

2017 年度 外部事後評価報告書
無償資金協力「首都圏電力供給能力向上計画」

外部評価者：株式会社日本経済研究所 西川 圭輔

0. 要旨

本事業は、パラオ首都圏の電力不足を緩和するため、ディーゼル発電施設・設備を整備した事業であった。本事業は計画時及び事後評価時のパラオの開発計画・開発ニーズに合致しているほか、計画時の日本の援助政策とも整合しており、妥当性は高い。事業の実施面では、事業内容はおおむね計画どおりであり、事業費・事業期間ともに計画内に収まったことから、効率性は高い。事業効果に関しては、電力供給予備力は十分確保されたほか発電設備に起因した電力供給制限は発生しなくなり、パラオ首都圏への電力が安定的に供給されるようになった。電力の安定供給により、事業コストの削減や事業の拡大が実現したという意見も聞かれており、観光業をはじめとした経済活動が下支えされていることが確認された。また、自然環境への負の影響や住民移転・用地取得の点でも問題はなく、全体として本事業の有効性・インパクトは高い。運営・維持管理面では、体制面、技術面、財務面、運営・維持管理状況全てにおいておおむね問題は見られなかったことから、持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業で設置した発電機

1.1 事業の背景

パラオの電力需要は、主要産業である観光産業の発展、年率約 2%の人口増加、国民一人当たりの電力消費量の増加等を背景に、1997～2005 年の 9 年間で年率 7.3%の増加を記録していた。また、2009 年 10 月に制定された「戦略的エネルギーセクターアクションプラン」

においては、2019 年までの間における電力需要の伸び率が年間約 5%と推計されていた。パラオの首都圏（首都マルキョクのあるバベルダオブ島及び経済の中心地であるコロール島）の電力系統では、アイメリーク発電所及びマラカル発電所により電力供給がなされているが、供給予備力の不足から発電機を停止することができず、設備の老朽化と維持管理不足により安定した電力供給が困難となっていた。

パラオの当時の発電施設の供給可能電力容量は 14.4MW であり、ピーク電力需要は 12.5MW と既に逼迫していたが、2011 年 11 月にアイメリーク発電所で火災が発生し、一時出力が 6.6MW まで低下した。これにより、大統領から非常事態宣言が出され、コロール島及びバベルダオブ島では 4 時間毎に停電エリアを切り替える計画停電が実施された。その後、2012 年 1 月までには、火災発生時に使用していなかった発電機の再稼働や緊急調達した 2MW のディーゼル発電機の稼働などにより計画停電及び非常事態宣言は解除された。しかし、火災後に日本政府が緊急無償として供与した 0.5MW×4 基の発電機を加えても、既存設備の老朽化や、メンテナンスのための供給予備力不足は解消されておらず、電力供給の安定化は引き続き喫緊の課題となっていた。

1.2 事業概要

バベルダオブ島のアイメリーク発電所においてディーゼル発電機を供与することにより、パラオ首都圏の電力不足の緩和を図り、もって経済発展、産業振興及び住民生活の向上に寄与する。

供与限度額/実績額		1,729 百万円 / 1,578 百万円
交換公文締結/贈与契約締結		2012 年 6 月 / 2012 年 6 月
実施機関		パラオ公共事業公社 (Palau Public Utilities Corporation: PPUC)
事業完成		2014 年 5 月
案件従事者	本体	(建設) 東芝プラントシステム株式会社 (機材) 丸紅株式会社
	コンサルタント	八千代エンジニアリング株式会社
協力準備調査		2011 年 10 月～2012 年 4 月
関連事業		【無償資金協力】 バベルダオブ島送電線計画 (1985 年) 配電網改善計画 (1993 年) 電力供給改善計画 (1996 年) 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画 (2009 年) 電力危機に対する緊急無償資金協力 (2011 年)

	【開発計画調査型技術協力】 送配電システム改善・維持管理強化計画策定プロジェクト（2017年～2018年） 【その他国際機関、援助機関等】 「EU」首都政府庁舎への系統連系型太陽光発電設備の設置（2008年） 「台湾」パラオ国立病院への系統連系型太陽光発電設備の設置（2008年）、教育省への系統連系型太陽光発電設備の設置（2010年）
--	---

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

西川 圭輔（株式会社日本経済研究所）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2017年10月～2018年12月

現地調査：2018年2月12日～2月24日、2018年4月27日～5月4日

3. 評価結果（レーティング：A¹）

3.1 妥当性（レーティング：③²）

3.1.1 開発政策との整合性

1994年に独立したパラオでは、1996年に長期的な国家開発計画（Palau 2020 National Master Development Plan: PNMDP）が策定され、経済開発が進められてきた。その後、「中期開発計画」（2009年～2014年）が策定され、電力分野の優先事業として、パラオ電力公社（Palau Public Utilities Corporation、以下「PPUC」という）の収益と、発電、送電、配電容量の十分な確保が掲げられていた。また、2009年に策定された「戦略的エネルギーセクターアクションプラン」では、PPUCの老朽化したベースロード発電機を廃棄し、5MW×4基の発電機の新設を目標としていた。さらに、2010年に策定された「パラオ国家エネルギー政策（PNEP）」では、再生可能エネルギーの導入を進めていくことが示される一方で、化石燃料をベースとした発電は引き続き基盤として位置づけられていた。

以上が本事業計画時の国家開発計画及びセクター計画の内容であったが、国家開発計画については、事後評価時点でも PNMDP が有効であり、将来にわたってパラオ人の生活の質を向上させるというビジョンの下、持続可能な方法により経済成長を実現し所得

¹ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

² ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

を増大させることや、経済成長の恩恵を民間の各分野に公平に行き渡るようにすることを掲げている。セクターレベルの計画としては、PNEP が事後評価時点でも引き続き有効である。なお、2017 年 8 月にパラオでは再生可能エネルギーの発電比率を 2025 年までに 45%に高めることが政策目標として掲げられた。事後評価時には、パラオ・エネルギー・ロードマップという政策が、国際再生可能エネルギー機関の支援を受け策定中であった。

以上より、長期的な国家開発計画には変更はなく、計画時のものが事後評価時にも有効であった。セクターレベルにおいても、再生可能エネルギーの導入を進めながらも、化石燃料をベースとした発電はベースロードとして位置づけられており、計画時及び事後評価時の両時点において有効であった。したがって、計画時及び事後評価時の両時点において、本事業はパラオの国家計画・エネルギー分野の計画に合致している。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業計画時、パラオでは 2009 年から 2019 年にかけて年率約 5%の割合で電力需要が増加していくことが予測されていたが、設備の老朽化と維持管理不足により供給可能電力容量は低下しており、安定した電力供給が困難になっていた。また、2011 年 11 月に発生したアイメリーク発電所の火災により一時出力が大幅に低下するという事態にも見舞われた。その直後に日本の緊急無償資金協力を通じて 2.0MW 分 (0.5MW/基×4 基) の発電機が供与されたが、同発電所の供給能力は火災前の 4 分の 1 に留まっており、電力供給の安定化が喫緊の課題となっていた。

本事業を実施したことにより、アイメリーク発電所からは近年表 1 に示す電力が発電されている。同発電所では、本事業で調達した 2 基のディーゼル発電機のみが稼働する発電所であり、本事業完成以降、パラオ首都圏の発電量の 44%～51%を担う重要な施設となっている。

表 1 パラオ首都圏及びアイメリーク発電所の発電量

年度	2014/15	2015/16	2016/17
パラオ首都圏の発電量 (MWh)	82,909	85,508	85,829
アイメリーク発電所の発電量 (MWh)	42,573	37,749	41,546
全体に占めるアイメリーク発電所からの発電量 (%)	51%	44%	48%

出所：実施機関提供資料

注：年度は 10 月～翌年 9 月。

また、実施機関によると、再生可能エネルギーの割合を今後高めていくことが政策として掲げられているが、ディーゼル発電は今後もベースロードとして重要な役割を果たすとされている (2017 年のディーゼル発電の割合は 98.67%)。また、本事業により発電

トラブルに起因する供給制限のない発電容量を確保できたが、それを安定的に各地に供給するために、送配電網を整備することが重要な課題となっている。

したがって、本事業は経済社会活動にとって必要とされる十分な発電量の確保という点で、計画時及び事後評価時の両時点において、パラオの開発ニーズに合致しているといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業計画時の日本の対パラオ事業展開計画では、「島嶼経済の活性化」を重点開発課題のひとつとし、本事業はその中の「経済社会インフラ整備・維持管理能力プログラム」に位置づけられていた。また、2009年の第5回太平洋・島サミット³で採択された「北海道アイランダーズ宣言」の付属文書2「行動計画」では、日本は大洋州島嶼各国の電力供給の強化への支援を表明していた。

したがって、本事業は、計画時の電力インフラ整備に関する日本の対大洋州及びパラオへの援助の方向性に合致するものであったといえる。

本事業は、計画時及び事後評価時のパラオの開発計画・セクター計画及び開発ニーズに合致しているほか、計画時の日本の対パラオ援助政策とも整合していることが確認された。以上より、本事業の妥当性は高いと判断される。

3.2 効率性（レーティング：③）

3.2.1 アウトプット

本事業では、パラオ首都圏に電力を供給する2つの発電所のひとつであるアイメリーク発電所において、2基のディーゼル発電機及び関連設備を整備するとともに、発電設備を格納する建屋を建設することが計画されていた。

具体的な計画内容は表2の通りであった。

表2 本事業の計画内容

日本側	機材調達・据付	・ ディーゼル発電機（5MW×2基） ・ 発電設備に必要な機械設備一式（燃料供給設備、潤滑油設備、冷却水設備等） ・ 発電設備に必要な電気設備一式（制御盤、変圧器、動力盤等） ・ 13.8kV 高圧配電盤 ・ 発電用保守道具、交換部品、緊急予備品一式
	施設建設	・ 発電建屋（約 1,190m²） ・ 配電盤建屋（約 90m²）

³ 太平洋島嶼国・地域が直面するさまざまな問題について首脳レベルで意見交換を行うことにより緊密な協力関係を構築し、日本と太平洋島嶼国の絆を強化するために1997年より3年に一度開催されている首脳会議。

パラオ側	・ プロジェクト用地の確保、用地内の既設建屋及び施設の撤去 ・ 常設フェンス及び門扉の設置 ・ プロジェクト用地へのアクセス道路の整備 ・ 水道工事（引き込み及び接続工事） ・ 排水工事（用地外側） ・ 用地確保（仮設資機材置き場・駐車場） ・ 残土及び工事排水の廃棄場所の提供 ・ 既設設備（電力系統など）への最終接続作業
------	---

出所：本事業の準備調査報告書より作成

これらの内容は、日本側負担分・パラオ側負担分ともに、ほぼ計画どおり実施された。
軽微な変更点としては、JICA からの提供資料によると、

- ・ エンジンルームの床の仕様の変更
- ・ 配電盤建屋と既設変電所間のケーブル敷設仕様の変更
- ・ 既設燃料タンクとの接続配管の変更

の三点のみであり、本事業の効果の発現にとってマイナス影響のある変更ではないことが確認された。



発電建屋全景



制御盤

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

本事業の事業費は、日本側事業費 1,729 百万円とパラオ側事業費 46 百万円の計 1,775 百万円となることが計画されていた。

実際の事業費は、パラオ側の投入額は不明であったが、日本側事業費は表 3 に示すとおり 1,578 百万円であった。

表 3 日本側事業費の実績内訳

(単位：百万円)

内訳	事業費
建設費	324.5
直接工事費	282.9
その他工事費	41.6
機材費	1,171.5
設計監理費	82.5
合計	1,578.5

出所：JICA 提供情報より作成

パラオ側の負担額は把握できなかったため、日本側事業費のみで比較すると、実績額は対計画比 91%であり、計画内に収まったといえる。

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間⁴は、詳細設計期間を含め、25 カ月になることが計画されていた。実際の事業期間は、2012 年 7 月～2014 年 5 月までの 23 カ月であった。計画された工期内に全ての工事・機材調達が完了しており、実績期間は計画内に収まった（対計画比 92%）。

本事業のアウトプットは、おおむね計画どおり実施されており、軽微な変更はより効率的な発電所運営のための必要性に基づいて行われたものであった。また、事業費、事業期間ともに計画内に収まった。したがって、効率性は高い。

3.3 有効性・インパクト⁵（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業の計画時、運用指標として電力供給予備力、効果指標として電力供給制限日数が挙げられていた。事後評価ではこれらの指標に加えて、パラオ首都圏の停電回数や停電時間も把握した。

⁴ 事業事前評価表に記載の計画期間は起点が不明であったため、協力準備調査報告書に示された工程表を採用した。工程表では、本事業の計画期間に交換公文締結日や贈与契約締結日は含まれておらず、事業期間の開始は詳細設計（コンサルタント契約締結日）からとされていた。そのため、本事後評価における事業の開始は、計画・実績ともに、詳細設計開始からとみなした。

⁵ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

表 4 本事業の運用・効果指標の推移

	基準値	目標値	実績値			
	2011 年	2017 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
		事業完成 3 年後	事業 完成年	事業完成 1 年後	事業完成 2 年後	事業完成 3 年後
電力供給予備力 ^{注 1} (MW)	0	10.49	18.0	18.0	18.0	17.5
電力供給制限日数 (日／年)	15 ^{注 2}	0	0	0	0	0
停電回数 (回数)	-	-	33	50	40	60
停電時間 (時間)	-	-	22	40	7	25

出所：JICA 提供資料、実施機関提供情報

注 1：電力供給予備力＝設備容量－最大電力

注 2：2011 年の推定値。発電設備のトラブルに起因する供給制限日を計上した数値

本事業の実施されたアイメリーク発電所の発電能力は 2011 年の火災発生後はゼロであったが、本事業実施後は 10MW（5MW×2 基）となっている。もうひとつの発電所であるマラカル発電所の最大出力は事後評価時に 20MW であり、パラオ首都圏に電力を供給している発電所全体の最大出力は 30MW となっている。実際の最大電力（ピーク需要）は 12.5MW 程度であることから、事後評価時の電力供給予備力は 17.5MW であった。目標値である 10.49MW を大きく上回っており、達成されたといえる。また、電力供給制限日数についても、本事業の実施により発電能力の不足に起因する供給制限は発生しなくなったことから、目標値は達成された。

その一方で、停電回数や停電時間は、2017 年においても年間 60 回（月平均 5 回）、計 25 時間（1 回平均 25 分）発生している。しかし、これらの停電の原因は、全て強風、木々の電線接触、車の電柱激突等を原因として送配電線に不具合が生じるという、送配電網の脆弱性によるものであり、本事業が関係する発電に起因するものは含まれていないことを確認した⁶。

以上より、定量目標は全体的に達成されていると判断される。

⁶ JICA は 2017 年～2018 年に開発計画調査型技術協力「送配電システム改善・維持管理強化計画策定プロジェクト」をパラオで実施中であり、その中で送配電系統の更新にかかる開発計画の策定と送配電運用維持管理の技術移転を行っている。



出所：準備調査報告書より抽出

図1 コロール島及びバベルダオブ島（南半分）の送配電系統

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

本事業計画時、事業実施による定性的効果として、

- ・ 発電設備の定期的なオーバーホールが可能になり、重大事故を未然に防止できる。
- ・ 発電設備の予備力を確保することにより、突発事故の場合でも出力の低下を予備機で補うことができる。

ことが想定されており、それにより電力供給制限が回避されることが見込まれていた。

実施機関によると、本事業実施により十分な供給予備力が確保されるようになり、発電機に対するオーバーホールを含むメンテナンスを順次行うことが可能になったことで、設備の重大事故も発生しておらず、電力供給制限も回避されているとのことであった。

アイメリーク発電所及びマラカル発電所には表5に示した発電機があり、通常は経済活動の中心地であり電力需要の多いコロール島により近いマラカル発電所で2基、アイメリーク発電所で1基の発電機を稼働させ、マラカル発電所のどちらかの発電機のメンテナンスを行う間にはアイメリーク発電所の発電機を2基稼働させるとのことである。マラカル発電所にはその他にも6基の発電機があり、出力が小さいことや老朽化のため常時運転には不向きではあるものの、主力の4基（アイメリーク発電所の2基+マラカル発電所の2基）に突発的な不具合や事故は発生した場合には、残りの発電機で需要を十分に満たすことが可能になっている。

表5 アイメリーク発電所及びマラカル発電所の発電機

内訳	出力 (KW)	備考
アイメリーク発電所		
Mitsubishi6 号機	5,000	常時運転 (本事業で調達)
Mistubishi7 号機	5,000	常時運転 (本事業で調達)
マラカル発電所		
Niigata14 号機	5,000	常時運転
Niigata15 号機	5,000	常時運転
Mitsubishi12 号機	2,500	電力供給改善計画 (1996 年) で調達
Mitsubishi13 号機	2,800	電力供給改善計画 (1996 年) で調達
Wartsila	1,200	
CAT#1	1,200	
CAT#2	1,200	
Mitsubishi (小型)	1,800 (450 x 4 基)	緊急無償資金協力 (2011 年) で調達
合計	30,700	

出所：実施機関提供資料等より作成

以上より、本事業の実施により、常時運転4基のうち3基を稼働させる運用を行っていることから、1基を順次定期的にオーバーホールすることが可能となっている。重大事故は生じておらず、事後評価時にも、安定的に発電機の運転が行われていることが確認された。

アイメリーク及びマラカルの発電所の最大出力は名目上は合計 30MW であるものの、通常時の実質的な供給能力は 20MW である。表5に示した発電機のうち、5MW の発電機以外は、マラカル発電所には、個々の出力が小さく、緊急用として運用しているものや、老朽化により常時稼働に適していないものなどがあるため、アイメリーク発電所の火災直後に PPUC 自身が購入した2基 (Niigata14 号機・15 号機) の発電機がマラカル発電所では常時運転用として用いられている。本事業で調達したアイメリーク発電所の発電機と合わせて、5MW の発電能力を有する発電機は4基あるため、常にいずれかの発電機が点検・補修できる状態となっている。本事業で 10MW の発電能力を持つ発電機を調達したことにより、安定的な電力供給が実現しているといえる。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業の実施により、「安定した電力供給が行われることで、経済発展、産業の振興、及び住民生活の向上に寄与する」ことがインパクトとして想定されていた。マクロレベルの非常に幅広いインパクトであることから、GDP 成長率を見た上で、パラオの基幹産業である観光業関連指標を把握した。

表 6 GDP 成長率及び観光業関連指標の推移

	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
GDP 成長率	2.6%	-4.5%	6.9%	10.6%	1.6%
1 人当たり GDP 成長率	4.5%	-3.9%	7.0%	9.6%	0.0%
宿泊業・飲食業成長率	11.3%	-3.4%	14.7%	25.7%	-9.9%
観光客数（人）	118,928	110,823	125,674	168,767	146,634

出所：2016 年統計年鑑

パラオの宿泊業・飲食業の成長率は近年大きく変動しており、全体的な GDP 成長率にも大きな影響を与えているが、観光客数はおおむね増加傾向にある。観光客数の増加に伴い、事後評価時点のパラオ首都圏のホテル数は 79、部屋数も 2,028 に上っており、本事業はそれらのホテルへの電力供給の大部分を担っている。事後評価においてホテル、商店、クリニック、航空会社、通信会社等計 12 社へのヒアリング⁷を行ったところ、全ての回答者が、必ずしも十分な水準ではないものの、近年は停電が減少し、電力供給が安定化したとのことであった。事業への影響は、予備発電機の稼働が減ったこと、十分な電力供給があることから ATM やより多くの冷蔵設備などを店内に設置することが可能になったことなど、プラスのインパクトが多く挙げられた。一方で、電圧変動や停電により通信機器や冷却設備に損傷が生じたといった声も聞かれた。

以上より、全体として、本事業はパラオ首都圏の経済活動を下支えする電力を安定的に供給しており、経済発展や産業振興に貢献しているといえる。また、事業者への聞き取りにおいても、電力供給の安定化により、事業コストの軽減や事業拡大につながっている面があることが確認された。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

①自然環境へのインパクト

本事業計画時、事業実施による環境への望ましくない影響は重大でないと判断されており、JICA 環境社会配慮ガイドラインに照らしても問題はなかった。実際に、本事業実施に必要な環境許認可は、本事業の準備調査中の 2012 年 2 月にパラオ環境管理委員会（Environmental Quality Protection Board: EQPB）から出された。また、煙突の適切な設計や発電建屋へのシャッター設置等の対策を取ることで、本事業完了後に日本や世界銀行の事業で用いられている環境基準⁸を満たす見込みであった。

⁷ コロール地区及びアイライ地区で 100 部屋以上を有するホテル、通信会社、クリニック、大規模な卸売業者、メイン通り沿いの商店等の中で、本調査に協力してくれた事業者 12 名（オーナーもしくは維持管理担当者、男性 5 名、女性 7 名）にヒアリングを実施した。

⁸ 本事業では、排出ガス中の NOx 排出基準は O₂ 13%、950ppm 以下、発電設備の騒音レベルは近隣住宅地：昼間 55dB 以下、夜間 45dB 以下という基準を採用することとされた。

実施機関、EQPB 及び事業コンサルタントによると、事業実施中及び実施後ともに、負の環境影響は発生しなかったとのことであった⁹。大気及び騒音については、測定機器を用いたモニタリングは実施されていないが、EQPB は現場での観察や苦情の有無に関する情報収集を行っており、その結果から負の影響はないと判断されている。水質については、毎月 EQPB の担当者がアイメリーク発電所の排水を採取・検査することによりモニタリングを行っており、その結果、特段の問題が指摘されたことはないとのことである¹⁰。

また、本事業で調達した発電機は以前設置されていた発電機に比べて燃費が良く、実施機関からは、事業実施前の発電機よりも平均約 15.5%燃料消費量が改善したという結果も得られた。

以上より、事業実施に伴う環境への負の影響は発生していないほか、住民への影響もないことから、全体として問題はないと思われる。

②住民移転・用地取得

本事業は既存のアイメリーク発電所敷地内で実施される事業であったため、計画時には用地取得や住民移転は発生しないと考えられていた。事後評価時に確認したところ、発電施設は実際に既存の発電所敷地内に建設されており、本事業実施に伴う住民移転・用地取得は共に発生しなかった。したがって、全体として問題はなかったといえる。

本事業で想定された定量指標は共に達成されているほか、十分な供給予備力を確保したことにより、発電機を順次オーバーホールすることや突発的な故障等の際にも安定的な供給を行うことが可能となった。また、定量的に示すことは困難であったが、本事業はパラオ首都圏に電力を安定的に供給しているという点での経済活動を下支えする役割を果たしているといえる。実際に事業者からコストの削減や事業拡大を行うことが可能であったという意見も聞かれた。自然環境への負の影響や、住民移転・用地取得は発生しておらず、環境・社会面でも問題は見られなかった。

以上より、本事業の有効性・インパクトは高いと判断される。

3.4 持続性（レーティング：③）

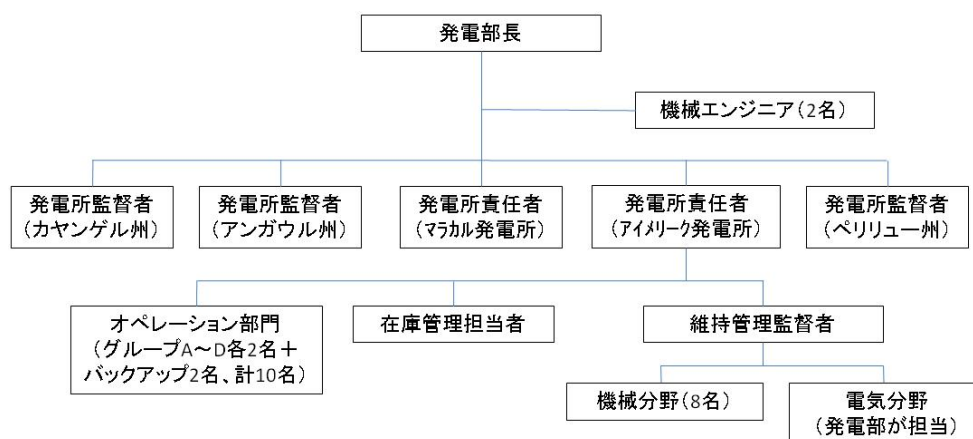
3.4.1 運営・維持管理の体制

本事業対象地域を含め、パラオにおける電力供給は全て PPUC（職員数 291 名）が担っている。PPUC は以前は電力のみを供給する公社であったが、2013 年 6 月に上下水道

⁹ 事業実施中は実施機関及び事業コンサルタントが自然環境に悪影響が及んでいないか、常に確認を行っていたとのことであった。事業完成後については、実施機関及び EQPB から特段の問題は指摘されていないという確認が得られた。

¹⁰ アイメリーク発電所では、2015 年に既存の油水分離施設を更新し、本事業で設置した発電機による廃棄油と水分を分離している。

事業を統合して新生 PPUC となった。PPUC は 8 つの部門から構成されており、電力専門の部署としては発電部と送配電部がある。アイメリーク発電所は発電部に所属しており、21 名の職員が運転・維持管理を行っている。そのうち、運転担当の 10 名は 4 つのグループに分かれており、3 交代制（各 8 時間）で発電所の常時運転を担っている。



出所：実施機関提供資料

図 2 発電部及びアイメリーク発電所の組織図

発電部は長年電力分野で経験を有するフィリピン出身のエンジニアが部長を務めている¹¹。アイメリーク発電所の機械分野の職員の大部分は技術的な学位を保有していないが、監督職員は学位を有する技術者であり、発電所の運営・維持管理に必要な技術者は確保されていると思われる。なお、近年はパラオ・コミュニティ・カレッジの電機・機械コース修了者の採用に重点を置いているとのことであった。

したがって、本事業で整備した発電施設・設備の運営・維持管理体制には問題はないといえる。

3.4.2 運営・維持管理の技術

本事業計画時より、PPUC は、ディーゼル発電機の運営・維持管理に関して十分な経験を有しており、本事業で調達した発電設備の運営・維持管理に関する技術的な問題はみられなかった。PPUC によると、専門的な学位を保有する職員は少ないものの、技能を有する機械技師・電気技師は十分所属しており、緊急時の対応や、メーカーの技術者の下で行うオーバーホールも担当できるとのことであった。事後評価時に、PPUC で発電所業務の改善の指導を行っていた JICA シニアボランティアからも、日常的な運営・維持管理能力に問題はないとのコメントが得られた。

一方で、PPUC の職員に対する能力強化については、日常業務を通じた OJT が中心で

¹¹ アイメリーク発電所の 21 名のうち、監督者を含む 3 名はフィリピン人であった。

あり、体系的な研修・訓練の仕組みは見られなかった。JICA が提供する研修に時々技術者を派遣する機会がある程度であるとのことであった。また、パラオ国内に専門的な知識を有する技術者を育成する機関はないことから、専門分野で学部以上の学位を取得するには海外で教育を受けることが不可欠となっている。

以上のとおり、パラオ国内での学位保有者の確保が困難ではあるものの、日常的な運営・維持管理において技術的に対応できていない事項は見受けられず、また技術者が確保できないという事態にもなっていないことから、技術的な持続性は一定程度あると考えられる。

3.4.3 運営・維持管理の財務

PPUC の近年の収支状況（電力分野のみ）は表 7 のとおりであった。

表 7 PPUC の事業収支

（単位：千米ドル）

	2014 年	2015 年	2016 年
事業収入	27,650	21,829	20,642
電気事業	27,308	21,057	19,807
その他	634	772	908
未収電気料金	-292	0	-73
事業支出	26,801	23,385	18,340
発電用燃料費	18,732	14,555	10,135
発電用その他費用	3,503	3,830	2,436
送配電費用	813	935	1,251
一般管理費	920	856	973
技術サービス	554	496	335
減価償却費	2,187	2,615	2,672
再生可能エネルギー	92	98	538
事業収支	849	-1,556	2,302
事業外収益	152	-163	1,012
政府からの出資金	13,131	-	92
純利益	14,132	-1,720	3,406

出所：実施機関提供資料

PPUC の事業収支は、純利益ベースでは 2015 年は赤字であるが、2014 年と 2016 年は黒字を計上した。また、減価償却の多くは無償援助事業による施設・設備の償却額が計上されており、PPUC 自身のキャッシュフローには問題はないことが確認された¹²。また、2014 年の大幅な黒字は政府からの出資金によるものであるが、これは本事業の事業費の一部が計上されたものであり、徐々に減価償却されていくものである。なお、PPUC に

¹² PPUC 自身で発電機を購入することもあるものの、大型の事業は主にこれまで日本からの援助により進められており、大規模投資を PPUC 自身が行うということにはなっていない。

は政府補助金は投入されていないとのことであったが、「未収電気料金」とは、主に政府関連機関からの未払い金となっている。近年は大きく改善したが、上下水道部門からの累積未払い額がまだ残っているとのことであった¹³。

電力料金は PPUC の収入の大部分を占めているが、PPUC には価格決定権限は付与されていない。電気料金は燃料価格に応じて定期的に改訂されており、例えば、家庭向け（0～150KWh の場合）は、1KWh あたり 21.1 セントであった料金が、2018 年 1 月に 19.7 セントに引き下げられた。燃料価格は国際市況によって大幅に変動する可能性があるため、価格変動に応じた電気料金の改定を遅滞なく行い、赤字にならないように運営していくことが重要であると思われる。

発電用施設・設備の維持管理費は、PPUC 事業収支の「発電用その他費用」に含まれており、その近年の推移は表 8 のとおりであった。PPUC によると、オーバーホールを含め、安定的な発電のために必要な維持管理費は支出しているとのことであった。

表 8 発電用施設・設備の維持管理費

（単位：千米ドル）

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年
発電施設・設備の維持管理費	2,205	2,868	2,600	1,682

出所：実施機関提供資料

以上より、財務状況については、累積未払い金の回収をより一層進めていく必要があるものの、発電施設・設備向けの維持管理費もおおむね十分な水準で支出されており、事後評価時点では特段の問題はないと判断される。

3.4.4 運営・維持管理の状況

本事業で整備したアイメリーク発電所の発電機及び施設は、スペアパーツの調達も滞りなく行われているとのことであり、事後評価時には全て良好な状態で稼働していた。毎時稼働データを記録していたほか、定期的に点検・維持管理すべき項目についても記録を取っていることが確認された。

大規模な維持管理作業であるオーバーホールについては、発電機上部を対象としたものが 4,000 時間ごと、全体的なものが 8,000 時間ごとに行われるのが望ましいとされているが、必ずしも正確にその間隔で実施できているわけではなく遅れがちであった。しかし、将来的に運転に大きな問題が生じる可能性のあるような遅れではなく、運転時間を

¹³ 電気部門と上下水道部門が統合して 2013 年に新生 PPUC となった後の 2014 年から上下水道部門が累積未払い金の返済を始めているが、PPUC が記録している顧客からの累積未払い金の 7 割は上下水道部門によるものである。

記録し、次のオーバーホールまでの準備作業を行っていた¹⁴。

したがって、本事業の施設・機材の運営・維持管理状況には問題はなく、必要な電力供給が行われていた。発電機の稼働に影響の及ぶようなスเปアパーツの調達上の問題もなく、全体として良好な状態に管理されていた。

以上より、職員の能力向上に関する取組みが必ずしも十分とはいえないものの、全体的に体制面、財務面、運営・維持管理状況に問題はなく、技術面でも一定の継続性がみられることから、十分な運営・維持管理が行われているといえる。したがって、本事業により発現した効果の持続性は高いと判断される。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、パラオ首都圏の電力不足を緩和するため、ディーゼル発電施設・設備を整備した事業であった。本事業は計画時及び事後評価時のパラオの開発計画・開発ニーズに合致しているほか、計画時の日本の援助政策とも整合しており、妥当性は高い。事業の実施面では、事業内容はおおむね計画どおりであり、事業費・事業期間ともに計画内に収まったことから、効率性は高い。事業効果に関しては、電力供給予備力は十分確保されたほか発電設備に起因した電力供給制限は発生しなくなり、パラオ首都圏への電力が安定的に供給されるようになった。電力の安定供給により、事業コストの削減や事業の拡大が実現したという意見も聞かれており、観光業をはじめとした経済活動が下支えされていることが確認された。また、自然環境への負の影響や住民移転・用地取得の点でも問題はなく、全体として本事業の有効性・インパクトは高い。運営・維持管理面では、体制面、技術面、財務面、運営・維持管理状況全てにおいておおむね問題は見られなかったことから、持続性は高いと判断される。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

事後評価においては、PPUC の発電所の運営・維持管理に関する技術力には特段の懸念は見受けられなかったが、既存の技術者の能力向上に対する取組みが必ずしも十分ではないことが確認された。将来的に組織内で技術的な知見を蓄積していくためには、アイメリーク発電所及びマラカル発電所の発電関係技術者を中心とした職員に対する研修体系を確立することが重要であると思われる。その中には、海外でなければ習得できない内容もあれば、国内で実施できる内容もあることから、国内で実施できるものに関し

¹⁴ 本事業で設置した発電機は、2018 年 7 月及び 8 月に順次オーバーホールされる予定であった。オーバーホールは、それぞれ 1 カ月を要する見込みであった。

ては、PPUC は技術者が必要と考えている分野に関する研修プログラムを早急に確立させ、実施していくことが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

PPUC の発電状況には問題はなかったが、事後評価では、発電した電力をユーザーに送る際に送配電網の脆弱さに起因する停電が度々発生していることが確認された。パラオ首都圏の事業者からは、全般的に停電状況は数年前よりも改善したとの意見が聞かれたが、本事業の効果を十分発現させるためにも、再生可能エネルギー導入状況を踏まえつつ送配電網を強化し、安定的な電力供給が長期的に実現するように支援していくことが重要であると考えられる。その意味で、2017 年度より開始されている開発計画調査型技術協力「送配電システム改善・維持管理強化計画策定プロジェクト」は時宜に合った案件といえる。

4.3 教訓

広域的な人材育成の取り組みの必要性

本事業では、実施機関に必ずしも十分な人材育成の仕組みが備わっていないことが確認された。パラオは常住人口が 2 万人程度の国であり、大学卒業学位を付与できる高等教育機関もないことから、あらゆる分野の技術者を単独で育成・確保することは困難であり、外国人技術者の活用も課題解決のひとつの手段である。しかし、パラオ国民の間でも十分な基幹技術者を育成することが、長期的な技術力の蓄積の観点から望ましい。近隣諸国では、パラオと同様にミクロネシア連邦やマーシャル諸島も人口規模が小さく、独自に体系的な制度を構築していくことは困難であることから、電力分野のような特定分野では、これまでの近隣諸国への職業訓練協力の経験も活用しつつ、広域的な能力向上の支援を別途定期的に行っていくことが、事業としての一定の規模の確保及び組織における知見・能力の蓄積に有効であると思われる。その際には、JICA 単独の支援事業としてのみならず、太平洋諸島地域のエネルギー地域機関である太平洋諸島電力協会等とも協力していくことが効果的である。それにより、JICA が実施する無償資金協力事業の効果の持続性もより安定的に確保されることが考えられる。

以上