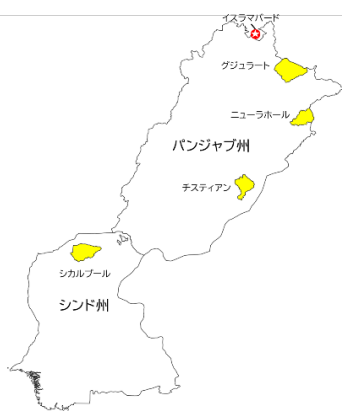


0. 要旨

本事業は、パンジャブ州及びシンド州において、優先度の高い500kV及び220kVの送電線及び変電所の新設・増設を行うことにより、電力の安定的かつ効率的な供給を図り、最終的には対象地域の経済活性化及び生活基盤の改善に寄与することを目的として実施された。

本事業は、審査時及び事後評価時のいずれにおいても、パキスタンの開発政策及び開発ニーズに合致しており、事業計画及びアプローチも適切であった。また、日本政府の開発協力方針との整合性も確認されている。さらに、他ドナーとの連携・調整については、本事業は独立性が高く、審査時及び事業実施中を通じて特段の協力は行われなかったが、JICAの他事業との連携により、本事業の成果は一層効果的に発揮された。よって、妥当性・整合性は高い。事業費は計画内に収まったが、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性はやや低い。また、変電所の稼働率や送電の安定性、夜間光の輝度変化といった複数の指標に基づき、電力供給体制の強化及び地域経済への波及効果が確認されており、事業の成果はおおむね良好であったと評価される。特にパンジャブ州においては、送電能力の向上が製造業の活性化や生活インフラの改善に寄与し、地域経済の明確な活性化が確認された。一方で、環境モニタリング報告書の未提出といった情報面での課題も認められたが、総じて有効性・インパクトは高い。加えて、関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務のいずれにも大きな問題はなく、環境社会配慮やリスク対策も講じられていることから、本事業によって得られた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



ニューラホール変電所全景

1.1 事業の背景

パキスタンでは経済成長と人口増加に伴い、電力需要が年率約7%のペースで増加しており、供給が追いつかない状況が続いていた。その結果、2009年夏季には約4,000～5,000MWの需給ギャップが発生し、全国的に1日10時間に及ぶ計画停電が行われ、農業・工業活動の停滞や国民生活への深刻な影響が生じていた。このような状況を受け、発電能力の増強に加え、電力を安定的かつ効率的に供給するための送電線並びに変電所の新設・増設が喫緊の課題とされていた。

特に送配電部門では、設備の老朽化や容量不足に加え、損失率の高さが課題とされており、過負荷状態にある変電所も存在していた。パキスタン政府は「中期開発フレームワーク」(2005年～2010年)において、電力損失の削減や送配電設備の整備を政策目標に掲げていた。電力セクター改革も進められ、パキスタン水資源・電力開発庁(Water and Power Development Authority。以下、「WAPDA」という。)から発電・送電・配電の各機能が分離され新会社が設立されたが、民営化後の組織運営や人材育成などの課題も残されていた。

このような背景の下、パンジャブ州及びシンド州において送電線及び変電所の新設・増設を通じて、電力の安定的かつ効率的な供給を図ることを目的とした本事業が、パキスタン政府より要請され、実施された。

1.2 事業概要

パンジャブ州及びシンド州において優先度の高い500kV及び220kV送電線及び変電所の新設・増設を行うことにより、電力の安定的及び効率的な供給を図り、もって対象地域の経済の活性化及び生活基盤の改善に寄与する。

円借款承諾額/実行額	23,300百万円/21,140百万円
交換公文締結/借款契約調印	2010年3月/2010年3月
借款契約条件	金利 1.20% 返済 30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	パキスタン・イスラム共和国大統領/ 国営送電会社 (National Transmission & Dispatch Company Ltd.。以下、「NTDC」という。)
事業完成	2019年4月
事業対象地域	パンジャブ州及びシンド州
本体契約 (10億円以上のみ記載)	• Northeast China International Electric Power Corporation (中国)

	<ul style="list-style-type: none"> Iran Power & Water Equipment & Services Export Company (イラン) / NETRACON Technologies (パキスタン) Hyosung Corporation (韓国) CCPG International Economic & Trade Co., Ltd. (中国) China National Electric Engineering Co., Ltd. (中国) / Fujian No. 2 Electric Power Construction Co., Ltd. (中国)
コンサルタント契約 (1億円以上のみ記載)	<ul style="list-style-type: none"> National Engineering Services Pakistan (パキスタン) BARQAAB Consulting Services (パキスタン)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ：F/S) 等	F/S (2008年にNTDCにより実施)
関連事業	<p>【技術協力】 「送変電維持管理研修能力強化支援プロジェクト」(2011年～2014年)</p> <p>【無償資金協力】 「送変電設備運用・維持研修所強化計画」(2016年～2018年)</p>

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

石本樹里¹ (フォーティエンスコンサルティング株式会社)

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：2024年11月～2026年1月

現地調査：2025年2月10日～2月24日、2025年8月4日～8月8日²

2.3 評価の制約

当初は、対象変電所周辺の住民約5名を対象としたインタビュー調査を計画していた。しかしながら、変電所から直接的な恩恵を受けている住民を明確に特定することが

¹ 株式会社メトリクスワークコンサルタンツより補強にて従事。

² パキスタン政府とインド政府の緊張関係に伴う治安状況の悪化を受け、外部事後評価者による第二次渡航は中止され、代わってリモートによる調査が実施された。

困難であったことに加え、仮にインタビューを実施した場合でも、電力料金の値上げ等、本事業とは直接関係のない要因に起因するネガティブな回答が得られる可能性が高いとの指摘が実施機関からなされた。こうした事情を踏まえ、本事後評価では住民インタビューを実施せず、その代替として、衛星データ、統計データ及び定性的情報を活用し、分析を行った。

3. 評価結果（レーティング：A³）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③⁴）

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

審査時において、「中期開発フレームワーク」（2005年～2010年）では、供給不足及びインフラ整備の遅れがエネルギー需要の抑制要因とされ、特に産業向けの安定供給の欠如が経済成長や投資拡大を阻害していると指摘されていた。これを踏まえ、発電能力の拡大（7,100MW）、民間部門の参入促進、送配電損失の削減、規制枠組みの強化が政策目標として掲げられていた。

事後評価時においても、パキスタン政府は「Vision2025」の下で、信頼性・効率性の高い電力供給体制の確立を重視しており、さらに2020年には「代替・再生可能エネルギー政策2019」により再エネ導入の加速と持続可能な開発が政策目標として明示された。

本事業は再生可能エネルギー導入を直接の目的とするものではないが、送電・変電インフラの整備は、将来的な再エネの系統接続を支える基盤強化として、政策目標に間接的に資する取組と評価できる。

以上より、本事業は審査時及び事後評価時の両時点における開発政策とおおむね整合していると判断される。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

パキスタンの電力供給体制は、全国規模の送電網を担うNTDC系統と、カラチ都市圏を中心に供給を行うK-Electric（KE）⁵系統に大別される⁶。図1に示すとおり、審査時点では両系統においてピーク需要がピーク発電量を上回る状況が続き、特にNTDC系統では2010年時点で約5,000MW（約31%）の深刻な供給不足が発生していた。

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

⁵ なお、K-Electricは、かつてはKarachi Electric Supply Company（KESC）と称されていたが、2014年に現在の名称であるK-Electric Limited（以下、「KE」という。）へ変更された。

⁶ NTDCは、カラチを除くパキスタン全域の送電網を管理しており、500kV及び220kVの送電線及び変電所を運営しながら、主要な発電所及び配電会社と接続している。一方、KEは、カラチ市及びその周辺地域において発電・送電・配電を一貫して実施しており、同地域の電力供給を独自に管理している。KEの送電網はNTDCの系統とは独立しており、相互接続されていない。

これに対し、事後評価時では NTDC 系統における需給バランスが改善し、ピーク時においても発電量が需要を上回る状況となった。特に冬季やオフピーク時には、再生可能エネルギー（特に太陽光発電）の導入増加や電気料金の高騰による需要減少も影響し、余剰電力が発生している。加えて、「テイク・オア・ペイ (Take or Pay)」⁷ 契約により、実際に使用しない電力にも支払い義務が生じており、政府財政に負担を与える要因となっている。一方、KE 系統では改善の兆しは見られるものの、依然としてピーク需要を十分に満たせていない。

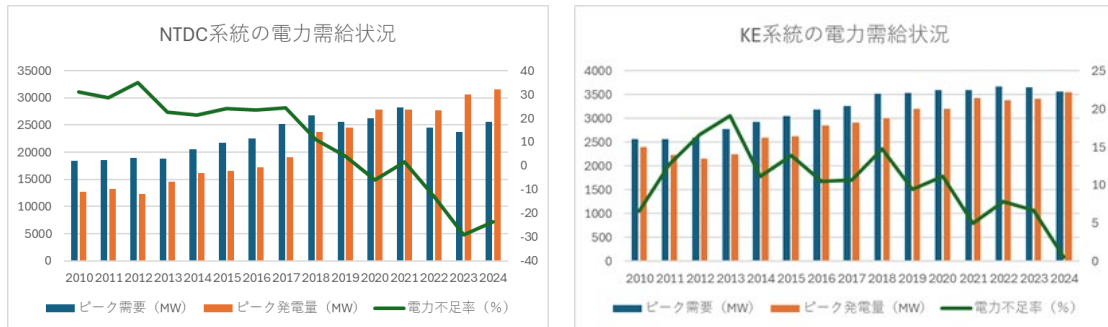


図 1 電力需給の推移

出所：NEPRA State of Industry Report、NTDC 質問票回答

また、地域別に見ると、本事業の対象地域であるパンジャブ州及びシンド州は国内最大の電力消費地であり、特にパンジャブ州においては、審査時には需要超過の状況にあったが、2018 年以降は発電能力の増強により需給状況が改善している（図 2 参照）。

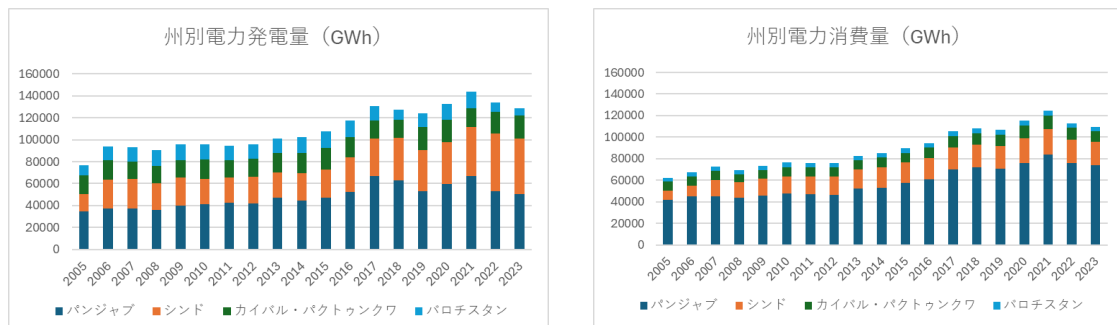


図 2 州別電力需給の推移

出所：NTDC 提供資料

送配電損失については、審査時点（2010 年）において NTDC 系統の送電損失率

⁷ 「テイク・オア・ペイ (Take or Pay)」は、IPP（独立系発電事業者）と政府または配電会社との間で締結される電力購入契約の一形態であり、実際に使用しなかった場合でも契約容量に応じた支払い義務が生じる制度である。深刻な電力不足を背景に IPP 誘致を促進するため導入されたが、使用されない電力に対しても支払い義務が発生することから、政府財政に負担を与える要因となっている。一方、再生可能エネルギーや水力発電の拡大により、同制度による財政負担は将来的に軽減されることが期待されている。（出所：エネルギー省電力部門へのインタビュー）

は3~4%台を維持していた一方、配電損失率（配電会社が担当）⁸は平均約22%と高く、多くが盗電・漏電といった非技術的損失と推定されていた。事後評価時にはNTDCの送電損失率は3%未満に低下しており、一定の改善が見られる。一方、配電損失率はやや改善したものの、2023年時点でも依然約20%と高止まりしており、引き続き対策が求められる⁹。

以上より、本事業は、変電所及び送電線の整備を通じて送電能力を向上させ、電力不足の緩和、送配電損失の削減及び系統の安定化に寄与するものであり、審査時及び事後評価時における開発ニーズとおおむね整合していると評価される。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ¹⁰

本事業は、過去の類似案件から得られた教訓を的確に活用しつつ、NTDCの設備増強計画や周辺インフラの整備状況と連携して実施された点で、計画及びアプローチの適切性が認められる。

まず、「潜在需要への対応と安定供給を最大化するため、本事業以外の設備整備状況を詳細に検討することが重要である」との教訓は、事業計画段階から明確に反映されていた。審査時から事後評価時にかけて、発電設備及び送変電設備の容量は着実に拡大しており（図3参照）、本事業の実施にあたってはNTDCの他の投資案件との整合が意識されていた。例えば、ニューラホール変電所では新規発電所の稼働に伴い送電設備が増強され、またチスティアン変電所では変圧器の追加設置により、過負荷状態が緩和している。これらの対応は、事業の一貫性と成果の最大化に貢献している。

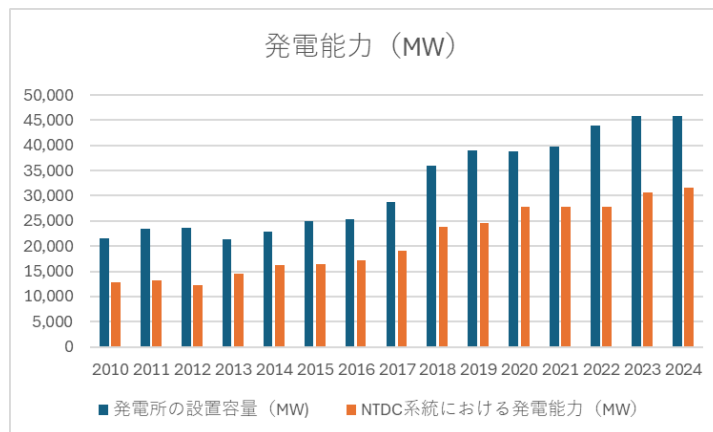


図3 発電能力 (MW)

出所：NEPRA State of Industry Report

⁸ 配電会社（Distribution Company。以下、「DISCO」という。）とは、送電会社（NTDC）から受電した電力を、家庭・商業・産業等の最終需要者へ供給する役割を担う事業者である。各DISCOは自社の配電網を通じて電力を供給し、その過程で生じる技術的損失や盗電等による非技術的損失を含めた「配電損失率」の管理・削減も担当している。

⁹ 出所：NEPRA State of Industry Report

¹⁰ 出所：各変電所及び配電会社へのインタビュー

さらに、本事業は NTDC による自己負担投資と連携することで、相乗的な効果を生んでいる。具体的には、ニューラホール変電所では 2019 年の発電所稼働に合わせて、NTDC が 500kV 送電線 2 本と 750MVA 変圧器を新設し、1,200MW の電力供給体制が実現された。チスティアン変電所においても、2022 年に 160MVA 変圧器が追加され、過負荷の解消と稼働率を向上させた。また、当該変電所に接続する周辺配電設備についても、配電会社により 66kV 変電所の 132kV 化が実現され、地域全体の供給安定性が高まった（なお、この設備強化は本事業の直接対象ではないが、補完的な改善として効果を発揮している）。

以上のとおり、本事業は、対象地域における発・送・配電設備の整備状況を適切に踏まえた計画とアプローチのもとで実施されており、インフラ全体の整合性と持続性の確保に資する内容となっている。特に、NTDC による補完的な設備投資が本事業の効果を強化し、中長期的な送電ネットワークの安定性向上にも寄与している点は高く評価される。

3.1.2 整合性（レーティング：③）

3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

日本政府は「対パキスタン国別援助計画」（2005 年 2 月）において、援助の上位目標を「持続的社会の構築と発展」と定め、その達成に向けた三つの重点方向として、「人間の安全保障と人間開発」「健全な市場経済の発展」「バランスの取れた地域社会・経済の発展」を掲げている。特に「健全な市場経済の発展」においては、経済インフラの整備を通じた市場活性化及び貧困削減が重視されており、政策・制度の改善や組織強化と連動した効率的なインフラ整備、及びその持続的な利用・管理が重要課題として位置付けられている。

このような方針を踏まえると、本事業はパキスタンにおける産業活動や地域経済の基盤である電力供給の安定化を目的としており、日本の援助戦略における「健全な市場経済の発展」の方向性と整合性を有していると評価できる。

3.1.2.2 内的整合性

本事業は、JICA が実施した他の技術協力及び無償資金協力案件と連携し、相乗効果を発揮している点において、内的整合性が高いと評価される。

まず、審査時点においては、NTDC の維持管理体制に関し、事故記録の不統一、マニュアル未整備、試運転及び保守記録の欠如、適切な再発防止策の不備といった課題が指摘されていた。これを受け、JICA は技術協力「送変電維持管理研修能力強化支援プロジェクト」（2011 年～2014 年）を実施し、NTDC の技術サービスグループ（Technical Services Group。以下、「TSG」という。）を中心に、運用・保守に関する研修体制の整備を支援した。同研修を受けた職員は、本事業で整備された変電所及び送電線の運用・維持管理を担当しており、その結果として、故障

率の低減、保守作業の効率化、事故対応の迅速化、安全対策の強化が実現されている。また、当該プロジェクトを通じて標準作業手順書（Standard Operating Procedures。以下、「SOP」という。）が作成され、整備後も NTDC によって更新・活用されていることから、統一された基準に基づく維持管理体制が構築されている¹¹。

加えて、JICA は無償資金協力「送変電設備運用・維持研修所強化計画」（2016年～2018年）を通じ、送変電設備の実践的な訓練を目的としたシミュレーター及び研修施設の整備を支援した。これにより、NTDC のスタッフは架空の送電線事故を再現した模擬訓練を受けることが可能となり、事故箇所の特定制及び修理対応能力が強化された。結果として、送電事故への初動対応が迅速化され、長時間停電のリスク軽減に寄与している。

以上のとおり、本事業は、JICA が他に実施した人材育成及び研修施設整備との連携により、より効果的な成果を上げている。特に、TSG による研修体制の構築、SOP を活用した保守の標準化、シミュレーターを活用した実践的訓練の実施を通じて、本事業で整備された送変電設備の適切な運用・維持管理体制が確立されている。

3.1.2.3 外的整合性

本事業については、審査時点において他ドナーとの連携・協調は特段想定されておらず、また、事業実施期間中を通じて、他の開発パートナーとの間で本事業に直接関連する調整・連携の実績は確認されなかった¹²。本事業は他ドナーの支援とは独立して実施されたものであり、その計画及び実施において他事業との重複や整合性の問題は生じていない。

以上より、本事業は、パキスタン政府の開発政策及び現地の開発ニーズと整合しており、また、事業計画やアプローチにおいても適切に設計・実施されたと評価できる。さらに、日本政府及び JICA の開発協力方針との整合性も認められ、JICA が実施する他の技術協力や無償資金協力との連携を通じて、審査時に想定されていた相乗効果が発現している。

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

対象変電所（ニューラホール、シカルプール、グジュラート、チスティアン）の設

¹¹ 出所：「送変電維持管理研修能力強化支援プロジェクト」事前評価表、NTDC 質問票回答、各変電所及び TSG へのインタビュー

¹² 出所：NTDC 質問票回答

置・更新は、おおむね計画どおりに実施された（表1参照）。一部の機器構成には変更が見られたものの、いずれも需要動向や技術的要件を踏まえた合理的な対応と評価できる。具体的には、チスティアン変電所においては当初計画の250MVA変圧器から160MVAへの容量変更が行われたほか、ベハリ変電所への送電線接続設備が追加された。これらは地域の電力需要の変化や系統運用上の必要性に応じた調整であり、事業全体の目的や成果に対する影響は軽微であったと判断される。

表1 アウトプットの計画と実績

変電所	計画内容	実施状況
ニューラホール 500/220kV (新設)	変圧器 (750MVA・2基)	計画どおり
	500kV 単回線送電線 約 30km (ラホール～サヒワル)	計画どおり
	500kV 単回線送電線 約 100km (ラホール～グジュランワラ)	計画どおり
	220kV 複回線送電線 約 45km (ワプダタウン～コト・ラカット)	計画どおり
ニューラホール 500/220kV (拡張)	220kV 複回線送電線 約 50km (コト・ラカット～ガジロード)	計画どおり
	変圧器 (750MVA・1基)	計画どおり
	500kV ラインベイ ¹³	計画どおり
グジュラート 220/132kV (新設)	220kV ラインベイ	計画どおり
	変圧器 (250 MVA・3基)	計画どおり
	132 kV ラインベイ	計画どおり
チスティアン 220/132kV (新設)	220kV 複回線送電線 約 4km (マンガラ～ガカール)	計画どおり
	変圧器 (250 MVA・2基)	計画から変更 (160MVA・2基)
	220kV 複回線送電線 約 65km (チスティアン～ベハリ)	計画どおり
	220 kV ラインベイ	計画どおり
	132 kV ラインベイ	計画どおり
シカルプール 500/220kV (増設)	ベハリ変電所への送電線接続設備	計画にないが実施
	変圧器 (600MVA・2基)	計画どおり
	500kV ラインベイ	計画どおり
	500kV 単回線送電線 約 40km (ダドゥ～グッドゥ)	計画どおり
	220kV 複回線送電線 約 50km (グッドゥ～シビ)	計画どおり

出所：JICA 提供資料、NTDC 提供資料、各変電所へのインタビュー、サイト踏査

¹³ 変電所において送電線と変電設備を接続する区画を指し、遮断器、断路器、計器用変圧器、避雷器などから構成される。送電線の開閉操作や保護・計測を行うための設備であり、新たな送電線を接続する際には対応するラインベイの整備が必要となる。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

総事業費は、当初計画額 29,339 百万円に対し、実績は 26,148 百万円となり、全体としては計画内に収まった（表 2 参照）。

一方で、費目別に見ると、土木工事費及び機器調達費は計画額を 537 百万円（約 2.7%）上回った。これには、以下の複数の要因が関係している¹⁴。

- 設計変更・資材価格の上昇：NTDC によれば、施工期間中の設計変更や、事業遅延などにより、本体契約者（施工業者）との契約金額が当初見積を上回った。
- 為替変動の影響：NTDC によれば、事業実施期間中に円の対パキスタン・ルピー（Pakistani Rupee。以下、「PKR」という。）価値が下落したことにより、施工業者が受け取る PKR 建て実質金額が目減りし、その損失の補填を求める請求がなされた。

表 2 事業費の計画と実績

単位：百万円^{*1}

項目	計画			実績		
	借款	相手国 負担	合計	借款	相手国 負担	合計
土木工事・機器調達	19,750	0	19,750	20,287	0	20,287
コンサルティング サービス	0	949	949	0	892	892
プライス エスカレーション	1,640	0	1,640	530	0	530
予備費	1,071	0	1,071	0	0	0
建中金利	728	0	728	728	0	728
コミットメント チャージ	111	0	111	0	0	0
用地取得費	0	598	598	0	0	0
管理費	0	1,153	1,153	0	0	0
税金 ^{*2}	0	3,339	3,339	0	3,711	3,711
合計 ^{*3}	23,300	6,039	29,339	21,545	4,602	26,148

出所：JICA 提供資料

*1：計画為替レート：1 USD=89.2 円、1 USD=83PKR、1 PKR=1.08 円（2010 年 1 月時点）、実績為替レート：1 USD=110.414 円、1 USD=139.1PKR、1 PKR=1.25 円（2018 年 12 月時点）

*2：輸入関税を含む。

*3：四捨五入により、合計額が一致しない。

3.2.2.2 事業期間¹⁵

本事業は、当初 2 年間（2011 年 8 月～2013 年 7 月）での完成を予定していたが、実際の完了は 2019 年 4 月となり、計画を大幅に上回った。特に、用地取得で

¹⁴ 出所：NTDC 質問票回答

¹⁵ 出所：JICA 提供資料、NTDC 質問票回答、NTDC へのインタビュー

は計画比約 400%、建設工事では同約 404%と、著しい遅れが確認されており、一部の調達パッケージにおいては、実施期間が計画の2倍以上となった(表3参照)。

中でも、ニューラホール変電所の送電線建設における遅延は最も顕著であり、当初は 2013 年 7 月の完成を予定していたが、実際の完了は 2019 年 4 月までにずれ込んだ。本送電線工事の主な遅延要因は、複数区間における通行権 (Right of Way。以下、「ROW」という。) 関連の問題である。送電線や鉄塔の建設に際しては、他人の土地を通過・使用するための権利、すなわち ROW の確保が必要となる。特に、220kV 送電線がラホール市内の都市部を通る計画であったため、影響力のある土地所有者や行政機関 (排水局・道路局等) からの要請により、送電ルートが複数回にわたって変更された。さらに、用地の位置や境界をめぐる異議申し立て、地元政治家の介入、地域住民の間での噂の拡散なども、遅延を招いた要因として挙げられる。

さらに、用地取得 (後述「3.3.2.2 その他、正負のインパクト」参照)、資機材調達の遅れ¹⁶、治安¹⁷や気象災害等の外的リスクに対する計画段階で想定困難であった事項が生じたことも挙げられる。実施段階では、これらの要素が複合的に影響し、結果として工程全体の遅延につながったと考えられる。

表 3 事業期間の計画と実績

項目	計画	実績	計画比
L/A 調印	2010 年 3 月	2010 年 3 月	100%
コンサルティング サービス	2010 年 2 月～ 2014 年 7 月	2010 年 10 月～ 2019 年 4 月	191%
用地取得	2010 年 1 月～ 2011 年 6 月	2007 年 9 月 ^{*1} ～ 2013 年 8 月	400%
入札・契約	2010 年 6 月～ 2011 年 7 月	2011 年 7 月～ 2012 年 5 月	79%
建設工事	2011 年 8 月～ 2013 年 7 月	2011 年 8 月～ 2019 年 4 月	388%
事業期間 ^{*2}	2010 年 3 月～ 2013 年 7 月	2010 年 3 月～ 2019 年 4 月 ^{*3}	268%

出所：JICA 提供資料、NTDC 質問票回答

*1：一般に、JICA 事業では用地取得は貸付契約 (L/A) 締結後に開始される。しかし、パキスタンにおいては、土地収用法 (1894 年) に基づく期間を大きく超えて、法的・行政的な障害により手続きが長期化する。NTDC 経営陣は、資金調達後の円滑な実施のため、L/A 締結前に用地取得を開始する判断を下した。土地取得は、裁判手続き、ROW の問題、地方政府との調整など、複雑かつ時間を要するものであり、これらに備えた先行的な対応が求められた。(出所：NTDC 質問票回答)

*2：本事業の完成時期については、JICA 提供資料に記載された審査時の定義に基づき、施設の供用開始時 (保証期間を含まない) をもって事業の完成とみなした。

*3：ニューラホール変電所送電線の工事完了日。

¹⁶ 本事業の施工業者の一つに Iran Power & Water Equipment & Services Export Company (イラン) が含まれていたことから、国際制裁の影響により信用状 (貿易取引において輸入者の支払いを保証する銀行の約束文書) の開設が遅延し、資機材調達に支障をきたした。

¹⁷ シカルプール変電所の施工業者である Northeast China International Electric Power Corporation (中国) は、設備据付や試運転の立会いのために中国人技術者の派遣を要したが、シンド州における治安の悪化により、技術者の移動及びセキュリティ確保が大きな課題となった。

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）

表 4 は、各変電所における FIRR の計画値と実績値を示している。いずれの変電所においても、事後評価時の FIRR は、審査時に想定された値を下回る結果となった。

この乖離の主な要因として、事後評価において支出を現在価値に換算し、インフレーションの影響を反映した再計算が行われたことが挙げられる。具体的には、初期投資の大半が 2010 年代前半に実施された一方、事後評価時（2024 年）までの間に物価が大きく上昇しており、当時の支出を GDP デフレーターを用いて現在価値に換算すると、名目額の 2 倍以上となる年度も見受けられた。

一方で、システムチャージ単価（送電手数料）の上昇により一定の便益は確保されたものの、全体として収益性の改善には至らなかった。加えて、グジュラート変電所及びシカルプール変電所においては、実際の送電量が審査時の想定を下回ったため、収入が相対的に低く推移し、これも FIRR の低下に影響したと考えられる。

このように、支出は物価上昇により膨らみ、便益はそれに見合うほど拡大しなかったという構造のもとで IRR を再計算した結果、実質的な投資収益率は、審査時に想定された水準を下回る結果となった。ただし、これは必ずしも事業の実績や効果そのものが低下したことを意味するものではなく、むしろ物価変動を考慮に入れたより厳密な経済的評価が行われた結果といえる。

表 4 FIRR の計画と実績

変電所	計画*1 (%)	実績 (%) *2	備考
ニューラホール	9.9	7.8	支出↓/収入↑→ FIRR↓
グジュラート	20.7	8.4	支出↓/収入↓→ FIRR↓
チスティアン	4.9	3.3	支出↓/収入↑→ FIRR↓
シカルプール	8.9	-3.4	支出↓/収入↓→ FIRR↓

出所：JICA 提供資料、NTDC 提供資料

注：

- ・支出：税・関税を除いた事業費及び運転維持費
- ・収入：送電手数料収入
- ・プロジェクトライフ：30 年間

*1：審査時には事業開始年をプロジェクトライフの起点としていたが、2017 年以降の事後評価では L/A（貸付契約）締結年を起点とすることが原則となっている。本評価では比較の整合性を確保するため、審査時の FIRR 及び EIRR についても L/A 年を起点として再計算しており、その結果、当初の審査値と異なる場合がある。以下、表 5（EIRR）についても同様である。

*2：NTDC から実績値の提供があり、いずれの変電所においても、審査時と同程度またはそれを上回る数値が示された。しかし、計算シートの提供を依頼したものの入手には至らず、当該数値が審査時と同一の手法に基づいて算出されたかは確認できなかった。なお、事後評価時においては実質 IRR の算出が求められる一方、NTDC が提供した数値は名目 IRR に基づくものである可能性が高いと推察される。

3.2.3.2 経済的内部収益率（EIRR）

EIRR については、審査時に表 5 のとおり算出されていた。NTDC に対し実績値

の提供を依頼したが、提出された値は審査時と同一であった。計算根拠を照会したものの情報は入手できず、その妥当性を検証することはできなかった。このため、元データの入手を試みたが、特に送電ロスに関するデータが提供されず、再計算は困難であった。

表 5 EIRR の計画と実績

変電所	計画 (%)	実績 (%)	備考
ニューラホール	4.6	NA	NA
グジュラート	12.6	NA	NA
チスティアン	42.1	NA	NA
シカルプール	2.1	NA	NA

出所：JICA 提供資料、NTDC 提供資料

注：

- ・費用：税・関税を除いた事業費、運転維持費
- ・便益：発電コストの削減
- ・プロジェクトライフ：30 年間

以上より、本事業では、ニューラホール、グジュラート、チスティアン、シカルプールの各変電所の設置・更新がおおむね計画通りに実施された。チスティアンの変圧器容量変更や送電設備の追加等の一部変更も、需要動向に基づく合理的な調整であった。総事業費は計画内に収まったが、事業期間は計画を大幅に上回った。

以上より、効率性はやや低い。

3.3 有効性・インパクト¹⁸ (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)

本事業のアウトカム (電力の安定的及び効率的な供給) の達成度を検証するために設定された指標及びその実績は、表 6 のとおりである。

¹⁸ 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。

表 6 運用・効果指標の計画と実績

指標*1		基準値	目標値	実績値					
		2009	2015	2019	2020	2021	2022	2023	2024
			事業完成 2年後	事業完成 年	事業完成 1年後	事業完成 2年後	事業完成 3年後	事業完成 4年後	事業完成 5年後
①変電所の設備稼働率 (%)	ニューラホール周辺	85	81	77	80	80	80	80	77
	グジュラート周辺	103	40	76	78	84	77	71	77
	チステイアン周辺	102	80	99	97	96	96	82	71
	シカルプール周辺	99	42	103	85	74	94	93	55
②需要家一軒あたり年間事故停電時間 (分/年・軒)		0	0	0	0	0	0	0	0
③送電端電力量 (GWh)		—	10,637	7,903	8,380	9,482	9,615	9,334	9,473
④送電損失率 (%)		3.58	3.58	2.76	2.78	2.62	2.42	2.52	NA*2

出所：JICA 提供資料、NTDC 質問票回答、NEPRA State of Industry Report

*1：各指標の定義は以下のとおりである。

①**変電所の設備稼働率**：(変圧器の最大負荷 [MW] ÷ 最大利用可能容量 [MW]) × 100

最大利用可能容量は、変圧器の定格容量 (MVA) に力率 0.85 を乗じて算出。

当該変電所の総設備容量と、供給地域における最大負荷をもとに設備稼働率を算出した。本評価においては、審査時の算出方法に倣い、周辺に位置する複数の変電所の設備稼働率の平均値を使用している。

②**需要家一軒あたり年間事故停電時間**：対象変電所において発生した事故停電による年間の供給停止時間を、1 需要家あたりで算出した指標である。ここでいう「事故」とは、設備の故障や計画外の保守作業等に起因し、当該変電所からの電力供給が停止した時間を指す。

③**送電端電力量**：対象変電所において、変圧器を通じて実際に送電された電力量 (GWh) を示す指標である。

④**送電損失率**：発電所から送電された電力が、NTDC が管理する送変電系統を通じて DISCO が管理する変電所に送られるまでの間に生じた損失電力量 (GWh) を、送電量 (GWh) に対する割合 (%) で示した指標である。本指標は対象変電所に限定せず、NTDC 全体の送電網を対象としている。

*2：NTDC に対して当該データの提供を依頼したが、現時点までに入手には至っておらず、また、公開資料等からも当該情報を確認することはできていない。

① 設備稼働率

グジュラート変電所周辺及びシカルプール変電所周辺では、目標値には達していないものの、基準値と比較すると事後評価時の実績値は大幅に改善している。また、設備稼働率は過度に低い場合にも非効率のリスクがあるとされており、パキスタンにおける適正な稼働範囲は 50～85% とされている。したがって、対象変電所はいずれも安定的な稼働を維持していると評価される。

② 需要家一軒あたり年間事故停電時間

すべての対象変電所において、事故停電は発生しておらず、電力供給の安定性が確保されている。

③ 送電端電力量

2019年から2024年までの平均値は9,031GWhであり、目標値にはわずかに届かなかったものの、達成率は85%に達しており、許容範囲内であると判断される。

④ 送電損失率

2019年から2023年までの平均値は2.62%であり、目標値を大幅に下回る低損失率が維持されており、効率的な送電が実現されたと評価できる。

なお、これらの指標は、対象施設のみならず、周辺施設やNTDC全体の運用状況を反映しており、個別の変電所に対する直接的な効果を把握するには限界がある。このため、本評価では、指標の達成度に加えて、対象変電所ごとの運用状況（パフォーマンス）及び直接的な効果についても分析を実施した。その概要を表7に示す。

表7 各対象変電所のパフォーマンス及び直接的な効果

変電所	パフォーマンス	直接的な効果
ニューラホール	<ul style="list-style-type: none"> 適正な設備稼働率と高い送電効率を維持。 緊急時の迅速な対応体制を構築し、送電ネットワーク全体の安定性に寄与。 供給量は目標未達ながら、需要側の要因によるもので、総じて安定運用が継続していると判断される。 	<ul style="list-style-type: none"> 本変電所の導入により、周辺変電所の負荷が軽減され、南部発電電力の安定供給が実現。 導入前は500kV変電所が1か所のみで過負荷や負荷遮断が頻発。導入後は132kV送電線の障害・電圧変動が減少し、供給品質が向上。
グジュラート	<ul style="list-style-type: none"> 設備稼働率、送電損失率、供給信頼性、電力量の各項目で高いパフォーマンスを発揮。 送電損失率は0.90%と目標（約3%）を大幅に下回る。 事故停電・計画停電はゼロ。 年間電力供給量は目標を上回り、需要増にも対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 本変電所の導入により周辺変電所の負荷が軽減し、接続先の配電変電所への電力供給が安定化。 新設された220kV送電線により電圧が改善され、132kVネットワークの品質と配電地域全体の運用安定性が向上。
チスティアン	<ul style="list-style-type: none"> 過負荷の解消及び送電損失率の改善が確認され、安定性・信 	<ul style="list-style-type: none"> 従来は、132kVベハリ変電所から約100kmの単回線で受電

	<p>頼性の両面で高評価。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一方で、地域の電力需要変動により供給電力量は目標未達。将来的な需要予測と運用計画の見直しが課題。 	<p>していたため、夏季に過負荷・トリップが頻発。本変電所と送電線の整備により過負荷が緩和され、送電損失が削減され、供給品質が向上。</p>
シカルプール	<ul style="list-style-type: none"> 安定稼働が継続され、送電効率も改善傾向。 一方で、供給電力量は目標未達であり、送電線容量がボトルネック。 2025年の設備増強により改善が見込まれるが、長期的には送電網全体の強化が課題。 	<ul style="list-style-type: none"> 増設により供給能力・安定性が向上し、送電回線の追加で広域安定供給と信頼性が強化。 ダドゥ〜グッドゥ間の送電線距離短縮により、132kV 電圧の安定性と送電損失が改善。

出所：各変電所及び配電会社へのインタビュー

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業においては、審査時より、対象地域の経済活性化及び生活基盤の改善が期待されていた。

しかし、事後評価時においては、シンド州に関する信頼性のある経済成長率等の政府統計データを入手することができなかった。また、パンジャブ州についても、政府統計ではコロナ禍以降の経済停滞が示されているのに対し、衛星データ（夜間光）の分析結果からは、同期間においても一貫した上昇傾向が確認された。これらの乖離は、インフォーマルな経済活動や農村地域における経済変化が政府統計に十分に反映されていない可能性を示唆している。

このような背景を踏まえ、本事後評価では、地域経済活動の変化を客観的かつ広域的に把握可能な手段として、夜間光分析の結果を主たる定量的根拠として採用することとした。さらに、マクロ分析により州全体の経済的傾向はおおむね把握されたものの、本事業による個別変電所の地域経済への貢献をよりの確に評価するため、衛星データ及び現地での聞き取り調査を組み合わせたミクロ分析も併せて実施した。

マクロ視点：夜間光・産業統計による経済活動の分析

経済活性化は複合的な要因により左右されることから、本事後評価では夜間光データに加え、製造業生産指数¹⁹及び産業用電力消費量²⁰といった統計情報を統

¹⁹ 製造業における生産量の変化を時系列で数値化し、景気動向や産業活動の活発さを把握するための指標である。基準年の値を100として、そこからの増減を示す。

²⁰ 製造工場、鉱山、製鉄所などの生産活動向けに使用される電力を指す。

合的に分析した。

まず、図 4 に示すとおり、パンジャブ州及びシンド州においては 2013 年以降、夜間光が全体として増加傾向にあり、地域における電力利用及び経済活動の活性化が確認された。特にパンジャブ州では上昇傾向が顕著であり、インフラ整備及び産業活動の進展が示唆される。

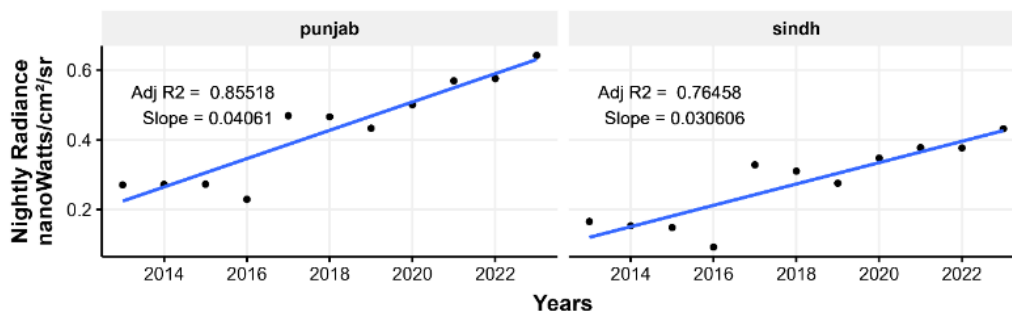


図 4 夜間光の経年変化：パンジャブ州・シンド州

出所：評価者による分析。元データは Google Earth Engine における NOAA/VIIRS/DNB/ANNUAL_V21 及び ANNUAL_V22 のデータセット

図 5 に示す製造業生産指数によれば、パンジャブ州では 2015 年以降、緩やかな上昇が続き、2021 年には過去最高値を記録した。その後も高水準を維持しており、産業活動が堅調に推移していることがうかがえる。一方、シンド州では 2021 年に大きく減少し、2022 年以降のデータは入手できなかった。

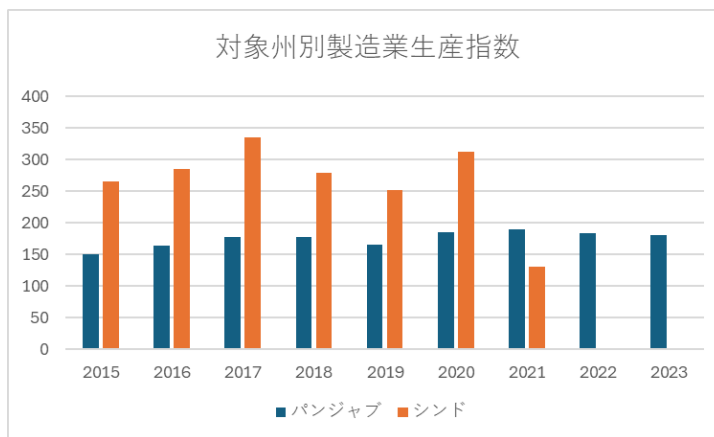


図 5 対象州別製造業生産指数

出所：パンジャブ州統計局、シンド州統計局

また、図 6 に示す産業用電力消費量を見ると、パンジャブ州では 2020 年に約 24,000GWh でピークに達した後、やや減少傾向にあるものの、依然として高水準を維持している。シンド州では 2017 年以降に消費量が急増したが、2022 年以降は減少傾向に転じている。

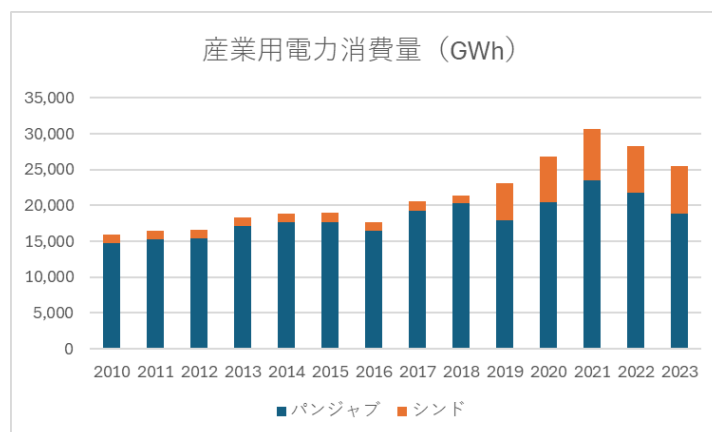


図 6 対象州別産業用電力消費量

出所：NEPRA State of Industry Report

以上より、パンジャブ州においては、夜間光、製造業生産指数、産業用電力消費量の全てにおいておおむね増加傾向が見られ、電力供給の安定化が地域経済の下支えとなってきたと考えられる。一方、シンド州では、統計上の産業活動は減少傾向にあるものの、夜間光は引き続き増加しており、都市インフラの整備や非公式経済活動の拡大が反映されている可能性がある²¹。

ミクロ視点：変電所周辺への影響分析

図 7 の赤線に示すとおり、チスティアン、グジュラート、ニューラホールの各変電所周辺では、送電開始後に夜間光の輝度が明確に増加している。また、図 7 の青線に示すとおり、各変電所から DISCO を通じて電力が供給される対象地域においても、送電開始後に夜間光の輝度が増加しており、地域レベルでの経済活動及び生活インフラの活性化が確認された。

一方、シカルプール変電所においては、変電所周辺で夜間光に顕著な増加は確認されなかった。これは、同変電所が 2013 年以前より稼働しており、本事業では設備の更新のみにとどまっていること、ならびに供給電力量が目標を下回っていることなどが影響していると推察される。

ただし、電力供給対象地域においては、送電開始後に夜間光の輝度がわずかに増加しており、一定の効果が示唆される。なお、当該地域の配電は DISCO が担っているため、最終的な波及効果は同社の運営状況を含む複合的な要因に左右され、シカルプール変電所との直接的な因果関係を特定することは困難である。

ただし、夜間光データ、運用効果指標、及び聞き取り調査結果を照合した結果、全体としては三者間に一定の整合性が認められ、本事業が地域の活性化に寄与し

²¹ 夜間光データは、地表の人工照明の強度を捉えるものであり、商業施設や交通インフラの照明、住宅地の電化状況などを間接的に示す指標とされる。一方、非公式経済活動は必ずしも登録された事業所や大規模施設で行われるとは限らず、統計上に現れにくい。

たことが裏付けられた。

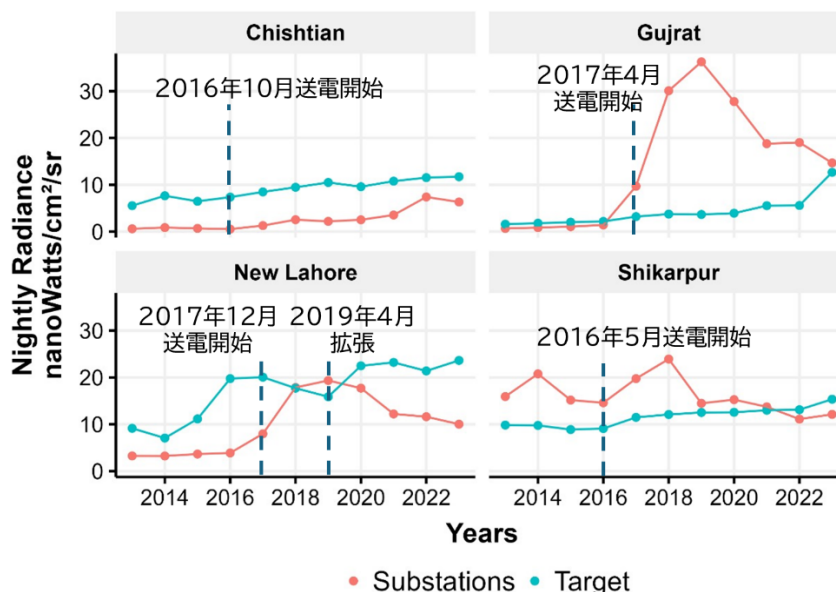


図7 各変電所周辺における夜間光の経年変化
出所：評価者による分析。元データは図4と同一。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 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4月制定）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及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重大でないと判断されるため、カテゴリ B に分類された。事業の実施に際しては、各変電所において環境影響評価（Environmental Impact Assessment、以下「EIA」という。）の実施が求められ、チスティアン変電所及び関連送電線、ならびにグジュラート変電所については、2008年12月に承認を取得している。また、ニューラホール変電所は2008年9月にパンジャブ州環境保護局より、シカルプール変電所は2011年11月6日にシンド州環境保護庁より、それぞれEIAの承認を受けている。

一方で、NTDCに環境モニタリング報告書の提供を依頼したものの、NTDC上で記録を確認できず、入手できなかったため、環境対策の実施状況を文書上で客観的に検証することは困難であった。ただし、NTDCによれば、建設時にはEIAに基づく必要な緩和措置がすべて実施され、建設中には監理コンサルタント及びNTDC環境担当者による現場巡視や視覚的モニタリング（粉じん・騒音・廃棄物処理等）が定期的に行われたとの証言が得られている。また、設置された設備による騒音については、国内の環境基準及び国際基準（例：世界銀行基準）を下回っており、本事業の実施に伴って顕著な環境影響は確認されていない。

さらに、送電線や鉄塔建設に伴って一部農地の利用制限や作物・果樹の損傷が生じることが想定されていたが、これに対しては地方当局（地区副長官）により定められた補償基準に基づき、NTDC から土地所有者へ段階的に補償金が支払われた。補償は基礎工事、鉄塔設置、架線工事の各段階で実施され、農作物や果樹の損失に加え、鉄塔直下の土地価値減少分についても新たに補償対象とされるなど、適切な補償措置が講じられていた。これらの補償は地元住民に受け入れられ、重大な紛争や苦情は発生しなかった。

事業計画段階（EIA や事前評価表）では、供用開始後に NTDC による定期的な環境モニタリングを義務付ける明確な記載は確認できなかった。このため、供用開始後に NTDC によるモニタリングは実施されていないが、一方で環境保護庁（Environmental Protection Agency、以下「EPA」）が大気質指数などの環境データを継続的に監視している。各変電所によれば、建設中及び稼働開始以降を通じて EPA からの苦情報告は一切なく、国内の環境基準および国際基準と比較しても顕著な超過は認められなかった。加えて、現地踏査時の目視調査においても、各変電所はいずれも居住地域から十分な距離を確保して設置されており、騒音や大気汚染といった環境への負の影響は見られなかった。

2) 住民移転・用地取得

本事業において住民の移転は発生しておらず、多くの工区において国有地や既存施設の敷地が活用された。用地取得に要した期間については、一部で計画と実績に差異が見られたものの（表 8 参照）、NTDC によれば、重大な社会的影響や補償に関する問題は報告されていない。

表 8 用地取得²²に要した期間の計画と実績の比較

工事内容	計画期間	実績期間	計画比
ニューラホール変電所（新設）	2010年1月～2011年6月 (18カ月)	2009年9月～2013年8月 (48カ月)	267%
グジュラート変電所（新設）	2010年1月～2011年6月 (18カ月)	2007年8月～2011年3月 (43カ月)	239%

出所：NTDC 質問票回答

*1：チスティアン変電所については政府用地に建設されたものであり、シカルプール変電所については 1995 年に取得された国有地への施設増設であったため、本事業に起因する用地取得は発生していない。

NTDC によると、変電所の用地取得の遅延の主因は、地域住民からの反発や法的問題であった。住民からは、補償額への不満や送電線ルートに対する懸念が示され、一部は法的異議申し立てに発展した。これらについては、地方行政当局や

²² 本事業における「用地取得」とは、変電所や鉄塔の基礎部分など、施設を建設するための土地そのものを取得する行為を指す。一方、送電線の場合は、上空や鉄塔間のルートなどに設備を通すために、土地を一時的・部分的に使用する「通行権（Right of Way）」の確保が必要となり、用地取得とは区別される。通行権の詳細については 3.2.2.2 項を参照。

司法当局を交えた調整により補償額の見直しや仲裁が行われ、段階的な補償の支払いと苦情処理メカニズムを通じて対応が図られた。こうした措置により最終的には合意形成が進み、事業を継続することが可能となった。

これらの問題の解決には、関係政府機関及び司法機関との調整に多くの時間を要し、早期解決に向けた継続的な努力にもかかわらず、結果として本事業の大幅な遅延を招くこととなった。パキスタンにおける土地取得手続きは、「1894年土地収用法」(Land Acquisition Act, 1894)により規定されており、各段階に法的枠組みと所定期間が設けられている。しかしながら、手続きの複雑性や、土地所有者によって提起される予期せぬ法的異議により、実際の取得期間が延長されることは少なくない。所有権をめぐる争いや補償条件に関する紛争、利害関係者からの異議申し立てには、数か月から、場合によっては数年を要することもある。加えて、関係部局間の調整は官僚的な手続きにより滞る傾向があり、こうした制度的課題が土地取得全体の大きな遅延要因となっている²³。

なお、用地取得の規模と影響については、ニューラホール変電所では約48ヘクタールが取得され、複数の土地所有世帯が補償対象となった。一方、チスティアン変電所は政府所有地に建設されたため住民移転や補償は発生せず、シカルプール変電所についても既存の国有地(約20ヘクタール)を利用しており被影響住民は存在しない。グジュラート変電所については一部民有地の取得が行われたが、面積・被影響世帯数の詳細は確認できなかった。

3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範・人々の幸福・人権

NTDCによれば、本項目については事前に特段の影響は想定されておらず、事後評価時においても本事業に起因する具体的な影響は確認されていない。

上記のとおり、電力供給体制の強化及び地域経済への波及効果を通じた本事業の成果はおおむね良好であったと評価される。特にパンジャブ州においては、送電能力の向上が製造業の活性化や生活インフラの改善に寄与し、明確な地域経済の活性化が確認された。

一方で、地域間における成果のばらつきや、環境モニタリング報告書の未提出といった情報面での課題も認められた。特に、シカルプール変電所では既存施設の更新にとどまったことに加え、インパクト指標にも顕著な変化は見られなかった。

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見られ、有効性・インパクトは高い。

²³ 出所：NTDC 質問票回答

3.4 持続性（レーティング：④）

3.4.1 政策・制度²⁴

本事業の実施後も、送電システムの安定化は引き続き重要な課題であり、変電所の整備、送電線の拡張、蓄電システムの導入が現在の優先事項として掲げられている。また、NTDCにおいては、年次ベースで運用及び維持管理計画が策定されており、日次・週次・四半期・年間点検が体系的に実施されるなど、設備の適切な維持管理が継続的に行われる体制が確立されている。

3.4.2 組織・体制²⁵

事後評価時において、本事業で整備された変電所及び送電線は、NTDCの変電系統運営部門（Grid System Operation。以下、「GSO」という。）による組織的な管理体制の下、適切に運用・維持されている。

NTDCは北部・南部に分かれた統括体制を維持しており、統括主任技師（Chief Engineer）の指導の下、技術監督者（Superintending Engineer）と部門責任者（Deputy Manager）が配置され、運用・維持管理・保護・計装の各機能が分担されている。また、各変電所には24時間体制の運用スタッフ、通常勤務（8:00～16:30）を基本としつつ緊急時対応が可能な維持管理スタッフが配置されており、必要人員は確保されている。

送電線についても、構成員8～12名からなる専任のメンテナンスチームが各地区に配置されており、定期点検、設備保守、負荷管理、電気試験を通じて、継続的な維持管理が実施されている。

以上より、審査時に想定された管理体制がおおむね実現されており、本事業により整備された設備は、制度的・組織的に安定した体制の下で運用されている。したがって、組織・体制の観点から、本事業の効果は長期的に持続可能であると評価される。

3.4.3 技術²⁶

審査時点において、NTDCはパキスタン全土の基幹送電システムの運営及び維持管理に関して豊富な経験を有しており、技術的課題は特段見受けられないと評価されていた。

事後評価時でも、NTDCの技術職員は必要な資格を保持し、高い専門性を維持している。具体的には、変電所の副管理者はBPS²⁷-18、アシスタントマネージャーはBPS-17に該当し、BPS-17には以下の資格要件が求められている：

- 電気又は電子工学の学士号（BSc）取得

²⁴ 出所：エネルギー省電力部門及びNTDCへのインタビュー

²⁵ 出所：JICA提供資料、NTDC質問票回答、各変電所へのインタビュー

²⁶ 出所：NTDC質問票回答、各変電所へのインタビュー

²⁷ パキスタン政府が定める公務員の給与体系（グレード制）のこと。すべての公的機関における職員の職位、給与、昇進、手当などがこの制度に基づいて管理される。

- GPA 2.5 以上
- パキスタン工学協議会（PEC）²⁸への登録

また、NTDC では「送変電維持管理研修能力強化支援プロジェクト」（2011 年～2014 年）を通じ、以下の研修プログラムが継続的に実施されており、人材の技術力維持と向上が図られている：

- リフレッシュ研修：エンジニア向けに既存知識・スキルを再確認
- 技術向上研修：日常業務に必要な技術の習得（全技術職員に義務付け）
- 昇進研修：昇進に応じた追加技術研修
- シミュレーター研修：JICA 技術協力により導入された模擬訓練装置を用いた実践的訓練

さらに、JICA の技術協力を通じて訓練を受けた職員が、本事業で整備された変電所・送電線の運用・保守に従事しており、故障率の低下、保守効率の向上、障害対応時間の短縮、安全規程の遵守強化といった成果が確認されている。

日常的な維持管理及び緊急対応に関しては、以下の技術文書が整備され、実務において有効に活用されている：

- 標準作業手順書（SOP）
- 保守管理マニュアル
- 緊急対応マニュアル

以上より、NTDC における技術的人材の確保、研修制度の充実、ならびに JICA による技術支援の成果を踏まえると、技術面の観点から、本事業の効果は長期的に持続可能であると評価される。

3.4.4 財務

審査時点においては、NTDC の当期純利益は赤字であったが、これは中央電力購買局（Central Power Purchasing Agency Limited。以下、「CPPA」という。）²⁹を通じた電力取引に起因する構造的な要因によるものであり、送電業務そのものによる赤字ではなかった。当時は CPPA の独立が未完了であり、電力供給コストの増大及び電力料金引き上げの遅延等が損益に影響を与えていた。とはいえ、CPPA の影響を除けば、2007/08 年度には黒字を確保しており、財務状況は安定化が見込まれると評価されていた。

その後、NTDC は 2015 年 6 月に CPPA への機能及び資産の譲渡を完了し、事業構造と財務体制を整理した。これにより事業の透明性が向上し、2021/22 年度以降は営業利益・経常利益・当期純利益のいずれも黒字を維持している（表 9 参照）。最大需

²⁸ PEC は、パキスタン国内のエンジニアリング教育及び職業基準を管理し、エンジニアの資格認定を行う重要な機関である。特にパキスタン国内で工学分野の業務に従事する場合、PEC の認定や登録が必須となる。（出所：[Pakistan Engineering Council - PEC](#)）

²⁹ パキスタンにおいて電力市場の取引と決済を担う国家機関であり、もともとは NTDC の一部門として設立され、後に分離・独立した。

要の改善に加え、自己資本の充実と健全な債務管理の結果、パキスタン信用格付け会社からは「AA+ (非常に安定した財務基盤)」との評価を得ており、全体として NTDC の経営は回復・安定傾向にある。

表 9 NTDC の損益計算書

項目	単位：百万 PKR					
	2005/06	2006/07	2007/08	2021/22	2022/23	2023/24
売上高①	260,457	305,308	386,104	53,944	76,326	73,861
営業費用②	259,201	304,271	388,999	30,538	33,855	41,459
営業利益 (①-②)	1,256	1,037	2,896	23,406	42,471	32,402
経常利益* ¹	1,365	1,287	2,358	17,888	36,314	19,090
当期純利益	▲1,126	▲1,550	▲5,040	12,740	16,564	12,399

出所：JICA 提供資料、NTDC Annual Report 2023

*1：営業利益に金融収支（受取利息や支払利息など）や投資収益などの経常的な収益・費用を加減したものの。

対象施設の運用・維持管理費については、各変電所ともに予算・支出額が年々増加しており、これは定期点検や修繕等の維持管理が継続的に行われていることを示している（表 10 参照）。ニューラホール及びグジュラート変電所では、設備の安定稼働が継続している一方で、予算規模の増加は緩やかであり、財務負担が急増するリスクは低いと判断される。シカルプール変電所においては、600MVA 変圧器の三次母線の更新が予定されているが、調達プロセスは順調に進んでおり、財務上の問題は確認されていない³⁰。

表 10 各変電所の運用・維持管理費予算と支出実績

変電所	項目	単位：百万 PKR		
		2021/22	2022/23	2023/24
ニューラホール	予算	81	98	112
	支出	86	112	136
グジュラート	予算	37	56	55
	支出	38	57	71
チスティアン	予算	1	2	2
	支出	2	2	2
シカルプール	予算	6	25	34
	支出	15	12	34

出所：NTDC 質問票回答

注：簡略化のため、千 PKR で四捨五入している。

以上より、審査時と比較して財務状況は顕著に改善しており、収益構造の安定性と維持管理費の適切な支出管理が確保されていることから、財務面においても本事業の効果は長期的に持続可能であると評価できる。

3.4.5 環境社会配慮

³⁰ 出所：各変電所へのインタビュー

本事業は、国際協力銀行の「環境社会配慮ガイドライン」(2002年)に基づき、重大な環境影響が想定されない「カテゴリ B」に分類された。建設段階では、環境影響評価(EIA)に基づく必要な緩和措置が講じられており、施工中及び稼働後においても、環境保護当局や住民からの苦情は確認されていない。また、事後評価時の現地踏査においても、特段の環境上の問題は認められなかった。

以上より、本事業による将来的な環境への重大な影響の可能性は低いと評価される。

3.4.6 リスクへの対応

審査時において、本事業による特段のリスクは想定されておらず、事後評価時においてもリスクの顕在化や新たな課題は確認されなかった。

3.4.7 運営・維持管理の状況³¹

ニューラホール、グジュラート、チスティアンの各変電所及び関連送電線は、稼働開始以降、事後評価時まで大きな問題なく稼働しており、特筆すべき課題は認められていない。

一方で、シカルプール変電所においては、600MVA 変圧器の三次母線³²(写真1)における電圧不足が課題となっており、変圧器のトリップ³³や事故リスクが懸念されている。NTDCによれば、この問題は設計当時に採用された三次母線の電圧仕様が現在の運用条件に対して低いことに起因しており、近年では52kV仕様の母線でなければ安定した運用が難しいことが確認されている。このため、52kV仕様の三次母線への交換が予定されており、調達プロセスは順調に進行中であり、今後数か月以内に完了する見込みである。なお、変圧器本体には問題はなく、三次母線の交換により安定運用が実現すると期待される。

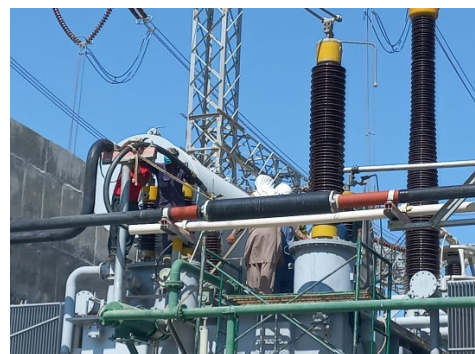


写真1 電圧不足があった三次母線
(シカルプール変電所)

また、過去には当該変電所で設置された変圧器の高電圧ブッシング³⁴においてオイル漏れが確認されたが、2017年11月に予備部品への交換対応がなされ、以後は安定稼働が継続している。その他の設備に関しては、特段の不具合は報告されておら

³¹ 出所：NTDC 質問票回答、各変電所へのインタビュー、サイト踏査時の目視確認

³² 変圧器に接続される母線であり、電力供給や電圧調整に重要な役割を果たす。

³³ 変圧器に異常(過電流、過電圧、過熱、短絡など)が発生した際に、保護装置が作動して電流を遮断し、変圧器の運転を自動停止すること。

³⁴ 高電圧の電力機器(変圧器や遮断器など)において、内部の導体を外部へ安全に接続するための絶縁装置を指す。

ず、全体として安定的な運用状況にある。

各変電所においては、以下の通り日常点検及び計画的な保守作業が実施されている：

- 日常点検：毎日実施され、主に目視による外観確認、清掃、異常音の有無や腐食の点検を実施。
- 保守作業：標準作業手順書（SOP）に基づき、年間及び月間の保守計画を策定し、機器ごとに点検頻度を明示。月次・四半期・年次のスケジュールで実施されている。

写真2 各変電所の点検簿

保守点検の進捗は、各変電所の担当者が記録を行い（写真2）、月次レポートとして副主任を通じて NTDC 資産管理部門へ提出され、翌月の保守計画に反映される体制が整備されている。

主要設備のスペアパーツは本事業によりあらかじめ調達済みであり、事後評価時まで未使用であることが確認されている（写真3）。これまでに設備の故障は発生しておらず、追加発注の必要もない。一方、導体接続部品（クランプ）等の消耗品については、国内調達により定期的な補充が行われている。



写真3 未使用スペアパーツ

以上より、現在の維持管理体制は、標準化された SOP に基づく計画的な運用、スペアパーツの事前確保などにより、安定稼働を支える仕組みが確立されている。シカルプール変電所の三次母線における電圧不足についても対応が進められており、交換完了後はさらなる安定運用が見込まれる。

総じて、各変電所における運営・維持管理体制はおおむね良好であり、本事業の効果は長期的に持続可能であると評価される。

以上より、政策・制度、組織・体制、技術、財務状況、環境社会配慮面、運営・維持管理状況ともに問題はない。リスクについても予防策が講じられている。したがって、本事業によって発現した効果の持続性は非常に高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、パンジャブ州及びシンド州において、優先度の高い 500kV 及び 220kV の送電線及び変電所の新設・増設を行うことにより、電力の安定的かつ効率的な供給を図り、最終的には対象地域の経済活性化及び生活基盤の改善に寄与することを目的として実施された。

本事業は、審査時及び事後評価時のいずれにおいても、パキスタンの開発政策及び開発ニーズに合致しており、事業計画及びアプローチも適切であった。また、日本政府の開発協力方針との整合性も確認されている。さらに、他ドナーとの連携・調整については、本事業は独立性が高く、審査時及び事業実施中を通じて特段の協力は行われなかったが、JICA の他事業との連携により、本事業の成果は一層効果的に発揮された。よって、妥当性・整合性は高い。事業費は計画内に収まったが、事業期間は計画を大幅に上回ったため、効率性はやや低い。また、変電所の稼働率や送電の安定性、夜間光の輝度変化といった複数の指標に基づき、電力供給体制の強化及び地域経済への波及効果が確認されており、事業の成果はおおむね良好であったと評価される。特にパンジャブ州においては、送電能力の向上が製造業の活性化や生活インフラの改善に寄与し、地域経済の明確な活性化が確認された。一方で、環境モニタリング報告書の未提出といった情報面での課題も認められたが、総じて有効性・インパクトは高い。加えて、関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務のいずれにも大きな問題はなく、環境社会配慮やリスク対策も講じられていることから、本事業によって得られた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

送電線事業における通行権（ROW）確保には、早期の住民対話と制度的対応が不可欠（送電インフラ整備事業への教訓）

送電線建設事業では、ROW の確保が事業進捗に重大な影響を及ぼす。土地所有権が複雑で、住民の理解や合意形成に時間を要する地域や、人口が過密で土地利用が高度に混在している都市部においては、工事の遅延リスクが高い。これらの地域では、わずかなルート変更が複数の利害関係者に影響を及ぼす可能性があるため、調整には一層の時間と労力を要する。実施機関が関係住民との対話を十分に行わず、境界確定や補償の内容が不明確なまま手続きを進めると、法的異議申し立てや地域内の反発につながり、訴

訟や工事差止命令を招くおそれがある。

このため、送電線のルート選定や設計段階から、地元住民との早期かつ継続的な対話を行い、土地境界の確定や苦情処理・法的助言体制を制度として整備しておくことが、円滑な事業実施の鍵となる。特に、政治的影響力の強い地域や社会的対立の生じやすいエリアでは、地域の実情に即した柔軟かつ丁寧な対応が求められる。

環境モニタリング報告書の作成・保管・共有体制の確立が、事後的な環境配慮確認の前提となる。(環境影響評価制度に課題がある国におけるインフラ事業への教訓)

本事業では、環境影響評価（EIA）の承認取得は適切に行われていたものの、環境モニタリング報告書が提出されなかったため、緩和措置の実施状況や環境影響の実態を文書に基づいて客観的に確認することができなかった。これは、計画段階での EIA に基づく対応が履行されたかを追跡・評価するうえで、重大な情報の欠如を意味する。

このような事態を防ぐためには、実施機関が、モニタリング報告書を作成・保管し、適切な時期に、JICA を含む関係機関に対して、共有可能な形式で提出する体制を構築することが不可欠である。JICA 側においても、報告書の提出状況を定期的に確認し、必要に応じて取得を促す仕組みが求められる。

環境影響評価制度が形式上は整備されている国であっても、実施段階でのモニタリングと記録管理が徹底されていない場合には、環境配慮の実効性が担保されない可能性がある。したがって、事業期間中及び完了後の適切なフォローアップのためには、環境モニタリング報告書の作成・保管・共有体制の整備が前提条件となる。

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

なし。

5.1.2 主体的な観点による振り返り

なし。

5.2 付加価値・創造価値

なし。

以上

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	1) 土木工事、調達機器 ① ニューラホール変電所・ 関連送電線の新設 ② グジュラート変電所・ 関連送電線の新設 ③ チスティアン変電所・ 関連送電線の新設 ④ シカルプール変電所の 増設・関連送電線の新設 2) 事業管理、設計・施工確認、 入札書類作成、入札補助、 施工管理等に係るコンサル ティングサービス	おおむね計画どおり 2) については、借款による実 施ではなく、NTDCの自己資金 により実施された。
②期間	2010年3月～ 2013年7月 (41カ月)	2010年3月～ 2019年4月 (111カ月)
③事業費		
外貨	17,533百万円	14,672百万円
内貨	11,806百万円 (約109百万 PKR)	5,616百万円 (約45百万 PKR)
合計	29,339百万円	26,148百万円
うち円借款分	23,300百万円	21,545百万円
換算レート	1PKR=1.08円 (2010年1月時点)	1PKR=1.25円 (2018年12月時点)
④貸付完了	2019年10月	

以 上