

フィリピン

2021年度 外部事後評価報告書
技術協力プロジェクト (SATREPS¹)

「地震火山監視能力強化と防災情報の利活用推進プロジェクト」

外部評価者：株式会社クニエ 西川 圭輔、三浦 雅子

0. 要旨

本事業では、過去の日本のフィリピンに対する防災支援の成果を最大限に活用しつつ、新たに最新の観測・解析システムの導入やそれらを運用するための研修などを実施した。また、地震、津波、火山に係る情報の把握、迅速かつ制度の高い防災情報の発信を通して、地震と火山の災害に対応するフィリピン国の災害管理政府組織と関連組織の能力の向上を目指したものであった。

本事業は計画時及び完了時のフィリピンの開発政策、開発ニーズ及び計画時の日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。事業効果に関しては、成果1から4まですべて達成されたほか、プロジェクト目標も達成されたことが確認された。上位目標については、事業完了以降の複数の地震、火山噴火等の災害において災害管理政府組織と関連組織がPHIVOLCSから発信される防災情報に基づく迅速な対応を行っていることから、達成されていることが確認された。そのため、本事業の有効性・インパクトは高い。また、事業費および事業期間が計画内に収まり、効率性は高い。持続性については、本事業の技術面に一部課題があるが、政策面、制度・体制面、財務面においては問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で設置された地震計

¹ 地球規模課題対応国際科学技術協力 (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)

1.1 事業の背景

フィリピン共和国（以下「フィリピン」という）は西太平洋のプレート沈み込み帯に位置し、日本と同様に世界で最も地震・火山の活動が活発であり、災害による被害も大きい。こうした災害による被害を軽減するためには、調査研究によって将来発生する可能性のある地震・火山噴火を事前に予測し、災害に対する備えを十分に行なっていくこと、住民や行政等に地震や火山噴火の発生時にリアルタイムの監視情報を提供して、避難警報の発令や住民避難等、緊急災害対応に役立てることが必要とされていた。

フィリピンの地震・火山監視は、科学技術省所管のフィリピン火山地震研究所（Philippines Institute of Volcanology and Seismology、以下「PHIVOLCS」という）が担っている。日本は、これまで PHIVOLCS の地震・火山監視能力強化を目的として、無償資金協力による地震・火山監視ネットワークの設置および同監視ネットワークの運用指導を行う技術協力プロジェクトを実施してきた。上記無償資金協力計画の設計段階から 10 年以上が経過し、その間に日本や各国の地震火山監視技術は大きく進歩したが、他のアジア諸国と比べて、フィリピンのみが、広帯域地震計によるテレメータ観測網を有しておらず、地震発生時の緊急地震速報に正確性を欠く状態にあった。また、火山観測についても、現存のテレメータ観測網には短周期地震計しか設置されていないため、長期的な噴火予測や正確な予警報・避難命令に必要な精度の高い噴火予測が困難な状況にあった。一方で、これまでの観測体制の強化と最新の観測技術を用いて火山噴火予測を行なうことにより信頼性の高い火山噴火予測体制の構築が可能とみられていた。

以上の状況を受けて、フィリピン政府は、日本の地震火山観測技術、情報伝達技術のフィリピンでの適用に関する支援を、地球規模課題対応国際科学技術協力案件（以下「SATREPS」という）として日本に要請し、2010 年 2 月から本技術協力プロジェクトが開始される運びとなった。

1.2 事業の概要

上位目標	地震と火山の災害に対応する災害管理政府組織と関連組織の能力が向上する。	
プロジェクト目標	PHIVOLCS の地震津波火山監視能力が向上し、精度の高い地震津波火山情報が防災関係機関に活用される。	
成果	成果 1	リアルタイムで地震津波情報を把握できるようになる。
	成果 2	地震発生ポテンシャル評価の精度が向上する。
	成果 3	リアルタイムで総合的に火山情報を把握できるようになる。
	成果 4	有効な情報発信手段の一つとして、ポータルサイトを通じて、より精度の高い地震津波火山情報が防災関係機関に活用される。
日本側の事業費	約 388 百万円	
事業期間	2010 年 2 月～2015 年 2 月	

事業対象地域	マニラおよびその周辺、ミンダナオ、タール火山、マヨン火山
実施機関	<ul style="list-style-type: none"> ・ フィリピン火山地震研究所 (Philippines Institute of Volcanology and Seismology : PHIVOLCS, 科学技術省所管) ・ 科学技術省 (Department of Science and Technology : DOST)
その他相手国協力機関など	なし
我が国協力機関	防災科学技術研究所 (National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience : NIED)、京都大学、東海大学、名古屋大学、国土地理院、気象庁等
関連事業	<p>【技術協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「地震火山観測網整備計画」(2004年3月～2006年3月) <p>【無償資金協力】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 「第一次地震・火山観測網整備計画」(1999年) ・ 「第二次地震・火山観測網整備計画」(2002年) ・ 「マヨン火山周辺地域避難所整備計画」(2011年) ・ 「広域防災システム整備計画」(2012年) <p>【その他国際機関・援助機関等】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 中央研究院地球科学研究所(台湾):全地球測位システムによるフィリピン断層沿いの地盤変動研究(1996年) ・ アジア災害予防センター(タイ):自然災害に関する早期警報、準備、軽減に関する協力(2006年) ・ CSCAND, UNDP, AusAID:効果的なコミュニティ防災のためのハザードマッピングと評価(READY Project)(2006年～2011年) ・ 国立成功大学・中央研究院地球科学研究所(台湾):フィリピン・台湾地域の地震構造・地盤・地震学・火山学的研究(2007年) ・ ノルウェー地質工学研究所:津波ハザードとリスク評価(2008年～2010年) ・ フランス地質学鉱物学研究所ほか:地形・人間活動への火山性影響の緩和・リスク評価(MIA-VITA Project)(2008年～2013年) ・ CSCAND, AusAID, ジオサイエンス・オーストラリア:フィリピンにおける自然災害リスク評価能力強化(2009年～2010年)

1.3 終了時評価の概要

終了時評価は、フィリピン側(国家経済開発庁、PHIVOLCS、フィリピン産業エネルギー新技術研究開発評議会)および日本側(JICA 地球環境部、JICA フィリピン事務所、外部コンサルタント)のメンバーから構成された合同評価調査団により2014年9月に実施された。

1.3.1 終了時評価時のプロジェクト目標達成見込み

PHIVOLCS の地震津波火山監視時能力は著しく強化された。他方、防災関係機関による地震津波火山情報の利活用については、プロジェクト活動としてはまず第1にポータルサイトでの情報提供を通じて進めることとしており、残りのプロジェクト実施期間で促進・加速化される必要がある。

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）

ポータルサイトの構成・コンテンツは今後確定される必要はあるものの、PHIVOLCS からの災害関連情報は、既に幾つかの関係機関によって（ポータルサイト以外の手段により）定期的に参照・共有されている。終了時評価調査中に、幾つかの機関が PHIVOLCS が定期的に提供している災害情報を日常業務に活用していることが確認された。

1.3.3 終了時評価時の提言内容

終了時評価調査では以下の提言が出された。

- 1) プロジェクト目標の達成に向けて、2015年2月の協力期間終了時までに残りの活動を完了させること。
- 2) 防災関係機関の災害情報の活用促進に向けて、ポータルサイト「PHIVOLCS Information Portal」を継続的に改善すること。
- 3) 現在設置されている観測機材の維持管理だけでなく、日本の無償資金協力により増強中の観測機器網の運用も見据えて PHIVOLCS の人員、予算の強化を検討すること。
- 4) フィリピン側および日本側研究機関の共同研究の有意義な実績を踏まえて、日本の特定の研究機関との覚書（MOU）締結や災害リスク軽減管理にかかる日本側の研究基金の利用など、共同研究関係の継続に向けた仕組みを検討すること。
- 5) 防災関係機関が PHIVOLCS が提供する災害関連情報に適切に応答して行動するための具体的な災害リスク軽減管理活動について、研究成果を共有しつつ協議を進めていくこと。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

氏名 西川 圭輔（株式会社クニエ）、三浦 雅子（株式会社クニエ）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2021年7月～2022年6月

現地調査：2021年1月～2022年2月（遠隔にて実施）

2.3 評価の制約

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染拡大の影響により、外部評価者による現地調査を実施することができず、評価に際しての情報収集は質問票に基づく現地コンサルタントによる現地調査及びオンラインによるインタビューによって行われた。そのため、実施機関や関連機関から十分に提供されなかった情報やデータがあり、それにより一部の事業内容や成果の分析に制約が生じた。

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

フィリピンの社会開経済開発における最上位の国家政策は「中期国家開発計画」であり、計画時（2009年）は「中期国家開発計画 2004~2010年」が実施中であった。当該政策は災害リスク管理と総合的な災害軽減策の重要性に言及しており、災害発生時の非構造物対策として、災害危険地域のマッピング（ハザードマップの作成等）と当該危険地域におけるコミュニティの予警報システムなどコミュニティ防災の推進を挙げていた。また構造物対策としては、災害発生前の予防・被害軽減を目的とする防御施設や観測施設の整備などを目標に掲げていた。事業完了時（2015年）に実施されていた「中期国家開発計画 2011~2016年」においても上述の方針には変更がなく、環境・天然資源の保全、保護、回復に係る目標の一つとして環境災害への適応能力の向上が挙げられており、災害リスク軽減管理および気候変動適応に対する予算配分やリスク評価能力の向上、早期警戒警報の発出などを実施することとされていた。

中期国家開発計画以外の政策としては、2010年5月に共和国法RA10121号「フィリピン災害リスク軽減・管理法」が成立し、国防省（Department of National Defence：DND）のもと市民防衛局（Office of Civil Defence：OCD）が事務局を務める国家災害リスク軽減・管理協議会（National Disaster Risk Reduction and Management Council：NDRRMC）が設置され、災害リスク軽減・管理体制が強化された。また2011年には共和国法RA10121号に基づき「国家災害リスク軽減・管理計画2011-2028年（National Disaster Risk Reduction and Management Plan：NDRRMP）」が策定され、“持続可能な開発に向けた、より安全で順応性が高く災害に強いフィリピン社会”の確立に向けて、1) 災害の予防・リスクの軽減、2) 災害に対する準備、3) 災害への対応、4) 災害からの復旧・復興、の4分野における具体的な計画が示された。

これらのことから、本事業は計画時及び完了時⁴ともにフィリピンの開発政策と合致していたといえる。

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ 本事業ではJICAによる完了報告書が作成されていないため、本報告書における「完了時」の情報は事後評価（2021年7月~2022年3月）を通して得た2015年2月時点の情報を指す。なお、「終了時評価時」の情報は終了時評価が実施された2014年9月時点の情報である。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

フィリピン政府は、1990年代後半から、「災害発生後の緊急対応とその後の復旧・復興対応」に重点を置いた政策を、「貧困解消の一環として災害発生前の災害リスク軽減を図る総合的な災害マネジメント」に転換してきた。PHIVOLCSは、その所掌業務に沿って2012年10月に策定した「戦略地図」の中で、火山噴火、地震、津波その他の自然災害に強いコミュニティの構築に向けて以下を含む社会的成果を出すことを公表している。

- a. 火山噴火や地震などの地殻構造による現象の正確な予測とシミュレーション
- b. 噴火や地震の発生メカニズムや影響を受ける地域の決定
- c. 火山噴火や地震を予測するのに十分なデータの作成
- d. バランガイ⁵レベルまでの適切な検知、予測、警報システムによる火山活動の危険性の軽減
- e. 適切な災害対策計画の策定

また、上述のNDRRMP 2011-2028の成立とともに承認された「フィリピンリスク軽減・管理フレームワーク (National Disaster Risk Reduction and Management Framework: NDRRMF)」では、自然災害が起きてから対応を開始するのではなく、災害に対してより予防的かつ積極的な対応を行っていくようアプローチが変更されており、本事業が実施したリアルタイムでの地震津波情報の把握、地震発生ポテンシャル評価の精度向上、リアルタイム総合的火山情報の把握、防災関係機関へのより精度の高い防災情報の発信は、全てPHIVOLCSが設定する重点課題およびNDRRMFにおける予防的・積極的災害対応の達成に貢献している。

これらのことから、本事業は計画時及び完了時ともにフィリピンの開発ニーズと合致していたといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

計画時には、2008年6月に策定された対フィリピン国別援助計画において、重点開発課題の「貧困層の自立支援と生活環境改善」の中で「自然災害からの生命の保護」を重点分野と位置づけ、フィリピン側の財政状況を踏まえつつ、優先度の高い地域における治水・砂防インフラの整備・維持管理について支援するとともに、住民が災害から避難するために必要となる対策の強化等について支援することが明記されていた。

よって本事業は、計画時の日本の援助政策に合致していたといえる。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業の成果とプロジェクト目標、上位目標の因果関係の概念図は図1のとおりとなる。本事業は実施中にプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) が2度変更されている。1回目の変更は2011年11月に行われ、2011年3月の東日本大震災の発生を受けてフィリ

⁵ フィリピンの行政単位は州 (Province)、市 (City)、町 (Municipality)、バランガイ (Barangay) で構成されており、バランガイは地方自治における最小の行政単位である。

ピンにおいても津波災害の軽減と準備への必要性が改めて認識されたことにより、「津波警報システムを拡大する」、「リアルタイム潮位モニタリングシステムを拡大する」、「コミュニティの津波防災に関する啓発活動を行う」という 3 つの津波関連活動がプロジェクト活動に追加された。

2回目の変更は2013年9月に行われ、各成果の達成度合いをより明確に測ることを目的に、供与機材の件数と研修を受けたPHIVOLCSのスタッフ数を測る指標を各成果に追加した。

1回目の変更は東日本大震災の被害状況を受けて、津波被害への対応の必要性が確認されたことによる変更であり、地震および噴火の際に津波被害が起こる可能性が高いことに鑑みても妥当な変更であった。また 2 回目の変更は成果の達成度を明確化することを目指して行われたことから、妥当な変更であったと判断される。

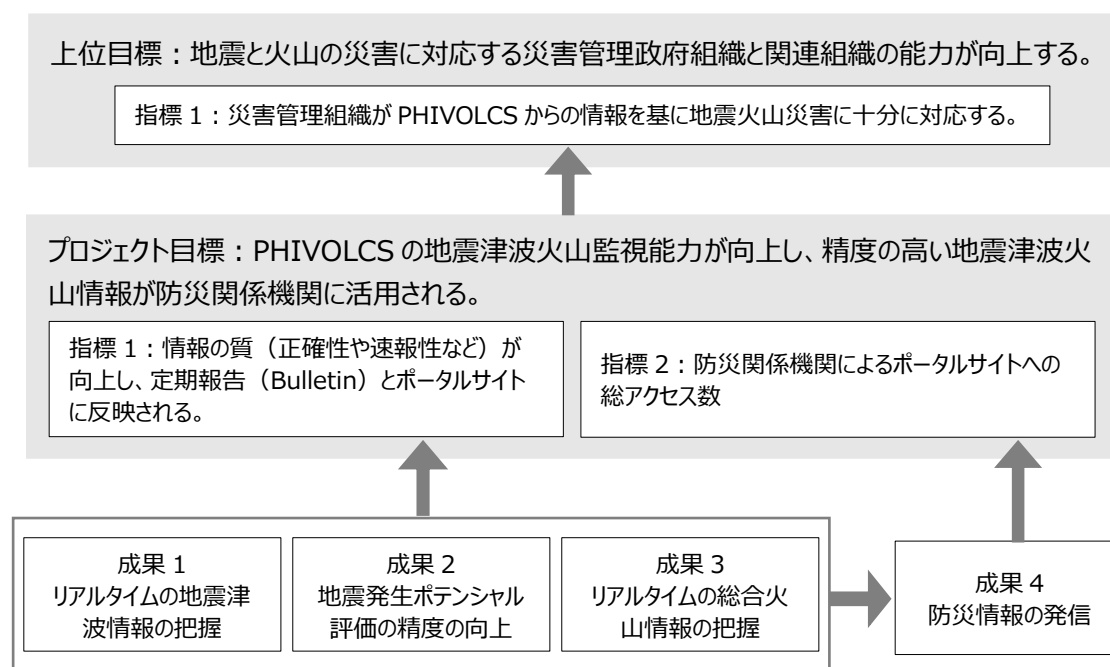


図 1：本事業の成果とプロジェクト目標、上位目標の関係（概念図）

以上より、本事業の実施はフィリピンの開発政策、開発ニーズ、計画時の日本の援助政策と十分に合致しており、また事業計画やアプローチ等も適切であったことが確認された。したがって、妥当性は高いと判断される。

3.2 有効性・インパクト⁶（レーティング：③）

3.2.1 有効性

3.2.1.1 成果

本事業では 4 つの成果が設定されており、それらの成果とプロジェクト目標の関係性は

⁶ 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。

図 1 のとおりである。地震のリアルタイム監視およびポテンシャル評価を通じた地震情報の把握、火山のリアルタイム監視を通じた火山噴火情報の把握を行い、さらにポータルサイト上でこれらの災害情報や災害リスクの管理・軽減に向けた情報やツール等を発信することでプロジェクト目標の達成を目指していた。本事後評価時、本事業を通して成果 1 はおおむね達成し、成果 2~4 は達成したことが確認された。

従前フィリピンでは小規模な地震の情報分析のみが行われていた状況に対して、本事業を通してこれまで分析することができなかつた大中規模（マグニチュード 4.5 以上）の地震情報の把握や震度マッピング、津波の高さと到着時間の測定が実施され、それらの活動に係る機材や研修が提供された（成果 1）。津波観測については、津波の高さと到着時間を予測する津波データベースが構築され利用されていた。しかしながら、実際の津波の高さと到着時間の測定を行うための潮位観測システム⁷は海底への固定が不十分であったことから故障等が発生しその機能を活用することができなかつた⁸。そのため、国立地理資源情報局（National Mapping and Resource Information : NAMRIA）や PHIVOLCS が独自に設置していた潮位観測システムを用いて潮位観測が行われている。

地震の発生リスクを把握するために地震発生ポテンシャル評価の精度の向上および当該評価に基づく地震発生可能性の分析が行われ、それらの活動に係る機材や研修が提供された（成果 2）。地震の再発の可能性を把握するため、基礎的なハザード評価である過去に発生した大規模な地震の再来期間の分析を行い、同分析結果に基づく地震発生ポテンシャル評価が行われた。

火山監視能力の向上については、タール火山、マヨン火山への機材の配置、システムの導入、および各種研修の実施を通して、両火山における火山性地震・微動に係る情報の自動決定、火山体の変形および電磁気異常のリアルタイム監視が行われ、またそれらの情報が PHIVOLCS 本部でリアルタイムで取得できる体制が構築された（成果 3）。しかしながら、2014 年 7 月にフィリピンの上陸した台風第 9 号（フィリピン名：グレンダ）⁹の影響によりタール火山観測所に設置した衛星テレメタアンテナやその他の通信インフラの交換・修理が必要となったため、事業完了時点においてはタール火山でのリアルタイム火山情報把握は中断されることとなった。当該機材は事業完了後の 2015 年 12 月に復旧し、リアルタイム火山情報把握が再開された。事業完了時点では一時的にデータ転送ができない状態ではあったが、通常想定できないレベルの自然災害による被害であり、同台風による被害を受け

⁷ 当該潮位観測システムは他機関等ですでに使用されているものとは異なるシステムを導入し、その活用可能性を検証する実験的な位置づけであった。

⁸ 本事業で設置したが機能しなかつた潮位観測システムの設置については、事後評価時点ではまだ新たな潮位観測システムの設置は行われていないが、事業完了後も本事業の日本人専門家との間で設置方法や採用する方式について協議が継続的に行われている。

⁹ 2014 年台風第 9 号は 7 月 12 日に発生し 15 日にルソン島に上陸、16 日に首都マニラを直撃し、フィリピン全土で大きな被害が発生した。被害規模は 7 月 20 日時点で死者 97 名、負傷者 437 名、行方不明者 6 名、家屋の被害は全壊 27,874 棟を含む 111,372 棟となっており（出所：フィリピン国家災害リスク削減委員会(2014) “NDRRMC Update SitRep No. 18 re Typhoon GLENDA）、各種インフラや農作物にも甚大な被害をもたらした。

る前は稼働していたこと、および事業完了後に復旧してから問題なく稼働していることに鑑みて、成果3は達成していたと判断された。

情報発信については、本事業によって把握できるようになった、または精度が向上した地震津波火山情報が新たに構築されたポータルサイト上で発信されるようになった。また災害リスクの管理・軽減に係る情報や本事業を通して開発された災害リスク管理・軽減ツールもポータルサイト上で提供されるようになった（成果4）。災害リスク管理・軽減ツールとしては、一般利用者を対象とした住宅の耐震チェックリスト、技術者や住宅所有者を対象とした簡易最新診断ソフト、東日本大震災時のフィリピン人被災者のインタビューをもとにしたマンガ、同インタビューのDVDなどが作成、提供された。本事業において供与された機材および研修を受講した PHIVOLCS の職員数に係る計画値と実績値は表1、表2のとおりである。

表1 供与された機材のベースライン、目標値、実績

成果	機材	ベースライン	目標値	実績（事業完了時）
1	広帯域地震計	9	10	10
	強震計(加速度計)	9	10	10
	SWIFT 震源解析システム	0	1	1
	震度計	0	100	100 (うち設置は約 70) ¹⁰
	無線潮位計	1	5	5
	津波シナリオデータベース	0	1	1
2	GPS キャンペーン観測器	15	15	15 (PHIVOLCS の機材利用)
	GPS 連続観測器	2	3	3 (国土地理院から借り受け)
3*	広帯域地震計	0	8	8
	空振計	0	4	4
	GPS 受信機	7	6	11
	3成分磁力測定装置	0	1	1
	全磁力測定装置	0	2	3
	IP カメラ(ネットワークカメラ)	0	-	3
4	ポータルサイトの構築	0	1	1

*成果3に係る設置機材の各数値はタール火山およびマヨン火山に供与された機材の合計数

出所：終了時評価報告書、実施機関からの質問票回答、日本人専門家への聞き取り

¹⁰ 地震発生時に震度を把握するための震度計は本事業で100式供与されたが、震度計は地方自治体の庁舎等に設置されるケースが多く、設置に際しては当該地方議会による決議が必要であることから設置完了に時間を要したため、事業完了時点の設置数は約70式に留まった。しかし3.2.2の通り、事業完了後もPHIVOLCSが各地方自治体と調整を進めて、地震計の設置を続けている。

表 2 研修を受けた PHIVOLCS 職員数のベースライン、目標値、実績

成果	研修テーマ	ベースライン	目標値	実績 ¹¹ (事業完了時)
1	広帯域地震計,強震計ネットワーク	3	5	5
	SWIFT 震源観測システム	0	10	5
	リアルタイム震度マッピング	0	5	2
	リアルタイム潮位モニタリングシステム	0	5	5
2	GPS 地殻変動観測	15	15	15
	内陸活断層の地形・地質学的古地震調査	2	6	10
	海底活断層の地形調査	0	4	5
3	広帯域地震計および空振計観測網 (地震観測)	6	6	6
	Site amplification analysis	6	-	1
	火山 GPS 観測	2	-	2
	火山電磁気観測	0	-	1
4	ポータルサイト構築	1	2	1
	簡易耐震診断ツール	0	2	2

出所：終了時評価報告書、実施機関からの質問票回答、日本人専門家への聞き取り

3.2.1.2 プロジェクト目標達成度

表 3 プロジェクト目標の達成度

目標	指標	実績																				
PHIVOLCS の地震津波火山監視能力が向上し、精度の高い地震火山情報が防災関係機関に活用される。	①情報の質（正確性や速報性など）が向上し、定期報告 (Bulletin) とポータルサイトに反映される。	M4.5 以上の地震のより正しい震源メカニズムが本事業で導入した技術により初めて把握できるようになり、これまで十分に解析されていなかった大中規模の地震における正しい発生時間や震度情報が解析できるようになったことにより、発信される災害情報の正確性が向上した（本事業開始前は震度計がなく、PHIVOLCS 職員が体感で震度を計測していた）。またそれらの情報が定期報告 (Bulletin) およびポータルサイトに反映されるようになった。																				
	②防災関係機関によるポータルサイトへの総アクセス数	ポータルサイトは 2014 年 6 月から運用が開始された。実施機関が集計した運用開始から事業完了までのポータルサイトへの総アクセス数は以下のとおりである。																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>月</th> <th>総アクセス数</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2014年6月</td> <td>216</td> </tr> <tr> <td>2014年7月</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>2014年8月</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>2014年9月</td> <td>580</td> </tr> <tr> <td>2014年10月</td> <td>447</td> </tr> <tr> <td>2014年11月</td> <td>495</td> </tr> <tr> <td>2014年12月</td> <td>582</td> </tr> <tr> <td>2015年1月</td> <td>486</td> </tr> <tr> <td>2015年2月</td> <td>435</td> </tr> </tbody> </table>	月	総アクセス数	2014年6月	216	2014年7月	50	2014年8月	128	2014年9月	580	2014年10月	447	2014年11月	495	2014年12月	582	2015年1月	486	2015年2月	435
月	総アクセス数																					
2014年6月	216																					
2014年7月	50																					
2014年8月	128																					
2014年9月	580																					
2014年10月	447																					
2014年11月	495																					
2014年12月	582																					
2015年1月	486																					
2015年2月	435																					

¹¹ 該当部署に配置されている職員数やその担当業務を検証し、研修の受講が必要な職員を精査した結果、「SWIFT 震源観測システム」、「リアルタイム震度マッピング」などいくつかの研修では実績値が目標値を下回った。

目標	指標	実績
		<p>指標 2 では「防災関係機関によるポータルサイトへの総アクセス数」とされているが、ポータルサイトは一般公開されており、実施機関側では防災関係機関を対象としたデータを集計していないため、上記の数値は一般の利用者も含めた総アクセス数となる。</p> <p>ポータルサイトの詳細とその利用方法について周知する第 1 回ポータルセミナーが 2014 年 9 月 15 日に実施されたため、2014 年 9 月以降はアクセス数が増加したことが確認された。</p> <p>防災関係者によるアクセス数を集計していないことから、本指標によりプロジェクト目標である「～防災関係機関に活用される」の達成度を測ることは困難であるため、補完的な情報として各防災関係機関によるポータルサイトの活用状況を確認した。実施機関によると、防災関係機関は日常的に当該ポータルサイトにアクセスしているわけではなく、地震や噴火等の災害が起きた際に利用しているということが確認された。</p>

プロジェクト目標の「防災関係機関」がどの機関を指すのか計画時には必ずしも明確にはされていなかったが、事後評価時に実施機関および日本人専門家に確認したところ、主に災害管理を担当する OCD と、各災害により影響を受ける地方自治体（Local Government Unit : LGU）の災害リスク削減管理担当局（Local Disaster Risk Reduction and Management Office : LDRRMO）が想定されていたことが明らかとなった。

指標①については、成果 1～3 の達成を通して地震津波火山に関する情報が正確にかつ迅速に把握できるようになり、またその情報が定期報告とポータルサイトでの災害情報として発信されるようになった。

指標②については、2014 年 9 月および 2015 年 2 月の 2 回にわたって、ポータルサイトの利活用促進を目的としたポータルセミナーが開催され、OCD、公共事業道路省、LDRRMO 等の担当者が参加した。これに伴い 2014 年 9 月以降は総アクセス数が増加していることが確認された。また終了時評価時点で防災関係機関が PHIVOLCS の地震津波火山情報を利活用している事例が確認されていた。しかしながら、指標となっている「防災関係機関によるポータルサイトへの総アクセス数」が実施機関により集計されておらず、一般利用者のアクセスも含めた総アクセス数のみが入手可能なデータであったため、当該データだけでなく、防災関係機関である OCD や LDRRMO がどのようにポータルサイトを利用しているかという点に係る定性情報を確認したうえで改めて本指標の達成状況を分析した。実施機関によると、防災関係機関は日常的に当該ポータルサイトにアクセスしているわけではなく、地震や噴火等の災害が起きた際に利用しているということが確認された。また、ルソン島南部に位置するバタンガス州の LDRRMO への聞き取りにおいても、災害時にポータルサイト上の災害情報を参照し災害対応を行っていることが確認された。これにより指標②はおおむね達成したと判断された。

以上より、PHIVOLCS の地震津波火山監視能力が向上するとともに、精度の高い地震火

山情報が防災関係機関に活用されるようになったため、プロジェクト目標は達成された。

3.2.2 インパクト

震度計および GPS 連続観測器の設置

本事業で供与された地震計は事業完了時点では 70 式ほどの設置数であったが、事業完了後も PHIVOLCS が各 LGU と調整を続け、供与された 100 式に加えて独自に調達した震度計の設置も進め、事後評価時点で全国に 116 式の震度計が設置されている。また GPS 連続観測器については事業完了時点では国土地理院から借り受けた 3 式が設置されていたが、事業完了後に PHIVOLCS が独自で調達、設置を進め、事後評価時点では 18 台の GPS 連続観測器が設置されている。いずれも地震火山情報の取得において不可欠な機器であり、事業完了後も継続的に機材設置が進められている。

ポータルサイトと PHIVOLCS ウェブサイトの統合

本事業では新たに構築したポータルサイト上で地震津波火山情報の発信を行っており、2014年から2019年までは独立したサイトとして運用されていたが、火山、地震、津波のそれぞれの情報を探す際の混乱を避けることを目的として、2019年第4四半期にPHIVOLCSのウェブサイトと統合された。当該ウェブサイト内に火山、地震、津波のサブポータルをそれぞれ設置し、各災害情報やツールに容易にアクセスできるように整理された。

災害リスク管理・軽減ツールの利活用

本事業で開発された災害リスク管理・軽減ツールは事業完了後も継続的に利活用されている。2つ折りフライヤー「How Safe is My House」は事業完了後複数回にわたり数万部増刷され、防災啓発ツールとして利用されている。また 2021 年には「How Safe is My House」のウェブおよびモバイルアプリケーション（Android および iOS 向け）が完成し、無料でダウンロードできるようになった。事後評価時点において、「How Safe is My House」は、PHIVOLCS のほとんどの研修に組み込まれており、PHIVOLCS が進行役を務める関係者向けのトレーニングや啓発活動等でも紹介されている。

3.2.2.1 上位目標達成度

表 4 上位目標の達成度

目標	指標	実績
地震と火山の災害に対応する災害管理政府組織と関連組織の能力が向上する。	災害管理組織が PHIVOLCS からの情報を基に地震火山災害に十分に対応する。	事業完了以降事後評価時までの複数の災害において、PHIVOLCS からの情報が LDRRMO 等による災害対応に活用され、それらの情報に基づいて避難警告が発出されるなど、迅速な災害対応が行われた事例が確認された。

上位目標における「災害管理政府組織と関連組織」もプロジェクト目標と同じく OCD および LDRRMO が主な対象として想定されていた。また、指標の「～十分に対応する」というのは適切な災害対応や避難対応が実施されるということと想定されていた。

上位目標の指標の達成度を測るための情報として、以下の事例が実施機関および LDRRMO から共有された（()内は情報提供機関）。

- 2020年1月のタール火山の噴火¹²では本事業で火口付近に設置していたされた Web カメラによるリアルタイムモニタリングで PHIVOLCS が噴火の兆候を把握し、地元の自治体等へ連絡したことにより速やかな避難活動が行われた。災害発生時は、災害情報が PHIVOLCS から OCD に伝達され、OCD から対象となる地方管区 (Region) および LGU に伝達されるという仕組みとなっているが、大きな災害が起きた際には PHIVOLCS から直接各 LGU に電話等を通じて情報提供を行い、より迅速な災害対応の実施に努めている (PHIVOLCS)。
- タール火山が位置するバタンガス州では噴火に際しての緊急時対応策 (Contingency Plan) がすでに策定されており、2020年1月のタール火山の噴火に際しては、PHIVOLCS からの情報提供を受けて、3つの市町村の全住民への避難準備の呼びかけ、警戒体制の強化、避難者や救援物資輸送のための車両手配、被災地への職員派遣など緊急時対応策に則った迅速な対応が行われた (バタンガス州 LDRRMO)
- 2021年7月24日にバタンガス州カラタガン市付近で発生した M6.6 の地震に際しては、PHIVOLCS からの情報に基づき緊急対応体制を整えるとともに、PHIVOLCS ウェブサイト等を通じて地震情報の定期的なモニタリングおよびそれらの地震情報の SNS を通じた発信等を行った。また、PHIVOLCS に対して地震による亀裂等の疑いのある箇所のアセスメントを依頼するなど、PHIVOLCS と連携した災害対応を実施した (バタンガス州 LDRRMO)。

これらの事例から、災害発生前あるいは発生直後に PHIVOLCS から直接提供された情報またはウェブサイト上で公開された情報に基づき、対象となる LGU が迅速かつ適切な対応を行っていることが確認され、上位目標はおおむね達成されたといえる。

3.2.2.2 その他、正負のインパクト

本事業においては、事後評価時において自然環境等に対する負のインパクトは確認されなかった。また、住民移転および用地取得も実施されなかった。

¹² タール火山は 2020年1月12日に43年ぶりに噴火し、同年2月17日時点で584,000人が被災し、194,000人が避難したと報告されている (出所: フィリピン国家災害リスク削減委員会 (2020), NDRRMC Update: Situational Report No. 78 Taal Volcano Eruption, 17 February 2020, 6:00 PM)。タール火山ではこれ以降火山活動が活発な状態となり、小規模な噴火が断続的に観測されている。PHIVOLCS は 2022年3月にもタール火山の警戒レベル (5段階) を2から3に引き上げ、引き続き大規模噴火の恐れがあることを報告している (出所: PHIVOLCS(2022), TAAL VOLCANO BULLETIN (UPDATE) 26 March 2022 8:00 AM)。

その他、事後評価においては以下のインパクトが確認された。

1) PHIVOLCS 内の体制強化

PHIVOLCS 内の地震観測予知部(SOEPD)の体制改編が実施され、津波モニタリングを行う体制が構築された。

2) PHIVOLCS による類似研究の実施

PHIVOLCS が独自にブルサン火山の監視など類似研究を開始した。

3) 他事業への成果の波及

本事業の成果等をもとに、無償資金協力による地震津波観測網の増強計画が PHIVOLCS との間で 2014 年 2 月から開始された。

また、本事業で開発された地震速報システムは防災科学研究所・PHIVOLCS・ブータン地質鉱山局の三者の共同研究として継続して活用されている。ブータンでは SATREPS 事業「ブータンにおける組積造建築の地震リスク評価と減災技術の開発」(2017~2022 年)が実施され、地震速報システムの低価格化が実現したことにより、国内各地への導入が進められた。

活断層のポテンシャル評価に関する研究成果は SATREPS 事業「ネパールヒマラヤ巨大地震とその災害軽減の総合研究」(2016~2021 年)において活用されている。

4) 国際学会、学会誌等での研究成果の公表

本事業の研究成果は PHIVOLCS 研究者による論文発表や米国地球物理学会などの国際学会での発表、同学会誌への掲載を通して広く公表された。事後評価時点までに 4 本の論文発表及び 4 件の学会発表が行われた¹³。

5) 継続的な人材育成

PHIVOLCS から 2017 年に 1 名、2019 年に 1 名の職員が日本で地震学の研修を受けている。また、事業期間中に 1 名、事業完了後に 6 名が JICA の人材育成奨学計画 (JDS) で政策研究大学院大学 (GRIPS) に留学し、本事業の関連分野で研究をおこなった。

設定された成果 1~4 がすべて達成され、従前には小規模な地震のみ監視が行われていた状況に対して、本事業の成果を通して M4.5 以上の大中規模地震の情報解析も可能になり、また火山のリアルタイム監視を通じた噴火予測も実施されるようになり、これによりプロジェクト目標である PHIVOLCS の地震津波火山監視能力の向上および発信される災害情報の精度の向上が確認された。また、本事業で発現した成果は事後評価時点においても継続的

¹³ 学会発表 4 件の詳細は以下のとおりである。

1. 第 10 回アジア地震学会総会 (2014 年 11 月 17-20 日、マカティ・フィリピン) にて「2011 年 3 月 11 日の地震と津波における日本在住フィリピン人の経験と教訓」「普及啓発のためのツールとしてのコミック・マンガの開発」の 2 件の発表。
2. 地震・津波災害軽減国際シンポジウム (2012 年 3 月 14 日、仙台・日本) にて「2011 年 3 月 11 日の東日本大震災におけるフィリピン人被災者へのビデオインタビュー」の発表。
3. 第 6 回アジア地震工学会議 (2016 年 9 月 22-24 日、セブ・フィリピン) にて「住宅の地震安全性に関するツールの開発・普及のための戦略：専門家とステークホルダーの協働による取り組み」の発表。

に維持されており、実際の災害発生時には災害管理政府組織および関連組織により PHIVOLCS が発信した情報に基づく災害対応が行われている。その他、研究成果の国際的な発信や他事業への活用、継続的な人材育成など多くの正のインパクトが確認された。

以上より、本事業の有効性・インパクトは高いと判断される。

3.3 効率性（レーティング：③）

3.3.1 投入

本事業の主な投入の実績と計画は表 5 のとおりである。

表 5 投入計画と実績

投入要素	計画	実績（事業完了時）
(1) 専門家派遣	短期専門家 27 名	短期専門家 46 名 業務調整専門家 2 名
(2) 研修員受け入れ	10 名	34 名
(3) 機材供与	広帯域地震計等観測機材	高度即時震源解析と震度速報、リアルタイム総合火山監視、地震発生ポテンシャル評価のための機材供与
(4) 日本側の事業費	約 426 百万円	約 388 百万円
(5) 相手国の投入	・ カウンターパート配置 16 名 ・ 施設、機材等:PHIVOLCS における研究者執務用事務室と設備、参加研究者の研究に係る諸費用（研究予算、旅費等）	・ カウンターパート配置 33 名 ・ 事業開始から事業完了時点まで計 54 百万ペソ
(6) 協力期間	2010 年 2 月～2015 年 2 月	2010 年 2 月～2015 年 2 月

3.3.1.1 投入要素

本事業では派遣された短期専門家について、当初予定の 27 名に対し実績が 48 名と大幅に増加した。これは、気象庁や国土地理院など日本の政府機関から派遣された短期専門家が度々人事異動などで変更されたことにより短期専門家の合計数が増加したことが要因の一つである。また 3.1.4 に記載のとおり、地震火山監視に加え津波観測に係る活動が追加されたことにより、津波観測の専門家の渡航も必要となった。人員に変更はありつつも、予定された専門家の派遣期間に変更はなかったことが日本人専門家への聞き取りにより確認された。供与された機材および実施された研修の計画値と実績は表 1、表 2 のとおりである。

3.3.1.2 事業費

津波関連活動の追加や派遣された短期専門家の合計数の増加などはありつつも、事業費は計画比 91%となり、計画内に収まった。

3.3.1.3 事業期間

事業期間は当初の計画とおり 2010 年 2 月から 2015 年 2 月までの 5 年間となり、全ての活動が事業期間内に実施された。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.4 持続性（レーティング：③）

3.4.1 発現した効果の持続に必要な政策・政治的関与

「中期国家開発計画（2011-2016）」の後継として 2017 年から「改訂中期国家開発計画（2017~2022）」が実施されている。同計画の中では、PHIVOLCS を含む DOST 等のツールを活用した個々人の積極的な災害対策の奨励、災害被災者の安全確保、災害リスク軽減・管理関係者の継続的な能力開発、などが重要課題として挙げられており、本事業で発現した成果はいずれもこれらの課題に貢献するものであり、発現した効果の持続に必要な政策・政治的関与は維持されている。

3.4.2 発現した効果の持続に必要な制度・体制

事後評価時点における PHIVOLCS の地震、津波、火山関連部署の人員配置は以下のとおりとなっている（2022 年 1 月 14 日時点）

- 火山監視噴火予知部(VMEPD)：70名（正職員55名、契約職員15名）
- 地震観測予知部(SOPED)：112名（正職員73名、契約職員39名）
- 地質物理探査研究開発部（GGRDD）：135名（正職員34名、契約職員101名）
- 地盤災害啓発・対策部（GDAPD）：21名（正職員17名、契約職員4名）

実施機関および本事業の日本人専門家に確認したところ、本事業で導入された新たな業務を含め、PHIVOLCS の通常業務実施上上記の人員体制に課題はないことが確認された。終了時評価時点では、同時期に実施されていた無償資金協力「広域防災システム整備計画」で PHIVOLCS に供与した機材の配備に際して人員が不足するという懸念が示されていたが、日本人専門家に確認したところ、機材の配備のため一時的にスタッフを増やしたり設置業務を外委託したりする必要があると思われるが、本事業で導入したシステムの活用を含む通常業務の実施に際しては現状の人員で問題ないとの見解が示された。

したがって、発現した効果の持続に必要な制度・体制は確保されている。

3.4.3 発現した効果の持続に必要な技術

本事業では多くの PHIVOLCS スタッフに技術研修を提供しており、それらの専門的知見を身に着けたスタッフを中心に本事業で導入された技術が継続的に活用されている。また本事業で東海大学に留学し博士号を取得したスタッフが現在も PHIVOLCS で火山監視・噴火部門の上級科学的研究員として勤務している。また PHIVOLCS 内では定期的に科学技術

フォーラム（Science & Technology Forum）を開催し、研究成果の発表と検討を行っている。火山監視パラメータ、地震や津波などの記録に関する分析、各種研究等についても、PHIVOLCS の全スタッフが参加する勉強会で毎週発表されているなど、本事業で導入した技術やそれに基づく分析結果の周知が図られている。また、3.2.2.2にも記載した通り、事業完了後も複数の職員が日本に留学し地震津波火山監視分野を学ぶなど、継続的な人材開発が行われている。

本事業で供与された機材は、それぞれの担当部署が継続的に管理を行っている。地震関連機材は SOPED、火山関連機材は VMEPD が管理し、故障や不具合が生じた際には修理・交換等の対応が行われている。

一方で、本事業で津波データベースの活用等に関して気象庁で研修を受けた PHIVOLCS スタッフ 2 名が現在は当該部署で勤務しておらず、また代替職員が配置されなかった。本事業で導入した技術に基づく通常業務の実施には影響はないが、無償資金協力「広域防災システム整備計画」で供与された高速津波計算機が活用されていない。本事業で構築した津波観測のための津波データベースは事後評価時点においても活用されているが、当該データベースの精度をさらに高めていくためには無償資金協力で提供された津波計算機の活用が必要な状況となっている。

これらのことから、発現した効果の持続に必要な技術の維持には一部課題がある。

3.4.4 発現した効果の持続に必要な財務

PHIVOLCS は毎年一般歳出予算法（General Appropriations Act : GAA）に基づき機材の維持・運用のための予算配分を受けている。事業完了以降も GAA による予算配分を受けており、2015~2022 年の機材の維持管理に係る予算と支出は以下のとおりとなっている。

表 6 PHIVOLCS における機材の維持管理に係る予算と支出

単位：1,000 フィリピンペソ（PHP）

年度	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
予算	9,140	7,502	7,485	7,000	7,684	11,713	14,707	15,040
支出	9,135	7,017	7,472	6,816	5,922	8,006	10,667	—

出所：実施機関提供

毎年予算が配分されており、かつ 2018 年以降は増加傾向にあり、実施機関によると機材の維持管理に関する予算について特段不足はなく、十分に業務を実施できているとの回答であった。

以上より、発現した効果の持続に必要な技術には一部課題があるものの、政策・政治的関与、制度・体制、財務の各側面においては持続性が維持されていることが確認された。したがって、本事業の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業では、過去の日本のフィリピンに対する防災支援の成果を最大限に活用しつつ、新たに最新の観測・解析システムの導入やそれらを運用するための研修などを実施した。また、地震、津波、火山に係る情報の把握、迅速かつ制度の高い防災情報の発信を通して、地震と火山の災害に対応するフィリピン国の災害管理政府組織と関連組織の能力の向上を目指したものであった。

本事業は計画時及び完了時のフィリピンの開発政策、開発ニーズ及び計画時の日本の援助政策と合致しており、妥当性は高い。事業効果に関しては、成果1から4まですべて達成されたほか、プロジェクト目標も達成されたことが確認された。上位目標については、事業完了以降の複数の地震、火山噴火等の災害において災害管理政府組織と関連組織がPHIVOLCSから発信される防災情報に基づく迅速な対応を行っていることから、達成されていることが確認された。そのため、本事業の有効性・インパクトは高い。また、事業費および事業期間が計画内に収まり、効率性は高い。持続性については、本事業の技術面に一部課題があるが、政策面、制度・体制面、財務面においては問題はなく、本事業によって発現した効果の持続性は高いといえる。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業で目指したPHIVOLCSによる地震津波火山監視能力の向上について、津波のデータ分析については本事業で育成された専門性を有する職員がすでに当該部署に配置されておらず、そのため、高速津波計算機を活用して本事業で構築された津波データベースの精度をより高めていくという業務が実施されていない。地震や火山の噴火に際しては津波により被害も併せて発生する可能性が高く、2022年1月にはトンガにおける海底火山の噴火に伴う津波被害が起きるなど、今度も継続的に津波対応が必要であることは明らかである。したがってPHIVOLCSは、本事業で導入した津波関連技術やシステムを活用するだけでなく、さらにその精度を向上させていくために、迅速に適切な人員配置を行うことが重要であると考えられる。

4.2.2 JICAへの提言

本事業を通してフィリピンにおける地震津波火山監視に係る能力は強化された。PHIVOLCSから発信される災害情報の精度は高められたため、今後はこれらの技術によって把握・発信される災害情報に基づき、各自治体や個人により適切な災害対応の実施が求められる。

現在実施中の「災害リスク軽減・管理能力向上プロジェクトフェーズ2」(2019年9月

～2025年5月)¹⁴では、実施機関であるOCDに対して、関係機関のPHIVOLCSが災害情報の提供を行う。「災害リスク軽減・管理能力向上プロジェクトフェーズ2」で策定する災害リスク評価実施のためのLGU向けガイドブックは、既存のハザード分析結果を活用しながら、各ステークホルダーが効果的な災害リスク軽減・管理を実践できるようになることを目指し、バタンガス州ではPHIVOLCSが作成している災害リスクのオンラインプラットフォームを活用した地方防災計画の策定支援を行うパイロット活動の実施なども予定されており、その着実な履行が望ましい。

4.3 教訓

具体的で測定可能な目標および指標の設定

本事業はSATREPSスキームであることから、計画時には目指す成果として主に研究面での成果の発現が想定されており、成果の達成度を測るための指標も定量的指標より定性的な指標が多く設定されていた。そのため、3.1.4にも記載したとおり事業期間中にPDMの変更が行われ、各成果に定量的な指標が追加されることとなった。一方で、プロジェクト目標の指標の一部および上位目標の指標については明確な目標値の設定や具体的な達成状況の想定が行われておらず、本事後評価では達成度の測定に際して、指標のみでなくその他の定性的情報を補完的に考慮し総合的に判断することとなった。SATREPS事業としての研究成果を重視しつつも、技術協力プロジェクトとしての目標の達成度を明確に示すためには、計画時および実施中においてより具体的で測定可能な目標および指標を設定することが重要である。

研究能力および対処能力の向上を目指す事業計画

SATREPSは当該国の研究機関等の地球規模課題に対応する研究水準の向上と総合的な対処能力の強化を目的として実施されるスキームであり、対象機関の研究能力の向上を高めることに加えて社会的にも貢献することが求められる。本事業を通して地震津波火山監視に係るPHIVOLCSの研究能力は大きく向上し論文や学会発表を通して国際的にも様々な発信を行うことができた。それと同時に、フィリピンで頻発する地震や火山のモニタリングの能力も向上し、情報が地域住民の避難に活用されたり啓発ツールが防災教育で活用されたりすることを通して、実際の人々の安全を高めることにも貢献している。自然災害への対応能力の向上という課題に対して研究能力と対処能力の両方の向上が確認され、本事業においてSATREPSというスキームを活用するのが有益であったと判断される。

SATREPSスキームで事業を実施するには、研究能力と対処能力のどちらか一方ではなく、本事業のように両方を同時に高めていけることが想定される分野やアプローチをもと

¹⁴ 「災害リスク軽減・管理能力向上プロジェクトフェーズ2」では、OCDの実施・調整能力の強化や地方における災害リスク軽減・管理活動の促進を通じて、地方管区および地方自治体における災害リスクを踏まえた計画の策定・モニタリング評価、およびその全国普及を行っている。

に事業計画を立案することが望ましい。研究能力の向上だけでなく、それによって得られた技術を活用しどのように対処能力を高めていくかを具体的に想定し事業計画に取り入れることや、並行して実施されている同分野の事業との連携を想定した活動を取り入れることなど、総合的な対処能力の向上を目指した取り組みを事業計画・実施において明確化することが求められる。また、日本の研究・技術の優位性を活用し共同で研究を続けていくことができる分野での取組について、継続的に案件を形成していくことが望ましい。

以上