

No. 1

国際協力事業団  
パラオ共和国  
資源開発省

パラオ共和国  
配電網改善計画  
基本設計調査報告書

平成5年12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

無調一  
C-R(3)  
93-182

国際協力事業団  
パラオ共和国  
配電網改善計画基本設計調査報告書

平成5年12月

株式会社  
パシフィック  
コンサルタンツ

214  
644  
GRF

11-111



27922

JICA LIBRARY



1120409(6)

国際協力事業団

27922

国際協力事業団

パラオ共和国

資源開発省

パラオ共和国

配電網改善計画

基本設計調査報告書

平成5年12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、パラオ共和国政府の要請に基づき、同国の配電網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5年8月9日から9月1日まで外務省 経済協力局 無償資金協力課 渡辺 英直氏を団長とし、(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、パラオ共和国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、平成5年11月9日から11月17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5年12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、パラオ共和国における配電網改善計画 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5年8月6日から平成5年12月27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、パラオ共和国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、パラオにおける現地調査期間中は資源開発省、計画・統計室、公共事業局の関係者、ならびにグアムにおいては在アガナ日本国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切望いたす次第です。

平成5年12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

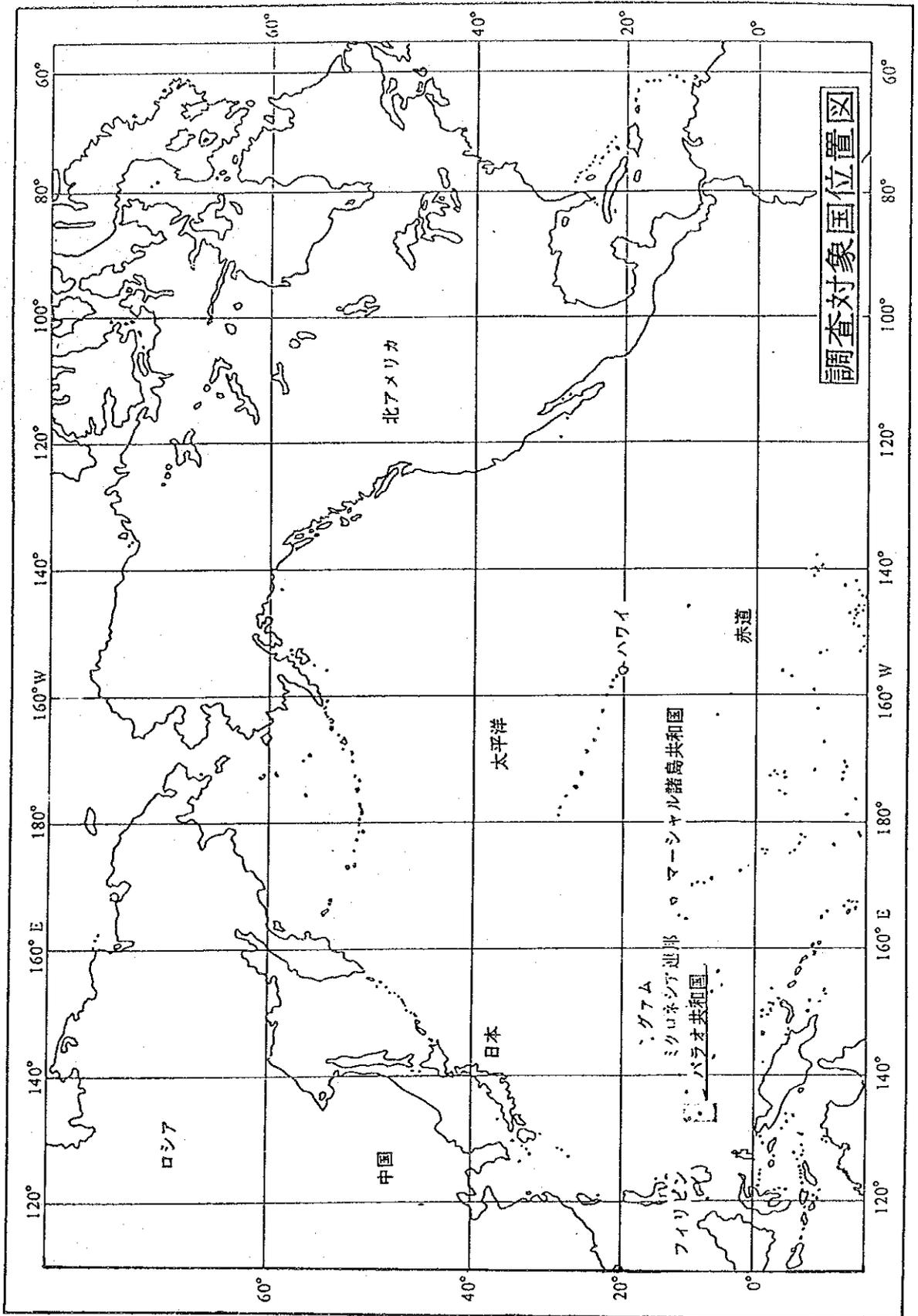
パラオ共和国  
配電網改善計画 基本設計調査団  
業務主任 大 淵 雄 興





## 地図・写真









1. コロール地区13.8KV配電線路の状況



写真-1-1

電線のたるみのため、樹木が電線に接触している箇所が多数あり、断線・地絡・短絡による停電が頻発している。



写真-1-3

電柱が木製で老朽化している上、電話線の張力により倒壊寸前の状態である。本計画では強度が大きいコンクリート柱を適用する方針である。



写真-1-2

電柱に電話線・ケーブルテレビ線が無計画に共架されており、電柱強度上、脅威となっている。



写真-1-4

このような電話線・ケーブルテレビ線は、本計画で供与する電柱に施設することを禁じることにした。

## 2. アイライ変電所、マラカル変電所

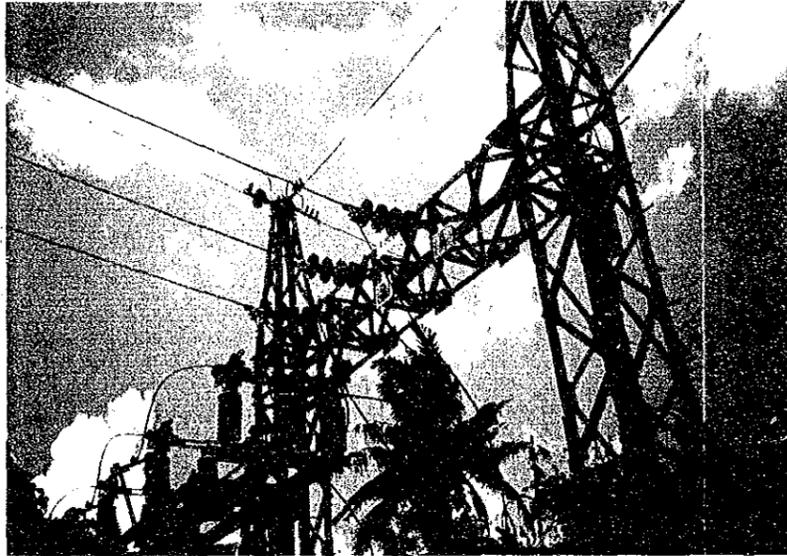


写真-2-1

アイライ変電所。1984/1985年度 日本国無償資金協力プロジェクトで建設された。



写真-2-2

アイライ変電所内10MVA変圧器。この変圧器の保守点検を可能とする新マラカル変電所の建設が本計画の重点事項である。

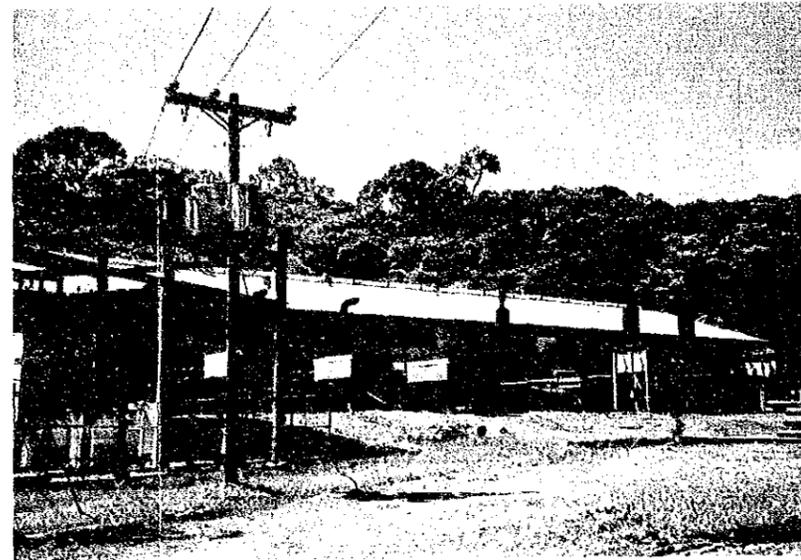


写真-2-3

新マラカル変電所建設予定地。左側が既存マラカル変電所。

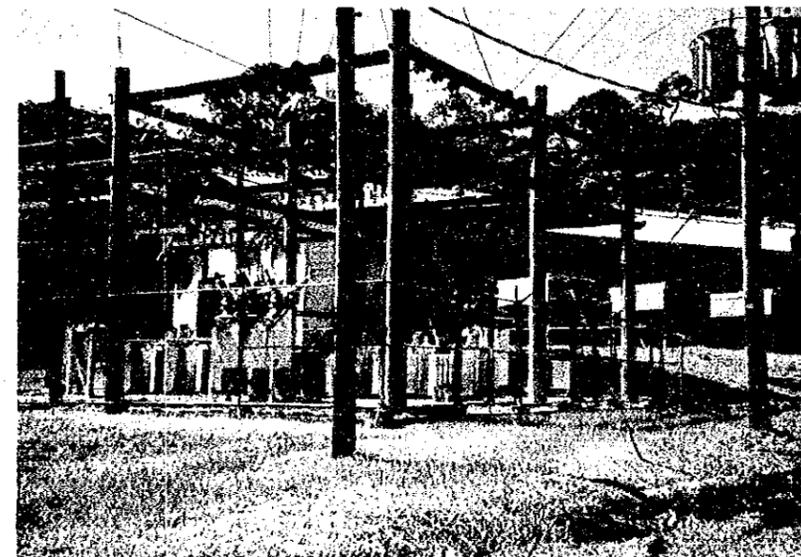


写真-2-4

マラカル変電所。機器の老朽化が進み信頼性が低下している。本計画の実施に伴ない、この変電所は撤去される。

### 3. 送配電線路計画

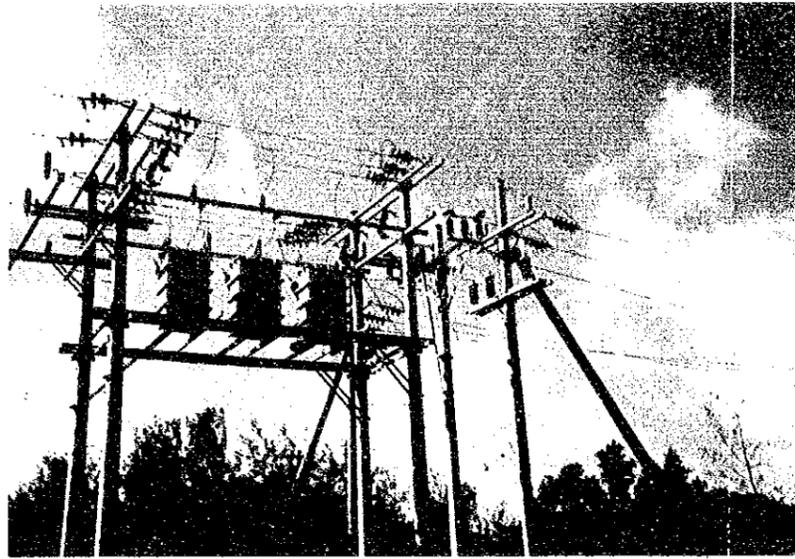


写真-3-1

ネッケン地区の柱上変電所。この地点で34.5KV送電線を分岐し、コクサイ地区まで送電線路を建設する。



写真-3-2

コクサイ地区。ここから未電化地域4州に34.5KV/13.8KV送配電線路を建設する。

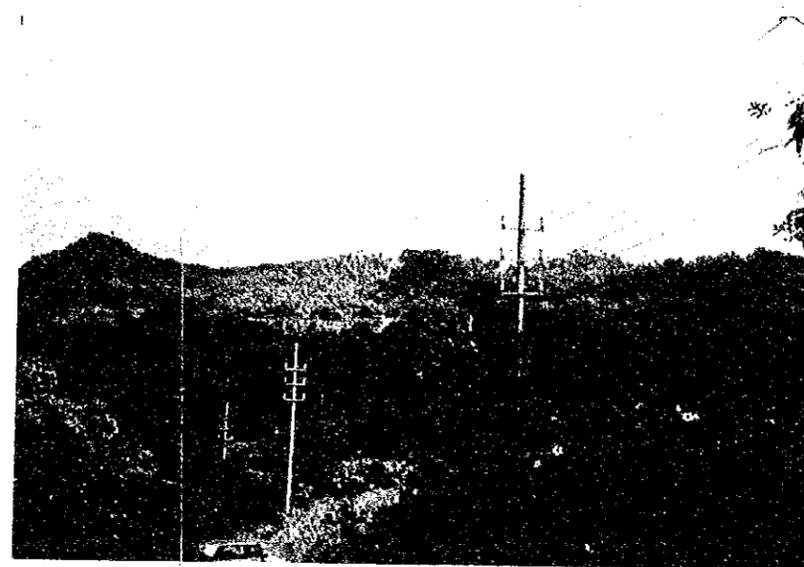


写真-3-3

34.5KV送電線路。本計画では既存設備との整合性を図り、同様の送電線路を建設する。

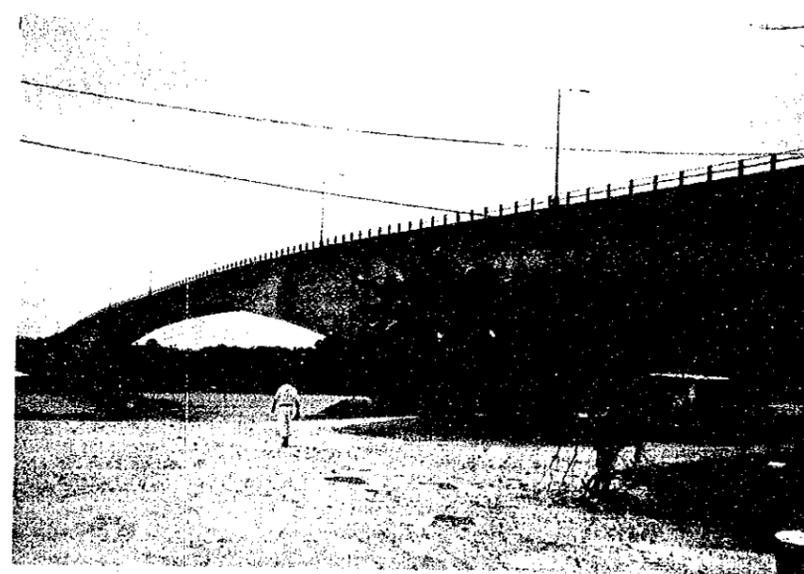


写真-3-4

K-Bブリッジ。このブリッジの箱型主桁内のスペースに34.5KV/13.8KV送配電用ケーブルを布設する計画である。

4. 未電化地域4州のディーゼル発電機

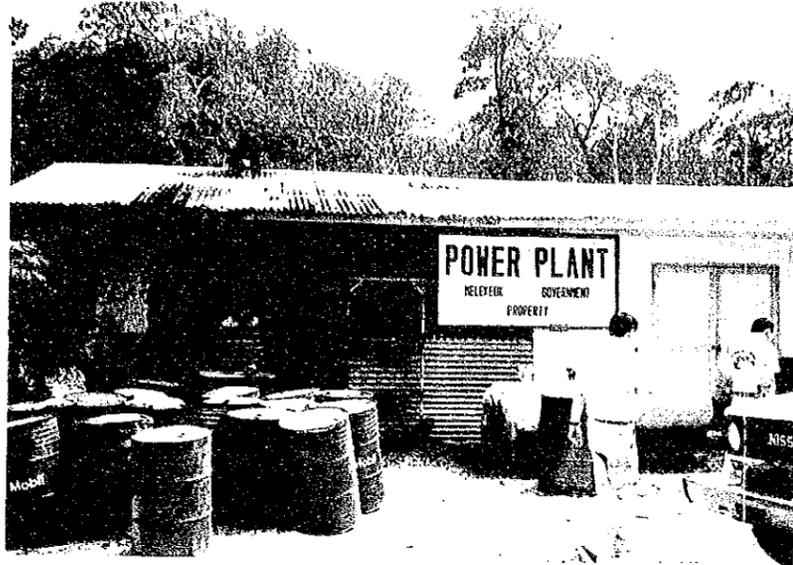


写真-4-1  
マルキョク州 150KWディーゼル発電機。



写真-4-3  
アルモノグイ州 125KWディーゼル発電機。

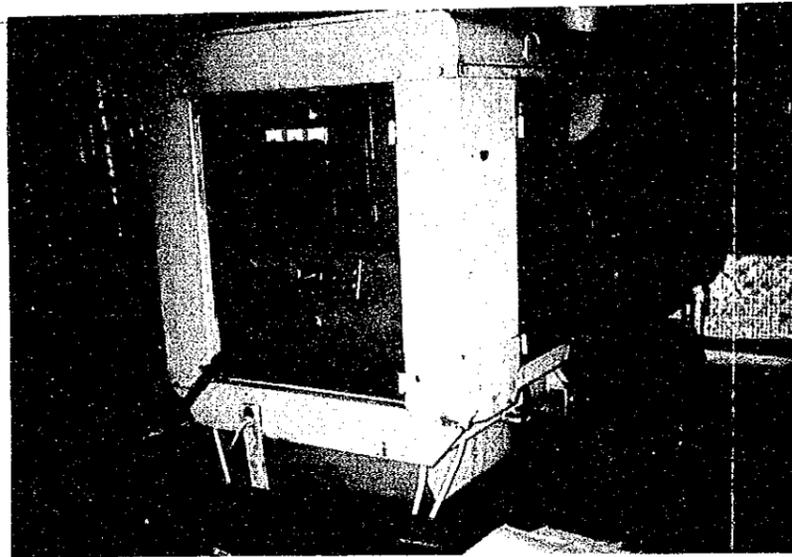


写真-4-2  
ネグサール州 90KWディーゼル発電機。

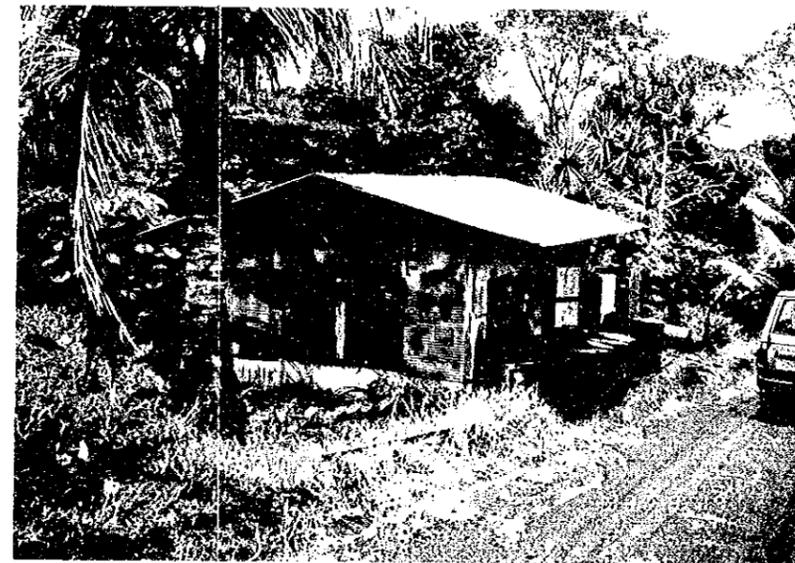


写真-4-4  
ガスバン州イボバン地区 50KWディーゼル発電機。



# 要 約



## 要 約

パラオ共和国は、南西太平洋上、西カロライン群島に属するコロール、バベルタウプ島等の約200の島からなる島嶼国である。全国土面積は489km<sup>2</sup>、また、領海面積は63万km<sup>2</sup>である。人口は15,122人（1990年統計）であり、このうち10,501人が首都コロールに住んでいる。国連信託統治地域として米国の施政権下にあるが、米国との自由連合協定に近い将来発効し独立する見込みである。1990年の国内総生産（GDP）は5,000万ドルであるが、政府開発援助（ODA）がこの63%を占める状況にある。有望な産業として観光、農業および水産業が考えられるが、社会基盤整備が十分に行なわれていないことから、経済開発に支障をきたしており、同国が経済的自立を果たすために社会基盤施設の整備改善が大きな課題となっている。特に、電力供給面の整備は遅れており、電化されているのは全16州のうち10州である。首都のあるコロール州においてさえも、送配電設備の老朽化が許容限界まで進行しているために、機器故障、断線・地絡・短絡事故による停電が多発しており、また変圧器・電線の容量不足による電圧降下と電圧変動が著しく、安定した電力が供給されていない状態である。また、他州の未電化地区においては、夜間照明用等の電力しか供給されていないため、コロール州住民に比べ著しく生活水準が低い上、農業、商工業開発のポテンシャルが高くとも産業振興が推進できない状態にある。このため、同国においては早急に電力供給の整備を行ない、経済・社会開発、雇用の創出を図ることが国家開発の優先政策となっている。

このような状況から、パラオ共和国政府は、日本国政府に対しコロール州の送配電設備の改善・増強、および同国最大の島であり経済開発のポテンシャルの高いバベルタウプ島の未電化地域の電化について無償資金協力を要請した。日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は、要請の内容、妥当性、および効果を検討するとともに、実施に必要なかつ最適な内容・規模を決定するため、平成5年8月9日から9月1日まで基本設計調査団をパラオ共和国に派遣した。その後国内作業を経て、平成5年11月9日から11月17日まで基本設計調査のドラフト・ファイナルレポートを説明するための調査団をパラオ共和国に派遣し、その内容について合意した。

基本設計調査は、パラオ共和国政府側の実施機関である資源開発省、計画実施後の運営、維持管理を担当する同省の公共事業局、および計画の調整にあたる国家計画・統計室の協力の下に行なわれ、コロール州内の送配電設備およびバベルタウプ島未電化地域の実態調査と、電力需要予測の結果を踏まえ、パラオ共和国側の要請内容を検討し、日本国の無償資金協力により実施する計画の範囲と内容を策定したものである。

本計画の実施における日本国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) コロール州内34.5KV/13.8KV送配電線路の改善・増強

- 1) アイライ～マラカル間34.5KV送電線路、13.8KV配電線路の建設
- 2) コロール州内13.8KV配電網の更新、ならびに、配電ループ回路および自動区分開器の設置
- 3) コロール州内13.8KV配電網の改善に伴なう既存配電線の増強
- 4) 13.8KV/34.5KVマラカル変電所の建設

(2) バベルタウプ島未電化地域4州への34.5KV/13.8KV送配電線路の建設

- 1) ネットケン地区既存変電所～コクサイ地区間34.5KV送電線路、およびコクサイ地区34.5KV/13.8KV変電所の建設
- 2) コクサイ地区～アルモノグイ州間34.5KV送電線路、およびガスパン州イボバン地区、アルモノグイ州への34.5KV/13.8KV変電所各1ヶ所の建設
- 3) コクサイ地区～マルキョク州、コクサイ地区～ネグサル州間13.8KV配電線路の建設

(3) バベルタウプ島未電化地域4州内の13.8KV配電線路建設用資機材の供与

- 1) アルモノグイ州内配電線路
- 2) マルキョクおよびネグサル州内配電線路
- 3) イボバン地区内配電線路

また、パラオ共和国側の負担範囲は、以下のとおりである。

- (1) 計画用地の確保および整地
- (2) 送配電線路の経路に干渉する樹木の伐採、障害物の除去
- (3) 送配電網の改善・増強に伴なって不要となる既存設備の撤去
- (4) 道路の整備

本計画は、1984/1985年度の日本国無償資金協力プロジェクト「バベルタウプ島送電線計画」で建設された送配電設備と同等仕様の施設・設備の建設を行なうものであり、公共事業局の既存組織で設備の維持管理は可能と判断する。

建設工事は3期に分けて実施する計画で、工期は第1期9.5ヶ月、第2期10.5ヶ月、第3期8.5ヶ月を必要とする。

本計画を実施する場合の総事業費は1,288百万円と見込まれ、その内訳は、日本国負担分1,246百万円（第1期：583百万円、第2期：470百万円、第3期：193百万円）で、パラオ共和国負担分が3期分42百万円（US\$380,000）である。

本計画が実施された場合、次のような効果が期待できる。

- (1) 送配電網の改善・増強により、機器の故障、配電線事故による停電が減少し、電圧変動・電圧降下も最小限に抑えられ、安定した電力供給が可能となる。それにより、パラオ共和国の国家目標である経済的自立の推進、住民の生活の安定と向上が促進される。
- (2) 送配電網の改善・増強により電力損失が減少することから、発電用燃料費が節減できること、また、老朽化した送配電設備の維持管理に要していた修理保全費が大幅に減ることから、財政的に厳しい状況にある公共事業局の電力事業収支改善に寄与するとともに財政基盤強化に貢献する。
- (3) バベルタウプ島未電化地域4州の電化により、地域住民の基本的な生活水準を満たし社会基盤整備が促進されることから、開発プロジェクトを誘発し、経済・社会開発と民生の向上、地方への人口誘導が図れ、国全体としての健全な発展への基礎が形成される。

以上のように、国家の経済発展および住民の生活環境の改善・向上に寄与することから、本計画を無償資金協力で実施することは妥当と判断される。また、本計画の運営、管理についても、パラオ共和国側の運営組織、人員配置等の体制に問題はないと判断される。

さらに、本計画の効果をより大きなものとし、また長期にわたり維持管理していくために、次のような施策が講じられることが望ましい。

- (1) 設備の正常な機能を維持するために、設備保守規程に従って日常の点検、保守を確実にこなす。
- (2) 設備の運転、維持管理を担当する公共事業局は電力事業収支の改善に努めるべきで、その方法として、唯一の財源となる電力料金の適正レートの設定、料金の完全徴収が考えられる。
- (3) 設備の運転・保守に関する最新の情報を図面化・文書化し、設備の維持管理に対する利便性を図るとともに、予防保全の計画資料にする。



# 目 次

序 文  
伝達状  
地図・写真  
要 約

|                            | 頁    |
|----------------------------|------|
| 第1章 緒 論 .....              | 1- 1 |
| 第2章 計画の背景 .....            | 2- 1 |
| 2.1 パラオ共和国の概況 .....        | 2- 1 |
| 2.2 電力事業の概況 .....          | 2- 3 |
| 2.2.1 概 況 .....            | 2- 3 |
| 2.2.2 発電設備の現状 .....        | 2- 5 |
| 2.2.3 送配電設備の現状 .....       | 2- 9 |
| 2.2.4 電力事業収支状況 .....       | 2-11 |
| 2.3 関連計画の概要 .....          | 2-13 |
| 2.3.1 国家開発計画 .....         | 2-13 |
| 2.3.2 地域開発計画 .....         | 2-14 |
| 2.3.3 電力開発計画 .....         | 2-14 |
| 2.4 要請の経緯と内容 .....         | 2-15 |
| 2.4.1 要請の経緯 .....          | 2-15 |
| 2.4.2 要請の内容 .....          | 2-15 |
| 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 |
| 3.2 自然条件 .....             | 3- 4 |
| 3.3 社会環境 .....             | 3- 6 |
| 3.4 電力事業の概要 .....          | 3- 8 |
| 第4章 計画の内容 .....            | 4- 1 |
| 4.1 目 的 .....              | 4- 1 |
| 4.2 要請内容の検討 .....          | 4- 1 |
| 4.2.1 計画の妥当性・必要性の検討 .....  | 4- 1 |
| 4.2.2 実施・運営計画の検討 .....     | 4-11 |



## 付 表 目 次

|                                      | 頁      |
|--------------------------------------|--------|
| 表 2.1 歳入・歳出の推移 .....                 | 2 - 1  |
| 表 2.2 行政費用の推移 .....                  | 2 - 1  |
| 表 2.3 税・公共料金徴収額の推移 .....             | 2 - 2  |
| 表 2.4 雇用人口の構成 .....                  | 2 - 2  |
| 表 2.5 発電設備一覧表 .....                  | 2 - 5  |
| 表 2.6 アイメリーク発電所概要 .....              | 2 - 7  |
| 表 2.7 マラカル発電所概要 .....                | 2 - 8  |
| 表 2.8 電力事業収支状況 .....                 | 2 - 12 |
| 表 2.9 アイメリーク発電所の運営費用 .....           | 2 - 12 |
| 表 2.10 KWH当たりの発電原価 .....             | 2 - 13 |
| 表 2.11 電力料金の推移 .....                 | 2 - 13 |
| 表 3.1 訪問者数の推移 .....                  | 3 - 2  |
| 表 3.2 訪問者主要出身国 .....                 | 3 - 3  |
| 表 3.3 主なホテルと客室数 .....                | 3 - 3  |
| 表 3.4 1991年 月別気象統計 .....             | 3 - 7  |
| 表 3.5 原因別停電回数・時間 .....               | 3 - 9  |
| 表 3.6 消費電力量の比較 .....                 | 3 - 10 |
| 表 4.1 用途別消費電力量 .....                 | 4 - 5  |
| 表 4.2 用途別電力需要比率 .....                | 4 - 5  |
| 表 4.3 最大需要電力予測 .....                 | 4 - 7  |
| 表 4.4 未電化地域4州の電力状況 .....             | 4 - 10 |
| 表 4.5 未電化地域4州の最大電力需要予測 .....         | 4 - 10 |
| 表 5.1 送配電線路の基本仕様 .....               | 5 - 3  |
| 表 5.2 開閉サーージ耐電圧設計 .....              | 5 - 5  |
| 表 5.3 商用周波耐電圧設計 .....                | 5 - 6  |
| 表 5.4 耐塩設計 .....                     | 5 - 8  |
| 表 5.5 電線の地表上の高さ .....                | 5 - 10 |
| 表 5.6 架台に取付ける機器の地表上の高さ .....         | 5 - 10 |
| 表 5.7 離隔距離 .....                     | 5 - 11 |
| 表 5.8 異なる支持物に施設される電線の垂直方向の離隔距離 ..... | 5 - 12 |
| 表 5.9 同一支持物に施設される電線間の離隔距離 .....      | 5 - 12 |
| 表 5.10 適用がいし .....                   | 5 - 14 |
| 表 5.11 送電線路用電線の比較 .....              | 5 - 15 |
| 表 5.12 配電線路用電線の比較 .....              | 5 - 16 |
| 表 5.13 適用電線 .....                    | 5 - 16 |
| 表 5.14 未電化地域4州の変圧器容量 .....           | 5 - 25 |

## 付 図 目 次

|  | 頁      |
|--|--------|
| 図 2.1 公共事業局組織図 .....                       | 2 - 4  |
| 図 2.2 アイメリーク発電所発電電力の推移 (1986年～1992年) ..... | 2 - 10 |
| 図 3.1 地質・地形図 .....                         | 3 - 5  |
| 図 4.1 アイメリーク発電所発電電力の推移 (1992年) .....       | 4 - 3  |
| 図 4.2 アイメリーク発電所日負荷曲線 .....                 | 4 - 4  |
| 図 4.3 電力需給バランス予測 .....                     | 4 - 9  |
| 図 5.1 支持物の構成と離隔距離 .....                    | 5 - 13 |
| 図 5.2 自動区分開閉器の動作 .....                     | 5 - 22 |
| 図 5.3 自動区分開閉器の適用計画 .....                   | 5 - 23 |
| 図 5.4 配電線路の建設順序例 .....                     | 5 - 43 |
| 図 5.5 実施工程表 .....                          | 5 - 48 |

# 第 1 章 緒 論



## 第1章 緒 論

パラオ共和国は、世界で唯一の国連信託統治地域として、1947年以降、米国の施政権下にあり、財政の原資の大部分は米国内務省基金および米国連邦政府無償援助資金等に依存している。また、日本のODAは毎年約3,000,000ドル(1986~1990年平均)である。しかし、経済的自立のためには観光、農業、水産業および商工業の振興が急務であり、経済開発のための社会基盤整備に第1次国家開発計画(1987~1991年)の全予算の60%が当てられてきた。そのうち、エネルギー分野は全予算の17%を占め、特に首都コロール地区の電力供給の安定度向上、および未電化地域の解消が重要課題とされてきたが、現在、政府の電力系統による電力供給が行なわれている地域は、コロール州の他、同州に隣接するバベルタウプ島南部のアイライ、アイメリークの2州に過ぎず、その他小型発電機により部分的に電化されている地域は7州あるが、同共和国を構成する全16州のうち6州が未電化州である。

首都コロール地区は、全人口の69%を占め、政治、経済、行政、商工業の中心であり、教育および医療などの社会施設も集中している。しかし、この地区は、老朽化した配電設備の故障、樹木の接触による電線の断線・地絡事故等による停電が頻発しており、また変圧器・電線の容量不足による電圧降下と電圧変動が著しく、安定した電力が供給されていない。このため、送配電設備の増強と配電網の整備改善により、電力供給の信頼度を向上することが焦眉の急となっている。

一方、バベルタウプ島は、社会基盤整備の遅れにより開発が進展していないが、国土面積の約80%を占める同国最大の島であり、農業、商工業開発のポテンシャルが高く、同国政府は、このバベルタウプ島の未電化地区の電化により、経済・社会開発と民生の向上、雇用の創出による地方への人口分散を急務とし、国家開発の優先政策としている。

このような状況の下で、パラオ共和国政府は、日本国政府に対し送配電施設の改善と増強、バベルタウプ島の未電化地域の電化について無償資金協力を要請した。この要請の内容は、次のとおりである。

- (1) コロール地区の送配電施設の改善および増強
- (2) バベルタウプ島未電化地域4州への34.5KVおよび13.8KV送配電線路の建設
- (3) バベルタウプ島未電化地域4州内の配電線路建設用資機材の供与

これを受けて、日本国政府は基本設計調査を実施することを決定し、国際協力事業団が、要請の内容、妥当性および効果を検討するとともに、計画の実施に必要なかつ最適な内容、規模等を検討するため、平成5年8月9日から9月1日まで外務省 経済局 無償資金協力課 渡辺 英直氏を団長とする基本設計調査団をパラオ共和国に派遣した。

調査団は、要請内容の確認と協議、計画の背景、現地の送配電事情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、パラオ共和国側関係者に説明し、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、JICA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、平成5年11月9日から11月17日までドラフト・ファイナルレポー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 パラオ共和国の概況

#### (1) 一般国情

パラオ共和国は、国連信託統治地域として米国の施政権下にある。信託統治終了後の政治的地位は、米国との間ですでに「自由連合協定」の合意ができていますので、1993年11月に実施された住民投票において単純過半数の賛成が得られたことから、同協定が批准され完全独立が実現する見込みである。

#### (2) 財政

米国を施政権者とする信託統治領の性格上、政府予算の大半は米国からの援助に依存している。1990年会計年度において、米国内務省より行政費用援助として1,432万1,000ドル、社会資本整備費に606万4,000ドル、また米国連邦政府からプロジェクト援助として496万5,000ドルが供与された。一方、同年度のパラオ共和国の自国収入は、税および公共料金、各種許可・認可発行料等1,020万ドルであった。一般会計予算は、米国内務省援助金と自国収入分を財源としている。

主要財政指標は、次のとおりである。

表2.1 歳入・歳出の推移

(単位：ドル)

|       | 歳 入        | 歳 出        |
|-------|------------|------------|
| 1988年 | 22,975,000 | 24,280,000 |
| 1989年 | 23,642,910 | 23,155,959 |
| 1990年 | 35,550,000 | 27,499,000 |

(出所：1990 Trust Territory of the Pacific Islands)

表2.2 行政費用の推移

(単位：ドル)

|       |            |
|-------|------------|
| 1988年 | 22,575,000 |
| 1989年 | 23,500,000 |
| 1990年 | 24,521,000 |

(出所：1990 Trust Territory of the Pacific Islands)

表2.3 税・公共料金徴収額の推移

(単位：ドル)

| 会計年度  | 税 収       | 公共料金      |
|-------|-----------|-----------|
| 1988年 | 6,549,985 | 1,383,000 |
| 1989年 | 7,345,468 | 1,467,870 |

(出所：1990 Trust Territory of the Pacific Islands)

### (3) 貿 易

輸出の主要品目は水産物で、マグロ、エビ等がグアム、サイパンに輸出されている。近年では日本の市場に向け、刺身用マグロ（鮮魚）の航空輸送も始まり業績を上げている。かつてはコブラが主要輸出品品であったが、近年輸出は止っている。1989年の輸出は魚類、貝類、民芸品等で55万6,024ドルであり、輸入は車両（自動車・ボート）、機械、食料品等で492万6,036ドルである。主要貿易相手国は米国（グアム含む）と日本であり、自動車、食料品および雑貨類等は主として日本から輸入している。

### (4) 雇 用

1990年における雇用人口は次のとおりである。

表2.4 雇用人口の構成

| 政府部門         | 民間部門         | 合 計    |
|--------------|--------------|--------|
| 1,410人 (31%) | 3,206人 (69%) | 4,616人 |

政府部門の雇用人口は、前年の1,472人と比し4%減少した。民間部門では、前年の3,132人より3,206人となり2%増加した。また、近年の民間部門における傾向として、労働力を外国人労働者に依存する傾向が強まっている。3,206人の雇用者のうち、パラオ人は964人（30%）のみで、残る2,242人が外国人である。前年では、パラオ人は1,200人（38%）、外国人は1,932人（62%）であった。特に、1990年の外国人労働力の70%（1,575人）はフィリピン人で、台湾人122人、中国人105人、韓国人48人が続く。未就労のパラオ人が多いにもかかわらず、住民は低賃金労働を好まない。技能、労働意欲、賃金等の面で、外国人労働力に依存せざるを得ないのが現状である。

法定賃金は、民間部門が1時間当たり1.65ドル、政府部門では2.35ドルである。熟練工（電工）は2.25～2.50ドル程度とされている。

## （5）政 治

立法府は各州から1名選出される議員からなる下院（定員16名）と、人口比に基づき選挙区より選出される議員からなる上院（定員14名）との二院制である。いずれも任期は4年である。

行政府は直接選挙により選ばれる任期4年の大統領および副大統領を最高責任者とし、内閣は上院の承認を得て大統領により任命される各省庁の長（閣僚）により組織される。大統領の下には8省（行政、国務、法務、資源開発、教育、文化事業、保健、商業・貿易の各省）が置かれている。

司法府は、最高裁判所、高等裁判所、下級裁判所から構成され、全地域を管轄する。裁判官は、裁判官任命委員会によって提出された候補者リストの中から大統領が指名する

州政府の行政は州知事のもとで行なわれる。各州は独自の州憲法を有する。

伝統的酋長制度は、米国から近代的行政機構が導入された現在のパラオ社会にも過去ほどではないが根強く残っている。酋長の地位および役割等は憲法で保障されているが、実際は行政および立法府への助言者に過ぎない。しかし、日常生活においては、酋長が近代行政機構より大きな権威を持つことが多々ある。

## 2.2 電力事業の概況

### 2.2.1 概 況

パラオ共和国における電力事業は、資源開発省管轄下の公共事業局によって計画・運営されている。公共事業局は、電力事業だけでなく上水道・下水道事業も管理しており、図2.1に示すとおり、公共事業部門とメンテナンス事業部門の2つに分かれている。公共事業部門には発電、配電、上水道、下水道の4部、メンテナンス部門には設備、機器、サポートサービスの3部が置かれている。また、スタッフ部門にはエネルギー管理室、技術室、メンテナンス企画室、設備投資計画室が配置されている。

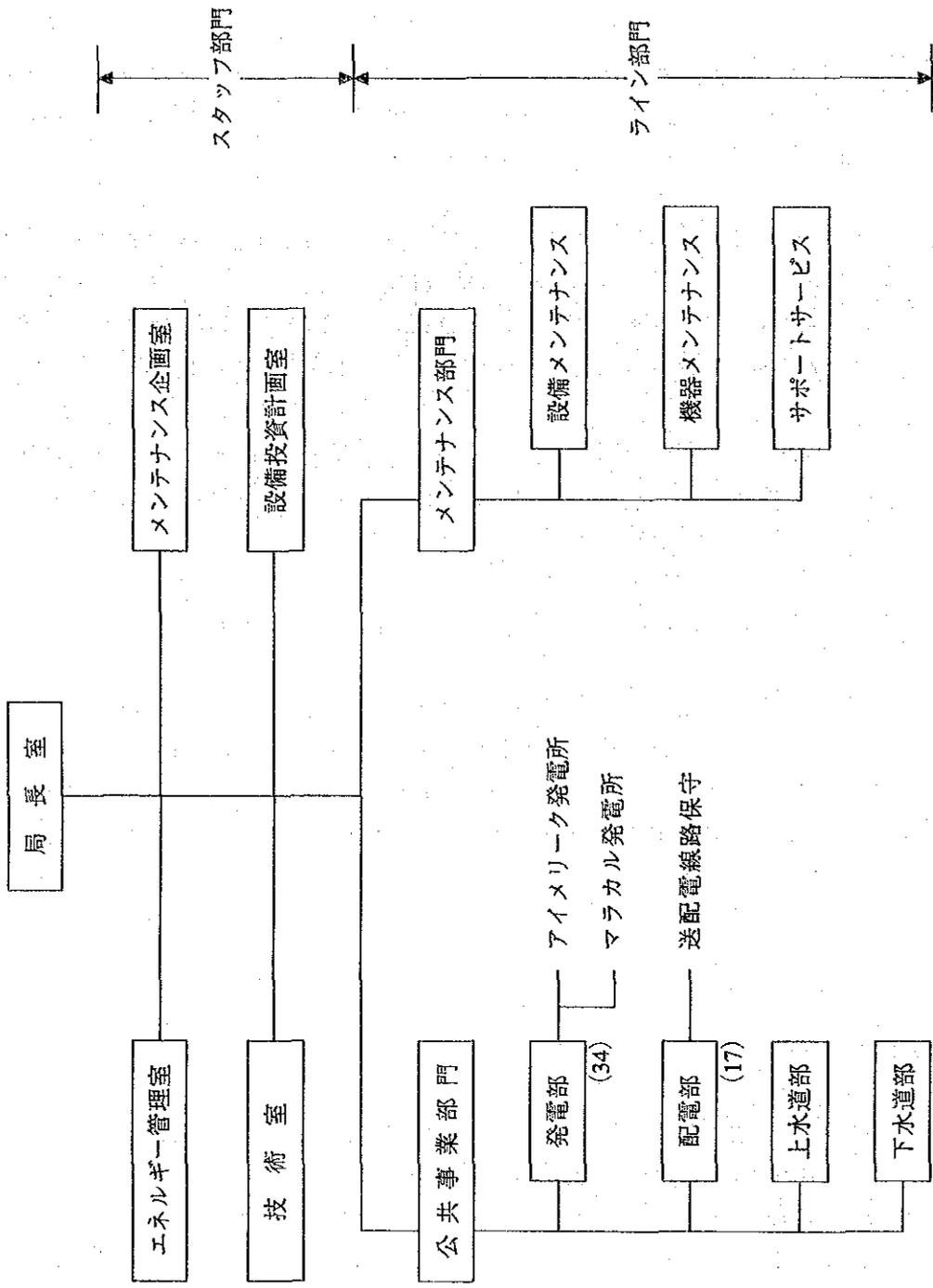


図 2.1 公共事業局組織図

(注) カッコ内数字は、マネージャー、運転員、運転員、保守員の合計人数を示す。

この公共事業局が発電設備と送配電設備の管理をしているが、発電と配電の両部門を分離独立させて電力事業全般に責任を負う新しい事業体、電力公社（PUC）を設立する計画がある。しかし、PUCの運営形態に関してパラオ共和国政府と議会が合意に至らず、PUC設立は未だに実現されていない。

## 2.2.2 発電設備の現状

### (1) 概要

パラオ共和国が保有している発電設備はいずれもディーゼル機関によるもので、運転可能な発電所は表2.5に示すとおりである。アイメリーク発電所が人口の集中しているコロール州などの電力需要を満たすベース負荷用であり、マラカル発電所はピーク負荷用としての位置付けにあり、いわばスタンバイ的役割を果たしている。

表2.5 発電設備一覧表

| 発電所名   | 設置場所    | 定格出力   | 備 考   |
|--------|---------|--|---|
| アイメリーク | アイメリーク州 | 4×3,270KW<br>計 13,080KW                        | #1ユニットにはエンジンが設置されていない。2～3年以内にエンジンを購入する計画あり。                   |
| マラカル   | コロール州   | 1×700KW<br>2×1,250KW<br>1×2,500KW<br>計 5,700KW | 1993年8月時点での運転可能ユニット。このうち1×700KWは、1994年末までに撤去する計画である。          |
|        |         | 1×600KW<br>1×1,250KW<br>計 1,850KW              | 1994年1月までに運転可能となる見込みのユニット。その他、1994年末までに1×2,500KW（中古品）購入の計画あり。 |
| マルキョク  | マルキョク州  | 1×150KW  | いずれも州政府管轄の発電所であり、1日6～7時間夜間照明用として運転。                           |
| ネグサール  | ネグサール州  | 1×90KW   |   |
| アルモノグイ | アルモノグイ州 | 1×125KW  |   |
| イボバン   | ガスバン州   | 1×50KW   |   |
| アンガウル  | アンガウル州  | 1×100KW  |   |
| ベリリユー  | ベリリユー州  | 1×300KW  |   |
| ギワール   | ギワール州   | 1×125KW  |   |
| ガラード   | ガラード州   | 1×30KW   |   |

## (2) アイメリーク発電所

アイメリーク発電所は、英国IPSECO社のディーゼルエンジン発電機で1986年に運転を開始し、コロール、アイライ、アイメリークの3州に電力を供給している。当初、5×3,270KWの発電容量で計画されたが、#1ユニットは基礎と発電機はあるもののエンジンは設置されていない。運転開始当初からフィリピンのGICC社に運転・保守業務が委託されてきたが、1991年8月にGICC社との契約は解約され、それ以降パラオ共和国政府の公共事業局のスタッフが外国人エンジニアの指揮の下で発電所を運営している。予防保全が比較的良好に実施されているため故障は少ないが、送配電線事故によるプラントトリップ（送電停止）がしばしば発生している。エンジンは、運転開始後24,000時間の時点でオーバーホールを実施することが義務づけられているが、ベース負荷を担っているためにプラントの停止が難しいこと、オーバーホールに要する資金が確保できないことなどの理由から、1991年に予定されていたオーバーホールは未だに実施されていない。また、エンジン基礎のクラックおよびエンジンの過振動によって定格出力以下での運転を余儀なくされている。4台が定格出力で運転できたとしても、合計出力は13,080KWで、このうち1台を予備力として確保した場合は9,810KWの常用出力に留まることになる。一方、1993年6月のピーク時出力は、4台運転により9,900KWであった。

アイメリーク発電所の設備概要を表2.6に示す。

## (3) マラカル発電所

マラカル発電所には、これまでディーゼルエンジン発電機が10台設置されたが、現時点で運転可能と見なされているユニットは4台で、合計出力は5,700KWである。マラカル発電所は、現状ではピーク負荷用およびアイメリーク発電所事故に備えたスタンバイ用として運営維持されているが、この4台も老朽化、スペアパーツ不足、冷却系統不良などによって稼働率・利用率が低下した状態でしか運転できず、3,500KW程度の出力しか期待できないと見られる。#2ユニット700KWは1994年末までに撤去する計画であり、一方、1980年に設置した#8、#9ユニット各1,250KW、および、1984年設置の#10ユニット2,500KWは、近い将来アイメリーク発電所の電力供給能力が需要を満たせない事態に備え、オーバーホールを計画的に進めて定格出力に近い能力を発揮できる状態に維持する必要に迫られている。オーバーホールを計画通りに実施できるかは、設備保全用資金の確保次第であり、米国の信託統治国の発電機、送配電設備等に対する技術的・財政的援助を目的とする運転保守改善計画（OMIP）の円滑な遂行が不可欠となる。

マラカル発電所の設備概要を表2.7に示す。

表2.6 アイメリーク発電所概要

所在地：アイメリーク州イメルスペッチ地区

| ユニットNo. |           | 1                         | 2                | 3       | 4       | 5      |
|---------|-----------|---------------------------|------------------|---------|---------|--------|
| エンジン    | 定格出力 (HP) | エンジン<br>未設置               | 4,660            | 4,660   | 4,660   | 4,660  |
|         | シリンダ数     |                           | 10               | 10      | 10      | 10     |
|         | 回転数 (rpm) |                           | 450              | 450     | 450     | 450    |
|         | メーカー      |                           | NEI - A.P.E (英国) |         |         |        |
| 発電機     | 定格出力 (KW) | 3,270                     | 3,270            | 3,270   | 3,270   | 3,270  |
|         | 電圧 (V)    | 13,800                    | 13,800           | 13,800  | 13,800  | 13,800 |
|         | メーカー      | Brush Electrical (英国)     |                  |         |         |        |
| 設置年     | —         | 1985-3月                   | 1985-4月          | 1985-5月 | 1985-6月 |        |
| 運転状況    | 運転不可      | 運転可能 (各ユニットとも定格出力での運転は困難) |                  |         |         |        |

表2.7 マラカル発電所概要

所在地：コロール州マラカル地区

| ユニットNo. |           | 1                   | 2             | 3     | 6                  |
|---------|-----------|---------------------|---------------|-------|--------------------|
| エンジン    | 定格出力 (HP) | 1,620               | 1,060         | 1,415 |                    |
|         | シリンダ数     | 12                  | 12            | 16    | 16                 |
|         | 回転数 (rpm) | 600                 | 600           | 600   | 1,200              |
|         | メーカー      | White Superior (米国) |               |       | Catepillar (米国)    |
| 発電機     | 定格出力 (KW) | 750                 | 750           | 1,000 | 900                |
|         | 電圧 (V)    | 4,160               | 4,160         | 4,160 | 4,160              |
|         | メーカー      | Ideal Electric (米国) |               |       | Kato (米国)          |
|         | 設置年       | 1970                | 1970          | 1970  | 1970               |
| 運転状況    |           | 運転不能                | 運転可能<br>700KW | 運転不能  | 1993年9月運転<br>600KW |

| ユニットNo. |           | 7                       | 8               | 9               | 10                |
|---------|-----------|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| エンジン    | 定格出力 (HP) | 1,750                   | 1,750           | 1,750           | -                 |
|         | シリンダ数     | 12                      | 12              | 12              | 18                |
|         | 回転数 (rpm) | 720                     | 720             | 720             | 900               |
|         | メーカー      | Alco (米国)               |                 |                 |                   |
| 発電機     | 定格出力 (KW) | 1,250                   | 1,250           | 1,250           | 2,500             |
|         | 電圧 (V)    | 4,160                   | 4,160           | 4,160           | 2,400             |
|         | メーカー      | Ideal Electric (米国)     |                 |                 | Beloit Power (米国) |
|         | 設置年       | 1980                    | 1980            | 1980            | 1984              |
| 運転状況    |           | 1994年1月運転<br>予定 1,250KW | 運転可能<br>1,250KW | 運転可能<br>1,250KW | 運転可能<br>2,000KW   |

#### (4) 州政府所有の発電所

州政府が管理している発電所は、人口過疎地にあるためパラオ共和国政府の送配電網とは連系されておらず、また、設置されている小形ディーゼル発電機は非常用であり連続運転仕様になっていないことから、いずれも夜間照明の確保に限って1日6～7時間運転されている程度である。

#### (5) 自家用発電所

パラオ共和国政府の電力供給設備の信頼性が低いため、民間の大口需要家、特にホテル、スーパーマーケット等はディーゼル発電機を設置していて、パラオパンフィックリゾート（PPR）1社だけで1,800KWの設備容量を有している。これらの需要家は、常用または非常用としてディーゼル発電機を保有しているものの、政府の送配電網の電力供給信頼度が向上すればこの送配電網から常時電力供給を受けることを希望している。

#### (6) 発電電力量の推移

アイメリーク発電所の発電電力の推移は、図2.2のとおりである。1987年から1992年までの6年間に、最大電力は70%、発電電力量は76%増加しており、順調な伸びを見せている。

### 2.2.3 送配電設備の現状

#### (1) 送配電基幹系統

アイメリーク変電所～アイライ変電所間に1984/1985年度日本国無償資金協力によって建設された34.5KV送電線1回線約20kmがパラオ共和国の基幹送電系統を構成している。アイメリーク発電所の電力は、アイライ変電所で13.8KVに降圧してコロール州、アイライ州に送られている。

このアイライ変電所には10MVA変圧器が1台設置されているが、送配電系統に設計冗長性（系統の多重化）が考慮されていないため、保守点検のための計画的な運転停止ができない。したがって、1986年の運転開始以来、1度も所定のメンテナンスができず、絶縁油の劣化による絶縁抵抗低下、冷却能力の低下が懸念され、早急かつ適切なメンテナンスが待たれている。

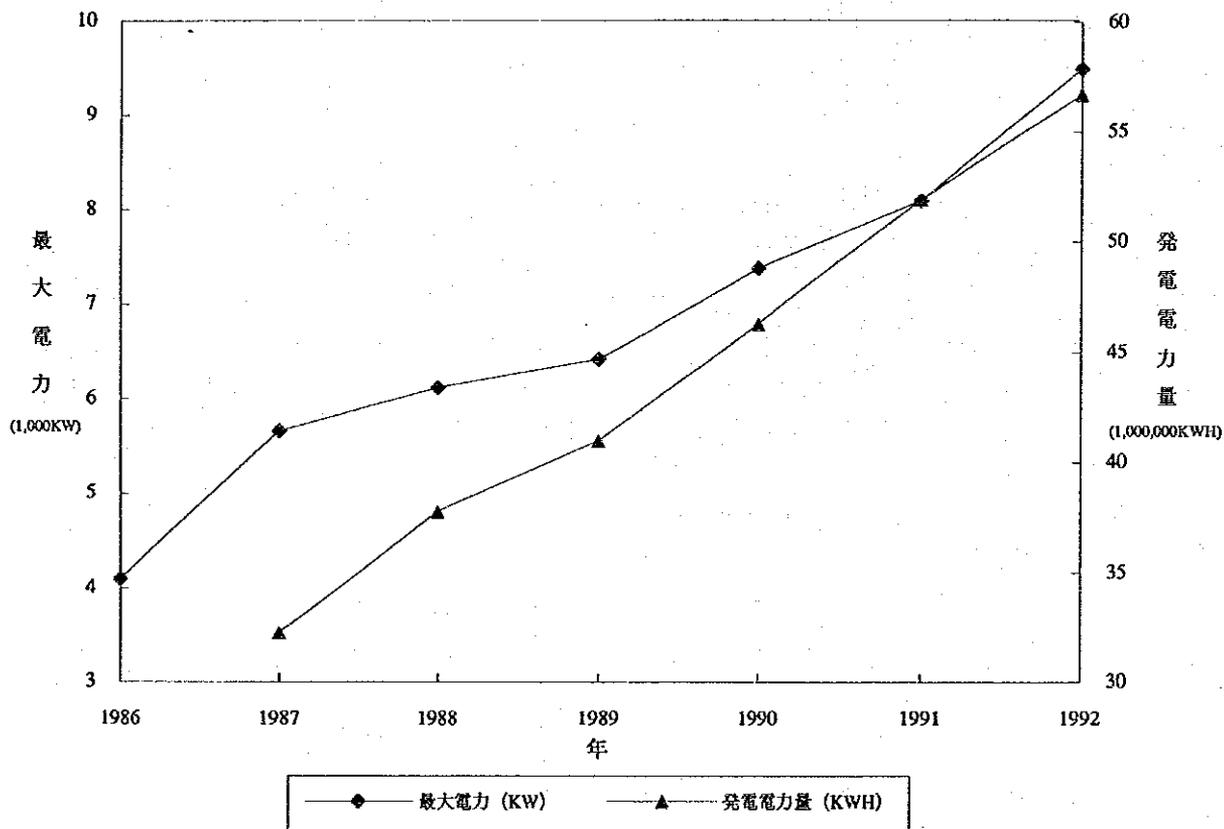


図2.2 アイメリーク発電所発電電力の推移 (1986～1992年)

## (2) コロール州内の配電系統

アイライ変電所～マラカル変電所間の13.8KV配電線がコロール州、アイライ州の需要家に電力を供給しているが、配電容量に適合したサイズの配電線が架設されていないために、配電線での電圧降下・電圧変動が大きく受電端電圧が規定の120Vから10%以上も低下している例が多く見られる。配電用変圧器についても、容量不足による過負荷およびこれに伴う寿命低下、高湿度・塩害に伴うフラッシュオーバーが発生している。また、配電網に対する体系的な予防保全が欠落していることや、樹木のトリミングなどの不徹底によって、強風・降雨時の地絡、短絡、断線が頻発し、大規模な停電に至っている。さらに、木製の電柱が使われているために、劣化が極度に進行している上、電話線・ケーブルテレビ線が無計画に電柱に共架されていることから、その張力によって多数の電柱が大きく傾き、倒壊寸前の状態にある。電線のたるみも大きく最小隔離距離が確保できず、人的安全上許容できないばかりか、都市景観上からも好ましくない。

## (3) 送配電系統の電力損失

アイメリーク発電所における1990年の発生電力量は46,280MWHで、このうち所内消費電力は3,696MWH(8%)であり、送電端電力量は42,584MWHであった。また、送配電線路における電力損失は6,376MWH(14%)で、このうちコロール州内の配電線路では4.5%程度の損失があったとされている。今後、さらにコロール州での電力需要が増加すれば、配電損失は負荷電流の2乗に比例することから、配電用変圧器、配電線での電力損失も急上昇し、電力需要を満たすために負荷中心点に近いマラカル発電所の増強が必要になり、大規模な設備投資資金が新たな負担となってくる。

### 2.2.4 電力事業収支状況

パラオ共和国の電力事業は、資源開発省公共事業局が運営しており、電力事業部門単独の収支状況は、概ね次のとおりである。

表 2.8 電力事業収支状況

単位：百万ドル

|         | 会計年度 (10月1日から翌年9月30日まで) |      |       |           |
|---------|-------------------------|------|-------|-----------|
|         | 1990                    | 1991 | 1992  | 1993 (推定) |
| 収入      |                         |      |       |           |
| 電力料金    | 1.71                    | 2.00 | 2.65  | 2.71      |
| 支出      |                         |      |       |           |
| 発電所運営   | -                       | -    | 4.69  | 4.69      |
| 公共事業局   | -                       | -    | 0.82  | 0.83      |
| 合計      | -                       | -    | 5.51  | 5.52      |
| 収入 - 支出 | -                       | -    | -2.86 | -2.81     |

(出所：パラオ共和国政府 1994年度予算資料)

(注) 支出欄の「公共事業局」は、公共事業局が運営している上下水道部門と発電部門の支出を按分して計上した。

事業収支の支出は収入の2倍程度となっており、米国政府からのエネルギー関連無償協力による資金で賄われている。一方、1986年に運転開始したアイメリーク発電所の運営費用を費用別に見れば、次のとおり。

表 2.9 アイメリーク発電所の運営費用

単位：千ドル

|     | 暦年度   |       |       |
|-----|-------|-------|-------|
|     | 1990  | 1991  | 1992  |
| 人件費 | 160   | 262   | 239   |
| 燃料  | 3,294 | 4,279 | 1,919 |
| 潤滑油 | 62    | 78    | 81    |
| 消耗品 | 135   | 65    | 179   |
| 外注費 | 632   | 395   | -     |
| 合計  | 4,283 | 5,079 | 2,418 |

(注) 1992年は8月までの統計である。人件費は年間費用の12分の8として計上した。

また、アイメリーク発電所の運営費用、発電電力量を基に計算したKWH当たりの発電原価は次のとおりである。

表2.10 KWH当たりの発電原価

単位：千ドル

|                | 暦 年 度 |       |       |
|----------------|-------|-------|-------|
|                | 1990  | 1991  | 1992  |
| 発 電 所          | 4,283 | 5,079 | 2,418 |
| 公共事業局          | 820   | 820   | 550   |
| 合 計            | 5,103 | 5,899 | 2,968 |
| 発電電力量 (GWH)    | 46.2  | 51.9  | 36.7  |
| 発電原価 (セント/KWH) | 11.0  | 11.4  | 8.1   |

(注) 1992年は8月までの統計である。公共事業局費用は、1990～1992年いずれも820千ドルとし、1992年は年間費用の12分の8とした。

現在の電力料金は、月当たり2,000KWHまでの使用電力量に対し9セント/KWH、2,000KWH超では10セント/KWHとなっている。1992年度のデータは推定値が多いため1991年のデータで見ると、9セント/KWHの電力料金では、人件費と燃料費を賄える程度に過ぎない。この電力料金は、次のとおり1983年から改定されていない。

表2.11 電力料金の推移

| 会計年度   | 料 金 体 系        |            |
|--------|----------------|------------|
|        | 電力量計設置の場合      | 電力量計未設置の場合 |
| 1980   | 5セント/KWH       | 60ドル/月     |
| 1981   | 6              | 30         |
| 1983～  | 9 (~2,000KWH)  | 45         |
| (現在まで) | 10 (2,000KWH超) |            |

## 2.3 関連計画の概要

### 2.3.1 国家開発計画

パラオ共和国政府は1987年に、1987年から1991年に至る第1次5ヶ年国家開発計画を定めた。同計画では、国家開発の目標として国民の価値観、伝統、習慣に基づいた近代的な社会を形成することとし、そのため人的資源、天然資源を最大限に活用することを謳っている。とりわけ、輸送・通信手段、

エネルギー、上下水道施設等の社会基盤を整備することが重要課題とされ、この整備事業によって民間部門の活性化を図り、ひいては民生を向上させる方針を掲げている。社会基盤整備事業の主要計画としては、①首都のパベルタウブ島マルキョク州への移転、②主要幹線道路の整備・拡張、③アイライ国際空港の拡充などである。しかし、米国との自由連合協定の発効が資金供与の前提となっているために、協定が発効されていない現段階では、これらの計画が実行される見通しはまだ立っていない。

第1次5ヶ年計画の達成度および評価に関する報告はなく、また1992年以降の第2次計画は公表されていない。

なお、国連は、パラオ共和国基本開発計画の作成をオーストラリアのSAGRICインターナショナル社に依頼し、開発、産業育成、自然保護等に関する基本計画のコンセプト作りが緒についた段階である。

### 2.3.2 地域開発計画

パラオ共和国を構成する16州の州政府は、首都のあるコロール州を除いて、独力で地域開発を推進できる財政的基盤がないため、共和国政府と連携して開発計画を進めている。道路整備、漁港整備と並んで電化事業が大きな課題となっているが、現在は小形ディーゼル発電機の設置が財政上許容できる最大限の措置である。また、豊富な観光資源を活用したリゾートホテル、ゴルフ場の建設も計画に上がっており開発のポテンシャルは高い。

### 2.3.3 電力開発計画

第1次5ヶ年国家開発計画の計画書には、急増する電力需要、マラカル発電所の老朽化への対応策として、アイメリーク発電所および34.5KV送電線が建設されたことが報告されており、エネルギー分野の問題点として、発電原価、電力料金と料金徴収、配電区域などに言及している。一方、米国の運転保守改善計画(OMIP)資金を利用して、アイメリーク、マラカル両発電所のリハビリ、ディーゼル発電機(中古品)の購入を推進する計画があるが、自由連合協定の発効に至っていないため、これらの計画は大幅に遅れている。

## 2.4 要請の経緯と内容

### 2.4.1 要請の経緯

パラオ共和国政府は、第1次国家開発計画（1987～1991年）において、全予算の17%をエネルギー分野に配分し、特に首都コロール地区の電力供給の安定度向上、バベルタウプ島の未電化地域の解消を重要課題としてきた。コロール地区および周辺地域の送配電施設は、設備の老朽化が著しく進行している上、変圧器・電線の容量不足により電圧変動・電圧低下が恒常的に見られ、地絡事故・停電が頻発している。また、配電線路に電話線・ケーブルテレビ線などの重量物が共架されているために倒壊寸前の電柱が散見され、電線たるみのため樹木との接触が広範囲に及んでいる。さらに、アイライ変電所の10MVA変圧器は、1986年運転開始以来、保守点検が1度も実施されていないため、この変圧器が故障すれば、コロール地区の大部分が停電に至るという不安定な状況にある。一方、バベルタウプ島は、南部のアイライ、アイメリーク両州が電化されているに過ぎず、農業、商工業開発のポテンシャルが高い未電化地域4州（アルモノグイ、ガスパン、マルキョク、ネゲサール）を電化することが急務とされている。

かかる状況から、パラオ共和国政府は、日本国政府に対し送配電施設の改善と増強、バベルタウプ島の未電化地域の電化について無償資金協力を要請したものである。これに基づき、日本国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、コロール州の送配電施設の改善と増強による電力供給安定度・信頼度の向上、および、バベルタウプ島未電化地域4州の電化により、社会基盤整備に寄与し地域住民の生活水準向上に貢献することである。

本計画における実施機関および役割は以下のとおりである。

|          |   |                    |
|----------|---|--------------------|
| 実施機関     | : | パラオ共和国 資源開発省       |
| 施設・機器の管理 | : | パラオ共和国 資源開発省 公共事業局 |
| 計画の調整    | : | パラオ共和国 計画・統計室      |

当初、パラオ共和国から要請された内容は、緊急度の観点から区分された以下のフェーズ1からフェーズ3である。

(1) フェーズ 1

- 1) アイメリーク～アイライ間の34.5KV送電線の建設
- 2) アイライ～マラカル／コロール間の34.5KV送電線9kmおよび配電線9kmの拡張
- 3) コロール地区マラカルの34.5KV／13.8KV変電所の建設

(2) フェーズ 2

- 1) アイライ～マラカル間の13.8KV配電線のサイズ不足部分の取り替えと区分開閉器の設置
- 2) 13.8KV配電線分岐回路、電柱および架線類の取り替え
- 3) 容量不足の変圧器、引込線、引込電柱の取り替え

(3) フェーズ 3

- 1) 34.5KV送電線38kmの拡張と34.5KV／13.8KV変電所4ヶ所の建設
- 2) パベルタウン島未電化地域4州への13.8KV配電線30kmの建設

これらの内容について、パラオ共和国側と協議を行なったところ、優先順位、範囲の変更、要請項目の追加が提示されたが、対象地域が特定できない機材供与、および必要性が特に認められないメンテナンス用車両の供与は計画の妥当性と効果がないことを説明し、パラオ共和国側に了承された。パラオ共和国側と日本国双方にて確認された基本設計調査の計画の範囲と優先順位は、次の3項目である。

(1) コロール州内の34.5KV／13.8KV送配電線路の改善・増強

- 1) アイライ～マラカル間の34.5KV送電線路、13.8KV配電線路の建設
- 2) コロール州内の13.8KV配電網の更新、ならびに、配電ループ回路および自動区分開閉器の設置
- 3) コロール州内の13.8KV配電網の改善に伴う既存配電線の増強
- 4) 13.8KV／34.5KVマラカル変電所の建設

(2) バベルタウン島未電化地域4州への34.5KVおよび13.8KV送配電線路の建設

- 1) ネットケン地区既存変電所～コクサイ地区間の34.5KV送電線路、およびコクサイ地区の34.5KV/13.8KV変電所の建設
- 2) コクサイ地区～アルモノグイ州間の34.5KV送電線路の建設、およびガスパン州イボバン地区とアルモノグイ州の34.5KV/13.8KV変電所各1ヶ所の建設
- 3) コクサイ地区～マルキョク州、コクサイ地区～ネゲサール州間の13.8KV配電線路の建設

(3) バベルタウン島未電化地域4州内の配電線路建設用資機材の供与

- 1) アルモノグイ州内の配電線路
- 2) マルキョク州およびネゲサール州内の配電線路
- 3) イボバン地区内の配電線路



## 第3章 計画地の概要



## 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

#### (1) 位置

パラオ共和国は、南西太平洋上、西カロライン群島に属するコロール、マラカル、アラカベサン、および同国最大のバベルタウプ島等の約200の島からなり、北端のカヤンゲル島から南部の離島4島(南西群島)までの距離は640kmにわたる。バベルタウプ島(面積397km<sup>2</sup>)はパラオ最大で、ミクロネシアではグアムに次ぐ大きさである。北緯2~8度、東経131~135度の間に位置し、全国土面積は489km<sup>2</sup>、領海面積は63万km<sup>2</sup>である。首都コロールから東京までの距離は3,200km、グアムまでは1,300kmである。

#### (2) 人口

1990年の統計によれば、パラオ共和国の人口は15,122人で、男性8,139人、女性6,983人である。全人口の69%にあたる10,501人がコロール州に住み、バベルタウプ島の未電化地区4州は、マルキョク州244人、ネゲサル州287人、アルモノグイ州281人、ガスパン州62人、計874人で、全人口の6%に相当する。全世帯数は2,885で、1世帯当たり平均5.01人の家族数となっている。

全人口の83%にあたる12,575人はパラオ人で、その98%がパラオ共和国で生まれている。残り17%のうち、フィリピン人10%、他のミクロネシア諸国人2%となっている。この他、パラオ共和国で生まれグアムに住んでいるパラオ人が1,858人、ミクロネシア連邦が1,620人、計3,478人(全人口15,122人の23%、パラオ人12,575人の28%)である。

#### (3) 主要産業

##### 1) 農林水産業

農業は基本的には自給のために主としてココナツ、タロイモ、ヤムイモ、バナナ、パンの木の实等の主食作物および果物が作られている。

パラオ海域は、大きな可能性を秘めた水産資源の宝庫と言われているが、開発が進んでいない。パラオ共和国は、1990年1月現在、日本、米国、台湾等の海外の5つの漁業組織との間で漁業協定を締結している。1990年の入漁料収入は66万ドル。操業許可を与えたはえ縄船、まき網船等は合計487隻。一方、1990年のパラオ漁業連合組合(PFFA)による買い上げ量は、フェダイ、アイゴ、カニ、ロブスター、遠洋魚等168トン、価格にして30万ドルであった。また、リーフ魚の約40%はグアム、サイパン等へ輸出された。マグロ等の遠洋魚の漁獲高は48トン、売上額6万6,000ドルであった(パラオの民間会社および漁夫による漁獲高は含まれていない)。

## 2) 観光産業

観光関連施設の整備は遅れているが、近年パラオ共和国への訪問者数は増加を続けている。1990年の訪問者総数は32,846人で、1986年の13,653人と比較すると240%以上増加した。訪問者の大半は日本人(40%)および米国人(20%)で、訪問目的は観光および商用が80%以上を占める。ロック・アイランズをはじめ風光明媚な自然、常夏の気候、伝統工芸、日本の信託統治時代を偲ばせる史跡および戦跡等があり、観光的要素は豊富にある。このため、政府は経済開発において観光関連事業を最優先課題としている。しかし、現状においては、宿泊施設の不備、社会基盤整備の遅れ、外国投資の誘致等、解決されるべき問題が多く残されている。近年におけるパラオ共和国への訪問者数および訪問者主要出身国、主なホテルと客室数は次表のとおりである。なお、訪問者の70~80%は観光を目的として入国しており、商用は数%である。他は、雇用、宗教活動のための訪問である。

表3.1 訪問者数の推移(1988年~1992年)

|        | 訪問者数    | 観光および商用      |
|--------|---------|--------------|
| 1988年  | 22,675人 | 18,344人(81%) |
| 1989年  | 26,005人 | 21,433人(83%) |
| 1990年  | 32,846人 | 25,809人(78%) |
| 1991年* | 32,700人 | 26,054人(80%) |
| 1992年* | 36,117人 | 30,004人(83%) |

(出所 : Palau Visitors Authority 1989-90 Annual Report)

\* 1991年、1992年度は非公式統計

表 3.2 訪問者主要出身国

|       | 1990年         | 1991年*        |
|-------|---------------|---------------|
| 米 国   | 6,440人 (20%)  | 6,411人 (20%)  |
| 日 本   | 13,512人 (40%) | 14,529人 (44%) |
| フィリピン | 3,528人 (11%)  | 4,073人 (13%)  |
| その他   | 9,666人 (23%)  | 7,687人 (23%)  |
| 合 計   | 32,846人       | 32,700人       |

(出所 : Palau Visitors Authority 1989-90 Annual Report)

\* 1991年度は非公式統計

表 3.3 主なホテルと客室数

|                |      |
|----------------|------|
| パラオ・パシフィックリゾート | 100室 |
| ホテル・ニッコーパラオ    | 51室  |
| パラオホテル         | 38室  |
| ニュー・コロールホテル    | 26室  |
| マリーナホテル        | 28室  |
| マラカル・セントラルホテル  | 18室  |
| ウエスト・プラザホテル    | 22室  |
| その他            | 105室 |
| 合 計            | 388室 |

(出所 : Palau Visitors Authority 1989-90 Annual Report)

#### (4) 社会・経済的な重要性等

パラオ共和国は豊かな水産資源に恵まれ、水産業は経済的潜在性の高い分野として有望視され、特に、マグロ等鮮魚の日本向け航空輸送事業は、開始からまだ間もないが大きな成長を見せている。また、近年、その美しい自然環境を求め観光客数が増加しており、経済開発を進める上で、観光関連施設の整備およびインフラの整備を最優先課題としている。

他方、生産部門は未発達で見べき産業はなく、財政は米国からの経済援助で賄われ、政府機関が大きな雇用の場となっている。首都コロールと、バベルタウブ島および離島部等の伝統的生活が続けられている地方部とは経済基盤が異なり、都市部では貨幣経済が営まれ、地方部では自給自足（および貨幣経済との組み合わせ）が中心となり、生活水準に大きな格差がある。輸入超過型の経済構造から自給率を高めるため、生産部門の確立が緊要とされている。

## 3.2 自然条件

### (1) 地質・地形

パラオ共和国は、地質区分上、コロール島やバベルタウプ島のように基盤岩が安山岩や玄武岩からできている地層と、マラカル島に見られるとおり石灰岩地層の2種類に分類される。バベルタウプ島の南西部は、火山性の堆積層で構成されており、その厚みは5~10mである。本計画の送配電線路は、この地層上に建設される。計画地は、図3.1に示すように、地形、植物分布上、次の3地帯に分類される。

#### 1) 海岸地帯

海岸地帯は、堆積層で覆われており、マングローブの密林が形成されている。海拔ゼロで平坦地となっている。

#### 2) 海岸段丘地帯

地形は海岸線から内陸部の高原地帯にかけて階段状に形成され、マホガニー、チーク、オークなどの樹木が分布している。土質は農業に適している。

#### 3) 内陸部のステップ地帯

起伏は緩やかで草木に覆われた平原地帯である。土質は強酸性であるため農業に適していない。

### (2) 気象

#### 1) 気温と降雨

気候は海洋性熱帯気候で、年間平均気温は27℃で、年間を通じほぼ一定である。年間平均湿度は82%と高温多湿である。乾期は通常2月から4月までと10月から12月までで、年間平均降雨量は3,800mmである。5月から9月までが多雨期である。



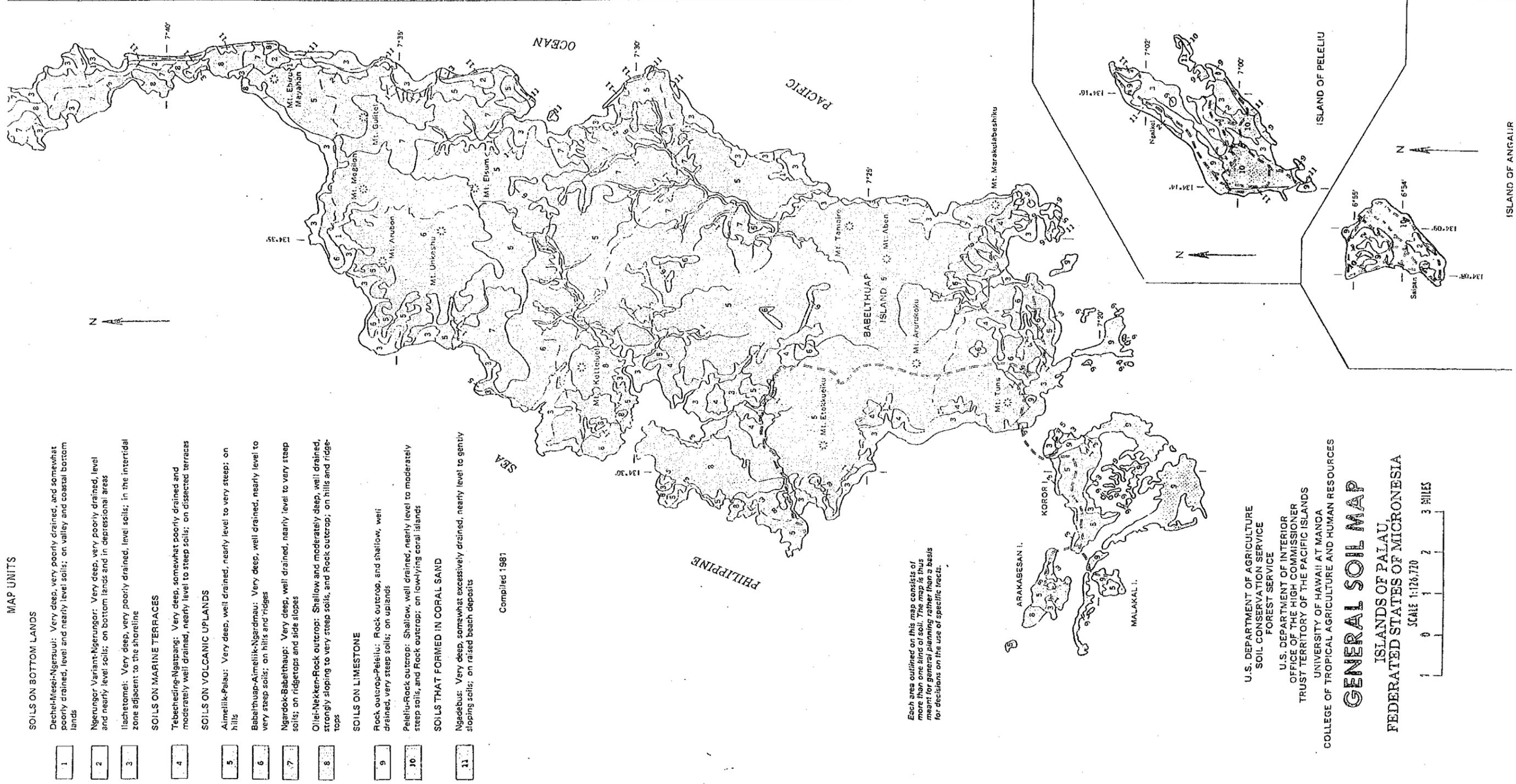


图 3.1 地質・地形图



## 2) 風

12月から4月にかけては北東、7月から10月は南西の風が吹く。風速は、年間を通じて3～5m/sであるが、12月と3月または7月に最大風速20～30m/sが記録される。台風の発生地であるため、風力・風速は小さく、台風の被害はほとんどない。

## 3) 雷雨

乾季を除き月に1、2回程度の雷雨が観測されるものの、電力施設に雷害があったという記録はない。

## 4) 地震

小規模の地震は観測されているが、地震の発生は極めて少なく、過去において電力施設に被害をもたらしたことはない。

1991年の気象統計を整理したものを表3.4に示す。

### 3.3 社会環境

#### (1) 社会基盤施設の整備状況

1920年代から建設された道路が主要幹線道路として交通の要となっており、また、自由連合協定発効後、米国からの資金供与により、6年以内に85kmの道路を整備・拡張する計画がある。通信手段としての電話は一般家庭に広く普及しているものの、過疎地・離島部ではマイクロ波通信に依存している状況である。

電力について見れば、1960年代から、米国がマラカル発電所とコロール州内配電網の建設に係わり徐々に整備されてきたが、老朽化が進んだため、1985年にパラオ共和国政府がアイメリーク発電所を建設した。また、日本国が1984/1985年度無償資金協力プロジェクトとして、アイメリーク～アイライ間に送配電線路を建設し、量的には当面の電力需要を満たす体制が整った。しかしながら、コロール州の配電網は依然として電圧変動、電圧降下、停電事故が頻発して信頼性が低い上、開発のポテンシャルが高いバベルタウブ島の大半は未電化のままである。

表3.4 1991年月別気象統計

| 月   | 平均気温 (°C) | 相対湿度 (%) | 降雨量 (mm) | 風速 (m/s) | 晴天の割合 (%) |
|-----|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| 1   | 27.2      | 91       | 614      | 3.5      | 40        |
| 2   | 26.9      | 88       | 139      | 3.7      | 41        |
| 3   | 27.3      | 89       | 450      | 3.4      | 64        |
| 4   | 28.1      | 90       | 263      | 3.0      | 58        |
| 5   | 28.2      | 91       | 238      | 2.7      | 59        |
| 6   | 28.0      | 88       | 325      | 2.6      | 40        |
| 7   | 27.2      | 93       | 802      | 2.5      | 36        |
| 8   | 27.8      | 85       | 349      | 4.0      | 28        |
| 9   | 27.3      | 87       | 537      | 3.9      | 40        |
| 10  | 27.7      | 87       | 198      | 3.5      | 41        |
| 11  | 28.1      | 89       | 198      | 2.6      | 47        |
| 12  | 27.3      | 89       | 311      | 2.9      | 45        |
| 年平均 | 27.6      | 89       | 年間 4,424 | 3.2      | 45        |

(出所：米国気象統計センター)

(注) 過去の最高気温は1976年6月の35°Cであり、最大瞬間風速は37m/sで1990年11月に記録されている。

上下水道施設は、1990/1991年度に日本国無償資金協力「給水改善計画」により、コロール、アイライ両州において建設され、衛生面の改善に寄与している。

## (2) 教育

初等教育は6歳から14歳までの8年間で、義務教育である。各州には公立の初等教育校各1校が置かれ（コロールには3校）、私立2校を合わせると全初等教育校数は24校ある。中等教育は4年制で、公立のパラオ高校の他、私立校が5校ある。1989～1990年の生徒数は、初等教育が2,494人、中等教育が1,055人である。高等教育機関としては、カレッジ・オブ・ミクロネシアの分校であるミクロネシア職業訓練単科大学（Micronesia Occupational College = MOC）がコロールに開設されている。学生数は約400人でミクロネシア連邦、マーシャル諸島からの学生も在籍している。また、グアム、ハワイ、米本土の大学に留学する者も多く、現在、その数は600～700人と見られる。また、日本国政府からの奨学金により毎年3名程度の学生が電子工学、観光学等、日本の専門学校で学んでいる。

## 3.4 電力事業の概要

### (1) 送配電設備の概要

1985年から1986年にかけて運転を開始したアイメリーク発電所とアイメリーク～アイライ間送配電線路がパラオ共和国の電力系統の根幹となっているが、コロール州内の配電網、マラカル変電所は、財源不足により設備の維持管理が十分に実施できない状態が長期間続いたため、老朽化が許容限界まで進行していて電力供給が不安定になっている。また、バベルタウプ島の電化計画も、以前から計画されていたものの、資金不足により実現への一歩が踏み出せない状況にある。

### (2) コロール州の送配電設備

アイメリーク発電所運転記録によれば、1992年5月から1993年4月までの1年間の原因別の停電回数・時間は以下のとおりである。

表 3.5 原因別停電回数・時間

| 原因         | トリップ・停電回数  | 停電時間 (分)      |
|------------|------------|---------------|
| 送配電設備不良    | 9 (31.2)   | 298 (19.3)    |
| 樹木の接触・倒壊   | 5 (17.2)   | 256 (16.6)    |
| 運転・保守員の誤操作 | 5 (17.2)   | 192 (12.5)    |
| 計画停止       | 5 (17.2)   | 549 (35.6)    |
| 原因不明       | 5 (17.2)   | 247 (16.0)    |
| 合計         | 29 (100.0) | 1,542 (100.0) |

(注) カッコ内は構成比率 (パーセント)。

送配電設備の機器不良と樹木の接触・倒壊によって送配電線が地絡・断線に至る事故は、トリップ回数で48.4%、停電時間では35.9%と、全事故に占める割合が顕著である。送配電設備の老朽化、設計・施工不良により設備の信頼性が低下しているために、電圧変動・電圧降下が恒常的に見られ、地絡・停電事故が頻発しているものである。これらの事故は住民の日常生活に悪影響を与えるばかりか、病院・通信施設・航空施設・上下水道という社会の大動脈たるべき施設への打撃も大きい。ホテル、レストラン、スーパーマーケットのように冷凍・冷蔵品を扱う施設では、停電による経済的損失を回避するため、自己防衛的に自前のディーゼル発電機を備えるのが常である。このため、ディーゼル発電機購入・維持費、割高な燃料費の負担を余儀なくされている。また、停電が多発しているため、政府の電力システムに対する信用が揺らぎ、発電原価に見合った適正電力料金の設定、すなわち事実上の値上げが困難になっていると推察される。この点からも、送配電設備の改善と増強は電力事業運営にとって緊要の課題となっている。

### (3) 未電化地域の状況

本計画の対象となるバベルタウン島未電化地域は、公共事業局の既存の送配電システムから遠く離れた位置に散在して、電力の供給が受けられないことから、非常用の小型ディーゼル発電機が設置され、夜間照明用に1日6～7時間程度運転されている。人口1人当たりの使用電力量について、コロール州ならびに他の電化地域と比較したのが表3.6で、未電化地域ではコロール地区の16%程度の電力が使用できるに過ぎない。

表 3.6 消費電力量の比較 (1992年)

|                    | コロール州と他電化地域 | パベルタウプ島未電化地域 |
|--------------------|-------------|--------------|
| 消費電力量 (KWH)        | 56,685,714  | 591,300      |
| 人口 (1993年推定)       | 13,000      | 874          |
| 1人当たり消費電力量 (KWH/人) | 4,360       | 677          |

(注) パベルタウプ島未電化地域4州の平均電力需要は270KWであり、これが毎日6時間運転されると推定して電力量を算出した。

このため、文化生活の尺度となる電化品の導入以前の、基本的人間生活を営む上での必需品さえ設置できない状況にあり、コロール州ならびに他都市部との格差は極めて大きくなっている。例えば、下水道設備の整備状況を見ると、コロール州では46%であるのに対し、未電化地域4州では4%と10分の1以下である。地域間格差の解消という点だけではなく、最低限の文化的かつ健康的な生活水準の確保という側面からも電化の促進が地域発展に果たす役割は大きいと考えられる。



## 第4章 計画の内容



## 第 4 章 計画の内容

### 4.1 目的

パラオ共和国政府は、社会基盤整備事業の一環として、政治・経済活動の中心地であるコロール州の配電網の改善、およびバベルタウプ島未電化地域の解消を重点課題に掲げている。

コロール州の配電設備は、老朽化が許容限界まで進行している上、計画不良、メンテナンス不良によって配電線の地絡・短絡・断線事故が頻発しており、電圧変動・電圧降下が許容値を大きく超え、長時間の停電もみられるなど、配電事情は劣悪の状態にある。このような状態は、需要家に対し安定した品質の良い電力を供給するという電力事業の目的から外れ、需要家の信用を失墜させ、国家経済開発の隘路となっている。また、バベルタウプ島は、社会基盤整備の遅れにより開発が進められていないが、農業、商工業開発のポテンシャルは高く、未電化地域を電化することにより、経済・社会開発と民生の向上、雇用の創出による地方への人口の分散が急務とされている。

このため、日本国政府の無償資金協力により、コロール州の配電網改善・増強によって安定した電力供給を行ない、またバベルタウプ島に送配電線を拡張することによって未電化地域4州の電化を進め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) 概要

パラオ共和国政府から入手した資料および既存の関連資料に基づき、送配電設備の基本設計の計画期間を、設備が使用開始される予定の1995年から10年と設定する。送配電設備を構成する変圧器、配電線等の容量・サイズを検討する場合、計画期間中の電力需要の増加を考慮する必要があるので、コロール州および未電化地域の電力需要予測も行なう。

## (2) コロール州内送配電設備の規模・機能

アイメリーク変電所～アイライ変電所間の34.5KV送電線路は、9,000KWの電力需要を見込み建設されたが、1993年6月には発電端での最大電力9,925KWを記録している。アイメリーク発電所の供給能力を増強しても、送電線の送電可能容量の制約、線路中の送電損失を考慮すれば、コロール州、アイライ州の電力需要の9,000KW超過分は、マラカル発電所から供給することになる。電圧降下、電圧変動、電力損失の観点からも、負荷中心点に近接しているマラカル発電所が数多くのメリットを有している。次項(3)で述べるように、2005年の予想最大需要電力は19,200KWであり、このうち、アイメリーク～アイライ送電線で9,000KWを送り、残り10,200KWはマラカル～アイライ配電線で給電するという2系統の均等運用が合理的と考えられる。また、1986年に運転開始したアイライ変電所の10MVA変圧器の運転を止めて点検・保守を実施することが緊急の課題となっているので、この変圧器を停止した場合でも、コロール州およびアイライ州への送電は継続する必要がある。アイライ変電所引込み口に開閉器を設置して、この切り換えによってアイメリーク発電所からマラカル変電所にバイパスさせる機能を付加するが、この点からもマラカル変電所に10MVA変圧器を設置し、マラカル変電所との間の送電線路はアイメリーク～アイライ間と同一の34.5KV、10MVAベースで設計することになる。また、コロール州内配電線路は、既存線路と同一電圧の13.8KVが適当である。

コロール州およびアイライ州における中長期的な電力需要の伸びを考慮した場合、マラカル発電所の供給力向上、マラカル変電所の増強、さらにはアイメリーク～アイライ間送電線の拡張も新たな課題となる。

## (3) コロール州および周辺地域の電力需要予測

### 1) 現在の電力需要(発電端ベース)

現在の最大需要電力は、1993年6月に記録した9,925KWである。また、1993年8月の最大電力は概算値で9,700KW、平均電力は7,200KW、負荷率は74%である。図4.1に1992年の最大電力、発電電力量の推移を示す。最大電力が生じるのは、乾期でエアコン需要の多い11月であり、参考として11月17日の日負荷曲線を図4.2に示す。

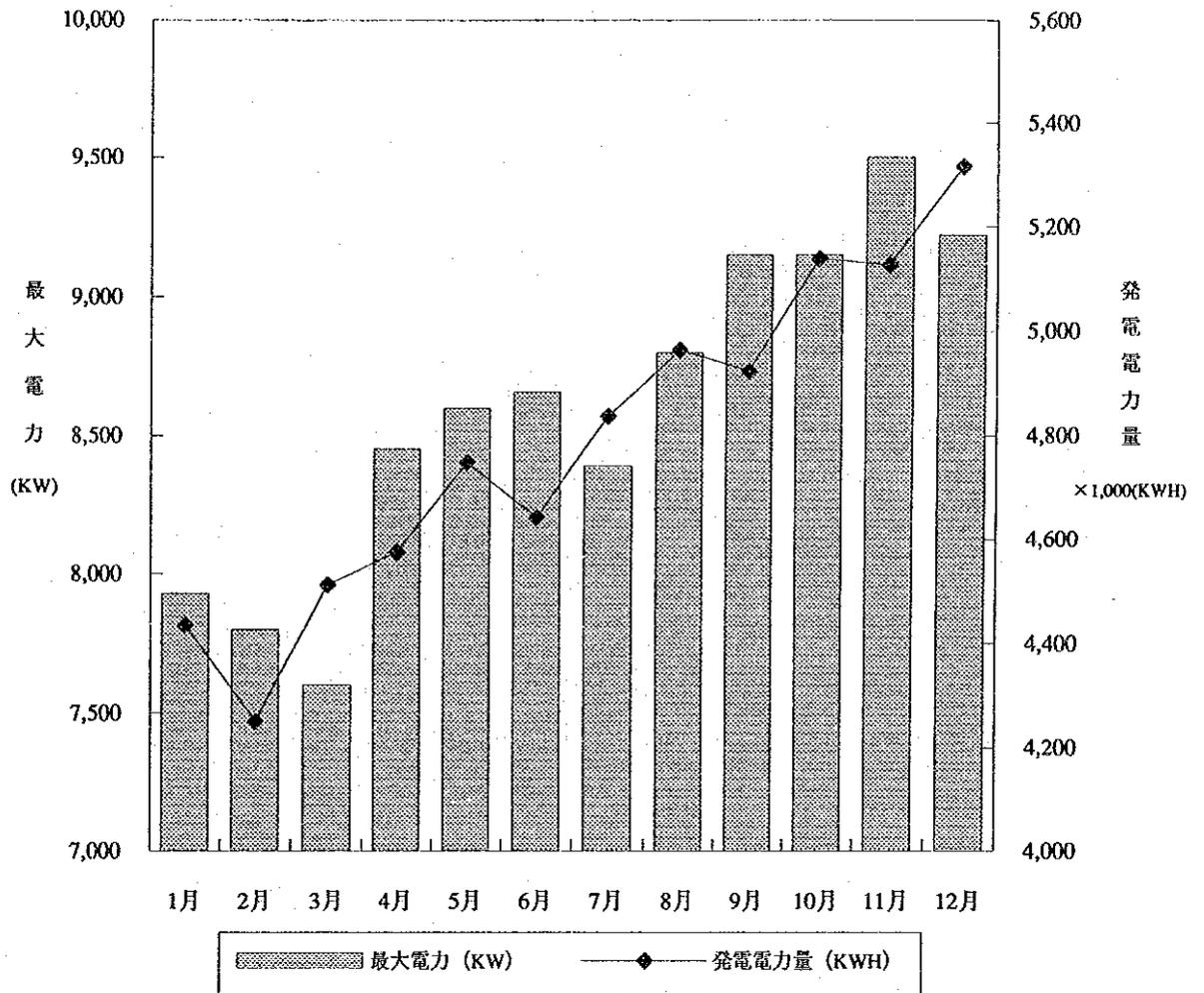


図 4.1 アイメリーク発電所発電電力の推移 (1992年)

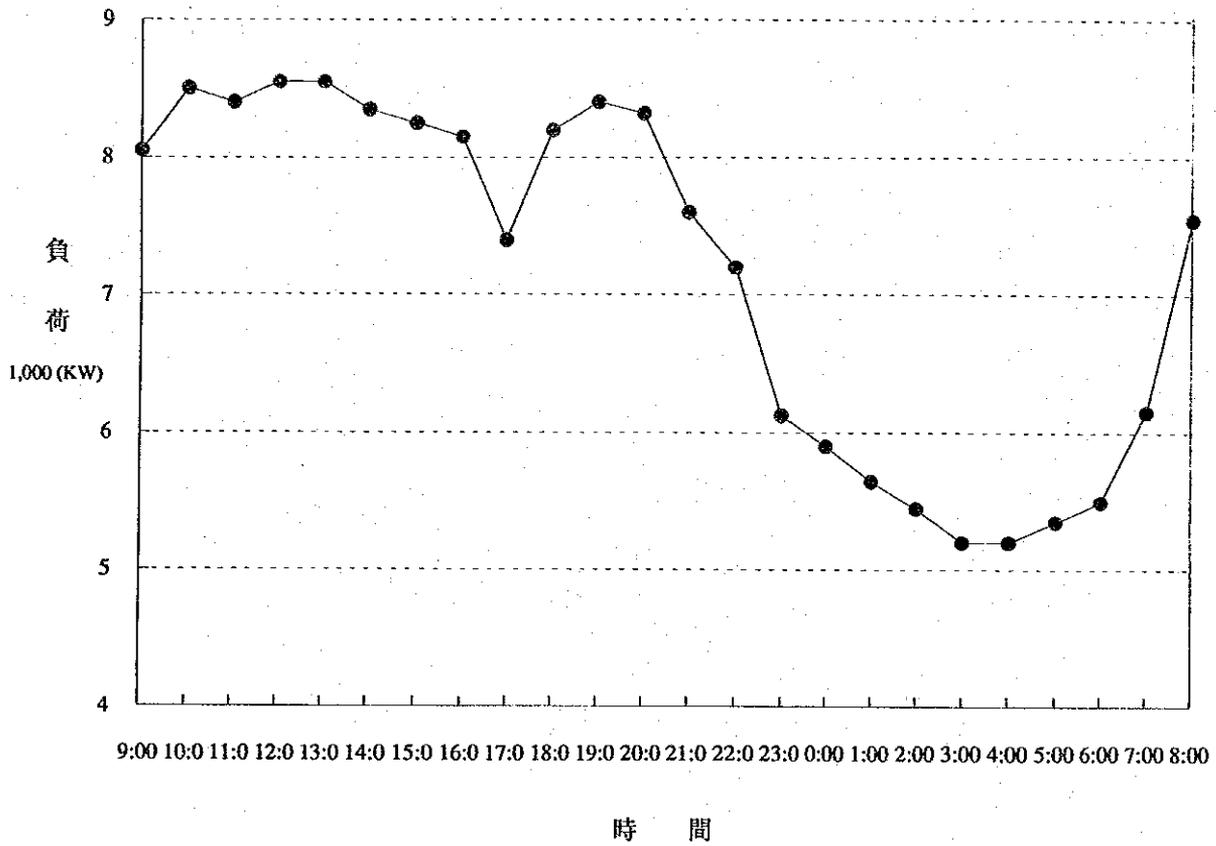


図4.2 アイメリーク発電所日負荷曲線 (1992年11月)

## 2) 現在の用途別電力需要

1993年7月の電力需要を電力料金徴収ベースで用途別にみると、電力量、契約者数は次のとおりである。

表4.1 用途別消費電力量

| 用途      | 消費電力量 (KWH)       | 契約者数 (口座数) |
|---------|-------------------|------------|
| ① 一般住宅用 | 1,353,033 (38.3%) | 2,352      |
| ② 商業施設用 | 1,651,259 (46.8%) | 292        |
| ③ 政府施設用 | 526,816 (14.9%)   | 134        |
| 合計      | 3,531,108 (100%)  | 2,778      |

ただし、政府施設の大多数には電力量計が設置されておらず、使用量を推定してその電力料金を支払う仕組みになっている。したがって、③ 政府施設用14.9%は実態よりかなり少なく、現地調査の結果、実際の消費電力量は全体の25%程度を占める。③の比率を25%と見込み、用途別の電力需要比率を補正すれば、次のとおり。

表4.2 用途別電力需要比率

|         |      |
|---------|------|
| ① 一般住宅用 | 34   |
| ② 商業施設用 | 41   |
| ③ 政府施設用 | 25   |
| 合計      | 100% |

## 3) 用途別電力需要の増加予測

一般住宅用、商業施設用、政府施設用の負荷曲線は各々異なっているため、最大需要電力が生じる時期・時刻は当然のことながらずれてくる。したがって、最大電力需要と消費電力量の間には厳密な相関関係はないが、後者の伸びから前者の動きを推定できると考えられるので、電力需要予測の参考として使用する。

① 一般住宅用

アイメリーク、マラカル両発電所の電力は、そのほとんどがコロール、アイライ、アイメリークの3州で消費されている。これらの地域の人口は、1990年の人口統計で12,174人であり、これを1993年に換算すると13,000人と推定される。1992年の発電電力量は56.7GWHであり、過去の伸び率を加味し1993年を60GWHと推定すれば、1人当たり1ヶ月間の電力消費量は次のようになる。

$$\begin{aligned} 60,000,000\text{KWH} \times 34\% / 12 &= 1,700,000\text{KWH} / \text{月} \\ 1,700,000 / 13,000 &= 130\text{KWH} / \text{人} / \text{月} \end{aligned}$$

経済発展とともに家電品がさらに家庭に設置され、1人当たりの電力消費量も増加することから、10年先の伸びを30%見込み、170KWH/人/月と設定する。3州の2005年時点での人口を、1993年の13,000人に対し時系列的傾向から単純平均で年2.2%増加すると見て、16,500人と推定すれば、電力消費量は次のとおり試算される。

$$\begin{aligned} 170\text{KWH} / \text{人} / \text{月} \times 16,500\text{人} &= 2,805,000\text{KWH} / \text{月} \\ 2,805,000 / 1,700,000 \times 100 &= 165\% \end{aligned}$$

この電力消費量は1993年に対し65%の増加となるため、2005年時点での最大電力需要は5,600KW（1993年の最大電力需要を10,000KWとして、 $10,000\text{KW} \times 34\% \times 165\%$ ）と推定される。

② 商業施設用

最大需要電力10,000KWのうち商業施設用が占める割合を41%と推定すれば、4,100KWとなる。また、常時自家発電機を運転しているのはパラオパシフィックリゾート（PPR）で、設備容量は1,800KW、最大電力需要は800KWである。PPRは、客室の拡張により500KWを政府の配電系統から受電したいと申請しているが、既存の電力需要についても、配電事情が改善すれば同様に受電したい意向を持っている。したがって、PPR1社だけで最大電力需要1,300KWとなる。この

他にも自家発電から公共電力の買電に切り換える動きが出てくるものと見込まれるが、現時点の商業施設用電力は5,400KWと設定する。今後、国内総生産（GDP）が過去5年間と同等水準の年率10%で伸び、電力需要もこれに呼応して増加すると推定すれば、商業施設用電力は2005年には $5,400 \times 220\% = 11,900\text{KW}$ と見られる。

### ③ 政府施設用

政府施設用は、全電力量の25%を占めているが、最大電力需要の伸び率を一般住宅用より低く50%の増加と見込めば、 $10,000\text{KW} \times 25\% \times 150\% = 3,800\text{KW}$ となる。

## 4) 合計最大需要電力

2005年時点の予想最大電力需要は次のとおり。

表4.3 最大需要電力予測

|         |          |
|---------|----------|
| ① 一般住宅用 | 5,600KW  |
| ② 商業施設用 | 11,900KW |
| ③ 政府施設用 | 3,800KW  |
| 合計      | 21,300KW |

## 5) 省電力の推進による補正後の合計最大電力需要

政府施設のほとんどに電力量計が設置されていないことや、電力料金そのものが発電原価に比べて低く抑えられていることから、政府、民間ともに電気節約の意識と行動が徹底しておらず、貴重なエネルギーが浪費されている。省電力機器の採用や体系的な省電力活動の実施によって、伸長する一方の電力需要を抑制することが欠かせない。省電力対策による電力抑制目標値を10%とすれば、2005年時点の合計最大電力需要は、 $21,300\text{KW} \times 90\% = 19,200\text{KW}$ となる。また、図2.2のとおり、過去5年間の最大電力需要（発電端ベース）は次のとおりである。

|       |               |
|-------|---------------|
| 1989年 | 6,425KW       |
| 1990年 | 7,380KW       |
| 1991年 | 8,100KW       |
| 1992年 | 9,500KW       |
| 1993年 | 10,000KW (推定) |

年平均伸び量は約900KWであり、コロール州の各種施設の電化が比較的進行している現状を踏まえ、今後、同程度電力需要が伸びると想定すれば、2005年時点で21,000KWと計算される。

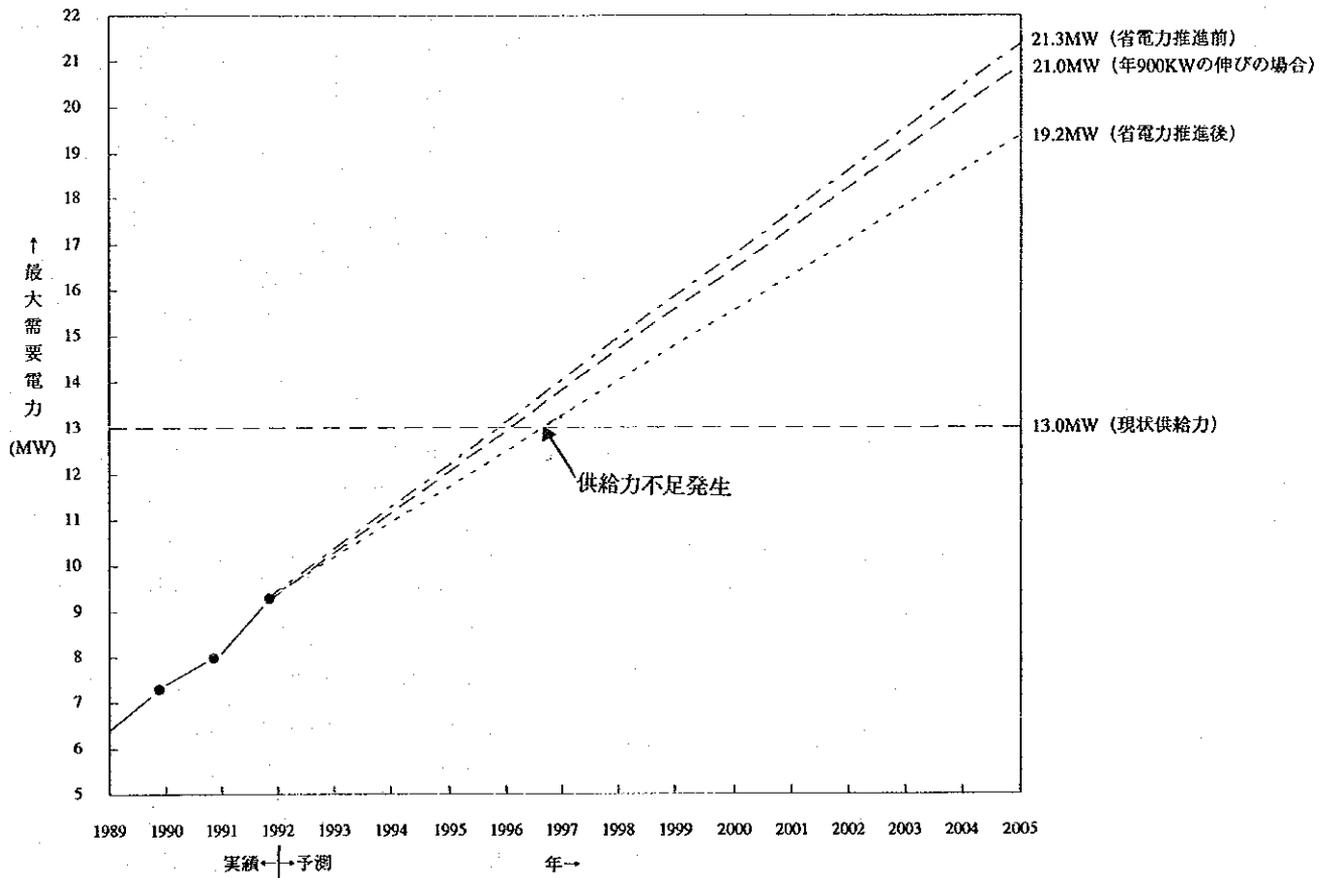
#### 6) 電力需給バランスの検討

最大電力需要は1993年の10,000KWから2005年時点では19,200KWに推移すると見込まれるが、現在の供給能力はアイメリーク発電所の予備力を動員しても12,800KW、マラカル発電所3,500KW、合計16,300KWである。発電能力を現行水準で維持できるものと仮定し予備力20%を確保すれば、13,000KWの供給力となり、これに対応できるのは図4.3のとおり1997年頃までと予想される。ピークカット、ピークシフトなどの電力管理、省電力対策などを講じても、現状の発電設備では2000年以前に供給能力不足の事態に陥ることになると考えられる。予備力確保を目的としてアイメリーク発電所の#1ユニットにエンジンを設置して3,200KW発電機を稼働させることや、マラカル発電所のリハビリ実施と並行して2,500KW級発電機2台の追設を実施するなど、中長期的な対応策が不可欠である。

#### (4) バベルタウン島未電化地域の電力需要予測

##### 1) 現在の電力需要

未電化地域のディーゼル発電機は夜間照明用として運転され、各地域の需要家に配電されている。発電機容量、電力需要、裨益人口は、表4-4に示すとおりである。



| 年         | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 最大電力 (MW) | 6.4  | 7.4  | 8.1  | 9.5  | 10   | 10.8 | 11.6 | 12.4 |

| 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 13.2 | 14   | 14.8 | 15.6 | 16.4 | 17.2 | 17.9 | 18.6 | 19.2 |

図 4.3 電力需給バランス予測

表 4.4 未電化地域 4 州の電力状況

| 州      | 発電機容量 (KW) | 平均電力需要 (KW) | 人口  | 世帯数 |
|--------|------------|-------------|-----|-----|
| マルキョク  | 150        | 100         | 244 | 49  |
| ネゲサール  | 90         | 50          | 287 | 61  |
| アルモノグイ | 125        | 80          | 281 | 55  |
| ガスパン   | 50         | (40)        | 62  | 29  |
| 合計     | 415        | 270         | 874 | 194 |

これらの地域では、電力供給が低水準で経済開発が遅れていることから、電力需要も小規模に留まっているものと見られる。

### 2) 最大電力需要の予測

コロール、アイライ、アイメリークの 3 州における 2005 年時点の最大電力需要は、一般住宅用、商業施設用、政府施設用を合計して 19,200KW で、人口は 16,500 人と推定される。人口 1 人当たり 1.2 KW であるが、未電化地域 4 州において同じ水準まで電化が進行するかどうかは、特に大規模な開発プロジェクトの実施如何に左右される。電力需要のほとんどが住宅用で、電化水準も電化地域 3 州と同一程度とすれば、人口 1 人当たり 0.34KW (5,600KW / 16,500 人) と計算される。しかしながら、バベルタウプ島の社会基盤整備がパラオ共和国政府の優先政策となっていることを踏まえ、人口 1 人当たりの電力需要を 0.5KW とし、地方への人口誘導効果を見込んで人口の増加数が毎年現時点の 5% 程度とする。

### 3) 地域別の最大需要電力予測

2005 年時点の需要電力は、地域別に次のとおり予測される。

表 4.5 未電化地域 4 州の最大需要電力予測

| 州      | 最大需要電力 (KW) |
|--------|-------------|
| マルキョク  | 200         |
| ネゲサール  | 230         |
| アルモノグイ | 230         |
| ガスパン   | 50          |
| 合計     | 710         |

(注) ガスパン州のうちイボバン地区以外は 1984 / 1985 年度日本国無償資金協力によって電化が実施されたが、電力需要はイボバン地区以外の人口も含めて予測した。

#### 4.2.2 実施・運営計画の検討

##### (1) 計画の実施主体

本計画の実施主体はパラオ共和国政府資源開発省であり、完成後の施設の維持管理は同省管轄下の公共事業局が行なう。公共事業局は、電力・上下水道を主とする公共事業を運営している。

現行の事業運営では、電力料金が9セント/KWHで燃料費・人件費程度を回収できるに過ぎず、設備の減価償却費・修繕費に相当する部分が回収できない状態となっている。このため、電力供給設備の運営維持管理にあてるべき財源が不足し、設備能力を合理的レベルに維持することが困難な状況にあると推察される。

##### (2) PUCの設立、運営の概要

公共事業局の電力部門については、他の南西太平洋諸国と同様、電力公社PUC (Public Utilities Corporation) を設立して、公共事業局から分離独立させるよう、米国政府がパラオ共和国政府に強く働きかけている。PUC設立の眼目は独立事業体として健全な財政運営を目指すことにあり、組織・人材・運営・財務などの幅広い分野における機動的・効率的な事業計画作成とその実行が期待されている。

パラオ共和国議会においてPUCの設立、運営に関する法案がすでに討議されてきており、近い将来にPUCが発足するものと見られる。以下に概要を示す。

- 1) アイメリーク発電所の債務返済義務をPUCに負わさない。
- 2) 法案成立後、大統領はPUCの理事(全員パラオ人で5名)を任命する。理事会は、議長と副議長を選任し、執行総責任者として総裁を任命する。総裁は、理事会で決定する方針に沿って運営体制を確立し、また従業員の雇用等に責任を持つ。
- 3) PUCの運営体制が整うまでは、資源開発省がPUCに代わって実務を代行する。
- 4) 電力料金レベルについては、他の太平洋諸国の実施状況を検討し、パラオ共和国に適合した料金レベルを設定する。

#### 4.2.3 類似計画および国際機関等の援助計画との関係・重複等の検討

パラオ共和国政府は、増大する電力需要への対応策として、米国政府の運転・保守改善事業（OMIP）で供与される予定の資金を利用して、2,500KW 1台のディーゼル発電機（中古品）を購入する予定である。しかしながら、この資金の利用にはPUCの設立が前提となっているため、現在、同ディーゼル発電機購入の用途は立っていない。本事業以外には、国際機関等の援助による事業の予定はない。

#### 4.2.4 計画の構成要素の検討

本計画はコロール州内配電網の改善・増強およびバベルタウプ島4州の電化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) コロール州内の34.5KV/13.8KV送配電線路の改善および増強
- (2) バベルタウプ島未電化地域4州への34.5KVおよび13.8KV送配電線路の建設
- (3) バベルタウプ島未電化地域4州内の配電線路建設用資機材の供与

本計画の目的は安定した電力供給の確保と未電化地域の解消であり、そのためには送配電設備の整備が不可欠の条件となる。本計画の構成要素は、その条件を満たしており妥当なものとする。

#### 4.2.5 要請施設・機材の内容検討

本計画の主な施設、機材の内容は前節4.2.4に示す3項目である。各項目とも、本計画の目的とする電力の安定供給の確保および未電化地域の解消のため最低限必要な施設、機材であるとする。

- (1) コロール州内の送配電線路の改善および増強

コロール州内の送配電設備は、増大する電力需要に対応するため急急に配電網の拡張が行なわれたために、電線サイズ不足による電圧降下（需要端電圧120Vに対し10%以上）、樹木との接触による断線・地絡・停電が頻発している。また、配電線路に電話線・ケーブルテレビ線などの重量物が無計画に共架されているために、倒壊寸前の電柱が多数あり、電線のたるみも大きく家屋・樹木との接触が懸念されることなど、重度の不都合箇所が広範囲に及んでいる。技術的問題だけでなく、人的安全、都市景観上からも、これらの問題点は看過できないものである。

また、送配電系統に設計冗長度（系統の多重化）が考慮されていないため、アイライ変電所内の10MVA変圧器は、1986年運転開始以来、保守点検が実施できない状態が続いている。このため、この変圧器が故障すれば、コロール州の大部分が停電に至るという不安定な状況にある。

このような状況から、新マラカル変電所を建設して10MVA変圧器、13.8KVスイッチギア等を新設すること、配電網にループを設け自動区分開閉器と連携して作業停電、事故停電時間を最小化することが電力供給の信頼性を向上させる上での対応策となる。また、老朽化している電柱・電線の張り替え、容量・サイズが不足している柱上変圧器、配電線の取り替えも広範囲にわたって必要になる。これらの対応策は、次の4点に集約される。

- 1) アイライ変電所～新マラカル変電所間の34.5KV送電線路と13.8KV配電線路の建設
- 2) コロール州内の13.8KV配電網の改善、ならびに、配電ループ回路および自動区分開閉器の設置
- 3) コロール州内の13.8KV配電網の改善に伴う既存配電線の増強
- 4) 13.8KV/34.5KVマラカル変電所の建設

(2) バベルタウプ島未電化地域4州への34.5KVおよび13.8KV送配電線路建設

未電化地域解消の具体的対応策として、次の3点が挙げられる。

- 1) アイメリーク州ネッケン地区の既存変電所～コクサイ地区間の34.5KV送電線路の建設、および、コクサイ地区の34.5KV/13.8KV変電所の建設
- 2) コクサイ地区～アルモノグイ州間の34.5KV送電線路の建設、およびガスパン州イボバン地区とアルモノグイ州の34.5KV/13.8KV変電所各1ヶ所の建設
- 3) コクサイ地区変電所～マルキョク州、および、コクサイ地区～ネゲサー州間の13.8KV配電線路の建設

(3) バベルタウプ島未電化地域4州内の配電線路建設用資機材の供与

パラオ共和国政府の公共事業局は13.8KV以下の配電線路を施工する能力を有していることから、次の4地点に対しては建設用資機材の供与のみで十分と考えられる。

- 1) アルモノグイ州
- 2) ネグサール州
- 3) マルキョク州
- 4) ガspan州イボバン地区

#### 4.2.6 技術協力の必要性検討

現在、公共事業局の送配電部門には、エンジニア、技能工など17名が在籍し、既存の送配電設備の運転・維持管理を独力で行なっていることから、今後とも専門家の派遣は必要ないと考えられる。また、本計画で供与する10MVA変圧器、13.8KV閉鎖配電盤、自動区分開閉器等については、現地において試運転期間中に実地訓練(OJT)を行なうことで目的は達成されることが考えられるので、日本国でのトレーニングは考慮しない。

#### 4.2.7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、計画の妥当性、必要性、技術的な可能性、パラオ共和国政府の実施能力等が確認されたこと、本計画で予想される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。

### 4.3 計画の概要

#### 4.3.1 実施機関および運営体制

パラオ共和国側で本計画全体の運営・管理にあたるのは資源開発省であり、同省管轄下の公共事業局が本計画完成後の設備および機器の維持管理に責任を負うことになっている。公共事業局の組織・人員配置計画は、図2.1に示したとおりである。また、本計画を円滑に実施するために国家計画・統計室が調整機関としてその任にあたる。

公共事業局は、1984/1985年度日本国無償資金協力により建設された送配電線路、変電所の計画実施・運営に経験を有していることから、本計画による資機材供与後も十分対応できる運営体制にあると考えられる。

#### 4.3.2 事業計画

本計画は、4.2.1節の(2)、(3)項で検討したコロール州内配電網の改善・増強、およびバベルタウプ島未電化地域の電化を実施するものである。施設の計画にあたっては、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となるよう計画する。

事業の主な内容は、以下のとおりである。

- (1) コロール州内送配電線路の改善および増強
- (2) バベルタウプ島未電化地域4州への34.5KVおよび13.8KV送配電線路の建設
- (3) バベルタウプ島未電化地域4州内の配電線路建設用資機材の供与

#### 4.3.3 計画地の位置および状況

計画地は大きく分けて南部のコロール州と北部に位置するバベルタウプ島未電化地域4州であり、コロール州を構成するコロール島とバベルタウプ島はK-Bブリッジで連絡されている。

コロール州は、コロール、マラカル、アラカベサンの3島からなり、パラオ共和国の首都が置かれており都市機能は比較的充実している。配電網の改善・増強計画は、コロール州の全域(約18km<sup>2</sup>)が対象となる。変電所は、コロール州南部のマラカル地区に設置する。

バベルタウプ島のうち電化計画の対象となるのは、アルモノグイ州(65km<sup>2</sup>)、ガスパン州(47km<sup>2</sup>)、マルキョク州(28km<sup>2</sup>)、ネグサール州(41km<sup>2</sup>)であり、4州の合計人口は874人となっている。

#### 4.3.4 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、次のとおりである。

- (1) コロール州内送配電線路の改善および増強
  - 1) アイライ～マラカル間34.5KV送電線路、および13.8KV配電線路
  - 2) 13.8KV配電網、配電ループ回路および自動区分閉器
  - 3) 13.8KV配電網の更新に伴う既存配電線の撤去
  - 4) 13.8KV/34.5KVマラカル変電所

(2) バベルタウン島未電化地域4州への34.5KVおよび13.8KV送配電線路の建設

- 1) ネットケン地区既存変電所～コクサイ地区間34.5KV送電線路、およびコクサイ地区34.5KV/13.8KV変電所
- 2) コクサイ地区～アルモノグイ州間34.5KV送電線路、およびイボバン地区、アルモノグイ州への34.5KV/13.8KV変電所各1ヶ所
- 3) コクサイ地区～マルキョク州、コクサイ地区～ネグサル州間13.8KV配電線路

(3) バベルタウン島未電化地域4州内の配電線路建設用資機材の供与

- 1) アルモノグイ州内配電線路建設用資機材
- 2) マルキョクおよびネグサル州内配電線路建設用資機材
- 3) イボバン地区内配電線路建設用資機材

#### 4.3.5 維持・管理計画

本計画は、既存の送配電線路、変電所と同程度の設備容量、設計仕様であることから、自動区分開閉器を除き、既存設備の維持管理と変わる点はないものと考えられる。設備は、適正な運転・保守を行なうことでその機能が十分に発揮されるものであるから、その維持管理は極めて重要である。とりわけ、樹木の接触による配電線路の地絡事故が多発している現状を踏まえ、現場巡回による目視点検、樹木の伐採（トリミング）などは必要不可欠の管理項目である。本計画実施の過程において、維持管理の実施に必要な保全基準書、要領書、チェックリストを準備し、パラオ共和国側の維持管理の一助とする考えである。

#### 4.4 技術協力

4.2.6節で述べたとおり専門家の派遣は必要なく、日本におけるトレーニングも計画しないものとする。

## 第 5 章 基本設計



## 第5章 基本設計

### 5.1 設計方針

本計画における送配電設備は、パラオ共和国の電力供給システムの主幹部分であることから、その重要性を考慮して、次の設計方針により基本設計を実施する。

#### (1) 設備の信頼性と安全性

送配電設備を構成する機器および材料個々の信頼性だけでなく、電力システム全体として高い信頼性を発揮することが第一に考慮すべき要素である。この信頼性は、送配電システム単独ではなく、発電設備と連携して総合的高水準を長期にわたって維持でき、人的安全・機器的安全を確保するものでなければならない。機器・部品に故障が発生した場合でも、迅速に設備の復旧を行なうことができ、運転継続を可能とするような運転・維持管理、予備品の在庫管理も合わせて計画する。

#### (2) 維持管理の利便性

送配電設備の維持管理が、特殊な知識や技量を必要とせず、安全に、かつ容易に実施できるように利便性を重視して設計する。特に、電柱、柱上変圧器、開閉器、電線、がいし、金具類は、標準品を採用するとともに、品種、サイズ種類を最小化して機器・部品の互換性を図り、また、既存設備の設計仕様との整合性を考慮することによって、維持管理の利便性を確保する。

#### (3) 経済的な設計

設備の信頼性、維持管理の利便性を確保しながらも、設備全体として最も経済的な設計となるよう、機器・部品レベルから標準品の採用、少品種化などの検討を加えた上で計画する。

### 5.2 設計条件の検討

送配電線路の基本設計にあたって、その根底となる設計条件は次のとおりとする。

## (1) 高 度

送配電線路が施設される地域は、海拔1,000m以下である。

## (2) 気象条件

|                 |   |
|-----------------|---|
| 1) 設計温度         | 40℃   |
| 2) 設計相対湿度       | 最大 100%                                     |
| 3) 設計風速         | 10分間平均 40m/s<br>(最大瞬間風速 52m/s)              |
| 4) 降 雨 量        | 年間平均 4,100mm                                |
| 5) 年間雷雨日数 (IKL) | 37日   |
| 6) 塩分付着密度       | 0.5 mg/cm <sup>2</sup>                      |
| 7) 地 震 力        | 機器 : 水平方向0.4 G、垂直方向0.25 G<br>基礎 : 水平方向0.2 G |

## (3) 適用規格

設備、機器の設計にあたっては、次の規格、基準を適用する。

- 1) 日本工業規格 (JIS)
- 2) 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)
- 3) 日本電機工業会標準規格 (JEM)
- 4) 日本電線工業会規格 (JCS)
- 5) 電気設備に関する技術基準 (日本の電気事業法に関わる規則)
- 6) 米国American National Standards Institute (ANSI) 規格
- 7) 米国National Electrical Manufacturers' Association (NEMA) 規格
- 8) 米国Rural Electrification Administration (REA) 規格
- 9) 米国National Electrical Safety Code (NESC)

(注) 6) ~ 9) の米国規格は、柱上変圧器の仕様、送配電線路の離隔距離、保安施設に関する事項について日本規格を補完する部分に適用する。

## (4) 使用単位系

国際単位系 (SIユニット) を使用するが、運転・操作・維持管理にあたって、安全確保上、必要と考えられる箇所には米国単位系を併記する。

## (5) 電圧区分と配線方式

送電線路の使用電圧は、ステル氏の式を用いると次のとおり54KVが経済的には有利であるが、既存設備で34.5KVを使用しており、検討の結果、技術的合理性があることから、既存設備との整合性を重視し34.5KVとする。

$$V = 5.5 \times \sqrt{0.6 \times L + P / 100} = 54 \text{ KV}$$

ここで、V : 送電電圧 (KV)

L : 送電線路こう長 (= 9 km)

P : 送電容量 (= 9,000KW、ただし、10MVA変圧器ベース)

送配電線路の基本仕様は次のとおりとする。

表 5.1 送配電線路の基本仕様

| 項 目    | 送電線路     | 配電線路     | 電 灯 用    | 動 力 用         |
|--------|----------|----------|----------|---------------|
| 公称電圧   | 34.5KV   | 13.8KV   | 120/240V | 208V (3×120V) |
| 最大使用電圧 | 36.5KV   | 14.52KV  |          |               |
| 配線方式   | 3相4線式    | 3相4線式    | 単相3線式    | 3相4線式         |
| 周波数    | 60Hz     | 60Hz     | 60Hz     | 60Hz          |
| 接地方式   | 中性点多重接地式 | 中性点多重接地式 | —        | —             |

(注) 電灯用、動力用は参考に示すものであり、本計画には含まれない。

## 5.3 基本計画

### 5.3.1 敷地・配置計画

敷地・配置は次のとおり計画する。

#### (1) 新マラカル変電所

既存のマラカル変電所の隣接地を敷地とし、ここに10MVA変圧器、13.8KVスイッチギア等を配置し、新マラカル変電所とする。変圧器、スイッチギアは屋外仕様とするが、スイッチギアでの操作・監視を考慮して、スイッチギアのみ屋根で覆う。新変電所建設後、既存の変電所はパラオ共和国により撤去される。

(2) アイライ変電所～新マラカル変電所間 34.5KV/13.8KV送配電線路

コロール市内は住宅、商業施設が密集しており、線路の経路、スペースの制約を受けることから、34.5KV/13.8KV送配電線路は、既存の13.8KV配電線路と同様、市内の主要道路に沿って建設する。この送配電線路の個々の区間を道路の左右いずれの側に配置するかは、障害物の有無、施工の難易等の要素を考慮して決定する。既存の配電線路は必要に応じてパラオ共和国により撤去される。

(3) バベルタウプ島未電化地域の送配電線路

34.5KV/13.8KV送配電線路は、既存の道路に沿って建設する。したがって、建設開始前に道路が機器・材料の輸送、搬入に支障のない状態に整備されていること（道路に採石が敷かれていること、また側溝が設けられていること）が前提となる。パラオ共和国の施設規定に従い、原則として既存道路の路端から2.4mの離隔距離を確保して建柱する。

### 5.3.2 施設計画

送配電設備は、前述の設計方針、設計条件を基に設計するが、その主な設計仕様と機能は以下に示すとおりである。

(1) 基本設計仕様

1) 絶縁設計

送配電設備を構成する機器相互の絶縁協調を図ることによって、系統全体として所要の絶縁強度を確保し、送配電系統に侵入する各種の異常電圧から機器を保護する。雷撃に対しては避雷器および架空地線を設置することにより、また、開閉サージ、商用周波異常電圧に対しては機器の絶縁特性により機器を保護する。開閉サージと商用周波異常電圧に対する絶縁設計は、表5.2、表5.3に示すとおりである。

基準衝撃絶縁強度 (BIL) は、次のとおりとする。

|          |   |     |       |
|----------|---|-----|-------|
| 34.5KV系統 | : | BIL | 200KV |
| 13.8KV系統 | : | BIL | 110KV |

表5.2 開閉サージ耐電圧設計

|               |                |      |           |           |   |
|---------------|----------------|------|-----------|-----------|---|
| 公称電圧          | U <sub>0</sub> | (KV) | 34.5      | 13.8      |   |
| 最大使用電圧        | U <sub>m</sub> | (KV) | 36.5      | 14.52     |   |
| 対地電圧波高値       |                | (KV) | 29.80     | 11.27     | $U_m \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$          |
| 開閉サージに対する乗数   | n              |      | 2.8 (4.5) | 2.8 (4.5) | (線間)  |
| 開閉サージ電圧       |                | (KV) | 84 (135)  | 34 (54)   | $U_m \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \times n$ |
| 補正係数          |                |      | 1.2       | 1.2       |   |
| 所要絶縁強度        |                | (KV) | 101       | 41        |   |
| がいしの耐電圧値 (KV) | 250mm懸垂がいし 1個  |      | 75        | 75        |   |
|               | 250mm懸垂がいし 2個  |      | 155       | 155       |   |
|               | 250mm懸垂がいし 3個  |      | 220       | -         |   |
|               | 250mm懸垂がいし 4個  |      | 290       | -         |   |
|               | LPがいしクラス 30    |      | 180       | -         |   |
|               | LPがいしクラス 10    |      | -         | 95        |   |
| 最小絶縁間隔        | 補正係数           |      | 1.10      | 1.10      |   |
|               | 所要絶縁強度 (KV)    |      | 93        | 38        |   |
|               | 所要絶縁間隔 (cm)    |      | 16        | 7.5       |   |
|               | 最小絶縁間隔 (cm)    |      | 20        | 10        |   |
| 線間絶縁間隔        | 補正係数           |      | 1.10      | 1.10      |   |
|               | 所要絶縁強度 (KV)    |      | 149       | 60        |   |
|               | 所要絶縁間隔 (cm)    |      | 28        | 12        |   |
|               | 線間絶縁間隔 (cm)    |      | 30        | 15        |   |

表5.3 商用周波耐電圧設計

|                 |                   |      |       |       |
|-----------------|-------------------|------|-------|-------|
| 公称電圧 $U_0$      | (KV)              | 34.5 | 13.8  |       |
| 最大使用電圧 $U_m$    | (KV)              | 36.5 | 14.52 |       |
| 最大対地電圧          | (KV)              | 21.1 | 8.4   |       |
| 異常時絶縁間隔         | 補正係数              | 1.1  | 1.1   |       |
|                 | 所要耐電圧値 (KV)       | 24   | 10    |       |
|                 | 所要絶縁間隔 (cm)       | 9    | 4     | 0.35V |
|                 | 異常時絶縁間隔 (cm)      | 9    | 4     |       |
| 異常時絶縁間隔<br>(線間) | 補正係数              | 1.1  | 1.1   |       |
|                 | 所要耐電圧値 (KV)       | 41   | 16    |       |
|                 | 所要絶縁間隔 (cm)       | 15   | 6     | 0.35V |
|                 | 異常時絶縁間隔 (線間) (cm) | 15   | 6     |       |

## 2) 耐塩設計

送配電線路は海岸から数キロメートル以内に施設されることから、海水が強風によって線路に吹き付けられ、特にがいしが塩分で汚損される。これも、年間の降雨量が多いため、がいしに付着した塩分が洗い落とされ、塩分が長期間にわたって蓄積する可能性は小さい。本計画では、台風時の塩害を考慮し、250mm懸垂がいしに対する汚損度（等価塩分付着密度）を $0.5\text{mg}/\text{cm}^2$ と想定して、汚損状態での常時商用周波耐電圧の検討を行なった。その結果を表5.4に示す。

## 3) 耐雷設計

年間雷雨日数（IKL）は37日とされているが、変電所内の避雷器に侵入し記録された雷撃回数は極めて少ない。このため、外雷の侵入に対しては変電所内の引込線および変圧器に避雷器を設置し、34.5KV送電線路および13.8KV配電線路の幹線に対しては電力系統の中性線を架空地線と兼用させる方式を採用する。

## 4) 保護継電システム

変電所、送配電線路における故障を迅速・確実に検出し、機器の保護、故障区間の隔離、停電時間の最小化を図るために、系統全体として協調のとれた保護継電システムを設計する。主要機器、線路に設ける保護継電システムの概要は次のとおりである。

### ① 主要変圧器

主要変圧器に比率差動継電器、ブッフホルツ継電器、衝撃圧力継電器、温度計を設置して保護する。

### ② 送電線路

送電線路に過電流継電器、地絡過電流継電器を設け、短絡・地絡故障の検出としゃ断を行なう。

### ③ 配電線路

配電線路に区分開閉器と故障検出継電器を設置し、変電所内のしゃ断器と連携させることによって線路の保護を行なう。（詳細は、5.3.2節（4）項に記載する）

表5.4 耐塩設計

|                |                |                       |      |       |              |
|----------------|----------------|-----------------------|------|-------|--------------|
| 公称電圧           | U <sub>0</sub> | (KV)                  | 34.5 | 13.8  |              |
| 最大使用電圧         | U <sub>m</sub> | (KV)                  | 36.5 | 14.52 |              |
| 最大対地電圧         |                | (KV)                  | 21.1 | 8.4   |              |
| 汚損度 (等価塩分付着密度) |                | (mg/cm <sup>2</sup> ) | 0.5  | 0.5   | がいし下面部       |
| 海岸からの距離        |                | (km)                  | 0~5  | 0~5   |              |
| がいしの耐電圧値       | 懸垂がいし1個        | (KV)                  | 6.7  | 6.7   |              |
|                | 懸垂がいし2個        | (KV)                  | 13.4 | 13.4  |              |
|                | 懸垂がいし3個        | (KV)                  | 20.1 | -     |              |
|                | 懸垂がいし4個        | (KV)                  | 26.8 | -     |              |
|                | LPがいしクラス 1 (   | (KV)                  | -    | 16.0  | 表面漏れ距離 370mm |
|                | LPがいしクラス 3 (   | (KV)                  | 29.8 | -     | ◇ 840mm      |

## (2) 送配電線路設計仕様

### 1) 支持物設計

#### ① 支持物の構造

送配電線路の支持物（電柱）は、塩分による腐食からの防護と強度および耐久性確保のため、プレストレスト・コンクリート製とし、装柱用金具には亜鉛メッキを施す。支持物の柱長は12～16m、設計荷重は700～1,000kg・fとする。

#### ② 支持物の径間

コンクリート柱の径間は、電線による張力、電線のたるみと地表上からの高さ、地形、障害物の有無、経済性などの要素を考慮して、次のとおり標準径間を定める。

|       |   |        |
|-------|---|--------|
| 市街地   | : | 40～50m |
| 市街地以外 | : | 50～60m |

#### ③ 支持物の離隔距離

電線路の施設状況に応じた離隔距離は、NESEC規格に基づき、表5.5～5.9のとおりとする。また、支持物の一般的な構成と離隔距離を図5.1に示す。

#### ④ 装柱例

送配電線路に用いるコンクリート柱の代表的な装柱例を5.3.4節「基本設計図」に示す。

### 2) がいし設計

電線路の状態に応じて、直線柱にはLPがいし、角度柱には懸垂がいしとLPがいしの組み合わせを使用する。前項(1)での検討結果により、表5.10のとおりがいしを適用する。

表 5.5 電線の地表上の高さ (NESC 表 232-1)

(単位：m)

| 電線路下方の状況     |                          | 支線        | 地線  | 中性線       | 13.8KV配電線 | 34.5KV送電線 |
|--------------|--------------------------|-----------|-----|-----------|-----------|-----------|
| 道路を横断する線路の場合 | 一般道路                     | 注1<br>5.5 | 5.5 | 注1<br>5.5 | 6.1       | 6.4       |
|              | 車高2.5mを超える車両の通行がない住宅地の道路 | 3.0       | 3.7 | 3.7       | 6.1       | 6.4       |
|              | 車両通行のある農場、山地             | 5.5       | 5.5 | 5.5       | 6.1       | 6.4       |
|              | 歩行者専用の道路                 | 2.45      | 4.6 | 4.6       | 4.6       | 4.9       |
| 道路に並行する線路の場合 | 市街地の道路                   | 5.5       | 5.5 | 5.5       | 6.1       | 6.4       |
|              | 線路下方に車両が通行しない道路          | 4.3       | 4.3 | 4.3       | 5.5       | 5.8       |

- (注) 1. 道路端では4.9m。  
 2. 最大導体温度が50℃以下で、径間が75mを超える時は、3m毎に30mmを加える。ただし支線は除く。  
 3. 表中の数値は、最大導体温度が50℃を超える時、その最大温度における電線のたるみを考慮した地表上の高さである。

表 5.6 架台に取付ける機器の地表上の高さ (NESC 表 232-2)

(単位：m)

| 充電部下方の状況      |                          | 13.8KV配電線 | 34.5KV送電線 |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------|
| 通電部が道路上方にある場合 | 一般道路                     | 5.5       | 5.8       |
|               | 車高2.5mを超える車両の通行がない住宅地の道路 | 5.5       | 5.8       |
|               | 農場、山地                    | 5.5       | 5.8       |
|               | 歩行者専用の道路                 | 4.0       | 4.3       |
| 通電部が道路上方ない場合  | 市街地の道路                   | 5.5       | 5.8       |
|               | 一般車両の通行のない道路             | 4.9       | 5.2       |

表 5.7 離隔距離 (NESC 表 234-1)

(単位：m)

| 離 隔 距 離                 |                      | 支線、地線、中性線              | 1 3.8 KV配電線 | 3 4.5 KV送電線 |     |
|-------------------------|----------------------|------------------------|-------------|-------------|-----|
| 照明、交通、他の電力<br>線路に用いる支持物 | 水平方向                 | 0.9                    | 1.5         | 1.5         |     |
|                         | 垂直方向                 | 0.9                    | 1.8         | 2.13        |     |
| 建 造 物                   | 水平方向                 | 0.9                    | 1.8         | 2.13        |     |
|                         | 垂直方向                 | 歩行者が接近できな<br>い屋根または突起物 | 0.9         | 3.0         | 3.4 |
|                         |                      | 歩行者が接近でき<br>るところの屋根    | 2.45        | 4.6         | 4.9 |
|                         |                      | トラックが接近でき<br>るところの屋根   | 5.5         | 6.1         | 6.4 |
|                         | 一般車両が接近でき<br>るところの屋根 | 3.0                    | 6.1         | 6.4         |     |
| 他の構造物                   | 水平方向                 | 0.9                    | 1.8         | 2.13        |     |
|                         | 垂直方向                 | 0.9                    | 2.45        | 2.7         |     |

- (注)
1. 離隔距離が確保できない場合は、電力線路に防護対策を講じる。
  2. 線路が橋梁を通過する場合は、3m以上とする。
  3. 径間と導体温度が増加する場合は、地表上の高さにおける規定と同様に扱う。

表 5.8 異なる支持物に施設される電線の垂直方向の離隔距離 (NESC 表 233-1)

(単位：m)

| 上方<br>下方    |     | 支線、地線、中性線 | 1 3.8 KV配電線 | 3 4.5 KV送電線 |
|-------------|-----|-----------|-------------|-------------|
|             |     | 支線、地線、中性線 | 0.6         | 1.2         |
| 1 3.8 KV配電線 | 1.2 | 0.6       | 1.2         |             |
| 3 4.5 KV送電線 | 1.2 | 1.2       | 1.2         |             |

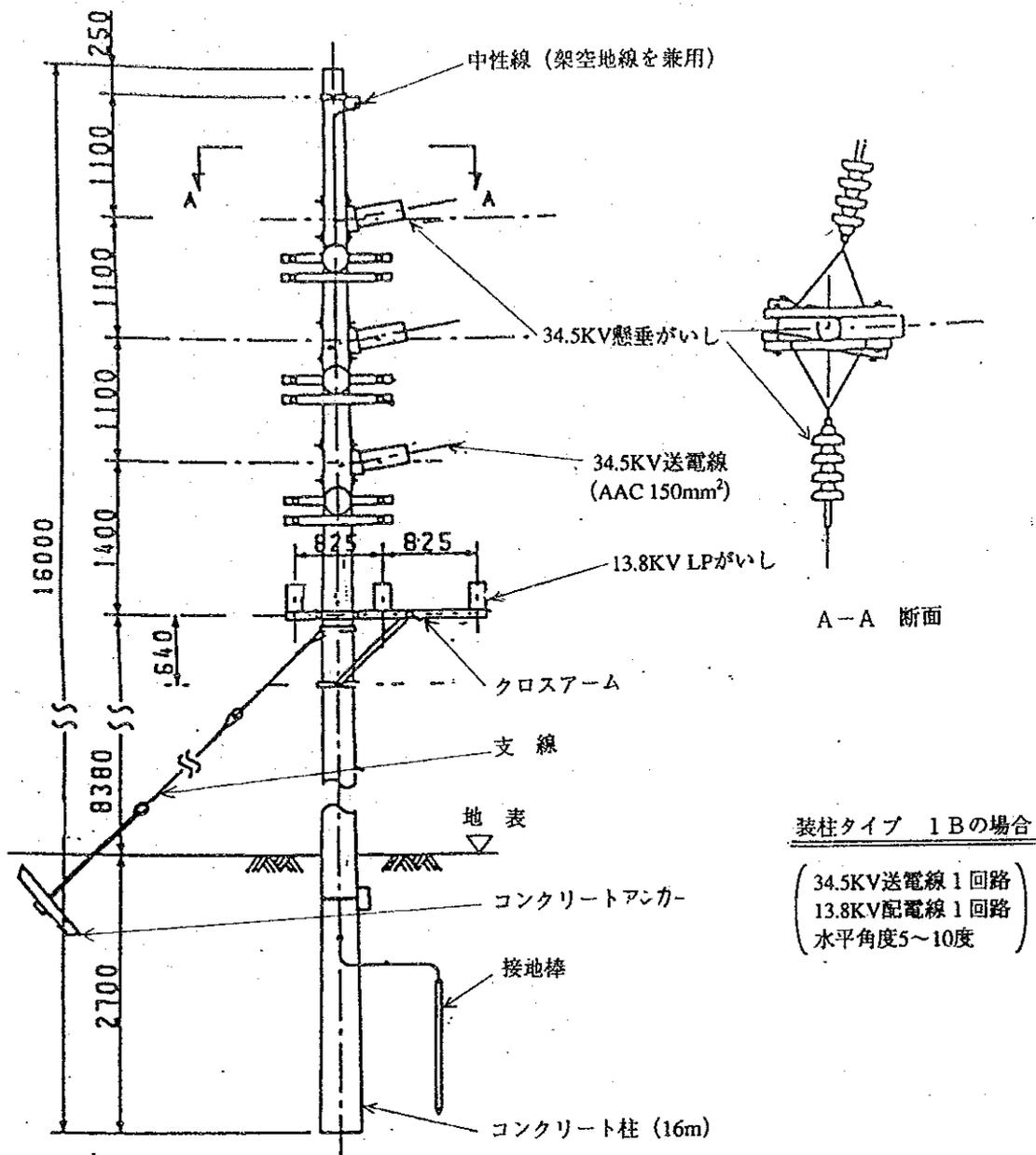
(注) 異なる支持物に施設される電線は、水平方向1.5m以上の離隔距離を設ける。

表 5.9 同一支持物に施設される電線間の離隔距離 (NESC 表 235-5)

(単位：mm)

|      |           | 1 3.8 KV配電線 | 3 4.5 KV送電線 |
|------|-----------|-------------|-------------|
| 水平方向 | 同一回路の電圧線  | 351         | 558         |
|      | 異なる回路の電圧線 | 351         | 558         |
| 垂直方向 | 同一回路の電圧線  | 461         | 668         |
|      | 異なる回路の電圧線 | 1,051       | 1,258       |

(注) 表中の電圧線とは、3相の各相が中性点に対する電圧を有する外側線を意味する。



(単位：m)

| 電線の施設状況            |           | NESC規格による離隔距離 | 本計画における離隔距離 |
|--------------------|-----------|---------------|-------------|
| 地表上の高さ             | 34.5KV送電線 | 6.400         | 9.780       |
|                    | 13.8KV配電線 | 6.100         | 8.380       |
| 同一回路の電圧線<br>(垂直方向) | 34.5KV送電線 | 0.668         | 1.100       |
|                    | 13.8KV配電線 | 0.461         | 0.825       |

図5.1 支持物の構成と離隔距離 (例)

表5.10 適用がいし

| 電圧区分   | 電柱  | 250mm懸垂がいし | LPクラス10 | LPクラス30 |
|--------|-----|------------|---------|---------|
| 34.5KV | 直線用 | —          | —       | 1       |
|        | 角度用 | 4          | —       | 1~2     |
| 13.8KV | 直線用 | —          | 1       | —       |
|        | 角度用 | 2          | 1~2     | —       |

(注) 1) 表中の数値は、1相当りのがいし個数を示す。

2) コロール地区の34.5KV装柱に使用するLPがいしは、ANSI規格の横取り付け型とする。

### 3) 電線設計

#### ① 検討対象電線

送配電線路の電線は、次の対象電線の中から電流容量、電圧降下、引張り強度、耐食性、経済性を総合的に検討して選定するが、特に使用品種数・サイズ数を最小限にすることに留意する。

AAC : 硬アルミ電線 (日本のH-AIに相当)  
 AC : アルミ被鋼電線 (日本のCAに相当)  
 ACSR : 鋼心アルミ電線  
 Cu : 硬銅電線 (日本のPHに相当)

#### ② 34.5KV送電線

送電容量は、変圧器の定格容量10MVA、力率90%で9,000KWとし、アイライ変電所~マラカル変電所間9kmの線路での電圧降下を10%以内とし、電線サイズを計算する。

表5.11に示す比較表のとおり、総合的な観点からAACが34.5KV送電線に最適と考えられ、そのサイズは150mm<sup>2</sup>となる。AAC-150mm<sup>2</sup>は、既存の34.5KV送電線に採用されていることから、電線の種類・サイズの統一を図る上からも好適である。

中性線は、1線地絡事故に対し電流1,500A、事故継続時間1秒と想定し検討した。電線は、引張り強度と耐食性の点でACが有利であり、13.8KV配電線と共用できることからACを使用することとし、サイズは38mm<sup>2</sup>を選定した。

表5.11 送電線路用電線の比較

| 電 線                    | AAC    | AC      | ACSR   | Cu     |
|------------------------|--------|---------|--------|--------|
| サイズ (mm <sup>2</sup> ) | 150    | 150     | 120    | 75     |
| 許容電流 (A)               | 430    | 403     | 390    | 350    |
| 最大送電容量 (KW)            | 23,124 | 21,673  | 20,974 | 18,823 |
| 電圧降下 (%)               | 2.7    | 4.3     | 3.4    | 3.0    |
| 最大引張り強度 (N)            | 22,246 | 176,127 | 54,390 | 28,518 |
| 耐食性                    | 優      | 優       | 良      | 優      |
| 価 格 (%)                | 100    | 150     | 95     | 100    |

### ③ 13.8KV配電線

アイライ変電所、マラカル変電所から配電されるため、幹線の配電容量9,000KW、電圧降下10%以内とし、電線サイズを計算する。分岐線についても、配電区間毎の電力需要を想定して電線サイズを選定する。

表5.12に示すとおり、電線としてはACが機械的強度に優れ耐食性も高いこと、また既存設備との整合性が重要であることから、これを採用する。(AACは、最大瞬間風速52m/sが加わったとき、最大使用張力における電線たるみが規定値を超えるため、使用できない)。電線サイズは電力需要の大きさに応じて選定するが、大口需要家でも最大1,500KW(70A)程度であることから、AC-38mm<sup>2</sup>を標準的に使用する。ただし、ループ幹線は、電流容量、電圧降下などを考慮し、34.5KV送電線と同じAAC150mm<sup>2</sup>とする。

中性線は、電圧線のサイズ38mm<sup>2</sup>以下でよいが、機械的強度、品種の削減を考慮してAC-38mm<sup>2</sup>を採用する。

表 5.12 配電線路用電線の比較

| 電 線                    | A A C | A C    | A C S R | C u    |
|------------------------|-------|--------|---------|--------|
| サイズ (mm <sup>2</sup> ) | 38    | 38     | 32      | 38     |
| 許容電流 (A)               | 180   | 162    | 160     | 220    |
| 最大配電容量 (KW)            | 3,872 | 3,485  | 3,441   | 4,733  |
| 電圧降下* (%)              | 4.9   | 7.8    | 6.2     | 4.7    |
| 最大引張り強度 (N)            | 5,645 | 42,658 | 11,172  | 14,504 |
| 耐食性                    | 優     | 優      | 良       | 優      |
| 価 格 (%)                | 70    | 100    | 65      | 90     |

\* 電圧降下は、電線の電流70A、こう長8kmとして計算。

#### ④ 使用電線の諸元

送配電線路用として選定された電線の諸元は、表 5.13 に示すとおりである。

表 5.13 適用電線

| 公称断面積                    | A A C 150mm <sup>2</sup> | A C 38mm <sup>2</sup> |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 導体構成 (素線数/素線径mm)         | 19/3.2                   | 7/2.6                 |
| 計算断面積 (mm <sup>2</sup> ) | 152.8                    | 37.16                 |
| 引張り強度 (kg)               | 2,270                    | 2,340                 |
| 仕上り外径 (mm)               | 16.0                     | 7.8                   |
| 重 量 (kg/m)               | 0.4187                   | 0.1184                |

#### 4) K-Bブリッジ通過区間のケーブル線路

コロール島～バベルタoup島間に架設されているK-Bブリッジを通過する区間の34.5KV送電線および13.8KV配電線にはケーブルを使用し、K-Bブリッジ主桁のボックスガーダの内部空間を配線ルートとして利用する計画である。K-Bブリッジ付近は、特に、潮風による線路の電線・がいし汚損が著しく送配電系統への脅威となる上、支持物のブリッジへの取付けスペース、強度面からも、架空電線路は避けることが望ましいからである。ブリッジ内部には、十分なケーブル配線用スペースがあり、ケーブルを電線管に収納して外力、小動物から保護する。ブリッジ区間の両端においては、ポリエチレンパイプを地中に埋設し、パイプにケーブルを引き入れ、近傍の電柱で架空電線路と連絡させる。

ケーブルには、性能、使用実績、経済性等の面で優れている架橋ポリエチレンビニルシースケーブルで、銅導体のトリプレックス形(CVT)を適用する。ケーブルサイズは、10MVA変圧器容量、布設条件による電流低減率等を考慮し、次のとおり選定する。

34.5KV送電線 : 33KV CVT 100mm<sup>2</sup> 1回線  
13.8KV配電線 : 15KV CVT 100mm<sup>2</sup> 2回線

#### 5) 接地線の設計

本計画における34.5KV送電線、13.8KV配電線は、既存設備との整合性を考慮し、3相4線式で中性線を多重接地する方式を適用する。この方式では、高低圧混触事故時の中性線および健全相の電位上昇を低く抑えることができ、区分開閉器、再閉路継電器などの保護装置を設置し、変電所の保護装置との協調を図ることにより、高度の供給信頼度が得られる。この利点を十分に生かすためには、中性線を確実に接地することが肝要であり、中性線の断線、接続不良が生じないような設計・施工とする。

#### (3) 変電所設計仕様

アイメリーク、マラカル両発電所の発電電力をコロール州内に配電するため、マラカル変電所を設置する。アイメリーク変電所から送り込まれた電力は、マラカル変電所内に設置される10MVA主要変圧器によって34.5KVから13.8KVに降圧され、コロール州内の需要家に配電される。また、マラカル発電所からの電力は、マラカル変電所で4.16KVから13.8KVに昇圧し、コロール州内に配電する計画である。これによって、電力需要密度が大きいコロール州にはアイメリーク、マラカル両発電所からの送配電が可能であり、電力系統の信頼性が格段に向上する。また、34.5KV送電電圧の適用、負荷時タップ切換器付き変圧器の採用によって、電圧変動・電圧降下・電力損失の軽減が期待できる。

マラカル変電所は、既存の変電所の隣接地に建設し、10MVA主要変圧器、3.5MVAユニット変圧器、しゃ断器、断路器、避雷器、13.8KV閉鎖配電盤(スイッチギア)を配置する。

マラカルに建設される変電所、および所内の主要機器の基本仕様は次のとおりで、変電所全体の単線結線および機器配置を5.3.4節「基本設計図」に示す。

1) 変圧器

|      | 主要変圧器                                     | ユニット変圧器                               |
|------|---|---------------------------------------|
| 形式   | 屋外設置油入自冷形                                 | 屋外設置油入自冷形                             |
| 定格出力 | 10MVA                                     | 3.5MVA                                |
| 相数   | 3相  | 3相                                    |
| 定格電圧 | 13.8KV/34.5KV                             | 4.16KV/13.8KV                         |
| タップ  | 負荷時タップ切換器付き<br>2次側36.22~29.33KV間<br>17タップ | 無電圧タップ切換器<br>2次側13.11~14.49KV<br>5タップ |
| 周波数  | 60Hz                                      | 60Hz                                  |
| 接続   | Y-Y-△結線<br>1次、2次側中性点直接接地<br>3次安定巻線        | △-Y結線<br>2次側直接接地                      |

2) シャ断器

|          | 34.5KV側  | 13.8KV側<br>(スイッチ7内組込み) |
|----------|----------|------------------------|
| 形式       | ガス(SF6)形 | 真空形                    |
| 定格電圧     | 36KV     | 24KV                   |
| 定格電流     | 600A     | 600A                   |
| 定格シャ断電流  | 12.5KA   | 12.5KA                 |
| 定格シャ断時間  | 5サイクル    | 5サイクル                  |
| 絶縁階級     | 30A      | 20A                    |
| 投入・引外し電圧 | DC100V   | DC100V                 |
| 操作方式     | 電動操作     | 電動操作                   |

3) 断路器

|         | 34.5KV側    |
|---------|------------|
| 定格電圧    | 36KV       |
| 定格電流    | 600A       |
| 短時間定格電流 | 12.5KA     |
| 操作方式    | 手動3極単投方式   |
| 接地方式    | 線路側接地開閉器付き |