

エクアドル共和国
火山監視能力強化プロジェクト
実施協議調査報告書

平成16年4月

(2004年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

環 境

J R

04 - 006

**エクアドル共和国
火山監視能力強化プロジェクト
実施協議調査報告書**

平成 16年 4月

(2004年)

独立行政法人 国際協力機構

地球環境部

序 文

日本国政府は、エクアドル共和国政府の要請に基づき、同国の火山監視能力強化計画に係る調査を実施することを決定し、国際協力機構(JICA)がこの調査を実施することといたしました。

JICAは、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成16年1月11日から同年2月7日までの28日間にわたり、JICA社会開発強力部社会開発強力第二課課長代理 岩崎英二を団長とする事前評価調査団を現地に派遣するとともに、同年2月25日より3月3日には7日間にわたり、JICA社会開発強力部調査役 串田俊巳を団長とする実施協議調査団を現地に派遣しました。

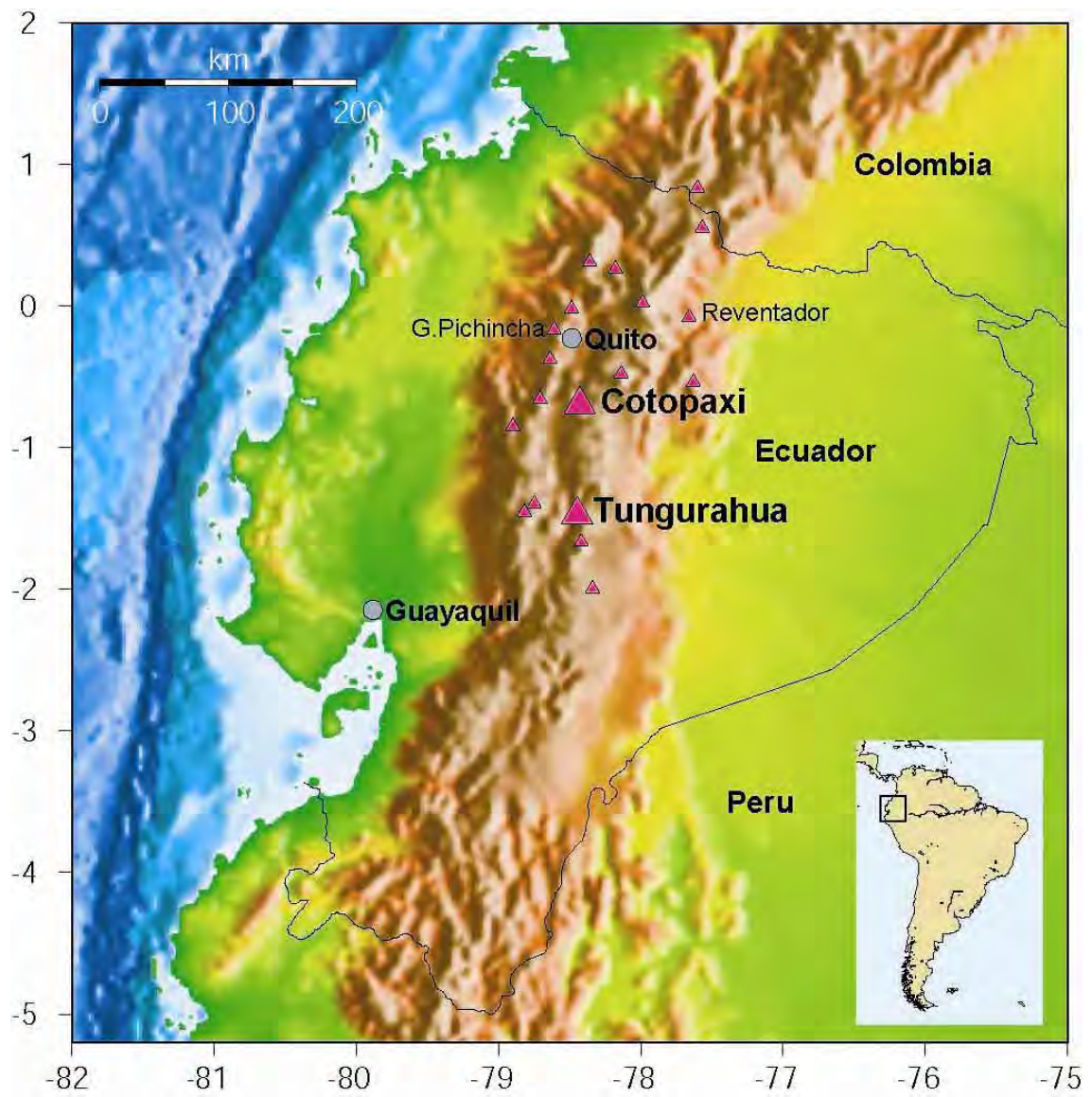
調査団は本件の背景を確認するとともに、エクアドル共和国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関する協議事録(R/D)に署名しました。

本報告書は、これらの調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 16 年 4 月

独立行政法人 国際協力機構
理事 北原 悦男



調査対象地域図



写真1：国立理科大学校舎のひとつ
本校舎の6階に地球物理研究所が所在する



写真2：地球物理研究所風景
地震計(各火山での観測データが終結している)



写真3：地球物理研究所
グアダルペ観測所
(トウングラワ山の近くにある)



写真4：火山煙を噴き上げる
トウングラワ山



写真5：コトパキシ山



写真6：R / D署名
(左から、Yepes 所長、Espinosa 国立理科大学学長、
Stacey 国際協力庁長官、串田団長)

エクアドル共和国 火山監視能力強化プロジェクト
実施協議報告書

目 次

序 文

調査対象地域図

写 真

第1章	実施協議の概要.....	1
1 - 1	実施協議調査団派遣の経緯と目的.....	1
1 - 2	調査団の構成.....	1
1 - 3	調査日程.....	2
1 - 4	主要面談者.....	2
第2章	実施協議結果.....	3
2 - 1	プロジェクト概要.....	3
2 - 2	プロジェクト実施体制.....	4
2 - 3	プロジェクト評価.....	4
2 - 4	プロジェクト実施機関.....	4
【付属資料】		
付属 1	Record of Discussions (R/D).....	7
付属 2	事前評価調査報告書.....	17

第1章 実施協議の概要

1 - 1 実施協議調査団の派遣の経緯と目的

エクアドル国は、アンデス山脈の山麓に位置し(首都であるキトは標高 2,800m)、トゥングラワ火山、コトパキシ火山をはじめ、現在も噴火を続ける活動的火山が多く存在する。こうした火山の麓地域には多くの人々が生活しており、火山災害の軽減はこの国の重要な課題の一つである。同国における防災体制は、大統領の管轄下である国家安全保障会議に属する国家防災局をはじめ、国内 6 地方に設置された地域防砂局、及び市長、警察、消防からなる 6 地域の自治体によって構成される。

また、活動的火山のモニタリングは、同じく大統領の管轄下である国家教育審議会のもとに位置する国立理工科学大学の地球物理研究所により実施されている。モニタリングは主に高周波の地震計ネットワークを用いて進められ、このネットワークで噴火の前兆的現象と密接に関連した地震波が観測されるなど、防災のためのデータが取得され、その得られたデータをもとに同研究所が防災レポートを作成し、防災局、自治体等の関係機関へ定期的に発信されるという体制が組まれている。

しかしながら、現在設置されている地震計は低周波のみをとらえるものであるため、火山活動の初期に見られるゆっくりとした振動(微動)を観測することができず、噴火の予兆を十分に把握することができない。こうした火山活動を正確に把握するため、長周波を観測することのできる地震計の導入と、それによって得られる定量的なデータの分析、解析技術の導入が急務である。かかる状況に鑑み、エクアドル政府から 2002 年 7 月、火山微動地震分析に関する技術指導(専門家派遣、研修員受入)要請がなされた。

以上の経緯からプロジェクトの妥当性を確認し具体的な協力案を作成することを目的として、2004 年 1 月 11 日から 2 月 5 日の日程で事前評価調査を実施した。

当実施協議調査団は、先述の事前評価調査の結果をもとにプロジェクト実施に向けての最終的な調査、確認を行い、Record of Discussions にそれをまとめた上で署名、交換を行うものである。

1 - 2 調査団の構成

串田 俊巳	団長	JICA 社会開発協力部 調査役
熊谷 博之	火山防災計画	独立行政法人防災科学技術研究所固体地球研究部門主任研究員
平尾 順平	協力企画	JICA 社会開発協力部 社会開発協力第二課
樋口 安紀	通訳	財団法人 日本国際協力センター

1 - 3 調査日程

1	25.Feb	木	エクアドル着
2	26.Feb	金	10:00 在エクアドル日本大使館表敬訪問 11:00 地球物理学研究所訪問・打合せ 14:30 外務省援助庁表敬 16:00 国立理工科大学学長表敬訪問 16:30 地球物理学研究所訪問・打合せ
3	27.Feb	土	9:00 ~ 19:00 コトパキシ山、トゥングラワ山、パニヨス市視察
4	28.Feb	日	R/D ドラフト作成作業等
5	1. Mar	月	9:00 R/D ドラフトに関する協議(地球物理学研究所) 16:00 地方自治体等の訪問
6	2. Mar	火	9:30 地球物理学研究所にて打合せ 13:30 国家防災局表敬訪問 15:00 R/D 署名・交換 16:30 在エクアドル日本大使館訪問 報告
7	3. Mar	水	エクアドル発

(火山防災計画団員については、3月17日まで現地踏査を実施)

1 - 4 主要面談者

外務省 国際協力庁(IECI)	Juan Diego Stacey 長官 (Executive Director) Miguel Mendex Rueda 次長 (Sub director)
国立理工科大学	Alfonso Espinosa 学長
地球物理学研究所	Hugo Yepes A. 所長
サンゴルキ郡 ルミニャブイ市	Marcelo Ayala B 市長
キト市 ロス チヨリジョス区	Jose Maria Laso 区長
国家防災局	Jose Grijalva 局長 (General Director of National Civil Defence) Marco Rivera 氏
在エクアドル日本大使館	中野 雅彦 二等書記官

第2章 実施協議結果

2 - 1 プロジェクト概要

- (1) プロジェクト名: エクアドル火山監視能力強化プロジェクト
(Enhancement of the volcano monitoring capacity in Ecuador)
- (2) 上位目標
「エクアドルにおける火山災害軽減能力が向上する」
- (3) プロジェクト目標
「コトパキシ火山及びトゥングラワ火山における火山監視能力が向上する」
(指標)
地球物理学研究所が各防災関係機関に提供する火山活動レポートの質が向上する。
- (4) 成果
 - 1) コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。
 - 2) 長周期地震波のデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理研究所の能力が改善する。
 - 3) 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。
解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。
 - 4) 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。
- (5) 活動
 - 1-1 観測機材を設置する。
 - 1-2 観測機材を適正に維持する。
 - 1-3 観測機材を適正に操作する。
 - 2-1 長周期地震波を含むデータ処理が可能なソフトを開発する。
 - 2-2 データ処理ソフトを運用する訓練を行う。
 - 2-3 処理されたデータの集計、蓄積を行う。
 - 3-1 データ解析の訓練を行う。
 - 3-2 データ解析に基づき火山活動の解釈する。
 - 4-1 火山活動レポートの改善点を明らかにする。

4-2 火山活動レポートを改善する。

5-1 火山活動レポートを受信する防災関係機関に対して理解促進を目的とした研修を行う。

5-2 火山災害軽減の改善点を明らかにする。

(6) 投入(日本側)

総費用

- i) 短期専門家 - 地震観測、地震解析、火山防災
- ii) 研修員受入
- iii) 機材
 - 帯域地震計と記録計(11 セット)
 - 空振計(10 セット)
 - テレメーターシステム
 - データ処理システム
 - 車輜(1台)

(7) 投入(エクアドル側)

- i) カウンターパート - 地震観測・解析研究員、機材担当技官
- ii) 副カウンターパート - 地震観測・解析研究員及び技官
- iii) 施設・機材
- iv) ローカルコスト

2 - 2 プロジェクト実施体制

エクアドル側は、地球物理研究所所長がプロジェクトダイレクターとして任命された。同研究所の人数が少ないことからプロジェクトマネジャーは配置しないこととした。

2 - 3 プロジェクト評価

プロジェクト評価をプロジェクト中間期及びプロジェクト終了 6 ヶ月前に、日本・エクアドル双方で実施することとした。

2 - 4 プロジェクト実施期間

本協力を 2004 年 5 月から 3 年間にわたって実施することとした。

付 属 資 料

付属1 Record of Discussions (R/D)

付属2 事前評価調査報告書

RECORD OF DISCUSSIONS BETWEEN JAPANESE
IMPLEMENTATION STUDY TEAM AND
AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF
THE REPUBLIC OF ECUADOR
ON JAPANESE TECHNICAL COOPERATION PROJECT FOR
"ENHANCEMENT OF THE VOLCANO MONITORING CAPACITY IN ECUADOR"

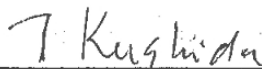
The Japanese Implementation Study Team (hereinafter referred to as "the Team") organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") and headed by Toshimi KUSHIDA, visited The Republic of Ecuador from February 26 to March 3, 2004, for the purpose of working out the details of the technical cooperation program concerning the Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity Project in Ecuador.

During its stay in Ecuador, the Team exchanged views and had a series of discussions with the Ecuadorian authorities concerned with respect to desirable measures to be taken by JICA and the government of the republic of Ecuador for the successful implementation of the above-mentioned Project.

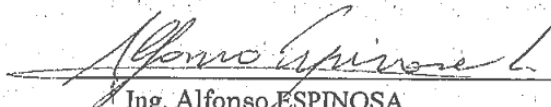
As a result of the discussions, and in accordance with the provisions of the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Ecuador, signed in Quito on June 25, 1992 (hereinafter referred to as "the Agreement"), the Team and Ecuadorian authorities concerned agreed to submit to their respective Governments the proposed cooperation referred to in the document attached hereto.

Done in duplicate in Spanish and English languages, each text shall be equally authentic. In case of any divergence of interpretation, the English text shall prevail.

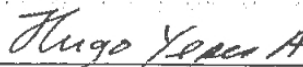
Quito, March 2, 2004



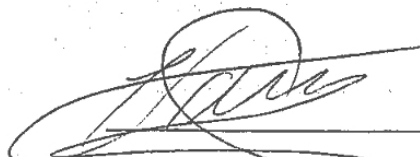
Mr. Toshimi KUSHIDA
Leader,
Japanese Implementation Study Team,
Japan International Cooperation Agency,
Japan



Ing. Alfonso ESPINOSA
President
National Polytechnic University,
Republic of Ecuador



M.Sc. Hugo YEPES A
Director,
Geophysical Institute/Department of Geophysics,
National Polytechnic University,
Republic of Ecuador



Emb. Juan Diego STACEY
Executive Director,
Ecuadorian Institute of International Cooperation,
Ministry of Foreign Affairs,
Republic of Ecuador

THE ATTACHED DOCUMENT

I. COOPERATION BETWEEN JICA AND THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR

1. The Government of Ecuador will implement the Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity Project (hereinafter referred to as "the Project") in cooperation with JICA.
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in Annex I.

II. MEASURES TO BE TAKEN BY JICA

In accordance with the laws and regulations in force in Japan and the provisions of Article of the Agreement, JICA, as the executing agency for technical cooperation by the Government of JAPAN, will take, at its own expense, the following measures according to the normal procedures of its technical cooperation scheme.

1. DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

JICA will provide the services of the Japanese experts as listed in Annex II. The provision of Article IX of the Agreement will be applied to the above-mentioned experts.

2. PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT

JICA will provide such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in Annex III. The provision of Article VIII of the Agreement will be applied to the Equipment.

3. TRAINING OF ECUADORIAN COUNTERPART PERSONNEL IN JAPAN

JICA will receive the Ecuadorian counterpart personnel connected with the Project for technical training in Japan.

III. MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF ECUADOR

1. The Government of Ecuador will take necessary measures to ensure that the self-reliant operation of the Project will be sustained during and after the period of Japanese technical cooperation, through full and active involvement in the Project by all related authorities, beneficiary groups and institutions.
2. The Government of Ecuador will ensure that the technologies and knowledge acquired by the Ecuadorian counterpart personnel as a result of the Japanese technical cooperation will contribute to the economic and social development of Ecuador.

3. In accordance with the provisions of Article V and VI of the Agreement, the Government of Ecuador will grant in Ecuador privileges, exemptions and benefits to the Japanese experts referred to in II-1 above and their families.
4. In accordance with the provisions of Article VIII of the Agreement, the Government of Ecuador will take the measures necessary to receive and use the Equipment provided by JICA under II-2 above and equipment, machinery and materials carried in by the Japanese experts referred to in II-1 above.
5. The Government of Ecuador will take necessary measures to ensure that the knowledge and experience acquired by the Ecuadorian counterpart personnel from technical training in Japan will be utilized effectively during the implementation and after the Project.
6. In accordance with the provision of Article V-(b) of the Agreement, the Government of Ecuador will provide the services of Ecuadorian counterpart personnel and administrative personnel as listed in Annex IV.
7. In accordance with the provision of Article V-(a) of the Agreement, the Government of Ecuador will provide the buildings and facilities as listed in Annex V.
8. In accordance with the laws and regulations in force in Ecuador, the Government of Ecuador will take necessary measures to supply or replace at its own expense machinery, equipment, instruments, vehicles, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than the Equipment provided by JICA under II-2 above.
9. In accordance with the laws and regulations in force in Ecuador, the Government of Ecuador will take necessary measures to meet the running expenses necessary for the implementation of the Project.

IV. ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. The Director of the Geophysical Institute/Department of Geophysics, as the Project Director, will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project.
2. The Japanese Team Leader will provide necessary recommendations and advice to the Project Director on any matters pertaining to the implementation of the Project.
3. The Japanese experts will give necessary technical guidance and advice to the Ecuadorian counterpart personnel on technical matters pertaining to the implementation of the Project.

cf H.y

7K

V. JOINT EVALUATION

Evaluation of the Project will be conducted jointly by JICA and the Ecuadorian authorities concerned, at the middle and during the last six months of the cooperation term in order to examine the level of achievement.

VI. CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

In accordance with the provision of Article VII of the Agreement, the Government of Ecuador undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in technical cooperation for the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in Ecuador except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.

VII. MUTUAL CONSULTATION

There will be mutual consultation between JICA and the Republic of Ecuador on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

VIII. MEASURES TO PROMOTE UNDERSTANDING OF AND SUPPORT FOR THE PROJECT

For the purpose of promoting support for the Project among the people of Ecuador, the Government of Ecuador will take appropriate measures to make the Project widely known to the people of the Republic of Ecuador.

IX. TERM OF COOPERATION

The duration of the technical cooperation for the Project under this Attached Document will be three years starting in May, 2004.

- ANNEX I MASTER PLAN
- ANNEX II LIST OF JAPANESE EXPERTS
- ANNEX III LIST OF THE EQUIPMENT
- ANNEX IV LIST OF ECUADORIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL
- ANNEX V LIST OF BUILDINGS AND FACILITIES

11

H. Y

7K

ANNEX I MASTER PLAN

1. THE IMPLEMENTING ORGANIZATION

The implementing organization is the Geophysical Institute/Department of Geophysics, National Polytechnic University.

The Project will be implemented keeping close coordination with disaster prevention authorities concerned, especially the Ecuadorian Civil Defense.

2. OBJECTIVES OF THE PROJECT

(1) Overall Goal

To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.

(2) Project Purpose

To enhance the capacity of volcano monitoring at Mt. Cotopaxi and Mt. Tungurahua.

3. OUTPUTS OF THE PROJECT

- (1) The Geophysical Institute improves its capacity to monitor the volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Mt. Cotopaxi and Mt. Tungurahua.
- (2) The Geophysical Institute improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Mt. Cotopaxi and Mt. Tungurahua.
- (3) The Geophysical Institute enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.
- (4) The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.
- (5) The volcanic activity information from the Geophysical Institute is understood and effectively used by the disaster prevention authorities concerned.

4. ACTIVITIES OF THE PROJECT

- (1-1) To set up the volcanic monitoring equipment.
- (1-2) To maintain the volcanic monitoring equipment properly.
- (1-3) To operate the volcanic monitoring equipment properly.
- (2-1) To develop the software for processing volcanic activity data including long-period and very-long-period events.
- (2-2) To conduct training for the data processing.
- (2-3) To collect and store the data.
- (3-1) To conduct training on data analyses.
- (3-2) To interpret the volcanic activity based on the analyses.
- (4-1) To identify points to be improved in volcanic activity reports.
- (4-2) To improve the volcanic activity reports.
- (5-1) To train the disaster prevention authorities concerned to enhance the understanding of the volcanic activity reports.
- (5-2) To identify points to be improved in volcanic disaster mitigation.

ANNEX II LIST OF JAPANESE EXPERTS

Short-term experts

1. Seismography

2. Analysis of long-period and very-long-period events

3. Volcanic disaster prevention

11

11.11

7K

ANNEX III LIST OF THE EQUIPMENT

1. Broadband seismometers with data logger and digitizer
[five (5) sets for each volcano and one (1) set for maintenance and training purpose]
2. Ten (10) Microphones (5 sets for each volcano)
3. Telemetry system
4. Computer system including software
5. One (1) 4 Wheel Drive Vehicle

Note: The above-mentioned quantity, contents and specification of the equipment are subject to the internal budgetary approval of JICA.

11

11 H-Y

7K

ANNEX IV LIST OF ECUADORIAN COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL

1. Project Director

The Director of the Geophysical Institute/Department of Geophysics will bear overall responsibility for the administration and implementation of the Project as the Project Director.

2. Counterpart Personnel

- Two (2) staff for seismography and seismic analysis.
- Four (4) staff for operation and maintenance of the Equipment.

3. Sub-Counterpart

- Three (3) staff for seismography and seismic analysis.

4. Administrative Personnel

The Ecuadorian side will assign administrative personnel to ensure effective operation of the Project.

5. Other personnel mutually agreed on as necessary

11

d/ 14.7

7K

ANNEX V LIST OF BUILDINGS AND FACILITIES

1. Building and Facilities

The following will be prepared by the Ecuadorian side for the initiation of the Project:

- (1) The building and facilities necessary for the implementation of the Project, including electricity and telecommunications,
- (2) Japanese Experts' offices and space for the installation of the monitoring equipment both in the field and the Geophysical Institute.
- (3) Other facilities mutually agreed on as necessary.

2. Furniture and consumable materials

The Ecuadorian side will provide furniture, consumable materials and basic tools necessary for the implementation of the Project.

11

9 H.Y

7K

**エクアドル共和国
火山監視能力強化プロジェクト
事前評価調査報告書**

エクアドル共和国 火山監視能力強化プロジェクト

事前評価調査報告書

目 次

第 1 章	事前評価調査団の概要.....	21
1 - 1	調査団派遣の経緯と目的.....	21
1 - 2	調査団の構成	22
1 - 3	調査日程	23
1 - 4	主要面談者	24
第 2 章	プロジェクト実施の背景.....	25
2 - 1	一般経済・社会情勢	25
2 - 2	エクアドルにおける火山概要.....	25
2 - 3	政府戦略.....	26
	2 - 3 - 1 火山・防災に係る政府の政策及び計画	26
第 3 章	対象開発課題とその現状.....	27
3 - 1	火山・防災体制の現状.....	27
	3 - 1 - 1 エクアドルにおける火山・防災体制の概要	27
	3 - 1 - 2 関係機関の概要	27
3 - 2	火山監視体制の現状	28
	3 - 2 - 1 国立理工科大学地球物理研究所の概要	28
	3 - 2 - 2 国立理工科大学地球物理研究所の組織体制及び予算について	28
	3 - 2 - 3 国立理工科大学地球物理研究所における火山監視体制と 活動実績.....	28
3 - 3	火山監視体制の課題と今後の計画.....	29
	3 - 3 - 1 国立理工科大学地球物理研究所	29
3 - 4	プロジェクトサイトの火山防災・監視体制の概要.....	29
	3 - 4 - 1 トウングラワ山	29
	3 - 4 - 2 コトパキシ山	30
3 - 5	他国からの援助	31
第 4 章	プロジェクトの基本構想と評価結果.....	32
4 - 1	プロジェクトの概要	32
4 - 2	評価 5 項目による評価結果.....	35

第 5 章	機材計画	38
5 - 1	情報シート	38
5 - 2	調達・施工	38
5 - 2 - 1	機材調達方針	38
5 - 2 - 2	機材調達・設置上の留意事項	38
5 - 2 - 3	施工区分 / 調達・据付区分	39
5 - 2 - 4	施工管理計画	39
5 - 2 - 5	機材等調達計画	39
5 - 2 - 6	機材輸送計画	39
5 - 2 - 7	実施工程	41
【別添資料】		
別添 1	英文ミニッツ	45
別添 2	西文ミニッツ	55
別添 3	プロジェクトデザインマトリックス(PDM)	67
別添 4	エクアドル火山マップ	68
別添 5	火山の名称、位置、活動	69
別添 6	国家安全保障法(第 3 章)	70
別添 7	国家防災システム組織図	74
別添 8	国内・国際技術科学諮問委員会の構成機関	75
別添 9	火山警報レベル	76
別添 1 0	国家防災局の組織図	77
別添 1 1	大統領令 3593	78
別添 1 2	国立理工科大学地球物理研究所の組織図	80
別添 1 3	主な火山での監視機材(地震計・傾斜計・土石流検出計)の配置図	81
別添 1 4	地球物理研究所の火山活動レポートの送付先	82
別添 1 5	広帯域地震計について	84
別添 1 6	機材情報シート	87

第 1 章 事前評価調査団の概要

1 - 1 調査団派遣の経緯と目的

エクアドル国は、アンデス山脈の山麓に位置し(首都であるキトは標高 2,800m)、トゥングラワ火山、コトパキシ火山をはじめ、現在も噴火を続ける活動的火山が多く存在する。こうした火山の麓地域には多くの人々が生活しており、火山災害の軽減はこの国の重要な課題の一つである。

同国における防災体制は、大統領の管轄下である国家安全保障会議に属する国家防災局をはじめ、国内 6 地方に設置された地域防災局、及び市長、警察、消防からなる 6 地域の自治体によって構成される。また、活動的火山のモニタリングは、同じく大統領の管轄下である国家教育審議会のもとに位置する国立理工科学大学の地球物理研究所により実施されている。モニタリングは主に高周波の地震計ネットワークを用いて進められ、このネットワークで噴火の前兆的現象と密接に関連した地震波が観測されるなど、防災のためのデータが取得され、その得られたデータをもとに同研究所が防災レポートを作成し、防災局、自治体等の関係機関へ定期的に発信されるという体制が組まれている。

しかしながら、現在設置されている地震計は短周期地震のみをとらえるものであるため、火山活動の初期に見られるゆっくりとした振動(微動)を観測することができず、噴火の予兆を十分に把握することができない。こうした火山活動を正確に把握するため、長周期を観測することのできる地震計の導入と、それによって得られる定量的なデータの分析、解析技術の導入が急務である。

かかる状況に鑑み、エクアドル政府から 2002 年 7 月、火山微動地震分析に関する技術協力プロジェクトの要請がなされた。この要請を受け、立ち上げ専門家が 2003 年 5 月に派遣された。

以上の経緯からプロジェクトの妥当性を確認し具体的な協力案を作成することを目的として事前評価調査を行う。

1 - 2 調査団の構成

- | | |
|--|--|
| (1) 総括 | 岩崎英二 |
| Leader | JICA 社会開発協力部社会開発協力第二課課長代理
Mr. Eiji IWASAKI
Deputy director, Second Technical Cooperation Division,
Social Development, Cooperation Department, JICA |
| (2) 火山防災計画 | 熊谷博之 |
| Volcanic Disaster
Prevention Planning | 防災科学技術研究所固体地球研究部門主任研究員
Dr. Hiroyuki KUMAGAI
Senior Researcher, National Research Institute for Earth Science
and Disaster Prevention |
| (3) 火山観測機材計画 | 坂本豊実 |
| Volcanic Observation
Equipment Planning | 日本気象協会首都圏支社調査部技師
Mr. Toyomi SAKAMOTO
Engineer, Research Department, Japan Weather Association |
| (4) 通訳 | 吉川敦子 |
| Interpretation | 日本国際協力センター研修監理部研修監理員室研修監理員
Ms. Atsuko YOSHIKAWA
Training Coordinator, Japan International Cooperation Center |
| (5) 協力企画 | 小林実 |
| Cooperation Planning | JICA 社会開発協力部社会開発協力第二課職員
Mr. Minoru KOBAYASHI
Staff, Second Technical Cooperation Division, Social
Development Cooperation Department, JICA |

1 - 3 調査日程

日順	月日	曜日	日程	備考
1	1/11	日	成田 17:05 発 ヒューストン 13:45 着、ヒューストン 16:00 発→キト 22:13 着	C0006 C01209
2	1/12	月	10:00 在エクアドル日本大使館表敬 11:00 外務省国際協力庁表敬 15:00 防災局表敬及び協議	
3	1/13	火	10:00～17:00 地球物理研究所表敬及び協議（於地球物理学研究所）	
4	1/14	水	10:00～18:30 地球物理研究所、防災局との協議（於地球物理学研究所）	
5	1/15	木	10:00 地球物理研究所グアダルペ観測基地状況調査 11:00 パニョス市長表敬及び防災関係者との協議 11:30 街頭警報装置、サンタ・アナ避難所、ヒドロヤゴーヤンダム視察 14:30 土石流被災地視察 15:00 広帯域地震計設置点(Juiv B)状況調査	
6	1/16	金	09:45 ラタトゥンガ市土石流被災地（粉引き小屋）視察 10:00 コトバキシ州防災局（ラタトゥンガ）表敬 11:50 ラタトゥンガ市緊急避難所（メルセデスの聖女の丘）視察 14:00 コトバキシ山土石流跡、火砕流跡視察	
7	1/17	土	資料整理	
8	1/18	日	資料整理	
9	1/19	月	10:00～18:00 地球物理研究所との協議（於地球物理学研究所）	
10	1/20	火	11:00～17:30 地球物理研究所との協議（於地球物理学研究所） 19:30 ミニッツ署名（於在エクアドル日本国大使館特命全権大使公邸）	
11	1/21	水	（岩崎、小林）キト 07:30 発→（パナマシティ経由）メキシコ 13:00 着 * 引き続きメキシコにて別案件の調査を実施 10:00～17:00（熊谷、坂本、吉川）無線テレメータルートおよびテレメータ中継点の設備仕様に関する協議（於地球物理学研究所）	CM210
12	1/22	木	10:00～18:00（熊谷）トゥングラワ火山の地震観測点の現地調査 8:00～18:00（坂本、吉川）トゥングラワ火山周辺のテレメータルートの現地調査	
13	1/23	金	8:00～18:00（熊谷）トゥングラワ火山の地震観測点の現地調査 8:00～18:00（坂本、吉川）コトバキシ火山周辺のテレメータルートの現地調査	
14	1/24	土	8:00～12:00（熊谷）トゥングラワ火山の地震観測点の現地調査 / （坂本、吉川）資料整理	
15	1/25	日	資料整理	
16	1/26	月	（熊谷、坂本、吉川） 10:00～18:00 現地調達機材（コンピュータ関係）の調査、La Hora（新聞社）の取材	
17	1/27	火	（熊谷、坂本、吉川） 10:00～14:00 トゥングラワ観測点およびテレメータルートの調査結果のとりまとめ、 15:00～17:00 テレメータ用周波数利用に関する電気通信局へのヒアリング	
18	1/28	水	（熊谷、坂本、吉川） 10:00～17:00 通関の手続きに関する調査ならびに通関業者へのヒアリング	
19	1/29	木	（熊谷、坂本、吉川） 10:00～12:00 現地調達機材（バッテリー関係）の調査、 13:30～17:00 火山防災体制に関する Rivera 氏へのヒアリング（於地球物理学研究所）	
20	1/30	金	（熊谷、坂本、吉川） 10:00～14:00 地震観測点の設備仕様に関する協議（於地球物理研究所） 15:00～17:00 報告書用原稿のとりまとめ	
21	1/31	土	（熊谷）資料整理 （坂本、吉川）キト 23:10 発（グアヤキル経由） 10:45 発	C01209
22	2/1	日	（熊谷）資料整理 （坂本、吉川）ヒューストン 5:23 着 ヒューストン 10:45 発→	C0007
23	2/2	月	（熊谷）10:00～18:00 コトバキシ火山の地震観測点に関する協議、既存広帯域地震データ（トゥングラワ山）の収集及び調査 / （坂本、吉川）成田 15:40 着	
24	2/3	火	（熊谷）7:00～19:00 コトバキシ火山の地震観測点の現地調査	
25	2/4	水	（熊谷）10:00～18:00 コトバキシ観測点の調査とりまとめ、活動計画に関する協議（於地球物理研究所）	
26	2/5	木	キト 23:10 発（グアヤキル経由）	C01209
27	2/6	金	ヒューストン 5:23 着 ヒューストン 10:45 発→	C0007
28	2/7	土	15:40 着	

第2章 プロジェクト実施の背景

2 - 1 一般経済・社会情勢

エクアドル国では、独立以来、政情不安が続いている。1979年に民政移管が行われたが、スペイン系白人エリート層(人口の約10%)の影響力が大きく、寡占的な政治経済構造に対する国民の不満が存在し、政情不安の一因となっている。特に1996年以降は大統領が5人交替している。

2002年10月に実施された大統領選挙では過半数を得た候補者が無く、11月24日に愛国社会党のグティエレス候補(元軍人)と実業家のアルバロ・ノボア氏の決選投票が実施され、グティエレス候補が本年1月15日に大統領に就任した。

グティエレス政権は5つの軸からなる国家計画を発表。5軸とは 汚職、刑罰逃れ、社会的不平等との闘い、 貧困、失業との闘い、 競争力強化のための生産性向上、 市民、社会、法、食糧及び環境に対する安全保障、 現代的エクアドルのための政治改革、一貫かつ実践的国際政策である。

外交政策では、内政不干渉、民族自決、国家間の相互平等、軍縮支持などを基本方針とし、米、欧、環太平洋諸国との関係強化に力を注いでいる。またアンデス共同体の加盟国として、アンデス・グループの政治的結束への努力も行っており、特にコロンビア、ヴェネズエラとは密接な関係を有している。また98年10月には、ペルーとの国境問題が解決し、両国間では今後、電力や石油、観光などの分野で協力を行うとしている。

コロンビアとの国境地域において、麻薬の不法栽培、難民・避難民の流入拡大とともに、コロンビアゲリラの不法入国等が社会問題となっており、ノボア前大統領は「北部国境地域開発(社会福祉・予防代替プログラム)」を策定し国際社会に支援を求めている。グティエレス新政権は、国境地域における軍隊の増強を検討している。

一般経済としては、物価高騰抑制のために前政権が打ち出した「通貨ドル化政策」が2000年9月に完了し、旧通貨スクレは廃止されることとなった。これに伴い、中央銀行は通貨発行や国債引受業務等の金融調整業務を実施する必要がなくなり、現在再建中である。

他方、同国最大の輸出品である石油は、国家財政歳入の約45%を生み出しており、99年央の石油値上がりは、深刻な社会経済問題の表面化を食い止めている反面、石油輸出収入に依存した同国経済の問題点を浮き彫りにしている。

2 - 2 エクアドルにおける火山概要

エクアドルの中央部を貫くアンデスには数多くの火山が存在する(別添4)。ここには、現在も噴火活動を続ける火山と歴史時代に噴火を起こした火山を合わせて8つの活動的な火山がある。また過去1万年以内に噴火が知られている火山がさらに9つある(別添5)。

火山の噴火は火山周辺だけでなく、火山灰の降灰や大規模な土石流の発生などにより、広域に被害をもたらす。1999年10月から噴火活動を続けているトゥングラウ火山では、現在も火山灰噴火やマグマ噴火を繰り返しており、さらに火砕流の発生が危惧されている。その山麓には国内外の観光客が訪れるパニョスという温泉地があり、火砕流により2万人の住民が被害を受ける可能性がある。

2002年11月のレベンタドル火山の噴火では、60km以上離れたエクアドルの首都であるキトに大量の火山灰が降り積もり、空港が閉鎖されるなどの社会的な被害を受けた。また1877年のコトパキシの噴火では、山頂にある氷河が融け大規模な火砕流が発生した。現在この土石流堆積物の上に約10万の人が暮らしており、コトパキシ火山が噴火した場合に予想される土石流による被害の脅威にさらされている。

このように噴火は火山周辺の住民の人命を奪い、より広範囲の人々の生活基盤を脅かす。よって火山防災・災害軽減は、この国にとって最も主要な課題の一つとなっている。

2 - 3 政府戦略

2 - 3 - 1 火山・防災に係る政府の政策及び計画

エクアドルの火山を含む自然災害への対応は、国家安全保障法第3章により国家防災局が機関として組織化を進めると法制化されている(別添6)。ここには、自然災害に対して行うべき行動として、防災・軽減・対応準備・対応・復旧のすべての段階が記述されているが、国家防災局はこれまで災害への対応準備と対応に力を注いできた。

しかしながら、自然災害が国家開発にブレーキをかけているという認識が企画局で5~6年前から高まり、防災と軽減を強化する方向で、この50~60年代に作成された国家安全保障法の近代化が進められている。

また、2~3年前に企画局がアンデス共同体銀行の支援を得て作成した「リスクマネジメントのためのプログラムとプロジェクトの戦略方針」において、活動的な火山に対する観測の強化・技術の近代化・不足技術の補完を進めることの必要性が述べられた。このレポートは、現在の火山防災の記述がなされていない国家開発計画を改定するために企画局により作成されたものであり、次期国家開発計画には防災と軽減の強化を明確化させた火山防災の方針が示され、大統領令として発令される予定となっている。

さらに、昨年見直しが行われた国家防災局のマスタープランである「災害に対応するための国家計画」に火山防災対応に関する計画が述べられており、この計画に関して大統領の署名が得られている。

第3章 対象開発課題とその現状

3 - 1 火山・防災体制の現状

3 - 1 - 1 エクアドルにおける火山・防災体制の概要

エクアドルの国家防災システムは大統領をトップとし、国家安全保障委員会事務局、国内・国際技術科学諮問委員会、国家防災局、国防省、警察、消防、州および市町村防災会議などから構成され(別添7)、このシステムは次のように運用されている。

国内・国際技術科学諮問委員会より火山の監視データに異常があるとみなされた場合に、国家防災局ならびに関係する州および市町村防災会議に連絡がなされる。国内・国際技術科学諮問委員会は様々な機関によって構成されているが(別添8)、火山に関してはその監視を行っている国立理工科大学地球物理学研究所が実質的な役割を果たしている。

緊急時には COE と呼ばれる緊急委員会が、国、州および市町村のレベルで災害の規模に応じて招集される。COE を招集するのは、国レベルでは国家防災局、州レベルでは州防災会議、市町村レベルでは市町村防災会議である。COE の役割としては、状況の評価、とるべき対策の策定、住民避難勧告、火山警戒警報レベル(別添9)の決定などである。

州防災会議は、知事、州長官、州都の市長、州駐屯の国軍の代表者、州における警察の代表者、教会代表、国家防災局の職員、マスコミなどによって構成されている。

市町村防災会議は、市町村長、市町村政務長官、市駐屯の国軍の代表者、市町村における警察の代表者、消防隊長、赤十字の長、教会代表などによって構成されている。

これらの州および市町村防災会議のメンバーは COE の中心メンバーとなるとともに、災害の状況に応じて関係する機関の代表者が COE に招集される。

3 - 1 - 2 関係機関の概要

国家防災局は、国家安全保障法により法制化された防災に関する指揮・執行最高機関である。2003年のトータル予算は1,620千USドルであり、人件費に790千USドル、オペレーションに540千USドル、緊急対応費に290千USドルが用いられた。

さらに、この予算とは別にトウングラワ火山のための緊急予算として3,000千USドルが組まれた。この予算は国家防災局が窓口となり防災関係機関などに配分された(1,800千USドルが執行済み)。

国家防災局は、調整部、企画部、研修部、技術部、各州の委員会と大きく分けることができる(別添10)。技術部に火山・地震、水理、地すべりの各部門があり、それぞれに担当者が1名いる。各22州におよそ5人ずつの職員が配置されており、州防災会議のメンバーを構成している。国家防

災局の本部で 55 人、州全体で 106 人の職員が働いている。技術部の火山・地震の担当者は、国立理工科大学地球物理研究所と連携をとり事態の把握に努めるとともに、非常事態のときの局長の顧問となり、必要な助言を与えている。さらに被害が発生した場合は、その評価を各州の国家防災局の職員とともに行う。各州に配置されている国家防災局の職員は自治体関係機関などと連携をとり、防災計画の策定などを行っている。

3 - 2 火山監視体制の現状

3 - 2 - 1 国立理工科大学地球物理研究所の概要

国立理工科大学地球物理研究所は、エクアドルにおいて火山監視を行っている唯一の機関である。この研究所は、米国出身のホール博士の主導により 1976 年に国立理工科大学にできた火山及び地震の研究グループを核として、1981 年に同大学に正式に設立された。

この研究所は国内の火山及び地震の地球物理学的観測を積極的に進め、80～90 年代には国内の実質的な火山及び地震監視の機関となっていた。その実績が認められ、2003 年 1 月に発行された大統領令 3593 により、エクアドルにおける正式な火山及び地震の監視機関に任命された(別添 1 1)。

また、同研究所は地球物理学的な手法だけでなく、地質学・岩石学・地球化学的な手法を通して、火山・地震のメカニズムの解明を進めている。

さらに、国内の 10 の火山について地球物理研究所がハザードマップを作成しており、エクアドルにおける火山防災に対しても役割を果たしている。

3 - 2 - 2 国立理工科大学地球物理研究所の組織体制及び予算について

地球物理研究所が所属する国立理工科大学は、大統領の管轄下である国家教育審議会に属する。地球物理研究所は火山・地震・機材・情報・事務の 5 つの部門から構成される(別添 1 2)。ここでの火山部門と地震部門は、その研究手法により区別されており、前者が地質・岩石・地球化学的手法、後者が地球物理的手法を用いており、火山監視は地震部門により行われている。

機材部門は火山・地震観測のハード技術の支援、情報部門はデータの取得・処理に必要なソフトウェア技術の支援を行っている。

これらの部門に総勢 51 人の職員と支援スタッフ(モニタリングを行う学生を含む)が働いている。

研究所の予算の資金源は大きく 3ヶ所あり、大統領府から直接予算、理工科大学からの予算、さらに独自マネジメント(防災情報提供サービスなどによる収入)による予算であり、ほぼそれぞれ同じ比率(3分の1づつ)となっている。2003 年度の予算は人件費を含め、およそ 670 千 US ドルである。2002 年度と 2001 年度の予算は、それぞれ 346 千 US ドル、330 千 US ドルであった。

3 - 2 - 3 地球物理研究所における火山監視体制と活動実績

地球物理研究所は、エクアドルの 10 の火山の監視を行っている(別添 4 , 5)。火山監視は基本的には短周期の地震計のデータを用いているが、地面の変形を測定する傾斜計や土石流の検出計も用いている。主な火山での観測機材の配置を別添 1 3 に示す。

観測データは無線のテレメータを用いてキトにある地球物理研究所までリアルタイムで送信されている。これらのデータの監視は、理工科大学の学生の支援を得て、昼夜を問わず行われている。

観測データに変化が見られた場合は、監視を行っている学生から、2 週間ごとに変わる監視責任者(研究員が担当)に連絡が行き、その変化の分析がなされた上で、必要に応じて所長への連絡などの処置が行われている。さらに必要と判断された場合に国家防災局の火山担当者へ連絡がなされている。

監視の結果はレポートとしてまとめられ、日・週・月・年の単位で国家防災局、自治体、マスコミ、海外の関係機関などへファックス、電子メールを通して送られている(レポートの作成頻度は火山の活動度によって変わる)。レポートを送っている機関のリストを別添 1 4 に示す。また同時に地球物理研究所のウェブサイト(<http://www.igepn.edu.ec>)にも火山活動レポートの情報が掲載されている。

3 - 3 火山監視体制の課題と今後の計画

3 - 3 - 1 国立理工科大学地球物理研究所

現在、地球物理研究所で火山の監視に使われているのは主に旧来型の短周期の地震計であり、火山活動をモニターする上で重要となるマグマなどの流体の動きに伴うゆっくりとした現象や地面の変形などを検出することができない。よってより高性能な地震計や、傾斜計、GPS といった地面の変形を測定するためのセンサー、さらには火山ガスの測定装置や噴火を捉える空振計など、モニタリング技術を向上させるための機材の増強が必要である。

同時に得られたデータを解析しどのような現象が火山で発生しているかを把握するための解析・解釈能力の向上を行い、それを火山活動レポートへ反映させせることが求められる。

さらに、国家防災局および州防災会議との有機的な連携を深め、火山活動レポートおよびデータ解析結果の火山防災・災害軽減へのより有効な活用が求められる。

また、エクアドル全土の火山監視については、地球物理研究所で数人程度の研究者と数人程度の技術者しかいない。人手が足りずに学生の支援を得ている状況であり(学生が泊りがけで観測データのモニターを行っている)、火山監視のための人員の増強が必要である。

3 - 4 プロジェクトサイトの火山防災・監視体制の概要

3 - 4 - 1 トウングラワ火山

現在、トウングラワ火山には 8 台の短周期地震計、1 台の広帯域地震計、2 台の傾斜計が設置されている。短周期地震計と傾斜計のデータは無線テレメータによりキトにある地球物理研究所にリアルタイムで送信されている。広帯域地震計のデータは、トウングラワ火山の麓にあるグアダルペ観測所に無線テレメータで送られている。

これらのデータを用いて地震活動度の把握や震源位置の決定などがなされ、その結果に基づく火山活動レポートが日・週・月・年の単位で作成され、自治体などの関係機関に送られている。

グアダルペ観測所には 1 週間交代で地球物理研究所の研究者が駐在し、より詳細な火山の状態把握に努めるとともに地元対応を行っている。

自治体との連絡体制は無線、携帯および有線電話によってなされている。地元には火山の状態を目視により観察を行っているボランティアの人たちがおり、国家防災局から貸与された無線を用いて情報提供を行っている。現在 28 人のボランティアがいるが、国家防災局の無線の数が足りないにもかかわらず、半数以上の人から自ら購入した無線を用いて協力している。これらの無線による情報提供は、すべてのボランティアとグアダルペ観測所、さらにバニョスの市長および自治体関係者によって共有されている。毎朝 7 時にバニョス市長がグアダルペ観測所の研究者に連絡をとり、火山活動についての報告を受ける。さらに毎夜 8 時に火山観測を行っているボランティア、グアダルペ観測所、自治体関係者の間で無線を用いてその日の活動についての情報提供がなされる。また毎週火曜日の昼 12 時にラジオ番組が設定されており、そこでは地元の人からの火山に関する質問にグアダルペ観測所の研究者が答えるという取り組みもなされている。

バニョスには、地球物理研究所によって作成されたハザードマップに基づいて避難経路が設定されている。それを示した地図のスペイン語と英語版が作成されており、地元住民および観光客に配布されている。避難経路はバニョスの町の道路にも直接示されている。また非常事態を伝えるサイレンも町のなかに設置されている。さらに住民参加による避難訓練も行われている。

3 - 4 - 2 コトパキシ火山

コトパキシ火山には 7 台の短周期地震計、1 台の広帯域地震計、1 台の傾斜計が設置されており、これらすべてのデータがキトの研究所まで無線テレメータにより送信されている。これらのデータを用いて地震活動度の把握や震源位置の決定などがなされ、火山活動レポートが週・月・年の単位で自治体などの関係機関に送られている。

コトパキシ火山の前回の噴火は 1877 年であり、その時に山頂の氷河が融け大規模な土石流が発生した。この土石流が流れ込む地域は先住民にとってはタブーとされてきたが、スペインなどのからの移住民がその危険性を知らずに住み始め、現在 10 万人の住民が土石流堆積物の上で暮らしている。

コトパキシ火山はこれまで比較的落ち着いた状態であったが、2001年12月から地震活動が活発化を始めた。現在まで噴火活動には至っていないが、地震活動の活発化は地元のみならず、間接的に被害をうける可能性があるキトにおいても大きな関心と呼んでいる。

この地震活動の活発化を受け、地球物理研究所ではコトパキシ火山のハザードマップの改定を行った。すでに改定作業は終了しておりその発行準備を進めている最中である。この改定されたハザードマップはすでにコトパキシ火山周辺の自治体などの関係機関に送られている。このハザードマップに基づき、コトパキシ州の国家防災局は、州都であるラタクンガ市街のより詳細なハザードマップを地球物理研究所の協力を得て作成した。

また、コトパキシ火山が噴火した場合の予想される災害およびそれへの対処を示したパンフレットが国家防災局により作成されており、ラタクンガおよび周辺地域に配布されている。

一方、コトパキシ火山を目視で観察している地元住民からの情報が、無線システムを用いて提供されている。さらに毎週月曜日の朝7時に火山情報を地元住民に提供するラジオ番組が設定されている。

コトパキシ州には州防災会議とは別に技術委員会が設置されている。この委員会は火山学者、土木工学者、建築学者、医者、精神科医、牧師から構成されており、より技術的な助言を州防災会議に行っている。

ラタクンガ市は地球物理研究所によって作成されたハザードマップを尊重せずに都市開発がなされたために、病院などの重要な施設が危険な地域に存在しており、都市計画の見直しが進められている。また同市には緊急事態に対応する計画がなく、現在それを作成するためのワークショップが開かれており、今年の末までにその計画が策定される予定である。

3 - 5 他国からの援助

既存の短周期地震計の無線テレメータによるネットワークは、米国地質調査所(USGS)の支援を得て、80年代初頭から進められた。さらに地震データの取得、処理に関してもUSGSから指導がなされた。

トゥングラワとコトパキシ火山にそれぞれ1台設置されている広帯域地震計はドイツのBRG(国立地球科学資源研究所)により機材が提供され、地球物理研究所との共同で設置された。なおこれらの広帯域地震計は地球物理研究所に供与されたものではなく、いずれはドイツに戻されるものである。

第4章 プロジェクトの概要と評価

4 - 1 プロジェクトの概要

(1) 案件名: エクアドル火山監視能力強化プロジェクト

当初、事前評価実施以前は「エクアドル火山観測システム整備計画プロジェクト」としていたが、プロジェクト目標を適切に反映させた火山監視能力強化計画とすることすることで調整する。

(2) 協力概要

1) 協力内容

エクアドル国における火山監視能力の強化を目的に、同国において最も火山災害のリスクが高いコトパキシ火山やトゥングラワ火山をプロジェクトサイトとし、エクアドルにおける火山監視の中心的な役割を果たす国立理工科大学地球物理研究所の火山監視強化能力強化をはかり、防災関係機関へ発信される火山活動レポートの質を高めひいては火山災害リスクの軽減を目指す。

- | | |
|-------------|---|
| 2) 協力期間: | 2004年4月から2007年3月(3年間) |
| 3) 協力総額: | 188,250千円 |
| 4) 協力相手先機関: | 国立理工科大学地球物理研究所 |
| 5) 国内協力機関: | 独立行政法人 防災科学技術研究所 |
| 6) 裨益対象者: | コトパキシ山周辺の災害危険地域に住む、10万人及びトゥングラワ山周辺の災害危険地域に住む2万人の計12万人 |

(3) 協力の必要性・位置付け

1) 現状および問題点

エクアドル国は、アンデス山脈の山麓に位置し(首都であるキトは標高2,800m)、トゥングラワ火山、コトパキシ火山をはじめ、現在も噴火を続ける活動的火山が多く存在する。こうした火山の麓地域には多くの人々が生活しており、火山災害の軽減はこの国の重要な課題の一つである。

同国における防災体制は、大統領の管轄下である国家安全保障会議に属する国家防災局を中心に関係省庁や研究機関、地方自治体長等から構成される。活火山のモニタリングは、同じく大統領の管轄下である国家教育審議会のもとに位置する国立理工科学大学の地球物理研究所により実施されている。モニタリングは主に短周期の地震計ネットワークを用いて進められ、このネットワークで噴火の前兆的現象と密接に関連した地震波が観測され、その得られたデータをもとに同研究所が火山活動レポートを作成し、防災局、自治体等の関係機関へ定期的に発信する体

制が組み込まれている。そして各機関はこの情報をもとに住民避難等の災害軽減対策をとっている。しかしながら、現在設置されている地震計は短周期地震のみをとらえるものであるため、火山活動の初期に見られるゆっくりとした振動(微動)を観測することができず、火山内部の活動状況を十分に反映した火山活動レポートを作成することができない。このため現在発信されている火山活動レポートは各機関がより適切な災害軽減対策を取れるよう改善が必要となっている。

2) 相手国政府国家政策上の位置付け

「災害対応するための国家計画」において火山防災は優先課題の一つとして位置づけられ、地球物理研究所は火山防災システムにおいて災害の危険度を科学的に判断する監視機関として大統領令にて位置づけられている。

3) 我が国援助政策、国別事業実施計画上の位置付け

- ・ 99年2月の政策協議により、防災は我が国のエクアドルに対する重点協力分野とすることが確認された。
- ・ 現在のところ同国に関する「国別実施計画」は策定されていないが、外務本省発出、在エクアドル日本大使館あて「平成16年度技術協力・平成17年度無償資金協力新規案件要望調査に係る国別留意事項」において、「防災」が援助重点分野の一つとしてあげられている。

(4) 協力の枠組み

1) 協力の目標

上位目標

エクアドルにおける火山災害軽減能力が向上する。

- 指標1** コトパキシ火山及びトゥングラワ火山の火山活動に変化が発見された際、より適切な対応策が取られる。
- 指標2** 早期警戒システムが改善される。
- 指標3** 地球物理研究所による火山活動監視体制が一層強化される。
- 指標4** 州開発計画に火山災害予防の概念が取り入れられる。

プロジェクト目標

コトパキシ火山及びトゥングラワ火山における火山監視能力が向上する。

- 指標** 地球物理学研究所が各防災関係機関に提供する火山活動レポートの質が向上する。

2) 活動およびその成果

- 活動**
 - 1 観測機材を設置する。
 - 2 観測機材を適正に維持する。
 - 3 観測機材を適正に操作する。
- 成果** コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期地震波データを含む火山活動に関するデータ-ガリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の

能力が改善する。

指標・目標値 長周期地震波データが地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。

活動 1 長周期地震波を含むデータ処理が可能なソフトを開発する。
2 データ処理ソフトを運用する訓練を行う。
3 処理されたデータの集計、蓄積を行う。

成果 長周期地震波のデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理研究所の能力が改善する。

指標・目標値 1 収集されたデータが連続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。
2 連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される

活動 1 データ解析の訓練を行う。
2 データ解析に基づき火山活動の解釈する。

成果 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。

指標・目標値 1 長周期地震波や関連事象の解析についてより高度な定量解析が可能な研究員が2人育成される。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる研究員が2人育成される。
2 その他の観測データの解析能力が高まる。

活動 1 火山活動レポートの改善点を明らかにする。
2 火山活動レポートを改善する。

成果 解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。

指標・目標値 長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに記載されている。

活動 1 火山活動レポートを受信する防災関係機関に対して理解促進を目的とした研修を行う。
2 火山災害軽減の改善点を明らかにする。

成果 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。

指標・目標値 長周期地震波の解析結果を含む火山活動レポートを防災関係機関が理解している。

2) 投入(インプット)

日本側 (総額 約 188,250 千円)

・専門家派遣

短期: 下記の分野を予定

地震観測、地震解析、火山防災

・供与機材(総額 約 117,000 千円)

長周期地震観測用機材、地震データ解析用機材、車両等

・研修員受け入れ

年間1～2名程度

・プロジェクト実施経費

エクアドル側

・カウンターパート人件費

・施設・土地手配等

広帯域地震計用設置点、テレメーター中継点、地球物理研究所の専門家スペース、供与機材スペース

・ローカルコスト

3) 外部要因リスク(満たされるべき外部条件)

前提条件

(特になし)

成果(アウトプット)達成のための外部条件

・火山活動により機材に甚大な被害が与えられない

・研修を受けた所員が勤務を続ける

プロジェクト目標(アウトカム)達成のための外部条件

(特になし)

上位目標達成のための外部条件

・地球物理研究所の火山監視体制における位置付けに変更がない

4 - 2 評価5項目による評価結果

(1) 妥当性

本案件は以下の理由から妥当性が高いと判断できる。

- ・ 火山災害対策の必要性は、防災局が有する「災害対応のための国家計画」中に明記されており、エクアドル政府の政策に合致したものである。また、火山災害に対する社会的関心も高く、エクアドルの社会的ニーズにも合致している。
- ・ 実施機関である地球物理学研究所は、2003年発効の大統領令3593よりエクアドルにおける火山災害のリスクと診断による監視の役割が規定された総合的な科学的判断が可能な唯一の機関であり、火山災害軽減を目指すプロジェクトの実施機関として適切である。
- ・ 防災分野への協力は、1999年2月の政策協議により我が国の協力重点4項目の一つとして確認されており、我が国の援助政策と合致している。
- ・ プロジェクトサイトとして要請が出されたコトパキシ火山、トゥングラワ火山は、エクアドルにおいて最も噴火のリスクが高い火山としてランクされていることに加え避難計画等基本的な火山災害の軽減体制も存在することから、両火山をプロジェクトサイトとし、火山監視能力の強化をはかることは火山災害の軽減につながる事が期待される。

- ・ 火山災害の軽減に関しては、我が国に高い知見が蓄積されており、協力の妥当性は高い。

(2) 有効性

本案件は以下の理由から有効性が見込まれる。

- ・ 地球物理研究所は火山監視に関し 20 年の実績を有し十分な基礎能力を有している。同研究所の既存の火山監視体制に広帯域地震計を導入し、その解析にかかる技術協力を行うことは、火山噴火につながる様々な予兆のより詳細な把握を可能とし、エクアドルの火山監視能力の向上につながる。
- ・ 同研究所が作成する火山活動レポートは、防災局、地方自治体、マスコミ等の防災関係機関に送信されている。地球物理学研究所から発信される火山情報の質を向上させることは、監視能力の向上につながりプロジェクト目標の設定は適切である。
- ・ 外部条件にある「火山監視体制における地球物理研究所の位置づけに変化がない」は、エクアドルにおいて本格的な科学的な火山観測を行っている機関が他にないことから満たされる可能性が高い。

(3) 効率性

本案件は以下の理由から効率的な実施が見込まれる。

- ・ すでにエクアドルの火山監視体制に知見がある日本人専門家はすでに確保されている。またエクアドル側にも、経験があるカウンターパートが確保されていることに加え、主要カウンターパートは日本での研修経験がある等相互の事情に通じているため効率的な協力が可能である。
- ・ 火山活動の状況が異なる二つの火山を対象とすることで、異なる解析技術を同時期に移転することを可能にする。
- ・ 研究員については、主となる研究員の他に、副のカウンターパートを任命することで、効率的に地球物理研究所にノウハウの定着を図ることができる。
- ・ 本協力によって最大 12 万人の周辺住民に想定される火山災害のリスクが軽減される可能性があり、投入の規模に比して見込まれる便益も大きい。

(4) インパクト

本案件のインパクトは以下のように予測できる。

- ・ すでにプロジェクトサイトであるコトパキシ火山とトゥングラワ火山地域において既存の火山軽減体制があることから地球物理研究所を中心とした火山監視能力の向上により上位目標である「火山災害リスク軽減」につながるインパクトがもたらされることが期待できる。
- ・ 直接的な裨益人口は、コトパキシ火山が 10 万人、トゥングラワ火山が 2 万人と見込まれる。また、間接的裨益効果としては、同地域にはダム、パンアメリカンハイウェイ等のインフラが集中しており、地球物理研究所から火山情報の提供能力が高まることで早期の警戒体制が取ることが可能になりより広範な社会経済的な被害を軽減することが可能になる。

(5) 自立発展性

本案件の持続発展性は以下のように高いものと予測できる。

- ・ 地球物理研究所以外に火山観測を科学的な知見に基づき実施できる機関は他になく、政策的な支援は協力終了後も強まることこそあれ弱まることはないものと予想できる。
- ・ 今回のプロジェクト実施に際し、地球物理研究所の増員は必要ない。機材の据付、維持に新規の予算が必要となるが、万一これが実現されない場合でも、既存予算の活用、地方自治体からの協力取り付け等により、プロジェクトの運営に大きな支障がなくやりくりが可能なもの予想できる。
- ・ 最も時間がかかる研究員の育成には、主カウンターパート 2 人に加え、副カウンターパートを 3 人配置することで、プロジェクト期間中の研修成果は組織にとどまる可能性が高い。
- ・ 今回導入される広帯域地震計の据付、デジタルテレメーターの維持、短周期地震計のネットワークの維持に関してはすでに地球物理研究所にて実績があり、専門家の指導を受けることで技術的に十分対応が可能である。
- ・ 他の火山への広帯域地震計の普及については、最も社会的な関心が高い火山にて広帯域地震計の導入を図り同地震計の火山監視への有効性がエクアドル防災関係者間で認識が高まれば、他の火山においても火山噴火のリスクが高まった際に、同様のシステム適用のための措置が取られることが期待できる。

当該プロジェクトの PDM は別添 3 のとおり。

第5章 機材計画

5 - 1 機材情報シート

別添 1 6 を参照

5 - 2 調達・施工

5 - 2 - 1 機材調達方針

本プロジェクトは、観測機材、通信機材の調達を行い、機材供与をおこなうことである。本プロジェクトで扱う火山のうち、すでにひとつは噴煙を上げており、早急な対応が望まれている。

(1) 事業実施主体

本プロジェクトの機材供与対象は、エクアドル理工科大学に所属する地球物理研究所である。

(2) 請負者(コントラクター)

本プロジェクトの請負者は日本法人として認められた企業とする。

(3) 第3国機材調達

本プロジェクトで調達が計画されている地震・火山観測機材は特殊な機械であり、現地調達は困難である。また広帯域地震計・ロガー等で仕様を満たす機材は日本で製造されていない機材が多い。従って OECD 加盟国から調達することを考慮する。

(4) 調達工程計画

本プロジェクトでは観測所、無線中継局の土木工事はエクアドル側の区分となっており、機材供与と工程をあわせるために、十分調整する。

5 - 2 - 2 機材調達・設置上の留意事項

火山観測装置は特殊かつ精密な機材である。そのため熟練した技術者による機材運搬、据付が必要である。また、無線機器は微弱電波で到達距離を稼ぐため、調整が難しく、そのための時間がかかる。また、設置地点が観測点と中継局をあわせると数が多く、調整は必ず 2 点間で連絡を取りながら行う必要がある。そこで、無線中継点間と観測点 - 無線中継局間の調整には、それぞれの地点に専門の技術者を派遣して設置・調整を行う。

5 - 2 - 3 施工区分 / 調達・据付区分

本プロジェクト実施にあたり、日本側機材供与とエクアドル側の施工区分を示す。

- ・日本側機材供与にかかる施工区分
 - a. 必要機材の調達
 - b. エクアドル国内の港または空港までの機材の輸送
 - c. 精密機器の設置工事
 - d. 精密機器の調整工事
- ・エクアドル側の施工区分
 - a. 供与機材の通関手続き
 - b. 供与機材の保管と設置地点までの輸送
 - c. 設置予定地の確保
 - d. データ通信のための免許手続き
 - e. 機材の破損や紛失防止のための必要な措置

5 - 2 - 4 施工管理計画

- (1) 機器の設置、調整方法について、メーカーの技術者が現地技術者に技術移転を行う。
- (2) 計測装置、テレメータ装置、自立式ポール設置に関する工事に際して、メーカーの技術者が立会い、現地の技術者に指導・助言を行う。

5 - 2 - 5 機材当調達計画

(1) 機材調達計画

火山観測機材は特殊機材が多く、仕様要件を満たす機材を日本国内で調達できないものが多い。従って、日本を含む OECD 加盟国からの調達を考慮する。

主要機材の第三国製品調達適合要件を表 - 1 に示す。

本プロジェクトにおける主な機材の調達先を表 - 2 に示す。

5 - 2 - 6 機材輸送計画

日本からエクアドル国への機材の輸送は、船便の場合、機材がグアヤキル港又はマンタ港に陸揚げされ、輸入通関を受けた後に、陸送にてキト市内へ輸送される。航空便の場合、機材がキト空港に到着し、輸入通関を受けた後にキト市内へ輸送される。機材輸送について、船便または航空便を用いた場合、それぞれの機材輸送ルート、所要日数及び必要な手続きを以下に示す。

表 - 1 第三国製品調達の適合用件内容表

主要機材名	第三国製品調達の適合用件内容
広帯域地震計	仕様を満足する日本製品が無い
データロガー	仕様を満足する日本製品が無い
コンピュータ機器	日本製品の場合、現地の保守体制に問題がある

表 - 2 機材調達先

機材名	調達先			備考
	日本	現地	第三国	
広帯域地震計				OECD 加盟国
空振計				
データロガー				OECD 加盟国
テレメトリーシステム				
コンピュータ及び関連機器				OECD 加盟国
ソーラーパネル				
バッテリー				
自立式ポール				
電源関連機器				
車両				

(1) 船積み許可の取得

日本からエクアドルに対し、供与機材を無税扱いにするためには、この機材が商用目的ではなく、無償の機材供与であることを証明する必要がある。そのため、その証明を取得するために、Donation Letter を駐日エクアドル領事館に提出し、領事館の認証を必要とする。JICA から提出する場合は、外務省経由で、メーカーから提出する場合は商工会議所経由で依頼する必要がある。領事館の認証が得られたら、地球物理研究所に送り、地球物理研究所がエクアドル税関企業体地方管理局(CAE)に提出して、船積み許可を待つ。

(2) 船積み前検査から日本の港または空港への搬入等

機材の船積み前検査の実施・梱包・港または空港の保税倉庫への搬入に約 10 日間必要となり、その後、港または空港において機材の輸出通関・コンテナ詰め・船会社または航空会社への引渡し・船積み等に約 1 週間必要である。

(3) 輸送

「(1)」の船積み許可が得られた段階で、機材を日本から送り出す。

船便の場合

日本の港(横浜港)からエクアドル国のグアヤキル港までの船便の所要日数は、第三国経由のトランジットを含め、約 25 日～40 日間必要となる。これは、エクアドル向け船便が 1 週間から 2 週間に 1 回の頻度でしか、出ないためである。

航空便の場合

日本の空港(成田空港)からエクアドル国キト空港までの航空便の所要日数は、オランダのアムステルダム空港での機材のトランジットを含め約 4 日間必要となる。

(4) 免税手続き

国立理工科大学(地球物理研究所)が日本から送付された Donation Letter と船積書類を提出し、エクアドル税関企業体地方管理局(CAE)へ免税許可の為の申請を行う。免税許可取得に約 2 週間を要する。

(5) 輸入通関

船便の場合、機材を載せた船便のグアヤキル港到着と免税許可取得が同時期になる予定のため、船の到着後直ちに、上述の免税許可書を添えて機材の輸入通関申請を行う事となる。

航空便の場合も、免税許可書を添えて機材の輸入通関申請を行う必要があるため、免税許可取得後に輸入通関申請をする事となる。

輸入通関申請から取得まで約 1～2 週間必要となる。

(6) エクアドル国内の輸送

輸入通関取得後、国立理工科大学(地球物理研究所)のあるキト市内まで陸送にて輸送する。グアヤキル港からキト市内まで約 5 日間、キト空港からキト市内まで約 1～2 日必要である。

以上より、機材の日本での船積前検査実施からキト市内到着までの輸送に要する日数は、船便の場合は約 60～80 日間、航空便の場合は約 50～60 日間程度を見込む必要がある。

輸送をスムーズに実行するためには、機材の免税許可・輸入通関を取得するための書類の周回な準備及び申請機関への働きかけ等が必要であり、エクアドル国側の荷受人である国立理工科大学(地球物理研究所)の協力が必要不可欠である。

5 - 2 - 7 実施工程

本計画では、機材の調達と出荷前テストに 5 ヶ月、機材の輸送と通関に 3 ヶ月、機材の設置と調整、動作確認に 3 ヶ月かかる。