

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 ¹ 。	
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 ² 、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（CITEDF）レーダー応用研究局（DEILAP：当時はCEILAP）、気象局（SMN）	

¹ 「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）。

² 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：C³）

3.1 妥当性・整合性（レーティング：③⁴）

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

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ 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⁵、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。

⁵ 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⁶、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。

⁶ 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⁷ (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⁸。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

⁷ 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。

⁸ 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⁹。

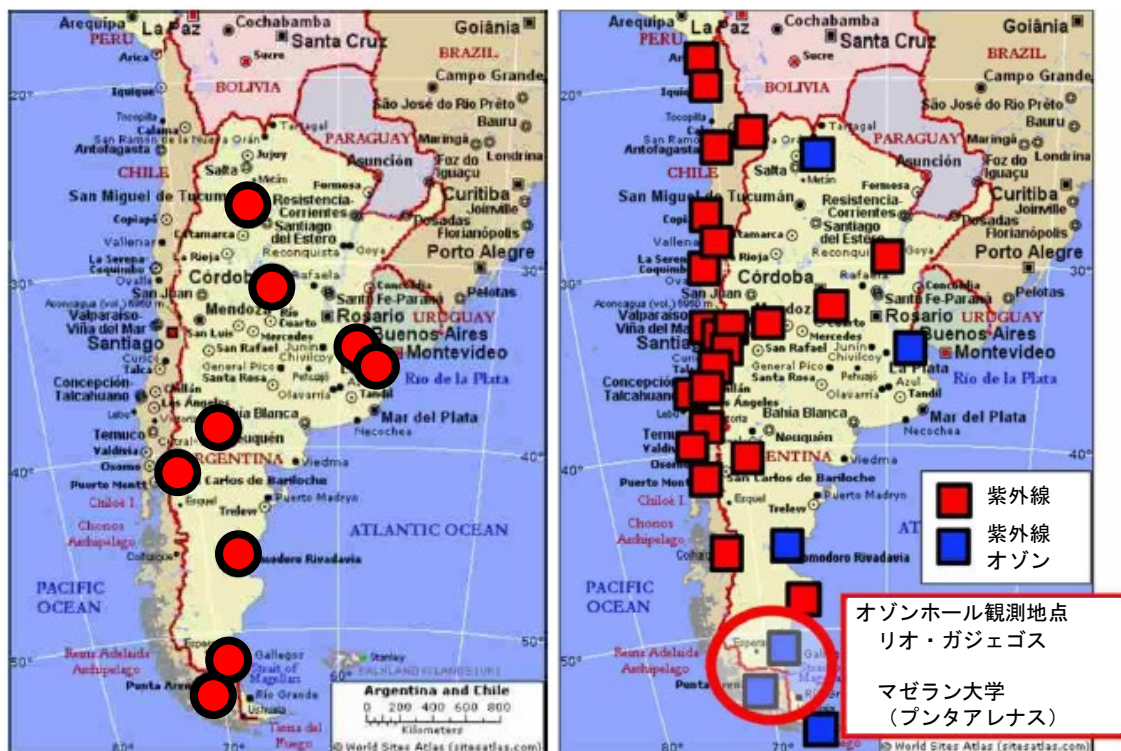


図1 エアロゾル（左）と紫外線・オゾン（右）の観測地点

(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

⁹ 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¹⁰、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¹¹。以上により、成果4は概ね達成された。

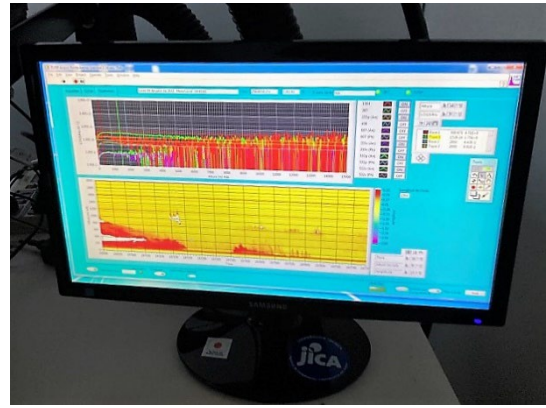
なお、途中から DMC が実施機関に加わったことにより、DMC が運用していた既存の紫外線観測網が本事業の観測網に加わったほか、DMC の紫外線観測についてのノウハウが SMN に伝えられ、SMN の観測網整備に活用された。



SMN のライダー観測機器（左）、紫外線等観測機器（右）

¹⁰ 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。

¹¹ 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¹²。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。

¹² 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¹³。

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

¹³ 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¹⁴。

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¹⁵、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

¹⁴ 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。

¹⁵ 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¹⁶。

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¹⁷。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。

¹⁶ 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。

¹⁷ <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¹⁸。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 カ所ある航空路火山灰情報センターのひとつを運営し¹⁹、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

¹⁸ 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

¹⁹ 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） ブリュワー分光計 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²⁰、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²¹。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、

²⁰ 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）

²¹ 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²²。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

²² 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、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²³。

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

²³ 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