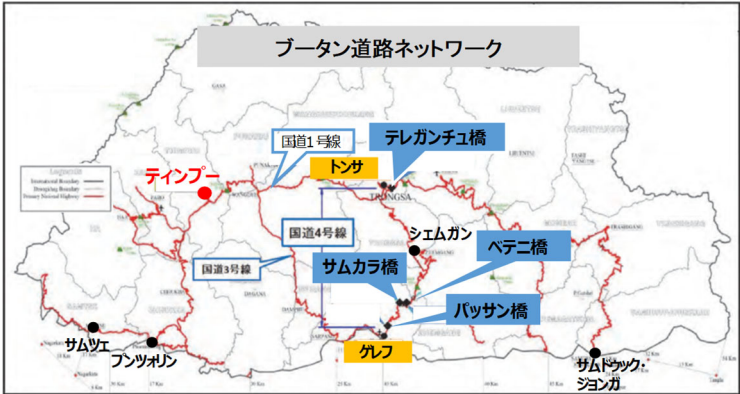


国名	国道四号線橋梁架け替え計画
ブータン	



プロジェクトサイト（出典：JICA 提供資料¹⁾）



サムカラ橋（出典：評価者撮影）

I 案件概要

事業の背景	ブータンは国土の大部分が山岳地帯であり、道路交通が最も重要な交通・輸送手段である。ブータンの道路ネットワークは国道網を中心に構成されており、東西に 1 路線（国道一号線）と南北に 4 路線（国道二号線～四号線、アジアハイウェイ（AH48））の、計 5 本の主要国道が存在している。本事業対象の国道四号線²⁾は国道一号線のほぼ中間点のトンサからインド国境のグレフへ南下する国道である。沿線には国家プロジェクトであるマンデチュ水力発電所建設が実施中であった。発電所建設を円滑に推進し、ブータンの経済成長を促進するためにも国道四号線の果たす役割は大きい。一方、国道四号線上の橋梁のほとんどが 1980 年以前に建設され、老朽化、損傷等の問題が多くみられ、かつ幅員・耐荷重ともにブータンの現行設計基準の規格値を満たしていなかった。			
事業の目的	本事業は、トンサ県及びサルパン県において、国道四号線上の 4 橋の架け替えを行い、橋梁の性能及び安全性を向上させることにより、安定的な交通の確保を図り、もって地域の経済活性化の促進及び地方部の生活改善に寄与することを目的とする。			
実施内容	1. 事業サイト： トンサ県（テレガンチュ橋）及びサルパン県（ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋） 2. 日本側： 1) 土木工事：国道四号線上の 4 橋の架け替え工事（切土面保護工、歩道を含む）、アプローチ道路の整備 2) コンサルティング・サービス：詳細設計、入札補助、施工監理 3. 相手国側： 工事関連：工事に影響する支障物件の撤去・移設、土捨場、建設廃棄物処分場用地の提供、サイト近傍までの電気、水道、排水、その他付帯施設の移設・設置 その他：輸入製品の関税・通関手数料の免除、環境クリアランスの申請、許可、工事完了から 3 年以内の既設テレガンチュ橋及びベテニ橋代替路の撤去、等			
事業実施スケジュール	交換公文締結日	2016 年 12 月 16 日	貸付完了日 （円借款のみ）	
	贈与契約締結日	2016 年 12 月 26 日	事業完了日	2020 年 12 月 15 日 （引き渡し日）
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額： 2,156 百万円 実績額： 2,133 百万円			
相手国実施機関	公共事業・定住省道路局（Department of Roads, Ministry of Works and Human Settlement: DoR） ³⁾			
案件従事者	本体： 大日本土木株式会社 コンサルタント：株式会社オリエンタルコンサルタンツ／株式会社アンジェロセック（JV） 調達代理機関：なし			

¹⁾ 本地図は JICA 提供資料を加工したものである。

²⁾ 2020 年に国道網の再編があり、本事業当時の国道四号線は事後評価時に国道五号線に名称が変更されていたが、本報告書では当時のまま国道四号線として記載する。

³⁾ 2022 年 12 月、省庁再編により実施機関はインフラ運輸省道路局（Department of surface Transport, Ministry of Infrastructure and Transport）に名称を変更しているが、本報告書では当時の名称で記載する。

II 評価結果

【要旨】
本事業は国道四号線上の4つの橋梁を架け替えし、橋梁の性能を向上させ安全性を高めることにより円滑な交通を確保し、もって地域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・輸送手段であり同国南部に通じる国道四号線は重要な幹線道路の一本であるため、本目的は事業計画時の政策やニーズに合致していた。交通弱者への配慮や切土面保護対策など安全面を重視した事業計画・アプローチは適切であった。JICA以外の事業と具体的な連携が計画されていなかったが、日本の開発協力方針と合致しており、また、JICAの他事業との連携は図られ、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、事業費及び事業期間とも計画内に収まった。以上より、効率性は非常に高い。計画時に設定した定量的効果指標はおおむね目標を達成した。実施機関及び橋梁利用者へのインタビューから、本事業により橋梁の安全性が確保され、安定的な運輸・交通による物流の促進が図られ、地域経済の活性化に貢献していることを、それぞれ具体的な根拠と共に確認した。また、橋周辺住民および利用者へのインタビューにより、本事業が地方部の生活改善に貢献していることも確認した。ブータンの建設関連の人材育成にも貢献しているというその他のインパクトも確認された。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、財政状況共に問題はなく、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。
以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

総合評価 ⁴	A	妥当性・整合性	③ ⁵	有効性・インパクト	③	効率性	④	持続性	④
-------------------	---	---------	----------------	-----------	---	-----	---	-----	---

【留意点／評価の制約】
・特になし

1 妥当性・整合性
【妥当性】 - 事前評価時のブータン政府の開発政策との整合性 ブータン政府の「道路セクターマスタープラン（2007年～2027年）」には、国道、県道の道路網拡張及び改修整備、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。第11次5カ年計画（2013年～2018年）において、全国国道網の整備や水力発電所建設サイトへのアクセスの改善等が重点項目とされ、本事業対象の4橋の架け替えも計画されていた。国道四号線上で実施していたマンデチュ水力発電所建設事業は国家プロジェクトであり、資機材搬入ルートとして四号線上の橋梁の強化は優先的な課題であった。したがって、同国政府の開発政策に合致していた。 - 事前評価時のブータンにおける開発ニーズとの整合性 上記「事業の背景」にも記載のとおり、国道四号線はブータンの交通網の主要な幹線道路の一本であり、中部のトンサと南部ゲレフを結ぶ代替ルートのない唯一の幹線道路である。しかし、国道四号線上の橋梁のほとんどが老朽化、損傷等の問題がみられ、耐荷力も不足しており、国家プロジェクトである水力発電所建設の資機材搬入ルートや円滑な物流を促進するためには老朽化した橋梁の改善が急務であった。ブータン政府は第11次5カ年計画で国道四号線上の8橋を優先して架け替える対象として明示していた。その内本事業の4橋は、橋長、桁下高さ、周辺の地形条件等から技術的難度が高く、国外の技術支援を必要としていた。したがって、計画時の同国の開発ニーズに合致したものであった。 - 事業計画やアプローチの適切性 過去の類似案件の事後評価では、実施機関の維持管理に関する対応能力や現状を十分に勘案した橋梁計画や維持管理計画となるよう留意することが教訓とされていた。本事業では維持管理性を橋梁形式、付属物、取付道路、護岸の工法の選定基準のひとつとしている。また、実施機関の体制、財政能力も考慮し、基本的な維持管理を行えば20～30年の間は大規模補修・補強の必要がないよう設計するなど、教訓を生かしていることが確認できた。さらに、本事業をはじめ日本が支援したブータンにおける橋梁架け替え事業は、通常ブータン政府が実施するよりも高い基準で切土面保護対策を計画しており、地すべりが多いブータンにおいて安全性を高めた。さらに、住宅地が近く歩行者が多いパッサン橋には、実施機関からの要請に基づき歩道を両端に設置するなど、子ども、障がい者、高齢者などの交通弱者の安全性に配慮した計画とした。本事業は、過去の教訓や実施機関の対応能力を考慮するとともに、交通弱者への配慮、切土面保護対策における安全性を重視したデザインとしており、事業計画やアプローチは適切であった。 【整合性】 - 事前評価時における日本の開発協力方針との整合性 計画時の対ブータン事業展開計画では、同国の効率的・安定的な運輸交通ならびに地域の経済活性化の促進のため、道路網・橋梁整備への支援を行うことが表明されていた。また、対ブータンJICA国別分析ペーパー（2013年3月）において、地方部におけるアクセス改善に重要な役割を果たしている道路建設や橋梁建設が重点課題とされていた。したがって、本事業は計画時における日本の開発協力方針に合致していた。 - 内的整合性 本事業は技術協力プロジェクト「橋梁施工管理及び維持管理能力向上プロジェクト」（2016年9月～2022年8月）（以

⁴ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁵ ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

下、CAMBRIDGE)」との内的整合性が確認された。本事業の工事サイトが CAMBRIDGE で OJT 研修の場になるよう連携が図られ、また、本事業の維持管理を行う DoR 職員は、CAMBRIDGE による研修を受講し能力強化が図られた。また、CAMBRIDGE が作成した橋梁保守点検マニュアル等を維持管理に活用しているなど、CAMBRIDGE の成果が本事業の維持管理に活用されているという具体的な相乗効果もみられた。

- ・外的整合性
他事業との連携は想定されておらず、具体的な相乗効果も確認されなかった。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性・整合性は高い⁶。

2 効率性

(1) アウトプット

表 1 のとおり、本事業はテレガンチュ橋、ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋の 4 橋の架け替え及び取付道路の整備を行った。橋梁の近隣に住民が多く居住しているパッサン橋には歩道が設置された。また、切土面保護工については、パッサン橋以外の山岳地域に位置する 3 橋について実施された⁷。アウトプットはおおむね計画通りであった。

表 1 アウトプット

橋梁名	橋長 (m)	全幅員 (m)	車線	歩道	取付道路 (m) *	全幅員 (m)
テレガンチュ橋	42.0	14.704～12.220	3.5m× 2 レーン		53.5+95.5	10.5
ベテニ橋	30.0	9.909～8.836			81.0+99.0	
サムカラ橋	49.5	9.281～11.119			59.0+84.0	
パッサン橋	41.5	11.140～11.181		1.5m×2	49.5+50.0	

*：取付道路は橋の両側を整備。左の数字はトンサ寄り、右の数字はゲレフ寄りの距離。

出所：DoR への質問票回答

なお、本事業では、着工後に発見したサムカラ橋取付道路斜面の転石の対策工及び雨期中の想定以上の降雨によるテレガンチュ橋取付道路斜面の表層崩壊後の復旧・補強工事のため設計変更を行ったが、アウトプットへの影響はなかった。ブータン側負担事項も遅延なく実施されたことを確認した。事業完了後 3 年以内に撤去予定であった旧テレガンチュ橋については、管轄しているトンサ県が他目的で利用することとなり撤去されていなかったが、車両の通行はなく安全性については特に問題がないことを実施機関及び実査で確認した。

(2) 事業費

本事業の日本側事業費は計画 2,156 百万円に対し、実績 2,133 百万円（計画比 99%）であり、計画内に収まった。なお、事業期間中に想定していなかった上記転石問題や斜面の表層崩壊による復旧・補強工事が追加されたが、「自然条件や現場条件等の設計との相違等条件変更」に該当し、予備的経費を活用することが JICA より認められた。更に工事中パッサン橋の資材置き場とサムカラ橋の資材置き場の間にある国道四号線上の地域（オッセイ）でがけ崩れがあり、資機材の輸送を迂回させなければならなくなった（当初予定の 26km から迂回して 500km に延長された）。迂回輸送費については、JICA より「不可抗力」として、予備経費の活用が承認された。ブータン側の事業費実績については実施機関に資料がなく確認ができなかった。

(3) 事業期間

計画は 2016 年 12 月から 2020 年 12 月の 49 カ月であった。実績は 2016 年 12 月から 2020 年 12 月の 49 カ月であったが、新型コロナウイルスの流行期にブータン政府がロックダウン令を発し、工事が約 1 カ月中断した。工事中断は不可抗力であるため、実績から 1 カ月を差し引き 48 カ月とした。よって、計画比 98% となり、計画内に収まった。

【評価判断】

事業期間中に想定していなかった転石問題、斜面の表層崩壊による復旧・補強、輸送経路の迂回、新型コロナウイルスによる工事の中断もあったが、予備的経費の利用、同時並行作業による工事の効率化により、事業費、事業期間とも計画内に収まった。以上より、本事業の効率性は非常に高い。

3 有効性・インパクト⁸

【有効性】

(1) 定量的効果

対象 4 橋の平均走行速度、通行可能最大車両トン数、年平均日交通量については目標値を達成した。年平均日交通量のトンサ～シェムガン間は 2020 年、2021 年とコロナ期にもかかわらず交通量が大きく増えた。これはこの地域にあるマンデチュ水力発電所及び 2016 年から工事が始まったニカチュ水力発電所の工事車両の通行が増えたためであり、工事完了後には交通量は落ちたが目標値は達している。一方、シェムガン～ゲレフ間は 2021 年に落ち込んだがこれは新型コロナ

⁶ 妥当性は③、整合性は③。
⁷ パッサン橋は平地に架けた橋であり、斜面がないことから実施していない。
⁸ 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。

感染症の影響でインド国境が封鎖され、インドからゲレフに入ってくる車両が激減したことが要因であった。しかし、2022年9月に国境が再開されてからは順調に交通量が増え、目標を大きく上回った。

年平均旅客人数及び年平均貨物積載量について、実施機関はモニタリングしておらず、日平均交通量のデータから試算も試みたが、計画値は実測であり、試算した数値と計画時と単純に比較することができないことからN/Aとした。

(2) 定性的効果

本事業では①「橋梁及び取付道路の安全性の向上」、②「歩道の設置による歩行者の安全性の確保」、③「安定的な運輸・交通の確保」、④「トンサ県・サルパン県の経済活性化」、⑤「地方部の生活改善」が想定されていた。定性的効果として①、②を併せて「安全性の向上」について、実施機関や橋梁周辺住民や橋梁を利用するドライバー等にインタビュー⁹及び実査により以下のとおり確認した。③、④、⑤についてはインパクトとして確認した。

本事業により対面通行が可能になり、耐荷重が増えたことで大型車が橋の手前で一旦荷物を下ろすことなく通行できるようになった。また、橋と接続する取付道路の線形が改善されたことで、大型車が切り返すことなく安心して橋を通過できるようになった。管轄する交通安全局、実施機関及び橋梁の周辺住民よりも、事業後に交通事故は一度も起きていないことが確認できており、安全性が向上したことが確認できた。特に、モンスーン時期に毎年橋梁周辺で発生していた地すべりや落石は本事業の切土対策の実施により事業完了後は一度も発生していないことを挙げる回答者が多かった。本事業により、安全性が向上し、安定的な交通が可能となったことが確認できた。さらに、交通量が多いパッサン橋では歩道ができたことで歩行者のみならず、運転手も安心して運転ができるなど心理的にも安心感が生まれていることが確認できた。

<定量的効果>

表 2 定量的効果指標の事前事後比較

指標		基準年 2015 年 計画年	目標年 2023 年 事業完成 3 年後	実績値 2020 年 事業完成年	実績値 2021 年 事業完成 1 年後	実績値 2022 年 事業完成 2 年後	実績値 2023 年 事業完成 3 年後
平均 走 行 速 度(km/h)* ¹	テレガンチュ橋	13	20	20	20	20	20
	ベテニ橋	12	20	20	20	20	20
	サムカラ橋	14	20	20	20	20	20
	パッサン橋	19	60	60	60	60	60
通行可能最大車両トン数の増加(t)* ²	全 4 橋	55	100 * ²	100	100	100	100
年 平 均 日 交 通 量 (台/日)	トンサ～ シェムガン	190	245	592	849	452	278
	シェムガン～ ゲレフ	233	301	422	180	303	524
年 平 均 旅 客 人 数 (人/日)	トンサ～ シェムガン	640	826	N/A	N/A	N/A	N/A
	シェムガン～ ゲレフ	785	1,014	N/A	N/A	N/A	N/A
年 平 均 貨 物 積 載 量 (t/日)	トンサ～ シェムガン	382	493	N/A	N/A	N/A	N/A
	シェムガン～ ゲレフ	469	606	N/A	N/A	N/A	N/A

出所： 事業事前評価表、DoR への質問票回答・インタビュー

*1 事前評価段階では 4 橋とも取付道路線形が悪く、橋梁手前で一時停止するほど速度を落としている状況であったため、取付道路部（両側約 20m ずつ）を含む区間で走行速度を現地計測して示した値。

*2 本事業では 設計活荷重に IRC 基準（インドの設計基準）を採用しており、合計軸重が最大 100t の車両が対象橋梁を通過可能となることを示している。

【インパクト】

1. 想定されたインパクト

上記定性的効果で設定された③、④については、③「安定的な運輸・交通の確保」により④「地域経済（トンサ県・サルパン県）の活性化」につながるため、2つを併せて「地域経済の活性化」としてインパクトを確認した。また、⑤「地方部の生活改善」について以下のとおり確認した。

(1) 地域経済の活性化

安定的な運輸・交通の確保には、本事業以外の国道四号線上の橋の状態も影響するところ、実施機関へのインタビュー及び実査により他の橋の状況を確認した。その結果、片側通行の橋もあったが、すべて耐荷重が 40t 以上あり、ボトルネ

⁹ 橋梁近くの住民、商店主、タクシードライバー、病院・学校関係者（計 38 人（男 26 人、女 12 人）、テレガンチュ橋 7 人、ベテニ橋 9 人、サムカラ橋 6 人、パッサン橋 16 人）に事業前後の変化に関しインタビューを行った。

ックとなるような橋梁はなかった。また、ブータンの貿易統計によると、図1のとおり国道四号線がインド国境につながるゲレフから入る輸入量の割合が他国境沿いの主要輸入地域と比較して事業後増加していた（6.1%（2018）から9.5%（2023））。これはゲレフからブータン中部・東部への交通手段として利用されている国道四号線の利便性が向上したためと考えられる。国道四号線にボトルネックとなる橋はなく、効果指標の年平均日交通量も増加していることから、本事業により安定的な運輸・交通の確保ができ、地域経済の活性化が図られていると考えられる。

また、ブータン政府は2023年末に「ゲレフ・マインドフルネス・シティ」構想というゲレフに特別行政区を開発し、新たな経済拠点を作る大構想を打ち立てている¹⁰。国道四号線の拡幅工事が第13次5カ年計画（2024年～2029年）で計画されており、今後ゲレフを中心した本構想が本格化すれば、ゲレフがブータンの第2の中心地となり、本事業による地域経済の活性化に与える影響は更に大きくなることが期待できる。

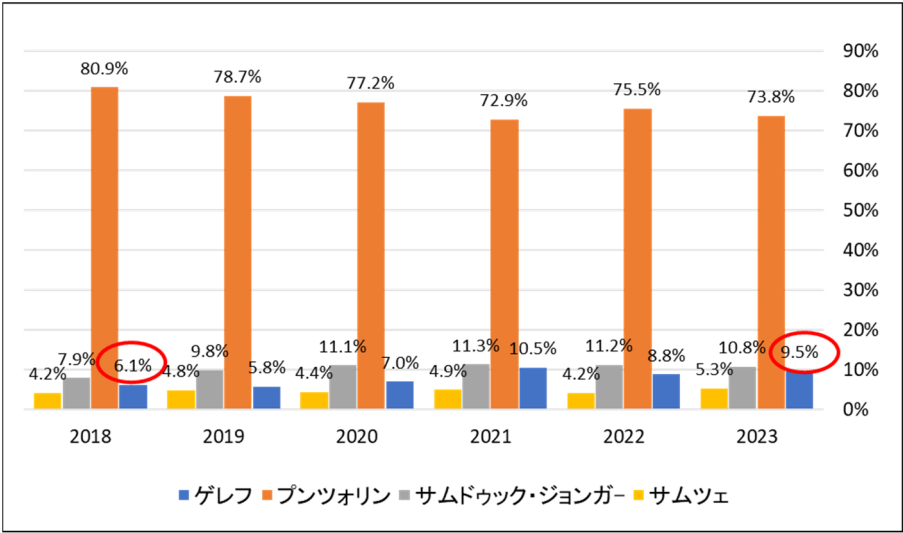


図1 インド国境4地域からの輸入割合
出所：ブータン貿易統計（各年）より評価者作成

(2) 地方部の生活改善

橋近隣の商店やレストラン経営者や橋利用者へのインタビュー¹¹からは、交通量の増加に伴い商店やレストランなどの利用者も増え、収入の向上につながったと多くが回答した。また、近隣住民が本事業の建設作業員や事務員として雇用されたことで収入が増え、スキルも上がったという。事業後には自分で家を建てることができたという回答や、村で必要な工事に従事するなど収入機会が広がったという回答もあった。事業前は、老朽化した橋は不安定のため、夜間の通行は危険であったり、地すべりなどが発生した際はがれきが撤去されるまで通行止めになったりするなど利便性に欠けていた。インタビューに応じた住民の多くは、事業後にはこれらの問題がなくなったほか、大きな町や病院、学校までの所要時間が短縮されるなど、アクセスが改善されたという回答した。特に、病院関係者からは救急車など緊急車両が問題なく通行できるようになり、緊急事態に対応できるようになったとの声が聞かれた。以上より、本事業は地方部の生活改善に一定程度貢献したといえる。

2. その他正負のインパクト

(1) 環境へのインパクト

本事業は、「JICA 環境社会配慮ガイドライン」（2010年4月公布）に掲げる道路・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にくい特性及び影響を受けやすい地域に該当しないため、環境カテゴリーはBに分類された。

環境承認は建設工事の開始（2017年10月）前に承認が得られた（ベテニ橋、サルパン橋、パッサン橋：2017年1月、テレガンチュ橋：2017年5月）。実施機関によると、工事中は大気汚染、水質汚濁、騒音・振動、廃棄物に関し計画通り測定し、適切な対策が図られていた。工事後は担当のDoR 地方事務所が橋梁点検の際に、騒音、臭気等に関しモニタリングを行っており、これまで特に問題は起きていないことを確認した。住民インタビューからも事業中及び事業後に環境への影響はない旨確認した。

(2) 住民移転・用地取得

本事業では住民移転・用地取得は発生しなかった。

(3) ジェンダー、公平な参加を阻害される人々、社会的システム・規範、人々のウェルビーイング、人権

本事業では歩行者が多いパッサン橋の両側に歩道及び防護柵が設置された。また、歩道入口・出口は段差のないスロー

¹⁰ インド国境沿いのゲレフの1,000km²を超えるエリアに、単なる経済特区ではなく、ブータンの文化、国民総幸福指数（GNH）の原則、そしてブータンの強い精神的遺産に基づき、現代的な生活を融合させた特別行政区を作る構想。グリーンテクノロジー、教育、インフラへの投資を通じて、国の将来の成長基礎を築き、国民に経済的な機会を創出することを目的としている。マスタープランは、スピリチュアルセンター、国際空港、鉄道、水力発電ダムの建設などを含んでいる。（2023年12月20日付 SPA Business、<https://www.spabusiness.com/wellness-news/Bhutanese-King-unveils-Mindfulness-City-masterplan-for-Southern-Bhutan/352357>）

¹¹ インタビュー対象者は脚注9と同じ。

プになっているなど、歩行者、特に高齢者や障がい者などの交通弱者に配慮していることが確認された。

(4) その他のインパクト

＜建設関連の現地人材の育成＞

ベテニ橋及びサルパン橋周辺住民の複数人が、本事業及び過去の橋梁無償で日本の施工業者に建設労働者として雇用されていた。彼らによると、こうした過去に日本の施工業者に雇用された人々の間でネットワークが構築されており、雇用機会があれば声がかかり、横のつながりでこのような情報が得られるようになっていた。本事業で雇用された村人たちは、収入以外には全員建設スキルが向上し、「品質重視」及び「安全第一」といった姿勢が身についたと回答があった。こうした建設業の基本的姿勢が日本の施工業者からの雇用により浸透していることが確認された。

また、実施機関によると、橋梁に関する日本の長年の協力により、DoR 職員をはじめ現地の施工業者がスキルアップし、ブータン自身で実施する橋梁の建設技術が向上しているという。実際、ブータンの現地施工業者は日本の協力でスキル・経験を積み、橋梁以外でも国の重要な事業を実施できるまでに至っているという。したがって、本事業のみならずこれまでの日本による橋梁無償は、ブータンの建設の品質及び関連人材の育成に貢献したといえる。

＜コミュニティの関係強化＞

村人の多くが橋の建設に関わったことで、自分たちの村の橋として誇りに思うといった意見も多く、橋に対するオーナーシップが醸成されていた。また、地元住民へのインタビューで全員本事業の橋は美しいと回答しており、橋の近くでピクニックを行うなど身近な存在となっていることもわかった。橋はランドマークとして地元住民の誇りにつながっている。このように、本事業は地元コミュニティの一体感の強化に一定程度貢献しているといえる。

【評価判断】

以上より、本事業の実施により概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。

4 持続性

・政策・制度

第13次5カ年計画（2024年～2029年）は事後評価時点で公表はされていないが、実施機関によると、国道四号線の拡幅が計画されている。「インパクト」で上述したとおりブータン政府は国王の「ゲレフ・マインドフルネス・シティ」構想に基づき、ゲレフに繋がる道路開発の優先度を高くしており、本事業で架け替えた橋梁を含む道路ネットワークの重要性は引き続き高いといえる。また、モンスーン被害を想定して毎年DoR地方事務所に緊急対応費および被害に応じた維持管理の費用を配賦する制度がある。以上より、政策・制度的な持続性は担保されている。

・組織・体制

維持管理に関する役割は計画時と変更はなく、基本的に橋が位置する県のDoR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。テレガンチュ橋はトンサ地方事務所、ベテニ橋、サムカラ橋、パッサン橋はサルパン地方事務所が担当している。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。以上より、組織・体制に関して特段の問題はない。

・技術

各地方事務所には十分維持管理の対応ができる数の土木技術者が配置されており（トンサ地方事務所18人、サルパン地方事務所22人）、軽微な損傷程度の維持管理及び緊急対応ができる技術がある。問題があれば本部のエンジニアからアドバイスを受けることができる。技術研修は基本的にOJTが中心であるが、CAMBRIDGEプロジェクト終了後もDoRによる内部研修で技術的な能力向上が行われている。CAMBRIDGEで導入された橋梁の点検マニュアルが活用されており、各地方事務所は管轄する橋の状態を点検し、本部とつながるデータベース（橋梁管理システム¹²⁾）に1年に2回情報を更新し、アセットマネジメントに役立たせている。また、CAMBRIDGEで導入された橋梁の定期メンテナンス計画¹³⁾を策定し、年間必要額をDoR本部橋梁部に提出し予算を得ている。CAMBRIDGEによる研修を受講した技術者はトンサ事務所に3人、サルパン事務所には20人が事後評価時に在籍していた。以上より、技術的な持続性に特段問題はみられない。

・財務

維持管理予算は新型コロナウイルス感染症の影響及び厳しい政府財政により表3のとおり2020年以降縮小傾向にあるが、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。橋梁を含む道路全体の維持管理費は2022年度より国道幹線道路の維持管理費が増加したことで大幅に増えているが、橋梁の維持管理費は年間約400万Nu（約700万円¹⁴⁾）で近年変わっていない。実施機関によると、限りある予算の中で、各地方事務所は優先順位をつけて必要性の高い橋梁に対応したり、入札で節約した費用を維持管理費に回すなど工夫している。重大な修理が必要な場合は、本部を通じて他の地方事務所の予算を回してもらうことも可能である。また、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300万Nu（約530万円）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

¹² ガイドラインに沿って橋を1年に2回点検し、情報を更新することで橋の状態をモニタリングし、アセットマネジメントに役立たせるシステム。これにより維持管理の優先順位等が把握できる。ただし、DoRによると、同じダメージでも地域により状況も異なるため、修理に関してユニットコストを出すことはできず、橋梁管理システムの情報から予算を算出することはできていない、という。重大な修理が必要な橋梁の場合は別途予算要求を行っている。

¹³ 定期メンテナンス計画とは、地方事務所が行う周囲の草刈り、橋の塗装、がれき清掃など簡単なメンテナンスのための予算計画。

¹⁴ 1Nu＝1.76円（2024年8月）

修費用が配賦されている。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発生しない限り、当面大きな維持管理費は必要ない。

以上より、維持管理費は十分とは言えないものの、限られた予算で工夫して基本的な維持管理を実施しており、本事業対象の橋梁に関しては大規模な損傷がない限り当面財務的な問題はない。したがって、財務面での持続性に特段問題はみられない。

表 3 DoR 維持管理費の推移（単位：百万ニュルタム（Nu））

年	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023	2023/2024
橋梁維持管理費	8.27	5.064	4.236	4.65	4.097
全体の維持管理費	35.572	22.786	19.624	175.525	185.000

出所：DoR 本部質問票回答

- ・環境社会配慮
「インパクト」で分析したとおり、事業実施中・完了後共に環境社会配慮面での問題は生じておらず、事後評価時で懸念事項は見受けられなかった。
- ・リスクへの対応
計画時、「大規模な自然災害が発生しない」という外部条件が想定されていた。事業期間中にも大規模なかけ崩れにより資機材運搬のため迂回を強いられた国道四号線上の地域は、事業完了後も毎年のように地すべりを起こしている。実施機関によるとこの地域は地質的に補強ができないことから、迂回路の建設が予定されていた。迂回路の建設については第 13 次 5 カ年計画に組み込まれており、事後評価時点ですでに詳細設計調査が実施されていた。したがって、リスクに対する対策が講じられていた。
- ・運営・維持管理状況
維持管理の状況はおおむね良好と考えられる。橋梁本体は 4 橋とも損傷箇所はなく、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で確認した。一方、第一次現地調査時に、テレガンチュ橋及びベテニ橋の取付道路の表面にポットホール（くぼみ）が複数できていた。また、パッサン橋のライナープレート（土留め）のひび割れを確認した。実施機関は、評価者の指摘を受け、これら 3 カ所の損傷を補修した。実施機関から提出された修理箇所の写真により補修が完了したことを確認した。
管轄の各地方事務所は日常点検及びモンスーン前後に必ず点検を行っている。橋梁の表面の清掃や草刈りについては NWF により週 1 回行われている。以上より、維持管理状況に問題はみられなかった。

【評価判断】

以上より、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、財政状況共に問題はなく、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。

III 提言・教訓

- ・実施機関への提言：
現地調査による実査により、取付道路のポットホールやライナープレートのひび割れなどマイナーな損傷が確認された。本事後評価の現地調査時の指摘により補修が実施されたが、このような橋梁本体に影響はないマイナーな損傷であっても、損傷が拡大する前に、発見次第直ちに対応するべきである。
- ・JICA への提言：
なし
- ・教訓：
実施機関にとっての入手難易度や実態に合わせた効果指標の設定と指標定義の明確化

本事業の効果指標の中に「年平均旅客人数」と「年平均貨物積載量」が設定されていた。実施機関は毎年、年平均日交通量を測定しているものの、旅客人数や貨物積載量まで測定していなかった。事後評価においては年平均日交通量を基に旅客人数や貨物積載量の推計値を算出したが、計画時の実測値とは単純に比較することができなかった。効果指標は、データの入手難易度や実施機関の入手実態に合わせ、継続的にモニタリング可能な指標を設定して評価することが望ましい。また、仮に実施機関が継続的にモニタリングを行っていない指標を設定する場合には、事前評価段階から指標の定義を明確化し（例えば、年平均日交通量の車種内訳を使い、大型車の場合は旅客人数を 1 人にする、積載量は 8 トンと定義して換算する等）、実施機関と指標の設定と算出方法について事前に十分合意しておくことが重要である。

VI ノンスコア項目

- ・付加価値・創造価値
日本の無償資金協力で橋梁を建設する場合、橋梁本体、取付道路、そして山岳部にある場合は、取付道路の切土面の斜面对策をセットとして実施している。一方、通常ブータン側が実施する橋梁建設では、予算の関係上、斜面の土質に応じて斜面角度が規定範囲内に収まるような対策は取られるが、無償資金協力で実施するような切土対策までは取られていない。そのため、モンスーン時期になると落石や土砂崩れが起きることもある。本事業で切土対策を実施したテレガンチュ橋、サムカラ橋、ベテニ橋付近では、事業後そのような事故は一度も起きていない。日本の無償資金協力で実施する橋梁

架け替え事業は、橋梁の架け替えのみならず周辺の切土対策工を実施することにより、さらなる安全性と有効性を高める付加価値の高い事業となっている。



ベテニ橋切土対策（出典：評価者撮影）



テレガンチュ橋の取付道路のポットホール補修作業
（出典：DoR）