

# 地球規模課題対応国際科学技術協力

(防災研究分野「開発途上国のニーズを踏まえた防災科学技術」領域)

## フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進

(フィリピン共和国)

平成21年度実施報告書

代表者：井上 公

(独)防災科学技術研究所 地震研究部・総括主任研究員

<平成21年度採択>

## 1. プロジェクト全体の実施の概要

我が国と同様に地震・火山災害の多発するフィリピンにおいて、過去の我が国の ODA によって整備された地震・火山観測システムを活用し、高精度の地震観測と即時震度観測による、迅速で正確な震源情報発信と被害推定、地殻変動観測と地質地形調査による大地震の発生ポテンシャル評価、タール火山とマヨン火山の地震・空振・GPS・電磁気観測、ならびにそれらの情報発信のための防災情報ポータルサイトの構築とその利活用促進のための国・地方、行政・コミュニティの防災担当者向けのセミナーを行い、フィリピン国の地震火山防災力の向上に貢献する。

具体的には、まず全国規模の衛星テレメータ地震観測網に広帯域地震計と強震計を整備して、大地震のマグニチュードと震源メカニズムを正しく決定し、迅速な地震動・津波推定を可能とするとともに、将来全国規模の高密度観測を可能とする途上国向け震度速報システムを開発し、有効性の実証試験ならびに緊急地震速報の実現可能性調査を行う。ミンダナオ島を中心とする GPS 地殻変動観測によるフィリピン断層の各セグメントの歪み分布と、海溝におけるプレート間の固着度推定および地質学的手法による古地震の調査を実施し、将来の大地震の発生ポテンシャルを明らかにして、想定シナリオ地震による地震動推定と被害推定を行う。タール火山・マヨン火山を対象として、従来の短周期地震計に加えて広帯域地震計・傾斜計・GPS・磁力計・空振計を付加し、データをマニラの PHIVOLCS 本部までテレメータして、リアルタイム火山監視能力を強化するとともに、地下のマグマの蓄積過程と噴火機構の解明を進める。これらの監視能力強化によって予警報の迅速化・正確化を図るとともに、地震・火山ポータルサイトを構築してそれらの情報を一元化して発信する。加えて国の防災関係機関や地方自治体、地域住民を対象として、ポータルサイトの情報が防災対策に有効に活用されることを目的とした地震火山情報利活用セミナーを開催する。

平成 21 年度は、4 月の採択決定後、6 月 1 日に JST 暫定研究計画を開始し、7 月 31 日に日本側研究参加者全員によるキックオフワークショップを東京で開催した。続いて 9 月上旬に JICA 詳細計画策定調査団が派遣され、フィールド調査の後、要請内容、マスタープラン、ロジカルフレームワーク、実施体制、双方の投入、監理体制が確認され議事録(MM)が署名された。同時期に各観測の研究担当者とコンサルタントとで観測現場の調査を実施し、機材の整備計画と仕様案を作成した。12 月に JICA と DOST/PHIVOLCS の間の JICA 技術協力プロジェクトに関わる合意議事録(R/D) が署名された。

2 月下旬にプロジェクトは正式に開始され、2/23-24 の 2 日間マニラにおいて第一回の年次ワークショップ(キックオフワークショップ)兼合同調整会議(JCC)を開催した。冒頭で防災科学技術研究所と PHIVOLCS との間の研究協力協定(MoU)が署名され、続く 2 日間のセッションで 5 年間の研究計画内容の共有と議論が行われた。火山グループは引き続き火山電磁気研究に関する国際ワークショップに参加し、タール火山の調査を行った。3 月には地殻変動観測グループがミンダナオ島における第一回の GPS キャンペーン観測を実施した。プロジェクト立ち上げの年である平成 21 年度は、このようにほぼ計画通りに進捗した。

平成 22 年度の最大のミッションは 11 月に計画している地震・火山観測機材の設置と運用開始である。3 月に調達手続きを開始した機材は 9 月末に現地に到着する予定である。その間国内でのデータ収集処理システムの開発、地殻変動グループの GPS 連続観測機材設置、簡易耐震診断グループの建物調査、PHIVOLCS 職員による日本の地震火山観測の視察研修等を行う。11 月には多数のチームが派遣されて機材を設置し観測を開始する。2 月には経過報告と次年度計画協議のためにマニラにおいて第二回のワー

クシヨップを開催する。

## 2. 研究グループ別の実施内容

### 2-1. 高度即時震源解析と震度速報（防災科学技術研究所）

#### 2-1-1. 高度即時震源解析

##### ①研究のねらい

広帯域地震計と強震計を既存地震観測網に整備して、大地震のマグニチュードと震源メカニズムを正しく決定し、それに基づいて迅速な地震動推定・津波推定を可能とする。蓄積された震源情報データベースを分析して地震発生ポテンシャル評価研究に反映させる。

##### ②研究実施方法

既存の衛星テレメータ地震観測点 30 か所のうち 10 か所に広帯域地震計と強震計を設置する。データはインターネットで日本にも転送する。防災科研が開発した SWIFT 自動震源解析システムをフィリピンと日本の両方で稼働し、震源メカニズムを定常的に解析しつつフィリピンに適応したシステムの改良を行う。PHIVOLCS の開発した REDAS システムをリアルタイム化して震源情報を入力し、震度予測・液状化予測・津波予測を行う。収集した連続波形データから震源メカニズムデータベースの構築や特徴的な地震の探索等を行ってフィリピンの地震活動様式をモデル化する。

H21 年度は準備研究として、現地調査にもとづいて観測点の選定、地震計の選定、電源設計を行った。観測点は、全国をなるべく均等にカバーし、かつ基盤岩の露出したノイズの小さな場所を優先し選定した。岩盤でない観測点 3 か所は近隣への移設を検討することとなった。

##### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

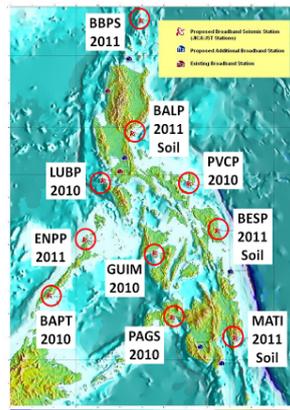
当所計画どおり進捗した。

##### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

観測点選定、機材の選定、電源設計等を地震観測網整備運用担当者と共同で行うことにより知識の移転がなされた。データ解析担当者には SWIFT を説明した。

##### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

特になし



Ten (10) Short-period VSAT stations to be converted to broadband stations under the JICA/JST Project:

1. Basco, Batanes (BBPS)
2. Baler, Aurora (BALP)
3. Lubang Island (LUBP)
4. Virac, Catanduanes (PVCP)
5. El Nido, Palawan (ENPP)
6. Bataraza, Palawan (BAPT)
7. Guimaras Island (GUIM)
8. Borongan, Eastern Samar (BESP)
9. Pagadian (PAGZ)
10. Mati, Davao Oriental (MATI)



ミンダナオ島の MATI 観測点

選定された 10 箇所の VSAT 地震観測点

## 2-1-2. 震度速報システム

### ①研究のねらい

地震動被害の推定・被害原因究明のためには高密度の震度・強震観測が必要である。フィリピンをはじめとする開発途上国においても全国規模の高密度観測を可能とするシステムを開発・試験運用し、その実現可能性を証明する。また震度速報観測網を用いた緊急地震速報システムのフィリピンにおける実現可能性をあわせて調査する。

### ②研究実施方法

多点高密度震度観測を実現するために安価でかつ十分な分解能を有するデジタル加速度計と、震度表示・データ送受信・震度分布図表示機能をもつネットワーク震度計を製作する。それらを地方自治体庁舎等に設置しインターネット回線を通じて地震発生時に面的なリアルタイム震度データを収集・配布するシステムを開発する。まずマニラを中心とした地域で試験運用を行って有効性を確認したのち、全国に広げる。システムの導入と試験運用を通じて緊急地震速報の実現可能性を調査する。

H21 年度は準備研究として、マニラ周辺のいくつかの自治体への協力依頼、IT 強震計の室内動作確認、USB 加速度計の基本設計を行った。

### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

当初計画通りに進捗した。

### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

計画の説明と H22 年度計画の打ち合わせを行った。技術指導は H22 年度から実施する予定である。

### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

特になし。



IT 強震計(Central ITK-002)



プロトタイプ震度表示装置 (イメージ)

## 2-2. 地震発生ポテンシャル (名古屋大学)

### ①研究のねらい

ミンダナオ島を中心とする地域で GPS 地殻変動観測を行い、得られる歪速度からフィリピン断層の各セグメントの歪み分布と海溝におけるプレート間の固着度を推定する。また地質・地形学的調査を実施し、過去の地震による変位と年代・繰り返し間隔を明らかにする。それらの情報をあわせて、将来発生する海溝型巨大地震と内陸直下型大地震の発生ポテンシャルを明らかにする。

### ②研究実施方法

ミンダナオ島において連続およびキャンペーン GPS 観測により地殻変動を検出し、1) ミンダナオ島東方のフィリピン海溝におけるフィリピンプレートの沈み込みにおける滑り欠損量と、2) フィリピン断層周辺域における断層滑り速度と歪み蓄積過程を明らかにする。またミンダナオ島の内陸部と海岸線沿いの変位地形を調査する。

H21 年度は 2010 年 2 月下旬にミンダナオ島における 18 観測点で第 1 回目の GPS キャンペーン観測を実施した。各点 3-5 日間の観測がなされた。

### ③当初の計画 (全体計画) に対する現在の進捗状況

計画通りに進捗している。

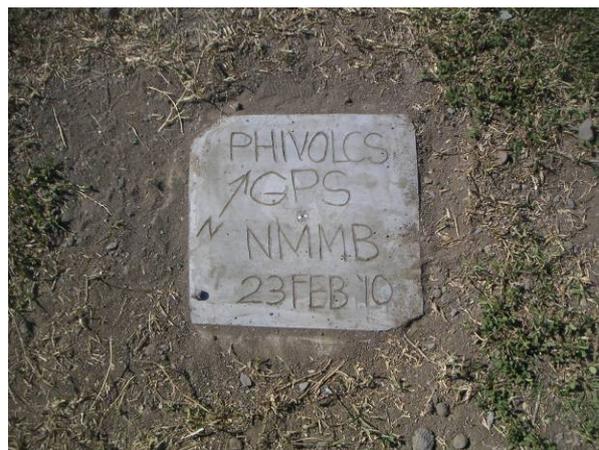
### ④カウンターパートへの技術移転の状況 (日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む)

近年 PHIVOLCS は自ら GPS 観測に力を注いでいる。ミンダナオ島の観測所には名古屋大学の JICA 地震火山観測技術研修コース修了生が 3 名おり技術移転は進んでいる。

### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況 (あれば) 特になし。



カガヤンデオロ GPS キャンペーン観測点



バリンガサク観測点の標石

### 3-1. 火山地震観測（防災科学技術研究所）

#### ①研究のねらい

タール火山とマヨン火山を対象として、従来の短周期地震計に加えて広帯域地震計・傾斜計・空振計を付加し、すべてのデータをマニラの PHIVOLCS 本部までテレメータする。これにより、リアルタイム監視能力を大幅に強化するとともに、地下のマグマの蓄積過程と噴火機構の解明を進め、信頼度の高い情報を提供可能な火山監視システムを構築する。

#### ②研究実施方法

タール火山の3か所の観測点と2か所のリピータ点に広帯域地震計を、2か所の観測点に空振計を設置する。マヨン火山では3か所の地震観測点に広帯域地震計を、1か所の有人観測点に空振計を設置する。観測点データは既設の無線LANで有人観測所に集められたのち、今回新たに導入する衛星テレメータ装置によってマニラの PHIVOLCS 本部にリアルタイムで伝送される。広帯域地震計のデータを防災科で開発した波形インバージョンプログラムを用いて解析し、詳細なメカニズムを決定する。あわせてネットワークカメラも設置し、噴煙や水蒸気、噴火の様子を遠隔監視する。

H21年度は、9月にタール、マヨン両火山の現地調査をおこない、既存の観測施設とデータの取得状況を把握するとともに、それぞれの担当者と協議して観測・データ伝送システム詳細設計と整備計画策定を行った。

#### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

計画通りに進捗している。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

観測システム整備計画をカウンターパートと密に議論しながら進める過程で知識の移転がなされている。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

特になし



タール火山の中央火口リムのリピータ施設



タール観測所での整備計画打合わせ

### 3-1. 火山 GPS 観測（名古屋大学）

#### ①研究のねらい

マグマや熱水の貫入により火山周辺域では顕著な地殻変動が噴火の先行現象として観測され、噴火予測の重要な一項目となる。そこでタール火山とマヨン火山において GPS 連続観測を実施することにより、リアルタイムで地殻変動を検出し、噴火の予測を試みる。

#### ②研究実施方法

タール火山とマヨン火山に GPS 連続観測網を構築し、リアルタイム処理で両火山における地殻変動をモニタリングする。

H21 年度は、これまでに実施されてきたマヨン火山における GPS 観測の結果を再検討し、2004 年の噴火に伴う地殻変動からマグマ供給過程を明らかにするための検討を開始した。

#### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

計画通りに進捗している。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

名古屋大学で実施中の JICA 地震火山観測技術集団研修コースに参加した PHIVOLCS 職員が GPS データ処理を習得した。しかし実際のフィールドデータの解析までには至っていないため、今後さらに技術移転を進める必要がある。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）特になし。



レガスピ空港からのマヨン火山。右端が観測所。



マヨン火山レストハウス屋上の GPS 受信機

### 3-3. 火山電磁気観測（東海大学）

#### ①研究のねらい

電磁気学的連続観測によりタール火山の噴火予測精度を向上する。マグマの上昇に起因する全磁力変化、3成分磁力データを用いた地磁気変換関数および電場データも組み合わせたMTインピーダンスの変化を監視し、山体構造モデルから推定される基準値を超えた変動が観測された場合にアラートを発信するシステムを構築する。頻繁に噴火を繰り返してきた火山ではマグマの通り道が確保されており、地殻変動や地震活動をほとんど伴わずに噴火に至る場合があるがそのような場合でも全磁力測定によりマグマの上昇を熱異常として捕捉することができる。

#### ②研究実施方法

タール火山に全磁力およびULF帯の3成分（東西、南北、上下）磁場および2成分電場（東西、南北）測定装置を設置する。全磁力測定データから、山体の熱的な状態、特にマグマや熱水の上昇による消磁という現象の監視を行なう。ULF帯の電磁場観測から、周波数ごとのMTインピーダンス等の連続監視を行なう。さらに山体の電磁気学的構造モデルの構築のため、臨時にMT観測、地磁気観測等および岩石物性測定のためのサンプル採取を実施する。

H21年度は準備研究としてまずタール火山島で野外予備調査（2009年9月、11月および2010年2-3月）を行ない、具体的なセンサーの配備位置を決定するとともに火山体の構造を決定するための繰り返し磁気測量をPHIVOLCS電磁気チームと共に実施した。さらに電磁気学的な火山監視研究の最前線の知見を得るために2010年2月25-27日に開催されたPHIVOLSおよびEMSEV主催のワークショップ

「Monitoring active volcanoes by electromagnetic and other geophysical methods」に参加し、研究発表と情報交換を行なった。国内では電磁気観測解析のソフトウェア開発を開始した。

#### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

予定どおりに進捗している。

#### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

2009年11月および2010年2-3月の野外予備調査の期間中に、電磁気データ解析の基礎および繰り返し磁気測量のデータ処理法をPHIVOLCS地磁気チームに指導した。

#### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

特になし。



2010 2/25-27 EMSEV ワークショップ



タール火山の電磁気観測予定点

#### 4. 防災情報の発信と利活用推進（防災科学技術研究所）

##### ①研究のねらい

本計画による監視能力強化によって地震火山情報の迅速化・正確化を図るとともに、情報を一元化して発信するためのポータルサイトを作成し、PHIVOLCS の有する既存のツールや活動を最大限に活用して防災関係機関や地方自治体、地域住民による災害時対応をより効率化するとともに、住民の防災意識を高めて地震・火山災害に対する備えを促進する。

##### ②研究実施方法

地震火山監視情報を発信するためのポータルサイトを構築する。情報の収集・発信のために十分高速なインターネット回線を敷設する。地震動および地震動被害の推定のために PHIVOLCS の開発した REDAS のリアルタイム化とデータベースの強化を行う。防災意識啓発を目的として簡易耐震診断等のツールを開発し、コンテンツに加える。国や地方自治体、コミュニティーを対象とした地震火山情報セミナーや講習会を定期的を開催する。

H21 年度は準備研究として、PHIVOLCS のホームページと日本の防災情報ポータルサイトの現状把握、PHIVOLCS への高速インターネット回線敷設計画検討、タール火山・マヨン火山およびマニラ近郊の地方政府・バランガイの訪問、耐震診断のためのコンクリートブロックの採取と強度試験等を実施した。

##### ③当初の計画（全体計画）に対する現在の進捗状況

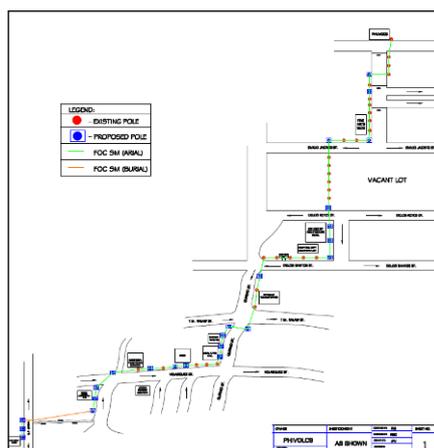
計画通りに進捗している。

##### ④カウンターパートへの技術移転の状況（日本側および相手国側と相互に交換された技術情報を含む）

ポータルサイト用のハードウェアとネットワークに関して担当者と密に議論しながら進めている。それ以外の技術移転はこれからである。

##### ⑤当初計画では想定されていなかった新たな展開があった場合、その内容と展開状況（あれば）

特になし



高速インターネット回線敷設計画(案)



素手で簡単に割れるブロック

### 3. 成果発表等

- (1) 原著論文：国内 0 件、国際 0 件
- (2) 特許出願：0 件

### 4. プロジェクト実施体制

- (1) 「フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進」グループ
  - ① 研究グループリーダー： 井上 公（防災科学技術研究所・地震研究部 総括主任研究員）
  - ② 研究項目
    - 1-1. 高度即時震源解析
    - 1-2. 震度速報システムの開発
    - 3-1. 火山広帯域地震・空振観測
    - 4. 防災情報の発信と利活用推進
- (2) 「フィリピンにおける地震発生ポテンシャル評価および火山GPS観測」グループ
  - ① 研究グループリーダー： 木股 文昭（名古屋大学・教授）
  - ② 研究項目
    - 2. 地震発生ポテンシャル評価
    - 3-2. 火山GPS観測
    - 4. 防災情報の発信と利活用推進
- (3) 「フィリピンにおける電磁気学的手法による火山監視の高度化」グループ

①研究グループリーダー： 長尾 年恭（東海大学・教授）

②研究項目

3-2. 火山電磁気観測

4. 防災情報の発信と利活用推進

以上