

国際協力事業団
(ミクロネシア連邦)
(外務省)

ミクロネシア連邦

電力供給復旧改善計画

基本設計調査報告書

平成4年11月

1992

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

国際協力事業団 ミクロネシア連邦 電力供給復旧改善計画基本設計調査報告書

平成4年11月

株式会社

パシフィック コンサルタンツ

213
643
GRF

JICA LIBRARY



1107757151

国際協力事業団

25337

国際協力事業団
(ミクロネシア連邦)
(外務省)

ミクロネシア連邦

電力供給復旧改善計画

基本設計調査報告書

平成4年11月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

序 文

日本国政府は、ミクロネシア連邦政府の要請に基づき、同国のミクロネシア連邦電力供給復旧改善計画にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年7月3日から8月1日まで外務省経済協力局無償資金協力課 碓 考浩氏を団長とし、(株)パシフィック コンサルタンツ インターナショナルの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ミクロネシア連邦政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、当事業団無償資金協力業務部業務第一課の吉新 主門を団長として平成4年9月19日から9月30日まで実施された報告書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成4年11月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ミクロネシア連邦における電力供給復旧改善計画 基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が平成4年7月1日より平成4年11月30日までの5ヶ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ミクロネシア連邦の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、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。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、通商産業省の関係者には多大のご理解ならびにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ミクロネシア連邦においては、外務省、ポンペイ州政府の予算・計画・統計局、ポンペイ電力公社の関係者、在ミクロネシア青年海外協力隊 調整員事務所、アガナ総領事館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

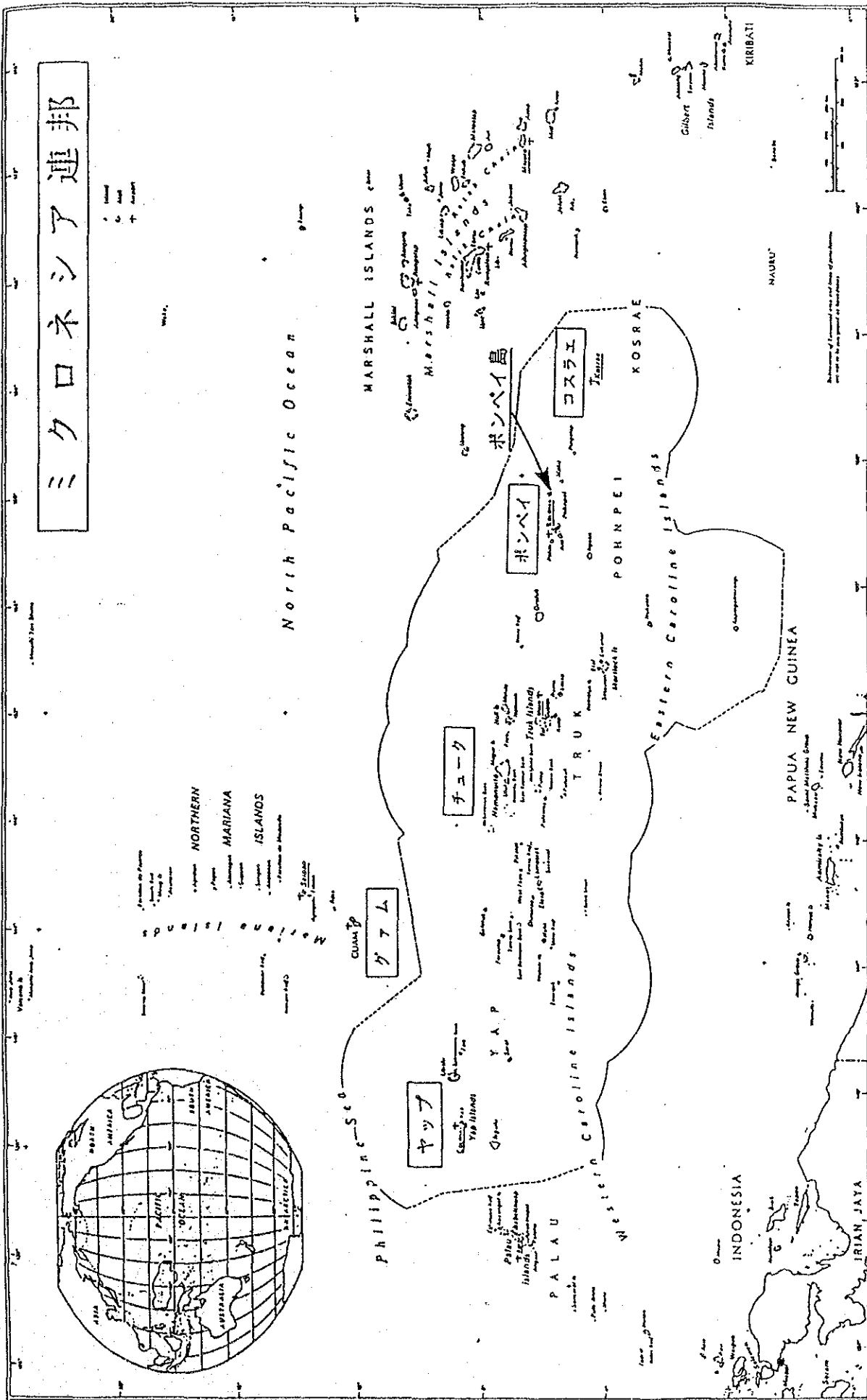
貴事業団におかれましては、計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを希望いたす次第です。

平成4年11月30日

株式会社 バシフィック コンサルタンツ
インターナショナル
ミクロネシア連邦
電力供給復旧改善計画 基本設計調査団
業務主任 豊島 幸雄

調査対象地域図

ミクロネシア連邦





ALCO BAREE
D. C. POWER PLANT
(1.6 MW)

AIR PORT

KOLONIA

UH

NETT

MANFONNQA
D. C. POWER PLANT
(3.40 MW)
(121.1 MW)

MANPIL
HYDRO POWER
(1.40 MW)
(121.1 MW)

ボンペイ島

MADOLENI IIMW

KITI

MAN MADOL

SOKEIS

- LEGEND
- : COLONIA LINE (13.8KV)
 - - - : COLONIA LINE (4.16KV)
 - · - · : ISLAND LOOP (13.8KV)

調査対象地域図

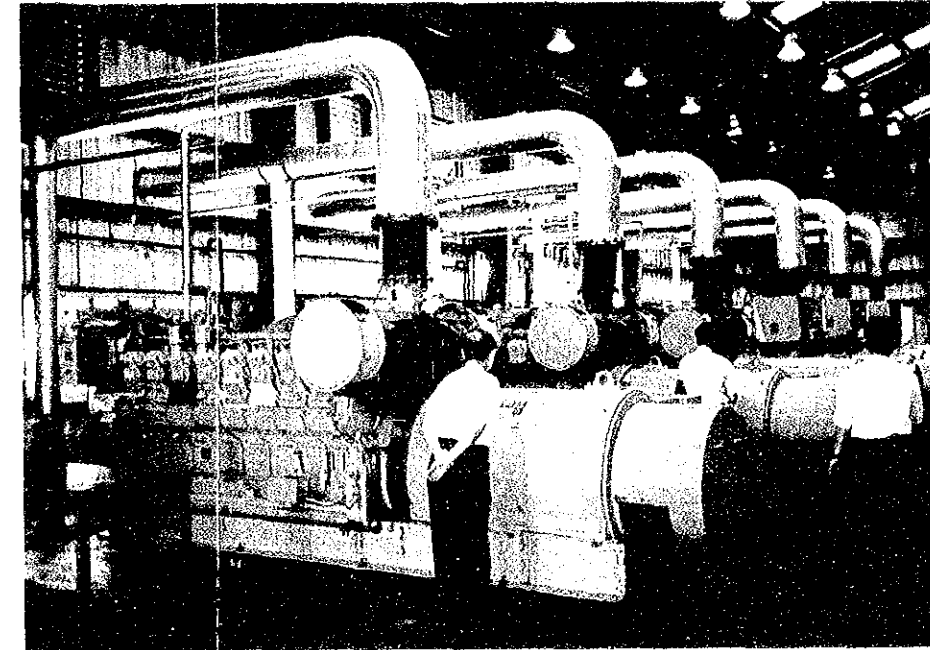


SCALE IN MILES

既存ナンボンマル発電所



ナンボンマル発電所の遠景
コロニアの西南部約3kmの旧南方航空隊跡にある。



キャタピラー製高速発電設備
銘板定格は0.8 MW×3台、1.1 MW×3台であるが、修理・保存用部品の入手困難のため、適切なメンテナンスがおこなわれていない。現在の発電能力は0.9 MW×3台、0.5 MW×1台

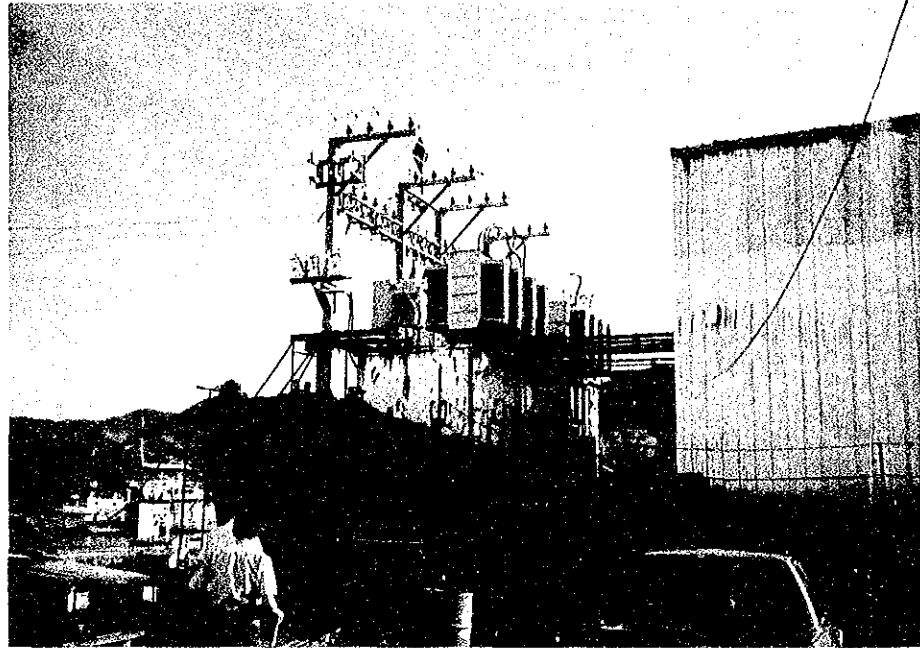


既存発電設備のサイレンサー

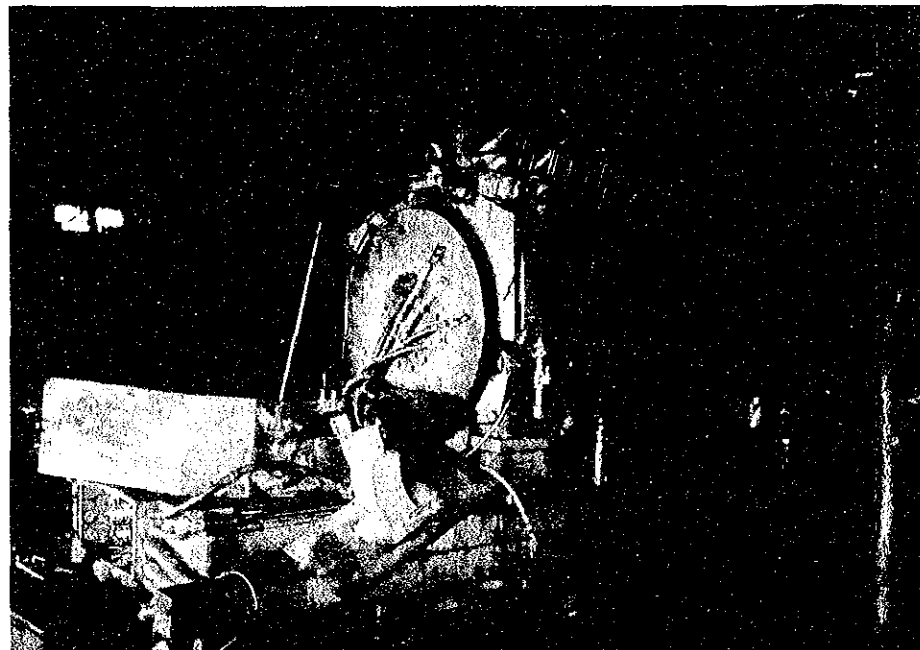


同上発電設備

既存アルコバージ発電所

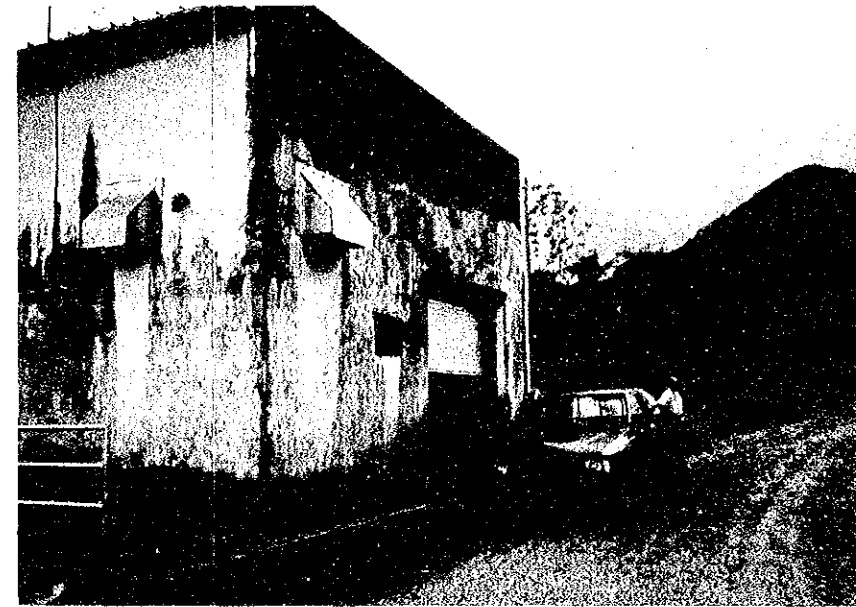


1960年製 銘板定格 2.0 MW × 4台であるが、老朽化のため、発電能力は約1.7 MWである。但し、安定供給は期待できない。

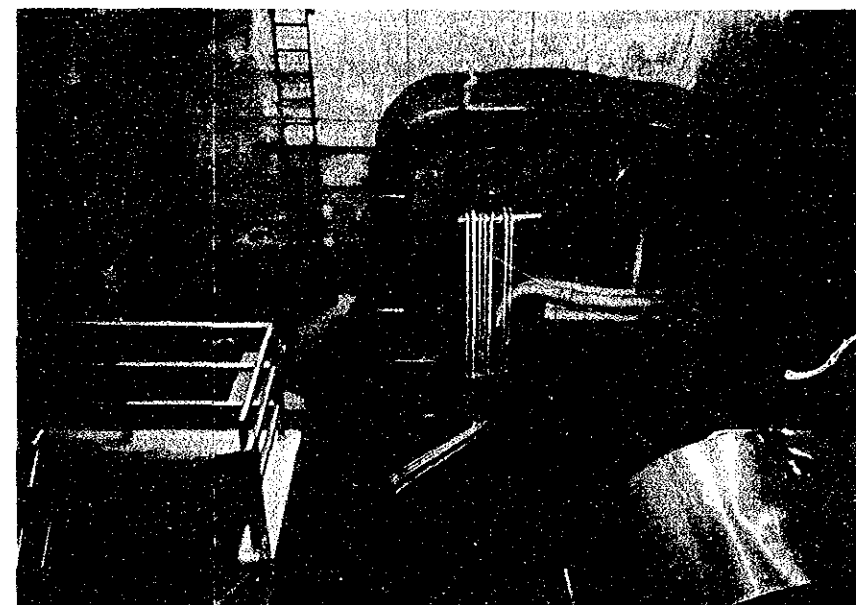


スペアパーツ不足のため、部品を外し他機へ流用している。

ナンプル水力発電所



発電所建屋



銘板定格 0.6 MW × 1台、1.1 MW × 1台であるが、貯水池がないため多量の降雨がないと発電できない。

配電線・電柱の概要



飛行場近くの電柱（木柱）



ナンボンマル発電所のそばの電柱（木柱）
上段は13.8KV、下段は4.16KVでコロニア方面
へ配電している。



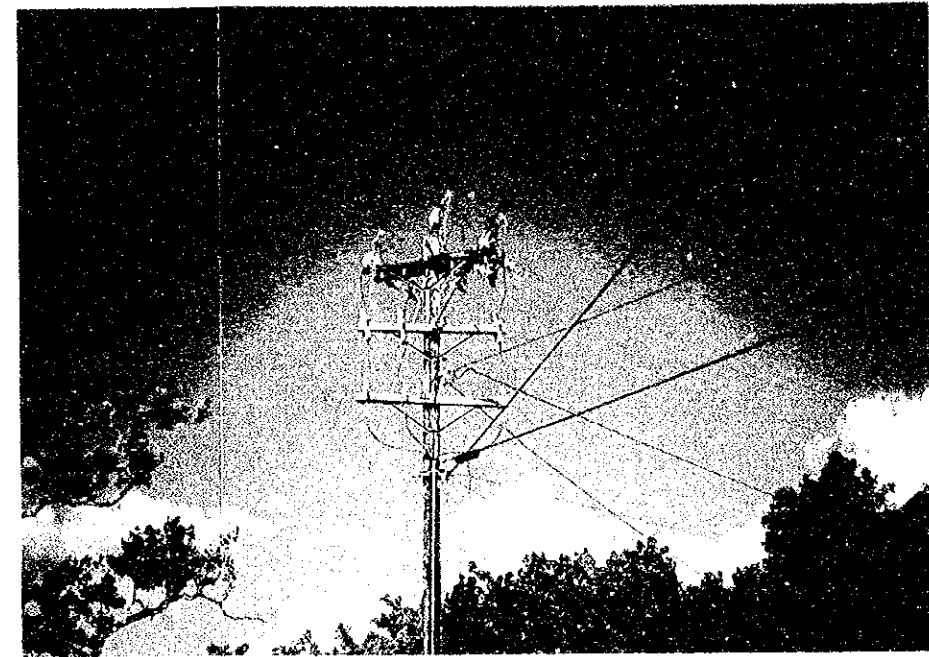
台風で折れた木柱と新設されたコンクリート柱



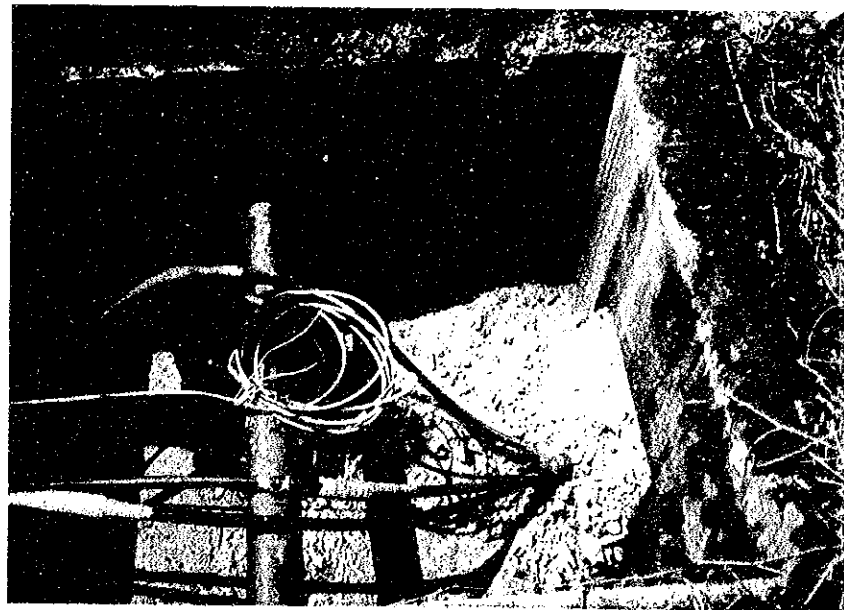
島南部の架空線とコンクリートポール
島南部の電化は1990年1月



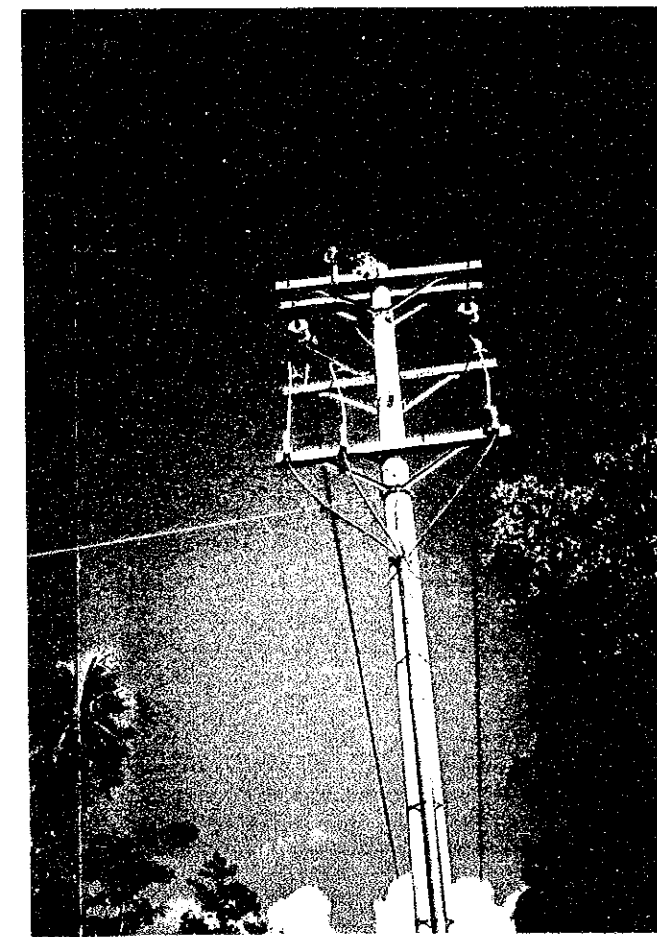
Dousokele ブリッジ



Dousokele ブリッジ西側の電柱 (木柱)



電柱の下のマンホール、ジョイント部が危険な状態となっている。架空線に比べケーブルサイズが細かい。



Dousokele ブリッジ東側の電柱 (コンクリート柱)

現在建設中の発電プラント (2.5MW×2台)

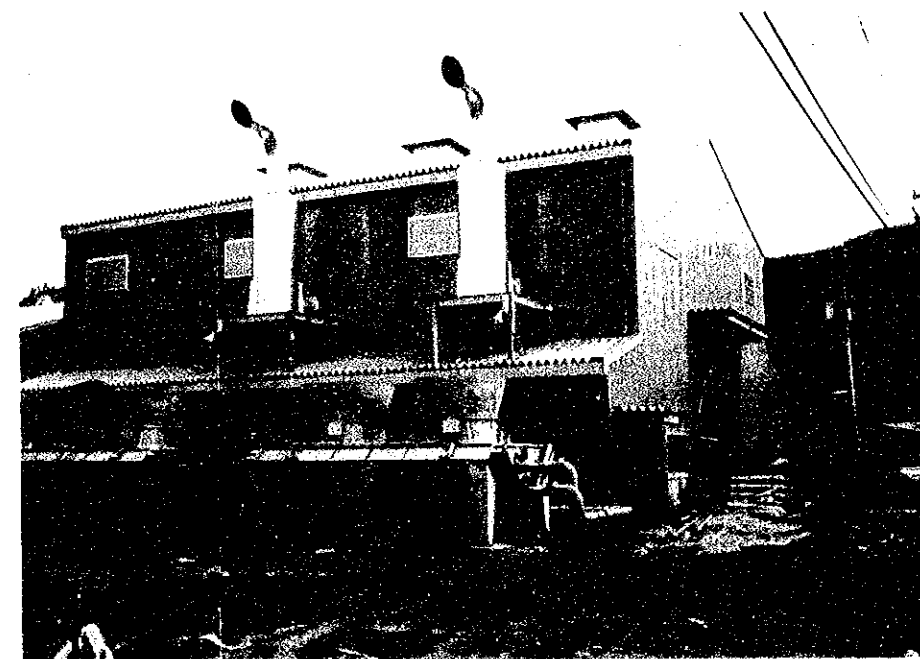
1992年11月に発電開始した 2.5MW×2、DG 発電プラントの工事中的写真



据付工事中の2.5MW×2DG発電機計画はこれと同容量のDG発電機である。



工事中の2.5MW×2、DG発電プラントの制御盤計画
DG発電プラントは同上発電プラントと同期並列運転が可能ないように計画するのでここより信号回路を取り出す必要がある。



工事中の発電機建屋の北側立面計画建屋は、これに隣接して建設されるので、建屋の外形、高さ等はこれと整合するよう計画した。



工事中の発電機建屋の南側立面計画建屋は写真左手(西側)に隣接して建設される。計画変電施設は、既設に隣接して計画建屋の正面に設置予定。

要 約

要 約

ミクロネシア連邦は、大小607の島をもつ西太平洋（赤道～北緯14度、東経135度～166度）に位置する島国である。総人口108,490人陸地面積702km²、経済専管水域は260万km²に及んでおり、広大な海域に多くの島々が散在している。産業はコブラ生産と漁業が主であるが、雇用では公務員が1989年現在全体の25%を占めている。

1989年のGNPは1.3億ドルであるが、1986年11月3日アメリカ合衆国との間で締結した自由連合協定のもとアメリカ合衆国から年間平均0.9億ドルの無償援助を受けている。同国は、アメリカ合衆国との自由連合協定が終了する2001年までに、経済的自立を確立すべく目下第2次5ヶ年国家開発計画を推進している。

国家開発計画は、同連邦を構成する4州（チューク、ヤップ、ポンベイ、コスラエ）がそれぞれ独立に行なっている。連邦中最大の面積（345km²）をもち、人口約34,000人（同国人口の約30%を占める）で連邦首都パリキールを擁するポンベイ州では、インフラ整備のなかでも特にエネルギー開発に力を注いでいる。

しかしながら、国家開発に伴う電力需要の急増と、既設設備の老朽化による発電能力低下が重なり、深刻な電力不足に陥っており、この状況は、国民生活に支障をきたすとともに、経済自立のための国家経済開発のネックとなっている。

ポンベイ州は、国家開発計画に基づき州開発5ヶ年計画を実施中である。州開発計画によれば、1992年から1993年の2年間で大・小15件のプロジェクトの導入を計画しており、この期間における電力の需要は急激な増加が予想される。

ポンベイ電力公社は、1994年の電力需要を現在のほぼ2倍の10MWに増大すると予測している。

一方、既存施設は老朽化とパーツ不足による機器不調に加え、1991年11月と1992年1月の台風被害により、現在深刻な電力供給設備の不足状況にある。また、送配電システムの欠陥による停電が頻発しており、安定した電力供給が不可能に近い状況にある。

かかる状況から、ミクロネシア連邦政府は、同州における電力施設の拡充を早急に実施するため必要な機材の供与につき、我が国に無償資金協力を要請した。

日本国政府は、この要請を受けて、1992年4月に事前調査団を派遣し、要請の妥当性、内容、実施体制等について無償資金協力案件として可能性の検討を実施した、その結果、要請内容、現在のポンベイ州の電力事情およびミクロネシア政府の案件に対する取り組み方に鑑み、施設建設を含む無償資金協力案件として検討するのが妥当であると判断され、基本設計調査を行なうことを決定し、国際協力事業団は1992年7月3日から同年

8月1日に向け、同国ポンペイ島で「電力供給復旧改善計画基本設計調査」を実施した。その後、1992年9月19日から9月30日まで、ドラフト・ファイナルレポート説明調査団をミクロネシア連邦に派遣した。

基本設計調査は、ミクロネシア連邦ポンペイ州政府側の実施機関である、予算・計画・統計局（OBPS）および計画実施後の維持、管理運営を担当するポンペイ電力公社（PUC）の協力の下に行なわれ、ポンペイ州の電力需要の実態調査と、今後の需要予測の結果および配電線の現況をふまえ、ミクロネシア側の要請内容を検討し、日本国政府の無償資金協力により実施する計画の範囲、内容について合意された。

本基本設計調査における需要予測および所要発電設備容量は次のとおりである。

年 度	電力需要 (MW)	所要発電設備容量 (MW)
1994	7.5	9.0
1996	9.0	11.0
1998	11.0	13.0
2000	13.0	16.0

一方、ナンボンマル発電所の1992年末の発電能力は次のとおりとなる。

既存設備	:	3.2 MW	(1,200回転/毎分)
新規設備	:	5.0 MW	(600回転/毎分)
(1992年12月末完成予定)			
合 計		8.2 MW	

本計画の目的である電力の安定供給のため、稼働率の低い既存発電設備を予備機として考えた場合、新規設備の5MWだけとなり、所要発電設備容量の9MWに対応できず、新たに4MW以上の発電設備が必要となる。

要請書にある5MWの機材供与を行なうことで、ナンボンマル発電所の発電能力は13.2MW（8.2MW+5MW（機材供与待ち））となり、これは1998年までの需要に対応出来る発電設備となる。

基本設計調査結果に基づいて作成された計画は、ポンペイ島の電力需要の増大に対応出来る施設規模となり容量的問題を解消し、また、配電線の改善、新設により各需要家へ電力の安定供給ができるようになる。

計画実施における日本国政府の無償資金協力による負担範囲は以下のとおりである。

1) 2.5MW (600rpm) × 2基のディーゼル発電設備の設置および発電所上屋の建設。

2) バック・フィーダーの新設

(1) Nanpohnmal - Sekera 間 (約 2.0 km) に 13.8 kV、3相4線の配電線を新設。

(2) Nanpohnmal - Kolonia Connection Point 間 (約 4.9 km) に 13.8 kV、3相4線の配電線を新設。

(3) Dousokele Bridge の既存ケーブルを更新。(約 250 m)

3) 自動配電保護装置の設置

(1) 柱上開閉器 24 個の設置。

(2) 自動再閉路リレーおよび事故区間表示器 4 組を発電所内コントロール室内に設置。

4) パケット・トラック×1台の供与(配電施設のメンテナンス用)。

また、ミクロネシア連邦政府側の負担範囲は以下のとおりである。

1) 本計画用地の確保および整地。

2) 取付け道路

3) サイト内フェンス

4) 燃料貯蔵タンク

5) 冷却水補給施設

本計画の実施機関は、ボンベイ政府の予算・計画・統計局 (OBPS) となり、計画実施後の運営・維持管理はボンベイ電力公社 (PUC) が担当する。

本計画は、既存発電設備 (2.5 MW × 2基) と同規模の発電設備の設置および配電線の改善を行なうものであり、PUCの既存の組織で維持管理が可能なものとする。

建設工事期間は、資機材輸送期間を含めて12ヶ月を要し、実施設計および入札業務を含めると、交換公文（E/N）締結後16ヶ月を必要とする。

本計画を実施する場合の事業総額は、1,064百万円と見込まれ、その内訳は、日本国負担分1,032百万円で、ミクロネシア連邦負担分が32百万円（US\$242,000）である。

本計画の実施により、電力供給待機中の住宅への電力引込みが可能となり、約7,900人の住民が直接的な恩恵を受けることとなる。また、魚加工工場、ホテル等への電力供給も可能となり、経済自立のため進めている第2次国家開発計画に基づく州開発5ヶ年計画を推進すると考える。このことは、経済面の活性化をもたらし、全住民の生活の安定と向上に寄与することとなる。

以上から、本計画は、日本国政府に無償資金協力の対象として取り上げるに十分な妥当性があると認められる。また、本計画をより効果的で確実なものとするため、特に次の点に留意することが必要と考える。

- 設備の正常な機能を維持し、適正な運転を確保するために点検管理計画を作成し実施すること。
- 運転・維持管理を実施するPUCが、メンテナンス費用の財源確保に努めること。
- 運転・保守要員の技術向上のために、計画的なトレーニングを実施すること。

なお、本計画実施後の運用を円滑にするために、技術協力として電気技能者2名、機械技能者2名の運転・保守要員に対し、日本の機器メーカーにおいて3ヶ月のトレーニングを実施する必要がある。

目 次

	頁
序 文	
地 図	
要 約	
第1章 緒 論	1 - 1
第2章 計画の背景	2 - 1
2.1 ミクロネシア連邦の概要	2 - 1
2.1.1 一般国情	2 - 1
2.1.2 人 口	2 - 2
2.1.3 経済、財政	2 - 3
2.1.4 産 業	2 - 5
2.2 電力分野の概況	2 - 9
2.2.1 ミクロネシア連邦電力概況	2 - 9
2.2.2 ポンベイ州の発電設備の現状	2 - 10
2.2.3 ポンベイ州の配電設備の現状	2 - 12
2.2.4 電力事業収支状況	2 - 16
2.3 関連計画の内容	2 - 17
2.3.1 国家開発計画	2 - 17
2.3.2 ポンベイ州の開発計画	2 - 18
2.4 要請の経緯と内容	2 - 18
2.4.1 要請の経緯	2 - 18
2.4.2 要請の内容	2 - 18
第3章 計画地の概要	3 - 1
3.1 計画地の位置および社会・経済事情	3 - 1
3.1.1 計画地の概要	3 - 1
3.1.2 人 口	3 - 1
3.1.3 産 業	3 - 2
3.2 自然条件	3 - 5
3.2.1 気 象	3 - 5
3.2.2 海象および過去の台風	3 - 6
3.2.3 地質・地形	3 - 6
3.3 社会環境（社会インフラの状況を含む）	3 - 7
3.4 ポンベイ州の電力事業概要	3 - 7

添付資料

	頁
1. 調査団名簿	添-1-1
2. 調査団調査日程	添-2-1
3. 調査団面談者名簿	添-3-1
4. 協議議事録	添-4-1
5. 収集資料リスト	添-5-1

付表 目次

		頁
表 2.1	ミクロネシア連邦初等教育	2-2
表 2.2	ミクロネシア連邦中等教育	2-2
表 2.3	FSMの1990年の推計人口	2-2
表 2.4	ミクロネシア連邦の1人当たり国内生産高	2-3
表 2.5	連邦政府および州政府の1990年度予算	2-4
表 2.6	各州の1人当たり平均収入	2-4
表 2.7	ミクロネシア連邦の輸出および輸入	2-5
表 2.8	各州の商業機関の分布(1990年3月現在)	2-5
表 2.9	年間発電電力量	2-11
表 2.10	アルコバージおよびナンボンマル発電所の運転状況	2-12
表 2.11	電力事業収支計画	2-16
表 2.12	部門別支出計画	2-17
表 3.1	ボンベイ州の人口調査と1989年、 1990年の推計人口	3-2
表 3.2	ボンベイ州の商品輸入高	3-3
表 3.3	ボンベイ州の輸出高	3-3
表 3.4	ボンベイ州のコブラおよび胡椒の生産	3-4
表 3.5	1990年度月別気象データ	3-5
表 3.6	年度別気象データ	3-6
表 3.7	ボンベイ島に被害を及ぼした台風名	3-6
表 3.8	ボンベイ島の土地面積および標高	3-7
表 4.1	待機需要家リスト	4-2
表 4.2	1994年以降待機需要家リスト	4-6
表 4.3	年度別予測待機需要	4-7
表 4.4	ミクロ的手法による最大需要予測/発電設備容量	4-8
表 4.5	人口と最大発電電力	4-9
表 4.6	マクロ的手法(人口統計ベース)による 最大需要予測/発電設備容量	4-10
表 4.7	電力事業収支計画	4-14
表 4.8	設備点検管理計画	4-27
表 4.9	設備点検管理計画	4-28
表 5.1	事業実施工程表	5-21

付図 目次

	頁
図 2.1 ミクロネシア連邦政府組織	2- 8
図 2.2 POHNPEI島現況発電／配電設備図	2-15
図 3.1 電力関係官庁組織図	3- 8
図 4.1 推定所要発電設備容量（ミクロ的手法）	4-11
図 4.2 推定所要発電設備容量（マクロ的手法）	4-12

第1章 緒論

第1章 緒論

ミクロネシア連邦は、アメリカ合衆国との自由連合協定が終了する2001年までに、経済的自立を確立すべく目下第2次5ヶ年国家開発計画を推進している。

国家開発計画は、同連邦を構成する4州（チューク、ヤップ、ポンベイ、コラスエ）がそれぞれ独立に行なっている。

連邦首都パリキールを擁するポンベイ州では、インフラ整備のなかでも特にエネルギー開発に力を注いでいる。

ポンベイ州は、国家開発計画に基づき州開発5ヶ年計画を実施中である。州開発計画によれば、1992年から1993年の2年間で大・小15件のプロジェクトの導入を計画しており、この期間における電力の需要は急激な増加が予想される。

ポンベイ電力公社は、1994年の電力需要を現在のほぼ2倍の10MWに増大すると予測している。

一方、既存施設は老朽化とパーツ不足による機器不調に加え、1991年11月と1992年1月の台風被害により、現在深刻な電力供給設備の不足状況にある。また、送配電システムの欠陥による停電が頻発しており、安定した電力供給が不可能に近い状況にある。

かかる状況に鑑み、ミクロネシア連邦政府は、同州における電力施設の拡充および改良を早急に実施するため、下記に述べる機材の供与につき、我が国に無償資金協力を要請したものである。

(1) ディーゼル発電機

2.5MW（スベアパーツを含む）2基とその設置、および配電線との接続と発電所上屋建設。

(2) 自動配電システム保護装置

柱上真空開閉器24個の設置、自動再閉路リレーおよび事故区間表示器4組の設置。

(3) バック・フィーダー用3相配電線のための資機材・工具類およびその建設

1) Nanpohnmal - Sekera 間（約2.0km）に13.8kV 配電線新設。

2) Nanpohnmal - Kolonia Connection Point 間 (約 4.9 km) に 13.8 kV 配電線新設。

3) Dousokele Bridge のケーブル更新。

(4) バケットトラック 1 台の供与 (揚程 約 15m、作業半径 約 11m、積載荷重 約 200kg)

日本国政府は、この要請に基づき、同国の電力供給復旧改善計画の事前調査を行なうことに決定し、国際協力事業団が、1992年4月9日から4月23日まで国際協力事業団無償資金協力調査部調査審査課課長代理の矢部義夫を団長とする事前調査団を現地に派遣した。

その結果、要請は無償資金協力案件として検討するのが妥当であると判断され、日本国政府は同国の電力供給復旧改善計画の基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は1992年7月3日から8月1日まで、外務省経済協力局無償資金協力課 碓 孝浩氏を団長とする基本設計調査団を現地に派遣した。

調査団は、要請内容の確認と協議・計画の背景・現地の電力事情の状況等の調査および実施体制の確認を行なうとともに、日本国政府の無償資金協力の制度、手続き等についてミクロネシア連邦側関係者に説明し、本計画が実施される場合の両国政府の負担区分を確認した。

これらの現地調査を踏まえ、当事業団は国内において計画の妥当性・計画の内容・規模・実施工程・事業費について検討し、1992年9月19日から9月30日まで当事業団無償資金協力業務部業務第一課の吉新 主門を団長とするドラフト説明調査団を派遣し、その結果を本報告書にとりまとめた。

なお、調査団の構成、調査日程、相手国関係者リスト、討議議事録等は付属資料として巻末に添付した。

第2章 計画の背景

第2章 計画の背景

2.1 ミクロネシア連邦の概況

2.1.1 一般国情

ミクロネシア連邦は、1986年にアメリカ合衆国との間で締結した自由連合協定の発効により、国連信託統事領を離れて独立した。同連邦は西太平洋に位置し、北緯14°、東経135°から166°の範囲に大小607の島々が群島を形成しており、チューク、ポンベイ、ヤツブ、コスラエの4州からなる連邦国家制を敷いており、州政府の自治権は強い。

なお、ミクロネシア連邦政府組織を図2.1に示す。

気候は熱帯性で、年平均降雨量は州により異なるが、ポンベイ州が5,000mm、ヤツブ州が2,800mmである。気温の変動は年間を通じてほぼ一定であり、年平均気温は約28℃前後である。

(1) 政治

ミクロネシア連邦政府は、ポンベイ州のパリキールにあり、1院制で、議員数は14人である。14人の議員のうち4人は、各州より選出され任期は4年である。残る10人の議員は、人口別に比例した選挙区より選出され、任期は2年である。大統領および副大統領は各州より選出された4人の議員の中から選ばれて任命される。現政府の議員構成は、ポンベイ州から4人、チューク州から6人、ヤツブ州およびコスラエ州から各2人である。

(2) 教育

ミクロネシア連邦の教育制度は、公立と私立の8年制の初等学校と4年制の中等学校からなっている。さらに高等教育としてはポンベイに2年制の専門学校（Community College Micronesia: CCM）がある。4年制の大学は無いのでグアムや米国へ留学している。初等学校は無料で義務教育であるが、中等学校への入学は試験がある。私立の初等学校および中等学校は総てキリスト教会の設立である。

表 2.1 ミクロネシア連邦初等教育

	チューク州	コスラエ州	ポンベイ州	ヤツブ州	F S M
公 立					
学 校	92	5	38	29	164
教 師	965	100	259	—	—
生 徒	12,407	1,620	6,906	1,904	22,837
私 立					
学 校	8	1	3	1	13
教 師	93	2	31	17	143
生 徒	1,404	49	503	346	2,302

表 2.2 ミクロネシア連邦中等教育

	チューク州	コスラエ州	ポンベイ州	ヤツブ州	F S M
公 立					
学 校	6	1	1	2	10
教 師	153	35	50	—	—
生 徒	2,274	491	1,047	678	4,490
私 立					
学 校	2	0	5	0	7
教 師	55	0	60	0	115
生 徒	383	0	512	0	895

2.1.2 人 口

1990年の統計によれば、ミクロネシア連邦全体の人口は約100,520人である。各州の人口分布を表2.3に示す。

表 2.3 F S Mの1990年の推計人口

チューク州	コスラエ州	ポンベイ州	ヤツブ州	ミクロネシア連邦
48,853	7,435	33,346	10,886	100,520

出典：第二次国家開発計画 1992—1996年

2.1.3 経済、財政

ミクロネシア連邦の経済は、他の太平洋地域の諸島国家に類似しており、外国からの多額の援助資金に頼っている。ミクロネシア連邦の1人当り国内生産高は1,467ドルである。

表2.4 ミクロネシア連邦の1人当り国内生産高 (GDP)

チューク州	1,046ドル
コスラエ州	1,989ドル
ボンベイ州	1,748ドル
ヤツプ州	2,107ドル
ミクロネシア連邦	1,467ドル

出典 : 第二次国家開発計画 1992-1996年

1990年の政府の収入は約162百万ドルで、支出は128百万ドルとなっているが、収入の73%の118.5百万ドルは外国からの援助資金であり、税収入は8.5%の13.8百万ドルにしか過ぎない。政府予算は形式的には均衡がとれており、34.2百万ドルの過剰収入となっているが、外国からの援助資金を除くと84.3百万ドルの赤字となっている。

連邦政府および各州政府の1990年の予算は表2.5のとおりである。

表 2.5 連邦政府および州政府の 1990 年度予算 (単位:千ドル)

	F S M	チーク州	コスラエ州	ボンベイ州	ヤツブ州	合計	%
収入・援助金							
税収入	5,162	2,813	641	3,108	2,045	13,765	8.5
税金外収入	7,343	2,770	928	3,159	2,857	17,057	10.5
援助金	23,929	39,034	12,810	25,060	17,667	118,500	73.2
漁業権料金	12,660					12,660	7.8
収入合計	49,094	44,617	14,380	31,327	22,570	161,988	100.0
支出							
一般資金	18,190	22,569	5,612	14,353	8,168	68,892	53.9
特別収入資金	5,140	9,655	4,244	7,298	4,318	30,655	24.0
主要事業資金	2,026	7,255	3,954	7,589	5,509	26,303	20.6
消費信託資金	1,755		122	19	34	1,930	1.5
支出合計	27,111	39,449	13,932	29,259	18,028	127,779	100.0
全体比較							
援助金を含む	21,983	5,168	448	2,068	4,542	34,209	
援助金を含まない	-1,946	-33,866	-12,362	-22,992	-13,125	-84,291	

出典 : 第二次国家開発計画 1992-1996年

世帯当りの収入・支出について、1988年と1989年に全国調査を実施した結果、給料の収入では70～80%は政府雇用からの給料であることが判明した。このことは、雇用に対しては政府機関に高く依存していることを示すものである。

表 2.6 各州の1人当り平均収入 (ドル)

州	週間収入	年間収入
チーク州	10.25	533
コスラエ州	20.73	1,078
ボンベイ州	16.14	839
ヤツブ州	34.53	1,795
F S M全体	16.36	851

2.1.4 産 業

(1) 貿 易

ミクロネシア連邦の経済は、主に農業によって支えられているが、貿易は著しい輸入超過で、経済の不均衡が大きな社会問題となっている。1989年の統計によるとミクロネシア連邦の貿易は、輸出額17.3百万ドルに対して、輸入額は72.7百万ドルとなっており、貿易収支は55.5百万ドルの赤字となっている。

表2.7 ミクロネシア連邦の輸出および輸入

	1987	1988	1989
輸 出			
貿易輸出	715,311	2,288,817	1,637,064
貿易外輸出	3,362,260	3,084,180	4,889,595
切手販売	39,555	61,654	489,524
漁業権料金	3,845,449	7,732,920	10,251,755
輸出合計	7,962,575	13,167,571	17,267,938
輸 入	41,889,621	67,701,424	72,724,789
貿易収支差額	(- 33,927,046)	(- 54,533,853)	(- 55,456,851)

出典：貿易公報 1991年

(2) 商業と工業

ミクロネシア連邦における商工業は、基本的には、家内商工業で占められているが、それらは2～3の限られた銀行、保険会社等の一般企業および協同組合、信用組合等の公益企業の補完を受けている。

表2.8 各州の商業機関の分布（1990年3月現在）

種 類	チューク州	コスラエ州	ボンベイ州	ヤツプ州	F S M
企 業 会 社	160	4	150	24	338
協 同 組 合	159	4	6	2	171
ク レ ジ ャ ッ ト ユ ニ ョ ン	27	1	5	4	37
商 業 銀 行	3	2	3	2	10
保 險 会 社	1	0	3	1	5

出典：第二次国家開発計画 1992-1996年

各州における家内商工業ベースの事業は、輸出入商、卸売商、小売商等の商業活動およびレンタカー、タクシー、レストラン、修理工場、ホテル等のサービス企業として幅広い範囲で成功発展を遂げている。州開発計画のプロジェクトで実施された商工業は、ボンベイ州における胡椒生産工場やボタン製造工場、ヤツプ州における織物工場、および、チューク州とボンベイ州における石けん工場である。

(3) 農業

農業はミクロネシア連邦にとって、雇用、賃金の収入、輸出による外貨収入、国内消費農産物の生産等に貢献することから、最も重要な主要産業である。ほとんどの家庭ではフルタイムまたはパートタイムに農業活動に従事しており、農業生産は消費食糧の60%以上を供給している。農業は主として2つの種類に分けられ、自生するココナッツやパンの木 of 栽培と換金農作物の小規模栽培が主である。例外として、ボンベイ州の胡椒の栽培は大規模に商業ベースで行なわれており、5年後には4平方kmの耕作面積を目標にして開発されている。タロ芋は、重要食糧農産物としてミクロネシア連邦の総ての州で耕作されている。また、コブラもミクロネシア連邦全体で生産されている。生産が低下したのは、ココナッツの木が老齢化したのが原因である。ボンベイ州では胡椒の他にバナナが生産され、週に3,500ポンド、グアムへ輸出しており、また、サカオも換金農作物として栽培されるようになった。

農場の畜産物、特に若鶏、鶏卵、豚の生産はミクロネシア全体で増加している。ボンベイ州では、1987年に35,000羽のひなが孵化され、1985年の3倍前後の生産があり、鶏卵の生産は年間149,000ダースの生産がある。現在、鶏卵は各州で商業的に生産されるようになった。養豚は食糧、儀式用、市場の商品として唯一の重要畜産物である。多くの養豚は在来の伝統的方法で行なわれているので、各州の農業試験場の指導員が畜舎での豚の養殖について、近代化するように指導している。最大規模の商業的養豚場はボンベイ州にあり、年間150~200匹生産している。牛の飼育は、ボンベイ州およびコスラエ州で行なわれており、現在ボンベイ州で120頭飼育されている。

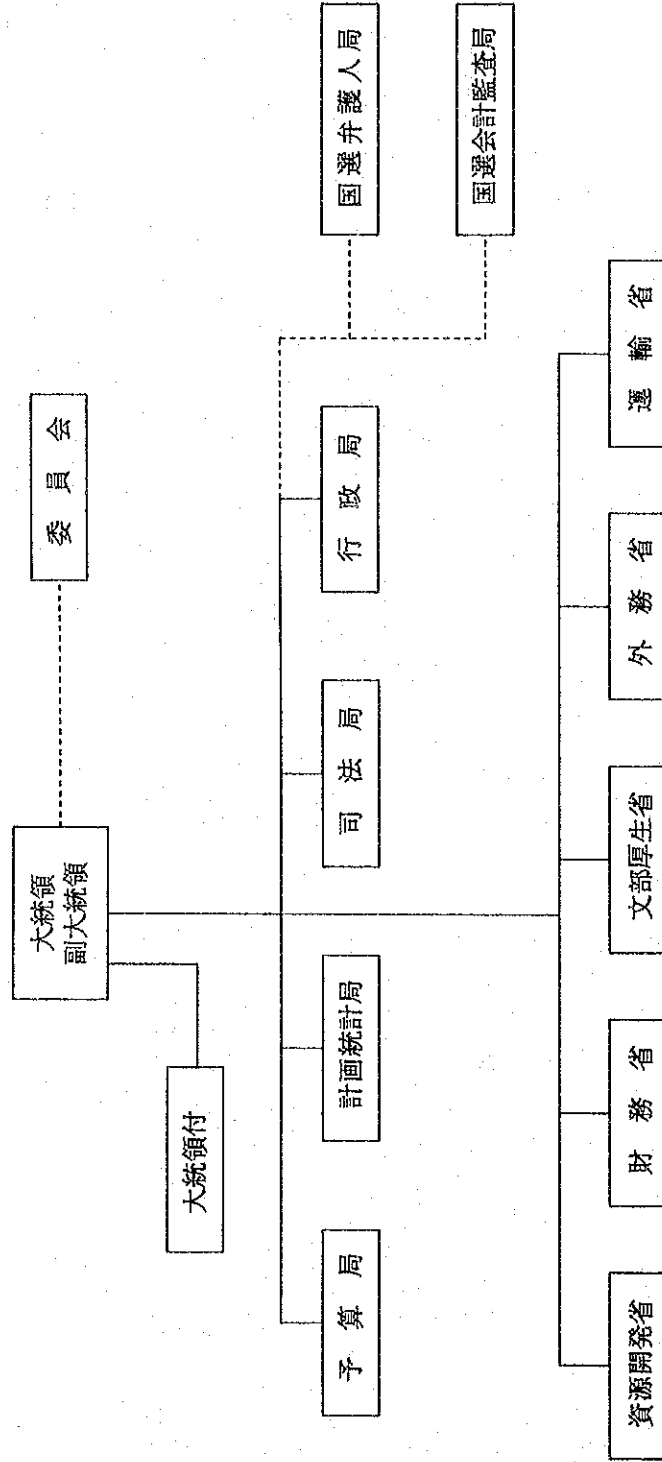
(4) 漁業

マグロはミクロネシアにおける主要な漁業資源である。公式記録によれば、1988年にきんちやく網による漁獲が160,000トン、釣竿による漁獲が14,000トン、はえなわ漁による漁獲が15,000トンで合計190,000トンの水揚げがあった。ミクロネシアにおけるマグロの年間市場価格は、約200百万ドルである。

近年、外国の業者がミクロネシア連邦から漁業権を取得し、商業ベースの操業を行なっている。日本および台湾の船籍が多く、日本が年間約150隻、台湾が100隻の漁船が操業している。

ミクロネシア連邦船籍の漁船による漁業は小規模で、年間約500トン以下の漁獲でマグロの総水揚げの0.5%以下に過ぎない。現在ヤツブ州、チューク州およびボンベイ州より約20隻の漁船が操業している。

図 2.1 ミクロネシア連邦政府組織



2.2 電力分野の概況

2.2.1 ミクロネシア連邦電力概況

ミクロネシア連邦を構成するポンベイ、ヤップ、チューク、コスラエ各州の電力概況は次のとおりである。各州に共通している問題点は、発電設備の老朽化が著しいこと、修理・保守用部品の入手が困難なことである。

(1) ポンベイ州

本計画の対象州である。2.2.2項に記述する。

(2) ヤップ州

発電設備 : ディーゼル発電のみである。銘板定格1.0MW前後のディーゼル発電設備が6基あり、全体の設備容量は7MWとなる。しかしながら、3基は運転不能機で、実際の発電能力は3MW前後である。

運営・管理 : 州政府公共事業局が行なっている。電力料金徴収のため需要家へ料金メーターを設置しているが、料金の徴収率は50%以下と低いようである。

(3) チューク州

発電設備 : ディーゼル発電のみである。全体の発電設備容量は13MWであるが、安定した電力供給可能な発電能力は6MW程度である。

現在、FSMの国家予算計画に基づき、州政府独自で2MWの発電設備を建設中である。

これが完成すると8MWの発電能力となるが、1人当たりの発電量は160W/人と低く、電力不足状態下にあることがうかがわれる。

管理・運営 : 州政府公共事業局が行なっている。電力需要家へ料金メーターを設置しているが、料金支払いに対する住民の反対が強く、料金徴収は困難な状態にある。

(4) コスラエ州

発電設備 : 現在はディーゼル発電のみであるが、水が豊富であることから、将来は水力発電の開発の可能性が考えられる。1.8MWの設備容量があるが、他州と同様に実際の発電能力は、ほぼ半分の1.0MW程度である。

管理・運営 : 州政府公共事業局が行なっている。各需要家へ料金メーターを設置していない。

2.2.2 ボンベイ州の発電設備の現況

(1) 発電設備

1) 発電設備容量

ボンベイ島における電力は、3ヶ所の発電所（アルコバージ、ナンボンマル、ナンピル）より供給されている。設備の定格および現在の発電能力は次に示すとおりである。

アルコバージとナンボンマル発電所の共通の問題点は、設備の老朽化が著しいこと、修理・保守用部品の入手が困難なことである。特にアルコバージ発電所の設備の老朽化が激しいため、現在建設中の2.5MW×2台の発電設備の完成後は、発電所を閉鎖する予定となっている。また、ナンピル発電所は貯水池を持っていないため、多量な降雨がないと発電できないという基本的な欠陥を持っている。

発電所名	銘板定格	台数	現在の発電能力 ^{注) 2}	備 考
アルコバージ	2.0 MW	4	1.7 MW × 1	ディーゼル
ナンボンマル	0.8 MW	3	0.5 MW × 1	ディーゼル
	1.1 MW	3	0.9 MW × 3	ディーゼル
	2.5 MW	2	建設中、1992年 12月末稼働予定	ディーゼル
ナンピル	0.6 MW	1	多量な降雨が ないと発電不可	水 力
	1.1 MW	1		水 力
合 計			4.9 MW ^{注) 1}	

注) 1 アルコバージの発電設備は故障頻度が多く安定性がない。
安定供給可能な発電容量は $4.9 - 1.7 = 3.2$ MWである。

注) 2 現在連続運転可能な発電能力を示す。もし、銘板定格にて運転した場合は短時間にエンジンが加熱し運転休止となる。

2) 年間発電電力量

1986年から1991年までの年間発電電力量は表2.1のとおりで、この6年間の年平均発電電力量の増加率は約6%である。1991年度の年間発電電力量は27,413MWHであり、単純に発電容量を求めると $27,413\text{MWH} \div (365\text{日} \times 24\text{hr}) = 3.13\text{MW}$ となり前述の安定供給発電容量3.2MWとはほぼ等しい。

表2.9 年間発電電力量

年	発電電力量 (MWH)
1986	20,000
1987	20,683
1988	21,956
1989	24,408
1990	25,183
1991	27,413

出典 : PUC

3) 発電所運転状況

アルコバージおよびナンボンマル発電所の過去1年余りの運転状況は表2.10のとおりである。

表2.10 アルコバージおよびナンボンマル発電所の運転状況

年/月	アルコバージ				ナンボンマル						
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	
1992	5	×	×	×	○	×	×	○	○	○	○
	4	×	×	○	○	×	×	○	○	×	○
	3	×	×	○	○	○	○	○	×	○	×
	2	○	×	○	×	○	×	○	×	○	○
	1	○	×	○	×	○	×	○	×	○	○
1991	12	○	×	○	×	○	○	○	○	○	×
	11	○	×	○	×	○	×	○	○	○	×
	10	○	×	○	×	○	×	○	○	○	○
	9	○	×	×	×	○	×	○	○	○	○
	8	○	×	×	×	○	×	○	○	○	○
	7	○	×	×	×	○	×	○	○	○	○
	6	○	×	×	×	○	×	○	○	○	○
	5	×	×	×	×	○	×	○	○	○	○
	4	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○
	3	×	×	×	×	○	○	○	○	○	○
	2	○	×	×	×	○	×	○	○	○	○
1	○	×	×	×	○	○	○	○	○	○	

出典 : PUC

注) ○ : 運 転

× : 故障または運転休止

2.2.3 ポンベイ州の配電設備の現況

現況配電設備を図2に示す。概要は以下のとおりである。

(1) 高圧配電電圧

3相4線 : 4.16kV (コロニアタウンのみ)

3相4線 : 13.8kV

単相2線 : 7.96kV

(現地では13.8kVのスーパーラインと呼ばれている。)

(2) 配電設備の現状

ボンベイ島の環状線が完成したのは1990年1月で、それ以前は島南側半分の島民は電気の無い生活をしていた。

島全街の幹線である13.8kVはナンボンマル発電所よりコロニアタウンにいたり島の東部、西部に分岐され、島全体のループを構成している。

1990年に完成した島南側はコンクリート柱となっているが、以前からあった配電線は木柱が多く、現在PUCは予算がつきしだい漸次コンクリート柱に変えている。また、コロニアタウンには13.8kVと4.16kVの異電圧2系統配電となっているが、PUCの計画は、4.16kV配電は近い将来廃止し、すべて13.8kVの配電に統一する予定である。事前調査時点では、4.16kV配電線がコロニアタウンでループ構成となっていたが、今回調査した時は一部が13.8kV配電線に変更し枝状になっていた。

現在13.8kV配電網は発電所からの1回線のフィーダーのみでカバーされており、信頼性に欠けるシステムとなっている。

また、Dousokele Bridge間については架空配電ではなくケーブルが布設されており、現状は次のとおりである。

- 布設ケーブル : 15kV、MV-90 SUNRES OIL RES I(UL)XP 1/0, 約54mm²、中性線ケーブルの断面積は約30mm²である。
- 配管 : 4インチ(約100mm)の配管3本が橋桁の側面に設置されている。
- 架空配電線 : ALUMINIUM STRANDED CONDUCTOR 336.4 MCM-TULIPとあり、断面積は約170mm²である。中性線用として3/0 AWG-PHILOXが使用され、断面積は約85mm²である。

既存ケーブル、架空配電線の特性は次のとおりである。

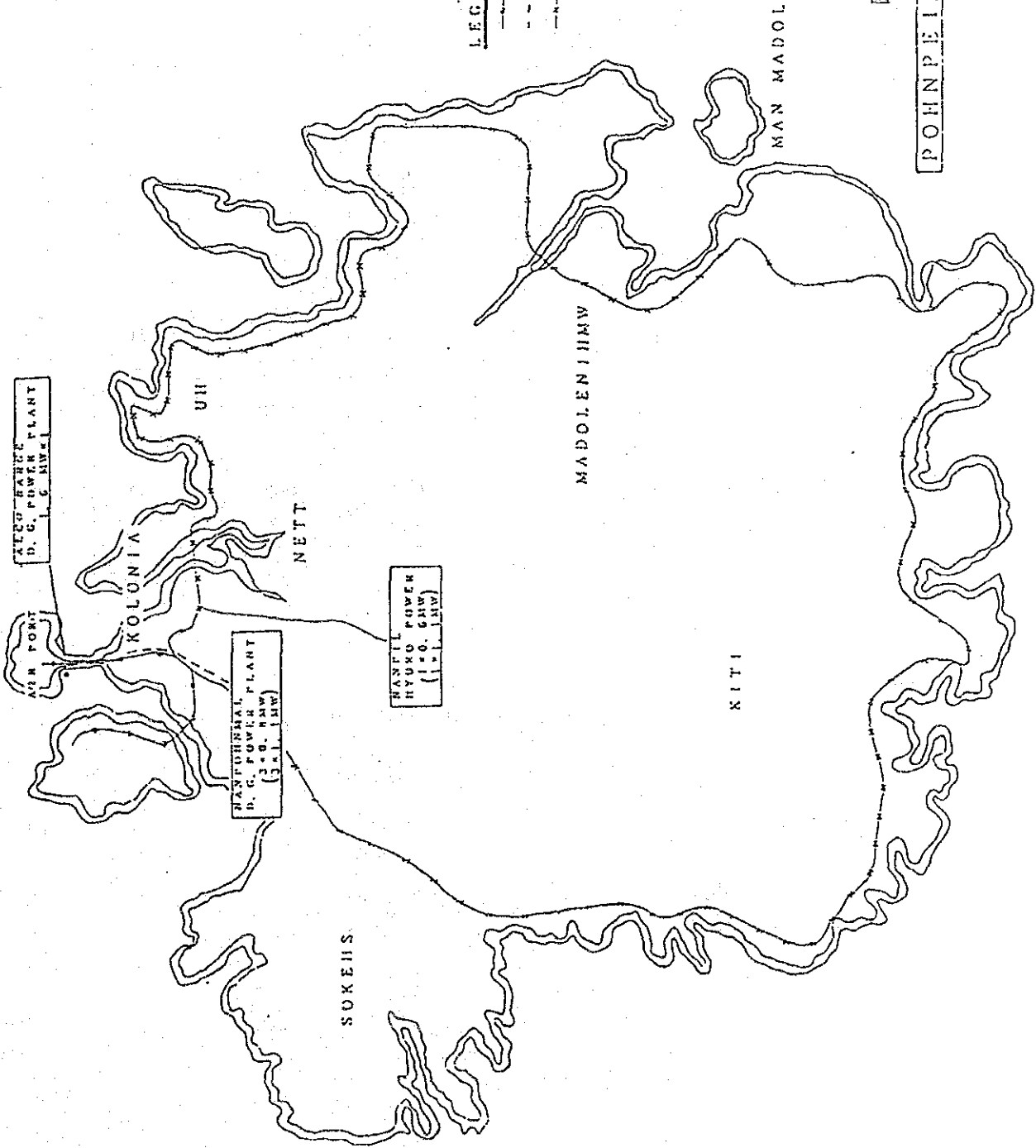
	ケーブル	架空線
呼称	15kV、MV-90、1/0	アルミ、336.4 MCM
導体断面積	約54mm ²	約170mm ²
許容電流	190 Amp.	467 Amp.
導体抵抗(20℃)	0.320 Ω/km	0.1686 Ω/km

ケーブルの送電電力 (KW) は力率を 0.85 とすると、

$$\sqrt{3} \times 13.8 \text{ kV} \times 190 \text{ Amp.} \times 0.85 = 3,860 \text{ KW}$$

となり、許容電流上は問題ないと考えられるが、km 当たりの導体抵抗は、架空線に比べ倍近くなっており整合がとれていない。

さらに、既設ケーブルはマンホールの中でケーブルジョイントキットを使わないで接続しており危険な状態にあった。



LEGEND
 ——— : COLONIA LINE (13.8KV)
 - - - : COLONIA LINE (4.1KV)
 - · - · : ISLAND LOOP (13.8KV)

图-2.2

POHNPEI 島 現況電力 / 配電設備圖

1 1/2 0 1 2
 SCALE IN MILES

2.2.4 電力事業収支状況

PUCが公社としてボンベイ州政府から分離独立（1991年10月）して日が浅いため、過去の電力事業収支についての資料は不明である。PUCが次に示す料金体系にもとづいて計画している事業収支は次のとおりである。

表2.11 電力事業収支計画

単位：百万ドル

	会計年度（10月1日から翌年9月30日まで）				
	1992	1993	1994	1995	1996
収入：					
エネルギー・クレジット	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
電力料金	1.79	2.29	2.63	2.92	3.28
州政府の補助	2.20	0.30	0	0	0
小計	4.99	3.59	3.63	3.92	4.28
支出：					
給与	0.96	1.17	1.21	1.27	1.31
燃料費	2.18	2.34	2.49	3.16	4.22
修理、保守	0.86	0.15	0.10	0.18	0.18
保険、固定資産、 消耗品、出張旅費等	1.47	0.23	0.26	0.24	0.26
小計	5.47	3.89	4.06	4.85	5.97
合計	-0.48	-0.30	-0.43	-0.93	-1.69

出典：PUC資料

料金体系：

1992年1月1日～6月30日

基本料金	2.50ドル/月
従量料金	
0～1,000KWh/月	5セント/KWh
1,001～10,000KWh/月	12セント/KWh
10,001KWh/月以上	23セント/KWh

また、各部門ごとの支出計画は以下のとおりである。

表 2.1 2 部門別支出計画

単位：百万ドル

	1992	1993	1994	1995	1996
発電部門	3.41	2.92	3.08	3.86	4.95
配電部門	1.28	0.28	0.30	0.31	0.32
維持・管理部門	0.16	0.17	0.14	0.14	0.15
一般事務部門	0.62	0.52	0.54	0.54	0.55
合計	5.47	3.89	4.06	4.85	5.97

出典：PUC資料

表 2.1 1 によると電力料金収支は、ほぼ燃料費分に相当しており、燃料費の全収支に占める割合は約 60% となっている。

この事業収支では年々収支が悪化していくことになるが、現在 PUC は料金改定を実施し収支バランスの改善に努力している。新料金体系実施後の事業収支については第 4 章、4.2.2 項で述べる。

2.3 関連計画の内容

2.3.1 国家開発計画

ミクロネシア連邦政府は、1985年より1989年にいたる第一次5ヶ年国家開発計画を定め、さらに1992年より1996年にいたる第二次5ヶ年国家開発計画を策定した。国家開発の目標として、国家経済の自立、州の平等、州独自性の尊重、州経済の運用、民間活用の経済改善、個々の民力の活用、伝統文化の尊重および環境保護への配慮の8項目を挙げ、州独自性を尊重しながら、これらを統合して経済開発を行なうという高い理想のもとに、経済改革を進める方針である。

国家開発計画に基づいて、現在計画されているプロジェクトの主なものは、チューク州においては、連邦の商業センターを目指した商業港の開発を計画している。ヤップ州では、漁業の振興に重点をおいた漁港の拡大整備計画、コスラエ州は、農・漁業に重点をおいたプロジェクトを計画している。また、ボンベイ州では、ビール工場の建設計画、ソーケス工業団の開発計画、養豚場、公共市場の拡張計画等がある。

2.3.2 ポンベイ州の開発計画

連邦首都パリキールを擁するポンベイ州では、1987年を初年度とする第一次5ヶ年計画において、社会基盤整備を州開発の最重点目標にしてきている。社会基盤整備におけるエネルギー部門は、交通手段整備に次ぐ重点部門として投資されてきた。しかしながら、開発にともなう電力需要の急増と、既存設備の老朽化による発電能力の低下が重なり、深刻な電力不足の状況にあり、開発計画の隘路となっている。

このような状況から、FSMの国家予算計画によりポンベイ州政府独自の予算で、現在2.5MW×2基のディーゼル発電機を本年(1992年)末運転開始予定で建設中である。この発電設備が完成することにより、電力供給待機中の、特にハウジング関連プロジェクトの建設が促進されるものと考えられる。

2.4 要請の経緯と内容

2.4.1 要請の経緯

ポンベイ州は、国家開発計画に基づき、1987年を初年度とする第一次5ヶ年計画を実施中である。州開発計画によれば、1992年から1993年の2年間で大・小15件のプロジェクトの導入を計画しており、この期間における電力需要は急激な増加が予想される。

ポンベイ電力公社は、1994年の電力需要を現在のほぼ2倍の1.0MWに増大すると予測している。

一方、既存施設は老朽化と部品不足による機器不調に加え、1991年11月と1992年1月の台風被害により、現在深刻な電力供給設備の不足状況にある。また、配電システムの欠陥による停電が頻発しており、安定した電力供給が不可能に近い状況にある。

かかる状況から、ミクロネシア連邦政府は、同州の電力設備の拡充と配電システムの改良のための資機材の供与につき、日本国政府の無償資金協力を要請したものである。これに基づき、日本政府は、同計画についての基本設計調査を実施することを決定した。

2.4.2 要請の内容

要請の目的はボンベイ州の発電および配電システムを増強する事により、地域居住者の住環境改善に貢献することである。実施機関および役割は以下のとおり。

プロジェクトの調整 : ミクロネシア連邦 外務省
(External Affair of Government of FSM)
実施機関 : ボンベイ州政府 予算・計画・統計局
(Office of Budget, planning and statistics - O B P S)
施設・機器の管理 : ボンベイ電力公社
(Pohnpei Utilities Corporation - P U C)

F S Mよりの要請内容は以下の4項目である。

(1) ディーゼル発電機

2.5 MW×2基 (スペアパーツを含む) およびその設置、本線との連結、発電所上屋建設

(2) 自動配電システム保護装置

柱上真空開閉器24個の設置 (当初要請では27個であったが、事前調査現地協議時に24個に変更になった。)
自動開閉器リレーおよび事故区間指示機4組の設置

(3) バックアップ・フィーダー用3相配電線のための資機材・工具類およびその建設

Nanpohnmal - Sekera 間 (約2.0km) に13.8kV 配電線新設
Nanpohnmal - Kolonia Connection Point 間 (約4.9km) に13.8kV
配電線新設 (事前調査現地協議時に追加要請あったもの)
Dousokele Bridge間 (約250m) の既存ケーブルの更新

(4) バケットトラックの供与

揚程 : 約15M
作業半径 : 約11M
積載荷重 : 200kg

第3章 計画の内容

第3章 計画地の概要

3.1 計画地の位置および社会・経済事情

3.1.1 計画地の概要

ミクロネシア連邦の首都であるボンベイ島のコロニアは、北緯7°、東経158°、カロリン諸島の一部を構成しており、数多くの環礁からなるボンベイ諸島の中心となる島である。総面積は345km²で、ボンベイ島の面積は334km²である。ボンベイ島は火山島で、中央部は森林で覆われた高い山で占められ、主な海岸はマングロープの湿地で島全体の14%を占めている。

気候は熱帯性で、年間を通じて比較的一定の気温で、平均気温は約28℃である。四季は無いが、1月から2月にかけては比較的雨の少ないシーズンである。ボンベイ島は太平洋諸島の中でも一番湿度が高く、年間平均降雨量は5,000mm、島の中央部の山間部では8,000mmである。

3.1.2 人口

ボンベイ州の人口分布は表3.1のとおりであり、ボンベイ州全体の人口は33,724人であるが、そのうちボンベイ島の6つの町村に91.4%が住み、8.6%は5つの離島に住んでいる。また、コロニアの町は僅か2.6km²しかないが、島全体の21.5%に相当する7,256人が住んでおり、残りの69.9%の住民は島内外周道路の沿線、または道路より800m以内の地域に居住している。

表 3.1 ポンベイ州の人口調査と 1989年、1990年の推計人口

	人口調査		推計人口	
	1973	1985	1989	1990
ボンベイ州合計	19,263	28,671	32,647	33,724
ボンベイ島町村合計	17,259	26,198	29,831	30,816
Kolania	4,795	6,169	7,024	7,256
Kitti	2,427	3,987	4,540	4,690
Madolenihmw	2,627	4,340	4,924	5,105
Nett	2,357	4,067	4,631	4,784
Sokehs	3,216	5,047	5,748	5,938
U	1,837	2,588	2,946	3,043
離島合計	2,004	2,473	2,815	2,908

出典 : ポンベイ州年鑑 1991年

註) : 1989年 1990年の人口は、1973年および1985年の人口調査を基準として3.3%の人口増加率より計算されたものである。

3.1.3 産 業

1) 貿 易

ボンベイ州における貿易は輸入超過であり、1990年の統計によれば貿易収支は20.8百万ドルの赤字となっている。ボンベイ州における主要輸出入品目は次のとおりである。

FSMの貿易の中で、ボンベイ州が占める主要商品輸入高および輸出高をそれぞれ表3.2、3.3に示す。1990年の統計では輸入超過で貿易収支は20.8百万ドルの赤字となっている。

表3.2 ポンペイ州の商品輸入高 (単位：1,000ドル)

	1988	1989	1990
食糧	5,416.7	6,953.4	7,466.0
飲料およびタバコ	3,666.5	2,239.0	3,070.6
天然材料 (未加工材)	24.7	10.0	37.7
石油	1,623.6	155.9	170.4
動物および植物油	6.3	29.3	76.8
化学製品	591.7	735.6	912.3
工業製品	2,790.6	4,885.3	4,914.2
機械および車輛	2,488.9	5,682.9	4,528.3
雑貨品	1,863.3	2,677.4	2,324.0
その他	3.6	839.5	1,003.5
計	18,475.9	24,208.3	24,503.8

出典：ポンペイ州年鑑 1991年

表3.3 ポンペイ州の輸出高 (単位：1,000ドル)

	1988	1989	1990
コブラ	128.4	232.6	497.0
胡椒	316.0	483.4	648.7
バナナ	17.4	36.4	—
その他農産物	52.8	—	—
フルーツこうもり	27.5	—	24.6
高瀬貝	739.7	—	801.3
魚	28.5	—	73.6
かに・えび	15.9	—	—
ココナッツ油・石けん	41.5	33.6	50.3
観光収入	1,684.1	1,821.6	1,548.2
手工芸品	135.3	429.8	101.9
計	3,187.1	3,037.4	3,745.6

出典：ポンペイ州統計表 1991年

(2) 商業と工業

ボンベイ州はミクロネシア連邦の他の州と同様に、大規模な産業プロジェクトに対する投資は無い。天然資源の無いことと限られた狭い市場が、大規模な産業への投資を妨げている。ボンベイ州における軽工業産業としては、ボタン製造工場、胡椒生産工場、食品加工工場および石けん製造工場がある。

(3) 農業

ボンベイ州で生産され、輸出される主な農産物はコブラと胡椒である。1984年以降コブラの値段は継続的に低下し輸出量は低下したが、それでも1988年から1990年の間には年間平均630トンのコブラの生産があった。ボンベイ州の胡椒は特別な種類として市場に出荷されているが、主に価格的に不利なことより胡椒市場での競争力に乏しい。1990年には約65万ドル、量にして81,092ポンドの胡椒を輸出している。また、ボンベイは1週当たり3,500ポンドのバナナをグアムへ輸出している。

表3.4 ボンベイ州のコブラおよび胡椒の生産

年	コブラ (トン)	胡椒 (ポンド)
1986	219	40,000
1987	142	29,972
1988	700	39,500
1989	689	60,426
1990	497	81,092

州政府の補助金を受けている農業分野の事業としては、若鶏生産プロジェクトがある。目的は、州内の消費のため、および輸入の削減である。1990年には22万ポンド以上の若鶏の生産があったが、中期計画の目標としては年間65万ポンド、またはこの地方での需要の約50%を満たす生産に達することである。

(4) 漁業

ボンベイ州は、外洋や養殖の漁業資源の開発を目的として継続的に努力している。網漁法や一本釣漁法でとれる飛び魚、まぐろ、かじき等は輸

出されるか、またはグアム、ハワイ、米本土やアジア諸国へ送られている。珊瑚礁や珊瑚礁で囲まれた礁湖は漁獲が多く、ポンペイの家庭の必要量の大部分とこの地域の需要を満たしている。1993年に操業を予定されている民営の魚処理工場は、漁業産業に活性化をもたらすものと期待されている。

3.2 自然条件

3.2.1 気象

天候は高温多湿であり、年間80%前後雲におおわれた日が続く。

<1990年度の状況>

降雨量	4,826 mm
気温	平均 27.3℃
	最高 27.8℃
	最低 26.8℃
湿度	77%

表3.5 1990年度月別気象データ

月	平均気温 (°C)	降雨量 (mm)	晴天の割合 (%)
1	27.6	298	22
2	27.1	209	37
3	27.8	335	33
4	27.4	454	37
5	27.4	548	28
6	27.5	384	25
7	27.3	213	41
8	27.2	517	35
9	26.9	679	31
10	27.4	405	47
11	27.3	384	22
12	26.8	390	25

(出典：FSM Weather Service)

表 3.6 年度別気象データ

項目 \ 年次	1986	1987	1988	1989	1990	5ヶ年平均
平均気温 (°C)	27.4	27.3	27.3	27.2	27.3	27.3
平均降雨量 (mm)	4,410	5,395	4,194	5,583	4,816	4,880
雲 日 (日)	319	288	282	294	319	300
湿 度 (%)	78	78	78	78	77	77.8

(出典：FSM Weather Service)

3.2.2 海象および過去の台風

年間を通じて風向きは、ほぼ北東の風で一定しており、風速は年平均2.5～3m/sである。満潮と干潮の差は最大で1.50m程度である。ポンペイ島においては、他のミクロネシア諸島と比べ、台風による被害は少ない。近年におけるポンペイ島に被害を及ぼした台風名等を表3.7に示す。

表 3.7

		年 月
熱帯低気圧	エルシー	1985年 1月
台 風	ロラ	1986年 5月
高 潮		1988年 10月～12月
洪水		1989年 4月および8月
台 風	オーエン	1990年 11月26日
台 風	ルース	1990年 12月17日
台 風	ユリ	1991年 11月
台 風	アクセル	1992年 1月

(出典：FSM Weather Service)

3.2.3 地質・地形

ポンペイ島の土壌は、主に黒泥土と粘土であり、年間降雨量の多さにより、その植生は豊富である。

ポンペイ州は、ポンペイ島、25の小島と137の環礁から形成されており、総面積は345km²であり、その位置は北緯6°45'、東経158°15'で、赤道から1,200kmの距離にある。ポンペイ島は火山島で、中央部は森林で覆われた高い山で占められ、主な海岸はマングローブの湿地で島全体の14%を占めている。

表3.8 ポンペイ島の土地面積および標高

(単位：km²およびm)

項目	Kolonia	Kitti	Madolenihmw	Nett	Sokehs	U	計
面積 (km ²)	2.60	92.88	113.71	70.16	47.11	18.54	345.00
面積割合 (%)	1	27	33	20	14	5	100
最高標高 (m)	16.15	670.56	762	670.56	670.56	609.60	

(出典：Year book - 1991年)

3.3 社会環境 (社会インフラの状況を含む)

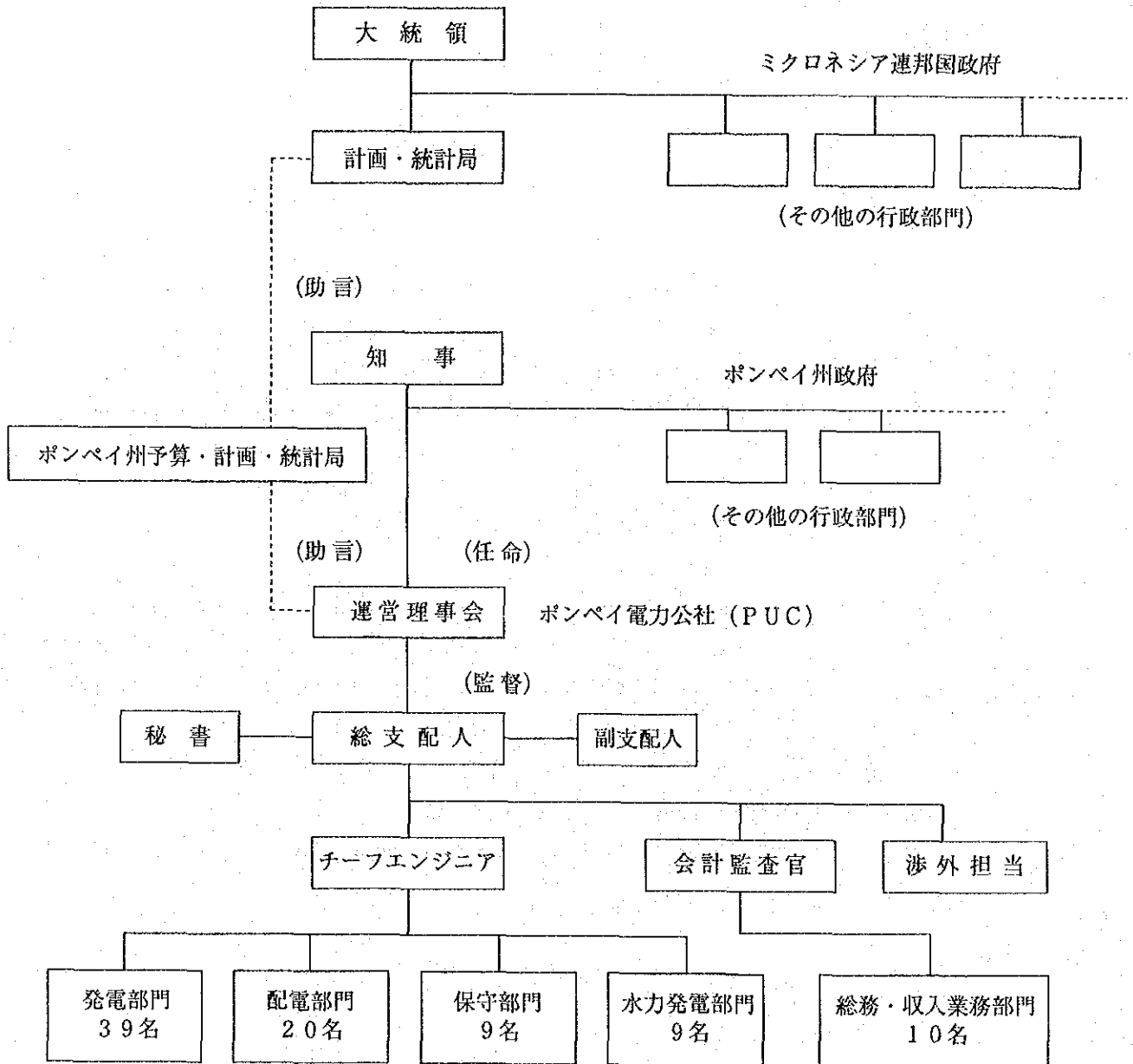
コロニアタウンは上・下水道、電話、道路舗装等、整備されてきているが、都市ガスはない。その他の地区のインフラについては余り整備されていない。特にコロニアタウンの電話回線網は地中化を行っており、非常に良く整備されている。ただし、コロニアタウンにおいても給水は施設からの漏水が多く、時間給水を行なっていることが多い。

3.4 ポンペイ州の電力事業概要

ポンペイ州の電力事業は、ポンペイ電力公社：Pohnpei Utilities Corporation (PUC) により行なわれている。PUCはポンペイ州法第46-88号に基づき、1991年に設立された公益企業 (コロニア地区に所在) であり、州知事より任命された運営理事会 (The Board of Directors) の監督下にある。

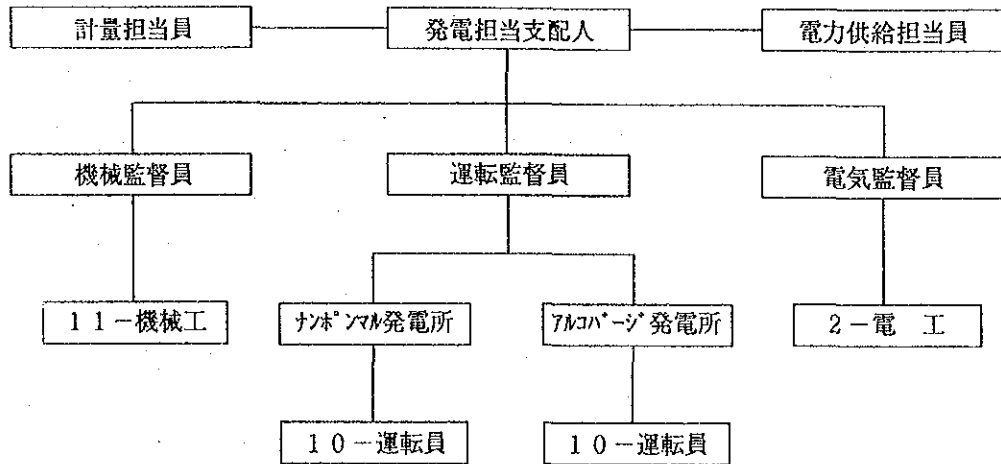
電力設備の拡充や事業運営のための予算計画は、州政府の予算・計画・統計局：Office of Budget, Planning and Statistics (OBPS) が行なっており、OBPSはFSMの計画・統計局：Office of Planning and Statistics (OPS) の助言の下に業務を行なっている。

図 3.1 電力関係官庁組織図

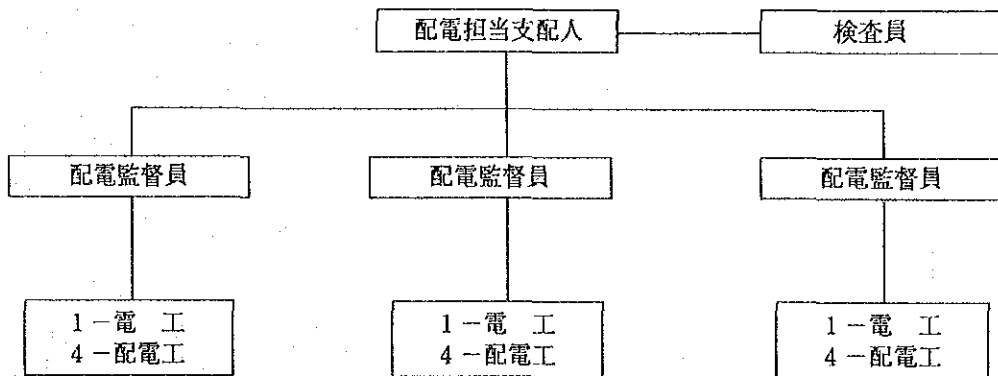


PUCは総支配人以下約100名のスタッフにより構成されている。運転、維持管理部門の構成は以下のとおり。

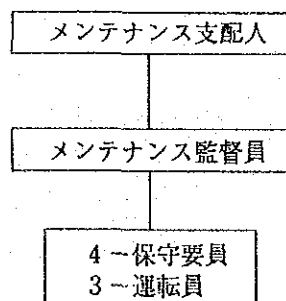
発電部門



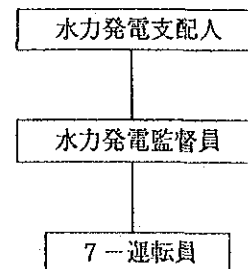
配電部門



メンテナンス部門



水力部門



第 4 章 計画の内容

第4章 計画の内容

4.1 目的

ボンベイ州では、電力需要が後述のとおり1994年には現在の2倍に増大すると予測している。一方、既存の発電施設は老朽化と機器の部品不足による発電能力の低下、機器不調による運転休止に加え、1991年11月と1992年1月の台風被害により、現在深刻な電力供給設備の不足状況にある。また、配電システムの欠陥による停電も多く、安定した電力供給が不可能に近い状況にあり、国民生活に支障をきたすとともに、これは経済自立のための国家経済開発の隘路となっている。

このため、日本国政府の無償資金協力により、既存の発電所（ナンボンマル）に隣接してディーゼル発電所建設および配電システムの改良、配電線の新設を行ない、電力需要の増大に対応出来る施設規模とし、容量的問題を解消し、安定した電力供給を確保するために必要な機材を調達しようとするのが、本計画の目的である。

4.2 要請内容の検討

4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討

(1) 需要予測

ボンベイ州政府、ボンベイ電力公社（PUC）より入手した資料および需要実態調査に基づき以下に示すように、ミクロ的／マクロ的手法の双方で需要予測を行なう。

1) ミクロ的手法による需要予測

① 現在（1992年）の電力需要（発電ベース）

現在の最大電力需要は、1992年5月のPUCの発電所運転日誌により5.4MWと推定される。

② 待機需要

PUC資料によると、1992年／1993年までの待機電力需要は、5,119KW。（表4.1）

表 4.1 待機需要家リスト

No.	需 要 家	電力需要 (KW)
1	水産加工プラント	1,500 *1
2	CCM工業団地 (パリキール)	400
3	パッツ高等学校	80
4	住宅用引込 (220戸)	660
5	ソーケ工業団地	300
6	ポイバイ住宅局プロジェクト	288
7	胡椒工場	22
8	ベトロニックウォルターホテル	75
9	パリキール住宅プロジェクト	210
10	採石場	350
11	連邦開発銀行プロジェクト	500
12	民営住宅プロジェクト	70
13	キャロライン水産加工プロジェクト	500
14	プロイラーコールドストア	350
15	住宅用追加引込	699
	合 計	6,004

(出典：PUC、1992、1993年待機需要家リスト)

※1：水産加工プラントの実負荷容量は調査結果 615KWであった
(1,500KWは計画時負荷容量)。

したがって、待機電力需要は6,004KW - (1,500KW -
615KW) = 5,119KWとなる。

需要家リスト中、プロジェクトの内訳は、

住宅用	： 住宅引込 (220戸)	660KW
	ボイベイ住宅局プロジェクト	288KW
	パリキール住宅プロジェクト	210KW
	民営住宅プロジェクト	70KW
	住宅用追加引込	699KW
	小 計	1,927KW
その他用	： 水産加工プラント	615KW
	CCM工業団地 (パリキール)	400KW
	パッツ高等学校	80KW
	ソーケ工業団地	300KW
	胡椒工場	22KW
	ペトロニックウォルターホテル	75KW
	採石場	350KW
	連邦開発銀行プロジェクト	500KW
	キャロライン水産加工プロジェクト	500KW
	プロイラーコールドストア	350KW
	小 計	3,192KW
	合 計	5,119KW

また、住宅プロジェクト用として1992/1993年の電力引込み計画についてPUCの説明は、1992年に677件の引込み計画があり、そのうち345件についてはすでに引込み済みである。未引込みは332件であるが、その後更に増加し、現在401件の申請が提出されており、1993年に更に280件の引込みが見込まれている。

$$\text{したがって、} (401 + 280) \times 3 \text{KW}^{*2} = 2,043 \text{KW}$$

※2：各住宅の電力需要は、需要率を考慮し平均3KWとする。

照明	300W (Watts)
冷蔵庫	1,000W
フリーザー	1,000W
ライスクッカー	800W
電子レンジ	1,000W
ファン	300W
TV、VTR等	200W
洗濯機	300W
合 計	4,900W

この電力需要は、1992/1993年までの待機需要リスト（表4.1）のうち次の住宅プロジェクトの待機需要1,927KWにはほぼ一致しており、待機需要リストとPUCの説明は整合性がとれているものと判断できる。

上記プロジェクト中、次に列記するプロジェクトについては、その完成度から判断し1992年中に電力供給が必要と推定される。

住宅用	： パリキール住宅プロジェクト	210KW
その他用	： 水産加工プラント	615KW
	ペトロニックウォルターホテル	75KW
	連邦開発銀行プロジェクト	500KW
	合計	1,400KW

したがって、1993年中の待機需要は3,719KWとなる。
すなわち、

住宅用	： 1,927KW - 210KW	= 1,717KW
その他用	： 3,192KW - (615KW + 75KW + 500KW)	= 2,002KW
	合計	3,719KW

1993年中に電力供給が必要と推定されるプロジェクトは、その達成率を住宅プロジェクト用80%、その他プロジェクト用60%と仮定すると
2,570KWとなる。

住宅用	： 1,717KW × 0.8 ÷	1,370KW
その他用	： 2,002KW × 0.6 ÷	1,200KW
	合計	2,570KW

③ 電力需要の推定

上記の待機需要の経緯から最大電力需要を推定する。

・ 1992年中の最大電力需要

現在の最大需要	:	5,400KW
待機需要	:	700KW
(需要率50%と仮定、 $1,400\text{KW} \times 0.5 = 700\text{KW}$)		
合計		6,100KW

・ 1993年中の最大電力需要

1992年のベース需要	:	6,100KW
待機需要(住宅用)	:	690KW
(需要率50%と仮定、 $1,370\text{KW} \times 0.5 \doteq 690\text{KW}$)		
待機需要(その他用)	:	560KW
(需要率46%と仮定、 $1,200\text{KW} \times 0.46 \doteq 560\text{KW}$)		
合計		7,350KW

・ 1994年以降の最大電力需要

次の待機需要家リスト(表4.2)および年度別予測待機需要(表4.3)に基づき、また、次の仮定を用いて推定すると表4.4に示す予測値となる。

- a) プロジェクトの達成率を各年度共住宅用プロジェクト80%、その他のプロジェクト60%とし、未達成分は次年度に繰り越すものとする。
- b) 住宅用電力需要は、需要家への電力引込件数 \times 3KWとする。
- c) 需要率を考慮した係数を住宅用50%、その他プロジェクト用46%とする。

表 4.2 1994 年以降待機需要家リスト

NO.	需 要 家	電力需要 (KW)
1	私立高等学校	200
2	ホテル (ユー)	300
3	井戸ポンプ	100
4	バームテラス	150
5	鋳工場	50
6	ナカソネアパート	300
7	ゴルフ場	200
8	アスファルトプラント (パリキール)	150
9	PCPホテル	150
10	クリフレインボーホテル増築	100
11	マーチンエンタープライズ	75
12	住宅用引込 (265戸)	795
13	研究所	300
14	オーストラリア大使館	75
15	アスファルトプラント (ユー)	100
16	山田アパートプロジェクト	50
17	社会保障ビルディング増築	50
18	ベマードエンタープライズ増築	50
19	アダム胡椒工場	50
20	マドレニミ高等学校	300
21	汚水処理場 (キャピタル)	300
22	プルノーマノールホテル	200
23	PITCビルディング	50
24	シレバスターラドーレアパート	30
25	コスタンアパート	30
26	ETA送水ポンプ	100
	合 計	4,255

(出典：PUC、1994 年以降待機需要家リスト)

表 4.3 年度別予測待機需要

年 度	プロジェクト等の 電力引込数	電力引込 住宅数	合 計 引込数	予測待機需要 (KW)
1992/1993	15	650	665	6,004
1994	25	265	290	4,255
1995	30	291	321	1,863
1996	35	321	356	2,118
1997	40	353	393	2,379
1998	45	390	435	2,655
1999	50	431	481	2,943
2000	55	478	533	3,249

(出典：PUC、1994年以降待機需要家リスト)

表4.4 ミクロ的手法による最大需要予測／発電設備容量

年	待機需要 (kW)		プロジェクトの達成率を考慮 (kW)		需要率を考慮 (kW)		年度別全需要 (kW)	最大電力需要 (kW) (1992年度ベース負荷を6,100kWとする)	推定所要発電設備容量 (最大電力需要×1.2) (kW)		
	全需要	住居	その他	住居 (80%)	その他 (60%)	住居 (50%)				その他 (46%)	
1993	3,719	1,717	2,002	1,370	1,200	690	560	1,250	7,350	8,820	
1994	4,255	(347)	795	(802)	3,460	914	2,557	457	1,176	8,980	10,780
1995	1,863	(228)	873	(1,705)	990	881	1,617	441	744	10,170	12,200
1996	2,118	(220)	963	(1,078)	1,155	946	1,340	473	616	11,260	13,500
1997	2,379	(237)	1,059	(893)	1,320	1,037	1,328	519	611	12,390	14,870
1998	2,655	(259)	1,170	(774)	1,485	1,143	1,422	572	853	13,810	16,570
1999	2,943	(286)	1,293	(948)	1,650	1,263	1,559	632	717	15,160	18,190
2000	3,249	(316)	1,434	(1,039)	1,815	1,400	1,712	700	788	16,650	19,980

注：() 内は前年度の繰り越し需要を示す。

2) マクロ的手法 (人口統計ベース) による需要予測

ポンペイ島の人口と最大需要 (発電電力) の統計を YEAR BOOK 1991、Table 10.1 の "ELECTRICITY PRODUCTION : FY 1983 ~ FY 1999" に基づいて、1人当りの最大発電電力を以下に求める。

表 4.5 人口と最大発電電力

年 度	人 口	最大発電電力 (KW)	発電設備容量 (KW)	設備率	1人当たり 最大発電電力	増加率
1983	23,733	2,570	5,400	210%	0.108	
1984	24,965	2,740	5,400	197%	0.110	1.9%
1985	26,193	3,000	5,400	180%	0.115	4.5%
1986	27,063	3,200	5,400	169%	0.118	2.6%
1987	27,956	3,120	8,400	269%	0.112	-5.1%
1988	28,878	4,200	5,000	119%	0.145	29.5%
1989	29,831	4,840	6,000	124%	0.162	11.7%
1990	30,816	5,200	6,000	115%	0.169	4.3%

1人当りの最大需要は、都市化、所得の増大、生活水準の向上等により増加していく。また、国連統計資料よりミクロネシア連邦国の1人当り国内総生産高 (Per Capita GDP) 1,467\$ /人と同程度のGDPの国の1人当りの発電設備能力から見ても、今後0.30KW /人程度のレベルまでは急速に増加していくと予想される。ここでは、1983年から1990年までの過去8年間の1人当たりの最大発電電力の平均増加率 = 6.18%、一人当たり最大発電電力は1990年の実績値0.169KWを用いて最大発電電力の予測を行なう。設備率は近年 (1988年~1990年) の平均値120%を用いて将来の発電設備容量の推移を求める。

表4.6 マクロ的手法（人口統計ベース）による最大需要予測／発電設備容量

年 度	人 口 (人)	1人当たり最大発電電力 (KW/人)	推定所要発電設備容量 (KW)
1992	32,883	$(1.0618)^2 \times 0.169 = 0.191$	$6,280 \times 1.2 = 7,540$
1993	33,969	$(1.0618)^3 \times 0.169 = 0.202$	$6,860 \times 1.2 = 8,230$
1994	35,090	$(1.0618)^4 \times 0.169 = 0.215$	$7,544 \times 1.2 = 9,050$
1995	36,247	$(1.0618)^5 \times 0.169 = 0.228$	$8,264 \times 1.2 = 9,920$
1996	37,444	$(1.0618)^6 \times 0.169 = 0.242$	$9,061 \times 1.2 = 10,870$
1997	38,679	$(1.0618)^7 \times 0.169 = 0.257$	$9,941 \times 1.2 = 11,930$
1998	39,956	$(1.0618)^8 \times 0.169 = 0.273$	$10,908 \times 1.2 = 13,090$
1999	41,274	$(1.0618)^9 \times 0.169 = 0.290$	$11,970 \times 1.2 = 14,360$
2000	42,636	$(1.0618)^{10} \times 0.169 = 0.308$	$13,132 \times 1.2 = 15,760$

人口増加率は、YEAR BOOK-1991年より3.3%を用いた。

表4.4および表4.6をそれぞれ図4.1および図4.2に示す。

PUCの需要予測によれば、1994年度の電力需要は現在(5.4MW)のほぼ2倍になると予測している。本基本設計調査における1994年度の推定電力需要はミクロ的予測で9MW、マクロ的予測で7.5MWとなる。

電力の安定供給を考えた場合、発電設備容量には一般的に設備率を考慮している。4.2(2)項に述べたごとく、PUCの近年(1988~1990年)の設備率の平均値120%を用いた推定所要設備容量(最大電力需要×1.2)は、それぞれミクロ的予測において10.8MW、マクロ的予測において9MWとなる。

なお、推定電力需要の推移は、ミクロネシア連邦の経済機構が対外資金援助に頼っている現状などを勘案すると、ミクロ的予測のベースとなっているプロジェクトが毎年度計画通り遂行されていくとは考え難い。実際の電力需要の推移は、過去の実績をベースにしたマクロ的予測に近い傾向で推移するものと考えられる。

したがって、本計画についてはマクロ的予測に基づいた予測値を用いることとする。

图 4.1 推定所要発電設備容量 (ミクロ的手法)

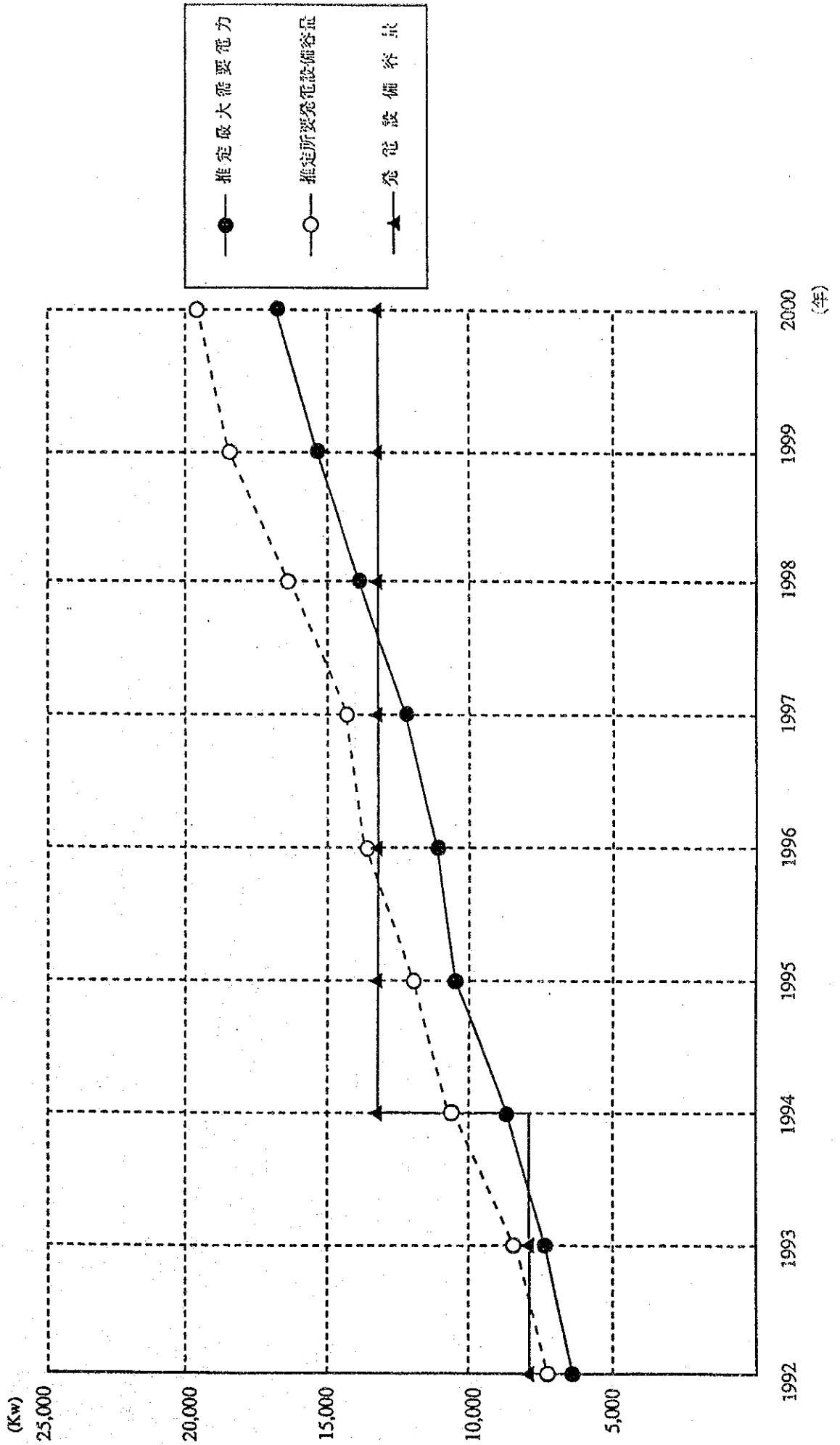
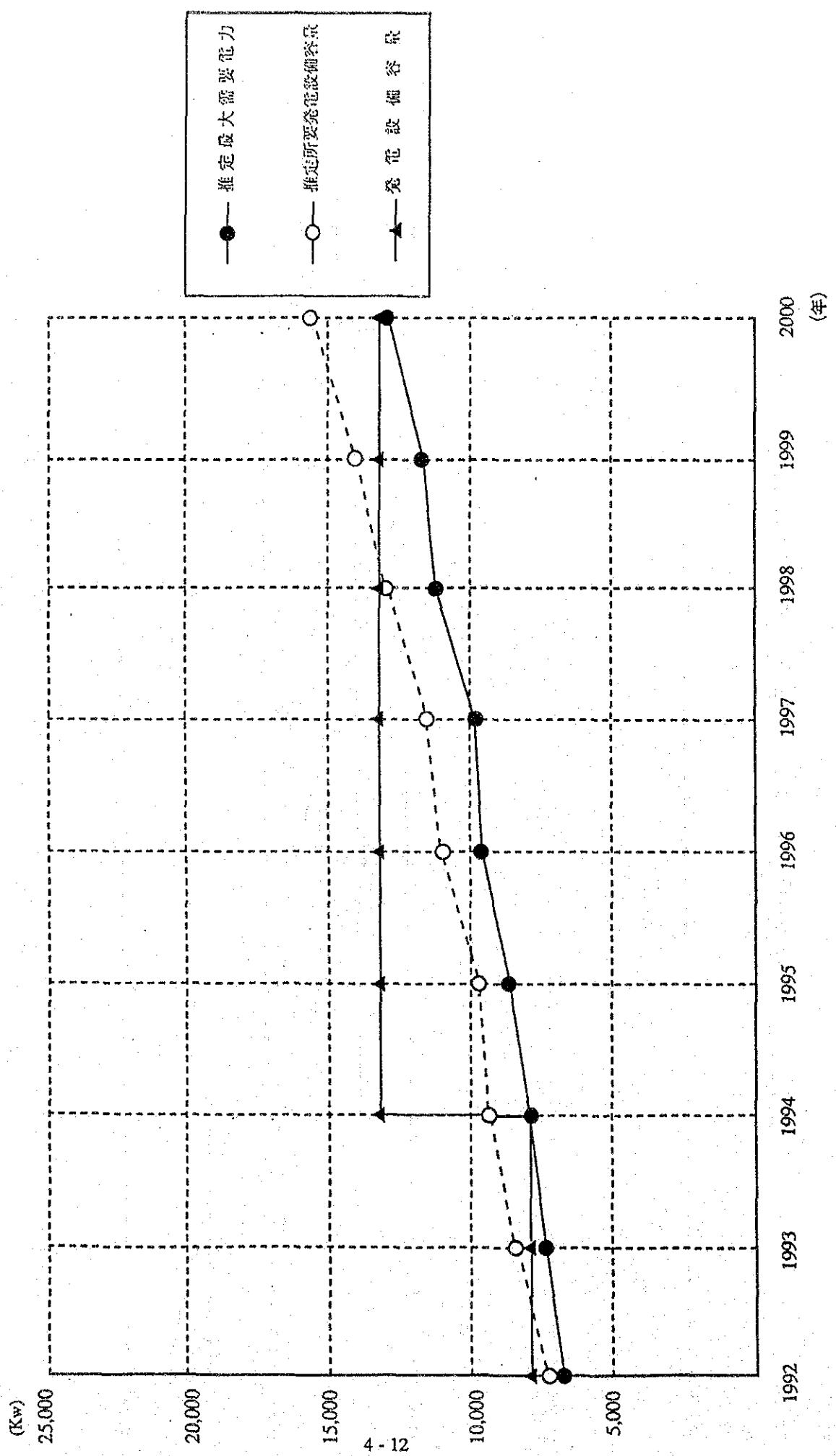


図 4.2 推定所要発電設備容量 (マクロ的手法)



4.2.2 実施・運営計画

本計画の実施主体は、ミクロネシア連邦国、ボンベイ州政府の予算・計画・統計局（Office of Budget, Planning and Statistics ; O B P S）で、プロジェクト完成後の施設の管理・運営、維持はボンベイ電力公社（Pohnpei Utilities Corporation : P U C）が行なう。

P U Cは、ボンベイ州の法律第46-88号に基づき、1991年に設立された（The State Department of Public Works から分離独立）公益企業であり、州知事が任命する運営理事会の監督下にある。

電力関係官庁およびP U C組織は、第3章の図3.1に示したとおりである。

P U Cの総支配人にはオーストラリア人（ボンベイ州政府と個人契約）が雇用されており、総支配人のもとに事務（会計）・発電・配電・保守の各部門があり、約100名のスタッフで構成されている。

なお、新規設備完成後（1992年末稼働予定）は、アルコバージ発電所を閉鎖し10名のオペレーターは全員ナンボンマル発電所に移籍させ、新規設備および日本からの援助設備の運転要員とする計画となっている。

したがって、日本の無償資金協力による機材供与後も充分対応できる運営体制であると考えられる。

P U Cの1992年会計年度以降の新料金体系（1992年7月1日以降）に基づいた電力事業収支計画の概要を表4.7に示す。

新料金体系の実施により、従来赤字体質の財務内容が改善され黒字に転換している。このことは、今後P U Cが独立採算で運営していくために必要な財源の確保に努力しているものと考えられる。

新料金実施時の使用電力量（KWH/月）に対する従量料金の支払い区分は1992年2月のP U C料金徴収実績表に基づいて区分した。

1992年2月の料金徴収表に基づく料金支払い区分

料 金	旧料金 (1992年1月1日～6月30日)	新料金 (1992年7月1日以降)
5 セント/KWH	37%	17%
12 セント/KWH	51%	20%
23 セント/KWH	12%	63%

表 4.7 電力事業収支計画

単位：百万ドル

	会計年度 (10月1日から翌年9月30日まで)				
	1992	1993	1994	1995	1996
収入：					
エネルギー・グラント	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
電力料金	3.09	3.95	4.53	5.03	5.65
州政府の補助	2.20	0.30	0	0	0
小計	6.29	5.25	5.53	6.03	6.65
支出：					
給与	0.96	1.17	1.21	1.27	1.31
燃料費	2.18	2.34	2.49	3.16	4.22
修理、保守	0.86	0.15	0.10	0.18	0.18
保険、固定資産、 消耗品、出張旅費	1.47	0.23	0.26	0.24	0.26
小計	5.47	3.89	4.06	4.85	5.97
合計	0.82	1.36	1.47	1.18	0.68

新料金体系 ；

1992年
7月1日以降～

基本料金	2.5ドル/月
従量料金	
0～1,000 KWh/月	—
1,001～10,000 KWh/月	—
10,001 KWh/月以上	—
0～500 KWh/月	5セント/KWh
501～1,000 KWh/月	12セント/KWh
1,001 KWh/月以上	23セント/KWh

4.2.3 類似計画および国際機関等の援助計画との関係・重複等

ポンペイ州政府は、現在深刻な電力供給設備の不足状況の解消、および1994年には現在の2倍に増大すると予測されている電力需要の対応策として、現在2.5MW×2基のディーゼル発電施設を建設中である（1992年12月末稼働予定）。本事業はFSMの国家予算計画に基づきポンペイ州政府独自の予算で実施されている。なお、本事業以外には、国際機関等の援助による事業はない。

4.2.4 計画の構成要素の検討

本計画は発電所の建設および配電設備の改善を行なうものであり、全体計画は次に示す要素で構成される。

- (1) 電力の安定供給が可能な規模の低速ディーゼル発電設備とその設置および発電所上屋の建設
- (2) バックフィーダーの新設および更新
- (3) 自動配電保護装置の設置
- (4) バケットトラックの供与（配電施設のメンテナンス用）

本計画の目的は安定した電力供給を確保することであり、そのためには、電力供給に係る全体のシステムとして必要な発電設備、配電施設およびシステムの保護装置等が不可欠な条件となる。本計画の構成要素は、その不可欠な条件を満たしていることから妥当なものとする。

4.2.5 要請施設・機材の内容検討

本計画の主な施設、機材の内容は前項4.2.4に示す4項目であり、これは要請と同一内容である。各項目とも本計画の目的とする安定電力供給の確保のため最低限必要な施設、機材であるとする。

(1) 発電設備

2.2.2項に述べたように、ナンボンマル発電所の電力供給能力は1992年末には次のとおりである。

既存設備 : 3.2 MW
工事中的新規設備 : 5.0 MW (2.5 MW×2台、600回転/毎分)
(1992年12月稼働予定)
合計 8.2 MW

4.2、1) 項における需要予測に基づく、1994年の推定所要発電設備容量は9 MWとなる。

本計画の目的である安定電力供給のため、本来ベースロード用常用運転に適していない既存のキャタピラ社製高速機(1,200回転/毎分)の用途を予備機として考えた場合、日本製新規設備の5 MWだけとなり、推定所要設備容量の9 MWに対応できない。

新たに、4 MW以上の発電設備が必要となる。

高速機を常用運転に使用することは、エンジンの主要部分であるピストン、連結棒、クランク軸、カム軸等の機械磨耗を促進し、エンジン本体の寿命を短縮することとなる。常用運転には、中・低速機(600回転/毎分以下)を使用することが望ましい。

既存設備(高速機1,200回転/毎分)は、ピークカット用あるいは新規設備の事故、保守時に代替運転用として使用することにより、効率的に発電所の運用ができ安定電力供給が可能となる。

したがって、要請にある5 MWの機材供与は妥当なものと考えられる。

また、この5 MWの機材供与により、ナンボンマル発電所の電力供給能力は13.2 MWとなる。すなわち、

$$3.2 \text{ MW (既存設備)} + 5 \text{ MW (工事中)} + 5 \text{ MW (機材供与)} = 13.2 \text{ MW}$$

図4.2に示すとおり、13.2 MWの発電設備容量は、1998年の推定所要発電設備容量に対応する。

これは、5 MWの機材供与することにより、今後約5年間(1994～1998年)は電力の安定供給が可能と推察される。

(2) 配電設備

1) バックフィーダーの新設

13.8kV配電線は全体が1つの系統からなっているため、島内の1ヶ所で事故が起きても発電所内の遮断機がトリップし、全島が停電するという欠陥をもっており、要請にあった下記バックフィーダーの新設は電力の安定供給には欠かせない施設と考えられる。

① Nanpohnmal - Sekera間 (約2.0 km) に13.8kV 3相4線の配電線を新設する。

② Nanpohnmal - Kolonia Connection Point間 (4.9 km) に13.8kV 3相4線の配電線を新設する。

①、②のバックフィーダーの新設により13.8kVは、独立した下記3系統のフィーダーとなる。

- ・ Kolonia 系統
- ・ 島東部系統
- ・ 島西部系統

バックフィーダー接続点の近傍には常時開の柱上開閉器を設置するので、上記系統の1つに事故が起きても、常時開の開閉器を閉じることにより、他の系統へ電源供給が可能になり、電力に対しての信頼度は大幅に改善される事になる。

③ Dousokele Bridge - Meitik 間 (約4.9km) を3相配電線にする。

上記③に関しては、下記の代案がPUCより基本設計調査時に出された。

代案-1 : 橋にポールを立て架空配電線を新設する。

代案-2 : 既設のケーブルを架空線と仕様上整合性のあるケーブルに更新する。

PUC側は地中配電の経験が無く、架空配電に比べ信頼性が低いとの考えから、架空線の要請が出たものと思われるが、樹木等が配電線に触れる事故が多発している現状を考えると、地中、橋桁の側面にそってケーブルを布設する方法が最も安全と考えられる事をPUC側に説明し、代案-2が採用される事となった。

2) 自動配電システム保護装置の設置

① 遅延タイマー、マグネット付の柱上開閉器を設置する事により

- ・ 系統内の事故点を自動的に切り離しが出来る。
- ・ 事故点の早期発見
- ・ 停電時間の短縮

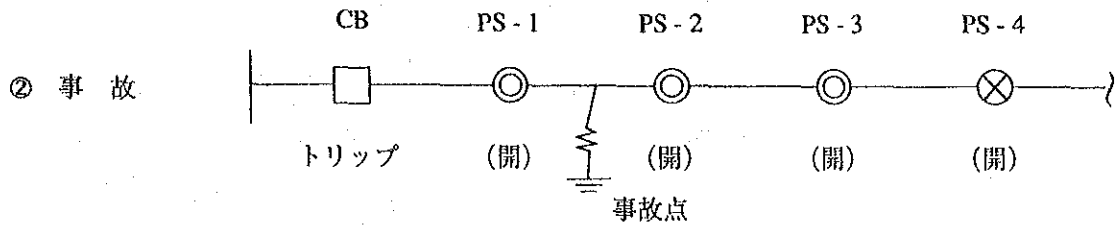
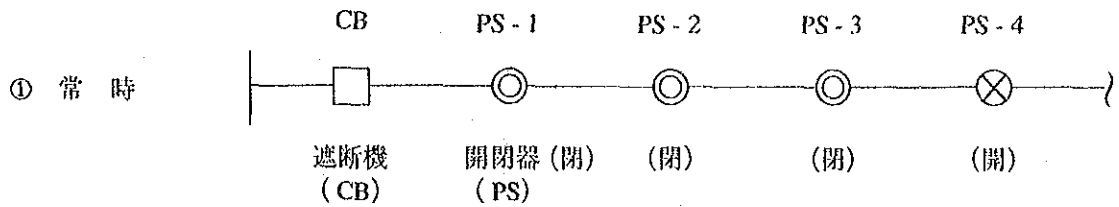
等が可能になり、多発している停電事故の現状を考えると要請にある柱上開閉器の設置は電力の安定供給に大きく寄与するものと考えられる。

常時開の柱上開閉器4個については、フィーダー数4回線(4.16kV含む)となるため、適切な個数である。また、常時閉の柱上開閉器20個についても、本システムの場合、1フィーダー当たりの開閉器の最大取付け個数が6個であることから判断し、適切な個数と考えられる。

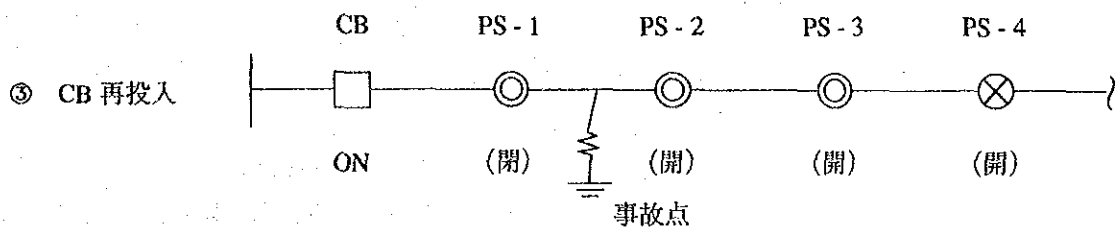
② 自動化のグレード

要請書には、自動化のグレードについて述べられてなく、PUC側と協議を行なった。PUCは、簡便方式と遠方制御可能な方式の中間程度のグレードを考えていたものの、現実的には将来のメンテナンスを考え、最も基礎的である簡便方式を採用する事になった。

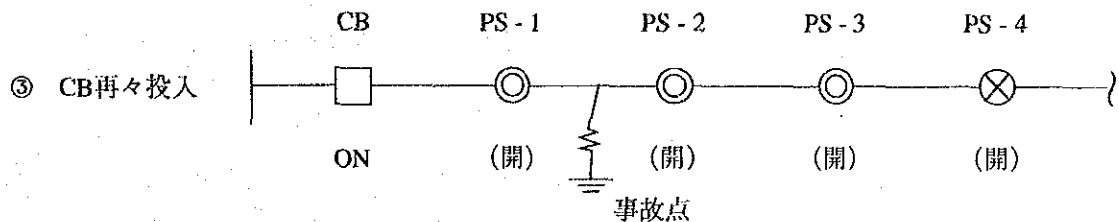
簡便方式の概略は下記のとおりである。



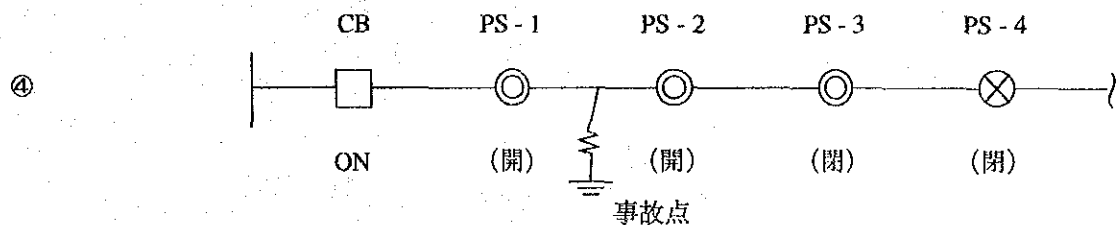
事故発生時 CB はトリップし、この時点で常時閉だった PS-2、PS-3、PS-4は開となる。



CB が再投入されて PS-1 の 1 次側に電圧が発生し、7 秒後に PS-1 は自動的に閉じるが、PS-1 の 2 次側が事故点のため、再度、事故電流が流れて CB がトリップする。この時点で、PS-1、PS-2 は開の状態にロックされる。



CB が投入されて PS-1 の 1 次側に電圧が発生するが、PS-1 は開ロック状態となっているため、開の状態を保持する。



PS-4 は、この系統で一定時間電圧が無い事を判断して自動的に閉じる。PS-3 の右側に電圧が発生し、7 秒後に PS-3 は閉じる。PS-2 はロック状態なので PS-2 の右側まで電力の供給が行なわれる。

PS-1、PS-2 区間の事故を復旧した後、マニュアルで最初に PS-4 を開にした後、PS-1、PS-2、PS-3 を閉じる。

一方、フィーダー制御盤に取りつけてある事故区間表示器は、③のCB再投入から再びトリップするまでの時間をカウントしてその事故区間を表示する。

時間が7秒の時は、事故点はPS-1とPS-2の区間となり、14秒の時はPS-2とPS-3の区間となる。

ロック状態とは投入拘束の意味で、電圧が加わっても内部回路の動作により柱上開閉器に閉の信号を送らない状態をいう。

一方、遠方制御方式とは上記コンベンショナル方式に加え遠方より開閉器に制御、監視が可能になる。

この場合、制御用ケーブルが島全域に必要となりシステムのメンテナンスも複雑化してくる。

日本でもそうであったように、最初にコンベンショナル方式を採用し、このシステムを熟知した後、遠方制御方式を将来採用するのが妥当と考えられる。

4.2.6 技術協力の必要性検討

現在PUCは、既存設備の運転・維持管理を独自で行なっていることより、今後共専門家の派遣は必要ないと考えられる。

PUCは、現在建設中の発電設備（2.5MW×2台）について、電気/機械技能者各々2名を機器納入メーカーにおいて3ヶ月のトレーニングを行なっている。本計画についてもPUCは同様のトレーニングを希望している。

本計画の設備完成後の運用を円滑にするために、運転・保守要員に対し、日本において同様のトレーニングを行なうことが効果的と考える。

発電所は24時間連続運転を行なうため、発電設備に習熟した運転要員は、少なくとも電気/機械技能者各1名の2-グループ編成が必要となり、このグループの交替勤務体制となるため、1-発電所について4名の習熟要員が必要となる。したがって、本計画の運転要員として、電気/機械技能者各々2名のトレーニングは必要と考える。

4.2.7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討により計画の目的の妥当性、必要性、技術的な可能性、ボンベイ州政府の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の趣旨に合致していることから、日本の無償資金協力の前提として、以下に計画の概要を検討し基本設計を実施することとする。

安定した電力供給は、適切な施設と適切な運転、維持管理の上に成り立つものである。今回の計画は適切な施設を供与するものであるが、安定した電力供給の確保には、運転・維持管理を行なうPUCの運転、維持管理体制の確立が前提となる。

4.3 計画の概要

4.3.1 実施機関および運営体制

今回の計画は、既存の施設（現在工事中、1992年12月末稼働予定）と同規模の発電所の建設と配電施設の改善である。計画完了後の運転、維持管理はボンベイ電力公社（PUC）が担当する。

組織・人員配置計画は、第3章の図3.1に示したとおりである。

4.3.2 事業計画

本計画は、4.2、(1)項の需要予測に基づく、1994年の推定所要発電設備容量9MWに対し、安定した電力供給が可能な適正規模の発電所の建設を行なうことと配電設備の改善を行なうことである。

施設の建設計画にあたっては、既存施設との整合性を考慮し、効率的で目的達成に必要な最小限の施設を計画する。

事業の主な内容は、以下のとおりである。

- (1) 2.5 MW×2基とその設置および発電所上屋の建設
- (2) バックフィーダーの新設
- (3) 自動配電保護装置の設置
- (4) バケットトラックの供与（配電施設のメンテナンス用）

4.3.3 施設、機材の概要

本計画で予定されている施設、機材の概要は以下のとおりである。

(1) 2.5 MW×2基のディーゼル発電設備の設置および発電所上屋の建設。

発電所上屋の計画面積は次のとおりである

棟名	室名	面積
ディーゼルプラントハウス	発電機室	297m ²
	電気室	90m ²
	コントロール室	30m ²
合計		417m ²

(2) バック・フィーダーの新設

- 1) Nanpohnmal - Sekera 間 (約2.0 km) に13.8kV 3相4線の配電線を新設する。
- 2) Nanpohnmal - Kolonia Connection Point 間 (4.9km) に13.8kV 3相4線の配電線を新設する。
- 3) Dousokele Bridge間の既存ケーブルを更新する。(約250m)

(3) 自動配電保護装置の設置

- 1) 柱上開閉器を24個を設置する。
- 2) 自動再閉路リレーおよび事故区間表示器4組を発電所のコントロール室内に設置する。

(4) 配電施設のメンテナンス用にバケットトラックを供与する。

4.3.4 維持・管理計画

計画実施後の維持管理は4.2.4項で述べたようにボンベイ電力公社（PUC）が担当することとなる。本計画は既存発電所の増強と配電施設の改善、新設を行なうものである。

したがって、基本的には既存施設の維持管理と特に変わる点はないものと考えられる。

発電設備の運転要員については、現在建設中の新規発電所完成後（1992年12月末稼働予定）アルコバージ発電所は閉鎖となり、10名の要員がナンボンマル発電所に移る計画となっている。

本計画実施後はこの要員から必要数が充当されることとなる。

設備は適正な運転を行なうことで、その機能が十分に発揮されるものであり、適正な運転を確保するため標準的な点検管理計画を表4.8および4.9に示す。

A重油使用の場合の概略の運転費用（ランニングコスト）は次のようになる。

算出条件

発電機出力	: 2,500 KW×2台=5,000 KW	— (1)
発電機機関出力	: 3,750 PS×2台=7,500 PS	— (2)
年間運転時間	: 24 hr×250日=6,000 hr/年	— (3)
年間発電量	: 6,000 hr×5,000 KW=30,000,000 KWh	— (4)
燃料消費量	: 141 gr/PS/hr (=0.2359 l/KW·hr)	— (5)

計算式

$$\frac{141}{1.000 \times 0.7355 \times 0.956 \times 0.85} = 0.2359 \text{ l/KW} \cdot \text{hr}$$

ここに、

0.7355 = PS/KW換算

0.956 = 発電機効率

0.85 = A重油比重

潤滑油消費量 : 0.8 gr/PS·hr — (6)

比重 0.95 — (7)

使用燃料 : A重油（発熱量 10,200 kcal/kg）

1) 燃料費

1,627,710ドル

計算式

$$(4) \times (5) = 30,000,000 \text{KW} \times 0.2359 \text{ l / KW} \cdot \text{hr} = 7,077,000 \text{ l}$$

$$1 \text{ l} = 0.23 \text{ドル}$$

$$1 \text{米ガロン} = 0.88 \text{ドル}$$

$$1 \text{米ガロン} = 3.785 \text{ l}$$

2) 潤滑油費

46,701ドル

$$(2) \times (6) / (7) = \frac{7,500 \text{PS} \times 0.8 \text{gr} / \text{PS} \cdot \text{hr}}{0.95} = 35,924 \text{ l}$$

$$1 \text{ l} = 1.30 \text{ドル}$$

3) 冷却水費

次の理由により考慮しないものとする。

- ・ ポンペイ州では現在水道料金制度がない。
- ・ エンジン冷却用循環水量（エンジン2台で約 $240 \text{ m}^3 / \text{hr}$ ）の蒸発分の補給水（循環水量の $0.1\% / \text{hr}$ ）で使用量が小さい。
- ・ 日本の水道料金（ $50 \text{円} / \text{m}^3$ ）で計算して年間 $60,000 \sim 70,000 \text{円}$ 程度である。

4) 定期点検費

150,000ドル

$$30,000,000 \text{KW} \times 0.005 \text{ドル} / \text{KWh} = 150,000 \text{ドル}$$

5) 人件費

28,000ドル

運転要員 4名

平均年収 7,000ドル/人とする。

$$7,000 \text{ドル} / \text{人} \times 4 = 28,000 \text{ドル}$$

運転費用合計 : 1,852,411ドル (0.06ドル/KWh、8.03円/KWh)

ランニングコストのうち燃料費の占める割合は80%以上となる。

PUCの収支計画は、電力料金の値上げによりバランスが保たれているが、発電所運営上、最も大きな支出となる燃料費の低減を計り、健全な収支バランスに努力する必要があると考える。

一般的に実施されている燃料費低減の方法として、A重油およびC重油の両焚きとする。エンジンをスムーズに始動・停止させるため、エンジンの始動時および停止前にA重油を使用し、連続運転中はC重油を使用する。

本計画の発電設備に、前述の燃料費低減方法を実施した場合の概算経済効果は次のとおりである。

1) 燃料費

1,186,440ドル

$$7,077,000 \text{ l} \times \frac{0.95}{0.85} \times 0.15 \text{ ドル} = 1,186,440 \text{ ドル}$$

7,077,000 l = 年間の燃料消費量

A重油 (比重 0.85) = 1 l = 0.23ドル

C重油 (比重 0.95) = 1 l = 0.15ドル

A重油を使用した場合の年間の燃料費1,627,710ドルに対し、C重油使用の年間の燃料費は1,186,440ドルである。すなわち、年間約40万ドル (1,627,710ドル - 1,186,440ドル = 440,000ドル) の燃料費の低減が計れる。

注：コスト算出に当り、各費目の単価はPUCの資料を引用した。

2) C重油対応のための改造費用

600,000ドル

— エンジン本体の改造費 : 150,000ドル

・ 噴射ノズル

・ 排気弁、他

ー C重油処理設備費 : 450,000ドル

- ・ 燃料貯油槽
- ・ セットリングタンク
- ・ サービスタンク
- ・ ポンプ類
- ・ ピューリファイヤー
- ・ エアーセパレーター
- ・ 燃料切替弁
- ・ 潤滑油ピューリファイヤー
- ・ 配管材料、他

C重油対応のための改造費用は概略60万ドルとなるが、C重油を使用した場合、年間の燃料費の節約が約40万ドルとなり、2年以内に改造費用の償却が可能である。

表4.8 設備点検管理計画

(A重油使用時)

点検区分	作業内容	運転時間 (Hr)						
		毎日	1週間	1ヶ月 300 500	3ヶ月 1,000 1,500	6ヶ月 2,000 3,000	1年 4,000 6,000	
シリンダヘッド関係	シリンダヘッドカバー	内部点検 (ローテータ回転具合その他)	○					
	燃料ノズル	噴射圧力、噴霧状態点検、清掃				※○		700~1,200 Hr
	吸気弁	点検、摺合せ					○	
	排気弁、排気弁箱	点検、摺合せ				※	○	3,000~4,000 Hr
	起動弁	点検、摺合せ					○	
	シリンダ安全弁	点検、摺合せ					○	
	ローテータ	開放点検					○	
	弁パネ	点検					○	4,000~6,000 Hr毎カーフェック
	弁端隙間	点検、調整				○		第1回目点検50 Hr
	弁開閉時期	点検					○	
	シリンダヘッド	開放清掃					○	
	ヘッド締付力点検					※	○	
主連動部関係	ピストン	ピストン抜き、清掃、計測、点検						8,000~10,000 Hr
		ピストンリング点検						8,000~10,000 Hr
		ピストンピン計測、点検						8,000~10,000 Hr
	連接棒	ピストンピンブッシュ点検						8,000~10,000 Hr
		クランクピン軸受メタル点検						8,000~10,000 Hr
		連接棒ボルト締付力点検					※	○
	シリンダライナ	内面計測、点検						8,000~10,000 Hr
		ライナ抜き、ジャケット部点検						4年 (16,000~24,000 Hr)
	クランク軸	クランクピン、ジャーナル計測、点検						2年 (8,000~12,000 Hr)
		デフレクション計測調整					○	
	三軸受	主軸メタル点検						○
バランスウエイトボルト締付力点検							2年 (8,000~12,000 Hr)	
カム軸	主軸受ボルト締付力点検						○	
	カム、ローラの当り点検			○				
	タペット、ブッシュ当り点検						2年 (8,000~12,000 Hr)	
	カム軸計測、点検						4年 (16,000~24,000 Hr)	
	カム軸受メタル点検						4年 (15,000~24,000 Hr)	
タイミングギヤ	燃料カム締付ナットトルク点検				※		燃料噴射タイミング調整毎	
	当り、バックラッシュ点検						2年 (8,000~12,000 Hr)	
	アイドルギヤブッシュ点検						2年 (8,000~12,000 Hr)	
燃料制御関係	ボルト締付力点検						2年 (8,000~12,000 Hr)	
	ガバナ	作動油油点検	○					
		作動油点検、交換				※	○	
機器計器関係	燃料制御リンク	主要部開放点検					○	
		点検		○				
		調整、注油		○				
	ポンプ類	開放、点検					○	
		シール交換					○	漏洩時
計器類	回転針、指度の検定					○		
	圧力計、温度計点検					○		
保護装置類	計器板防護ゴム点検					○		
	点検、テスト			○				

注) ※印は第1回目の点検を示すが、早目に行ない、状況により最適開放間隔を設定すること。