

フィリピン共和国
パンパンガ・アグノ河洪水予警報システム改善計画
基本設計調査報告書

平成19年3月
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社

無償

JR

07-075

フィリピン共和国
パンパンガ・アグノ河洪水予警報システム改善計画
基本設計調査報告書

平成19年3月
(2007年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

日本工営株式会社

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、同国のパンパンガ・アグノ河洪水予警報システム改善計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 18 年 10 月 17 日から 12 月 6 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 19 年 3 月 13 日から 3 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。

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

平成 19 年 3 月

独立行政法人 国際協力機構
理 事 黒 木 雅 文

伝 達 状

今般、フィリピン共和国におけるパンパンガ・アグノ河洪水予警報システム改善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、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 18 年 10 月より平成 19 年 3 月までの 6 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。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 19 年 3 月

日 本 工 営 株 式 会 社
フ ィ リ ピ ン 共 和 国
パ ン パ ン ガ ・ ア グ ノ 河
洪 水 予 警 報 シ ス テ ム 改 善 計 画
基 本 設 計 調 査 団
業 務 主 任 奥 田 真 人

要 約

要約

1. 国の概要

フィリピン共和国(以下フィ国)は、7,107 の島々が南北 1,850km、東西 1,100km に点在する群島国家で、その総面積は約 300,000 km²に及んでいる。首都マニラが所在するルソン島が最も大きく 104,683km²、次いでミンダナオ島が 94,596km²、パラワン島 14,896km²と続く。人口は 2004 年時点で 8,300 万人(世界銀行データ)である。

フィ国の気候は熱帯気候に属し、雨期と乾期に別れるが、地勢・季節風及び台風の進路の影響を受け、地域毎に大きく変化する。平均気温は 28℃ から 36℃、湿度は 70 %から 80 %、降雨量は年間平均で約 2,030mm である。年間雨量のほぼ半分は台風によってもたらされる。これは、太平洋のカロリン・マリアナ諸島近辺で発生する台風のほとんどが西ないし北西に進路を取り、フィ国に向かうためである。特に、フィ国の東部、レイテ島からバタネス諸島にかけて台風の影響を最も強く受けている。毎年 20 個程度の台風がこれらの海域で発生し、その半数近くが上陸している。なお、洪水被害は台風にとどまらず、雨期(6 月～11 月)における前線性豪雨によるものも多い。プロジェクト対象地域であるパンパンガ・アグノ両流域はルソン島に属し、雨季には毎年 4～5回の台風の来襲を受けている。

パンパンガ河流域は、東北のカラバロ山脈、シエラマルデ山脈の山岳地帯に流域界を有し、南西にはザンバレス山脈およびピナツボ山に流域界を有する。パンパンガ河はカラバロ山に源を発し、ほぼ南へ流下し、マニラ湾に注ぐ河であり、流路延長約 260km、流域面積約 10,540 km²のフィ国第 4、ルソン島第 2 の河川である。

アグノ河流域は、東側にパンパンガ河流域、北側にカガヤン河流域に接し、アグノ河本流は、コルディレラ山脈に源を発し、リングイアン湾に注ぐ流路延長約 270 km、流域面積 5,952 km²のパンパンガ河に次ぐ河川である。アグノ河は、平均標高 2,000m の山岳地帯を抜け、広大な沖積平野(パンガシナン平野)、河口デルタを形成している。

フィ国の GNP 総額は 2005 年で 1,052 億 US ドル、一人当たりの GNP で 1,232US ドルであり、その主要産業は、海外での就業(サービス産業)と農林水産業である。

フィ国の産業構造は、GDP 構成比率で見ると、第一次産業が 15%、第二次産業が 32%、第三次産業が 53%となっている。その中で農林水産業分野は全就労人口の約 37%を占めており、その主要農産物は米、とうもろこし等の国内需要向けの食用作物とココナッツや砂糖きび、バナナなどの輸出商品作物に分類される。第二次産業のうち最も大きな比率を占めるのは製造業である。製造業の内訳では、食品加工業が最大の比重を占めており、次いで石油・石炭製品となっている。第三次産業では、とくに情報通信・ビジネスのアウトソーシ

ング、観光などの産業が大きく成長しているとともに、海外での就業所得が GNP の 7%を占め、出稼ぎ労働者がもたらす所得の大きさが確認できる。

フィ国は 20 年以上国家財政赤字に悩まされてきたが、国の財政赤字額は 2002 年以降減少を続けており、2004 年度には対 GDP 比 3.8%まで改善している。しかし、財政赤字は依然としてフィ国経済にとって最重要課題であり、2008 年までの財政均衡達成を目標に、税制改革や徴税強化等の歳入改善策と予算執行の厳格化等の歳出抑制策に努めている。税制改革では、2006 年 2 月に付加価値税率が 10%から 12%に引き上げられ、800 億ペソの税収増が期待されている。

フィ国の経済成長率は、アジア通貨危機の影響で 1998 年にマイナス成長に転落後、回復の兆しがあったが、主要な輸出産業となっていたエレクトロニクス産業が世界的な IT バブルの崩壊で再び停滞した。現大統領のアロヨ政権に入ってから、アジア通貨危機以前の水準に回復しており、2003 年には 4.7%、個人消費に牽引された 2004 年には 6.1%を達成し、2005 年も実質経済成長率は 5.1%で、減速はしたものの当初予想を上回っている。

2. 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

フィ国は洪水による被害軽減対策の一環として、ルソン島主要流域であるパンパンガ河、アグノ河、カガヤン河、ビコール河流域を対象とした洪水予警報システムを日本政府の無償・有償資金協力によって整備してきた。これらの洪水予警報システムは、当該流域での洪水被害の軽減に貢献してきている。

しかし、今回要請の対象とされたパンパンガ河、アグノ河流域については洪水予警報システム整備後 10 年から 30 年が経過しており、老朽化が著しくスペアパーツが不足している。また、両システムは、老朽化に加え、90 年代のピナツボ火山噴火による火山泥流、バギオでの地震等の災害によりダメージを受けており、当初の機能を十分発揮できない状態になっている。

このような状況の下、フィ国はパンパンガ河、アグノ河流域を対象とした洪水予警報システムのリハビリに必要な機材整備を、わが国に無償資金協力にて要請してきた。

この要請を受け、日本政府は、要請の緊急性、妥当性を検討するため、2003 年 11 月に予備調査を実施した。同調査の結果、実施の必要性・妥当性は認められるものの、基本設計調査実施の前提として、①先方組織改善の状況をモニタリングし運営・維持管理面（予算含む）において問題ないことを見極めること、②VAT (Value Added Tax: 付加価値税)問題が解決されること、の 2 点が課題として挙げられた。

実施機関である PAGASA (Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration: 気象天文庁)では、その後、技術協力プロジェクトが実施され、その結果、組織改善が進展しており、技術的にも向上したことが確認された。また、VAT 問

題についてもフィ国政府が解決に向けた対応を開始したことを受け、無償資金協力の基本設計調査を実施した。

パンパンガ河、アグノ河流域の洪水予警報システムには、上記に挙げたように老朽化やスペアパーツの不足と故障や損傷等の問題に加え、観測局および地方監視事務所(サブセンター)とマニラに位置する中央監視センター(DIC:Data Information Center)を結ぶ基幹多重通信網において、近年発達した携帯電話による混信のため、通信の中断が頻発するなど不安定な状況にあり、中央監視センターでのリアルタイム監視や洪水関連情報の正確かつ迅速なデータ伝送が出来ない状態となっており、結果として住民に対して適時、的確な情報提供ができず、避難活動が遅延し被害が拡大するという大きな問題が存在している。

3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

国際協力機構は、2006年10月17日から12月6日まで基本設計調査団を現地に派遣し、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た。帰国後、国内解析を経て基本設計概要書を作成し、2007年3月13日から3月21日まで基本設計概要説明のための調査団を現地へ派遣した。

本プロジェクトは、当初リハビリ無償資金協力として要請があったが、予備調査の結果、既存機材、および既存予警報システムのリハビリのみでは周波数の混信や、河川変動により水位計が埋没したためデータ観測が行えない観測局等の問題を解決できず、洪水予警報システムとして十分な機能を満足するだけの効果は見込めない。このため先方実施機関との協議結果を踏まえ、以下の方針のもと、一般無償資金協力として見直した。

1) 洪水予警報システムの改善

維持管理の容易性、機器更新の経済性を踏まえて、既存洪水予警報システムを改善する。

2) 観測局の新設

現在の社会・経済的ニーズや流域都市の発展状況に即した、観測局を新たに設置する。

種 別	流域	局 数	
雨量観測局	パンパンガ河	6(4)	8(4)
	アグノ河	2(0)	
雨量・水位 観測局	パンパンガ河	10(8)	18(15)
	アグノ河	8(7)	
中継・雨量 観測局	パンパンガ河	1(1)	2(2)
	アグノ河	1(1)	

()は、既設観測局数

3) 基幹多重通信網の改善

基幹多重通信網は、サブセンターと DIC との通信、関連機関との連絡を目的として整備されたが、携帯電話との混信により通信が途絶するなど不安定な状況にある。特に関連機関間における迅速、的確な防災情報の収集・提供のためには、信頼性の高い通信網が不可欠であり、既設基幹多重通信網を 7.5GHz に変更し回線信頼性の改善を計画する。また、距離の短い関連機関との回線は 18GHz の回線にて構築する。

種 別	流域	対象局名称
7.5GHz 帯	パンパンガ河	・サイエンスガーデン～ サンラファエル～ ガパン ～ カバナツアン～ パンタバンガンダム ・サンラファエル ～ サンフェルナンド*
	アグノ河	・カバナツアン ～ タルラック ～ ロサレス
18GHz 帯	パンパンガ河	サイエンスガーデン～ 灌漑庁～ 市民防衛局

* サンフェルナンドは新設サブセンター

4) サブセンターの配置

サブセンターは、地域の河川状況を把握するとともに、地域住民、地域行政機関等に対してリアルタイム情報を提供する責務を有しており、地域防災活動の効率化・活性化のために、当該河川流域により近い地方地域に設置されることが有効である。現在、パンパンガ流域サブセンターは、流域外のマニラの中央監視センター内に併設されているため、当該流域内に移設される計画である。パンパンガ・サブセンターの建屋は、相手国実施機関である気象天文庁により建設される予定であるが、センターに設置する洪水予警報機材を本プロジェクトにより整備する。

種 別	流域	対象局名称	新設／更新
中央監視センター	—	中央監視局 (DIC: Data Information Center)	更新
流域サブセンター	パンパンガ河	サンフェルナンド サブセンター	新設
	アグノ河	ロサレス サブセンター	更新

5) 関連機関への情報提供システムの改善

市民防衛局 (OCD: Office of Civil Defense)、国家電力庁 (NPC: National Power Corporation)、国家灌漑庁 (NIA: National Irrigation Administration)、公共事業道路省 (DPWH: Department of Public works and Highways) 等関連機関との情報連携は、防災活動上非常に重要であり、これら関連機関へのモニター装置等の機材供与も含めることとした。

6) 洪水予警報情報提供の精度向上

関連機関や流域住民に対して、定量的かつ分かりやすい情報提供を行うには、収集された観測データを解析する演算処理ソフトの導入が必要となる。本プロジェクトでは、これまでわが国が技術指導を行ってきた既存流出予測ソフトを改善して、定量的で精度の高い洪水予測を実現する。さらに新たに氾濫解析ソフトを導入して、氾濫想定箇所や浸水予想高さなどが容易に判断できるよう改善を図るものとする。

なお、既設流出解析ソフトの改善、氾濫解析ソフトの運用・技術指導については、ソフトコンポーネントの枠組みで実施するものとする。

7) 既存施設の改善

既設通信鉄塔の嵩上げや、近隣に橋梁がない水位観測局については、護岸工事を施して、護岸に水位計を固定する。

8) その他

要請のあった警報パトロール車は今回の支援対象とはしなかった。

他方、本プロジェクトの目的が洪水関連情報を適時に正確に地域住民に伝達することであり、プロジェクトの成果確保のため、情報伝達能力・体制の強化・拡大をフィ側の負担事項としている。警報パトロール車は、洪水情報の収集のみならず、情報の行き渡らない遠方の村落への情報の伝達に有効であり、プロジェクトとの相乗効果が期待できるため、フィ側が予算を確保し早急に調達をすべきである。

4. プロジェクトの工期及び概算事業費

本プロジェクトは、観測局 28 箇所(雨量中継局 2 箇所含む)、中継局 5 局、基幹多重無線 7 区間、関連機関 7 箇所等を含みテレメータシステムとしてはその施工規模が大きい。また、洪水時期には洪水予警報システムが継続的に運用されている必要があり、さらに先行して実施すべき土木工事は安全面や建設コスト抑制の観点から雨季を避けて行う必要もあるため、施工時期に制限がある。以上を考慮し、本事業は 2 期に分け施工を計画するものとする。

工期:第1期 E/N～第2期検収まで、約 32 ヶ月(内実施設計期間、約 9 ヶ月)

概算事業費:12.29 億円(日本側事業費:約 11.68 億円、フィ側事業費:約 6,090 万円)

5. プロジェクトの妥当性の検証

1) プロジェクトの効果

①直接効果

- ・ テレメータ観測データの欠測率が現状 50%から 3.6%までに改善される。
- ・ 観測装置の故障により、これまで目視によりデータ観測をしていたために 2 時間程度かかっていた観測データ収集時間が、10 分程度で収集可能となる。
- ・ ソフトコンポーネントを実施することにより、関連機関を含めた洪水予警報システムの運用が円滑に行われ、またハザードマップの作成が可能となることにより、精度が高く分かりやすい洪水予警報情報の提供が可能となる。

②間接効果

- ・ 精度が高く分かりやすい洪水予警報情報が住民に迅速に伝達されることにより、避難までの余裕時間（リードタイム）がより多く確保でき、安全な避難活動が行われることで人命および資産の被害が軽減する。
- ・ ハザードマップ等の整備が進むことにより、住居地区の危険度、避難場所や避難路が明確となり、より迅速で安全な避難が可能となる。

2) 運営・維持管理体制

テレメータ監視システムとしては、基幹多重無線網や水位計の異常・故障はあるものの、定期点検を含めよく管理がなされており、維持管理能力はあると考える。予警報システムの精度維持に関しては、今後、洪水時における流量観測等の作業が特に必要となってくるが、ローカルコンサルタント等にて実施することが可能と考えられる。

3) 妥当性の検証結果

本プロジェクトは前述のような効果が期待され、裨益人口もパンパンガ河・アグノ河流域 200 万人に及ぶと試算される。堤防などハードウェア整備が遅れている地域には、特に洪水予警報システムによる正確で精度の高い情報提供が不可欠である。しかし現在、耐用年数を過ぎている機器の信頼性の低下、河道変化による水位計の故障、携帯電話による基幹多重無線網の混信などシステムの継続運用が難しい状況において、我が国無償資金協力によって本プロジェクトを実施することは、フィ国が取り組む洪水災害の削減、そして地域住民の社会生活の安全確保に繋がるものであり、極めて妥当性が高いものである。

6. プロジェクトのより効果的、効率的な実施のための留意点および提言

本プロジェクトの円滑な実施に特に影響を与えられと考えられる留意事項は、サブセンターの建設と許認可事項である。

サブセンターが建設されなければ、装置が設置できず、システム構成の変更等多大な影響が発生する。また、公共事業道路省等への各種許認可の取得が遅れると、これに伴い工事の工程が大きく遅れることが懸念される。

また、土木工事に対する留意事項としては、施工費、安全面の点より、出水期（6月～9月）を避けて実施する。特に護岸工事ならびに水位計サポート設置工事に際しては、水位が低下する1月～5月の間に実施するため工程管理を厳重に実施する必要がある。

さらに基本的な留意事項としては、現状稼働している洪水予警報システムの停止時間を極力短くすることが重要であり、特に台風シーズンや雨季にはシステム停止を伴わないよう配慮する必要がある。

目 次

序文

伝達状

要約

目次

位置図／完成予想図／写真

図表リスト／略語集

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
1.1.1	現状と課題	1 - 1
1.1.2	開発計画	1 - 4
1.1.3	社会経済状況	1 - 6
1.2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	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 - 9

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
2.1.1	組織・人員	2 - 1
2.1.2	財政・予算	2 - 2
2.1.3	技術水準	2 - 3
2.1.4	既存施設・機材	2 - 5
2.2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2 - 13
2.2.1	関連インフラの整備状況	2 - 13
2.2.2	自然条件	2 - 22
2.2.3	社会条件	2 - 30
2.2.4	環境社会配慮	2 - 33
2.2.5	その他	2 - 33

第 3 章 プロジェクトの内容

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 - 2
3.2.1	設計方針	3 - 2
3.2.2	基本計画(施設計画／機材計画)	3 - 7
3.2.3	基本設計図	3 - 20
3.2.4	施工計画／調達計画	3 - 21
3.2.4.1	施工方針／調達方針	3 - 21
3.2.4.2	施工上／調達上の留意事項	3 - 22

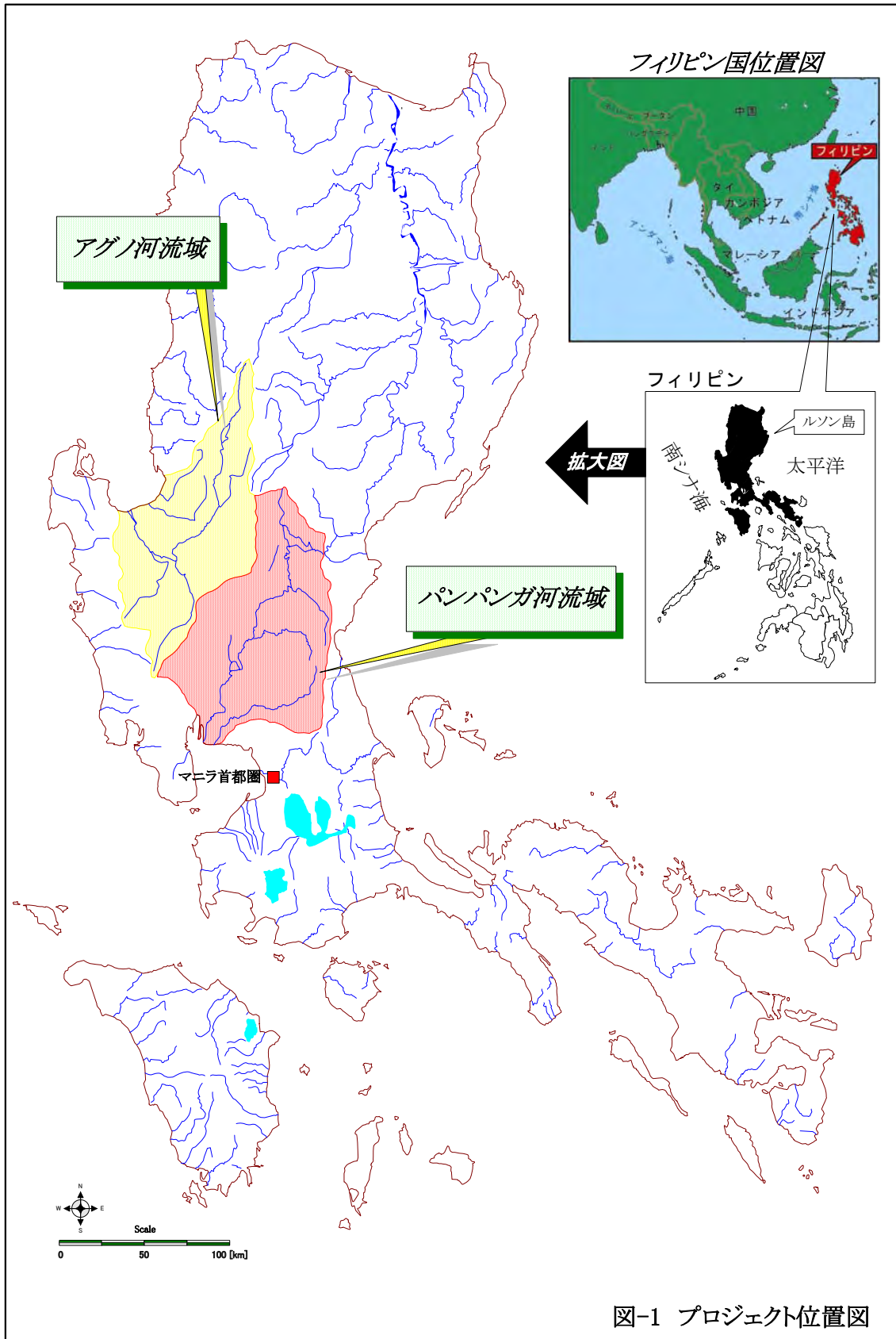
3.2.4.3	施工区分／調達・据付区分	3 - 23
3.2.4.4	施工監理計画／調達監理計画	3 - 24
3.2.4.5	品質管理計画	3 - 26
3.2.4.6	資機材等調達計画	3 - 27
3.2.4.7	初期操作指導・運用指導等計画	3 - 28
3.2.4.8	ソフトコンポーネント計画	3 - 29
3.2.4.9	実施工程	3 - 30
3.3	相手国側分担事業の概要	3 - 34
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 37
3.5	プロジェクトの概算事業費	3 - 39
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3 - 39
3.5.2	運営・維持管理費	3 - 41
3.6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 - 43

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1	プロジェクトの効果	4 - 1
4.2	課題・提言	4 - 2
4.2.1	相手国側の取り込むべき課題・提言	4 - 2
4.2.2	技術協力・他ドナーとの連携	4 - 3
4.3	プロジェクトの妥当性	4 - 3
4.4	結論	4 - 4

資 料

資料 1	調査団員名簿
資料 2	調査行程
資料 3	関係者(面会者)リスト
資料 4	討議議事録(現地調査時)
資料 5	討議議事録(基本設計概要説明時)
資料 6	事業事前計画表(基本設計時)
資料 7	ソフトコンポーネント計画書
資料 8	収集資料リスト
資料 9	添付図表
資料 10	基本設計図



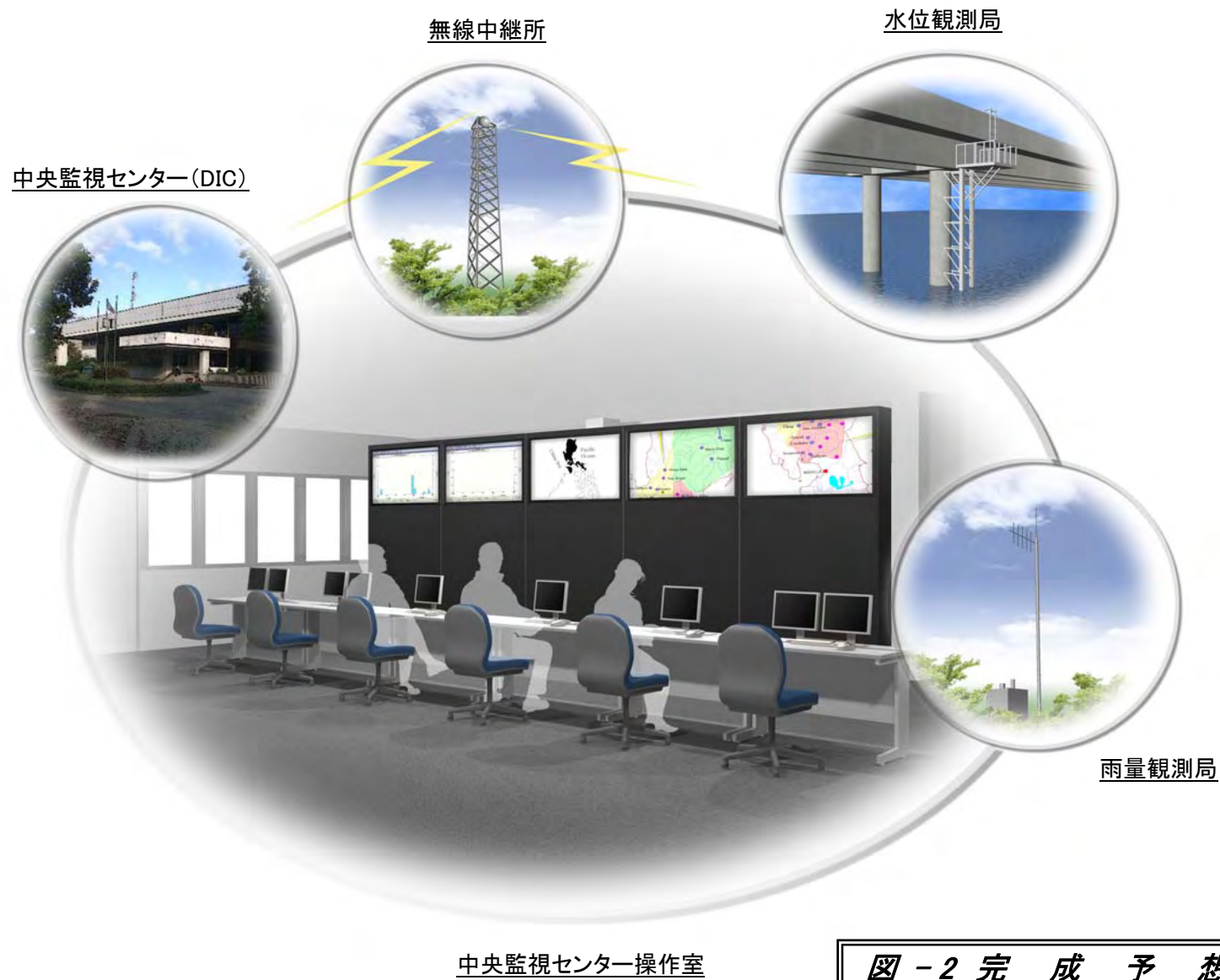


図 - 2 完 成 予 想 図

写 真

(1) パンパンガ河流域



写真- 1 : DIC

建屋外観。洪水予警報システムの監視制御設備が設置され、システム中枢局の位置づけにある。



写真- 2 : DIC

監視制御設備。稼動しているが、老朽化しており、交換部品の製造も中止され、早急な更新が必要である。



写真- 3 : DPWH

関連機関のモニタリング装置の状況。OCD、NIA、NPC 等の他関連機関にも同様な監視装置が設置されているが、混信等の問題によりデータ表示ができない状況にある。



写真- 4 : NIA

多重無線装置の設置状況。老朽化、携帯電話網との混信により、データ欠測が著しく、交換が必要。



写真- 5 : アラヤット雨量・水位局

護岸が侵食されており、観測局舎を移設する必要がある。



写真- 6 : カバナツアン中継局

通信鉄塔の状況。基幹多重通信網の更新に伴い、アンテナが変更となり荷重が増すため、鉄塔の更新が必要。



写真- 7 : カンダバ雨量・水位局
河川変動により周辺に水が滞留するようになり、局舎へのアクセスが困難。局舎建て直しが必要。



写真- 8 : ガバルドン雨量局
当該雨量局は、山の中腹に位置しているため、機材輸送については山裾より人力での搬送が必要である。



写真- 9 : ガパン中継局
800MHz 帯多重無線装置。携帯電話網との混信の影響により機能低下が著しく、他周波数帯（7.5GHz 帯）への移行を要する。

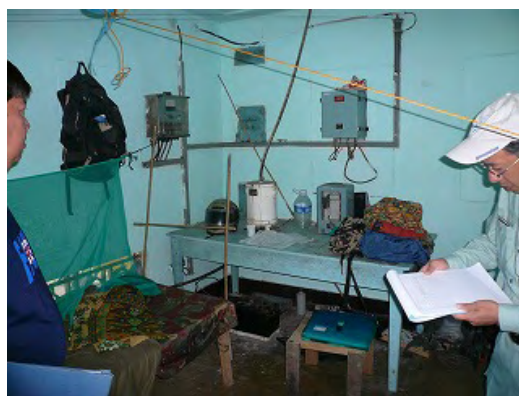


写真- 10 : イボダム雨量局
観測装置等の設置状況。本雨量局は軍隊が常駐している建物に設置されている。

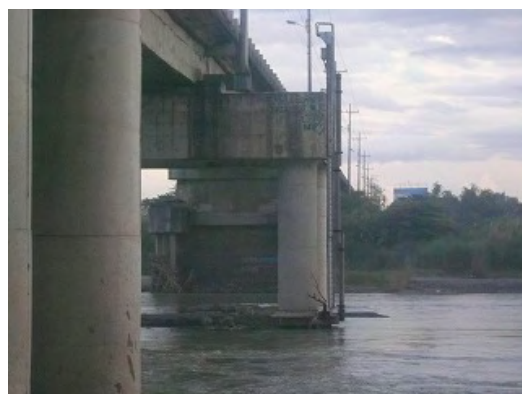


写真- 11 : マヤップヤップ雨量・水位局
水位計（センシングポール式）設置状況。当該局では、水位計の一部と屋外変換器が盗難にあい、観測不可能な状況にある。



写真- 12 : ムノズ雨量局
本雨量局は、公共機関の敷地内に設置され、機器稼動状況は比較的良好である。ただし、バッテリーは老朽化が進み、トラック用バッテリーにて代替している。



写真- 13 : パンタパンガンダム
モニタリング装置状況。パンパンガ河の上流域にあるダムであるが、基幹多重通信網の混信等の問題によりデータの表示が行えない。



写真- 14 : パパヤ雨量局
局舎内機器の設置状況。局舎内には、観測装置、自記式記録計、太陽電池配電盤、雨量計バケット、バッテリー等が設置される。



写真- 15 : サパンプホ雨量・水位局
センシングポールタイプ水位計。当該局は 3 基あるセンサのうち、1 基が故障しており、水位測定が不可能である。



写真- 16 : サスムアン雨量・水位局
圧力式水位計の設置状況。河床上昇により水位センサが撤去され、測定不可能な状況にある。



写真- 17 : シブルスプリング雨量局
雨量計・太陽電池パネルの設置状況。これらの機器は局舎屋根部に設置される。



写真- 18 : ザラゴザ雨量・水位局
増水時は局舎へアクセスできず維持管理ができないため、移設を行う計画である。また、水位計（フロート）は、観測井戸の堆砂の影響により、機能していない。

(2) アグノ河流域



写真- 19：アンブカオ中継・雨量局
アンブカオ中継局 (NIA) の外観。



写真- 20：バニャガ雨量・水位局
水位計（圧力式）設置状況。水位計の橋脚への設置は、維持管理面に優れ、施工性も良いことから、本設置方式をモデルとして他観測局を設計する。なお、本観測局は流用を予定。



写真- 21：カルメン雨量・水位局
水位計設置状況。滞筋が右岸側に変わり、洪水初期の低水位の測定が不可能である。測定地点の変更が必要である。



写真- 22：アグノ（ロサレス）サブセンター
サブセンター監視盤および制御盤。老朽化が進み、予備品も無く（製造中止）、早急な装置更新が望まれる。



写真- 23：アグノ（ロサレス）サブセンター
予備発電機。故障しているため、停電時は各装置へ給電することが不可能となりシステム停止が生じる。その他の中継局等も同様に故障しているものが多く、更新が不可欠である。



写真- 24：サンタバーバラ雨量・水位局
砂の堆積により水位観測が不可能で、更新が必要である。また、近傍の橋梁は、付替え工事が予定されているため、護岸工事を実施して水位計を固定する。

本文中の表リスト

表 1.1-1	2006 年台風による被害状況.....	1 - 2
表 1.1-2	2006 年台風による被害額.....	1 - 3
表 1.2-1	基本設計現地調査時の要請内容.....	1 - 8
表 1.3-1	わが国のフィ国洪水予警報システムに関する有償資金協力事業.....	1 - 8
表 1.3-2	わが国のフィ国洪水予警報システムに関する無償資金協力事業.....	1 - 8
表 2.1-1	洪水予報部予算詳細の推移.....	2 - 3
表 2.1-2	気象天文庁の財政状況（支出ベース）.....	2 - 3
表 2.1-3	機器・装置類の保守・点検スケジュール.....	2 - 4
表 2.1-4	パンパンガ河流域の FFWS の現状.....	2 - 6
表 2.1-5	アグノ河流域の FFWS の現状.....	2 - 8
表 2.2-1	河道変動によって水位観測が不可能になっている観測所.....	2 - 13
表 2.2-2	気候区分とその特徴.....	2 - 22
表 2.2-3	パンパンガ・アグノ流域 年間総雨量 降雨パターン.....	2 - 23
表 2.2-4	災害別被災者統計（1905 年～2003 年）.....	2 - 26
表 2.2-5	各観測所の基礎の地盤耐力.....	2 - 30
表 2.2-6	地方行政機関における洪水ハザードマップの整備状況.....	2 - 33
表 3.2-1	パンパンガ・アグノ流域 観測所配置数（既設・計画）.....	3 - 10
表 3.2-2	テレメータ観測局の主要装置一覧.....	3 - 12
表 3.2-3	中央監視センター（DIC）の主要装置一覧.....	3 - 14
表 3.2-4	サブセンターの主要装置一覧.....	3 - 15
表 3.2-5	多重無線中継局の主要装置一覧.....	3 - 18
表 3.2-6	関連機関の標準装置一覧.....	3 - 19
表 3.2-7	ソフトコンポーネントの具体的な目標.....	3 - 29
表 3.2-8	ソフトコンポーネント内容.....	3 - 30
表 3.2-9	調達実施工程表.....	3 - 33
表 3.4-1	洪水予報部の職員体制.....	3 - 37
表 3.5-1	年間維持管理費.....	3 - 42

本文中の図リスト

図 - 1	プロジェクト位置図	
図 - 2	完成予想図	
図 1.1-1	フィ国洪水防災体制図.....	1 - 2
図 1.1-2	台風・洪水被害額の推移（Region I & III）.....	1 - 3
図 2.1-1	科学技術省および気象天文庁の組織図.....	2 - 1
図 2.1-2	洪水予報部の組織図（2005 年時点）.....	2 - 2
図 2.1-3	既設基幹多重通信網の回線構成.....	2 - 9
図 2.2-1	洪水予測モデルの運用における問題フロー図.....	2 - 19
図 2.2-2	月別の台風経路の比率.....	2 - 23
図 2.2-3	調査対象地域の月別総雨量.....	2 - 24

図 2.2-4	月平均水位（Sta. Barbara 観測所、アグノ河流域）.....	2 - 26
図 2.2-5	洪水氾濫図（2003 年台風）	2 - 27
図 3.2-1	中央監視センター（DIC）における装置構成図.....	3 - 13
図 3.2-2	サブセンターにおける装置構成図	3 - 15
図 3.2-3	関連機関における装置構成図	3 - 18

注：本文中の出典が明記されていない図表については全て調査団が作成したものである。

略 語

ADRS	:	Automatic Data Recording System	データ自動収集・記録システム
BDCC	:	Barangai Disaster Coordinating Council	バランガイ（村相当）災害調整委員会
B/D	:	Basic Design	基本設計調査
CDCC	:	City Disaster Coordinating Council	市災害調整委員会
DENR	:	Department of Environmental and Natural Resources	環境天然資源省
DG/DEG	:	Diesel Engine Generator	ディーゼル式発電機
DIC	:	Data Information Center	気象天文庁 中央監視センター
DOST	:	Department of Science and Technology	科学技術省
DPWH	:	Department of Public works and Highways	公共事業道路省
D/U	:	Desired / Un-desired wave ratio	希望波対混信波比
ECES	:	Electronics & Communications Engineering Section	気象天文庁 電子・通信エンジニアリング係
EIA	:	Environmental Impact Assessment	環境アセスメント
EMD	:	Engineering & Maintenance Division	気象天文庁 エンジニアリング保守課
E/N	:	Exchange of Notes	交換公文
FFB	:	Flood Forecasting Branch	気象天文庁 洪水予報部
FFWS	:	Flood Forecasting and Warning System	洪水予警報システム
FOB	:	Free on Board	本船渡し
FWA	:	Fixed Wireless Access	固定無線アクセス
GDP	:	Gross Domestic Product	国内総生産
GL	:	Ground Level	標高
GNI	:	Gross National Income	国民総所得
GPS	:	Global Positioning System	位置情報補正システム
GSM	:	Global System for Mobile communication	携帯電話の 1 つの通信方式
HISS	:	Hydrometeorology Investigation & Special Studies Section	気象天文庁 水文気象調査研究課
IP	:	Internet Protocol	インターネット・プロトコル
IPP	:	Independent Power Producer	独立系発電事業者
ITU	:	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
ITU-R	:	International Telecommunication Union - Radio communication sector	国際電気通信連合の無線通信部門
ITU-T	:	International Telecommunication Union - Telecommunication standardization sector	国際電気通信連合の電気通信標準化部門
JBIC	:	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	:	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構

JOMC	:	Joint Operation and Management Committee	合同事業運営管理委員会
KOICA	:	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
LAN	:	Local Area Network	構内通信網
LCD	:	Liquid Crystal Display	液晶表示器
L2-SW	:	Layer 2 Switch	レイヤ2スイッチ
L3-SW	:	Layer 3 Switch	レイヤ3スイッチ
MDCC	:	Municipality Disaster Coordinating Council	町災害調整委員会
MUX	:	Multiplexer	多重装置
NDCC	:	National Disaster Coordinating Council	国家災害調整委員会
NTC	:	National Telecommunication Commission	国家電波管理委員会
NIA	:	National Irrigation Administration	国家灌漑庁
NPC	:	National Power Corporation	国家電力公社
NEDA	:	National Economic and Development Authority	国家経済開発省
OCD	:	Office of Civil Defense	市民防衛局
OJT	:	On the Job Training	職業指導手法の1つ
OH	:	Over-the-Horizon	見通し外通信
O/M	:	Operation and Maintenance	運営・維持管理
PAGASA	:	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration	フィリピン気象天文庁
PBX	:	Private Branch eXchange	交換機
PCM	:	Project Cycle Management	プロジェクト・サイクル・マネジメント
PDCC	:	Provincial Disaster Coordinating Council	州災害調整委員会
PHIVOLCS	:	Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン火山地震研究所
PC	:	Prestressed Concrete	プレストレスト・コンクリート
RC	:	Reinforced Concrete	鉄筋コンクリート
RDCC	:	Regional Disaster Coordinating Council	管区災害調整委員会
REC	:	Rural Electric Cooperatives	地方電化協同組合
SAPS	:	Special Assistance for Project Sustainability	援助効果促進調査
TSS	:	Telemetry System Service Section	気象天文庁 電気通信課
UHF	:	Ultra High Frequency	極超短波
UPS	:	Uninterrupted Power Supply	無停電電源装置
VAT	:	Value Added Tax	付加価値税
VHF	:	Very High Frequency	超短波
VoIP	:	Voice over IP (Internet Protocol)	IP化された音声情報
WB	:	World Bank	世界銀行
WLL	:	Wireless Local Loop	固定無線アクセス

単 位

距離	mm	:	Millimeters
	cm	:	Centimeters (10.0 mm)
	m	:	Meters (100.0 cm)
	km	:	Kilometers (1,000.0 m)
面積	cm ²	:	Square-centimeters (1.0 cm x 1.0 cm)
	m ²	:	Square-meters (1.0 m x 1.0 m)
	km ²	:	Square-kilometers (1.0 km x 1.0 km)
体積	cm ³	:	Cubic-centimeters (1.0 cm x 1.0 cm x 1.0 cm)
	m ³	:	Cubic-meters (1.0 m x 1.0 m x 1.0 m)
重量	g	:	grams
	kg	:	kilograms (1,000 g)
	ton	:	Metric ton (1,000 kg)
時間	sec.	:	Seconds
	min.	:	Minutes (60 sec.)
	hr.	:	Hours (60 min.)
圧力	pa	:	Pascal
通貨	PhP/PHP	:	Philippine Peso
	US\$:	United State Dollars
周波数	MHz	:	Mega (10 ⁶) Hertz
	GHz	:	Giga (10 ⁹) Hertz
伝送	kbps	:	kilo bit per second
	Mbps	:	Mega bit per second

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

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

(1) 災害対策の制度及び組織

フィリピン国(以下フィ国という)政府は、1978 年に国全体としての防災管理体制を強化するために大統領令第 1566 号「フィリピンの災害対応能力強化並びにコミュニティ災害準備施策に関する国家計画の策定」を發布した。これを基本にして、フィ国では以下に掲げるような洪水時における国家防災管理体制が確立されている。

国レベルに国家災害調整委員会(NDCC:National Disaster Coordinating Council)、管区レベルに管区災害調整委員会(RDCC: Regional DCC)を設立し、洪水対策を含め災害対策を統括している。国家災害調整委員会は、国防省長官を議長とし、21 の政府関連機関等の長官をメンバーとして構成されており、事務局は市民防衛局(OCD:Office of Civil Defence)が務めている。

地方レベルでは各地方自治体ごとに州災害調整委員会(PDCC: Provincial DCC)、市災害調整委員会(CDCC: City DCC)、町災害調整委員会(MDCC: Municipality DCC)、バラングай災害調整委員会(BDCC : Barangai DCC)が設立されており地域への実質の防災活動を担っている。

科学技術省の下部機構である気象天文庁(PAGASA:Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration)の洪水予警報センターでは、気象情報、洪水情報等の状況情報を収集し分析するとともに、NDCC と相談し、防災活動方法について協議する。洪水予警報に関する活動は基本的には、NDCC を軸とした災害対策体制の基に実施されているが、洪水対策については、洪水予警報センターおよび洪水予警報地域事務所が、ダム関連機関や河川管理機関およびRDCC 等地方自治体との連絡や情報提供について主導的な活動を実施している。

PAGASA は NDCC のメンバーである科学技術省(DOST: Department of Science and Technology)の下部機構として、気象観測・通信・解析・予警報、洪水予警報、及びこれら業務に係わる研究と啓蒙を行っている。

洪水予警報業務は PAGASA の主要業務の一つであり、洪水予警報センターにて洪水予報部(FFB: Flood Forecasting Branch)がその任に当たっている。

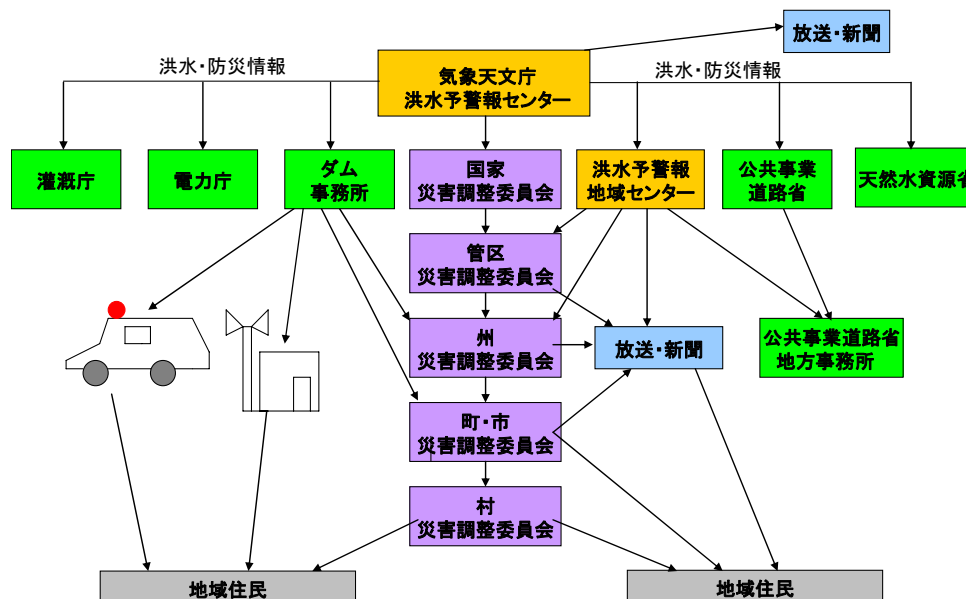


図 1.1-1 フィ国洪水防災体制図 （出典：気象天文庁（PAGASA）資料より）

(2) 災害被害状況

フィ国は亜熱帯モンスーン地域に属し、モンスーンおよび台風の影響を受け、例年暴風雨による被害を受けている。特に、フィ国最大の島であるルソン島は人口が集中し、経済活動も活発であり、暴風雨による被害も甚大である。プロジェクト対象地域であるパンパンガ河流域面積は、10,540km² でフィ国第4番目、アグノ河流域面積は5,952km² でフィ国第5番目であり、パンパンガ河流域、アグノ河流域は、年平均3回から5回におよぶ台風の常襲地域であり、毎年多くの洪水被害を受けている。

2006年の台風による被害状況および被害額を表1.1-1および1.1-2に示す。パンパンガ・アグノ流域の洪水常襲地帯は、2つの行政管区（リージョン-I及びリージョン-III）に跨っている。リージョン-Iは5回の台風来襲を受け5月には1億6,900万ペソの被害を受け、リージョン-IIIでは7回の台風の来襲を受け7月末には1億8,300万ペソの被害額が出ている。

表 1.1-1 2006 年台風による被害状況（出展：OCD 資料）

台風名称	期間	被害地域 リージョン I/III	被害人口		死傷		
			世帯	人	死亡	けが	不明
1. CALOY	May 9 - 15	I	1,934	9,072	1	6	8
2. FLORITA	July 10 - 14	I	25,956	124,849	17	12	2
		III	48	244	13	2	3
3. GLENDIA	July 21 - 25	I	888	3,427	1	0	0
		III	34,380	158,285	5	0	0
4. HENRY	July 28 - August 2	I	6,683	40,026	1	0	4
		III	279,963	785,701	5	0	1
6. MILENYO	Sep 25 - 29	III	41,605	194,511	2	5	0
7. PAENG	Oct. 27 - 30	I	3,587	17,954	3	0	0
		III	7,018	34,441	7	3	0
8. QUEENIE	Oct 10 - 12	III	3,898	20,950	1	10	0
9. REMING	Nov 28 - Dec 1	III	-	-	-	-	-

表 1.1-2 2006 年台風による被害額 (出展：OCD 資料)

台風名称	被害地域 リージョン I/III	被害				被害額
		家屋		財産		
		全壊	部分壊	農業	施設	
1. CALOY	I	8	102	13,385,235.00	155,700,000.00	169,085,235.00
2. FLORITA	I	23	5,925	32,987,620.75	46,211,000.00	79,198,620.75
	III	1	0	-	-	-
3. GLENDA	I	0	0	6,516,214.75	400,000.00	6,916,214.75
	III	11	0	77,469,472.97	-	77,469,472.97
4. HENRY	I	0	0	13,330,280.00	-	13,330,280.00
	III	16	45	85,541,159.30	97,755,000.00	183,296,159.30
6. MILENYO	III	916	5,197	63,636,312.75	94,768,050.00	158,404,362.75
7. PAENG	I	0	3	46,343,428.00	2,000,000.00	48,343,428.00
	III	688	4,326	48,649,163.44	47,628,495.50	96,277,658.94
8. QUEENIE	III	228	1,449	-	-	-
9. REMING	III	0	0	-	7,500,000.00	7,500,000.00

リージョン-I(アグノ流域)及びリージョン-III(パンパンガ流域)の1980年からの洪水被害額の推移を、図1.1-2に示す。洪水被害は1980年以降、増加傾向にある。特に、1995年の洪水被害額は80億ペソを超え、1998年は約180億ペソに上った。2000年、2001年も40億～60億ペソの被害が出ている。洪水被害額の増加傾向は、両流域の人口増加が大きく影響していると考えられる。パンパンガ州の人口は、1975年に89万人程度であったが、2000年には162万人と倍増に近い伸びとなっている。一方、パンガシナン州では、1975年には152万人程度であったが、2000年には243万人程度と6割近い伸びとなっている。

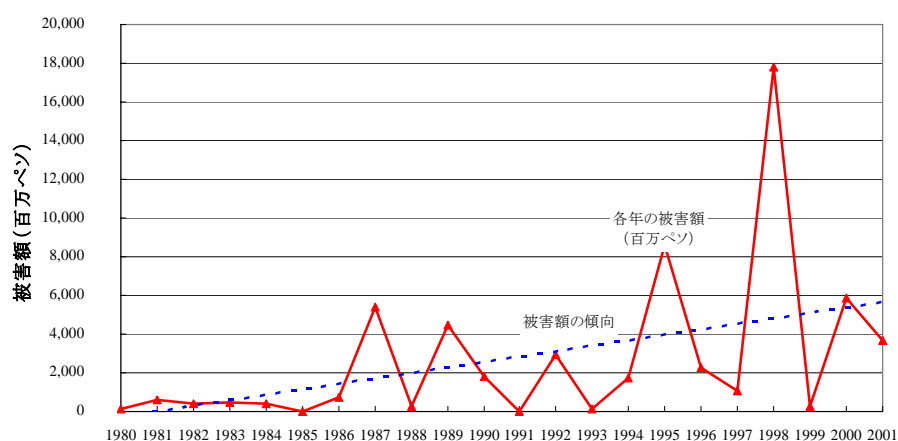


図 1.1-2 台風・洪水被害額の推移 (Region I & III) 出典：予備調査報告書よりデータ引用

(3) 課題

パンパンガ・アグノ河両流域は、洪水氾濫の常襲地域でありながら、河川改修によるハードウェア整備が遅れている。したがって、同流域におけるソフト対策の果たす役割は大きく、洪水予警報システムの一層の充実とハードウェア整備を効果的に組み合わせた洪水対策が望まれている。

フィ国は洪水による被害軽減対策の一環として、ルソン島主要流域であるパンパンガ河、アグノ河、カガヤン河、ビコール河流域を対象とした洪水予警報システムを日本政府の無償・有償資金協力によって整備してきた。これらの洪水予警報システムは、当該流域での洪水被害の軽減に貢献してきている。

しかしながら、パンパンガ河、アグノ河流域の洪水予警報システムは、設置後 10 年から 30 年が経過しており、老朽化やスペアパーツの不足により多くの機材が故障しており、十分な観測機能を有していない。さらに、観測局は老朽化に加え 90 年代のピナツボ火山噴火による火山泥流、バギオでの地震等により損傷を受けており、15 箇所を設置された水位観測所のうち、11 箇所では正確な水位観測が不可能な状態となっている。また、観測局および地方監視事務所（サブセンター）とマニラに位置する中央監視センター（DIC: Data Information Center）を結ぶ既設基幹多重通信網は、近年発達した携帯電話による混信のため通信の中断が頻発するなど不安定な状況にあり、中央監視センターでのリアルタイム監視や洪水関連情報の正確かつ迅速なデータ伝送が出来ない状態となっており、結果として住民に対して適時、的確な情報提供ができず、避難活動が遅延し被害が拡大するという問題がある。

さらに、洪水予警報システムの収集データおよび解析結果は、防災活動関係者および流域住民が迅速かつ的確に把握し、避難などの防災活動に有効に活用されなければならない。分かりやすい情報提供を行うとともに、ハザードマップなど避難行動に必要な情報や基準の整備を推進する必要がある。

1.1.2 開発計画

フィ国は「ゼロ」自然災害被害を目指しており、災害被害の軽減対策を重要項目として位置付けている。「中期国家開発計画」は、2004 年から 2010 年の 6 ヶ年におよぶ国家の中期開発計画であり、防災組織強化や洪水予警報システム等のソフト面での防災対策の強化を掲げている。

また、2020 年を目標年次とする科学技術能力の向上を目的として策定した「国家科学技術方針」においては、科学技術を駆使した災害防止機能の向上を重要な項目として掲げ、さらに防災対策の最重要機関として、大統領をトップに主要官庁・機関で構成される「国家災害調整委員会」の活動計画においては、災害対策の早急な実施計画の1つとして当該プロジェクトの実施機関である気象天文庁の降雨・洪水予測能力の向上を掲げており、本プロジェクトで実施する洪水予警報システムの改善・機能向上もその一翼を担っている。

- 中期国家開発計画(Medium-Term Philippine Development Plan)

2004 年から 2010 年の 6 ヶ年におよぶ国家の中期開発計画

Nonstructural measures としての防災体制の強化を掲げている。

- 国家科学技術方針(National Science And Technology Plan 2002-2020)

2002 年から 2020 年までの長期におよぶ科学技術の方針を掲げたもので、上記中期国家開

発計画をサポートするための計画を提示している。

長期重点項目の 1 つとして自然災害の抑制 (Natural Disaster Mitigation) が位置づけられており、科学技術を駆使して災害防止機能を向上させることを掲げている。

-国家災害調整委員会活動計画

(The Four Point Action Plan of the National Disaster Coordinating Council)

災害対策を行う最高機関である NDCC は、2004 年 1 月「The Four Point Action Plan」を災害対策の早急な実施計画として掲げた。その中で最重要計画として PAGASA と PHIVOLCS (Philippine Institute of Volcanology and Seismology:フィリピン火山地震研究所) の予警報能力の強化を挙げている。

1.1.3 社会経済状況

フィ国の GNP 総額は 2005 年で 1,052 億 USドル、一人当たりの GNP で 1,232USドルであり、その主要産業は、海外での就業(サービス産業)と農林水産業である。

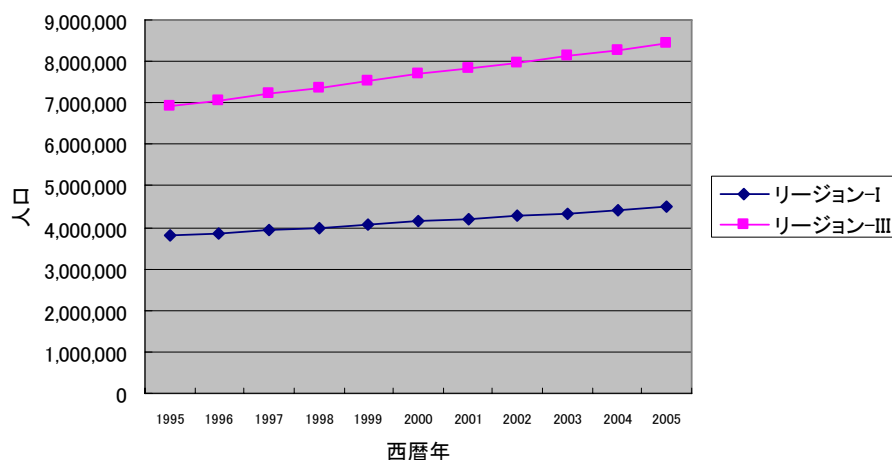
フィ国の産業構造は、GDP 構成比率で見ると、第一次産業が 15%、第二次産業が 32%、第三次産業が 53%となっている。その中で農林水産業分野は全就労人口の約 37%を占めており、その主要農産物は米、とうもろこし等の国内需要向けの食用作物とココナッツや砂糖きび、バナナなどの輸出商品作物に分類される。第二次産業のうち最も大きな比率を占めるのは製造業である。製造業の内訳では、食品加工業が最大の比重を占めており、次いで石油・石炭製品となっている。第三次産業では、とくに情報通信・ビジネスのアウトソーシング、観光などの産業が大きく成長しているとともに、海外での就業所得が GNP の 7%を占め、出稼ぎ労働者がもたらす所得の大きさが確認できる。

パンパンガ河とアグノ河の流域は、人口と産業の分散化を推進する中部ルソン開発における中心的な地域であり、高速道路の建設を初めインフラ整備が進められ、人口の増加も著しい。特に、パンパンガ流域は、最大の穀倉地帯であり、マニラとあわせ GDP の約 50% (パンパンガ自体は 10%)を稼ぎ出している。

パンパンガ河流域とアグノ河流域の下流部は、それぞれリージョン-I(アグノ流域)及びリージョン-III(パンパンガ流域)の行政区域により代表される。以下にリージョン-I およびリージョン-III の人口増加を示す。リージョン-III は、マニラ首都圏(National)、リージョン-IV に続き第 3 の人口増加地区として注目されている。リージョン-III の東部地域は一部メトロマニラへの通勤圏ともなりつつあり、また、北部地域は経済特別区として位置づけられており、産業が活発化してきている。リージョン-I は、フィ国の行政区域の中では、平均的な人口割合であるが、農業生産の非常に高い地域となっている。

リージョン-I、リージョン-III ともに人口の増加は一定の割合で確実に伸びている。

リージョン-I、-IIIの人口増加



1.2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

フィ国は洪水による被害軽減対策の一環として、ルソン島主要流域であるパンパンガ河、アグノ河、カガヤン河、ビコール河流域を対象とした洪水予警報システムを日本政府の無償・有償資金協力によって整備してきた。これらの洪水予警報システムは、当該流域での洪水被害の軽減に貢献してきている。

しかし、今回要請の対象とされたパンパンガ河、アグノ河流域については整備後10年から30年が経過しており、老朽化が著しい。また、両システムは、老朽化に加え、90年代のピナツボ火山噴火による火山泥流、バギオでの地震等の災害によりダメージを受けており、当初の機能を十分発揮できない状態になっている。

このような状況の下、フィ国はパンパンガ河、アグノ河流域を対象とした洪水予警報システムのリハビリに必要な機材整備を、2002年わが国に無償資金協力にて要請してきた。

この要請を受け、日本政府は、要請の緊急性、妥当性を検討するため、2003年11月に予備調査を実施した。同調査の結果、実施の必要性・妥当性は認められるものの、基本設計調査実施の前提として、①先方組織改善の状況をモニタリングし運営・維持管理面(予算含む)において問題ないことを見極めること、②VAT(Value Added Tax:付加価値税)問題が解決されること、の2点が課題として挙げられた。

実施機関であるPAGASAでは、その後、技術協力プロジェクトが実施され、その結果、組織改善が進展しており、技術的にも向上したことが確認された。また、VAT問題についてもフィ国政府が解決に向けた対応を開始したことを受け、無償資金協力の基本設計調査を実施した。

本プロジェクトは、当初リハビリ無償資金協力として要請があったが、予備調査の結果、既存機材、および既存予警報システムのリハビリのみでは周波数の混信や、河川変動により水位計が埋没したためデータ観測が行えない観測局等の問題を解決できず、洪水予警報システムとして十分な機能を満足するだけの効果は見込めない。このため先方実施機関との協議結果を踏まえ、システム全体の機能向上を目的とする一般無償資金協力として見直した。

これを受け、本基本設計調査現地調査時には、フィ国側から一般無償を前提とした要請機材の項目リストを含め以下の要請内容が提示された。

表 1.2-1 基本設計現地調査時の要請内容

項 目	備 考
【テレメタリングシステム】	
テレメータ観測局	水位計、雨量計、テレメータ設備、アンテナ、電源設備、観測局舎
中継局	中継装置、アンテナ
サブセンター	テレメータ監視装置、アンテナ、表示監視システム、電源システム、サブセンター建屋、警報パトロール車
DIC	表示監視システム、電源システム
DPWH	モニター装置
OCD	モニター装置
【基幹多重無線網】	
無線システムのオプション	400MHz/1.4GHz/7.5GHz/High Frequency/NPC Backbone
無線システム内容	アンテナ、アンテナ鉄塔、電源システム、中継局舎、
【パンタバンガンダム】	
テレメータ観測局	水位計、雨量計、テレメータ装置、アンテナ、電源装置、観測局舎
放流警報局	警報機、テレメータ装置、アンテナ、電源装置、観測局舎
ダム管理事務所	モニタリング装置、テレメータコントロール装置、放流警報操作装置、アンテナ
【その他】	
新規氾濫解析モデル	

1.3 我が国の援助動向

(1) 有償資金協力

表 1.3-1 わが国のフィ国洪水予警報システムに関する有償資金協力事業

案件名	実施年度	概要
洪水予警報システム事業	1977	アグノ、ビコール、カガヤン河流域の洪水予警報システム整備事業
ダム操作洪水予警報システム	1982	アンガット・パンタバンガンダムの洪水予警報システム整備
パッシング川洪水予警報システム事業	1984	マニラ地区洪水制御のための堰操作および警報システム整備事業
ダム操作洪水予警報システム(Ⅱ)	1985	ビンガ・アンブクラオ・マガットダムの洪水予警報システム整備
気象通信網整備計画	1989	フィリピン国内南北に結ぶ気象情報用通信網の整備

(2) 無償資金協力

表 1.3-2 わが国のフィ国洪水予警報システムに関する無償資金協力事業

案件名	実施年	実施機関
パンパンガ河洪水予警報及び警報システム	1973	パンパンガ河流域における洪水予警報システムのパイロット整備事業
パンパンガ河洪水予警報システム改善計画	1981	パンパンガ河流域における既設洪水予警報システムのリハビリ事業
メロマニラ洪水制御及び警報システム改善計画	2000	メロマニラにおける洪水予警報システムの改善整備

(3) 案件形成(SAPS)

フィ国政府は、ルソン島における豊富な水資源開発を進めると共に、洪水による被害軽減対策を実施してきた。その一環として、前述に示したように、ルソン島主流流域であるパンパンガ河、アグノ河、カガヤン河、ビコール河流域を対象とした洪水予警報システムが日本政府の無償・有償資金協力によって整備され、当該地域での洪水被害軽減に貢献してきた。

しかしながら、これらのシステムが設置後 10～30 年以上を経過し老朽化が著しくなり、さらに 1990 年のピナツボ火山噴火による火山泥流、1991 年のバギオでの地震等の影響により、当初の機能を十分発揮できない状態になった。そのため、日本政府は、これらのシステムの問題点を明確にし、復旧と改善提案を行うため、1998 年 JBIC(国際協力銀行)より Special Assistance for Project Sustainability (SAPS)を実施した。

(4) 技術協力

1) 技術協力の概要

上記 SAPS によって提示された問題の改善を中心にして、洪水予警報システムの組織強化と維持管理・操作能力の改善を目的とした技術協力プロジェクト「洪水予警報業務強化指導プロジェクト」により技術支援を実施し、さらに専門家派遣による日本の技術協力とともに、成果を上げてきている。また、2005 年には 5 名の本邦研修も実施している。

①技術協力プロジェクト

- 実施年度:2004 年 4 月～2006 年 3 月
- 案件名:洪水予警報業務強化指導プロジェクト
- 概要:洪水予警報システムの維持管理・操作能力の改善

②専門家派遣

- 派遣期間:2004 年 4 月～2006 年 3 月
- 人数:8 人
- 指導科目:洪水予警報組織強化、洪水流出モデルの改善等

③研修員受入れ

- 受入期間:2005 年
- 人数:5 人
- 指導・教育科目:洪水予警報強化、ハザードマップ

1.4 他ドナーの援助動向

フィ国における洪水予警報等のソフト対策事業は、日本主導で実施されてきており、日本のドナー以外には、本プロジェクトとの関連は非常に薄い。

また、2005 度から、韓国(KOICA)により、農業と水利用を目的としたコミュニティレベルの早期警戒システムに関する技術協力プロジェクトが実施されている。

第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

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

本プロジェクトの主管官庁である科学技術省および実施機関である気象天文庁の組織図を図 2.1-1 に示す。気象天文庁は科学技術省の傘下であり、気象天文庁の組織内に洪水予警報を担当する洪水予警報部がある。気象天文庁の総職員数は 2005 年時点で 1,122 人であり、そのうち洪水予警報部には 91 人の職員が在籍している。

洪水予警報部の組織図を図 2.1-2 に示す。洪水予警報部は、洪水予警報課、水文気象調査研究課、電気通信課により構成され、さらに地方事務所として、4 つのサブセンターがある。洪水予警報部は、観測データに基づいて洪水を予測し、メディア、地方政府等を通じて警報を発令する。水文気象調査研究課は、観測データの収集・整理を担当する。観測機器や洪水予警報に関わる通信機器の維持管理は、電気通信課が実施する。サブセンターは、観測所の維持管理ならびに地元機関等との連携が必要なため、それぞれの河川流域内に設置されているが、4 つのうちパンパンガ流域のみ、マニラからの距離が比較的近いため、中央監視センター内に併設されている。なお、パンパンガサブセンター建屋は、今後パンパンガ河流域内に移設される予定である。

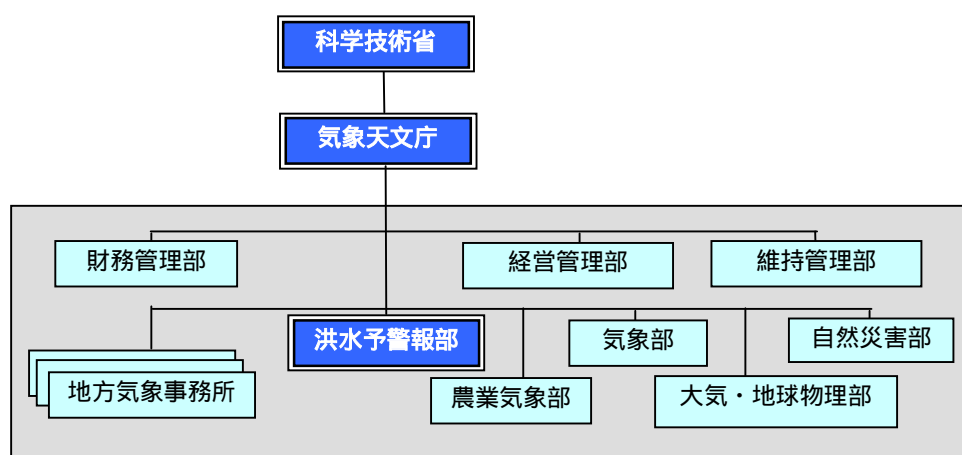


図 2.1-1 科学技術省および気象天文庁の組織図

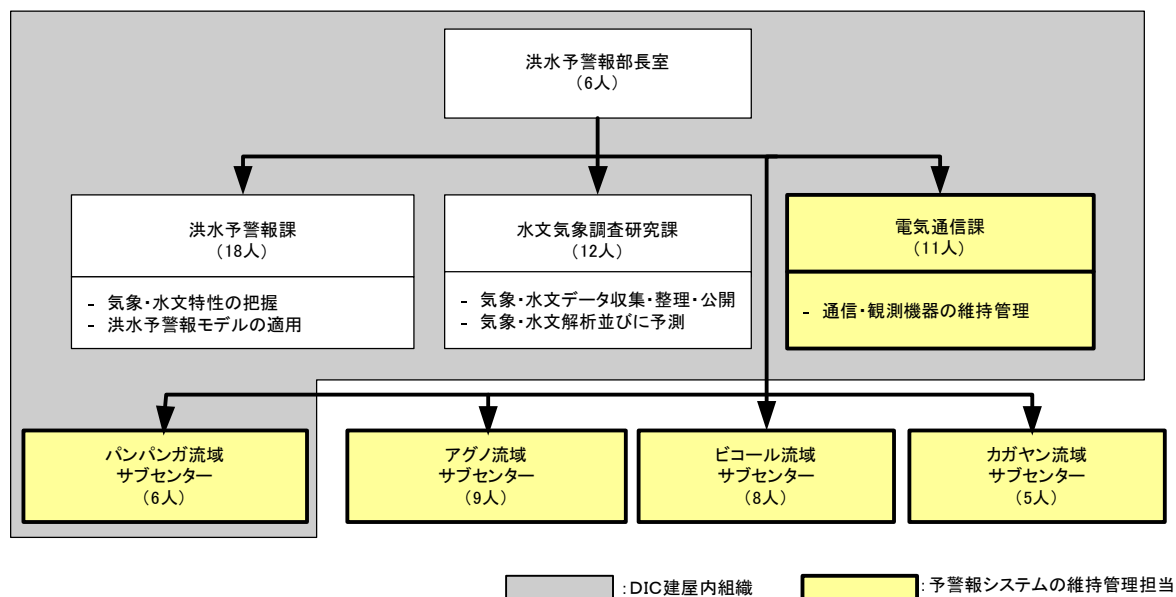


図 2.1-2 洪水予報部の組織図（2005 年時点）

PAGASA の人材若返りの方針のもと、水文専門家については、2005 年から 2006 年にわたり若い技術者を多く採用している。また、新たに人員を必要とするパンパンガサブセンターには、すでに電気通信技術者の増員が予定されている。

2.1.2 財政・予算

(1) 実施機関の維持管理能力

1) 社会動向

フィ国政府は、この数年、国家機関の合理化(Rationalization)を進め、職員の早期退職を促進し、運営の効率化を図ってきている。職員の早期退職を進めている理由は、現在の電子情報化・作業効率化に伴い、各機関の必要人員を見直したと、組織間の業務重複を見直したとによるものである。その結果、主に高齢層の人材が削減され、組織のスリム化が図られている。また、現在、各機関に配布されている予算は、人件費と機材の維持管理費のみが中心であり、ここ数年間、新規設備投資のための予算確保は困難となっている。フィ国政府は合理化の成果を踏まえ、新たに各機関の業務を見直し、必要に応じ、人員を再度雇用できる予算を配布する予定である。

2) 予算

2003 年から 2005 年までの洪水予警報部の予算の詳細内訳の推移を表 2.1-1 に示す。2005 年には組織合理化に伴い、人件費が削減されている。施設の維持管理費用である資器材費は、260 万ペソから 430 万ペソの間で推移しているが、平均すると約 350 万ペソ(8 百万円)程度が継続して確保できている。この予算は、費用が低額で軽微な修理等や消耗品のための維持管理用予算であり、高額な機器修理や更新等の費用は含まれていない。

表 2.1-1 洪水予報部予算詳細の推移 (単位:千ペソ)

項目	2003年	2004年	2005年
人件費	22,807.00	22,556.00	19,335.00
旅費	1,052.00	1,427.00	1,370.00
通信費	586.00	181.00	196.00
施設維持費	1,583.00	413.00	893.00
車両維持費	701.00	1,232.00	1,215.00
輸送費	327.00	262.00	252.00
資器材費	2,594.00	4,301.00	3,482.00
借地代	353.00	928.00	906.00
水道光熱費	3,879.00	3,783.00	4,403.00
トレーニング	440.00	225.00	215.00
ガソリン/オイル	200.00	251.00	340.00
その他	3,259.00	3,487.00	4,037.00
合計	37,781.00	39,046.00	36,644.00

出展: 気象天文庁

また、気象天文庁全体の財政状況を表 2.1-2 に示す。支出は、2004 年、2005 年、2006 年とほぼ横ばいであるが、わずかながら減少している。これは、組織合理化による人件費の減少分によるものである。気象天文庁においては、組織の若返りを図っており、合理化の一定の成果を踏まえ、新たに必要人材を雇用する予定である。

表 2.1-2 気象天文庁の財政状況 (支出ベース) (単位:千ペソ)

項目	2003年	2004年	2005年	2006年
人件費・管理費	314,825.00	305,264.00	303,986.00	302,097.00

出展: 気象天文庁

2.1.3 技術水準

(1) 洪水予報技術

FFWS (Flood Forecasting and Warning System: 洪水予警報システム) は、観測データに基づいて洪水を予測し、メディア、地方政府等を通じて警報を発令するシステムである。観測データの収集・整理は HISS (Hydrometeorology Investigation & Special Studies Section: 水文気象調査研究課)、観測機器の維持管理は TSS (Telemetry System Service Section: 電気通信課) がそれぞれ担当している。

1) 洪水予測モデル

現在、洪水予測モデルは貯留関数法と水位相関法の併用が採用されている。水文データを使った流出モデルプログラムの作動、モデル・パラメーターの調整、水位・流量曲線の作成など洪水予測モデルを使った一連の洪水予警報業務は、2004 年から 2006 年初めにかけて実施された「組織強化プログラム」(JICA 技術協力プロジェクト: 技プロ)において技術的な指導・支援が実施され、PAGASA 職員の技術レベルは確立されている。

しかし、洪水予測モデルは、観測・通信機器の故障等で水文データの欠測が多くモデル・

パラメーターの調整ができないこと、水文観測データの整理やモデル調整に関わる人員が不足していることが原因で、実際の洪水予警報業務に十分に利用されていない。

2) 洪水警報発令

洪水予警報は、最近の前期雨量、各地での観測雨量、観測水位、PAGASA 内の気象部からの雨量予測(小雨、中雨、大雨)、台風の進路予測などから、これまでの経験を踏まえて各地で今後どの程度の洪水となるかを判断して、洪水警報発令文(Flood Bulletin)を関係機関に発令している。しかし、現在の洪水警報発令文は、具体性がなく定性的な内容にとどまっている。洪水被害地域の住民、地域の防災を担当する地方行政機関から PAGASA に対し、より具体的で定量的な予測(詳細な時間、氾濫水位、氾濫域の表示など)を行うように要請がなされている。

(2) 設備運営維持管理技術

1) 運用管理の調査

既存テレメータシステムの運用管理に係る調査の結果として、PAGASA は機器に対する保守・点検業務を確実に実施している。納入業者のマニュアルだけではなく、JICA 専門家の助言を基に、保守・点検に必要な項目をコンパクトに整理した「クイック参照マニュアル」を作成し、これを活用している。

主要な機器・装置類の保守・点検スケジュールは下表のとおりである(印:実施)。

表 2.1-3 機器・装置類の保守・点検スケジュール

機器・装置名	週毎	1ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	1年
監視・制御装置					
操作卓					
無線装置					
テレメータ装置					
テレメータ中継装置					
アンテナ					
水位計(フロートタイプ)					
水位計(センシングポールタイプ)					
水位計(圧力タイプ)					
太陽電源装置(含むバッテリー)					

また、部品の取替えを行った場合には、装置の改修・更新履歴として、記録を残して管理している。

2) 技術力

TSS は、洪水予警報システムに関する観測機器、テレメータ通信機器、多重無線機器についての維持管理を実施している部署である。調査の結果、センサー等の故障等により観測不可能、または混信等の外的障害により情報収集が不可能になったりしていることはあるが、テレメータを中心とした機器に関しては、継続的に一定の維持管理が行われており、正常に動作していた。維持管理に関する技術力は十分にあると考えられる。

2.1.4 既存施設・機材

(1) 観測・監視機器の動作状況

1) 既設洪水予警報システムの構成

既設洪水予警報システムはパンパンガ河、アグノ河、ピコール河およびカガヤン河の各流域の洪水予警報を目的としたシステムであり以下のような構成である。

- パンパンガ河流域の雨量・水位データを VHF (Very High Frequency: 超短波) 無線回線および多重無線回線を利用し DIC で自動収集・監視するテレメータ監視システム
- アグノ河、ピコール河、カガヤン河流域に設置した雨量・水位観測局からの雨量・水位データを、VHF 無線回線を使用して各河川流域に設置した FFWS サブセンターで自動収集・監視するテレメータ監視システム
- 各 FFWS サブセンターと中央監視センターを結ぶ多重通信回線
- 中央監視センターで収集した雨量・水位データを監視・解析して洪水予測を行うコンピュータシステム

2) 既設パンパンガ・アグノ河洪水予警報システムの総合評価

パンパンガ FFWS システムの評価

(a) 雨量・水位データ収集の現状

- パンパンガ河流域における雨量・水位データ収集状況(収集率)は、雨量データが約 70%、水位データは約 30%であった。

(b) テレメータシステムの現状

- センシングポール式水位計のほぼ全数において変換部(コーダ)の故障やセンサー部の故障による動作不良を起こしている。
- フロート式水位計は、装置の故障は無いものの井戸までの導水管が泥に埋まっている局があり、水位データの精度が低下している。
- テレメータ装置は、装置の中には 20 年以上経過しているものもあり装置の老朽化が著しい。

アグノ FFWS システムの評価

(a) 雨量・水位データ収集の現状 [GSM (Global System for Mobile communication: 携帯電話) システム]

- アグノ河流域における雨量・水位データ収集状況(収集率)は、雨量データが約 72%、水位データは約 22%であった。
- 2006 年後半にルソン島に上陸した 4 つの大型台風(名称: ミレニョ、パエン、レミン、セニアン) 接近時には、当日とその前後の期間において雨量・水位データが自動収集さ

れなかったことを確認した。収集不可の原因は、台風接近に伴い携帯電話の使用が増えたためデータ伝送と一般通話が輻輳したためと考えられる。

(b)テレメータシステムの現状

- センシングポール式水位計のほぼ全数において変換部(コード)の故障やセンサー部の故障、盗難(マヤップヤップ水位・雨量局)等による動作不良を起こしている。
- フロート式水位計は、装置の故障は無いものの井戸までの導水管が泥に埋まっている局があり、水位データの精度が低下している。
- テレメータ装置は、装置の中には 20 年以上経過しているものもあり装置の老朽化が著しい。

3) 設置箇所の調査結果

現地調査および聴き取り調査を行い、稼動状況、問題点等を確認した。

パンパンガ河流域

パンパンガ河流域の調査結果概要は下表 2.1-4 に示すとおりである。

表 2.1-4 パンパンガ河流域の FFWS の現状

観測所名	機器の稼動状況		現状
Arayat【アラヤット】 雨量・水位局 (フロート)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位計の設置位置は、河川の湾曲部にあり、護岸が侵食されている。 ・ 観測井戸は土砂が堆積しており、観測できる状態ではない。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Cabanatuan 【カバナツアン】 中継局	中継装置		<ul style="list-style-type: none"> ・ NIA の州事務所の敷地にあり、管理がなされている。 ・ 800MHz 多重無線は、携帯電話との混信が問題である。
	DG 発電機		
Candaba 【カンダバ】 雨量・水位局 (フロート)	水位計		<ul style="list-style-type: none"> ・ 観測所は広大な湿原に設置されており、道路から 15m 離れており、ポートによりアクセスする必要がある。 ・ 雨季には道路も冠水してしまう。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Gabaldon 【ガバルドン】 雨量局	雨量計		<ul style="list-style-type: none"> ・ アクセスは人と牛馬車のみ可能。
	テレメータ・無線装置		
Gapan【ガパン】 中継局	中継装置		<ul style="list-style-type: none"> ・ NIA の州事務所の敷地にあり、管理がなされている。 ・ 800MHz 多重無線は、携帯電話との混信が問題である。
	DG 発電機		
Ipo Dam【イポダム】 雨量局	雨量計		<ul style="list-style-type: none"> ・ 軍隊が常駐している建物に設置されている。 ・ バッテリーは市販のものを流用している。
	テレメータ・無線装置		
Mayapyap 【マヤップヤップ】 雨量・水位局(セン シングポール)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位計と観測局舎間のケーブルとセンシングポールの一部、変換器が盗難にあっている。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		

Munoz【ムノズ】 雨量局	雨量計		<ul style="list-style-type: none"> 農業省の敷地内に設置されている。 バッテリーは市販のものを流用している。
	テレメータ・無線装置		
Pantabangan ダム 【パンタバンガン】 FFWS	監視・傍受装置		<ul style="list-style-type: none"> 要請の対象外であったが、調査途中で要請が上がってきた。 ダム周辺の雨量・水位テレメータシステムがあるが、子局の雨量計と水位計は盗難または故障中で機能していない(水位データは手動観測)。 NIA のダム出張所敷地内に設置されている(有人)。
	無線装置		
	電源装置		
Papaya【パパヤ】 雨量局	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
San Ishidro 【サンイシドロ】 雨量・水位局(セン シングボール)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> センシングボールは機能しているが、土砂流出により、維持管理が困難。 観測局舎は離れた地点に設置されており、かつ私有地に間借りしているので、移設が必要。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
San Rafael 【サンラファエル】 中継・雨量局	中継装置		<ul style="list-style-type: none"> NIA の州事務所の敷地にあるが、無人である。 800MHz 多重無線は、携帯電話との混信が問題である。
	DG 発電機		
Sapang Buho 【サパンブホ】 雨量・水位局(セン シングボール)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> 3基あるセンシングボールの内、2番目が故障している。 水位記録計は故障。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Sasmuan 【サスマアン】 雨量・水位局 (水圧式)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> 河床上昇により、水位計は撤去されている。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Sibul Spring 【シブルスプリング】 雨量局	雨量計		<ul style="list-style-type: none"> 人家の隣に設置されており、掃除などがよくなされている(委託)。
	テレメータ・無線装置		
Sulipan【スリパン】 雨量・水位局 (フロート)	水位計		<ul style="list-style-type: none"> 水位記録計は故障。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Zaragoza 【ザラゴザ】 雨量・水位局 (フロート)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> 水位計は、土砂流出により観測井戸が堆砂しており機能していない。 観測局舎は、湿地帯に建てられており、雨季にはアクセスが困難。 局舎の床は木造で、老朽化している。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		

:稼動中、 :稼動しているが一部機能していない、×:機能していない。

アグノ河流域

アグノ河流域の調査結果概要を表 2.1-5 に示す。

表 2.1-5 アグノ河流域の FFWS の現状

観測所名	機器の稼働状況		現状
Ampucao NPC 【アンブカオ】 雨量・中継局	雨量計		<ul style="list-style-type: none"> ・ NPC の管理所(有人)。 ・ 雨量計(屋外)のペンキが剥がれている。 ・ DG は NPC の装置。
	中継装置		
	テレメータ・無線装置		
	DG 発電機		
Ampucao NIA 【アンブカオ】 中継・雨量局	中継装置		<ul style="list-style-type: none"> ・ NIA の管理所(有人)。 ・ 携帯電話との混信がある。
	DG 発電機		
Banaga【バニャガ】 雨量・水位局 (水圧式)	水位計		
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Binga dam 【ビンガダム】 雨量・水位局(セン シングポール)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ センシングポールは焼焦げている。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Carmen【カルメン】 雨量・水位局(セン シングポール)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土砂流出により、零筋が右岸側に変わっているため、測定地点の変更が必要。 ・ 3 基あるセンシングポールの内、一番下のものが火災にあい消失している(撤去済み)。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Rosales【ロサレス】 サブセンター	監視・傍受装置		<ul style="list-style-type: none"> ・ 800MHz 多重無線は、携帯電話との混信が問題である。 ・ 修理不能で機能していない。
	無線装置		
	電源装置		
	DG 発電機	×	
San Rouge 【サンロケ】 雨量・水位局 (水圧式)	水位計		<ul style="list-style-type: none"> ・ 水位記録計が故障。 ・ 直上流にダムができていますので、水位観測地点の見直しが必要。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Santa Barbara 【サンタバーバラ】 雨量・水位局 (フロート)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土砂の堆積により、水位観測が困難。 ・ 局舎の一部も破損。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Tarlac【タルラック】 中継局	中継装置		<ul style="list-style-type: none"> ・ NIA の州事務所の敷地にあり、管理がなされている。 ・ 800MHz 多重無線は、携帯電話との混信が問題である。 ・ DG 発電機は、手動で稼働できるが経年劣化している。
	DG 発電機		
Tibag【ティバグ】 雨量・水位局(セン シングポール)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土砂流出により、零筋が左岸側に変わっているため、測定地点の変更が必要。 ・ 3 基あるセンシングポールの内、一番下のものが土砂に埋まっている。 ・ 局舎の天井の一部が老朽化して、鉄筋が見える(保全する)。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		
Wawa【ワワ】 雨量・水位局 (フロート)	水位計	×	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土砂流出により、零筋が左岸側に変わっているため、測定地点の変更が必要。 ・ 観測井戸は土砂に埋まっている。 ・ 局舎とセンサーの位置が離れている。
	雨量計		
	テレメータ・無線装置		

：稼働中、：稼働しているが一部機能していない、×：機能していない。

(2) 通信ネットワーク

1) 基幹多重通信回線の構成

洪水予警報システムのルソン島北方多重通信基幹システムは、PAGASA の多重通信回線の一部と NIA (National Irrigation Administration: 国家灌漑省) の多重通信回線から構成されている。今回、対象となる基幹多重通信回線は、青色の区間である。

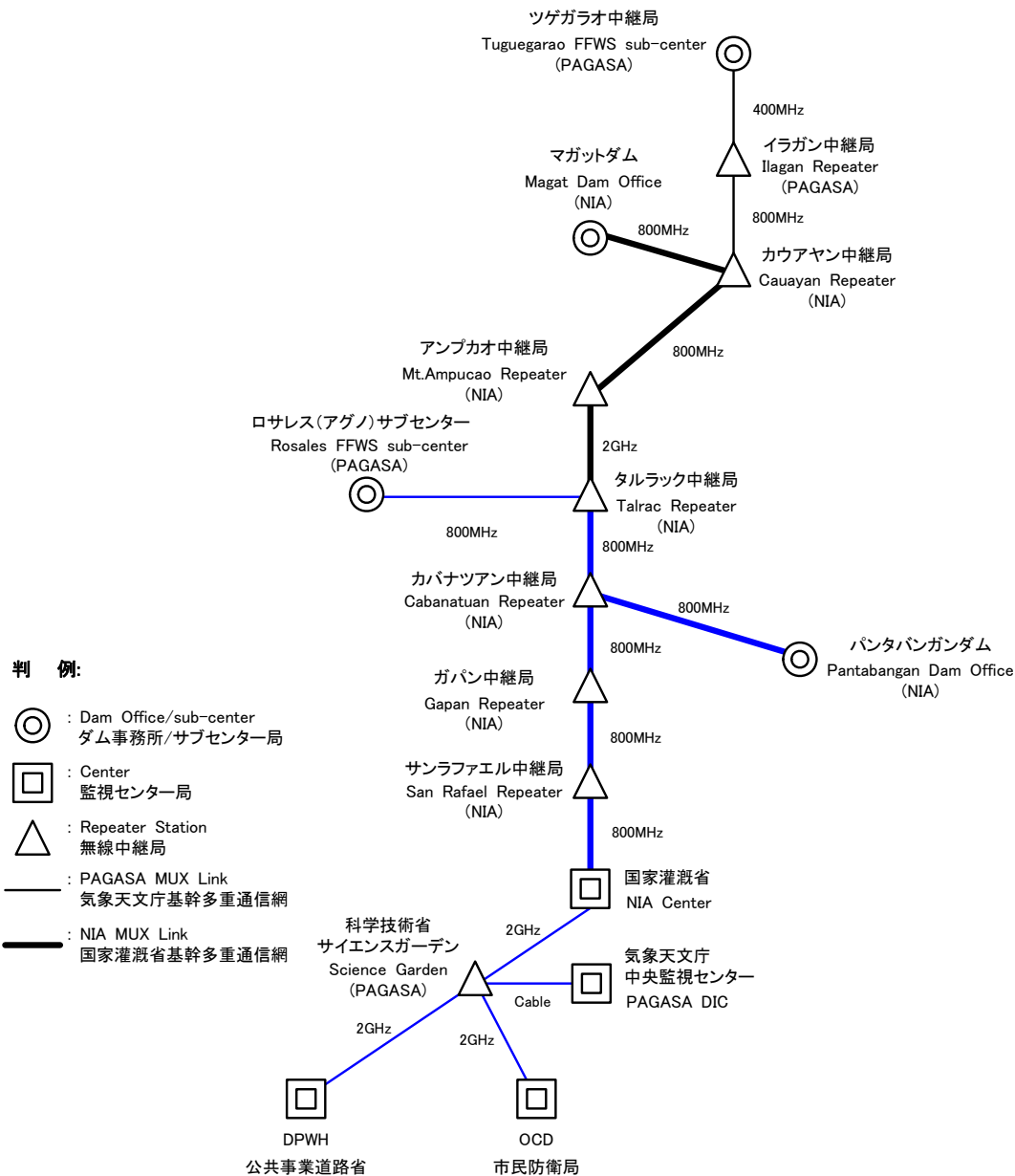


図 2.1-3 既設基幹多重通信網の回線構成

多重通信回線は、サンラファエル中継局、ガパン中継局、カバナツアン中継局、タルラック中継局、アンブカオ中継局から構成され、PAGASA (無線設備の管理) と NIA (設備設置場所の提供と管理) で回線を共有している。

2) 回線断と混信

アンブカオ中継局とタルラック中継局間は、2GHz 帯を使った多重無線回線、ロサレス (アグノ) サブセンターとタルラック中継局間は 800MHz 帯無線を使用している。この区間では携帯電話(GLOBE 社および SMART 社)との混信がひどく、その結果、多重通信回線の通信品質は著しく低下し回線断が頻繁に発生する状態となっている。

3) NIA の運用・管理能力

NIA が管理する中継局では、年間システム維持費の削減によって非常電源設備の燃料を確保出来なくなったために、災害時に商用電源断が発生した場合多重通信装置に電源供給が出来なくなり、回線断となることが頻繁に発生している。この結果、PAGASA と多重通信回線を共有しているカガヤン河、アグノ河、パンパンガ河およびパンタバンガンダム、マガットダムの雨量・水位データが、DIC で受信出来なくなる他、ツゲガラオ、ロサレス(アグノ)サブセンターやマガットダム、パンタバンガンダムとNIA センター、PAGASA 中央監視センターを結ぶ電話、FAX の使用が出来なくなる状態がこれまでに多く報告されている。

またサンラファエル、ガパンおよびカバナツアン中継局に設置されている非常用電源設備は、停電自動検出機能が故障しているために商用電源断時に手動で動作させなければならない状態であった。したがって停電が NIA 職員の不在な休日に生じた場合には、全てのマニラ島北方多重通信回線が不通となる事態を生じている。

4) 多重無線回線状態監視

マニラからカウアヤンまでのマニラ島北方多重通信回線の維持運用管理は、NIA が実施する責任を負っている。北方多重通信回線の状態を監視モニターする機能は、NIA センターに設置されていて PAGASA ではモニター出来ないシステムになっている。そのために洪水等の緊急時に北方回線が何らかの原因で通信不能になっても、PAGASA ではどのような障害が多重通信回線に発生しているか分からないのが現状である。特に多重通信異常が休日・夜間に生じた場合には、スタッフは NIA センターに常駐していないために、PAGASA は復旧対応が出来ないのが現状である。

5) 混信の状況調査

携帯電話による 800MHz 多重通信回線への混信

携帯電話による 800MHz 多重通信回線への混信について、1999 年 JBIC の SAPS 調査時点まで遡って調査した結果を以下に述べる。

- (a) 携帯電話による 800MHz 多重通信回線への混信は、洪水予警報システムの基幹回線である多重通信の通信品質を著しく劣化させるもので極めて深刻な問題である。携帯電話との混信によって、各 FFWS サブセンターと PAGASA 中央監視センター間の

通信品質が低下し、FFWS サブセンターからの雨量・水位データが中央監視センターで確実に受信出来なくなっている。また洪水が発生する前や洪水災害が発生した後の必要な情報を電話や FAX で交換する場合においても、回線断や話中によって接続できない場合がある。

- (b) 携帯電話による混信の程度については、1997 年に JICA 専門家によって現地調査（サンラファエル中継局の混信状況）が実施され、その概要は以下の通りである。
- PAGASA 使用の周波数帯域内や近辺に携帯電話のものと思われるスペクトラム群がある。
 - 不連続ではあるが、PAGASA 使用の周波数帯域内にこのレベルと同等レベルの混信が観測されている。
- (c) JICA 専門家による調査結果から、携帯電話のスペクトラムが広範囲に高いレベルでオリジナル周波数の受信スペクトラムを妨害している結果が報告されている。これらの妨害スペクトラムは連続的に発生していないにしても、このような携帯電話からの高いレベルの混信波が来ると洪水予警報システムの多重通信回線は、回線の中断や不通になってしまう恐れがある。

多重無線装置の劣化

1980 年に洪水予警報システムの通信基幹回線として多重通信設備を設置、運用を開始してから既に 26 年が経過している。多重通信回線の通信品質の劣化については、携帯電話との混信について述べてきたが、多重通信装置そのものによる内部雑音の増加や送信出力の低下等による通信品質の劣化は確認されていない。これまで回線断を引き起こすような重故障もなく現在まで運用されているが、通常の多重無線装置が持つライフタイムを既に越えて動作しており機器の老朽化が進んでいる。

800MHz 多重通信装置の予備ユニットは既に使用されており、使用可能な予備ユニットのストックがない状態である。故障したユニットの修理や予備ユニットの補充は、予算不足のために実施されていない。

今回実施の混信状況調査

混信状況調査を 2006 年 10 月末から 11 月中旬の期間に実施した。調査の結果は次のとおりである。

多重無線回線網(800MHz と 2GHz 帯)

アグノ系データとパンパンガ系データの伝送路は、NIA が管理を行っている 800MHz 帯多重無線回線網と本プロジェクトの主管官庁である科学技術省の無線局であるサイエンスガーデンを結ぶ 2GHz 帯多重無線回線で構成されている。

測定結果では、テレメータの毎正時観測時とその間に混信と思われる信号が記録されている。また、混信が原因と思われるチャンネル雑音が大きく増加している。この結果からも明らかなように、混信の信号によりテレメータデータが抑圧を受けデータの欠測が発生していると判断する。

(3) OCD との通信システム

1986年に完了したサイエンスガーデンとOCD間の2 GHz 帯多重無線装置のシステム停止が1989年12月にOCDから報告されている。

見通し調査の結果、サイエンスガーデンとOCDの間に新しいビル(Union Square House: 高さ55m)が建設され、これがマイクロ波を遮蔽していることが判明した。このビルは、OCD から 1.56 kmの位置(PAGASA サイエンスガーデンからは2.8 km)にあり、1991年12月に完成している。これ以降有効な対策が実施されず現在に至っているため、PAGASA～OCD 間の通信状態は不通となっており、洪水予警報システム関連の情報伝送に支障をきたしている。

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

2.2.1.1 観測所設備

(1) 河道変動とラハール堆砂状況

河道変動は、大きく下記の2つに分けることが出来る。

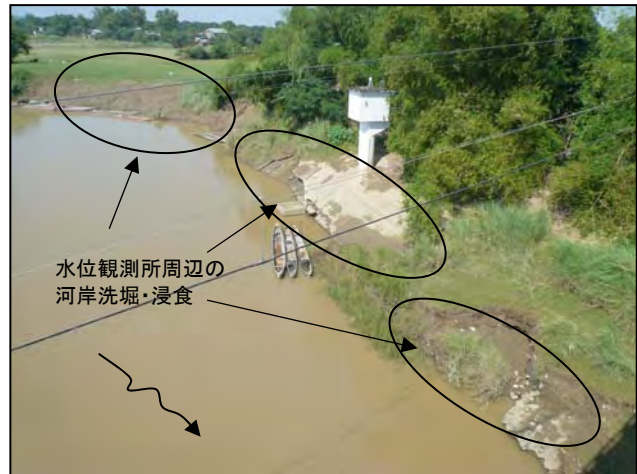
- － 河川の平面的な変動
- － 河川の縦横断的な変動

パンパンガ・アグノ両流域における河道変動の原因は、1990年、翌91年にそれぞれ発生した中部ルソン地震とピナツボ火山噴火による崩壊土砂/火山泥流(ラハール)が河道に多量に流入

し堆積したことにある。これによって河道の i) 河床勾配、ii) 河床材料、

iii) 流速・流量に変化が生じ、局所的な堆積や洗堀を引き起こしている。

パンパンガ・アグノの両流域において、上記に示す河道変動(堆砂、洗堀)及びラハール堆砂によって水位観測に不具合が生じている観測所は、下記の通り、パンパンガ河5箇所、アグノ河流域4箇所、計9観測所である。



Arayat 水位・雨量観測所 (パンパンガ河)

表 2.2-1 河道変動によって水位観測が不可能になっている観測所

観測所	水位観測機器のタイプ	現状と対策
パンパンガ河流域		
ザラゴザ	フロート	水位計は、観測井戸が土砂堆砂(ラハール)によって埋没し機能しておらず、移設・付替えが必要。 観測建屋の基礎周辺の護岸は浸食が進み、建屋の安定性に問題があり、移設・建替えが必要。
サンイシドロ	センシングポール(橋脚固定)	水位計は、土砂堆砂(ラハール)によって維持管理(土砂の除去など)が困難になっており、移設・付替えが必要。
アラヤット	フロート	水位計は、観測井戸が土砂堆砂(ラハール)によって埋没し、機能しておらず、移設・付替えが必要。 観測建屋の基礎周辺の護岸は浸食が進み、建屋の安定性に問題がある。よって移設・建替えが必要。
カンダバ	フロート	水位計は、観測井戸が土砂堆砂によって埋没し、機能しておらず、移設・付替えが必要。
サスマアン	圧力	水位計は、河床上昇(ラハール)によって埋没し機能しておらず、現在水位計は取り外されている。

アグノ河流域		
サンタ バーバラ	フロート	水位計は、浸食と堆砂で観測井戸の維持管理が困難になっており、移設・付替えが必要。 上流の橋（橋脚の向き）の影響で、水位計の下流側は浸食、上流側は堆砂が発生している。
カルメン	センシングポール （橋脚固定）	水位計は、土砂流出、滞筋の変化（右岸側へ）によって測定不能になっており、移設・付替えが必要。
ワワ	フロート	水位計は、観測井戸が土砂堆砂によって埋没し機能しておらず、また滞筋の変化（左岸側へ）によって測定不能になっている。よって、水位計の移設・付替えが必要。
ディバッグ	センシングポール （橋脚固定）	水位計は、土砂堆砂によって維持管理（土砂の除去など）が困難になっており、また滞筋の変化（左岸側へ）によって測定不能になっている。よって、水位計の移設・付替えが必要。

現在、ピナツボ火山の泥流（ラハール）の堆砂によって、水位観測機器が埋没し、水位測定が困難になっている観測所は下記の通りである。

パンパンガ河流域

- ー ザラゴザ観測所: リオチコ(Rio Chico)川
- ー アラヤット観測所: パンパンガ(Pampanga)川
- ー サスムアン観測所: ポラック・グマイン(Porac-Guagua)川

アグノ河流域

- ー ワワ観測所: アグノ(Agno)川
- ー ティバッグ観測所: タルラック(Tarlac)川

フィリピン火山地震研究所によると、91年のピナツボ火山噴火当時に比べ、堆積土砂量は約10%程度まで減少しているとの報告がある。一般的に見ても、河床が将来的に低下していく理由として、91年規模のピナツボ山噴火がない限りは、上流域の土砂供給源は減少し、且つ植生も発達していくことから河道への堆積土砂も減少していくと言える。

PAGASA は、観測所の設置されている河道で横断測量を継続的に実施している(参照:添付図-2、図-3)。水位観測機器の維持管理の観点からも、今後も河川横断測量を実施し、河道変動やラハール堆砂を継続的に観測していく必要がある。

(2) 電源供給の状況

フィ国において NPC(国家電力公社) は、発電・送電線設備を有し、自社発電に加え IPP (Independent Power Producer: 独立系発電事業者)の電力を独占的に購入して、民間電力会社(Manila Electric Co.: MERALCO 他約 20 社)と地方部の電化協同組合(Rural Electric Cooperatives: REC)に電力を供給している。

フィ国における地方部の電力供給は都市部に比べ電力料金が高価であると同時に、長距離送電により非常に供給が不安定な状況にある。さらに、REC による保守・点検業務は十分に

はなく、台風の接近時には事故などによる長期の停電が発生しており、その復旧にも時間がかかっている。

このため、地方に設置される水位・雨量観測局の電源は、雨量・水位データを自動記録(記録計に電子データとして保存)が行えるよう信頼性の高い常時電源が必要となるため、現状の REC の商用電源は当洪水予警報システムには適さない。

2.2.1.2 関連機関の状況

(1) NPC(National Power Corporation : 国家電力公社)

NPC が管理運用しているダム運用に係る洪水予警報システムは、アンガットダム(1986 年)、ビンガダム(1992 年)がある。これらのダムは比較的新しいこともあって、システム全体として概ね良好に運用されている。これらダムからの収集データは PAGASA 中央監視センターへ転送されているが、ダム放流量(開度情報)は、自動収集では無く人を介した電話連絡によるものである。NPC が維持運用管理している多重通信回線は、NPC センター - アンガットダム間および NPC センター - ビンガ/アンプクラオダム間の多重通信回線である。これらの多重通信回線は、PAGASA の洪水予警報システムからは独立した回線であり、多重無線周波数も NPC 独自の 7.2GHz 帯を使用している。そのため NPC の多重通信回線は、携帯電話との混信やフェージングの問題もなく、保守状況も良好で問題なく動作、運用されている。

また、NPC と PAGASA の間に、新しく光ファイバケーブルが敷設され、新規建設されたサンロケダム(2003年竣工)の水位・開度情報などを共有できるようにしたが、現在はデータ表示がされていない。これは、サンロケダム側の機器の故障に起因している。

(2) NIA(National Irrigation Administration : 国家灌漑庁)

NIA が管理しているダム運用に係る洪水予警報システムは、パンタバンガンダム、マガットダムがあり、NPC と同様に雨量・水位テレメータシステムとダム放流システムから構成されている。しかしながら、テレメータ装置の盗難や十分な保守点検作業が実施されないという問題を抱えており、雨量・水位データの収集率は NPC と比べて低いものとなっている。

なお、NIA センターに設置されている監視装置(監視盤など)も老朽化が進んでいる。

(3) DPWH(Department of Public works and Highways : 公共事業道路省)

DPWH 本省に洪水予警報システムの一環として、監視装置が導入されているが、PAGASA から送信される洪水予警報システム関連データは、現在のところ積極的には利用されていない。しかし、今後、洪水や土砂災害への対策を計画する FCSEC(Flood Control and Sabo Engineering Center)にて、洪水予警報システムの情報利用が計画されている。

2.2.1.3 通信ネットワーク関連の状況

(1) 電波管理の状況調査

1) 電波管理委員会(NTC: National Telecommunication Commission)の電波管理政策

NTC は、フィ国で電波行政を行う唯一の行政機関である。現在では ITU (International Telecommunication Union: 国際電気通信連合) の加盟国として、ITU から発行される周波数割り当てプランにしたがってフィ国内の電波行政を行っている。

2) 1999 年 2 月の SAPS 調査時における NTC との協議結果

前述したように洪水予警報システムに用いられる基幹多重通信網は、携帯電話網との混信により通信が不安定な状況となっている。本調査に先立ち、1998 年度に実施された SAPS 調査において、この混信の問題について NTC との協議がなされている。SAPS 調査時における、洪水予警報システム用周波数に関する協議結果は次の通りであった。

- ① 800MHz 帯多重通信回線の継続使用は、世界的な電波利用状況および電波管理委員会からの指導により難しい。
- ② 洪水予警報システムの基幹多重通信回線の周波数を他の周波数に移行せざるを得ない状況である。
- ③ PAGASA は、向こう 2 年以内に多重通信回線の使用周波数を他の周波数帯に移行できるように関係機関に働きかける。
- ④ マウントアンプカオ - カウアヤン間の回線切り替え作業等については、PAGASA と SMART 社(携帯電話事業者)の間で協議して実行に移す。

上記に示すように、基幹多重通信網の周波数は、混信の発生しない他周波数帯へ移行するよう提言がなされているが、現状においてはその有効な解決策は実施されていない。一部、マウントアンプカオ - カウアヤン間の回線については、携帯電話通信事業者の回線を借用することで対策が図られる予定であるが、根本的な解決とはなっていないのが現状である。

3) 当基本設計調査時の NTC との協議結果

これまでの SAPS 調査での協議結果、世界的な周波数割り当て状況を踏まえ、基幹多重通信網に使用する周波数は、従来の 800MHz 帯および 2GHz 帯に変えて、他周波数帯へ移行せざるを得ないと判断し、他周波数帯の割り当てが可能であるかを確認するため、現地調査時に NTC との協議を実施した。適用する周波数帯は、ITU の周波数割当プランを加味して、7.5GHz 帯および 18GHz 帯が適当と判断し、これらの周波数帯の適用の可否について協議を行った。協議結果の概要は、次のとおりである。

- － 7.5GHz 帯および 18GHz 帯には、帯域に十分空きがあり、当該基幹多重通信網での適用が可能である。
- － 周波数の選定は、NTC 側において実施する。周波数の選定に際して、中継局等の

立地条件(緯度・経度)、アンテナ高さ、出力などの諸条件を NTC 側へ提示する。

- 一 周波数の割当てに際し、既存の他無線局との混信が発生しないかを判断するため、D/U(希望波/不要波)検討が必要となるが、本検討についても NTC 側で実施する。

上記協議結果より、中継局等の諸条件を NTC 側へ提示し、当該洪水予警報システムに供する周波数の割当てを依頼した。

4) 周波数の割当

2007 年 3 月に実施した基本設計調査概要説明時に、NTC から 7.5GHz 帯および 18GHz 帯の周波数の割り当て案が以下のように提示された。

- | | |
|---------------------------|-------------------------------------|
| a) サイエンスガーデニーサンラファエル中継局 | : 7,442 / 7,603 MHz (1W 出力) |
| b) サンラファエル中継局ーガパン中継局 | : 7,631 / 7,470 MHz (1W 出力) |
| c) ガパン中継局ーカバナツアン中継局 | : 7,498 / 7,659 MHz (1W 出力) |
| d) カバナツアン中継局ーパンタパンガン・ダム | : 7,603 / 7,442 MHz (1W 出力) |
| e) カバナツアン中継局ータルラック中継局 | : 7,631 / 7,470 MHz (1W 出力) |
| f) タルラック中継局ーアグノサブセンター | : 7,442 / 7,603 MHz (1W 出力) |
| g) サンラファエル中継局ーパンパンガサブセンター | : 7,498 / 7,659 MHz (1W 出力) |
| h) サイエンスガーデニー-NIA | : 18,387.5 / 19,397.5 MHz (0.1W 出力) |
| i) NIAーOCD | : 18,607.5 / 19,617.5 MHz (0.1W 出力) |

注: 周波数は送信周波数/受信周波数を示す

しかしながら、上記周波数の割当においては、新規無線局の許可に際して必須作業となる D/U 検討が行われていないことが分かった。この点について NTC 宛確認を求めたところ、混信などの問題が発生した場合は、NTC が別周波数割当等による対応を行うとの回答を得ている。

2.2.1.4 洪水予測モデル

(1) 解析方法

PAGASA は、洪水予測の方法として、流出解析法と水位相関法の 2 つの手法を併用した洪水予測モデルを採用している。両方式を併用することの目的は、精度の低い流出解析法を水位相関法によって補完することにある。二つの水位予測方法の特徴は下記に要約できる。

- 流出解析法: 上流に降った降雨量から下流に流れ出る流量を予測する手法である。長い予報時間 (Lead Time) が期待できるが、予測条件 (パラメータ) が多くかつ複雑に影響しあっているところもあり精度が低い。
- 水位相関法: 上流の水位から下流の水位を予測する手法である。上下流の水位の関係という単純な条件を基本としているため高い精度が得られるが、予報時間が短い。

流出解析法による洪水予報は、予測精度が低いことが難点であるが、その精度は下記の要因によって左右される。

- 流域平均雨量： 流域に存在する観測所の数、配置に影響する。
- 流出モデル・パラメータ： 実測した水文データに適合するよう、モデルのパラメータを調整する。
- 水位-流量曲線： 洪水時に、水位観測所近傍で水位と流量を測定し、水位と流量の関係を把握する。

したがって、流出解析法(貯留関数法)の精度向上を図るには、ハード整備の面で、適正な観測所の配置・追加が必要であり、さらにソフト対策の面では、特に流出モデル・パラメータの調整、洪水時の水位・流量観測の実施及び水位-流量曲線の作成が重要な要素である。なお、流出モデル・パラメータの調整は、下記の通り、洪水前後に行われなければならない。

- 洪水前モデル調整： 前洪水期の実績降雨、水位・流量記録等を下に、主要パラメータの確認と調整。
前洪水期の流量観測に資料にもとづく水位流量曲線の調整。
- 洪水時モデル調整： 調整されたモデルは、観測所からリアルタイムに送られてくる記録に基づき、特定パラメータを調整して洪水を予報。

(2) 運用状況

本調査に先立つ技術協力プロジェクト(技プロ)において、PAGASA に対して、洪水予測モデル(流出解析法と水位相関法の併用)の整備と職員への研修は既に実施されている。しかし、洪水予測モデルを使った洪水予報業務は現在十分に行われていない。その原因は、大きく下記の2つに要約できる。

- 観測/通信機器の故障による水文データの欠測が多く、水文データをリアルタイムに予測モデルに利用できない。
- 人員・予算不足による専属職員の配置ができず、予測モデルの維持管理及び精度向上の作業ができない。

PAGASA における洪水予警報業務の問題点として、次図に示す様に、観測機器・通信施設の故障・不具合が起因となって、水文データをリアルタイムに流出モデルに利用できず、洪水予警報業務が体系化できない事態を引き起こし、洪水予測モデルの精度向上が図れない“悪循環”に陥っている。

洪水予測モデルの運用を改善するには、先ず水文データの観測機器、通信機器・施設の改善・更新による根本的な問題を解決することが不可欠である。さらに、洪水予警報部に人員を配置し、洪水予測モデルを使った洪水予警報業務を体系化させ、洪水予測モデル運用の継続的实施を図っていく必要がある。

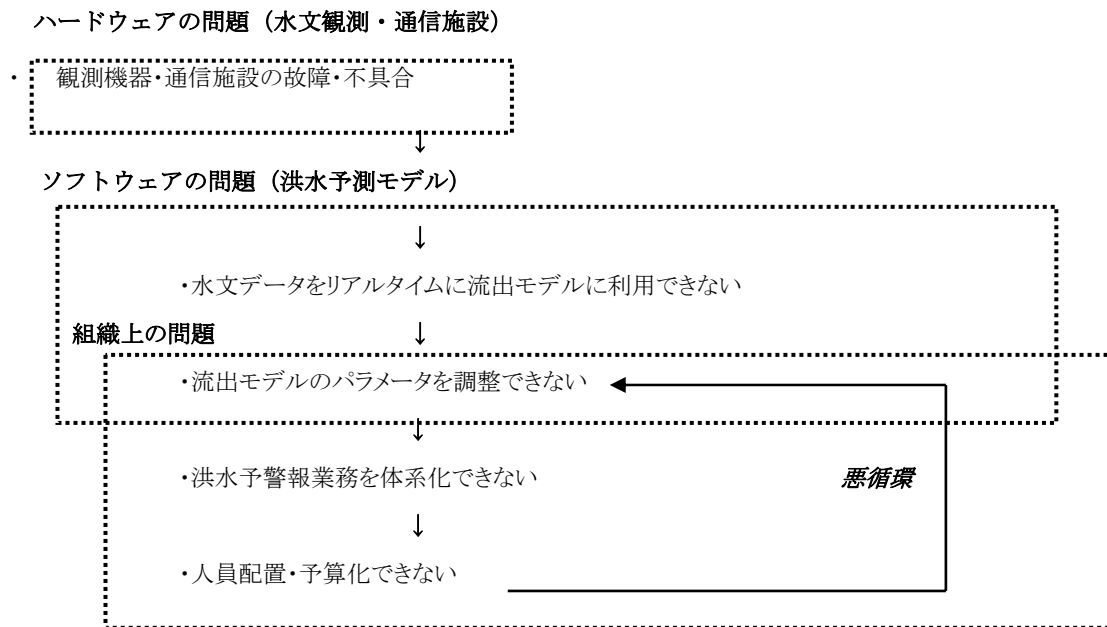


図 2.2-1 洪水予測モデルの運用における問題フロー図

(3) モデル利用の技術力

調査団は、PAGASA には洪水予測モデルを操作できる職員（技術力）が各流域事務所に 1 名、FFB 本部に数名存在することを確認した。

PAGASA は、水文データを使ったプログラムの作動、モデル・パラメーターの調整、水位・流量曲線の作成などの一連の作業を、技術協力プロジェクト(2004 年～2006 年)の中で実施済である。したがって、流出モデルを利用した洪水予報業務の流れは PAGASA 職員に理解されており、流出モデルを利用する職員の技術力レベルに問題はないと考える。

(4) モデル作成のための情報収集状況

過去の洪水時の水文観測データは、観測機器や通信施設の故障や通信障害によって欠測が多い。PAGASA は、この問題に対処するために、これまで下記の取り組みを行っている。

1) 水文観測データ欠測の最小限化

観測所にゲージキーパーによるマニュアル観測、洪水時の携帯電話によるデータ通信の体制を敷いて対応している。

2) 水文観測データの精度向上

洪水予測モデルを正常に使用する為の準備作業として、既存水文データの欠測補完及び自記記録データの検証を行ない、水文データの精度向上に努めている。

上記の様に現時点における PAGASA の取り組みは評価できる。観測機器・通信施設の故障・不具合が解消され、流出モデルが洪水予報業務に利用される様になった以降も継続していくべきである。

(5) ハザードマップの運用状況

1) 作成状況と作成基準

洪水予警報の精度向上を図るには、詳細な氾濫状況を示したハザードマップが必要であるが、PAGASA は洪水予警報業務にハザードマップを有効に利用できていないのが現状である。添付図-4 に示す様に、パンパンガ河流域において洪水氾濫ハザードマップが作成されているが、洪水氾濫域と洪水予警報の精度を定量的に向上させるには、さらに縮尺スケールの大きい地形図の作成が必要である。

また、アグノ・パンパンガ両流域において、DPWH、DNER (Department of Environmental and Natural Resources:環境天然資源省)などの関係省庁及び州・市町村の地方行政機関によって、いくつかの地域で洪水氾濫図および各種ハザードマップが作成されている。しかし、フィ国において、防災ハザードマップ作成の明確な基準は存在せず、防災ハザードマップの縮尺、表示項目、表示方法などは標準化されず、各機関で作成方法が異なっている。存在するハザードマップの規格が一定ではないことも、PAGASA がハザードマップを洪水予警報に有効に利用できない一因になっていると考えられる。

2) 作成方法

洪水ハザードマップ作成には、洪水氾濫解析ソフトウェアと洪水調査等によるマニュアル作成の 2 つの方法が考えられる。氾濫解析ソフトウェアによる作成は主に氾濫域、氾濫時間、氾濫水深の特定が可能であるが、縮尺の大きいデジタル地形図の存在が前提である。しかし、PAGASA の現状の組織体制、人員、予算規模を考慮すると、PAGASA が独自に新規にデジタル地形図を作成することは不可能である。

したがって、今後 PAGASA が洪水氾濫解析ソフト導入も視野に入れて、洪水ハザードマップの整備を進めていくには下記の取り組みが必要である。

- ① 段階的に既存デジタル地形図の修正と新規デジタル地形図の作成を行いながら、氾濫解析ソフトウェアを使った解析(氾濫域、氾濫時間、氾濫水深の特定)を行い、ハザードマップの精度を高めていく。
- ② 洪水調査によって避難路、危険場所、避難場所などの追加情報を追加して、継続的にハザードマップを改善し、洪水警報業務への活用を図る。なお、洪水後の洪水調査で実施すべき項目は下記の通りである。
 - 氾濫危険地域の選定
 - 土地利用
 - 被害状況
 - 洪水原因
 - その他(地盤高、湛水時間、湛水深、被害地区、人口、世帯数など)

上記の洪水調査の項目は、ハザードマップ作成のみならず、警戒水位の再評価、警報文の見直しなどにも利用され、洪水予警報において欠かせない業務である。よって、洪水調

査は、PAGASA の業務の一環として位置づけ、継続して行うべきである。

3) 課題

PAGASA は将来的に、リアルタイムで洪水時の浸水予測を Web 上で情報公開し、洪水予警報をより視覚的に発令する計画を持っている。そのためには洪水調査を基に既存のハザードマップの修正・作成、デジタル地形データ図の作成を段階的に行いながら、洪水氾濫解析プログラムを利用して洪水ハザードマップを更新・作成し、洪水警報業務に洪水ハザードマップを活用していくことが今後の課題と言える。しかし、この方法では、ハザードマップ完成までに時間がかかることが問題である。

そこで、多くの地域で早期にハザードマップ作成を図ることを最優先と考えれば、既存地形図、既存ハザードマップを基に、被災履歴や地元住民が持つ地域に関する諸情報など、現時点で活用可能な情報を基に、一定の作成基準に基づいて地元の市町村 (Municipality や Barangay) の自助努力でハザードマップを作成することが望ましい。

この点を考慮すれば、洪水ハザードマップの作成・更新は、現在 PAGASA が、洪水が頻発している小河川について、地方行政機関と連携して実施している「コミュニティー洪水予警報システム」の一環として、コミュニティー防災の中に位置づけて今後進めていく必要がある。

2.2.2 自然条件

(1) フィリピンの降雨特性

フィリピンの気候は、熱帯気候に属し、雨期と乾期を持っているが、地勢・季節風及び台風の進路の影響を受けて地域的に大きく変化する。平均気温は 28 °C から 36°C、湿度は 70 % から 80 % である。内陸部で島の外縁部では若干気温は高く、山地では低い。降雨量は年間平均約 2,030mm である。一般に、フィリピンの気候は主に降雨量を基本として次のような 4 タイプの気候区に分けられる。

表 2.2-2 気候区分とその特徴

区 分	特 徴	典型的な地域
タイプ I	雨期と乾期の区別が明瞭で、乾期は 11 月から 4 月まででそれ以外が雨期	イロコス、中部ルソン、南部タガログ (東部)、西部ビサヤス (東部)
タイプ II	乾期がなく、11 月から 1 月にかけて非常に雨が多い	ビコール (西部)、東部ビサヤス、南東ミンダナオ
タイプ III	乾期に明瞭な区別がなく、概して 11 月から 4 月までが少雨傾向にある	ビコール (東部)、西部ビサヤス (西部)、中部ビサヤス (東部)、北ミンダナオ (北部)、南西ミンダナオ (東部)
タイプ IV	降雨が 1 年を通じてあまり変化しない	カガヤン溪谷 (西部)、ビコール (東部)、中部ビサヤス、ミンダナオ (南部)

年間雨量のほぼ半分は台風によってもたらされる。これは、太平洋のカロリン・マリアナ諸島近辺で発生する台風のほとんどが西ないし北西に進路を取り、フィリピンに向かうためである。特に、フィリピンの東部、レイテからバタネス諸島にかけて台風の影響を最も強く受けている。毎年 20 個程度の台風がこれらの海域で発生し、その半数近くが上陸している。なお、洪水被害は台風にとどまらず、雨期 (6 月～11 月) における前線性豪雨によるものも多い。下記に月別の台風経路の比率について図示する。

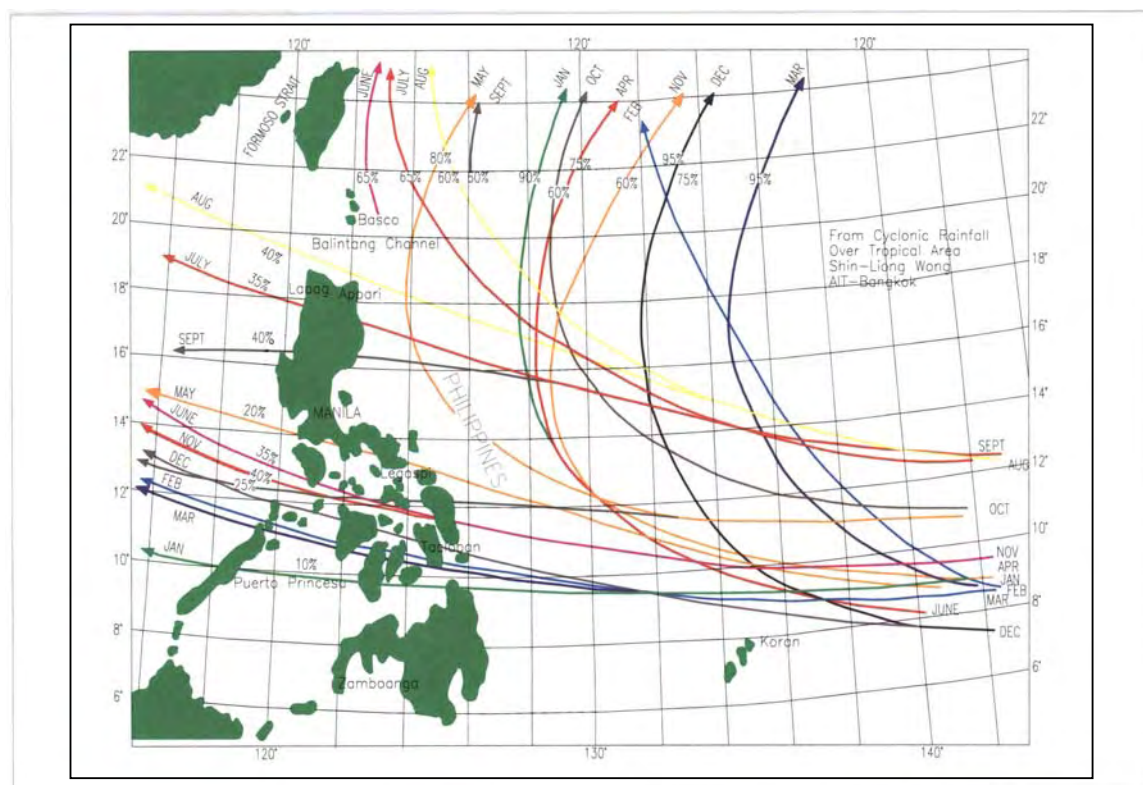


図 2.2-2 月別の台風経路の比率

調査対象地域(パンパンガ・アグノ両流域)の気候は上表よりタイプ I に区分される。南西モンスーンの影響を受け、雨期と乾期の区別が明瞭で、乾期は 11 月から 4 月まででそれ以外が雨期に当たる。調査対象地域(行政区分 Region I & III)の年間降雨量および降雨パターンを下表に示す。

表 2.2-3 パンパンガ・アグノ流域 年間総雨量 降雨パターン


Region	Province	Climate Type	River Basin	Month												Annual Rainfall (mm)		
				Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Wet	Dry	Total
I	Ilocos Norte	I	-													2,157	123	2,280
	Ilocos Sur	I	-													2,048	82	2,130
	Launion	I	-													2,096	153	2,249
	Pangasinan	I	A													2,233	193	2,426
III	Bataan	I	-													2,236	178	2,414
	Bulacan	I	P													1,797	273	2,070
	Nueva Ecija	I	P													1,669	304	1,973
	Pampanga	I	P													1,844	225	2,069
	Tarlac	I	A, P													1,735	211	1,946
	Zambales	I	-													3,378	160	3,538


A : Agno River Basin

P : Pampnaga River Basin

 : Study Area of Pampanga - Agno River Basin

 : Monthly Rainfall less than 50 mm

 : Monthly Rainfall from 50 mm to 150 mm

 : Monthly Rainfall more than 150 mm

上記より、パンパンガ流域内の各州(Province)の年間雨量の平均値は 2,015 mm、アグノ流域の大部分を占めるパンガシナン州とタルラック州の年間雨量の平均値は 2,186 mm で、両流域

ともほぼ同程度であることが分かる。

パンパンガ・アグノ流域の月別雨量を下図に示す。年間降雨のピークは8月であり、乾期中の特に1月から4月にかけて降雨はほとんどないことが分かる。

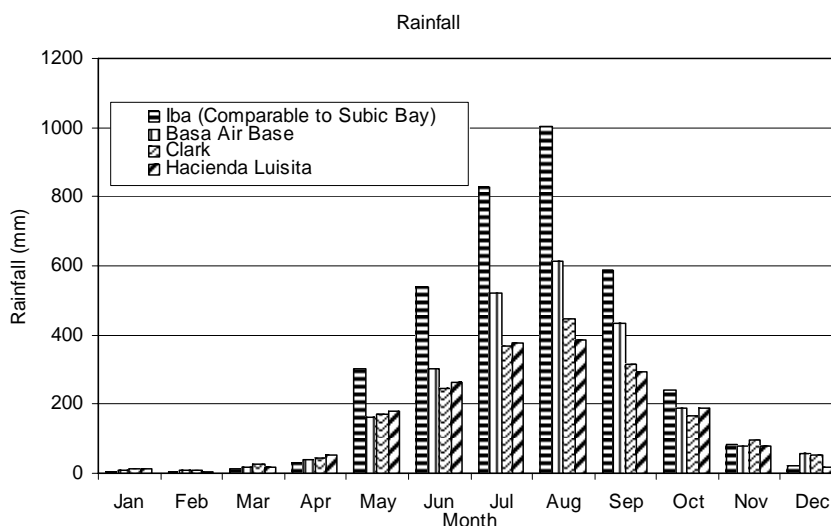


図 2.2-3 調査対象地域の月別総雨量

(2) 流域の自然条件

1) 地形、地質

パンパンガ河、アグノ河の両流域は、パンパンガ州、ブラカン州、ヌエバエシハ州、タルラック州、パンガシナン州に跨り、平坦な地形が上流域から下流の河口まで広がっており、下記に示すとおり両流域とも河川勾配は緩やかである。

- パンパンガ河の平均河床勾配： 上中流域 1/2,500
中下流域 1/10,000
- アグノ河の平均河床勾配： 上中流域 1/2,000
中下流域 1/7,000

両流域とも中流域では沖積平野、下流域ではデルタが形成され、中小の河川網が複雑に存在している。

パンパンガ流域

パンパンガ河流域は、東には北からカラバロ山脈、シエラマドレ山脈の山岳地帯に流域界を有し、南西にはザンバレス山脈およびピナツボ山に流域界を有する。パンパンガ河はカラバロ山に源を発し、ほぼ南へ流下し、マニラ湾に注ぐ河であり、流路延長約 260km、流域面積約 10,540 km² (ボラック、グマイン、グアグアの各川の流域含む)のフィ国第4、ルソン島第2の河川である。

中流域には、アラヤット山(標高 1026 m)が存在し、これより東側には広大な穀倉地帯であるカンダバ湿地帯(面積 250 km²)が広がり、流域東方からの洪水は、この湿地帯に大きく吸収され、中流域から下流域にかけての洪水被害軽減に貢献している。一方、同湿地帯に位置するカンダバ町には、約 15,500 世帯、86,000 人の住民が暮らしている。

アグノ流域

アグノ河流域は、東側にパンパンガ河流域、北側にカガヤン河流域に接し、アグノ河本流は、コルディレラ山脈に源を発し、リンガイヤン湾に注ぐ流路延長約 270 km、流域面積 5952 km² のパンパンガ河に次ぐ河川である(フィ国第 5、ルソン島第 3 の河川)。アグノ河は、平均標高 2000 m の山岳地帯を抜け、広大な沖積平野(パンガシナン平野)、河口デルタを形成し、リンガイヤン湾に注いでいる。パンガシナン平野は、パンパンガ河によって形成された沖積平野、パンパンガ平野と隣接し、中部ルソンにおける経済の中心地域になっている。

同流域は台風及び南西季節風の影響を受け、平均年間総雨量は、平野部で約 2000 mm、山岳部で約 4000 mm と大きく変化し、年間総流出量は約 6,654 百万 m³ と見積もられている。アグノ河の洪水到達時は、流路延長約 90 km の山岳地帯を抜け沖積平野に到達するのにおよそ数時間、その後河口まで約 1 日かかる。

パンパンガ・アグノ流域の地質

地質的には、中生代と第 3 紀地層と第 3 紀、第 4 紀の火山岩からなる。平野部は沖積層の地層で沼沢地も含まれる。

2) 流出特性

パンパンガ・アグノ両流域は、フィリピン気候区分 Type-I に分けられ、乾期は 11 月から 4 月までの 6 ヶ月間だが、河川の水位が下がり始めるのは 1 月、最低水位に達するのは乾期の終わりの 4 月～5 月にかけてであることが分かる。アグノ流域のサンタバーバラ観測所の年間水位変化を次図に示す。

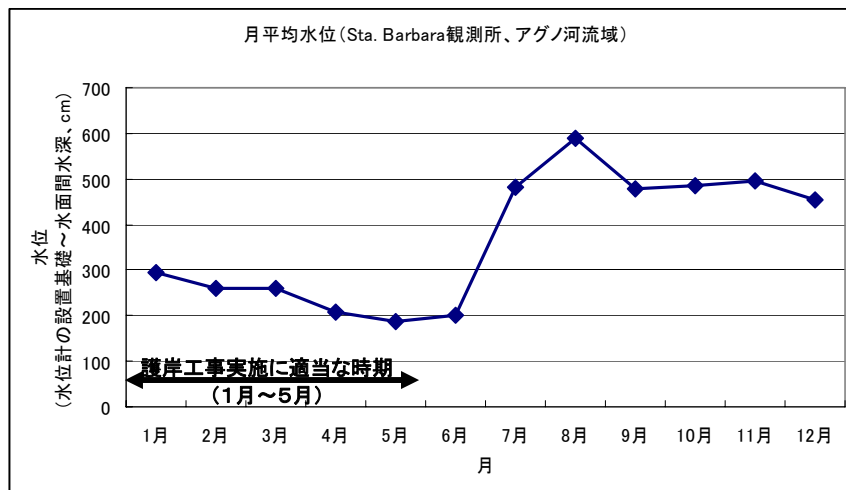


図 2.2-4 月平均水位 (サンタバーバラ観測所、アグノ河流域)

(3) 洪水被害状況

1) フィ国の洪水災害

フィ国は世界でも最も自然災害の多い国の一つである。代表的な災害は、台風・暴風雨、洪水、火山噴火、地震、干ばつ、自然火災、斜面災害、さらに高波・高潮などが挙げられる。表 2.2-4 に 1905 年から 2003 年の間に発生した災害による死者・負傷者数を災害の種類ごとに整理した。

表 2.2-4 災害別被災者統計 (1905 年～2003 年)

災害の形態	死者数	割合	負傷者数	割合	影響人数	割合
台風・暴風雨	31,738	66%	25,154	62%	67,526,050	78%
地震	8,728	18%	13,054	32%	2,353,631	3%
火山災害	2,996	6%	1,188	3%	1,541,518	2%
洪水	2,652	6%	570	1%	10,432,585	12%
斜面災害	1,453	3%	293	1%	295,968	0%
伝染病	364	1%	0	0%	13,178	0%
高波・高潮	69	0%	0	0%	6,262	0%
干ばつ	8	0%	0	0%	4,185,050	5%
火災	2	0%	0	0%	300	0%
害虫災害	0	0%	0	0%	200	0%
合計	48,010	100%	40,259	100%	86,354,742	100%

出典：The OFDA/CRED International Disaster Data Base

台風・暴風雨と洪水を合わせると各指標とも全体の 90%を占め、1905 年から 2003 年までの 98 年間、フィリピン全体で死者数 3 万 4 千人以上、負傷者数 2 万 5 千人以上、被害影響人数約 7,800 万人に上る被害を記録している。フィ国は日本の地形と似て山岳列島であり、急峻な地形が国土全体に広がっている。したがって、洪水到達時間が短く、避難時間に余裕がないことも被害を大きくしている要因であると考えられる。

2) パンパンガ・アグノ流域の洪水災害

パンパンガ河及びアグノ河の両流域は、流域の半分以上が沖積平野と河口のデルタで占められ、河川勾配は両河川とも緩やかで下流～上流域にかけ 1/10,000～1/2,000 である。

一般に沖積平野の洪水被害は、土地標高が低く、特に河口に近い下流域においては潮位の影響を受けるため、洪水が流下できずに氾濫に至る“内水氾濫”による被害が大きな割合を占めている。両流域とも下流～中流域の都市に洪水被害が集中している。

さらに両流域は、1990年のルソン中部地震、翌1991年のピナツボ火山噴火によって、上流から多量の崩壊土砂や火山堆積物が河道に流入・堆積し、河床が上昇し、下流域においては氾濫域の拡大や氾濫時間の長期化、中流域では河床上昇による堤防決壊などが発生している。両流域は、1990年以降の河床上昇によって洪水氾濫の危険度が以前に比べ増している。特に、パンパンガ河およびアグノ河両流域の中流域に位置するカバナツアン市(22万人)およびタルラック市(25万人)の両市においては、洪水による被害額が年々増加傾向にある。さらに、パンパンガ河流域の下流域に位置し、パンパンガ州の州都で洪水常襲地帯にあるサンフェルナンド市の台風・洪水被害額(2000年～2006年)は、添付表-2に示す通りである。2000年、2001年の統計では、地方行政区リージョン-I及びIIIの被害総額の0.5%～0.6%(2000万ペソ～3000万ペソ)の高い値を占めていることが分かった。

パンパンガ河流域

パンパンガ河流域には、パンパンガ(Pampanga)州、ヌエバエシハ(Nueva Ecija)州の2州がほぼ全域、ブラカン(Bulacan)州、タルラック(Tarlac)州、ケソン(Quezon)州の3州が部分的に、計5州が存在している。洪水常襲地帯の多くは、下流域に位置するパンパンガ州に存在する。ただし、流域上流域のコーネル-サンタ川では、河床勾配が平均1/500と急勾配で周辺地形も急峻であるため、土石流発生による被害が発生している。なお、洪水被害の集中している都市の人口は、2002年時の統計では下記の通りである。

- － サンフェルナンド市(パンパンガ州の州都、人口約22万人)
- － カバナツアン市(ヌエバ・エシハ州、人口約22万人)
- － メキシコ町(パンパンガ州、人口約11万人)

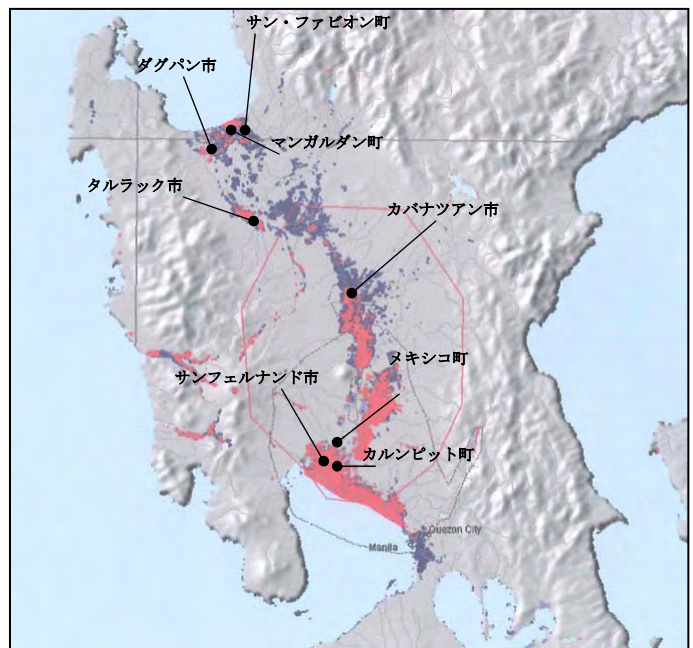


図 2-2.5 洪水氾濫図 (2003 年台風)
(青色 : 2003 年 7 月、赤色 : 2003 年 8 月)

- ー カルンピット町(ブラカン州、人口約 8 万人)など

アグノ河流域

アグノ流域には、パンガシナン州のほぼ全域、タルラック州及びコルディリア行政地域のベンゲット州の一部地域が含まれている。洪水常襲地帯の多くは、中～下流域に位置するタルラック州とパンガシナン州である。2004 年、アグノ河中流域の支流タルラック川において、洪水によって堤防が決壊し家屋や水田に被害を出している。なお、洪水被害の集中している都市の人口(2002 年時の統計)は、下記の通りである。

- ー タルラック市(タルラック州、人口約 25 万人)
- ー ダグパン市(パンガシナン州、人口約 13 万人)
- ー マンガルダン町(パンガシナン州、人口約 8 万人)
- ー サン・ファビオン町(パンガシナン州、人口約 7 万人)など

最近の洪水被害の増加は、両流域における人口増加にも起因しているとみられる。上記に示した様に洪水被害の集中している都市の人口だけでも、合計で約 116 万人(2002 年時の統計)に上り、実際の洪水被災人口はこれより多くなると想像できる。

(4) 洪水対策状況

パンパンガ・アグノ両流域における洪水被害は、主に下記の 2 つを起因として発生している。

- ー 中下流域： 内水氾濫による洪水被害(家屋、農地、インフラの浸水被害など)
- ー 中上流域： 河床上昇による洪水被害(堤防、護岸の破壊、内水氾濫の悪化など)

洪水による被害額をみると、両流域とも中～下流域に被害が集中している。このような状況に鑑み、フィ国政府は、パンパンガ・アグノの両流域において、サンフェルナンド市(パンパンガ河下流域)、ダグパン市(アグノ河下流域)、タルラック市(アグノ河中流域)などの中～下流域に位置する都市の洪水対策を緊急な課題として掲げている。

この地域の洪水被害を軽減する為に、放水路、堤防、遊水地、ポンプ場の建設、道路・橋梁及び、宅地の嵩上げ、浚渫などの洪水防御計画(構造物対策によるハード整備)が立案されている。これまで、両流域で実施・未実施の河川改修事業を下記に示す。

1) 実施済の洪水対策事業

パンパンガ河流域

- ー パンパンガデルタ河川改修工事(Phase I) : カルンピットから約 10km 下流の河川改修事業
- ー ピナツボ火山防災(Phase I) : サコビアーバンバン川流域河川改修事業
(既存堤防の修復、河道浚渫、河道開削、橋梁(3 橋)の復旧)
- ー ピナツボ火山防災(Phase II) : パッシングーポトレロ川流域河川改修事業
(河道浚渫、堤防の補強及び周囲堤の建設等)

アグノ河流域

- ー アグノ河河川改修工事(Phase I): 河口からタルラック川-アグノ河合流点までの河川改修

しかし、土地収用問題をはじめ建設における技術的/経済的な問題が多数存在する為、実施には至っていない事業が多い。現在、両流域で洪水対策事業が実施されていない洪水防御計画は、下記の通りである。

2) 未実施の洪水対策事業

パンパンガ河流域

- ー パンパンガデルタ河川改修工事(Phase II): カルンピットから上流の河川改修
- ー ピナツボ火山防災(Phase III): グアグア町及びルバオ町の洪水・排水対策
- ー ピナツボ火山防災(Phase IV): サンフェルナンド市の洪水・排水対策

アグノ河流域

- ー アグノ河河川改修工事(Phase II): タルラック川-アグノ河合流点からタルラック川上流への河川改修
- ー アグノ河河川改修工事(Phase III): タルラック川-アグノ河合流点からアグノ河上流への河川改修
- ー アライト川洪水防御(ダグパン市及びその周辺地域の洪水防御計画)

両流域は洪水氾濫常襲地域でありながら、上記のように河川改修によるハード整備は遅れている。よって、同流域におけるソフト対策の果たす役割は大きく、今後は、ソフト対策である洪水予警報システムの一層の充実と河川改修などのハード整備を効果的に組み合わせ、流域全体で総合的な洪水防御計画を進めていく必要がある。

(5) 自然条件調査概要

本調査は、設計条件(地形、土質条件など)の取得、施工計画、積算時の条件取得および機材仕様や設置工事時の環境影響検討のための基本情報取得を目的としたものである。調査は既存/新規水位観測所合わせて、パンパンガ流域では計9地点、アグノ流域では計7地点、両流域の合計16地点において、下記の調査を実施した。調査項目と調査対象の水位観測所をまとめた一覧表を添付表-3に示す。ただし、これらの測定結果については、実際の工事の際に再度、調査・確認を行うことが望ましい。

1) 河川横断測量

橋脚に取り付ける水位センサーの設置標高および観測局舎の床面標高を決定する目的で、基本的に水位センサーの設置箇所に1側線と上下流において数側線からなる河川横断測量(最大5横断側線)を実施した。

2) 地形測量

水位センサー設置護岸と新設観測局舎の設計に利用する目的で、基本的に観測局舎お

よび護岸の建設予定地を中心に地形測量(1箇所当たり 70 m x 70 m = 4,900m² の範囲)を実施した。

3) ボーリング/室内試験

新設観測局舎の建設予定地に、建屋基礎の土質状況を確認する目的で、6 箇所の地点で、最大深 15m のボーリング調査、および室内試験を実施した。この結果、調査地点で下記の地盤耐力の結果を得た。

表 2.2-5 各観測所の基礎の地盤耐力

No.	観測所名／場所 (州)	地盤耐力 (Kpa)
1	サンタマリア / パンガシナン	175
2	ペナランダ / ヌエバエシハ	175
3	ザラゴザ / ヌエバエシハ	90
4	カンダバ / パンパンガ	100
5	サンイシドロ / パンパンガ	175
6	アラヤット / パンパンガ	134

ボーリング調査 (N 値試験) および室内試験結果より、建設予定地の基礎は、地表から 1~2 m の地中に置くことが妥当であり、必要に応じて杭基礎を設置することが必要であることが確認された。

2.2.3 社会条件

(1) 社会条件調査概要

洪水予警報システムによって洪水被害軽減を図る主な要素は、下記の 3 点である。

- 観測体制の整備 (機器・施設、維持管理)
- 予警報伝達経路の整備
- 住民への避難誘導・支援体制の整備

機器・施設の更新/新設による観測体制の整備は、本プロジェクトにおいて実施を予定しているが、これらハード整備による機器・施設が有効に機能するには、予警報伝達経路、住民への避難誘導・支援体制などのソフト対策が十分に整備されていなければならない。したがって、ハード整備が十分に機能するためのソフト対策(上記の予警報伝達経路、住民への避難誘導・支援体制の整備に当たる行政機関から住民への洪水予警報伝達手段および住民の意識や行政の支援体制)の現状を調査する目的で、聞き取り調査(アンケート形式)によって現状を調査した。調査内容は、主に下記の 4 点である。

- 住民や行政の洪水・避難に対する認識・意識
- 洪水・避難時の情報伝達の方法
- 行政や住民の洪水避難時の行動様式

・ ハザードマップの整備状況

聞き取り調査の結果、台風・洪水による災害、浸水域などの危険度に対する認識、洪水予警報や避難活動の重要性については、行政及び地域住民は良く理解していることが分かった。国防省下の OCD や地方災害調整委員会は、地域住民に対し組織的に防災活動の支援を行っている。このような行政機関と地域住民による防災活動を支援するために、PAGASA の洪水予警報システムは不可欠な存在であり、洪水予警報の的確な発令と予警報システムの一層の精度向上が求められている。

1) 住民や行政の洪水・避難に対する認識・意識

洪水氾濫域と避難場所の認識

90%以上もの住民が地域の洪水氾濫域の場所を知っていると答え、情報源として 74%が自らの経験に依るもの、32%がバランガイ(村落に相当する行政単位)職員からだと答えた。避難場所と避難手段については、85%の住民が認識しており、学校、より安全な家・地区、バランガイ事務所、協会、避難センターの順になっている。

避難の判断

洪水予警報の情報源は、半数の 52%の住民が地方災害調整委員会(BDCC)からと答えている。避難の判断は、53%が住民自らの判断によるものである一方、BDCC の勧告に依るものも 40%に上った。住民の半数近くが BDCC からの避難勧告を頼りにしていることも明らかになった。

洪水予警報への認識

85%の住民が、PAGASA が洪水予警報を行っていることを認識し、両流域全体で 80%の住民が、洪水予警報は防災の観点から有効であると答えている。

2) 洪水・避難時の情報伝達の方法

台風・洪水予警報の情報伝達

PAGASA の発令する洪水予警報(避難勧告、警戒水位)は、電話、FAX、また携帯電話を利用したメール送付機能を使って、PAGASA 本部からは国防省の下部組織である市民防衛局(OCD)、国家災害調整委員会(NDCC)及び各関係省庁へ、また地方流域センターから各地方災害調整委員会(RDCC, PDCC, CDCC, MDCC, BDCC)へ情報伝達されている。

地方災害調整委員会の役割

PAGASA から情報を受けた州災害調整委員会(PDCC)は、市町村・地区災害調整委員会(CDCC、MDCC、BDCC)へ情報を伝達し、台風・洪水時には住民避難や復旧・支援活動の状況確認、台風・洪水後の被災調査の取り纏めを行っている。

組織運営面での洪水予警報の課題

BDCC またはテレビ・ラジオからの情報は、PAGASA が発令する洪水予警報を基にしており、計 73%の住民が間接的に PAGASA の発令する洪水警報を基に避難行動を開始していることが分かる。住民の避難行動を支援する各レベルの災害調整委員会は、PAGASA の発令する洪水予警報に対する要望として、より早期で正確な洪水予警報の発令を望んでいる。

3) 行政や住民の洪水避難時の行動様式

洪水時の避難

住民が望む洪水時の情報は、避難勧告、警戒水位、浸水域の範囲に関し、より迅速かつ正確な情報であることが分かった。両流域とも大多数の住民が BDCC の存在と活動内容について認識しており、87%の住民が BDCC は良く機能していると答えた。また、台風や洪水時の BDCC の役割としては、住民は下記の活動を求めている。住民の BDCC に対する要望として、台風/洪水に関する情報提供(襲来日時、避難勧告など)を望んでいる住民が 45%に上ることが分かった。

- 台風や洪水の襲来の情報伝達:	32%
- 緊急活動へのチーム編成:	24%
- 食料や緊急物資の輸送・配布	16%
- 避難に関する情報伝達:	13%

上記の調査結果から、PAGASA は、今後、地方災害調整委員会に対し、台風・洪水に対する被害軽減対策として、より詳細で正確な台風・洪水警報や情報を提供していく必要があることが明らかになった。

洪水後の支援体制

回答者の 276 人(全体の 87%)が台風・洪水の災害時に政府機関から援助・支援を受けていることが分かった。次いで、45 人が民間会社から、26 人が NGO から、24 人がそのほかの機関から援助・支援を受けていることが分かった。また台風/洪水時において、住民が BDCC に求める活動として、緊急活動チーム編成や食料・緊急物資の輸送・配布が 40%を占めることが分かった。

4) 洪水ハザードマップの整備状況

今回調査を実施した 2 行政管区(Region)、5 州庁(Province)、3 市役所(City)、7 町村役場(municipality)の地方行政機関の殆どがハザードマップを保有し、防災計画及び洪水時の避難・防災/復旧作業に利用していることが分かった(次表参照)。

この結果だけでは、パンパンガ・アグノ両流域全体のハザードマップの整備状況を表して

いるとは言えないが、流域を代表する5州庁のうち4州庁、洪水被害が特に大きい3市役所が保有していると答え、ハザードマップの重要性が広く行政機関及び地域住民に認識されていることが明らかになった。

表 2.2-6 地方行政機関における洪水ハザードマップの整備状況

洪水ハザードマップの存在	行政管区	州	市	町村
調査対象数	2 管区	5 州庁	3 市役所	7 町村役場
利用可	I(A) III(P)	パンガシナン(A) タルラック(A) ヌエバエシハ(P) ブラカン(P)	ダグパン(A) タルラック(A) カバナツアン(P)	ポゾルビオ(A) バヤンバン(A) カンダバ(P) グアグア(P) ノルザガレイ(P)
利用不可	-	パンパンガ(P)	-	サンマニュエル(P) ローラ(P)

注: (A): アグノ河流域

(P): パンパンガ河流域

2.2.4 環境社会配慮

本事業において、環境社会配慮に関わる項目としては、河川沿いに設置する計画の水位観測局舎、学校や教会等の敷地に設置する計画の雨量観測局舎である。これらの施設は、自然への影響や住民移転等、環境社会に対して負となる項目はなく、EIA(Environment Impact Assessment: 環境アセスメント)が必要な場合でも、プロジェクトの目的と環境社会への影響を勘案すれば、EIA を満足することは容易である。

なお、フィ国にはEIAと同等の環境省からの許可制度があり、「Certificate of Non-Coverage」をとり EIA が不要ないことを証明する必要がある。PAGASA では、本事業で建設を予定している施設の「Certificate of Non-Coverage」の申請を環境庁に提出し、その許可を既に受領している。

2.2.5 その他

(1) VAT 問題への対応状況

PAGASA は、本プロジェクトのための 2007 年度の VAT 分の予算として 27 百万ペソ(約 50 百万円)を確保している。また、2008 年度の VAT 予算として、すでに 22 百万ペソ(約 49 百万円)を追加予算として申請している。しかし、全体の支援金額が 10 億円以上となると考えられ、VAT 以外の税率も考慮すると支援額の 20%程度は VAT を含む税金用として確保する必要があり、さらなる追加処置が必要である。

また、工事自体は、2007 年度には本格的な工事は開始されず、2008 年からとなり 2010 年まで続く予定である。調査団は、年度毎に発生する支払いを PAGASA 側に提示したが、今後工事のスケジュールや支払額も提示額から変わることが予想されるため、工事工程の変更に柔軟に対応できる予算の確保および繰越等の処理を実施していく必要がある。

第 3 章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、観測装置や通信設備の老朽化、損傷および幹線多重通信網の携帯電話による混信により機能しなくなった既設洪水予警報システムの迅速かつ的確な観測・情報伝送機能を回復するとともに、円滑でより効果的な防災活動を実施するために、既設洪水予警報システムを拡充・強化することを目的としている。

具体的な協力対象として以下の事業を行うものである。

1) 洪水予警報システムの改善

維持管理の容易性、機器更新の経済性等を踏まえて、既存洪水予警報システムを改善する。

2) 観測局の新設

現在の社会・経済的ニーズや流域都市の発展状況に沿った、観測局配置の見直しを図り、必要箇所に観測局を新設する。

3) 基幹多重通信網の改善

混信により信頼性が低下している基幹多重通信網の改善を図り、情報伝送機能の信頼性を向上させる。

4) サブセンターの配置

新設されるパンパンガサブセンターに導入する洪水予警報機材を整備する。

5) 関連機関への情報提供システムの改善

気象天文庁の把握・解析した情報を直接監視できるように関連機関にモニター装置等を設置する。

6) 洪水予警報情報提供の精度向上

既存洪水予測ソフトの改善を図り、定量的で精度の高い洪水予測を実現するとともに、新たに氾濫解析ソフトを導入し、氾濫想定箇所や浸水予想高さなどが容易に判断できるよう改善する。

7) 既存施設の改善

基幹多重通信網の改良に伴い、高さが不足する既設通信鉄塔について嵩上げ等の改善を施す。また、水位計の設置に際して、近隣に橋梁がない水位観測局については、護岸工事を施して、護岸に水位計を固定する。

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

(1) 基本方針

1) 洪水予警報システムの改善

洪水予警報システムの整備にあたっては、維持管理の容易性、機器更新の経済性を踏まえて、システム全体の改善を図るものとする。具体的な改善施策としては、無線装置やデータ記録機能といったシステムの主要部分において、一つの装置が停電等によりダウンしても他の装置で同じ機能を保持・確保し、データの継続的計測ができるようデータ・バックアップの二重化を図り、システム全体の信頼性向上を図るものとする。また、コスト縮減の観点からは、汎用的なネットワーク技術（インターネット）や情報提供技術（Web 配信技術）を採用することにより、機器整備費用や機器更新時の費用低減を考慮しシステム構築を行う計画とする。さらに水位計は、定期的メンテナンスが必要となるフロート式水位計に変え、維持管理が容易で維持管理費用の削減が可能な圧力式水位計を採用する。

2) 観測局の新設

既設洪水予警報システムの雨量・水位観測局は、30 年前に設置され、当時は、堤防などの洪水ハード対策、人口や経済インフラの分布状況が現在とは異なり、さらに洪水予警報情報に対する社会のニーズや認識が今日ほど高くは無かったと考えられる。このため、観測局の配置を現在の社会・経済的ニーズや流域都市の発展状況に沿うよう見直しを行い、観測局を新たに設置する計画とする。

3) 基幹多重通信網の改善

基幹多重通信網は、サブセンターと中央監視センターとの通信の他、国家災害調整委員会などの関連機関との連絡を目的として、800MHz および 2GHz の周波数帯で整備されていたが、同じ 800MHz を利用している携帯電話との混信により中央監視センターでの洪水関連情報のリアルタイム監視や関連機関との連絡が不可能となっている。基幹多重通信網は、災害等の非常時において確実かつ精度の高い通信が必要であり、世界的基準において防災通信用途として割当てられており、将来的に携帯通信網との混信の可能性が少なく、かつ洪水予警報情報を伝送するために必要な情報量を有する周波数帯（7.5GHz および 18GHz）を採用する。

4) 新設されるパンパンガ・サブセンターの機材整備

サブセンターは、地域の河川状況を把握するとともに、地域住民、地域行政機関等に対してリアルタイム情報を提供する責務を有しており、地域防災活動の効率化・活性化のために、当該河川流域により近い地方地域に設置されることが有効である。現在、パンパンガ流域サブセンターは、流域外のマニラの中央監視センター内に

併設されているため、当該流域内に移設される計画である。パンパンガ・サブセンターの建屋は、相手国実施機関である気象天文庁により建設されるが、センターに設置する洪水予警報機材を本プロジェクトにより整備する。

5) 関連機関への情報提供システムの改善

現状、NDCC、NPC、NIA、DPWH および主要ダムなど洪水対策を実施する重要な機関への情報提供は、各機関に洪水情報関連データを確認するためのモニターが設置されておらず、電話連絡のみに限定されている。このため、これら主要な防災関連機関においても、気象天文庁の把握・解析した情報を直接監視できるようにモニターを設置する。これにより関連機関による迅速かつ的確な防災活動が可能となる。

6) 洪水予警報情報提供の精度向上

関連機関や流域住民に対して、定量的かつ分かりやすい情報提供を行うには、収集された観測データを解析する演算処理ソフトの導入が必要となる。本プロジェクトでは、これまでわが国が技術指導を行ってきた既存流出予測ソフトを改善して、定量的で精度の高い洪水予測を実現する。さらに新たに氾濫解析ソフトを導入して、氾濫想定箇所や浸水予想高さなどが容易に判断できるよう改善を図る。

なお、既設流出解析ソフトの改善、氾濫解析ソフトの運用・技術指導については、ソフトコンポーネントの枠組みで実施する。

7) 既存施設の改善

基幹多重通信網の周波数変更に伴い、高さが不足する既設鉄塔について嵩上げ等の改善を施すものとする。鉄塔の嵩上げ設計にあたっては、フィ国内で規定される構造基準(National Structural Code of the Philippines 2001)に基づくものとした。また、水位計の設置に際して近隣に橋梁がない観測局については、護岸工事を施して、護岸に水位計を固定する計画とした。

(2) 自然環境条件に対する方針

1) 地形的特長

両流域とも沖積平野が形成され、流域全体がほぼ平坦である。下流は、土地が低く、潮位の影響を受けるため内水氾濫による洪水被害が大きな割合を占める。1990 年以降、火山泥流や崩壊土砂の河道堆積によって河床が急激に上昇し、中～上流域においても洪水氾濫が起こる可能性が高まっている。したがって、下流～上流域の広範囲にわたり雨量、水位の観測網を整備する必要がある。

2) 降雨特性

フィ国において洪水被害をもたらす降雨は、主に台風、前線等の広域気象現象によって発生するものが大部分である。台風はフィリピンの東方海上で発生し、台風の

移動によってルソン島の東海岸から西方の内陸部に沿って順次に雨を降らせる傾向がある。洪水を発生させる降雨を早期に察知することは、流域の洪水予測を行う上で有効である。特に、台風や前線が移動する経路の東側への雨量観測網の追加配置は有効となる。

(3) 社会経済条件に対する方針

1) 洪水予警報情報に対する社会のニーズ

中部ルソン地震やピナツボ山の噴火もあり河川の状態が当時とは変化しており、サンロケダムの運用開始を初め河川管理の形態も変わり、さらに、人口の増加や都市（市街地）の成長により優先的に守るべき場所も多様化してきている。また、洪水予警報情報に対する社会のニーズと認識も醸成されてきている。

2) 中核都市での洪水被害軽減への期待

ダグパン市、タルラック市、サンフェルナンド市など中部ルソン地域の中核都市に位置する両流域において、構造物（ハード）による治水対策は十分に実施されていない。このような状況下で、洪水予警報システムによる洪水被害軽減への期待は高まっており、より正確、迅速、故障の少ない信頼性の高いシステム構築が求められている。

(4) 現地建設事情等に対する方針

1) 建設資材に対する方針

コンクリート、セメント、鋼材や建設機械などの土木・鉄塔工事に使用される資機材については、現地での調達が可能である。

電設資材については、電源ケーブル、電線等のケーブル類を製造している会社はあるが、同軸ケーブルや光ファイバケーブル等の通信ケーブルや導波管を製造している会社はフィ国内には無いようである。従って、電設資材については、日本国調達を原則とした。

2) 調達機材、消耗品に対する方針

フィ国内で調達可能な機材については、性能、維持管理、および費用を考慮し調達方針を決定する。フィ国内で流通している当該プロジェクトに関連する機材、消耗品としては、水位計、UPS (Uninterrupted Power Supply: 無停電電源装置)、バッテリー等が挙げられる。

①水位計

水位計（圧力式）についてはフィ国内に 1 社のみ製作を行っている会社があるが、以下の理由により現段階での採用は行わないこととした。

- ・ 実績が、PAGASA 管轄のビコール河流域の観測局 1 基のみであり、現在稼

動中ではあるが、2005 年 12 月の施工から約一年程度しか経過しておらず、実績として十分とはいえない。

- ・ ビットエラー率が 2.5%と大きい。
- ・ テレメータ回線障害時のバックアップとして、現地観測局にデジタル記録計を設置する予定であるが、このような記録計は現在のところ製造されていないため、開発が必要となる。

②小型 UPS

小型 UPS 等の電源設備については数社取扱っている会社がある。これらの会社は全て自ら製造するメーカーではなく、第三国から機材を調達するサプライヤーである。しかしながら、以下の理由により、現地調達として計画する。

- ・ 比較的安価であること
- ・ 出力電圧が 220V の UPS は、日本製造品では稀であること
- ・ 機器故障時に、現地業者での対応が可能であり、メンテナンスが容易であること

③バッテリー

消耗品であるバッテリーについては、殆どの観測局で当初導入されたバッテリーが使用できなくなっているため、フィ国内で流通しているトラック用のバッテリーを使用して運用している。トラック用バッテリーは 3,500 ペソ(8,400 円程度)と安価であるが、十分な容量を有しておらず、その充放電特性から約 1~2 年程度で寿命が来てしまい、防災用システムの電源装置としては信頼性に欠ける。特に、テレメータ観測局のバッテリー装置は、日本の基準に当てはめれば、30 日間無日照条件での継続的使用が求められており、トラック用バッテリーでは、このような電源供給は行えない。一方で、日本で製造されている据置式鉛蓄電池は、補水等の定期的なメンテナンスが不要で、15 年程度の寿命(使用温度条件によって寿命は変化)を有し、無日照条件にも対応できる長寿命型 MSE(制御弁式据置)鉛蓄電池がある。従って、バッテリー装置については、日本国製品の調達を前提とし当該装置が寿命を迎えるまでの間にフィ国での高性能バッテリーの普及、PAGASA 側の定期的予算の確保を待つことが妥当であると判断した。

④その他

帳票印字出力装置、洪水予警報情報伝達装置ならびに緊急連絡用 IP 電話機は、フィ国内でも日本製と同等の性能のものが流通しており、価格も安くかつ消耗品も入手が容易なため、現地調達にて計画するものとする。

(5) 現地業者の活用に対する方針

1) 土木・建設工事

護岸工事や観測局舎の建設工事等を担当する現地の土木施工業者は、当該事業の土木工事規模であれば、十分に実施可能であると考ええる。特に、現地で面談を行った数社については、無償資金協力事業の経験も有しており、サブコンとして十分に対応可能である。

2) 鉄塔工事

鉄塔工事についても、主部材である鋼材の現地調達が可能であり、鉄塔建設工事を専門とする施工業者も多く、現地業者で対応可能であると考ええる。フィ国内の通信手段は移動体通信が主流であり、ルソン島全土のいたるところで携帯電話用の鉄塔が見受けられる。これらの鉄塔の工事は、ほとんどがフィ国内の業者が施工したものであり、これらの実績から考えてみても、当該事業の鉄塔工事を実施可能であると判断する。

3) 機材据付工事

機材据付工事については、本事業の主要機材が日本製のシステム設備（テレメータ観測設備・監視設備、多重無線設備）となり、専門とする知識を有することから、日本人技術者の指導のもと、現地電設工事業者を使用することが妥当と考える。

(6) 運営・維持管理に対する対応方針

1) 実施機関の予算

2005 年に PAGASA では、職員の構成の効率化政策を反映し、人件費が削減されている。しかし、職員の人数は削減されておらず若返りを図った結果ということである。施設・電気通信技術者の人数は増加しなかったものの、若い水文技術者が増加している。

資機材購入費は、毎年大きな変動はなく 350 万ペソ(800 万円)程度である。この予算は、費用があまりかからなく簡単な修理等のための予算であり、高額な機器交換等の費用は含まれていない。機器購入等の費用は、あらかじめ予算を要求し次年度に確保できる制度となっており、水位計センサーや電源等重要な機器から順に要求している。

PAGASA によれば、年間 300 万ペソ(700 万円)程度の機器購入予算は、上記施設維持管理費用とは別途、容易に確保可能であるとのことである。機器故障時には、300 万ペソ程度の修理や機器購入であれば、確実に手続きをとり予算を確保していくことにより、継続的な機器の維持管理が可能と考える。

2) 実施機関の組織・人員・技術レベル

TSS は、洪水予警報システムに関する、観測機器、テレメータ通信機器、多重無線機器についての維持管理を実施している部署である。センサー等の故障等による

観測不能や混信等外的障害による欠測はあるが、テレメータを中心とした機器に関しては、継続的に一定レベルの維持管理が行われており、正常に動作している。維持管理に関する技術力は十分にあると考えられる。

3) 実施機関に対する初期操作・運用指導

本プロジェクトにて計画されている機材は、従来フィ国で使用されてきた国電通仕 1 号方式から最新の 21 号方式に変更される。本方式は、呼出方式(ポーリング方式)などの基本的なシステム動作原理は変わらないものの、部品がチップ化されるなど維持管理方法は大きく変更される。また、7.5GHz 帯、18GHz 帯等の新規多重無線設備も導入されることから、初期操作・運用指導が必要となる。このため、据付・調整が終了した機材に関して据付・調整に従事した日本人技術者によりフィ国操作担当者に機材操作説明・指導を行う。

(7) 施設、機材等のグレードの設定に係わる方針

本プロジェクトは防災システムとして位置付けられるものであり、システムには高い信頼性が要求される。このため、基幹システムであるテレメータ装置には、わが国のテレメータシステムの標準仕様である国電通仕第 21 号を、多重無線装置には世界標準である ITU-T および ITU-R に準拠した装置を基本仕様として選定する。

(8) 工法/調達方法、工期に係わる方針

本プロジェクトは、観測局 28 箇所(雨量中継局 2 箇所含む)、中継局 5 局、基幹多重無線 7 区間、関連機関 7 箇所等を含みテレメータシステムとしてはその施工規模が大きい。また、洪水時期には洪水予警報システムが継続的に運用されている必要があり、さらに先行して実施すべき土木工事は安全面や建設コスト抑制の観点から雨季を避けて行う必要もあるため、施工時期に制限がある。

以上を考慮し、本事業は 2 期に分け施工を計画するものとする。

3.2.2 基本計画(施設計画/機材計画)

(1) 観測所配置計画

洪水予警報システムにおける降雨・水位の観測所の配置計画を立案するに当たっては、対象地域の洪水被害、洪水対策の現状、観測所配置の現状、PAGASA の維持管理体制の現状を十分に考慮する必要がある。

配置の方針

観測所配置計画を立案するに当たっての基本方針は、次の通りとする。

- 現状の PAGASA の予算、人員体制を考慮する。

- 現状の社会条件・自然条件に適する、必要最低限の配置計画を実施する。
- 観測設備の重複設置を避け、関連機関（NIA、NPA、サンロケダム）からの観測情報を有効に利用することにより、設備投資および維持管理コストを削減する。

パンパンガ・アグノ両流域の洪水対策の現状、両流域の地形的な特徴および洪水発生メカニズムを考慮すると、観測所の配置計画立案の方針として、次の3点を掲げる。

- ① 裨益効果の観点から、人口や経済インフラの集中する下流域の都市に、観測網（水位・雨量）を新設すること。
- ② 既存システム（洪水予測、リードタイム）の精度向上の観点から、洪水被害の危険度が高い地域やその上流域に雨量・水位計を追加すること。
- ③ 降雨観測による洪水水位早期予測と流域全体の洪水予警報の精度向上の観点から、流域内の適正箇所に雨量計を増設すること。特に、台風や前線の東から西へ移動する経路に当たるパンパンガ流域東側に雨量観測網を追加すること。

配置の優先案

観測網の適正配置の優先度については、PAGASA と協議し観測所配置の基本方針に沿って次の様に設定した。パンパンガ・アグノ両流域の観測所配置計画図を添付図-5（パンパンガ河流域）、添付図-6（アグノ河流域）に示す。また、添付表-4 に「観測局別配置計画表」を示す。

1) 裨益効果の高い地域への新設

洪水予警報システム設置の裨益効果（洪水被害の深刻度と人口集中度）が高いサンフェルナンド市（パンパンガ河流域）、ダグバン市（アグノ河流域）とその周辺地域に、水位・雨量観測所を設置する。

パンパンガ河流域

サンフェルナンド市近傍には、サンフェルナンド川を介して上流域に位置するメキシコ町（アバカン川、アバカン橋）に水位・雨量観測所を新設する。

さらに、既存のサスマアン水位・雨量観測所の上流域（ポラック - グマイン川）に位置するポラック町に雨量観測所を新設する。

アグノ河流域

ダグバン市に対する洪水予警報のリードタイムを向上させるため、シノカラン川の下流域の既存サンタバーバラ水位・雨量観測所から約 30 km 上流に位置するピナロナン町（シノカラン川、タガムシン橋）に水位・雨量観測所を新設する。また、ダグバ

ン市に隣接するマンガルダン町から約 10 km 上流のマパンダン町(パタラン川、バロリン橋)にも、水位・雨量観測所を新設する。

よって、裨益効果の高い地域への新設を目的とした観測所は下記の通り。

- ① ビナロナン水位・雨量観測所(アグノ河流域、シノカラン川)
- ② マパンダン水位・雨量観測所(アグノ河流域、パタラン川)
- ③ メキシコ水位・雨量観測所(パンパンガ河流域、アバカン川)
- ④ ポラック雨量観測所(パンパンガ河流域、ポラック - グマイン川)

2) 既存システム(洪水予測、リードタイム)の精度向上

既存システムの精度向上を目的に、パンパンガ川流域及びアグノ川流域にそれぞれ一箇所の水位・雨量観測所を新設する。また、アグノ河の最大の支川であるタルラック川上流域(流域面積約 750 km²)には、現在雨量計が設置されておらず、2 箇所の雨量観測所を新設する。

パンパンガ河流域

サンインドロ町とその下流域の洪水予警報の精度向上を図るため、パンパンガ河中流の左岸側支流のペネランダ川流域(約 700 km²)に水位・雨量観測所を新設する。

アグノ河流域

サンロケ・ダム直下流に位置し、洪水予測の効果が低い既存の水位・雨量観測所を廃止し、約 20 km 下流に水位・雨量観測所を移設する。

タルラック市とその下流域の洪水予警報のリードタイムを向上させるため、アグノ河支流のタルラック川上流域に 2 箇所の雨量観測所を新設する。

よって、既存システム(洪水予測、リードタイム)の精度向上を目的とした観測所の設置は下記の通り。

- ⑤ ペネランダ水位・雨量観測所(パンパンガ河流域、ペネランダ川)
- ⑥ サンタマリア水位・雨量観測所(アグノ河流域、アグノ河)*
- ⑦ マーシン雨量観測所(アグノ河流域、タルラック川)
- ⑧ ブルゴス雨量観測所(アグノ河流域、タルラック川)

* 既存観測所の移設

3) 降雨観測による洪水位の早期予測

パンパンガ河流域

流域全体の洪水予警報システムの精度向上と洪水に影響する降雨を早期に察知する観点から、パンパンガ流域の東側上流域に 2 箇所の雨量観測所を追加する。よって、降雨観測による洪水位の早期予測を目的とした観測所の設置は下記の通り。

⑨ カラーノ雨量観測所(パンパンガ河流域、デグラマ川上流)、

⑩ パラリ雨量観測所(パンパンガ河流域、コーネル川上流の支流)

なお、パンパンガ河上流域のデグラマ川上流に新設予定のカラーノ雨量観測所には、土石流発生の予警報を行う直接警報システムの導入を提案する。

以下に配置計画結果を示す。

表 3.2-1 パンパンガ・アグノ流域 観測所配置数(既設・計画)

流域	種類	既設	計画
パンパンガ	雨量計/水位計	8	10
	雨量計	5	7
アグノ	雨量計/水位計	7	8
	雨量計	1	3
	水位計	1	-
(合計)		22	28

(2) 全体計画

本事業の全体計画を以下に示す。

1) テレメータ観測設備の更新、増設:28局(パンパンガ流域:17局、アグノ河流域:11局)

種別	流域	局数	対象局名称
雨量観測局	パンパンガ河	6	ムノズ、ガバルドン、シブルスプリング、カラーノ、パラリ、ポラック マーシン、ブルゴス
	アグノ河	2	
雨量・水位観測局	パンパンガ河	10	サバンプホ、マヤップヤップ、ザラゴザ、ペネランダ、サンイシドロ、カンダバ、アラヤット、サスマアン、スリバン、メキシコ サンタマリア、サンタバーバラ、バニャガ、カルメン、ワワ、ティバグ、マバンダン、ビナロナン
	アグノ河	8	
中継・雨量観測局	パンパンガ河	1	サンラファエル アンブカオ
	アグノ河	1	

2) テレメータ監視設備の更新、新設:3局

種別	流域	対象局名称	新設/更新
中央監視センター	—	DIC 監視局	更新
流域サブセンター	パンパンガ河	パンパンガ(サンフェルナンド)サブセンター	新設
	アグノ河	アグノ(ロサレス)サブセンター	更新

3) 多重無線設備の更新、新設:7.5GHz 帯 7 区間、18GHz 帯 2 区間

(新設局:アンダーライン表示)

— 7.5GHz 帯

1 期工事: サイエンスガーデン局 - サンラファエル中継局 - ガパン中継局 - カバナツアン中継局 - パンタバンガンダム、
サンラファエル中継局 - パンパンガ(サンフェルナンド)サブセンター

2 期工事: カバナツアン中継局 - タルラック中継局 - アグノサブセンター

— 18GHz 帯:サイエンスガーデン局 - NIA - OCD

4) 関連機関設備の更新、新設

- － OCD :新設
- － DPWH :更新
- － NPC :更新
- － NIA :更新
- － パンタバンガンダム :更新
- － サンロケダム :新設
- － ビンガダム :更新

5) 観測局におけるその他の土木・建築工事

- － 護岸工事:4 観測局(パンパンガ流域:2 観測局、アグノ流域:2 観測局)
- － 局舎建設工事:15 観測局(パンパンガ流域:9 観測局、アグノ流域:6 観測局)
- － 水位計サポート工事:12 観測局(パンパンガ流域:7 観測局、アグノ流域:5 観測局)

種 別	流域	局数	対象局名称
護岸工事	パンパンガ河	2	4 サパンプホ、スリパン
	アグノ河	2	
局舎建設工事	パンパンガ河	9	15 ザラゴザ、ペネランダ、サンイシドロ、 カンダバ、アラヤット、メキシコ、カラーノ、 バラリ、ポラック
	アグノ河	6	
水位計サポート 工事	パンパンガ河	7	12 ザラゴザ、ペネランダ、サンイシドロ、 カンダバ、アラヤット、サスムアン、メキシコ
	アグノ河	5	
			サンタマリア、カルメン、ワワ、ティバッグ、 マパンダン

6) 多重無線用鉄塔における鉄塔建設・補強工事

箇所名称	既存鉄塔構造	改修計画
サイエンスガーデン局	54m 自立型	構造補強
サンラファエル中継局	76m ガイタワー	新設(76m 自立型)
ガパン中継局	31m 自立型	構造補強
カバナツアン中継局	31m ガイタワー	新設(30m 自立型)
タルラック中継局	35m 自立型	10mの嵩上げが必要、構造補強
アグノサブセンター	28m 自立型	25mの嵩上げが必要:新設(53m 自立型)
パンタバンガンダム	55m ガイタワー	構造補強
パンパンガサブセンター	—	新設(30m 自立型)

(3) 機材計画

本システムは、テレメータ観測局で測定した雨量・水位データを、150MHz 帯無線回線を利用して各流域サブセンターに情報を伝送するとともに、7.5GHz 帯多重無線回線を介して、各流域データを DIC に転送するものである。収集された観測データは、監視設備により演算・処理が行われ、洪水予警報業務に活用されるとともに、関連機関に対

して情報提供を行う。

既存テレメータ設備は、旧型の国土交通省テレメータ装置標準仕様(国電通仕第1号)に準拠した設備であるが、処理速度が遅く、装置の製造が中止され装置部品の供給も難しい状況にある。このため、本仕様の最新版である国電通仕第21号に準拠した装置を選定するものとする。

各流域サブセンターと DIC、関連機関を接続する多重無線網の周波数には、800MHz 帯、2GHz 帯が採用されているが、携帯電話網との混信により十分な機能が発揮できていない状況にある。従って、フィ国周波数管理を行う NTC との協議結果も踏まえ、流域サブセンター～DIC 間を 7.5GHz 帯、近距離にある関連機関との接続網には 18GHz 帯を採用するものとして多重無線設備の整備を図るものとする。

なお、昨今の通信技術動向を踏まえ、ネットワークプロトコルには、IP(インターネット・プロトコル)を採用する。

パンパンガ・アグノ河洪水予警報システムの全体システム構成図を巻末に示す。

1) テレメータ観測設備

観測局では、転倒ます式雨量計および水圧式水位計にて測定した雨量・水位データをテレメータ観測装置で取り込み、150MHz 帯無線機により監視局に対してデータの伝送を行うとともに、データ欠測時を考慮してデータメモリ装置を配備し、無線回線障害時でも確実なデータの取得が可能な構成とする。

電源供給は、サイトの電力事情および維持管理費用を加味して、太陽電池による給電を基本としている。また、セキュリティ面を配慮して、観測局のドア開閉状況を監視できるようにする。

テレメータ観測局は、以下の装置で構成する。

表 3.2-2 テレメータ観測局の主要装置一覧

機材名	機 能	数量 (1局あたり)	備 考
テレメータ観測装置 (無線装置含む)	監視局よりの呼出信号に従って観測データを送信する。	1	全局
V-V、 μ -V 中継装置	監視局へ観測データを中継伝送する。	1	中継・雨量観測局のみ
水圧式水位計 (保安器、変換機含む)	水圧により河川水位を検出し、観測装置へデータを送出する。	1	雨量・水位観測局のみ
転倒ます式雨量計	1 転倒 1mm の雨量を測定し、観測装置へデータを送出する。	1	全局
雨量水位用データメモリ装置	観測データのバックアップとして 1 年以上のデータをメモリーする。	1	全局
太陽電池パネル・配電盤	太陽エネルギーを電気エネルギーに変換し、蓄電池へ充電を行う。	1	San Rafael 局除く
鉛蓄電池	上記装置の電源として無日照 30 日間の動作を確保する。	1	San Rafael 局除く
空中線装置、同軸避雷器、同軸ケーブル・接栓	無線機に接続して監視・中継局との送受信を行う。	1	全局
ドアスイッチ	ドア開閉状況を把握し、不法侵入等の監視を行う。	1	全局

2) テレメータ監視設備: DIC

DIC では、テレメータ傍受・監視装置を配備し、サブセンターからの観測データを傍受するとともに、データ受信不可能な場合は自局から雨量・水位観測局に直接呼出・収集を行う機能を有するものとする。

収集されたデータはFFWS サーバで保存されるとともに、Web サーバでHTML 形式画面に変換され、DIC の液晶表示装置や監視端末ならびに他機関に対して情報提供が行える構成とする。

警戒態勢時等の非常時においても、関連機関およびサブセンターとの確実な連絡が行えるよう多重無線回線を利用した電話交換網 (IP-PBX、緊急連絡用 IP 電話機、洪水予警報情報伝達装置) を構築する計画とする。

DIC には、IP ネットワーク全体を監視するためのネットワーク監視制御装置、他流域・他機関データの取り込みのための ADRS 接続装置、時刻校正のための GPS 時計装置や電源設備等の付帯設備を設置する。

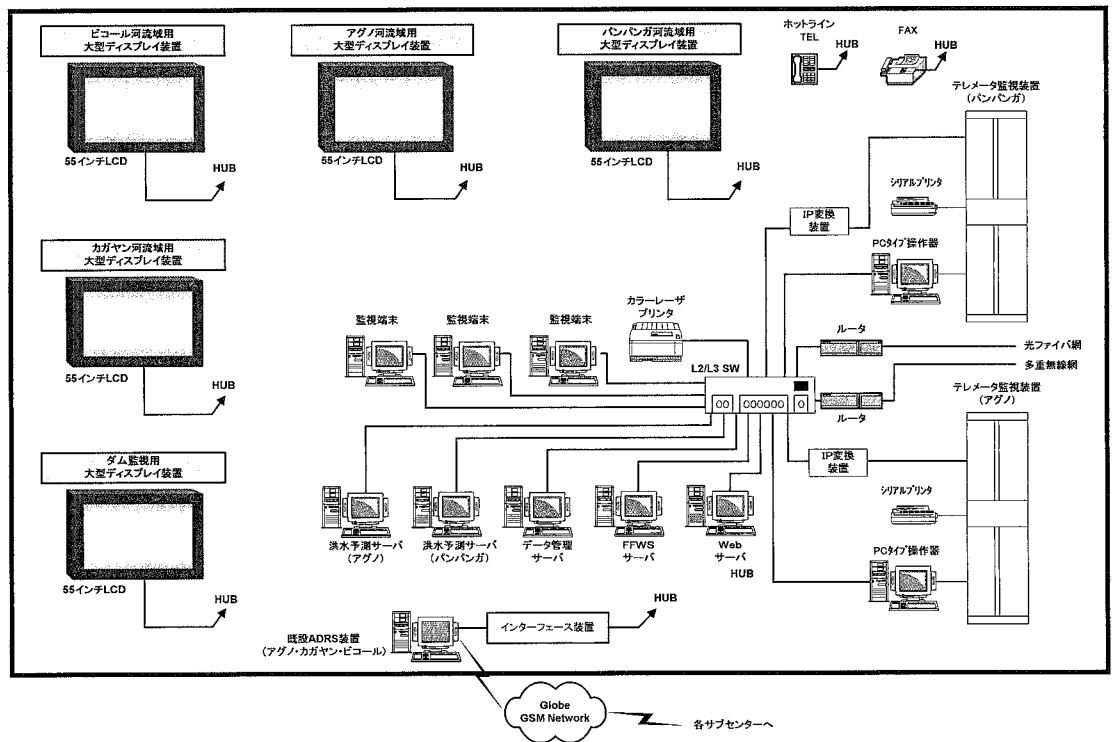


図 3.2-1 中央監視センター (DIC) における装置構成図

DIC へ設置予定の主要機材と機能を次表に示す。

表 3.2-3 中央監視センター（DIC）の主要装置一覧

機材名	機 能	数量	備 考
テレメータ傍受・監視装置	各雨量・水位データをサブセンター経由にて一定時間間隔で呼出し、受信したデータを FFWS サーバに保存する。	2	パンパンガ・アグノ河流域用
PC タイプ操作器	観測局、中継局の制御、観測データ収集を行うための PC タイプの操作器である。	2	パンパンガ・アグノ河流域用
シリアルプリンタ	観測生データを印字出力する。	2	パンパンガ・アグノ河流域用
データメモリ読込装置	観測局でバックアップ保存されたメモリデータの読込みを行う。	1	
液晶表示装置 (55 インチ LCD)	処理データを大型表示するためのディスプレイ装置。	5	各流域・ダム監視用
液晶表示制御端末	上記 LCD 表示画面を制御する。	5	各流域・ダム監視用
FFWS サーバ	収集された観測データの処理、格納を行う。	1	
Web サーバ	演算処理データを各種表示装置、端末で閲覧可能なよう Web データに加工する。	1	
洪水予測サーバ	流出解析、氾濫解析ソフトを実行するためのサーバ装置。	2	パンパンガ・アグノ河流域用
データ管理サーバ	河川横断図等の河川データを格納する。	1	
監視端末	処理データを閲覧するための個別端末装置。	3	パンパンガ・アグノ・他流域用
IP-PBX 緊急連絡用 IP 電話機 洪水予警報情報伝達装置	公衆回線断時における、関係機関、サブセンターとの非常時の通信手段として利用する。	1 12 3	
L3-SW L2-SW テレメータ IP 変換装置 シリアル IP 変換装置 接点 IP 変換装置	IP デジタルデータを伝送するためのスイッチ装置およびインタフェース変換装置。	1 4 1 1 1	
ネットワーク監視制御装置	IP ネットワーク接続機器の監視制御を行う。	1	
帳票印字出力装置	処理画面等を印字出力する。	1	
ADRS 接続装置	既設 ADRS 装置と接続し、他流域データを FFWS サーバへ格納可能にする。	2	
GPS 時計装置	GPS より正確な時刻情報を得る。	1	
無停電電源装置	停電時に交流負荷に対して無瞬断で電源供給を行う。	1	
自動電圧調整器	入力電圧変動時でも安定した出力電圧を供給する。	1	
氾濫解析モデルソフト	各流域の氾濫予測を行うためのソフト。	1	

3) テレメータ監視設備：サブセンター

サブセンターでは、テレメータ監視装置により雨量・水位観測局で計測したデータを一定間隔で呼出・収集を行い、FFWS サーバで収集データを保存する。

収集データは、7.5GHz 帯多重無線回線を介して DIC に対して情報転送が行われるとともに、FFWS サーバでトレンドグラフ等の作成に活用され、液晶表示装置や監視端末に対して画面提供を行う。

また、洪水予測サーバを配備して、流域関連機関に対して、洪水予警報情報の提供を行えるものとする。

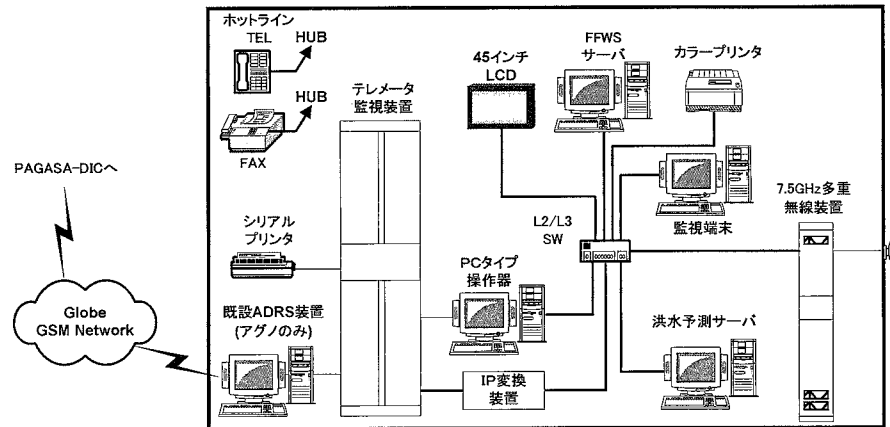


図 3.2-2 サブセンターにおける装置構成図

サブセンターは、以下の装置で構成する。

表 3.2-4 サブセンターの主要装置一覧

機材名	機 能	数量	備 考
テレメータ監視装置 (無線機含む)	各雨量・水位データを一定時間間隔で呼出し、受信したデータを FFWS サーバに保存する。	1	無線機は Rosales 局のみ
空中線装置、同軸避雷器、 同軸ケーブル・接栓	無線機に接続して観測局・中継局との送受信を行う。	1	Rosales 局のみ
PC タイプ操作器	観測局、中継局の制御、観測データ収集を行うための PC タイプの操作器である。	1	
シリアルプリンタ	観測生データを印字出力する。	1	
データメモリ読込装置	観測局でバックアップ保存されたメモリデータの読込みを行う。	1	
液晶表示装置 (45 インチ LCD)	処理データを大型表示するためのディスプレイ装置。	1	
液晶表示制御端末	上記 LCD 表示画面を制御する。	1	
FFWS サーバ	収集された観測データの処理、格納、サブセンターの端末に対する表示画面を生成する。	1	
洪水予測サーバ	流出解析ソフトを実行するためのサーバ装置	1	
監視端末	処理データを監視するための個別端末装置。	1	
緊急連絡用 IP 電話機	公衆回線断時における、DIC、関係機関との非常時の通信手段として利用する。	5	
洪水予警報情報伝達装置		1	
VoIP-Gateway	IP デジタルデータを伝送するためのスイッチ装置およびインタフェース変換装置。	2	
L3-SW		1	
L2-SW		1	
テレメータ IP 変換装置		1	
接点 IP 変換装置		1	
帳票印字出力装置	処理画面等を印字出力する。	1	
GPS 時計装置	GPS より正確な時刻情報を得る。	1	
7.5GHz 帯多重無線装置	DIC 等との観測データ、音声情報の伝送のために使用される基幹多重無線装置。	1	
7.5GHz 帯空中線	上記多重無線用のパラボラアンテナ。	2	
耐雷トランス	雷サージによる被害を防ぐためのトランス。	1	
DC48V 直流電源装置	監視装置等に対して直流電源を供給する。	1	
発動発電機	最大 48 時間の商用電源の停電に備えて整備する。停電時に自動的に運転する。	1	
無停電電源装置	停電時に交流負荷に対して無瞬断で電源供給を行う。	1	

4) 多重無線設備

a) 周波数の決定

現在、PAGASA の 800MHz および 2GHz 帯の基幹多重無線網は、携帯電話との混信により継続的な利用が困難となっている。パンパンガ・アグノ河洪水予警報システムを構築するためには、基幹多重無線のうち本プロジェクトに必要な区間の周波数を将来も含め確実に利用可能とする必要がある。

以下に掲げた理由により、基幹多重無線の周波数は 7.5 GHz に決定した。

- ・必要な伝送容量を確保する。
- ・携帯電話等との混信を避ける。
- ・無線中継所の増設を避ける。
- ・公共事業固定伝送として安全な周波数帯を確保する。

なお、NTC からは、7.5GHz の利用および距離の短い関係機関との間には、18 GHz の多重無線の利用許可を得ている。

また、今日の 7.5GHz 帯多重無線装置には、従来のような大型な無線装置でなく、簡易型とよばれる 500 万円程度(従来型は 2000 万円程度)で購入可能な装置が市場に出回っており、その採用を計画している。

①基幹多重無線回線の位置づけと伝送容量

PAGASA が利用する基幹多重通信網は、フィリピン諸島を縦断するフィ国の基幹防災通信網として、必要な伝送容量を確保する必要がある。当該通信網は、本洪水予警報システムに必要なデータ量に加え、気象レーダ通信や関連機関との情報連携、簡易的な画像伝送での利用が計画されている。以下に基幹多重無線回線で伝送が予定される情報種別と伝送容量を整理する。

- ・洪水予警報システム関連情報(本計画): 2 Mbps(IP 化)
- ・全国気象網データ(レーダ雨量システムを含む): 1.5/2Mbps~4Mbps
- ・関連機関(NIA,NPC など)との情報連携: 1.5/2Mbps
- ・画像伝送(将来の洪水状況の映像監視や TV 会議など): 最小で 1.5M~6M (準動画~動画像情報を伝送可能な程度)

これら洪水予警報システム以外の用途での活用(6.5/8Mbps~10Mbps)も考慮すると、13Mbps(192CH 相当)程度以上の伝送容量が必要である。

②基幹多重無線網として必要な周波数

電波は、一般的に周波数が高ければ使用帯域を広く取れ、周波数の多重化等が可能であり、大容量高速な情報の伝送が可能であるが、伝送距離が短く、直進性が高い(曲がりにくい)という短所がある。また、周波数が低ければ、直進性も低く(曲がりやすく)伝送距離が長い、情報伝送容量と速度に限度がある。上記、

13Mbps の伝送を実現させるためには、800MHz 帯より低い周波数(例として 150～400MHz)では実現不可能である。必要な周波数はマイクロ波(GHz 帯)となる。

③世界的な周波数利用状況

世界的に電波利用の枠組みは ITU により設定されており、各国がこの枠組みを尊重しながら、各国事情に合わせた割当てを行っている。日本の割当ても ITU に準拠している。

全世界規模で携帯電話の利用が急激に拡大されてきており、800MHz～3GHz での利用が進められている。フィ国でも、800MHz～2GHz での携帯電話利用が決められており、PAGASA の既設多重無線回線のうち 800MHz 帯と 2GHz 帯の回線が、携帯電話の周波数と混信を起こしている。

④公共事業の固定伝送割り当て

3 GHz～30 GHz がマイクロ波帯であるが、その中で、ITU では固定通信(一部は移動体)として 6.675～7.00GHz と 7.35～8.1GHz を割り当てている。

日本では 6.5～6.8 GHz と 7.125～7.9 GHz を公共事業用の固定通信用途として割り当てている。フィ国も日本と同じ地域 3 に属しているため、ほぼ同様な割当てを実施している。このため、6.5GHz/7.5GHz帯が基幹多重無線回線の周波数として割り当てられる。

⑤6.5 GHz、7.5 GHz 帯より高い周波帯の適用について

周波数は、高くなるほど伝送距離が短くなるが、7.5 GHz より高い周波数の場合 40km 以上の長距離伝送は難しくなる。机上回線設計によると、6.5 GHz と 7.5 GHz であれば、既設の無線中継所を利用した伝送が可能となるが、それ以上の、12 GHz、18 GHz 帯では、無線中継所の新設が必要となりコストアップとなる。

b) 多重無線設備の機材計画、方針

多重無線網ネットワークプロトコルには、昨今の通信技術動向を加味して IP 方式を採用するものとする。

多重無線中継局には、維持管理用の連絡回線を設けるものとし、IP デジタルデータを伝送するためのネットワークスイッチ等を整備する。

また、設備の老朽化、故障状況を勘案し、発動発電機、耐雷トランス、DC48V 直流電源装置等の電源付帯設備の整備を図る。

多重無線中継局の標準装置構成と機能を次表に示す。

表 3.2-5 多重無線中継局の主要装置一覧

機材名	機 能	数量	備 考
7.5GHz 帯多重無線装置	観測データ、音声情報の伝送のために使用される基幹多重無線装置。	1～3	数量は接続回線数により異なる
7.5GHz 帯空中線	上記多重無線用のパラボラアンテナ。	1～5	同上
緊急連絡用 IP 電話機	維持管理用の音声連絡に使用する。	1	
VoIP-Gateway	IP デジタルデータを伝送するためのスイッチ装置およびインタフェース変換装置。	1	数量は接続回線、方路数により異なる
L3-SW		(1)	
L2-SW		1	
接点 IP 変換装置		1	
耐雷トランス	雷サージによる被害を防ぐための装置	1	
DC48V 直流電源装置	無線装置等に対して直流電源を供給する。	1	
発動発電機	最大 48 時間の商用電源の停電に備えて整備する。停電時に自動的に運転する。	1	
DC-AC コンバータ	直交流変換を行い、交流負荷に対して直流電源装置より無瞬断給電を行う。	1	

5) 関連機関設備

関連機関に整備する設備は、DIC の Web サーバより配信される Web データを閲覧するための液晶表示装置 (45 インチ LCD)、液晶表示制御端末、監視端末および帳票印字出力装置、DIC との接続回線として整備される 18GHz 帯多重無線装置 (FWA)、L3-SW 等のネットワーク機器で構成する。

モニタリング設備に加え、緊急連絡用 IP 電話機、洪水予警報情報伝達装置を整備し、緊急時においても通信が途絶しないようネットワーク整備を図るものとする。なお、45 インチ LCD については、警報発令機関である OCD のみ整備するものとし、他の機関については監視端末のみで監視を行う構成とする。

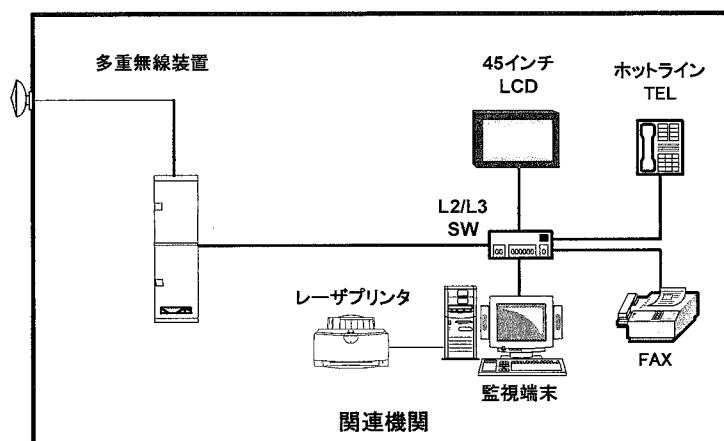


図 3.2-3 関連機関における装置構成図

次表に関連機関の標準装置一覧を示す。

表 3.2-6 関連機関の標準装置一覧

機材名	機 能	数量	備 考
18GHz 帯多重無線装置	各種データ等の伝送に使用される無線装置。	(1～2)	OCD、NIA のみ
18GHz 帯空中線	上記多重無線用のパラボラアンテナ。	(1～2)	同上
液晶表示装置(45' LCD)	処理データを大型表示する	(1)	OCD のみ
液晶表示制御端末	上記 LCD 表示画面を制御する。	(1)	OCD のみ
監視端末	処理データを監視するための個別端末装置。	1	
帳票印字出力装置	処理画面等を印字出力する	1	
緊急連絡用 IP 電話機 洪水予警報情報伝達装置	公衆回線断時における、DIC、関係機関との非常時の通信手段として利用する。	(3) 1	回線容量より、 電話機数は変化
VoIP-Gateway L3-SW L2-SW シリアル IP 変換装置 接点 IP 変換装置	IP デジタルデータを伝送するためのスイッチ装置およびインタフェース変換装置。	(1) (1) (1) (1) (1)	必要数量は局ごとに異なる
DC48V 直流電源装置	無線装置等に対して直流電源を供給する。	(1)	同上
無停電電源装置	停電時に交流負荷に対して無瞬断で電源供給を行う。	(1～2)	同上
DC-AC コンバータ	直交流変換を行い、交流負荷に対して直流電源装置より無瞬断給電を行う。	(1)	同上

(4) 氾濫解析ソフトの導入

氾濫解析ソフトは氾濫の可能性を分かりやすく表示し、情報提供方法の改善に効果があるソフトで、既設流出解析結果および地形データを基に、氾濫状態を解析できる。

以下に掲げるような効果があり、導入する方向で検討することとするが、運用上の課題もあり段階的な運用方法と効果的な利用方法について、さらに明確にしたうえで導入の決定を行う必要がある。

1) 基本機能と効果

①基本機能

- ・ 氾濫点と氾濫時間の解析が可能
- ・ 氾濫後の浸水経緯、氾濫状態、浸水高の解析が可能

②効果

- ・ 避難のための基礎情報の把握が可能
- ・ 危険水位と発令基準の設定に寄与する
- ・ 効果的なハザードマップの作成に寄与する
- ・ 既設流出解析モデルの検証が可能

2) 運用上の課題

運用上および効果的な利用のためには、以下のような課題を考慮した、対策が必要となる。

①デジタルマップの整備

精度の高い氾濫解析を行うためには、現状をより詳細に反映したデジタルマップ

の整備・維持が必要であり、段階的、継続的なフィ国内での整備・維持が必要である。

②ハザードマップの利用促進

ハザードマップは、浸水危険状態を把握するとともに、避難箇所や避難ルートを明示することが必要であり、氾濫解析の結果を変わり行く地域の状態を反映するとともに、洪水氾濫時にはモニタリングを実施し、地域の現状を反映したハザードマップを維持しつづける必要がある。氾濫解析結果を目安にして、効果的なハザードマップを作成するとともに、ハザードマップを意識した防災意識の啓発が必要である。

3.2.3 基本設計図

基本設計図を添付資料にまとめた。

3.2.4 施工計画／調達計画

3.2.4.1 施工方針／調達方針

(1) 機材据付工事

所定の土木工事、鉄塔建設工事、建屋躯体工事完了ならびに日本からの機材到着を待って、機材据付工事を行う。機材据付工事は、機器の搬入・設置・固定等の据付作業と機器の調整試験からなる。各機器の据付・組立作業に続き自局テスト、対向テストを実施して電波受信状況や通信状況を確認する。

(2) 土木工事

水位計設置のため、近傍に橋脚のないまたは橋脚の建替えが予定されている 4 観測局について、護岸工事を実施する。護岸工事は、仮設工事(資機材調達・搬入、伐木・除根、締切排水工事等)、本体工事(基礎杭・捨石工事、止水板・目地板設置、擁壁工、かごマット工等)よりなる。

(3) 建築工事

新規観測局および出水時のメンテナンスにおいて不具合が生じている 15 観測局について、局舎設置工事を行う。局舎建設工事の標準的な施工順序は、仮設工事(遣方、墨出)→土工事(掘削)→基礎工事(砕石、捨てコン、基礎杭、基礎コンクリート)→建屋躯体コンクリート工事(一層、二層)→建屋コンクリート工事→仕上げ・雑工事からなる。

(4) 水位計サポート工事

橋脚の近傍にある水位観測局 12 箇所については、アクセスの容易性、維持管理面、施工費用を考慮して、橋脚に鋼材を固定して水位計を設置する。水位計サポート材の固定にあたっては、既存橋脚の鉄筋に損傷を与えないよう超音波測定器で鉄筋位置を確認の上、アンカーボルト挿入位置を決定する。工事工程としては、部材調達→工場加工(溶接・組立・塗装)→仮設工(足場)→橋脚鉄筋位置確認→資材搬入→据付工事からなる。

(5) 鉄塔建設工事

多重無線設備の周波数(空中線径)変更に伴い、鉄塔強度が不足する多重無線局ならびに新設局で鉄塔補修・建設工事を実施する。

3.2.4.2 施工上/調達上の留意事項

(1) 工事全体

本プロジェクトでは土木・建築工事、鉄塔改修・建設工事、ならびに各種機材据付工事等の多岐に渡る工事で構成されるため、細部に亘り連携を取りながら実施し期日内完成を目指す必要がある。施工計画立案における着眼点は次のとおりである。

- ・ 土木、建築工事は、施工費、安全面の点より、出水期(6月～9月)を避けて実施する。特に護岸工事ならびに水位計サポート設置工事に際しては、水位が低下する1月～5月の間に実施する。
- ・ 現状稼動しているシステムの停止時間を極力短くすることが重要であり、特に台風シーズンや雨季にはシステム停止を伴わないよう配慮する必要がある。
- ・ 本工事の機材据付工事は、全体工程との兼ね合いから、9月初旬より実施される。従って、上記の対策方法として、まずサブセンターの監視装置の整備を行い、従来の観測局設備、更新する観測局設備双方のデータを受信することができるようにし、順次切り替えていく必要がある。

(2) 関連機関への機器設置

また、本工事では、NPC、NIA等の関連機関への機材供与・機器設置を行う。関連機関への機器設置に関して、留意事項を以下に示す。

1) 工事、調達開始までに行われるべき事項

- ・ VAT、課税等の免税に必要な予算の確保
- ・ 必要技術者の確保
- ・ 各サイトへの進入道路の確保
- ・ 工事により発生する土砂、コンクリート等廃棄物の処分場の提供
- ・ 工事、調達への協力(詳細情報提供、必要な許認可、土地収用)

2) 工事、調達実施中に行われるべき事項

- ・ 工事および設置機材用電源の提供、既設分電盤への接続
- ・ 工事、調達に必要なスペースの確保
- ・ 工事、調達において発生する、各種制限についての地域住民に対する広報説明等
- ・ 工事、調達への協力(詳細情報提供、必要な許認可、安全対策)
- ・ ソフトコンポーネントが実施された場合の担当者の決定と受講、旅費負担

3.2.4.3 施工区分/調達・据付区分

本計画では、テレメータ観測・監視設備、多重無線設備等の据付、土木、建築、通信鉄塔等の多種多様な工事が複数のサイトで輻輳して行われるが、受注業者とフィ国側とがデマケーションを明確に認識したうえで、連携・協力関係を密にして事業を進めていく必要がある。

本計画における施工区分は以下の通りである。

日本国側	フィリピン国側
◎土木工事（護岸工事） ◎土木工事（新設観測局） ◎鉄塔工事（新設・補強含む全工事） ◎機器設置・据付・調整工事（全局） ◎機器撤去工事	◎パンパンガサブセンター建築設計・工事 ◎建築補修工事（既設観測局の補強等） ◎各種関連機関との調整・申請手続 ・用地取得 ・周波数取得申請 ・税関手続き ・輸送関係（橋梁・道路） ・施工時（橋梁部）の通行規制の調整 ・その他必要な調整・申請手続 ◎カウンターパートの派遣 ◎機器設置・据付・調整工事への参加 ◎撤去機器の輸送・保管・再利用・廃棄処理 ◎施設撤去工事 ◎VAT予算確保・支払い

受注業者は、コンサルタント作成の仕様書に従って、土木・建築工事、資機材の設計、製作、工場試験、輸出梱包、現地までの輸送、計画施設の建設工事を行い、現場試験により各施設・設備の建設状況及び建設後の性能を検証した上で引渡しを行う。また、一連の建設及び現場試験の期間中にフィ国側への技術移転のための要員訓練を行う。

フィ国側によって実施される作業は、関連工事工程と調整を図って、事前、且つ適時に実施される必要がある。フィ国側、日本国側双方、お互いに協調を図り、プロジェクトの円滑な遂行並びに工期内の完成を図らねばならない。

3.2.4.4 施工監理計画/調達監理計画

(1) コンサルタントの実施設計・調達監理計画

1) 実施設計体制

フィ国側の実施機関であるPAGASAと日本人コンサルタントの間でコンサルタント業務契約を結ぶ。コンサルタント業務契約に含まれる実施設計内容は次のとおりである。

①フィ国との協議

基本設計調査の結果を踏まえ、フィ国側との協議を通して事業内容、全体工程の確認を行うと共にPAGASAの負担工事も明確にする。

②入札書類の作成

詳細設計、施工計画および無償資金協力の制度に従い入札図書を作成する。コンサルタントによる実施設計と入札図書の作成には、下記の要員が必要である。

名称	担当業務内容
業務主任	実施設計、入札書類作成、入札に係わる業務全体の総括、機材計画のレビュー
通信設計	洪水予警報システムおよび関連する通信・システム設備の設計
土木設計	護岸工事、局舎建屋、鉄塔建設・補強、水位計サポート等の土木・建築・機械設計

2) 調達監理体制

コンサルタント業務契約に含まれる調達監理内容は次のとおりである。

①入札業務

入札公示、質問・回答、入札の立ち会い、入札結果の評価、契約交渉の補助および業者契約の立ち会いを実施する。

②監督業務

着手前関係者協議、設計図の承認業務、出荷前製品検査、現地据付工事監理、工事期間中の業務報告書の作成、中間出来高証明書の発行、竣工検査と手続きを実施する。

③建設・据付工事完了後業務

竣工証明書の発行、竣工引渡手続き業務、最終業務報告書作成等が含まれる。これらに必要な人員は、次の通りである。なお、本工事では施工期間の短縮の観点から、複数箇所で同時に施工を行うため、調達監理補助として、現地傭人を雇

用するものとする。

コンサルタント：

名称	担当業務内容
常駐調達監理技術者	-現地施工期間を通して現地に駐在し、全体の調達監理業務を実施 -品質、進捗、支払い手続き、安全管理、フィ国側との協議・交渉及び報告 -洪水予警報システム全般の調達・据付の進捗監理、品質監理、安全管理
調達監理技術者（事前打合せ、検収・引渡し等）	-機材輸送前の事前打合せ（2期） -検収・引渡しの立会い
調達監理技術者（通信・システム技師）	-通信・システム設備の施工の進捗監理、品質監理、安全管理
調達監理技術者（土木技師）	-土木・建築設備の施工の進捗監理、品質監理、安全管理
調達監理技術者（機械技師）	-機械設備の調達・据付の進捗監理、品質監理、安全管理 -機材輸送前の事前打合せ（1期）
検査技術者	-通信・システム設備の図面確認・照合作業、工場立会検査および出荷前検査立会い

ローカルコンサルタント：

名称	担当業務内容
調達監理補助要員	-全体の調達監理における補助業務取り纏めの実施
土木技師	-土木・建築工事の補助業務
機械技師	-機械設備の補助業務

3.2.4.5 品質管理計画

本プロジェクトで調達する資機材及び工事の品質管理は次の方法で実施する。

(1) 図面審査

請負業者に全ての資機材及び施工計画に関する図面の提出を義務づけ、コンサルタントは、それらの仕様および品質が契約仕様書と一致していることを確認する。

(2) 工場立会い検査

調達業者が機材の製造、資材の購入を完了後、システムとしての総合動作を確認し仕様書の性能・数量を満足した時点で、工場での立会い検査を行い、数量・性能の検証を行う。

(3) 第三者機関による船積み前機材照合検査

工場検査が完了し、調達業者が全ての資機材を梱包し出荷準備が出来たところで第三者機関による検査を実施し、資機材の梱包数量、荷姿、 SHIPPING マークなどをパッキングリストにより検査し、海上輸送及びフィ国内陸輸送に耐える梱包であることを検査する。

(4) 現地試験

現場での据付工事の成果は、据付検査及び現場試験により確認する。現場試験は、個々の機器の機能を確認するための単体試験と総合的なシステム機能確認のための総合試験に分けられる。現場試験は、請負業者が主導で実施し、コンサルタントと PAGASA の担当者がこれに立ち会う。総合試験を行った後、JICA、フィ国政府に検査完了報告書を提出し完了を証明する。

(5) 瑕疵保証

調達業者は、完工引渡し検査完了後1年間、資機材の品質を保証し、不具合が生じた場合には遅滞なく復旧に努めるものとする。

3.2.4.6 資機材等調達計画

(1) 調達の方針

本プロジェクトは防災システムとして位置付けられるものであり、システムには高い信頼性が要求される。このため、基幹システムであるテレメータ装置には、わが国のテレメータシステムの標準仕様である国電通仕第 21 号を、多重無線装置には世界標準である ITU-T および ITU-R に準拠した装置を基本仕様として選定している。

また、テレメータ処理データは多重無線通信回線をベースに構築した LAN 回線により各監視局(DIC, 各流域サブセンターおよび OCD 等の関連機関)に伝送されるため、テレメータ装置、多重無線装置との相互接続性を加味しなければならない。

以上より、テレメータ装置・多重無線装置・監視装置の一体性、システム構築の容易性、実施機関による維持管理作業の習熟性等を考慮し、本邦国土交通省仕様に精通した業者から電気・通信関連の主要システム機器を一貫して調達することが、品質の確保、性能保証および工期の管理の観点からも望ましい。

一方、上記のデータ処理システムは、データ処理サーバと処理ソフトに大別され、サーバ装置(ハード)には、高い信頼性が求められる。通常のパーソナルコンピュータはフィ国での調達が可能であるが、信頼性の高い 24 時間対応の FA-PC は現地調査よりフィ国では流通していないことが判明している。さらに、設備導入時の処理ソフトのインストールの容易性も考慮すると、日本調達が望ましい。

フィ国内で流通している設備としては、次のような資機材が挙げられる。

- － 小型 UPS
- － 帳票印字出力装置・洪水予警報情報伝達装置
- － 緊急連絡用 IP 電話機

これらの設備は、日本で流通している設備とほぼ同仕様のものであり、現地調達にて対応するものとする。

(2) 輸送計画

日本国調達機材は、横浜港または同等地から海上輸送によりマニラ港到着とする。各種機材、材料は、荷揚げ港より、DIC 監視局およびサブセンター(1 期:サンフェルナンド、2 期:ロサレス)に分散して陸路輸送を行い、保管する。その後、施工計画に合わせて各サイトへ機器搬入を行う。

日本国調達機材は契約業者から輸出梱包済みで横浜又は同等地へ搬入しフィ国へ船舶輸送する。マニラ港到着後、通関業務はフィ国側が行い、通関後の各保管場所までの内陸輸送は契約者が行う。その後実施工程に従い各現場へ小出し運搬をする。

現地調査結果より、ほぼ全ての観測局、監視局、多重局は主要道路に隣接しており、車両での機器搬入が可能であるが、ガバルドン雨量観測局のみ山の中腹に位置しているため、山裾より人力での搬送を行うものとする。

各保管場所の提供は、フィ国側の負担事項とする。

3.2.4.7 初期操作指導・運用指導等計画

(1) 初期操作指導・運用指導の対象

1) 初期操作指導・運用指導の対象装置

初期操作指導・運用指導は、洪水予警報システムのうち、観測装置、テレメータ監視システム、多重無線システム、ネットワーク・サーバシステム、および電源システムを対象とする。

なお、流出解析ソフトおよび氾濫解析ソフトの操作方法の他、テレメータ監視システムを含めた洪水予警報システム全体の運用方法等については、ソフトコンポーネントにより別途研修が実施される。

2) 初期操作指導・運用指導の指導対象

洪水予警報システムの運用管理に携わる **PAGASA** の技術者を中心に実施するが、一部においては、関連機関の技術者も対象に実施する。

(2) 指導内容

初期操作指導・運用指導は受注業者により実施され、机上講習の他、実装置を使用し、ての以下のような技術習得を目的とした指導を実施する。

指 導 内 容
1. 基本的な電気、通信、情報システム技術
2. システムを確実、適切に操作する技術
3. システムの不具合の早期発見と的確な処理判断技術
4. システムの点検方法

3.2.4.8 ソフトコンポーネント計画

(1) ソフトコンポーネント派遣目的

今回改善される洪水予警報システムの運用は、既設システムの運用に比較し以下に挙げる点が大きな特徴である。

- － 関連機関との監視情報および電話・FAX での連携が可能。
- － 観測局が増え、既設流出解析モデルを更新する必要がある。
- － 新規に氾濫解析モデルを導入する予定としている。

本洪水予警報システムを適切で効果的に運用していくためには、上記特徴に考慮した基本運用技術および運用管理方法に熟知する必要がある。そのため、基本運用技術および運用管理方法を熟知することを目的として、無償資金協力のソフトコンポーネントによる技術支援を実施し、運用管理を適切に行うための人材を育成することとする。なお、システムや装置の操作やメンテナンス方法に関しては、別途調達業者により、マニュアルが提示され研修が実施される。

(2) ソフトコンポーネントの具体的な目標と対象技術者

ソフトコンポーネント教育は、運用管理技術、流出解析技術、氾濫解析技術の3種類を設定し、洪水予警報システムの運用管理に携わる PAGASA の技術者を中心に実施するが、運用管理技術の一部については、関連機関の技術者も対象に実施する。

表 3.2-7 ソフトコンポーネントの具体的な目標

対 象	目 標
洪水予警報システムの運用管理を行う技術者	効果的な防災活動が実施可能となるよう、監視端末等の操作・運用方法等運用管理技術を習得する。
流出予測ソフトの運用管理を行う技術者	水位データの予測精度が高く継続的な更新も可能となるよう、既設流出予測ソフトの更新技術および操作・運用方法を習得する。
氾濫解析ソフトの運用管理を行う技術者	氾濫解析の精度が高く継続的な更新も可能となるよう、氾濫解析ソフトの操作・運用方法を習得する。

(3) ソフトコンポーネントの対象者

技術支援の対象とする技術者は、実施機関である気象天文庁の洪水予警報部の技術者を基本としているが、洪水予警報システムの運用管理技術については、本プロジェクトにより洪水予警報システムの監視端末が設置される NDCC、NPC、NIA、DPWH、流域の主要ダム等の洪水対策関連機関の技術者も対象とする。

(4) ソフトコンポーネントのスケジュール

期間は、職員が繁忙となる雨季を避け、以下の2回に分けて実施する。

- － 2008年12月～2009年3月:1期工事完了時
(DIC、関連機関、パンパンガ河流域システムが完成する時期)
- － 2010年1月～2010年3月:2期工事完了時
(DIC、関連機関、アグノ河流域システムが完成する時期)

(5) ソフトコンポーネントの内容

以下に、ソフトコンポーネントの内容を、運営管理技術、既設流出予測ソフト更新技術および氾濫解析ソフト運用技術に分け下表に記載する。

表 3.2-8 ソフトコンポーネント内容

指導項目	内 容	1 期	2 期
1.運用管理技術	1. 組織体制の確認と連携方法の説明*	○	
	2. システム運営・維持管理マニュアルの改訂	○	
	3. 情報の管理方法の説明・指導	○	
	4. 洪水予警報の発令基準の説明・指導	○	○
	5. 今後の洪水防災体制と洪水予警報システムの説明*	○	
	6. 運用訓練*		○
2.既設流出予測ソフトの更新技術	1. 既設流出予測ソフトの説明	○	
	2. 洪水予測手順の説明	○	
	3. 観測データの整理と分析	○	
	4. 既設流出予測ソフトの更新設計の説明・指導	○	
	5. 既設流出予測ソフト更新検証の説明・指導		○
	6. 既設流出計算の指導		○
	7. 洪水予警報の情報提供方法の説明・指導		○
3.氾濫解析ソフトの運用技術	1. 氾濫解析ソフトの説明	○	
	2. 氾濫解析手順の説明	○	
	3. 地形データの整理と分析	○	
	4. 氾濫解析ソフトのカスタマイズ	○	
	5. 氾濫解析ソフト検証の説明・指導		○
	6. 氾濫解析方法の指導、		○
	7. 氾濫解析ソフト利用方法の説明・指導		○

*:NDCC、NPC、NIA、DPWH、流域ダム等の洪水対策関連機関の技術者に対しても指導を行う

3.2.4.9 実施工程

(1) 全体工程

当該事業は、観測局28箇所(雨量中継局2箇所含む)、中継局1局、基幹多重無線7区間、関連機関4箇所とテレメータ設備としてはその規模が大きい。また、洪水時期には洪水予警報システムが継続的に運用されていなくてはならず、さらに先行して実施すべき土木工事は安全面や建設コスト低減の観点から雨季を避けて行う必要もあるため、施工時期に制限がある。したがって、本事業は、単年度での施工は難しく、2期に分けての施工を計画するものとする。各期の概要を以下に示す。

-1 期工事

パンパンガ河流域において、既設洪水予警報システムと基幹多重無線網の改善および観測局の改修と新設(合計 17 箇所)を行うとともに、新設されるパンパンガサブセンターの機材を整備する。また、中央監視センターおよび防災関連機関への監視機器等の機材整備も1期に実施する。

-2 期工事

アグノ河流域において、既設洪水予警報システムと基幹多重無線網の改善、観測局の改修と新設(合計 11 箇所)、さらにアグノサブセンターの機材整備を行う。

(2) 調達実施工期の策定

1) 調達機材の製作期間

本案件にて調達される機材は、殆どの装置が受注生産となる設備であり、設計図の作成に約 1 ヶ月、機器の製造に 6 ヶ月程度を見込んでおく必要がある。製品検査期間を考慮すると、業者契約～出荷までに 7.5 ヶ月を見込んでおく必要がある。

2) 輸送期間と到着時期

海上輸送、内陸輸送に要する期間は、現地輸送業者のヒアリング結果より、以下の期間を想定する。

作 業 項 目	期 間
a) 海上輸送(日本～マニラ)	10 日
b) 陸上輸送	2 日
合 計	12 日

3) 諸手続きに要する期間

本プロジェクトに必要な諸手続きおよびそれに要する期間として、下表のように想定する。

作 業 項 目	期 間
a) 沖待ち、フィ国への輸入許可、通関	5 日
合 計	5 日

4) 据付工事等に要する期間

歩掛上で求められた日数、班編成数を加味した機材据付工事日数は次のとおりとなる。

【1 期工事】

-観測設備工事:3.1 ヶ月×2 班

-監視設備工事:4.1 ヶ月×1 班、2.4 ヶ月×1 班

-多重無線設備工事:2.1 ヶ月×1 班、2.3 ヶ月×1 班

【2 期工事】

-観測設備工事:1.6 ヶ月×1 班、1.7 ヶ月×1 班

-監視設備工事:1.5 ヶ月×1 班

-多重無線設備工事:1.9 ヶ月×1 班

5) 試運転期間および検収・引渡し期間

試運転期間を 1 ヶ月として見込んでおく。また、検収・引渡しに要する期間を 0.5 ヶ月として見込んだ。

以上より、総調達実施工期は 1 期工事で 14.5 ヶ月、2 期工事で 14.3 ヶ月となる。

(3) 実施工程表

調達実施工程表を次頁に添付する。

表 3.2-9 調達実施工程表



3.3 相手国側分担事業の概要

本プロジェクトにおいて、次の作業はフィ国側の分担事業とする。

(1) 追加VAT予算の確保

2007年度はVAT分を含む全ての免税分の予算として27.6百万ペソが確保されている。ただし、免税措置が必要となる機材調達、工事の開始は2008年に入ってからであり、2007年はVATの支払いは発生しない。PAGASAは、2007年度予算に余剰金が出た場合、2008年度に繰り越す手続きをすることとしており、また、2008年度分として既に22百万ペソを追加予算として要求済みである。しかしながら、支援金額規模を考慮すると、現在の確保額では明らかに不足が生じることが想定される。このため、日本側より年度毎(各期)の支援額の目安の提示を受け、追加VAT予算の確保を実施する。

- ・2007年度追加予算確保の確認期限： E/N 調印まで
- ・2008年度予算確保の確認期限： 2007年度(フィ国年度)終了まで

(2) パンパンガサブセンター建屋の建設

パンパンガサブセンターの建屋は、フィ国側にて建設する。フィ国側にて建設された建屋に、本プロジェクトの機材を整備することとする。

- ・配置設計期限： 入札図書準備まで
- ・建設完了期限： 入札公示時まで
- ・人員、予算計画： 建設完了まで

(3) 周波数使用および通信機器使用許可

現在、周波数使用許可のレターおよび周波数割当(案)を受領したところである。その後、通信機器の使用許可を取得する必要がある。

- ・周波数使用許可： 2月取得済み
- ・周波数割当(案)： 3月受領済み
- ・周波数割当期限： E/N 調印まで
- ・機器使用許可期限： 入札公示時まで

(4) 維持管理体制の強化

本プロジェクトにより導入したシステムを効果的に活用するためには、運営・維持管理体制の強化が不可欠である。能力のある技術者の適正配置、十分な維持管理費の確保、そして自立発展のための若い技術者の登用が必要である。

・組織強化： 2008 年 3 月まで

(5) 既設施設の修復

本プロジェクトにおいて使用する既設のDIC建屋、無線中継局舎および一部の観測局舎は修復し、本プロジェクトの機器を効果的、継続的に運用可能とする必要がある。以下にあげる修復作業は、フィ国側が実施する。

・修復工事期限： 業者契約時まで

1) DIC 建屋

通信機室、電源室、操作室の空調整備を修復する。電源室へは、通信機室よりダクトを通し、通信機室の空調より供給する。

2) 無線中継局

現在、無線中継局電源室の壁は、アスベストを使用している。人体に影響のない方法にてアスベストを撤去し、変わって耐火、防音用の壁材を利用し、壁を修復する。尚、アスベストの撤去方法について、調査団に確認を求めることとする。

3) 観測局舎

一部の既設観測局舎は、本プロジェクトでも引き続き使用するが、一部、天井面等コンクリートが剥げ、背筋が見えているところがある。今後の継続運用に耐えうるよう、観測局舎を修復する。

(6) 既設施設および機器の撤去・再使用

本プロジェクト実施により、現場にて利用しなくなる既設施設および既設機器については、フィ国側にて撤去し処理する。撤去機材の再利用等の処理方法については、フィ国側より計画提示を受けることとする。

(7) 洪水予警報システムの観測監視中断による関連機関との調整

洪水予警報システムの更新や無線鉄塔の補強等を実施するに際しては、観測情報や監視による処理情報等が一定期間中断することが考えられる。影響を極力少なくするために、関連部署および関連機関との調整を十分に行う。

(8) 許認可事項

1) 橋梁ピアへの観測設備設置許可

橋梁ピアへの水位計センサーの設置および観測局舎のアバットメントへのアクセスに関しては、橋梁を管理している DPWH の承認が必要であり、DPWH よりの許認可を取得する必要がある。

・許可取得期限： E/N 調印まで

2) 社会環境関連許可

本プロジェクトは、自然への影響や住民移転等負となる項目はないが、フィ国の環境省に「Certificate of Non-Coverage」の発行を確認する必要がある。

- ・ CNC 発行期限： E/N 調印まで

3) 土地収用

水位観測所や雨量観測所の新設や移設には、土地収用が必要となるが、水位観測局を設置する予定の河川沿いは、土地が安価で、すでに多くの住民が住居しており、また不法占拠も見られる。当地では、土地収用の際、政治的問題にも発展する可能性もあり、位置の設定等、慎重な対応が求められる。

水位観測局の設置場所は、極力橋梁近辺で住居等が占有していない土地を候補として計画しており、住民移転の必要性はないものと考えているが、土地収用の確認を地域の自治体を通して実施する必要がある。

- ・ 許可取得期限： E/N 調印まで

4) 伐採許可

水位観測所や雨量観測所の新設・移設に際し、アンテナ、ソーラパネルおよび雨量計に障害となる樹木については、伐採を必要とするが、伐採に際しては、地方自治体に通して許可を得る必要がある。

- ・ 許可取得期限： E/N 調印まで

(9) その他の手続きなど

- ・銀行取極、支払授權書の発給
- ・輸入に関する通関手数料の負担と所要手続き
- ・業者持込の各種機材(仮設資材、試験機材など)に対する免税処置
- ・本プロジェクトに係わる日本人を含む外国人に対する各種免税処置
- ・機材の仮保管場所の提供
- ・施工時の通行規制等の調整
- ・鉄塔建設許可

(10) 既存流出予測モデルの改修

観測局の増設や監視流域の拡大等、洪水予警報システムを改善することに際しては、既存で運用している流出予測モデルの改修も実施する必要がある。改修方法については、ソフトコンポーネントにて研修を実施するが、PAGASA 管理下の既存流出予測モデルの実改修は、PAGASA により実施する必要がある。

- ・改修期限： 第 2 回ソフトコンポーネント実施時(2010 年 1 月)まで

3.4 プロジェクトの運営・維持管理計画

(1) 協力対象事業実施後の運営・維持管理の体制、方法

既存の洪水予警報システムの維持管理は、気象天文庁の洪水予警報部により行われており、現状の洪水予警報部職員の体制を以下の表に示す。

表 3.4-1 洪水予報部の職員体制

場 所	水理・水文技術者	電気通信技術者	備 考
中央監視センター	30 名	11 名	洪水予警報部長室を除く
パンパンガ・サブセンター	6 人	0 名(2 名)	
アグノ・サブセンター	6 人	3 名	
ビコール・サブセンター	6 名	2 名	
カガヤン・サブセンター	4 名	1 名	

() は、本プロジェクト実施時に追加が予定されている。

1) パンパンガサブセンターの新設

パンパンガ河流域の管理を行っているパンパンガサブセンターは、ケソンの DIC に併設して存在しており、ケソンから管理業務を実施している。水文技術者は 5 人いるが、施設管理担当技術者はおらず、DIC の TSS にて実施している。

パンパンガサブセンターを流域内に新設することにより、サブセンター独自でも維持管理を行える体制をとる必要があるため、2 名の施設管理担当技術者の配置が予定されている。

2) 観測局の増加による点検作業

点検は清掃や簡易な日常点検と動作点検に分かれる。観測局の清掃、日常点検は、近傍に適切な管理者(ゲージキーパ)がいる場合には、日常管理を委託するが、適切な管理者がいない場合や現地に行くことが難しい場合には、地方自治体により管理を行うことが PAGASA と地方自治体により確認されている。一方、観測局の動作点検は、PAGASA の技術者により、現在でも、一定の頻度で実施されており、観測精度を確保するためには非常に重要な作業である。

観測局はパンパンガ河流域:14 箇所→17 箇所、アグノ河流域:8 箇所→11 箇所と、ともに 3 箇所の観測局の増加となる。観測局および中継局の動作点検は、1 回の点検で要員 2 名、日数 0.5 日程度が必要であるが、点検作業は中央監視センター電気通信課(合計 11 名)とサブセンター(2 名～3 名)が交互に実施し 1.5 ヶ月に 1 回の間隔で実施するため、要員としては、十分対応が可能である。

3) 既存流出予測精度向上のための運用管理

既存洪水予測モデルを精度良く運用していくためには、水位観測所において洪

水時に流量を測定し、水位―流量の相関関係と上流の雨量―水位―流量の相関関係を補正していくことが必要である。しかし、PAGASA の職員は、洪水時には、洪水対策に従事する必要があるため、洪水時の流量測定は困難であり、外部委託によりこれらの測定を実施する必要がある。

4) 新しいシステム機器への対応

今日のシステム機器は、技術革新の結果、部品点数の削減と小型集積化が進められてきており、今回計画している予警報システムにあっても例外ではない。その結果、故障の可能性が非常に少なくなるものの、故障した場合には、現地での修理には限界があり、製造メーカーによるユニット単位の交換修理となる可能性が高くなる。

この対応の1つとして、極力現地で修理、交換がしやすい機器を導入することが必要と考えている。しかし、現地で対応しきれない部品(ユニット)が故障した場合は、部品(ユニット)を日本の製造メーカーに修理依頼する必要がある、修理または交換に要する費用と時間が既設システムに比べ多くかかることが予想される。

また、定期的な維持管理費以上に発生するユニットの交換等に必要な費用は、前述したように、翌年度予算として申請する必要がある、修理・交換費確保の期間と日本での修理・交換期間を合計すると、1～2 年間かかることが予想される。

この対応として、部品(またはユニット)の種類を標準的で極力少なくするとともに、スペアパーツ(またはスペアユニット)に余裕を持たせることによりシステムの運用維持が可能と考えている。

5) 関連機関との連携

本プロジェクトでは、関連機関を含めた総合的な洪水予警報システムとして効果的な防災体制を構築するために、NPC、NIA 等他機関で使用する機材を各関係機関へ供与する。また、一部の観測所については、PAGASA がゲージキープを設置できないところがあり観測所管理を地方自治体を実施してもらうところがある。

①関連機関の運用維持管理

NPC、NIA 等関連機関へ供与する機材については、本プロジェクトにて実施するソフトコンポーネントにて関連機関担当者に操作運用方法等を研修してもらうことを考えている。また、維持管理については、関連機関との協議により管理責任を明確にしたうえで、関連機関に維持管理を実施してもらうことを考えている。具体的な事項を以下に示す

- ・ 本計画の効果が発現される為の防災計画の策定及び計画の実施
- ・ 必要技術者による運営技術の習得
- ・ 無償資金協力にて導入された施設、資器材の適切かつ効果的な使用、およ

び適切な維持管理と費用の負担

- ・ 関係機関との連携および関係機関との合同委員会の定期的実施

② 地方自治体の運用維持管理

地方自治体に管理を委託する観測所については、地方自治体との適切な運用管理のための連携方法を確認するとともに、実際の観測所管理者に対しての教育を PAGASA により実施することが重要である。

(2) 人員確保および養成計画

テレメータ観測機器および中継所機器の維持管理は、DIC の TSS の技術協力の基、サブセンターの施設担当者が実施している。TSS には 6 名の電気通信技術者(技術補助員含め 11 名)がいるが全員が 45 歳以上である。新しい技術を採用した機器を導入するが、技術的には、TSS が中心となり維持管理を実施していく。技術的な継承を行い継続・永続的な維持管理を実施していくためには、TSS を中心に若い電気通信技術者の採用が必要である。

PAGASA には気象部門にも ECES (Electronics & Communication Engineering Section: 電子・通信エンジニアリング係)という電気通信を担当する部門があり、エンジニア:6 名、テクニシャン:10 人、アシスタント:5 人に及ぶ総勢 20 人のセクションであり、PAGASA の中でも FFB に比べ、先端な監視技術や通信技術に携わっており、若い技術者も多く、技術的にもかなり高いものがある。PAGASA の業務成果を広く広報するとともに、魅力ある技術もアピールすることにより電気通信技術者の獲得が可能と考える。また、PAGASA 内部については、洪水予警報に関わる機器の維持管理についても、この ECES と協力して実施していくことが、技術の習得、職場の活性化そして若く優秀な人員確保のためには必要と考える。

3.5 プロジェクトの概算事業費

3.5.1 協力対象事業の概算事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な事業費総額は、12.29 億円となり、先に述べた日本とフィリピン国との負担区分に基く双方の経費内訳は、下記(3)に示す積算条件によれば、次のとおりと見積もられる。

ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

(1) 日本側負担経費

概算総事業費 約 1,168 百万円

費目		概算事業費 (百万円)
機材	パンパンガ・アグノ河流域観測局、サブセンター、DIC、関連機関および中継局用機材	1,074
実施設計・調達監理・技術指導		94

(2) フィリピン国負担経費 2,669 万ペソ(約 60.9 百万円)

1) VAT 予算措置	PhP	15,758,664 (1 st Phase)
	PhP	8,120,719 (2 st Phase)
2) パンパンガサブセンター建設費	PhP	2,000,000 (1 st Phase のみ)
3) 土地取得費	NIAとの協議事項	
4) 既設設備撤去費	PhP	120,000 (1 st Phase のみ)
5) 既設建物修繕費	PhP	250,000 (1 st Phase のみ)
6) DIC既設 AC 修繕費	PhP	140,000 (1 st Phase のみ)
7) 既設流出予測モデル改修費	PhP	300,000 (1 st Phase のみ)
(合計)	PhP	26,688,949

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 :平成 18 年 12 月
- 2) 為替交換レート :1USD = 116.58 円
:1PhP = 2.282 円
(2006 年 6 月～2006 年 11 月における 6 ヶ月平均の換算レート)
- 3) 施工・調達期間・実施設計、工事(又は機材調達)の期間は、調達実施工程表に示したとおり。
- 4) その他:積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。

3.5.2 運営維持管理費

(1) パンパンガサブセンターの新設

パンパンガサブセンターを流域内に新設することにより、サブセンター独自でも維持管理を行える体制をとる必要があるため、2名の施設管理担当技術者を追加する必要がある。また、水道電気などの施設費用も発生する。

項目	年間単価 (PHP)	人数	年間費用 (PHP)
施設担当技術者の増加 (中堅クラスを想定)	200,000	2	400,000
水道・電気等施設費用			250,000

水道・電気などの施設費用は既設アグノサブセンターの実績から類推した。

(2) 観測局の増加にともなう動作点検費用

観測局の動作点検は、現状では、3ヶ月に1回点検作業を実施しているが、サブセンターとTSSによりそれぞれ3ヶ月に1回ずつ実施し、45日に1回程度の点検を実施することが望ましい。点検費用を、実績値から試算すると次表のようになる。

現状でも、3ヶ月に1回点検作業を実施しているため、下記の半分の費用(260,000PHP)が追加となる。

観測所数		サブセンター	TSS	合計 (PHP)
		概算費用 (PHP)	概算費用 (PHP)	
パンパンガ	17箇所	130,000	150,000	280,000
アグノ	11箇所	100,000	140,000	240,000
合計 (PHP)		230,000	290,000	520,000

現状では、DICとサブセンターによる交互の点検作業を想定したが、徐々にサブセンターのみで、点検と維持管理ができるようになれば、維持管理費は削減されていくことになる。

(3) 既存流出予測精度向上のための運用管理

ローカルコンサルタントへ流量測定を依頼することが考えられる。作業はルーチンワークであり指導すればローカルコンサルタントで実施可能と考える。

観測所数		単価	(合計)
パンパンガ	10箇所	20,000PHP	200,000PHP
アグノ	8箇所	20,000PHP	160,000PHP
(合計)			360,000PHP

(4) 機器修理のための維持管理費の確保

機材の年間維持管理費用は、大別してカートリッジや帳票用印刷用紙などの消耗品と、交換部品を含む機材の故障に伴う機器修繕費用に分けられる。本プロジェクトでは、機材導入後 2 年間分の消耗品や交換部品を機材整備当初に併せて納入する計画であり、機材導入後 2 年間の年間維持管理費用としては、機材の点検に伴う人件費などに限定される。3 年目以降については、これらの費用に加え、消耗品および機器修繕費用が発生する。機器修繕費用は PC 基盤部品やバッテリーなどの故障率が高い機材、あるいは老朽化が著しい機材に要する費用の発生確率が最も高く、消耗品費と合わせこれらを年間ベースで試算すると 300 万ペソ(7 百万円)程度の費用が必要である。

気象天文庁によれば、通常の年間予算の資器材費(350 万ペソ)の他に、年間 300 万ペソ(7 百万円)程度の機器修理・更新等の予算を、その都度要求すれば確保可能とのことである。毎年の通常予算の資器材費(350 万ペソ)と機器修理・更新費(300 万ペソ)との合計は、650 万ペソ(15 百万円相当)にのぼり、本事業における維持管理費用の確保は可能である。

なお、フィ国では、機器の更新費用は、通常予算としては予算配布されないが、機材の更新や修繕に係る費用などで予算計上していない高額な費用が発生した場合においても、気象天文庁が別途予算要求・確保できる仕組みとなっている。

(5) 年間維持管理費の増加について

以下に、プロジェクト実施により増加・拡充する機材と施設のための年間維持管理費をまとめる。

表 3.5-1 年間維持管理費 (単位：ペソ)

項目	内容	年間維持管理費	対象費目
パンパンガ サブセンター	追加電気通信技術者	400,000	人件費
	建屋水道光熱費	250,000	水道光熱費
観測局点検費用	点検技術者	180,000	人件費
	点検旅費	80,000	旅費
流量測定	測定技術者	360,000	人件費
機材維持管理	消耗品費	500,000	資器材費、
	機器修繕費	2,500,000	(機器修理更新費)
合計		4,270,000	

上記維持管理費のうち、サブセンターの電気通信技術者、観測局の点検技術者、流量測定の測定技術者の人件費増加分は年間人件費の 5%程度、サブセンターの建屋光熱費は年間水道光熱費の 6%程度、さらに観測局の点検旅費は年間旅費の 6%程度であり、洪水予警報部の年間予算にて十分に負担可能である。

3.6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

本プロジェクトの円滑な実施に直接影響を与えると考えられる留意事項は、3.3 節に述べたフィ国側負担分事業の全てを、プロジェクトの進行に合わせてタイムリーに実施させることである。その中でも特に重要である項目は、サブセンターの建設と許認可事項である。

サブセンターが建設されなければ、装置が設置できず、システム構成の変更等多大な影響が発生する。また、DPWH 等への各種許認可の取得が遅れると、これに伴い工事の工程が大きく遅れることが懸念される。

また、土木工事に対する留意事項としては、施工費、安全面の点より、出水期(6月～9月)を避けて実施する。特に護岸工事ならびに水位計サポート設置工事に際しては、水位が低下する1月～5月の間に実施するため工程管理を厳重に実施する必要がある。

さらに基本的な留意事項としては、現状稼動している洪水予警報システムの停止時間を極力短くすることが重要であり、特に台風シーズンや雨季にはシステム停止を伴わないよう配慮する必要がある。

第 4 章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4.1 プロジェクトの効果

本プロジェクトを実施することによる効果は、洪水予警報システムの収集系および観測を中心としたシステム機能の改善と向上から発現される直接効果と、洪水予警報の流域住民への迅速かつ的確な伝達と安全な避難による間接効果に大別され、以下のような考察結果となる。

現状と問題点	協力対象事業での対策	直接効果・改善程度	間接効果・改善程度
<ul style="list-style-type: none"> 観測欠測率が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 水位計およびテレメータ観測装置の改修 	<ul style="list-style-type: none"> テレメータ観測データの欠測率が現状 50%から 3.6%までに改善される 	<ul style="list-style-type: none"> 避難のための余裕時間（リードタイム）が改善され、人命および資産の安全が確保される
<ul style="list-style-type: none"> 観測欠測なためマニュアル観測を行うため観測データの精度が悪く、観測データ収集に時間がかかっている 	<ul style="list-style-type: none"> 多重無線網の改修 	<ul style="list-style-type: none"> マニュアル観測により 2 時間かかっていた観測データの収集が、10 分程度で収集可能となる 	

1) 直接効果

洪水予警報システムの収集系であるテレメータ観測システムの整備、多重無線網の改修および関係機関による迅速な状況把握が可能となることにより、以下の直接効果が見込まれる。

- ・ テレメータ観測データの欠測率が現状 50%から 3.6%までに改善される。（改善後の欠測率は、ほぼ 0%となることが想定されるが、洪水による破壊等により 1 局の観測局が観測不能となる場合を想定した）
- ・ 観測装置の故障により、これまで目視によりデータ観測をしていたために 2 時間程度かかっていた観測データ収集時間が、10 分程度で収集可能となる。（10 分は、テレメータの最短自動観測間隔）

2) 間接効果

把握した情報は、住民に正確、迅速そして具体的に伝わり、その結果、住民が安全に避難することが重要である。そのため、氾濫解析ソフトを導入するとともに把握または解析した情報の提供方法を改善する指導を本プロジェクトのソフトコンポーネントに含めている。これにより以下の効果が考えられる。

- ・ 精度が高く分かりやすい洪水予警報情報が住民に迅速に伝達されることにより避難までの余裕時間（リードタイム）がより多く確保でき、安全な避難活動が行われることで人命および資産の被害が軽減する。

- ・ハザードマップ等の整備が進むことにより、住居地区の危険度、避難場所や避難路が明確となり、より迅速で安全な避難が可能となる。

3) 成果指標について

上記直接効果で掲げた成果指標についての現状での算出根拠および改善後の指標予測方法を以下に示す。

成果指標	算出根拠	改善後の指標予測方法
テレメータ観測データの欠測率	中央監視局にて、テレメータ監視データの観測結果を収集し分析	中央監視局にて、テレメータ観測結果を収集
観測データ収集時間	マニユアル観測による観測データ収集時間を担当職員への聞き取りにより収集	テレメータ観測によるデータ収集時間を把握

4.2 課題・提言

4.2.1 相手国側の取り込むべき課題・提言

本プロジェクトのカウンターパートは、日本の技術支援もあり、既設洪水予警報システムをよく維持管理してきており、技術的には、新しい洪水予警報システムに対しても十分に維持管理できる意欲と能力がある。さらに以下の事項が確実に遂行されれば、本プロジェクトの効果がより発現されるとともに自立発展的な体制が築けるものと考えている。

1) 観測精度維持のための維持管理の確実な履行

観測情報の精度、提供情報の正確性が損なわれると、洪水予警報システムの信頼性が減少していくが、これを防ぐためには、以下に挙げるような維持管理を確実に実施していく必要があり、維持管理のための十分な予算を確保する必要がある。

- ・センサーと観測装置の整備による正確な観測情報の把握
- ・定期点検によるシステムの適正維持
- ・洪水時の流量測定による水位予測精度の向上

2) 分かりやすい情報提供の模索

提供する情報は、住民に分かりやすく的確なものでなくてはならない。地域防災を担当している BDCC 等関係者と協議しながら、地域性、具体性、代表性があり分かりやすい情報の提供方法を計画していく必要がある。PAGASA や BDCC が実施している洪水後の状況調査やハザードマップと関連させ提供情報方法を検討していくことも有効である。

3) 地方自治体災害管理委員会を含めた防災関係機関とのより効果的な協力体制の構築

現在でも、ダム運用にかかわる関係機関の管理委員会として PAGASA を幹事役とする JOMC (Joint Operation and Management Committee: 合同事業運営管理委員会) が機能しているが、関係機関とは、より定期的、積極的に協議会を持ち、効果的な協力体制を構築していく必要がある。PAGASA が中心となり、JOMC のみならず、災害関係者との連絡協議も頻繁に実施していくことが必要である。

4.2.2 技術協力・他ドナーとの連携

洪水対策事業に関しては、他ドナーとの関連は少なく、日本の無償・有償支援事業を中心として支援がなされてきた。

現在の PAGASA の洪水予警報システムの維持・運用管理能力は、日本からの短期専門家や長期専門家を中心とした技術協力により、向上してきたものである。専門家とともに、活動することにより、システムの維持・運用管理に対する技術のみならず、紙には表せない基本姿勢が伝授されることが可能となる。

本支援事業により導入するシステムを有効に運用しさらに自立発展を進めるためには、事業実施後における継続的な技術協力が必要である。

4.3 プロジェクトの妥当性

我が国の無償資金協力による本プロジェクトの協力対象事業の実施の妥当性は以下のよう
に評価される。

1) 運営・維持管理体制

テレメータ監視システムとしては、基幹無線通信網や水位計の異常、故障はあるものの、定期点検を含めよく維持管理が実施されており、維持管理能力はあると考える。予警報システムの精度維持に関しては、今後、洪水時における流量観測等の作業が特に必要となってくるが、ローカルコンサルタント等にて実施することが可能と考えられる。

2) プロジェクトの緊急性

フィリピン国からの今回の支援対象は、過去に実施された有償・無償案件機材の更新である。これら機材は古いもので既に30年が経過しており、いまだに稼動しているものもあるが、耐用年数を過ぎていることから今後2～3年を境に故障が頻発するものと予測される。現在では、機材の納入メーカーでも装置自体の生産を中止し、予備品がストック分も含めて払底しており、修理は困難な状況にある（使用部品も製作を中止している）。正確な計測ができない機材も増えつつあるなかで、これら機材を緊急に更新する必要性は高いと考える。

特に故障が多く見られる既存水位計は、ピナツボ火山の噴火による火山泥流と河動変化、バギオでの地震等によりダメージを受けており、観測ができない状態となっている。また、既存基幹多重通信網への携帯電話による混信問題は、収集した観測データの中央監視局への伝送や関連機関との連携に支障をきたしており、洪水予警報システムとして当初の機能を十分発揮できない状態となっており緊急な対策が必要である。

3) 国家上位計画との整合性

洪水対策には、堤防建設等の構造物対策と予警報システム等による非構造物対策があり、堤防が建設されていない洪水常襲地域では予警報システム等非構造物対策が不可欠である。今回の対象地域では、ピナツボ火山泥流対策として、日本の支援で一部(人口の多い地域)に堤防を建設してはいるが、全対象河川に対して堤防は建設されていない。両流域は、河床勾配が緩く、流域全体にわたって地形がフラットで大小の支川も複雑に入り込んでいるため、上流から下流まで広範囲に洪水氾濫域が広がっている。したがって、堤防建設には膨大な予算が必要となり、今後早急な対応は望めない。PAGASA によれば、DPWH が、堤防建設の任にあたり、10 年以上前から全国の河川への堤防建設計画は策定するものの、予算が不十分でほとんど実現していないとのことである。なお、本対象地域における建設についても、今後 10 年以上かかる見込みであり、非構造物による洪水対策を実施する本プロジェクトによる支援の必要性は高い。

国家の上位計画においても、非構造物による災害被害削減を重点目標として掲げており、本プロジェクトはこの目標にも十分資する内容となっている。

4) 高い裨益効果

対象となるパンパンガ河・アグノ河流域には 200 万人の裨益人口がいると試算されている。特にパンパンガ流域は最大の穀倉地帯でもあり、マニラとあわせ GDP の約 50% (パンパンガ自体は約 10%) を稼ぎ出しており国家経済にとって重要な地域でもある。しかし、パンパンガ河・アグノ河流域は、年平均 3 回から 5 回におよぶ台風の常襲地域でもあり、毎回多くの洪水被害を受けており、洪水対策を実施することの裨益効果は非常に高いものがある。

4.4 結論

本プロジェクトは前述のように多大な効果が期待され、裨益人口もパンパンガ河・アグノ河流域 200 万人に及ぶと試算される。堤防などハードウェア整備が遅れている地域には、特に洪水予警報システムによる正確で精度の高い情報提供が不可欠である。しかし現在、耐用年数を過ぎている機器の信頼性の低下、河道変化による水位計の故障、携帯電話による基幹多重通信網の混信などシステムの継続運用が難しい状況において、我が国無償資金協力によって本プロジェクトを実施することは、フィ国が取り組む洪水災害の削減、そして地域住民の社会生活の安全確保に繋がるものであり、極めて妥当性が高いものである。