

インド

## 2021年度 外部事後評価報告書

円借款「アンドラ・プラデシュ州及びテランガナ州農村部高圧配電網整備事業」

外部評価者：アイ・シー・ネット株式会社 宗盛千枝

### 0. 要旨

本事業は、インド南部アンドラ・プラデシュ州とテランガナ州の農村部において、高圧配電網整備を行うことにより、農業用電力の配電ロス率低下と両州の電力安定供給の達成を図るものである。

本事業の目的は、審査時から事後評価時まで、インド政府とアンドラ・プラデシュ州、テランガナ州政府が掲げる政策と合致している。事後評価時、過去3年間のアンドラ・プラデシュ州とテランガナ州の農業用の電力需要の状況をみると、効率的な電力供給の必要性があり、開発ニーズとも合致している。審査時、日本の対インド国別援助計画は「経済成長の促進」を重点分野とし、JICAも「経済インフラ整備を通じた持続的経済成長の支援」を重点分野としていた。このことから、本事業は審査時の日本の援助政策との整合性もあり、妥当性・整合性は高い。

効率性については、アウトプットの一つである変圧器の材質と容量に変更があった。事業開始後に検討した結果、当初予定していた材質よりも盗難されにくく、また経済的であることから変更したものであり、この変更は妥当であると判断できる。事業費は計画内に収まったが、事業期間が審査時に予見することが難しかった州分離の影響と、土木工事のスケープが大きすぎたことによる再入札などの影響により、大幅に遅延した結果、計画事業期間を大きく上回った。よって、効率性はやや低い。

有効性の指標については、おおむね達成している。配電ロス率については審査時の算定方法が確認できなかったため、実施機関で通常採用されている算定方法で審査時から事後評価時までの推移を確認した。インパクトについては、灌漑用ポンプの故障頻度が減ったことから修理費用の負担が減り、また安定的に農業用電力を利用できるようになったことから、調査対象農家の76%が収量増加したことを確認した。このことから有効性・インパクトは高い。

持続性については、いずれの実施機関も技術面で十分な知識と経験をもっている。本事業で整備した機材の維持管理も、州分離後も混乱なく実施されている。政策・制度面については、インド政府はコロナ禍に経済的な打撃を受けた配電公社の財務状況を改善するための支援を行っており、本事業のいずれの実施機関も同支援を活用した詳細計画を提出済みで、承認を待っている状態である。実施機関の財務状況は赤字で州政府の補填により賄われていることは審査時から変化がないが、これまで維持管理に必要な財源が確保され、今後もその方針に変更がない見通しのため、持続性は高い。

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



小容量変圧器

### 1.1 事業の背景

インドの電力セクターは、慢性的な電力供給不足に悩まされていた。本事業の審査時（2010年度）は、インド全体で10.6%の供給電力量不足、ピーク時で12.1%の供給電力量不足となっていた。また、配電設備の老朽化や盗電などに起因する高い送配電ロス率<sup>1</sup>も課題であった。送配電ロス率は2010年度推定値で全国平均25.5%を記録し、中国（7.5%）、インドネシア（16.5%）といった他の途上国と比べても極めて高かった。加えて、多くの州で州電力局の分離民営化が進み独立採算制が採用され、配電会社はある程度独自の裁量で経営ができるようになった一方、盗電や不正計量などによる電気料金の未収や、政策的・社会的配慮により、農業用・家庭用電力料金が非常に低く設定されていることから、財務状況が赤字体質であった。こうした配電会社の赤字分は州からの補助金により補填されていた。加えて、漑用ポンプへは大容量変圧器を通じて低圧の裸電線を延長して電力が供給されていたため、盗電が発生しやすく、また高圧配電線を延長する場合と比較して配電ロスが高かった。

### 1.2 事業概要

インド南部アンドラ・プラデシュ州とテランガナ州<sup>2</sup>の農村部において、高圧配電網整備を行うことにより、農業用電力の配電ロス率低下と両州の電力安定供給の達成を図り、もって地域の経済発展と農村部の生活改善に寄与する。

<sup>1</sup> AT&C (Aggregate Technical & Commercial) loss のこと。AT&C loss は、Technical loss（需要家に送電するまでの設備形成の問題によるロスと、盗電などによる料金未回収分等を含む損失）と、Commercial loss（需要家の料金支払いの遅れ等による損失）を含む総合的な配電比率で算出される。Commercial loss は、本事業の運用効果指標の一つである配電ロス率には考慮されない。

<sup>2</sup> 審査時はアンドラ・プラデシュ州であった。事業開始後にテランガナ州がアンドラ・プラデシュ州から分離独立したことにより、事業対象地域の一部がテランガナ州となった。

## 【円借款】

円借款承諾額/実行額	18,390 百万円 / 17,473 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2011 年 6 月 / 2011 年 6 月
借款契約条件	金利 0.65% 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト
借入人/実施機関	インド大統領 / テランガナ州南部配電公社 (TSSPDCL)、テランガナ州北部配電公社 (TSNPDCL)、アンドラ・プラデシュ州南部配電公社 (APSPDCL) <sup>3</sup>
事業完成	2019 年 3 月
事業対象地域	アンドラ・プラデシュ州とテランガナ州の農村部の 16 県 <sup>4</sup>
本体契約	-
コンサルタント契約	Voyants Solutions Private Limited
関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ：F/S) 等	F/S：アンドラ・プラデシュ州送電公社、2009 年
関連事業	-

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

宗盛千枝 (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：2021 年 12 月～2022 年 12 月

現地調査：2022 年 3 月 1 日～3 月 20 日、2022 年 5 月 15 日～5 月 26 日

<sup>3</sup> 審査時はアンドラ・プラデシュ州中央配電公社 (APCPDCL)、アンドラ・プラデシュ州北部配電公社 (APNPDCL)、アンドラ・プラデシュ州南部配電公社 (APSPDCL) であった。事業開始後にテランガナ州が分離独立したことにより、配電公社の名称に変更があった。

<sup>4</sup> 審査時はアンドラ・プラデシュ州の農村部の 16 県であった。事業開始後にテランガナ州が分離独立したことにより、一部の県はテランガナ州となった。

### 3. 評価結果（レーティング：A<sup>5</sup>）

#### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>6</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

審査当時のインド政府の開発計画であった第11次5カ年計画（2007年4月～2012年3月）では、新規電源開発を推進するとともに、電力セクター改革や送配電設備増強・地方電化を重要課題と掲げていた。インド政府は、2003年3月には早期電力開発・改革プログラム（Accelerated Power Development & Reform Programme: APDRP）、2008年には新 APDRP を立ち上げ、高い送配電ロス<sup>7</sup>の改善や配電部門の施設・財務面での効率化を図ることを目的として、各州の配電設備の新設・増強を支援した。事後評価時の2021年に作成された国家電力政策草案（Draft National Electricity Policy）では、急増する電力需要へ対応するために新規電源開発と送配電網設備増強が政策目標として掲げられている。同年、インド政府はAT&C（Aggregate Technical & Commercial）loss（需要家の料金支払いの遅れなどによる料金未回収分等も含む総合的な損失比率）をインド全土で改善することなどを目的とし、配電公社の供給インフラ増強を目指す新配電セクタースキーム（The Revamped Distribution Sector Scheme: RDSS）を承認した。

審査時から事後評価時までを通じて、インド政府は電力セクターの送配電設備増強を政策に掲げている。これは本事業が実施した高圧配電網整備やその目的である農業用電力の配電ロス率低下と電力の安定共有と合致することから、本事業はインド政府の開発政策と合致する。

###### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時から事後評価時まで変わることなく、アンドラ・プラデシュ州とテランガナ州では農業が主要産業である。州内の総電力供給量のうち農業用電力の消費量が占める割合は、審査時から事後評価時まで30～40%と高く、農家が使用する灌漑用ポンプへの効率的で安定した電力供給のニーズは依然高いといえる。

なお、本事業の実施前は、低圧線を伸ばした先で20～30台の灌漑用ポンプが一つの変圧器に接続していたことから、変圧器への過負荷による変圧器の故障と、電圧変動から生じる頻繁な灌漑用ポンプの故障に加え、一つの変圧器が故障すると接続するすべての灌漑用ポンプの稼働を停止せざるを得ない状況があった。本事業の実施前は、灌漑用ポンプの故障の発生頻度は平均して1年に約3回であった。一度故障すると、修理のため3～7日にわたり灌漑用ポンプを稼働させることができないことから、安定的な農業用電力の供給に課題があった。

<sup>5</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>6</sup> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

<sup>7</sup> AT&C（Aggregate Technical & Commercial）loss のこと。詳細は脚注1を参照。

### 3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業の目的は、高圧配電網整備を行うことにより、農業用電力の配電ロス率の低下と電力の安定供給を実現するものである。実施機関と農家への聞き取りにより、本事業により灌漑用ポンプの近くまで高圧配電網が整備された結果、配電ロス率が低下し、また小容量変圧器の整備によって変圧器の故障が減少した結果、農家に対し安定的に電力を供給できるようになったことが確認できた。本事業のロジックは適切であったといえる。

対象地域の選定基準は、多くの灌漑用ポンプが使用されている地域や、未登録の灌漑用ポンプの数が多地域などであった。接続するフィーダーの選定基準は、農業専用であることや配電ロス率が高いことなどがある。これらの選定基準は、本事業で目指す成果を達成するために適切な基準であったと判断する。

### 3.1.2 整合性（レーティング：②）

#### 3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

日本政府が2006年5月に策定した対インド国別援助計画では、重点目標として「経済成長の促進」が定められていた。これを受けて JICA は、「経済インフラ整備を通じた持続的経済成長の支援」を援助重点分野の一つとして掲げた。電力セクターは対インド円借款の主要セクターであり、エネルギーの安定供給はこの援助重点分野における開発課題の一つとして位置付けられていた。JICA は、エネルギー需要の拡大するインドにおいて、発電能力と送配電能力を強化するために、高効率電力供給施設（発電所、送配電網）の整備、老朽化した既存施設の効率改善、配電ロスの低減を支援の柱と位置付けており、本事業はこれら方針に合致するものであった。

#### 3.1.2.2 内的整合性

JICA インド事務所と実施機関への聞き取りにより、他セクターを含む JICA の他事業との連携や相乗効果を確認したが、いずれの機関からも、そのような相乗効果・連携は想定されておらず、実際の連携もなかったとの回答を得た。

#### 3.1.2.3 外的整合性

JICA インド事務所と実施機関への聞き取りにより、他ドナー等との具体的な連携や相乗効果を確認したが、いずれの機関からも、そのような相乗効果・連携はなかったとの回答を得た。他方、地方電化公社（Rural Electrification Corporation Limited: REC）や世界銀行の融資により、農村部の高圧配電網整備を進めていることが確認された。特にテランガナ州南部配電公社（TSSPDCL）が本事業の前フェーズとして実施した REC 事業は、本事業の対象地域を含めた地域を対象としていた。REC 事業と JICA 事業が連携のために調整を行ったわけではないが、本事業により地域内の高圧配電網の整備を加速させることに貢献したと考えられる。

以上より、本事業は、審査時から事後評価時まで、インド政府が掲げる電力セクターの政策と合致し、開発ニーズとも合致しており、妥当性は高い。他方、他の JICA 事業との連携は確認されなかった。世界銀行や REC 融資による他事業が農村部の高压配電網整備事業を進めていることが確認されたが、本事業との具体的な連携はなかった。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

本事業の土木工事・調達機器等の内容は以下のとおりである。

	計画	実績
大容量変圧器を小容量変圧器に取替え		
16kVA への取替え	50,581 個	1,580 個
25kVA への取替え	43,014 個	89,952 個
低圧配電線（0.4kV）を高压配電線（11kV）に張替え・新設		
低圧配電線から高压配電線への張替え	26,957 km	14,408 km
高压配電線の新設	4,622 km	2,012 km
支持物（電柱、腕金）取替え・新設（長亘の径間に追加）		
AB Cable（Ariel Bundled Cable：被覆電線）の新設	20,426 km	15,164 km
支持物（電柱、腕金）の追加	97,253 個	148,575 個

整備した小容量変圧器の数について、計画と実績に乖離（かいり）がある。審査時に想定していた変圧器のコイルの素材は銅であったが、銅巻線は盗難に遭いやすいことから、実施段階でアルミニウム巻線を使用することとなった。加えて、16kVA と 25kVA の変圧器の購入にかかる費用が同程度であり、接続できる灌漑用ポンプの数が 16kVA 変圧器の場合 1～2 個であるのに対し、25kVA の変圧器は 3～4 個の接続が可能なたため、25kVA の変圧器を主に導入することとなったことから、結果として整備した小容量変圧器の容量は、ほとんどが 25kVA となった。また、16kVA と 25kVA の変圧器では、同じ数の灌漑用ポンプに接続するために必要な変圧器の個数が 25kVA の方が少ないことから、結果として、変圧器に繋げる電線の総延長も 25kVA の方が 16kVA と比較すると短くなる<sup>8</sup>。本事業では 25kVA を主に整備したため、必要な電線の総延長は大幅な減少となっている。支持物の数の増加は、事業開始後にサイトの環境に合わせて支持物の設置場所を決定したところ、結果として数が増加した。

<sup>8</sup> 例：10 個の灌漑用ポンプに接続する場合、16kVA の変圧器だと 5 個必要であるのに対し、25kVA の変圧器だと 3～4 個となる。

### 3.2.2 インプット

詳細は報告書の「主要計画/実績比較」を参照のこと。

#### 3.2.2.1 事業費

審査時の総事業費は27,480百万円（うち外貨387百万円、内貨27,093百万円）であり、円借款対象は18,590百万円（全て内貨）であった。実績は、総事業費は19,091百万円、円借款では17,473百万円となった。計画事業費と実績に差がある主な理由は、為替レートの変動と建中金利、コンサルティング・サービスにかかる費用の減額などがある。為替レートは、審査時の2010年には1INR当たり1.88円であったのが、事業期間中の為替変動により、事業完成時の2019年には1INR当たり1.55円と円高になった。コンサルティング・サービスの減額は、当初予定していた入札補助業務を実際には行わなかったことや、当初円借款で予定していた支出の一部をTSSPDCLの自己資金で対応したことなどがある。これにより、総事業費は計画の69%まで減額し、計画内に収まった。

#### 3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は2011年6月から2016年1月までの56カ月と計画されていたが、実際には2011年6月から2019年3月までの94カ月となり、計画を上回った（計画比167%）。審査時の計画では、事業期間はL/A調印から施設の供用を開始するまでの4年8カ月（56カ月）とされていた。州政府の監査委員会によるコントラクター調達に関し、入札図書承認の遅れにより遅延が発生した。監査委員会の遅れの背景には、2014年のテランガナ州の分離の影響がある。アンドラ・プラデシュ州から誕生したテランガナ州では、新たに任命された政治家に対し本事業の必要性や意義を説明し、政治家の理解を得たうえでプロセスを進めなければならず、説明と理解を得るために時間を要した。

また、入札不調による再入札も遅延の原因である。入札不調の要因は、土木工事のパッケージが大きすぎたことによるローカルコントラクターの不参加である。再入札となったパッケージは、テランガナ州北部配電公社（TSNPDCL）のカラム県パッケージである。当初、カラム県で1パッケージとして入札を行ったが、不調に終わったため、JICAの同意を得て3パッケージに分割した。2回目の入札も再不調に終わったため、8パッケージに分割しなおすこととなった。加えて、農作物の収穫時期に土木工事が重なり、工事に遅延も発生した。

#### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

経済的内部収益率（EIRR）は、2010年審査時は18.73%と算定されていた。事後評価時に再計算を行ったところ、23%となった。EIRRを計算するための条件として、費用は事業費と運営・維持管理費であり、便益には配電ロスの削減、変圧器の故障の低

減、盗電の減少が含まれていた。プロジェクトライフは30年で、事後評価時のEIRR再計算には、基本的に同じ条件を用いた。この数値は、EIRRの計算に必要な情報を得ることができたTSSPDCL分のみの数値である。

財務的内部収益率（FIRR）は、事業実施が直接、料金収入の増加には結びつかないとして、審査時に算出されていない。

以上より、事業費は計画内に収まっているが、事業期間が大幅に延びたことから、効率性はやや低い。

### 3.3 有効性・インパクト<sup>9</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）

本事業では、①配電ロス率、②変圧器故障率、③未登録灌漑用ポンプ率、④電圧低下率、⑤灌漑用ポンプ運転効率、が運用・効果指標として定められていた。各指標の考え方と審査時に設定された目標値、そして事後評価時に確認した2021年度の実績値を以下に説明する。なお、事業完了が2019年のため、実績の確認は2年後の2021年となる。

表1 運用・効果指標の基準値、目標値と実績値

指標名*	配電公社 （カッコ内は現在の 実施機関）	基準値 （2010 年実績 値。配電 ロス率は 2012年 実績値）	目標値 （2018 年） 【事業完了 2年後】	実績値 （2021年） 【実際の事業 完了2年後】
配電ロス率 （%）	中央（TSSPDCL）	12.9	11.0	7.7
	北部（TSNPDCCL）	13.1	10.5	6.8
	南部（APSPDCCL）	11.2	10.5	8.2（注）
変圧器故障率 （%）	中央（TSSPDCL）	9.00	1.0	0.75
	北部（TSNPDCCL）	9.11	1.0	1.0
	南部（APSPDCCL）	7.12	1.0	2.00（注）
未登録灌漑用ポンプ率 （%）	中央（TSSPDCL）	20.0	0.0	0.0
	北部（TSNPDCCL）	15.0	0.0	0.0
	南部（APSPDCCL）	15.0	0.0	0.0
電圧低下率 （%）	中央（TSSPDCL）	12.0	6.0	6.0
	北部（TSNPDCCL）	14.0	6.0	5.0

<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。

	南部 (APSPDCL)	10.0	6.0	5.0
灌漑用ポンプ運 転効率 (%)	中央 (TSSPDCL)	80	95	94
	北部 (TSNPDCL)	80	95	98
	南部 (APSPDCL)	80	95	95

出所：実施機関

\*中央・北部・南部全域ではなく、プロジェクト対象地域の指標

(注) クリシュナ県、グントール県、プラカサム県（現在のアンドラ・プラデシュ州中央配電公社 (APCPDCL) の管轄）の数値は 2021 年のもののみ。アンドラ・プラデシュ州南部配電公社 (APSPDCL) を通じて APCPDCL に連絡しこれら 3 県の配電ロス率を確認したが、2020 年よりも前のデータを入手することができなかった。クリシュナ、グントール、プラカサムの 3 県は、当初、南部配電公社の管轄だった。2014 年の州分離後は後身のアンドラ・プラデシュ州南部配電公社の管轄となった。土木工事終了後の 2019 年にアンドラ・プラデシュ州南部配電公社とアンドラ・プラデシュ州中央配電公社が分離した後は、アンドラ・プラデシュ州中央配電公社の管轄となり、現在までアンドラ・プラデシュ州中央配電公社が維持管理を行っている。アナンタプール、クルヌールの 2 県は、当初、中央配電公社の管轄だった。2014 年の州分離に伴い、両県はアンドラ・プラデシュ州南部配電公社の管轄となったが、土木工事が終了するまでは中央配電公社の後身であるテランガナ州南部配電公社が事業を実施した。現在の維持管理はアンドラ・プラデシュ州南部配電公社が担当している。

#### ①配電ロス率

審査時の算定方法が確認できなかったことから、実施機関で通常採用されている配電ロス率の算定方法「(変電所送電端電力量－需要家使用端電力量) / 変電所送電端電力量」の定義を採用し、審査時 (2010 年) から目標年 (2021 年) までの推移を確認した。当初の目標値は、基準値の少なくとも 80%以下となるよう設定されていた。実施機関で通常採用されている算定方法で出した配電ロス率でも、入手できた最も古い年 (2012 年) の数値と目標年 (2021 年) の実績値を比較し、実績値が 2012 年の数値の 80%以下に減少していれば、目標を達成したと判断した。TSSPDCL は 2012 年に 12.9% だったのに対し、目標年では 7.7% (2012 年の 59.7%)、TSNPDCL では 2012 年に 13.1% だったのに対し、目標年では 6.8% (2012 年の 51.9%)、APSPDCL では 2012 年に 11.2% だったのに対し、目標年では 8.2% (2012 年の 73.2%) となっている。いずれも 80%を下回るため、目標を達成したといえる。

#### ②変圧器故障率

審査時の変圧器故障率の算出方法は、「故障した変圧器の数 / 設置された変圧器の全数」であった。変圧器が故障することで、接続する複数の灌漑用ポンプへの電力共有が滞ることから、故障する変圧器の割合を確認することで、灌漑用ポンプに安定的に電力を供給しているかどうかを測ることができる。APSPDCL の変圧器故障率 2.00%は、目標値を達成していない。その理由を APSPDCL への聞き取りにより確認したが、明確な回答は得られなかった。現在の変圧器の故障の理由についても農家への聞き取りにより確認したが、事業実施前に頻発していたような多数の灌漑用ポンプを一つの変圧器につなげたことによる過負荷が原因であるとの回答はなかった。TSSPDCL と TSNPDCL は目標値を達成している。

### ③未登録灌漑用ポンプ率

未登録灌漑用ポンプとは、配電公社に電気使用申込書を提出せず、無断で低圧線に灌漑用ポンプの電線を接続しているポンプを指す。未登録灌漑用ポンプにより、変圧器のスペックを超える大量の灌漑用ポンプが変圧器に接続され、変圧器が過負荷となった結果、変圧器の故障につながる事となる。未登録灌漑用ポンプ率は「未登録灌漑用ポンプ数／全体接続灌漑用ポンプ数」で算定される。未登録灌漑用ポンプ率を確認することで、無断で電線に接続された灌漑用ポンプによる変圧器の過負荷と、それにより生じる変圧器不具合の発生頻度が確認できることから、安定的な電力供給に資するかどうかを確認できる指標となっている。加えて本指標は、盗電対策と配電ロスの減少に資するかどうかを確認できる指標となっている。本事業実施前は、灌漑用ポンプへ低圧の裸電線を延長して電力が供給されていた。低圧であること、また裸電線であることから、無断で灌漑用ポンプ用の電線をハンガーのように引っ掛けて盗電をすることが可能であった。これが高い配電ロス率の一因となっていた。本事業により高圧線化され、低圧引込線においても被覆のある電線を利用するようになることで、電線の不正利用が困難になり、未登録灌漑用ポンプがなくなったといえる。いずれの実施機関も目標値を達成している。

### ④電圧低下率

電圧低下率の算定方法は、「(基準電圧－配電線の末端の電圧)／基準電圧」である。電圧低下が生じると、本来灌漑用ポンプの稼働に必要な電圧よりも低い電圧を供給することとなり、灌漑用ポンプの故障につながる。電圧低下率を確認することで、灌漑用ポンプの稼働に必要な電圧に近い電圧を供給できているのかを確認できることから、安定的な電力供給に貢献しているかどうかをみることをできる指標となっている。いずれの実施機関も目標値を達成している。

### ⑤灌漑用ポンプ運転効率

灌漑用ポンプ運転効率の算定方法は「灌漑用ポンプ運転効率＝実際に汲み上げた水量 (m<sup>3</sup>)／ポンプの仕様上汲み上げ可能な水量 (m<sup>3</sup>)」である。灌漑用ポンプへの急激な電圧低下や変圧器の過負荷が生じると、ポンプの稼働に不具合が生じ、汲み上げることができる水量が減る。ポンプの仕様上、汲み上げ可能な水量に近い量を実際に汲み上げることができるかどうかを確認することで、灌漑用ポンプの稼働状況が良好かどうかを確認することができ、ひいては農家への水供給が安定しているかどうかを確認することができる。審査時は3馬力、5馬力、7.5馬力仕様の灌漑用ポンプを対象としていたが、APSPDCLでは灌漑用ポンプ運転効率をモニタリングしておらず、また3馬力の灌漑用ポンプが事後評価時点で使用されていないため、5馬力と7.5馬力仕様の灌漑用ポンプのサンプルデータを採取した。TSNPDCLとAPSPDCLは目標値を達成している。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）  
「インパクト」を参照。

### 3.3.2 インパクト

#### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業で想定されていたインパクトは、「農村部の生活改善（灌漑用ポンプの修理費用の節減等）」、「地域の経済発展」、「農村部における配電効率向上による同州の電力需給状況の改善」、「気候変動の緩和」である。これらのインパクトの発現状況を確認するため、以下のように指標を設定し、サイト踏査時に農家にインタビューを行った。12サイトの計25人から回答を得た。「気候変動の緩和」については、審査時は本事業が温室効果ガス排出抑制に貢献すると想定されていた。実際には、「3.3.2.2 その他、正負のインパクト」に詳述するとおり、温室効果ガス排出量は実施機関により算出されていないため、確認ができなかった。

表2 インパクトの指標と事業実施前後の状況

指標	事業実施前	事後評価時
農家の家計に灌漑用ポンプの修理費用が占める割合	①灌漑用ポンプの修理回数 平均して1年に約3回 ・年に1回（2名） ・年に2回（5名） ・年に3回（12名） ・年に4回（3名） ・年に5回（1名） ・年に6回（1名） ・数えられないほど頻繁（1名）	①灌漑用ポンプの修理回数 平均して1年に約0.1回 ・0回（23名） ・年に1回（2名）（注1）
	②修理費用が家計に占める割合 平均約17%	②修理費用が家計に占める割合 平均約0.3%
農作物への水供給不足の問題の改善有無	1年に3回程度の頻度で灌漑用ポンプが故障した。その都度、修理のため3～7日にわたり水供給ができなかった。	1年に0.1回程度の頻度で灌漑用ポンプの部品の不具合によりポンプが故障することがある。修理にかかる日数は変化なし。（注2）
農作物の収量増加の有無	—	事業実施前と比較して、76%の人が収量増加した。（注3）

地域の経済発展		企業数の増減については確認できなかったため、需要家数のカテゴリー別の増減推移を確認した。実施機関では、電気の用途により需要家をカテゴリーに分けてその数を把握している。事業開始後の2012年と2021年の商業（Commercial）カテゴリーの需要家の数を比較すると、150%増となっている。
農村部の配電効率向上による対象州の電力需要状況の改善	<p>農村部とそうでない地域に分けた電力需要・供給量を確認できなかったため、州全体の数値をインド政府の中央電力庁（Central Electricity Authority）のレポートから確認した。</p> <p>・アンドラ・プラデシュ州 審査時2010年4～12月のピーク時電力需要量12,018MWに対し、供給量は10,428MW（需要量に対し13.2%の不足）</p> <p>・テランガナ州 州の分離時2014年4～12月のピーク時電力需要量7,884MWに対し、供給量は6,648MW（需要量に対し15.7%の不足）</p>	<p>・アンドラ・プラデシュ州 事後評価時2021年4～12月のピーク時電力需要量11,570MWに対し、供給量は11,570MW（需要量に対し不足なし）</p> <p>・テランガナ州 事後評価時2021年4～12月のピーク時電力需要量13,622MWに対し、供給量は13,595MW（需要量に対し0.2%の不足）</p>

（注1）灌漑用ポンプの修理回数を「年に1回」と回答した2名に故障の原因を確認したところ、灌漑用ポンプの部品の不具合によるものとの回答を得た。2名とも頻繁な修理の必要性は感じていないと回答している。

（注2）灌漑用ポンプの故障による水供給不足はほとんど発生していないが、アンドラ・プラデシュ州では農業用の電力供給時間が依然として1日当たり9時間と限定的である。残る15時間は水が供給されていない状態である。テランガナ州は24時間にわたり農業用の電力が供給され、灌漑用ポンプの故障もほぼなくなったことから、農作物に水が供給されない事態はほとんどない。事業実施前の農業用の電力供給時間は、アンドラ・プラデシュ州で1日当たり7時間、テランガナ州で1日当たり7～9時間であった。

（注3）収量が増加した要因は複数ある。灌漑用ポンプの運転効率が上がった結果、1年に2回の収穫期を持てるようになったことに加え、既述のとおり、1日当たりの水供給時間が増えたこと、従来から栽培してきたコメよりも市場価値の高いマンゴーやココナッツなどを栽培するようになったこと、機械を使って農業を行うようになったことなど、複数の要因がある。

### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

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4月策

定)に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性や影響を受けやすい地域に該当しないため、カテゴリCに該当するとされた。審査時には、クリーン開発メカニズム(Clean Development Mechanism: CDM)への登録を検討していた。また、本事業は、配電ロス率低減によるエネルギー利用の効率化を図ることにより、74,666トン/年CO<sub>2</sub>換算の温室効果ガス排出抑制に貢献するとしていた。実際には、CDMの登録申請はされず、温室効果ガス排出量も算出されていない。この経緯を実施機関へ聞き取りをしたところ、インド政府との業績評価会議にて、再生可能エネルギーを使用した電力の採用を促され、本事業よりも環境への負荷が少ないソーラーパネルの設置を決めた。よって、本事業をCDMに登録する動機がなくなった。住民移転・用地取得は発生していない。

対象地域の選定基準は、①多くの灌漑用ポンプが使用されている地域、②未登録の灌漑用ポンプの数が多地域、③変圧器の故障がより多発している地域、④治安上の懸念のない地域、などである。接続するフィーダーの選定基準は、①農業専用であること、②配電ロス率が高く、また設置から年数が経っていること、などであった。このため、ジェンダーと公平な社会参加を阻害されている人々に配慮した受益者の選定は行う必要がなかった。

以上より、本事業は、有効性の運用・効果指標をおおむね達成している。運用・効果指標によって一部の実施機関の数値が目標に達成していないものがあるが、いずれも審査時と比較して数値が改善している。インパクトについては、審査時に想定されていたインパクトのうち、「農村部の生活改善(灌漑用ポンプの修理費用の節減等)」、「地域の経済発展」、「農村部における配電効率向上による同州の電力需給状況の改善」について、事後評価時に指標を設定した。いずれの指標も改善が見られた。「気候変動の緩和」については、審査時は本事業が温室効果ガス排出抑制に貢献すると想定されていたが、実際には、温室効果ガス排出量が実施機関により算出されていないため、確認ができなかった。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:③)

#### 3.4.1 政策・制度

審査時、インド政府は2003年5月に施行した「新電力法」(The Electricity Act 2003)を通じ、競争原理の導入を通じたセクター改革や投資促進、消費者利益の保護、全国民への電力供給の実現に取り組んでいた。事後評価時においてもその姿勢は変わらず、インド政府は2021年6月にコロナ禍に経済的な打撃を受けた配電公社を救済するため、向こう5年間に約410億米ドル相当の支援を行うと発表した。同支援には、スマートメーターや、需要家カテゴリーごとに異なるフィーダーで電力供給を行うためのフィーダーの整備費が含まれ、インド政府は、支援の活用により配電公社の財務状況が改善されることを期待している。いずれの実施機関も支援を活用した詳細計画を提出済みで、承認を待っている状況である。同支援を活用することによりスマートメーター

が整備されると、配電公社はリアルタイムで電力の消費状況を把握することができるようになり、効率的な電力の配電計画を立てられるようになる。フィーダーについては、現状、異なるカテゴリーの需要家に対し同じフィーダーを使用して電力を供給しているケースがある<sup>10</sup>。このような場合、小容量の電力を使用する需要家が原因で電力供給に障害が生じると、同じフィーダーを利用している大口需要家への電力供給も停止することとなる。大口需要家への電力供給が滞ることで、配電公社の電力売り上げに負の影響が出る。需要家カテゴリーごとに異なるフィーダーを通じて電力を供給することで、このような状況を改善することができる。テランガナ州では 2017 年に 1 日 24 時間の農業用電力の供給が可能となった。アンドラ・プラデシュ州では 2019 年に 1 日 9 時間（午前 8 時～午後 5 時）の供給となった。2019 年以前は 1 日当たり 7 時間の供給であった。以上より、本事業で発現した効果を継続するための政策・制度が整っている。

### 3.4.2 組織・体制

実施主体であった TSSPDCL、TSNPDCL、APSPDCL は、管轄域内の配電設備の新設、運用、維持管理を一手に実施する配電公社で、この役割は事後評価時も変わっていない。本事業で整備した機材の維持管理を担当する部署は、審査時の想定と同じ各配電公社の地方オフィスの設備維持管理部門である。既存の設備と合わせて本事業の維持管理を行っている。同部門の事業実施前後の職員の人数は以下のとおりである。TSSPDCL は事後に 16%の減少、TSNPDCL は同 13%の増加、APSPDCL は同 24%の減少となっている。APSPDCL の大幅な減少は 2019 年に APSPDCL がアンドラ・プラデシュ州中央配電公社（APCPDCL）と分離したことにある。いずれの実施機関も人数が増減したが、本事業で整備した機材の維持管理は適切になされていることから、問題はないと考える。

表 3 設備維持管理部門の職員数（単位：人）

	事業実施前	事業実施後
TSSPDCL	8,716	7,361
TSNPDCL	5,465	6,153
APSPDCL	8,457	6,408

日常的な維持管理は、地方オフィスのアシスタントエンジニアがマニュアルを使用して行っている。アシスタントエンジニアは維持管理を担当する設備（変圧器、ブレーカー、メーターなど）がそれぞれ決まっている。担当する設備に不具合がある場合には、まずはアシスタントエンジニアが対応し、必要な場合は監督の上位エンジニアが対応する。維持管理の最終的な責任者は本部のオペレーション担当理事（Director）

<sup>10</sup> 例えば大容量の電力を使用する商業カテゴリーの需要家と、そうでない需要家に対する電力供給が同じフィーダーを使用して行われるなどである。

である。

職員の離職率はいずれの実施機関も 0%である。モチベーションの維持や、知識・スキルをアップデートするための取り組みとして、全ての実施機関が研修を行っている。組織内に研修を企画・実施するトレーニングセンターを有し、維持管理や最新の電力セクターのトレンドを学ぶ機会を提供するものである。以上より、本事業の実施機関は、本事業で発現した効果を持続するための組織・体制を有しているといえる。

#### 3.4.3 技術

採用時にはエンジニアリングの学位を要件として求めている。採用後は、組織内のトレーニングセンターが企画・実施する研修に参加し、知識や技術の向上を目指している。研修の内容は、配電設備の運営・維持管理、不具合予防、安全管理、災害管理などである。マニュアルに基づいて運営・維持管理を行っており、これまでに大きな不具合が生じていないことから、本事業の運営・維持管理に必要な技術力を有していると判断する。

#### 3.4.4 財務

審査時の実施機関の財務状況は、配電ロス率の低下などにより 2006 年以降黒字に転換し、以後堅調に推移していた。事後評価時から過去 3 年間の財務状況については、いずれの実施機関も赤字体質である。TSSPDCL と TSNPDCL の収支は微増減で推移している。APSPDCL は 2018 年以降、収入と支出が徐々に減少している。これは 2019 年に APSPDCL と APCPDCL が分離したことにある。各配電公社の財政圧迫の最大の原因は農業用電力料金が非常に低く設定されていることであるが、州政府補助金によって 100%補填されており、事業の実施や維持管理、本円借款の返済原資面で問題はないとされていた。事後評価時も、収支がマイナスとなった場合には、いずれの実施機関も州政府からの補助金により補填されている。事後評価時の収入、支出の内訳を財務諸表で確認すると、電力購入費が電力売上費を上回る傾向が強い。これが赤字体質となっている原因である。この背景について実施機関に聞き取りを行ったところ、実施機関が負担する電力購入費用が年々値上がりするのに対し、需要家が実施機関に支払う電気料金がそれに見合っ値上がりしないことにあるとの回答を得た。電気料金は後述のとおり州電力規制委員会が決定する。同委員会としては、安易に値上げして州政府への市民の支持を損ないたくないという思惑があり、値上げに消極的である。毎年、配電公社は過去 3 年分の支出入の実績と、同年の支出入の予測、また各需要家に対する電気料金を州電力規制委員会に提出する。同委員会は、提出された過去 3 年分の支出入の実績と、同年の支出入の予測を承認したのち、各需要家に対する電気料金を決定するが、電気料金を見直す年とそうでない年がある。財務状況が赤字であること、赤字分を州政府が補填していることは審査時から変わらない。州政府による補填以外に赤字体質が改善される見通しとして、インド政府が 2021 年 6 月に発表したコロ

ナ禍に経済的な打撃を受けた配電公社の財務状況を改善するための支援がある。3.4.1 政策・制度に詳述のとおり、本事業の実施機関は、同支援を活用してスマートメーターや、需要家カテゴリーごとに異なるフィーダーで電力供給をできるよう整備を行う予定である。これによって、財務状況の改善が期待される。同支援は 5 年間限定の支援であり、長期にわたって財務状況を改善させるには実施機関の継続的な努力が必要であるが、これまで本事業で整備した機材の維持・管理に必要な財源が確保され、適切な維持管理がなされていることに加え、今後、予算規模の大幅な変更が想定されていないことを鑑みると、本事業の持続性を担保するための財務状況に問題はない。

#### 3.4.5 環境社会配慮

事業実施中に、当初想定していなかった自然環境への負のインパクトがなかったことを確認した。審査時に想定されていなかった住民や特定グループが負のインパクトを被っていないことを確認した。審査時と事後評価時点の双方で、自然環境、住民や特定グループに負のインパクトは確認されなかった。

#### 3.4.6 リスクへの対応

審査時、事後評価時点ともに把握されているリスクはなかった。

#### 3.4.7 運営・維持管理の状況

本事業で整備したサイトのうち、小容量変圧器と高圧配電線、電柱がまとまって設置されている 12 カ所を踏査し、運営・維持管理の状況を確認した。3 実施機関とも、本事業で整備した施設、機材の日常的な運営・維持管理は、地方オフィスが行っている。施設や機材の状態については、サイト踏査時の地方オフィスの担当者への聞き取りから、これまでに大きなトラブルは発生していないことがわかった。農家へインタビュー調査を行い、変圧器と灌漑用ポンプの故障の頻度を確認したところ、ほとんど発生していないことがわかった。踏査しなかった対象地についても、質問票調査を行い、これまでに大きなトラブルが発生していないことを確認した。定期的なメンテナンスは地方オフィスのアシスタントエンジニアがマニュアルに基づいて行っている。変圧器にトラブルが生じた際には、農家が地方オフィスのアシスタントエンジニアに電話連絡をして、対応を依頼することになっている。

本事業で整備した施設や機材に不具合が発生した場合は、各配電公社が維持管理を行う。費用負担も配電公社が持つ。本事業の範囲に含まれない灌漑用ポンプは農家が維持管理を行っている。以上より、本事業で発現した効果を持続させるための運営・維持管理の状況は問題ない。

以上より、本事業の運営・維持管理には、実施機関の財務状況が審査時から事後評価時まで変わらず赤字体質であるという軽微な問題はあるが、これまで維持管理は問

題なく実施された。組織・体制、技術については問題ない。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、インド南部アンドラ・プラデシュ州とテランガナ州の農村部において、高圧配電網整備を行うことにより、農業用電力の配電ロス率低下と両州の電力安定供給の達成を図るものである。

本事業の目的は、審査時から事後評価時まで、インド政府とアンドラ・プラデシュ州、テランガナ州政府が掲げる政策と合致している。事後評価時、過去3年間のアンドラ・プラデシュ州とテランガナ州の農業用の電力需要の状況をみると、効率的な電力供給の必要性があり、開発ニーズとも合致している。審査時、日本の対インド国別援助計画は「経済成長の促進」を重点分野とし、JICAも「経済インフラ整備を通じた持続的経済成長の支援」を重点分野としていた。このことから、本事業は審査時の日本の援助政策との整合性もあり、妥当性・整合性は高い。

効率性については、アウトプットの一つである変圧器の材質と容量に変更があった。事業開始後に検討した結果、当初予定していた材質よりも盗難されにくく、また経済的であることから変更したものであり、この変更は妥当であると判断できる。事業費は計画内に収まったが、事業期間が審査時に予見することが難しかった州分離の影響と、土木工事のスケープが大きすぎたことによる再入札などの影響により、大幅に遅延した結果、計画事業期間を大きく上回った。よって、効率性はやや低い。

有効性の指標については、おおむね達成している。配電ロス率については審査時の算定方法が確認できなかったため、実施機関で通常採用されている算定方法で審査時から事後評価時までの推移を確認した。インパクトについては、灌漑用ポンプの故障頻度が減ったことから修理費用の負担が減り、また安定的に農業用電力を利用できるようになったことから、調査対象農家の76%が収量増加したことを確認した。このことから有効性・インパクトは高い。

持続性については、いずれの実施機関も技術面で十分な知識と経験をもっている。本事業で整備した機材の維持管理も、州分離後も混乱なく実施されている。政策・制度面については、インド政府はコロナ禍に経済的な打撃を受けた配電公社の財務状況を改善するための支援を行っており、本事業のいずれの実施機関も同支援を活用した詳細計画を提出済みで、承認を待っている状態である。実施機関の財務状況は赤字で州政府の補填により賄われていることは審査時から変化がないが、これまで維持管理に必要な財源が確保され、今後もその方針に変更がない見通しのため、持続性は高い。

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

財務状況の改善のための取り組みを加速させることを提言する。これには電気料金の値上げを含む。既述のとおり、電気料金は州電力規制委員会が決定するため、実施機関の裁量は限定的であるが、毎年、配電公社は過去 3 年分の支出入の実績と、同年の支出入の予測、各需要家に対する電気料金を州電力規制委員会に提出している。これらの機会を通じて、電力規制委員会に値上げを提案することは可能である。これに加え、盗電や不正計量による電気料金の未収を防止するための取り組みの強化が期待される。実施機関への聞き取りにより、日常的な見回りの強化や、過去のデータからロスが発生した地域を調べることで、盗電が頻発しているフィーダーや地域を特定した結果、盗電を効率的に摘発することができ、未収額が大幅に減ったとのことである。

### 4.2.2 JICA への提言

なし。

## 4.3 教訓

土木工事のパッケージ規模や事業スケジュールを精査できるよう審査ミッションの日数を確保

本事業では、州分離の影響以外にも、土木工事のパッケージが大きすぎたことにより、入札不調となり再入札が必要となったり、土木工事を農作物の収穫時期と調整する必要が発生したりするなど、事業遅延の要因があった。実施機関と JICA は、事業の計画時にコントラクターが参加しやすい土木工事のパッケージ規模を考慮したり、農作物の収穫時期を考慮して事業スケジュールを作成したりすることが必要である。どのような土木工事のパッケージ規模であればコントラクターが参加しやすいのかを、実施機関で通常とられている契約パッケージの形態などを含めて審査時に調査し、パッケージ規模の検討に活かす必要がある。本事業の審査時には、審査ミッションが短期間であったため、そのような調査を行う時間的な余裕がなかったことから、審査ミッションに十分な日数を確保することが必要である。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 16kVA への取替え 50,581個</li> <li>・ 25kVA への取替え 43,014個</li> <li>・ 低圧配電線から高圧配電線への張替え 26,957 km</li> <li>・ 高圧配電線の新設 4,622 km</li> <li>・ AB Cable の新設 20,426 km</li> <li>・ 支持物（電柱、腕金）の追加 97,253個</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 16kVA への取替え 1,580個</li> <li>・ 25kVA への取替え 89,952個</li> <li>・ 低圧配電線から高圧配電線への張替え 14,408 km</li> <li>・ 高圧配電線の新設 2,012 km</li> <li>・ AB Cable の新設 15,164 km</li> <li>・ 支持物（電柱、腕金）の追加 148,575個</li> </ul>
② 期間	2011年6月～ 2016年1月 (56カ月)	2011年6月～ 2019年3月 (94カ月)
③ 事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<p>387百万円</p> <p>27,093百万円 (14,411百万 INR)</p> <p>27,480百万円</p> <p>18,590百万円</p> <p>1INR = 1.88円 (2010年9月時点)</p>	<p>0円</p> <p>19,091百万円 (12,873百万 INR)</p> <p>19,091百万円</p> <p>17,473百万円</p> <p>1INR = 1.69円 (2014年1月～2019年12月平均)</p>
④ 貸付完了	2019年10月	

以 上