

2021 年度案件別外部事後評価
パッケージⅡ-1（ブータン・ラオス）
評価報告書

2023 年 2 月

独立行政法人
国際協力機構
(JICA)

委託先
三菱 UFJ リサーチ & コンサルティング株式会社

評価
JR
22-25

本評価結果の位置づけ

本報告書は、より客観性のある立場で評価を実施するために、外部評価者に委託した結果を取り纏めたものです。本報告書に示されているさまざまな見解・提言等は必ずしも国際協力機構の統一的な公式見解ではありません。

また、本報告書を国際協力機構のウェブサイトに掲載するにあたり、体裁面の微修正等を行うことがあります。

なお、外部評価者とJICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等の見解が異なる部分に関しては、JICAあるいは相手国政府側の事業実施主体等のコメントとして評価結果の最後に記載することがあります。

本報告書に記載されている内容は、国際協力機構の許可なく、転載できません。

ブータン

2021 年度 外部事後評価報告書

無償資金協力「国道一号線橋梁架け替え計画」

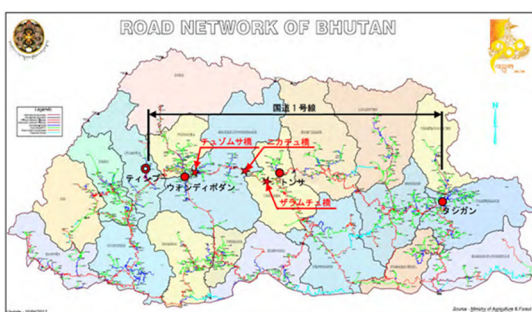
外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 渡邊 恵子

0. 要旨

本事業は国道一号線上の 3 橋の橋梁を架け替えし、橋梁の性能を向上させることによってより円滑な交通や輸送のアクセスを図り、地域の経済活性化の促進に資することを目的とした。ブータンでは道路交通が最も重要な交通・輸送手段であり、なかでも国道一号線は最重要幹線道路であるため、本目的は事業計画時、事後評価時の政策やニーズに合致し、また、交通弱者に配慮した事業計画・アプローチは適切であった。日本の開発協力方針と合致しており、JICA 内の他事業及び JICA 外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できた。以上より、妥当性・整合性は高い。アウトプットはほぼ計画通り実施され、事業期間は計画を上回ったが、事業費は計画内に収まり、効率性は高い。計画時に設定した定量的効果指標はすべて目標を達成した。実施機関及び橋梁利用者へのインタビューより、本事業により橋梁の安全性が確保され、円滑な交通による物流の促進が図られ、地域経済の発展に貢献していることを、それぞれの具体的な根拠とともに確認した。また、橋梁利用者へのインタビューにより、本事業が生活の質に対する満足や人生全般に対する満足といった主観的生活満足度の向上に貢献したことも確認した。以上より、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、維持管理状況ともに問題はなく、持続性は非常に高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図

(出所) JICA 提供資料



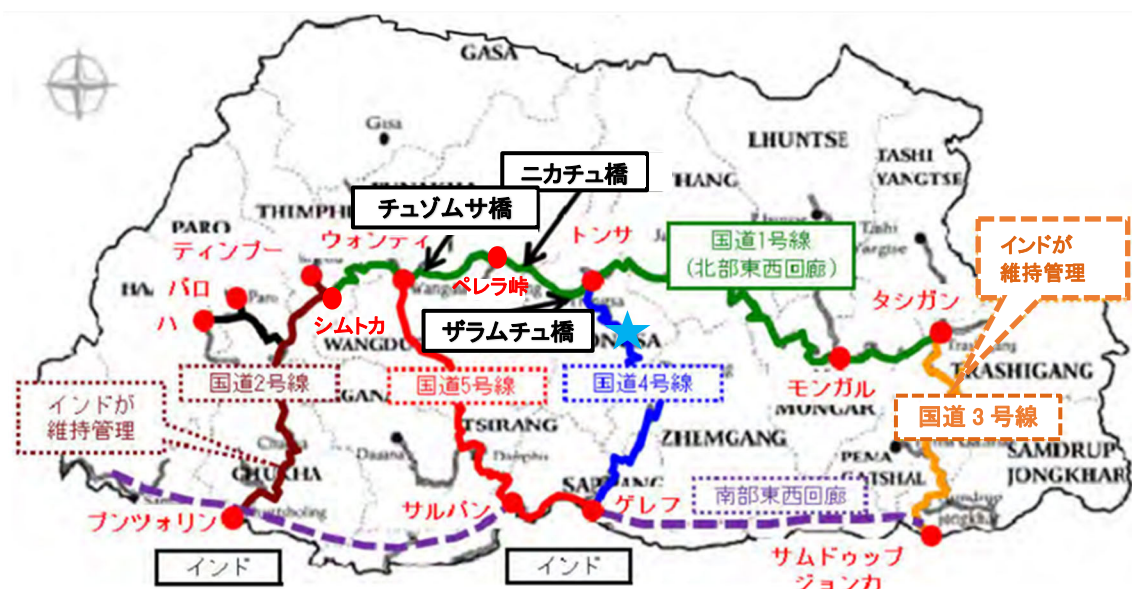
ニカチュ橋

1.1 事業の背景

ブータンは国土の大部分が山岳地帯であり、最も重要な交通・輸送手段である道路網では橋梁が重要な役割を担っている。2003 年に約 4,000 km だった道路総延長は、2013 年には約

10,600 kmと着実に拡大していたが、険しい山岳地帯などの地形的な制約もあり、幹線道路は少なく、また必ずしも十分な仕様（幅員、線形、舗装、斜面对策等）で道路を建設できておらず、更にもう回路や代替路も少ない状況であった。

ブータンの主要道路ネットワークは、図1に示したとおり、国土を東西に走る国道一号線とインド国境まで南下する4本の国道（国道二号線～五号線）のみである。特に国道一号線はブータン国内の東西をつなぐ唯一の幹線道路であり、交通・輸送網として重要度が非常に高い。ブータン政府は新たに南部東西回廊の整備を計画しているものの、そのうち約半分の区間の実施目途が立っておらず、国道一号線は、南部東西回廊整備後も首都ティンブーを起点とする幹線道路として引き続き東西連結性を確保する上で主要な役割を果たす。特にティンブー～トンサ間は、南下する国道二号線、四号線及び五号線を結ぶ重要区間にも関わらず、同区間に架かる橋梁の中には老朽化した橋梁が複数あり、東西コネクティビティの確保が課題となっていた。



(出所) JICA 提供資料の国道四号線上にマンデチュ水力発電事業地追加（水色★）。赤丸は主要都市。

図1 主要幹線道路と対象事業

1.2 事業概要

ブータンの国道一号線上の3橋（チュゾムサ橋、ニカチュ橋及びザラムチュ橋）の架け替えを行うことで橋梁の性能を向上させることにより、効率的・安定的な運輸・交通の確保を図り、もって地域の経済活性化の促進及び貧困削減に寄与する。

供与限度額/実績額	1,956 百万円 / 1,956 百万円
交換公文締結/贈与契約締結	2015 年 3 月 / 2015 年 3 月

実施機関		公共事業・定住省道路局 (MoWHS/DoR)
事業完成		2018年 5月
事業対象地域		ウォンディ・ポダン県、トンサ県
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	共同企業体 株式会社オリエンタルコンサルタント ツグローバル・株式会社アンジェロセック
協力準備調査		2014年 7月～ 2015年 1月
関連事業		<技術協力> ・橋梁計画・設計・施工・保全に関わる人材育成プロジェクト (2006年 8月～2007年 8月) ・橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト (2016年 9月～2022年 4月) <無償資金協力> 橋梁架け替え計画 (2001年) 第二次橋梁架け替え計画 (2005年) 第三次橋梁架け替え計画 (2009年) 国道四号線橋梁架け替え計画 (2016年) <インド政府> 国道一号線の拡幅工事

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

渡邊 恵子 (三菱 UFJ リサーチ&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：2021年 10月～2023年 2月

現地調査：2022年 4月 25日～5月 17日、2022年 9月 30日～10月 18日

(現地コンサルタントによる)

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより、外部評価者のブータンへの渡航は行わず、実施機関である公共事業定住省道路局 (以下、「DoR」という) へはオンラインインタビューを実施した。本事業により建設された橋梁の実査および周辺住民等橋梁利用者へのインタビューは外部評価者の監督のもとで現地コンサルタントが実施した。

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③²）

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

計画時及び事後評価時において道路交通が最も重要な交通・輸送手段であり、橋梁を含めて道路の改善・強化は優先課題となっていた。計画時、第11次5カ年計画（2014年～2018年）において、国道一号線の改善と水力発電所等国家大規模プロジェクトの建設現場へのアクセスの改善が道路・橋梁セクターの重点項目にあげられていた。事後評価時にも有効な道路セクターマスタープラン（2007年～2027年）では、2027年までの20年間に道路網拡張及び橋梁の維持・補修、架け替え等を実施することが明記されている。

事後評価時の第12次5カ年計画（2018年～2023年）は、重点課題の一つである「インフラ・コミュニケーション及び公共サービスの改善」の中に道路・橋梁分野を位置づけ、特に、全国国道網の改善・強化を重点課題としている。

したがって、本事業は計画時及び事後評価時においてブータンの開発政策と合致している。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、国道一号線はブータンの東西をつなぐ唯一の幹線道路でありながら、同国道に係る橋梁の中には老朽化し、かつ、幅員・耐荷重ともに現行設計基準を満たしていない橋梁が多かった。トンサまでの国道一号線西部においては、そのような老朽化した橋梁が10橋あり、そのうち、3橋は橋長、桁下高さ、家屋の近接等から補強や架け替えは技術的難易度が高く、国外の技術支援を必要としていた。更に、国道一号線はインド政府の資金協力により拡幅工事が行われており、同国道路上の交通の安定化及び円滑化のために、これらの工事とともに老朽化した橋梁を現行設計基準にすることが喫緊の課題となっていた。

事後評価時、道路ネットワークの改善の必要性が第12次5カ年計画（2018年～2023年）で明記されており、特に、実施機関であるDoRに課せられた「天候に左右されずにアクセス可能な強靱な道路」、「国道の移動時間の短縮」、「品質の高いインフラ施工と維持管理」という道路セクターの開発指標の達成のためにも、国道一号線上の橋梁を含む道路の改善・強化のニーズは高い。したがって、本事業は事後評価時においても引き続き同国の開発ニーズに合致している。

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

近隣に住民が居住しているチュゾムサ橋及びニカチェ橋に関しては、実施機関からの要請に基づき歩道を設置するなど、子ども、障がい者、高齢者など交通弱者である歩行者への安全性に配慮した計画とした。また、対象橋梁は川に直角に設置すると車両が高欄にぶつかるなどの事故が起きやすいため安全性を重視し、ブータンで初めて曲線橋を採用した。このように歩行者及び運転者の安全性を重視した計画は適切であったと考えられる。（「5.2 付加価値・創造価値」で詳述）

3.1.2 整合性（レーティング：③）

3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

計画時において、道路・橋梁の整備は対ブータン援助重点分野の一つである「経済基盤整備」の重点課題に位置付けられていた。対ブータン事業展開計画では、効率的・安定的な運輸・交通を確保し、地域の経済活性化を促進するために道路網・橋梁整備の支援を行っていくことが表明されている。したがって、本事業は計画時の日本の開発協力方針と整合していたといえる。

3.1.2.2 内的整合性

本事業は、技術協力プロジェクト「橋梁施工監理及び維持管理能力向上プロジェクト（2016年9月～2022年4月）（以下、「CAMBRIDGE」という。）との内的整合性が確認された。本事業の維持管理を行う DoR の職員は、CAMBRIDGE で研修の対象となり、能力強化が図られた。また、CAMBRIDGE の成果である点検マニュアルや橋梁マネジメントシステム（BMS）が本事業の維持管理において活用されているという具体的な連携効果がみられた。（具体的な連携効果等については、「3.4 持続性」参照）

3.1.2.3 外的整合性

国道一号線においては、インド政府の資金協力により道路の拡幅工事が行われていた。JICA ブータン事務所とインド政府は交通インフラに関し定期的に協議しており、本事業に関しても内容、スケジュール等の情報共有を図ることで、拡幅工事との工事時期の調整が行われた。本事業と国道一号線の拡幅により、交通の安定化及び円滑化に関し具体的な相乗効果も確認されており、外的整合性が認められた。（具体的な相乗効果等については「3.3.2 インパクト」参照）

本事業の実施はブータンの開発政策、開発ニーズと合致しており、事業計画やアプローチも適切であった。また、日本の開発協力方針とも合致しており、内的・外的整合性が確認された。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

本事業は、チュゾムサ橋、ニカチュ橋、ザラムチュ橋の3橋の架け替え、取付け道路の建設、チュゾムサ橋、ニカチュ橋の護岸の建設及び歩道の設置を行うものである。主なアウトプットの実績は表1および表2のとおりである。橋梁部分の全幅員と護岸工の長さそれぞれ1m程度の軽微な設計変更があったが、実施機関及び実施コンサルタントによると、取付け道路に隣接する既設道路と円滑に接続するために線形を変更したものであることが判明し、適切な変更であったことを確認した。したがって、アウトプットに大きな変更はなく、ほぼ計画どおりであった。

なお、ブータン側の負担事項として挙げられていた既設橋の適切な時期での撤去については、事後評価時点でも行われていなかった。古いザラムチュ橋については実施機関により車両・歩行者とも完全に通行止めになっていたが、他2橋については歩行用の橋として事後評価時にも利用されていた。この2橋について2021年度に撤去を計画していたが新型コロナウイルス感染症の影響で実施できていなかった。事後評価時点において歩道用として安全性は担保されているが、将来的には撤去が望ましい。

表1 アウトプット（橋梁）

橋名	項目	実績	計画との差
チュゾムサ橋	橋長	47.5m	計画どおり
	全幅員	7.28-9.08m	軽微な差あり
	車道幅員	3.5x2=7.0m	計画どおり
	歩道幅員	1.5m	計画どおり
	上部構造	PC 単純箱桁橋	計画どおり
	護岸工	A1:35.7m	軽微な差あり
ニカチュ橋	橋長	45.0m	計画どおり
	全幅員	13.33-18.65m	軽微な差あり
	車道幅員	3.5x2=7.0m	計画どおり
	歩道幅員	1.5m	計画どおり
	上部構造	PC 単純箱桁橋	計画どおり
	護岸工	A1:36.87m、 A2:41.19m	軽微な差あり
ザラムチュ橋	橋長	46.5m	計画どおり
	全幅員	8.08-10.81m	軽微な差あり
	車道幅員	3.5x2=7.0m	計画どおり
	上部構造	PC 単純箱桁橋	計画どおり

（出所）JICA 提供資料

表2 アウトプット（取付け道路）（全て計画どおり）

	チュゾムサ橋	ニカチュ橋	ザラムチュ橋
計画延長	75.5+97.0m	47.0+41.3m	113.5+71.9m
全幅員	9.5m（車線 3.25x2=6.5m、路肩 1.5x2=3.0m）		

（出所）JICA 提供資料

下記写真は、事業前後の3橋梁である。



（出所）事業前は JICA 提供資料、事業後は事後評価調査時に現地調査補助員撮影。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の日本側事業費は計画 1,956 百万円に対し、実績 1,956 百万円と計画内に収まった（計画比 100%）。ブータン側の事業費の実績については実施機関に資料がなく確認できなかった。

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、計画 29 カ月に対し実績 39 カ月であり、計画を上回った（計画比 134%）。これは施工業者選定の入札の結果、応札者の提示価格が予定価格を超過したが、価格交渉を行った結果、着工日が後ろ倒しとなり工期の延長が発生したためである。ただし、工期延長を行うことで予定価格範囲内に収めることができたことか

ら、延長は適切であったと判断できる。

以上より、効率性は高い。

3.3 有効性・インパクト³（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）

計画時、定量的効果指標として、(1) 橋梁耐荷力、(2) 平均走行速度、(3) 年平均日交通量が設定されていた。定量的効果指標の目標・実績値は表 3 のとおりであり、いずれの指標も目標値を達成している。

表 3 定量的効果の指標

		基準値	目標値	実績値			
		2014 年	2020 年 事業完成 3 年後	2018 年 事業完成 年	2019 年 事業完成 1 年後	2020 年 事業完成 2 年後	2021 年 事業完成 3 年後
指標 1 橋梁耐荷力 (t)	チュゾム橋	55	100	100	100	100	100
	ニカチュ橋	55	100	100	100	100	100
	ザラムチュ橋	55	100	100	100	100	100
指標 2 平均走行速 度 (km/h)	チュゾム橋	16	30	30	30	30	30
	ニカチュ橋	16	20	20	20	20	20
	ザラムチュ橋	13	20	20	20	20	20
指標 3 年平均日交 通量 (台/ 日)	ウオンデイ〜 ペレラ峠	434	541	—	492	611	646
	ペレラ峠〜 トサ間	314	390	348	303	401	563

(出所) JICA 提供資料、実施機関提供

注：指標 2 は、道路線形を基に算出。指標 3 は区間を管轄する 2 か所の道路局地方事務所により年 2 回各 1 週間程度測定した平均台数。2020 年、2021 年には新型コロナウイルスによるロックダウンがあったが、ロックダウンされていない時期に計測している。ロックダウン中は交通量の低下はあったが、どの程度影響されたかは計測していないため把握できていない。

橋梁耐荷力（指標 1）が 55t から 100t になったことで、トンサ県で進められていたマンデチュ水力発電所のダム建設資機材運搬の中でも最も重いトランスフォーマーの輸送にも対応できるようになった。チュゾムサ橋、ニカチュ橋を管轄するロベサ地方事務所によると、事業前は耐荷重が足りず橋の前で重い資機材を降ろして何回かに分けて橋を渡るなど手間

³ 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。

がかかっていたが、トラックから荷下ろしすることなく円滑な通行が可能となったという。また、耐荷力が向上し、2車線走行に対応できる幅員となり、より多くの荷物を運搬することが可能となっている。

平均走行速度（指標 2）についても目標値を達成している。なお、3橋とも制限速度は 40 km/h となっている。

指標 3 の年平均日交通量のペレラ峠～トンサ間については、チュセルブ～ナンガール間（約 100 km）にわたり 2016 年から 2019 年までインド支援により拡幅工事を実施していたことから一時交通量が減少したが、完成後 3 年目の実績は 563 台であり、目標値（390 台）を上回っている。交通量の増加の背景には、指標 1, 2 に加え、利便性が劇的に向上したこともその要因として考えられる。例えば、事業前にはマンデチュ水力発電事業の工事で重機を運搬するなど大型車両が橋梁を通行する際は、事業者は安全確保のため管轄する DoR 地方事務所に届け出をし、DoR 職員が通行の度にその場に出向き、通行後に橋梁を点検するという作業が発生していた。しかし、事業後には、重機を乗せた大型車両の通行の際にも DoR 職員による点検の必要がなくなっており、円滑な交通が確保されている。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

定性的効果として設定された「橋梁の安全性の向上／歩行者の安全性の確保」⁴および「物流の促進と円滑化による地域経済の活性化」に関する効果は、橋梁の架け替えのあとに発現されることから、インパクトとして整理した。よって、以下 3.3.2 インパクトに示す。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業では、(1)「橋梁の安全性の向上／歩行者の安全性の確保」と(2)「物流の促進と円滑化による地域経済の活性化」が期待されていた。これらインパクトの発現状況については、実施機関からのヒアリングおよび事業サイト実査時に実施した定性調査の結果より確認した⁵。

⁴ 計画時では「橋梁の安全性の向上」と「歩行者の安全性の確保」は別となっていたが、共通性が多いことから一つにまとめた。

⁵ 定性調査は、各橋梁付近の住民および利用者 15 人、計 45 人へのインタビューを実施した。内訳は、（性別）男 21 人、女 24 人、（年代）10 代 7 人、20 代 10 人、30 代 9 人、40 代 12 人、50 代 5 人、60 代以上 2 人、（職業）自営業（レストラン、雑貨店、ホテル等）14 人、輸送業者（公共バス、タクシー等）6 人、農家 13 人、学生 8 人、水力発電所工事業者 1 人、クリニック関係者 3 人。ザラムチュ橋近辺には居住者はいないが、橋梁から東の約 3 km に小さな村があり村民が橋を利用していることから村人から回答を得た。

(1) 橋梁の安全性の向上／歩行者の安全性の確保

実施機関によると、事業前は対面走行ができない幅員であったが、2車線通行に十分な幅員が確保され、同時に2台の車が安全にすれ違うことが可能となった、歩行者がいても安全に両側通行できるようになった、重量車両が通行しても橋梁が揺れたり、損傷をきたすことなく通過できるようになった、と回答があり、安全性の向上につながったことが確認された。

定性調査からは、質問した橋梁利用者全員（45人）から安全性が増し、安心して橋を渡れるようになったと回答があった。具体的には、「渡っているときに橋が揺れることがなくなり、不安感がなくなった」、「歩道ができたことで安心して渡れるようになった⁶」、「歩道がなくとも十分な幅があるため車が通っていても安心して渡れる（ザラムチュ橋利用者）」などの意見があった。特に、歩道についてはバリアフリーで段差がなく、車いすが通れる1m以上を考慮した1.5mの幅員としたことで、子ども、障がい者、高齢者など交通弱者も安全に通行できるようになったと指摘する人が多かった（45人中28人）。

また、チュゾムサ橋を通過していたドライバーは、「モンスーンシーズンには川が氾濫し、橋を渡るときに水が迫って橋が崩れるかもしれないと恐怖を感じていたが、今は頑丈な橋になり安心して渡ることができる」などの回答もあった。さらに、事業前はモンスーン時期にスピードの出しすぎで橋の高欄にぶつかったり、取付け道路付近の地すべりにより事故が多発し、通行止めも多かった。しかし、のり面にもモルタルが吹き付けられ、付近での地すべりも起きておらず事業後は安全性が増し、また通行止めも減った、との指摘もあった。実際、3橋梁とも完成後橋付近で事故は起きていないことは実施機関より確認した。

以上より、本事業は橋梁の安全性及び歩行者の安全性に貢献しているといえる。



チュゾムサ橋の歩道



ザラムチュ橋取付け道路沿いの法面モルタル吹き付け

⁶ 歩道は近隣に住民が居住しているチュゾムサ橋とニカチュ橋の2橋に設置。

(2) 物流の促進と円滑化による地域経済の活性化

定性調査によると、45人中35人(78%)が事業前と比べ地域経済が活性化したと回答があった。具体的には、農民やレストラン・ホテル経営者などの自営業者からは、新しい橋になり事故による通行止めや車両が渋滞してしまうことを気にする必要がなくなり、首都や近隣の大きな町へのアクセスが良くなった、ティンプー〜トンサ間の公共バスの本数が週1便から2便に増えた、水力発電所工事関係者の往来が頻繁になりビジネスが活発になった、といった意見がでた。また、収入の変化については、学生を除く37人中31人(84%)が良くなったと回答した。農民からは、市場へのアクセスが良くなったという意見が多かったが、特に牛乳や生野菜、果物といった鮮度が重要な商品を計画通り運搬することができ、交通渋滞や交通遮断により無駄にすることがなくなったことがあげられた。更に、水力発電所工事業者よりは、上述のとおり重量車両の通行の際に事前に DoR 地方事務所職員と調整し、当日は職員が来るまで待たなければならなかったが、事業後には DoR 地方事務所との調整もなしに円滑な通行が可能となり、効率的に資機材を運搬できるようになった、と回答があった。このように、橋梁利用者からは、市場のアクセスの改善、人々の往来の活発化による地域経済の活性化への貢献が確認された⁷。

一方、本事業は道路ネットワークの一部であることから、物流の促進及び円滑化のためには、本事業以外にも、国道一号線で実施されていた拡幅工事事業の状況及び国道一号線西側のティンプーからトンサ間の他の老朽化した橋梁の整備状況が関係してくる。そこで、拡幅工事の状況及び計画時候補となっていた他7橋梁の状況を実施機関に確認した。

国道一号線の拡幅工事(ティンプー南の起点となるシムトカからタシガンまでの全長385Km)は5区間に分けて、インド政府の資金協力により2023年までに完了することが第12次5か年計画(2018年~2023年)で計画されている。実施機関に確認したところ、2021年には全ての区間で完了していた。また、老朽化した7橋梁の架け替えは、新型コロナウイルス感染症の影響で計画よりも1~2年遅れたが、表4のとおり事後評価時点で全て完了していたことを確認した。国道一号線はブータンでも主要幹線道路である。実施機関による国道一号線の拡幅工事の完工及びボトルネックともなり得る老朽化した他橋梁をタイムリーに架け替えをしたことは、本事業の効果と相まって水力発電事業への貢献も含め更なる地域経済の活性化につながることを期待できる。

⁷ 新型コロナウイルス感染症によるロックダウン等の期間はビジネスが縮小するなど影響は受けている。

表 4 ティンプー〜トンサ間の老朽化した 7 橋梁の状況

	橋梁名	状況
1	Banglapokto zam	架け替え完了 (2021.8)
2	Bong zam	架け替え完了 (2022.5)
3	Gaytsa zam	
4	Domkhar zam	
5	Rube zam	架け替え完了 (2022.6)
6	Yamtrak zam	
7	Hurjee zam	

(出所) 実施機関質問票回答結果

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010年4月)に掲げる橋梁セクターのうち大規模なものに該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、かつ同ガイドラインに掲げる影響を及ぼしやすい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないため、カテゴリ B に該当するとされた。本事業はブータン国内法に基づき初期環境調査 (IEE) が義務付けられた。実施機関より、IEE を実施後、建設工事前の 2015 年には国家環境委員会により環境許認可を取得したことを確認した。

実施機関によると、工事中は定期的にモニタリングを実施し、大気汚染、水質汚濁、騒音・震動、廃棄物に関する対策を計画通り実施していた。

2) 住民移転・用地取得

住民移転は発生しなかった。一方、チュゾムサ橋工事で 243 m²の用地取得が発生した。用地取得の影響は当初想定規模であり、影響を受けた 1 世帯の用地内にある農作物及び樹木が補償の対象となった。実施機関によると、計画時に合意した補償プロセスに沿って補償が支払われた。実施機関及び実施コンサルタントへのインタビューから、クレーム等もなかったことから、事業への影響はなかったと考えられる。

3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々

上述のとおり、橋梁近くに住民が居住しているチュゾムサ橋及びニカチュ橋には歩道が設置され、女性、子ども、障がい者、高齢者など交通弱者にとって安全な通行が可能となった。

4) 社会的システムや規範、人々の幸福、人権

本事業の前後での主観的な生活満足度 (Well-being) について定性調査を実施した

橋梁利用者 45 人⁸にインタビューを行った結果、本事業が主観的生活満足度の向上に貢献していることを確認した。満足度の向上に最も貢献したのは、安全面でのポジティブな変化であった。回答者 45 人全員（100%）が以前よりも橋を安全に渡れるようになったと回答している。歩行者及びドライバーの両方が安全面でポジティブな評価を行っている。

次に貢献したのは健康面であり、39 人（87%）がポジティブな評価を行っている。なかでも、救急車での移動も含め、病院へのアクセスが良くなり健康面での不安がなくなったと指摘する人が多かった。事業前には、大きな病院へのアクセスを含め、救急車を呼んでも病院までに時間がかかっていたことが要因と考えられる。

また、コミュニティとの関係性への貢献について 33 人（73%）がポジティブな評価を行っている。本事業により親戚や友人との行き来がしやすくなった、対向車がいた場合、橋をどちらが先に渡るかで言い争いをすることが減った、美しく頑丈な橋はコミュニティにとっての誇りとなったなど、コミュニティの連帯感に貢献していると考えられる。

経済面でのポジティブ評価も 31 人（69%）と多かった。人々の往来が増えたことで新たにレストランやカフェのビジネスを始めたり、市場へのアクセスが改善され農作物の売上が上がったといった意見があった。

5) その他正負のインパクト

<ブータン人の建設関係者の継続的な能力強化>

本事業の施工業者は過去の橋梁架け替えに関する無償資金協力事業も担当し、事業においてブータン人建設作業員を多く雇用し、中には施工業者の現地社員になった者もいる。本事業は実施機関のみならず、ブータン人建設関係者の育成にも貢献していることが確認された。実施コンサルタントによると、本事業竣工式において MoWHS 大臣からこれまでのこうしたブータン人作業員の継続した人材育成に感謝の意が述べられた。

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

3.4 持続性（レーティング：④）

3.4.1 政策・制度

事後評価時における第 12 次国家 5 年計画（2018 年～2023 年）でも引き続き国道一号线を最重要路線として位置づけており、本事業の位置づけ及び維持管理に関する政策・制度面での変更はない。また、モンスーン被害を想定して毎年地方事務所に緊急対応費

⁸ 内訳については脚注 5 を参照。

及び被害に応じた修理費用を配賦する制度もできている。以上より、本事業の政策・制度的な持続性は担保されている。

3.4.2 組織・体制

維持管理に関する役割は計画時と変更はない。基本的に、橋が位置する県の地方事務所が日常点検（清掃、土砂の撤去等）や定期点検を実施し、本省は地方事務所のモニタリングを行っている。モンスーン後の道路・橋梁の状況を点検し、補修の必要性などの判断は本省の維持管理部が実施している。チュゾムサ橋、ニカチュ橋はロベサ地方事務所が、ザラムチュ橋はトンサ地方事務所が担当している⁹。本省及び各地方事務所には一定数の土木技術者が常駐しており、緊急の修理等に対応できる体制にある。また、橋を含め道路の清掃については実施機関に登録しているブータン人労働者（National Work Force（NWF））が実施しており、清掃の体制は確保されている。NWF は橋を含め担当区間の道路の清掃を実施している。NWF1 人当たりの作業量は国道の場合 1.5km を単位としている。

以上より、組織・体制に特段問題はないと判断できる。

3.4.3 技術

担当する地方事務所には事後評価時点でエンジニアが各 20 人以上配置されており、軽微な損傷程度の維持管理及び緊急対応ができる能力が備わっている。技術的な問題があれば本部のエンジニアからアドバイスを受けられる。実施機関によると、技術研修は基本的に OJT が中心となっているが、実施機関の橋梁を担当する職員は、日本による橋梁架け替え事業及び CAMBRIDGE など技術協力支援により、技術的な能力向上が行われている。実施機関は CAMBRIDGE により開発された BMS により根拠に基づいた予算を立てなど、計画的な維持管理を行えるようになっている。また、橋梁の維持管理ガイドラインやマニュアルは CAMBRIDGE により整備されており、これらを活用し維持管理がなされている。

以上より、技術的持続性に特段問題はみられなかった。

3.4.4 財務

実施機関によると、維持管理に対する予算は、新型コロナ感染症の影響でここ 2 年程度全体的に縮小傾向にあるが、日常維持管理や軽微な損傷程度の維持管理に対する予算は確保されている。地方事務所への維持管理予算は、管轄する道路の距離そして橋の数により配分されている。限りある予算の中で、各事務所は BMS に従い優先順位をつけて補修の必要性の高い橋梁から対応するなど工夫している。

通常の維持管理予算とは別に、各地方事務所にモンスーン緊急対応として毎年年初に

⁹ トンサ事務所は支所があり、ザラムチュ橋の日常点検は橋に近い支所の職員により実施されている。

300 万 Nu（約 540 万円¹⁰）が配賦され、モンスーン後の点検を受けて必要に応じて追加で補修費用が配賦されている¹¹。

なお、本事業で架け替えをした橋梁はまだ新しく、大規模な損傷などが起きない限り当面大きな維持管理費用は発生しない。

以上より、本事業の維持管理に関する財務面での持続性に特段問題はみられなかった。

3.4.5 環境社会配慮

実施機関に確認した結果、想定されなかった環境社会配慮に関する事項はなかった。

3.4.6 リスクへの対応

新型コロナウイルスの影響から維持管理予算が全体的に縮小されているが、維持管理の必要性に応じて優先付けして実施するなど対策を講じている。

3.4.7 運営・維持管理の状況

3 橋梁とも大きな損傷箇所はなく、維持管理で重要である橋面の排水口の清掃も行き届いていたことを実査により確認した。近隣住民に対するインタビューからも定期的に（ほぼ毎週）橋梁及び橋に繋がる道路の清掃がなされていることが確認された。管轄の地方事務所によると、日常点検は最低でも週 1 回実施し、定期点検は年 1 回以上実施している。また、モンスーン後には必ず点検を行っているという回答があった。したがって、維持管理の状況は良好と考えられる。



チュゾムサ橋の排水溝



清掃の行き届いたザラムチュ橋

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

¹⁰ 1Nu=1.79 円（2022 年 11 月）

¹¹ 限りある予算を全国で分配しているため、毎年追加で各事務所は 2,000 万～2,500 万 Nu（約 3,600 万円～4,500 万円）が配賦されている。2021 年のロバサ事務所の補修費用は 2,500 万 Nu、トンサ事務所は 2,000 万 Nu が配賦された。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は国道一号線上の 3 橋の橋梁を架け替えし、橋梁の性能を向上させることにより円滑な交通や輸送のアクセスを図り、地域の経済活性化の促進に資することを目的とした。ブータンでは道路交通が最も重要な交通・輸送手段であり、なかでも国道一号線は最重要幹線道路であるため、本目的は事業計画時、事後評価時の政策やニーズに合致し、また、交通弱者に配慮した事業計画・アプローチは適切であった。日本の開発協力方針と合致しており、JICA 内の他事業及び JICA 外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できた。以上より、妥当性・整合性は高い。アウトプットはほぼ計画通り実施され、事業期間は計画を上回ったが、事業費は計画内に収り、効率性は高い。計画時に設定した定量的効果指標はすべて目標を達成した。実施機関及び橋梁利用者へのインタビューより、本事業により橋梁の安全性が確保され、円滑な交通による物流の促進が図られ、地域経済の発展に貢献していることを、それぞれの具体的な根拠とともに確認した。また、橋梁利用者へのインタビューにより、本事業が生活の質に対する満足や人生全般に対する満足といった主観的な生活満足度の向上に貢献したことも確認した。以上より、有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理は関連する政策・制度、組織・体制、技術、財務、維持管理状況ともに問題はなく、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

事業前の古い橋については、新型コロナウイルス感染症の影響により事後評価時点で撤去がされていなかった。しかし、安全面を考慮し、歩道用に使っている橋も含め 3 橋全てにおいて将来的には撤去が望ましい。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

実施機関への技術協力プロジェクトの実施により、本事業のみならず過去の類似案件の持続性の担保にも貢献する

本事業の維持管理は、CAMBRIDGE によるアウトプットである BMS や維持管理に関するマニュアル等を活用することで、適切な維持管理が実施されていた。これまでのブータンにおける類似案件の事後評価では、定期点検などの維持管理体制や無償資金協力事業で作成した維持管理ガイドラインが活用されていない状況を指摘されていた点を踏まえ、限られ

た維持管理予算の中で、優先順位をつけた維持管理計画を実施している点は評価できる。ブータンにおいては、橋梁架け替えに関する無償資金協力を 2000 年代より実施しており、このような技術協力プロジェクトの実施は、本事業のみならず、過去に架け替えた橋梁の持続性の担保にも貢献する。類似の無償資金協力事業を複数実施している場合は、それぞれの事業で維持管理に関するマニュアルやガイドラインを策定するのではなく、技術協力プロジェクトで包括的に取り組むことで、全ての類似事業の持続性を高めることができる。

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。

5.2 付加価値・創造価値

本事業の付加価値・創造価値として、国道上の橋梁への歩道の設置及び曲線橋の設置による価値の向上の 2 点をあげる。これらはブータンで初めての採用でもあった。

チュゾムサ橋及びニカチュ橋については、橋梁の周辺に集落があり、頻繁に歩行者の往来があったため歩道が設置された。これは実施機関による要請によるものであったが、ブータンの国道上の橋梁で歩道を設置した橋梁は本事業が初めてのケースであり、過去の無償資金協力による橋梁にも設置されていなかった。歩道があることにより歩行者および運転手の両方から安全性及び安心感が高まっていることが確認された。特に、交通弱者である子ども、障がい者、高齢者が安心して橋を利用できるようになったことは本事業の効果を高める付加価値となった。この点において、本事業は今後ブータンにおいて橋梁を建設する際のグッドプラクティスにもなりうる点を示した。

また、本事業ではブータンで初めて曲線橋のデザインを採用した。過去の無償案件を含め、ブータンでは河川に直角に架ける直線橋を採用しており、これにより橋梁前後で車両による高欄への衝突を招く場合もあり、事故を避けるために高欄を設置しない橋も多くあった。本事業では、立地的に直線橋ではこう

いった危険を招く恐れがあったため、運転手が安全かつ円滑に運転できるよう橋梁前後を河川に対し直角（直線）ではなく曲線になるようなデザインとした。これは、過去の無償案件の実施を担い、ブータンの橋梁事情に詳しい実施コンサルタントの知見と経験、そして長年にわたり JICA が橋梁に関する支援を続け過去の教訓を生かしたからこそ提案できたことである。さらに、橋梁前後は曲線橋による拡幅の影響で、直線橋よりも橋梁幅が広い平面形状になっている。これにより、円滑な走行のた



曲線を描くザラムチュ橋

めの安全性が更に高まるとともに、美しいデザインとなった。このような付加価値により、橋梁が地域コミュニティのシンボリックな存在にもなっているなど、より高い価値が生まれている。

以上

ブータン

2021 年度 外部事後評価報告書

無償資金協力「サルパン県タクライ灌漑システム改善計画」

外部評価者：三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社 島村 真澄

0. 要旨

本事業はブータンのサルパン県セルション郡及びチュザガン郡に位置するタクライ灌漑システムにおいて安定的な灌漑用水の供給を図ることを目的に頭首工（固定堰、下流護床工）及び幹線水路等の改修を行った。灌漑システムの強化によりコメの生産増加を図る本事業は、ブータンの開発政策、開発ニーズと合致しており、事業計画やアプローチも適切であった。また、日本の開発協力方針と合致しており、JICA 内の他事業及び JICA 外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できる。このことから妥当性・整合性は高い。事業実施面では事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は非常に高い。事業効果について、計画時に設定した定量的効果指標のうち「乾期のコメの作付面積」の実績値は目標を達成していない。インパクトについて、実施機関及び事業対象地域の農民へのインタビューより、雨期・乾期とも取水量の改善が図られ、灌漑面積が増加していること、農民による農業機械の活用が促進されていることを確認した。農民は乾期に灌漑用水を利用して野菜や換金作物の栽培を行っており、家畜の飼育にも灌漑用水を有効活用している。このため農民は乾期における取水量の改善を実感しており、かつ、雨期の取水量の改善によるコメの生産増加とあわせて具体的な効果の発現がみられる。しかし、事業効果を判断する要の指標である「乾期の取水の安定によるコメの二期作の拡大」が実現していないことから、他の指標はおおむね計画どおりに達成しているとはいえ、有効性・インパクトは高いとまではいえない。したがって有効性・インパクトはやや低い。自然環境への負の影響は報告されていない。用地取得・住民移転は発生しなかった。運営・維持管理については、維持管理の財務と状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高く、事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図

(出典：JICA HP 掲載地図を加工)



取水施設

1.1 事業の背景

ブータンのサルパン県は、同国では例外的に温暖な気候と広大かつ平坦な農地に恵まれ、農業生産の高いポテンシャルがありながら開発から取り残された地区であった。同県での灌漑施設整備は、同国のコメの生産増加において重要な役割を担っていた。特に同県が擁するタクライ灌漑施設は、1980年代に国連開発計画（UNDP）等の支援により整備された同国最大規模の施設であり、約1,300ha（計画値）の用地及び535戸の農家に灌漑用水を供給していた。しかし度重なる洪水被害により施設が損壊し、ブータン政府は雨期の洪水のたびに暫定的な修復工事を繰り返してきた。特に2010年の大洪水では、タクライ川の右岸側が大きく侵食され、頭首工のみならず幹線水路500m以上が流失した。緊急復興工事が行われたものの、長期的かつ安定的な水の供給のためには、より耐久性の高い施設の整備が喫緊の課題となっていた。加えて、度重なる洪水被害による施設損壊により、灌漑面積も当初計画値の約7割（880ha）に留まっており、施設能力が十分発揮できていない状況であった。

1.2 事業概要

タクライ灌漑システムの頭首工及び幹線水路の改修により、対象地域に安定的な灌漑用水の供給を図り、もって同地区のコメの生産増加に寄与する。

供与限度額/実績額	1,097百万円（詳細設計：46百万円、本体：1,051百万円） / 1,094百万円（詳細設計：44百万円、本体：1,050百万円）
交換公文締結/贈与契約締結	2013年2月（詳細設計）、2013年6月（本体） / 2013年2月（詳細設計）、2013年6月（本体）、 2016年1月（本体の修正贈与契約）
実施機関	農林省農業局 (Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Forests)

事業完成		2016年4月
事業対象地域		サルパン県セルション郡及びチュザガン郡
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	株式会社三祐コンサルタンツ
協力準備調査		2011年12月～2012年11月
関連事業		<p>[技術協力]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農業機械化強化プロジェクト（2008年～2011年） ・農業機械化強化プロジェクト（フェーズ2）（2014年～2018年） <p>[無償資金協力]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・賃耕のための農業機械整備計画（2016年～2019年） <p>[EU]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サルパン県精米所建設及び収穫後処理機材の供与（2009年）

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

島村 真澄（三菱UFJリサーチ&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：2021年10月～2023年2月

現地調査：2022年4月25日～5月12日、2022年9月19日～9月23日

3. 評価結果（レーティング：B¹）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③²）

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

計画時、ブータン政府は「第10次5カ年計画」（2008年～2013年）において農業の生産性向上を重点目標に掲げていた。本事業は、同目標を達成するために農林省が実施した「灌漑及び水管理プログラム」（目的は、乾期の灌漑稲作地区を40%から70%へ拡大すること）の主要事業に位置づけられていた。

事後評価時において、ブータン政府は「第12次5カ年計画」（2018年～2023年）において「食料の安全保障」と「栄養と生活の改善」を主要目標に掲げている。食料自給率を向上させるためには耕作可能で生産性の高い土地の確保が不可欠であり、そのための戦略の一つとして「灌漑システムの拡大と強化」を明示している。

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

また、本事業はブータン政府が新型コロナウイルス感染症拡大の影響に対応するため策定・実施している「Economic Contingency Plan (2020)」及び JICA と協働して 2019 年に策定した「Comprehensive Development Plan for Bhutan 2030」とも整合している。農業はブータンの地域経済発展及び国家食料安全保障における重要セクターの一つであり、中でも灌漑事業は農業生産及び地域生活向上のための重要な推進力として位置づけられている。したがって、本事業は事後評価時においてもブータンの開発政策と合致している。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、タクライ灌漑システムはブータン最大規模の施設であり、コメの生産増加において重要な役割を担っていた。しかし、毎年のように雨期の洪水により頭首工部分が流失し、そのたびにブータン政府による暫定的な修復工事が繰り返されていた。特に 2010 年の大洪水では、タクライ川右岸側が大きく侵食され、頭首工のみならず幹線水路 500m 以上が流失した。長期的かつ安定的な水の供給のためには、より耐久性の高い施設の整備が喫緊の課題となっていた。

事後評価時、タクライ川の氾濫による洪水が毎年発生しており、コメの二期作に必要な灌漑用水を安定的に供給することは依然として課題となっている。本事業は竣工後に土砂が暗渠（導水路）に流入して通水が停止した。本事案による暗渠の閉塞問題を解決するため、事後評価時において応急対策のためのフォローアップ協力が追加で実施されており、耐久性の高い灌漑施設を整備することは引き続き喫緊の課題となっている（「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」参照）。したがって、本事業は事後評価時においても引き続き同国の開発ニーズに合致している。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業は、計画時に想定されていた「乾期のコメの作付面積の増加」と「乾期のコメの二期作の拡大」が実現していない。入手済資料及び本事業の施工監理担当のコンサルタントへのインタビューによると、その主な理由として以下 4 点が挙げられる。

- 農民の二期作に対する意欲の低下：事業完成後の 2017 年と 2018 年に農業機械公社（Farm Machinery Corporation Limited、以下「FMCL」という。）が乾期作の実証試験を行ったが、野生の象による獣害が著しく、コメの収量が非常に低いことが判明し、計画時はコメの二期作の実施に意欲的だった農民の意欲が実証試験後に低下したと報告されている。
- 乾期作用のコメの品種の問題：農業研究開発センター（Agriculture Research and Development Centre、以下「ARDC」という。）が開発した乾期の作付品種は

収穫時期が雨期と重なり雨による被害が懸念されたこと、乾期作と雨期作の間の非作付期間がなく、肥料投入のための期間を確保することができないといった課題が指摘されたこと。

- 買取保証の問題：ブータン食糧公社（Food Corporation Bhutan）は独自の基準に基づいて、農家が市場に販売できずに余った農作物の買い取りを行うが、乾期作の基準を有しておらず、余剰米の買取保証ができない可能性が高かったこと。
- コメの流通の問題：チュザガン地区の農業組合（Chuzagang Agriculture Farmers Cooperative）の組織運営がうまくいかず解体され、タクライのブランド米の流通が限定的となったこと。

本事業の施工監理担当のコンサルタントへのインタビューより、以上4点のうち農民の二期作に対する意欲が低下したことが最も大きな要因と考えられるが、いずれの要因も現地の営農を取り巻く環境が計画時から大きく変化したことによるものであり、計画時に予見することは難しかったと考えられる。

また、本事業は過去の類似案件からの教訓を踏まえて、特に洪水に含まれる土砂による被害を受けやすい頭首工部分は日本の河川で採用されているレール入り高強度コンクリート工法（以下「レール工法」という。）が採用された。しかし、竣工後、毎年の洪水及び洪水と共に流下する転石により高強度コンクリートに摩耗が発生し、レールの一部が流亡した。本事案について事後評価時に実施機関にインタビューを行ったところ、計画時に洪水記録や河川の水量データが十分に整備されていなかったとの説明があった。また、施工監理コンサルタントによると、計画時にリスク要因やその対策が考慮された事業設計になっていたが、想定を超えたリスクが顕在化したとのことだった。当時の状況を踏まえると、定量的な流況データが整備されていない条件下でレール工法が採用されたが、洪水期に想定外の土砂が流下したため、本事案が発生した。計画時にこうした状況を予測して事業への影響を想定することは困難だったと考えられる。（「4.3 教訓」参照）本事案に係る経緯を時系列にまとめると下記のとおり。

<暗渠内への土砂堆積と閉塞及び通水停止に関する事案の経緯>

- 2015年4月：工事竣工（当初）
- 2015年6月：暗渠内に土砂が堆積し閉塞、通水停止
- 2016年1月～4月：本事業の残余金を活用して対策工（詳細設計及び工事）を実施、竣工
- 2016年6月：暗渠の閉塞・通水停止が再発
- 2017年7月：JICAは外部有識者と国際協力専門員による技術検討委員会を設置
- 2018年3月：技術検討委員がJICAに見解書を提出

- ・ 2018年8月：技術検討委員会の見解等を踏まえて JICA が対応方針を策定
- ・ 事後評価時においてフォローアップ協力を実施中（2024年9月完工予定）

公平性の観点からは本事業は対象地域の農民に対して灌漑用水が公平で適正に配分されるよう案件形成・実施において配慮がなされている。例えば、本事業のソフトコンポーネントでは、高位部と低位部へ公平な配水が行われるように、事業対象地域の農民が属する水利組合（Water Users Associations、以下「WUA」という。）との討議をもとに、適切な水配分を行うためゲート操作の指導や、水利組合規約で必要事項のルール化が図られている。また、実施機関によると、ほとんどの農家が同じ面積の農地を保有し、灌漑用水の配分において特別な配慮が必要な弱者グループはいないとのことだった。さらに、WUA の上位組織である水利委員会（Water User Committee、以下「WUC」という。）のメンバー選定は性別や社会的地位に関係なく、平等に輪番制をとっているため、公平・公正性の観点から特段の問題はないとの説明があった。

3.1.2 整合性（レーティング：③）

3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

計画時において、日本政府は農業を対ブータン協力の最重要分野に位置付けて特に優先的に協力を行ってきた。本事業は、灌漑システムの改修を通じて事業対象地域に安定的な灌漑用水の供給を図り、灌漑面積の増加や乾期の取水の安定によるコメの二期作の拡大等を通じてコメの生産増加に寄与する事業であり、事業目的は計画時の日本の開発協力方針と整合していたといえる。

3.1.2.2 内的整合性

本事業は、技術協力プロジェクト「農業機械化強化プロジェクト」（2008年～2011年）及び「農業機械化強化プロジェクト（フェーズ2）」（2014年～2018年）との連携が行われている。両案件とも本事業と同様、農林省農業局をカウンターパート機関とする事業であり、農業機械の賃耕サービスモデルが構築されて、FMCLより本事業対象地域の農民に農業機械のレンタルサービスが展開された。また、農業機械は無償資金協力「賃耕のための農業機械整備計画」により整備されている。連携により雨期作のコメの増産につながるなど具体的な連携効果がみられることから内的整合性が図られている。（具体的な連携効果等についてはインパクト参照。）

3.1.2.3 外的整合性

本事業は、2009年に実施されたEUによる支援（同支援でサルパン県に精米所を建設し、収穫後の処理機材を供与した）との連携が図られている。農民が生産し

たコメが EU 支援で建設された精米所で精米されて販売用のコメが増えるなど具体的な連携効果がみられる。他方で、本事業は計画時、ブータン側が実施する水路改修事業との連携により、乾期の灌漑用水の確保と二期作の拡大、及びコメの生産量増加が想定されていた。しかし、想定されていたコメの二期作は実現しておらず、連携による事業効果は発現していない。(具体的な連携効果等についてはインパクト参照。)

国際的な枠組みとの整合性については、実施機関へのインタビューより、本事業は SDGs 目標 1, 2, 6, 13³に寄与することを確認した。

本事業は、ブータンの開発政策、開発ニーズと合致しており、事業計画やアプローチも適切であった。また日本の開発協力方針と合致しており、JICA 内の他事業との連携が図られている。JICA 外の機関との連携・国際的枠組みとの協調についてはおおむね当初想定されていた調整・連携がなされ、具体的な成果が確認できる。以上より、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性 (レーティング: ④)

3.2.1 アウトプット

本事業はサルパン県セルション郡及びチュザガン郡において、安定的な灌漑用水の供給を図るため、タクライ灌漑システムの頭首工及び幹線水路の改修を行うものである。主なアウトプットは表 1 のとおり。実施機関によるといずれの項目もほぼ計画どおり実施された。

³ 目標 1: 貧困をなくそう、目標 2: 飢餓をゼロに、目標 6: 安全な水とトイレを世界中に、目標 13: 気候変動に具体的な対策を。

表 1：本事業の主なアウトプット

項目	細目
統合頭首工	<ul style="list-style-type: none"> 固定堰：堰長38.9m×堰高1.0m 下流護床工：長さ30.0m
導水路及び沈砂池	<ul style="list-style-type: none"> 暗渠区間：延長358.9m 開水路区間：延長631.2m 沈砂池：延長37.5m もたれ擁壁：高さ3.9m×延長410m
連結水路	<ul style="list-style-type: none"> 嵩上げ区間：延長654.6m 全面改修区間：延長109.6m
連結水路と低位部幹線水路の合流工	<ul style="list-style-type: none"> L型擁壁高さ：2m × 延長4.65m ゲート新設：1門
高低位部幹線水路	<ul style="list-style-type: none"> 練石積護岸復旧：延長123.7m 水路嵩上げ：延長165m コンクリートカバー：延長205.8m 第2サイホン吐出口漏水補修：コンクリート巻立て 水路橋漏水補修：延長50m 転落防止フェンス設置：6カ所 サイホン破損部改修：鉄筋コンクリート巻き立1式 水路横断橋：コンクリート床版橋2カ所（幅員・橋長4m）
高位部幹線水路のサイホン露出部	<ul style="list-style-type: none"> 第3サイホン露出管保護：延長45m
高低位部幹線水路のゲート	<ul style="list-style-type: none"> チェックゲート・分水ゲート据付：10門 チェックゲート据付：2門
統合頭首工地点における河川水位観測施設	<ul style="list-style-type: none"> 水位計：超音波式1式
下流堤防	<ul style="list-style-type: none"> 築堤：天端幅4.0m×高さ3.0m×延長340m もたれ擁壁：高さ3.9m×延長340m
ソフトコンポーネント	<ul style="list-style-type: none"> 施設操作・水管理、維持管理に関する指導・支援

出所：準備調査報告書、実施機関への質問票回答

施設建設について、一部の構造の変更、幹線水路上の更新ゲート数の変更、頭首工の水路勾配と水路標高の変更等当初の計画から一部変更があった。いずれも詳細設計時の現地調査や測量結果により正確な状況把握に基づいて変更されたものであり、妥当な変更だった。また、「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」で前述したとおり、竣工後に暗渠が土砂で閉塞して通水停止となったことから本事業の残余金を活用して対策工が実

施された。

ブータン政府の負担事項について、実施機関への質問票回答及びインタビューにより全ての事項について問題なく適時に実施されたことを確認した。



幹線水路のゲート



高位部幹線水路



導水路

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は当初計画では1,106百万円（日本側1,097百万円、ブータン側9百万円）であったのに対し、実際は1,103百万円（日本側1,094百万円、ブータン側9百万円）と計画内に収まった（対計画比100%）。

3.2.2.2 事業期間

本事業の実施期間は、計画では33カ月であったが、実際には31カ月と計画内

に収まった（対計画比 94%）。暗渠内への土砂堆積と閉塞及び通水停止に係る事案は計画時には予見できなかったことから、残余金を活用して実施された対策工に要した期間（4 カ月）を当初計画の期間（29 カ月）に加算した 33 カ月を計画時の期間とした。また、実績期間は当初実績期間（27 カ月）に対策工の実績を含めた 31 カ月とした。対策工に要した期間も加味した事業期間を表 2 にまとめた。（暗渠の閉塞・通水停止の事案に関する経緯は「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」を参照）

表 2：事業期間の計画と実績の比較

計画	実績	比較
33 カ月 (29 カ月+4 カ月)	31 カ月 (27 カ月+4 カ月)	対計画比 94%
当初計画	当初実績	残余金を活用した対策工
2013 年 2 月～2015 年 6 月 (29 カ月)	2013 年 2 月～2015 年 4 月 (27 カ月)	2016 年 1 月～2016 年 4 月 (4 カ月)

出所：JICA 提供資料及び実施機関への質問票回答

注 1:事業期間の起点は贈与契約締結時。対策工の期間の起点は修正贈与契約締結時。

注 2:当初計画時における事業完成の定義は工事完了時。

注 3:本事業の最終的な完成は、閉塞暗渠の対策工の完了時ということで事後評価時に実施機関と合意。

以上より、効率性は非常に高い。

3.3 有効性・インパクト⁴（レーティング：②）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

計画時、本事業の定量的効果として、「乾期の取水量」「灌漑面積」「乾期のコメの作付面積」「年間維持管理費」が設定されていた。各指標の基準値、目標値、2018 年～2021 年の実績値を表 3 にまとめた。事業完成は 2016 年 4 月であることから、比較対象となる目標年は 3 年後の 2019 年である。

⁴ 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 3：本事業の定量的効果

指標名	基準値 2012年	目標値 2018年 完成3年後	備考	実績			
				2018	2019	2020	2021
乾期の 取水量 (m ³ /s)	0	最大 2.24 (注1)	取水堰の建設 により取水が 可能となる	最大 1.8 (目標値 の 8割)	最大 1.8 (目標値 の 8割)	最大 1.8 (目標値 の 8割)	最大 1.8 (目標値 の 8割)
灌漑面 積 (ha)	883	最大 1,120 (注2)	破損により断 水されたサイ ホンが補修さ れ通水される	最大 1,120	最大 1,120	最大 1,120	最大 1,120
乾期の コメの 作付面 積 (ha)	10	560	乾期の取水が 安定し 2 期作 が拡大され る。灌漑地区 の利用形態と して、野菜と 稲作それぞれ 半分程度を想 定	N.A. (注3)	0	0	0
年間維 持管理 費 (ヌル タム)	平均 350 万	175 万	蛇カゴ護岸の 補修費や河川 素掘り水路工 事が軽減され る	183,400 (注4)	186,400 (注4)	194,200 (注4)	177,700 (注4)

出所：事業事前評価表、準備調査報告書、実施機関及び WUC への質問票の回答

注 1：渇水確率年の検討からタクライ川の渇水量（乾期最小流量）が、上記の計画最大取水量 2.24m³/s を下回る可能性もある。

注 2：雨期ベース。計画時のタクライ灌漑地区の登録世帯は約 530 世帯で受益者は約 4,300 人であり、直接的な裨益が期待される。事後評価時のタクライ灌漑地区の登録世帯は 442 世帯（内訳は、チュザガン郡：396 世帯、セルション郡：46 世帯）。

注 3：FMCL が乾期作の実証試験を行ったが作付面積は不明。（FMCL によると「非常に限定的」とのこと。）

注 4：フォローアップ協力で調達された仮設導水路掘削用のショベルカーの燃料費と WUA が組合員から徴収した灌漑水の利用料の合計額。

「灌漑面積」及び「年間維持管理費」の実績値は目標を達成しており、「乾期の取水量」はおおむね計画どおりに達成した（達成率は 8 割）。しかし、「乾期のコメの作付面積」の実績値はゼロで目標を達成していない。これはコメの二期作が実現していないためであり、その理由は「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」で前述したとおりである。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

定性的効果はインパクトとして整理した。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業のインパクトとして、「乾期のコメの作付面積の増加・コメの二期作の拡大」「休閑期間中の農業機械の稼働率向上」「ソフトコンポーネント実施による運営・維持管理能力の向上」「河川堤防の建設による洪水時の農地や灌漑施設の被害（浸食・流失）防止」「コメの生産増加」「販売用のコメの増加」の発現状況を評価した。

1) 乾期のコメの作付面積の増加・コメの二期作の拡大

前述のとおり、乾期のコメの作付及びコメの二期作は実現していない。事業対象地域の農民 32 名にインタビュー調査⁵を実施した結果、乾期のコメ栽培を試みた農民が 2 名いたが収量が著しく低く、二期作は諦めたとのことだった。しかし、32 名全ての農民より、事業実施前に比べて乾期・雨期ともに取水量が大幅に改善しており、乾期に灌漑用水を利用して野菜や換金作物のビンロウ（areca nuts）等の栽培を行ったり、家畜の飼育にも灌漑用水を有効に活用したりして、乾期における取水量の改善を実感しているとの回答があった。

2) 休閑期間中の農業機械の稼働率向上

事業対象地の農民に農業機械の賃耕サービスを提供している FMCL によると、農業機械の賃貸時間は年々増加しているとのことだった。また、農民へのインタビューの結果、32 名中 29 名（90%）が FMCL もしくは個人（民間）所有者からトラクターを借りて利用しているとの回答があった。残り 3 名のうち、2 名は農業機械を個人所有しており、1 名は農業機械を利用していないとのことだった。

3) ソフトコンポーネント実施による運営・維持管理能力の向上

実施機関によると、本事業のソフトコンポーネントを通じて、WUC は施設の維持管理に必要なスキルや技術の向上を図っており、WUC 内、WUC と WUA 間及び他のステークホルダーとの間で情報を適切に共有するためのデータ収集ができるようになったとの回答があった。農民へのインタビューの結果、WUA に属するゲートキーパー⁶は WUA 規則に基づいてメンテナンス記録を適切につけていること、WUA に属するゲートキーパーはソフトコンポーネントで整備され

⁵ 32 名の農民の内訳は、セルシオン高位部 12 名（男性 7 名、女性 5 名）、チュザガン高位部 12 名（男性 7 名、女性 5 名）、チュザガン低位部 8 名（男性 5 名、女性 3 名）。

性別・年代別内訳は、男性 19 名（20 代 1 名、30 代 5 名、40 代 5 名、50 代 1 名、60 代以上 7 名）、女性 13 名（30 代 3 名、40 代 4 名、50 代 1 名、60 代以上 5 名）。

インタビュー対象者には、WUA の組合長 1 名（40 代男性）、ゲートキーパー 5 名（30 代男性 2 名、50 代男性 1 名、60 代男性 2 名）が含まれる。

⁶ ここでは、幹線水路の管理者及び各農家の田畑に送水する小規模水路の管理者（Water Guard）をゲートキーパーと総称する。

たマニュアルに基づいてゲート操作を行い、水流制御等を行っていること等を確認した。施設の機能については、実施中のフォローアップ協力において、土砂流入の防止、雨期の取水方法の確保等の対策が講じられている。

4) 河川堤防の建設による洪水時の農地や灌漑施設の被害（浸食・流失）防止

実施機関によると、本事業で建設された河川堤防により、タクライ川沿いの農地への浸食は抑えられているとのことだった。農民へのインタビューの結果、集中豪雨による洪水で農地を失った農民 1 名を除き、31 名より浸食や農地・灌漑施設の損失の問題はないとの回答が得られた。

5) コメの生産増加

農民へのインタビューの結果、32 名中 30 名（97%）の農民より事業実施後に雨期作のコメの生産量が増加したとの回答があった。このうち 2 名は事業実施後にコメの生産を開始したとのことだった。ただし、生産量は本事業の効果以外にもコメの品種や農民による耕作努力にも左右されることに留意が必要である。残りの 2 名は、獣害に遭いコメの収穫量が減少したためビンロウ栽培に軸足を置くことにした農民 1 名及び集中豪雨による洪水で土地が浸食された農民 1 名であった。上述のとおり、農民からは、本事業による灌漑用水の供給はコメだけではなく、野菜やビンロウ等の換金作物の栽培や、家畜の飼育にも非常に役立っているとの声が寄せられた。

本事業対象地域のコメの生産量の推移は表 4 のとおり。総量ベースで見ると、2015 年は 1,818.30 トンだったが 2021 年には 2,181.79 トンと約 363 トン増加している。2019 年に減少しているが翌年には回復し、2021 年は前年とほぼ同水準になっている。

表 4：事業対象地域のコメの生産量の推移

（単位：トン）

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
セルシオン郡	863	842	876	844	891.41	982.25	984.77
チュザガン郡	955.30	1,098.83	1,268.34	1,236.03	1,010.26	1,209.65	1,197.02
合計	1,818.30	1,940.83	2,144.34	2,080.03	1,901.67	2,191.90	2,181.79

出所：セルシオン郡及びチュザガン郡提供データ

6) 販売用のコメの増加

農民はインフォーマルマーケットでコメを販売することもあり、コメの販売量の全体像を把握できるデータはない。農民へのインタビューの結果、32 名中

14名（44%）が事業実施後にコメを販売して収入を得ている。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月）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 に該当するとされた。実施機関によると、環境影響評価（EIA）はブータン国内法上作成は義務付けられていない。

実施機関によると、工事中は大気質、騒音・振動、廃棄物等についてブータン国内の基準を満たすよう対策をとっており、基準値超過等、大きな問題はなかったとのことだった。また、環境緩和策として工事中の水まき（粉塵対策）、指定された場所での廃棄物の廃棄、河川への油やゴミの流出防止等環境に配慮した施設建設が行われたとのことだった。環境モニタリングの結果、自然環境に対する負の影響は報告されておらず、住民から苦情もないとのことだった。農民へのインタビュー及び事業サイト実査結果からも自然環境への大きな問題はないと考えられる。

なお、施工監理担当のコンサルタントによると、実施中のフォローアップ協力は既存施設の修復であり、環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないとして、環境モニタリングは行われていないとのことだった。

2) 住民移転・用地取得

本事業は住民移転・用地取得は発生しなかった。

3) ジェンダー

実施機関及び農民へのインタビューによると、本事業による灌漑施設の整備により女性のみならず農作業や運営維持管理の業務負担が増大することはない。

4) 公平な社会参加を阻害されている人々

実施機関及び農民へのインタビューによると、灌漑用水の配分で特別な配慮が必要な弱者グループはいない。（「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」参照）

5) 社会的システムや規範、人々の幸福、人権

農民32名にインタビューを行った結果、本事業が農民の主観的生活満足度の向上に貢献していることを確認した。生計面でのポジティブな変化が最も大き

な要因であった。具体的には、事業実施前後の「収入と暮らし向き」の変化をたずねたところ、32名（100%）全ての農民より「コメの生産増加により収入が増加し、暮らし向きが良くなった」とポジティブな変化を支持する回答が得られた。

また、事業実施前後の「灌漑農業に対する自信」の変化をたずねたところ、31名（97%）の農民が事業実施後に「灌漑農業に対する自信を高めることができた」との自己評価を行った。事業実施前後で変化がないと回答した1名は「高齢になり、家族に後継者がいない」ことを理由に挙げた。さらに、事業実施前後の「農民間の協力意識」の変化については、28名（88%）がポジティブな変化があったと回答し、4名が変化なしと答えた。ポジティブな変化の理由として、「WUAが農民間の紛争を円満に解決できている」「WUAを通じてより良い組織形成が実現している」等を挙げており、WUAが農民間の紛争処理や協力・連携に重要な役割を果たしていることがわかる。事業実施前後の「増産への意欲」の変化については、ポジティブな変化があったと回答した農民は17名（53%）であった。これに対して、変化なしと答えた農民は14名（44%）、ネガティブな変化があったと答えた農民は1名であった。変化なしが多かった回答は「これ以上耕作可能な農地がない」「家族で他に農作業ができる人がいない」で、いずれも本事業の外部要因によるものである。ネガティブな回答を行った1名は「高齢になり、以前のように働けなくなった」ことを理由に挙げており、こちらも外部要因によるものである。

6) その他正負のインパクト

本事業はJICAにて「気候変動への適応案件」に位置づけられている。タクライ灌漑システムが位置するブータン南部において、計画時点での直近10年間の気象・水文データでは短期間雨量に増加傾向が伺え、2010年の洪水では異常出水が発生した。実施機関によると、仮に本事業が実施されず、これまでの傾向が継続した場合、タクライ川沿いの農地が毎年の洪水で浸食され、灌漑用水の供給が不安定になり、農民が耕作意欲を減退させたであろうとのことだった。また、毎年雨期には洪水対策として仮設の導水路を整備する必要があり、政府の維持管理費負担が一層増大したであろうとの説明があった。

<JICA内の他事業との相乗効果>

実施機関への質問票回答とインタビューにより、本事業と「農業機械化強化プロジェクト（フェーズ1、2）」との連携を通じて、本事業対象地域の農家の農業機械化が促進されていることを確認した。当該技術協力プロジェクトでは農業機械の賃耕サービスモデルが構築され、FMCLにより本事業対象地域の農民に農業機械のレンタルサービスが展開されている。また、農業機械は無償資金協力「賃耕のための農業機械整備計画」により整備されている。農民へのインタビュ

一の結果からも、農民は FMCL からトラクターや稲刈り機を賃借して耕作していること、雨期作のコメの増産につながっていることを確認した。（「3.3.2.1 インパクトの発現状況」参照）

<JICA 外の機関との相乗効果>

実施機関への質問票回答とインタビューにより、本事業と EU による支援（サルパン県への精米所建設及び収穫後処理機材の供与）との連携を通じて、本事業対象地域の農家が生産したコメが本精米所で精米され商業化されていることを確認した。

本事業は、ブータン側が実施する水路改修事業との連携により、乾期の灌漑用水の確保と二期作の拡大、及び、コメの生産量増加が想定されていた。しかし、想定されていたコメの二期作は実現しておらず、連携による事業効果は期待されたほど発現していない。

以上より、事業効果を判断する要の指標である「乾季の取水の安定によるコメの二期作の拡大」が実現していないことから、他の指標はおおむね計画どおりに達成しているとはいえ、有効性・インパクトは高いとまではいえない。したがって、本事業の実施による効果の発現は計画と比して一定程度しか確認出来ず、有効性・インパクトはやや低い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 政策・制度

実施機関によると、タクライ灌漑システムの位置づけ及び営農条件について政策・制度面での変更はない。新型コロナウイルス感染症拡大以降も作物選定は農家の自由裁量に任されており、政府の政策介入はない。事業完成後も農民は自給自足のためコメの生産を拡大することが奨励されている。また、本事業で整備した灌漑施設を有効活用するため冬季の野菜生産が推奨されている。

以上より、本事業の政策・制度的な持続性は担保されている。

3.4.2 組織・体制

事業完成後の本事業の運営・維持管理業務は WUA が担当している。WUA は組合の標準作業手順書及び規約・付則に基づいて運営・維持管理業務を行っており、役割分担、意思決定プロセスや権限等も明確である。WUA は他の機関の介入を受けることなく意思決定が行われて運営されている。WUA は灌漑用水の利用料、ゲートキーパーの報酬、組合員（農民）の労働分担等を把握しており、WUA での合意が必要な事項は年次総会にて議論が行われている。

WUA の上位組織である WUC は運営・維持管理に必要な人員が確保されている。WUC の構成メンバーは表 5 のとおり。

表 5 : WUC の構成メンバー

役職	人数
組合長	1
副組合長	1
秘書	1
会計担当	1
ゲートキーパー	14
合計	18

出所：WUC へのインタビューより

頭首工付近の仮設導水路は浚渫が必要なため、中央機械化センター（Central Machinery Unit、以下「CMU」という。）よりショベルカーのオペレーターが派遣されて掘削が行われている。WUA と CMU は常時コミュニケーションをとり、円滑な連携体制が取られている。

以上より、本事業の運営・維持管理の組織・体制に特段の問題はないと判断できる。

3.4.3 技術

WUC のメンバーに必要な資格は特にないが、全員基本的な読み書きができる。WUC のメンバー全員が本事業のソフトコンポーネントの研修を受講しており、施設の基礎知識、ゲートの操作方法やルール、年間維持管理活動計画の策定等に係る知識や技術を習得し、日々の運営・維持管理業務を行うのに十分な能力を確保している。また、本事業のソフトコンポーネントで灌漑施設の維持管理マニュアルが作成されており、維持管理の現場に常備されて、日常の業務で参照・活用されているとのことだった。WUC メンバーの交代はまだだが、交代の際は十分な引継ぎが行われることになっている。

以上より、運営・維持管理を担当する技術職員は通常の運営・維持管理業務を行うのに十分な技術能力があるとみられ、特段の問題はないと考えられる。

3.4.4 財務

本事業の運営・維持管理費は、WUC が必要額を見積もった後、セルシオン郡及びチュザガン郡政府に予算申請する。各郡政府は精査し、予算内で可能な額を配賦する。

竣工後に発生した事案（暗渠への土砂流入・閉塞）により、事後評価時点での主な運営・維持管理費は CMU が負担するショベルカーの燃料費となっている（表 6 を参照）。当該ショベルカーはフォローアップ協力において調達されたもので、CMU より派遣されたショベルカーのオペレーターが頭首工付近の瓦礫の撤去や仮設導水路の掘削作業を行っている。

表 6：本事業の運営・維持管理費

(単位：ヌルタム)

2018	2019	2020	2021
183,400	186,400	194,200	177,700

出所：実施機関及び WUC への質問票の回答

注：フォローアップ協力で調達された仮設導水路掘削用のショベルカーの燃料費と WUA が組合員から徴収した灌漑水の利用料の合計額。

WUA が組合員（農民）から徴収する灌漑水の利用料（総額）は表 7 のとおり。組合員一世帯当たりの利用料は 300 ヌルタムである。

表 7：WUA が組合員から徴収する灌漑水の利用料（総額）

(単位：ヌルタム)

2018	2019	2020	2021
83,400	86,400	94,200	77,700

出所：実施機関及び WUC への質問票の回答

注：実施機関によると、2021 年の金額が前年を下回ったのは新型コロナウイルス感染症拡大の影響で多くの農家が利用料を支払うことができなかつたためとのこと。

新型コロナウイルス感染症拡大の影響で多くの農家が灌漑用水の利用料を支払うことができず、2021 年の徴収率は約 6 割⁷となっている。このため、水門の操作を行うゲートキーパー以外の WUC のメンバーへの給与が未払いになっており、今後は利用料の値上げを行う必要がある。新型コロナウイルスが終息すれば農家の所得が回復する見込みであり、事業実施後は野菜や換金作物を栽培する農家も増えている。さらに、WUA では郡政府からの予算配賦の確実化を図ろうとしており、セルシオン郡及びチュザガン郡の役人 1 名ずつを WUC の共同議長に配置する動きがあり、具体的な議論が進められている。また、将来的に灌漑用水の利用料の値上げも検討している。このため財務についての改善の見通しは高いと考えられる。

以上より、運営・維持管理の財務について一部軽微な問題があるが、各種対策が講じられていることから、改善の見通しは高い。

3.4.5 環境社会配慮

実施機関に確認した結果、想定されなかつた環境社会配慮に関する事項はなかつた。

3.4.6 リスクへの対応

事後評価時点においてフォローアップ協力が実施されている。「3.1.1.3 事業計画やアブ

⁷ タクライ灌漑地区の登録世帯数（WUA 組合員数）は 442 であることから、2021 年の灌漑水の利用料徴収率は 58.9%である。

ローチ等の適切さ」で前述したとおり、竣工後に暗渠が土砂で閉塞して通水停止となった事案を踏まえて技術検討委員会が設立されて原因究明と対策の検討が行われた。同委員から提出された見解書を踏まえて JICA は対応方針を策定しており、フォローアップ協力では同方針に基づいて取水施設のバースクリーンをメッシュへ変更する、仮設導水路を設置する等の対応策が講じられている。

3.4.7 運営・維持管理の状況

実施機関への質問回答及び農民へのインタビューによると、本事業で整備された施設・設備は、農民及び CMU が現場での維持管理努力を継続しており、有効に活用されている。雨期に洪水が発生するたびに仮設の導水路が流されるため頻繁に掘削する必要があり、灌漑用水の供給が安定していない時もあるとのこと。フォローアップ協力において、土砂流入の防止、雨期の取水方法の確保、雨期のモニタリング等が行われている。マンホールを覆うメッシュスクリーンの目詰まりの頻度が高く、ゲートキーパーが日常のメンテナンス業務の中で対応している。

農民へのインタビューの結果、事業実施前は維持管理作業に必要な期間の予測がつかなかったが、本事業が実施されたことにより予見可能性が高まったとの回答があった。また、取水口の清掃や用水路のメンテナンスにかかる時間が短縮されたとのことだった。洪水発生後の取水口での作業の大半はショベルカーで行われており、CMU から派遣されたオペレーターが瓦礫の撤去を迅速に行っている。

スペアパーツは CMU プール事務所に保管されており、スペアパーツの調達については特段問題はない。

以上より、運営・維持管理状況は、事後評価時点において一部不具合があるが、全体としては適切に運営・維持管理されており問題ない。

以上より、本事業の運営・維持管理には財務と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サルパン県セルジョン郡及びチュザガン郡に位置するタクライ灌漑システムにおいて安定的な灌漑用水の供給を図ることを目的に頭首工（固定堰、下流護床工）及び幹線水路等の改修を行った。灌漑システムの強化によりコメの生産増加を図る本事業は、ブータンの開発政策、開発ニーズと合致しており、事業計画やアプローチも適切であった。また、日本の開発協力方針と合致しており、JICA 内の他事業及び JICA 外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できる。このことから妥当性・整合性は高い。事業実施面では事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は非常に高い。事業効果について、計画

時に設定した定量的効果指標のうち「乾期のコメの作付面積」の実績値は目標を達成していない。インパクトについて、実施機関及び事業対象地域の農民へのインタビューより、雨期・乾期とも取水量の改善が図られ、灌漑面積が増加していること、農民による農業機械の活用が促進されていることを確認した。農民は乾期に灌漑用水を利用して野菜や換金作物の栽培を行っており、家畜の飼育にも灌漑用水を有効活用している。このため農民は乾期における取水量の改善を実感しており、かつ、雨期の取水量の改善によるコメの生産増加とあわせて具体的な効果の発現がみられる。しかし、事業効果を判断する要の指標である「乾期の取水の安定によるコメの二期作の拡大」が実現していないことから、他の指標はおおむね計画どおりに達成しているとはいえ、有効性・インパクトは高いとまではいえない。したがって有効性・インパクトはやや低い。自然環境への負の影響は報告されていない。用地取得・住民移転は発生しなかった。運営・維持管理については、維持管理の財務と状況に一部軽微な問題はあるが、改善・解決の見通しが高く、事業によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

新型コロナウイルス感染症拡大の影響で多くの農家が灌漑用水の利用料を支払うことができず、ゲートキーパー以外の WUC メンバーへの給与が未払いになっている。利用料値上げの必要性が示唆されているが、これは WUA での合意が必要な重要事項であることから、WUA は現地の新型コロナウイルス感染症の状況や農民の経済状況等を見極めつつ、WUA 規則に基づいて年次総会で協議を行うことが求められる。なお、本件は WUA の専権事項であることから実施機関は WUA に指示する立場にはないが、適宜状況をフォローアップすることが望ましい。

フォローアップ協力で調達されたショベルカーは現場の維持管理業務において極めて重要な役割を果たしている。将来、耐用年数が到来して稼働できなくなった場合、日々の維持管理にも大きな影響を与えることになる。このため、セルシオン郡及びチュザガン郡政府は WUA と連携して毎年計画的にショベルカーの資金を減価償却費として計上して、耐用年数到来時には適時に新たなショベルカーを調達し、維持管理活動に影響が出ないようにしておくことが重要である。

4.2.2 JICA への提言

本事業の実施により、乾期の取水の安定が図られてコメの二期作が拡大することが期待されていた。二期作の拡大はコメの生産増加につながり、コメの自給率の向上や農家収入の増加に寄与する。しかし、フォローアップ協力にて施設が修復されたとしても農民は二期作を行わない可能性が考えられる。このため、JICA はフォローアップ協力にて施設

が修復された後に、二期作を行うにあたっての課題を整理し、今後二期作の拡大を目指すのかブータン側と協議することが重要である。本事業による灌漑用水の供給は、コメだけではなく、野菜及び換金作物の栽培や、家畜の飼育にも有用であることから、乾期の二毛作等、他の作物や畜産等を組み合わせた現実的な営農についてもブータン側と協議を行うことが望まれる。課題整理や対応策の協議にあたっては営農専門家による調査を行うことも選択肢として考えられる。

4.3 教訓

事業完成後の維持管理を一層強調したソフトコンポーネント活動によりリスク軽減策の強化を図ることが重要

本事業では、頭首工下流エプロン部の整備は日本の河川で採用されているレール工法が採用された。計画時、同工法は適切な工法と認識されていたものの、竣工後、毎年の洪水及び洪水と共に流下する転石により高強度コンクリートに摩耗が発生し、複数のレールが流亡していることが判明した。実施機関によると、ブータンでは計画時において洪水記録や雨量・河川水量データが十分に整備されていなかったとの指摘があった。他方、施工監理コンサルタントによると、仮に計画時にデータが十分揃っていて、入念な分析を行ったとしても砂礫・転石を含む洪水による損傷予測は事後評価時点においても技術的に困難であるとの説明があった。また、レール工法よりも強固な工法は存在するが、高額な保護工法であるためより大きな事業費を要するとのことだった。本事業のように、技術面と予算面の双方に制約がある中で今後類似案件を実施する場合の改善案として、本事業と同様にできうる限りの強固な工法を採用することに加え、完成後の維持管理（特に損傷が発生した場合の補修）を一層強調したソフトコンポーネント活動を行うことが考えられる。例えば、ソフトコンポーネント活動にリスクアセスメントの内容を追加して、①想定されるリスク（損傷等）、②リスクを放置した場合に起こり得る事象のシナリオ、③②のようにならないようにリスク（損傷）が小さいうちに受入国側自身で対応できる具体的な工法（どのような損傷が見られたら具体的にどのような補修を行うか）を提示するなど新たな業務を追加して、事業完成後のリスク軽減策を強化することが考えられる。

コメの二期作（乾期作）の実現性を高めるため多様な支援アプローチを検討することが重要

本事業では計画時に想定されたコメの二期作が実現していない。その背景には現地の営農を取り巻く環境の変化が挙げられる。乾期の作付品種について、ARDCが開発した品種は、1. 収穫時期が雨期と重なり、雨による被害が懸念される、2. 乾期作と雨期作の間の非作付期間がなく、肥料投入のための期間を確保することができないといった課題が明らかになった。しかし、こうした課題は事業完了後に、本事業の灌漑用水を使って乾期に行われたFMCLによる実証試験で明らかになったものであり、事業実施中での対応は現実的ではなかった。ARDCの研究チームは新品种の開発を継続しているが、ブータン自身による品種の

開発・改良には長い年月を必要とする。このことから本分野における支援アプローチとして、灌漑施設の整備（ハード面の支援）や同施設の維持管理に係る技術指導に加えて、例えば、年間の営農計画の策定やコメの品種の選定支援等をソフトコンポーネントに含めたり、別途、技術協力プロジェクト、専門家派遣、海外協力隊等を通じて品種改良等の研究支援を行う（ソフト面の支援）等、多様なスキームを活用したアプローチを検討することが重要であると考えられる。また、本事業のように営農を取り巻く環境が計画時から変化する可能性があることにも留意して、コメの二期作のみを念頭に置いた灌漑システムの整備ではなく、乾期の二毛作等、他の作物や畜産等を組み合わせた柔軟な営農も視野に入れて支援を行うことが望ましい。

以上

ラオス

2021年度 外部事後評価報告書

円借款「南部地域電力系統整備事業」

外部評価者：三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 島村 真澄

0. 要旨

本事業は、サバナケット県周辺地域に安定的な電力供給を図ることを目的にラオスの南部地域において 115kV 送電線と関連施設が整備された。分断されていた国内の基幹電力系統を連結する本事業は、ラオスの開発政策及び開発ニーズと合致している。また、日本の開発協力方針と整合しており、JICA 外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できる。このことから妥当性・整合性は高い。事業実施面では送電線の全長増加など当初の計画から一部変更があったが、いずれも詳細設計時の現場の状況に基づいて変更されたものであり、妥当な変更だった。事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は非常に高い。事業効果について、計画時に設定した定量的効果指標のうち「年間送電端電力量」は計画どおりに達成されていないが、残りの指標の「最大潮流」及び「送電損失率」についてはおおむね計画どおりに達成された。インパクトについて、実施機関のラオス電力公社 (Electricité du Laos、以下「EDL」という。) 及び事業対象地域の電力需要家へのインタビュー、関連データや夜間光量の推移より、南部地域の地方電化促進や投資促進・産業活性化が図られていることを確認した。自然環境への負の影響は報告されていない。用地取得は特段問題なく実施されており、また住民移転は発生しなかった。世界銀行の地方電化事業との連携を通じて貧困層の電力へのアクセス向上にも寄与している。したがって有効性・インパクトは高い。持続性について、関連する技術、財務、状況に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性はやや低い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



サラワン変電所

1.1 事業の背景

ラオスでは南北を結ぶ基幹電力系統が分断されており、国内の一部では電力を近隣国に輸出する一方、電力が不足している地域では電力を輸入している状況であった。特に南部のサバナケット県周辺地域では北部・中部からの融通とタイからの輸入等により電力が供給されていたが、同県はベトナム・ラオス・タイを結ぶ東西経済回廊が通過し、その好立地を活かしてサワン・セノ経済特区（Special Economic Zone、以下「SEZ」という。）の建設が進められる等更なる需要の伸びが見込まれており、対応が急務となっていた。一方、南部のサラワン県周辺地域では国内向電源開発計画が進み、余剰電力の発生が想定されていた。そのため、サバナケット県周辺地域とサラワン県周辺地域間を送電線で結び、分断されていた系統間を連系することによりラオスのナショナルグリッドを整備し、サバナケット県周辺地域において安定的な電力供給を確保することが同地域の更なる投資環境整備及び経済成長の実現のため必要となっていた。

1.2 事業概要

ラオス南部地域において 115kV 送電線とその関連施設を建設することにより、分断されていた国内の基幹電力系統を連結しサバナケット県周辺地域の安定的な電力供給の実現を図り、もって同国の経済成長促進に寄与する。

円借款承諾額/実行額	4,173 百万円 / 4,164 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2012 年 3 月 / 2012 年 3 月
借款契約条件	金利 0.01% 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	ラオス電力公社 (Electricité du Laos: EDL)
事業完成	2016 年 6 月
事業対象地域	ラオス南部地域
本体契約	株式会社ジェイ・パワーシステムズ (日本) / 三菱商事 (日本) (JV)
コンサルタント契約	日本工営株式会社 (日本) / 東電設計株式会社 (日本) (JV)
関連調査 (フィージビリティ・スタ ディ: F/S) 等	・ JICA「ラオス国電力系統計画調査 (開発計画調査型技術協力)」 (2010 年) ・ JICA「電力系統基礎情報収集・確認調査」 (系統解析レビュー) (2011 年)

関連事業	<p>[技術協力]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力セクター事業管理能力強化プロジェクト(2010年～2013年) ・電力系統マスタープラン策定プロジェクト(2017年～2020年) ・電力公社経営マネジメント改善プロジェクト(2021年～2024年(予定)) ・個別専門家「電力政策アドバイザー」(2006年～現在) <p>[世界銀行]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地方電化事業(Rural Electrification Project Phase 2)(2010年～2015年)
------	---

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

島村 真澄 (三菱UFJリサーチ&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：2021年10月～2023年2月

現地調査：2022年7月8日～7月29日、2022年10月3日～10月12日

2.3 評価の制約

本調査では、新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大の影響により、外部評価者はラオス現地に渡航できず、代わりに現地調査補助員を活用して遠隔で調査を行った。外部評価者が直接現地で質問票回答の回収、関係者及び受益者へのインタビューや事業サイト実査等を行うことができなかつたため、評価分析に必要な情報・データの制約があった。このため、遠隔・机上調査で得られた情報・データを外部評価者が精査し、評価分析・判断を行った。

3. 評価結果 (レーティング：B¹)

3.1 妥当性・整合性 (レーティング：③²)

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、ラオス政府は「第7次国家社会経済開発計画」(2011年～2015年)にお

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

いて送電網の拡充を目標に掲げ、本事業に対して高い優先度を置いていた。また、ラオス政府は2020年までに全国の世帯電化率を90%に引き上げることを目標としており、本事業でタオタン変電所を新設することにより、同変電所周辺の地方電化促進効果が期待されていた。

事後評価時において、ラオス政府は「第9次国家社会経済開発計画」（2021年～2025年）において送電線ネットワークの拡充を通じた地方電化の促進を優先事項に掲げている。また、国内系統間の連系や近隣国への連系の整備・強化を図り、電力融通の柔軟性向上や電力輸出の拡大をめざしている。さらに、ラオス政府は「Vision 2030」（2016年～2025年）の中で、電力セクターにおいて「アセアン域内の送電網の国際連系の促進」「工業化・近代化のための電力安定供給の実現」を目標に掲げている。基幹送電線を整備することによりラオス国内の安定的電力供給、経済成長、及び地方電化の推進に寄与する本事業は事後評価時においてもラオスの開発政策と合致している。

3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時、ラオスでは、国内電力需要の増加や送配電網の未整備から、近隣国からの電力輸入量が増えており、サワン・セノ SEZ の建設が進むサバナケット県では慢性的に電力が不足していた。一方で、サラワン県周辺では電源開発事業が多く計画されて発電容量の拡大が見込まれており、余剰電力の発生が予測されていた。このため、本事業により、サバナケット県周辺地域（以下、「S1 地域³」という。）とサラワン県周辺地域（以下「S2 地域⁴」という。）を送電線で結び、分断されていた系統間を連系することにより S1 地域に安定的な電力供給を確保することが急務となっていた。

事後評価時、ラオスの経済社会開発及び地方電化の進展に伴い、国内の電力需要及び電力消費量は堅調に増加しており、引き続き S1 地域への安定的な電力供給が必要となっている。また、S1・S2 地域の地方電化促進の必要性も指摘されている。S1・S2 地域における最大電力需要及び電力消費量の推移を表1にまとめた。

S1 地域における2020年の最大電力需要は2015年の約1.6倍、2020年の電力消費量は2015年の10%増となっている。同様に、S2 地域における2020年の最大電力需要は2015年の約1.3倍、2020年の電力消費量は2015年の39%増となっている⁵。S1 地域における2021年の電力消費量が前年より減少しているのは新型コロナウイルスの感染症拡大の影響が特に大口需要家に出ているためと考えられる。

³ S1 地域はサバナケット県及びカムアン県の2県。

⁴ S2 地域はサラワン県、セコン県、チャンパサック県、アタプー県の4県。

⁵ 表1には2021年までのデータを記載している一方、ここで2020年と2015年のデータの比較を行っているのは、2021年は新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受けていると考えられるため（外部要因の影響を受けた可能性のある2021年のデータとの比較を回避した）。

EDL 及びサワン・セノ SEZ の入居企業によると、S1 地域は同 SEZ が立地するなど大口需要家が多く、一時的に工場が稼働停止するなどの影響が出た。一方、S2 地域では家族経営の零細企業が多く⁶、電力消費の観点からは大口需要家ほど影響は出なかったと考えられる。

表 1：S1・S2 地域における最大電力需要及び電力消費量の推移

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
S1 地域（サバナケット県、カムアン県）							
最大電力需要（MW）	116.68	131.62	152.02	141.33	173.62	183.89	188.05
電力消費量（GWh）	505	519	506	503	527	551	501
S2 地域（サラワン県、セコン県、チャンパサック県、アタプー県）							
最大電力需要（MW）	107.59	117.05	115.87	114.91	120.52	136.11	130.10
電力消費量（GWh）	472	487	505	535	610	656	671

出所：EDL への質問票回答

注：2021 年は新型コロナウイルス感染症拡大により電力需給に影響が出たと考えられる。

ラオスの主要電源は水力発電であり、需要に合わせて乾季の出力を確保すると発電電力量の多い雨季には余剰電力が発生する。余剰電力は近隣国に輸出しているが輸出の大部分は民間の独立発電事業者（Independent Power Producer、以下「IPP」という。）であり、最適かつ柔軟に国内・近隣国間で融通できないことが問題となっている。このため、ラオス政府は、国内系統と近隣国電力系統を連系させる広域連系システムの整備・確立をめざしている。

3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業は「3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）」で後述するとおり、審査時に設定した運用・効果指標のうち、「年間送電端電力量」が計画どおりに達成されていない。その理由について、EDL より「審査時に参照した電力需要予測が過大だったためと考えられる」との発言があった。同発言をバックアップするデータを EDL から得られないため、審査時の資料や技術協力プロジェクト「電力系統マスタープラン策定プロジェクト」（2017 年～2020 年）ファイナルレポートの分析結果も参照して分析を行った（詳細は「3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）」参照）。審査時に参照した電力需要予測は、ラオス政府の当時の国家長期電力開発計画（2010 年～2020 年）に基づいており、将来予測と実績が大きく乖離することを審査時に予見することは難しかったと思われる。したがって、事業計画やアプローチは適切だったと考える。

⁶ EDL によると、サラワン県の消費電力量の約 8 割は家庭用（家族経営の零細企業を含む）とのこと。

公平性の観点からは、本事業は世界銀行の地方電化事業⁷（2010年～2015年）との連携を通じて貧困層が電力にアクセスできるよう配慮がなされている。（詳細は、「3.1.2.3 外的整合性」を参照。）

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

審査時において、日本政府は「対ラオス国別援助計画」（2006年9月）にて社会経済インフラ整備及び既存インフラの有効活用を重点分野の一つとして定めていた。また、日本政府は電力分野を「電力整備プログラム」に位置づけ、安全かつ安定的な電力供給の拡大を図るため政府所有の発電設備や基幹送電網の整備、地方電化に係る設備整備への協力を行う方針を掲げていた。本事業は、ラオス国内への安定的電力供給を図り、経済成長及び地方電化の推進に寄与するものであり、事業目的は審査時の日本の援助政策と整合していたといえる。

3.1.2.2 内的整合性

審査時の資料によると、本事業は技術協力プロジェクト「電力セクター事業管理能力強化プロジェクト」⁸（2010年～2013年）及び個別専門家「電力政策アドバイザー」⁹との相乗効果が想定されていた。しかし、EDL、本事業の施工監理担当のコンサルタント、当時の電力政策アドバイザーへの質問票回答及びインタビューからは本事業との直接的な連携を確認することはできなかった。施工監理担当のコンサルタントによると、電力政策アドバイザーに事業進捗報告を適宜行ったが、特に本事業に直接影響することはなかったとのことだった。また、インタビューを行った電力政策アドバイザー¹⁰は、本事業で整備された施設の供用開始後に事業サイトの確認を行ったが、事業実施中の連携については特段把握しておらず、事業完成後のスペアパーツの調達についても特段連携はなかったとのことだった。（スペアパーツの調達については「3.2.2.2 事業期間」参照）

3.1.2.3 外的整合性

本事業は、審査時において、世界銀行の地方電化事業（2010年～2015年）との連携が想定されており、実際に連携が図られ、連携効果が発現している。世銀事業は本事業の対象地域であるサバナケット県及びサラワン県を含む7県の地方電化促進を図った。審査時、本事業で整備した変電所が、世銀事業で整備した配電網に

⁷ Rural Electrification Project Phase 2

⁸ ラオスの電力セクターにおける規制機能の強化をめざして、エネルギー鉱業省ラオス電力局の審査及び検査業務能力向上等の人材育成が行われた。

⁹ EDL 職員の電力開発計画策定及び既存設備の運営・維持管理に係る能力向上支援が行われた。

¹⁰ 現地派遣期間は2016年8月～2019年8月。

接続されて地方電化を促進し、貧困層の電力アクセスを拡充することが想定されており、実際に接続されている。EDL によると、本事業の実施プロセスにおいて世銀事業関係者との間で事業対象地域の電力需給や消費電力量等に関する情報・データの共有が行われたとのことであり、具体的な連携による成果も確認できた。（詳細は「3.3.2.2 その他、正負のインパクト」の6)を参照。）

国際的な枠組みとの整合性については、EDL へのインタビューにより、本事業はSDGs 目標7（エネルギーをみんなにそしてクリーンに）及び目標13（気候変動に具体的な対策を）に寄与することを確認した。

本事業は、ラオスの開発政策、開発ニーズと合致しており、事業計画やアプローチも適切であった。また日本の開発協力方針と合致しており、JICA 外の機関との連携や国際的枠組みとの協調が図られ、具体的な成果が確認できる。以上より、妥当性・整合性は高い。

3.2 効率性（レーティング：④）

3.2.1 アウトプット

本事業はS1 地域の安定的な電力供給の実現を図るため、分断されていた国内の基幹電力システムを連結するものである。主なアウトプットの計画と実績の比較は表2のとおり。

表2：主なアウトプットの計画と実績の比較

計画	実績	比較（主な変更点）
土木工事、調達機器等		
<ul style="list-style-type: none"> 送電線（115kV 2 回線）の建設（全長約 200 km） ノンデン変電所変電設備の整備（パクボ及びタオタン変電所用 115kV 送電線ベイ（注）を 4 回線設置） パクボ変電所変電設備の整備（ノンデン変電所用 115kV 送電線ベイを 2 回線設置） サラワン変電所変電設備の整備 タオタン変電所の新設 	<ul style="list-style-type: none"> 送電線（115kV 2 回線）の建設（全長 226.74km） ノンデン変電所変電設備の整備（パクボ及びタオタン変電所用 115kV 送電線ベイを 3 回線設置） パクボ変電所変電設備の整備（既存の 115kV 1 回線を解体、ノンデン変電所用 115kV 送電線ベイを 1 回線設置） サラワン変電所変電設備の整備 タオタン変電所の新設 	<ul style="list-style-type: none"> 送電線の全長増加 ノンデン変電所変電設備の整備（パクボ及びタオタン変電所用 115kV 送電線ベイの削減） パクボ変電所変電設備の整備（既存の 115kV 1 回線解体、ノンデン変電所用 115kV 送電線ベイの削減） 計画どおり 計画どおり
コンサルティング・サービス		
	計画	実績
<ul style="list-style-type: none"> 詳細設計、入札図書作成 入札補助 施工監理 環境対策（建設期間中における環境モニタリングの補助及び不具合発生時における対策の助言等） 竣工検査・瑕疵検査 		<ul style="list-style-type: none"> 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり 計画どおり

出所：EDL への質問票回答

注：ベイ（bay）は変電所内で電力線や変圧器からバスバーに電氣的に接続するための電線。

土木工事について、送電線の全長増加、115kV 送電線ベいの削減、既存の 115kV 1 回線解体等当初の計画から一部変更があった。

送電線の全長が約 27km 増加したのは、EDL が地権者の求めに応じて社会環境への影響を軽減するため鉄塔の設置場所を変更し、送電線のルートを変更したためである。既存の 115kV 1 回線解体については、事業計画時、パクボ変電所と同変電所より約 50km 東南に位置するケンコック変電所間で 1 回線が繋がっており、ノンデン変電所とは繋がっていない。しかし、本事業開始時にパクボ変電所からノンデン変電所を經由してケンコック変電所に 1 回線つながっていることが判明し、元々のパクボ変電所からケンコック変電所への 1 回線は切断されていた。その状態で計画どおりパクボ変電所とノンデン変電所間に 2 回線を整備すると合計 3 回線となり、既存の 1 回線が過負荷になる恐れがあったため、既存の 1 回線を解体し、計画どおり 2 回線を設置した (図 1 参照)。115kV 送電線ベいの削減については、既存の 115kV 1 回線解体に伴う削減である。いずれも詳細設計時の現場の状況に基づいて変更されたものであり、妥当な変更だった。

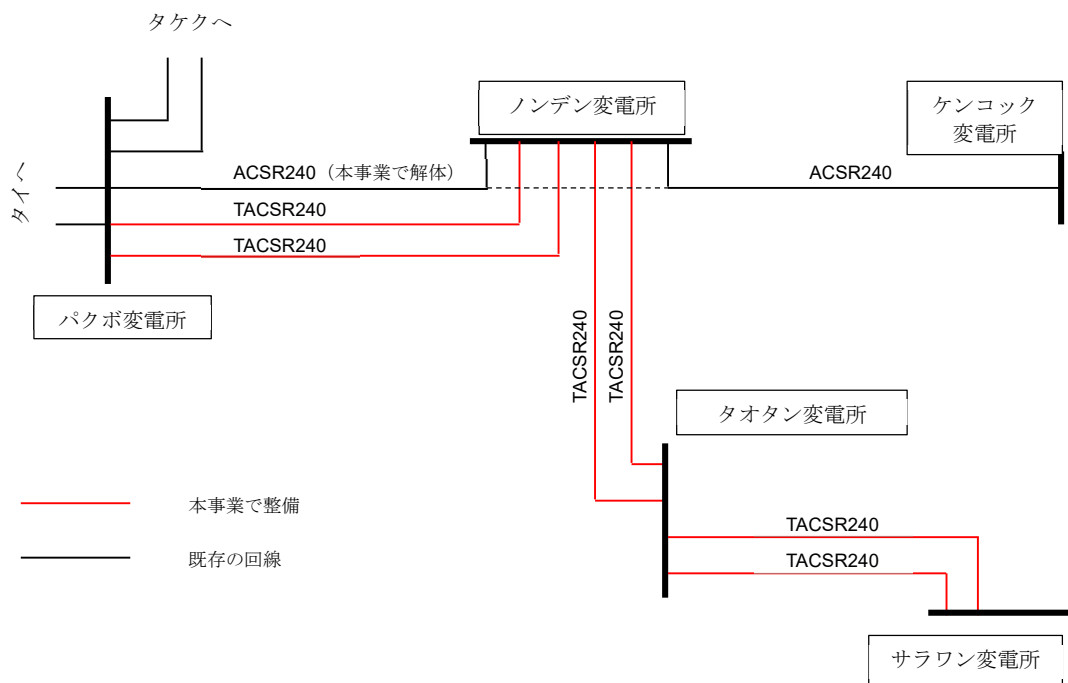


図 1 : 本事業のデザイン

出所 : JICA 資料より作成



サラワン変電所の制御室



タオタン変電所



ノンデン変電所



パクボ変電所（変電所敷地の入口）

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の総事業費は、当初計画では4,660百万円（うち円借款部分は4,173百万円）であったのに対し、実際は4,639百万円¹¹（うち円借款部分は4,164百万円）と、計画内に収まった（対計画比100%）。

3.2.2.2 事業期間

審査時に計画された事業期間は、2012年3月（借款契約調印）～2016年8月（施設供用開始時）の54カ月であったが、実際には、2012年3月（借款契約調印）～2016年6月（施設供用開始時）の52カ月と計画内に収まった（計画比96%）。

事業期間の計画と実績の比較は表3のとおり。

¹¹ 為替レートは、1LAK=0.01274円で算出した。（IMF International Financial Statistics（2012-2016年平均レート）より）

表 3：事業期間の計画と実績の比較

項目	計画	実績
借款契約調印	2012年3月	2012年3月
コンサルタント選定	2012年3月～2013年2月（12カ月）	2012年5月～2012年12月（8カ月）
コンサルティング・サービス	2013年3月～2017年8月（54カ月）	2012年12月～2017年12月（61カ月）
コントラクター選定	2013年6月～2014年8月（15カ月）	2013年3月～2014年3月（13カ月）
建設工事	2014年9月～2016年8月（24カ月）	2014年3月～2016年6月（28カ月）
施設供用開始	2016年8月	2016年6月

出所：JICA 提供資料及び EDL への質問票回答

注：事業完成の定義は施設供用開始時。

コンサルタント及びコントラクター選定期間が計画よりそれぞれ4カ月、2カ月短縮されたことにより、4カ月の建設工事の遅れは影響することなく、さらに事業全体が計画より2カ月早く完成した。建設工事が4カ月遅れたのは事業サイトにおける不発弾調査と処理を徹底したためである。

なお、本事業は、事業期間は計画内に収まったが、貸付実行期限は2018年7月から2019年7月に延長された。これは、円借款の未使用残を利用して追加スペアパーツの調達が行われたためである。EDLは2018年にJICAに当該申請を行い、同年12月にJICAが同意した。追加スペアパーツの調達は2019年7月に完了した。このような対応をとった理由は、借款契約調印後の施工期間中に為替レート的大幅な変動（円安）によるコストオーバーランが見込まれたため、当初調達予定であったスペアパーツの調達中止、EDLによる一部事業の資金負担等を行い調整が行われたが、結果として施工期間中に円安が想定より進まなかったため、未使用残が発生したためである。これを受けてEDLより、本事業で整備された施設をより持続的に活用するため、残余金を活用して当初調達予定であったスペアパーツの調達を行うことの要望が示された。貸付実行期限の延長が行われたものの、事業完成の定義は施設供与開始時であるため、追加スペアパーツの調達は事業期間に含まれず、事業期間は計画内に収まった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

審査時にEDLが算出していた経済的内部収益率（EIRR）は、13.0%であった。EDLから情報・データが提供されず、代替的なアプローチも試みたが情報・データが得られなかったことから、事後評価時の再計算は不可能であった。

以上より、本事業は事業費、事業期間とも計画内に収まったため、効率性は非常に高い。

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）

審査時、本事業の定量的効果として「最大潮流」「年間送電端電力量」「送電損失率」が設定されていた。各指標の目標値、2018年～2021年の実績値を表4にまとめた。事業完成は2016年6月であることから、比較対象となる目標年は2年後の2018年である。目標達成率を表中カッコ書きで記載した。

表4：運用・効果指標

指標名	基準値 2010年 実績値	目標値 2018年 事業完成2年後	実績			
			2018	2019	2020	2021
最大潮流 (MW)	—	100	36.46 (36%)	132.7	181.51	107.16
年間送電端電力量 (GWh)	—	613.2	223.67 (36%)	313.72 (51%)	414.23 (68%)	341.53 (56%)
送電損失率 (%)	—	7.0	0.87	1.22	1.67	1.5

出所：事業事前評価表、PCR

注1：本事業により整備する115kV送電線（パクボ変電所～サラワソ変電所）間が対象。

注2：最大潮流及び年間送電端電力量の下段は達成率。

注3：EDLによると、送電損失率は、目標値及び実績値とも「送電端電力量と需要家に届く電力量の差を送電端電力量で除した数値」とのこと。

「最大潮流」は、2018年の実績値が目標値を大幅に下回ったが、2019年以降は目標値を上回っている。EDLによると、2018年は南部地域の電力需要が想定していたほど増加せず、同地域内で電力供給が可能だったためと考えられるとのことだった。同発言をバックアップするデータをEDLから得られていないが、EDLの説明は、表1にまとめた2018年のS1・S2地域の最大電力需要が前年及び翌年の数値を下回っていることとも整合的である。

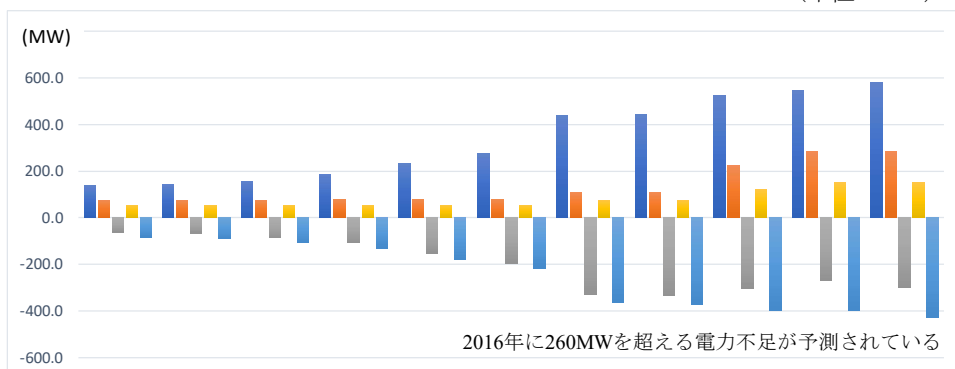
「年間送電端電力量」は、2018年のみならず以降の各年も目標値を大きく下回っている。EDLによると、審査時に参照した電力需要予測が過大だったと考えられるとのことだった。同発言をバックアップするデータをEDLから得られないことから、審査時の資料や技術協力プロジェクト「電力系統マスタープラン策定プロジェクト」（2017年～2020年）ファイナルレポートの分析結果を参照して分析を行った。表5は、審査時におけるS1地域の電力需給バランス予測である。これによると、S1地域の2018年の最大電力の予測値は523.8MWである。他方、表1のS1地域の2018年の最大電力需要の実績値は141.33MWに留まっている。また、他の

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。

年の実績値を比較すると、すべて審査時の予測値を下回っている。

表 5：審査時における S1 地域の電力需給バランス予測（ピーク時）

(単位：MW)



暦年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
■ 最大電力	136.8	143.6	159.9	186.0	233.0	273.7	438.6	445.2	523.8	547.7	578.9
■ 容量 (雨季)	75.0	75.0	75.0	78.2	78.2	78.2	108.2	108.2	221.2	281.2	281.2
■ 電力不足容量 (雨季)	-61.8	-68.6	-84.9	-107.8	-154.8	-195.5	-330.4	-337.0	-302.6	-266.5	-297.7
■ 容量 (乾季)	52.5	52.5	52.5	53.8	53.8	53.8	74.8	74.8	122.1	152.1	152.1
■ 電力不足容量 (乾季)	-84.3	-91.1	-107.4	-132.2	-179.2	-219.9	-363.8	-370.4	-401.7	-395.6	-426.8

出所：JICA 提供資料より作成（元データは、ラオス政府の Power Development Plan 2010-2020）

さらに、「電力系統マスタープラン策定プロジェクト」のファイナルレポート（2020年2月）の「第5章 国内需要想定レビュー」において、国内需要想定についてラオスの2016年～2030年の電力需要想定と実績に乖離がある（過大推定となっている）ことが指摘されている。その理由として、Large Industry¹³の消費電力の見積りが過剰であることが挙げられている。実際、表6を見ると、サバナケット県のLarge Industryのプロジェクトのうち、2016年の電力消費事業の最大電力の実績が想定を合計18MW下回っている。

表 6：2016年のLarge Industryの想定と実績

	県	業種	想定	実績	差
			最大電力 (MW)	最大電力 (MW)	最大電力 (MW)
中部 2	Borikhamxai	鉱山	13	45	+32
		工場	10	0	-10
	Khammouan	工場	17	17	0
		鉱山	7	7	0
		鉱山	10	0	-10
		鉱山	5	0	-5
		工場	5	0	-5
		SEZ	5	0	-5

¹³ EDLでは、115kVで受電している電力需要家をLarge Industry、115kV未満の需要家をGeneral Sectorとして分けて需要想定を行っている。

Savannakhet	鉾山	45	35	-10
	SEZ	2	0	-2
	SEZ	3	0	-3
	SEZ	3	0	-3

出所：「ラオス国電力系統マスタープラン策定プロジェクト」ファイナルレポート 2020 年
p.5-4 の表 5.1-1 より一部抜粋して作成

以上の分析結果は、EDL の説明とも整合的である。

「送電損失率」は、目標を達成している。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

事業目的に鑑み、定性的効果として「サバナケット県周辺地域の電力供給安定化」¹⁴について分析した。また「送電ロスの低減」も定性的効果として分析を行った。

「サバナケット県周辺地域の電力供給安定化」について、サバナケット県における最大電力需要及び電力消費量を表 7 にまとめた。同県の最大電力需要は増加傾向にあり、これに対応して電力供給が行われている。

表 7：サバナケット県における最大電力需要及び電力消費量

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
最大電力需要 (MW)	42.83	50.56	65.42	66.17	64.89	76.72	96.94	87.4	114.89	119.03	116.61
電力消費量実績 (GWh)	205	237	218	198	215	235	200	172	195	223	167

出所：EDL への質問票回答

また、EDL のサバナケット県及びサラワン県事務所によると、本事業完了後、電力需要は年々増加し電力供給が改善されたとのこと。さらに、電圧の変動や停電の頻度も事業実施前と比較して大幅に減少したとの説明があった。

サバナケット県及びサラワン県において、20 名の電力需要家¹⁵にインタビュー

¹⁴ 本事業の裨益地域は、S1 地域にあるサバナケット県と S2 地域にあるサラワン県である。事業効果は各県で異なり、有効性（定性的効果）はサバナケット県を対象に「電力供給安定化」について、インパクトはサラワン県及びサバナケット県を対象に「地方電化の促進」について分析を行った。

¹⁵ 本事業で整備した 4 つの変電所（ノンデン、パクボ、サラワン、タオタン）の周辺で経済活動を行う需要家（各給電地域 4～6 名）にインタビューを行った。属性の内訳は以下のとおり。

- ・ノンデン変電所（サバナケット県）の給電地域（5 名）：サワン・セノ SEZ の入居企業 3 名、地元の NGO1 名、小売業 1 名
- ・パクボ変電所（サバナケット県）の給電地域（4 名）：小売業 4 名
- ・サラワン変電所（サラワン県）の給電地域（5 名）：精米所 2 名、ガソリンスタンド 1 名、診療所・製氷

調査を実施した結果、20名すべての需要家（サバナケット県9名、サラワン県11名）が本事業実施後に電圧変動や停電の頻度が大きく改善されたと回答した。具体的には以下のとおり。

- ・ ノンデン変電所（サバナケット県）の給電地域の需要家5名のうち3名はサラワン・セノ SEZ の入居企業2社の各従業員で、事業実施前は計画・非計画停電（最長で1時間程度）や電圧変動が多く記録され、しばしば生産ラインが停止したが、事業実施後は大幅に改善されてきている。同給電地域の残り2名（NGO職員、家族経営の小売業者）からも事業実施後に電力供給は安定しているとの回答が得られた。
- ・ パクボ変電所（サバナケット県）の給電地域の需要家4名（いずれも住宅地で家族経営の小売業を営む）は事業実施後に電圧変動や停電を経験したことはないとのことだった。
- ・ サラワン変電所及びタオタン変電所（いずれもサラワン県）の給電地域の需要家11名からも事業実施後電力が安定的に供給されており、電圧変動は改善し、停電も少なくなったとの回答が得られた。事業実施前は、数時間から半日に及ぶ停電もあったとのことだった。ガソリンスタンドのオーナーによると、事業実施前は停電のたびにガソリンの給油が停止して収入が減ったり電圧変動の影響で部品が故障してスペアパーツの交換が必要になることがあったが、事業実施後はそのような事象は発生していないとのことだった。

「送電ロス」について、EDLより、送電ロスの低減が実現しており電力の安定的かつ効率的な供給が促進されているとの説明があった。上記表4の送電損失率の実績値も目標値を達成している。また、両県における電力需要家へのインタビューの結果、上記のとおり回答者はいずれも電力供給の安定化を実感しており、電圧変動や電圧低下が改善されてきているとのことである。これらの回答は、表4の定量データ（送電損失率）を補完する情報である。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業のインパクトとして、「南部の地方電化の促進」「投資促進・産業活性化」「ラオスの経済成長促進」の発現状況を評価した。

所1名、小売業1名
・ タオタン変電所（サラワン県）の給電地域（6名）：小売業3名、製造業1名、飲食店1名、自動車修理業1名
また、性別・年代別内訳は、男性10名（20代1名、30代5名、40代1名、60代以上3名）、女性10名（20代4名、30代3名、50代1名、60代以上2名）。

1) 南部の地方電化の促進

サバナケット県及びサラワン県の村落電化率を表 8 に示した。サバナケット県の村落電化率は審査前（2010 年）の 64.7%から 2021 年の 94.8%に、サラワン県は審査前（2010 年）の 64.8%から 2021 年の 97.4%まで改善した。各県とも、村落電化率を本事業の給電地域内・外に分けることはできないため、その改善状況が直接的に本事業によるものと断定することは難しいものの、各県内の多くの District が本事業の給電地域であることから表 8 は、本事業によって南部の地方電化が促進されたことを示す一つの目安になる。

表 8：サバナケット県及びサラワン県の村落電化率

	2010	2018	2019	2020	2021
サバナケット県	64.71%	91.03%	94.91%	94.82%	94.82%
サラワン県	64.75%	90.40%	93.04%	94.67%	97.39%

出所：EDL への質問票回答

また、両県における電力需要家へのインタビューの結果、20 名すべての需要家が本事業実施後に地方電化が促進されたと回答した。

2) 投資促進・産業活性化

サバナケット県及びサラワン県の企業数及び資本金の推移を表 9 にまとめた。企業数はサバナケット県では 2018 年～2020 年まで増加しているが 2021 年減少に転じた。新型コロナウイルス感染症拡大が影響した可能性がある。同県の資本金額は、2019 年は 4 兆 LAK 超で 1 企業当たり約 70 億 LAK と、他の年の 1 企業当たりの資本金額（2018 年：約 46 億 LAK、2020 年：約 19 億 LAK、2021 年：約 23 億 LAK）を大幅に上回っており、大規模な投資があったことが推察される。サラワン県では 2018 年から 2021 年まで企業数は年々増加しているが、2020 年は伸びが鈍化した。同県の資本金額も 2019 年の 1 企業当たりの金額が約 73 億 LAK と他の年の 1 企業当たりの資本金額（2018 年：約 25 億 LAK、2020 年：約 18 億 LAK、2021 年：約 19 億 LAK）を大幅に上回っている。各県とも、企業数や資本金を本事業の給電地域内・外に分けることはできないため、これらの動向が直接的に本事業によるものと断定することは難しいものの、各県内の多くの District が本事業の給電地域であることから表 9 は、本事業によって投資促進が図られたことを示す一つの目安になる。

表 9：サバナケット県及びサラワン県の企業数及び資本金額

		2018	2019	2020	2021
サバナケット県	企業数	422	610	752	620
	資本金 (百万 LAK)	1,944,820	4,247,191	1,451,013	1,444,219
サラワン県	企業数	244	289	306	353
	資本金 (百万 LAK)	613,379	2,111,450	564,685	683,095

出所：National Enterprise Database (<http://www.ned.moic.gov.la/>)

注：データは National Enterprise Database が一元管理している情報に基づいており一部地域のデータは最新版が反映されていない可能性がある。

サワン・セノ SEZ の入居企業数は表 10 のとおりである。入居企業数は年々増加している。

表 10：サワン・セノ SEZ の入居企業数

2011	2019	2020	2021
23	65	71	73 (4 月時点) 76 (7 月時点)

出所：サワン・セノ SEZ 関連の各種公開資料等より作成

サバナケット県及びサラワン県両県における電力需要家へのインタビューの結果、20 名すべての需要家より、本事業によって電力供給が改善されたことはビジネスの継続・拡大を検討する重要な要因の一つになったとの回答が得られた。また、複数の家族経営の個人事業主から、本事業実施後に事業の多角化を図ったとの説明があった。

既存の研究¹⁶から、夜間光は経済指標と強い相関関係にあることが分かっている。そこで村落電化率や企業数及び資本金額等の代替指標として、本事業の受益地域であるサバナケット県全体及びサラワン県全体における 2016 年～2021 年の夜間光量の推移を分析した。具体的には、Google Earth Engine を利用し、VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1 の夜間光データを Humanitarian Data Exchange v1.56.0 の行政区域の境界データを用いて抽出し、年平均夜間光量を算出した。(図 2)

本事業で整備された施設が供用開始された 2016 年に夜間光の強さが大幅に増加しており、2017 年以降も夜間光量が増加傾向となっている。サバナケット県

¹⁶ 倉田正充「低所得国における夜間光と社会・経済指標の相関関係」(2017 年 3 月) 上智経済論集第 62 巻第 1・2 号 https://dept.sophia.ac.jp/econ/econ_cms/wp-content/uploads/2016/11/62-2.pdf

全体及びサラワン県全体の夜間光の画像は別添資料参照。

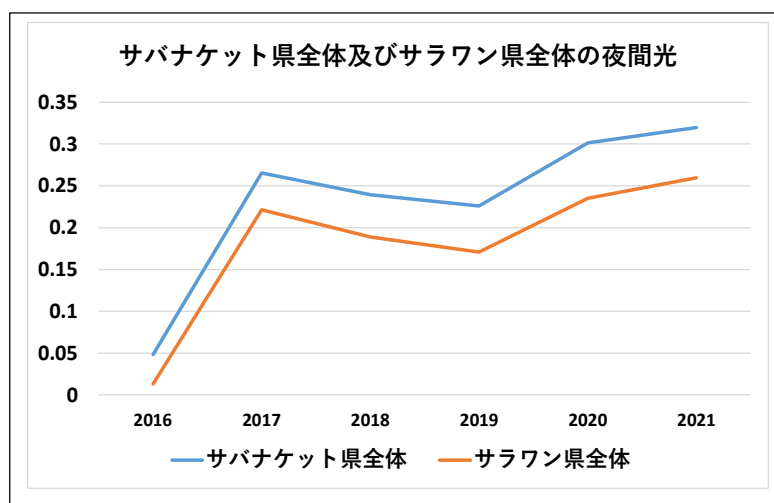


図 2：サバナケット県全体及びサラワン県全体の夜間光（平均値）の推移

出所： VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1, Humanitarian Data Exchange v1.56.0 より作成

また、各県における本事業の主な給電地域（Districts）の位置図を図 2 に示した。これらの Districts について同様に 2016 年～2021 年の夜間光量の推移を分析した結果、いずれの District も増加傾向になっている。（図 3、図 4）

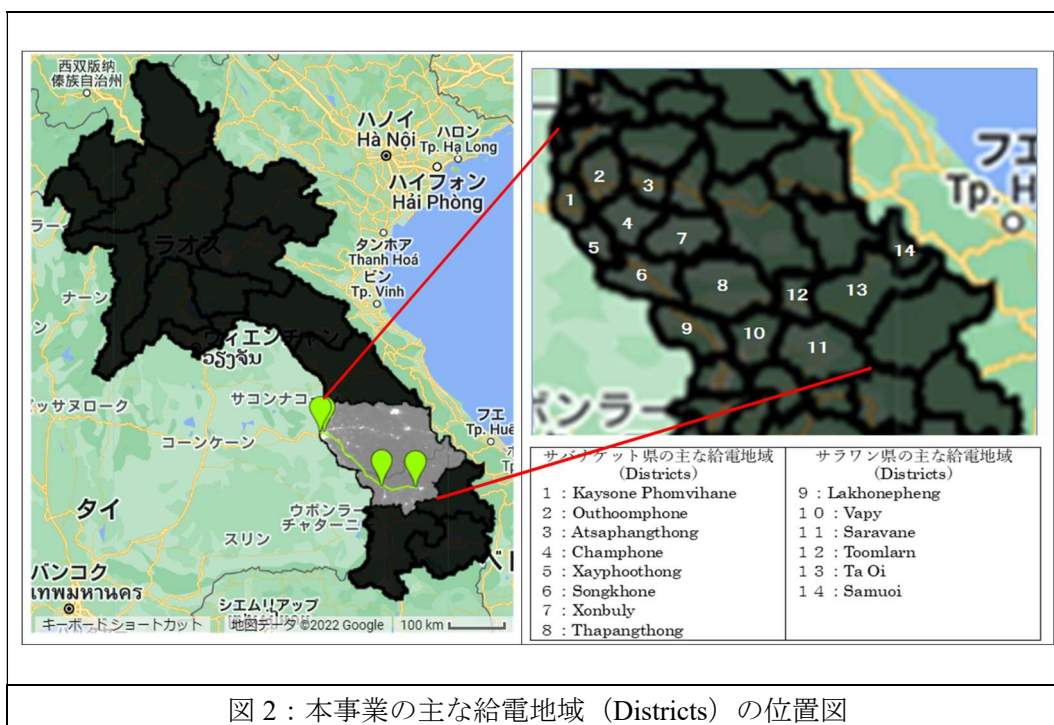


図 2：本事業の主な給電地域（Districts）の位置図

出所： VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1, Humanitarian Data Exchange v1.56.0 より作成

注：左側の夜間光の画像の上に、本事業で整備された変電所（左からパクボ、ノンデン、タオタン、サラワンの各変電所）を黄緑のバルーンで、本事業で整備された 115kV 送電線を黄緑の線で示した。

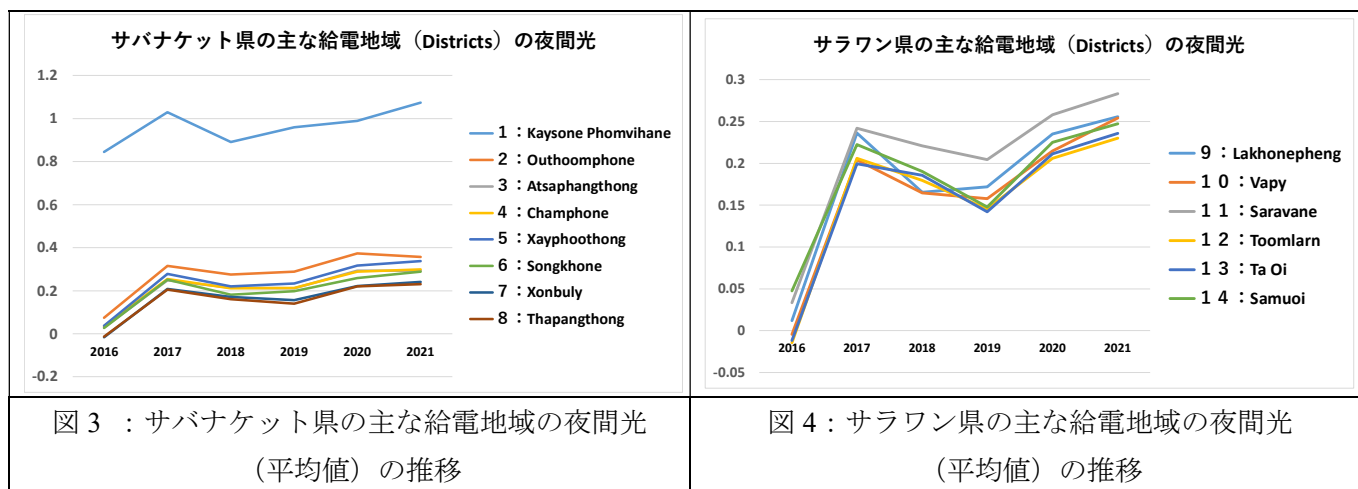


図3：サバナケット県の主な給電地域の夜間光（平均値）の推移
 図4：サラワン県の主な給電地域の夜間光（平均値）の推移

出所：VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1, Humanitarian Data Exchange v1.56.0 より作成
 注：サワン・セノ SEZ は、1. Kaysone Phomvihane に立地。

さらに、各県内の本事業の主な給電地域（District）と各県全体の夜間光量の伸び率（2015年～2021年）を表11、表12にまとめた。サバナケット県全体の伸び率が175.0%であるのに対して同県内の本事業の主な給電地域の伸び率の平均は190.0%と県全体の数値を上回っている（表11）。同様に、サラワン県全体の伸び率が261.4%であるのに対して同県内の本事業の主な給電地域の伸び率の平均は284.2%と県全体の数値を上回っている（表12）。各県全体の数値には各県内の本事業の給電地域以外のDistrict分が含まれていることから、本事業による貢献分が夜間光量の伸び率の差（数値の追加的な増加）に反映されているものと考えられる。

表11：サバナケット県内の本事業の主な給電地域と同県全体の夜間光量伸び率

サバナケット県内の本事業の主な給電地域のDistrict	夜間光量の伸び率 (2015年～2021年)
1. Kaysone Phomvihane	30.9%
2. Outhoomphone	140.5%
3. Atsaphangthong	195.7%
4. Champhone	183.8%
5. Xayphoothong	203.3%
6. Songkhone	194.7%
7. Xonbuly	295.8%
8. Thapangthong	275.2%
同県内の本事業の主な給電地域の平均	190.0%
サバナケット県全体	175.0%

出所：VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1, Humanitarian Data Exchange v1.56.0 より作成

表 12：サラワン県内の本事業の主な給電地域と同県全体の夜間光量伸び率

サラワン県内の本事業の主な給電地域の District	夜間光量の伸び率 (2015 年～2021 年)
9. Lakhonepheng	250.6%
10. Vapy	335.4%
11. Saravane	180.2%
12. Toomlarn	255.5%
13. Ta Oi	328.7%
14. Samuoi	354.6%
同県内の本事業の主な給電地域の平均	284.2%
サラワン県全体	261.4%

出所：VIIRS Nighttime Day/Night Band Composites Version 1, Humanitarian Data Exchange v1.56.0
より作成

3) ラオスの経済成長促進

世界銀行の World Development Indicators よりラオス全体の GDP の推移を表 13 にまとめた。一国の経済成長は本事業以外に様々な要因が影響していることから直接的な因果関係を検証するのは困難であり、GDP の推移によって本事業の効果を測ることは困難であるが、上述のとおり、サバナケット県及びサラワン県の企業数や資本金額の推移、サワン・セノ SEZ の入居企業数の推移、両県における電力需要家へのインタビューの結果、本事業の主な給電地域の夜間光の伸び率の動向から本事業が「投資促進・産業活性化」に貢献していることも踏まえると、本事業は GDP 増に寄与していると考えられる。

表 13：ラオス国の GDP の動向

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
実質 GDP (百万 USD、2015 年基準)	14,426	15,440	16,504	17,535	18,492	18,585
同成長率	7.27%	7.02%	6.89%	6.25%	5.46%	0.50%
一人当たり実質 GDP (USD、2015 年基準)	2,135	2,250	2,368	2,477	2,573	2,546
同成長率	5.66%	5.39%	5.24%	4.62%	3.87%	-0.96%

出所：世銀 World Development Indicators より作成

注：2020 年は新型コロナウイルス感染症拡大の影響で実質の伸び率が下落した。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

1) 自然環境へのインパクト

本事業は「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月)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 に該当する

とされた。EDL によると、本事業は自然環境への影響は軽微ということで環境影響評価（EIA）報告書の作成は義務付けられていないが、初期環境影響評価（Initial Environmental Examination、以下「IEE」という。）及び環境管理計画（Environmental Management Plan、以下「EMP」という。）は天然資源環境省により 2012 年 5 月 16 日に承認済である。

EDL によると、環境モニタリングの結果、自然環境に対する負の影響は確認されていない。建設工事中のモニタリングは EDL、施工監理担当のコンサルタント、中央・地方レベルの関係機関から構成されるチームが結成され、大気、水質、廃棄物、騒音、振動等の各項目について四半期毎に環境モニタリングが実施されたとのことだった。EDL によると、工事中の大気汚染（粉塵等）対策として 1 日 3~4 回工事現場で散水が行われ、廃棄物対策として工事従事者のベースキャンプでは廃棄物の分別タンクが設けられた。建設現場はコミュニティから離れており、騒音や振動の問題もなく苦情は寄せられていないとのことだった。電力需要家へのインタビュー及び事業サイト実査結果からも自然環境への大きな問題はないと考えられる。

2) 住民移転・用地取得

EDL によると、当初計画どおり 2.89ha の鉄塔建設用地の用地取得が行われ、本事業と関係県の間で合意単価に基づいて地権者に補償が支払われた。具体的には下記のとおり。EDL によると、補償金額は再取得価格に基づいた金額であり、ラオスの法令¹⁷及び国際協力機構環境社会配慮ガイドラインに沿った対応であったとのことだった。

- ・サバナケット県（421 世帯）：合計 632,269,095 LAK
- ・サラワン県（469 世帯）：合計 736,461,694 LAK

また、送電線下用地幅内の土地 50ha の高木が伐採された。私有地の木の伐採の際は所有者に補償が支払われた。EDL によると、用地取得及び木の伐採について特段苦情は寄せられていない。住民移転は発生しなかった。

3) ジェンダー

本事業は世銀の地方電化事業との連携を通じて貧困層の電力アクセス向上に貢献しており、世銀事業では女性への裨益が確認されている。具体的には後述「6) その他正負のインパクト」を参照。

¹⁷ Decree on Compensation and Resettlement of People Affected by Development Projects No. 192/PM dated 7 July 2005.

4) 公平な社会参加を阻害されている人々

本事業は世銀の地方電化事業との連携を通じて貧困層の電力アクセス向上に寄与しており、具体的な効果が発現している。具体的には後述「6) その他正負のインパクト」を参照。

5) 社会的システムや規範、人々の幸福、人権

特になし。

6) その他正負のインパクト

<世銀の地方電化事業との相乗効果>

「3.1.2.3 外的整合性」で前述したとおり、本事業は、審査時において世銀事業との連携が想定されており、実際に連携が行われ、連携により、地方電化の促進と貧困層の電力アクセスの拡充に本事業が貢献したと考えられる。

世銀資料¹⁸によると、地方電化事業はラオス中南部 7 県¹⁹525 村を対象としており、貧困層及び小規模ビジネス従事者が多い村が支援対象となっている。世銀事業は本事業の受益地域であるサバナケット県及びサラワン県を支援対象に含んでおり、事業全体で合計 47,255 世帯がオングリッド及びオフグリッドで新たに電力にアクセスできるようになった。世銀資料において、以下の成果が挙げられている。

- ・世帯収入の増加（平均で3倍に増加）
- ・女性の家事労働時間の短縮（一晚60分以上から23分に短縮）
- ・女性の就労促進
- ・年間約300キロトンのCO₂排出量の削減 等

本事業でサバナケット県及びサラワン県において変電設備4箇所の整備・拡充が行われて、より安定した電力供給が図られており、本事業で寄与することが想定されていた、貧困削減にも世銀の地方電化事業との連携を通じて間接的に貢献したと考えられる。

<HIV/AIDS 対策>

本事業では、工事関係者に対して HIV/AIDS 予防プログラムが実施された。HIV/AIDS 対策は環境モニタリング計画にも含まれており、送電線の工事期間中予防プログラムが行われた。EDL によると教育・啓蒙活動等が行われ、HIV/AIDS 対策に関する関係者の意識が高まったとのことだった。

¹⁸ Implementation Completion and Results Report (ICR3582)及び IEG の Implementation Completion Report (ICR) Review

¹⁹ ボリカムサイ県、カムアン県、サバナケット県、アタプー県、セコン県、サラワン県、チャンパサク県。

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：②）

3.4.1 政策・制度

EDLによると、ラオス政府の「第9次国家社会経済開発計画」や「Vision 2030」に掲げられた優先事項や目標について政策面での変更はなく、国内系統間の連系や近隣国への連系の整備・強化を図り、電力融通の柔軟性向上や電力輸出の拡大を進めていく方針について変更はない。

制度面では、事後評価時においてEDLは大規模な組織改編を進めている。EDLの組織面の変更にとまらず、中国企業²⁰が230kV以上の高圧送電線部門の運営に関与するなど、今後、ラオス電力部門の制度面での変更が見込まれる²¹。JICAは2021年～2024年の予定で技術協力プロジェクト「電力公社経営マネジメント改善プロジェクト」を実施中であり、同案件を通じてEDLの組織強化支援を行っているが、効果発現までには時間を要すると考えられる。

以上より、本事業の政策的な持続性は担保されている。制度的な持続性については実施中の技術協力プロジェクトの成果等を見極める必要があるが、プロジェクト目標²²が達成されると問題なく担保されると予測できる。

3.4.2 組織・体制

事業完成後の送電線・変電所の運営・維持管理はEDLの各地域の送電システム部門が担当している。具体的には、中央第2送電システム部門及び南部送電システム部門が担当しており、現場での運営・維持管理業務はこれら部門の管理下にあるEDLサバナケット県及びサラワン県事務所が行っている。

本事業で整備されたノンデン、パクボ、タオタンの各変電所には運営・維持管理担当の職員が各7～8名配置され日々の業務を行っている。サラワン変電所はタオタン変電所の監督・管理及び本事業で整備された115kV送電線2回線を含む合計6回線の115kV送電線の運営・維持管理を行っており、15人の運営・維持管理担当職員が配置されている。各変電所1日4シフト制（各シフト2名ずつ配置）で24時間運営・維持管理業務にあたっている。各変電所によると、日々の運営・維持管理業務に必要な人員は確保されており、

²⁰ 中国南方電網（China Southern Power Grid）は「一帯一路」建設に積極的に参加して、大メコン圏（GMS）諸国との電力協力を強化している。

²¹ EDLは対外債務の膨張など財務状況の悪化から経営再建を進めており、2020年9月には230kV以上の高圧送電部門を分離し、中国南方電網と合弁会社のラオス送電会社（Electricite du Laos Transmission Company Limited：EDL-T）を設立した。（出所：ジェトロビジネス短信 民間建設大手、電力公社傘下の発電事業会社の株式24%を取得へ（2020年10月13日））

²² プロジェクト目標：組織戦略の構築と経営メカニズムの改善によりEDLの経営・組織マネジメント能力が強化される。

特段問題はないとのことだった。

運営・維持管理業務を行う各県事務所や各変電所の業務分担、役割・調整や意思決定プロセスは明確であり、現場の担当者間及び現場と EDL 本部間のコミュニケーションや連携も図られている。

以上より、EDL の大規模組織改編が進行中であり、本事業の運営・維持管理体制や人員配置への影響は不明であるが、現状の組織・体制については特段の問題はないと判断できる。

3.4.3 技術

EDL によると、現場の運営・維持管理担当職員は土木工学系の専門学校や大学を卒業しており、OJT 等を通じて日々の運営・維持管理業務に必要な経験や知識を蓄積している。また、EDL 本部敷地内に研修所があり、運営・維持管理担当職員は年 1～2 回研修を受講して技術力の向上を図っている。

EDL によると、送電線の点検等で新たな技術が生まれており、技術の進化や新たな機材に対応するための技術力の向上が必要になっているとのことだった。具体的には、ラオスでは IPP 専用線の送電線でドローンによる設備点検が行われており、EDL でも山間部でアクセスが困難な送電線の点検業務の効率化のためドローンの導入を進めているが、EDL 内でドローン活用に関する技術面での課題が指摘されており、そのことは送電線の不具合発生時における適時の修復にも影響すると見込まれているため、技術力強化の必要性が認識されている。

EDL によると、現場のニーズに応じて維持管理マニュアルが整備・更新され、日常業務で参照・活用されており、特に新人への OJT や指導に役立っているとのことだった。マニュアルの整備・更新に際しては EDL 本部が指導を行っており、現場で運営・維持管理を担う各県事務所が最終承認したうえで活用されている。

以上より、現場の運営・維持管理担当職員は日常業務を行うのに必要な技術能力があるとみられる。他方、新たな技術や機材への対応については今後改善が必要な点が見られる。

3.4.4 財務

EDL の財務状況を表 14 にまとめた。EDL の売上総利益はほぼ横ばいである。経常利益及び当期利益は年々減少しており厳しい財務状況となっている。EDL の年次報告書(2021 年)によると、関連会社・合弁会社出資の配当が前年比で約 2 倍になったのは、EDL が出資する国内向け IPP 事業の多くが想定を上回る業績をあげたためである。他方、現地通貨 LAK 安の影響で為替差損が発生したことから(前年の 13.5 倍に差損が膨れ上がった)、2021 年の経常利益及び当期純益は大幅に減少した。

表 14 : EDL の財務状況 (2018 年~2021 年)

(単位 : 百万 LAK)

	2018	2019	2020	2021
売上	1,137,430	1,217,530	1,167,375	1,196,664
売上原価	-532,735	-582,870	-567,894	-585,971
売上総利益	604,695	634,660	599,481	610,693
その他収入	26,476	31,270	44,092	55,292
営業費用・管理費	-169,215	-154,849	-198,319	-154,090
為替差損純額 (注)	-29,050	71,524	-45,389	-612,913
関連会社・合弁会社出資の配当	626,001	339,377	498,703	960,715
経常利益	1,058,907	921,982	898,568	859,697
金融コスト	-588,553	-724,366	-741,125	-855,815
税引前利益	470,354	197,616	157,443	3,882
法人税	-	-	-	-
当期利益	470,354	197,616	157,443	3,882

出所 : EDL 年次報告書を基に作成

注 : 年次報告書 (2021 年) によると、長期借入金、社債及び短期借入金の利払い時に為替差損が発生した。

EDL の主な財務比率は表 15 のとおり。2021 年の当期純利益率、自己資本利益率、総資産利益率は前年比大きく減少し、債務自己資本比率は増加した。年次報告書 (2021 年) によると為替差損が大きな減益要因であり、現地通貨 LAK 安により外貨建債務が膨れ上がったためとのことである。2021 年の一株当たり利益は前年比約 50 分の 1 と大幅に減少している。

以上のとおり、EDL の財務の悪化は深刻な状況にある。

表 15 : EDL の主な財務比率 (2020 年~2021 年)

	2020	2021
EBITDA マージン (注)	85.4%	90.1%
当期純利益率	9.2%	0.2%
自己資本利益率 (Return on Equity : ROE)	1.7%	0.04%
総資産利益率 (Return on Assets : ROA)	0.7%	0.02%
債務自己資本比率 (Debt to Equity Ratio : D/E)	1.66	1.88
一株当たり利益 (Earnings Per Share : EPS)	94.49 LAK	2.62 LAK

出所 : EDL 年次報告書 (2021) を基に作成

注 : Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortization Margin。為替差損純額を除いて算出。

厳しい財務状況の背景には、EDL が抱える構造的な問題がある。具体的には、IPP との

間の電力購入契約の多くは全量買い取り（テイク・オア・ペイ）契約に基づいているため、EDL は IPP が海外に売電できない国内余剰電力分を IPP から逆ザヤで購入せざるを得ない。また、ラオス政府は国内外の電力需給分析や調達・契約管理を精緻に行わずに投資を推し進めたため、過大な設備投資により負債が増大しており、現地通貨の LAK 安による為替差損で負債が更に膨張している²³。さらに、EDL は電力部門における国営企業で、ラオスの経済社会の発展や国民のライフラインを担う中核事業者であるため政府の規制により電力料金を EDL の裁量により引き上げることができない。2020 年 5 月、ラオス政府は新型コロナウイルス対応策として電力料金を 3%引き下げる決定を行っている²⁴。2021 年 3 月に一般家庭と中小企業の電気料金を 2%値上げしたが²⁵、EDL の財務状況は依然として厳しい。

現地メディアのビエンチャンタイムズ記事²⁶によると、これらの問題に対処するため、ラオス政府は 2022 年 4 月に「EDL 業務改革推進委員会」を設置している。当該委員会は EDL の財務健全化に向けた提言を行う予定とのことだが、具体的な時期等の詳細は不明である。

以上より、EDL の財務状況は厳しさを増している。財務健全化に向けてラオス政府及び EDL は対応を進めており、JICA も実施中の技術協力プロジェクト「電力公社経営マネジメント改善プロジェクト」で支援を行っているが、事後評価時点で改善の見通しを予測することはできない。このため運営・維持管理の財務について懸念があると判断される。

3.4.5 環境社会配慮

EDL に確認した結果、想定されなかった環境社会配慮に関する事項はなかった。

3.4.6 リスクへの対応

事後評価時点において EDL の大規模組織改編による影響を予測することはできない。しかし、本事業の運営・維持管理体制や予算確保、人員配置等各種資源の配置・配分が変更され、事業効果の持続性が大きく影響を受ける可能性がある。実施中の技術協力プロジェクト等を通じて EDL の動向を継続的にモニタリングすることが重要である。

3.4.7 運営・維持管理の状況

EDL へのヒアリング及び事業サイト実査の結果、本事業で整備された送電線・配電設備は良好に維持管理され、おおむね順調に運営されている。

EDL によるとノンデン変電所で 115kV 制御・中継盤の冷却ファン 1 台に不具合が生じ

²³ 出所：技術協力プロジェクト「電力公社経営マネジメント改善プロジェクト」の関連情報より。

²⁴ 出所：世銀報告書 *Linking Laos, Unlocking Policies, Lao PDR Country Economic Memorandum*, 2022 より。

²⁵ 出所：The Laotian Times, *New Electricity Rates Set This Month*, March 5, 2021

<https://laotiantimes.com/2021/03/05/new-electricity-rates-set-this-month/>

²⁶ Vientiane Times, *EDL chief explains reasons behind losses*, July 7 2022

https://www.vientianetimes.org.la/freeContent/FreeContent2022_EDL129.php

ており、制御・中継盤の扉を常時開けたままにしている。現在原因を調査中とのこと。

各変電所に配置された運営・維持管理担当職員は、日常的メンテナンス、3カ月毎の定期メンテナンス、問題発生時メンテナンスを実施している。上記の冷却ファンの不具合は問題発生時メンテナンスとして対応しており、地域コントロールセンターから運営・維持管理担当職員が現場に派遣されて対処している。

各変電所では、維持管理マニュアルが作成されており、運営・維持管理担当職員は日常的に活用している。EDLによると、同マニュアルは現場の状況やニーズの変化に応じて少なくとも年1回改定されて活用されているとのことだった。また、各変電所では機器・設備の点検とスペアパーツ・工具等の在庫確認を行い、毎年、地域コントロールセンターに報告書を提出することが義務付けられている。スペアパーツは、地域コントロールセンターがEDL本部に申請を行い、EDL本部が一元的に調達を行っている。

以上より、運営・維持管理状況は、事後評価時点において一部不具合があるが、全体としては適切に運営・維持管理されており問題ない。

以上より、本事業の運営・維持管理には関連する技術、財務、状況に一部問題があり、改善・解決の見通しが低いと言える。本事業によって発現した効果の持続性はやや低い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、サバナケット県周辺地域に安定的な電力供給を図ることを目的にラオスの南部地域において115kV送電線と関連施設が整備された。分断されていた国内の基幹電力系統を連結する本事業は、ラオスの開発政策及び開発ニーズと合致している。また、日本の開発協力方針と整合しており、JICA外の機関との連携も図られて具体的な成果が確認できる。このことから妥当性・整合性は高い。事業実施面では送電線の全長増加など当初の計画から一部変更があったが、いずれも詳細設計時の現場の状況に基づいて変更されたものであり、妥当な変更だった。事業費、事業期間ともに計画内に収まり効率性は非常に高い。事業効果について、計画時に設定した定量的効果指標のうち「年間送電端電力量」は計画どおりに達成されていないが、残りの指標の「最大潮流」及び「送電損失率」についてはおおむね計画どおりに達成された。インパクトについて、EDL及び事業対象地域の電力需要家へのインタビュー、関連データや夜間光量の推移より、南部地域の地方電化促進や投資促進・産業活性化が図られていることを確認した。自然環境への負の影響は報告されていない。用地取得は特段問題なく実施されており、また住民移転は発生しなかった。世界銀行の地方電化事業との連携を通じて貧困層の電力へのアクセス向上にも寄与している。したがって有効性・インパクトは高い。持続性について、関連する技術、財務、状況に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性はやや低い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業で整備された送電線についてドローン点検を実施する等、技術の進化や新たな機材に対応するための技術力の向上を図り、送電線の監視・点検業務の効率化を図ることが望まれる。

ノンデン変電所では 115kV 制御・中継盤の冷却ファン 1 台に不具合が発生していることから、迅速な原因究明と対応が望まれる。

4.2.2 JICA への提言

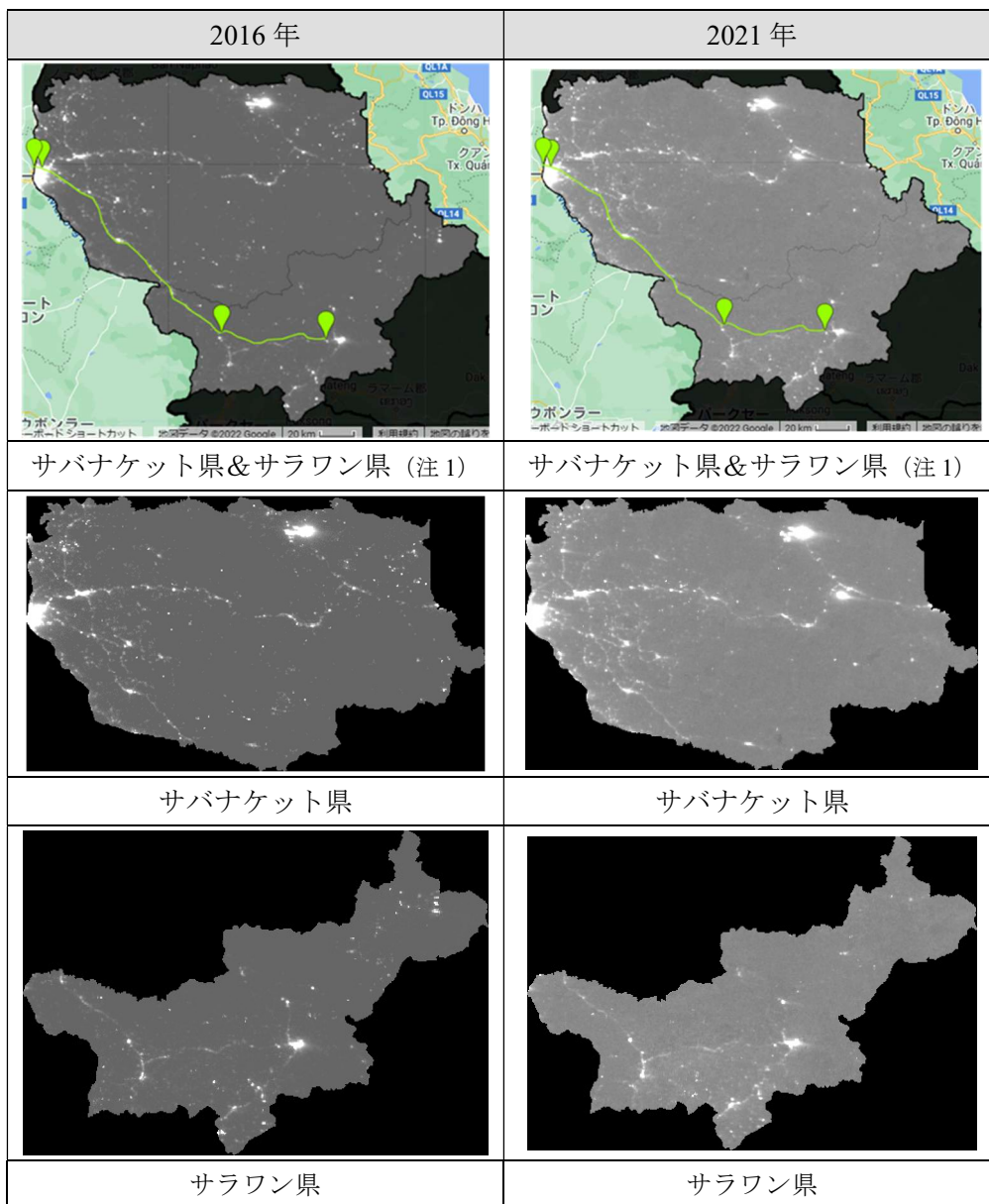
EDL の大規模な組織改編が進められており、今後、ラオス電力部門の制度面での変更が見込まれる。EDL の経営や財務状況の改善が喫緊の課題となっており、実施中の技術協力プロジェクト「ラオス国電力公社経営マネジメント改善プロジェクト」等を通じて継続的にモニタリングしていくことが重要である。

4.3 教訓

既存の開発計画等における電力需要予測の妥当性見直しの重要性

本事業では審査時に設定された指標「年間送電端電力量」が目標を大きく下回っている。その要因として、審査時に参照した電力需要予測が過大だったことが指摘されている。当該電力需要予測は、ラオス政府の当時の国家長期電力開発計画における需要予測であった。ラオス政府は国内と近隣国の電力系統との間の電力融通の柔軟性向上や電力輸出の拡大を目標に掲げており、同国の電力開発は近隣国の電力開発計画や需要想定等との関係にも考慮する必要がある。こうした変動要因により電力需給状況が将来大きく変わりうることも考えられる。このため今後類似事業を実施する場合は、準備調査や案件審査時に、既存の開発計画等に記載されている需要予測等のデータの妥当性について見直しを行い、変動要因の可能性等相手国・実施機関と十分協議を行い、定量効果の目標値について、慎重に精査・検討のうえ設定することが重要である。

以上



図：サバナケット県全体及びサラワン県全体の夜間光の画像

注：夜間光の図の上に、本事業で整備された変電所（左からパクボ、ノンデン、タオタン、サラワン）を黄緑のバルーンで、本事業で整備された 115kV 送電線を黄緑の線で示した。

主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
①アウトプット	<p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電線（115kV 2回線）の建設（全長約 200 km） ・ノンデン変電所変電設備の整備（パクボ及びタオタン変電所用 115kV 送電線ベイを 4回線設置） ・パクボ変電所変電設備の整備（ノンデン変電所用 115kV 送電線ベイを 2回線設置） <p>・サラワン変電所変電設備の整備</p> <p>・タオタン変電所の新設</p> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・詳細設計、入札図書作成 ・入札補助 ・施工監理 ・環境対策 ・竣工検査・瑕疵検査 	<p>1) 土木工事、調達機器等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電線（115kV 2回線）の建設（全長 226.74km） ・ノンデン変電所変電設備の整備（パクボ及びタオタン変電所用 115kV 送電線ベイを 3回線設置） ・パクボ変電所変電設備の整備（既存の 115kV 1回線を解体、ノンデン変電所用 115kV 送電線ベイを 1回線設置） <p>・計画どおり</p> <p>・計画どおり</p> <p>2) コンサルティング・サービス</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計画どおり ・計画どおり ・計画どおり ・計画どおり ・計画どおり
②期間	2012年3月～2016年8月 (54カ月)	2012年3月～2016年6月 (52カ月)
③事業費		
外貨	2,829百万円	4,164百万円
内貨	1,832百万円	475百万円
	(現地通貨190,705百万 LAK)	(現地通貨37,284百万 LAK)
合計	4,660百万円	4,639百万円
うち円借款分	4,173百万円	4,164百万円
換算レート	1LAK = 0.0096円 (2011年12月時点)	1LAK = 0.01274円 (2012年～2016年平均)
④貸付完了	2019年7月	

以 上