

大洋州地域
太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
準備調査報告書

平成 22 年 3 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社
ICONS 国際協力株式会社
四国電力株式会社

産業
J R (先)
10-036

大洋州地域
太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
準備調査報告書

平成 22 年 3 月
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社
ICONS 国際協力株式会社
四国電力株式会社

序 文

独立行政法人国際協力機構は、大洋州地域(ミクロネシア連邦(以下「ミ」国)、パラオ共和国(以下「パ」国)、マーシャル諸島共和国(以下「マ」国)、トンガ王国(以下「ト」国))の太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画にかかる協力準備調査を実施し、平成21年6月28日から7月26日まで(「ミ」国、「パ」国、「マ」国)、及び8月24日から9月20日まで(「ト」国)調査団を現地に派遣しました。

調査団は、各国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、11月29日から12月19日まで(「ミ」国、「パ」国、「マ」国)、及び平成22年2月9日から2月28日まで(「ミ」国、「ト」国)実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、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22年3月

独立行政法人国際協力機構
産業開発部長 米田 一弘

伝 達 状

今般、大洋州地域(ミクロネシア連邦(以下「ミ」国)、パラオ共和国(以下「パ」国)、マーシャル諸島共和国(以下「マ」国、トンガ王国(以下「ト」国))における太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊共同企業体が、平成 21 年 6 月より平成 22 年 3 月までの 10 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、「ミ」国・「パ」国・「マ」国・「ト」国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 22 年 3 月

共同企業体

八千代エンジニアリング株式会社

ICONS 国際協力株式会社

四国電力株式会社

大洋州地域

太陽光を活用したクリーンエネルギー

導入計画準備調査協力準備調査団

業務主任 小川 忠之

第1編 パラオ共和国

要 約

要 約

① 国の概要

パラオ共和国（以下「パ」国と称す）は、北緯 6 度 53 分～8 度 12 分、東経 134 度 8 分～134 度 44 分に位置し、面積 488km²、人口 19,907 人（2005 年国勢調査）を有する島国である。2006 年に首都がコロール州からメレケオク州に遷都されたが、依然として人口の 64%が集中するコロール州が経済の中心となっている。総人口のうちの 31%が外国人であり、フィリピンからの移住者・労働者が 17%ほどを占めている。「パ」国は、1994 年に米国との間でコンパクト（自由連合盟約）を締結し、2009 年までの 15 年間は米国より財政支援を受けるとともに、国防と安全保障の権限を米国に委ねることとなった。2009 年にコンパクトの更改について米国との間で交渉し、コンパクト 2 として 2024 年まで期限が延長された。「パ」国の財政は、米国とのコンパクトに基づく無償援助に大きく依存しており、近年は 1999 年に外交関係を樹立した台湾からの援助も増加している。米国及び台湾からの無償援助に依存する建設業、食料品・消費財の輸入に立脚する商業及び観光産業が主要産業となっている。

② 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「パ」国の電力・エネルギー政策は、これまで資源開発省（MRD : Ministry of Resources and Development）が管轄していた。MRD は農業局、海洋資源局、公共事業局、土地・調査局の 4 部局に分かれており、公共事業局のエネルギー局（Energy Office）にて、再生可能エネルギーの導入促進、省エネルギーの推進を担当していた。2009 年 1 月のトリビオン政権誕生後の省庁再編では、2009 年 4 月の電力危機の影響もあり、エネルギー局が大統領事務所の直轄組織となり、電力・エネルギー政策を管轄している。電気事業は、政府から独立した組織として、パラオ電力公社（PPUC : Palau Public Utilities Corporation）が、発電から配電、小売事業まで一貫して実施している。

「パ」国政府は、1997 年に制定された国家総合開発計画（PNMDP: Palau 2020 National Master Development Plan）に基づき、エネルギー使用量削減に関する大統領令（Executive Order）No.234(1994 年制定、2004 年改定)、No.245(2005 年制定)、No.248(2008 年制定)が施行され、重点項目としてエネルギー使用量の削減義務、削減目標などが示されている。また、2008 年には、右大統領令を具体化するため、SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission) 等の支援の下、パラオエネルギー保全戦略（Palau Energy Conservation Strategy）が策定された。2007 年 11 月には、EU の支援により「エネルギー効率化アクションプラン」（Energy Efficiency Action Plan）が策定され、民間セクターも含めたエネルギー使用量削減のための方策（小型蛍光灯の啓蒙普及、太陽熱温水器の導入補助等）が示されている。

2009 年 6 月に発表された「Joint Declaration on Energy Policy Priorities」によると、「パ」国では現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していることから、2020 年を目標として電力供給の 20%を再生可能エネルギーにより賄う計画となっており、現在策定中の「Palau National Energy Policy」にて、具体的なエネルギー供給計画が策定される予定となっている。なお、上記「Palau National Energy Policy」の第一次ドラフトによると、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風

力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない系統連系型太陽光発電システム（以下「連系 PV システム」と称す）の普及拡大を図っている。

「パ」国では、欧州連合（EU：European Union）の「Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Islands」プロジェクトにより、首都メレケオクにおいて連邦政府庁舎の駐車場に設置したシステム（100kW）と、台湾がパラオ国立病院に設置したシステム（153kW）の 2 ヶ所において、既に連系 PV システムが運転されている。本計画では、これら先行案件の実施により得られた知見を活用しつつ、将来の連系 PV システムの普及促進を図り、気候変動問題の緩和策支援としてふさわしいクリーンエネルギー活用を具体化するメカニズムの形成準備を行うことが要請されている。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

この要請に対し、我が国は協力準備調査の実施を決定し、JICA は概略設計調査団を 2009 年 6 月 29 日から 7 月 13 日まで「パ」国に派遣し、「パ」国関係者と要請内容の再確認、実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査及び関連資料の収集を実施した。帰国後、調査団は現地調査資料に基づき、プロジェクトの必要性、社会経済的効果、妥当性について検討し、最適な計画に係る概略設計及び実施計画を協力準備調査概要書に取りまとめた。これに基づき JICA は 2009 年 12 月 12 日から 12 月 19 日まで協力準備調査概要書の説明のため、調査団を再度「パ」国に派遣した。

調査の結果策定した協力対象事業は、日本側がプロジェクトサイトであるパラオ国際空港において連系 PV システム資機材の調達と据付を行い、「パ」国におけるディーゼル発電電力量の一部を再生可能エネルギーである太陽光発電に代替することにより、輸入燃料への依存度を軽減しエネルギーセキュリティを確保するとともに、温室効果ガス排出量の削減に資する緩和策支援を図るものである。更に本計画では、ソフトコンポーネントにより、連系 PV システムの運営維持管理を担当するパラオ電力公社（PPUC）の維持管理能力向上を図り、本計画にて導入する連系 PV システムに適した維持管理体制の構築を支援する。

現地調査及び「パ」国との協議結果を基に取りまとめた、協力対象事業の計画概要は次表の通りである。

基本計画の概要

資機材調達と据付工事計画	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
資機材調達と据付工事計画	太陽光発電モジュール	1 式
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	パワーコンディショナー	2 台
	連系用変圧器	1 台
	表示装置	1 式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守用道具及び試験器具	1 式

④ プロジェクトの工期及び概略事業費

本計画を我が国の環境プログラム無償資金協力で実施する場合、概略事業費は約 4.81 億円（我が国側負担経費：約 4.80 億円、「パ」国側負担経費：約 0.01 億円）と見積もられる。このうち「パ」国側が負担する主な事項は、逆転防止機能付電力量計の調達と据付、低圧配電ケーブルの既存分電盤への最終接続工事等である。本計画の工期は実施設計を含め 18.0 ヶ月程度である。

⑤ プロジェクトの妥当性の検証

本計画の実施により、コロールーバベルダオブ電力システムにより供給される、バベルダオブ島並びにコロール島の住民合計約 1.9 万人に対し、太陽光発電を利用した電力を供給することが可能となる。これにより、現在ほぼ 100%ディーゼル発電設備に依存したエネルギー供給体制を脱却し、気候変動対策の緩和策支援としてクリーンエネルギーの普及促進を図ることが可能となり、環境プログラム無償資金協力として本計画実施の妥当性は極めて高いと言える。

本計画の資機材引渡し後に運営維持管理を担当する技術者は、既存のディーゼル発電・配電設備の基礎的な運営維持管理能力を保有している。更に、本計画にて調達・据付される連系 PV システムの運営維持管理支援として、ソフトコンポーネントにより本計画対象設備の適切な運営維持管理技術を移転することから、PPUC により将来に亘り適切な要員・予算が配分されれば、本計画対象設備の運営維持管理能力を確保することができると考えられる。

なお、本計画の効果が発現・持続するために「パ」国側が実施すべき主な先方負担事項及び課題は、以下の通りである。

- (1) 「パ」国側は、連系 PV システムの安定した運転を継続するため、日常並びに定期的な現場巡視点検を実施し、太陽光発電モジュールの現場警備体制を確保する等の予防保全を励行する必要がある。

- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかに行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う連系 PV システム資機材に関して、特に太陽光発電モジュールとパワーコンディショナーの期待寿命後の更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定する必要がある。

目 次

要約
目次
位置図／写真
図表リスト／略語集

第1章	プロジェクトの背景・経緯	
1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-1
1-1-3	社会経済状況	1-3
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-5
1-3	我が国の援助動向	1-5
1-3-1	無償資金協力	1-5
1-3-2	技術協力	1-6
1-4	他ドナーの援助動向	1-7
1-4-1	EU	1-7
1-4-2	台湾	1-7
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	
2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-3
2-1-3	技術水準	2-4
2-1-4	既存施設・機材	2-5
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-13
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-13
2-2-2	自然条件	2-14
2-2-3	環境社会配慮	2-14
第3章	プロジェクトの内容	
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-1-1	上位目標とプロジェクト目標	3-1
3-1-2	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-2	基本計画（機材計画）	3-4
3-2-3	基本設計図	3-22
3-2-4	施工計画／調達計画	3-33
3-3	相手国側分担事業の概要	3-45
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-46
3-4-1	日常点検と定期点検項目	3-46
3-4-2	予備品購入計画	3-47

3-5	プロジェクトの概略事業費.....	3-49
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-49
3-5-2	運営・維持管理費.....	3-49
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項.....	3-50

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1	プロジェクトの効果.....	4-1
4-2	課題・提言.....	4-2
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言.....	4-2
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携.....	4-2
4-3	プロジェクトの妥当性.....	4-2
4-4	結論.....	4-3

[資料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前計画表（概略設計時）
6. ソフトコンポーネント計画書
7. 参考資料／入手資料リスト
8. プロジェクトの裨益効果



大洋州
Oceania



パラオ共和国本計画対象地位位置図

調査対象地域の現況(1/2)

パラオ国際空港



ターミナルビルと駐車場

本計画対象地域であるパラオ国際空港は、2003年に我が国の無償資金協力によって改築された。写真手前の駐車場スペースを活用して、太陽光発電モジュールを設置する。



主変圧器及び電力計量箱

同空港は 13.8 kV 中圧配電線により主変圧器へ受電し、構内は 3 相 4 線式 208V/120V によって供給されている。写真右側のキュービクルは、電力計量箱で計量装置一式が収納されている。



既設低圧分電盤内の連系点

本計画では、主変圧器 2 次側ケーブルから既設分電盤への立ち上がり接続箇所から、低圧配電系統へ連系する計画である。



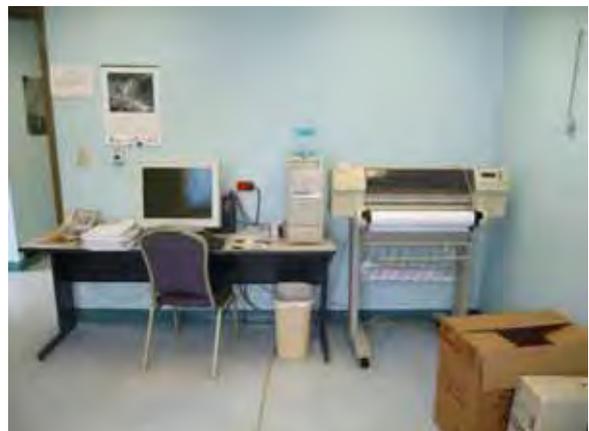
パワーコンディショナー設置予定スペース

パワーコンディショナー設置予定スペースには、写真左側に 1 階部分の電気機器への分電盤が設置されており、現在は電気関係資材の保管庫となっている。写真右側にパワーコンディショナーと連系用変圧器 (Y-Δ) が設置される。



表示装置設置予定地

連系 PV システムの発電電力量等の表示装置は、ターミナルビルの中央階段の 2 階部右側に設置される。1 階ホール中央であり、かつ出発待合室への通過箇所でもあることから、写真中央部の設置場所が選定されている。



遠隔監視システム専用サーバー設置予定地

遠隔監視用システム専用サーバーは、パラオ電力公社 (PPUC) のマラカル発電所に隣接された配電ビルに設置される予定である。

調査対象地域の現況(2/2) 本計画関連施設 EU・台湾の支援によって設置された連系 PV システム及び発電所



EU の支援によって設置された連系 PV システム (連邦政府議事堂)

連邦政府議事堂には、EU の支援により設置された連系 PV システム (100 kWp) が 2008 年 11 月に運転開始している。同システムは商用系統側が停電となった場合に、PV システムを停止するための保護機能が付加されていないため、停電の都度手動にて切替する必要があり、設計面で改善の余地がある。更に、屋根設置工事は現地工事会社 (Surangel) により行われたものの、設計内容と工事品質に問題があり、駐車場屋根の先端部分並びに雨樋はいずれも垂れ下がり、屋根全体が波打っている状況である。また、架構部材、屋根材のすべてがステンレスで構成されているにもかかわらず、各所に錆が発生している。



台湾の支援によって設置された連系 PV システム (パラオ国立病院)

パラオ国立病院には、台湾の支援により設置された、連系型 PV システム (153 kWp) が 2008 年 12 月に運転開始している。同システムは運転開始直後から、台湾製インバータが 3 回に亘り故障しており、2009 年 12 月時点では、駐車場に設置されたインバータ 20 台中の 2 台のみ正常に運転し、その他については故障もしくは保護装置の動作により運転を中止している。このため、本計画では品質の高い日本製品の調達が強くと要請されている。



アイメリーク発電所

1985 年に設置された 4 台のディーゼル発電設備 (定格出力 13.8MW) は老朽化が著しく、発電可能容量は約 8.5 MW まで低下しているため、新アイメリーク発電所 (5 MW×2 台) を建設する計画がある。



マラカル発電所

我が国の無償資金協力により、三菱重工製の発電設備 (3.4 MW×2 台) が設置されたが、合計定格出力 18.0MW に対して、発電可能容量は 5.2MW まで低下しており、2009 年 4 月～5 月には発電容量不足になり電力危機を引き起こす原因となった。

図表リスト

第1章

図 1.4.1-1	EU の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム	1-7
図 1.4.2-1	台湾の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム	1-8
表 1.1.2-1	パラオ電力公社 開発 5 ヶ年計画に示されている目標と対策案	1-2
表 1.1.3-1	「パ」国の財政状況	1-4
表 1.3.1-1	我が国の無償資金協力実績（電力分野）	1-6
表 1.4.1-1	EU の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム	1-7

第2章

図 2.1.1-1	現政権下の公共施設・産業・商業省 （Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce）の組織	2-1
図 2.1.1-2	PPUC の組織	2-2
図 2.1.4-1	維持管理体制	2-12
図 2.1.4-2	電気料金の構成	2-12
表 2.1.2-1	PPUC の財務状況の推移（2001～2008 年）	2-3
表 2.1.2-2	PPUC の電気料金体系	2-3
表 2.1.4-1	2009 年 12 月時点の PPUC 発電設備の概要（コロール・バベルダオブ電力系統）	2-5
表 2.1.4-2	2009 年 12 月時点の PPUC 発電設備の現況（コロール・バベルダオブ電力系統）	2-5
表 2.1.4-3	PPUC の発電設備の運転状況（2007 年 10 月～2008 年 9 月）	2-6
表 2.1.4-4	PPUC の発電設備の主な点検・補修履歴	2-7
表 2.1.4-5	送電設備一覧表	2-8
表 2.1.4-6	支持物の使用状況	2-8
表 2.1.4-7	電線の種別一覧	2-9
表 2.1.4-8	がいし種別一覧	2-9
表 2.1.4-9	最低地上高と相間距離	2-9
表 2.1.4-10	EU の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム	2-11

第3章

図 3.2.2-1	「パ」国における送配電系統図	3-5
図 3.2.2-2	JAMSTEC および NASA データの比較	3-6
図 3.2.2-3	「パラオ国際空港」における年間想定発電電力量	3-8
図 3.2.2-4	導入連系 PV システムの連系点	3-11
図 3.2.2-5	「パラオ国際空港」における主配電盤内部	3-11
図 3.2.2-6	許容周波数変動率と太陽光発電導入可能量の関係	3-15
図 3.2.4-1	実施体制	3-34
図 3.2.4-2	本計画における維持管理体制（案）	3-42
図 3.2.4-3	ソフトコンポーネント実施工程	3-45
図 3.2.4-4	本計画の事業実施工程表	3-45
表 3.2.2-1	JAMSTEC 測定日射量（水平面全天日射量）データ （月別平均および3 ヶ年平均）	3-6
表 3.2.2-2	JAMSTEC 測定日射量（水平面全天日射量）データを基に 算定した傾斜面全天日射量	3-6

表 3.2.2-3	「パラオ国際空港」における年間想定発電電力量.....	3-8
表 3.2.2-4	「パ」国に想定される連系 PV システムの導入形態.....	3-9
表 3.2.2-5	本計画の連系 PV システム導入時の法制度における検討項目	3-9
表 3.2.2-6	アイライ変電所～パラオ国際空港間の配電線.....	3-11
表 3.2.2-7	連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果.....	3-12
表 3.2.2-8	軽・重負荷時のディーゼル発電機の稼働状況.....	3-14
表 3.2.2-9	気象条件及びサイト条件.....	3-15
表 3.2.2-10	基本計画の概要	3-16
表 3.2.2-11	主要機材の数量	3-17
表 3.2.2-12	太陽光発電モジュールの仕様.....	3-18
表 3.2.2-13	太陽光モジュール設置用架台の仕様.....	3-18
表 3.2.2-14	接続箱の仕様.....	3-18
表 3.2.2-15	集電箱の仕様.....	3-18
表 3.2.2-16	パワーコンディショナーの仕様.....	3-19
表 3.2.2-17	変圧器の仕様.....	3-19
表 3.2.2-18	計装装置の仕様	3-19
表 3.2.2-19	電線材料の仕様	3-20
表 3.2.2-20	地中配電線用管路等の概要.....	3-21
表 3.2.4-1	日本側と「パ」国側の施工区分.....	3-37
表 3.2.4-2	現状の問題点とその改善案.....	3-43
表 3.2.4-3	トレーニング内容	3-44
表 3.4.1-1	標準的な設備機器の日常点検項目.....	3-46
表 3.4.1-2	標準的な設備機器の定期点検項目.....	3-47
表 3.4.2-1	本計画で調達する予備品及び保守用道工具.....	3-48

略語集

AFPAC	Automatic Fuel Price Adjustment Clause (自動燃料価格調整条項)
CDM	Clean Development Mechanism (クリーン開発メカニズム)
EIA	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
EIS	Environmental Impact Statement (環境影響ステートメント)
E/N	Exchange of Notes (交換公文)
EQPB	Environmental Quality Protection Board (環境保護局)
EU	European Union (欧州連合)
G/A	Grant Agreement (贈与契約)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GEF	Global Environment Facility (地球環境ファシリティ)
GHG	Green House Gas (温室効果ガス)
IEC	International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)
IEA	International Energy Agency (国際エネルギー機関)
IEE	Initial Environmental Examination (初期環境調査)
JAMSTEC	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (海洋研究開発機構)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JIS	Japanese Industrial Standards (日本工業規格)
MPIIC	Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce (公共施設・産業・商業省)
MRD	Ministry of Resources and Development (資源開発省)
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization (新エネルギー・産業技術総合開発機構)
O&M	Operation and Maintenance (運転・維持管理)
OJT	On the Job Training (実習教育)
PNMDP	Palau 2020 National Master Development Plan (国家総合開発計画)
PPUC	Palau Public Utilities Corporation (パラオ電力公社)
PV	Photovoltaic (太陽光発電)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System (遠隔監視制御システム)
SHS	Solar Home System (ソーラーホームシステム)
SOPAC	South Pacific Applied Geoscience Commission (太平洋諸国応用地球科学委員会)

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

パラオ共和国（以下「パ」国と称す）の電力・エネルギー政策は、これまで資源開発省（MRD：Ministry of Resources and Development）が管轄していた。MRDは農業局、海洋資源局、公共事業局、土地・調査局の4部局に分かれており、公共事業局のエネルギー局（Energy Office）にて、再生可能エネルギーの導入促進、省エネルギーの推進を担当していた。2009年1月のトリビオン政権誕生後の省庁再編では、2009年4月の電力危機の影響もあり、エネルギー局が大統領事務所の直轄組織となり、電力・エネルギー政策を管轄している。電気事業は、政府から独立した組織として、パラオ電力公社（PPUC：Palau Public Utilities Corporation）が、発電から配電、小売事業まで一貫して実施している。

「パ」国政府は、1997年に制定された国家総合開発計画（PNMDP: Palau 2020 National Master Development Plan）に基づき、エネルギー使用量削減に関する大統領令（Executive Order）No.234(1994年制定、2004年改定)、No.245(2005年制定)、No.248(2008年制定)が施行され、重点項目としてエネルギー使用量の削減義務、削減目標などが示されている。また、2008年には、右大統領令を具体化するため、SOPAC (South Pacific Applied Geoscience Commission)等の支援の下、パラオエネルギー保全戦略（Palau Energy Conservation Strategy）が策定された。2007年11月には、EUの支援により「エネルギー効率化アクションプラン」（Energy Efficiency Action Plan）が策定され、民間セクターも含めたエネルギー使用量削減のための方策（小型蛍光灯の啓蒙普及、太陽熱温水器の導入補助等）が示されている。

2009年6月に発表された「Joint Declaration on Energy Policy Priorities」によると、「パ」国では現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していることから、2020年を目標として電力供給の20%を再生可能エネルギーにより賄う計画となっており、現在策定中の「Palau National Energy Policy」にて、具体的なエネルギー供給計画が策定される予定となっている。なお、上記「Palau National Energy Policy」の第一次ドラフトによると、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない連系PVシステムの普及拡大を図っている。

「パ」国では、欧州連合（EU: European Union）の「Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Islands」プロジェクトにより、首都メレケオクにおいて連邦政府庁舎の駐車場に設置したシステム（100kW）と、台湾がパラオ国立病院に設置したシステム（153kW）の2ヵ所において、既に連系PVシステムが運転されている。本計画では、これら先行案件の実施により得られた知見を活用しつつ、将来の連系PVシステムの普及促進を図り、気候変動問題の緩和策支援としてふさわしいクリーンエネルギー活用を具体化するメカニズムの形成準備を行うことが要請されている。

1-1-2 開発計画

「パ」国では、1997年に制定された国家総合開発計画（PNMDP：Palau 2020 National Master Development Plan）に示された電力分野の開発政策に従い、電力供給設備の改善、拡張計画が策定され、電力セクター開発が進められてきた。2003年10月には米国のコンサルタント（Oceanic

Companies (Marshalls), Inc.) によって PPUC の 5 カ年計画が策定され (PPUC Strategic Plan 2003 ~2008)、発電・送変配電設備の開発計画、開発費用の算定、開発に伴う環境社会配慮、電気料金改定計画等がとりまとめられた。

パラオ電力公社 開発 5 カ年計画は「パ」国の電力開発計画と位置づけられ、同計画に示される主な目標と対策案及び現状は以下の通りである。

表 1.1.2-1 パラオ電力公社 開発 5 カ年計画に示されている目標と対策案

No.	目 標	対 策 案	現 状
1	パラオ電力公社 が直面する財務・物理的債務を減少させるための社会・財務上の影響、法的責任、安全性、危険性に対する対処を実施する	パラオ電力公社 が IEEE 制定の安全基準 (NESC) を工事や材料に確実に取り入れ、需要家の設備に対する責任範囲を明確にし、併せて需要家設備の調査クルーの編成を促し、保険制度の採用を推奨したもの。	一部 NESC 基準を取り入れて工事を実施している。
2	全てのレベルの発電効率の改善、発電原価の削減並びに将来の需要増加への対応	(1) コロール とバベルダオブ島 のベース負荷とピーク負荷を賄うための最新型の5.3MW発電設備4 台からなる新発電所をアイメリーク に建設する。併せてマラカル又はアイメリーク 発電所から全ての発電設備の監視制御を行うための遠方監視制御設備の新設。 (2) アイメリーク 発電所とアイメリーク 発電所とマラカル 発電所の建屋の修復、制御室防音工事の促進とアイメリーク 発電所と直接連絡の出来る情報システムの建設。併せてアイメリーク 発電所と連携するための海底ケーブル使用の送電線の建設。	一部機能が不足しているが、2003 年より、遠方監視制御システム(SCADA) は運用が開始されている。 マラカル 発電所の建屋の修復、制御室防音工事とアイメリーク 発電所と直接連絡の出来る情報システムの建設は完工済み
3	送配電変電設備の負荷の増加への対応と信頼性の向上	(1) 新コロール変電所の新設とアイメリーク からマラカル 発電所を結ぶ海底ケーブル送電線の建設。 (2) 新首都への送電線を含む多くの送配電網の改良	
4	セクター別の需要増加の検証とその管理・運用オプションの確立	(1) 非技術的電力損失を明確にするための総括的手法の確立と、多くの原因と損失の責任者の選任。 (2) 街灯の費用を一般需要家の請求書から外し、その支払いを地方自治体へ変更する。 (3) 不法接続禁止と起訴に対する公告の開始。 (4) Prepayment meters 採用の評価と取り付けの開始。	(4)Prepayment meters は一部採用が開始されている(500 セット購入、400 セット設置済み)。
5	必要な設備投資に対する資金源の確立	(1) 必要な US\$35million を借りるため、必要な要請を米国の農業省に提出する(2) パラオ電力公社 のオプションとして、資本増加のための先行積み立てを早めて、他のリストされたゴールや特別な改善の投資収益を図る。	
6	運転効率、管理情報システム、人材教育の向上及びその目標と結果の評価の設定	運転要員 (人材) の最適化 (1) SCADA System の採用に伴い、将来の無人、遠方監視制御の技術に適應する人材配置計画の見直し (2) 送配電マネージャーの雇用。 (3) 最 新 の GIS system (Generalized Information System)の採用とスタッフの訓練 (4) 全ての方策と必要な研修を一元化する総括的な管理計画の確立 (5) 各部門の目標について5 の特定出来、測定できる生産性と信頼性の確立。管理部門は1/4 半期毎に各部門の悪くなる傾向又は進展する軌跡に基づきプログラムを修正しなくてはならない。 (6) GM と Board のために規格化した管理月報を確立し、月報は月間の発電電力量、燃料消費量、技術的/非技術的損失等を示さねばならない。	(2)送配電マネージャーは雇用済み
7	運用資本からのパラオ電力公社 の収益の改善	(1) 原価、将来性及び投資回収率を分析し良好な10 計画の選定。 (2) 原価と利益の確認と推進記述した詳細計画の開発のためのスタッフの選任。 (3) その他	
8	政府の補助金を必要とせず、パラオ電力公社の全てのコストをカバーして現在及び将来の運転を継続するための公共料金検討	専門のコンサルタントの雇用を推薦する。 そのコンサルタントは将来を考慮した新しい電気料金の設定を行う。	専門のコンサルタントに電気料金の見直し済み。

出所：「パラオ共和国 電力供給改善マスタープラン調査」 JICA

上表に示すとおり パラオ電力公社 の 5 カ年計画で提案された発電・送変配電設備の開発計

画、開発に伴う環境社会配慮、電気料金改定計画等はその殆どが必要な資金の目処が立たないため、提案されたプロジェクトは実現には至っていない。

なお、2009年3月にPPUCタスクフォースから発表された「Light Measure 2009 – The State of Electrical Production in Palau」の最終報告書によると、現状のディーゼル発電設備を再生可能エネルギー（水力、太陽光、波力、風力など）による発電設備へと中長期的に更新していく計画が示され、このための施策として以下の通り提案されている。

- 1) 需要家がPPUCの配電線に余剰電力を逆流できる計量装置の調達可能性につき、PPUCの経営層は調査を実施する。
- 2) PPUCは共和国政府と協力し、再生可能エネルギーの導入を促進するための補助金制度を導入する。
- 3) 公共事業局内のエネルギー局（Energy Office）の機能をPPUCへと移管する。

更に、Palau Energy Policy Development Working Groupにより2009年10月に作成された「Draft National Energy」によると、2020年を目標として電力供給の20%を再生可能エネルギーで賄い、中長期的には化石燃料の消費を最小限とする必要があるとされているが、再生可能エネルギーの普及促進政策、エネルギー源毎の導入目標、財源等については今後の検討が必要である。既に導入実績がある太陽光発電以外の再生可能エネルギーについても、アイメリーク発電所で運転されているPielstick製のエンジンがデュアル燃料対応仕様であることから、PPUCでは同発電所へのバイオディーゼル燃料適用を検討している。同発電所では年間18 million US\$の燃料費を費やしており、その費用の一部を使い、国内の遊休地でバイオディーゼル燃料の元となるジャトロファの栽培を始めるようである。更に、バベルダオブ島にて小水力発電を導入する計画も検討されており、フィリピンのコンサルタント（VERGEL3 CONSULT）のF/S結果では、合計4MWのポテンシャルが確認されている。しかしながら、同調査では現地の測量に基づく流量、落差調査が実施されておらず、今後詳細調査を実施する意向である。

1-1-3 社会経済状況

「パ」国は1994年10月1日に自由連合国として独立した時、米国との間でコンパクト（自由連合盟約）を締結し、2009年までの15年間は米国より財政支援を受ける一方で、国防と安全保障の権限を米国に委ねることとなった。これにより1994年～2009年までの15年間に総額7億ドルのコンパクト資金を支払われることになったことから、毎年一定の資金供与がなされ、同国の経済を支える重要な資金となっている。

「パ」国の産業は米国及び台湾の援助に依存する建設業、食料品・消費財の輸入に立脚する商業及び観光産業が主要産業となっているが、コンパクト支援の終了する2009年までに自立経済達成は困難な状況にあり、コンパクトの継続交渉が「パ」国経済の今後を大きく左右することになる。それぞれの産業ではフィリピンを始めとする外国人労働力への依存度が高い。主要産業の観光業では、台湾、日本、韓国、米国を中心に観光客総数は9万人を超えている。農林水産業等の一次産業のシェアは、非常に小さい。2005年ベースで、3.4%に過ぎない。第二次産業の占める割合も大きくなく、19.0%に過ぎない。第二次産業ではその半分以上は建設業であり、製造業のシェアはほとんど皆無とといった状況である。第三次産業は残る77.6%を占めるが、圧倒的にサービス部門が大きい。漁業に関しては外国漁業企業がパラオ近海で操業権を取得し

て、日本、台湾、中国にマグロを輸出している。食糧に関しては、タロイモやキャッサバの生産及び近海漁業はあるものの、大部分を米国本土からの輸入に依存している。

一人当たり GDP は 7,267 ドル（2005 年）であり中進国として位置づけられるが、2006 年度の政府収入 83.7 百万ドルのうち、50%以上の 45.0 百万ドルがコンパクトを含めた他国からの援助となっており、実質的な一人当たり GDP は 2,000～3,000 ドル程度と推測される。パラオ経済は公共部門の比重が非常に大きく、GDP の 26-27%は公共部門の雇用による。また、2007 年度の公共財政支出は、GDP の 60.4%を占めている。パラオ国経済は公共財政頼みの経済構造であり、もし、海外からの経済援助なければ、今のパラオ経済は成り立たないことを示すものである。

近年のパラオ国の国家財政は、2002 年度に 3,420 万ドルの赤字（当該年度の GDP の 30%に相当）を記録したが、その後赤字ではあるものの 10%を超えることはない。しかし国家財政支出（歳出）が GDP に占めるシェアは非常に大きく半分以上を占め、歳出額と歳入額を対比してみると、歳入が毎年、歳出額を大きく下回っている。そのギャップを埋めるのはグラント（コンパクト）であり、2006 年のギャップ穴埋めのグラントは、5,300 万ドルに達している。2009 年にコンパクト更改について米国との間で交渉し、コンパクト 2 として 2024 年まで期限が延長された。

表 1.1.3-1 「パ」国の財政状況

	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
1. 歳入	53,161	51,220	65,866	65,205	76,143	83,671
(1) 税収	24,097	22,042	22,706	26,131	29,838	29,224
(2) 税収以外	5,780	4,515	5,713	7,622	6,044	6,580
(3) 地方信託基金	1,886	2,214	3,238	1,011	1,333	2,920
(4) 贈与	21,398	22,449	34,209	36,055	36,927	44,948
(5) 資本収入					2,000	
2. 歳出	79,756	80,068	76,291	82,093	76,466	87,586
(1) 経常支出	64,395	59,030	60,946	62,066	62,830	64,927
(2) 資本支出	15,361	21,038	15,345	20,027	13,636	22,659
3. 財政収支	-26,595	-28,846	-7,322	-3,919	-1,964	-2,964

出所：Office of Planning and Statistics

「パ」国では、運輸・交通セクター並びに電力セクターのエネルギー供給において、ほぼ 100%をグアムからの輸入化石燃料に依存している。このため、近年の国際原油価格の変動により、主要産業である観光業収入が減少する等、外部要因により財政状況が大きく影響を受ける脆弱な社会経済状況が課題となっている。「Draft National Energy」によると、エネルギー利用の効率化と省エネルギーの推進により 2020 年までにエネルギー消費を 30%削減し、更に電力供給の 20%を再生可能エネルギーで賄うことで、化石燃料に依存したエネルギー供給構造を改善し、エネルギー・セキュリティを確保するとしている。今後、上記政策を実現するための法制度面での整備や、必要な財源確保とともに、米国流のエネルギー多消費社会からの脱却が重要な課題となるものと想定される。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

大洋州島嶼国は、国土が狭小で低標高であるため気候変動の影響に対し非常に脆弱であり、戦略的な対策の展開が喫急の課題となっている。太平洋の小島嶼国等における気候変動に対する適応策の支援として、2008年1月にスイスにて開催されたダボス会議において、福田元総理が気候変動のための新たな資金メカニズムとして、総額100億ドル（1兆2,500億円）の「クールアース・パートナーシップ」を発表した。本メカニズムの運用においては、政策協議を経た途上国を対象として、適応策及びクリーンエネルギーへのアクセス等の支援を中心とした5年間で約2,500億円の無償資金協力、技術協力等による支援、また、緩和策を中心とした5年間で5,000億円の「気候変動対策円借款」の供与を行うこととしている。大洋州地域においては、パラオ、ミクロネシア、マーシャル、ナウル、キリバス、パプアニューギニア、バヌアツ、ツバル、サモア、トンガ、ニウエ、クック諸島が既に「クールアース・パートナーシップ諸国」となっている。

右日本政府の政策を受け、機構では2008年4月1日付「気候変動に係る取り組みの方向性」において、途上国に対する気候変動対策支援における基本的方針を定め、大洋州の小島嶼国等における気候変動に対する適応力を高める協力への取組み強化が強調されている。これを受け、大洋州地域における我が国の気候変動対策支援強化のための支援ニーズを調査したところ、ミクロネシア連邦国、パラオ共和国、マーシャル諸島共和国、トンガ王国からは、緊急ニーズとして太陽光発電（PV）に関する案件の情報が提出された。同情報に基づき、2009年2月から3月にかけて、PVを活用した環境プログラム無償資金協力事業を想定して、「大洋州地域環境プログラム無償資金協力事業（太陽光発電）促進のためのプロジェクト形成調査」を実施した。右調査の結果、それぞれの国におけるニーズと事業実施可能性が確認され、各国政府より環境プログラム無償資金協力にかかる正式な要請書が発出された。本計画対象国では、既に他ドナーの支援によりPVシステムが導入されているものの、機材供与後の維持管理を担う電力公社の再生可能エネルギー導入に関する計画策定能力、運転維持管理能力は十分ではない。このため本計画の対象には、機材の適切な運営維持管理を支援し、協力効果の発現に不可欠なソフトコンポーネントの実施も要請されている。

本調査では、PV導入に関連した情報収集を行い、当該協力の必要性及び妥当性の詳細を再確認するとともに、環境プログラム無償資金協力としての各国での具体的な協力計画の策定及び同無償の供与額に見合った概略設計を行い、概算事業費を積算し、入札図書参考資料を作成することを目的とする。

1-3 我が国の援助動向

1-3-1 無償資金協力

1981年度以降、我が国は、水産・電力・給水セクターに対して、協力を実施してきた。中でも電力セクターについては、「バベルダオブ島送配電線計画（1985年～1986年）」、「配電網改善計画（1993年～1995年）」、「電力供給改善計画（1996年～1998年）」により、「パ」国独立前の1985年から継続的に協力を実施し、首都圏への安定した電力供給と未電化地区への電力供給のため、ディーゼル発電設備の改善、並びに送配電設備の整備を行った。これら協力により、当時の首都であったコロール州、並びにバベルダオブ島の南部6州に対する24時間の電力供給体制が確立され、病院、学校等の公共施設の安定した運営、市民生活の向上、産業活動の活性化

に貢献している。

「パ」国電力セクターに対する我が国無償資金協力による過去の支援実績は以下のとおりである。

表 1.3.1-1 我が国の無償資金協力実績（電力分野）

実施年度	案 件 名	供与限度額	概 要
1985 ～ 1986 年度	バベルダオブ島送配 電線計画	2.7 億円（1/2 期） 4.86 億円（2/2 期）	アイメリーク発電所～K-B 橋間の 34.5kV 送電線の建設。アイメリーク 変電所、アイライ変電所の建設、並び に低圧配電網用資機材等の調達。
1993 ～ 1995 年度	配電網改善計画	5.81 億円（1/3 期） 4.68 億円（2/3 期） 1.88 億円（3/3 期）	コロール州内、バベルダオブ島南東 部、同島西部における送配電線の建 設、並びに配電用資機材の調達。
1996 ～ 1998 年度	電力供給改善計画	11.71 億円（1/2 期） 9.76 億円（2/2 期）	マラカル発電所の発電建屋の建設、 発電設備の調達と据付。バベルダオ ブ島北部の送配電線建設、並びに配 電用資機材の調達。

1-3-2 技術協力

技術協力分野における我が国の協力は、専門家派遣、研修員受入を中心に行っている。電力分野では、2008 年に「電力供給改善マスタープラン調査」が実施され、電力供給改善のためのマスタープラン、優先プロジェクトのプレフィジビリティ、電力供給施設の運用改善について提言が取りまとめられている。

また、1996 年 8 月には、青年海外協力隊派遣取極が締結され、昨今では、小学校教諭などの教育分野での要請が多い。

1-4 他ドナーの援助動向

1-4-1 EU

EU の支援により、首都メレケオクの連邦政府庁舎の駐車場において、100kWの既設配電線との連系 PV システムが 2008 年に導入されている。連邦政府庁舎内には、1 日発電電力量、累積発電電力量、累積 CO₂削減量を表示した表示装置が設置されている。表 1.4.1-1 に EU により設置された太陽光発電設備の仕様を示す。

表 1.4.1-1 EU の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム

政府庁舎(発電容量100kW)			
	機材	概略仕様	数量
1	太陽光発電モジュール	出力:185W _p ±5%、最大出力動作電圧:25.5V、最大出力動作電流:7.25A	540
2	モジュール設置用架台	亜鉛メッキ鋼鉄フレーム、耐風速:50m	600
3	ケーブル	2×4mm ² UV, 100m, 4×16mm ² , 100m	1
4	ディスプレイ	ワイヤレス(電波到達:屋内30m、屋外100m)、PC communication USB1.1,	1
5	データ管理システム	供給電圧:24V、入力電圧110-240V 50/60Hz	1
6	ソーラーセンサー	センサーボックス	1
7	パワーコンディショナー	定格出力:2,100W~6,000W、定格入力電圧:250-600V DC、周波数:60Hz	18

出所: Support to the Energy Sector in five ACP Pacific Islands (Rep-5) - supply, Installation and Commissioning of Grid Connected Solar PV Systems in Kosrae State, Federated States of Micronesia and Koror, Palau



PV モジュール



パワーコンディショナー



表示装置

図 1.4.1-1 EU の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム

なお、同太陽光発電プロジェクトの一環として、3 名（太陽光発電技術 2 名、施設 1 名）の技術者により、1 週間程度のトレーニングを実施し、「パ」国側からは、15 名（電力公社 7 名、その他 CIP や民間企業等 8 名）が参加している。

1-4-2 台湾

台湾はアンダイドの無償資金協力により、153kW の連系 PV システムをパラオ国立病院に設置している。システムは Motech 社(台湾)、太陽光発電パネルは京セラ社（日本）、インバータは Motech 社を使用し、病院内入り口付近に、CO₂削減量、DC 発電電力量、日射量、パネル温度、AC 変換電力量、DC/AC 変換効率、金額換算（\$ 0.372/kWh 換算）などの表示装置を設置している。



PV モジュール



PV モジュール



パワーコンディショナー



パワーコンディショナー



病院の入り口



表示装置

図 1.4.2-1 台湾の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

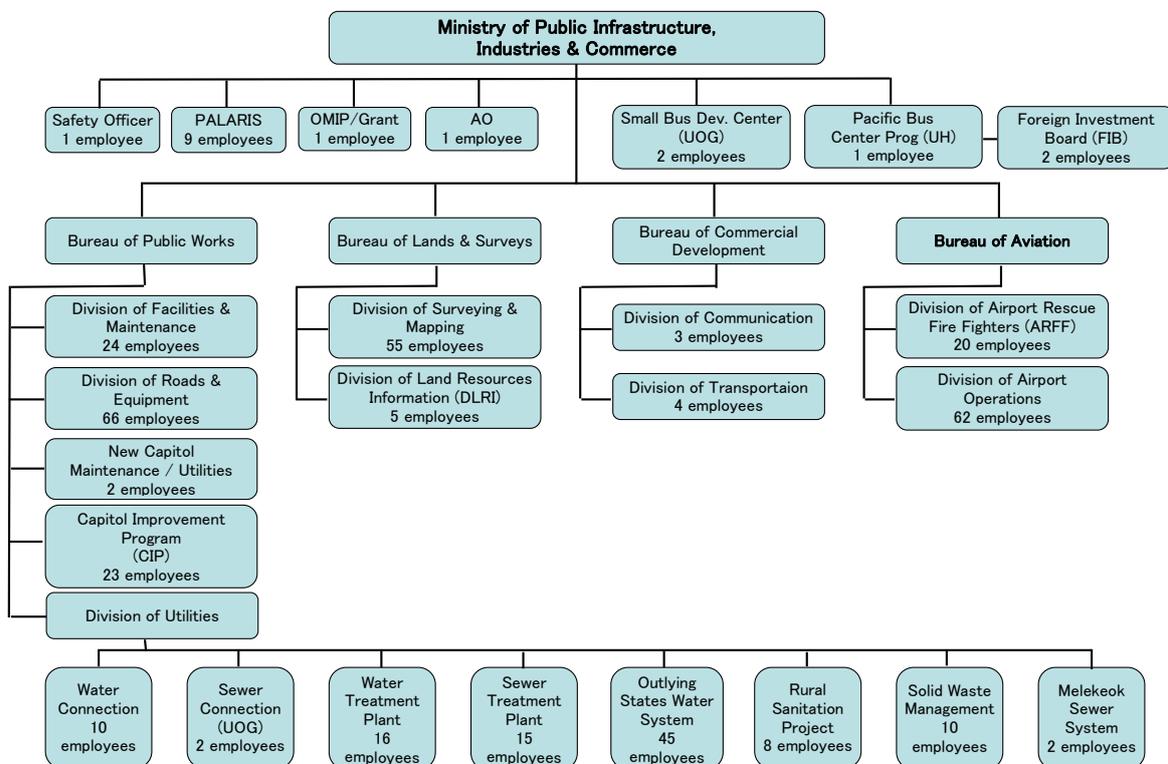
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 主管官庁

「パ」国の電力・エネルギー政策は、これまで資源開発省（MRD：Ministry of Resources and Development）が管轄していた。MRDは農業局、海洋資源局、公共事業局、土地・調査局の4部局に分かれ、公共事業局のエネルギー局（Energy Office）にて再生可能エネルギーの導入促進、省エネルギーの推進を担当していた。2009年1月のトリビオン政権誕生後の省庁再編では、2009年4月の電力危機の影響もあり、エネルギー局が大統領事務所の直轄組織となり、電力・エネルギー政策を管轄している。しかしながら、エネルギー局はパラオ電力公社（PPUC：Palau Public Utilities Corporation）の指導・監督を行う立場にはなく、電気料金の改訂を除き、PPUCの経営には介入することができない。更に、本計画対象サイトであるパラオ国際空港は、公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce：MPIIC）の航空局（Bureau of Aviation）により所管されていることから、要請書に記載されている通り、MPIICが本計画の主管官庁となることが確認された。

図 2.1.1-1 に公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce）の組織を示す。



出所：MPIIC

図 2.1.1-1 現政権下の公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce）の組織

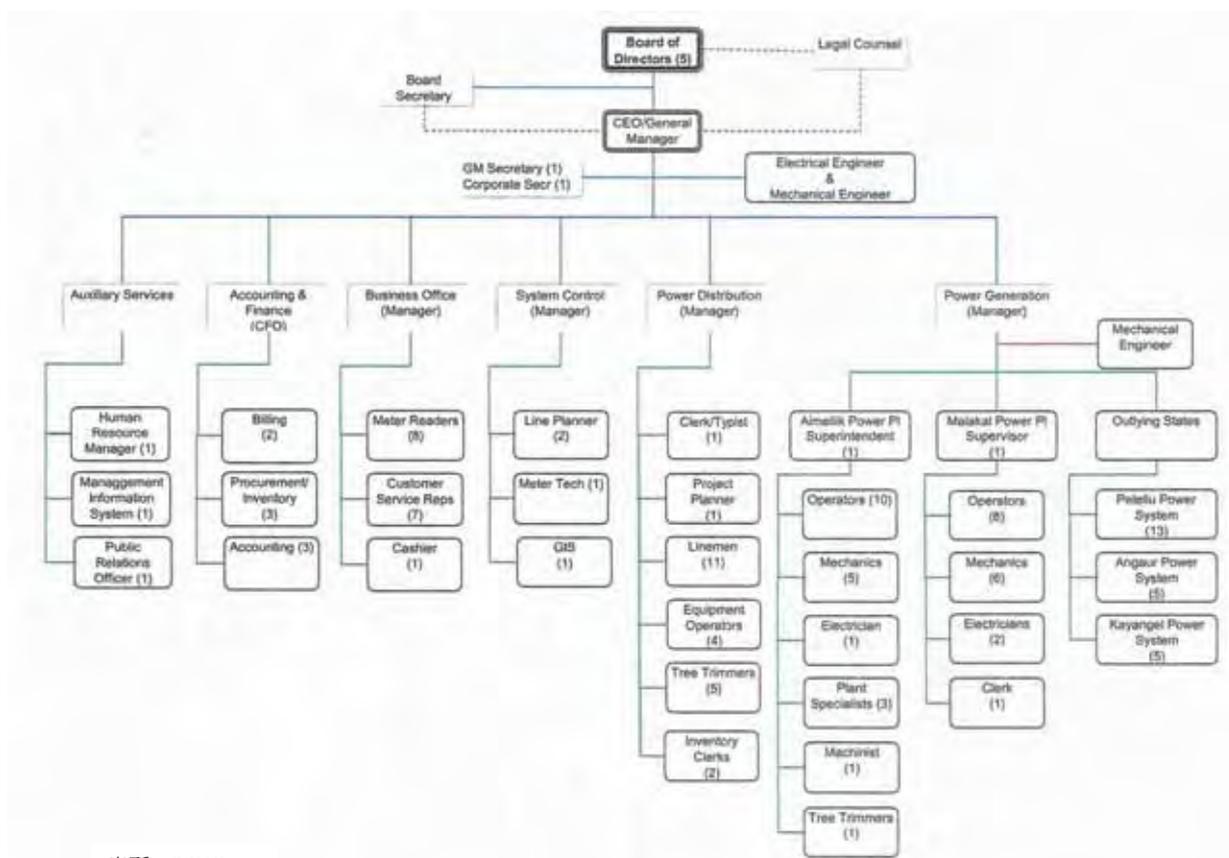
(2) 実施機関

本計画にて調達・据付される連系 PV システムは、電気事業者であるパラオ電力公社（PPUC : Palau Public Utilities Corporation）が設備を所管し、実施機関として運営維持管理を担当する。

「パ」国では、2009 年の新政権誕生後もパラオ電力公社（PPUC : Palau Public Utilities Corporation）が、電気事業の実施を一貫して行っている。PPUC は現在のところ民営化、株式会社化されていないものの、政府による補助金を受けることなく、政府組織から独立した組織として電気料金収入により経営されている。ただし、電気料金の改訂については、公聴会にて承認を得た後 30 日の移行期間を経て改訂することが要求されている。PPUC は、総務部、経理・財務部、営業部、系統運用部、配電部、発電部の 6 つの部門から構成され、2009 年 7 月現在で約 135 人の職員を有している。

図 2.1.1-2 に PPUC の組織を示す。

Palau Public Utilities Corporation
ORGANIZATION CHART
Fiscal Year 2009



出所：PPUC

図 2.1.1-2 PPUC の組織

PPUC では、職員の担当する職務の内容、責務、要求される能力等が明文化され、職位ごとに職務規定が定められるなど、管理体制は整っているものの、電力供給設備の日常の運転・維持管理を行う上で十分な知識・技術を有している技術者が少なく、現在では、フィリピン国から電力技術者を雇用し、中長期的な設備計画・維持管理計画を策定する要員・能力の強

化に乗り出している。また、今後は太陽光発電を含む再生可能エネルギーを利用した発電設備を導入・普及していく上で、再生可能エネルギー・ポテンシャルの調査、計画、設計に関するノウハウの取得、維持管理体制の構築は必至であることから、本計画では、ソフトコンポーネントによる、技術移転も要請されている。

2-1-2 財政・予算

表 2.1.2-1 は、監査済み財務諸表から、2001～2008 年の PPUC の収支状況の推移を表したものである。同表に示すとおり、2001 年から一貫して営業収支は赤字となっており、その原因は高騰する発電用ディーゼル燃料費による営業支出の増大である。2001 年と 2008 年の実績を比較すると、営業収益は約 2 倍に増加しているにもかかわらず、発電用燃料費が約 3 倍に膨らみ、これにより営業支出が約 2.3 倍にまで増加し、営業損失が増加する主要因となっている。更に、近年は自動燃料価格調整条項 (AFPAC: Automatic Fuel Price Adjustment Clause) の適用により、ディーゼル燃料価格の上昇に併せて電気料金が値上げとなり、高騰する電気料金に対して支払いが遅滞し、未収電気料金が増加する傾向にある。

表 2.1.2-1 PPUC の財務状況の推移 (2001～2008 年)

(単位: US\$)

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
1. 営業収益	11,527,494	10,421,509	11,111,497	11,981,680	15,777,212	17,717,689	19,720,641	24,102,423
(1)電気事業	11,107,747	10,189,964	10,808,975	11,739,414	15,073,865	17,482,734	19,708,689	24,122,998
(2)その他	419,747	231,545	302,522	242,266	414,559	321,351	307,587	317,081
(3)未収電気料金	0	0	0	0	288,788	-86,396	-295,635	-337,656
2. 営業支出	12,263,167	11,685,133	12,330,487	14,725,284	19,652,245	22,404,290	22,526,634	28,139,369
(1)発電用燃料費	7,265,841	6,279,414	6,977,392	8,403,772	12,656,688	15,530,247	16,182,383	21,757,913
(2)発電用その他費用	1,091,123	1,277,842	1,217,513	1,631,389	2,444,890	2,355,184	2,028,701	2,076,333
(3)送配電費用	809,893	1,046,461	1,044,065	1,561,029	1,165,961	1,059,226	787,235	846,652
(4)一般管理費	814,595	826,033	771,060	691,437	838,435	786,834	939,731	943,709
(5)技術サービス	32,867	20,983	83,667	198,050	189,640	166,334	117,598	114,723
(6)減価償却費	2,248,848	2,234,400	2,236,790	2,239,607	2,356,631	2,506,465	2,470,986	2,400,039
3. 営業損失(1.-2.)	-735,673	-1,263,624	-1,218,990	-2,743,604	-3,875,033	-4,686,601	-2,805,993	-4,036,946
4. 営業外収益	1,197,687	2,595,672	1,110,422	571,669	1,276,885	673,376	-36,016	-1,530,109
5. 純利益(4.-3.)	462,014	1,332,048	-108,568	-2,171,935	-2,598,148	-4,013,225	-2,842,009	-5,567,055

出所: PPUC

PPUC の電気料金体系としては、消費電力量に関係なく課される基本料金と、消費電力量に応じて課金される従量料金がある。その他、石油価格の動きを反映して調整する燃料価格調整条項(Automatic Fuel Price Adjustment Clause (AFPAC))が制定されている。ただし、この調整が行われるのは 3 か月に 1 度で、急激な原油価格高騰の情勢下では対応が遅れが生じ、その間赤字幅が拡大することがある。2008 年 6 月 5 日に料金改定された、最新の電気料金を表 2.1.2-2 に示す。

表 2.1.2-2 PPUC の電気料金体系

(単位: US\$ / 月)

項目	家庭用	商業用/官公庁
基本料金	3	11
従量料金		
0-500 kWh	0.00	0.103
501-2000 kWh	0.058	0.103
2001 以上 kWh	0.103	0.103
AFPAC 2009 年 7 月適用	0.192	0.192

出所: PPUC

PPUC の電気料金徴収状況としては、2007 年度（2006 年 10 月～2007 年 9 月）の 1 年間を通して、PPUC が発行した請求書の総額に対して、実際に支払われた電気料金の総計は約 1,932 万ドルである。すなわち、 $1,932 \text{ 万} / 2,018 \text{ 万} = 96\%$ であり、全体として 96%は徴収できている。顧客の種類別に徴収率を見ると、一般家庭が 96%、企業が 100%、共和国政府 90%、州政府 80%となっている。料金徴収率を向上させるための取組みとして、一般家庭、あるいは企業で、支払いが滞る顧客については、プリペイドのメーターを設置する方法が 2007 年 7 月から開始されている。

2-1-3 技術水準

本計画にて導入する連系 PV システムの実施体制は、PPUC が設備所有者となり、PPUC が通常の電力設備と同じ位置付けで維持管理を担当する体制が望ましいとの判断に至っている。したがって、以下の技術水準評価の対象は、設備の維持管理を担当する PPUC について行う。

前述したとおり、PPUC は総勢 135 名の比較的小さな組織であり、全体に占める技術者の人数も少ない。また、所有する設備は PPUC が所有している SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System)によってリアルタイムに監視可能であるが、運転員に十分な教育がなされておらず十分に機能を活用できていないのが現状である。発電機の ON-OFF に至っては、オペレータが経験則により手動にて実施しており、今後大規模工場等が進出した際に発生しやすい比較的大きな負荷変動には対応しきれない可能性があり、総合的に判断し技術水準は高いとはいえないのが現状である。ただし、「パ」国では既に EU が導入した連系 PV システムが存在し、数名の PPUC 技術者においては、連系 PV システムに関するトレーニングを受けていることから、PV システムに関する技術を身につけるための素地は整っていると判断できる。また、PV システムの中でも本計画で導入する連系 PV システムは既存の電力系統に連系するため、現地の電力公社の協力なくしては成り立たないのも事実である。更に、将来的な普及を考慮した場合でも、現地の電力公社へ技術移転することが望ましいと判断できることから、連系 PV システムの技術習得にはある程度時間が必要と想定されるが、PPUC に技術移転をすることが本計画においては最適である。

加えて、昨年 PPUC の最高経営責任者が交代して以来、前述の状況を改善すべく、フィリピン国より技術者数名を招聘する等、積極的に改善策を打ち出している。例えば、フィリピン電力公社 NPC(National Power Corporation)を早期退職した Mr. Tito Cabunagan を招聘し、同職員を筆頭に発電設備の維持管理や送配電線の巡視等について能力強化を実施し、PPUC 技術者の技術レベルの底上げを図っている。そのため、本業である電力供給業務の改善も確実に実施されており、連系 PV システムが導入された場合、その効果が相乗的に向上されることも期待できる。

以上に述べたとおり、PPUC の技術水準は必ずしも高くないが、総合的に判断し、PV システムに係る技術的素地は整っており、また上記のフィリピン国からの招聘技術者も維持管理体制に参加することから、ソフトコンポーネントにて適切に技術移転できれば特段問題はないと評価できる。

2-1-4 既存施設・機材

(1) 発電設備の運用状況

コロール・バベルダオブ電力システムの電源は、コロール島のマラカル発電所とバベルダオブ島のアイメリーク発電所の二箇所である。発電方式は両発電所ともディーゼル発電であり、燃料はディーゼル油である。表 2.1.4-1 及び表 2.1.4-2 に両発電所の概要を示す。経年劣化に伴いアイメリーク、マラカル発電所の発電可能出力は低下しており、2009 年 12 月時点で両発電所の現有出力は合計 13.7 MW であり、定格出力の約 44% となっている。

表 2.1.4-1 2009 年 12 月時点の PPUC 発電設備の概要（コロール・バベルダオブ電力系統）

発電所名	ユニット名	製造会社	定格出力 (MW)	現有出力 (MW)	気筒数	回転数	設置年
Aimeliik	Pielstick-2	Crossely Pielstick	3.27	3.00	10	450rpm	1985 年
	Pielstick-3		3.27	1.50	10	450rpm	1985 年
	Pielstick-4		3.27	2.00	10	450rpm	1985 年
	Pielstick-5		3.27	2.00	10	450rpm	1985 年
	小計	13.08	8.50				
Malakal	Wartsila-1	Wartsila	2.00	0.50	12	1,200rpm	1997 年
	Wartsila-2		2.00	0	12	1,200rpm	1997 年
	Wartsila-3		2.00	0	12	1,200rpm	1997 年
	Mitsubishi-12	Mitsubishi	3.40	0	12	720rpm	1996 年
	Mitsubishi-13		3.40	2.72	12	720rpm	1996 年
	Caterpillar-1	Caterpillar	2.00	0	16	1,800rpm	2007 年
	Caterpillar-2		2.00	1.50	16	1,800rpm	2007 年
	Alco-9	Alco	1.20	0.50	12	750rpm	1981 年
	小計	18.00	5.22				
合計	31.08	13.72					

出所：PPUC

表 2.1.4-2 2009 年 12 月時点の PPUC 発電設備の現況（コロール・バベルダオブ電力系統）

発電所	ユニット名	累積運転時間*1	運転可否	現在の状況
Aimeliik	Pielstick-2	32,117	Operable	・2009 年 6 月にリハビリ完了。 ・リハビリにより現有出力が増加。
	Pielstick-3	30,305	Operable	・2008 年 12 月にリハビリ完了。 ・リハビリによる現有出力が増加。
	Pielstick-4	43,018	Operable	・老朽化が激しく出力・効率の低下が著しい。 ・2010 年にリハビリ予定。
	Pielstick-5	42,453	Operable	・Pielstick-4 と同様。
Malakal	Wartsila-1	53,756	Operable	・2010 年にリハビリ予定。
	Wartsila-2	24,056	Inoperable	・クランクシャフト焼損のため停止中。 ・スペアパーツのプロポーザルの承認待ち。
	Wartsila-3	24,932	Inoperable	・クランクシャフトシールでのオイル漏れのため停止中。 ・2010 年にリハビリ予定。
	Mitsubishi-12	77,352	Inoperable	・2006 年 8 月にクランクシャフトの焼損事故（軽度）が発生。 ・クランクシャフトの研磨と軸受部分の取替にて対応予定。
	Mitsubishi-13	77,733	Operable	・2010 年 4 月から日本の支援にてフォローアップ実施予定。 ・日本の無償にてメイン交換部品を供与、PPUC 負担にて消耗品等を購入予定。
	Caterpillar-1	9,924	Inoperable	・スペアパーツの到着待ち。
	Caterpillar-2	10,792	Operable	・2010 年にリハビリ予定。
Alco-9	37,224	Operable	・老朽化が激しく出力・効率の低下が著しい。	

出所：PPUC

備考：*1 2009 年 12 月時点

アイメリーク、マラカル発電所の 2008 年度（2007 年 10 月～2008 年 9 月）の運転実績を表

2.1.4-3 に示す。アイメリーク発電所の Pielstic-2~5 号機、及びマラカル発電所の Mitsubishi-12、13 号機の計 6 台がミドル・ベース負荷用として運用されており、利用率 (Utilization Factor) が約 70% 以上と高い。一方、マラカル発電所の Wartisla-1、Caterpillar-1,2 はピーク負荷用、Alco-9 は非常用予備として運用されている。燃料効率 (燃料 1 ガロン当りの発電電力量) に関しては、アイメリーク発電所 (平均 13.09 kWh/gal) はマラカル発電所 (平均 14.57 kWh/gal) と比べ低く、同じ電力を発電するために余分に燃料を消費している。

表 2.1.4-3 PPUC の発電設備の運転状況 (2007 年 10 月~2008 年 9 月)

Power Station	Unit	Available Capacity, kW	Generated Power, kWh	Fuel Consumed, gallon	Utilization Factor, %	Fuel Efficiency, kWh/gal
Aimeliik	Pielstick-2	2,000	12,268,520	939,418	69.83	13.06
	Pielstick-3	2,000	3,620,590	284,328	20.61	12.73
	Pielstick-4	2,000	13,276,260	1,012,833	75.57	13.11
	Pielstick-5	2,000	14,035,720	1,064,423	79.89	13.19
Sub-Total		8,000	43,201,090	3,301,002	61.48	13.09
Malakal	Wartsila-1	1,200	3,210,782	238,523	30.46	13.46
	Wartsila-2	-	-	-	-	-
	Wartsila-3	500	103,879	8,736	2.37	11.89
	Mitsubishi-12	2,800	17,689,160	1,229,857	71.92	14.38
	Mitsubishi-13	2,800	22,200,680	1,515,702	90.26	14.65
	Caterpillar-1	1,600	4,078,352	253,285	29.02	16.10
	Caterpillar-2	1,600	4,926,620	334,417	35.05	14.73
	Alco-9	500	110,470	11,388	2.52	9.70
Sub-Total		11,000	52,319,943	3,591,908	54.15	14.57
System Total		19,000	95,521,033	6,892,910	57.23	13.86

出所: PPUC

表 2.1.4-4 にはアイメリーク、マラカル発電所の主な点検・補修履歴を示す。アイメリーク発電所に関しては、運転開始から 22 年が経過しているが、各設備ともその間に本格点検 (Major Overhaul) が 3 回実施されているのみである。本格点検のインターバルの中で、1,000 時間、3,000 時間、6,000 時間、12,000 時間毎の定期点検を実施するよう機器製造者から推奨されているが、これらの点検はほとんど実施されていない。

マラカル発電所では、Mitsubishi-12、13 号機の運転開始後、当面の間は 2,500~5,000 時間毎に定期点検が行われていたが、12 号機は 2006 年 8 月に、13 号機は 2006 年 3 月にクランクシャフト焼損事故に至っている。

このような状況を改善するため、PPUC では、定期点検費用の確実な積み立て、運転時間予想に基づく定期点検計画の策定、点検に必要な部品の事前発注等が進められており、昨年 PPUC の最高経営責任者が交代して以降、更に改善されつつある。これらが確実に遂行されれば、突発的な設備事故は大幅に減少するものと思われる。

表 2.1.4-4 PPUC の発電設備の主な点検・補修履歴

発電所	ユニット名	設置年	主な点検・補修履歴
Aimeliik	Pielstick-2	1985 年	1993 年 10 月：第 1 回 Major Overhaul 実施 1998 年 3 月：第 2 回 Major Overhaul 実施 2004 年 1 月：第 3 回 Major Overhaul 実施
	Pielstick-3	1985 年	1996 年 8 月：第 1 回 Major Overhaul 実施 2002 年 8 月：第 2 回 Major Overhaul 実施 2007 年 7 月：第 3 回 Major Overhaul 実施
	Pielstick-4	1985 年	1995 年 8 月：第 1 回 Major Overhaul 実施 2000 年 12 月：第 2 回 Major Overhaul 実施 2005 年 10 月：第 3 回 Major Overhaul 実施
	Pielstick-5	1985 年	1994 年 8 月：第 1 回 Major Overhaul 実施 1999 年 7 月：第 2 回 Major Overhaul 実施 2005 年 8 月：第 3 回 Major Overhaul 実施
Malakal	Wartsila-1	1997 年	1,000hr 毎に潤滑油、燃料、ターボチャージャー用フィルタを交換
	Wartsila-2	1997 年	1,000hr 毎に潤滑油、燃料、ターボチャージャー用フィルタを交換 2006 年 5 月：クランクシャフト焼損により停止
	Wartsila-3	1997 年	1,000hr 毎に潤滑油、燃料、ターボチャージャー用フィルタを交換 2006 年 8 月：クランクシャフト焼損により停止
	Mitsubishi-12	1996 年	1998 年 9 月：2,500hr Overhaul 実施 1999 年 10 月：7,500hr Overhaul 実施 2000 年 5 月：10,000hr Overhaul 実施 2001 年 1 月：12,500hr Overhaul 実施 2001 年 8 月：15,000hr Overhaul 実施 2002 年 2 月：17,500hr Overhaul 実施 2003 年 4 月：Major Overhaul 実施 (32,585hr) 2006 年 8 月：クランクシャフト焼損により停止 2006 年 10 月：クランクシャフト修理完了、運転再開 2007 年 5 月：Major Overhaul 実施 (64,128hr) 2007 年 9 月：7,500hr Overhaul 実施
	Mitsubishi-13	1996 年	1998 年 9 月：2,500hr Overhaul 実施 2000 年 6 月：10,000hr Overhaul 実施 2001 年 7 月：15,000hr Overhaul 実施 2003 年 12 月：30,000hr Overhaul 実施 2004 年 11 月：7,500hr Overhaul 実施 2006 年 3 月：クランクシャフト焼損により停止 2007 年 1 月：クランクシャフト修理完了、運転再開 2008 年 1 月：Major Overhaul 実施
	Caterpillar-1	2007 年	メンテナンスマニュアル無し (未受領)
	Caterpillar-2	2007 年	同上
Alco-9	1981 年	—	

出所：PPUC

なお、発電設備は PPUC が所有している SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System)によって需要状況をリアルタイムに監視されており、需要の変化に比較的即座に対応可能と判断できるが、発電機の ON-OFF は、定期的 (時間帯に応じて) にオペレータが手動にて行っており、瞬時に天候により出力変動する連系 PV システムには即座に対応することが難しいと言える。

(2) 送配電設備の運用状況

「パ」国の送配電設備は、送電電圧が 34.5kV、配電電圧は 13.8kV であり、3 相 4 線式、周波数 60Hz、中性点多重接地方式が採用されている。送電設備の施設状況を表 2.1.4-5 に示す。

表 2.1.4-5 送電設備一覧表

送配電線	電圧 (kV)	回線数	亘長 (km)
アイメリーク変電所~ネッケン変電所	34.5	2	4.3
ネッケン変電所~ココサイ変電所	34.5	1	8.8
ココサイ変電所~ガラルド2変電所	34.5	1	38.8
ネッケン変電所~アイライ変電所	34.5	1	14.3
マラカル発電所~アイライ変電所	34.5	1	9.2

出所：PPUC

1) 支持物

支持物は 34.5kV 送電線、13.8kV 配電線ともに、主にコンクリート柱が使用されている。34.5kV 送電線では、建設当時道路整備が十分でなく、アクセスが困難であった箇所では、施工性を考慮して鋼管柱が使用された経緯がある。また、13.8kV 配電線では比較的多く木柱が使用されている。なお、これまで台風による影響は少なく、支持物倒壊などの事故は発生していない。

送電設備に使用する支持物は、環境面（海に近い）、コスト、PPUC の経験・技術を考えるとコンクリート柱を使用するのがよいと考える。コストを削減するためには、コンクリート柱を現在の購入先以外から購入することも考えられるが、その際には手持ちの腕金などの付属品が適用できない場合があり、かえって高価となる可能性があるため注意が必要である。

装柱は、34.5kV の 2 回線用（アイメリーク発電所からネッケン変電所間：アイライ向けとココサイ向けの 2 回線）、34.5kV、13.8kV の 1 回線用、34.5kV と 13.8kV の 2 回線用がある。支持物の使用状況を表 2.1.4-6 に示す。

表 2.1.4-6 支持物の使用状況

支持物種類	比率 (%)	
	34.5kV	13.8kV
コンクリート柱	70%	74%
鋼管柱	27%	7%
木柱	3%	19%

出所：PPUC

2) 電線

34.5kV 送電線は、AAC150mm² が使用されている。バベルダオブ島とコロール島の連系は海底ケーブルが使用されているが、その設計図書、建設記録が残っておらず、線種は不明である。

13.8kV 配電線は、AC38mm²、HDCC38mm² が使用されている。また、コロール市内やココサイ~メレケオク間のように AAC150mm² が使用されている区間もある。バベルダオブ島~コロール島間は、送電線と同様、海底ケーブルが設置されている（2 回線）が、線種は不明である。電線の使用状況を表 2.1.4-7 に示す。

表 2.1.4-7 電線の種別一覧

区分	電線種類	サイズ
34.5kV 送電線	AAC 海底ケーブル	150mm ² 詳細不明
13.8kV 配電線	AC HDCC AAC 海底ケーブル	38mm ² 38mm ² 150mm ² 詳細不明
中性線 (34.5kV、13.8kV)	AC HDCC	38mm ² 38mm ²

出所：PPUC

3) がいし

がいしは引通し柱にはラインポストがいし、角度柱にはラインポストがいしと懸垂がいしを組み合わせ使用されている。がいしの種類と個数を表 2.1.4-8 に示す。

表 2.1.4-8 がいし種別一覧

区分	使用箇所	がいし種別		
		LP30	LP10	250mm 懸垂がいし
34.5kV 送電線	引通し	1 個	—	—
	角度	1~2 個	—	4 個
13.8kV 配電線	引通し	—	1 個	—
	角度	—	1~2 個	2 個

出所：PPUC

4) 標準径間、地上高、相間距離

標準径間は 50~70m で建設され、電線の最低地上高、相間距離は米国の NESC (National Electrical Safety Code) に準拠するとともに、樹木との接近を考慮し多少の余裕を加味して建設されている。表 2.1.4-9 に最低地上高、相間距離の一覧を示す。

表 2.1.4-9 最低地上高と相間距離

区分	最低地上高	相間距離
34.5kV	6.4m	1,190mm
13.8kV	6.1m	825mm

出所：PPUC

5) 運営維持管理の状況

初期の設備は 1985 年頃に建設されており、経年は 23 年程度である。設備の定期的な点検は実施されていないため、がいしは塵埃が付着している状況が見られた。

PPUC は 2007 年 12 月に設備点検チェックリストを作成しており、これにより 2008 年 1 月から点検を実施している。点検は約 1 年で管轄範囲を一巡するように計画されており、スケジュールどおりに進んでいるようであった。

13.8kV 海底ケーブルは 2 回線設置されており、うち 1 回線を使用し、残りを予備としている。アイライ側では架空線と接続されていないが、コロール側では架空線と接続されている。

ため、予備回線も充電している状態である。このため点検等を実施する際には感電に対する注意が必要である。

送配電線の最近の事故原因は、PPUC が所有しているデータによると、樹木接触によるものが 20%以上を占めている。事故発生時は住民からの通報により、PPUC 職員が現地に向かい、対応している。

設備データの管理は GIS (Geographic Information System、地図情報システム) により実施している。図面類は、建設当時のものしかなく、コンパクト道路設置の状況やこれに伴う支障移転などが反映されていないため、図面と現地を照合することは困難である。

送配電線の工事に当たっては、基本的に PPUC 直営ですべての工事が実施されている。そのため、高所作業車や建柱作業に必要なオーガー、クレーンなどを保有している。

(3) 太陽光発電設備の普及・運用状況

「パ」国においては、既に「独立型 PV システム」および「連系 PV システム」とも導入されており、それぞれの状況は以下の通りである。

1) 独立型 PV システム

1980 年代から、カヤンゲル島、ソンソロール島、トビ島そしてバベルダオブ島の未電化地域で、家庭用を中心とした小規模な独立型 PV システムの導入が米国の支援により進められたが、運営維持管理の問題により、現状では大半のシステムが使われていない。主な問題点としては、システムが小規模 (PV モジュール 33Wp) であったため、照明負荷以外の電気機器を利用することができず、需要家の満足度が得られなかったこと、及びスペアパーツの調達についてのフォロー、アフターサービスが不十分であった点などが挙げられている。

近年では、ソンソロール島とトビ島の未電化地域を対象として、大型の SHS (PV モジュール 640Wp、インバータ付)、PV 街路灯、公共施設用の独立型システムを導入した。しかしながら、同システムは大型の PV モジュールを採用しながら直流 12V 系で設計されたため、屋内配線の大サイズ化 (95mm²)、バッテリー容量の大型化といった問題が発生し、遠隔未電化地域への資機材輸送をより困難なものとしたばかりか、屋内配線での損失が大きくなっており、設計上の欠陥が指摘されている。

2) 連系 PV システム

現在、欧州連合 (EU : European Union) の「Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Islands」プロジェクトにより、首都メレケオクにおいて連邦政府庁舎の駐車場に設置した 100kW のシステムと、台湾の支援によりパラオ国立病院に設置された 153kW のシステム 2カ所にて運転されている。

① EU が導入した連系 PV システム

・運転開始時期

2008 年 11 月に運転開始となっており、現在は 1 年間の実証試験中である。また運転開始から調査時期まで約 7 ヶ月間において、運転に支障をきたすような大きなトラブルは発生していない。しかし、PPUC の系統が停電した場合、本来ならば保護装置が作動し連系 PV システムが自動的に発電を中止するところ、その設定が適切でなく自動的に作動せず、

手動にて切替を行っている点、および駐車場屋根の先端と雨樋がともに垂れ下がっており遠くからも屋根全体が波打っていることが判別できる点においては改善の余地がある。

・仕様

EU の支援により導入され、元請業者はドイツの IfE 社であり、PV モジュールはドイツの Scheuten Glass 社製、インバータはドイツ Sunny Portal 社製が採用されている。工事施工は、パラオの現地業者である Surangel 社が下請契約により実施したものの、工事品質が悪く、既に一部の梁がゆがんでおり、また基礎のレベルが統一されていない状況であるため、パラオ側関係者も工事品質には満足していない。本システムの仕様は表 2.1.4-10 に示す通りである。事業費は約 1.5 百万 US\$ であり、トレーニング費用も含まれる。

表 2.1.4-10 EU の支援により「パ」国に導入された連系 PV システム

政府庁舎(発電容量100kW)			
	機材	概略仕様	数量
1	太陽光発電モジュール	出力:185Wp±5%、最大出力動作電圧:25.5V、最大出力動作電流:7.25A	540
2	モジュール設置用架台	亜鉛メッキ鋼鉄フレーム、耐風速:50m	600
3	ケーブル	2×4mm ² UV, 100m, 4×16mm ² , 100m	1
4	ディスプレイ	ワイヤレス(電波到達:屋内30m、屋外100m)、PC communication USB1.1,	1
5	データ管理システム	供給電圧:24V、入力電圧110-240V 50/60Hz	1
6	ソーラーセンサー	センサーボックス	1
7	パワーコンディショナー	定格出力:2,100W~6,000W、定格入力電圧:250-600V DC、周波数:60Hz	18

出所：CIP からの入手資料を基に調査団にて作成

連邦庁舎内には、瞬時発電量、1日発電電力量、累積発電電力量、累積 CO₂ 排出削減量を表示可能な電光掲示盤を設置しており、「パ」国関係者には非常に好評であった。



駐車場 PV モジュール



パワーコンディショナー



表示装置

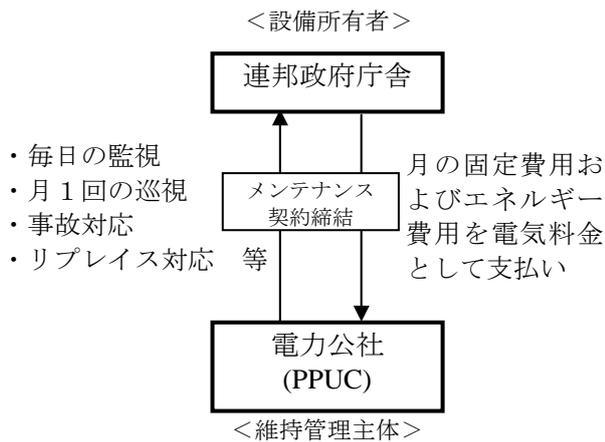
・トレーニング

本計画では、合計 2 回のトレーニングが予定されており、これまで 1 回のトレーニングが実施済みである。その内容は、机上 3 日間・実習 1 週間の構成で、対象人数は 15 名（内パラオ電力公社 7 名、他は CIP や民間企業等）であった。講師は、欧州から 3 名が派遣され、そのうち 2 名は太陽光発電技術、1 名は施設担当であった。トレーニング以外では、トラブルシューティングの主要項目を取りまとめたマニュアルが配布されている。また、2 回目のトレーニングは本年 7 月に予定されており、欧州より 1 名の技術者が派遣される予定である。その内容は、第 1 回目とほぼ同様であり、「パ」国からの参加者も民間企業を除き全て同じである。

・維持管理体制

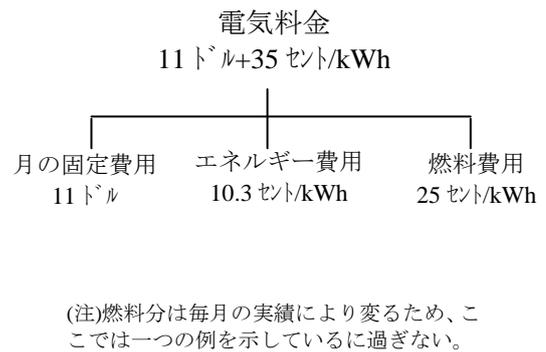
設備所有者である連邦政府庁舎と PPUC の間で、O&M を含むメンテナンス契約を締結しており、PPUC が通常の O&M を一手に引き受けている。その O&M 費用は、通常連邦政府

が支払う電気料金の内、連系 PV システムにて削減される燃料費用を除いた月の固定料金とエネルギー費用だけを支払うことで賄われている。ただし、徴収費用を超過し必要な場合、その超過分は政府が補填する内容となっている。このシステムは、設備管理者および O&M 実施者において、双方にメリットが享受できる構成となっている。例えば、設備所有者としては、系統連系 PV システム導入前よりも電気代が軽減されていること、維持管理主体としては、O&M に係る費用も十分に賄えることである。同システムは、本計画における維持管理体制構築に参考となる。



出所：調査団にて作成

図 2.1.4-1 維持管理体制



出所：調査団にて作成

図 2.1.4-2 電気料金の構成

② 台湾が導入した連系 PV システム

・運転開始時期

2008 年 12 月に竣工し運転開始となっている。運転開始直後よりインバータの誤作動等トラブルが頻発している。聞取調査によるトラブルの主な原因は、供与された製品品質が低かったこと、並びに PPUC を含めた維持管理体制が十分構築できていなかったことであり、本計画実施に当たっては、据付工事段階から十分な技術移転を実施することが望まれる。

・仕様

本計画はアンタイトの支援で、システムは Motech（台湾）、太陽光パネルは京セラ、インバータは Motech 製であった。一部の工事施工は現地業者（VMJ 社）へ再委託されたものの、大部分の労務者は台湾から動員されたため、エネルギー局職員によると、現地企業には連系 PV システムの据付工事に関するノウハウが蓄積されなかった。表示盤は、40 インチ程度の液晶テレビもしくはモニターを利用したもので、CO₂ 削減量、DC 発電電力量、日射量、パネル温度、金額換算、AC 変換電力量、DC/AC 変換効率を表示しており、病院入口の屋内に設置されている。



駐車場設置 PV モジュール



パワーコンディショナー



表示装置

・トレーニング

維持管理のトレーニングは、病院および首都圏改善計画局（CIP）からの3名を対象として行われたが、充実した内容とは言いがたく、聞取調査では関係者より不満の声が多く聞かれた。特に、EU のシステムのように PPUC が維持管理体制に組み込まれていないことが大きな問題とされている。また、その後の対応は、運転開始後 1 年間の保証期間だけであり、定期的実施されるものではなく、トラブルが発生した場合のみ、台湾から技術者が派遣されるといった簡易的なものである。

・維持管理体制

維持管理体制は、前述したとおり PPUC が組み込まれておらず、病院に駐在している技術オペレータ（病院職員 1 名）が全てを担うという非常に脆弱な体制をとっている。また、オペレータに対して十分な技術移転もされておらず、今後適切に維持管理が実施されるか懸念される。

電気料金についても、病院の負荷が導入系統連系 PV システム容量に比べ非常に大きいことから、既存系統への逆流は想定されておらず、EU システムのような余剰電力購入に関する電気料金の設定は無い。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

特に重要なインフラである交通網については、我が国の無償資金協力によるコロール島とバベルダオブ島をつなぐ K-B 橋が「パ」国の重要な設備となっており、両地域の経済活性化に貢献している。また、人口が少なく開発の遅れているバベルダオブ島内を周回するコンパクト道路が米国の無償資金協力により 2005 年に完成し、コロール島から新首都へのアクセス時間が短縮され、バベルダオブ島北部までも短時間でアクセスできるようになった。今後は、首都メレケオク州を中心に、観光開発を中心とした経済活動の活性化が期待される。このほか、都市機能が集積しているコロール島、国際港があるマラカル島、大統領府や国立病院があるアラカベサン島、国際空港のアイライ州を結ぶ首都圏幹線道路の改修工事が我が国の無償資金協力により実施されている。

(2) 通信

バベルダオブ島南部を含むコロール州内の市内電話網は整備され、電話線は海底ケーブル・架空線等で連系されている。1998 年に設立された有線テレビ放送は、アイライ州からコ

ロール首都圏にかけて供給されている。2005年の国勢調査結果によると、全国の86.2%の世帯に電話回線は普及している。

(3) 電化状況

「パ」国の電化状況は、1980年代過ぎに我が国を含むドナーの協力により急速に普及したことにより、2005年の国勢調査結果によると、98.9%の電化率が記録されている。

2-2-2 自然条件

(1) 気象圏

「パ」国は、全域に渡り高温多湿の海洋熱帯気候である。

(2) 温度

年間を通して27°C前後のほぼ一定である。

(3) 湿度

日中（12時 月平均）の湿度は40%～60%である。

(4) 雨量

1年を通し、雨の降りやすい「パ」国であるが、特に7月と10月の降雨量は多く、大別すると6月から10月にかけては雨季となり、11月から5月の間が乾季となる。

(5) 地質

「パ」国の島々の地質は主に、火山島と隆起サンゴ礁による石灰岩島を含み、本計画の候補地であるパラオ国際空港の位置するバベルダオブ島は、赤土中心の土壌であるが、地質学的には、火山島となっている。

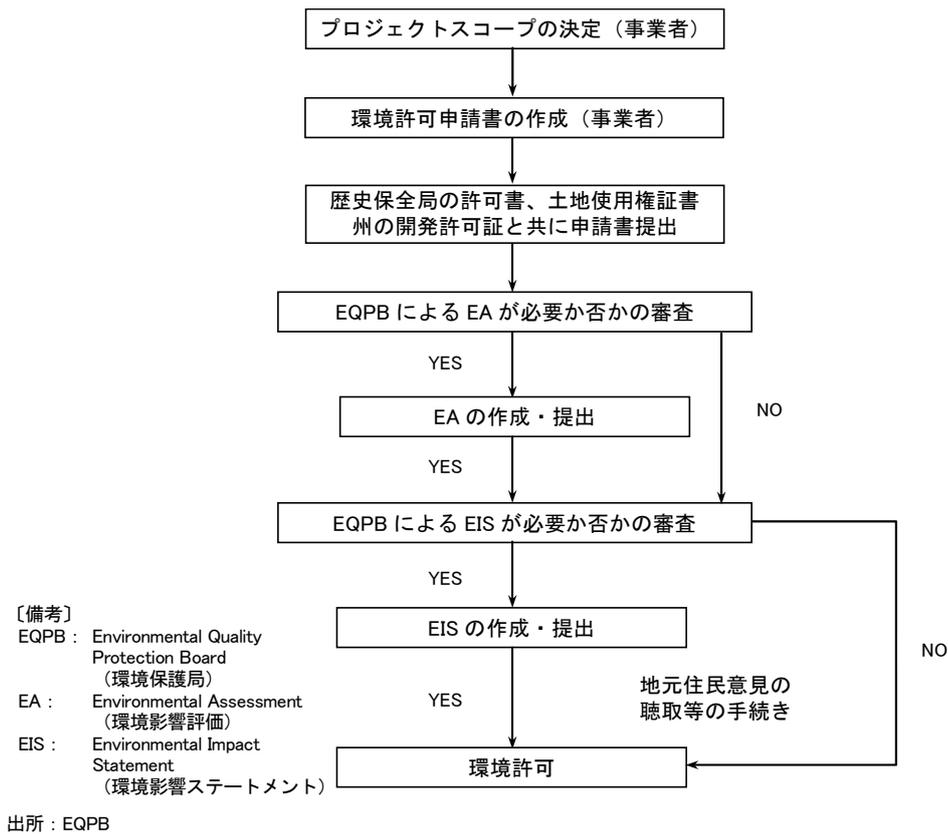
2-2-3 環境社会配慮

(1) 環境社会配慮に関する法制度

「パ」国では、環境保護法(24PNCA)に基づき、以下の行為を行う際には環境保護局(EQPB: Environmental Quality Protection Board)から環境許可を取得する必要がある。

- ① 土木工事（掘削、盛土、整地、浚渫、砕石等）
- ② 海洋・河川への排水（下水その他有害物質の水域への排出）
- ③ 廃棄物処理施設の建設・操業
- ④ 便所・汚水処理施設の設置
- ⑤ 農薬の使用
- ⑥ 公共上水道の建設・操業
- ⑦ 大気汚染物質固定排出源の建設・操業
- ⑧ 野焼き

環境許可取得の手続きの流れを下記に示す。



(2) 環境影響評価に必要な手続き

EQPB は事業者から提出された環境許可申請書を審査し、環境影響評価（EA）を必要とするか否かを決定、必要と判断した場合には事業者に環境影響評価書を作成させる。更に、EQPB が環境に重大な影響もたらす恐れがあると判断した場合は、事業者に環境影響ステートメント（EIS）の作成を指示する。また、EA が不要と判断された事業についても、大規模な事業であって局所的な環境影響が懸念される場合には、EIS の作成が要求される。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。これについて、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、最終的な EIS に反映させる。

環境影響評価書（EA）及び環境影響ステートメント（EIS）を作成すべき事業について、事業の種類及び事業規模による対象事業の特定は行っておらず、あくまでも環境に対する影響の大きさ（汚染物質の排出量が増加するかどうか、排出制限内かどうか、既存の技術以外の新たな技術かどうか、公共用地での開発か否か、埋め立があるかどうか、文化遺産があるか否か）に基づき EQPB が判断している。

(3) 本計画実施のための環境社会配慮手続き

本計画の主管官庁となる MPIIC は、以下の本計画内容に関する環境許可申請書を作成し、EQPB に提出する必要がある。

- ① EQPB Permit Application Form (Part I – General Information)
- ② EQPB Permit Application Form (Part II – Earthmoving Permit)
- ③ Application for Historic Clearance (by Bureau of Arts and Culture)

EQPB 担当者によると、これら環境許可の申請手続きには上記申請書類の受領から約 1 ヶ月を要するとのことであるが、昨年 EU、台湾の支援により導入された連系 PV システムについては、いずれの場合にも EA の提出が要求されなかったことから、本計画についても不要となる可能性が高いとのことであった。なお、EQPB 発出による 2009 年 8 月 7 日付け文書 (Permit # 152-09) により、本計画実施に当たっては環境影響評価 (EA) 並びに環境影響ステートメント (EIS) の作成・提出が不要であることが確認された。

第 3 章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「パ」国政府は、1997年に制定された国家総合開発計画（PNMDP: Palau 2020 National Master Development Plan）に基づき、エネルギー使用量削減に関する大統領令（Executive Order）No.234（1994年制定、2004年改定）、No.245（2005年制定）、No.248（2008年制定）が施行され、重点項目としてエネルギー使用量の削減義務、削減目標などが示されている。また、2008年には、右大統領令を具体化するため、SOPAC（Pacific Islands Applied Geoscience Commission）等の支援の下、パラオエネルギー保全戦略（Palau Energy Conservation Strategy）が策定された。2007年11月には、EUの支援により「エネルギー効率化アクションプラン」（Energy Efficiency Action Plan）が策定され、民間セクターも含めたエネルギー使用量削減のための方策（小型蛍光灯の啓蒙普及、太陽熱温水器の導入補助等）が示されている。

2009年6月に発表された「Joint Declaration on Energy Policy Priorities」によると、「パ」国では現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していることから、2020年を目標として電力供給の20%を再生可能エネルギーにより賄う計画となっており、現在策定中の「Palau National Energy Policy」にて、具体的なエネルギー供給計画が策定される予定となっている。なお、上記「Palau National Energy Policy」の第一次ドラフトによると、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない連系PVシステムの普及拡大を図っている。

「パ」国政府は、エネルギー・電力セクターにおいてディーゼル燃料に依存した供給体制からの脱却を緊急の課題としており、気候変動問題、不安定な原油価格や輸送費への懸念もあり、太陽光発電をはじめとする、再生可能エネルギーの開発を重点項目と位置付けている。このため、2008年1月に我が国がダボス会議において発表した新たな資金メカニズム「クールアース・パートナーシップ」への参加を決定している。しかしながら、「パ」国の電力供給を担うパラオ電力公社（PPUC）の再生可能エネルギー等に関する計画策定能力、運転維持管理能力は十分ではない。本計画の対象には、機材の適切な運営維持管理を支援し、協力効果の発現に不可欠なソフトコンポーネントの実施も要請されている。

本計画では、大洋州地域における気候変動対策の一環として、太陽光発電関連機材（ソーラーシステム：PV）の調達・据付を行い、「パ」国におけるディーゼル発電電力量の一部を再生可能エネルギーである太陽光発電に代替することにより、輸入燃料への依存度を軽減しエネルギーセキュリティを確保するとともに、温室効果ガス排出量の削減に資する緩和策支援のための計画を策定する。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、上記目標を達成するために必要となる、太陽光発電設備の機材調達と据付け、安定した電力供給を目的とした既設配電線路への接続により系統連系運転を行うことで、「パ」国のエネルギーセクターにおける再生可能エネルギーの導入促進を図るものである。

協力対象事業の概要は、本計画対象太陽光発電設備施設に必要な下記の資機材の調達・据付である。

- PV モジュール
- 変圧器
- 駐車場屋根型モジュール架台
- 表示装置
- 接続箱
- ケーブル
- 集電箱
- 太陽光発電設備用予備品及び保守用道具
- パワーコンディショナー

3-2 協力対象事業の基本設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

「パ」国から要請されたサイトであるパラオ国際空港の詳細調査を行ったところ、同サイトは「パ」国唯一の国際空港であり、政府要人や観光客に対するデモンストレーション効果が想定されること、更には日射障害となる障害物などもなく、日中の空港負荷容量も安定していることから、本協力対象事業に相応しいサイト環境であり、太陽光発電設備容量を検討した結果、パラオ国際空港を本計画対象サイトとして、調達・据付を行うものとする。なお、機材の選定については、海外の他国で既に導入されている連系 PV システムを模範として、「パ」国内での連系 PV システムの普及促進に繋がる機材選定、且つ、我が国の環境プログラム無償による援助に相応しいシステム構成とすることを基準とする。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 温度・湿度条件に対して

「パ」国の年平均気温は約 27℃、平均湿度は 40%～60%であり、1年を通じ高温多湿の海洋熱帯気候であるため、本計画で調達される機材は原則屋外用とし、降雨や湿気による機材の腐食に配慮する。

(2) 塩害に対して

本計画の太陽光発電設備の施設予定地は、比較的海岸に近いことため塩害対策を考慮し、屋外に設置する太陽光発電モジュールの架台や、電気的な配線接続に用いる接続箱等には、耐塩害塗装を施すこととする。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

「パ」国では、道路、上下水道、電力、通信など社会基盤整備が行き渡り、利便性の高い生活が期待できる他、本計画対象サイト並びにコロール州では英語が通用するため、外国人の滞在も容易である。「パ」国の人口の殆どはキリスト教であるため、イスラム教のラマダンのような建設工期等に大きな影響を与える習慣はない。しかしながら、観光業が主要産業ともなっている「パ」国において、本計画対象地であるパラオ国際空港は、国内のみならず、海外からの旅行者・要人などの往来が多く、これらに配慮した施工計画を立案する必要がある。

3-2-1-4 建設事情 / 調達事情若しくは業界の特殊事情 / 商習慣に対する方針

「パ」国の主要産業である建設業・商業及び観光業では、過去から日本・米国・台湾などの援助に大きく依存しており、また、隣国フィリピンを中心とした外国人労働力への依存度が高い。このため、一定の技術力を有する単純労働者以外の技術者を現地に確保することは困難

である。インフラ整備の状態は良く、我が国の無償資金協力によって建設された新コロール・バベルダオブ橋を始め、島間道路は改修されており、本計画における工事機材の輸送、施工事情等は良い。

3-2-1-5 現地業者(建設会社、コンサルタント)の活用に係る方針

(1) 現地業者の活用について

「パ」国には、外国資本の現地総合建設業者や電気工事会社があるため、「パ」国内での単純労働者、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達と比較的容易であり、本計画で建設する太陽光発電モジュールの架台や、土木基礎工事を行うための現地労務者の確保も比較的容易であると考えられる。

一方、本計画の太陽光発電設備の設置には、既存配電システムの運用状況を踏まえた設定・調整など、技術水準の高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難であり、日本又は海外からの技術者を派遣し、品質管理、技術指導及び工程管理を行う必要がある。

(2) 現地資機材の活用について

「パ」国では基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は調達が可能である。このため、施工計画の策定に当たっては、可能な限り、現地で調達可能な資機材を採用することとする。なお、太陽光発電設備に係る主要機材のうち、PV モジュール、パワーコンディショナー及び変圧器に関しては、右設備の効果を長期的に最大限に発現できる可能性が高い日本製を調達することを想定している。

3-2-1-6 運営・維持管理に対する方針

「パ」国では、これまで EU の支援により、定格出力 100kW の連系 PV システムを導入している他、台湾の支援により、153kW の連系 PV システムを導入している。しかしながら、連系 PV システムの運営維持管理に関する技術移転は必ずしも十分な水準とは言えず、本計画実施後に太陽光発電設備の運営維持管理を担うパラオ電力公社 (PPUC) への適切な運営・維持管理の技術移転を行う必要がある。

本計画では、既設配電線路と連系しての運転となるため、ソフトコンポーネントにて適切な運営・維持管理マニュアルを供与し、供用開始後の運営・維持管理体制についても提案し、建設された設備のより効果的・効率的な運転が行えるように配慮する。

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

上述の諸条件を考慮し、本計画の資機材調達及び据付範囲、規模並びに技術レベルに対して、以下を基本方針として策定する。

(1) 施設、機材等の範囲に対する方針

技術的及び経済的に適切な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り IEC などの国際規格に準拠した標準品を採用し、少品種化により資機材の互換性を図り、必要最小限の設備構成、仕様、数量を選定する。

また、導入する連系 PV システムの連系点は、本計画の主管官庁である公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce:MPIIC）及びパラオ電力公社（PPUC）と協議のうえ、空港敷地内の既設低圧配電設備の配電盤となった。同配電盤内の連系点最終接続には停電作業が伴う為、他の空港既設負荷等を熟知している PPUC が行い、日本側の工事区分と責任分界点は、右設備入口までの配線材料の据付及び最終接続する為の材料の調達とすることで「パ」国側の同意を得ている。

(2) 技術レベルに対する方針

本計画で調達する太陽光発電システムを構成する各機器の仕様は本計画完了後の運転・維持管理を実施する PPUC の技術レベルを逸脱しないように留意する。

3-2-1-8 工法 / 調達方法、工期に係る方針

日本または第三国から「パ」国までの調達機材の輸送は、海上輸送が主となる。マラカル港から本計画対象地であるパラオ国際空港までは、市中心部を通過して車で約 30 分の距離であり、内陸輸送上の特段の問題はないが、市内中心部の交通量は比較的多く朝、昼、夕のピーク時には渋滞も見られるので、大型物の輸送は時間帯を考慮して交通混雑を助長しないように留意する必要がある。

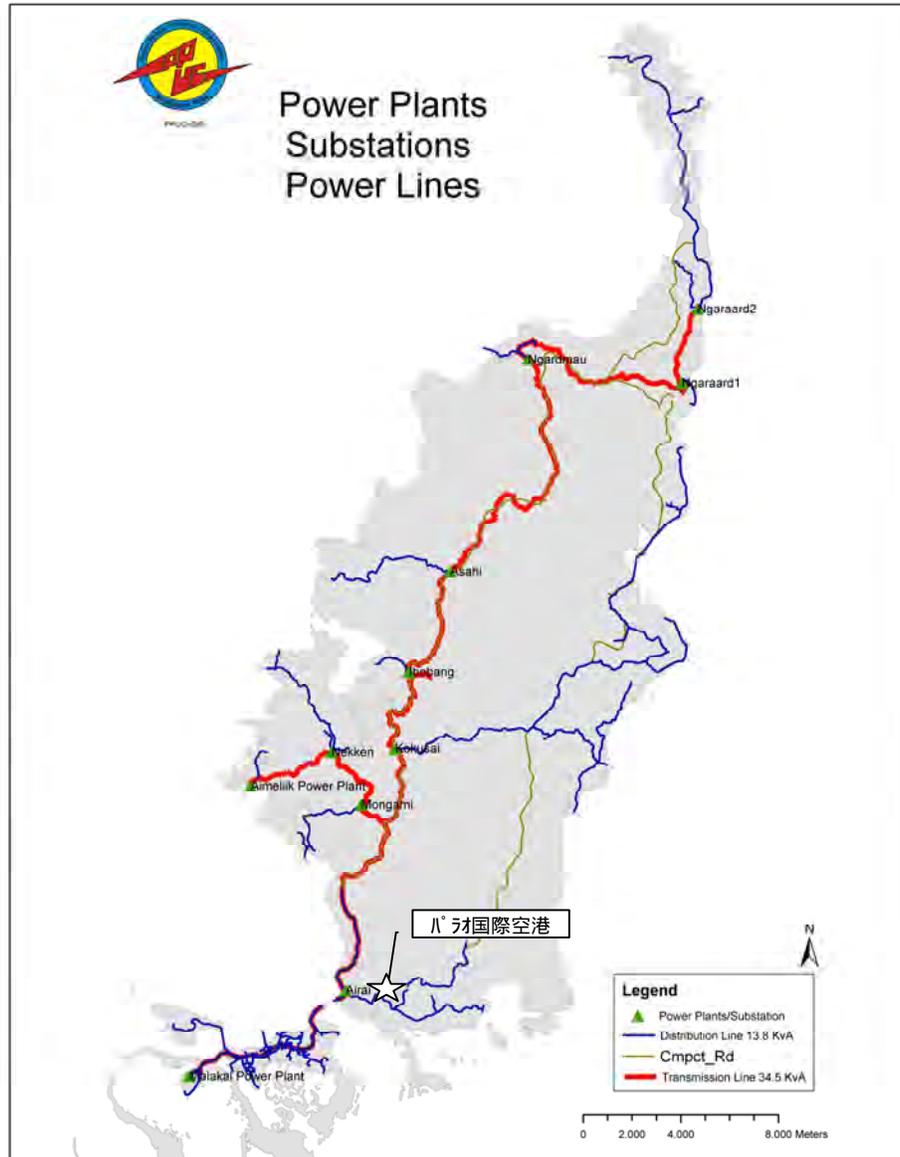
当該空港は、毎日旅客により利用されている施設である。通常は、夕刻から出国の旅客が集まり始め、深夜まで発着が繰り返されている。このようなことから、施設建設は非常に限られた時間で作業となること、更に太陽光発電システムの取り扱い、調整を含めた据付工事においても、熟練した技術が要求されるため、品質管理及び工程を守るうえから、日本又は海外からの技術者を派遣し、技術指導および工程管理を行わせる必要がある。

3-2-2 基本計画（機材計画）

3-2-2-1 計画の前提条件

(1) サイト

ここで、本計画対象サイトとしては、「パラオ国際空港」となり、導入連系 PV システム容量は 180kW となった。図 3.2.2-1 に示すとおり、パラオ国際空港は、アイメリーク発電所およびマラカル発電所から電力供給を受けており、その電力は経由地点であるアイライ変電所にて 34.5kV から 13.8kV に降圧される。



出所：PPUC からの入手資料より調査団にて作成

図 3.2.2-1 「パ」国における送配電系統図

また、「パラオ国際空港」の負荷については、正確な記録が存在しなかったため、PPUC および MPIIC から聞き取り調査を行っている。その結果、最大負荷は、およそ 400kW (22 時頃)、ベース負荷は、およそ 250kW と判明しており、通常 PV システムが発電する時間帯 (朝 8 時 ~ 夕方 4 時) においては、空港負荷がほぼ無いものと判断でき、PV システムからの発電電力の大部分は系統へ逆潮流する。また、系統停電時における非常用ディーゼル発電機 (625kVA) との併用運転については、導入する PV システムの容量 (180kW) を勘案した結果、緊急時における電力品質の確保の観点より、併用運転しないことを前提として基本計画を策定する。

(2) 想定される日射量

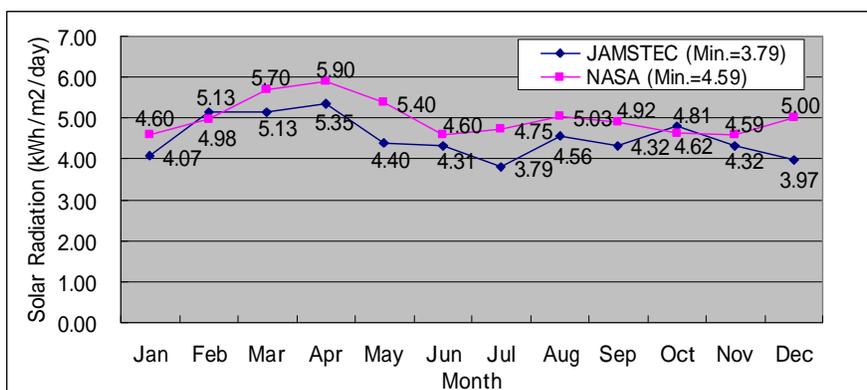
「パ」国では、独自に収集している日射量データは存在しなかった。このような国で PV システムを設計する際、通常 NASA の衛星により間接的に測定した日射量データを活用するが、「パ」国では 2003 年より日本の海洋研究開発機構 JAMSTEC: Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology) がアイメリークに気象データ観測所を設置し、地表における日射量データを収集しており、そのデータを分析した結果、設計を行う上では、NASA のデータより精度が高いと判断できたため、今回 JAMSTEC の日射量データを連系 PV システムによる発電電力量の想定等設計パラメータとして活用することとする。

JAMSTEC が収集した過去 3 年間の平均日射量（水平面計測）と、NASA の衛星により間接的に測定した日射量の比較を図 3.2.2-2 に示す。同図より、両者の最小値データを比較すると、JAMSTEC の観測データは NASA データより 17% 小さい値を示しており、これを PV システム設計評価用として使用することが保守的である。そのため、JAMSTEC の観測データをベースに傾斜面日射量を算出し、導入連系 PV システムによる想定発電量等の計算を行った。

表 3.2.2-1 JAMSTEC 測定日射量（水平面全天日射量）データ（月別平均および 3 ヶ年平均）
[kWh/m²/day]

Description	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2007	3.90	5.01	5.24	5.31	4.28	4.25	3.93	4.57	4.72	4.61	4.24	4.24
2006	4.36	5.18	4.88	5.23	4.43	4.17	3.83	-	-	5.01	4.73	3.90
2005	3.95	5.20	5.27	5.52	4.48	4.50	3.62	4.55	3.91	4.80	3.99	3.78
Average	4.07	5.13	5.13	5.35	4.40	4.31	3.79	4.56	4.32	4.81	4.32	3.97

出所：JAMSTEC データベース



出所：JAMSTEC 並びに NASA データベースより調査団にて作成

図 3.2.2-2 JAMSTEC および NASA データの比較

表 3.2.2-2 JAMSTEC 測定日射量（水平面全天日射量）データを基に算定した傾斜面全天日射量
[kWh/m²/day]

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水平面全天日射量	4.07	5.13	5.13	5.35	4.40	4.31	3.79	4.56	4.32	4.81	4.32	3.97
傾斜面全天日射量	4.01	5.05	5.04	5.28	4.34	4.26	3.74	4.50	4.25	4.73	4.26	3.91

出所：JAMSTEC データベースより調査団にて作成

(3) 周辺障害物からの日陰の影響について

太陽光発電設備の PV パネルを設置するに当り、最大限の発電電力量を得るためには、季節、時間帯による日射方位、角度の変動を踏まえ、周辺建物等による日射障害を受けにくい場所を選定することが望まれる。通常、障害物により直射日光が遮られ、PV アレイ表面に陰が落ちた場合、遮るものが無い場合に比べて発電電力量が 10～20%以上低下する可能性がある。

本計画では、日射障害の検討に際して、障害物の陰が最も長くなる冬至の AM9:00～PM3:00 に検討を行うのが理想的であるが、現地調査期間中にパラオ国際空港駐車場において日陰検討した結果、計画されている PV パネルの設置場所では、発電電力量に影響する日陰の影響は発生しないことが確認された。

(4) 想定される発電電力量

周辺障害物からの日陰の影響について(2)にて記述のとおり、日陰の影響は無いと判断できることから、日陰による発電量の減少は考慮せず検討を行った。

また、想定発電電力量の算出に当たっては次式を用いて算出した。月平均日射量については、表 3.2.2-2 にて記載した傾斜面日射量を用い、導入連系 PV システム容量は 180kW としている。

$$E_p = H_A / G_s * K * P$$

(は月別に算出した推定発電量の積算値を示す)

ここで ・ E_p = 推定年間発電量 (kWh/年)

・ H_A = 設置面の月平均日射量 (kWh/m²/日)

・ G_s = 標準状態における日射強度 (kW/m²) = 1 (kW/m²)

・ K = 損失係数 = $K_d * K_t * \eta_{INV}$

* 直流補正係数 K_d : 太陽電池の表面の汚れ、太陽の日射強度が変化することによる損失の補正、太陽電池の特性差による補正を含み今回 0.8 とした。

* 温度補正係数 K_t : 太陽電池が日射により温度が上がり、変換効率が変化するための補正係数。

$$K_t = 1 + (T_m - 25) / 100$$

ここに、 β : 最大出力温度係数

$$(\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}) = -0.5 (\% \cdot ^\circ\text{C}^{-1}) \text{ [結晶系]}$$

$$T_m: \text{モジュール温度 (}^\circ\text{C)} = T_{av} + \beta \cdot T$$

T_{av} : 月平均気温 ()

T : モジュール温度上昇 ()

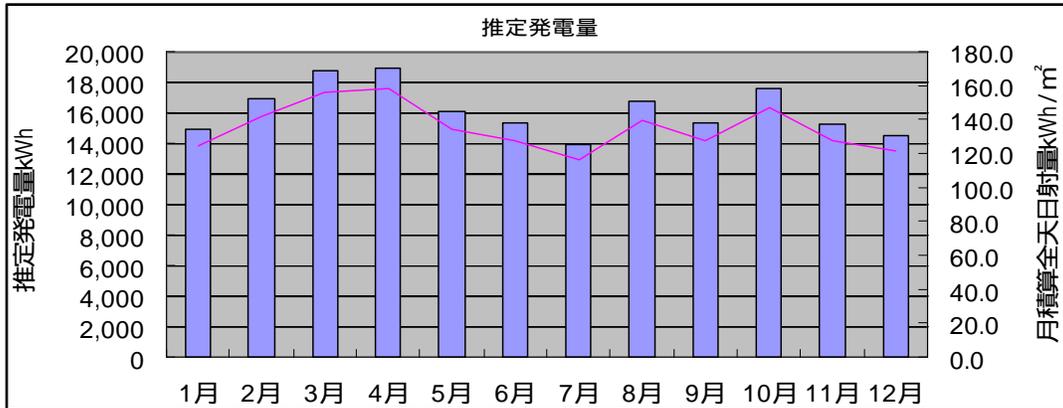
裏面開放形	18.4
屋根置き形	21.5

* インバータ効率 η_{INV} : インバータの交直変換効率。今回は 0.95 とした。

表 3.2.2-3 「パラオ国際空港」における年間想定発電電力量

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年計
Ha: 傾斜面全天日射量kWh/m ² /day	4.01	5.05	5.04	5.28	4.34	4.26	3.74	4.50	4.25	4.73	4.26	3.91	-
月の日数	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Hm: 月積算日射量kWh/m ²	124.3	141.4	156.2	158.4	134.5	127.8	115.9	139.5	127.5	146.6	127.8	121.2	1621.3
日平均最高気温	28.2	28.4	28.3	28.8	28.6	28.4	27.8	27.8	28.0	28.4	28.6	28.5	-
Kt: 温度補正係数	0.8765	0.87556	0.876	0.873	0.874	0.876	0.8788	0.878	0.878	0.876	0.874	0.875	-
Ep: 推定発電量(kWh)	14,906	16,936	18,729	18,924	16,094	15,310	13,937	16,764	15,308	17,563	15,288	14,511	194,271

出所：調査団にて作成



出所：調査団にて作成

図 3.2.2-3 「パラオ国際空港」における年間想定発電電力量

(5) 系統連系太陽光発電の導入形態について

本計画が実施された際、想定される連系 PV システムの導入形態は表 3.2.2-4 のとおりである。および が PPUC の設備として導入するもので、 ・ は PPUC 以外の民間企業および住民が自らの設備として導入するものである。「パ」国側との協議の結果、公共施設・産業・商業省(以下「MPIIC」: Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce)所轄のパラオ国際空港を本計画対象サイトとし、PPUC が所有者となり、通常の電力設備と同じ位置付けで維持管理を担当する。また、MPIIC と PPUC との間で MOU を締結し、その MOU では、空港が PPUC に支払う電気料金等について取り決めを行う。そのため、本計画では の形態にて実施することとなる。この導入形態は、PPUC が本計画にて導入する連系 PV システムを運用管理することで、PPUC に連系 PV システムの設計運用ノウハウと経済性検討、評価のための十分な経験が得られることから、本計画完了後の連系 PV システムの導入普及を考慮した場合でも、非常に理想的な形態になったと言える。

表 3.2.2-4 「パ」国に想定される連系 PV システムの導入形態

No.	導入形態	設置場所	PV 設備所有者	特徴、課題、要件等
	PPUC が自社設備として自社の建物に PV 設備を設置	自社建物等	PPUC	<ul style="list-style-type: none"> ・ PV 設備、周辺設備共自社設備であるため、PV 設置に係る設計が容易である。 ・ PV 設置場所に自由度がある。
	PPUC が他者の所有する建物の屋根等を借りて自社の PV 設備を設置	他者建物等	PPUC	<ul style="list-style-type: none"> ・ PV 設置場所の制約、賃借料等が予想される。 ・ 設備運用管理、保安面に係る協議が必要。 ・ 賃借料等を勘案した電気料金の検討が必要。
	建物の所有者が自己の電源として PV 設備を設置し、余剰電力を PPUC に売電	他者建物等	建物所有者等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常時は自家用として利用するため、余剰電力の逆潮流は少なく、配電線への影響も少ない。 ・ 系統連系にあたって保護装置等付備すべき装置に関する技術的要件をガイドライン等の公平な規格で定める必要あり。 ・ 余剰電力買取制度の準備が必要。
	建物の所有者等 PPUC 以外の者が PPUC に対する卸電力供給を目的として PV 設備を設置	他者建物等	建物所有者等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模な PV 設備を既存配電線へ連系する場合、電圧過昇防止設備等を事前に検討する必要がある。 ・ 卸電力取引に関する制度の準備が必要。

出所：調査団にて作成

(6) 系統連系太陽光発電の導入に必要な法規制について

本計画対象設備の連系 PV システムを導入するために必要となる法規制について確認した。その結果、表 3.2.2-5 に示すとおり、「技術面」においては、既存の系統電力品質の確保および公衆安全の確保等が検討項目として抽出でき、「制度面」においては、導入した PV システムの発電電力量の取り扱いやシステムの維持管理体制に係る取り決め等が検討項目として抽出される。

表 3.2.2-5 本計画の連系 PV システム導入時の法制度における検討項目

検 討 要 件	
技術面	電力品質：導入 PV システムによる既存系統電力への影響（電圧、周波数、フリッカ、高調波）に関する規制の有無
	安全保護：連系のために具備すべき保護継電器等、保安確保のため特別に考慮すべき要件
	連 系 点：連系電圧階級（高圧連系 or 低圧連系）に関する区分、連系設備への要件
制度面	発電設備設置に関わる許認可、設置事業者、逆潮流に関する規制
	連系 PV システムの電力量計量方法、発電電力量・料金の取り扱い方法
	導入 PV システムの維持管理組織・体制

出所：調査団にて作成

電力品質面（電圧、周波数、フリッカ、高調波）に関しては、「パ」国において現在明確な基準が存在しないことを確認した。

安全保護面に関しては、連系のために特別に具備すべき保護継電装置等はないとのことであるが、事故波及による設備損壊、公衆安全確保を考慮し、単独運転防止機能を装備することとする。

連系点に関しては、需要規模による受電電圧階級区分は存在しないことを確認し、経済面及び既存設備の現状等から低圧連系にすることとした。

発電設備設置に関わる許認可に関しては、今回導入する設備に対する許認可は不要であることを PPUC に確認済みである。また、逆潮流についても今回需要家側設備を経由し、潮流が配電線に流れこむことになるが、制度面の問題はないとのことであった。

連系 PV システムから配電線に供給される電力量の計量のために電力量計を連系点に設置するが、その電力量の取り扱い（料金含む）はパラオ側で検討することになっている。

維持管理組織・体制に関しては、ソフトコンポーネントの中で維持管理に関する要素を技術移転しながら、「パ」国側と協同で体制作りをしていく。

以上のことから、「パ」国側にて準備される項目以外については全て検討済みであることから、「パ」国の現状と照らし合わせ、本計画にて導入する連系 PV システムに関しては、法規制の準備は必要ないと判断できる。ただし、将来「パ」国において適応しなければならない法制度等が制定された場合は、それら法制度の適応が必要であるが、その場合でも、「パ」国側が責任を持ち適応させることで合意している。

(7) 配電系統増強の必要性

配電系統増強の必要性を検討する上では、連系 PV システムの導入後

連系点から上位系統の配電設備（変圧器、配電線）が過負荷にならないこと

連系点における配電線電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと

の 2 点を検討する必要がある。

連系点から上位系統の配電設備（変圧器、配電線）が過負荷にならないこと

パラオ国際空港に設置する連系 PV システムの設備容量は 180kW であるが、PV モジュールの温度上昇による出力低下やインバータ効率等を勘案し、太陽光最大発電出力は約 144kW となり、13.8kV 配電線に流れる最大電流値は約 6.0A となる。ここでは、最も厳しい条件である連系 PV システムの最大発電出力が既存系統へ逆潮流することを前提に連系点から上位系統での配電設備（受電用変圧器、配電線）が過負荷とならないことを確認した。

(a) 受電変圧器容量

導入する連系 PV システムは既存建物の受電用変圧器の 2 次側（低圧側 Y 結線 208V）に接続することとしており、その容量は 750kVA である。

よって、太陽光最大発電出力 144kVA 受電用変圧器容量 750kVA であり、受電用変圧器容量は問題ないと判断できる。

(b) 配電線容量

パラオ国際空港の受電用変圧器までの配電線は、架空配電線部分のみとなる。

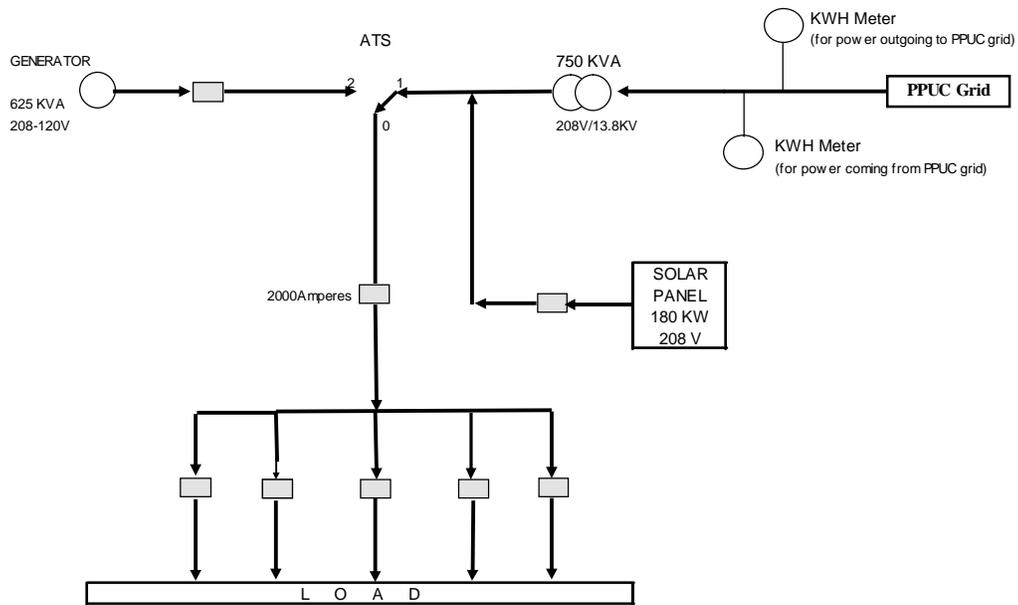
アイライ変電所から「パラオ国際空港」に至る 13.8kV 架空配電線は、表 3.2.2-6 に示すとおり二種類からなり、それぞれの許容電流値は 162A、220A である。仮にアイライ変電所からの配電線を AC38mm²としても

太陽光最大発電出力時の逆潮流電流値 6.0A 系統連系する配電線フィーダにおける最小許容電流の電線の許容電流値 162A となり、条件を満たすことから既存架空配電線容量については問題ないと判断できる。

表 3.2.2-6 アイライ変電所～パラオ国際空港間の配電線

変電所	配電線	線種	許容電流値
アイライ 変電所	13.8kV	AC38mm ²	162A
		HDCC38mm ²	220A

出所：PPUC からの聞き取り調査および昭和電線電纜株式会社の電線便覧より調査団にて作成



出所：調査団にて作成

図 3.2.2-4 導入連系 PV システムの連系点



図 3.2.2-5 「パラオ国際空港」における主配電盤内部

連系点における配電線電圧が管理基準範囲を逸脱しないこと

ここでの検討は、直近のアイライ変電所から連系点までの配電線について検討し、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲を逸脱しないことを確認すれば良い。その検討では、通常軽負荷時において連系 PV システムから既存系統へ逆潮流された際、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲の上限を超過しないか確認する。その際には、電線種類、サイズ、許容電流値および対象配電線における軽負荷時の負荷量等のデータが必要となる。しかし、本調査にて PPUC の負荷管理状況を確認した結果、「パ」国において、それら必要なデータを取得しておらず、軽負荷時における検討が困難となった。そのため、ここでは、より厳しい条件である全負荷を切り離れた状態で、つまり無負荷の配電線へ連系 PV システムから逆潮流された場合、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲の上限値を超過しないかを確認した。ここでは、配電線が引き出されているアイライ変電所での配電線送出電圧をベースに検討を行っている。

「パラオ国際空港」はアイライ変電所から 13.8kV 配電線により電力供給されており、アイライ変電所～パラオ国際空港間の距離は約 3.7km である。また 13.8kV 配電線は、AC38mm² 並びに HDCC38mm² が使用されている。しかし、それぞれの線種の巨長が不明であるため、より保守的に検討を行うべく、全ての線種を AC38mm² と仮定し、そのインピーダンスについては「パ」国に情報が無かったため電線要覧（昭和電線電纜株式会社）を用い検討を行っている。また、太陽光発電出力は力率 1 の定格出力、電圧基準値は「パ」国では明確な基準がないため、日本の分散型電源系統連系技術指針（JEAG9701-2001, 日本電気協会）を参考に、直近の一般低圧需要家の受電電圧が管理基準範囲（240V ± 12V（± 5%））を逸脱しないことを確認している。

表 3.2.2-7 連系点および直近の一般低圧需要家における配電線電圧値の検討結果

アイライ変電所～ パラオ国際空港 間の距離	送出 電圧	線種	R [Ω/km]	PV からの 逆潮流 電流値	高圧の上昇 電圧値	直近の 一般低圧需要家の 受電電圧
3.636km	13.8kV	AC38mm ²	0.913	6.0A	20V	240.3V

出所：PPUC からの聞き取り調査より調査団にて作成

この検討結果より、無負荷の配電線へ連系 PV システムから逆潮流された場合における直近の一般低圧需要家の受電電圧が 240.3V と管理基準上限値 252V 以内に収まっていることから、問題ないと判断できる。

以上の検討結果より、配電系統増強の必要性は特に必要ないと判断できる。

(8) 電力品質における検討

連系 PV システムを導入する際に検討すべき項目としては、配電線系統増強の必要性の検討と平行して、電力品質における検討を実施しなければならない。また電力品質における検討においては、「フリッカ」と「高調波」が考えられる。しかし、PPUC からの聞き取り調査の結果、現在明確な電力品質基準がないこと、および「パ」国電力系統において大きな工場等がなく、双方の発生源がないと判断できることから、本調査での検討は省略した。ただ、高調波については、日本における系統連系インバータの汎用品では、既に対策が講じられている

ことから、本計画対象設備の仕様としては、日本の高調波抑制対策ガイドラインに則った仕様を要求することとする。

(9) 系統連系太陽光発電の導入可能容量

本調査より導き出された「パラオ国際空港」をプロジェクトサイトとし、ここでは本計画にて導入予定である連系PVシステム180kWが、既存系統に対して導入可能か検討を行った。検討方法としては、既存系統に対する連系PVシステムの導入可能量を算出し、その導入可能量が180kW以上であるため、本計画にて導入予定である連系PVシステムが既存系統に対し問題なく導入可能と判断した。

既存系統に対する連系PVシステムの導入可能容量の検討手法は、電力品質確保の観点より、

ステップ1：電力系統運用面からの制約の検討

ステップ2：配電線運用面からの制約の検討

の2つの手法が考えられる。ステップ2については、「(7) 配電系統増強の必要性」にて検討したとおり、配電線運用面からの制約は特にないと判断できるため、以下にはステップ1の検討結果について説明する。

ステップ1：電力系統運用面からの制約の検討

「パラオ国際空港」は、アイメリーク発電所およびマラカル発電所から電力需給を受けており、それぞれの発電所内のディーゼル発電機の運用方法について確認した。その結果、PPUCが所有しているSCADA(Supervisory Control and Data Acquisition System)によって需要状況をリアルタイムでの監視が可能であり、需要の変化に比較的即座に対応可能と判断できる。しかし、発電機のON-OFFはオペレーターが経験則にて手動で行っているため、天候による導入PVシステムの出力変動には即座に対応することが不可能と考える。そのため、ここでの検討は、一番厳しい条件として、軽負荷時に通常運転しているディーゼル発電機のガバナフリー制御をベースに評価を行った(表3.2.2-8を参照。未稼働発電機はスペアパーツが届き次第および修理が完了次第、順次稼働予定であり、ここでの検討条件としては調査時の稼働状況が一番厳しい状況であり、それを採用している。)周波数については、「パ」国に明確な基準値がないため、電力品質として厳しい日本の周波数偏差目標値 $60 \pm 0.2\text{Hz}$ ($\pm 0.3\%$) を用いて、連系PVシステムの導入可能容量検討を行うこととする。

最大負荷変動量については、PPUCからの聞取調査の結果より下水処理場のポンプ稼働時に発生する変動量が最大と判断でき、その変動量は最大電力の2%(約242kW)程度に相当する。

また、発電所での聞取調査の結果、表3.2.2-8に示すとおり軽負荷時に通常運転しているディーゼル発電機(Pielstick-2~5、Mitsubishi-13)において、ディーゼルガバナの速度調定率は全て3%に整定されていることから、ガバナフリー運転している時の許容出力変動幅は、

$$11,220\text{kW} * (0.3\% / 3\%) = 1,122\text{kW}$$

となる。

太陽光発電出力の変動量(kW) + 需要の変動量(kW)

軽負荷時に通常運転しているディーゼル発電機の許容出力変動量(kW)

の関係が成り立てばよいので、太陽光発電出力の許容変動量は、

$$\text{太陽光発電出力の許容変動量 } 1,122\text{kW} - 242\text{kW} = 880\text{kW}$$

と算出できる。ここで太陽光発電出力の変動範囲は過去の実証例から定格容量の 10～90%の範囲内と想定すると、既存系統における連系 PV システム導入可能量は約 1.1MW と算出できる。この結果から、既に導入されている欧州連合(EU: European Union)の連邦政府庁舎 100kW および台湾のパラオ国立病院 153kW を考慮しても、本計画にて導入予定である連系 PV システム 180kW は可能であることが確認できた。

ステップ 1 および 2 の検討結果より、本計画にて導入予定である 180kW は特に問題なく既存系統へ連系可能と判断できる。

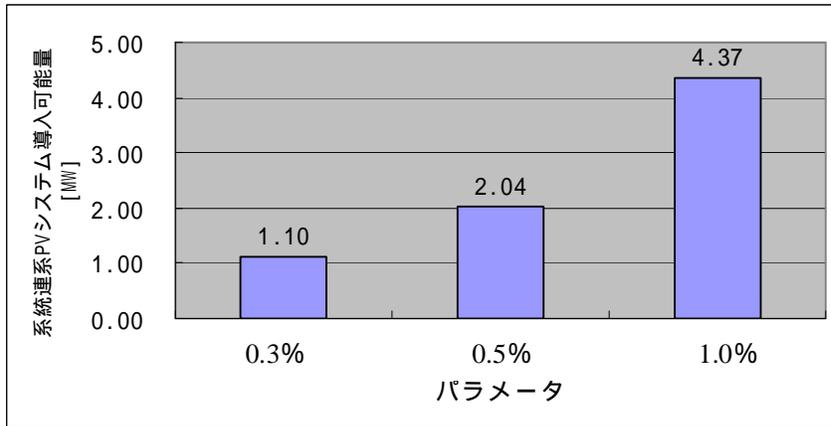
表 3.2.2-8 軽・重負荷時のディーゼル発電機の稼働状況

Power Station	Unit	Manufacturer	Operation (As of Jul 1st, 2009)		Rated Output, MW	Available Output, MW
			Off peak	Peak		
Aimeliik	Pielstick-2	Crossley-Pielstick	Operation	Operation	3.270	3.000
	Pielstick-3		Operation	Operation	3.270	1.500
	Pielstick-4		Operation	Operation	3.270	2.000
	Pielstick-5		Operation	Operation	3.270	2.000
Sub-Total			-	-	13.080	8.500
Malakal	Wartsila-1	SACM-Wartsila	-	Operation	2.000	0.500
	Wartsila-2		-	-	2.000	0.000
	Wartsila-3		-	-	2.000	0.000
	Mitsubishi-12	Mitsubishi	-	-	3.400	0.000
	Mitsubishi-13		Operation	Operation	3.400	2.720
	Caterpillar-1	Caterpillar	-	-	2.000	0.000
	Caterpillar-2		-	Operation	2.000	1.500
Alco-9	Alco	-	Operation	1.200	0.500	
Sub-Total			-	-	18.000	5.220
Total			-	-	31.080	13.720

出所：PPUC からの入手資料より調査団にて作成

本検討は電力品質として厳しい日本の周波数偏差目標値に基づくものであり、その目標値を変更することで連系 PV システム導入可能量は変化することから、許容周波数変動率をパラメータに感度分析を実施した。パラメータには次の値を用いている。

- 60 ± 0.2Hz (± 0.3%) : 日本の周波数偏差目標値
- 60 ± 0.3Hz (± 0.5%) : 中間値
- 60 ± 0.6Hz (± 1.0%) : 東南アジアで比較的高度な電力インフラが整備されているタイ、マレーシアの周波数偏差目標値



出所：調査団にて作成

図 3.2.2-6 許容周波数変動率と太陽光発電導入可能量の関係

(10) 既存施設・建築物の補強に関する法制度・規制について

「パ」国では建設にかかる構造、消防などに関する独自の法規制は無く、一般的には米国の基準を準用している例が多いが、日本の関連規制・基準の適用についても承認されている。過去にも我が国の無償資金協力による「KB 橋」の橋梁設計、「珊瑚礁保全研究センター」の建築設計、「国際空港ターミナルビル」の建築設計などは日本の基準で設計されており、それぞれ「パ」国の承認を得ている。これらのことより、今回の工作物においても日本の規制・基準を基本としつつ、「パ」国側と協議の上必要最小限でかつ維持管理の容易な方策をとることとする。

3-2-2-2 全体計画

本計画の施設、資機材の規模、仕様は、下記条件にて計画することとする。

(1) 気象条件及びサイト条件

表 3.2.2-9 気象条件及びサイト条件

(a) 海抜	52.3m
(b) 周囲温度 (最大)	32.0°C
(c) 周囲温度 (最低)	22.0 °C
(d) 相対湿度 最大	90 %
(e) 月間最多降雨量	313 mm
(f) 最大瞬間風速	125 mile/h

出所：Supplemental Aviation Weather Reporting Station (SAWRS)

(2) 電気方式の条件

配電電圧：	(中圧) 3相4線式 13.8 kV (最大 14.52 kV)
	(低圧) 3相4線式 208-120 V
周波数：	60 Hz
最大短絡容量：	13.8 kV 系統 12.5 kA
接地系：	13.8 kV 系統 中性点多重接地式
接地抵抗：	10 以下
色別：	IEC規格(赤、黄、青、黒)

(3) 施設計画の条件

本計画により据付される太陽光発電モジュールは、パラオ国際空港駐車場の日よけを兼ねた設計とするので、駐車するのに十分な建築限界と、自然条件から得られる最大限の発電電力量を確保できるパネルの配置を考慮して、必要最小限の支持架台を計画する。また、太陽光発電モジュールとパワーコンディショナー間の配線による電圧降下と地中ケーブル埋設工事の作業性を考慮し、既存電気室までの距離を最短とする配置計画を行う。当該施設は主に夜間の利用が多く、今回の架台設置により、駐車スペースでの見通しが妨げられることが予測されるので、支持架台梁下端に照明設備の設置も考慮する。

3-2-2-3 基本計画の概要

(1) 基本計画

前述(3-2-1参照)の基本設計方針を踏まえた、本計画の基本計画の概要は、表3.2.2-10に示すとおりである。

表 3.2.2-10 基本計画の概要

資機材調達と据付工事計画	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
資機材調達と据付工事計画	太陽光発電モジュール	1式
	太陽光発電モジュール用設置架台	1式
	パワーコンディショナー	2台
	連系用変圧器	1台
	表示装置	1式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具	1式

(2) 機材調達数量

本計画にて調達される主要機材の数量は、表 3.2.2-11 に示す通りである。

表 3.2.2-11 主要機材の数量

	下記太陽光発電資機材の調達及び据付	数量
資機材調達と据付工事計画	太陽光発電モジュール	合計定格出力 180kW 相当 (工事補給数量として上記 3%分を別途調達)
	太陽光発電モジュール用設置架台	1 式
	接続箱	20 個
	集電箱	4 個
	パワーコンディショナー	2 台
	連系用変圧器	1 台
	表示装置	1 式
	計装装置	1 式
	配線材料、接地工事材料他	1 式
資機材調達計画	太陽光発電設備用交換部品、保守用道具及び試験器具	1 式

工事補給数量に関しては、海上・内陸輸送、施工時に際して生じる破損等を考慮して、設計数量に補給率を乗じた数量とする。補給率については、海外施工時の類似工事における経験などを考慮し決定している。太陽光発電においては、パネル 1 枚に不慮の故障が発生した場合に、故障したパネルに直列に接続されたストリング全体で発電することが出来ない状況になり、性能を保証することが困難になる。本計画は我が国の環境プログラム無償資金協力により実施されることから、短期間で据付工事を行うこと、及び機材据付後の性能を保証するため、本プロジェクトにおいては、設計数量枚数の 3%(補給数量)を乗じた数量を調達数量とする。

(3) 機材概略仕様

本計画で日本側が調達・据付する太陽光発電・配電設備については、「パ」国側の既存の標準を可能な限り適用する。これにより計画完了後に設備の運転操作及び維持管理の容易性と安全性に留意すると共に、それら設備・機材の据付期間の短縮を図るため、仕様品目の限定及び標準設計モデルを採用する。

なお、本計画では、駐車場屋根型の鉄骨架台を建設し、主要機器である太陽光発電モジュールを据付ける計画であるが、重量・設置面積等の建築限界、また、将来的なメンテナンスやモジュール本体の交換作業を極力減少させることを考慮し、長期的な耐久性・信頼性が高く期待される高効率・長寿命型である、結晶系シリコンの太陽光発電モジュールとして調達・据付を行うこととする。

表 3.2.2-12 太陽光発電モジュールの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
1. 太陽光発電モジュール	(1) 適用規格	IEC 及び同等規格
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 周囲温度	+40 以下
	(4) 設置方式	駐車場屋根設置方式
	(5) 種類	結晶系シリコン
	(6) モジュール効率	12%以上
	(7) モジュール容量	210W/枚以上

表 3.2.2-13 太陽光モジュール設置用架台の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
2. 太陽光発電モジュール設置用架台	(1) 支持形式	鉄骨架台
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 材質	SS400 溶融亜鉛めっき仕上げ

表 3.2.2-14 接続箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
3. 接続箱	(1) 構造	屋外壁掛け型
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 周囲温湿度	+40 以下、70%以上
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(V_{OC})以上
	(5) 入力回路数	サブアレイ単位並列数以上
	(6) 入力電流	1回路当りモジュール公称短絡電流(I_{SC})以上
	(7) 出力回路数	1回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流(I_{SC})以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線用しゃ断器：回路数 ・ 逆流防止ダイオード：ストリング毎 ・ 誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間

表 3.2.2-15 集電箱の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
4. 集電箱 接続箱が1つ、またはパワーコンディショナー入力回路数が接続箱数量以上確保できる場合は省略可能	(1) 構造	屋外壁掛け型
	(2) 使用環境	塩害地域
	(3) 周囲温湿度	+40 以下、70%以上
	(4) 最大入力電圧	ストリング単位公称開放電圧(V_{OC})以上
	(5) 入力回路数	集約される接続箱数以上
	(6) 入力電流	接続箱出力電流以上
	(7) 出力回路数	1回路
	(8) 出力電流	サブアレイ公称短絡電流 × 入力回路数以上
	(9) 内蔵機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配線用しゃ断器：回路数 ・ 誘導雷保護器：全入出力回路、線間、アース間

表 3.2.2-16 パワーコンディショナーの仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
5. パワーコンディショナー	(1) 構造	屋内 垂直自立型
	(2) 周囲温湿度	+40 以下、70%以上
	(3) 主回路方式	自励式電圧型
	(4) スイッチング方式	高周波 PWM
	(5) 絶縁方式	商用周波絶縁トランス方式
	(6) 冷却方式	強制空冷
	(7) 定格入力電圧	ストリング最大出力電圧(V _{pmax})付近
	(8) 入力動作電圧範囲	ストリング最大出力電圧(V _{pmax})と公称開放電圧(V _{oc})が範囲内に入ること。
	(9) 入力回路数	集電箱数以上
	(10) 出力電気方式	三相三線式
	(11) 定格出力	100kW
	(12) 定格入力電圧	DC300V
	(13) 定格出力電圧	AC202V
	(14) 定格周波数	60Hz
	(15) 交流出力電流ひずみ率	総合電流 5%以下、各次調波 3%以下
	(16) 電力制御方式	最大出力追従制御
	(17) 定格電力変換効率	90%以上
	(18) 制御機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動起動・停止、ソフトスタート ・ 自動電圧調整 ・ 入力電流制限、出力電流制限 ・ 出力制御機能(外部出力信号による出力制御)
	(19) 系統連系保護機能	<ul style="list-style-type: none"> ・ 系統過電圧(OVR) ・ 系統不足電圧(UVR) ・ 系統周波数上昇(OFR) ・ 系統周波数低下(UFR) すべて整定値、時限可変とする。復電後の投入阻止時間設定あり。
	(20) 単独運転検出機能	能動型、受動型併用。不使用設定可能。
	(21) 外部通信	<ul style="list-style-type: none"> ・ 信号内容(状態情報、故障情報、計測情報) ・ 入出力仕様(RS 485)

表 3.2.2-17 変圧器の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
6. 連系用変圧器	(1) 構造	屋内 垂直自立型
	(2) 定格出力	200 kVA 以上
	(3) 一次電圧	3 4W AC208V
	(4) 二次電圧	3 3W AC200V
	(5) 周波数	60Hz
	(6) 絶縁階級	B 種
	(7) 結線方式	Y- (Yd1)
	(8) タップ切換	一次側 3 タップ、二次側 3 タップ

表 3.2.2-18 計装装置の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
7. 計装装置	(1) 日射計	ISO9060 Second class 相当 6 ~ 8 mV / (W・m ²)
	1) 適用規格	
	2) 感度	
	(2) 気温計	測温抵抗体 Pt100 4 線式
	1) 種類	

機器名	仕様項目	要求仕様
	2) 形状 3) 使用温度範囲	簡易シェルター付 -40 ~ +60
	(3) 気象変換箱 1) 構造 2) 材質 3) 入力信号 4) 出力信号 5) 電源 6) 収納機器	屋外壁掛型 SPHC鋼板 日射計 (0-10mV)、気温計 (Pt100) 4-20mA × 2 AC120V 日射計用信号変換器、気温計用信号変換器 配線用遮断器、誘導雷保護器
	(4) 計測監視装置 (サイト側) 1) データ計測方式 ・測定周期 ・データ収集項目 2) 使用機器	6秒 傾斜面日射強度、気温、発電電力 計測監視装置 シリアル信号変換器 (RS485 RS232C 変換) 無停電電源装置 (瞬停対策用) 計測監視装置箱
	3) ソフト仕様 (サーバー側)	瞬時値表示、グラフ・帳票表示 パワーコンディショナー運転状態、障害情報表示 パワーコンディショナー保護装置設定情報保存
	4) 表示装置	屋内壁掛け型 (60インチ以上) 3点表示 (発電電量、積算電力量、CO ₂ 排出削減量)
	(5) 遠隔監視システム 1) 仕様 ・サイト側データ管理 ・データ閲覧 ・データダウンロード 2) データ閲覧権限	サイト側データをサーバへ送信、専用サーバでデータ蓄積 インターネットを利用し、Webブラウザにて表示 帳票データのダウンロードと帳票・グラフの表示と印刷 登録ユーザー、パスワード管理

表 3.2.2-19 電線材料の仕様

機器名	仕様項目	要求仕様
8. 配線材料 モジュール～接続箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 HEM - CE ケーブル片端 (+) コネクタ付き HEM - CE ケーブル片端 (-) コネクタ付き HEM - CE ケーブル両端 (+)(-) コネクタ付き 3.5sq-1C 3.5sq-1C 3.5sq-1C
接続箱～集電箱間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 600V CVD 14mm ²
集電箱～パワーコンディショナー間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 600V CV-1C 150mm ²

機器名	仕様項目	要求仕様
パワーコンディショナー～ 変圧器間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 600V CV-1C 150mm ²
変圧器～既設分電盤	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 600V CV-1C 400mm ² ターミナルラグ×4、 ボルト、ナット、終端端末材料
パワーコンディショナー～ 気象変換箱間、 パワーコンディショナー～ 表示装置間	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) 通信ケーブル	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 600V CV 3.5 mm ² 並びに 2mm ² KPEV-S 2P×2 mm ²
接地工事材料	(1) 適用規格 (2) 型式 (3) サイズ (4) その他	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 600V IV 3.5mm ² 接地棒、接地端子、コネクタ

表 3.2.2-20 地中配電線用管路等の概要

機器名	仕様項目	要求仕様
1. 埋設防護管	(1) 規格 (2) 型式 (3) その他	JIS、JEC、JEM、NEC 及び同等規格 波付硬質合成樹脂管 埋設表示テープ、埋設標示
2. ハンドホール	(1) 型式 (2) サイズ (3) 蓋	現場打ち鉄筋コンクリート (FC21) 製 900×900×1200、900×900×1500 (2種類) 鋳鉄製 (600)

(4) 太陽光発電システムの架台設置方式

駐車場屋根設置方式とする。ただし、駐車場屋根材は取り付けずに、鉄骨支持架台梁に直接システム架台を取り付ける方式とする。機材設備のメンテナンスは、下部から行う方法とし上部面には特段メンテナンススペースは設けない。

(5) 支持架台の計画

施工工期および、旅客サービス施設付属の駐車場での工事であることを念頭に、主架構は鉄骨とする。支持架台の高さ及び片持ち梁の持ち出し長さは、小型普通乗用車が駐車可能な建築限界を考慮し、かつ太陽光パネルの配列ならびに駐車エリアの日陰を考慮した最小長さとする。鉄骨部材は全て溶融亜鉛めっきを施し塩害対応とする。基礎構造は、空港建設時の地質調査報告書資料より、設計 GL-1.0m 付近における地盤支持力を 50kN/m² と仮定し独立基礎として設計する。

設計荷重は、固定荷重として PV パネル重量を架台も含めて屋根面全体に 500N/m² として考慮する。風荷重は、「パ」国側より推奨された 125mile/h を最大瞬間風速として考慮する。地震荷重は UBC で設定しているゾーン 3A を考慮する。

3-2-3 基本設計図

本計画の基本設計図は、以下のとおりである。

分類	図面番号	図面名称
連系 PV システム図	P-S-01	連系 PV システム構成図 (パラオ国際空港)
連系 PV システム単線図	P-E-01	連系 PV システム単線図 (パラオ国際空港)
PV パネル配置図	P-L-01	連系 PV パネル配置図 (パラオ国際空港)
PV 機器配置図	P-EQ-01	連系 PV システム機器配置図 (パラオ国際空港)
ケーブルルート図	P-C-01	ケーブルルート計画図 (パラオ国際空港)
建築図	P-A-01	支持架台位置図
	P-A-02	支持架台 平面図、立面図
	P-A-03	支持架台 基礎、梁伏図、断面リスト
	P-A-04	埋設ケーブル断面図
	P-A-05	ハンドホール断面図

3-2-4 施工計画 / 調達計画

3-2-4-1 調達代理機関による機材調達監理方針

本計画は、我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき実施される。これにより、本計画は日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)並びに贈与契約 (G/A) が取り交わされた後に実施に移る。調達代理機関は日本政府により、「パ」国側へ推薦され、公共施設・産業・商業省 (Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPIIC) が受任者として本体契約 (入札、資機材調達) が適正且つ円滑に履行されるように本計画の本体業務を管理する。

(1) 実施体制

本計画の無償資金協力に係る交換公文・贈与契約 (以下 E/N・G/A) 締結後、「パ」国政府は、施工監理コンサルタント及び調達業者の選定・契約を調達代理機関に委託する。また、施工監理コンサルタント及び調達業者は、調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施する。

(2) 主管官庁

本計画の主管官庁は、公共施設・産業・商業省 (Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPIIC) である。

(3) 実施機関

本計画の実施機関は、パラオ電力公社 (Palau Public Utilities Corporation: PPUC) である。本計画は環境プログラム無償案件として、「パ」国政府側の主管官庁である MPIIC と日本の調達代理機関が締結する調達代理契約に基づいて実施される。

上記の他に、本計画に係る「パ」国の主な関係機関は以下の通りであり、実施段階では各機関との十分な情報共有、調整が必要である。各機関との調整に当たっては、環境対応・調整室が窓口として対応することが確認されている。

- ・ 環境対応・調整室 (Office of Environmental Response and Coordination)
- ・ パラオエネルギー局 (Palau Energy Office)
- ・ 大統領事務所 (Office of the President)
- ・ 国務省 (Ministry of State)

なお、「パ」国では道路・橋梁・電力他のセクターで我が国の一般無償資金協力案件を多数実施しているが、調達代理方式による入札・契約関連業務についての経験はないことから、主管官庁である MPIIC 並びに環境対応・調整室と必要な情報を共有することで、より円滑な事業実施が望める。また、「パ」国政府側の主な関係省庁と日本政府は、各々の代表からなる政府間協議会を設置し、国レベルで確認を要する事項の協議を実施する。

以下に本計画の実施体制を示す。

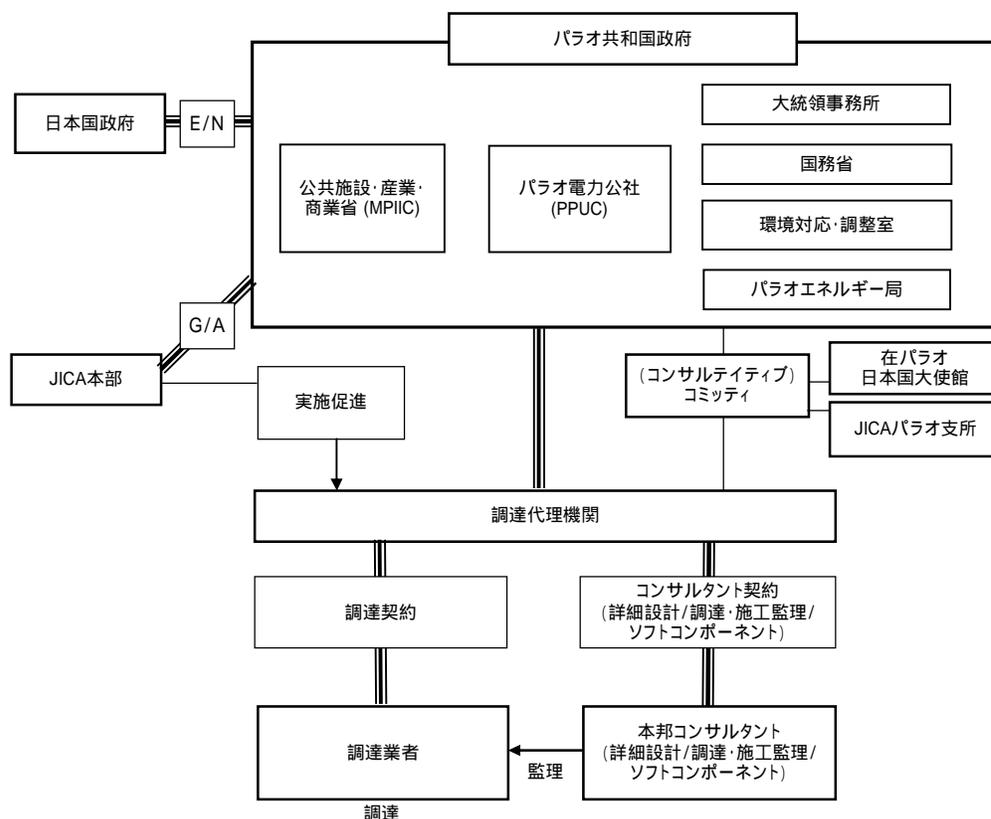


図 3.2.4-1 実施体制

(4) 調達代理機関

1) 実施内容

機材調達に係る入札図書は、調達代理機関が作成し、本プロジェクトのそれぞれの入札管理業務手続及び調達業務が開始される。調達代理機関は、日本政府により「パ」国側に推薦され、実施責任機関の受任者として本体契約のコンポーネントが適正、且つ、円滑に実施されるように総合的な監理を実施・履行する。

入札業務管理として、代理機関契約、銀行手続き及び入札図書のうち業者契約に係る書類の作成、並びに、入札図書配布と入札・評価及び調達業者契約業務などを行う。

また、工事管理業務は、本邦調達代理機関から派遣された統括者が、支払い業務を含めた資金管理や、残預金が発生した場合の用途計画を含め、実施内容の確認、両国政府への進捗報告、「パ」国側との協議・調整・報告を随時実施する。

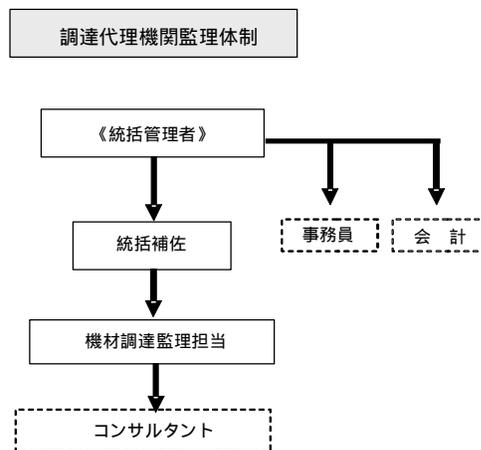
2) 実施体制

・ 入札業務管理期間

入札に係る図書の取りまとめ、機材仕様書の確認及び入札業者・企業の評価を実施するが、「パ」国の機材調達における手続き・規制を考慮する必要があるため、補助要員として現地人を雇用する。また、入札図書の内容に係る技術的な質疑応答や、入札業者の技術プロポーザル部分を適性に評価する必要があることから、本邦コンサルタントが技術部分の補助を行う。

・ 工事管理期間

調達代理機関は、施工期間中の統括的な管理を行うが、本邦コンサルタント主導による施工監理の下、調達代理機関の管理は要所の確認のみ実施する。



(5) 施工監理・調達監理コンサルタント

技術コンサルタントとして、調達代理機関が選定したコンサルタントが、施工監理・調達監理コンサルタントとして工事の施工監理及び調達監理を実施する。このコンサルタントが、施設建設の施工品質・工程・安全等の監理及び調達機材における品質・機能・性能・員数の確認、輸送中における外観上の損傷等の確認を行う。なお、確認事項に異常が認められた場合、速やかに報告書を作成し、関係者にて対処協議を行うこととする。また、施工監理を担当するコンサルタントは施設施工業者の出来高を評価する。

(6) 施設施工業者・機材調達業者

入札により調達代理機関に選定された同上業者は、調達代理機関との契約書に基づき内容を良く把握し、これを遅延無く確実に履行しなければならない。

3-2-4-2 施工上/調達上の留意事項

(1) 「パ」国の建設事情と技術移転

「パ」国では、日本を含む外国資本の現地総合建設業者や電気工事会社があり、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達並びに、本計画の配電用機器据付、及び地中ケーブル工事は、

現地業者への発注が可能である。但し、本計画が短工期で品質の高い出来形が求められる、我が国の環境プログラム無償資金協力案件であること、並びに現地施工業者により設置された類似の連系 PV システムの工事品質を考慮すると、工程管理、品質管理及び安全管理のためには、日本又は海外からの技術者の現地派遣が必須である。

一方、「パ」国において連系 PV システムの据付工事件数は少なく、かつ機材据付時並びに据付け後の調整・試験等には、技術レベルの高い技術者を必要とすることから、労務者以外の現地業者の活用は困難である。そのため、本計画の据付工事に当たって、日本の請負業者は現地業者から労働者、据付工事機材等の調達を行い、日本又は海外から技術者を派遣することが望ましい。また、当該据付期間に同技術者によって、「パ」国技術者に OJT を実施し技術移転を図るものとする。

(2) 現地資機材の活用について

「パ」国では、太陽光発電モジュールを設置する架台の基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は、品質・納期に対する管理並びに指導が必要であるが、現地調達が可能である。このため、施工計画の策定に当たっては、可能な限り、現地で調達可能な資機材を採用することとする。

(3) 安全対策について

本計画対象地域は、治安上の問題が少ない地域であるが、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。このため、「パ」国側による安全対策上必要な措置を講じることは必須であるが、日本側工事としても、警備員を配置する等の安全対策を考慮する。

(4) 免税措置について

本計画で調達する資機材に関する通関及び関税の免税を受けるためには、事前に請負業者から環境対応・調整室（Office of Environmental Response and Coordination）経由で財務省（Ministry of Finance）に連絡することが必要である。これにより、関税（3%）、内国税（4%）が免税となるが、これは事前還付方式ではなく、「パ」国実施機関による税負担が発生しない完全免税方式となることが確認された。

(5) 輸送について

通常、「パ」国への海上輸送資機材については、唯一の国際港であるマラカル港（バース 2 面）から荷揚げ、同港にて通関手続きを行う。港湾荷役は民間会社である Belau Transfer & Terminal Company により行われている。輸送会社エージェントは 2 社あり、Kyowa Shipping Co.,Ltd（日本）のエージェントである Western Pacific Company と Matson Navigation Co.,Inc.（米国）のエージェントである Palau Shipping Company の 2 社である。コンテナ取扱量は、月に 200 コンテナ + 車両 100 台程度であるが、ピーク時 400 コンテナ程度の取扱実績あり。主な荷役機材は、移動式クレーン（35 トン 90 フィートブーム）1 台、リフター（45 トン、32 トン）各 1 台、フォークリフト（5 トン、3 トン）計 3 台である。

日本国からの調達機材の輸送には、長期間の海上輸送、港の荷揚げ、本計画地までの内陸輸送並びに保管に充分耐え得る梱包方法を採用する。

3-2-4-3 施工区分 / 調達・据付区分

本環境プログラム無償資金協力の実施において、我が国と「パ」国側の詳細な施工負担区分は、表 3.2.4-1 に示すとおりである。

表 3.2.4-1 日本側と「パ」国側の施工区分

No.	項目	日本	「パ」国	備考
1	機材据付予定地の確保			
2	機材据付予定地の整地工事・障害物撤去移設工事			
3	塀・門扉の設置工事			
4	駐車場工事			
5	道路工事			
	(1) サイト内			
	(2) サイト外（アクセス道路）			
6	施設建設工事並びに機材据付			施設建設工事に伴う仮設工事含む
7	電気工事及び給・排水衛生工事			
	(1) 電気工事			
	a) 電気引き込み工事			電力量積算計器までの引き込み（1次側）
	b) 建屋内配電工事（照明設備、コンセント等）			（2次側）
	c) 受電盤設置			
	(2) 給水工事			
	a) 市水（水道）工事			計画地点までの引き込み
	b) 建屋内配管工事・受水槽設置工事			
	(3) 排水工事			
	a) 下水本管工事（汚水・雨水）			
	b) 建屋内配管・ピット工事			
	(4) ガス供給工事			
	a) ガス本管工事（サイトまで）			
	b) 建屋内配管・ピット工事			
	(5) 電話・通信工事			
	a) 幹線工事（サイトまで）			
	b) 建屋内配線・ピット工事			
	(6) 家具（机・椅子）その他備品の調達・設置			
	a) 一般家具			
	b) プロジェクト用機器			
8	B/A に基づく銀行口座の開設手数料			
9	輸送・通関手続き及び諸税の取扱い			
	(1) 調達機材に関する製品の非援助国（「パ」国）までの海上輸送（空輸）の責任			
	(2) 「パ」国積み下し港における税負担と通関手続き			
	(3) 「パ」国積み下ろし港から、国内のサイトまでの調達機材等の輸送			
	(4) 建設資機材調達に係る「パ」国内付加価値税の免税措置/税負担			
10	施設及び調達機材の運営維持管理に関する OJT			「パ」国側は OJT を受講する要員を選任する
11	施設及び調達機材の運営維持管理			
12	無償援助に含まれないその他の費用			

注記: B/A: Banking Arrangement
: 当該項目の責任分担を示す。

3-2-4-4 施工監理計画 / 調達監理計画

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・施工監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは施工監理段階において、本計画対象サイトに最低限 1 人の技術者を常駐させ、工程管理、品質管理、出来形管理及び安全管理を実施する。更に、必要に応じて、国内で製作される資機材の工場検査及び出荷前検査に国内の専門家が立会い、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1) 施工監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように、請負業者を監理・指導することを基本方針とする。

以下に主要な施工監理上の留意点を示す。

(2) 工程管理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程、及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測されるときは、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び土木工事現場出来高）

資機材搬入実績確認（太陽光発電設備、配電資機材及び土木工事資機材）

仮設工事及び建設機械準備状況の確認

技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

(3) 品質、出来形管理

製作・納入・据付けられた資機材及び建設された施設が、契約図書で要求されている資機材及び施設の品質、出来形を満足しているか否かを、下記項目に基づき監理を実施する。品質、出来形の確保が危ぶまれるときは、コンサルタントは直ちに請負業者に訂正、変更、修正を求める。

資機材の製作図及び仕様書の照査

資機材の工場検査立会いまたは工場検査結果の照査

梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査

資機材の施工図、据付要領書の照査

資機材の試運転・調整・試験・検査要領書の照査

資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・試験・検査の立会い

機材据付施工図・製作図と現場出来形の照査

(4) 安全監理

コンサルタントは請負業者の責任者と協議、協力し、建設期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全監理を行う。請負業者が実施する現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

安全管理規定の制定と管理者の選任
建設機械類の定期点検の実施による災害の防止
工事用車両、建設機械等の運行ルートの策定と徐行運転の徹底
労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

(5) 施工監督者

請負業者は太陽光発電モジュールの架台建設工事、並びに太陽光発電関連資機材を調達・据付すると共に、配電・通信用ケーブルの据付工事を実施する。同左工事を実施するために、請負業者は「パ」国現地業者を下請契約により雇用することになる。従って、請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者は下請業者にもその内容を徹底させる必要があるため、請負業者は海外での類似業務の経験を持つ技術者を現地に派遣し、現地業者の指導・助言を行うものとする。

3-2-4-5 品質管理計画

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

資機材の製作図及び仕様書の照査
資機材の工場検査立会いまたは工場検査結果報告書の照査
梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
資機材の施工図及び据付要領書の照査
資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
施設施工図と現場出来形の照査
竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付けられる PV モジュール及びパワーコンディショナーは、「パ」国では製作していない。台湾の支援により国立病院へ導入された連系 PV システムでは、日本の京セラ社製 PV モジュール、台湾の Motech 社製インバータが採用され、EU 支援による連邦政府議事堂ではドイツの Scheufen 社製 PV モジュール、ドイツ Sunny Portal 社製インバータが採用されている。しかしながら、現地にはこれら太陽光発電メーカーの支店及び代理店は存在せず、事故・修理等の対応や、予備品調達等の必要なアフターサービス体制は整えられていない。更に、台

湾の支援により導入されたドイツ Sunny Portal 社製インバータは、2008年12月の運転開始から既に3回故障し、故障の原因は明確にされていない状況であり、「パ」国関係者からは品質の高い機材の調達が要請されている。従って、本計画の太陽光発電資機材の調達先の選定に当たっては、これ等の現地事情を考慮し、「パ」国技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時対応等のアフターサービス体制の有無に配慮して決定する必要がある。

なお、本計画完成後に、太陽光発電資機材の運転維持管理を担当する PPUC は、過去の無償資金協力で供与した日本製の変圧器、開閉器、配電盤等が、大きな事故もなく、現在も安定して稼働していることから、日本製機器に対する運転維持管理手法に精通しており、また主要変電機器の性能の高さ並びに日本メーカーのアフターサービス体制に信頼が置けるとしている。また、日本の太陽光発電メーカーは、製品品質及び信頼性の点で他国よりも優位であることを認識しており、我が国の無償資金協力案件である本計画の太陽光発電資機材についても、日本製とすることを望んでいる。

上記から、本計画で使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

(1) 現地調達資機材

セメント、砂、コンクリート用骨材、鉄筋、木材、ガソリン、ディーゼル油、工事用車両、クレーン、トレーラー、その他仮設用資機材を含む工事用資機材

(2) 日本国調達資機材

太陽光発電モジュール、パワーコンディショナー、連系用変圧器

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

工事完了前に、本計画で調達された機材の初期操作指導並びに運転維持管理方法に関する指導を実施する。同指導は、製造業者もしくは工事業者の指導員が運転維持管理マニュアルにしたがって、現場の OJT で行うことを基本とする。

本指導計画を円滑に進めるために、実施機関である PPUC は、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行い、OJT に参加する専任技術者を任命する必要がある。選任された技術者は、計画に参加できなかった他の職員に対して、技術を水平展開し、PPUC の維持管理能力の向上に協力する必要がある。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) 背景

「パ」国では、現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していること、また環境配慮、不安定な原油価格や輸送費への懸念もあり、エネルギー・電力セクターにおける化石燃料の依存からの脱却を緊急の課題と考えており、太陽光発電を始めとする、再生可能エネルギーの開発を政策の重点項目と位置づけている。現在 2009年6月に大統領事務所の直轄組織となったエネルギー局が中心となり、「Palau National Energy Policy」を策定中であり、その第一次ドラフトによれば、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない連系 PV システムに

普及拡大が望まれている。

連系 PV システムを導入する本環境プログラム型無償資金協力計画における主管官庁は、本計画の対象サイトであるパラオ国際空港が、公共施設・産業・商業省 (Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPIIC) の航空局により所管されていることから、MPIIC となる。また、実施期間は、本計画にて導入する PV システムを既存の電力系統に連系するため、パラオ電力公社 (Palau Public Utilities Corporation: PPUC) が導入する連系 PV システムを所有し、通常の電力設備と同じ位置付けで維持管理を担当する。さらに、「パ」国において電力・エネルギー政策を管轄している公共事業局エネルギー局も、導入連系 PV システムからの取得データを PPUC と共有し、将来的な普及に資するため参加する。

電力事業に関しては、PPUC が一貫して行っており、現在のところ民営化、株式会社化されていないものの、政府による補助金を受けることなく、政府組織から独立した組織として電気料金収入により経営している。組織は、総務、経理・財務、営業、系統運用、配電、発電の 6 つの部門から構成され、総勢は 135 名 (2009 年 7 月現在) と比較的小さな組織である。職員の担当する職務内容、責務、要求される能力等が明文化され、職位ごとに職務規定が定められるなど、管理体制は整っているが、電力供給設備の運転維持管理を行う上では十分な知識・技術を有している者が少なく、また再生可能エネルギーや省エネルギーの担当者は不在である。そのため、本計画実施に当たっては、連系 PV システムの維持管理体制を PPUC が主体となり、MPIIC 航空局及びエネルギー局と協力し、PPUC 内部に確立する必要がある。

また、PV システムの導入事例に関しては、既に「独立型 PV システム」および「連系 PV システム」とも導入されており、PV システムに係る技術取得の素地はあると考えられるが、両システムとも継続して運転ができていない側面が散見されており、現地ではより充実した技術移転を望む声が高まっている。特に「独立型 PV システム」に至っては、1980 年代から未電化地域で家庭用を中心として小規模な独立型 PV システムが多数導入されたが、運営維持管理の問題により現状では大半が使われていない。このような状況下、MPIIC や PPUC が日常の業務を通じて PV システムに関する適正な技術を習得することは困難であることから、本計画にて実施機関となる PPUC へ導入設備の維持管理運転に関する適切な技術移転を、太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルまでの広い範囲にて、また定着度を確認しながら数回に分け適正に実施することにより、本計画にて導入する連系 PV システムの持続的で円滑な維持管理が可能となる。

(2) 目標

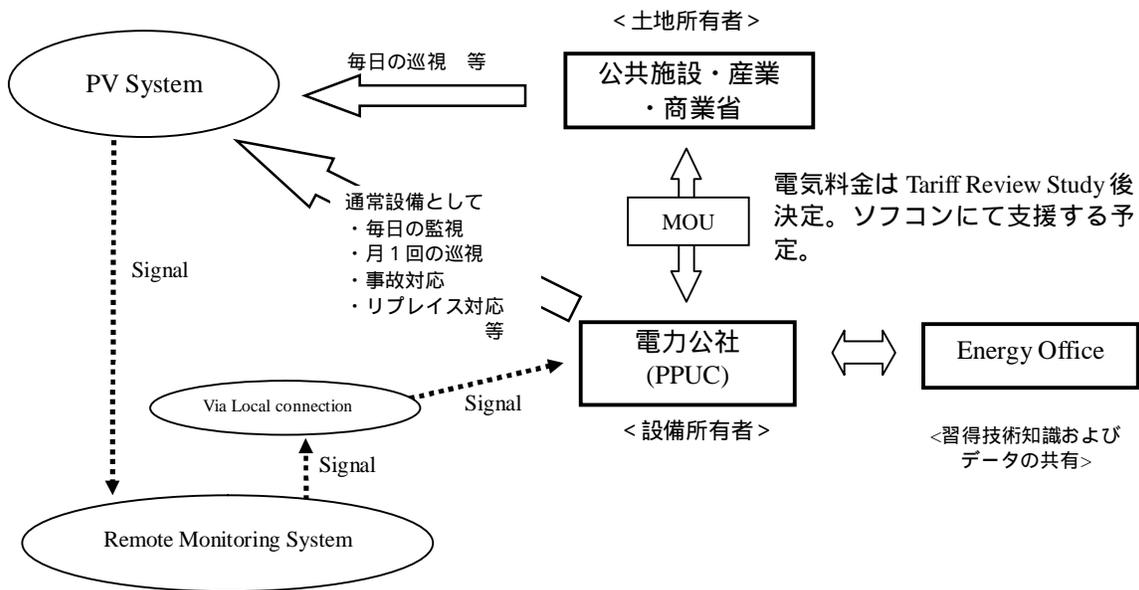
本計画対象機材の運営維持管理について、実施機関である PPUC が設備を所有した形態において、維持管理マニュアルに基づき、持続的で円滑な運営維持管理が実施できることを目標とする。

(3) 想定される維持管理体制 (案)

「パ」国においては、既に「独立型 PV システム」および「連系 PV システム」が導入されている。本計画対象は「連系 PV システム」であり、EU および台湾の支援により導入された同システムが、本計画対象設備の運営維持管理の技術支援を検討する上で非常に参考となる。

以上により、本計画にて導入する連系 PV システムに適した維持管理体制構築のための提言を行う。

EU 並びに台湾の維持管理体制を比較する限り、既に「パ」国に馴染んでおり成功していると考えられる EU の維持管理体制を参考としつつ、本計画において独自の維持管理体制を構築することが適切と判断する。具体的には、図 3.2.4-2 に示すとおり、土地所有者である公共施設・産業・商業省、設備所有者である電力公社 (PPUC)、PPUC の習得技術知識およびデータの共有者として Energy Office が参加する体制が望ましいと判断する。メンテナンスについては、設備所有者である PPUC が通常の電力設備と同じ位置付けで維持管理を担当する。また、公共施設・産業・商業省と PPUC 間では、土地の賃借料等を含み、現在 GEF にて進められている「Tariff Review Study」を参考に、連系 PV システムからの発電電力量を取り扱う電気料金を設定し、MOU を締結することが必要となる。ソフトコンポーネントでは、その電気料金の設定に向け支援していくとともに、最適な維持管理体制の構築へも提言を行っていく予定である。また、トレーニングについても、EU で実施した約 10 日間では不十分との意見が多く、本計画のソフトコンポーネントについては、より充実した内容にて計画する必要がある。具体的な内容については、次項に記載する。



出所：調査団にて作成

図 3.2.4-2 本計画における維持管理体制（案）

(4) 現状の問題点とその改善案

表 3.2.4-2 現状の問題点とその改善案

現状の問題点	改善案	ソフトコンポーネントの可能性
・連系 PV システムに関する維持管理体制が明確化されていない。	・PPUC が主体となり、PPUC 内に維持管理体制を確立する。	・最適な維持管理体制の細分化、具体化への提言を行い、関係各機関各者と協議・検討を行う。
・連系 PV システムに関する技術知識が乏しい。	・連系 PV システムに関し、系統への導入時における技術検討課題も含んだ技術トレーニングを実施する。	・適正な連系 PV システムに関する技術トレーニングを実施する。
・連系 PV システムに関する維持管理概念及びその方法についての知識が乏しい。	・連系 PV システムの維持管理マニュアルが整備する。 ・モニタリング方法、定期点検方法等モニタリングに関するトレーニングを実施する。	・マニュアルの作成および実施指導を支援する。 ・適正なモニタリングに関する技術トレーニングを実施する。
・連系 PV システムに関するトラブルシューティング対応が困難である。	・維持管理マニュアルにはトラブルシューティングも含め策定する。 ・マニュアルの実施指導、啓蒙活動を行い、維持管理が適切に行なわれるようにする。	・マニュアルの作成および実施指導を支援する。 ・同 上
・連系 PV システムに適應する電気料金が未定である。	・最適な電気料金を設定する。	・最適な電気料金の設定について提言を行い、関係各機関各者と協議・検討を行う。

出所：調査団にて作成

(5) 成果

- 1) 本計画で整備される連系 PV システムの維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。
- 2) 本計画にて整備される連系 PV システムの基礎的な知識が得られ、機材の維持管理が持続的に行われる。
- 3) 必要に応じ、最適な電気料金が設定され、持続的で円滑な維持管理体制が構築される。

(6) 実施内容

「パ」国では、既に「独立型 PV システム」および「連系 PV システム」とも導入されているが、両システムとも継続して運転ができていない側面が散見されており、その主な原因の 1 つに不十分な技術移転が考えられる。そのため、PV システムに関する技術を身に付けるための素地は整っていると考えられるが、PV システムの基礎知識の定着率が高いとは言いがたい。これらのことから、本計画においては、太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルまでの広く浅い範囲についてトレーニングを実施する。具体的な内容は表 3.2.4-3 に示すとおりであり、カテゴリー 1～4 に大別できる。実施工程は、1 回で 1 つのカテゴリーを実施し、全 4 回とする。

表 3.2.4-3 トレーニング内容

カテゴリー	具体的実施内容(目的)
1. O&M 体制の構築	1.1 O&M 実施者の責任内容の明確化 1.2 最適な電気料金の提言 1.3 「パ」国側と相互協力にて O&M マニュアルの作成
2. 技術トレーニング	2.1 PV システムの原理と基礎知識 2.2 連系 PV システムの特徴 2.3 連系型 PV システム導入時の検討課題 2.4 据付 2.5 点検 2.6 運転 2.7 メンテナンス 2.8 トラブルシューティング
3. Institutional Training	3.1 電気料金徴収方法 3.2 O&M マニュアルの適正化 3.3 O&M 体制の評価
4. モニタリング	4.1 モニタリング方法の適正化 4.2 定期点検 4.3 評価項目 4.4 モニタリング結果報告

出所：調査団にて作成

(7) 実施工程

実施工程は図 3.2.4-3 のとおりで表 3.2.4-3 に示すカテゴリー毎に実施していく。また、それぞれのカテゴリーの実施時期については以下のとおりである。

カテゴリー1：維持管理体制構築の支援を目的に行うことから、また機材据付前に維持管理体制を明確化させておくことは設備据付時における当事者意識を喚起できることから、設備据付以前に実施する。

カテゴリー2：据付・点検・運転等について実設備を利用し行うため、据付工事の半ば頃に実施する。

カテゴリー3：設備が運開するまでに備えておくべき維持管理マニュアル等について行うため、設備運開前に実施する。

カテゴリー4：「パ」国側が自主的に維持管理できているかを確認することに焦点を置き実施するため、据付完了後約4ヶ月を目途に実施する。

- (4) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して通常「パ」国で課税される税金、関税等に対する日本人の免税処置。
- (5) 本計画の実施に伴う銀行口座開設に係る日本の銀行への手数料支払い。
- (6) 本計画の実施に際し、日本の環境プログラム無償資金協力で負担されない事項の全ての負担。
- (7) 本計画の現場での資機材検査への立会と、運転・維持管理技術移転のための技術者および技能工のカウンターパートとしての任命。
- (8) 資機材の据付工事中に必要な停電計画の立案と諸手続きの実施。
- (9) 日本の無償資金協力で調達される資機材の適正かつ効果的な使用と維持。
- (10) 工事期間中の掘削土、汚水、廃油及び回収した資機材の廃棄場所の確保。
- (11) 日本側にて調達・据付を行う太陽光発電設備の出力となる低圧配電ケーブルと、既存配電盤との最終接続作業の実施。ただし、同低圧ケーブルの端末処理作業、並びに接続のために必要となる材料（ターミナルラグ、ボルト等）については、日本側にて調達を行う。
- (12) 受電用変圧器の一次側にて、既存の買電用計量器を逆転防止機能付きの計量器に更新するとともに、売電用計量器を新設する。
- (13) 地域住民への安全指導・教育。

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 日常点検と定期点検項目

本計画で調達・据付けされる太陽光発電設備は、「パ」国の将来的な再生可能エネルギーを利用した発電設備の普及促進の一環として、PPUC により適切、かつ長期的な維持管理体制を整える必要がある。表 3.4.1-1 と表 3.4.1-2 に、標準的な太陽光発電設備の主要機材の日常点検及び定期点検項目を示す。ただし、同点検項目は、現地の維持管理体制を勘案し、ソフトコンポーネントによる運営維持管理支援を通じて更新されるものである。

表 3.4.1-1 標準的な設備機器の日常点検項目

点検対象	点検項目	結果
太陽電池アレイ	表面の汚れ、破損	
	架台の腐食、さび	
	外部配線の損傷	
接続箱	外箱の腐食、さび	
	外部配線の損傷	
パワーコンディショナー	外箱の腐食、さび	
	外部配線の損傷	
	動作時の異音、異臭	
	換気口フィルタの目詰まり	
	設置環境（湿度、温度など）	
接地	配線の損傷	
発電状況	正常に発電しているか、支持計器または表示による確認	

表 3.4.1-2 標準的な設備機器の定期点検項目

点検対象	点検項目	結果	測定試験と結果
太陽電池アレイ	表面の汚れ、破損		絶縁抵抗 M
	架台の腐食、さび		
	外部配線の損傷		開放電圧 M
	接地線の損傷、接地端子の緩み		
接続箱	外箱の腐食、さび		絶縁抵抗 M
	外部配線の損傷		
	接地線の損傷、接地端子の緩み		
パワーコンディショナー	外箱の腐食、さび		表示部の動作確認
	外部配線の損傷		
	動作時の異音、異臭		絶縁抵抗 M
	換気口フィルタの目詰まり		
	設置環境（湿度、温度など）		
	接地線の損傷、接地端子の緩み		
接地	配線の損傷		接地抵抗

3-4-2 予備品購入計画

(1) 予備品の分類

本計画で対象とする予備品は以下の用途に分類される。

- 交換部品 : 機材の部品の破損等により交換が必要となる修理用部品
- 緊急予備品 : 機材の事故等により配電システムの停止につながる、緊急時に交換が必要となる機器

(2) 予備品分類毎の選定条件

1) 交換部品

日常の運用において定期的な消耗・劣化はないが、部品破損の可能性が高い修理用の部品とし、年間必要と予想される数の 100%とする。

太陽光発電においては、太陽光発電モジュール 1 枚に不具合が発生した場合、故障したモジュールに直列に接続されたストリング全体で発電することが出来ない状態となり、試験・運転も不可能になるため、設計数量枚数の 3%を交換部品として調達する。

2) 緊急予備品

想定・予想しえない、何らかの事象により機器が損傷した場合、太陽光発電システムに大きな障害を及ぼし、かつ、現場での早期修理が困難な機器であるパワーコンディショナーを緊急予備品として調達する。本計画では、必要最小限の機器を調達するとの観点から、太陽電池に何らかの不具合が発生すると、発生電力が減少する太陽光システムは、表示装置による一般利用者への啓蒙普及効果が大きいため、イメージ低下、先方の実施機関の維持管理能力に影響が想定され、この影響を軽減するため早期の処置が必要となる。

また、「パ」国側が保有する既存の技術では、故障した機器の現場での早期復旧は困難であることから、「パ」国側は、故障した機器を取替え、システムの早期復旧を図る必要がある。しかしながら、本計画で運営・維持管理を担当する実施機関は、交換用の当該機材を保有し

ていない。よって、取替え用の緊急予備品としてのパワーコンディショナーを調達する必要がある。

(3) 試験器具及び保守用道具

本計画にて調達・据付される太陽光発電設備を、適切に運営維持管理していくための、必要最低限の試験器具及び保守用道具を調達する。

表 3.4.2-1 本計画で調達する予備品及び保守用道具

機材名称	単位	数量
1. 交換部品		
1.1 配電用遮断器 50AF/50AT	個	2
1.2 配電用遮断器 250AF/225AT	個	1
1.3 24時間タイマー(表示装置用)	台	1
1.4 AC/DC コンバータ(表示装置用)	台	1
1.5 太陽光発電モジュール	枚	25
2. 緊急予備品		
2.1 パワーコンディショナー(100kW)	台	1
3. 試験器具		
3.1 デジタルマルチメーター	台	1
3.2 絶縁抵抗計	台	1
3.3 検電器(低圧用)	台	1
3.4 クランプメーター	台	1
3.5 電源品質アナライザー	台	1
4. 保守用道具		
4.1 ドライバー(プラス)	本	2
4.2 ドライバー(マイナス)	本	2
4.3 ニッパー(ばね付き、携帯型)	本	2
4.4 ペンチ(JIS4623 準拠、携帯型)	本	2
4.5 端子用圧着ペンチ	本	2
4.6 ハンマー	本	1
4.7 カードテスタ	個	1
4.8 ソケットレンチ(9~14,17,19,21)	式	1
4.9 通線工具	個	1
4.10 補修塗装	缶	2
4.11 錆止め材(ジツク)	缶	2

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費（施工・調達業者契約認証まで非公表）

(1) 相手国側負担経費 6,800 US\$（約 0.657 百万円）

「パ」国側の負担事項内容、及び金額は以下に示すとおりである。

逆転防止機能付電力量計の調達と据付：	1,000 US\$（約 0.095 百万円）
低圧配電ケーブルの既存分電盤への最終接続工事：	800 US\$（約 0.080 百万円）
銀行口座開設に係る日本の銀行への手数料支払い：	5,000 US\$（約 0.480 百万円）

(2) 積算条件

積算時点：	平成 21 年 7 月
為替交換レート：	1 US\$ = 96.59 円（2009 年 1 月から 2009 年 6 月までの TTS 平均値）
施工・調達期間：	機材調達・据付の期間は施工工程に示したとおりである。
その他	本計画は、日本国政府の無償資金協力学スキームに従い実施される。

3-5-2 運営・維持管理費

本計画により調達される機材は、基本的にメンテナンスフリーであるが、定期点検並びに異常、故障など発生した場合の対応に PPUC の技術者を派遣する必要があり、人件費負担が発生する。そのため「パ」国側は必要に応じて以下の運営・維持管理費（年間）を予算化し、当該機材の運営・維持管理に支障が生じない様に留意する必要がある。

人件費	約 6,000 US\$（約 0.60 百万円）
定期点検/故障時対応の車輛燃料費	約 200 US\$（約 0.02 百万円）
<u>合 計</u>	<u>約 6,200 US\$（約 0.62 百万円）</u>

なお、上記金額は 2008 年における「パ」国の配電設備に係る運営・維持管理費用（約 850 千 US\$/年）の約 0.8%に過ぎないため、本計画における維持管理費用の確保に特段の問題はないと判断される。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接的な影響を与えられとされる留意事項としては、下記が想定される。

- (1) 「パ」国側は、連系 PV システムの安定した運転を継続するため、日常並びに定期的な現場巡視点検を実施し、太陽光発電モジュールの現場警備体制を確保する等の予防保全を励行する必要がある。
- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかに行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う連系 PV システム資機材に関して、特に太陽光発電モジュールとパワーコンディショナーの期待寿命後の更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定する必要がある。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本計画の実施により期待される効果は以下のとおりである。

(1) 直接効果

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
<p>「パ」国政府は、エネルギー・電力セクターにおいてディーゼル燃料に依存した供給体制からの脱却を緊急の課題としており、気候変動問題、不安定な原油価格や輸送費への懸念もあり、太陽光発電を始めとする、再生可能クリーンエネルギーの開発を重点項目と位置付けている。しかしながら、「パ」国の電力供給を担うパラオ電力公社（PPUC）の再生可能エネルギーに関する運転維持管理能力は十分ではない。</p>	<p>パラオ国際空港を本計画対象サイトとして、既存配電線に系統連系する連系 PV システムを調達・据付する。</p> <p>また、ソフトコンポーネントにより、連系 PV システムの運営維持管理を担当するパラオ電力公社（PPUC）の維持管理能力向上を図る。</p>	<p>(1) ディーゼル燃料消費量の削減</p> <p>本計画にて調達・据付される連系 PV システムの発電電力量により、既存のディーゼル発電設備の運転容量が削減され、年間約 48kℓ のディーゼル燃料消費量が削減される。</p> <p>(2) CO₂ 排出量の削減</p> <p>上記のディーゼルの発電設備の運転容量削減に伴い、CO₂ 排出量が年間約 127 トン削減される。</p> <p>(3) 維持管理能力向上</p> <p>本計画対象設備を既存配電系統に連系し、安全かつ安定した運転を行うための維持管理能力が向上される。</p>

(2) 間接効果

現状と問題点	本計画での対策（協力対象事業）	計画の効果・改善程度
<p>「パ」国では、欧州連合（EU：European Union）の「Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Islands」プロジェクトにより、首都メレケオクにおいて連邦政府庁舎の駐車場に設置したシステム（100kW）と、台湾がパラオ国立病院に設置したシステム（153kW）の 2 ヶ所において、連系 PV システムが運転されている。しかしながら、エネルギーセクター関係者のみならず、一般国民を含めた太陽光発電の普及啓発活動は進んでいない。</p>	<p>パラオ国際空港を本計画対象サイトとして、既存配電線に系統連系する連系 PV システムを調達・据付する。</p>	<p>本計画対象サイトであるパラオ国際空港は、「パ」国唯一の国際空港であり、空港を利用する国民、観光客、海外からの外交ミッション等へも、太陽光発電設備の利用を PR することが可能となる。本計画の実施により、連系 PV システムの利用可能性について国民各層に普及啓発し、今後の更なる普及拡大を図ることが可能である。</p>

4-2 課題・提言

4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

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

- (1) 「パ」国側は、連系 PV システムの安定した運転を継続するため、日常並びに定期的な現場巡視点検を実施し、太陽光発電モジュールの現場警備体制を確保する等の予防保全を励行する必要がある。
- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかに行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う連系 PV システム資機材に関して、特に太陽光発電モジュールとパワーコンディショナーの期待寿命後の更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定する必要がある。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

本計画と類似の連系 PV システム導入に関わる案件として、EU による支援「Support to the Energy Sector in five ACP Pacific Islands (Rep-5)」にて、首都メレケオクの連邦政府庁舎の駐車場に、定格出力 100kW の連系 PV システムを設置し、2008 年 11 月に運転が開始されている。同案件では、連系 PV システムの運営維持管理のための技術支援として、机上研修・実習を行っており、本計画におけるソフトコンポーネント実施に当り参考とすることができる。なお、本計画実施の前提条件となるような技術協力は無い。

4-3 プロジェクトの妥当性

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

(1) 裨益人口

本計画の実施により、コロローバベルダオブ電力システムにより供給される、バベルダオブ島並びにコロロー島の住民合計約 1.9 万人に対し、太陽光発電を利用した電力を供給することが可能となる。

(2) 気候変動問題への対処

本計画の実施により、ディーゼル発電設備の運転による温室効果ガス排出量を削減し、気候変動対策の緩和策支援としてクリーンエネルギーの普及促進を図ることが可能となり、環境プログラム無償資金協力としての目的に合致するものである。

(3) 維持管理能力

本計画の資機材引渡し後に運営・維持管理を担当するパラオ電力公社 (PPUC) の技術者は、既存のディーゼル発電・配電設備の基礎的な運営維持管理能力を保有している。更に、本計

画にて調達・据付される連系 PV システムの運営維持管理支援として、ソフトコンポーネントにより本計画対象設備の適切な運営維持管理技術を移転することから、PPUC により将来に亘り適切な要員・予算が配分されれば、本計画対象設備の運営維持管理能力を確保することができると考えられる。

(4) 中長期計画への寄与

「パ」国政府が 2009 年 6 月に発表した「Joint Declaration on Energy Policy Priorities」によると、「パ」国では現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していることから、2020 年を目標として電力供給の 20%を再生可能エネルギーにより賄う計画となっている。また、「Palau National Energy Policy」によると、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない連系 PV システムの普及拡大を図っている。本計画の実施は、これら中長期計画の実現に寄与するものと考えられる。

(5) プロジェクトの収益性

一般的に太陽光発電プロジェクトは、発電設備運用のための燃料費が不要となるが、発電電力量当りの初期投資額が大きく、収益性は低い。本プロジェクトの完工後、類似の太陽光発電事業の収益性を確保するためには、太陽光発電設備の維持管理業務の効率化、並びに政府による再生可能エネルギー導入促進のための政策・制度の構築が必要と考えられる。

(6) 事業実施スキーム

本計画においては、我が国の環境プログラム無償資金協力スキームの枠内で無理のない事業内容と実施計画が策定されており、特段の困難なく実施可能である。

4-4 結論

本計画は前述したとおり、クリーンエネルギーである太陽光発電の普及促進を図り、気候変動対策の緩和策の一環として、多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して我が国の環境プログラム無償資金協力を実施することは妥当であると考えられる。また、本計画の運営維持管理についても、「パ」国側は人員・資金面で十分な体制を有しており、本計画の実施にあたり特段の問題は認められない。4-2-1 項で述べた課題が達成されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されるものと考えられる。

資料-1 調査団員・氏名

1. 調査団員・氏名

(1) 第一次現地調査

氏名	担当業務	現職
野田 誠	総括	独立行政法人 国際協力機構 パラオ支所長
安元 孝史	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 資金協力支援部 実施監理第三課 調査役
松浦 信一	調達監理計画	財団法人 日本国際協力システム 総務部 経営企画室 室長
小川 忠之	業務主任／太陽光発電システム 1 環境社会配慮 1	八千代エンジニアリング株式会社
藤澤 慶哲	系統連系太陽光発電システム 1 関連制度・基準 1	四国電力株式会社
山口 昌彦	機材／設備計画 1	八千代エンジニアリング株式会社
阿部 真	調達計画／積算 1	八千代エンジニアリング株式会社
車田 輝雄	建築設計 1	八千代エンジニアリング株式会社

(2) 第二次現地調査

氏名	担当業務	現職
野田 誠	総括	独立行政法人 国際協力機構 パラオ支所長
小川 忠之	業務主任／太陽光発電システム 1 ／環境社会配慮 1	八千代エンジニアリング株式会社
元木 要	副業務主任／太陽光発電システム 2／環境社会配慮 2	ICONS 国際協力株式会社
藤澤 慶哲	系統連系太陽光発電システム 1 関連制度・基準 1	四国電力株式会社
土居 史和	系統連系太陽光発電システム 3 関連制度・基準 3	四国電力株式会社
阿部 真	調達計画／積算 1	八千代エンジニアリング株式会社

資料-2 調査行程

2. 調査行程

(1) 第一次現地調査

No.	月日	曜日	調査内容		宿泊地
			官団員	コンサルタント団員	
1	6月29日	月		<ul style="list-style-type: none"> 移動 [東京 (10:30) → グアム (15:00) CO962] 移動[グアム (18:50) → コロール(19:50) CO953] 	コロール
2	6月30日	火		<ul style="list-style-type: none"> JICA パラオ支所表敬 公共施設・産業・商業省(MPIIC)、パラオ電力公社(PPUC)、パラオエネルギー局等表敬訪問、本調査行程・内容の説明 インセプションレポートの説明・協議 パラオ国際空港、発電・配電設備の調査 	コロール
3	7月1日	水		<ul style="list-style-type: none"> PPUCとの技術協議 EU支援による連系PVシステムサイト調査 パラオ国際空港、発電・配電設備の調査 	コロール
4	7月2日	木		<ul style="list-style-type: none"> MPIICとの技術協議 台湾支援による連系PVシステムサイト調査 	コロール
5	7月3日	金		<ul style="list-style-type: none"> 市場調査 環境社会配慮に関する法制度・手続き等確認 	コロール
6	7月4日	土		<ul style="list-style-type: none"> 報告書作成、収集資料整理 	コロール
7	7月5日	日	コロール着	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	コロール
8	7月6日	月	<ul style="list-style-type: none"> パラオ国際空港のサイト調査 既存連系PVシステムの調査 	<ul style="list-style-type: none"> 官団員と同じ (業務主任) 現地測量調査、機材配置計画、ケーブルルート計画、市場調査 (他団員) 	コロール
9	7月7日	火	<ul style="list-style-type: none"> 在パラオ日本国大使館、JICA パラオ支所表敬 MPIIC、PPUC表敬等表敬訪問、本調査行程・内容の説明 インセプションレポートの説明・協議 M/D案の説明・協議 	<ul style="list-style-type: none"> 官団員と同じ (業務主任) 現地測量調査、機材配置計画、ケーブルルート計画、市場調査 (他団員) 	コロール
10	7月8日	水	<ul style="list-style-type: none"> M/D署名 	<ul style="list-style-type: none"> 同上 	コロール
11	7月9日	木	報告書作成、収集資料整理(現地祝日)		コロール
12	7月10日	金	<ul style="list-style-type: none"> 在パラオ日本国大使館、JICA パラオ支所へ調査結果内容の報告 	<ul style="list-style-type: none"> フィールドレポート署名 在パラオ日本国大使館、JICA パラオ支所へ調査結果内容の報告 	コロール
13	7月11日	土	日本へ帰国	<ul style="list-style-type: none"> 報告書作成、収集資料整理 市場調査 移動 [マジュロ (10:55) → ポンペイ (14:20) CO957] (鶴岡団員) 	コロール

--	--	--	--

(2) 第二次現地調査

No.	月日	曜日	調査内容		宿泊地
			官団員	コンサルタント団員	
1	12月12日	土		<ul style="list-style-type: none"> ● 移動 [ポンペイ (15:00) → グアム (17:20) CO957] ● 移動 [グアム (19:55) → コロール (22:25) CO953] 	コロール
2	12月13日	日		<ul style="list-style-type: none"> ● 報告書収集資料整理 	コロール
3	12月14日	月		<ul style="list-style-type: none"> ● 在パラオ日本国大使館、JICA/パラオ支所表敬 ● 公共施設・産業・商業省(MPHC) 表敬訪問、本調査行程・ドラフトファイナルレポート内容の説明 ● パラオ電力公社表敬訪問、本調査行程・ドラフトファイナルレポート内容の説明 	コロール
4	12月15日	火		<ul style="list-style-type: none"> ● 本調査行程・ドラフトファイナルレポート内容の説明 ● パラオ国際空港、発電・配電設備の調査 	コロール
5	12月16日	水		<ul style="list-style-type: none"> ● 同上 	コロール
6	12月17日	木		<ul style="list-style-type: none"> ● 同上 	コロール
7	12月18日	金		<ul style="list-style-type: none"> ● M/D署名 ● 在パラオ日本国大使館、JICA パラオ支所へ調査結果内容の報告 	機内
8	12月19日	土		<ul style="list-style-type: none"> ● 移動[コロール (02:35) → グアム (05:30) CO892] ● 移動[グアム (07:20) → 東京 (09:55) CO892] 	

資料-3 関係者(面会者)リスト

関係者（面会者）リスト

<u>所属及び氏名</u>	<u>職位</u>
公共施設・産業・商業省 Ministry of Public Infrastructure, Industries & Commerce (MPIIC)	
Mr. Jackson R. Ngiraingas	Minster
Mr. Stalin Pedro	Special Assistant to the Minister
Mr. Charles I. Obichang	Director
Ms. Kimiyo Nakamura	Administrative Officer
Mr. Howard Uchel	Navigation Technician
パラオ電力公社 Palau Public Utilities Corporation (PPUC)	
Ms. Rukebai Inabo	Chairperson (Board of Directors) Palau Public Utilities Corporation
Mr. Ken T.Uyehara	CEO & General Manager
Mr. Tito Cabunagan	Electrical Engineer
Mr. Rodolfo Fernandez JR.	Mechanical Engineer
Mr. Ken Sugiyama	GIS Engineer
Mr. Reynante T. Bitas	Electrical Engineer
環境対応・調整室 Office of Environmental Response and Coordination	
Ms. Ngekikes Olai U. Polloi	Director
Mr. Reagan Ngiratmetuchl Blechel	Finance Officer / Support staff
大統領府 Office of the President	
Mr. Hiob Mesubed	Special Assistant to the President
パラオ エネルギー局 Palau Energy Office	
Mr. Greg Decherong	Director
Mr. Nyk Kloulubak	Energy Planner
首都圏改善計画局 Capital Improvement Project Office	
Mr. Brian Melairei	Manager
環境品質保護局 Environmental Quality Protection Board	
Mr. John Kintaro JR.	Environmental Officer

現地輸送会社
Belau Transfer & Terminal Co. Group

Mr. Kuniwo Nakamura

Chairman & CEO
(Former President, Republic of Palau)

現地工事業者
KJI and Associates

Mr. Kione J. Isechal P.E.

Principal

パラオ国立病院
Palau National Hospital

Mr. Arseno Sabyro

Electrical Engineer

在パラオ日本国大使館
Embassy of Japan in Palau

高島 正幸 氏

臨時代理大使

辻 修次 氏

専門調査員

JICA パラオ支所
JICA Palau Office

野田 誠 氏

支所長

武市 直己 氏

ボランティア調整員

Ms. Olga Singeo

Program Officer

資料-4 討議議事録(M/D)

**Minutes of Discussions
on the Preparatory Survey
on the Project for the introduction of Clean Energy by Grid-Connected Solar Electricity
Generation System**

The Government of Japan (hereinafter referred to as "GoJ") has established Cool Earth Partnership as a new financial mechanism. Through this, GoJ is cooperating actively with developing countries' efforts to reduce greenhouse gasses emissions, such as efforts to promote clean energy. A new scheme of grant aid, "Program Grant Aid for Environment and Climate Change", was also created by GoJ as a component of this financial mechanism. According to the initiative of Cool Earth Partnership, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), in consultation with GoJ, decided to conduct a Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") on the Project for the introduction of Clean Energy by Grid-Connected Solar Electricity Generation System in the Republic of Palau (hereinafter referred to as "the Project").

JICA sent to Palau the Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "the Team"), headed by Mr. Makoto NODA, Representative of Office of Palau, JICA, and is scheduled to stay in the country from June 29 to July 13 as the Survey for Detailed Design.

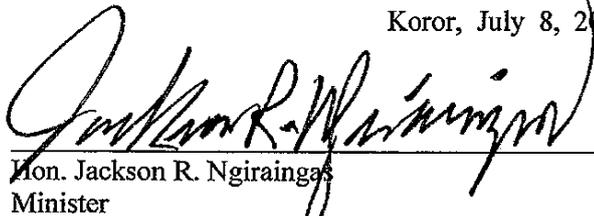
The Team held discussions with the concerned officials of the Government of the Republic of Palau and conducted a field survey.

In the course of discussions and field survey, both sides confirmed the main items described in the attached sheets.

Koror, July 8, 2009

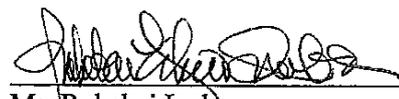


Mr. Makoto NODA
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
JAPAN



Hon. Jackson R. Ngiraingas
Minister
Ministry of Public Infrastructure, Industries and
Commerce





Ms. Rukebai Inabo
Chairperson (Board of Directors)
Palau Public Utilities Corporation





ATTACHMENT

1. Current Situation

Based on the result of the previous project formulation study and the official request from the Government of Palau, Detailed Design and Draft Tender Documents shall be created under the Survey.

2. Objective of the Project

The objective of the Project is to promote clean energy utilization and achieve emissions reductions by installing the photovoltaic system to be connected to the national grid.

3. Responsible Organization and Implementing Agency

The responsible organization is the Ministry of Public Infrastructure, Industries, and Commerce (MPIIC). (The organization chart of the responsible ministry is shown in Annex-1.)

The implementing agency is the Palau Public Utilities Corporation (PPUC). (The organization chart of the implementing organization is shown in Annex-2.)

4. Project Component

4-1. After discussions with the Team, the installation of the on-grid power generating system using photovoltaic including following equipment was requested by Palau side.

- (1) Photovoltaic (PV) Module (Panel) (total capacity might be around 160kW)
- (2) Junction Box
- (3) Power Conditioner
- (4) Data collecting and display device

4-2. Project site is Palau International Airport as shown in Annex-3

4-3. The Palau side explained that there is no duplication between the contents of the Project and any other plans implemented by the other donors or the Palau side.

4-4. The Team will assess the appropriateness of the request and will report the findings to JICA Headquarters and the GoJ. The Palau side has understood that the final components and the design of the Project shall be decided (confirmed) after further survey.

5. Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change

The Palau side understood the Japan's Program Grant Aid for Environment and Climate Change scheme explained by the Team as described in Annex-4, 5 and 6.

6. Schedule of the Study

- (1) The Team will proceed to further survey in Palau until July 13, 2009.
- (2) JICA will prepare the draft report and reference document in English and dispatch a mission to Palau in order to explain their contents in the end of November, 2009.
- (3) When the contents of the report are accepted in principle by the Government of Palau, JICA

will complete the final report and reference document, and submit them to the Government of Palau and to the Procurement Agent by the end of January, 2010.

7. Other Relevant Issues

7-1 Major Undertakings to be taken by Each Government

The Palau side confirmed that major undertakings as shown in Annex-7 should be taken by Palau side at its own budget. In addition, the Palau side should be responsible for following issues;

(1) Securing necessary land

- for PV Modules
- for underground cables between PV Modules and Power Conditioners
- for Power Conditioners

(2) Temporary Stockyard during installation of the equipment and materials

(3) Procurement and installation of following two meters (no reverse rotation) to be installed at the primary side of distribution transformer;

- for power coming from PPUC grid
- for power outgoing to PPUC grid

(4) The final connection work of Low Voltage Power Cable with the existing Bus-bar inside the incoming ACB Distribution Panel shall be done by Palau side. Japanese side is responsible for the procurement of necessary terminal equipment for the same connection work.

(5) The tariff structure for power generated by PV system shall be determined by Palau side by the end of October, 2009. After concluding Minutes of Understanding (MOU) between MPIIC and PPUC, the same MOU shall be sent to JICA Palau Office for reference.

(6) Vehicles for Operation and Maintenance

(7) Tables and PCs, if necessary



7-2 Permission of Land Acquisition / Usage

The owner of the land for the above 7-1 (1) is MPIIC. Therefore, no official permission for land acquisition and / or usage is required for the implementation of the Project.

7-3 Procurement of Equipment and Materials

The Team explained that, in accordance with the policy of GoJ, products of Japan shall be procured for major equipment in the Project.

The Palau side agreed with the policy of GoJ.

7-4 Coordination with Related Organizations

The cool earth focal point shall be the focal point for the Team, and responsible for the coordination with related organizations.



7-5 Application of the Related Laws and Regulations

PPUC and Palau Energy Office shall be responsible for the application of related laws and regulations for the operation of the Grid-Connected PV system.

7-6 Property of Equipment and Materials, Demarcation for the Project Implementation

PPUC shall own the equipment and materials provided under the Project during and after implementation of the Project.

Detail demarcation between MPIIC and PPUC shall be defined under the separate MOU between MPIIC and PPUC for the joint implementation of the Project.

7-7 Environmental and Social Considerations

The Team explained the outline of JICA Environmental and Social Considerations Guideline (hereinafter referred to as "the JICA Guideline") to the Palau side. The Palau side took the JICA Guideline into consideration, and shall complete the necessary procedures. MPIIC shall obtain necessary permission by Environmental Quality Protection Board (EQPB) on or before the end of September, 2009. The Team shall provide necessary data and information for the application.

7-8 Operation and Maintenance

The Palau side agreed to secure the necessary budget and personnel for the Operation and Maintenance of Grid-Connected PV system procured and installed under the Project.

7-9 Customs and Tax exemption

The Palau side agreed that the Palau side shall be responsible for the exemption and/or reimbursement (payment/assumption) of all customs, tax, levies and duties incurred in Palau for implementation of the Project.

7-10 The Palau side shall ensure the security of all concerned Japanese nationals working for the Project, if deemed necessary.

7-11 The Palau side shall provide necessary numbers of counterpart personnel to the Team during the period of their studies in Palau.

<List of Annex>

Annex-1 Organization Chart of Ministry of Public Infrastructure, Industries, and Commerce

Annex-2 Organization Chart of Palau Public Utilities Corporation

Annex-3 Project site / Candidate site of the Project

Annex-4 Japan's Environment Program Grant Aid Scheme

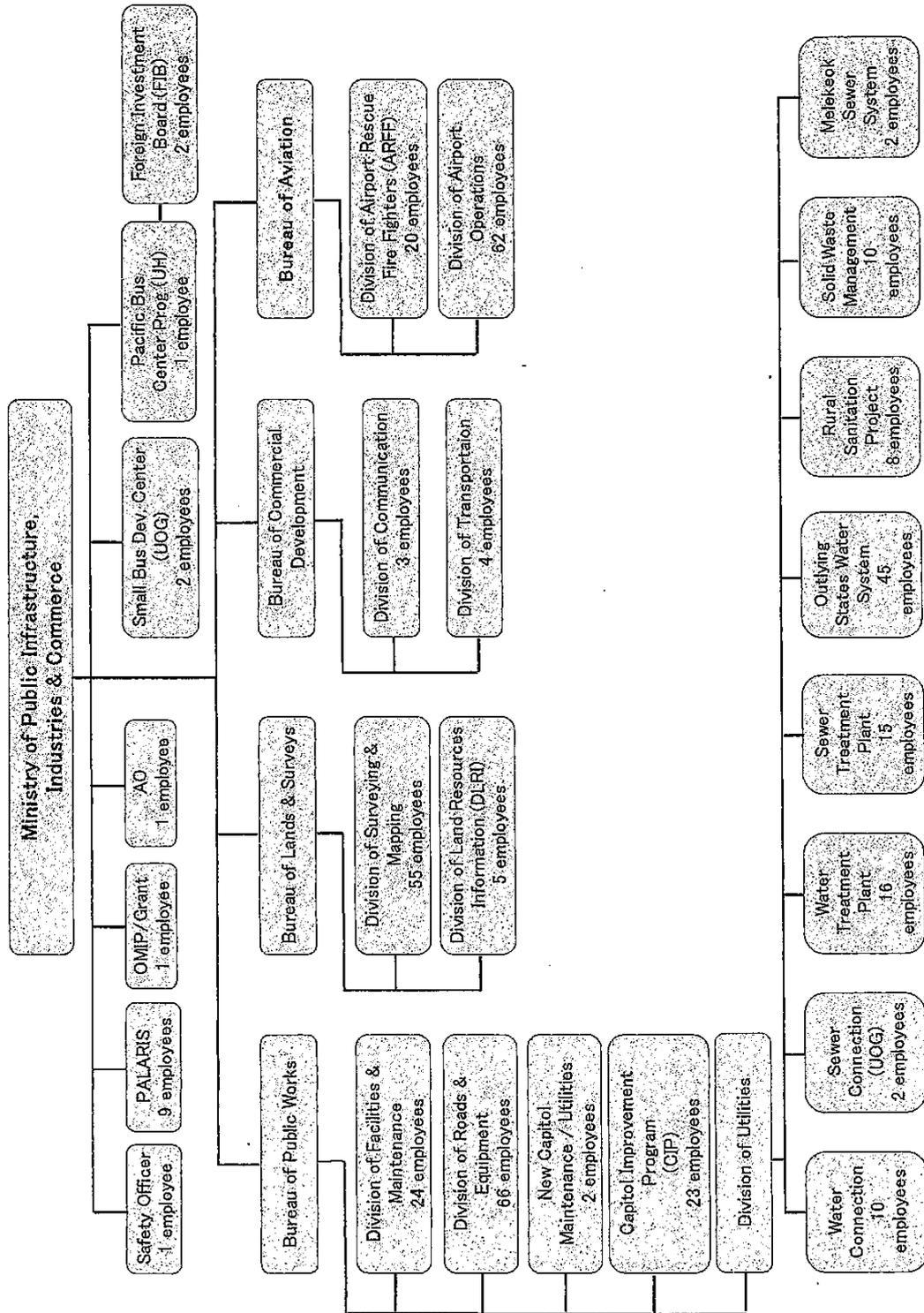
Annex-5 Flow of Funds for Project Implementation

Annex-6 Project Implementation System

Annex-7 Major Undertakings to be taken by Each Government

Annex-8 Terms of Reference of the Consultative Committee (Provisional)

Ministry of Infrastructure, Industries and Commerce
ORGANIZATION CHART

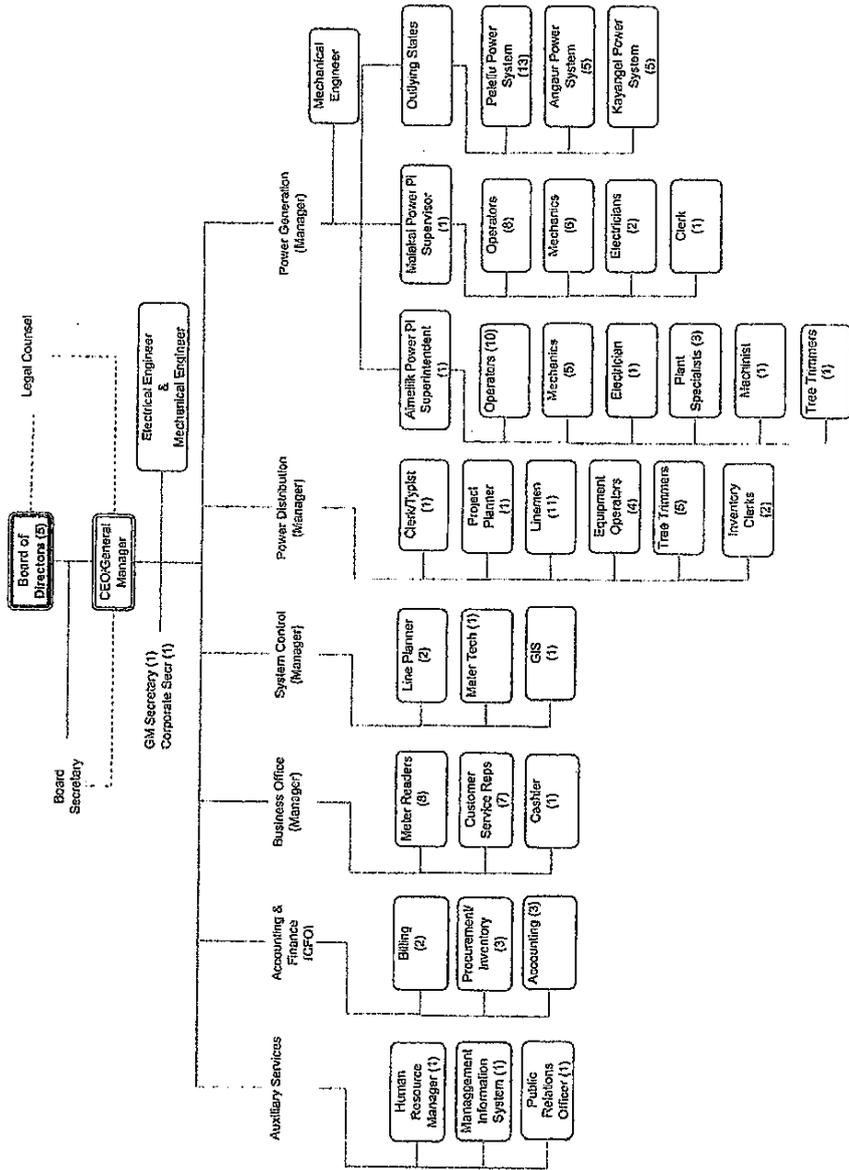


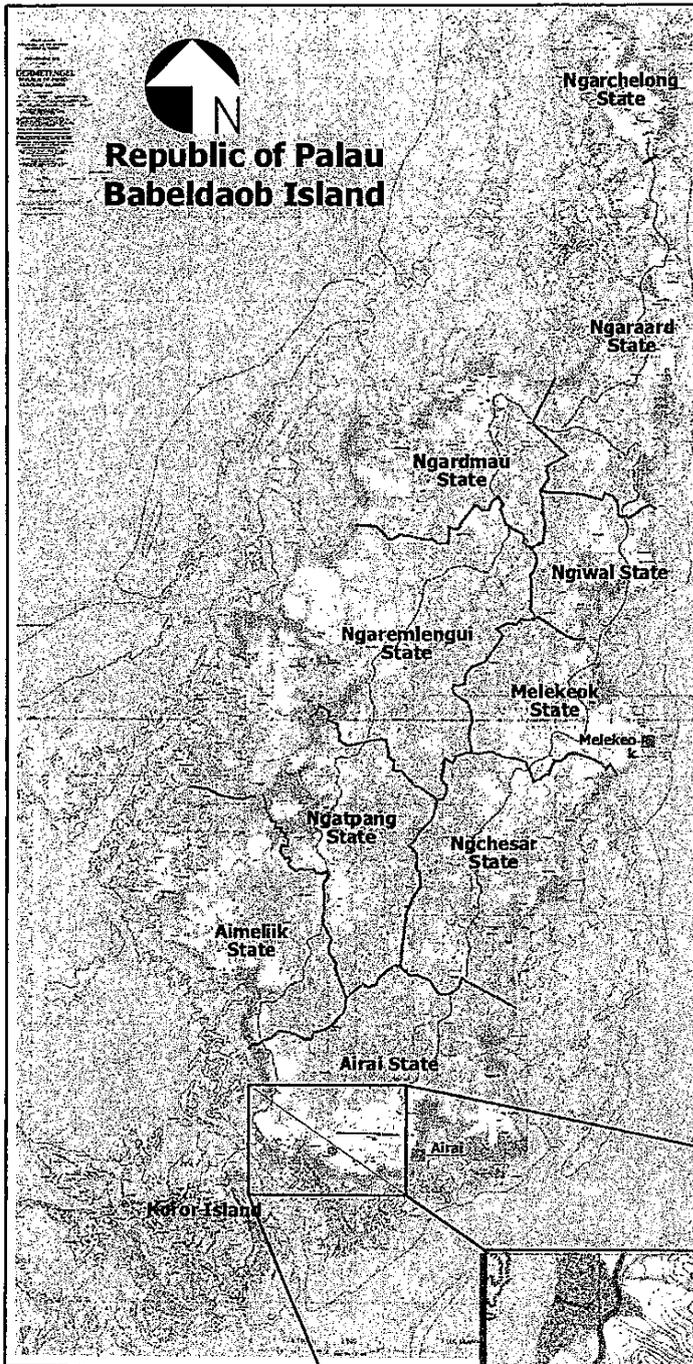
2/2/23

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

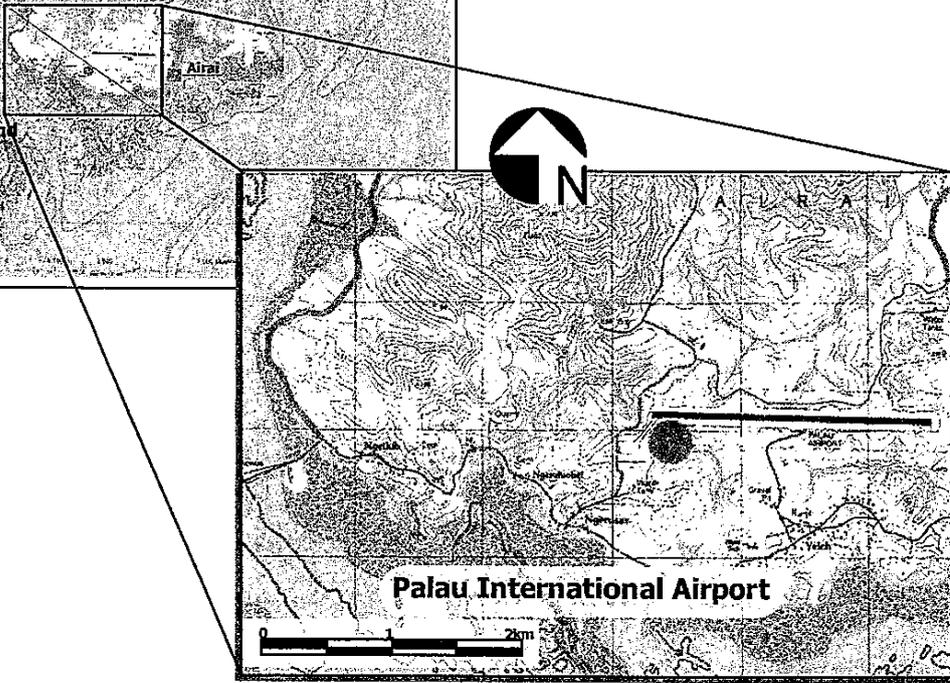
Palau Public Utilities Corporation
ORGANIZATION CHART
 Fiscal Year 2009





LOCATION MAP OF the Proposed Project Site in Republic of Palau

Jm



2/5

2/5

Program Grant Aid for Environment and Climate Change
of the Government of Japan
 (Provisional)

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

Based on “Cool Earth Partnership” initiative of the Government of Japan, the Program Grant Aid for Environment and Climate Change (hereafter referred to as “GAEC”) aims to mitigate effects of global warming by reducing GHGs emission (mitigation; e.g. improvement of energy efficiency) and to take adaptive measures (adaptation; e.g. measures against disasters related to climate change, including disaster prevention such as enhancing disaster risk management).

1. Procedures for GAEC

GAEC is executed through the following procedures.

Preparatory Survey (Phase 1)	Preparatory Survey (Phase 1 for project identification) conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA)
Application	Request made by a recipient country
Appraisal & Approval	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Determination of Implementation	The Notes exchanged between the Government of Japan and the Recipient Country
Grant Agreement (hereinafter referred to as the “G/A”)	Agreement concluded between JICA and the Recipient
Preparatory Survey (Phase 2)	Preparatory Survey (Phase 2 for detailed design) conducted by JICA
Implementation	Procurement through the Procurement Agency by the Recipient

Firstly, if the candidate project for a GAEC is identified by the Recipient and the Government of Japan, the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) examines it whether it is eligible for GAEC. When the request is deemed appropriate, JICA, in consultation with the Government of Japan, conducts the Preparatory Survey (hereafter referred to as “the Survey”) on the candidate project as Phase 1 of the Survey with Japanese consulting firms.

Secondly, the Recipient submits the official request to the Government of Japan, while the appropriateness, necessity and the basic components of the project are examined in the course of Phase 1 of the Survey,

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether it is suitable for Japan's GAEC, based on the Survey report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of

Notes (E/N) signed by the Governments of Japan and the Recipient.

Fifthly, JICA engages Grant Agreement (G/A) with the Recipient and executes the Grant by making payments of the amount agreed in the E/N and strictly monitors that the funds of the Grant are properly and effectively used.

Procurement Management Agent is designated to conduct the procurement services of products and services (including fund management, preparing tenders, contracts) for GAEC on behalf of the Recipient. The Agent is an impartial and specialized organization that will render services according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the Agreed Minutes ("A/M").

2 Preparatory Survey

1) Contents of the Survey

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

- Confirmation of background, objectives, and benefits of the Project and institutional capacity of agencies and communities concerned of the Recipient necessary for project implementation.
- Evaluation of relevance of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme for Environment and Climate Change from a technical, social, and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of the detailed design of the Project and reference document for tender.
- Estimation of cost for the Project.

The contents of the original request will be modified, as found necessary, in the design of the Project according to the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the Recipient to take whatever measures necessary to ensure its responsibility in implementing the Project. Such measures must be guaranteed even if they may fall outside the jurisdiction of the implementing organization of the Recipient. This has been confirmed by all relevant organizations of the Recipient through the Minutes of Discussions.

2) Selection of consulting firms

For the smooth implementation of the Survey, JICA will conduct the Survey with registered consulting firms. JICA selects the firms based on proposals submitted by firms with interest in implementing the Survey. The firms selected will carry out the Preparatory Survey and prepare a report, based on the terms of reference set by JICA.

3. Implementation of GAEC after the E/N

1) Exchange of Notes (E/N)

The content of GAEC will be determined in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which items including, objectives of the project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid are confirmed.

2) Details of Procedures

Details of procedures on procurement and services under GAEC will be agreed between the authorities of the two governments concerned at the time of the signing of the G/A.

Essential points to be agreed are outlined as follows:

- a) JICA will supervise the implementation of the Project.
- b) Products and services will be procured and provided in accordance with JICA's "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change."
- c) The Recipient will conclude a contract with the Agent.
- d) The Agent is the representative acting in the name of the Recipient concerning all transfers of funds to the Agent.

3) Focal points of "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change"

a) The Agent

The Agent is the organization, which provides procurement of products and services on behalf of the Recipient according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the A/M.

b) Agent Agreement

The Recipient will conclude the Agent Agreement, in principle, within two months after the signing of the G/A, in accordance with the A/M. The scope of the Agent's services will be clearly specified in the Agent Agreement.

c) Approval of the Agent Agreement

The Agent Agreement is prepared as two identical documents and the copy of the Agent Agreement will be submitted to JICA by the Recipient through the Agent. JICA confirms whether the Agent Agreement is concluded in conformity with the E/N, A/M, and G/A and the Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change then approves the Agent Agreement.

The Agent Agreement concluded between the Recipient and the Agent will become effective after the approval by JICA in a written form.

d) Payment Methods

The Agent Agreement will stipulate that "Regarding all transfers of the fund to the Agent, the Recipient will designate the Agent to act on behalf of the Recipient and issue a Blanket Disbursement Authorization ("the BDA") to conduct the transfer of the fund (hereinafter referred to as "the Advances") to the Procurement Account from the Recipient Account.

The Agent Agreement will clearly state that the payment to the Agent will be made in Japanese yen from the Advances and that the final payment to the Agent will be made when the total remaining amount become less than three percent (3%) of the Grant and its accrued interests excluding the Agent's fees.

e) Products and Services Eligible for Procurement

Products and services to be procured will be selected from those defined in the G/A.

f) Selection of firms

In principle, firms of any nationality could be contracted as long as the firms satisfy the conditions specified in the tender documents.



The same applies for any individual consultants who will be involved in the project and provide services necessary for the training and guidance related to the Project. The consultants that will be employed to do detail design and supervise the work for the Project, however will be, in principle Japanese nationals recommended by JICA for the purpose of maintaining technical consistency with the Survey

g) Method of Procurement

When conducting the procurement, sufficient attention will be paid to transparency in selecting the firms and for this purpose, competitive tendering will be employed in principle.

h) Tender Documents

The tender documents should contain all information necessary to enable tenderers to prepare valid offers for the products and services to be procured by GAEC.

The rights and obligations of the Recipient, the Agent and the firms supplying products and services should be stipulated in the tender documents to be prepared by the Agent. Aside from this, the tender documents will be prepared in consultation with the Recipient.

i) Pre-qualification Examination of Tenderers

The Agent may conduct a pre-qualification examination of tenderers in advance of the tender so that the invitation to the tender can be extended only to eligible firms. The pre-qualification examination should be performed only with respect to whether the prospective tenderers have the capability of concluding the contracts.

For this, the following points should be taken into consideration:

- (1) Experience and past performance in contracts of similar kind
- (2) Financial credibility (including assets such as real estate)
- (3) Existence of offices and other items to be specified in the tender documents.
- (4) Their potentialities to use necessary personnel and facilities.

j) Tender Evaluation

The tender evaluation should be implemented on the basis of the conditions specified in the tender documents.

Those tenderers which substantially conform to the technical specifications and other stipulations of the tender documents, will be judged in principle on the basis of the submitted price, and the tenderer who offers the lowest price will be designated as the successful tenderer.

The Agent will submit a detailed evaluation report of tenders to JICA for its information, while the notification of the results to the tenderers will not be premised on the confirmation by JICA.

k) Additional procurement

If there is any remaining balance after the competitive and/or selective tendering and/or direct negotiation for a contract, and if the Recipient would like to procure additional items, the Agent is allowed to conduct this additional procurement, following the points mentioned below:

(1) Procurement of same products and services

When the products and services to be additionally procured are identical with the initial tender and a competitive tendering is judged not efficient, additional procurement can be conducted by a negotiated contract with the successful tenderer of the initial tender.

(2) Other procurements

When products and services other than those mentioned above in (1) are to be procured, the procurement should be conducted through competitive tendering. In this case, the products and services for additional procurement will be selected from among those in accordance with the G/A.

l) Conclusion of the Contracts

In order to procure products and services in accordance with the guideline, the Agent will conclude contracts with firms selected by tendering or other methods.

m) Terms of Payment

The contract will clearly state the terms of payment. The Agent will make payment from the "advances," against the submission of the necessary documents from the firm on the basis of the conditions specified in the contract. When the services are the object of procurement, the Agent may pay certain portion of the contract amount in advance to the firms on the conditions that such firms submit the advance payment guarantee worth the amount of the advance payment to the Agent.

4) Undertakings required by the Government of the Recipient Country

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

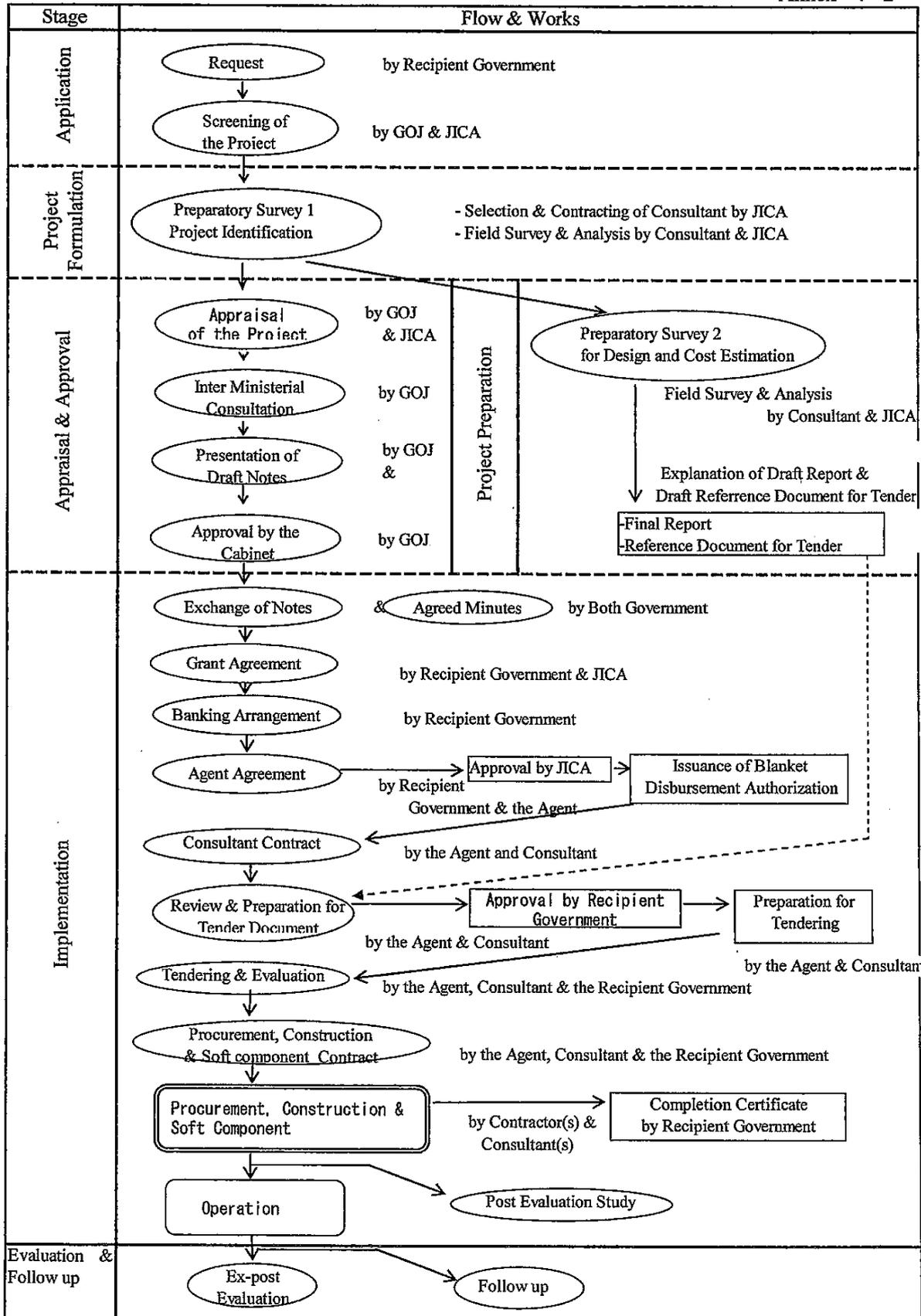
- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the Project.
- b) To provide facilities for distributing electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
- c) To ensure all the expense and prompt execution for unloading, customs clearing at the port of disembarkation and domestic transportation of products purchased under the Grant Aid,
- d) To ensure that customs duty, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Components and the Agent's services will be exempted by the Government of the Recipient.
- e) To accord all the concerned parties, whose services may be required in connection with supply of the products and services under the contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the Recipient and stay therein for the performance of their work.

5) "Proper use of funds"

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

6) "Export and Re-export" of products

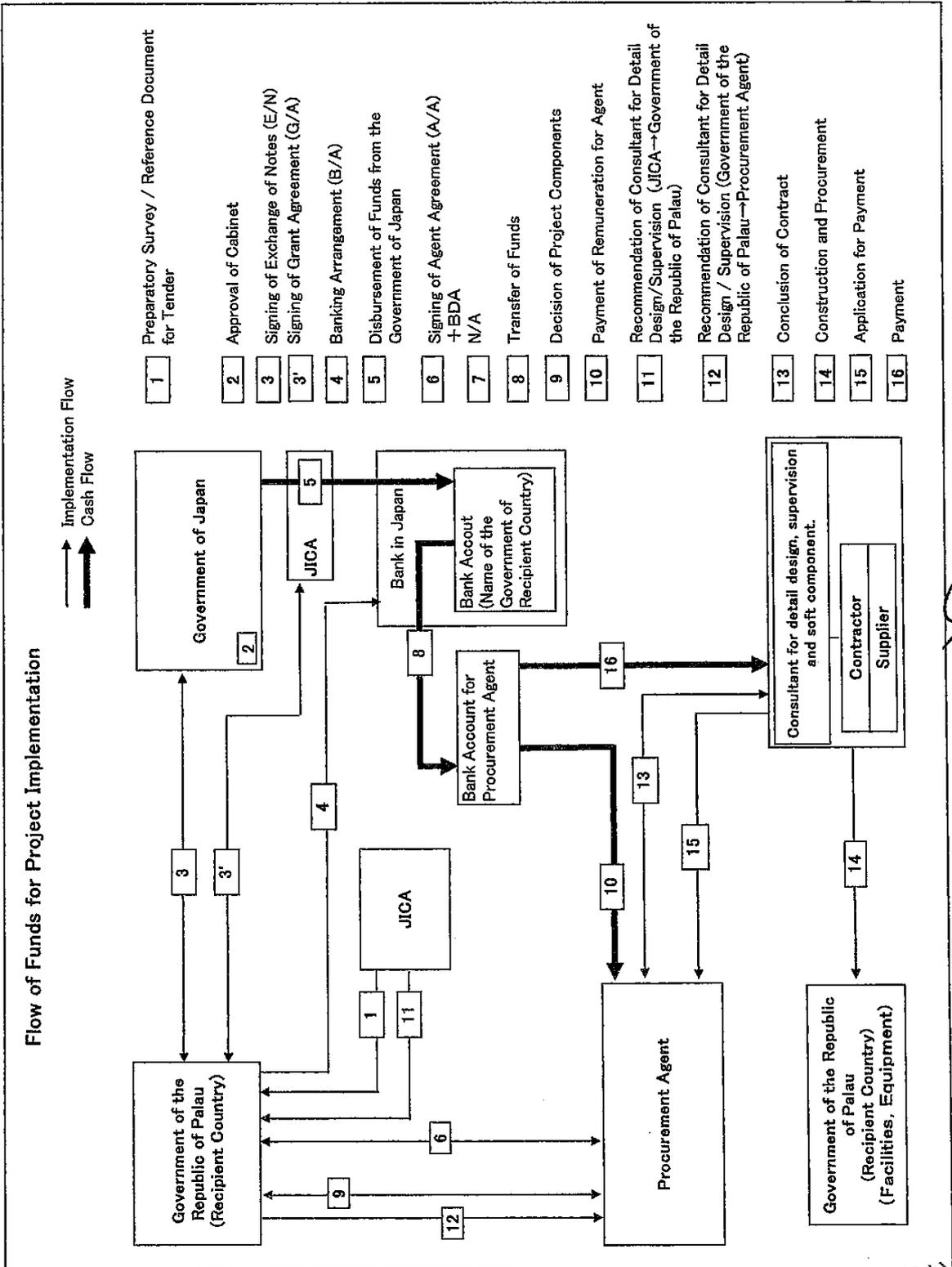
The products purchased under the Grant and its accrued interest will not be exported or re-exported from the Recipient.



27

[Handwritten signature]

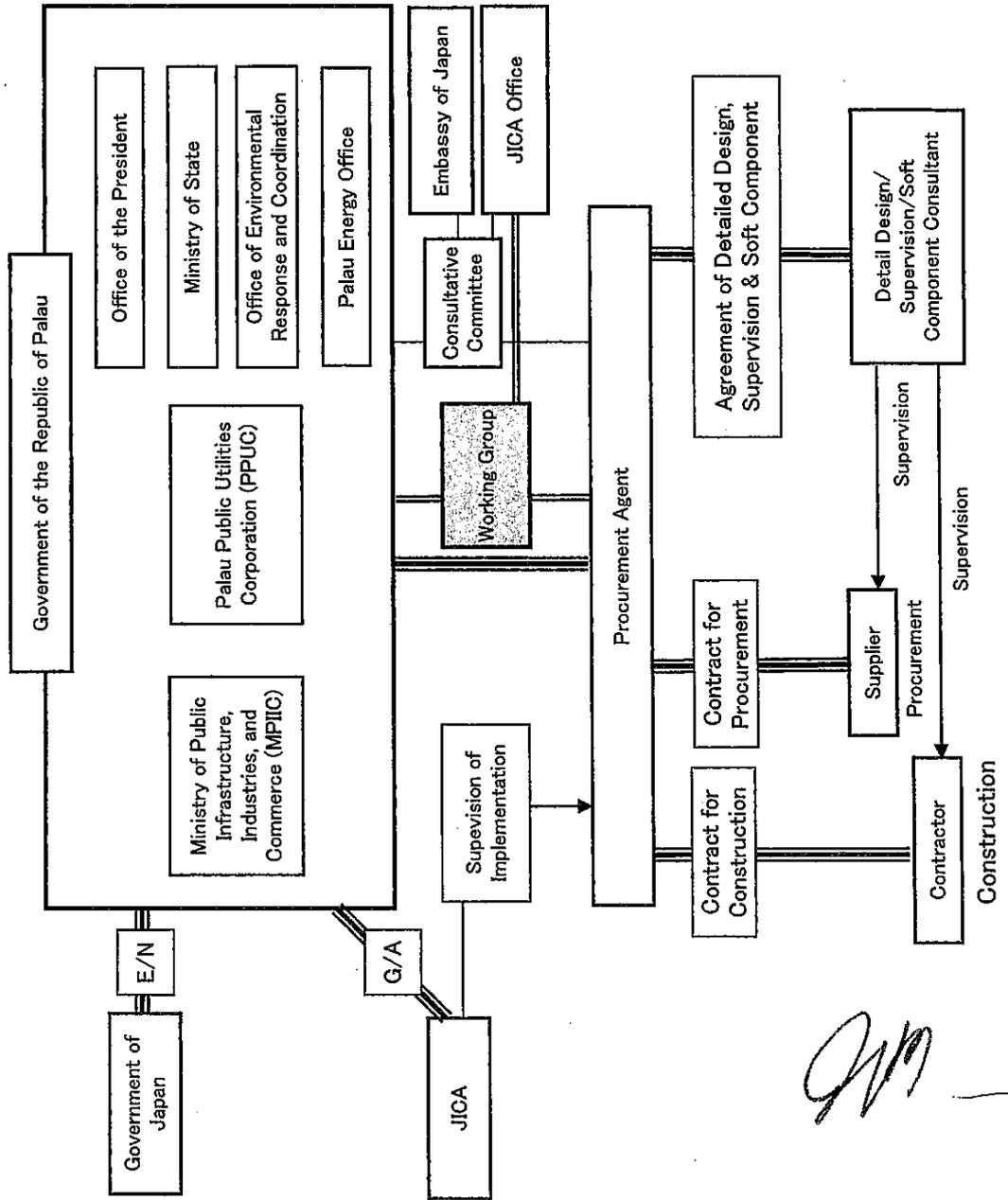
[Handwritten signature]



Handwritten initials: 2/5

Handwritten initials: 2/5

Project Implementation System



AKJ

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Major undertakings to be taken by each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Recipient Side
1	To secure land		•
2	To clear, level and reclaim the site when needed urgently		•
3	To construct gates and fences in and around the site		•
4	To construct a parking lot if necessary		•
5	To construct roads		
	1) Within the site	•	
	2) Outside the site and Access road		•
6	To construct the facility and install the equipment	•	
7	To provide facilities for the distribution of electricity, water supply, drainage and other incidental facilities if necessary:		
	1) Electricity		
	a. The power distribution line to the site		•
	b. The drop wiring and internal wiring within the site	•	
	c. The main circuit breaker and transformer for the site	•	
	2) Water Supply		
	a. The city water distribution main to the site		•
	b. The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	•	
	3) Drainage		
	a. The city drainage main (for conveying storm water, sewage, etc. from the site)		•
	b. The drainage system within the site (for sewage, ordinary waste, storm water, etc.)	•	
	4) Gas Supply		
	a. The city gas main to the site		•
	b. The gas supply system within the site	•	
	5) Telephone System		
	a. The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		•
	b. The MDF and the extension after the frame/panel	•	
	6) Furniture and Equipment		
	a. General furniture		•
	b. Project equipment	•	
8	To bear the following commissions applied by the bank in Japan for banking services based upon the Bank Arrangement (B/A):		
	1) Payment of bank commission		•
9	To ensure prompt unloading and customs clearance at ports of disembarkation in the recipient country		
	1) Marine or air transportation of the products from Japan or third countries to the recipient	•	
	2) To exempt or bear tax and customs clearance of the products at the port of disembarkation		•
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	•	
10	To accord Japanese nationals and / or nationals of third countries, including persons employed by the agent whose services may be required in connection with the Components such facilities as may be necessary for their entry into recipient country and stay therein for the performance of their work.		•
11	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the purchase of the Components and to the employment of the Agent will be exempted by the Government of recipient country		•
12	To maintain and use properly and effectively the facilities that are constructed and the equipment that is provided under the Grant.		•
13	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant and its accrued interest, necessary for the purchase of the Components as well as for the agent's fees.		•
14	To ensure environmental and social consideration for the Program.		•

Terms of Reference of the Consultative Committee (Provisional)

1. To confirm an implementation schedule of the Programme for the speedy and effective utilization of the Grant and its accrued interest.
2. To discuss the modifications of the Programme, including modification of the design of the facility.
3. To exchange views on allocations of the Grant and its accrued interest as well as on potential end-users.
4. To identify problems which may delay the utilization of the Grant and its accrued interest, and to explore solutions to such problems.
5. To exchange views on publicity related to the utilization of the Grant and its accrued interest.
6. To discuss any other matters that may arise from or in connection with the G/A.



Minutes of Discussions
on
the Outline Design Study
on
The Project for Introduction of Clean Energy by Solar Electricity Generation System
in the Republic of Palau

(Explanation on Draft Final Report)

In December 2009, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Survey Team on the Project for Clean Energy Promoting Using Solar Photovoltaic System (hereinafter referred to as "the Project") in the Republic of Palau (hereinafter referred to as "Palau"), and through discussions, field survey and technical examination of the results of the survey in Japan, JICA prepared a Draft Final Report of the Outline Design.

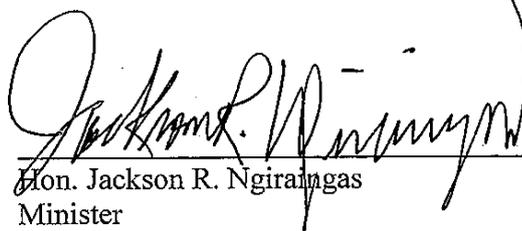
In order to explain and to consult with the concerned officials of the Government of Palau on the component of the Draft Final Report, JICA sent Palau the Draft Final Report Explanation Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Mr. Makoto NODA, Representative of Office of Palau, JICA, from 12th December 2009 to 19th December 2009.

As a result of discussion, both sides confirmed the main items described on the attached sheets.

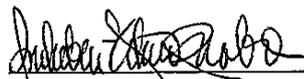
Koror, 18th December, 2009



Mr. Makoto NODA
Leader
Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
JAPAN



Hon. Jackson R. Ngirangas
Minister
Ministry of Public Infrastructure, Industries and
Commerce



Ms. Rukeba Inabo
Chairperson (Board of Directors)
Palau Public Utilities Corporation

ATTACHMENT

1. Components of the Draft Final Report

The Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce (hereinafter referred to as "MPIIC") and Palau Public Utilities Corporation (hereinafter referred to as "PPUC") agreed and accepted in principle the components of the Draft Final Report explained by the Team.

2. Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan

The Palau side understood components of the Minutes of Discussion signed by both sides on 8th July, 2009 (hereinafter referred to as "the previous M/D"), and would take the necessary measures confirmed on the previous M/D for smooth implementation of the Project following procedures of the Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan as shown in **Annex-1**.

3. Confirmation of progress

3-1. Project site and capacity of PV module

Both sides confirmed that project site is Palau International Airport and the capacity of PV module is 180 kW.

3-2. Official permission to set the PV system on the project site

Both sides confirmed completion of necessary procedures for official permission from related organization to set the PV system in the Palau International Airport.

4. Items of Equipment to be procured

The Team explained that the items of equipment to be procured as shown in **Annex-2** based on the result of the Preparatory Survey conducted in June and July, 2009.

5. Procurement Process of the Project

Both sides reconfirmed that procurement process would be supervised by the Procurement Management Agent (hereinafter referred to as "the Agent") with necessary consultation by the Consultative Committee (hereinafter referred to as "the Committee"). And both sides also reconfirmed roles of the Agent as follows;

(1) The Agent renders the services stipulated in the provisions of the G/A as well as the E/N for the Project;

(2) The Agent will undertake the procurement procedure necessary for the Project according to the provisions of the G/A and E/N and any other concerned guidelines; and

(3) The Agent will commence the procurement according to the contents of the Final Report of the Outline Design.

6. Project Cost

The Palau side agreed that the Project cost should not exceed the upper limit of amount agreed on in E/N. Both sides also confirmed that the Project cost contains procurement cost of equipment, the cost for transportation up to the Project Site, installation cost, the Agent fee, and the cost for soft component for the technical support of operation and maintenance of equipment.

7. Confidentiality of the Project

7.1. Detailed specifications of the Facilities

Both sides confirmed that all the information related to the Project including detailed drawings and specifications of the facilities and equipment and other technical information shall not be released to any outside parties before tender for the Project.

7.2. Confidentiality of the Cost Estimation

The Team explained the cost estimation of the Project. Both sides agreed that the Project Cost Estimation should never be duplicated or released to any outside parties before conclusion of all the contract(s) for the Project. The Palau side understood that the Project Cost Estimation is not final and is subject to change by the result of examination through revision of the Outline Design Study.

8. The Consultative Committee

The Palau side understood that the MPIIC will chair the Committee in order to facilitate consultation and procurement process. The Terms of Reference of the Committee was settled in Annex-8 of the previous M/D.

The members of the Committee are as follows:

- (1) Representative(s) of Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce (Chair)
- (2) Representative(s) of Palau Public Utilities Corporation (PPUC)
- (3) Representative(s) of Office of the President
- (4) Representative(s) of Ministry of State
- (5) Representative(s) of Office of Environmental Response and Coordination
- (6) Representative(s) of Palau Energy Office
- (7) Representative(s) of JICA Palau Office

The first meeting of the Committee shall be held immediately after the JICA's approval of the Agent Agreement which shall be concluded between MPIIC and the Procurement Agent. The employment of the Agent shall be agreed between the two Governments. Further meetings shall be held upon request of either the Palau side or the Japanese side. The Procurement Agent may advise both sides on the necessity to call a meeting of the Committee.

9. Other Relevant Issues

9.1. Undertakings required by the Recipient Country

The Team requested the Palau side to abide by the following undertakings by the Palau side in addition to major undertakings described in the previous M/D. The Palau side agreed to do so.

(1) Land usage for PV system

The owner of the land for the following equipment and materials for PV system is MPIIC.

Therefore, the Palau side has reconfirmed that no official permission for land acquisition and/or usage is required for the implementation of the Project.

- 1) for PV Modules
- 2) for underground cables between equipment
- 3) for Power Conditioners
- 4) for Temporary stockyard

(2) Generated Energy by PV system

The necessary tariff structure for power generated by PV system shall be determined by the end of December, 2010 by Palau side taking the "Tariff Review Study" into consideration. The Japanese side shall assist the Palau side through soft component during the implementation of the Project.

(3) Environmental and Social Considerations

The Palau side confirmed that the MPIIC has already obtained all necessary permission from Environmental Quality Protection Board (EQPB) on 7th of August, 2009, (EQPB Permit # 152-09).

(4) Application of the Related Laws and Regulations

The Palau side agreed the structural design for the installation of PV system shall comply with the Architectural Regulation in Japan and Palau.

Electrical design for Grid-connected PV system should be done in accordance with JIS/IEC.

The Palau side agreed that the PPUC shall be responsible for the application of related laws and regulations for the operation of the PV system for interconnection with the distribution lines before commissioning of the Project. The Japanese side shall assist the Palau side to introduce necessary procedures through soft component during the implementation of the Project.

(5) Customs and Tax Exemption

The Palau side agreed that the MPIIC shall be responsible for the exemption and/or reimbursement of all customs, tax, levies and duties incurred in Palau for the implementation of the Project.

(6) Assignment of Counterpart Personnel

1) Overall project management

The Palau side agreed to assign necessary personnel for overall project management.

The Palau side shall inform the name of the following number of Counterpart Personnel to JICA Palau office by 15th of January, 2010:

- Two staff from MPIIC
- Two staff from PPUC

2) Soft Component

The Palau side agreed to assign necessary personnel for O&M of the equipment in accordance with the soft component plan proposed by the Team.

The Palau side shall inform the name of the following number of Counterpart Personnel to JICA Palau office by 15th of January, 2010:

- One staff from MPIIC
- One staff from Palau Energy Office
- Four staff from PPUC



(7) Banking Arrangement

The Palau side, being convinced that the conclusion of the Banking Arrangement (B/A) and Blanket Disbursement Authorization (BDA) constitutes a very important factor to implement the Program smoothly and without delay, shall take the necessary measures. The flow of funds is shown in the Annex-I.

By signing the BDA, the Palau side designates the Procurement Agent as the representative authorized to act in the name of the Palau side concerning all transfers of the Grant plus any interest earned to the Procurement Account.

(8) The final connection work

The final connection work of low voltage power cable with the existing Bus-bar inside the incoming ACB Distribution Panel shall be done by Palau side. Japanese side is responsible for the procurement of necessary terminal equipment for the same connection work.

(9) Arrangement for the remote monitoring system

All necessary work for the Internet connection (LAN) for the proposed electrical room in the Palau International Airport and PPUC Malakal Power Distribution Building shall be arranged by the Palau side.



The necessary payment for the Internet connection shall be borne by the Palau side.

(10) Procurement and Installation of Meters

The Palau side agreed that the PPUC shall be responsible for the procurement and installation of two meters (no reverse rotation) to be installed at the primary side of the distribution transformer.

9.2. Ownership and Operation and Maintenance (O&M) Responsibilities of Equipment

The Palau side has reconfirmed that the PPUC is the owner of Equipment and responsible for Operation and Maintenance (O&M) of Equipment. The Palau side confirmed that the Equipment procured under the Project shall be operated and maintained in accordance with the separated MOU between MPIIC and PPUC for the joint implementation of the Project. The Team explained that the Palau side was requested to secure necessary budget and personnel for the O&M of Grid-connected PV system procured and installed under the Project.

9.3. Final Report

The Palau side agreed that the Final Report should never be duplicated in any form nor released to any other party(s), because the Final Report is confidential document as it contains information related to the tender.

<List of Annex>

Annex-1 Program Grant Aid for Environment and Climate Change of the Government of Japan

Annex-2 List of Equipments

Program Grant Aid for Environment and Climate Change
of the Government of Japan
 (Provisional)

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

Based on “Cool Earth Partnership” initiative of the Government of Japan, the Program Grant Aid for Environment and Climate Change (hereafter referred to as “GAEC”) aims to mitigate effects of global warming by reducing GHGs emission (mitigation; e.g. improvement of energy efficiency) and to take adaptive measures (adaptation; e.g. measures against disasters related to climate change, including disaster prevention such as enhancing disaster risk management). GAEC may contain multiple components that can be combined to effectively meet these needs.

1. Procedures for GAEC

GAEC is executed through the following procedures.

Preparatory Survey 1	Preparatory Survey for project identification conducted by Japan International Cooperation Agency (JICA)
Application	Request made by a recipient country
Appraisal & Approval	Appraisal by the Government of Japan and Approval by the Cabinet
Determination of Implementation	The Notes exchanged between the Government of Japan and the Recipient Country
Grant Agreement (hereinafter referred to as the “G/A”)	Agreement concluded between JICA and the Recipient
Preparatory Survey 2	Preparatory Survey for design conducted by JICA
Implementation	Procurement through the Procurement Agency by the Recipient

Firstly, if the candidate project for a GAEC is identified by the Recipient and the Government of Japan, the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) examines it whether it is eligible for GAEC. When the request is deemed appropriate, JICA, in consultation with the Government of Japan, conducts the Preparatory Survey (hereafter referred to as “the Survey”) on the candidate project as Phase 1 of the Survey with Japanese consulting firms.

Secondly, the Recipient submits the official request to the Government of Japan, while the appropriateness, necessity and the basic components of the project are examined in the course of Phase 1 of the Survey,

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether it is suitable for Japan's GAEC, based on the Survey report prepared by JICA, and the results are then

submitted to the Cabinet for approval.

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

Fifthly, JICA engages Grant Agreement (G/A) with the Recipient and executes the Grant by making payments of the amount agreed in the E/N and strictly monitors that the funds of the Grant are properly and effectively used.

Procurement Management Agent is designated to conduct the procurement services of products and services (including fund management, preparing tenders, contracts) for GAEC on behalf of the Recipient. The Agent is an impartial and specialized organization that will render services according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the Agreed Minutes ("A/M").

2. Preparatory Survey

1) Contents of the Survey

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

- Confirmation of background, objectives, and benefits of the Project and institutional capacity of agencies and communities concerned of the Recipient necessary for project implementation.
- Evaluation of relevance of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme for Environment and Climate Change from a technical, social, and economic point of view.
- Confirmation of items agreed upon by both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of the design of the Project and reference document for tender.
- Estimation of cost for the Project.

The contents of the original request will be modified, as found necessary, in the design of the Project according to the guidelines of Japan's Grant Aid scheme.

The Government of Japan requests the Government of the Recipient to take whatever measures necessary to ensure its responsibility in implementing the Project. Such measures must be guaranteed even if they may fall outside the jurisdiction of the implementing organization of the Recipient. This has been confirmed by all relevant organizations of the Recipient through the Minutes of Discussions.

2) Selection of consulting firms

For the smooth implementation of the Survey, JICA will conduct the Survey with registered consulting firms. JICA selects the firms based on proposals submitted by firms with interest in implementing the Survey. The firms selected will carry out the Preparatory Survey and prepare a report, based on the terms of reference set by JICA.

3. Implementation of GAEC after the E/N

1) Exchange of Notes (E/N)

The content of GAEC will be determined in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which items including, objectives of the project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid are confirmed.

2) Details of Procedures

Details of procedures on procurement and services under GAEC will be agreed between the authorities of the two governments concerned at the time of the signing of the G/A.

Essential points to be agreed are outlined as follows:

- a) JICA will supervise the implementation of the Project.
 - b) Products and services will be procured and provided in accordance with JICA's "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change."
 - c) The Recipient will conclude a contract with the Agent.
 - d) The Agent is the representative acting in the name of the Recipient concerning all transfers of funds to the Agent.
- 3) Focal points of "Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change"
- a) The Agent
The Agent is the organization, which provides procurement of products and services on behalf of the Recipient according to the Agent Agreement with the Recipient. The Agent is recommended to the Recipient by the Government of Japan and agreed between the two Governments in the A/M.

b) Agent Agreement

The Recipient will conclude the Agent Agreement, in principle, within two months after the signing of the G/A, in accordance with the A/M. The scope of the Agent's services will be clearly specified in the Agent Agreement.

c) Approval of the Agent Agreement

The Agent Agreement is prepared as two identical documents and the copy of the Agent Agreement will be submitted to JICA by the Recipient through the Agent. JICA confirms whether the Agent Agreement is concluded in conformity with the E/N, A/M, and G/A and the Procurement Guidelines for the Program Grant Aid for Environment and Climate Change then approves the Agent Agreement.

The Agent Agreement concluded between the Recipient and the Agent will become effective after the approval by JICA in a written form.

d) Payment Methods

The Agent Agreement will stipulate that "Regarding all transfers of the fund to the Agent, the Recipient will designate the Agent to act on behalf of the Recipient and issue a Blanket Disbursement Authorization ("the BDA") to conduct the transfer of the fund (hereinafter referred to as "the Advances") to the Procurement Account from the Recipient Account.

The Agent Agreement will clearly state that the payment to the Agent will be made in Japanese yen from the Advances and that the final payment to the Agent will be made when the total remaining amount become less than three percent (3%) of the Grant and its accrued interests excluding the Agent's fees.

e) Products and Services Eligible for Procurement

Products and services to be procured will be selected from those defined in the G/A.

f) Firm and Consultant

The firm and consultant who would contract with the Agent shall be Japanese Nationals.

The consultants that will be employed to do detail design and supervise the work for the Project, however will be in principle, Japanese nationals recommended by JICA for the purpose of maintaining technical consistency with the Study.

g) Method of Procurement

When conducting the procurement, sufficient attention will be paid to transparency in selecting the firms and for this purpose, competitive tendering will be employed in principle.

h) Tender Documents

The tender documents should contain all information necessary to enable tenderers to prepare valid offers for the products and services to be procured by GAEC.

The rights and obligations of the Recipient, the Agent and the firms supplying products and services should be stipulated in the tender documents to be prepared by the Agent. Aside from this, the tender documents will be prepared in consultation with the Recipient.

i) Pre-qualification Examination of Tenderers

The Agent may conduct a pre-qualification examination of tenderers in advance of the tender so that the invitation to the tender can be extended only to eligible firms. The pre-qualification examination should be performed only with respect to whether the prospective tenderers have the capability of concluding the contracts.

For this, the following points should be taken into consideration:

- (1) Experience and past performance in contracts of similar kind
- (2) Financial credibility (including assets such as real estate)
- (3) Existence of offices and other items to be specified in the tender documents.
- (4) Their potentialities to use necessary personnel and facilities.



j) Tender Evaluation

The tender evaluation should be implemented on the basis of the conditions specified in the tender documents.

Those tenderers which substantially conform to the technical specifications and other stipulations of the tender documents, will be judged in principle on the basis of the submitted price, and the tenderer who offers the lowest price will be designated as the successful tenderer.

The Agent will submit a detailed evaluation report of tenders to JICA for its information, while the notification of the results to the tenderers will not be premised on the confirmation by JICA.

k) Additional procurement

If there is any remaining balance after the competitive and/or selective tendering and/or direct negotiation for a contract, and if the Recipient would like to procure additional items, the Agent is allowed to conduct this additional procurement, following the points mentioned below:

- (1) Procurement of same products and services



When the products and services to be additionally procured are identical with the initial tender and a competitive tendering is judged not efficient, additional procurement can be conducted by a negotiated contract with the successful tenderer of the initial tender.

(2) Other procurements

When products and services other than those mentioned above in (1) are to be procured, the procurement should be conducted through competitive tendering. In this case, the products and services for additional procurement will be selected from among those in accordance with the G/A.

l) Conclusion of the Contracts

In order to procure products and services in accordance with the guideline, the Agent will conclude contracts with firms selected by tendering or other methods.

m) Terms of Payment

The contract will clearly state the terms of payment. The Agent will make payment from the "advances," against the submission of the necessary documents from the firm on the basis of the conditions specified in the contract. When the services are the object of procurement, the Agent may pay certain portion of the contract amount in advance to the firms on the conditions that such firms submit the advance payment guarantee worth the amount of the advance payment to the Agent.

4) Undertakings required by the Government of the Recipient Country

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

- a) To secure land necessary for the sites of the Project and to clear, level and reclaim the land prior to commencement of the Project.
- b) To provide facilities for distributing electricity, water supply and drainage and other incidental facilities in and around the sites.
- c) To ensure all the expense and prompt execution for unloading, customs clearing at the port of disembarkation and domestic transportation of products purchased under the Grant Aid,
- d) To ensure that customs duty, internal taxes and other fiscal levies that may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Components and the Agent's services will be exempted by the Government of the Recipient.
- e) To accord all the concerned parties, whose services may be required in connection with supply of the products and services under the contracts, such facilities as may be necessary for their entry into the Recipient and stay therein for the performance of their work.

5) "Proper use of funds"

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

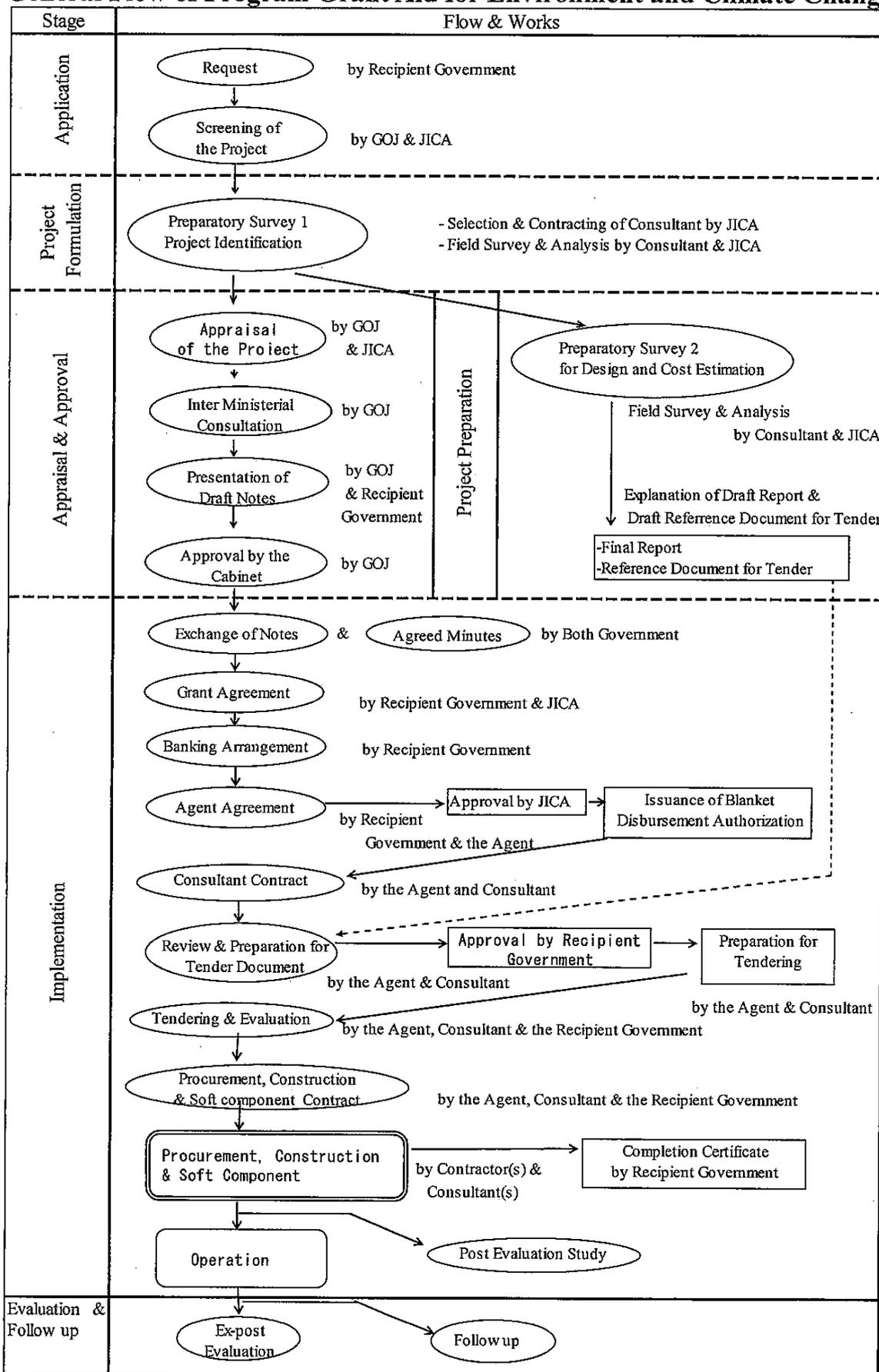
6) "Export and Re-export" of products

The products purchased under the Grant and its accrued interest will not be exported or re-exported from the Recipient.

22

22

General Flow of Program Grant Aid for Environment and Climate Change

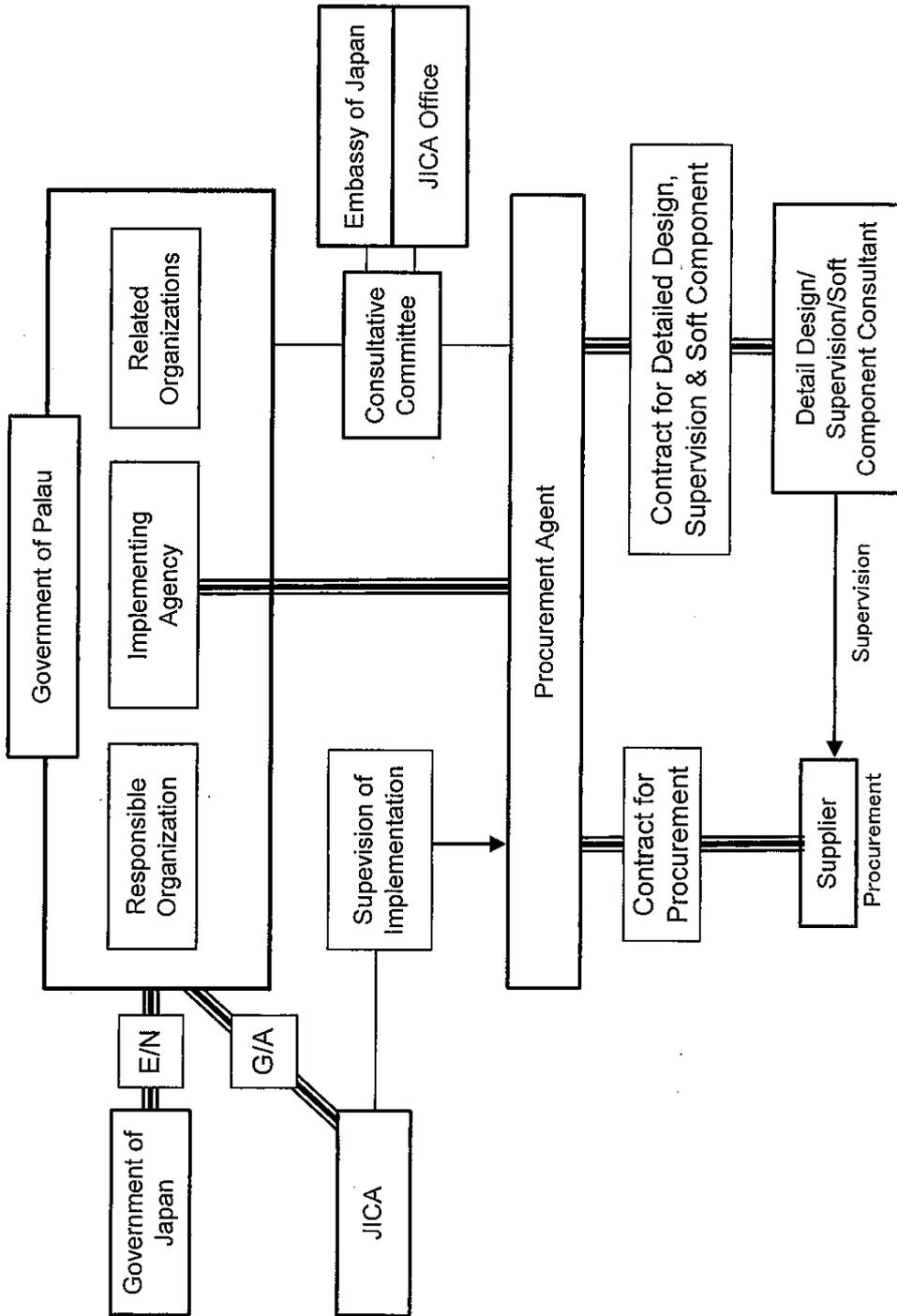


25

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Project Implementation System

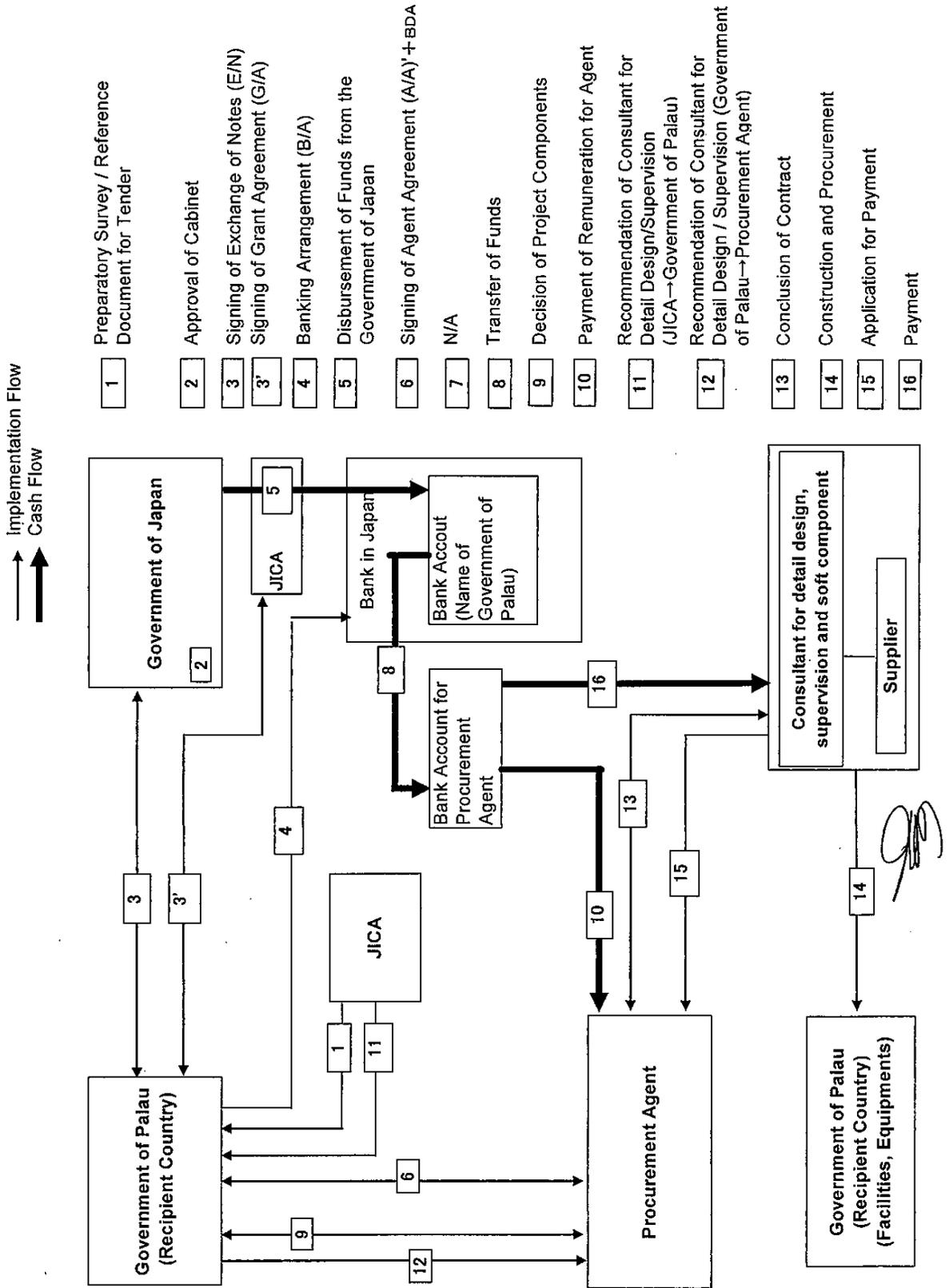


[Handwritten mark]

[Handwritten signature]

Flow of Funds for Project Implementation

Flow of Funds for Project Implementation



2027

[Handwritten signature]

List of Equipments

1-1 List of Equipments

The following table shows a list of equipments procured under the Project.

Item No.	Name of Equipment	Quantity	Final Delivery Point (Site)
1	Photovoltaic Module	889 pcs.	Palau International Airport
2	Mounting structure for Photovoltaic Module	1 lot	Palau International Airport
3	Junction Box	20 unit	Palau International Airport
4	Collecting Box	4 unit	Palau International Airport
5	Power conditioner	2 unit	Palau International Airport
6	Transformer	1 unit	Palau International Airport
7	Display board	1 lot	Palau International Airport
8	Data management and monitoring system	1 lot	Palau International Airport
9	Cables and Conduits	1 lot	Palau International Airport
10	Test Equipment	1 lot	Palau International Airport
11	Maintenance Tools	1 lot	Palau International Airport
12	Spare Parts	1 lot	Palau International Airport

資料-5 事業事前計画表(概略設計時)

事業事前計画表（概略設計時）

1. 案件名	パラオ共和国 太陽光を活用したクリーン・エネルギー導入計画
2. 要請の背景（協力の必要性・位置付け）	<p>パラオ共和国（以下「パ」国と称す）では、1997年に制定された国家総合開発計画（PNMDP: Palau 2020 National Master Development Plan）に基づき、エネルギー使用量削減に関する大統領令（Executive Order）No. 234（1994年制定、2004年改定）、No. 245（2005年制定）、No. 248（2008年制定）が施行され、重点項目としてエネルギー使用量の削減義務、削減目標などが示されている。また、2008年には、右大統領令を具体化するため、SOPAC（Pacific Islands Applied Geoscience Commission）等の支援の下、パラオエネルギー保全戦略（Palau Energy Conservation Strategy）が策定された。2007年11月には、EUの支援により「エネルギー効率化アクションプラン」（Energy Efficiency Action Plan）が策定され、民間セクターも含めたエネルギー使用量削減のための方策（小型蛍光灯の啓蒙普及、太陽熱温水器の導入補助等）が示されている。</p> <p>2009年6月に発表された「Joint Declaration on Energy Policy Priorities」によると、「パ」国では現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していることから、2020年を目標として電力供給の20%を再生可能エネルギーにより賄う計画となっており、現在策定中の「Palau National Energy Policy」にて、具体的なエネルギー供給計画が策定される予定となっている。なお、上記「Palau National Energy Policy」の第一次ドラフトによると、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない連系PVシステムの普及拡大を図っている。</p> <p>「パ」国では、欧州連合（EU: European Union）の「Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Islands」プロジェクトにより、首都メレケオクにおいて連邦政府庁舎の駐車場に設置したシステム（100kW）と、台湾がパラオ国立病院に設置したシステム（153kW）の2カ所において、既に連系PVシステムが運転されている。本計画では、これら先行案件の実施により得られた知見を活用しつつ、将来の連系PVシステムの普及促進を図り、気候変動問題の緩和策支援としてふさわしい、クリーン・エネルギー活用を具体化する系統連系型太陽光発電設備を導入することが要請されている。</p>
3. プロジェクト全体計画概要	<p>(1) プロジェクト全体計画の目標（裨益対象の範囲及び規模）</p> <p>本計画の実施により、コロールーバベルダオブ電力系統により供給される、バベルダオブ島並びにコロール島の住民合計約1.9万人に対し、太陽光発電を利用した電力を供給することが可能となる。</p> <p>(2) プロジェクト全体計画の成果</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>系統連系型太陽光発電設備の調達・据付が行われる。</u> 2) 太陽光発電を利用した電力が供給される。 <p>(3) プロジェクト全体計画の主要活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>系統連系型太陽光発電設備の調達・据付を行う。</u> 2) 計画対象設備の運営維持管理のための能力強化を行う。 <p>(4) 投入（インプット）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) <u>日本側：無償資金協力4.80億円</u> 2) 相手国側 <ol style="list-style-type: none"> a) 施設建設用地の提供 b) 運転・維持管理要員 c) 調達された設備の運転・維持管理費用 <p>(5) 実施体制</p>

- 1) 主管官庁： 公共施設・産業・商業省（MPIIC）
- 2) 実施機関： パラオ電力公社（PPUC）

4. 無償資金協力案件の内容

- (1) サイト
パラオ国際空港
- (2) 概要
系統連系型太陽光発電設備の調達と据付
- (3) 相手国側負担事項
用地確保、銀行口座開設手数料負担
- (4) 概略事業費
4.81 億円（無償資金協力 4.80 億円、「パ」国側負担 0.01 億円）
- (5) 工期
入札期間を含め約 18 ヶ月（予定）
- (6) 貧困、ジェンダー、環境及び社会面の配慮
特になし

5. 外部要因リスク

特になし

6. 過去の類似案件からの教訓の活用

特になし

7. プロジェクト全体計画の事後評価に係る提案

- (1) プロジェクト全体計画の目標達成を示す成果指標

項目	現状（2009年）	計画後（2011年）
(1) デーゼル燃料消費量（ℓ）	22,319,000	22,270,000
(2) CO ₂ 排出量（トン）	58,476	58,349

- (2) その他の成果指標
特になし
- (3) 評価のタイミング
2011 年以降

資料-6 ソフトコンポーネント計画書

ソフトコンポーネント計画書

(1) ソフトコンポーネントを計画する背景

パラオ共和国（以下、「パ」国と称す）では、現在電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していること、また環境配慮、不安定な原油価格や輸送費への懸念もあり、エネルギー・電力セクターにおける化石燃料の依存からの脱却を緊急の課題と考えており、太陽光発電を始めとする、再生可能エネルギーの開発を政策の重点項目と位置づけている。現在 2009 年 6 月に大統領事務所の直轄組織となったエネルギー局が中心となり、「Palau National Energy Policy」を策定中であり、その第一次ドラフトによれば、再生可能エネルギーの中でも太陽光発電と風力発電のポテンシャルが有望とされており、太陽光発電の中でもバッテリーを必要としない連系 PV システムに普及拡大が望まれている。

連系 PV システムを導入する本環境プログラム型無償資金協力計画（以下、「本計画」と称す）における主管官庁は、本計画の対象サイトであるパラオ国際空港が、公共施設・産業・商業省（Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPIIC）の航空局により所管されていることから、MPIIC となる。また、実施機関は、本計画にて導入する PV システムは既存の電力系統に連系するため、パラオ電力公社（Palau Public Utilities Corporation: PPUC）が導入する連系 PV システムを所有し、通常の電力設備と同じ位置付けで維持管理を担当する。さらに、「パ」国において電力・エネルギー政策を管轄している公共事業局エネルギー局も、導入連系 PV システムからの取得データを PPUC と共有し、将来的な普及に資するため参加する。

電力事業に関しては、PPUC が一貫して行っており、現在のところ民営化、株式会社化されていないものの、政府による補助金を受けることなく、政府組織から独立した組織として電気料金収入により経営している。組織は、総務、経理・財務、営業、系統運用、配電、発電の 6 つの部門から構成され、総勢は 135 名（2009 年 7 月現在）と比較的小さな組織である。職員の担当する職務内容、責務、要求される能力等が明文化され、職位ごとに職務規定が定められるなど、管理体制は整っているが、電力供給設備の運営維持管理を行う上では十分な知識・技術を有している者が少なく、また再生可能エネルギーや省エネルギーの担当者は不在である。そのため、本計画実施に当たっては、連系 PV システムの維持管理体制を PPUC が主体となり、MPIIC 航空局及びエネルギー局と協力し、PPUC 内部に確立する必要がある。

また、PV システムの導入事例に関しては、既に「独立型 PV システム」および「連系 PV システム」とも導入されており、PV システムに係る技術取得の素地はあると考えられるが、両システムとも継続して運転ができていない側面が散見されており、現地ではより充実した技術移転を望む声が高まっている。特に「独立型 PV システム」に至っては、1980 年代から未電化地域で家庭用を中心として小規模な独立型 PV システムが多数導入されたが、運営維持管理の問題により現状では大半が使われていない。このような状況下、MPIIC や PPUC が日常の業務を通じて PV システムに関する適正な技術を習得することは困難であることから、本計画にて実施機関となる PPUC へ導入設備の維持管理運転に関する適切な技術移転を、太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルまでの広い範囲にて、また定着度を確認しながら数回に別け適正に実施することにより、本計画にて導入する連系 PV システムの持続的で円滑な維持管理が可能となる。

1) 現状の課題

- ・ 連系 PV システムに関する維持管理体制が明確化されていない。
- ・ 連系 PV システムに関する技術知識が乏しい。
- ・ 連系 PV システムに関する維持管理概念及びその方法についての知識が乏しい。
- ・ 連系 PV システムに関するトラブルシューティング対応が困難である。
- ・ 連系 PV システムに適応する電気料金設定が未定である。

以上、現状の問題点とその改善案をまとめると次表のようになる。

表 1 現状の問題点とその改善案

現状の問題点	改善案	ソフトコンポーネントの可能性
・連系 PV システムに関する維持管理体制が明確化されていない。	・PPUC が主体となり、PPUC 内に維持管理体制を確立する。	・最適な維持管理体制の細分化、具体化への提言を行い、関係各機関各者と協議・検討を行う。
・連系 PV システムに関する技術知識が乏しい。	・連系 PV システムに関し、系統への導入時における技術検討課題も含んだ技術トレーニングを実施する。	・適正な連系 PV システムに関する技術トレーニングを実施する。
・連系 PV システムに関する維持管理概念及びその方法についての知識が乏しい。	・連系 PV システムの維持管理マニュアルが整備する。 ・モニタリング方法、定期点検方法等モニタリングに関するトレーニングを実施する。	・マニュアルの作成および実施指導を支援する。 ・適正なモニタリングに関する技術トレーニングを実施する。
・連系 PV システムに関するトラブルシューティング対応が困難である。	・維持管理マニュアルにはトラブルシューティングも含め策定する。 ・マニュアルの実施指導、啓蒙活動を行い、維持管理が適切に行なわれるようにする。	・マニュアルの作成および実施指導を支援する。 ・同 上
・連系 PV システムに適応する電気料金が未定である。	・最適な電気料金を設定する。	・最適な電気料金の設定について提言を行い、関係各機関各者と協議・検討を行う。

出所：調査団にて作成

(2) ソフトコンポーネントの目標

本計画対象機材の運営維持管理について、実施機関である PPUC が、設備を所有した形態において維持管理マニュアルに基づき、持続的で円滑な運営維持管理が実施できることを目標とする。

(3) ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントの成果は以下に示す通りである。

- 1) 本計画で施設される連系 PV システムの維持管理マニュアルがトラブルシューティングを含んで作成される。
- 2) 本計画の連系 PV システムの基礎的な知識が得られ、機材の維持管理が持続的に行われる。
- 3) 必要に応じ、最適な電気料金が設定され、持続的で円滑な維持管理体制が構築される。

これらの成果を得るためには、以下の活動を実施する。

以下の活動にあたっては、「パ」国では、既に「独立型 PV システム」および「連系 PV システム」とも導入されているが、両システムとも継続して運転ができていない側面が散見されており、その主な原因の 1 つに不十分な技術移転が考えられる。そのため、PV システムに関する技術を身に付けるための素地は整っていると考えられるが、PV システムの基礎知識の定着率が高いとは言いがたい。これらのことから、本計画においては、太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルまでの広い範囲についてトレーニングを実施する。具体的な内容は表 2 に示すとおりであり、カテゴリ 1～4 に大別できる。実施工程は、カテゴリ毎にある一定期間を設けて分けて実施することにより、確実かつ効率的な定着を図り、全 4 回とする。

各実施内容の必要日数については、相手国との相互協力でのマニュアル等の作成作業や技術移転からその定着度の確認までと実施内容が幅広く、それらを着実に進めていくために、1週間を最小単位として考える。また、体制については、マニュアル等の作成作業では2チーム構成等にすることで作業効率の向上が図れ、教育では講師1名で講義を主導的に進め、もう1名が受講者のフォローすることで効果的な教育が可能となるため、総括1名・補佐1名の2名体制とする。

表2 トレーニング内容

カテゴリー	具体的実施内容（目的）	投入量	
1. O&M 体制の構築	1.1 O&M 実施者の責任内容の明確化	0.25MMx2名	計1.00MMx2名
	1.2 最適な電気料金の提言	0.25MMx2名	
	1.3 「パ」国側と相互協力にてO&Mマニュアルの作成	0.50MMx2名	
2. 技術トレーニング	2.1 PVシステムの原理と基礎知識	0.25MMx2名	計1.25MMx2名
	2.2 連系PVシステムの特徴	0.25MMx2名	
	2.3 連系型PVシステム導入時の検討課題		
	2.4 据付	0.25MMx2名	
	2.5 点検		
	2.6 運転		
	2.7 メンテナンス		
	2.8 トラブルシューティング	0.50MMx2名	
3. 管理組織トレーニング	3.1 電気料金徴収方法	0.25MMx2名	計0.75MMx2名
	3.2 O&Mマニュアルの適正化	0.25MMx2名	
	3.3 O&M体制の評価	0.25MMx2名	
4. モニタリング	4.1 モニタリング方法の適正化	0.25MMx2名	計1.00MMx2名
	4.2 定期点検	0.25MMx2名	
	4.3 評価項目	0.25MMx2名	
	4.4 モニタリング結果報告	0.25MMx2名	
合 計		4.00MMx2名	

出所：調査団にて作成

(4) 達成度の確認方法

実施工程は4回に別け、各工程にて表2のカテゴリーの1～4を順次実施するが、各工程での達成度を以下の通りに確認・評価する。

カテゴリー1：維持管理マニュアルの評価・指導

カテゴリー2：表2内2.1～2.3理解度確認レポートの作成、2.4～2.8理解度確認レポート作成及び技能評価

カテゴリー3：維持管理者へのインタビュー調査及び実作業評価

カテゴリー4：維持管理者へのインタビュー調査及び実作業評価

(5) ソフトコンポーネントの活動（投入実施計画）

1) ソフトコンポーネント実施内容

本計画対象機材の維持管理方法を具体的に理解し実践してもらうため、ソフトコンポーネント計画にて実施する内容は、前述した表2に記載したとおりである。

2) オリエンテーションの実施

ソフトコンポーネントの実施にあたっては、基本的に MPIIC 航空局、PPUC 及びエネルギー局の協力が不可欠であり、コンサルタントは、ソフトコンポーネントの狙い、目的、実施内容、活動スケジュールについてオリエンテーションを開催し、「パ」国側に対して説明し、理解を得る。

3) ソフトコンポーネント委員会(仮称)の設置

開始直後、PPUC が主体となり、ソフトコンポーネントの円滑な実施とソフトコンポーネント終了後の持続的運用を促進するため、ソフトコンポーネント委員会（仮称）を設置する。

同委員会は、ソフトコンポーネントの実質的窓口となり、推進を行うと共に、本計画期間中、本機材の維持管理が持続的かつ円滑に行われるようソフトコンポーネント委員会（仮称）を定期的に主催する。これはソフトコンポーネントの達成状況把握、意見交換、課題討議の場とする。

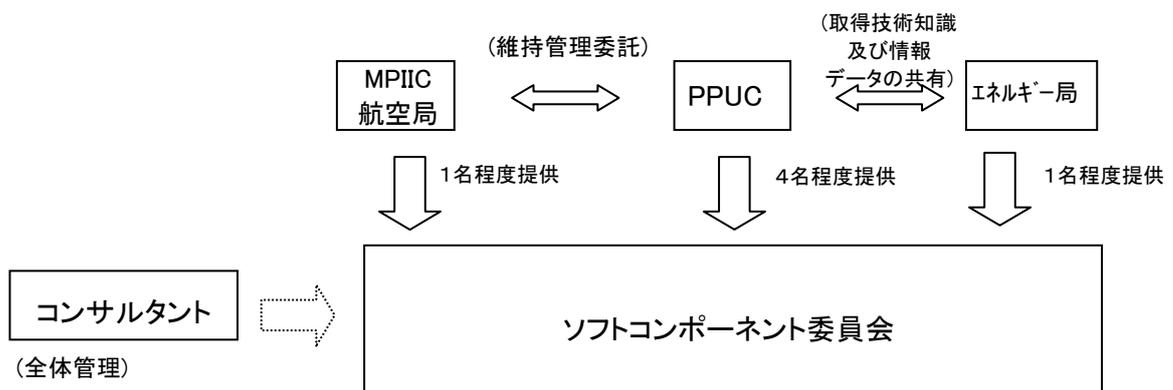
また、コンサルタントは対象国が本計画終了後も同体制の継続が必要と判断した場合、その継続が円滑に進むようソフトコンポーネント内でサポートしていく。

4) 維持管理マニュアル作成

本計画中に、PPUC は、コンサルタントと協議し、維持管理活動を行うためのマニュアルを作成する。「パ」国側のイニシアティブを引き出すために PPUC が主体となり、マニュアルの原案を作成し、それについてコンサルタント側で評価・コメント・フィードバックし、維持管理マニュアルを完成させる。また、この維持管理マニュアルは、トラブルシューティングを含み作成する。

(6) ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

本件ソフトコンポーネントの活動を有効的に、かつ効率的に行うためには、「パ」国側にソフトコンポーネント委員会を設置する。ソフトコンポーネント委員会はコンサルタントの意向を十分に汲み取りながら機材据付後の機材の維持管理活動を主体的に行う。この委員会は、PPUC を中心にして、MPIIC 航空局およびエネルギー局を交えて設置する。具体的には、PPUC4 名程度（例：実際の維持管理者及びその上司）、MPIIC 航空局 1 名程度、エネルギー局 1 名程度で構成し、実施体制は以下の通りが望ましい。



出所：調査団にて作成

図1 ソフトコンポーネント実施体制（案）

表3 ソフトコンポーネント活動役割分担

担 当	日本人コンサルタント	PPUC	MPIIC 航空局	エネルギー局
本計画の組織	2名	4名程度 (実際の維持管理者及び その上司)	1名程度 (実際の維持管理者)	1名程度 (実際の維持管理者)
本計画の運営方法	全体の進捗状況の管理	業務全体の管理 実際の維持管理	実際の 維持管理	取得データの 共有
電気料金	提言	検討・決定	検討・決定	助言
本計画内容のオリエンテーション	説明	開催	開催補助	開催補助
維持管理マニュアル	助言	原案作成	助言	助言
維持管理フォローアップ	管理・指導	結果の提出	助言	助言
報告先	在パラオ日本大使館及び JICA	日本人コンサルタント		

出所：調査団にて作成

本計画で導入される連系 PV システムは日本製となる予定であることから、それらの設備は日本の電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドラインに準拠したものとなる。そのため、ソフトコンポーネント実施者は、そのガイドラインを熟知した日本人コンサルタントが望ましい。

(7) ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの実施工程は図2のとおりで表2に示すカテゴリー毎に実施していく。また、それぞれのカテゴリーの実施時期については以下のとおりである。

カテゴリー1：維持管理体制構築の支援を行うことから、また機材据付前に維持管理体制を明確化させておくことは設備据付時における当事者意識を喚起できることから、設備据付以前に実施する。

カテゴリー2：据付・点検・運転等について実設備を利用し行うため、据付工事の半ば頃に実施する。

カテゴリー3：設備が運開するまでに備えておくべき維持管理マニュアル等について行うため、設備運開前に実施する。

カテゴリー4：「パ」国側が自主的に維持管理できているかを確認することに焦点を置き実施するため、据付完了後約4ヶ月を目途に実施する。

本計画対象機材は、新規に据付けされるシステムであり、ほとんど基礎からシステムの維持管理体制を作り上げる必要がある。そのため、ソフトコンポーネントは据付工事開始前から開始し、基礎レベルから順次実施していく。

資料-7 参考資料／入手資料リスト

7. 参考資料／入手資料リスト

調査名： パラオ共和国 太陽光を活用したクリーン・エネルギー導入計画準備調査

番号	名 称	形態 図書・ビデオ・地図 ・写真等	オリジナル・コピー	発 行 機 関	発行年
1	Development of the Palau National Energy Policy	図書	コピー	Gerhard Zieroth (International Consultant)	2009
2	Joint Declaration on Energy Policy Priorities	図書	コピー	Palau Energy Policy Development Working Group	2009
3	Schedule of Electric Service Rates	図書	コピー	PPUC	2008
4	Financial Statements	図書	コピー	PPUC	2009

資料-8 プロジェクトの裨益効果

8. プロジェクトの裨益効果

(1) ディーゼル燃料消費量の節減効果

PPUC より入手した 2008 年および 2009 年のアイメリーク発電所およびマラカル発電所のディーゼル発電設備の運転実績から、発電電力量(kWh)当たりの燃料消費量を次のとおり算出した。

表 - 1 ディーゼル発電所燃料消費量

	2008			2009					Ave. 9Months
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	
発電電力量[kWh]	7,022,425	6,634,519	7,124,622	7,003,895	6,119,674	6,977,381	5,925,488	6,964,466	-
燃料消費[liter]	1,939,105	1,847,288	1,987,806	1,962,405	1,704,556	1,967,261	1,692,656	1,972,708	-
kWh当たりの燃料消費量[liter/kWh]	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	0.29	0.28	0.28

出所：PPUC からの入手資料より調査団にて作成

上記結果を利用し、本計画の目標年次である 2016 年までの燃料消費削減量を算出すると、表-2 のようになる。

表 - 2 年別ディーゼル燃料削減量

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
年別ディーゼル燃料削減量[liter]	54,472	54,472	54,472	54,472	54,472	54,472	326,835

出所：調査団にて作成

(2) CO₂ 排出量の削減効果

表-2 で算出した年別ディーゼル燃料削減量を基に、以下の係数を用いて CO₂ 排出量の削減効果を算出する。

$\text{CO}_2\text{削減量 [kg]} = \text{軽油CO}_2\text{排出係数} * \text{ディーゼル燃料削減量}$ $= 2.62 \text{ [kg-CO}_2\text{/liter]} * \text{ディーゼル燃料削減量 [liter]}$ <p>* 排出係数については平成19年3月環境省地球環境局の「総排出量算定方法ガイドライン」を引用。</p>
--

その結果、各年次の CO₂ 排出削減量は表-3 に示す通りとなり、2011 年から 2016 年の 6 年間で、合計 761ton の CO₂ 排出削減が可能である。

表 - 3 年別 CO₂ 削減量

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total
CO ₂ 排出削減量[kg]	142,718	142,718	142,718	142,718	142,718	142,718	856,306

出所：調査団にて作成

