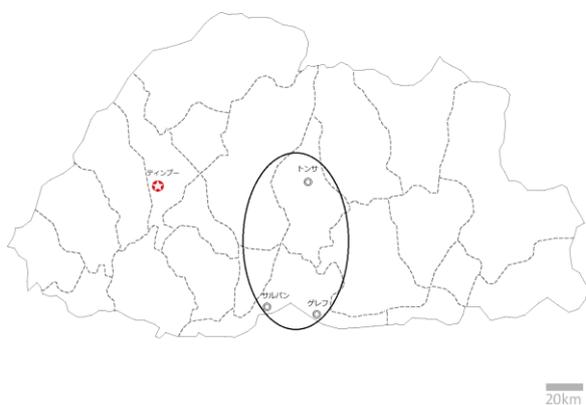


## 0. 要旨

本事業は、サイクロンで破壊されたブータン国中部5橋（ドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ（マンデチュ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋）を架け替えることにより、地域住民のアクセス改善及び今後のサイクロン襲来に備えたアクセス確保を図り、もって安定した人・物資の輸送と地域住民の生活改善に寄与することを事業目的として実施された。本事業は計画時及び事後評価時のブータンの開発計画・開発ニーズに合致しているほか、計画時の日本の援助政策とも整合していることが確認され、事業計画やアプローチにも問題はなかったと考えられることから、事業の妥当性は高い。また、本事業の内容はおおむね計画通りに実施されており、そのための事業費についても計画内に収まっている一方、事業期間は計画を上回っていることから、事業の効率性は中程度といえる。有効性・インパクトについては、5橋とも「災害時のアクセス確保」という目的が達成されていること、ドルコラ橋・ジグミリング橋についてはコンクリート橋の建設により、橋の走行の安定性・安全性が向上し、トラックやバスなどの大型車両の通行が増加したこと、レオタラ橋・ケラ橋・ジャンビ橋は車両通行が可能となったことで輸送効率向上や目的地までのアクセス時間の大幅な短縮が実現したこと、いずれも高いと判断される。持続性については、公共事業・定住省道路局（Department of Roads、以下、「DOR」という）管轄の橋については体制・技術・財務面において問題ないものの、トンサ県が管理する橋については点検の実施状況や維持管理にかかる体制・技術・財務・維持管理の状況面すべてにおいて改善の余地があり、事業効果が持続する見込みは中程度であるといえる。

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（囲み部分：対象橋梁建設地域）



山中に架かるレオタラ（マンデチュ）橋<sup>1</sup>

<sup>1</sup> マンデチュ橋は「マンデチュ川にかかる橋」という意味があり、ケラ橋やジャンビ橋も同川にかかって

## 1.1 事業の背景

ブータンは国土の大部分が険しい山岳地帯であるため、道路・橋梁による交通が主要な交通・輸送手段であった。また、山岳地帯という地形的な制約もあり幹線道路の数も少なく、整備不良により道路の状態が悪いところが多いため、効率的で安全な道路網及び橋梁整備がブータンの社会・経済の発展に不可欠となっていた。一方、2009年5月末に南アジアを襲ったサイクロン・アイラは、同年上半期の世界において最大の死者数（320名）をもたらし、インド、バングラデシュ、ブータンを含め10万人を超える避難者と、10万戸を超える家屋に被害を与えた。ブータンにも直撃した同サイクロンは、国内各地の道路、橋梁、学校、保健施設等を破壊し、被災から2年近く経過した時点でも、橋梁や道路の復旧が十分に進まず、被災地の住民は病院や学校、市場等、日常生活に必要な施設へのアクセスが制限された状況にあった。

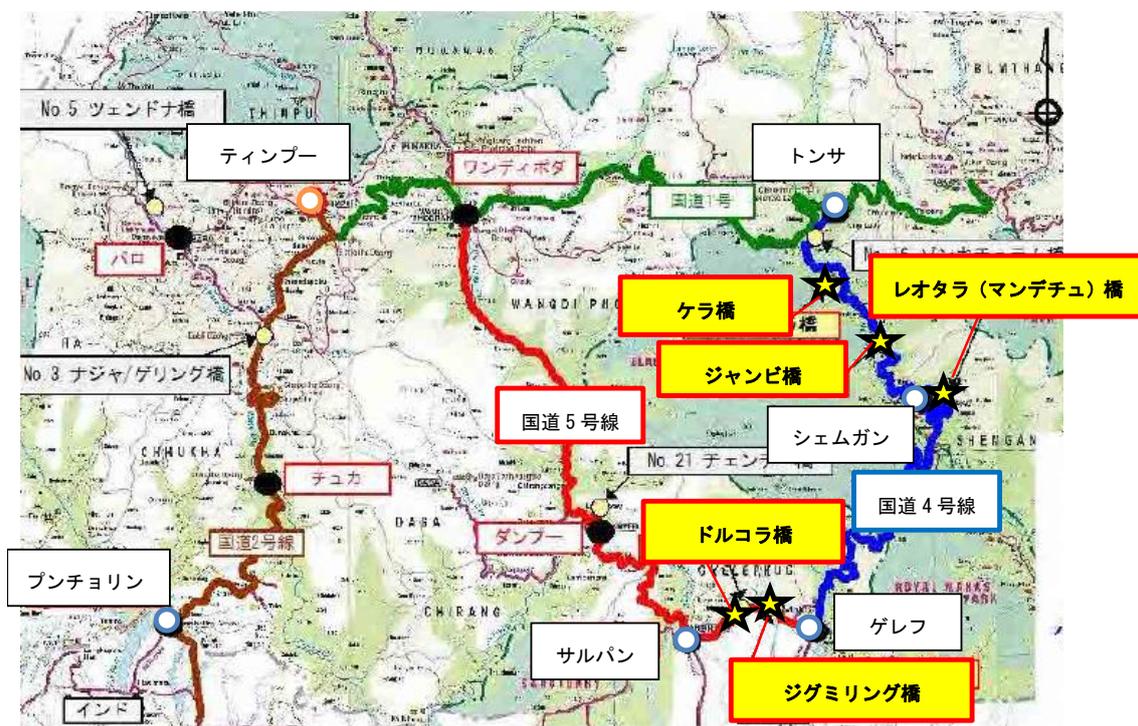
## 1.2 事業の概要

本事業は、ブータン国中部5橋（ドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋）において、サイクロンで破壊された橋梁を復旧することにより、地域住民のアクセス改善及び今後のサイクロン襲来に備えたアクセス確保を図り、もって安定した人・物資の輸送と地域住民の生活改善に寄与する。

---

いることから、DORをはじめプロジェクト関係者は「マンデチュ橋」を「レオタラ橋」と呼んでいる。本報告書では以降、「レオタラ橋」と表記する。

供与限度額/実績額		1,019 百万円 / 999 百万円
交換公文締結/贈与契約締結		2011 年 8 月 / 2011 年 8 月
実施機関		公共事業・定住省道路局 (DOR)
事業完成		2014 年 6 月
案件従事者	本体	大日本土木株式会社
	コンサルタント	株式会社アンジェロセック
基本設計調査		2010 年 11 月 ~ 2011 年 7 月
関連事業		<p><b>【技術協力】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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~2007 年)</li> <li>・ 橋梁施工管理及び維持管理能力向上プロジェクト (2016 年~2019 年)</li> </ul> <p><b>【無償資金協力】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 第二次道路建設機材整備計画 (1995 年)</li> <li>・ 道路建設機材整備拡充計画 (2003 年)</li> <li>・ 橋梁架け替え計画 (2001 年~2003 年)</li> <li>・ 第二次橋梁架け替え計画 (2005 年~2007 年)</li> <li>・ 第三次橋梁架け替え計画 (2009 年~2013 年)</li> </ul> <p><b>【その他国際機関、援助機関等】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世界銀行 : Rural Access Project (1999 年)、Bhutan Second Rural Access Project (2007 年)</li> </ul>



出所：JICA 提供資料（画像を一部加工）

図1 本事業対象橋梁（図中☆部分が対象橋梁の位置）

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

佐藤 美由紀（株式会社日本経済研究所）

### 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：2016年9月～2017年10月

現地調査：2017年1月16日～2月2日、2017年4月16日～4月26日

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

計画時は、ブータンの中期開発計画にあたる「第10次5カ年計画(2008年～2013年)」において、ブータンのような経済開発の途上にある内陸国においては、戦略的なインフラ整備の拡大が経済・社会の発展に欠かせないものであるとし、道路網の整備拡張・改

<sup>2</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

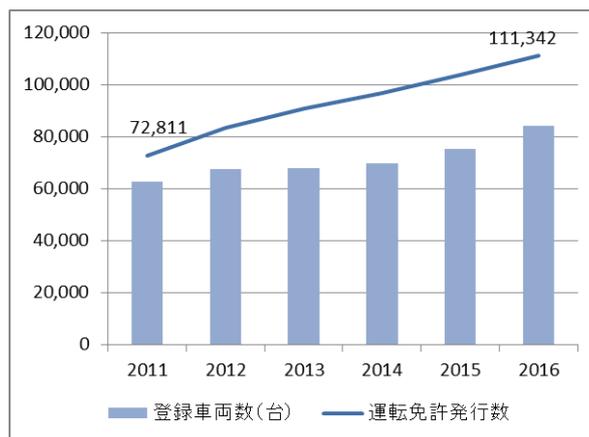
<sup>3</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

善を通じて国の安全と結束を強化するとしていた。事後評価時においても、「第 11 次 5 年計画（2013 年～2018 年）」において、道路網と橋梁の改善が重要とされ、アクセス向上とその結果による経済開発の促進や国の安全強化のため、橋梁の架け替えや新規敷設が計画に含まれている。また、陸路が主たる交通・輸送手段のブータンにおいては道路の拡張や改良に伴う、橋梁の改良も重要政策である。

したがって、本事業は、計画時及び事後評価時いずれにおいても、開発政策の中で道路や橋梁整備といったインフラ整備によるアクセス向上を目指す旨、謳われていることが確認できる。また、国内の道路・橋梁へのアクセスを改善することで国内の安全強化や経済開発の促進につながることも言及されていることから、ブータンの政策方向性と本事業は合致しているといえる。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時、本事業の対象地域はサイクロン等水災害によって道路や橋梁が損傷し、市場や病院等日常生活に必要な施設へのアクセスが制限された状況にあった。また、ブータンは国土が険しい山岳地帯であることから、道路・橋梁による交通が主要な交通手段であり、道路・橋梁の改良や建設のニーズは高かった。事後評価時においても災害対策や道路・橋梁の建設・改良ニーズは引き続き高いと考えられる。水文気象サービス局（Department of Hydro-Met Services、以下、「DHMS」とする）によると、ブータンの年間降水量の約 7 割が雨季（モンスーン）にあたる 6 月から 10 月に集中的に降るということであった。DOR では、ブータンでは集中豪雨による地すべりや洪水が頻発することから、大雨による川の増水や土砂災害によって損傷や不通のない安全な橋の建設は、災害対策として引き続き重要とのことである。また、ブータンでは運転免許保有者及び登録自動車台数が年々増加しており、道路安全交通局（Road Safety and Transport Authority）による 2011 年から 2016 年までのブータン国内の運転免許発行数及び登録車両台数統計を見ると、いずれも 6 年で約 1.5 倍の増加がみられる。年々増大する交通量に対応可能な、道幅の広い、車線数の多い道路の建設ニーズは高まっているものと考えられる。そのため、道路の拡張に伴い幅員の広い橋の建設も必要であり、引き続き橋の整備ニーズについても高いといえる。



出所：道路安全交通局統計

図2 ブータン国内の運転免許発行数及び登録車両数（2011年～2016年）

災害対策と交通量増加の背景も含め、道路や橋梁の改善は引き続きニーズが高いことから、本事業は、計画時及び事後評価時において、ブータンの道路・橋梁は開発ニーズと一致しているといえる。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

計画時の2011年度の「ODA白書」では、日本が開発途上国の道路・橋梁などの輸送網の整備を支援することで、その国の貧困削減や経済発展を加速させることを方針として示している。ブータンにおいても同年度の「対ブータン事業展開計画」において、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、道路網・橋梁整備への支援を行っていくことを表明した。また、同計画では、「南西アジア広域支援」としてブータンの災害対策を重要視しており、サイクロンにより破壊された橋梁などの復旧について、防災・災害復興支援無償、草の根無償資金協力を通じた支援を行うほか、今後の支援を検討するとしていた。

よって、本事業は計画時における日本の援助政策と整合していたといえる。

以上より、本事業の実施はブータンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

## 3.2 効率性（レーティング：②）

### 3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画時と実績については表1及び表2のとおり、いずれも予定通りの内容で建設された。

ドルコラ橋、ジグミリング橋はコンクリートを圧縮することにより強度を上げた「プレストレスト・コンクリート橋（以下、「PC橋」という）」を採用し、建設された。また、計画時は含まれていなかったものの、将来にわたる河川の流石による橋脚の損傷を防止する

ため、事業開始後、追加工事として橋脚の周囲にコンクリートで防護工を施した。

表1 ドルコラ橋、ジグミリング橋における本事業のアウトプットの計画と実績

	計画時 (2011年)	実績 (2014年)
橋梁形式	プレストレスト・コンクリート橋(PC橋)	計画通り
橋長	70.0m	計画通り
幅員	7.0m(2車線)	計画通り
日本側担当事項	橋の建設	計画通り (橋脚に防護工を追加実施)
ブータン側担当事項	旧橋の撤去	計画通り

出所：JICA 及び実施機関提供資料

(建設前：旧ドルコラ橋)



(建設後：ドルコラ橋)



(建設前：旧ジグミリング橋)



(建設後：ジグミリング橋)



(JICA 提供資料)

レオタラ橋、ケラ橋、ジャンピ橋についても、表2のとおり、計画通りの内容で建設された。この3橋はいずれも旧橋は人道吊橋であったが、本事業において車両の通行が可能な鋼鉄橋が建設された。

表2 レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋における本事業のアウトプットの計画と実績

橋梁名	計画時 (2011年)			実績 (2014年)		
	レオタラ橋	ケラ橋	ジャンビ橋	レオタラ橋	ケラ橋	ジャンビ橋
橋梁形式	ベイリー吊橋	ベイリー橋 <sup>4</sup>		計画通り	計画通り	
橋長	103.7m	49.5328m		計画通り	計画通り	
幅員	3.277m (1車線)	3.277m (1車線)		計画通り	計画通り	
日本側担当事項	下部工(橋台・橋脚・杭などの土台部分)と護岸工(橋台の保護)の施工			計画通り		
ブータン側担当事項	・上部工(床板など土台より上の部分)の材料調達、建設 ・旧橋の撤去			・旧橋撤去は3橋とも未実施。 ・それ以外は計画通り		

出所：JICA 及び実施機関提供資料

(建設前：旧レオタラ橋) ※囲み部分



(建設後：レオタラ橋)



(建設前：旧ケラ橋)



(建設後：ケラ橋)



<sup>4</sup> ベイリー橋はあらかじめ工場等で組み立てられた部材を使って組み立てた車道橋である。もともとは軍隊が一時的に利用する仮設橋として建設される橋だが、特別な重機や器具を使わず手作業で組み立てられる点から、本事業のように通常使用の橋として建設されることもある。なお、「ベイリー吊橋」はベイリー橋をワイヤーで固定したもの。

(建設前：旧ジャンビ橋)



(建設後：ジャンビ橋)



(JICA 提供資料)

一方で、ブータン側の対応事項となっていた旧橋の撤去については3橋とも実施されず、事後評価時点でも旧橋が残っている状態であることが確認された。

これらの残された3つの旧橋のうち、旧ジャンビ橋は鋼鉄プレートを使った吊橋で、事後評価時の現地視察の際も時折人の通行が見られるほど状態がよい。そのため、DORは、ゲオク<sup>5</sup>(郡)内他地域へ移設を予定しており、移転先が決まり次第現在地からは撤去されることとなっている。旧レオタラ橋はDORでは、現在のレオタラ橋が落石等による損傷によって不通になった場合または今後大型車両の通行が増加することで歩行者が車両と同時にレオタラ橋を渡ることが困難な場合の、歩行者のためのバックアップ用の橋として、今後も現在地にて保存する方向で話が進められている。旧ケラ橋については、本事業の施工管理を担当したコンサルタントの話では、新ケラ橋建設工事実施前に旧ケラ橋の撤去について住民に説明した際、住民から反対意見は特段出なかったとのことであった。しかし、DORによると、新橋建設後に旧橋の撤去作業を開始しようとしたところ、旧橋の建設に参加した住民が反対の声を上げはじめたとのことで、現在も撤去していない。反対の理由は実際に旧橋の建設に関わった住民が、自分たちの努力の結果ともいえる橋をそのまま残しておきたい、という心情的な面が大きい。風化等により橋の半分が崩落し、物理的に渡れる状態にない状態で残っていること、現在の農道から外れた場所にあることから、誤って人が立ち入り、橋を渡ろうとする可能性は低い。

現時点で撤去されていない橋があるものの、現状、残しておくことで住民の安全が脅かされる恐れは低く、マイナスの影響は特段発生していないと考えられる。そのため、効率性に影響するものではないと判断する。

---

<sup>5</sup> ブータンの行政単位。ゲオク(郡)は複数の村の集合体(チオク)から成り、複数のゲオク(郡)が集まって「県」になる。



レオタラ橋（奥）と並んで現存する  
旧レオタラ橋（手前）



現存する旧ケラ橋

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

本事業の日本側費用とブータン側費用を合わせた総事業費の実績額は表3のとおり、1,131 百万円で計画内に収まった。日本側及びブータン側のいずれの事業費についても予定内に収まっており、総事業費は計画額の 96%であった。なお、旧橋 3 か所の撤去が予定通り実施された場合はおよそ 100 万円の増額になるが、その場合でも実績額は計画額より下回る金額となる。

表 3 総事業費

項目	(単位：百万円)	
	計画	実績
日本側	1,019	999※2
ブータン側	160※1	132※3
総事業費（日本側+ブータン側）	1,179	1,131（計画比 96%）

出所：JICA 及び実施機関提供資料

注：百万円未満は切り捨て

※1 事業事前評価表の金額

※2 ドルコラ橋、ジグミリング橋の追加工事（防護工）費用含む。

※3 80 百万ニュルタムを 2011～2014 年期間平均為替レート 1.65 円（IMF）より日本円相当額を算出。

#### 3.2.2.2 事業期間

本事業の計画期間は計画の 25 カ月に対し、計画比 140%の 35 カ月であった。レオタラ橋のブータン側の工事開始が遅れたことが要因である。

レオタラ橋のブータン側工事の開始が遅れた理由として、DOR からは、上部工建設前に大雨による土砂災害が発生し、建設資材置場に保管されていた橋梁建設用の資材の一部が損傷を受け、資材の再調達が必要になったためとの説明があった。資材の再購入には政府調達の手続きが必要のため、発注までに時間がかかったことに加え、資材再購入費用を DOR とトンサ県のどちらが負担するかの協議が長期化したため<sup>6</sup>、

<sup>6</sup> 最終的にトンサ県が負担することで合意した。

結果として工事の開始が1年遅れた。

表4 事業期間

計画	実績	計画比
25 カ月 (2011年8月～2013年8月)	35 カ月 (2011年8月～2014年6月)	140%

注：事業完成は、日本側、ブータン側双方の工事が完了し、橋の供用を開始した時点とした。なお、計画時には、ブータン側の工事については日本側の工事が完了し（計画：2013年5月）、ブータン側に引き渡してから3カ月以内に完了するとしていた。

なお、日本側の工事は計画より1カ月早い2013年4月に完了した。また、DORによると、ブータン側の工事についても開始時期は遅れたものの実質的な工事期間は2カ月であったとの説明があったことから、計画時に想定された3カ月の工事期間内に完了したと考えることができる。

以上より、本事業はアウトプット及び事業費についてはおおむね計画どおりであったものの、事業期間が計画を上回ったことから、効率性は中程度である。

### 3.3 有効性<sup>7</sup>（レーティング：③）

#### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

運用指標は、表5に示すとおり、車両通行重量及び車線数ともに目標値（40t/24t、2車線）をクリアしている。各橋の車線数や車両通行の可否についても計画通りであることを事後評価時の現地での調査において確認した。なお、ドルコラ橋、ジグミリング橋は能力的には100tまでの車両が走行可能だが、DORの説明によると実際の通行は周辺橋の通行可能重量を考慮し、現在は40tが最大重量として推奨されている。

表5 運用指標

指標	基準値		目標値		実績値	
	2010年	2016年	2014年	2017年	2014年	2017年
	計画年	事業完成 3年後	事業完成年	事業完成 3年後	事業完成年	事業完成 3年後
ドルコラ橋/ジグミリング橋			ドルコラ橋/ジグミリング橋			
通行可能な車両重量	18t	40t	100t※	100t※		
車線数	1車線	2車線	2車線	2車線		
レオタラ橋/ケラ橋/ジャンピ橋			レオタラ橋/ケラ橋/ジャンピ橋			
車両通行	不可/人道橋	可 (24t)	可 (24t)	可 (24t)		

出所：JICA 提供資料、実施機関提供資料

※インドの耐荷重量基準“IRC Class 70R”の、当該橋におけるトン (t) 換算値。

<sup>7</sup> 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

効果指標は、表 6 に示すとおり、事業完成年及び事業完成 3 年後において、目標値 (260km) よりも短い距離を達成した。これは、国道 5 号線全体にかかる道路改良工事及び同路線上のドルコラ橋・ジグミリング橋を含む複数の橋梁や道路の改良がこれまで実施された上での距離短縮である。ドルコラ橋・ジグミリング橋の建設は、距離の短縮に一部関与したものの、影響としては大きくないものと考えられる。

表 6 効果指標：各県のゾン（行政施設）間の距離

指標	基準値	目標値	実績値	
	2010 年	2016 年	2014 年	2017 年
	計画年	事業完成 3 年後	事業 完成年	事業完成 3 年後
ゲレフ～ティンブー間の走行距離 (ドルコラ橋、ジグミリング橋を通過)	370km	260km	257km	257km

出所：実施機関提供資料

なお、参考指標として、①各橋のアクセス時間の変化、及び②橋近辺の車両通行量について調査した。

#### ①各橋のアクセス時間の変化

各橋を利用した目的地へのアクセス時間の変化は表 7 及び表 8 のとおりである。

現地でのヒアリング及び受益者調査<sup>8</sup>いずれにおいても、ドルコラ橋及びジグミリング橋を経由したゲレフ～サルパン間のアクセス時間については、新橋建設前後で大きな変化はみられなかった。近隣住民によると、旧橋はもともと車両通行可能な橋であり、当時は通行する車両も多くはなかったため、渡るまでにかかる時間はそれほど長いものではなかったとのことである。

レオタラ（マンデチュ）橋、ケラ橋、ジャンビ橋については、ヒアリング及び受益者調査結果のとおり、目的地まで車で行けるようになったことでトンサ市街までのアクセス時間に大きな改善がみられた。また、新橋建設前は旧橋が人道吊橋で車両等が渡れなかったため、橋を利用せず迂回していたケースもあったが、新橋建設後は橋を渡っての移動が可能となり、その結果移動時間が短縮された。

<sup>8</sup> 2017 年 2 月に各橋周辺の企業や住宅を訪問、または各橋を通過する車両運転手に対しインタビュー形式で調査実施。有効回答数 100 名（男性 59 名、女性 41 名）、回答者の年齢（20 歳未満 3 名、20～29 歳 20 名、30～39 歳 38 名、40～49 歳 25 名、50～59 歳 7 名、60 歳以上 7 名）、居住地または勤務地（トンサ県 54 名、サルパン県 39 名、シムガン県 6 名、その他 1 名）、利用橋梁（ドルコラ橋 40 名、ジグミリング橋 40 名、レオタラ橋 20 名、ケラ橋 20 名、ジャンビ橋 20 名※複数回答あり）質問事項：利用橋梁、橋梁利用目的（目的地）、目的地までのアクセス時間（建設前及び建設後）、建設後の通行止めの有無、建設による経済効果など。なお、受益者調査結果に男女の差は見られなかった。

表7 参考指標①アクセス時間の変化：各橋の平均アクセス時間の変化

ゲレフ～サルパン間平均到達時間  
(ドルコラ橋及びジグミリング橋利用)

橋梁名	新橋建設前	新橋建設後
ドルコラ橋、ジグミリング橋	36分(車)	30分(車)

(受益者調査結果)

各ゲオク(郡)～トンサ市街間平均到達時間  
(レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋)

橋梁名	新橋建設前	新橋建設後
レオタラ橋	11.5時間(徒歩)	3.85時間(車)
ケラ橋	11.45時間(徒歩)	2.75時間(車)
ジャンビ橋	11.25時間(徒歩)	2.9時間(車)

(受益者調査結果)

表8 参考指標②アクセス時間の変化：橋梁通行による周辺施設へのアクセス時間(例)

職業	経路 (利用する橋)	移動時間	
		新橋建設前	新橋建設後
雑貨店店員	店舗～仕入れ先(ゲレフ市内) (ドルコラ橋・ジグミリング橋)	30～40分 (車)	変化なし
国立公園職員	事務所～国立公園内事務所 (レオタラ橋)	5～6時間 (徒歩)	2時間 (車)
農業	自宅～農場(牛舎) ※牛を連れての移動 (ケラ橋)	1日 (徒歩)	半日 (徒歩)
建設作業員	自宅～建設現場(トンサ市内) (ケラ橋)	1日 (徒歩)	3時間 (車)
医師	ジャンビ村～トントンペイ BHU-1 (ジャンビ橋)	3時間 (徒歩)	30分 (車)

出所：現地ヒアリング結果

※ 新橋建設前は牛を連れて橋が渡れず、迂回して目的地まで向かっていたが、建設後は新橋を利用することで、より早く目的地に到着可能となった。

## ②橋周辺の車両通行量の変化

周辺住民へのヒアリングによると、ドルコラ橋、ジグミリング橋の交通量は新橋建設前に比べ、建設後増加したとの回答が多く寄せられた。実際に、DOR サルパン県事務所が2011年及び2016年に実施した、ジグミリング橋を観測点としたゲレフ～サルパン間の交通量調査によると、建設前の2011年は1日平均130台(上り及び下り合計<sup>9</sup>)であったのに対し、2016年は1,371台(同)と、通行量が10倍に増えた。交通量が増えた背景には、両橋が設置されて以降、各橋の周辺に企業や学校、店舗等が増えたことでバスやタクシー等の往来が増えたこと、国道5号線上の他の橋についても、橋の架け替えが進み、それに伴い車両移動の利便性が高まったことが考えられる。

レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋についてはもともと車両通行が不可能な人道吊橋であったが、新橋建設後は車両の通行が可能となった。DOR トンサ県事務所によると、レオタラ橋の1日平均車両通行台数は20台から30台とのことである。

<sup>9</sup> 2月及び9月の観測期間内上下線合計値を観測日数で割って1日当たりの平均値を出したもの。

### 3.3.2 定性的効果（その他の効果）

#### 災害時のアクセス改善について

本事業の対象橋梁付近の住民及びDOR 各県事務所によると、トンサ県、サルパン県では、例年6月から10月のモンスーンの時期は集中豪雨により河川が氾濫し、そのたびに複数の橋が流される状況にあるという。その中で、本事業で建設された橋は、レオタラ橋が2016年10月に発生した落石による損傷<sup>10</sup>を受けた1回を除き、建設後一度も災害による橋の通行止めはないことが、DOR サルパン県事務所の記録及び受益者調査によって確認された。現地調査で話を聞いた周辺住民からは、対象橋梁を「災害に強い橋」と認識しているとの声が聞こえた。したがって、災害時のアクセス改善を目指した本事業の目的は達成したといえる。

#### **BOX 1 : 「災害に強い橋」**

橋の近隣住民及びDOR サルパン県事務所によると、ドルコラ橋、ジグミリング橋の建設されているサルパン県は、乾季の間は川の水がほとんどない状態だが、雨季になると集中豪雨により河川の水量が一気に増大し、通行不能や流されてしまう橋が多いという。

DHMSによると、2016年7月下旬に発生した集中豪雨では、設定された危険水位よりも高い位置まで増水した川が多く、そのために多くの道路や橋が流され、通行不能となった。また、サルパン市街が浸水し、多くの住民が自宅から避難した。DOR サルパン県事務所及び近隣住民によると、ドルコラ橋、ジグミリング橋についても、当時、通常の川の水位よりも2~3m高い位置まで増水したが、どちらの橋も通行止めにはならず、豪雨の後も問題なく通行できる状態であったとのことである。多くの道路や橋が通行不可能になった中で損傷も通行止めも発生しなかったことから、住民らは両橋を「災害に強い橋」と認識しているようである。

設計及び施工管理を行ったコンサルタントは本件について、算出した河川の増水予測値よりも高く橋を設計したことが奏功したのではないかとコメントしている。「設計が災害に勝利した」好例といえる。

<sup>10</sup> 橋を支えるワイヤーの留具（パーツ）が外れ、橋が傾いたため一時車両通行止めになった。しかし、DOR 及び橋周辺の建設作業員によると、改修工事は短期間（約1カ月）で完了し、現在は車両も通行可能である。



河川が増水した際のジグミリング橋（手前は旧橋の橋脚。近隣住民提供）

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

##### (1) 住民生活の改善

国立統計局が発表した2015年統計によると、ドルコラ橋、ジグミリング橋のあるサルパン県と、レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋のあるトンサ県の、それぞれの人口に対する農業従事者（農民）の割合はサルパン県が約3割と国内全体平均と同水準、トンサ県が約8割で国内平均を大きく上回っており、どちらの県も住民に占める農民の割合が高い。新橋建設前（2011年）と建設後（2015年）の、2県の農業統計を比較したところ、表9のとおり現金収入のあった農民の割合が2011年と比較して2015年は増えていた。本統計は県全体のデータのため、本事業との直接の因果関係は検証できないものの、架け替えられた橋梁が農産物を含む物資の輸送の効率化や住民の生活改善に一定の貢献をしたことが想定される。また、受益者調査においても、表10のとおり、9割以上の回答者が、新橋建設前に比べ、生活物資が質・量ともに改善したと回答した。

表9 現金収入のあった農民の割合

	2011年	2015年
サルパン県	29%	39%
トンサ県	33.7%	42%

出所：農業統計2011年及び2015年

注：現金収入とは、農作物の販売を含めた事業活動によって得た収入を指す。

表10 新橋建設前後の生活物資の量及び質の変化（5橋全体）

	大幅に改善した	多少改善した	変化なし	悪くなった
量	88%	12%	0%	0%
質	70%	29%	1%	0%

出所：受益者調査結果

上記結果に加え、前述の「3.3.1②橋梁付近の車両通行量の変化」及び後述の「(2)大型交通の活性化」での言及のとおり、新橋建設後、近隣に企業や学校などの施設が増えたことから、新橋建設後は人やモノの往来が活発になり、住民にとっては生活物資の入手が容易になったと考えられる。

また、新橋の建設は、住民が急病や大けがなどの緊急時における医療施設<sup>11</sup>への救急搬送においても役立っている。(BOX 2 参照)

### BOX 2 : 新橋建設前後の救急搬送状況

JICA は 2012 年と 2016 年の 2 回、ブータン各地の医療施設に対し、救急車を供与した<sup>12</sup>。その中で、サルパン県のゲレフ総合病院とトンサ県のトントンペイ BHU-1、及びシエムガン県のイエベレツァ病院の 3 施設は、本事業の対象橋梁を利用して患者を救急車搬送している。対象となる医療施設と利用橋梁をまとめると下表のとおりである。

表 対象橋梁を利用している救急車供与対象医療施設

医療施設名	救急車供与年	利用橋梁	橋の利用場面	橋の利用頻度
ゲレフ総合病院 (サルパン県)	2016 年	ドルコラ橋、ジグミリング橋	ゲレフ～ティンプーの患者搬送	306 回 (2016 年実績)
イエベレツァ病院 (シエムガン県)	2012 年	レオタラ橋	村から病院への患者搬送	月平均 3 回程度
トントンペイ BHU-1 (トンサ県)	2016 年	ケラ橋、ジャンビ橋	村から BHU への患者搬送	ケラ橋 3 回、ジャンビ橋 5 回 (2016 年 7 月～2017 年 1 月実績)

出所：現地関係者ヒアリング及び提供資料

ゲレフ総合病院では、脳外科手術など高度医療技術を必要とする患者の場合はドルコラ橋・ジグミリング橋を経由してティンプーにある国立中核病院へ救急車で搬送を行っている。救急車運転手によると、ゲレフ総合病院からティンプーの国立中核病院まではおよそ 250km あり、患者の容体にあわせて 8 時間から 14 時間かけて搬送しているという。また、ドルコラ橋、ジグミリング橋の建設で、ゲレフからサルパンまでの約 30km の区間（所要時間約 35～40 分）について、患者をより安全に、安定した走行で搬送できるようになったと話している。

レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋は、現在の橋が建設される前は車両通行が不可能な人道吊橋であった。レオタラ橋経由で患者が搬送されるイエベレツァ病院の救急技術士（救急搬送の調整や救急車内での患者の応急措置などを行う看護師）によると、当時は救急隊員が徒歩で患者を村まで迎えに行き、救急車が待機する車道まで患者を背負って徒歩で移動し、そこから救急車に乗せて病院まで搬送していたという。村から病院までの所要時間は村から最も近い車道まで徒歩で 4～5 時間、車道から病院まで救急車でさらに 25～30 分かかっていた。病院から村へ患者を迎えに行く時間も含めると、一人の患者の搬送に半日

<sup>11</sup> ブータンの医療施設には「BHU (Basic Health Unit)」と「病院」がある。BHU はゲオク (郡) ごとに設置されている診療所で、医師が常駐する BHU-1 と医師が定期巡回する BHU-2 がある。BHU で対処できない患者は市内の病院へ搬送される。また、市内の病院で対処できない重症患者はゲレフ等主要都市に置かれる「総合病院 (General Hospital)」へ搬送され、さらに脳外科手術等高度な技術を伴う医療行為が必要な患者は、ティンプーにある国立中核病院 (National Referral Hospital) へ搬送されることになっている。

<sup>12</sup> 第一次および第二次救急車整備計画

以上かかっていたことになる。現在は橋と農道が整備され、村まで直接車で向かうことができることから、村から病院まで片道平均 35 分～40 分ほどで到着するという。

ドルコラ橋、ジグミリング橋に比べ、レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋経由での患者の搬送件数自体は少ないものの、車両通行が可能な橋が建設されたことにより、搬送時間が大幅に改善され、搬送される患者やその家族、病院職員の身体的・精神的な負担の軽減に大きく貢献している。



ジャンビ橋を通過して患者を搬送する救急車

上記結果により、新橋の建設によって人やモノの往来が活発になり、物資の質及び量が向上した。また、車両利用により移送効率が上がったことで、医療施設における患者の緊急搬送が安全かつ短時間で行うことが可能となった。よって、住民の生活環境は新橋建設後改善したといえる。

### (2) 大型交通の活性化（ドルコラ橋、ジグミリング橋）

3. 3. 1 ②のとおり、橋建設前の 2011 年に比べ、2016 年は車両交通が増えている。それに伴い大型車両（車両重量 10t 以上のバス、トラック等）の交通量も増えており、2011 年は 1 日平均 46 台であったところ、2016 年は 224 台まで増加した。また、ジグミリング橋付近に建設中のジグミリング工業団地は 2017 年 7 月から稼働を予定しており、新聞報道<sup>13</sup>によると、およそ 756 エーカー（306km<sup>2</sup>）の敷地に食品加工業、製材業等を中心に入居予定とのことである。工業団地への輸送や従業員の移動のため、ドルコラ橋・ジグミリング橋を利用するトラック・バス等の大型車両の通行は更に増えるものと予想される。

### (3) 橋の走行性・安全性（ドルコラ橋、ジグミリング橋）

受益者調査において、ドルコラ橋・ジグミリング橋を通行した車両運転の回答者全員が、新橋建設後の走行性は建設前より快適になったと回答している。また、通常、ドルコラ橋

<sup>13</sup> Business Bhutan, 2016 年 6 月 23 日付記事

及びジグミリング橋近辺で交通事故が発生した際はDORサルパン県事務所に警察から報告されることになっているが、DORサルパン県事務所によると、新橋建設から2017年4月時点までに警察からDORサルパン県事務所に事故の報告があったのは、2016年11月に発生したジグミリング橋の欄干に車が衝突した1件のみとのことである。道路の拡張工事や他の橋の架け替え等で全体的に橋の走行性・安全性が向上したことも交通事故減少の要因の一部と考えられる。したがって、新橋建設後の両橋の走行性・安全性については、入手データや受益者調査結果から、建設前よりも改善されていることがわかる。

#### (4) 資機材輸送効率（ドルコラ橋、ジグミリング橋）

ドルコラ橋、ジグミリング橋の周辺企業へのヒアリングにおいて、両新橋建設後、通行可能な車両重量が40tになったことで、これまで橋の耐荷重量に合わせてパーツを分解して運ばなくてはならなかった機材を、分解せず一度に運べるようになったという声があった。また、DORによると、ブータン南部の東西を結ぶ南部東西道路について、現在工事が未着工となっているゲレフと東部都市パンバンを結ぶ区間と、サルパンと西部都市ラモイジンカをつなぐ区間が「第12次5カ年計画（2018年～2023年）」において整備対象となる予定であるとのことから、将来において建設期間中の資機材運送や建設後の東部と西部をつなぐ輸送効率において、両橋の貢献が期待できる。したがって、両橋は資機材輸送効率の向上に貢献しているといえる。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

#### (1) 自然環境へのインパクト

橋を管理するDORトンサ県事務所及びトンサ県農業局は、本事業対象の5橋のうち、レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋は国立公園にかかる位置に建設されているが、いずれも自然環境への影響のない場所での建設のため問題ないと説明している。また、DORによると、建設中に発生した廃棄物については、専用の廃棄場に集積し、建設現場外の川や水路への放出を防ぐなどしたとのことである。同様に、DORは工事完了後は迅速かつ適切に廃棄場から廃棄物を撤去したと説明している。そのため、工事中・供用時の環境への負の影響は見られなかった。

したがって、自然環境へのインパクトは生じていないものと考えられる。

#### (2) 住民移転・用地取得

5橋とも、既設橋の架け替えを目的として建設されたものであり、もともと住居はなかったことから、住民移転や用地取得は発生していない。

#### (3) その他のインパクト

##### アクセス改善における貧困状態の改善

アクセス改善における貧困状態の改善については、新橋建設によって人や物資の往来が

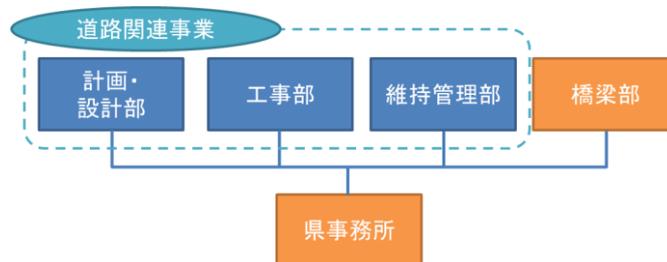
活発になり、雇用の創出もあったことから、住民の貧困改善にも一定のプラスの影響があったものと考えられる。周辺住民へのヒアリングや受益者調査結果を総合すると、橋周辺に企業などが増えたことで雇用が創出され、それに伴い橋を渡り就労する住民が増え、農業収入以外の収入獲得手段を得られるようになった。受益者調査においても回答者の 88% が新橋建設後に自身の経済状況が改善したと回答した。

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。

### 3.5 持続性（レーティング：②）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関である DOR の組織図は図 3 のとおりである。首都ティンプーには、道路関連事業を担当する計画・設計部、工事部、維持管理部と、橋梁の調査、設計、建設、メンテナンス、県事務所への技術指導を実施する橋梁部の 4 部門がある。また、全国各地の道路や橋梁の日常的な維持管理業務はこれら 4 部門の指導のもと、全国の県事務所が担当している。



出所：実施機関ヒアリング結果より作成

図 3 DOR 組織図

本事業の対象橋梁 5 橋は、表 11 のとおり、橋が建設された道路の種類によって維持管理を行う組織が分かれている。国道上にあるドルコラ橋、ジグミリング橋及び GC 道路<sup>14</sup>上にあるレオタラ橋は DOR が、農道上に建設されたケラ橋とジャンビ橋はトンサ県が管理している。

<sup>14</sup> GC 道路とは「ゲオク接続道路（Gewog Connectivity Road）」の略称であり、ゲオク（郡）の行政施設へとつながる道路である。なお、GC 道路は 2015 年より県から DOR の管轄となった。

表 11 各橋における維持管理組織体制

対象橋梁	道路	維持管理担当	詳細
ドルコラ橋	国道	DOR サルパン県事務所	・ 管理員 (National Work Force) による清掃・状態チェック (各橋 1 名 <sup>15</sup> ) ・ 各橋の地域担当サイトエンジニア 2 名 (県事務所職員) による清掃状況、状態チェック
ジグミリング橋	国道	DOR サルパン県事務所	
レオタラ橋	GC 道路	DOR トンサ県事務所	
ケラ橋	農道	トンサ県	・ 橋周辺の住民による清掃 (複数名) ・ ゲオク <sup>16</sup> (郡) 担当エンジニア 1 名 (トンサ県職員) による定期チェック
ジャンビ橋	農道	トンサ県	

出所：ヒアリング結果

DOR が管理するドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ橋は DOR の各県事務所が管理している。管理員による清掃と県事務所職員 (サイトエンジニア) による橋・道路の状態確認という維持管理体制は、ブータン国内で DOR が管理するすべての橋・道路において行われている。

ケラ橋、ジャンビ橋を管理するトンサ県では、通常、各橋の近隣住民が橋及び農道の清掃を行っている。修繕が必要な場合はゲオクから県に要請を出し、ゲオク担当エンジニアが現地を訪問して修繕方針を立てた上で、県職員の技術者が修繕作業を実施することになっている。

DOR 及びトンサ県ともに維持管理にかかる組織上の体制は表面上整ってはいるものの、トンサ県については実態が伴っていない状態にある。県の職員であるゲオク担当エンジニアは複数の村の集合体であるゲオク内すべてのインフラ施設 (道路、橋、水道など) の整備を担当するが、ゲオクに対して 1 名しか任命されず、一人にかかる業務負担が大きく橋の維持管理にまで手が回らないという声が聞かれた。また、不在時のバックアップ要員も全体 (5 名) に対して 1 名と、複数名が不在の場合の体制が十分であるとはいえない。

したがって、運営・維持管理の体制は一部課題があるといえる。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

各橋の維持管理マニュアルの有無や作業内容は表 12 のとおりである。

<sup>15</sup> 通常は道路 2km に対し 1 名の管理員が任命されており、担当区域に橋がある場合はその橋も含めて日常の維持管理を行うことになっている。一方、国道上のドルコラ橋及びジグミリング橋についてはそれぞれに橋専任の管理員がおり、橋および橋につながるアクセス道路の維持管理を担当している。

<sup>16</sup> 「ゲオク (郡)」は県の下にある行政単位である。トンサ県には 5 つのゲオク (郡) があり、ひとつのゲオク (郡) には複数の村の集合体 (「チオク」と呼ばれる) がある。

表 12 維持管理マニュアルの有無と作業内容

橋梁名	管轄	マニュアル	作業内容
ドルコラ橋	DOR サルパン県事務所	あり (PC 橋専用マニュアル)	マニュアルに即した維持管理業務を実施
ジグミリング橋			
レオタラ橋	DOR トンサ県事務所	なし	橋の清掃、損傷個所のチェック
ケラ橋	トンサ県(実際の作業は ゲオク)	なし	橋の清掃、農道の草刈り、排水溝の整備
ジャンビ橋			

出所：DOR サルパン県事務所及びトンサ県事務所、ゲオク代表者へのヒアリング結果

ドルコラ橋、ジグミリング橋については本事業実施中にコンサルタントが作成した PC 橋専用マニュアルがあり、それに従い DOR サルパン県事務所のサイトエンジニアが各橋を担当する管理員に作業指示を出し、定期点検に役立てている。また、レオタラ橋を管理する DOR トンサ県事務所によると、レオタラ橋にはドルコラ橋、ジグミリング橋のようなマニュアルはないものの、管理員による日常の維持管理業務は平易な作業内容のため、現時点ではマニュアルなしでも問題なく維持管理業務が実施できているとのことであった。ケラ橋、ジャンビ橋の位置する各ゲオクの代表者によると、レオタラ橋を管理する DOR トンサ県事務所の回答と同様、作業内容は平易なものであり、現時点では技術的に問題はないとの回答であった。一方で、点検を担当する県のゲオク担当エンジニアについては、これまで橋の定期点検をしてこなかったことに加え、具体的にどのようなポイントで橋の状態をチェックしたらよいかかわからないという声があった。5名のゲオク担当エンジニアの多くがエンジニアとしての経験年数が1年～3年と浅い上、技能向上のための定期的な集合研修等の機会はほとんどないとのことであった。また、修繕作業を担当する技術者についても、橋梁の維持管理や修繕に関する技能研修の機会を得た者はいないとのことであった。組織による技術向上支援がほとんどない状態でのゲオク担当エンジニアの業務遂行については、今後の橋の状態の正確な把握が困難なことや技術向上のための能力強化の場が不足している点で課題がある。

なお、より効果的な維持管理業務のため、JICA の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」（以下、「CAMBRIDGE プロジェクト」という）が事後評価時点で行われており、コンサルタントと DOR によって橋の維持管理マニュアルを作成中であった<sup>17</sup>。マニュアルは 2018 年に完成予定で、完成後は DOR から DOR 県事務所及び各県に 2019 年中に配布される予定である。将来的には DOR 及び県において、マニュアルを活用した維持管理が行われることが期待される。

よって、運営・維持管理の技術については橋の維持管理におけるエンジニアの技術的知見や研修の機会が不足していることから、一部課題があるといえる。

<sup>17</sup> 対象橋梁は DOR 管轄の 273 橋（コンクリート橋、ベイリー橋、鋼鉄橋）だが、県で管理している橋にも該当する種類があることから、DOR 管轄以外の橋を管理する県とのマニュアルの共有やワークショップの参加が想定されている。事業期間は 2016 年 10 月～2019 年 9 月。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

ドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ橋については、DOR より毎年一定額の維持管理予算がつけられており、持続的な維持管理のための財源が確保されている。DOR は管轄するすべての車道橋に対し、表 13 のとおり、1 橋あたり年間 26,000 ニュルタムを維持管理費として予算配分している。支出例は表 14 のとおりで、例年支出は予算内とのことだが、予算額を超過する内容の場合は首都ティンプーの DOR 本部に相談の上、追加予算を請求することができる。また、2016 年実績のように、災害発生時の緊急支援のための予算も DOR 内で「モンスーン対策費」として確保しており、持続的な維持管理のための財源が十分確保されているといえる。

表 13 DOR 2016 年の年間予算  
(ドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ橋)  
(単位：ニュルタム/Nu)

サイクル	対象	維持管理費
1 年	橋梁※1 及びアクセス道路 (1 橋あたり)	26,000
3 橋合計額		78,000
(日本円換算額 = 127,000 円) ※2		

出所：実施機関提供資料

※1 橋梁は車道橋 (motorable bridge) が対象。

※2 為替レート：1Nu=1.62 円 (2016 年 IMF 平均レート)

表 14 DOR 維持管理費支出例  
(ドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ橋：実績)

年	資金用途	金額
2014 年	街灯 (ドルコラ橋、ジグミリング橋) 各 2 台	Nu. 38,000 (2 橋分合計)
2014 年 ～現在	街灯電気代 (ドルコラ橋、ジグミリング橋：設置以後毎年)	Nu. 12,000/年 (2 橋分合計)
2016 年	橋の修復 (レオタラ橋)	Nu. 310,000※

出所：実施機関提供資料

※維持管理費 + DOR が毎年確保しているモンスーン対策費の枠内で実施。

ケラ橋、ジャンビ橋については、管理主体であるトンサ県でも、維持管理を実質的に担当するゲオクでも、維持管理費用の確保はされていない。住民による通常の維持管理は原則無償で実行されているためである。費用を伴う修繕が発生した場合は、県もゲオクも現時点では国から交付された支援金の一部を財源に必要に応じ支出する予定である。一方で、県またはゲオクに交付される支援金の用途は毎年県内のゲオク代表者会議 (ゲオク向け支援金はゲオク内の村の集まりであるチオク内の代表者会議) で協議の上決定するものであるため、これらの橋の維持管理や修繕のために毎年確保できる保証はないとのことである。今後は経年劣化の修繕や劣化予防対策が必要になると考えられることから、毎年一定額の橋梁維持管理費用を予算計上することが、長期的な視点で見ても望ましい。そのため、財務持続性に一部課題があるといえる。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

ドルコラ橋、ジグミリング橋ともに状態は良好である。計画時に設定された点検内容と点検頻度は、事後評価時点で DOR の日常の維持管理業務または毎年の点検項目に含まれているため、表 15 のとおり、計画時に設定したタイミングによらず、むしろ計画時よりも高

い頻度で実施している。また、日常の維持管理業務（表中①～③及び⑤～⑥）は両橋にそれぞれ管理員が 1 名ずつ配置されており、担当管理員が橋及びアクセス道路の清掃と点検を行っている。

表 15 ドルコラ橋、ジグミリング橋の維持管理業務内容

点検内容	点検頻度 (計画)	点検頻度 (実績)	担当
① 排水設備の点検、清掃	毎年	毎日	管理員
② 伸縮継手の点検、清掃		毎日	管理員
③ 橋面の点検・補修		毎日	管理員
④ 支承の点検・清掃		毎週	DOR サルパン県事務所
⑤ 取付道路舗装の点検・補修		毎日	管理員
⑥ 取付道路側溝の点検・清掃		毎日	管理員
⑦ 鋼製高欄の補修	5 年ごと	毎週	DOR サルパン県事務所
⑧ 護岸の補修		毎年	DOR 本部
⑨ 道路マーキング塗り替え		毎年	DOR サルパン県事務所

出所：実施機関ヒアリング結果

レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋についても状態は良好である。レオタラ橋については、管理員による毎日の清掃と、週 1 回の DOR トンサ県事務所のサイトエンジニアによる状態点検が実施されている。ケラ橋とジャンビ橋は橋の近隣住民が年 3 回、定期的に清掃を実施し、トンサ県のゲオク担当エンジニアによって年 2 回（1 月と 7 月）、橋の状態を定期点検することになっている。ケラ橋、ジャンビ橋については、今後経年劣化による橋の状態の変化に対応するために、維持管理業務及び定期点検（モニタリング）の回数を増やすことを検討する必要があると思われる。また、各橋の状態について、維持管理責任者であるトンサ県は、現状は年 2 回の定期点検を実際はしていないとのことであった。定期点検を担当するゲオク担当エンジニアに定期点検の必要性について認識がなかったことと、橋に問題が発生した場合、ゲオクから県に報告されることになっているが、これまで通報がないため、県も問題ないとみなしていることが背景にあるとみられる。現在は両橋ともに状態は良好であるが、今後問題が発生しても最小限の修復で済むよう、ケラ橋、ジャンビ橋についても県による定期的な点検が必要であると思われる。

以上より、本事業の運営・維持管理は、DOR の体制、技術、財務、状態については問題ないものの、トンサ県については体制が構築されているもののバックアップを含めた体制が弱いことやそれに起因して橋の状態把握が不十分であること、橋の維持管理技術の習得機会の不足や維持管理費用を確保していないなど問題があるため、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は、サイクロンで破壊されたブータン国中部5橋（ドルコラ橋、ジグミリング橋、レオタラ橋、ケラ橋、ジャンビ橋）を架け替えることにより、地域住民のアクセス改善及び今後のサイクロン襲来に備えたアクセス確保を図り、もって安定した人・物資の輸送と地域住民の生活改善に寄与することを事業目的として実施された。本事業は計画時及び事後評価時のブータンの開発計画・開発ニーズに合致しているほか、計画時の日本の援助政策とも整合していることが確認され、事業計画やアプローチにも問題はなかったと考えられることから、事業の妥当性は高い。また、本事業の内容はおおむね計画通りに実施されており、そのための事業費についても計画内に収まっている一方、事業期間は計画を上回っていることから、事業の効率性は中程度といえる。有効性・インパクトについては、5橋とも「災害時のアクセス確保」という目的が達成されていること、ドルコラ橋・ジグミリング橋についてはコンクリート橋の建設により、橋の走行の安定性・安全性が向上し、トラックやバスなどの大型車両の通行が増加したこと、レオタラ橋・ケラ橋・ジャンビ橋は車両通行が可能となったことで輸送効率向上や目的地までのアクセス時間の大幅な短縮が実現したこと、いずれも高いと判断される。持続性については、DOR 管轄の橋については体制・技術・財務面において問題ないものの、トンサ県が管理する橋については点検の実施状況や維持管理にかかる体制・技術・財務・維持管理状況面すべてにおいて改善の余地があり、事業効果が持続する見込みは中程度であるといえる。

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

##### (1) トンサ県における橋梁維持管理業務体制の確立

トンサ県の中で橋梁の維持管理業務にかかる日常業務と定期点検の体制を確立し、県職員がゲオク住民の実施する維持管理業務内容や橋の状態を把握することで、今後の修繕や劣化予防も考慮した維持管理方針を策定する必要があると考えられる。現在はゲオク担当エンジニア1名が複数のゲオク内のすべてのインフラ施設（道路、橋、水道など）の整備を担当しているため、体制が手薄である。また、維持管理業務は住民に任せのみで現在は県による定期的なモニタリングができておらず、実際の維持管理内容の把握が不十分である。ゲオクに対し必要に応じて修繕にかかる体制構築や財政支援を行う必要性からも、県職員であるゲオク担当エンジニアが定期的にゲオクを訪れ、橋梁の状態確認と住民との維持管理業務内容の確認と問題の共有を行う体制の構築が必要である。また、CAMBRIDGE プロジェクトにおいて作成中の橋梁の維持管理マニュアルがトンサ県で配布された際は、県職員がゲオクの住民に維持管理業務内容とチェックポイントを具体的に説明できるよう、マニュアルの共同作成者である DOR による県職員へのトレーナー研修や説明会等の支援があると望ましい。

#### 4.2.2 JICA への提言

なし

### 4.3 教訓

#### 共通の橋梁維持管理体制の確立と業務の実施

本事業完了後の維持管理業務は、橋の設置道路の種類により、DOR の管理と県の管理に分かれることとなった。その結果、DOR が管理している橋と県が管理する橋とで維持管理の体制や財務状況等に差が出ることとなった。県が管理する橋については、住民の維持管理内容や橋の状態を確認するための県職員によるモニタリングが現在実施されていないため、橋の状態について県は詳細を把握していない。そのため、今後橋に問題が発生した際、修繕対応の遅れ（または放置）や不適切な修繕によって橋の状態が悪化する恐れがある。今後複数の機関が維持管理業務を実施する際は、可能な限り中心となる機関を定め、その機関の主導のもと、維持管理内容を複数機関で共通化することが望ましい。その際、中心となる機関主導のもと、共通の維持管理担当者向け研修の実施やマニュアルの作成・配布を行えばさらに効果的である。

以上