

ブータン

2024 年度 外部事後評価報告書
円借款「地方電化事業フェーズ 2」

外部評価者：OPMAC 株式会社 三島光恵、大曾根香織¹

0. 要旨

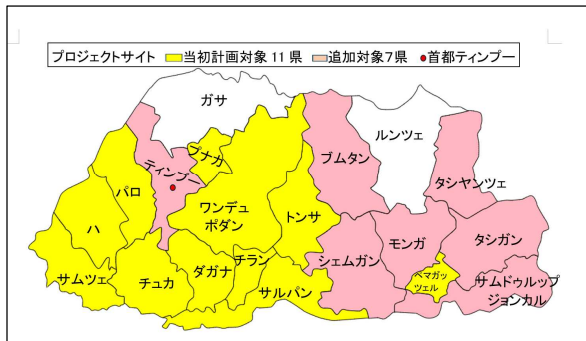
本事業は、ブータンの地方農村部において配電網の整備等を行うことにより、未電化世帯の電力アクセスの改善を図り、もって貧困度の高い²地方農村部住民の生活環境の改善、地方農村部の経済・社会活動の活性化及び気候変動の緩和に寄与するものである。本事業は、ブータンの開発計画及び開発ニーズと合致し、事業計画やアプローチ等は適切である。また、日本政府の対ブータン開発協力方針との整合性が認められる。本事業の成果達成のための他の JICA 事業との連携・調整は確認されなかったが、他ドナーのアジア開発銀行（Asian Development Bank、以下「ADB」という）等との連携・調整は想定どおり実施され、全国世帯電化率 100%の達成に貢献した。以上から、妥当性・整合性は高い。本事業のアウトプットは事業対象地域の拡大による一部コンポーネントの追加があり、事業期間は計画を上回ったが、事業費は追加コンポーネントを含めても計画内に収まっており、効率性は高い。有効性については、本事業の電化世帯数は計画を上回り、全国電化率向上に貢献するとともに、売電量も順調に増加した。インパクトについては、ブータンにおける国家開発の基本的概念であり、国民全体の幸福度を示す尺度として導入されている国民総幸福量（Gross National Happiness、以下「GNH」という）に沿った、生活環境改善や社会経済活動の活性化に正の効果が見られ、ウェルビーイング向上への貢献も認められる。以上から、有効性・インパクトは高い。ブータン政府は電力供給の質の向上を政策の重点目標として掲げており、また、本事業の運営・維持管理機関のブータン電力公社（Bhutan Power Corporation Limited、以下「BPC」という）の組織体制、技術、財務状況は問題ない。環境社会配慮や安全上のリスクについては大きな問題はない。本事業の配電線や変圧器等の機材は良好に維持管理され、停電時間及び頻度の改善を継続するための対策も講じられている。以上より、本事業の運営・維持管理の状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言える。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

¹ ウェルビーイング詳細分析を担当。

² 貧困層の定義は、ブータンの国家統計局（National Statistics Bureau）の“Poverty Analysis Report 2007”によると、本事業の審査当時における貧困ライン（Total Poverty Line）は、1日1人当たりの最低限必要な食料支出と非食料支出の1カ月分の合計約 1,096.94 ニュルタム（＝約 3,126 円）と定めており、この貧困ラインの支出未満の人々を貧困層と定義している。

1. 事業の概要



事業位置図
(出典：評価者作成³)



本事業の配電変圧器と 33kV 配電線
(チュカ県ゲテナ・ゲオグ⁴)
(出典：評価者撮影)

1.1 事業の背景

ブータンでは、豊富な水資源を活用した水力発電開発が進められ、国内電力需要(2006年6月時点で128MW)を大きく上回る発電容量(2007年3月時点で1,505MW)を有し、インドへの電力輸出が主要な外貨獲得源となっている。しかし、2005年時点で地方農村部の世帯電化率は39.0%にとどまっており、地方農村部を中心とした世帯電化率の向上が急務であった。

ブータン政府は、国民総生産(GNP)を基準とした経済成長に偏ることなく、平等かつ幸福な社会の実現を目標とする国民総幸福量(GNH)を開発の基本理念として掲げている。それを具現化するために、1999年に策定した長期ビジョン「A Vision for Peace, Prosperity and Happiness(平和、繁栄、幸福へのビジョン)」において、都市と地方の格差是正、貧困削減、産業振興等の観点から、道路建設とともに地方電化を重要な政策目標として位置づけていた。この長期ビジョンに沿って策定された第9次5カ年計画(2002年7月～2008年6月)では、遅くとも2020年までに全国世帯電化率100%を達成するという目標が打ち出されていた。

そのような状況下、地方農村部における世帯電化率100%に向け、JICA支援により、地方電化マスタープランが2005年10月に策定された。同マスタープランに基づき、ブータン政府は第10次5カ年計画(2008年7月～2013年6月)において、約44,000世帯の電化を計画した。JICAは、同5カ年計画の一部として、本事業の先行事業である「ブータン地方電化事業」(2007年5月に円借款契約調印)(以下、「フェーズ1事業」という)による15,322世帯の電化を、本事業(フェーズ2)により、フェーズ1事業の対象地を除いた地域の約3,700世帯の電化を行うこととなった。本事業では、貧困

³ <https://n.freemap.jp/tp/bhutan> (2025年4月20日アクセス)を基に評価者が調製。

⁴ ブータンの地方行政単位として、県(Dzongkhag)、県内にゲオグ(Gewog)がある。ゲオグは、1つ以上の村落(Village)から成るチオグ(Chiwog)から構成される。

率が全国平均（約 23%）に比べて高い地方農村部（約 40%）の中でも、特に貧困層が多く居住する遠隔地を対象としていた。

1.2 事業の概要

本事業は、ブータンの地方農村部において配電網の整備等を行うことにより、未電化世帯の電力アクセスの改善を図り、もって貧困度の高い地方農村部住民の生活環境の改善、地方農村部の経済・社会活動の活性化及び気候変動の緩和に寄与するものである。

円借款承諾額/実行額	2,187 百万円/1,870 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 0.2%(本体部分) 0.01%(コンサルタント部分) 返済(うち据置) 40 年(10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	ブータン王国政府/エネルギー天然資源省エネルギー局 (Department of Energy, Ministry of Energy and Natural Resources、以下「DOE」という) ¹ 実際の調達・建設はブータン電力公社(BPC)が実施。
事業完成	2023 年 4 月
本体契約 (10 億円以上のみ記載)	—
コンサルタント契約 (1 億円以上のみ記載)	—
関連調査 (フィージビリティ・スタディ：F/S) 等	<ul style="list-style-type: none"> ブータン国地方電化マスタープラン調査(2003～2005 年) 地方電化事業案件形成促進調査(SAPROF)(2006 年 3 月)
関連事業	【円借款事業】 <ul style="list-style-type: none"> ブータン地方電化事業(2007 年 5 月) 【円借款附帯技術協力プロジェクト】 <ul style="list-style-type: none"> ブータン国地方電化促進プロジェクト(フェーズ 1:2008 年 6 月～2011 年 6 月、フェーズ 2:2012 年 3 月～2014 年 9 月)

注 1：円借款契約調印当時は、経済省エネルギー局（Department of Energy, Ministry of Economic Affairs：DOE）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

三島 光恵 (OPMAC 株式会社)

大曾根香織 (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：2024年9月～2026年1月

現地調査：2025年1月13日～1月29日、2025年5月7日～5月24日

2.3 評価の制約

本事業実施中に事業範囲の追加、すなわち、事業対象地域の拡大と電化世帯数の増加が行われたが、これに対応して運用効果指標の「売電量 (GWh)」や「事業対象地域の世帯あたりの事故停電時間 (時間/年)⁵ (System Average Interruption Duration Index、以下「SAIDI」という)」の目標値の見直しは行われなかった。また、事後評価時に目標値を再設定した上での目標達成度の分析をすることも困難であった。したがって、本評価では、売電量については、本事業の対象地を含む、全国農村部における実施前後の経年のデータ比較を行って分析した。SAIDIについては、比較可能な目標値が設定できないことに加えて、近年 SAIDI のデータの取得と計算方法の大幅な見直しが行われているため、経年のデータ比較はせず、直近 2024 年の全国データのみを分析した⁶。

また、本事業による二酸化炭素排出削減量の目標値についても、事業事前評価表では JICA 地球環境部で実施中のクリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism、以下「CDM」という。) 事業登録向上支援調査の結果を待って設定⁷ 予定とされていたが、同調査結果をもとに目標値が設定された記録が確認できなかった。このため、目標値との比較はできず、同調査報告書を参照して 1 世帯あたりの平均 CO₂ 削減量を計算し、本事業に相当する CO₂ 削減量の推定を示した。

⁵ 事前評価表の「事業対象地域の世帯あたりの事故停電時間」は、BPC は SAIDI として記録されている。したがって、本報告書では SAIDI とした。

⁶ 近年、BPC は、SAIDI 及び SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) についてデータの標準化・精緻化のために新規データ収集システムを導入し、大幅な見直しを行っている。BPC によると、過去 3 年は各地のデータの見直しを行っていたため、時系列な推移分析は意味をなさず、最新データのみを参照すべきとのことであった。したがって、本事後評価では 2024 年の最新データのみを確認した。

3. 評価結果（レーティング：A⁷）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③⁸）

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

ブータンの政府開発政策における地方電化事業は、本事業審査時から事後評価時点に至るまで最優先政策の一つであった。

本事業審査時、ブータン国における長期ビジョン「Vision for Peace, Prosperity and Happiness（平和、繁栄、幸福へのビジョン）」（1999年策定）において地方電化が重要政策として位置づけられ、この長期ビジョンに沿って作成された「第10次5カ年計画」（2008年7月～2013年6月）では、2020年までに全国世帯電化率100%の達成を公約し、約44,000世帯の電化を計画していた。本事業実施中に策定された、「第11次5カ年計画」（2013年7月～2018年6月）においても、地方電化の実施は継続的に優先政策として位置づけられ、審査時の目標年であった2020年よりも早く、2018年までの全国世帯電化率100%を達成目標に掲げていた。「第12次5カ年計画」（2018年7月～2023年6月）においても、引き続き“Electricity for All（すべての人々に電気を）”を達成すべく、電力アクセス向上が優先目標の一つとして述べられており、1,429世帯のオフグリッド電化世帯をオングリッド電化⁹とすることを目指していた。

事後評価時の「第13次5カ年計画」（2024～2029年）においては、上記の1,429世帯のオングリッド電化の目標は、2023年までにほぼ達成されていることもあり、世帯電化の推進については、特段の言及はない。一方、全国世帯電化率100%達成後の電力関連政策については、経済成長のために十分かつ信頼性があるエネルギー供給を目指すことが述べられている。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

ブータンは国土のほとんどが急峻な山岳地帯であり、農村部では村落が点在している（写真1参照）。本事業審査時当時、農村部に総人口の70%、貧困層の98%が居住していたが、農村部全体の世帯電化率は約54%（2008年）であり、都市部の約98%（2008年）と比して、農村部で特に電化が遅れていた。



写真1：チュカ県ボンゴ・ゲオッグ
（出典：評価者撮影）

⁷ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁸ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

⁹ 「オングリッド電化」とは、全国的な基幹送電網に接続している送配電線からの電力供給。「オフグリッド電化」とは、基幹送電網には接続せず、独立した電源（太陽光発電、小水力発電など）による限られた地域内での電力供給。

ブータンにおいて、審査時から事後評価時点まで貧困削減が優先課題であることには変わりはなく、エネルギーへのアクセス向上は、ブータン政府が重視するGNHの指標の一つとなっていた。

2005年の地方電化マスタープラン作成時に実施された社会調査では、農村住民にとって電化のニーズが最重要課題と認識され、電化による生活の質の改善、貧困削減、農村部の社会・経済開発促進への寄与が期待されていた。これらのことから、審査時及び事後評価時において、地方電化への高いニーズがあったと認められる。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

BPC及びDOEへの質問票回答によると、本事業の計画の元となったJICA開発調査「地方電化マスタープラン」（2005年）、「地方電化事業案件形成促進調査（SAPROF）」（2006年）からの提案が、ブータン全国農村電化計画の基礎となり、非常に適切かつ包括的アプローチがなされていたと評価している。

過去の類似案件からの教訓として、「配電網増強等の事業においては計画の随時見直しや、柔軟な対応が必要である」との指摘があり、本事業では、事業費に余剰が生じることが予測された段階で計画を随時見直し、柔軟に対応していた。具体的には、事業実施中、借款契約額の未使用残を利用して、JICA融資対象のフィーダー（=変電所から電力供給される線）から接続できる世帯について、本事業の計画時に含まれていなかった194世帯が2013年に電化対象として追加された。さらに、2017年に、その時点での①未電化世帯、②小規模な太陽光発電機を使用しているが基幹送電網からの電力供給がなされていない世帯、についても事業範囲に追加された。こうした事業計画の追加は、公平性に配慮したものであり、適切であった。

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

本事業審査時の我が国の「対ブータン国別援助方針」（2011年）では、四つの重点分野のひとつである「経済基盤整備」に地方電化の促進が位置づけられており、本事業は日本の援助政策と合致していた。また、JICA「海外経済協力業務実施方針」（2005年4月）における対ブータン援助方針では、「貧困削減への支援」が重点分野として位置付けられ、農村部での基盤整備を含む「多くの貧困層を抱える地域における支援」が重視されていたことから、本事業への支援は同方針に合致していた。

3.1.2.2 内的整合性

JICAの他事業との連携・調整は行われなかった。なお、本事業の附帯の技術

協力プロジェクト「ブータン国地方電化促進プロジェクト」（フェーズ 1：2008年 6月～2011年 6月、フェーズ 2：2012年 3月～2014年 9月）は、整合性に該当する連携ではないが、BPC 全体の送配電線の運営維持管理能力強化を目的とするものであり、本事業で整備した設備の運営維持管理に影響を及ぼすものであることから、「3.4 持続性」の項目にて言及する。

3.1.2.3 外的整合性

JICA の開発調査「地方電化マスタープラン」（2005年）、「地方電化事業案件形成促進調査（SAPROF）」（2006年）がベースとなり、JICA、ADB、オーストリア政府による支援のそれぞれの事業対象地域については、重複がないように実施機関及びドナー間で連携・調整がなされた。その結果、ADB は JICA の事業対象である 11 県以外の 6 県（ルンツェ、モンガー、サムドルアップジョンカー、タシガン、タシヤンツェ、シエムガン）、オーストリア政府はガザ県を対象とした。その後、本事業の事業範囲の追加により、ADB の事業対象県が JICA の事業対象県に含まれることとなったが、重複する県¹⁰の中で事業対象となるゲオッグの重複はなかった。こうしたドナー間の連携・調整は、ブータンの全国世帯電化率 100%の目標の早期達成に大きく貢献した。

また、国際枠組との協調の観点では、本事業の目的は、持続可能な開発目標（SDGs）の目標 7「すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する」に合致する。持続可能な開発目標（SDGs）13「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」についても、世帯電化の推進によって薪、ケロシン、ディーゼルオイル等の利用が減少し、気候変動の一要因として指摘されている二酸化炭素排出の減少につながっていることから、合致している。

本事業は、ブータン国の開発計画や開発ニーズと合致し、事業計画やアプローチ等は適切である。日本政府の開発協力方針との整合性があり、本事業の成果達成への他の JICA 事業との連携・調整は確認されなかったが、ADB 等他ドナーとの連携・調整は想定どおり実施され、他ドナーによる地方電化事業との連携・相乗効果により、全国世帯電化率 100%の目標達成への貢献も認められ、外的整合性があった。以上より、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業では、表 1 のとおり、対象電化世帯数の計画値は、審査時から増加した。これは、事業実施中の当初対象地域における電化対象世帯数の増加に加え、対象地域の

¹⁰ モンガー、サムドルアップジョンカー、タシガン、タシヤンツェ、シエムガンの 5 県。

拡大という事業範囲の追加によるものである。こうした事業範囲の追加については、第12次5カ年計画における、すべてのオフグリッド電化世帯をオングリッド電化とする方針に基づくものであり、妥当であったと判断される。計画変更後の5,067世帯に対して、実績値は5,785世帯と約1.1倍となったが、これは実際の工事時にさらに対象世帯数が増えたためである。以上の対象世帯数の増加に伴い、中圧配電線（33kV/11kV）の新設、低圧配電線の新設及び付属機器の敷設、変圧器の敷設についてそれぞれ、全長及び台数が増加した。落雷対策工事、保守用機材・車両やコンサルティングサービスは計画どおりであった。

表 1 アウトプットの計画・実績比較

項目	計画		実績 (2023年)
	審査時(2011年)	計画変更(2017年)	
対象範囲 対象県	11 県 パロ(Paro)、ハ(Haa)、 サムツェ(Samtse)、チュカ (Chukha)、ダガナ(Dagana)、 チラン(Tsirang)、トンサ (Trongsa)、プナカ(Punakha)、 ワンデューポダン(Wangdue Phodrang)、ペマガツェル (Pemagatshel)、サルパン (Sarpang)	18 県 計画の11 県に加え、次の7 県 の追加: テインプー(Thimphu)、 ブムタン(Bumthang)、モンガー (Mongar)、シエムガン (Zhemgang)、サムドゥルップジョ ンカー(Samdrup Jongkhar)、 タシガン(Trashigang)、 タシヤンツェ(Tashiyantse)	18 県 同左
電化世帯数	3,728 世帯	5,067 世帯	5,785 世帯
工事内容 (1) 中圧配電線 (33kV/11kV)の 新設	全長約 570km	全長約 810km	全長約 843km
(2) 低圧配電線の 新設及び付属機器 の敷設	全長約 450km	全長約 810km	全長約 786km
(3) 変圧器の敷設	320 台	486 台	488 台
(4) 落雷対策工事	290km シールドワイヤー 634 counter-poles (埋設地線)	同左	計画どおり
(5) その他	保守機材・車両	同左(車両 3 台)	計画どおり
(6) コンサルティン グサービス	土木工事に係る入札補助、 施工監理	同左	計画どおり

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

事業費の実績額は、計画額2,574百万円に対し、2,173百万円と計画内に収まった(計画比84%)。表2のとおり、事業費の項目別、土木工事費は計画額を超えたが、資機材費、コンサルティングサービス費は計画額を下回った。BPCによれ

ば、計画額と実績額の差は、過去の JICA 地方電化事業の余剰資機材を活用したことや、入札競争による契約金額の低下が主な理由であった。加えて、事業実施期間中にブータンの通貨ニュルタムに対し、円高となったことも影響したとみられる。

表 2 事業費の計画・実績比較

単位：百万円

項目	計画(2011年)		実績(2023年)	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
資機材調達	1,271	1,271	1,095	1,095
土木工事(国内資機材運搬費含む)	619	619	698	698
コンサルティングサービス	43	43	30	30
管理費等	318	0	313	0
税金	58	0	—	—
建中金利	11	11	26	26
コミットメントチャージ	1	1	9	9
プライス・エスカレーション	51	49	—	—
物的予備費	202	193	—	—
合計	2,574	2,187	2,173	1,860

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注 1：審査時の為替交換レート：1 米ドル=44.4 ニュルタム（ブータンの通貨単位）、1 米ドル=82.5 円、1 ニュルタム=1.86 円（コスト積算基準：2010 年 12 月）、実績時の為替交換レート 1 米ドル=65.14 ニュルタム、1 米ドル=106.05 円、1 ニュルタム=1.63 円（貸付実行期間 2011～2022 年の年平均レート）。

注 2：税金の実績については、BPC から確認できなかった。

注 3：合計は、百万円以下を切り捨てて表記。

注 4：各項目の金額は、百万円未満を切り捨てて算出しているため、合計額に誤差が生じることがある。

3.2.2.2 事業期間

事業期間は、審査時の計画事業期間では 25 カ月（2011 年 6 月～2013 年 6 月）であったが、事業範囲の追加時に 113 カ月（2011 年 6 月～2020 年 10 月）に変更された。これに対して、実績事業期間は 143 カ月（2011 年 6 月～2023 年 4 月）であり、変更後の計画事業期間を上回った（計画比 127%）。遅延の主な理由は、本事業の対象地域が、道路アクセスが悪い遠隔の山岳地が多く含まれていたことから、資機材の輸送に時間を要したことが挙げられる。また、2020 年以降の新型コロナウイルス感染症の流行で、一時期移動制限があったことも影響した可能性があるが、どの程度遅延に影響したかは検証できなかった。事業完成は計画よりも遅延したものの、本事業の対象地域が農村部の中でも特にアクセスの悪い遠隔地が含まれていたことを考慮すると、遅延をできるだけ抑える取り組みは行われていた。事業実施に携わっていた BPC 職員にインタビューしたところ、本邦コンサルタントのアドバイスにより、各対象地域の村落にて工事前に電化事業に係る啓発のためのワークショップを開催して地域住民との対話を重ね、本事業への協力依頼をしたことで、事業実施の円滑化に貢献したという指摘があった。

表 3 事業期間の計画・実績比較

	計画	実績	
		審査時の事業範囲	計画変更後の事業範囲
貸付契約調印	2011年6月	2011年6月	—
コンサルタントサービス (選定～契約完了)	2011年2月 ～2013年7月	2011年2月 ～2013年10月	—
資機材調達(入札～調 達～国内輸送)	2011年3月 ～2012年6月	N.A.	2011年2月 ～2023年4月
建設工事(入札～工事 終了)	2011年8月 ～2013年6月	N.A.	2012年6月 ～2022年10月
事業完成	(審査時)2013年6月	2020年10月	2023年4月

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注：本事業の事業完成の定義は、施設の供用開始時。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時の経済的内部収益率（Economic Internal Rate of Return、以下「EIRR」という）は、8.1%であった。事後評価時の再計算と前提条件を揃えるため、プロジェクトライフの開始年を借款契約調印年として、審査時の EIRR を改めて計算したところ 7.7%となった。事後評価時の再計算も同じ前提条件で行った結果、3.7%であった。計画よりも事業費が下がり、電化世帯数が増加したにも関わらず、審査時と比べて再計算時の EIRR の値が低くなった主な理由は、売電量の実績が審査時の予測を下回ったためである。審査時には、売電量は完成後 7 年間は毎年 5%、それ以降は毎年 3%増加すると見込まれていた。しかし、再計算では、2012 年から 2023 年までの対象地域の実際の売電量データをもとに計算した結果¹¹、売電量の年平均増加率は約 2%であり、この実績値を適用して便益を算出した。売電量の実績が審査時の予測を下回ったことで便益が減少し、結果として EIRR も低下した。EIRR 計算を行う上での費用及び便益の前提条件は、以下のとおり。

（前提条件）

費用	事業費（税金除く）、運営維持管理費
便益	消費者の消費エネルギーの増加、既存エネルギー（薪・ケロシン等）の代替効果、売電収入の増加
プロジェクトライフ	30 年（借款契約調印年をプロジェクトライフ開始年とする）

¹¹ 審査時の計算では、全事業が貸付契約調印から 2 年後の 2013 年に完成し、一斉に電力供給を開始する想定であったが、実際は各地域の工事完了と電力供給開始の時期が違い、実績の計算では、それに合わせた。加えて、事業範囲の追加があったため、全事業の完成は 2023 年となった。

本事業のアウトプットは事業範囲の追加に見合うものであり、事業費は事業対象の範囲の追加を含めても計画内に収まったが、事業期間は変更後の計画を上回った。以上より、効率性は高い。

3.3 有効性・インパクト¹²（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）

事前評価表で運用・効果指標として挙げられていた項目のうち、農村世帯電化率（%）¹³（うち、本事業寄与分（%））、本事業による電化世帯数、事業対象地域の売電量（GWh）が、本事業の直接の効果を測定する運用・効果指標として適切であると判断し、以下にその達成状況を検証する。

なお、事前評価表において、「料金回収率（%）」及び「事業対象地域の世帯あたりの事故停電時間（SAIDI）（時間/年）」が設定されていたが、本事業の直接の効果を測定する指標としては適切ではないため、有効性を検証する指標としては除外した。「料金回収率（%）」については、2013年以降に農村部では100kWh/月まで電力消費量は無料となり、多くの農村住民がこの範囲の電力消費であることから、運用・効果指標としての意義が低くなっていた。また、「事業対象地域の世帯あたりの事故停電時間（SAIDI）（時間/年）」は、本事業対象地域がアクセス困難な地域を多く含んでいるため、事業の対象範囲の停電からの復旧にはむしろ時間を要する状況になる可能性があった。以上、本事業の工事内容と直結して改善が期待されるものではないことから、有効性・インパクトの評価レーティングに加味しないこととする。

「本事業による温室効果ガス排出削減量（トン/年CO₂換算）」については、本事業によって電力供給がなされた結果としての長期的な間接効果（インパクト）とみなされるため、「3.3.2 インパクト」の項目で分析する。

（1）農村世帯電化率と本事業の電化世帯数

表4に示すとおり、農村世帯電化率100%の目標値は、本事業単独の効果としてではなく、本事業のフェーズ1事業（2007～2014年）やADB、オーストリア政府の資金協力事業による電化事業等の効果も含んだ数値である。また、DOEによると、当時の農村世帯電化率100%の目標は、配電線延伸によるオングリッド電化90%と太陽光発電によるオフグリッド電化10%の合計として設定された。その後、本事業実施中の2016年に、DOEが方針を修正し、オフグリッド村落（太陽光発電を利用）についても可能な限りオングリッド接続による電化を推進する

¹² 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。

¹³ 事前評価表では「地方農村部の世帯電化率」と書かれていたが、全国の農村世帯電化率と同義である。本報告書では「農村世帯電化率」と記載する。

こととなった。

BPC によれば、事業完成年の 2023 年のオングリッドによる全国世帯電化率は 99.97%に達していた。100%に達していない理由は、高山の村落では、技術的な制約によりオングリッドによる電化が非常に困難な地域があるためである。

「3.2 効率性」で既述のとおり、本事業では実施中に事業範囲を追加し、対象電化世帯数の計画が増加したため、これを加味し、③については目標値の修正を行ったうえで、目標達成度を評価する。①農村世帯電化率については、目標値 100% に対して実績値 99.97%となり達成した。②うち本事業貢献分については、本事業完成年の 2023 年の農村世帯電化数のうち、約 4.2%が本事業の貢献分であった。審査時の目標値の計算式が不明だったので単純に比較はできないが、偶然、当初目標値と同様の割合であった。③本事業による電化世帯数については、目標値 5,067 世帯に対して実績値 5,785 世帯であり、目標値を超えて達成された。

表 4 農村世帯電化率と本事業の電化世帯数

指標	基準値	目標値	実績値
	2009 年	2015 年	2023 年
	基準年	事業完成 2 年後	事業完成年
① 農村世帯電化率(%)	54 ¹	100 ²	99.97 ²
② うち本事業貢献分(%) ³	—	4.2	4.2
③ 本事業による電化世帯数	—	3,728(審査時) 5,067(計画変更後) ⁴	5,785

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注 1：2008 年 6 月時点。学校、保健、寺、政府等の機関の電化も含む。

注 2：審査時の目標値は、本事業の他、本事業のフェーズ 1 事業（2007～2014 年）や ADB、オーストラリア政府の資金援助による電化事業等の効果も含んでいる。事後評価時点の DOE からの質問票回答によると、審査当時の農村世帯電化率目標 100%は、オングリッド電化 90%+太陽光発電による電化 10%が計画されていた。実績値は、オングリッド電化のみの全国の世帯電化率の数値である。

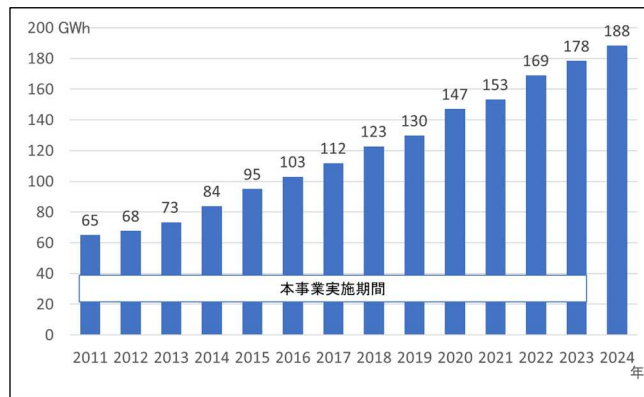
注 3：目標値の計算式が確認できなかったが、実績値は事業完成年の 2023 年全農村電化世帯数に占める本事業による電化世帯数の割合を計算した。

注 4：計画変更後は、審査時の電化世帯数計画と 2017 年の事業範囲の追加（事業対象地域の追加）に伴って増加した農村世帯電化数計画の合計であり、本事後評価時に設定した。

（2）事業対象地域の売電量

審査時の事業対象地域の売電量は、基準値の 126GWh（2009 年）に対して目標値（事業完成 2 年後）は 189GWh（2015 年）と設定されており、基準値から 1.5 倍増加することが想定されていた。しかし、「2.3 評価の制約」で記述のとおり、本事業は、事業実施中に事業範囲が追加となったため、この目標値と実績値との比較を単純に行うことができない。また、この基準値及び目標値には、都市部の売電量も含まれていた。したがって、本事後評価では、本事業対象の 18 県（当初対象の 11 県+追加 7 県。対象県名は表 1 参照）を含む全国 20 県の農村部のみの売電量について審査時以降の経年変化を分析することとした。

本事業対象 18 県を含む全国農村地域の売電量の経年での推移をみると、審査時の 2011 年 65GWh から、当初計画されていた事業範囲の電化が終了した 2016 年頃は 103GWh に達し、2023 年には 178GWh へと、12 年間に約 2.7 倍に増加した（図 1）。この増加には、本事業の電化された農村世帯への売電量の増加も含まれていることから、本事業は、事業対象 18 県の農村地域の売電量増加に貢献したといえる。



出所：BPC “Power Data Book”（2016 年）p.16、BPC “Power Data Book”（2024 年）p.2 より全国農村世帯の電力消費量のみを合計。

図 1 全国農村世帯売電量の推移

（3）料金回収率（参考値）

BPC によると、2024 年の全国の料金回収率は 99% となっており（表 5）、非常に高い。事前評価時の基準値 96%（2008 年実績値）と目標値 96%（事業完成 2 年後）と比較してさらに高くなっている。

表 5 料金回収率（参考値）

指標	基準値	目標値	実績値
	2009 年 基準年	2015 年 事業完成 2 年後	2024 年 事業完成 1 年後
料金回収率 (%)	96.0	96.0	99.46

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

（4）SAIDI（参考値）

BPC によると、2024 年の全国の SAIDI は約 43 時間/年である（表 6）。事前評価表の基準値と目標値は当初対象地域の 11 県に関する指標であり、また、「2.3 評価の制約」で述べたように指標のとり方が近年変わったため、単純比較はできない。しかし、全国で約 43 時間/年の停電時間があり、地域格差も大きいため、近年、SAIDI の改善が最重要課題となっている（課題対策の実施状況については、「3.4.7 運営・維持管理の状況」で述べる）。

表 6 SAIDI (参考値)

指標	基準値 (事前評価時対象 11 県)	目標値 (事前評価時対象 11 県)	実績値 (全国)
	2009 年	2015 年	2024 年
	基準年	事業完成 2 年後	事業完成 1 年後
SAIDI (時間/年)	10.82	9.90	43.03

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

注：基準値と目標値は事前評価時の事業対象となった 11 県のみであったことに対し、実績値は全国の数字。加えて、近年 SAIDI のデータのとり方や計算方法が変わったため、単純比較はできない。

3.3.1.2 定性的効果 (その他の効果)

審査時に定性的効果として挙げられていた、「貧困度の高い農村部住民の生活環境の改善」、「経済・社会活動の活性化及び気候変動の緩和」については次項「3.3.2 インパクト」にて分析する。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

DOE 及び BPC への質問票回答では、本事業により、対象地域の農村部において、想定されたインパクトである、「農村部住民の生活環境の改善」と「経済・社会活動の活性化」は発現したとのコメントを得た。

本事後評価では、これらの想定されたインパクトの発現を確認するため、定性調査 (インタビュー調査) を実施した。同調査では、表 7 に記載のとおり、対象 18 県のうち、裨益世帯数が多いチュカ、サムツェ、サルパンの 3 県を対象とした。各県内では行政単位の中心地から離れると貧困度が高い傾向があることから、裨益世帯数が多く、より遠隔地にあるゲオッグを各県 1 カ所ずつ選び、合計 3 ゲオッグ (ゲテナ、デンチュッカ、チュンゾム) を対象とし、ゲオッグ政府職員と各ゲオッグ内の公共施設職員へのインタビューを実施した。また、ゲオッグ内でアクセス可能な範囲でより遠隔地にあるチオッグ (ゲオッグの下の最少行政単位) を選定し、各住民世帯へのインタビュー調査を実施した。以上の調査対象者のインタビュー結果に基づき、①ゲオッグ (地域) レベルと②世帯レベルに分けて本事業のインパクトをまとめた。

表 7 定性調査対象者と地域概要

対象県	インタビュー対象者 < >内は地名
チュカ県	1) 県職員(9人) 2) ゲオッグ代表者(2人) <ゲテナ(Getena)> 3) チオッグ代表者(5人) <チュユル(Cheyul)、ダガ(Daga)、バチュ(Bachu)、プツア(Phutsha)、タシガン(Tashigang)> 4) 公共機関(9人) • 学校(7人) • コミュニティセンター(1人) • 農業畜産省支所(Renewable Natural Resources Office: RNR)(1人) 5) 住民: 15世帯
サムツェ県	1) 県(Dzongkhag)職員(9人) 2) ゲオッグ代表者(2人) <デンチュッカ(Denchukha)> 3) チオッグ代表者(2人) <プントラ(Bailoong_Puntha)、セチカ(Setikha)> 4) 公共機関(8人) • 学校(4人) • プライマリーヘルスケアセンター(Primary Health Center: PHC)(3人) • コミュニティセンター(1人) 5) 住民: 15世帯
サルパン県	1) 県(Dzongkhag)職員(7人) 2) ゲオッグ代表者(2人) <チュンゾム(Chundzom)。事後評価時点の地名。以前はドバン(Doban)という地名であった。> 3) チオッグ代表者(3人) <ドラグチュ(Dragchu)、シェラブリン(Sherabling)、ラユル(Lhayul)> 4) 公共機関(6人) • 学校(2人) • プライマリーヘルスケアセンター(PHC)(3人) • コミュニティセンター(1人) • 農業畜産省支所(RNR Office)(2人) 5) 住民: 14世帯
対象地域の概要	
<p>事業の対象 18 県のうち、裨益世帯数が多いチュカ、サムツェ、サルパン県の 3 県を対象として調査を実施した。これらの県は首都ティンブーより南部に位置し、いずれもインドと国境を接している県である。</p> <p>調査対象のゲオッグでは、共通して主要経済活動は農業であり、米、メイズ、オレンジなどの作物生産や畜産活動、主要現金作物としてカルダモン栽培を行っている。各ゲオッグでは主要携帯電話会社のサービスが利用できる。</p> <p>チュカ県ゲテナ・ゲオッグ: 県内南東の位置し、他の調査対象ゲオッグ 2 カ所と比較して県中心地からもっとも遠い(県の中心地から 136km、未舗装の農村道路含む)。ゲオッグ内では 5 つのチオッグに分かれており、182 世帯の住民がいる。ゲオッグ内の村はチュユル(Cheyui)チオッグのガタ(Gata)村以外は全て農村道路でつながっている。ゲオッグ内には小学校 1 カ所、プライマリーヘルスケアセンター 1 カ所、仏教寺院 7 カ所がある。</p> <p>サムツェ県デンチュッカ・ゲオッグ: 県内の北東部に位置し、全村落は農村道路でつながっている。5 つのチオッグに分かれており、585 世帯の住民がいる。プライマリーヘルスケアセンター 2 カ所、学校 2 カ所、仏教寺院 1 カ所、ヒンドゥー教寺院 1 カ所がある。</p> <p>サルパン県チュンゾム・ゲオッグ: 県内の北東部に位置し、全村落は農村道路でつながっている。5 つのチオッグに分かれており、648 世帯の住民がいる。プライマリーヘルスケアセンター 2 カ所、学校 2 カ所、ヒンドゥー教寺院 1 カ所がある。</p>	

出所：評価者作成

注：インタビュー対象の選定については、1) 県職員は、各県計画担当職員や教育、保健、農業、エンジニア等の各分野担当職員へのグループ・インタビューを実施、2) ゲオッグ代表者は、県政府や BPC と協議し、県中心から遠いところを対象として選定、3) チオッグ代表や 4) 公共機関は、ゲオッグ代表者同時のグループ・インタビューや個別にインタビューを実施、5) の住民調査対象のチオッグは、各ゲオッグ職員や BPC と協議し、ゲオッグ中心から比較的離れた地域を対象とした。住民インタビューでは、世帯主等の各世帯代表者に加え、可能な限り、各世帯で男女を一人ずつ含むように留意し、また各世帯代表者以外でも参加可能な家族がいれば参加を依頼して実施した。44 世帯、158 名(男性 92 名、女性 66 名)へのインタビューを行った。なお、各ゲオッグでは、可能な範囲で、商店主(ゲテナ)、女性による乳製品生産グループ(デンチュッカ)、電気柵グループ(チュゾム)へもインタビューを実施。

① ゲオッグレベルのインパクト

ゲオッグ全体へのインパクトとして、公共施設の電化による住民世帯への便益に関してまとめると、図 2 に示すとおりである。公共施設の電化により、対象地域の住民世帯の生活環境の改善、社会活動の活性化のインパクトが見られた。



図 2 ゲオッグ（地域）レベルのインパクト

【生活環境の改善】

ゲオッグセンター（ゲオッグの役所）の電化により、職員がパソコンやインターネットで業務を行うようになり、より簡便に行政書類が作成できるようになるなど、行政サービスの効率化につながった。また、地域住民にとっては、行政書類作成の簡便化に加え、携帯電話の普及でゲオッグ職員との連絡がとりやすくなり、予めゲオッグ職員の在席を確認した上でゲオッグセンターへ行き、行政手続きを行うことができるようになった。このため、地域住民は、以前と比べてゲオッグセンターへ何度も行く必要が少なくなり、移動コストが減少した。また、プライマリーヘルスケアセンターの電化に伴い、冷蔵庫が導入され、ワクチンの長期保管が可能となったほか、新規の医療機器（新生児の保育器、滅菌機等）の導入が進み、パソコンの利用で患者の病歴情報を確認できるようになり、医療サービスの改善につながった。学校の電化により、授業にパソコンが導入され、小学校低学年からの IT 教育推進政策に寄与するとともに、視聴覚機器の活用で授業内容の改善が図られるなど、デジタル教育の進展による教育の質の向上という正しいインパクトが見られた。以上、本事業によって、住民の生活の利便性や保健・教育サービスの向上を通じた生活環境の改善が確認された。

【社会活動の活性化】

宗教施設の電化によってオーディオ機器が導入され、電灯で明るさが確保され、

祭事がより活発に行われるようになった。また、電灯で經典の文字が読みやすくなった、という回答があった。本事業が地域社会の活動へ正のインパクトがあったと示唆された。

なお、本事後評価の定性調査において、ゲオッグ職員から、電化による生活の利便性向上によって、都会へ行った若者が村へ戻ってくる傾向がみられる、という指摘があった。デンチュッカ・ゲオッグの職員によれば、電化後に約 7~8 世帯が都会からゲオッグへ戻ってきたとのことである。ただし、この背景には電化事業以外の通信や道路インフラの発展との関連性も考えられる。

② 世帯レベルのインパクト

世帯電化による主な直接インパクトをまとめると、図 3 に示すとおりである。電化後の家庭内での電気製品の利用が生活環境の改善、経済・社会活動の活性化など様々なインパクトにつながったとの回答を得た。

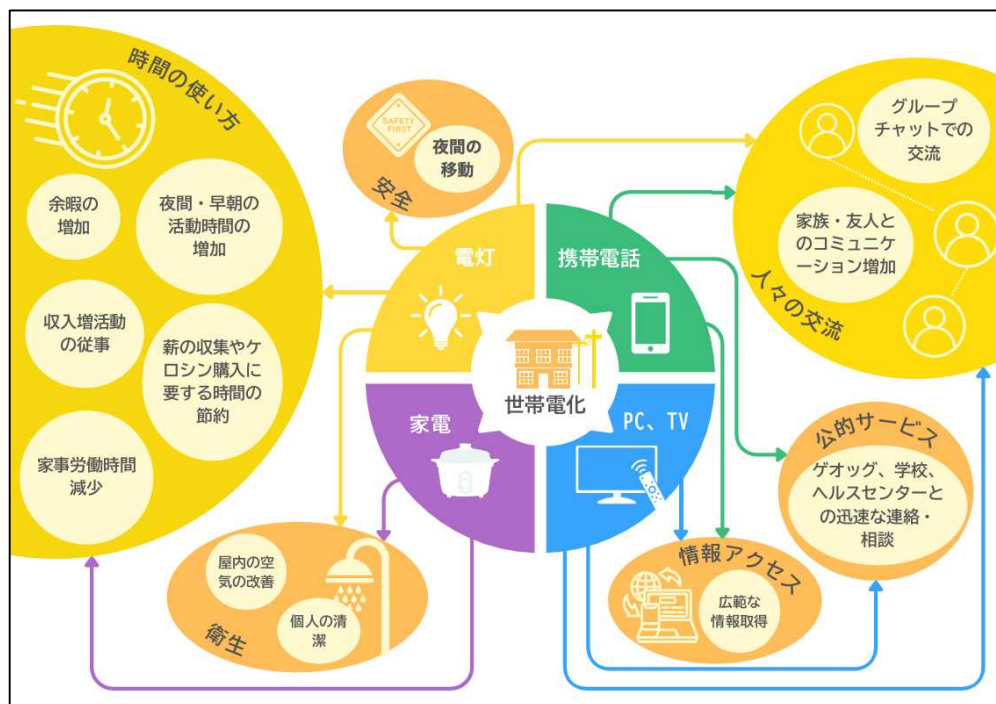


図 3 世帯レベルのインパクト

【生活環境の改善】

世帯インタビュー対象のうち、回答不可と答えた 1 世帯以外は、ほぼ全世帯が生活環境の改善のインパクトがあったと回答した。図 3 で示した回答内容のまとめのうち、生活環境の改善に関することは、以下の点である。

「時間の使い方」については、調理器具や洗濯機等の家電の利用（写真 2）や精米機、製粉機（写真 3）の導入による家事労働の軽減や薪などの燃料の収集の労働

の減少があった。その結果として家事の時間が減少して余暇（自由時間）が増加し、また、電気照明の利用で朝晩の活動時間が増え、その時間は、休息や趣味の時間、あるいは、収入を増やす活動に充てられるようになったという。



写真2 台所内の電気ポット、炊飯器（左）と洗濯機（右）（出典：評価者撮影）

「衛生状態」について、家屋の照明用のケロシンランプの使用の停止と、料理用の薪使用の大幅な減少は、家屋内の煤の減少などを含む空気環境の改善につながった。また、温水器の利用によりシャワーを浴びる回数が増えることも衛生状態の改善として挙げられていた。

「情報アクセス」について、携帯電話、テレビ、パソコンの利用増加によって、より広範な情報へのアクセスが可能となったことが挙げられた。携帯電話やテレビによって国内外の出来事の情報を得られるようになったとの意見が多く、都市部と農村部間の情報格差は正に繋がったと考えられる。また、中には、テレビやインターネットを通じた教育番組や動画の視聴で勉強する機会が増えたとのコメントもあった。

「安全」については、屋内外の電灯設置で夜間も明るくなり、特にお年寄りが夜間に屋外へのトイレなどへ安全に移動できるようになったことが挙げられた。

「公的サービス」については、世帯側からは、電化による携帯電話の利用の普及でゲオッグ職員、学校教員、保健センター職員と迅速に連絡や相談しやすくなり、便利になったことが挙げられた。

「人々の交流」について、携帯電話の利用で連絡が容易になったことや明るい電灯利用で夜間の活動時間が増えたことにより、家族や友人とのコミュニケーションやグループチャットによる交流が促進されたとの指摘があった。

【経済・社会活動の活性化】

調査対象地域では、家電等の導入で時間的余裕できたことで、現金収入源となるカルダモン栽培や野菜の栽培、家畜の世話などに集中できるようになったとの回答が多く挙げられた。カルダモン栽培で現金収入が増えたほか、冷蔵庫の導入で乳製品の保存が可能となって余剰品を市場で販売するようになったこと、時間の余裕ができたことにより、輸送業や他の畑の手伝い、大工仕事をするようになり、これらの活動も収入増につながったという。また農民グループの電気柵の設置による農作物の獣害対策活動（チュンゾム・ゲオッグ）や女性グループの乳製品の加工販売活動（デンチュッカ・ゲオッグ）などが見られた。その他、電化後、冷蔵庫利用やケロシンランプよりも明るい夜間照明の利用で小規模商店（写真4）

やレストランを始めたという例も確認された。調査対象の住民の約半数は世帯収入が増加したと回答しており、貧困削減にも寄与した面もあることがうかがえた。



写真3 精米機と製粉機
(出典：評価者撮影)



写真4 商店
(出典：評価者撮影)

以上の事後評価の定性調査で確認したインパクトは、フェーズ1事業の事後評価¹⁴においてもみられたものであり、他ドナーによる既存の農村電化インパクト評価¹⁵でも共通して指摘されている事象であることから、限られたサンプル数による調査結果ではあるものの、調査地域以外でも同様のインパクトがあった可能性が合理的に推定できる。

なお、地方電化のインパクトは他の事業との相乗効果の結果でもあることは、注視すべき点である。ブータンにおいて教育、保健、行政サービス向上、農業活動関連の電気機器の導入の背景には、ブータン政府が本事業開始以降に、行政サービスのIT化を目的とした、全国農村部におけるコミュニティセンターの設置、学校のIT教育カリキュラムの導入、プライマリーヘルスケアセンターへの機材の拡充等、様々な取り組みに尽力していたことが挙げられる。また、本事業と同時期に全国農村部の道路建設や改良工事が急速に進み、各地域への道路アクセスが改善したことも本事業完成以降の社会・経済の活性化に係るインパクトが発現した重要な要因の一つとなっているとみられる。例えば、道路整備が進んで都市部市場へのアクセスが改善されたことによって、農産物を市場へ輸送しやすくなり、現金収入となるカルダモンや農産品の余剰分の販売増加のインパクトにつながったことが推測される。

3.3.2.2 GNH への貢献

本事業のインパクトをブータン政府の開発概念であるGNHの9つの領域(Domain)、すなわち、①心理的ウェルビーイング(Phycological Wellbeing)、②健康(Health)、③教育(Education)、④文化的多様性(Cultural Diversity and Resilience)、

¹⁴ 「2017年度外部事後評価報告書ブータン地方電化事業」ウェブサイト：
https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2017_BT-P1_4_f.pdf (2025年6月20日アクセス)

¹⁵ 例えば、World Bank (2008) “The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits” 等。

⑤時間の使い方（Time Use）、⑥良い統治（Good Governance）、⑦コミュニティの活性（Community Vitality and Resilience）、⑧環境多様性・レジリエンス（Ecological Diversity and Resilience）、⑨生活水準（Living Standards）との関連性に当てはめて整理した（表 8）。本事業のインパクトは、これらの GNH の領域に関連して正のインパクトがあったことから、GNH の向上に貢献したとみなされる。

表 8 本事業のインパクトと GNH の領域との関連性

インパクトに関する回答	GNH 領域								
	心理的健全	健康	教育	文化的多様性	時間の使い方	良い統治	コミュニティの活性	環境の多様性・レジリエンス	生活水準
電気機器の購入・使用					○				○
室内外の電灯	○				○		○		
情報アクセス			○	○	○	○			
衛生		○							○
農業・農作業					○			○	○
商業活動					○				○
収入向上									○
余暇(自由時間)					○				
教育サービス			○						
保健サービス	○	○							
行政サービス						○			
地域行事(文化)				○			○		
環境保全								○	

出所: 評価者作成

凡例: ○は関連ある GNH 領域を示している。

注: インパクトに関する回答については、フェーズ 1 事業の事後評価結果の傾向から質問表で項目建てをして聞いたものであるが、すべての項目でインパクトがあったとの回答が得られている。事後評価の対象となった回答者、すなわち、プロジェクトの実施機関、定性調査対象県（チュカ、サムツェ、サルパン）とゲオグ（ゲテナ、デンチュッカ、チュンゾム）の政府職員や各ゲオグ内のチオグ代表者、各ゲオグ内の世帯への定性調査対象の 44 世帯といくつか選定したグループ（学校教員やプライマリーヘルスセンター職員、共同農業活動グループ、女性グループ等）の意見のみに基づいたものである。

3.3.2.3 気候変動緩和への貢献

本事業実施中の 2014 年に、ブータン政府は、JICA の支援により、グリッド延伸による農村電化の CDM 登録¹⁶を行った。登録時に作成されたプロジェクト設計書（Project Design Document、以下「PDD」という。）によると、年間 18,833 トンの CO₂ の減少が効果として見込まれていた。この試算は、第 10 次 5 年計画（2008 年 7 月～2013 年 6 月）及び第 11 次 5 年計画（2013 年 7 月～2018 年 6 月）でオングリッド電化予定 29,338 世帯をベースとしており、本事業で電化された世帯もこの対象に含まれている。

事業事前評価表で「本事業による温室効果ガス排出削減量（トン/年 CO₂ 換算）」については「JICA 地球環境部で実施中の CDM 事業登録向上支援調査の結果を待って設定を行う」と記載されていた。しかし、本事業の基準値、目標値が同調査

¹⁶ United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) “Rural Electrification Project for Clean Energy, Better Living and Sustainable Growth in Bhutan” というタイトルで登録されている。

の結果から設定された記録は確認できなかった¹⁷。

一方で、BPC 提供資料によると、第 10 次及び第 11 次 5 年計画におけるオングリッド電化世帯数は 45,408 世帯に達しており、PDD で示された 29,338 世帯を大きく上回っていた。さらに、本事後評価の定性調査で行った実施機関、関係機関、世帯へのインタビュー結果では、調査対象地域では事業実施前後の比較でケロシンの使用がなくなり、薪の使用も大幅に減少していたことが確認された。具体的には、世帯ごとのインタビュー結果から、薪の使用は各世帯で 40%～70%の範囲で減少していた。これらの結果を踏まえると、本事業は農村地域における生活環境の改善に寄与するとともに、一定の二酸化炭素排出削減効果をもたらしたと考えられる。

参考まで、PDD の試算に基づき、農村電化により単純平均で 1 世帯あたり年間約 0.642 トンの CO₂ 削減効果が生じるとの前提条件に立てば、本事業で 5,787 世帯が電化されたことから、年間約 3,713 トン相当の CO₂ 削減効果があったと推定される¹⁸。

3.3.2.4 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、審査時において、「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 月公布）上、セクターの特性、事業の特性及び地域の特性に鑑みて、環境への望ましくない影響が重大でないと判断されるため、カテゴリ B に該当するとされた。初期環境影響評価（IEE）報告書（一部地域では環境影響評価（EIA）報告書）の作成が必要であり、実施機関及び BPC が IEE 又は EIA 報告書を作成し、ブータンの国家環境委員会によって 2011 年までに全対象地域で環境クリアランスの承認が行われた。事業実施中に事業範囲が追加になった箇所についても、2019 年 4 月に環境クリアランスを取得した

BPC から JICA へ提出されていた事業進捗報告書やコンサルタントサービスの業務進捗報告書でも、環境面の懸念点や問題点などは報告されていなかった。また、事後評価時の BPC への質問票回答やインタビュー結果においても本事業の工事中に自然保護区での事業含め環境社会配慮面で問題は生じておらず、住民からの苦情等は受けていないとのことであった。配電線敷設においては、住民移転や用地取得は計画されておらず、実績も計画どおりであった。

¹⁷ 事後評価時点、PDD などをベースに本事業分のみ基準値、目標値を提示すべきかも検討したが、困難と判断した。

¹⁸ CDM 登録の PDD によると、29,338 世帯のオングリッド電化によって、毎年 18,833 トンの CO₂ の削減があったことから、 $18,833 \text{ トン} \div 29,338 \text{ 世帯} = 1 \text{ 世帯あたり約 } 0.642 \text{ トン/年の } \text{CO}_2 \text{ 削減}$ 。約 0.642 トン/年の CO₂ 削減 × 本事業の電化世帯数 5,787 = 約 3,715 トンの CO₂ 削減。

(2) 住民移転・用地取得

配電線が民有地を通る場合には土地利用を妨げないように配慮され、電柱設置には地権者の了承を得ることが義務付けられており、用地取得や住民移転は発生しない見込みであった。IEE や EIA の報告書、事業実施中の書類を確認したところ、用地取得や住民移転は生じていなかった。電柱設置の地権者の了承については、ブータン国内法に則り適切に行われた。

(3) ジェンダー

電化によって家電製品（炊飯器、電気ポット、電気鍋、電気コンロ、冷蔵庫、洗濯機、湯沸かし器、精米・製粉機）の利用が促進され、特に女性の家事労働時間の削減に影響を及ぼしたことが、実施機関、地方行政職員、インタビュー対象の住民等の様々な立場の人々から共通して指摘された。

(4) 公平な社会参加を阻害されている人々

本事業は、貧困地域の中でも特に遠隔地が対象地として審査時に選定されており、電化から取り残された地域が対象とされた。そのような遠隔地には経済・社会活動の機会が限定的な貧困層が多く、本事業は、公平な社会参加を阻害されている人々への裨益効果もあったと推測される。

(5) 社会的システムや規範、人々のウェルビーイング¹⁹、人権

社会的システムや規範、人権に関するインパクトについては、DOE や BPC へのインタビュー及び定性調査の結果からは、具体的な事例は特に判明しなかった。一方で、人々のウェルビーイングに関しては、定性調査実施時の質問項目に加えて追加調査を行った結果、回答者全員が本事業のインパクトがウェルビーイングの向上にもつながったと認識していた（調査の詳細はコラム参照）。

特に、電化の直接的なインパクトとして挙げられた「時間の使い方」と「人々の交流」という点は、コラムで提示した 9 つの領域のうちの複数と関連し、ウェルビーイングの向上に影響を与えている。

まず、「時間の使い方」については、電化により薪の収集など燃料確保に費やしていた労働時間が減少した点は「余暇」の領域に関連する。また、家電の利用によって家事労働時間が短縮されたことは「所得・資産」の領域に関係し、さらに、行政機関から遠く離れた村々では、携帯電話の普及により行政機関へ直接赴

¹⁹ JICA 事後評価では、これを人々の命、暮らし、尊厳が守られ、満たされた状態と考える。この状態を把握するためには、人々の主観的な側面を含む社会・生活の様々な領域を多面的・包括的に捉えるような枠組みが必要である。事後評価における「人々のウェルビーイング」の視点とは、主観的幸福度/生活満足度と各個別領域の関係は階層的な考え方であるというアプローチを採用し、各個別領域の充足度合いが「人々のウェルビーイング」を規定し、主観的幸福度/生活満足度という形で表現されるものとする。

く必要が減り、情報収集や手続きにかかる時間が短縮された点は「ガバナンス」の領域に関連している。これらの変化により、自由時間が総合的に増加し、身体的・精神的な負担が軽減されたと考えられる。生活に余裕が生まれたことで、家庭菜園や伝統工芸など、自身の関心に基づいた活動に時間を充てることが可能となり、自己肯定感や生活満足度の向上につながったとみられる。

次に「人々の交流」については、携帯電話やインターネットの利用が可能になったことで、遠隔地に住む家族とのコミュニケーションが改善され、心理的な安心感が得られている。これは「社会的つながり」の領域における重要な変化である。また、電化により地域行事も夜間開催が可能となり、参加者が増え、コミュニティの活性化につながっている点は「文化」の領域に該当する。さらに、電化によって快適となった生活環境は、都会に出た人々が故郷へUターンする動機の一つにもなったとの指摘があり、定住意向にも影響を与えている。こうした家族・地域の人々との交流促進やつながりの再構築は、孤独感の軽減や精神的な充足感の向上に寄与している。

以上のとおり、「時間の使い方」の変化と「人々の交流」の増加によって、人々は精神的充足感や心理的安心感・平穏を得ることができ、ウェルビーイングの向上につながったと考えられた。

コラム：人々のウェルビーイングの調査結果

<調査実施方法>

定性調査対象である3つのゲオッグ（ゲテナ、デンチュッカ、チュンゾム）44世帯の世帯主及びその家族を対象に半構造的インタビュー²⁰にて実施した。まず、JICA「Human Wellbeing/ Happiness に関する評価手法」に基づいてウェルビーイングを構成する11領域から、ブータン国の慣習や本事業の特徴等から関連する9領域（所得・資産、住居、健康、教育、環境、社会的つながり、ガバナンス、余暇、文化）に絞った。このプロセスでは、フェーズ1事業の事後評価調査結果で確認された電化が与えるインパクト、世界銀行及びADBがそれぞれ調査研究した電化のインパクト²¹、ブータン国GNH調査（GNH2022）²²の県ごとの結果を確認し、電化と深く関連する領域を検証し、9領域の選定に至った。インタビュー調査は、インパクトに関連して、主観的幸福度/生活満足度の変化及びその詳細を確認した。なお、ブータンの現地語では「Ga-kyid」という「幸福、平和/平穏」を意味する言葉があり、GNHの領域の一つである心理的ウェルビーイング²³を意味する言葉として使用されている。回答者の混乱を回避し、調査時間の制約も考慮して、本調査においても同語を使用した。

<調査結果>

回答者全員が電化前と比較して現在の幸福度/満足度は向上したと回答した。その変化の要因は多面的にウェルビーイングにつながっており、回答者がウェルビーイング9領域に関連して述べた具体的な主要幸福要因は下表のとおりである。これらのうち、3ゲオッグ共通で上位に挙げたのは、「所得・資産」「住居」「社会的つながり」「ガバナンス」「余暇」であった。

領域	幸福度/満足度の向上に寄与した要因（回答者のコメント）
所得・資産	電気機器*の活用により農作業や家事の時間が大幅に削減され、その余剰時間を副業に充てるとともに、冷蔵庫の導入によって乳製品等の保存・販売が可能となり、新たな収入を得るようになった。 *炊飯器、電気ポット、電気鍋、電気コンロ、冷蔵庫、洗濯機、湯沸かし器、精米・製粉機など
住居	薪の使用が激減し、住居内の煤や煙も減り、湯沸かし器の利用により、湯沸かしも容易になって入浴頻度・時間が増加、住居・衣服・身体を清潔に保てるようになった。電灯によって、夜間の屋外トイレの使用や入浴も便利かつ安全となった。（例：2週間に1回程度の入浴が、今では2、3日に一度は入浴するようになった）
健康	以前は遠方の病院で出産か、自宅分娩をせざるを得なかったが、電化後は近隣のプライマリーヘルスケアセンターに新規の医療機器（新生児の保育器、滅菌機等）が導入され、母子保健サービスを提供できるようになり、安心なお産に加え、子どものワクチン接種もできるようになった。軽微な医療相談も電話でできるようになり、便利で、安心できるようになった。
教育	学校にも電気が通り、IT機器やインターネットが導入され、小学校1年生からコンピューターの授業を受けられ、過疎地であっても都会と同じような教育が受けられるようになり嬉しい。寄宿学校では照明が使えることで朝・午後・夜にも子どもたちが勉強、読書などができるようになった。教師にとっても、視聴覚機器（プロジェクター、テレビ、ビデオなど）が導入されて教材の多様化が進み、仕事の意欲・満足度が上がった。（電化と共に通信塔も設置され）インターネットの使用が容易になり、教師、生徒、その他の大人も必要なときに必要な情報をいつでも調べて入手できるようになった。
自然環境	薪の収集・伐採のために森に入ることが減り、猪・鹿といった野生生物に出くわす危険性がなくなり安全を感じている。木を伐採する必要性が減り、それによって自然を守れていることに幸福を感じている。

²⁰ 事前に準備した質問に基づきつつも、回答内容に応じて柔軟に質問を追加・変更するインタビュー形式。

²¹ World Bank (2008) "The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits" Asian Development Bank (2010) "Asian Development Bank's Assistance for Rural Electrification in Bhutan - Does Electrification Improve the Quality of Rural Life?"

²² Center for Bhutan and GNH Studies "GNH2022"

²³ GNHでは9つある領域のうち一つ Psychological Wellbeing は、Life satisfaction（生活満足度）、Positive emotions（ポジティブな感情）、Negative emotions（ネガティブな感情）、Spirituality（霊性/精神性）の4つの指標で測られている。（Center for Bhutan and GNH Studies "GNH2022"）

社会的 つながり	学校の寄宿舎に入っている子どもたち（小学生以上）、国内外で遠く離れた家族・親戚・友人等と、携帯電話を使用して定期的に連絡が取れるようになり、心配することが減った。家族が一時的に家を不在にする場合も、携帯で連絡可能なので、安心・安全となった。
ガバナンス	携帯電話を利用して、ゲオッグ行政機関と連絡が取れるようになり、必要な情報を適宜入手できるようになった。（以前は役所に行かなければならず、行っても担当者不在で会えずに出直すこともあった。）
余暇	休息時間を十分にとれるようになった。薪の収集や火起こしに必要な時間が減り、自由時間ができた分、趣味、テレビやスマートフォンを活用した娯楽や学習、スポーツ観戦も可能となった。
文化	ディワリ（Diwali）、ツェチュ（Tshechu）といった宗教行事・祭りは、電化以前は昼間の宗教的儀式しか行えなかったが、電化後は夕方・夜間にかけても照明、音楽等によってイベントを開催でき、人々が集まり楽しめるようになった。この祭りがあるために、遠く離れた家族・親戚らも故郷を訪ねてくるようになり、コミュニティに活気が出た。

回答者のコメントを総括すると、家電の利用によって労働負担や作業時間が減少し、その結果として余暇（自由時間）が増加したこと、さらにその自由時間を労働以外に充てるようになったという「時間の使い方」が、ウェルビーイングに多面的にインパクトを与えており、注目に値する。また、自由時間の増加の他、電化後の携帯電話の普及による家族や地域との交流の増加がウェルビーイングに影響したとの回答が多く、「人々の交流」についても注視される。「時間の使い方」と「人々の交流」について、ある家族は以下のように述べていた。

【サムツェ県デンチュッカ・ゲオッグの家族 A の例】

50代のA夫妻は、30代の息子夫婦と7歳と3歳の孫2人の6人家族。7歳の孫は、週日は学校の寄宿舎におり、離れて暮らしている。彼らの村は、ゲオッグセンターから車で約1時間の場所である。電化前後の状況について、A夫妻はウェルビーイングの向上につながった最も重要なインパクトとして以下をあげた。



写真5：A夫妻と自宅
（出典：評価者撮影）

（夫）『電気が来る前、私たちは毎朝4時に起きていました。妻は、以前は薪をくべて火を起し、ご飯を作るだけで1時間半もかかっていたのです。いまでは炊飯器や電気ポット、電気調理器を使えるようになり、朝の準備は20～30分で済みます。6時に起きても十分間に合うので、ゆっくり眠れるようになりました。洗濯機も導入され、家事の負担はぐんと軽くなりました。その分、休む時間が増え、畑の仕事に落ち着いて取り組めるようになりました。薪を集めるには森に入らなければならず、野生動物に遭遇する身の危険も感じていたが、電化後はそのような危険は減りました。

私は、以前は夕食のあと毎晩2時間ほどかけて翌日のために精米や製粉をしていました。電動の精米機や製粉機を使うようになってからは、その作業が不要になりました。夜に余裕ができ、テレビを見たり、趣味に時間をあてたりできるようになったのです。』

（妻）『私にとって一番の喜びは、寄宿舎にいる7歳の孫と気軽に話せるようになったことです。以前は携帯電話があっても電波が悪く、山の上に登らないとつながりませんでしたし、充電も町まで行かなくてはなりませんでした。でも、村に通信タワーができ、自宅でスマートフォンを充電できるようになってからは、寄宿舎にいる孫と2～3日に一度は夕食前に話せます。学校の先生からも孫の様子を電話で知らせてもらえるので安心です。それに、3歳の孫とも一緒に過ごす時間が増えて、本当に心が安らぐようになりました。

村全体の暮らしも華やかになりました。ディワリの祭りのとき、昔はサムツェから灯油を運んでこなければならず、大変でした。今は電気のおかげで、家々を明るく飾れるようになり、村全体が鮮やかに輝き、以前よりにぎやかにお祭りを祝い楽しめるようになったのです。』

本事業は計画以上の農村世帯電化数を達成し、農村地域の売電量も事業実施以降増加してきており、未電化世帯の電力アクセスの改善を達成した。これにより、農村部住民の家電製品利用増等による生活環境の改善、農村部の農産品加工や小規模ビジネスの発展、パソコンや携帯電話、インターネット等の利用による行政、保健、教育サービスの向上等の経済・社会活動の活性化に貢献したことが確認された。また、薪やケロシンランプといった、二酸化炭素排出のエネルギー源の使用の減少による気候変動の緩和にもつながったものと考えられる。定性調査の結果から発現したこれらの正のインパクトは、ブータンの国家開発目標であるGNHを測定する9つの領域に関連するものであることから、GNHの向上にも寄与したと考えられる。同時に、本事業のインパクトは、人々のウェルビーイングの向上に寄与したといえる。

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

ブータンにおいて農村世帯電化率は達成していることから、「第13次5カ年計画」では、エネルギーの信頼性の改善が掲げられ、今後は電力供給の質の改善が課題とされている。

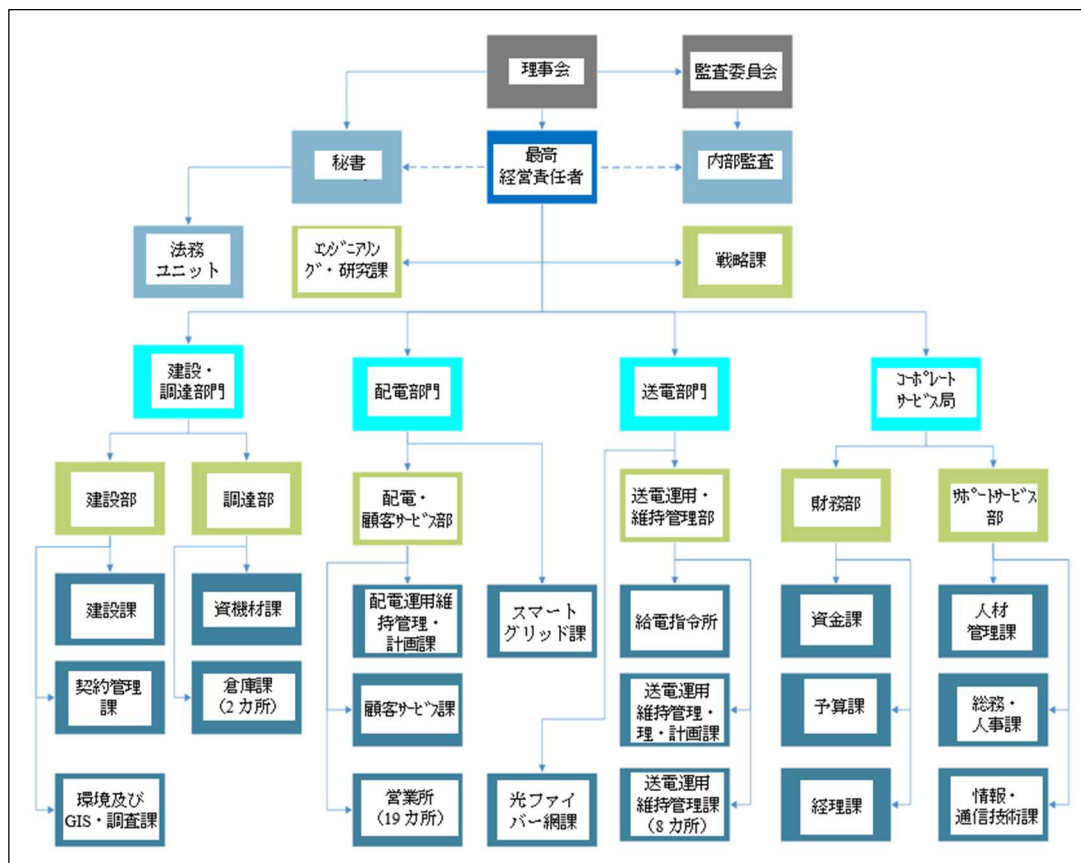
ブータン国内の電力供給の安定性については、特に農村部では、季節的に停電が発生しているため、ブータン電力規制局（ERA）は、BPCが設定しているSAIDIと系統平均停電回数（System Average Interruption Frequency Index、以下、「SAIFI」という）の県別の目標数値よりもさらに詳細なフィーダー別のSAIDI、SAIFIの目標数値をBPCに課す規則を制定した。ERAは、今後は定期的にフィーダー別のSAIDI、SAIFIのモニタリングを行い、目標値に達していない場合には、BPCに罰金を課すことで、電力供給状況の改善を目指している。以上により、ブータン政府として電力供給の信頼性の向上を目指した政策・制度は整備されている。

3.4.2 組織・体制

2019年に業務の効率化と業務の重複を避けることを目的にBPCの組織体制が見直された。その際、各県に配置された営業所（Electricity Services Division、以下「ESD」という）を複数統括する地域営業所が廃止された。その後、2022年9月に組織構造は更に検討され、最適な運営効率を達成するための合理化が実施された。2025年5月時点のBPCの全職員数は2,221名で、そのうち、エンジニア、テクニシャン、ラインマン²⁴等の電力技術職の人数は約1,300名と半数以上である。職員の年齢別構成

²⁴ 一般に、エンジニアは大学卒業以上の学位を持っている職員、テクニシャンは専門学校や高校卒業以下の職員、ラインマンは担当地域の送配電線の巡視、事故対応を現場で担う職員である。

では、30代～40代の中堅職員が全体の約7割を占めている。過去5年間の職員数の推移をみると、2022年は2,415名と最も多かったが、2023年以降は2,200名前後で推移している。ブータンでは、新型コロナウイルス感染症流行の収束以降、海外への移住者が増えており、BPCでも海外移住を理由に退職者が増加したこと等が職員数の減少に影響したと考えられる。BPCでは、人材補充のため新規職員の採用を迅速に行うよう努力しており、事後評価時においては、現行の体制において、業務上大きな支障は生じていない。



出所：実施機関提供資料

図 4 BPC 本社の組織図

BPC 本社の組織図は、図 4 に示すとおりである。配電の運営維持管理体制は、業務全体を所管する本社の配電部（Distribution Department）の配電・顧客サービス部（Distribution & Customer Service Division : DCSD）の下、全国 19 カ所の営業所（Electricity Services Division : ESD）を県の中心地に配置し、県内の地域別に分けて営業支所（Electricity Service Sub-division、以下「ESSD」という）を設置し、担当地域内の運営維持管理やカスタマー対応を行っている。例えば、チュカ県のタシマラカ（Tshimalakha）ESSD からのヒアリングでは、3つのゲオグの地域を担当し、ESSD 全職員 25 名のうち、22 名が技術者で、1 ゲオグにつき概ね 2 名のラインマンが配電線

の維持管理を担当しているという。さらに、営業支所から離れた地域には、サービスセンター（Service Center: SC）を置いて、それぞれ直接担当地域の配電の維持管理や事故対応を行っている。サービスセンターでは、遠隔地の村落の住民に料金請求・回収、簡単な修理等の一部のサービスを担当する村落電気工事技術者（Village Electrical Contract Technician : VECT）²⁵と呼ばれる人員を配置し、配電線故障時に現場で迅速に対応するための体制を敷いている。村落電気工事技術者の多くは対象村落の住民であり、BPC の選考プロセスを通じて雇用され、BPC によって訓練されている。以上のことから、組織・体制面については、問題はない。

3.4.3 技術

BPC の技術職員は村落電気工事技術者を含め、基本的に技術専門学校（Technical Training Institute : VTI）卒業以上の技術相当レベルの職員である。大学卒業以上のレベルは全技術職員数の 18%を占めている。

BPC によると、JICA 技術協力プロジェクトである「地方電化促進プロジェクト」（2008～2014 年）で作成支援した、日常・定期点検の基本を記した維持管理マニュアルを引き続き活用している。日常点検及び簡単な機器の故障の対応は各地の営業所が行い、変圧器等の定期点検や故障については、首都ティンブー郊外の BPC の技術者向け研修機関である、ベガナ訓練センターの職員が対応している。

本部の配電・顧客サービス部及び訪問した 3カ所の営業所へのインタビューでは、村落電気工事技術者を含め、運営維持管理担当職員の技術レベルに問題はないとの回答を得た。また、営業所のマネージャー職員へのインタビューでは、上記の JICA 技術協力「地方電化促進プロジェクト」で学んだ事項²⁶の実践を継続しており、職場でも他の職員と共有し、役立っているとの回答があった。JICA 技術協力プロジェクトが本事業と同時並行で実施され、BPC 職員の設備の運営・維持管理能力強化に貢献していることが確認できた。

BPC は、毎年研修ニーズアセスメントを行い、新入職員や中堅職員など技術レベルや習熟度に応じた研修計画を作成し、国内外で実施している。また、長期的な人材育成計画として、「人材育成マスタープラン 2020 年～2030 年（Human Resource Master Plan 2020-2030）」を策定し、本社及び地方を含めた全職員の技術レベル及び専門性の向上に特化した研修プログラムやトレーナー研修への取り組み等、国内の研修プログラムの一層の充実と、本社及び地方職員の専門技術の向上に熱心に取り組んでいる。

以上のことから、技術面については、問題はない。

²⁵ 英語の直訳では契約技術者（Contract Technician）となっているが、近年、VECT は BPC の正規職員となっている。

²⁶ 同プロジェクトは運用維持管理における課題解決のための優先活動への取り組みの仕方について、実践的に地方 ESD のマネージャーで優先活動計画を策定し、実践させ、アドバイスする研修を行っていた。

3.4.4 財務

BPCの主要財務指標をみると、2020年以降、収入全体は大きく増加し、主に買電支出増により支出全体も増加しているが、収入が大きく上回り、税引前利益は増加傾向にある。内訳をみると託送料金収入（送電料金収入）はインドへの電力輸出が減少したために下がったが、売電収入は2022年以降は毎年大幅に増加した。税引前・税引後純利益は、2022年に減少したが、2023年には回復し、2024年はさらに増加した（表9）。純利益が2022年に減少した要因は、買電支出の増加と建設材料・委託料金の経費の増加によるものである。主要指標の財務分析をみると、負債が増えたために流動比率は減少傾向にあり、自己資本比率は2020年と比較するとやや減少傾向であるが、総資本利益率、総資本回転率は2020年以降増加している（表10）。近年は増収増益傾向、財務基盤は比較的健全な状況にあるといえる。

表9 BPC 主要財務指標

単位：百万ニュルタム

項目	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
収入	9,040.3	10,876.6	14,851.1	20,208.5	25,098.6
売電収入	5,978.3	7,035.7	9,614.3	16,234.7	22,973.6
建設契約収入	374.2	1,328.1	3,039.0	2,287.4	195.2
託送料金収入	2,463.9	2,185.1	1,850.3	1,318.5	1,595.3
その他	223.8	327.6	347.4	367.9	334.5
支出	8,040.7	8,996.4	13,659.8	18,386.7	22,103.3
買電支出	3,169.7	3,842.9	6,305.1	11,286.8	16,645.1
建設材料・委託料金	346.2	1,275.8	2,935.0	2,207.0	173.2
維持管理支出	406.6	472.7	548.8	518.8	490.5
その他	4,118.1	3,405.1	3,870.9	4,374.1	4,794.6
税引前純利益/損失	999.6	1,673.6	1,191.3	1,821.8	2,995.3
税引後純利益/損失	569.1	1,150.4	829.8	1,145.7	1,708.6

出所：実施機関提供資料

注：建設契約収入とは送配電線建設事業の請負契約の収入を指す。

表10 BPC 主要指標の財務分析

項目	2020年	2021年	2022年	2023年	2024年
財務実績(百万ニュルタム)					
①総資本	35,035.1	35,798.9	42,117.7	43,549.8	46,774.6
②流動資産	4,296.0	4,492.7	3,608.7	4,571.1	3,670.6
③流動負債	3,342.5	3,824.1	4,354.7	4,649.0	4,621.5
④資本	14,698.3	15,396.7	16,121.2	16,087.1	16,741.8
⑤売上高	9,040.3	10,876.6	14,851.1	20,208.5	25,098.6
⑥純利益	569.1	1,150.4	829.8	1,145.7	1,708.6
財務分析指標					
総資本利益率(%) ⑥/①	2%	3%	2%	3%	4%
売上高純利益率(%) ⑥/⑤	6%	11%	6%	6%	7%
流動比率(%) ②/③	129%	117%	83%	98%	79%
総資本回転率(回) ⑤/①	0.26	0.30	0.35	0.46	0.54
自己資本比率(%) ④/①	41%	37%	38%	37%	36%

出所：実施機関提供資料

電力料金回収率は全体で 99%と高く、県別の回収率でも最低 96%以上と極めて高い水準であるといえる。農村部の電力消費が 100kWh/月以下の電力料金が無料、農村部の高山地域²⁷と指定の農村部は 200kWh/月となっていることや農村部では村落電気工事技術者を配置して料金回収に努めていることが、その背景にあると考えられる。なお、農村部での無償の電力料金については、政府補助金で充当されている。

各県の運営維持管理予算は、各営業所が予算請求し、それに対して概ね請求予算どおりに配分されているとのことである。訪問した 3 県の営業所マネージャーからのインタビューにおいても維持管理予算に深刻な不足はないとのことであった。

「3.4.7 運営・維持管理の状況」の項目で後述するとおり、ブータン政府は国内での中小規模の水力発電の開発を進めており、毎年新たな水力発電が供給を開始している。停電復旧時間の短縮に向けて尽力しており、農村部の電力収入の政府からの補助金は、しばらくは継続すると見込まれる。これらのことから、引き続き、今後も売電収入増の見込みはある。既存の送配電設備の維持管理や新設・増強のための支出増もあると予測されるが、短期的には比較的健全な状況は保持できる見込みといえる。

以上のことから、財務面については、問題は認められない。

3.4.5 環境社会配慮

事後評価時点において、環境社会配慮上の大きな問題は見られなかった。BPC 本社及び 3 カ所の県の営業所（チュカ、サルパン、サムツェ県）でインタビューしたところ、近年、電柱と電線の移設を希望する人々が増えており、状況によって順次対応しているとのことであった。BPC によると、事業実施前に私有地に配電線を建設する際に地権者から承認を得ていたものの、相続で土地所有者が変わり、土地が細分化された時などに電柱と電線の移設の希望がでてきているとのことである。こうした社会配慮上の課題がみられるものの、BPC はその都度対応しており、特段の深刻な問題は発生していない。

3.4.6 リスクへの対応

BPC 本社及び 3 カ所の県の営業所からのインタビューにおいて、住民が電線に触れて感電、また、住居内でヒューズを交換しようとして感電し、死亡事故となったケースがあった。またサムツェ県政府職員（IT 担当）から、雨季に多い雷の影響で毎年学校の電気機器が壊れ、更新するための政府予算が負担となっていること、また、雷が発生した際に電気機器の取扱いについて安全性のリスクがあることが指摘された。BPC は電化後に住民を対象とした電気の取扱いに関する説明を定期的に行っている。この他、BPC は、ブータン国営放送（BBS）、BPC のウェブサイト、WhatsApp

²⁷ 標高約 3,800m にあるガザ県ラヤ・ゲオグ等、特に標高が高い地域が指定されている。

などで電気の使用方法や安全に関する啓発活動を継続的に行われている。引き続き留意してこれらの取り組みを継続する必要がある。

3.4.7 運営・維持管理の状況

本事業のサイト調査やBPCへのインタビューの結果、配電線や変圧器等の機材については良好に管理されていたことが確認された。配電ロスについては直近の2021～2023年の3年間で7%前後である。ブータンでは周辺の南アジア諸国によくみられる盗電による配電ロスがほぼない。したがって技術的ロスの改善が課題であるが、2019年、2020年の9%からは近年改善している。

BPCでは、電力供給の信頼性の向上のためにSAIDI、SAIFIの月間目標値について、首都があるティンブー県とサルパン県ゲレフー市、それ以外の地域別で設定されている。しかし、2024年のSAIDIとSAIFIデータをみると、ティンブー県とブムタン県以外はどの地域も目標値を達成できていない月がある。雨季の期間は、一時的な故障による停電及び電力ネットワークへの損害が多い。道路アクセスが悪くなると、多くの県が数カ月間、目標を達成できていない。年間合計のデータをみると地域別格差が大きく、例えば2024年のSAIDIがもっとも長いハ県は196時間/年、最も短いティンブー県は約3時間/年であった。その背景には、地理的制約があり、事故発生時にBPC職員が事故地点に到達するまでに時間がかかることが考えられる。本事業は道路アクセスに制約のある農村地域でのグリッド延伸の電化事業であったため、事故停電の発生時、復旧までに時間を要し、停電時間は長くなる傾向があった。本社の配電部門及び県営業所へのインタビューでは、電源から遠く、道路アクセスが不便な地方の農村地域では、特に天候不順な季節に事故停電が起きると、場合によっては復旧に2～3日以上かかることもあるとのことだった。

これらの状況に対し、BPCではSAIDI、SAIFIの改善に向けた取り組みを行っている。BPCでは各地方の営業所のSAIDI、SAIFIの数値は職員の業績指標のひとつとなっており、業績結果は各職員の給与に反映される仕組みとなっている。各職員の運用維持管理状況の改善へのインセンティブを与えており、各営業所(ESD)では電力安定供給の課題に対応すべく、運用維持管理業務の改善に取り組んできている。

BPCでは2024年以降に故障地点をより早く特定できるシステム(Fault Passage Indication System)を導入し、停電時間の減少に努めている。また、ブータン国の第13次5カ年計画では、優先事業として全国の各地方に中小規模の水力発電所建設を計画し、早期完成を目指して実施中である。これらは、事後評価時点で建設開始しつつある、あるいは、完成して供給開始したところがある。今後これらの水力発電所が全て完成すると、その電源に近い農村部は、事故停電が減少する可能性がある。

また、事後評価時点において農村地域の遠隔地の道路の改良工事が進んでいることが確認されており、各地域で道路アクセスが一層改善されることで、配電線事故に起因する停電の場合、作業員の故障地点への移動時間が減少し、復旧までの所用時間

が短縮され、停電時間の減少が期待できる。加えて、サムツェ県営業所（ESD）マネージャーによると、同県の SAIDI、SAIFI の数値が高い理由として、工業団地と農村地域の両方へ電力供給する多くの支線フィーダーがあることを指摘していた。同マネージャーによれば、将来的に工業団地へは専用フィーダーを設置する計画が進行中であり、それが完成すると状況が改善するという。

以上より、本事業の運営・維持管理の状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高いと言える。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、ブータンの地方農村部において配電網の整備等を行うことにより、未電化世帯の電力アクセスの改善を図り、もって貧困度の高い地方農村部住民の生活環境の改善、地方農村部の経済・社会活動の活性化及び気候変動の緩和に寄与するものである。本事業は、ブータンの開発計画及び開発ニーズと合致し、事業計画やアプローチ等は適切である。また、日本政府の対ブータン開発協力方針との整合性が認められる。本事業の成果達成のための他の JICA 事業との連携・調整は確認されなかったが、他ドナーの ADB 等との連携・調整は想定どおり実施され、全国世帯電化率 100%の達成に貢献した。以上から、妥当性・整合性は高い。本事業のアウトプットは事業対象地域の拡大による一部コンポーネントの追加があり、事業期間は計画を上回ったが、事業費は追加コンポーネントを含めても計画内に収まっており、効率性は高い。有効性については、本事業の電化世帯数は計画を上回り、全国電化率向上に貢献するとともに、売電量も順調に増加した。インパクトについては、ブータンにおける国家開発の基本的概念であり、国民全体の幸福度を示す尺度として導入されている国民総幸福量（GNH）に沿った、生活環境改善や社会経済活動の活性化に正の効果が見られ、ウェルビーイング向上への貢献も認められる。以上から、有効性・インパクトは高い。ブータン政府は電力供給の質の向上を政策の重点目標として掲げており、また、本事業の運営・維持管理機関の BPC の組織体制、技術、財務状況は問題ない。環境社会配慮や安全上のリスクについては大きな問題はない。本事業の配電線や変圧器等の機材は良好に維持管理され、停電時間及び頻度の改善を継続するための対策も講じられている。以上より、本事業の運営・維持管理の状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しは高いと言える。

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

電気の安全教育の一層の強化と継続

BPC としては、住民への電気の取扱いの安全教育を地方電化後から行ってきているが、感電事故の発生や雷による電気機器の損害などのケースもあることから、引き続き、電気に関する一般住民への安全教育について一層強化しつつ継続されたい。

4.2.2 JICA への提言

なし

4.3 教訓

(1) 山岳地帯の地方電化の際の適切な実施スケジュール策定とマネジメント

ブータンの地形は急峻な山岳地帯が多く、本事業で対象となった地域は地方農村部の中でも特に遠隔にある村落が含まれ、機材の輸送や建設工事には時間を要することが準備調査にて予測されていた。アクセスが悪い地域への機器の輸送に時間がかかり、本事業の完成は約2年遅延したものの、山岳地帯の厳しい地理・自然状況の中の事業実施であったこと、また、2017年の事業範囲の追加と延長後に新型コロナウイルス感染症の蔓延のために移動制限の影響があったことを考慮すると、比較的遅延は抑えられて事業が完成したといえる。

その理由として、4年以上かけて、山岳地帯のブータンの状況を踏まえて入念なスケジュールとマネジメント体制を計画し、それを実行したことがあげられる。まず始めに、当時の対象地域のニーズや状況を踏まえ、実効性の高い地方電化マスタープランを計画し、JICA や他ドナーの支援の礎となった。次に円借款準備調査で実施スケジュールや体制やマネジメントの強化を提案した。そして、BPC が提案を考慮して事業を実施したことがその後の実施の促進に大きく貢献したと考える。BPC の綿密なロジスティックのアレンジの努力と事前に対象地域住民と十分な対話を重ね、電化事業についての理解と協力を促進する取り組みが事業実施の大幅な遅延を抑えることにつながったものといえる。

(2) 事業内容の大幅な変更があった際の運用・効果指標の見直し

本事業実施中にプロジェクトコンポーネントの追加があったが、その時点で運用・効果指標の売電量の目標値や事業対象地域の世帯あたりの事故停電時間 (SAIDI) については見直されておらず、目標値と実績値との比較ができなかった。また、本事業のように各県内のごく一部のゲオッグの配電線延長が対象で、それらの対象地域は全国に散在しており、山岳地帯のアクセス困難地域も多く含む場合、SAIDI の目標指標を設定することの意義も改めて検討すべきだったのではと考えられる。事業実施中においてプロジェクト内容の大幅な変更があった際には、その都度、運用・効果指標を見直し、その時点で無理な目標値があった場合は指標を再考し、先方政府と合意して記録を残しておくことが必要であった。

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

地方電化事業フェーズ1事業の事後評価においても指摘された点であるが、約20年前に策定された「第10次5カ年計画」（2008年7月～2013年6月）にてブータンが2013年までに全国農村電化100%の目標を掲げた。JICAは地方電化マスタープラン作成を支援し、電化計画のロードマップを当時の社会経済の状況も踏まえ、優先順位をつけて明確な道筋を示し、有償資金協力による資金支援を行い、またその附帯事業としてBPCの送配電の運営維持管理能力向上への技術協力、というように一連の協力を長期にわたって実施した。特に全国の地方電化マスタープラン（2003～2005年）はブータン政府計画として承認され、その後の全国100%の電化率を目指す上での出発点となった。マスタープランが礎となってJICA及び他ドナーの資金協力における連携・調整を促進し、また本事業と同時期に実施した技術協力による実施機関の送配電線運用維持管理の能力強化はブータンにおける全国地方電化の達成へ大きく貢献したといえる。

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 (審査時)	実 績
①アウトプット		
対象範囲	電化世帯数:3,728 (対象 11 県)	電化世帯数:5,785 (対象 18 県)
(1) 中圧配電(33kV/11kV) の新設	全長約 570km	全長約 843km
(2) 低圧配電線の新設及び 付属機器の敷設	全長約 450km	全長約 786km
(3) 変圧器の敷設	320 台	488 台
(4) 落雷対策工事	290km シールドワイヤー 及び 634 埋設地線	計画どおり
(5) その他	保守機材・車両	計画どおり
(6) コンサルティング サービス	土木工事に係る入札補助、 施工監理	計画どおり
②期間	2011年6月～2013年6月 (25カ月)	2011年6月～2023年4月 (143カ月)
③事業費		
外貨	1,439百万円	1,161百万円
内貨	1,135百万円 (610百万ニュルタム)	1,011百万円 (1,011百万ニュルタム)
合計	2,574百万円	2,173百万円
うち円借款分	2,187百万円	1,860百万円
換算レート	1ニュルタム=1.86円 (2010年12月時点)	1ニュルタム=1.63円 (2011～2022年平均)
④ 貸付完了	2022年10月	

注：百万円未満は切り捨て表示。