

事業事前評価表（地球規模課題対応国際科学技術協力）

作成日：平成 25 年 11 月 1 日

担当部・課：地球環境部防災第一課

1. 案件名

国名：インドネシア国

案件名：和名「火山噴出物の放出に伴う災害の軽減に関する総合的研究プロジェクト」

英名「the Project for Integrated Study on Mitigation of Multimodal Disasters Caused by Ejection of Volcanic Products in Indonesia」

2. 事業の背景と必要性

(1) 当該国における防災セクター（火山・土砂災害）の現状と課題

地震・火山の現象とその防災に関して、日本とインドネシア国は共通点が多い。両国とも環太平洋火山帯に位置し、プレート境界や内陸活断層で大地震が発生すること、百を超える活火山が存在しそのほとんどが人口密集地に近いこと、また、これらの自然災害の調査・研究、対策が国家の主要課題として取り組まれ、対応する国の機関が多くの省庁にまたがっていることなどである。

インドネシア国では、2004年12月にスマトラ島沖地震（死者22万人）、2009年9月の西スマトラ州パダン沖地震（死者1100人）などの大地震や、2006年5月及び2010年10月のメラピ火山の噴火（2010年は死者386人、避難者40万人）など地震火山活動が立て続けに発生しており、地震・火山・津波防災は国家の重要な課題として取り組んでいく必要がある。

そのような状況の中、インドネシア国より地震火山分野の防災対策を行うための地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）が要請され、2009年5月から3年間に亘り「インドネシア国における地震火山の総合防災策」が実施された。同プロジェクトでは、過去の地震の履歴調査、津波浸水域の予測、過去の火山噴火の履歴調査、シナブン火山やメラピ火山における火山活動の予測、また工学的見地からの津波被害の軽減、液状化ハザードマップの作成、住宅の耐震性向上に向けた提案など、地震・津波・火山災害を軽減するための総合的な研究が日本とインドネシア国共同で行われた。

しかし、インドネシア国は127の活火山が存在する世界有数の火山国であり、現在でも1年に10程度の火山が噴火するなど、依然として火山災害の危険性は非常に高い。インドネシア国の国土は火山噴出物とその侵食による土砂で覆われており、火山噴火による火砕流や土石流、斜面崩壊などが同時に起こる複合土砂災害のリスクが存在している。また、異常豪雨などの常襲地域であるインドネシア国では、噴火後に多様な土砂移動現象が発生し、しばしば甚大な土砂災害に見舞われている。さらに、火山灰の拡散も大きな問題となっており、1982年に発生した西ジャワのガルングン火山の噴火による火山灰はジャンボジェット機の全エンジンを停止させ、世界中の航空関係者に火山灰の脅威を知らしめる出来事となった。

以上を背景に、火山噴出物の放出に起因する災害を総合的に軽減するために、過去に実施されたSATREPSの火山分野における研究を発展させ、火山災害対策と土砂災害対策を一連の課題として扱うSATREPSプロジェクトが要請されるに至った。上述の通り、火山噴出物に起因する災害は火山災害、土砂災害、火山灰の拡散（気象）等複数分野に亘るものであるため、本事業ではエネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター

を中心に、ガジヤマダ大学（火山、砂防）、公共事業省水資源研究所砂防センター（砂防）、気象気候地球物理庁（気象）と共同で実施される。

（２） 当該国における防災セクター（火山・土砂災害）の開発政策と本事業の位置付け  
インドネシア国の「国家中期開発計画 2010-2014」では、11 の優先開発課題のひとつとして「環境及び災害管理」が挙げられており、政府機関の防災対策能力強化をうたっている。また、国家防災庁が策定した「国家防災計画 2010-2014」は、災害管理活動プログラムをインドネシア国の全ての政府組織がそれぞれの戦略計画において主流化することとしており、本事業は、インドネシア国政府が取り組む防災セクターの強化という国家政策と合致している。

また、2004 年 12 月 26 日に発生したスマトラ島沖地震及び同地震により引き起こされたインド洋津波によりインドネシア国が多大な被害を受けたことを受け、日本、インドネシア国の 2 国間で設置した「防災に関する共同委員会」の報告書（2006 年 7 月）によれば、「6-1 主要な要素の確立」に「（3）洪水、土砂災害、火山噴火などその他自然災害への対応」が示されており、火山災害、土砂災害を複合的に扱う本事業はインドネシア国及び我が国の援助方針とも合致するものになっている。

（３） 防災セクター（火山・土砂災害）に対する我が国及び JICA の援助方針と実績

我が国の「対インドネシア共和国 国別援助方針」（平成 24 年 4 月）によれば、3 つの重点分野のひとつ「（2）不均衡の是正と安全な社会造りへの支援」の中で、防災・災害対策支援等を行うとしている。また、別添の事業展開計画において、「開発課題 2-2 防災・緊急事態対策」として「防災能力向上プログラム」が示されており、防災対策支援は対インドネシア国別援助政策の重要な要素と位置付けられている。

また、JICA はこれまで防災分野における支援を多く実施してきた。これらの事業のうち、「インドネシアにおける地震・火山の総合防災策」（科学技術協力、2009 年～2013 年）は本事業の前身となる案件であり、本プロジェクトは過去の科学技術協力の成果を活用して実施される。

加えて、JICA は円借款「メラピ山・プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」（2005 年 L/A 調印）において、メラピ山で砂防ダムや導流堤の建設等を実施している。2010 年のメラピ山噴火時には国際緊急援助隊専門家チームの派遣も行った。

（４） 他の援助機関の対応

メラピ火山において、フランス政府が「Do Merapi」プロジェクトを実施している。同プロジェクトではメラピ火山に GPS 観測機材などを設置して火山活動のモニタリングを行っている。

### 3. 事業概要

（１） 事業目的

本事業は、インドネシア国内の 5 火山（メラピ、スメル、ケルート、ガルンゲン、グントール）を対象にして、「火山噴火早期警戒システム」、「統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ」、「浮遊火山灰警戒システム」を統合した「複合土砂災害対策意思決定支援システム」を構築し、これが防災関係機関に活用される状態にすることで、火山噴出物の放出に起因する災害の総合的な軽減を目指すものである。

（２） 事業スケジュール（協力期間）

2014 年 3 月～2019 年 3 月を予定（計 60 ヶ月）

(3) 本事業の受益者（ターゲットグループ）

相手国側実施機関（3.（5）に記載）の職員のうち、本プロジェクトで共同研究を行う研究者・実務者約 60 名

(4) 総事業費（日本側）

3.0 億円

(5) 相手国側実施機関

研究代表機関：エネルギー・鉱物資源省地質庁火山地質災害軽減センター（CVGHM）

共同研究機関：ガジャマダ大学（UGM）

公共事業省水資源研究所砂防センター（STC）

気象気候地球物理庁（BMKG）

(6) 国内協力機関

研究代表機関：京都大学

(7) 投入（インプット）

1) 日本側

短期専門家： 約 25 名（火山、砂防、気象分野等）

長期専門家： 1 名（業務調整）

機材供与： XバンドMPレーダー、地震計、傾斜計、水理観測機材等

短期研究員受入： 年2～3名程度

2) インドネシア国側

カウンターパートの配置（火山、砂防、気象分野の研究者、実務者）

専門家執務スペース

設置機材の維持管理費

専門家受入に必要な手続き

(8) 環境社会配慮・貧困削減・社会開発

1) 環境に対する影響/用地取得・住民移転

①カテゴリ分類： C

②カテゴリ分類の根拠

地質調査に係る小規模なボーリング調査等を予定しているものの環境、社会に与える影響は小さいと考えられるため。

2) ジェンダー・平等推進/平和構築・貧困削減

火山・土砂災害に対する防災能力の向上により、特に災害に脆弱な地域の人的、経済的損失が軽減され、貧困削減にも貢献する。

3) その他

特になし。

(9) 関連する援助活動

1) 我が国の援助活動

JICA は土砂災害への対応として、円借款「メラピ山・プロゴ川流域及びバワカラエン山緊急防災事業」において砂防ダム建設等のハード面での協力を実施しており、ま

た技術協力プロジェクト「バンジール・バンダン災害対策プロジェクト」(2008-2012)では、インドネシア防災関連機関を対象にバンジール・バンダン<sup>1</sup>にかかる対応能力の強化支援を行っている。本事業では研究協力としてメラピ山等の火山を対象に、観測から解析、予警報、避難のための意思決定を支援する複合土砂災害対策意思決定支援システムを構築するものである。

## 2) 他ドナー等の援助活動

フランス政府が実施している「DOMERAPI」プロジェクトにおいて設置された GPS などからの情報を本事業でも活用するとともに、本事業で得られたデータを同プロジェクトに共有することを検討している。

## 4. 協力の枠組み

### (1) 協力概要

#### 1) プロジェクト目標

火山噴火早期警戒システム、統合 GIS 複合土砂災害シミュレータ、浮遊火山灰警戒システムを統合した複合土砂災害意思決定支援システム (SSDM) が構築され、防災関係機関や自治体などの関係機関が活用できる状態にある。

指標: プロジェクト開始後に設定。

#### 2) 成果及び活動

##### <成果1>

地盤変動センサー<sup>2</sup>、X バンド MP レーダー<sup>3</sup>、水文センサー<sup>4</sup>群からなる、土砂災害を誘発する基本量を把握するための総合観測システムが構築される。

##### 指標

1-1 地震計、傾斜計及び GNSS<sup>5</sup>による火山観測が行われ、火山活動の早期警報システム及び火山噴出物のリアルタイム噴出率予測にデータが利用できる状態にある。

1-2 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータのパラメータとして、出水率や土砂の移動量がリアルタイムで観測できる。

1-3 降雨量と火山灰の拡散範囲が X バンド MP レーダーによってリアルタイムかつ時空間的に高解像度に把握できる。

##### 活動

1-1 火山噴火予測とリアルタイム評価のための観測システム開発

1-2 土砂災害予測のための観測システム開発

1-3 雨雲・火山灰検知のためのレーダー観測システム開発

##### <成果2>

火山灰噴出率の現状把握と予測に基づく火山噴火に対する早期警戒・予測システムが構築される。

<sup>1</sup> 主に天然ダムの形成とその崩壊に起因するフラッシュフラッド（急激な増水を伴う洪水）および土石流。

<sup>2</sup> 地盤変動量を計測するための傾斜計、GPS などの機材。

<sup>3</sup> 気象レーダーの一種。従来のレーダーは水平偏波のみで観測していたのに対し、MP（マルチパラメーター）レーダーでは垂直偏波と合わせて2種類の電波で観測を行うことにより、高分解能・高頻度で観測可能となる。Xバンドは電波の波長の1種。

<sup>4</sup> 土石流を計測するための水位計などの機材。

<sup>5</sup> 衛星を用いた測位システムの総称。

## 指標

2-1 火山活動推移モデルにおいて対象 5 火山の現在の火山活動の長期的位置づけが明らかになる。

2-2 火山噴出物放出率が火山活動推移モデルから予測でき、噴火開始後はリアルタイムで火山活動が評価できる。

## 活動

2-1 データベース構築に基づく火山活動推移モデルの開発

2-2 火山灰噴出率予測モデルの開発

## <成果3>

土砂移動現象予測のための統合 GIS 複合土砂災害シミュレータが構築される。

## 指標

3-1 火砕流、溶岩流、降下火山灰や降雨によって引き起こされるラハール<sup>6</sup>、地形変動、河床変動など様々な土砂災害をシミュレーションするための各シミュレーション・エンジンが開発される。

3-2 各シミュレーション・エンジンが統合 GIS 複合土砂災害シミュレータとして統合され、複合土砂災害のシミュレーションが可能となる。

## 活動

3-1 土砂移動現象予測のモデル化

3-2 統合 GIS 複合土砂災害シミュレータの開発

## <成果4>

火山灰の移動・拡散現象の検知・シミュレーションに基づき浮遊火山灰警戒システムが構築される。

## 指標

4-1 火山灰の粒子密度の時空間分布がシミュレーション・エンジンによって予測される。

4-2 航空機の安全運航のための火山灰粒子密度の警戒レベルの閾値が提案され、火山灰粒子密度と警戒範囲をリアルタイムで表示する浮遊火山灰警戒システムが構築される。

## 活動

4-1 火山灰拡散モデルの高度化

4-2 火山灰早期警戒システムの開発

## <成果5>

成果1～5を統合した複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築される。

## 指標

5-1 複合土砂災害対策意思決定支援システムが構築され、防災対策に活用できる。

5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの活用を促進するためのコンソーシアムが設立され、同システムが火山活動の段階に応じた住民への防災教育や災害軽減に活用される。

## 活動

5-1 成果 1 から 4 で構築されたサブシステムの統合化

5-2 複合土砂災害対策意思決定支援システムの利活用推進

<sup>6</sup>火山噴火の際に大量の水分を含んだ火山灰などの噴出物が山の斜面を流れ下る現象。

### 3) プロジェクト実施上の留意点

#### <指標について>

プロジェクト目標の指標は、カウンターパート機関以外の関係機関(防災関係機関や自治体など)との調整を要するため、プロジェクト開始後1年以内を目途にJCCやコンソーシアム等での議論をもとに設定する。

#### <実施体制について>

CVGHMがインドネシア国側研究代表機関としてとりまとめを行い、UGM(火山・砂防)、STC(砂防)、BMKG(気象)が各分野の共同研究機関として位置付けられる。

#### <プロジェクトサイトの選定理由について>

本事業で対象とする5火山の選定理由は以下の通り。

##### ①メラピ火山(中部ジャワ)

2010年10月～11月の噴火に伴い1億立方メートルを超える火山灰が放出され、現在も土石流が頻繁に発生している最重要火山。

##### ②スメル火山(東ジャワ)

噴火活動は継続的に発生しており、数年おきに10kmの距離に達する火砕流や土石流が発生している。

##### ③ケルート火山(東ジャワ)

20～30年おきに噴火が発生し、規模の大きい噴火発生時には土砂災害が繰り返し起こっている。

##### ④ガルンゲン火山(西ジャワ)

1982年の噴火で放出された噴煙に英国航空のB747型機が突入し、ジェットエンジンが全て停止したという事故が起こっている。その後も泥流発生が続いている。

##### ⑤グントール火山(西ジャワ)

170年噴火は発生していないが、地震活動は高く、近いうちに噴火の危険性が高い。人口密集地域であり、噴火が発生すれば、その被害は甚大であり、静穏期火山における防災啓発活動の最重点地域である。

#### <関係する機関との連携について>

本事業で開発する「複合土砂災害意思決定支援システム」のユーザーとして、防災関係機関や自治体などの機関が想定される。同システムをそれらのユーザーに有効活用してもらうために、本事業では成果5においてコンソーシアムを立ち上げ、同システムの利活用推進を行っていく計画である。なお、具体的な関係機関はプロジェクト実施中にコンソーシアムや合同調整委員会(JCC)などで決定していく。

### (2) その他インパクト

特になし。

## 5. 前提条件・外部条件(リスク・コントロール)

### (1) 事業実施のための前提

特になし。

(2) 成果達成のための外部条件

- ・大きな自然災害によってプロジェクト活動が阻害されない。
- ・供与された機材が盗難にあわない、または、故意に重大な損害を受けない。

(3) プロジェクト目標達成のための外部条件

特になし。

6. 評価結果

本事業は、インドネシア国の開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、また計画の適切性が認められることから、実施の意義は高い。

7. 過去の類似案件の教訓と本事業への活用

先行して実施された「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」(2009～2012 年)の終了時評価では、研究成果を社会実装するために研究と行政を結びつけるためのプラットフォームづくりが重要であると指摘されている。本事業では、最終成果である「複合土砂災害意思決定支援システム」が有効に活用されるための基盤を作るために、カウンターパート機関、防災関係機関、自治体及び住民などから構成されるコンソーシアムを立ち上げて、本事業の研究成果が社会実装されるよう定期的にセミナーやワークショップを開催し、同システムの利活用推進を図る。

8. 今後の評価計画

(1) 今後の評価に用いる主な指標

4. (1)のとおり

(2) 今後の評価計画

- ・ 中間レビュー 平成28年9月頃
- ・ 終了時評価 平成30年9月頃