

## 第4章 環境社会配慮

### 4-1 環境社会配慮制度

事業者は環境保護法に基づいて、開発行為を行う際にEQPBの環境許可を取得する必要がある。環境許可を取得する必要がある開発行為は次のとおりである。

- ・土木工事（掘削、盛土、整地、浚渫、砕石等）
- ・海洋、河川への排水（下水その他有害物質の水域への排水）
- ・便所、汚水処理施設の設置
- ・廃棄物処理施設の建設・操業
- ・農薬の使用
- ・公共上水道の建設・操業
- ・大気汚染物質発生施設の建設・操業

EQPBは環境許可の申請を審査し、初期環境調査（パラオ国では「環境アセスメント」と称している）を必要とするか否かを決定し、必要と判断した場合には事業者に環境アセスメント書を作成させる。EQPBが環境アセスメントを要求する対象事業は、原則として次のとおりである。

- ・国有地及び州有地の利用
- ・国及び州の資金の利用。ただし、以下の場合を除く
  - 申請者がまだ承認、採択、資金供与されていない将来計画及びプロジェクトのフィージビリティ及び計画調査。ただし、申請者は、フィージビリティ及び計画調査において環境の要因と代替案について特に考慮しなければならない。
  - 未開発の不動産の取得
- ・国または州の土地利用委員会によって保護区に指定されたあるいは指定される可能性のある土地の利用
- ・パラオ国海水及び淡水水質規制により指定された沿岸海域または湿地に直接あるいは間接的に影響をもたらす利用
- ・パラオ国歴史保存オフィスにより歴史的遺跡として指定された土地の利用
- ・EQPBが環境に重大な影響をもたらす恐れがあると判断した行為

環境アセスメント書に記載する内容は、次のとおりである。

- ・申請者の特定
- ・アセスメントを実施した機関または組織の特定
- ・開発事業の技術、経済、社会、環境側面についての概略説明
- ・影響を受ける周辺環境の概要（適切な位置とサイトの地図を含む）
- ・主要な環境影響と考えられる代替案の概要
- ・環境影響緩和策の提案（ある場合）

EQPBは環境アセスメント書を、関係各省の意見や利害関係のある地元コミュニティに配布して意見を聞き、フルスケールの環境影響評価が必要か否かを判断する。EQPBが環境に重大な影響をもたらす恐れがあると判断した場合には、事業者に環境影響評価書（パラオ国では環境影響ステートメン

トと称している)の作成を指示する。環境に対する重大な影響の有無を判断する基準は次のとおりである。

- ・環境影響の重大性を判断する際には、環境質に対する影響の総量及び開発行為による全般的かつ累積した影響を考慮する
- ・環境の有益な利用に対する制約
- ・長期的な環境政策または目標及び環境保護法及び同法に基づく各種規制及び関連する判例において示されているガイドラインに反すること
- ・コミュニティの経済的または社会的資産に対する重大な影響
- ・公衆衛生に対する重大な影響
- ・人口の変動、公共施設及びインフラ等の重大な二次的な影響
- ・環境質の重大な劣化を含むこと
- ・個別には影響は限定されているが、累積することにより環境に重大な影響をもたらす、またはより大規模な活動を含むこと
- ・希少な、絶滅の恐れのある種またはその生息地に対する重大な影響
- ・大気、水質、音に対する重大な影響
- ・氾濫原、崩落しやすい地域、地質的に有害な土地、河口、ラグーン、リーフ、マングローブ湿地、淡水、沿岸水域等環境的に脆弱な地域に影響をもたらすこと

事業者は、EQPBが認定した資格を有する第三者のコンサルタントに依頼して環境影響ステートメント案を作成し、EQPBに提出する。環境影響ステートメント案についてパブリックコメント手続きを行い、パブリックコメントを踏まえてコンサルタントが最終環境影響ステートメントを作成してEQPBに提出する。EQPBはこの最終環境影響ステートメントについて再度パブリックコメント手続きを行い、その結果を踏まえて事業を認めるか否かの判断を行い、環境許可を発行する。環境影響ステートメントに記載すべき主要な内容は次のとおりである。

- ・一般情報
- ・詳細な周辺環境の情報
- ・予想される環境への影響
- ・詳細な環境影響緩和策の提案
- ・代替案の検討
- ・土地利用計画及び政策との整合性
- ・技術的情報及び潜在的な環境影響を判断するために必要な情報

環境影響評価の手続きの流れを図4-1に示す。

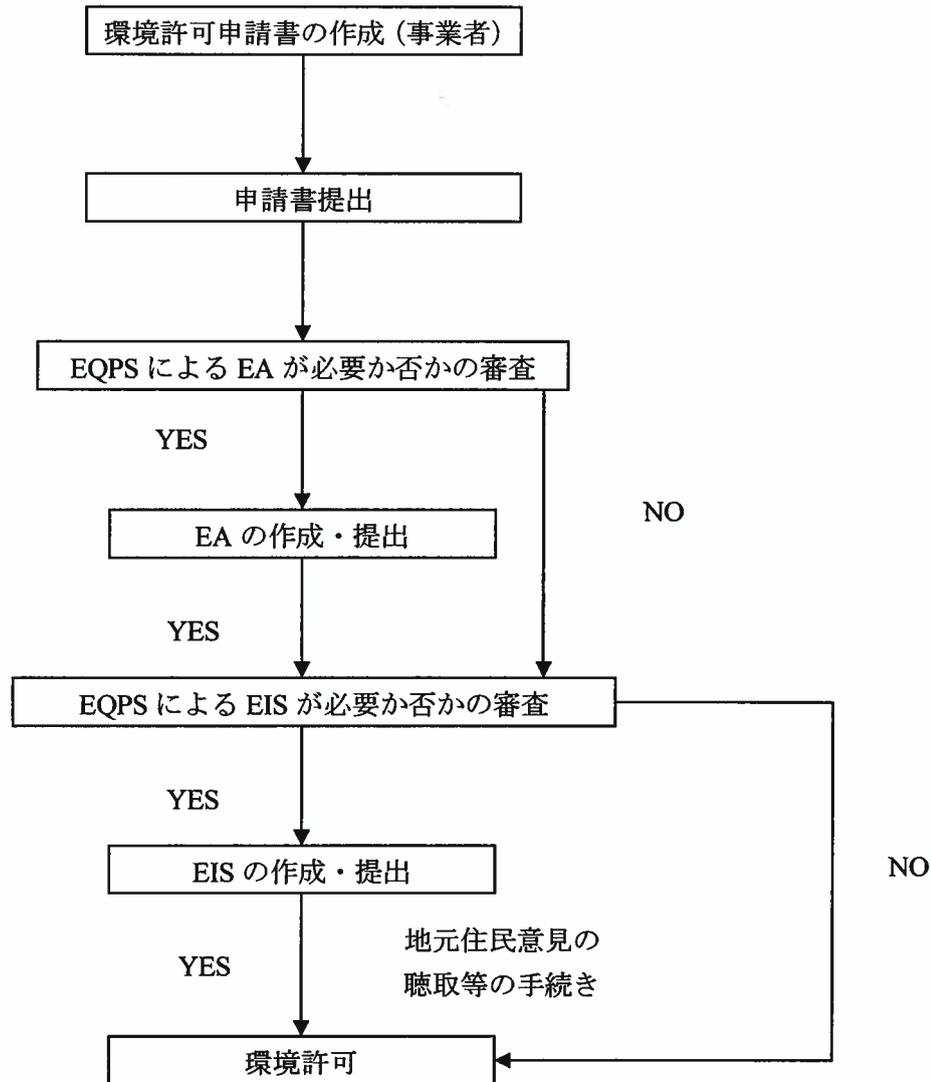


図 4 - 1 環境影響評価の手続き

#### 4 - 2 電力開発に係る環境社会配慮

電源開発にあたっては、発電所の建設に伴い整地作業が必要であり、発電機からの排気ガスの排出等があるため、土木工事及び大気汚染物質排出の環境許可取得が必要である。パラオ国の環境影響評価制度は、環境影響評価の対象となる施設について、具体的な対象設備名及び対象規模を規定していないため、電源開発においてどのような施設が環境影響評価の対象となるかは、EQPBが環境に対する重大な影響をもたらす恐れがあると判断するか否かによって決まることになる。初期環境調査に相当する環境アセスメント書については、PPUCの国有電力公社という性格から、PPUCの事業は国の土地及び予算の利用とみなされる可能性が高いこと、ディーゼル発電機からの排気ガスの排出があることからEQPBが環境に重大な影響をもたらす恐れがあると判断する可能性があり、作成を行う必要があるものと考えられる。一方、フルスケールの環境影響評価手続きを必要とするか否かについては、EQPBの判断に依存することから、実際の発電所建設にあたっては事前にEQPBと協議する必要がある。パラオ国においてこれまでにフルスケールの環境影響評価を実施した事例は、バベルダオブ島を一周するCOMPACT道路の建設、2箇所のゴルフ場建設、埋立て事業、(定かでないが) 1箇所のホ

テル建設事業である。

#### 4-3 計画策定対象施設の予備的スコーピング

PPUCは、32MWの新規ディーゼル発電設備をAimeliik発電所の敷地内に建設する計画である。Aimeliik発電所は近隣の集落から約1 km程度離れており、発電所と集落の間には小規模な谷があり、林地となっている。発電機建屋の予定地は、燃料タンクに隣接する場所であり、現在は一部が燃料タンク管理のための草地になっており、一部は林地である。また、予定地は海域には面しておらず、海域での工事も予定されていない。燃料施設（燃料揚油施設、パイプライン及び燃料タンク）は既存設備を利用する計画である。ディーゼル発電機の冷却は、既存の発電機同様に空冷方式を採用する見込みである。このような計画を前提に予備的スコーピングを行った結果を表4-1に示す。発電設備の増設にあたり、環境保全の観点から最も配慮を要する事項は、建設段階の整地工事に伴う土砂流出防止対策及び発電設備の運転中の大気汚染防止対策である。これらの点に適切に配慮すれば、社会・自然環境に対して重大な影響を与える可能性は非常に小さいものと考えられる。

表4-1 予備的スコーピング表

	建設工事	発電所運転
社会環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の発電所敷地内のため住民移転はない。</li> <li>・新規の輸送用道路建設は不要であるが、建設工事中は工事用車両の通過に伴い交通量は増加する。また、既存の栈橋を利用して資機材を搬入することも可能である。</li> <li>・建設工事に伴い、雇用は増加する。</li> <li>・周辺の村落の水道を利用することになるため、水道水の使用量が増加する。</li> <li>・文化遺産は存在しない。</li> <li>・近隣に少数民族の居住地はない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存のAimeliik発電所は、周辺の村落の水道を利用している。新規の発電施設も同様に水道を利用するものと予想され、量は少ないが水道水の消費量は増加する。</li> </ul>
自然環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・雨量が年間4,000mm程度と多いため、整地工事中に雨水により土砂が流出して、海洋生物環境に悪影響をもたらす可能性があり、適切な土砂流出対策が必要である。</li> <li>・建設予定地は既存の発電所敷地内であり、貴重な生物の生息地ではないと考えられるが、念のために絶滅の恐れのある種のリストを作成しているNGO団体にその生息の有無を確認する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所建屋は、古代遺跡群から眺望されるものと予想されるが、既設の燃料タンク群に隣接して建設される予定であり、現在の眺望を大きく変えるものではない。</li> </ul>
公害	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建設工事に伴い、建設機械からの騒音振動が発生するが、近隣の住宅地とは小規模な谷と林地をはさんで約1 km程</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・冷却水の取放水はない。</li> <li>・少量の生活排水以外の排水はない。</li> <li>・ディーゼル発電機からの排気ガスの排</li> </ul>

	<p>度離れており、重大な影響はないものと考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・雨量が年間4,000mm程度と多いため、整地工事中に雨水により土砂が流出して、海洋汚染をもたらす可能性があり、適切な土砂流出対策が必要である。</li> <li>・建設期間中に建設労働者のし尿処理が必要となる。</li> </ul>	<p>出に伴い、硫黄酸化物、窒素酸化物、煤塵の排出があるが、32MWと発電規模が小さいため、その影響範囲は限定的である。必要に応じて硫黄酸化物については燃料の硫黄含有量を下げることにより対応可能であり、窒素酸化物及び煤塵についても、ディーゼルエンジンの選定にあたり、低NOx機等を選定することにより低減可能である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電設備は建屋内に設置されるため、周辺環境に対する騒音・振動の影響は小さい。</li> <li>・使用済みの潤滑油は、現在のAimeliik発電所では既設の燃料タンクの一部を利用して貯蔵されており、新規発電設備についても同様に処理される見込みである。</li> <li>・新規の燃料設備の建設はなく、既存の燃料設備もオイルフェンスの使用、燃料タンク群の周囲の油流出防止壁の設置等適切な配慮が行われている。また、発電設備は建屋内に設置されるため、潤滑油等の油分が環境中に流出する恐れは少ない。</li> <li>・燃料の輸送は既存の燃料施設を利用し、タンカーで輸送し、既存の燃料タンクに貯蔵する。発電量の増加に伴い、タンカーの輸送回数が、現行の45日に1回から多少増加する。</li> </ul>
--	--	---

## 第5章 フォローアップ協力調査

### 5-1 フォローアップ協力要請の背景と対象変電設備

パラオ国政府及びPPUCは、これまで電力設備の修理やメンテナンスのために必要な経費について検討をしてきたが、不足する必要経費を政府の年間予算からの配分で賄うことは非常に困難な状況である。そこで、現在、発電設備（MalakalとAimeliikの発電設備）の補修については、パラオ国政府及びPPUCは台湾政府からのソフトローンを適用することを決定している。しかし、送配電設備と変電設備に対しては、ほかからの融資予定はなく、PPUCのメンテナンス予算だけでは送配電・変電設備のすべての補修・メンテナンスをするには資金が不足している（送配電設備の維持管理活動への予算配分が少ない。最近は全体の10%以下）。このメンテナンスの資金不足と、今回対象の変電設備（AimeliikとAiraiの変電設備）が日本からの無償資金協力により建設されたことから、パラオ国政府は日本にこの変圧器の補修用機材のフォローアップ協力の要請をしてきた。

今回対象となる変電設備は、共に20年以上経過した変圧器で、発電所からの発電電力を34.5kVに昇圧する昇圧用変電設備（13.8/34.5kV、3相4線式、 $\Delta$ -Y結線方式、油入自冷式の変圧器、しゃ断器、断路器、避雷器、充電器、バッテリー等で構成）のAimeliikの変圧器と送電されてきた電力を配電電圧13.8kVに降圧する降圧用変電設備34.5/13.8kV、Y-Y- $\Delta$ 結線方式、油入自冷式の変圧器、しゃ断器、断路器、避雷器、充電器、バッテリー等で構成）のAiraiの変圧器である。所内変圧器の容量としては、昇圧用（Aimeliik 2台）、降圧用（Airai 1台）共に10MVAの変圧器である。

### 5-2 変電設備機材の運営状況

PPUCは、経営的には独立した電力事業を行う独立法人で、電気料金を収入源とした公社として経営がなされている。

これまで無償資金協力で調達された機材の運営・維持管理については、PPUCが監督・責任をもち、スペアパーツ等の機材はMalakal発電所のウェアハウスに保管している。変電設備の巡視はPPUCのPower Distribution Divisionが実施しているが、送配電設備のような系統立てた維持管理体制や定期的なメンテナンス（送配電設備については既に米国から運営・維持管理のやり方の指導を受けている）は実施されていない。発電設備のメンテナンスについては、PPUCのPower Generation Divisionが担当し実施している。また、送配電設備のメンテナンスは月2回実施されている一方、変電設備においては、毎月2回の巡視だけで、設備機器のチェックや故障した部品の交換等のメンテナンスは実施されていない。

このメンテナンスが実施されていない理由としては、①メンテナンス技術がない、②メンテナンス費用が不足、③メンテナンスの組織、手順がない、④メンテナンス要員の不足があげられる。これらは、パラオ国政府からPPUCへの予算配分が限られており、PPUC内の資金不足に起因していると考えられる。

機材購入についても、PPUCが実施した故障部品への補修は、純正部品ではなくシンガポールからの模造品（中国製やタイ製）を安価で購入し充当していた。これらの部品は品質が悪く、修理後も短期間で再度故障するケースが多いが安価であるため模造品を適用しているとの説明であった。

また、日本からの無償資金協力により設置されたKokusai変電所の750kVAの変圧器は、2004年にバベルダオブ島北部に移設され、Kokusai変電所にはグアムから独自に購入した中古の5MVAの変圧器（アメリカ・ウェスチングハウス社製）に交換され設置されていた。

### 5-3 メンテナンス費用と支出実績

PPUCの2005年度における送配電設備と変電設備及び部品交換を含むメンテナンス費用の合計支出実績は、表5-1に示すとおりUS\$15万1,000、で前年に比べUS\$5万の支出増であった。また、2006年度のメンテナンスの年度予算も前年度のUS\$21万2,000からUS\$27万へと増額されていた。しかし、この予算ではまだパラオ全土の送配電設備と変電設備に対し部品の交換をも含む保守・メンテナンスを実施することは難しい状況である。

メンテナンス費用の主な内訳としては、①機材（交換部品）の購入費、②メンテナンスの技術費、③修理中の代替機器のレンタル料、④定期点検時の人件費である。PPUCは2004年度からは、総メンテナンス予算を増すべく努力をしているが、送配電設備と変電設備のメンテナンス予算については2002年度以降減少している。送配変電へのメンテナンス予算の割当率も2004年度には大きく減少したが、その後は徐々に回復し2006年度には17%にまでなっている（表5-1）。しかし、この割当額ではまだまだ資金不足の状況である（2005年度には予算に対し約US\$40万不足したとPPUCからの報告があった）。

また、PPUCは最近数年については赤字経営が続いているため、各電力設備（発電設備、送配電設備、変電設備）の補修・メンテナンス費用に十分な予算を配分することができない状況にある。

表5-1 各年度の送配変電設備のメンテナンス費用

年 度	メンテナンス費用支出実績 (US\$)	割当率 (%)
2001	366,000 (870,000)	42
2002	576,000 (1,132,000)	51
2003	341,000 (630,000)	54
2004	103,000 (1,617,000)	7
2005	151,000 (1,785,000)	8.5
2006	225,000 (1,322,000)	17

( ) : 各年度の発電設備を含む総メンテナンス費用。

### 5-4 維持管理体制

#### 5-4-1 組織

変電設備の機材の運営・維持管理・メンテナンスの組織体制はPPUCを構成する6部門のうちの1部門であるPower Distributionが実施しており、図5-1のとおりである。（図3-9 PPUC組織図参照）

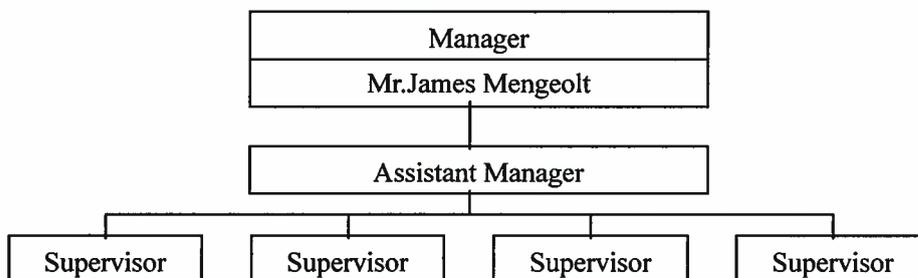


図5-1 Power Distribution部門の体制

## 5-4-2 人員

現在PPUCでは、変電設備の機材の運用・維持管理・メンテナンスはPower DistributionのManager以下計6名だけで実施されている。PPUCスタッフによる変電設備への定期的な機材の運用・維持管理やメンテナンスの手順・システムはまだ確立されていない。また、PPUC内でもまだ具体的な検討は開始されていない。

今後はPPUCのスタッフに対し実施訓練（OJT）等を含めた日本や米国からの指導や運用・維持管理・メンテナンスが独自にできるための管理体制への指導とともに、変電設備のメンテナンスを実施するための十分な要員（最低10名以上）の確保も望まれる。

## 5-5 変電設備機材の現況

日本からの無償資金協力で供給されたAimeliikとAiraiの変電設備機材は20年以上が経過し、機材の老朽化がはげしく、機器の故障やガスケットの劣化による油漏れが発生している。変電設備用のスペアパーツについては、すべてMalakal発電所のウェアハウスに保管されることになっているが、現在保有しているスペアパーツは現地調達の商品があるのみで、純正部品のスペアパーツはない。

対象変電設備のAimeliik変電設備は、1986年に日本の無償資金協力により愛知電機製の13.8/34.5kV、10MVAの昇圧変圧器2台（No.1、No.2）が設置されている。No.1、No.2の変圧器は共に油漏れがあり、No.1の変圧器はPPUCが既に現地調達により購入したガスケットに交換しており、今のところ油漏れは止まっていた。しかし、No.2の変圧器からは現在も油漏れが続いている。この油漏れは、①ガスケットの老朽化（純正部品のガスケットの平均耐用年数は約15年）、②メンテナンス不足、③塩害が原因で、パイプのジョイント部のガスケットは劣化し、そこから油漏れが起っていた。また、多くの接続部のボルトナットも錆ついている。

Airai変電所には、1986年に日本の無償資金協力により愛知電機製の34.5/13.8kV、10MVAの降圧変圧器が1台設置されている。この変電設備も建設されてから20年が経っているため相当老朽化しており、故障している部品も交換されずそのままの状態での運転が続いている。このAirai変電所は、Aimeliik発電所から大電力需要地であるコロールへの唯一の送電ルート上にあり、変圧器台数も1台のみであるため、送電系統上非常に重要な位置づけの変電所である。この変圧器（Airai No.1）もガスケットの劣化がはげしいため、このままでは近い将来ガスケット部分から油漏れを起こすものと思われる。また、変圧器各部のボルトナットに錆も見られた。

### 5-5-1 Aimeliik発電所の変電設備の状況

#### (1) Aimeliik No.1変圧器

この変圧器の形式はT-3-212609で、定格容量が10MVAの油入自冷式の13.8kVから34.5kVへ昇圧する変圧器である。この変圧器は、2か月前に高圧側（二次側）のプッシング下部から油漏れがあり、PPUCは油漏れを止めるため、現地調達をしたガスケットに交換して油漏れを止め、不足分のオイルも補充をしていた。現在のところ、この油漏れは止まっている。また、この変圧器は設置されてから既に20年が経過しているため、変圧器各部のボルトナットは相当錆ついてきており、ガスケットも劣化している。機器類では、ダイヤルタイプの温度計が老朽化（20年が経過、耐用年数は約15年）により外装塗料が剥げ、外側から錆びて穴が開き、そこから雨水が浸入し故障したと思われる。この温度計も部品交換が必要である。絶縁オイルも長期間の使用で劣化し、絶縁強度も落ちていると思われるためオイル交換が必要であろう。

## (2) Aimeliik No.2 変圧器

この変圧器もNo.1 変圧器同様、形式はT-3-212609で定格容量が10MVAの油入自冷式の13.8kVから34.5kVへ昇圧する変圧器である。この変圧器では、高圧側のニュートラルのブッシング下部のガスケット部分から現在も油漏れがあるが、修理もされず継続して運転を続けている。ガスケットも相当劣化しており、このままでは近い将来このガスケット部分からより大量の油漏れが発生し、変圧器本体の故障停止となる可能性が高い。変圧器内の絶縁オイルも長期間の使用で劣化が進んでいることからオイルの交換が必要である。

Aimeliikの変電設備は海岸から近いことから、塩害による被害を受けており変圧器の外装のペイントや錆の出ているボルトナットの交換も必要である。また、ブッシングのキャップからも錆が出ており、より詳細な調査が必要である。

### 5-5-2 Airai変電所の変圧器の現状

#### (1) Airai No.1 変圧器

この変圧器の形式はT-3-212560で、定格容量が10MVAで油入自冷式の34.5kVから13.8kVへ降圧する変圧器である。この変圧器も老朽化がはげしく、高圧側（二次側）のブッシング下部より油漏れの跡があった。PPUCによると、この箇所は1か月前に現地調達の商品のガスケットに交換したとのことであった。また、ボルトナットが錆ついているものがあり、他の各部のガスケットも相当劣化している。機器類では、オイルサージリレーも故障しており補修が必要である。変圧器内のオイルも長期間の使用で劣化してきているのでオイル交換もするべきである。このAirai変電所では、しゃ断器、断路器、保護継電装置も相当老朽化しているため、直ちに機器のメンテナンスチェック及び試験もするべきである。制御機器も相当老朽化していたため、3年前にコントロールルーム内の制御盤から出火し、制御機器が故障した際に、故障箇所の部品を新しいものに取り替えていた。また、On-Load Tap Changing Device (OLTC) も正常には作動はしていなかった。この変圧器も各製品の老朽化が激しいため、ガスケットやボルトナットの補修、交換が必要であろう。

### 5-6 フォローアップ協力調査

#### 5-6-1 フォローアップ協力として必要な対応

PPUCは、メンテナンス不足から現在の変電設備の損傷状況を詳細には把握していない状況にある。すぐに補修すべき箇所を特定することや、補修すべき機材のスペアパーツの準備もできておらず、部品や機材が故障してから補修や部品購入の手配をしている。AimeliikとAiraiの変圧器も老朽化が激しく油漏れや既に故障している機材もあるが、PPUCは完全に故障したあとに補修の対処をする予定である。また、以前、故障箇所に現地調達の部品で補修をしたが、数年後再度同じ部品が故障していた。PPUCは、代理店等を利用して機材を調達する能力があり、変電設備の機材も購入しているが、故障した部品の補修には、安価な現地調達の模造品を購入する方針であり、このことが故障を繰り返す原因といえる。

この問題を解決するためには、現地調達の部品で補修をするのではなく、資金を確保し、PPUCが品質の良い純正部品（耐用年数の長い部品）で補修するという方針を確立することが必要であろう。また、純正部品の機材を供給するだけでなく、機材の運営や維持管理の体制を整え、日本の熟練技術者によるメンテナンスのやり方等のOJTを実施し、PPUCが独自にメンテナンスができるよう指導して行くことがF/U協力として必要である。

う指導していくことがF/U協力として必要である。

#### 5-6-2 フォローアップ協力調査結果（AimeliikとAiraiの変圧器）

今回のF/U協力調査の結果、Aimeliikの変圧器（No.1、No.2）とAiraiの変圧器（No.1）は、前述の通り変圧器各部の老朽化は相当進んでおり、また既に損傷や故障をしている箇所もあるため、変圧器の補修を実施するべきであろう。

補修が必要と思われる変圧器各部の状況は以下の写真の通り。



No. 1 変圧器のブッシング下部からオイル漏れ



No. 2 変圧器のバルブのガスケット劣化及びボルトナットの錆



No. 1 変圧器の温度計の故障



No. 2 変圧器のブッシング下部のガスケットの劣化



No. 2 変圧器のブッシングの下部からのオイル漏れ



No. 2 変圧器の側面の錆と下部ボルトナットからの錆

写真5-1 Aimeliik No. 1、No. 2 変圧器 (スペアパーツが必要な変圧器の各部)



オイルパイプ、バルブのボルトナットの錆



On-Load Tap Changing Device の故障



オイルタンク下部のボルトナットの錆



パイプからオイル漏れ



メインタンクのカスケットの劣化



ガスケットの劣化によるオイル漏れ

写真 5-2 Airai No. 1 変圧器 (スペアパーツが必要な変圧器の各部)

## 5-7 機材調達計画

今回のF/U協力調査でAimeliik（2台）とAirai（1台）の変圧器に必要なスペアパーツ（機材）は次のとおりです。

### (1) Aimeliik No.1 変圧器

Aimeliik発電所のNo.1 変圧器に必要なスペアパーツの優先順位、数量及び理由については表5-2に示すとおり。なお、評価Aは「既に故障や損傷があり補修が必要」、評価Bは「老朽化により損傷や劣化がある」を意味する。

表5-2 Aimeliik 発電所の No.1 変圧器に必要なスペアパーツ

優先順位	スペアパーツ	数量	理由	評価
1	Gasket(for Overhaul)	1	長期間使用による劣化	A
2	M16 Bolt and Nut(for Overhaul)	1	老朽化による錆	A
3	Dial Type Thermometer	1	老朽化による故障	A
4	Touch-up Paint	1	塩害による外装腐食	A
5	Insulation Oil	23	オイルの劣化	B
6	Diaphragm Rubber(for Conservator)	1	老朽化による損傷	B
7	Gasket(for Conservator)	1	〃	B
8	M16 Bolts and Nuts(Conservator)	52	〃	B
9	Bushing(HV)	4	〃	B
10	Buchholtz Relay	1	〃	B
11	Wiring(for Alarm Signal)	1	〃	B
12	M20 Bolts and Nuts(for Radiator)	64	〃	B
13	Sealing Materials	1	〃	B
14	Coating Materials	1	〃	B
15	Through Oil Tank(Insulation Oil Circulation)	1	〃	B

注：老朽化による故障：この温度計は設置後20年以上が経過しており、老朽化による錆によって外側塗料が剥げ、そこから雨水が中に浸入し故障したものと思われる（温度計の耐用年数は約15年）。

(2) Aimeliik No.2 変圧器

Aimeliik発電所のNo.2 変圧器に必要なスペアパーツの優先順位、数量及び理由については表5-3に示すとおり。

表5-3 Aimeliik 発電所の No.2 変圧器に必要なスペアパーツ

優先順位	スペアパーツ	数量	理由	評価
1	Gasket(for Overhaul)	1	長期間使用による劣化	A
2	Bolt and Nut(for Overhaul)	1	老朽化による錆	A
3	Touch-up Paint	1	塩害による外装腐食	A
4	Insulation Oil	23	オイルの劣化	B
5	Diaphragm Rubber(Conservator)	1	老朽化による損傷	B
6	Gasket(Conservator)	1	〃	B
7	M16 Bolts and Nuts(Conservator)	52	〃	B
8	Bushing(HV)	4	〃	B
9	Bushing(LV)	3	〃	B
10	Dial Type Oil Level Indicator	1	〃	B
11	Pressure Relief Device	1	〃	B
12	Dial Type Thermometer	1	〃	B
13	Buchholtz Relay	1	〃	B
14	Wiring(for Alarm Signal)	1	〃	B
15	Through Oil Tank(Insulation Oil Circulation)	1	〃	B
16	M20 Bolts and Nuts(for Radiator)	64	〃	B
17	Sealing Materials	1	〃	B
18	Coating Materials	1	〃	B
19	Metal Coaking Materials	1	〃	B

(3) Airai No.1 変圧器

Airai変電所のNo.1 変圧器に必要なスペアパーツの優先順位、数量及び理由については表5-4に示すとおり。

表5-4 Airai 変電所の No.1 変圧器に必要なスペアパーツ

優先順位	スペアパーツ	数量	理由	評価
1	Gasket(for Overhaul)	1	長期間使用による劣化	A
2	M16 Bolt and Nut(for Overhaul)	1	老朽化による錆	A
3	Bushing(T)	1	長期使用による故障	A
4	Oil Surge Relay	1	長期間使用による故障	A
5	Through Oil Tank	1	長期使用による故障	A
6	Touch-up Paint	1	塩害による外装腐食	A
7	Insulation Oil	37	オイルの劣化	B
8	Gasket(for Radiator)	36	老朽化による損傷	B
9	M20 Bolts and Nuts(for Radiator)	72	〃	B
10	Dial Type Thermometer	1	〃	B
11	Diaphragm Rubber(for Overhaul)	1	〃	B
12	Gasket(Conservator)	1	〃	B
13	M16 Bolts and Nuts(Conservator)	58	〃	B
14	Dial Type Oil Level Indicator(Main Tank)	1	〃	B
15	Dial Type Oil Level Indicator(OLTC)	1	〃	B
16	Gasket(for OLTC)	1	〃	B
17	Dehydrating Breather(Main Tank)	1	〃	B
18	Dehydrating Breather(OLTC)	1	〃	B
19	On-Load Tap Changing Device	1	〃	B
20	Sealing Materials	1	〃	B
21	Coating Materials	1	〃	B
22	Metal Coating Materials	1	〃	B

(4) 修理班等人材派遣の必要性

変圧器補修の際には、経験があり変圧器に詳しい修理指導技術者を派遣し、修理技術指導に加え、損傷具合の技術的判断や正確なチェックリスト作成について指導も行う。また、PPUC職員に維持管理体制やメンテナンスについての指導も行うため、愛知電機から熟練の変電指導技術者を派遣することとする（愛知電機の変圧器の補修なので、他の変圧器メーカーの技術者では無理である）。派遣期間は、指導技術者一人がシリーズで実施することとし、1台2週間で、派遣期間は計1.5か月間が想定される。

## 5-8 概算経費

今回対象となるAimeliik 2台、Airai 1台の計3台の変圧器のF/U協力を要する経費の見積概算は、下記のとおり。

(1) スペアパーツ費用の概算〔各数量については、「5-7 機材調達計画」の(1)(2)(3)を参照〕

(優先度A)：既に故障や損傷があり補修が必要。

Aimeliik No. 1 変圧器	1,630,000円
Aimeliik No. 2 変圧器	1,390,000円
Airai No. 1 変圧器	2,400,000円
	<hr/>
	5,420,000円

(優先度B)：老朽化により損傷や劣化がある。

Aimeliik No. 1 変圧器	5,116,800円
Aimeliik No. 2 変圧器	6,736,800円
Airai No. 1 変圧器	6,182,200円
	<hr/>
	18,035,800円
合計：優先度A+優先度B	＝約23,455,800円

(2) 技術者派遣費用概算

1台の変圧器につき0.5か月とすると計3台で1.5か月  
2,200,000円/月×1.5か月＝約3,300,000円

(3) 総額

(優先度A or 優先度A+B)+技術者派遣費用+一般管理費

## 5-9 実施スケジュール

当F/U協力の対象となるAimeliikとAiraiの変圧器のスペアパーツ供給とPPUCのメンテナンスシステムへの指導は、設備を最低限維持するための緊急性（油漏れに対する緊急対応）及び短期間での実施が可能であることから、効果的なF/U協力になると思われる。

想定されるF/U協力の工程は、表5-5のとおり。

表 5 - 5 F/U 協力工程 (案)

日数	工 程	備 考
1	移動 (名古屋→グアム→パラオ)	
2	工程説明・打合せ、部材・機器確認。油循環機器の確認、洗浄	Airai 変電所 1 号機
3	油循環機器の取付け。変圧器状態確認検査。本体油抜き、仮注油 (随時実施)	
4	配線、配管、装置取外し	
5	装置メンテナンス	
6	OLTC 本体メンテナンス	
7	OLTC 本体メンテナンス	
8	変圧器本体タンクメンテナンス	
9	配線	
10	装置取付け	
11	装置取付け	
12	OLTC 電装品取替え	
13	注油	
14	油循環、漏油確認検査	
15	油循環、漏油確認検査	
16	補修塗装。機器調整	
17	ケーブル接続。通電	
18	工程説明・打合せ、部材・機器確認。油循環機器の確認、洗浄	Aimeliik 変電所 1 号機
19	油循環機器の取付け。変圧器状態確認検査	
20	配線、配管、装置取外し。本体油抜き、仮注油 (随時実施)	
21	装置メンテナンス	
22	変圧器本体タンクメンテナンス	
23	配線	
24	装置取付け	
25	装置取付け	
26	電装品取替え	
27	注油	
28	油循環、漏油確認検査	
29	油循環、漏油確認検査	
30	補修塗装。機器調整	
31	ケーブル接続。通電	
32	工程説明・打合せ、部材・機器確認。油循環機器の確認、洗浄	Aimeliik 変電所 2 号機
33	油循環機器の取付け。変圧器状態確認検査	
34	配線、配管、装置取外し。本体油抜き、仮注油 (随時実施)	
35	装置メンテナンス	
36	変圧器本体タンクメンテナンス	
37	配線	
38	装置取付け	
39	装置取付け	
40	電装品取替え	
41	注油	
42	油循環、漏油確認検査	
43	油循環、漏油確認検査	
44	補修塗装。機器調整	
45	ケーブル接続。通電	
46	作業報告会	
47	移動 (名古屋→グアム→パラオ)	

## 第6章 本格調査の概要

### 6-1 6調査の目的

本調査は、パラオ国コロール島及びバベルダオブ島における中長期の電力の安定供給を実現するために、2010年から2025年を対象とした電力開発計画を策定することを目的とする。同時に、PPUC職員に対して計画策定に係る技術移転を行う。

### 6-2 調査の内容

本格調査の内容としては次のような調査内容が考えられる。

#### (1) 電力需要予測

2010～2025年までの電力需要予測を、人口予測、経済成長率、観光客の見通し等の経済指標に基づき予測する。至近年については、具体的な政府施設整備計画、ホテル等観光施設整備計画に基づく需要の積み上げも併せて行い、マクロ経済指標からの需要予測の補正を行う。

#### (2) 電源開発計画

2025年までの電力需要に対応するために必要な発電設備の開発計画を作成する。発電設備の開発計画作成にあたっては、既存のディーゼル発電設備の廃棄スケジュールを想定するとともに、適切な単機容量及び開発スケジュールを検討する。この際、定期点検の計画的な実施及び発電機事故に対応した予備力の確保を考慮する。また、当面導入を予定している32MWディーゼル発電設備については、適切な開発規模について再検討を行ったうえで、Aimeliik発電所構内への設置を前提に単機容量、燃料選択（ディーゼル油か重油か）、ディーゼルエンジンのタイプ（中速機か低速機か）等を検討し、プレF/Sを実施する。さらに、PPUCの発電設備の運転・維持管理能力の強化策についても検討を行う。

#### (3) 送変配電網整備計画

2025年までの電力需要に対応するため、送変配電網整備について、下記の調査を行う。

- 1) PPUCが計画しているアイメリークからマラカルへ海底ケーブルを設置し送電システムをループ構成にする案の実施可能性について調査する。
- 2) コロールに建設予定の新設変電所について調査する。
- 3) 将来の電力需要に対し、COMPACT道路沿いにCapitolまでの34.5kV送電線と13.8kV配電線について調査する。
- 4) PPUCは今後の送配電設備のほとんどの支持物にコンクリート柱を輸入して適用する意向をもっているが、この計画案について調査する。
- 5) まだ確立されていない変電設備へのメンテナンスについてトレーニングプログラムを検討する。

#### (4) 再生可能エネルギー導入計画

再生可能エネルギーの導入計画及び導入政策を策定する。再生可能エネルギーの導入計画の検討にあたっては、再生可能エネルギーの賦存量、技術の成熟度、経済性、維持管理の容易性等か

ら優先度を明確にして、太陽エネルギー等優先度の高い再生可能エネルギーについて具体的な導入計画を策定する。太陽光発電については、PPUCの系統への連系条件を明らかにする。また、太陽熱温水器については、電気ヒーターからの代替による電力需要の抑制効果を明らかにする。再生可能エネルギーの導入によるPPUCの電源開発規模の縮小効果及び燃料費の節減効果と需要家の費用負担能力を考慮して、導入のためのインセンティブを含む導入政策を検討する。

なお、再生可能エネルギーの導入は、発電コストの非常に高いペリリュー島等の外島で特に有望であるため、再生可能エネルギーの導入についてはコロール・バベルダオブ島以外の外島まで対象を広げてパラオ国全域を対象とするか否かについて検討が必要である。

#### (5) 資金調達計画（電気料金設計の見直し等の投資回収計画、ノンテクニカルロス対策を含む。）

電源開発及び送変配電設備の整備に必要な資金の調達計画を作成する。調達計画の作成にあたっては、発電設備についてIPP（独立発電事業者）による開発、各種ソフトローンの利用可能性等を比較検討し、パラオ国政府及びPPUC双方にとって最も有利で現実的な資金調達計画を検討する。また、資金調達計画と併せて、投資資金の回収のために必要な措置〔電気料金設計（エネルギー料金）の見直し、ノンテクニカルロスの削減対策等〕についても検討を行う。

#### (6) 環境社会配慮

発電設備及び送変配電設備の開発に伴う社会自然環境に対する影響を予測評価し、影響の緩和策について検討する。また、PPUCの全社及び各発電所の環境管理体制のあり方について検討を行う。

### 6-3 本格調査における留意事項

#### (1) PPUCの民営化及びIPP導入等の経営自立について

財務局はCOMPACTの終了及び長期的な経済的自立を考慮して、政府部門の中で料金収入が期待できる部門については極力外資等の民間資金の活用を図りたいとしており、電力部門についてはIPP投資の可能性も視野に入れている。これに対して、PPUCの現経営陣は、将来にわたり、現在の経営体制及び事業体制を前提に電源開発等を行うことを考えている。このようにPPUCと財務局を中心とする政府の間に電気事業に係る今後の資金調達政策の考え方が異なることを踏まえて、資金調達計画の検討にあたってはPPUCの考え方に偏ることなく検討を行う必要がある。

#### (2) 再生可能エネルギー導入等石油依存度の低減促進とPPUCの投資計画との調整

PPUCは電気事業者であるため、自社の電力需要の抑制につながる分散型の太陽光発電の導入や太陽熱温水器の導入にはあまり積極的でない。一方、政府は輸入石油への依存度を減らしてエネルギー供給の安全保障確保及び外貨支出の抑制を図りたい意向であるが、再生可能エネルギー開発促進のために予算については援助資金以外には財源を有していない。PPUCを政府の意向に沿って再生可能エネルギーに積極的に取り組ませることが必要であり、このためにはPPUCにとって太陽光発電の導入及び太陽熱温水器の普及等の再生可能エネルギー導入が自社の経営にとってどのような利点があるかを明確に認識させる分析結果を示す必要がある。このため、電力需要の増加に対応した発電原価の逦増費用と再生可能エネルギー導入費用との比較等各種の分析を行う必要がある。

### (3) 分散型発電技術に対するPPUCによる電力供給の優位性の確認

近年、世界的に小型の熱電併給システム、分散型の再生可能エネルギーを中心としたミニグリッドシステム等の技術開発、導入が進んでいる。パラオ国で電力需要が伸びることが期待されるホテルについては、電力需要に加えて熱需要も多く、熱電併給システムが優位性をもつ可能性がある分野とされている。また、PPUCのディーゼル発電機単機容量と大規模な自家用ディーゼル発電機の単機容量は、10倍程度しか差がないため、単機容量の差によるスケールメリットと送変配電費用及び料金回収費用等を中心とする電力会社特有の費用を比較するとPPUCの電力供給が圧倒的な経済的優位性を有しているわけではない。このため、ホテルを中心にエネルギー効率及び経済性の両面から、自家用の分散型発電技術が優位な分野とPPUCによる電力供給が優位な分野を特定し、両者のすみわけの将来像を検討する必要がある。この分析は、業務用電気料金水準を検討する際にも有益である。

### (4) 発電及び変電部門の職員の教育訓練

PPUCの発電及び変電設備の維持管理状況を送配電設備の維持管理状況と比較すると、発電及び変電設備の維持管理状況は明らかに劣っている。職員の教育訓練プログラムの状況を見ても、発電及び変電についてはなんらの教育訓練プログラムを有していない。このため、本調査において、発電及び変電部門について、維持管理のあるべき水準とこれを実行するために必要な職員の教育訓練について具体的な提案を行う必要がある。

### (5) 発電所における環境管理体制の整備

PPUCの発電所は環境管理体制を整備しておらず、環境モニタリングの実施体制も不明確である。新規の発電施設整備にあたっては、環境保全に万全を期するため、環境管理体制の整備を図ることが必要不可欠である。

### (6) 送配変電計画の環境への配慮

#### 1) 電磁誘導の影響と感電

今後の計画で、高電圧の送変電設備の建設をする場合、これらの電力設備からの電磁誘導電圧(EMF)による人への影響が考えられているが、現在のパラオ国の送変電設備の場合、電力設備の最高電圧が34.5kVと低く、送電線の地上高も十分にとっており、また、変電設備も十分な広さを確保してフェンスで囲んでいるため、送変電設備による人体への影響については、全く問題はないと思われる。

また、設備近辺の鉄柵や金属物からの感電についても、送配電線の地上高は十分に維持し、変電設備のフェンスの接地も行っており、感電による問題はないと思われる。

#### 2) 森林及びサンゴ礁の保全対策

送配電設備を建設するうえでルート上での樹木の伐採は避けられないが、極力樹木の伐採を避け、既設道路沿いのルートをとるようにして、森林への影響を最小限とするように計画する。また、海底ケーブル送電線の場合は、ケーブルの設置場所、潮流、サンゴ礁の保護等状況を十分考慮してルートの検討を行う。