

サモア独立国

サモア気象局

サモア独立国

気象観測・災害対策向上計画

準備調査（その2）報告書

平成 22 年 2 月

(2010 年)

独立行政法人国際協力機構

(JICA)

株式会社 国際気象コンサルタント

一般財団法人 日本気象協会

環境
CR(1)
10-003

サモア独立国

気象観測・災害対策向上計画

準備調査（その2）報告書

平成 22 年 2 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 国際気象コンサルタント
一般財団法人 日本気象協会

序 文

独立行政法人国際協力機構は、サモア独立国の気象観測・災害対策向上計画にかかる協力準備調査を実施し、平成21年8月16日から平成21年9月15日まで調査団を現地に派遣しました。

調査団は、サモア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21年12月2日から12月15日まで実施された概略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22年2月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、サモア独立国における気象観測・災害対策向上計画準備調査（その2）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21年7月より平成22年2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、サモア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22年2月

共同企業体

（代表者）株式会社 国際気象コンサルタント

（構成員）一般財団法人 日本気象協会

サモア独立国

気象観測・災害対策向上計画準備調査団（その2）

業務主任 野口 晋孝

要 約

要 約

サモア独立国（以下、「サ」国）は、サバイイ島とウポル島の主要 2 島と 7 つの小島で構成されている。サバイイ島とウポル島は火山島であり、急峻な山岳地帯を有し、人口の大部分が社会インフラの整備されている沿岸部に居住している。そのため気候変動によって世界的に災害の拡大が懸念される中、サイクロンによる暴風雨、高潮及び洪水、津波等の自然災害に対する適切な災害対策の整備が喫緊の課題となっている。さらに南太平洋の大海に浮かぶ島嶼国である「サ」国は、気象災害の被害を受けやすい地形条件、大陸からの遠隔性、気象観測・予報技術の未熟さや防災体制の弱さから、気候変動に対しても極めて脆弱な環境にあり、気候変動によるサイクロンの風速・降水量の増大や、気候変動による海面上昇の影響がサイクロン襲来時の高潮被害をさらに深刻化させること等も懸念されているほか、淡水資源が少ないために日照が続くことによる干ばつにも脆弱である。また、ひとたび発災すれば、通信インフラ整備の遅れや、各大陸からの物理的な距離が障害となり、被害状況の把握や救援にも遅れが生じやすいとも言われている。

1950 年からの 60 年間に、「サ」国では 12 の大規模なサイクロンが襲来しており、特に被害が甚大でほぼ全島民が被災したといわれている 1990 年には推定被害総額 120 百万 US ドル、1991 年には 245 百万 US ドル、沿岸部・護岸施設の損傷及び主要農作物が深刻な被害を受けた 2004 年には推定被害総額 35 百万 US ドルの被害が記録されている。また数年に一度襲来する大規模なサイクロンとは別に、豪雨により洪水被害が恒常的に発生しており、インフラの損害や農作物の被害は絶えない。「サ」国においてはこうした気象災害による人的・経済的被害が甚大であり、農業生産・物流等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。さらに国の基幹産業の 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。サモア気象局（Samoa Meteorology Division: SMD）が発信する気象情報や早期警報は、「サ」国内の防災関連機関に対する初動のトリガーとなっており、このような状況下において気象情報や早期警報の迅速性・正確性の向上はますます重要視されており、サモア気象局の気象災害監視能力を向上することが強く求められている。現在は手動観測が中心の「サ」国内の気象観測体制であるが、本件により自動気象観測のための機材と気象予報及び災害警報早期発令のための機材を整備し、「サ」国の気象観測体制の拡充を通じて同国の災害対策体制の強化を図る。

地球は陸地面積が 3 割、海洋面積が残りの 7 割を占める水の惑星であるが、海洋上での常時気象観測が困難であることから海洋定点観測データは大変貴重である。「サ」国のような南太平洋に浮かぶ島において精度の高い気象観測データが取得できるということは、海洋観測ブイ同様か、それ以上の信頼性をもつデータの取得が可能となることを意味しており、気候変動の動向を把握するためにも極めて重要な海洋上での観測データは、世界にとっても極めて貴重なものとなりうる。今後、「サ」国で観測された気象データが世界気象通信網（Global Telecommunication System: GTS）により世界へ

発信され、各国気象機関や研究機関等において有用され、しかるべき時に地球温暖化による気候変動に関する信頼性の高い予測を得られることが可能となれば、「サ」国民のみならず、次世代の人類に対しても大きな貢献が期待できる。

サモア気象局の機能強化を図るための開発計画は、2005-2007年サモア国家開発戦略 (Strategy for Development of Samoa : SDS) 及び 2008-2012年サモア国家開発戦略 (SDS) において謳われており、同戦略の中では、国際基準に準じた航空気象サービスの実施の必要性も強調されている。サモア気象局の主管官庁である天然資源・環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment: MNRE) の業務計画 2006-2008 においても、気象分野の機能強化が重要課題として計画されている。さらに気候変動に関しては、2008-2012年サモア国家開発戦略 (SDS) において社会・経済の継続的発展のため、気候変動への適応行動計画 (National Adaptation Programme of Action, Samoa: NAPA) の実施の重要性が強調されているほか、災害及び危機管理法 2006 (Disaster & Emergency Management Act 2006) 及び気候変動法 2006 (Climate Change Act 2006) により自然災害の軽減、環境維持及び気候変動によるリスクの軽減に注力しているなか、本プログラムの早急な実施が各方面より強く望まれている。

「サ」国の気象業務を行なう唯一の政府機関であるサモア気象局は天然資源・環境省傘下にあり、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。

「サ」国は、現状で以下のような問題を抱えている。

- ① 世界気象機関 (World Meteorological Organization: WMO) が定める高層気象観測が実施できないことから、サイクロンの進路方向情報 (「サ」国の南方又は北方のどちらへ向かうのか) の提供及びエルニーニョ現象の監視ができないほか、フィジー地域特別気象センター (Regional Specialized Meteorological Center: RSMC) の気象情報やプロダクト、先進国気象組織の数値予報プロダクトの精度の向上に不可欠な高層気象観測データを提供できない。
- ② 5ヶ所の気象業務管区のうち4ヶ所の管区に気候観測所がないため、近距離でも地勢に応じて大きく異なる気象現象の把握、各気象業務管区の気象現象の比較が困難なこと、また気象観測データを本局においてリアルタイムに受信できないことから、気象現象を気象予報に反映できない。
- ③ 潮位観測を行っていないため、サイクロン接近時の気圧降下と強風吹寄せによる高潮の検証ができないほか、気候変動による海面上昇及び地震による津波の観測ができない。
- ④ 気象データの通信機材を有していないため、WMO 加盟国の責務である GTS への自国観測デー

タの配信ができないばかりか、各国の気象観測データを受信できないため、予報業務に支障をきたしている。

- ⑤ 天気予報やサイクロン警報等の気象情報をテレビ局へ提供することができないことから、災害に対する啓発及び対応や避難等の遅延にもつながっている。
- ⑥ インターネット経由で取得し気象予警報に利用している静止気象衛星 GOES-W（アメリカ）及び MTSAT（日本）の画像は、キャプチャーデータ（固定画像）であり、データ解析及び処理ができないことから、南太平洋上のサイクロン監視及び予警報業務に活用できない。
- ⑦ サモア気象局が携帯電話会社へ口頭にて警報を伝達しショートメッセージサービスを防災諮問委員会主要委員に配信する体制が取られているが、時間がかかり過ぎることから実用されていない。サモア気象局が国民に対して直接、気象注意報や警報を伝達する手段を有していないため、自然災害発災時や緊急時における迅速な注意報・警報発令の障害となっている。
- ⑧ 地球温暖化による気候変動をより正確に把握するための気象・潮位観測データを各国気象機関や研究機関等に提供できない。
- ⑨ ファレオロ国際空港の気象観測体制は、国際民間航空機関（International Civil Aviation Organization: ICAO）と WMO が定める国際空港気象観測項目及び頻度の基準を満たしていない。
- ⑩ 民間航空機の安全な離発着に必要な気象情報をサモア航空局と各航空会社へ提供できない。

これらの課題に対応するための機材調達・据付け及び機材付帯施設建設等に必要となる資金と技術の不足により、「サ」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を要請してきた。「サ」国からの要請を受け、日本国政府は準備調査（その1）の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: JICA）は、平成21年3月30日から4月27日まで準備調査団（その1）を現地に派遣し、主にプログラム実施の可能性及び妥当性を確認した。

「サ」国の気象災害への脆弱性の改善にサモア気象局が貢献するためには、国が定めた「災害及び危機管理法（Disaster & Emergency Management Act）」を遵守して、サイクロン、高潮、高波、豪雨、暴風、洪水、干ばつ及び降下火山灰に関する警報を防災管理事務所、防災諮問委員会及びマスメディアに対し適宜提供することが不可欠である。サモア気象局からの情報は、各防災関連機関の災害対策初動のトリガーとなっているためサモア気象局の気象災害監視能力を向上することが強く求められている。また南太平洋地域の気候変動予測に必要な観測データの蓄積を行うには、潮位及び地上・高層気象の連続観測の確実な実施を行うことが求められている。

そのため本プログラムでは、気象観測機材の整備と気象業務の能力向上のためのソフト支援により、サモア気象局が適切な気象観測・予報及び災害警報早期発令を行うために必要となる気象観測網と情報伝達網を構築し、「サ」国内における気象災害に対する脆弱性を改善するとともに、南太平洋地域の気候変動予測に必要な観測データの蓄積を行うことを目的とする。

準備調査（その1）の結果を基に日本国政府は準備調査（その2）の実施を決定し、JICAは平成21年8月16日から9月15日まで準備調査団（その2）を現地に派遣した。同調査団は、現地にて「サ」国政府及び気象局関係者と要請内容について協議し、プログラムサイトの現地調査、関連資料等をもとに、サモア気象局の機材運用・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、概略設計案を作成した。これを基にJICAは、平成21年12月2日から12月15日まで概略設計概要説明調査団を「サ」国に派遣し、概略設計案の説明及び協議を行った。

最終的に提案された概略設計の概要は次の通りである。

表1 概略設計概要

機材名	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	合計数量
航空気象観測システム							2									2
航空気象観測データ表示システム							3									3
自動気象観測システム				1	1	1		1	1				1		1	7
校正用機器	1															1
気象観測データ通信システム	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
気象データ管理システム	1															1
GTS メッセージスイッチシステム	1															1
MTSAT データ受信システム	1															1
予報業務支援システム	1															1
早期警報通信システム	1															1
電源バックアップシステム	1															1
ウィンドプロファイラシステム	1															1
機材付帯施設名	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	合計数量
パワーバックアップ棟	1															1
機器棟	1															1
コンクリートシェルター	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	17
ウィンドプロファイラシステム基礎	1															1

表2 概略設計概要のサイト番号

サイト名	サイト番号	サイト名	サイト番号
サモア気象局本局	①	マオタ国際空港	⑨
バエア山	②	バルシア山	⑩
フィアモエ山	③	ツアシビ	⑪
トギトギガ	④	タゴタラ山	⑫
レマファ	⑤	レピウタイ	⑬
サルアフアタ	⑥	バイサラ	⑭
ファレオロ国際空港	⑦	タル山	⑮
マノノ	⑧		

なお、本プログラムの工期は、実施設計・入札期間を含め約 37 ヶ月、概略事業費は 8.21 億円（日本国側 7.54 億円、「サ」国側 0.67 億円）と見込まれる。

本プログラムにおける機材供与と技術支援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ことが見込まれる。

- ① WMO が定める高層気象観測が実施できない現状である。本プログラムの機材整備により、気象情報やプロダクトの精度の向上に不可欠な高層気象観測データ（降水のない時：上空約 3km～6km、降水時：上空約 7km～9km までの高層の風向・風速及び上空約 1.4km までの気温等）が観測可能となり、世界各国の気象組織へ提供することが可能となる。
- ② 「サ」国の 5 気象業務管区全ての気象現象をリアルタイムで把握することが可能となり、さらに技術支援により、各気象業務管区の気象現象を予報に効果的に反映することが可能となる。
- ③ サイクロンの進路方向及びサイクロン発生と勢力に影響しているエルニーニョ現象の情報提供が可能となる。
- ④ WMO 加盟国の責務である世界気象通信網（GTS）への自国観測データの配信及び各国気象観測データやプロダクトの受信が可能となり、さらに技術支援により、自国観測データの品質向上が図られるほか、気象観測データやプロダクトを効果的に気象業務に活用できるようになる。
- ⑤ 天気予報やサイクロン警報に関する気象情報をテレビ局へ提供可能となり、国民に対する災害対策の啓発と迅速な避難が可能となる。さらに技術協力により、天気予報や気象情報内容が利用者にとってより分かり易く役立つものとなる。
- ⑥ 携帯電話通信網を通じ、災害及び危機管理法（Disaster & Emergency Management Act）に従い、サイクロン、高潮、高波、豪雨、暴風、洪水、干ばつ及び降下火山灰に関する警報を、防災管理事務所、防災諮問委員会（各地の主要委員である約 1,300 名）及びマスメディアに対し適時迅速に送ることが可能となるほか、技術支援により、警報内容、基準及び発令手順が整備される。
- ⑦ 携帯電話通信網を通じ、全国の気象情報ユーザーに対して、随時、気象情報、注意報、警報の提供が可能となるほか、技術支援により、気象情報、注意報、警報内容の充実が図られる。
- ⑧ 気候変動情報の解析や、各国に向けて気候変化傾向及び異常気象現象と平年の気候との相違

に関する年次気候変動情報を提供するために必要となる気候データベースの適切な管理が可能となり、さらに技術協力により、気候変化傾向や年次気候変動に関する解析技術がサモア気象局の職員に移転される。

- ⑨ ICAO の基準に従って、航空機の安全運航に必要となる 6 時間毎の飛行場予報 (Terminal Aerodrome Forecast: TAF) とサモア航空局と各航空会社への気象傾向予報の提供が可能となる。さらに技術支援により、飛行場予報及び気象傾向予報の精度が向上する。
- ⑩ 民間航空機パイロットに対し、航空機の安全運航のための出発前の気象状況のブリーフィングの実施が可能となる。さらに技術支援により、安全運航のための情報内容が充実され、ブリーフィング方法の技術がサモア気象局航空気象観測所職員へ移転される。

導入される気象観測・予報・通信機材等の日々の運用保守作業及び故障修理等を行うに当たり、実施機関であるサモア気象局においては、ほとんどの技術者が気象機材及びコンピューターシステムの運用維持管理に関する基本的な操作に慣れており、また既設気象機材も良好に維持管理されていることから、組織的能力、技術レベルには大きな問題はない。なお本プログラム実施に必要な運用・維持管理費も確保できる見込みである。

本プログラムの効果や先方の組織能力等を総合的に検討した結果、本プログラムを実施する意義は極めて高いと見込まれる。気象災害により人的、社会経済的に甚大な被害を被ってきた歴史と、将来の気候変動の影響は計り知れないものがあることから、本プログラムは、広く「サ」国民に対する災害対策の啓発と国民の迅速な避難に寄与するものである。従って、本プログラムを環境プログラム無償資金協力案件にて実施することは妥当である。

目 次

序文

伝達状

要約

目次

サモア国全図

図のリスト

表のリスト

略語集

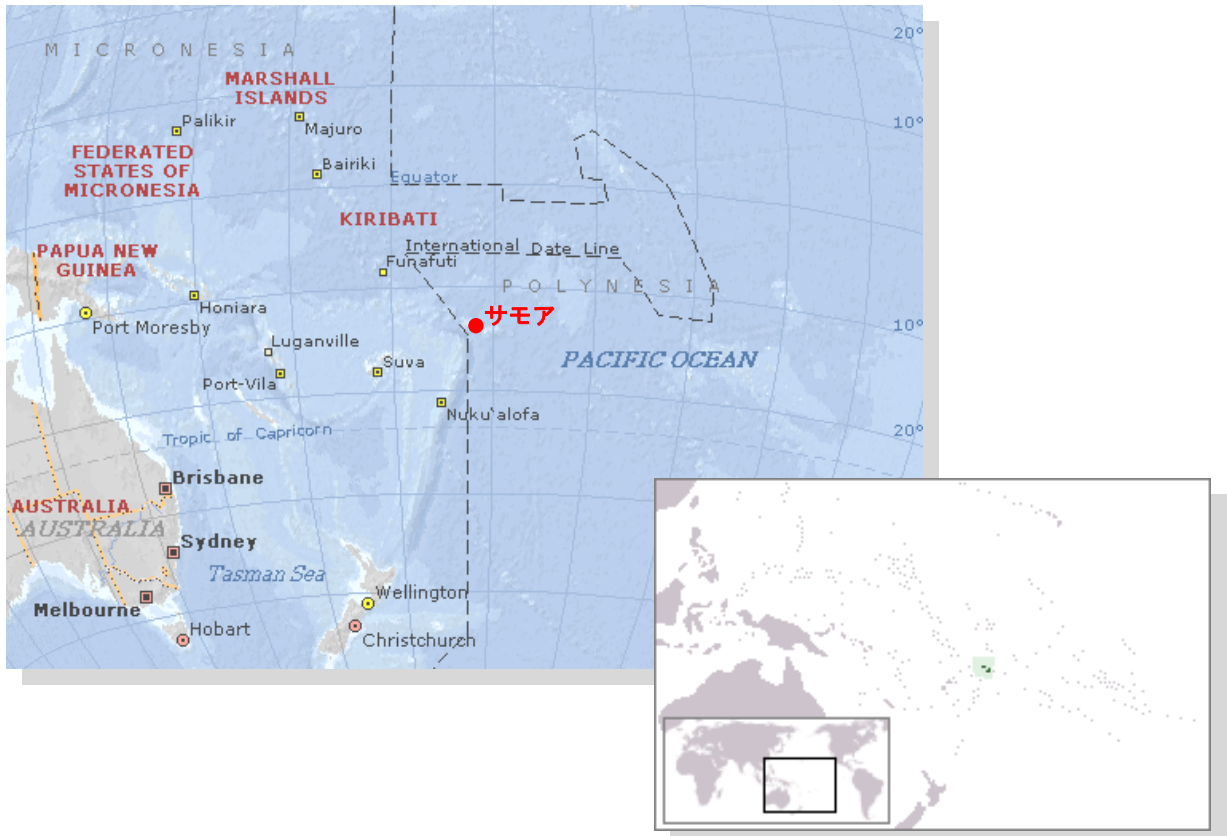
第1章	プログラムの背景・経緯	1 - 1
1-1	当該セクターの現状と課題	1 - 1
1-1-1	現状と課題	1 - 1
1-1-2	開発計画	1 - 7
1-1-3	社会経済状況	1 - 7
1-2	環境プログラム無償資金協力の背景・経緯及び概要	1 - 8
1-3	我が国の援助動向	1 - 10
1-4	他ドナーの援助動向	1 - 11
第2章	プログラムを取り巻く状況	2 - 1
2-1	プログラムの実施体制	2 - 1
2-1-1	組織・人員	2 - 1
2-1-2	財政・予算	2 - 6
2-1-3	技術水準	2 - 6
2-1-4	既存施設・機材	2 - 7
2-2	プログラムサイト及び周辺状況	2 - 8
2-2-1	関連インフラの整備状況	2 - 8
2-2-2	自然条件	2 - 9
2-2-3	環境社会配慮	2 - 11
2-3	その他	2 - 12
第3章	プログラムの内容	3 - 1
3-1	プログラムの概要	3 - 1
3-2	協力対象事業の概略設計	3 - 2
3-2-1	設計方針	3 - 2

3-2-2	基本計画	3 - 6
3-2-3	概略設計図	3 - 71
3-2-4	施工計画／調達計画	3 - 82
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3 - 82
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3 - 83
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3 - 83
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3 - 84
3-2-4-5	品質管理計画	3 - 85
3-2-4-6	資機材等調達計画	3 - 85
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3 - 88
3-2-4-8	実施工程	3 - 89
3-3	相手国側分担事業の概要	3 - 90
3-4	プログラムの運営・維持管理計画	3 - 91
3-5	プログラムの概略事業費	3 - 93
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	3 - 93
3-5-2	運用維持管理費	3 - 98
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3 -100
第4章	プログラムの妥当性の検証	4 - 1
4-1	プログラムの効果	4 - 1
4-2	課題・提言	4 - 4
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言	4 - 4
4-2-2	技術協力	4 - 5
4-3	プログラムの妥当性	4 - 7
4-4	結論	4 - 8
[資料]		
1.	調査団員・氏名	資1 - 1
2.	調査行程	資2 - 1
3.	関係者（面会者）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（概略設計時）	資5 - 1
6.	参考資料	資6 - 1

■ サモア国全図



サモア



図のリスト

第1章 プログラムの背景・経緯

図-1	南半球におけるサイクロンの進路方向	1 - 3
図-2	サイクロン進路と風速の関係	1 - 4
図-3	通常又はラニーニャ現象時のウォーカー循環パターン 及びエルニーニョ現象時のウォーカー循環パターン	1 - 6
図-4	ラニーニャ及びエルニーニョ現象時のサイクロン経路	1 - 6
図-5	実質 GDP (2002 年基準) 成長率と気象災害	1 - 7

第2章 プログラムを取り巻く状況

図-6	天然資源・環境省の組織図	2 - 1
図-7	気象局の組織図	2 - 1
図-8	既設気象観測所位置図	2 - 3
図-9	「サ」国防災組織図	2 - 5
図-10	強風/ハリケーン警報及び注意報発令の手順	2 - 6
図-11	商用電源の電圧変動	2 - 9
図-12	アピアの月平均気温及び月平均降水量	2 - 10
図-13	アピアの月平均気温及び月降水量	2 - 10
図-14	マオタの月平均気温及び月平均降水量	2 - 10
図-15	マオタの月平均気温及び月降水量	2 - 10
図-16	世界で発生した台風 (サイクロン) の経路	2 - 11
図-17	サイクロン予報を行う特別任務を有している世界の RSMC	2 - 12

第3章 プログラムの内容

図-18	気象データ通信ネットワーク図	3 - 10
図-19	現状の GTS 通信網	3 - 13
図-20	プログラム完成後の GTS 通信網	3 - 13
図-21	携帯電話サービスの範囲	3 - 14
図-22	早期警報通信システム	3 - 15
図-23	ウィンドプロファイラシステム概念図	3 - 16
図-24	プログラムのシステム構成図	3 - 18
図-25	輸送ルート	3 - 87
図-26	クイックレスポンスチーム	3 - 91
図-27	機材付帯施設の建設許可取得に必要な手続き	3 -100
図-28	使用済み蓄電池リサイクルの流れ	3 -101

第4章 プログラムの妥当性の検証

図-29 「サ」国地方行政区分	4 - 4
-----------------------	-------

表のリスト

要約

表-1	概略設計概要	要約- 4
表-2	概略設計概要のサイト番号	要約- 4

第1章 プログラムの背景・経緯

表-3	「サ」国の自然災害（1980年～2008年）	1 - 2
表-4	サイクロン Olaf 及び Heta	1 - 4
表-5	「サ」国の気候変動予測	1 - 5
表-6	「サ」国における日雨量極値の発生率の変化	1 - 5
表-7	「サ」国の地域社会の気候変動及び気象災害に対する脆弱性	1 - 5
表-8	準備調査（その1）時に確認された「サ」国からの要請機材	1 - 8
表-9	準備調査（その2）時に確認された「サ」国からの要請機材	1 - 9
表-10	概略設計の対象機材	1 - 10

第2章 プログラムを取り巻く状況

表-11	気象予報官の構成	2 - 2
表-12	気象予報官勤務体制表	2 - 2
表-13	サモア気象局の気象予報	2 - 2
表-14	サイクロン注意報及び警報	2 - 3
表-15	ファレオロ国際空港の航空気象観測	2 - 4
表-16	サモア気象局の気象観測業務体制	2 - 4
表-17	サモア気象局の年間予算の推移	2 - 6
表-18	サモア気象局職員の作業能力	2 - 7
表-19	我が国のODAによるサモア気象局への供与機材	2 - 7
表-20	プログラムサイトのインフラ整備状況	2 - 8
表-21	サモア気象局本局及びファレオロ国際空港の電源整備状況	2 - 9

第3章 プログラムの内容

表-22	警報を作成するために必要となる観測データ	3 - 2
表-23	気象機材運用維持管理費の低減方策案	3 - 5
表-24	概略設計概要	3 - 6
表-25	概略設計概要のサイト番号	3 - 7
表-26	各システムの観測データ送信方法及び駆動電源	3 - 7
表-27	各サイトの必要となる観測要素	3 - 7
表-28	占有チャンネルスキューニングテストの結果	3 - 8

表-29	直交周波数分割多重通信の特徴	3 - 9
表-30	気象観測ネットワーク図 サイトリスト	3 - 11
表-31	気象観測網の整備に必要な機材付帯施設	3 - 12
表-32	主要機材リスト	3 - 19
表-33	主要機材リストのサイト番号	3 - 19
表-34	機材付帯施設の概要、収容機器及び室面積算定根拠	3 - 68
表-35	外部仕上、内部仕上の材料、工法	3 - 69
表-36	品質管理計画	3 - 85
表-37	アピア港への配船予定	3 - 87
表-38	「サ」国の港	3 - 87
表-39	免税に関する主な手続き	3 - 88
表-40	初期操作指導・運用指導等実施場所	3 - 88
表-41	実施工程	3 - 89
表-42	サモア気象局職員配置状況及び計画	3 - 92
表-43	施設定期点検の概要	3 - 92
表-44	設備機器の耐用年数	3 - 93
表-45	日本国側負担経費	3 - 93
表-46	プログラム実施のための「サ」国初度経費	3 - 95
表-47	機材調達に係わる消費税及び輸入税概算	3 - 95
表-48	銀行取極手数料	3 - 95
表-49	「サ」国側負担経費支出スケジュール	3 - 97
表-50	気象局及び航空局の運用維持管理コスト	3 - 98
表-51	サモア気象局の年間予算の推移	3 - 99
表-52	サモア気象局の運用経費推移予測	3 - 99
表-53	プログラム実施に必要な手続き	3 - 100
表-54	申請必要書類	3 - 100
表-55	申請手数料	3 - 101

第4章 プログラムの妥当性の検証

表-56	プログラム実施による効果	4 - 1
表-57	成果指標	4 - 2
表-58	「サ」国の行政区画と人口	4 - 4
表-59	技術協力要請	4 - 5
表-60	環境プログラム無償ソフト型支援 業務従事者要員計画	4 - 7
表-61	環境プログラム無償ソフト型支援 実施工程表	4 - 7

略語集

AVR :Automatic Voltage Regulator	定電圧電源装置
CRED :Centre for Research on the Epidemiology of Disasters	災害疫学研究センター
EDF :European Development Fund	欧州開発基金
EIA :Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EMWIN :Emergency Management Weather International Network	危機管理気象情報ネットワーク
E/N :Exchange of Notes	交換公文
ENSO :El Nino South Oscillation Index	エルニーニョ現象
G/A :Grant Agreement	贈与契約
GDP :Gross Domestic Products	国内総生産
GTS :Global Telecommunication System	世界気象通信網
ICAO :International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ISCS :International Satellite Communications System	国際衛星通信システム
JICA :Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MNRE :Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源・環境省
MTSAT :Multi-Functional Transport Satellite	運輸多目的衛星
NAPA :National Adaptation Programme of Action, Samoa	適応行動計画
NOAA :National Oceanic and Atmospheric Administration	米国海洋大気局
ODA :Official Development Assistance	政府開発援助
OECD :Organization for Economic Cooperation and Development	経済協力開発機構
OFDM :Orthogonal Frequency Division Multiplexing	直交周波数分割多重通信
PALM :Pacific Islands Leaders Meeting	太平洋・島サミット
RASS :Radio Acoustic Sounding System	音波式気温観測装置
RSMC :Regional Specialized Meteorological Center	地域特別気象センター
SDS :Strategy for Development of Samoa	サモア国家開発戦略
SMD :Samoa Meteorology Division	サモア気象局
SOPAC :South Pacific Applied Geoscience Commission	南太平洋応用地球科学委員会
SPCZ :South Pacific Convergence Zone	南太平洋収束帯
TAF :Terminal Aerodrome Forecast	飛行場予報
TCWC :Tropical Cyclone Warning Center	熱帯低気圧警報センター
UNDP :United Nations Development Program	国連開発計画
VAT :Value-Added Tax	付加価値税
VPN :Virtual Private Network	バーチャルプライベートネットワーク
VSAT :Very Small Aperture Terminal	超小型地上局
WMO :World Meteorological Organization	世界気象機関
WWB :Westerly Wind Burst	西風バースト

第1章 プログラムの背景・経緯

第1章 プログラムの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

サモア独立国（以下、「サ」国）は、南太平洋の日付変更線の東側に位置する面積 2,840km² の島国である。「サ」国は、サバイイ島（面積 1,700km²）とウポル島（1,115km²）の主要 2 島と 7 つの小島で構成されている。サバイイ島とウポル島は火山島であり、急峻な山岳を有し、人口の大部分が社会インフラの整備されている沿岸部に居住している。そのため、気候変動によって世界的に災害の拡大が懸念される中、サイクロンによる暴風雨、高潮及び洪水、津波等の自然災害に対する適切な災害対策の整備が喫緊の課題となっている。

さらに南太平洋の大海に浮かぶ島嶼国である「サ」国は、気象災害の被害を受けやすい地形条件、大陸からの遠隔性、気象観測・予報技術の未熟さや防災体制の弱さから、気候変動に対しても極めて脆弱な環境にあり、気候変動によるサイクロンの風速・降水量の増大や、気候変動による海面上昇の影響がサイクロン襲来時の高潮被害をさらに深刻化させること等も懸念されているほか、淡水資源が少ないために日照りが続くことによる干ばつにも脆弱である。また、ひとたび発災すれば、通信インフラ整備の遅れや、各大陸からの物理的な距離が障害となり、被害状況の把握や救援にも遅れが生じやすいとも言われている。

1950 年からの 60 年間に、「サ」国では 12 の大規模なサイクロンが襲来しており、特に被害が甚大でほぼ全島民が被災したといわれている 1990 年には推定被害総額 120 百万 US ドル、1991 年には 245 百万 US ドル、沿岸部・護岸施設の損傷及び主要農作物が深刻な被害を受けた 2004 年には推定被害総額 35 百万 US ドルの被害が記録されている。

これを受け「サ」国は、サモア国家開発戦略（Strategy for Development of Samoa : SDS）においてサモア気象局（Samoa Meteorology Division: SMD）の機能強化を優先課題とし、さらに気候変動に関しては、社会・経済の継続的発展のため、気候変動への適応行動計画（National Adaptation Programme of Action, Samoa: NAPA）の実施の重要性が強調されている。また災害及び危機管理法 2006（Disaster & Emergency Management Act 2006）及び気候変動法 2006（Climate Change Act 2006）により自然災害の軽減、環境維持及び気候変動によるリスクの軽減に注力している。

近年の「サ」国での自然災害を次表に示した。

表3 「サ」国の自然災害(1980年～2008年)

発生日	被災場所	災害の種類	名前	死者数	被災者数	被害額 (US\$)
2008年9月9日～16日	サバイイ島北西部 (Asau及びAopo)	森林火災	Asau & Aopo Forest Fire	0	40世帯	\$65,598
2008年1月25日	首都アピア地域	大雨によるフラッシュフラッド		0	約1,500世帯 及び事業所	\$200,000
2006年2月16日	首都アピア地域	大雨によるフラッシュフラッド		0	約1,200世帯 及び事業所	\$120,000
2005年2月16日	サバイイ及びウポル島	サイクロン	Olaf	0	0	\$30,000
2004年1月5日	サバイイ及びウポル島	サイクロン	Heta	1	30,000	\$35,000,000
2001年4月15日	首都アピア地域及びLepea, Moataa, Falefa	大雨によるフラッシュフラッド		0	約1,300の 事業所	\$4,400,000
1991年12月7日	サバイイ島	サイクロン	Val	13	77,000	\$240,000,000
			Wase			\$5,200,000
1990年2月1日～4日	サバイイ及びウポル島	サイクロン	Ofa	8	195,000	\$120,000,000
1989年1月6日	「サ」国全土 (主にサバイイ島)	サイクロン	Fili & Gina			\$15,500,000
1983年7月～9月	サバイイ島北西部	森林火災			1,000	\$31,650,000

出典:Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) and Samoa Meteorology Division

<サイクロン>

南太平洋の「サ」国近海でのサイクロンの代表的な進路方向の3つのパターンを以下に示す。

- A パターン:** 通常、南太平洋収束帯 (South Pacific Convergence Zone : SPCZ) に沿って北西から南東に進む
- B パターン:** 「サ」国の上空で気圧の谷が卓越して、「サ」国の東側では気圧の谷の流れに乗って北西から南東に移動し、「サ」国の西側では気圧の谷の流れに乗って南西から北東に移動する
- C パターン:** 「サ」国の東の高気圧が北西に伸び気圧の尾根を形成することにより、気圧の尾根の流れに沿って、同じく北西から南東に進む

「サ」国の南西及び南東に位置する亜熱帯高気圧が「サ」国で猛威を振るうサイクロンの進路方向を決定する。通常、サイクロンは周囲の流れに乗って移動するが、サイクロンの風が周囲の流れを変えることもある。そのため上述「Bパターン」のサイクロンが北西や北東の赤道方向へ移動することもある。

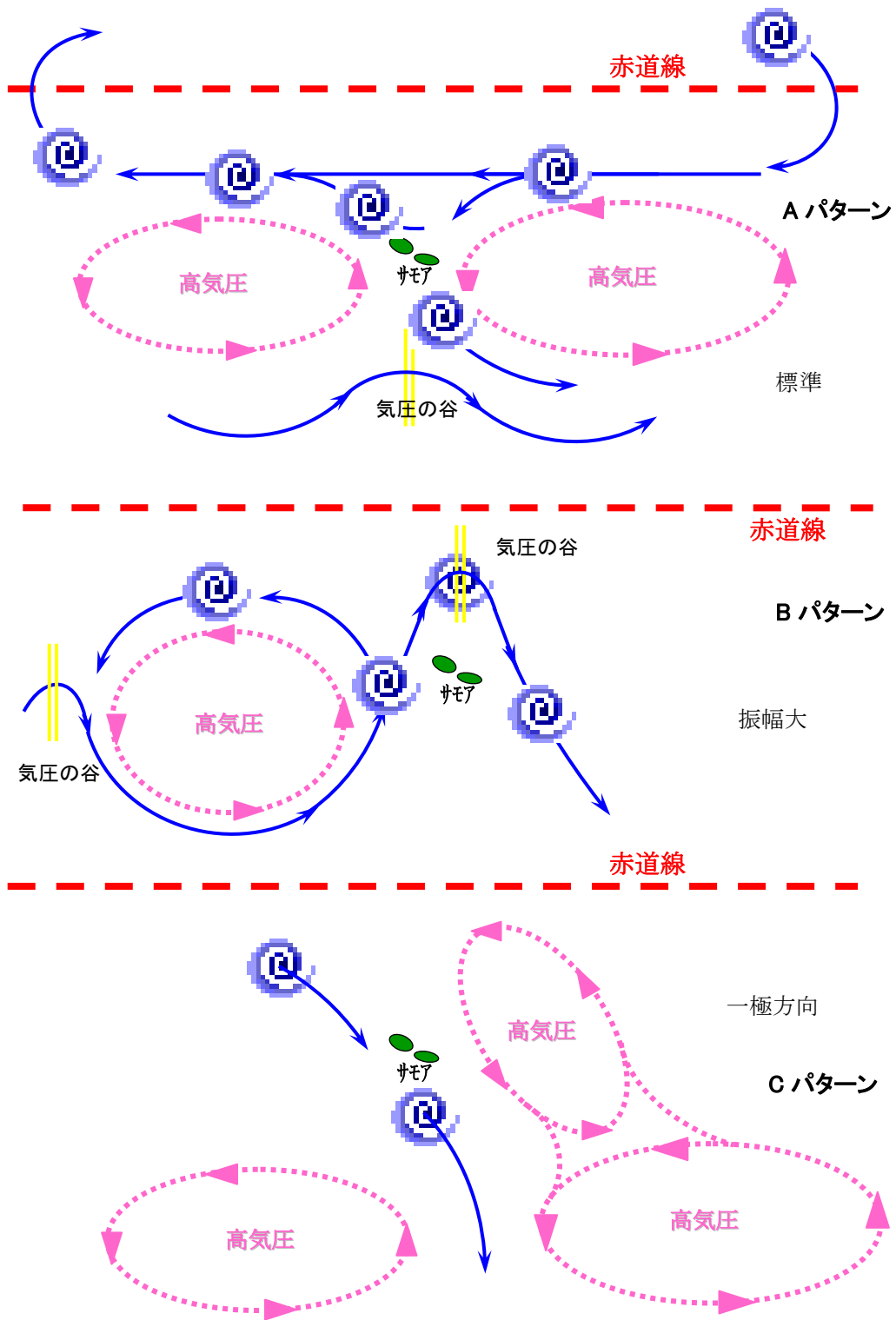
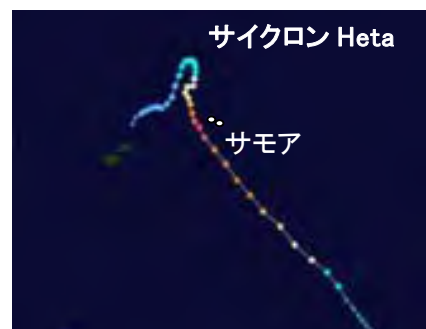


図1 南半球におけるサイクロンの進路方向

歴史的に、サイクロンが「サ」国の南側を通過する際、同国に甚大な被害を与えてきた。近年の例では、2005年2月15日～17日、「サ」国の北側を非常に強いサイクロン Olaf が通過した際には、それほど深刻な被害をもたらさなかったが、2004年1月3日～5日、サイクロン Heta が「サ」国南側

を通過した際、Olaf よりも「サ」国に接近しなかったにも関わらず、甚大な被害をもたらしている。表 4 に示す通り、Heta による被害は Olaf によるものの約 1,100 倍である。そのため



「サ」国にとって、サイクロン災害対策上、サイクロンの進路方向情報は極めて重要な意味を持っている。

表 4 サイクロン Olaf 及び Heta

サイクロン	アピア気圧	中心気圧	通過サイド	発生年月
Olaf	997.4 hPa	915hPa	「サ」国北側	2005 年 2 月
Heta	991.5 hPa	945hPa (Niue)	「サ」国南側	2004 年 1 月

下図に示したように、サイクロン進行方向左側（「サ」国の南側通過時）では、サイクロンの速度及び風速が進行方向と重なるため、「サ」国に吹く風は右側よりも強くなる。一方、進行方向右側（「サ」国の北側通過時）ではサイクロンの風速から進行方向の速度が差し引かれるため、「サ」国に吹く風は左側より弱くなる傾向がある。



図 2 サイクロン進路と風速の関係

<航空気象業務の拡充>

民間航空機は、離発着時の約 11 分間が最も不安定な時期である。パイロットにとって空港の気象状況は離発着前の準備段階において最大の関心事である。特に、民間航空機の安全な離発着に最も重要な気象観測要素である視程、雲高の実況データをパイロット及び空港管制官が離発着前に知るとは、民間航空機の安全運行に直接貢献する。ファレオロ国際空港は、国際民間航空機関 (International Civil Aviation Organization : ICAO) のカテゴリー1 に指定されているが、ICAO

及び世界気象機関（World Meteorological Organization：WMO）の求める国際空港気象観測基準を満たしていない状況であり、ファレオロ国際空港の安全性を向上させるための気象観測システムの整備が不可欠となっている。またサモア気象局は、ファレオロ国際空港において、視程、雲高観測を目視で実施しているが、同空港の国際便の離発着は夜間が多く、夜間の目視観測は困難であることから早急な改善が求められる。

<気候変動>

「サ」国を含む太平洋の島嶼の国々は、地域が保有する長期気候データより気候変動の傾向及び各国の脆弱性を独自に調査している。この長期気候データが、太平洋島嶼の地上気温が 20 世紀の間で 0.3～0.8° C 上昇していることを示しており、特に南太平洋収束帯の南西部が最も大きく上昇している。次表は、サモア気象局が所有する過去 101 年間の観測値より、「サ」国独自に実施された調査により得られたデータである。また今後も気温の上昇が続き、それに伴い干ばつの期間が今よりも長くなることが予想されており、南太平洋収束帯を含む一部の地域では、既に降水量の減少が見られる。

表5 「サ」国の気候変動予測

気候値	傾向
最高気温	0.67 ° C 上昇
最低気温	0.18 ° C 上昇
平均気温	0.59 ° C 上昇
雨量	49.28 mm 減少

出典:サモア気象局

表6 「サ」国における日雨量極値の発生率の変化

最低日雨量	1960～1979	1980～2006
200 mm	1 日/11.6 年	1 日/3 年
250 mm	1 日/60 年	1 日/5.5 年
300 mm	1 日/318 年	1 日/10 年
350 mm	1 日/1,700 年	1 日/21 年

出典:サモア気象局

地球温暖化が進むにつれてサイクロンの発生回数は減少するものの、サイクロンによる風速・降水量が増加するため、1つのサイクロンによる被害の規模が増大するものと考えられている。つまり、ひとたびサイクロンが襲来すれば、これまで以上に風水害を被る恐れがある。

表7 「サ」国の地域社会の気候変動及び気象災害に対する脆弱性

主な脆弱性	脆弱性の原因					
	CVY 気候変動	SLR 海面上昇	DRT 干ばつ	FLD 洪水	SSC 暴風雨	TCS サイクロン
海の侵食による土地の消失		○			○	○
洪水と浸水及び土地の沈下		○		○	○	○
水不足と水質の悪化		○	○	○	○	○
健康への被害の増加	○		○	○		
農作物被害	○		○	○	○	○
生物、遺産及び土地価値の減少	○	○	○	○	○	○
社会共有資産の被害		○		○	○	○

出典:the Ministry of Natural Resources, Environment & Meteorology
(National Adaptation Programme of Action, Samoa)

<エルニーニョ現象>

西部及び中央太平洋域（東経 131.5～西経 150 度）には西風バースト（Westerly Wind Burst: WWB）と呼ばれる現象がある。西風バーストはエルニーニョ現象（El Nino South Oscillation Index: ENSO）に深く関係していると考えられ、エルニーニョ現象発生時に太平洋中部において赤道を挟んで南北 5 度の範囲で発生し、南緯 5 度の風がより南の風向（西風）を示す現象である。「サ」国はオーストラリアのダーウィンとタヒチの間に位置し、エルニーニョ及びラニーニャのシーソー現象の支点にあたる。そのため、エルニーニョ現象を監視するには最適な場所であることから、ウィンドプロファイラシステムによるエルニーニョ及びラニーニャのシーソー現象の支点の高層観測を含む気象観測データは、世界にとって貴重なものであり、気候変動予測にも貢献することが期待される。

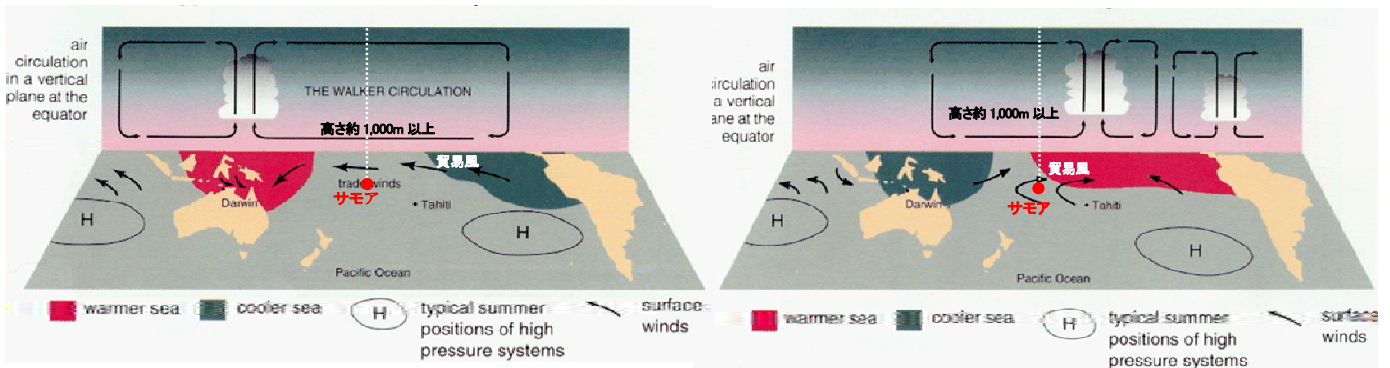
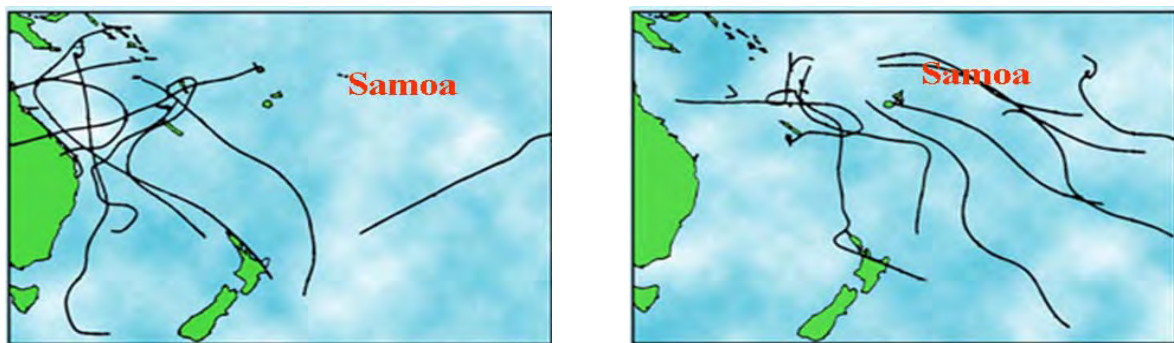


図3 通常又はラニーニャ現象時のウォーカー循環パターン及びエルニーニョ現象時のウォーカー循環パターン

出典：オーストラリア気象庁

エルニーニョ現象は、南太平洋地域のサイクロンの発生に影響し、ラニーニャ現象の時は「サ」国にはサイクロンの影響が少ないことを次の図は示している。「サ」国はエルニーニョ現象が弱い又はそれほど強くない状況だと、Heta（2004 年）、Val（1991 年）及び Ofa（1990 年）といった甚大な被害を及ぼすサイクロンが襲来している。また水不足により農業被害や山火事も経験している。



1975/76 ラニーニャ現象時

1976/77 エルニーニョ現象時

図4 ラニーニャ及びエルニーニョ現象時のサイクロン経路

1-1-2 開発計画

サモア気象局の機能強化を図るための開発計画は、2005-2007年サモア国家開発戦略（SDS）（i）、（b）運輸部門の「効率的且つ有効的な公益事業及び社会基盤整備」及び2008-2012年サモア国家開発戦略（SDS）において謳われており、同戦略の中では、国際基準に準じた航空気象サービスの実施の必要性も強調されている。サモア気象局の主管官庁である天然資源・環境省（Ministry of Natural Resources and Environment: MNRE）の業務計画2006-2008においても、気象分野の機能強化が重要課題として計画されている。さらに気候変動に関しては、2008-2012年サモア国家開発戦略（SDS）において社会・経済の継続的発展のため、気候変動への適応行動計画（NAPA）の実施の重要性を強調されているほか、災害及び危機管理法2006（Disaster & Emergency Management Act 2006）及び気候変動法2006（Climate Change Act 2006）により自然災害の軽減、環境維持及び気候変動によるリスクの軽減に注力している。

1-1-3 社会経済状況

「サ」国の経済は、伝統的に、開発援助、海外からの家族送金、農業及び漁業に依存している。労働力全体の1/3が農業に従事しており、ココナツクリーム、ココナツ油、コプラ（ココナツの実を乾燥させたもの）が主で、9割が輸出されている。そのため、製造業は、主に農産物を加工している。この地域の魚種資源の減少は、継続的な問題である。成長している分野として観光業があげられ、国内総生産の25%を占め、2001年には、88,000人の観光客が「サ」国を訪れている。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、国内総生産（Gross Domestic Products: GDP）の14%を占め、成長が期待されている観光業を含むサービス業が63%を占めている。右に、1999年からの「サ」国の実質GDP（2002年基準）成長率と気象災害による被害を示す。大きな災害を被った年の翌年は、実質GDP成長

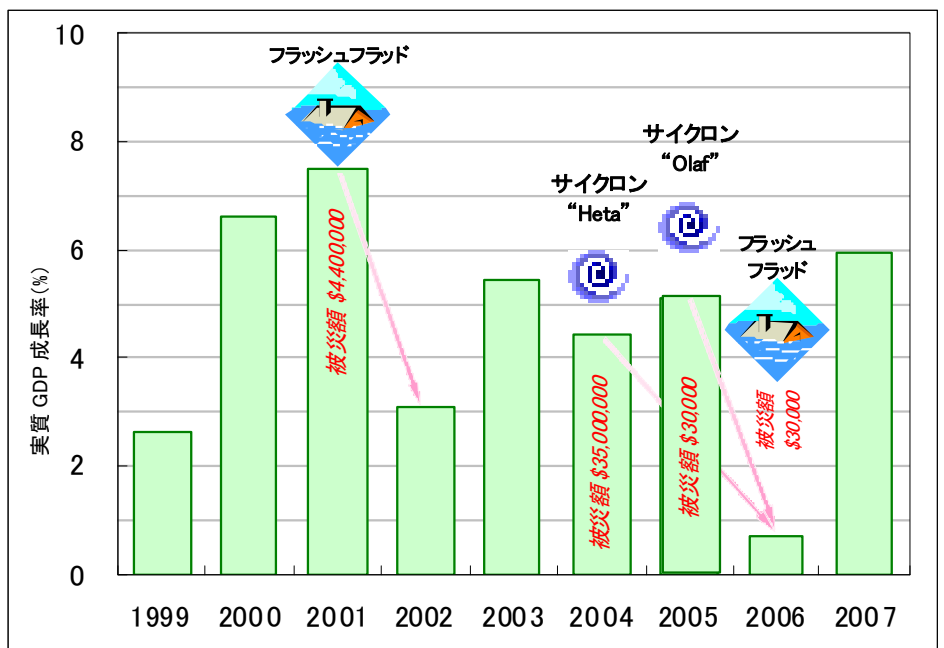


図5 実質GDP(2002年基準)成長率と気象災害

率の減少が見られる。

1-2 環境プログラム無償資金協力の背景・経緯及び概要

2008年に「サ」国より、気象観測、早期警報システム、空港気象観測システムに係る環境プログラム無償資金協力（機材整備）が要請された。本要請を受け、独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: JICA）は2009年3月30日から2009年4月27日にかけて準備調査（その1）を実施し、同調査の中で次の通り要請の内容が確認された。

表8 準備調査(その1)時に確認された「サ」国からの要請機材

番号	内容	設置場所	数量
1	航空気象観測システム（表示システムを含む）	ファレオロ国際空港	2
2	自動気象観測システム	アフリロ	1
		サマタウ/レファガ	1
		トギトギガ	1
		マノノ	1
		アバオ	1
		マオタ国際空港	1
		タフタフオエ	1
3	潮位観測システム	アレイパタ埠頭	1
		アサウ	1
4	気象観測データ通信システム	未定	未定
5	気象データ管理システム	サモア気象局本局	1
6	GTS メッセージスイッチシステム		1
7	MTSAT データ受信システム		1
8	予報業務支援システム		1
9	早期警報通信システム		1
10	電源バックアップシステム		1
11	ウィンドプロファイラシステム		1

上記表中11の「ウィンドプロファイラシステム」が準備調査（その1）実施中に、サモア気象局より新たに要請され、同調査団の帰国後、天然資源・環境省より JICA サモア支所宛に追加要請が提出された。

準備調査（その1）時の要請内容の必要性及び妥当性が確認されたことから、JICA は2009年8月16日から2009年9月15日にかけて準備調査（その2）を実施した。「ウィンドプロファイラシステム」を含め上記の要請内容に基づき、準備調査（その2）時にサモア気象局と協議を重ねた結果、本プログラム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。

以下に準備調査（その2）時に「サ」国より要請された機材内容を示す。

表 9 準備調査(その2)時に確認された「サ」国からの要請機材

番号	内容	設置場所	数量
1	航空気象観測システム (表示システムを含む)	ファレオロ国際空港	2
2	自動気象観測システム	レマファ	1
		サルアファタ	1
		トギトギガ	1
		マノノ	1
		レピウタイ	1
		マオタ国際空港	1
		タル山	1
2	校正用機器 <ul style="list-style-type: none"> ・ マーキュリーバロメーター (気圧計) ・ 最高温度計 ・ 最低温度計 ・ 乾湿温度計 ・ ノギス ・ 巻き尺 ・ GPS 計測器 	サモア気象局本局	1
3	潮位観測システム	アレイパタ埠頭	1
		アサウ	1
4	気象観測データ通信システム (データ中継システムを含む)	図 18 参照	17
5	気象データ管理システム	サモア気象局本局	1
6	GTS メッセージスイッチシステム		1
7	MTSAT データ受信システム		1
8	予報業務支援システム		1
9	早期警報通信システム		1
10	電源バックアップシステム		1
11	ウィンドプロファイラシステム		1

<追加要請のあった気象観測機材の校正用機器>

航空気象観測システム、自動気象観測システム及び潮位観測システムの維持管理及び観測値精度の確認・調整を行うために必要となる表中 2 の校正用機器が追加要請された。プログラム完了後に、機材を適切に維持管理するためには必要な機器であることから、本プログラムに加えることとした。

<要請機材に対する国内解析結果>

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った結果、次の表に示した機材を概略設計の対象機材とした。要請のあった 2 ヶ所の潮位観測システムに関しては、以下の理由により概略設計対象機材から外した。ただし、潮位観測を行うことは「サ」国の防災上、極めて重要な事であることから、トギトギガの 1 ヶ所の自動気象観測システムに潮位観測センサーを付帯させることとし、機能は温存させた。

- a. 気象観測網の観測要素を統一し、観測網全体の構成を簡素化した
- b. 観測所数を減らすことにより、サモア気象局の維持管理をより容易なものとし、組織の規模に合った気象観測網サイズとした

c. 「サ」国の維持管理費及びプログラム費を軽減した

表 10 概略設計の対象機材

番号	内容	設置場所	数量
機材調達・設置			
1	航空気象観測システム	ファレオロ国際空港	2
	航空気象観測データ表示システム		3
2	自動気象観測システム	レマファ	1
		サルアフアタ	1
		トギトギガ	1
		マノノ	1
		レピウタイ	1
		マオタ国際空港	1
		タル山	1
3	校正用機器 <ul style="list-style-type: none"> ・ マーキュリーバロメーター（気圧計） ・ 最高温度計 ・ 最低温度計 ・ 乾湿温度計 ・ ノギス ・ 巻き尺 ・ GPS 計測器 	サモア気象局本局	
3	気象観測データ通信システム (データ中継システムを含む)	図 18 参照	15
4	気象データ管理システム	サモア気象局本局	1
5	GTS メッセージスイッチシステム		1
6	MTSAT データ受信システム		1
7	予報業務支援システム		1
8	早期警報通信システム		1
9	電源バックアップシステム		1
10	ウィンドプロファイラシステム		1
機材付帯施設建設			
11	パワーバックアップ棟	サモア気象局本局	1
	機器棟		1
	コンクリートシェルター	図 18 参照	17
	ウィンドプロファイラシステム基礎	サモア気象局本局	1

1-3 我が国の援助動向

(1) 「サ」国に対する我が国の開発援助の基本方針

2006年5月の第4回太平洋・島サミット（Pacific Islands Leaders Meeting: PALM）において発表した我が国支援策の中の5つの重点課題（経済成長、持続可能な開発、良い統治、安全確保、人と人との交流）を踏まえ、「サ」国政府の国家開発計画に沿った協力を戦略的に行っていく。

(2) 協力分野

上記基本方針を踏まえ、以下の分野を中心に協力を行っている。

- 1) 教育：基礎教育改善（初・中等教育の充実）、技術教育・職業訓練改善、高等教育強化
- 2) 環境保全：廃棄物対策（廃棄物処理の運営管理能力向上、ゴミ減量化）、自然環境保護、環境教育
- 3) 保健医療：医療サービスの改善（基礎保健の充実、地域医療施設の充実、医療人材の育成）
- 4) 所得向上：農・水産業強化、国内産業の開発（観光開発、地場産業育成）
- 5) 社会基盤整備：運輸・交通インフラや電力事業に対する支援

1-4 他ドナーの援助動向

他ドナーによる「サ」国に対する気象・防災分野での最近の国際協力としては、以下の通りである。調査の結果、本プログラムと重複した援助計画はないことを確認した。

- 1) オーストラリア国際開発庁（AusAID）：南太平洋 12 ヶ国（「サ」国はアピア港に 1 ヶ所）での潮位観測装置を設置（South Pacific Sea Level and Climate Monitoring Project, 1991-2010）
- 2) 欧州開発基金（The European Development Fund: EDF）／南太平洋応用地球科学委員会（South Pacific Applied Geoscience Commission: SOPAC）：火山ハザードマップ、洪水ハザードマップの作成協力（Reducing Vulnerability through Island System Management, 2008-2009）
- 3) 中国：地震観測装置（観測所 6 ヶ所、移動システム 2 セット）と観測データ処理装置の設置を計画中（Samoa Integrated Geo-hazard Array, July 2009 to January 2011）
- 4) 国連開発計画（UNDP-GEF: Global Environment Facility）：人体及び農作物に対する気候変動の影響調査。3 台の移動農業気象観測装置を整備（Climate Change Adaptation for Health and Agriculture, 2009-2012）

上述以外にも、フランス気象庁による「空港気象サービス管理」等が計画されているが、本格的な実施には至っていない。また本年、ニュージーランド気象庁による 3 日間の「悪天候予報と災害リスク低減トライアル」の研修が実施された。

第2章 プログラムを取り巻く状況

第2章 プログラムを取り巻く状況

2-1 プログラムの実施体制

2-1-1 組織・人員

「サ」国の気象業務を行なう唯一の政府機関であるサモア気象局の主管官庁は、天然資源・環境省である。天然資源・環境大臣は、首相と共に国家防災評議会を構成する主要メンバーであることから、防災管理事務所も下図のように傘下に置いている。

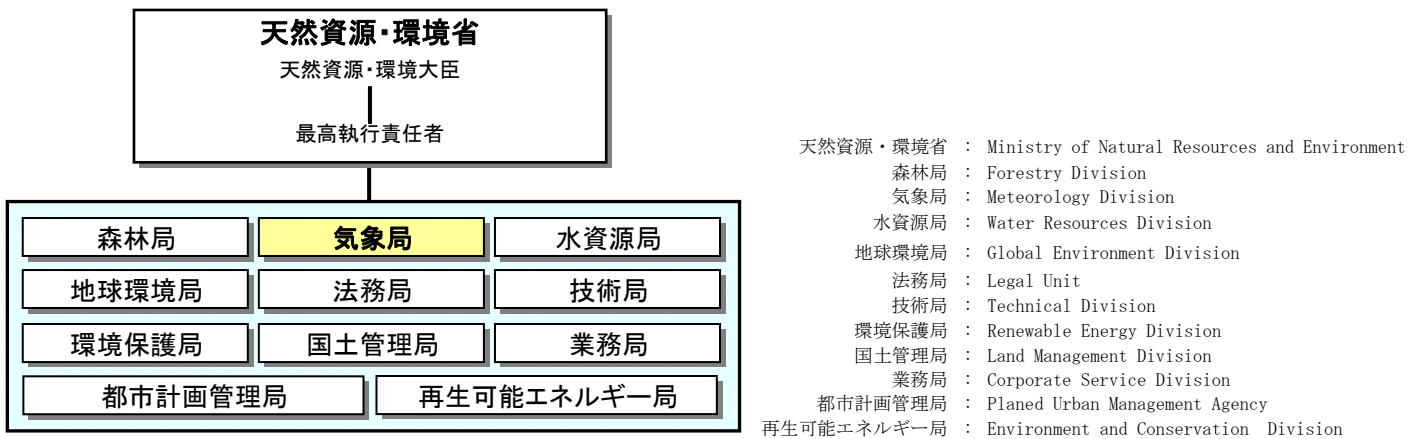


図6 天然資源・環境省の組織図

サモア気象局の現在の正職員数は31名（2009年9月現在）である（臨時雇用職員を含めた全職員数は57名）。サモア気象局組織構成概略は以下の通りとなっている。サモア気象局本局は首都のアピアにある。

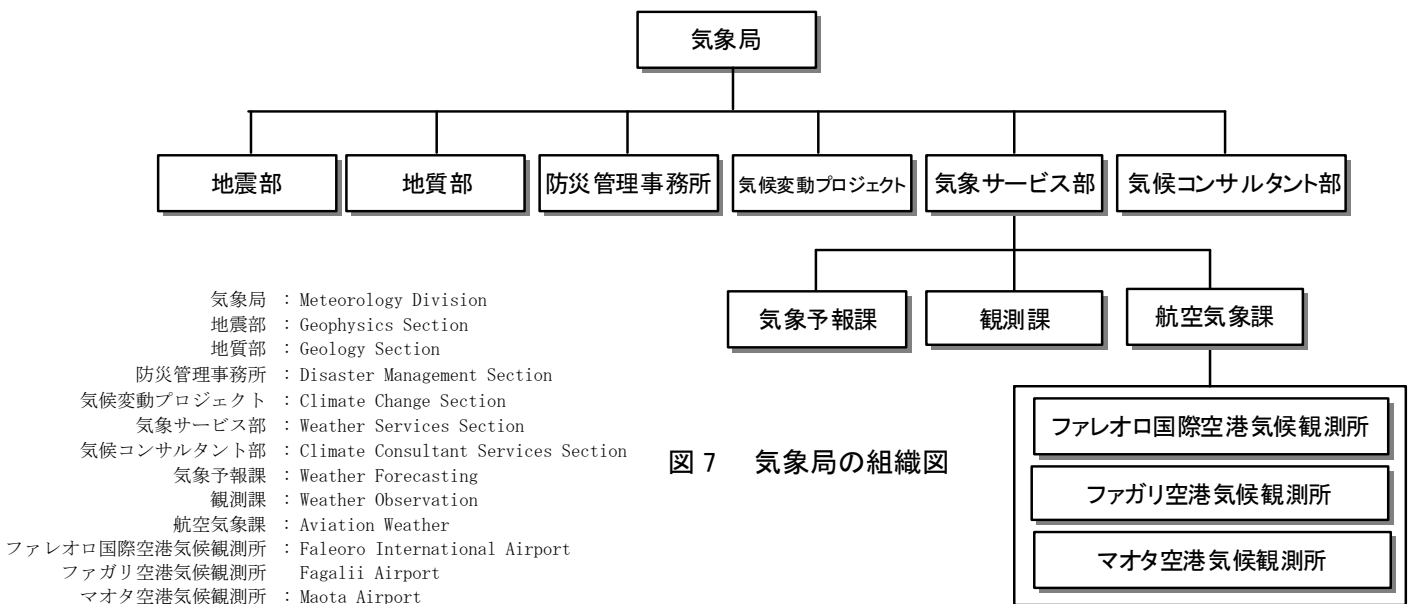


図7 気象局の組織図

＜サモア気象局の予報業務＞

- サモア気象局の現業予報体制

1998 年以前はフィジー気象局が「サ」国の気象予報業務を代行していたが、1998 年にインドネシア国のバリ島で開催された WMO 会議において、「サ」国が独自に気象予報業務を行なう事が取り決められ、同年に開始した。

サモア気象局では、WMO 気象技術者技能資格 (I～IV) を有している 6 名の気象予報官により予報業務が 2 交代制で行なわれている。またサイクロン発生・接近・襲来時には、3 交代制で 24 時間体制となる。

表 11 気象予報官の構成

役職	経験年数	WMO 気象技術者技能資格	人数
気象課長 (Head of Weather Section)	15	I	1
上級科学技官 (Senior Scientific Officer)	23	II	1
気象予報官 (Scientific Officer for Forecasting)	5-20	III	2
気象予報助手 (Assistant Scientific Officer for Forecasting)	10-15	III-IV	2

表 12 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	01:00-09:00	2	1
II 班	09:00-17:00	2-4	2

- サモア気象局の通常予報

予報業務に関しては、作業時間、参照資料、予報決定までの手順がマニュアル化されており、サモア気象局が発表している下表の気象予報は主にフィジー地域特別気象センター (Regional Specialized Meteorological Center: RSMC) が発表している定時気象情報、気象衛星情報及び海外の気象機関が公開している数値予報等に基づき作成されている。

表 13 サモア気象局の気象予報

予報	発表時間	予報項目	主な提供先	情報提供方法
国内天気予報 (国内 5 気象管区別)	1 日 2 回 午前 5 時 30 分 午後 3 時 30 分	気象概況、24、48、72、96 時間予報、サイクロン情報	国民 マスメディア	気象局 Web サイト
南・北沿岸気象予報	1 日 2 回 午前 5 時 00 分 午後 3 時 00 分	気象概況、24、48、72 時間予報	国民 マスメディア	気象局 Web サイト
主要 8 地点天気予報	1 日 1 回 午後 3 時 30 分	気象概況、24、48 時間予報、サイクロン情報	新聞社	E-mail
タケラウ地域天気予報	1 日 2 回 午前 6 時 00 分 午後 4 時 00 分	気象概況、24 時間予報	国民	気象局 Web サイト
			ラジオ局	手渡し

● サモア気象局のサイクロン注意報・警報

サモア気象局が発令するサイクロン注意報・警報は、フィジーRSMC が発表している予警報、気象衛星画像及び国内観測データにより作成され、サモア気象局 Web サイトの 1 日 2 回の国内天気予報更新時にサイクロン情報（サイクロンの有無を含め）が掲示されている。またサイクロンの接近・襲来時は、現状、6 及び 12 時間後のサイクロン位置情報等を含む特別気象速報を 3 時間毎に発令している。

表 14 サイクロン注意報及び警報

発表報	発表条件	基準風速
強風注意報	12-24 時間以内に強風が襲う恐れの場合	25-33 ノット (13-16m/s)
予告的強風警報	24-48 時間以内に激しい強風が襲う恐れの場合	25-33 ノット (13-16m/s)
強風警報	12-24 時間以内に激しい強風が襲う恐れの場合	34-47 ノット (17-25m/s)
予告的暴風警報	24-48 時間以内に暴風が襲う恐れの場合	34-47 ノット (17-25m/s)
暴風警報	12-24 時間以内に暴風が襲う恐れの場合	48-63 ノット (25-32m/s)
予告的ハリケーン警報	24-48 時間以内にハリケーンが襲う恐れの場合	48-63 ノット (25-32m/s)
ハリケーン警報	12-24 時間以内にハリケーンが襲う恐れの場合	64 ノット (33m/s) 以上

サモア気象局より発令された注意報・警報は、国家防災評議会が、公共事業交通インフラ省、警察、消防、赤十字社、ホテル協会、教会評議会、マスメディア等の官・民 47 組織から構成される防災管理事務所が調整する防災諮問委員会を通じ直接国民に伝えられる。

＜サモア気象局の観測業務＞

サモア気象局は、表 16 に示す通り、30ヶ所の雨量観測所、7ヶ所の気候観測所、10ヶ所の自動気象観測所（サモア気象局所有：4＋米国海洋大気局（National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA）所有：6）を有している。各気候観測所の観測・維持管理業務に関しては、ウポル島のアピア本局、ファレオロ空港、ナハヌア及びアフアファイマン気候観測所は 8 名、サバイイ島のアサウ空港気候観測所は 1 名の計 9 名の観測職員で運用維持管理されている。またトギトギガとマオタ空港気候観測所及び全ての雨量観測所に関しては、「ボランティア」と呼ばれる低報酬契約職員により観測や清掃等の容易な維持管理業務が実施されている。

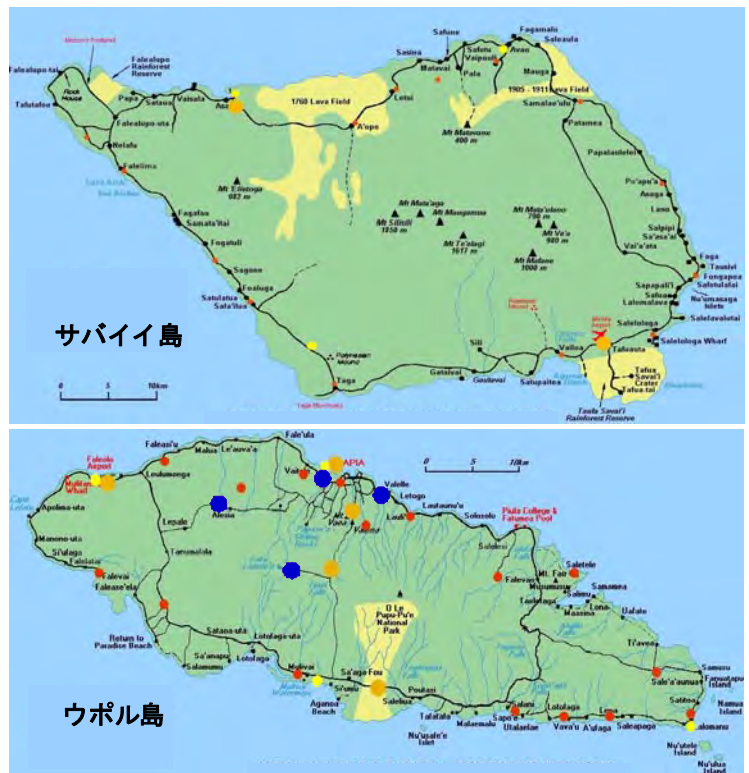


図 8 既設気象観測所位置図
 ■ 既設雨量観測所
 ● 既設気候観測所
 ● NOAA 所有の既設自動気象観測所
 ● サモア気象局所有の既設自動気象観測所

取得された全ての観測データは、サモア気象局本局の気候コンサルタント部により電子化され、上部監督官庁である天然資源・環境省のデータサーバーに保存されている。

NOAAにより運用されている自動観測所の機材に関しては、年に2回、アメリカンサモアのNOAA技術者が行っており、サモア気象局職員は関与していない。観測データに関しては、全てアメリカへ直接送信されていることから、サモア気象局は受信できないシステム構成となっている。またオーストラリア国際開発庁が整備した潮位観測所が唯一アピア港に1ヶ所あるが、観測データは全てオーストラリアへ直接送信されていることから、サモア気象局は潮位観測データを有していない。

<航空気象観測業務>

「サ」国の国の玄関口であり、最大の国際空港であるファレオロ国際空港には、年間6,700便の民間航空機が離発着する。同国際空港では、WMO基準に従い1996年に、航空気象観測業務をサモア気象局へ移管した。しかしながら、観測職員数が少ないこと及び気圧以外はマニュアル観測に頼っているため、昼夜を問わず多頻度で且つ即応性の求められる航空局の要求に対応することができていない。そのため非効率ではあるものの、サモア航空局と気象局の両者が平行して気象観測を行なっているのが現状である。ファレオロ国際空港での航空気象観測業務の現状を下表にまとめた。

表 15 ファレオロ国際空港の航空気象観測

	航空局	航空気象観測所 (サモア気象局)
風向・風速	自動観測	吹き流しによる観測
雨量	-	マニュアル観測
気温	自動観測	マニュアル観測
気圧	自動観測	マニュアル観測
湿度	自動観測	マニュアル観測
日射量	-	-
視程	-	マニュアル観測
雲高	-	マニュアル観測
観測データの記録	記録していない	規定用紙に記入

表 16 サモア気象局の気象観測業務体制

観測所種類	観測所数	観測要素	観測頻度	データ収集方法	
雨量観測所	30	24時間雨量	1日1回	1ヶ月分を郵送又は手交	
気候観測所	7	最高気温、最低気温、湿度	アピア本局：3時間毎	気象局本局職員が観測所において観測データを収集	
			ファレオロ国際空港：1時間毎		
			アサウ空港：3時間毎		気象局常駐職員が電話で本局へ伝達
			ナハヌア、アフアイアマン：1日1回		気象局本局職員が観測所において観測データを収集
			他の観測所：1日1回	1ヶ月分を郵送又は手交	
自動気象観測所 (気象局が運用)	4	風向風速、気温、湿度、気圧、降水量、日照時間	10分毎及び1時間毎	無線LANで本局へ送信	
自動気象観測所 (NOAAが運用)	6	風向風速、気温、降水量、気圧	1時間毎	NOAAホームページからインターネット経由で取得	

民間航空機は、離発着時の約 11 分間が最も不安定な時期である。パイロットにとって空港の気象状況は離発着前の準備段階において最大の関心事である。特に、民間航空機の安全な離発着に最も重要な気象観測要素である視程、雲高の実況データをパイロット及び空港管制官が離発着前に知ることが、民間航空機の安全運行に直接貢献する。サモア気象局は、現在、ファレオロ国際空港において、視程、雲高観測を目視で実施しているが、同空港の国際便の離発着は夜間が多く、夜間の目視観測は困難であることから早急な改善が求められる。

<「サ」国の防災体制>

首相と天然資源・環境大臣からなる国家防災評議会が、サモア気象局傘下の防災管理事務所が調整する官・民 47 組織から構成されている防災諮問委員会を通じて国民に対して必要な災害対策を講じることになっている。「サ」国では、この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（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。このため、情報の上流部分である気象機関の気象観測・予警報体制を充実させて、気象情報の内容や精度が向上すること及び末端の利用者やコミュニティの気象予警報に対する理解度が深まることで、避難・防災活動がさらに効率化されることが考えられる。右図の「コミュニティ」は、キリスト教司教や首長がリーダーとなり構成されている。国家防災計画には、教会関係の代表として教会評議会、コミュニティへの窓口として女性・コミュニティ・社会開発省が含まれている。また教会は、通常は住民交流の場として、そしてサイクロン襲来時は、避難場所にもなっている。

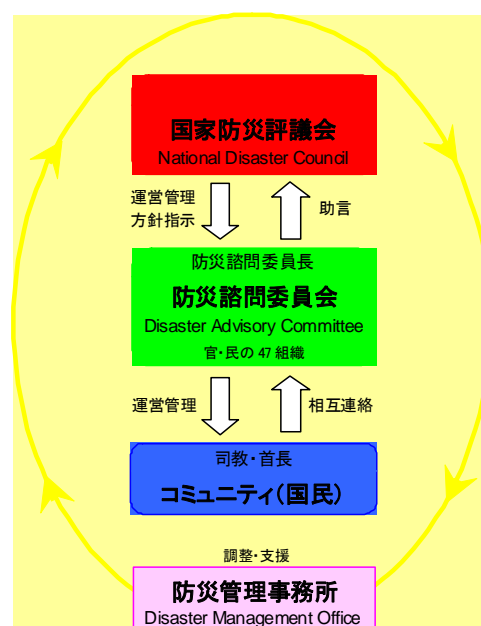


図 9 「サ」国防災組織図

出典: 国家防災計画

「サ」国では、気象情報や災害情報等の伝達には、マスメディアが大きな役割を果たしており、AM ラジオ放送 1 局、FM ラジオ放送 7 局、TV2 局がある。AM 局は国営放送で、FM 局及び TV 局は既に民営化されている。通常、夜間放送は行われていないが、サイクロン接近・襲来時にはラジオ放送は 24 時間運用に切り替わり、気象情報も 30 分毎に放送される。

災害警報の伝達ルートとして、サモア気象局が携帯電話会社を通じ防災諮問委員会及び各地の主要委員である約 1,300 名にショートメッセージサービスを使って送信することが、携帯電話会社（「サ」国最大手の携帯電話会社：Digicel）の好意により合意されている。しかしながらサモア気象局の災害警報を伝達するための機材が未整備であるため、サモア気象局が携帯電話会社へ直接口頭にて情報

を伝達して携帯電話会社が警報を送信する体制が取られているが、警報送信までに費やす時間がかかり過ぎることから実用には至っていない。

「サ」国では、右図の手順に従い強風/ハリケーン警報及び注意報を発令している。サイクロン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軽減するには、情報提供体制を整備して適時迅速にサイクロン情報と警報を住民へ伝達することが不可欠である。

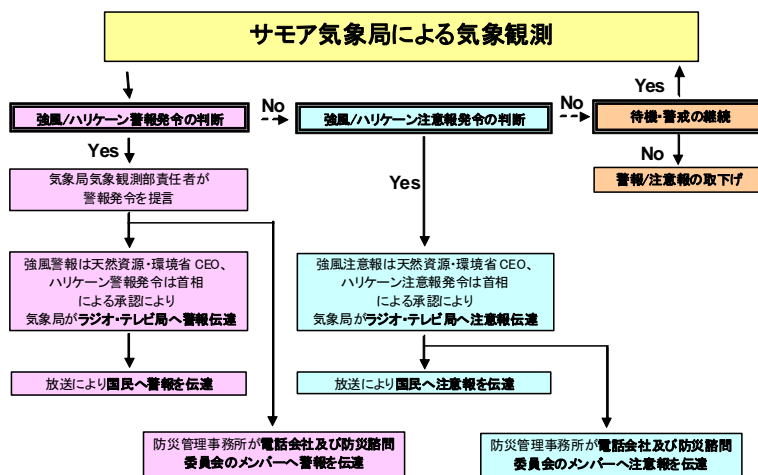


図 10 強風/ハリケーン警報及び注意報発令の手順

出典：サイクロン対応計画

2-1-2 財政・予算

「サ」国の会計年度は、7月1日～翌年6月30日で、新年度予算の要求期限は4月となっている。

「サ」国会計年度 2005-06 年度から 2009-10 年度までのサモア気象局の年間予算及びその推移は下表の通り、過去5年で2%の伸びを示している。

表 17 サモア気象局の年間予算の推移 (単位：サモアタラ)

項目	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010
人件費	764,497	830,452	830,452	907,983	895,717
運営費	146,974	144,632	157,800	112,449	132,848
資本コスト	0	0	0	0	0
設備整備費	216,486	100,121	100,121	130,411	122,415
合計	1,127,957	1,075,205	1,101,022	1,150,843	1,150,980

2-1-3 技術水準

サモア気象局の観測職員が、全ての雨量及び気候観測所の観測測器の維持管理を実施している。また日本より派遣されているシニア海外ボランティアが、維持管理の現地研修 (OJT) を随時行ない技術レベルの向上に努めている。

2009年5月に実施された「JICA ボランティアカウンターパート支援フローアップ」では、自動気象観測装置が3基及び各装置の観測データをサモア気象局本局へ伝送するためのデータ伝送装置

(5GHz の無線 LAN) が初めて設置された。データ伝送装置の維持管理はサモア気象局にとって初めての経験であることから、機材メーカー技術者により現地研修が実施され、日々の維持管理業務を通じて気象観測職員の技術力が向上されている。サモア気象局観測職員の気象観測機材の維持管理経験をみると、技術者の多くは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、交換及び調整等の技能を持っている。また、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があり基本的な操作に慣れているため、信号処理及び画像処理等をコンピュータに依存している昨今の気象観測・予報機材等への技術的対応には大きな問題がないものとする。導入予定の機材を主に使用し且つ維持管理を行うサモア気象局内の気象サービス部及び気候コンサルタント部の各職員の技術レベルを下表に示した。

表 18 サモア気象局職員の作業能力

単位：人

作業内容	気象サービス部 (計 15 名)	気候コンサルタント部 (計 5 名)	合計
気象/気候予報	6	5	11
コンピュータ操作 (ウィンドウズ)	14	5	19
保守管理			
機械的/電氣的作業			
マニュアル観測器の調整管理	8	-	8
自動気象観測装置のセンサー交換	2	-	2
電機部品のはんだ付け	3	-	3
測定機器を用いたプリント基板の調整	4	-	4
測定機器を用いたトラブル解決	3	2	5
コンピュータ関連作業			
データロガーからのデータ抽出	2	-	2
データロガーへのソフトウェアインストール	2	-	2
データロガーと通信機器のシステム構築	2	-	2
PC ターミナルのトラブル解決	3	5	8

2-1-4 既存施設・機材

我が国の協力により、現在までに以下の機材が整備された。

表 19 我が国の ODA によるサモア気象局への供与機材

協力名	実施年	供与機材内容	機材配置図
JICA 研修員フォローアップ	2005 年	<ul style="list-style-type: none"> 自動気象観測装置 (● : 1 台) : 風向・風速、気温、湿度、雨量、気圧、日照時間 屋内表示装置 (1 台) 	
JICA ボランティアカウンターパート支援フォローアップ	2009 年	<ul style="list-style-type: none"> 自動気象観測装置 (● : 3 台) : 風向・風速、気温、湿度、雨量、気圧、日照時間、日射量 無線 LAN データ通信システム (— : 1 式) 気象データ解析システム (1 台) 雷探知装置 (1 台) 	

2-2 プログラムサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

各プログラムサイトのインフラの整備状況は、下表の通りである。

表 20 プログラムサイトのインフラ整備状況

島名	ウボル島					
サイト名	サモア気象局本局	バエア山	フィアモエ山	トギトギガ	レマファ	サルアフアタ
土地所有者	サモア気象局	サモアテル	個人所有	個人所有	国有地 (農業・水産省)	メソジスト派教会
携帯電話	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能
アクセス手段	一般車両で 問題なし	舗装路より4輪駆動 車(ピックアップトラ ック)で約30分	舗装路より4輪駆 動車(ピックアップ トラック)で約20分	一般車両で 問題なし	舗装路より4輪駆動 車(ピックアップトラ ック)で約5分	一般車両で 問題なし
サイト状況	構内は、機材設置 に十分な広さ有り 既設施設:2棟に は、空調設備(冷 房)有り 気象サービス部内 は、機材設置に十 分な広さ無し 気候コンサルタント 部内は、機材設置 に十分な広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分 な広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り
島名	ウボル島	マノノ島	サバイイ島			
サイト名	フレオロ国際空港 (6ヶ所)	マノノ	マオタ国際空港	バルシア山	ツアシビ	タゴタラ山
土地所有者	サモア航空局	個人所有	天然資源・環境省 (森林局)	個人所有	サモアテル	個人所有
携帯電話	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能	使用可能
アクセス手段	一般車両で 問題なし	ウボル島のムリファ スアより双胴船で マノノ島へ渡り、登 山道を15分程度 徒歩	一般車両で 問題なし	舗装路より4輪駆 動車(ピックアップ トラック)で約15分	一般車両で 問題なし	舗装路より4輪駆 動車(ピックアップ トラック)で約40分
サイト状況	構内は、機材設置 に十分な広さ有り 航空管制塔、航空 気象観測所(旧航 空管制塔)、空港タ ーミナルは、空調設 備(冷房)有り	機材設置に十分 な広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り サモア気象局職員 1名常駐	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り
島名	サバイイ島					
サイト名	レピウタイ	バイサラ	タル山			
土地所有者	個人所有	個人所有(パイ パプパイ家)	個人所有			
携帯電話	使用可能	使用可能	使用可能			
アクセス手段	舗装路より4輪駆動 車(ピックアップトラ ック)で約40分	舗装路より4輪駆 動車(ピックアップ トラック)で約5分	舗装路より4輪駆 動車(ピックアップ トラック)で約30分			
サイト状況	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り	機材設置に十分な 広さ有り			

<各既設観測所の商用電源の安定度>

下表のサイトにおいて、電源品質アナライザにより連続データを記録し、商用電源の安定度調査を実施した。サモア気象局本局の商用電源の安定度が低いことから、24時間運用を行うには発電機、電圧制御装置等の電源バックアップシステムの導入は不可欠である。またファレオロ国際空港に関しては、商用電源の安定度は高く、また既に電源バックアップシステムを有していることから、電源バックアップシステムの導入の必要はない。

表 21 サモア気象局本局及びファレオロ国際空港の電源整備状況

サイト名	サモア気象局本局	ファレオロ国際空港
商用電源	3相 400V・50Hz	3相 400V・50Hz
停電頻度	1回/2月程度(約1.5時間/回)	無し(自家発電設備を稼働させるため)
計画停電	1回/月(約8時間/回)	無し(自家発電設備を稼働させるため)
電源バックアップシステムの有無	無し	自家発電設備有り
避雷設備の有無	無し	有り

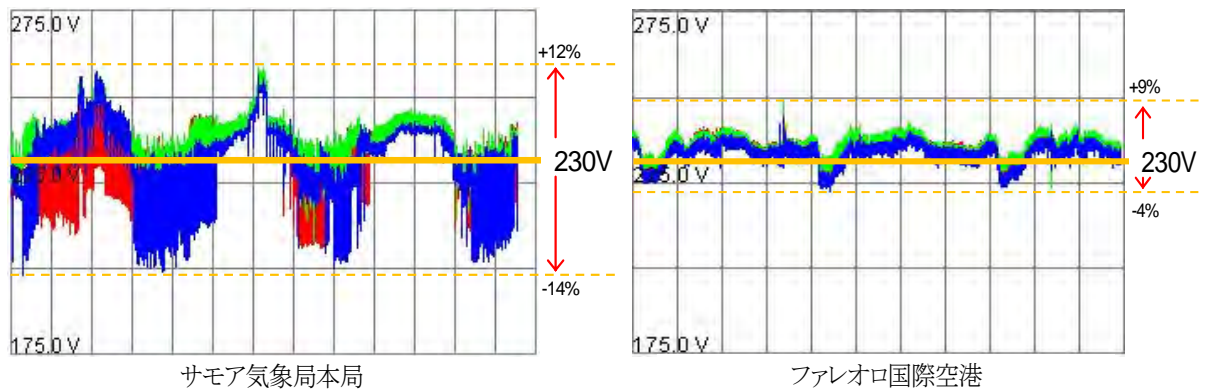


図 11 商用電源の電圧変動

2-2-2 自然条件

「サ」国は、南緯 13.5～14.5 度に位置して、典型的な高温多湿の熱帯海洋性気候の特徴を有している。平均気温は 1 年を通してほぼ一定で 26～27℃で、年間降水量は 2,500～3,000mm ある。乾季と呼ばれる 5 月～9 月は比較的降水量は少なく月降水量 100～150mm 程度である。一方、雨季と呼ばれる 11 月～3 月の月降水量は多く 300～400mm である。雨季と乾季の境の 4 月と 10 月の月降水量は 200mm 程度である。

雨季には、熱帯性サイクロンが襲来し大きな被害を受けることがあり、また南太平洋には 1 年を通して南太平洋収束帯と呼ばれる日本の梅雨に似た熱帯収束帯が存在し、「サ」国周辺に停滞することから活発な雷雨によりしばしば洪水が発生する。乾季には、サイクロンの襲来はなく湿気も比較的少なく、さわやかな天気が多い。しかし周辺には南太平洋収束帯が存在するので、突然、雷雨が発生することも多い。

1) 降水量と気温

2005年から2008年間の年間平均降水量は、ウポル島の首都アピアが3,273.7mm、サバイイ島のマオタが3,558.7mmである。場所と海拔高度によって大きく異なり、山間部では5,000mmを超えるところもある。

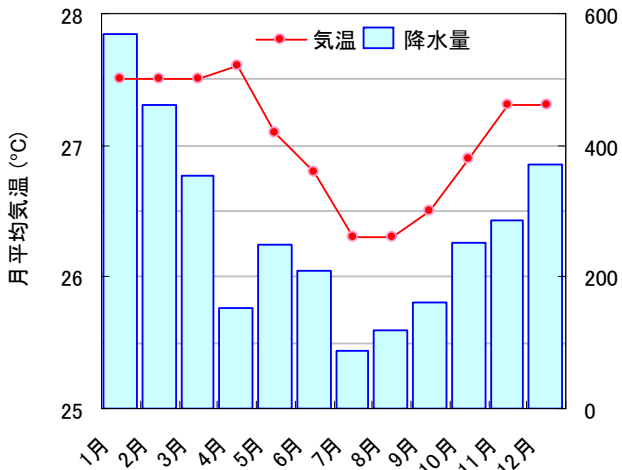


図12 アピアの月平均気温及び月平均降水量 (2005年1月～2008年12月)

出典:サモア気象局

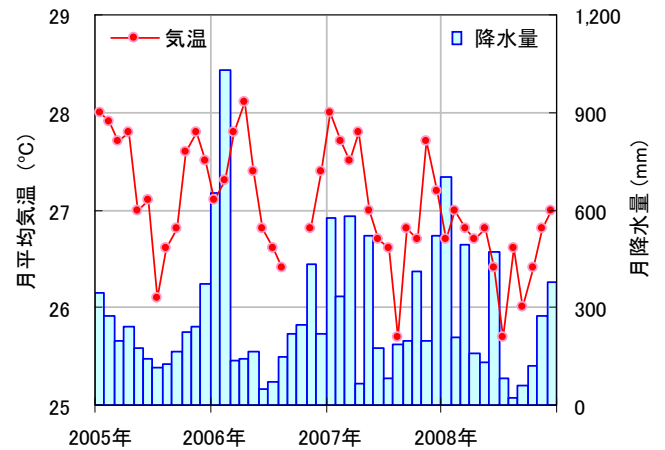


図13 アピアの月平均気温及び月降水量 (2005年1月～2008年12月)

出典:サモア気象局

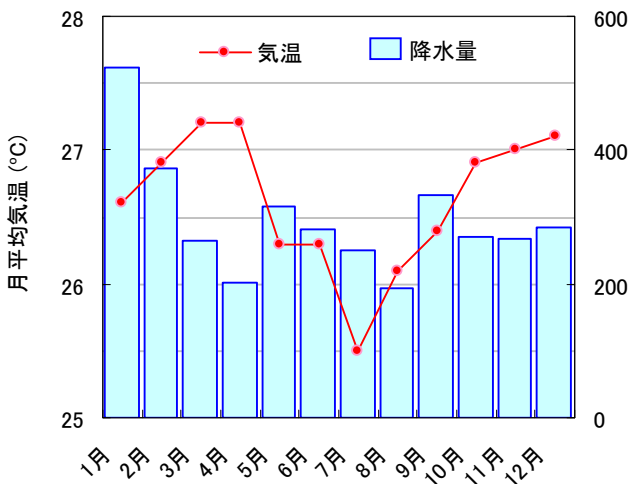


図14 マオタの月平均気温及び月平均降水量 (2005年1月～2008年12月)

出典:サモア気象局

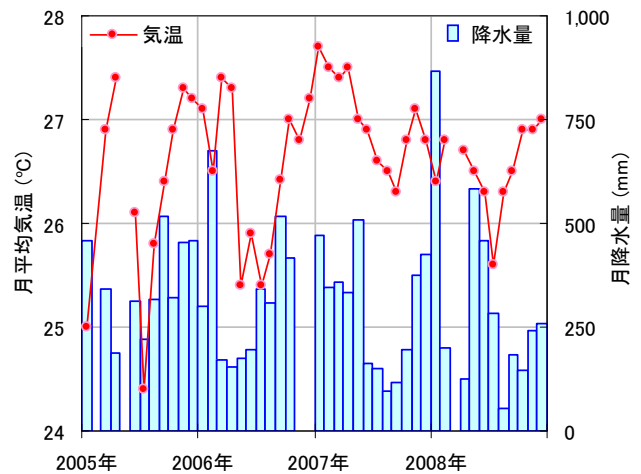


図15 マオタの月平均気温及び月降水量 (2005年1月～2008年12月)

出典:サモア気象局

2) トロピカル・サイクロン

サイクロンの多くは11月～3月に発生する。統計的に海面水温27℃以上の海域で発生・発達するが、「サ」国付近の海面水温は、年間を通じて28℃以上あり、南半球の夏には30℃以上になることもあ

る。このため、「サ」国に接近するサイクロンの多くは発達中または最盛期のものであり、1 分間平均風速が 136 ノット以上 (約 70m/s 以上) のカテゴリー5 レベルのサイクロンが襲うことも珍しくない。

世界中で発生するサイクロンの内、約 9%が「サ」国周辺の南太平洋で発生している。

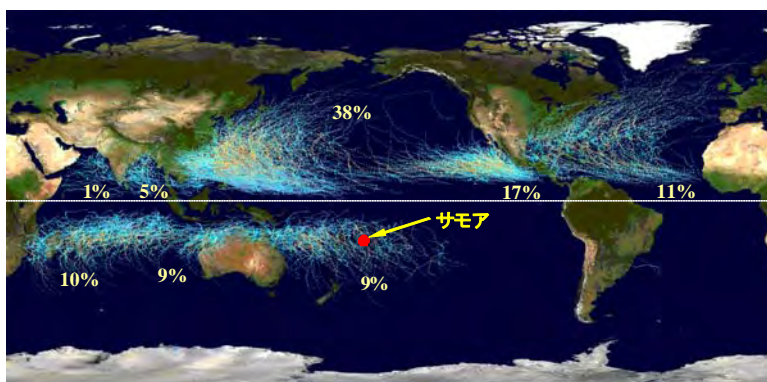


図 16 世界で発生した台風(サイクロン)の経路

2-2-3 環境社会配慮

プログラム実施のための開発同意を得るために、「サ」国の計画都市管理法 2004 に従い環境影響評価 (Environmental Impact Assessment : EIA) を行うことが必要となる。サモア気象局は、計画都市管理局の事前同意を取得しているが、正式な評価を受けるにあたって下記の書類が必要となる。

- 1) 開発申請書
- 2) 関連各所の計画図面
 - ・ 立面図
 - ・ 平面図
 - ・ フォトモンタージュ
 - ・ 土木工事計画図
- 3) サイト配置図
- 4) 証明されている検査計画
- 5) 土地所有者の書面による同意書
- 6) 借用合意書
- 7) 譲渡証書

2-3 その他

<地域における気象予警報業務連携>

南太平洋地域の多くの国の気象業務は発展途上の段階であるものの、その中で、フィジー共和国政府の運輸労働省を監督省としたフィジー気象庁（施設及び機材は我が国の無償資金協力により整備された）は、WMO の第 5 地区（南太平洋）のサイクロンに関する情報提供を行う熱帯低気圧警報センター（Tropical Cyclone Warning Center: TCWC）として、南太平洋の赤道～南緯 25 度、東経 160 度～西経 120 度の海域を担当領域とし、領海内に発生又は通過する全てのサイクロンの動向の監視と、その予報を行い、その情報を域内 12 ヶ国・地域に対して提供している。また次に図示した地域のサイクロンに対する予警報のより一層の充実のため、WMO が提唱する RSMC 及びトロピカル・サイクロン航空情報センター（Tropical Cyclone Advisory Center for Aviation）の役割も果たしている。南太平洋地域を対象として航空用・船舶用気象情報の提供を行っている他、10 ヶ国の近隣諸国・地域に対しても天気予報を提供している。サモア気象局が発令するサイクロン注意報・警報は、フィジー-RSMC が発表している予警報、気象衛星画像及び国内の観測データにより作成されている。

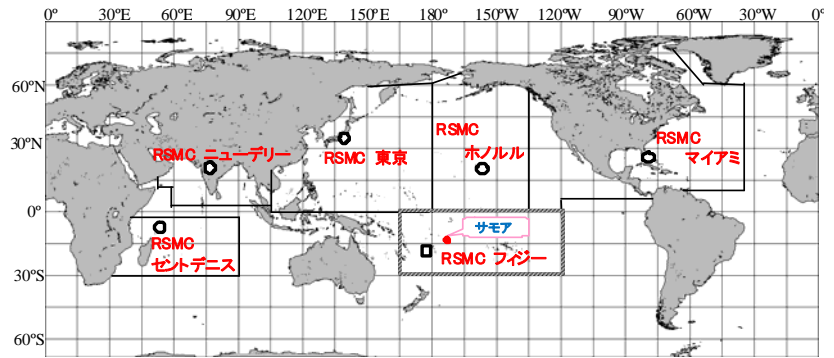


図 17 サイクロン予報を行う特別任務を有している世界の RSMC

<「サ」国のためのフィジー-RSMC による気象サービス>

「サ」国に対するフィジー-RSMC のサービスは、以下の通りである。

- 航空気象サービス
 - 1) ファレオロ国際空港用 24 時間飛行場予報（6 時間毎に更新）
 - 2) サモア空域予報（2 回発令／日）
 - 3) 24,000 フィート（約 7,300m）以下の航空路予報（依頼による）
- 海洋気象サービス
 - 1) 南西太平洋海洋気象速報（毎日世界標準時 20:00 と 08:00 に発令）
 - 2) 特別海上気象予報（発令は要求期間内で日々更新）
- サイクロン情報サービス
 - 1) 国際海上警報（6 時間毎）、「サ」国の場合は熱帯低気圧又はサイクロンが「サ」国に危険を及ぼす場合
 - 2) 特別注意報（6 時間毎に更新、熱帯低気圧又はサイクロンが「サ」国に影響を及ぼすことが予

期される 48 時間前までに発令)

- 3) 特別気象速報 (警告は 6 時間毎に更新、警報は 3 時間毎に更新、「サ」国が国としての警報を出せない場合又は RSMC に警報発令の依頼がある場合には RSMC が任務を負う)
- 4) 熱帯擾乱概要 (南西太平洋地域に対して 2 回/日発令、「サ」国の場合は熱帯低気圧又はサイクロンが「サ」国に危険を及ぼす場合に発令)
- 5) 熱帯擾乱注意報 (南西太平洋地域に対して 6 時間毎に発令、「サ」国の場合は熱帯低気圧又はサイクロンが「サ」国に危険を及ぼす場合に発令)