

フィリピン共和国

第二次地震・火山観測網整備計画

基本設計調査報告書

平成 14 年 3 月

国際協力事業団
財団法人日本気象協会

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の第二次地震・火山観測網整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成 13 年 9 月 17 日から 10 月 19 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、フィリピン政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 13 年 1 月 10 日から 1 月 21 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成 14 年 3 月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗

伝 達 状

今般、フィリピン国における第二次地震・火山観測網整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成13年9月11日より平成14年3月22日までの7ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、フィリピンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

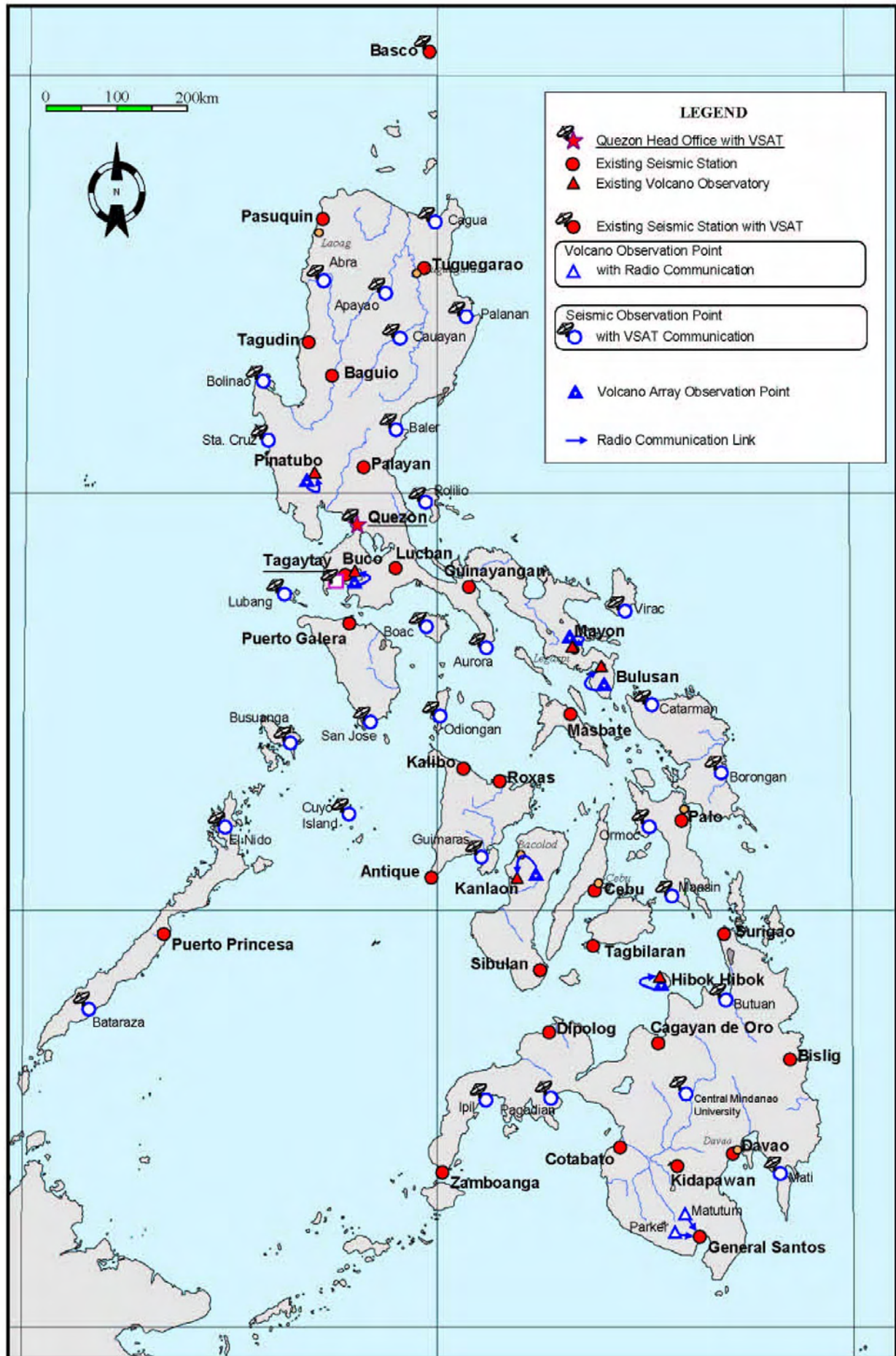
つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成14年3月

財団法人 日本気象協会
フィリピン国
第二次地震・火山観測網整備計画
基本設計調査団
業務主任 赤津 邦夫



フィリピン国周辺地図



第一次・第二次整備計画によるフィリピン国内の地震・火山観測点

目 次

序文

伝達状

プロジェクト概念図

フィリピン国周辺地図

第一次・第二次整備計画によるフィリピン国内の地震・火山観測点

要約

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1 - 1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1 - 1
1-1-1 現状と課題.....	1 - 1
1-1-2 開発計画.....	1 - 5
1-1-3 社会経済状況.....	1 - 5
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1 - 6
1-2-1 要請の背景・経緯.....	1 - 6
1-2-2 要請の概要.....	1 - 7
1-3 我が国の援助動向.....	1 - 8
1-4 他ドナーの援助動向.....	1 - 8
第2章 プロジェクトを取り巻く状況.....	2 - 1
2-1 プロジェクトの実施体制.....	2 - 1
2-1-1 組織・人員.....	2 - 1
2-1-2 財政・予算.....	2 - 3
2-1-3 技術水準.....	2 - 3
2-1-4 既存の施設・機材.....	2 - 4
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況.....	2 - 6
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2 - 6
2-2-2 自然条件.....	2 - 6
2-2-3 その他.....	2 - 7

第3章 プロジェクトの内容	3 - 1
3-1 プロジェクトの概要	3 - 1
3-2 協力対象事業の基本設計	3 - 1
3-2-1 設計方針	3 - 1
3-2-2 基本計画	3 - 2
3-2-3 基本設計図	3 -30
3-2-4 施工計画／調達計画	3 -59
3-2-4-1 施工方針／調達方針	3 -59
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項	3 -60
3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分	3 -60
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画	3 -61
3-2-4-5 資機材等調達計画	3 -62
3-2-4-6 実施工程	3 -64
3-3 相手国側分担事業の概要	3 -66
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3 -66
3-5 プロジェクトの概算事業費	3 -68
3-5-1 協力対象事業の概算事業費	3 -68
3-5-2 運営・維持管理費	3 -71
3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 -75
第4章 プロジェクトの妥当性の検証	4 - 1
4-1 プロジェクトの効果	4 - 1
4-2 課題・提言	4 - 6
4-3 プロジェクトの妥当性	4 - 6
4-4 結論	4 - 7
〔資料〕	
1. 調査団員・氏名	資 1 - 1
2. 調査日程	資 2 - 1
3. 相手国関係者リスト	資 3 - 1
4. 当該国の社会経済状況	資 4 - 1
5. 討議議事録 (M/D)	資 5 - 1
6. 事業事前評価表	資 6 - 1
7. 参考資料／入手資料リスト	資 7 - 1

要 約

フィリピン国（以下「フィ」国）は、我が国と同様、環太平洋地震・火山帯に属し、7,000以上の島々からなる島嶼国である。国土全体をフィリピン海プレート、ユーラシアプレート等のプレート群に囲まれていることに加え、国土を南北に縦貫するフィリピン断層（約1,600km）をはじめとする多数の活断層群が確認されており、複雑な地殻構造を有する国である。

「フィ」国では、このようなプレート群の地殻変動に伴い、大小様々な地震や火山の噴火が発生している。近年の大規模な地震・火山災害は次のとおり。

- ・ミンダナオ島南方沖地震（1976年、マグニチュード（M）7.9、死者約3,500名）
- ・ルソン島中部地震（1990年、M7.6、死者約1600名）
- ・ピナツボ火山大噴火（1991年、死者約400名、避難者数約90,000名）
- ・マヨン火山噴火（1993年、死者約70名、負傷者約100名、避難者数約60,000名）

このように「フィ」国は、頻発する地震・火山災害により、多大な人的・経済的損害を被っていることを踏まえ、地震・火山活動監視体制の強化、防災体制の確立等にかかる政策を推進している。「フィ」国国家中期計画（1999～2004年）においても、災害監視体制、防災対策強化が重点項目として謳われている。

「フィ」国の地震・火山活動を監視し、防災計画については政策立案において中心的役割を担うのが、フィリピン地震・火山研究所（Philippine Institute Volcanology and Seismology: 以下 PHIVOLCS）である。

PHIVOLCS に対しては、我が国無償資金協力「地震・火山観測網整備計画（1999年）」が実施され、旧式で老朽化していた観測機材に替わり、先進の観測機材が整備された。その結果、検知レベル、観測精度、災害情報発信時間等の面で改善が図られ、PHIVOLCS の監視能力は大幅に向上した。

しかしながら、観測所数の不足により、国土全域を十分に監視できないことに加え、以下のような問題を抱えている。

- ① マグニチュード（M）4.0クラスの地震を観測できない。
→ 現在の下限はM4.7程度。（M4.0でも被害は大きい）
- ② 災害発生から災害情報発信まで45分以上かかる。
→ 初動体制の遅れにより、津波等の被害が拡大する。
- ③ 微弱な火山活動（地下のマグマ活動等）を観測できない。
→ 噴火予知精度が低い。避難勧告等を適切に発令できない。

防災体制を確立し、国家中期計画の目的を達成するには、PHIVOLCS の災害監視能力の更なる向上、災害情報の迅速な発信等が必要不可欠である。しかしながら、現有の観測機材のみで目的を達成することは不可能であるとの認識に基づき、「フィ」国政府は地震・火山活動観測機材調達に必要な無償資金協力を我が国に要請した。

「フィ」国からの要請を受け、日本国政府は基本設計調査の実施を決定した。国際協力事業団は、平成13年9月17日から10月19日まで基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は、現地にて「フィ」国政府・PHIVOLCS関係者と要請内容について協議し、プロジェクトサイトの実地調査、関連資料収集等を行った。

調査団は、要請内容を踏まえつつ、PHIVOLCSの機材運用・維持管理能力、最適機材配置計画等の様々な観点から、最適な機材内容、規模・数量を検討し、基本設計案を作成した。これを基に同事業団は、平成14年1月10日から21日まで基本設計概要説明調査団を「フィ」国に派遣し、基本設計案の説明および協議を行った。最終的に提案された基本設計の概要は以下のとおり。

- (1) 中周期地震計機材（6ヶ所）
- (2) 広帯域地震計機材（7ヶ所）
- (3) 短周期及び強震計等（1ヶ所）
- (4) 火山観測点の新設（2ヶ所）
- (5) データ処理・解析システム拡充機材（PHIVOLCS本部）
- (6) 通信衛星データ伝送システム（VSAT）関連機材（1ヶ所）
- (7) 機動観測機材一式（30式）
- (8) 地震観測点の新設及び観測・データ伝送機材（VSAT）（29ヶ所）
- (9) 火山集中観測用機材（6ヶ所）
- (10) データ処理・解析機材（6ヶ所）
- (11) ミラーセンター（本部バックアップ機能）用機材の設置（1ヶ所）
- (12) 電源装置（メイン、バックアップ）

なお、本プロジェクトの工期は、約33.5ヶ月、概算事業費は16.15億円（日本側15.98億円、「フィ」側17.0百万円）と見込まれる。

本プロジェクト実施により、「フィ」国全土をカバーする地震・火山観測網が構築され、検知レベル、観測精度が大幅に改善される。従来検知不可能であったM4.0レベルの地震を全て検知し、噴火予知に必要な微弱な火山活動も把握できるようになるため、より詳細で正確な災害情報を発信できるようになる。更には、通信衛星を使ったデータ伝送システムにより、多量の観測データを短時間で収集できるため、災害情報を迅速に国民に提供できる（プロジェクト実施前45分以上→実施後10～15分）。地震・火山災害において、初動体制の遅れは被害の拡大に繋がることを考えると、改善効果は非常に大きい。

実施機関であるPHIVOLCSの組織的能力も非常に高い。海外留学経験者、博士号所有者が多数在籍し、日常の観測業務に加え、様々な研究開発、海外との共同研究を実施している。また、前回の計画で整備された機材は、適切な維持管理のもと有効に活用されていることが、今回の調査時に確認されている。更には、本プロジェクト実施に必要な運用・維持管理費も十分確保できる見込みである。

プロジェクト効果、先方の組織能力等を総合的に検討した結果、本プロジェクトを実施する意義は高い。更に、頻発する地震・火山災害により、貧困層を含む多数の「フィ」国民が、人的・経済的被害を被っていることを踏まえると、本プロジェクトは、広く国民の生活向上に寄与するものであるといえる。従って、本プロジェクトを我が国の無償資金協力にて実施することは妥当である。

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

フィリピン国（以下「フィ」国）は、我が国と同様に環太平洋地震・火山帯に属し、7,000以上の島々からなる島嶼国である。列島周辺には、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、セレベス海プレート等のプレート群が存在し、プレートテクトニクス理論（地球上には10数枚のプレートが存在し、それらが年間数cm～10cm程度の速度で平行に移動している）的見地からみて、非常に複雑な地域である。

列島東側のフィリピン海溝にはフィリピン海プレートが、西側のマニラ海溝にはユーラシアプレートが沈みこんでいる。これらの地殻運動は、地盤に歪を発生させるため、両海溝に挟まれているフィリピン列島一帯には、南北1,600kmに亘るフィリピン断層をはじめ、数多くの活断層が確認されている。（図1-1に「フィ」国内の主な断層と海溝の位置を示す）。

各プレートは、相互に関連しつつ複雑な運動を長年繰り返し、地殻の隆起、陥没、横ずれ等様々な地殻変動を引き起こす。現在の「フィ」国もこうした地殻変動により形成された。また、こうしたプレート運動による地殻変動は、地震や火山噴火を引き起こすことは広く知られている。

このようなプレート群や活断層は絶えず変動しているため、「フィ」国では、地震や火山の噴火が頻発している。地震は国土のどこかで毎日発生しており（有感・無感、平均5回/日）（図1-2に「フィ」国の地震分布を示す）、数多くの活火山が存在する。「フィ」国北部のピナツボ火山、南部のマヨン、ブルサン火山は有名である。近年の代表的な地震・火山災害は以下のとおり。

- ・ ミンダナオ島南方沖地震

1976年、ミンダナオ島南方沖を震源とするマグニチュード（M）7.9の地震。この地震により津波が発生し、ミンダナオ島南部の沿岸全域を襲った。津波の高さが7mに達したところもあった。沿岸部に居住していた住民を中心に、8,000名以上が死亡した。

- ・ ルソン島中部地震

1990年、ルソン島中部のバギオ市を中心とする地域で発生したM7.6の地震。2,600名以上が死亡。有名な避暑地であるバギオ市では、ホテル等の鉄筋コンクリート建造物が多数倒壊し、甚大な被害が発生した。近隣のタグパン市では、液状化現象による建造物の倒壊が確認されている。

- ・ ピナツボ火山の大噴火

1991年に発生した今世紀最大級の火山噴火。死者・行方不明者 900 名以上、避難者数 90,000 名以上に達した。

多量の火砕流、溶岩流が流れ出し、広大な地域を埋め尽くした。厚さ 200mに達したところもある。これら堆積物は泥流となって流れ出し、河川下流域に甚大な被害をもたらした。噴火後 10 年近く経過した現在でも、その痕跡を各地で見取れる。

また、火山灰が上空 30,000mまで上昇し、航空機の運行に重大な影響を及ぼしたほか、降灰の影響でマニラ空港が閉鎖される等、甚大な被害をもたらした。

- ・ マヨン火山の噴火

1993年発生。死者約 70 名、避難者 60,000 名以上。この火山は、1968、1978、1993 年と短周期で噴火を繰り返しており、その度に甚大な被害をもたらした。

2000年に再び活動が活発化し、2000、2001 年と噴火が確認されている。現時点で大きな被害は出ていないが、予断を許さない状況にある。

このように「フィ」国では、大規模な地震や火山の噴火が頻発しており、その度に甚大な人的・物的損害が発生している。かかる状況を鑑み、「フィ」国政府は、地震・火山活動の監視体制、防災対策の強化を国家目標の 1 つに掲げ、国家計画等を策定し、積極的に推進している。

しかしながら、「フィ」国の地震・火山活動の監視体制は、その果たすべき役割に比して、十分とは言えない。また、都市への人口集中、構造物の低耐震性等が、被害を拡大する一因となっている。

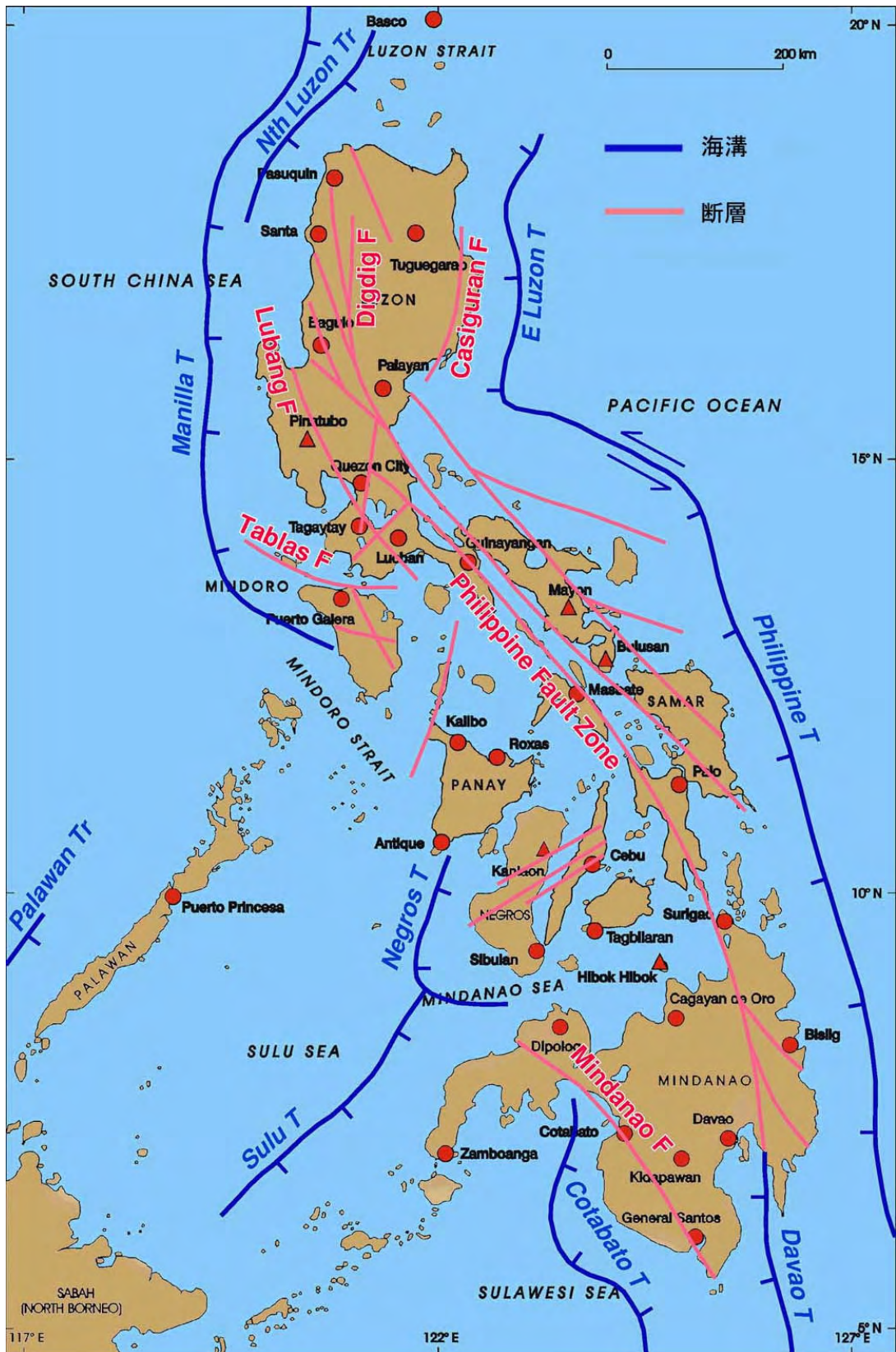


図 1-1 フィリピンの主な断層と海溝

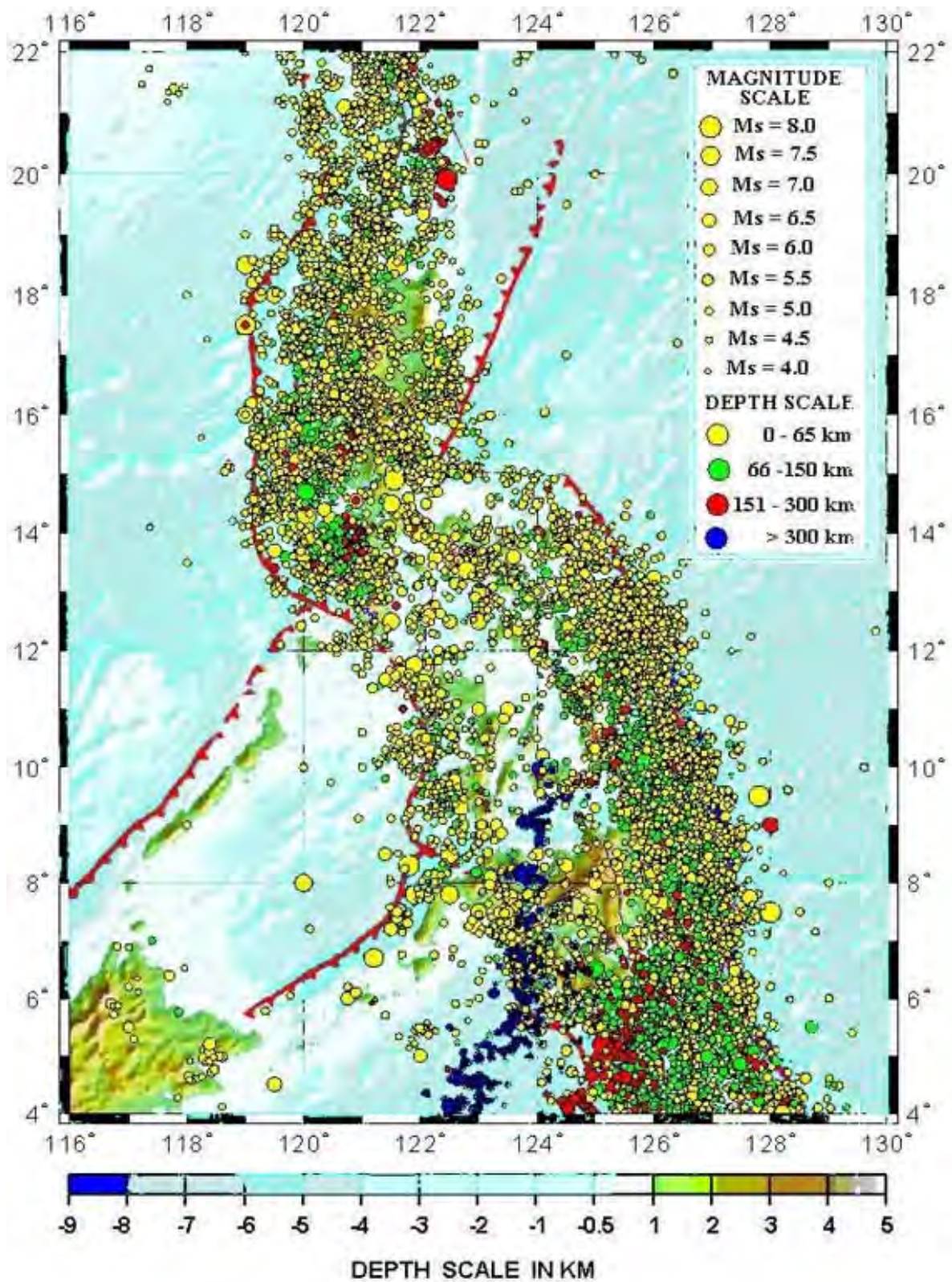


図 1-2 フィリピン地域における地震の分布(1608~1999)

1-1-2 開発計画

エストラダ政権打倒後に成立したアヨロ政権は、様々な改革を推進している。政策の中心の1つが、フィリピン国家中期計画（1999～2004年）である。同計画は7つの柱（総合方針、社会改革・開発方針、農業・農地改革及び天然資源開発方針、工業・サービス開発方針、社会基盤整備方針、行政改革方針、マクロ経済構造改革方針）からなる。

国家レベルでの防災対策の強化、災害復旧のための防災管理等の災害に関する計画は、「社会改革・開発」の中の「社会福祉と地域開発」において謳われている。

自然災害に関する業務を所掌する科学技術省（Department of Science and Technology: 以下 DOST）は、国家中期計画の方針を受けて、DOST 中期計画（1999～2004）を策定した。その中では、自然災害対策及び被害の軽減が継続強化プログラムとして計画されている。中でも、「フィ」国に甚大な被害をもたらしている国内の地震・火山活動監視に焦点が置かれ、観測網の早急な整備の必要性が謳われている。

1-1-3 社会経済状況

「フィ」国において度重なる地震・火山噴火は、経済発展を阻害する一要因である。「フィ」国は頻発する地震や火山噴火活動等の自然災害により、貧困層を中心に多くの生命や財産を失い、社会経済活動に大きな被害を受けてきた。

「フィ」国の主要産業である製造業・貿易業は、その機能の大部分が大都市に集中している。それら大都市の多くは、災害、特に地震に対しては脆弱な構造となっており、災害時の人的・経済的損失は計り知れない。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

1-2-1 要請の背景・経緯

前述のとおり、「フィ」国では、地震および火山の噴火が頻発しており、その被害は「フィ」国の大きな負担となっている。監視および防災体制が不十分であることに加え、都市への人口集中、低耐震性構造物等の問題が、被害を拡大する要因となっている。

かかる状況を鑑み、「フィ」国は災害に強い国家体制を構築するために必要な国家計画、政策を推進してきた。上述した中期国家計画もこの一環である。

「フィ」国の地震・火山活動の監視、国家的防災計画の策定の中心的役割を担っているのが、DOST傘下のフィリピン火山・地震研究所（Philippine Institute of Volcanology and Seismology: 以下 PHIVOLCS）である。PHIVOLCS は通常の監視活動や災害情報発信業務に加え、ハザードマップの作成、市民への啓蒙活動等も行っている。

PHIVOLCS に対しては、我が国無償資金協力「地震火山観測網整備計画（一次整備計画）（1998 年）」が実施され、旧式の老朽化したアナログ機材に替わり、先進のデジタル機材が整備された。

一次整備計画実施以前の PHIVOLCS の監視能力は、必ずしも高くはなかった。大部分の地震計や時刻計測装置は、低感度・低性能であったため、検知可能な地震レベルは限られるとともに、観測誤差も非常に大きかった。その結果、地震発生時刻、震源位置・マグニチュード等、基本的な地震情報についてさえ正確に把握できない状況であった。更に、収集した観測データを高精度かつ高速で処理・解析するシステムが無かったため、一刻一秒を争う災害情報を、正確かつ迅速に国民に提供することが出来なかった。一次整備計画の実施により、災害検知レベル、観測精度、情報伝達速度等の様々な面で大幅な改善が図られるとともに、広域的な観測網が整備された結果、PHIVOLCS の災害監視能力は総合的に向上した。

しかしながら、「フィ」国の地震および火山の噴火活動の状況を鑑みた場合、PHIVOLCS の監視能力は十分でない。34ヶ所の観測所（フィリピン 約 0.113ヶ所/万 km²、日本 約 21.6ヶ所/万 km²、台湾 約 16.9ヶ所/万 km²）および現有の機材では、国土全域で発生する地震や噴火活動を正確かつ迅速に把握できない。実際、M4.7 程度以下の地震、微弱な火山活動等は観測不可能である。更には、地震発生から災害情報発表までに 45 分以上もかかっている。初動体制の遅れが被害の拡大につながることを鑑みると、このような状況は早急に改善する必要がある。

国家中期計画の目的の 1 つである「災害監視体制の強化、防災体制の強化」を達成するには、PHIVOLCS の監視能力を強化することが必要不可欠である。このような認識に基づき、「フィ」国政府は、地震・火山活動観測機材調達に必要な無償資金協力を我が国に要請してきた。

1-2-2 要請の概要

「フィ」国からの要請内容は次のとおりであり、

- 1) 既設観測所の機材整備・更新（35ヶ所）
既設観測所の観測機材（中・長周期地震計等）の整備とブコ既設火山観測所等の観測機材整備
- 2) 火山集中観測点の新設（6火山×3ヶ所=18ヶ所）
- 3) 火山集中観測点用中継点の新設（9ヶ所）
- 4) 火山観測点の新設（13ヶ所）
- 5) 地震観測点の新設（19ヶ所）
- 6) 火山・地震観測点用中継点の新設（9ヶ所）
- 7) PHIVOLCS 本部のデータ処理・解析システムの拡充
- 8) サブセンターの建設及びデータ処理・解析システムの整備（4ヶ所）
- 9) 機動観測機材の整備（30台）
- 10) メンテナンス用車輛

以下の事項を主たる目的としている。

- ・ 火山観測体制の強化
- ・ マグニチュード4.0程度以上の全地震を検知
- ・ 地震規模の正確な把握・メカニズム解明に必要なデータの収集
- ・ データ処理・解析システムの拡充
- ・ 本部の代替機能の確保
- ・ 機動観測体制の強化

1-3 我が国の援助動向

我が国の当該セクターに対する援助は、1998年度実施の「フィリピン共和国地震・火山観測網整備計画（第一次整備計画）」である。

技術協力については、以下の実績がある。

- 短期専門家派遣(地震・火山分野、3名、各0.5ヶ月(1991年5月))
- 長期専門家派遣(地震分野、1名、36ヶ月(1995年10月～1998年9月))
- 短期専門家派遣(地震分野、1名、6ヶ月(1997年12月～1998年6月))
- 短期専門家派遣(地震分野、1名、4ヶ月(2000年8月～11月))
- 短期専門家派遣(地震分野、1名、7ヶ月(2001年9月～2002年3月))

また日本と PHIVOLCS が参加している共同研究の実施として以下のものがある。

- アジア自然災害地図作成（日本地質調査所及び東南アジア諸国）
- フィリピン諸島ネオテクトニクス解明総合研究（京都大学）
- フィリピン・タール火山噴火予知と火山災害研究（京都大学）
- West Valley Fault 活動解明のための測地測量調査（東京工業大学）
- マニラ首都圏における地盤特性解明のための高密度常時微動観測調査（関東学院大学）

1-4 他ドナーの援助動向

地震・火山観測分野での他のドナーからの援助は確認されていない。

また PHIVOLCS は国内外の関係機関、研究所、大学等と多くの共同研究を実施している。

- 地震ハザードマップの作成（アメリカ地質調査所）
- ルソン島北部における地震災害軽減を目的とした地域住民による観測情報収集システムの構築（UNGP-IPASD）
- 1991年ピナツボ火山の噴火予知およびラハール発生予測の実施（アメリカ地質調査所）

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

PHIVOLCS は地震・火山監視、災害対策、研究等の業務を担当する科学技術省傘下の政府機関である。国内の 29 ヶ所の地震観測所及び 6 ヶ所の火山観測所にて 24 時間体制で監視を行い、災害時には災害情報及び避難情報等も発信している。また、国家の防災計画等策定の中心的役割を果たすとともに、災害対策の啓蒙活動にも力を入れている。

現在 PHIVOLCS の職員数は 232 名で、その内訳は所長室 8 名、火山監視・噴火予知部 57 名、地質・地球物理研究開発部 25 名、地震観測・予知部 88 名、地象災害警報・対策部 20 名、経理・総務部 34 名である。

科学技術省（DOST）の組織図を図 2-1 に、PHIVOLCS の組織図を図 2-2 に示す。

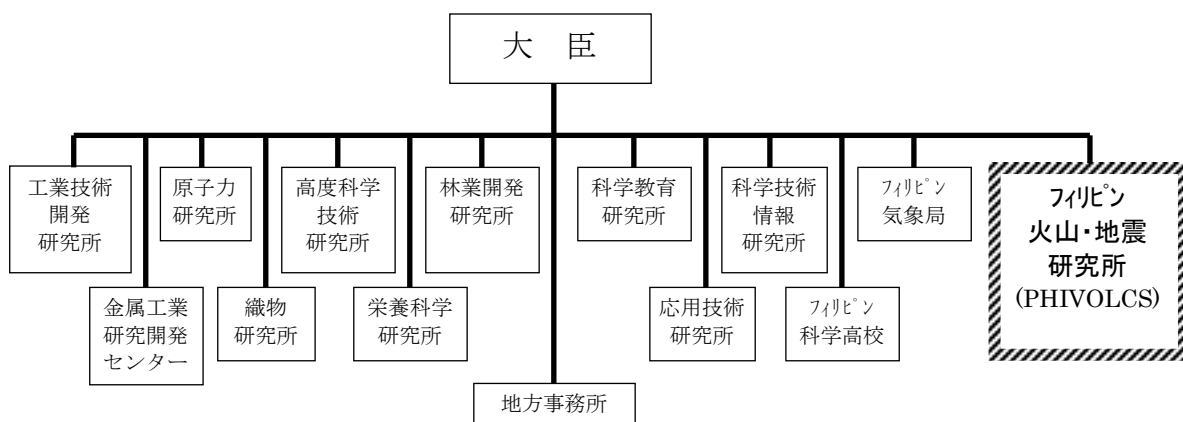


図 2-1 DOST 組織図

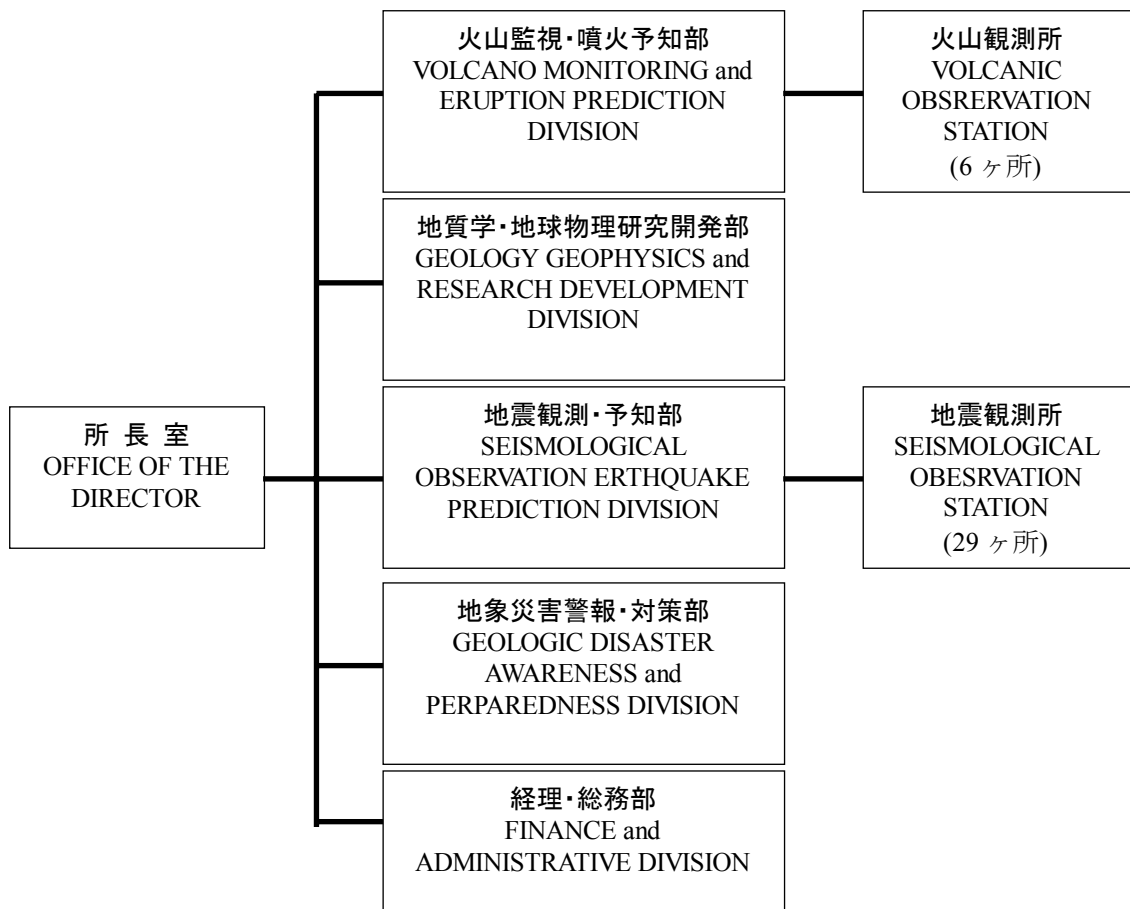


図 2-2 PHIVOLCS 組織図

PHIVOLCS 本部は 1 つの室、5 つの部から構成されており、各部の役割は以下の通りである。

- ・ 所長室

PHIVOLCS の業務全体の統括部門である。

- ・ 火山監視・噴火予知部

火山観測、噴火予知に関する業務を行っている。地方の火山観測所はこの部に属す。

- ・ 地質学・地球物理研究開発部

地質学、固体地球物理学に関する研究・開発(地熱利用等)を行っている。

- ・ 地震観測・予知部

地震観測、地震予知に関する業務を行っている。地方の地震観測所はこの部に属す。

- ・ 地象災害警報・対策部

地震・火山関連の災害対策についての研究を行うとともに、災害時の対処について、一般市民に対する啓蒙活動、情報伝達等に関する業務を行っている。

- ・ 経理・総務部

経理、総務、人事関連の業務を行っている。

2-1-2 財政・予算

PHIVOLCS の年間予算実績及び来年度（2003 年度）からの予算請求額（予定値）は表 2-1 の通りである。PHIVOLCS からの予算要求を DOST が承認し、「フィ」国政府から予算が下りる仕組みとなっており、過去の実績では要求額の 8~9 割程度が年次予算として割り当てられている。

我が国無償資金協力プロジェクト用の予算も確保されていることが特徴である。この予算は無償資金プロジェクト実施中は監理業務等に、プロジェクト実施後は運用・維持管理に充当される。本プロジェクト実施においても同様の予算措置が取られる見込みである。

表 2-1 PHIVOLCS の予算の推移

(単位：千ペソ)

	実質年間予算						予算請求額			
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
人件費	24,633	34,652	37,647	36,696	36,522	45,830	66,570	66,570	66,570	66,570
運用・維持管理経費	35,344	38,624	35,524	40,332	34,658	36,153	41,888	48,214	54,863	56,624
無償資金協力プロジェクト用経費	-	-	7,750	7,480	5,679	6,133	8,404	9,302	9,505	9,700
設備投資予算	41,209	47,000	4,410	17,650	450	7,867	13,476	15,168	17,000	20,000
計	101,186	120,276	85,331	102,158	77,309	95,983	130,338	139,254	147,938	152,894

2-1-3 技術水準

技術系職員・研究員の大部分は、大学で地震・火山に関する課程を終了しており、海外留学経験者、博士号取得者も多い。更に、欧米や我が国の研究機関と共同研究も数多く実施している。

第一次整備計画にて整備された機材を十分に活用・維持管理していることが、基本設計調査時に確認されており、本プロジェクト実施においても、技術的な問題はないと思われる。

PHIVOLCS 職員の構成は以下の通りである。

<u>役 職</u>	<u>人 数</u>
所 長	1 名
次 長	1 名
主任科学研究員	4 名
総括科学研究員	10 名
上級科学研究員	13 名
科学研究員 II	22 名
科学研究員 I	48 名
科学研究解析員	37 名
科学研究助手	43 名
補助員	12 名
事務職その他 (企画官, 司書等を含む)	41 名

2-1-4 既存の施設・機材

第一次整備計画で整備された以下の機材が、PHIVOLCS の主な既存機材である。

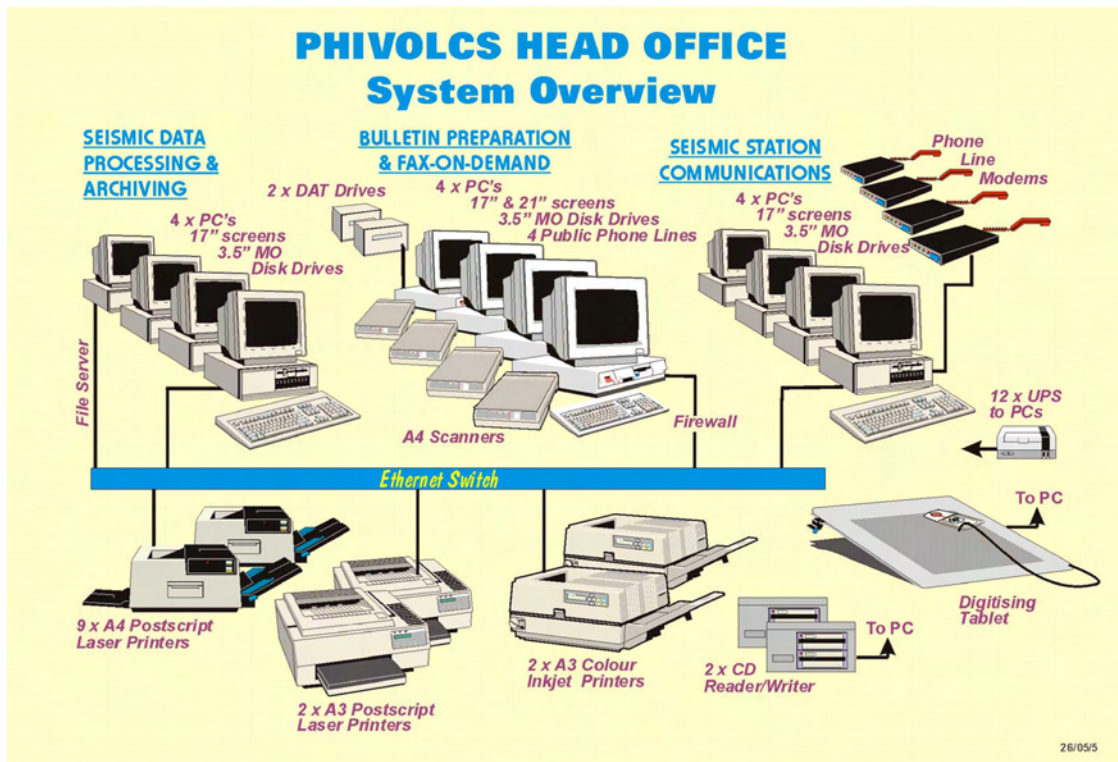
- (1) PHIVOLCS 本部のデータ処理・解析システムの整備
 - ・地震観測データ処理・伝達装置
 - ・地震観測データ処理・解析装置
 - ・維持管理用機材

- (2) 既設地震観測所・火山観測所の機材更新 (34 ヶ所)
 - ・短周期地震観測装置
 - ・強震観測装置
 - ・長周期地震観測装置 (2 ヶ所)
 - ・地震観測データ処理・伝達装置

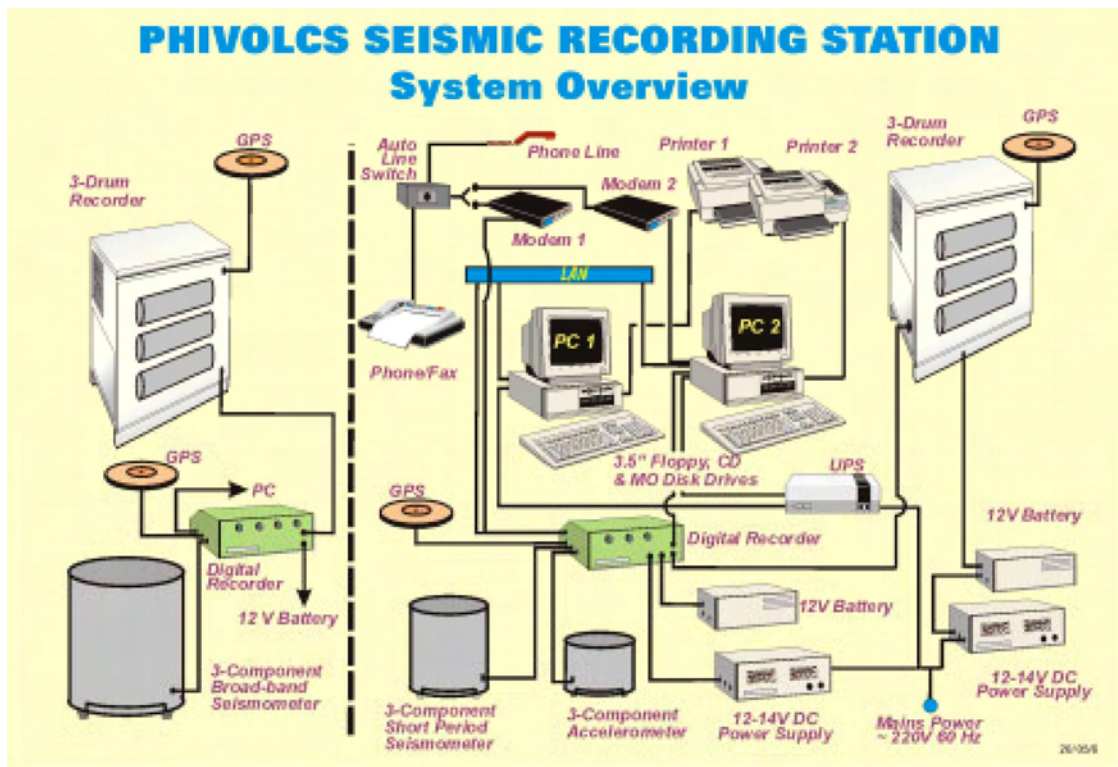
第一次整備計画で整備された機材により、全ての既設観測所で観測・処理されたデータは本局へ送信され、解析・処理システムを用いて迅速・的確に地震情報が発表されている。また、これらの観測データは蓄積されている。

全ての既設観測所には職員が常駐し、定期的な保守管理を実施している。

第一次整備計画で整備されたシステム系統図を図 2-3 に示す。



(PHIVOLCS 本部システム系統図)



(既設観測所システム系統図)

図 2-3 第一次整備計画システム系統図

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 電力

無人地震・火山観測点付近には既存の電力供給施設は存在しないため、電力源はソーラーパネルと蓄電池となる。既存の地震及び火山観測所には、電力供給設備が整備されている。

(2) 道路

火山集中観測点等の設置予定サイトは火山周辺である。このような地域では、車両が通行可能な道路が整備されておらず、急勾配(場合によっては急峻)で狭隘な小道程度である。

(3) 土地取得

本プロジェクトに関係ある 73 サイトのうち、国・州・市が所有する公有地は 54 ヶ所で、民間私有地は 19 ヶ所である。

公有地の借用に必要な手続きは、文書による要請、調整及び覚書の取り交わしである。PHIVOLCS は、第一次整備計画でも同様の手続きで土地の借用を行っており、問題はないと思われる。

民間の私有地については、本プロジェクトの交換公文締結後、PHIVOLCS が速やかに取得手続きを開始する。

2-2-2 自然条件

(1) 気温・湿度

「フィ」国の気候は、ミンダナオ島が熱帯雨林気候帯、その他の地域は熱帯モンスーン型気候帯に属し、一年を通じて高温多湿な環境である。例えばマニラ首都圏のパサイ市は、年平均気温は 27.4℃、年平均相対湿度は 76% である。

本プロジェクトサイトも高温多湿である。中でも、無人地震観測点や無人火山観測点予定サイトは、沿岸部や山間部等の気温、湿度が高い地域にある。

(2) 雷

「フィ」国では、雨期に入る前の 5 月から雨期(6 月から 10 月)にかけて雷雨が頻繁に生じる。世界の年間雷日数分布によると、フィリピンの雷日数は日本の約 2 倍である。従って、観測機材の避雷対策が重要である。

(3) 地 盤

地震動を正確に観測するため、出来る限り固い地質や岩盤が混じっている地層を地震計設置サイトとして選定している。また、火山観測点は火山本体に直接設置するため、センサーの設置に適しているベドロック(基盤岩)のあるサイトを選ぶ。

(4) 台 風

「フィ」国及びその付近を通過する熱帯性低気圧(台風)の数は年間約 20 個で、特に 7 月から 11 月にかけて多い。これら熱帯性低気圧は「フィ」国の東方海上で発生し、同国を通過して南シナ海へ抜ける経路が多いため、特に太平洋側では台風対策が重要となる。

2-2-3 その他

(1) 治安状況への配慮

本プロジェクト対象地域には、ミンダナオ島など、現時点で治安上の問題により外国人による施工等が困難な地域が含まれている。かかる地域における調査、機材の国内輸送及び設置工事は、「フィ」国側の負担事項となる。

(2) 人工ノイズ(振動)

地震動の観測精度には、人工ノイズが大きく影響するため、極力ノイズが少ないサイトを選定する必要がある。

無人地震観測点は、保安上の理由から市街地から比較的近距离に設置されるが、人工ノイズの影響が少ない場所が選定されている。

無人火山観測点や火山集中観測点は、周囲に人工物が存在しない火山の近辺に設置されるため、人工ノイズの影響はない。