

エクアドル国
火山監視能力強化プロジェクト
終了時評価調査報告書

平成21年11月
(2009年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

環境
J R
09-144

エクアドル国
火山監視能力強化プロジェクト
終了時評価調査報告書

平成21年11月
(2009年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

序 文

多くの活火山を有し、度重なる火山災害に見舞われているエクアドル国において、火山活動のモニタリングは、国家の重要課題の一つとして位置づけられています。同国において、活動的火山のモニタリングは、国立理工科大学の地球物理研究所（Geophysical Institute）により実施されていますが、エクアドル政府は同研究所の火山監視能力をさらに強化するため、日本国政府に技術協力を要請しました。日本国政府は、同要請を受け、独立行政法人国際協力機構（JICA）を通じて平成16年5月から3年間の計画で、火山監視能力強化プロジェクトを実施しました。

同プロジェクトの3年目にあたる平成18年7月から8月にかけて、トゥングラワ火山が噴火し、モニタリングによって被害の軽減に大きく貢献したものの、火山観測網に甚大な被害をもたらし、観測活動の継続に多大な支障を来しました。

平成18年11月に当機構とエクアドル側関係機関が合同で実施した終了時評価調査の提言を受けて、平成19年4月に2年間の協力期間延長を決定する討議議事録が署名されました。

今般、プロジェクトの延長期間が終了するにあたって、その実績・成果を再度確認し、評価をおこなうとともに、協力期間の終了後に取りべき措置について提言を行うことを目的として、当機構は平成21年4月13日から5月1日まで、当機構地球環境部防災第二課長の益田信一を団長とする終了時評価調査団を現地に派遣しました。調査団は、エクアドル側の評価調査団と合同で関係者への聞き取りや現地視察をおこない、合同評価報告書を取りまとめ、平成21年4月23日にサンサルバドルで開催された本プロジェクトの合同評価委員会にて評価結果の報告をおこないました。

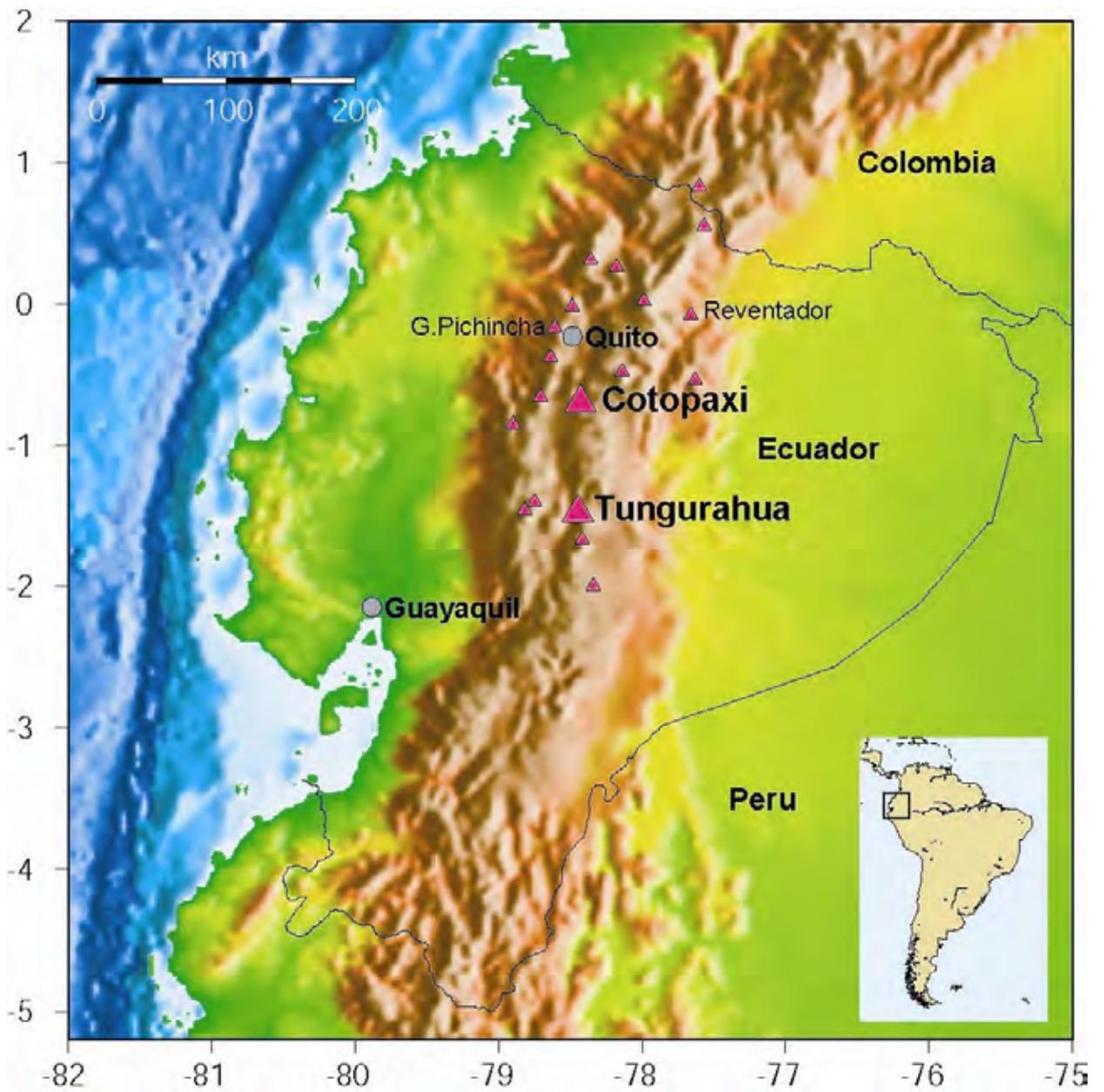
本報告書は、同調査団の評価調査結果を取りまとめたものであり、今後の技術協力実施にあたって、関係各方面に広く活用されることを願うものであります。

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

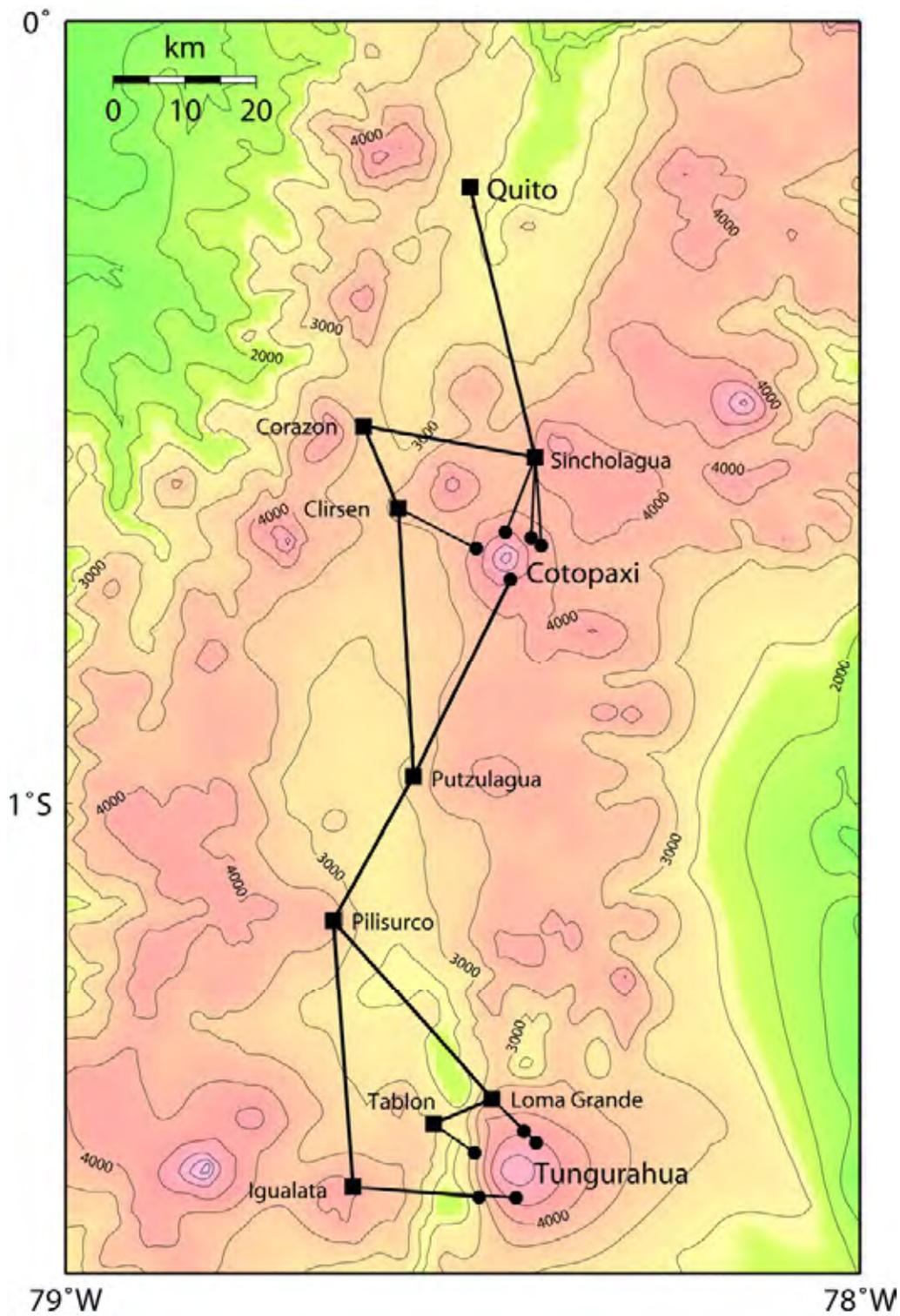
平成21年11月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 中川 聞夫

プロジェクト対象地域位置図

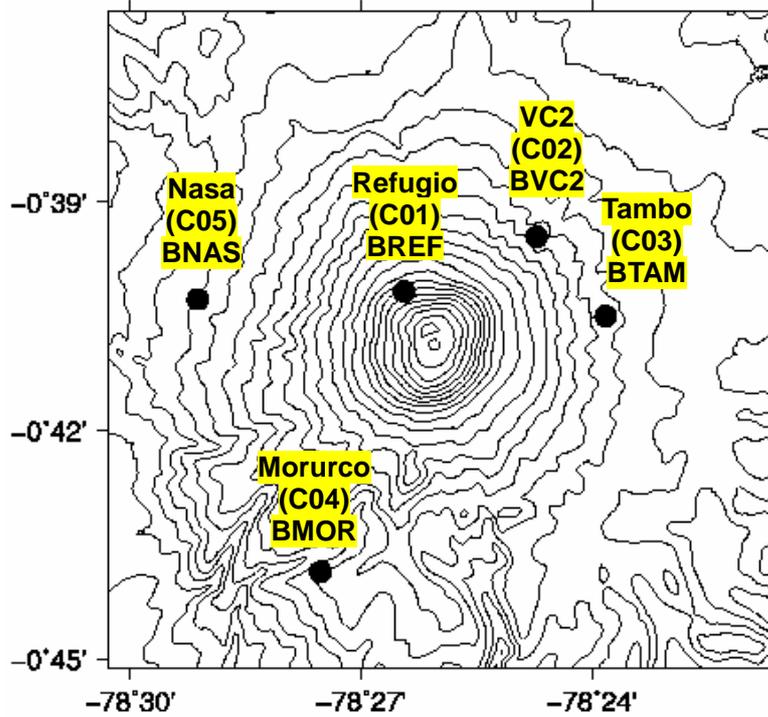


プロジェクトにより設置された観測網

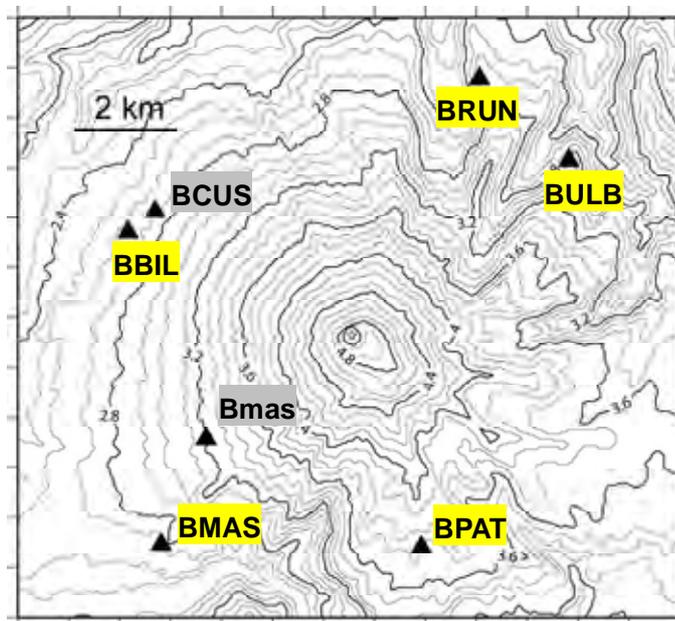


プロジェクトにより設置された観測点の位置図

コトパキシ火山

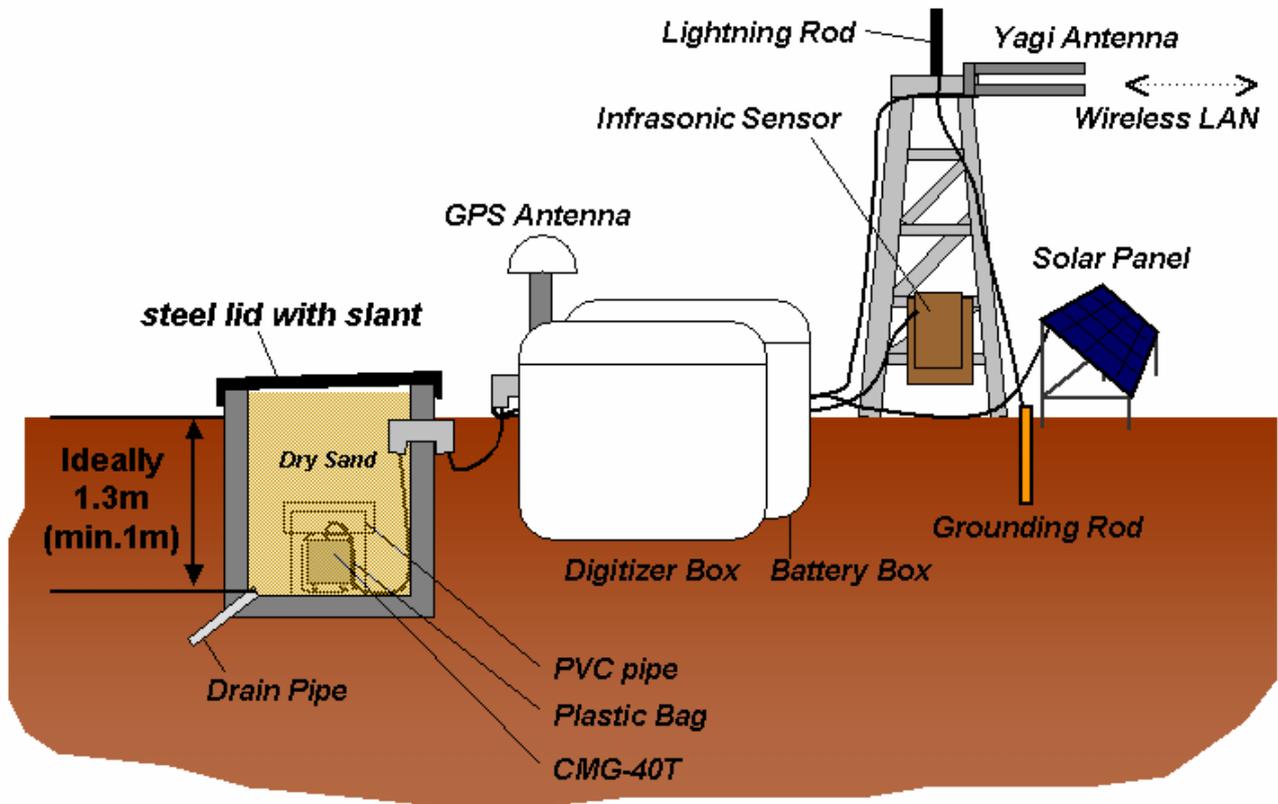


トゥングラワ火山



注) トゥングラワ火山の観測点 Bmas と BCUS が 2006 年の噴火によって破壊され、その後、代替観測点として BMAS と BBIL が設置された。

プロジェクトにより設置された観測施設の概念図



Schematic of Remote Station

写



トゥングラワ火山

真



コトパキシ火山



トゥングラワ火山 BRUN 観測点



Corazon 中継点



カサ・コトパキシへのインタビュー



終了時評価ミニッツ署名式

目 次

序文

プロジェクト対象地域位置図

プロジェクトにより設置された観測網

プロジェクトにより設置された観測点の位置図

プロジェクトにより設置された観測施設の概念図

写真

目次

略語表

評価調査結果要約表（和文・英文）

第1章	評価調査の概要.....	1-1
1-1	終了時評価調査の経緯.....	1-1
1-2	終了時評価の目的.....	1-2
1-3	調査団の構成と調査期間.....	1-2
1-4	対象プロジェクトの概要.....	1-2
1-5	エクアドルにおける火山・防災体制の概要.....	1-3
第2章	評価の方法.....	2-1
2-1	評価の手法.....	2-1
2-2	評価基準.....	2-1
2-3	評価のデザイン.....	2-2
第3章	プロジェクト実績.....	3-1
3-1	投入実績.....	3-1
3-2	活動の実績.....	3-1
3-3	アウトプットの実績.....	3-3
3-4	実施プロセス.....	3-5
3-5	プロジェクト目標の達成度.....	3-5
3-6	上位目標の達成の見込み.....	3-6
第4章	評価5項目に基づく評価結果.....	4-1
4-1	妥当性.....	4-1
4-2	有効性.....	4-2
4-3	効率性.....	4-2
4-4	インパクト.....	4-3
4-5	自立発展性.....	4-4
4-6	結論.....	4-5

第5章	提言と教訓	5-1
5-1	提言	5-1
5-2	教訓	5-1

添付資料

<エクアドル側との合意文書>

- 1-1. 協力期間延長に係る討議議事録（英文）2007年4月署名
- 1-2. 協力期間延長に係る討議議事録（西文）2007年4月署名
2. 終了時評価調査ミニッツ 2009年4月署名

<調査概要、PDM、評価グリッド、アンケート集計結果など>

3. 調査日程
4. 主要面談者リスト
5. プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）Ver.2 仮訳
6. 評価グリッド
7. 評価グリッド（結果記入版）
8. 専門家・カウンターパート用質問票調査集計結果
9. 防災関係機関用質問票調査集計結果

<実績>

10. 専門家派遣実績
11. 本邦研修実績
12. 供与機材一覧
13. プロジェクト関係費用
14. カウンターパートリスト
15. 本プロジェクトで実施した火山防災セミナー及び会合一覧
16. 論文・学会発表一覧

<エクアドルにおける火山防災体制に関連する資料>

17. エクアドル共和国憲法 389条・390条（2008年9月）
18. 大統領令 1046A 要約（2008年4月）
19. 国家防災システム組織図（2009年4月現在）
20. 科学技術委員会のメンバー（2009年4月現在）

<地球物理研究所の活動に関連する資料>

21. エクアドルの火山の分布図
22. トウングラワ火山およびコトパキン火山周辺の地図及びハザードマップ
23. 地球物理研究所（IG）組織図
24. 火山活動レポート送付先一覧（2009年4月現在）
25. 2006年8月16日のトウングラワ火山の火山活動情報発出に係るデータ及び新聞記事

- 26. 現在 IG がトゥングラワ州のリスク管理技術局と検討している火山活動レベルを示す「活動インデックススケール」案
- 27. 本プロジェクトにより設置された観測点・中継点での作業・点検頻度
- 28. IG の収入及び維持管理費の収入に対する割合

<その他>

- 29. 地方政府機関「カサ・コトパキシ」が配布しているチラシ

略語表

AGECI	Agencia Ecuatoriana de Cooperación Internacional	エクアドル国際協力庁
BID	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
CCT	Comité Científico Técnico	科学技術委員会
COE	Centro de Operaciones Emergentes	緊急オペレーションセンター
IG	Geophysical Institute (Instituto Geofísico)	地球物理研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
IRD	Institut de Recherche pour la Developpement	(フランス) 研究開発研究所
MCSIE	Ministerio Coordinador de Seguridad Interna y Externa	国内外安全保障調整省
NIED	National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention	独立行政法人 防災科学技術研究所
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PCM	Project Cycle Management	プロジェクト・サイクル・マネジメント
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画
STGR	Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos	国家リスク管理技術局
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología	国家科学技術事務局
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo	国家計画開発事務局

評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
国名：エクアドル共和国	案件名：火山監視能力強化プロジェクト
分野：防災	援助形態：技術協力プロジェクト
所轄部署：地球環境部水資源・防災グループ 防災第二課	協力金額（評価時点の暫定値）： 計 3.3 億円
協力期間： (当初計画) 2004 年 5 月 1 日～2007 年 4 月 30 日 (延長期間) 2007 年 5 月 1 日～2009 年 4 月 30 日	先方関係機関：国立理工科大学地球物理研究所 (英) Geophysical Institute/Department of Geophysics, National Polytechnic University (西) Instituto Geofísico- Depto. de Geofísica, Escuela Politécnica Nacional
	日本側協力機関名：独立行政法人 防災科学技術研究所 (NIED)
1-1 協力の背景と概要	
<p>エクアドル共和国は、アンデス山脈の山麓に位置し、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。</p> <p>活動的火山のモニタリングは、国立理工科大学の地球物理研究所（Geophysical Institute：IG）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実施され、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、防災関係機関、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た。</p> <p>しかしながら、IG に設置されている地震計は短周期の地震波のみをとらえるものであり、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かつた。そのため、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ず、IG においては、各防災関係機関がより適切な災害軽減対策を取れるよう、火山活動レポートを改善し発信することが課題であった。こうした理由から、火山活動を正確に把握するため、長周期の地震波を観測することのできる地震計と空振計の導入、リアルタイムのデータ収集システム、それによって得られる定量的なデータの分析、及び解析技術の導入が急務であった。</p> <p>こうした状況のもと、2002 年 7 月、エクアドル国政府から日本政府に対し、火山モニタリングに関する技術協力の要請がなされた。これを受けて、2004 年 5 月、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、IG をカウンターパートとして「火山監視能力強化プロジェクト」を開始した。</p> <p>2007 年 4 月 30 日にプロジェクトが終了するにあたり、JICA は、協力開始時からの実績を確認し、残る協力期間の対応を協議するため、2006 年 11 月に終了時評価調査団を派遣した。同調査の結果、2006 年の 7 月から 8 月にかけて発生したトゥングラワ火山（2 つの観測対象火山のひとつ）の噴火によってプロジェクトで設置した火山モニタリング機器が被害を受け、火山観測データの解析技術指導に必要なデータが収集できなくなったことから、2007 年 5 月 1 日から 2009 年 4 月 30 日まで 2 年間延長し、火山モニタリングネットワークを復旧し完成させるとともに、同ネットワークにより取得されるデータを用いて解析技術を指導することにより、プロジェクト目標の完全な達成を目指すべきとの提言がなされた。同提言を受けて、2007 年 4 月に延長に係る討議議事録が署名された。2009 年 4 月 30 日にプロジェクトの延長期間が終了するにあたり、2009 年 4 月 13 日から 5 月 1 日にかけて、再度、終了時評価調査団が派遣された。</p>	
1-2 協力内容	
<p>プロジェクトは、IG の火山モニタリング及びモニタリング・データ解析に係る能力開発を支援するため、トゥングラワ火山、及びコトパキシ火山における火山モニタリングネットワークの構築と、そこから取得されるモニタリング・データの管理・解析に関する技術指導を行った。プロジェクトの構成は以下のとおりである。</p> <p>(1) 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。</p> <p>(2) 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。</p> <p>(3) アウトプット：</p> <p style="padding-left: 20px;">アウトプット 1</p> <p style="padding-left: 40px;">コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期及び超長周期地震波データを含む火山活動のデータがリアルタイムで取得できるよう IG の能力が改善する。</p> <p style="padding-left: 20px;">アウトプット 2</p> <p style="padding-left: 40px;">コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期及び超長周期地震波のデータを含む火山活</p>	

<p>動データを適正に処理、蓄積できるよう IG の能力が改善する。</p> <p>アウトプット 3 IG の噴火の前兆の解析能力が高まる。</p> <p>アウトプット 4 解析結果が適切に火山活動レポートに記述される。</p> <p>アウトプット 5 改善された火山活動レポートと補足情報が防災関係機関により適切に受領される。</p>		
<p>1-3 投入</p> <p><日本側></p> <p>1) 短期専門家派遣 地震観測、地震解析、観測網構築総括、火山防災、プロジェクト総括の各分野で延べ 15 名の日本人専門家を派遣した。</p> <p>2) 研修員受入 地球物理研究所の 4 名を対象に、火山観測及びデータ解析の分野でカウンターパート研修を 5 回実施した。</p> <p>3) 機材供与 観測用機材等、総額約 225,311 千円の機材供与を行った。また供与機材の設置に係る技師派遣費用を負担した。</p> <p>4) ローカルコスト 日本人専門家の活動に必要な経費の一部を支出した。</p> <p>日本人専門家派遣、カウンターパート研修、機材供与・技師派遣を含め、本プロジェクトに支出した資金の合計は、3.3 億円である。</p> <p><エクアドル側></p> <p>1) カウンターパート配置 31 名のカウンターパートを配置した。</p> <p>2) ローカルコスト プロジェクトのために負担した費用の合計は 406,582.39 米ドルである。</p>		
<p>2. 終了時評価調査団の概要</p>		
調査者 (日本側)	<p>1. 益田信一 (総括) 国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第二課長</p> <p>2. 佐藤一朗 (協力評価) 国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第二課</p> <p>3. 三浦順子 (評価分析) グローバルリンクマネージメント社会開発部 研究員</p> <p>4. 樋口安紀 (通訳) 財団法人 日本国際協力センター</p> <p>注：短期専門家として同時期に派遣された防災科学技術研究所 (NIED) 地震研究部主任研究員の熊谷博之専門家が、現地において終了時評価調査に協力した。</p>	
調査期間	2009 年 4 月 13 日～2009 年 5 月 1 日	評価種類：終了時評価
<p>3. 評価結果の概要</p>		
<p>3-1 実績</p> <p>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。</p> <p>指標：各防災関係機関に提供する火山活動情報の質が向上する。</p> <p>プロジェクト目標であるコトパキシ及びトゥングラワ火山における火山監視能力の向上は達成されたと云える。プロジェクトの協力期間延長を決定する要因となった火山の噴火による観測網の損傷は復旧され、現在ではプロジェクトで設置したすべての観測網が機能しており、データがリアルタイムで取得されている。これらのデータを用いてデータ解析技術の指導をおこなったことで、プロジェクト開始前と比較し、より高度な解析がなされている。この結果、IG の火山活動レポートおよび補足情報が、プロジェクト開始当初に比べより正確な内容となり、関係機関にタイムリーに発信されている。これを裏づける例として、2006 年 8 月 16 日のトゥングラワ火山の噴火の際には、同年 7 月に噴火した際の微動データと比較・分析することにより、火山活動が活発化していることがわかり、火砕流発生のおおむね 9 時間以上前に、火砕流を伴う大規模な噴火の発生を予測し、トゥングラワ火山周辺の市長らに電話で直接詳細な状況を伝え、情報を受けた各市が住民に対して警戒警報を発出し、犠牲者の数を最小限 (避難勧告に従わなかったり逃げ遅れた住民 5 人) に抑えることに貢献した。</p>		

各アウトプット

アウトプット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及び超長周期地震波データを含む火山活動のデータがリアルタイムで取得できるよう IG の能力が改善する。

指標 1-1：長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データが IG においてリアルタイムで取得される。

長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データが IG においてリアルタイムで取得されている。カウンターパートの研究者及び技師が、リアルタイムデータの取り扱い、及び観測網の問題解決ができるようになった。観測データの無線送信に使っていた 2.4GHz 周波数帯が一部の通信区間において通信飽和状態になったため、2008 年 6～7 月に、5GHz 用の無線機材への入れ替えが行われた。対象となったのは、IG 基地、無線中継点 6 か所、コトパキシ火山の 1 観測点である。この入れ替えにより、無線通信障害は解消され、IG においてデータが円滑に取得できるようになった。

アウトプット2：コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期及び超長周期地震波のデータを含む火山活動データを適正に処理、蓄積できるよう IG の能力が改善する。

指標 2-1：連続的な火山活動データが系統的に監視され、火山活動の発生源が決定される。

コトパキシ、トゥングラワ火山とも、観測網からの連続的な火山活動データにより監視され、火山活動の発生源が決定された。地震の自動イベント検出システムが両火山に導入され、火山活動が系統的に監視されている。

指標 2-2：連続データが蓄積され地震の波形データがデータベース化される。

両火山とも、取得された連続データはデータベースに蓄積され、波形データは系統的に保存されている。地震イベントデータについては、データベース化のためのシステムが構築された。

アウトプット3：IG の噴火の前兆の解析能力が高まる。

指標 3-1：長周期及び超長周期地震波や関連する兆候の解析について、より高度な定量解析が可能な研究者が 2 人育成される。この 2 人の研究者の指導の下で同様の解析が実施できる研究者が、2 人育成される。

本邦研修に参加した研究者 2 名が、長周期や超長周期地震波や関連する火山活動の兆候の解析についてより高度な定量解析をできるようになった。また、ほかの研究者 2 名、研究生 5 名も、本邦研修参加者の指導のもとで定量解析ができるようになった。なお、本プロジェクトの成果に基づいて、論文や国際学会の発表を数多く行った。

指標 3-2：その他の観測データの解析能力が高まる。

カウンターパート研究者が火山性土石流（ラハール）に関連した微動シグナルを解析できるようになった。

アウトプット4：解析結果が適切に火山活動レポートに記述される。

指標 4：長周期及び超長周期地震波を含むデータ解析結果が火山活動レポートに記載される。

長周期及び超長周期地震波を含むデータ解析結果が火山活動レポートに記載された。

アウトプット5：改善された火山活動レポートと補足情報が防災関係機関により適切に受領される。

指標 5-1：改善された火山活動レポートが防災関係機関に定期的に受領される。

改善された火山活動定期レポート、及び火山活動が活発化した際には特別レポートが、電子メールまたはファクスにて約 150 の防災関係機関に受領された。

指標 5-2：補足情報が防災関係機関に適時受領される。

火山活動が活発化した際、補足情報が、特別レポート、電話・無線・会議などによる直接的なコミュニケーションにより、防災関係機関に適時受領された。詳細な火山活動情報は、IG のウェブサイトにおいて提供された。

指標 5-3：防災関係機関が改善されたレポートや情報に満足する。

インタビューやアンケートの結果によれば、多くの防災関係機関が改善されたレポートや情報に、適時性、正確さ、信頼性の点において満足している。

3-2 評価結果の要約

(1) 妥当性

エクアドル国の防災政策とニーズ及び日本の対エクアドル国 ODA 政策に照らし、妥当性は高いと言える。

自然災害のリスク軽減の重要性は、現行の国家開発計画（2007～2010 年）、憲法 389 条及び 390 条、国家災害リスク軽減戦略案（2008～2013 年）において明確に掲げられており、自然災害のリスク軽減の一つの手段として災害監視システムの強化を重視している姿勢が窺われる。

一方、日本の対エクアドル国 ODA 政策における重点分野は、2005 年の政策協議により「貧困対策」「環境保全」「防災」の 3 点となっており、「防災」においては、「自然災害に対する脆弱性の緩和」となっている。したがって、防災を目的とした火山モニタリングは、日本の対エクアドル国 ODA 政策と合致している。

アプローチの適切性も高い。コトパキシ、トゥングラワ両火山は、エクアドルの数多い火山の中でも最も災害リスクの高い火山であり、これら2つの火山を対象に選んだことの妥当性は高い。日本が火山モニタリングにおいて比較優位があることから、モニタリング能力強化における協力は妥当である。

IGのカウンターパート機関としての適切性も高い。2003年に発布された大統領令3593により、IGが今後も引き続き火山モニタリング及びリスク分析を行う唯一の機関として機能する可能性が極めて高い。

(2) 有効性

実施した活動に対しては十分なアウトプットが達成されている。コトパキシ、トゥングラワ両火山における火山監視能力の向上がみられ、プロジェクト目標は達成されていると考えられる。したがって、有効性が高いと判断される。

本プロジェクトを通じて広帯域地震計や空振計などの観測機材が導入されたことにより、コトパキシ、トゥングラワ両火山の観測網から、短周期地震計では取得できなかった質の高いデータが、リアルタイムでIGにおいて取得できるようになった。プロジェクト開始前と比較してデータの質が向上したことにより、マグマの動きのプロセスの理解が進んだ。プロジェクト延長期間においては、課題となっていた本プロジェクトの供与機材を用いて取得したデータの解析に係る技術移転が進んだ。また、データの解析結果に基づいて改善された火山活動レポートや補足情報がタイムリーに送付されている。

(3) 効率性

効率性は高いと判断される。実行された投入は概ね有効に活用されている。日本側・エクアドル側共に、プロジェクトに対して適切な投入がなされた。

派遣された日本人専門家は、高い専門性を持つ適切な人材であり、期待されていた技術移転を遂行した。本邦研修は円滑に実施された。火山観測及びデータ分析に必要な技術は、本邦研修を通じてカウンターパート研究員に移転され、習得した技術はIGにおける通常業務において活かされている。

供与機材は活動に有効に活用されており、機材は技術移転に十分であった。機材の維持管理も良好で、問題があった際にはIGの機材担当者が適切に対応している。本プロジェクトにより提供された機材を完全に維持管理することができる技師が4名、技師を適切に補助することができるアシスタントが8名いる。

エクアドル側の投入では、適切な専門性を持つ十分な数のカウンターパートを配置したことが、プロジェクトのアウトプット達成に貢献した。本邦研修に参加したIGのカウンターパート2名がいずれも研修終了後にIGを離職したが、その後本邦研修に参加した別の研究員2名が円滑に活動を行っている。また、IG側は活動の円滑な実施に必要な機材・予算も提供した。

(4) インパクト

上位目標のいくつかの指標が既に達成されており、エクアドルの火山災害軽減能力の向上がみられる。したがって、インパクトは現時点で既に高いと判断される。

例えば、緊急オペレーションセンター(COEs)に代表される州・市町村レベルの防災関係機関が、火山災害も含めたリスクへの緊急計画を策定・更新し、それらの計画に沿った対応をとっている。2006年7月及び8月、2008年2月のトゥングラワ火山の噴火に際しては、IGが発信した火山情報が適時防災関係機関に受領され、各地方行政政府により発出された警報に従って危険地域のほとんどの住民が避難した。

また、コトパキシ、トゥングラワの2火山における成果に基づいて、IGが国家科学技術事務局(SENACYT)の資金による新たなプロジェクトを開始し、エクアドルの他の活火山の監視能力を強化しようとしていることから、近い将来、他の活火山の監視能力が強化される見込みも高い。

予期していなかった正のインパクトが研究面、社会面において確認された。研究面では、本プロジェクトで蓄積されたデータ及び解析結果に基づいて、トゥングラワ火山の火砕流噴火の直前に超長周期地震が発生することが判明し、火砕流噴火のメカニズムの理解が進んだこと、コトパキシ火山の超長周期地震の解析が進み、マグマシステムの理解が進んだこと、などが挙げられる。また、本プロジェクトで蓄積されたデータ及び解析結果が、火山だけでなく(活断層型地震やプレート境界型地震などの)地震の監視・解析にも貢献していることが、IGの研究者へのインタビューにより確認された。また、本プロジェクトによって得られた成果に基づいて執筆された論文が、*Journal of Volcanology and Geothermal Research* や *Eos* (米国地球物理学連合発行の科学情報誌) など国際的に権威のあるジャーナルに掲載され、IGの火山監視及び火山研究に関する国際的な地位が向上したことが特筆できる。

社会面では、防災関係機関及び住民のIGへの社会的信頼性が高まったことが挙げられる。例えば、パニョス観光協会は、かつてIGの火山活動情報が観光業に悪影響を与えることを懸念し、IGに対して強い不信感を抱いてきたが、プロジェクト活動の一環として開催された2008年11月のパニョス観光協会との懇談会を通じて、パニョス観光協会とIG間の相互理解が進んだ。

負のインパクトは、特に認められなかった。

(5) 自立発展性

自立発展性は制度面、技術面、財政面において全般的に高いと判断される。

制度的自立発展性は高い。憲法、国家開発計画、国家災害リスク削減戦略案にも表れているとおり、エクアドル政府は防災及び災害監視システムの強化を重要課題としてとらえており、大統領令 3593 において規定された火山監視、火山防災における IG の役割に変化はないと考えられる。

技術的自立発展性も次の理由から高い。(1) 広帯域地震計や空振計などの機材を含む観測点を IG 側のみに設置できるようになったこと、(2) 本プロジェクトで供与した広帯域地震計や空振計などの機材を維持・管理できる技術者 4 名、補助員 8 名、合計 12 名が機材の維持管理に従事しており、観測点・中継点が適切に点検・保守されていること (3) 運用管理マニュアルが作成・更新され、活用されていること、(4) データ取得・解析及び火山活動レポートの作成など、IG 側のみでほぼ滞りなく遂行していること、(5) 解析面においては、中心的な研究員 2 名のほか、彼らの指導の下で多くの技術者や研究生が自立的に解析を行っていること、(6) 微動解析プログラムと土石流監視プログラムを、それぞれ自動イベント検出システムに連携させたことで、前者では長周期地震の震源地とメカニズムを、後者では土石流の発生場所を自動的に推定することが可能となったこと、(7) プロジェクト終了後も、防災科学技術研究所 (NIED) との研究協力を通じて火山監視・解析にかかる専門性を継続的に向上させることが期待できることなどが挙げられる。

財政的自立発展性も概ね見込める。IG では独自に資金調達の仕事を持っており、資金源は政府からの予算配分のほか、コンサルティング業務による収入、民間企業からの寄付、国際機関による協力などがある。IG の全収入に占める本プロジェクトにより設置された観測網の維持管理費の割合は 0.01%~5% で推移している。したがって、維持管理費用については十分確保されることが期待される。また、先述した、他の活火山の監視を目的とした「IG 強化 (地震学・火山学国家サービス拡大・近代化) プロジェクト」を通じて、国家科学技術事務局 (SENACYT) から 2 年間で 900 万 US ドルの予算が配分されることになっている。ただし、経済状況の悪化に伴う将来的な予算削減の可能性については、若干懸念される。

3-3 効果発現に関する貢献要因

(1) 計画内容に関すること

なし。

(2) 実施プロセスに関すること

日本人専門家およびカウンターパートの火山モニタリング能力向上に対するモチベーションが高かったことが貢献要因のひとつとして挙げられる。日本人専門家はすべて短期専門家であり、プロジェクト実施期間中に日本人専門家が現地にはいない時期も少なからずあった。日本人専門家が不在の時期は、カウンターパート研究員と技師が、日本人専門家から移転された技術を活用して、活動を円滑に遂行した。

2006 年 11 月に実施された終了時評価において、日本側とエクアドル側によるプロジェクト運営に係る調整と進捗管理のためのメカニズムの導入が提言された。これに対して、プロジェクト延長期間において右提言のような特別なメカニズムは導入されなかったが、以前の JICA ボランティア調整事務所が JICA エクアドル支所となったことで現地でのバックアップ体制が充実したことなどにより、調整と進捗管理は円滑になった。

3-4 効果発現に関する阻害要因

(1) 計画内容に関すること

なし。

(2) 実施プロセスに関すること

2006 年 7 月から 8 月にかけて起こったトゥングラワ火山の噴火によって火山観測機材が損傷を受けたこと、無線通信障害が発生したことにより、十分な観測データが収集できなくなった。しかし、その後観測機材の修復・入れ替え等によってこれらの課題は解消され、IG においてデータが円滑に取得できるようになった。

2008 年 6 月に、トゥングラワ火山の 1 観測点の機材が盗難に遭った。ただし、幸い主要な機材が見つかったため復旧され、2009 年 4 月に盗難防止用ケージと共に再設置された。

トゥングラワ火山は 2006 年の 7 月から 8 月の噴火以降、2007 年末から火山活動が再度活発化してきており、火山灰により太陽光パネルの発電ができずに、2007 年 12 月から 2008 年 2 月にかけて、観測が一時的に中断することがあった。

3-5 結論

2006 年 11 月の終了時評価以降、活動はほぼ順調に実施され、アウトプット及びプロジェクト目標も達成された。上位目標についても指標の多くが既に達成されている。評価 5 項目の観点からの評価結果についても、「妥当性」、「有効性」、「効率性」、「インパクト」が高いと判断され、「自立発展性」は財政面において世界的な経済危機などの影響に若干の不安はあるものの概ね高いと判断される。以上の点から、プロジェクト

は適切であり、所期の目標が達成されたことから、計画どおり 2009 年 4 月末日にプロジェクトを終了することが妥当である。

3-6 提言

(1) キャパシティ・ディベロップメントの継続

IG は、組織的なキャパシティ・ディベロップメントの観点から、研究員をできるだけ長期に雇用することが望ましいが、ある程度の人員交替は不可避である。したがって、本プロジェクトを通じてカウンターパートが獲得した技術や知識を、組織内で十分に共有・普及しておくことで、人員交替に際しても技術や知識の継承を組織として確保することが望まれる。また、日本や海外の大学・研究機関との共同研究や研究交流プログラムを通じて、火山研究の前進に努めると同時に、火山のモニタリング・分析にかかる専門的能力を継続的に向上させていくことが望まれる。

(2) 機材の維持管理及び更新

IG は、関係機関と協力して、設置された観測機材の盗難防止策も含め、火山モニタリング・分析システム及び機材を適切に維持する必要な措置を取るべきである。また、火山モニタリング・分析システムの継続性を保持するため、本プロジェクトで供与された機材の更新に備えて、予算計画・機材運用計画を作成するべきである。

(3) 火山情報の普及

中央・地方の防災関係機関、地方の自主防災組織、及び危険地域の住民の火山災害リスクに対する更なる理解を促進するため、IG は今後も火山モニタリング・分析を通じて得た科学的情報や知識を広く普及する努力を継続すべきである。

(4) 火山防災の実施

火山災害を軽減するため、国家リスク管理技術局 (STGR) や火山災害危険地域の地方自治体による災害リスク管理や緊急対応に係る対策を、さらに強化するべきである。

3-7 教訓

本プロジェクトの経験を通じ、類似の他案件にも適用されると考えられる教訓は以下のとおりである。

(1) IG と防災科学技術研究所 (NIED) の研究協力は、IG の火山研究を前進させ、本プロジェクトの目標達成に貢献した。研究機関との技術協力においては、技術移転だけではなく、科学研究の前進を促進するような仕組みを組み込むことにより、研究者であるカウンターパートのモチベーションを高め、結果的にプロジェクト目標の達成にも貢献する。

(2) 自然災害モニタリングや防災に係る技術協力においては、モニタリング機関の科学者とコミュニティーや防災関係機関との平時からの緊密なコミュニケーションが、緊急時において情報を適時に、直接、分かりやすく伝達するために重要である。このことが災害の軽減につながる。

Summary of Terminal Evaluation

I. Outline of the Project	
Country: Republic of Ecuador	Project Title : Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity
Issue/Sector: Disaster management	Cooperation Scheme : Technical Cooperation Project
Division in charge : Disaster Management Division II, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department	Total cost (tentative value at the time of this evaluation) : 334 million Japanese Yen
Period of Cooperation	(Original) from May 1, 2004 to April 30, 2007
	(Extension) from May 1, 2007 to April 30, 2009
	Partner Country's Implementation Organization : Geophysical Institute - Department of Geophysics (IG), National Polytechnic University (Instituto Geofísico - Departamento de Geofísica, Escuela Politécnica Nacional)
	Supporting Organization in Japan : National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED)
1-1 Background of the Project	
<p>In the Republic of Ecuador, one of the most important issues is the reduction of volcanic disasters. In July 2002, the Government of Ecuador (GoE) made an official request to the Government of Japan for the technical cooperation related to volcano monitoring in Ecuador. Based on this request, in May 2004, Japan International Cooperation Agency (JICA) initiated the "Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity" (hereinafter referred to as "the Project") in cooperation with the Geophysical Institute - Department of Geophysics (IG), National Polytechnic University (Instituto Geofísico - Departamento de Geofísica, Escuela Politécnica Nacional) as the implementing organization.</p> <p>Before the planned project period ended on April 30, 2007, JICA dispatched an evaluation team in November 2006 in order to confirm the achievement of the Project so far, and discuss the actions to be taken for the rest of the project period. As a result of the evaluation study, it turned out that the Project had not achieved its purpose because some activities could not have been implemented due to the volcanic eruption of Tungurahua Volcano and subsequent damages to the volcano monitoring network of the Project, which made it impossible to collect sufficient monitoring data for technical transfer of data analysis. Therefore, it was recommended to extend the project period for two years from May 1, 2007 to April 30, 2009 in order to fully achieve the project purpose. Based on this recommendation, the Record of Discussions (R/D) for the extension was signed in April 2007. Before the extended project period ended on April 30, 2009, JICA carried out a final evaluation again from April 13 to May 1, 2009.</p>	
1-2 Project Overview	
(1) Overall Goal	
To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.	
(2) Project Purpose	
To enhance the capacity of volcano monitoring at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.	
(3) Outputs	
<ol style="list-style-type: none"> 1. IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes. 2. IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes. 3. IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions. 4. The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports. 5. Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention. 	
1-3 Inputs	
<Japanese side>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Short-term experts: 15 experts in the following areas were dispatched: seismic observation, seismic analysis, leader of installation of seismic observation system, volcanic disaster management, and project finalization. 2. Trainees received in Japan: 4 counterparts (five trainings) were trained in Japan for volcanic observation and data analysis. 	

3. Provision of equipment: Equipment equivalent to approx. 225,311,000 Japanese Yen was provided.
The cost of dispatching engineers for installation of the equipment was also covered.
4. Local operational cost: The Japanese side provided a part of necessary local expenses for carrying out the activities of the Japanese experts.
- The total amount of the expenses of the Project including the dispatch of the Japanese experts and installation engineers, counterpart trainings, provision of equipment and local cost is about 334 million Japanese Yen.
- <Ecuadorian side>**
1. Counterpart personnel: 31 persons were assigned as counterparts of Japanese experts
 2. Local cost: Ecuadorian side covered the costs equivalent to 406,582.39 US Dollars

II. Evaluation Team

Members of Evaluation Team	<p><Japanese side></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Leader: Mr. Shinichi MASUDA, Director, Disaster Management Division II, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA 2) Project Evaluation: Mr. Ichiro SATO, Senior Program Officer, Disaster Management Division II, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA 3) Evaluation Analysis: Ms. Junko MIURA, Researcher, Social Development Department, Global Link Management Inc. 4) Interpreter: Ms. Aki HIGUCHI, Japan International Cooperation Center (JICE) <p>Note: Dr. Hiroyuki Kumagai (Senior Researcher, Earthquake Research Department, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention) was dispatched to Ecuador as a short-term expert of the Project, and assisted in the evaluation study.</p> <p><Ecuadorian side></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Joint evaluator: Dr. Minard Hall, Professor, IG 2) Joint evaluator: Mr. Marco Eduardo Montesdeoca Freire, Risk Management Official, Risk Management Unit, Tungurahua 	
-----------------------------------	--	--

Period of Evaluation	From April 13, 2009 to May 1, 2009	Type of Evaluation : Terminal Evaluation
-----------------------------	------------------------------------	---

III. Results of Evaluation

3-1 Achievement

<Project Purpose>

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

Indicator: The quality of the volcanic activity information to organizations for disaster prevention is improved

The Project Purpose, which is to enhance the monitoring capacity at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes, was achieved. The volcano monitoring network of the Project is properly functioning and generating real-time observation data, which are used for advanced analyses. As a result, IG improved volcanic activity reports as well as supplementary information, and issued them timely. For instance, at the time of the eruption of Tungurahua Volcano on August 16, 2006, IG predicted the eruption by analyzing the data in comparison with those of the eruption observed in July 2006. Accordingly, volcanic activity information was sent from IG to organizations for disaster prevention, at least, nine hours before the pyroclastic flows occurred, which greatly contributed to saving many lives.

<Outputs>

Output 1: IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.

Indicator 1-1: The data of volcanic activity including long-period and very-long-period events are acquired on a real time basis at the Institute.

The data of volcanic activity including long-period and very-long-period events have been acquired on a real time basis at IG. The counterpart researchers and technicians became capable of handling real-time data and of solving troubles of the monitoring networks. Due to the saturation of 2.4GHz band at several sections of the data transmission, telemeter equipments were replaced with the new equipments for 5GHz band in the period between June and July 2008 at the IG base station, six repeater sites, and one observation station at Cotopaxi Volcano. This replacement solved the data transmission problem and enabled IG to receive data smoothly.

Output 2: IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.

Indicator 2-1: Continuous volcanic activity data are systematically monitored, and locations of the events are determined.

Volcanic activities of Cotopaxi and Tungurahua have been monitored by using continuous data from the monitoring networks, and locations of events were determined. An automatic system to detect volcano seismic events was introduced, and the volcanic activities are systematically monitored at the both volcanoes.

Indicator 2-2: Continuous data are stored, and wave forms are systematically catalogued.

Continuous data from both the Cotopaxi and Tungurahua monitoring networks have been stored, and wave forms have been systematically catalogued. A database for seismic event data was developed.

Output 3: IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.

Indicator 3-1: Two investigators are capable of more advanced quantitative analyses of long-period and very-long-period events and associated signals. Two other investigators can conduct same analyses under the guidance of the two investigators.

Two researchers trained in Japan became capable of more advanced quantitative analyses of long-period and very-long-period events and associated signals. In addition, two other researchers and five research students became capable of the quantitative analyses under the supervision of the two researchers trained in Japan. Based on the research results, the counterpart researchers published research papers and made presentations at international conferences.

Indicator 3-2: Capacity of analyzing other data is enhanced.

The counterpart researchers became capable of analyzing tremor signals associated with lahars.

Output 4: The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.

Indicator 4: Results of the analyzed data including long-period and very-long-period events are written in the volcanic activity reports.

Results of the data analyses including long-period and very-long-period events were written in volcanic activity reports.

Output 5: Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.

Indicator 5-1: Improved volcanic activity reports are regularly received by organizations for disaster prevention.

Improved regular and special volcanic activity reports were received by approximately one hundred fifty organizations for disaster prevention by e-mail or fax.

Indicator 5-2: Supplemental information is timely received by organizations for disaster prevention.

When there were active volcanic activities, supplemental information was timely received by organizations for disaster prevention through IG's special reports and more direct communication such as telephone conversations, wireless communication, and meetings. Detailed volcanic activity information was provided through the website of IG.

Indicator 5-3: Organizations for disaster prevention are satisfied with the improved reports and information.

Many organizations for disaster prevention near the volcanoes are satisfied with the improved reports and information of IG in terms of their timeliness, preciseness, and reliability, according to interviews and questionnaire survey.

3-2 Implementation Process

Since November 2006, after the previous evaluation study was conducted, the activities of the Project were carried out smoothly. Installation of the equipments at the two observation stations at Tungurahua Volcano, which had been suspended due to active volcanic activities, was completed in July 2008. In addition, the data transmission problem was solved by replacing the radio transmission equipments. This enabled IG to receive data smoothly. Although the equipments of one station at Tungurahua Volcano were stolen in June 2008, these were eventually recovered and reinstalled with security cages in April 2009. All the activities including data acquisition, accumulation and analysis were implemented smoothly in general, although data acquisition was temporarily affected by external factors such as

pyroclastic flows and ash falls from Tungurahua Volcano.

The project team managed the Project properly based on Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operations (PO). The previous terminal evaluation report in 2006 recommended that both Japanese and Ecuadorian sides should introduce a mechanism for managing and monitoring the Project. Although a special mechanism for project management and monitoring was not additionally introduced, JICA Ecuador Office was upgraded from the Volunteer Coordination Office in 2007, and has played a more significant role to manage and monitor the project operations. This greatly contributed to the effective management and monitoring of the Project.

Although two counterpart researchers had left IG by the time of the previous terminal evaluation, two other researchers trained in Japan became capable of data acquisition, accumulation and analyses. After the previous terminal evaluation, none of the counterpart researchers left IG.

Both Japanese and Ecuadorian sides implemented the Project with high motivation. Communication between Japanese experts and Ecuadorian counterparts was generally good.

3-2 Summary of Evaluation Results

(1) Relevance

Relevance is high. This project has a high compatibility with the policy and needs of GoE in disaster management as well as the Official Development Assistance (ODA) policy of the Government of Japan (GoJ) for Ecuador.

The importance of the disaster reduction and disaster monitoring is stated in the National Development Plan for 2007-2010, Article 389 and 390 of Constitution, and the draft National Strategy for Disaster Risk Reduction for 2008-2013.

The three priority areas in the ODA policy of GoJ for Ecuador are poverty reduction, environmental protection, and disaster prevention, which were agreed at the Economic Assistance Policy Dialogue in 2005. Therefore, volcano monitoring for disaster prevention has a high compatibility with the ODA policy of GoJ for Ecuador.

Appropriateness of the approach taken by the Project was high. It was appropriate to select Tungurahua and Cotopaxi Volcanoes as the monitoring targets, whose disaster risks were the highest in Ecuador. As Japan has a comparative advantage in the volcano monitoring technologies, the cooperation in enhancing volcanic monitoring capabilities was highly relevant.

The appropriateness of IG as the counterpart organization was high. It is highly possible that IG will continue to be the only organization in Ecuador for volcano monitoring and risk analysis as designated by the President's Order 3593, which entered into force in 2003.

(2) Effectiveness

Effectiveness is high. Outputs have been achieved sufficiently as a result of the activities carried out. As the capacity of monitoring Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes has been enhanced by the Project, it is judged that the project purpose has been achieved.

The equipments such as broadband seismometers and microphones made possible for IG to obtain high quality real-time data from the Cotopaxi and Tungurahua monitoring networks, which could not have been obtained by short-period seismometers. The improved data quality led to the better understanding of the magmatic processes of the volcanoes. During the project extension period, the technical transfer of data analysis using the equipment provided through this Project has made a significant progress. Volcanic activity reports based on the analysis results have been timely sent to organizations for disaster prevention.

(3) Efficiency

Efficiency is high. The inputs provided by the Project have been almost fully utilized. Both Japanese and Ecuadorian sides provided adequate inputs to the Project.

The Japanese experts had strong commitment and advanced expertise, and carried out the expected technical transfer. Training in Japan was also effectively implemented. Through training courses in Japan, skills and techniques necessary for volcanic observation and data analysis were transferred to counterpart researchers, and they have been applying the skills and techniques to their routine work at IG.

The equipments supplied by the Project were well utilized for carrying out the activities. All the equipments supplied were adequate for the technical transfer. Operation and maintenance of the equipments have been good, and 4 technicians and 8 field assistants have been properly operating and maintaining the equipments.

The Ecuadorian side allocated sufficient number of personnel with adequate expertise. Although two counterpart researchers left IG after the counterpart training in Japan, two other counterpart researchers who also received counterpart training in Japan have been carrying out the project activities. The Ecuadorian side has also provided equipments and budget necessary for the project activities, which facilitated the smooth implementation of the Project.

(4) Impact

As some indicators of the Overall Goal have already been fulfilled, the enhancement of the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador has been observed. Therefore, the impact of the Project is high at this point.

For example, the organizations for disaster prevention in counties and provinces, represented by the Centers for Emergency Operations (COEs), formulated and updated disaster management guidelines, i.e. contingency plan for risks including volcanic disasters, and took actions in line with the guidelines. In case of the eruptions of Tungurahua Volcano in July and August 2006, and February 2008, IG timely issued special reports and information to organizations for disaster prevention, and most of the endangered residents evacuated following the alerts by the local administrations.

Furthermore, building upon the achievement of the Project, IG started a new project funded by the National Secretariat of Science and Technology (SENACYT) to strengthen the monitoring capacity of other active volcanoes in Ecuador. Therefore, it is highly expected that the capacity of monitoring of other active volcanoes will be improved in the near future.

Unexpected positive impacts were observed in the research and social aspects.

In research aspect, it is noteworthy that the discovery of very-long-period events before eruptions accompanying pyroclastic flows at Tungurahua Volcano led to the better understanding of the eruption mechanism. It is also worth mentioning that the magmatic processes have been better understood by the analyses of very-long-period events at Cotopaxi Volcano. Based on the observation data and analysis results acquired through the project activities, academic papers dealing with Tungurahua and Cotopaxi Volcanoes were published in prestigious international journals such as "Journal of Volcanology and Geothermal Research" and "Eos Transactions of the American Geophysical Union", which contributed to a higher international reputation of IG in the field of volcano monitoring and research.

In social aspect, the enhancement of the social reliability of IG was observed. For example, the mutual understanding between the Baños Tourism Association and IG was improved by a meeting between them in November 2008 that was held as a part of project activities, despite the fact that the association had been hostile to IG because tourism business owners thought the volcanic activity information of IG would affect their business.

No negative impact was recognized so far.

(5) Sustainability

Sustainability is high in all the political, technical and financial aspects. The Ecuadorian government policy promoting volcanic disaster prevention through enhancement of volcano monitoring will be maintained. It is highly possible that the President's Order 3593 designating IG as the only organization in Ecuador for volcano monitoring and risk analysis will be maintained.

Technical sustainability is high. IG has incorporated the acquired skills and techniques by the Project in the routine work ranging from data acquisition to information dissemination. Furthermore, the development of the automatic system to analyze seismic signals and the compilation of the operation manual contributed to the enhancement of the technical sustainability. As there are four technicians who can fully operate and maintain the equipments provided by the Project and eight field assistants who can assist the technicians properly, sustainability in terms of the operation and maintenance of equipment and monitoring network is judged high. It is also expected that the counterpart researchers can continuously update their expertise in volcano monitoring and analysis through the research collaboration agreement with NIED.

Financial sustainability is generally high. IG's funding sources include budget allocation from the government; contributions from private sectors; support from international organizations; and income from consulting services. Therefore, it is highly expected that the maintenance and operation costs will be secured. Furthermore, the government approved a budget (nine million USD) for a new project of IG to enhance the earthquake and volcano monitoring capabilities in Ecuador. Some uncertainties remain in the government funding of this new project due to effects of the current economic crisis.

3-3 Factors that promoted the realization of project effects

(1) Factors concerning to Planning

None.

(2) Factors concerning to the Implementation Process

One of the factors that promoted realization of effects was that the Japanese experts and counterpart researchers had high motivation for enhancing the volcano monitoring capacity. Because only short-term experts were dispatched to the Project, there were many periods when Japanese experts were absent in IG. During the absence of the Japanese experts, the counterpart researchers and technicians carried out the project activities on their own, utilizing the skills transferred by the Japanese experts.

The previous terminal evaluation report in 2006 recommended that both Japanese and Ecuadorian sides should introduce a mechanism for managing and monitoring the Project. Although a special mechanism for project management and monitoring was not additionally introduced, JICA Ecuador Office was upgraded from the Volunteer Coordination Office in 2007, and has played a more significant role to manage and monitor the project operations. This greatly contributed to the effective management and monitoring of the Project.

3-4 Factors that impeded the realization of project effects

(1) Factors concerning to Planning

None.

(2) Factors concerning to the Implementation Process

The destruction of volcano monitoring equipment by the eruptions of Tungurahua Volcano between July and August 2006, and data transmission failures due to saturation of the frequency band greatly affected data collection. However, these problems were solved afterwards by rehabilitating and replacing the equipment, and IG is able to obtain monitoring data smoothly now.

The equipments of one station at Tungurahua Volcano were stolen in June 2008, but these were eventually recovered and reinstalled with security cages in April 2009.

The observation was tentatively suspended between December 2007 and February 2008 because the solar panel could not generate power due to accumulating ashes from Tungurahua Volcano.

3-5 Conclusions

The Project was implemented smoothly in the extension period of the Project. Outputs have been fully produced as expected, and the Project Purpose has been achieved. Some indicators for the Overall Goal have also been met. Therefore, the Project should be completed at the end of April 2009 as planned.

3-6 Recommendations

(1) Continuation of capacity development

Although it is desirable for IG to retain its staff members on a long-term basis from the perspective of institutional capacity development, a certain extent of turnover of personnel is inevitable. Therefore, IG should prepare for it by promoting internal knowledge and technology transfer among its personnel, particularly for those skills and techniques acquired through the Project. Furthermore, IG should keep updating its expertise in volcanic monitoring and analysis as well as exploring scientific advancement of volcano research through joint research and research exchange programs with Japanese and other overseas universities and research institutions.

(2) Maintenance and replacement of the equipments

IG, in cooperation with related authorities and organizations, should take necessary measures to appropriately maintain the volcano monitoring and analysis system and its component equipments, including anti-theft measures for the equipments installed in the field. IG should also make a fiscal and operational plan for the replacement of the equipments provided through the Project, in order to ensure the continuity of the volcano monitoring and analysis system.

(3) Outreach activities

Further to its previous efforts, IG should broadly disseminate scientific information and knowledge, acquired through the volcano monitoring and analysis, to promote better understanding of the risks of volcanic disasters among central and local organizations for disaster prevention, local risk management groups, and residents in high-risk zones.

(4) Implementation of volcanic disaster management

In order to reduce volcanic disasters, volcano monitoring of IG has to be combined with risk management and emergency response that must be strengthened by Technical Secretariat of Risk Management and local administrations in volcanic high-risk zones.

3-7 Lessons Learned

(1) The research collaboration between IG and NIED advanced IG's volcano research, which contributed to the achievements of the Project. Therefore, for a technical cooperation project with a research institution, a mechanism to promote scientific advancement will enhance the motivation of counterparts and, thus, contribute to achievements of the project.

(2) For a technical cooperation project for natural hazard monitoring and disaster reduction, close contact during normal time (in non-emergency situations) between the scientists of the natural hazard monitoring institution and the local communities/organizations for disaster prevention is important in order to provide information directly and timely in simple language, which contributes to disaster reduction.

第1章 評価調査の概要

1-1 終了時評価調査の経緯

エクアドル共和国は、アンデス山脈の山麓に位置し、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（添付資料 21）。こうした火山の麓の災害危険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¹。

エクアドルにおける 11 の活火山のモニタリングは、国立理工科大学の地球物理研究所（Instituto Geofísico : IG、以下 IG）の地震部門の火山性地震観測セクションにより実施されている²（組織図は添付資料 23）。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指定されており、モニタリングを実施している 11 のすべての火山についてハザードマップを作成しており³、エクアドルにおける火山防災に対しても大きな役割を果たしている（トゥングラワ火山およびコトパキシ火山のハザードマップは添付資料 22 のとおり）。かつて、IG による火山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のデータを取得し、そのデータをもとに IG が火山活動レポートを作成して防災関係機関へ定期的に発信するという体制が組まれていた。

しかしながら、IG が設置していた地震計は短周期の地震波のみをとらえるものであり、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かった。そのため、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かった。各防災関係機関がより適切な災害軽減対策を取れるよう、火山活動レポートを改善し発信することが必要であった。こうした理由から、火山活動をより正確に把握するため、長周期の地震波を観測することのできる広帯域地震計、及び空振計の導入と、リアルタイムのデータの収集システム、それによって得られる定量的なデータの解析技術の導入が急務であった。

こうした状況のもと、2002 年 7 月、エクアドル国政府から日本政府に対し、火山モニタリングに関する技術協力の要請がなされた。これを受けて、2004 年 5 月、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency : JICA）は、IG をカウンターパートとして「火山監視能力強化プロジェクト」を開始した。

2007 年 4 月 30 日にプロジェクトが終了するにあたり、JICA では、これまでの実績を確認し、残るプロジェクト期間の対応を協議するため、2006 年 11 月に終了時評価調査団を派遣した。同調査の結果、2006 年の 7 月から 8 月にかけて発生したトゥングラワ火山（2 つの観測対象火山のひとつ）の噴火によってプロジェクトで設置した火山モニタリング機器が被害を受け、火山観測データの解析技

¹ 2004 年の推計で、コトパキシ火山周辺の災害危険地域に 10 万人、トゥングラワ火山周辺の災害危険地域に 2 万人（計 12 万人）が暮らしているとのことである。当該地域の人口増加率が年 2% であることから、2009 年現在、約 13 万 2 千人と推計される。また、トゥングラワ火山の麓にはバニョスなどの観光保養地があることから、週末や観光シーズンにはトゥングラワ火山周辺地域の人口は 5 万～7 万人に膨れ上がるとのことである。

² IG 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。IG は組織図のとおり、火山・地震・技術・総務の 4 部門から構成される。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の火山性地震観測セクションにより行われている。

³ 事前評価時（2004 年）にはハザードマップの作成対象は 10 火山だった。

術指導に必要なデータが収集できなくなったことから、2007年5月1日から2009年4月30日まで2年間延長し、火山モニタリングネットワークを復旧し完成させるとともに、同ネットワークにより取得されるデータを用いて解析技術を指導することにより、プロジェクト目標の完全な達成を目指すべきとの提言がなされ、同提言を受けて、2007年4月に延長に係る討議議事録が署名された。2009年4月30日にプロジェクトの延長期間が終了するにあたり、2009年4月13日から4月25日にわたり、益田信一（国際協力機構地球環境部水資源・防災グループ防災第二課長）を団長とする終了時評価調査団が派遣された。

1-2 終了時評価の目的

終了時評価の目的は以下の通りである。

- 1) プロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix : PDM）及び活動計画（Plan of Operation : PO）に基づき、プロジェクトの投入実績、活動実績、成果達成度、プロジェクト目標達成度を確認する。
- 2) 評価5項目（妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性）の観点から、プロジェクトの評価を行う。
- 3) プロジェクト終了後の対応方針等について提言を行うとともに、類似の技術協力案件への教訓を抽出する。

1-3 調査団の構成と調査期間

本終了時評価団のメンバーは以下のとおりである。

<日本側>

益田信一（団長・総括）	国際協力機構地球環境部水資源・防災グループ防災第二課長
佐藤一朗（協力評価）	国際協力機構地球環境部水資源・防災グループ防災第二課
三浦順子（評価分析）	グローバルリンクマネジメント社会開発部研究員
樋口安紀（通訳）	財団法人日本国際協力センター

注：終了時評価団員ではないが、防災科学技術研究所（National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention : NIED）地震研究部主任研究員の熊谷博之氏も、調査団と同時期に短期専門家として派遣され、終了時評価調査に協力した。

<エクアドル側>

Dr. Minard Hall	国立理工科大学地球物理研究所（IG）研究員
Mr. Marco Eduardo Montesdeoca Freire	トゥングラワ州リスク技術管理部 職員

合同評価報告書、調査日程、面談者リストは、添付資料2、3、4のとおりである。

1-4 対象プロジェクトの概要

プロジェクトの概要は以下の通りである。詳細は添付資料5のPDM（Version 2, 2007年4月25日更新）を参照。

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。

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。

アウトプット：

アウトプット 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及び超長周期地震波データを含む火山活動のデータがリアルタイムで取得できるよう IG の能力が改善する。

アウトプット 2

コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期及び超長周期地震波のデータを含む火山活動データを適正に処理、蓄積できるよう IG の能力が改善する。

アウトプット 3

IG の噴火の前兆の解析能力が高まる。

アウトプット 4

解析結果が適切に火山活動レポートに記述される。

アウトプット 5

改善された火山活動レポートと補足情報が防災関係機関により適切に受領される。

1-5 エクアドルにおける火山・防災体制の概要

エクアドルでは、これまで国家防災局（Defensa Civil）が防災（主に緊急対応）に関する中核機関であった。しかし、災害リスクの軽減ならびに緊急事態及び災害により総合的に対応する組織をつくる必要があるとして、2008 年 4 月、大統領令 1046-A（添付資料 18）により、国内外安全保障調整省（Ministerio Coordinador de Seguridad Interna y Externa: MCSIE）に所属する機関として、国家リスク管理技術局⁴（Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos: STGR）が防災に関する中核機関となった。これにより、国家リスク管理技術局は、国家防災局の全ての権限、機能等を引き継ぐこととなった⁵。添付資料 19 のとおり、現行の国家防災システムは大統領をトップとし、国家科学技術事務局（Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología: SENACYT）、国内外安全保障調整省（MCSIE）、国家リスク管理技術局（STGR）、科学技術委員会⁶、国防省、警察、消防、州および市⁷防災会議などから構成され、このシステムは次のように運用されている。科学技術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、STGR ならびに関係する州・市の防災会議（委員会）に連絡がなされる。科学技術委員会は様々な機関によって構成されているが（添付資料 20）、火山に関してはその監視を行っている IG が中心的な役割を果たしている。緊急時には緊急オペレーションセンター（Centro de Operaciones Emergentes: COE）と呼ばれる緊急委員会が、国、州および市レベルで災害の規模に応じて招集され

⁴ 国家リスク管理技術局の過去 1 年間の予算は 600 万ドルである。

⁵ 大統領令 1046A 第 3 条によれば、旧国家防災局のボランティアとして活動してきた有志は、今後国家リスク管理技術局のボランティアとして活動すると書かれているが、パニョスなど地方においては、ボランティアは未だ自らを国家防災局のボランティアとして認識しており、中央レベルの決定と地方の実態が異なる可能性がある。

⁶ 国家リスク管理技術局の一部。

⁷ スペイン語の Canton は「郡」とも訳されるが、当該報告書では「市」と表記することとする。

る。COE を招集するのは、国レベルでは国家リスク管理局（旧：国家防災局）、州レベルでは州防災会議、市レベルでは市防災会議である。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の決定などである。

第2章 評価の方法

2-1 評価の手法

本評価調査は、JICA のプロジェクト・サイクル・マネージメント (Project Cycle Management : PCM) の評価手法を用いて実施した。PCM を用いた評価は、①プロジェクトの諸要素を論理的に配置した PDM に基づいた評価のデザイン、②プロジェクトの実績を中心とした必要情報の収集、③「妥当性」「有効性」「効率性」「インパクト」「自立発展性」の評価 5 項目の観点（後述）からの収集データの分析、④分析結果からの提言・教訓の導出、という流れからなっている。PDM の概要については、次のとおりである。

上位目標	達成されたプロジェクト目標による貢献が期待される長期の開発目標
プロジェクト目標	プロジェクトの終了時までには達成されることが期待される中期的な目標であり、「ターゲットグループ」への具体的な便益やインパクト
アウトプット	プロジェクト目標を達成するためにプロジェクトが実現しなければならない、短期的かつ直接的な目標
活動	アウトプットの目標を達成するために投入を効果的に用いて行う具体的な行為
指標	プロジェクトのアウトプット、目標及び上位目標の達成度を測るもので、客観的に検証できる基準
指標データ入手手段	指標を検証するためのデータ・ソース
外部条件	各レベルの目標を達成するために必要な条件であるが、プロジェクトではコントロールできない条件
前提条件	プロジェクトを開始するために必要な条件
投入	プロジェクトの活動を行うのに必要な人員・機材・資金など

調査にあたっては、カウンターパート、プロジェクト専門家、機材設置技師、及び防災関連機関担当者に対するアンケート調査とインタビューを行い、プロジェクトで設置した施設の視察を行った。これに基づき、合同評価チームが実績を確認し、後述する 5 項目評価に基づいて評価を行い、提言・教訓を取りまとめた。

2-2 評価基準

本評価調査における評価 5 項目の定義は次の通りである。

妥当性	プロジェクト目標及び上位目標の妥当性を、エクアドル政府開発政策・ニーズ、日本の政府開発援助 (Official Development Assistance : ODA) 政策との整合性の観点から検討する。
有効性	プロジェクトのアウトプットの達成の度合い、及びアウトプットがプロジェクト目標の達成度にどの程度結びついているかを検討する。
効率性	プロジェクトの投入から生み出される成果の程度は、タイミング、質、量の観点から妥当であったかどうかを分析する。
インパクト	プロジェクトが実施されたことにより生じる波及効果の正・負の効果を、当初予期しなかった効果も含め検討する。
自立発展性	協力終了後、プロジェクトによってもたらされた成果や効果が持続されるか、あるいは拡大されていく可能性があるかどうかを予想するために、政策的 (制度的) 側面、財政的側面、技術的側面からプロジェクトの自立発展性を見込みを考察する。

2-3 評価のデザイン

評価のデザインを策定するにあたり、討議議事録、PDM、事前評価調査報告書、実施協議調査報告書、専門家報告書、その他プロジェクト関連文書等に基づき、評価項目案を作成した。評価項目は、評価分析団員が、評価調査団及びプロジェクト関係者との協議を経て確定されたものである。主な評価項目は、次に示すとおりである。評価グリッドの詳細は添付資料 6 のとおりである。

5 項目その他の基準	評価設問	
	大項目	小項目
実績の検証	投入の実績は予定通りか。	エクアドル側
		カウンターパートとスタッフの配置
		資機材の提供
		ローカルコスト
		日本側
		専門家派遣
		資機材の供与
		カウンターパート研修
		ローカルコスト支援
	アウトプットは達成されているか。	アウトプット 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及び超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 IG の能力が改善する。
	アウトプット 2：長周期及び超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 IG の能力が改善する。	
	アウトプット 3：IG の噴火の前兆の解析能力が高まる。	
	アウトプット 4：解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。	
	アウトプット 5：改善した火山活動レポートと補足情報が防災関係機関に適切に受領される。	
	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。	
	エクアドルにおける火山災害軽減能力が向上する。	
実施プロセスの検証	活動の進捗状況は予定通りか。	活動は予定通り行われたか。
		活動の進捗に影響を与えた要因は何か。
	モニタリングは適切に実施されているか。	実施・運営体制は適切か。
		モニタリングの仕組みは適切か。
		PDM の修正は適切に行われたか。
		外部条件の変化に応じた対応は行われたか。
		JICA 本部・在外事務所はモニタリング機能を適切に果たしたか。
	専門家とカウンターパートとの関係は適切か。	専門家とカウンターパートのコミュニケーションは円滑に行われたか。
		問題が生じた際に適切な解決方法がとられたか。
	相手国実施機関のオーナーシップは高いか。	カウンターパートのイニシアティブは高いか。
IG はプロジェクトに対しどのような関わり方をしたか。		
プロジェクト実施に際し十分な予算配分を行ったか。		
	プロジェクト実施に際し適切な人員配置を行ったか。	
防災関係機関との連携	防災関係機関との連携はより強化されたか。	
1. 妥当性	上位目標とプロジェクト目標は日本と相手国の政策及びターゲットグループのニーズと整合しているか。	1.1 エクアドル国の開発計画に照らした上位目標とプロジェクト目標の妥当性
		1.2 エクアドル国のニーズに照らした上位目標とプロジェクト目標の妥当性

	るか。	1.3 日本の ODA 政策に照らした上位目標とプロジェクト目標の妥当性
		1.4 手段としての適切性
2. 有効性	プロジェクトの実施により、期待される効果が得られているか。プロジェクトは有効であるか。	2.1 プロジェクト目標の達成度
		2.2 各アウトプットのプロジェクト目標達成との関連性
		2.3 活動・アウトプット・プロジェクト目標の関係の適切性・論理性
		2.4 外部条件の影響
3. 効率性	投入の規模、時期、コスト、効果は適切であったか。	3.1 日本側投入の適切性
	投入はどのように活用され管理されたか。	3.2 エクアドル国側投入の適切性
	アウトプットは十分達成されているか。	3.3 投入の活用度
		3.4 プロジェクト運営管理体制
		3.5 アウトプットの達成度
		3.6 外部条件の影響
4. インパクト	プロジェクト実施の効果はあるか。	4.1 上位目標達成の見込み
	予期しないインパクトが見られたか。	4.2 上位目標の達成に対するプロジェクトの貢献度
	外部条件の影響を受けたか。	4.3 予期しなかった正のインパクト
		4.4 予期しなかった負のインパクト
		4.5 外部条件の影響
5. 自立発展性	プロジェクトの便益は今後も持続するか。	5.1 政策的（制度的）側面
		5.2 財政的側面
		5.3 技術的側面
	自立発展性に関する貢献要因・阻害要因は何か。	5.4 貢献要因・阻害要因

上記評価グリッドに基づき、アンケートを作成しインタビューを行った。評価グリッドの各項目に対する結果を添付資料 7 に、専門家・カウンターパート用質問票および集計結果を添付資料 8 に、防災関係機関用アンケートの結果を添付資料 9 に示す。

第3章 プロジェクト実績

3-1 投入実績

日本側、エクアドル側は、討議議事録及びPDMに基づき、以下の投入を行った。

日本側

(1) 専門家派遣

地震観測、地震解析、観測網構築総括、火山防災、プロジェクト総括の分野で日本人専門家を派遣した。詳細は添付資料10の通り。

(2) 本邦研修

IGの4名(延べ5名)を対象に本邦研修を実施した。詳細は添付資料11のとおり。

(3) 機材供与・技師派遣

観測用機材等総額225,311千円の機材供与を行った。機材供与一覧は添付資料12の通り。また、機材に関連し、設置に伴う技師派遣費用を負担した。

(4) プロジェクト関係費用

日本人専門家の活動に必要な経費の一部を支出した。

なお、日本人専門家派遣、カウンターパート研修、機材供与・技師派遣を含め、本プロジェクトに支出した費用の詳細は333,925千円であり、添付資料13のとおり。

エクアドル側

(1) カウンターパート

IGは研究員、技師、総務など合計31名のカウンターパートを配置した。うち、データ解析・全体調整15名、機材担当16名である。詳細は添付資料14のとおり。

(2) ローカルコスト

観測点・中継点の設置に必要な人件費及び車両・馬・ラバを提供した。その他プロジェクトのために負担した費用の合計は406,582.39ドルである。詳細は添付資料13のとおり。

3-2 活動の実績

PDM Version 2及びPOに基づき活動が実施されたことが確認された。詳細は以下のとおりである。

活動実績

	活動項目	活動実績
アウトプット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及び超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IGの能力が改善する。		
1-1	火山観測機材を設置する。	<p>2006年7月に、コトパキシ火山については5点すべての観測点の設置が完了した。</p> <p>トゥングラワ火山については、予定していた5点のうち3点（BRUN、BCUS、Bmas）が2006年7月に日本側とIGの協力により設置された。しかし、2006年7月14日及び8月16日の噴火による被害で3点のうち2点（BCUSとBmas）が使用できなくなった。2006年9月と2007年8月⁸に、エクアドル側で、プロジェクトにより供与された機材を用いて2観測点（BPATとBMAS）を設置し、観測点は3点となった。2008年6月～7月、日本側とIGの協力により、2観測点（BBIL、BULB）と1中継点（Tablon）が設置され、予定していたすべての5観測点が設置された。</p> <p>2008年6月に、トゥングラワ火山のBPAT観測点の機材が盗難の被害に遭ったが、付近に隠されていた主要機材が発見され、2009年4月に盗難防止用ケージと共に再設置された。</p>
1-2	火山観測機材を適正に維持する。	IGだけで適切な維持管理を行っている。
1-3	火山観測機材を適正に操作する。	IGだけで操作を適切に行っている。
アウトプット2：コトパキシ火山及びトゥングラワ火山において長周期及び超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IGの能力が改善する。		
2-1	長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データの処理が可能なソフトウェアを開発する。	<p>長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データの処理が可能なソフトウェアを開発した。</p> <p>また、長周期及び超長周期地震波を含む火山性地震の震源地とメカニズムを推定できる自動検出システムを開発した。</p> <p>さらに、土石流監視のプログラムも自動イベント検出システムと連携させて、自動的に火山性土石流（ラハール）の発生場所を推定できるシステムを構築した。</p>
2-2	データ処理の訓練を行う。	生データのバックアップ及びデータベース作成のためのプログラミングに関する指導を行った。
2-3	処理されたデータの集計、蓄積を行う。	コトパキシ・トゥングラワ火山とも、データの集計・蓄積を行っている。
アウトプット3：IGの噴火の前兆の解析能力が高まる。		
3-1	データ解析の訓練を行う。	短期専門家による現地での指導、及び日本における研修を通じて、定量解析技術（震源決定、波形インバージョン、土石流監視など）の訓練を行った。
3-2	データ解析に基づき火山活動の解釈をする。	訓練を受けた研究員及びその研究員から技術移転を受けた研究員が、データ解析結果に基づき火山活動の解釈を行っている。
アウトプット4：解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。		
4-1	火山活動レポートの技術的に改善すべき点を明確にする。	火山活動レポートの技術的に改善すべき点、例えば震源決定の改善やイベントの詳細な分類などを明確にした。

⁸ 評価会においては2007年5月にBMASが設置されたとの情報がIGより提供され、合同評価報告書にはその旨が記載されたが、その後同年8月に設置されたことが確認された。

4-2	火山活動レポートを技術的な側面で改善する。	火山活動レポートに、改善された震源決定やイベントの詳細な分類などが記載されるようになった。
アウトプット 5：向上した火山活動レポートと補足情報が防災関係機関で適切に受領される。		
5-1	火山活動レポート・情報を提供する防災関係機関を類型化する。	約 150 の防災関係機関が、火山活動レポート・情報を送付する機関としてメーリングリストに登録されている（添付資料 24）。主な機関は、中央・地方行政府、軍、防災関係機関、民間企業、マスコミ、大使館、国際機関等。
5-2	火山活動レポート・情報の内容が防災関係機関にとって理解しやすいよう改善点を明らかにする。	一連の火山防災セミナーが開催された（添付資料 15）。火山防災の日本人専門家により火山情報の普及における改善点が示された。
5-3	5-2 に基づいて火山活動レポート・情報を改善する。	防災関係機関が理解しやすいよう、火山活動の技術面に偏らない要約を火山活動レポートに入れるようにした。さらに技術的な情報は、専門用語の解説と共に IG のウェブサイトにおいて提供している。
5-4	火山活動レポートと補足情報を防災関係機関に定期的を送付する。	IG は、トゥングラワ火山の日刊・特別レポートを、コトパキシ火山の週刊・特別レポートをメーリングリストのすべての機関に送付している。また、メールアドレスがない機関にはファクスで送付している。日刊・週刊・月刊・特別レポートはすべて IG のウェブサイト上で公開している。 また IG は、電話や無線、会合など、地方政府や防災関係機関、マスコミと必要に応じ直接コミュニケーションをとっている。

3-3 アウトプットの実績

各アウトプットの実績は以下のとおりである。

アウトプット 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及び超長周期地震波データを含む火山活動のデータがリアルタイムで取得できるよう IG の能力が改善する」

	指標	終了時評価時点の結果
1-1	長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データが IG においてリアルタイムで取得される。	長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データが IG においてリアルタイムで取得されている。 カウンターパートの研究員及び技師が、リアルタイムデータの取り扱い、及び観測網の問題解決ができるようになった。 一部の通信区間における 2.4GHz の周波数帯の通信飽和状態が起り、データ通信障害が発生していたため、2008 年 6～7 月に、5GHz 用の無線機材への入れ替えが行われた。対象となったのは、IG 基地、無線中継点 6 カ所（Shincholagua, Clirsen, Putzulagua, Pilisurco, Iguata, Loma Grande）、及びコトパキシ火山の BMOR 観測点である。この入れ替えにより、通信障害は解消され、IG においてデータが円滑に取得できるようになった。

アウトプット 2：

「長周期及び超長周期地震波のデータを含む火山活動データを適正に処理、蓄積できるよう IG の能力が改善する」

	指標	終了時評価時点の結果
2-1	連続的な火山活動データが系統的に監視され、火山活動の発生源が決定される。	コトパキシ・トゥングラワ火山とも、観測網からの連続的な火山活動データにより監視され、火山活動の発生源が決定されている。 自動イベント検出システムが両火山に導入され、火山活動が系統的に監視されている。
2-2	連続データが蓄積され地震の波形データがデータベース化される。	両火山とも、取得された連続データは蓄積され、波形データは系統的に保存されている。イベントデータについては、データベース化のためのシステムが構築された。

アウトプット 3 :

「IG の噴火の前兆の火山活動の解析能力が高まる」

	指標	終了時評価時点の結果
3-1	長周期や超長周期地震波や関連する兆候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。この 2 人の研究員の指導の下で同様の解析ができる研究員が、2 人育成される。	本邦研修に参加した研究員 2 名が、長周期や超長周期地震波や関連する兆候の解析についてより高度な定量解析をできるようになった。また、ほかの研究員 2 名、研究生 5 名も、本邦研修参加者の指導のもとで定量解析ができるようになった。 なお、本プロジェクトの成果に基づいて、添付資料 16 の通り、様々な論文や国際学会において発表が行われている。
3-2	その他の観測データの解析能力が高まる。	カウンターパート研究員が火山性土石流（ラハール）に関連した微動シグナルを分析できるようになった。

アウトプット 4 :

「解析結果が適切に火山活動レポートに記述される」

	指標	終了時評価時点の結果
4	長周期及び超長周期地震波を含むデータ解析結果が火山活動レポートに記載される。	長周期及び超長周期地震波を含むデータ解析結果が火山活動レポートに記載された。

アウトプット 5 :

「向上した火山活動レポートと補足情報が防災関係機関により適切に受領される」

	指標	終了時評価時点の結果
5-1	改善された火山活動レポートが定期的に防災関係機関に受領される。	改善された定期・特別火山活動レポートが、メールまたはファクスにて約 150 の防災関係機関に受領されている。
5-2	補足情報が防災関係機関に適時受領される。	補足情報が、特別レポート、電話・無線・会議などによる直接的なコミュニケーションにより、防災関係機関に適時受領された。詳細な情報は、IG のウェブサイトにおいて提供された。
5-3	防災関係機関が改善されたレポートや情報に満足する。	インタビューやアンケートの結果によれば、多くの防災関係機関が改善されたレポートや情報に、適時性、正確さ、信頼性の点において満足している。

3-4 実施プロセス

前回の終了時評価が実施された2006年11月以降、プロジェクトは全体的に円滑に実施された。課題となっていたトゥングラワ火山の2観測点（BBIL及びBULB）への機材の設置も2008年7月に完了した。無線障害も無線機材の入れ替えにより解消され、IGにおいてデータが円滑に取得できるようになった。2008年6月に、トゥングラワ火山の1観測点の機材が盗難に遭ったが、幸い観測点付近に隠されていた主要な機材が見つかったため復旧され、2009年4月に盗難防止用ケージと共に再設置された。なお、トゥングラワ火山は2006年の7～8月の噴火以降、2007年末から火山活動が再度活発化してきており、火山灰により太陽光パネルの発電ができずに、2007年12月から2008年2月にかけて、観測が一時的に中断することがあった。

以上のとおり、機材の盗難やトゥングラワ火山の火山灰などの外部条件の影響のため、一部データの取得に欠損があるものの、全体的にはデータの取得、蓄積、解析が進み、解析結果が火山活動レポートに記述されている。また、火山活動レポートの改善も進み、改善された火山活動レポートが防災関係機関に定期的及び随時受領され、活用されている。このことは、2006年の終了時評価において提言された、データの取得・解析から防災関係機関への情報発信までの一連の作業のルーティン化が進んだことを示している。また、これまでの地道な啓発活動に加えて、防災関係機関及び自治体に対する火山情報の活用方法を理解してもらうための普及活動もIGによって各地域において実施され、防災関係機関との連携がより強化された。

プロジェクト実施にあたっては、適宜PDM及びPOを参照し、計画に基づいた適切な運営を行ってきたと言える。2006年の終了時評価において、日本側とエクアドル側による、プロジェクト運営に係る調整と進捗管理のためのメカニズムの導入が提言された。これに対して、プロジェクト延長期間において提言のような特別なメカニズムは導入されなかったが、調整と進捗管理は以前と比較して円滑になったことが、日本人専門家及びカウンターパートへのアンケート・インタビューにより明らかになった。調整と進捗管理が円滑になった理由として、延長前のような大きな技術的な問題が生じなかったこと、日本人専門家が派遣毎にカウンターパートと各アウトプットの活動計画策定と進捗の確認を行ったこと、JICAボランティア調整事務所がJICAエクアドル支所となったことで現地でのバックアップ体制が充実したことなどが挙げられる。

なお、2006年の終了時評価時点までにIGのカウンターパート2名が離職したが、その後別の研究員2名がデータ取得、蓄積、解析を遂行できるようになっている。また、2006年の終了時評価以降、IGのカウンターパートの離職者はなかった。

日本側・エクアドル側とも、強い意欲を持ってプロジェクトを遂行した。また、日本側専門家とエクアドル側カウンターパートのコミュニケーションは、概ね良好であった。機材設置のために派遣された一部の技師の英語力が十分でなかったことにより、意思疎通が円滑でなかったケースがあったが、双方で図や辞書を用いたり、複数の作業チームを作る際には組み合わせを工夫し、特にプロジェクト延長期間においては日本語・スペイン語の現地雇用通訳を配置するなどした結果、カウンターパートは機材設置・動作に必要な技術を十分に習得した。

3-5 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標の指標である「各防災関係機関に提供する火山活動情報の質が向上する」は達成されており、コトパキシ及びトゥングラワ火山における火山監視能力の向上は達成されたと言える。

本プロジェクトで設置したすべての観測網が機能しており、データがリアルタイムで取得され、より正確な解析がなされている。この結果、IGの火山情報レポートおよび補足情報（無線、電話などによる情報発信も含む）が、プロジェクト開始当初に比べより正確な内容となり関係機関に適時発信されている。2006年7月にトゥングラワ火山に観測点が設置され、その直後の7月14日に噴火が発生し、設置した観測網が噴火の前の微動データを捉えることに成功した。2006年8月16日のトゥングラワ火山の噴火の際には、7月に噴火した際の微動データと比較することにより火山活動が活発化していることがわかり、火砕流発生（18時頃）の少なくとも9時間以上前に、火砕流を伴う大規模な噴火の発生を予測し、トゥングラワ火山周辺の市長らに電話で直接詳細な状況を伝えることができた。添付資料25のとおり、IGは、9時半にリョバンバ市長、正午頃にペニーペ市長、ペリレオ市長、バニョス市長、セバージョス市長、国家防災局と連絡をとり、さらにこれらの市が住民に対して避難勧告を发出し火砕流の発生前に避難させたことで、犠牲者の数を最小限に抑えることに貢献した（避難勧告に従わなかった住民や逃げ遅れた住民5人が火砕流の犠牲となったが、数千人が避難により助かった）。

3-6 上位目標の達成の見込み

上位目標「エクアドルの火山災害軽減能力が向上する」の指標のいくつかが既に達成されており、残りの指標についても3～5年以内に上位目標が達成される見込みが非常に高い。

指標1-1については、トゥングラワ火山の危機的状況を含む様々な自然災害に対する適切な措置を規定する緊急計画が、市レベルの防災関係機関により策定・更新された事例が確認された。例えば、バニョス市の緊急オペレーションセンター（Centro de Operaciones Emergentes: COE）は2000年に初めて緊急計画を策定し、毎年更新している。また、ペリレオ市のCOEも2005年に初めて緊急計画を策定し、必要に応じて更新している。どちらのCOEも策定・更新の際には、IGの技術的支援を受けている。

指標1-2については、防災関係機関へのインタビュー調査により、いくつかの自治体において右緊急計画に規定された措置をとったことが確認された。例えば、バニョス市においては、2007年～2009年の2年間に住民への避難訓練が7回実施された。また、地方政府機関であるカサ・コトパキシは、チージョス・バレーの火山災害リスクを軽減するために、家族ごとの避難訓練、ボランティア用研修、リスク調査、住民を連れてのIGへの視察、子供向けの啓発用ゲーム作成など様々な活動を実施した。

指標1-3については、防災関係機関へのアンケートやインタビュー調査結果によれば、（IGが火山リスクについて提供した情報に基づいて）地方政府や防災関係機関が実施した啓発活動を通じて、両火山周辺の住民が火山の潜在的リスクに対してより強い意識を持ち、適切な行動をとれるようになっている。実際に、2006年8月の噴火の際には、IGが発信した情報に基づいて发出された防災関係機関の警戒警報にしたがい、住民3～4千人が避難することができたと言われている。この事実は、IGの火山監視能力の向上と防災関係機関との協力により火山災害軽減に貢献できたことを示すものである。

指標2「他の活火山の監視能力が向上する」については、現在IGは、本プロジェクトの成果に基づいて、国家科学技術事務局（SENACYT⁹）の協力を得て、2008年末から「IG強化（地震学・火山

⁹ SENACYT: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología

学国家サービス拡大・近代化)プロジェクト¹⁰)を実施しており、コトパキシ及びトゥングラワ火山以外の、ピチンチャ、レベンタドール、アンティサナ、チンボラソ、ガラパゴスなどの活火山の監視を強化しようとしている¹¹。したがって、このプロジェクトが円滑に実施されれば、IGのコトパキシ・トゥングラワ火山以外に対する火山監視能力が高まると期待される。

指標3「火山情報の伝達システムが改善する」については、IGから防災関係機関への火山活動レポートや補足情報の発信状況、防災関係機関から住民への情報伝達が改善している。「プロジェクト目標の達成度」で述べたとおり、普段から防災関係機関と緊密な連携を保持することで、2006年8月のトゥングラワ火山噴火における非常時においても、火山活動情報を防災関係機関に適時・効果的に発信し、犠牲者の数を最小限(数千人が避難により助かったのに対し、犠牲者は5人)に抑えることができ、災害軽減に貢献したと言える。地方政府はIGからの情報に基づいて、警戒警報を発出している。近年、緊急の際には、バニョス、ペリレオ、セバージョス、ペニーペなどの市長が警戒警報発出にかかる意思決定に必要な詳細な火山活動情報を入手するため、IGに直接電話連絡するケースが増加している。このような状況に鑑み、地方政府が迅速な意思決定をできるようになることを目的として、IGはトゥングラワ州のリスク管理技術局と協力してトゥングラワ山の火山活動レベルを示す「活動インデックススケール」の作成を検討している¹²(添付資料26)。また、IGは2005年以降、ウェブサイトを通じてタイムリーな火山活動情報を提供している。

なお、指標1-1から1-3はいずれもプロジェクト目標である「火山監視能力の向上」のみでは達成できないものであるため、改訂PDMにおいて、プロジェクト目標から上位目標達成への外部条件として、「防災関係機関がIGから発信する火山レポート・情報を活用する」、「防災関係機関が火山の潜在的リスクに対する住民の意識を高めるための活動を行う」が追加された。これに対して、防災関係機関へのアンケート調査によれば、多くの機関が、前者に対しては「情報を十分活用している」、後者に対しては研修・避難訓練などの活動を行ったことが確認された。

¹⁰ 西語名は、“Fortalecimiento del Instituto Geofísico: Ampliación y Modernización del Servicio Nacional de Sismología y Vulcanología (Programa Nacional de Sismología y Vulcanología)”。2年間で900万USドルの予算を計上している。

¹¹ 今後2年間に、ピチンチャ、レベンタドール、アンティサナ、チンボラソ、カヤンベなどには3~4カ所、ガラパゴス諸島には6カ所、その他の火山にも1カ所程度、広帯域地震計を設置することを計画している。

¹² IGによれば、このようなスケールはコトパキシや他の火山に対してもそれぞれの状況に応じて検討することが可能とのことである。

第4章 評価5項目に基づく評価結果

4-1 妥当性

エクアドル国の防災政策とニーズ、及び日本の対エクアドル国 ODA 政策に照らし、妥当性は高いと言える。

エクアドル国において、火山災害は、エルニーニョに伴う気象災害、地震、洪水、土砂崩れと並んで自然災害の中でも大きな脅威となっている。火山災害軽減においては、被害の前に必要なアクションをとれるようにするリスク管理の強化が課題であり、リスク管理で重要な鍵となる火山監視能力の向上をプロジェクト目標とした本プロジェクトは妥当性が高いと言える。

エクアドル国における 2007 年から 2010 年の国家開発計画（Plan Nacional de Desarrollo）では、掲げられた 12 の一般目標の 4 番目が「健全且つ持続可能な環境を促進し、水、大気及び土壌へのアクセスを保証する」となっている。この目標には、具体的指標 4-10「自然災害が発生する前にリスクを軽減する効率的かつ大胆な制度を国家レベル及び地域レベルで導入・実施すること」が掲げられ、さらにその指標を達成する一つの効果的手段として、「早期警戒のための監視システムの構築」が明記されている。

また、2008 年 9 月、災害のリスク管理に関する条文がエクアドル史上初めて憲法¹³に明記された。新憲法の 389 条及び 390 条には、国家・地域・地方レベルのいかなる公共機関・民間企業もリスク管理ユニットを設置すること、原則として自治体がリスク管理に対する責任を負い、その自治体の能力が十分でない場合、より大きな単位の自治体が必要な支援を行うとしている（添付資料 17）。

2008 年 7 月には、国家災害リスク軽減戦略（2008～2013 年）案が、国家防災局に代わって設立された国家リスク管理技術局（STGR）により策定され、2009 年 5 月頃に最終案が策定される予定である。

以上のとおり、自然災害のリスク軽減の重要性は、現行の国家開発計画、憲法、国家災害リスク軽減戦略において明確に掲げられており、自然災害のリスク軽減の一つの手段として監視システムの強化を重視している姿勢が窺われる。また、国家防災局から国家リスク管理技術局に組織改編が行われたが、火山を含めて自然災害のリスク軽減を重視する政策には変更はない¹⁴。

一方、日本の対エクアドル国 ODA 政策における重点分野は、2005 年 7 月の政策協議により「貧困対策」「環境保全」「防災」の 3 点となっており、「防災」においては、「自然災害に対する脆弱性の緩和」となっている。したがって、防災を目的とした火山モニタリングは、日本の対エクアドル国 ODA 政策と合致している。

アプローチの適切性も高い。コトパキシ、トゥングラワ両火山は、エクアドルの数多い火山の中でも最も災害リスクの高い火山である。特にトゥングラワ火山では 2006 年 7 月から 8 月及び 2008 年 2

¹³ 2008 年 9 月 28 日の国民投票により承認された。

¹⁴ ただし、地方事務所の設置など、新組織の整備にはまだ時間がかかることが予測される。また、これまで連携体制を構築してきた国家防災局地方事務所の職員がそのままリスク管理技術局の職員として勤務している場合もあるが、ラタクンガのように担当者が入れ替わり、連携体制を再構築するのに時間がかかるケースもあるとのコメントがカウンターパートから聞かれた。

月に大規模な噴火が起り、2008 年後半から活動が活発化していること、コトパキシ火山は、過去の記録によれば現在噴火の起きる周期にあたっていることで、これら 2 つの火山を対象に選んだことの妥当性は高い。日本には活火山が多く、火山モニタリングにおいて比較優位があることから、モニタリング能力強化における協力は妥当である。

IG のカウンターパート機関としての適切性も高い。2003 年に発効した大統領令 3593 により、IG がエクアドル政府のために火山モニタリング及びリスク分析を行う唯一の機関として機能する可能性が極めて高い。

4-2 有効性

実施した活動に対しては十分なアウトプットが達成されている。コトパキシ火山、トゥングラワ両火山における火山監視能力の向上がみられ、プロジェクト目標は達成されていると考えられる。したがって、有効性が高いと判断される。

本プロジェクトを通じて広域地震計や空振計などの観測機材が導入されたことにより、コトパキシ、トゥングラワ両火山の観測網から、短周期地震計では測定できなかった高品質なリアルタイムデータが、IG において取得できるようになった。プロジェクト開始前に比較してデータの質が向上したことにより、マグマの動きの理解が進んだ。プロジェクト延長期間においては、課題となっていた本プロジェクトにより供与された機材を用いて取得したデータの解析に係る技術移転が進んだ。また、データの解析結果に基づいて改善された火山活動レポートや補足情報のタイムリーな送付や、自治体及び防災関係機関への一連の防災啓発活動等により、IG への信頼性が高まった。さらに、このことにより、自治体などとのコミュニケーションがより緊密になり、自治体及び防災関係機関により IG が発信する火山活動情報が十分に活用されるようになった。

プロジェクトの活動に影響を与えた外部要因として、以下 3 点が挙げられる。1) トゥングラワ火山の噴火により機材が破損し、2 観測点を使用できなくなったこと、2) 同火山の 1 観測点の機材が盗難の被害に遭ったこと（のちに復旧済み）、3) 同火山の火山灰により太陽光パネルの発電ができずに観測が一時的に中断したこと、などが挙げられる。ただし、これらの問題は後に解決され、当初目指していたアウトプットが達成されている。

4-3 効率性

効率性は高いと判断される。実行された投入は概ね有効に活用されている。日本側・エクアドル側共に、プロジェクトに対して適切な投入が提供された。

派遣された日本人専門家は、高い専門性を持つ適切な人材であり、期待されていた技術移転を遂行した。日本人専門家はすべて短期専門家であり、プロジェクト実施期間中に日本人専門家が派遣されていない時期もあった。日本人専門家が不在の時期は、カウンターパート研究員と技師は、日本人専門家・技師より移転された技術を活用して、活動を円滑に遂行した。また、2004 年に IG と防災科学技術研究所（NIED）が締結した「火山災害軽減に関する共同研究（Collaboration in the mitigation of volcanic hazards）」協定により、短期専門家が派遣されていない期間でも、専門家が同研究所の研究員の立場で遠隔でカウンターパートのサポートを行った。なお、短期専門家が派遣される度に、研究者及び研究生など 30 名程度を対象にデータ解析に係る講義が行われており、さらに多くの関係者に技術移転されていると言える。

本邦研修は円滑に実施された。火山観測及びデータ分析に必要な技術は、本邦研修を通じてカウンターパート研究員に移転され、習得した技術は IG における通常業務において活かされている。

供与機材は活動に有効に活用されており、機材は技術移転に十分であった。機材の維持管理も良好で、問題があった際には IG の機材担当者が適切に対応している。具体的には、本プロジェクトにより提供された機材を完全に維持管理することができる技師が 4 名、技師を適切に補助することができるアシスタントが 8 名いる。設置しなかった機材については、IG で噴火等に備え予備として保管しており、保管状況は良好である。2006 年の終了時評価において指摘された、無線機材の 2.4 ギガヘルツ (GHz) 帯の通信飽和状態によりデータが送信できなくなった問題については、2008 年 6~7 月に機材の入れ替えを行い、解決された。

エクアドル側の投入では、適切な専門性を持つ十分な数のカウンターパートを配置したことが、プロジェクトのアウトプット達成に貢献した。本邦研修に参加した IG のカウンターパート 2 名がいずれも研修終了後に IG を離職したが、その後本邦研修に参加した別の研究員 2 名が円滑に活動を行っている。2006 年の終了時評価以降、カウンターパートに離職者はなく、カウンターパートの数は若干増加している。

また、IG 側は活動の円滑な実施に必要な機材・予算も提供した。特に、中継点・観測点の設置にあたり、IG 側が負担した技能労働者や荷役は、適切な設置に効果的であった。

4-4 インパクト

上位目標のいくつかの指標が既に達成されており、エクアドルの火山災害軽減能力の向上がみられる。したがって、インパクトは現時点で既に高いと判断される。

例えば、緊急オペレーションセンター (COEs) に代表される州・市・村レベルの防災関係機関が火山災害も含めたリスクへの緊急計画を策定・更新し、それらの計画に沿った対応をとっていることが挙げられる。具体的には、2006 年 7 月及び 8 月、2008 年 2 月のトゥングラワ火山の噴火に際して、IG が発信した火山情報が定期的かつ適時防災関係機関に受領され、各地方行政府により発された警戒にしたがって危険地域のほとんどの住民が避難したことなどが挙げられる。

また、コトパキシ、トゥングラワの 2 火山に関する成果に基づいて、IG が国家科学技術事務局 (SENACYT) の資金によるプロジェクトを開始し、エクアドルの他の活火山の監視能力を強化しようとしていることから、近い将来、他の活火山の監視能力が強化される見込みも高い。

予期していなかった正のインパクトが研究面、社会面において確認された。研究面では、本プロジェクトで蓄積されたデータ及び解析結果に基づいて、トゥングラワ火山の火砕流噴火の直前に超長周期地震が発生することが分かり、火砕流噴火のメカニズムの理解が進んだこと、コトパキシ火山の超長周期地震の解析が進み、マグマシステムの理解が進んだこと、などが挙げられる。また、本プロジェクトで蓄積されたデータ及び解析結果が、火山だけでなく (活断層型地震やプレート境界型地震などの) 地震の監視・解析にも貢献していることが、IG の研究者へのインタビューにより確認された。また、本プロジェクトによって得られた成果に基づいて執筆された論文が、*Journal of Volcanology and Geothermal Research* や *Eos*¹⁵ など国際的に権威のあるジャーナルに掲載されたことで、IG の火山監視及び火山研究に関する国際的な地位が向上したことが特筆できる。この背景には、本プロジェクトに

¹⁵ アメリカ地球物理連合発行。

よって観測機材が設置され、データ取得・解析能力が向上したことのほか、IG と NIED の間の「火山災害軽減に関する共同研究」協定に基づいて、解析結果を活用した研究協力を行っていることがある。また、本プロジェクトの成果が周辺国に共有・普及された事例として、2008 年 1 月にコロンビア及びチリから各 3 名を招聘して開催した火山監視国際セミナーが挙げられる。右セミナーを契機として、本プロジェクトの活動に関する各国の研究者の理解が深まると共に、連携を深めていくことで合意が得られた。また、2008 年 11 月にはチリで JICA が実施している地震観測プロジェクトの技術者 1 名を受け入れ、同国の火山監視能力強化に少なからず貢献した。

社会面では、防災関係機関及び住民の IG への社会的信頼性が高まったことが挙げられる。例えば、バニョス観光協会は、IG の火山活動情報が観光業に悪影響を与えることを懸念し、IG に対して強い不信感を抱いてきたが、2008 年 11 月のバニョス観光協会との懇談会を通じて、バニョス観光協会と IG 間の相互理解が進んだことが挙げられる¹⁶。IG がこれまで地道に取り組んできた研究や地元に着した防災活動が結実した結果と言える。また、2008 年 11 月の一連の火山防災セミナーを通じて、IG が発信する情報やハザードマップの質が火山監視における先進国のものに劣らないということが、カサ・コトパキシなど防災関係機関の職員・ボランティアによって理解されるようになった。同機関が、詳細な火山情報については IG のウェブサイトを見るよう推奨するチラシ（添付資料 29）を配布するようになったことも、IG の社会的信頼性が向上した証左と言える。また、2008 年には、ペリレオ市長より IG に対して感謝状が贈られている。さらに、防災関係機関や危険地域の住民による IG へのスタディ・ツアーの頻度も年々高くなっている。

また、予期していなかった正のインパクトとして、日本とエクアドル国の協力が、新聞やテレビなどマスメディアを通じて一般の人々に知られるようになったことも挙げられる。

負のインパクトは、現時点で特に認められない。

4-5 自立発展性

自立発展性は制度面、技術面、財政面において全般的に高いと判断される。

制度的自立発展性は高い。憲法、国家開発計画、国家災害リスク削減戦略案にもあらわれているとおり、エクアドル政府は防災及び監視システムの強化を重要課題としてとらえており、また、大統領令 3593 条において規定された火山防災における IG の役割に変化はないと考えられる。さらに、火山モニタリングは、プロジェクト終了後も引き続き IG の地震部門の火山性地震観測セクションが担当していくことが確認されている。

技術的自立発展性も以下の理由から高い。(1) 広域地震計や空振計などの機材を含む観測点を IG 側のみで設置できるようになったこと、(2) 本プロジェクトによって設置された観測点・中継点が適切に点検・保守されていること（添付資料 27）、および、本プロジェクトで供与した広域地震計や空振計などの機材を完全に維持・管理できる技術者が 4 名、補助員が 8 名、合計 12 名が機材の維持管理に従事していること、(3) 運用管理マニュアルが作成・更新され、IG 側に活用されていること、(4) データ取得・解析及び火山活動レポートの作成など、IG 側のみでほぼ滞りなく遂行していること、(5) 解析面においては、研究員 2 名のほか、研究員 2 名の指導のもと多くの技術者や研

¹⁶ 1999 年のトゥングラワ火山活動活発化に際して強制避難の大統領令が発令されたが、実際には災害が起こらなかったことにより、地元観光業者は IG に対する誤解から強い不信感を抱くようになっていた。

研究生が共に解析を行っていること、(6) 微動解析プログラムと土石流監視プログラムを、それぞれ自動イベント検出システムに連携させたことで、前者では長周期地震の震源地とメカニズムを、後者では土石流の発生場所を自動的に推定することが可能となったこと、(7) プロジェクト終了後も、防災科学技術研究所（NIED）との研究協力を通じて火山監視・解析にかかる専門性を継続的に向上させることも期待されることなどが挙げられる。

財政的自立発展性も概ね見込める。IG では独自に資金調達の仕組みを持っている。資金源は政府からの予算配分のほか、コンサルティング業務による収入、民間企業からの寄付、米州開発機構（BID）、フランスの開発研究所（IRD）などの国際機関による協力である。添付資料 28 のとおり、IG の全収入に占める本プロジェクトにより設置された観測網の維持管理費の割合は 0.01%～5% で推移している。したがって、維持管理費用については十分確保されることが期待される。また、先述した、他の活火山の監視を目的とした「IG 強化（地震学・火山学国家サービス拡大・近代化）プロジェクト」に関しては、国家科学技術事務局（SENACYT）から 2 年間で 900 万 US ドルの予算が配分されている。ただし、経済状況の悪化に伴う将来的な予算削減の可能性については、若干懸念される。

4-6 結論

2006 年 11 月の終了時評価以降、活動はほぼ順調に実施され、アウトプット及びプロジェクト目標は達成された。上位目標についても指標の多くが既に達成されている。評価 5 項目の観点からの評価結果についても、「妥当性」、「有効性」、「効率性」、「インパクト」が高いと判断され、「自立発展性」は財政面において世界的な経済危機などの影響に若干の不安はあるものの概ね高いと判断される。以上の点から、プロジェクトは適切であり、所期の目標が達成されたことから、計画どおり 2009 年 4 月末日にプロジェクトを終了することが妥当と判断される。

第5章 提言と教訓

5-1 提言

以上の評価結果に基づき、プロジェクト終了後の提言は以下のとおりである。

1) キャパシティ・ディベロップメントの継続

IG は、組織的なキャパシティ・ディベロップメントの観点から、研究員をできるだけ長期に雇用することが望ましいが、ある程度の人員交替は不可避である。したがって、本プロジェクトを通じてカウンターパートが獲得した技術や知識を、組織内で十分に共有・普及しておくことで、人員交替に際しても技術や知識の継承を組織として確保することが望まれる。また、日本や海外の大学・研究機関との共同研究や研究交流プログラムを通じて、火山研究の前進に努めると同時に、火山のモニタリング・分析にかかる専門的能力を継続的に向上させていくことが望まれる。

2) 機材の維持管理及び更新

IG は、関係機関と協力して、設置された観測機材の盗難防止策も含め、火山モニタリング・分析システム及び機材を適切に維持する必要な措置を取るべきである。また、火山モニタリング・分析システムの継続性を保持するため、本プロジェクトで供与された機材の更新に備えて、予算計画・機材運用計画を作成するべきである。

3) 火山情報の普及活動

中央・地方の防災関係機関、地方の自主防災組織、及び危険地域の住民の火山災害リスクに対する更なる理解を促進するため、IG は今後も火山モニタリング・分析を通じて得た科学的情報や知識を広く普及する努力を継続すべきである。

4) 火山防災の実施

火山災害を軽減するため、国家リスク管理技術局（STGR）や火山災害危険地域の地方自治体による災害リスク管理や緊急対応に係る対策を、さらに強化するべきである。

5-2 教訓

本プロジェクトの経験を通じ、類似の他案件にも適用されると考えられる教訓は以下のとおりである。

1) IG と防災科学技術研究所（NIED）の研究協力は、IG の火山研究を前進させ、本プロジェクトの目標達成に貢献した。研究機関との技術協力においては、技術移転だけではなく、科学研究の前進を促進するような仕組みを組み込むことにより、研究者であるカウンターパートのモチベーションを高め、結果的にプロジェクト目標の達成にも貢献する。

2) 自然災害モニタリングや防災に係る技術協力においては、モニタリング機関の科学者とコミュニティーや防災関係機関との平時からの緊密なコミュニケーションが、緊急時において情報を適時に、直接、分かりやすく伝達するために重要である。このことが災害の軽減につながる。

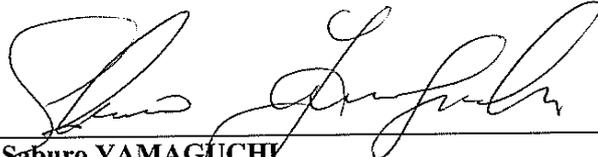
RECORD OF DISCUSSIONS
BETWEEN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
AND
AUTHORITIES CONCERNED OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR
ON
THE EXTENSION OF
JAPANESE TECHNICAL COOPERATION PROJECT FOR
“ENHANCEMENT OF THE VOLCANO MONITORING CAPACITY IN ECUADOR”

With regard to the extension of Japanese technical cooperation on the Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity Project in Ecuador (hereinafter referred to as ‘the Project’) based on the Record of Discussions signed on 2 March 2004, Saburo YAMAGUCHI, Resident Representative of Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as ‘JICA’) Ecuador Office held a series of discussions with the authorities concerned of Ecuador, in accordance with the conclusions of the Joint Evaluation by a Japanese team and Ecuadorian conducted in November 2006.

As a result of the discussions, both sides agreed to recommend to their respective Governments the modification of extending the Project period of the Japanese technical cooperation for the Project in conformity with the lines described in the document attached hereto

This Record of Discussions is prepared in both languages of English as official and Spanish as translation. In case of any discrepancy in interpretation, the English text shall prevail.

Quito, 25 April 2007



Mr. Saburo YAMAGUCHI
Resident Representative
Japan International Cooperation Agency Ecuador Office
Japan International Cooperation Agency
Japan

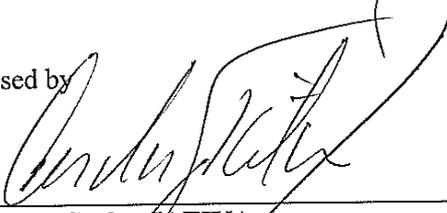


Ing. Alfonso ESPINOSA
President
National Polytechnic University
Republic of Ecuador



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

witnessed by



Emb. Carlos JATIVA
Executive Director
Ecuadorian Institute of International Cooperation
Ministry of Foreign Affairs
Republic of Ecuador

THE ATTACHED DOCUMENT

I. Extension of the Project Period

The project period will be extended for 2 years from 30 April 2007 to 30 April 2009.

II. Master Plan of the Extension Period

The Project will be implemented in accordance with the Master Plan as given in ANNEX I and Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") as attached in ANNEX II.

III. Project Design Matrix

The Revised Project Design Matrix will be approved as shown in ANNEX II by both Japanese and Ecuadorian side.

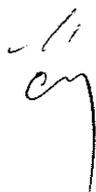
IV. Dispatch of Japanese Experts

The Government of Japan will provide the services of the experts as listed in ANNEX III.

V. Others

All matters other than those mentioned above will be treated in the same manner as prescribed in the Articles of the Record of Discussions signed in Quito on 2 March 2004.

ANNEX I	Master Plan including the Extension Period
ANNEX II	Revised Project Design Matrix
ANNEX III	List of Japanese Experts and Plan of Operation



ANNEX I MASTER PLAN**1. Project Title:**

Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity

2. THE IMPLEMENTING ORGANIZATION

The implementing organization is the Geophysical Institute/Department of Geophysics, National Polytechnic University (hereinafter referred to as "IG"). The Project will be implemented keeping close coordination with disaster prevention authorities concerned, especially the Ecuadorian Civil Defense.

3. Project Period:

May 1 2004 to April 30 2009

4. Target area:

Areas subject to the influence of the eruption of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes

5. Target Group:

Experts and Technicians at IG and staff at organizations for disaster prevention in the area of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes

6. Overall Goal:

To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.

7. Project Purpose:

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

8. Outputs:

- 1 IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.
- 2 IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.
- 3 IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.
- 4 The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.
- 5 Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.

9. Activities:

- 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 analyzing.
- 3-2 To interpret the volcanic activity based on the analyses.

- 4-1 To identify technical points to be improved in the volcanic activity reports.
- 4-2 To improve the volcanic activity reports in technical aspects.

- 5-1 To categorize organizations to provide volcanic reports and information.
- 5-2 To identify points for the better understanding of the contents of the volcanic activity reports and information among organizations for disaster prevention.
- 5-3 To improve the volcanic activity reports and information based on the points in 5-2.
- 5-4 To send regular volcanic activity reports and supplemental information to organizations for disaster prevention.

ANNEX II Revised Project Design Matrix

Revised Project Design Matrix (Draft for revision after 20/Jan/2004)
 Project Title: Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity
 Project Period: May 1, 2004 to April 30, 2009
 Date: 25 April 2007
 Ver. 2
 Target area: Areas subject to the influence of the eruption of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes
 Target Group: Experts and Technicians at IG and staff at organizations for disaster prevention in the area of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicator	Means of Verification	Important Assumption
<p>Overall Goal To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.</p>	<p>1-1 Guidelines on appropriate measures in case of volcanic crises of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes are elaborated among organizations for disaster prevention 1-2 Organizations for disaster prevention take measures described in the above Guidelines 1-3 People have consciousness toward the potential volcanic risk and take adequate actions.</p> <p>2 The capacity to monitor other active volcanoes is improved.</p> <p>3 Transfer system of volcanic information is improved.</p>	<p>1 Records and documents concerning to volcanic disaster mitigation. Interview with organizations for disaster prevention Interview with people</p> <p>2 Research papers of IG Volcanic activity reports and information Articles and programs of mass media</p> <p>3 Volcanic activity reports and information Interview with staff of organizations of disaster prevention</p>	<p>Priority of volcanic disaster prevention is maintained in the policies of governments. The allocation of budget and personnel of disaster prevention authorities concerned does not change.</p>
<p>Project purpose To enhance the capacity of volcano monitoring at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.</p>	<p>The quality of the volcanic activity information to organizations for disaster prevention is improved.</p>	<p>The volcanic activity reports (by HP, FAX, e-mail, etc.) Interview with experts and technicians of IG Interview with staff of organizations for disaster prevention.</p>	<p>1 The mission of IG in volcanic disaster mitigation system does not change. 5 Organizations for disaster prevention utilize volcanic reports and information sent by IG. Organizations for disaster prevention conduct activities to raise consciousness of people toward potential volcanic risk</p>

<p>Outputs</p> <p>1 IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.</p> <p>2 IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.</p> <p>3 IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.</p>	<p>1 The data of volcanic activity including long-period and very-long-period events are acquired on a real time basis at the Institute.</p> <p>2-1 Continuous volcanic activity data are systematically monitored and locations of the events are determined.</p> <p>2-2 Continuous data are stored and wave forms are systematically cataloged.</p> <p>3-1 Two investigators are capable of more advanced quantitative analyses of long-period and very-long-period events and associated signals. Two other investigators can conduct same analyses under the guidance of the two investigators.</p> <p>3-2 Capacity of analyzing other data is enhanced.</p> <p>4 Results of the analyzed data including long-period and very-long-period events are written in the volcanic activity reports.</p> <p>5-1 Improved volcanic activity reports are regularly received by organizations for disaster.</p> <p>5-2 Supplemental information is timely received by organizations for disaster prevention.</p> <p>5-3 Organizations for disaster prevention are satisfied with the improved reports and information.</p>	<p>1. Acquired data at IG.</p> <p>2. Stored records of volcanic activities and event location maps.</p> <p>3. Research papers Volcanic activity reports</p> <p>4. Volcanic activity reports. Information disseminated to organizations for disaster prevention.</p> <p>5. Interview with staff of organizations of disaster prevention.</p>	<p>The mission of IG for volcano monitoring system does not change.</p>
<p>4 The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.</p> <p>5 Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.</p>			

9 FY 2

<p>Activities</p> <p>1-1 To set up the volcanic monitoring equipment.</p> <p>1-2 To maintain the volcanic monitoring equipment properly.</p> <p>1-3 To operate the volcanic monitoring equipment properly.</p> <p>2-1 To develop the software for processing volcanic activity data including long-period and very-long-period events.</p> <p>2-2 To conduct training for the data processing.</p> <p>2-3 To collect and store the data.</p> <p>3-1 To conduct training on data analyzing.</p> <p>3-2 To interpret the volcanic activity based on the analyses.</p> <p>4-1 To identify technical points to be improved in the volcanic activity reports.</p> <p>4-2 To improve the volcanic activity reports in technical aspects.</p> <p>5-1 To categorize organizations to provide volcanic reports and information.</p> <p>5-2 To identify points for the better understanding of the contents of the volcanic activity reports and information among organizations for disaster prevention.</p> <p>5-3 To improve the volcanic activity reports and information based on the points in 5-2.</p> <p>5-4 To send regular volcanic activity reports and supplemental information to organizations for disaster prevention.</p>	<p>Inputs</p> <p>(Ecuador side)</p> <p>1 The placement of counterpart staff</p> <p>1) Counterpart</p> <p>-Investigators for seismography and seismic analysis.</p> <p>-Staff for operation and maintenance of the equipment</p> <p>2) Sub-Counterpart</p> <p>-Investigators for seismography and seismic analysis.</p> <p>2 The provision of facilities and equipment</p> <p>3 Local cost</p>	<p>(Japan side)</p> <p>1 Dispatch of Japanese experts</p> <p>Short-term Experts</p> <p>-Expert on seismography.</p> <p>-Expert on analysis of long-period and very-long-period events.</p> <p>-Expert on volcanic disaster prevention.</p> <p>2 Counterpart training in Japan</p> <p>3 Provision of equipment</p> <p>1) Eleven (11) Broadband seismometers with data logger and digitizer</p> <p>2) Ten (10) Microphones</p> <p>3) Telemetering system</p> <p>4) Computer system including software</p> <p>5) One (1) Vehicle (to be revised, including the planned inputs for prolonged project period)</p> <p>4 The project implementation cost</p>	<p>1 The volcanic activities do not give a heavy damage to the monitoring equipment.</p> <p>1-2 The data traffic in the shared radio band is not saturated.</p> <p>2-3 IG experts and technicians instructed by Japanese experts continue to stay in their position.</p> <p>Precondition</p>
--	---	--	--

9 7 2

ANNEX III LIST OF JAPANESE EXPERTS and PLAN OF OPERATION

1. LIST OF JAPANESE EXPERTS

Short-term experts

1. Seismic Observation (changed from Seismography)
2. Seismic Data Analysis (changed from Analysis of long-period and very-long-period events)
3. Volcanic Disaster Management (changed form Volcanic disaster prevention)
4. Coordination for Observation System (addition)
5. Final Confirmation of Project Outcomes (addition)

///

d
Hv
97

2. PLAN OF OPERATION

Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity in Ecuador

		2006					2007								
Method	Term	Cooperation Period		2006					2007						
		Field	Field	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Expert	short														
	term														
Training in Japan	short														
Technician	short														
Consultant	short														
Study Team															
Provision of Equipment		(Yes/No)													

		2007					2008								
Method	Term	Cooperation Period		2007					2008						
		Field	Field	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Expert	short														
Training in Japan	short														
Technician	short														
Provision of Equipment		(Yes/No)													

		2008					2009								
Method	Term	Cooperation Period		2008					2009						
		Field	Field	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Expert	short														
Training in Japan	short														
Study Team															
Provision of Equipment		(Yes/No)													

		2009					2010								
Method	Term	Cooperation Period		2009					2010						
		Field	Field	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Expert	short														
Provision of Equipment		(Yes/No)													

Handwritten signature and initials: "g" and "HY".

**REGISTRO DE DISCUSIONES
ENTRE
LA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON
Y
LAS AUTORIDADES CORRESPONDIENTES DEL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR
SOBRE
LA EXTENSION DEL ALCANCE DEL
PROYECTO DE COOPERACION TECNICA DEL JAPON PARA
“EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE MONITOREO DE LOS VOLCANES EN ECUADOR”**

Con respecto a la extensión de la cooperación técnica de Japón al Proyecto de Mejoramiento de la Capacidad de Monitoreo Volcánico en Ecuador (en adelante denominado “El Proyecto”), en base al Registro de Discusiones firmado el 2 de Marzo del 2004, el señor Saburo YAMAGUCHI, Representante Residente en el Ecuador de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante “JICA”), mantuvo una serie de discusiones con las autoridades correspondientes del Ecuador, en acuerdo a las conclusiones obtenidas en la Evaluación Conjunta de los equipos Japonés y Ecuatoriano efectuada en Noviembre del 2006.

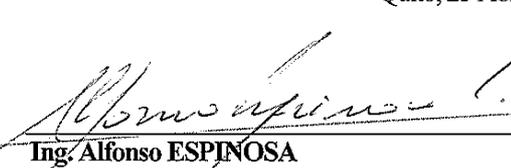
Como resultado de las discusiones, ambas partes acordaron con sus respectivos gobiernos la extensión del periodo del Proyecto de la Cooperación Técnica Japonesa de conformidad con lo descrito en el documento que se adjunta a continuación.

Este Registro de Discusiones está redactado en inglés, como idioma oficial, y en español como traducción. En caso de cualquier discrepancia en su interpretación, prevalecerá el texto en Inglés.

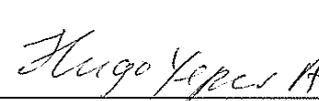
Quito, 25 Abril 2007



Sr. Saburo YAMAGUCHI
Representante Residente
Oficina en Ecuador de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón
Agencia de Cooperación Internacional de Japón
Japón

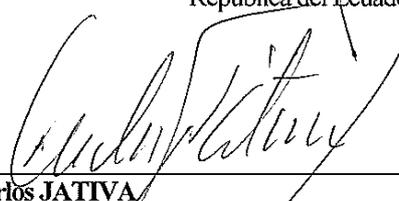


Ing. Alfonso ESPINOSA
Rector
Escuela Politecnica Nacional
República del Ecuador



M.Sc. Hugo YEPES A
Director
Instituto Geofísico /Departamento de Geofísica
Escuela Politécnica Nacional
República del Ecuador

Testificado por



Emb. Carlos JATIVA
Director Ejecutivo
Instituto Ecuatoriano de Cooperación Internacional
Ministerio de Relaciones Exteriores
República del Ecuador

DOCUMENTO ADJUNTO

I. Extensión del Período del Proyecto

El periodo del Proyecto será extendido por 2 años, desde el 30 de Abril del 2007 hasta el 30 de Abril del 2009.

II. Plan Maestro del Periodo de Extensión

El proyecto será implementado de acuerdo con el Plan Maestro como está dado en el ANEXO I y a la Matriz de Diseño del Proyecto (en adelante “PDM”) el cual está adjunto en el ANEXO II.

III. Matriz de Diseño del Proyecto

La Matriz de Diseño del Proyecto Revisada será aprobada tal como se muestra en el ANEXO II por parte de Japón y Ecuador.

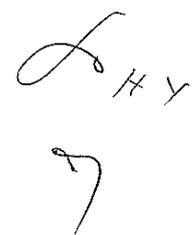
IV. Envío de expertos Japoneses

El gobierno del Japón proveerá los servicios de los expertos que constan en la lista del ANEXO III.

V. Otros

Otros temas, diferentes a los mencionados arriba, serán tratados en la misma forma como se prescribe en los Artículos de el Registro de Discusiones firmado en Quito el 2 de marzo del 2004.

ANEXO I	Plan Maestro que incluye el Periodo de Extensión
ANEXO II	Matriz de Diseño del Proyecto Revisada
ANEXO III	Lista de los Expertos Japoneses y Plan de Operación

ANEXO I PLAN MAESTRO

1. Título del Proyecto:

Proyecto para Mejoramiento de la Capacidad del Monitoreo Volcánico

2. ORGANIZACION EJECUTORA:

La organización Ejecutora es el Instituto Geofísico/ Departamento de Geofísica de la Escuela Politécnica Nacional (en adelante "IG"). El proyecto será implementado en coordinación estrecha con las autoridades concernientes a la prevención de desastres, especialmente la Defensa Civil del Ecuador.

3. Período del Proyecto:

1 de Mayo del 2004 al 30 de Abril del 2009

4. Areas involucradas:

Las áreas sujetas a la influencia de las erupciones de los volcanes Tungurahua y Cotopaxi

5. Grupo a cargo de los trabajos:

Expertos y técnicos del IG y funcionarios de las organizaciones para la prevención de desastres en el área de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua

6. Objetivo General:

Mejorar la capacidad de mitigación de desastres volcánicos en el Ecuador.

7. Propósito del Proyecto:

Mejorar la capacidad de monitoreo en los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.

J
HY

8. Resultados:

- 1 El IG mejora su capacidad para obtener datos en tiempo real de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo periodo y de muy largo periodos en los volcanes Tungurahua y Cotopaxi.
- 2 El IG mejora su capacidad para procesar y almacenar datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo periodo y de muy largo periodo para los volcanes Tungurahua y Cotopaxi.
- 3 El IG mejora su capacidad para analizar las señales precursoras de erupciones.
- 4 Los resultados de los análisis son descritos apropiadamente en los reportes de actividad volcánica.
- 5 Reportes mejorados de la actividad volcánica e información suplementaria son adecuadamente recibidos por las organizaciones de prevención de desastres.

9

9. Actividades:

- 1-1 Montar el equipo para monitoreo volcánico.
- 1-2 Mantener apropiadamente el equipo de monitoreo volcánico.
- 1-3 Operar de manera apropiada el equipo de monitoreo volcánico.
- 2-1 Desarrollar un software para el procesamiento de los datos de actividad volcánica incluyendo eventos de largo periodo y muy largo periodo.
- 2-2 Llevar a cabo un entrenamiento para el procesamiento de datos.

11

- 2-3 Recolectar y almacenar los datos.

- 3-1 Llevar a cabo un entrenamiento para el análisis de datos.
- 3-2 Interpretar la actividad volcánica basada en los análisis.

- 4-1 Identificar los temas técnicos a ser mejorados en los reportes de actividad volcánica.
- 4-2 Mejorar el aspecto técnico de los reportes de actividad volcánica.

- 5-1 Categorizar las organizaciones a quienes se suministrará reportes volcánicos e información.
- 5-2 Identificar temas para un mejor entendimiento del contenido de los reportes volcánicos e información entre las organizaciones de prevención de desastres naturales.
- 5-3 Mejorar los reportes de actividad volcánica e informes basados en el punto 5-2.
- 5-4 Enviar de manera regular informes y reportes a las organizaciones para la prevención de desastres naturales.

11

d
H
S

ANEXO II

MATRIZ DE DISEÑO DEL PROYECTO REVISADA

Matriz de Diseño del Proyecto Revisada (Borrador para revisión después del 20 de Enero 2004)

Título del Proyecto: Proyecto para Mejoramiento de la Capacidad del Monitoreo Volcánico

Período del proyecto: 1 de Mayo de 2004 al 30 Abril de 2009

Area de aplicación: Areas sujetas a la influencia de erupciones de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua

Grupo de trabajo: Expertos y técnicos del IG y funcionarios de organizaciones para prevención de desastres naturales en la zona del Cotopaxi y Tungurahua

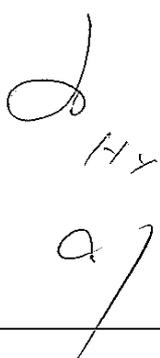
Ver. 2

Fecha: 25 de Abril de 2007

Resumen	Indicador Verificable	Medios de verificación	Presunciones importantes
<p>Objetivo General Mejorar la capacidad para mitigar desastres volcánicos en el Ecuador.</p>	<p>1-1 Se elaboran procedimientos para la toma de medidas adecuadas en caso de crisis volcánicas en los volcanes Cotopaxi y Tungurahua por parte de las organizaciones para prevención de desastres. 1-2 Las organizaciones de prevención de desastres naturales toman medidas de prevención según los procedimientos anteriores. 1-3 La población toma conciencia potencialde los riesgos volcánicos potenciales y toma acciones adecuadas. 2 Mejoramiento de la capacidad para monitorear otros volcanes. 3 Mejoramiento de los sistemas de transferencia de la información volcánica.</p>	<p>1 Archivos y documentos concernientes a la mitigación de desastres volcánicos. Entrevistas con organizaciones para la prevención de desastres naturales Entrevistas con la población 2 Artículos de investigación de el IG Reportes e información de actividad volcánica Artículos y programas en medios de comunicación 3 Reportes de la actividad volcánica e información Entrevistas con el personal de las organizaciones de prevención de desastres naturales.</p>	<p>Se mantiene la prioridad de prevención de desastres volcánicos en las políticas de los gobiernos. La dotación de presupuesto y el personal de autoridades concernientes de prevención de desastres, no cambian.</p>

<p>Propósito del proyecto Mejorar la capacidad del monitoreo volcánico en los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.</p>	<p>Se mejora la calidad de la información de la actividad volcánica para las autoridades.</p>	<p>Los reportes de la actividad volcánica (HP, FAX, e-mail, etc.) Entrevistas con los expertos y técnicos del IG Entrevistas con el personal de las organizaciones de prevención de desastres</p>	<p>1 La misión del IG en cuanto a la mitigación de la actividad volcánica no cambia. 5 Las Organizaciones para la prevención de desastres utilizan los reportes volcánicos y la información enviada por el IG. Las Organizaciones para la prevención de desastres conducen actividades para elevar la conciencia de la población frente a riesgos volcánicos potenciales</p>
--	---	---	---

g
HY
d

<p>Resultados:</p> <p>1 El IG mejora su capacidad para obtener datos de la actividad volcánica en tiempo real, incluyendo eventos de largo y muy largo periodo para los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.</p> <p>2 El IG mejora su capacidad para procesar y almacenar datos de la actividad volcánica de manera adecuada incluyendo eventos de largo y muy largo periodo para los volcanes Tungurahua y Cotopaxi.</p> <p>3 El IG mejora su capacidad para analizar señales precursoras de erupciones.</p> <p>4 Los resultados de los análisis son descritos de manera apropiada en los reportes de actividad volcánica.</p> <p>5 Los reportes mejorados sobre la actividad volcánica y los informes adicionales son recibidos adecuadamente por las organizaciones para la prevención de desastres.</p> 	<p>1 Los datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo periodo son adquiridos en tiempo real en el IG.</p> <p>2-1 Información continua de la actividad volcánica es sistemáticamente monitoreada y se determina la localización de los eventos.</p> <p>2-2 La información continua es almacenada y las formas de onda son sistemáticamente catalogadas.</p> <p>3-1 Dos investigadores están en capacidad de realizar un análisis cuantitativo más avanzado de los eventos de largo y muy largo periodo y sus señales asociadas. Otros dos investigadores pueden efectuar los mismos análisis bajo la supervisión de los dos investigadores anteriores.</p> <p>3-2 Se mejora la capacidad de análisis de otros datos.</p> <p>4 Los resultados de los datos analizados incluyendo los eventos de largo y muy largo periodo son incluidos en los reportes de actividad volcánica.</p> <p>5-1 Reportes mejorados de la actividad volcánica son recibidos regularmente por las organizaciones de prevención de desastres.</p> <p>5-2 Información adicional es recibida oportunamente por las organizaciones de prevención de desastres.</p> <p>5-3 Las organizaciones encargadas de la prevención de desastres están satisfechas con la mejora de los reportes e informes.</p>	<p>1. Datos adquiridos en el IG.</p> <p>2. Registros archivados de la actividad volcánica y mapas de ubicación de eventos.</p> <p>3. Documentos de investigación Reportes de actividad volcánica</p> <p>4. Reportes de actividad volcánica Información diseminada a las organizaciones de prevención de desastres.</p> <p>5. Entrevistas con el personal de las organizaciones de prevención de desastres.</p>	<p>La misión del IG acerca del sistema de monitoreo volcánico no cambia.</p>
---	---	--	--

<p>Actividades:</p> <p>1-1 Desarrollar un equipo de monitoreo volcánico.</p> <p>1-2 Mantener adecuadamente al equipo de monitoreo volcánico.</p> <p>1-3 Operar de manera adecuada el equipo de monitoreo volcánico.</p> <p>2-1 Desarrollar un software para el procesamiento de datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo periodo.</p> <p>2-2 Llevar a cabo el entrenamiento para el procesamiento de datos.</p> <p>2-3 Recoleccionar y almacenar los datos.</p> <p>3-1 Llevar a cabo el entrenamiento para el análisis de los datos.</p> <p>3-2 Interpretar la actividad volcánica en base a los análisis.</p> <p>4-1 Identificar temas técnicos a ser mejorados en los reportes de actividad volcánica.</p> <p>4-2 Mejorar los aspectos técnicos en los informes de actividad volcánica.</p> <p>5-1 Categorizar a las organizaciones receptoras de los informes y reportes volcánicos.</p> <p>5-2 Identificar temas para el mejor entendimiento de los contenidos de los reportes de la actividad volcánica y de la información entre las organizaciones para prevención de desastres.</p> <p>5-3 Mejorar los reportes de actividad volcánica y la información basados en el literal 5-2.</p> <p>5-4 Enviar regularmente reportes de actividad volcánica e información adicional a las organizaciones de prevención de desastres.</p>	<p>Aportes:</p> <p>Por parte del Ecuador:</p> <p>1 Designación del personal de contraparte</p> <p>1) Contrapartes principales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigadores para sismografía y análisis sísmicos. - Personal encargado de mantenimiento y operación del equipo. <p>2) Contrapartes auxiliares</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigadores para sismografía y análisis sísmicos. <p>2 Provisión de facilidades y equipo.</p> <p>3 Costos locales</p>	<p>Por parte del Japón:</p> <p>1 Envío de expertos japoneses</p> <p>Expertos a corto plazo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Experto en sismografía - Experto en análisis de eventos de largo y muy largo periodo. - Experto en prevención de desastres volcánicos. <p>2 Entrenamiento de la contraparte en Japón</p> <p>3 Provisión de equipo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Once (11) sensores de banda ancha con registrador y digitalizador 2) Diez (10) micrófonos 3) Sistema de telemetría. 4) Sistema informático incluyendo software 5) Un (1) Vehículo <p>(a ser revisado, incluyendo los aportes planificados en la prolongación de los periodos del proyecto)</p> <p>4 El costo de la implementación del proyecto</p>	<p>1 La actividad volcánica no causa daños graves en el equipo de monitoreo.</p> <p>1-2 El tráfico de datos en la banda de radio compartida no se satura.</p> <p>2-3 Los expertos y técnicos de IG que instruidos por expertos japoneses permanecen en sus puestos en el IG.</p> <p>Condición previa</p>
--	--	--	--

ANEXO III LISTA DE EXPERTOS JAPONESES y PLAN DE OPERACIÓN

1. LISTA DE EXPERTOS JAPONESES

Expertos a acorto plazo

1. Observación sísmica (en lugar de Sismografía)
2. Análisis de datos sísmicos (en lugar de eventos de largo y muy largo periodo)
3. Manejo de desastres volcánicos (en lugar de Prevencion de desastres volcánicos)
4. Coordinación para el Sistema de Observación (Adicional)
5. Confirmación Final de los Resultados del Proyecto (Adicional)

///

do
Hy
Q7

2. PLAN DE OPERACIÓN

Mejoramiento de la capacidad de monitoreo volcánico en el Ecuador

<Año Fiscal Japonés 2006>

Método	Periodo de cooperación		2006												2007		
	Plazo	Campo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar			
Experto	Corto	Coordinación para el Sistema de Observación 2			←.....→												
		Observación Sísmica 1			←.....→												
		Observación Sísmica 2			←.....→												
		Análisis de datos sísmicos 4								←.....→							
Entrenamiento en Japón	Corto	Observación volcánica y Análisis											←.....→				
Técnico	Corto	Instalación del equipo		←.....→													
Consultor	Corto	Estudio de la banda de radio											←.....→				
Grupo de estudio		Evaluación final															
Provisión de Equipo		(Si) No								←.....→							

<Año fiscal Japonés 2007>

Método	Periodo de cooperación		2007												2008		
	Plazo	Campo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar			
Experto	Corto	Análisis de datos sísmicos 5			←.....→												
		Coordinación Sistema de Observación 3								←.....→							
		Observación sísmica 3								←.....→							
Entrenamiento en Japón	Corto	Observación y análisis volcánico 3											←.....→				
Técnico	Corto	Instalación de equipo											←.....→				
Provisión de Equipo	(Si) No		←.....→	Obtención									Transporte				
													Aduana				

Handwritten signature and initials: S, HY, and a circular stamp.

<Año fiscal Japonés 2008>

Período de cooperación		2009												
Método	Plazo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar	
Experto	Corto			←.....→										
		Análisis de datos sísmicos 6												
		Análisis de datos sísmicos 7							←.....→					
Entrenamiento en Japón	Corto								←.....→					
		Manejo de desastres volcánicos								←.....→				
Grupo de Estudio	Corto											←.....→		
		Observación Volcánica y análisis 4										←.....→		
Provisión de Equipo	Si (No)								←.....→					

<Año fiscal Japonés 2009>

Período de cooperación		2010											
Método	Plazo	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	En	Feb	Mar
Experto	Corto	←.....→											
		Confirmación Final de los Resultados del Proyecto											
Provisión de Equipo	Si (No)												

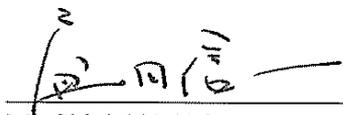
Handwritten signature and initials: *[Signature]* HY

**MINUTES OF MEETING BETWEEN
JAPANESE EVALUATION TEAM AND
ECUADORIAN AUTHORITIES CONCERNED ON
THE TERMINAL EVALUATION FOR
THE PROJECT FOR ENHANCEMENT OF THE VOLCANO MONITORING CAPACITY
IN ECUADOR**

The Japanese Evaluation Team organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Mr. Shinichi MASUDA, visited the Republic of Ecuador from April 13, 2009 to April 25, 2009, for the purpose of conducting the joint evaluation with the Ecuadorian evaluation members for the technical cooperation program concerning the Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity in Ecuador (hereinafter referred to as “the Project”).

As a result of a series of surveys and discussion, the Joint Evaluation Team, which consisted of the Japanese and Ecuadorian evaluation members, prepared the Joint Evaluation Report attached hereto (hereinafter referred to as “the Report”). The Report was presented to and accepted by the Ecuadorian authorities concerned. The Japanese Evaluation Team and the Ecuadorian authorities confirmed that the Project had achieved its purpose and, therefore, should be completed, as planned, in the end of April 2009. The both sides also agreed to forward the Report to their respective governments, and take necessary measures in response to the recommendations set out in the Report.

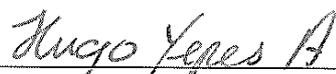
Quito, April 24, 2009



 Mr. Shinichi MASUDA
 Leader
 Japanese Evaluation Team
 Japan International Cooperation Agency
 Japan

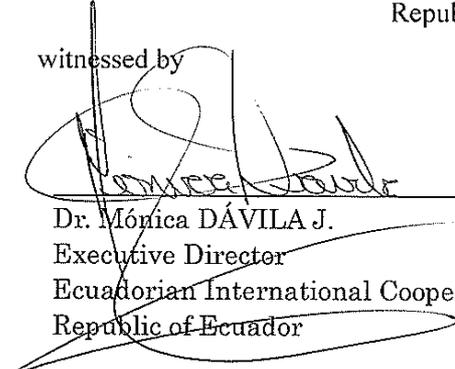


 Eng. Alfonso ESPINOSA R.
 Rector
 National Polytechnic University
 Republic of Ecuador



 M.Sc. Hugo YEPES A.
 Director
 Geophysical Institute – Dept. of Geophysics
 National Polytechnic University
 Republic of Ecuador

witnessed by



 Dr. Mónica DÁVILA J.
 Executive Director
 Ecuadorian International Cooperation Agency
 Republic of Ecuador

**Minuta de Discusiones
Entre
El Equipo Japonés de Evaluación y las Autoridades Ecuatorianas Correspondientes
Sobre
La Evaluación Final
Para
El Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad en el Monitoreo Volcánico en el Ecuador**

El Equipo Japonés de Evaluación organizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante denominada "JICA") y encabezado por el Ing. Shinichi MASUDA, visitó la República del Ecuador del 13 al 25 de abril de 2009 a fin de llevar a cabo la evaluación conjunta con los miembros ecuatorianos del programa de cooperación técnica sobre el Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad en el Monitoreo Volcánico en el Ecuador (en adelante denominado "el Proyecto").

Como resultado del proceso de evaluación y discusiones, el Equipo de Evaluación Conjunta conformado por miembros japoneses y ecuatorianos, preparó el Informe de Evaluación Conjunta adjunto (en adelante denominado "el Informe"). El Informe fue presentado y aceptado por las autoridades ecuatorianas correspondientes. El Equipo Japonés de Evaluación y las autoridades ecuatorianas confirmaron que el Proyecto había logrado su propósito y, por lo tanto, debe ser terminado según lo previsto a finales de abril de 2009. También ambas partes acordaron remitir el Informe a sus respectivos gobiernos y tomar las medidas necesarias para responder a las recomendaciones planteadas en el Informe.

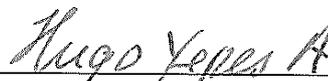
Quito, 24 de Abril, 2009



Ing. Shinichi MASUDA
Jefe
Equipo Japonés de Evaluación
Agencia de Cooperación Internacional del Japón
Japón

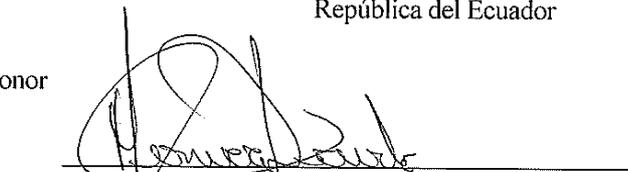


Ing. Alfonso ESPINOSA R.
Rector
Escuela Politécnica Nacional
República del Ecuador



M.Sc. Hugo YEPES A.
Director
Instituto Geofísico - Departamento de Geofísica
Escuela Politécnica Nacional
República del Ecuador

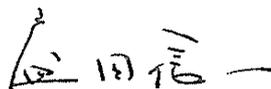
Testigo de Honor



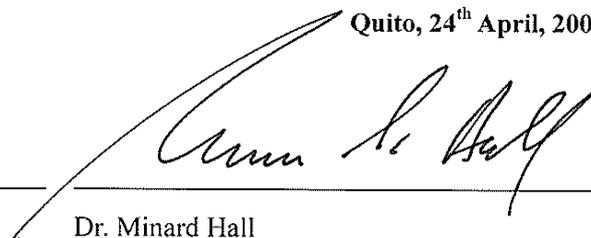
Dra. Mónica DAVILA J.
Directora Ejecutiva
Agencia Ecuatoriana de Cooperación Internacional
República del Ecuador

Joint Evaluation Report
for
“Project for Enhancement of the Volcano Monitoring
Capacity in Ecuador”

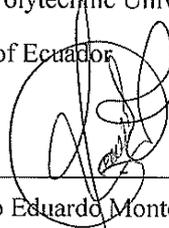
Quito, 24th April, 2009



Mr. Shinichi MASUDA
Leader
Japanese Evaluation Team
Japan International Cooperation Agency
Japan



Dr. Minard Hall
Professor
Geophysical Institute
National Polytechnic University
Republic of Ecuador



Mr. Marco Eduardo Montesdeoca Freire
Risk Management Official
Risk Management Unit, Tungurahua
Republic of Ecuador

CHAPTER 1 Outline of the Evaluation Survey

1-1 Background of the Terminal Evaluation

In the Republic of Ecuador, one of the most important issues is the reduction of volcanic disasters. In July 2002, the Government of Ecuador (GoE) made a request to the Government of Japan for the technical cooperation related to volcano monitoring in Ecuador. Based on this request, in May 2004, Japan International Cooperation Agency (JICA) implemented the “Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity (hereinafter referred to as ”the Project”) with the Geophysical Institute - Department of Geophysics (IG), National Polytechnic University (Instituto Geofísico - Departamento de Geofísica, Escuela Politécnica Nacional) as the implementing organization.

Before the planned project period ended on April 30, 2007, JICA dispatched an evaluation team in November 2006 in order to confirm the achievement of the Project so far and the actions to be taken for the rest of the project period. As a result of the evaluation survey, it was recommended to extend the project period for two years from May 1, 2007 to April 30, 2009. Based on this recommendation, the Record of Discussions (R/D) for the extension was signed in April 2007. Before the extended project period ends on April 30, 2009, JICA carried out a final evaluation from April 13 to April 25, 2009.

1-2 Purposes of the Terminal Evaluation

The purposes of the Terminal Evaluation are the followings.

- 1) To confirm the actual inputs and activities, and the degree of the achievements of the outputs and the project purpose based on the Project Design Matrix (PDM) and the Plan of Operations (PO).
- 2) To evaluate the Project from the five evaluation criteria: Relevance, Effectiveness, Efficiency, Impact and Sustainability.
- 3) To make recommendations on the measures to be taken after the Project and to draw lessons learned for similar technical cooperation projects.

1-3 Members of the Evaluation Team

The members of the evaluation team are the followings.

<Japanese side>

	Name	Mission	Job title
1	Mr. Shinichi Masuda	Leader	Director, Disaster Management Division 2, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA
2	Mr. Ichiro Sato	Project Evaluation	Senior Program Officer, Disaster Management Division 2, Water Resources and Disaster Management Group, Global Environment Department, JICA
3	Ms. Junko Miura	Evaluation Analysis	Researcher, Social Development Department, Global Link Management
4	Ms. Aki Higuchi	Interpreter	Japan International Cooperation Center (JICE)

<Ecuadorian side>

	Name	Mission	Job title
1	Dr. Minard Hall	External evaluator	Professor, IG
2	Mr. Marco Eduardo Montesdeoca Freire	External evaluator	Risk Management Officer, Risk Management Unit, Tungurahua

Note: Dr. Hiroyuki Kumagai (Senior Researcher, Earthquake Research Department, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention), an expert of the Project, also provided information and comments to assist the evaluation team.

1-4 Outline of the Project

The outline of the Project is as follows. For details, see PDM Version 2 (dated April 25, 2007) (Annex 1).

Overall Goal:

To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.

Project Purpose:

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

Outputs:

1. IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.

2. IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.
3. IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.
4. The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.
5. Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.

CHAPTER 2 Evaluation Methods and Criteria

2-1 Evaluation methods

Both Ecuadorian and Japanese sides jointly analyzed and reviewed the Project, based on the Project Cycle Management (PCM) concept. This evaluation was based on PDM Version 2, which had been revised in April 2007. The joint evaluation team conducted surveys at the project sites through questionnaires and interviews to the counterpart personnel, the Japanese experts and other related agencies.

The joint evaluation team confirmed the achievements, evaluated the Project based on the five criteria as mentioned below, made recommendations, and drew lessons learned.

2-2 Evaluation Criteria

The definition of the five evaluation criteria is the following.

(1) Relevance	Relevance of the Project is reviewed by the validity of the Project Purpose and Overall Goal in light of the Ecuadorian government development policy and needs and the Japanese cooperation policy.
(2) Effectiveness	Effectiveness is assessed to what extent the Project has achieved its Project Purpose, clarifying the relationship between the Project Purpose and Outputs.
(3) Efficiency	Efficiency is analyzed with emphasis on the relationship between Outputs and Inputs in terms of timing, quality, and quantity.
(4) Impact	Impact is assessed in terms of positive/negative and intended/unintended influence caused by the Project.
(5) Sustainability	Sustainability is assessed in terms of political, financial, and technical aspects by examining the extent to which the achievements of the Project will be sustained after the Project is completed.

CHAPTER 3 Project Achievement

3-1 Actual inputs

Based on the R/D and the revised PDM Version 2, both Japanese and Ecuadorian sides provided inputs accordingly.

Japanese side

(1) Dispatch of experts

Japanese experts were dispatched in the following areas: seismic observation, seismic analysis, leader of installation of seismic observation system, volcanic disaster management, and project finalization. For more details, see attached Annex 2.

(2) Counterpart trainings

Five trainings were carried out for four counterpart researchers of IG. For more details, see attached Annex 3.

(3) Equipment provision and dispatch of engineers

The Japanese side provided the equipments, which were equivalent to approximately 225,311,000 Japanese yen. For the list of equipments provided, see attached Annex 4. In addition, the Japanese side provided the expenses for the dispatch of technicians for installing the equipments.

(4) Local Operational Cost

The Japanese side provided parts of necessary expenses for carrying out the activities of the Japanese experts.

For the total amount of the expenses of the Project including the dispatch of the Japanese experts and technicians, counterpart trainings and equipments, see attached Annex 5.

Ecuadorian side

(1) Counterparts

IG assigned researchers, technicians, and administrative staff, thirty one in total, to the Project. Fifteen were for data analysis and coordination, and sixteen were for the operation and maintenance of the equipment. For more details, see attached Annex 6.

(2) Local Operational Cost

IG provided the local expenses of 406,582.39 US Dollar. For more details, see attached Annex 5.

3-2 Implemented Activities

The joint evaluation team confirmed that all the activities had been carried out based on PDM Version 2 and PO.

Implemented Activities

	Planned	Actual
Output 1 : IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.		
1-1	To set up the volcanic monitoring equipment.	<p>In July 2006, all the five observation stations at Cotopaxi Volcano were installed.</p> <p>For Tungurahua Volcano, (out of the five stations to be installed), the equipments were installed at the three stations (BRUN, BCUS and Bmas) by the joint Ecuadorian and Japanese team in July 2006. However, due to the eruptions of Tungurahua Volcano in July and August 2006, the equipments at the two stations (BCUS and Bmas) were damaged, and the two stations ceased their operations. In September 2006 and May 2007, IG installed the equipments at the two stations (BPAT and BMAS). In June and July 2008, IG installed the equipments in cooperation with the Japanese experts and technicians at the two stations (BBIL and BULB) and one repeater (Tablón). As a result, the installation of all the five planned stations has been completed.</p> <p>Although the equipments at BPAT station were stolen in June 2008, the equipments were recovered and reinstalled with security cages in April 2009.</p>
1-2	To maintain the volcanic monitoring equipment properly.	The volcanic monitoring equipments have been maintained properly by IG staff.
1-3	To operate the volcanic monitoring equipment properly.	The volcanic monitoring equipments have been operated properly by IG staff.
Output 2: IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.		
2-1	To develop the software for processing volcanic activity data including long-period and very-long-period events.	<p>The software for processing volcanic activity data including long-period and very-long-period events was developed.</p> <p>An automatic system to detect volcano seismic signals including long-period and very-long-period events was developed.</p>
2-2	To conduct training for the data processing.	Training on backup of raw data and programming for creating database was conducted.
2-3	To collect and store the data.	Data from both the Tungurahua and Cotopaxi networks have been collected and stored.
Output 3: IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.		
3-1	To conduct training on data analyzing.	Training on the quantitative analyses (hypocenter determination, waveform inversion, lahar monitoring, etc) was provided.

3-2	To interpret the volcanic activity based on the analyses.	The IG researchers who received training from the Japanese experts and those who received training from the IG researchers have been interpreting the volcanic activities based on the analyses.
Output 4: The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.		
4-1	To identify technical points to be improved in the volcanic activity reports.	Technical points to be improved in the volcanic activity reports were identified: for example, improvement of hypocenter determinations and provision of detailed event classification.
4-2	To improve the volcanic activity reports in technical aspects.	Improved hypocenter locations and detailed event classification were included in the volcanic activity reports.
Output 5: Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.		
5-1	To categorize organizations to provide volcanic reports and information.	Approximately one hundred fifty organizations were listed to send the reports by e-mail. The list includes central and local authorities, military, organizations for disaster prevention, private companies, mass media, embassies and international organizations, etc.
5-2	To identify points for the better understanding of the contents of the volcanic activity reports and information among organizations for disaster prevention.	A series of the volcanic disaster prevention seminars were conducted (see Annex7), and the Japanese expert in volcanic disaster management indicated the points to improve the information dissemination (See Annex 8).
5-3	To improve the volcanic activity reports and information based on the points in 5-2.	IG included non-technical summaries of volcanic activities in the reports for the better understanding by organizations for disaster prevention. More technical information with a glossary of technical terms has been provided through the website of IG.
5-4	To send regular volcanic activity reports and supplemental information to organizations for disaster prevention.	IG has been sending daily and special reports of Tungurahua and weekly and special reports of Cotopaxi to all the listed organizations by e-mail, or by fax for those without e-mail access. These and monthly reports have been available on the website of IG. IG has maintained personal, telephone, and radio communication with local authorities and mass media.

3-3 Achievements of Outputs

Achievements of each Output are the followings.

Output 1: IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.

	Indicators	Achievements
1-1	The data of volcanic activity including long-period and very-long-period events are acquired on a real time basis at the Institute.	The data of volcanic activity including long-period and very-long-period events have been acquired on a real time basis at IG. The counterpart researchers and technicians became

		capable of handling real-time data and of solving troubles of the monitoring networks. Due to the saturation of 2.4GHz band, telemeter equipments were replaced with the new equipments for 5GHz band in the period of between June and July 2008 at IG base, six repeater sites (Sincholagua, Clirsen, Putzulagua, Pilisurco, Iguata, Loma Grande), and BMOR observation station at Cotopaxi Volcano. This replacement solved the data transmission problem and enabled IG to receive data smoothly.
--	--	--

Output 2: IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.

	Indicators	Achievements
2-1	Continuous volcanic activity data are systematically monitored, and locations of the events are determined.	Volcanic activities of Cotopaxi and Tungurahua have been monitored by using continuous data from the monitoring networks, in which locations of events were determined.
2-2	Continuous data are stored, and waveforms are systematically catalogued.	Continuous data from both the Cotopaxi and Tungurahua monitoring networks have been stored, and waveforms have been systematically catalogued.

Output 3: IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.

	Indicators	Achievements
3-1	Two investigators are capable of more advanced quantitative analyses of long-period and very-long-period events and associated signals. Two other investigators can conduct same analyses under the guidance of the two investigators.	Two researchers trained in Japan became capable of more advanced quantitative analyses of long-period and very-long-period events and associated signals. In addition, two other researchers and five research students became capable of the quantitative analyses under the supervision of the two researchers trained in Japan. Based on the research results, the counterpart researchers wrote papers and made presentations at international conferences. For more details, see Annex9.
3-2	Capacity of analyzing other data is enhanced.	The counterpart researchers became capable of analyzing tremor signals associated with lahars.

Output 4: The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.

	Indicators	Achievements
4	Results of the analyzed data including long-period and very-long-period events are written in the volcanic activity reports.	Results of the data analyses including long-period and very-long-period events were written in the volcanic activity reports.

Output 5: Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.

	Indicators	Achievements
5-1	Improved volcanic activity reports are regularly received by organizations for disaster prevention.	Improved regular and special volcanic activity reports were received by approximately one hundred fifty organizations for disaster prevention by e-mail or fax.
5-2	Supplemental information is timely received by organizations for disaster prevention.	Additional information was timely received by organizations for disaster prevention through special reports and personal communication by telephone, radio, and meetings. Detailed information was provided through the website of IG.
5-3	Organizations for disaster prevention are satisfied with the improved reports and information.	Many organizations for disaster prevention near the volcanoes are satisfied with the improved reports and information in terms of timeliness, preciseness, and reliability.

3-4 Implementation Process

Since November 2006, after the previous evaluation study was conducted, the activities of the Project were carried out smoothly. Installation of the equipments at the two observation stations (BBIL and BULB) at Tungurahua Volcano was completed in July 2008. In addition, the data transmission problem was solved by replacing the radio transmission equipments. This enabled IG to receive data smoothly. Although the equipments of one station (BPAT) at Tungurahua Volcano were stolen in June 2008, these were recovered and reinstalled with security cages in April 2009.

All the activities including data acquisition, accumulation and analysis were implemented smoothly in general, although data acquisition was affected by external factors such as pyroclastic flows and ash falls from Tungurahua Volcano.

The project team managed the Project properly based on PDM and PO. The previous terminal evaluation report in 2006 recommended that both Japanese and Ecuadorian sides should introduce a mechanism for managing and monitoring the Project. The JICA office upgraded from the Volunteer Coordination Office in 2007 played a role to manage and monitor the project operations.

Although two counterpart researchers had left IG by the time of the previous terminal evaluation, two other researchers trained in Japan became capable of data acquisition, accumulation and analyses. After the previous terminal evaluation, none of the counterpart researchers left IG.

Both Japanese and Ecuadorian sides implemented the Project with high motivation. Communication between Japanese and Ecuadorian sides was generally good.

3-5 Degree of Achievement of the Project Purpose

The Project Purpose, which is to enhance the monitoring capacity of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes, was achieved.

IG improved volcanic activity reports and issued them timely. In particular, at the time of the eruptions of Tungurahua Volcano in July and August 2006 and February 2008, IG received precise data on the real-time basis by using the equipments installed by the Project and analyzed the data properly. Accordingly, volcanic activity information was sent timely from IG to organizations for disaster prevention and to mass media, which resulted in the saving of many lives.

3-6 Prospects in the Achievement of the Overall Goal

Overall Goal: To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.

Some of the indicators of the Overall Goals have been achieved so far, and there is a high possibility that the rest of the indicators will be achieved within three to five years.

Regarding Indicator 1-1, contingency plans that define appropriate measures in case of natural disasters including volcanic crises were formulated and updated among some organizations for disaster prevention both at provincial and county levels. For example, the Center for Emergency Operations (COE) of Baños County formulated a contingency plan in 2000 for the first time and has updated every year since 2000, and the COE of Pelileo County formulated a contingency plan in 2005 and has updated accordingly since then. Both COEs received technical assistance from IG when they formulated and updated their plans.

Regarding Indicator 1-2, the questionnaire and interview results showed that organizations for disaster prevention took measures described in the above contingency plans. For example, evacuation drills for the residents in Baños County were conducted. Casa Cotopaxi, a local government organization, implemented various activities to reduce volcano disaster risks in Chillos Valley.

Regarding Indicator 1-3, residents near Tungurahua and Cotopaxi Volcanoes have better awareness about the potential volcanic risk through awareness raising activities by local administrations and NGOs, in which IG participated to provide information on the volcanic risk. The endangered residents near Tungurahua Volcano evacuated safely when Tungurahua Volcano erupted in July and August 2006 and February 2008 following the alerts by local administrations, which were issued based on the IG's information.

Regarding Indicator 2, IG is making efforts to improve the monitoring capacity of other active volcanoes such as Pichincha, Reventador, Antisana, and Chimborazo by a project for strengthening earthquake and volcano monitoring with financial assistance from the National Secretariat of Science and Technology (SENACYT). Therefore, if this project is successfully implemented, there is a high possibility that IG's monitoring capacity of other active volcanoes will be improved.

As to Indicator 3, the transfer system of volcanic activity information from IG to organizations for disaster prevention has been improved. Based on the information from IG, local administrations issued alerts. From 2005, the improved IG website provided the general public with timely information. In recent years, mayors of counties such as Baños, Pelileo, Cevallos, and Penipe would call IG directly in case of emergency to obtain further information in order to make decisions on alerts.

CHAPTER 4 Evaluation Results from Five Evaluation Criteria

4-1 Relevance

Relevance is high.

This project has a high compatibility with the policy and needs of GoE in disaster management as well as the Official Development Assistance (ODA) policy of the Government of Japan (GoJ) for Ecuador. In Ecuador, volcanic disasters are serious threats among natural disasters such as earthquakes, flooding, and landslides.

In the National Development Plan (Plan Nacional de Desarrollo) for 2007-2010 of GoE, the fourth objective (out of the twelve objectives) is “to promote sound and sustainable environment and to secure the access to water, air and soil“. Under this objective, Indicator 4-10 stipulates “to incorporate and to implement in the administration of the State and the society an efficient and dynamic system of handling of the risk and the reduction of the vulnerability before natural disasters“. In order to fulfill this indicator, the establishment of a monitoring system for disaster early warning is raised as one of the effective measures.

In September 2008, articles about the risk management for disasters were stipulated in the Constitution for the first time in the history of Ecuador. Article 389 and Article 390 in the new constitution state that all the public and private institutions shall establish units for risk management and that local administrations shall, in principle, take responsibilities for risk management with its jurisdiction.

In addition, in July 2008, National Strategy for Disaster Risk Reduction for 2008-2013 was drafted by the Technical Secretariat of Risk Management (Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos), and it will be finalized in this May.

As mentioned above, the importance of the disaster reduction and of the role of monitoring in disaster reduction has been stated in the national development plan, constitution, and strategy.

The appropriateness of IG as the counterpart organization was high. It is highly possible that IG will continue to be the unique organization for volcano monitoring and risk analysis as designated by the President’s Order 3593, which entered into force in 2003.

Appropriateness of the approach taken by the Project was high. It was appropriate to select Tungurahua and Cotopaxi Volcanoes as the monitoring targets, of which risks were the highest in

Ecuador. As Japan has a comparative advantage in the volcano monitoring, the cooperation in enhancing monitoring capabilities was highly relevant.

The three priority areas in the ODA policy of GoJ for Ecuador are poverty reduction, environmental protection, and disaster prevention, which were agreed at the Economic Assistance Policy Dialogue in 2005. Therefore, volcano monitoring for disaster prevention has a high compatibility with the ODA policy of GoJ for Ecuador.

4-2 Effectiveness

Effectiveness is high. As the monitoring capacity of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes has been enhanced by the Project, it is judged that the project purpose has been achieved. Outputs have been achieved sufficiently as a result of the activities carried out.

The equipments such as broadband seismometers and microphones made possible for IG to obtain high quality realtime data from the Cotopaxi and Tungurahua monitoring networks, which were not obtained by short-period seismometers. The improved data quality led to the better understanding of the magmatic processes of the volcanoes. During the extended project period, the progress in the technical transfer of data analysis was remarkable. As volcanic activity reports based on the analysis results have been timely sent to organizations for disaster prevention.

Some external factors affected the activities of the Project as follows: (1) the two observation stations ceased their operations due to the damage of the equipments by the eruptions of Tungurahua Volcano, (2) the equipments of one station of Tungurahua were stolen although they were recovered later, (3) the observation was tentatively suspended because the solar panel could not generate power due to ashes from Tungurahua Volcano. In spite of these, the Project has accomplished the expected Outputs.

4-3 Efficiency

Efficiency is high. The inputs provided by the Project have been almost fully utilized. Both Japanese and Ecuadorian sides provided adequate inputs to the Project.

The Japanese experts have strong commitment and expertise, and carried out the expected technical transfer. The experts were dispatched on a short-term basis, and there were some periods in which no Japanese experts were present at IG. During the absence of the Japanese experts, the counterpart researchers and technicians carried out the project activities, utilizing the skills transferred by the Japanese experts and technicians.

Training in Japan was effectively implemented. Through training courses in Japan, skills and techniques necessary for volcanic observation and data analysis were transferred to counterpart researchers and they have been applying the skills and techniques to their routine work at IG.

The equipments supplied by the Project were well utilized for carrying out the activities. All the

equipments supplied were adequate to the technical transfer. High-quality waveform data obtained by the equipments were used for the technical transfer such as the analyses of source mechanisms and precursory signals of eruptions.

Operation and maintenance of the equipments have been good, and technicians and field assistants have been properly operating and maintaining the equipments. Some equipments, which have not been installed, are stored for contingency such as eruptions, and the storing conditions are good. The data transmission problem due to the saturation of 2.4GHz band, which was pointed out at the previous evaluation, was solved after the radio transmission equipments were replaced in 2008. There are four technicians who can fully operate and maintain the equipments provided by the Project, and eight field assistants who can assist the technicians properly.

The Ecuadorian side allocated sufficient number of personnel with adequate expertise. Although two counterpart researchers left IG after the counterpart training in Japan, two other counterpart researchers who participated in counterpart training in Japan have been carrying out the project activities.

The Ecuadorian side has also provided equipments and budget necessary for the project activities, which facilitated the smooth implementation of the Project. In particular, the transport of equipments provided by IG for the installation at the observation stations and repeater sites was very effective.

4-4 Impact

As some indicators of the Overall Goal have been already achieved, the enhancement of the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador has been observed. Therefore, the impact of the Project is already very high at this point.

For example, the responsible units of the counties and provinces represented by the Centers for Emergency Operations (COEs) formulated and updated guidelines, i.e. contingency plan for risks including volcanic disasters, and took actions in line with the guidelines. In case of the eruptions of Tungurahua Volcano in July and August 2006 and February 2008, IG timely issued special reports and information to organizations for disaster prevention, and most of the endangered residents were evacuated following the alerts by the local administrations.

Furthermore, building upon the achievement of the Project, IG started a new project funded by the National Secretariat of Science and Technology (SENACYT) to strengthen the monitoring capacity of other active volcanoes in Ecuador. Therefore, it is highly expected that the capacity of monitoring of other active volcanoes will be improved in the near future.

In research aspect, it is noteworthy that the discovery of very-long-period events before the eruptions accompanying pyroclastic flows at Tungurahua Volcano led to the better understanding of the eruption mechanism. It is also worth to mention that the magmatic processes have been better

understood by the analysis of very-long-period events at Cotopaxi Volcano. Furthermore, the data obtained by the Project has contributed to the monitoring and analysis of earthquakes that occurred at active faults and plate boundaries in Ecuador. Based on the results of the Project, academic papers dealing with Tungurahua and Cotopaxi Volcanoes were published in international journals such as “Journal of Volcanology and Geothermal Research” and “Eos Transactions of the American Geophysical Union”.

The Project held an “International Workshop on Volcano Monitoring” in January 2008, inviting volcano researchers from Colombia and Chile, for sharing the experiences among the three countries. In November 2008, IG received a technician from Chile, who was a counterpart of a JICA technical cooperation project in Chile. This contributed to Chilean volcanic monitoring.

An unexpected positive impact was the enhancement of the social reliability of IG as observed in the followings. The mutual understanding between the Baños Tourism Association (Cámara de Turismo) and IG was improved by a meeting between them in November 2008, although the association had been hostile to IG because they thought the volcanic activity information of IG would affect their business. Through a series of the volcanic disaster prevention seminars in November 2008, staff of organizations for disaster prevention, such as Casa Cotopaxi, understood that the quality of IG’s information and hazard maps matches that of advanced countries in volcano monitoring. IG received a letter of appreciation from the Mayor of Pelileo in 2008. The frequency of study visits to IG by organizations for disaster prevention and residents in high-risk zones has been increasing.

No negative impact was recognized so far.

4-5 Sustainability

Sustainability is high in all the political, technical and financial aspects. The Ecuadorian government policy promoting volcanic disaster prevention through volcano monitoring will be maintained. It is highly possible that the President’s Order 3593 designating IG as the unique organization for volcano monitoring and risk analysis will not change.

Technical sustainability is high. IG has incorporated the acquired skills and techniques by the Project in the routine work from data acquisition to information dissemination. Furthermore, the development of the automatic system to analyze seismic signals and the compilation of the operation manual¹ contributed to the enhancement of the technical sustainability. As there are four technicians who can fully operate and maintain the equipments provided by the Project and eight field assistants who can assist the technicians properly, sustainability in terms of the operation and maintenance is judged high. It is also expected that the counterpart researchers can continuously

¹ “Broadband Seismic and Infrasonic Networks on Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes” last updated December 13, 2008

update their expertise in volcano monitoring and analysis through the research collaboration with National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED) of Japan.

Financial sustainability is generally high. IG's funding sources include budget allocation from the government and the National Polytechnic University; contributions from private sectors; support from international organizations such as Inter-American Development Bank (IDB) and Institute for Research and Development (IRD) of France; and income from consulting services. Therefore, it is highly expected that the maintenance and operation costs will be secured. Furthermore, the government approved a budget (nine million USD) for a new project of IG to enhance the earthquake and volcano monitoring capabilities in Ecuador. Some uncertainties remain due to effects of the current economic crisis.

4-6 Conclusions

The Project was implemented smoothly in the extension period of the Project. Outputs have been fully produced as expected, and the Project Purpose has been achieved. Some indicators for the Overall Goal have also been achieved. Therefore, the Project can be completed in the end of April 2009.

CHAPTER 5 Recommendations and Lessons Learned

5-1 Recommendations

(1) Continuation of capacity development

Although it is desirable for IG to retain its staff members on a long-term basis from the perspective of institutional capacity development, a certain extent of turnover of personnel is inevitable. Therefore, IG should prepare for it by promoting internal knowledge and technology transfer among its personnel, particularly for those skills and techniques acquired through the Project. Furthermore, IG should keep updating its expertise in volcanic monitoring and analysis as well as exploring scientific advancement of volcano research through joint research and research exchange programs with Japanese and other overseas universities and research institutions.

(2) Maintenance and replacement of the equipments

IG, in cooperation with related authorities and organizations, should take necessary measures to appropriately maintain the volcano monitoring and analysis system and its component equipments, including anti-theft measures for the equipments installed in the field. IG should also make a fiscal and operational plan for the replacement of the equipments provided through the Project, in order to ensure the continuity of the volcano monitoring and analysis system.

(3) Outreach activities

Further to its previous efforts, IG should broadly disseminate scientific information and knowledge, acquired through the volcano monitoring and analysis, to promote better understanding of the risks of volcanic disasters among central and local organizations for disaster prevention, local risk management groups, and residents in high-risk zones.

(4) Implementation of volcanic disaster management

In order to reduce volcanic disasters, volcano monitoring of IG has to be combined with risk management and emergency response that must be strengthened by Technical Secretariat of Risk Management and local administrations in volcanic high-risk zones.

5-2 Lessons learned

(1) The research collaboration between IG and NIED advanced IG's volcano research, which contributed to the achievements of the Project. Therefore, for a technical cooperation project with a research institution, a mechanism to promote scientific advancement will enhance the motivation of counterparts and contribute to achievements of the project.

(2) For a technical cooperation project for natural hazard monitoring and disaster reduction, close contact between the scientists of the natural hazard monitoring institution and the local communities/organizations for disaster prevention is important in order to provide information directly and timely in simple language, which contributes to disaster reduction.

ANNEX 1 Project Design Matrix

Project Design Matrix
 Project Title: Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity
 Date: 25 April 2007
 Project Period: May 1, 2004 to April 30, 2009
 Ver. 2
 Target area: Areas subject to the influence of the eruption of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes
 Target Group: Experts and Technicians at IG and staff at organizations for disaster prevention in the area of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicator	Means of Verification	Important Assumption
<p>Overall Goal To enhance the capacity of mitigating volcanic disasters in Ecuador.</p>	<p>1-1 Guidelines on appropriate measures in case of volcanic crises of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes are elaborated among organizations for disaster prevention 1-2 Organizations for disaster prevention take measures described in the above Guidelines 1-3 People have consciousness toward the potential volcanic risk and take adequate actions. 2 The capacity to monitor other active volcanoes is improved. 3 Transfer system of volcanic information is improved.</p>	<p>1 Records and documents concerning to volcanic disaster mitigation. Interview with organizations for disaster prevention Interview with people 2 Research papers of IG Volcanic activity reports and information Articles and programs of mass media 3 Volcanic activity reports and information Interview with staff of organizations of disaster prevention</p>	<p>Priority of volcanic disaster prevention is maintained in the policies of governments. The allocation of budget and personnel of disaster prevention authorities concerned does not change.</p>
<p>Project purpose To enhance the capacity of volcano monitoring at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.</p>	<p>The quality of the volcanic activity information to organizations for disaster prevention is improved.</p>	<p>The volcanic activity reports (by HP, FAX, e-mail, etc.) Interview with experts and technicians of IG Interview with staff of organizations for disaster prevention.</p>	<p>1 The mission of IG in volcanic disaster mitigation system does not change. 5 Organizations for disaster prevention utilize volcanic reports and information sent by IG. Organizations for disaster prevention conduct activities to raise consciousness of people toward potential volcanic risk</p>

<p>Outputs</p> <p>1 IG improves its capacity to obtain the data on volcanic activity including long-period and very-long-period events on a real time basis at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.</p> <p>2 IG improves its capacity to process and store volcanic activity data properly including long-period and very-long-period events at Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes.</p> <p>3 IG enhances its capacity to analyze precursory signals of eruptions.</p> <p>4 The results of the analyses are described properly in the volcanic activity reports.</p> <p>5 Improved volcanic activity reports and supplemental information are adequately received by organizations for disaster prevention.</p>	<p>1 The data of volcanic activity including long-period and very-long-period events are acquired on a real time basis at the Institute.</p> <p>2-1 Continuous volcanic activity data are systematically monitored and locations of the events are determined.</p> <p>2-2 Continuous data are stored and wave forms are systematically cataloged.</p> <p>3-1 Two investigators are capable of more advanced quantitative analyses of long-period and very-long-period events and associated signals. Two other investigators can conduct same analyses under the guidance of the two investigators.</p> <p>3-2 Capacity of analyzing other data is enhanced.</p> <p>4 Results of the analyzed data including long-period and very-long-period events are written in the volcanic activity reports.</p> <p>5-1 Improved volcanic activity reports are regularly received by organizations for disaster.</p> <p>5-2 Supplemental information is timely received by organizations for disaster prevention.</p> <p>5-3 Organizations for disaster prevention are satisfied with the improved reports and information.</p>	<p>1. Acquired data at IG.</p> <p>2. Stored records of volcanic activities and event location maps.</p> <p>3. Research papers Volcanic activity reports</p> <p>4. Volcanic activity reports. Information disseminated to organizations for disaster prevention.</p> <p>5. Interview with staff of organizations of disaster prevention.</p>	<p>The mission of IG for volcano monitoring system does not change.</p>
--	---	---	---

<p>Activities</p> <p>1-1 To set up the volcanic monitoring equipment.</p> <p>1-2 To maintain the volcanic monitoring equipment properly.</p> <p>1-3 To operate the volcanic monitoring equipment properly.</p> <p>2-1 To develop the software for processing volcanic activity data including long-period and very-long-period events.</p> <p>2-2 To conduct training for the data processing.</p> <p>2-3 To collect and store the data.</p> <p>3-1 To conduct training on data analyzing.</p> <p>3-2 To interpret the volcanic activity based on the analyses.</p> <p>4-1 To identify technical points to be improved in the volcanic activity reports.</p> <p>4-2 To improve the volcanic activity reports in technical aspects.</p> <p>5-1 To categorize organizations to provide volcanic reports and information.</p> <p>5-2 To identify points for the better understanding of the contents of the volcanic activity reports and information among organizations for disaster prevention.</p> <p>5-3 To improve the volcanic activity reports and information based on the points in 5-2.</p> <p>5-4 To send regular volcanic activity reports and supplemental information to organizations for disaster prevention.</p>	<p>Inputs</p> <p>(Ecuador side)</p> <p>1 The placement of counterpart staff</p> <p>1) Counterpart</p> <p>-Investigators for seismography and seismic analysis.</p> <p>-Staff for operation and maintenance of the equipment</p> <p>2) Sub-Counterpart</p> <p>-Investigators for seismography and seismic analysis.</p> <p>2 The provision of facilities and equipment</p> <p>3 Local cost</p>	<p>(Japan side)</p> <p>1 Dispatch of Japanese experts</p> <p>Short-term Experts</p> <p>-Expert on seismography.</p> <p>-Expert on analysis of long-period and very-long-period events.</p> <p>-Expert on volcanic disaster prevention.</p> <p>2 Counterpart training in Japan</p> <p>3 Provision of equipment</p> <p>1) Eleven (11) Broadband seismometers with data logger and digitizer</p> <p>2) Ten (10) Microphones</p> <p>3) Telemetering system</p> <p>4) Computer system including software</p> <p>5) One (1) Vehicle (to be revised, including the planned inputs for prolonged project period)</p> <p>4 The project implementation cost</p>	<p>1 The volcanic activities do not give a heavy damage to the monitoring equipment.</p> <p>1-2 The data traffic in the shared radio band is not saturated.</p> <p>2-3 IG experts and technicians instructed by Japanese experts continue to stay in their position.</p> <p>Precondition</p>
--	--	---	--

ANNEX 2

List of Dispatched Experts

	Name	Field	Period	Organization
1	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 1	2004. 5. 24-7. 10	National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED)
2	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 2	2004. 10. 18-12. 3	NIED
3	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 3	2005. 2. 21-4. 1	NIED
4	Dr. Hiroyuki Kumagai	Leader of Installation of Seismic Observation System 1	2005. 11. 16-12. 23	NIED
5	Mr. Koji Miyakawa	Seismic observation 1	2006. 6. 19-7. 24	NIED
6	Dr. Hiroyuki Kumagai	Leader of Installation of Seismic Observation System 2	2006. 6. 19-7. 31	NIED
7	Mr. Tadashi Yamashina	Seismic observation 2	2006. 6. 25-7. 31	NIED
8	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 4	2006. 11. 6-12. 1	NIED
9	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 5	2007. 6. 5-6. 29	NIED
10	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 6	2008. 1. 13-2. 1	NIED
11	Mr. Tadashi Yamashina	Seismic observation 3	2008. 6. 23-7. 19	NIED
12	Dr. Hiroyuki Kumagai	Leader of Installation of Seismic Observation System 3	2008. 6. 23-7. 26	NIED
13	Dr. Hiroyuki Kumagai	Seismic analysis 7	2008. 11. 10-12. 6	NIED
14	Dr. Hiromu Okada	Volcanic disaster management	2008. 11. 20-12. 6	Crisis and Environment Management Policy Institute
15	Dr. Hiroyuki Kumagai	Project finalization	2009. 4. 13-5. 1	NIED

ANNEX 3

List of Counterpart Trainings in Japan

	Name	Theme	Period	Organization of training
1	Alexander Garcia-Aristizabal	Volcanic observation and data Analysis	2005. 1. 22-2. 11	National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED)
2	Claudia Indira Molina Polonia	Volcanic observation and data analysis	2005. 7. 2-7. 30	NIED
3	Pablo Bolivar Palacios Palacios	Seismic observation and analysis	2007. 3. 19-4-13	NIED
4	Pablo Bolivar Palacios Palacios	Volcanic observation and data Analysis	2007. 11. 26-12. 21	NIED
5	Mario Calixto Ruiz Romero	Volcanic data analysis	2009. 3. 18-4. 4	NIED

ANNEX 4

List of Equipments Provided

Equipment	Maker	Model	Quantity	Year of arrival
Computer	HP	ProLiant ML350 G4	2	2005
UPS : 1.5kVA	APC	BR1500	2	2005
Computer software	GEOTECH	SMARTGeoHub (TM) Data Server	2	2005
Computer software	GEOTECH	SMARTGeoViewer (TM)	2	2005
Computer software	GEOTECH	SMARTConfig	2	2005
Computer software	GEOTECH	SMARTSOH State-of-Health	2	2005
Computer software	GEOTECH	SMARTQuake (TM)	2	2005
Computer software	GEOTECH	SeisPlus	2	2005
Computer	HP	Workstation xw6200	2	2005
UPS : 1.5kVA	APC	SUA1000RMI1U	2	2005
Computer software	Red Hat	Red Hat Linux 9.0	2	2005
Computer software	Fujitsu	Parallel Fortran & C Package	2	2005
Computer software	MathWorks	MATLAB, Signal Processing Toolbox	2	2005
Computer	HP	Workstation xw6200	2	2005
UPS : 1.5kVA	APC	SUA1000RMI1U	2	2005
Computer software	Red Hat	Red Hat Linux 9.0	2	2005
Router	LINKSYS	BEFSX41	1	2005
Network timeserver	Masterclock	NTP100-GPS	1	2005
Laser printer (black & white)	HP	LaserJet 5100dtn	1	2005
Laser printer (colour)	HP	Business Inkjet 2600dn	1	2005
Laser printer (colour)	HP	Business Inkjet 2300n	1	2005
Transmitter receiver	CISCO SYSTEMS	AIR-BR1310G-A-K9-R	45	2005
Switching hub, etc.	LINKSYS	ETX-SH5	6	2005
Waterproof case	TAKACHI	OPCP306018G	23	2005
Antenna	Create Design	2X2427M-SS	45	2005
Antenna mast (base station)	Create Design	CR-30	1	2005
Antenna mast (repeater)	Create Design	KT8C-SS	12	2005
Antenna mast (monitoring sites)	Create Design	KT6N-SS	10	2005
Arrester unit	Create Design		23	2005
Voltage regulator	Matsunaga Manufacturing	SVC-10000MN-SS	1	2005
Isolation transformer	Matsunaga Manufacturing	WTC-5K	1	2005
Distribution panel	DENYO	ATS100XRC1	1	2005
Power generator	DENYO	DCA-6ESX	1	2005
Charge controller	SUNWISE	SIGMA	23	2005
Battery	GS Yuasa	SEB100	57	2005
Solar panel	SHELL	SQ-80-P	75	2005
Broad-band seismometer	GURALUP	CMG-40T	11	2005
Air vibration meter: microphone	ACO	TYPE 7144	10	2005

Equipment	Maker	Model	Quantity	Year of arrival
Air vibration meter: amplifier	ACO	TYPE 3348	10	2005
Digitizer	GEOTECH	SMART-24	11	2005
Waterproof case	Dailite	#200	32	2005
Multimeter	Fluke	83-5	1	2005
Portable oscilloscope	Fluke	199B	1	2005
Laptop computer	HP	nx7010	1	2005
Portable GPS	Garmin	GPS V	1	2005
Vehicle	TOYOTA	Casabaca	1	2005
Transmitter receiver	Airaya	A1108-4958-0N2	18	2008
Protective cover	Create Design		17	2008
Voltage transformer	ETA Electric Industry	SVM-48SC-12	17	2008
Antenna	Radio Waves	SP3-5.2	17	2008
Air vibration meter: microphone	ACO	TYPE7144	3	2008
Air vibration meter: wind screen	ACO	TYPE NA-0313	3	2008
Air vibration meter: sensor cable	ACO		3	2008
GPS Antenna/receiver	GEOTECH		2	2008
Solar panel	Shell	SJJ-80	4	2008
Solar panel stand (for 2 panels)	Create Design		2	2008
Power supply cable for solar panel	Create Design		2	2008
Tower assembly	Create Design	KT6N-SS	2	2008
Earth rod	Create Design		2	2008
Waterproof case	Dailite	#200	4	2008
RF Cable	Fujikura	RG59/U	4	2008
RF Cable	YEI DA Wier Cable	CFD-200	2	2008
Transmitter receiver	Airaya	A1108-4958-0N2	2	2008
Protective cover	Create Design		2	2008
Voltage transformer	ETA Electric Industry	SVM-48SC-12	2	2008
Antenna	Radio Waves	SP3-5.2	2	2008
Charge controller	SUNWIZW	PR3030	3	2008
Battery	GS Yuasa	SEB100	2	2008
Solar panel	Shell	SJJ-80	4	2008
Solar panel stand	Create Design		1	2008
Power supply cable	Create Design	8mm sq, L20m	1	2008
Tower assembly	Create Design	KT8C-SS	1	2008
Earth rod	Create Design		1	2008
Waterproof case	Dailite	#200	1	2008

Note: Only equipments with a unit price of 20,000 Japanese Yen or higher are listed

ANNEX 5

Expenditures of the Project

Japanese side

Item	Japanese fiscal year (unit: thousand Japanese Yen)					TOTAL	
	2004	2005	2006	2007	2008		2009
Counterpart training	762	2,242	868	1,682	1,026	50	6,630
Dispatch of experts	5,103	1,657	8,249	4,261	9,348	1,594	30,212
Provision of equipment		181,985	0	42,420	906		225,311
Dispatch of study teams		9,867	35,525	10,131	7,447	6,342	69,312
Other expenditures	0	0	73	498	1,889		2,460
Total	5,865	195,751	44,715	58,992	20,616	7,986	333,925

Note: An amount of spending of carried-over budget from previous fiscal year is included in the figure of the fiscal year in which the actual spending took place. Therefore, some figures are significantly different from those in the joint evaluation report prepared in the year 2006.

The figures of the fiscal years 2008 and 2009 are still tentative.

Ecuadorian side

(Year 2005-2009)	(unit: USD)
Remodeling Data Analysis Room	57,627.71
Furniture for Data Analysis Room	21,207.94
Electric installation	18,441.82
Telephone Network Connection	985.04
GPS antenna and receivers	1,937.00
Purchase 2 lots of land (Station)	5,500.00
Customs fee for JICA Equipment	8,498.95
Construction of sheds (Station)	10,789.44
Maintenance of Station(personnel, fuel, construction material)	33,946.00
Travel Allowance	20,390.26
Salary	227,258.23
TOTAL:	406,582.39

ANNEX6: List of Counterpart Personnel

Name	Post/Position	Role in Project	Note
Hugo Yepes	Director	Project Director	
Patricio Ramón	Researcher	Coordination	
Patricia Mothes	Researcher	Coordination	
Diego Barba	Researcher	Coordination	Until July, 2008
Jorge Bustillos	Researcher	Coordination	
Alexandra Alvarado	Chief Researcher	Coordination	
Mario Ruiz	Researcher	Data Analysis & Coordination	
Pablo Palacios	Researcher	Data Analysis	
Liliana Troncoso	Researcher	Data Analysis	
Mónica Segovia	Researcher	Data Analysis	
Indira Molina	Researcher	Data Analysis	Until August,
Alexander García	Researcher	Data Analysis	Until May, 2006
Wilson Enríquez	Chief Technician	Coordination & Equipment Maintenance	Until February, 2006
Mayra Vaca	Chief Technician	Coordination & Equipment Maintenance	
Cristina Ramos	Senior Technician	Equipment Maintenance	
Jorge Aguilar	Computer Technician	Computer Maintenance	
Santiago Arrais	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Vinicio Cáceres	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Lorena Gomezjurado	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Christian Cisneros	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Eddy Pinajota	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Pablo Marcillo	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Freddy Vásconez	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Myriam Paredes	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Roberto Toapanta	Electronic Technician	Equipment Maintenance	
Andrés Cadena	Electronic Technician	Equipment Maintenance	Until December, 2007
Ethelwoldo Jua	Electronic Technician	Equipment Maintenance	Until December, 2007
Carlos Ayol	General Affairs	Equipment Maintenance	
Pablo Cobacango	Research Student	Data Analysis	Until June 2007
Karla Muela	Research Student	Data Analysis	
Daniel Pacheco	Research Student	Data Analysis	

ANNEX 7 List of Volcanic Disaster Prevention Seminars and Meetings

Date	Venue	Target Audience	Number of participants
November 25, 2008	Sangolqui (Chillos Valley)	Organizations for disaster prevention and the general public	120
November 26, 2008	Latacunga County	Organizations for disaster prevention and the general public	150
November 27, 2008	BañosCounty	Organizations for disaster prevention and the general public	40
November 27, 2008	BañosCounty	Baños Tourism Association (Cámara de Turismo)	20
November 28, 2008	Penipe County	Organizations for disaster prevention and the general public	60
December 3, 2008	Ibarra County	Organizations for disaster prevention and the general public	120

ANNEX 8

Potential areas for improvements of IG's information dissemination activities

The Japanese expert in Volcanic Disaster Management, dispatched to the Project from November 20 to December 6, 2008, pointed out the followings as potential areas for improvements of IG's information dissemination activities.

1. Displaying realtime visual images of volcanoes in public spaces will be an effective tool not only for warning of volcanic disasters in emergency situations but also for enhancing understanding and awareness of local residents as well as disaster prevention authorities in inactive periods toward volcanoes and their activities. This will be particularly useful for areas where the volcanoes that are posing risks are not visible from there.
2. The communication with mass media must be handled with an extreme caution at the time of volcanic crisis in order to avoid their misleading news and reports. To address this issue, it is important to enhance their scientific knowledge on volcanic activities in inactive periods.
3. Education for children on volcanoes and their risks is particularly important because some of them will be future volcanologists and administrators of disaster management. Educational activities such as visits to IG and volcanoes, contests of paintings on volcanic disasters, and workshops for teachers will nurture disaster prevention culture among the next generations and, therefore, shall be greatly encouraged.

ANNEX 9: List of Publications and Academic Presentations

PUBLICATIONS

Kumagai, H., P. Palacios, T. Maeda, D. Barba Castillo, M. Nakano, Seismic tracking of lahars using tremor signals, Journal of Volcanology and Geothermal Research, doi:10.1016/j.jvolgeores.2009.03.010, 2009.	2009
Molina, I., Kumagai, H., García-Aristizábal, A., Nakano, M., Mothes, P., 2008. Source process of very-long-period events accompanying long-period signals at Cotopaxi Volcano, Ecuador, J. Volcanol. Geotherm. Res. 176, 119-133, 2008	2008
Kumagai, H., H. Yepes, M. Vaca, V. Caceres, T. Nagai, K. Yokoe, T. Imai, K. Miyakawa, T. Yamashina, S. Arrais, F. Vasconez, E. Pinajota, C. Cisneros, C. Ramos, M. Paredes, L. Gomezjurado, A. García-Aristizábal, I. Molina, P. Ramon, M. Segovia, P. Palacios, A. Alvarado, J. Aguilar, P. Javier, W. Enriquez, P. Mothes, M. Hall, I. Inoue, M. Nakano, and H. Inoue, Enhancing Volcano-Monitoring Capabilities in Ecuador, Eos, Transactions, American Geophysical Union, 88, 245-252, 2007.	2007
A. García-Aristizábal, H. Kumagai, P. Samaniego, P. Mothes, H. Yepes, M. Monzier., 2007. Seismic, petrologic, and geodetic analyses of the 1999 dome-forming eruption of Guagua Pichincha volcano, Ecuador, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 161, 333-351	2007
Molina, I, H. Kumagai, J.-L. Le Pennec, and M. Hall, 2005, Three-dimensional P-wave velocity structure of Tungurahua Volcano, Ecuador, Journal of Volcanology and Geothermal Research, 147, 144-156.	2005
Nakano, M. and H. Kumagai, 2005, Waveform inversion of volcano-seismic signals assuming possible source geometries, Geophysical Research Letters, 32, L12302, doi:10.1029/2005GL022666.	2005
Molina, I, H. Kumagai and H. Yepes, 2004, Resonances of a volcanic conduit triggered by repetitive injections of an ash-laden gas, Geophysical Research Letters, 31, L03603, doi:10.1029/2003GL018934.	2004

ABSTRACTS PRESENTED AT INTERNATIONAL CONFERENCES

Ruiz, M. C., Arellano, S. R., Characteristics and Distribution of Infrasound Signals at Tungurahua Volcano, Ecuador, AGU Fall Meeting	2008
Arellano S., M. C. Ruiz, P. Palacios, B. Galle, On the fine structure of SO2 outgassing of Tungurahua Volcano: A multiparametrical approach, IAVCEI General Assebmly 2008	2008
Kumagai, H., P. Palacios, T. Maeda, D. Barba Castillo, M. Nakano, Seismic tracking of lahars using tremor singals, IAVCEI General Assebmly 2008	2008
Ruiz M.C., D. R. Villagomez, A. García, I. Molina, P. Palacios, D. Viracucha, J. Johnson, J. Lees, H. Kumagai, Volcano survaillance in Ecuador during recent eruptive episodes, SSA Spring Meeting	2008
Kumagai, H., H. Yepes, M. Nakano, I. Molina, Very-long-period signals observed immediately before a Vulcanian eruption accompanying pyroclastic flows at Tungurahua, Ecuador, IUGG General Assembly 2007	2007

Ramon, P., Yepes H., Barba D., Arellano S., Samaniego P., Hall M., Mothes P., Alvarado A., Kumagai H. Tungurahua Volcano's 2006 Eruptions, Monitoring and Alert Notifications. Conference Cities on Volcanoes COV5	2007
Yepes H., E. Bartomioli, P. Samaniego, P. Ramón, P. Mothes, D. Barba, S. Arrellano and D. Rivero. Combining Scientific And Social Components To Achieve Sustainable Risk Mitigation At Tungurahua Volcano, Ecuador, Cities on Volcanoes COV5	2007
Ramón, P., H. Yepes, J. Bustillos, M. Garcés, D. Fee, and A. Stefke, Infrasound detection during explosive activity at Tugurahua volcano, Ecuador, Cities on Volcanoes COV5	2007
Kumagai, H., Yepes, H., Vaca, M., Caceres, V., Nagai, T., Yokoe, K., Imai, T., Miyakawa, K., Yamashina, T., Arrais, S., Vasconez, F., Pinajota, E., Cisneros, C., Ramos, C., Paredes, M., Gomezjurado, L., Garcia-Aristizabal, A., Molina, I., Ramon, P., Segovia, M., Palacios, P., Enriquez, W., Inoue, I., Nakano, M., and Inoue, H., Deployment of broadband seismic and infrasonic networks on Tungurahua and Cotopaxi Volcanoes, Ecuador, AGU Fall Meeting	2006
Molina I., Kumagai H., García A., Nakano M. and Mothes P., Source process of very-long-period events accompanying long-period signals at Cotopaxi Volcano, Ecuador, Cities On Volcanoes COV4	2006
Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and P. Samaniego, P. Mothes, H. Yepes, M. Monzier, 2006, Seismic, petrologic, geodetic analyses of the 1999-2001 dome-forming eruption of Guagua Pichincha volcano, Ecuador, Cities on Volcanoes 4.	2006
Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Mecanismo de la fuente de tremor volcanico inferidos a partir de la inversion, First Latin American Congress of Seismology, 81.	2004
Molina, I, H. Kumagai and H. Yepes, 2004, Resonancias de un conducto volcanico disparadas por inyecciones repetitivas de un gas cargado de ceniza, First Latin American Congress of Seismology, 83.	2004
Molina, I, H. Kumagai and J. Le Pennec, M. Hall, 2004, Three-dimensional P-wave velocity structure of Tungurahua Volcano, Ecuador, IAVCEI General Assebmlly 2004, s08b_o_10.	2004
Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Source process of tremor at Guagua Pichincha Volcano, Ecuador, inferred from waveform inversion, IAVCEI General Assebmlly 2004, s08b_o_14.	2004
Molina, I, H. Kumagai and J. Le Pennec, M. Hall, 2004, Three-dimensional P-wave velocity structure of Tungurahua Volcano, Ecuador, EOS, transactions, V11B-1427.	2004
Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Source process of tremor inferred from waveform inversion, EOS, transactions, V14B-03.	2004
Molina, I., H. Kumagai and A. Garcia-Aristizabal, M. Nakano, P. Mothes, 2006, Source process of very-long-period events accompanying long-period signals at Cotopaxi Volcano, Ecuador, Cities on Volcanoes 4.	2004

添付資料 3 調査日程

日 (曜日)	行 程
4月13日 (月)	エクアドル到着
14日 (火)	JICA 事務所表敬・打合せ IG 表敬・協議 合同評価員との協議
15日 (水)	IG での協議・調査
16日 (木)	JICA 事務所打合せ 国際協力庁 (AGECI) 表敬 IG との協議
17日 (金)	リスク管理技術局との協議 IG での協議・調査
19日 (日)	地方 (Baños) へ移動
20日 (月)	Pelileo 市長との協議 Baño 防災関係者との協議 フィールド調査 Penipe 市長との意見交換会
21日 (火)	Baños から Cotopaxi へ移動 Latacunga 市長との協議 フィールド調査、キトへ移動
22日 (水)	合同評価レポート (案) 作成 同レポート案に係る I G との協議
23日 (木)	合同評価委員会会議 大使館報告
24日 (金)	M/M 署名、懇親会 JICA 事務所報告
26～28日	事業完了報告書とりまとめ
29日 (水)	エクアドル出発

添付資料 4 主要面談者リスト

国際協力庁 (AGECI)

Mónica Dávila	長官
Alexandra Maldonado	連絡・フォローアップ・評価 担当部長
Ana Patricia Lozada	政策交渉アナリスト
Iván Martínez	連絡・フォローアップ・評価 アナリスト

リスク管理技術局 (STGR)

Lorena Cajas Albán	長官
--------------------	----

国立理工科大学付属 地球物理研究所 (IG-EPN)

Alfonso Espinosa	国立理工科大学学長
Hugo Yepes	所長
Mario Ruíz Romero	地震学主任教授
Alexandra Alvarado	地震部門チーフ
Mayla Vaca	技術部門チーフ
Mónica Segovia	地震ネットワーク責任者
Pablo Palacios	研究員
Gorki Ruiz	GPS 技術者
Santiago de Arrais	電気技師
Vincio Cáceres	電気技師

ペリレオ市

Manual Carizabanda	市長
John Marcial	市総務部長

ペニペ市

Manuel Carranza	市長
Victoria Moreno	市総務部長
Raúl Escobar	市法務部長

ラタクンガ市

Rafael Maya	市長
Patricio Páez Moscoso	市人事部長

バニョス市

Marcelo Espinel	リスクマネジメント・ユニット コーディネーター
-----------------	-------------------------

カサ・コトパクシ

Ximena Jijón	首都圏 バジエ・デ・ロス・チジョス地区 市民安全地区担当チーフ
Miguel Arias	リスクマネジメント プロモーター

Franklin Espin	市民安全 コーディネーター
Marcelo Campana	コーディネーター
エクアドル側評価委員	
Minard Hall	地球物理研究所 研究員
Marco Montesdeoca	リスクマネジメントオフィサー トウングラワ・リスクマネジメント・ユニット
日本大使館	
前川征弘	大使
JICA エクアドル支所	
山口 三郎	所長
廣住 清	次長
Santiago Guerrón	国際協力担当 現地スタッフ

添付資料5 プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) (Version 2) 仮訳

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
 実施期間: 2004年5月1日-2009年4月30日
 対象地域: コトパキシン・トゥングラワ火山噴火の影響を受ける地域
 ターゲットグループ: 地球物理研究所(以下、IG)の専門家と技術者及びコトパキシン・トゥングラワ火山地域の防災関係機関の職員

作成日: 2007年4月25日

プロジェクトの要約	指標	指標の入手手段	外部条件
<p>(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。</p> <p>(プロジェクト目標) コトパキシン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。</p>	<p>1-1 コトパキシン火山及びトゥングラワ火山の危機的状況における適切な対応策のガイドラインが関係機関の間で策定される。 1-2 防災関係機関がガイドラインに基づいた対応をとれる。 1-3 住民が火山の潜在的リスクに対する意識を持ち適切な行動をとれる。 2 他の活火山の監視能力が高まる。 3 火山情報の伝達システムが改善する。 各防災関係機関に提供する火山活動情報の質が向上する。</p>	<p>1. 火山災害軽減に関する記録・文書、防災関係機関へのインタビュー、住民へのインタビュー 2. IGの研究論文、火山活動レポート・情報、マスメディアの報道記事や番組 3. 火山活動レポート・情報、防災関係機関職員へのインタビュー 火山活動レポート (ホームページ、ファックス、電子メール等による)、IGの専門家・技術者へのインタビュー、防災関係機関職員へのインタビュー</p>	<p>・火山災害軽減の優先度が政府の政策において維持される。 ・防災関係機関の予算や人材の配分が変わらない。 ・火山災害軽減体制におけるIGの位置づけが変わらない。 ・防災関係機関がIGから発信された火山活動レポート・情報を活用する。 ・防災関係機関が火山の潜在的リスクに対する住民の意識を高めるための活動を行う。</p>

<p>(成果)</p> <p>1 コトパキシ火山及びトウングラフ火山において長周期及び超長周期地震波データを含ま火山活動のデータがリアルタイムで取得できるよう IG の能力が改善する。</p> <p>2 コトパキシ火山及びトウングラフ火山において長周期及び超長周期地震波のデータを含ま火山活動データを適正に処理、蓄積できるよう IG の能力が改善する。</p> <p>3 IG の噴火の前兆の解析能力が高まる。</p> <p>4 解析結果が適切に火山活動レポートに記述される。</p> <p>5 改善された火山活動レポートと補足情報が防災関係機関により適切に受領される。</p>	<p>1-1 長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データが IG においてリアルタイムで取得される。</p> <p>2-1 連続的な火山活動データが系統的に監視され、火山活動の発生源が決定される。</p> <p>2-2 連続データが蓄積され地震の波形データがデータベース化される。</p> <p>3-1 長周期及び超長周期地震波や関連する兆候の解析についてより高度な定量解析が可能となる研究員が 2 人育成される。この 2 人の研究員の指導の下で同様の解析が実施できる研究員が、2 人育成される。</p> <p>3-2 その他の観測データの解析能力が高まる。</p> <p>4 長周期及び超長周期地震波を含むデータ解析結果が火山活動レポートに記載される。</p> <p>5-1 改善された火山活動レポートが防災関係機関に定期的に受領される。</p> <p>5-2 補足情報が防災関係機関に適時受領される。</p> <p>5-3 防災関係機関が改善されたレポートや情報に満足する。</p>	<p>1. IG で取得されたデータ</p> <p>2. 蓄積された火山活動の記録及び火山活動の位置図</p> <p>3. 研究論文、火山活動レポート</p> <p>4. 火山活動レポート、防災関係機関に伝達された情報</p> <p>5. 防災関係機関職員へのインタビュー</p>	<p>・火山監視体制における IG の位置付けに変更がない。</p>
---	--	--	------------------------------------

<p>(活動)</p> <p>1-1 火山観測機材を設置する。</p> <p>1-2 火山観測機材を適正に維持する。</p> <p>1-3 火山観測機材を適正に操作する。</p> <p>2-1 長周期及び超長周期地震波を含む火山活動データの処理が可能なソフトウェアを開発する。</p> <p>2-2 データ処理の訓練を行う。</p> <p>2-3 処理されたデータの集計、蓄積を行う。</p> <p>3-1 データ解析の訓練を行う。</p> <p>3-2 データ解析に基づき火山活動の解釈を行う。</p> <p>4-1 火山活動レポートの技術的に改善すべき点を明確にする。</p> <p>4-2 火山活動レポートを技術的な側面で改善する。</p> <p>5-1 火山レポート・情報を提供する機関を類型化する。</p> <p>5-2 火山活動レポート・情報の内容が防災関係機関にとってより理解しやすいよう改善点を明らかにする。</p> <p>5-3 5-2に基づいて火山活動レポート・情報を改善する。</p> <p>5-4 火山活動報告と補足情報を防災関係機関に定期的に送付する。</p>	<p>(投入)</p> <p>(エクアドル側)</p> <p>1 人員配置</p> <p>1) カウンターパート</p> <p>ー地震観測・解析研究員</p> <p>ー機材運用・管理スタッフ</p> <p>2) 準カウンターパート</p> <p>ー地震観測・解析研究員及び技官</p> <p>2 施設・機材の提供</p> <p>3 ローカルコスト</p>	<p>(日本側)</p> <p>1 日本人専門家派遣</p> <p>1) 短期専門家</p> <p>ー地震観測</p> <p>ー長周期及び超長周期の地震解析</p> <p>ー火山防災</p> <p>2 研修員受入</p> <p>3 機材供与</p> <p>1) 広帯域地震計、記録計及びビデオ計 (11セット)</p> <p>2) 空振計 (10セット)</p> <p>3) テレメーターシステム</p> <p>4) ソフトウェアを含むコンピュータ・システム</p> <p>5) 車輛 (1台)</p> <p>4 プロジェクトの実施費用</p>	<p>1 火山活動が観測機材に大きな損害を与えない。</p> <p>1-2 同じ周波数帯におけるデータ通信が飽和状態にならない。</p> <p>2-3 日本人専門家から指導を受けたIGの専門家と技術者がその役割に留まる。</p>
---	---	--	--