機関を通して依頼し、製造業2社（パネ加工、車両パーツ）、縫製工場1社、IT企業2社、金属部品加工1社にインタビューを実施した。このうち、IT企業2社、金属加工工場はベンガルール市内の工業団地内にあった。

<sup>15</sup> 家庭需要家を選定するに当たって、配電自動化システム導入済み地区、未導入地区（系統電力への未接続者が多いエリアもしくは電力消費量が少ないエリア）の双方から抽出した。導入済み地区では一般家庭計2軒と住民代表者（集合住宅や地元コミュニティ）2軒、未導入済み地区で一般家庭1軒、住民代表者1軒のキーインフォーマント・インタビューをそれぞれ行った。

視できる程度・5分以内」「15～20分」)。停電回数は、最も多い回答で10年前より以前は「1日5～6回」あったが、現在ではほぼ解消されていた(「無し」「無視できる程度」)。電圧変動は、10年前より以前は「時々発生」「頻繁に発生」という状況であったが、現在は「発生していない」が3軒となった。

本事業の副次的な効果として、実施機関による電圧安定への取り組みや停電回数削減への本事業の寄与について、実施機関へのインタビューで確認されていたが<sup>16</sup>、総じて、配電自動化システム導入地域では、事業効果発現前は停電時間だけでなく、停電回数や電圧の面においても不安定であった電力供給は、事後評価時点で安定に転じ、改善しているといえる。

なお、比較検討のため、配電自動化システム未導入地域<sup>17</sup>の家庭需要家2軒に対してインタビューを実施した。10年前より以前の電力供給は「非常に悪い」としていたが、現在は「安定」「時折停電が起こるが安定」と、一定程度の改善が示された。特に、停電時間は、10年前より以前は「6時間」「4～5時間」と10年前より以前は長時間に及んだが、事後評価時点では「大して問題となる長さではない」「30分～1時間」と激減していた。配電自動化システム未導入地域で発生する停電は遠隔での復旧操作ができないが、本事業で整備された制御センターの遠方監視によっておおよその停電発生エリアが特定される。これにより、作業員が停電発生現場に到着する時間が短縮され、その結果、事故箇所切り離し完了・復旧までの時間が短くなっていることが伺われる。

以上より、本事業対象地域では、事業実施前に比して電力供給の安定化が実現したといえる。

## (2) 実施機関の業務効率化

電力供給の安定化に加え、実施機関の業務効率化への効果を次の通り確認した。

### 配電自動化未導入地域での復旧促進

制御センターの整備により、ベンガルール都市圏全体の配電網の遠方監視がリアルタイムで可能となった。また、同監視システムから得られるデータは、実施機関が持つGISデータや顧客情報とも相互共有の上で更新されている。これは配

---

<sup>16</sup> 実施機関によると、配電自動化システムの導入を通して電流情報が収集され、これによって系統の潮流をモニタリングすることが可能となった。これにより、特に工業団地などの大口需要家に対し、電圧安定機器を個別に設置するなどの措置を取るなど、具体的な顧客サービスの改善につながっている。また、停電が多い区間に関する情報などを踏まえ、区分開閉装置で切り替えるなどして同区間を回避した配電経路の選択も可能となり、停電回数の削減にもつながっているとのことである。

<sup>17</sup> 本事業による配電自動化システムの導入は、ベンガルール市内の人口が多いエリアや産業地域を優先して行われた。事業期間が長期化する中、ベンガルール市の配電線路延長の延長が急速に進んだこともあり、事業対象地域でも配電自動化未導入エリアが一部残っている。

電自動化システム導入地域だけでなく、ベンガルール市内の未導入地域における事故・故障箇所の早期特定と作業員到着時間の短縮につながっている。

#### 関連部署でのデータ活用

本事業での配電自動化導入によって、停電情報、停電関連指標、ピーク電力、各配電線の過電流・地絡事故情報、供給可能容量、配電網運転モデル、11kV 配電線網の地理情報等のデータが正確に数値化されて入手されるようになった。これらのデータは、実施機関内で広く共有され、システム容量の計画策定や配電網の構成検討・拡充、配電網の予防保守業務、日々の顧客対応等に体系的に幅広く活用されている。

#### (3) 実施機関の顧客サービス改善

実施機関は、配電自動化システムから得られたデータを社内で共有し、ホームページ、顧客用スマホアプリ、顧客対応の電話オペレーターを通して正確な停電情報を迅速に提供している。また、実施機関の営業員や作業員が随時顧客を訪問して、顧客からの苦情や要望を聞き、業務改善のために役立てている。

実施機関による電力供給に関し、キーインフォーマント・インタビューの結果から、家庭需要家、商業・産業分野需要家を問わず「満足」以上の回答が得られた。その理由として、雨季に頻発していた停電が減り、停電時間が短くなった、電圧変動が改善された等の実質的な改善に加え、営業員・作業員の対応が良く、何かあればすぐに作業員が駆け、豊富かつ確かな知識・技術でもって需要家に対応することが挙げられた。これは、実施機関側スタッフによる円滑なコミュニケーションと、高い技術力への信頼感によるところが大きいと考えられる。

### 3.3.2 インパクト

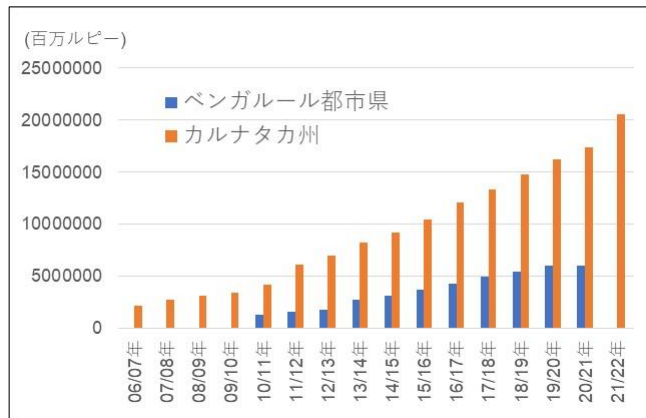
#### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

##### (1) 定量的効果

本事業計画時に設定された「定量的効果」は地域 GDP および外国直接投資額である。これらの指標の経年の状況は次のとおり。

### ① 地域 GDP の増加

事業期間のカルナタカ州全体の GDP は図 2 のとおり。2006 年度に約 2.1 兆ルピーであったが、2021 年にはおよそ 10 倍の約 20 兆ルピーとなった。また、ベンガルール県<sup>18</sup>の GDP は 2010 年度の約 1.2 兆ルピーから 2020 年度には 5.9 兆ルピーと、10 年間でおよそ 5 倍に達した。ベンガルール県の GDP は州全体の 3~4 割を占め、年々増加する傾向にある。

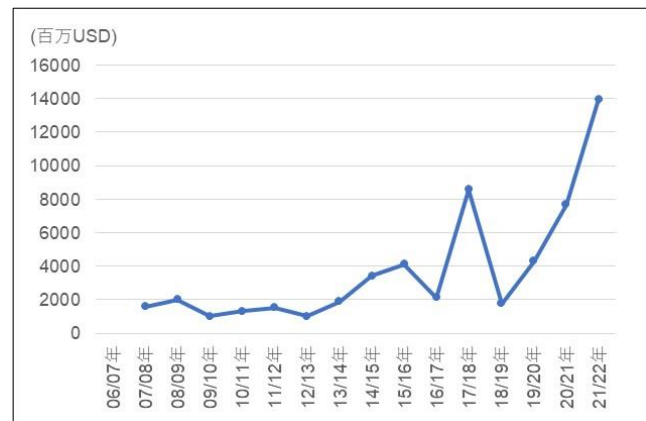


出所：Economic Survey of Karnataka 2021-22, March 2022, Planning, Program Monitoring and Statistics Department of Karnataka State

図 2 カルナタカ州・ベンガルール県の GDP の推移

### ② 外国直接投資の促進

事業期間のカルナタカ州への外国直接投資額の推移を図 3 に示す<sup>19</sup>。外国直接投資額は、年によってばらつきがあるが、「Economic Survey of Karnataka 2021-22」に拠れば、2020 年初頭からのコロナ禍にあってもバイオテクノロジー分野の投資が増え、大幅に増額となっている。コロナ禍という外部要因に際しても、経年の全体的な傾向としては堅調な伸びを示している。



出所：Economic Survey of Karnataka 2021-22, March 2022, Planning, Program Monitoring and Statistics Department of Karnataka State

図 3 カルナタカ州への外国直接投資額の推移

<sup>18</sup> カルナタカ州は、州 GDP と県 GDP のデータは公開しているが、ベンガルール市に限定したデータは無い。よって、代替するデータとして、ベンガルール県 (Bengaluru District) の GDP で代替した。  
<sup>19</sup> 外国投資件数に関するデータ、ベンガルール市またはベンガルール県のデータは、それぞれ得られなかった。



これらの「定量的効果」への本事業の貢献の有無およびその程度を確認することは困難であった。一方、下記「定性的効果」について、本事業の寄与にかかる検証を行った。

## (2) 定性的効果

### ①地域の経済発展

産業・商業分野需要家へのキーインフォーマント・インタビューから、電力供給の安定化が地域経済に及ぼした貢献の例として「雇用の拡大」「生産活動の拡大」が挙げられた。具体的には、「停電時間・回数の減少により、24時間機械を稼働することが可能となった。この結果、製造量が増えたことで雇用が拡大した」「シフト制で定時勤務がベースとなっているなか、労働時間の延長は基本的に無いが、定時内の停電が減ったことで生産活動が拡大した」などであった。

また、家庭需要家へのインタビューより、電力供給の安定化が地域経済に及ぼした貢献の例として「電力供給の安定化によりコロナ禍下での長期間の在宅勤務が可能となり、経済活動が持続できた。」「ロックダウン解除後も、在宅勤務がオプションとして定着した企業では、多様なワークスタイルが確保され、経済活動の活性化に貢献した。」などが挙げられた。

この他、ベンガルール産業商業会議所<sup>20</sup>からも、「事故停電は各段に少なく」なり、「顧客情報サービスが改善した」との認識および一定の評価が示された。

### ②ベンガルール都市圏における投資促進

電力供給の安定化が投資環境や生活環境の改善に及ぼした影響や、地域経済への貢献などの事例の収集を目的として、産業・商業需要家やベンガルール産業商業会議所へのインタビューを行ったが、当該インパクトに係る効果発現を確認することは困難であった。

### ③生活環境の向上

家庭需要家へのキーインフォーマント・インタビューからは、次のとおり生活環境の向上が確認された。

#### 自宅での各種活動

コロナ禍で厳しいロックダウンが課されるなか、ベンガルール市内は停電が少なく、かつ、復旧時間も短いため、自宅でテレビやインターネットを問題なく楽

---

<sup>20</sup> ベンガルール都市圏およびその近郊で操業する1,000社を超える企業（製造業、ITなど）が会員となっている。キーインフォーマント・インタビューは、ベンガルール産業商業会議所の会員企業2社、事務局メンバー3名、市民社会組織1団体を一堂に会して実施した。

しめたとの声が聞かれた。また、在宅勤務や在宅学習にも支障が無いとの意見が異口同音に確認された。

### 治安の改善

停電時間と停電回数の減少によって、街灯が夜間常時点灯し、夕方から夜にかけて女性にとって安全な地域社会が築かれた、窃盗被害が減った、との意見が聞かれた。

### 電化製品の故障改善

10年前より以前は、家庭需要家6軒中3軒が「時々」または「頻繁に」電化製品の故障が発生するとしていたが、事業実施後は6軒とも「発生しない」とするなどの経年変化が見られた。

総じて契約電力量に問題はなく、満足度も非常に高く、事業効果およびインパクトの発現が確認された。

### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

本事業は、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」(2002年)に掲げられる、影響を及ぼしやすいセクター・特性および影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されたため、カテゴリCに該当するとされた。実施機関は、本事業による環境影響は予測されず、環境クリアランス等の取得は不要である一方、配電自動化と配電線整備が本事業下で行われることで、環境影響や公害を最小化できるとしていた。

事後評価時点で確認したところ、審査当時の予測と実績との相違は無く、また、事業実施中の環境インパクトも無かった。実施機関は、2021年から環境社会管理システムを構築済みであり、組織的な環境モニタリング体制が確保されている。

#### (2) 住民移転・用地取得

上記(1)と同様にカテゴリCに該当するとされた。本事業による配電自動化システムおよび配電線の整備は既存設備に附帯して設置するため、計画時に住民移転は想定されず、また、事業実施に伴う住民移転・用地取得は無かった。

#### (3) ジェンダー

審査当時には項目が設けられておらず、検討がなされていなかった。本事業は公益サービスであり、停電時間の軽減など、ユニバーサルサービスとしての電力

供給の質の向上を図るものであり、対象地域のすべての消費者に便益がもたらされている。

(4) 公平な社会参加を阻害されている人々

上記(3)と同様に、対象地域のすべての消費者に便益がもたらされた。

(5) 社会的システム・規範・人々の幸福、人権

上記(3)と同様に、本事業はユニバーサルサービスであり、対象地域のすべての消費者に便益がもたらされた。

(6) その他正負のインパクト

特になし。

以上をまとめると、運用・効果指標は、主要な3指標（事故停電時間、事故時切り離しに要する作業員数、配電線利用率）を中心に概ね目標値を達成している。

送電公社から供給される電力の質が向上し、実施機関による配電地域での事故停電時間の減少が確認されるなか、本事業の定性的な効果である電力供給の安定化は達成されている。また、本事業の実施によって、配電自動化未導入地域での復旧促進や関連部署でのデータ活用など、実施機関の事業効率化にかかる効果も確認された。電力の安定供給や事業効率化は、顧客サービスの改善につながっており、顧客満足度も向上している。

インパクトとしては、電力供給の安定化が地域GDPや外国投資額に及ぼした影響は確認されなかったが、生活環境の向上と地域の経済発展への貢献が確認された。本事業による自然環境への影響はなく、用地取得および住民移転もなかった。ジェンダー、社会的弱者・人権、社会的システム・規範・人々の幸福に関する具体的なインパクトは確認されなかった。また、その他正負のインパクトは無かった。

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

### 3.4 持続性（レーティング：④）

#### 3.4.1 政策・制度

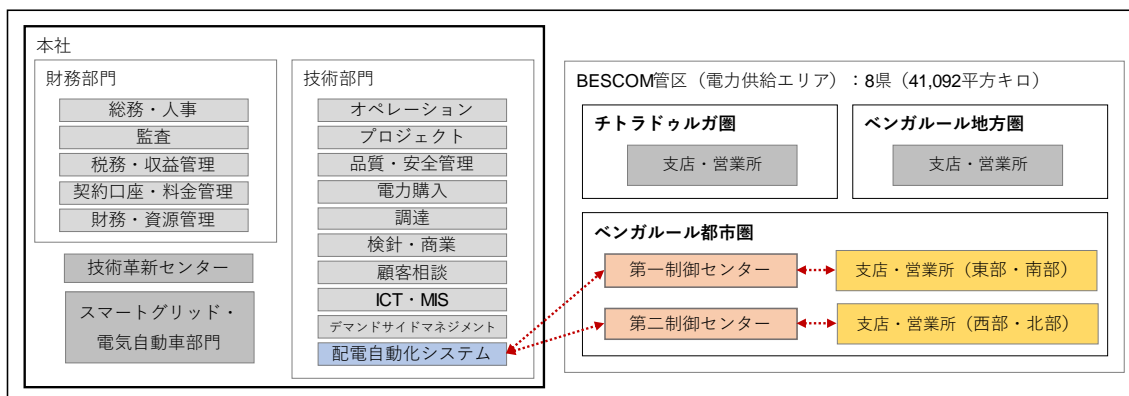
上記の「3.1.1 妥当性」のとおり、国家・州レベルのセクター開発計画は、本事業目的および内容を支援、担保する内容であり、本事業と開発政策との高い整合性が認められる。通信設備の高度化や配電自動化、制御センター整備などは、国家・州レベルのセクター開発計画・プログラムで謳われるのに先んじて本事業で具体的に検討・計画された。また、セクター開発計画・プログラムとの重複が調整・回避され、かつ、協調したプロジェクト設計がなされた。これに加え、本事業は、近年インドで

推進されている太陽光発電や電気自動車の導入に当たっての礎をいち早く築くことになった。

### 3.4.2 組織・体制

実施機関全体の組織概要を図 4 に示す。本事業施設の運営・維持管理は実施機関本社の配電自動化システム部が主体である。また、制御センター2カ所、ベンガルール都市圏の各支店・営業所に運営・維持管理スタッフがそれぞれ配置されている。

本事業設備によって収集される各種データ・報告は、本社役員・管理職、オペレーション部、顧客相談部、ICT・MIS<sup>21</sup>部等に共有され、配電網の運営維持業務（システム容量の計画策定や配電網の構成検討・拡充）や予防保守業務、日々の顧客対応等に幅広く活用されている（上記 3.3.1.2（3）および下記 3.4.3 参照）。



出所：実施機関ウェブサイト（<https://bescom.karnataka.gov.in/english>）および協議から得られた情報を参考に、評価者が作成した。

図 4 実施機関組織図

本事業施設設備の運営維持管理にかかる人員配置状況を表 6 に示す。欠員が定員のおよそ 2 割となっているが、外注・出向スタッフなどで補充され、また、各制御センターのオペレーターは専門の外部委託契約を別途結んでいる。現場では支店・営業所の協力・支援を得て作業が行われており、これらより、実施機関は、運営上の問題は無いとしている。本事業の調達設備機器は、メーカーとの間で年間保守契約を締結し、定期点検および部品取替え等を行っていることから、維持管理面での問題も発生していない。

<sup>21</sup> ICT、MIS は、それぞれ Information and Communications Technology、Management Information Systems の略。

表 6 本事業施設設備の運営維持管理にかかる人員配置状況

単位：人

No	名称	定員	実働人数			欠員
			職員数	外注・出向	計	
1	部長	1	1	0	1	0
2	次長	4	5	0	5	0
3	次長補佐	21	17	0	17	4
4	課長(電気・土木)	57	32	15	47	10
5	会計	1	1	0	1	0
6	会計補佐	2	2	0	2	0
7	準技術者	50	4	39	43	7
8	技術者補佐	4	2	0	2	2
9	整備士 2 級	2	0	0	0	2
10	ラインマン	8	0	0	0	8
11	ラインマン補佐	20	19	0	19	1
12	オフィス事務	4	0	0	0	4
13	個人アシスタント	1	0	0	0	1
合計		175	83	54	137	39

出所：実施機関からの質問票回答

注：「ラインマン」は、現場での電線・電柱その他設備の維持管理や修理作業に従事する人員を指す。

### 3.4.3 技術

本事業の実施によって、停電がどこで発生しているかといった情報の特定に留まらず、最大電力量、各配電線の過電流・地絡事故発生、供給可能容量、配電網接続・運転の状況、11kV 配電線網の地理情報等の正確な把握が可能となった。実施機関は、本事業設備で収集されるこれらのデータの活用や運用を最大限に活かすことを念頭に取り組み、スタッフに求められるスキルを表 7 のとおり整理している。

表 7 運営維持管理に必要な技術力

求められるスキル	内容	現状能力
エンジニアリング基礎	配電網構築計画スキル、リレー間調整、技術仕様草案作成	良好
コンピュータ・リテラシー	情報工学分野知識	良好
データ解析スキル	収集・作成データに関する報告書・提案書の作成	良好
配電自動化システム維持管理スキル	IT システム、サーバー、リモートターミナルユニットの維持管理	良好

出所：実施機関からの質問票回答

注：「現状能力」は、自由回答に対する実施機関の自己評価である。

なお、一部の運営維持管理業務は外部委託により行っている。委託先は、メーカーやエンジニア会社などの IT・通信分野の専門家であるが、実施機関は、電気通信分野の知識・経験に加え、メーカーが行うべきシステム維持管理の内容も包括的に把握していることからその選定も適切に行われ、主体的な監理が確保されている。

スタッフの研修機会は表 8 のとおり提供されている。実施機関側は、電気通信技術の進歩に対応する必要性を強く認識し、組織内での技術指導が熱心に行われている。また、配電自動化システムの運営維持管理に関し、各機器の操作方法のマニュアルやガイドラインも作成されている。

表 8 主な研修プログラム

研修プログラム	内容	受講者	頻度
制御センター業務	制御室業務、SCADA、DMS アプリケーション技術(初歩)の習得	217人	半期に1回
SCADA、DMS アプリケーション技術(上級)	効果的な SCADA、DMS アプリケーションの運用	148人	四半期に1回
SCADA、DMS アプリケーション技術(実務者)	SCADA、DMS アプリケーションの運用(応用編)、システム報告、SCADA 管理	101人	半期に1回
配電自動化システムワークショップ	配電自動化システム操作ガイダンス(O&M スタッフ・営業所技術スタッフ対象)	2,188人	半期に1回
サイバーセキュリティ	脆弱性評価ツール・サイバー攻撃予防(システムエンジニア・IT エンジニア対象)	20人	四半期に1回
配電自動化システム	ルーティーン業務でのデジタル化と DX 化促進(システムエンジニア・IT エンジニア対象)	41人	随時開催

出所：実施機関からの質問票回答

注：2021 年度実績

### 3.4.4 財務

実施機関の 2015 年度から 2020 年度までの 6 カ年の損益および主要財務指標を表 9 に示す。

表 9 実施機関の損益および主要財務指標

(単位：百万ルピー)

No.	年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度
1	売上	143,154.4	160,721.1	183,589.8	201,233.9	216,509.2	201,162.8
	売電収入	141,482.3	158,611.7	180,420.5	195,387.4	211,706.9	196,808.4
	その他収入	1,672.1	2,109.4	3,169.3	5,846.5	4,802.3	4,354.4
2	電力購入費	126,010.1	137,008.3	151,232.1	187,146.0	193,453.5	173,212.0
3	人件費＋維持管理費	9,580.8	9,601.8	12,010.5	14,937.0	16,272.4	16,842.9
	維持管理費	833.7	882.5	904.2	1,288.7	1,138.3	1,835.8
	人件費	8,747.1	8,719.3	11,106.3	13,648.3	15,134.1	15,007.1
4	営業利益(償却・利払・税引前利益)	9,284.6	11,309.7	11,291.8	13,280.4	18,287.7	23,805.1
5	減価償却	4,195.6	5,287.5	5,979.2	7,329.8	9,947.4	10,654.8
6	支払利息等	3,648.0	5,452.3	3,773.4	2,798.8	6,816.9	9,866.1
7	税引前利益	1,441.0	569.9	1,539.2	3,151.8	1,523.4	3,284.2
8	総資産	166,314.9	193,781.9	199,662.8	228,714.1	254,193.1	283,076
9	売上高利益率(営業利益／売上高×100)	6.49%	7.04%	6.15%	6.60%	8.45%	11.83%
10	自己資本比率(自己資本／総資産×100)	2.51%	3.72%	5.05%	5.23%	6.36%	6.99%

出所：実施機関年報

注：2015 年度から新インド会計基準の適用が行われている。

実施機関の売上げのほぼすべてが電力料金徴収に拠るものである。実施機関によると、本事業実施によって電力使用量が計 211.35GWh 増加し(2012 年度～2022 年度)、902 百万ルピー分の増収に貢献したとのことである。

2020 年度に売上収入が減少しているが、これはコロナ禍によるところが大きく、全般的に堅調である。なお、実施機関によれば、太陽光などの再生可能エネルギー購

入など分散型電源による電力供給が増えており、これが売電収入にも影響しているとのことである。

新インド会計基準適用（2015年度）以降、自己資本比率は2.51%（2015年度）から6.99%（2020年度）へと堅調に伸びている。売上高利益率は、2015年度に6.49%であったが、2019年度と2020年度に急速に増加し、それぞれ8.45%、11.83%となっている。実施機関によると、本事業対象施設の運営維持管理に当たって、2011年度から2020年度まで毎年658.4百万ルピーが支出された（同支出には、人件費および外部委託メンテナンス契約費用等も含まれる）。2021年度、2022年度はそれぞれ348.1百万ルピーの予算が配賦されており、同予算額で事業施設設備の維持管理は十分に行えるとのことであった。

以上から、実施機関全体の高い財務健全性、収益力が確認される。

#### 3.4.5 環境社会配慮

上記3.3.2.2のとおり、問題は事前に予見されず、また発生もしていない。組織として環境社会管理システムを構築していることから、今後の対応についても特段の問題はないと判断される。

#### 3.4.6 リスクへの対応

有効性・インパクトにおける受益者間での効果発現の差異は確認されなかった。本事業は公益サービスであり、上記インパクトのとおり、ジェンダーや公平な社会参加を阻害されている人々への配慮が前提となっている。インパクトにて確認され、かつ、計画時に想定されていなかったリスクは認められない。特に将来的に成果発現の持続性に影響を及ぼしうる要因は、事後評価時点では見当たらない。

#### 3.4.7 運営・維持管理の状況

評価者が現地にて確認を行ったところ、配電自動化システムの稼働状況、設備運用状況に問題は無く、配電設備変更に伴うデータ書き換え、サーバー更新などの維持管理が適切に実施されていた。また、事業施設の維持管理計画、維持管理データベースも整備されていた。制御センター2カ所内の設備と屋外設備（配電自動化対応区分開閉装置、開閉器子局、RMU、地中・地上配電線）の維持管理状況にも問題が無く、事後評価時点まで無事故であることを確認した。

将来的な配電事業の商業化（民営化）への対策や、拡大を続けるベンガルール市の11kV配電網をモニタリングするに当たって、実施機関は、配電自動化システム設備の単なる維持だけでなく、将来的な需要を見据えた更新が欠かせないとの認識を強く持っている。そのための対応として、当該技術の進歩やモデルチェンジに応じた機器の更新、サイバーセキュリティの強化、電気自動車充電スタンドや分散型電源情報の反映、光ファイバーネットワークとの連携などを既に行っているとのことである。

以上より、本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、状況ともに問題はなく、持続性が確保されており、かつ環境社会配慮面、リスクについても予防策が講じられている。本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

## 4. 結論および提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、インド南部カルナタカ州の州都ベンガルール市を含む都市圏において、配電自動化システムを整備することにより、電力供給の安定化を図り、もって地域の経済発展と生活水準向上に寄与することを目的として実施された。本事業は、審査時および事後評価時の国家・州レベルのセクター開発計画・プログラム、開発ニーズとの整合性、事業計画やアプローチの適切性、3つの視点ですべて対応している。通信設備の高度化や配電自動化、制御センター整備などは、カルナタカ州内および他州に比しても先駆的に検討・計画され、また、開発計画最適化のための協調設計がなされた上で実施された。JICA の他事業との具体的な連携や調整は確認されなかったが、審査時の日本の援助政策と十分に合致し、アジア開発銀行による支援との連携・調整がなされるなどの具体的な成果が確認できる。よって、妥当性・整合性は高い。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、効率性はやや低い。事業期間の遅れの理由は、アウトプット変更のための技術検討、再入札と資機材調達の遅延、通信網の再設計、周波数割り当ての遅れ、一連の受け入れテスト・システム統合に費やされた期間の長期化などである。運用・効果指標はおおむね目標値に達し、本事業の定性的な効果である電力供給の安定化も達成された。配電自動化未導入地域での復旧促進や関連部署でのデータ活用など、事業効率化にかかる効果も確認された。これらは顧客サービスの改善につながっており、顧客満足度も向上している。インパクトとしては、電力供給の安定化が地域 GDP や外国投資額に及ぼした影響は確認されなかったが、生活環境の向上と地域の経済発展への貢献が確認された。本事業による自然環境への影響はなく、用地取得および住民移転も発生しなかった。よって、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、状況ともに問題はなく、持続性が確保されており、かつ環境社会配慮面、リスクについても予防策が講じられている。よって本事業による発現効果の持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

なし。



#### 4.2.2 JICA への提言

なし。

### 4.3 教訓

#### (1) 当該分野の時流を踏まえた事業内容の策定やアプローチ（グッドプラクティス）

本事業による配電自動化は、全国で国・州レベルのセクター開発計画において通信設備の高度化や配電自動化、制御センター整備が推進される動きに先んじて計画・開始されたものであり、今日のスマートグリッド導入やデジタル化に際し、先駆的な役割を果たすとともに、今後の再生可能エネルギーの本格導入に向けた礎を築いた。

また、実施機関は、セクター開発計画との調和を保ちつつ、急激な人口増加に対応した 11kV 配電網整備計画の見直しを行い、柔軟かつ的確に事業計画の修正を行った。さらに、現在実施中のアジア開発銀行支援による配電線更新や架空線の地中化、スマートメーター化事業を形成した際には、本事業を踏まえた計画策定としたうえで、事業コンポーネントの調整を行った。

こうした事業計画時および事業実施初期のアプローチは、実施機関が主体的に行ったものであり、グッドプラクティスとして類似案件の参考となる。

#### (2) 組織を超えた協調とセクター全体を見据えた取り組み（グッドプラクティス）

事業実施に当たっては、実施機関は、本事業で導入された配電自動化システムを、社内の他システムや送電公社が所有する送変電設備のシステムと統合した。これは、事業実施期間の長期化を招いた一つの要因となったが、カルナタカ州で体系的な送配電ネットワークが構築され、データの収集や分析、共有における互換性が確保されただけでなく、送変電・配電網を一体のものとして電力供給の在り方を検討することを可能とした。

本事業の効果は、この結果、一事業に留まらない、当該地域の電力供給で重要な役割を担うものとなった。この成功事例から実施機関が得た知見や経験は、今後の類似案件にとって学ぶべき教訓となる。

## 5. ノンスコア項目

### 5.1 適応・貢献

#### 5.1.1 客観的な観点による評価

本事業は、貸付実行期限延長期間が終了した後は実施機関の自己資金で事業が継続された。JICA インド事務所は、実施機関が置かれた状況をよく理解し、事業実施期間中だけでなく、貸付実行期限延長期間終了時点（2017年3月）から事業完成（2019年6月）までの間の進捗状況を監理するなどして、実施機関をよくサポートした。2020年初頭からのコロナ禍下でも、実施機関と良好な意思疎通を維持し、信頼関係を構築した。また、本事後評価実施に際し、実施機関側に働きかけ事業完了報告書の提出を促すなど、実施機関側の責任を果たす方向に適切に導いた。

## 5.2 付加価値・創造価値

実施機関は、インド国内でいち早く配電自動化システムの導入を組織決定した。配電自動化が電力供給サービスに果たす役割や、審査当時からのインド政府開発計画・スキームの内容や方向性を踏まえつつ、配電公社として求められる将来的な役割や機能を見据えた上で、事業開始時の計画内容を見直す機会を設け、事業の実施に至った。

本事業で導入された配電自動化システムは、国内外からの受注企業計 13 社との個別交渉や各社が調達する通信機器間の煩雑な相互調整が行われた結果、完成に至った。一方、実施機関内の別のシステムとの相互調整・補完も図られた。同様の調整は、現在実施中のアジア開発銀行支援事業との間にも確認される。さらには、異なるメーカーによって構築された送変電設備システムとの連携も実現させるなど、異なる組織間では非常に困難とされる取り組みが認められた。これらは、まだインド他州に例を見ないものである。実施機関は、本事業で得られた知見・経験をもって、他州配電公社を対象とするコンサルティング・サービスやアドバイザー業務の実施を望んでいる。また、近年インドで推進されている再生可能エネルギーの導入や分散型電源、電気自動車および充電スタンドの普及・拡充には、配電自動化システムを活用した制御機能が不可欠となることから、実施機関は今後さらなる開発を検討している。

以上

## 主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット		
a) 開閉器システム(RMU)の新設	950 台	790 台
b) 配電自動化対応区分開閉装置の新設	965 台	1,540 台
c) 開閉器子局の新設	1,976 台	1,590 台
d) 変電所親局の新設	56 台	_(注)
e) 中央制御装置の新設	2 台	2 施設
f) 既設 RMU の遮断機改修(多回路開閉器の主回路部)	852 個	なし
g) 既設 RMU (ガス密閉型)の遮断機改修	324 個	なし
h) 既設 RMU の遮断機改修(多回路開閉器の分岐回路部の自動化)	2,650 個	なし
i) 既設 RMU の更新(3 回路 RMU)	-	200 台
j) 既設 RMU の更新(5 回路 RMU)	-	600 台
k) 地中配電線の整備	450 km	230.5 km
l) 地上配電線の整備	675 km	949.6 km
m) 経営情報統合管理システムの導入	1 式	なし
n) コンサルティング・サービス	業務量 計 186 人月 <業務内容> i) 詳細設計のレビュー、入札補助、施工監理 ii) 操業および運営維持管理に係る技術移転 iii) 組織能力強化	業務量 計 206.75 人月 <業務内容> i) 計画通り ii) 計画通り iii) 11kV 配電網調査
②期間	2007年3月～2012年1月 (59カ月)	2007年3月～2019年6月 (148カ月)
③事業費		
外貨	6,549百万円	2,995百万円
内貨	7,656百万円 (3,038百万ルピー)	5,798.5百万円 (3,605百万ルピー)
合計	14,205百万円	8,793.6百万円
うち円借款分	10,643百万円	6,976百万円
換算レート	1ルピー＝2.52円 (2006年9月時点)	1ルピー＝1.74円 (2008年～2020年平均)
④貸付完了	2017年3月	

注:送電公社に帰属する変電所に新たに設置する計画であったが、実施機関の支所・営業所の通信システムを利用することになったもの(3.2.1 参照)。