

フィジー国
南太平洋大学

フィジー国
「南太平洋大学通信体系改善計画」
フォローアップ協力調査
報告書

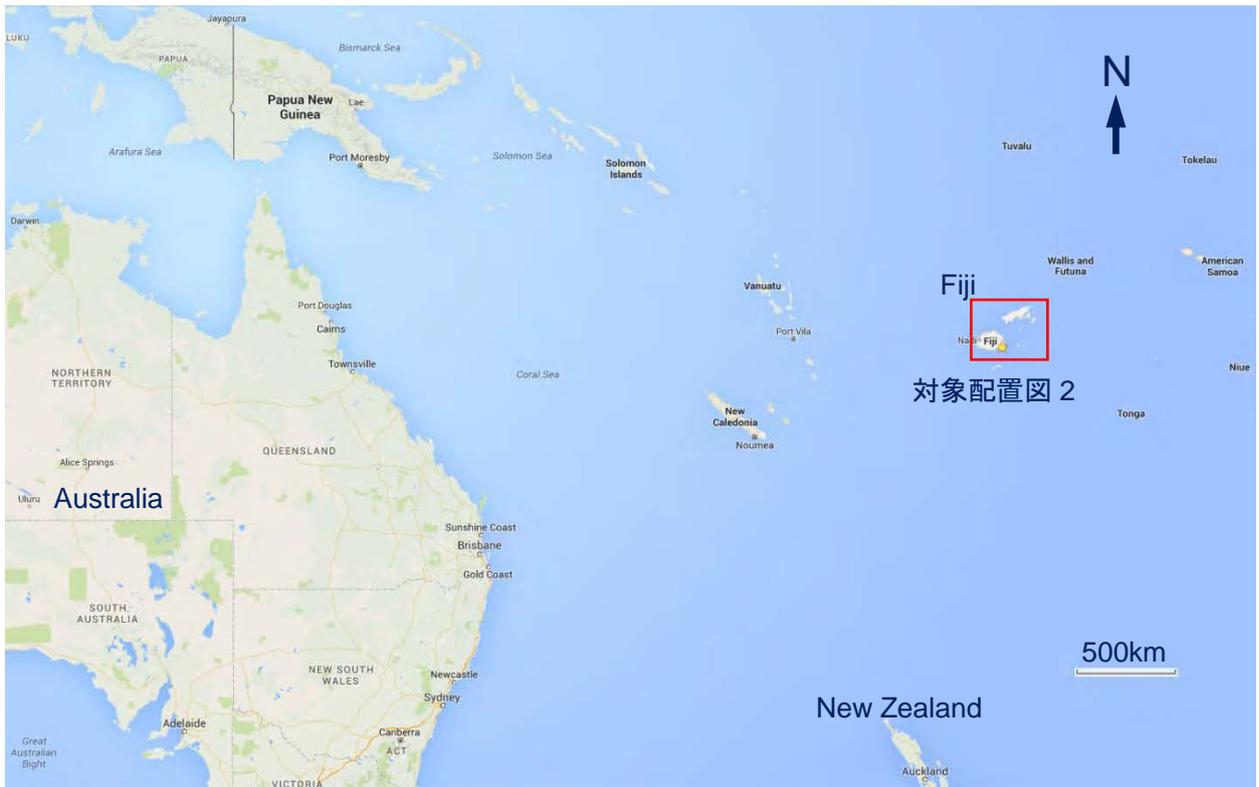
平成 28 年 8 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

リロ・パナソニックエクセルインターナショナル株式会社

資金
JR
16-028

対象位置図



対象配置図 1

出典：Google Maps



対象配置図 2

出典：Google Maps

USPNet パラボラアンテナ



USPNet 衛星通信地球局
撮影：業務従事者(2015年11月撮影)



USPNet Cバンドパラボラアンテナ
撮影：業務従事者(2015年11月撮影)

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
APT	Asia-Pacific Telecommunity	アジア・太平洋電気通信共同体
AARNet	Australia's Academic and Research Network	オーストラリア学術研究ネットワーク
ASP	Application Service Provider	アプリケーションサービスプロバイダ
AusAID	The Australian Agency for International Development	オーストラリア国際開発庁
AZ	Azimuth	方位角
BPO	Business Process Outsourcing	ビジネスプロセスアウトソーシング
C/P	Counterpart	カウンターパート
DVC	Deputy Vice Chancellor	(大学)副総長代理
DRR	Disaster Risk Reduction	減災
EL	Elevation	仰角
EOJ	Embassy of Japan	日本大使館
FBE	Faculty of Business and Economics	経営経済学部
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
ICT	Information and Communication Technology	情報通信技術
ICTC	Information and Communication Technology Center	情報通信技術センター
IT	Information Technology	情報技術
IT/R	Interim Report	中間報告書
ITS	Information Technology Services	情報技術サービス
ITU	International Telecommunication Union	国際電気通信連合
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
NZaid	New Zealand Agency for International Development	ニュージーランド 国際開発機構
TA	Technical Assistance	技術援助
TAF	Telecommunications Authority of Fiji	フィジー電気通信規制庁
TFL	Telecom Fiji Limited	フィジーテレコム
USP	The University of the South Pacific	南太平洋大学
USPNet	The University of the South Pacific Network	USP衛星通信ネットワーク

国名一覧

和文		英文	
正式国名	本文で使用了国名	正式国名	本文で使用了国名
フィジー共和国	フィジー	Republic of Fiji	Fiji
オーストラリア連邦	オーストラリア	Australia	Australia
ニュージーランド	ニュージーランド	New Zealand	New Zealand

目次

対象位置図.....	i
USPNet パラボラアンテナ.....	iii
略語表.....	iv
国名一覧.....	v
1 調査概要.....	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 課題認識.....	1
1.3 調査の目的.....	1
1.4 調査の対象.....	1
1.5 調査期間・調査団員・調査日程.....	2
2 調査結果.....	4
2.1 USPNet の現状.....	4
2.2 USP に対するドナーの支援状況.....	6
2.3 USPNet の維持管理・運用状態の現状.....	7
2.4 対象機材の現状.....	10
2.4.1 Beacon Receiver (ビーコン信号受信機).....	11
2.4.2 Antenna Control Unit (ACU : アンテナ制御装置).....	11
2.4.3 AZ Jack Assy. (方位角用ジャッキアセンブリ).....	12
2.4.4 EL Jack Assy. (仰角ジャッキアセンブリ).....	15
2.4.5 V-Beam (V型鋼材)、Pedestal (台座).....	16
2.4.6 主反射鏡部.....	16
2.4.7 ケーブル/ケーブル収容箱.....	17
2.4.8 機材現況.....	19
2.4.9 対象機材等の暫定的な対処方法の可能性調査.....	20
2.4.10 対象機材の障害調査結果まとめ.....	20
2.4.11 リモート局の現況.....	20
3 今後の協力の方針.....	22
3.1 3つのオプション.....	22
3.2 オプションの検討.....	23
3.3 検討結果.....	24
3.4 新規無償資金協力としての対象及び構成.....	24
3.5 新規無償資金協力の妥当性.....	24
4 新規無償資金協力への提言.....	26
4.1 実施計画案.....	26
4.2 実施内容.....	28
4.3 技術者派遣の必要性.....	28

4.4	機材仕様案.....	29
4.4.1	ハブ局.....	29
4.4.2	リモート局.....	32
5	USP への提言.....	35
5.1	維持管理体制.....	35
5.2	予算措置.....	35
5.3	維持管理計画.....	35
別添 1：質問票回答.....		38
別添 2：協議議事録.....		39

1 調査概要

1.1 調査の背景

南太平洋大学 (the University of the South Pacific。以下「USP」という。) は、12 の島嶼国・地域 (フィジー、クック、キリバス、マーシャル、ナウル、ニウエ、ソロモン、トケラウ、トンガ、ツバル、バヌアツ及びサモア) が共同設立した国際大学として、フィジー共和国 (以下「フィジー」という。) に本部機能を、各国・地域に USP センターを設け、通信衛星を通じた遠隔教育ネットワーク (以下「USPNet」という。) を用いて高等教育サービスを提供してきた。我が国は、1998 年度無償資金協力「南太平洋大学通信体系改善計画」(供与限度額：2.98 億円) を実施し、2000 年に VSAT 小型地球局を使用した専用衛星通信ネットワーク用機材 (アンテナ設備、無線設備等) がフィジーに整備され、従来のアナログ回線からデジタル回線にアップグレードされた。

2013 年に、フィジーからトンガへの海底ケーブルが敷設されサービスを開始したが、衛星通信は、大洋州地域における重要な通信手段である。USPNet においても、フィジーにあるローザラ・キャンパスと関係国、地域の USP センターを C/Ku バンドの衛星通信で結び、衛星遠隔教育で活用されている。衛星通信システムは、USPNet の重要な要素であり、Ku バンド系は設置が新しいものの、C バンド系の特にパラボラアンテナ等を含む衛星通信機材は、USP 側により維持管理はされているが、調達後 15 年を経、自動追尾型角度調整システムに不具合が生じ、衛星を正確に追尾できず、通信の安定性確保が困難になっている。

1.2 課題認識

USP 側により衛星通信の増速等を行いながら維持管理がなされ、現在もアンテナ設備等は USPNet の主要機材として活用されているが、調達から 15 年を経て一部機材に不具合が生じている。具体的には、C バンド・パラボラ衛星通信機材の自動追尾型角度調整システムが故障し、アンテナ角度を手動で調整している状況となっており、USPNet の安定的な通信環境の確保が課題となっている。USP の中核機能である遠隔教育を実施するのに USPNet は必要不可欠であるものの、上記不具合解消に向けて、USP 側の自助努力による技術的な対応は困難であり、機材寿命の延命に向けて早急な対策が求められている。

1.3 調査の目的

本調査では、以下の事項を目的とする。

- ① 対象機材等の状況調査
- ② 大洋州地域における島嶼国間の情報通信の動向の確認
- ③ USPNet の情報通信技術にかかる将来計画等の確認
- ④ フォローアップ協力の方針の検討

1.4 調査の対象

本業務では、以下を調査対象として業務範囲を規定する。

- ① 無償資金協力「南太平洋大学通信体系改善計画」で USP ローザラ・キャンパス (USP 本部) に整備された USPNet 用衛星通信機材のうち、ソフトウェアを含む C バンド・パラボラ衛星通信機材 (以下「対象機材」) を調査の対象とする。

1.5 調査期間・調査団員・調査日程

(1) 調査期間

調査期間は、2015年11月3日（火）～11月13日（金）で実施した。

(2) 調査団員

調査団員を表 1.5-1 に示す。

表 1.5-1 調査団員

NO	担当分野	氏名	所属	派遣期間
1	総括	三村 一郎	JICA フィジー事務所 次長	—
2	計画管理	脇坂 豊	JICA 資金協力業務部実施監理第一課	11/8～11/13
3	衛星通信システム 修理・維持管理計画	笹沼 宏	リロ・パナソニックエクセルインター ナショナル株式会社	11/3～11/13

(3) 調査日程

調査日程を表 1.5-2 に示す。

表 1.5-2 調査日程

日程		時間	調査作業	
11月3日	火	9:00	USP	Deputy Vice-Chancellor への調査目的説明
		10:00	USP/ITS	調査目的、作業内容説明
		14:00	USP/ITS	対象機器調査
11月4日	水	9:00	USP/ITS	対象機器調査
11月5日	木	9:00	USP/ITS	対象機器調査
11月6日	金	9:00	New Zealand High Commission	ヒアリング調査
		12:00	Australian High Commission	ヒアリング調査
		14:00	USP	対象機器調査
11月7日	土	9:00		対象機器調査報告書作成
11月8日	日	9:00		資料整理、検討会議
11月9日	月	10:00	JICA フィジー事務所 USP/ITS	対象機器調査報告 対象機器調査結果協議
11月10日	火	9:30	USP/ITS	対象機器調査結果協議
11月11日	水	9:00		資料整理、検討会議
11月12日	木	9:30	USP/ITS	対象機器調査結果協議
11月13日	金	9:00	USP	調査結果報告 議事録署名
		14:00	JICA フィジー事務所	調査結果報告
		15:00	日本大使館	調査結果報告

(4) 主要面談者

主な面談者を表 1.5-3 に示す。

表 1.5-3 主要面談者リスト

No	Name	Title	Departments	Organizations
1	Dr. Dilawar S Grewal	Vice-President (Administration)		USP
2	Dr. Giulio Masasso	Vice-President (Regional Campuses, Properties & Facilities)		USP
3	Prof. Derrick Armstrong	Deputy Vice-Chancellor		USP
4	Mr. Kisione W. Finau	Director	ITS	USP
5	Mr. Neil Sharma	Manager	ITS	USP
6	Mr. Ratu Marika T.T. Qalomai	Network Analyst	ITS	USP
7	Ms. Elizabeth C. Reade Fong	Deputy University Librarian (Customer Services)	University Library	USP
8	Mr. Ian Thomson	Senior Fellow e-Learning	Faculty of Arts, Law & Education	USP
9	Mr Willy Morrel	First Secretary Development (Fiji and Tuvalu)		New Zealand High Commission
10	Ms. Sheona McKenna	Counsellor (Regional Health, Education and Gender)		Australian High Commission
11	Ms. Elizabeth Jitoko	Senior Manager Regional Development		Australian High Commission
12	花谷卓治	大使		在フィジー 日本国大使館

2 調査結果

2.1 USPNet の現状

(1) USPNet の発展経緯

USPNet は、USP に参加する 12 ヶ国・地域を結ぶ通信のバックボーンを構成するネットワークであり、C バンド衛星通信システム、Ku バンド衛星通信システム、トンガへの海底ケーブル等複数のインフラストラクチャーで構成している。C バンド衛星通信システムは 2000 年からサービスを開始し、C バンドでカバーしきれていなかったエリアへの通信環境構築のため、Ku バンド衛星通信システムを展開し増強した。

大洋州地域における海底ケーブルについては、豪州・ニュージーランドからフィジー、ハワイを経由し米国西海岸を結ぶ Southern Cross Cable Network (SCCN) が 2000 年に供用開始された。現在では、USPNet は、加盟国域外への国際通信として、キャリアを経由し SCCN に接続されている。域内では、2013 年に、トンガーフィジー間を接続する海底ケーブル(Tonga Cable)が開通し、USPNet の一部として接続され利用されている。2014 年には、フィジーとバヌアツを結ぶ海底ケーブル Interchange Cable Network 1 (ICN1)が開通した。2016 年には、これがソロモン諸島へ延伸され、Interchange Cable Network 2 (ICN2)としてサービスを提供する予定である。更に、同年には、ソロモン諸島から豪州へ結ぶ Solomons Oceanic Cable Network が運用開始の予定である。しかし、コストが高い等の問題から、現状、USPNet では Tonga ケーブル以外は域内の通信に海底ケーブルを使用していない。USPNet において、衛星通信は必須かつ重要なインフラストラクチャーとなっている。

大洋州島嶼国・地域における海底ケーブル敷設状況を表 2.1 及び図 2.1 に示す。

表 2.1 大洋州島嶼国・地域における海底ケーブル敷設状況

	Submarine Cable	Cable Length	Date of Completion	Landing Points
①	PIPE Pacific Cable -1 (PPC-1)	6,900 km	October 2009	Piti, Guam Madang, Papua New Guinea Sydney, Australia
②	Interchange Cable Network 2 (ICN2)	3,000 km	2016	Honiara, Solomon Islands Luganville, Vanuatu Port Moresby, Papua New Guinea Port Vila, Vanuatu
③	Interchange Cable Network 1 (ICN1)	1,238 km	January 2014	Port Vila, Vanuatu Suva, Fiji
④	Tonga Cable	827 km	August 2013	Nuku'alofa, Tonga Suva, Fiji
⑤	Southern Cross Cable Network (SCCN)	30,500 km	November 2000	Alexandria, Australia Brookvale, Australia Hillsboro, Oregon, United States Kahe Point, Hawaii, United States Morro Bay, California, United States Spencer Beach, Hawaii, United States Suva, Fiji Takapuna, New Zealand Whenuapai, New Zealand
⑥	Solomons Oceanic Cable Network	900 km	Q2 2016	Auki, Solomon Islands Honiara, Solomon Islands Noro, Solomon Islands Sydney, Australia
⑦	Australia-Papua New Guinea-2 (APNG-2)	1,800 km	2006	Ela Beach, Papua New Guinea Sydney, Australia

出典: Submarine Cable Map(2015 年 10 月 12 日時点。ブルー枠はこの時点での稼働ケーブルを示す。)

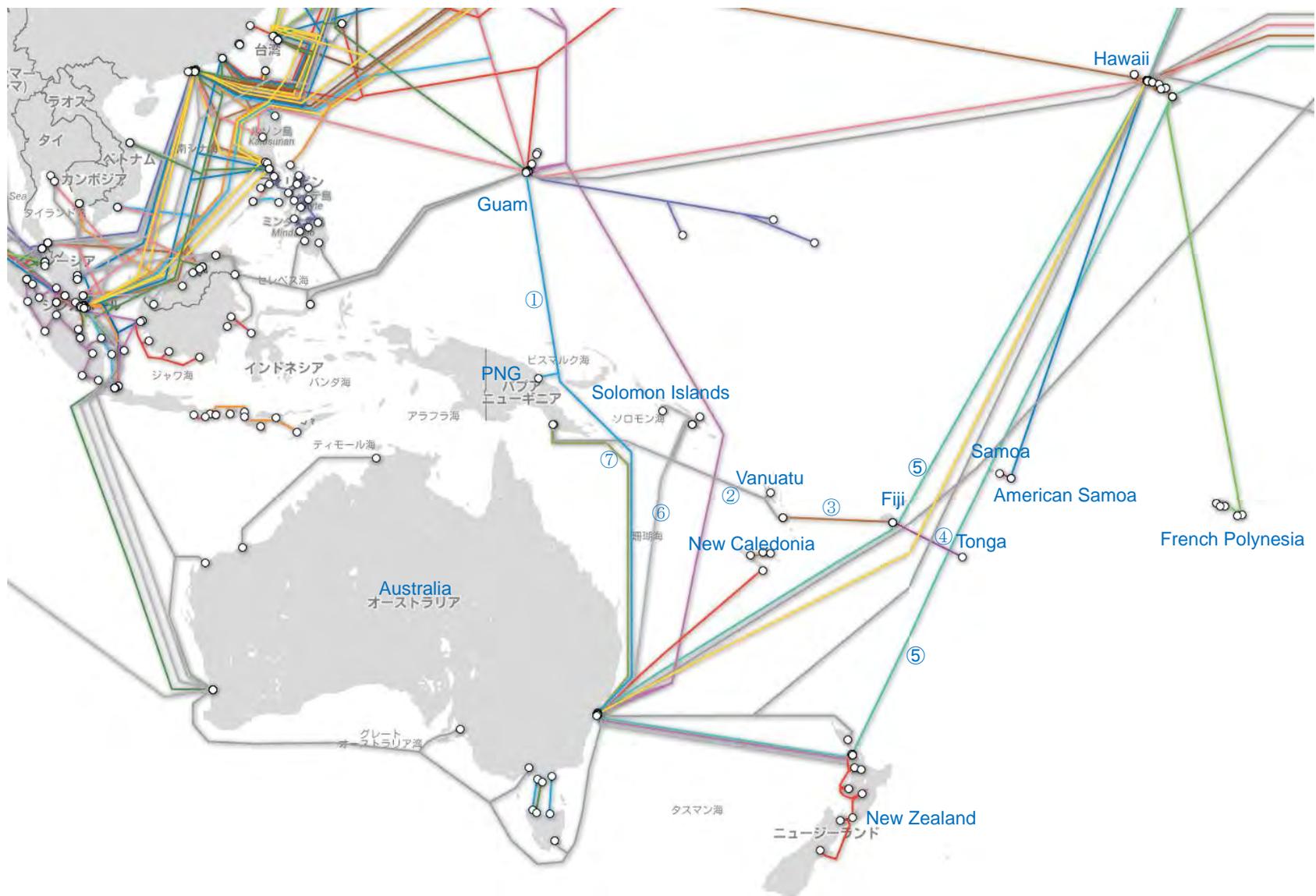


図 2.1 大洋州島嶼国・地域における海底ケーブル敷設状況

出典：Submarine Cable Map (2015年10月12日時点)

(2) USPNet 活用の現状

USP では、各国の USP センターが USPNet で接続され、遠隔講義(Distance Learning)、図書館サービス等がオンラインで提供されている。USPNet の通信途絶は、授業、キャンパス情報の入手、図書館の利用等、大学運営に大きな支障を来すことが想定される。

Distance Learning、図書館サービスの活用の現状は以下に記す通りである。

【Distance Learning】

USP における Distance Learning は、USP を特徴付けるものであり、初期の音声とパッケージによる講座配信から、テレビ会議を活用した映像配信へと展開し、現在では、映像・音声・資料およびキャンパス情報を配信し、メール、チャット等で応答するシステムが活用されている。学生数と講座方法を見ると、これらの On line 教育に Face to face を加えた Blended Mode に重点を置いている。

【図書館サービス】

ローザラ・キャンパスにある本部図書館では、図書館は、電子化されており、Spydus System(書誌検索システム)等が運用されている。各国のキャンパスにも図書館はあるが、全学生は、どのキャンパスにいても本部図書館へアクセスし利用することができる。また、豪州学術ネットワークである AAR-Net とも接続されており、豪州の大学の図書館とも接続、必要な書誌検索とテキストの入手が可能となっている。このように、学生は、キャンパス内の Wi-Fi 環境で自身の PC を接続し、USPNet を経て、本部図書館にアクセス、必要なライブラリを得るとともに、AAR-Net を含む On-Line 環境の活用も可能となっている。

2.2 USP に対するドナーの支援状況

(1) ニュージーランド

ニュージーランドは、USP に対しては長い関係を有しており、数百万ドル規模の投資を行っている主たるドナーの一つである。ニュージーランド政府は、USP と新たな 3 年の投資プログラムのフェーズに入った所であり、そこでは、教育、気候変動、防災・減災、ICT 等、12 の優先的な領域が設定されている。その中には、農業、企業家精神等、2 つの新しい分野がニュージーランドの USP に対する協力の旗艦的な領域として含まれている。

ヒアリングの結果、JICA が、対処方法、業務範囲、総費用等を確定した段階で情報を共有することにより、ニュージーランド政府がプロジェクトに協力できるかどうかを確認することは可能であるという見解を示していた。

(2) オーストラリア

オーストラリア政府は、2013-2018 USP 戦略プランを支援するため、2014 年に 2017 年までのパートナーシップ合意(partnership agreement)を USP と締結した。このため、オーストラリア政府が、パートナーシップ合意以外のプロジェクトベースの活動に対し、追加投資あるいは新規予算を用意することはないという見解であった。

現状 Strategic Plan(2013-2018)の中では、ICT 関連については、Priority Area 4 の Objective 13 で「ICT の供給量を大学のニーズに十分に適合させる」ことが挙げられており、13.1 に「USPNet 及び IT Infrastructure の技術的効果の最大化と見直し」が規定されている。

プロジェクトベースへの予算として、USP が 2013-2018 戦略プランの下でプロジェクトの優先順位付けに前向きならば、2013-2018 戦略プランの下で、オーストラリアによって設定された基金枠の中で優先順位付けを大学と討議することが最善であるとのアドバイスを得た。

2.3 USPNet の維持管理・運用状態の現状

(1) USPNet 運用・維持管理の実施体制

USPNet は、USP の Vice Chancellor & President 直下に置かれる ITS が運用・維持管理を担当している。図 2.3 に USP 組織図を示す。

USPNet の運用・維持管理は、2000 年の運用開始から 2006 年までは、2 人、2006 年から 2015 年までは 1 人、2015 年から現在は 3 人で行っている。

2006 年から現在まで担当している担当者(1 名)は衛星通信について十分な理解をしており、運用・維持管理では十分な技術を持つが、2015 年からの担当者 2 名については、IP ネットワークを兼務している。なお、リモート局側には、運用・維持管理を兼務する Technician が各 1 名配置されている。

2013 年の Auto Tracking (自動衛星追尾機能) 停止以前は、アンテナの塗装を 1 度、また、定期的にアンテナ駆動部のグリスアップを実施しているが、Auto Tracking 停止以降は、アンテナ及びアンテナ駆動部に対しメンテナンスを行っていない。

(2) ドキュメント管理状況

2000 年から運用を行っている NEC 製 C バンド衛星通信システムに関するメーカー作成のマニュアル及び完成図書は、すべて揃っており、シェルターに保管されている。

また、当該送信局の運用記録、各装置の状態記録も、記録されシェルター内に保管されている。

(3) 維持管理の実施状況

2000 年の運用開始以降、表 2.3 に示す機器が故障により更新されている。

表 2.3 故障により更新された機器

機器	更新年	概算費用
電力増幅装置 (HPA)	2013年	約5,000,000円
低雑音増幅装置(LNA)	2013年	約1,000,000円

(4) USPNet 関連予算

USPNet 関連予算は、人件費、保守費、回線費含め、年間 2MFJD(約 1.2 億円 : 2015 年予算)である。回線費用は、15MHz の帯域を使用し、年間 720,000USD(約 8500 万円)である。

(5) USPNet 運用状態の現状

2013 年 11 月に Auto Tracking が停止し、それ以降はアンテナの駆動は行われていない。Auto Tracking が停止した時、Alarm LED が点灯し、ブープ音が鳴り警報通知したため、Alarm SW 押下によりブープ音は解除されている。

現在、Auto Tracking 機能は使用していないため、設計時の通信の安定性性能は確保できていないが、リモート局との通信は成立しており、アプリケーションに対しては問題のないサービス環境を提供している。

但し、アンテナを動かすことができないことから、サイクロン時には、アンテナを **Park Position**（アンテナを天空に向け、風の抵抗を減らし破壊を防ぐ）に移動させることができない等安全性の面で問題がある。

なお、送信は、連続送信を行っており、また、運用記録も記録されている。

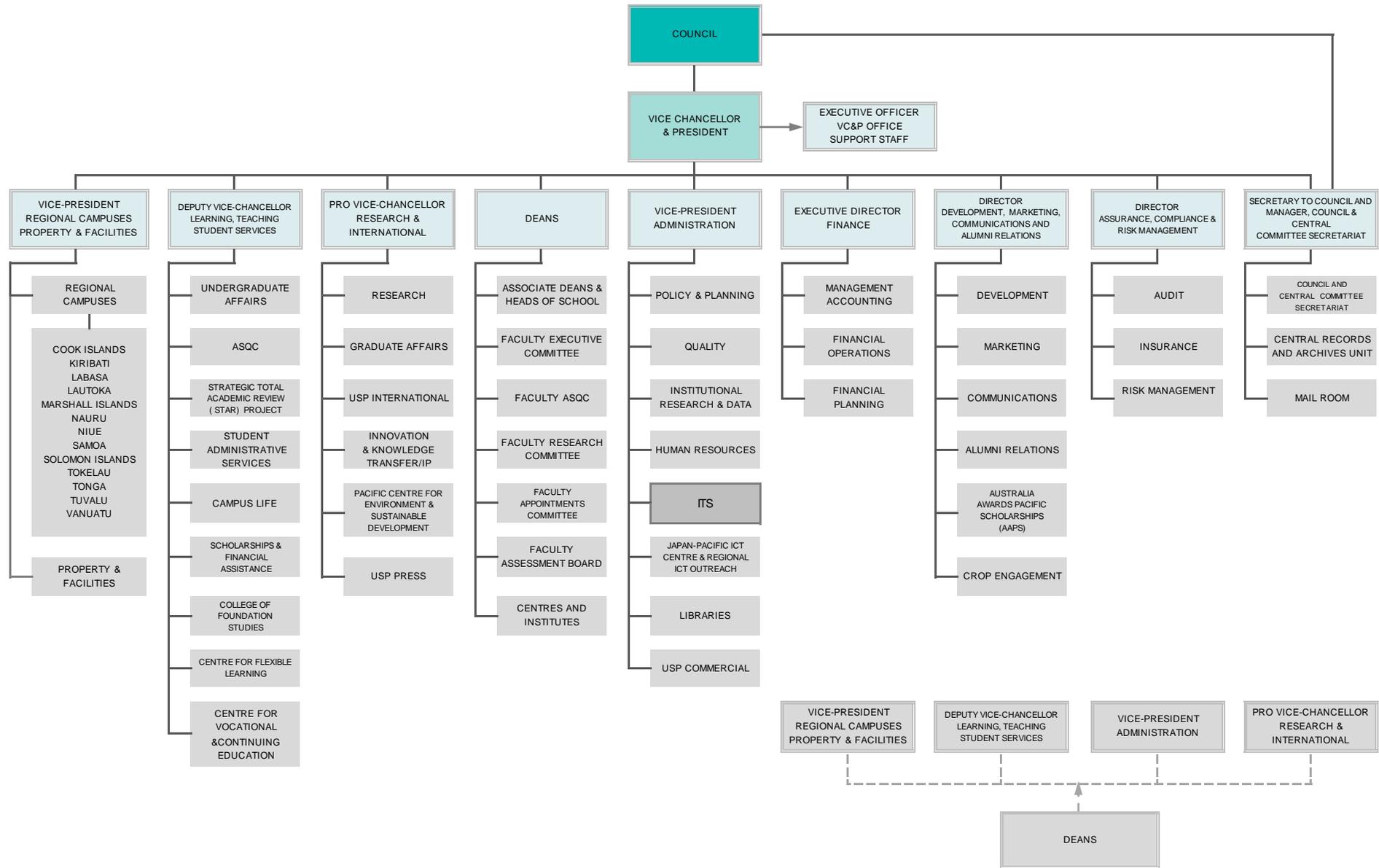


図 2.3 USP 組織図

2.4 対象機材の現状

対象機材は、無償資金協力「南太平洋大学通信体系改善計画」で USP ローザラ・キャンパス (USP 本部) に整備された USPNet 用衛星通信機材のうち、ソフトウェアを含む C バンド・パラボラ衛星通信機材である。

USPNet の衛星通信系システムは、C バンド系と Ku バンド系の 2 系から成る。両衛星系は、共通の変復調・回線制御等を行うベースバンド系を介して LAN に接続されている。現状、両衛星系共、正常に通信を維持している。

C バンド衛星通信系は、C バンドパラボラアンテナ・アンテナ制御駆動系・受信系及び送信系装置で構成されているが、正常に通信を維持していることから、送信系装置は、現状異常はないと判断できる。従って、C バンドパラボラアンテナ・アンテナ制御駆動系・受信系を中心に調査を行った。

図 2.4-1 に、パラボラアンテナ・アンテナ制御駆動系・受信系の構成を示す。パラボラアンテナは、口径が大きくなる程アンテナビームがシャープになり指向性が強くなる。一方、通信衛星は、地球の非球形等により静止軌道上の軌道位置を中心に、8 の字型軌道を描き移動している。このため、指向性の高い大型アンテナの場合、移動する通信衛星を自動追尾し、常にビーム中心が衛星に向くようにする必要がある。このため、大型アンテナは、通信衛星からの基準信号を受信し、この信号が最大となるように、電動駆動により、仰角、方位角方向へ駆動させ、衛星を追尾する。

具体的には、通信衛星からのビーコン信号をパラボラアンテナで受信、受信系の低雑音周波数変換装置、周波数変換装置を介して中間周波数である L バンドに周波数変換し、ビーコン信号受信機で受信する。ビーコン信号受信機は、その受信信号レベルをアンテナ制御駆動系のアンテナ制御装置へ伝え、アンテナ制御装置は、そのレベルが最大となるように、仰角、方位角方向のモーター制御量をモーター制御装置に与え、AZ/EL ジャッキアセンブリユニットのモーターを駆動しアンテナを移動させる。一定の時間内に、この動作を繰り返し、受信したビーコン信号レベルが最大となるようにアンテナに対し制御を行う。これが追尾機能である。この追尾機能が停止しており、このパラボラアンテナ、受信系、アンテナ制御駆動系に障害箇所があると考えられる。

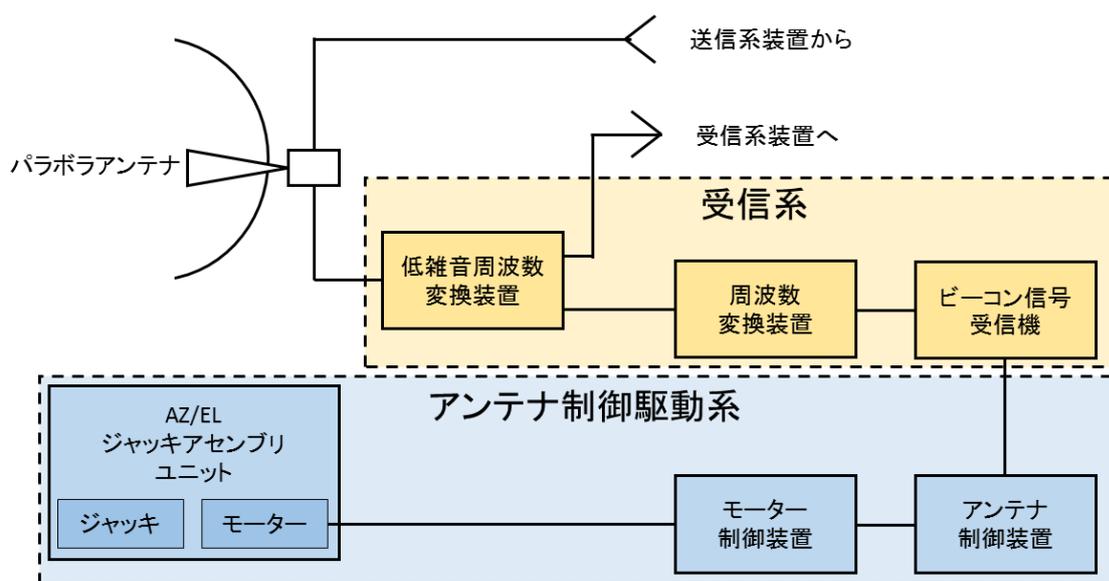


図 2.4-1 パラボラアンテナ・アンテナ制御駆動系・受信系の構成

対象機材等の状況調査は、受信系、アンテナ制御駆動系に分けて行った。アンテナ制御駆動系の AZ/EL ジャッキアセンブリユニット等可動部は、適切なグリース量、塗布・注入状態、腐食・劣化状態を目視により確認した。

2.4.1 Beacon Receiver (ビーコン信号受信機)

Beacon Receiver にアラーム表示はなく、Beacon Signal の受信を示す「Lock」が点灯し、正常受信を行っていることを確認した。

なお、Beacon Receiver が正常に動作していることから、入力段にある低雑音周波数変換装置（アンテナ背面の CENTER ハブモジュール内に実装）及び、屋内架に実装している周波数変換装置は、それぞれ正常動作を行っていることを確認した。

2.4.2 Antenna Control Unit (ACU : アンテナ制御装置)

Alarm LED が点灯し、表示部に、「AZ M Alarm」の表示を確認した。Alarm SW を押下するが、表示部の表示が変わらないことから、ACU が検知している Alarm は、「AZ M Alarm」のみであることを確認した。

2013 年 11 月の Auto Tracking 停止障害前の表示値がログとして記録されており、調査日の表示値と比較した。この内容を表 2.4-1 に示す。

表 2.4-1 ACU 表示部の角度・レベル表示

	2013 年 11 月	2015 年 11 月 4 日	△
AZ	352.1 度	359.82 - 000.42 度	約+8 度
EL	68.5 度	318.04 度	約+250 度
Level	79	69.5	約-10

現在、通信が成立していることから、AZ/EL 角度表示の表示誤差については、以下のことが考えられる。

- ① AZ/EL の Resolver (角度検出器) が故障している
- ② ACU に設定されたオフセット値が誤っている
- ③ ACU が壊れ角度表示の計算を正しくできない

ACU のマニュアルによると、角度表示 X は、読み取り値 (Resolver からの値) R、その地点における計算上の値 A、予め設定したオフセット値 O から求められる。晴天時にターゲットとなる衛星を捕捉し、受信レベルが最大となるように AZ、EL、POL (偏波) を調整する。ベストポジションにアンテナを調整した後、

$$X=A+(R-O)$$

$$O=A+R-X$$

で求められる O をオフセットとして設定する。従って、何らかの表示をしている以上、③の可能性は低い。②は、1)誰かが再操作したか、2)メモリーが壊れたかが考えられるが、動作状態から 2)は考えにくい。1)は誤操作以外に実行の意味がないため、①である可能性が最も高い。

2.4.3 AZ Jack Assy. (方位角用ジャッキアセンブリ)

AZ モーター部のシャフト、Reducer(Torque Limiter Coupling : 減速機。AC モーターとスクリージャッキ間に実装する)に錆が発生しており、シャフト受けと固着している。Reducer は、モーターで発生するトルクを適切にスクリージャッキ部へ伝達する装置であり、ここが固着するとモーターのトルクが伝達しない。

また、モーター部端子も錆付き劣化が進んでいる。Resolver (回転角検出器) /Limit SW (位置検出器) モジュールでは、Limit SW の配線外れがあり、ここが「AZ M Alarm」の原因と考えられる。AZ 部のジャッキ部は、錆等の発生はなく劣化はない。

総合的には、モーター部シャフト、Reducer の錆による固着、Resolver/Limit SW モジュール部の配線外れ、部品劣化がある。

写真 1~4 に、AZ Jack Assy.各部の状況を示す。また、図 2.4-2 に、各写真のアンテナ各部における位置を示す。

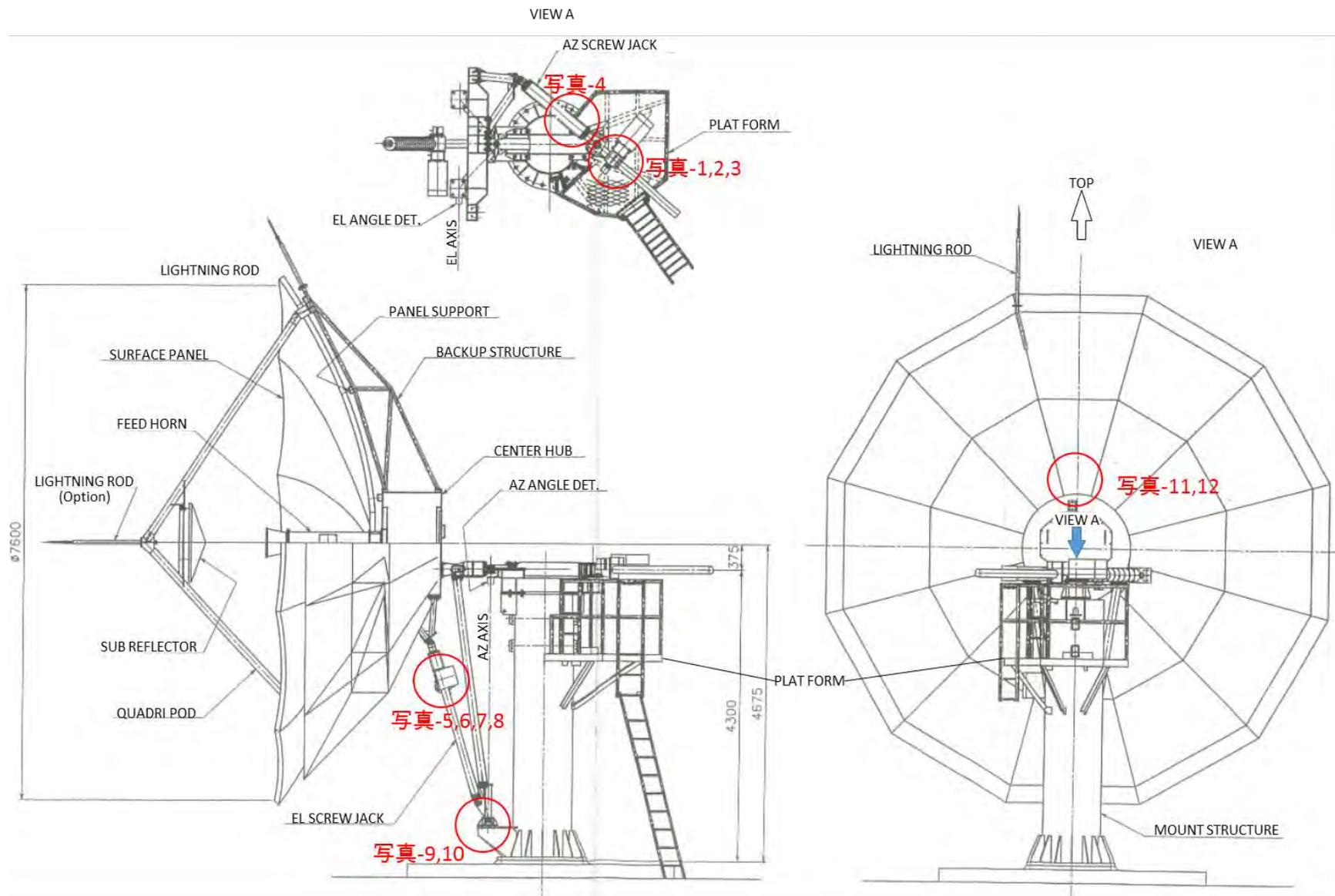


図 2.4-2 各写真のアンテナ各部における位置

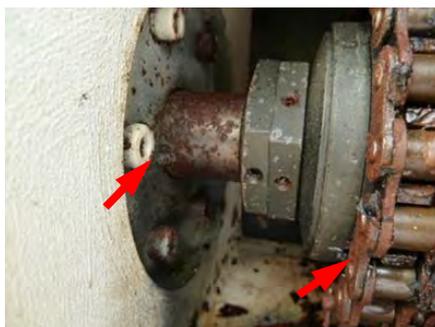


写真-1 AZ(方位角)モーター部シャフト/Reducer(減速機)



写真-2 AZ モーター一部端子

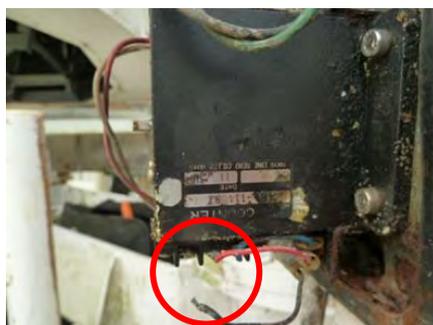


写真-3 AZ Resolver (方位角回転角検出器) /Limit SW (位置検出器) モジュール
(配線外れ)



写真-4 AZ 部のジャッキシャフト

2.4.4 EL Jack Assy. (仰角ジャッキアセンブリ)

EL (仰角) モーター部の Reducer (減速機) 部に錆が発生し石灰質様の物質で固着している。シャフト、Reducer が固着し回転できない状態であれば、モーターに過負荷がかかりモーターの故障となる。Reducer のみが固着するとトルクの制御ができず、スクリーージャッキに過度のトルクが伝達し、アンテナの駆動制御ができなくなる。モーターカバー部では、錆により素材が捲れており、劣化が進行している。Resolver(回転角検出器)/Limit SW(位置検出器)モジュールでは、密閉度が悪く、おびただしい蟻が侵入している。密閉度の悪さから湿気が入り、Resolver のケースが錆により破損している。EL 部のジャッキ・スクリューでは、グリース塗布量が少なく、スクリュー部が錆により劣化し、更にフランジにも錆が発生し、劣化が激しい。スクリュー部は、フランジに固着しており、正常な伸縮が困難である。

総合的には、モーター部シャフト、Reducer の錆・石灰質様の物質による固着、Resolver/Limit SW モジュール部の破損、スクリュー部の錆による劣化、フランジとの固着等が進み、AZ Jack Assy. (方位角ジャッキアセンブリ) より劣化が進行している。



写真-5 EL (仰角) モーター部シャフト



写真-6 EL モーターカバー部



写真-7 EL Resolver (仰角回転角検出器) /Limit SW (位置検出器) モジュール部の破損



写真-8 EL ジャッキシャフト

2.4.5 V-Beam (V型鋼材)、Pedestal (台座)

EL Jack Assy (仰角ジャッキアセンブリ) を固定する V-Beam (V型鋼材) が Pedestal (台座) とインターフェースをとっている鋼材に錆による捲れが生じており、部材としての強度が劣化している危険性が高い。



写真-9 V-Beam、Pedestal 部



写真-10 Pedestal 部の錆による捲れ

2.4.6 主反射鏡部

主反射鏡部は、アルミニウム製であり、錆等は生じていないが、全般的に塗装が剥がれ、カビ様のものが発生している。特性に影響はないが、設置場所は海岸から約 700m と近く、塩害の影響が懸念され、耐塩塗装が剥がれた後の素材劣化が懸念される。



写真-11 主反射鏡背面部の塗装剥がれ



写真-12 主反射鏡背面部・センターハブ外側の塗装剥がれ

2.4.7 ケーブル/ケーブル収容箱

ケーブル収容箱は、C型カバーで収納されているが、カバーは錆による腐食が進行し劣化が激しい。ケーブル、導波管とも被覆に著しい劣化が認められる。



写真-13 ケーブル収容箱位置



写真-14 ケーブル収容箱カバーの錆による劣化



写真-15 ケーブル、導波管被覆の著しい劣化

2.4.8 機材現況

表 2.4-2 に、対象機材における機材現況を示す。

表 2.4-2 対象機材における機材現況

No	Name	Maker	Type No.	Q'ty	Condition	Remarks
In door equipment						
HPA Rack						
1	HPA	NEC	C7482J s/n5036 s/n5037	2	Not used	Replaced to another unit by USP
2	HPA Path Selector	NEC	B4995G s/n5079	1	Not used	Out of usage
3	GCE Amplifier Switchover	NEC	C3357A s/n6691	1	Not used	Out of usage
MISC Rack						
4	Motor Control	NEC	C5694B s/n6029	1	Suspended	Out of usage
5	Antenna Control Unit	NEC	D2544P s/n6002	1	Suspended	Out of usage by Alarm
6	Beacon Receiver	NEC	E4200B s/n6069	1	In operation	15years since installed
7	Down Converter	NEC	G2293B s/n5185	1	In operation	15years since installed
8	Up Converter	NEC	G2292B s/n5155	1	Not used	Out of usage by system change
9	UIC	NEC	E2165E s/n5274	1	In operation	15years since installed
10	LNA Switch Control	NEC	Z0346B s/n145	1	Not used	Out of usage by system change
GCE Bay Rack						
11	GCE	NEC	C3357A s/n6692	1	Not used	Out of usage by system change
12	Down Converter	NEC	G2293B s/n5183 s/n5184	2	Not used	Out of usage by system change
13	GCE	NEC	C3357A s/n6693	1	In operation	15years since installed
14	Up Converter	NEC	G2292B s/n5156 s/n5157	2	In operation	15years since installed
Outdoor equipment						
15	AZ Screw Jack	NEC		1	Damaged	Rusted deeply
16	EL Screw Jack	NEC		1	Damaged	Rusted deeply
17	Mount Structure Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
18	Center Hub Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
19	Feed Mount Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
20	Back Up Structure	NEC		1	In operation	15years since installed
21	7.6m C-band Main Reflector Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
22	Sub Reflector Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
23	Cable Ladder wt. cable	NEC		1	In operation	15years since installed

2.4.9 対象機材等の暫定的な対処方法の可能性調査

静止衛星は、静止軌道上で8の字型の軌道を描き移動している。このため指向性が高い大型のパラボラアンテナでは、衛星を自動追尾する機能を用いて、常に、アンテナビームが衛星方向に向くようアンテナの角度をコントロールする。自動追尾機能が故障し衛星を追尾せずパラボラアンテナの角度が固定されている現状では、この8の字型軌道上の衛星移動により、衛星がアンテナビームから離れると通信状況が悪くなる。8の字型軌道の中心から最も離れた位置でアンテナが固定していると、衛星がこの軌道の反対側に来た際、通信状況は最も悪くなる。通信の劣化を最小にするためには、衛星がこの8の字型軌道の中心を通過する際に、その時点で受信電力が最大となるよう手動でAZ/ELを調整する必要がある。これは、衛星がこの軌道中心から最も離れた場合でも通信劣化を最小とする暫定的対処方法となる。

調査の結果、ジャッキ装置の駆動が行えないことから、調整は不可能と判断した。なお、当該アンテナ装置はAuto Tracking機能を停止し、通信の安定性は設計性能を下回っているが、現状、通信を行っていることから、無理な調整を行わず現状を維持する方がよいと思われるため、暫定的調整は実施しないこととした。

2.4.10 対象機材の障害調査結果まとめ

調査の結果、アンテナ制御駆動系の屋外装置は、AZ Jack Assy. (方位角ジャッキアセンブリ)、EL Jack Assy. (仰角ジャッキアセンブリ)とも構成部品の故障、劣化により交換が必要である。また、屋外装置のその他の可動部は、2年間の停止により、固着している危険性がある。全般的に、錆による劣化が進行しており、設置後15年を経過し、耐用年数を超過していることから、交換部品以外の今後の安定した長期運用はその保証がない。

また、受信系及びアンテナ制御駆動系の屋内装置も、設置後15年を経過し、耐用年数を超過していることから、今後の故障対応が困難になる。特に、Beacon Receiver(ビーコン受信機)、Antenna Control Unit(アンテナ制御装置)等は、AZ Jack Assy.、EL Jack Assy.と連携しており、装置が標準化されていないため、代替品の活用も困難となる。

2.4.11 リモート局の現況

リモート局は、ハブ局と同時期に建設された局が11局あり、他、2006年が1局、2015年が2局ある。初期に設置した11局は、運用開始後15年を経更新時期にある。また、設置位置が海に近いことから屋外装置であるアンテナは、塩害の影響を受けている。表2.4-3にリモート局の現況を示す。

表 2.4-3 リモート局の現況

地球局所在地 (国/都市)		アンテナ口径	電力増幅器容量	設置年	協力国・実施機関
マーシャル	マユロ	4.5m	20W	2000年	日本
ソロモン	ホニアラ	4.5m	20W	2000年	
ツバル	フナフティ	4.5m	20W	2000年	
トンガ	ヌクアロファ	4.5m	20W	2000年	
ナウル	ヤレン	4.5m	20W	2000年	ニュージーランド
トケラウ	アタフ	4.5m	20W	2000年	
トケラウ	ファカオフォ	4.5m	20W	2015年	
トケラウ	ヌクノノ	4.5m	20W	2015年	
サモア	アピア	6.3m	50W	2000年	
ニウエ	アロフィ	4.5m	20W	2000年	

地球局所在地（国／都市）		アンテナ口径	電力増幅器容量	設置年	協力国・実施機関
クック諸島	ラロトンガ	4.5m	20W	2000年	ニュージーランド
キリバス	タラワ	4.5m	20W	2000年	オーストラリア
バヌアツ	ポート・ビラ	4.5m	20W	2000年	
バヌアツ	サント	3.8m	20W	2006年	USP

3 今後の協力の方針

3.1 3つのオプション

調査の結果、3つの修理・更新方法のオプションを提案し合意した。表 3.1 に提案したオプションを示す。

表 3.1 提案したオプション

No.	方法	概要
1	モーターユニット付き AZ/EL Jack Assy. (ジャッキ装置) の交換。	モーターユニット付き AZ/EL Jack Assy. のみの交換。自動追尾機能を行うための制御装置(ACU, ADU, Beacon Rx.)は対象外。
2	屋外設置のアンテナ本体全体を交換。AZ/EL Jack Assy. は、モーター無し。	アンテナの移動は手動により行う。システムとしての寿命は、適切なメンテナンスの下で 10 年は確保できる。
3	屋外設置のアンテナ本体全体を交換。AZ/EL Jack Assy. は、モーター付き。	アンテナ全体を電動駆動、自動衛星追尾機能付きで交換。適切なメンテナンスの下で 10 年の寿命は確保できる。

オプションの設定は、以下を根拠とした。

No.1 については、現状故障している部品であるジャッキ装置のみを交換し、制御装置等は既設の装置を使用する。自動追尾機能は回復するため、衛星の軌道上での移動に対しても、送受信レベルの劣化がない安定した通信品質を確保することができる。また、電動駆動が回復するため、サイクロン等の場合に、アンテナを退避ポジション(天空に向けた状態)に移動させることも可能となる。但し、この方法は、ジャッキ装置に対しては適切なメンテナンスの下での 10 年寿命を確保することができるが、その他の装置(アンテナ本体、制御装置等)では、設置後 15 年を経過しており、劣化が進んでいること、既に、設計寿命を過ぎたことから、長期の寿命は期待できない。更に、工事期間中(4 週間程度)、USPNet の C バンド系を休止させる必要があり、USPNet のサービスの現状からは、現実的な選択ではない。

No.2 については、現状、自動追尾機能を働かせずに、最低限の通信安定性による通信を行っていることから、自動追尾機能を実装せず、アンテナの設置調整時に、衛星軌道の中心に調整することにより、現状と同程度の通信安定性を実現する。このオプションでは、アンテナ装置に対し、適切なメンテナンスの下で 10 年寿命を確保できるが、サイクロン等の場合のアンテナ退避が困難となり、長期使用においては災害等に対する不安が残る。また、自動追尾を行わないため、衛星の軌道上での移動に対し、送受信レベルが劣化し通信品質を低減させる。サービスのダウンタイムについては、隣接する位置にアンテナ基礎を新規に設置するため、現状システムを停止させずに新設システムを設置することができ、工事の最終段階における調整・試験工程の前に現状システムから新システムへの移行を行うことにより、最低限のダウンタイム(2 週間程度)とすることができる。

No.3 については、新アンテナで、自動追尾機能を実現するため、アンテナ、制御装置とも適切なメンテナンスの下で 10 年寿命を確保でき、サイクロン等の場合のアンテナ退避も容易であり、災害に対する懸念がない。また、自動追尾を行うため、衛星の軌道上での移動に対しても、送受信レベルの劣化がない安定した通信品質を確保することができる。ダウンタイムについては、No.2 と同様、最低限のダウンタイムとすることができる。

また、2016年2月には、極めて強いサイクロン・ウィンストンがフィジー北東部に上陸し、甚大な被害をもたらした。このサイクロンは、南半球史上最強のサイクロンで1分間の最大風速で83m/s（日本の気象庁が用いる10分間平均では、約73m/s）を記録した。このような極めて強い風速においては、パラボラアンテナを安全な状態（仰角90°、天空に向けた状態）に速やかに移動させることが重要である。そのためにも、電動駆動機能は必須となる。自動追尾機能を有するアンテナは、この電動駆動機能を有している。

3.2 オプションの検討

アンテナ装置、通信用・制御用電子機器の寿命、フィジーにおけるサイクロン等気象条件から表3.1に示したオプションに対し実施の優先順位を検討する。

(1) アンテナ装置

アンテナ装置は、ジャッキ部が鋳等により固着し、駆動が困難となっている。また、センサー等の劣化が激しい。支持部では、Pole Mount Assy部（アンテナ鏡面を支えるポスト）のAZ Bearing-1 Assy（AZジャッキ部がPole Mount Assyと接続される部分）の鋳による金属部分の捲れが発生し、強度が劣化している。

(2) 通信用・制御用電子機器

アンテナ装置の制御用電子機器では、現時点での故障はないが、製造後15年を経、製造者の保守対応が困難となっている。通信用電子機器では、低雑音増幅装置システムを構成する低雑音増幅器3台の内、実装されている1台が本調査実施後故障となっている。低雑音増幅装置システムは、1:1の現用予備構成であり、そこに実装されていた装置であったが、故障により予備品と交換し現在は復旧している。低雑音増幅装置システムを構成する制御装置・低雑音増幅器の予備品はない。また、製造者の保守対応も困難な状況である。

(3) サイクロン等気象条件

サイクロン等の気象条件としては、調査後の2016年2月に記録上歴代2番目の強さのサイクロン（ウィンストン）がフィジーを襲った。幸い、フィジー北部を進路としたため、南東部に位置するスバにあるUSPローザラ・キャンパスの地球局は直撃を免れた。しかし、サイクロンの発生は多い。強風時には、アンテナを電動駆動により天空に向け、風圧を低減し耐える。従って、電動駆動は衛星の追尾と合わせ、この地では重要な機能となる。

(4) オプションの優先順位

以上の調査結果、及び検討から、3つのオプションに優先順位を付けると表3.2のようになる。

表 3.2 オプションに優先順位

No.	方法	概要	優先順位
3	屋外設置のアンテナ本体全体を交換。AZ/EL Jack Assy. は、モーター付き。	アンテナ全体を電動駆動、自動衛星追尾機能付きで交換。適切なメンテナンスの下で10年の寿命は確保できる。	高
1	モーターユニット付きAZ/EL Jack Assy.の交換。	モーターユニット付きAZ/EL Jack Assy.のみの交換。自動追尾機能を行うための制御装置(ACU,	中

		ADU, Beacon Rx.)は対象外。	
2	屋外設置のアンテナ本体全体を交換。AZ/EL Jack Assy. は、モーター無し。	アンテナの移動は手動により行う。システムとしての寿命は、適切なメンテナンスの下で 10 年は確保できる。	低

3.3 検討結果

USPNet における USP 本校に設置されているハブ局としての重要性、またサイクロンが多発する等の状況を考慮し、表 3.1 のオプション 3 を選択した。数社から参考見積を入手した。当初の F/U 協力要請時に想定していたコンポーネントから大幅な変更となり、想定額を大きく上回ったことから新規無償資金協力で実施することを本調査における結果として提案する。

3.4 新規無償資金協力としての対象及び構成

新規無償資金協力においては、USPNet の現在のシステムが設置後 15 年を経過し、電子機器の寿命時期であること、アンテナ設置位置が海に近く塩害を受けている可能性があることから、2000 年設置の局の内、日本が担当したハブ局及び 4 リモート局とすることを提案する。

3.5 新規無償資金協力の妥当性

USP は、広域に分散し、多くの島々からなる大洋州の島嶼国を参加国とし、各参加国に USP センターを設置して大学教育を提供している。USPNet は、USP の特色である遠隔教育を実現する基幹ネットワークであり、更に、参加各国に設置された USP センター間を接続して、図書館サービス等の学生サービスを提供する基幹通信網として活用されている。USPNet は USP にとっては欠くべからざるインフラストラクチャーである。

USP では、これまで、USPNet を適切に維持管理しつつ、軽微な事象に対しては補修の自助努力を行っているが、通信システムの根幹かつ広範囲な対象に対しては自助努力の範囲を超え、新規無償資金協力が必要となる。

今回の調査で、故障箇所は、USPNet の中心であり、ローザラ・キャンパスに置かれるハブ局の衛星通信アンテナ本体に係る事象であることが確認された。本アンテナは、建設後 15 年を経、電動駆動部を中心に、各可動部部品、センサー部品、支持部等多くの部品で劣化、損傷が発生しており、自動追尾、手動によるアンテナ駆動が不可能な状態となっている。また、ハブ局の送信系電力増幅器は、各リモート局を制御し、遠隔講義のコンテンツを送信する基幹局でありながら予備系を持たない現用系だけの構成となっている。更に、受信系の低雑音増幅装置は現用予備構成をとりながらも、設置後 15 年を経過し、本年 2016 年 2 月には、1 基故障し、コールドスタンバイの装置と交換した。USP の中心的サービスに対するインフラストラクチャーである USPNet のハブ局として、十分な通信の安定性・信頼性を形成することは困難となっている。

一方、リモート局においても設置後 15 年を経過し、ハブ局と同様な状況にある。アンテナ・電子機器は寿命を経過しており、故障により通信途絶が生じる危険性が高い。通信途絶が生じると、遠隔講義を受講することができなくなり、学生にとっても USP にとっても困難な状況となることが想定される。

新規無償資金協力の対象は、通信システムの根幹、広範囲に影響を及ぼすものであり、技術的・予算的に自助努力の範囲を超えているため、妥当であると想定される。

なお、新規無償資金協力に当たっては、5.USP への提言で後述するように、基幹系であるが故の定期的なメンテナンスを中心とする維持管理計画、設計寿命を超えた後に対する更新計画を着実に実行することが重要である。

4 新規無償資金協力への提言

4.1 実施計画案

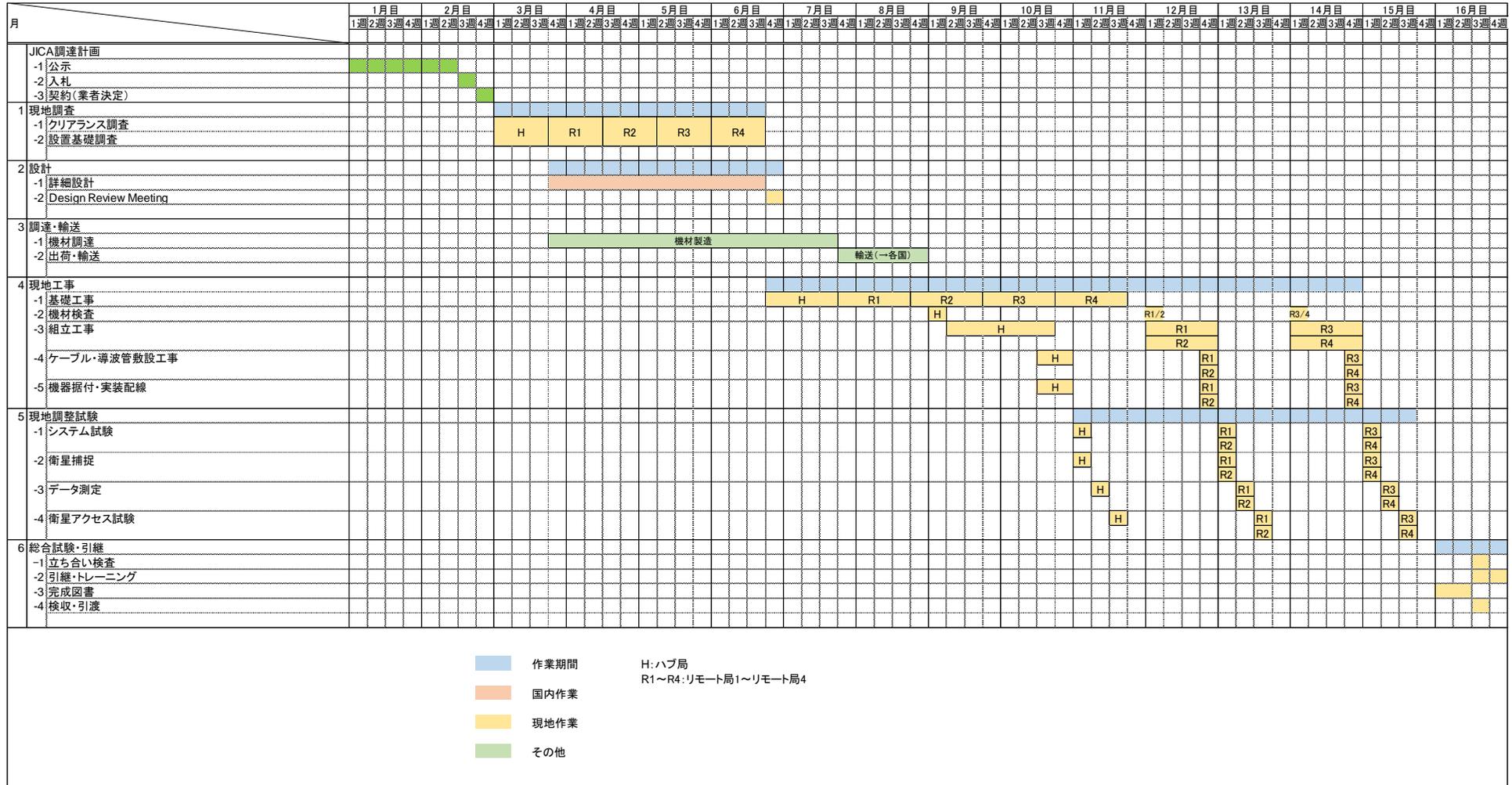
表 4.1 に機材調達計画（案）を示す。

現地調査をハブ局から順次実施した後、引き続き、アンテナ設置基礎を同様にハブ局から順次行う。この間に、詳細設計を実施し、デザインレビュー会議を現地にて行う。機材の製造には、通常 4 カ月間程度かかるため、現地への輸送も含め、機材調達後約 5 カ月で着荷する。

組立工事、現地調整試験は一連の工事とし、まずハブ局で実施する。ハブ局を完工させ、現用機から移行を完了し、既存リモート局との通信試験が完了した後、順次リモート局も組立工事、現地調整試験は一連の工事として実施する。工事完了後、現用機から移行させ、ハブ局との通信試験を経てリモート局の工事は完了する。この一連の作業が完了した後、次のリモート局も同様に行う。

全てのリモート局の工事が完了した後に総合試験・引継を実施する。

表 4.1 機材調達計画 (案)



4.2 実施内容

ネットワークインフラストラクチャとしての重要性から、信頼性・安定性を確保するため、ハブ局の電子機器については現用予備構成とした。表 4.2 に対象局及び構成を示す。

表 4.2 対象局及び構成

対象国	局タイプ	対象設備
フィジー	ハブ局	(1) 7.6m クラスパラボラアンテナ設備 <ul style="list-style-type: none"> ・ アンテナ基礎 ・ 自動追尾機能付き電動駆動パラボラアンテナ ・ アンテナ制御装置 ・ アンテナ駆動装置 ・ ビーコン受信機 (2) 1:1 現用予備構成 低雑音増幅装置 <ul style="list-style-type: none"> ・ 低雑音増幅基（現用予備、コールドスタンバイ、計 3 基） ・ 現用予備回路 ・ 制御装置 (3) 1:1 現用予備構成 80wSSPA 装置 <ul style="list-style-type: none"> ・ 80wSSPA（アップコンバータ付き現用予備、コールドスタンバイ、計 3 基） ・ 現用予備回路 ・ 制御装置 (4) ケーブル・導波管回路 <ul style="list-style-type: none"> ・ 屋外通信装置－通信機械室間ケーブル ・ アンテナ－屋外通信装置間ケーブル・導波管 ・ 乾燥空気充填装置
マーシャル ソロモン ツバル トンガ	リモート局	(各局共通) (1) 4.5m クラスパラボラアンテナ設備 <ul style="list-style-type: none"> ・ アンテナ基礎 ・ 手動駆動型パラボラアンテナ (2) 低雑音増幅装置（屋外装置） <ul style="list-style-type: none"> ・ 低雑音増幅基（現用 1 基） (3) 20wSSPA 装置（屋外装置） <ul style="list-style-type: none"> ・ 20wSSPA(アップコンバータ付き、1 基) (4) ケーブル・導波管回路 <ul style="list-style-type: none"> ・ 屋外通信装置－通信機械室間ケーブル ・ アンテナ－屋外通信装置間ケーブル ・ 乾燥空気充填装置

4.3 技術者派遣の必要性

新規無償資金協力において、USPNet のハブ局通信機能の改善、維持管理計画を遂行するためのアンテナ装置・アンテナ基礎の施工では、高い設計性能を確保するため、設置に関する設計、現地組立施工、装置単体・システム全体としての性能試験等を実施し、衛星アクセステストに合格する必要がある。このため、実施に当たっては、高い専門能力を有する技術者の派遣が必要と考えられる。

具体的には、以下の能力を有する技術者を想定している。

(1) 7m クラスの衛星通信用地球局パラボラアンテナ設置設計

- ・ ケーブルシステムのルート設計
- ・ スカイライン測定

- 1 塗装 防錆塗装、塗装色は白色
- 2 電源電圧および電圧変動対策 サイトの一次電源電圧は 200V～240V とする。
- 3 アクセス衛星 NSS-9(183.0E)
- 4 総合性能 SES NSS-9 衛星に対する地球局の性能を満足すること。
SES NSS-9 の性能確認試験に合格するものであること。

【機械的条件】

- 1 駆動範囲 アンテナは衛星方向を中心として
 - ・ AZ 方向 : ±60 度まで駆動可能なこと
 - ・ EL 方向 : 5～90 度の間で駆動可能なこと
 AZ-EL マウント方式以外の場合には同等の角度まで駆動できること。
- 2 耐風速 アンテナの耐風速（非破壊）は、どの仰角に対しても 55m/s 以上とし、仰角 90 度において 88m/s 以上であること。また、運用時における耐風速は 20m/s 以上とし、瞬間最大風速は 29m/s 以上であること。

【電氣的条件】

- 1 周波数帯域 送信 : 5850～6425MHz
受信 : 3625～4200MHz
- 2 アンテナ利得 送信 : $51.4+20\log(f/6)$ [dBi]以上
受信 : $48.5+20\log(f/4)$ [dBi]以上
但し、f は使用周波数であり、単位は GHz
- 3 アンテナ雑音温度 40 度 K(仰角 50 度において)以下
- 4 アンテナサイドローブ ITU-R 勧告-S580 に適合したもの
- 5 偏波 直交円偏波
- 6 軸比 1.06 以下
- 7 VSWR 送受信とも 1.3 以下
- 8 送・受信アイソレーション 75dB 以上
- 9 Port 数 送信 2port/受信 2port 計 4port

【駆動制御条件】

- 1 自動追尾 SES NSS-9 衛星に自動的に追尾できる機能を有すること
- 2 アンテナ駆動速度 アンテナ指向仰角が 70 度程度であることを考慮しても十分に衛星追尾が行える速度であること
- 3 固定機能 固定機能を有すること
- 4 リモート制御機能 遠隔にて手動によりアンテナを駆動できる機能を有すること
- 5 ローカル制御機能 アンテナ近傍にて電動駆動操作によりアンテナを駆動できる機能を有すること
- 6 手動操作機能 アンテナ近傍にて手動操作によりアンテナを駆動できる機能を有すること

【その他】

- | | |
|--------------------------|---|
| -1 Shipping Containers | 40ft standard Container 1 本に収容できること |
| -2 乾燥空気充填装置 | 乾燥空気充填装置を実装すること
乾燥空気充填装置は、給電部導波管内部を常に乾燥させておくのに十分な容量を持つこと |
| -3 雷害対策 | アンテナ機構部には避雷針およびアースを施すこと |
| -4 Feed Horn Rain Brower | Feed Horn Rain Brower を実装すること |
| -5 Ladder and Platform | 主反射鏡背面ハブドラム後部にメンテナンス用 Ladder 及び Platform を実装すること |

(2) 低雑音増幅装置(LNA)

【電気的条件】

- | | |
|--------------|---|
| -1 周波数帯域 | 受信：3625～4200MHz |
| -2 雑音温度 | 雑音温度は、40 度 K 以下とし、所要の G/T を確保するに足りるものであること。 |
| -3 利得 | 60dB 以上 |
| -4 ダイナミックレンジ | 60dB 以上 |
| -5 利得周波数特性 | ±0.05dB/MHz 以下 |
| -6 冗長構成 | 1:1 現用予備構成とし、アンテナ装置に隣接する機械室から容易に切り替えられること。コールドスタンバイ LNA 1 台を含むこと。 |
| -7 その他 | 異常状態が発生した場合には、アラームが発生すること。
アンテナ背面のハブドラム内にメンテナンスがし易いように実装すること。 |

(3) 電力増幅装置

【電気的条件】

- | | |
|-------------|---|
| -1 出力周波数帯域 | 送信：5850～6425MHz |
| -2 入力周波数帯域 | ：950～1525MHz |
| -3 出力電力 | 80W 以上 |
| -4 利得 | 80dB 以上 |
| -5 利得可変範囲 | 15dB 以上 (0.1dB ステップ) |
| -6 利得帯周波数特性 | 1dBp-p 以下 (36MHz) |
| -7 相互変調歪 | -27dBc 以下
(2 キャリア、3dB トータルアウトプットバックオフ時) |
| -8 冗長構成 | 1:1 現用予備構成とし、アンテナ装置に隣接する機械室から容易に切り替えられること。コールドスタンバイ 1 台を含むこと。 |
| -9 その他 | 外部からのモニター、制御が可能なこと。 |

(4) ケーブルシステム

【電気的条件・機械的条件】

- 1 送信側システム 送信側は 5850～6425MHz の周波数帯の信号をアンテナ装置に隣接する機械室内屋内装置とアンテナ給電部との間で導波管等により効率良く伝送できること。
- 2 受信側システム 受信側は、3625～4200MHz の周波数帯の信号をアンテナ装置背面・ハブドラムに実装する低雑音増幅器と隣接する機械室内屋内装置との間で効率良く伝送できること。
- 3 敷設システム 送受信の導波管等及びアンテナ監視制御系、低雑音増幅器監視制御系ケーブルを隣接する機械室とアンテナ装置間にラダー等を設置し敷設すること。ラダーは、導波管・ケーブル等に対し、紫外線防止の為カバー等により保護する機能を有すること。ラダー・カバー等は防錆対策が施されていること。

(5) 工事・技師派遣

【工事・技師派遣条件】

- 1 工事条件 工事に当たっては、現地調査を実施し、ケーブルシステムのルート等の確定、スカイライン測定、アンテナ基礎工事を行い、アンテナの組立、調整、試験を実施、現用系の送受信系統変更を実施し、衛星通信地球局性能試験を実施した後、SES NSS-9 衛星に対する地球局の性能確認試験実施すること。
アンテナ基礎工事は 7m クラスパラボラアンテナを指定の風圧荷重に対し十分な強度をもって固定することができること。
性能確認試験完了後、完成図書（英語）、取扱説明書（英語）を作成し、これらに基づき、USP 側運用担当者に操作説明を実施すること。
- 2 技師派遣条件 7m クラスの衛星通信用地球局パラボラアンテナ設置設計、組立・調整、衛星通信地球局性能試験、衛星運用会社による性能確認試験を実施した経験を有すること。

4.4.2 リモート局

(1) アンテナ装置

【構成】

本設備は、アンテナ機構部、給電部およびアンテナ基礎部から構成される。アンテナ機構部は、主反射鏡、副反射鏡、バックアップストラクチャ、ハブドラムおよびアンテナ支柱から構成される。アンテナは、手動により所望とする衛星に指向させることができる。給電部は所要の電波を発射あるいは受信し、所要の電気信号に変換するための給電装置と、無線設備と接続するための線路より構成される。給電部の導波管内部を乾燥させるために乾燥空気充填装置を使用する。アンテナ基礎部は、アンテナ支柱を支えるためのコンクリート基礎をいう。

なお、低雑音増幅器、電力増幅器、給電系装置を構成品に含み、アンテナに実装する。

【一般条件】

- 1 塗装 防錆塗装、塗装色は白色
- 2 電源電圧および電圧変動対策 サイトの一次電源電圧は 200V～240V とする。
- 3 アクセス衛星 NSS-9(183.0E)
- 4 総合性能 SES NSS-9 衛星に対する地球局の性能を満足すること。
SES NSS-9 の性能確認試験に合格するものであること。

【機械的条件】

- 1 駆動範囲 アンテナは衛星方向を中心として
 - ・ AZ 方向 : ±60 度まで駆動可能なこと
 - ・ EL 方向 : 5～90 度の間で駆動可能なことAZ-EL マウント方式以外の場合には同等の角度まで駆動できること。
- 2 耐風速 アンテナの耐風速（非破壊）は、どの仰角に対しても 67m/s 以上であること。また、運用時における耐風速は 44m/s 以上であること。

【電気的条件】

- 1 周波数帯域 送信 : 5850～6425MHz
受信 : 3625～4200MHz
- 2 アンテナ利得 送信 : $46.6+20\log(f/6)$ [dBi]以上
受信 : $43.4+20\log(f/4)$ [dBi]以上
但し、f は使用周波数であり、単位は GHz
- 3 アンテナ雑音温度 30 度 K(仰角 60 度において)以下
- 4 アンテナサイドローブ ITU-R 勧告-S580 に適合したもの
- 5 偏波 直交円偏波
- 6 軸比 1.06 以下
- 7 VSWR 送受信とも 1.3 以下
- 8 送・受信アイソレーション 75dB 以上
- 9 Port 数 送信/受信 2port

【その他】

- 1 Shipping Containers 20ft standard Container 1 本に収容できること
- 2 乾燥空気充填装置 乾燥空気充填装置を実装すること
乾燥空気充填装置は、給電部導波管内部を常に乾燥させておくのに十分な容量を持つこと
- 3 雷害対策 アンテナ機構部には避雷針およびアースを施すこと

(2) 屋外装置

【電気的条件】

- 1 周波数帯域 送信 : 5850～6425MHz
受信 : 3625～4200MHz
- 2 送信電力 送信電力増幅器出力は 20W 以上とする。

- 3 雑音温度 低雑音増幅器の雑音温度は、60 度 K 以下とする。
- 4 屋内装置とのインタフェース 送受とも中間周波数により接続すること。
- 5 屋内外装置間ケーブル長 80m 程度まで問題なく伸ばせること。

(3) ケーブルシステム

【電氣的条件・機械的條件】

- 1 屋内外装置間ケーブル 送受とも中間周波数により伝送し、ケーブル長は 80m 程度まで伸ばせること。

(4) 工事・技師派遣

【工事・技師派遣条件】

- 1 工事条件

工事に当たっては、現地調査を実施し、ケーブルシステムのルート等の確定、スカイライン測定、アンテナ基礎工事を行い、アンテナの組立、調整、試験を実施、現用系の送受信系統変更を実施し、衛星通信地球局性能試験を実施した後、SES NSS-9 衛星に対する地球局の性能確認試験実施すること。

アンテナ基礎工事は 4.5m クラスパラボラアンテナを指定の風圧荷重に対し十分な強度をもって固定することができること。

性能確認試験完了後、完成図書（英語）、取扱説明書（英語）を作成し、これらに基づき、USP 側運用担当者に操作説明を実施すること。
- 2 技師派遣条件

4.5m クラスの衛星通信用地球局パラボラアンテナ設置設計、組立・調整、衛星通信地球局性能試験、衛星運用会社による性能確認試験を実施した経験を有すこと。

5 USP への提言

5.1 維持管理体制

USPNet は、その地域的な特性から、今後とも衛星通信を主たる通信インフラストラクチャーとして構成、運用していくことは間違いなく、その意味で衛星通信システムは重要である。十分な体制・技術レベルを確立し、長期的な維持管理計画の下で確実に運用・維持管理を遂行していくことが望まれる。

USP では、現行、ハブ局の運用・保守担当として 1 名の中核となる技術者と 2 名の補助となる技術者の合計 3 名を配置している。また、リモート局となる各 USP センターでは、大規模なセンターでは平均 3 名の技術スタッフを配置し、1 名は主として運用を 2 名は保守を専門とし配置している。小規模なセンターでは、1 名のスタッフを運用・保守担当者として配置している。

トレーニングとしては、計画的に実施する保守と適宜行う保守を使い OJT を中心に行っている。計画的保守は 3~4 年毎にハブ局で行い、各 USP センターのスタッフもハブ局に集合し OJT を通してトレーニングを受ける。適宜行う保守・OJT トレーニングは、1 年に 1 度ハブ局の技術者が USP センターを訪問し実施している。

USPNet 全体の維持管理体制としては、一応の体制は整っているものの、ローザラ・キャンパスのハブ局に配置されている 1 名の中核技術者にすべてが集中する体制であり、ネットワークにおける衛星通信の重要性を考えると、2 名の補助要員の技術レベルを向上させ、体制強化を図る必要がある。

技術レベルの向上のためには、(1)座学による衛星通信の仕組みの教授、(2)実システムにおける定期的なデータ測定 (RF、IF レベルにおけるスペクトラム、キャリア周波数、出力レベルダイアグラム等) がある。これらを行うことにより、衛星通信に馴染み技術力の向上が期待でき、安定運用と障害時の迅速な対応が図れると考えられる。

5.2 予算措置

2015 年時点では、年間の運用・保守費用として、2 億 FJD(約 1.2 億円)を割り当て、人件費、衛星回線費用、維持管理に充当している。この内、衛星回線費用は、使用帯域幅 15MHz に対し年間 720,000USD(約 85,000,000 円、1USD=118 円換算)である。現在、USPNet としては、C-Band 系で合計 15 局(ハブ局 1 局、Mini ハブ局・リモート局 14 局)が稼働しており、2000 年設置が 12 局、2006 年設置が 1 局、2015 年設置が 2 局となっている。

ハブ局及び 4 局のリモート局に続き、Mini ハブ局・リモート局の 2000 年設置の 8 局が順次更新時期に入る。この内訳は、6m クラスのパラボラアンテナを有する局が 1 局(Mini ハブ局)、4.5m クラスのパラボラアンテナを有する局が 7 局(リモート局)となっている。これらの局は、いずれも運用開始から 15 年を経、設計寿命を既に超えており、USP による計画的な予算化・更新が必要となる。

5.3 維持管理計画

アンテナ等機械系の維持管理は、計画的に実施する必要がある。これにより、最適なシステム状態を維持することができ、安定運用が可能となる。特に、7m クラスのパラボラアンテナでは、衛星を自動追尾する機能が実装されている。一定間隔で自動追尾動作を行っており、スクリュージャッキ、ギア等の特定箇所のみが駆動され、グリースが適切に塗布されていないと特定箇所の摩耗が生じる。このため、規定間隔でのグリスアップは維持管理の重要な作業となる。また、USPNet の衛星通信地

球局が設置されている所は、何れも海に近いため、定期的な再塗装も重要である。これらを継続することにより長期運用が可能となる。

表 5.1 にパラボラアンテナの維持管理計画例を示す。

USPNet Questionnaire

Respondent Name - <i>Marika Qatamai</i>	Date: <i>Friday 30th Oct 2015</i>
Affiliation - <i>USPNet Engineer</i>	
1 Organizational System	
-1 Describe the USPNet operating system.	
<i>The USPNet is a privately owned ICT system/network within USP which comprises mainly of a Satellite Infrastructure encompassing the vsat South Pacific Is member countries which are part of USP. This infrastructure is essential in providing critical access to Teaching, Learning and Online data access for both Staff and Students on demand. USPNet is the life-line of our Regional Wide Area Network (WAN) infrastructure. It comprises of the Hub which is based in Laucala Campus, Suva Fiji with around 20 Regional Campuses and Centers using the iDirect Evolution platform. This platform is further shared by using C-Band and Ku-Band footprints across the Pacific. The Outdoor unit and partial Indoor unit mechanisms at the Hub utilises the NEC Antenna System together with the necessary Satellite Signalling Equipment needed in standard Earth Stations</i>	
-2 Describe the USPNet personnel system.	
<i>The USPNet is operationally being managed by the IT Services under the Director's Office, who then delegates Operations and maintenance thru the Enterprise Systems & Networks Infrastructure and the User Services Departments within IT Services</i>	
-3 Explain the USPNet annual operating budget (costs for personnel, equipment expansion, maintenance and repair; and spare part preparation).	
<i>Director IT Services is responsible for the Operating and Recurrent budgets for USPNet including Personnel, equipment procurement, maintenance etc.. The Operating and Recurrent budgets for USPNet including Personnel, equipment procurement, maintenance are part of ITS budget. In total ITS has a total budget 2 millions per years and that include personnel, bandwidth and maintenance. Every year, we submit a proposal for capex expenditures.</i>	
2 Activity status	
-1 Describe year-to-year trends in class participation over USPNet from the beginning of USPNet to the present.	
<i>Trends really have been increasing with more interactions now needed in Real Time applications like Video Conferencing and Tutorials, Submission of Moodle assignments Online, more Wireless and BYOD usage within our Campuses thus straining more use of Bandwidth Capacity for USPNet. The University is now into Online instruction and Learning which further increases the value and need of an efficient ICT infrastructure</i>	
-2 Describe year-to-year trends in the number of students at each USP Center over USPNet from the beginning of USPNet to the present.	
<i>USP continues to have increasing Student enrollments in each Campus and as such demands on the usage of USPNet resources has always been critically essential</i>	
3 Operation status	
-1 Describe the state of downtime (the number of hours per day, total number of days per year) at the USPNet Fiji HUB.	
<i>(1) In March and September each year there is intermittent downtime of services due to scheduled Sun-Interference caused by Sun Outage on NSS9 and IS18 Satellites that USP is leasing from our Satellite providers. This amounts to approx 15mins in total a day for approx 15 days (2) Important scheduled updates also are required to Update the Hub and this equates to 30mins a day about 3 times a year</i>	
-2 Describe whether or not alternative methods exist for downtime at the USPNet Fiji HUB.	
<i>All the Satellite Hardware situated at the Hub are in full redundancy mode meaning each Primary equipment has a fail-over secondary when and if needed. UPS Power is also provided together with a Generator so Power is not an issue or concern for downtime at the Hub</i>	
-3 Describe the state of downtime (the number of hours per day, total number of days per year) at each USP Center.	
<i>As with -1 above, when the Hub is affected due to Sun Intereference in March and Sept periods, ALL other Regional Campuses connected via our Satellite Network does get affected. The number of downtimes per remote site varies as well i.e when the Sun Outage period also affects the independent countries apart from Fiji and also not mentioning loca Power Supply issues on site if and when there is a power outage. But measures and controls are in place where we have UPS units and Power conditioners to protect and prevent intermittent Power outages at these site unless there is a pro-longed outage which their local UPS and Generators cannot sustain over this prolonged period. Average downtime periods for each Regional Campus or Center is therefore 15 mins per day for 10 days a year for Sun Outage and approx 30mins to 1 hour a day for at least days a Year for Power outages</i>	
-4 Describe whether or not alternative methods exist for downtime at each USP Center.	
<i>As mentioned in -3 above, alternative methods for reliable Power sources are addressed in having UPS and Generators being intalled in all regional sites. Unfortunately there is no alternative or redundancy mechanism in place for Sun Interference Outages</i>	
-5 Describe whether or not operation logs (records of transmission and end of transmission) are kept at the USPNet Fiji HUB.	
<i>Yes Operations Logs and records on status of Equipment etc are kept in USPNet Fiji Hub</i>	
4 Operating system	
-1 Number of operators at the USPNet Fiji HUB	
<i>We have a team and they share responsibilities.</i>	
-2 Number of operators for USPNet at each USP Center	
<i>One each</i>	
-3 What kinds of methods are used to detect alarms, failures and other problems at the USPNet Fiji HUB?	
<i>(1)- Proprietary iDirect Monitoring System which is known as iMonitor (2) SNMP data monitoring platforms via PRTG (3) Nagios Alerts</i>	
-4 What kinds of methods are used to detect alarms, failures and other problems with USPNet at each USP Center?	
<i>1)- Proprietary iDirect Monitoring System which is known as iMonitor (2) SNMP data monitoring platforms via PRTG (3) Nagios Alerts</i>	
5 Maintenance system	
-1 How many people work in maintenance (maintenance-only personnel, and people who also work as operators) at the USPNet Fiji HUB.	
<i>At the Fiji Hub, we have 1 principal core Technical person who is the Operator with backup from 2 others. For Maintenance purposes, we have a pool of the same 3 people from above</i>	
-2 How many people work in maintenance (maintenance-only personnel, and people who also work as operators) for USPNet at each USP Center?	
<i>In larger campuses in the Region, we have an average of 3 tchnical staff where one is often the operator and the other 2 are often the maintenance -only persons. In smaller campuses or centers, we normally have only 1 technical staff who both covers for Maintenance and also as an Operator</i>	
-3 Does updated documentation for the USPNet system (operation manuals, maintenance manuals, system configuration diagram) exist at the USPNet Fiji HUB and each USP Center?	
<i>Yes Documentation and As-Built's information are available for these. In fact, we have a system where our designs, changes in design, modifications etc are well documented and reflect the latest changes on the ground</i>	
-4 Is technical training for operation and maintenance of USPNet implemented? If so, how often?	
<i>Yes Technical Training is done both as a planned and scheduled Annual Routine Maintenance Schedule (ARMS) and on an Ad-Hoc basis where each Regional remote Campus site personnel gets on On-the Job hands on training. ARMS are often done every 3 - 4 years with all Operators converging in the main Campus in Laucala, Suva whilst the Ad-Hoc schedules occur often every year annually with site visits to our regional sites</i>	

MINUTES OF DISCUSSIONS
ON
THE FOLLOW-UP STUDY
ON
THE PROJECT FOR UPGRADE OF USPNet COMMUNICATIONS SYSTEM

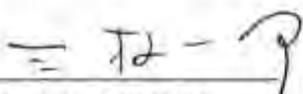
In response to the request from the University of South Pacific (hereinafter referred to as "USP"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") decided to conduct a Follow-up Study (hereinafter referred to as "the Study") on The Project for Upgrade of USPNet Communications System (hereinafter referred to as "the Original Project").

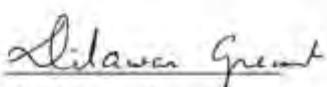
JICA sent to Fiji the Follow-up Study Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Ichiro MIMURA, Senior Representative of JICA Fiji Office and is scheduled to stay in the country from November 2nd to November 14th, 2015.

The Team held discussions with the officials concerned of USP and conducted a field survey at the study area.

In the course of the discussions and field survey, both parties confirmed the main items described on the attached sheets. The Team will proceed to further works and prepare the Follow-Up Study Report.

Suva, November 13, 2015


Mr. Ichiro MIMURA
Team Leader
Follow-up Study Team
Japan International Cooperation
Agency


Dr. Dilawar Grewal
Vice President Administration
The University of the South Pacific

6. Undertakings by the USP side

When the Project is decided to be implemented, the USP side shall take necessary measures for the smooth implementation of the Project as listed below.

- 6-1. To secure sufficient space necessary when the Project is executed;
- 6-2. To ensure prompt customs clearance of the products and to assist internal transportation of the products in Fiji;
- 6-3. To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in Fiji with respect to the purchase of the products and the services be exempted;
- 6-4. To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of products as may be necessary for their entry into Fiji and stay therein for the performance of their work, if the services above are judged necessary after further examination;
- 6-5. To ensure that the products be installed by USP other than those installed in the Project;
- 6-6. To ensure that the products be maintained and used properly and effectively to make best use of the equipment in future, including purchase of all the necessary consumables for continuous use of the equipment;
- 6-7. To provide JICA with necessary information upon the request of JICA;
- 6-8. To bear all the expenses, other than those to be borne by the Project, necessary for the transportation and installation of the products, when necessary.

Annex-1 Site Map

Annex-2 Organization chart of USP

Annex-3 List of Present Conditions of the Equipment

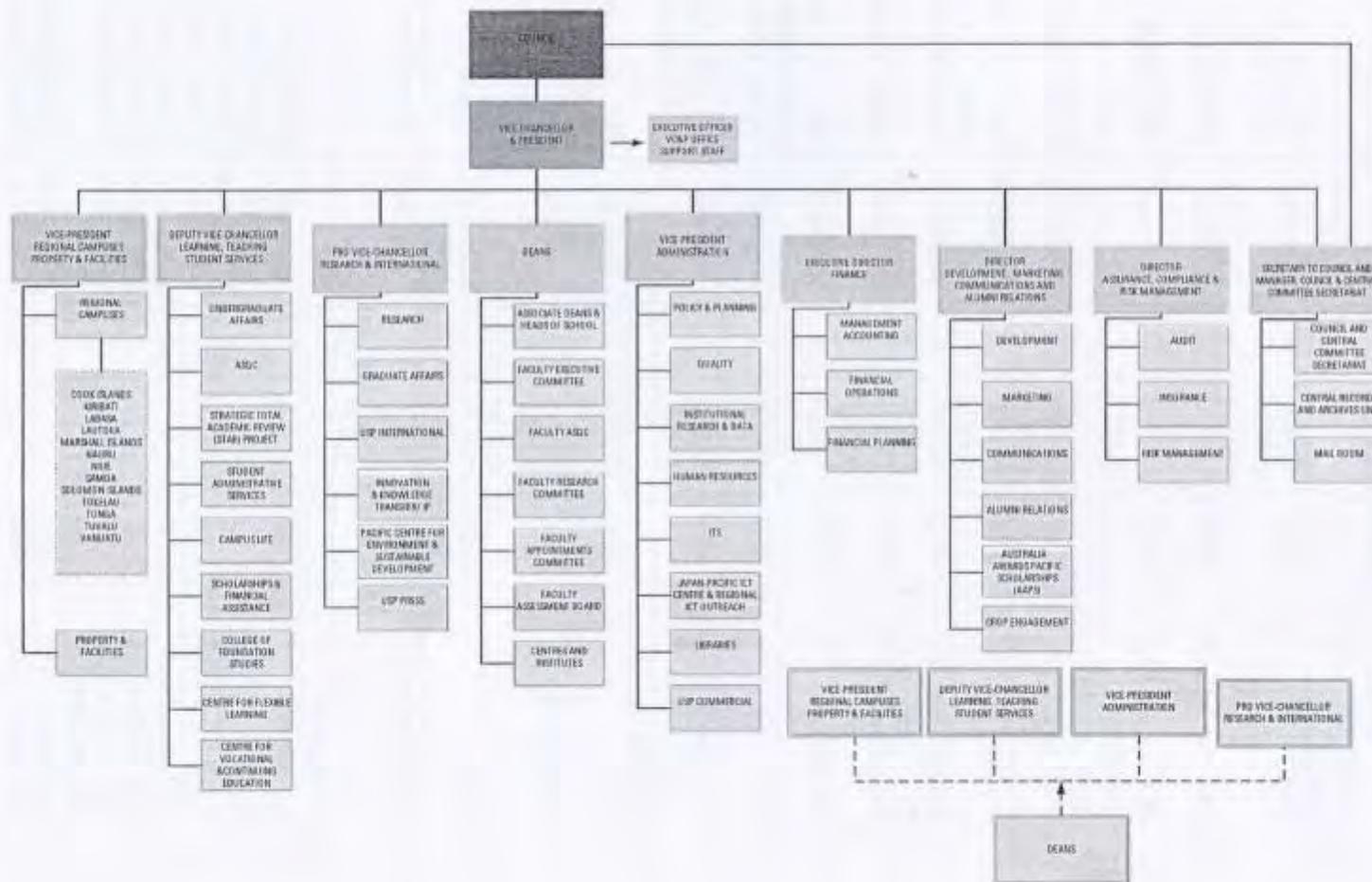
Annex-4 Proposed option to improve the current function of the system

B

12

3

Organization Chart of USP



3

List of Present Conditions of the Equipment

No	Name	Maker	Type No.	Q'ty	Condition	Remarks
In door equipment						
HPA Rack						
1	HPA	NEC	C7482J s/n5036 s/n5037	2	Not used	Replaced to another unit by USP
2	HPA Path Selector	NEC	B4995G s/n5079	1	Not used	Out of usage
3	GCE Amplifier Switchover	NEC	C3357A s/n6691	1	Not used	Out of usage
MISC Rack						
4	Motor Control	NEC	C5694B s/n6029	1	Suspended	Out of usage
5	Antenna Control Unit	NEC	D2544P s/n6002	1	Suspended	Out of usage by Alarm
6	Beacon Receiver	NEC	E4200B s/n6069	1	In operation	15years since installed
7	Down Converter	NEC	G2293B s/n5185	1	In operation	15years since installed
8	Up Converter	NEC	G2292B s/n5155	1	Not used	Out of usage by system change
9	UIC	NEC	E2165E s/n5274	1	In operation	15years since installed
10	LNA Switch Control	NEC	Z0346B s/n145	1	Not used	Out of usage by system change
GCE Bay Rack						
11	GCE	NEC	C3357A s/n6692	1	Not used	Out of usage by system change
12	Down Converter	NEC	G2293B s/n5183 s/n5184	2	Not used	Out of usage by system change
13	GCE	NEC	C3357A s/n6693	1	In operation	15years since installed
14	Up Converter	NEC	G2292B s/n5156 s/n5157	2	In operation	15years since installed
Outdoor equipment						
15	AZ Screw Jack	NEC		1	Damaged	Rusted deeply
16	EL Screw Jack	NEC		1	Damaged	Rusted deeply
17	Mount Structure Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
18	Center HUB Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
19	Feed Mount Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
20	Back Up Structure	NEC		1	In operation	15years since installed
21	7.6m C-band Main Reflector Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
22	Sub Reflector Assy	NEC		1	In operation	15years since installed
23	Cable Ladder wt. cable	NEC		1	In operation	15years since installed

B

J

Proposed option to improve the current function of the system

No.	Method	Outline
1	Replacement of AZ/EL Jack Assy. with motor unit	Replace only AZ/EL Jack Assy. with motor unit. Not replace other units of Antenna system included with ACU, ADU and Beacon Rx.
2	Replacement of whole Antenna with manual AZ/EL Jack Assy. (without motor unit)	Replace whole Antenna. AZ/EL Jack Assy. has no motor unit. Not replace other parts of Indoor units included with ACU, ADU and Beacon Rx.
3	Replacement of whole Antenna with automatic AZ/EL Jack Assy. (with motor unit)	Replace whole Antenna. AZ/EL Jack Assy. has motor unit. Replace other parts of Indoor units included with ACU, ADU and Beacon Rx.

B)

12.