

インド

2017年度 外部事後評価報告書

円借款「ハイデラバード都市圏送電網整備事業」

外部評価者：OPMAC株式会社 飯田 利久

0. 要旨

本事業は、ハイデラバード市及び隣接する地域において、送変電網の増強を行うことにより、電力供給能力の向上及び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いた。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。事業費は計画内に収まったものの、事業期間は地下送電線敷設に必要な道路切掘許可取得遅延、2014年の州分割の影響、変電所建設予定地変更や用地取得遅延による遅れ、調達手続きに係る遅れなどにより計画を上回ったため、効率性は中程度である。本事業により新設された変電所の稼働状況は良好であり、電圧変動率、停電回数、送電ロス率は減少し電力供給量が増加するなど、電力供給能力向上、電力供給安定化、信頼性向上といった事業目的は達成されている。また、ハイデラバード都市圏のビジネス活動や経済発展、雇用創出、地域住民の生活水準向上に対しても一定の貢献が認められる。したがって、有効性・インパクトは高いと判断される。本事業で整備された変電所施設や送電施設の運営・維持管理状況は良好であり、運営・維持管理における実施機関の体制、技術、財務状況ともに問題なく、持続性は高いと認められる。

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



本事業で整備されたムサランバ変電所

1.1 事業の背景

インドでは、急速な経済発展に伴い電力需要が急増しており、恒常的な電力不足の解消及び電力の安定供給が同国の一層の経済発展及び貧困削減のための喫緊の課題となっていた。本事業対象のハイデラバード市及びその隣接する地域では、ハイテク産業等

の集積が著しく、これらの産業集積を通じた経済活動の活発化に伴い、オフィスビルや工場の増加、人口増加により、電力需要が急激に伸びていた。同地域では、2001年以降の4年間でピーク時電力需要が年平均7%増加し、さらに2006年以降の5年間で年平均11%の伸びが予想されていた。こうした急増する電力需要に対応するために、ハイデラバード市が存在するアンドラ・プラデシュ州（事業審査時）では、積極的な電源開発によりピーク時電力供給量を2011年度までに2005年度比倍増させる計画を立てた一方、増加する発電電力を消費者に安定的に供給するため、特に電力需要の伸びが高いと見込まれているハイデラバード都市圏における送変電網の能力の増強が急務となっていた。

1.2 事業の概要

ハイデラバード市及び隣接する地域において、送変電網の増強を行うことにより、電力供給能力の向上及び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	23,697 百万円/15,999 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2007 年 3 月/2007 年 3 月
借款契約条件	金利 1.3% 返済(うち据置) 30 年(うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	インド大統領/テランガナ州送電公社(Transmission Corporation of Telangana Limited (TSTRANSCO)) ¹
事業完成	2018 年 5 月 ²
本体契約	INDU PROJECTS LTD.(インド)、 M/S ILJIN ELECTRIC COMPANY LTD.SEOUL(大韓民国)、 ILJIN ELECTRIC CO. LTD. NEW DELHI(インド)、 LARSEN&TOUBRO LTD.(インド)
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	2002 年 APTRANSCO による F/S 完成
関連事業	なし

¹ 円借款契約調印時には、実施機関はアンドラ・プラデシュ州送電公社（Transmission Corporation of Andhra Pradesh Limited（以下、「APTRANSCO」という。））であったが、事業実施期間中の2014年6月に、アンドラ・プラデシュ州から本事業対象地域を含むテランガナ地域が分離され、テランガナ州が誕生した。それに伴い、APTRANSCOが分割、TSTRANSCOが設立され、同公社が本事業の実施機関となった。

² 本事業は、本事後評価実施中の2018年5月に完了した。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

飯田 利久（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：2017年11月～2019年1月

現地調査：2018年1月22日～2月9日、2018年6月24日～6月29日

2.3 評価の制約

- (1) 本事業は、事後評価実施期間中の2018年5月に完了した。そのため、通常は、事業完了後の中長期的な効果をインパクトとして把握すべきであるが、事後評価時点で、本事業で整備された送変電施設で完成・稼働している部分からは一定の定性的効果の発現が見られることから、それをもってインパクトの判断に加味することとした。一方で、本事業で整備されたほとんどの施設の稼働が2016/17年度³からであるため、本事業のマクロレベルでの定量的インパクトの測定は困難であった。
- (2) 本事後評価では、以下の要因により評価実施に必要な情報の一部収集が困難であり、限られた情報から評価判断を行う必要が生じた。
 - ・2014年6月のテランガナ州誕生に伴い、本事業の実施機関はAPTRANSCOから分離されたTSTRANSCOとなった。そのため、事後評価時、実施機関分離以前の評価実施に必要な一部の情報収集が困難となった。
 - ・本事業では変電所建設地や送電線経路の変更など事業スコープが一部変更されたが、変更理由をサポートする情報が十分に収集できず、現在の関連変電所稼働状況等から結果適否を判断せざるを得ない部分があった。
 - ・実施機関では本事業の事業費を一元的に管理する体制が整備されておらず、詳細事業費の情報収集が困難となった。また、本事業が2018年5月に完了したことなどに伴い、事後評価時点では一部調達パッケージで最終支払額が未確定であったため、支払い予測額をベースに実績事業費を積算せざるを得なかった。

³ TSTRANSCOの事業年度は4月から3月。

3. 評価結果（レーティング：A⁴）

3.1 妥当性（レーティング：③⁵）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時点におけるインド政府の開発計画である「第10次5カ年計画（2002年4月～2007年3月）」では、新規電源開発、送配電網整備を重視し、同計画終了までに41,110MWの新規電源開発を行うとともに、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に電力を供給するために、全国で高圧送電網を増強するとしていた。また、当時の中央政権の共通綱領（2004年5月）でも、電力等のインフラ整備は最優先課題とされていた。アンドラ・プラデシュ州（審査時）では、電力供給体制の効率化を図るため電力セクター改革を実施し、電力設備強化を推進することにより送配電ロス削減等に取り組んでいた。

事後評価時では、同国の2017年4月からの「3カ年行動アジェンダ（2017/18～2019/20年）」において、電力セクターは経済成長・発展の主な推進役の一つとされ、当該期間の行動アジェンダとして、発電能力増強及び送配電システム整備などが挙げられている⁶。本事業が実施されたテランガナ州では、2014年の州分離直後から電力事情改善を州の優先事項の一つと位置付け、インド中央政府と共同で「24×7 Power for All」イニシアティブを作成した。同イニシアティブでは、2018/19年度までに、全電力消費者に対して1日24時間の電力供給、2020/21年度までに電力の州内自給を目標として、既存や将来の電力需要増加に応えるために、発電能力強化、送配電網整備強化などが求められている。

以上のとおり、本事業は審査時及び事後評価時のインド政府の開発計画、事後評価時のテランガナ州の電力セクター政策と整合性を有していると認められる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

事業審査時、ハイデラバード都市圏では、著しいハイテク産業等集積など経済活動の活発化に伴うオフィスビルや工場の増加、人口増加（2001年の550万人から2003年には630万人）により、ピーク時電力需要が2001年以降の4年間で年平均7%増加し、更に2006年以降の5年間で年平均11%の伸びが予想されていた。この急増する電力需要に対応するために、旧アンドラ・プラデシュ州では、積極的な電力開発によりピーク時電力供給量を2011年度までに2005年度比で倍増させる計画を立てたほか、増加する発電電力を安定供給するために、特に電力需要の伸びが高いと見込まれていたハイデラバード都市圏における送変電網の能力増強が必要であった。

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁶ インド政府は、従来の5カ年計画を第12次5カ年計画（2012年4月～2017年3月）で終了し、その代わりとして、2017年より15年ビジョン（2017/18～2031/32）、7カ年戦略（2017/18～2023/24）、3カ年行動アジェンダ（2017/18～2019/20）の新たな枠組みを設定することにした。15年ビジョン及び7カ年戦略は事後評価時では策定作業中である。

事後評価時、ハイデラバード都市圏では、州政府の積極的な企業誘致インセンティブ提供や電力事情等インフラ状況改善⁷により、工業団地建設やIT産業、製造業等の新規企業参入など、経済活動が活発化しており、それに伴い人口も2005年の640万人から2015年には894万人に増加している⁸。当該地域のピーク時電力需要は2014/15年度以降、年平均7.4%増加しており(表1)、この増加に対応するために、当該地域の送電施設設備は大幅に拡張されている(表2)。2018年には当該地域の人口が約940万人になることが見込まれており⁹、当該地域で引き続き安定的で信頼性の高い電力供給を実現するためには、継続的な送変電施設整備が必要となっている。

表1 ハイデラバード都市圏のピーク時電力需給ギャップ

年度	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
ピーク時電力需要量(MW)	2,261	2,497	2,586	2,796
ピーク時電力供給量(MW)	2,261	2,497	2,586	2,796
需給ギャップ(%)	0	0	0	0

出所：実施機関提供資料

表2 ハイデラバード都市圏の送変電施設推移

年度	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
送電線総延長(ckm ¹⁰)	632	985	1,314	1,396
送電変電所変圧器容量(MVA)	1,696	2,436	3,236	3,336

出所：実施機関提供資料

以上のように、審査時及び事後評価時においても、ハイデラバード都市圏の電力需要は高く、安定的な電力供給を図るためには継続的な送変電網増強の必要性が高いことから、本事業の必要性は事後評価時点でも認められる。

⁷ 2014年の州分離時には、約26%の電力需給ギャップが発生しており、産業向けの電力供給は週に2日停止、また計画停電が農村部では1日に9時間、都市部では1日6時間実施されていた。州電力省への聞き取り調査からは、新州になってから、電力事情改善が州の優先事項の一つに位置付けられ、発電、送電、配電公社間の十分な調整、電力需要予測に沿った発電、送電、配電能力の計画的増強、隣接州からの長期電力売買契約締結、短期的な解決策として州内政府系企業からの電力買取などを実施したことにより、2015/16年度にはハイデラバード市で1日24時間の電力供給が可能となり、2015/16年度からは電力需給ギャップが解消、更に2018年1月から農村部に対しても1日24時間の電力供給が開始されるなど、テランガナ州全体の電力供給事情は大幅に改善されている。

⁸ 出所：<http://worldpopulationreview.com/world-cities/hyderabad-population>。アクセス2018年4月30日。

⁹ 出所：<http://population.city/india/hyderabad/>。アクセス2018年8月13日。

¹⁰ Circuit Kilometer、回線の延長距離(km)

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時における日本の対インド国別援助計画（2006年5月）では、経済の成長促進を一つの重点目標と設定し、インドの投資環境改善を通じた民間投資主導の経済成長に資するインフラ整備の支援、具体的には電力・運輸セクターへの支援に重点を置くことにしていた。そのうち、電力セクターへの支援として、①電力供給量増大のための電源開発、②電力供給の安定化・効率的供給のための送配電網整備、③電力分野における事業効果改善を目的とした組織改革、人材育成等のキャパシティ・ビルディングの充実、が挙げられていた。また、JICA（旧JBIC）の海外経済協力業務実施方針（2005年4月～2008年9月）では、全体の支援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、対インドの重点分野として経済インフラの整備が挙げられていた。さらに、JICA（旧JBIC）の2006年度インド国別業務実施方針でも、電力セクターは対インド支援の主要セクターに位置付けられ、①電力供給量増大のための新規電源開発及び電力供給の安定化を目的とした送配電網整備、②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等を支援することとしていた。本事業は、ハイデラバード都市圏で能力増強が必要となっていた送変電網整備、経済インフラ整備を通じた経済成長の推進を目的とするものであり、審査時の日本の援助政策と整合性を有していたと判断される。

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 効率性（レーティング：②）

3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画及び実績を表3に示す。審査時想定された計画アウトプットと実績の比較では、①変電所建設数は計画と実績で差異なし（いずれも8カ所）、②変電所建設地が2カ所変更、③変電所の変圧器容量が7変電所で変更され、計画総容量1,000MVAに対し実績1,540MVA（計画比154%）、④送電線経路では、6経路で接続変電所の変更、2経路がキャンセル、3経路が追加となり、計画送電線距離130ckmに対して実績131.177ckm（計画比101%）、⑤変電所給電口増設は、設置変電所は異なるが計画の4カ所に対して実績4カ所（計画どおり）であった。また、コンサルティング・サービスはキャンセルされた。

表 3 主なアウトプットの計画及び実績

項目	計画	実績
変電所建設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 220/132kV 変電所:2カ所 ・ 220/33kV 変電所:1カ所 ・ 132/33kV 変電所:5カ所 ・ 総変圧器容量:1,000MVA 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左(変電所建設地が2カ所変更) ・ 総変圧器容量:1,540MVA
送電線建設 ¹¹	<ul style="list-style-type: none"> ・ 220kV 送電線:3経路 ・ 132kV 送電線:7経路 ・ 送電線総距離:130ckm 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 220kV 送電線:3経路(うち2経路で接続変電所変更) ・ 132kV 送電線:8経路(うち、2経路がキャンセル、4経路で接続変電所変更、3経路が追加) ・ 送電線総距離:131.177ckm
既設変電所の給電口の増設	4カ所	同左
コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・ GIS 機器¹²の保守技術取得を目的とした海外渡航研修 ・ 総合品質管理(Total Quality Management(TQM))の試験的導入 	キャンセル

出所：実施機関提供資料

主要な変更点及びその変更理由は、以下のとおりである¹³。

- ・ 132/33kV 変電所 2カ所の建設地変更要因は、①ミララム・フィルターベッド地区の変電所建設予定地が安全面の観点から使用不可となり、それに伴い電力需要が増加していた別地区に変電所建設地を変更したこと、及び②当初予定していたオスマニア大学での変電所建設が別資金により実施されることになり、近隣地域で電力需要が増加している場所に変電所建設地を変更したことである。
- ・ 8変電所のうち7変電所で設置変圧器容量が増加された要因は、ハイデラバード市の増加する電力需要に対応するために、市内の220/132kV及び132/32kV変電所の変圧器定格容量を実施期間中にそれぞれ160MVA及び80MVAに増加したことによるものである。
- ・ 送電線経路で2経路がキャンセルとなった理由は、上記変電所建設地変更に伴い、当初計画変電所に接続予定であった送電線敷設が不要になったことによるものである。また、6経路で接続変電所の変更、3経路が新たに追加となっているが、これは上記変電所建設地が変更になったことに加え、本事業実施期間中に事業対象地域で電力需要の変化に応じて本事業以外での変電所・送電線設備の増強が実施されたことにより、当該地域の送変電システムの信頼性を高め、

¹¹ 本事業の対象地域は都心部で住宅密集地であったことから、新設した送電線のほとんどが既存の道路沿いに埋設する地中送電線とされた。

¹² GIS 機器 (Gas Insulated Switchgear) とは、変電所内の遮断器や断路器などを金属製の容器に密閉しガスにより絶縁する設備であり、従来型の変電所建設よりも省スペース化が可能。

¹³ いずれも実施機関への聞き取り調査より。

かつ効率的な送変電システムを形成するために行われたものである。

- ・ コンサルティング・サービスとして、①GIS 機器の保守技術取得等を目的とした海外渡航研修、②TQM の導入が予定されていたが、いずれも実施されなかった。実施機関によれば、これらがキャンセルされた理由は以下のとおりであった。
 - GIS 機器保守技術のための海外渡航研修：GIS 機器のサプライヤーが、機材調達契約の一部として、海外で GIS 機器保守技術に関する研修を提供したためである¹⁴。
 - TQM の試験的導入：TQM 導入がキャンセルされた明確な理由を確認することができなかった。しかし、実施機関や JICA の聞き取り調査から判断すると、この取り止めは実施機関が TQM は自身で実施可能でありコンサルティング・サービスの必要性を感じていなかったことに起因すると考えられる。実施機関側の認識では、TQM 導入のコンサルティング・サービスを不要とした理由として、品質管理に関する専門部署（Quality Control Wing）¹⁵を拡充させていたことや、送電網設備計画策定においても電力需要等過去のデータを考慮した計画策定を実施しており、組織体制・能力は十分であることを挙げていた。

本事業は、対象地域の電力需要動向の変化に対応した送変電システム全体の整備と並行して実施された。そのため、事業スコープの変更は、変電所建設予定地の用地取得が出来なかったことなど本事業固有の要因に加え、対象地域の電力需要動向変化に対応し、信頼性が高く効率的な送変電システムの形成を考慮して行われたものであり、適切であったと判断される。なお、現状の事業対象地域の変電所稼働状況や電力供給状況などに問題はなく、下記有効性・インパクトの項で説明するように、事業対象地域では質・量ともに信頼性の高い電力が供給されている。

¹⁴ 韓国で 8 日間、8 名の技術者、フランスで約 2 週間、4 名の技術者が実施機関から参加し、GIS 機器の検査方法、維持管理方法、緊急時の対応等に関する座学や現場での研修を受講した。

¹⁵ 当該部署は、プロジェクトで調達した資機材状況や工事状況のランダム検査や資機材サプライヤーの調査を実施する。当該部署による検査結果は実施機関の副専務理事（Joint Management Director）に直接報告され、課題等が発見された場合には、担当部署にフィードバックされ業務改善が実施されるという仕組みが構築されている。



GIS ユニット(パティガダ変電所)



バルカンペット変電所の制御盤

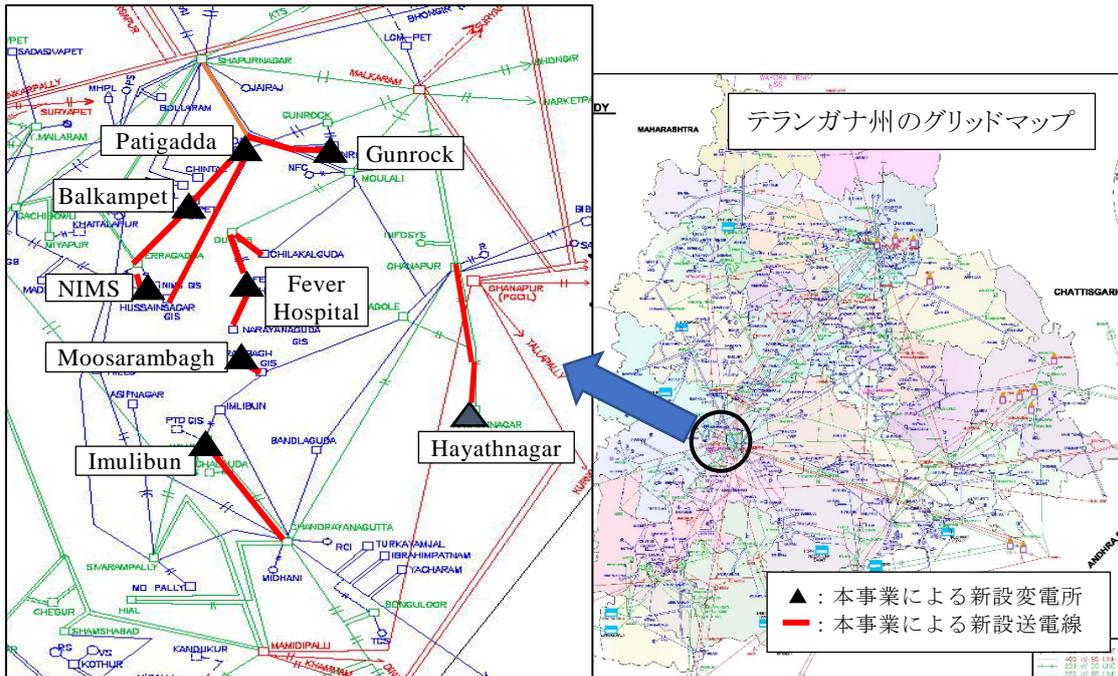


220kV 送電線
(ハヤサナガール～
ガナプール変電所間)

また、計画されていたコンサルティング・サービスのキャンセルについて、①の GIS 機器の保守技術取得に係る海外研修については、機材サプライヤーから GIS 機材調達契約の一部として研修が提供されたこと、これまで GIS 機器の保守維持管理に関して特に問題が発生していないことから問題はないと認められる。一方、②の TQM の試験的導入¹⁶については、前述のように明確な取り止め理由が確認できなかったが、本事後評価実施に際し、事業費詳細など、事業モニタリングにより定期的に分析されているべきデータの収集が容易でないなど、効率的な組織運営に必要とされる結果や客観的事実に基づく業務運営や組織内のコミュニケーションの重要性が職員間で十分に認識され、組織として機能する体制が十分に構築されているとは言えない状況であると考えられる。TQM に係るコンサルティング・サービスが実施されなかったことをもって、事業効果やインパクトの発現、事業持続性が阻害されたとは言えないものの、今後実施機関の組織運営管理向上を図っていくためには、全職員を巻き込んで部署間のコミュニケーションの推進や結果や客観的事実に基づく業務運営の強化に努める必要があると考えられる。なお、実施機関では 2017/18 年度から SAP¹⁷の計画/維持管理、建設、財務、品質管理に係るモジュールを導入して結果や客観的事実に基づく業務運営強化を図っている。

¹⁶ 本事業で当初期待されていた TQM の試験的導入は、各部署での業務目標の設定やその目標の自主的達成による業績改善を図るための組織能力構築を通じた組織体制強化を目的としていた。

¹⁷ SAP とはドイツ SAP 社が出している業務プロセスを改革するための基幹業務システムパッケージ。



出所：実施機関提供資料

図 1 本事業で建設された変電所、送電線位置図

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、当初計画では 30,123 百万円（うち円借款部分は 23,697 百万円）であったのに対し、実際の総事業費は 23,922 百万円（うち円借款部分は 15,999 百万円）と計画内に収まった（対計画比 79%）¹⁸。なお、実施されなかったコンサルティング・サービスを除く事業費の比較では、計画事業費 30,074 百万円に対し、実績は 23,922 百万円であり、計画に比して 80%であった。

総事業費減少の主な原因は、入札の結果 GIS 機器の調達計画見積もりよりも低く抑えられたこと、外貨交換レートの変動¹⁹などによるものである。なお、円借款分が計画比 68%となったが、これは、上記総額減少理由に加え、円借款貸付実行期限が 2015 年 12 月に到来したことに伴い、これ以降の支払いについては、審査時に円借款貸付対象となっていた送電線敷設工事費などの一部を実施機関が負担したことによるものである。

なお事業監理や事後評価に必要となる事業費や運用効果指標実績の関連データ等について、審査時に JICA との合意事項として実施機関が収集すべきものとさ

¹⁸ 事業完了が 2018 年 5 月であることから、事後評価時には、総事業費に未確定部分が存在した。そのため、予想額を基に実績総事業費を算出した。

¹⁹ 為替レートは、審査時には 1 インドルピー＝2.52 円であったのに対し、事業期間（2007 年 3 月～2018 年 5 月）の平均為替レートでは 1 インドルピー＝2.02 円であった。なお、借款契約（L/A）調印から貸付実行期間終了まで（2015 年 12 月）の平均為替レートでは 1 インドルピー＝2.18 円。

れているが、実施機関では実施機関負担分を含む本事業の事業費全体を一元的に管理する体制が整備されておらず、今次事後評価時に詳細事業費の収集が困難となった。JICA は実施機関に対して事業監理の一環として必要データの収集方法整備などを依頼していたが、結局実施機関は対応していなかった。また、2014 年に実施機関が分離した際に、JICA は実施機関に対して審査時合意事項が滞りなく引き継がれるように働きかけたが、本事業を実施する部署スタッフが交代となるなど、引継ぎが十分に為されなかったことも、必要なデータ収集が実施されていなかった要因として考えられる。

3.2.2.2 事業期間

計画事業期間は、2007 年 3 月（借款契約調印）から 2010 年 12 月（建設工事完了）までの 46 カ月であったのに対し、実績事業期間は 2007 年 3 月から 2018 年 5 月までの 135 カ月であり、計画を大幅に上回った（計画比 293%）。項目別では、入札・契約に係る事業期間が計画の 27 カ月から実績では 96 カ月と計画比 69 カ月の遅れ、建設工事に係る事業期間が計画の 31 カ月に対して実績では 100 カ月と計画比 69 カ月の遅れとなった（表 4）。

表 4 事業期間の計画・実績比較

項目	計画	実績
借款契約調印	2007 年 3 月	2007 年 3 月
入札・契約	2007 年 4 月～2009 年 6 月(27 カ月)	2007 年 4 月～2015 年 3 月(96 カ月)
建設工事	2008 年 6 月～2010 年 12 月(31 カ月)	2010 年 2 月～2018 年 5 月(100 カ月)

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

実施機関や JICA からの聞き取りから、事業遅延要因が以下のとおり確認された。

（1）変電所建設コントラクターの再入札による遅れ

5 変電所建設で契約した 3 コントラクターによる工事進捗状況が芳しくなかったため契約を解除し、新コントラクター調達のための再入札を行い、新コントラクターにより工事が完了されたため、当該変電所の建設に約 3 年の遅延が発生した。

（2）地下送電線敷設に必要な道路切掘許可取得遅延による遅れ

地下送電線敷設には、道路所管機関等からの道路切掘許可の取得が必要となる。当初計画では地下送電線敷設工期は一律 1 年とされていた。しかし、雨季期間（6 月～10 月）やイベント、祭礼等の開催時には道路切掘許可が発出されないため、その期間に工期が重なった場合、道路切掘許可待ちにより工期が遅延した。また、

工事予定の道路事情や道路周辺状況により許可取得が長期化した。それに加え、事業期間中の変電所建設地変更や送電線敷設経路変更により道路切掘許可再申請の必要性が生じ、さらに遅延要因となった。

(3) 2014年の州分割の影響

2014年の州分割やそれに伴う関係省庁の分割により、2012～2015年は州分割のための移行期間と位置付けられ、同期間中は、実施機関を含む関係省庁では、州分割に伴う組織体制変更等の移行事務手続きが最優先課題とされた。それに伴い、上記の道路切掘許可発出の遅延や実施機関内で重要な意思決定がなされなかったことが遅延につながった。

(4) 変電所建設予定地変更及び用地取得遅延による遅れ

変電所建設を予定していたミララム・フィルターベッド地区で、建設コントラクター調達決定後、安全面の理由から変電所建設予定地の使用許可がキャンセルされたことにより、電力需要の多いニムス地区に変電所建設地が変更となった。それに伴い、建設コントラクター調達入札の再実施をしたことで当該変電所建設に約1年強の遅延が発生した。また、ムサランバ変電所建設用地として取得予定としていた土地が、土地所有者の都合で利用不可となり、結果として近隣の別の土地が割り当てられたことで約2年の遅延が発生した。

(5) 調達手続きに係る遅れ

入札・契約に係る実績期間が当初計画よりも大幅に超過したが、上記(1)～(4)に記載した変電所建設コントラクターの再入札による遅延、道路切掘許可取得遅延、2014年の州分割の影響や変電所建設用地取得遅延に加え、事業スキームの頻繁な変更、実施機関内の人事異動による実務担当者交代により、内部プロセスやJICAへの調達に係る同意プロセスに予想以上に時間を要したことにより遅延が生じた。JICAでは、円借款調達手続きが円滑に進むよう、実施機関に対して同手続きに係るセミナーや研修を実施し、実施機関の同手続きに係る知識向上に努めたが、結果として上述理由により調達手続きで遅延が発生した。

事業遅延の主な要因の多くは実施機関ではコントロールできず回避が難しいものであったと考えられる。一方、道路切掘許可取得に係る遅延に関し、雨季期間は道路切掘作業ができないことや道路事情や道路周辺状況に応じて関係機関からの許可発出期間が長期化することなどは事前に想定されることであり、送電線敷設に係る予定工期を一律同期間とすることは現実的な計画設定と言えない。そのため、切掘予定の道路状況や周辺環境などに応じて、道路切掘許可取得期間や工期をより現実的な計画にする必要があったと考えられる。

3.2.3 内部収益率（参考数値）²⁰

（1）財務的内部収益率（FIRR）

審査時には FIRR は 2.8%とされていた。本事業評価時で FIRR の再計算を試みたところ、再計算後の FIRR は 4.5%となり審査時を上回った。これは、審査時には、便益である送電収入増加を事業完了年度翌年から計上して FIRR が算出されていたが、再計算では、実績に合わせて本事業により建設された変電所の稼働年から便益として計上して FIRR を算出したことによる。なお、審査時の計算時に便益として算入されていた送電ロス減少による配電会社からのインセンティブ収入につき、実施機関及びテランガナ州電力規制委員会に確認したところ、現在そのような制度は無いとのことであったため、再計算では当該インセンティブ収入は算入していない。なお、審査時及び事後評価時の FIRR 算出の前提条件は以下のとおりであった。

表 5 本事業の FIRR 試算前提条件

	審査時	事後評価時
費用	事業費、運営・維持管理費	審査時に同じ
便益	送電収入の増加、送電ロスの削減	送電収入の増加 ²¹
プロジェクトライフ	借款契約締結後 30 年	審査時に同じ

出所：JICA 提供資料

（2）経済的内部収益率（EIRR）

審査時には EIRR は 6.0%とされていた。本事後評価で EIRR の再計算を試みたところ EIRR は 8.5%となり審査時を上回った。これは、審査時には本事業の便益である送電収入増加及び送電ロス削減を事業完了年度翌年から計上して EIRR が算出されていたが、再計算では、実績に合わせて本事業で建設された変電所の稼働年から計上して EIRR を算出したことによる。なお、審査時及び事後評価時の EIRR 算出の前提条件は以下のとおりであった。

費用：事業費（税金を除く）、運営・維持管理費

便益：送電収入の増加²²、送電ロスの削減

プロジェクトライフ：借款契約締結後 30 年

²⁰ 内部収益率計算にあたり、事業費が事後評価時に確定していなかったことから事業費総額のうち未払い分については 2018/19 年度に計上した。また、年度別/項目別/通貨別の実績事業費データが収集できなかったため、支出年度情報が得られていない項目については支出年度が判明している項目の金額をベースに割り振った。さらに、2014 年に実施機関が分離されたため、分離以前のデータについては、州電力規制委員会の TSTRANSCO の送電手数料を定めている文書である AAR and Determination of Transmission Charges for the Balance Period for 3rd Control Period FY2017-18 and FY 2018-19 で利用されている電力配分比率 53.89%を利用して分割した。

²¹ 審査時では、本事業投資額の回収を可能とする送電手数料を設定し、それを基に送電収入増加分を便益として FIRR が算出されていた。実際の送電手数料は本事業以外の要素も踏まえて設定されており、本事業による送電手数料及び送電収入の増加分を入手可能な情報から把握することは不可能であった。このため、事後評価時の FIRR 再計算では、投資額に対する一定の回収額を設定して便益と仮定して算出を行った。

²² 注 21 参照。

以上より、事業費は計画内に収まったものの、事業期間は計画を大幅に上回ったことから、本事業の効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト²³（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）

本事業の運用・効果指標の基準値、目標値及び実績値は以下の表 6 のとおりである。なお、運用効果指標の目標値は事業完成 2 年後となっているが、評価の制約で述べたように、本事業は事後評価期間中の 2018 年 5 月に完了していること、2017/18 年度までに本事業により整備された 8 変電所のうち 7 変電所が稼働していたことから、この稼働 7 変電所での事業完了直前 3 年度の実績値を用いて定量的効果を確認した²⁴。

表 6 運用効果指標の達成状況

	基準値	目標値	実績値		
	2006/7 年度	2012/13 年度	2015/16 年度	2016/17 年度	2017/18 年度
		事業完成 2 年後	事業完成年 3 年前	事業完成 2 年前	事業完成 1 年前
電圧変動率(%)	±6.87	±4.09	+3～-1.5	+3～-1.5	+3～-1.5
変圧器の平均稼働率 (%) (注 1)	53.26 (220kV)	69.94 (220kV)	70.0 (220kV)	65.0 (220kV)	64.8 (220kV)
	59.92 (132kV)	56.10 (132kV)	45.5 (132kV)	41.0 (132kV)	44.9 (132kV)
停電回数(回)	71	20	2	5	3
送電ロス率(%) (注 2)	4.35	4.0	3.13	3.37	3.25
電力供給量(GWh)	8,860	16,329	15,644	15,819	17,250

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注 1：本事業で整備した 8 変電所のうち、2017/18 年度までに稼働している 7 変電所における変圧器のピーク時設備稼働率の平均。

注 2：いずれの指標も本事業対象地における実績であるが、送電ロス率については、当該事業対象地域でのデータ把握が困難であったことから、テランガナ州全体でのデータを採用した。

(1) 電圧変動率

本事業で整備された変電所から送電される電圧の変動率は、2015/16 年度以降、プラス 3%～マイナス 1.5%で推移し、審査時の±6.87%に比して大幅に改善され、目標値である±4.09%を達成しており、電力供給の安定化が図られていると言える。なお、テランガナ州及び実施機関の基準では電圧変動許容基準率はおおよそ±

²³ 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。

²⁴ 2017/18 年度末時点で、エランガダ～ニムス変電所間送電線敷設工事の一部が関係機関からの道路切掘許可待ちにより実施中であり、同送電線が接続するニムス変電所（本事業対象）が未稼働な状態となっていた。2018 年 5 月に同送電線敷設工事が完了し、試験稼働後、当該変電所は同年 9 月より本格的に稼働を開始した。

10%以下であり、その基準も満たされている²⁵。

(2) 変圧器の平均稼働率

本事業で整備された変電所変圧器のピーク時の設備稼働率平均は、目標値である69.94%(220kV)及び56.10%(132kV)に対して、2017/18年度では64.8%(220kV)及び44.9%(132kV)と若干低い数字となっている。これは、事業対象地域での急激な電力需要増加を考慮し、数年以内で過負荷状態にならないよう大きめの変圧器を設置していることが主な要因であり、稼働中の7変電所は安定的な電力供給を実施していると言える²⁶。

(3) 停電回数

事業対象地域における年間停電回数は、審査時の71回に比べ、2015/16年度で2回、2016/17年度で5回、2017/18年度で3回と、大幅な改善が図られており、電力供給の信頼性が向上していると言える。このうち、送変電システムを原因とする停電の回数は、それぞれ2回、3回及び1回であった²⁷。なお、本事業で整備された送変電施設を原因とする停電は過去4年間で2017/18年度に1回発生したのみである²⁸。また、年間の停電時間も、2015/16年度は2時間、2016/17年度は4時間、2017/18年度は6時間となっている²⁹。なお、事業対象地域では2014/15年度までは1日6時間の計画停電が実施されていたが、2015/16年度から、計画停電は発生していない。

(4) 送電ロス率

送電ロス率は、事業対象地域の送電ロス率データ把握が困難であるため、州全体での送電ロス率を採用した。送電ロス率の目標値は4.0%のところ、2017/18年度では3.25%と大幅に改善されており目標が達成されている。新州設立以降送変電整備の大幅拡張が実施されたことが主因であり、本事業は送電ロス率改善の一部を担っていると考えられる。

²⁵ テランガナ州電力規制委員会の電圧変動許容基準は以下のとおり。①400kV：+5%～マイナス10%（420kV～360kV）、②220kV（+11.4%～マイナス10%（245kV～200kV）、③132kV：+9.8%～マイナス9.1%（145kV～120kV）、④33kV：+6.2%～マイナス10%（35kV～30kV）。

²⁶ インド中央電力庁（Central Electricity Authority）の計画ガイドラインでは、変電所が通常時60%超、ピーク時80%超で稼働している場合には、変圧器増強あるいは新変電所建設などの安定的電力供給を継続するための措置を検討することになっている。

²⁷ 送電システムを原因とする停電の主な要因として、送電線接続部分の不具合や地下送電線の他インフラ建設時の切断が実施機関から挙げられた。

²⁸ 2017年7月にイムリバン変電所に設置された変圧器1台が内部不具合により故障し、その際に短時間停電が発生した。

²⁹ 実施機関によれば、変電所施設は基本的には2系統による送電を実施していることから、仮に1系統が故障等の理由により停止しても長時間停電が発生することはないとのことであった。

(5) 電力供給量

事業対象地域への電力供給量は、2017/18 年度では 17,250GWh であり、目標値である 16,329GWh を上回っており、電力供給能力が向上されていると言える。

前述のように、2017/18 年度末時点で、送電線敷設工事の一部が実施中であったことに伴い、本事業により整備された 8 変電所のうち 7 変電所が稼働している状態であったが、全ての運用効果指標は事業完了予定年直前には達成されており、本事業が電力供給能力向上や電力供給の安定化に貢献していると言える。なお、実施機関によれば、当該未稼働変電所に起因する事業対象地域の電力供給量や電力信頼性・安定性への負の影響は発生していない。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

本事業の定性的効果を把握するにあたり、以下の 2 点を考慮し、電力供給能力向上及び電力供給の安定化について、本事業開始前と事業完了後の比較ではなく、本事業で新設された変電所稼働前後の比較により、本事業の定性的効果を把握することにした。

- 2014 年の州分離以降、本事業対象地域を含む州全体の電力供給状況が大幅に改善されており³⁰、本事業以外の外部要因による影響が大きいこと。
- 本事業で整備された変電所のほとんどが 2016 年度から稼働していること。

今次事後評価では、本事業で整備された変電所から直接受電しているテランガナ州南部配電公社の変電所 3 カ所及び受益が想定される大口電力需要家 8 件（たばこ製造業、製薬業、パッケージング業、印刷業、データセンター、病院、鉄道駅、下水処理場）への聞き取り調査を実施した³¹。需要家からは、本事業で整備した変電所の稼働前と比較して、①停電に関しては、従前は 30 分から 1 時間程度の停電が月 2～5 回、短時間停電³²は頻繁に発生していたが、現在では停電、短時間停電ともほとんど発生していない、②電圧変動³³については、従前は 2 カ月に 1 回程度から月複数回発生していたが現在はほとんど発生していない、③電力供給量は現在十分に確保されており現状の電力供給事情には満足している、との意見がほとんどであった。

また、テランガナ州南部配電公社によれば、本事業のみの効果は説明できないが、本事業を含むハイデラバード地域での送電網整備により、送電網の供給能力

³⁰ 注 7 参照。

³¹ 実施機関は全電力を配電会社に販売しており、大口需要家への電力直接販売は行っていない。そのため、聞き取り調査を実施した大口需要家は配電会社を通じて電力供給を受けている需要家である。

³² 需要家への聞き取り調査では、短時間停電を数秒間程度の短い時間の停電と定義した。

³³ 電圧変動発生時には、電気機器へ過度の電圧負荷をかけ電気機器の故障の原因となる。

が拡張され、以前頻繁に発生していた過負荷による電圧降下がほとんど発生しておらず、電力供給の安定性、信頼性は高まっているとのことであった。この結果は、上記の安定的で適切な負荷率での変電所稼働による安定的な電力供給及び電圧降下率の減少による電力供給信頼度向上を裏付けるものである。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

(1) 地域の経済発展

審査時に、定量的インパクト指標として①実質地域総生産、②海外直接投資額が挙げられていた。しかしながら、実質県総生産のデータは2015/16年度までしか利用可能でなく、また当該地域への海外直接投資額データの収集は困難であった。一方、本事業の事業完了は2018年5月であり、2015/16年度までに稼働したのは8変電所中2変電所にとどまることから、本事業の定量的インパクトを事後評価時点で確認することは難しいと判断される。

一方、本事業で整備された送変電設備は、本事業対象地域の変電所変圧器容量ベースで2017/18年度末には約46%（本事業整備容量1,540MVAに対し、全体容量は3,336MVA）を占めるなど、本事業対象地域における電力供給に重要な役割を占めている。地元商工会議所への聞き取り調査では、ハイデラバード都市圏は、ソフトウェアなどIT関連産業、商業施設、ホテル、縫製業、薬品業などを中心に国内外の新規企業の参入、それに伴う雇用拡大等経済活動が活性化されているということであった。それに対する本事業の貢献を明確にすることは難しいものの、事業対象地域における本事業の大きな役割を考慮すれば、本事業により建設された送変電設備を通じて、事業対象地域の電力供給の信頼性や安定性が改善され、それが地域の経済発展の下支えとなっているという認識であった。

また、大口電力需要家への聞き取り調査においても、「3.3.1.2 定性的効果」で述べたように、本事業による変電所新設により停電、短時間停電、電圧変動状況の大幅改善に伴い、企業生産性向上、製品やサービスの質の向上、燃料費節約など企業活動に対する好影響をもたらし、ひいては顧客数拡大、生産能力拡大、雇用増加など、地域経済発展に対して正のインパクトをもたらしていることが確認された。確認された地元企業活動、公共機関に対する具体的なインパクトは以下のとおりである。

- 停電、短時間停電時に生じていた生産ライン停止に伴う生産工程内の原材料等の損失減少、アイドル時間や生産ライン再稼働に要する時間節約などの生産性向上、
- 停電、短時間停電や電圧変動時に生じていた欠陥商品製造の減少、それに伴う製品納期遵守など製品・サービスの質向上、
- 自家発電機利用がほとんど無くなったことによる燃料費の節約、

- これらの企業活動への好影響を通じて、顧客や新販路拡大、生産量増加、生産ライン拡張による地元民を中心とした雇用増加、
- さらに、鉄道駅や下水処理場の公共機関では、停電、短時間停電減少に伴い、定刻どおりの電車運行³⁴や停電中の未処理汚水排出³⁵の減少など公共サービスの質の向上や環境保全への貢献が確認された。

このように、必ずしも本事業のみの効果だけではないものの、電力の安定供給、信頼性の向上を目的とした本事業が、当該地域のビジネス活動や経済発展に一定の貢献を果たしていると判断される。

(2) 地域の生活水準向上

関係機関や大口電力需要家への聞き取り調査より、安定的な電力供給達成により計画停電が無くなったことが、地域住民の生活環境改善に大きく貢献していることが確認された。つまり、従前は、計画停電により、人々には電気利用可能時間帯に家事や勉強等全てのことをしなければならぬプレッシャーがあったが、計画停電が無くなり生活活動可能時間が1日24時間になったことから、人々の日々の計画が容易になり生活環境が改善しているという意見が多くから確認された。本事業のみの効果ではないが、本事業により整備された送電網設備は、事業対象地域の安定的電力供給達成の一部を構成していると考えられる。

また、聞き取り調査を実施した大口電力需要家の中には、工場等近隣に職員用宿舎を有し、本事業実施後、工場等と同様に安定的で信頼性の高い電力を受け、電圧変動等による電気機器の故障リスクが減少したことにより、大型TVなどの高額家電の購入が増加し、人々の生活を豊かにしているということが確認された。

さらに、前述のように信頼性・安定性の高い電力供給を受けることにより、工場設備等を拡張し地元で雇用を創出している大口需要家も存在し、地域住民に所得増加機会を提供し、それにより地域住民の生活水準の向上に貢献している旨の意見が聞かれた。

このように、必ずしも本事業のみの効果だけではないものの、本事業による送電網設備強化を通じた電力の安定供給、信頼性向上は、当該対象地域住民の生活水準の向上に一定の貢献を果たしていると判断される。

³⁴ 駅職員への聞き取り調査によれば、列車通過のたびに、軌道の水清掃する必要があるが、停電発生時にはポンプが作動しないことから必要時に清掃ができず、列車が駅手前で待機することになり定刻発着の妨げとなっていた。

³⁵ 下水処理場職員への聞き取り調査によれば、停電発生時には、自動的に汚水の下水処理システムへの流入が止まり、近隣の川に未処理のまま流出し、川の汚染要因となっていた。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境への影響

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4月)でカテゴリ B に該当していた。実施機関によれば、本事業の工事期間中、実施機関職員が頻繁にプロジェクトサイトを訪問し、地下送電線敷設のための道路切堀作業により発生する騒音、振動、土砂流出状況をモニタリングし、問題になるような事象の発生は確認されなかったとのことであった。また、実施機関やハイデラバード市によれば、工事期間中の市民からの苦情も届いていないとのことであった。以上より、本事業による自然環境への負のインパクトは認められなかった。

(2) 用地取得及び住民移転

本事業では、変電所建設用地として合計 2.4ha の用地が取得されたが、いずれもハイデラバード市及び配電公社からの取得であり、住民移転及び取得費用は発生していない。

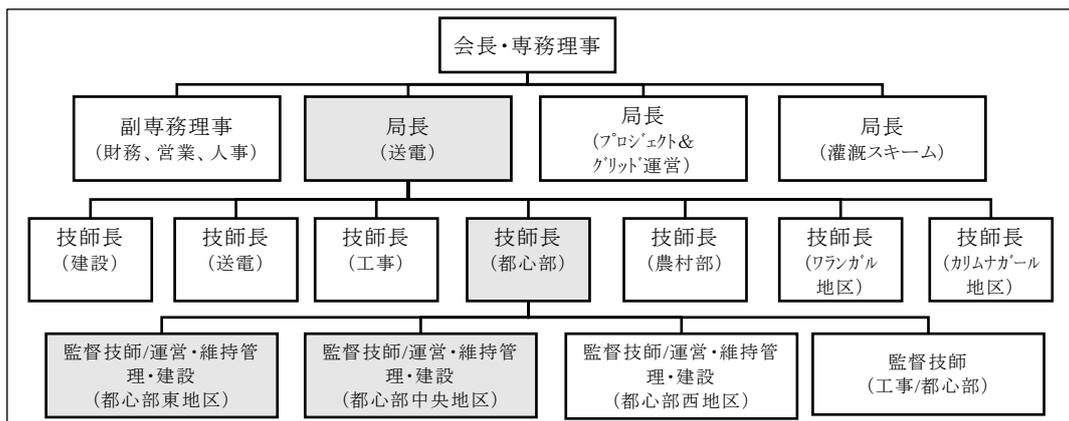
以上より、本事業実施によりおおむね計画どおりの効果の発現が見られ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 運営・維持管理の体制

本事業施設の運営・維持管理機関はテランガナ州送電公社（Transmission Corporation of Telangana Ltd. (TSTRANSCO)）である³⁶。本事業により整備された設備の運営・維持管理担当部署は、同公社の運営・維持管理・建設部門（Operation, Maintenance and Construction）の都心部東地区担当及び都心部中央地区担当である。各変電所には、維持管理担当技師補以下、4名の技術学位保有者、2～3名の技術学校卒業者（Industrial Training Institute 卒業）が配置され、変電施設や送電線の日常の運営・維持管理を行っている。各地区では、副地区技師をヘッドとして4～6名の保守従事者で構成される特別維持管理チーム（Special Maintenance Gang）が複数構成され、1チーム当たり2～3の変電所施設での日常点検以外の月・四半期・半年・年の定期点検を実施する。同様に、送電線の定期点検・維持管理は、各地区に所属する10～12名の保守技術者で構成される中央送電線維持管理チーム（Central Break Down Gang）が日常点検以外の点検・維持管理を実施する。実施機関によれば、運営・維持管理の従事職員数は十分に確保されており、人員不足から生じる維持管理の問題発生の懸念はないとの認識である。

³⁶ TSTRANSCO の職員数は技師、経理、事務スタッフを含め総勢約 1,900 名（2017/18 年度時点）。



出所：実施機関ウェブサイト (<https://www.tstransco.in>)

図 2 TSTRANSCO 組織図

本事業に係る送変電施設の運営・維持管理に係る組織体制や各部署の業務範囲は明確であり、事業施設の運営・維持管理を担当する部署の人員についても問題は認められないことから、運営・維持管理の体制面で問題はない。

3.4.2 運営・維持管理の技術

TSTRANSCO では、変電所職員が運営・維持管理マニュアルに沿って送変電施設の運営・維持管理を行っている。GIS 変電所に係るマニュアルは機材サプライヤー提供の機器運営マニュアルをそのまま利用している。機材サプライヤー提供のマニュアル利用でこれまでのところ支障は発生していないが、当該マニュアルには事故復旧の際に必要な作業が含まれていない。TSTRANSCO はこれまでに GIS 変電所の運営・維持管理経験を積んでいることから、その経験を踏まえた独自の GIS 変電所に係る運営維持管理マニュアルを構築することが望ましい。

本事業で整備された GIS 変電所の運営・維持管理に係る座学及び実施研修が、機材サプライヤーにより韓国及びフランスで実施され、延べ 12 名の技師が参加した。また、TSTRANSCO は、中央研修所 (Central Training Institution) を設け、様々な研修を職員に対して継続的に提供している。送変電施設の運営・維持管理に関し、中央研修所は、①変電所の全技術職員に対し、45 日間の送変電施設の予防保守に関する座学や現場での入門研修 (Induction Training) を実施しているほか、②送変電施設の保守・維持管理知識を更新するための 2~3 日間の現職者訓練 (In-Service Training) を全変電所技術職員に対し実施し、彼らは 5 年ごとにその研修を受講している。当該研修は年間を通じて継続的に実施され、1 回あたり 25~30 人程度が受講している。その中には、GIS 変電所維持管理に関するサプライヤーからの研修受講者を講師とする GIS 変電所の維持管理研修も含まれている。

また、安全に対する意識向上、事故時の適切な対応を職員間で共有するために、TSTRANSCO では、年 1 回変電所の技術職員を一同に集めた安全週間 (Safety Week)

を開催している。シニア技師が講師となり、機器の取扱い方、保守・維持管理に注意を要する事項、事故時の対応や実際に発生した事例を使って座学での講義が行われる。本部及び変電所施設での職員からの聞き取りでは、本部職員は変電所職員の技術スキルに満足している他、変電所の職員自身も自分たちの技術的スキルに自信を持って運営・維持管理業務に従事していることが確認された。

維持管理マニュアルが整備され、それに沿って維持管理が実施されていること、定期的な維持管理能力向上のための研修が実施されていることや、変電所職員も自身の技術スキルに自信を持って維持管理に従事していることから、技術面での問題は認められない。

3.4.3 運営・維持管理の財務

実施機関の送変電設備に係る運営・維持管理予算は、送電線回線距離と変電所給電口数をベースに計算され、3対7の割合で送電線と変電所の運営・維持管理予算に割り振られる。表7は、過去4年間のTSTRANSCOの運営・維持管理に係る予算とその実績である。実績が予算を上回っている年度もあるが、実施機関へのヒアリングでは、予算超過の場合には他予算からの再配分により対応されており、維持管理予算は十分確保されているとのことであった。

表7 TSTRANSCO全体の運営維持管理費用

単位：10百万ルピー

年度	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18
予算	294.7	385.3	420.1	564.5
実績	293.1	386.7	415.2	524.3

出所：実施機関提供資料

2014/15年度からの3年間のTSTRANSCOの主要財務指標は表8のとおりである。過去3年間の送変電設備拡充に必要な資金の多くを借入金で調達していることから、2014/15年度から2016/17年度にかけて負債・資本比率や自己資本比率はそれぞれ3.41倍から5.08倍、22.7%から16.4%に悪化している。一方でインタレスト・カバレッジ・レシオ³⁷が2016/17年度で1.74倍であることから、借入利息返済能力に問題は認められない。収益性では、総資産収益率や自己資本利益率が2014/15年度から2016/17年度にかけて、それぞれ0.93%から2.13%、4.1%から12.82%に改善されており、収益性は確保されている。

テランガナ州の送電手数料水準は、テランガナ州電力規制委員会により基本5年ごとに見直しが行われている。送電手数料はTSTRANSCOの業務費用と配電会社に

³⁷ 金融費用に対する事業利益の比率であり、主に企業の利子支払能力を測定するために使われる財務分析上の指標の一つ。

対する送電量を基にして料金体系が決定されることから、TSTRANSCO は一定の利益水準を確保できるような料金体系になっている。送電手数料は2014年の州分離前に2018年度までの手数料体系が決定され、2017年5月に州分離後の状況を反映するために見直しを実施されており、次の手数料体系見直しは2019/20年度の予定である。

以上のことから、運営・維持管理における財務面での問題は認められない。

表 8 TSTRANSCO の主要財務指標

単位：10 百万ルピー

年度	2014/15	2015/16	2016/17
流動比率(倍)	0.74	0.68	0.70
負債資本比率(倍)	3.41	4.15	5.08
自己資本比率(%)	22.7	19.4	16.4
インタレスト・カバレッジ・レシオ(倍)	1.46	1.59	1.74
総資産利益率(%)	0.93	1.45	2.13
自己資本利益率(%)	4.10	7.61	12.82
送電収入	655.25	928.61	1,416.79
金融費用	152.28	234.97	353.59
税引前利益	69.57	139.27	261.32

出所：TSTRANSCO 財務諸表(2014/15年度、2015/16年度、2016/17年度)より評価者作成。

注1：財務諸表(2014/15年度)は、TSTRANSCO 設立後の2014年5月29日から2015年3月31日を対象としている。

注2：財務諸表(2014/15年度及び2015/16年度)は監査済みであるが、財務諸表(2016/17年度)は未監査のため暫定財務諸表のデータを利用。

3.4.4 運営・維持管理の状況

本事業により整備された施設、機材の維持管理は良好である。本事業で整備された施設のうちイムリバン変電所の2台の変圧器のうち1台が内部不具合により故障したが、当該変電所はもう1台の変圧器が稼働率45%程度で適切に稼働中である。なお、故障によりメーカーから無償交換された変圧器は、電力需要が増加して変圧器拡張が必要となっている別変電所に設置され、イムリバン変電所には新たな変圧器が後日設置される予定となっている。この対応は送電システム全体の安定的な電力供給、効率的な送変電システムの構築を最優先に考え、当該変電所よりも変圧器拡張の緊急性が高い変電所に代替変圧器を設置しており、適切な対応と考えられる。

変電所施設の保守業務は、日常保守から、週・月・4半期・半年・1年の6段階により実施されている。日常保守及び週保守は変電所オペレータ、月・4半期・半年・1年の保守は特別維持管理チームにより実施される。また、送電線施設は毎月中央送電線維持管理チームが担当する。定期点検の内容は表9のとおりである。

表 9 定期点検状況

施設	頻度	内容
送電線	月	地下送電線経路の舗装状態目視
	4 半期	架空送電線の目視、鉄塔施設清掃、熱探知カメラによる送電線チェック
変電所	日	施設目視、稼働状況データ収集
	週	シリカゲルチェック、計器用変圧器チェック、ブレーカー清掃
	月	断路器清掃、遮断機清掃、変流器清掃、変圧器油圧チェック
	四半期	断路器テスト、遮断機テスト
	半期	変圧器オイルチェック
	年	変圧器オイル交換、リレー設備テスト、変圧器容量テスト

出所：実施機関提供資料

以上より、本事業の運営・維持管理に係る、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、ハイデラバード市及び隣接する地域において、送変電網の増強を行うことにより、電力供給能力の向上及び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いた。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。事業費は計画内に収まったものの、事業期間に変電所建設コントラクターの再入札、地下送電線敷設に必要な道路切掘許可取得遅延、2014 年の州分割の影響、変電所建設予定地変更や用地取得遅延による遅れ、調達手続きに係る遅れなどにより計画を上回ったため、効率性は中程度である。本事業により新設された変電所の稼働状況は良好であり、電圧変動率、停電回数、送電ロス率は減少し電力供給量が増加するなど、電力供給能力向上、電力供給安定化、信頼性向上といった事業目的は達成されている。また、ハイデラバード都市圏のビジネス活動や経済発展、雇用創出、地域住民の生活水準向上に対しても一定の貢献が認められる。したがって、有効性・インパクトは高いと判断される。本事業で整備された変電所施設や送電施設の運営・維持管理状況は良好であり、運営・維持管理における実施機関の体制、技術、財務、状況ともに問題なく、持続性は高いと認められる。

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

(1) GIS 変電所の維持管理に関するマニュアル

実施機関では、GIS 変電所の保守維持管理に際し、サプライヤーから提供された機材運営維持管理マニュアルに沿って業務を実施している。実施機関では GIS 変電所を導入してから複数年を経過し、GIS 変電所維持管理の経験を十分に積んでいる

ことから、これまでの実際の経験や不具合実例などを踏まえた GIS 変電所維持管理マニュアルを独自に作成することが望ましい。

(2) 組織体制の更なる強化

本事業では、組織能力強化のための TQM の試験的導入にかかるコンサルティング・サービスが事業計画に含まれていたが、同サービスは実施されなかった。本事後評価実施に際し、事業費詳細、事業効果など事業モニタリングにより定期的に分析されているべきデータの収集が容易でないなど、効率的な組織運営に必要とされる部署間の適切なコミュニケーションや、結果や客観的事実に基づく業務運営が、必ずしも職員の間で十分に認識され、組織として機能する体制が十分に構築されているとは言えない状況と考えられる。実施機関では 2017/18 年度より SAP の計画/運営維持管理、建築、財務、品質管理に係るモジュールを導入して結果や客観的事実に基づく業務運営強化を開始しているところであり、同システムを積極的に活用して業務運営の強化を図っていくことが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

(1) 都市部インフラ整備案件における現実的な事業実施スケジュールの検討

本事業では事業期間が大幅に計画を上回った（計画比 293%）。その主な要因の一つとして、地下送電線敷設工事の際に必要な関係機関からの道路切掘許可取得に予定以上に時間を要したことが挙げられる。本事業では、ハイデラバード市のインフラ整備関係機関が集まり市内インフラ整備の調整を行う委員会が毎月開催され、関係機関間で十分な情報共有が図られていたが、個々の道路切掘許可取得の際には一部で大幅な遅延が発生した。都市部インフラ整備案件では複数関係機関との調整や許認可取得の必要性が高く、それに必要以上に時間を費やされて事業遅延するケースが多い。そのため、このような案件実施に際しては、事業審査段階において、対象地域に係る関係機関調整の複雑性やその実践性、工事予定経路周辺事情等を十分に把握したうえで、関係機関間の情報共有推進だけでなく現実的な工期設定など事業遅延リスク回避に係る方策を検討することが望ましい。

(2) 実施機関の変更後の事業監理の在り方

本事業では、2014 年の州分割に伴い実施機関も分割された。実施機関分割前から事業費詳細や運用効果指標などの事業関連データ収集に係る体制が十分に整備されていなかったが、分割に伴い本事業実施を担当する部署スタッフが変更となり、引継ぎが十分になされなかったことが、事後評価に際して、データ収集をより困難とさせた。実施

機関変更時における JICA と実施機関との合意事項等の引継ぎは一義的には実施機関に任されているところである。しかし、本事業のように担当スタッフが変更となり、かつ十分な引継ぎがなされないケースもある。そのため、実施機関分割/変更に際して、早い段階から事業監理に必要となる事業の関連データや運用効果指標の収集方法・体制など従前の機関間で合意した事項の引継ぎ状況を確認し、事業監理に必要となる事業関連データの収集方法・体制の構築や定期的なモニタリング実施を実施機関に促し、実施機関変更後の JICA の適切な事業監理実施、その後の案件事後評価が円滑に実施できるような対応を講じていくことが望ましい。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
① アウトプット		
a) 220/132kV 変電所 <ul style="list-style-type: none"> Imulibun 変電所 (GIS) Gunrock 変電所 	<ul style="list-style-type: none"> 100MVA×2 台 100MVA×2 台 	<ul style="list-style-type: none"> 160MVA×2 台 160MVA×2 台
b) 220/33kV 変電所 <ul style="list-style-type: none"> Hayathnagar 変電所 	<ul style="list-style-type: none"> 50MVA×2 台 	<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり
c) 132/33kV 変電所 <ul style="list-style-type: none"> Osmania University 変電所 (GIS) Balkampet 変電所 (GIS) Moosarambagh 変電所 (GIS) Miralam Filter Bed 変電所 (GIS) Patigadda 変電所 (GIS) Fever Hospital 変電所 (GIS) NIMS 変電所 (GIS) 	<ul style="list-style-type: none"> 50MVA×2 台 50MVA×2 台 50MVA×2 台 50MVA×2 台 50MVA×2 台 — — 	<ul style="list-style-type: none"> キャンセル 80MVA×2 台 80MVA×2 台 キャンセル 80MVA×2 台 80MVA×2 台 (追加) 80MVA×2 台 (追加)
d) 220kV 送電線 <ul style="list-style-type: none"> Malkaram 変電所～Gunrock 変電所 ～Shapurnagar 変電所 Chandrayanagutta 変電所～Imulibun 変電所 Chandrayanagutta 変電所～ Hayathnagar 変電所 	<ul style="list-style-type: none"> 34ckm、2 回線 23ckm、2 回線 19ckm、2 回線 	<ul style="list-style-type: none"> Gunrock 変電所～ Shapurnagar 変電所、 32.2ckm、2 回線 19.2ckm、2 回線 Hayathnagar 変電所～ Ghanapur 変電所、 16.878ckm (架空) + 7.2ckm (地中)、2 回線 (Hayathnagar 変電所からの 接続変電所変更)
e) 132kV 送電線 <ul style="list-style-type: none"> Osmania University 変電所 ライン出 入力 Erragadda 変電所～ Balkampet 変 電所～Patigadda 変電所 Hussainsagar 変電所～Chilakalguda 変電所 Chandrayanagutta 変電所～ Moosarambagh 変電所 Sivarampally 変電所～Miralam Filter Bed 変電所 Sivarampally 変電所～Imulibun 変 電所 Patigadda 変電所～ Chilakalguda 変電所 	<ul style="list-style-type: none"> 2ckm、2 回線 13ckm、1 回線 7ckm、1 回線 10ckm、1 回線 5ckm、1 回線 12ckm、1 回線 5ckm、1 回線 	<ul style="list-style-type: none"> Osmania University 変電所 ～Chilakalguda 変電所 4.25ckm、1 回線 (Osmania 変電所からの送電変電所変 更) 8.98ckm、1 回線 Hussainsagar 変電所～ Patigadda 変電所 5.63ckm、 1 回線 (Hussainsagar 変電 所からの接続変電所変更) Moosarambagh 変電所 ライ ン入力、0.9 ckm、2 回線 (Moosarambagh 変電所から の接続変電所変更) キャンセル キャンセル Patigadda 変電所～Gunrock 変電所 12.544 ckm、2 回 線 (Patigadda 変電所からの 接続変電所変更)

項 目	計 画	実 績
<ul style="list-style-type: none"> • NIMS 変電所～Erragadda 変電所 • Osmania University 変電所～Fever Hospital 変電所 • Fever Hospital 変電所～Narayanaguda 変電所 	<ul style="list-style-type: none"> • — • — • — 	<ul style="list-style-type: none"> • 11.21ckm、2 回線(追加) • 10.4ckm、2 回線(追加) • 1.785ckm、1 回線(追加)
f) 既設変電所給電口増設	4 カ所	4 カ所
g) コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> • GIS 機器の保守技術取得等を目的とした海外渡航研修 • 総合品質管理(TQM)導入 	<ul style="list-style-type: none"> • キャンセル • キャンセル
② 期間	2007年3月～2010年12月 (46カ月)	2007年3月～2018年5月 (135カ月)
③ 事業費		
外貨	19,552百万円	5,189百万円
内貨	10,571百万円 (4,195百万ルピー)	18,733百万円 (9,724百万ルピー)
合計	30,123百万円	23,922百万円
うち円借款分	23,697百万円	15,999百万円
換算レート	1ルピー＝2.52円 (2006年9月時点)	1ルピー＝2.02円 (2007年3月から2018年5月の平均:出所は国際通貨基金の国際金融統計(IFS))
④ 貸付完了	2015年12月	