

ツバル国
フナフチ環礁電力供給施設整備計画
基本設計調査報告書

平成 17 年 5 月
(2005 年)

独立行政法人 国際協力機構
無償資金協力部

無償

JR

05-061

序 文

日本国政府は、ツバル国政府の要請に基づき、同国のフナフチ環礁電力供給施設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16年11月29日より12月19日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ツバル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17年3月14日から3月20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17年5月

独立行政法人国際協力機構
理事 小島 誠二

伝 達 状

今般、ツバル国におけるフナフチ環礁電力供給施設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 16 年 11 月より平成 17 年 5 月までの 7 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ツバル国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 17 年 5 月

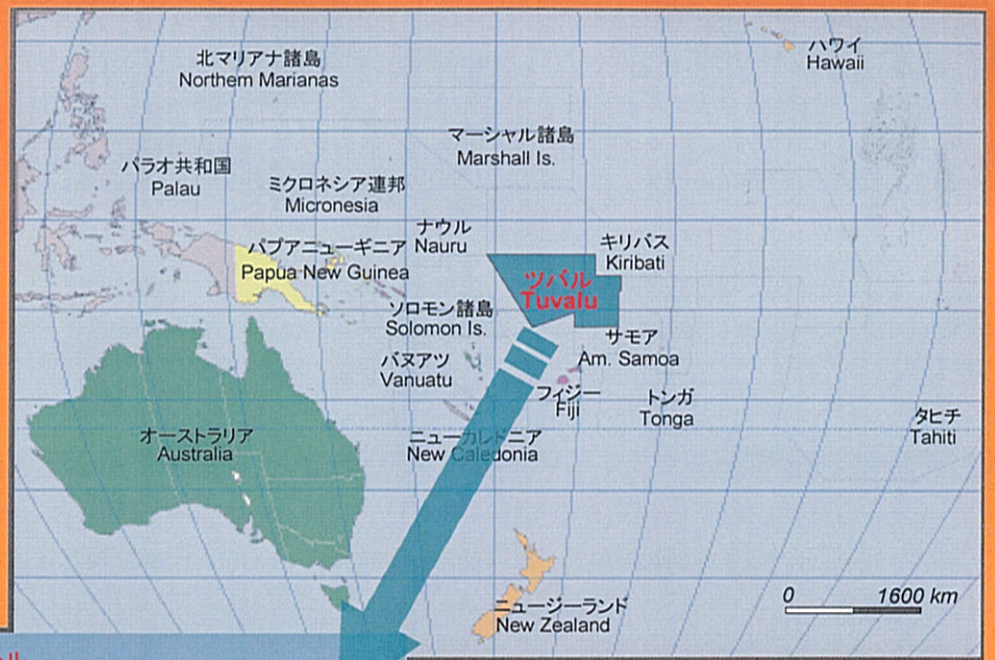
八千代エンジニアリング株式会社

ツバル国

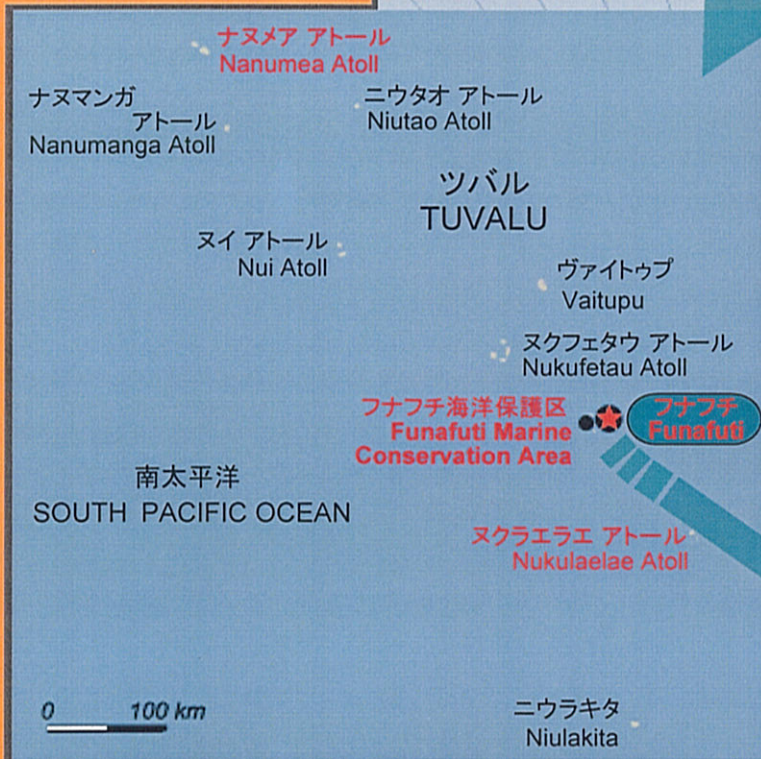
フナフチ環礁電力供給施設整備計画

基本設計調査団

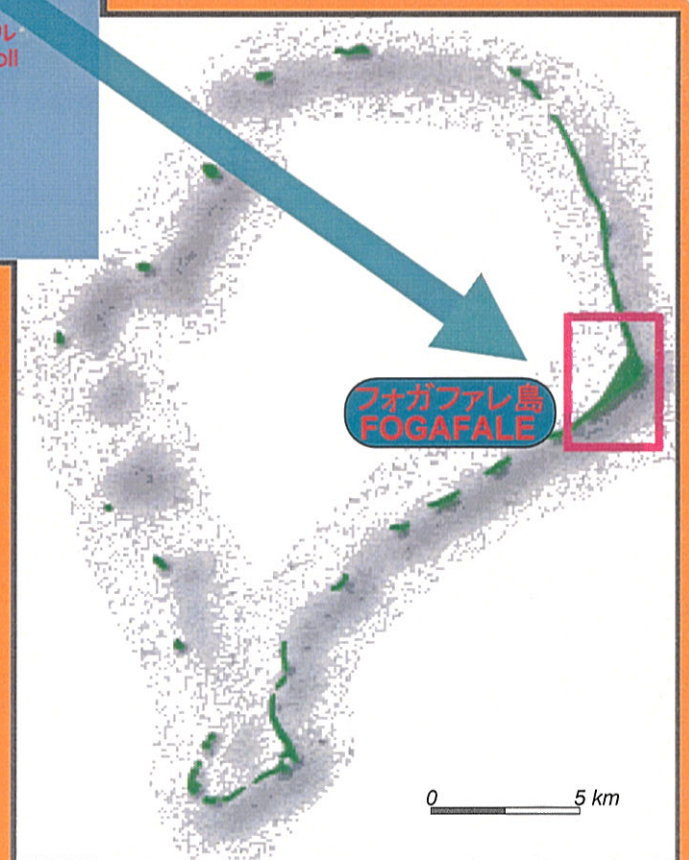
業務主任 西川 光久



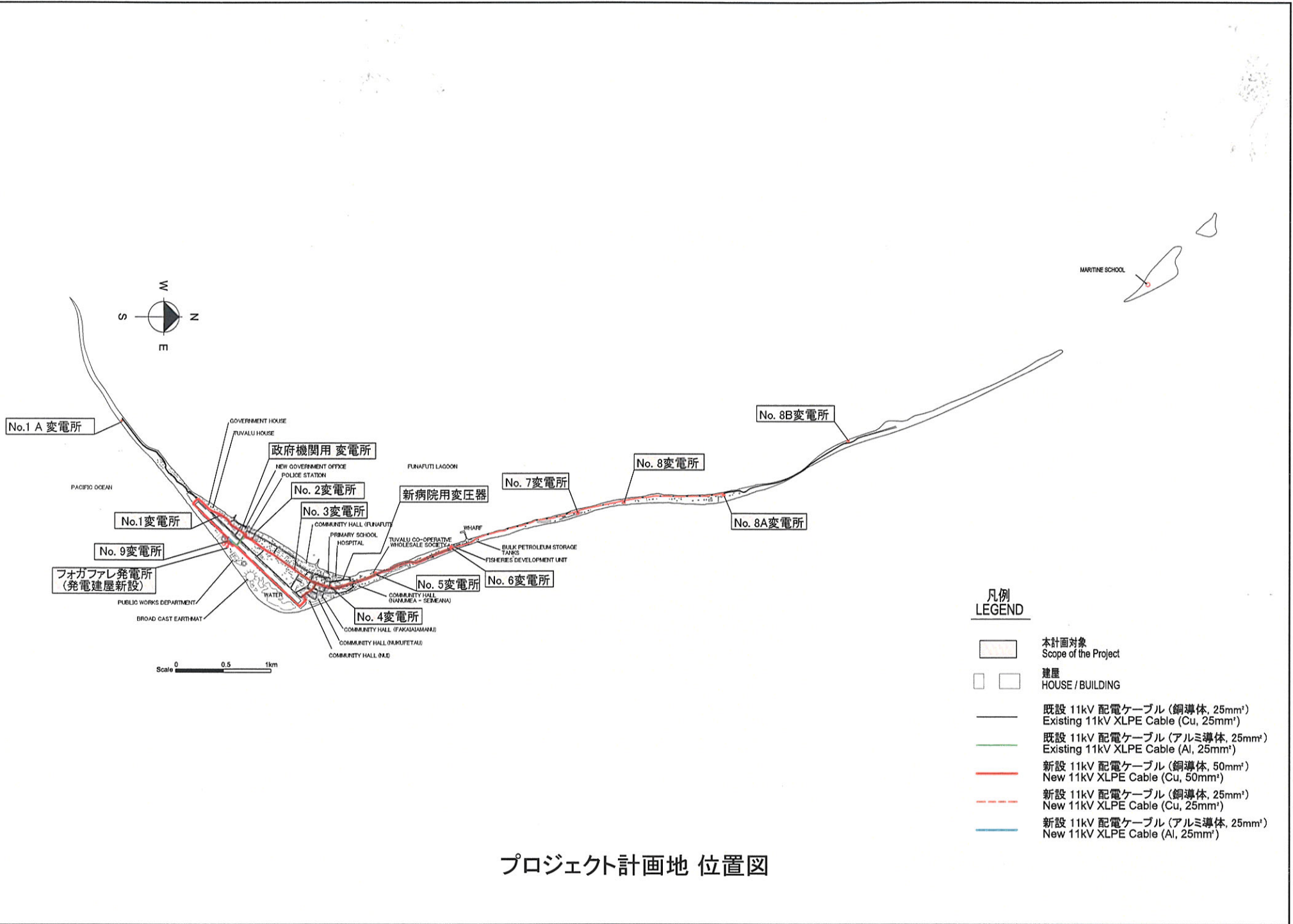
ツバル国 位置図
Location map of Tuvalu



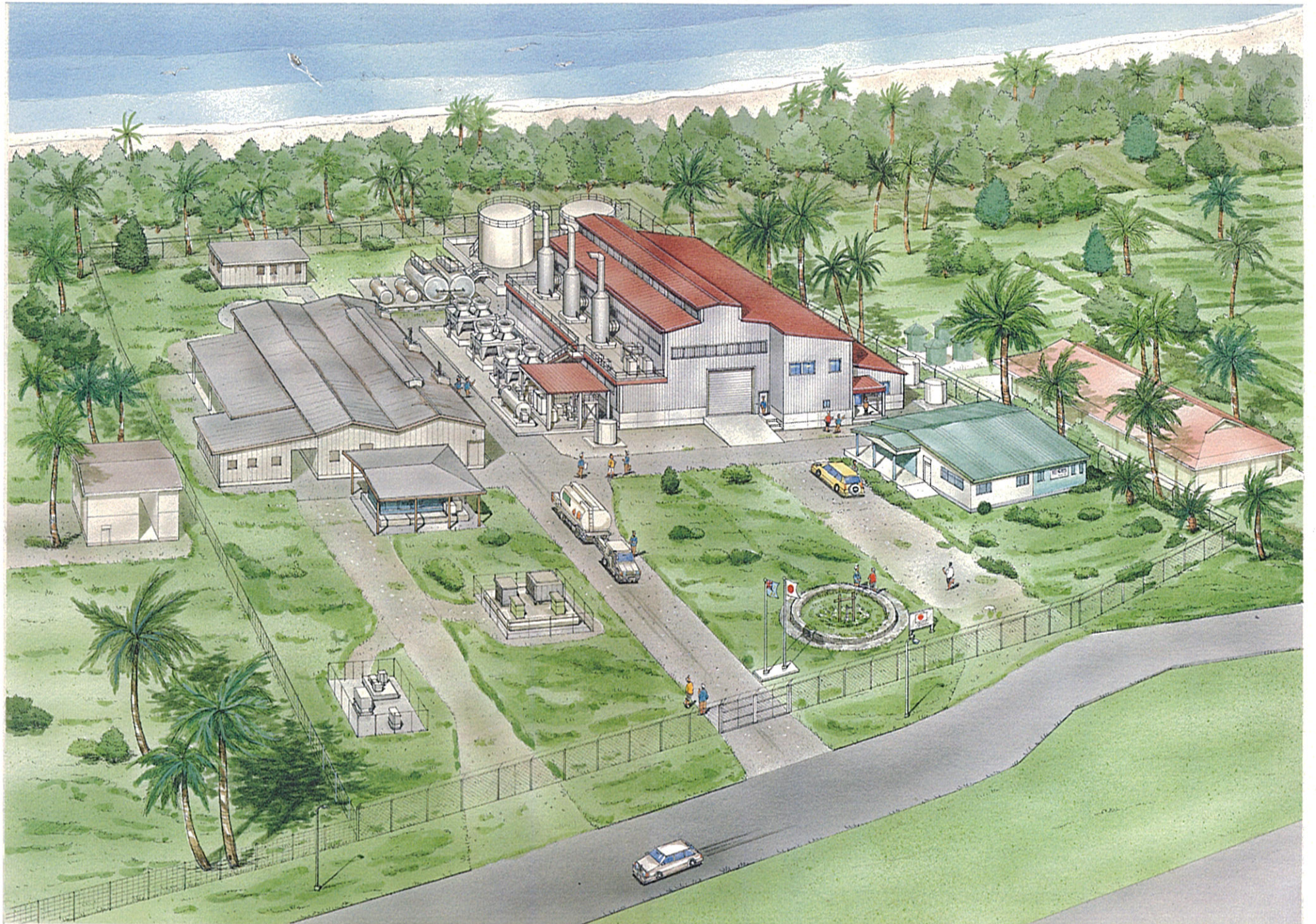
ツバル国 全図
Overall map of Tuvalu



フナフチ環礁全図
Overall Map of Funafuti Atoll



プロジェクト計画地 位置図



フナフチ環礁電力供給施設整備計画

調査対象地域の一般概況



フナフチ国際空港

フナフチに、1,500m 滑走路と空港設備がオーストラリアの援助で 1994 年に建設された。週 3 便、29 人乗りのプロペラ機がフィジー（スバ）間を運行しているが天候次第で頻繁に欠航となる。



港湾施設

本発電所建設及び配電線改修計画用の資機材陸揚げ港（発電所から約 3km）にはクレーン施設がないので、船のクレーンで荷卸しをする必要がある。



石油製品貯蓄設備

全ての石油製品は輸入し、埠頭近くにある BP 社の貯蓄タンクに受け入れられる。発電所の燃料は、ここからタンクローリー（9,000 リッター）で運搬されている。



総合病院

2003 年に我が国の無償資金協力で建設された新病院（プリンセス・マーガレット病院）は、島民の保健医療サービス確保において重要な施設となっている。



海水淡水化装置

1999 年、我が国の草の根無償援助により「ツ」国緊急水供給計画の一環として、飛行場滑走路南端に 65m³/日の海水淡水化装置が建設され、島民の飲料水確保において重要な施設となっている。



新政府庁舎

2004 年に台湾の援助で新政府庁舎が建設された。本発電所建設計画の実施機関であるツバル電力公社（TEC）を監督している公共事業・エネルギー省は、当庁舎内で執務にあっている。

フォガファレ発電所の現況



フォガファレ発電所建屋

1982年に建設された発電所建屋には、発電機室、監視・制御室、修理工場がある。現在4台のディーゼル発電機（総現有出力：820kW）が稼動しているが、建屋及び発電設備は老朽している。



発電所建屋内のディーゼル発電機

建設当初（1982年）は144kWx4台、その後、4回の交換を行い、現在は4台（144kWx1、248kWx2、400kWx1）が稼動中であるが、老朽化しており、総現有出力は820kWである。



屋外のディーゼル発電機

2001年に導入した屋外設置のディーゼル発電機（1MW）は、設計不良が原因で運転できず、製作したメーカーが2005年に400kWと交換の予定である。



燃料貯蓄設備

本発電所建設計画では、4基の燃料タンクは既存の発電機用として現状のまま使用し、新発電設備用には、燃料タンク（150m³x2基）を新設する計画である。



燃料運搬車（タンクローリー）

発電所から約3km離れた埠頭近くの燃料備蓄タンク（BP社）から3日毎に燃料がタンクローリー（9,000リッター）で運搬されてくる。



ツバル電力公社（TEC）事務所

既存事務所は、本プロジェクトの支障物件となるため、本発電所建設計画において日本側工事が開始される前にTEC側で撤去することが確認された。

既設配電設備の現況（1/4）

（凡例）RMU：リングメインユニット（配電用開閉器盤）

DT：ディストリビューション・トランス（配電用変圧器）



配電用変電所（No.1A）

2002年に設置の配電設備（11kV 地中ケーブル、RMU、DT）は、機能良好な状態であり、本改修計画の対象外とする。



配電用変電所（No.1）

2004年に設置のRMUは、本改修計画で断路器3台形に交換し、元のRMUは、変電所No.9に移設する計画である。なお、1994年製のDTは、機能良好な状態であり、本改修計画の対象外とする。



配電用変電所（政府新庁舎）

2004年の政府新庁舎建設と同時に、当庁舎専用に配電用変圧器（500kVA）が警察署内に設置された。左に非常用発電機（60kVA）も設置されている。当変電所は、本改修計画の対象外とする。



配電用変電所（No.2）

1982年に設置のRMUはケーブル接続箱から油漏れを生じ、上部の腐食が進行しているため、本改修計画で交換する。



配電用変電所（No.2）

1985年製のDT（160kVA）は、油面計から油漏れを生じ、老朽化しているため、本改修計画で交換する。



配電用変電所（No.3）

1982年に設置のRMUは、上部の腐食が進行しているため、本計画で交換する。

既設配電設備の現況（2/4）



配電用変電所（No.3）

1979年製のDT（160kVA）は機能良好な状態であるが、過負荷運転を強いられているため、本改修計画で200kVAに交換し、元のDTは、No. 8Aに移設する計画である。



配電用変電所（No.4）

1979年製のDT（160kVA）は、油面計から油漏れを生じ、かつ過負荷運転を強いられているため、本改修計画で200kVAに交換する。



配電用変電所（No.4）

1982年に設置のRMUは、上部の腐食が進行しているため、本計画で交換する。



配電用変電所（新病院）

2003年に我が国の無償資金協力で建設された新病院（プリンセス・マーガレット病院）と同時に、当病院専用の配電用変圧器（300kVA）が屋外に設置された。当変電所は、本改修計画の対象外とする。



配電用変電所（No.5）

2003年に設置のRMUと1979年製のDTは、いずれも機能良好な状態であり、本改修計画の対象外とする。



配電用変電所（No.6）

1982年に設置のRMUは、上部の腐食が進行しているのと、本計画で配電系統上、断路器3台形に交換する。

既設配電設備の現況 (3/4)



配電用変電所 (No.6)

1985年製のDT (160kVA) は、過負荷運転を強いられている。待機需要 (港湾施設用に約 80kW) に将来需要を加えて、本改修計画で 400kVA に交換する。



配電用変電所 (No.7)

1996年に設置のRMUは故障している。11kVケーブルは、外部で渡り接続され、保護の目的でパケツを被せているが危険極まりない。本計画で、RMUと11kVケーブルを交換する。



配電用変電所 (No.7)

2003年にDTが短絡事故を起こし撤去された。本改修計画で100kVAに交換する。



配電用変電所 (No.8)

1994年製のRMUは故障している。本改修計画で交換する。



配電用変電所 (No.8)

1994年製のDT (80kVA) は故障している。本改修計画で100kVAに交換する。



配電用変電所 (No.8A)

2002年に設置のRMUは、機能良好な状態であり、本改修計画の対象外とする。

既設配電設備の現況 (4/4)



配電用変電所 (No.8A)

1994年製のDT (80kVA) は腐食が進行していて危険な状態である。本改修計画で、No.3 変電所のDT (160kVA) を移設する計画である。



配電用変電所 (No.8B)

2002年に設置のRMU 及びDT (100kVA) は、機能良好な状態であり、本改修計画の対象外とする。



配電用変電所 (No.9)

1982年に設置のRMU は故障している。11kV ケーブルは、外部で渡り接続され、保護の目的でバケツを被せているが危険極まりない。本計画で、No.1 変電所のRMU を移設する計画である。



配電用変電所 (No.9)

1985年製のDT (160kVA) は、油面計から油漏れを生じ、かつ上部の腐食が進行中であり(左下写真参照)危険な状態であるため、本改修計画で将来需要を加え、200kVA に交換する。



配電用変電所 (No.9)

DT 上部の腐食。 11kV ケーブル端末箱の部分にも腐食が見られる。



配電用変電所 (既設発電所隣接)

11KV 配電電圧に昇圧するDT 並びにRMU は、機能良好な状態であり、本改修計画の対象外とする。

図表リスト

第1章

表 1-1-2	「ツ」国の経済指標の推移	3
---------	--------------	---

第2章

図 2-1-1	公共事業・エネルギー省の組織図	6
図 2-1-2	TEC の組織図	7
図 2-1-3	フナフチ電力系統における電力損失率の推移	10
図 2-1-4	フナフチ電力系統の日電力負荷 (kW) の推移 (2004 年 5 月実績)	12
表 2-1-1	TEC の財務状況	8
表 2-1-2	「ツ」国の電気料金 (2004 年 12 月現在)	8
表 2-1-3	フォガファレ発電所の設備概要 (2004 年 12 月現在)	9
表 2-1-4	電力需要及び発電設備容量の実績	11

第3章

図 3-2-1	事業実施関係図	47
図 3-2-2	事業実施工程表	50
図 3-4-1	発電設備の維持管理の基本的な考え方	52
図 3-4-2	当該発電設備 1 台の年間運転計画	53
表 3-2-1	スコーピング結果	17
表 3-2-2	IEE の結果	18
表 3-2-3	電気方式	23
表 3-2-4	燃料性状	24
表 3-2-5	基本計画の概要	26
表 3-2-6	本計画のエンジン出力と発電機容量	27
表 3-2-7	主要機器の概略仕様 (発電設備)	32
表 3-2-8	リングメインユニットの概略仕様	34
表 3-2-9	配電用変圧器の概略仕様	34
表 3-2-10	配電用変電所の改修計画	35
表 3-2-11	11kV 配電ケーブルの概略仕様	35
表 3-2-12	配電網維持管理用道具の概要	36
表 3-2-13	床面積表	37
表 3-2-14	主要構造部仕様	38
表 3-2-15	外部仕上げ表	38
表 3-2-16	内部仕上げ表	38
表 3-2-17	日本国側と「ツ」国側の施工区分	45

表 3-2-18	資機材調達先	49
表 3-4-1	標準的な発電設備の定期点検項目	54
表 3-4-2	標準的な変電設備の定期点検項目	55
表 3-4-3	本計画で調達する予備品及び保守用道工具	57
表 3-5-1	本計画発電設備の想定運転収支	61

略語集

ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
AIJ	Architectural Institute in Japan (建築学会基準)
AS	Australian Standards (オーストラリア基準)
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations (東南アジア諸国連合)
A\$	Australian Dollar (1 A\$=80.29 円、2004 年 6 月～11 月 TTS レート平均)
DEG	Diesel Engine Generator (ディーゼル発電設備)
DT	Distribution Transformer (配電用変圧器)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EU	European Union (ヨーロッパ連合)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
G/C	Grant Contract (贈与契約)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GNI	Gross National Income (国民総所得)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議規格)
IEE	Initial Environmental Examination (初期環境評価)
ISO	International Organization for Standardization (国際標準化機構)
JEAC	Japan Electric Association Code (電気技術規程)
JEC	Japanese Electrotechnical Committee (日本電気規格調査会標準規格)
JEM	Standards of Japan Electrical Manufacturer's Association (日本電機工業会標準規格)
JICA	Japan International Cooperation Agency (独立行政法人 国際協力機構)
JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
MCCB	Mold Case Circuit Breaker (配線用遮断器)
MWE	Ministry of Works and Energy (公共事業・エネルギー省)
O&M	Operation and Maintenance (運転・保守)
OJT	On the Job Training (実習訓練)
RMU	Ring Main Unit (配電用開閉器盤)
TEC	Tuvalu Electricity Corporation (ツバル電力公社)
TTC	Tuvalu Telecommunication Corporation (ツバル電話公社)
XLPE	Cross Linked Poly Ethylene (架橋ポリエチレン)

要 約

要 約

ツバル国(以下「ツ」国と称す)は、南太平洋に位置する9つの環礁島から構成される環礁国家であり、全島の合計面積が約26km²、全人口は約9.6千人(2002年人口統計)、国民一人当たりのGNIはUS\$1,380(2002年、アジア開発銀行推計)である。

「ツ」国では、国家開発戦略である「VISION 2015(1998~2015年)」において、人材育成、公共セクター改革、民間セクター開発、離島の開発、基礎的インフラ整備、の5分野を重点活動計画として取り上げている。これらの重点活動計画の中で、電力は「基礎的インフラ整備」を実現するための重要なインフラと位置付けられている。また、1995年に制定された国家エネルギー政策(National Energy Policy in Tuvalu)では、都市部においては経済的で信頼性の高い電力の供給、地方部では経済的で信頼性の高い電力の供給による社会・経済開発の推進、エネルギー源に関しては再生可能エネルギーの利用促進、等が重点政策として定められている。

「ツ」国の電力事業は、公共事業・エネルギー省(MWE:Ministry of Works and Energy)の監督の下、ツバル電力公社(TEC:Tuvulu Electricity Corporation)が全国の発電・配電に係る計画、運営、維持管理を行っており、電源の大部分はディーゼル発電である。「ツ」国の首都フナフチでは1箇所のディーゼル発電所(フォガファレ発電所)と11kV/415V/240Vの配電設備により電力供給が行われているが、以下に示すように発電・配電設備の容量不足および劣化により、不安定な供給を余儀なくされている。

「ツ」国電力セクターは、主に旧宗主国である英国およびEUの支援によりフナフチの電力供給設備を整備してきたが、これらの設備は設置後20年近く経過して老朽化し、更に電力需要の増加により過負荷状態となっている。このため発電設備、配電設備等の事故が頻発し、安定した電力供給に支障を来している。また1993年から2003年までの過去10年間で、最大需用電力は年平均7.46%の高い伸び率を記録し、最大電力は約2倍となっているが、供給力の増加が需要の伸びに追いつかず、近年は供給制限を実施せざるを得ない状況にある。

上述のような脆弱な電力供給体制は、フナフチに集中している「ツ」国の政治、経済等の中核機能の活動に支障を及ぼしているとともに、保健、衛生、教育といった行政サービスや市民生活にも重大な影響を与えている。このため、「ツ」国電力セクターは「発電設備の新設による供給力の確保」、「配電設備の更新による供給信頼性の確保」を喫緊の課題としているが、同セクターの財政難のため課題の達成は困難な状況にある。かかる状況から「ツ」国は、首都機能を維持し、社会・公共施設の安定した運営及びフナフチ住民の生活水準の向上に必要不可欠な重要な社会基盤の一つである電力供給設備を増強・整備することを目的として、我が国にフォガファレ発電所への発電設備の増設(600kW×4台)並びに発電建屋の建設、11kV配電網の整備に係る無償資金協力を要請した。

この要請に対し我が国は、要請の妥当性、緊急性及び電力セクターの運営状況等を調査するため、2004年7月12日から7月29日まで「ツ」国に独立行政法人国際協力機構(JICA)予備調査団を派遣した。予備調査の結果、本計画の実施により安定した電力供給体制が確保され、「ツ」国の社会・経済状況の改善に資すると判断されたことから、我が国は基本設計調査の実施を決定した。この決定に基づきJICAは、基本設計調査団を2004年11月29日から12月19日まで「ツ」国に派遣し、「ツ」国関係者と要請内容の再確認、実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、プロジェクトの必要性、社会・経済効果、妥当性について検討し、最適な計画に係る基本設計及び実施計画を基本設計概要書に取りまとめた。これに基づき JICA は 2005 年 3 月 14 日から 3 月 20 日まで基本設計概要書の説明のため、調査団を再度「ツ」国に派遣した。

現地調査結果に基づき調査団は、2005 年から 2012 年までのフナフチにおける電力需要想定を行った。同需要想定では、2012 年における最大需要電力は 1,848kW であり、既設発電設備(3 号、4 号及び 5 号機)の合計出力 840kW を差し引いた 1,008kW の供給力が不足することとなる。さらに、一般的に島嶼国の発電所では、定期点検のために停止する最大容量の発電機 1 台分の供給予備力を持つことが必要である。これらの条件を勘案し、フナフチ電力系統の負荷の規模から、本計画で増設される発電設備の単機容量は、600kW 程度と設定した。当初「ツ」国の要請した発電設備の増設規模は、600kW×4 台であったが、上述の電力需要想定及び単機容量の検討結果から、本計画では 600kW×3 台が最適な増設規模であるとの結論に至った。

11kV 配電網については現地調査結果に基づき、老朽化、過負荷により供給支障の原因となっている配電用変電所設備(配電用開閉器盤及び配電用変圧器)並びに 11kV 配電ケーブルを更新の対象とした。なお、過負荷となっている設備であっても、再利用可能な設備は負荷の少ない変電所に移設し、継続使用する計画とした。政府庁舎、中央銀行、消防署、警察署等の政治・経済活動の中核機能が集中しているフォガファレ島中央部は、配電ルートをループ化し、配電設備事故発生時の停電範囲を最小限とできるように計画した。

調査の結果策定した協力対象事業の範囲は、要請プロジェクトの内容を全て網羅するものであり、フォガファレ発電所増設に必要な発電建屋の建設と資機材の調達・据付、並びにフナフチ配電網整備に係る資機材の調達・据付である。

現地調査及び「ツ」国との協議結果を基に取りまとめた協力対象事業の基本計画概要は次表のとおりである。

基本計画の概要

計画区分	計画内容
計画対象	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既存フォガファレ発電所及びフォガファレ島(配電網)
発電建家の建設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平屋一部2階建て、床面積約768m²の建設 ・ 発電機、燃料タンク、補機等の基礎の建設 ・ 建築付帯設備の建設 ・ 敷地内外構工事の実施
発電設備の調達と据付け工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ ディーゼル発電設備(出力600kW×3台)の調達と据付け工事 ・ 発電設備に必要な機械関係の付帯設備の調達と据付け工事 <ul style="list-style-type: none"> 燃料設備 潤滑油設備 冷却水設備 圧縮空気設備 吸排気設備 廃油処理設備 ・ 発電設備に必要な電気関係の付帯設備の調達と据付け工事 <ul style="list-style-type: none"> 11kV 高圧配電盤 11kV/415V 所内変圧器 415V 低圧動力設備 遠方監視・制御盤 配線及び接地材料 既設発電所と新設発電所間のケーブル布設
配電設備の調達と据付け工事	<ul style="list-style-type: none"> ・ 11kV 配電網整備に必要な下記機材の調達と据付け工事 <ul style="list-style-type: none"> 11kV ケーブル 11kV/415V 配電用変圧器 11kV 配電用開閉器盤(リングメインユニット)
予備品と保守用道具の調達等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電設備、配電設備の維持管理に必要な予備品(2年分)および道具 ・ 運転保守マニュアル(OJT用教材を含む)の調達とOJTの実施 ・ 配電設備維持管理用車両(1台)

本計画を我が国の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は約9.30億円(我が国側負担経費:約9.26億円、「ツ」国側負担経費:約4.4百万円)と見積もられる。このうち「ツ」国側が負担する主な事項は、既設フォガファレ発電所敷地内における新発電建屋の建設に必要な既設TEC事務所の撤去及び用地の整地並びに不要物の撤去等である。本計画の工期は実施設計を含め約18ヶ月程度である。

本計画事業の完了後、整備された施設・機材の運転・維持管理は、本計画の実施機関であるTECが行

う。TEC の職員はディーゼル発電設備、配電設備の運転・維持管理に関する基礎技術は保有しており、本計画の実施段階で運転・維持管理技術に関する OJT を実施し、必要なスペアパーツと運転・保守マニュアルを整備するとともに、初回の本格点検時に専門家による技術指導を行えば、本計画完成後も適切な設備の維持管理が実施されるものと考えられる。

本計画の裨益対象は、フナフチの住民約 4,500 人である。本計画の実施により、目標年度(2012 年)において、予測ピーク電力負荷 1,848kW に対し、発電設備容量が 2,460kW となり供給力がピーク電力を 612kW 上回る。このため、同時点で最大容量の発電設備となる新 1～3 号機を定期点検で停止しても 72kW の緊急的な供給予備力を確保することが可能となる。また配電設備の整備により、配電設備及び配電ケーブルが更新され、容量不足が解消されることで、設備の老朽化・容量不足に起因する事故停電が発生しなくなる。その結果、電力の供給安定性が向上し、「ツ」国の経済の活性化や住民の生活レベルの向上、並びに社会福祉施設、公共施設の安定した運営に多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して我が国の無償資金協力を実施することは妥当であると考えられる。また、本計画の運営・維持管理についても、「ツ」国側は人員・資金面で十分な体制を有しており、本計画の実施にあたり特段の問題は認められない。

なお、本計画の効果が発現・持続するために「ツ」国側が実施すべき課題は、以下のとおりである。

- (1) 本計画の実施により 2012 年までの緊急的な補償出力(最大出力の発電設備が 1 台停止した場合の供給予備力)は確保されるが、2013 年以降の電力需要の伸びに対応するための電源開発を確実に実施し、定期的な維持管理のために発電設備が停止できるよう供給予備力を確保する必要がある。
- (2) TEC の財務状況に関しては、政府機関等の大口需要家からの電気料金回収を確実にを行い、財務運営を健全化する必要がある。また、燃料消費量、補機動力使用量等の運転実績管理を徹底し、適切な発電原価管理を行うとともに、本計画での供与資機材を含めた発電・配電用固定資産の減価償却費を確実に費用として計上し、将来の設備投資資金として積み立てる必要がある。
- (3) 発電・配電設備の運営・維持管理に関しては、適切な維持管理、スペアパーツの購入に必要な予算を確保し、非常用予備品は常時保管するよう計画する必要がある。そのためには、本計画で整備する設備の稼働率が 27%程度以上となるよう、フォガファレ発電所の既設・新設発電設備の運用計画を策定する必要がある。また、OJT 及びカウンターパート研修の成果を全ての運転・保守要員に確実に伝達するとともに、予防保全技術の構築、運転・保守技術の維持向上に努める必要がある。
- (4) 環境影響評価報告書(EIA)の記載内容及び環境管理計画を遵守し、本プロジェクトの実施による環境影響が EIA の予測を上回ることがないよう、適時見直す必要がある。

目次

序文
伝達状
位置図 / 完成予想図 / 写真
図表リスト / 略語集 / 要約

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題	1
1-1-1 現状と課題	1
1-1-2 開発計画	2
1-1-3 社会経済状況	2
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	3
1-3 我が国の援助動向	4
1-4 他ドナーの援助動向	4
1-4-1 台湾の援助計画	4
1-4-2 EUの援助計画	5

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	6
2-1-1 組織・人員	6
2-1-2 財政・予算	8
2-1-3 技術水準	9
2-1-4 既存の施設・機材の状況	9
2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況	13
2-2-1 関連インフラの整備状況	13
2-2-2 自然条件	13
2-2-3 その他の状況	14

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要	16
3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標	16
3-1-2 プロジェクトの概要	16
3-2 協力対象事業の基本設計	16
3-2-1 設計方針	16
3-2-1-1 基本方針	16
3-2-1-2 環境社会配慮に対する方針	16
3-2-1-3 自然条件に対する方針	18
3-2-1-4 社会条件に対する方針	18
3-2-1-5 施工事情に対する方針	19
3-2-1-6 現地業者、現地資機材の活用に対する方針	19

3-2-1-7	実施機関の維持・管理能力に対する方針	20
3-2-1-8	施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針	20
3-2-1-9	工期に対する方針	20
3-2-2	基本計画	22
3-2-2-1	全体計画	22
3-2-2-2	基本計画の概要	25
3-2-2-3	機材・施設計画	26
(1)	フォガファレ発電所増設計画	26
(2)	フナフチ配電網整備計画	31
3-2-2-4	主要機器の概略仕様	32
3-2-2-5	発電建屋建設計画	36
3-2-2-6	発電設備実習訓練（OJT）計画	40
3-2-3	基本設計図	42
3-2-4	施工計画/調達計画	43
3-2-4-1	施工方針/調達方針	43
3-2-4-2	施工上/調達上の留意事項	44
3-2-4-3	施工区分/調達・据付区分	45
3-2-4-4	施工監理計画/調達監理計画	46
3-2-4-5	品質管理計画	47
3-2-4-6	資機材等調達計画	48
3-2-4-7	実施工程	49
3-3	相手国側分担事業の概要	50
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	52
3-4-1	基本方針	52
3-4-2	当該発電設備の運転計画	52
3-4-3	定期点検項目	53
3-4-4	燃料油調達計画	55
3-4-5	スペアパーツ購入計画	56
3-5	プロジェクトの概算事業費	59
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	59
3-5-2	運営・維持管理費	59
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	62
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	63
4-1	プロジェクトの効果	63
4-2	課題・提言	64
4-3	プロジェクトの妥当性	64
4-4	結論	65

【資料】

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 参考資料／入手資料リスト
6. 電力需給バランス
7. 基本設計図
8. 事業事前計画表（基本設計時）
9. 既設 TEC 事務所撤去に係るレター
10. 自然条件調査の結果

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

ツバル国（以下「ツ」国と称す）は、南太平洋に位置する9つの環礁島から構成される環礁国家であり、全島の合計面積が約26km²、全人口は約9.6千人（2002年人口統計）である。「ツ」国では1978年に英国から独立した後、経済の自立達成が緊急の課題となっているが、国家規模が小さいこと、および水産資源を除き自国資源に乏しいことなどから、経済的自立は非常に困難な状況にある。「ツ」国の首都はフナフチ（面積：約2.8km²、人口：約4.5千人、同）であり、政府機関、中央銀行、空港、港湾といった「ツ」国の中枢機能が集中している。

「ツ」国の電力事業は、公共事業・エネルギー省（MWE：Ministry of Works and Energy）の監督の下、ツバル電力公社（TEC：Tuvalu Electricity Corporation）が全国の発電・配電に係る計画、運営、維持管理を行っており、電源の大部分はディーゼル発電である。フナフチでは1箇所のディーゼル発電所（フォガファレ発電所）と11kV/415V/240Vの配電設備により電力供給が行われているが、以下に示すように発電・配電設備の容量不足および劣化により、不安定な供給を余儀なくされている。

フナフチ発電所にはディーゼル発電設備が5台設置され、総定格出力は2,045kWであるが、2001年に設置された新1号機（定格出力1,005 kW）は設備の不具合により運転が不可能であり、他の発電設備も定格出力の80%程度でしか運転できないことから、2004年12月時点での総発電可能出力は820kWと総定格出力の40%まで低下している。一方、電力需要の伸び率は至近3年間で年平均10%を超えており、2004年11月には最大需要電力が912kWを記録し（92kWの供給力不足）、計画停電及び需要家負荷制限が行われている。また2003年以降、新政府庁舎、病院等の大口需要家が電力使用を開始したことから、2004年末には最大需要電力が1,000MWを超える見込みであり、供給力不足は一層深刻な状況になると考えられる。さらに、供給予備力が無いため、発電設備を停止して定期点検、部品交換などが実施できない状態にあり、維持管理不足が機器の劣化に拍車をかけている。

フナフチの配電設備は、11kV地中ケーブル、11kV/415V配電用変圧器、リングメインユニット（配電用開閉器盤）並びに低圧地中ケーブルにより構成されているが、地中ケーブル及び機器の過負荷並びに老朽化により設備事故が多発し、停電状態が続く地域も少なくない。このため、早急な設備の増強と改修が必要であるが、資金不足のため配電設備の更新が実施できず、TECは事故点をバイパスして配電線を接続するなど、応急的な処置で辛うじて電力供給を継続している状況である。

以上に示す通り、フナフチにおける発電設備の新設および配電設備の整備により、安定した電力供給を行うことが「ツ」国電力セクターの喫緊の課題となっている。

1-1-2 開発計画

「ツ」国の国家開発戦略である「VISION 2015（1998～2015年）」では、人材育成、公共セクター改革、民間セクター開発、離島の開発、基礎的インフラ整備、の5分野を重点活動計画として取り上げている。特にについては、フナフチ島内の道路整備、港湾設備改修、空港整備等と併せて地方環礁島の電化計画の推進が重要であるとしながらも、後述の通りツバル電力公社（TEC）の財政難から自己資金による新規発電設備の増設及び配電設備の改修は困難となっている。

1995年に制定された国家エネルギー政策（National Energy Policy in Tuvalu）では、都市部においては経済的で信頼性の高い電力の供給、地方部では経済的で信頼性の高い電力の供給による社会・経済開発の推進、エネルギー源に関しては再生可能エネルギーの利用促進、等が重点政策として定められている。

1-1-3 社会経済状況

「ツ」国は、1978年10月に英国から独立したが、経済面ではコブラ（乾燥した椰子の実）以外には産業が無く、主な国家収入源はコブラ輸出、入漁料と外国漁船への出稼ぎ船員等による本国送金等であり、財政赤字をツバル信託基金（「ツ」国、英国、オーストラリア、ニュージーランドの拠出により1987年に設立）の運用益から補填していた。この基金は順調な発展を続け、経済発展及び国家運営に多大な貢献をしていたが、2001年度は、米株式市場の低迷に伴う米経済の減速、豪経済の低迷等の悪影響を受け、実質マイナス運用となっている。臨時的な財源としては、米国のインターネット関連会社に貸与したドメインコード「tv」の使用権の契約料が99年から12年間に亘り、総額5千万米ドル入ることとなったが、使用権に係る収入は毎年変動が大きく、経済自立へ向けた計画的・効率的な利用が課題である。

表1-1-1に1999年～2002年までの「ツ」国の経済指標の推移を示す。セクター毎のGDP比（2002年統計）を見ると、一次産業である農林水産業の割合は漸減傾向にあるが、依然として「ツ」国内で最大の産業であり、その他は若干の建設業やサービス業がある程度である。また、製造業はわずかに2.1%であり、産業構造を多様化するための電力等のインフラ整備が急務である。

表1-1-1 「ツ」国の経済指標の推移

項目	1999年	2000年	2001年	2002年
名目 GDP (千 A\$)	21,213	24,044	26,412	27,490
1人当たりの GDP (A\$)	2,070	2,301	2,477	2,528
人口(人)	15,250	10,450	10,660	10,880
政府の財政収入(千 A\$)	32,126	56,157	34,940	45,258
政府の財政支出(千 A\$)	27,260	44,456	33,055	35,040
政府の財政収支(千 A\$)	4,866	11,701	1,885	10,218
GDP のセクター別比率 (%)				
-農林水産業	17.4	15.1	13.8	12.4
-製造業	2.6	1.8	2.0	2.1
-電力・水道・ガス	5.3	6.0	6.8	7.2
-その他	74.7	77.1	77.4	78.3
輸出高(千 A\$)	177	17	32	252
輸入高(千 A\$)	12,466	8,883	6,769	20,362
貿易収支(千 A\$)	-12,289	-8,866	-6,737	-20,110

出所：“Key Indicators of Developing Asian and Pacific Countries”, ADB (2004)

注) 1A\$=80.29円(2004年6月~11月のTTSレート平均)

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

「ツ」国電力セクターは、主に旧宗主国である英国およびEUの支援によりフナフチの電力供給設備を整備してきたが、これらの設備は設置後20年近く経過して老朽化し、電力需要の増加により過負荷状態となっている。このため発電設備、配電設備等の事故が頻発し、安定した電力供給に支障を来している。

更に1993年から2003年までの過去10年間で、最大需用電力は年平均7.46%の高い伸び率を記録し、最大電力は約2倍となっているが、供給力の増加が需要の伸びに追いつかず、近年は供給制限を実施せざるを得ない状況にある。

上述のような脆弱な電力供給体制は、フナフチに集中している「ツ」国の政治、経済等の中枢機能に支障を及ぼしているとともに、保健、衛生、教育といった行政サービスや市民生活にも重大な影響を与えている。このため、「ツ」国電力セクターは「発電設備の新設による供給力の確保」、「配電設備の更新による供給信頼性の確保」を喫緊の課題としているが、同セクターの財政難のため課題の達成は困難な状況にある。

かかる状況から「ツ」国は、我が国に以下の内容の無償資金協力を要請した。なお、下記の要請内容は、本計画の基本設計調査において最終的に確認されたものである。

[要請の概要]

- (1) 発電建屋の新設
- (2) 発電出力 750kVA (600kW) のディーゼル発電設備 4 台の設置

- (3) 発電設備用予備品の供給
- (4) 11kV 高圧配電線の更新
- (5) TEC 事務所の新設
- (6) 発電・配電設備の運営維持管理に関する技術移転（OJT：On the Job Training）およびモーターの巻替、ディーゼルエンジン補機の修理に関する特別な技術訓練の実施
- (7) 配電用試験機、維持管理用具の供給（ケーブル事故点検出器を含む）
- (8) 維持管理用車両

1-3 我が国の援助動向

「ツ」国は人口が約1万人と国家規模が非常に小さいこと、海洋資源（水産資源および鉱物資源）の開発に努力していること等を踏まえ、我が国は同国に対し、水産分野を中心に無償資金協力を行っている。技術協力については研修員受け入れを中心に実施されているが、開発調査、専門家派遣の実績もある。また、年間1～2件程度の草の根無償資金協力（現 草の根・人間の安全保障無償資金協力）が実施されている。電力セクターに関しては、未だ援助実績は無い。近年の主な援助実績を以下に示す。

【一般無償資金協力】

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| (1) モトフォウア中等教育施設拡充計画 | (1996年度、E/N額：6.08億円) |
| (2) 離島漁村間連絡船建造計画 | (2000年度、E/N額：9.01億円) |
| (3) プリンセス・マーガレット病院建設・医療機材供与計画 | (2001年度、E/N額：7.05億円) |

【草の根無償資金協力】

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| (1) 海水淡水化装置供与計画 | (1999年度、G/C額：9.96百万円) |
| (2) フナフチ島ロードローラー供与計画 | (1999年度、G/C額：9.96百万円) |
| (3) 青少年活動支援センター建設計画 | (2000年度、G/C額：8.92百万円) |
| (4) 地域貯水タンク建設計画 | (2000年度、G/C額：7.24百万円) |
| (6) 離島港湾（ヌクフェタウ島、ヌイ島）荷役機械供与計画 | (2001年度、G/C額：7.54百万円) |
| (7) セブンスディ・アドベンティスト小学校校舎増床計画 | (2001年度、G/C額：6.46百万円) |
| (8) フナフチ国際空港化学消防車供与計画 | (2002年度、G/C額：3.72百万円) |
| (9) 離島港湾（ナヌメア島）荷役機械供与計画 | (2002年度、G/C額：5.67百万円) |
| (10) 離島港湾（ヌクラエラエ島）荷役機械供与計画 | (2002年度、G/C額：5.67百万円) |
| (11) ヌクラエラエ島給水施設整備計画 | (2002年度、G/C額：8.92百万円) |

1-4 他ドナーの援助動向

1-4-1 台湾の援助計画

台湾は「ツ」国新政府庁舎の建設を支援するなど、同国の主要ドナーとなっている。電力セクターに関して、「ツ」国は地方環礁島における太陽光パネル据付に係る支援（2005年度、A\$50,000）を台湾に要請している。現在のところ、台湾が「ツ」国の要請を受け入れるか否かは明らかになっていない。

1-4-2 EUの援助計画

フナフチの電力供給設備は旧宗主国である英国の援助により整備されてきたが、TECが設立された1982年以降、EUの支援により配電設備の整備が進められた。また、1996年にはEUの支援により現在のTEC事務所が建設されている。現在のところ、EUによる電力セクターへの更なる支援は計画されていない。

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

「ツ」国の電力事業は、公共事業・エネルギー省(MWE)の監督の下、本計画実施機関であるTECが全国の発電・配電に係る計画、運営、維持管理を行っている。TECは2004年12月現在で、72名の職員を擁し、うちフナフチに35名、地方環礁島に37名が勤務している。MWEの組織図を図2-1-1に、フナフチにおけるTECの組織図を図2-1-2に示す

本計画対象であるフナフチの電力供給設備のうち、フォガファレ発電所は、7名の維持管理要員と7名の運転員の合計14名の発電技術者、フナフチ電力系統は、7名の電力技術者によりそれぞれ運転維持管理が実施されており、現在の体制に特に問題は無い。

本計画により発電設備が増設された場合、TECは機械技術者1名、電気技術者1名、運転要員1名の合計3名の増員を計画している。本計画の発電設備は、既設発電設備に隣接して建設され、新旧設備は一体で運用されること、および本計画完成後には既設発電設備はピーク負荷対応用として運用されるため一日の運転時間が限られ、かつ運転可能台数が4台から3台に減少することを考慮すると、TECの要員計画は妥当であると考えられる。

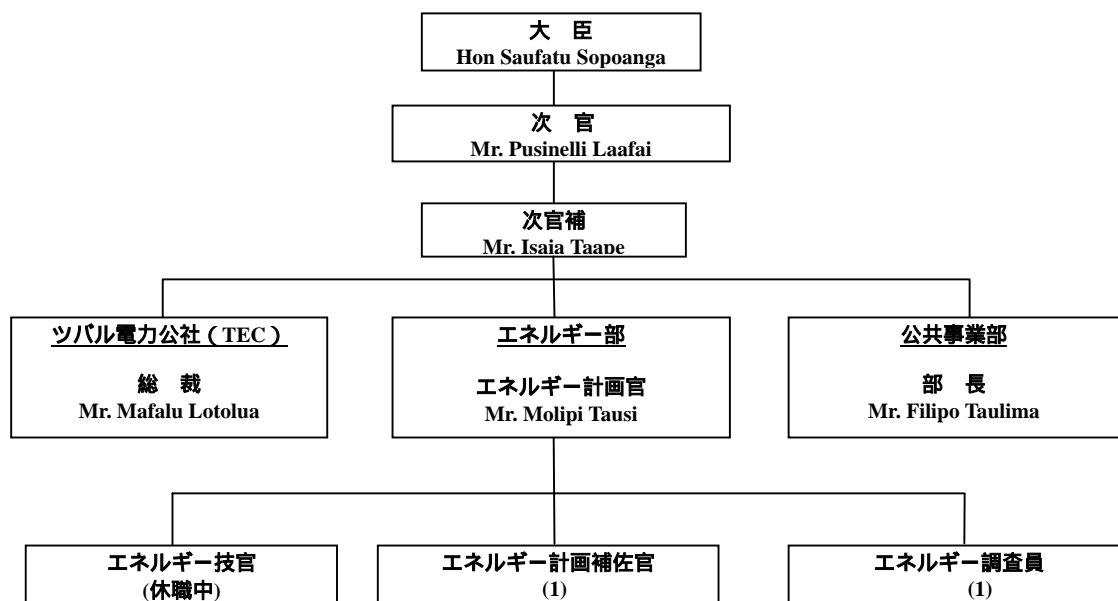


図2-1-1 公共事業・エネルギー省の組織図

総職員数：72
 ・フォガファレ：35
 ・外島部：37
 ・空席：7
 ・休職（留学）：4

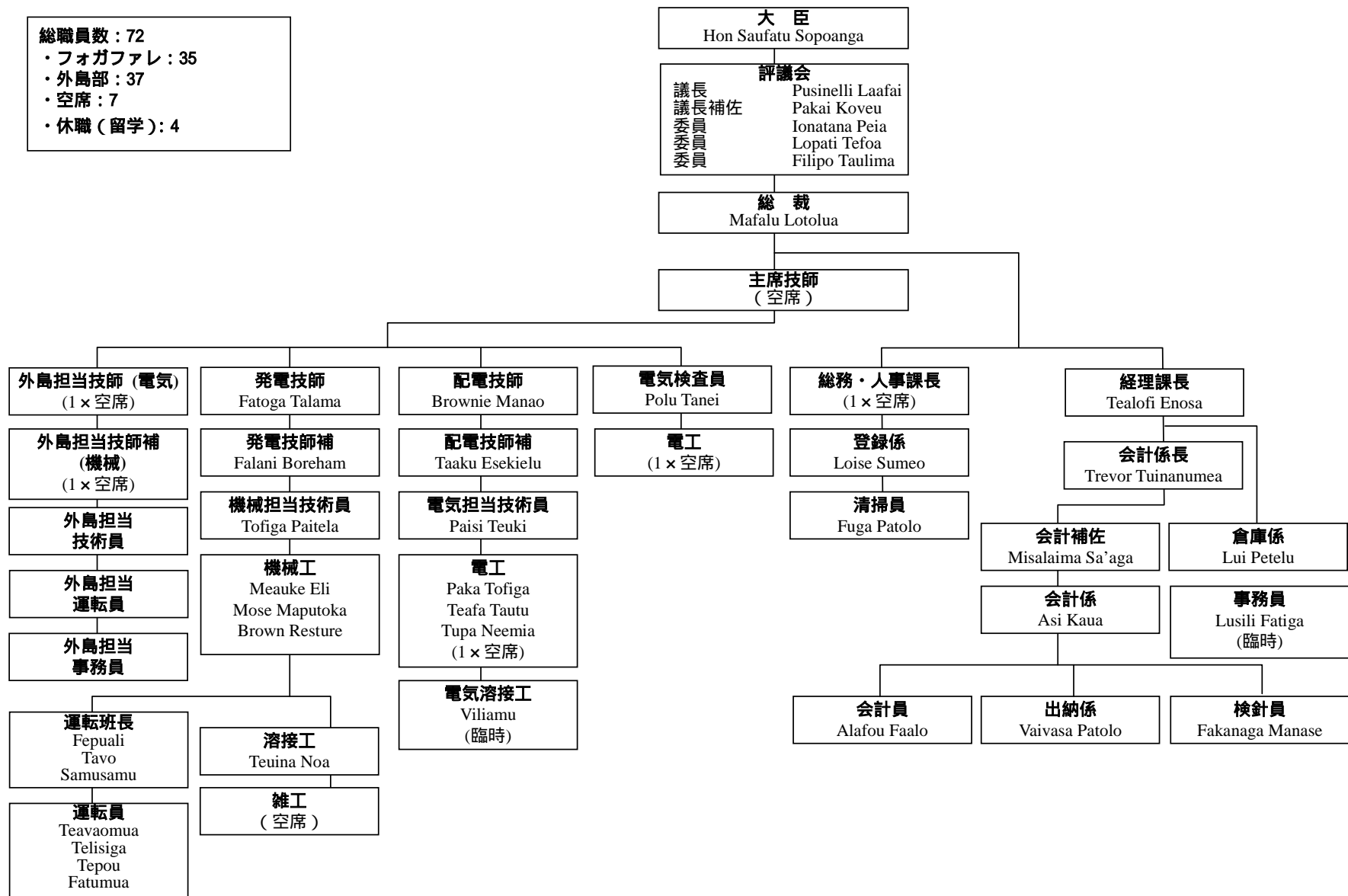


図 2-1-2 TEC の組織図

2-1-2 財政・予算

(1) TEC の財務状況

TEC の財務状況を表 2-1-1 に示す。TEC の電力事業収入は年々増加しているものの、これに伴い燃料費や人件費が増加し、財務状況は悪化する傾向にある。この不足を補う為「ツ」国政府は 2000 年から補助金を TEC に交付しており、年々交付額は増加している。2002 年には TEC の収入全体に占める政府補助金の割合が約 3 割に達し、TEC の財務運営において政府補助の果たす役割は大きい。「ツ」国政府は、TEC の厳しい財務状況を考慮して、引き続き補助金を交付する方針を示している。2001 年以降、政府補助の増額に伴い、TEC の経営状況は一時的に改善されたが、2003 年にはキャッシュフローで約 57 万 A\$ のマイナスとなっており、発電・配電設備の大規模な更新、新設等の設備投資を自己資金のみで行える状況ではない。

表 2-1-1 TEC の財務状況

単位：A\$

	1997年	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年
収入	1,058,490	1,363,383	1,214,095	1,634,919	2,360,397	3,265,757
売電収入	816,763	911,344	954,458	990,133	1,435,282	1,836,074
政府補助金	-	-	-	334,093	700,852	900,000
その他収入	241,727	452,039	259,637	310,693	224,263	529,683
支出	1,227,178	1,675,566	1,544,116	1,966,602	2,193,886	2,994,743
燃料費	531,007	645,931	713,414	905,528	1,000,256	1,283,329
人件費	192,261	239,666	218,784	311,528	419,384	478,408
減価償却費	255,988	253,497	219,339	225,082	339,413	353,276
その他支出	247,922	536,472	392,579	524,464	434,833	879,730
税引後利益（損失）	168,688	312,183	330,021	331,683	166,511	271,014
当期純利益（損失）	168,688	312,183	330,021	331,683	166,511	271,014

出所：TEC

注：1A\$=80.29円（2004年6月～11月のTTSレート平均）

(2) 電気料金

TEC の電気料金は表 2-1-2 のとおりで、政府機関及び産業用電力需要に対しては、「電力量計の貸出し費用」及び「運営費用」と称して民生用電力需要よりも極めて高額な基本料金を課している点が特徴である。一般に島嶼国での電気料金は、事業に見合った規模の経済性が働かないために高くなる傾向にあり、「ツ」国の電気料金はキリバス共和国など近隣大洋州諸国の中でも高い水準にある。

表 2-1-2 「ツ」国の電気料金（2004 年 12 月現在）

需要家の分類	電力量料金 (A\$/kWh)	電力量計貸出し費用 (A\$/契約)	運営費用 (A\$/契約)
政府組織	0.47 (約 38 円)	25 (約 2,000 円)	2 (約 161 円)
商業・産業需要家	0.47 (約 38 円)	25 (約 2,000 円)	2 (約 161 円)
一般住宅需要家	0.34 (約 27 円)	1.50 (約 120 円)	0.85 (約 68 円)

出所：TEC

注：1A\$ = 80.29 円（2004 年 6 月～11 月の TTS レート平均）

電気料金の請求後、30日以内に支払いが無い場合は供給停止の措置がとられるため、上記のような高い電気料金にもかかわらず、一般住宅、商業・産業需要家からの料金徴収率は約9割となっている。一方、政府関係の需要家は、政府の資金繰りにより支払いが遅れがちであるものの、2～3ヶ月毎にまとめて支払いが行われており、2004年末までには全ての支払い遅延を解消したいとしている。

2-1-3 技術水準

フォガファレ発電所の運転・維持管理要員は、回転数1,500rpmの高速型ディーゼル発電機（高速機）の運転、定期点検、修理を自力で行っており、必要な場合にはメーカー技術者の指示を仰いでいる。このことから、同発電所の要員は、ディーゼル発電機の基本的な運転・維持管理技術は保有していると考えられる。しかしながら、本計画で供与される回転数750rpmの中速型ディーゼル発電機（中速機）の運転・維持管理は未経験であり、中速機で通常8,000時間毎に実施される本格点検（開放点検）についても経験がない。

これ等の状況から判断して本計画の実施段階で運転・維持管理技術に関するOJTを実施し、必要なスペアパーツと運転・保守マニュアルを整備するとともに、初回の本格点検時に専門家による技術指導を行えば、本計画施設の運転・維持管理は問題無く実施されると判断される。

2-1-4 既存の施設・機材の状況

(1) 既存電力設備の現況

1) 発電設備の現況

現在のフナフチ電力系統の発電設備の概要を、表2-1-3に示す。全ての既設発電設備が回転数1,500rpmの高速機であるが、通常これらは非常用発電設備として利用され、発電効率が低いことから中速機の早期導入が望まれている。

表2-1-3 フォガファレ発電所の設備概要（2004年12月現在）

工号 No.	設置年	メーカー名	定格電圧 (V)	回転数 (rpm)	出力 (kW)		備 考
					定格	現有	
新1	2001	Cummins/Onan	415	1,500	1,005	停止	2001年に旧1号機は廃止
2	1995	Cummins/Onan	415	1,500	144	100	2003年に旧4号機から発電設備を移設
3	2000	Cummins/Onan	415	1,500	248	200	2000年に発電設備を取替え
4	2003	Cummins/Onan	415	1,500	400	320	2003年に旧4号機を2号機に移設
5	1995	Cummins/Onan	415	1,500	248	200	2005年に400kWに取替え予定
合 計					2,045	820	

出所：TEC

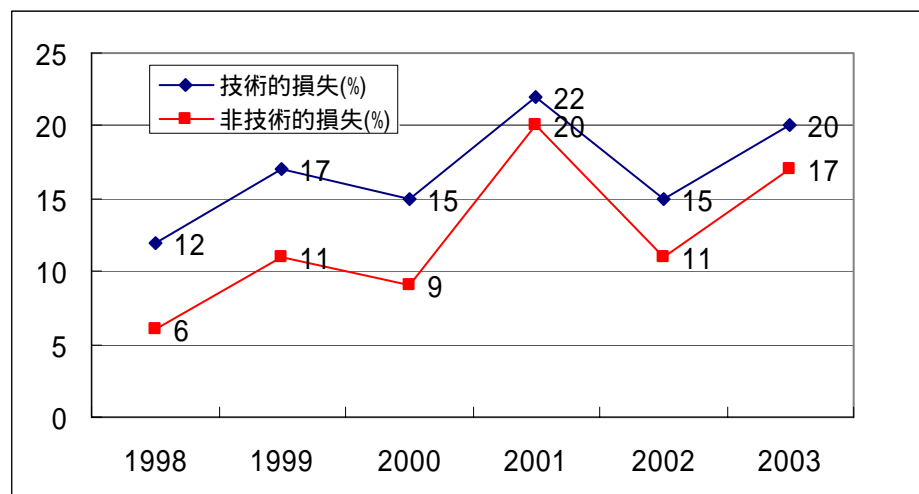
フォガファレ発電所の新1号機は起動時に過電流保護リレーが動作し、起動不能であるため現在停止中であり、TECが製造会社と交渉した結果、既存の1,005kW発電設備を500kVA（400kW）発電設備と取り替えることで合意し、取替え後は5号機として設置され、2005年4

月に運転を開始する予定である。また、他の発電設備は短時間運転仕様であるため、連続運転を行う場合は定格出力の80%程度でしか運転できない。このため、2004年12月現在における総現有出力は820kWであり定格出力(2,045kW)の40%まで低下している。2004年7月から新政府庁舎(変圧器容量500kVA、台湾の援助により建設)が受電を開始しているが、供給力不足のため一部の電力設備が使用できない状況である。また、一般の低圧需要家についても、供給制限が発生している。このように、フナフチ電力系統は供給予備力が全くない逼迫した電力需給状況になっており、定期的なメンテナンスのために発電設備を停止することが出来ない。

2) 配電設備の現況

本計画対象地域の配電設備は、配電用変電所(リングメインユニット、地上設置型変圧器)及び地中ケーブルから構成される11kV配電網であり、11kV系統は事故時及び過負荷時の電力融通を考慮し、オープンループ系統となっている。配電電圧は大口需要家に対しては11kV、住宅需要家へは変電所で降圧して415/240Vの低圧で配電され、各需要家への引込線も地中ケーブルが採用されている。引込ケーブルの一次側には、積算電力量計及び低圧分電盤が地上に設置されたコンクリート製もしくは金属性閉鎖型の地上置きパネルに収納されている。

既存11kVケーブルはXLPE(架橋ポリエチレン絶縁)の銅又はアルミニウム導体、鉄線外装ケーブルが採用されている区間と、PILC(紙絶縁)のアルミニウム導体ケーブルが採用されている区間がある。これらのうち、特に後者については老朽化及び海水の浸食等で絶縁劣化が進展しており、絶縁不良による停電が頻繁に発生している。また、ケーブルサイズが25mm²と小さいため電圧降下が大きく、図2-1-3に示すとおり配電用変圧器等による電力損失(技術的損失)が20%と大きな値を示している。このため本計画で、将来の電力需要を勘案した適切なケーブルサイズへの更新等の早急な設備改善を実施する。



出所：TEC

図2-1-3 フナフチ電力系統における電力損失率の推移

また、フナフチ電力系統の配電線事故統計(2003年)によると、1年間の合計停電回数は63回、合計停電時間は25時間19分となっている。同系統で配電線事故が発生した

場合、オープンループ系統では全需要家数の半分の需要家で停電が発生するとして、一需要家当たり平均停電時間は 12 時間 40 分、平均停電回数は 31.5 回となる。日本の場合、平均停電時間が 6 分、平均停電回数が 0.11 回（平成 13 年度）であるから、日本の電力供給信頼度が非常に高いものであることを考慮しても、フナフチ電力系統の劣悪な電力事情が伺える。これは、供給力不足に加えて、上記地中ケーブルや、リングメインユニット、地上設置型変圧器等が老朽化し、機能不全となっていることが主な原因である。

(2) 電力需要実績と需要予測

1) 電力需要実績

電力需要は、国民生活や産業経済活動の動向と密接な関係がある。「ツ」国では電力需要の規模が小さいことから、大規模な公共施設や商業施設が供用を開始すると、最大電力が大きく増加する傾向がある。

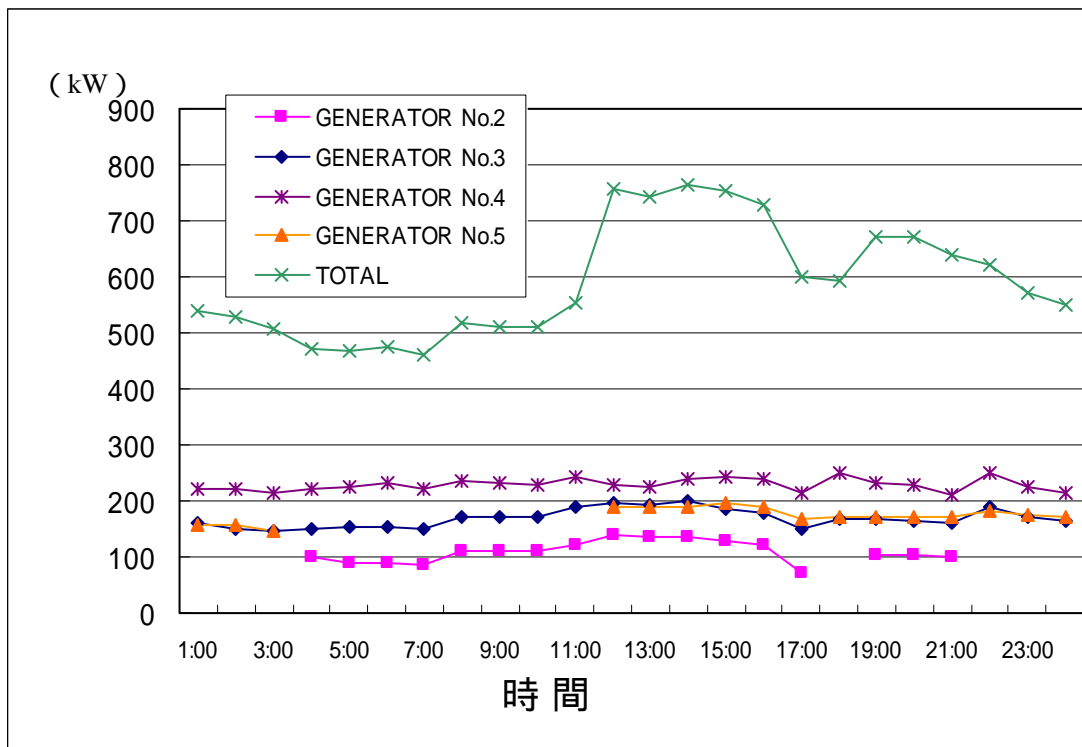
表 2-1-4 に 1993 年から 2003 年までの最大電力及び年間消費電力量の推移を示す。同表に示すとおり、最大電力は 1999 年及び 2002 年に大きく増加し、同表期間中の平均増加率は 7.46% と高い伸び率を示している。TEC の分析では、1999 年には港湾照明設備の供用開始、大型商店の開店、2002 年には道路照明の供用開始が、各年の電力需要増加の主な要因であるとしている。

表 2-1-4 電力需要及び発電設備容量の実績

年	最大電力(kW)	同左増加率(%)	消費電力量 (MWh / 年)	同左増加率(%)	設備容量(kW)	発電可能出力 (kW)
1993	377	7.2	1,510	15.0	576	461
1994	394	4.3	1,932	21.8	576	461
1995	420	6.2	1,964	1.6	928	742
1996	465	9.7	2,200	10.7	928	742
1997	475	2.1	2,429	9.4	928	742
1998	488	2.7	2,510	3.2	928	742
1999	580	15.7	2,694	6.8	928	742
2000	633	8.4	2,829	4.8	1,032	826
2001	642	1.4	2,848	0.7	1,893	1,500
2002	731	12.0	3,845	4.0	1,893	720
2003	774	5.9	3,894	1.3	2,045	820
平均増加率	-	7.46	-	9.94	-	-

出所：TEC

フナフチ電力系統における日電力負荷（2004 年 5 月 22 日）の推移を図 2-1-4 に示す。これより、電力需要のピークは昼間 12 時から 14 時の間（商工業需要家）、及び夜間 19 時から 20 時（住宅用需要家）の二つの時間帯に発生していることがわかる。ただし、当日の最大電力 764kW に対して最小電力が 459kW となっていること、並びに系統の負荷率（平均電力÷最大電力）が 78%と高い（日本では 55%程度）ことなどから、一日の需要変動は少なく、比較的フラットな電力需要特性を示している。



出所：TEC

図 2-1-4 フナフチ電力系統の日電力負荷 (kW) の推移 (2004 年 5 月実績)

2) 電力需給バランス

2004 年 11 月に 912kW の最大電力を記録したが、2004 年 12 月現在の発電可能出力は 820kW であり、既に需要が供給を上回っている。

添付資料-6 に示すとおりフナフチでは 2004 年以降、政府庁舎、スタジアム、港湾施設等の新規大口需要家が電力の使用を開始する予定であるため、電力需要の急増が想定され、これに対応できる供給力を確保する必要がある。本計画においては、施設供用開始 (2007 年) から 5 年後 (2012 年) における電力需給バランス (単機故障時の発電可能出力 - 最大電力需要) が常にプラスとなり、電力需給に影響を与えない様な発電設備の増強を実施する。

電力需要増加率は、一般的に GDP 成長率、人口増加率等に比例する傾向にあるが、本計画では (1) 過去 10 年間 (1993 年 ~ 2003 年) の最大電力の年平均増加率が 7.46% であったこと、 (2) 計画対象地域では人口が密集し新規居住区を建設するための土地が十分でなく、人口増加率も 0.5% (1991 年 ~ 2002 年) と飽和していることなどから、需要想定電力需要増加率としては 6% を適用する。これに基づき想定した需給バランスを添付資料-6 に示す。

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 港湾

フナフチには「ツ」国で唯一、大型船の着岸できる港湾設備が整備されている。しかしながらクレーン等の陸揚げ設備はなく、本計画のディーゼルエンジン等の重量物やコンテナの輸送にはクレーン付き貨物船を調達する必要がある。

(2) 道路

フナフチの主要道路は2002年に整備されており、アスファルト舗装、片側一車線で幅は約6mであり路面状況は良好である。車の交通量は1時間に数台～十数台程度である。「ツ」国では道路端から幅1.5mが、公共事業用占有地としてインフラ整備（電力、通信用ケーブルの敷設等）に活用されている。

本計画の発電設備等の輸送に使用する港湾施設からフォガファレ発電所までの距離は約3kmであり、道路（ツバル通り）の舗装状況は良い。

(3) 上下水道

フナフチでは上水道、下水道とも整備されていない。なお、上水としては、我が国の草の根無償資金協力によって供与された海水淡水化装置（65m³/日）により製造された純水と雨水が利用されている。また下水は汚水、雑排水とも建物毎に集水し、浸透又は海に放流している。

(4) 通信

フナフチでは、「ツ」国電話公社（TTC：Tuvalu Telecommunication Corporation）が固定電話、プリペイド式携帯電話、インターネット等の通信サービスを提供している。固定・携帯電話からは国際通話が可能であるが、通信事情は良くない。電子メールの送受信もTTCおよび民間事業者の提供するインターネットサービスを利用して可能であるが、送受信容量は500kB程度である。

2-2-2 自然条件

(1) 計画地の位置、地質・地形等

本計画対象のフォガファレ発電所は、フナフチ環礁南東部のフォガファレ島のほぼ中央に位置する。フォガファレ島は南北に細長い形状であり、島全体が平坦な地形でほとんど起伏はない。同発電所の地盤はコーラル及びコーラル砂からなり、建物及び機械基礎等に重大な不同沈下を引き起こすような地盤ではない。2003年3月の高潮被害の資料及び調査団が現地滞在中に観察した発電所付近の地面からの海水湧き出し状況（この時期の干潮及び満潮時の水位差は1.6m程度）から、地下水位はかなり高いものと想定される。

また、本計画対象の配電設備はフォガファレ島の南端から北端にかけて設置されているが、地盤条件については上記の発電所と同様であり、配電用変電設備の取替え、配電用地下ケーブル

ルの敷設に当り、大きな問題は無い。

(2) 気象条件

1) 気象圏

「ツ」国は海洋性熱帯気候に属し、偏西風及び貿易風の影響下にあり年間を通して高温多湿である。なお、「ツ」国ではハリケーンの襲来はほとんど無いが、1997年に3件の激しいハリケーンにより大きな被害が発生した。

2) 温度

年間の気温は一年中ほぼ一定しており、気温の最高は36.1、最低は28.3、年平均は32.3と高い。

3) 湿度

一年を通して湿度は高く、最高は99%、最低は62%で、年平均は79%である。

4) 雨量

11月から4月が雨期であり、月間降雨量は最も多い1月で400mm程度を記録する。5月から10月までは乾期であり、この間の月間降雨量は230mmから270mm程度である。年間降雨量は約3,400mmである。

5) 風速・風向

1987年に最大風速30m/sを記録している。風向は、11月から4月の雨季は西向き、5月から10月の乾季は東向きの風が多い。

6) 雷

11月から4月の雨期には雷雨が発生することあり、年間雷雨日数は15日程度である。

7) 地震

「ツ」国では地震の発生は観測されていない。

8) 塩害

フォガファレ発電所は、海岸から約50mの所に位置しており、変電所は海岸から数十mの位置に建設されることから、高潮時の塩害を考慮する必要がある。

2-2-3 その他の状況

(1) 地質データ

フォガファレ発電所は、南北にのびるフォガファレ島のほぼ中央に位置する。敷地の南東側は1m程度の崖になっており、崖の表面を見ると地盤がコーラル及びコーラル砂からなる地盤であることがわかる。

地質調査の結果、コーラル層はGL-0.1m~0.2m及びGL-0.6m付近で確認されている。地盤の固さから見れば設計用の地盤許容支持力は30t/m²程度が期待できるが、コーラル地盤は

空洞部の存在が予想されるため、過大な評価は建物の安全性を損なうことになる。したがって、地盤の許容支持力は当初想定した $10\text{t}/\text{m}^2$ と設定し、建物基礎及び構造物基礎の構造検討を行なうこととする。

(2) 測量調査

フナフチ電力系統の供給範囲であるフォガファレ島の南端から北端まで目視調査した結果、環礁全体が平坦な地形でほとんど起伏はない。発電所敷地も同様に平坦な地形で、南東側の海に面する部分が 1m 程度の崖になっている。また、この方向には近隣住民により豚の飼育が行われているが、発電設備の建設時には、これらは問題なく撤去される。

発電所敷地の北西側には飛行場の滑走路が南北に延びており、滑走路と発電所の間には 4m 程度の幅員の道路がある。滑走路の中心位置と発電所内 TEC 事務所壁面までは、 90m 程度の離隔距離がある。発電所の北東側には気象庁、公共事業局が、南西側にはツバル家族健康協会事務所、電話局が並んで配置されている。

(3) 燃料調達事情

本計画で使用する燃料は自動車用ディーゼル油で、フナフチ港に隣接する BP (British Petroleum) の燃料タンクより TEC へ供給される (現在は 3 回 / 週)。

なお、自動車用ディーゼル油の燃料タンクの容量は 400m^3 で、 9.5 トン積みのタンクローリーで TEC へ供給されている。

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクトの目標

「ツ」国では、1995年に制定された国家エネルギー政策（National Energy Policy in Tuvalu）において、都市部では経済的で信頼性の高い電力の供給、地方部では経済的で信頼性の高い電力の供給による社会・経済開発の推進を重点政策として策定し、実施している。

本プロジェクトは、上記のエネルギー政策を実現するため、「ツ」国の首都機能を維持し、社会・公共施設の安定した運営並びにフナフチ住民の生活水準の向上に必要な重要な社会基盤の一つである電力供給設備を増強・整備することを目的するものである。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトは上記目標を達成するため、フナフチにおける唯一の公的発電所であるフォガファレ発電所にベース負荷運転用発電設備を増設し、フナフチの配電設備を整備することより、安定した電力供給体制を構築し、「ツ」国の首都フナフチにおける政治・経済等の中核機能の安定化と市民生活の向上を目指すものである。

協力対象事業は、フナフチの電力供給を担う既設フォガファレ発電所に出力 600kW のディーゼル発電設備 3 台を増設し、安全で効率的な配電を行うための 11kV 配電ケーブルの更新、配電設備（配電用変圧器、配電用開閉器盤（リングメインユニット））の取替えを行うものである。

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

本計画の協力対象範囲は、フォガファレ発電所へのベースロード用発電設備（600kW、3台）の調達・据付、並びにフナフチ電力系統の 11kV 配電用変電設備及び 11kV 配電ケーブルの新設・更新用資機材の調達・据付とする。

また、本計画で調達する設備の容量については、計画対象地域における需要予測に従って計画することとし、発電設備及び送配電用資機材については供用開始 5 年後の需要予測に見合う適切な規模とする。

3-2-1-2 環境社会配慮に対する方針

本計画に係る環境社会影響評価については、「ツ」国環境局によって事前に環境影響評価（EIA：Environmental Impact Assessment）が実施されている。「ツ」国で実施した EIA は、既存データなど比較的容易に入手可能な情報、聞き取り調査、必要に応じた簡易な現地調査に基づき環境影響評価・緩和策の検討が行われており、JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける IEE（Initial Environmental Examination）のレベルである。EIA 報告書によれば、新設発電設備から排出される NO₂ の最大着地濃度は 1 時間値で 0.231ppm、24 時間値で 0.0889ppm であり、「ツ」国の環境基準で

ある1時間値0.3ppm以下、24時間値0.1ppm以下を満足している。同様に、新設発電設備から排出されるSO₂の最大着地濃度は1時間値で0.0041ppm、24時間値で0.0016ppm、年間値で0.0027ppmであり、「ツ」国の環境基準である1時間値0.5ppm以下、24時間値0.3ppm以下、年間値0.1ppm以下を満足している。騒音については、新設発電設備による敷地境界での到達音の予測値が66.8dB(A)であり、「ツ」国の規制基準である70dB(A)を満足している。以上のことからEIAでは、本計画の実施により周辺環境に大きな影響は与えないとしている。

発電設備、配電設備の建設、運転に係るスコーピング、IEEの結果は表3-2-1及び表3-2-2に示す通りとなり、周辺環境への重大な影響はない。しかしながら、低NOx型機器の採用、防音対策の実施、排水対策・廃棄物対策の実施等、EIAの環境管理計画に規定された対策を実施することにより、環境社会影響に配慮した計画・運用を行う。

表3-2-1 スコーピング結果

環境評価		評価		判断根拠
		工事中	運転中	
社会環境				
1.	住民移転	D	D	既設発電所敷地内における発電設備の増設計画であり、ほとんど影響は考えられない。ただし、建設期間中における資機材の運搬時に交通への影響が考えられるが、一時的なもので大きな影響はない。
2.	地域分断	D	D	
3.	先住民、少数民族、遊牧民	D	D	
4.	住民間の軋轢	D	D	
5.	経済活動の基盤変化	D	D	
6.	生活施設の変化	D	D	
7.	交通への影響	D	D	
8.	水利権、漁業権等の調整	D	D	
9.	史跡、文化遺産への影響	D	D	
10.	景観の変化	D	D	
自然環境				
11.	貴重な自然	D	D	既設発電所敷地内における発電設備の増設計画で、冷却水は上水又は雨水を使用したラジエータ方式を採用するためほとんど影響はない。
12.	貴重種、固有動植物	D	D	
13.	植生汀	D	D	
14.	地形、汀線変化	D	D	
15.	地下水変化	D	D	
16.	水域の流況、水位変化	D	D	
17.	水域の水温変化	D	D	
18.	大気汚染	D	B	排気ガス中の窒素酸化物(NOx)及び硫黄酸化物(SOx)に関しては多少の影響が見込まれる。
19.	水質汚濁	D	D	油水分離装置が設置されており、ほとんど影響はない。
20.	土壌汚染	D	D	
21.	騒音、振動	D	B	エンジンからの多少の影響が見込まれる。
22.	地盤沈下	D	D	既存設備と類似した設備であり、これらの影響はない。
23.	悪臭	D	D	

備考)

■ はIEEの対象を示す。

評価区分
A: 重大な影響が見込まれる。
B: 多少の影響が見込まれる。
C: 不明(影響の程度は判断できないので調査、検討する必要があると考えられる。)
D: ほとんど影響は考えられないためIEEあるいはEIAの対象としない。

表 3-2-2 IEE の結果

評価項目	評価	根拠
1. 住民移転	A	本計画は既存発電所敷地内での発電設備増設及び地中配電線の敷設、配電設備の改修で、既存用地及び道路沿いの地下を利用するため、住民移転及び生態系への影響はない。
2. 生物、生態系	A	
3. 大気汚染	A	窒素酸化物及び硫黄酸化物が発生するが、総量及び着地濃度は「ツ」国の環境基準値以下であり大きな影響はない。
4. 騒音・振動	A	発電設備からの騒音及び振動の発生が見込まれるが、昼夜における騒音・振動共に「ツ」国の規制基準値以下であり大きな影響はない。

備考)

- A: ほとんど影響はない。
- B: 多少の影響はあるがおおむね満足である。
- C: 多少の影響を排除すればおおむね満足である。
- D: 部分的には満足であるが、全体としては不十分である。
- E: 検討項目が不十分である。
- F: 重大な影響が見込まれるので、計画の見直しが必要。

3-2-1-3 自然条件に対する方針

1) 温度・湿度条件に対して

当該地域の過去 70 年間(1933 年～2003 年)の月間最高気温の平均は 36.1 が最も高く、月間最低気温の平均は 28.3 が最も低い。月間平均気温の平均は 32.3 と高く、また平均湿度も 79%と高い。

本計画で調達される発電設備の主要機器は、建屋内に収納されるので当地の外気温・湿度に対して特別な対策を施す必要はないが、エンジンの燃焼空気、ラジエータの冷却空気及び室内の換気の設計に当たっては、設計外気温を 35 とし、また設備全般の最高許容温度を 40 とし設備の性能・機能が確保出来るように配慮する。

2) 高潮に対して

本計画の発電所建設予定地は高潮の被害に遭った記録が残っているため、その冠水記録や既設発電所建屋及び設備基礎と同様に、発電建屋の床レベルを建設予定地基準地盤より 60cm 上げるなどの対策を講じる必要がある。

3) 塩害に対して

本計画の発電所建設予定地は海岸沿いにあるので、発電設備は屋内に設置し、塩害から保護する必要がある。ラジエーター、油貯蔵タンク、油配管等は屋外に設置するが耐塩害塗装で保護する。

また、屋外に設置される配電用設備(配電用開閉器盤、配電用変圧器)も、海岸近くに設置されるので、耐腐食性の高い材質または塗装を適用する必要がある。

4) 地震条件に対して

「ツ」国では地震発生の記録は無く、本計画で建設・整備される建築物、基礎、設備の設計に当たっては地震力を考慮しないものとする。

3-2-1-4 社会条件に対する方針

「ツ」国の人口の殆どはキリスト教徒であるため、イスラム教のラマダンのような建設工期等に大きな影響を与える習慣はない。しかし、発電所建設工事並びに配電線路の改修作業開始に当たっては、事

前に近隣住民に工事の目的、工期、工事方法等を広報すると共に、部落毎にある集会場で説明会を開催する等、本計画の実施への理解を高める必要がある。

3-2-1-5 施工事情に対する方針

フナフチでは発電設備等のプラント建設工事は活発ではない。従って現地の工事会社は大型発電設備や変電設備の据付工事を直接実施した経験はなく、海外の建設会社の下請けとして労務を提供している程度である。従って現地では労働者、小型運搬車両、小規模な建設工用機械のみが調達可能である。

資材の調達に当たっても、可能な限り現地の資材を調達することを原則とするが、現地ではコーラルを利用したコンクリート用の砂、骨材であっても、限られた数量しか入手できず、本計画に使用する資材は殆ど調達できないため、建設用資材は日本及びフィジー、オーストラリア、ニュージーランド等近隣の第三国から調達する。

更に、本計画で建設する発電所は、運転中の既設発電設備の横に建設されるため、工事中の既設設備に対する損傷防止用の保護、並びに工事従事者の安全確保のための防護壁等の安全対策を考慮する。

3-2-1-6 現地業者、現地資機材の活用についての方針

(1) 現地業者の活用について

前項 3-2-1-5 で記述した様に、本計画規模の機材の据付並びに建屋建設工事を直接実施した経験のある現地建設会社は「ツ」国にはない。更に本計画の建設工事、機材据付工事及び内陸輸送に必要な、建設工用機材も現地では調達不可能である。従って、現地では労務提供を中心に現地工事会社の活用を図るものとし、建設機械の調達は建設資材と同様に、日本及びフィジー、オーストラリア、ニュージーランド等近隣の第三国から調達し、品質管理、工程管理、安全管理のためには近隣諸国での無償資金協力案件と同様に日本からの技術者を派遣する必要がある。

また、当該発電設備の試運転・調整を含めた据付工事においても、熟練した技術が要求されるため、品質管理及び工程を守るうえから、日本からの技術者を派遣し、技術指導及び工程管理を行わせる必要がある。

(2) 現地資機材の活用について

前項 3-2-1-5 で記述した様に、当地では鉄筋、型枠材、セメント、仕上げ材料、建具、設備品等の建設資機材のみならず、コーラルサンド、コーラルブロックをコンクリート用の砂、骨材として少量を入手することは可能であるが、本計画で必要とする量を満足できないため、本計画で必要とする骨材や砂は第三国から調達せざるを得ない。

しかしそれら輸入材料は輸送中に海水を被る等塩分を含んでいることも多いため、本計画で求められる強度や耐久性は期待できず、本計画の設計に当たっては、コンクリート強度の制約に留意するとともに、鉄筋の防錆対策（防錆剤、防錆塗料の使用等）を考慮する必要がある。また、輸入する砂や骨材の成分や混入物については、事前に分析結果を環境局に提出し、承認を取得する必要がある。

(3) 第三国品の調達について

現在「ツ」国で使用されている発電・配電設備用資機材は全てが輸入品で、主としてオーストラリ

ア、ニュージーランド国の製品が導入されている。従って、本計画で実施される発電設備の建設や配電網整備に必要な資機材は全て輸入品となる。

第三国からの資機材の調達に当たっては、価格、品質、納期、運転開始後の予備品等の調達の容易性、アフターサービス体制、既設設備との整合性等を十分検討する必要がある。

なお、本計画の実施に当たり、「ツ」国側は品質、性能、耐久性に優れ、かつ良好なアフターサービス体制が確保できる日本製品の採用を強く希望している。

3-2-1-7 実施機関の維持・管理能力に対する方針

当該発電設備の供用開始後の維持管理は、既設発電設備と同様 TEC のフォガファレ発電所の職員合計 14 名が実施する。「ツ」国の発電設備は全てディーゼル発電設備であり、TEC は 1982 年以來 20 年以上に亘って発電所・配電設備を運営・維持管理し、老朽化した発電機を比較的良好に維持していることから、TEC の運転員はディーゼル発電設備や配電設備の日常点検を含めた運転・保守技術は十分保有していると考えられる。

しかし、本計画では TEC の運転・維持管理要員にとって初めての中速型ディーゼル発電機を設置することになるため、据付工事期間中に日本側技術者によるディーゼル発電機及び関連補機、並びに配電設備に係る OJT を実施し、予防保全を中心とした最新の保守・点検技術の移転を計ると共に、より効果的・効率的な設備の維持管理技術を移転する必要がある。

3-2-1-8 施設・機材等の範囲、グレードの設定に対する方針

(1) 施設・機材等の範囲に対する方針

本計画で調達する発電設備の総容量は、フナフチの 2012 年（供用開始後 5 年）の電力需要に対するベース負荷運転を緊急的に補う容量とする。また、供給エリアが比較的狭い島嶼国の発電所における発電設備の単機容量として、系統全体の電力需要の約 30% 程度を最適容量として設定し、発電所の運用として効率的かつ経済的な運転・維持管理が可能となる設備構成とする。

また、配電用資機材も発電設備と同様に供用開始後 5 年の需要予測に見合う変圧器容量や配電線容量とする。

併せて、予備品・工具等を含めた機材の調達・整備を通じて、本計画の目的である民生及び社会福祉・公共施設への安定した電力供給が達成できるように設備構成、資機材の種類・員数を選定する。

(2) 技術レベルに対する方針

本計画で調達する発電設備及び 11kV 配電網を構成する各機器の仕様は、本計画完了後の運転・維持管理を実施する TEC の技術レベルを逸脱しないように留意する。

3-2-1-9 工期に対する方針

本計画で実施する工事は、我が国の無償資金協力のスキームに基づき、単年度の工期で実施するものとする。

なお、本計画で整備される発電設備の建設予定地は既設のフォガファレ発電所の敷地内である。フ

オガファレ発電所は「ツ」国の首都フナフチへの電力供給設備として唯一の発電所であるとともに、同発電所の停止は首都フナフチの社会・経済活動に直接影響を及ぼす可能性が非常に高い。

また、発電設備の増設計画や 11kV 配電網の改修計画においては、一般的な新設工事と異なり既存設備との接続や切り替え時に設備を停止せざるを得ない。従って、本計画では建設期間中の既存発電設備 / 11kV 配電設備の停止時間および回数を最小限にすることにより、社会・経済活動への影響を極力抑えることを優先事項とし、かつ経済的で技術的に妥当な工程計画・施工計画を策定する。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 全体計画

(1) 設計条件

計画の規模、仕様の策定に当たり、前述の諸条件を検討した結果、下記条件を設定する。

1) 気象及びサイト条件

項 目	単 位	気象記録 (1933-2003 年)	設計採用値
外気温度			
a) 最 高		36.1	35
b) 平 均		32.3	-
c) 最 低		28.3	-
発電機室温度		-	40
湿 度			
a) 最 高	%	99	99
b) 平 均	%	79	79
降雨量			
a) 年間平均	mm/年	3,400	3,400
b) 月間平均最大	mm/月	400	400
風 速			
a) 平 均	m/秒	5	5
b) 最 高	m/秒	30	30
風向			
a) 乾 季 (5月~10月)	---	東	-
b) 雨 季 (11月~4月)	---	西	-
年間雷雨日数	日	15	15
サイト条件			
a) 標 高 (平均海面から)	m	1	1
b) 地耐力	ton/m ²	-	10
c) 地下水位	m	GL-1.0	GL-1.0
その他			
a) 塩 害	---	有り	考慮する
b) 高 潮	---	有り	考慮する

2) 適用規格及び使用単位

本計画の設計に当たっては、TECの現行設計条件及び既設設備との整合性を考慮すると共に機器の主要機能についてはIEC及びISO等の国際規格並びに日本規格を適用する。電気工事に関しては、現地の規程が整備されていないため、日本の基準を基本として適用する。また、使用単位は国際単位系（SIユニット）を採用する。

規格名称	適用範囲
国際標準化機構 (ISO)	: 工業製品全般
国際電気標準会議規格 (IEC)	: 電気製品全般
日本工業規格 (JIS)	: 工業製品全般
電気学会 電気規格調査会標準規格 (JEC)	: 電気製品全般
社団法人 日本電気工業会規格 (JEM)	: 電気製品全般
電気設備に関する技術基準	: 電気設備設計全般

電気技術規程 (JEAC)	: 電力設備設計全般
日本電線工業会規格 (JCS)	: 電線及び材料全般
建築学会基準 (AIJ)	: 建屋工事全般
オーストラリア基準 (AS)	: 電気製品全般

3) 環境への配慮

本計画で改修・調達する発電設備の設置に伴う環境への影響は、「ツ」国の環境法令を基とし、日本の規制基準で補足し、下記の基準値を設計条件として設定する。

NOx	: 950ppm 以下 (残存酸素濃度 13%時)
SOx	: 250ppm 以下 (燃料油の硫黄分含有量 1%時)
油分	: 30ppm 以下
煤塵	: 100mg/Nm ³ 以下
騒音	: 当該発電設備のみ運転時、発電所敷地境界で 75dB(A) 以下
振動	: 当該発電設備のみ運転時、発電所敷地境界で 65dB 以下

4) 電気方式

本計画に適用する電気方式は、既設設備との整合を図り、表 3-2-3 に示すとおりとする。

表 3-2-3 電気方式

項目	高压配電線路	低压	直流
公称電圧	11kV	415-240V	110V
最高電圧	12kV	460-252V	121V
配線方式	3相3線式	3相4線式	2線式
周波数	50 Hz	50 Hz	-
接地方式	直接接地	直接接地	(-) 側接地

5) 基準衝撃絶縁強度

配電・変電設備の設計に当たり、機器相互の絶縁協調及び系統全体の絶縁強度を確保するため、基準衝撃絶縁強度 (BIL) は既設設備に摘要されている 75kV (11kV 系統) を基準とする。

(2) 施設配置計画

本計画で整備される発電設備は既設フォガファレ発電所敷地内に建設されるので、当該発電設備の運転・維持管理の容易さのみでなく、以下の条件を考慮した配置計画を行う。

- 近隣住民への騒音・振動による影響の最少化
- 燃料移送用タンクローリーの搬入路の確保
- 新設燃料貯蔵タンクの維持管理の容易性
- 運転中の既設発電所への影響の最小化

なお、配電設備の内、変電設備は既設変電所内の機材の内、老朽化や腐食により機能不全となっていたり、計画目標年度における機器容量が不足している機器の更新を行うものとし、基礎は可能

な限り既設機器の基礎を利用する。また、更新される配電ケーブルは既設ケーブルの敷設位置に敷設するものとし、既設ケーブルは緊急時用として残置する。

(3) 基本事項

本計画で整備される機材・設備は、無償資金協力事業としての事業費、運転費の経済性及び完成後の運転・維持管理の容易性に重点を置くものとする。

発電設備は既設フォガファレ発電所内に設置されるため、利用可能な敷地も限定されており、主要機器の仕様・配置並びに配管及び電線ルートの選定に当たっては、既設発電設備との連携運転を考慮すると共に、燃料油の搬入ルートや予備品の保管にも留意する。また、主要設備は新設発電建屋内に設置されるが、補機の一部は屋外に設置されるので、風雨等のサイト条件を考慮する。

一方、11kV 配電設備の更新においては、新規ケーブル敷設時には、既設設備の一部を停電したり、交通の遮断等を行う必要が有るので、工事中の市民への影響を最小とするような施工計画を立案する必要がある。

1) フォガファレ発電所増設計画

発電設備の整備に当たって選定される機材は、以下の基本事項及び計画内容を基に選定する。

ア．発電方式

発電方式は既存設備がディーゼル発電であること、TEC の運転・維持管理要員の保有技術力、並びに運転・維持管理の容易性を考え合わせディーゼル発電設備とする。

イ．制御方式

発電設備機器の運転・制御方式は運転・維持管理の容易性並びに既設設備の方式を考慮して遠方及び手元操作の両方式を採用する。

なお、遠方操作は監視・制御室から行うこととするが、ディーゼルエンジンの起動・停止は安全性を考慮した手元（機側）操作も考慮する。

ウ．燃料

現在、既設のフォガファレ発電所で使用されている燃料は、シンガポール製の自動車用ディーゼル油である。本計画で建設される発電設備の燃料もフォガファレ発電所で現在使用されている燃料と同様のものが使用される予定であり、その性状は表 3-2-4 に示すとおりである。

表 3-2-4 燃料性状

項目	単位	性状
色	--	琥珀色
発火点		66
引火点		160 - 380
動粘度 (40)	cst	4.08
比重 (15)	kg/m ³	0.847
水分含有量	Vol%	0.05

出所:BP

エ．潤滑油

潤滑油は発電設備メーカーによりその推奨される組成が違ふことがあるが、本計画では既設で使用している潤滑油(BP：C6 Global Crankcase Lubricant)を使用できる様に配慮し、既存設備との融通性及び保管場所の縮小化を図る。

オ．冷却水

本計画の発電設備用冷却水としては、井戸水又は雨水を利用することが考えられるが、井戸水は環礁島であるが故に塩分濃度が高いため、既設発電所同様に雨水を利用することとする。従って発電所建屋の屋根からの雨水の貯蔵に必要な雨水貯水タンク1基を設置し、そのタンクから冷却水が供給できるようにする。

2) フナフチ配電網整備計画

フナフチでは、「ツ」国の政治・経済の中心であるフォガファレ島においてフナフチ配電網が構築されており、同島の中心地にあるフォガファレ発電所から島の南北に11kV地中配電線が敷設され、島内14箇所の屋外変電所(各25m²程度の敷地)に設置された11kV/415-240V変電設備(配電用開閉器盤(リングメインユニット)、配電用変圧器、低圧分電盤、低圧ケーブル)を介して需要家に低圧(415/240V)の電気が供給されている。本整備計画は、フナフチの既設11kV配電網を対象とし、老朽化及び腐食によって機能不能・劣化が発生している、または計画目標年次までに過負荷となる配電用変圧器及び配電用開閉器盤(リングメインユニット)、並びに老朽化している11kV地中配電線(紙絶縁、アルミ導体ケーブル)の更新が主な内容であり、併せて警察署、消防署、銀行、放送局等首都機能施設が集中しているフォガファレ地区への新規配電用変電所の建設を含み、使用可能な既存設備は移設して継続使用することとする。

なお、低圧分電盤、低圧ケーブルは本計画の対象範囲外である。

新設設備は、既存系統との統一を図り、かつTECの運転・維持管理要員が技術的に精通している既存設備と同一の仕様とすることを原則とする。

3-2-2-2 基本計画の概要

前述の(1)設計基準、(2)施設配置計画及び(3)基本事項を踏まえた本計画の基本計画の概要は、表3-2-5に示すとおりである。

表 3-2-5 基本計画の概要

計画区分	計画内容
計画対象	・ 既存フォガファレ発電所及びフォガファレ島（配電網）
発電建家の建設	・ 平屋一部2階建て、床面積約768m ² の建設 ・ 発電機、燃料タンク、補機等の基礎の建設 ・ 建築付帯設備の建設 ・ 敷地内外構工事の実施
発電設備の調達と据付け工事	・ ディーゼル発電設備（出力600kW×3台）の調達と据付け工事 ・ 発電設備に必要な機械関係の付帯設備の調達と据付け工事 燃料設備 潤滑油設備 冷却水設備 圧縮空気設備 吸排気設備 廃油処理設備 ・ 発電設備に必要な電気関係の付帯設備の調達と据付け工事 11kV 高圧配電盤 11kV/415V 所内変圧器 415V 低圧動力設備 遠方監視・制御盤 配線及び接地材料 既設発電所と新設発電所間のケーブル布設
配電設備の調達と据付け工事	・ 11kV 配電網整備に必要な下記機材の調達と据付け工事 11kV ケーブル 11kV/415V 配電用変圧器 11kV 配電用開閉器盤（リングメインユニット）
予備品と保守用道具の調達等	・ 発電設備、配電設備の維持管理に必要な予備品（2年分）および道具 ・ 運転保守マニュアル（OJT用教材を含む）の調達とOJTの実施 ・ 配電設備維持管理用車両（1台）

3-2-2-3 機材・施設計画

(1) フォガファレ発電所増設計画

1) エンジン出力と発電機容量の決定

本計画で整備される発電設備の定格は下記を考慮して決定する。

本計画の目標年次を本計画完成時(2007年)から5年後の2012年とする。

既設設備を含めて最も出力の大きな発電機が点検や故障で運転を停止したとしても、目標年次の電力供給バランスを確保できる発電設備規模を選定する。

ベース負荷に対応した連続運転が可能な（年間8,000時間以上の運転）発電設備を選定する。

上記条件から、本計画で必要となる発電機定格出力は、2012年における最大需要電力1,848kW（添付資料-6参照）から既設発電機（3号、4号及び5号機）の合計出力840kWを差し引くと、本計画で整備される発電機の総出力は1,008kW以上が必要となる。

また、ディーゼル発電機の出力率を95%と想定し、発電機台数は負荷変動に対応した台

数制御が可能で、更に適切な維持管理の実施を考慮すると、添付資料-6の電力需給バランスに示す通り、常時2台運転、予備1台とするのが最適となり、その時の単機容量は600kWとなる。従って、所要エンジン出力及び発電機の定格容量は以下のとおり計算される。

なお、メーカーによりエンジン仕様等は、同一ではなく多少の違いがあるので、下記は一応の目安とする。

エンジン出力

$$P_e = \frac{P}{0.7355 \times \eta} = 906 \text{ PS}$$

P_e : エンジン出力 (PS、メートル馬力)
 P : 発電機出力 (600kW)
 η : 発電機効率 (90%と仮定する)

発電機容量

$$P_G = \frac{P}{P_f} = 750 \text{ kVA}$$

P_G : 発電機容量 (kVA)
 P : 発電機出力 (600kW)
 P_f : 発電機力率 0.8

表 3-2-6 本計画のエンジン出力と発電機容量

項目	容量
エンジン出力 P_e (PS)	906
発電機容量 P_G (kVA)	750

2) 回転数

単機容量 600kW のベース負荷用発電設備は経済的な運転・維持管理の実施のために、我が国の電力会社を含めて、一般的に750rpm以下の中速機を採用しており、運転実績も多い。よって本計画でもエンジンの回転数は750rpm以下の中速機を採用する。

3) 機械関係の附帯設備計画

付帯設備は運転維持管理の容易性、省エネ及び設備調達費の経済性を考慮し、可能な限り共通設備方式を採用する。計画の概要は下記の通りである。

ア．燃料供給計画

燃料貯蔵タンクは下記に示す運用面から 150m³ タンク 2 基とし、屋外に設置する。

(ア) 水分、異物の分離

燃料はタンクローリーから荷役ポンプでタンクに貯蔵するが、燃料には海上等の輸送中に水分、異物が混入されていることがあるので、燃料貯蔵タンク内で水分、異物を分離する必要がある。一般的に燃料はタンクに貯蔵しておく3日程度の安静期間後、貯蔵タンク内で水分、異物が分離する。従ってタンク内にフローティングサクシオンを設け、貯蔵された燃料上面の分離後の燃料油のみを回収し、ディーゼルエンジンへ移送できるように配慮する。当該タンクは、運転用と分離用の計2基(各2週間分の容量)を設置する。

なお、上記の燃料系統を採用するため、本計画では燃料用の油水分離器は設置し

ない。また沈殿・分離された異物は本計画で整備される焼却炉で焼却処理を行う。

(イ) タンク容量

燃料油は定期便により海上輸送されてくるが、季節風等の強い時期には輸送が困難になるため、燃料輸送船の運航が難しくなることを想定し、燃料油タンクの容量は600kW ×2 台の常用発電機が1ヶ月運転可能な容量を確保する。

容量は下記により計算される。

$$V = \frac{V_1 \times 24 \text{ 時間} \times 30 \text{ 日}}{1,000} = 224k \quad \begin{array}{l} V : \text{容積 (k)} \\ V_1 : \text{消費量} = 310 \text{ /時 (2 台分)} \end{array}$$

250k

上記により公称容量は、125k が2基となるが、タンク内で燃料に含まれている水分・異物を分離する必要があるため150k ×2基とする。

また、燃料小出槽は2台の発電機へ2時間供給可能な容量のものを2基(1kl ×2基)発電建屋の屋上に設置する。

燃料はタンクローリーから荷役ポンプで主燃料タンクに貯蔵するが、荷役ポンプの容量は、タンクローリー(約9.2kl)から20分程度で荷役できるものとする。

イ. 潤滑油設備

潤滑油タンクは、ディーゼルエンジン本体に内蔵する。また潤滑油の交換時間を8,000時間毎とし維持管理費低減を図るために、遠心式若しくはフィルター式の潤滑油清浄器を設置する。潤滑油はドラム缶からポンプでエンジン本体に内蔵されたタンクに直接供給される。

ウ. 冷却水設備

エンジンの冷却方式としてラジエーター方式による密閉循環方式を採用する。これは現地では水の確保が困難であることから、既設設備と同様に水の消費量を極力抑えるため、発電建屋屋上に高/低温冷却水膨張タンクを設置し冷却水を供給する。

エ. 始動設備

エンジンの始動には大きな始動トルクを必要とするが、既設設備と同様に大きな始動トルクを得るのに有利な圧縮空気による空気式始動方式を採用する。圧縮空気設備は電動機とエンジンによる起動が可能な機器を選定し、発電機室に設置する。空気槽の容量はディーゼルエンジンを3回始動できるものとする。また空気中の湿度が高く、圧縮空気槽に水分が溜まりやすいので、水分を定期的に排出するための自動排水弁を圧縮空気槽に設ける。

オ. 吸気・排気・換気設備

発電設備の運転中にエンジンからの騒音が近隣の施設・民家へおよぼす影響を減少させるため、運転中は発電建家出入り口を閉じて発電設備を運転する。従って運転中必要となるエンジン燃焼用空気の取り入れと、エンジンからの発熱を拡散させるための換気設備(ブLOWER)を換気機械室に設置し、必要空気量を発電機室内に供給する。換気設備は空気取り入れに際し圧力損失を低くするため、フィルターの密度は流入側

から流出側になるに従い高くなるものを採用する。また、フィルターは洗浄により再使用可能で交換が容易なパネル型ユニットを採用する。換気設備用の空気取り入れ口における風速は2.5m/s以下とし、ブロー運転時に雨水が浸入しないような構造とすると共に発電機室に虫等が入らないように防虫ネットを設置する。

なお、エンジンからの排気ガスは発電建屋の屋上に設置する消音機（サイレンサー）を通して排出する。

カ．スラッジ処理設備

本計画で整備される発電設備に関連して、ディーゼル油や廃油による環境汚染が発生しないように、燃料貯蔵タンク内及び防油堤内の油と水分（雨水等）を分離するために、屋外に油水分離槽を設け、分離された油は環境汚染をしないように廃油設備を経由した後、焼却炉設備で焼却処理する。

キ．配管経路

本計画には燃料配管、潤滑油配管、圧縮空気配管、冷却水配管及びドレン配管がある。配管系統の保守管理の容易性を確保するため、建屋内はトレンチ内又はサポートに配管を布設するが、屋外は地上設置及び直埋方式を採用する。ただし、直接埋設配管には配管の腐食が発生しないよう耐腐食性のジュート材等で保護する。なお、誤操作防止及び保守の容易性を考慮し、各配管は用途別に色分けする。

4) 電気設備計画

主な電気設備は下記とする。

ア．電気方式

電気方式の条件は、既存設備で採用している下記とする。

(ア) 公称電圧及び相	11kV、3相3線式 415-240V、3相4線式（3相+中性線） DC 110V、2線式
(イ) 周波数	50Hz
(ウ) 遮断容量	11kV系統 12.5kA（1秒、対称値）
(エ) 接地系	直接接地系
(オ) 基準衝撃絶縁強度	11kV系統 75kV
(カ) 商用周波数絶縁強度	11kV系統 28kV
(キ) 直流制御電圧	DC 110V
(ク) 許容電圧変動	11kV系 +5 ~ -5% 415-240V系 +5 ~ -5% DC 110V系 +5 ~ -10%

イ．発電機

発電機は小容量であること等を考慮し、3相3線式、同期発電機、水平軸、空気冷却とする。また、発電機電圧はフナフチ電力系統の配電電圧である11kVを採用し、単独運転が可能なものとする。主な仕様は以下のとおり。なお、発電機には結露防止用ヒ

ーターを取り付けることとする。

(ア) 定格	連続
(イ) 容量	750kVA 以上
(ウ) 電圧	11kV
(エ) 周波数	50Hz
(オ) 力率	0.8(遅れ)
(カ) 回転数	ディーゼルエンジンと同じ(エンジン直結式)
(キ) 励磁方式	ブラシレス、サイリスタ方式
(ク) 中性点接地方式	直接接地

ウ. 11kV 配電盤

電気室内に既設発電機との接続盤を含めて、11kV 配電用及び発電機保護盤として 11kV 配電盤を設け、配電盤は真空遮断器を備えるものとする。配電盤の操作場所は運転・保守の容易性を考慮して、現場及び 2 階にある監視・制御室からも行えるものとする。

エ. 415V 低圧配電盤

当該 415V 低圧配電盤は 11kV 配電盤と同様に電気室内に設置され、発電設備用補機、付帯設備及び建築設備への電源を供給する配電用フィーダーにより構成される。415V 配電用フィーダーには配線用遮断器(MCCB)を設ける。

オ. データロギング装置

既設発電設備の運転記録は運転員が 1 時間毎に記録用紙に記入しているが、本計画で整備される設備においては、記録時間の正確性及び運転管理の容易性を考慮し、下記に示す基礎的な記録をデータロギング装置にて自動的に運転状態を用紙に印字する事ができるように計画する。

- (ア) 発電機電圧、電流、力率
- (イ) 発電電力量

カ. エンジン現場盤

エンジンの機側に、エンジン運転状態監視用の現場盤を設け、日常点検の容易性を図る。

キ. 励磁装置

発電機電圧を確立させるための、ブラシレス・サイリスタ方式の励磁装置を設ける。

ク. 直流電源装置

遮断器等の操作用電源として、共通の直流電源装置を設ける。直流電圧は 110V とし、鉛バッテリー(54 セル)と充電器 1 台を直流電源盤に内蔵する。

ケ. 所内変圧器

発電機電圧(11kV)から 415V 低圧分電盤(415V)に降圧する変圧器を屋内に設ける。

コ. 接地設備

本計画に必要な接地設備は以下のとおりである。

- (ア) 電力系統の地絡保護を目的とする接地設備(11kV 及び 415V 系統は直接接地方式とする)
- (イ) 金属体、電気機器からの感電防止を目的とする接地設備
- (ウ) 燃料タンクの接地 (ア)、(イ)とは連繋しない。)
- (エ) 避雷針の接地 (ア)、(イ)、(ウ)とは連繋しない。)

サ. ケーブル敷設

発電建屋内のケーブルはトレンチ内又は配管内に敷設する。発電建屋外のケーブルは配管内又は直埋設とする。トレンチ又は配管内に敷設するケーブルは外装不付ケーブルとし、直埋設するケーブルは外装付ケーブルとする。

なお、ケーブルの仕様は、許容電流が大きく施工性の良い銅導体とし、絶縁材は汎用の架橋ポリエチレンとする。

(2) フナフチ配電網整備計画

11kV 配電網改修計画の内容は以下のとおりである。

1) 配電用開閉器盤 (リングメインユニット : RMU)

RMU は、絶縁油に収納された鉄箱の中に、断路器とフューズが収納され、断路器は配電線路を区分するために、またフューズは低圧側の過負荷または短絡事故発生時に配電用変圧器を保護するために設置される。断路器の入り切り操作は手動により行なわれる。尚、RMU は、計測器や継電器は取り付けられない構造となっている。本計画では老朽化や腐食によって機能が劣化・不能になっている RMU を更新する。

2) 配電用変圧器 (DT)

本計画対象地域の変電所に設置される DT (11kV/415-240V) は老朽化や腐食によって機能が劣化・不能になっている DT を更新すると共に、本計画の目標年次 (2012 年) における最大需要電力を基本とし、負荷の力率 (0.8) を勘案した上、過負荷になっている DT を変圧器標準容量の中から適切な容量を選定し、更新するものである。

3) 11kV ケーブルの敷設

本計画の 11kV 地中配電線ルート及びケーブルサイズは、TEC 技術者との現地踏査、既存配電線ルート図の検討、本計画の目標年次 (2012 年) における最大需要電力に基づき、許容電流、電圧降下、並びに電力損失が最適となるルート、サイズを決定した。基本ルートは 3-2-3 基本設計図 (添付資料-7) に示すとおりである。

本計画で採用する 11kV ケーブルは、電導率に優れた銅導体および絶縁に優れた XLPE 被覆ケーブルを選定し、直埋設用に外装付を使用する。ただし、既存ケーブルを延長するためのケーブルは、既設のケーブル仕様と同一とする。

4) 配電網維持管理用動工具及び車両の調達

現在 TEC は、配電網の維持管理時の資機材運搬用の車両を所有しておらず、借り上げ (レンタル) で対応しているが、事故等の緊急時にはタイムリーに借りられない等の問題を抱えているため、本計画で必要最小限の使用の車両を調達することとする。

また、維持管理用の道工具も整備されていないので、地中ケーブルの地絡、短絡事故点の位置を計測し、復旧作業を容易にする為、ケーブル事故点探査器並びにその他必要最小限の動工具を調達することとする。

3-2-2-4 主要機器の概略仕様

(1) 発電設備機器の概略仕様

本計画で建設される発電設備の主要機器概略仕様を表 3-2-7 に示す。

表 3-2-7 主要機器の概略仕様（発電設備）

主要機器名	調達員数	概略仕様
(1) ディーゼル発電設備 1) ディーゼルエンジン	3台（内1台予備）	運転定格：連続 出力：600kW以上（約906ps） 回転数：750rpm以下 エンジン型式：4サイクル、直列型ディーゼル機関 冷却方式：ラジエーター方式 燃料：ディーゼル油 共通架台及び防振装置付
2) 発電機	3台（内1台予備）	運転定格：連続 定格出力：750kVA 相数：3相3線 定格電圧：11,000V 回転数：750rpm以下 力率：0.8（遅れ） 周波数：50Hz 巻線接続方式：Y接続（中性点直接接地） 励磁方式：ブラシレス、サイリスタ方式
3) 電気設備 監視・制御盤 11kV配電盤 現場監視盤 直流電源設備 415V配電盤 所内変圧器	1式 1式 1式 1式 1式 1台	デスクタイプ、発電設備の監視・制御、同期装置含む 11kV真空遮断器 ディーゼルエンジン監視盤 鉛蓄電池、110V 415V配線用遮断器 11kV/415-240V 3相 200kVA
4) 機械設備 燃料供給設備 a) 燃料貯蔵タンク b) 燃料小出タンク c) 燃料移送ポンプ d) 燃料荷役ポンプ e) 燃料流量計 f) 燃料供給ポンプ 潤滑油設備 a) 潤滑油移送ポンプ b) 潤滑油清浄装置 c) 潤滑油冷却器	2基 2基 2台（内1台予備） 2台（内1台予備） 3台 3台 1台 3組 3台	垂直コーンルーフ型、屋外設置、容量150m ³ /基 角型若しくは円形、屋上設置、容量1.0m ³ /基 電動機駆動ギア式、屋外設置、容量4m ³ /hr 電動機駆動ギア式、屋外設置、容量30m ³ /hr 直読・積算式、公差0.5%（フルスケール） 電動機若しくはエンジン駆動ギア式 電動機駆動ギア式、屋外設置 フィルター若しくは遠心式、200 /時 プレート若しくは多管式、容量は必要面積の10%増し

主要機器名	調達員数	概略仕様
冷却水設備 a) 雨水処理設備 b) 冷却水タンク c) 冷却水供給ポンプ d) 高温水膨張タンク e) 低温水膨張タンク f) 高温水循環ポンプ g) 低温水循環ポンプ h) ラジエーター 圧縮空気設備 a) 空気圧縮機 b) 空気槽 c) 減圧弁装置 給排気設備 a) 吸気ブロワー b) 排気消音器 廃油処理設備 a) 油水分離タンク b) 油水移送ポンプ c) 油水分離装置 d) 油分チェックタンク e) 廃油排出ポンプ f) 廃油収集タンク g) 廃油移送ポンプ h) 廃油タンク i) 焼却炉	1 式 1 基 2 台 (内 1 台予備) 1 基 1 基 1 台 1 台 3 台 2 台 2 基 1 式 3 台 3 台 1 基 1 台 1 台 1 基 1 台 1 基 1 台 1 基 1 台 1 基 1 台	る過、薬品注入設備 角型若しくは円形、屋外設置、容量 2.0m ³ 遠心式、屋外設置、容量 1m ³ /hr 角型若しくは円形、屋上設置、容量 1.0m ³ 角型若しくは円形、屋上設置、容量 1.0m ³ 遠心式、屋外若しくは屋内設置 遠心式、屋外設置 高低温用 2 層式、屋外設置 圧力 30kg/cm ² 、電動機・エンジン駆動各 1 台 容量 300 /基、エンジン 3 回起動可能容量 自力減圧式 横置き軸流ファン 縦型、屋外設置 鋼製角形、2m ³ スクリュー式、容量 1m ³ /hr 容量 1m ³ /hr、30ppm 以下に処理 鋼製、容量 0.3m ³ スクリュー式、容量 0.5m ³ /hr 鋼製、容量 0.5m ³ スクリュー式、容量 0.5m ³ /hr 鋼製、容量 0.3m ³ 容量 0.03m ³ /hr
(2) 発電設備用予備品	16,000 時間 (2 年間分)	オイル・潤滑油フィルターエレメント O-リング・パッキン、燃料ポンプ・噴射ノズル部品、バルブ部品 ヒューズエレメント、ランプ、リレー、タイマー、スイッチ
(3) 発電・配電設備用保守用工具及び試験器具	1 式	エンジン用一般・特殊工具、ライナー拔出工具、 交換用主要ポンプ、油・水質検査器具、100V 用変圧器

(2) 配電設備機器の概略仕様

1) リングメインユニット (RMU)

ア. 仕様

表 3-2-8 リングメインユニットの概略仕様

番号	項目	仕様
1	絶縁方式	油入又はガス絶縁 (SF6)
2	定格電圧	11kV
3	周波数	50Hz
4	相数	3相3線
5	定格電流	300A 以上
6	短時間耐電流	12.5kA (1秒) 以上
7	基準衝撃絶縁強度	75kV
8	商用周波数絶縁強度	28kV
9	断路器	手動操作
10	配電変圧器用フューズ	16A (配電用変圧器: 160kVA 以下) 25A (配電用変圧器: 200kVA 以下) 31.5A (配電用変圧器: 300kVA 以下) 50A (配電用変圧器: 500kVA 以下)

イ. 数量

- 新規調達・据付台数: 8台
- 既設撤去・移設台数: 1台

ウ. 構成

RMU の構成 (断路器とフューズの数) は各変電所で異なるので、各 RMU の構成については、後述 (3) 項) の各変電所の改修計画 (表 3-2-10) 参照。

エ. 付属品

- 試験用端子 (Test Probe): 1式

2) 配電用変圧器 (DT)

ア. 仕様

表 3-2-9 配電用変圧器の概略仕様

番号	項目	仕様
1	絶縁及び冷却方式	油入自冷 (ONAN)
2	定格電圧 高压側 低压側	11kV (タップ付) 415-240V
3	周波数	50Hz
4	相数	3相4線
5	結線	Dyn11
6	インピーダンス	約 4%
7	基準衝撃絶縁強度	75kV
8	商用周波数絶縁強度	28kV

イ. 数量

- 新規調達・据付台数: 8台
- 既設撤去・移設台数: 1台

ウ．容量

各変圧器の容量については、後述(3)項)の各変電所の改修計画(表3-2-10)参照。

エ．機能

電圧降下対策の目的で、DTの11kV側に無電圧時タップ切替装置(電圧調整範囲:±2.5%、±5%、の4タップ)を設置し、手動操作にてタップ切替を行う。

3) 各変電所の改修計画

各変電所の改修内容は、以下に示すとおりである。

表 3-2-10 配電用変電所の改修計画

変電所名	配電設備				
	配電用開閉器盤(RMU)		配電用変圧器(DT)		
	改修内容	断路器	フューズ	改修内容	容量(kVA)
1A	現状維持			現状維持	
1	交換	3台	1台(16A)	現状維持	
Essential	新設	3台	2台(16,50A)	新設	200
New Gov. Office	上を含む			現状維持	
2	交換	2台	1台(25A)	交換	150
3	交換	2台	1台(25A)	交換	200
4	交換	2台	1台(25A)	交換	200
New Hospital	現状維持			現状維持	
5	現状維持			現状維持	
6	交換	3台	1台(50A)	交換	400
7	交換	2台	1台(16A)	交換	100
8	交換	2台	1台(16A)	交換	100
8A	現状維持			3より移設	160
8B	現状維持			現状維持	
9	1より移設			交換	200

4) 11kV ケーブル

ア．ケーブルの仕様と概略ケーブル長

本計画の11kVケーブルの仕様と概略のケーブル長を以下に示す。

表 3-2-10 11kV 配電ケーブルの概略仕様

番号	用途	絶縁体	導体	外装	ケーブル長(m)
1	変電所間接続用				
(1)	幹線ル-ブ用	XLPE	3芯、銅より線、50mm ²	鉄線	7,400
(2)	新旧発電所接続用	同上	同上、同上、25mm ²	同上	110
(3)	分岐用	同上	同上、同上、25mm ²	同上	3,370
2	変電所内接続用(RMUとDTの接続用)	同上	同上、同上、25mm ²	同上	30
3	既存ケーブル延長用	同上	3芯、アルミより線、25mm ²	同上	100

(注) XLPE: 架橋ポリエチレン、ケーブル長は工事余長を含まず。

イ．敷設方法

本計画で敷設される11kVケーブルは地中に直接埋設されるが、埋設ルートは「ツ」国基準に従って、既存ケーブルが埋設されている道路端から1.5m以内の車道脇(道路占有

(3) 施設の主要機能と建築計画

当該発電設備は基幹発電所としての機能を満足させるため、以下の諸室を計画する。また、当該敷地は高潮の被害を受けたことがあるので、その対策として建屋の1階床面高さを、過去に発生した高潮の記録より、地盤から600mm高くして計画する。

1) 発電機室

600kW 発電機3台及び同補機類を設置する部屋で、保守点検が容易にできる広さを持った配置計画とする。発電機寸法は長さ約6m、幅約2.5m、高さ約3mである。補機類としては、燃料及び潤滑油ポンプ、空気圧縮機、圧縮空気槽、廃油タンク等がある。それらを適切に配置でき、更に部品の点検・補修・交換のための面積を含めて20m×21mの平面寸法とする。またエンジン部品の修理・交換用として3トン天井クレーンを設置する。

2) 電気室

今回設置予定の11kV高圧配電盤や低圧分電盤を設置する。配置は保守点検に支障のないように計画する。

3) 監視・制御室

発電所内の各機器を監視制御するために、2階に監視・制御室を設ける。

4) 事務室

電気料金徴収窓口、及びTECの事務職員13名が執務する事務室を1階に設ける。

5) 換気室

発電室の換気及びエンジン燃焼用空気の取り入れを行う換気用機械室を2階に設置する。

6) 倉庫

機械関係の工具や使用頻度の高い予備品が保管できる予備品倉庫を1階に設ける。

(4) 各室の床面積と設備

各室の床面積と付帯される設備は表3-2-13のとおりとする。

表 3-2-13 床面積表

部屋名	面積(m ²)	設備
発電機室	320	照明、非常用照明、換気
電気室	105	照明、非常用照明、換気
監視・制御室	49	照明、非常用照明、空調換気
事務室	151	照明、非常用照明、空調換気
換気室	56	照明、非常用照明
倉庫	11.3	照明、換気
その他	75.7	照明
合計	768m ²	

(5) 主要構造部仕様

発電建屋の主要構造を表 3-2-14 に示す

表 3-2-14 主要構造部仕様

名称	構造仕様
基礎	鉄筋コンクリート、直接基礎
土間及びケーブルピット	鉄筋コンクリート
2 階床	デッキプレート敷きの上鉄筋コンクリートスラブ
柱、梁	鉄骨構造、溶融亜鉛メッキ仕上げ

(6) 仕上げ計画

1) 外部仕上げ

発電建屋の外部仕上げを表 3-2-15 に示す

表 3-2-15 外部仕上げ表

部 位	仕上げの仕様
屋根	耐酸被覆着色鋼板
壁	耐酸被覆着色鋼板

2) 内部仕上げ

発電建屋の各室内部仕上げを表 3-2-16 に示す

表 3-2-16 内部仕上げ表

名称	場所	仕上げ
発電機室	床	コンクリート金ゴテ仕上げ、耐油性ペンキ塗
	壁	グラスウール吸音材張
	天井	同 上
監視・制御室	床	コンクリート金ゴテ仕上げ、防塵ペンキ塗
	壁	軽量鉄骨下地セメントボード張、ペンキ塗
	天井	軽量鉄骨下地吸音板張
電気室	床	コンクリート金ゴテ仕上げ、防塵ペンキ塗
	壁	軽量鉄骨下地セメントボード張、ペンキ塗
	天井	デッキプレートあらわし
事務室	床	P タイル張
	壁	軽量鉄骨下地セメントボード張、ペンキ塗
	天井	軽量鉄骨下地吸音板張
換気室	床	コンクリート金ゴテ仕上げ
	壁	軽量鉄骨下地セメントボード張、ペンキ塗
	天井	グラスウール吸音材張
倉 庫	床	コンクリート金ゴテ仕上げ
	壁	軽量鉄骨下地セメントボード張、ペンキ塗
	天井	デッキプレートあらわし

(7) 断面計画

発電機室は、天井に設置されるエンジン発電機の保守用 3 トンクレーンで部品を吊り上げ可能な高さとし、クレーンの吊り代 6.2m を確保した断面計画とする。

(8) 構造計画

1) 建屋主構造

主構造は鉄骨造を採用する。この構造形式により工期の短縮及び建物の重量の低減ができ基礎への負担を少なくすることができる。また塩害対策として溶融亜鉛メッキを鉄骨表面に施すものとする。

2) 基礎構造

本施設の敷地の土質は隆起性珊瑚礁から成り、施設建設に対する地盤条件は良い。従って基礎は直接基礎を採用する。

(9) 建築設備

主要諸室の建築設備は以下のとおりとする。

1) 照明、コンセント設備

屋内の照明器具は原則として蛍光灯とし、発電機室は昇降装置付きの水銀灯を採用する。また、屋外用照明設備は既存同様にナトリウム灯を採用する。照度は発電機室床面で 200lx、監視・制御室の机上で 500lx、事務室の机上で 300lx を基準とし、他室はこれらに準じる。

各室に単相 240V(アース付き)のコンセントを設置する。また、発電機室には併せて 3 相 415V(アース付き)のコンセントも設備する。

2) 冷房設備

監視・制御室と事務室に冷房設備を備える。

3) 換気設備

発電機室には 2 階の換気機械室に設置されるブローアーにより、部屋の換気とエンジン燃焼用空気が供給される。その他の各部屋には室内換気用のファン、及びガラリ等による自然換気を考慮する。

4) 雨水集水及び移送設備

建屋で使用する飲料及び雑用水は発電建屋の屋根より雨水を集水し、地上置き of 雨水貯水タンク (5m³ × 1 基) に貯め、揚水ポンプで補機置き場の屋上に設置された高架水槽へ移送し、高架水槽から各設備へ供給する。

5) 消火設備

初期消火用として ABC 消火器 (10kg タイプ) を発電機室、電気室、監視・制御室及び倉庫に 2 本ずつ配置する。

なお、発電機室には燃料及び潤滑油等の可燃性のものが多くあるので、10kg タイプとは別に、車輪付の 30kg タイプを 2 台設置する。また、各部屋には、煙感知器型の自動火災報知設備を設置し、火災警報は監視・制御室内の警報盤に表示する。

6) クレーン設備

本計画ではエンジン部品の点検・修理のため、シリンダー等の主要部品の引き抜きが可能な容量（3 トン）の天井クレーンを設置する。

7) 避雷針設備

発電建屋屋根と燃料タンクに避雷針を設置する。

(10) 設備基礎

ディーゼルエンジン発電機、補機、電気設備、燃料貯蔵タンク等の基礎及び配管・ケーブル用ピットを建設する。

3-2-2-6 発電設備実習訓練（OJT）計画

本計画で整備される発電設備の仕様、グレードは、既設設備の運転・維持管理に携わっている TEC の既存技術レベルを考慮して選定されているが、既設発電設備とは異なり、回転数が 750rpm 以下の中速エンジンを採用している。TEC の運転・維持管理に携わる技術者は高速回転（1,500rpm）の発電設備の運転・維持管理には慣れており、発電設備の基礎技術は保有しているが、本計画で整備される中速型発電設備の運転・維持管理技術は保有していない。また、最近の技術開発によって、本計画で調達される発電設備のシステムが、既設発電設備には使用されていないことも予想されるので、据付工事期間中には製造会社から派遣される技術者によって、「ツ」国側技術者に対して運転・維持管理技術の実習訓練（OJT）を実施する必要がある。

(1) 据付工事期間中の OJT 計画

1) 計画内容

ア. OJT 実施期間と実施場所

- ・座学 : 約 1 週間（現場）
- ・現場実習 : 約 5 週間（現場）

イ. インストラクター

我が国の工事請負業者が納入する発電設備の製造会社から派遣される機材据付、試運転・調整技術者をインストラクターとする。

ウ. 研修員

OJT を受講する「ツ」国側研修員は、当該発電設備運転開始後に、直接運転・維持管理業務に携わる下記 TEC 運転員及び保守要員とする。

従って、本計画の「ツ」国側実施機関である TEC は、発電設備の据付工事が開始されるまでに、具体的に研修員を任命するものとする。

- 総括技術者	:	1名
- 運転要員	:	電気技術者：1名 機械技術者：1名 電気技能者：2名 機械技能者：2名 小計：6名
- 保守要員	:	電気技術者：1名 機械技術者：1名 電気技能者：2名 機械技能者：3名 小計：7名
		合計：14名

エ. 研修内容

- 座学

運転保守マニュアルを使用して、当該発電設備を中心とした下記基礎教育を行う。

- ・当該発電設備の特性、構造等
- ・運転・保守管理の基礎（スケジュール・コントロール、予防保全の基礎的考え方、設備機能、事故・故障対策の基礎、予備品及び工具の管理、図面、書類の管理）

- 現場研修

我が国側の請負業者が機材の据付、試運転期間中に、下記項目・内容の研修を現場にて行う。

- ・シリンダーヘッドの開放、整備方法
- ・燃料弁の分解、整備方法
- ・吸排気弁のグラインダー仕上げ方法
- ・ピストンの分解、整備方法
- ・クランクピン軸受開放、点検方法
- ・電動ポンプの整備方法
- ・吸気フィルター、濾過器類の保守方法
- ・起動及び停止方法
- ・故障時の緊急停止方法
- ・監視、目視点検方法
- ・清浄機の保守方法
- ・配管設備の保守方法
- ・ケーブルの保守方法
- ・電気設備の保守方法
- ・維持管理用道工具、試験器具の使用方法

3-2-3 基本設計図

基本設計の関連図面は添付資料-7 に示す通り。

分類	図面番号	図面名称
発電所全体配置	G-01	新発電機棟 全体配置図
	G-02	発電設備配置図
発電所建屋	A-001	新発電機棟 建物概要及び仕上表
	A-002	新発電機棟 建具表及び建具符号図
	A-003	新発電機棟 1階平面図
	A-004	新発電機棟 2階平面図
	A-005	新発電機棟 立面図
	A-006	新発電機棟 断面図
発電設備	E-01	新フォガファレ発電所単線結線図
	M-01	シンボルリスト
	M-02	燃料系統図
	M-03	潤滑油系統図
	M-04	冷却水系統図
	M-05	圧縮空気系統図
	M-06	吸排気系統図
配電設備	D-01	フナフチ配電系統図
	D-02	11kV 配電ルート図：フォガファレ島全地区
	D-03	11kV 配電ルート図：1A 地区
	D-04	11kV 配電ルート図：中心地区（1/2）
	D-05	11kV 配電ルート図：中心地区（2/2）
	D-06	11kV 配電ルート図：7 地区
	D-07	11kV 配電ルート図：8 地区
	D-08	11kV 配電ルート図：8A 地区

3-2-4 施工計画/調達計画

3-2-4-1 施工方針 / 調達方針

本計画は、我が国の無償資金協力制度の枠組みに基づき実施される。従って、本計画は我が国政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)が取り交わされた後に実施に移ることとなる。以下に本計画を実施に移す場合の基本事項及び特に配慮を要する点を示す。

1) 事業実施主体

「ツ」国側の本計画実施の責任機関は公共事業・エネルギー省 (MWE)であり、本計画の実施機関はツバル電力公社 (TEC)で、TECは同国のフナフチ環礁及び地方環礁島における電力事業の調査、計画、建設、運営、維持管理まで一切の事業を行っている。

「ツ」国側は、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡並びに協議を行い、本計画の実施を円滑に進めるため、本計画を担当する責任者を TEC 内に選任する必要がある。

選任された責任者は、発電所員及びその他の「ツ」国政府関係者に対し、本計画の内容を説明し把握させ、発電所建設及び 11kV 配電網改修予定地周辺の住民に対しても十分な説明をし、計画内容の理解を得ると共に、建設工事実施中の安全確保について注意を促し、本計画の進行及び維持管理に対し協力するように指導する必要がある。

2) コンサルタント

本計画の施設建設及び機材調達・据付工事を実施するため、日本のコンサルタントが「ツ」国政府と設計監理契約を締結し、本計画に係る実施設計と施工監理業務を実施する。また、コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体である TEC に代わり、入札資格審査と入札実施業務を代行する。

3) 請負業者

本計画の施設建設と資機材の調達及び据付工事を実施する請負業者は、我が国の無償資金協力の枠組みに従って、「ツ」国側により公開入札で日本国法人の請負業者が選定される。

請負業者は本計画の完成後も、引き続き予備品の供給、故障時の対応等のアフターケアが必要であり、当該設備引渡し後の連絡調整体制の構築についても十分留意する必要がある。

4) 技術者派遣の必要性

本計画の発電所建設及び配電線路改修工事は、建築工事と発電及び配電設備据付工事が同時期に行われる複合工事である。このため、工期、品質、安全性の確保から工事全体を一貫して管理・指導できる現場所長の派遣が必要である。また、発電機基礎を含む発電所建屋建築工事についても「ツ」国内に建築技術者が不足していることから、工程管理、品質及び安全確保のために日本から技術者を派遣する必要がある。

当該発電及び配電設備の据付工事には、設備の性能・機能及び構成に関して幅広い知識と熟練した技術が必要である。従って、当該主要設備の据付工事期間及び試運転・調整時にそれぞれの専門家を発電設備及び配電資機材製造会社から派遣する必要がある。

また、一般に機器の故障はバスタブカーブで表わされるように、故障期間は初期故障、偶

発故障及び磨耗故障期間の3つに分類できる。この内、運転開始後、比較的多く発生する初期故障に対し、適切な補修を行うことは、その機器寿命を維持する上で非常に重要である。従って、本計画では、この初期故障に対する補修技能習得の支援として、E/N 期限内での電気及び機械技術者による技術指導（実習教育）のための派遣を考慮する。

3-2-4-2 施工上 / 調達上の留意事項

1) 「ツ」国の建設事情

「ツ」国では建設工事に携わる作業員（労務者）の確保は可能であるが、工程、品質、安全管理等の専門技術を持った熟練作業員や技術者は少ない。従って、日本の請負業者は必要に応じて日本から技術者又は熟練作業員を「ツ」国へ派遣する必要がある。

本計画で調達する中型発電設備の据付・調整等の経験がある技術者を「ツ」国で調達することは困難であり、3-2-4-1 項に示したとおり、工事工程の管理も含めて日本から技術者の派遣を計画する。

本計画の施設建設工事用及び機材の内陸輸送、据付工事に必要な最低限の建設機械についても、「ツ」国で調達は不可能であるので近隣の第三国調達を計画する。

2) 施工計画上の注意点

当該地の過去 43 年間の月間平均降雨量は最少は 6 月の 230mm、最大は 1 月の 400mm と一年中降雨がある。従って、掘削作業及び 11 kV 高圧ケーブルの端末処理作業については雨よけ及び雨水排水計画を立案する等、雨水対策を考慮すると共に工程計画上の留意が必要である。

発電設備の据付工事は発電所建屋工事、機械・電気設備工事等と並行して実施し、既設発電設備との接続工事に当たっては、停電に伴う住民への影響を最小限とすると共に工程の短縮を図る。

既設 11 kV 配電線改修工事の実施に当たっては、停電や道路の交通規制等、市民生活への影響を最小限とする様、施工計画を策定する。

既設 11 kV ケーブルの掘削に際しては、既設電話線に十分注意して作業をすると共に、電話線の拡張工事等との工事時期が重ならないような工程を立案する必要がある。

発電所建設工事においては、契約工期を厳守するため発電機据付工事と建築仕上・設備工事が同時進行となり、上下並行作業が発生する可能性が大きいいため、日常の安全管理に留意する必要がある。

既存樹木の伐採等を伴う工事が発生した時は、時期、伐採規模等を事前に TEC と確認し、かつ、環境破壊及び住民問題とならないように事前に関係省庁の確認及び住民の理解を得るよう対処する。

コンクリート工事用水には雨水又は淡水化された海水を使用する必要があるが、共に量的に限られており、どうしても地下水を使用せざるを得ない場合には、塩分含有量等の水質管理を行い、コンクリート等の品質確保を図る必要がある。

コンクリート工事等に使用される輸入骨材については環境に係る分析データを「ツ」国環境局に提出し、当局の承認を受ける必要がある。

3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分

我が国と「ツ」国側の施工及び調達・据付区分は表 3-2-17 に示すとおりである。

表 3-2-17 日本国側と「ツ」国側の施工区分

施工項目	日本国側	「ツ」国側
1. 発電設備		
1) ディーゼルエンジン発電設備	調達及び据付	-
2) ディーゼルエンジン用機械補機設備	調達及び据付	-
3) ディーゼルエンジン用電気補機設備	調達及び据付	-
4) 燃料油貯蔵タンク、冷却水及び空気圧縮設備	調達及び据付	-
5) 接地設備	調達及び据付	-
6) 保守用道工具	調達のみ	保管
7) 修理用機械	調達のみ	保管
8) 予備品	調達のみ	保管
9) 運転・保守マニュアル	調達及び説明	スタディ及び保管
10) 実習教育	実施	受講
11) 建設予定地の清掃等	-	実施
2. 配電設備		
1) 新設 11 kV 開閉器盤(RMU)及び配電用変圧器	調達及び据付	-
2) 既設 11kV 開閉器盤(RMU)及び配電用変圧器	撤去 / 再利用	撤去品は保管・処理
3) 新設 11 kV ケーブル(接続材料、端末処理材含む)	調達及び据付	-
4) 既設 11 kV ケーブルの撤去(可能な箇所のみ)	撤去	保管・処理
5) 低圧配電盤、低圧ケーブル(付属品を含む)	-	調達及び据付
6) 接地設備、鍵及びフェンス	-	調達及び据付
7) 保守用道工具	調達のみ	保管
8) 予備品	調達のみ	保管
9) 運転・保守マニュアル	調達及び説明	スタディ及び保管
10) 実習教育	実施	受講
11) 樹木等障害物の除去	-	諸手続き・実施
3. 発電所建屋及び仮設工事		
1) 既設建屋の撤去	-	諸手続き・実施
2) 発電所建屋	設計及び施工	-
3) 発電所建屋用雨水給水設備	設計及び施工	-
4) 燃料タンク基礎及び防油堤	設計及び施工	-
5) 雨水排水設備	設計及び施工	-
6) 家具、カーテン	-	調達及び設置
7) 工事中電気、水及び電話工事の材料	敷地内のみ施工	供給点を敷地内に準備
8) 工事中電気、水及び電話料金	負担	供給点を敷地内に準備
9) 発電設備の無負荷試験までの燃料及び潤滑油	調達	-
10) 発電設備の負荷試験以降の燃料及び潤滑油	-	調達

3-2-2-4 施工監理計画/調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは基本設計の主旨を踏まえ、プロジェクトチームを編成した上、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは工事施工期間中、現地に最低限一人の技術者を常駐させ、工程監理、品質管理、安全管理を実施する。また、設備の据付、試運転・調整、引渡試験等の工事進捗に併せて他の専門技術者を派遣し、請負業者が実施するそれら工事の監理を行う。

更に、必要に応じて、国内及び第 3 国で製作される資機材の工場立会検査及び出荷前検査に国内の専門家が参画し、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

1) 施工監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期限内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質を確保すると共に工事が安全に実施されるように監理・指導することを基本方針とする。

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

ア．工程監理

請負業者が契約時に計画した工程と、その進捗状況との比較を以下の項目毎に月及び週毎に行い、遅れが出ると判断される場合は、請負業者に警告を出すと共に、その対策案の提出を求め、工期限内に工事が完成するように指導する。

工事出来高確認

機材搬入実績確認

技術者、技能工、労務者等の歩掛りと実数の確認

イ．安全管理

請負業者の責任者と協議・協力し、建設期間中の現場での労働災害、事故を未然に防止するための監理を行う。現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

安全管理規定の制定と管理者の選任

建設機械類の定期点検の実施による災害の防止

工事中用車両、建設機械等の運行ルートの策定と徐行運転の徹底

労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

2) 計画実施に関する全体的な関係

施工監理時を含め、本計画の実施担当者の相互の関係は、図 3-2-1 に示すとおりである。

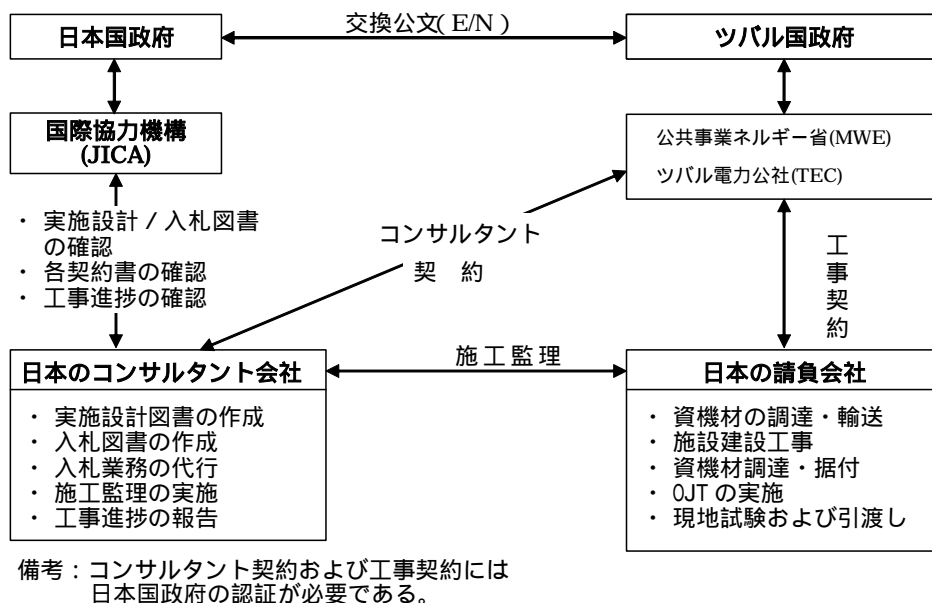


図 3-2-1 事業実施関係図

3) 施工監督者

工事請負業者は工事契約に基づき、施設建設工事並びに機材据付工事を実施するに当たり、「ツ」国の現地業者と下請け契約を結ぶことにより現地の労務者を雇用することになる。従って、建設期間中の工程管理、品質管理、安全管理を下請けの業者にも徹底させるため、請負業者は海外での類似業務経験を持つ技術者を現地に派遣し、下請け業者の管理を行わせる必要がある。

また、本計画の規模、内容から最低限以下の請負業者側技術者の現場常駐が望ましい。

現 場 所 長：1名 工事全般の管理及び OJT 責任者

上記の他、各工事項目毎の工事進捗状況に合わせて、機材据付指導員、試験調整要員等の派遣が必要である。

3-2-4-5 品質管理計画

コンサルタントの施工監理要員は、本計画で調達される資機材の品質並びにそれらの施工/据付出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された品質・出来形に、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき監理・照査を実施する。品質/出来形の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正、変更、修正を求める。

- 資機材の製作図及び仕様書の照査
- 資機材の工場検査立会い又は工場検査結果報告書の照査
- 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査

資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い

施設施工図と現場出来形の照査

竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で使用する予定の建設用資機材及び調達対象資機材は、全て「ツ」国では製造・製作されておらず、海外から輸入されている。輸入された建設用資材の一部（セメント、型枠材等）は「ツ」国の市場で少量に限り購入可能であるが、他の資機材は納期及び品質の保証等が困難であるので、日本または第三国より調達する。

本計画の主要機材である発電設備と配電用資機材については以下に示す通りである。

1) 発電設備

本計画で調達する発電設備は、以下の理由で日本製とする。

ヨーロッパ製：

ヨーロッパでは本計画で必要とされる仕様を満足する発電設備を製造している会社が数社ある。しかしながら、ヨーロッパは地理的に「ツ」国まで輸送距離が長いことから、輸送費等の事業費が高くなることが予想される。また運転開始後の維持管理に必要な予備品・消耗品の調達に時間がかかる恐れが高く、緊急時の対応に問題があると思われる。また、近隣諸国に代理店を置いている製造会社が少なく、アフターサービス体制が万全とはいえない。

オーストラリア国及びニュージーランド国製：

本計画の調達対象となる規模のディーゼル発電設備は、オーストラリア及びニュージーランドで製造していない。既設発電設備（アメリカ製）の販売代理店はオーストラリアにあるが、アフターサービスは製造国のアメリカから行われており、異常時の対応に遅れる等アフターサービス体制は万全でない。

米国製：

米国の発電設備製造会社は、近年、本計画で整備される中速（750rpm 以下で連続運転定格）エンジンの発電設備を製造しない傾向にあり、既設設備と同様の高速回転（1,000～1,500rpm）で短時間運転仕様の非常用設備を中心に製造している。仮りに、米国の発電機製造会社が中速エンジンを製造をしたとしても、その予備品・消耗品も通常の製造ラインに乗っていないため、運転開始後の予備品・消耗品の納入に納期がかかり、また価格も高くなることも予想され、発電設備の運用に支障が発生すると考えられる。

日本製：

日本の多くの発電設備製造会社は本計画の調達対象となる規模のディーゼル発電設備（出力500kW 以上）を、電力会社が採用している中速エンジンとして製作している。

また、海上輸送費がヨーロッパと比較して安価であること及び納入後の予備品の調達容易性や良好なアフターサービス体制から、本計画で調達するディーゼル発電設備は日本製とする。

2) 配電設備機材

現地では配電設備機材である配電用開閉器盤(RMU)、配電用変圧器、並びに 11kV ケーブル等については主としてオーストラリア、ニュージーランド及び ASEAN 加盟国製が現地では使用されている。これら配電設備機材の維持管理状態は比較的良好で、TEC の要員も運転・保守に精通しているので、本計画でも同資機材は第三国（オーストラリア、ニュージーランド及び ASEAN）調達を検討する。

従って、本計画に使用する資機材の調達先は、規格、仕様、品質、生産、供給の安定性、運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時におけるアフターサービス体制等を総合的に比較検討した結果、表 3-2-18 のとおりとする。

表 3-2-18 資機材調達先

資機材	調達先		
	「ツ」国	日本国	第三国
燃料油、潤滑油、冷却水 砂 セメント 砂利 鋼材 鉄骨 建築設備・仕上げ材	-	-	-
ディーゼル発電設備 -(ディーゼルエンジン、発電機、電気設備、機械設備、配管材料、電力ケーブル等の電材)	-		-
-同上用予備品	-		-
-同上用保守用道工具	-		-
配電設備 -配電用変圧器 -配電用開閉器盤 -配電用電材等	- - -		
建設機械・車両 -工事用機械(バックホー、ダンプトラック、発電機、水中ポンプ等) -車両	- -		

3-2-4-7 実施工程

我が国政府により本計画の実施が承認された後、両国間で交換公文（E/N）が取り交わされ、我が国の無償資金協力制度に基づき、本計画の実施が開始される。本計画の実施は大きく、実施設計、入札仕様書の作成、入札・工事契約、資機材調達・据付工事の3段階からなる。

図 3-2-2 に事業実施工程表を示す。

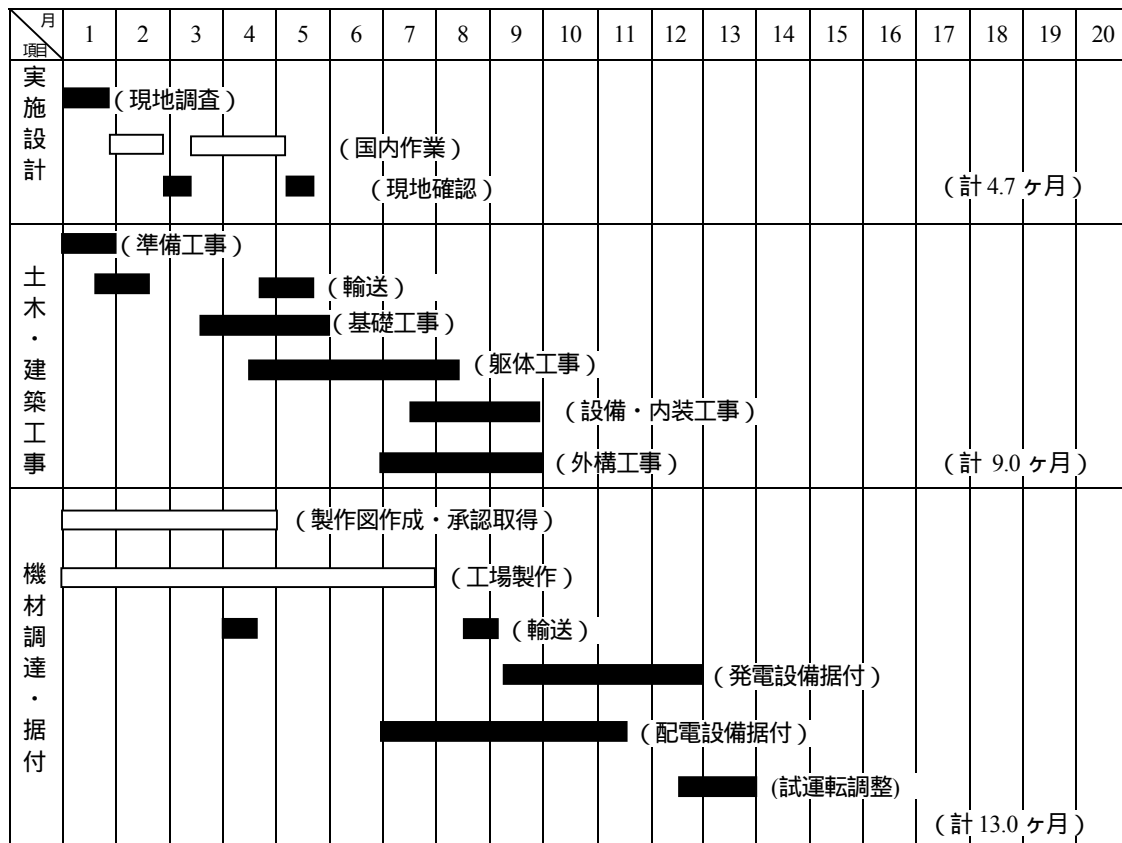


図 3-2-2 事業実施工程表

3-3 相手国側分担事業の概要

本計画を実施するに当り、3-2-4-3 項「施工区分 / 調達・据付区分」に示す「ツ」国側施工範囲の他、「ツ」国側が実施・負担する事項は以下のとおりである。

- (1) 計画に必要な情報及びデータの提供。
- (2) 日本側工事の開始以前に、増設発電所及び配電設備用地の確保または取得及び清掃。
- (3) 「ツ」国内の荷下ろし港及び空港での本計画に係わる製品の免税措置及び迅速な通関、荷下ろし措置の確保。
- (4) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して、日本人が「ツ」国に滞在または入国する許可。
- (5) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して通常「ツ」国で課税される税金、関税等から日本人の免税措置。
- (6) 銀行口座開設に係わる日本の銀行への手数料の支払い。
- (7) 本計画の実施に際し、日本の無償資金協力で負担されない事項の全ての負担。

- (8) 本計画の資機材引渡し検査への立会と、運転・維持管理技術移転のための技術者及び技能工のカウンターパートとしての選出。
- (9) 資機材の据付工事中に必要な停電に関する諸手続の実施。
- (10) 日本の無償資金協力で調達される資機材の適正かつ効果的な使用と維持管理。
- (11) 日本の無償資金協力で要求される工程に合致した工程表に基づく、「ツ」国側所掌の 415 V 低圧配電用資機材の調達と据付。
- (12) 配電網改修工事予定地周辺の住民への計画説明会等の開催（2005 年 2 月末までに）。
- (13) 工事期間中の掘削土、汚水及び廃油並びに回収した資機材の廃棄場所の確保。
- (14) 配電線路上の障害物の除去。
- (15) 本計画の開始前までに、フォガファレ発電所内の既存 TEC 事務所の撤去。
- (16) 11kV 配電線の更新及び新設 11 kV 配電線の敷設に係る諸手続き及び他のプロジェクトとの調整。
- (17) 既存 11kV ケーブルの撤去後の保管及び処理。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針

本計画で最も維持管理が重要な設備は発電設備であり、その維持管理に当たっては、日常の需要の変化に即応して、安定的に電力を供給するために、設備の運転・保守(O&M)及び設備環境の保全が不可欠である。

当該発電設備が持つ性能及び機能を維持し、継続した電力供給を行うためには、発電設備の信頼性、安全性及び効率性の向上を柱とした適切な予防保全と維持管理の実施が望まれる。

図3-4-1に維持管理の基本的な考え方を示す。

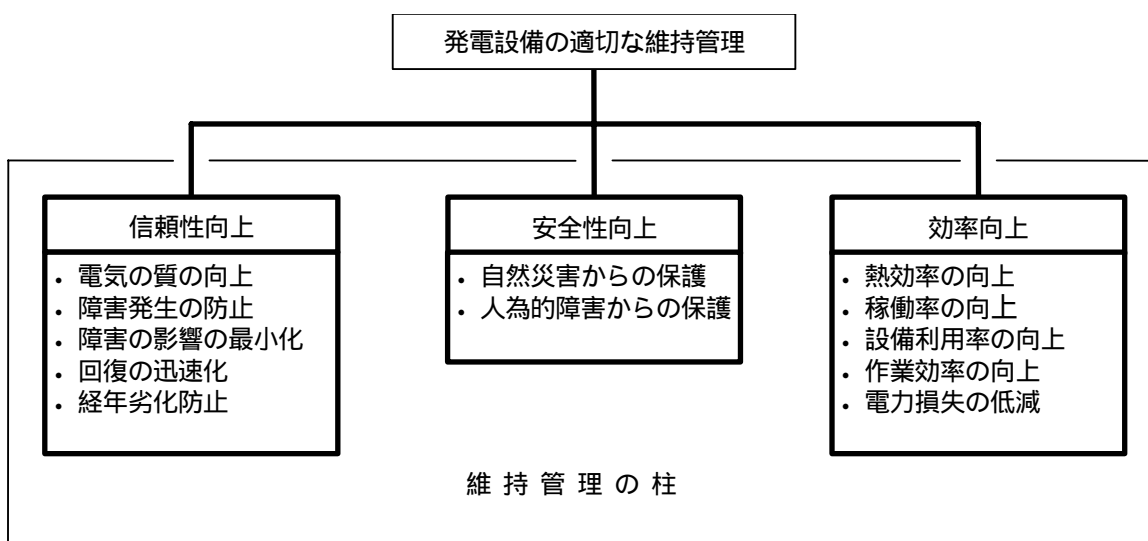


図 3-4-1 発電設備の維持管理の基本的な考え方

本計画においては、「ツ」国は上記基本事項を常に念頭におき、工事期間中に我が国の請負業者により派遣される専門技術者による現場実習訓練(On-the Job Training : OJT)を通じて移転される運転・維持管理技術(Operation & Maintenance : O&M 技術)と、運転・保守マニュアルにしたがって事業完了後の運転・保守を実施する必要がある。

3-4-2 当該発電設備の運転計画

本計画で整備される3台の発電設備は、「ツ」国の政治・経済の中心であるフナフチのベース電力供給力となるため、各発電設備の運転計画は下記条件にて設定されるのが妥当である。

年間設備稼働率 : 約90% 以上

年間運転時間 : 約8,000 時間

また、各発電設備の適正な運転に必要な定期点検項目は表3-4-1に示すとおりである。この定期点検項目を考慮した上記運転条件の下での当該発電設備の初年度の年間運転計画を図3-4-2に示す。なお、

同図に示すように3台の発電設備はそれぞれに、その維持・管理のために年間約32日間の運転停止が予測される。同期間の電力供給に関してはフォガファレ発電所の3号機～5号機の内の最低2台を点検中の発電設備の代替電源として活用する必要がある。

項目	月												備考
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
運転時間													運転時間計：333 日間 点検による運転停止時間計：32 日間
2500～3000 時間毎の点検実施時期 (点検所要時間：8 日間)				■				■					
7500～8000 時間毎の点検実施時期 (点検所要時間：16 日間)												■ (16 日間)	

備考：年間稼働率90%の場合を示す。

図3-4-2 当該発電設備1台の年間運転計画

3-4-3 定期点検項目

(1) 発電設備

「ツ」国関係者は、表3-4-1に示す当該設備の標準的な定期点検項目及び発電設備製造会社が提出する運転・保守マニュアルに基づいて、本発電設備の運転・維持管理計画を策定し、電力需要に見合った経済的な運用計画を立案する必要がある。

なお、通常、普通点検は1~2年に1度、精密点検は4年に1度程度実施される。また、遮断器盤、配電盤等に内蔵されているヒューズ、計器、リレー等の性能劣化、絶縁性能の劣化、接点の摩耗並びに特性が変化する部品は、普通点検及び精密点検時に、部品の特性と使用頻度を確認した上で、適宜交換することが望ましい。

表 3-4-2 標準的な変電設備の定期点検項目

点検項目	点検内容(方法)	巡視点検	普通点検	精密点検
設備外観	開閉表示器、開閉表示灯の表示状況			
	異常音、異常臭の発生の有無			
	端子部の加熱変色の有無			
	ブッシング、碍管の亀裂、破損の有無及び汚損状況			
	設置ケース、架台等の発錆状況			
	温度異常の有無(温度計)			
	ブッシング端子の締付け状況(機械的チェック)			
操作装置 及び 制御盤	各種計器の表示状況			
	動作回数計の指示			
	操作函、盤内の湿潤、錆の発生の有無及び汚損の状況			
	給油、清掃状況			
	配線の端子締付け状況			
	開閉表示の状態確認			
	漏気、漏油の有無			
	操作前後の圧力確認(空気圧等)			
	動作計の動作確認			
	スプリングの発錆、変形、損傷の有無(手入れ)			
	各締付け部ピン類の異常の有無			
	補助開閉器、継電器の点検(手入れ)			
測定・試験	直流制御電源の点検			
	絶縁抵抗の測定			
	接触抵抗の測定			
	ヒータ断線の有無			
	継電器動作試験			

2) 配電線路の定期点検

配電線路の維持管理は、日常の巡回点検により事故・損傷・破損個所を発見し、直ちに修復作業を実施することが需要家への最も重要なサービスである。以下に主な日常巡回時の点検項目を示す。

- (a) 配電機器と樹木等の接触の有無
- (b) フェンス及び施錠装置の状態確認
- (c) 遮断器盤及び開閉器盤の状態確認

3-4-4 燃料油調達計画

本計画で調達する発電設備の運転に必要な燃料(ディーゼル油)の年間想定消費量は設備利用率を90%と仮定した場合、3台運転で約4,500m³/年である。

現在 TEC は、フォガファレ発電所用の燃料を「ツ」国の民間石油会社から調達している。既設発電設備と同様に TEC は、当該発電設備の安定した運転に支障のない様、必要とする燃料油の調達計画を策定し実施する必要がある。

3-4-5 スペアパーツ購入計画

発電及び送配変電設備のスペアパーツは、運転時間に応じて交換する標準付属品と故障・事故等の緊急時に必要となる交換部品とに分類される。従って、「ツ」国側は、定期点検サイクルに見合うように、これ等の部品を購入する必要がある。

本計画では、定期点検サイクルが一巡する 16,000 時間稼働分（約 2 年分）のスペアパーツを調達する計画であり、その主要品目は、定期点検項目から表 3-4-3 のとおりである。

従って「ツ」国側は、約 2 年後までに標準付属品購入費用（発電・送配変電設備費の約 3%）を、また必要な緊急交換用部品の購入費用を準備する必要がある。

表 3-4-3 本計画で調達する予備品及び保守用道具

(1) 発電設備用予備品

	項 目	数 量
1.	機械関係予備品	
(1)	消耗品	
1)	シリンダーカバー パッキン、O-リング類 ガスケットパッキン	6組×シリンダ-数×3台分 6組×シリンダ-数×3台分
2)	給気弁 バルブスプリング バルブシート O-リング	3組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分
3)	排気弁 バルブスプリング バルブシート O-リング	3組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分
4)	燃料噴射弁 ノズルチップ O-リング	2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分
5)	ピストン ピストンリング オイルリング ピストンピン軸受 O-リング	2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分 1組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分
6)	連結棒 ナット、ボルト	1組×シリンダ-数×3台分
7)	燃料噴射ポンプ プランジャー 燃料供給弁 デフレクター O-リング	2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分 2組×シリンダ-数×3台分
8)	過給機 プレフィルター	2組×3台分
9)	補機類 燃料油系統フィルターメッシュ、ガスケット 潤滑油系統フィルターメッシュ、ガスケット	200% 200%
(2)	緊急予備品	
1)	給気弁完備	1組
2)	排気弁完備	1組
3)	燃料噴射ポンプ 燃料噴射ノズル完備 燃料噴射ポンプ完備	1組 1組
4)	補機ポンプ類 燃料供給ポンプ 燃料ドレン排出ポンプ 廃油排出ポンプ 潤滑油ポンプ 給水ポンプ 冷却水(高温)循環ポンプ 冷却水(低温)循環ポンプ 含油排水移送ポンプ スラッジ排出ポンプ スラッジ移送ポンプ	1台 1台 1台 1台 1台 1台 1台 1台 1台 1台 1台

2.	電気予備品	
(1)	消耗品	
1)	制御装置用ヒューズ	タイプ毎に 200%
2)	高圧電力機器用ヒューズ	各 1 ケ
3)	表示用ランプ (電球)	タイプ毎に 100%
4)	表示用ランプ (LED)	タイプ毎に 1 ケ
5)	蛍光灯	タイプ毎に 200%
(2)	緊急予備品	
1)	各種リレー用ガラスカバー	タイプ毎に 1 ケ
2)	各種補助リレー	タイプ毎に 1 ケ
3)	各種保護リレー	タイプ毎に 1 ケ
4)	各種タイマー	タイプ毎に 1 ケ
5)	各種 MCCB	タイプ毎に 1 ケ
6)	各種計器	タイプ毎に 1 ケ
7)	各種切替スイッチ	タイプ毎に 1 ケ

(2) 配変電設備用予備品

	項 目	数 量
1.	消耗品	
	(1) 配電用変圧器用ヒューズ	タイプ毎に 9 ケ
	(2) シリカゲル (密閉型変圧器の場合は不要)	5kg

(3) 保守用道具

	項 目	数 量	備 考
1.	機械設備用		
	(1) 特殊工具セット (エンジン、発電機用)	1 式	測定器用
	(2) エンジン発電機用標準工具セット	1 式	
	(3) ライナー拔出工具	1 式	
	(4) 潤滑油分析キット	1 式	
	(5) 水質測定キット	1 式	
	(6) 変圧器 (AC240V/100V、1kVA)	1 台	
	(7) チェーンブロック (1 トン×2.5m)	1 式	
	(8) チェーンブロック (2.5 トン×3m)	1 式	
	(9) 騒音計	1 台	
	(10) ポータブル NOx 計	1 台	
2.	電気設備用		
	(1) 11kV 用耐圧試験器	1 台	
	(2) 絶縁油耐圧試験器	1 台	
	(3) ケーブル事故点探査器	1 台	
	(4) 簡易型接地抵抗測定器	1 台	
	(5) サーキットテスター	1 台	
	(6) 相回転メーター	1 台	
	(7) 11kV 遮断器引出工具	1 台	

(4) 保守用車両

	項 目	数 量	備 考
1.	小型トラック (配電線保守用)	1 台	2WD、ピックアップ型

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費

本計画を我が国の無償資金協力により実施する場合の事業費総額は、約 9.30 億円となり、先に示した我が国と「ツ」国との施工負担区分に基づく双方の経費内訳は、以下に示す積算条件において、次のとおりと見積もられる。ただし、ここに示す概算事業費は暫定値であり、必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではなく、協力対象事業の実施が検討される時点において更に精査される。

(1) 我が国側負担経費 概算総事業費 926 百万円

費目		概算事業費（百万円）		
		フォガファレ 発電所増設	フナフチ配電網 整備	合 計
施設	● フォガファレ発電所 ● 発電設備、補機、燃料タンク等基礎 ● 建築設備 ● 外構工事	213	-	213
	● 11kV 配電網整備（配電用変電所, 8ヶ所） ● 11kV 配電ケーブルの敷設 ● 維持管理用車輛、検査器具等	-	130	130
機材	● ディーゼル発電設備（600kW, 3台） ● 発電設備補機（燃料、潤滑油、吸排気、冷却水、圧縮空気設備） ● 電気設備、所内用電気設備 ● 予備品等	491	-	491
実施設計・施工監理		79	13	92
合 計		783	143	926

(2) 「ツ」国負担経費 A\$ 55,000（約 442 万円）

「ツ」国側の主な負担事項は以下のとおりである。

既設事務所の撤去：	AS\$ 25,000（約 201 万円）
発電所用地の整地及び不要物の撤去：	AS\$ 30,000（約 241 万円）

(3) 積算条件

積算時点	平成 16 年 12 月
為替交換レート	1 AS\$ = 80.29 円（2004 年 6 月から 2004 年 11 月までの TTS 平均値） 1 US\$ = 109.90 円（同上） 1 NZ\$ = 73.94 円（同上）
施工期間	フォガファレ発電所増設工事並びにフナフチ配電網整備工事とも単年度による工事とし、詳細設計及び施設建設・機材調達・据付の期間は施工工程に示したとおりである。
その他	本計画は、我が国無償資金協力ガイドラインに従い実施される。

3-5-2 運営・維持管理費

TEC の 2005 年予算上の平均電気料金は、0.43A\$ (約 34.5 円) / kWh であり、同電気料金に基づくフガファレ発電所の想定運転収支を表 3-5-1 に示す。

同表に示すとおり、例えば本計画で供与される発電設備の年間設備利用率が 27%以上(年間運転時間で 2,365 時間以上)とした場合、良好な運転収支となる。「ツ」国の 2003 年の負荷率(平均需要÷最大需要)は 69%であり、将来の負荷率も同程度であるとすれば、本計画発電設備の利用率は運転開始年次(2007 年)で 52.5%、目標年次(2012 年)で 78.7%となる。よって「ツ」国側は、適正な維持管理を実施し、事業収支に見合う適切な発電設備の利用率を維持すれば、必要な運転維持管理費は賄えるものと想定される。本計画で発電効率の高い設備を導入することにより、単位発電電力量当りの燃料費は削減されることから、増加する販売電力量に見合った料金回収を確実に実施すれば、フナフチ電力系統における TEC の事業収支は改善されるものと思われる。

TEC 全体の収支としては、収益性の悪い小規模な外島部の電力事業も考慮しなければならないことから、引き続き政府の補助は必要になるが、フナフチにおける TEC の事業収支が改善されることにより、政府補助の規模も縮小できると考えられる。

表 3-5-1 本計画発電設備の想定運転収支

項 目		単 位	年間稼働率 (%)					
			26	27	50	70	90	
. 収入								
1	設備容量	[kW]	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	
2	年間運転時間	[hr]	2,278	2,365	4,380	6,132	7,884	
3	発電電力量	[kWh]	4,099,680	4,257,360	7,884,000	11,037,600	14,191,200	
4	所内消費電力量 (= × 0.03)	[kWh]	122,990	127,721	236,520	331,128	425,736	
5	送配変電損失電力量 (= × 0.06)	[kWh]	245,981	255,442	473,040	662,256	851,472	
6	売電電力量 (= - -)	[kWh]	3,730,709	3,874,198	7,174,440	10,044,216	12,913,992	
7	平均売電単価	[A\$/kWh]	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	
収入合計		(= ×)	[A\$]	1,604,205	1,665,905	3,085,009	4,319,013	5,553,017
. 支出								
1	燃料費 (= × (3) × (5))	[A\$]	829,704	861,616	1,595,584	2,233,818	2,872,052	
2	潤滑油費 (= × (4) × (5))	[A\$]	19,974	20,742	38,411	53,775	69,140	
3	人件費 (=(6) × 14)	[A\$]	91,481	91,481	91,481	91,481	91,481	
4	保守費	[A\$]	44,837	44,837	44,837	44,837	44,837	
5	本社経費	[A\$]	366,957	366,957	366,957	366,957	366,957	
6	減価償却費	[A\$]	269,025	269,025	269,025	269,025	269,025	
支出合計			[A\$]	1,621,978	1,654,658	2,406,296	3,059,894	3,713,492
. 運転収支		(= -)	[A\$]	-17,773	11,247	678,714	1,259,119	1,839,525
		日本円換算		-1,426,994	903,044	54,493,922	101,094,685	147,695,449

検討上の前提条件：(1) 売電単価は TEC の 2005 年予算上の平均売電単価 0.43 A\$(約 34.5 円)/kWh を採用した。

(2) 所内電力損失率(3%)及び送電損失率(6%)は仮定した。

(3) 燃料価格は 0.7814A\$/リッターとした。

(4) 潤滑油価格は 3.045A\$/リッターとした。

(5) 各消費量は以下の通りとした。

燃料消費量 : 0.259 リッター/kWh

潤滑油消費量 : 0.0016 リッター/kWh

(6) 労務費算出上の発電所要員は 14 名とした。

尚、人件費単価は 6,535A\$/年とした。

(7) 保守費は、定期交換部品費等とし機器本体価格の 3%とした。

(8) 管理費は、2005 年 TEC 予算額とした。

(9) 減価償却費は、当該発電設備の本体価格を基に耐用年数を 15 年、残存価格を 10%とし定額法により算定した。

(10) 1 A\$ = 80.29 円とした。(2004 年 6 月 ~ 11 月の TTS レート平均)

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項としては、下記が考えられる。

- (1) 「ツ」国側負担工事である低圧の配電線用資機材の据付工事が遅延すると、本計画の実施により期待される所定の機能が工期内に発揮されないこととなる。よって「ツ」国側は同工事を遅滞なく行うために、建設チームを結成し、本計画の進捗に間に合うよう工程計画、要員計画、資機材購入計画等を策定し、「ツ」国側工事の推進を図る必要がある。
- (2) 「ツ」国側は、配電網改修と他の新規インフラ整備計画とについて十分留意し、定期的にそれら関連計画の動向、状況及び予定を把握すると共に、本プロジェクトとの調整を図る必要がある。
- (3) 配電設備改修工事に係る近隣住民への説明並びに合意取得が遅れると、配線ケーブル等の敷設工程に影響を及ぼすので、「ツ」国側は関連手続きの進捗状況に留意する必要がある。
- (4) 「ツ」国側負担事項であるフォガファレ発電所内の既存 TEC 事務所及び関連する浄化槽、水タンク等の撤去並びに整地工事が予定通り実施される必要がある。
- (5) 「ツ」国側負担事項である配電用変電所内の障害物の撤去と整地工事を予定通り実施する必要がある。
- (6) 「ツ」国側は本計画で建設される発電所の環境管理計画を策定し、環境局の承認を得ると共に、管理計画に基づいた継続的な環境保全に留意する必要がある。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本計画の実施により期待される効果は以下のとおりである。

(1) 直接効果

現状と問題点	本計画での対策(協力対象事業)	計画の効果・改善程度
1. フナフチでは、電力供給力がピーク負荷を下回っているため、日常的に計画停電による負荷抑制が実施されている。	フナフチ電力系統のフォガファレ発電所に600kWのディーゼル発電設備を3台増設する。	本計画の実施により、目標年次(2012年)において供給力がピーク負荷を612kW上回るため、供給力不足による計画停電が回避できる。
2. フナフチでは電力供給予備力が不足しているため、発電設備が事故や点検のため停止した場合、供給力の不足を計画停電によって補っている。	同上	本計画の実施により、目標年次(2012年)において供給力がピーク負荷を612kW上回るため、発電設備が突発的な事故や点検のために停止しても供給力が確保でき、計画停電が回避できる。
3. フナフチでは配電設備の老朽化、容量不足等による事故停電が頻繁に発生している。(2003年実績で合計63回、約25時間)	フナフチ電力系統において、配電設備、配電用ケーブルを更新する。	本計画の実施により、配電設備及び配電ケーブルが更新され、容量不足が解消されることで、設備の老朽化・容量不足に起因する事故停電が発生しなくなる。
4. フナフチでは、配電設備の老朽化、容量不足等により、需要家端で約15%(2003年実績)の配電損失が発生している。	同上	本計画の実施により、配電設備及び配電ケーブルが更新され、容量不足が解消されることで、配電損失が現状の15%から10%程度に低減される。

(2) 間接効果

現状と問題点	本計画での対策(協力対象事業)	計画の効果・改善程度
1. フナフチの不安定な電力供給が、同市の経済発展の足かせとなっている。	(1)フナフチ電力系統のフォガファレ発電所に600kWのディーゼル発電設備を3台増設する。 (2)フナフチ電力系統において配電設備、配電用ケーブルを更新する。	フナフチに安定した電力が供給され、電力の品質が向上することで、フナフチにおける経済活動が活性化される。
2. フナフチの電力供給が不安定であるため、同市の公共/福祉施設の安定した運用に支障を来している。	同上	フナフチに安定した電力が供給され、電力の品質が向上することで、フナフチにおける行政機関、学校、病院等の公共/福祉施設の運用が安定化される。

4-2 課題・提言

本計画の効果が発現・持続するために、「ツ」国側が取り組むべき課題は以下のとおりである。

- (1) 本計画の実施により 2012 年までの緊急的な補償出力（最大出力の発電設備が 1 台停止した場合の供給予備力）は確保されるが、2013 年以降の電力需要の伸びに対応するための電源開発を確実に実施し、定期的な維持管理のために発電設備が停止できるよう供給予備力を確保する必要がある。
- (2) TEC は政府機関等の大口需要家からの電気料金回収を確実にを行い、財務運営を健全化する必要がある。
- (3) 発電・配電設備の適切な維持管理、スペアパーツの購入に必要な予算を確保し、万一の故障、修理のための設備停止時間を最低限とするために、非常用予備品は常時保管するよう計画する必要がある。
- (4) 燃料消費量、補機動力使用量等の運転実績管理を徹底し、適切な発電原価管理を行うとともに、本計画での供与資機材を含めた発電・配電用固定資産の減価償却費を確実に費用として計上し、将来の設備投資資金として積み立てる必要がある。
- (5) 本計画で供与した設備の稼働率が 27% 程度以上となるよう、フォガファレ発電所の既設・新設発電設備の運用計画を策定する必要がある。
- (6) OJT 及びカウンターパート研修の成果を全ての運転・保守要員に確実に伝達するとともに、予防保全技術の構築、運転・保守技術の維持向上に努める必要がある。
- (7) 環境影響評価報告書（EIA）の記載内容及び環境管理計画を遵守し、本プロジェクトの実施による環境影響が EIA の予測を上回ることがないように、適時見直す必要がある。

4-3 プロジェクトの妥当性

以下の点から、無償資金協力による協力対象事業の実施は妥当であると判断される。

- (1) 裨益人口
本計画の実施により、フナフチ電力系統の供給エリアである首都フナフチの居住者（人口約 4.5 千人）に対し、安定した質の良い電力を供給することが可能となる。
- (2) 教育・民生の安定への貢献
発電設備容量及び配電設備容量が増加することで、電力の供給安定性が向上し、住民の生活レベルの改善、社会福祉・公共施設の安定した運営、及び産業・経済活動の活性化が促進される。
- (3) 緊急性
フナフチでは、現時点で既に供給力不足から日常的に計画停電が実施されている状態であり、本計画が実施されなければ、本計画の目標年次（2012 年）には最大需要電力の予測値である約 1,848kW に対し、約 1,008kW の供給力不足が発生する。安定した電力供給が行われなければ、経

済活動が阻害され、住民の生活レベルの低下、社会・治安状況の悪化を引き起こす恐れがあることから、緊急的に本計画を実施し、電力供給の安定化を図る必要がある。

(4) 維持管理能力

本計画の実施機関である TEC の職員は、ディーゼル発電設備の運転・維持管理に関する基礎知識は保有しているものの、本格的なオーバーホールを実施するには専門技術者の指示を仰がねばならない状況にある。このため、本計画の実施段階で運転・維持管理技術に関する OJT を実施し、さらに必要なスペアパーツと運転・保守マニュアルの整備を行えば、本計画完成後も適切な設備の維持管理が実施されるものと考えられる。

(5) 中長期開発計画への寄与

「ツ」国では 1998 年から 2015 年までの国家開発計画（VISION 2015）を策定しており、電力は同計画の重点分野である「基礎的インフラ整備」を実現するための重要なインフラと位置づけられている。本計画は、首都フナフチに安定した電力を供給することを目的として実施されるものであり、「ツ」国の国家開発計画の実現に大きく寄与するものと考えられる。

(6) プロジェクトの収益性

TEC のフナフチにおける平均電力料金は約 34.5 円/kWh（2004 年、1A\$=80.29 円の場合）であるが、本計画により新設されるディーゼル発電設備の発電原価は 24.51 円/kWh（利用率 50%）であり、運転収支は約 5450 万円/年（利用率 50%）の黒字となる。これに対してフナフチ以外の外島部の運転収支は、2003 年実績で約 3000 万円/年の赤字となっている。TEC 全体の事業収支は、採算性の悪い小規模な外島部の電力事業も考慮する必要があることから、本計画の収益性は発電に必要な燃料費、修繕費、その他必要経費を賄う程度のものである。

(7) 環境影響

環境影響評価の結果、本計画の実施により発生する NO_x、SO_x、騒音のレベルは「ツ」国の環境基準の範囲内であり、環境に与える影響は小さいと言える。

4-4 結論

本計画は前述したとおり、「ツ」国の経済の活性化や住民の生活レベルの向上、並びに社会福祉施設、公共施設の安定した運営に多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して我が国の無償資金協力を実施することは妥当であると考えられる。また、本計画の運営・維持管理についても、「ツ」国側は人員・資金面で十分な体制を有しており、本計画の実施にあたり特段の問題は認められない。4-2 項で述べた課題が達成されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されるものと考えられる。

資料 - 1 調査団員・氏名

調査団員氏名、所属

1. 基本設計調査

氏 名	担 当 業 務	現 職
林 宏之	総 括	国際協力機構 無償資金協力部 業務第二グループ交通インフラチーム
西川 光久	業務主任 / 電力計画 / 環境社会配慮	八千代エンジニアリング株式会社
不二葦 教治	発電設備計画 (ディーゼル発電機)	八千代エンジニアリング株式会社
玉井 昌幸	配電計画 (変電設備・電力ケーブル)	八千代エンジニアリング株式会社
今井 進	発電施設計画	八千代エンジニアリング株式会社
宮本 隆幸	施工・調達計画/積算	八千代エンジニアリング株式会社

2. 基本設計概要説明調査

氏 名	担 当 業 務	現 職
西川 光久	業務主任 / 電力計画 / 環境社会配慮	八千代エンジニアリング株式会社
不二葦 教治	発電設備計画 (ディーゼル発電機)	八千代エンジニアリング株式会社
玉井 昌幸	配電計画 (変電設備・電力ケーブル)	八千代エンジニアリング株式会社

資料 - 2 調査行程

調査行程

1. 基本設計調査

順日	月日	曜日	官ベース	コンサルタント		宿泊地
			林団長	西川、不二章、玉井	今井、宮本	
1	11月27日	土	移動 (成田 21:35 by JL761 ~)			機中
2	11月28日	日	移動 (~ プリスベーン 07:15 by JL 761, プリスベーン 12:00 ~ ナティ 17:35 by FJ920, ナティ 20:15 ~ スパ 20:45 by PC510)			スパ
3	11月29日	月	移動 (スパ 08:30 ~ フナフチ 10:45 by PC601) - 公共事業・エネルギー省 (MWE)、ツバル電力公社 (TEC) 表敬訪問 - インセプションレポート、調査日程、質問表などの説明協議			フナフチ
4	11月30日	火	- インセプションレポート説明協議 - 既設発電所、発電所新設予定地、配電線ルート現地調査			フナフチ
5	12月1日	水	- M/D案の説明協議 - M/D案の修正			フナフチ
6	12月2日	木	- M/D署名 - サイト調査 (発電所、配電網)			フナフチ
7	12月3日	金	- サイト調査 (発電所、配電網) - 既設発電所、配電網に関する情報収集			フナフチ
8	12月4日	土	- 新設発電所、配電設備に係るTECとの協議			フナフチ
9	12月5日	日	- 団内打合せ及び資料整理			フナフチ
10	12月6日	月	- 既設発電所、配電網詳細調査			フナフチ
11	12月7日	火	移動 (フナフチ 11:30 ~ スパ 13:45 by PC602)	- 社会経済状況、環境保全、国家予算等に係る情報収集		官: スパ コンサルタント: フナフチ
12	12月8日	水	- 日本大使館及びJICAフィジー事務所への報告	- 港湾施設、燃料備蓄設備、建設機材に係る調査		官: ナティ コンサルタント: フナフチ
13	12月9日	木	移動 (ナティ 10:30 ~ 成田 17:00 by FJ302)	- 新設発電所に係るTECとの協議		フナフチ
14	12月10日	金	- 新設配電設備に係るTECとの協議			フナフチ
15	12月11日	土	- フィールドレポート (F/R) の作成			フナフチ
16	12月12日	日	- 団内打合せ及び資料整理、フィールドレポートの作成			フナフチ
17	12月13日	月	- 他ドナーの援助動向調査 - 市場調査			フナフチ
18	12月14日	火	- 市場調査 - 人口統計、気象データ等情報収集			フナフチ
19	12月15日	水	- 現地調査及びフィールドレポートの作成			フナフチ
20	12月16日	木	- F/R説明協議	移動 フナフチ 12:45 ~ スパ 15:00 by PC602)	フナフチ (西川, 不二章, 玉井) スパ (今井, 宮本)	
21	12月17日	金	- F/R説明協議 - F/R承認取得	- 市場調査 - 自然条件調査打合せ		フナフチ (西川, 不二章, 玉井) スパ (今井, 宮本)
22	12月18日	土	- 団内打合せ及び資料整理			フナフチ (西川, 不二章, 玉井) スパ (今井, 宮本)
23	12月19日	日	移動 (フナフチ 14:45 ~ スパ 17:00 by PC604)	- 資料整理		スパ
24	12月20日	月	- 日本大使館及びJICAフィジー事務所への報告 移動 (スパ 16:30 ~ ナティ 17:00 by PC177, ナティ 20:40 ~ プリスベーン 22:40 by FJ921)			プリスペーン
25	12月21日	火	移動 (プリスペーン 09:30 ~ 成田 17:20 by JL762)			

2. 基本設計概要説明調査

順日	月日	曜日	コンサルタント	宿泊地
			西川、不二章、玉井	
1	3月12日	土	-移動 [成田 21:35 (JL761) →]	機中
2	3月13日	日	-移動 [プリスベ-ン 07:15, プリスベ-ン 12:00 ~ ナイ 17:35 by FJ920, ナイ 20:15 ~ スパ 20:45 by PC512]	スパ
3	3月14日	月	-移動 [スパ 10:00 ~ フアフ 12:15 by PC601] -ツバル電力公社 (TEC) 表敬訪問、基本設計概要書、機材仕様書 (案) の提出及び説明	フアフ
4	3月15日	火	-公共事業・エネルギー省 (MWE) 表敬訪問、基本設計概要書、機材仕様書 (案) の提出及び説明 -基本設計概要書の説明及び協議 (TEC)	フアフ
5	3月16日	水	-基本設計概要書の説明及び協議 (TEC) -機材仕様書 (案) の説明及び協議 (TEC)	フアフ
6	3月17日	木	-無償資金協カスキームの説明、データ収集 -協議議事録 (M/D) 案の説明、協議	フアフ
7	3月18日	金	-協議議事録 (M/D) の署名 -サイト調査 (配電線ルート、配電用変電所)	フアフ
8	3月19日	土	-サイト調査 (フォガファレ発電所)	フアフ
9	3月20日	日	-移動 [フアフ 13:00 ~ スパ 15:15 by PC602]	スパ
10	3月21日	月	-日本大使館及び JICA フィジー事務所への報告 -移動 [スパ ~ ナイ, ナイ 20:40 ~ プリスベ-ン 22:40 by FJ921]	プリスベ-ン
11	3月22日	火	-移動 [プリスベ-ン 09:30 (JL762) → 成田 17:20]	-

備考:

JICA: Japan International Cooperation Agency

MWE: Ministry of Works & Energy

TEC: Tuvalu Electricity Corporation

M/D: Minutes of Discussions

資料 - 3 関係者(面会者)リスト

相手国関係者リスト

所属及び氏名

職位

首相府 (The Office of Prime Minister)

Hon. Maatia Toafa
Mr. Paovapasi Nelesone

Prime Minister and Minister for Foreign Affairs and Labor
Secretary to Government, the Office of Prime Minister

首相府 環境局 (Department of Environment: DoE)

Mr. Mataio Tekinene
Ms. Pepetua Latasi

Director
Environmental Officer

公共事業・エネルギー省 (Ministry of Works and Energy: MWE)

Hon. Saufatu Sopoanga
Mr. Pusinelli Laafai
Mr. Isaia Taape
Mr. Molipi Tausi
Mr. Am Pelosa. M Tehulu

Minister
Secretary for Works and Energy
Assistant Secretary for Works and Energy
Energy Planner
Deputy Director of Works

ツバル電力公社 (Tuvalu Electricity Corporation: TEC)

Mr. Mafalu Lotolua
Mr. Falani Boreham
Mr. Taaku Esekielu
Mr. Tealofi Enosan

General Manager
Assistant Generation Engineer
Assistant Distribution Engineer
Financial Controller

外務・労働省 (Ministry of Foreign Affairs and Labor: MFAL)

Mr. Tine Leuelu

Secretary for Foreign Affairs and Labor

在フィジー日本国大使館

飯野 建郎
榊原 基生
渡邊 弘

特命全権大使 (Ambassador)
二等書記官 (Second Secretary) (異動)
二等書記官 (Second Secretary)

JICA フィジー事務所

池城 直
荒木 康充
若杉 聡

所長 (Resident Representative)
所員 (Assistant Resident Representative) (異動)
所員 (Assistant Resident Representative)

資料 - 4 討議議事録 (M/D)

**Minutes of Discussions
on the Basic Design Study
on the Project for Upgrading of Electric Power Supply in Funafuti Atoll
in Tuvalu**

In response to the request from the Government of Tuvalu (hereinafter referred to as "Tuvalu"), the Government of Japan decided to conduct a Basic Design Study on the Project for Upgrading of Electric Power Supply in Funafuti Atoll (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

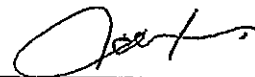
JICA sent to Tuvalu the Basic Design Study Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Hiroyuki Hayashi, an officer, Traffic Infrastructure Team, Project Management Group II, the Grant Aid Management Department, JICA, and is scheduled to stay in the country from November 29 to December 19, 2004.

The Team held discussions with the concerned officials of the Government of Tuvalu. In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets. The Team will proceed to further works and prepare the Basic Design Study Report.

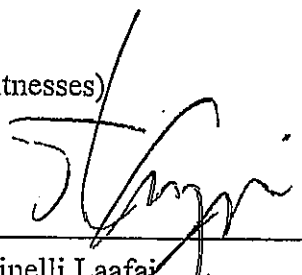
Funafuti, December 2, 2004



Hiroyuki Hayashi
Leader
Basic Design Study Team
Japan International Cooperation Agency



Mafalu Lotolua
General Manager
Tuvalu Electricity Corporation
Tuvalu

(Witnesses)


Pusinelli Laafai
Secretary of Works and Energy
Ministry of Works and Energy
Tuvalu

ATTACHMENT

1. Objective of the Project

The objective of the Project is to ensure reliable and stable electricity supply in Funafuti area by the installation of new diesel engine generators at Funafuti Power Station, and upgrading of distribution network connected to the Funafuti Power Station.

2. Project Site

The Project sites are shown in Annex-1.

3. Responsible and Implementing Organizations

- (1) The responsible organization is the Ministry of Works and Energy (MWE).
- (2) The implementing agency is the Tuvalu Electricity Corporation (TEC).
- (3) The organization charts of MWE and TEC are shown in Annex-2.

4. Components Requested by the Government of Tuvalu

After discussions with the Team, the following components were finally requested by the Tuvalu side. JICA will assess the appropriateness of the request, prioritize each component, and will recommend to the Government of Japan for approval.

- (1) Construction of a new power plant building
- (2) Installation of four sets of 750 kVA (600 kW) diesel engine generators
- (3) Spare parts for the generators
- (4) Upgrading of the existing 11 kV high voltage cable network
- (5) TEC administration building
- (6) Technical Training on operation and maintenance for generating and distribution facilities as the On-the-Job training and specialized training on rewinding works for motors and repair works for important component of diesel engine.
- (7) Testing and Maintenance Equipments for generating and distribution facilities (Cable fault locator should be included)
- (8) A vehicle for maintenance work

5. Japan's Grant Aid Scheme

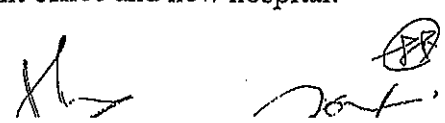
- (1) The Tuvalu side understands the Japan's Grant Aid scheme and the necessary measures to be taken by the Government of Tuvalu explained by the Team as described in Annex-3.
- (2) The Tuvalu side promised to take necessary measures, as described in Annex-4, for smooth implementation of the Project as a condition for the Japan's Grant Aid to be implemented.

6. Schedule of the study

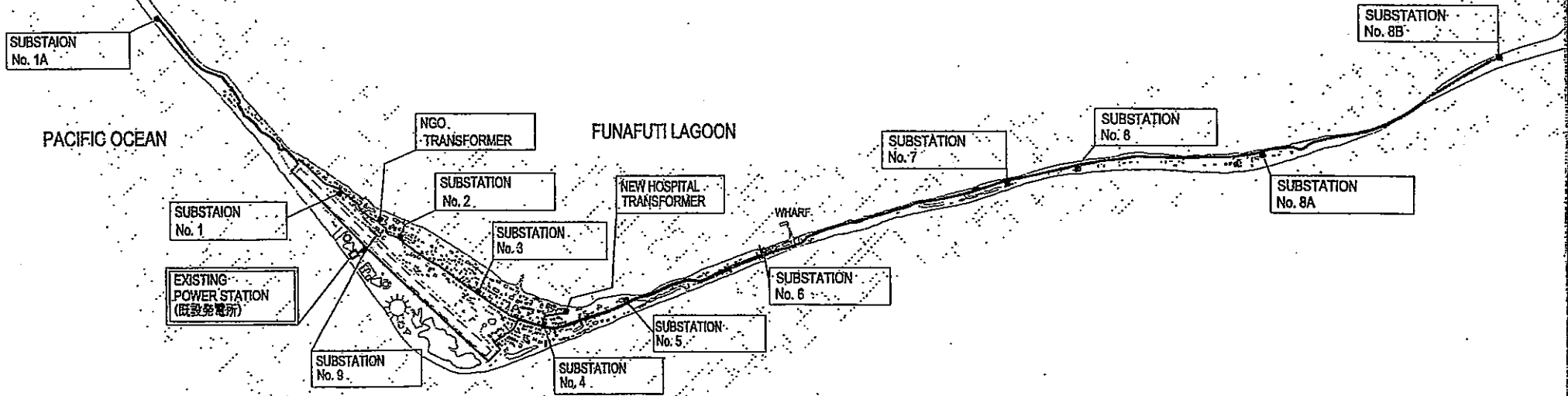
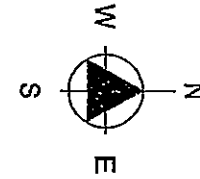
- (1) The consultants will proceed to further studies in Tuvalu until December 19, 2004.
- (2) JICA will prepare a draft report in English and dispatch a mission to Tuvalu in order to explain its contents around the middle of March 2005.
- (3) When the contents of the report are accepted in principle by the Government of Tuvalu, JICA will complete the final report and send it to the Government of Tuvalu around May 2005.

7. Other Relevant Issues

- (1) The Both sides confirmed that the components listed below should be excluded from the Project.
 - 1) 11 kV power cables and submarine cables with accessories between 8B substations and new substation for Amatuku Maritime school
 - 2) Three (3) new substations for Maritime school, new government office and new hospital.



- (2) The Japanese side explained that the TEC administration building listed as 4. (5) should be excluded from the Project from the viewpoint of the priority of each component. However the Tuvalu side requested again to include the administration building in the Project due to financial difficulty. The Tuvalu side emphasized that the adequate spaces for administration nearby the power plant should be indispensable for smooth control and operation of electricity supply system. The Tuvalu side would like to see the Project as a total Japan's Grant Aid Project instead of having another donor fund for the administration building.
- (3) The Tuvalu side shall submit answers to the Questionnaire, which the Team handed to the Tuvalu side, by December 10, 2004.
- (4) The Tuvalu side shall provide necessary number(s) of counterpart personnel to the Team during the period of their studies in Tuvalu.
- (5) The Tuvalu side submitted the Environmental Impact Assessment Report to the Japanese side in August 2005 in accordance with the Minutes of Discussion on the Preliminary Study signed on July 14, 2004 and confirmed no serious impact was found as the results of the assessment. The both sides confirmed that TEC should prepare the Environmental Management Plan (EMP) and submit it to the Department of Environment before the commencement of construction. The both sides also confirmed that the Tuvalu side already conducted the public information campaign to the affected households nearby the power plant and gathered public comments as shown in the Environmental Impact Assessment Report (August 2004). In addition to the above, the Tuvalu side agreed to conduct the public information campaign to the affected households nearby the 11 kV high voltage distribution lines and substations before the end of February 2005. The information to be given to the affected households should include the outline and tentative schedule of the Project, positive and negative impacts, contact point(s) for more information and complaint.
- (6) The Tuvalu side should allocate necessary budget for undertakings to be done on a timely manner, which are shown in Annex-5. The Tuvalu side should remove the existing TEC administration office and water tanks, and any other obstructions which are located in the construction site before the end of October 2005. The Tuvalu side should also remove the existing facilities and any other obstructions in the substation sites and clear the land, before the commencement of the work.
- (7) Regarding the sand and gravel to be used for the Project, the Japanese side agreed that from the environmental point of view, necessary analysis data of such materials should be submitted to the Department of Environment for approval.
- (8) The Tuvalu side should use/maintain effectively and properly facilities and equipment constructed/installed by the Project.
- (9) As for the specialized training to the TEC staffs listed as 4. (6) by dispatching the short-term experts to Tuvalu, the Team explained that official request regarding the dispatching of experts should be needed. The Tuvalu side will submit the request through the JICA Fiji Office.
- (10) The Tuvalu side requested the Team to carry out the training to the TEC staffs in Japan on operation and maintenance of new facilities as technical cooperation by JICA. The Tuvalu side should submit the official request regarding training with concrete contents of trainings through the JICA Fiji Office before the end of June 2005.

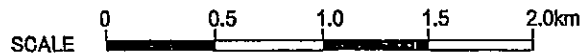


A-8

Handwritten signatures and initials, including a circled 'A' and 'B'.

凡例
LEGEND

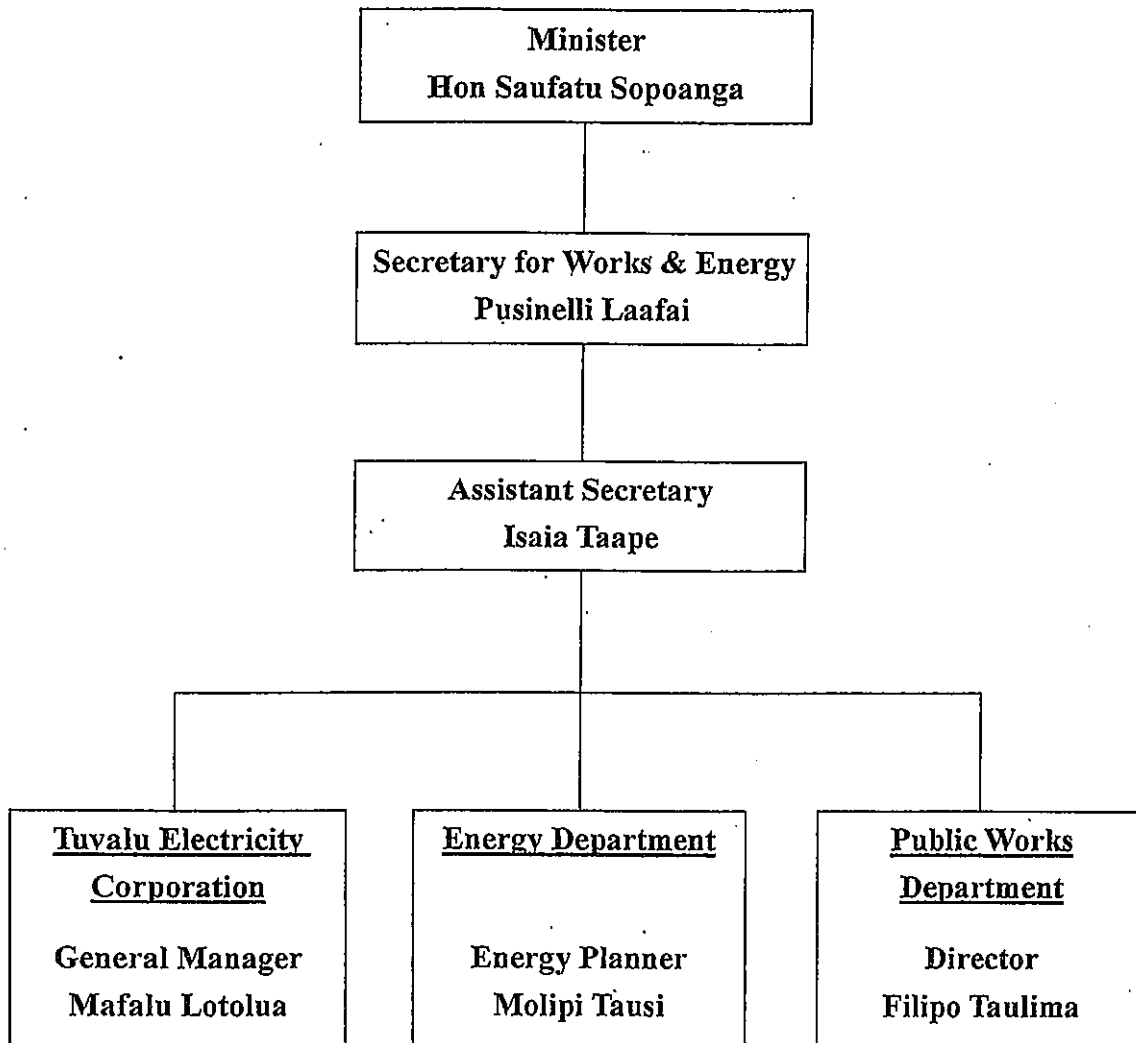
□ 既設発電所 EXISTING POWER STATION	■ 変電所 SUBSTATION
	— 11kV ケーブル 11kV CABLE



Project Site

Annex-1

Ministry of Works and Energy Organization Structure



Tuvalu Electricity Corporation Organization Structure (Fogafale & Outstations)

Total Numbers of Employees
 Fogafale-35
 Outstation-37
 Vacant Position-7
 Study Leave-4

NOTE
 The overall organization Structure will be reviewed in the near future

Minister
 Hon Saufatu Sopoanga

Board of Directors
 Chairman Pusinelli Laafai
 Assit. Chairman Pakai Koveu
 Director: Ionatana Peia
 Director: Lopati Tefoa
 Director: Filipo Taulima

General Manager
 Mafalu Lotolua

Chief Engineer
 Vacant

A-10

O/station Engineer (E)
 (1 × Vacant)

Asst. O/station Engineer (M)
 (1 × Vacant)

O/Stations Supervisors

O/Station Operators

O/Station Clerks

Snr. Operators
 Fepuali Tavo Samusamu

Operators
 Teavaomua Telisiga Tepou Fatumua

Generation Engineer
 Fatoga Talama

Asst. Gen. Engineer
 Falani Boreham

Mech. Supervisor
 Tofiga Paitela

Mechanics
 Meauke Eli Mose Maputoka Brown Resture

Welder
 Teuina Noa

Handyman
 Vacant

Distribution Engineer
 Brownie Manao

Asst Dist Engineer
 Taaku Esekielu

Electrical Supervisor
 Paisi Teuki

Electrian
 Paka Tofiga Teafa Tautu Tupa Neemia (1 × Vacant)

Electrical Worker
 Viliamu (Temporary)

Electrical Inspector
 Polu Tanei

Electrician
 (1 × Vacant)

Admin. & Personnel
 (1 × vacant)

Registry Clerk
 Loise Sumeo

Cleaner
 Fuga Patolo

Finance Controller
 Tealofi Enosa

Accountant
 Trevor Tuinanumea

Asst. Accountant
 Misalaima Sa'aga

Snr Account Off.
 Asi Kaua

Account Clerk
 Alafou Faalo

Cashier
 Vaivasa Patolo

Stock Controller
 Lui Petelu

Clerk
 Lusili Fatiga (Temporary)

Meter Reader
 Fakanaga Manase

JAPAN'S GRANT AID

The Grant Aid Scheme provides a recipient country with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. The Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

1. Grant Aid Procedures

Japan's Grant Aid Scheme is executed through the following procedures.

Application	(Request made by the recipient country)
Study	(Basic Design Study conducted by JICA)
Appraisal & Approval	(Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet)
Determination of Implementation	(The Note exchanged between the Governments of Japan and recipient country)

Firstly, the application or request for a Grant Aid project submitted by a recipient country is examined by the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) to determine whether or not it is eligible for Grant Aid. If the request is deemed appropriate, the Government of Japan assigns JICA (Japan International Cooperation Agency) to conduct a study on the request.

Secondly, JICA conducts the study (Basic Design Study) using (a) Japanese consulting firm(s).

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether or not it is suitable for Japan's Grant Aid Scheme, based on the Basic Design Study report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes (E/N) signed by the Governments of Japan and the recipient country.

Finally, for the implementation of the project, JICA assists the recipient country in such matters as preparing tenders, contracts and so on.

2. Basic Design Study

(1) Contents of the study

The aim of the Basic Design Study (hereafter referred to as "the Study") conducted by JICA on a requested project (hereafter referred to as "the Project") is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Study are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the Project's implementation.
- Evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from a technical, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of a basic design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.

The contents of the original request are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of the Japan's Grant Aid Scheme.

The Government of Japan requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Study, JICA uses (a) registered consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms. The firm(s) selected carry(ies) out a Basic Design Study and write(s) a report, based upon terms of reference set by JICA. The consultant firm(s) used for the Study is (are) recommended by JICA to the recipient country to also work on the Project's implementation after the Exchange of Notes, in order to maintain technical consistency.

3. Japan's Grant Aid Scheme

(1) Exchange of Notes (E/N)

Japan's Grant Aid is extended in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which the objectives of the Project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid, etc., are confirmed.

(2) "The period of the Grant Aid" means the one fiscal year, which the Cabinet approves, the Project for. Within the fiscal year, all procedures such as exchanging of the Notes, concluding contracts with (a) consultant firm(s) and (a) contractor(s) and final payment to them must be completed. However, in case of delays in delivery, installation or construction due to unforeseen factors such as national disaster, the period of the Grant Aid can be further extended for a maximum of one fiscal year at most by mutual agreement between the two Governments.

(3) Under the Grant Aid, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased. When the two Governments deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country. However, the prime contractors, namely, consulting, constructing and procurement firms, are limited to "Japanese nationals". (The term "Japanese nationals" means persons of Japanese nationality or Japanese corporations controlled by persons of Japanese nationality.)

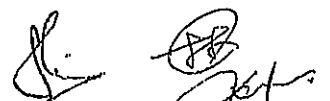
(4) Necessity of "Verification"

The Government of recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by the Government of Japan. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability to Japanese taxpayers.

(5) Undertakings required of the Government of the Recipient Country

In the implementation of the Grant Aid Project, the recipient country is required to undertake such necessary measures as the following:

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land



Major Undertakings to be taken by Each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		●
2	To clear, level and reclaim the site when needed		●
3	To construct gates and fences in and around the site	●	
4	To construct the parking lot	●	
5	To construct temporary roads		
	1) Within the site	●	
	2) Outside the site		●
6	To construct the buildings	●	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities		
	1) Electricity		
	a. The distributing line to the site		●
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	●	
	c. The main circuit breaker and transformer	●	
	2) Drainage		
	The drainage system (for toilet sewer, ordinary waste, storm drainage and others) within the site	●	
	3) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		●
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	●	
	4) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		●
	b. Project equipment	●	
8	To bear the following commissions to the Japanese bank for banking services based upon the B/A.		
	1) Advising commission of A/P		●
	2) Payment commission		●
9	To ensure unloading and customs clearance at port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine (Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	●	
	2) Tax exemption and custom clearance of the products at the port of disembarkation		●
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	●	
10	To accord Japanese nationals whose service may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.		●
11	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contracts		●
12	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid		●
13	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant Aid, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment		●

(B/A: Banking Arrangement, A/P: Authorization to pay, N/A: Not Applicable)

prior to commencement of the construction,

b) To provide facilities for the distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites,

c) To secure buildings prior to the procurement in case the installation of the equipment,

d) To ensure all the expenses and prompt excursion for unloading, customs clearance at the port of disembarkation and internal transportation of the products purchased under the Grant Aid,

e) To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which will be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the Verified Contracts,

f) To accord Japanese nationals, whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the Verified contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work.

(6) "Proper Use"

The recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and the equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign staff necessary for this operation and maintenance as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

(7) "Re-export"

The products purchased under the Grant Aid should not be re-exported from the recipient country.

(8) Banking Arrangements (B/A)

a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). The Government of Japan will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the Verified Contracts.

b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to the Government of Japan under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of the recipient country or its designated authority.

(9) Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

(End)

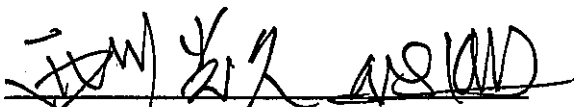
**Minutes of Discussions
on the Basic Design Study
on the Project for Upgrading of Electric Power Supply in Funafuti Atoll
in Tuvalu
(Explanation on the Draft Report)**

In November 2004, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Basic Design Study Team on the Project for Upgrading of Electric Power Supply in Funafuti Atoll (hereinafter referred to as "the Project") to Tuvalu, and through discussions, field survey and technical examination of the results in Japan, JICA prepared a draft report of the study.

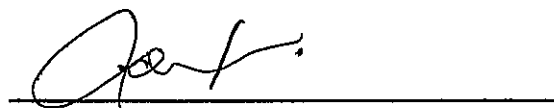
In order to explain and to consult with the concerned officials of the Government of Tuvalu on the contents of the draft report, JICA sent to Tuvalu the Basic Design Explanation Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is managed by Mr. Kyojin Mima, Group Director, Project Management Group II, Grant Aid Management Department, JICA, and headed by Mr. Mitsuhiisa Nishikawa, from March 14 to 20, 2005.

As a result of discussions, both sides confirmed the main items described in the attached sheets.

Funafuti, March 18, 2005

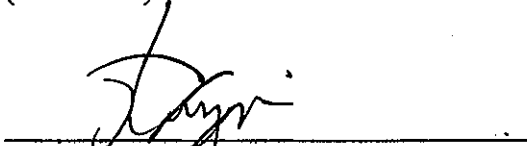


Mitsuhiisa Nishikawa
Leader
Basic Design Study Team
Japan International Cooperation Agency



Mafalu Lotolua
General Manager
Tuvalu Electricity Corporation
Tuvalu

(Witnesses)



Pusinelli Laafai
Secretary of Works and Energy
Ministry of Works and Energy
Tuvalu

ATTACHMENT

1. Contents of the Draft Report

The Tuvalu side agreed and accepted in principle the contents of the Draft Report explained by the Team.

2. Japan's Grant Aid Scheme

The Tuvalu side reconfirmed the Japan's Grant Aid scheme and the necessary measures to be taken by the Government of Tuvalu explained by the Team as described in Annex-3 and Annex-4 of the Minutes of Discussions (M/D) signed by both sides on December 2, 2004.

3. Schedule of the Study

JICA will complete the Final Report in accordance with the confirmed items and send it to the Tuvalu side around May 2005.

4. Other Relevant Issues

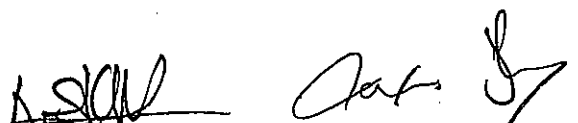
(1) The Tuvalu conducted the public information campaign to the affected households nearby the 11 kV high voltage distribution lines and substations on March 17, 2005 in accordance with the clause 7. (5) of the M/D signed by both sides on December 2, 2004 and the records of discussion are attached as Annex-1.

(2) The both sides reconfirmed that the some items regarding the Environmental and Social Consideration, such as noise, vibration, air pollution, soil and water contamination caused by the Project, should be managed by establishing the Environmental Management Plan (EMP) for construction period and operation stage.

(3) The Tuvalu Electricity Corporation (TEC) formulated tentative operation and maintenance teams for new power plant and distribution system as per Annex-2. The both teams will study detailed routine and periodical maintenance methods through the On-the-Job trainings and conduct proper maintenance after completion of the Project.

(4) As for the specialized training on rewinding works for motors and repair works for important component of diesel engine to the TEC staffs by dispatching the short-term experts to Tuvalu, the Japanese side examined the possibility and found it is difficult to recruit such engineers in Japan.

(5) Both sides agreed that this draft design handed to Tuvalu side from the Team is confidential and should not be duplicated or released to any outside parties.



NOTICE FOR THE UPGRADING OF ELECTRIC POWER SUPPLY IN FUNAFUTI

Annex-1-1

TUVALU ELECTRICITY CORPORATION (TEC)

THE TUVALU ELECTRICITY CORPORATION (TEC) announces the construction works for the Project for the Upgrading of the Electric Power Supply in Funafuti Atoll under the Grant Aid by the Government of Japan.

The objective of the Project is to ensure reliable and stable electricity supply to the people living in Fogafale and its surrounding areas by the installation of new diesel engine generators at the Fogafale Power Station, and upgrading of the High Voltage, 11kv distribution networks connected from the the Fogafale Power Station

All possible effort to prevent accidents to people and impacts to the environment expected during the construction period will be made by TEC. Therefore, we would like to apologize for any inconveniences that may be arise during the construction period.

The Project consists of the following:

1. Component of the Project

1.1 Construction of the Power house in the existing Fogafale Power Station

(1) Facility construction works

- 1) Site mobilization work.
- 2) Construction of a powerhouse two (2) stories building, with a maximum height of approximately 13metres from ground level.
- 3) Construction of foundations for diesel generators with mechanical and electrical auxiliaries and fuel tanks.

(2) Equipment Installation Works

- 1) Installation of three (3) set of diesel engine generators with output capacity of 750kva, 600kw each and their mechanical and electrical auxiliaries.
- 2) Installation of two (2) diesel oil tanks with storage capacity of 150m³ each.

1.2 Upgrading of the 11kv Power Distribution Network between Philatelic, Substation No 1 - Substation No 8B at Lofeagai

(1) Upgrading of Substation Equipment

- 1) Renewal of Ring Main Units (RMU) and Distribution Transformers (DT).
- 2) Repairing works of foundations and fences for the above items.

(2) Upgrading of 11kv Distribution cables

- 1) Excavation of cable routes along with existing cables
- 2) Cabling works with new cables
- 3) Backfilling of cable trenches and repairing works of road surface if necessary.

2. Planned Construction Period

(2.1) Construction of Power House

- 1) Commencement on January 2006
- 2) Completion by December 2006

(2.2) Upgrading of the 11kv Power Distribution Networks

- 1) Commencement on January 2006
- 2) Completion by December 2006

3. The Contractor

The Contractor is a Japanese contractor, which will be selected through Japan's Grant scheme.

If you require more information regarding the upcoming project, please feel free to contact the Tuvalu Electricity Corporation during normal working hours.

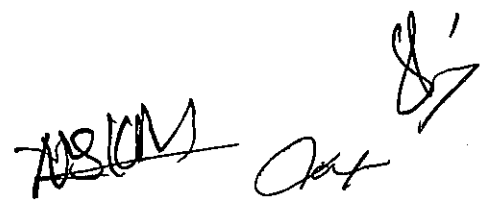
4. TEC Contacts

Person in Charge: Mafalu LOTOLUA

Office Telephone: 20352

Mobil: 90686

Facsimile: 20351



**FAKAPULAGA KITE FAKALEI AKEGA OTE ITI
I LUGA I FUNAFUTI**

Annex-1-2

TUVALU ELECTRICITY CORPORATION (TEC)

TE KAMUPANE ITI O TUVALU e fia fakapula atu mote atiakega taua tenei, tela kote fakalei akega ote tulaga ote Iti I luga I Funafuti nei mai lalo o alaga sene fesoasoani ate malo o Tiapani.

Ate polotieki tenei e aofia iei kote fakapikiga o masini tisolo mote suiga ote uaea lasi, sefulutasi afe (11kv) kola e soko mai te Fale masini.

Ate taumafaiga maluga ote polotieki tenei kote mea ke fakaseai ni fakalavelave e mafai iei o pokotia a tino pela foki mote natula ote enevalomene. E fia fakatoese atu mafai e isi ni pokotiaga e seki fakamoemogina ite taimi e fai iei ate galuega taua tenei.

1. Ate Polotieki ka aofia iei a mea konei:

1.1 Faitega ote fale masini

- 1) Fakatokaga fakalelei ate koga koga e tuu iei ate fale masini fou.
- 2) Faitega ote fale masini tela e lua ona fata kae sefulutolu (13) mita te maluga.
- 3) Faitega ote fakavae o masini pela foki mo nisi mea tau makeneke mo mea tau iti.
- 4) Fakapikipikiga o masini tisolo e tolu (3) kola o lotou malosi e tusa mote 750kva io me 600kw ite masini e tasi.
- 5) Fakapikipikiga o tani tisolo e lua (2) kola e tusa mote 150m³ ite tani e tasi.

1.2 Kote fakalei akega o kope tau sefulutasi afe (11kv) kamata mai ite Fale fai sitempa, Substation Napa 1 – Substation Napa 8B I Lofeagai.

(1) Kote fakalei akega o substation

- 1) Fakafouga o suitikia (switchgear) mo tulasifoma (transformer).
- 2) Faitega fakalelei o fakavae o suitikia mo tulasifoma pela foki mote pui uaea.

(2) Kote fakalei akega ote uaea lasi (sefulutasi afe)

- 1) Keliga o lua o uaea
- 2) Fakamoega ote uaea lasi fou.
- 3) Tanuga o lua o uaea pela foki mote faitega fakalelei ote auala mafai e manakogina.

2. Taimi fakatautau e kamata iei

(2.1) Faitega ote fale masini

- 1) Kamata Ianuali 2006
- 2) Fakaotiga Tesema 2006

(2.2) Fakalei akega ote uaea sefulu tasi afe

- 1) Kamata Ianuali 2006
- 2) Fakaotiga Tesema 2006

3. Te Kamupane

Te Kamupane tela kafai neia ate polotieki tenei se kamupane mai Tiapani tela ka filigina mai lalo o alaga sene fesoasoani ate malo o Tiapani.

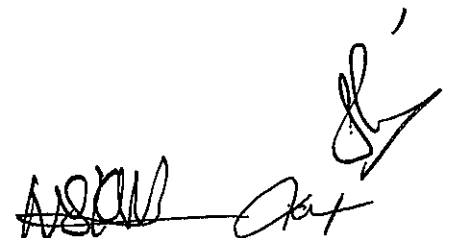
Kafai e fia maina koe fakalelei kite tulaga ote polotieki tenei, fakamolemole telefoni mai kite Kamupane Iti o Tuvalu I taimi galulue.

4. Fesotaki mai kia:

Mafalu LOTOLUA

Telefoni Napa: 20352

Mobile Napa: 90686



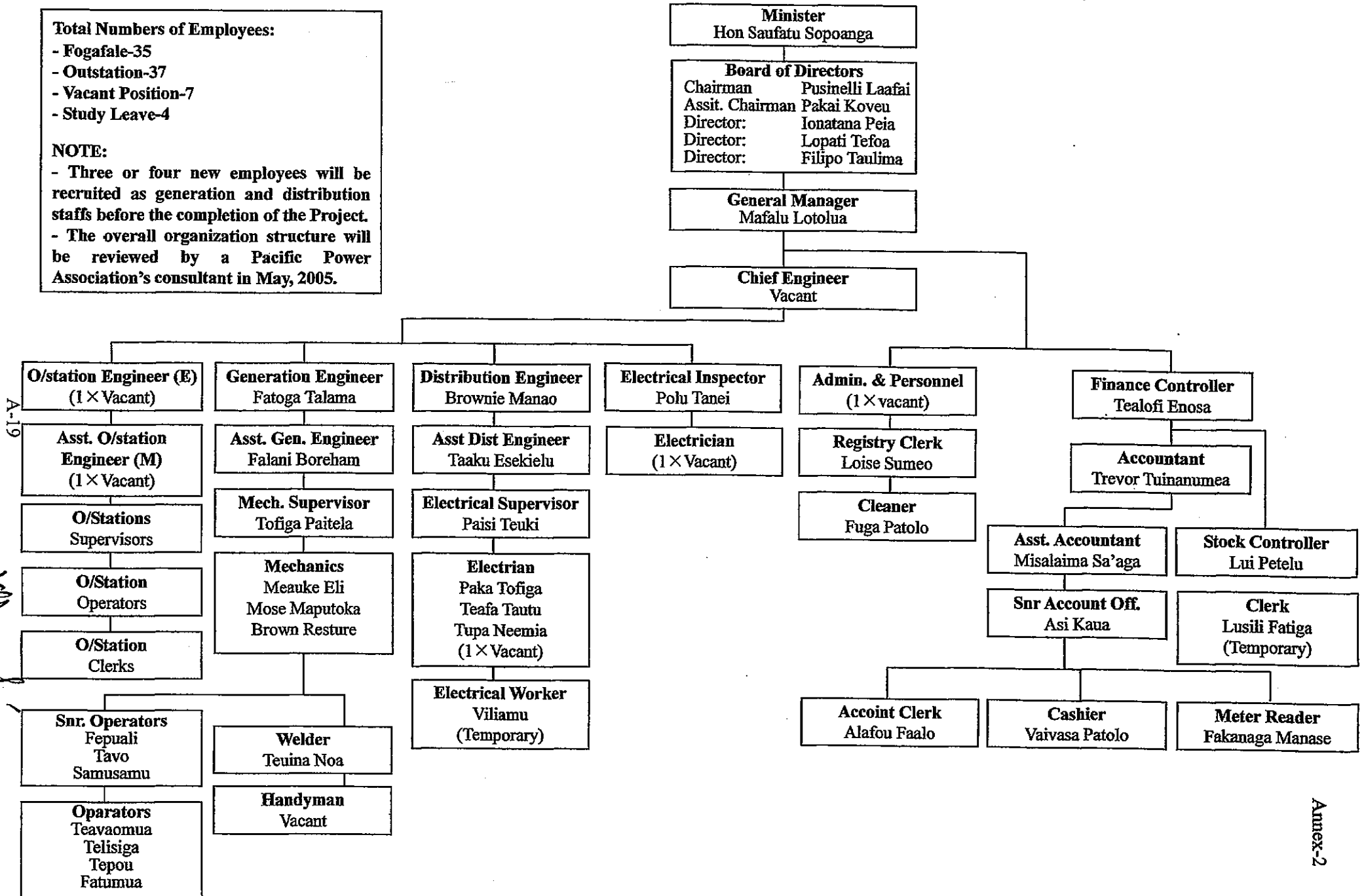
Tuvalu Electricity Corporation Organization Structure (Fogafale & Outstations)

Total Numbers of Employees:

- Fogafale-35
- Outstation-37
- Vacant Position-7
- Study Leave-4

NOTE:

- Three or four new employees will be recruited as generation and distribution staffs before the completion of the Project.
- The overall organization structure will be reviewed by a Pacific Power Association's consultant in May, 2005.



資料 - 5 参考資料 / 入手資料リスト

収集資料リスト

調査名：ツバル国 フナフチ環礁電力供給施設整備計画 基本設計調査

番号	資料の名称	形態 図書・ビデオ 地図・写真等	オリジナル・ コピー	発行機関	発行年
1	VISON 2015 (The Next Four Years)	図書	コピー	Government of Tuvalu	1998年
2	National Energy Policy in Tuvalu	図書	コピー	The Tuvalu Government Energy Office	1995年
3	Tuvalu National Budget 2004	図書	コピー	Ministry of Finance, Economic Planning and Industries	2003年
4	Population Census 2002	図書	コピー	Ministry of Finance, Economic Planning and Industries	2003年
5	Quarterly Statistical Report December Quarter 2003	図書	コピー	Ministry of Finance, Economic Planning and Industries	2004年
6	National Environmental Management Strategy	図書	コピー	Ministry of Natural Resources and Environment	1997年
7	Laws of Tuvalu Revised Edition 1990 Chapter 41 Tuvalu Electricity Corporation Act (Act 7 of 1990)	図書	コピー	Government of Tuvalu	1990年
8	Tuvalu Electricity Corporation Annual Budget 2005	図書	コピー	TEC	2004年
9	TEC Financial Table	図書	コピー	TEC	2003年
10	Fogafale Station Statistics 2004	図書	コピー	TEC	2004年

資料 - 6 電力需給バランス

電力需給バランス

項目	定格出力 [kW]	需要実績		需要予測									備考	
		2002年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
1. 最大需用電力														年間需要伸び率: 6%
1.1. 既設需要家		731.0	774.0	820.4	1,064.7	1,227.2	1,300.8	1,463.6	1,551.5	1,644.6	1,743.2	1,847.8		
1.2. 待機需要家				184.0										
1) 政府庁舎 2) 冷凍倉庫及び運動施設 3) 港湾施設 (最大需用電力)		731.0	774.0	1,004.4	1,157.7	1,227.2	1,380.8	1,463.6	1,551.5	1,644.6	1,743.2	1,847.8		
2. 発電出力														
2.1 既設発電機	番号 (据付年)													
	No.1 (2001)	1,005.0	(Stopped) 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	No.2 (1995)	248.0	200.0	100.0	100.0	200.0	200.0 (Retire)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	No.3 (2000)	248.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	
	No.4 (2003)	400.0	120.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	
	No.5 (2005)	400.0	200.0	200.0	200.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	320.0	
	(発電可能出力計)	720.0	820.0	820.0	1,040.0	1,040.0	840.0	840.0	840.0	840.0	840.0	840.0	840.0	
2.2 新設発電機	番号 (据付年)													
	No. 1 (2007)	600.0					*2 570.0	570.0	750.0	570.0	570.0	540.0	540.0	本計画で建設
	No. 2 (2007)	600.0					*2 570.0	570.0	570.0	570.0	570.0	540.0	540.0	本計画で建設
	No. 3 (2007)	600.0					*2 570.0	570.0	570.0	570.0	570.0	540.0	540.0	本計画で建設
	(発電可能出力計)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,710.0	1,710.0	1,890.0	1,710.0	1,710.0	1,620.0	1,620.0	
2.3 発電可能出力合計 (2.2+2.3) [kW]		720.0	820.0	820.0	1,040.0	1,040.0	2,550.0	2,550.0	2,730.0	2,550.0	2,550.0	2,460.0	2,460.0	
3. 電力バランス (2.3 - 1.) [kW]		-11.0	46.0	-184.4	-117.7	-187.2	1,169.2	1,086.4	1,178.5	905.4	806.8	612.2	612.2	
4. 最大出力発電機 [kW]		200.0	320.0	320.0	320.0	320.0	570.0	570.0	750.0	570.0	570.0	540.0	540.0	
5. 緊急的な補償出力 (3. - 4.) [kW]		-211.0	-274.0	-504.4	-437.7	-507.2	599.2	516.4	428.5	335.4	236.8	72.2	72.2	

A-21

備考 *1: 年間電力需要伸び率: 6%(想定)
 *2: 新設発電機稼働率: 95%
 *3: 新設発電機は600kW x 3台を想定

本計画完成年度

計画目標年次