

2021 年度案件別外部事後評価  
パッケージⅣ-2（アルゼンチン/チリ・ペルー・パキスタン）  
評価報告書

2023 年 2 月

独立行政法人  
国際協力機構（JICA）

株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン

評価
JR
22-51

## 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。

## 0. 要旨

「(科学技術) 南米における大気環境リスク管理システムの開発プロジェクト」(以下、「本事業」という)は、アルゼンチンとチリを対象に、オゾン層・紫外線量と火山灰等のエアロゾルの状態を監視・解析し、その結果を両国の気象局や関係機関へと準リアルタイムで提供する「大気環境リスク管理システム」を開発することを目標に実施された。本事業は計画時、完了時ともに両国の開発計画、開発ニーズ、日本の開発協力方針と整合している。実施機関の選定について課題を指摘できるが、妥当性を下げるほどとは言えず、本事業の妥当性・整合性は高い。本事業では両国の観測ネットワークが強化され、エアロゾルとオゾン・紫外線についての研究、大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発が進められた。しかし、大気環境リスク管理システムの開発は完了できず、プロジェクト目標の達成は部分的であった。上位目標は達成されていないが、本事業が強化した観測網による観測データが大気環境リスク管理やその関連研究のために使われている。よって、本事業の実施により一定の効果発現がみられ、有効性・インパクトはやや低い。本事業は事業費がほぼ計画どおり、事業期間が計画どおりであったが、成果の達成は部分的であったことから、効率性はやや低い。本事業で発現した効果の持続には技術面、財務面について一部に問題があり、改善・解決の見通しが不明である。よって、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、本事業の評価は一部課題があるといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図



アルゼンチン気象庁のライダー観測施設

## 1.1 事業の背景

アンデス地域は活火山が多く、噴火によって飛散した火山灰は、周辺地域の農作物に被害をもたらすだけでなく、火山から遠く離れた場所においても航空機の運航に深刻な影響を与える。航空機の安全な運航のためには、刻一刻と変化する火山灰の分布をモニタリングし、その動きを予想することが求められる。また、アルゼンチン及びチリ南部のパタゴニア地域は南極に近く、オゾンホール直下に入ることがしばしばある。紫外線は皮膚がんや白内障の原因となるが、通常はオゾン層が紫外線を吸収して日常生活が守られている。しかし、オゾンホール直下では地上に到達する紫外線量が増加し、当該地域の住民にとって深刻なリスクとなる。このため、オゾンホールのモニタリングとともに、紫外線量の正確かつタイムリーな測定に基づいた迅速で適切な対応が求められている。他方、アンデス及びパタゴニア地域を含む南半球においては、先進諸国が数多くある北半球に比べて、大気環境についての地上観測網の整備が立ち遅れており、十分な観測体制がなかった。

以上を踏まえ、アルゼンチンとチリの両国より、エアロゾル及びオゾン・紫外線という2つの大きな大気環境リスクをモニタリングし、適正に評価し、迅速に地域社会に警告できるシステムの構築を目的とする技術協力が要請された。これを受けて、本事業が地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）として2013年4月から2018年3月まで実施された。

## 1.2 事業の概要

上位目標	関係各省庁および各機関が紫外線、エアロゾル、その他大気環境要因によるリスク、損失を最小限にするために“大気環境リスク管理システム”を利用する。	
プロジェクト目標	“大気環境リスク管理システム”が開発される <sup>1</sup> 。	
成果	成果1	準リアルタイムエアロゾルモニタリングネットワークが開発される。
	成果2	エアロゾルの特性（主に発生源、種類、輸送経路、季節変化）が把握される。
	成果3	現存するオゾンと紫外線観測システム（ミリ波分光放射計、オゾンライダー <sup>2</sup> 、および他の関連測定器）の高精度化が図られる。
	成果4	モニタリングに基づき、オゾンホールの変動および低オゾン状態の空気塊の南米中緯度帯への拡散・混合過程が分析される。
	成果5	大気環境リスクに係る、統合解析システムが開発される。
	成果6	本プロジェクトで分析されたデータを関係各機関と共有するシステムが開発される。
日本側の事業費	341百万円	
事業期間	2013年4月～2018年3月	
事業対象地域	アルゼンチン、チリ（全土）	
実施機関	アルゼンチン：国防省防衛科学技術研究所（CITEDEF）レーダー応用研究局（DEILAP：当時はCEILAP）、気象局（SMN）	

<sup>1</sup> 「大気環境リスク管理システム」は「各観測点で得られた、オゾン、紫外線、エアロゾルの各種データがカウンターパート機関から関係各機関へと準リアルタイムで提供されるシステム」（事前評価表）。

<sup>2</sup> ライダー（LIDAR）はLight Detection and Rangingの頭文字をとったもので、「光検出と測距」ないし「レーザー画像検出と測距」のこと。光を用いたリモートセンシング技術の一つで、パルス状に発光するレーザー照射に対する散乱光を測定し、遠距離にある対象までの距離やその対象の性質を分析する。

	チリ：マゼラン大学、気象局（DMC） （注：両国気象局は2016年3月の中間レビュー調査以降、実施機関に加えられた）
その他相手国 協力機関など	なし
わが国協力機関	名古屋大学、国立環境研究所
関連事業	技術協力「オゾン層観測強化」（アルゼンチン、2004～2007）、技術協力「パタゴニア南部地域におけるオゾン層および紫外線観測能力強化と住民への伝達活動」（アルゼンチン、チリ、2007～2011）、「南半球大気質観測網による同化の実証的研究（専門家派遣、2009～2011）」、「オゾン層保護対策セミナーII」（課題別研修、集団研修、2007）

### 1.3 終了時評価の概要

#### 1.3.1 終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

プロジェクト目標の「大気環境リスク管理システムの開発」は概ね順調に進捗していると評価できる。同システムを構成する2つのITプラットフォーム、すなわち紫外線のためのGeo UVおよびエアロゾルのためのGeo Aerosolは、後者の開発がやや遅れているが、プロジェクト終了までには完成すると見込まれる。また、システム運営の前提となる安定的な常時観測体制に現状ではやや不安が残る。

#### 1.3.2 終了時評価時の上位目標達成見込み（他のインパクト含む）

上位目標達成の見込みは高い。プロジェクト終了までにGeo UVおよびGeo Aerosolを稼働させるスケジュールが立てられており、上位目標はプロジェクト期間内にも達成される可能性がある。

#### 1.3.3 終了時評価時の提言内容

##### （1）プロジェクト終了までの提言

- ・ エアロゾルに関するデータの確実かつ継続的な取得のため、ライダー運用環境を改善する。アルゼンチンのレーダー応用研究局（以下、「DEILAP」という）と気象局（以下、「SMN」という）はライダーの移管と運用体制についての合意を行う。
- ・ チリのプンタアレナスにおけるエアロゾルライダーに係る電源供給問題を解決する。
- ・ SMNへのメインサーバーの設置、及び、Geo AerosolとGeo UVの開発を完了させる。
- ・ 研究成果についての研究論文を執筆し国際ジャーナルに受理されるよう努める。
- ・ 両国気象局は協定を結んで観測データを共有し、緊密な連携を維持する。
- ・ 日本側は、確実にプロジェクト目標を達成するための投入を行う。

##### （2）プロジェクト終了後の提言

- ・ 持続的予算の確保と戦略的な研究の強化
- ・ 本プロジェクトの成果の他関連案件への積極的な活用

- ・ 研究成果の政策立案のための利用
- ・ 観測網の持続的な運営維持管理（アルゼンチン）
- ・ チリ気象局（以下、「DMC」という）・マゼラン大学間の協力の継続発展（チリ）
- ・ アルゼンチン・チリ・日本の協力関係の継続

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

藺田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

### 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：2022年1月～2023年2月

現地調査：2022年6月～7月

## 3. 評価結果（レーティング：C<sup>3</sup>）

### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>4</sup>）

#### 3.1.1 妥当性（③）

##### 3.1.1.1 開発政策との整合性

アルゼンチン・チリ両国は「オゾン層保護のためのウィーン条約」（1985年）及び「モントリオール議定書」（1987年）を批准した。同議定書では、オゾン層破壊物質にかかる研究・組織的観測への協力、法律・科学・技術等に関する情報交換等を行なうことが規定され、両国はこれらに沿ったオゾン層保護対策を実施している。さらに、2003年8月には、両国が「カラファテ宣言」を締結し、気候変動および両国の南部地方を中心としたオゾンにかかる問題対処において協力すること、国際コミュニティからの技術協力を得ることに合意した。本事業はこれらの内容を具体化するものとして位置付けられる。本事業開始後、2014年に両国は「マイプ条約」を締結し、緊急災害の際に両国が協調しあう旨も確認された。また、アルゼンチン、チリの両国は一般住民および社会全体への紫外線にかかる対策を重視しており、両国ともにそれぞれ紫外線プロトコルを策定し、その対策の徹底を掲げてきた。以上から、本事業は計画時、完了時ともにアルゼンチン・チリ両国の開発政策と整合する。

##### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」で述べたように、計画時、本事業対象地域では火山灰、並びに、オゾン層破壊による紫外線量増加などの大気環境リスクへの適切な対応が求められ、そのためには地上観測網の整備、リスクの適切な評価と地域社会への迅速な警報を可能とする仕

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

組みが必要であった。本事業の協力開始時の実施機関であるアルゼンチンの DEILAP およびチリのマゼラン大学は、大気質にかかる研究実績を豊富に蓄積していたものの、ライダーを利用したエアロゾルの観測および分析の実績は限られていた。また、プロジェクト中間レビュー以降に本格的に実施機関として参加したアルゼンチン、チリ両国の気象局は、観測データの精度や観測技術の向上が課題であった。よって、本プロジェクトで大気質環境にかかる研究を推進すること、および関連技術の能力向上を図ることは、両国関係組織のニーズに整合した取り組みであり、本事業は計画時、完了時ともにアルゼンチン・チリの開発ニーズと整合する。

### 3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業は協力期間中にプロジェクト目標を十分達成できなかった。さらに、プロジェクト完了後は、プロジェクト目標を達成するための活動が継続されず、上位目標も未達成である。そのひとつの要因として、実施機関の選定に関して以下の状況を指摘できる。ただし、これは本事業の妥当性を下げるまでの課題とは言えない。

本事業ではアルゼンチンの DEILAP が開発し、日本の技術を導入しつつ設計されたライダー（エアロゾル観測装置）による観測が安定しなかったことから、エアロゾルに関する「大気環境リスク管理システム」の開発が遅れ、プロジェクト目標を十分に達成できなかった。DEILAP が開発したライダーは研究員が現場に常駐することを想定したような設計であり、その運用には高度な専門性と熟練が必要であった。実際は、ライダーが設置された全国の観測施設では DEILAP から研修を受けた SMN の現地職員が運用にあたったものの、ライダーの調整が難しかったほか、厳しい気象条件や停電等により多発する観測機器の故障に適切に対応できなかった。さらに、故障についての責任の所在が両機関の間で明確にされていないこと<sup>5</sup>、DEILAP の予算上の制約により研究員が出向いて対処するのに時間を要したことなどから、故障への対応が遅れ、ライダーによる観測が安定しなかった。

本事業の目標は、市民の生活保護・防災ニーズに応じて両国の関係機関が利用できる「大気環境リスク管理システム」を開発することであり、研究面だけでなく実用的な性格を合わせ持つ目標であった。しかし、プロジェクト開始当初の実施機関は各国の研究機関（アルゼンチン：DEILAP、チリ：マゼラン大学）のみで、現業として観測に重要な役割を担うはずの両国気象局（アルゼンチン：SMN、チリ：DMC）は、中間レビューの指摘を受けてプロジェクト後半にようやく実施機関に加えられた。もし最初から SMN が実施機関に加わり、DEILAP が SMN の観測現場の状況や職員の能力を十分把握したうえでライダーの設計・製作にあたっていれば、実用性をより高めたライダーを作成することで、観測がある程度安定したと考えられる。

---

<sup>5</sup> 観測機器は DEILAP が所有するが、運用は SMN に委託されたため、トラブル発生時の責任の所在について現場が混乱した。

### 3.1.2 整合性 (②)

#### 3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

日本は、政府開発援助大綱（ODA 大綱）において「人類の脅威である気候変動・地球温暖化など地球規模の環境問題」への取り組みと「被支援国民の脅威からの保護」を重要協力とし、1988年に「ウィーン条約」、「モントリオール議定書」を批准して研究・組織的観測や科学技術に関する情報交換（上記、第3条、4条）を積極的に進めてきた。JICAは「気候変動分野におけるJICAの協力の方向性」（2012年6月）において、気候変動の悪影響が懸念される被支援国におけるリスク管理の支援を「適応策」としている。本事業は、対アルゼンチン開発課題「環境保全」の地球規模課題対策プログラム、対チリ国別援助方針「防災を中心とする環境対策」重点分野の気候変動対策支援プログラムに合致する。

以上から、本事業は計画時の日本の開発協力量針と整合している。

#### 3.1.2.2 内的整合性

南米パタゴニア・南極地域は、JICA 環境・気候変動課題対応「気候変動対策支援プログラム」の枠組みにおいて、2件の技術協力プロジェクト<sup>6</sup>、専門家派遣、課題別研修等が行われており、DEILAPへのライダーによるオゾン層観測技術の導入、DEILAPとマゼラン大学によるパタゴニア地域でのオゾン層観測網拡大、紫外線信号機による同地域住民への警報伝達体制の構築などを行った。

本事業は、これらの先行する2件の技術協力プロジェクトの経験に基づき、DEILAPとマゼラン大学を最初の実施機関として実施されたものである。観測網は全国に拡大され、ライダーによるエアロゾルの観測が新たに開始されたほか、全国の観測データが関係各機関へと準リアルタイムで提供される「大気環境リスク管理システム」の構築が目指された。すなわち、本事業は上記の先行技術協力でパタゴニア地域を対象に開始されたオゾン層の観測網整備、紫外線観測能力強化、及び地域住民への情報伝達を全国規模で展開し、合わせてエアロゾルの観測とリスク管理システムを加えたものである。先行技術協力で各国に導入された観測装置、各国における経験と人的繋がり、両国にまたがるパタゴニア地方での共同観測・共同研究の経験は、本事業を円滑に実施するための基礎となった他、本事業は先行技術協力が目指した内容を補完・完結する位置づけにもあった。

以上より、本事業は過去の案件の成果を踏まえ、さらなる効果を発現させる形で実施されたと言える。なお、その実施にあたり他JICA事業との具体的な連携は認められない。また、本事業がきっかけとなり2022年よりSMNにおいて第三国研修「ラテンアメリカ向け地上ベースリモートセンシング」が開始された。

---

<sup>6</sup> 技術協力「オゾン層観測強化」（アルゼンチン、2004～2007、実施機関：DEILAP）、技術協力「パタゴニア南部地域におけるオゾン層および紫外線観測能力強化と住民への伝達活動」（アルゼンチン、チリ、2007～2011、実施機関：DEILAP、マゼラン大学）

### 3.1.2.3 外的整合性

本事業に先行する、あるいは並行して実施された外部ドナーのプロジェクトとの連携についての計画・実績は特に確認できていない。

以上より、本事業は対象両国の開発政策、開発ニーズと整合する。事業計画・アプローチに一部課題を指摘できるが、それが本事業の妥当性を下げるまでの課題であるとは言えない。また、本事業は日本政府・JICA 開発協力方針と整合し、JICA の先行事業の成果を踏まえて実施された。よって、本事業の妥当性・整合性は高い。

## 3.2 有効性・インパクト<sup>7</sup> (レーティング : ②)

### 3.2.1 有効性

#### 3.2.1.1 成果の達成状況

##### (1) エアロゾルの観測網整備と特性分析 (成果 1、2)

アンデス山脈で数年に 1 度起きる大規模な火山噴火による火山灰は航空機の運航スケジュールに影響を与えている。航空路及び空港周辺で時々刻々と変化する火山灰の分布状況を把握して短期予測を行うために、準リアルタイムで状況が把握できる地上観測網を整備し、エアロゾルの発生源、種類、輸送経路、季節変化等の特性を分析する必要がある。本事業ではチリとアルゼンチン両国内の空港を中心に広範囲にわたって 9 基のライダーを配置して火山灰をはじめとするエアロゾルの観測網を整備し、関連諸機関に必要な情報を整理し伝達するシステムを構築して観測データを集積し、エアロゾルの特性を分析する計画であった。

計画された 9 基のライダーは 2017 年 4 月までに全て設置が完了した。これらは DEILAP が設計・製作したが、大気環境リスク管理システムに必要な性能を得るために、日本の技術が盛り込まれた<sup>8</sup>。プロジェクト期間中の為替レートの影響等により、ライダーの種類が一部変更されたものの、計画された性能は確保された。よって、ライダー観測網の設置 (成果 1) は概ね達成された。

2016 年 10 月から SMN が本格的に観測に関わるようになり、先行設置されていたライダーから順に本格的な定常観測体制がとられた。観測データに基づき、エアロゾル発生源としての火山灰、パタゴニアダスト、森林火災エアロゾルの計 3 種の発生領域および輸送経路が把握された。しかし、観測が安定せず年間を通じたデータ取得が十分できなかったため、季節変化の把握はできなかった。よって、エアロゾルの特性把握 (成果 2) は部分的に達成された。

ライダーによる観測が安定しなかった理由は、観測地点の気象の厳しさや停電により

<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。

<sup>8</sup> 偏光消度測定に基づく球形粒子・非球形粒子の識別は、非球形粒子である火山灰の識別に役立つ。また、多波長高スペクトル分解ライダーは昼間でも観測可能であり、日本とアルゼンチンで特許が出願された。日本では 2017 年に国立環境研究所、アルゼンチン科学技術研究審議会、アルゼンチン防衛省を特許権者とする特許が 2017 年に取得された。アルゼンチンでは 2021 年に出願された。

観測機器のトラブルが頻発したことに加え、「3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ」で述べたように、SMN 担当職員の調整・故障対応能力の不足、DEILAP と SMN の故障対応についての調整不足、DEILAP の故障対応についての予算制約などであった<sup>9</sup>。

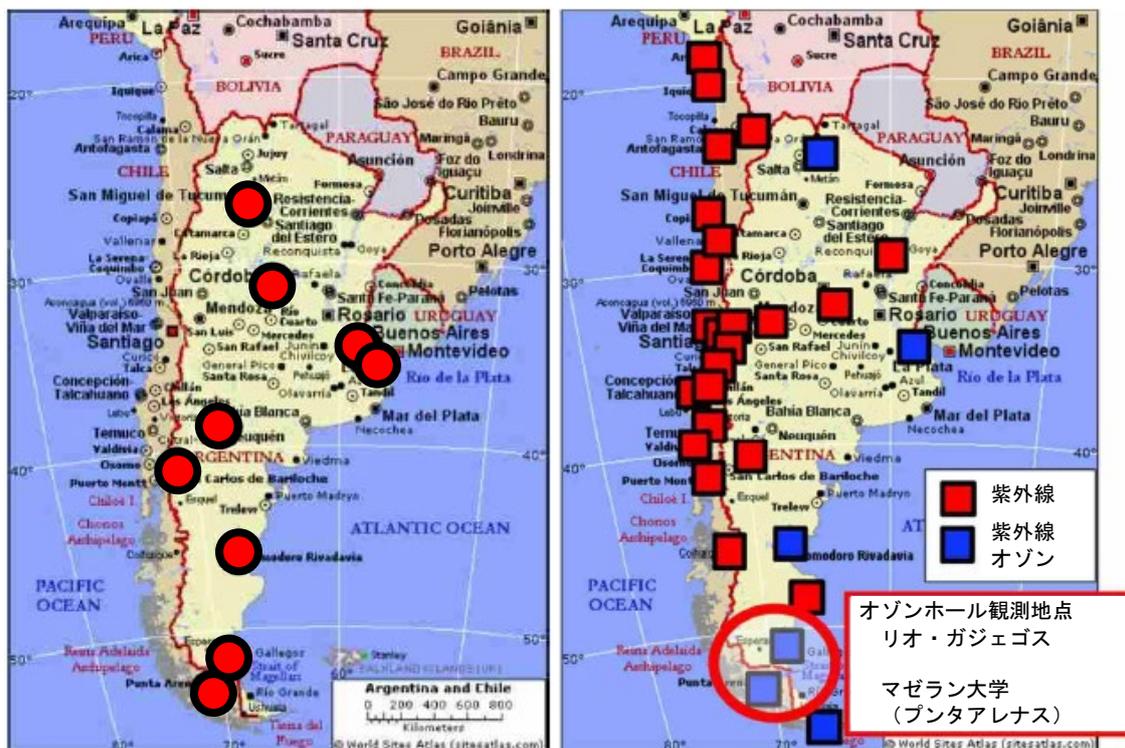


図1 エアロゾル（左）と紫外線・オゾン（右）の観測地点

(出典：JST 終了時評価報告書より)

## (2) オゾン・紫外線量観測網の整備とオゾンホールの研究 (成果3、4)

オゾンホールが到来する南米大陸南端部にはアルゼンチンのリオガジェゴス、ウシュアイア、チリのプンタアレナスなどの都市があり、この3つの市には合わせて30万人ほどの人が暮らしている。こうした地域の人々にリアルタイムの紫外線情報と予報を出す上で、オゾンホール下に入った時のその場におけるオゾン量や紫外線量の詳細な測定データを取得し、季節変化や年々変動の傾向を観測的に押さえておくことが重要であった。

本事業では、アルゼンチンのリオガジェゴスにある南部パタゴニア大気観測所で既存のオゾン・紫外線観測装置（超電導ミリ波分光計）が高精度化されたほか、新たな観測

<sup>9</sup> プロジェクト完了後も相手国単独で活動が維持できるよう、本事業では、実施機関職員の国内旅費は原則として相手国側負担とされていた。しかし、多数のトラブルを解決するため頻繁な地方出張が必要となり、相手国側の旅費確保が大きな問題となった。

装置（ブリューワ分光計、狭帯域多波長紫外線放射計、雲カメラなど）が導入された。先行技協で導入されたオゾンの鉛直分布を観測できる重要な観測機材であるオゾンライダーの継続運用のため、エキシマ・レーザーが更新されたが、その稼働に必要な色素ガスを DEILAP が調達できなかったため、運用に至らなかった。チリのマゼラン大学では定期的にオゾンゾンデの放球観測が行われるように支援し、そのデータを用いてオゾンライダーとミリ波分光計の観測精度が確認された。チリのオゾン・紫外線観測システムは目標とした精度と稼働率を示した。以上により、成果3は部分的に達成された。

本事業の投入である、リオガジェゴスの観測やプンタアレナスのオゾンゾンデによるモニタリング結果と化学輸送モデルの計算結果を組み合わせることにより<sup>10</sup>、オゾンホール形状やオゾンホールの形状変化のメカニズムの解明が進められた<sup>11</sup>。以上により、成果4は概ね達成された。

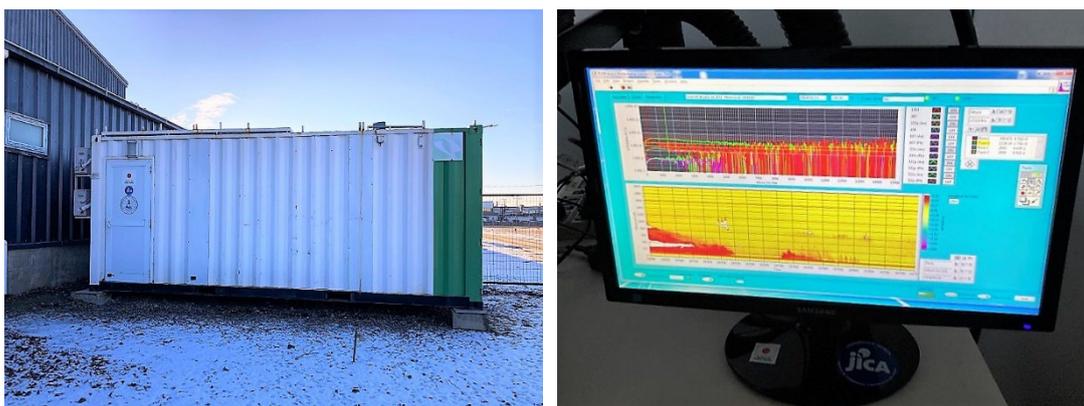
なお、途中から DMC が実施機関に加わったことにより、DMC が運用していた既存の紫外線観測網が本事業の観測網に加わったほか、DMC の紫外線観測についてのノウハウが SMN に伝えられ、SMN の観測網整備に活用された。



SMN のライダー観測機器（左）、紫外線等観測機器（右）

<sup>10</sup> 化学輸送モデルは、大気中の物質の変化や移動などを数式で表した物質輸送モデルのひとつで、オゾンやその変化に関わる物質の風による移動、地上への降下、化学物質や光による反応を通じた変化などを考慮して、上空や地上付近のオゾン濃度を予測するもの。

<sup>11</sup> 例えば、気象場の状態とオゾンホールの重心位置や形状との関係を徐々に理解できるようになり、2009年に起きた3週間程度に渡りオゾンホールが南米に接近し、動かなかった原因を気象学的に解釈することができた。



マゼラン大学のライダー観測施設：外観（左）、観測データのディスプレイ（右）



マゼラン大学のエアロゾル観測施設

### （3） 大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発（成果 5、6）

本事業では地上観測網から取得される準リアルタイムデータを用いた迅速な現状把握と共に、短期予報情報を提供することも視野にいれ、オゾンとエアロゾルの既存の物質輸送モデルに人工衛星データを取り込み、地上での観測データとの比較検証を行なうことにより、モデルの精度向上を目指した。オゾンについてはこれが達成されたが、ライダー稼働率の低さにより分析に必要な観測データが十分得られなかったため、エアロゾル分布の短期予測はプロジェクト完了までにできなかった。よって、成果 5 は部分的に達成された。

本事業では、大気環境リスク管理システムのうち情報共有のための IT プラットフォーム開発を目指した。SMN にサーバーが設置されたが、情報セキュリティの制約により外部機関からのネットワークサーバーへのアクセスは実現しなかった。SMN と DMC は情報共有のための準備を進め、双方合意の上で DMC にもミラー・サーバーが設置され接続試験が行われた。しかし、情報セキュリティ上の課題をクリアすることができないことが判明し、SMN のサーバーとは最終的に接続されなかった。紫外線については Geo UV がほぼ完成し、同システム上で表示する紫外線量予報マップや準リアルタイムの観測値表示マップ等が作成された。他方、エアロゾルのための Geo Aerosol は、プラッ

トフォーム自体は準備されたが、観測データを適切に解析できるアルゴリズムの改良が必要であったほか、ユーザーに対して表示するデータの種類やマップ等の表示方法などについて、プロジェクト完了までに検討が終わらず、未完成に終わった<sup>12</sup>。よって、成果6は部分的に達成された。

### 3.2.1.2 プロジェクト目標達成度

表1 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標： “大気環境リスク管理システム”が開発される。	指標1：大気環境モニタリングネットワーク（主にオゾン、紫外線、エアロゾル）と既存のアラート/プロトコルシステムが“大気環境リスク管理システム”に統合される。	実績：部分的に達成。“大気環境リスク管理システム”を構成するGeo UVとGeo AerosolのうちGeo UVのみが完成した。
	指標2：統合された“大気環境リスク管理システム”の性能	実績：部分的に達成。Geo UVは適切な性能を備えたが、Geo Aerosolは完成しなかった。

“大気環境リスク管理システム”は紫外線（オゾンホール）とエアロゾルの観測、解析、情報共有のためのシステムである。本事業が強化した観測網により得られたデータは、エアロゾルとオゾンホールの研究に活用されるとともに、統合解析システムを用いてリスク管理に必要な情報を生成し、Geo UVとGeo Aerosolによりリスク管理者の意思決定を支援するための情報共有が行われる計画であった。

紫外線については、アルゼンチンおよびチリ主要都市の紫外線モニター網から15分以内の準リアルタイムデータを取得し、紫外線量が設定レベルを超えた場合に関連諸機関にアラートを発信することが出来るGeo UVが完成した。同システムでは各測定点の過去1時間、12時間、24時間、1週間の紫外線指標の時系列変化が参照できる。3日間にわたる紫外線指標の広域予報マップ（晴天時と雲の影響を考慮したものの2種類）を参照することもできる。しかし、Geo UVが関連諸機関に未接続のまま、プロジェクトは完了した。

エアロゾルについては、ライダー観測網により、各観測地点のエアロゾルの鉛直分布の時系列変動図（プロット）を作成出来る。Geo Aerosolでは地表近く（高度1km以下）のエアロゾルによる健康障害リスクを、エアロゾルの種類（大気汚染性、土壌性など）とともに、4段階で地図上に表示する計画であった。また、高度12kmまでの火山灰の重量濃度を推定し危険度を4段階で地図上に表示し、火山灰の過去3日分の高度変化が表示される計画であった。しかし、これらは未完成のままプロジェクトは完了した。

<sup>12</sup> 本事業の範囲では航空管制官が判断に使える情報を提供することまでを目指した。DEILAPとSMNによると、火山灰の分布や予測を準リアルタイムで分かりやすく視覚化して提供しようとするGeo Aerosolのようなシステムは世界でも例がなく、その開発は思ったより複雑な作業であったうえ、人材も不足し、期間内で終わることができなかった。

以上により、プロジェクト目標の達成は計画と比して限定的であった。

### 3.2.2 インパクト

#### 3.2.2.1 プロジェクト完了後の活動継続状況

プロジェクト完了後、アルゼンチンとチリの両国では観測網、及び、JICA や日本側協力機関との連携が維持され、研究活動が継続されてきた。しかし、大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発は継続されなかった。以下に、その具体的な状況を述べる。

#### (1) エアロゾルの観測網整備と特性分析

##### アルゼンチン側実施機関

アルゼンチンでは、終了時評価の提言に沿って、恒常的な観測体制を作るため、8 台のライダーのうち DEILAP 敷地内にある 1 台を除く 7 台が SMN に移管された。SMN は本邦専門家の訪問及び遠隔による協力も得つつ、メンテナンスを行い継続的な稼働に努め、厳しい気象条件の中で運用するために必要な空調設備・冷却装置の故障の修理、ランプの交換などの定期的な保守作業を行ってきた。

2022 年 6 月現在、8 台のうち 2 台は常時観測を続けている。3 台は必要に応じた観測のためにスタンバイしており、十分訓練を受けたオペレーターが調整すれば、30 分程度で観測を開始できる。実際に、2022 年 8 月に大規模火災による煙の観測を行い、航空部門や市民に情報提供を行った実績がある。残る 3 台は修理待ちである<sup>13</sup>。

ライダーは正しく調整すれば所期の性能を発揮するが、光学系の調整がうまくできなければ信号の質が下がる。調整には熟練を要するため、SMN は DEILAP と協力して機器の調整を支援するソフトウェアを開発し、試験的な運用を始めている。今後は、国立環境研究所（日本の協力機関）の協力を得て、SMN と DEILAP は、複雑な調整作業を必要としないハードウェアの改良を行う計画である。また、SMN は、ライダーのデータを分析するアルゴリズムについて、本プロジェクトの成果を踏まえて、ブラジル国立宇宙研究所との共同研究により新たなソフトウェアを開発中である。

エアロゾルの特性分析については、アルゼンチンでは火山灰の移動、ライダー観測、エアロゾルの分析などについて、書籍、国際・国内ジャーナルにおいて、執筆者にカウンターパートが含まれる論文が新たに 6 点出版された。

##### チリ側実施機関

チリでマゼラン大学が運用するライダー 1 台は 2020 年、2021 年に停電が原因で故障したが、大学研究者が修理して運用し、現在は常時観測している。同大学ではエアロゾルの由来と特徴についての研究が進められ、2019 年のオーストラリアの火災によるエアロゾル、チリ中央部の火災のエアロゾル等を記録したほか、新たに、執筆者にカウンターパートが含まれる 11 件の論文・発表が行われた。また、本事業が呼び水となり、同大学

<sup>13</sup> CEILAP のライダー 1 台と SMN のライダー 2 台。

はドイツの研究機関（Leibniz Institute for Tropospheric Research）と共同研究を開始した。

## （2） オゾン・紫外線量観測網の整備とオゾンホールの研究

### アルゼンチン側実施機関

SMN は 2018 年 10 月に新たな紫外線観測所をアルゼンチン平原水文研究所のある観測地点に設置した。事後評価時、SMN のオゾン・紫外線観測機器の一部は修理中・メンテナンス中であるが、稼働状況は概ね良好である。

DEILAP が運用するリオガジェゴスのオゾンライダーは、交換が必要な色素ガスの調達ができないまま、新たに冷却装置の不具合が発生した。その後、現地在住の DEILAP 担当研究者が離職したこと、ブエノスアイレスから現地訪問がコロナ禍により制約されたことにより、オゾンライダーは不稼働のまま放置された。同ライダーの技術が陳腐化したこともあり、2021 年、DEILAP は同ライダーを再稼働せず、備えられた 2 つあるレーザーのひとつは DEILAP の別部門の実験設備として、もうひとつは新たなエアロゾル用ライダーの一部として活用する計画である。DEILAP のその他のオゾン観測機器のうち、ブリューワ分光計は稼働中である。本事業で高精度化されたミリ波放射計は 2018 年に故障したが、本邦専門家が訪問及び遠隔により協力して修理が進められている。

SMN と DEILAP によるオゾンに関する研究はプロジェクト完了後も続けられており、国際、国内ジャーナルへの論文が数点出版された。また、アルゼンチンでは SMN の観測データや観測網を活用し、太陽光エネルギーの活用のための共同研究が進められている<sup>14</sup>。

### チリ側実施機関

マゼラン大学に供与されたオゾンゾンデの資機材は使い切ったため、オゾンゾンデはプロジェクト完了後、中断している。マゼラン大学はプロジェクト完了後、オゾンについて 2 件の論文・発表を実施した。

DMC は紫外線の観測網を運用し、UV 指数のウェブサイトを運用している。ただし、これに本事業の直接の関与はない。

## （3） 大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発

SMN によると、プロジェクト完了後、未完成の統合解析システム（成果 5）、及び、Geo Aerosol（成果 6）の開発は停止した。これは、アルゼンチンの急激なインフレに伴う人材流出<sup>15</sup>、政府部門の財源不足、新型コロナウイルス感染症の拡大等により、広大

---

<sup>14</sup> SMN は、原子力エネルギー庁と太陽光発電効率の評価、国家科学技術庁コンピューター・シミュレーション・センターと太陽光発電の予測の最適化、ブエノスアイレス市政府環境保護局とブエノスアイレスの太陽光発電ポテンシャル評価などが実施中である。さらに、SMN は、太陽放射の観測能力を高めるために、防衛科学技術研究所、ルハン大学、原子力エネルギー庁とともに「全国太陽エネルギー計測のためのインフラ、較正能力、機器製作能力の開発」プロジェクトを実施する予定である。

<sup>15</sup> アルゼンチンでは 2018 年以降、年率 30 ～ 50% の急激なインフレが発生した。政府部門の給与上昇がこれに追い付かなかったため、SMN や DEILAP では高度な専門人材、研究者・技術者が民間部門に流出し

な地域に分散した複雑な観測網の維持と人材の継続的な配置が難しかったためである。

SMNに設置されたサーバーに観測データが蓄積されているが、情報セキュリティー上の制約から、このサーバーに直接アクセスできるのは SMN と DEILAP のみである。他機関には、要請に応じて個別にデータが提供されている。

#### (4) JICA・日本側協力機関との連携

2022年3月にアルゼンチンで JICA 第三国研修が実施された。SMN と DEILAP が講師を務め、7国から37名が参加した。

SMN と DEILAP は本事業により開始された国立環境研究所との協力関係を維持し、ライダーの運用と維持管理については恒常的な協力関係にある。2018年以降、2021年を除く毎年、同研究所の専門家がアルゼンチンを訪問し、各地のライダーを順次、修理・調整している。

マゼラン大学は名古屋大学、国立環境研究所との協力関係を維持している。名古屋大学の専門家はリオガジェゴスのマゼラン大学観測所にミリ波分光計を設置しており、名古屋大学の予算や文部省科研費により本事業の観測装置を活用した共同研究を進めている<sup>16</sup>。

#### 3.2.2.2 上位目標達成度

大気環境リスク管理システムは Geo Aerosol が未完成で、完成した Geo UV も関係機関と接続されないまま、SMN でシステムを管理していた IT 技術者が離職して更新できなくなったため、2019年に運用が停止された。よって、上位目標「関係各省庁および各機関が紫外線、エアロゾル、その他大気環境要因によるリスク、損失を最小限にするために“大気環境リスク管理システム”を利用する」は達成されていない。

他方、未完成に終わった Geo Aerosol、Geo UV に代わり、SMN は一部観測データを Savernet と称してウェブサイトで公表している<sup>17</sup>。ここで日常的に更新されているのは紫外線量の観測データのみである。これとは別に、SMN と DMC はそれぞれのホームページで紫外線量 (UV 指数) の観測データと当日の予報を公表している。SMN と DMC によると、Savernet のサイトは一般にはほとんど認知されておらず、紫外線については専ら各気象局のホームページが参照されている。

#### 3.2.2.3 上位目標に関連するその他のインパクト

##### (1) 大気環境リスク管理に関するインパクト

紫外線とエアロゾルによるリスク管理のために、アルゼンチンとチリの両国では本事業

---

た。特に、IT 技術者は民間部門の需要が大きく、本事業に関与していた人材が流出したことは活動の継続に大きな打撃となった。

<sup>16</sup> マゼラン大学は他にも、国立極地研究所 (日本)、広島大学、富山大学、ラ・ウニオン大学 (仏) などと共同研究を進めている。

<sup>17</sup> <http://data.savernet-satreps.org/>

業の観測網や観測データ等を活用し、以下に取り組んでいる。

### アルゼンチン

SMN は 2017 年より数値モデルによる火山灰の移動と降灰の予測に取り組んでいる<sup>18</sup>。本事業の観測データがこのモデルの検証に使われたほか、本事業の本邦研修内容には数値モデルも含まれた。このモデルでは、ライダーによる観測結果に加え、パイロットや空港からの報告、火山関連機関などを情報源に火山灰の移動と降灰を予測する。SMN は世界に 9 か所ある航空路火山灰情報センターのひとつを運営し<sup>19</sup>、アルゼンチン民用航空局と連携しつつ、航空会社や空港に情報を提供している。噴火時など、必要に応じて本事業で整備されたライダー観測データが活用される。

SMN はブエノスアイレス近郊のヴィンセンテ・ロペス市とともに、紫外線対策プログラム「太陽光の責任ある利用」を実施し、教育教材の作成、教育啓蒙活動、紫外線信号機（先行技協で開始され本事業でも活用された取り組み）の設置、UV 指数のリアルタイム公表などを行っている。

アルゼンチン労働衛生専門家協会は、労働者の紫外線対策について SMN と共に紫外線による健康リスクの評価、細分化された UV 指数の提案、紫外線対策メニューの整理などを行った。これには SMN のこれまでの観測データが参照された。新たな UV 指数は SMN のウェブサイト採用されている。

### チリ

マゼラン大学はノルウェーの全地球オゾンモデル、人工衛星と地上観測による過去の観測データに基づく独自のモデルによりマガジャネス州の UV 指数の予報を行っている。情報は州当局により公表され、必要に応じて警報が発令される。先行技協により開始されたマゼラン大学と保健省州事務所との連携は、本事業により紫外線信号機が提供されたこと等により強化された。プロジェクト完了後は政権交代と新型コロナウイルス感染症の拡大により連携活動は中断したが、事後評価時、再開に向けての調整が開始される予定である。

## (2) 大気環境リスク管理に関する研究へのインパクト

前述のように、アルゼンチンとチリの両国において、本事業の成果に基づくオゾン・紫外線量とエアロゾルに関する研究が続けられている。また、SMN、DEILAP、マゼラン大学が本事業の観測網により得た観測データの一部は、以下のような国際的な観測ネットワークに提供され、全世界でオゾンやエアロゾルの監視と研究に活用されている。

▶ **LATINET**：南米のライダー・ネットワーク

<sup>18</sup> FALL3D：スペインのバルセロナ・スーパーコンピューティング・センター作成

<sup>19</sup> 国際民間航空機関は世界気象機関の協力の下、航空路火山灰情報センターから火山噴火の監視と火山灰雲の実況・予測情報を各責任領域に提供する国際的な航空路火山灰の監視体制を構築し、世界 9 か所の航空路火山灰情報センターを指名した。

- Pandonia Global Network : NASA と ESA 欧州宇宙庁が運営し、本事業でも供与された観測機器によるオゾンとエアロゾルを含む大気質の世界的なモニタリング・ネットワーク。
- AERONET : NASA による、エアロゾル観測データのネットワーク。

#### 3.2.2.4 その他、正負のインパクト

##### (1) 自然環境へのインパクト

環境面への直接のインパクトは確認されていない。

##### (2) 住民移転・用地取得

本事業による住民移転・用地取得はない。

##### (3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範・人々の幸福・人権、その他

上記に関して特記すべきインパクトは確認されていない。

本事業ではアルゼンチンとチリの両国でエアロゾルとオゾン・紫外線の観測ネットワークが強化され、得られたデータに基づく研究、大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発が進められた。しかし、これらに基づく大気環境リスク管理システムの開発は完了できず、プロジェクト目標の達成は部分的であった。同システムは一部未完成のまま 2019 年に運用停止され、上位目標は達成されていないが、本事業が強化した観測網による観測データが大気環境リスク管理やその関連研究のために使われている。よって、本事業の実施により一定の効果発現がみられ、有効性・インパクトはやや低い。

### 3.3 効率性（レーティング：②）

#### 3.3.1 投入

##### 3.3.1.1 投入要素

本事業への日本側、アルゼンチン側、チリ側からの投入の計画及び実績は表 2 のとおりである。なお、日本側では派遣された専門家以外にも 9 名の研究者が国内協力機関において共同研究に加わった。

DEILAP は全国に 5 基のライダーを自費で製作するなど、プロジェクト前半には多額の資金を投入し観測網の構築に貢献した。しかし、「3.2.1.1 成果の達成状況（1）エアロゾルの観測網整備と特性分析（成果 1、2）」で述べたように、ライダーによる観測は安定しなかった。他方、DEILAP が直接運用するオゾンライダーは、その稼働に必要な色素ガスを DEILAP の予算制約により調達することができず、プロジェクト完了まで本格稼働できなかった。以上を背景に、本事業の活動には遅れが生じ、成果とプロジェクト目標に未達成の部分が残された。

中間レビュー以降、定常的な観測体制を確立する必要性が認識され、大気環境リスク管理システムの中心的な利用者となるアルゼンチン、チリ両国の気象局が実施機関に加えられた。両国気象局からの人的投入はプロジェクトの進捗に大きく貢献した。特に、アルゼンチンで定常的な観測を主要業務とする SMN の参加は、安定的な観測の実施とプロジェクト完了後の観測継続体制の準備に重要であった。他方、チリの DMC の参加は、アルゼンチンにおける紫外線量観測網の構築に有益であったが、当初の予定になかった人材と予算を本事業に投入したことが DMC の通常業務を圧迫したとの報告があった。

専門家によると、両国の実施機関間のコミュニケーションは、言語が同じこともあり、特に問題はなかったが、プロジェクト前半は専門家の現地滞在期間が限られ、問題の認識や対応に時間がかかる傾向があった。

表 2 投入の計画と実績

投入要素	計画	実績
(1) 専門家派遣	専門家 業務調整員	長期専門家 1 人（常駐：業務調整） 短期専門家 5 人（16.0 人月）
(2) 研修員受入	本邦研修	本邦研修：延べ 7 回 11 名 （アルゼンチン 7 名、チリ 4 名）
(3) 機材供与	研究機材	観測機器（183 百万円） ブリュワ分光計 エキシマ・レーザー トランジェント・レコーダー等
(4) 在外事業強化費	-	42 百万円
日本側の事業費合計	340 百万円	341 百万円
(5) 相手国側人材の配置	カウンターパート配置	プロジェクトダイレクター、プロジェクトマネージャー（各国 1 名ずつ） カウンターパート アルゼンチン：35 名、チリ：9 名
(6) 相手国側施設・資機材	研究に必要な資機材	アルゼンチン：58 万 USD プロジェクト事務所、ライダー 紫外線観測機器等 チリ：8 千 USD コンピューター、観測車両改造費用等
(7) その他		運営経費（旅費・会議費等） アルゼンチン：22 万 USD チリ：4 万 USD

出典：JICA 資料より作成（計画時：事前評価表、詳細計画策定調査報告書、実績：終了時評価報告書）

### 3.3.1.2 事業費

本事業の日本側の事業費は計画 340 百万円に対して実績 341 百万円（計画比 100%）であり、ほぼ計画通りであった。

### 3.3.1.3 事業期間

本事業の事業期間は計画通り 2013 年 4 月～2018 年 3 月の 5 年間であった。

本事業は、事業費がほぼ計画どおり、事業期間が計画どおりであったが、「3.2.1.1 成果の達成状況」で述べたように成果の達成は部分的であったことから<sup>20</sup>、効率性はやや低いと判断される。

## 3.4 持続性（レーティング：②）

### 3.4.1 制度・政策

プロジェクト完了時の大気環境リスクにかかる両国の政策は事後評価時も維持されており、紫外線（オゾンホール）・火山灰等による大気環境リスクのモニタリングの必要性は変わらない<sup>21</sup>。アルゼンチンでは SMN が紫外線に関する観測と予警報、及び、航空路火山灰情報センターとして火山噴火の監視と火山灰雲の実況・予測情報を各責任領域に提供する責務を担っている。チリではオゾン層保護のための法律に基づき、DMC が紫外線に関する観測、情報普及を担う公的組織となっている。また、チリの環境法はエアロゾルやオゾンを含む大気汚染の基準、汚染防止について定めている。

以上から、本事業の政策・制度面の持続性に課題はない。

### 3.4.2 組織・体制

#### アルゼンチン側実施機関

SMN の組織体制はプロジェクト完了時から変わらない。プロジェクト開始時の CEILAP は DEILAP と名称が変更されたが、組織の実態は変わらない。アルゼンチンのライダー観測施設（オゾンライダーを除く）の所有権の CEILAP から SMN への移管は、プロジェクト完了後の 2018 年 9 月に合意が結ばれて実現した。プロジェクト完了後、CEILAP の中心的なカウンターパート 2 名が SMN に転職したこともあり、CEILAP と SMN の間では密接な連携が維持されている。

#### チリ側実施機関

DMC とマゼラン大学にも、プロジェクト完了後、組織体制の変更はない。DMC とマゼラン大学の間では、観測と数値モデルの開発等を中心に、協力関係が維持されている。

#### 国際連携体制

アルゼンチン側実施機関とチリ側実施機関の連携は、プロジェクト完了後は維持されなかった。その背景には、新型コロナウイルス感染症のパンデミックによる制約、及び、

<sup>20</sup> 成果の達成度は、成果 1 と成果 4 が「概ね達成」、成果 2、成果 3、成果 5、成果 6 がいずれも「部分的に達成」と判断された。（3.2.1.1 成果の達成状況）

<sup>21</sup> なお、アルゼンチンでは近年になって太陽光を含む再生エネルギー活用への取り組みが強化されており、本事業の観測網はこれにも有用である。

アルゼンチン側の人材流出の影響があると考えられる<sup>22</sup>。また、火山灰についてチリはアルゼンチンからの影響をほとんど受けないため、DMCは「SMNとの恒常的な連携は特に必要がない」「必要な時だけ情報共有できれば良い」と考え、連携を維持することに積極的でなかった。SMNは「両国間の連携の科学研究上の必要性は明白だが、実際に関連機関が調整して共同観測を行うことは容易でない」と認識している。なお、両国を連結する大気環境リスク管理システムは、事実上、完成せず、両国はそれぞれで観測網を維持していることから、両国間の連携が維持されなかったことが本事業により発現したアウトカム・インパクトの持続性を損なっているわけではない。

日本側協力機関（名古屋大学、国立環境研究所）の専門家は、アルゼンチンではSMNとDEILAP、チリでは主にマゼラン大学との協力関係を維持している。

以上から、本事業の組織・体制面の持続性に課題はない。

### 3.4.3 技術

#### アルゼンチン側実施機関

DEILAPのカウンターパート18名中7名が離職した（うち2名はSMNに転職）。SMNのカウンターパート12名中5名が離職した（うち1名は死去）。離職者の中でも、リオガジェゴスのオゾンライダーを担当していたDEILAP研究員の離職と、SMNで大気環境リスク管理システムの運用・更新を担当していたIT専門家の離職は、本事業の持続性に直接影響している。プロジェクトを通じて専門性の高い知識と能力を得た人材が離職した場合、その代替りの人材を獲得することは容易でない。

DEILAPは、観測機材の開発や観測、分析、研究を行なうだけの組織的、技術的能力を有している。SMNは紫外線観測について長年の実務経験を有するとともに、十分な数の観測員を全国に配置している。ただし、ライダーの運用・維持管理は専門知識と熟練を要するため、一部の観測所では安定した観測ができていない。他方、SMN、DEILAPの残されたカウンターパートは活発に研究活動を継続しており、日本側協力機関とのコミュニケーションも維持されるなど、技術力に特に課題はないと考えられる。

#### チリ側実施機関

マゼラン大学の研究者に異動はなく、プロジェクト完了後もライダー等を使って安定した観測が続けられ、日本及び他国と国際共同研究が行われていることから、技術面の懸念はない。

DMCのカウンターパート4名のうち1名は航空人材養成機関に移動したが、残りの3名は勤務を続けている。なお、プロジェクト完了後にDMCに期待された大気環境リスク管理システムへの紫外線観測データ提供などの役割は、Geo UVが稼働停止したこと

---

<sup>22</sup> 人材流出については「3.2.2.1 プロジェクト完了後の活動継続状況（3）大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発」及び脚注15を参照。

から、必要とされなくなった。

以上のように、アルゼンチンでは一部カウンターパート及びSMN職員の離職が本事業の持続性に重大な影響を及ぼし、代替人材を得られる見通しが不明であることから、本事業の技術面には一部に問題がある。

#### 3.4.4 財務

##### アルゼンチン側実施機関

SMNによると、アルゼンチンの急激な物価上昇により、SMNの実質予算額（物価の変動を加味した予算額）は2017年以降、約4割減少した。為替の変動も激しく、外貨が必要とされる観測機材の交換部品購入や更新を計画通り実施することが難しい。SMNでは、政府予算等により最低限の財源を確保したうえで、他機関が資金を拠出する研究プロジェクトにより観測機器等の維持・更新・新規設置の財源を確保してきたが、安定した財源とは言えない。

DEILAPについては財務面の情報を得られなかったが、SMNと同じ政府部門であるため、状況は似通っていると考えられる。事実、プロジェクト完了後にもオゾンライダーに必要な色素ガスを調達しなかったことから、予算にはあまり余裕がないと考えられる。

##### チリ側実施機関

DMCは気象観測及び予警報業務を継続するための予算は確保されているが、新たな機材の導入予算は乏しい。

マゼラン大学では、必要な観測を継続する予算はあるが、観測機器の修理・更新や新規導入には研究プロジェクトを獲得する必要があると、必ずしも十分ではない。本事業で実施したオゾンゾンデは、資機材を使い果たしたため、継続できていない。

以上のように、両国実施機関はいずれも財務状況に余裕が乏しく、特に、経済状況が厳しいアルゼンチンでは、現在行われている観測を継続する財源にやや懸念がある。よって、本事業の財務面の持続性には一部に問題がある。

#### 3.4.5 環境社会配慮

環境社会面に関して、本事業の持続性への特記すべき課題は見られない。

#### 3.4.6 リスクへの対応

リスクへの対応に関して、本事業の持続性への特記すべき課題は見られない。

#### 3.4.7 運営・維持管理の状況

本事業の資機材のほとんどはアルゼンチン側に供与された。100万円以上の資機材13点

のうち、2022年6月の時点で修理が必要なものが6点ある。

#### アルゼンチン側実施機関

アルゼンチン側の観測機材の運用状況は「3.2.2.1 プロジェクト完了後の活動継続状況」で述べた通りである。SMNはライダーを含む観測網を順次、整備して適切な運用に努めている。ライダーの運用・維持管理については国立環境研究所の専門家の協力を得るほか、常時観測を行うライダーを限定することで、運用コストを削減している。一部の観測機器は調整・修理のために米国や欧州に送る必要があり大きな費用がかかるが、SMNは防衛科学技術研究所等とともに、国内で観測機器の製作・修理ができるためのプロジェクトを立ち上げた<sup>23</sup>。

#### チリ側実施機関

チリ側に供与されたミラー・サーバーは、SMNと接続できなかったため、当初の目的とは異なる目的でDMCで運用されている。マゼラン大学のライダーは、必要な修理を行いつつ常時観測を継続している。

以上より、本事業で発現した効果の持続には技術面、財務面について一部に問題があり、改善・解決の見通しが不明である。よって、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、アルゼンチンとチリを対象に、オゾン層・紫外線量と火山灰等のエアロゾルの状態を監視・解析し、その結果を両国の気象局や関係機関へと準リアルタイムで提供する「大気環境リスク管理システム」を開発することを目標に実施された。本事業は計画時、完了時ともに両国の開発計画、開発ニーズ、日本の開発協力方針と整合している。実施機関の選定について課題を指摘できるが、妥当性を下げるほどとは言えず、本事業の妥当性・整合性は高い。本事業では両国の観測ネットワークが強化され、エアロゾルとオゾン・紫外線についての研究、大気環境リスクの解析と情報共有システムの開発が進められた。しかし、大気環境リスク管理システムの開発は完了できず、プロジェクト目標の達成は部分的であった。上位目標は達成されていないが、本事業が強化した観測網による観測データが大気環境リスク管理やその関連研究のために使われている。よって、本事業の実施により一定の効果発現がみられ、有効性・インパクトはやや低い。本事業は事業費がほぼ計画どおり、事業期間が計画どおりであったが、成果の達成は部分的であったことから、効率性はやや低い。本事業で発現した効果の持続には技術面、財務面について一部に問題が

---

<sup>23</sup> 脚注 14 を参照。

あり、改善・解決の見通しが不明である。よって、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、本事業の評価は一部課題があるといえる。

## 4.2 提言

### 4.2.1 実施機関などへの提言

- SMNは本事業で整備したライダー等の観測機器を適切に運用してエアロゾルによる大気環境リスクの管理に活用する必要がある。稼働できていないライダーの修理を急ぐとともに、観測に必要な調整作業を支援するソフトウェアの実用化、調整の負担を減らすハードウェアの改善、分析アルゴリズムの改良等、プロジェクト完了後に明らかになった課題について、外部機関の協力も活用しつつ、継続的に取り組むことが重要である。
- DEILAP、SMN、マゼラン大学及びDMCは、本事業で得られた連携の経験に基づき、本事業で整備された観測網から得られる情報を活かした共同研究を今後も積極的に進めるべきである。本事業の本邦協力機関である名古屋大学、国立環境研究所等との国際的な連携を維持しつつ、両国でエアロゾル、オゾン・紫外線のリスク管理に活かせる科学的知見を得るとともに、両国気象局による実用的な応用を念頭に置いた研究が求められる。

### 4.2.2 JICA への提言

(特になし)

## 4.3 教訓

### 社会実装を念頭に置いた実施機関の選定

本事業ではライダーによるエアロゾルの恒常的な観測を前提にエアロゾルの特性分析を行い、大気環境リスク管理システムを開発することが計画されていた。アルゼンチン側実施機関として、先行技術協力プロジェクトでライダーによるオゾン層観測を行った実績のある DEILAP が参加し、ライダーの設計と製作を担当した。全国各地で実際にライダーを運用したのは、全国的な観測網を持つ SMN であった。しかし、ライダーの設計には、厳しい気候や停電の頻発など、現場の運用環境の厳しさや、SMN 職員の専門知識と能力のレベルなどが十分考慮されておらず、安定した観測ができなかったため、成果の達成度に影響した。

本事業では、研究を主目的とした観測の実績に基づき DEILAP をアルゼンチン側の実施機関とした。本事業の目的は実用的な大気環境リスク管理システムを開発することであったが、プロジェクト開始当初の実施機関は各国の研究機関 (DEILAP、マゼラン大学) のみであった。現業として観測および同システムの活用に重要な役割を担うはずの両国気象局 (SMN、DMC) は、プロジェクト開始時から合同調整委員会には参加して

いたが、中間レビューの指摘を受けてプロジェクト後半によりやく実施機関に加えられた。もしアルゼンチンで最初から SMN が実施機関に加わっていれば、DEILAP がライダー設計・製作にあたり SMN の観測現場の状況や職員の能力を十分把握し、実用性をより高めたライダーを作成することで、安定した観測ができた可能性がある。また、DMC からは、途中からプロジェクトに参加し、当初の予定になかった人材と予算を本事業に投入したことは、DMC の通常業務を圧迫したとの報告があった。

よって、社会実装を目的とする技術協力プロジェクトは、研究機関だけで進めるのではなく、社会実装を担う組織が最初から実施機関に加わっていることが重要である。その必要性が認識された場合は、協力期間の途中からでも実施機関に加えることが望ましい。また、実施体制の検討を含む計画立案においては、実用面の経験が必ずしも多くない研究者の発想だけに依存するのではなく、JICA による実用的な技術協力の経験を十分に生かして検討することが重要である。

#### SATREPS のフォローアップ協力

本事業の終了時評価では、Geo Aerosol の完成など、残された作業が協力期間中に終わるとの見通しのもと、プロジェクト目標は概ね達成できるとの結論が提示された。しかし、実際には Geo Aerosol は完成できず、プロジェクト目標は部分的な達成に終わった。SATREPS では基本的に協力期間の延長はできないが、専門家は協力期間内には十分な成果が得られない可能性を認識していた。また、経験したことのない作業であることから、カウンターパートは、期間内に完了可能かどうか正確に予測できなかったものの、延長がないことを前提とした終了時評価団に対して、協力期間内に完了できないとは言えなかった。残された期間に作業を加速できるような追加の投入も行われなかった。

以上から、基本的に延長がない SATREPS の協力期間中に十分な成果が得られる見通しがない場合は、協力期間内に成果を出すための追加的な投入を行うか、プロジェクト終了後に JICA 単独で必要なフォローアップ協力を行うことを検討すべきである。さらに、中間レビュー及び終了時評価においては、計画された成果が協力期間内に実現するかどうかを可能な限り具体的に検討し、その実現可能性やリスクについて十分に吟味したうえで残り期間の計画を検討することが重要である。

## 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（該当なし）

### 5.2 付加価値・創造価値

特になし。

以上

## 0. 要旨

本事業は、ペルー開発金融公社（COFIDE：Corporación Financiera de Desarrollo S.A.、以下「COFIDE」と言う）から仲介金融機関（Intermediary Finance Institutions、以下「IFIs」と言う）を通じ、民間企業等を中心としたエンドユーザーに対し、エネルギー効率化促進に資するサブプロジェクトに必要な資金を融資する開発金融借款である。将来的な安定的電力供給が重要課題であるペルーにおいて、エネルギー効率化、再生可能エネルギー及び気候変動対策への取組みは、事前評価時、事後評価時とも重要政策と位置付けられており、日本の援助政策や国際的な支援動向とも合致している。よって、本事業の妥当性・整合性は高い。事業費、事業期間とも計画内に収まっているものの、サブローンの供与実績について、その件数が7件と少なく、再生可能エネルギー分野の特定のエンドユーザーに融資が偏っていたことや、サブローン総額の30%を配分した省エネ分野の実績がなかったことから、効率性は計画にやや見合わないものとなった。運用効果指標として設定された温室効果ガス（GHG: Greenhouse Gas、以下「GHG」と言う。）排出削減量はほぼ計画通りと試算されたが、それは再生可能エネルギー事業の発電容量が計画時の仮定を大きく上回った結果である。また、省エネ分野の効果は認められず、インパクトも限定的と考えられることから、有効性・インパクトはやや低いと判断される。また、COFIDEは今後ともグリーンファイナンスの強化、推進に力を入れていく方針であり、省エネ事業支援の制度には改善の余地があるものの、金融機関としてのCOFIDEの能力に基本的に問題はない。しかしながら、リボルビングファンド（Revolving Fund、以下「RF」と言う）が立ち上がっておらず、二次貸付が行われていない状況にあることは、本事業の効果の持続性を判断することを困難にしており、持続性はやや低いと言える。以上より、本事業は一部課題があると評価される。

## 1. 事業の概要



事業位置図



風力発電サブプロジェクト

(出典：筆者撮影)

## 1.1 事業の背景

ペルーでは急速な経済成長に伴い、2019年には発電・供給能力を2010年当時の約2倍に増やす必要があった。こうした発電能力増強に際しては、GHG排出量が少ない再生可能エネルギー源の利用をさらに拡大させるエネルギー政策の推進・維持が課題とされた。部門別エネルギー需要については、生産部門及び運輸部門の需要が増加傾向にあった。しかしながら、生産部門においては旧式設備が多く稼働していることからエネルギー効率が悪く、設備の取替えや改良による省エネ化により、エネルギーの有効利用を促進することが急務であった。運輸部門においても、ペルー政府は天然ガス車への燃料転換の促進やディーゼル車の排出ガス規制強化に取り組み、低公害車の普及を図ってきたが、公共バスやトラック等への普及は進んでいなかった。生産部門及び運輸部門は、エネルギー消費量が多く、それに伴いGHG排出量も増大することから、GHG削減に向けた対策として、同部門のエネルギー消費量削減が必要とされた。加えて、ペルー政府は、1992年の国連気候変動枠組み条約を批准して以降、「国家環境政策（2005）」、「気候変動の適応と緩和策アクションプラン（2010）」を策定し、国家として包括的に気候変動対策に取り組んできた。

このような背景のもと、ペルー政府は我が国に対して、エネルギー効率化のためのインフラ支援のための開発金融借款を要請し、本事業が実施されることとなった。

## 1.2 事業概要

COFIDEからIFIを通じ、民間企業等を中心としたエンドユーザーに対して、エネルギー効率化促進に資するサブプロジェクトに必要な中長期資金を融資するとともに、融資対象サブプロジェクトの円滑な実施促進に向けての技術支援（コンサルティング・サービス）を提供することにより、エンドユーザーによる各種環境対策の促進を図り、もって持続的な経済発展及び気候変動緩和に寄与する。

### 【円借款】

円借款承諾額/実行額	8,770百万円 / 8,478百万円
交換公文締結/借款契約調印	2012年8月 / 2012年10月
借款契約条件	金利： 0.6%（コンサルタントは0.01%） 返済（うち据置）： 15年（5年） 調達条件： 一般アンタイト
借入人/実施機関	ペルー共和国 / 開発金融公社（COFIDE）
事業完成	2018年2月
事業対象地域	ペルー全域
本体契約	—
コンサルタント契約	個人（ペルー）他
関連調査	ペルー国エネルギー効率化インフラ支援プログラ

(フィージビリティ・スタ ディ：F/S)等	ム（開発金融借款）にかかる案件実施支援調査 （2017年）
関連事業	ドイツ復興金融公庫（KfW）：再生可能エネルギー 及びエネルギー効率化促進を目的に COFIDE を通 じた開発金融借款を供与。

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

澤井 克紀（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

### 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：2022年1月～2023年2月

現地調査：2022年6月25日～7月22日、2022年10月23日～10月30日

### 2.3 評価の制約

- ・ 本事業に関わる IFIs やエンドユーザーは、サブローンが円借款資金で支援されているという事実を承知しておらず<sup>1</sup>、サブローンの供与は6～10年前のことで当時の担当者もいないこと等から、彼らに対するインタビューに十分な協力を得られなかった。
- ・ 持続性の評価は RF の運用実績に着目する方針であったが、RF が立ち上がっておらず、二次貸付の実績もないことから<sup>2</sup>、持続性にある各項目の評価は、必ずしも本事業効果の持続性の評価に関連するものではないことに留意を要する。
- ・ 本事業の実施機関である COFIDE より、金融業務の守秘義務上、サブローンに関わる情報（エンドユーザー名、融資条件等）の公表を控えるよう要請があり、本評価報告書の記載は、同要請に配慮したものになっている。

## 3. 評価結果（レーティング：C<sup>3</sup>）

### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>4</sup>）

#### 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

本事業の計画時においては、ペルーの経済成長に伴い、エネルギー需要の増加が続いており、安定的な電力供給を継続することが課題であった。その施策の一つとして、2008

<sup>1</sup> 「3.2.1 融資スキーム」を参照。

<sup>2</sup> 「3.4.7 運営・維持管理状況」を参照。

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

年に「再生可能エネルギー促進法」を制定し、2013年までに総電力量の5%を再生可能エネルギーで賄う目標を立てた。また、2010年には「エネルギー効率化アクションプラン」及び「気候変動の適応及び緩和策アクションプラン」を策定し、2018年までに15%のエネルギーの効率化を目指すとともに、GHG排出量の削減にも取り組むとした。

事後評価時においても、「国家エネルギー計画(2014-2025)」で、GDP成長率を年4.5%と6.5%の2つのシナリオをもとにした場合、2014年の電力需要5,800MWに対し、2025年ではそれぞれ1.64倍、2.12倍になると予測しており、安定的な電力供給は重要な課題であることに変わりはない。また、エネルギー効率化に関してもGDP成長率4.5%で14.8%、成長率6.5%で12.5%のエネルギー需要の削減が可能になるとしている。さらに、同計画では、再生可能エネルギーを総電力量の5%を目標とする政策を継続的に推進すると謳っている。一方、気候変動対策に関しては、ペルー政府は2015年に「気候変動国家戦略」を策定し、同戦略を更新した「気候変動適応国家計画2050」を2021年に承認する等、気候変動対策に積極的に取り組んでいる。COP26<sup>5</sup>においては、2030年までにBusiness as Usual<sup>6</sup>のシナリオ比40%のCO<sub>2</sub>排出削減、2050年までにカーボンニュートラルの達成を行うとの声明を出している。

このように、ペルーでは計画時、そして事後評価時においても、エネルギー効率化政策及び気候変動対策を重視、推進してきている。したがって、本事業は同国の開発政策と整合している。

### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

2016年におけるセクター別GHG排出量は、土地利用変化及び林業部門41%、農業15%、運輸15%、電力+熱供給13%、廃棄物6%、製造業+建設5%、工業3%、建物2%となっている。土地利用変化及び林業部門と農業を除けば、運輸41%、電力+熱供給34%を占めている状況は、計画時と評価時点では大きな変化はなく、同部門におけるGHG削減の必要性は引き続き認められる<sup>7</sup>。また、「国家エネルギー計画(2014-2025)」では、発電部門において再生可能エネルギーを利用し、エネルギーセクター全体としてGHG排出量を削減し、安定的なエネルギー供給を目指すこと、生産部門において設備更新等による省エネ推進でエネルギーの有効利用を図ること、運輸部門において天然ガス利用の公共バスの導入や排出ガス規制を満たすディーゼル車の普及に取り組むといった方針は継続されるべきものとされている。さらには、2020年にエネルギー効率化に関するAPEC Follow-Up Peer Review<sup>8</sup>が実施され、ペルー政府の上記方針は基本的に

<sup>5</sup> 2020年11月に英国グラスゴーで開催された第26回気候変動枠組条約締約国会議(COP: Conference of the Parties)。

<sup>6</sup> 今までの経済活動等が続くとした場合のベースシナリオ。

<sup>7</sup> CAIT Climate Data 参照。

<sup>8</sup> 2011年、APEC (Asia-Pacific Economic Cooperation : アジア太平洋経済協力) 首脳は、GDP単位当たりのエネルギーを2035年までに2005年比45%削減する目標に合意した。エネルギー効率化に関わるピアレビュー (Peer Review) は、APEC加盟国の同目標達成を支援するため、政策的助言等を行う

支持された。

このように、エネルギー効率化と GHG 削減努力は、これからも継続的に取り組むべき課題であり、本事業はペルーの開発ニーズに整合しているものと言える。

### 3.1.1.3 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業では、中小企業を対象にエネルギー効率化事業の促進、普及のために、省エネ分野向けの融資にサブローン資金の 30%を配分していた。しかしながら、省エネ分野のサブローン供与の実績はなかった。その理由として以下が考えられる。

- ・ COFIDE の融資条件（金利体系、返済期間、融資規模等）とエンドユーザーのニーズとにミスマッチがあったこと。
- ・ 「2階建て銀行<sup>9</sup>」の性格を有する COFIDE にとって 1~1.5 百万ドルの融資規模でなければ業務コストに見合わないとしている一方、省エネ事業の資金ニーズはそれよりも小規模であったこと。
- ・ 小規模ゆえに IFIs は COFIDE との協調融資を必要とせず、自らリスクを取ってローンを提供できたケースもあったこと。

すなわち、エンドユーザーの資金ニーズと円借款における事業スキームにミスマッチがあり、これは、計画時においてエンドユーザーや IFIs に対する市場調査をしておけば、ある程度避けることができた可能性がある。ただし、円借款資金は全額活用されていることから、この点がペルーのエネルギー効率化を目的とする本事業全体の妥当性の評価を下げたとまでは言えない。

### 3.1.2 整合性（レーティング：②）

#### 3.1.2.1 日本の開発協力方針との整合性

日本政府は、2008 年 1 月にクールアース推進構想を提唱し、気候の安定化に貢献しようとする開発途上国の GHG 排出削減への取組みに積極的に協力することとした。ペルーに対しては、2008 年 3 月に福田総理（当時）とガルシア大統領（当時）の間で「日本国及びペルー共和国による環境・気候変動問題における協力の一層の強化に関する共同声明」に署名、2009 年 9 月には国連気候変動首脳会議で「鳩山イニシアティブ」を発表し、開発途上国の GHG 削減の緩和策と気候変動に伴う適応策のための資金技術移転の必要性について提唱した。さらに、対ペルー事業展開計画においては、「地球的規模問題への対処」が援助重点分野の一つとして掲げられ、気候変動対策を含む環境保全是、

---

メカニズムである。2020 年の対ペルーのピアレビューによれば、公的資金支援を含む制度的枠組み見直しの必要性、エネルギー性能を示すラベリングの導入等の車両のエネルギー効率化改善の必要性、産業部門のエネルギー効率化推進（ISO5000 エネルギーマネジメントシステム認証等）の必要性等について指摘している。

<sup>9</sup> 資金調達を行った COFIDE は、商業銀行等の仲介金融機関を介し、国内の中小企業等に貸し出すスリーステップローン方式が採用されているため、「2階建て銀行」と称される。

開発課題の中で重要な分野とされた。このように、本事業は日本の開発協力方針との整合性が認められる。

### 3.1.2.2 内的整合性

JICA は、日本政府が 2013 年 11 月に策定した「美しい星への行動」の一環として、2013 年に「災害復旧スタンド・バイ借款」、2014 年に「ペルー沿岸部洪水対策計画」及び「モケグア水力発電所整備事業」に円借款を供与している。また、2021 年には、「アンデス・アマゾンにおける山地森林生態系保全のための統合型森林管理システムモデルの構築プロジェクト」の技術協力を開始しており、ペルーで GHG 排出量の 50%以上を占める土地利用変化及び林業部門の管理能力強化に取り組んでいる。このように、JICA は継続してペルーの気候変動対策に取り組んできているが、各事業間における具体的な連携、成果は認められない。

### 3.1.2.3 外的整合性

日本政府は、2013 年にペルーに対して「次世代自動車ノンプロジェクト無償資金協力」を供与した。これは、エネルギー効率がよく、環境負荷が低い次世代自動車の普及を目的にした支援である。また、COP26 において、今後 5 年間で最大 100 億ドルの資金支援を表明し、気候変動の緩和及び適応策の推進を促した。

ドイツの対ペルー支援においては、環境政策と保護及び自然資源の持続可能な活用や気候変動に対処する持続可能な都市開発が優先分野として位置付けられている。KfW は、COFIDE の BIONEGOCIOS<sup>10</sup>推進のための資金供与をしてきたが、これは本事業と目的を一にするものであり、適宜 JICA と KfW の間で情報交換が行われ、事業推進のためのワークショップを開催する等、連携・調整が図られた。

その他、米州開発銀行の対ペルー支援戦略（2017-2021）においては、環境の持続性と気候変動対策を優先課題の一つに掲げており、「エネルギーセクター変革支援」に関わる技術協力を実施中である。世界銀行の対ペルー「国別パートナーシップ戦略（2017-2021）」においても、支援目的の 3 本柱の一つに自然資源と気候変動リスク管理を掲げ、現在は「COVID19 後のグリーン経済回復支援のための送電線投資計画」に借款を供与している。国際的な枠組みである 2030 年目標の持続可能な開発目標（SDGs）では、目標 7 に「2030 年までに再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる」、「2030 年までにエネルギー効率の改善率を倍増させる」、「エネルギー関連インフラとクリーンエネルギー技術への投資を促進する」といったターゲットを掲げている。また、目標 13 には「気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」とある。このように、本事業のエネルギー効率化や気候変動対策を支援するという目的は、日本政府、他国や国際機関、国際的枠組みと方向性が同じであり、一部の他のドナー事業と実施面において

---

<sup>10</sup> BIONEGOCIOS：中小企業の再生可能エネルギー及び省エネ導入促進を目的に、2008 年から実施している環境・省エネ融資プログラムの名称。

連携はあったが、具体的な成果は認められない。

以上より、本事業の実施は、ペルーの開発政策、開発ニーズと十分に合致しており、日本の開発援助方針との整合性があり、JICA 及び他の国際機関とも気候変動対策関連事業を推進してきているという点においても整合性は認められるが、具体的な連携、成果は一部を除き認められない<sup>11</sup>。事業計画やアプローチ等の適切さに一部問題があったと思われるものの、事業全体の妥当性の評価を低めるまでであったとは言えない。よって、妥当性・整合性は高い。

### 3.2 効率性（レーティング：②）

#### 3.2.1 融資スキーム

本事業の融資スキームを図1に示す。

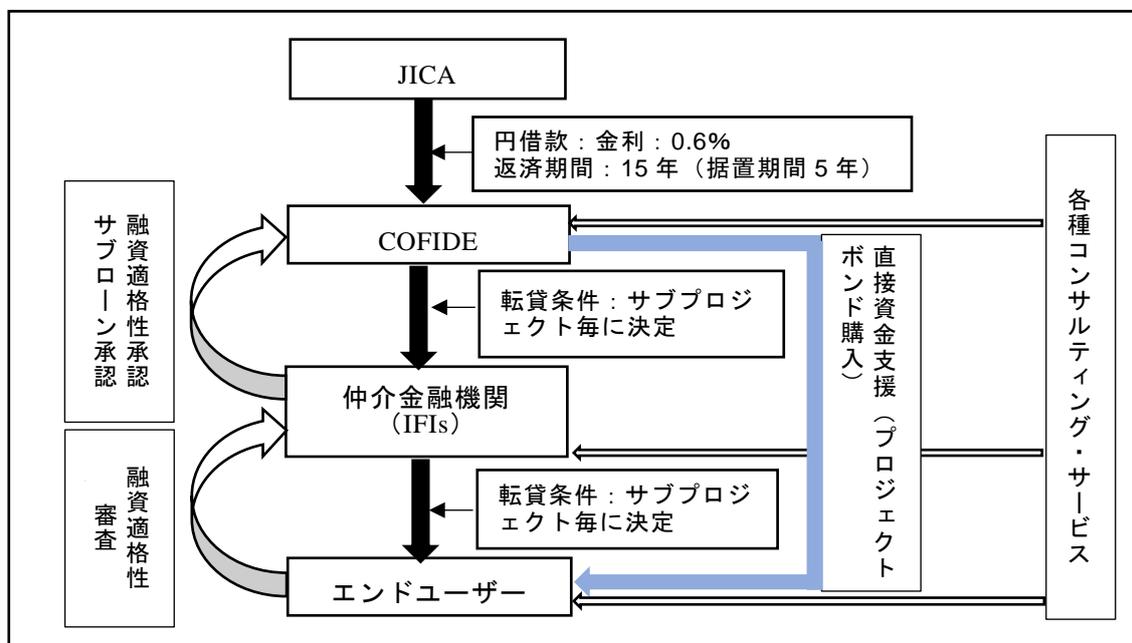


図1： 本事業の融資スキーム

（出典）JICA/COFIDE 提供資料から筆者作成

計画時の融資スキームは、COFIDE から IFIs を通じてサブプロジェクトを実施するエンドユーザーに融資するというものであったが、エンドユーザーが発行するプロジェクトボンド<sup>12</sup>を購入することにより、COFIDE が IFIs を通さずにエンドユーザーに直接資

<sup>11</sup> 2021 年度 JICA 外部事後評価レファレンスによれば、日本政府・JICA 開発協力方針と整合性があったとしても、JICA 内の他の事業あるいは他機関との連携・国際的枠組みとの協調等において具体的な連携、調整もしくは具体的な成果が確認できない場合、事業の整合性のサブレーティングは②と評価される。

<sup>12</sup> プロジェクトボンドとは、インフラ事業を行うために必要な資金を調達する目的で事業体が発行するボンド（社債）のことを指す。通常の社債とは異なり、その返済原資は事業から得られる収益に限定される。

金を提供する融資方法が追加された。これは、2010年に策定された「バーゼルIII規制<sup>13</sup>」により、金融機関の資金調達コストが上昇し、長期インフラ投資は金融機関にとってリスク資産の積み上げになる可能性が高く、エンドユーザーがIFIsからの融資を受けにくくなったことや、プロジェクト融資の方法が多様化していることが背景にあったもので、適切な追加変更であったと評価できる。なお、本事業においては、風力発電事業において適用された。

サブローンの運用は、借款契約後に作成された業務規程（Operational Rules）や、サブローン選定基準及び融資申請評価基準に則って行われた。対象は、COFIGAS<sup>14</sup>（公共バスの天然ガス化）、低排出ディーゼル車の調達、再生可能エネルギー及び省エネルギーの各分野に関わるサブプロジェクトとした。実際のサブローン融資手順は以下の通りであった。

ステップ1： エンドユーザーからIFIに対して融資を申請。

ステップ2： IFIは申請内容を精査した上で、COFIDEとの協調融資が望ましいと判断した場合は、COFIDEに申請。

ステップ3： COFIDEは、IFIから融資申請のあった事業を審査し、融資条件を設定の上、IFIにサブローンの供与を決定。

ステップ4： IFIはエンドユーザーに対してローンを供与。

ステップ5： その後COFIDEは、COFIDE全体のポートフォリオを考慮し、円借款資金を当てると判断した場合は、当該サブローンが本事業の適格性を満たしていることを確認し、JICAからの同意を得たうえで当該サブローンに円借款資金を充当。

上記手順においては、COFIDEがIFIsへのサブローンを審査する際に円借款資金の活用の是非について検討されることはなく、基本的に既往のCOFIGASまたはBIONEGOCIOSにおける融資審査と同様の手続きが取られた。COFIDEは、COFIGASやBIONEGOCIOSを推進するために円借款を活用しているという認識であり、本事業単独で特別なスキームを運用することはできないし、本事業のためのマーケティングをすることもないという立場である。また、COFIDEは、IFIsにサブローンを供与した後に円借款の活用の是非を決定しているので、IFIsはCOFIDEの資金に円借款資金が含まれているという認識はなく、ましてや、エンドユーザーは円借款のことは全く承知していない。このような手順では、円借款事業としての認知度は低くならざるを得ない。

---

<sup>13</sup> 金融機関が維持すべき最低自己資本比率を定めたもの。

<sup>14</sup> COFIGAS：車両所有者・購入者、生産者、検査機関、一般金融機関、ガス販売施設、融資返済監理責任者（COFIDE）間の天然ガス化に関わる各ステップの取引・決済がオンラインシステムにより、機械的・組織的に行われるように構築された融資スキーム。

エンドユーザー向けの末端金利は、当該ローンに関与する IFIs が提供する市場平均金利を基本に、COFIDE のリスク査定の結果を踏まえてサブローン毎に決定された。計画時には、COFIDE の市場からの資金調達コストと円借款の譲許性の差（例：ソル建て・返済期間 5 年、中企業向け融資で 3.5%～5%、小零細企業では 10%以上の金利差）が反映され、エンドユーザー向け金利は市場金利よりも十分低くなるものと想定されていた。実績では、概ね市場における競争的融資条件を提供できたが、エンドユーザー向け金利と市場平均金利との差は、ドル建てで 1.53%～6.0%、ソル建てで▲0.43%～2.86% となっており、計画時に期待していた譲許性は必ずしも十分に確保されなかった。その要因は、通貨スワップ<sup>15</sup>のコスト負担である。同コストに関わる情報を得ることはできなかったが、円/ドルで 4.2%程度、円/ソルで 6.4%程度と推定される。COFIDE によれば、市中から資金調達をすることに比べて、ドルはやや安く、ソルは高くなっているということであった。

返済期間は、ドル建てで 8 年～15 年、ソル建てで 3.5 年～8 年であった。

なお、COFIDE はエンドユーザーに提供するローンの 50%を上限に IFI 向けサブローンを提供した。

### 3.2.2 アウトプット

分野別サブローンの計画と実績を比較したものを表 1 に示す。

表 1：分野別サブローンの計画・実績比較

分野	計画時の仮定	実績
COFIGAS：天然ガス仕様バス（GNV バス）調達	サブローン 7 件 GNV バス計 75 台	3 件 GNV バス計 69 台
低排出ディーゼル車	サブローン 8 件 車両購入計 83 台	1 件 中・長距離バス計 65 台
再生可能エネルギー	サブローン 6 件 小規模発電 計 30MW	3 件 水力、風力、バイオマス関連各 1 件 計 150.7MW
省エネルギー	サブローン 105 件	実績なし

（出典）JICA 審査資料、COFIDE 提供資料

計画時における JICA の積算仮定では、中小企業を対象に、計 126 件のサブローンを供与するというものであった。特に省エネ分野においては、できるだけ多数のエンドユ

<sup>15</sup> 異なる通貨間で将来のキャッシュフロー（金利と元本）を交換（スワップ）する取引。本事業の場合、円借款資金とドル・現地通貨ソルの間で通貨スワップが行われ、将来の円借款の金利支払い及び元本返済額を円貨ベースで確定させた。

一ターにエネルギー効率化事業を促進、普及させようという意図があったが、その考え方は JICA と COFIDE との間で必ずしも共有されていなかったようである。それは、L/A 締結後に、COFIDE が少なくとも 10 件のサブローンを供与することを計画目標に設定したことからも伺える。

表 2：サブプロジェクトの概要

	エンター ユーザー	サブローン 供与年	サブプロジェクト概要
COFIGAS 分野			
1	A 社	2012	リマ首都圏南部地域で公共バスを運行する A 社が、計 15 台の GNV バスを調達したもの。2016 年に完済。
2	B 社	2012	リマ首都圏北部地域で公共バスを運行する B 社が計 24 台の GNV バスを調達したもの。2016 年に完済。
3	C 社	2014	ピウラ州ピウラ市を拠点に、市内及び周辺都市を結ぶルートで公共バスを運行する C 社が計 30 台の GNV バスを調達したもの。2021 年に繰上返済。
低排出ディーゼル車分野			
4	D 社	2016	ペルー国内の拠点都市及びエクアドルのグアヤキル、コロンビアのボゴタを結ぶ中・長距離バスを運行する D 社がヨーロッパ基準 EUROIII を満たす低排出ディーゼルバス計 65 台を調達したもの。2018 年に繰上返済。
再生可能エネルギー分野			
5	E 社	2014	ピウラ州パリニャス地区で 30.6MW 及びラ・リベルタッド州カスマニョ地区で 81.0MW の発電容量を有する風力発電所を建設したもの。プロジェクトボンドの購入で資金供与した。
6	G 社	2013	プリン州で発電事業を運営する G 社が計 39.1MW の流れ込み式水力発電所を建設したもの。2019 年に繰上返済。
7	F 社	2013	ピウラ州パイタ地区でエタノールを生産する F 社において、サトウキビ生産増⇒エタノールを生産増⇒サトウキビの搾りカスを活用したバイオ発電という一連のプロセスのうち、本事業はサトウキビ畑の拡張に充当したもの。しかしながら、F 社は 2015 年にエタノール価格の世界的な暴落が理由で倒産した。資金は回収済。現在は他社がエタノール生産事業を引き継いでいる。

(出典) COFIDE 提供資料

COFIGAS 分野に関わる実績は、サブローンの件数は 3 件であったが、調達した GNV バスの台数はほぼ計画時に仮定した 75 台に見合う 69 台であった。低排出ガスディーゼルもサブローン件数は 1 件のみだが、調達したバス台数は計画時に仮定した 83 台に対して 65 台であった。再生可能エネルギー分野における発電事業の実績は、風力発電 1 件 (計 111.6MW)、小水力発電事業 1 件 (計 39.1MW) と、仮定した発電容量の計 30MW を大きく上回るものとなった。なお、再生可能エネルギー分野としてサブローンが供与された F 社は、2015 年に倒産した。倒産理由は、世界的なエタノール価格の暴落<sup>16)</sup>に

<sup>16)</sup> エタノールの先物価格終値 (サンパウロ商品取引所) 平均は、サブローンを供与した 2013 年に 2.28US\$/ガロンだったものが、2014 年 2.15、2015 年 1.50、2016 年 1.53、2017 年 1.49、2018 年 1.30 と急激に下がった。(出典: Trading Economics)

よるものであった。全体の投資規模が多額で複数の金融機関が関与していたが、特に融資審査に問題があったということではなく、倒産リスクを予期することは困難であったと思われる。なお、現在は他社がエタノール生産を引き継いで操業している。

省エネ事業は、本事業が中小企業を対象としてエネルギー効率化事業の促進、普及を目的にしているにも関わらず、サブローン供与の実績はなかった。IFIs から COFIDE に対してサブローンの申請がなかったとのことだが、COFIDE からのヒアリングや案件実施支援調査報告書から、その背景理由については以下のようなことが考えられる。

- ・ 中小企業にとって本事業の融資条件（金利、返済期間）はそれほど魅力的ではなかったこと。
- ・ 中小企業にとって、IFIs に融資申請を行った後に COFIDE の判断を待つという融資スキームは煩雑で、融資審査にも時間が掛かること。
- ・ COFIDE は、1 百万ドル～1.5 百万ドル程度のサブローンでなければ事務負担として見合わないと考えているが、中小企業の省エネ事業としては融資規模が大きすぎること。
- ・ 融資規模が小さな場合は、IFIs は敢えて COFIDE との協調融資を行うメリットがなく、単独でローンを提供できること。

今後、COFIDE が本事業と同様の省エネ事業を推進していくとすれば、上記背景理由にあるエンドユーザーのニーズとサブローンの融資条件のミスマッチ等を解消することが望まれる。

### 3.2.3 インプット

#### 3.2.3.1 事業費

総事業費の計画は、総額 10,480 百万円で、うちサブローンが 8,332 百万円、コンサルティング・サービスはその 5%程度の 438 百万円であった。実績についての詳細な情報は得られなかったが、円借款対象部分だけを見ると、サブローン／直接投資は 8,332 百万円と全額活用され、コンサルティング・サービスは計画 438 百万円に対して実績 146 百万円となった。

表 3： 事業費の計画・実績比較

(単位：百万円)

	計画			実績		
	外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
サブローン／直接投資	8,332*	0	8,332*	8,332*	0	8,332*
コンサルティング・サービス	235*	203*	438*	n.a	n.a	146*
コミットメントチャージ	44	0	44	n.a	n.a	n.a
税金	0	1,666	1,666	n.a	n.a	n.a
合計	8,611	1,869	10,480	n.a	n.a	n.a

\*は円借款対象、その他は COFIDE の自己資金。

為替レート：(計画時) 1 ソル=30.8 円 (2010 年 9 月時点、(実績) 1 ソル=35.7 円 (事業期間の平均)

(出典) JICA 提供資料

サブローン／直接投資分が全額活用されたことについては、L/A 貸付実行期限日に行われた最終ディスバースに関わる経緯に関わる分析を要する。COFIDE は E 社が発行したプロジェクトボンドを購入し、その一部に当たる 25 百万ドルに円借款資金を既に充当していたが、最終ディスバース資金は、同プロジェクトボンド購入の自己資金分の一部をさらに円借款資金に置換したものであり、同一事業の追加融資として扱われた。E 社の風力発電事業がサブローン／直接投資の対象として適格性を有していることは明らかであるが、同追加融資はエンドユーザーに流れる資金ではなく、新規事業が実施されたものでもない。円借款の譲許性から生まれる余剰資金は、将来の融資や案件形成に活用し得るものであり、COFIDE の ALM (資産負債総合管理) の健全性の向上に寄与する。開発金融借款では、実施機関の ALM の健全性を確保することが重要という考え方もあるが、それは本事業の本来の目的ではない。したがって、サブローン／直接投資分が全額ディスバースされたことだけをもって、事業費が計画通り効率的に使用されたと評価し難い。

表 4： 年度別円借款活用実績 (サブローン／直接投資分のみ)

年度	サブローン件数	円借款活用実績	備考
2013	0	0 百万円	
2014	4	1,811 百万円	G 社向け 10 百万ドル含む
2015	2	2,690 百万円	E 社向け 25 百万ドル含む
2016	1	833 百万円	D 社のみ
2017	0	0 百万円	
2018	(1)	2,998 百万円	E 社向け同一事業に追加融資
合計		8,332 百万円	

(注) COFIDE がサブローンを IFIs に供与した年度ではなく、当該サブローンに円借款資金を充当することを決定した年度。

(出典) JICA/COFIDE 提供資料

年度別支出計画に関わる実績値の情報は得られなかったが、サブローン／直接投資の円借款活用実績に着目すると、2014年、2015年と多額のサブローンまたはプロジェクトボンドの購入が含まれているので、金額的には支出は順調に見えるが、2015年以降IFIsからのサブローン申請数は少なく、サブローンの案件発掘や形成も進まなかったのが実態である。その結果が、上記の最終ディスパースの背景にあったとも言える。

サブローンの分野別配分額に関わる計画と実績の比較を表5に示す。

表5：サブローンの分野別配分額の計画・実績比較

分野	計画	実績	
COFIGAS (GNV バス調達)	10%を目途	4%	335 百万円
低排出ディーゼル車	10%を目途	10%	833 百万円
再生可能エネルギー	50%を目途	86%	7,164 百万円
省エネルギー	30%を目途	0%	----
合計	(8,332 百万円)	100%	8,332 百万円

(出典) JICA/COFIDE 提供資料

COFIGAS 分野に関してはサブローン額の 10%程度が配分されたが、実績は 4%となった。その原因は、調達した GNV バスの台数はほぼ計画時の仮定に見合うものであったが、JICA は事業費の 100%をサブローンで賄うという仮定で積算したのに対して、実際はサブローンの 50%を上限として COFIDE が資金供与した差である。低排出ディーゼルガス車については、計画通りの配分額が使用された。再生可能エネルギー分野に関しては、他の分野に比較してサブローンの額が大きかったことに加え、上記のように E 社に対する追加融資を実行したことで、さらに同分野の融資総額が膨らんだ結果である。省エネ分野については上記アウトプットの項で述べた通りである。

以上から、事業費については計画内に収まったものの、再生可能エネルギー分野の特定のエンドユーザーに偏った資金活用 (E 社のみで全体の 67%を占める) や、省エネ分野の実績がなかったことから、資金活用実績の内容についてはアウトプットに見合わないものであった。

### 3.2.3.2 事業期間<sup>17</sup>

計画では、2012年12月からコンサルタントの選定手続きを開始、2018年2月の円借款の貸付実行期限をもって事業完了(計63カ月)であった。実績は、2013年1月からコンサルタントの選定手続きが始まり、2018年2月に貸付完了(計62カ月)したので、計画内に収まった。しかしながら、サブローンの供与進捗が遅延していたことは先に述

<sup>17</sup> 2021年度 JICA 外部事後評価レファレンスによれば、事業開始月は事業事前評価表等で別途設定されている場合を除き L/A 調印月にするとしているが、審査調書等の JICA 提供資料から、評価者の判断により、コンサルタント選定手続き開始月を事業開始月とした。

べた通りである。

### 3.2.3.3 コンサルティング・サービス／技術支援

当初計画では、事業全体の監理を行う統括コンサルタントの他に、サブローンの各分野における案件形成や技術審査等の支援を目的に適宜コンサルタントが雇用される予定であった。実際に雇用されたコンサルタントは、統括コンサルタントの他に、省エネ事業に関わる案件形成のためのコンサルタント4件、靱殻発電事業に関わる案件形成のためのコンサルタント1件の契約が結ばれたのみであった。しかしながら、統括コンサルタントのパフォーマンスが満足のいくものではなかったために契約期間途中で契約解除になったり、他のコンサルティング・サービスの成果が具体的なサブローンの供与に繋がるものではなかったため、結果的にコンサルタントから有益な支援が提供されたとはいえない。ただし、COFIDEは、統括コンサルタントのサービス内容はCOFIDE自身で実施可能なものであったことや、IFIsの（技術面も含めた）審査能力に特段の問題はなかったため、コンサルタントが計画通り雇用できなかったことが本事業に影響を与えたとは認識していない。COFIDEからのヒアリングによると、COFIDEは「2階建て銀行」であり、本来、案件発掘、形成や融資に関わる技術審査はIFIsが実施すべきものという立場である。よって、コンサルタントを使ってまで自ら案件形成や技術審査を行う必要性を感じていなかった。また、案件形成の対象になったエンドユーザーに積極的に融資を望む意向がなかった。また、コンサルタントが案件形成を試みた小規模案件の集合体のようなサブプロジェクト<sup>18</sup>は複数のエンドユーザーが関わるため、本事業の融資対象にすることは難しかったということも、コンサルティング・サービスの成果が乏しかった理由と考えられる。

JICAは、COFIDEのサブローン供与の進捗が芳しくなかったために、低排出ディーゼル及び省エネルギー事業の案件形成支援を目的として2016年3月～2017年2月までの間、案件実施支援調査を提供した。同調査を通じて、低排出ディーゼル事業9件、省エネルギー事業10件、計19件の候補事業リストを作成したが、具体的なサブローンの供与に繋がることはなかった。案件実施支援調査実施後からL/Aの貸付期限日まで1年程度しかなかったこと、その期間内にIFIsにも候補案件を共有し、かつ、エンドユーザーの融資希望を確認する必要があることを考慮すると、同調査結果をもとに具体的なサブローンを実現させることは容易ではなかったと考えられる。

以上より、サブローン／直接投資に関わる事業費は全額活用され、当初計画通りの事業期間に収まったが、サブローンの供与進捗が進まず、事業費は同一事業の追加融資の結果として全額ディスバースされたという経緯がある。また、アウトプットにおいては、サブローンの件数が全7件と計画を下回り、サブローン総額の30%を配分した省

---

<sup>18</sup> コンサルタントが案件形成をしたものには、農家対象の省エネ、再生可能エネルギー事業支援や、17大学を対象とした省エネ、再生可能エネルギー事業支援等があった。

エネ分野のサブローン供与実績がなかった。以上から、本事業の効率性はやや低い。

### 3.3 有効性・インパクト<sup>19</sup>（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）

本事業では、エネルギー効率化を量る指標として、主として GHG 排出削減量が設定された。その目標値と実績値は表 6 に示すとおりである。

表 6： 運用・効果指標の計画・実績比較

指標名		目標値	実績値（2020年）	
		2019年	事業完成2年後	
		事業完成2年後	サブプロジェクト全体	本事業の貢献 （円借款資金の融資比率を勘案）
低公害車の導入による GHG 排出削減量 （トン-CO <sub>2</sub> /年）	COFIGAS	22,000	20,240	6,620（注2）
	低排出ガスディーゼル	（注1）	745	373（注3）
再生可能エネルギーに関わる GHG 排出削減量（トン-CO <sub>2</sub> /年）		83,000	750,531	103,870（注4）
計（低排出ガスディーゼルを除く）		105,000	770,771	110,490
合計		—	771,516	110,863
省エネルギー事業におけるサブプロジェクト毎エネルギー効率化（%/サブプロジェクト）		10以上	（実績なし）	（実績なし）

（注1） 事業開始時に設定される予定であったが、設定されなかった。

（注2） 計画時と同じ前提を用いて試算したもの。

（注3） 調達した中・長距離バスの走行距離を 120,000km/年/台、燃費を 3km/l、クリーンディーゼルの排出係数を 2.58kg/l、旧ディーゼルバスより CO<sub>2</sub> 排出量が 10%改善したものと仮定して試算したもの（排出係数は「温室効果ガス総排出量算定方法ガイドライン」平成 29 年 3 月環境省による。）

（注4） 水力発電に関してはエンドユーザーから得た 2021 年の実績値 139,199 トン-CO<sub>2</sub>/年、風力発電所についてはエンドユーザーから聴取した 2022 年上半期の実績 305,666 トン-CO<sub>2</sub>/6 か月に基づいて試算したもの。

（出典） JICA/COFIDE 提供資料等

#### （1） GHG 排出削減量

計画時には、サブプロジェクトの事業費の 100%を円借款資金で賄うと仮定して目標値が試算されたが、実際は IFIs との協調融資で実施され、本事業の貢献は部分的であったため、実績値は、サブローン毎に本事業の融資比率を考慮して試算した。その結果、

<sup>19</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。

GHG 排出削減量は COFIGAS 分野で 6,620 トン-CO<sub>2</sub>/年（計画比▲70%）、再生可能エネルギー分野では 103,870 トン-CO<sub>2</sub>/年（計画比+25%）、合わせると計画値 105,000 トン-CO<sub>2</sub>/年を少し上回る 110,490 トン-CO<sub>2</sub>/年（計画比+5%）となった。全体では、これに低排出ディーゼル分野の GHG 排出削減量 373 トン-CO<sub>2</sub>/年が加算される。なお、サブプロジェクト全体での実績を見ると、計画値を大きく超える 771,516 トン-CO<sub>2</sub>/年の GHG 削減効果が得られたと試算された。これは、再生可能エネルギー分野の水力発電及び風力発電の発電容量が、計画時に仮定した 30MW を大きく上回る 150.7MW であったためである。

## （2）省エネルギー分野のエネルギー効率化

省エネ分野については、サブプロジェクト実施によるエネルギー効率化の程度が指標とされ、10%以上の効率化が目標とされたが、サブローンの実績がなかったため、効果は認められない。

以上から、低公害車導入と再生可能エネルギー分野での GHG 排出削減量の実績は計画をやや上回り、ほぼ計画通りの効果が得られたが、省エネ分野では実績がなく、効果は得られなかった。省エネ分野にはサブローン総額の 30%を配分した計画であったことを考慮すると、本事業の有効性はやや低いと判断される。

### 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、(1) 民間企業の省エネルギーに対する意識向上、(2) IFIs の審査能力向上、(3) エネルギー利用の効率化増進を通じた持続的な経済発展、(4) 気候変動の緩和が挙げられていた。

#### （1）民間企業の省エネルギーに対する意識向上

本事業における省エネ分野へのサブローンの実績がなく、他の分野もサブローンの件数が限定的で、本事業の認知度も低いことから、民間企業の省エネ意識が向上したという具体的なインパクトは認められない。ただし、ペルー全体で見れば、国民のエネルギーや気候変動に対する意識は徐々に高まってきており、省エネ意識も同様であると思われる。

#### （2）IFIs の審査能力向上

本事業のコンサルティング・サービスを通じて、IFIs に対しても必要な支援を行う計画であったが、実際は行われなかった。しかしながら、COFIDE からのヒアリングによると、本事業のサブローンに関わる IFIs は、日頃から当該エンドユーザーとの取引を通じてその経営内容を熟知しており、同様のサブプロジェクトの融資実績もあること

から、特段融資審査に問題や困難があったわけではない。技術的審査についても、必要に応じて専門家のチェックを受ける体制が確立している。

### (3) エネルギー利用の効率化増進を通じた持続的な経済発展

図2に示された実質GDPとGHG排出量との関係から、2010年以降、実質GDPの伸びに比してGHG排出量の伸びが低く、それらの値が年毎に徐々に開いている傾向にあることが分かる。それは、より少ないGHG排出量でGDPが成長していることを意味する。すなわち、エネルギー効率化の下に経済成長をしていることを示すものであると言える。それは、図3にあるGDP当たりのエネルギー消費量（Energy Intensity）が減少傾向にあることから裏付けられる<sup>20</sup>。よって、ペルー国としては、エネルギー効率化増進を通じた持続可能な経済発展に努力しているものと評価し得る。しかし、これを本事業のインパクトとして位置付けるには限定的と言わざるを得ない。

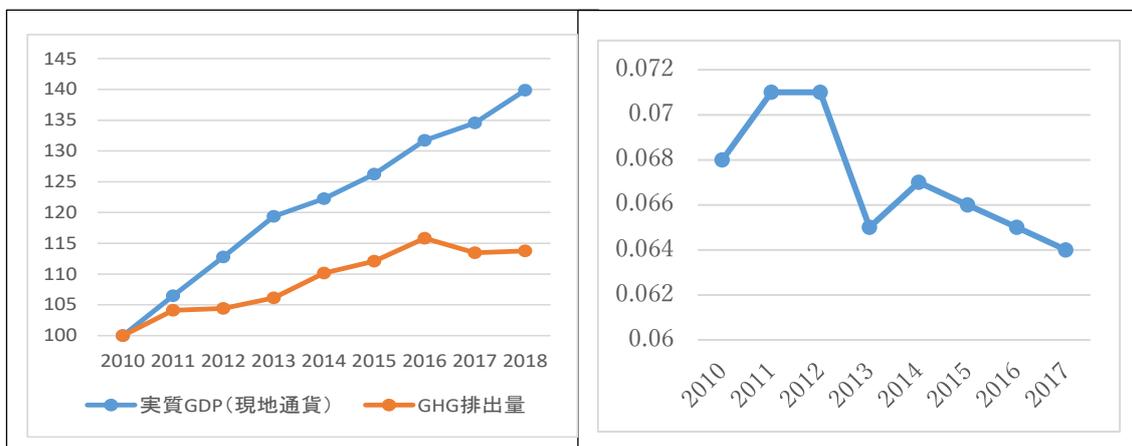


図2：実質GDPとGHG排出量の関係  
(2010年=100)  
(出典) 世銀統計

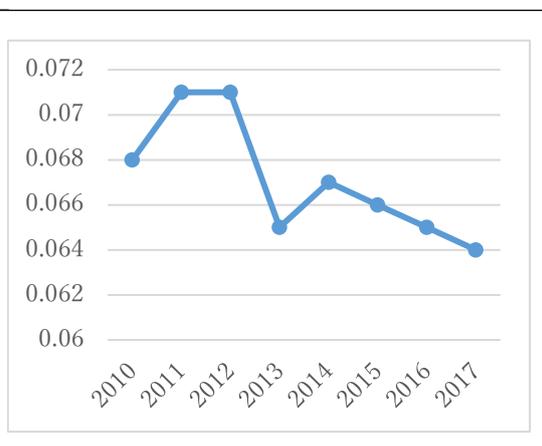


図3：GDP当たりのエネルギー消費量  
(単位：toe/1000\$ (2010PPP))  
(出典) 国際エネルギー機関 (IEA) 統計

### (4) 気候変動の緩和

図4に見るように、ペルーのGHG排出量が経済成長と共に増加することはやむを得ないが、最近では増加率が抑制される傾向にある。ペルーとしては、気候変動の緩和、すなわちGHG排出削減に努力しているものと評価し得るが、これを本事業のインパクトとして位置付けるには、限定的なものに

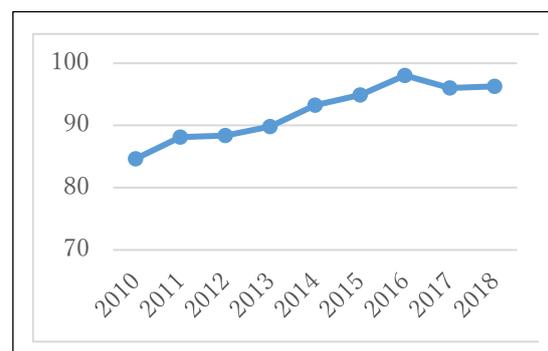


図4：GHG排出量（百万トン）  
(出典) 世銀統計

<sup>20</sup> IEA 統計によれば、2017年の Energy Intensity の数値は、ペルーの 0.064 に対して、世界平均 0.119、中南米地域平均 0.092 であり、ペルーは Energy Intensity の高い国ではない。

なると考える<sup>21</sup>。

### 3.3.2.2 その他、正負のインパクト

本事業は、「環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン」(2002年4月)にあるカテゴリ FI<sup>22</sup>に該当するとされた。サブローンの対象となったサブプロジェクトには、ガイドライン上のカテゴリ A に相当するものはなかった。水力及び風力事業はカテゴリ B に分類されたが、ペルーの国内制度に従って適切に環境社会配慮の確認が行われた。また、非自発的住民移転や大規模な用地取得を必要としたものもなく、現地調査を実施した際にも、特段の環境社会影響は確認されなかった。

以上より、本事業のインパクトは限定的と考えられる。本事業の有効性がやや低いと判断されたことも考慮すると、本事業の実施による効果の発現は計画に比して一定程度しか確認できず、有効性・インパクトはやや低い。

## 3.4 持続性 (レーティング : ②)

開発金融借款は、RF が適切に運用され、本事業と同じ政策目的を有するサブローンが継続的に供与されることによって、多数のエンドユーザーに便益を供するものである。本事業もそのように設計されており、事後評価では、RF の運用状況に基づき本事業の効果の持続性を評価することとした。しかしながら、「3.4.7 運営・維持管理状況」にあるように、実際には RF は立ち上がっていない。一方、COFIDE は、COFIGAS やグリーン COFIDE というプログラムを通じて、本事業と同じエネルギー効率化事業のためのグリーンファイナンスに継続的に取り組んでいる。よって、持続性にある各項目については、グリーンファイナンスに取り組む COFIDE 組織について分析したもので、必ずしも本事業の効果の持続性を直接評価したものではない。

### 3.4.1 政策・制度

エネルギー効率化を推進するというペルー政府の政策については、上記 3.1.1 妥当性でも述べた通り、継続している。

COFIDE については、COFIGAS とグリーン COFIDE (BIONEGOCIOS を改称) というグリーンファイナンスに関わる金融商品を推進していることに変わりはない。しかしながら、「2 階建て銀行」の COFIDE にとっては、本事業スキームでの省エネ分野サブローンの推進にも限界があると思われる。よって、COFIDE の省エネ事業に関わる制度に

<sup>21</sup> IEA 統計によれば、2017 年の一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量は、ペルーの 1.55t に対して、世界平均 5.12t、中南米地域平均 3.43t であり、ペルーは世界的にみて一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量の大きい国ではない。

<sup>22</sup> カテゴリ FI は、金融仲介者等に対し融資を行い、JICA の融資承諾後に、金融仲介者等が具体的なサブプロジェクトの選定や審査を実質的に行い、JICA の融資承諾前にサブプロジェクトが特定できない場合であり、かつ、そのようなサブプロジェクトが環境への影響を持つことが想定される場合である。(環境社会配慮確認のための国際協力銀行ガイドライン：平成 14 年 4 月 国際協力銀行)

については一部課題があると言える。

#### 3.4.2 組織・体制

COFIDE は、1971 年に設立されたペルー政府の開発金融機関であり、国際機関や政府機関等から資金調達を行い、IFIs を通じて国内の中小企業に貸し出しを行っている。中長期の資金を IFIs に融通することで、IFIs がリスクを取りにくい分野（インフラ、環境保全、農業、保健医療、中小零細企業向け設備投資等）への融資を促進し、同分野の振興を目的にしていることに変更はない。本事業のように、企業が発行するプロジェクトボンドを直接購入することで事業支援を行う場合もある。従業員数は概ね 200 名程度で推移している。本事業は、営業部がサブローン申請受付の窓口となり、財務部、法務部等の関連部署と協力の下、業務を遂行してきた。当初、直接の担当者は 2 名で、常時人員不足が指摘されていたものの、実際には関連部署のスタッフが複数人関与しており、IFIs からの融資申請を審査するという立場を基本とする COFIDE にとって、特にその体制に問題はなく、組織・制度面での持続性に問題はない。

#### 3.4.3 技術

本事業は、既往の COFIGAS 及び BIONEGOCIOS を推進するものという位置づけであり、融資審査等もそれらと同様の手続きを踏むことで実施されたので、特段の問題はない。サブプロジェクトにおける技術審査は、一義的に IFIs が行う事項であり、IFIs は適宜専門家による技術チェックを行ったうえで COFIDE にサブローンの申請を行っていることから、融資審査等の技術面での持続性に問題はない。

#### 3.4.4 財務

COFIDE は、比較的リスクの高いインフラ事業を中心に金融支援を行っており、マージンも少なく、利益を追求するような組織ではない。2011 年以降インフラ投資を増加させ、ポートフォリオの大半をインフラローンに充てていたが、2017 年に公共インフラ事業に関連した汚職事件<sup>23</sup>が明るみになり、COFIDE が融資していた事業も中止、あるいは延期され、事業費増になるといったリスクに晒された。そのため、2017 年の不良債権比率が著しく増加した。COFIDE は、2017 年～2018 年に掛けて不良債権処理を集中的に行い、政府からの資金注入もあり、その後の財務指標は改善傾向にある<sup>24</sup>。2020 年以降、COVID19 のパンデミックの影響により、ペルー経済がやや落ち込んだこともあって、純利益は減少している。また、2021 年 10 月の外貨建て格付けが S&P=BBB（ネガティブ）、Fitch=BBB（安定）となっており、ペルー政府の信用格付けとほぼ同等で

<sup>23</sup> ブラジルの建設会社オデブレヒトが起こしたもので、ペルーでも 2004 年～2015 年の間に計 22 件を請け負い、水増し請求をした資金が政治家に流れたというもの。（「オデブレヒト汚職事件と中南米諸国への影響」木下直俊/林 康史、立正大学経済学季報第 67 巻第 4 号 p.69～p.95、2018 年 3 月）

<sup>24</sup> Fitch レーティングレポート（2018 年 9 月）[https://www.cofide.com.pe/COFIDE/pdfs/relacion\\_FITCH-JUN2018.pdf](https://www.cofide.com.pe/COFIDE/pdfs/relacion_FITCH-JUN2018.pdf) 参照。

ある。COFIDE の財務状況は、事業環境の変化やペルーの経済状況の影響を受ける可能性はあるが、財務上の問題は特段ないと言えよう。

表 8 : COFIDE の財務関係主要指標

(単位：百万ドル)

	2017	2018	2019	2020	2021
総資産	3,695	3,296	3,155	3,438	3,141
融資残高	1,768	1,447	1,263	1,536	1,233
負債	3,077	2,702	2,537	2,864	2,581
自己資本	618	577	618	574	560
純利益	1.4	5.0	8.0	5.7	10.3
対前年度純利益伸び率	△94.2%	277.8%	55.7%	△28.8%	101.0%
自己資本比率	16.7%	17.5%	19.6%	16.7%	17.8%
総資産当期純利益率	0.04%	0.15%	0.25%	0.16%	0.33%
自己資本当期純利益率	0.2%	0.9%	1.3%	1.0%	1.9%
不良債権比率	18.2%	6.3%	7.7%	9.6%	6.5%
為替レート <small>ソルト/ドル</small>	3.240	3.373	3.312	3.620	3.987

(出典) COFIDE 財務諸表

#### 3.4.5 環境社会配慮

COFIDE は、2016 年 2 月に環境社会リスク管理システム (SARAS : Sistema de Administración del Riesgos Ambientales y Sociales) を導入し、環境社会影響評価のチェックを強化している。基本的には、スクリーニング、評価、モニタリング等に関わる指針を示しており、COFIDE の全ての事業に適用されることになっていることから、その体制に問題はない。

#### 3.4.6 リスクへの対応

COFIDE は、2016 年まではローンの 50%まで、プロジェクトファイナンスは 100%まで融資を行うという方針を有していたが、2017 年よりローンは 25%まで、プロジェクトファイナンスは 50%までとする方針に変更した。これは、2017 年に多くのインフラローンが不良債権化したことを受けて、COFIDE を監督する立場にある国家事業活動資金基金 (FONAFE : Fondo Nacional Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado) の指導によるものである。本来、COFIDE はハイリスクの事業を支援する機関であるが、事業リスクに厳しく対応することになったため、最近では IFIs からのローン申請件数も融資額も減少傾向にあるようである。しかしながら、市場における COFIDE の信用力は維持できているものと考えるので、リスク対応についても問題はない。

### 3.4.7 運営・維持管理の状況

サブローン 6 件のうち、2 件は 2016 年に計画通り完済されており、3 件は 2018 年～2021 年の間に IFIs から繰上返済が行われた。倒産した F 社向け貸付けについては、当該 IFI から資金回収を完了している。繰上返済は IFIs の ALM に基づく判断であるが、COFIDE からサブローンを受けた時点の金利水準に比べ、2017 年 5 月以降金利が低下してきたことから、IFIs は COFIDE のサブローンの借換えを行ったということである。

COFIDE のサブローンの特徴の一つは返済期間が比較的長いことであるが、当時の金利変動を考えると、この繰上返済はやむを得ないと考える。

RF は、貸付完了後 4 年以上経過した時点においても立ち上がっておらず、二次貸付の実績はない。そして、L/A 上、貸付完了後 5 年間（2023 年 2 月まで）は RF の活用実績を JICA に報告することになっているが、その報告実績はない。RF が立ち上がっていない理由として、第一次貸付において倒産した F 社向けの貸付けが含まれていることを懸念し、優良案件に差し替えることができるまで待っていたという説明を COFIDE から受けた。本来 RF は、サブローンから返済のあった元本及び利息を積み上げ、本事業と同じ目的でエネルギー効率化事業を促進するために使用されるものである。また、金融業務なので、貸付先が倒産することはあり得ることであって、第一次貸付に倒産案件が含まれたとしてもやむを得ない。よって、RF が立ち上がっていないことの上記の理由に説得力はない。2013 年～2021 年まで COFIDE はサブローンから 33 億円強の元本返済を受領しており、それは RF で管理されるべき資金であるが、実際は COFIDE の一般アカウントで管理されていた。よって、同返済額が COFIDE の中でどのように使用されたかは不明である。しかしながら、COFIDE は 2021 年までに 35 億円を超える金額を円借款の返済に充てており、これはサブローンからの返済分を超える額である。不足分は自己資金で手当てされた。つまり、RF が立ち上がっていたとしても、二次貸付ができるほどの資金は積み上がらず、リボルビングしないことを意味する。この要因には、円借款の返済据置期間が L/A 締結後 5 年と短く、RF に資金が十分積み上がる前に円借款の返済が始まってしまうという問題があった。今後も RF が活用される見込みはなく、開発金融借款の特徴、すなわち RF をもって更なるエネルギー効率化事業の促進、普及を図るという状況にはない。



図 5：（参考）ペルー公定歩合の推移（%）

（出典）SBS 統計

以上より、COFIDE としてはグリーンファイナンスに継続的に取り組み、強化してきており、COFIDE の金融機関としての運営管理能力には問題がないが、RF が立ち上が

っておらず、二次貸付の実績はないことは、開発金融借款としての本事業の持続性という観点からは問題がある。また、省エネ事業向け融資の改善・解決の見通しも低い。よって、本事業で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、COFIDE から IFIs を通じ、民間企業等を中心としたエンドユーザーに対し、エネルギー効率化促進に資するサブプロジェクトに必要な資金を融資する開発金融借款である。将来的な安定的電力供給が重要課題であるペルーにおいて、エネルギー効率化、再生可能エネルギー及び気候変動対策への取組みは、事前評価時、事後評価時とも重要政策と位置付けられており、日本の援助政策や国際的な支援動向とも合致している。よって、本事業の妥当性・整合性は高い。事業費、事業期間とも計画内に収まっているものの、サブローンの供与実績について、その件数が7件と少なく、再生可能エネルギー分野の特定のエンドユーザーに融資が偏っていたことや、サブローン総額の30%を配分した省エネ分野の実績がなかったことから、効率性は計画にやや見合わないものとなった。運用効果指標として設定されたGHG排出削減量はほぼ計画通りと試算されたが、それは再生可能エネルギー事業の発電容量が計画時の仮定を大きく上回った結果である。また、省エネ分野の効果は認められず、インパクトも限定的と考えられることから、有効性・インパクトはやや低いと判断される。また、COFIDE は今後ともグリーンファイナンスの強化、推進に力を入れていく方針であり、省エネ事業支援の制度には改善の余地があるものの、金融機関としてのCOFIDEの能力に基本的に問題はない。しかしながら、RFが立ち上がっておらず、二次貸付が行われていない状況にあることは、本事業の効果の持続性を判断することを困難にしており、持続性はやや低いと言える。以上より、本事業は一部課題があると評価される。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 ペルー政府への提言

本事業では、中小企業を対象にエネルギー効率化事業の促進、普及を掲げ、省エネ分野向けの融資にサブローンの30%の資金を配分していたが、省エネ分野のサブローンの実績はなかった。その理由として、COFIDEの融資条件（金利体系、返済期間、融資規模等）とエンドユーザーのニーズとにミスマッチがあったことや、「2階建て銀行」であるCOFIDEのオペレーションで対処するには限界があったものと考えられる。つまり、今後ともCOFIDEが本事業と同様のスキームで省エネ事業を支援しようとしても課題が多いと懸念される。もともと、省エネ事業分野に関する資金需要はあり、APEC Follow-up Peer Reviewにおいても、公的資金支援を含む制度的枠組みのレビューの必要性を指摘されているので、省エネ事業を推進するためのCOFIDEの役割や他の支援方法等も含めて、ペルー政府として同制度的枠組みの検討を速やかに行うことが望まれる。

#### 4.2.2 JICA への提言

なし。

#### 4.3 教訓

##### エンドユーザーの資金ニーズと事業スキームのミスマッチの最小化

本事業では、サブローン総額の 30%を配分した中小企業向け省エネ分野の融資実績がなかった。その原因は、実施機関である COFIDE が提供するサブローンの融資条件等が必ずしも中小企業のニーズに合っていなかったこと、「2 階建て銀行」の性格を有する COFIDE にとって 1~1.5 百万ドルの融資規模でなければ業務コストに見合わないとしている一方、省エネ事業の資金ニーズはそれよりも小規模であったこと、小規模融資ゆえに IFIs は COFIDE との協調融資を必要とせず、自らリスクを取ってローンを提供できたケースもあったこと等が考えられる。すなわち、エンドユーザーの資金ニーズと円借款における事業スキームにミスマッチがあった。このミスマッチは、計画時においてエンドユーザーや IFIs における資金ニーズを調査しておけば、ある程度把握できていた事項であり、ミスマッチを最小化することができたと思われる。よって、計画時においてできる限り市場調査を行い、その結果を事業スキームに反映させることが肝要である。

##### 当初より RF の活用が見込まれない開発金融借款の持続性

開発金融借款の持続性を評価するに当たり、RF が運用され、二次貸付が継続的に供与されているか否かは重要な要素のひとつであることは言うまでもない。しかしながら、本事業の場合は、円借款の返済据置期間が 5 年と比較的短く、サブローンの元本返済額が RF に十分蓄積される前に円借款の返済が始まってしまうという構造的な問題から、RF は全く活用されていなかった。RF の活用報告は L/A の貸付完了後 5 年間行うことになっているが、円借款とサブローンの条件から、当初より RF の活用が十分見込まれないことが明らかな場合は、RF の活用実績のみで持続性を評価するのではなく、当該円借款事業の目的と同様、同類の業務が、事業実施機関でどのような形で取り組まれているのかという視点で事業の持続性を評価することも一案である。

## 5. ノンスコア項目

### 5.1 適応・貢献（客観的な観点による評価）

特になし。

### 5.2 付加価値・創造価値

特になし。

以上

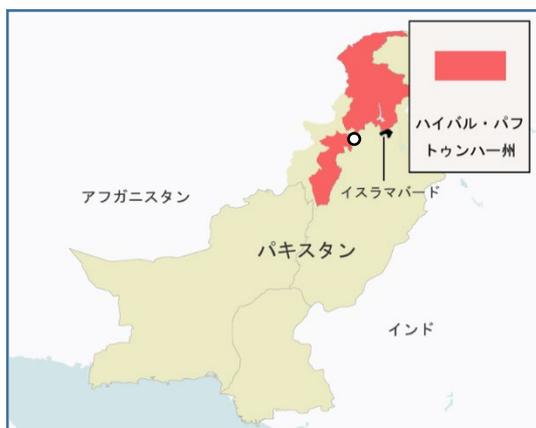
主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
(1)アウトプット ①エネルギー効率化インフラ支援のための資金	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サブローン件数： 126件 (JICA 審査時の仮定)</li> <li>・サブローン 8,332百万円 うち、 燃料転換事業 10% 目途 低排出ディーゼル車10% 目途 再生可能エネルギー50% 目途 省エネルギー事業 30% 目途</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サブローン件数： 7件</li> <li>・サブローン 8,332百万円 うち、 燃料転換事業 4% 低排出ディーゼル車 10% 再生可能エネルギー 86% 省エネルギー事業 0%</li> </ul>
②コンサルティング・サービス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・事業全体を監理するジェネラルコンサルタントの他、燃料転換、低排出ディーゼル、再生可能エネルギー、省エネルギーの各事業に関わる各技術支援 (計438百万円)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ジェネラルコンサルタントの他、再生可能エネルギー及び省エネルギー事業の事業形成のためのコンサルタント雇用 (計146百万円)</li> </ul>
③その他技術支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>・省エネルギー事業に関連し、日本人専門家派遣及び日本で研修を対象とする有償勘定技術支援</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低排出ディーゼル車及び省エネルギー分野の案件発掘、形成に関わる案件実施支援調査</li> </ul>
(2)期間	2012年12月～ 2018年2月 (63カ月)	2013年1月～ 2018年2月 (62カ月)
(3)事業費 外貨 内貨 合計 うち円借款分 換算レート	<ul style="list-style-type: none"> <li>8,611 百万円</li> <li>1,869 百万円 (61百万ソル)</li> <li>10,480 百万円</li> <li>8,770 百万円</li> <li>1ソル = 30.8円 (2010年9月時点)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>n.a 百万円</li> <li>n.a 百万円</li> <li>n.a 百万円</li> <li>8,478 百万円</li> <li>1ソル = 35.7円 (2013年1月～2018年2月平均)</li> </ul>
(4)貸付完了	2018年2月	

## 0. 要旨

「ハイバル・パフトゥンハー州緊急農村道路復興事業（洪水災害対策）」（以下、「本事業」という）は、パキスタン北西部に位置するハイバル・パフトゥンハー州（以下、「KP州」という）の農村部において、洪水被害を受けた道路・橋梁の修復を実施することにより、同州の洪水被害地域における交通の復旧・復興を図り、もって経済社会活動の早期回復並びに農村部の貧困緩和及び地域格差是正に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発計画、開発ニーズと整合する。本事業は計画時の日本の開発協力方針と整合したことから、本事業の妥当性・整合性は高い。アウトプットは計画時の選定基準に沿って適切に選定・完成されており、事業期間は計画を少し上回ったが、事業費が計画内であり、本事業の効率性は高い。対象道路・橋梁の状態は被災前よりも改善された。年間を通じてあらゆる種類の車両が通行可能となったこと、走行速度が増加したこと等から、本事業の目的は十分に達成された。公共交通の増加により住民の村外への移動の利便性が高まり、社会経済面の様々な好ましいインパクトが発現した。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理については、政策・制度面、組織・体制面、技術面、環境社会配慮・リスクへの対応について特に課題はないが、予算の制約により維持管理作業が十分にできていない。よって、本事業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



修復後の地方道路（マルダーン地区）

## 1.1 事業の背景

パキスタンでは2010年7月から9月まで北部を中心に豪雨が継続し、国土の北西部から南部までのインダス川流域全体が冠水するパキスタン建国以来最悪の洪水被害が発生した。これにより2,000万人以上が被災し、倒壊家屋は190万棟、道路・灌漑施設ほか各種インフラが損壊し、広範囲にわたる農地の浸水や家畜の死亡など、パキスタン全土で大規模な被害が発生した。世界銀行・アジア開発銀行を中心とし JICA も参加して実施された洪水被害・ニーズアセスメント調査によれば、被害は総額100億ドル超と算定された。

豪雨が集中したインダス川上流部の KP 州では、豪雨と大洪水により土砂崩れや河川沿いの路肩における崩落が発生して農村が孤立し、生活再建が進まず、農業などの経済活動もままならない状態が続いて住民生活に大きな支障が生じていた。これに対し、日本は国際緊急援助隊及び医療チームの派遣、緊急人道支援など早期復旧に向けた支援を実施し、2010年11月にイスラマバードで開催されたパキスタン開発フォーラムにおいて、本事業を含む5億ドルの支援を実施する方針を表明した<sup>1</sup>。以上を背景に、本事業の借款契約が2011年2月に締結された。

## 1.2 事業の概要

KP 州の農村部において、洪水被害を受けた道路・橋梁の修復を実施することにより、同州の洪水被害地域における交通の復旧・復興を図り、もって経済社会活動の早期回復並びに農村部の貧困緩和及び地域格差是正に寄与する。

円借款承諾額/実行額	14,700 百万円 / 14,554 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2011 年 1 月 / 2011 年 2 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： 一般アントайд
借入人/実施機関	パキスタン・イスラム共和国大統領 / KP 州公共事業局
事業完成	2016 年 2 月
事業対象地域	KP 州
本体契約	10 億円以上の契約なし
コンサルタント契約	National Engineering Services Pakistan Limited（パキスタン）
関連調査	なし
関連事業	「農村振興道路建設事業」（1993）、「農村振興道路建設事業（フェーズ 2）（シンド州）」（2008）

<sup>1</sup> [https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/enzetsu/22/ekkt\\_1115.html](https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/enzetsu/22/ekkt_1115.html)

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

藪田元（株式会社グローバル・グループ 21 ジャパン）

### 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：2022年1月～2023年2月

現地調査：2022年5月～7月（現地調査補助員を通じて実施）

### 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、現地調査は現地調査補助員を通じて実施した。実施機関へのヒアリング、住民インタビュー、現地視察等により収集された情報を外部評価者が精査して、評価分析・判断を行った。

## 3. 評価結果（レーティング：B<sup>2</sup>）

### 3.1 妥当性・整合性（レーティング：③<sup>3</sup>）

#### 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

「1.1 事業の背景」で述べたように、2010年の洪水でパキスタンには全国で甚大な被害が生じていた。これに対しパキスタン政府は軍を動員して被災者救援にあたり、国家防災管理庁および各州防災管理庁が中心となって緊急人道援助と復興事業計画を立案・調整した。計画時、KP州公共事業局（以下、「公共事業局」という）が迅速な復旧に向け洪水災害対応のための専門部局を立ち上げ、被害状況の把握に基づき緊急修復、中長期的リハビリ計画を準備していた。

事後評価時、パキスタンの国家開発計画「Pakistan Vision 2025」（2014年に計画開発省が作成）は、2025年までに上位中所得国の仲間入りすることを宣言し、7つの主要開発分野の一つに「交通インフラの近代化と接続性の向上」を掲げている<sup>4</sup>。また、KP州の中期開発計画「Sustainable Development Strategy 2019～2023」では、貧困と栄養不良、州内格差、人口増加などの課題に対処するため、果実・野菜、観光業、鉱業（大理石）などの競争力を活かした開発を目指している。同計画では、道路インフラの整備の遅れが州内格差や保健指標の低さの背景にあることを指摘しつつ、交通分野では効率的なモビリティと大量輸送の改善による地域間連結の強化を目指した投資計画が示されている。

<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> ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」

<sup>4</sup> その他の主要開発分野：「人的・社会資本の開発」「持続可能で内需主導型の成長実現」「エネルギー・水・食料等の安定的確保」「民間セクターと中小企業の振興」「付加価値向上による情報通信技術を介した経済競争力の向上」

以上により、本事業は計画時、事後評価時のパキスタンの開発政策と整合性が高い。

#### 3.1.1.2 開発ニーズとの整合性

2011年に公表された洪水被害・ニーズアセスメント調査によると、2010年の洪水後のパキスタン全土における中長期的な復旧・復興ニーズは総額89億ドルとされた。分野別には、運輸・通信（24億ドル、うち道路21億ドル）、次いで住宅関連（22億ドル）、農業（10億ドル）で特に大きな資金需要が確認された。KP州では国道404km、州道259km、県道7,690kmが損傷した。これは2010年の洪水によりパキスタン全土で損傷した道路の3分の1に相当する。その復興費用は6.9億ドルと見積もられた。公共事業局によると、本事業の対象道路区間はいずれも、被災後の損傷が激しく、受益人口が多い道路・橋梁が選ばれており、修復の必要性・緊急性が高かった。また、有効性・インパクトの項で述べるように、対象道路はいずれも修復後、十分に活用されていると考えられる。

以上により、本事業は計画時、事後評価時のパキスタンの開発ニーズとの整合性が高い。

#### 3.1.2 整合性（レーティング：②）

##### 3.1.2.1 日本の開発協力量針との整合性

災害は被災者の生命・財産に甚大な被害をもたらすと共に、農村部では社会・経済開発と貧困是正の大きな妨げとなりうることから、今次災害支援は、計画時の我が国の対パキスタン支援方針の「人間の安全保障の確保と人間開発」および「バランスの取れた地域社会・経済の発達」に合致する。また、道路セクターについてJICAは、貧困層の生活環境の向上、公共サービスへのアクセス、市場アクセス増加に資するインフラ整備を重点課題としていた。よって、本事業は計画時の日本の開発協力量針と整合している。

##### 3.1.2.2 内的整合性

JICAは2010年の洪水被害に対して、緊急無償資金協力による緊急対応を実施すると共に、復旧・復興対応に向けた洪水被害・ニーズアセスメント調査に参加し、中長期的な復興支援計画立案と他ドナーとの調整を行った。なお、農村地域の交通インフラを対象とした事業としては、本事業に先行する二次にわたる「農村振興道路建設事業」（円借款）など多数の支援実績があるが、本事業との具体的な連携や相乗効果は確認できなかった。なお、公共事業局からJICA他事業との連携が不十分との指摘はなかった。

##### 3.1.2.3 外的整合性

JICAは洪水被害・ニーズアセスメント調査の実施、及び、中長期的な復興支援計画立案に他ドナーと共に参加し、ドナー間の調整を踏まえて本事業が形成された。公共事業局によると、同州で道路分野の復興事業を行ったのはJICAのみであった。その他の分野の事業については、その多くがNGOを通じて実施されたとのことであるが、具体的な情報は得られなかった。本事業と他ドナー事業の具体的な連携は確認できなかったが、公共事業局か

ら他ドナーとの連携が不十分との指摘はなかった。他方、公共事業局によると、アジア開発銀行が KP 州で実施していた「道路開発セクター・地域連結事業」<sup>5</sup>が 2011 年に終了した。その後、本事業の計画時にも想定されていたとおり、その実施に携わった公共事業局職員が本事業の実施に従事して本事業を円滑に実施することができた。

以上より、本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発計画、開発ニーズと整合し、計画時の日本の開発協力方針と整合したことから、妥当性・整合性は高い。

### 3.2 効率性（レーティング：③）

#### 3.2.1 アウトプット

本事業では計画時に、修復される道路及び橋梁の候補リストが作成された。実施段階で、表 1 に示す選定基準を用いて、そのリストの中から予算の範囲で具体的な対象道路と対象橋梁を選んで修復工事が実施される計画であった。本事業のアウトプットの計画及び実績は表 2 のとおりである。なお、計画値とされた道路・橋梁の修復区間の総延長は、選ばれる可能性のある全ての候補道路・橋梁の延長の合計であり、実際には、本事業の予算の範囲で対象道路・橋梁が選ばれて、その 3 分の 1 程度が修復される計画であった。

表 1 対象道路・橋梁の選定基準

- ▶ 技術的妥当性が確認されている。
- ▶ 緊急性・裨益規模の点で優先度が高い。
- ▶ 対象となる地方道が連結する国道・州道が使える、または修復予定である。
- ▶ 住民移転が発生しない。
- ▶ 環境への影響が少ない。
- ▶ 実施における安全上の課題がない。
- ▶ 他の修復事業の対象になっていない。

出典：JICA 提供資料

<sup>5</sup> Road Development Sector and Sub Regional Connectivity Project

表2 アウトプットの計画及び実績

計画	実績
道路・橋梁の修復（注）	道路・橋梁の修復
州道 3 区間 (171km)	州道 3 区間 (101km)
地方道 134 区間 (1,476km)	地方道 77 区間 (427km)
橋梁 21 橋梁 (2,060m)	橋梁 10 橋梁 (670m)
事業監理ユニット支援	事業監理ユニット支援（計画通り）
コンサルティングサービス	コンサルティングサービス
入札補助、詳細設計、環境モニタリング、社会経済調査、維持管理能力強化等	入札補助、詳細設計、環境モニタリング、社会経済調査、維持管理能力強化等（計画通り）

出典：JICA 提供資料、州公共事業局提供資料

注：道路・橋梁の修復延長の計画値は、選ばれる可能性のある全ての候補道路・橋梁の合計であり、本事業では予算の範囲でその一部が修復される計画であった。

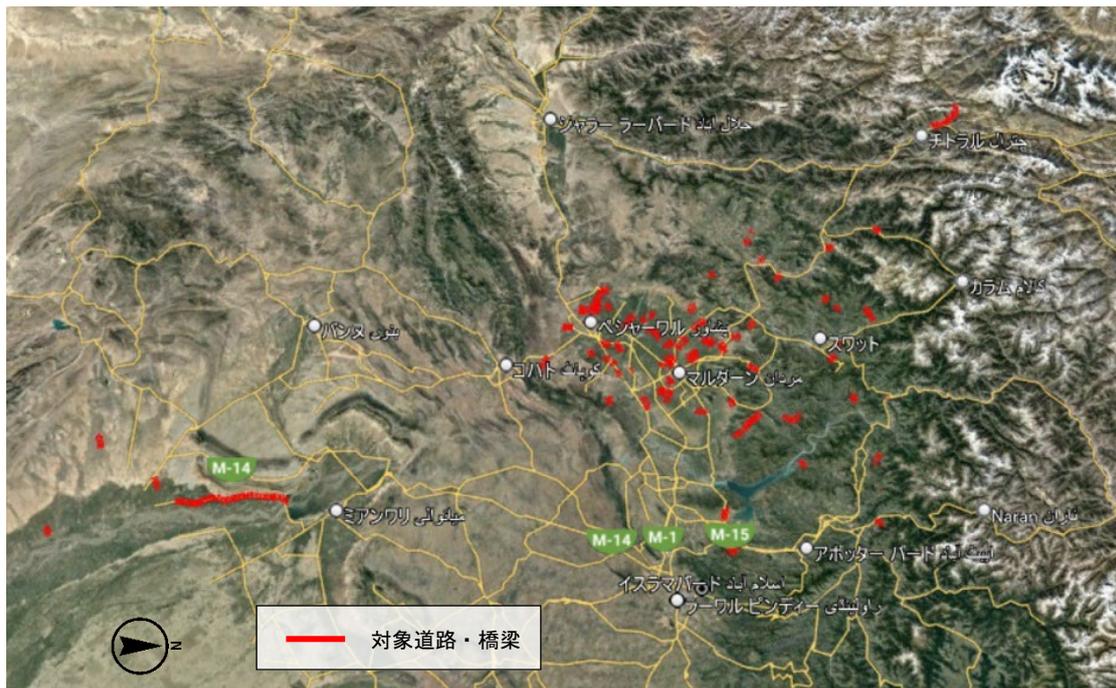


図1 対象道路・対象橋梁の位置

出典：公共事業局提供情報により作成

公共事業局によると、対象道路区間・橋梁は全て審査時の候補のリストから、合意された選定基準に沿って州公共事業局により選定された。選定結果は州政府の承認後、

JICA に通知された。最初の入札は道路 60 区間と 21 橋梁が対象に実施されたが、競争の結果、契約額が圧縮されて余剰資金が発生した。このため、2013 年の州政府の政権交代後、余剰資金を利用して新たに 17 区間の道路が追加された。本事業の土木工事は合計 82 の契約により実施されたが、いずれも契約額が 5 億円を下回ったため、JICA の契約同意手続きは行われなかった。JICA は 2012 年から 2015 年にかけて州公共事業局と月例会議を持ち、対象道路・橋梁に懸念される環境・社会面のインパクトがないことを確認するとともに、実施上の問題解決に努めた。

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

本事業の事業費は 16,981 百万円（うち円借款 14,700 百万円）の計画であった。計画された事業費の範囲内で対象道路・橋梁が選ばれて実施された結果、事業費の実績は 15,378 百万円（計画比 91%、うち円借款 14,554 百万円）と、計画内に収まった（表 3）。競争の結果により発生した余剰資金を活用して対象道路・橋梁を追加したこと、州道・地方道・橋梁の建設単価（延長あたり建設費）は計画時の想定 of 9 割程度に収まっていることから、本事業の土木工事は効率的に実施されたと判断される。事業監理体制支援への支出は、実施の遅れと瑕疵担保期間（1 年間）の追加、土木工事の清算と公共事業局への移管業務、後続事業の準備等により等により作業量が増大したため、計画を上回った。用地取得は発生せず、用地取得費はゼロであった。

表 3 事業費の計画と実績

	計画		実績	
	合計	円借款	合計	円借款
土木工事（予備費・プライスエスカレーションを含む）	13,637	13,637	13,342	13,342
事業監理体制支援	139	139	264	264
コンサルティングサービス	816	816	900	900
用地取得	112	0	0	0
税金	2,168	0	824	0
建中金利・コミットメントチャージ	108	108	48	48
合計	16,981	14,700	15,378	14,554

出典：JICA 提供資料、公共事業局提供資料

注：為替レート 計画時 1 ルピー=0.98 円（2010 年 10 月）

事後評価時 1 ルピー=1.08 円（2011 年～2016 年の平均レート）

### 3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間は、2011年2月の借款契約から2015年12月に全ての土木工事完了までの56カ月間と計画されていた。実際には2016年2月に全ての土木工事が完了し、事業期間は2011年2月～2016年2月の61カ月間（計画費105%）と、計画を少し上回った。

本事業のコンサルタントは、被災後の復旧であるという緊急性を考慮して、随意契約により調達される計画であった。しかし、コンサルタントの業務内容は一般的で、特定の企業を指名して随意契約とする根拠に乏しかったことから、調達方法が見直されて一般競争入札となった。この変更により時間を要したことから、コンサルタント契約は計画より8カ月遅れで締結された。

土木工事の入札にあたり、応札を予定していた企業が古い公定価格表の更新を求めたことから、いったん入札が停止された。その後、新たな公定価格表を準備して入札を行った。これにより土木工事の契約は計画より半年以上遅れた。ただし、これが被災後の道路の通行を遅らせたわけではない<sup>6</sup>。

2015年の洪水・地震による工事の中断、地元住民との交渉<sup>7</sup>、タリバンの脅威による治安状況の悪化が工事の進捗に影響した。また、爆発物による建設資材（石材）の採掘や不法採掘の横行により、KP州では全採石場が一時閉鎖された。KP州外の採石場も一部が閉鎖され、工事の進捗に影響した。本事業に含まれる多数の対象道路・橋梁の詳細設計・土木工事は五月雨式に実施され、以上のような課題への対応が必要とされる道路も一部あったが、各対象区間の土木工事は概ね1年～1年半であり、本事業全体の土木工事期間は計画（46カ月間）より短期間（43カ月間）で完了した。

### 3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業は緊急支援のため、内部収益率は算出されなかった。

事業期間が計画を少し上回ったが、事業費が計画内であり、アウトプットが計画時の選定基準に沿って適切に選定・完成された。以上より、効率性は高い。

## 3.3 有効性・インパクト<sup>8</sup>（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）

本事業は洪水被害を受けた道路・橋梁の修復を実施することにより、KP州の洪水被害地

<sup>6</sup>洪水直後の道路では、まず住民が手作業で道路通行の確保を試みた。次に、住民による作業では難しい区間で公共事業局や地方自治体が重機により作業して、最低限の通行が確保された。本事業による本格的な復旧工事はその後で実施された。

<sup>7</sup>対象道路沿線の住民が、工事を許容する代わりに施工業者に灌漑水路、排水路などを合わせて施工するように要求し、その交渉に時間を要する場合があった。

<sup>8</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。

域における交通の復旧・復興を図ることを目的に実施された。具体的には、対象道路・対象橋梁を被災前の状態まで回復することが目標とされたが、計画時には定量的な目標値は設定されていなかった。

公共事業局によると、計画時の施設設計の方針が維持され、道路は交通量・コスト等を考慮の上、必要に応じて法面保護や排水施設を設置し、舗装や路肩を被災前より強化することで、洪水災害への耐久性が強化された。橋梁の設計においては、従来の設定より降水量が多くても耐えうる桁下高が確保された。

パキスタンでは、2022年6月以降のモンスーンによる豪雨により、国土の3分の1が水没する2010年以来の大洪水が発生し、8月には全国に非常事態宣言が出された。公共事業局によると、本事業の対象道路区間の約5分の1の道路区間で洪水による損傷が発生したが、緊急的な補修により、2022年9月中にはこれらの道路区間を含むKP州の全ての道路で通行が確保された。対象道路区間における今回の被害の詳細は不明である。また、KP州における2010年と2022年の洪水範囲等が異なると考えられることから、本事後評価では、事業後に災害への耐久性がどの程度増加したかについての分析はできなかった。なお、2022年の洪水までに、本事業が対象とした道路区間・橋梁が降雨や洪水等により破損したとの報告はない。

公共事業局によると、本事業により道路・橋梁は被災前の状態以上に改善され、道路としての機能が強化された。具体的には、事業前後で以下のような変化が生じたことが報告された。

- **舗装**：事業前、対象道路区間はアスファルト舗装またはアスファルト簡易舗装だった<sup>9</sup>。地方道の多くは簡易舗装だった。事業後はほとんどが（簡易舗装でない）アスファルト舗装となり、一部の傾斜地等ではコンクリート舗装となった。
- **車道幅・車線数**：対象道路区間の車道幅は事業前の平均3.9mから、事業後の平均5.3mに増加した。車道幅は全ての対象道路区間で増加した。車線数は対象道路の7割で1車線（車道幅3.7m以下）から2車線（車道幅5.5m以上）に増加した。州道の一部区間では2車線から4車線に拡幅された。
- **路面状態**：公共事業局の報告によると、対象道路区間の路面状態は、被災前には全区間のうち3割が「良い」、4割が「保守が必要」、3割が「修復が必要」であった。特に、地方道の多くで舗装面が老朽化し、被災前に既に激しく破損していた。事業後・事後評価時には全て「良い」状態にある。
- **付帯施設**：道路側溝・カルバート・法面保護工は、被災前は州道の一部区間にあったが、事業後は州道・地方道の全区間で必要に応じて設置された。ただし、事業前後を定量的に比較できる情報は得られなかった。

---

<sup>9</sup> 路盤や路床を作らず路面に敷いた砂利にアスファルトを散布する簡便な舗装方法。

- 橋梁：9 橋梁が幅員 5.5m から 7.3m に、1 橋梁が幅員 7.3m から 8.5m に増加し、対面交通が容易になった。被災前、9 橋梁は「保守が必要」、1 橋梁が「修復が必要」な状況だったが、事業後・事後評価時には全て良い状態にある<sup>10</sup>。
- 所要時間・交通量：全道路区間を走行するための所要時間（各区間の所要時間の合計）は、KP 州公共事業局がコンサルタントに委託した調査によると<sup>11</sup>、事業前の 46% に減少した。これは、走行速度が事業前の約 2.2 倍に増加したことを意味する。また、対象道路区間の平均交通量は、事業後（2018 年）には事業前（2012 年）の 153% に増加した。

### 3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

事後評価にあたり現地コンサルタントを通じて実施した 10 カ所のサブプロジェクトの視察および住民へのインタビューによると<sup>12</sup>、以下のことが判明した。

- 本事業が対象とした地方道路のほとんどは 2010 年の洪水による浸水・浸食や土砂崩れにより損傷した。しかし、対象区間は被災前に既に舗装の多くが失われて路面の状態が悪く、小型車両の通行はほぼ難しかった。特に、雨期には路面がぬかるみ、大型車両でも通行が難しくなることがあった。事業後は、年間を通じてあらゆる種類の車両が通行可能である。
- 接続する道路が未整備のために対象区間を経由した円滑な交通ができない例は見られなかった。ただし、ある州道では、事業の対象とならなかった橋梁の道路幅員が狭いままで、対面交通ができない隘路が残されている<sup>13</sup>。
- 本事業では新たな用地取得は行わず、既存道路用地の中でのみ修復工事を行ったため、用地の幅に応じて路肩の幅や車道幅が変わる区間がある。また、既存の道路線形がそのまま残されたため、一部に急カーブや視距の短い区間が残される。

以上から、KP 州の洪水被害地域における交通の復旧・復興を図るといふ本事業の目的は、十分に達成されたと判断される。

<sup>10</sup> ただし、後述するように、一部の橋梁の洗堀が進んでおり、補修が必要とされる可能性がある。

<sup>11</sup> 公共事業局の委託を受けたコンサルタントは、2012 年と 2018 年に各道路区間の交通量調査を実施し、合わせて、運転手へのヒアリングにより各区間の所要時間を調査した。

<sup>12</sup> 州道 2 カ所、地方道 8 カ所を視察した。住民へのグループ・インタビューは住民組織（2 カ所で計 20 名：いずれも他の村落インフラ整備事業のために組織されたもの）及び沿道住民（8 カ所：計 40 名）の合計 60 名を対象に実施した。KP 州では女性が人前に入ることは厳しく忌避されるためインタビューに応じた住民は全員男性であったが、女性に関する質問を明示的に含めて女性に関する情報を入手した。

<sup>13</sup> 当該橋梁は、州公共事業局が架け替えを計画している。



修復前（左）と修復後（右）の地方道（ブネール地区：JICA 提供）



修復後の地方道カルバート（ハリプール地区） 修復後の橋梁（バッタグラム地区）



修復後の地方道（マルダーン地区）

修復後の州道（ペシャーワル地区）



修復後の地方道（ハリプール地区）：通学用の公共交通（左）、新たな商店（右）

### 3.3.2 インパクト

#### 3.3.2.1 インパクトの発現状況

公共事業局の説明及び現地コンサルタントにより実施した住民へのインタビューによると、本事業の地方道の多くは集落と州道を接続する道路であり、村民が商業・農業・医療・教育・行政など一般的な目的で利用している。州道は KP 州と他州を接続する道路であり、比較的規模が大きく中・長距離の貨物輸送、旅客輸送にも利用されている。特に地方道では、本事業により年間を通じて全ての種類の車両が通行できるようになったことで、様々なインパクトが報告された。以下、地方道のインパクト、州道のインパクト、統計データに基づく分析について述べる。

#### (1) 地方道のインパクト

##### 道路交通・公共交通・住民のモビリティの変化

被災前は小型車が通行できないため公共交通はなかったか、大型バスのみであった。事業後は年間を通じて小型バスが多数運行し始めたほか、リキシャやバイクによるタクシーが通れるようになった。また、小型バスの増加、走行時間の減少などにより、公共交通の利用料金が下がった。

村民の中には自動車やリキシャ、バイクを新たに購入した者がいる。全世帯の 1 割以上が自動車を購入した村、ほとんどの世帯がバイクを持つようになった村があるとの報告があった。移動手段が増えたこと、移動コスト（時間・金銭）が下がり、全般に、村民の町への移動が増加した。

##### 社会面のインパクト

- 教育：通学用の車両（バン）がサービスを開始し、村外の中学・高校に通う児童が増えた。以前、女子のほとんどは村内の小学校までしか行かなかったが、今は村を出て中学校にも通えるようになった。
- 保健：町の医療施設に妊婦や救急患者をすぐに運べるようになった。以前は村内で伝統的な方法で出産していた村では、事業後は妊婦を迅速に搬送し、病院で出産できるようになった。新たなクリニック・薬局が開業した村も見られた。
- 治安：警察の巡回が増え、迅速に現場に来れるようになった。村民は、これが治安の改善に結びついたと考えている。

##### 経済面のインパクト

- 農業：小型トラックやトラクターワゴンが簡単に入れるようになり、農作物の市場への運搬手段が増えた。農民の多くは自分で、あるいは運搬業者に依頼して農作物を運ぶが、より迅速に出荷できるとともに、運搬コストが下がった。耕運機の賃貸

サービスを利用しやすくなったり、肥料を調達したりしやすくなったとの声も聴かれた。他方、農業投入物の価格上昇が激しいため、生産物の販売を目的とした農業は次第に難しくなっているとの指摘もあった。

- 商業：村に新たな商店（食糧・日用品店など）ができたり、既存の商店の品ぞろえが豊かになったりした。より多くの種類の食糧・日用品を村内で入手できるようになったため、町まで買い物に出かける頻度は低下した。商店の少ない村では、町に出やすくなったことから、町まで買い物に出かける頻度は増加した。
- その他：町での労働や出稼ぎに出やすくなった。沿線の地価が上昇した。

## （2）州道のインパクト

本事業の対象となった州道は、事業前から既に舗装され、年間を通じてあらゆる種類の車両が通行可能であった。事業後には交通量の増加、沿線商店・ガソリンスタンド等の増加が報告された。ある州道では、KP州が計画する大理石産業地区への原料運搬路として活用される予定であることが指摘された。

## （3）統計資料に基づく分析

既存の統計資料から、KP州の農村地域の貧困発生率は2010年の25%から2019年の9%まで減少した<sup>14</sup>。同じ期間、中学校就学率にはわずかな改善が、病院で出産前検診を受けた妊婦の比率には大きな改善が見られる（表4）。社会施設・社会サービスへの満足度が大きく増加しているが、なかでも学校への満足度は全国に比べて大きく増加している（表5）。住民のモビリティの増大を通じて施設へのアクセスやサービスの利用を容易にしたことにより、本事業がこれらの変化に一部貢献したと考えられるが、その定量的な検証は難しい。

表4 病院で出産前検診を受けた妊婦の比率

	全国都市	全国農村	KP州都市	KP州農村
2010年	70%	50%	61%	38%
2019年	76%	62%	75%	59%

出典：Pakistan Social And Living Standards Measurement（パキスタン統計局）

<sup>14</sup> Pakistan Institute of Development Economy による。全国の農村地域では2010年の27%から2019年の10%に減少した。

表5 社会施設・社会サービスへの満足度

		全国都市	全国農村	KP州都市	KP州農村
保健	2010年	17%	38%	13%	40%
	2019年	77%	65%	78%	64%
学校	2010年	67%	58%	5%	14%
	2019年	97%	95%	98%	97%
警察	2010年	11%	10%	19%	14%
	2019年	56%	58%	75%	70%

出典：Pakistan Social And Living Standards Measurement (パキスタン統計局)

### 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、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010年）において、カテゴリ FI に該当するとされた。公共事業省によると、本事業ではカテゴリ B または C に該当するサブプロジェクトのみが選定された。工事中には大気・水の汚染、騒音、廃棄物、ほこりなどへの対策に細心の注意が払われた。修復事業のため、特段の環境面のインパクトはなかった。

#### (2) 住民移転・用地取得

公共事業局によると、住民移転・用地取得はなかった。これに関連する苦情は特に確認されていない。

#### (3) ジェンダー、公平な社会参加を阻害されている人々、社会的システムや規範・人々の幸福・人権、その他

KP 州では女性が村外に出かけることは一般的でなく、道路を利用するのはほとんどが男性であるため、本事業による便益の多くは男性が享受している。ただし、本事業により妊婦や救急時の病院への搬送、村外の中等教育施設への女児の通学が可能となったことは、女性にとって特に重要なインパクトであり、村民から歓迎されている。

本事業により公共交通がより容易に利用できるようになったことは、自家用車やバイクなど移動手段を持たない貧困世帯にとって重要なインパクトである。

本事業により対象道路・橋梁の状態は被災前よりも改善され、年間を通じてあらゆる種類の車両が通行可能となったこと、走行速度が増加したこと等から、KP 州の洪水被害地域における交通の復旧・復興を図るといふ本事業の目的は十分に達成された。公共交通の増

加により住民の村外への移動の利便性が高まり、社会経済面の様々な好ましいインパクトが発現した。環境社会面の好ましくないインパクトは見られない。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：②）

#### 3.4.1 政策・制度

「3.1.1 妥当性」で述べたように、パキスタン政府、及び KP 州政府は道路インフラ整備を重要視しており、道路網維持に対するコミットメントがあると考えられる。次項に述べるように、KP 州における道路維持管理の制度・手順等は確立している。よって、政策・制度面に特に課題はない。

#### 3.4.2 組織・体制

州道は公共事業局傘下の州道路公団が 4 カ所の地区事務所を通じて、地方道は州公共事業局が 4 カ所の地区事務所を通じて運営・維持管理を行っている。地方道の維持管理には各県の公共事業局からも現地作業にあたる人員が配置されている。公共事業局の地区担当技術部は県公共事業局と情報共有・連携して現場業務にあたる。なお、道路の建設・修復事業の契約には、通常、1～3 年の瑕疵担保期間が含まれる。本事業の工事契約には 1 年間の瑕疵担保期間が含まれた。この期間は建設を請け負った業者が維持管理に責任を負った。

州道・地方道のいずれについても、維持管理業務は外部委託される。道路公団及び公共事業局は適格な登録業者リストを使い、州の公共調達管理局が定めた手順に沿って調達を行い、委託業者と契約を結ぶ。通常は単年度契約で、現場担当エンジニア（1 人で 100～150km の道路を担当）が委託業者の作業内容をチェックして品質管理を行う。委託業者には、実施した作業の出来高に応じた報酬が支払われる。

道路公団及び公共事業局には、道路の種類や経年に応じた標準的な維持管理スケジュール等は存在せず、毎年、それぞれの地区事務所は、現場担当エンジニアからの道路の損傷や維持管理のニーズの報告を受けて、配分された年間予算の範囲で実施できる維持管理作業を計画する仕組みがある。

以上から、組織・体制面に特に課題はない。しかし、維持管理作業は予算の範囲内で実施される仕組みのため、その適否は、利用できる予算額に左右されることを指摘できる。

#### 3.4.3 技術

本事業の道路・橋梁はパキスタンで一般的な技術を用いて建設されており、その維持管理に特別な技術は必要とされない。公共事業局と道路公団の維持管理担当者によると、外部委託により実施する維持管理作業に技術面の問題は特にない。なお、本事業のコンサルティングサービスの一環として、公共事業局と道路公団の職員 32 名を対象に、契約管理、道路設計、品質管理などについての研修が実施された。以上から、本事業の運営・維持管

理の技術面に特に課題はない。

#### 3.4.4 財務

道路公団・公共事業局による道路維持管理の予算は州政府の予算から配分される。各地区事務所にはランプサムで年間予算が配分される。道路公団・公共事業局の予算額は、概ね増加傾向にある（表 6）。2020/21 年は新型コロナウイルス感染症の拡大により予算額が大幅に減らされたが、その後の追加配分により、最終的には例年並みの水準に回復した。地区事務所へのヒアリングによると<sup>15</sup>、配分された予算額は過去 3 年間変わっていない。公共事業局によると、配分額は特別の理由がない限り、毎年 10～15%程度、増加する見通しである。

表 6 道路公団・公共事業局の予算額

(単位：百万ルピー)

	道路公団	公共事業局
2013-14	600.00	451.00
2014-15	600.00	895.00
2015-16	650.00	1140.00
2016-17	715.00	1254.00
2017-18	786.50	1379.50
2018-19	865.15	1503.88
2019-20	1200.00	2091.00
2020-21*	425.14 (1,426.00)	741.50 (2,175.00)
2021-22	1200.00	2204.00

出典：公共事業局提供資料

注：2020-21 年は当初予算が少なかったが、最終的には括弧内の金額が配分された。

公共事業局（本部）及び地区事務所によると、予算額は必要額に比べて小さく、対象道路を全て維持管理するには足りない<sup>16</sup>。特に、災害などにより緊急的な補修が必要とされる場合は大幅に不足する。以上から、維持管理のための予算額は概ね同じ水準を維持しているものの、十分とはいえず、財務面にはやや課題がある。

#### 3.4.5 環境社会配慮

道路網の維持管理について環境社会面の課題は特に見当たらない。環境社会面で対応が必要な事態が生じたときは、現場担当エンジニアが状況を把握し地区事務所に報告し、対応する。必要に応じて道路公団・公共事業局の担当部門が対応にあたる。よって、環境社会配慮については特に課題はない。

<sup>15</sup> 道路公団の地区事務所 1 カ所、公共事業局の地区事務所 2 カ所で現地コンサルタントを通じてヒアリングを実施した。

<sup>16</sup> 道路維持管理予算の必要額について、公共事業局から調査期間内に具体的な情報は得られなかった。

#### 3.4.6 リスクへの対応

「3.3.1 有効性」で述べたように、本事業により対象道路区間の防災性能は向上し、自然災害による被災リスクが軽減されたと考えられる。緊急的な補修が必要な場合は、各地区事務局の予算により補修工事を行う。実際、2022年の洪水では、緊急補修により短期間で、KP州全土で通行が再開されている。よって、リスクへの対応について特に課題はない。

#### 3.4.7 運営・維持管理の状況

公共事業局によると、対象道路の路面状態、橋梁の状況はいずれも良い。他方、事後評価時に実施した8道路区間、2橋梁を対象に行った現地視察では、以下の状況が判明した。

- 舗装面の状態はいずれも良好で、構造物は、完成後6~7年を経過した道路としては全般に良い状態にある。ただし、路肩の状況が悪い区間が1カ所見られたほか、コンクリート製の潜り橋やカルバート等のコンクリートに軽微な損傷が何か所か見られた。
- 立てられた道路標識の破損や消えかかった路面標識が随所に見られた。また道路側溝が土やゴミでふさがれていたり、道路脇の草刈りが行われていなかったりなど、適時に必要な維持管理作業が実施されていない様子が伺われた。
- 橋梁構造物の状態は良いが、視察した2つの橋梁のうち1つの橋梁で洗堀が発生していた。本事業の全ての橋梁について本格的な補修の必要性を精査する時期が近付いていると考えられる。

以上から、運営・維持管理状況は概ね良好であるが、適時に必要な維持管理作業が実施されていない部分もあり、やや課題がある。

本事業の運営・維持管理について政策・制度面、組織・体制面、技術面、環境社会配慮・リスクへの対応について特に課題はない。しかし、予算の制約等により維持管理作業が十分に実施できておらず、本事業の財務・運営・維持管理の状況に一部問題があり、公共事業局の努力によっても改善・解決の見通しが低いと言える。以上から、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、パキスタン北西部に位置するKP州の農村部において、洪水被害を受けた道路・橋梁の修復を実施することにより、同州の洪水被害地域における交通の復旧・復興を図り、もって経済社会活動の早期回復並びに農村部の貧困緩和及び地域格差是正に寄与することを目的に実施された。本事業は計画時、事後評価時ともにパキスタンの開発計画、

開発ニーズと整合する。本事業は計画時の日本の開発協力方針と整合したことから、本事業の妥当性・整合性は高い。アウトプットは計画時の選定基準に沿って適切に選定・完成されており、事業期間は計画を上回ったが、事業費が計画内であり、本事業の効率性は高い。対象道路・橋梁の状態は被災前よりも改善された。年間を通じてあらゆる種類の車両が通行可能となったこと、走行速度が増加したこと等から、本事業の目的は十分に達成された。公共交通の増加により住民の村外への移動の利便性が高まり、社会経済面の様々な好ましいインパクトが発現した。よって、本事業の有効性・インパクトは高い。本事業の運営・維持管理については、政策・制度面、組織・体制面、技術面、環境社会配慮・リスクへの対応について特に課題はないが、予算の制約により維持管理作業が十分にできていない。よって、本事業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

事後評価で実施した現地視察では、地方道路の側溝の清掃、植生の管理が十分でない状況が見られた。さらに、一部の道路標識・路面標識とコンクリート構造物は補修が必要と考えられる。公共事業局は本事業の対象道路区間を点検し、維持管理作業を実施することが必要である。

また、一部の橋梁では洗堀が進んでいることが確認された。本事業に含まれた10カ所の橋梁全てを点検し、洗堀への対応を含め、必要な維持管理を計画・実施することが重要である。

州道・地方道を適切に維持管理できるように、KP州政府は道路維持管理のために必要な予算の確保に努める必要がある。その前提として、公共事業局は管轄する道路の維持管理の必要性を十分に精査し、維持管理のための年間計画を適切に準備する必要がある。

### 4.2.2 JICA への提言

上記の提言の実施状況をモニタリングし、その実施促進を図る必要がある。

## 4.3 教訓

### 被災したインフラ施設の修復事業は開発の良い機会

本事業では被災した道路に法面保護や排水施設を設置し、舗装や路肩を被災前より強化することで、今後の洪水災害への耐久性を高める努力が行われた。災害の発生後の復興段階において、次の災害発生に備えて、より災害に対して強靱な地域づくりを行うという「ビルド・バック・ベター」の考え方に合致した事業であったと言える<sup>17</sup>。

本事業が対象とした道路・橋梁の被災前の状態は劣悪で、地方道の多くでは年間を通じ

---

<sup>17</sup> 2015年に仙台で開催された第3回国連防災会議で採択された国連文書である「災害リスク削減のための仙台枠組み2015-2030」で提唱された考え方。

た通行が難しい状況であった。しかし、修復後は年間を通じてあらゆる種類の車両が通行可能となり、車道幅・車線数が増加し所要時間が短縮されるなど、道路としての機能そのものが強化された。これにより、公共交通の利便性が高まり住民の村外への移動が容易となったほか、様々な望ましい社会経済インパクトが実現した。

すなわち、本事業は、単に道路の災害への耐久性を高めるだけでなく、道路としての機能そのものを改善したことが、地域の社会経済開発を促進する様々な望ましいインパクトにつながったと言える。これは、被災したインフラ施設の修復事業は、同時に、インフラ施設を被災前以上に改良することにより、地域開発を促進できる良い機会になりうることを示している。

#### 相手国側の調達制度と業務内容を踏まえたコンサルタント調達方式の検討

本事業のコンサルタントは、被災後の復旧であるという緊急性を考慮して、随意契約により調達される計画であった。しかし、コンサルタントの業務内容は一般的で、パキスタンの公共調達制度の下では特定の企業を指名して随意契約とする根拠に乏しかったことから、調達方法が見直されて一般競争入札となった。この変更により時間を要したことから、コンサルタント契約は計画より8カ月遅れで締結された。

よって、随意契約でコンサルタントを調達しようとする場合は、相手国政府の調達制度やコンサルタント業務内容の特殊性の有無等も踏まえて、その適否について、計画段階から相手国政府と十分に検討すべきである。

## 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

本事業の形成にあたり、JICA は他ドナーと共に洪水被害・ニーズアセスメント調査に参加して積極的な役割を果たした。事業開始後、JICA パキスタン事務所は4年間にわたり公共事業局と月例会議を継続し、対象道路区間・橋梁の選定結果の確認、環境影響が少ないことの確認、調達や工事の進捗状況のモニタリングと問題解決のための協議などを行って、本事業の円滑な実施に貢献した。

### 5.2 付加価値・創造価値（なし）

以上

### 主要計画/実績比較

項 目	計 画	実 績
① アウトプット	道路・橋梁の修復（注） 州道 3 区間 (171km) 地方道 134 区間 (1,476km) 橋梁 21 橋梁 (2,060m)  事業監理ユニット支援  コンサルティングサービス 入札補助、詳細設計、環境モニタリング、社会経済調査、維持管理能力強化等	道路・橋梁の修復 州道 3 区間 (101km) 地方道 77 区間 (427km) 橋梁 10 橋梁 (670m)  (計画通り)  (計画通り)
② 事業期間	2011 年 2 月～2015 年 12 月 (56 カ月間)	2011 年 2 月～2016 年 2 月 (61 カ月間)
③ 事業費 円借款 パキスタン側資金 合計 換算レート	14,700 百万円 2,281 百万円 16,981 百万円 1 ルピー=0.98 円 (2010 年 10 月)	14,554 百万円 824 百万円 15,378 百万円 1 ルピー=1.08 円 (2011 年～2016 年の平均レート)
④ 貸付完了	2020 年 3 月	

注：道路・橋梁の修復延長の計画値は、考えられる全ての候補道路・橋梁の合計であり、本事業では予算の範囲でその一部が修復される計画であった。