

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		サルパン県セルシオ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。本事業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 事業計画やアプ

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