

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 18 年 12 月
(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

環境
JR
06-096

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 18 年 12 月
(2006 年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

序 文

エクアドル国（以下「エ」国）は、アンデス山脈の山麓に位置し（首都であるキトは標高 2,800m）、トゥングラワ火山、コトパキシ火山をはじめ、現在も噴火を続ける活動的火山が多く存在する。こうした火山の麓地域には多くの人々が生活しており、特に、本プロジェクト実施中であった 2006 年 8 月 16 日にもトゥングラワ火山が大規模な噴火を起こし、麓の住民に大きな被害を与えており、火山災害の軽減はこの国の重要な課題の一つである。

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：以下「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進められ、このネットワークで噴火の前兆的現象と密接に関連した地震波が観測されるなど、防災のためのデータが取得され、その得られたデータをもとに同研究所が防災レポートを作成し、防災局、自治体等の関係機関へ定期的に発信されるという体制が組まれている。しかしながら、これまで IG に設置されていた地震計は短周期の振動のみをとらえるものであるため、火山活動の初期に見られるゆっくりとした振動（微動）を観測することができず、噴火の予兆を十分に把握することができていなかった。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し、この火山活動レポートにより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改善することが急務であった。

こうした理由から、日本国政府は、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分析、解析技術の導入を目的とした「火山監視能力強化計画プロジェクト」をエクアドル国政府の要請に基づき実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの技術協力を行うこととなった。当機構は、2004 年 5 月から 2007 年 4 月までの予定で、独立行政法人防災科学技術研究所の協力を得て、プロジェクトを進め、上記の本年 8 月に活発化した噴火活動の際には、適切な予知と警戒活動により、多くの人命を救うことが出来たと、各方面より極めて高い評価を受けている。

今般、協力の終了まで半年をきったことから、プロジェクトのこれまでの活動の進捗状況と成果をエクアドル国側と協同で確認するとともに、今後の協力方針を確認することを目的として、JICA 地球環境部防災チーム長を団長とする終了時評価調査団を、2006 年 11 月 5 日より 11 月 27 日までエクアドルに派遣した。

本報告書は、同調査団の調査・協議結果を取りまとめたものであり、今後の技術協力実施に当たって、各方面に広く活用されることを願うものである。

終わりに、調査団の各位をはじめ、調査にご協力とご支援を戴いた関係各位に対し、外務省、独立行政法人防災科学技術研究所、在エクアドル日本大使館など、内外関係各機関の方々に深く謝意を表するとともに、引き続き一層のご支援をお願いする次第である。

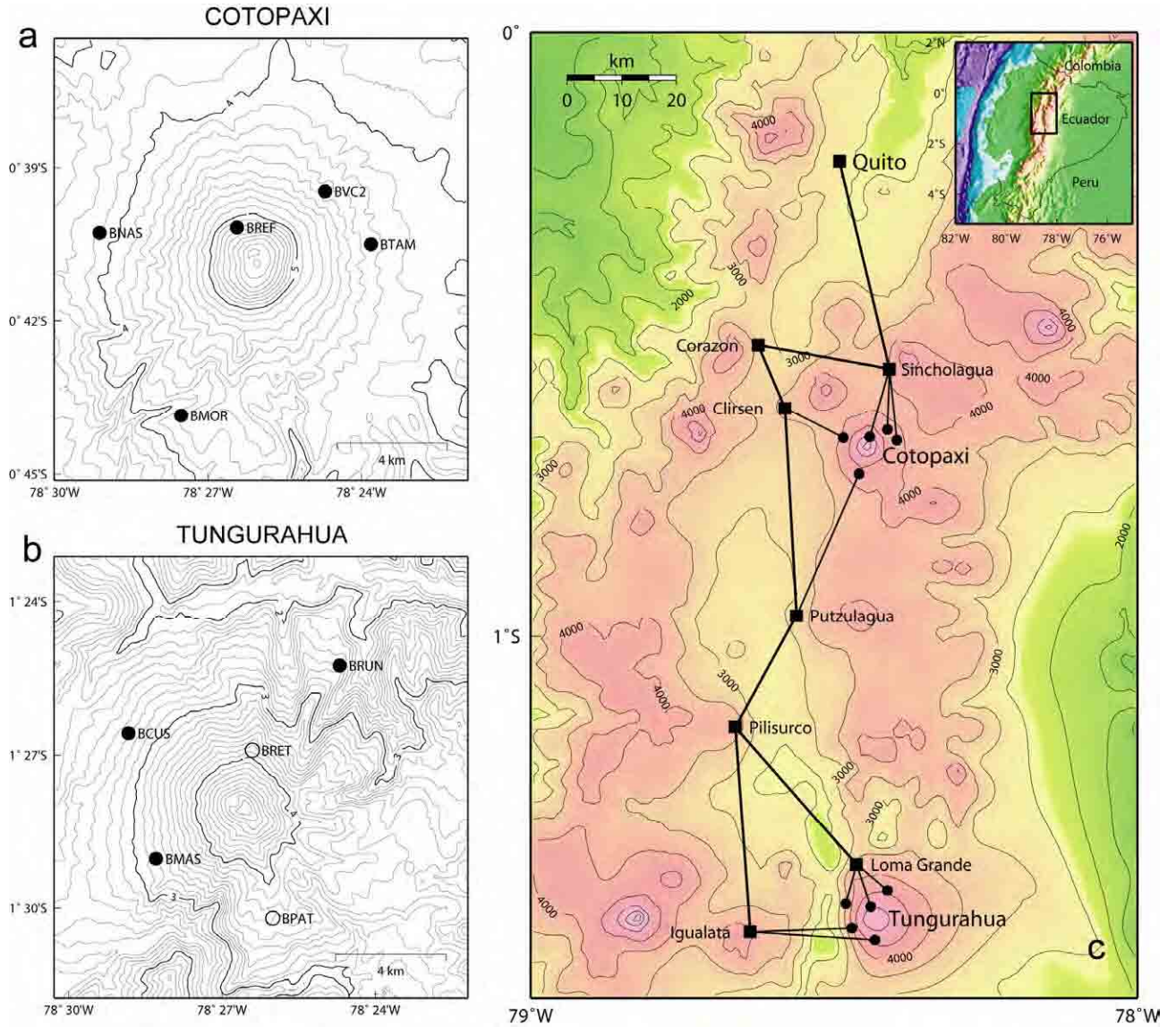
平成 18 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 伊藤 隆文

位置图



コトパキシ・トゥングラワ機器設置図



- a コトパキシ火山観測点
- b トウングラワ火山観測点(噴火活動活発化のため未設置などあり)
- c 観測データ伝送経路図

目 次

序文

位置図

コトパキシ・トゥングラワ機器設置図

目次

略語表

終了時評価調査結果要約票

第1章 終了時評価調査の概要.....	1
1-1 終了時評価調査の経緯.....	1
1-2 終了時評価の目的.....	1
1-3 調査団の構成と調査期間.....	2
1-4 対象プロジェクトの概要.....	2
1-5 調査結果概要.....	3
第2章 評価の方法.....	5
2-1 評価の手法.....	5
2-2 評価基準.....	5
2-3 評価のデザイン.....	6
第3章 プロジェクト実績.....	9
3-1 投入実績.....	9
3-2 活動の実績.....	9
3-3 アウトプットの実績.....	11
3-4 実施プロセス.....	13
3-5 プロジェクト目標の達成度.....	14
3-6 上位目標の達成の見込み.....	15
第4章 評価5項目に基づく評価結果.....	17
4-1 妥当性.....	17
4-2 有効性.....	17
4-3 効率性.....	18
4-4 インパクト.....	19
4-5 自立発展性.....	20

4-6	結論.....	21
第5章	提言と教訓.....	23
5-1	提言.....	23
5-2	教訓.....	25

添付資料

1. 調査日程
2. 面会者リスト
3. ミニッツ/合同評価レポート（和文）
4. 評価グリッド
5. 評価グリッド結果
6. アンケート結果
7. 供与機材一覧
8. 震源決定に関するデータ
9. PDM 改訂案
10. 終了時評価報告書（スペイン語版）
11. 収集資料リスト
12. 延長 RD 案

略 語 表

CP	Counterpart	カウンターパート
IG	Geophysical Institute (Instituto Geofísico)	地球物理研究所
INECI	Ecuadorian Institute of International Cooperation (Instituto Ecuatoriano de Cooperación Internacional)	国際協力庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
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
R/D	Record of Discussions	討議議事録

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：エクアドル共和国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：地球環境部第三グループ（水資源・防災） 防災チーム	協力金額（2006年11月現在）： 計 217,296 千円
協力期間：2004年5月1日～2007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
	他の関連協力：
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進められ、このネットワークで噴火の前兆の現象と密接に関連した地震波が観測されるなど、防災のためのデータが取得され、その得られたデータをもとに同研究所が防災レポートを作成し、防災局、自治体等の関係機関へ定期的に発信されるという体制が組まれている。</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振動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必要となっていた。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分析、解析技術の導入が急務となっていた。</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、火山性地震分析に関する機材供与と技術指導（専門家派遣、研修員受入）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、国立理工科大学地球物理研究所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5日から11月25日にわたり、終了時評価調査団を派遣した。</p>	
1-2 協力内容	
<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> 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地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。</p> <p> 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地震波のデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理研究所の能力が改善する。</p> <p> アウトプット3 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。</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反映される。</p> <p> アウトプット5 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。</p>	
1-3 投入（2006年11月現在） <日本側>	

<p>1) 短期専門家派遣 地震解析、地震観測、観測網構築の分野で延べ8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2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実施した。</p> <p>3) 機材供与 観測用機材、車両等総額 181,985 千円の機材供与を行った。機材供与に伴う技師派遣費用を負担した。</p> <p>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。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合計は、217,296 千円である。</p> <p><エクアドル側></p> <p>1) カウンターパート配置 プロジェクト・ディレクターのほか、25名のカウンターパートを配置した。うち、火山学・地震学担当10名、機材担当15名である。</p> <p>2) ローカルコスト IGのスペースをプロジェクト活動のために改装した。観測点・中継点の設置に必要な土地を購入し、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138,605.94ドルに上る。</p>	
2. 終了時評価調査団の概要	
調査者	<p>1. 三村悟（総括） 国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災）防災チーム長</p> <p>2. 藤原真吾（協力企画） 国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災）防災チーム</p> <p>3. 田中恵理香（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. 吉川敦子（通訳） 財団法人日本国際協力センター</p>
調査期間	2006年11月5日～2006年11月25日
	評価種類：終了時評価
3. 評価結果の概要	
3-1 実績	
プロジェクト目標	
<p>プロジェクト目標であるコトパキシ・トゥングラワ火山における火山監視能力の向上に関しては一定の成果をあげつつあるものの、主としてトゥングラワ火山の噴火活動と機材設置の遅れにより活動が遅れたため、当初期待していた火山監視能力向上を達成するためには、さらに若干の時間が必要である。</p> <p>本プロジェクトで設置した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解析されている結果、IGの火山情報レポートが、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。特に、2006年7月と8月に起こったトゥングラワ火山の噴火の際には、プロジェクトで設置した機材によりリアルタイムに正確なデータが取得でき、適切な解析が行われ、IGから関係防災機関やマスコミに対して的確な情報がタイムリーに発信された。</p> <p>ただし、十分な火山監視能力の向上にはまだ課題が残されている。噴火活動が続いているため、トゥングラワ火山に設置予定の5観測点のうち1観測点が未設置であり、2観測点の機材が噴火で一部破損したため、現在プロジェクトにおいては2観測点のみで観測を行っている状況である。また、無線の通信障害が発生しており、IGにおける観測データのリアルタイム監視の障害となっている。観測点が予定より少ないことと通信障害により、当初目指していた質の高いデータの取得が十分にできていない。データ取得が予定通りできている観測点においても、機材設置が遅れたことによりデータの取得開始が遅れた。このため、IGにおいて新しい機材によるデータを使つての観測の経験が十分にできておらず、適切な解析システムの改善・適用が遅れており、また、プロジェクトの観測網により取得したデータを用いて関係機関に発信する情報を十分に改善するに至っていない。</p>	
各アウトプット	
<p>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地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。</p> <p>指標 1-1: 長周期地震波データを含む火山活動に関するデータが地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。</p> <p>エクアドル側カウンターパートが観測点設置に必要な技術を習得し、エクアドル側のみで観測点の設置が可能になった。カウンターパートはリアルタイムデータ受信システムの取扱いを習得し、観測のトラブルに迅速に対応できるようになった。コトパキシ火山の5点の観測点のうち4点については、ほぼデータの欠落なくリアルタイムでIGでデータを取得している。1</p>	

点については通信の過密による無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中に発生する。トゥングラワ火山から来る信号については、2006年8月17日の噴火の影響による機材の破損や設置の遅れのため、2か所のみでデータ受信を行っているが、無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発生する。

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

指標 2-1: 収集されたデータが連続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。

コトパキシ・トゥングラワ火山とも、取得されているデータについては、データ受信サーバと波形表示用 PC に導入されている波形表示システムを用いて波形モニタリングが行われている。コトパキシ火山については、自動処理による震源決定が行われている。トゥングラワは観測点数が少ないため取得データのみでは震源決定はできないが、既存短周期地震計のデータを用いて震源決定が行われている。コトパキシ・トゥングラワ火山とも、IG によるこれまでの震源決定と比較し、震源決定の精度が格段に高まった。

指標 2-2: 連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。

コトパキシ・トゥングラワ火山とも、取得されているデータについて、連続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つつある。

アウトプット 3: 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。

指標 3-1: 長周期地震波や関連事象の解析についてより高度な定量解析が可能な研究員が 2 人育成される。2 人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる研究員が 2 人育成される。

地球物理研究所の研究員 2 名の解析能力が向上した。現在は両名とも個人的事情により研究所から離れているが、両名から指導を受けた 2 名と、さらにこの 2 名から指導を受けた 1 名が、ほぼ支障なく火山活動の基本的な解析を行っている。

指標 3-2: その他の観測データの解析能力が高まる。

定量的な地震波形解析手法の能力が高まり、トゥングラワ及びコトパキシ火山のマグマシステムの理解が向上した。これら解析手法を本プロジェクトのデータへ適用する解析システムの導入は、まだ十分に完了していない。

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。

指標 4: 長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに記載されている。

火山活動レポートは、短周期地震計によって取得されたデータに基づいた解析結果を記載している。さらに、プロジェクトで設置された機材を活用して得られた一部の解析結果が徐々に記載されるようになっていく。

アウトプット 5: 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。

指標 5: 改善した火山活動レポートを防災関係機関が理解している。

IG からの火山活動レポートは定期的に防災局や自治体等の関係機関に発信され、これら関係機関から、時宜を得た明確な情報であると高く評価されている。2006 年 7 月から 8 月にかけてのトゥングラワ火山の噴火活動では、今回設置した広帯域地震計と空振計のデータがモニタリングに大きく貢献するとともに、マスコミや防災機関への情報発信に大きく活用された。活動の遅れから、長周期地震波を含むデータの解析結果は、火山活動レポートに十分に反映されていない。そのため、こうした情報については、まだ防災関係機関が十分に活用するに至っていない。

3-2 実施のプロセス

プロジェクトでは、所期の成果を挙げつつあるものの、全体的な進捗は、当初の予定より若干遅れ気味である。

その要因として、プロジェクト活動を進めるにあたって必要な機材設置にやや時間を要したことが挙げられる。この理由として、機材設置の準備に時間を要し、また、機材準備後にも、現地のストによる交通止めや悪天候などにより設置が遅れた。2006 年 7 月から 8 月にかけてのトゥングラワ火山の噴火により、2 か所の観測点において機材の一部が破損したほか、噴火により現場に近づけないため設置を行っていない観測点が 1 か所あり、観測点を移す可能性を検討している。その他、無線の通信障害によりデータの取得が継続的に行われないことがある。以上の理由により、当初の予定よりは、データの取得・解析がやや遅れているが、IG の既存のデータを利用するなどして活動を進め、成果を挙げてきた。

プロジェクト実施にあたっては、適宜 PDM を参照し、概ね計画に基づいた適切な運営を行ってきたと言え

る。PDMの改訂は行っていない。課題としては、日本側とエクアドル側で、プロジェクトの進捗・成果を確認して共有するシステムを明確化し改善することが挙げられる。

日本側・エクアドル側とも、高いイニシアティブ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、良好であった。日本から機材設置のために派遣した一部技師は、主として言語の問題によりコミュニケーションに困難をきたす場合があったが、カウンターパートは必要な技術を吸収することができた。

3-3 評価結果の要約

(1) 妥当性

エクアドル国のニーズと政策、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。

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マネジメントの強化が課題であり、リスクマネジメント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。また、コトパキシ火山、トゥングラワ火山は、エクアドルの数多い火山の中でも現在最も災害リスクの高い火山である。

エクアドル国における 2003 年から 2007 年における国家開発計画では、冒頭に掲げられた 6 つの基本方針のひとつが「国民の安全、治安、司法の保障、食糧保障および環境保全」となっており、このなかに火山の脅威に関することも含めた自然災害防災が含まれている。この基本方針に基づく「活動方針 3」の中で、環境保全に対する政策として「さまざまな災害（自然災害、人災、技術災害）の防止」が挙げられている。

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。

(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おり、コトパキシ火山、トゥングラワ火山における火山監視能力の向上が見られる。しかしながら、活動が遅れた分だけ、監視能力の向上が十分ではない。

観測機材の導入により、コトパキシ、トゥングラワ火山について、以前の地震計では測定できなかったデータが IG においてリアルタイムで取得できるようになり、このデータを含む適切な火山情報を関係機関に 24 時間体制で発信できるようになっている。IG からの情報に対しては、関係機関も以前より信頼性が高まったと評価している。ただし、トゥングラワ火山では、観測点の設置が全て終わっておらず、また噴火による破損で機能していない観測点があることから、プロジェクト開始前よりはデータの質が上がったものの、的確にマグマの動きを理解するに至る科学的解析を行うだけの十分なデータがとれていない。また、機材の設置が遅れていることで、IG のカウンターパートは、JICA が供与した機材を使ってデータを解析する訓練が十分にできておらず、プロジェクトの観測網によるデータを使って総合的に判断できる能力をさらに高めることが課題となっている。解析した結果を関係機関が効率的に活用することについては、トゥングラワ火山噴火の際には、IG 及び関連機関の尽力により、適切に対応できたと評価される。しかしながら、観測点設置の遅れにより、プロジェクトの観測網によるデータの解析結果を使って関係機関に対して行う研修はまだ実施しておらず、今後緊急事態に対応したより総合的な火山監視能力を向上させるためには、プロジェクトの観測網によるデータの解析結果を取入れて、火山活動レポートの改善や関係機関に対する活動を行っていく必要がある。

5 つのアウトプットは、いずれも火山監視に必要なものであり、プロジェクト目標である火山監視能力向上に貢献するものである。

外部条件を受けたこととして、トゥングラワ火山の噴火により、観測点の設置が遅れたこと、また機材の一部が破損したことが挙げられる。またプロジェクトの初期に技術移転を受けたカウンターパート 2 名が IG を離職したが、この 2 名の指導を受けた IG の職員の努力により、当初めざしていたアウトプットを達成しつつある。

(3) 効率性

予定していた投入が計画より遅れたこと、火山の噴火による機材の破損があったこと等により、終了時評価時点では、効率性にはやや課題を残すものの、実行された投入は概ね有効に活用されている。

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。機材設置の技師に関しては、派遣時期に関し IG の通常業務との調整ができれば、より効果的な活動ができたと考えられる。

日本で研修を実施した 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、観測点の設置後に活動できなくなったことは、投入の効率性という点では残念なことであったが、この 2 名は、IG の他の職員に技術指導を行っており、カウンターパート研修の成果は IG 内で引き継がれていると判断される。

供与機材は、火山監視能力の向上に不可欠なものであり、機材の投入により従来より技術的に高度な観

測点・中継点が設置され、以前にはできなかった情報把握・解析ができるようになった。トゥングラワ火山噴火における際の前兆となった地震と空振は、プロジェクトの供与機材によって正確に記録され、IG及び日本の専門家によって解析され、大規模な噴火の予測をすることができた。一部の機材は、噴火で破損したりしたが、それ以外の機材は、概ね適切に活用され、火山監視に貢献していると言える。機材の維持管理も良好である。

ただし、機材供与に関しては、設置のタイミングが遅れたことが、プロジェクト全体の効率的な実施に影響を与えた。また、テレメーターについては、用いた周波数帯での外部通信が多いため、設置場所によっては電波の相互干渉によりデータ受信に支障をきたしている。これについては、今後周波数帯域の詳細な調査を行い、火山データの伝送に支障をきたさないようにシステムを改修し、対応する予定である。さらに、外部条件ではあるが、トゥングラワ火山の噴火により、設置した機材の一部が破損し、現在使用不能になっている。被害を受けた観測点については、今後も火砕流・土石流の影響を受ける可能性があるが、設置場所を再検討し、破損した機材を交換すれば、再び機能するものと推測されている。

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。また、事務管理部門の職員もプロジェクトを支援した。中継点・観測点の設置にあたり、エクアドル側が負担した技能労働者や荷役は、迅速・適切な設置に効果的であった。

(4) インパクト

トゥングラワ火山噴火の際に犠牲者の数を最小限に抑えた IG 及び関係機関の対応から見ても、上位目標達成の見込みは高い。

プロジェクトでは、コトパキシ、トゥングラワの2火山の観測網を設置したにとどまるが、この2火山に関する活動により IG の火山監視能力は向上しており、プロジェクトで習得した解析能力は他の火山にも応用できるものであり、エクアドル全体の火山に関する監視能力の向上が期待できる。火山災害の軽減は監視能力の向上だけでは実現できないが、IG と関係機関は長年にわたり良好な協力関係を築いており、自治体や各地域の防災局同士の間でも情報交換を行っていることから、プロジェクトの効果はエクアドル国の他地域にも波及していくものと考えられる。将来的なインパクトの発現には、プロジェクトで発信する情報を関係機関がより適切に理解すること、関係機関がそれぞれ防災に対する措置を強化していくことが鍵となる。

予期されなかった正のインパクトとしては、IG からの火山情報の質が高まったことで、IG 全体の組織としての信頼性が高まったこと、トゥングラワ火山噴火の際の情報発信を通じ、関係者の間で火山に対する関心や理解が深まったことが挙げられる。また、日本とエクアドル国の協力が一般の人々に知られるようになった。負のインパクトは、特に認められない。

(5) 自立発展性

自立発展性は概ね高いと判断されるが、活動が遅れていたことから、自立発展性を十分に高めるには、今後さらなる対応をとることが効果的であると考えられる。

技術的自立発展性に関しては、終了時評価時点で IG は持続可能な十分な能力をある程度有していると判断される。ただし、機材の設置の遅れにより、プロジェクトの観測網により取得されたデータを使って情報を解析する時間が十分にとれなかったため、IG の職員の総合的な解析能力をさらに高めていく必要がある。また、技術的持続性を高めるためのシステムを構築するには至っていない。例えば、ルーティン業務の中で自動的にデータを取り込み解析結果を出せるようなシステムを構築できれば、技術的自立発展性が高まると考えられる。技術的自立発展性においては、IG の人材が現在のそれぞれのポジションにとどまること、スペアパーツの安定的な供給が、鍵である。

制度的自立発展性は概ね高い。エクアドル政府は防災を重要課題と考えている。また、大統領令において規定された火山防災における IG の位置づけに変化はないと考えられる。今後制度的自立発展性を阻害する可能性のある要因としては、現在の防災に関する枠組みが変わること、国及び自治体の防災責任者の一部の防災に対する関与が弱いことである。

財政的自立発展性も概ね見込める。現在のところ、IG には国家からは十分な予算が配分されていないものの、IG では独自に資金調達仕組みを開発していることから、財政的自立発展性がほぼ見込める。政権交代や大学の組織再編に伴う将来的な予算削減の可能性は、皆無ではないものの、現在のところ、その可能性は小さいと見られている。

3-4 効果発現に関する貢献・阻害要因

プロジェクトの効果発現を促進した要因として、日本人専門家、エクアドル側カウンターパートの専門性と熱意が挙げられる。トゥングラワ火山噴火における対応では、プロジェクトにより IG の監視能力が向上していたことのほかに、かねてより IG と市民防災局や自治体等防災関係機関との関係が緊密であったことが、効果発現の促進要因となった。一方、プロジェクトの成果発現を阻害した要因として、機材の設置が遅れたことなどが挙げられる。トゥングラワ火山の噴火は、機材の一部を破損しすでに設置した観測点を使用不能

な状態にし、現在も噴火のため予定していた観測点の設置ができていないなど、プロジェクト実施プロセスにおける阻害要因となったが、一方で、プロジェクトの観測網を使って取得したデータの解析を行い関係機関に必要な情報を発信する機会ともなった。

3-5 結論

プロジェクトは、順調に成果を発現しつつあるものの、いくらかの遅れが見られる。実施プロセスについては、機材の設置が遅れ、また火山の噴火により一部機材が破損したため、予定されていた活動の一部が完全には実施されていない。アウトプットは達成されつつあるが、実施プロセスが遅れたため、プロジェクトで導入された機材により取得された観測データを使って火山監視能力を十分向上させるためには、まだ課題が残っている。したがって、プロジェクト目標の達成には、まだ時間がかかると考えられるが、トウングラフ火山噴火の際の対応は高く評価されるなど、残された課題が解決できれば、将来的な上位目標の達成見込みは高い。

3-6 提言

1. 期間の延長

プロジェクト目標を期間内に達成することは困難であるが、プロジェクト期間を延長すれば、目標を完全に達成できると思われるところ、プロジェクト実施期間を2年間延長する。

2. 今後のプロジェクト運営方針

(1) 火山噴火の影響を受けた機材の復旧

- 1) 既存の機材設置地点とは異なるサイトを含めて、適切な機材設置場所を検討する。
- 2) 破損した機材の修復、もしくは交換を行う。

(2) 無線通信の通信状況の改善

- 1) 観測データの通信・伝達経路（中継地点の場所）を改めて確認する。
- 2) データ伝送時に混線の生じない周波数帯を明らかにする。
- 3) データ伝送に必要な機材計画を立て、次の作業を行う。
 - a) 周波数帯の使用許可を関係機関に申請する。
 - b) 上記周波数帯の許可取得後、機材調達及び設置を行う。

(3) 技術移転の実施

上記の機材に係る状況を改善させると共に、データの解析にかかる技術移転を行う。

(4) 防災関係機関との連携の強化

災害対応に責任を持つ国家防災局や自治体に対して、火山情報（火山データの定量的な解析結果の解釈を含む）の活用方法を理解してもらうための普及活動を行う。

3. プロジェクトの運営、進捗管理について

日本側、エクアドル側による、プロジェクト運営に関する調整と進捗管理のためのメカニズムの導入を検討する。ここには IG、JICA、専門家が参加する他、国際協力庁（INECI）、日本大使館などを必要に応じてオブザーバーとする。

4. PDMの見直しについて

プロジェクト期間を延長する場合、延長 R/D の締結時あるいは調査団派遣などの機会を捉えて PDM を修正し、指標の整理や表現の修正を行うことが望ましい。

3-7 教訓

- ・ 機材供与が大きな役割を果たすプロジェクトにおいては、機材の準備は時間をかけて慎重に行うべきである。可能であればプロジェクト開始前に、機材仕様書作成を目的とする専門調査団や専門家を派遣することも一案である。また、機材設置に付随する土地取得及び無線に関する機器や周波数使用許可の手続き等は、設置作業を円滑に進める重要な要素であり、また国によって事情が異なるため、入念な調査及びフォローが望ましい。
- ・ 自然現象を対象とするプロジェクトでは、緊急性を要する場合もあり、入札から納入・設置までの機材に関する手続きの効率化・時間の短縮が望まれる。
- ・ 防災に関するプロジェクトでは、プロジェクト期間中に災害の被害を受ける可能性も考慮し、スペアパーツに関しては柔軟な対応をする。

第 1 章 終了時評価調査の概要

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。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。

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/Instituto Geofísico：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進められ、このネットワークで噴火の前兆的現象と密接に関連した地震波が観測されるなど、防災のためのデータが取得され、その得られたデータをもとに同研究所が防災レポートを作成し、防災局、自治体等の関係機関へ定期的に発信されるという体制が組まれている。

しかしながら、IG に設置されている地震計は短周期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必要となっていた。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分析、解析技術の導入が急務となっていた。

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、火山性地震分析に関する機材供与と技術指導（専門家派遣、研修員受入）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、国立理工科大学地球物理研究所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 5 日から 11 月 25 日にわたり、三村悟国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災）防災チーム長を団長とする終了時評価調査団を派遣した。

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の見込みを確認する（投入：人材・資材等プロジェクトに対し外部から来るあらゆるものを指す）。
- 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) プロジェクト終了時まで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通りである。

日本側：

終了時評価調査団

三村悟（総括） 国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災）
防災チーム長

藤原真吾（協力企画） 国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災）
防災チーム

田中恵理香（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

吉川敦子（通訳） 財団法人日本国際協力センター

プロジェクト専門家¹

熊谷博之 防災科学技術研究所地震研究部主任研究員

エクアドル側：

Emb. Carlos Játiva Naranjo 国際協力庁長官

Ing. Alfonso Espinosa Ramón 国立理工科大学学長

Ing. Hugo Yepes 国立理工科大学地球物理研究所所長

調査団の日程については添付資料 1 を参照されたい。また面会者リストは添付資料 2 の通りである。

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 3「ミニッツ及び合同評価レポート」の別添（ANEXO）1 の PDM を参照。なお、調査中にこの PDM について議論を行い、議論した PDM 改定案（未決定）を別添 9 として添付する。

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地震波データを含む火山活

¹ 終了時評価団員ではないが、技術移転業務で短期専門家として派遣中のところ、終了時評価の協議に参加した。

動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。

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

アウトプット3

地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。

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

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

1-5 調査結果概要

プロジェクト目標である火山監視能力の強化は進んでいるが、外部条件などの要因により、プロジェクトの実施プロセスにおいて、遅延が生じていることが明らかになった。そのため、火山観測機器を完全に設置すること、観測データの解析技術にかかる技術移転などについては、今後も継続した協力が必要であり、当初予定していた期間内ではプロジェクト目標の達成が困難である。

- ・ 実施プロセスについては、機材の設置が遅れ、また、火山の噴火により一部機材が破損したため、予定されていた活動の一部が実施されていない。そのため、アウトプットは達成されつつあるが、設置された機材を使つての火山監視能力の向上のための活動が十分に行われておらず、この部分での改善が望まれる。
- ・ プロジェクト目標、上位目標の達成見込みは高いが、予定されていた活動をすべて終えておらず、アウトプットが不完全であるため、現段階でのプロジェクト目標の達成度は限定的である。今後、プロジェクトの効果を持続性のあるものにするためには、予定されている火山観測網を完成させ、実際の火山データを用いて、データ処理・解析の技術をさらに完成度の高いものとし、災害に関係する関係機関に発信する火山情報の質を高めつつこれら機関との連携を密にして、総合的な火山監視能力を強化していくことが必要である。

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プロジェクト・デザイン・マトリックス（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5つの評価の観点（評価5項目）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、表 2-1 の通りである。

表 2-1：PDM の概要

上位目標	達成されたプロジェクト目標の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、プロジェクト専門家、機材設置技師、エクアドル側カウンターパート（counterpart：CP）及び市民防災局、自治体等防災関連機関担当者に対する質問票によるサーベイとインタビューを行った。また、プロジェクトで設置した施設の視察を行った。

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。

表 2-2：評価5項目

妥当性	評価時点においても、プロジェクト目標、上位目標が妥当であるかどうかを、エクアドル政府の政策、裨益者のニーズ、日本の援助政策との整合性の観点から検討する。
有効性	プロジェクト目標の達成の度合い、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、制度的（政策的）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（Record of Discussions: R/D）、PDM、調査団報告書、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、表 2-3 に示すとおりである。評価グリッドの詳細は添付資料 4 の通り。

表 2-3：主な評価項目

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。 アウトプットは達成されているか。	エクアドル側
		CP 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 1：コトパキン火山及びビトゥングラワ火山において長周期地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。
		アウトプット 2：長周期地震波のデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理研究所の能力が改善する。
		アウトプット 3：地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。
		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：地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。

	プロジェクト目標は達成されるか。	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。
	上位目標の達成の見込みはあるか。	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。
	専門家とカウンターパートとの関係は適切か。	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 CP のコミュニケーションは円滑に行われたか。
	相手国実施機関のオーナーシップは高いか。	問題が生じた際に適切な解決方法がとられたか。
		CP のイニシアティブは高いか。
地球物理研究所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ているか。		
		プロジェクト実施に際し適切な人員配置を行っているか。
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
		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
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
		3.2 エクアドル国側投入の適切性
	投入はどのように活用され管理されたか。	3.3 投入の活用度
		3.4 プロジェクト運営管理体制
	アウトプットは十分達成されているか。	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
		4.2 上位目標の達成に対するプロジェクトの貢献度

	予期しないインパクトが見られたか。	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
	外部条件の影響を受けたか。	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 制度的（政策的）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もとづき、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5に、アンケートの結果を添付資料6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、R/D 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

地震解析、地震観測、観測網構築の分野で日本人専門家を派遣した。詳細は合同評価レポート別添 2 の通り。R/D で予定されていた火山防災の専門家は、観測網構築終了後派遣することになっていたため、観測点設置の遅れにより、終了時評価時点では派遣されていない。

(2) カウンターパート研修

地球物理研究所の 2 名を対象にカウンターパート研修を実施した。詳細は合同評価レポート別添 3 の通り。

(3) 機材供与・技師派遣

観測用機材、車両等総額 181,985,000 円の機材供与を行った。概要は合同評価レポート別添 4 の通り。また、設置場所を含む詳細については、添付資料 7 を参照。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合計は合同評価レポート別添 5 の通り。

エクアドル側

(1) カウンターパート

プロジェクト・ディレクターのほか、25 名のカウンターパートを配置した。うち、火山学・地震学担当 10 名、機材担当 15 名である。詳細は合同評価レポート別添 6 の通り。

(2) ローカルコスト

IG のスペースをプロジェクト活動のために改装した。観測点・中継点の設置に必要な土地を購入し、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 138,605.94 ドルに上る。詳細は合同評価レポート別添 5 の通り。

3-2 活動の実績

PDM 及び活動計画 (Plan of Operation : PO) に基づき活動を実施したことが確認された。終了時評価時点で、予定より遅れて実施された活動、予定通りに完了していない活動、さらに継続して支援が必要な活動がいくつかある。

活動 1-1 : 観測機材を設置する。

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。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 点の観測点を設置したあと、同年 7 月 14 日の噴火により 3 点のうち 2 点が影響を受けたため、IG が復旧を行った。この 2 点は、8 月 16 日に発生した噴火で一部破損した。その後新たにエクアドル側で 1 点の観測点を設置した。

活動 1-2 : 観測機材を適正に維持する。

IG だけで適切な維持管理をほぼ行っている。コトパキシ火山の 5 点の観測点については 4 点は問題なく維持している。コトパキシ火山の 1 点からは、使用した無線周波数帯の一部の設定が適切でなかったため、周辺地域の電波通信による干渉を受け、通信が混雑する時間帯には観測データの継続的受信ができないことがある。トゥングラワ火山でも、同じ理由により、現在稼働中の 2 点で同様の問題が起こっている。噴火による影響を受けたトゥングラワ火山の 2 点では、機材が一部破損したあと、データ取得ができるように修復されていない。

活動 1-3 : 観測機材を適正に操作する。

観測機材の操作を適切に行っている。ただし、上記活動 1-2 で述べた通り、コトパキシ火山の 5 点の観測点のうち 1 点、及びトゥングラワ火山の 2 点の観測点では、無線機材の問題により時間帯によってはデータの継続的受信ができないことがある。

活動 2-1 : 長周期地震波を含むデータ処理が可能なソフトを開発する。

予定より遅れたものの、既存のプログラムを改良して震源決定プログラム (トモグラフィ、波形インバージョン等) を導入した。

活動 2-2 : データ処理ソフトを運用する訓練を行う。

予定より遅れてはいるが、トモグラフィ、波形インバージョンのプログラムの原理及び使用法について、IG の 2 名を対象に訓練を行った。

活動 2-3 : 処理されたデータの集計、蓄積を行う。

機材設置の遅れにより、予定より遅れてはいるが、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。

活動 3-1 : データ解析の訓練を行う。

機材設置の遅れにより、地球物理研究所でこれまで取得されてきた地震データを用いて、2 名の研究員を対象に定量解析技術 (震源決定、3 次元構造推定、波形インバージョン) の技術移転訓練を行った。2 名の研究員は、さらに 2 名の IG の研究員を訓練し、訓練を受けた IG の 2 名の研究員がさらに 1 名の研究員を訓練した。

活動 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、データ解析に基づき火山活動の解釈を行っている。予定より遅れて実施中である。

活動 4-1：火山活動レポートの改善点を明らかにする。

IG の既存のデータに基づいて火山活動レポートの改善点を明らかにした。

活動 4-2：火山活動レポートを改善する。

IG から定期的に発信される火山活動レポートの結果に本プロジェクトにより導入されたトゥングラワ火山の精密震源決定等の解析手法を適用し、実施中である。

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

既存のデータとともにプロジェクトで設置した機材により取得した新しい観測データについて、IG が関係機関に対して研修を行っている。全体工程が遅れたため、プロジェクト成果を待って行う予定であった火山防災の日本人専門家による活動は実施できていない。

活動 5-2：火山災害軽減の改善点を明らかにする。

機材設置の遅れにより、プロジェクトの観測データを使って具体的に改善点を明らかにするには至っていない。

3-3 アウトプットの実績

アウトプットの実績は以下の通りである。

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地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。

指標 1-1:長周期地震波データを含む火山活動に関するデータが地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。

エクアドル側カウンターパートが観測点設置に必要な技術を習得し、エクアドル側のみで観測点の設置が可能になった。実際に、トゥングラワの 1 観測点の設置は CP だけで成功している。カウンターパートはリアルタイムデータ受信システムの取扱いを習得し、観測のトラブルに迅速に対応できるようになった。コトパキシ火山の 5 点の観測点のうち 4 点については、ほぼデータの欠落なくリアルタイムで IG でデータを取得している。1 点については周辺地域の通信からの干渉による無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中に発生する。トゥングラワ火山から来る信号については、2006 年 8 月 17 日の噴火の影響による機材の破損や設置の遅れのため、2 箇所のみでデータ受信を行っているが、無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発生する。

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

指標 2-1:収集されたデータが連続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。

コトパキシ・トゥングラワ火山とも、取得されているデータについては、データ

受信サーバと波形表示用 PC に導入されている波形表示システムを用いて波形モニタリングが行われている。コトパキシ火山については、自動処理による震源決定が行われている。トゥングラワは観測点数が少ないため取得データのみでは震源決定はできないが、既存短周期地震計のデータを用いて震源決定が行われている。コトパキシ・トゥングラワ火山とも、IG によるこれまでの震源決定に比較し、震源決定の精度が格段に高まった。震源決定の精度に関するデータを添付資料 8 に示す。

指標 2-2: 連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。

コトパキシ・トゥングラワ火山とも、取得されているデータについて、連続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つつある。

アウトプット 3: 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。

指標 3-1: 長周期地震波や関連事象の解析についてより高度な定量解析が可能な研究員が 2 人育成される。2 人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる研究員が 2 人育成される。

地球物理研究所の研究員 2 名の解析能力が向上した。地震解析に必要な物理・数学の基本的能力が向上し最先端のプログラム解析手法を理解し、自分たちで使えるようになった。現在は両名とも個人的事情により研究所から離れているが、両名から指導を受けた 2 名と、さらにこの 2 名から指導を受けた 1 名が、ほぼ支障なく火山活動の基本的な解析を行っている。なお、本プロジェクトに関連する成果として、合同評価レポート別添 7 の通りの論文・学会発表を行っている。

指標 3-2: その他の観測データの解析能力が高まる。

定量的な地震波形解析手法の能力が高まり、トゥングラワ及びコトパキシ火山のマグマシステムの理解が向上した。以前は行っていなかったトモグラフィ、インバージョンを活用した解析ができるようになり、Linux をプログラミングできる能力が身についた。これら解析手法を本プロジェクトのデータへ適用する解析システムの導入は、まだ十分に完了していない。

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。

指標 4: 長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに記載されている。

火山活動レポートは、短周期地震計によって取得されたデータに基づいた解析結果を記載している。さらに、プロジェクトで設置された機材を活用して得られた一部の解析結果が徐々に記載されるようになっている。

アウトプット 5: 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。

指標 5: 改善した火山活動レポートを防災関係機関が理解している。

IG からの火山活動レポートは定期的に防災局や自治体等の関係機関に発信され、

これら関係機関から、時宜を得た明確な情報であると高く評価されている。2006年7月から8月にかけてのトゥングラワ火山の噴火活動では、今回設置した広帯域地震計と空振計のデータがモニタリングに大きく貢献するとともに、マスコミや防災機関への情報発信に大きく活用された。活動の遅れから、長周期地震波を含むデータの解析結果は、火山活動レポートに十分に反映されていない。そのため、こうした情報については、まだ防災関係機関が十分に活用するに至っていない。

3-4 実施プロセス

プロジェクトでは、所期の成果を挙げつつあるものの、全体的な進捗は、当初の予定より若干遅れ気味である。

その要因として、プロジェクト活動を進めるにあたって必要な機材の設置に時間がかかったことが挙げられる。これには複数の理由がある。まず、日本側では、供与機材の仕様の決定が遅れたことから、必要な手続きに順次遅れをきたし、機材の納入が遅れた。エクアドル側では、日本側から求められていた土地取得手続きや無線周波数使用許可の手続き等、機材設置の準備に時間を要した²。また、機材納入後にも、現地のストによる交通止めや悪天候により設置が遅れた。設置中に、無線機器に不具合があること及び仕様が適切でないことが判明したため、ファームウェアを変更し、また、一部のアンテナを交換した。2006年7月から8月にかけてのトゥングラワ火山の噴火により、2箇所の観測点において機材の一部が破損したほか、噴火により現場に近づけないため設置を行っていない観測点が1箇所あり、観測点を移す可能性を検討している。その他、無線の通信障害により通信の混雑する時間帯にはデータの取得が継続的に行われなかったことがあり、プロジェクトの進捗に支障をきたしている。

以上のような理由により、観測点の設置が遅れたこと、また機能していない観測点があることから、当初の予定どおりには、データの取得・解析が十分には進んでいないが、IGの既存のデータを利用するなどして活動を進め、ある程度の成果を挙げた。

プロジェクト実施にあたっては、適宜 PDM を参照し、概ね計画に基づいた適切な運営を行ってきたと言える。課題としては、日本側とエクアドル側で、プロジェクトの進捗・成果を確認して共有するシステムを明確化し改善することが挙げられる。本プロジェクトでは、通常 JICA の技術協力プロジェクトで設置される合同調整委員会 (Joint Coordinating Committee : JCC) が設置されておらず、それに替わる会議の場などの調整メカニズムも存在していなかった。技術移転にあたっては、短期専門家を適宜派遣することで対応し成果を挙げたが、プロジェクト全体の進捗・成果を確認するモニタリングシステムが明確でなかったことが、インタビューした数名から指摘されている。また、JICA 本部の担当者が人事異動により頻繁に変わったこと、JICA の現地事務所はボランティア調整員事務所であったため、技術協力プロジェクトに対する関わり方が明確でなかったことも、プロジェクトの明確なモニタリングシステムの確立に影響したと考えられる。外部条件に関しては、

² こうした手続きに関し、IG 側では、土地取得手続きに関しエクアドルでは慣行として必ずしも書類を用意せずに進める場合があり、今回のプロジェクトで JICA から要求される通りの書類を整えることには困難があったとしている。

トゥングラワ火山の大規模な噴火の発生が特筆すべきことであるが、これは機材の破損や観測点の設置の遅れなどの影響を及ぼした反面、実際の噴火によるデータの取得・解析を行い関係機関に報告し適切な対応を実践する機会ともなった。また、IGの担当者2名が離職したが、この2名から指導を受けた研究員が中心となってほぼ業務を遂行できるようになっており、離職した2名は必要に応じ海外から支援を行っている。なお、PDMの改訂は行っていない。

日本側・エクアドル側とも、高いイニシアティブ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、良好であった。日本から機材設置のために派遣した一部技師は、主として言語の問題によりコミュニケーションに支障をきたす場合があったが³、双方で図を用いたりカウンターパート側で自習するなどの努力を行った結果、カウンターパートは機材設置・動作に必要な技術をほぼ習得した。なお、エクアドル側CPの中には、プロジェクト全体に係る決定事項に自分があまり関わらなかった、また、機材の選定などにエクアドル側ももっと積極的に関わらなければならないべきであった⁴、といったコメントをした者が複数あり、こうした点につき双方で十分協議のうえ情報共有がなされていれば、コミュニケーションはより円滑になっていたと考えられる。

3-5 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標であるコトパキシ・トゥングラワ火山における火山監視能力の向上に関しては一定の成果をあげつつあるものの、主として機材設置の遅れとトゥングラワ火山の噴火活動により活動が遅れていたため、当初期待していた火山監視能力を達成するためには、さらに若干の時間が必要である。

本プロジェクトで設置した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解析されている結果、IGの火山情報レポートが、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。特に、2006年7月と8月に起こったトゥングラワ火山の噴火の際には、プロジェクトで設置した機材によりリアルタイムに正確なデータが取得でき、適切な解析が行われ、IGから関係防災機関やマスコミに対して的確な情報がタイムリーに発信された。

ただし、十分な火山監視能力の向上にはまだ課題が残されている。噴火活動が続いているため、トゥングラワ火山に設置予定の5観測点のうち1観測点が未設置であり、2観測点の機材が一部破損したため、現在プロジェクトにおいては2観測点のみで観測を行っている状況である。また、無線の通信障害が発生しており、IGにおける観測データのリアルタイム監視の障害となっている。観測点が予定より少ないことと通信障害により、当初めざ

³ 機材設置の技師に関しては、機材納入にあたって、技師が設置とそれに伴う技術指導を行うことが契約に入っており、技師の派遣元では、IGの負担で1週間程度通訳をつけることをIGに提案していたが、予算上の問題等から、通訳を介さずに設置と指導を行った。

⁴ 機材の選定は、事前評価調査のミニッツに「各年の供与機材は、原則として、派遣された日本人専門家とエクアドルCPでPOに基づき協議すること」とあり、エクアドル側の何人かは、これに基づき機材選定により関与するべきであったとコメントしているようであるが、実際は、調達手続き等の事情により、細かい仕様は日本側で決定することで合意を得ており、ある程度の情報をエクアドル側と共有したうえ、プロジェクト開始前に日本側で選定を行った。こうした事情について、エクアドル側関係者の一部に正確な情報が伝わっていなかった可能性がある。

していた質の高いデータの取得が十分にできていない。データ取得が予定通りできている観測点においても、機材設置が遅れたことによりデータの取得開始が遅れた。このため、IG において新しい機材によるデータを使っての観測の経験が十分にできておらず、適切な解析システムの改善・適用が遅れていること、プロジェクトの観測網により取得したデータを用いて関係機関に発信する情報を十分に改善することが遅れていること、などが見られる。

3-6 上位目標の達成の見込み

現時点では、当初の計画より進捗が遅れているものの、上記プロジェクト目標の達成において課題となっている点が解決され、その後の進捗が順調であれば、上位目標が達成される見込みは高い。

すでに IG のカウンターパートは火山監視に必要な知識・技術を十分に習得しており、今後プロジェクトの観測網により取得されたデータを用いて経験を積み、IG の火山監視能力はプロジェクトで対象としたコトパキシ、トゥングラワ火山以外でも、エクアドル全体の火山監視に適用できるものになると予想される。また、IG と防災局、自治体等火山防災に関わる機関は、日々緊密な情報交換を行い良好な協力関係を築いており、IG から発信される火山情報がこれら防災機関で適切に活用され火山災害軽減能力が向上する見込みは高い。

実際に、2006 年 7 月から 8 月にかけてのトゥングラワ火山の噴火における IG 及び地元の関係機関の対応は、上位目標達成の見込みが高いことを示している。7 月 14 日の噴火は、観測地点の機材の設置作業中に起こったが、すでにプロジェクトで設置していた機材が効果を発揮し、IG の職員が火砕流発生に伴うシグナルをとらえることができた。この経験を活かし、8 月 16 日から 17 日に大規模な噴火が起きた際に、IG は噴火活動の前兆現象をとらえ、2 度にわたり現地の関係機関に警戒警報を発出し、2 回目の警戒警報により、危険地域の住民のほぼ全員を避難させることができた。避難勧告に従わなかった住民 6 名が死亡したが、関係機関では、IG による正確な情報把握とこれに基づく避難勧告がなければ、数百名から数千名の死者が出ていた可能性があると思積もっている。この事実は、IG の火山監視能力の向上と関係機関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。

一方で、前述した通り、プロジェクト目標である火山監視能力の向上が当初期待していた水準に達していないため、IG の監視能力をより確固たるものにし、関係防災機関との関係をより緊密にしていくことにより、まず、コトパキシ火山、トゥングラワ火山において、必要な際に適切な対応をとることで火山災害を軽減することが必要である。さらに本プロジェクトで得られた成果をエクアドルの他の火山にも適用していくことが求められている。

第4章 評価5項目に基づく評価結果

4-1 妥当性

エクアドル国のニーズと政策、及び日本の対エクアドル国 ODA (Official Development Assistance : 政府開発援助) 政策に照らし、妥当性は高い。

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マネジメントの強化が課題であり、リスクマネジメント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。コトパキシ火山、トゥングラワ火山は、エクアドルの数多い火山の中でも現在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最近実際に大規模な噴火が起こったこと、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、明らかである。

エクアドル国における 2003 年から 2007 年における国家開発計画では、冒頭に掲げられた 6 つの基本方針のひとつが「国民の安全、治安、司法の保障、食糧保障および環境保全」となっており、このなかに火山の脅威に関することも含めた自然災害防災が含まれている。この基本方針に基づく「活動方針 3」の中で、環境保全に対する政策として「さまざまな災害（自然災害、人災、技術災害）の防止」が挙げられている。自然災害防止に関し明確に規定した政策・法律は現在のところまだ十分整備されていないもの⁵、前記国家開発計画の「活動方針 3」の中で、活動として「全国、地方および地域レベルでの災害防止・緩和計画の策定と導入」が挙げられており、自然災害の防止を重視している姿勢が窺われる。

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。火山防災は日本の対エクアドル国 ODA 政策と合致している。

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。また、アウトプットの達成はプロジェクト目標であるコトパキシ火山、トゥングラワ火山における火山監視能力の向上に貢献しており、実際にかかなりの程度の火山監視能力の向上が見られる。しかしながら、遅れている活動があるため、十分な監視能力の向上には至っていない。有効性は高いものの、十分なプロジェクト目標の達成にはまだ時間が必要と言える。

観測機材の導入により、コトパキシ、トゥングラワ火山について、以前の地震計では測

⁵ 防災に関する関係機関の役割等を規定した「国家安全保障法」、IG にエクアドル国土の地震・火山の危険診断と監視の役割を付与することを規定した大統領令等があるが、調査中にインタビューした自治体や防災関係機関の複数の関係者から、火山防災に関する明確な規定はないと認識している旨のコメントが聞かれた。

定できなかったデータが IG においてリアルタイムで取得できるようになり、このデータを含む適切な火山情報を関係機関に 24 時間体制で発信できるようになっている。IG からの情報に対しては、関係機関も以前より信頼性が高まったと評価している。ただし、トゥングラワ火山では、観測点の設置が全て終わっておらず、また噴火による破損で機能していない観測点があることから、プロジェクト開始前よりはデータの質が上がったものの、的確にマグマの動きを理解するに至る科学的解析を行うだけの十分なデータがとれていない。また、機材の設置が遅れていることで、IG のカウンターパートは、JICA が供与した機材を使ってデータを解析する訓練が十分にできておらず、プロジェクトの観測網によるデータを使って総合的に判断できる能力をさらに高めることが課題となっている。解析した結果を関係機関が効率的に活用することについては、トゥングラワ火山噴火の際には、IG 及び関連機関の努力により、適切に対応できたと評価される。しかしながら、観測点設置の遅れにより、プロジェクトの観測網によるデータの解析結果を使って関係機関に対して行う研修はまだ実施しておらず、今後緊急事態に対応したより総合的な火山監視能力を向上させていくためには、プロジェクトの観測網によるデータの解析結果を取入れて、火山活動レポートの改善や関係機関に対する活動を行っていく必要がある。

5 つのアウトプットは、いずれも火山監視に必要なものであり、プロジェクト目標である火山監視能力向上に貢献するものである。現行の PDM では、アウトプットの 5 が、「IG が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される」となっており、プロジェクト目標である火山監視能力とは直接結びつかず、むしろ上位目標の火山災害軽減能力に貢献するものではないかとする意見が IG から出された。厳密には、関係機関による火山情報の効率的利用は、火山監視能力には必ずしも含まれないものであり、このアウトプット 5 については、表現を整理することで IG 側と合意した（詳細後述）。しかしながら、関係機関が理解できるような情報を発信することは、IG の責任としての火山監視能力に含まれるということで、エクアドル側と日本側の認識は一致しており、アウトプット 5 もプロジェクト目標に貢献するものであると判断される。

外部条件を受けたこととして、トゥングラワ火山の噴火により、観測点の設置が遅れたこと、また機材の一部が破損したことが挙げられる。またプロジェクトの初期に技術移転を受けたカウンターパート 2 名が IG を離職したが、この 2 名の指導を受けた IG の職員の努力により、当初めざしていたアウトプットを達成しつつある。

4-3 効率性

予定していた投入が計画より遅れたこと、火山の噴火による機材の破損があったこと等により、終了時評価時点では、効率性にはやや課題を残すものの、実行された投入は概ね有効に活用されている。

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。機材設置の技師に関しては、派遣時期に関し IG の通常業務との調整ができれば、より効果的な活動ができたと考えられる。また、設置にあたってカウンターパートとのより効果的なコミュニケーションを図る具体的な方策を講じていれば望ましかった。

日本で研修を実施した 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、

観測点の設置後に活動できなくなったことは、当人のやむをえない事情ではあったにせよ、投入の効率性という点では残念なことであった。しかしながら、この 2 名は、研修により十分な知識・技術を習得し、IG の他の職員に技術指導を行っており、また指導を受けた職員らが努力したこともあって、カウンターパート研修の成果は IG 内で引き継がれていると判断される。

供与機材は、火山監視能力の向上に不可欠なものであり、機材の投入により従来より技術的に高度な観測点・中継点が設置され、以前にはできなかった情報把握・解析ができるようになった。例えば、トゥングラワ火山噴火における際の前兆となった地震と空振は、プロジェクトの供与機材によって正確に記録され、IG 及び日本の専門家によって解析され、大規模な噴火の予測をすることができた。後述する通り、一部の機材は適切でなく、また噴火で破損したが、それ以外の機材は、概ね適切に活用され、火山監視に貢献していると言える。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。破損した機材は、噴火で被害を受けるまで正常に機能しており、避難警報の発出に貢献した。

ただし、機材供与に関しては、いくつかの問題点が指摘されている。まず、諸手続きの遅れにより投入のタイミングが遅れたことが、プロジェクト全体の効率的な実施に影響を与えた。また、機材の一部が現地の事情に合わなかった。例えば、テレメーターについては、利用した通信の周波数帯が周辺地域でも多く使われていたため、設置場所によっては電波の相互干渉によりデータ受信に支障をきたしている⁶。さらに、プロジェクトでコントロールできない外部条件ではあるが、トゥングラワ火山の噴火により、設置した機材の一部が破損し、現在使用不能になっている。地上に出ていたアンテナ、モデム等が被害を受けた（地中に埋まっていた地震計等高価なものは無事であった）。被害を受けた観測点については、今後も火砕流・土石流の影響を受ける可能性があるため、設置場所を再検討し、破損した機材を交換すれば、再び機能するものと推測されている。なお、終了時評価時点で、中継点の設置が当初の予定より 1 箇所少なくなっており、適切な設置場所を選定中である。そのため、合同評価レポート別添 4 の機材供与実績では、一部の機材で供与数量と設置数量に差異が生じている。設置しなかった機材については、IG で保管しており、保管状況は良好である。これら設置しなかった中継点用の機材は、噴火で破損した一部の機材と交換することや今後の噴火等に備え予備として保管することが可能であるが、現在のところ、引続き適切な中継点を選定し設置したうえ、破損した機材については、必要に応じ、別途交換する方向で検討している。

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。また、事務管理部門の職員もプロジェクトを支援した。中継点・観測点の設置にあたり、エクアドル側が負担した技能労働者や荷役は、迅速・適切な設置に効果的であった。

4-4 インパクト

⁶ 調査中に訪問したロマグランデ中継点では、プロジェクトで設置した鉄塔の付近に、別の鉄塔が数本設置されており、通信の過密状態が窺われた。

先に3-6で述べた通り、トゥングラワ火山噴火の際に犠牲者の数を最小限に抑えた IG 及び関係機関の対応から見ても、上位目標達成の見込みは高い。トゥングラワ火山噴火の際の IG 及び関係機関の対応は、本プロジェクトによる明確なインパクトと言える。プロジェクトで導入した広帯域の地震計がなければ、正確な予測は不可能であり、人命が救えなかった可能性が指摘されている。

プロジェクトでは、コトパキシ、トゥングラワの2火山の観測網を設置したにとどまるが、この2火山に関する活動により IG の火山監視能力は向上しており、プロジェクトで習得した解析能力は他の火山にも応用できるものであり、エクアドル全体の火山に関する監視能力の向上が期待できる。火山災害の軽減は監視能力の向上だけでは実現できないが、IG と関係機関は長年にわたり良好な協力関係を築いており、自治体や各地域の防災局同士の間でも情報交換を行っていることから、プロジェクトの効果はエクアドル国の他地域にも波及していくものと考えられる。将来的なインパクトの発現には、プロジェクトで発信する情報を関係機関がより適切に理解すること、関係機関がそれぞれ防災に対する措置を強化していくことが鍵となる。

予期されなかった正のインパクトとしては、IG からの火山情報の質が高まったことで、IG 全体の組織としての信頼性が高まったこと、トゥングラワ火山噴火の際の情報発信を通じ、関係者の中で火山に対する関心や理解が深まったことが挙げられる。また、日本とエクアドル国の協力が一般の人々に知られるようになった。負のインパクトは、特に認められない。

4-5 自立発展性

自立発展性は概ね高いと判断されるが、活動が遅れていたことから、自立発展性を十分に高めるには、今後さらなる対応をとることが効果的であると考えられる。

技術的自立発展性に関しては、終了時評価時点で IG は持続可能な十分な能力をある程度有していると判断される。これは、トゥングラワ火山の1点の観測点は IG 側だけで設置を完了し、通常の日データ取得・解析についても IG の職員のみでほぼ滞りなく遂行していることから、プロジェクト終了後も概ね業務を実施できるものと考えられるためである。ただし、機材の納入・設置の遅れにより、プロジェクトの観測網により取得されたデータを使って情報を解析する時間が十分にとれなかったため、IG の職員の総合的な解析能力をさらに高めていく必要がある。また、技術的持続性を高めるためのシステムを構築するには至っていない。例えば、ルーティン業務の中で自動的にデータを取り込み解析結果を出せるようなシステムを構築できれば、技術的自立発展性が高まると考えられる。技術的自立発展性の確保においては、まず、IG の人材が現在のそれぞれのポジションにとどまることが重要である。また、監視活動を継続するためには、機材が常に整備された状態にあることが必要であるが、プロジェクト終了後に IG で独自にスペアパーツを調達することについて懸念する声がインタビューで聞かれた。機材のスペアパーツの安定的供給は、技術的自立発展性の鍵になると思われる。

制度的自立発展性は概ね高い。エクアドル政府は防災を重要課題と考えている。また、大統領令において規定された火山防災における IG の位置づけに変化はないと考えられる。

今後制度的自立発展性を阻害する可能性のある要因としては、現在の防災に関する枠組みが変わること、国及び自治体の防災責任者の一部の防災に対する関与が弱いことである⁷。

財政的自立発展性も概ね見込める。現在のところ、IGには国家からは十分な予算が配分されていないものの、IGでは独自に資金調達の仕組みを開発していることから、財政的自立発展性がほぼ見込める。IGの資金調達方法とは、すなわち、国立理工科大学からの予算配分のほか、民間企業からの寄付、国際協力による支援、コンサルティング業務による収入などを含むものである。政権交代や大学の組織再編に伴う将来的な予算削減の可能性は、皆無ではないものの、現在のところ、その可能性は小さいと見られている。

4-6 結論

プロジェクトは、順調に成果を発現しつつあるものの、いくらかの遅れが見られる。実施プロセスについては、機材の設置が遅れ、また火山の噴火により一部機材が破損したため、予定されていた活動の一部が完全に実施されていない。アウトプットは達成されつつあるが、設置された機材を使っての火山監視能力の向上をより進めていく必要がある。プロジェクト目標も達成されつつあり、有効性は高いものの、当初めざしていたプロジェクト目標の水準に達するにはまだ時間を要すると考えられる。プロジェクト目標が達成された際には、すでに、トゥングラワ火山噴火の際の対応が高く評価されていることから、近い将来における上位目標の達成見込みは高い。実施プロセスが遅れたため、プロジェクトで導入された機材により取得された観測データを使って火山監視能力を十分向上し、ひいては火山災害軽減能力を向上するには、まだ課題が残っている。プロジェクトの効果を持続性あるものにするためには、予定されていた火山観測網を完成させ、それによって得られた観測データを使ったデータ処理・解析の技術を高めることで、さらにIGの火山監視能力を強化し、また、それを防災局や自治体等関係機関に発信する情報の質に反映させ、これら機関との関係をより緊密にする必要がある。

⁷ 終了時評価中に、ラタクンガ市で開催された一般市民向け火山会議（IGからも参加）に調査団から同席したところ、複数の出席者から、「当局のトップレベル」の関心が低いことを憂慮する声が聞かれた。

第5章 提言と教訓

5-1 提言

以上の評価結果に基づき、本プロジェクトに対する提言は以下の通りである。

5-1-1 プロジェクトの延長と今後の方針

上記の評価結果から、プロジェクト目標を達成するためには、以下の対応を行うことが必要であると判断される。

(1) 期間の延長

プロジェクト目標を期間内に達成することは困難であるが、これまでの進捗状況、成果達成状況に鑑み、プロジェクト期間を延長すれば、目標を完全に達成できるところ、プロジェクト実施期間を2年間延長する。プロジェクトの延長は、JICA 本部の承認後、エクアドル側と日本側により締結されるプロジェクト延長のための R/D により効力を発揮するものとする。

(2) 今後のプロジェクト実施における活動の方針

上記のプロジェクト延長が決定した場合、次の措置を検討する。

1) 火山噴火の影響を受けた機材の復旧

- ① 既存の機材設置地点とは異なるサイトを含めて、適切な機材設置場所を検討する。
- ② 破損した機材の修復、もしくは交換を行う。

2) 無線通信の通信状況の改善

- ① 観測データの通信・伝達経路（中継地点の場所）を改めて確認する。
- ② データ伝送時に混線の生じない周波数帯を明らかにする。
- ③ データ伝送に必要な機材計画を立て、次の作業を行う。
 - a) 周波数帯の使用許可を関係機関に申請する。
 - b) 上記周波数帯の許可取得後、機材調達及び設置を行う。

3) 技術移転の実施

上記の機材に関係する状況を改善させると共に、データの解析にかかる技術移転を行う。特に、データの取得から処理、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等が、火山監視能力を向上させる上で効果的と考えられる。

4) 防災関係機関との連携の強化

災害対応に責任を持つ国家防災局や自治体に対して、火山情報（火山データの定量的な解析結果の解釈を含む）の活用方法を理解してもらうための普及活動を行う。これら関係機関との有機的な連携を深めることで、より効果的に災害軽減を進めていく。

(3) プロジェクトの運営・進捗管理体制について

日本側、エクアドル側による、プロジェクト運営に関する調整と進捗管理のためのメカニズムの導入を検討する。

ここには IG、JICA、専門家が参加する他、国際協力庁（Instituto Ecuatoriano de Cooperación Internacional：INECI）、日本大使館などを必要に応じてオブザーバーとする。

（４）PDM の見直しについて

プロジェクト期間を延長する場合、延長 R/D の締結時あるいは調査団派遣などの機会を捉えて PDM を修正し、指標の整理や表現の修正を行うことが望ましい。その際、指標については、より具体的なものとなるよう検討する。

5-1-2 PDM 改訂

上記提言の 4 を踏まえ、調査期間中に CP と PDM 改訂に関する協議を行った。現行の PDM から全体の枠組みに変更はないものの、アウトプット 5 の内容と表現の若干の修正、上位目標を含めた指標の整理、外部要因の整理を行った。主な変更点は以下の通りである。調査期間中に IG 側と合意した PDM 改訂案を添付資料の 9 に示す。

表 5-1：PDM 改訂（案）における主な変更点

項目	変更内容
対象地域	「コトパキシ・トゥングラワ火山噴火の影響を受ける地域」と記載。
ターゲットグループ	「IG の専門家と技術者及びコトパキシ・トゥングラワ火山地域の防災関係機関の職員」と記載。
上位目標の指標	指標を整理。これに伴い指標の入手手段を変更。また、プロジェクト目標達成から上位目標達成へ到達するための外部条件を整理。
アウトプット	アウトプット 5 を「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」と変更。これに伴い指標を変更。
投入	延長時に追加的に必要になる投入であらかじめ明確になっているものを記載。

PDM 改訂案作成にあたっては、プロジェクト目標の表現における「火山監視能力」の定義について、「火山の動きに関するデータを取得・解析し、これを IG が火山情報レポート及びその他の追加的情報として関係機関が理解しやすい形でまとめたうえ発信し、関係機関が火山情報レポート及びその他の追加的情報を適切に受取ること」とすることで、調査団と IG 側で合意した。

これを踏まえ、アウトプットについて、これまでの PDM では、アウトプット 5 は、「地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される」となっていたが、IG が発信する火山情報を関係機関が効率的に利用することは、上記「火山監視能力」の範囲を越えると考えた。ただし、IG が発信する火山活動レポートその他補足的な情報が関係機関が理解しやすいようにまとめられ、また関係機関がそれを確実に受取るところまでは、「火山監視能力」の一環であると考え、表 5-1 の表現に改めることで調査団と IG で合意した。これに伴い、アウトプット 5 の指標と活動を変更した。

上位目標については、火山が噴火した際の関係機関の火山防災軽減能力を見るための指標として、「指標 1-1：トゥングラワ・コトパキシ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」「指標 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」、「指標 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」とした。これらの指標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」だけからは達成できないものであるため、プロジェクト目標達成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」を加え、プロジェクトの枠外で、防災関係機関が独自にこれらの活動を行うことを想定している。なお、指標 1-1 の「ガイドライン」とは、必ずしも「ガイドライン」の名の下に明文化されたものでなくても、関係者で合意された火山噴火時の対応に関する手順及びそれに関連する文書等をさすこととした。その他これまでの PDM にあった上位目標に対する指標を再検討し、整理した。

PDM 改訂案については、調査団派遣終了後にさらに関係者で検討を加え、延長分の R/D 協議の際に関係者の合意の下、確定することとなった。

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通りである。

- ・ 機材供与が大きな役割を果たすプロジェクトにおいては、機材の準備は時間をかけて慎重に行うべきである。可能であればプロジェクト開始前に機材のための調査団や専門家を派遣することも一案である。機材仕様書の作成は、当該機材の専門性を持つ者が行う。また、機材設置に付随する土地取得及び無線に関する機器や周波数使用許可の手続き等は、設置作業を円滑に進める重要な要素であり、また国によって事情が異なるため、入念な調査及びフォローが望ましい。
- ・ 自然現象を対象とするプロジェクトでは、緊急性を要する場合もあり、入札から納入・設置までの機材に関する手続きの効率化・時間の短縮が望まれる。
- ・ 防災に関するプロジェクトでは、プロジェクト期間中に災害の被害を受ける可能性も考慮し、スペアパーツに関しては柔軟な対応をする。

SCHEDULE :

Date			Schedule	Accommodations
1	5-Nov-06	Sun	Consultant Team (Ms Tanaka and Ms. Yoshikawa) 1710 Tokyo – 1350 Houston (CO006) 1600 Houston – 2215 Quito (CO 653)	Quito
2	6-Nov-06	Mon	0900 Meeting with Mr. Hanada (Re-Confirming schedule etc.) 花田企画調査員と本調査にかかるスケジュール等の確認 1000 Courtesy call to and meeting with Instituto Geofisco (IG) 地球物理研究所表敬、打合せ 1500 Courtesy call to the President of National Polytechnic University and meeting with Instituto Geofisco (IG) 国立理工科大学学長表敬、地球物理研究所打合せ Dr. Kumagai 1710 Tokyo – 1350 Houston (CO006) 1600 Houston – 2215 Quito (CO 653)	Quito
3	7-Nov-06	Tue	1000 Courtesy call to INECI 国際協力庁表敬 1100 Courtesy call to Embassy of Japan 大使館表敬 1300 Departure Quito キト発、移動 1600 Conference of Volcanoes 火山会議出席	Quito
4	8-Nov-06	Wed	Meeting with related organizations concerned with disasters 関係機関の聞き取り(セバージュオス市長、ペニペ市長、カサ・コトパキシ)	Quito
5	9-Nov-06	Thu	Meeting with IG and related organizations concerned with disasters IG 及び関係機関の聞き取り(市民防災局)	Quito
6	10-Nov-06	Fri	Interview with related organizations in Chimborazo and Tungurahua and site survey (Guadalupe) 関係機関の聞き取り(チンボラソ、トゥングラワ)及びサイト調査(ガダルーベ観測所)	Banos
7	11-Nov-06	Sat	Site survey (Loma Grande) サイト調査(ロマグランデ中継点)	Quito
8	12-Nov-06	Sun	Document analysis 資料整理	Quito
9	13-Nov-06	Mon	Interview with IG IG からの聞き取り	Quito
10	14-Nov-06	Tue	Interview with IG IG からの聞き取り	Quito
11	15-Nov-06	Wed	1030 Interview with Toyota Tsusho 豊田通商からの聞き取り Making draft evaluation report 評価レポート草案作成	Quito
12	16-Nov-06	Thu	Making draft evaluation report 評価レポート草案作成 Collecting additional information 追加情報収集	Quito
13	17-Nov-06	Fri	-Ditto-	Quito

14	18-Nov-06	Sat	Analyzing information and materials, evaluating project and making draft report 評価分析及び評価レポート(ミニッツ添付資料となる)草案作成 Drafting Minutes of Meetings ミニッツドラフト Starting to translate from Japanese into Spanish 通訳打合せ(スペイン語訳開始) Mr. Mimura 1425 San Salvador – 1810 Panama City 1955 Panama City – 2145 Quito Mr. Fujiwara 0540 NY - 1340 Quito (LR661) Team Meetings	Quito
15	19-Nov-06	Sun	Site visiting to Volcano Data Analysis and making report	Quito
16	20-Nov-06	Mon	0845 Hotel Hilton Colon 発 0900 JICA事務所 1000 Courtesy call to INECI 国際協力庁表敬 1100 Courtesy call to National Polytechnic University, Instituto Geofísico (IG) 理工科大学学長、地球物理研究所表敬 1400 Meeting with Instituto Geofísico (IG) 地球物理研究所ミニッツ作成作業	Quito
17	21-Nov-06	Tue	Meeting with Joint Evaluation Committee (IG) to discuss the indicators of outputs, project purpose, and etc. for evaluation of the project from the view of efficiency, effectiveness, impact, relevance, and sustainability. 評価5項目の観点から、プロジェクト内容について IG と協議	Quito
18	22-Nov-06	Wed	-Ditto-	Quito
19	23-Nov-06	Thu	AM: Submission of draft final of Minutes of Meetings to IG and INECI ミニッツ草案を IG と INECI に提出 PM: Discussion with IG about PDM for the next phase PDM の修正について IG と協議	Quito
20	24-Nov-06	Fri	1000 Signing on Minutes of Meetings ミニッツ署名 1600 Report to ODA task force at EOJ ODA タスクフォース(大使館)報告 1900 Participation for IG banquet at the suburbs of Quito IG 所長宅での夕食会	Quito
21	25-Nov-06	Sat	Mr. Mimura and Ms. Tanaka 1130 Quito – 1830 Los Angeles (AV 048) *Ms. Yoshikawa 2030 Quito (LP 581) Leaving for Chili via Peru (別件のため移動) The Other members Site survey of Volcano observatory in cooperation with IG	(Quito)
22	26-Nov-06	Sun	Mr. Mimura and consultant team 1135 Los Angeles – 1625+1day Tokyo (NH 005) *Mr. Fujiwara 0720 Quito (CO654) Leaving for Tajikistan via Houston, USA (別件のため移動)	(Quito)
23	27-Nov-06	Mon	Official Team and Ms. Tanaka 1635 Tokyo (NH 005) Kumagai Expert Technical Transfer Activities	(Quito)
24	28-Nov-06	Tue	Kumagai Expert Technical Transfer Activities	(Quito)
25	29-Nov-06	Wed	Kumagai Expert 2311 Quito – 0712 Atlanta (DL195)	
26	30-Nov-06	Thu	Kumagai Expert 1000 Atlanta – 1425+1day Tokyo (DL055)	
27	1-Dec-06	Fri	Kumagai Expert 1425 Tokyo (DL055)	

添付資料2：面会者リスト

国際協力庁

Carlos Jativa Naranjo	長官
花田真人	JICA 援助調整専門家

国立理工科大学

Alfonso Espinosa Ramon	学長
------------------------	----

国立理工科大学附属地球物理研究所

Hugo Yepes	所長
Alexandra Alvarado	地震学部門チーフ
Patricia Mothes	火山学者
Monica Segovia	国内ネットワーク責任者
Pablo Palacios	地震学担当
Mayla Vaca	技術部門責任者
Santiago Arrais	技術部門
María Cristina Ramos	フィールドエンジニア
Jorge Bustillo	中継点技師

市民防災局

Aníbal Salazar	市民防災局技術部長
Marco Rivera	市民防災局火山部門責任者
Oswald Navas Ramos	コトパキシ市民防災局コーディネーター
Mauro Rodríguez	トゥングラワ市民防災局コーディネーター
Marcelo Espinel	トゥングラワ県バーニョス市民防災局コーディネーター

自治体

Jessy Tovar de Naranjo	ラタクンガ市助役
Bayardo Constante Espinoza	トゥングラワ県セバージョス市長
Juan Salazar	チンボラソ県ペニペ市長
Carlos Antonio Puente	チンボラソ県知事

カサ・コトパキシ

Ximena Jijón	市民安全保障ゾーンチーフ
Miguel Arias	コトパキシ火山防災プロモーター

Franklin Espin	市民安全保障プロモーター
Marcelo Campana	カサ・コトパキシ・コーディネーター
Adriana de Villota	コミュニティ代表
Liconauo Meneses	コミュニティ代表
Elsa Cevallos	市民リーダー
Fabiola Villaviceneio	市民リーダー
Blanca S. de Vuia	市民リーダー
Maria Maldoroda	コトパキシプロジェクトプロモーター

豊田通商エクアドル

María Paulina Tin Tin	Marketing Assistant
-----------------------	---------------------

日本大使館

Shigehiro Takeuchi	公使
--------------------	----

JICA 事務所 (JOCV 事務所)

山口三郎	所長 (11月15日～)
加藤進	所長
森内華奈子	Secretary

エクアドル国で実施された

日本の技術協力「火山監視能力向上計画プロジェクト」に関する

日本側終了時評価調査団とエクアドル国関係機関との協議議事録

独立行政法人国際協力機構（以下「JICA」という）が組織した三村悟を団長とする終了時評価調査団（以下「調査団」という）は、火山監視能力強化プロジェクト（以下「プロジェクト」という）の進捗を確認・評価し、残る協力期間の協力方針について意見を交わす目的で、2006年11月5日から11月25日までエクアドル共和国（以下「エクアドル」という）において調査を行った。

調査期間中、調査団は、上記プロジェクトの有効な実施のために両国関係者がとるべき必要な措置についてエクアドル国側関係者（以下「エクアドル関係者」という）と意見を交換し、一連の協議を行った。

協議の結果、調査団とエクアドル関係者は、付属文書に記載する諸事項について合意した。

キト, 2006年11月24日

Mr. MIMURA Satoru
Leader, Project Terminal Evaluation Team
Japan International Cooperation Agency
JAPAN

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

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

witnessed by

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

ATTACHMENT

1. プロジェクトの評価結果

プロジェクト目標である火山監視能力の強化は進んでいるが、外部条件などの要因により、プロジェクトの実施プロセスにおいて、遅延が生じていることが明らかになった。そのため、火山観測機器を完全に設置すること、観測データの解析技術にかかる技術移転などについては、今後も継続した協力が必要であり、当初予定していた期間内ではプロジェクト目標の達成が困難である。

2. 期間の延長

上記の評価結果から、プロジェクト目標を期間内に達成することは困難であると考えられる。しかし、プロジェクト期間を延長すれば、目標を完全に達成できると思われるところ、プロジェクト実施期間の 2 年間延長が妥当であることで双方合意した。なお、プロジェクトの延長は、JICA 本部の承認後、エクアドル側と日本側により締結されるプロジェクト延長のための R/D により効力を発揮するものとする。

3. 今後のプロジェクト運営方針

上記のプロジェクト延長が決定した場合、次の措置を検討する。

(1) 火山噴火の影響を受けた機材の復旧

- 1) 既存の機材設置地点とは異なるサイトを含めて、適切な機材設置場所を検討する。
- 2) 破損した機材の修復、もしくは交換を行う。

(2) 無線通信の通信状況の改善

- 1) 観測データの通信・伝達経路(中継地点の場所)を改めて確認する。
- 2) データ伝送時に混線の生じない周波数帯を明らかにする。
- 3) データ伝送に必要な機材計画を立て、次の作業を行う。
 - a) 周波数帯の使用許可を関係機関に申請する。
 - b) 上記周波数帯の許可取得後、機材調達及び設置を行う。

(3) 技術移転の実施

上記の機材に係る状況を改善させると共に、データの解析にかかる技術移転を行う。

(4) 防災関係機関との連携の強化

火山災害対応に責任を持つ国家防災局や自治体に対して、本プロジェクトの成果である火山レポート(火山データの定量的な解析結果)の活用方法を理解してもらうための普及活動を行う。これら関係機関との有機的な連携を深めることで、より効果的に災害軽減を進めていく。

4. プロジェクトの運営、進捗管理について

日本側、エクアドル側による、プロジェクト運営に関する調整と進捗管理のためのメカニズムの導入を検討する。ここには IG、JICA、専門家が参加する他、INECI、日本大使館などを必要に応じてオブザーバーとする。

5. PDM の見直しについて

プロジェクト期間を延長する場合、延長 R/D の締結時あるいは調査団派遣などの機会を捉えて PDM を修正し、指標の整理や表現の修正を行うことが望ましい。

6. 終了時評価について

上記 2 年間のプロジェクト延長した場合、終了の半年前に再度終了時評価を行う。

以上

エクアドル共和国
火山監視能力強化プロジェクト
終了時評価調査
合同評価報告書

キト、2006年11月24日

Ing. MIMURA Satoru
Líder
Equipo de Evaluación Final de Proyecto
Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Japón

Ing. Hugo YEPES A
Director
Instituto Geofísico - Depto. de Geofísica
Escuela Politécnica Nacional
República del Ecuador

目次

第1章 終了時評価調査の概要.....	1
1-1 終了時評価調査の背景.....	1
1-2 終了時評価の目的.....	1
1-3 終了時評価メンバー.....	1
1-4 対象プロジェクトの概要.....	2
第2章 評価の方法.....	2
2-1 評価の手法.....	2
2-2 評価基準.....	3
第3章 プロジェクト実績.....	3
3-1 投入実績.....	3
3-2 活動の実績.....	4
3-3 成果の実績.....	5
3-4 実施プロセス.....	7
3-5 プロジェクト目標の達成度.....	8
3-6 上位目標の達成の見込み.....	8
第4章 評価5項目による評価結果.....	9
4-1 妥当性.....	9
4-2 有効性.....	9
4-3 効率性.....	10
4-4 インパクト.....	11
4-5 自立発展性.....	12
4-6 結論.....	12
第5章 提言と教訓.....	13
5-1 提言.....	13
5-2 教訓.....	14

別添資料

1. PDM
2. 専門家派遣実績
3. CP研修
4. 供与機材
5. プロジェクト関係費用
6. カウンターパートリスト
7. 論文・学会発表一覧

第1章 評価調査の概要

1-1 終了時評価調査の背景

エクアドル共和国では、火山災害の軽減が重要な課題の一つであり、2002年7月、エクアドル国政府から日本政府に対し、火山性地震分析に関する機材供与と技術指導（専門家派遣、研修員受入）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（以下 JICA）は、国立理工科大学地球物理研究所（以下 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（以下プロジェクト）」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5日から11月25日にわたり、三村悟国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災）防災チーム長を団長とする終了時評価調査団を派遣した。

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) PDM 及び活動計画に基づき、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の見込みを確認する（投入：人材・資材等プロジェクトに対し外部から来るあらゆるものを指す）。
- 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) プロジェクト終了時まで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 終了時評価メンバー

本終了時評価団のメンバーは以下の通りである。

日本側：

終了時評価調査団

三村悟（総括）	国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災） 防災チーム長
藤原真吾（協力企画）	国際協力機構地球環境部第三グループ（水資源・防災） 防災チーム
田中恵理香（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
吉川敦子（通訳）	財団法人日本国際協力センター

プロジェクト専門家

熊谷博之	防災科学技術研究所地震研究部主任研究員
------	---------------------

エクアドル側：

Emb. Carlos Jativa Naranjo 国際協力庁長官
Ing. Alfonso Espinosa Ramon 国立理工科大学学長
Ing. Hugo Yepes 国立理工科大学地球物理研究所所長

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。詳細は別添1のPDM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地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。

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

アウトプット3

地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。

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

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

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プロジェクト・デザイン・マトリックス (Project Design Matrix: 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5つの評価の観点 (評価5項目) 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。

調査にあたっては、プロジェクト専門家、機材設置技師、エクアドル側カウンターパート及び関連機関担当者に対する質問票によるサーベイとインタビューを行った。また、プロジェクトで設置した施設の視察を行った。

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	評価時点においても、プロジェクト目標、上位目標が妥当であるかどうかを、エクアドル政府の政策、裨益者のニーズ、日本の援助政策との整合性の観点から検討する。
有効性	プロジェクト目標の達成の度合い、及びアウトプットがプロジェクト目標の達成度にと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、制度的（政策的）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。

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、R/D 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

地震解析、地震観測、観測網構築の分野で日本人専門家を派遣した。詳細は別添2の通り。R/D で予定されていた火山防災の専門家は、観測網構築終了後派遣することになっていたため、観測点設置の遅れにより、終了時評価時点では派遣されていない。

(2) カウンターパート研修

地球物理研究所の2名を対象にカウンターパート研修を実施した。詳細は別添3の通り。

(3) 機材供与・技師派遣

観測用機材、車両等総額181,985,000円の機材供与を行った。詳細は別添4の通り。また、機材設置に伴う技師派遣費用を負担した。

(4) 現地業務費

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合計は別添5の通り。

エクアドル側

(1) カウンターパート

プロジェクト・ディレクターのほか、25名のカウンターパートを配置した。うち、火山学・地震学担当10名、機材担当15名である。詳細は別添6の通り。

(2) ローカルコスト

IGのスペースをプロジェクト活動のために改装した。観測点・中継点の設置に必要な土地を購入し、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138,605.94ドルに上る。詳細は別添5の通り。

3-2 活動の実績

PDM及び活動計画(Plan of Operation: PO)に基づき活動を実施したことが確認された。終了時評価時点で、予定より遅れて実施された活動、予定通りに完了していない活動、さらに継続して支援が必要な活動がいくつかある。

活動 1-1：観測機材を設置する。

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。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点の観測点を設置したあと、同年7月14日の噴火により3点のうち2点が影響を受けたため、IGが復旧を行った。この2点は、8月16日に発生した噴火で一部破損した。その後新たにエクアドル側で1点の観測点を設置した。

活動 1-2：観測機材を適正に維持する。

IGだけで適切な維持管理をほぼ行っている。しかしながら、使用した無線機材の一部が適切でなかったため、コトパキシ火山の1点からは、無線データの継続的受信ができないことがある。トゥングラワ火山でも、同じ理由により、現在稼働中の2点で同様の問題が起こっている。噴火による影響を受けた2点では、機材が一部破損したあと、データ取得ができるように修復されていない。

活動 1-3：観測機材を適正に操作する。

予定通り実施された。

活動 2-1：長周期地震波を含むデータ処理が可能なソフトを開発する。

予定より遅れて実施中である。

活動 2-2：データ処理ソフトを運用する訓練を行う。

予定より遅れて実施中である。

活動 2-3：処理されたデータの集計、蓄積を行う。

予定より遅れて実施中である。

活動 3-1：データ解析の訓練を行う。

予定より遅れて実施中である。

活動 3-2：データ解析に基づき火山活動の解釈をする。

予定より遅れて実施中である。

活動 4-1：火山活動レポートの改善点を明らかにする。

研究所の既存のデータに基づいて火山活動レポートの改善点を明らかにした。

活動 4-2：火山活動レポートを改善する。

実施中である。

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

既存のデータとともにプロジェクトで設置した機材により取得した新しい観測データについて、IG が関係機関に対して研修を行っている。全体工程が遅れたため、プロジェクト成果を待って行う予定であった火山防災の日本人専門家による活動は実施できていない。

活動 5-2：火山災害軽減の改善点を明らかにする。

機材設置の遅れにより、プロジェクトの観測データを使って具体的に改善点を明らかにするには至っていない。

3-3 アウトプットの実績

アウトプットの実績は以下の通りである。

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地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。

指標 1-1：長周期地震波データを含む火山活動に関するデータが地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。

エクアドル側カウンターパートが観測点設置に必要となる技術を取得し、エクアドル側のみで観測点の設置が可能になった。カウンターパートはリアルタイムデータ受信システムの取扱いを習得し、観測のトラブルに迅速に対応できるようになった。コトパキシ火山の 5 点の観測点のうち 4 点については、ほぼデータの欠落なくリアルタイムで IG でデータを取得している。1 点については通信障害による無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中に発生する。トゥングラワ火山から来る信号については、2006 年 8 月 17 日の噴火の影響による機材の破損や設置の遅れのため、2 箇所のみでデータ受信を行っているが、無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発

生ずる。

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

指標 2-1：収集されたデータが連続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。

コトパキシ・トゥングラワ火山とも、取得されているデータについては、データ受信サーバと波形表示用 PC に導入されている波形表示システムを用いて波形モニタリングが行われている。コトパキシ火山については、自動処理による震源決定が行われている。トゥングラワは観測点数が少ないため取得データのみでは震源決定はできないが、既存短周期地震計のデータを用いて震源決定が行われている。

指標 2-2：連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。

コトパキシ・トゥングラワ火山とも、取得されているデータについて、連続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つつある。

アウトプット3：地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。

指標 3-1：長周期地震波や関連事象の解析についてより高度な定量解析が可能な研究員が2人育成される。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる研究員が2人育成される。

地球物理研究所の研究員2名の解析能力が向上した。現在は両名とも個人的事情により研究所から離れているが、両名から指導を受けた2名と、さらにこの2名から指導を受けた1名が、ほぼ支障なく火山活動の基本的な解析を行っている。なお、本プロジェクトに関連する成果として、別添7の通りの論文・学会発表を行っている。

指標 3-2：その他の観測データの解析能力が高まる。

定量的な地震波形解析手法の能力が高まり、コトパキシ・トゥングラワ火山のマグマシステムの理解が向上した。

アウトプット4：解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。

指標 4：長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに記載されている。

火山活動レポートは、短周期地震計によって取得されたデータに基づいた解析結果を記載している。さらに、プロジェクトで設置された機材を活用して得られた一部の解析結果が徐々に記載されるようになっている。

アウトプット5：地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効率的に利用される。

指標 5：改善した火山活動レポートを防災関係機関が理解している。

IGからの火山活動レポートは定期的に防災局や自治体等の関係機関に発信され、これら関係機関から、時宜を得た明確な情報であると高く評価されている。活動の遅れから、長周期地震波を含むデータの解析結果は、火山活動レポートに十分に反映されていない。そのため、こうした情報については、まだ防災関係機関が十分に活用するに至っていない。

3-4 実施プロセス

プロジェクトでは、所期の成果を挙げつつあるものの、全体的な進捗は、当初の予定より若干遅れ気味である。

その要因として、プロジェクト活動を進めるにあたって必要な機材の納入・設置に時間がかかったことが挙げられる。これには複数の理由がある。まず、日本側では、供与機材の仕様の決定が遅れたことから、必要な手続きに順次遅れをきたし、機材の納入が遅れた。エクアドル側では、土地取得手続きや無線周波数使用許可の手続き等、機材設置の準備に時間を要した。また、機材納入後にも、現地のストによる交通止めや悪天候により設置が遅れた。設置中に、無線機器に不具合があること及び仕様が適切でないことが判明したため、ファームウェアを変更し、また、一部のアンテナを交換した。2006年7月から8月にかけてのトゥングラワ火山の噴火により、2箇所の観測点において機材の一部が破損したほか、噴火により現場に近づけないため設置を行っていない観測点が1箇所あり、観測点を移す可能性を検討している。その他、無線の通信断によりデータの取得が継続的に行われないことがあり、プロジェクトの進捗に支障をきたしている。

以上のような理由により、観測点の設置が遅れたこと、また機能していない観測点があることから、当初の予定どおりには、データの取得・解析が十分には進んでいないが、IGの既存のデータを利用するなどして活動を進め、ある程度の成果を挙げた。

プロジェクト実施にあたっては、適宜PDMを参照し、概ね計画に基づいた適切な運営を行ってきたと言える。課題としては、日本側とエクアドル側で、プロジェクトの進捗・成果を確認して共有するシステムを明確化し改善することが挙げられる。外部条件に関しては、トゥングラワ火山の大規模な噴火の発生が特筆すべきことであるが、これは機材の破損や観測点の設置の遅れなどの影響を及ぼした反面、実際の噴火によるデータの取得・解析を行い関係機関に報告し適切な対応を実践する機会ともなった。また、IGの担当者2名が離職したが、この2名から指導を受けた研究員が中心となつてほぼ業務を遂行できるようになっており、離職した2名は必要に応じ海外から支援を行っている。なお、PDMの改訂は行っていない。

日本側・エクアドル側とも、高いイニシアティブ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、良好であった。日本から機材設置のために派遣した一部技師は、主として言語の問題によりコミュニケーションに困難をきたす場合があったが、双方で図を用いたりカウンターパート側で自習するなどの努力を行った結果、カウンターパートは機材設置・動作に必要な技術をほぼ吸収した。

3-5 プロジェクト目標の達成度

プロジェクト目標であるコトパキシ・トゥングラワ火山における火山監視能力の向上に関しては一定の成果をあげつつあるものの、主として機材設置の遅れにより活動が遅れていたため、当初期待していた火山監視能力を達成するためには、さらに若干の時間が必要である。

本プロジェクトで設置した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解析されている結果、IGの火山情報レポートが、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。特に2006年7月と8月に起こったトゥングラワ火山の噴火の際には、プロジェクトで設置した機材によりリアルタイムに正確なデータが取得でき、適切な解析が行われ、IGから関係防災機関やマスコミに対して的確な情報がタイムリーに発信された。

ただし、十分な火山監視能力の向上にはまだ課題が残されている。噴火活動が続いているため、トゥングラワ火山に設置予定の5観測点のうち1観測点が未設置であり、2観測点の機材が一部破損したため、現在プロジェクトにおいては2観測点のみで観測を行っている状況である。また、無線の通信断が発生しており、IGにおける観測データのリアルタイム監視の障害となっている。観測点が予定より少ないことと通信断により、当初めざしていた質の高いデータの取得が十分にできていない。データ取得が予定通りできている観測点においても、機材設置が遅れたことによりデータの取得開始が遅れた。このため、IGにおいて新しい機材によるデータを使っての観測の経験が十分にできておらず、適切な解析システムの改善・適用が遅れていること、プロジェクトの観測網により取得したデータを用いて関係機関に発信する情報を十分に改善することが遅れていること、などが見られる。

3-6 上位目標の達成の見込み

現時点では、当初の計画より進捗が遅れているものの、上記プロジェクト目標の達成において課題となっている点が解決され、その後の進捗が順調であれば、上位目標が達成される見込みは高い。

すでにIGのカウンターパートは火山監視に必要な知識・技術を十分に習得しており、今後プロジェクトの観測網により取得されたデータを用いて経験を積めば、IGの火山監視能力はプロジェクトで対象としたコトパキシ、トゥングラワ火山以外でも、エクアドル全体の火山監視に適用できるものになると予想される。また、IGと防災局、自治体等火山防災に関わる機関は、日々緊密な情報交換を行い良好な協力関係を築いており、IGから発信される火山情報がこれら防災機関で適切に活用され火山災害軽減能力が向上する見込みは高い。

実際に、2006年7月から8月にかけてのトゥングラワ火山の噴火におけるIG及び地元の関係機関の対応は、上位目標達成の見込みが高いことを示している。7月14日の噴火は、観測地点の機材の設置作業中に起こったが、すでにプロジェクトで設置した機材が効果を発揮し、IGの職員が火砕流発生に伴うシグナルをとらえることができた。この経験を活かし、8月16日から17日に大規模な噴火が起きた際に、IGは噴火活動の前兆現象をとらえ2度に

わたり現地の関係機関に警戒警報を発出し、2回目の警戒警報により、危険地域の住民のほぼ全員を避難させることができた。避難勧告に従わなかった住民6名が死亡したが、関係機関では、IGによる正確な情報把握とこれに基づく避難勧告がなければ、数百名から数千名の死者が出ていた可能性があると思われている。この事実は、IGの火山監視能力の向上と関係機関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。

一方で、前述した通り、プロジェクト目標である火山監視能力の向上が当初期待していた水準に達していないため、IGの監視能力をより確固たるものにし、関係防災機関との関係をより緊密にしていくことにより、火山災害を軽減することが必要である。さらに本プロジェクトで得られた成果をエクアドルの他の火山にも適用していくことが求められている。

第4章 評価5項目に基づく評価結果

4-1 妥当性

エクアドル国のニーズと政策、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。

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マネジメントの強化が課題であり、リスクマネジメント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。コトパキシ火山、トゥングラワ火山は、エクアドルの数多い火山の中でも現在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最近実際に大規模な噴火が起こったこと、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、明らかである。

エクアドル国における2003年から2007年における国家開発計画では、冒頭に掲げられた6つの基本方針のひとつが「国民の安全、治安、司法の保障、食糧保障および環境保全」となっており、このなかに火山の脅威に関することも含めた自然災害防災が含まれている。この基本方針に基づく「活動方針3」の中で、環境保全に対する政策として「さまざまな災害（自然災害、人災、技術災害）の防止」が挙げられている。自然災害防止に関し明確に規定した政策・法律は現在のところまだ整備されていないものの、前記国家開発計画の「活動方針3」の中で、活動として「全国、地方および地域レベルでの災害防止・緩和計画の策定と導入」が挙げられており、自然災害の防止を重視している姿勢が窺われる。

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。火山防災は日本の対エクアドル国 ODA 政策と合致している。

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おり、コトパキシ火山、トゥングラワ火山

における火山監視能力の向上が見られる。しかしながら、遅れている活動があるため、十分な監視能力の向上には至っていない。

観測機材の導入により、コトパキシ、トゥングラワ火山について以前の地震計では測定できなかったデータが IG においてリアルタイムで取得できるようになり、このデータを含む適切な火山情報を関係機関に 24 時間体制で発信できるようになっている。IG からの情報に対しては、関係機関も以前より信頼性が高まったと評価している。ただし、トゥングラワ火山では、観測点の設置が全て終わっておらず、また噴火による破損で機能していない観測点があることから、プロジェクト開始前よりはデータの質が上がったものの、的確にマグマの動きを理解するに至る科学的解析を行うだけの十分なデータがとれていない。また、機材の設置が遅れていることで、IG のカウンターパートは、JICA が供与した機材を使ってデータを解析する訓練が十分にできておらず、プロジェクトの観測データを使って総合的に判断できる能力をさらに高めることが課題となっている。解析した結果を関係機関が効率的に活用することについては、トゥングラワ火山噴火の際には、IG 及び関連機関の尽力により、適切に対応できたと評価される。しかしながら、観測点設置の遅れにより、プロジェクトの観測データの解析結果を使って関係機関に対して行う研修はまだ実施しておらず、今後緊急事態に対応したより総合的な火山監視能力を向上させていくためには、火山活動レポートの改善や関係機関に対する活動を行っていく必要がある。

5 つのアウトプットは、いずれも火山監視に必要なものであり、プロジェクト目標である火山監視能力向上に貢献するものである。

外部条件を受けたこととして、トゥングラワ火山の噴火により、観測点の設置が遅れたこと、また機材の一部が破損したことが挙げられる。またプロジェクトの初期に技術移転を受けたカウンターパート 2 名が IG を離職したが、この 2 名の指導を受けた IG の職員の努力により、当初めざしていたアウトプットを達成しつつある。

4-3 効率性

予定していた投入が計画より遅れたこと、火山の噴火による機材の破損があったこと等により、終了時評価時点では、効率性にはやや課題を残すものの、実行された投入は概ね有効に活用されている。

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行った。機材設置の技師に関しては、派遣時期に関し IG の通常業務との調整ができれば、より効果的な活動ができたと考えられる。また、設置にあたってカウンターパートとのより効果的なコミュニケーションを図る具体的な方策を講じていれば望ましかったと思料される。

日本で研修を実施した 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、観測点の設置後に活動できなくなったことは、当人のやむをえない事情ではあったにせよ、投入の効率性という点では残念なことであった。しかしながら、この 2 名は、研修により十分な知識・技術を習得し、IG の他の職員に技術指導を行っており、また指導を受けた職員らが努力したこともあって、カウンターパート研修の成果は IG 内で引き継がれていると判断される。

供与機材は、火山監視能力の向上に不可欠なものであり、機材の投入により従来より技術的に高度な観測点・中継点が設置され、以前にはできなかった情報把握・解析ができるようになった。例えば、トゥングラワ火山噴火における際の前兆となった地震と空振は、プロジェクトの供与機材によって正確に記録され、現地及び日本の専門家によって解析され、大規模な噴火の予測をすることができた。後述する通り、一部の機材は適切でなく、また噴火で破損したが、それ以外の機材は、概ね適切に活用され、火山監視に貢献していると言える。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。破損した機材は、噴火で被害を受けるまで正常に機能しており、避難警報の発出に貢献した。

ただし、機材供与に関しては、いくつかの問題点が指摘されている。まず、諸手続きの遅れにより投入のタイミングが遅れたことが、プロジェクト全体の効率的な実施に影響を与えた。また、機材の一部が現地の事情に合わなかった。例えば、テレメーターについては、用いた周波数帯での通信が過密であったため、設置場所によっては電波の相互干渉によりデータ受信に支障をきたしている。さらに、プロジェクトでコントロールできない外部条件ではあるが、トゥングラワ火山の噴火により、設置した機材の一部が破損し、現在使用不能になっている。地上に出ていたアンテナ、モデム等が被害を受けた(地中に埋まっていた地震計等高価なものは無事であった)。被害を受けた観測点については、今後も火砕流・土石流の影響を受ける可能性があるため、設置場所を再検討し、破損した機材を交換すれば、再び機能するものと推測されている。

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。また、事務管理部門の職員もプロジェクトを支援した。中継点・観測点の設置にあたり、エクアドル側が負担した技能労働者や荷役は、迅速・適切な設置に効果的であった。

4-4 インパクト

先に3-6で述べた通り、トゥングラワ火山噴火の際に犠牲者の数を最小限に抑えたIG及び関係機関の対応から見ても、上位目標達成の見込みは高い。プロジェクトでは、コトパキシ、トゥングラワの2火山の観測網を設置したにとどまるが、この2火山に関する活動によりIGの火山監視能力は向上しており、プロジェクトで習得した解析能力は他の火山にも応用できるものであり、エクアドル全体の火山に関する監視能力の向上が期待できる。火山災害の軽減は監視能力の向上だけでは実現できないが、IGと関係機関は長年にわたり良好な協力関係を築いており、自治体や各地域の防災局同士の間でも情報交換を行っていることから、プロジェクトのアウトプットはエクアドル国の他地域にも波及していくものと考えられる。将来的なインパクトの発現には、プロジェクトで発信する情報を関係機関がより適切に理解すること、関係機関がそれぞれ防災に対する措置を強化していくことが鍵となる。

予期されなかった正のインパクトとしては、IGからの火山情報の質が高まったことで、IG全体の組織としての信頼性が高まったこと、トゥングラワ火山噴火の際の情報発信を通じ、関係者の間で火山に対する関心や理解が深まったことが挙げられる。また、日本とエクアドル国の協力が一般の

人々に知られるようになった。負のインパクトは、特に認められない。

4-5 自立発展性

自立発展性は概ね高いと判断されるが、活動が遅れていたことから、自立発展性を十分に高めるには、今後さらなる対応をとることが効果的であると考えられる。

技術的自立発展性に関しては、現時点で IG は持続可能な十分な能力を有していると判断される。トゥングラワ火山の1点の観測点は IG 側だけで設置を完了し、通常のリモコン取得・解析についても IG の職員のみでほぼ滞りなく遂行しており、プロジェクト終了後も概ね業務を実施できるものと思料される。ただし、機材の納入・設置の遅れにより、プロジェクトの観測網により取得されたデータを使って情報を解析する時間が十分にとれなかったため、IG の職員の総合的な解析能力をさらに高めていく必要がある。また、技術的持続性を高めるためのシステムを構築するには至っていない。例えば、ルーティン業務の中で自動的にデータを取り込み解析結果を出せるようなシステムを構築できれば、技術的自立発展性が高まると考えられる。技術的自立発展性においては、IG の人材が現在のそれぞれのポジションにとどまること、監視活動を継続するための機材のスペアパーツが供給されることが、鍵である。

制度的自立発展性は概ね高い。エクアドル政府は防災を重要課題と考えている。また、大統領令において規定された火山防災における IG の位置づけに変化はないと考えられる。今後制度的自立発展性を阻害する可能性のある要因としては、現在の防災に関する枠組みが変わること、国及び自治体の防災責任者の一部の防災に対する関与が弱いことである。

財政的自立発展性も概ね見込める。現在のところ、IG には国家からは十分な予算が配分されていないものの、IG では独自に資金調達仕組みを開発していることから、財政的自立発展性がほぼ見込める。IG の資金調達は、国立理工科大学からの支援、民間企業からの寄付、国際協力、コンサルティング業務による収入などを含むものである。政権交代や大学の組織再編に伴う将来的な予算削減の可能性は、皆無ではないものの、現在のところ、その可能性は小さいと見られている。

4-6 結論

実施プロセスについては、機材の納入・設置が遅れ、また火山の噴火により一部機材が破損したため、予定されていた活動の一部が完全に実施されていない。アウトプットは達成されつつあるが、設置された機材を使っての火山監視能力の向上をより進めていく必要がある。プロジェクト目標、上位目標の達成見込みは高く、トゥングラワ火山噴火の際の対応は高く評価されるが、実施プロセスが遅れたため、プロジェクトで導入された機材により取得された観測データを使っての活動がまだ十分にできていない。プロジェクトの効果を持続性あるものにするためには、予定されていた火山の観測網を完成させ、それによって得られた観測データを使ったデータ処理・解析の技術を高めることで、さらに IG の火山監視能力を強化し、また、それを防災局や自治体等関係機関に発信する情報の質に反映させ、これら機関との関係をより緊密にする必要がある。

第5章 提言と教訓

5-1 提言

上記の評価結果から、プロジェクト目標を達成するためには、以下の対応を行うことが必要であると判断される。

1. 期間の延長

プロジェクト目標を期間内に達成することは困難であるが、プロジェクト期間を延長すれば、目標を完全に達成できると思われるところ、プロジェクト実施期間を2年間延長する。

2. 今後のプロジェクト運営方針

上記のプロジェクト延長が決定した場合、次の措置を検討する。

(1) 火山噴火の影響を受けた機材の復旧

- 1) 既存の機材設置地点とは異なるサイトを含めて、適切な機材設置場所を検討する。
- 2) 破損した機材の修復、もしくは交換を行う。

(2) 無線通信の通信状況の改善

- 1) 観測データの通信・伝達経路（中継地点の場所）を改めて確認する。
- 2) データ伝送時に混線の生じない周波数帯を明らかにする。
- 3) データ伝送に必要な機材計画を立て、次の作業を行う。
 - a) 周波数帯の使用許可を関係機関に申請する。
 - b) 上記周波数帯の許可取得後、機材調達及び設置を行う。

(3) 技術移転の実施

上記の機材に関係する状況を改善させると共に、データの解析にかかる技術移転を行う。特に、データの取得から処理、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等が、火山監視能力を向上させる上で効果的と考えられる。

(4) 防災関係機関との連携の強化

災害対応に責任を持つ国家防災局や自治体に対して、火山情報（火山データの定量的な解析結果の解釈を含む）の活用方法を理解してもらうための普及活動を行う。これら関係機関との有機的な連携を深めることで、より効果的に災害軽減を進めていく。

3. プロジェクトの運営、進捗管理について

日本側、エクアドル側による、プロジェクト運営に関する調整と進捗管理のためのメカニズムの導入を検討する。

ここにはIG、JICA、専門家が参加する他、INECI、日本大使館などを必要に応じてオブザーバーとする。

4. PDMの見直しについて

プロジェクト期間を延長する場合、延長 R/D の締結時あるいは調査団派遣などの機会を捉えて PDM を修正し、指標の整理や表現の修正を行うことが望ましい。その際、指標については、より具体的なものとなるよう検討する。

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通りである。

- ・ 機材供与が大きな役割を果たすプロジェクトにおいては、機材の準備は時間をかけて慎重に行うべきである。可能であればプロジェクト開始前に機材のための調査団や専門家を派遣することも一案である。機材仕様書の作成は、当該機材の専門性を持つ者が行う。また、機材設置に付随する土地取得及び無線に関する機器や周波数使用許可の手続き等は、設置作業を円滑に進める重要な要素であり、また国によって事情が異なるため、入念な調査及びフォローが望ましい。
- ・ 自然現象を対象とするプロジェクトでは、緊急性を要する場合もあり、入札から納入・設置までの機材に関する手続きの効率化・時間の短縮が望まれる。
- ・ 防災に関するプロジェクトでは、プロジェクト期間中に災害の被害を受ける可能性も考慮し、スペアパーツに関しては柔軟な対応をする。

別添 1 : プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM)

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
 実施機関: 国立理工科大学 地球物理研究所
 実施期間: 2004-2006
 作成時期: 2004. 3. 2 (R/D 署名日)

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)</p> <p>エクアドルにおける火山災害軽減能力が向上する。</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 コトパキ火山及びトゥングラフ火山の火山活動に変化が見られた際、より適切な対応策が取られる。 2 早期警戒システムが改善される。 3 地球物理研究所による火山活動監視体制が一層強化される。 4 州開発計画に火山災害予防の概念が取り入れられる 	<ol style="list-style-type: none"> 1 防災局の行動記録 報道記事や番組 2 防災局や地方自治体の災害軽減計画 3 地球物理研究所の概要レポート 4 州開発計画 	
<p>(プロジェクト目標)</p> <p>コトパキ火山及びトゥングラフ火山における火山監視能力が向上する。</p>	<p>地球物理学研究所が各防災関係機関に提供する火山活動レポートの質が向上する。</p>	<p>火山活動レポート (ホームページ、ファックス、eメール等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 火山災害リスク軽減体制における地球物理研究所の位置づけに変化がない。 • 火山防災政策の優先度が低下しない
<p>(成果)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 コトパキ火山及びトゥングラフ火山において長周期地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する 2 長周期地震波のデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理研究所の能力が改善する。 3 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。 4 解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。 5 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効果的に利用される。 	<ol style="list-style-type: none"> 1-1 長周期地震波データが地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。 2-1 収集されたデータが連続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。 2-2 連続データが活用可能な形で蓄積され地震波の波形データがデータベース化される。 3-1 長周期地震波や関連現象の解析についてより高度な定量解析が可能な研究員が2人育成される。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる研究員が2人育成される。 3-2 その他の観測データの解析能力が高まる 4 長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに記載されている 5 長周期地震波の解析結果を含む火山活動レポートを防災関係機関が理解している。 	<ol style="list-style-type: none"> 1 地球物理研究所において取得されているデータ 2 蓄積されている火山活動に関する記録 3 研究報告 4 火山活動レポート 5 関係者へのインタビュー 報道記事や番組 	<p>火山監視体制における地球物理研究所の位置づけに変更がない。</p> <p>防災関係機関の主要な職員がその職にとどまる。</p>

<p>(活動)</p> <p>1-1 観測機材を設置する。</p> <p>1-2 観測機材を適正に維持する。</p> <p>1-3 観測機材を適正に操作する。</p> <p>*****</p> <p>2-1 長周期地震波を含むデータ処理が可能なソフトを開発する。</p> <p>2-2 データ処理ソフトを運用する訓練を行う。</p> <p>2-3 処理されたデータの集計、蓄積を行う。</p> <p>*****</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する</p> <p>*****</p> <p>4-1 火山活動レポートの改善点を明らかにする。</p> <p>4-2 火山活動レポートを改善する。</p> <p>*****</p> <p>5-1 火山活動レポートを受信する防災関係機関に対して理解促進を目的とした研修を行う。</p> <p>5-2 火山災害軽減の改善点を明らかにする。</p>	<p>(投入)</p> <p>(日本側)</p> <p>1 人材</p> <p>1) 短期専門家</p> <p>一地震観測</p> <p>一地震解析</p> <p>一火山防災</p> <p>2 研修員受入</p> <p>3 機材</p> <p>1) 広帯域地震計と記録計 (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) データ処理システム</p> <p>5) 車輛 (1 台)</p>	<p>(エクアドル側)</p> <p>1 人材</p> <p>1) カウンターパート</p> <p>一地震観測・解析研究員</p> <p>一機材担当技官</p> <p>2) 副カウンターパート</p> <p>一地震観測・解析研究員及び技官</p> <p>2 施設・機材</p> <p>3 ローカルコスト</p>	<p>1 火山活動により機材に甚大な被害が与えられない</p> <p>2,3 カウンターパートが辞めない</p> <p>(前提条件)</p>
--	---	---	--

別添 2 : 専門家派遣実績

氏名	派遣期間	指導科目
熊谷博之	2004. 5. 24-7. 10	地震解析 1
熊谷博之	2004. 10. 18-12. 3	地震解析 2
熊谷博之	2005. 2. 21-4. 1	地震解析 3
熊谷博之	2005. 11. 16-12. 23	観測網構築総括1
宮川幸治	2006. 6. 19-7. 24	地震観測 1
熊谷博之	2006. 6. 19-7. 31	観測網構築総括2
山品匡史	2006. 6. 25-7. 31	地震観測 2
熊谷博之	2006. 11. 6-2006. 12. 1	地震解析4
	未派遣	火山防災

別添 3 : CP研修

氏名	研修期間	研修科目
Alexander Garcia-Aristi	2005. 1. 22-2. 11	火山観測及びデータ解析
Indira Molina	2005. 7. 2-7. 30	火山観測及びデータ解析

別添 4 : 供与機材

機材名	供与数量	設置数量	メーカー名	製品名
		*		
ハードウェア	2	2	HP	ProLiant ML350 G4
UPS: 1.5kVA	2	2	APC	BR1500
ソフトウェア	2	2	GEOTECH	SMARTGeoHub(TM) Data Server
ソフトウェア	2	2	GEOTECH	SMARTGeoViewer(TM)
ソフトウェア	2	2	GEOTECH	SMARTConfig
ソフトウェア	2	2	GEOTECH	SMARTSOH State-of-Health
ソフトウェア	2	2	GEOTECH	SMARTQuake(TM)
ソフトウェア	2	2	GEOTECH	SeisPlus
ハードウェア	2	2	HP	Workstation xw6200
UPS: 1.5kVA	2	2	APC	SUA1000RMI1U
ハードウェア	2	2	Logitech	LHD-PBA80FU2
ソフトウェア	2	2	Red Hat	Red Hat Linux 9.0
ソフトウェア	2	2	富士通	Parallel Fortran & C Package
ソフトウェア	2	2	MathWorks	MATLAB, Signal Processing Toolbox
ハードウェア	2	2	HP	Workstation xw6200
UPS: 1.5kVA	2	2	APC	SUA1000RMI1U
ソフトウェア	2	2	Red Hat	Red Hat Linux 9.0
ルーター	1	1	LINKSYS	BEFSX41
イーサネットケーブル	16	16	コムフォース	RJ-45、L10m
スイッチングハブ	1	1	LINKSYS	SD216
ネットワークタイムサーバー	1	1	Masterclock	NTP100-GPS
モノクロレーザプリンタ	1	1	HP	LaserJet 5100dtn
カラーインクジェットプリンタ	1	1	HP	Business Inkjet 2600dn
カラーインクジェットプリンタ	1	1	HP	Business Inkjet 2300n
送受信装置	45	39	CISCO SYSTEMS	AIR-BR1310G-A-K9-R
基地局用AC/DCコンバーター	2	2	ASTRON	LS3A
スイッチングハブ等	6	6	LINKSYS	ETX-SH5
屋外ユニット; (防水ケース)	23	21	タカチ	OPCP306018G
耐雷サージ	44	39	HUBER & SUHNER	3402.17K, 73Z0-0-48 Gas Capsule
電源ケーブル	2	2	コムフォース	同軸 L20m (基地局用)
電源ケーブル	43	37	コムフォース	同軸 L20m (観測点・中継点用)
イーサネットケーブル	45	39	コムフォース	同軸 L20m
アンテナ装置	45	39	クワイテデザイン	2X2427M-SS
アンテナケーブル; 同軸ケーブル	45	39	TIMS MICROWAVES	LMR900
アンテナケーブル; 同軸ケーブル	45	39	WIRELESS SOLUTIONS	FLEXJUMPER-N0, with NJ-SMAP
アンテナマスト(基地局用)	1	1	クワイテデザイン	CR-30
アンテナマスト(中継点用)	12	11	クワイテデザイン	KT8C-SS
アンテナマスト(観測点用)	10	10	クワイテデザイン	KT6N-SS
避雷装置	23	21	汎用品	避雷突針、支持管、取付金具

別添 4 : 供与機材

機材名	供与数量	設置数量	メーカー名	製品名
		*		
接地銅棒	23	21	汎用品	φ10~14mm x L1.5m(8本/1式)
接地抵抗低減材	22	21	昭和電線電纜	ダウンアース(50kg)
アースケーブル(基地局用)	1	1	汎用品	8mmsq、L50m
アースケーブル(観測点・中継点)	22	21	汎用品	8mmsq、L20m
電圧安定装置	1	1	松永製作所	SVC-10000MN-SS
サージプロテクター	1	1	サンコーシャ	RP-100
絶縁トランス	1	1	松永製作所	WTC-5K
配電盤	1	1	デンヨー	ATS100XRC1
発電機	1	1	デンヨー	DCA-6ESX
コントロールケーブル	1	1	コムフォース	シールド線、6芯、L45m
電源ケーブル	1	1	コムフォース	2芯、L150m
電源コントローラ	23	21	SUNWISE	SIGMA
バッテリー	57	44	ジーエスユアサ	SEB100
ソーラーパネル	75	64	SHELL	SQ-80-P
ソーラーパネル設置架台(2枚用)	10	10	クワイテデザイン	観測点用、地上設置タイプ
ソーラーパネル設置架台(4枚用)	10	8	クワイテデザイン	中継点用、鉄塔取付タイプ
ソーラーパネル設置架台(6枚用)	2	2	クワイテデザイン	中継点用、鉄塔取付タイプ
電源ケーブル	22	22	コムフォース	コムキャブタイヤケーブル、2芯、8mm sq、L20m
広帯域地震計	11	10	GURALUP	CMG-40T
空振計 マイクロホン	10	10	アコー	TYPE 7144
空振計 アンプ	10	10	アコー	TYPE 3348
空振計 DC/DCコンバーター	10	10	TDK	RDM-12-2R5 (DC/DCコンバーター)
デジタルタイミングレコーダー	11	10	GEOTECH	SMART-24
防水ケース	32	31	ダイライト	#200
マルチメーター	1	1	フルーク	83-5
ポータブルオシロスコープ	1	1	フルーク	199B
ラップトップコンピューター	1	1	HP	nx7010
工具セット	1	1	ホーザン	S-56
ハンディGPS	1	1	ガーミン	GPS V
車両	1	1	トヨタ	Casabaca

機材合計: 181,985,000(円)

* 中継点1か所が選定中であるため、供与数量と設置数量に差異のある機材が一部ある。

別添 5 : プロジェクト関係費用

日本側

(千円)

項目	2004年度	2005年度	2006年度	合計
CP研修	842	746	2,278	3,866
専門家派遣	5,007	1,658	7,554	14,219
機材供与	177,450	4,535	0	181,985
調査団派遣*		9,867	7,262	17,129
現地業務費	97	0	0	97
合計				217,296

* 調査団派遣費用には機材設置に伴う技師派遣費用を含む。

エクアドル側

(ドル)

項目	支出金額
IGスペース改装費	57,627.71
家具類	21,207.94
電気工事	1,306.60
電話網敷設費	985.04
観測点土地代 (2箇所)	5,500.00
観測小屋建設代	10,789.44
関税負担分	8,498.95
観測点維持費 (人件費、車両燃料費、建設)	25,000.00
宿泊日当	7,690.26
合計	138,605.94

別添 6 : カウンターパート リスト

氏名	役職	担当	備考
Hugo Yepes	国立理工科大学地球物理研究所所長	プロジェクト・ディレクター	
Patricio Ramon	地球物理研究所火山学者	全体調整	
Patricia Mothes	地球物理研究所火山学者	全体調整	
Alexandra Alvarado	地球物理研究所地震学責任者	全体調整	
Indira Molina	地球物理研究所	全体調整	2006年8月まで
Alexander Garcia-Aristizabal	地球物理研究所研究員	解析担当	2006年5月まで
Pablo Palacios	地球物理研究所研究員	解析担当	
Liliana Troncoso	地球物理研究所国内網担当	解析担当	
Monica Sagovia	地球物理研究所火山学者	解析担当	
Mayra Vaca	地球物理研究所技術部門責任者	機材担当	
Maria Cristina Ramos	地球物理研究所フィールドエンジニア	機材担当	
Lorena Gomezjurado	フィールド補助員	機材担当	
Santiago Arrais	フィールドアシスタント	機材担当	
Christian Cisneros	フィールドアシスタント	機材担当	
Eddy Pinajota	フィールドアシスタント	機材担当	
Freddy Vasconez	フィールドアシスタント	機材担当	
Pablo Marcillo	フィールドアシスタント	機材担当	
Andrés Cadena	フィールドアシスタント	機材担当	
Miryam Paredes	フィールド補助員	機材担当	
Ethelwoldo Jua	フィールドアシスタント	機材担当	
Wilson Enríquez	主任教授	機材担当	
Carlos Ayol	総務	機材担当	
Diego Barba	フィールドアシスタント	機材担当	
Pablo Cobacango	フィールドアシスタント	機材担当	
Pablo Palacios	フィールドアシスタント	機材担当	
Vinicio Cáceres	主任技術者	機材担当	

別添 7 : 論文・学会発表一覧

1. 誌上発表

<<プロジェクトの成果>>

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.

<<プロジェクトに関連する成果>>

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.

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.

2. 口頭発表

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.

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.

Molina, I, H. Kumagai and J. Le Pennec, M. Hall, 2004, Three-dimensional P-wave velocity structure of Tungurahua Volcano, Ecuador, *IAVCEI General Assembly 2004*, s08b_o_10.

Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Source process of tremor at Guagua Pichincha Volcano, Ecuador, inferred from waveform inversion, *IAVCEI General Assembly 2004*, s08b_o_14.

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.

Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Source process of tremor inferred from waveform inversion, *EOS, transactions*, V14B-03.

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*.

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*.

評価グリッド: エクアドル国火山監視能力強化計画プロジェクト

5項目その他の基準	評価期間		判断基準・方法	必要な情報・データ	情報源	データ収集方法	
	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 CPとスタッフの配置 資機材の提供 ローカルコスト	当初計画との比較 当初計画との比較 当初計画との比較	CP配置の実績 資機材提供の実績 ローカルコスト負担の実績	プロジェクト報告書、CP、専門家 プロジェクト報告書、CP、専門家 プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、インタビュー 文献レビュー、インタビュー 文献レビュー、インタビュー	
		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	当初計画との比較 当初計画との比較 当初計画との比較 当初計画との比較	専門家投入の実績 資機材供与の実績 CP研修の実績 ローカルコスト支援の実績	プロジェクト報告書、CP、専門家 プロジェクト報告書、CP、専門家 プロジェクト報告書、CP、専門家 プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、インタビュー 文献レビュー、インタビュー 文献レビュー、インタビュー 文献レビュー、インタビュー	
		アウトプット1: コトパキ火山及びトウングラフ火山において長周期地震波データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。	1-1 長周期地震波データが地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。	1. 地球物理研究所において取得されているデータ	地球物理研究所のデータ、プロジェクト報告書、CP、専門家	地球物理研究所のデータ、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		アウトプット2: 長周期地震波のデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理研究所の能力が改善する。	2-1 収集されたデータが連続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。 2-2 連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。	2. 蓄積されている火山活動に関する記録	地球物理研究所のデータ、プロジェクト報告書、CP、専門家	地球物理研究所のデータ、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		アウトプット3: 地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。	3-1 長周期地震波や関連現象の解析についてより高度な定量解析が可能な研究員が2人育成される。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる研究員が2人育成される。 3-2 その他の他の観測データの解析能力が高まる。	3. 研究報告	地球物理研究所のデータ、研究報告、プロジェクト報告書、CP、専門家	地球物理研究所のデータ、研究報告、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
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: 地球物理研究所が発信する火山情報が防災関係機関に理解され効果的に利用される。	4 長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに記載されている 5 長周期地震波の解析結果を含む火山活動レポートを防災関係機関が理解している。	4. 火山活動レポート 5. 関係者へのインタビュー、報道記事や番組	地球物理研究所のデータ/レポート、プロジェクト報告書、CP、専門家 報道記事や番組、プロジェクト報告書、CP、関係機関担当者、専門家	地球物理研究所のデータ/レポート、プロジェクト報告書、CP、専門家 報道記事や番組、プロジェクト報告書、CP、関係機関担当者、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー 文献レビュー、アンケート、インタビュー 文献レビュー、アンケート、インタビュー		

5項目その他の基準	評価設問		判断基準・方法	必要な情報・データ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
実施プロセスの検証	プロジェクト目標は達成されるか。	コトハキシ火山及びトウングラワ火山における火山監視能力が向上する。	地球物理学研究所が各防災関係機関に提供する火山活動レポートの質が向上する。	火山活動レポート(ホームページ、ファックス、eメール等)、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	上位目標の達成の見込みはあるか。	エクアドルにおける火山災害軽減能力が向上する。	1. コトハキシ火山及びトウングラワ火山の火山活動に変化が窺われた際、より適切な対応策が取られる。 2. 早期警戒システムが改善される。 3. 地球物理学研究所による火山活動監視体制が一層強化される。 4. 州開発計画に火山災害予防の概念が取り入れられる	1. 防災局の行動記録、報道記事や番組 2. 防災局や地方自治体の災害軽減計画 3. 地球物理学研究所の概要レポート 4. 州開発計画	文献レビュー、アンケート、インタビュー 文献レビュー、アンケート、インタビュー 文献レビュー、アンケート、インタビュー 文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	活動の進捗状況は予定通り行われたか。	活動は予定通り行われたか。		各活動の進捗状況、詳細活動の修正状況	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
	活動の進捗に影響を与えた要因は何か。	活動の進捗に影響を与えた要因は何か。		各活動の進捗状況	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
	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。	実施・運営体制は適切か。	実施・運営体制の実態	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	モニタリングの仕組みは適切か。	モニタリングの仕組みは適切か。	モニタリング方法	モニタリング方法	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	PDMの修正は適切に行われたか。	PDMの修正は適切に行われたか。	PDMの修正状況	PDMの修正状況	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	外部条件の変化に応じた対応は行われたか。	外部条件の変化に応じた対応は行われたか。	外部条件の変化に応じた対応の経緯	外部条件の変化に応じた対応の経緯	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	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。	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。	JICA本部・在外事務所のプロジェクトへの関わり	JICA本部・在外事務所のプロジェクトへの関わり	文献レビュー、アンケート、インタビュー 本部担当	
	専門家とカウンターパートとの関係は適切か。	専門家とCPのコミュニケーションは円滑に行われたか。	専門家とCPのコミュニケーション方法	専門家とCPのコミュニケーション方法	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
	相手国実施機関のオーナーシップは高いか。	問題が生じた際に適切な解決方法がとられたか。	問題解決プロセス	問題解決プロセス	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
		CPのインシアティブは高いか。	プロジェクトに対するCPの認識	プロジェクトに対するCPの認識	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
		地球物理学研究所はプロジェクトに對しどのような関わり方をしたか。	関係者の認識	関係者の認識	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
		プロジェクト実施に際して十分な予算配分を行っているか。	プロジェクト実施に際しての相手国側(地球物理研究所)の予算措置実績・予定	関係機関の予算に関する文書、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー	
		プロジェクト実施に際して適切な人員配置を行っているか。	プロジェクト実施に際しての相手国側の人員配置実績・予定	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー	

評価グリッド: エクアドル国火山監視能力強化計画プロジェクト

5項目その他の基準	評価段階		判断基準・方法	必要なデータ	情報源	データ収集方法
	大項目	小項目				
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	政府の開発計画との比較	エクアドル国における開発計画、防災計画	エクアドル国政府開発計画、防災計画	文献レビュー
		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	エクアドル国のニーズとの比較、エクアドル国における防災対策・火山災害予防の位置づけの確認	エクアドル国における防災対策・火山災害予防の実態に関する文書、統計	エクアドル国政府開発計画、防災計画、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		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	日本の対エクアドルODA政策との比較	日本の対エクアドルODA方針	外務省、JICA資料	外務省、JICA資料
2. 有効性	プロジェクトの委航により、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	実績の検証結果	プロジェクト目標に関する実績	火山活動に関するレポート・記録、地球物理研究所及び関連機関の記録、プロジェクト報告書	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		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	PDM上のロジック	PDMとプロジェクト記録	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		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	PDM上のロジック	PDMとプロジェクト記録	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
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	日本側投入の規模、時期、コスト、便益の適切性	外部条件の状況、プロジェクト進捗を妨げる事例	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		3.2 エクアドル国側投入の適切性	エクアドル国側投入の規模、時期、コスト、便益の適切性	専門家派遣実績(派遣時期、専門分野、人数) 資機材の供与実績(供与時期、仕様、数量) カウンターパート研修実績(時期、専門性、人数) ローカルコスト支援実績	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		3.3 投入の活用度	投入はどのように活用され管理されたか。	CPの配置実績(時期、専門性、人数) プロジェクト運営負担実績 資機材の提供実績(土地、施設、資機材) 人的投入(専門家、CP)の活用状況	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
4. インパクト	プロジェクト実施の効果はあるか。	4.1 上位目標達成の真実性	実績の検証結果	アウトプットに関するモニタリングの実績	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		4.2 上位目標の達成に対するプロジェクトの貢献度	実績の検証結果	合同調整委員会の活動プロセスと機能	地球物理研究所及び関連機関の記録、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		4.3 予期しなかった正のインパクト	予期しなかった負のインパクト	外部条件の影響	プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
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 制度的(政策的)側面	政府の方針とプロジェクトの関連	防災に関するエクアドル国の政策	エクアドル国の防災政策に関する文書、CP、関連機関担当者、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		5.2 財政的側面	関連機関の財政状況	地球物理研究所の財政状況、今後の政府の人員配置計画及びその他の支援計画	地球物理研究所等関連機関の政策・予算に関する文書	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		5.3 技術的側面	技術移転と活用の状況、普及の仕組み	技術移転と活用の状況、普及の仕組み	プロジェクト報告書、CP、専門家、ドナー	文献レビュー、アンケート、インタビュー
		5.4 貢献要因・阻害要因	これまでの貢献要因・阻害要因の状況	地球物理研究所及び関連機関の記録、プロジェクト報告書、CP、専門家	文献レビュー、アンケート、インタビュー	

評価グリッド(結果): エクアドル国火山監視能力強化計画プロジェクト

5項目その他の基準		評価設定		結果	
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 CPとスタッフの配置 資機材の提供 ローカルコスト	プロジェクトの改裝 執務室の改裝 中継点・観測点設置のための土地購入、技能労働者・荷役、車両・馬・ラバ	プロジェクト・ディレクター、CP23名(解析担当、機材担当)、事務管理職員	プロジェクト・ディレクター、CP23名(解析担当、機材担当)、事務管理職員
	アウトプットは達成されているか。	日本側 専門家派遣 資機材の供与 カウンターパート研修 プロジェクト関係費用支援	指標1-1:長周期地震波データを含む火山活動に関するデータを地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。 エクアドル側カウンターパートが観測点設置に必要な技術を取得し、エクアドル側のみで観測点の設置が可能になった。カウンターパートはリアルタイムデータ受信システムの取扱いを習得し、観測点のトラブルに迅速に対応できるようになった。コトパキシン火山の5点の観測点のうち4点については、ほぼデータの欠落なくリアルタイムでデータを取得している。1点については、通信の過密による無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発生する。影響による機材の破損や設置の遅れのため、2箇所のみでデータ受信を行っているが、無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発生する。	延べ8名。地震解析、地震観測、観測網構築。 観測用機材、車両。計181,985千円。 2名。火山観測及びデータ解析。 専門家派遣に伴う現地業務費。機材設置の技師。専門家派遣、機材供与、CP研修を含む計217,296千円。	指標1-1:長周期地震波データを含む火山活動に関するデータを地球物理研究所においてリアルタイムで取得されている。 エクアドル側カウンターパートが観測点設置に必要な技術を取得し、エクアドル側のみで観測点の設置が可能になった。カウンターパートはリアルタイムデータ受信システムの取扱いを習得し、観測点のトラブルに迅速に対応できるようになった。コトパキシン火山の5点の観測点のうち4点については、ほぼデータの欠落なくリアルタイムでデータを取得している。1点については、通信の過密による無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発生する。影響による機材の破損や設置の遅れのため、2箇所のみでデータ受信を行っているが、無線データ受信の途切れにより、データの欠落が平日の日中にしばしば発生する。
		アウトプット2:コトパキシン火山及びトウングラワ火山について長周期地震波データの取得が改善される。火山活動データがリアルタイムで取得できるよう地球物理研究所の能力が改善する。	指標2-1:収集されたデータが継続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。 コトパキシントウングラワ火山とも、取得されているデータについては、データ受信サーバと波形表示用PCに導入されている波形表示システムを用いて波形モニタリングが行われている。コトパキシン火山については、自動処理による震源決定が行われている。トウングラワは観測点数が少ないため取得データのみでは震源決定はできないが、既存短周期地震計のデータを用いて震源決定が行われている。	指標2-1:収集されたデータが継続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。 コトパキシントウングラワ火山とも、取得されているデータについては、データ受信サーバと波形表示用PCに導入されている波形表示システムを用いて波形モニタリングが行われている。コトパキシン火山については、自動処理による震源決定が行われている。トウングラワは観測点数が少ないため取得データのみでは震源決定はできないが、既存短周期地震計のデータを用いて震源決定が行われている。	指標2-1:収集されたデータが継続的に受け取られているかどうか系統的に監視され、地震波の到来方向が決定される。 コトパキシントウングラワ火山とも、取得されているデータについては、データ受信サーバと波形表示用PCに導入されている波形表示システムを用いて波形モニタリングが行われている。コトパキシン火山については、自動処理による震源決定が行われている。トウングラワは観測点数が少ないため取得データのみでは震源決定はできないが、既存短周期地震計のデータを用いて震源決定が行われている。
		アウトプット3:地球物理研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まる。	指標2-2:連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。 コトパキシントウングラワとも、取得されているデータについては、連続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。	指標2-2:連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。 コトパキシントウングラワとも、取得されているデータについては、連続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。	指標2-2:連続データが活用可能な形で蓄積され地震の波形データがデータベース化される。 コトパキシントウングラワとも、取得されているデータについては、連続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4:解析結果が適切に火山活動レポートに反映される。	指標3-1:長周期地震波や関連現象の解析についてより高度な定量解析が可能となる。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる。2人育成される。 地球物理研究所の2名が解析能力が向上した。地震解析に必要な物理・数学の基本的能力が向上し最先端のプログラム解析手法を理解し、自分たちで使えるようになった。現在は同名とも個人的事情により研究所から離れているが、同名から指導を受けた2名と、さらにこの2名から指導を受けた1名が、ほぼ支障なく火山活動の解析を行っている。	指標3-1:長周期地震波や関連現象の解析についてより高度な定量解析が可能となる。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる。2人育成される。 地球物理研究所の2名が解析能力が向上した。地震解析に必要な物理・数学の基本的能力が向上し最先端のプログラム解析手法を理解し、自分たちで使えるようになった。現在は同名とも個人的事情により研究所から離れているが、同名から指導を受けた2名と、さらにこの2名から指導を受けた1名が、ほぼ支障なく火山活動の解析を行っている。	指標3-1:長周期地震波や関連現象の解析についてより高度な定量解析が可能となる。2人の指導の下長周期地震波の解析が可能となる。2人育成される。 地球物理研究所の2名が解析能力が向上した。地震解析に必要な物理・数学の基本的能力が向上し最先端のプログラム解析手法を理解し、自分たちで使えるようになった。現在は同名とも個人的事情により研究所から離れているが、同名から指導を受けた2名と、さらにこの2名から指導を受けた1名が、ほぼ支障なく火山活動の解析を行っている。
		アウトプット5:地球物理研究所が発信する火山情報が発信される。	指標3-2:その他の観測データの解析能力が高まる 定量的な地震波解析手法の能力が高まり、トウングラワ及びコトパキシン火山のマグマシステムの理解が向上した。以前は行っていなかったモグラフィ、インバージョンを活用した解析ができるようになり、プログラミングできる能力が身に付いた。コトパキシン・トウングラワ火山とも、IGによる震源決定に新しいプログラムをいれたところ、震源決定の精度が格段に高まった。 指標4:長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに反映される。 火山活動レポートの改善により、トウングラワ火山の地震の震源決定結果は火山レポートに定期的に報告されている。機材の設置が遅れたため、観測したデータをもとにしたレポートの改善については、今後さらに進めていく必要がある。	指標3-2:その他の観測データの解析能力が高まる 定量的な地震波解析手法の能力が高まり、トウングラワ及びコトパキシン火山のマグマシステムの理解が向上した。以前は行っていなかったモグラフィ、インバージョンを活用した解析ができるようになり、プログラミングできる能力が身に付いた。コトパキシン・トウングラワ火山とも、IGによる震源決定に新しいプログラムをいれたところ、震源決定の精度が格段に高まった。 指標4:長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに反映される。 火山活動レポートの改善により、トウングラワ火山の地震の震源決定結果は火山レポートに定期的に報告されている。機材の設置が遅れたため、観測したデータをもとにしたレポートの改善については、今後さらに進めていく必要がある。	指標3-2:その他の観測データの解析能力が高まる 定量的な地震波解析手法の能力が高まり、トウングラワ及びコトパキシン火山のマグマシステムの理解が向上した。以前は行っていなかったモグラフィ、インバージョンを活用した解析ができるようになり、プログラミングできる能力が身に付いた。コトパキシン・トウングラワ火山とも、IGによる震源決定に新しいプログラムをいれたところ、震源決定の精度が格段に高まった。 指標4:長周期地震波を含む解析結果が火山活動レポートに反映される。 火山活動レポートの改善により、トウングラワ火山の地震の震源決定結果は火山レポートに定期的に報告されている。機材の設置が遅れたため、観測したデータをもとにしたレポートの改善については、今後さらに進めていく必要がある。
			指標5:改善した火山活動レポートを防災関係機関が理解している。 IGからの火山活動レポートは定期的に防災局や自治体等の関係機関に発信され、これら関係機関から、時宜を得た明確な情報であることが高く評価されている。2006年7月から8月にかけてのトウングラワ火山の噴火活動では、今回設置した広域地震計と空振計のデータがモニタリングに大きく貢献するとともに、マスコミや防災機関への情報発信に大きく活用された。活動の遅れから、長周期地震波を含むデータ解析結果は、火山活動レポートに十分に反映されていない。そのため、こうした情報については、また防災関係機関が十分に活用するに至っていない。	指標5:改善した火山活動レポートを防災関係機関が理解している。 IGからの火山活動レポートは定期的に防災局や自治体等の関係機関に発信され、これら関係機関から、時宜を得た明確な情報であることが高く評価されている。2006年7月から8月にかけてのトウングラワ火山の噴火活動では、今回設置した広域地震計と空振計のデータがモニタリングに大きく貢献するとともに、マスコミや防災機関への情報発信に大きく活用された。活動の遅れから、長周期地震波を含むデータ解析結果は、火山活動レポートに十分に反映されていない。そのため、こうした情報については、また防災関係機関が十分に活用するに至っていない。	指標5:改善した火山活動レポートを防災関係機関が理解している。 IGからの火山活動レポートは定期的に防災局や自治体等の関係機関に発信され、これら関係機関から、時宜を得た明確な情報であることが高く評価されている。2006年7月から8月にかけてのトウングラワ火山の噴火活動では、今回設置した広域地震計と空振計のデータがモニタリングに大きく貢献するとともに、マスコミや防災機関への情報発信に大きく活用された。活動の遅れから、長周期地震波を含むデータ解析結果は、火山活動レポートに十分に反映されていない。そのため、こうした情報については、また防災関係機関が十分に活用するに至っていない。

5項目その他の基準	評価設問		結果
	大項目	小項目	
実施プロセスの検証	プロジェクト目標は達成されるか。	コトハキシン火山及びトウングラフ火山における火山監視能力が向上する。	プロジェクト目標であるコトハキシン火山・トウングラフ火山における火山監視能力の向上に関しては一定の成果をあげつつある。本プロジェクトで設置した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解析されている結果、IGの火山情報レポートが、プロジェクト開始当初に比較しより正確となり関係機関にタイムリーに発信されている。特に2008年7月と8月に起こったトウングラフ火山の噴火の際には、プロジェクトで設置した観測網により正確なデータがリアルタイムで取得でき、適切な解析が行われ、IGから防災機関やマスコミに対して的確な情報がタイムリーに発信された。ただし、稼働している観測点が予定より少ないこと、通信断が起きていること、機材設置が遅れたことによりデータの取得開始が遅れたこと、等により、IGにおいて新しい機材によるデータを使っての観測経験が十分にできておらず、適切な解析システムの導入・改善・適用が遅れている。また、実際に取得したデータを用いて関係機関に発信する情報に改善することが遅れている。
	上位目標の達成の見込みはあるか。	エクスアドルにおける火山災害軽減能力が向上する。	現時点では、当初より進捗が遅れているものの、課題となっていた点が解決され、その後の進捗が順調であれば、上位目標が達成される見込みは高い。すでにIGのOPは火山監視に必要知識・技術を十分に習得しており、今後実際に観測されたデータを用いてさらに経験を積み、IGの火山監視能力はプロジェクトで対象としたコトハキシン、トウングラフ火山以外でも、エクスアドル全体の火山監視に適用できるものになると予想される。また、IGと防災局、自治体等火山防災に關わる機関は、日々緊密な情報交換を行い良好な協力関係を築いており、IGから発信される火山情報がこれら防災機関で適切に活用され火山災害軽減能力が向上する見込みは高い。実際に、7月から8月にかけてのトウングラフ火山の噴火におけるIG及び関係機関の対応は、上位目標達成の見込みが高いことを示している。
	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。	全体的な進捗は、当初の予定より若干遅れ気味である。 機材の納入・設置の遅れが主な要因。具体的には、日本側で入札図書の手続き等手続きに時間がかかったこと、エクスアドル側で土地取得、無線周波数使用許可の手続き等の遅れがあったこと、現地ストや悪天候による設置の遅れ、無線機器の不具合や不適切な仕様、トウングラフ噴火により機材が破損しました設置できない観測点があること、等。
	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OP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。	PDM、POIは適宜参照している。 プロジェクト全体のモニタリングシステムが不明確。 行われていない。 トウングラフ噴火により、機材の破損、観測点の設置の遅れが生じた。一方で噴火により、実際のデータの取得・解析、関係機関との連携による適切な対応の実践ができた。 OP2名が離職したが、このOPから指導を受けた職員が業務を遂行できるようになっている。 適切な支援があったものの、担当者が替わる際に十分な引継ぎが行われていないことがあった。 専門家とは円滑。技師とは言葉の問題があった。 技師とは図を用いたりOPが自習することにより対応。
	相手国実施機関のオーナーシップは高いか。	GPのイニシアティブは高いか。 地球物理研究所はプロジェクトに対して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ているか。 プロジェクト実施に際し適切な人員配置を行っているか。	個人のイニシアティブは高いが、プロジェクト全体の運営・決定事項には加われないと感じているGPが複数あり。 本プロジェクトの遂行に積極的に関わっている。関係機関との協力関係もよい。 現在のところは十分である。 本邦研修も実施し育成したOP2名がIGを離職し海外勤務中。OPから技術移転を受けた研究員が滞りなく作業を行っている。研究員、機材担当者、事務管理職員等、十分な人数を配置。

評価グリッド(結果): エクアドル国火山監視能力強化計画プロジェクト

5項目その他の基準		評価設定		結果
大項目	小項目	大項目	小項目	
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	2003-2007年の国家開発計画における基本方針のひとつが「国民の安全、治安、司法の保障、食糧保障および環境保全」、これに基づく「活動方針3」の中で「さまざまな災害(自然災害、人災、技術災害)の防止」が挙げられている。 火山災害は、エルニーニョに伴う気象災害、洪水、土砂崩れと並ぶ自然災害の課題。 火山災害の防止ではリスクマネージメントが重要であり、火山監視能力の向上はその鍵となる。 重点分野は、貧困対策、環境保全、防災。
		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	2.1 プロジェクト目標の達成度	プロジェクトの目標としていた火山監視能力の向上に関しては、一定の成果をあげつつある。本プロジェクトで設置した観測網が機能しており、特に本年7月と8月に起こったトゥングラフ火山の噴火危機の際には、機材による観測データが大きく活用され、地球物理研究所(以下G)からの防災機関やマスコミへの情報発信に役立った。ただしトゥングラフに設置予定の5観測点のうち1観測点のみが設置された。また8月の噴火の影響により観測点の機材が一部破損したため、これらも稼動していない(よって現在2観測点のみの稼動)。さらに機材設置が遅れたことに伴い、観測経路が不十分であること、また解析システム導入が遅れているなどの問題がある。またIGにおける観測データのリアルタイム監視の障害となる無線の通信断が発生しており、これについても対処が必要と考えられる。
		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	各アウトプットはプロジェクト目標に貢献している。 (アウトプット5については表現を整理する必要あり。) PDMは論理性がある。 (上位目標の指標については整理が必要。)
3. 効率性	投入の規模、時期、コスト、効果は適切であったか。	2.4 外部条件の影響	3.1 日本側投入の適切性	火山の噴火が起こり機材が破損した。 本邦研修を受けたCP2名が離職した。 専門家は適切な人材が派遣された。 技師は、コミュニケーション能力に問題のある者がいた。また派遣時期を考慮する必要があった。 観測点・中継点が設置され、正確な情報把握・解析ができるようになった。 諸手続きの遅れにより投入のタイミングが遅れた。機材の一部が現地事情に適さなかった(アンテナの交換、周波数の問題)。外部条件ではあるが投入した機材の一部が噴火により破損。 CP研修を受けた2名が機材設置前にIGを離職した。この2名から指導を受けた職員が業務を問題なく遂行できている。 専門家現地業務費等を負担した。 プロジェクト・ディレクター、CP23名(解析担当、機材担当)を投入。事務管理職員もプロジェクトを支援。CPは適切な専門性を有する。
		3.2 エクアドル国側投入の適切性	3.3 日本側投入の適切性	IGのスペースをプロジェクトの円滑な活動のために改装。 中継点・観測点に必要な土地を取得できた。機材設置のための人員・車両・馬・ラバは適切な投入であった。改装した事務室は日々の業務に使用されている。

5項目その他の基準	評価設問		結果
	大項目	小項目	
	投入はどのように活用され管理されたか。	3.3 投入の活用度	CPは業務を問題なく遂行できている。問題のあった機材、噴火で破損した機材以外の機材の活用状況、維持管理状況はよい。当初12箇所の中継用鉄塔を設定する予定であったが、1箇所の設置場所がまだ選定中であるため、1箇所分の機材については、IGで保管している。
		3.4 プロジェクト運営管理体制	合同委員会は設置されていない。
		3.5 アウトプットの達成度	一部に遅れが見られるものの、ほぼ予定のアウトプットを達成している。
		3.6 外部条件の影響	IGの位置づけには変化がない。関係機関の人材は長く同じ職にどまっている者が多い。
		4.1 上位目標達成の見込み	プロジェクト目標達成において課題になっている点が解決されれば、上位目標達成の見込みは高い。プロジェクトで観測網を設置した2火山に関するIGの経験は他の火山にも応用できるものであり、防災関係機関との連携もよい。
4. インパクト	プロジェクト実施の効果はあるか。	4.2 上位目標の達成に対するプロジェクトの貢献度	特にトウガラウ噴火の際には、プロジェクトにより火山監視能力が向上し、防災に貢献したと認識されている。
		4.3 予期しなかった正のインパクト	IGの信頼性全体が高まった。関係者の関心が高まった。日本の協力が知られるようになった。
		4.4 予期しなかった負のインパクト	特になし。
		4.5 外部条件の影響	IGの位置づけについては変更がない模様。(上位目標達成に関する外部条件についてはPDMの記載なし)
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 制度的(政策的)側面	政府は火山防災を重要課題と考えている。
		5.2 財政的側面	概ね高い。国家からIGに配分される予算は潤沢ではないが、IG独自の資金調達メカニズムがあり、財政的自立発展性が概ね見込める。
		5.3 技術的側面	現在のところある程度見込めるが、機材の納入・設置の遅れにより、実際のデータを使った解析に十分に時間がとれていないため、さらに技術面の向上が必要。
		5.4 貢献要因・阻害要因	IGと関係機関の緊密な関係。一部の関係機関の上層部の無関心。スベアパーツの供給。政権交代による予算削減
		5.5 自立発展性に関する貢献要因・阻害要因は何か。	

添付資料6: アンケート結果

終了時評価調査にあたり、関係者にアンケートを実施した。配布数・回答数は以下の通り。

配布先	回答数
IGカウンターパート	9
日本人専門家	3
機材設置技師	6
計	18

日本人専門家と機材設置技師用に配布した質問票を以下に添付する。CPにも同様の内容を西語訳した質問票を配布した。ただし、日本のODA政策に係る設問(1.3)は、CP向け質問票からは割愛した。また、CPと専門家の関係に関する設問(0.3)においては、同じ内容の質問を表現を調整して記載した。

添付の質問票に、回答の集計を入れた。

回答者のプロジェクトにおける関わりによっては、担当外として回答していない設問がある。全ての設問に回答した者は3名のみであった。特に、機材設置技師は、機材の設置にのみ関与しプロジェクト全体に関与したわけではないため、回答していない設問がCP、専門家に比べ多くなっていた。

このほか、国際協力庁、社会福祉省、市民防災局、自治体等の関係者に、記述式を中心としたアンケートを配布した。配布は、IGを通じ28名に対して行い、回答数は15であった。

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質問票(専門家用)

- 1 本質問票は「エクアドル国火山監視能力強化プロジェクト(2004年5月－2007年4月)」終了時評価にかかるものです。
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。
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。
本質問票では、特に断りのない限り、「プロジェクト」とは、「エクアドル国火山監視能力強化プロジェクト」を指します。
- 2 本質問票は、JICAの技術協カプロジェクトに適用されるJICA評価手法に基づいて作成されています。
評価にあたっては、PDM(Project Design Matrix)に基づきJICA事業評価ガイドラインに示された評価5項目(妥当性、有効性、効率性、インパクト、自立発展性)の観点から行うこととしています。
- 3 本質問票のデータ(回答)は、評価調査にあたりJICAと契約した外部コンサルタントが集計・分析し、評価調査団にてとりまとめを行います。
- 4 質問票に基づいて収集・分析されたデータは一般に公開されますが、回答者個人に関する情報は開示されません。
- 5 本質問票は本ページを含み5枚あります。
page 1: 0. 実施プロセス
page 2: 1.妥当性 2.有効性
page 3: 3.効率性
page 4: 4.インパクト、5.自立発展性
- 6 回答にあたっては以下の通りお願い致します。
 - a. page1の右上にお名前と所属先、プロジェクト専門家としての指導科目と派遣期間、及び連絡先を記入してください。
回答者個人に係る情報は開示されません。誰が回答したかも明示されません。
 - b. 選択肢については、1、2、3、4のいずれか適当なものに(✓)印をつけてください。
 - c. 理由/コメント: 回答を選択した理由を記述してください。また質問に対するコメントを記述してください。
- 7 以上の通り、回答をご記入のうえ、お忙しいところ恐縮ですが、11月1日(水)中に、下記田中宛メールにて返送お願い致します。ご回答をいただいたあと、メール、またはお電話で追加のお問合せをさせていただく場合がありますが、ご協力いただけましたら幸いです。
回答は基本的に全ての質問項目についてお願い致します。ご担当範囲外の質問にあたる場合は、お手数ですがその旨ご記入お願い致します。

ご協力よろしくお願い申し上げます。

終了時評価調査団
評価分析団員
グローバルリンクマネジメント
田中恵理香
tanaka.erika@glm.co.jp
TEL:03-5766-1441/FAX:03-5766-1451

質問票(専門家向け)
プロジェクト名: エクアドル国火山監視能力強化プロジェクト

1. 妥当性

大項目	小項目	1	2	3	4	回答数	平均	理由/コメント
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	1.1.1 上位目標はエクアドル国の開発計画における防災政策と整合性があるか。				12	12	4.00	
	1.1.2 プロジェクト目標は現在においてもエクアドル国の防災政策と整合性があるか。				12	12	4.00	
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	1.2.1 上位目標はターゲットグループのニーズに合致しているか。				10	10	4.00	
	1.2.2 プロジェクト目標はターゲットグループのニーズに合致しているか。			1	6	7	3.86	
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	1.3.1 上位目標は日本の対エクアドル国ODA政策と整合性があるか。				3	3	4.00	(OP向けには本設問はなし。)
	1.3.2 プロジェクト目標は現在においても日本の対エクアドル国ODA政策と整合性があるか。				3	3	4.00	(OP向けには本設問はなし。)

2. 有効性

大項目	小項目	1	2	3	4	回答数	平均	理由/コメント	
2.1 期待されたプロジェクト目標の達成度	2.1.1 プロジェクト目標達成の見込みはどれくらいか。			7	6	13	3.46		
	2.1.2 プロジェクト目標達成に向けた貢献要因は何か。								
	2.1.3 プロジェクト目標達成の阻害要因は何か。								
	2.2.1 アウトプット1: コントラキス火山及びピトゥングラフ火山において早期地震データを含む火山活動に関するデータがリアルタイムで取得できるよう地球物理学研究所の能力が改善するか。			8		6	14	3.43	
	2.2.1.1 アウトプット1はどの程度達成されたか。								
	2.2.1.2 アウトプット1の達成に関する課題は何か。								
	2.2.1.3 アウトプット1の達成はプロジェクト目標の達成にどの程度貢献すると考えられるか。				2	11	13	3.85	
	2.2.2 アウトプット2: 早期地震データのデータを含む火山活動データが適正に処理、蓄積されるよう地球物理学研究所の能力が改善するか。								
	2.2.2.1 アウトプット2はどの程度達成されたか。				10	4	14	3.29	
	2.2.2.2 アウトプット2の達成に関する課題は何か。								
2.2 各アウトプットの達成度とプロジェクト目標達成への貢献度	2.2.2.3 アウトプット2の達成はプロジェクト目標の達成にどの程度貢献すると考えられるか。				4	10	14	3.71	
	2.2.3 アウトプット3: 地球物理学研究所の噴火活動に関連する火山活動の解析能力が高まるか。								
	2.2.3.1 アウトプット3はどの程度達成されたか。			1	7	5	13	3.31	
	2.2.3.2 アウトプット3の達成に関する課題は何か。								
	2.2.3.3 アウトプット3の達成はプロジェクト目標の達成にどの程度貢献すると考えられるか。					1	10	11	3.91
	2.2.4 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か。								
	2.2.4.1 アウトプット4はどの程度達成されたか。			1	1	1	3	3.00	
	2.2.4.2 アウトプット4の達成に関する課題は何か。								
	2.2.4.3 アウトプット4の達成はプロジェクト目標の達成にどの程度貢献すると考えられるか。					2	6	8	3.75
	2.2.5 アウトプット5: 地球物理学研究所が提供する火山情報が防災関係機関に運用され効果的に利用されるか。								
2.2.5.1 アウトプット5はどの程度達成されたか。			1	4	5	10	3.40		
2.2.5.2 アウトプット5の達成に関する課題は何か。									
2.2.5.3 アウトプット5の達成はプロジェクト目標の達成にどの程度貢献すると考えられるか。				3	7	10	3.70		
2.3 PDMの論理性	2.3.1 PDM上の活動、アウトプット、プロジェクト目標は適切に論理的に関連しているか。				3	5	8	3.63	
2.4 外部条件の影響	2.4.1 アウトプット及びプロジェクト目標の達成にあたり外部条件の影響はあったか。	1			7	2	10	3.00	
	2.4.2 あった場合はその内容につき簡単に説明してください。								

質問票(専門家向け)
プロジェクト名: エクアドル国火山監視能力強化プロジェクト
3. 効率性

大項目	小項目	1	2	3	4	回答数	平均	理由/コメント	
3.1 日本側の投入は適切であったか。	--->>この枠の該当するところにチェックを入れてください。 3.1.1 日本人専門家	a. 専門家の人数		7	8	15	3.53		
		b. 派遣のタイミング	2	5	8	15	3.40		
		c. 専門分野		4	10	14	3.71		
	3.1.2 CP研修受入れ	a. 研修員の数	2		2	5	9	3.11	
		b. 実施時期	2		2	5	9	3.11	
		c. 研修テーマ	1		3	4	8	3.25	
	3.1.3 機材供与	a. 数量			5	9	14	3.64	
		b. 品質		1	3	10	14	3.64	
		c. 供与のタイミング		1	6	6	13	3.38	
		d. 機材の仕様		6	2	5	13	2.92	
		e. コスト		1	3	6	10	3.50	
	3.1.4 ローカルコスト支援	a. 投入の時期			3	2	5	3.40	
		b. 投入金額			1	4	5	3.80	
	3.2 エクアドル側の投入は適切であったか。	3.2.1 エクアドル側CPの配置	a. CPの数		6	9	15	3.60	
			b. 配置のタイミング		8	6	14	3.43	
c. CPの専門分野				4	11	15	3.73		
3.2.2 施設/機材供与	a. 施設(執務・作業スペース)			4	5	9	3.56		
	b. 機材・備品			4	5	9	3.56		
	a. 金額			1	10	11	3.91		
3.2.3 運営コスト	3.2.3 運営コスト	b. 執行のタイミング		4	5	9	3.56		
		a. 人材		1	10	11	3.91		
		b. 施設・設備・備品		3	10	13	3.77		
3.3 投入は効果的に活用されたか。	3.3.1 投入の活用	c. 運営コスト	1	2	5	8	3.50		
		a. 実施のタイミング		1	4	7	12	3.50	
		b. 成果		6	6	12	3.50		
3.4 投入はアウトプットを達成するために適切に活用されたか。	3.4.1 投入はアウトプットを達成するために適切に活用されたと考えられるか。	a. 実施のタイミング		3	11	14	3.79		
		b. 成果		6	6	12	3.50		

質問票(専門家向け)
プロジェクト名: エクアドル国火山監視能力強化プロジェクト
4. インパクト

大項目	小項目	1	2	3	4	回答数	平均	理由/コメント
4.1 上位目標へのインパクト	4.1.1 プロジェクトによりエクアドル国における火山災害軽減能力にインパクトを与え得ると考えられるか。			3	10	13	3.77	
	4.2.1 プロジェクト実施によりもたらされた予期されていた正のインパクトはあるか。ある場合は記述してください。							
4.2 正のインパクト	4.2.2 プロジェクト実施によりもたらされた予期されなかった正のインパクトはあるか。ある場合は記述してください。							
	4.3.1 プロジェクト実施によりもたらされた予期されなかった負のインパクトはあるか。ある場合は記述してください。							
4.3 負のインパクト	4.3.1 プロジェクト実施によりもたらされた予期されなかった負のインパクトはあるか。ある場合は記述してください。							
4.4 外部条件の影響	4.4.1 外部条件により活動に変更が生じたか。もしあれば記述してください。							

5. 自立発展性

大項目	小項目	1	2	3	4	回答数	平均	理由/コメント
5.1 制度的自立発展性	5.1.1 火山防災に関するエクアドル国の政策は維持される見込みか。		1	4	6	11	3.45	
	5.1.2 地球物理研究所は将来自立的に運営していける見込みか。			3	8	11	3.73	
	5.1.3 地球物理研究所は防災局、自治体等関連組織と良好な協調関係を維持できる見込みか。			3		8	11	3.73
5.2 財政的自立発展性	5.2.1 エクアドル国政府は地球物理研究所に今後十分な予算を配分していく見込みか。		2	7	2	11	3.00	
	5.2.2 エクアドル国政府は防災局、自治体等の関連組織に今後十分な火山防災予算を配分していく見込みか。		2	6	2	10	3.00	
5.3 技術的自立発展性	5.3.1 移転された技術は適切に維持され活用される見込みか。			1	11	12	3.92	
	5.3.2 施設・設備はエクアドル側だけで維持できると考えられるか。		1	4	7	12	3.50	
5.4 自立発展性に関する要因	5.4.1 プロジェクト終了後にプロジェクトのインパクトを維持していくために貢献すると考えられる要因は何か。							
5.4 自立発展性に関する要因	5.4.2 プロジェクト終了後にプロジェクトのインパクトの継続を阻害すると考えられる要因は何か。							

添付資料7: 供与機材一覧

供与年度	No.	機材名	価格(円)	数量	設置数量	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	メーカー名	製品名	備考
平成17年	(1-1-1)	A-1707	7380,000	2	2										HP	PreLant ML350 G4	
	(1-1-2)	UPS:1.5kVA	46,000	2	2										APC	BRI500	
	(1-2-1)	サーバ7	78,000	2	2										GEOTECH	SMARTGeohub(TM) Data Server	
	(1-2-2)	サーバ7	78,000	2	2										GEOTECH	SMARTGeosViewer(TM)	
	(1-2-3)	サーバ7	78,000	2	2										GEOTECH	SMARTConfig	
	(1-3-1)	サーバ7	78,000	2	2										GEOTECH	SMARTSOH State-of-Health	
	(1-3-2)	サーバ7	78,000	2	2										GEOTECH	SmartPlus	
	(1-4-1)	UPS:1.5kVA	5,300,000	2	2										HP	Workstation xw6200	
	(1-4-2)	UPS:1.5kVA	46,000	2	2										APC	SUA1000RMTIU	
	(1-5-1)	サーバ7	32,000	2	2										Logitec	LHD-PBA80FU2	
	(1-5-2)	サーバ7	78,000	2	2										Red Hat	Red Hat Linux 9.0	
	(1-6-1)	サーバ7	156,000	2	2										富士通	Parallel Fortran & C Package	
	(1-6-2)	サーバ7	2,500,000	2	2										MuhWorks	MATLAB: Signal Processing Toolbox	
	(1-7-1)	UPS:1.5kVA	46,000	2	2										APC	SUA1000RMTIU	
	(1-7-2)	サーバ7	78,000	2	2										Red Hat	Red Hat Linux 9.0	
	(1-8-1)	サーバ7	351,000	1	1										LINKSYS	BEFSX41	
	(1-8-2)	サーバ7	64,000	16	16										コムフォース	RJ-45, L10m	
	(1-9-1)	サーバ7	8,000	1	1										LINKSYS	SD216	
	(1-9-2)	サーバ7	78,000	1	1										Masterlock	NTP100-GPS	
	(1-9-3)	サーバ7	585,000	1	1										HP	LaserJet 5100dn	
	(1-9-4)	サーバ7	288,000	1	1										HP	Business Inkjet 2800n	
	(2-1)	送受信装置	15,165,000	45	39	2	5	4	3	4	2	5	5		CISCO SYSTEMS	AIR-CT5310G-A-K9-R	(内予備1台含む)
		基地局用AC/DCコンバータ	24,000	2	2										ASTRON	LSA	
		駆動ユニット(防ホース)	1,081,000	23	21										OPPS306018G	ETX-SH5	
		前置ポンプ	352,000	44	39	2	5	4	3	4	2	5	5		HUBER & SUHNER	3402 17K 7Z2D-0-48 Gas Capsule	
		電源ケーブル	12,000	2	2										同軸 L20m (基地局用)		
		電源ケーブル	168,000	43	37										同軸 L20m (観測点・中継局用)		
		電源ケーブル	180,000	45	39	2	5	4	3	4	2	5	5		コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	9,945,000	45	39	2	5	4	3	4	2	5	5		コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	360,000	45	39	2	5	4	3	4	2	5	5		コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	270,000	45	39	2	5	4	3	4	2	5	5		コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	1,400,000	1	1										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	21,000,000	12	11										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	17,600,000	10	10										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	15,180,000	23	21										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	184,000	23	21										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	176,000	22	21										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	88,000	22	21										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	39,000	1	1										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	234,000	1	1										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	1,010,000	1	1										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	16,000	1	1										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	1,265,000	23	21										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	5,358,000	57	44										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	8,175,000	75	64										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	80,000	10	8										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	16,000	2	2										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	88,000	22	22										コムフォース		(内予備1台含む)
		電源ケーブル	23,100,000	11	10										コムフォース		(内予備1台含む)

添付資料7: 供与機材一覧

供与年度	No.	機材名	価格(円)	数量	設置 数量	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	設置場所	メーカー名	製品名	備考
平成17年																	
	(5-2)	空機計 マイ切込	5,460,000	10	*2												
		空機計 アフ	5,460,000	10	10												
		空機計 DG/DCコハ-ター	80,000	10	10												
	(6-3)	エンジン/ブ/ローター	24,860,000	11	10												
	(5-4)	防水ケース	3,232,000	32	31												
	(6-1)	マルチター	23,000	1	1												
	(6-2)	ホ-ガ/水/ガスコ-プ	226,000	1	1												
	(6-3)	コ-プ/ブ/コ-プ/ター	380,000	1	1												
*1 同納入	(6-4)	工具セット	11,000	1	1												
	(6-5)	心子(GPS)	23,000	1	1												
		観測用機材計	169,000,000														
		観測用機材計(消費税込み)	177,450,000														
		車両	4,535,000	1	1	(10駐車場)											
		供与機材総額	181,955,000														

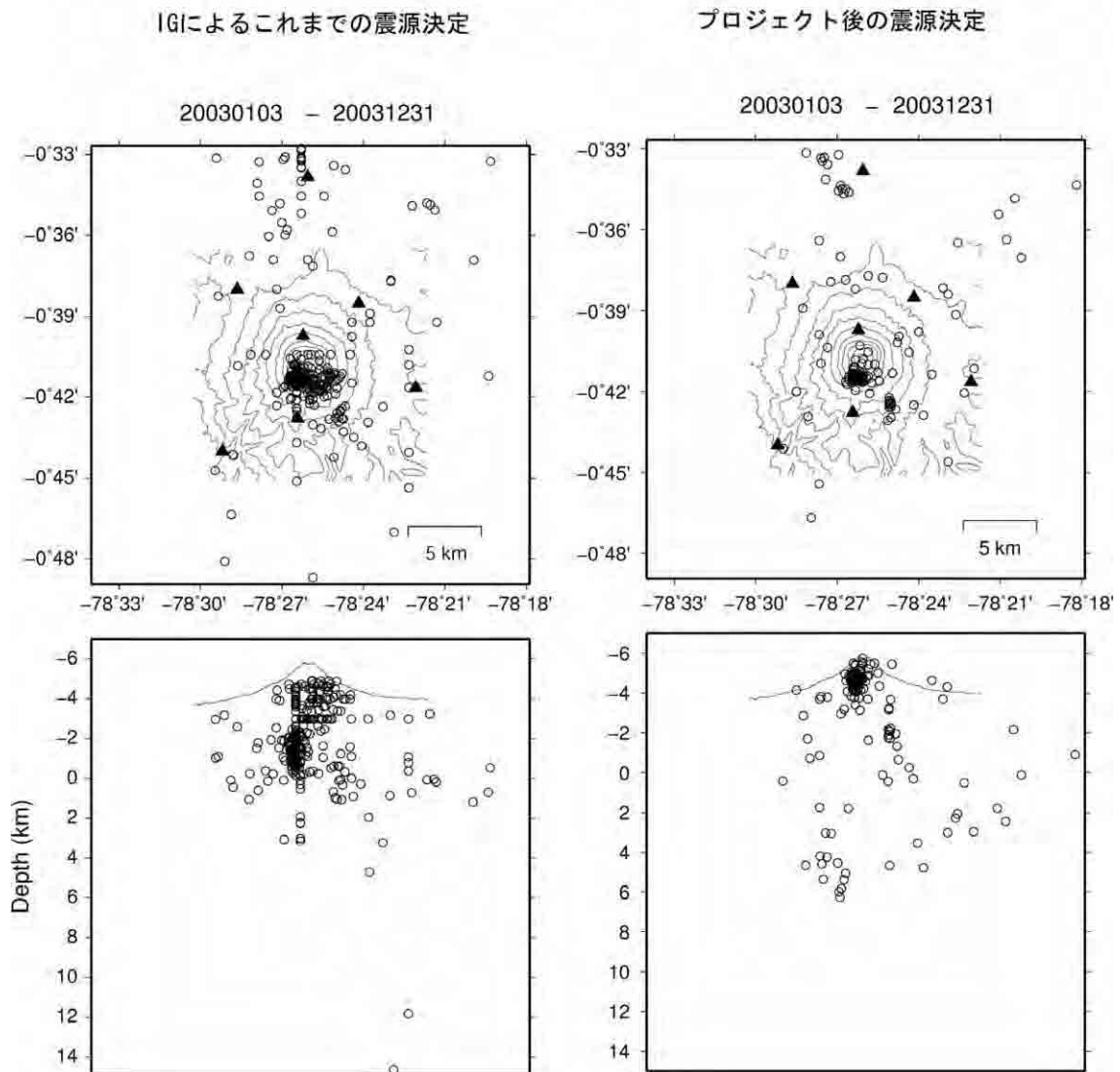
*1 第1回納入は、契約締結 平成17年4月15日
 *2 設置数量については、契約当初、基礎部分から火山の観測点までの子ータ中観測機材12本立てることと計画したが、実際の現地運送状況により、当初予定していた1ヶ所(モンハスの設置を止め、直接、基地→シンチュウラグラアの運送を行うこととした。この中継点(モンハス)に替わる中継点については引続き検討することとなっている。
 それに伴い、鉄塔一式、その他、基礎機材の取付数量と実際の設置数量との差が生じている。尚、未設置の機材については、IGにて保管されている。
 *3 トウラグラワ火山観測地点状況、設置機材の取付数量と実際の設置数量との差が生じている。尚、未設置の機材については、IGにて保管されている。
 (1) 設置機材運送中に火山が噴火し、T02Retu、T04Patachochoの2観測地点は、未設置とした。
 (2) その他、工事完了後にIG技術者にてT04Patachochoの観測機材を搬送完了。
 (3) 機材の運送中に火山が噴火し、T02Retu、T04Patachochoの2観測地点は、未設置とした。
 (4) 従って、現在、T03及びT04のみデータ送受信機材搬送。

上記、記載以外の機材に関しては、利用状況は、最好であり、未使用及び予備機材については、IGにて保管管理されている。

添付資料 8 : 震源決定精度の向上にかかるデータ

下図にそれぞれ示すとおり、コトパキシ、トゥングラワ火山とも、プロジェクトで機材を導入したあとの震源決定においては、IG によるこれまでの震源決定に比べ、震源決定精度が格段に向上した。下記において、「プロジェクト後の震源決定」の図では、「IG によるこれまでの震源決定」に比較し、図中の「点」の位置が集中しており、震源決定の精度が向上していることがわかる。

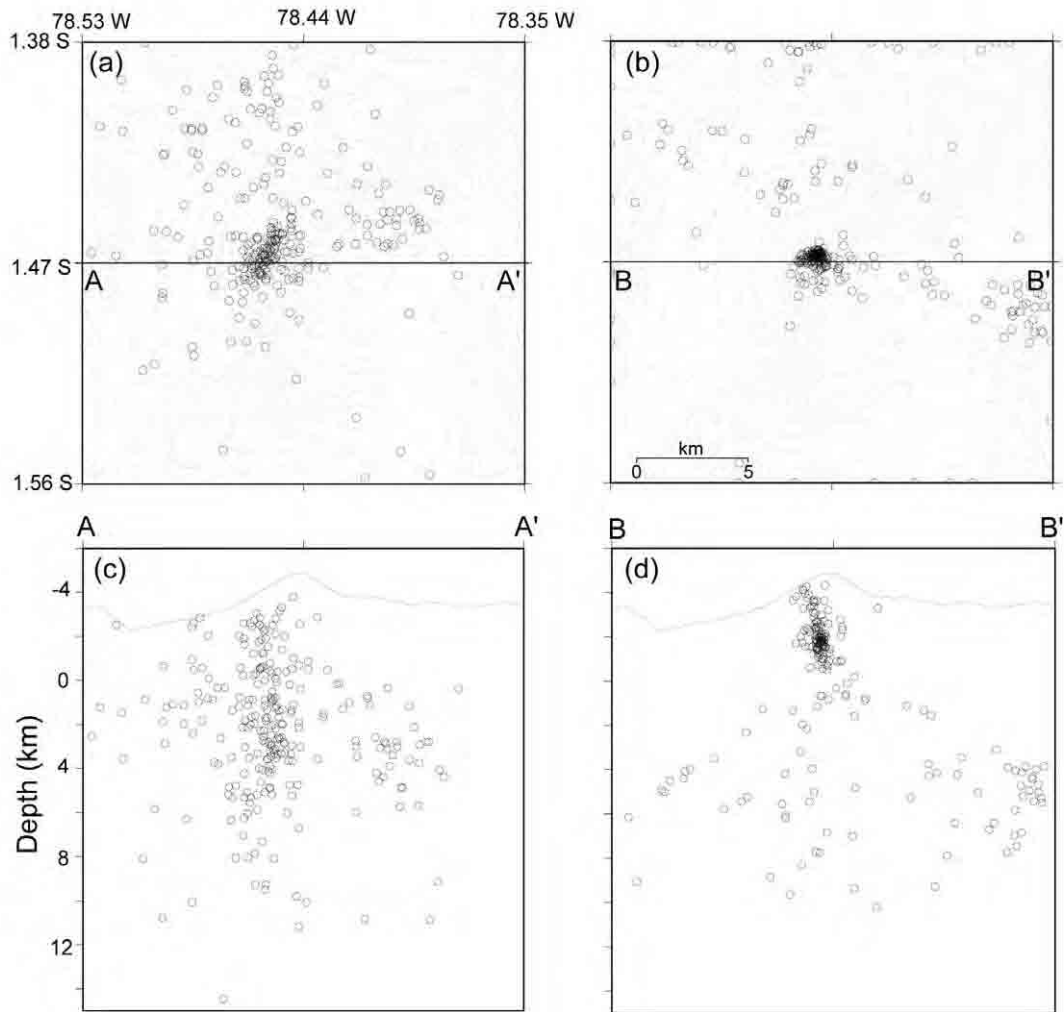
コトパキシ火山における震源決定精度の向上



トゥングラワ火山における震源決定精度の向上

IGによるこれまでの震源決定

プロジェクト後の震源決定



Revised Design Matrix (Draft for revision after 20/Jan/2004)

Project Title: Project for Enhancement of the Volcano Monitoring Capacity

Ver. 2

Date: 24 Nov 2006 (Draft)

Project Period: May 1 2004 to April 30 2009

Target area: Areas subject to the influence of Cotopaxi and Tungurahua Volcanoes

Target Group: Experts and Technicians at IG (Geophysical Institute/Instituto Geofísico) 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 take measures described in the above guidelines 1-2 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 for disaster prevention</p>	<p>Priority of volcanic disaster prevention is maintained in the policies of governments. The allocation of budget and personnel of organizations for disaster prevention 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. 2 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 The Geophysical Institute 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 The Geophysical Institute 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 The Geophysical Institute 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 prevention.</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 for 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 5-1.</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> <ul style="list-style-type: none"> - Investigators for seismography and seismic analysis - Staff for operation and maintenance of the equipment <p>2) Sub-Counterpart</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigators for seismography and seismic analysis <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> <ul style="list-style-type: none"> -Expert on seismography -Expert on analysis of long-period and very-long-period events -Expert on volcanic disaster prevention <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</p> <p><i>(to be revised, including the planned inputs for extended project period)</i></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>2 The data traffic in the shared radio band is not saturated.</p> <p>3 IG experts and technicians instructed by Japanese experts continue to stay in their position.</p> <p>Precondition</p>
--	--	---	--

MINUTA DE DELIBERACIONES
ENTRE EL EQUIPO JAPONÉS PARA LA EVALUACIÓN FINAL
E INSTITUCIONES ECUATORIANAS CORRESPONDIENTES
SOBRE LA COOPERACIÓN TÉCNICA DEL JAPÓN SOBRE:
“PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD EN EL MONITOREO
EN EL ECUADOR”

El equipo de evaluación final, organizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante denominada “JICA”) y encabezado por el Ing. MIMURA Satoru, realizó su estudio en la República del Ecuador, del 5 al 25 de noviembre de 2006, a fin de identificar y evaluar los avances del “Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad en el Monitoreo en el Ecuador” y deliberar sobre el lineamiento de cooperación a seguir en el resto del período de proyecto.

Durante el estudio el Equipo Japonés efectuó intercambio de opiniones y mantuvo una serie de deliberaciones con las autoridades del Ecuador correspondientes sobre las medidas a ser tomadas por ambas partes para una mejor gestión y ejecución del Proyecto.

Como resultado de las deliberaciones mantenidas, el Equipo Japonés y la Parte Ecuatoriana acordaron los asuntos referidos en el Documento Adjunto.

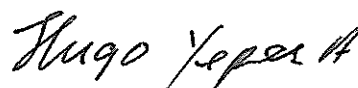
Quito, el 24 de Noviembre de 2006

三村 悟

Ing. MIMURA Satoru
 Líder
 Equipo de Evaluación Final de Proyecto
 Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
 Japón

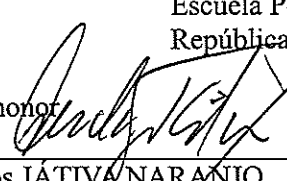


Ing. Alfonso ESPINOSA RAMÓN
 Rector
 Escuela Politécnica Nacional
 República del Ecuador



Ing. Hugo YEPES A
 Director
 Instituto Geofísico - Depto. de Geofísica
 Escuela Politécnica Nacional
 República del Ecuador

Testigo de honor



Emb. Carlos JÁTIVA NARANJO
 Director Ejecutivo
 Instituto Ecuatoriano de Cooperación
 Internacional (INECI)
 Ministerio de Relaciones Exteriores
 República del Ecuador

Documento Adjunto

1. Resultados de la Evaluación de Proyecto

Tras la evaluación final, queda claro que el proyecto presenta un avance favorable. Sin embargo, habrá dificultades en alcanzar el Objetivo del Proyecto antes del término del período de proyecto, debido a un retraso producido por causas externas como la erupción del v. Tungurahua y a causas internas del proceso del proyecto. Debido a dicho retraso, no se ha completado la instalación de los equipos de monitoreo volcánico en su totalidad, no se acaba de transferir en forma satisfactoria la tecnología de análisis de datos monitoreados, hay demora en fortalecer la capacidad de difusión de información a las instituciones correspondientes a base de los datos analizados con la tecnología transferida.

2. Prolongación del período

Según los resultados de la evaluación arriba mencionado, será difícil alcanzar el Objetivo del Proyecto dentro del período programado. Será probable, sin embargo, hacerlo plenamente si se extiende su duración, por lo que las Partes Japonesa y Ecuatoriana han acordado prolongar el período de proyecto en dos años. No obstante, la extensión del proyecto debe ser aprobado previamente en la sede de JICA para firmar entre las partes ecuatoriana y japonesa, por lo que su prolongación se dará por vigente una vez que se firme el Registro de Discusiones (R/D).

3. Lineamiento futuro de administración de Proyecto

Si se decide la extensión del período como se mencionó arriba, se tomarían las siguientes medidas:

(1) Recuperación de los equipos afectados por erupciones

- 1) Se estudiarán ubicaciones más adecuadas para los equipos, incluyendo otros lugares optativos que no sean los actuales.
- 2) Se restaurarán o se reemplazarán los equipos dañados.

(2) Mejoramiento del estado de transmisión por radio

- 1) Se confirmarán de nuevo el estado de la transmisión de datos de monitoreo y la ruta de transmisión (ubicación de estaciones de repetición).
- 2) Se identificarán las bandas de frecuencia que no sufran interferencias en la transmisión de datos.
- 3) Se planificarán los equipos necesarios para la transmisión de datos y se trabajará en las siguientes tareas:
 - a) Solicitar la autorización de uso de una banda de frecuencia a las autoridades correspondientes
 - b) Provisionar de equipos e instalarlos, una vez que se obtenga dicha autorización

(3) Tránsito de tecnología

Se mejorarán las condiciones en torno a los equipos arriba mencionados y se hará transferencia de tecnología para el análisis de datos.

(4) Consolidación de la coordinación con organizaciones de prevención de desastres

Se realizarán las actividades de difusión hacia las organizaciones responsables para los preparativos y respuesta frente a desastres volcánicos como Dirección Nacional de Defensa Civil y gobiernos locales, para que puedan comprender mejor cómo aprovechar los informes de la actividad volcánica, que incluya los resultados de análisis cuantitativo de los datos volcánicos, fruto del Proyecto. Mediante la consolidación de una coordinación orgánica con dichas instituciones, se pretenderá la mitigación de desastres en forma más efectiva.

4. Gestión y administración de los avances del proyecto

Se estudia la implementación de un mecanismo para coordinar la administración del Proyecto y supervisar los avances del mismo, según las necesidades.

En dicha coordinación participarán el IG, JICA y expertos japoneses, y según la necesidad, otras instituciones como INECI y la Embajada del Japón, en calidad de observadores.

5. Revisión de PDM

En caso de prolongar el Proyecto, será recomendable revisar PDM para modificar indicadores y expresiones, aprovechando oportunidades como la firma del Registro de Discusiones para la extensión de proyecto y envío de equipos de estudio del Japón.

6. Evaluación final

En caso de prolongar el Proyecto en dos años como se menciona arriba, a medio año del término de proyecto se hará de nuevo la evaluación final del Proyecto.

INFORME DE EVALUACIÓN FINAL

SOBRE:

“PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD EN EL MONITOREO EN EL ECUADOR”

Quito, el 24 de Noviembre de 2006

三村 悟

Ing. MIMURA Satoru

Líder

Equipo de Evaluación Final de Proyecto

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Japón

Hugo Yepes A

Ing. Hugo YEPES A

Director

Instituto Geofísico - Depto. de Geofísica

Escuela Politécnica Nacional

República del Ecuador

Capítulo I: Descripción del Estudio para la Evaluación

1-1 Antecedentes del Estudio para la Evaluación Final

Los desastres volcánicos son uno de los retos importantes para la República del Ecuador, por lo que en julio de 2002 el Gobierno de dicho país solicitó al Gobierno del Japón la donación de equipos para el análisis de la sismología volcánica y asistencia técnica (envío de expertos y capacitación de becarios en Japón). Ante esta solicitud, en mayo de 2004, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante denominada “JICA”) comenzó el “Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad en el Monitoreo en el Ecuador”, teniendo el Instituto Geofísico-Departamento de Geofísica, Escuela Politécnica Nacional (en adelante denominado “IG”) como institución contraparte.

A vista del término del Proyecto, previsto para el 30 de abril de 2007, JICA envió un equipo de evaluación final encabezado por el Ing. Satoru MIMURA, jefe del Equipo de Manejo de Desastres, Grupo III, Departamento del Ambiente Global, del 5 al 25 de noviembre de 2006, a fin de confirmar los resultados obtenidos hasta la fecha y hablar sobre las acciones a tomar para el resto del período de proyecto.

1-2 Objetivo de la Evaluación Final

La evaluación se realizará con los siguientes objetivos:

- (1) Evaluar el insumo (se entiende por “insumo” todo el aporte externo al proyecto como recursos humanos, económicos y materiales) empleado, actividades realizadas, grado de los resultados alcanzados y la perspectiva del logro del objetivo del Proyecto, basándose en el Diseño Matriz del Proyecto (en adelante denominado el “PDM” por sus siglas inglesas) y el Plan de Operación (en adelante denominado “PO”),
- (2) Analizar los productos obtenidos del Proyecto, de acuerdo con los cinco criterios de evaluación: Relevancia, Efectividad, Eficiencia, Impacto y Sostenibilidad, y
- (3) Recomendar las líneas a seguir hasta el término del Proyecto basadas en la evaluación e identificar lecciones para futuros proyectos similares de cooperación técnica.

1-3 Miembros de Evaluación Final

Los miembros de la Evaluación Final son:

Parte japonesa:

Equipo de Evaluación Final de JICA:

- | | |
|---|---|
| - Ing. Satoru MIMURA
(Líder de equipo) | Jefe de Equipo de Manejo de Desastres, Grupo III,
Departamento del Ambiente Global, JICA |
| - Ing. Shingo FUJIWARA
(Coordinador de programa) | Oficial <i>sénior</i> de programa,
Equipo de Manejo de Desastres, Grupo III, |

- | | |
|--|---|
| <p>- Licda. Erika TANAKA
(Análisis para la evaluación final)</p> <p>- Licda. Atsuko YOSHIKAWA
(Traductora)</p> | <p>Departamento del Ambiente Global, JICA
Investigadora del Área de Desarrollo Social,
Global Link Management
<i>Training Coordinator</i>,
Centro de Cooperación Internacional de Japón</p> |
|--|---|

Experto del Proyecto:

- | | |
|-----------------------------|---|
| <p>Dr. Hiroyuki KUMAGAI</p> | <p>Investigador Sénior, Dpto. De Sismología,
Instituto Nacional de Investigación para la
Geociencia y Prevención de Desastres</p> |
|-----------------------------|---|

Parte ecuatoriana:

- | | |
|--|--|
| <p>Emb. Carlos Játiva Naranjo</p> <p>Ing. Alfonso Espinosa Ramón</p> <p>Ing. Hugo Yepes A.</p> | <p>Director Ejecutivo, Instituto Ecuatoriano de
Cooperación Internacional (INECI)</p> <p>Rector, Escuela Politécnica Nacional</p> <p>Director, Instituto Geofísico- Dpto. de Geofísica,
Escuela Politécnica Nacional</p> |
|--|--|

1-4 Resumen del Proyecto objeto

A continuación, se resume el Proyecto. Para mayor información, consulte en PDM del ANEXO 1.

Meta superior: Se mejora la capacidad de mitigación de desastres volcánicos en el Ecuador.

Objetivo de Proyecto: Se mejora la capacidad de monitoreo volcánico en el Cotopaxi y el Tungurahua.

Resultados:

Resultado 1:

El IG puede monitorear en tiempo real la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.

Resultado 2:

En el IG se procesan y se almacenan apropiadamente los datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.

Resultado 3:

Hay mayor capacidad de análisis de señales precursoras de eventos eruptivos en el IG.

Resultado 4:

Los informes de la actividad volcánica reflejan en forma adecuada los resultados analizados.

Resultado 5:

La información de la actividad volcánica emitida por el IG es comprendida y aprovechada por las autoridades involucradas en la prevención de desastres.

Capítulo II: Metodología de Evaluación**2-1 Metodología de evaluación**

En esta evaluación, se ha aplicado la metodología del “Manejo del Ciclo de Proyecto” (“PCM” por sus siglas inglesas), de acuerdo con el Lineamiento de Evaluación de Proyectos de JICA. Esta metodología tiene el siguiente proceso: 1) Diseño de evaluación basado en PDM, que ubica cada elemento de proyecto en forma lógica; 2) Recolección de la información relacionada, especialmente las actividades realizadas del Proyecto; 3) Análisis de los datos recolectados a base de los cinco criterios de evaluación: Relevancia, Efectividad, Eficiencia, Impacto y Sostenibilidad; y 4) Identificación de recomendaciones y lecciones como productos del análisis.

A tal efecto, se hizo estudio a través de cuestionarios y entrevistas al personal contraparte del Ecuador, del el Instituto Geofísico, y de las instituciones relacionadas al Proyecto, igual que a los expertos japoneses y técnicos de instalación de equipos.

2-2 Criterio de evaluación

La definición de los criterios que se aplican en esta evaluación es como sigue:

(1) Relevancia:

Se analiza si se mantiene en el momento de la evaluación la coherencia del Objetivo del Proyecto y la Meta Superior frente a la política de la República del Ecuador, necesidades de los beneficiarios y la política de cooperación internacional del Japón.

(2) Efectividad:

Se analiza el grado de alcance que han logrado los resultados esperados del Proyecto y hasta qué nivel contribuyen al logro del Objetivo de Proyecto dichos resultados.

(3) Eficiencia:

Se analiza si los frutos aportados por el insumo del Proyecto han sido adecuados ante sus momentos, calidad y cantidad introducidos.

(4) Impacto:

Se analizan impactos positivos y negativos causados por la ejecución del Proyecto, incluyendo aquéllos no esperados.

(5) Sostenibilidad:

Se analiza la sostenibilidad del Proyecto, desde los puntos de vista institucional (político), financiero y técnico, para proyectar si se mantendrán o incluso se expandirán los resultados y efectos alcanzados por el Proyecto, aún después del término de la cooperación japonesa.

Capítulo III: Resultados del Proyecto

3-1 Insumo empleado

La parte japonesa y la ecuatoriana han empleado el siguiente insumo, conforme al R/D (*Record of Discussions*) y PDM:

Parte Japonesa

(1) Envío de expertos

Fueron enviados los expertos en las áreas de: Análisis sísmico, monitoreo sísmico y estructuración de la red de monitoreo (Véase el ANEXO 2). En cuanto al experto en la prevención de desastres volcánicos, previsto en el R/D, no ha sido enviado antes de la Evaluación Final, debido al retraso en completar la instalación de las estaciones de monitoreo, ya que dicho experto iba a llegar al Ecuador una vez estructurada la red de monitoreo.

(2) Capacitación del personal contraparte (CP)

Se capacitaron dos personas del IG (Véase el ANEXO 3).

(3) Donación de equipos y envío de técnicos

Se donaron los equipos de monitoreo y un vehículo, en un monto total de 181,985,000 yenes (Véase el ANEXO 4). También fue cubierto por la parte japonesa el costo de envío de técnicos para la instalación de equipos.

(4) Costo de operación local

Una parte del costo necesario para las actividades de los expertos japoneses fue cubierto por la parte japonesa. En cuanto a la totalidad de los desembolsos del Proyecto, incluyendo el envío de expertos, capacitación de becarios en Japón, donación de equipos y envío de técnicos, se resume en el ANEXO 5.

Parte Ecuatoriana

(1) Personal contraparte (CP)

Además del director de proyecto, un total de 25 expertos y técnicos, de los cuales 10 son del área de sismología y vulcanología y 15 del área técnica, han trabajado como CP (Véase el ANEXO 5).

(2) Costo local

Se ha remodelado un espacio del IG para las actividades del Proyecto. Se han comprado los terrenos necesarios para la instalación de las estaciones de monitoreo y repetición. Se han cubierto los costos del personal, proveyendo servicios de vehículos, caballos y mulas para la instalación de las estaciones de monitoreo y repetición, por un monto de 138,605 USD. Los detalles de los

gastos cubiertos aparecen en el ANEXO 5.

3-2 Actividades realizadas

Se confirma que se han ejecutado las actividades según PDM y el Plan de Operación (PO). En el momento de la Evaluación Final, se observa que hay actividades ejecutadas pero con retraso, las que no se han terminado según lo previsto, y otras que requieren la continuidad de asistencia.

Actividad 1-1 : Instalar y poner en marcha los equipos de monitoreo volcánico

En cuanto al Cotopaxi, se terminó la instalación de las cinco estaciones de monitoreo previstas en julio de 2006. Referente al Tungurahua, después de que se terminaran de instalar tres de las cinco estaciones previstas, la erupción ocurrida el 14 de julio del mismo año afectó a dos de ellas, las cuales fueron rehabilitadas por el IG. La erupción del 16 de agosto las destruyó parcialmente. Posteriormente, la parte ecuatoriana instaló una nueva estación.

Actividad 1-2 : Mantenerlos apropiadamente

El IG está manteniendo los equipos de manera bastante adecuada por su cuenta. Sin embargo debido a lo inadecuado de una parte de los equipos de enlace de radio utilizados, de una estación del Cotopaxi hay momentos que no llegan los datos en forma continua; mientras que en el Tungurahua, por la misma razón, ocurre lo mismo desde las dos estaciones en operación. En cuanto a las dos estaciones afectadas por la erupción, no se han restaurado para poder transmitir las señales, tras la destrucción parcial de sus equipos.

Actividad 1-3 : Operarlos apropiadamente

Se ha ejecutado según lo previsto.

Actividad 2-1 : Desarrollar los programas para hacer el procesamiento de los datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período

Se retrasó, pero ya se está ejecutando.

Actividad 2-2 : Realizar capacitación para el procesamiento de datos

Se retrasó, pero ya se está ejecutando.

Actividad 2-3 : Registrar y almacenar los datos

Se retrasó, pero ya se está ejecutando.

Actividad 3-1 : Realizar capacitación en el análisis de datos

Se retrasó, pero ya se está ejecutando.

Actividad 3-2 : Interpretar la actividad volcánica basado en los análisis realizados

Se retrasó, pero ya se está ejecutando.

Actividad 4-1 : Identificar puntos a mejorar en los informes de la actividad volcánica

Se han aclarado los puntos a mejorar de los informes a base de los datos disponibles del IG.

Actividad 4-2 : Mejorar los informes

Se está ejecutando.

Actividad 5-1 : Capacitar a las autoridades receptoras de los informes para mejorar la comprensión de los mismos

El IG está capacitando a las autoridades relacionadas sobre la información basada no sólo de los datos disponibles sino también de los obtenidos de los equipos instaladas por el Proyecto. Como hay retraso en el proceso del Proyecto, no se han hecho las actividades por parte de un experto japonés en el área de la prevención de desastres volcánicos, que se esperaba realizarse tras obtener los resultados del Proyecto.

Actividad 5-2 : Identificar los puntos a mejorar en la mitigación de posibles desastres volcánicos

Debido al retraso de la instalación de los equipos, no se han aclarado todavía los puntos concretos a mejorar mediante los datos obtenidos con dichos equipos.

3-3 Resultados obtenidos

Se han obtenido los siguientes resultados:

Resultado 1: El IG puede monitorear en tiempo real la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua

Indicador 1-1 : Se obtienen en tiempo real los datos de eventos de largo y muy largo período en el IG

La contraparte ecuatoriana ha adquirido la tecnología necesaria para instalar estaciones de monitoreo y ya puede hacerlo a solas. También ha aprendido el manejo del sistema de recepción de datos en tiempo real, pudiendo tomar acciones con celeridad ante incidentes de monitoreo. Prácticamente todos los datos de cuatro de las cinco estaciones del Cotopaxi se están recibiendo en tiempo real en el IG. En cuanto a la otra estación, se interrumpe la recepción de radio durante horas laborables por congestión en la comunicación, provocando falta de datos. Mientras que sobre el Tungurahua, debido a los daños sufridos en los equipos y la demora de la instalación de equipos por la erupción del 17 de agosto de 2006, se están recibiendo datos desde dos estaciones. Sin embargo, por la interrupción de la recepción de datos por radio, ocurre la falta de datos durante horas laborables.

Resultado 2: En el IG se procesan y se almacenan apropiadamente los datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua

Indicador 2-1 : Se monitorean sistemáticamente los datos continuos de la actividad volcánica y se

determina la ubicación de los eventos

En cuanto a los datos obtenidos de ambos volcanes, se monitorean las formas de onda mediante el sistema instalado en los servidores para la recepción de datos y las computadoras para tal fin. Referente al Cotopaxi, se determina la fuente sísmica por un proceso automático. En cambio, en el Tungurahua hay menos estaciones, lo que no permite determinar la fuente únicamente con los datos obtenidos, pero se hace usando los datos obtenidos por los sismómetros de período corto disponibles.

Indicador 2-2 : Los datos continuos están almacenados de modo disponible y las formas de ondas están catalogadas

En cuanto a los datos obtenidos de ambos volcanes, los datos continuos se almacenan sistemáticamente, mientras que para los datos de eventos, se está estructurando un sistema para tenerlos en base de datos.

Resultado 3 : Hay mayor capacidad de análisis de señales precursoras de eventos eruptivos en el IG

Indicador 3-1 : Dos investigadores están capacitados para los análisis cuantitativos más profundos en eventos de largo y muy largo período y sus señales asociadas. Con la orientación de dichos investigadores, otros dos investigadores pueden realizar el mismo análisis

Se ha mejorado la capacidad de análisis en dos investigadores del IG. Actualmente ambos están fuera del IG por asuntos personales, pero otros dos investigadores capacitados por los dos, junto con otra, que fue orientada por los dos nuevos, están realizando los análisis básicos de la actividad volcánica sin mayor dificultad. Por otra parte, como resultados derivados del Proyecto, se han presentado artículos y ponencias científicas como muestra el ANEXO 7.

Indicador 3-2 : Se incrementa la capacidad de análisis de otros datos

Como se ha mejorado la capacidad sobre las metodologías de análisis cuantitativo en formas de ondas sísmicas, se comprende más profundamente el sistema magmático en el Tungurahua y el Cotopaxi.

Resultado 4 : Los informes de la actividad volcánica reflejan en forma adecuada los resultados analizados

Indicador 4 : Los informes de la actividad volcánica incluyen los resultados del nuevo tipo de análisis de datos, i.e los de largo y muy largo período

Los informes de la actividad volcánica incluyen los resultados de los análisis basados en los datos obtenidos por los sismómetros de período corto, a los cuales se han ido sumando paulatinamente los nuevos datos generados por los equipos del Proyecto.



HY

Resultado 5 : La información de la actividad volcánica emitida por el IG es comprendida y aprovechada por las autoridades involucradas en la prevención de desastres

Indicador 5 : Las autoridades receptoras de los informes mejorados comprenden su contenido

El IG emite periódicamente los informes a las instituciones pertinentes como la Defensa Civil y Administraciones locales, quienes los han calificado de oportunos y precisos. Por la demora en las actividades, los resultados de los análisis de datos, incluyendo los de largo y muy largo período, no están reflejados oportunamente en dichos informes. Por ende, las autoridades pertinentes no han llegado a aprovechar suficientemente este tipo de información.

3-4 Proceso de ejecución

A pesar de que en el Proyecto se están logrando los resultados esperados, la evolución general del mismo acusa cierta demora frente al programa original.

Como una de las causas, se destaca un mayor tiempo que se requirió en la entrega e instalación de los equipos necesarios para desarrollar el Proyecto. Esto ocurrió por varias razones: Primero, en la parte japonesa, la demora en la determinación de las especificaciones de los equipos a donar originó un retraso en el procedimiento posterior, lo que causó la demora en la entrega de los equipos. En la parte ecuatoriana, por su parte, se necesitó mayor tiempo en los preparativos para la instalación de equipos como gestiones para adquirir terrenos y para la autorización del uso de las frecuencias de radio. Además, después de la entrega de los equipos, se demoró también su instalación debido al corte de tráfico por paros locales y malas condiciones climáticas. Durante la instalación se descubrió que los equipos de radio tenían fallas, además de que las especificaciones no eran adecuadas, lo que originó el cambio de versión del *firmware* y el reemplazo de parte de las antenas. Las erupciones del Tungurahua ocurridas en julio y agosto de 2006 dañaron parte de los equipos en dos estaciones, además de que queda una estación por instalar por causa de la erupción que impide acercarse al lugar, por lo que se está estudiando el posible cambio de lugar de estación. También la interrupción en la transmisión de radio impide a veces la toma de datos continua, causando dificultades en el desarrollo del Proyecto.

Por las razones arriba mencionadas, la instalación ha tomado más tiempo de lo previsto y quedan algunas sin funcionar todavía, por lo que no se han podido obtener y analizar los datos tanto como se esperaba al principio. No obstante, se han logrado ciertos resultados, realizándose las actividades mediante el uso de los datos disponibles del IG y la capacitación impartida.

Para el desarrollo del Proyecto, se consultaba oportunamente en PDM y se puede decir que el Proyecto se administraba adecuadamente más o menos según el plan elaborado. Como tarea pendiente se puede destacar la clarificación y el mejoramiento de los mecanismos para confirmar y compartir la información sobre los avances y resultados del Proyecto entre las partes japonesa y

ecuatoriana. En cuanto a las Hipótesis Importantes, hay que destacar las grandes erupciones que tuvo el Tungurahua, lo que, por un lado, causó daños en los equipos y retrasó en la instalación de estaciones; pero sirvió, por otro lado, para tener la oportunidad de informar y dar respuestas adecuadas ante las autoridades relevantes, tras recoger y analizar los datos del evento obtenido por la red del Proyecto. Además, dos investigadores CP dejaron su trabajo del IG, pero los investigadores que recibieron capacitación técnica por los primeros ya tienen prácticamente autonomía para llevar a cabo actividades básicas, mientras los dos primeros siguen apoyándolos desde el exterior según las necesidades. En cuanto a PDM, no se ha modificado.

Tanto la parte japonesa como la ecuatoriana llevaron a cabo el Proyecto con mucha iniciativa. La comunicación entre los expertos y el personal CP ecuatoriano ha sido buena. Entre los técnicos enviados del Japón para instalar equipos hubo algunos que tenían dificultades en la comunicación principalmente por la cuestión de idioma, pero hubo esfuerzos entre ambas partes para entenderse mejor usando gráficos o el personal CP mismo se auto-capacitó, por lo que acabó asimilándose prácticamente toda la tecnología necesaria sobre la instalación y puesta en marcha de los equipos de monitoreo y repetición.

3-5 Grado de logro del Objetivo del Proyecto

En cuanto al mejoramiento en la capacidad de monitoreo volcánico en el Cotopaxi y el Tungurahua como objetivo de este Proyecto, se están logrando ciertos frutos; pero debido al retraso de actividades principalmente por la demora en la instalación de equipos, se requerirá algo más de tiempo para alcanzar los logros esperados al principio.

Gracias a que está funcionando la red de monitoreo instalado por el Proyecto y que se están tomando y analizando los datos en tiempo real, el IG ha podido mejorar y emitir oportunamente los informes de la actividad volcánica con contenidos más precisos que al comienzo del Proyecto. Especialmente cuando el Tungurahua acusaba eventos eruptivos en julio y agosto de 2006, los equipos del Proyecto pudieron registrar señales precursoras correctamente en tiempo real y éstas se analizaron en forma adecuada, pudiendo el IG emitir oportunamente una información precisa a las organizaciones relacionadas a la prevención de desastres y medios de comunicación.

No obstante, quedan algunas tareas pendientes para alcanzar el nivel deseado de la mejora de la capacidad de monitoreo volcánico. Como continúan las erupciones, entre las cinco estaciones que se iban a instalar en el Tungurahua, una no se colocó todavía y dos instaladas se destruyeron parcialmente, por lo que se está monitoreando sólo con dos estaciones en el Proyecto. Además, la transmisión interrumpida de radio dificulta al IG hacer monitoreo de las señales en tiempo real. El número menor de estaciones de monitoreo que lo previsto y una transmisión interrumpida, no permiten la captación óptima de datos de alta calidad que se esperaba al principio. Aun cuando se trata de las estaciones donde están registrando las señales debidamente, el inicio de la captación de

datos se retrasó por la demora de la instalación de equipos. A consecuencia de todo esto, el IG no ha podido acumular suficiente experiencia con los datos adquiridos por los nuevos equipos del Proyecto, observándose consecuentemente retraso en el proceso del mejoramiento y aplicación de un sistema adecuado de análisis y en el perfeccionamiento de la información que emite el IG a las instituciones pertinentes a base de los datos obtenidos de la nueva red.

3-6 Perspectiva para lograr la Meta Superior

A pesar de que hay cierto retraso en relación con las actividades planificadas, si se resuelven las tareas pendientes para el logro del Objetivo del Proyecto arriba mencionadas y la evolución posterior es oportuna, hay bastante expectativa de que se alcance la Meta Superior.

Como el IG ya tiene bastante conocimiento y tecnología necesarios para el monitoreo volcánico, si sigue acumulando más experiencias con los datos obtenidos por la red del Proyecto, podrá aplicar la capacidad fortalecida de monitoreo con el Cotopaxi y el Tungurahua a través del Proyecto al monitoreo volcánico del Ecuador en general. Dado que entre el IG y las organizaciones de la prevención de desastres volcánicos como la Defensa Civil y Administraciones locales mantienen buena comunicación, intercambiando la información de modo cotidiano, hay bastante expectativa de que se mejore la capacidad de mitigar desastres volcánicos, tras ser aprovechada oportunamente la información volcánica que emite el IG por estas organizaciones de la prevención de desastres.

En realidad, las acciones que tomaron tanto el IG como las organizaciones locales de la prevención de desastres, cuando ocurrieron los eventos eruptivos en el Tungurahua en julio y agosto de 2006, demuestran alta perspectiva de que se logre la Meta Superior.

La erupción del 14 de Julio coincidió justo con la instalación de los equipos de monitoreo en las estaciones, pero los equipos recién instalados funcionaron tan efectivamente que los investigadores del IG pudieron identificar las señales relacionadas a flujos piroclásticos. Basados en esta experiencia, mientras se desarrollaban los eventos de gran escala del 16 al 17 de agosto, los investigadores del IG identificaron las señales precursoras de una erupción y pudieron dar alarma a los organismos locales en dos ocasiones antes de las erupciones catastróficas. Con la segunda alerta, se llegó a evacuar casi la totalidad de los pobladores de las áreas de riesgo. A pesar de que hubo seis víctimas por no obedecer la orden de evacuación, las organizaciones pertinentes estiman que, si no fuera por una información tan precisa por parte del IG y por una alerta para la evacuación respaldada por dicha información como ocurrió en realidad, habrían muerto centenares o incluso miles de personas. Esto es un buen ejemplo de que el mejoramiento de la capacidad de monitoreo volcánico del IG y una buena coordinación entre las organizaciones pertinentes puedan contribuir a la mitigación de desastres volcánicos.

Por otra parte, como ya se mencionó anteriormente, no se ha alcanzado todavía el nivel esperado en

el Objetivo del Proyecto, mejoramiento de la capacidad de monitoreo volcánico, por lo que será importante lograr la mitigación de desastres volcánicos mediante mayor fortalecimiento de la capacidad de monitoreo del IG y mayor coordinación entre las organizaciones de la prevención de desastres. También se espera la aplicación de los resultados obtenidos a lo largo del Proyecto, a otros volcanes del Ecuador.

Capítulo IV: Resultados de Evaluación Basada en los Cinco Criterios

4-1 Relevancia

Al comparar con las necesidades y políticas del Ecuador, además de la política de la Asistencia Oficial para el Desarrollo ante el Ecuador que tiene el Gobierno del Japón, este Proyecto tiene alta relevancia.

Para el Ecuador, los fenómenos volcánicos constituyen una de las amenazas más relevantes entre los desastres naturales, junto con los provocados por el fenómeno de El Niño, terremotos, inundaciones y deslaves. En el tema de los desastres volcánicos, el fortalecimiento de la gestión de riesgo, que permita tomar acciones necesarias preventivas, es un tema en desarrollo, por lo que se califica de relevante el presente Proyecto que busca mejorar la capacidad de monitoreo volcánico como objetivo del proyecto, elemento clave para la gestión de riesgo.

El Cotopaxi y el Tungurahua son los volcanes con mayor riesgo entre un gran número de volcanes que tiene el país. En particular, el Tungurahua ha tenido recientemente erupciones catastróficas, mientras que el Cotopaxi, según los registros históricos, está en un ciclo de posibles erupciones, lo que prueba la relevancia de este Proyecto por haber escogido. estos dos volcanes como objetos del Proyecto.

El plan nacional de desarrollo que tiene el Ecuador para el período de 2003-2007 establece como una de las seis Líneas Básicas que encabezan el plan “Seguridad de la población, seguridad ciudadana, seguridad judicial, seguridad alimentaria y preservación ambiental”, entre las cuales se incluye la prevención de desastres naturales que contemplan también lo relativo a la amenaza de los volcanes. Dentro del “Lineamiento de actividad 3” basado en dichas Líneas Básicas, se menciona la “Prevención de todo tipo de desastres (los naturales, humanos y técnicos)” como política para preservar el medio ambiente. Aunque no se ha establecido todavía una política y normativa que estipulen claramente sobre la prevención de desastres naturales, se observa una postura que da importancia a la prevención de este tipo de calamidades, declarando en dicho lineamiento “Elaboración y aplicación de un plan de prevención y mitigación de desastres a niveles nacional, regional y local” como actividades a desarrollar.

El Gobierno del Japón, por su parte, determina tres temas como áreas prioritarias en la política de la Asistencia Oficial para el Desarrollo para el Ecuador: Medidas contra la pobreza, seguridad

ambiental y prevención de desastres. En el área de la prevención de desastres destaca “la mitigación de la vulnerabilidad ante los desastres naturales”. Por consiguiente, la prevención de desastres volcánicos coincide con la política del Gobierno del Japón en la cooperación hacia el Ecuador.

4-2 Efectividad

En cuando a las actividades realizadas, se han alcanzado resultados deseables y se observa el mejoramiento de la capacidad de monitoreo volcánico en el Cotopaxi y el Tungurahua. Debido a que existen actividades por realizar, sin embargo, no se ha alcanzado aún el nivel esperado.

Tras la introducción de nuevos equipos de monitoreo, el IG obtiene ahora en tiempo real los datos del Cotopaxi y del Tungurahua que no se podían medir con los sismómetros que disponía, lo que le permite emitir permanentemente a las organizaciones pertinentes la información adecuada con dichos datos. Estas organizaciones coinciden en calificar de más fiel la información emitida por el IG comparada con la anterior. Con todo, en el Tungurahua no se ha terminado la instalación de todas las estaciones y hay algunas que no están funcionando porque fueron destruidas por las erupciones. Por este motivo, no se han adquirido los suficientes datos para realizar los análisis científicos que lleven a entender la dinámica de las fuentes magmáticas con mayor precisión, aunque sí se ha mejorado la calidad de los datos, comparados con los que se tenían antes del Proyecto. La demora de la instalación de equipos ha dificultado al personal contraparte del IG capacitarse en forma satisfactoria en el análisis a base de los datos obtenidos a través de los equipos donados por JICA, por lo que fortalecer más la capacidad de análisis de modo integral en base a los datos obtenidos por la red del Proyecto constituye una tarea pendiente.

Referente al aprovechamiento eficiente de los resultados del análisis por parte de las organizaciones pertinentes, se puede calificar de adecuada la respuesta que se tomó cuando ocurrieron los eventos en el Tungurahua, gracias a los esfuerzos tanto del IG como de las instituciones relevantes. Sin embargo, en realidad no se ha realizado aún la capacitación a esas organizaciones, utilizando los resultados del análisis con los datos de monitoreo obtenidos mediante los equipos del Proyecto debido a la demora de su instalación. Por ende, será necesario ir mejorando los informes de la actividad volcánica y trabajar con las organizaciones pertinentes en este sentido, para mejorar aún más la capacidad global de respuesta ante las situaciones de emergencia.

Cada uno de los cinco Resultados esperados son imprescindibles para el monitoreo volcánico y contribuyen al Objetivo del Proyecto: La mejoría de la capacidad de monitoreo volcánico.

Por lo que al cambio de las Hipótesis Importantes se refiere, la erupción del Tungurahua impidió que se instalaran los equipos en tiempo programado y destruyó parte de los mismos. Además los dos investigadores que recibieron la capacitación al principio del Proyecto dejaron el IG. Pero otros dos investigadores del IG que se capacitaron con los primeros se esfuerzan en alcanzar los Resultados

esperados al principio.

4-3 Eficiencia

Debido a la demora del insumo y la destrucción parcial de los equipos por las erupciones del volcán, en el momento de la Evaluación Final, quedan algunos retos a superar en términos de la eficiencia, pero los insumos aportados se aprovechan más o menos eficientemente.

Referente a los expertos japoneses enviados fueron personas apropiadas con alta especialidad en su área y ejecutaron transferencia de tecnología como se esperaba. Por lo que a los técnicos para la instalación de equipos se refiere, habrían podido tener mayor rendimiento en sus actividades, si hubieran coordinado mejor con los trabajos rutinarios del IG sobre los momentos de su envío. Incluso, habría sido oportuno si se hubiera tomado alguna medida concreta para facilitar una comunicación efectiva con el personal contraparte en la instalación de los equipos.

Fue lamentable, desde el punto de vista de la eficiencia del insumo, el hecho de que los dos investigadores del IG capacitados en Japón dejaran el IG después de tal transferencia tecnológica sin poder trabajar luego de la instalación de los equipos, aun cuando se tratara de causas inevitables. Con todo, dichas personas aprendieron conocimientos y tecnología en forma satisfactoria en la capacitación en Japón, lo que les ha permitido capacitar a su vez a otros compañeros del IG. Es más, los últimos capacitados por los primeros trabajan muy seriamente en ello y se considera que los resultados de la capacitación del personal contraparte han sido transferidos.

En cuanto a los equipos donados, son imprescindibles para mejorar la capacidad de monitoreo volcánico y con la entrega de dichos equipos se han establecido estaciones de monitoreo y de repetición de alta tecnología, posibilitando una recolección y análisis de la información que antes no era posible realizarlos. Como buen ejemplo de ello, sismos y ondas acústicas que ocurrieron como señales precursoras de las erupciones del Tungurahua fueron correctamente registrados por los equipos donados en el Proyecto e interpretados por los expertos locales y japoneses, por lo que permitió pronosticar las erupciones grandes. Como se mencionará posteriormente, una parte de los equipos no fue adecuada y otra parte fue dañada por las erupciones; pero el resto de los equipos se está aprovechando de modo apropiado por regla general, contribuyendo al monitoreo volcánico. Los equipos donados se mantienen oportunamente, y cuando les surge alguna anomalía, el personal del Área Técnica interviene oportunamente. Los equipos dañados estuvieron funcionando hasta que sufrieran el impacto de la erupción y contribuyeron a la emisión oportuna de la alarma para la evacuación.

No obstante, se han indicado varios puntos problemáticos en torno a la donación de equipos. Primero, la demora en tiempo de entrega de los mismos por el retraso en una serie de trámites afectó un desarrollo eficiente de la totalidad de Proyecto. Además, parte de los equipos no eran apropiada ante la realidad local. Por ejemplo, en cuanto a la telemetría, la banda de frecuencias escogida para la

transmisión presenta problemas de alto tráfico en algunos sitios de repetición, por lo que hay lugares que tienen dificultades en la transmisión de datos por la interferencia. Pese a que se trata de condiciones externas, fuera de control del Proyecto, las erupciones del Tungurahua ocasionaron daños a una parte de los equipos instalados, que están fuera de uso. Aquellos equipos que sobresalían del suelo fueron los que sufrieron daños, mientras que los enterrados en el suelo y de mayor valor como sismómetros se salvaron. En cuanto a los puntos de monitoreo afectados, podrían sufrir flujos piroclásticos y lahares en el futuro, por lo cual se revisará la ubicación de los mismos, y cuando se reemplacen las partes dañadas, se supone que volverán a entrar en funcionamiento.

Por lo que al insumo de la parte ecuatoriana se refiere, la asignación de un personal contraparte con especificación adecuada y en un número suficiente contribuyó al logro de los Resultados del Proyecto. Hubo también apoyo al Proyecto por parte del personal administrativo. A la hora de instalar estaciones de repetición y monitoreo, la asignación de la mano de obra calificada y no calificada que cubrió la parte ecuatoriana fue eficiente para una instalación fluida y adecuada.

4-4 Impacto

Como se ha mencionado en el 3-6, teniendo en cuenta las respuestas del IG y las organizaciones pertinentes en las erupciones del Tungurahua, que minimizaron el número de víctimas, hay bastante expectativa de que se alcance la Meta Superior. A pesar de que el Proyecto limita a la estructuración de la red de monitoreo en los dos volcanes (Cotopaxi y Tungurahua), mediante las actividades con ambos volcanes, se ha mejorado la capacidad en el monitoreo del IG y la capacidad analítica que se ha transferido en el Proyecto será aplicable para otros volcanes. Por lo tanto, se puede esperar el mejoramiento de la capacidad de monitoreo sobre el conjunto de los volcanes ecuatorianos en general. La mitigación de desastres volcánicos no se conseguirá simplemente con la mejoría de la capacidad de monitoreo. Pero el IG y las organizaciones pertinentes vienen manteniendo buenas relaciones durante largos años, además de que entre las Administraciones locales y las Defensas Civiles locales se intercambia la información, por lo que es probable que los Resultados del Proyecto se difundan en el resto del país. Para que haya un futuro impacto positivo, serán puntos clave la comprensión de la información emitida por el Proyecto en forma más apropiada por parte de las organizaciones pertinentes y el fortalecimiento de las medidas preventivas de desastres por esas instituciones.

Por lo que a los impactos positivos no esperados se refiere, se destacan: Mayor credibilidad institucional del IG por la información de la actividad volcánica que emite con mejor calidad; y mayor interés en y comprensión de los volcanes entre las partes involucradas, a través de la información emitida en las erupciones del Tungurahua. Tampoco se puede olvidar que ahora hay mayor número de ciudadanos que conocen la cooperación que estamos realizando entre el Japón y el Ecuador. No se observa impacto negativo en especial.

→
H-Y

4-5 Sostenibilidad

Se califica de bastante alta la sostenibilidad, pero debido al retraso en las actividades, sería efectivo tomar más medidas de ahora en adelante para conseguir una satisfactoria sostenibilidad.

Referente a la sostenibilidad técnica, se considera que el IG tiene ahora suficiente capacidad para sostenerse. Ellos solos instalaron una estación de monitoreo y la captación y análisis rutinarios de los datos lo hace el mismo personal del IG sin mayores dificultades, lo que hace suponer que, una vez terminado el Proyecto, puedan seguir trabajando en ello sin mayores dificultades. No obstante, la demora en la entrega e instalación de equipos impidió disponer de suficiente tiempo para analizar la información a base de los datos obtenidos por la red del Proyecto y será necesario seguir fortaleciendo la capacidad analítica global del personal del IG. En cuanto a la creación de un sistema que respalde la sostenibilidad técnica, no se ha llegado a estructurar todavía. Por ejemplo, se incrementaría la sostenibilidad técnica si se llegara a construir un sistema que permita sacar resultados de análisis tras introducir automáticamente los datos como parte del trabajo rutinario. En la sostenibilidad técnica, serán puntos clave que continúen los investigadores del IG en sus correspondientes puestos de trabajo y que haya provisión de repuestos necesarios para los equipos, que permitirán la continuidad del monitoreo.

La sostenibilidad institucional es relativamente alta. El Gobierno ecuatoriano considera la prevención de desastres volcánicos como un tema de mayor prioridad. Es más, no habrá cambio de posicionamiento del IG en la prevención de desastres volcánicos, que se estipula en el decreto presidencial. Un posible factor que pueda dificultar la sostenibilidad institucional en el futuro será que cambien las actuales reglas de juego. También la falta de interés por parte del Estado y algunos responsables de la prevención en las Administraciones locales puede convertirse en otro factor negativo para la sostenibilidad institucional.

También se puede esperar una sostenibilidad financiera más o menos adecuada en función de los mecanismos de financiamiento desarrollado por el IG, aunque actualmente el Estado le asigne un presupuesto reducido al IG para desarrollar sus operaciones. Estos mecanismos incluyen el soporte de la Escuela Politécnica Nacional, donaciones de la empresa privada, la cooperación internacional, la venta de servicios a través de consultoría, y otros. No se descarta una futura reducción presupuestaria por cambios de gobierno o la reestructuración de la Escuela Politécnica Nacional, pero por el momento sería menor tal posibilidad.

4-6 Conclusiones

En cuanto al proceso de ejecución, no se ha ejecutado parte de las actividades previstas en forma completa, debido al retraso de la entrega e instalación de equipos, junto con la destrucción parcial de

ellos por los eventos volcánicos. Aunque los Resultados esperados se están logrando, será menester impulsar el mejoramiento de la capacidad de monitoreo volcánico con los equipos instalados. Hay bastante expectativa de que se logren tanto el Objetivo del Proyecto como la Meta Superior y se califica de buenas las respuestas en las erupciones del Tungurahua. Pero, no han sido suficientes aún las actividades realizadas a base de los datos reales obtenidos por los equipos donados en el Proyecto. Para que sean sostenibles los efectos aportados por el Proyecto, es importante que se complete la red prevista, que el IG fortalezca la tecnología en el procesamiento y análisis de los datos obtenidos por dicha red completada, que consolide más su capacidad de monitoreo y que esto se refleje en la calidad de la información que emite el IG a las organizaciones pertinentes como la Defensa Civil y las Administraciones locales, estrechando aún más las relaciones con ellas.

Capítulo V: Recomendaciones y Lecciones

5-1 Recomendaciones

Según los resultados de la evaluación arriba mencionada, se considera necesario tomar las siguientes medidas para alcanzar el Objetivo del Proyecto:

1. Prolongación del período

A pesar de que será difícil alcanzar el Objetivo del Proyecto dentro del período programado, será probable hacerlo plenamente si se extiende su duración, por lo que será recomendable prolongar el período de proyecto en dos años.

2. Lineamiento de administración de proyecto ahora en adelante

Si se decide la extensión del período como se mencionó arriba, se tomarían las siguientes medidas:

(1) Restauración de los equipos afectados por erupciones

- 1) Se estudiarán ubicaciones más adecuadas para los equipos, incluyendo otros lugares optativos que no sean los afectados por las erupciones.
- 2) Se restaurarán o se reemplazarán los equipos dañados.

(2) Mejoramiento del estado de transmisión por radio

- 1) Se reconfirmarán de nuevo el estado de la transmisión de datos de monitoreo y la ruta de transmisión (ubicación de estaciones de repetición)
- 2) Se identificarán las bandas de frecuencia que no sufran interferencias en la transmisión de datos.
- 3) Se planificarán los equipos necesarios para la transmisión de datos y se trabajará en las siguientes tareas:
 - a) Solicitar la autorización de uso de una banda de frecuencia a las autoridades pertinentes
 - b) Provisionar de equipos e instalarlos, una vez que se obtenga dicha autorización

(3) Transferencia de tecnología

Una vez que se mejoren las condiciones de los equipos arriba mencionados, se hará transferencia de tecnología sobre un análisis integral de datos. Especialmente será efectiva la de convertir en una tarea rutinaria una serie de trabajos desde la captación de datos, pasando por el procesamiento hasta la publicación de información a las autoridades relevantes para mejorar la capacidad de monitoreo.

(4) Consolidación de la coordinación con organizaciones de prevención de desastres

Se realizarán las actividades de difusión ante las organizaciones responsables para las respuestas de prevención de desastres como Dirección Nacional de Defensa Civil y Administraciones locales, para que puedan comprender mejor cómo aprovechar la información de la actividad volcánica, que incluya la interpretación de los resultados de análisis cuantitativo de los datos volcánicos. Mediante la consolidación de una coordinación orgánica con dichas instituciones, se pretenderá la mitigación de desastres en forma más efectiva.

3. Gestión y administración de los avances del proyecto

Se estudia la implementación de un mecanismo para coordinar la administración del Proyecto y supervisar los avances del mismo, según las necesidades.

En dicha reunión participarán el IG, JICA y expertos japoneses, y según la necesidad, otras instituciones como INECI y la Embajada del Japón, en calidad de observadores.

4. Revisión de PDM

En caso de prolongar el Proyecto, será recomendable revisar PDM para modificar indicadores y expresiones, aprovechando oportunidades como la firma del Registro de Discusiones para la extensión de proyecto y envío de equipos de estudio del Japón. En tal caso, se trabajará en que nuevos indicadores sean más concretos.

5-2 Lecciones

Las lecciones identificadas mediante las experiencias en el presente Proyecto, que sean aplicables en otros proyectos similares son:

- Cuando se trata de un proyecto en que la donación de equipos constituya un peso muy importante, los preparativos de los mismos deberán hacerse invirtiendo tiempo suficiente y con mucha cautela. De ser posible, será oportuno enviar un equipo de estudio o experto sobre el tema antes de comenzar el Proyecto. En cuanto a la elaboración del pliego de especificaciones técnicas de los equipos, deberá hacerlo alguien con conocimiento especial sobre los equipos en cuestión. Los trámites relacionados como adquisición de terrenos que conlleva la instalación de

equipos y autorización de uso del radio y de la frecuencia de transmisión, son elementos fundamentales para proceder a la instalación de equipos con mayor fluidez. Sin embargo, son temas que varían según países, de ahí la importancia de un estudio y seguimiento minucioso para ir resolviendo los problemas según se presenten.

- Proyectos que trabajen con fenómenos naturales a veces requieren un inicio urgente, por lo que se esperará la optimización y reducción de tiempo en los trámites desde la licitación hasta la entrega e instalación de equipos.
- En un proyecto para la prevención de desastres, se tomarán medidas flexibles sobre los repuestos, considerando posibles daños que sufran los equipos donados durante el Proyecto.



H-Y

**Diseño Matriz de Proyecto:
Proyecto para el Fortalecimiento de la Capacidad en el Monitoreo Volcánico en el Ecuador**

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Hipótesis importantes
<p>Meta Superior Se mejora la capacidad de mitigación de desastres volcánicos en el Ecuador</p>	<p>1 Se toman medidas más apropiadas cuando se observen signos anómalos en la actividad de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua</p> <p>2 Se mejora el sistema de alerta temprana para la población</p> <p>3 Se fortalece el sistema de monitoreo volcánico del Instituto Geofísico (IG)</p> <p>4 Se incluye el concepto de prevención de riesgos volcánicos en los planes provinciales de desarrollo</p>	<p>1-1 Registros de la Defensa Civil</p> <p>1-2 Artículos y programas en medios de comunicación</p> <p>Planes de mitigación de desastres de la Defensa Civil y Administraciones locales</p> <p>Artículos científicos del IG</p> <p>Plan de desarrollo provincial</p>	

H-7

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Hipótesis importantes
<p>Objetivo del Proyecto Se mejora la capacidad de monitoreo volcánico en el Cotopaxi y el Tungurahua</p>	<p>Se mejora la calidad de la información sobre la actividad volcánica para las autoridades involucradas en la prevención de desastres</p>	<p>Informes sobre la actividad volcánica (vía página web, e-mail, fax, etc.)</p>	<p>1. Que no haya cambio en la misión del IG dentro del sistema de mitigación de desastres volcánicos</p> <p>2. Que se mantenga la prioridad de la prevención de desastres volcánicos en la política de las administraciones</p>
<p>Resultados</p> <p>1) El IG puede monitorear en tiempo real la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.</p> <p>2) En el IG se procesan y se almacenan apropiadamente los datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y</p>	<p>1)-1 Se obtienen en tiempo real los datos de eventos de largo y muy largo período en el IG</p> <p>2)-1 Se monitorean sistemáticamente los datos continuos de la actividad volcánica y se determina la</p>	<p>Datos obtenidos en el IG</p> <p>Registros almacenados sobre la actividad volcánica y Mapa de ubicación de eventos</p>	<p>Que no haya cambio en la misión del IG dentro del sistema de monitoreo volcánico</p>

30
HY

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Hipótesis importantes
<p>muy largo período de los volcanes Cotopaxi y Tungurahua.</p> <p>3) Hay mayor capacidad de análisis de señales precursoras de eventos eruptivos en el IG</p>	<p>ubicación de los eventos.</p> <p>2)-2 Los datos continuos están almacenados de modo disponible y las formas de ondas están catalogadas</p> <p>3)-1 Dos investigadores están capacitados para los análisis cuantitativos más profundos en eventos de largo y muy largo período y sus señales asociadas. Con la orientación de dichos investigadores, otros dos investigadores pueden realizar el mismo análisis</p> <p>3)-2 Se incrementa la capacidad de análisis de otros datos</p>	<p>Artículos científicos del IG</p>	

Handwritten signature
HY

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Hipótesis importantes
<p>4) Los informes de la actividad volcánica reflejan en forma adecuada los resultados analizados.</p>	<p>4) Los informes de la actividad volcánica incluyen los resultados del nuevo tipo de análisis de datos, i.e los de largo y muy largo período</p>	<p>Informes sobre la actividad volcánica</p>	
<p>5) La información de la actividad volcánica emitida por el IG es comprendida y aprovechada por las autoridades involucradas en la prevención de desastres.</p>	<p>5) Las autoridades receptoras de los informes mejorados comprenden su contenido.</p>	<p>Entrevista a los funcionarios Artículos y programas en medios de comunicación</p>	<p>Que haya continuidad de los funcionarios de las instituciones involucradas en la prevención de desastres</p>

Handwritten signature or initials.

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Hipótesis importantes
<p>Actividades</p> <p>1)-1 Instalar y poner en marcha los equipos de monitoreo volcánico</p> <p>1)-2 Mantenerlos apropiadamente</p> <p>1)-3 Operarlos apropiadamente</p> <p>2)-1 Desarrollar los programas para hacer el procesamiento de los datos de la actividad volcánica incluyendo eventos de largo y muy largo período</p> <p>2)-2 Realizar capacitación para el procesamiento de datos</p> <p>2)-3 Registrar y almacenar los datos</p>	<p>Insumo (Parte Japonesa)</p> <p>1 Recursos humanos</p> <p>1) Expertos de corto plazo</p> <p>— Sismografía</p> <p>— Análisis sobre eventos de largo y muy largo período</p> <p>— Prevención de riesgos de desastres volcánicos</p> <p>2 Capacitación de personal ecuatoriano en el Japón</p>	<p>(Parte Ecuatoriana)</p> <p>1 Recursos humanos</p> <p>1) Contraparte</p> <p>— Investigadores de sismografía y análisis sísmológico</p> <p>— Personal para operación y mantenimiento de equipos</p> <p>2) Sub-Contraparte</p> <p>— Personal de sismografía y análisis sísmológico</p>	<p>1 Que la actividad volcánica no cause serios daños a los equipos de monitoreo</p> <p>2 y 3 Que haya continuidad del personal de contraparte capacitado en el Proyecto</p>

IV

Sumario Narrativo	Indicadores Objetivamente Verificables	Medio de Verificación	Hipótesis importantes
<p>3)-1 Realizar capacitación en el análisis de datos</p> <p>3)-2 Interpretar la actividad volcánica basado en los análisis realizados</p> <p>4)-1 Identificar puntos a mejorar en los informes de la actividad volcánica</p> <p>4)-2 Mejorar los informes</p> <p>5)-1 Capacitar a las autoridades receptoras de los informes para mejorar la comprensión de los mismos</p> <p>5)-2 Identificar los puntos a mejorar en la mitigación de posibles desastres volcánicos</p>	<p>3 Equipamiento</p> <p>1) Sismómetros de banda ancha con registradora y digitalizadora</p> <p>2) Micrófonos</p> <p>3) Sistema de telemetría</p> <p>4) Sistema de computación con sus correspondientes programas</p> <p>5) Vehículo</p> <p>4 Costo de ejecución de proyecto</p>	<p>2 Instalaciones y Equipos</p> <p>3 Costo local</p>	<p>Precondiciones</p>

1-7


ANEXO2: Expertos enviados

Nombre	Periodo de envío	Especialidad
Dr. Hiroyuki Kumagai	2004. 5. 24-7. 10	Análisis sísmico 1
Dr. Hiroyuki Kumagai	2004. 10. 18-12. 3	Análisis sísmico 2
Dr. Hiroyuki Kumagai	2005. 2. 21-4. 1	Análisis sísmico 3
Dr. Hiroyuki Kumagai	2005. 11. 16-12. 23	Dirección en la estructuración de la red 1
Ing. Koji Miyakawa	2006. 6. 19-7. 24	Monitoreo sísmico 1
Dr. Hiroyuki Kumagai	2006. 6. 19-7. 31	Dirección en la estructuración de la red 2
Ing. Tadashi Yamashina	2006. 6. 25-7. 31	Monitoreo sísmico 2
Dr. Hiroyuki Kumagai	2006. 11. 6-2006. 12. 1	Análisis sísmico 4
	No se ha enviado	Prevención de desastres volcánicos


HY

ANEXO3: Capacitación del CP en Japón

Nombre	Periodo de capacitación	Tema
Alexander Garcia-Aristiza	2005. 1. 22-2. 11	Monitoreo de volcanes y análisis de datos
Indira Molina	2005. 7. 2-7. 30	Monitoreo de volcanes y análisis de datos


HY

ANEXO4: Equipos Donados

Equipo	Cantidad Donada	Cantidad Instalada *	Fabricante	Nombre de Producto
Equipo de computadora	2	2	HP	ProLiant ML350 G4
UPS: 1.5kVA	2	2	APC	BR1500
Programa	2	2	GEOTECH	SMARTGeoHub(TM) Data Server
Programa	2	2	GEOTECH	SMARTGeoViewer(TM)
Programa	2	2	GEOTECH	SMARTConfig
Programa	2	2	GEOTECH	SMARTSOH State-of-Health
Programa	2	2	GEOTECH	SMARTQuake(TM)
Programa	2	2	GEOTECH	SeisPlus
Equipo de computadora	2	2	HP	Workstation xw6200
UPS: 1.5kVA	2	2	APC	SUA1000RMI1U
Equipo de computadora	2	2	Logitec	LHD-PBA80FU2
Programa	2	2	Red Hat	Red Hat Linux 9.0
Programa	2	2	Fujitsu	Parallel Fortran & C Package
Programa	2	2	MathWorks	MATLAB, Signal Processing Toolbox
Equipo de computadora	2	2	HP	Workstation xw6200
UPS: 1.5kVA	2	2	APC	SUA1000RMI1U
Programa	2	2	Red Hat	Red Hat Linux 9.0
Router (enrutador)	1	1	LINKSYS	BEFSX41
Ethernet cable	16	16	COMFORCE	RJ-45, L10m
Switching hub	1	1	LINKSYS	SD216
Network timeserver	1	1	Masterclock	NTP100-GPS
Impresora láser en blanco y negro	1	1	HP	LaserJet 5100dtn
Impresora de chorro de tinta en color	1	1	HP	Business Inkjet 2600dn
Impresora de chorro de tinta en color	1	1	HP	Business Inkjet 2300n
Equipo de transmisión-recepción	45	39	CISCO SYSTEMS	AIR-BR1310G-A-K9-R
Convertidor AC/DC para la estación base	2	2	ASTRON	LS3A
Switching hub, etc.	6	6	LINKSYS	ETX-SH5
Unidad exterior (Caja impermeable)	23	21	TAKACHI	OPCP306018G
Amortiguador de impulso antirrayo	44	39	HUBER & SUHNER	3402.17K, 73Z0-0-48 Gas Capsule
Cable de alimentación de energía	2	2	COMFORCE	coaxial L20m (Estación base)
Cable de alimentación de energía	43	37	COMFORCE	coaxial L20m (Monitoreo y repetidora)
Ethernet cable	45	39	COMFORCE	coaxial L20m
Unidad de antena	45	39	CREATE DESIGN	2X2427M-SS
Cable de antena coaxial	45	39	TIMS MICROWAVES	LMR900
Cable de antena coaxial	45	39	WIRELESS SOLUTIONS	FLEXJUMPER-N0, with NJ-SMAP
Mastil de antena (Estación base)	1	1	CREATE DESIGN	CR-30
Mastil de antena (Repetidora)	12	11	CREATE DESIGN	KT8C-SS
Mastil de antena (Monitoreo)	10	10	CREATE DESIGN	KT6N-SS
Unidad de pararrayos	23	21	Artículo universal	Punta, tubo soporte y piezas de amarr
Barra de cobre de toma de tierra	23	21	Artículo universal	φ 10~14mm x L1.5m (8barras/juego)
Material reductora de resistencia (toma de tierra)	22	21	Showa Electric Wire&Cable	Downeath (50kg)

Cable para toma de tierra(Estación base)	1	1	Artículo universal	8mmsq, L50m
Cable para toma de tierra(Repetidora y monitoreo)	22	21	Artículo universal	8mmsq, L20m
Unidad reguladora de voltaje	1	1	Matsunaga Manufacturin	SVC-10000MN-SS
Protector de ondas de impulso	1	1	Sankosha	RP-100
Transformador aislante	1	1	Matsunaga Manufacturin	WTC-5K
Panel de distribución	1	1	DENYO	ATS100XRC1
Generador	1	1	DENYO	DCA-6ESX
Cable de control	1	1	COMFORCE	Cable blindado, 6 conductores, L45m
Cable de alimentación de energía	1	1	COMFORCE	2conductores, L150m
Controlador de fuente	23	21	SUNWISE	SIGMA
Batería	57	44	GS Yuasa	SEB100
Panel solar	75	64	SHELL	SQ-80-P
Soporte de panel solar (para 2 paneles)	10	10	CREATE DESIGN	Para la estación e instalar sobre suelo
Soporte de panel solar (para 4 paneles)	10	8	CREATE DESIGN	Para la repetidora e instalar en torre
Soporte de panel solar (para 6 paneles)	2	2	CREATE DESIGN	Para la repetidora e instalar en torre
Cable de alimentación de energía	22	22	COMFORCE	Gumcup tyre cable, 2conductores, 8mm sq, L20m
Sismómetro de banda ancha	11	10	GURALUP	CMG-40T
Equipo de detección acústica: micrófono	10	10	ACO	TYPE 7144
Equipo de detección acústica: amplificador	10	10	ACO	TYPE 3348
Equipo de detección acústica: Convertidor DC/DC	10	10	TDK	RDM-12-2R5 (Convertidor DC/DC)
Digitalizadora-registradora	11	10	GEOTECH	SMART-24
Caja impermeable	32	31	Dailite	#200
Multímetro	1	1	Fluke	83-5
Osciloscopio portátil	1	1	Fluke	199B
Computadora portátil	1	1	HP	nx7010
Juego de herramientas	1	1	Hozan Tool Industrial	S-56
GPS portátil	1	1	Garmin	GPS V
Vehículo	1	1	TOYOTA	Casabaca

Total en equipos: 181,985,000 yenes

Como se está buscando mejor ubicación para una repetidora, hay algunos equipos que tienen cantidad instalada diferente a la donada.

ANEXO 5: Gastos Ejecutados en el Proyecto

Parte japonesa

(mil yenes)

Item	Año fiscal 2004	Año fiscal 2005	Año fiscal 2006	TOTAL
Capacitación del CP	842	746	2.278	3.866
Envío de expertos	5.007	1.658	7.554	14.219
Donación de equipos	177.450	4.535	0	181.985
Envío de equipos de estudio		9.867	7.262	17.129
Desembolso del costo local	97	0	0	97
Total				217.296

Parte ecuatoriana

(USD)

REMODELACION SALA REGISTRADORES Y SISMOLOGIA	57627,71
MOBILIARIO REGISTRADORES-SISMOLOGIA	21207,94
INSTALACIONES ELECTRICAS	1306,60
ACOMETIDA RED TELEFONOS	985,04
COMPRA 2 TERRENOS PARA INSTALAC.ESTACIONES	5500,00
CONSTRUCCION CASSETAS	10789,44
GASTOS DESADUANIZACION EQUIPOS JICA	8498,95
MANTENIMIENTO ESTACIONES (Mano de Obra, Combustible, Materiales construcción)	25000,00
VIATICOS PERSONAL	7690,26
Total	138605,94



147

ANEXO6: Lita del Personal contraparte

Nombre	Puesto de trabajo	Cargo en el Proyecto	Observaciones
Hugo Yepes	Director del Instituto Geofísico(IG) de la Escuela	Dirección de proyecto	
Patricio Ramón	vulcanólogo de IG	Coordinación	
Patrica Mothes	vulcanóloga de IG	Coordinación	
Alexandra Alvarado	Jefa del Area de Sismología de IG	Coordinación	
Indira Molina	Investigadora de IG	Análisis	Hasta agosto de 2006
Alexander Garcia-Aristizabal	Investigador de IG	Análisis	Hasta mayo de 2006
Pablo Palacios	Sismólogo de IG	Análisis	
Liliana Troncoso	IG	Análisis	
Monica Sagovia	Encargada de la red nacional de IG	Análisis	
Mayra Vaca	Jefa del Area Tecnica de IG	Mantenimiento de equipos	
Maria Cristina Ramos	Ingeniera de campo	Mantenimiento de equipos	
Lorena Gomezjurado	Auxiliar de Campo	Mantenimiento de equipos	
Santiago Arrais	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Christian Cisneros	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Eddy Pinajota	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Freddy Vásconez	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Pablo Marcillo	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Andrés Cadena	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Miryam Paredes	Auxiliar de Campo	Mantenimiento de equipos	
Ethelwoldo Jua	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Wilson Enríquez	Profesor principal	Mantenimiento de equipos	
Carlos Ayol	Servicios Generales	Mantenimiento de equipos	
Diego Barba	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Pablo Cobacango	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Pablo Palacios	Asistente de Campo	Mantenimiento de equipos	
Vinicio Cáceres	Tecnólogo principal	Mantenimiento de equipos	



 147

ANEXO 7: Lista de Artículos y Ponencias Científicos

1 . Artículos Publicados

<<Resultados del Proyecto>>

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.

<<Resultados Relacionados al Proyecto>>

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.

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.

2 . Ponencias Verbales

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.

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.

Molina, I, H. Kumagai and J. Le Pennec, M. Hall, 2004, Three-dimensional P-wave velocity structure of Tungurahua Volcano, Ecuador, *IAVCEI General Assebmly 2004*, s08b_o_10.

Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Source process of tremor at Guagua Pichincha Volcano, Ecuador, inferred from waveform inversion, *IAVCEI General Assebmly 2004*, s08b_o_14.

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.

Garcia-Aristizabal, A, H. Kumagai and M. Nakano, 2004, Source process of tremor inferred from waveform inversion, *EOS, transactions*, V14B-03.

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*.

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*.

HY

収集資料リスト

名称	形態	入手元
トゥングラワ火山画像	CD	花田専門家
火山防災ポスター	ポスター	カサコトパキシ
火山災害リスクマップ	地図・パンフレット	カサコトパキシ
子供向け啓蒙活動教材	地図・パンフレット・ポスター	カサコトパキシ
活動紹介パンフレット	地図・パンフレット	カサコトパキシ
トゥングラワ火山レポート	レポート	IG

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, YAMAGUCHI Saburo, 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, 1 April 2007

Mr. YAMAGUCHI Saburo
 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
 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

Ver. 2

Date: 1 April 2007

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>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 prevention.</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> <ul style="list-style-type: none"> -Investigators for seismography and seismic analysis. -Staff for operation and maintenance of the equipment <p>2) Sub-Counterpart</p> <ul style="list-style-type: none"> -Investigators for seismography and seismic analysis. <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> <ul style="list-style-type: none"> -Expert on seismography. -Expert on analysis of long-period and very-long-period events. -Expert on volcanic disaster prevention. <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 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)

