

フィリピン共和国

NO.

フィリピン気象天文庁

フィリピン共和国  
気象レーダーシステム整備計画  
基本設計調査報告書

平成 21 年 1 月  
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

委託先  
財団法人日本気象協会

環境

CR (1)

09-001

**フィリピン共和国**

**気象レーダーシステム整備計画**

**基本設計調査報告書**

平成 21 年 1 月  
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

委託先  
財団法人日本気象協会

## 序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の気象レーダーシステム整備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 20 年 6 月 26 日から平成 20 年 8 月 3 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 20 年 10 月 20 日から 11 月 5 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成 21 年 1 月

独立行政法人国際協力機構

理事 松本 有幸

## 伝 達 状

今般、フィリピン共和国における気象レーダーシステム整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成20年6月より平成21年1月までの7ヵ月間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21年1月

財団法人 日本気象協会

フィリピン共和国

気象レーダーシステム整備計画基本設計調査団

業務主任 内田 善久

# 要 約

## 要 約

フィリピン共和国（以下、「フィ」国）は太平洋に位置する島嶼国で、台風の経路である太平洋西縁の亜熱帯モンスーン地域に位置し、1年を通じて熱帯低気圧、南西・北東モンスーン及び激しい雷雨など様々な気象災害に見舞われ、また台風及びそれに伴う暴風、大雨による洪水、地滑りにより、過去多くの尊い人命が失われてきた。「フィ」国の太平洋東部の台風監視責任地域（Philippine Area of Responsibility: PAR）では、2006年から過去60年間で台風が毎年19～20個程度発生し、内8～9個の台風が上陸し「フィ」国各地で大きな被害をもたらしている。国家防災調整委員会（National Disaster Coordinating Council: NDCC）によれば1998年から2007年の10年間に台風による死者、負傷者、行方不明者の総数は約1万2千人、被災者数は約4,900万人、被害額は770億ペソ（1,970億円）にものぼる。台風・暴風雨による被害が、「フィ」国全体の自然災害被害の92.5%を占める。毎年発生する台風災害による人的・経済的被害は甚大であり、農業生産・物流等の社会資本への度重なる被害は経済活動へ深刻かつ長期的な影響を与えている。また国の基幹産業の1つである農業を支えている貧困層の生活をより苦しいものとしており、貧困削減の観点からも貧困層のリスクを緩和するための効果的な災害対策が急務である。

「フィ」国政府の2004年-2010年中期フィリピン開発計画（Medium-Term Philippine Development Plan: MTPDP）の中では「人命や財産の損失を防ぐために、自然災害の発生を減少させること」が明記されているほか、貧困から脱却し、経済成長率を伸ばす戦略にも焦点をあてている。

また4つの災害対策実行計画（4-Point Action Plan of the National Government）では、1) PAGASAの予報能力向上、2) 公共に対する災害管理情報普及、3) 災害脆弱地域の地方政府の能力向上、及び4) 政府と民間の救助と復旧に関する協力体制の強化が謳われている。国家科学技術計画2002年-2020年（National Science and Technology Plan: NSTP2020）においては、2020年までの「フィ」国における科学技術開発の方向性を定めており、その中で優先度が高いものとして自然災害軽減が挙げられていることから、本プロジェクトの早急な実施が強く望まれている。

「フィ」国の気象業務を行なう唯一の政府機関であるフィリピン気象天文庁（Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration: PAGASA）は科学技術省（Department of Science and Technology: DOST）傘下であり、災害を引き起こす気象現象を監視し、国の防災管理体制の中で気象に関する情報を提供する中心的役割を担っている。

「フィ」国は、現状で以下のような問題を抱えている。

- ① ビラク、アパリ及びギウアンの既設気象レーダーシステムの老朽化が激しく、送信出力の低下、システム内部基板の劣化及び表示装置のレーダー画像の解読ができない等の問題が発生

しており、観測業務遂行が困難な状況となっている。そのため太平洋上の台風を数十分おきに監視することができないため、毎時間刻々と変化する台風の強さや中心位置、方向を知ることができず、PAGASA 本部の気象・洪水予報センター(Weather and Flood Forecasting Center: WFFC)に対して必要な情報の提供ができない。

- ② 太平洋沿岸にドップラーレーダーシステムを有していない PAGASA は、台風による暴風や降雨の移動方向及び極めて短時間で発生し被害を及ぼすトルネードを伴う暴風雨をリアルタイムで精度良く監視することができないほか、風の収束場データを撮取できないため多降雨地域を特定することが困難である。
- ③ ビラク、アパリ及びギウアン既設気象レーダー塔施設の老朽化が激しく、継続使用が危険な状況である。
- ④ 更新されるビラク、アパリ及びギウアンの気象レーダーシステムから得られる雨や風の情報を PAGASA 本部の WFFC に安定的に送信する手段がない。

上述の状況を改善し、防災機関や国民に対して、より精度の高い台風警報シグナルと台風情報を提供することは喫緊の課題である。しかしながら、これらの課題に対応するための施設建設や機材調達等に必要となる資金と技術の不足により、「フィ」国独自による実施が困難であることから、我が国の無償資金協力による下記の施設建設及び気象レーダー等の機材調達を要請してきた。「フィ」国からの要請を受け、日本国政府は予備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（JICA）は、平成 19 年 11 月 11 日から 12 月 12 日まで予備調査団を現地に派遣し、主にプロジェクト実施の可能性及び妥当性を確認した。

予備調査での結果を基に日本国政府は基本設計調査の実施を決定した。JICA は、平成 20 年 6 月 26 日から 8 月 3 日まで基本設計調査団を現地に派遣した。調査団は、現地にて「フィ」国政府・PAGASA 関係者と要請内容について協議し、プロジェクトサイトの現地調査、関連資料収集等を行った。

調査団は、要請内容を踏まえつつ、PAGASA の機材運用・維持管理能力、最適機材配置計画等の様々な観点から、最適な機材内容、規模・数量を検討し、基本設計案を作成した。これを基に JICA は、平成 20 年 10 月 20 日から 11 月 5 日まで基本設計概要説明調査団を「フィ」国に派遣し、基本設計案の説明及び協議を行った。

最終的に提案された基本設計の概要は次の通りである。

表 1 計画された機材及び施設の概要

項目	PAGASA 本部 (WFFC)	ビラク気象 レーダー観測所	アパリ気象 レーダー観測所	ギウアン気象 レーダー観測所
機材調達・据付				
気象ドップラーレーダーシステム	-	1 基	1 基	1 基
気象レーダーデータ表示システム	1 式	1 式	1 式	1 式
気象データ衛星通信システム (VSAT)	1 式 (Hub)	1 式	1 式	1 式
施設建設				
気象レーダー塔施設 (機材用家具を含む)	-	1 棟	1 棟	1 棟

なお、本プロジェクトの工期は、詳細設計・入札期間を含め約 50 ヶ月、概算事業費は 39.61 億円（日本国側 34.06 億円、「フィ」国側 5.55 億円）と見込まれる。

本プロジェクトの実施により以下の効果・改善が得られることが予測され、実施した場合の裨益効果は極めて大きい。

- ① 気象レーダーシステムの雨量強度 1mm/h 以上の降雨の探知距離が半径 300km から 450km に向上することにより、的確に広範囲の気象現象及び台風監視を実施することが可能となる。
- ② 気象レーダーシステムのドップラー機能により、探知距離半径 200km 内の最大 75m/秒までの風速と降雨の移動方向が観測可能となる。
- ③ 台風襲来時に気象レーダーシステムによる 24 時間連続監視が可能となり、WFFC において、ビラク、アパリ及びギウアンの気象レーダーシステムから得られる雨や風の情報をリアルタイムに受信できることにより、迅速に政府防災機関、マスメディア等へ台風警報シグナルと台風情報の毎時間発令が可能となる。
- ④ 気象レーダーシステムのドップラー機能により、台風による暴風や降雨の移動方向及び極めて短時間で発生し被害を及ぼすトルネードを伴う暴風雨をリアルタイムで精度良く監視することができるほか、風の収束場データより多降雨地域を特定することが可能となることから、迅速な気象・洪水及び地滑り警報の発令が可能となる。
- ⑤ ビラク、アパリ及びギウアンの気象レーダー観測範囲内の 2.5km メッシュのレーダー雨量データを既存洪水予測モデルに取り込むことができることから、洪水予警報の精度が向上する。

実施機関である PAGASA の組織的能力は高く、気象レーダーシステムの日々の運用保守作業及び殆どの故障の修理は、各レーダー観測所の技術者により行われている。また気象レーダーの運用維持管理に精通した技術者が多数在籍しており、技術レベルも高い。なお、本プロジェクト実施に必要な運用・維持管理費も確保できる見込みである。

本プロジェクトの効果や先方の組織能力等を総合的に検討した結果、本プロジェクトを実施する意義は極めて高い。多くの貧困層を抱える「フィ」国にとって、台風により人的、社会経済的に甚大な



被害を被ってきた歴史を踏まえると、本プロジェクトは、広く国民の安全なる生活レベルの向上及び社会経済発展全体に寄与するものである。従って、本プロジェクトで無償資金協力案件を実施することは妥当である。

# 目 次

序文

伝達状

要約

目次

フィリピン国全図、フィリピン国周辺図

気象レーダー塔施設完成予想図

1998年～2007年までの台風によるフィリピンの被害記録

図のリスト

表のリスト

略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯.....	1 - 1
1-1 当該セクターの現状と課題.....	1 - 1
1-1-1 現状と課題.....	1 - 1
1-1-2 開発計画.....	1 - 4
1-1-3 社会経済状況.....	1 - 5
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要.....	1 - 5
1-3 我が国の援助動向.....	1 - 7
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
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 - 5
2-1-3 技術水準.....	2 - 6
2-1-4 既存施設・機材.....	2 - 6
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2 - 9
2-2-1 関連インフラの整備状況.....	2 - 9
2-2-2 自然条件.....	2 - 10
2-2-3 環境社会配慮.....	2 - 14
2-3 その他.....	2 - 15
第3章 プロジェクトの内容.....	3 - 1
3-1 プロジェクトの概要.....	3 - 1

3-2	協力対象事業の基本設計	3 - 2
3-2-1	設計方針	3 - 2
3-2-2	基本計画	3 - 6
3-2-3	基本設計図	3 - 80
3-2-4	施工計画／調達計画	3 -116
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3 -116
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3 -117
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3 -117
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3 -119
3-2-4-5	建設工事に関する品質管理計画	3 -119
3-2-4-6	資機材等調達計画	3 -121
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3 -124
3-2-4-8	実施工程	3 -126
3-3	相手国側分担事業の概要	3 -127
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 -133
3-5	プロジェクトの概算事業費	3 -136
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3 -136
3-5-2	運用維持管理費	3 -141
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 -145
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4 - 1
4-1	プロジェクトの効果	4 - 1
4-2	課題・提言	4 - 3
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言	4 - 3
4-2-2	技術協力	4 - 4
4-3	プロジェクトの妥当性	4 - 4
4-4	結論	4 - 5
	[資料]	
1.	調査団員・氏名	資1 - 1
2.	調査日程	資2 - 1
3.	相手国関係者リスト	資3 - 1
4.	討議議事録 (M/D)	資4 - 1
5.	事業事前計画表 (基本設計時)	資5 - 1
6.	参考資料／入手資料リスト	資6 - 1

■ フィリピン国全図





ピラク気象レーダー塔施設



アパリ気象レーダー塔施設



ギウアン気象レーダー塔施設

### 1998年～2007年までの台風によるフィリピンの被害記録

発生日	熱帯低気圧の等級	最大風速 (m/秒)	24時間最大雨量 (mm)	生活基盤及び農作物の被害額 (M Php)	確認されている被害				
					死者 (人)	行方不明者 (人)	負傷者 (人)	全壊家屋 (棟)	半壊家屋 (棟)
1998年7月8日～11日	TD	8.0	84.0						
1998年8月1日～5日	TS	25.0	93.2						
1998年8月7日～9日	TD	15.0	235.6						
1998年8月24日～25日	TS	(15.2)	81.1						
1998年9月16日～17日	T	(22.2)	173.6						
1998年9月17日～21日	T	30.0	173.6	547,478.5	107	10	22		
1998年9月26日～28日	TS	(17.5)	203.0						
1998年10月11日～16日	T	35.0	221.6						
1998年10月15日～25日	T	25.0	307.0						
1998年11月23日～24日	T	5.0	86.4						
1998年12月9日～12日	T	26.1	256.6						
1999年1月6日～7日	TD	5.0	30.2						
1999年2月15日～18日	TD	8.0	10.4						
1999年4月8日～9日	TD	8.3	290.8						
1999年4月22日～26日	TS	5.5	236.1						
1999年6月1日～6日	T	23.0	242.2						
1999年6月4日～6日	TD	(20.8)	108.7						
1999年7月21日～26日	TS	9.7	160.6						
1999年7月28日～8月1日	T	(18.0)	142.6						
1999年8月18日～21日	TS	23.0	433.4	146.25	7	2	23		
1999年8月31日～9月3日	TS	11.9	200.8						
1999年9月10日～15日	TS	16.1	204.8	0.616	19		3		
1999年9月19日～22日	T	15.2	83.4						
1999年10月2日～6日	T	30.0	423.0	139.69	15	1	10		
1999年10月15日～18日	TS	18.0	323.4						
1999年11月7日～9日	TS	26.9	189.5						
1999年11月14日～15日	TS	8.3	37.9						
2000年5月6日～9日	T	8.3	118.0						
2000年5月18日～19日	TS	5.5	221.7	50.08					
2000年5月21日～22日	TD	9.7	64.0						
2000年7月2日～6日	TD	23.6	322.0						
2000年7月3日～9日	T	15.2	322.0	1,101.0					
2000年7月12日～14日	TD	5.0	121.8						
2000年7月21日～25日	TD	8.3	62.8						
2000年8月19日～23日	T	20.8	215.8	7.15					
2000年8月25日～30日	TS	9.7	101.5						
2000年9月2日～7日	TS	8.3	267.0						
2000年9月2日～6日	TS	25.0	235.0						
2000年9月10日～12日	T	23.6	182.1						
2000年10月23日～25日	T	20.8	46.7						
2000年10月25日～11月1日	T	27.7	312.3	3,752.4					
2000年10月31日～11月5日	T	25.0	238.5	699.2					
2000年11月27日～12月3日	TS	18	168.4	488.7					
2000年12月6日～8日	TD	12.5	507.5	888.0					
2000年12月29日～2001年1月1日	TS	5.5	80.0						
2001年2月18日～20日	TD	16.1	151.4		20				
2001年4月18日～19日	TD	3.8	81.8						
2001年5月10日～14日	TS	31.9	242.2						
2001年6月17日～20日	TD	11.1	174.6						
2001年6月20日～23日	T	30.0	273.4						
2001年7月2日～5日	T	43.0	1085.8	1,500	163	180	60		
2001年7月9日～12日	TS	15.0	224.6						
2001年7月23日～24日	TS	30.0	224.6						
2001年7月26日～30日	T	33.0	127.8						



2001年8月16日～19日	TD	(9.7)	145.5						
2001年9月17日～19日	TS	(22.2)	54.5						
2001年9月22日～28日	T	50.0	355.2						
2001年10月11日～16日	T	(20.8)	125.2						
2001年11月6日～10日	T	21.9	213.6		184	106	147	119	2,811
2001年11月20日～25日	TS	(20.8)	167.4						
2001年11月22日～24日	TD	-	143.2						
2001年12月4日～7日	TS	21.1	161.5						
2002年1月10日～14日	TS	12.5	63.8						
2002年3月3日～7日	T	(18.0)	49.2						
2002年3月20日～23日	TD	(15.2)	61.1						
2002年3月28日～30日	TD	18.0	59.2						
2002年6月7日～9日	T	18.0	194.0						
2002年6月28日～7月3日	T	30.5	96.0						
2002年7月7日～9日	T	18.0	346.8						
2002年7月9日	TS	18.0	346.8						
2002年7月12日～14日	T	22.2	287.6						
2002年7月17日～23日	TD	15.2	231.4						
2002年7月22日～25日	T	18.0	250.9						
2002年8月1日～3日	TD	18.0	110.9						
2002年8月11日～14日	TD	18.0	254.2						
2003年4月16日～24日	T	31.1	80.4						
2003年5月19日～20日	TD	8.0	48.2						
2003年5月25日～30日	TS	23.8	722.6	538	44	8	19	178	2,040
2003年5月31日～6月3日	TS	28.0	237.0						
2003年6月13日～18日	T	25.0	315.6	131	12	2	3	176	
2003年7月9日	TD	11.9	62.8						
2003年7月15日～20日	TS	18.8	95.0	67.25	4	4	1		
2003年7月19日～23日	ST	48.0	467.4	3,233	64	2	154		
2003年7月30日～31日	TD	11.9	76.8	7.98					
2003年8月1日～4日	TS	23.8	182.6						
2003年8月4日～6日	T	18.8	174.6	36.9					
2003年8月18日～20日	TS	20.0	128.1						
2003年8月19日～20日	TS	20.0	117.2						
2003年8月20日～24日	T	23.8	342.0	4,330		1			
2003年8月29日～9月2日	T	46.1	296.7		1		1		
2003年9月7日～10日	T	16.1	79.0						
2003年9月15日～19日	TD	15.0	166.1						
2003年9月18日～19日	TS	18.0	148.8						
2003年9月25日～26日	TD	6.3	65.7						
2003年10月17日～24日	T	18.8	120.5						
2003年10月23日～24日	TD	21.9	107.4	0.094	1				
2003年10月30日～11月4日	TS	33.8	173.4						
2003年11月12日～15日	TS	26.1	166.2	0.045	13	11	5		
2003年11月27日～30日	T	13.0	9.7						
2003年12月25日～28日	TD	16.9	-						
2004年2月13日～14日	TD	(15.2)	22.2						
2004年3月17日～23日	TS	(25.0)	78.7						
2004年4月10日～14日	T	(33.3)	14.0						
2004年5月13日～20日	T	25.0	244.0		35	6	23		
2004年5月19日～21日	TS	-	104.2						
2004年6月5日～9日	T	(22.2)	230.0		2	3			
2004年6月7日～11日	TS	(13.8)	152.0		7	3	7		
2004年6月16日～19日	T	(15.2)	138.4						
2004年6月25日～7月2日	T	27.7	444.2		55	20	47		
2004年7月13日～15日	TS	13.8	55.2						
2004年8月6日～11日	T	25.0	84.3						
2004年8月15日～17日	TS	15.2	100.3						
2004年8月20日～24日	T	15.2	207.2						

2004年9月3日～5日	T	27.7	191.4						
2004年9月11日～12日	TS	15.2	152.4						
2004年9月15日～17日	TD	(10.2)	135.9						
2004年9月24日～26日	T	22.2	34.8						
2004年10月4日～8日	T	(15.2)	227.4						
2004年10月15日～19日	T	(38.8)	82.3						
2004年10月22日～25日	T	(25.0)	46.2						
2004年11月14日～21日	T	15.2	216.4	434.2	71	69	160		
2004年11月22日～23日	TD	(15.2)	185.2		31	17	167		
2004年11月28日～30日	TD	(15.2)	156.4	701.6	1,060	559	1,023	38,000	134,000
2004年12月1日～4日	T	22.2	228.1	560.8	73	24	168		
2004年12月15日～19日	TS	(15.2)	53.0						
2005年3月15日～18日	TS	(15.2)	139.8	21.1	13	63			
2005年4月22日～26日	T	(15.2)	26.5						
2005年5月16日～17日	TD	-	36.8						
2005年6月3日～8日	T	(15.2)	20.8						
2005年7月4日～6日	TD	(15.2)	96.6						
2005年7月15日～19日	T	27.7	111.0	19					
2005年7月31日～8月5日	T	37.5	145.6						
2005年8月10日～13日	TS	(27.7)	302.5						
2005年8月29日～9月1日	T	38.8	73.1						
2005年9月2日～4日	T	33.3	54.4						
2005年9月7日～10日	T	33.3	88.0						
2005年9月19日～23日	TS	26.9	402.0	496	9	5	5		
2005年9月29日～10月2日	T	22.2	60.2						
2005年10月10日～16日	T	(27.7)	79.8						
2005年11月8日～11日	TS	(13.8)	154.4						
2005年11月14日～20日	T	(36.1)	211.2						
2005年12月16日～18日	TD	(33.3)	242.2	5	26	16	6		
2006年1月21日～24日	TD	10.2	184.0						
2006年3月6日～7日	TD	11.1	46.0						
2006年5月9日～15日	T	12.5	247.0	4,400	82	36	59	600	3,500
2006年6月24日～27日	TS	10.2	118.0						
2006年7月2日～9日	T	18.0	157.0						
2006年7月10日～14日	T	20.8	355.4	1,200	45	6	33		
2006年7月21日～25日	T	15.2	303.4	77.8					
2006年7月28日～8月2日	TS	16.6	206.6	223.7	12	6	1		
2006年8月5日～9日	TS	16.6	72.6						
2006年8月8日～9日	T	16.6	72.6						
2006年8月13日～15日	TS	(25.0)	207.0						
2006年9月10日～16日	T	41.6	176.2						
2006年9月25日～29日	T	30.5	221.6	6,000	213	48	660	118,081	
2006年10月1日～5日	TS	19.4	159.0						
2006年10月12日～13日	TD	(279.9)	70.1						
2006年10月27日～31日	T	16.6	227.0	1,200	32	23	62	1,395	
2006年11月8日～12日	T	11.1	176.2		1		10		
2006年11月28日～12月3日	T	78.0	446.0	5,400	709	753	2,190	181,676	
2006年12月7日～12日	T	26.3	200.0	500	27	8	42	211,032	
2006年12月18日～19日	TS	(18.0)	81.9						
2007年5月18日～20日	T	(10.2)	112.0						
2007年7月11日～13日	T	26.3	179.6						
2007年8月5日～8日	TS	15.2	205.2						
2007年8月8日～9日	TS	9.72	302.7	307.1	15	1	10		
2007年8月13日～18日	T	15.2	228.0	69.7	5	1	1		
2007年9月13日～14日	T	10.2	106.0						
2007年9月15日～18日	T	38.8	80.2			2			
2007年9月27日～30日	TS	13.0	129.8						
2007年10月1日～7日	T	33.3	171.4	0.4	1	14	1		
2007年10月26日	TS	13.0	52.0						

2007年11月3日～7日	T	10.2	119.0	120.3	6	2			
2007年11月19日～22日 2007年11月26日～28日	T	20.8	228.9		9		5	11	7
2007年11月21日～28日	T	20.8	134.8	735	31	21	8		

出典:PAGASA 及びアジア防災センターの記録を、財団法人 日本気象協会が集計・編集

※熱帯低気圧の等級

ST：超大型台風 (Super Typhoon)

T：台風 (Typhoon)

TS：熱帯低気圧 (Tropical Storm)

TD：弱い熱帯低気圧 (Tropical Depression)

※最大風速

( )：海上で計測

## 図のリスト

### 第1章 プロジェクトの背景・経緯

- 図-1 フィリピン台風監視責任地域内において過去 60 年間に発生した台風の数..... 1 - 1
- 図-2 フィリピン台風監視責任地域内で発生した台風の経路図 (2002 年～2007 年) .. 1 - 3
- 図-3 GDP 成長率と台風による被害..... 1 - 5

### 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

- 図-4 フィリピン国政府組織内での科学技術省と PAGASA..... 2 - 1
- 図-5 PAGASA 組織図..... 2 - 1
- 図-6 台風予警報に関連する防災関連機関の連携の現状 ..... 2 - 4
- 図-7 PAGASA 台風予警報の伝達ルート ..... 2 - 4
- 図-8 防災調整委員会 (DCC) ネットワーク (情報、命令等のルート) ..... 2 - 5
- 図-9 フィリピン国気候分布図 ..... 2 - 10
- 図-10 ビラク、アパリ及びギウアンの 2001 年～2007 年の月別平均降水量 ..... 2 - 11
- 図-11 世界の雷多発地域 ..... 2 - 11
- 図-12 フィリピン国各地域における台風の通過頻度 ..... 2 - 12
- 図-13 気象レーダー観測網構築図 ..... 2 - 15
- 図-14 既設気象レーダー8 ビット化改良ユニット構成 ..... 2 - 16

### 第3章 プロジェクトの内容

- 図-15 現在のフィリピン国気象レーダー観測網の範囲図 ..... 3 - 10
- 図-16 プロジェクト完成後のフィリピン国気象レーダー観測網画像合成範囲図..... 3 - 11
- 図-17 最低限必要なスペースセグメント (SCPC の場合) ..... 3 - 12
- 図-18 気象レーダー観測網概要図 ..... 3 - 15
- 図-19 二つの山と鉄塔によるブラインドエリア ..... 3 - 59
- 図-20 アパリ気象レーダー観測所周辺図 ..... 3 - 60
- 図-21 気象アンテナ仰角 0 度時のアンテナビーム下段の高さと電力密度分布..... 3 - 60
- 図-22 山によるブラインドエリア ..... 3 - 61
- 図-23 風速区分図 ..... 3 - 65
- 図-24 地震区分図 ..... 3 - 65
- 図-25 過去 60 年間でフィリピン国に上陸・通過した台風の数..... 3 -117
- 図-26 輸送ルート図 ..... 3 -123

### 第4章 プロジェクトの妥当性の検証

- 図-27 1948 年-2005 年間月別台風航跡と被災地域メッシュ図..... 4 - 2

## 表のリスト

### 要約

表-1	計画された機材及び施設の概要	要約- 3
-----	----------------	-------

### 第1章 プロジェクトの背景・経緯

表-2	自然災害による被災者数 上位 10 位	1 - 1
表-3	自然災害による経済的損失額 上位 10 位	1 - 1
表-4	大規模な被害をもたらした台風 1998 年～2007 年	1 - 2
表-5	予備調査時に要請された内容	1 - 6
表-6	基本設計調査時に要請された内容	1 - 6
表-7	気象レーダー送信機タイプ比較表	1 - 7

### 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

表-8	PAGASA 気象予報官勤務体制表	2 - 2
表-9	PAGASA の天気予報	2 - 2
表-10	PAGASA の台風予警報	2 - 2
表-11	フィリピン台風警報シグナル (2006 年 PAGASA 改訂)	2 - 2
表-12	気象レーダー観測所の観測体制	2 - 3
表-13	PAGASA の予算の推移	2 - 5
表-14	気象レーダー観測時毎に実施されているシステム点検項目	2 - 6
表-15	ビラク、アパリ及びギウアン既設気象レーダー観測所の歴史	2 - 6
表-16	既設気象レーダーの更新必要性調査結果 (2008 年 7 月調査)	2 - 7
表-17	各既設気象レーダー搭施設の主要構造部の状況	2 - 7
表-18	既設気象レーダー搭施設の状況調査及び構造検討結果	2 - 8
表-19	各既設気象レーダー観測所敷地概要とインフラ整備状況	2 - 9
表-20	各観測所の商用電源安定度	2 - 9
表-21	気温平年値 (1971 年～2000 年)	2 - 10
表-22	雷電、電光平年値 (1971 年～2000 年)	2 - 11
表-23	陸上地形測量	2 - 12
表-24	地質調査	2 - 13
表-25	ビラク気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧	2 - 13
表-26	アパリ気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧	2 - 13
表-27	ギウアン気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧	2 - 14
表-28	ダエット気象レーダー観測所新設に使用可能な装置 (2008 年 7 月時点)	2 - 15
表-29	既設気象レーダーシステムの改良前・改良後の比較	2 - 16

### 第3章 プロジェクトの内容

表-30	各既設気象レーダー観測所の基礎形状	3 - 4
表-31	計画された機材及び施設の概要	3 - 6
表-32	既設気象レーダーと計画されている気象レーダーの主要諸元比較	3 - 7
表-33	雨量強度毎の受信電力 (dBm) を用いた既設レーダーと 更新後の気象レーダーとの探知距離の比較	3 - 8
表-34	基本機能として備える必要のある表示・出力情報機能	3 - 9
表-35	通信速度 64kbps の場合のデータ送信時間	3 - 13
表-36	気象レーダーのデータ量	3 - 13
表-37	主要機材リスト	3 - 16
表-38	各既設気象レーダー観測所敷地概要とインフラ整備状況	3 - 57
表-39	気象レーダー塔施設各室の概要、収容機器及び室面積算定根拠	3 - 58
表-40	気象レーダーアンテナ中心までの必要高さ	3 - 59
表-41	外部仕上、内部仕上の材料、工法	3 - 62
表-42	外部仕上、内部仕上の材料の採用理由	3 - 63
表-43	既設気象レーダー観測所の地盤状況と気象レーダー塔施設の杭と基礎	3 - 64
表-44	電力引込設備	3 - 65
表-45	自家発電機設備	3 - 65
表-46	幹線・動力設備	3 - 66
表-47	各室の照度基準	3 - 66
表-48	消火器	3 - 68
表-49	空調設備を設置する室	3 - 69
表-50	品質管理計画	3 -120
表-51	フィリピン国政府建設材料試験所	3 -120
表-52	主要建設資材調達計画表 建築工事	3 -122
表-53	主要建設資材調達計画表 空調・衛生・電気設備工事	3 -123
表-54	免税に必要な主な手続き	3 -124
表-55	初期操作指導・運用指導等実施場所	3 -125
表-56	実施工程	3 -126
表-57	プロジェクトで建設が予定されている気象レーダー塔施設のための ステップダウントランスの要求仕様 (ビラク)	3 -129
表-58	プロジェクトで建設が予定されている気象レーダー塔施設のための ステップダウントランスの要求仕様 (アパリ)	3 -130
表-59	プロジェクトで建設が予定されている気象レーダー塔施設のための ステップダウントランスの要求仕様 (ギウアン)	3 -131
表-60	各気象レーダーの運用時間概算 (PAGASA2002年-2007年 (5年間) の日雨量データより)	3 -133
表-61	各気象レーダー観測所の必要人員	3 -133
表-62	PAGASA 本部レーダーシステムクイックレスポンスチームの必要人員	3 -134
表-63	PAGASA 本部通信/ICT クイックレスポンスチームの必要人員	3 -134

表-64	施設定期点検の概要	3	-135
表-65	設備機器の耐用年数	3	-136
表-66	日本国側負担経費	3	-136
表-67	ビラク気象レーダー観測所のための PAGASA 初度経費	3	-138
表-68	アパリ気象レーダー観測所のための PAGASA 初度経費	3	-138
表-69	ギウアン気象レーダー観測所のための PAGASA 初度経費	3	-138
表-70	銀行取極に関わる手数料	3	-138
表-71	無償資金協力による建設工事に係わる消費税概算	3	-139
表-72	無償資金協力による機材調達に係わる消費税及び輸入税概算	3	-139
表-73	フィリピン国側負担経費支出スケジュール	3	-140
表-74	運用維持管理コスト：PAGASA 本部 WFFC	3	-142
表-75	運用維持管理コスト：ビラク気象レーダー観測所	3	-142
表-76	運用維持管理コスト：アパリ気象レーダー観測所	3	-143
表-77	運用維持管理コスト：ギウアン気象レーダー観測所	3	-143
表-78	PAGASA の予算	3	-144
表-79	既設気象レーダー観測所の予算	3	-144
表-80	投資調整委員会（ICC）承認プロセスに必要な書類	3	-145
表-81	プロジェクト実施に必要な手続き	3	-146
表-82	建設許可申請必要書類	3	-147

#### 第4章 プロジェクトの妥当性の検証

表-83	プロジェクト実施による効果	4	- 1
表-84	成果指標	4	- 2

## 略 語 集

ASEAN : Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
AVR : Automatic Voltage Regulator	定電圧電源装置
BIR : Bureau of Internal Revenue	フィリピン国税務局
CAAP : Civil Aviation Authority of the Philippines	航空運輸局
CNC : Certificate of Non-Coverage	環境管理不要証明
DCC : Disaster Coordinating Council	防災調整委員会
DOA : Department of Agriculture	農業省
DOH : Department of Health	厚生省
DBM : Department of Budget and Management	予算管理省
DOST : Department of Science and Technology	科学技術省
ECC : Environment Compliance Certificate	環境管理証明
EMB : Environmental Management Bureau	環境管理局
GDP : Gross Domestic Products	国内総生産
GNP : Gross National Product	国民総生産
ICAO : International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ICC : Investment Coordinating Council	投資調整委員会
IEEE : Institute of Electrical and Electronic Engineers	電気電子技術者協会
JIS : Japan Industrial Standard	日本工業規格
JICA : Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KOICA : Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力事業団
MEASAT : Malaysia East Asia Satellite	マレーシア東アジア通信衛星
MTSAT : Multi-Functional Transport Satellite	運輸多目的衛星
NDCC : National Disaster Coordinating Council	国家防災調整委員会
NEDA : National Economic and Development Authority	国家経済開発庁
NGO : Non-Governmental Organization	非政府組織
NTC : National Telecommunications Commission	通信管理局
ODA : Official Development Assistance	政府開発援助
PAGASA : Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration	フィリピン気象天文庁
PAR : Philippine Area of Responsibility	フィリピン台風監視責任地域
PHIVOLCS : Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン火山地震研究所
SSB : Single Side Band Radio	短波無線機
USTDA : United States Trade and development Agency	米国貿易開発庁
UNDP : United Nations Development Program	国連開発計画
VAT : Value-Added Tax	付加価値税
VSAT : Very Small Aperture Terminal	超小型地上局
WFC : Weather and Flood Forecasting Center	気象・洪水予報センター
WMO : World Meteorological Organization	世界気象機関



# 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

フィリピン国は太平洋に位置する島嶼国で、台風の経路である太平洋西縁の亜熱帯モンスーン地域に位置し、1年を通じて熱帯低気圧、南西・北東モンスーン及び激しい雷雨など様々な気象災害に見舞われ、また台風及びそれに伴う暴風、大雨による洪水、地滑りにより、過去多くの尊い人命が失われてきた。

フィリピン国の太平洋東部の台風監視責任地域 (Philippine Area of Responsibility: PAR) では、2006 年から過去 60 年間で台風が毎年 19~20 個程度発生し、内 8~9 個の台

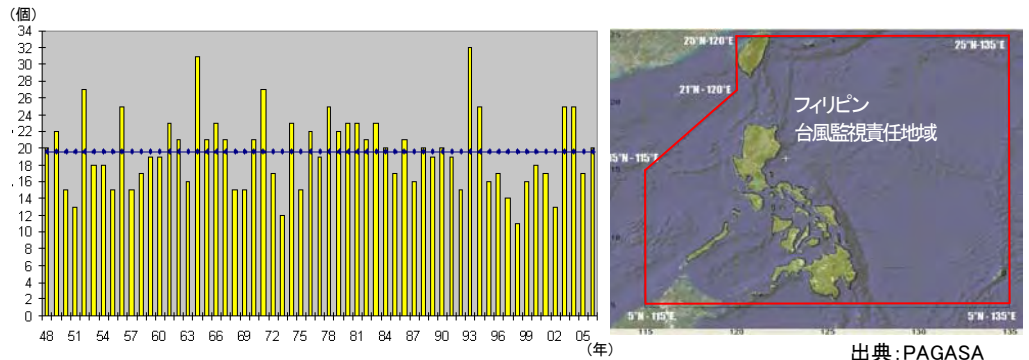


図1 フィリピン台風監視責任地域内において過去60年間に発生した台風の数 出典:PAGASA

風が上陸しフィリピン国各地で甚大な被害をもたらしている。特にレイテ島からバタネス諸島にかけては、最も大きな被害を受けている。また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ることから台風による社会資本への被害は、社会経済発展の大きな阻害ともなっている。

台風及び台風の大雨による洪水は、フィリピン国の自然災害の中でも最も大きな経済的損失を生み出している。以下にフィリピン国の被災者数及び経済的損失の大きい順に10位まで、過去の自然災害を列記したが、9割が台風による被害である。

表2 自然災害による被災者数 上位10位

自然災害	発生日	被災者数
台風	1991年11月10日	6,547,592
台風	1990年11月6日	6,159,869
台風	2006年9月27日	3,842,406
台風	1973年11月20日	3,400,024
洪水	1972年7月	2,770,647
台風	1976年5月17日	2,700,000
旱魃	1998年4月	2,600,000
台風	2006年11月30日	2,562,517
台風	2000年10月28日	2,436,256
台風	2002年6月28日	2,278,386

表3 自然災害による経済的損失額 上位10位

自然災害	発生日	経済的損失額 USドル
台風	1998年12月11日	2,400,000,000
台風	1995年9月4日	709,000,000
地震	1990年7月16日	695,000,000
台風	2006年6月30日	644,660,000
台風	1991年11月10日	435,000,000
台風	1990年11月6日	388,500,000
台風	1991年10月27日	311,000,000
台風	1995年11月3日	244,000,000
台風	1988年10月21日	240,500,000
洪水	1972年7月	220,000,000

出典:WHO Collaborating Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)

フィリピン国民にとって台風予警報の入手先は主に、テレビやラジオ等の報道機関、政府の災害管理体制で定められた地域の災害調整委員会といった防災機関、地域で活動する NGO である。特にテレビやラジオは、一度に広く警報を知らせることが可能な方法であり、非常に効果的な手段である。地域コミュニティや住民が入手する台風予警報は全て、フィリピン気象天文庁(Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration: PAGASA) 本部の気象・洪水予報センター(Weather and Flood Forecasting Center: WFFC)で作成、伝達されている。そのためビラク、アパリ及びギウアンから気象レーダーデータが PAGASA 本部に正確且つ迅速に伝達されなければ、PAGASA 本部で台風予警報を作成することができず、台風情報がコミュニティや住民にまで行き渡ることは不可能である。従って、ビラク、アパリ及びギウアンの気象レーダーの更新を含む PAGASA の台風監視機能の改善は、フィリピン国の災害管理体制の維持と充実を図るためには喫緊の課題である。



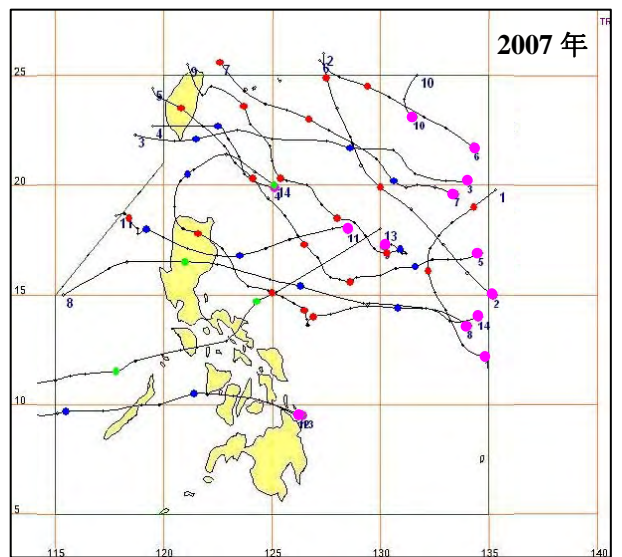
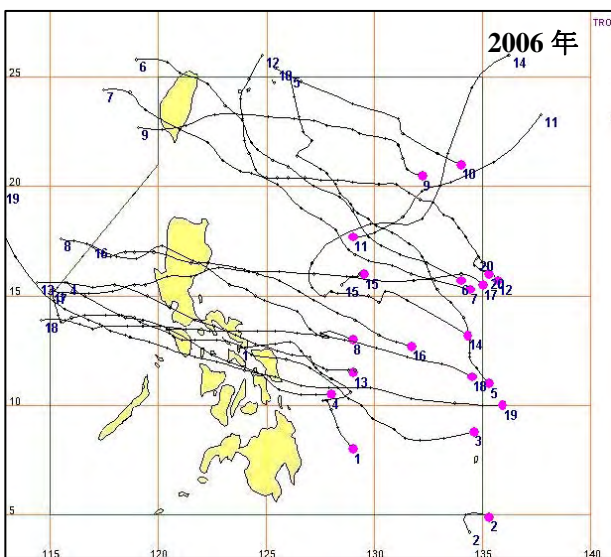
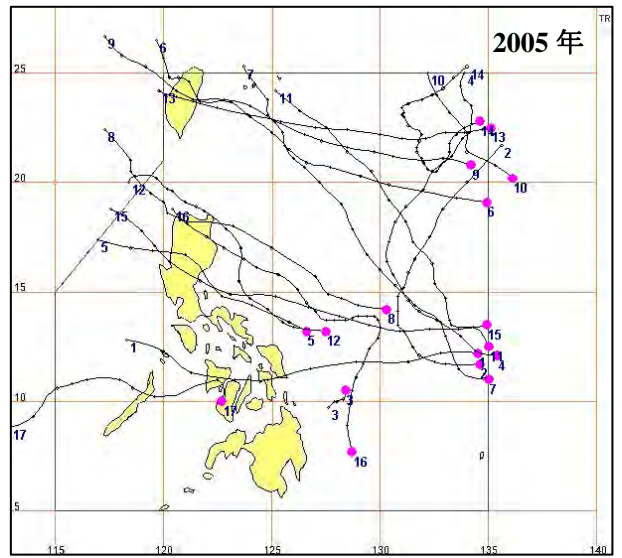
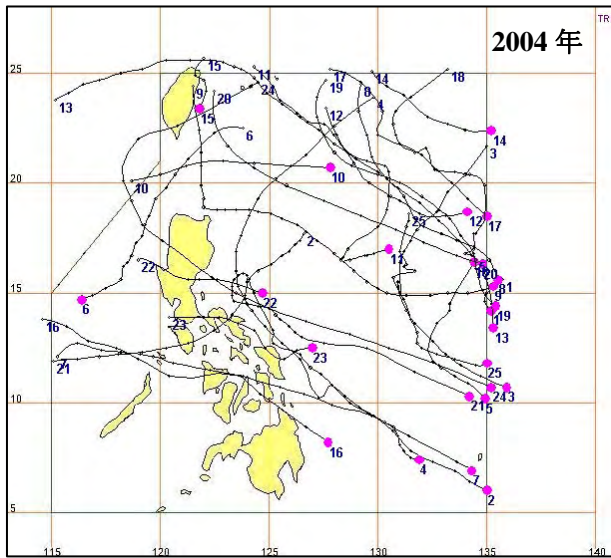
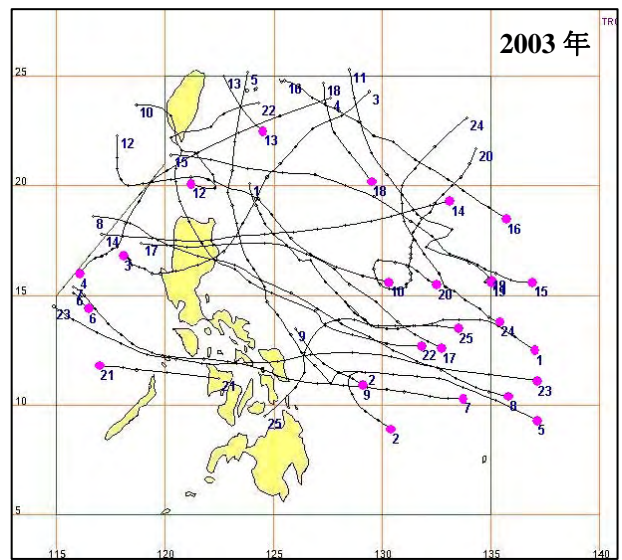
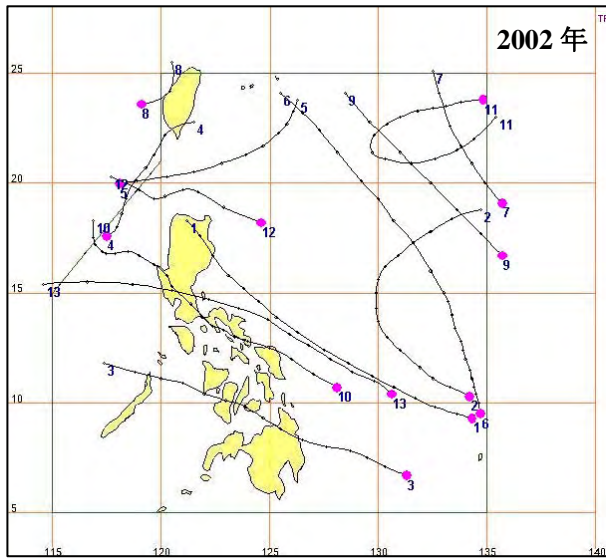
また多くの貧困層を抱え農業に大きく依存するフィリピン国の社会経済構造は、自然現象がもたらす災害に対して極めて脆弱であり、毎年大きな被害を被っている。これらの災害による人命や財産の損失及び社会経済活動の停滞が同国の開発を阻害しており、これら自然災害への対策が大きな課題となっている。特に台風及び台風の大雨による洪水は、フィリピン国の自然災害の中でも最も大きな経済的損失を生み出している。2007 年より過去 10 年間の被災者数及び経済的損失は以下の通りである。

表 4 大規模な被害をもたらした台風 1998 年～2007 年

年	死傷者数			被災者	被害額 (10 億ペソ)			被害額合計 (10 億ペソ)
	死者	負傷者	行方不明者		農作物	インフラストラクチャー	民間セクター	
1998	490	866	104	7,322,133	10.714	4.903	1.400	17.017
1999	103	63	16	1,789,013	1.292	1.060	0.226	2.578
2000	345	386	106	7,284,946	4.980	2.120	0.370	7.470
2001	441	463	137	3,769,262	2.987	3.584	0.397	6.968
2002	169	71	33	3,546,469	0.480	0.340	0.009	0.829
2003	139	182	28	3,362,991	2.743	1.315	0.113	4.171
2004	1,232	1,250	586	6,966,136	8.683	4.124	0.122	12.929
2005	54	22	88	1,019,646	2.099	0.360	0.094	2.553
2006	1,155	3,232	890	11,253,211	10.535	9.098	0.049	19.682
2007	124	50	39	2,998,885	1.667	1.060	0.061	2.788
合計	4,252	6,585	2,027	49,312,692	46.180	27.964	2.841	76.985

出典：国家防災調整委員会 (NDCC)

次ページに 2002 年から 2007 年までの間にフィリピン台風監視責任地域内で発生した台風の経路図を添付した。



●: 台風発生地点

図2 フィリピン台風監視責任地域内で発生した台風の経路図(2002年~2007年)

## <既設気象レーダーシステムと施設の現状と課題>

台風監視に最も重要な位置にあるビラク、アパリ及びギウアンの気象レーダーシステムは、円借款（約 47 億円）で実施された「気象通信網整備計画（Meteorological Telecommunication System Development Project in Republic of the Philippines）」により、1994年に完成したものである。3基の気象レーダーとも既に約 15 年の歳月が経過した。その間、電子機器等のデジタル化に伴いレーダーメーカー側によるスペアパーツの供給が年々困難となり、また経年と共に老朽化に伴う送信出力の低下、システム内部基板の劣化及び表示装置のレーダー画像の解読ができない等の問題が発生しており、観測業務遂行が困難な状況となっている。太平洋上の台風を監視することができないことから、毎時間刻々と変化する台風の強さや中心位置、方向を把握できず、ビラク、アパリ及びギウアン気象レーダー観測所より WFFC に対して必要な情報の提供ができないため、災害対策全体に大きな支障をきたしている。また既設気象レーダーシステムは、ドップラー機能を有していないことから、太平洋上及び沿岸域で台風がもたらす暴風及び降雨の移動方向、極めて短時間で発生し被害を及ぼすトルネードを伴う暴風雨をリアルタイムで監視することができないほか、風の収束場データを摂取できないため、多降雨地域を特定することが困難である。

先進国の気象機関では、災害から国民を守るため気象レーダーによる観測を止めることは許されておらず、経年変化によって支障を来す前に、気象レーダー及び周辺システムを設置後 10～12 年程度で更新するのが通例である。

### 1-1-2 開発計画

2004年-2010年までの中期フィリピン開発計画(Medium-Term Philippine Development Plan:MTPDP)はアロヨ政権の 10 の基本方針を具体化したもので、その中で「人命や財産の損失を防ぐために、自然災害の発生を減少させること」が明記されているほか、貧困から脱却し、経済成長率を伸ばす戦略にも焦点をあてている。

またフィリピン国政府の 4 つの災害対策実行計画（4-Point Action Plan of the National Government）はオーロラ州、ケソン州及び周辺地域を立て続けに襲った 2004 年の台風及び熱帯低気圧による被害とそれらに伴う洪水や大規模な地滑りによる悲劇の後に立案されたものである。4 つの災害対策実行計画では、1) PAGASA の予報能力向上、2) 公共に対する災害管理情報普及、3) 災害脆弱地域の地方政府の能力向上、及び 4) 政府と民間の救助と復旧に関する協力体制の強化が謳われている。国家科学技術計画 2002 年-2020 年（National Science and Technology Plan: NSTP2020）においては、2020 年までのフィリピン国における科学技術開発の方向性を定めており、その中で優先度が高いものとして自然災害軽減が挙げられている。

### 1-1-3 社会経済状況

フィリピン国の GDP における各産業の割合は、サービス業：約 50%、生産業：約 30%、農業：約 20% となっている。これらのうち、最も気象・天候の影響を受けやすい産業構造となっている農業は、全就業人口の約 37%が従事し、特に農村部の貧困層にとっては重要な産業となっている。同国は 2000 年代に入り、農業における GDP の成長率は年率約 4%と順調な伸びを示している。これは、灌漑設備の改善や品種改良種の導入等の政府による改良が生産量の増加につながったためであるが、度重なる台風や早魃等の自然災害による農作物への被害が、GDP 成長率の更なる伸びの妨げとなっている。

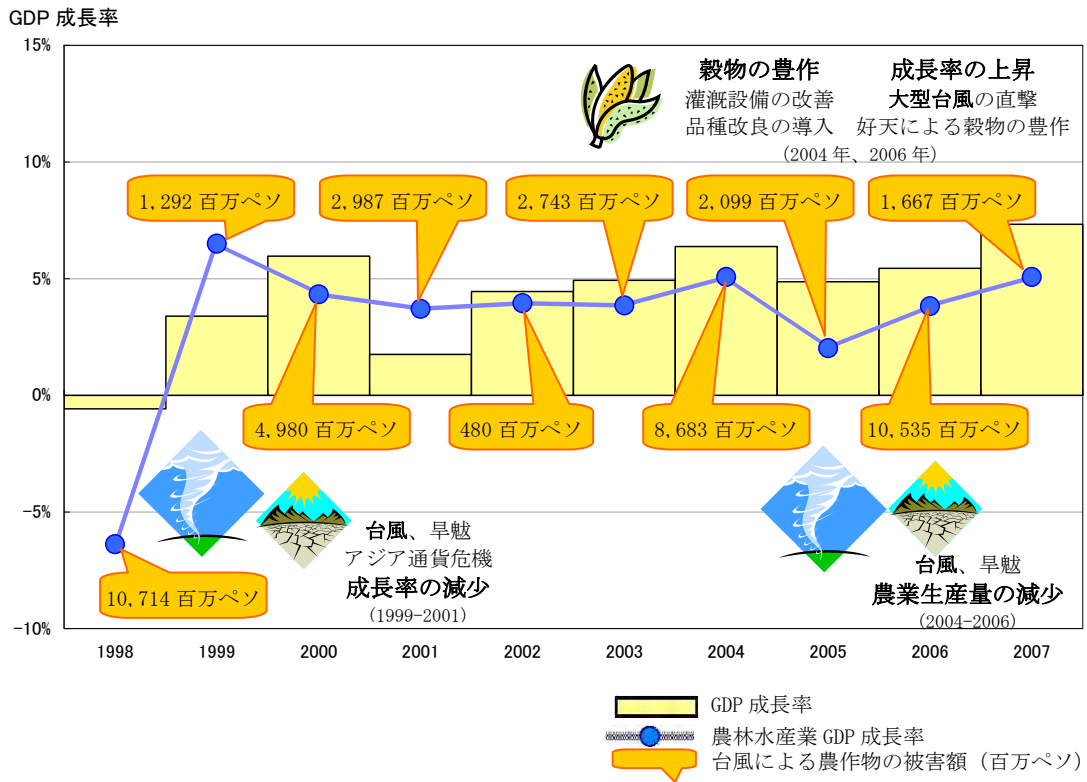


図 3 GDP 成長率と台風による被害

### 1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

ビラク、アパリ及びギウアン気象レーダーシステムは、太平洋より襲来しフィリピン国に上陸・通過して甚大な被害を及ぼす台風を的確に監視するためには最も適した位置にあり、PAGASA が国民に対し適時、迅速に避難警報を与えるためには、不可欠なものである。しかしながら 15 年に渡り運用されている 3 基の既設気象レーダーは、老朽化に伴い観測業務遂行が困難な状況となっているものの、フィリピン国は、資金不足により自力による更新が困難であることから、我が国の無償資金協力による気象レーダーシステム及び施設の整備を要請してきた。

その後、2007 年末に予備調査団が現地へ派遣され、次の通り要請の内容が確認された。

**表 5 予備調査時に要請された内容**

内容	ビラク気象レー ダー観測所	アパリ気象レー ダー観測所	ギウアン気象レ ーダー観測所
機材調達・据付			
気象ドップラーレーダー (S-バンド) 保守用測定器、電源設備、避雷設備、スペアパーツ 等を含む	1 基	1 基	1 基
気象レーダーデータ表示システム (ソフトウェアを 含む)	1 式	1 式	1 式
4 輪駆動ピックアップトラック	1 台	1 台	1 台
発電機	2 台	2 台	2 台
施設建設			
気象レーダー塔施設 (空調設備を含む)	気象レーダー塔施設新築又は既存施設の改修/増築		

出典: 予備調査署名ミニッツ添付 Annex-3

上記の要請内容に基づき、基本設計調査時に PAGASA と協議を重ねた結果、本プロジェクトの目的や効果を鑑み最終的に以下のコンポーネントが必要である旨を確認し、各コンポーネントを構成する機器について国内解析を行なうこととなった。また予備調査時の要請には 4 輪駆動ピックアップトラックが含まれていたが要請に含めないことで PAGASA と合意した。

**表 6 基本設計調査時に要請された内容**

内容	PAGASA 本部 (WFFC)	ビラク気象レー ダー観測所	アパリ気象レー ダー観測所	ギウアン気象レ ーダー観測所
機材調達・据付				
気象ドップラーレーダー (S-バンド、固 体化電力増幅式: SSPA) 電源設備、避雷設備、保守用測定器、ス ペアパーツ等を含む	-	1 基	1 基	1 基
気象レーダーデータ表示システム (ソフ トウェアを含む)	1 式	1 式	1 式	1 式
気象データ衛星通信システム (VSAT)	1 式 (Hub)	1 式	1 式	1 式
施設建設				
気象レーダー塔施設新築又は既存施設 の改修/増築 (空調設備を含む)	-	1 棟	1 棟	1 棟
エンジン発電機	-	2 台	2 台	2 台
技術研修	業者契約に含まれる初期操作指導			

出典: 基本設計調査署名ミニッツ添付 Annex-3

< 追加要請のあった気象データ衛星通信システム (VSAT) >

予備調査時には PAGASA からの申し出により、農業省より移管予定であった VSAT 機材を本プロジェクトで使用する計画であったが、基本設計時の確認では、同機材は過去 2 年間電源が入っていない状態で放置されており、使用可能性が確認できていないことが判明した。PAGASA は機材の仕様上の問題、老朽化の問題等から本プロジェクトにおいて VSAT による気象データ衛星通信ネットワークが構築できなくなる可能性を懸念したため、同機材を要請に含めるに至った。気象レーダー単体を 3ヶ所に設

置するのみならず、気象ドップラーレーダーの全データを PAGASA 本部に送信して合成・解析し、気象情報の質向上を図ることが本プロジェクトの効果発現に不可欠であることから、基本設計調査団は要請に追加することを容認した。

#### <気象ドップラーレーダーの送信機タイプ>

PAGASA は予備調査時よりレーダー送信機タイプは、クライストロン式又は固体化パルス圧縮式（以下、SSPA）を希望していた。下表の通り、増幅器の交換の容易性、消費電力コストの低下、耐久年数の長期化など機材の運用・維持管理の両面から持続的使用をより確実にするものとして調査団より SSPA の導入を提案し、PAGASA はそれを了承した。

表 7 気象レーダー送信機タイプ比較表

比較項目	クライストロンレーダー		パルス圧縮固体化 (SSPA) レーダー	
ドップラー観測精度	精度が高い	○	精度が高い	○
送信出力	500kW	△	10kW	◎
送信出力安定性	高圧電源安定度及び変調器高圧回路素子精度に拠る	△	DC 低圧電源なので高安定度を得やすい	◎
送信パルス幅	最大 5 μ sec	○	80 μ sec	◎
デューティ	0.2%程度	○	10% max.	◎
送信スペクトル（占有帯域幅）	狭い（種信号による）	○	狭い（種信号による）	○
期待寿命	約 30,000 時間	○	約 128,000 時間	◎
送信管（ユニット）故障時	送信停止	△	パワーダウンするが運用可	◎
送信管（ユニット）交換の容易性	約 3 時間/2 人	△	約 1 分	◎
エージングの必要性	定期的脱イオンエージングが必要	△	不要	◎
余熱時間	15 分	△	0 分	◎
装置の消費電力	約 10kVA	△	約 8kVA	○
騒音	大きい	△	小さい	◎

### 1-3 我が国の援助動向

フィリピン国は東南アジアにおいて最も自然災害の多い国のひとつである。代表的な災害は台風・暴風雨、洪水、火山噴火、地震、旱魃、自然火災、土砂災害、さらに津波・高潮などがある。災害別被害をみると台風・暴風雨による被害が全体の 92.5%を占める。毎年発生する災害による人的・経済的被害は甚大であり、農業生産・物流等の社会資本への度重なる被害は経済活動へ深刻かつ長期的な影響を与える。貧困削減の観点からも貧困層のリスクを緩和するための効果的な防災事業の推進が必要とされる。

このような課題に対し我が国は、これまで河川砂防事業を中心に、緊急援助、被災地復旧、地震火山観測網整備、地震対策を主眼にした都市防災など幅広い協力を実施するとともに、フィリピン国別援助計画を策定し、「自然災害からの生命の保護」を重点課題としてフィリピン国側の財政事情を踏



まえつつ、引き続き優先度の高い地域における治水・砂防インフラの整備・維持管理について支援するとともに、住民が災害から避難するために必要となる対策の強化等について支援することを明確にした。これをうけて国別援助実施方針において援助重点分野の「貧困層の自立支援と生活環境改善」の一要素として防災プログラムを位置づけ、非構造物対策と構造物対策の両面で災害発生時の被害を軽減するための施策の実施を支援することとしており、2007年～2017年の10年間で「災害被害者の半減」を実施の長期成果と定めている。

以下に我が国のフィリピン国に対する防災プログラムの目標、基本的方針及びプログラム成果のプロセスを示す。

#### <目標>

- 自然災害に対する脆弱性が低減され、気候変動による災害へ適応することにより、災害に強いコミュニティ、社会、国が形成される。
- 災害被害者が半減される。

#### <基本的方針>

- 災害の脅威（ダウンサイド・リスク）にさらされた住民に着実に届き、災害対応力を強化することにより、「人間の安全保障」の向上に貢献する。
- 貧困と災害の悪循環を断ち切り、社会経済開発を促進する。
- 多大かつ長期にわたる支援蓄積を活用し、マネジメントする。
- これまでの教訓と他国におけるベストプラクティスを活かす。

#### <プログラム成果のプロセス>

フィリピン国における災害対策の現状と問題点として、中央省庁の組織体制、予算不足、法制度の不備による災害対策の責任の所在が不明確であることから、中央／制度政策の改善をプログラム成果（1）、また災害に対するフィリピン国政府の予算縮小化、長期計画策定能力不足に対して構造物対策を成果（2）としている。技術力不足、中央、地方の役割分担、連携不足に起因するインフラの不十分な維持管理体制に対して、マネジメント O&M 向上を成果（3）とし、災害の予防においては、コミュニティレベルの避難体制が確立していないこと、災害時の関係機関の情報共有、連携体制が不十分であることからコミュニティ防災の確立を成果（4）としている。

##### (1) 政策支援

防災にかかる関係省庁の防災政策が整備され、組織強化、人材育成が図られる。

##### (2) 構造物による防御

防災政策により優先度が決定した地域において加害力低減のための構造物対策を強化される。

(3) マネジメント O&M

防災関連機器、構造物の操作と維持管理が強化される。

(4) コミュニティ防災

社会の脆弱性低減のため、洪水予警報システム整備、ハザードマップの作成などコミュニティにおける防災対応能力が強化される。

一方、各災害における課題ごとにサブプログラム化し、以下の成果に基づき上記 (1) 政策支援、(2) 構造物による防御、(3) マネジメント O&M、(4) コミュニティ防災をあわせた包括的なアプローチをとることとしている。

① 火山サブプログラム

火山地域における災害が軽減され、住民の災害への対応力が強化される。

② 都市洪水対策サブプログラム

都市部における災害が軽減され、住民の災害への対応力が強化される。マニラ首都圏の水辺環境が改善される。

③ 防災情報サブプログラム

防災の情報を取り扱う中央省庁の能力が強化され、防災情報の質が向上するとともに住民に届く情報システムが確立される。

④ 重点防御サブプログラム

全国の大／主要河川流域の優先重点地区の選定とともに面的防御計画が策定され、治水砂防施設が建設される。

#### 1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーによるフィリピン国の気象分野 (PAGASA) に対する最近の国際協力としては、以下の通りである。調査の結果、本プロジェクトと重複した援助計画はないことを確認した。

- 1) 韓国国際協力事業団 (Korea International Cooperation Agency : KOICA) : 30 ヶ所 (ラナオ、イロイロ、アウロラ及び他の県) の自動気象観測装置設置 (Establishment of Early Warning System in the Philippines 2007-2009)

- 2) 台北經濟文化庁科学委員会 (Taipei Economic and Cultural Office, National Science Commission) : タナイ及びリーサル高層気象観測所 (ラジオゾンデ) 改善 (Strengthening the Disaster Preparedness Capabilities for Meteorological and Hydrological Hazards, January-December 2008)
- 3) 国連開発計画 (UNDP) : 災害危険区域図作成 (Hazard Mapping and Assessment for Effective Community based Disaster Risk Management, 2006-2009)
- 4) 米国貿易開発庁 (U.S. Trade and Development Agency : USTDA) : 既設気象水文通信施設評価報告書作成 (Feasibility Study Grant for the PAGASA Met Hydro Telecom System Upgrading Project, 2008 Sep-2009 Sep)

## 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

フィリピン国の気象業務を行なう唯一の政府機関である PAGASA の主管官庁の科学技術省 (Department of Science and Technology: DOST) は、大統領府の下にある 20 省庁の 1 つである。DOST の傘下には 7 つの研究開発機関と 7 つの科学技術支援機関が配置され、右図のように PAGASA は科学技術支援機関の 1 つである。

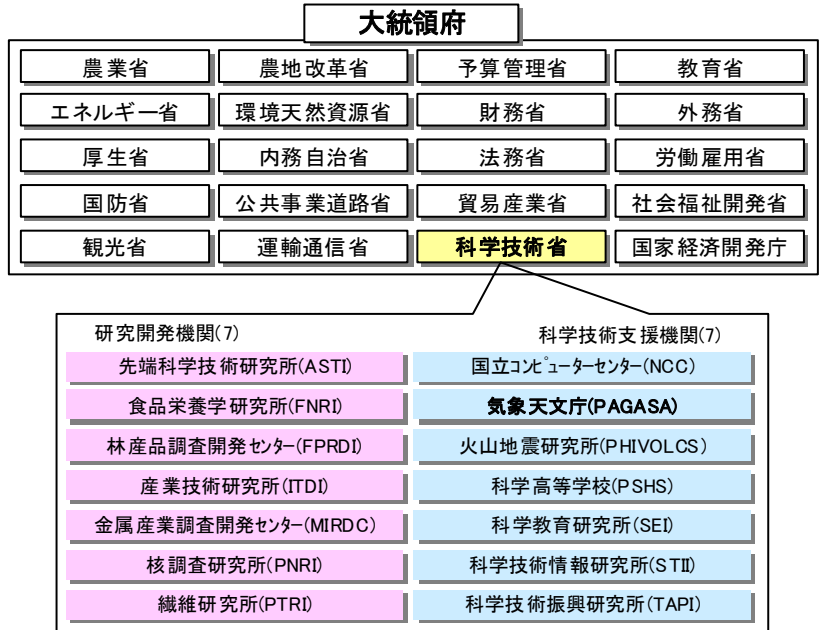


図4 フィリピン国政府組織内での科学技術省と PAGASA

PAGASA の現在の正職員数は 855 名 (2008 年 8 月現在) である (臨時雇用職員を含めた全職員数は 969 名)。PAGASA 組織構成概略は以下の通りとなっている。PAGASA 本部は首都マニラのケソンにあり、気象業務を行う部局がある。

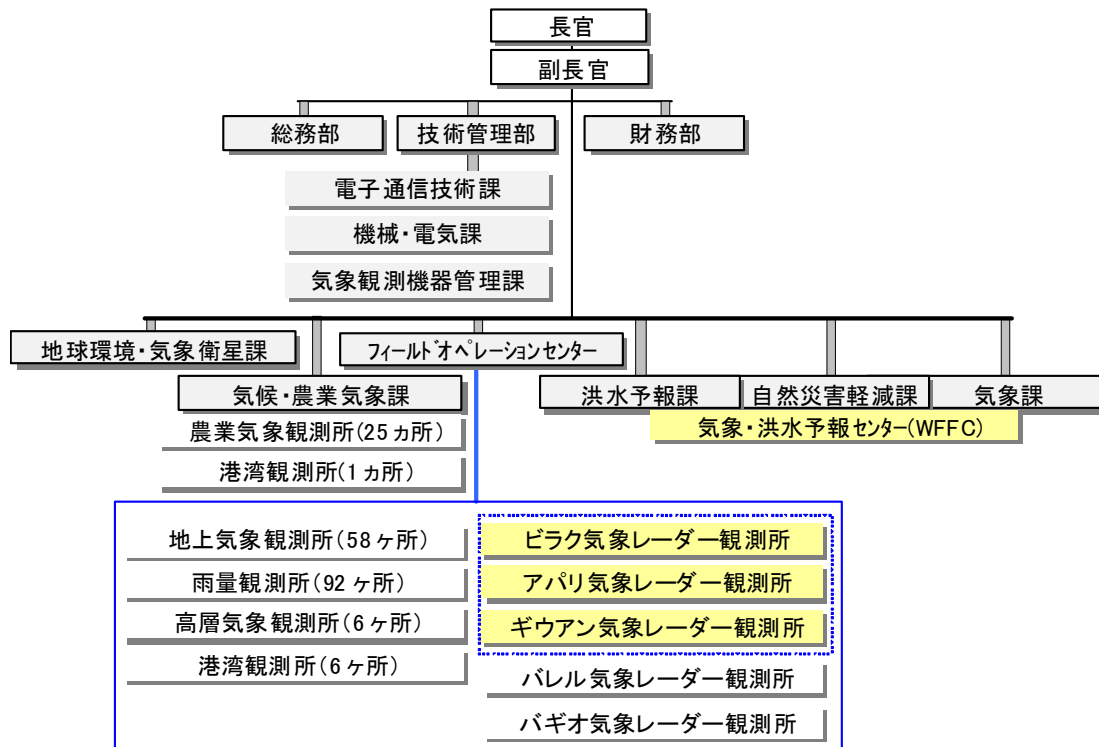


図5 PAGASA 組織図

<PAGASA の予報業務体制>

■ WFFC の現業予報体制

PAGASA の気象予報官は下表の通り 3 交代制 24 時間体制で勤務を行い、日々の気象予報を発表している。

表 8 PAGASA 気象予報官勤務体制表

	勤務時間	通常要員数	最低要員数
I 班	6:00-14:00	2	1
II 班	14:00-22:00	4	3
III 班	22:00-6:00	4	3

■ WFFC の通常予報

表 9 PAGASA の天気予報

天気予報	発表時間
国内天気予報	1 日 2 回: 午前及び午後 5 時
海上気象予報	1 日 2 回: 午前及び午後 5 時
カマリネスとカタンドゥアネス州を含めたマヨン及びブルサン火山の特別気象予報	1 日 1 回: 午後 5 時
アジアの都市とフィリピン都市/地方の天気予報	1 日 1 回: 午後 5 時

■ WFFC の台風予警報

台風予警報に関しては、気象レーダーデータ及び気象衛星画像により台風の監視を始めると同時に、PAGASA 本部の WFFC において気象データ解析後、下表のように台風予警報を発令している。フィリピン国において最低限災害対策に必要とされているリードタイムが 36 時間であることから、台風警報シグナルの発令は「36 時間以内」にフィリピン国に影響を及ぼすことが予想される場合と規定している。台風危険シグナルは、簡素化され分かり易い 4 つのシグナルで構成されている。

表 10 PAGASA の台風予警報

台風予警報	発令時刻	発令のタイミング	情報提供方法
注意報 (Advisory)	1 日 1 回: 午後 3 時	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 台風がフィリピン監視責任地域外にある場合</li> <li>● 勢力は強いが台風まで発達していない熱帯低気圧でフィリピン監視責任地域内にある場合</li> </ul>	マスメディア (TV、ラジオ、新聞)、SSB により地方観測所、政府防災関連機関、インターネット、SMS メッセージ、電話、FAX 等
警報 (Alert)	1 日 2 回: 午前・午後 11 時	台風が 36 時間以内にフィリピン国に影響を及ぼさないことが予想される場合	
台風警報シグナル (Public Storm Signal Warning)	1 日 4 回: 午前 5 時、午前 11 時 午後 5 時、午後 11 時	台風が 36 時間以内にフィリピン国に影響を及ぼすことが予想される場合	

表 11 フィリピン台風警報シグナル (2006 年 PAGASA 改訂)

シグナル 1 (小規模勢力の台風の影響下にある地域)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 36 時間以内に風速 35km/時～60km/時が予想される場合「警戒状態となる」</li> </ul>
シグナル 2 (中規模勢力の台風の影響下にある地域)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 24 時間以内に風速 60km/時～100km/時に達すると予想される場合「災害対策機関は、担当地域に警戒を促す」</li> </ul>
シグナル 3 (強い勢力の台風の影響下にある地域)	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 18 時間以内に風速 100km/時～185km/時に達すると予想される場合「災害対策機関は、緊急事態に対応する適切な体制を整える」</li> </ul>

<b>シグナル4</b> (非常に強い勢力の台風の影響下にある地域)	• 12 時間以内に風速 185km/時以上に達すると予想される場合 「国家防災調整委員会及び他の災害対策機関は、予想される災害に対して迅速な対応が実施できるよう体制を整える」
---------------------------------------	---

\*表記の時間は、最初にシグナルが発令された時からの時間

PAGASA により発令された台風予警報は、大統領府、民間防衛局、防災調整委員会 (Disaster Coordinating Council: DCC)、教育省、保健省、国軍、その他関係各省、地方政府、赤十字、NGO、国連開発計画 (United Nations Development Programme: UNDP) などの国際機関、報道機関等に伝達される。またラジオ、テレビ放送及び新聞報道を通じ直接住民に伝えられている。

### <気象レーダー観測所の観測体制>

気象レーダー観測所では、通常観測 (Normal Observation) と特別観測 (Special Observation) の 2 つの観測体制をもって観測を行っており、特別観測は、台風の発生を気象レーダーで確認した時点で開始されると同時に、PAGASA 本部の WFFC へ電話や無線機等で報告される。また台風の位置が気象レーダー観測範囲外となった時点で特別観測が終了される。豪雨・暴風雨発生時も台風発生時同様に特別観測となる。

表 12 気象レーダー観測所の観測体制

	観測内容	観測所名	観測体制	観測所名	観測時間と回数
通常観測	気象レーダー観測	ビラク アパリ ギウアン	1 チーム 2 名	ビラク アパリ ギウアン	1 日 1 回：午後 1 時～2 時
	地上観測	ビラク アパリ ギウアン	1 チーム 2 名 2 交代制 (気象レーダー観測担当者は午後の勤務) 午前 7:30～午後 5:30 午後 5:30～午前 7:30	ビラク  アパリ ギウアン	1 日 4 回 (6 時間毎) 午前 2:00 及び 8:00 午後 2:00 及び 8:00  1 日 8 回 (3 時間毎) 午前 2:00、5:00、8:00 及び 11:00 午後 2:00、5:00、8:00 及び 11:00
特別観測	気象レーダー観測	ビラク アパリ	1 チーム 5 名 (観測所職員全員) 3 交代制 午前 7:00～午後 3:00 午後 3:00～午後 11:00 午後 11:00～午前 7:00	ビラク アパリ ギウアン	1 日 24 回：毎時間
	地上観測				
	気象レーダー観測	ギウアン	1 チーム 5 名 (観測所職員全員) 2 交代制 午前 7:30～午後 5:30 午後 5:30～午前 7:30		
	地上観測				

## ＜フィリピン国の防災体制＞

フィリピン国の防災関連機関の連携は次図のように確立されている。

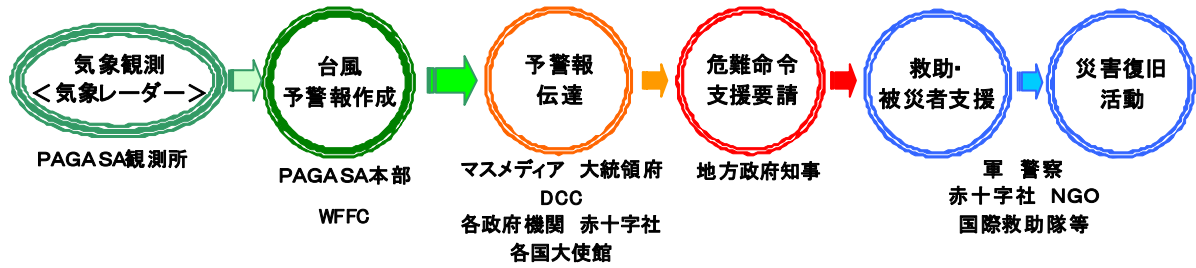


図6 台風予警報に関連する防災関連機関の連携の現状

フィリピン国において台風及びそれに伴う大雨により引き起される突風、洪水及び地滑り等の被害を軽減するには、まず PAGASA が観測によりの確に気象状況を把握することが重要で、さらに各防災関連機関が相互に連携し、各自の役務を果たすことが不可欠である。特に、台風を監視する PAGASA は、精度の高い予警報を作成して各組織へ迅速に伝達する役割を有しており、PAGASA からの情報は、各防災関連機関の初動のトリガーとなっている。そのため気象レーダーデータを本部の WFFC へ送り、そこで解析・処理を行い、それらのデータを予報に反映して、PAGASA の台風予警報を向上することが強く求められている。台風及びそれに伴う大雨により引き起される洪水及び地滑り等の被害をより軽減するには、下図に示した既設の PAGASA の台風予警報の国民までの伝達ルートを活用し「適時迅速に台風情報と警報を住民へ伝達する」ことが不可欠である。

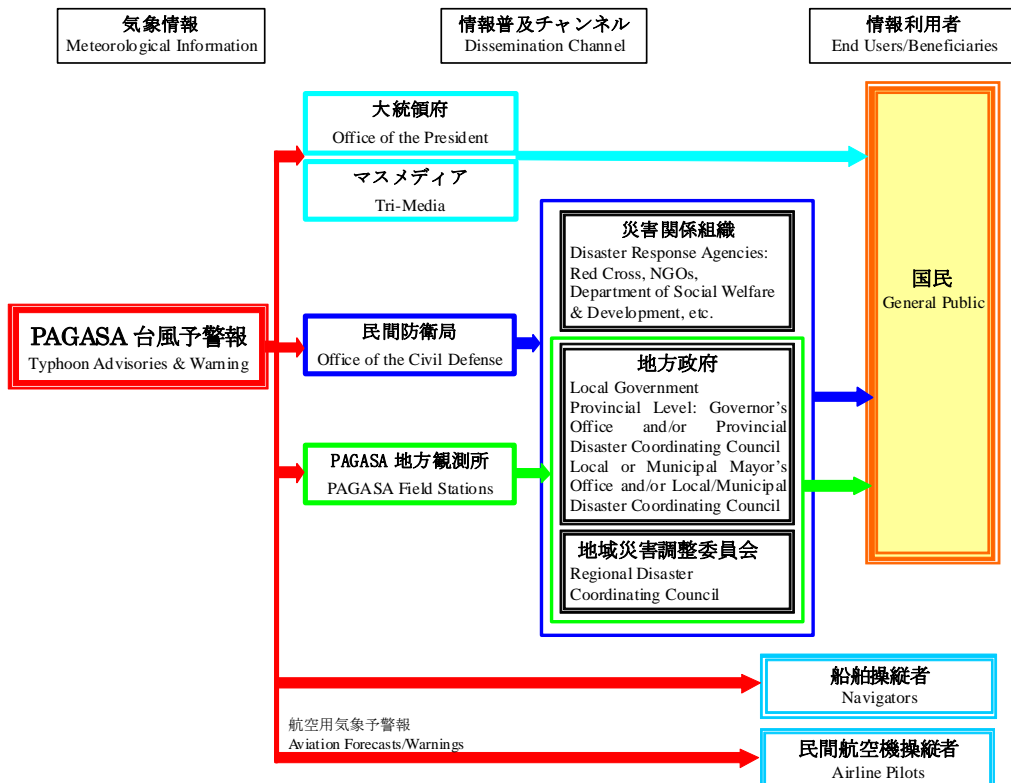


図7 PAGASA 台風予警報の伝達ルート



更にフィリピン国では、DCC 組織ネットワークを利用して防災に係る気象情報を末端のコミュニティや国民に伝達する体制が整備されており、この仕組みを使った情報伝達が定着しつつある。国家防災調整委員会（National Disaster Coordinating Council: NDCC）は国レベルの災害管理の政策立案と調整作業を司る機関で、全ての防災計画立案に加えて、公的部門及び民間部門の災害対応活動と復興活動を指揮する。さらに被災地域における災害非常事態宣言の発令の勧告等、自然災害やその他の災害に関し大統領に助言を与える任務も有している。地方政府の各単位（州、市、町）においては、知事や市長などの選出された最高行政官が地元の DCC 議長を務める。このため、フィリピン国の災害管理はその民主的統治の仕組みに深く組み込まれている。

DCC 組織 ネットワーク	国家防災 調整委員会	地方防災 調整委員会	州防災 調整委員会	市防災 調整委員会	町防災 調整委員会	バランガイ防 災調整委員会
組織数	1	17	79	113	1,496	41,956

図 8 防災調整委員会(DCC)ネットワーク(情報、命令等のルート)

## 2-1-2 財政・予算

フィリピン国政府は、ここ数年、各国家機関の業務の重複を廃除し、電子技術による作業の効率化を図り電子情報化を行い、国家機関の合理化（Rationalization）を進めてきた。その結果として高齢層の公務員の削減により、各組織のスリム化が図られている。このような状況下、各政府機関に宛がわれている予算は、人件費と組織の維持管理費がほとんどで、設備投資等の予算の多くは認められていない。フィリピン国の会計年度は、1月1日～翌年12月31日で、新年度予算の要求期限は毎年4月中となっている。

フィリピン国会計年度 2005 年度から 2009 年度までの PAGASA の年間予算及びその推移は、次の表の通りである。最近 5 年間の予算の推移は、下記の通り年平均約 8%、過去 5 年で 40%の伸びを示している。特に 2007 年度及び 2008 年度の予算は、高い伸びを示している。下表の予算には各年度の設備投資費は含まれていない。

表 13 PAGASA の予算の推移

年度	予算 (1,000 ペソ)	各年の推移 (%)
2005	322,835	-
2006	318,356	-1%
2007	349,971	10%
2008	458,042	31%
2009	458,042	0%

### 2-1-3 技術水準

PAGASA 技術職員の気象レーダー維持管理経験をみると、技術者の多くは十年以上の電気及び機械機構関連の作業経験があり、故障探求やその後の不良部品の抽出、交換及び測定器を使用した調整などの幅広い技能を持っているほか、空中線装置関連の作業に関しても、回転機構の注油、グリスアップ、サーボモータの交換又は応急的な機械部品の修理等は実施可能であり、その習熟度は高い。既設の機材はトランジスタや IC を使用したロジック回路が主流であり、パーソナルコンピュータなどのソフトウェアを使用した機材は少ないが、ほとんどの技術者がコンピュータのハード及びソフトウェアの知識と取扱いについて習熟している。このため、信号処理、画像処理及びレーダー制御等をコンピュータに依存している昨今の気象レーダーへの技術的対応には問題がないと思われる。

気象レーダー観測所の技術者による気象レーダーの運用保守作業は毎日行われており、気象レーダー導入時に日本のレーダーメーカーの技術者による現地研修（OJT）で得た要領に従って、レーダーの基本性能については観測時毎に、他の装置の稼動状態については毎月点検し、点検簿に記録している。また殆どの故障の修理は、各レーダー観測所の技術者により行われている。

表 14 気象レーダー観測時毎に実施されているシステム点検項目

機材名	点検項目	点検方法
空中線装置	水平回転駆動の確認	目視
	仰角回転駆動の確認	目視
	回転音の確認	目視
送受信装置	送信電力の測定	電力計
	各電流・電圧指示値の確認	機材付属メーター
空中線制御装置	直流電圧出力の確認	機材付属メーター
信号処理装置及び指示装置	特定方向にある山岳から反射してくる信号レベル	指示装置のレーダーエコー表示画面
導波管加圧装置	注入空気圧値を装置装着の圧力計で確認	機材付属の圧力計
自動電圧調整装置	発電機からの交流電圧の入出力値を付属メーターで確認	機材付属のメーター

### 2-1-4 既存施設・機材

本プロジェクトの対象サイトであるビラク、アパリ及びギウアンの既設気象レーダー観測所の歴史と施設・機材の現状は以下の通りである。

表 15 ビラク、アパリ及びギウアン既設気象レーダー観測所の歴史

既設気象レーダー観測所	気象レーダー塔施設完成年	既設気象レーダーシステム据付完成年	現在までの推移
ビラク	1963 年	1994 年	日本製 → USA 製 → 日本製：現在の気象レーダー
アパリ	1994 年	1994 年	日本製：現在の気象レーダーが初めて
ギウアン	1968 年	1994 年	日本製 → USA 製 → 日本製：現在の気象レーダー

ビラク、アパリ及びギウアンの既設気象レーダーの更新必要性調査の結果を以下に示す。3基の気象レーダー共に、更新が必要である。

表 16 既設気象レーダーの更新必要性調査結果(2008年7月調査)

装置名	判定基準	判定		
		ビラク	アパリ	ギウアン
1 レドーム	パネル表面剥離・汚れ、パネルひび割れ、雨漏りの有無、ベースリング腐食がある	×	×	○
2 空中線装置	パラボラ面の変形がある	○	○	○
	回転異音が発生する	○	○	×
	制御・表示装置の指示方位角及び仰角にパラボラ反射鏡が±0.3度以内に停止しない	×(ハンチング有り)	×(ハンチング有り)	×(ハンチング有り)
	PPI及びRHIの自動走査ができない	×(RHI)	○	×(RHI)
3 給電線(導波管)	曲がり、凹みがある	×	○	○
	内面の錆がある	○	○	○
4 導波管加圧装置	空気圧200g/平方センチメートルの乾燥空気が注入されていない	×	○	○
5 空中線制御装置	制御パネルの各制御スイッチにより空中線パラボラが回転しない	×(RHI)	○	×(RHI)
6 送受信装置	500kWの送信電力が出力されていない	×	×	○
7 信号処理装置	制御・表示装置のスコープ上にエコー(雨量強度別)が表示されない	×	×	×
8 制御・表示装置	各装置を遠隔制御できない	×	×	×
	スコープ上にエコーが表示されないこと	○	○	○
9 カラーモニター指示器	レーダーエコーが強度毎に識別されて表示されない	×	×	×
10 自動電圧調整装置	入出力電圧計の指示値が入力:3相220V、出力:3相220Vでない	×	○	×
11 ディゼルエンジン発電機	自動電圧調整装置へ220V、3相3線、60Hzの電圧が出力されない	×(電圧変動)	×(電圧変動)	×(電圧変動)
12 無停電電源装置	擬似停電を起こし、出力側にAC115Vの電圧が出力されない	×	×	×
13 分電盤	制御パネルの入力電圧、電流計の指示値が正常時の指示値でない	×	○	○
	サーキットブレーカーより各装置にAC電源を供給できない	×(耐雷回路不良)	○	○
総合判定		更新必要	更新必要	更新必要

×:判定基準に該当する場合 ○:判定基準に該当しない場合

ビラク、アパリ及びギウアンの既設気象レーダー塔施設主要構造部の状況調査の結果を以下に示す。

表 17 各既設気象レーダー塔施設の主要構造部の状況

部位	ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
柱	多数のクラック有り 多数のコンクリート剥離有り	構造上の致命的な大規模クラック有り	モルタルにて補修した多数クラック跡有り
梁	多数のクラック有り	多数のクラック有り	モルタルにて補修した多数のクラック跡有り
床スラブ	柱及び壁周辺に多数のクラック有り	仕上材により確認不可	多数のクラック有り
壁	多数のクラック有り 仕上材の剥離有り	多数のクラック有り 仕上材の剥離有り	多数のクラック有り 仕上材の剥離有り
庇	劣化が著しくコンクリート剥離有り	鉄筋の錆による(塩害)コンクリート剥離多数有り	撓み有り 劣化が著しくコンクリート剥離有り
鉄筋	コンクリート剥離により錆びた鉄筋が多数露出	コンクリート剥離により錆びた鉄筋が多数露出	露出無し
屋根	雨漏り有り 屋根スラブ撓み有り	撓み有り 手摺の一部が崩壊	2ヶ所の雨漏り有り 天井材撓み有り

ビラク、アパリ及びギウアンの既設気象レーダー塔施設の構造検討調査の結果を以下に示す。

表 18 既設気象レーダー塔施設の状況調査及び構造検討結果

各既設気象レーダー塔施設の構造形態			
部位	ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
柱(mm)	主柱：450φ×8本 中央柱：1,250φ×1本 鉛直荷重及び水平力を負担している 主柱は3階を境に上下で柱芯がずれている 外周柱：350×600×8本 2階、屋上階（3階）の一部の鉛直荷重のみを負担している	主柱：500×500×8本 鉛直荷重及び水平力を負担している 間柱：350×350×1本 階段の一部の鉛直荷重のみを負担している	主柱：350×600×6本 中央柱：1,200φ×1本 鉛直荷重及び水平力を負担している
大梁(mm)	2階：300×450 3階：300×600/200×450 4階～最上階：300×600	2階～最上階：300×550	2階、最上階：300×600
床スラブ(mm)	厚さ150	厚さ150	厚さ150
各既設気象レーダー塔施設のシュミットハンマー試験による圧縮強度試験結果			
部位	ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
柱	×	×	○
大梁	○	○	○
床スラブ	○	仕上材により測定不可	○
○：試験結果≥設計基準強度 21N/mm <sup>2</sup> ×：試験結果<設計基準強度 21N/mm <sup>2</sup>			
各既設気象レーダー塔施設の風圧力による水平変形角の検討			
	ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
水平変形角	0.298度	既に北西側に90mm傾斜している	0.022度
水平変位	81.40mm	：危険（地震による沈下）	2.33mm
判定	×	×	既設施設上部に1階以上の増設をした場合：判定は×
(判定基準値：水平変形角 0.075度以下)			
既設施設上部の増設の可能性確認			
増設方法	ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
鉄骨造	水平変形角により不可	×既に北西側に90mm傾斜しているため危険	×水平変形角により不可
鉄筋コンクリート造	水平変形角により不可	×	×水平変形角により不可
総合判定	新たに施設建設が必要	新たに施設建設が必要	新たに施設建設が必要

上述の調査の結果、既設気象レーダー塔施設は老朽化が酷く、防水層破損による雨漏り、コンクリート構造躯体のクラック、クラックから進入した水と潮風による鉄筋の腐食、内壁・外壁の剥離、金属部及び建築設備機器の塩害による損傷等が著しく、今後継続使用することが困難な状況であり、ビラク、アパリ及びギウアン気象レーダー観測所とも新たな気象レーダー塔施設の建設が不可欠である。

## 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

表19 各既設気象レーダー観測所敷地概要とインフラ整備状況

	ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
緯度 (N)	13° 37' 52"	18° 21' 34"	11° 02' 46"
経度 (E)	124° 19' 58"	121° 37' 49"	125° 45' 16"
海拔高度	223.27m	3m	60m
観測所敷地面積 (既設フェンス/塀内側)	約6,100m <sup>2</sup>	約4,900m <sup>2</sup>	約1,700m <sup>2</sup>
気象レーダー塔施設建設に必要な敷地の有無	十分な広さがあり問題ない。施設平面及び配置計画において携帯電話無人通信所を考慮する必要がある。	十分な広さがあり問題ない。台風襲来時に波が敷地まで押し寄せることから1階の床高さを考慮する必要がある。	敷地は狭いが、施設平面及び配置計画を考慮すれば用地の確保は可能である。
アクセス道路	施設建設に実施においての問題ない	施設建設に実施においての問題ない	斜面が急で且つ狭いため拡張工事が必要
敷地状況	丘の頂上部を切り土して造成した敷地である(盛土部分有り)	市街地の海岸に面した平坦な敷地で、周囲には公共施設及び民家等がある	丘の頂上部を切り土して造成した敷地である
商用電源	3相3線 240V 60Hz	3相3線 240V 60Hz	単相2線 240V 60Hz
上水道設備	井戸水を使用	井戸水を使用	井戸水を使用
下水道設備	浄化槽・浸透枡で敷地内処理	浄化槽・浸透枡で敷地内処理	浄化槽・浸透枡で敷地内処理
電話設備	無し	有り(インターネット接続有り)	無し
敷地内での携帯電話	使用可能	使用可能	使用可能
インターネット	GPRS/EDGEを使用したインターネット接続が可能	GPRS/EDGEを使用したインターネット接続が可能	GPRS/EDGEを使用したインターネット接続が可能

#### <各既設観測所の商用電源の安定度>

各既設観測所において電源品質アナライザーにより連続データを記録して商用電源の安定度調査を実施した。各既設観測所ともに商用電源の安定度が低く、気象レーダー塔施設及び気象レーダーシステムには、発電機、電圧制御装置及び電源バックアップシステム等の導入は不可欠である。

表20 各観測所の商用電源安定度

観測所名		ビラク気象レーダー観測所	アパリ気象レーダー観測所	ギウアン気象レーダー観測所
商用電源(電圧:定格)		240V、60Hz、3相3線	240V、60Hz、3相3線	240V、60Hz、単相2線
電圧 (V)	最大値	264.3	266.3	231.5
	最小値	218.3	221.6	192.7
周波数 (Hz)	最大値	64.7	60.50	61.44
	最小値	54.9	59.62	59.39
測定時間		869分	762分	750分
停電		2~3回/週(約0.5時間)	2回/日(約0.5~1時間)	1~2回/週(約8時間)
計画停電		1~2回/年(24時間)	1回/週(約5時間) 1~2回/年(24時間)	1~2回/年(24時間)

## 2-2-2 自然条件

### <フィリピン国の気候分布>

フィリピン国の気候分布は右図のように大きく分けて4つに分けられる。本プロジェクトのサイトである既設気象レーダー観測所が位置するビラク、アパリ及びギウアンはII型の地域に属しており、乾期がなく、最多降雨期と呼ばれる時期（11月～1月）がある。

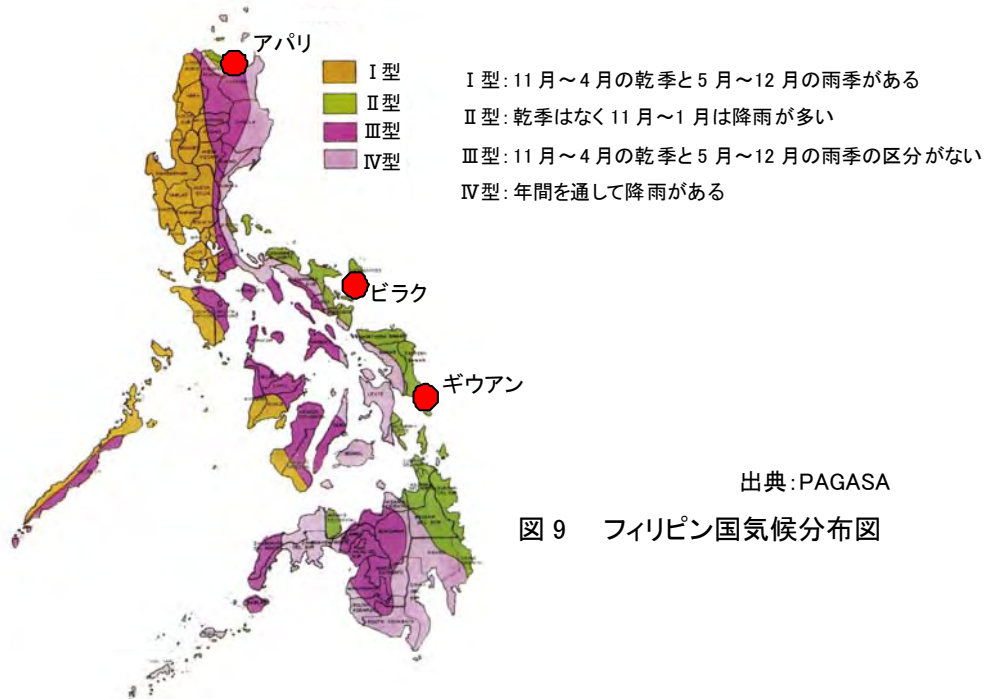


図9 フィリピン国気候分布図

### 1) 気温

表21 気温平年値(1971年～2000年)

月	ビラク			アパリ			ギウアン		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均
1月	26.4	21.1	23.7	27.2	20.6	23.9	28.5	23.5	26.0
2月	26.8	21.2	24.0	28.3	20.9	24.6	28.9	23.6	26.2
3月	27.6	21.8	24.7	30.2	22.1	26.1	29.7	24.0	26.8
4月	28.7	22.7	25.7	32.1	23.6	27.8	31.1	24.7	27.9
5月	29.6	23.4	26.5	32.9	24.4	28.7	32.2	25.3	28.8
6月	29.6	23.5	26.5	33.4	24.8	29.1	31.8	25.0	28.4
7月	29.3	23.1	26.2	32.8	24.7	28.8	31.2	24.8	28.0
8月	29.5	23.2	26.4	32.5	24.5	28.5	31.5	25.0	28.3
9月	29.5	23.0	26.2	32.0	24.2	28.1	31.5	24.8	28.2
10月	29.0	23.0	26.0	30.7	23.7	27.2	30.8	24.7	27.7
11月	28.0	22.4	25.2	29.2	22.9	26.0	29.9	24.3	27.1
12月	26.9	21.6	24.2	27.5	21.2	24.4	29.0	23.9	26.4
年間	28.4	22.5	25.4	30.7	23.1	26.9	30.5	24.5	27.5

2) 降雨

ビラク、アパリ及びギウアの降水量は台風に大きく影響を受け、11月、12月及び1月に集中している。

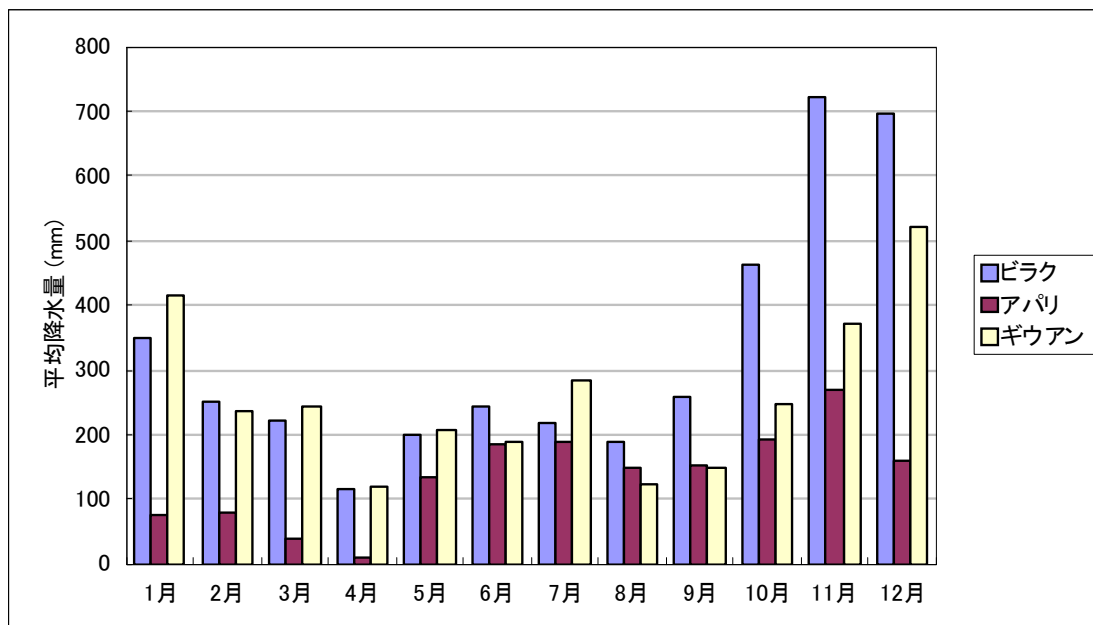


図10 ビラク、アパリ及びギウアの2001年～2007年の月別平均降水量

3) 雷

世界中の雷は、大まかに見るとフィリピン国を含む東南アジア、中央アフリカ、中米から南米北部の緯度30度(南北)の地域に集中している。

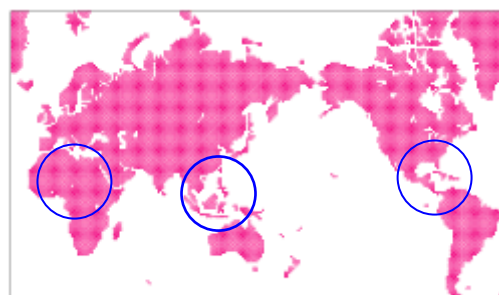


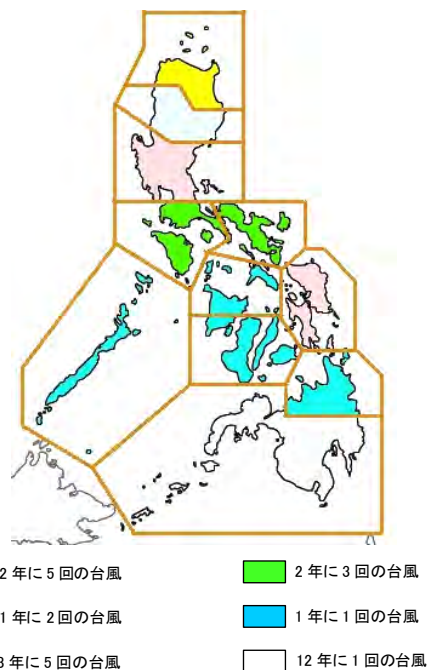
図11 世界の雷多発地域

表22 雷電、電光平年値(1971年～2000年)

月	ビラク		アパリ		ギウアン	
	雷電日数 (Thunderstorm)	電光日数 (Lightning)	雷電日数 (Thunderstorm)	電光日数 (Lightning)	雷電日数 (Thunderstorm)	電光日数 (Lightning)
1月	0	0	0	0	0	1
2月	0	0	0	0	0	1
3月	0	0	0	0	1	2
4月	2	2	3	2	2	5
5月	7	10	8	9	3	13
6月	8	13	10	14	5	18
7月	10	13	8	13	8	20
8月	7	11	7	9	7	18
9月	10	14	5	9	9	20
10月	8	10	2	5	6	18
11月	3	4	1	1	4	11
12月	1	1	0	0	2	5
年間	56	78	44	62	47	132

#### 4) 台風

フィリピン国の太平洋東部の台風監視責任地域 (Philippine Area of Responsibility: PAR) では、2006 年から過去 60 年間で台風が毎年 19~20 個程度発生し、内 8~9 個の台風が上陸しフィリピン国各地で甚大な被害をもたらしている。フィリピンの各地域における大型台風の通過頻度は右図の通りである。



出典: PAGASA

図 12 フィリピン国各地域における台風の通過頻度

#### 5) 地震

フィリピン国は、我が国と同様に環太平洋地震・火山帯に属し、7,000 以上の島々からなる島嶼国である。列島周辺には、フィリピン海プレート、ユーラシアプレート、セレベス海プレート等のプレート群が存在し、非常に複雑な地域である。このようなプレート群や活断層は絶えず変動しているため、地震はフィリピン国土のどこかで有感・無感を含め 1 日平均 5 回発生している。

#### 6) 自然条件調査

自然条件調査として、ビラク、アパリ及びギウアンの気象レーダー観測所における下表に列記した陸上地形測量及び地質調査をフィリピン国の現地業者へ再委託して実施した。

##### <陸上地形測量>

表 23 陸上地形測量

調査内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 既設施設、前面道路歩道、排水溝等を含む</li> <li>● 敷地面積算出</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地形平面測量(0.5m コンタ): 前面道路、歩道、既設建物及び塀、敷地内 4m 以上の樹木、道路外灯、マンホール、排水溝等の位置も測量する</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 縦横断測量: 10m コンタ、前面道路と歩道のレベルも測量する、水準点を新設する</li> </ul>
成果品	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地形平面図</li> <li>● 縦横断面図</li> <li>● AUTOCAD データにて受領</li> </ul>



<地質調査>

表 24 地質調査

ボーリング調査(オールコア)	本数:3本 深さ:30m、支持層を確認後3mまで(指定深さまでで支持層を確認できない場合でも確認できるまで継続)
サンプル採取	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 3サンプル(各ホール毎に)</li> <li>● 攪乱サンプル及び不攪乱サンプルの採取</li> <li>● ASTM または JGS に準拠</li> </ul>
標準貫入試験	1m 毎
土質ラボ試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 物理試験(粒度分布、比重、含水比、液性限界、塑性限界)</li> <li>● 一軸圧縮試験及び圧密試験</li> </ul>
成果品	報告書:圧密係数及び地耐力の算定

■ 地質調査結果

表 25 ビラク気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧

ボーリング NO.	深度 (m)	土質	平均N値	単位体積重量 (g/cc)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kPa)
BH-1	0-8	粘土質シルト	10	1.70	-	60
	8-18	砂質シルト/シルト質粘土	26	1.86	-	150
	18-19	粘土混じり砂利	70	1.90	40	-
	19-21	岩	コア抜き	-	45	-
BH-2	0-8	粘土	9	1.70	-	50
	8-15	粘土/粘土質シルト/砂質シルト	34	1.90	-	200
	15-22	風化岩	コア抜き	-	40	-
	23	岩	コア抜き	-	45	-
BH-3	0-15	粘土質シルト/粘土	12	1.72	-	75
	15-19	粘土	39	1.90	-	200
	19-21.5	風化岩	コア抜き	-	40	-
	22	岩	コア抜き	-	45	-

表 26 アパリ気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧

ボーリング NO.	深度 (m)	土質	平均N値	単位体積重量 (g/cc)	内部摩擦角 (度)	粘着力 (kPa)
BH-1	0-6	シルト質砂	9	1.70	26	-
	6-14	シルト質砂/粒度にばらつきのある砂	23	1.76	32	-
	14-19	シルト質粘土/粘土質シルト	7	1.70	-	40
	19-24	高塑性(粘)土	21	1.80	-	250
	24-32	粒度分布の悪い砂	60	2.00	40	-
BH-2	0-6	シルト質砂	11	1.70	26	-
	6-9	シルト質砂	31	1.82	34	-
	9-18	シルト質粘土/粘土質シルト	9	1.76	-	50
	18-22	シルト質粘土	14	1.76	-	90
	22-24	シルト質砂/粒度にばらつきのある砂	27	1.80	33	-
	24-30	粘土質砂/シルト質砂	60	2.00	40	-
BH-3	0-10	シルト質砂/粒度にばらつきのある砂	12	1.70	26	-
	10-23	シルト質粘土/高塑性(粘)土	9	1.76	-	50
	23-32	シルト質砂	60	2.00	40	-

表 27 ギウアン気象レーダー観測所ボーリング調査結果一覧

ボーリング NO.	深度 (m)	単位体積重量 (g/cc)	吸水率 (%)	1軸圧縮強度 kg/m <sup>2</sup>
BH-1	1.5	2.09	4.05	36.9
	3.5	2.22	5.26	85.0
	6.0	2.17	10.70	154.0
	9.0	2.25	5.40	100.0
	11.0	2.24	2.63	138.0
	12.0	2.31	3.90	69.0
	16.5	2.27	4.11	49.0
BH-2	21.0	2.19	5.40	120.0
	3.0	2.36	4.76	49.0
	4.5	2.27	6.80	63.0
	5.0	2.28	6.80	139.0
	9.0	2.20	9.60	153.0
	17.0	2.34	5.00	110.0
BH-3	20.0	2.30	3.17	176.0
	2.0	2.16	8.80	62.0
	3.0	2.19	3.90	131.0
	6.0	2.21	5.70	63.0
	9.0	2.17	5.56	119.0
	12.5	2.18	5.40	99.0
16.0	2.21	6.94	72.0	

(地表面から約 1.5m 以下は岩盤のため標準貫入試験は行わず、土質試験のみ実施した。)

### 2-2-3 環境社会配慮

本プロジェクトのサイトは全て PAGASA の既設観測所であることから、環境管理不適用証明 (Environmental Impact Statement System が適用されない旨の証明) を取得すれば、環境管理証明 (Environmental Compliance Certificate: ECC) は不要で、環境管理局 (Environmental Management Bureau: EMB) に対する手続きが完了するため、PAGASA は 5 月初旬に環境管理不要証明 (Certificate of Non-Coverage: CNC) 申請を行い 5 月 26 日には環境管理不適用証明を取得した。

2-3 その他

<PAGASA の気象レーダー観測網構築計画>

右図が PAGASA が計画している気象レーダー観測網構築である。PAGASA は本プロジェクトの対象である、ビラク、アパリ及びギウアンのいずれかをダエット (Daet, Camarines Norte) に移設し、残りの 2 基のレーダーはダエットのスペアパーツとして利用する計画を持っており、ダエットを含めると合計で 11 基の気象レーダーで観測網を構築する計画である。当初は、ビラク、アパリ及びギウアン 3 基とも移設の計画をした時期もあったが、アナログシステムのスペアパーツの調達が困難な状況下、計画の見直しを行った経緯がある。

現地調査において 3 基の既設気象レーダー内部を詳細に調査した結果、下表の通り老朽化や劣化が一番少ないアパリの気象レーダーシステムをダエットに使用するよう PAGASA に提案した。また耐雷トランス、エンジンジェネレーター、無停電電源装置に関しては、既設の装置は使用不能であるため、新たに調達する必要がある。

- : 既設気象レーダーシステム (プロジェクトサイト)
- : 3 基の既設レーダーシステム(ビラク、アパリ及びギウアン)の1台を移設、残りの 2 台はスペアパーツ
- : 既設気象レーダーシステム(稼働中)
- : 大統領の承認による(実施は未確定)
- : フィリピン政府による実施(上院の承認による、実施は未確定)



図 13 気象レーダー観測網構築図

表 28 ダエット気象レーダー観測所新設に使用可能な装置(2008年7月時点)

装置	ビラク 気象レーダー観測所	アパリ 気象レーダー観測所	ギウアン 気象レーダー観測所
レドーム	×	◎	◎
空中線装置	○	◎	○
空中線制御装置 (1+2)	○	◎	○
デハイドレータ	○	◎	◎
送受信装置	○	◎	○
信号処理装置	○	◎	◎
制御・表示装置	×	◎	○
カラーモニター指示器	×	×	○
自動電圧調整装置	○	◎	○
分電盤	×	◎	○
無停電電源装置	×	×	×
ディーゼルエンジン発電機	○	×	×
耐雷トランス	○	×	無し

◎ : 使用可能      ○ : スペアとして使用可能な装置/回路      × : 使用不可

更に、既設気象レーダーシステムはアナログシステムであり、観測される降雨強度データの分解能が3ビット（6段階降雨強度表示）であるため8ビット（256段階降雨強度表示）に、将来的にPAGASAにより改良されれば、新設されるピラク、アパリ及びギウアン気象レーダーの降雨強度8ビットデータとマニラのWFFCにおいて合成して、4基気象レーダーシステムの降雨強度分布合成画像を作成することが可能となる。

表 29 既設気象レーダーシステムの改良前・改良後の比較

	現状の機能	改良後の機能
伝送データの種類	降雨強度データ（3ビット画像）	指定仰角数値雨量データ（8ビット数値データ）
データ量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・直交座標形式</li> <li>・240×240メッシュ</li> <li>・3ビットデータ</li> </ul> 合計：30kbyte	<ul style="list-style-type: none"> <li>・極座標形式</li> <li>・320レンジ×360方位</li> <li>・8ビットデータ</li> </ul> 合計：240kbyte
降雨強度分解能	6階調	256階調
表示画面	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨量強度表示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・PPI表示</li> <li>・大雨警報出力</li> <li>・時間積算雨量表示</li> <li>・全国雨量分布データ</li> <li>・流域/地域雨量表示</li> </ul>

以下が既設気象レーダーの改良内容である。

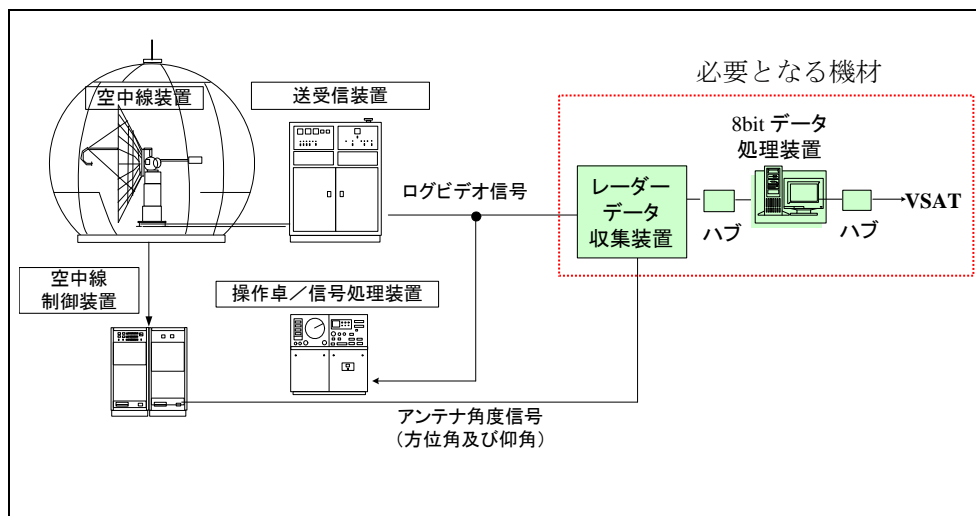


図 14 既設気象レーダー8ビット化改良ユニット構成