

令和5年度環境省委託事業

令和5年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務

(浦添市・アイライ州都市間連携による持続可能な

環境配慮型都市構築支援事業)

報告書

令和6年3月

日本エヌ・ユー・エス株式会社

浦添市

目次

1. 本業務の背景、目的及び実施体制	1
1.1. 背景および目的.....	1
2. 事業化計画の検討.....	7
2.1. パラオ国概況と気候変動対策	7
2.2. 浦添市と気候変動対策、パラオとの繋がり	9
2.3. 導入可能性技術と調査結果	12
2.3.1. 第三者所有型の太陽光パネルおよび蓄電池無償設置サービス（PV-TP0）	12
2.3.2. 可倒式風力分野.....	17
2.3.3. 商業施設、公共施設向け高効率空調、給湯機器導入	25
2.3.4. 提案技術/サービスの導入を見据えた系統安定化分野	28
2.3.5. 政策提言.....	41
2.3.6. C2P2 促進に向けた取り組み	42
2.4. 都市間連携活動.....	52
2.4.1. 2023 年 8 月現地調査	52
2.4.2. 2024 年 1 月現地調査	62
2.5. 今後の活動方針.....	66
資料1 都市間連携事業ワークショップ資料（JANUS 資料）	69
資料2 都市間連携事業ワークショップ資料（アイライ州資料）	75
資料3 都市間連携事業ワークショップ資料（浦添市資料）	78
資料4 都市間連携事業ワークショップ資料（シードおきなわ資料）	83

表目次

表 2-1	マラカル発電所およびアイメリーク発電所の発電機等	12
表 2-2	太陽光発電シミュレーション結果	15
表 2-3	導入実績	18
表 2-4	州別の電力需要予測	25
表 2-5	インフラ整備計画マスタープランにおける電力セクター事業	34
表 2-6	「電力系統優先計画 2021-2025」優先プロジェクト ¹	34
表 2-7	現地調査行程	52

図目次

図 1-1	パラオパシフィックリゾート	2
図 1-2	トンガ王国における可倒式風力導入実績	3
図 1-3	都市間連携事業構想図	6
図 2-1	浦添市の浦添市環境基本計画と浦添市総合計画	9
図 2-2	「第三者所有型の太陽光パネル・蓄電池無料設置サービス（PV-TPO）」	10
図 2-3	浦添市クリーンセンター、環境教育	11
図 2-4	コロール・バベルダオブ島電力系統図	13
図 2-5	電力需要における太陽光発電の制約イメージ	17
図 2-6	可倒式風力発電機と傾倒メンテナンスの様子	18
図 2-7	米国エネルギー庁による風況調査地点と計測結果	19
図 2-8	観測地点での風向、風速分布、乱流解析	20
図 2-9	風力適地候補	21
図 2-10	パラオでの風況調査地図	23
図 2-11	パラオにおける保護区および本事業での調査地	24
図 2-12	パラオにおける電力需要の増加予測	25
図 2-13	パラオにおける水道インフラ	27
図 2-14	ディーゼル発電機との併用に伴う再エネ出力制限イメージ	29
図 2-15	同期電源（慣性力有）と非同期電源のイメージ	29
図 2-16	波照間島において実証した MG セットによる系統安定化	30
図 2-17	PPUC との面談の様子（2023 年 1 月）	31
図 2-18	PPUC との面談の様子（2023 年 8 月）	31
図 2-19	マラカル発電所と制御室	32
図 2-20	Solar pacific 社発電所と制御室	33
図 2-21	アグリゲーションモデルのイメージ	40
図 2-22	ワークショップの様子	41
図 2-23	コロール州廃棄物管理事務所（リサイクルセンター）	43
図 2-24	M-dock（左）とアイメリーク州の新最終処分場（右）	43
図 2-25	リサイクルセンターの機能移転・拡大の概要	44
図 2-26	廃棄物収集運搬車両及び充電システム（令和 4 年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 パラオ共和国コロール州における EV 車両導入を通じた脱炭素化促進およびコ・ベネフィット創出事業／北九州市ーコロール州連携事業）	45
図 2-27	バベルダオブ島における農家の分布	47
図 2-28	パラオにおける農産物の流通構造	48
図 2-29	ローカル農産物の棚	48
図 2-30	輸入農産物の棚	48
図 2-31	スーパーマーケットのローカル水産物コーナー	49

図 2-32	ローカルのマグロフィレ	50
図 2-33	フィリピン産 Milk fish の冷凍切り身	50
図 2-34	農水産業施設を活用した再生可能エネルギーの導入のモデル	51
図 2-35	気候変動局担当者との打ち合わせ、面談の様子	53
図 2-36	PPUC との面談の様子	53
図 2-37	PPR のマネージャー及び技術者と打ち合わせの様子	54
図 2-38	農業局長との面談、試験栽培施設	55
図 2-39	養殖センター、センター屋根置き太陽光発電	55
図 2-40	環境局との面談、中央政府オフィス	56
図 2-41	コロール州廃棄物管理事務所（コロール州リサイクルセンター）	58
図 2-42	植物工場の位置と上空写真（Google Map s）	58
図 2-43	スーパーマーケットの野菜売り場に掲示されている EGAI ブランドマーク	59
図 2-44	植物工場内の様子	59
図 2-45	パラオ水産養殖試験センターの位置と上空写真	60
図 2-46	シャコガイ生産の流れ	61
図 2-47	養殖中のシャコガイ	61
図 2-48	センター内の取水ポンプ	61
図 2-49	センターの屋根の上の太陽光パネル	62
図 2-50	養殖場外観	62
図 2-51	アイライ州との意見交換の様子	63
図 2-52	JICA パラオとの意見交換の様子	64
図 2-53	リサイクルセンターとの意見交換の様子	64
図 2-54	PEWA との意見交換の様子	65
図 2-55	COP28 サイドイベントにおける登壇の様子	66
図 2-56	今後の事業項目別の取組計画	68

略語表

略語	英語	和訳
ADB	The Asian Development Bank	アジア開発銀行
AIFFP	Australian Infrastructure Financing Facility for the Pacific	オーストラリア・インフラストラクチャー・ファイナンス・ファシリティ
BCP	Business Continuity Plan	事業継続計画
BEMS	Building and Energy Management System	ビル・エネルギー管理システム
COP	Conference of the Parties	(気候変動枠組条約) 締約国会議
DR	Demand Response	需要応答
DX	Digital Transformation	デジタル変革
EPC	Engineering, Procurement and Construction	設計・調達・建設
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HEMS	Home Energy Management System	ホーム エネルギー マネジメント システム
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
IRENA	The International Renewable Energy Agency	国際再生可能エネルギーアソシエーション
JANUS	Japan NUS Co., Ltd.	日本エヌ・ユー・エス株式会社 (本都市間連携提案事業者)
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
PPA	Power Purchase Agreement	電力販売契約
PEWA	Palau Energy Water Administration	パラオ政府財務省エネルギー・水管理組織
PPUC	The Palau Public Utilities Corporation	パラオ電力公社
PV-TPO	Photovoltaic Third-Party Ownership	太陽光第三者所有モデル
LED	Light Emitting Diode	発光ダイオード
MG	Motor and Generator	モーター発電機
NDBP	The National Development Bank of Palau	パラオ開発銀行
NDC	Nationally Determined Contribution	国が決定する貢献 (国別温室効果ガス削減目標)
SPPP	Solar Pacific Pristine Power Inc.	ソーラーパシフィック・プリスティン・パワー
TPO	Third Party Ownership	第三者所有モデル
REO	Reliance Energy Okinawa Corp.	株式会社リライアンスエナジー沖縄

VPP	Virtual Power Plant	仮想発電所
WiFi	Wireless Fidelity	無線 LAN
4R	Reduce, Reuse, Recycle and Refuse	減らす、再利用、リサイクル、断る（ゴミ減量の考え方）

1. 本業務の背景、目的及び実施体制

1.1. 背景および目的

令和4年（2022年）11月に開催された気候変動枠組条約第27回締約国会議（COP27）の合意文書を以て、産業革命前からの気温上昇を1.5℃に抑えることの重要性が再確認された。この目標達成に向けた世界全体の進捗を評価するグローバル・ストックテイク（GST）が今回、パリ協定発効以降、初めて実施された。目標達成には、各国において、州、市、区等、様々なレベルにおいて取組を加速させることが必要不可欠である。日本でも、2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにし、脱炭素社会を目指すことが宣言され、CO₂排出実質ゼロを宣言する自治体は1,000以上（2023年12月28日現在）にまで急増しており、令和3年（2021年）6月に策定された地域脱炭素ロードマップの下、先進的な対策を各地で創出し、全国に拡大するような取組が進められている。

このとおり具体的な地域の気候変動対策・プロジェクトを検討・実施するうえで、都市や自治体の役割は重要性を増している。世界全体での脱炭素社会の実現に向けては、特に経済成長が著しいアジアにおいて、持続可能な脱炭素社会構築への動きを加速させることが必要であり、社会経済の発展を支える活動の場である都市の脱炭素化に向けて、国際的にも都市の取組を支援する動きが強化されてきている。

本事業の対象国であるパラオ共和国（以下、「パラオ」という。）は、2032年まで再エネ100%の目標を掲げている。目標達成に向けて、2024年に新たなロードマップ作成を予定しており、政府としても政策を強化する動きがある。

こうした背景の下で、本事業では、パラオ共和国アイライ州（以下「アイライ州」という）で高い需要のある再エネ・省エネ技術を始めとした環境配慮の街づくりに対し、沖縄県浦添市が同市の経験を活かしつつ、再生可能エネルギーの普及と主力化を目指した脱炭素化の支援を行う。

具体的には、浦添市と包括連携協定を結ぶ沖縄電力グループ会社のシードおきなわ合同会社の協力を得て、同社グループが浦添市において展開する第三者所有型の太陽光（PV：Photovoltaic）パネルおよび蓄電池無償設置サービス「PV-TPO(Third Party Ownership)」の普及を検討する他、可倒式風力発電のパラオ国への技術の導入および普及を通じ、再生可能エネルギーの利用拡大を目指す。さらに、分散型電源や可制御負荷の遠隔監視・制御の実証に取り組む市内企業ネクストミズの協力を得て、系統安定化や制御等を通じた再生可能エネルギー普及拡大の基盤インフラ整備を検討する。

本調査においては、設備導入・事業実施段階にあたって二国間クレジット制

度(Joint Crediting Mechanism、以下「JCM」という。)設備補助事業の活用を目指すこととしており、各案件の JCM 事業化に際して以下の活動を実施する。

① 第三者所有型の太陽光パネルおよび蓄電池無償設置サービス (PV-TP0)

パラオでは大型の太陽光 IPP (Independent Power Producer) が参入したところであるが、再エネの最大化には需要家側での自家消費型太陽光の普及が不可欠である。自家消費型太陽光の普及には、初期投資を伴うことから需要家の資金力が普及性に影響する。第三者所有型の太陽光パネルおよび蓄電池無償設置サービス (PV-TP0) は、第三者による出資で太陽光発電システムの初期投資を負担し、電力料金で回収を行うスキームであることから、需要家それぞれの資金力に依存せず普及できる点で有効な施策であるといえる。

パラオでは、屋根置き太陽光に関して、2025 年に現状の 3 倍である 3MW の導入目標が掲げられており、蓄電池についても 2025 年には 9.4MWh とする目標がある。アイライ州には公立学校を始めとした公的施設や商業・工業施設が多いことから、州政府等の協力も期待できる。一方、パラオにおける系統接続制約の観点から、当該系統への接続を前提とした太陽光発電導入には現状制約がある。よって、太陽光発電と系統制御を併せた取組モデルとして、パラオの独立グリッドを所有・管理する「パラオパシフィックリゾート (Palau Pacific Resort、以下「PPR」という。)」を対象に PV-TP0 のモデル事業化を検討する。



図 1-1 パラオパシフィックリゾート

本調査においては、以下の項目の調査を通じて、実現可能性と効果を検討する。

- ・ PPR における太陽光発電システムの設計
- ・ JCM 設備補助事業化の検討
- ・ PPR 以外のポテンシャルサイトの特定および導入規模の算出
- ・ PV-TPO サービス実施主体となる現地事業者の探査

② 可倒式風力分野

パラオでは豊富な風力資源はあるものの、台風の通過やメンテナンス技術者の不足等、離島故の課題を有しており、風力発電の導入は進んでいない。沖縄電力グループの可倒式風力発電技術は、沖縄県の離島地域の風力資源有効活用を目指して開発された技術であり、島しょ地域への導入に適している。なお、2018 年には同じく大洋州諸島であるトンガ王国に同技術を導入した実績がある。

トンガ王国へ可倒式風力発電所を導入



2019年トンガ王国へ5基の可倒式風力発電所を導入し、
既存のディーゼル発電所の燃料費の年間150万TOP
(Tonga pa'angaで約7,500万円に相当)の節約に貢献



図 1-2 トンガ王国における可倒式風力導入実績

パラオ政府からも、2018 年度に沖縄電力への協力依頼がある等、可倒式風力発電技術に対する関心は高く、本調査においてこのプロジェクトを遂行、実現させるための素地は既にある状況となっている。

そこで、本調査においては、以下の項目の調査を通じて、実現可能性と効果を検討する。

- ・ アイライ州と電力系統を一にする地点を中心に据えつつ、前年度にポテンシャルを見出した各地点においてさらに絞り込みを行う。また、パラオ全土を対象としたポテンシャル地点の探査も行う。
- ・ 導入効果と課題を抽出し、整理したうえで導入計画を検討する。

③ 商業施設、公共施設向け高効率空調、給湯機器導入（エネルギーサービス）、水素製造の可能性分野

太陽光発電の導入を目指す PPR では、温冷熱需要があり、既設のディーゼル発電機の排熱活用可能性を検討した。

また、「令和 3 年度水素製造・利活用第三国連携事業（二国間クレジット

制度資金支援事業のうち水素製造・利活用第三国連携事業)」を踏まえ、水素の利用面に係る普及検討を行った。

- ・ PPRにおける温冷熱需要に対し、ディーゼル発電機の排熱の活用可能性を検討する。
- ・ 水素利用先として、「令和 3 年度水素製造・利活用第三国連携事業（二国間クレジット制度資金支援事業のうち水素製造・利活用第三国連携事業）」との連携により、将来的に燃料電池等への移行も見据えつつ、既存のディーゼル発電機については依存度を最小化するとともに排熱利用によるエネルギー効率の最大化を検討する。

④ 提案技術/サービスの導入を見据えた系統安定化分野

本提案における 3 技術/サービス（PV-TP0、可倒式風力、エネルギーサービス）の導入には、国内全体の各種電源との統合制御が求められる。また、PV-TP0 やエネルギーサービス等需要家側の可制御負荷を対象とした制御システム（エリア・アグリゲーション）の導入により、需要家側も系統安定化に寄与するため、更なる系統安定化につながることを期待できる。

本調査においては、以下の調査を通じて系統安定化の実現可能性を検討する。

- ・ 系統安定化に向けた様々な取組が様々な機関の下で行われており、まずは現在進められている施策の整理と、電力マスタープランや政策方針を踏まえた支援メニューの検討が必要である。本調査においては、既存の取り組みや電力マスタープランの分析を通じて課題抽出を行う。
- ・ 電力需給制御策として、エリア・アグリゲーションシステムの導入可能性を検討する。

⑤ 政策提言

アイライ州における脱炭素施策の推進に向け、浦添市が策定した「浦添市環境基本計画」や「浦添市地球温暖化対策実行計画」等の事例や市独立のリサイクルセンターを運用した廃棄物処理、省エネ施策、環境教育等の取組の紹介、意見交換を行った。

⑥ C2P2 促進に向けた取り組み

クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラム（C2P2）は、日本の自治体、民間企業、金融機関等の参画を得て、国際開発金融機関（MDBs）

等とも連携しながら、パートナー都市における気候変動、環境汚染、循環経済、自然再興を含む都市課題に対して包括的かつ相乗的な支援を提供するものである。本事業では、脱炭素の取組を主たる活動としつつ、環境汚染、循環経済、自然再興に係る分野においても、浦添市及びアイライ州との連携の中で検討を行うこととした。検討テーマを以下に示す。

(1) 廃棄物管理支援

パラオは他の大洋州諸国同様、島しょ地域特有の廃棄物課題を抱えている。島しょ地域は一般的に、マテリアルリサイクル等による資源循環に規模のメリットが効かないことや、埋立処分以外の選択肢が無いことなどが課題とされる。パラオも例外ではなく、固形廃棄物のほとんどが埋立処分せざるを得ない状況にあり、C2P2 促進に向けた取組として資源循環に寄与する取組の可能性について調査を行った。廃棄物分野については、日本を主とした支援が長年行われており、その成果も現れつつあることから、こうした既存の取組の強化に繋がる検討を行った。

(2) 農水産業の振興と脱炭素化

パラオにおいては、エネルギー課題に加え、食料の安全保障についても課題がある。ほとんどの食料が輸入依存であり、エネルギー価格変動が食品価格に影響する他、観光業の食品需要に応えるだけの農産物生産能力が無いことから、パラオ国内への利益還元の機会損失となっている。

背景には担い手不足がある他、商業農家がほとんどなく、半自給的農家が余剰分をマーケットに出荷する形態であり、ビジネスとしての農業が確立されていない。水産に関しても、多くは漁獲した魚のうち自家消費の余剰分を販売する程度の規模に留まっている。

アイライ州においては、観光産業への供給による経済活性化や、若者の就労機会として、農業・漁業振興に係る政策方針を有している。こうした背景から、先進的かつ脱炭素と両立した農水産業の開発ニーズが高いと考えられ、本調査においてはスマート農水産業の事業化可能性に係る調査を行った。

これらの事業構想を下図に示す。



図 1-3 都市間連携事業構想図

2. 事業化計画の検討

2.1. パラオ国概況と気候変動対策

パラオは、西太平洋に位置する国で、200 以上の火山島とサンゴ礁の島々からなり、その多くは 1 つのバリアリーフに囲まれている。総面積は 459 平方キロメートル、人口は約 18,000 人である。パラオは、米国が管理する国連信託統治領を経て、1994 年に独立を果たした。首都は、2006 年にコロール市に代わって、同国最大の島であるバベルダオブ島に位置するマルキョク州ンガルムド(Ngerulmud) となった。

パラオはスペイン、イギリス、ドイツ、日本、アメリカの植民地支配の歴史があるものの、独自の豊かな文化を有し保全に努めている。また、国連に加盟しており、日米との有効な外交関係を維持してきた他、台湾との国交があり、在パラオ外国公館は、日本、アメリカ、台湾となっている。パラオには軍隊がなく、自由連合盟約 (Compact of Free Association, COFA、以下「コンパクト」という。) により安全保障・防衛の権限と責任はアメリカが有している。国内には小規模な米軍施設 (アイライ州) があるが、実戦部隊は駐留していない。

産業としては、豊かな自然資源を活用した観光産業が経済の主軸であり、持続可能な観光業の発展を目標に、自然資源と調和した観光産業振興に取り組んでいる。政府財政は専らコンパクトに基づく財政支援や日本、台湾、開発銀行等による援助資金となっている。

本事業対象自治体であるアイライ州は、バベルダオブ島の南岸に位置する。同州はコロール州に次いで人口が多く、人口密度はパラオ最大である。人口のほとんどは海岸沿いの低い自然の海食棚に居住している。州には選挙で選ばれる行政長官並びに知事と、議会議員は 4 年ごとに選出される。住民はパラオ代議員会の議員の 1 人を選出する。

アイライ州には少なくとも 11 の伝統的な村落遺跡があり、200 年前に建てられた最古のバイ (男性集会所) が現存しており著名である。

パラオと沖縄県は、歴史的、文化的な結びつきが深く、友好関係の強化を進めている。2022 年、両者は友好関係の強化と、将来的な協力関係の拡大のための覚書調印に至った。このパートナーシップは、インド太平洋地域における日本の安全保障の文脈から重要であり、今後も協力関係を継続・強化することが国益上も意義深い。両地域は表敬訪問や協議を行い、協力強化によるさらなる両地域の発展が期待される。

沖縄県との関係は戦前に遡る。1940 年代にはパラオの日本人在留者約 1 万 1 千人のち、その 4 割強が沖縄県出身者であったと言われ、現在もその子孫で沖

縄にルーツを持つパラオ人は少なくない。

近年では、2021 年のパラオ大統領就任に際し、沖縄県玉城知事が祝辞を発出し、双方が有する資源や技術等の交流・共同の取り組みの推進に期待する旨が言及された。上述の友好関係の強化に関する覚書締結はこれを受けて実現したものである。

こうした外交関係の下、沖縄電力グループにおいても、パラオ国エネルギー大臣より可倒式風力に関する技術協力依頼レターを受領し、パラオへ技術者を派遣し調査を行うなどの取組を進めてきた経緯があり、良好な関係を継続してきたところである。

沖縄電力グループでは、海外への技術協力を意欲的に取り組んでおり、2003 年度から毎年独立行政法人国際協力機構沖縄センター（以下、「JICA 沖縄」という。）の研修プログラムにおいて海外研修生を受け入れ、各国で指導的役割を担う技術者の能力向上を図っている。

JICA 沖縄は海外から年間約 400 人の研修生を受け入れるプロジェクトを約 40 年前から実施しており、これまで 164 カ国から 13,000 人以上を受け入れ、パラオからは合計 120 名以上を受け入れてきた。

JICA 沖縄や沖縄電力グループ本店は浦添市に立地しており、市は両者と協力関係を有している。なかでも沖縄電力グループとは、2021 年に包括連携協定を締結し、公共施設への太陽光導入など、環境に配慮したエネルギーの利用推進に積極的に取り組んできたところである。

パラオは、島しょ国故にエネルギーの安全保障と安定供給、アクセス向上に課題を抱えてきた。持続可能性に留意したエネルギー政策に取り組んでおり、2015 年には「国家長期エネルギー政策」を改訂、2017 年には「パラオ・エネルギー・ロードマップ」を策定した。この取り組みには再生可能エネルギー導入計画も含まれており、太陽光発電、水力発電、太陽熱利用などが検討されている。さらに、日本等の支援により、送電網整備計画などのインフラ整備に係る取り組みが進められている。

パラオ政府は、2025 年までに再生可能エネルギーを 45%とする目標を掲げており、2032 年までには再エネ 100%の目標を掲げる方向でも準備が進められている。2024 年 3 月に新たなロードマップが策定予定となっているが、これは姉妹都市であるハワイ州を参考に、パラオエネルギー水局（PEWA, The Palau Energy & Water Administration, 以下、「PEWA」という。）において策定を進めている段階にある。再生可能エネルギー導入の促進による気候変動対策のみならず、廃棄物等環境課題やレジリエンス向上、産業振興といった課題に対しても具体的対策が期待されている。

2.2. 浦添市と気候変動対策、パラオとの繋がり

浦添市では、2011 年に環境基本条例を策定し、その基本理念をもとに「浦添市環境基本計画」を策定し、取り組みを進めている。本計画では、望ましい環境像を定め、市民・市民団体・事業者・来訪者・市（行政）が協働して推進する具体的な施策および行動指針について記載されている。また、「安心安全でやすらぎにみちた快適環境都市」を目指し、「浦添市総合計画」も策定している。本計画では、防災や消防・救急体制、防犯や交通安全等の環境整備、景観や植樹や公園に関すること、環境保全や循環型社会について記載している。

また、浦添市では「浦添市環境基本計画」および「浦添市総合計画」を上位計画とし、2009 年度に「浦添市地球温暖化対策実行計画（事務事業編）」の第 1 期計画を策定、更新を加え 2018 年度に第 3 期計画を策定している。本計画ではより具体的な計画として、市施設への高効率設備の導入や省エネ行動の推進等、全庁的に地球温暖化対策に取り組み、温室効果ガス排出量の削減等を定めている。また、浦添市域全体の排出する温室効果ガス排出についても、「区域施策編」としての実行計画において、その進捗状況を把握・公開する施策を行っている。両計画は、「地球温暖化対策の推進に関する法律」に基づくもので、地方公共団体の役割の他、国民と事業者が果たすべき役割や排出量算定について定め、公表するものとしている。

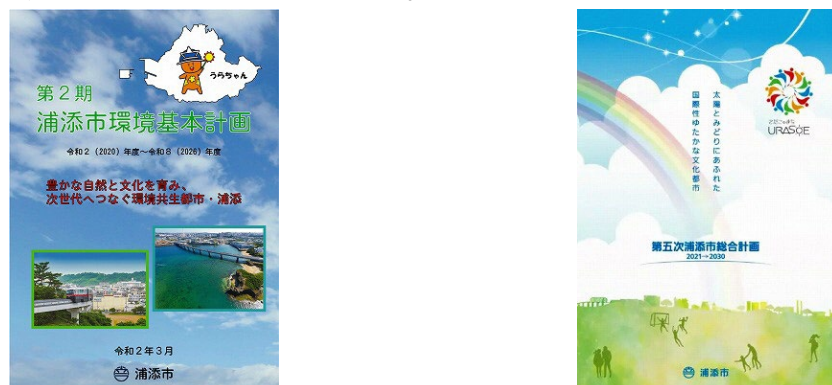


図 2-1 浦添市の浦添市環境基本計画と浦添市総合計画

浦添市は、地域の脱炭素への取り組みは市民をはじめ、多様な関係者の参画・協力を積極的に行っている。

中でも、沖縄県のエネルギー産業の中心である沖縄電力と連携した取り組みは注目に値する。2021 年には、地域課題の解決や持続可能なまちづくりを目指し「包括連携協定」を結ぶに至った。協定の連携事項は、次の 4 分野となっている。

- 1 エネルギーの安定・適正な供給
- 2 環境負荷低減に配慮したエネルギーの導入・転換
- 3 災害に強いまちづくり
- 4 地域の次世代教育

協定に基づく具体的取り組みとして、沖縄電力グループのサービスである「第三者所有型の太陽光パネル・蓄電池無料設置サービス」を浦添市の中学校に導入した事例がある。これは、沖縄電力から自治体へ同サービスを提供した初の事例である。



図 2-2「第三者所有型の太陽光パネル・蓄電池無料設置サービス（PV-TPO）」

浦添市は廃棄物処理にも独自に取り組んでいる。市のごみ処理施設「浦添市クリーンセンター」が市内から排出されるごみ処理の中心を担ってきた。一方、近年施設の老朽化が進んでいることから、同じくごみ処理施設の延命化・新設などの検討を行っていた他の自治体と協議を行い、「ごみの広域処理」の合意に至っている。これにより、広域の自治体で連携して新しいごみ処理施設を建設し、運営や対策を講じていくことが可能となる。現在は、整備基本計画やアセスメントなどを進めている段階である。

クリーンセンターでは、燃えるごみ以外の不燃ごみ及び粗大ごみは、手選別と破砕機により金属を回収・資源化する。ガラスびん、スチール缶、ペットボトルなどの容器類は、リサイクルプラザにおいて分別し、再生事業者へ販売する。燃えるごみと、それ以外の不燃ごみや容器類を分けて、可能なものはできる限りマテリアルリサイクルとする仕組みを確立している。



図 2-3 浦添市クリーンセンター、環境教育

浦添市では環境保全に関して、次世代を担う人材育成にも力を入れている。人材育成を手掛ける事が環境問題を解決していく道筋であると捉え、小学生向けの「環境学習講座」を20年以上にわたり開催し、施設見学や自然観察、意見交換を行い、学びの醸成を促している。また、各地域や団体で自ら環境教育を企画・実践する大人向けの「環境教育プランナー養成講座」も設けている。

2.3. 導入可能性技術と調査結果

2.3.1. 第三者所有型の太陽光パネルおよび蓄電池無償設置サービス (PV-TP0)

パラオでは、2025 年までに再生可能エネルギーを 45%に達成する目標のもと、メガソーラー導入を決定、完工に至ったところである。一方、需要家側での自家消費型太陽光発電についても、国際機関等からの援助により導入が進められてきた。再エネ電源の拡大においては、現状の電力需給状況を把握したうえで、それを如何に安定的に運用するかが課題となる。

本項では、パラオ公共公社（PPUC: The Palau Public Utilities Corporation, 以下、「PPUC」という。）の発電・需給状況、及び PPR での太陽光発電システム設置の計画について調査した結果を示す。

(1) パラオの発電・需給の状況

パラオでは、2 か所のディーゼル発電所により電力供給が行われている。マラカル発電所 2 機、アイメリーク発電所 1 機のディーゼル発電機を常時運転している。両発電所の発電機構成を下表に示す。

表 2-1 マラカル発電所およびアイメリーク発電所の発電機等

発電所	発電機	定格出力 (kW)	出力電圧 (kV)	回転数 (rpm)	運用開始年
Malakal	Mitsubishi 12	3,400	13.8	720	1997
	Mitsubishi 13	3,400	13.8	720	1997
	Wartsila 1	2,000	13.8	1200	1996
	Caterpillar 1	1,825	0.48	1800	2006
	Caterpillar 2	1,825	0.48	1800	2006
	Niigata 14	5,000	6.6	720	2005
	Niigata 15	5,000	6.6	720	2005
	Mitsubishi 1	500	0.48	1800	2012
	Mitsubishi 2	500	0.48	1800	2012
	Mitsubishi 3	500	0.48	1800	2012
Aimeliik	Mitsubishi 4	500	0.48	1800	2012
	Mitsubishi 6	5,000	13.8	720	2013
	Mitsubishi 7	5,000	13.8	720	2013
Total	CAT 3516	2,000	0.48	1800	2012
		36,450			

出典：PPUC

出典）独立行政法人国際協力機構「パラオ国送電網整備計画準備調査報告書」2022 年 8 月参照。

今後は、再生可能エネルギーの普及により、段階的にディーゼル発電機の運転台数を減らしていき、最終的には 1 台とすることを目指している。

一方、過去にはアイメリーク発電所のユニットを全て停止し、マラカル発電

所のユニット 2 台のみを運転する試験を行った結果、アイメリーク周辺の電圧低下が発生しており、以降は 2 台運用とする場合、アイメリーク発電所とマラカル発電所の各 1 台を同時運転する方針となっている。このように、ディーゼル発電の縮小に際しても、いかに系統安定性を確保するか課題が残る状況にあるため、再生可能エネルギーの普及を進めつつ系統安定化を図る対策が同時進行で求められる。

コロール・バベルダオブの現状の電力系統図を以下に示す。

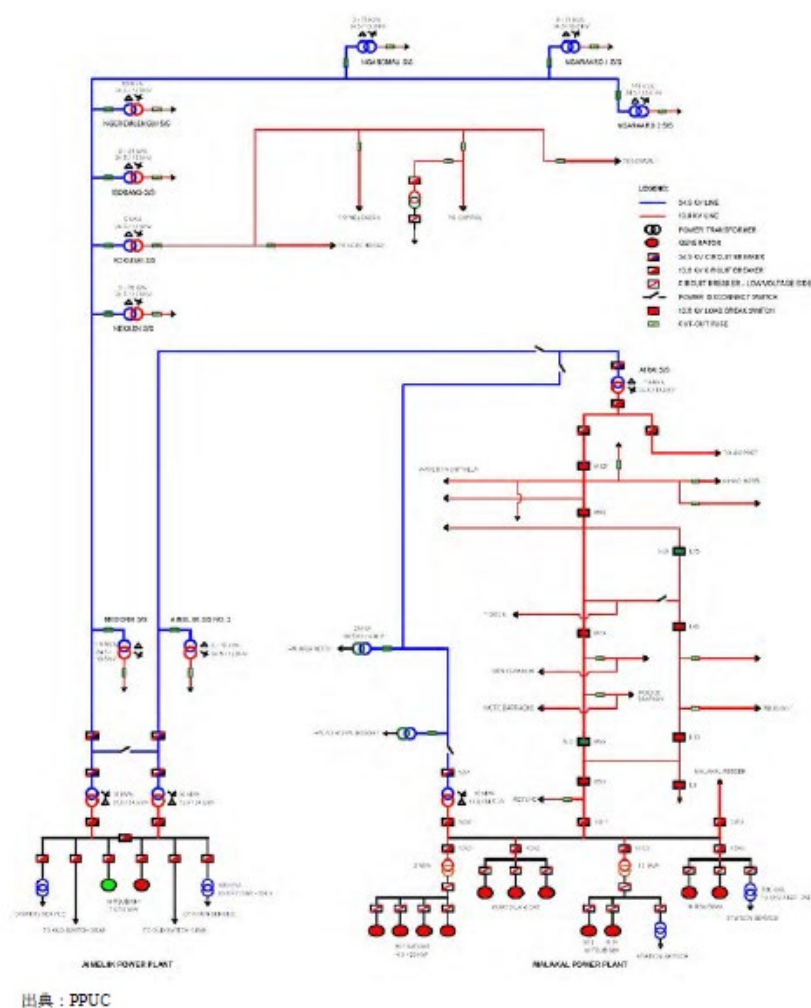


図 2-4 コロール・バベルダオブ島電力系統図

出典) 独立行政法人国際協力機構「パラオ国送電網整備計画準備調査報告書」2022 年 8 月より引用。

再エネについては、近年、大型の太陽光発電事業が完工したところであり、コロール・バベルダオブ系統に大きな影響をもたらし得るものとなっている。本事業は IPP による PPA（電力購入契約:Power Purchase Agreement）事業で

あり、発電した電力は全量 PPUC の送電線に供給し売電される。バベルダオブ島のほぼ中心に立地し、オーストラリアの ODA を原資とする西太平洋最大・パラオ初の実用規模の太陽光・蓄電設備となっている。IPP 事業者はフィリピンの SOLAR PACIFIC 社であり、2023 年 5 月に完工、試運転が開始された。設備容量は 15.3MWp で、バッテリー容量は 10.2MWac/12.9MWh であり、国の電力需要の 25%以上の設備容量に当たる。ソーラーパネルはアメリカ製で、インバーターはドイツ SMA 製、バッテリーは中国製とみられるが、フランスの SA 社の技術を利用している。エンジと建設は Juwi Renewables Energies PTE Ltd、サブコンは Surangel & Sons company と WESPAC である。CO₂排出削減量として 10,244t-CO₂/年を見込むとされている。

系統への接続影響が課題であり、現在、オペレーションの試行を PPUC のディーゼル発電所と連携し調整しているため、1MW の発電に抑制し試運転を進めている。マラカル発電所に設置予定の中央制御センターと同様に各発電所の発電量を監視しており、相互の連絡による出力調整等の運用に向けた体制構築が進められている。

(2) PPR 電力調査

パラオのコロール州に位置する PPR については、施設内のインフラ全てをホテル内の専属スタッフが管理しており、通常時の電力は全て同施設内での発電で供給している。施設内の電力は主にディーゼル発電により行っているが、約 1%程度は屋根置き太陽光発電システムによる寄与である。本事業では、PPR において、太陽光発電の割合を最大化させるため、太陽光パネルの増設および蓄電池の設置について検討を行った。本検討は、今後パラオにおいて、太陽光パネルを普及させるためのモデルケースとなることが期待される。

今年度は、PPR に設置する太陽光パネルおよび蓄電池の容量について検討を行った。2023 年 8 月に実施した簡易調査では、PPR 内の負荷変動の許容範囲および PPR の負荷状況をもとに太陽光発電容量を 400kW と試算した。そのため 12 月の調査では、太陽光パネル容量 400kW の妥当性について詳細調査を実施し確認を行った。PPR で現行使用している 1,200kW ディーゼル発電機について、周波数特性を確認したところ、国内の技術基準に則ると、太陽光発電による出力が約 900kW 以内であれば太陽光発電の出力変動に起因するディーゼル発電機の過速度非常停止は起こらないと想定される。

また、蓄電池の設置要否について検討を行った結果、現行の 1,200kW ディーゼル発電機に加えて 400kW の太陽光パネルを導入した場合、太陽光発電の定格出力時においては、ディーゼル発電機の出力下限値を 300kW とした場合でも、PPR 内需要の約 500kW を超過するため、蓄電池の設置により、太陽光発電余剰

電力を活用する必要があることがわかった。よって、太陽光パネルと蓄電池の併用により、PPR の再エネ自給率を向上させることが可能となることを確認した。

以上より、今年度の確認によって太陽光発電容量 400kW 程度の太陽光パネルであれば導入可能であること、および蓄電池設置の有効性を確認することができた。なお、実際に導入する太陽光パネル容量および蓄電池容量については、コスト等を加味したうえでの検討が必要となる。

(3)JCM 事業化検討

本事業では、PPR の出資会社である東急不動産株式会社が JCM 設備補助事業の代表事業者となり、PPR ならびにシードおきなわ合同会社が国際コンソーシアム事業者として参画するモデルを検討する。運用に際しては、シードおきなわ合同会社が補助裏の費用負担を行うと共に設備運用管理を担い、PPR から電力料金の形で投資回収を行う。

当該地点の日積算日射量、気温等を踏まえ、太陽光設備の発電量シミュレーションを行った。計算式を以下に示す。

$$\text{発電量算出式 } Epd = \frac{U \cdot P}{Po} \cdot K' \cdot Kpt \cdot K''$$

Epд : 発電量(kwh/日)

U : 日積算日射量(kwh/m²・日)

P : 太陽電池容量(kw)

P0 : 放射照度(1kw/m²)

K' : 補正係数(JIS)

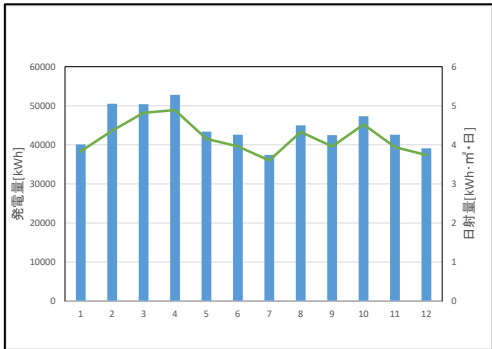
Kpt : 温度補正係数

K'' : 補正係数(JIS以外)

上述の通り、導入規模は 400kWp を想定する。この規模による太陽光発電の発電量は、シミュレーションの結果以下の結果が得られた。

表 2-2 太陽光発電シミュレーション結果

月	日積算日射量 [kWh/m ² /日]	気温	Kpt	発電量		
				日発電量 [kwh/日]	月当たり日数 [日/月]	月発電量 [kwh/月]
1月	4.01	28.2	0.907	1236.6	31	38,335
2月	5.05	28.4	0.907	1557.3	28	43,605
3月	5.04	28.3	0.907	1554.2	31	48,181
4月	5.28	28.8	0.908	1630.0	30	48,901
5月	4.34	28.6	0.908	1339.8	31	41,535
6月	4.26	28.4	0.912	1320.9	30	39,628
7月	3.74	27.8	0.913	1161.0	31	35,990
8月	4.5	27.8	0.913	1396.9	31	43,304
9月	4.25	28	0.913	1319.3	30	39,579
10月	4.73	28.4	0.907	1458.6	31	45,218
11月	4.26	28.6	0.907	1313.7	30	39,411
12月	3.91	28.5	0.907	1205.8	31	37,379
平均	4.45	28.3		合計	365	501,065
年間発電量		501,065		kWh/年		



当該地点においては、パラオの電力グリッドには接続されておらず、既存のディーゼル発電設備の代替となる。令和 5 年度 JCM 設備補助事業公募要領別添 4 における電力 CO₂ 排出係数(tCO₂/MWh)一覧表に基づく省エネルギー排出係数 0.8 t-CO₂/MWh を参照し試算する。

シミュレーション結果より、年間発電量は 501,065 kWh/年である。蓄電池の活用により、この電力をすべて有効利用できると仮定すると、これによる排出削減量は 501,065 kWh/年/1,000 (単位調整) × 0.8 = 400.852 t-CO₂/年となる。設備耐用年数は 17 年であるため、400.852 t-CO₂/年 × 17 年 = 6,814.484 t-CO₂ の総排出削減量を期待できる。

今後、上述の通りディーゼル発電設備の燃料消費量をベースに排出係数を算出するとともに、後述の冷温熱供給のための排熱利用等を組み合わせ、より排出削減効果の高い事業の構築を目指す。

2.3.2. 可倒式風力分野

上述の通り、パラオにおける再生可能エネルギーの普及は太陽光がほとんどであり、近年オーストラリアやアジア開発銀行（ADB: The Asian Development Bank, 以下「ADB」という。）、日本の支援により大規模な事業も進められてきたことについても触れてきた。一方、太陽光発電は乾季の日中において発電量の増加が期待できるものの、雨季や夜間において発電量が減少または発電できないことから、太陽光発電のみでの再生可能エネルギー普及には系統管理の面やバックアップの面で課題が多い。政策目標としている 2025 年に 45% の再生可能エネルギー割合とする目標の達成には、夜間や雨季においても発電が期待できる他の再生可能エネルギー電源との併用が不可欠である。

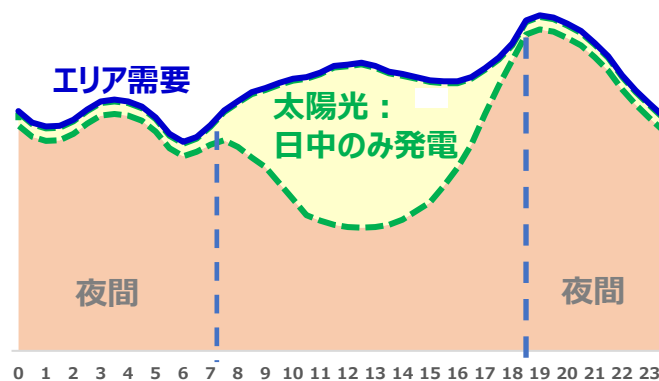


図 2-5 電力需要における太陽光発電の制約イメージ

太陽光以外の再生可能エネルギー電源として、パラオにおいては風力が候補となる。パラオでは比較的豊富な風力資源が確認されているものの、従来型の風車では台風などによる設備の損傷による稼働率低下や修繕費用の増大が懸念され、導入までには至っていない状況である。また、大規模な従来型風車では建設・メンテナンスに必要な大型クレーンや作業員の確保といった維持管理面での課題がある。

沖縄電力グループでは、沖縄の離島等でも同様の課題を抱えてきたことから、島しょ地域が抱えるこうした課題を解決するため可倒式風車の開発を進めてきた。可倒式風車は、支柱・風車を90度近い角度まで倒すことができ、強風を避けることができる構造となっている。また、設置に際しては大型クレーンを必要とせず、丘陵地などにも設置が可能となる。メンテナンス時においても、風車を倒すことで、高所作業は発生せず、グラウンドレベルでの作業を可能とする。

本報告書冒頭に記載の通り、沖縄電力グループでは、沖縄県内の各離島に 7 基（計 1,715kW）、2019 年にはトンガ王国に 5 基（計 1,375kW）導入した実績を有する。



図 2-6 可倒式風力発電機と傾倒メンテナンスの様子

表 2-3 導入実績

導入島	Tilttable WT	面積	人口	Max Demand
栗国	245kW×1	7.6k m ²	689 人	800kW
南大東	245kW×2	30.5k m ²	1,257 人	1,900kW
多良間	245kW×2	19.8k m ²	1,099 人	1,200kW
波照間	245kW×2	12.7k m ²	496 人	800kW
Tongatapu	275kW×5	260.4k m ²	74,611 人	

パラオにおいて実施済みの風況調査によれば、バベルダオブ島の北部の風況は比較的良好とされていることに加え、系統能力についても一部増強が計画されていることから、適地の候補地が広がり、今後導入可能性を見出すことができる。

パラオでは、すでに風況についての既存調査が複数実施されている。このうち、米国エネルギー庁の再生可能エネルギー研究所による 2016 年の調査結果を参照し、ポテンシャルサイトを検討する。

同調査では、バベルダオブ島において、3 か所の観測点を設置し風況が観測されている。地点及び計測結果を以下に示す。

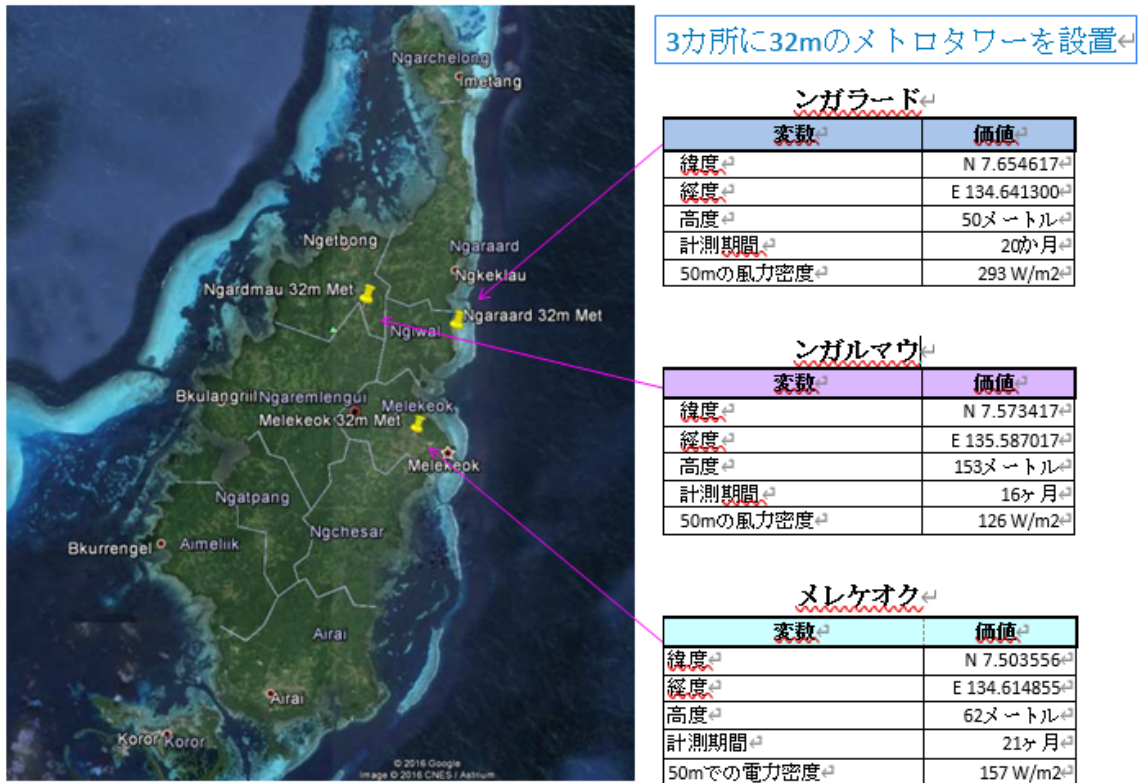


図 2-7 米国エネルギー庁による風況調査地点と計測結果

3 地点の風向については、ンガルマウの地点では南西からの風がほとんどない結果となっている。これは内陸であることや地形によるものであると想定される。一方、東岸に位置するンガラート、メレケオクについては、北東および南西からの風を観測できており、南西からの風の強度がやや高い結果となっている。乱流については、15m/s のンガラートにおいて乱流強度係数 (Turbulence intensity factor) が 0.11 となっており、低水準であるといえる。

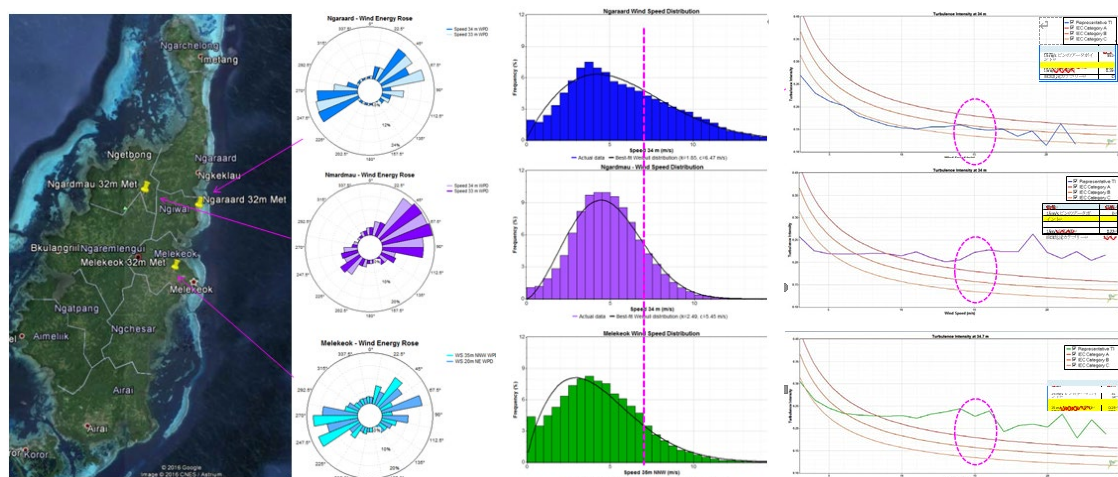


図 2-8 観測地点での風向、風速分布、乱流解析

これらの先行調査から、比較的乱流の少ない勢力の強い風が北東の海上より吹き込む東海岸が理想的な設置地点になると予想された。

昨年度の現地調査の際、これらの地点を中心に踏査を行い、アイライ州の地点①、北部東海岸の地点②、北部西海岸の地点③、バベルダオブ島北部（ガラロン州）の地点④について現地確認を行った。今年度 8 月及び 11 月の現地調査ではこれらの地点にて風速の簡易測定を実施した（図 2-9）。

- ・アイライ州における調査地点は州東部の丘陵地で、十分な面積があり、搬入路も未舗装であるものの大型のトラックが通行できる道路があり、作業性の確保が可能であることを確認した。8 月 25 日の測定結果では地点①風速 4.0～5.1m/s、風向北北西であった。
- ・地点②について、風況は体感的に常時風有り（風向：北－北東）、遊具・東屋などあるものの 20m×50m 程度のスペースが確認できた。エコパークは閉鎖している様子であったが、エコパーク側の用地の使用可否については追加調査が必要である。8 月 25 日の測定結果では風速・風向は 0～2.0m/s（西南西）を観測した。
- ・地点③について、風況は体感的に常時風が有り（風向：北－北東）、面積は 50m×70m ほどのスペースが確認でき、周辺住民へのヒアリングによれば年間を通して常に風があるとのことであった。8 月の測定結果では風速・風向は 4.7m/s 以上（西南西）、常時 5m/s 前後を観測した。
- ・地点④について、風況は体感的に微風程度（風向：北－北東（一定しない））であり、高台に位置し面積は十分あるものの、管理されている史跡（第 2 次大戦中の日本軍の灯台）があることや侵入路が急傾斜および幅員も狭く未舗装のため、機材等搬入可否の検討が必要である。

更に、風力適地候補を絞り込むため、2023 年 11 月 28 日から 2023 年 12 月 4 日にかけて、アルコロン州 2 か所、アイライ州 1 か所、ガラスマオ州 1 か所にて風速の簡易測定を実施した。



図 2-9 風力適地候補

・地点①【アイライ州】

海が見渡せる小山のため設置には整地作業が必要である。国道の送電網から離れており、配線工事が必要であると思われる。風速 4.0～5.1 m/s（北北西）と比較的良好な観測結果であった。11 月 28 日の測定結果では風速・風向は 2.0～5.0m/s（北東）を観測した。

※①より下った場所も候補となり得た。近くに農家のものとみられる休憩所があり、配電線の接続が確認できた。風速は 0.9～1.8m/s（北北西）と弱風であったが、11 月 28 日の測定結果では風速・風向は 2.0～5.0m/s（北東）を観測した。

・地点②【アルコロン州】

エコパークのエリア内で、観光案内所や休憩所、遊具がある。風速 0～2.0m/s（西南西）と弱風であったが、11 月 28 日の測定結果では風速・風向は 2.5～4.0m/s（北東）を観測した。

・地点③【アルコロン州】

国道から近い波止場の地点。風速 4.7m/s 以上（西南西、常時 5m/s）と比較的ポテンシャルが高い。11 月 28 日の測定結果では風速・風向は 2.0～

4.0m/s（北東）を観測した。

・地点④【ガラスマオ州】

国道から少し離れるが、配電線が確認できた。外資事業によって整備された波止場であり、休憩所やトイレ、旧日本軍の見張り台がある。体感では風がある。12月4日の測定結果では風速・風向は3.0～5.2 m/s（北東）を観測した。

PEWA 及び PPUC へのヒアリングからは、上述の風況調査において有望であった地点については、バベルダオブ島の土地は私有地が多い一方、ガラロン州の候補地点（波止場）については州管理であるとのことであった。風力発電事業は、土地問題により案件化が進んでこなかったとの情報も得ているため、今後風況の詳細調査と合わせて、土地所有権および環境アセスメント手続きなどの調査を行い、事業化可能性を検討する。

なお、パラオは自然環境が豊かであり、観光資源でもあるため保護区が設けられているが、本事業対象候補地点はこれら保護区の対象には設定されていない。一方で、伝統的な土地継承等、文化的な観点での留意は必要であり、土地利用に関しては注意が必要となる。国及び州の土地利用が現実的であるため、当該地点の州政府等への照会を行い、土地所有権の明確化を図る。

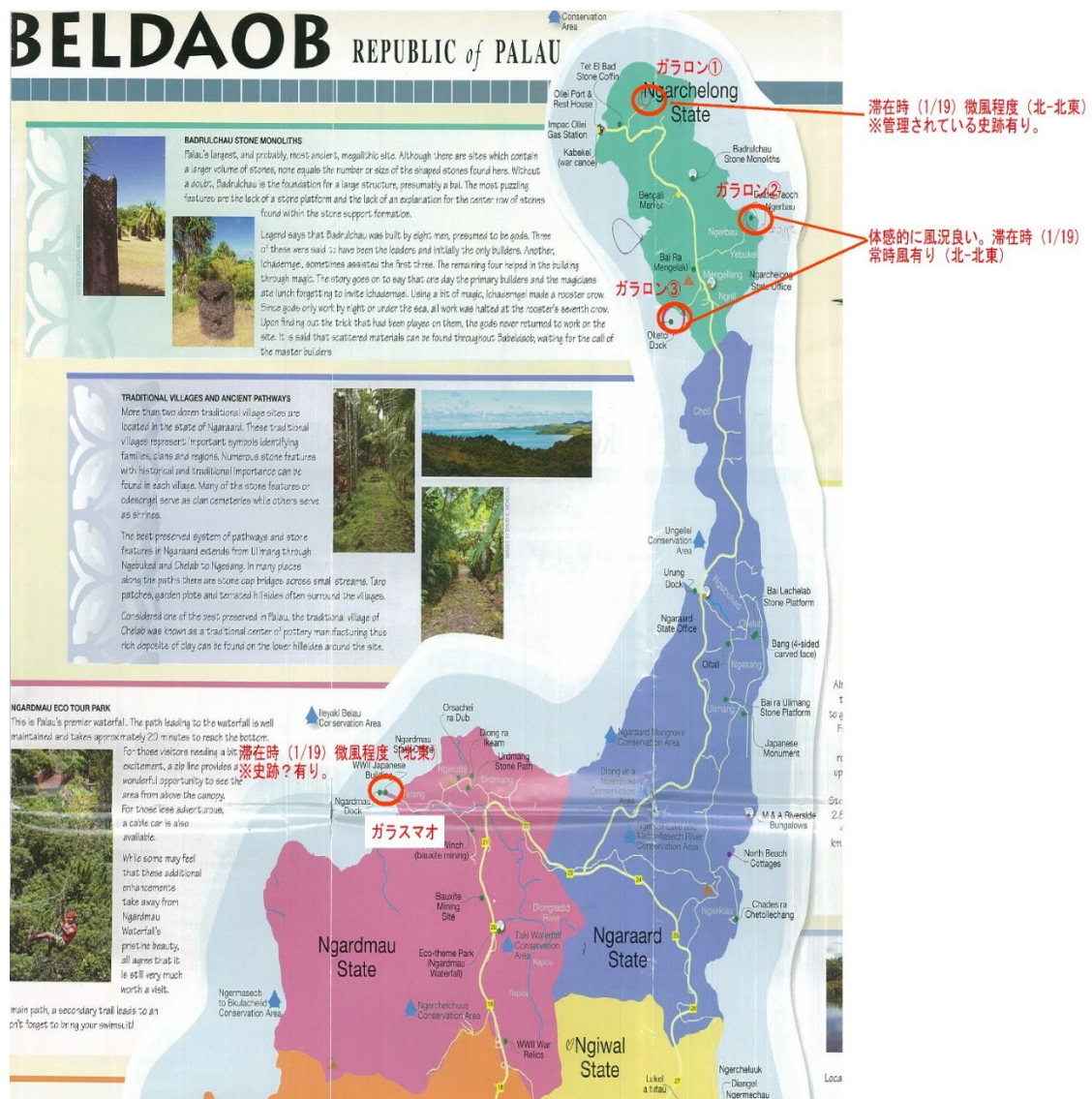


図 2-10 パラオでの風況調査地図

2.3.3. 商業施設、公共施設向け高効率空調、給湯機器導入

パラオにおける電力需要を見ると、需要量は全体的に増加傾向にあるが、なかでも商業セクターの増加が顕著となっている。

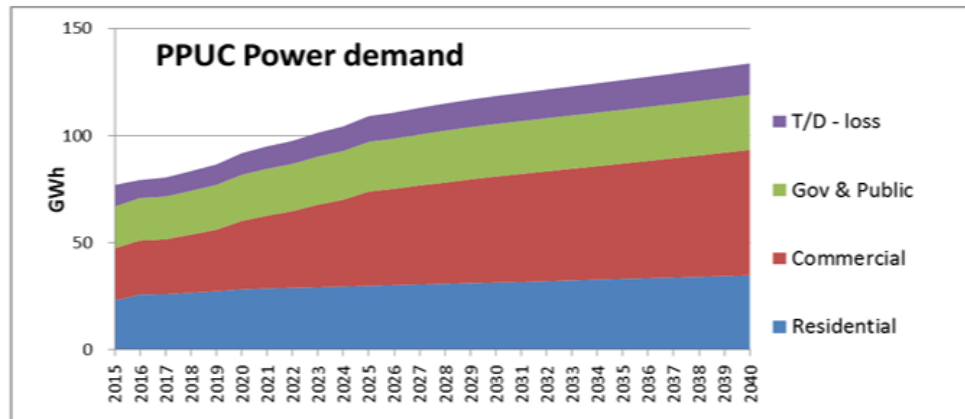


図 2-12 パラオにおける電力需要の増加予測

また、州別の将来需要を見ると、アイライ州において今後も電力需要が増加の見込みとなっている。

表 2-4 州別の電力需要予測

Table 3-19 Power demand forecast by state

Unit: kW

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Aimeliik	388	366	377	391	408	369	381	398	400	403	404	405	407	408	409
Airai	2,628	2,854	2,904	2,938	3,131	2,796	3,437	3,651	3,752	3,854	3,946	4,039	4,144	4,188	4,240
Koror	7,944	7,857	7,948	7,974	8,292	7,201	7,567	8,389	8,553	8,782	8,983	9,188	9,448	9,544	9,642
Melekeok	449	451	470	478	494	439	457	484	489	494	640	674	743	781	855
Ngaraard	92	88	88	88	97	85	89	95	96	98	132	145	337	349	398
Ngardmau	36	35	37	38	39	34	36	38	38	39	39	39	40	40	40
Ngaremlengui	100	90	93	99	105	94	97	102	103	104	105	105	106	107	108
Ngatpang	62	59	63	62	65	58	60	63	64	64	65	65	65	66	66
Ngchesar	53	53	56	59	63	56	58	61	62	62	63	63	64	64	65
Ngarchelong	76	68	74	77	85	76	79	83	83	84	96	108	119	131	143
Ngiwal	54	56	58	58	63	56	58	61	61	62	62	63	63	64	64
Koror+Babeldaob (Net peak)	11,882	11,977	12,167	12,262	12,841	11,263	12,319	13,425	13,702	14,046	14,535	14,894	15,537	15,743	16,030
Koror+Babeldaob (Gross peak)	12,534	12,634	12,835	12,935	13,546	11,881	12,995	14,161	14,453	14,817	15,332	15,711	16,389	16,606	16,910

こうした中、パラオにおいては省エネルギーについても電力政策の重要な柱としている。一方で、政府機関および大型商業施設において、体系的な省エネの導入には至っていない。今後、政府系建物や商業施設においてビルの省エネ・照明関連の省エネ・家庭で使用する省エネタイプの電気器具の普及など、公共施設や商業施設、家庭において省エネが行われる予定があるという。

2023 年 1 月に実施した現地調査において、まずアイライ州政府への訪問により、本サービスの提供可能性のある施設についてヒアリングを行った。

その結果、アイライ州においては空港や商業施設が立地するものの、エネルギー多量消費といえる規模の建物および建物群は多くないことが示唆された。立地するホテルは、ビラタイプが主流であり、客室数も多くないことに加え、スーパーなども大規模なものは立地していないとのことであった。

一方、太陽光発電を導入検討中である PPR においては、宿泊客の温水需要やランドリーの熱源等の熱需要があることが確認できている。ランドリー用の熱源は蒸気ボイラーにより供給しているが、温水についてはディーゼル発電機の排熱を利用している。ただし、排熱利用は一部に留まっていることがヒアリングにおいて確認できている。また、排熱の一部を熱交換し給湯に供するより、吸収式冷凍機等の導入による冷熱供給による省エネ効果がより高いものと予測された。よって、PPR においては、吸収式冷凍機の導入による省エネの取組についても今後検討を行っていくこととする。ただし、PPR のように発電機を有する事業者は多くないことから、排熱利用そのものの普及性は大きいとは言えない。一方、省エネは、需要家のエネルギー消費傾向を診断したうえで最適な設備の検討を要するものであり、ケースバイケースの取組となる特徴がある。

よって、PPR の取組は同施設の特性に沿ってエネルギー利用を最適化した事例と位置づけ、同様の省エネ診断・最適な技術展開が可能であることの事例としてプロモーションに供する等の活用方法がある。

なお、PPR における電力の安定供給のためには、現状のディーゼル発電機がある程度活かしておく必要があり、100%太陽光・蓄電池での電力供給システムには技術的・経済的側面から成立が難しい。これは太陽光発電等がインバーター電源であるため、トラブル時に周波数低下を防ぐ慣性力を持たないためである。周波数復元力の維持においては、ディーゼル発電機等、タービンと発電機から構成される同期発電機が有する回転エネルギーに慣性力を依存することが、現状経済面や技術面で最良の選択肢となる。

他方で、環境省補助事業「水素製造・利活用第三国連携事業」において、双日株式会社、大日本ダイヤコンサルタント株式会社、CS Energy Ltd.により、豪州（第三国）でのグリーン水素製造・パラオへの輸送・燃料電池および燃料電池船舶による利活用を促進する実証事業が進められている。今後、左記事業により、パラオへの水素供給が実現した場合、ディーゼル発電機を水素燃料電池等のシステムに置き換えることが期待できるため、関係者との情報交換を進めている。

こうした動きを視野に入れつつ、ディーゼル発電機の排熱利用については、移行的措置として位置づけ、ディーゼル発電機の依存度を最小化しつつ、排熱利用等によるエネルギー効率の最大化を行ったうえで、水素等の次世代エネルギーへの接続を目指す方針とする。

今年度は、PPR における冷温熱需要のデータを取得することができたため、最適なエネルギー利用のパターンについて詳細な分析を行った。今後、経済性等の観点も加味した提案を取りまとめる計画である。

また、省エネについては、民生業務・家庭においては空調・給湯・照明などの個別の機器を省エネ型に置き換えるのみでエネルギー消費を抑えることが可能となるケースもある。ホテルやマーケット、レストランなどにおいて、現在利用中の機器使用を踏まえたうえで代替可能性を検討することができる。

エネルギー大量消費施設としてインフラにも注目することができる。なかでも水道施設は、くみ上げや圧送等による電力消費が一定程度想定される。

パラオにおいては上水道が整備されているが、水源はアイライ州にあり、ポンプ動力などに電力を利用している。アイライ州政府へのヒアリングの際、貯水地における取水地点への小水力導入について検討できないか打診を得ており、こうした再生可能エネルギーを活用しポンプ動力の電源に充てるなどの検討も今後の調査対象とする。なお沖縄県内においては、河川の流量安定性が悪く水力発電開発は行われてこなかった一方、倉敷ダム管理事務所、西原浄水場、福地ダムにおいては、利水送水や調整池導水の水流を活かした小水力発電の設置実績があり、これらの知見を活かしパラオへの導入可能性を検討する。

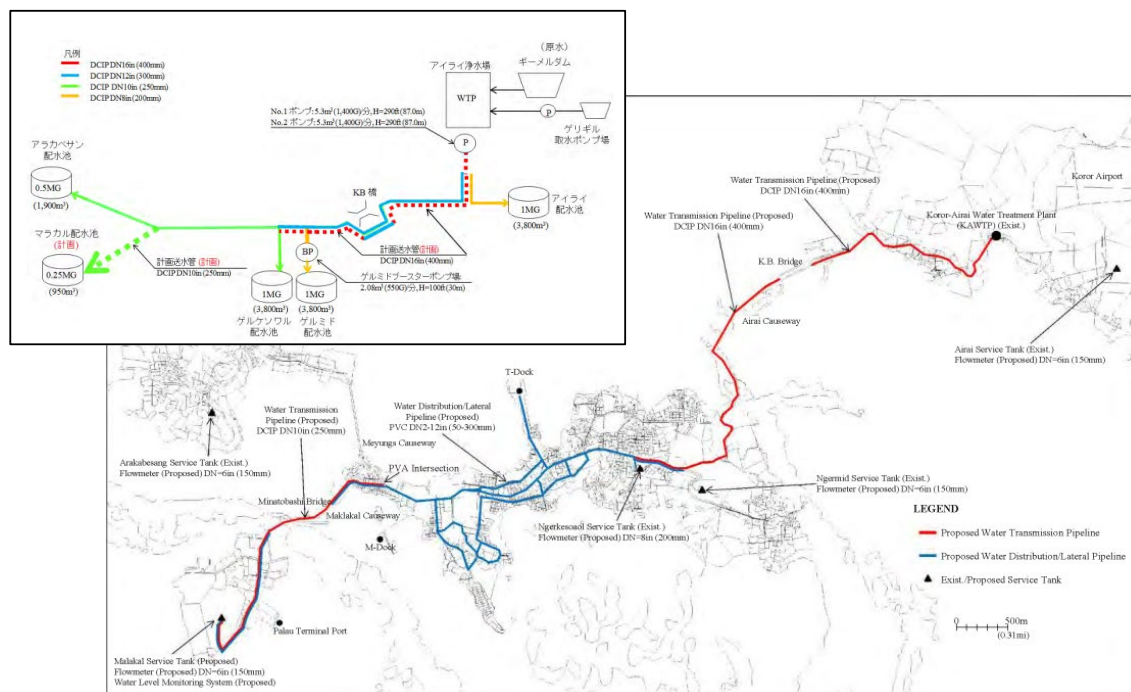


図 2-13 パラオにおける水道インフラ

2.3.4. 提案技術/サービスの導入を見据えた系統安定化分野

パラオは他の小島しょ国同様、電力需要が小さいことから、スケールメリットの大きい大規模発電所は有しておらず、ディーゼル発電による電力供給が主であり、高い発電単価が電力料金に反映され生活者や企業の大きな負担となっている。上述の通り、電力料金は 40～65 円/kWh となっており、再生可能エネルギー導入により十分に初期投資を回収できる経済的側面がある。

加えて、アジア開発銀行をはじめ、UNDP、我が国 ODA、JCM 設備補助事業、台湾、EU、米国、オーストラリア ODA 等さまざまな援助機関が太陽光発電を中心に再生可能エネルギー導入事業を進めてきた。

一方、なおも普及が十分ではない状況があるが、この背景には、電力系統の制約がある。コロール・バベルダオブ電力系統の設備は、老朽化と維持管理不足により安定した電力供給を行うことに支障をきたしており、同時に再生可能エネルギーを受け入れる余力がなく、早急な対策が必要とされている。

こうした状況を改善するため、パラオ政府は我が国に対し、再生可能エネルギー導入を前提とした送配電設備の更新に係るマスタープランの策定及び停電対策、送配電ロスの低減に資する技術協力を要請、独立行政法人国際協力機構（以下、「JICA」という。）により「パラオ国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」が実行された。

2019 年にフィージビリティ・スタディが完了、2022 年には準備調査が完了、同年に無償資金贈与契約（Grant Agreement:G/A）が締結されるに至っている。

無償資金協力の内容としては、コンサルティングサービス、詳細設計、入札補助、調達・施工管理を含め、送配電線の新設（マラカル発電所・アイライ変電所区間 2 回線化、コクサイ変電所・アイライ変電所区間（エサール州経由）の約 35km）、マラカル変電所・アイライ変電所の増強（変圧器・開閉設備一式等）、マラカル変電所・アイライ変電所・コクサイ変電所の開閉設備用の建屋等が対象となっている。

上記事業により、再生可能エネルギーを受け入れる基盤インフラが整うことが期待できる一方、再生可能エネルギーの発電量変動に合わせた系統の制御、管理、監視等に必要となる機器やノウハウについては留意が必要である。

再生可能エネルギーが普及する際には、系統運用において以下の課題が発生する。

- ・ ディーゼル発電機の運用下限制約による再エネの出力抑制
再エネの出力が増加すると、需給上ディーゼル発電機の出力を減少させる必要があるが、ディーゼル発電機の出力下限の機械的制約から、再生可能

エネルギーの余剰分については出力抑制する必要がある（再エネ発電機会の制限）。

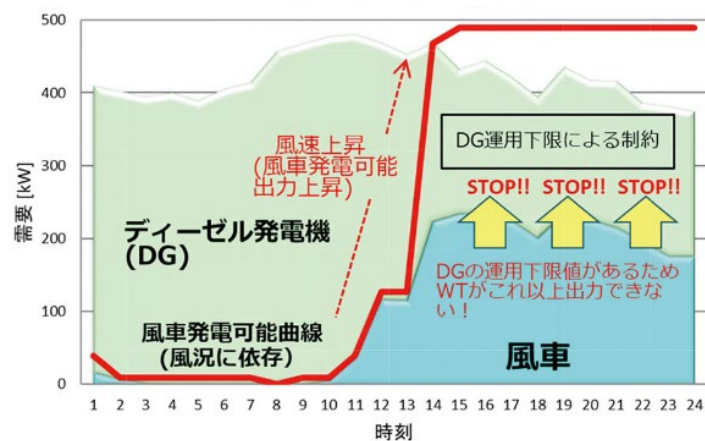


図 2-14 ディーゼル発電機との併用に伴う再エネ出力制限イメージ

- 慣性力の低下による広域停電のリスク
再エネ普及の拡大に伴い、ディーゼル発電機の運転台数が減少し、慣性力が低下している中で系統事故が発生すると、発電機が目標の周波数へ追従できず広域停電に繋がる虞がある。（蓄電池では慣性は確保できない）

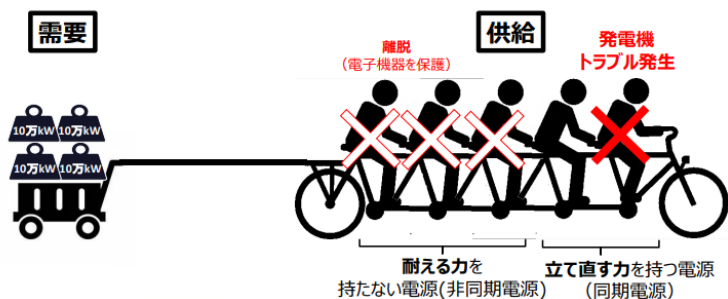


図 2-15 同期電源（慣性力有）と非同期電源のイメージ

出典：資源エネルギー庁：2050 年カーボンニュートラルの実現に向けた検討 2020 年 12 月 21 日

- 事故時保護機能の不動作
発電機運転台数が減少し、短絡容量が減少すると、事故等に保護機能（リレー）が働かず、事故が検知できない。

こうした課題において、再エネ利用率を最大化しつつ系統の慣性力が維持可能な系統安定化装置の導入が有効な解決策となる。

沖縄電力では、波照間島において既存発電設備（ディーゼル発電機と風力発電機、蓄電池）と、実証設備（MG セット）を組み合わせ運用し、実効性の確

認や課題の抽出等、実用運転に向けた実証を行ってきた経験を有する。

具体的には、再生可能エネルギーの余剰分等を活用し、蓄電池へ充電することで、再エネ出力制限を緩和するとともに、モーターと発電機の組み合わせにより疑似慣性を持たせることで、ディーゼル発電機の代替として運用でき、慣性力や短絡容量の低下を防ぐ仕組みとなっている。波照間島の実証においては、可倒式風車と併用し再エネ 100%運転を 10 日間達成した実績を持つ。

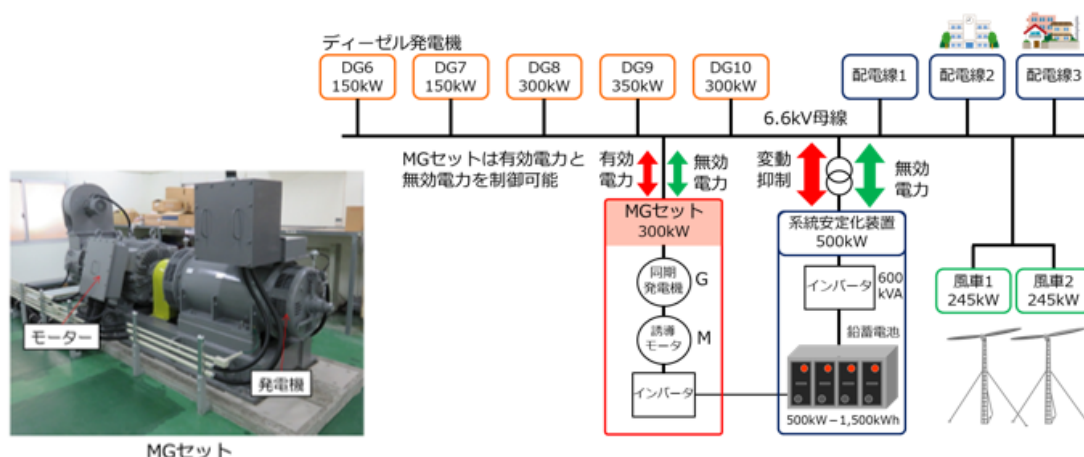


図 2-16 波照間島において実証した MG セットによる系統安定化

パラオの気象条件、電力需要予測、電力系統解析、送配変電設備計画、環境社会配慮等の技術的検討が求められている中、沖縄諸島における統合制御に関する長年の実績を基盤とした有効策を検討するため、本事業ではパラオの系統に係る課題整理を行った。

2023 年 1 月の現地調査において、電力システムの管理を担う PPUC と面談し、本取り組みの可能性について議論を行った際には、再生可能エネルギーが増加する流れの中、系統管理が課題になるとの認識を有し、対策のために中央給電指令所（National Control Centre）の設置を予定しているとのことであった。

一方、給電指令所においては需給監視と発電所への調整指令を行うことができるものの、システム全体に調整力が不足している場合、対策には限界が生じるとともに、再生可能エネルギーのピークカットなど、再エネ利用の最大化の防げになる対策を取らざるを得ない可能性もある。

こうした状況から、MG セットの導入による系統安定化効果に高い関心を得ることができた。



図 2-17 PPUC との面談の様子（2023 年 1 月）

パラオにおいては、ADB の支援により、今後商業施設向けの太陽光キットの低金利融資プログラム等もスタートする予定であり、系統管理はより複雑化する要素にも留意が必要と考えられた。

そこで、2023 年 8 月の現地調査において、上記給電指令所の進捗及びすでに建設済みのメガソーラー発電所を視察し、課題検討を行った。



図 2-18 PPUC との面談の様子（2023 年 8 月）

- ・ 給電指令所

給電指令所は、マラカル発電所敷地内に専用室が設けられ、フィリピン企業のメガソーラー発電所の発電状況や、PPUC が管理する既設のアイメリーク発電

所の発電状況をリアルタイムで監視できるシステムの導入が計画されている。2023 年 8 月時点では、専用室とモニターのみが用意されている段階で、未稼働の状況であった。また、指令所ではモニタリングのみが可能で、各発電所の制御などは電話通信により各発電所や配電所とコミュニケーションし管理を行う運用計画であるとのことであった。

PPUC へのヒアリングでは、将来的には SCADA 等により発電所の制御も中央給電指令所から行えるインフラ導入を期待しているとのことであったが、マスタープラン等の計画は策定していないとのことであった。



図 2-19 マラカル発電所と制御室

(左上：外観、左下：発電機、右上：給電指令所設置予定場所、右下：マラカル発電所制御盤制御室)

- ・ フィリピン企業太陽光発電所

本発電所は、フィリピン Solar pacific 社がオーストラリアの ODA とエクイティファイナンスを原資に建設された。15.3MWp の設備容量で、バッテリー容量は 10.2MWac/12.9MWh となっている。2023 年 5 月には設備が完工し、系統接続もできているが、系統への影響診断と制御プロトコルの検討のため、試運転が継続して続けられている。同発電所内にも各主要発電所をモニタリングする制御室が設けられ、PPUC・マラカル発電所等と連携した運用に向けて準備が進んでいる。



図 2-20 Solar pacific 社発電所と制御室

Solar pacific 社の設備については、制御やモニタリングの必要機材が確認でき、マラカル発電所/アイメリーク発電所との制御が円滑であれば安定的な稼働も可能である印象であった。一方、PPUC 側の中央給電指令所の整備が間に合っていないことに加え、制御のためのバックスキルについても課題があると PPUC は考えており、本格稼働にはまだ時間を要することが想定された。

なお、2024 年 1 月調査段階においても、Solar pacific 社の発電所は全量接続に至っていない状況であった。

脱炭素の加速に向け、パラオ大統領は再エネ比率 100%にも言及しているところであるが、そのためには再生可能エネルギーをより多く受け入れるだけの電力インフラ基盤のうち、制御に係るシステムの導入と管理能力向上が不可欠となる。

PPUC は、今後様々なドナーにより配電設備や再生可能エネルギー電源等のインフラが導入される中、それらを最適運用するための技術やシステムの不足を懸念しており、制御システムや系統管理ノウハウに係る支援に対する歓迎の意向を確認することができた。

沖縄電力グループでは、給電指令所、コントロールセンターのシステム構築や運用にも知見があることに加え、エンジニアトレーニング等の支援実績も有しており、こうした課題解決への協力が可能である一方、パラオ電力システム全体の改善計画やマスタープランの検証を行ったうえで、その段階に合わせた最適な協力の計画づくりも必要であると考えられた。

パラオにおいては、インフラ整備計画マスタープランである「PALAU NATIONAL INFRASTRUCTURE INVESTMENT PLAN 2021 to 2030」、電力系統保全計画である「電力系統優先計画 2021-2025 (Electrical Power System Prioritization Plan 2021-2025)」がある。今後の活動提案においては、当該計画と整合し推進する活動とする必要がある。

「PALAU NATIONAL INFRASTRUCTURE INVESTMENT PLAN 2021 to 2030」におい

ては、インフラ整備優先事業として多重対応分析 (Multiple Correspondence Analysis, MCA) に基づき事業が抽出されている。電力セクターに係る事業について以下に示す。

表 2-5 インフラ整備計画マスタープランにおける電力セクター事業¹

No.	プロジェクト名	プロジェクトの範囲	推定コスト	年間メンテナン ス費用	MCAに基づく 優先順位付け スコア
1	既存のディーゼル発電所更新と リハビリ	ディーゼル発電所の更 新／改修	\$ 8,000,000	\$160,000	53
2	13.8kV送電線の改築	13.8kVの電線を改築 し、アクセス可能な道 路に沿って建設する。	\$ 5,600,000	\$112,000	52
3	IPPを接続するための34.5kV送 電線建設	新しい送電線を建設す る	\$ 3,600,000	\$72,000	52
4	34.5/13.8kVステーションのリ ハビリテーション	すべての既存ステーシ ョンを改修し、34.5kV サーキットブレーカー を設置する。	\$ 1,750,000	\$35,000	51
5	系統安定性向上のための 34.5kV送電線建設	送電線の新設	\$ 9,000,000	\$180,000	50
6	スマートメーター	既存のメーターをスマ ートメーターに交換す る	\$ 1,700,000	\$34,000	50

このうち、No. 2, 3, 4, 5 の送電線関係については、JICA 無償資金協力事業により対策が進められることとなっている。

一方、PPUC が策定した「電力系統優先計画 2021-2025 (Electrical Power System Prioritization Plan 2021-2025)」においては、以下 21 の優先プロジェクトが以下の通り導出されている。

表 2-6 「電力系統優先計画 2021-2025」優先プロジェクト¹

タスク	概要	主な電力設備の特徴	利点	短所	コスト (米ドル)
#1 スモールループ送電線の増 強	アイライ変電所とコクサイ 変電所を接続する34.5kV送 電ループ。 これは、アイライ変電所と コクサイ変電所の間の16.2 マイル (26km) の34.5kV送 電で構成される。	ネットワーク信頼性向上	適切に保守されたグリッド に実施すると、このような ネットワークループによっ て信頼性が向上する可能性 がある。	重要な問題 (保護など) を 解決せずに追加の送電をイ ンストールしても、グリッ ドの信頼性は完全には向上 せず、単に追加の障害点 が追加される可能性がある。	650万米ドル (JICAマスタープラン報告 書参照)
#2 ラージループ送電線の増 強 (マルキョク変電所の増 強)	マラカル発電所からマルキ ョク変電所を経由したガラ ルド変電所への34.5kV送電	ネットワーク信頼性向上	適切に保守されたグリッド に実施すると、このような ネットワークループによっ	基礎となる信頼性を改善せ ずに伝送を修正しても効果 はない。	1,310万米ドル (JICA マスタープラン 報告書、および想定される

¹ 独立行政法人国際協力機構「パラオ国送電網整備計画準備調査報告書」2022年8月参照。

タスク	概要	主な電力設備の特徴	利点	短所	コスト (米ドル)
を含む)	ループ (約29.4マイル／47.4km)。 34.5/13.8kV変圧器5 MVA 1台、開閉設備、母線、フェンス、パッド、せっち設備を含むマルキョク変電所を増強する。		て信頼性が向上する可能性がある。 マルキョクへの送信により、首都の信頼性が向上する。	遠隔地への電力の信頼性を大幅に削減するためのその他のオプションがある。 この増強は、分散PV生成を容易にするのに役立つことが意図されていた。ただし、PPUCが少数の大規模な集中型PV設備の開発を結論付けたため、多くの小規模なPVサイトにアクセスできるようにすることの価値は大幅に低下する。	変電所の増強コスト140万ドルに基づく)
#3 コロール変電所の建設	コロールに変電所を建設。 34.5/13.8kV変圧器10 MVA 1台および関連機器で構成される。	ネットワーク信頼性向上	アイライ変電所の負荷を軽減する。 特にJP橋に障害が発生した場合、コロール島のロードセンターへの供給の信頼性が向上する可能性がある。	増強する前に、実際の変電所のラインフローを確認する必要がある。	190万米ドル (JICAマスタープラン報告書参照)
#4 コンパクト道路沿いの既設送電線の再配置	既設34.5kV送電線を再配置して、以下を含むコンパクト道路と完全に並行させる。 アイライ変電所-アイメリーク変電所 (5.6マイル／9km) アイメリーク変電所-ガラルド2変電所 (22.5マイル／36.2km)	ネットワーク信頼性向上	既設送電線では、樹木による停電が発生しており、維持がますます困難になっている。 このラインを再配置すると、電力システムの信頼性が向上し、メンテナンスが容易になる。	膨大な予算が必要であり、優先度の高い他の事業が実施できない可能性がある。 PPUCにはこの作業を行う能力があり、KBグリッドのO&Mに組み込むことができる。	1,270万米ドル (JICAマスタープラン報告書参照)
#5 エサール変電所の建設	エサールに変電所を建設。 34.5/13.8kV変圧器5 MVA 1台をコクサイからエサールに移設し、関連機器を設置することで構成される。 このタスクは、小さなループが構築されている場合にのみ価値がある。	ネットワーク信頼性向上	エサールとマルキョクの電力信頼性が向上する。 伝送損失を減らすことができる。	既設コクサイ変電所を考えると、緊急に必要とされない場合がある。	140万米ドル (JICAマスタープラン報告書参照)
#6 マラカル発電所からアイライ変電所への34.5kV送電線	マラカル発電所からアイライ変電所 (5.7マイル／9.2km) への2回線目の34.5kV送電線の建設。	ネットワーク信頼性向上	送電網内にある程度の冗長性を提供することにより、電力の信頼性を向上させる可能性がある。	近い将来、既設回線で過負荷が発生することはないと予想されるため、緊急に必要とされない場合がある。	230万米ドル (JICAマスタープラン報告書参照)
#7 提案されたRETをサポートするためのパラオの保護シ	パラオの再生可能エネルギー目標である日中の太陽光発電100%への移行を促進す	再生可能エネルギーによるシステム安定化	これは、パラオの再生可能エネルギー目標を促進するために必要かつ重要な増強である。	IPPにより実施されると、非効率的かつ信頼性が低下する可能性がある。	170万米ドル (調査に40万米ドル、増強に130万米ドルと見積も

タスク	概要	主な電力設備の特徴	利点	短所	コスト (米ドル)
システムの全面的な見直しと 増強	るためには、既存の保護システムを全面的に見直し、新たな保護戦略を策定し、新しい機器（インテリジェント電子リレーなど）を導入する必要がある。 過去の調査では、火力発電のみで動作する保護システムの適切性に焦点が当てられており、既設保護システムの調整に関する問題が明らかになった。		る。この増強がなければ、火力発電をオンラインで制御するか、高レベルの故障電流を維持するために同期コンデンサを設置する必要がある。 この増強により、IPP事業フェーズ1がより効果的に動作できるようになり、IPP事業フェーズ2を効果的に実施するための重要な前提条件となる。		られている。既設保護システムはかなり古く、これを包括的に完了するには大幅な増強が必要になる可能性が高いため、コストが高くなる。見積もりは業界の経験に基づいている)
#8 Power Factory モデルのレビューと進化	既設Power Factoryモデル（IRENAが 2010年に開発）には、既設DGのモデル化方法などを含め、限界があることが知られている。 このモデルは検証されていない。初期スコープとして、モデルを更新して次のことを検証することを推奨する。 34.5kVネットワーク 13.8kVネットワーク - マラカル発電所 - アイメリーク発電所	再生可能エネルギーシステム安定化 コスト削減（投資の最適化による）	更新されたPower Factoryモデルにより、PPUCは、導入前にネットワーク変更の可能性をモデル化し、最善の方法を決定することができる。 Power Factoryは、配電ネットワークと送電ネットワークの両方をモデル化できるため、PPUCが1つのソフトウェアプラットフォームで実施する調査の範囲を最大化できる。	小規模なネットワークの割にかなりのコストがかかるため、控え目に実施することでも十分な場合がある。 PPUCは、モデルを積極的に維持および開発する必要がある。	30万米ドル （費用は、業界の経験に基づく。モデリング作業の規模に依存することに注意）
#9 マラカル発電所で小型 MITSUBISHI 発電機（4 x 0.4MW）の始動／停止の自動化	マラカル発電所の制御システムを増強して、小型 MITSUBISHI (M1-M4) の自動起動と停止を可能にする。 大きなDG / s (Niigata 14および15など) の自動化は、今後これらのユニットへの依存度が低下するため、価値が制限される。また、ユニットの起動、停止、ランプの能力も制限される。	再生可能エネルギーによるシステム安定化	既設発電機の開始／停止を自動化する機能により、より柔軟なディスパッチが可能になる。たとえば、負荷の短期的な変動を管理するために、いくつかの小さな発電機セットを起動できる場合がある。	管理する必要のある電力システムがさらに複雑になる。たとえば、電力システムのオペレーターは、新たなシステムを操作するためのトレーニングを受ける必要がある。	130万米ドル （評価： 30 万米ドル、増強： 100万米ドル。価格は業界の経験に基づく。費用は増強の規模によって異なることに注意）
#10 高電圧（HV）グリッドコードの開発	パラオには現在、HVグリッドコードがない。グリッドコードは、すべての発電機（および場合によってはHVロード）接続の接続要件を	再生可能エネルギーシステム安定化 コスト削減	入力される発電機の要件と能力がより一貫化される。 将来の接続契約の合理化できる可能性がある。	正しく行うには、時間と慎重な検討が必要である。 不十分な場合、達成できない要件になったり、技術的に不十分なシステムが接	20万米ドル （実績に基づく参考値）

タスク	概要	主な電力設備の特徴	利点	短所	コスト (米ドル)
	規定する。 これらの要件には、電力品質、モデリング、標準などの項目が含まれる。			続されてしまう可能性がある。	
#11 マラカル発電所およびアイメリーク発電所の資産最適化レビュー	KBグリッド上の既設発電機の状態とメンテナンス手順の全面的なレビュー。	コスト削減（運用コストの削減による）	既設発電機の長期運用コストを削減できる可能性がある。		30万米ドル (実績に基づく参考値)
#12 送電線および配電線の損失のレビュー	現在の送電損失とネットワーク分析。	コスト削減（運用コストの削減による）	送電線と配電線の損失を減らすための費用効果向上と発電量削減。	詳細なSCADAレコードがないと難しい場合がある。	30万米ドル (実績に基づく参考値)
#13 高速ディーゼル発電機（低負荷可能）の設置	既設DGフリートは非常に遅く、柔軟性がない。 迅速に起動およびランプし、比較的低い負荷で動作できる柔軟なDGをインストールすると、グリッド最適化動作が可能になる。 この場合、4xの追加マラカル発電所での1.5MW高速DGが考慮される。	再生可能エネルギーによるシステム安定化コスト削減（PV抑制の最小化による）	より柔軟なDGにより、グリッド運用のより優れた最適化が可能になる。 例えば、信頼性の高い小型のDGが存在することで、短期的な需要の変動に対応するために5MWの大型DGを起動する必要がある頻度を減らすことができる。 これにより、PVの活用量が最大化される。	再生可能エネルギープログラムの一部として火力発電を追加導入することは、困難であるかもしれない。 マラカル発電所ではスペースに制約がある場合がある。 柔軟なDGを追加すると、電力システムにPVとストレージが追加されるため、既設発電機セットの多くが座礁資産になる可能性がある。	500万米ドル (実績に基づく参考値)
#14 KBグリッド全体の可視性を高めるために新たなSCADAシステムの展開	現在のSCADAシステムでは、電力システムの可視性が非常に制限されている。これは、限られたデータ収集（監視される場所と収集されるデータの両方の観点から）と信頼性の低い通信リンクが原因である。 新たなSCADAシステムは、すべての発電機と主要な変電所の電圧と電流の流れを監視する必要がある。 さらに、リモートスイッチングは主要なネットワークロケーションで有効になる。 このデータは、光ファイバー回線または3 / 4Gのいずれかを介してNationalControlCenterに送信される。	再生可能エネルギーによるシステム安定化 ネットワーク信頼性向上 コスト削減（運用コストの削減による）	電力システムの可視性が向上すると、電力システムをより効率的に管理できるようになる。この例は次のとおりである。 火力発電およびインバーターベース発電により効率的に配分される。 ネットワークの管理が強化される。 ネットワーク障害の診断が高速化され、電力の復旧が短時間化される。	機能するように適切に実施する必要がある。 SCADAシステムの導入がうまくいかないと、故障の原因になったり、情報が混乱したりすることがある。	200万米ドル (実績に基づく参考値。費用は増強の規模に大きく依存する)
#15	SCADAシステムのすべてのノードのアップグレード	再生可能エネルギーによるシステム安定化	一度整備すると、非常に高い信頼性を実現できる。	追加できるユーティリティ	200万米ドル

タスク	概要	主な電力設備の特徴	利点	短所	コスト (米ドル)
より良い通信のための光ファイバークーブルの全面的な展開	ード間に光ファイバー通信リンクを整備する。	システム安定化	速かつ信頼性が高くなる。	イが限られているため、コストが高くなる。	(実績に基づく参考値。規模、既設ファイバーへのアクセスによって異なる)
#16 故障解析用の高速データレコーダーの設置	主要な場所への高速障害記録装置の設置。 これらのレコーダーは、障害発生時のシステム動作の詳細を測定および記録する。	再生可能エネルギーによるシステム安定化	適切に実施されている場合、障害レコーダーは問題の原因に関する洞察を提供できる。 これにより、よりの絞った障害緩和手法が可能になる。	データは別の方法で収集できる。 価値のあるものにするためには、慎重なデータ管理が必要である。	5万米ドル／個の電子のACH (業界の見積もりに基づく)
#17 コロールロードセンター付近にグリッド形成BESSの設置	次のようなグリッド強化サービスを提供するためのグリッド形成BESSの設置。 ○ 高速周波数応答を含む周波数制御。 ○ 電圧制御 ○ 負荷制限 ○ 営業予備力 運用の冗長性	再生可能エネルギーによるシステム安定化	グリッドがオンラインで非常に低いレベル（0%程度）のディーゼル発電で安全に動作できるようにするのに役立つ。 IPPフェーズ1（およびIPPフェーズ2）がマラカル発電所の1つのDGと並行してオンラインになり、マラカル発電所発電機がオフラインになるシナリオで、グリッドの動作を維持するのを支援する。	PPUCは、グリッドスケールのBESSを所有および運用した経験がない。 この支出を遅らせると、IPPフェーズ2による資金提供が可能になる場合がある。	5 500万米ドル (費用はサイズと容量によって異なる)
#18 マラカル発電所におけるNIIGATA発電機の制御システムの交換	PPUCの可視性、制御システムの分析およびトラブルシューティングの機能を向上させるための制御システムの交換。 交換はNiigata Power Systems (NPS) によって推奨されている。保護システムの調査と交換は、システム全体のスキームおよびその他の保護調査と増強と十分に調整されていることが重要である。	再生可能エネルギーによるシステム安定化	誤った制御や保護により発電機を損傷するリスクが大幅に排除される。	機能するようにうまく実施する必要がある。不適切に実施された制御システムは、単に故障の原因を増やす可能性がある。 このタスクの利点を実現するには、新たなSCADAシステムが不可欠である。	250万米ドル (NPSの推奨事項と作品の見積もりに基づく)
#19 同期コンデンサの設置	次のようなグリッド強化サービスを提供するための同期コンデンサの設置。 ○ 物理的慣性 ○ 反応性電源 故障電流	再生可能エネルギーによるシステム安定化	同期コンデンサは、保護システムを増強する必要性を制限できる追加の障害電流を提供することに役立つ。 提供される物理的慣性により、システムの安定性を向上させることができる。	グリッドの信頼性を向上させるために他の手段も調査せずにこのインフラを構築すると、パラオのグリッドに再生可能エネルギーを導入するコストが増加する。	100万米ドル以上 (費用はサイズによって異なる。実績に基づく参考値)
#20	アイライ変電所の更新	ネットワーク信頼性向上	アイライ変電所を分岐で接	配電線を停電させずに工事	120万米ドル

タスク	概要	主な電力設備の特徴	利点	短所	コスト (米ドル)
変圧器の交換を含むアイライ変電所の更新	34.5/13.8kV変圧器10 MVA 1台および関連機器で構成される。		続することにより、停電時間を短縮させることができる。 経年劣化した変圧器故障による事故のリスクを低減することができる。	を行うためには、工事計画が複雑になる場合がある。 敷地が狭く、拡張できないため、工事中の停電を最小限に抑えるための高度な技術が求められる。 既設回線の更新が必要となる。	(JICAマスタープラン報告書参照)
#21 変圧器の交換を含むマラカル発電所の更新	マラカルの変電所の更新 34.5/13.8kV変圧器10 MVA 1台および関連機器で構成される。	ネットワーク信頼性向上	スモールループ送電線を増強するためには追加の開閉装置が不可欠である。 経年劣化した変圧器故障による事故のリスクを低減することができる。	既設回線の更新が必要となる。	120万米ドル (JICAマスタープラン報告書参照)

JICA 無償資金協力事業においては、上記「電力系統優先計画 2021-2025 (Electrical Power System Prioritization Plan 2021-2025)」の優先プロジェクトのうち、特に緊急度の高いものや他ドナーの計画との整合等を考慮したうえで導出のうえ、複数の支援を提供することとなっている。

具体的には、34.5kV 送電線の建設（マラカル発電所～コクサイ変電所）、マラカル発電所の拡張、コクサイ変電所の拡張、13.8kV 配電線の建設、アイライ変電所の更新、マラカル発電所変圧器の交換となっている。

これらのスコープ外となっている優先プロジェクトについて、引き続き事業化への検討が進められるものと思われる一方、同計画期限の2025年が間近に迫る中、次期計画策定についても準備が必要な段階となっている。

同計画の優先プロジェクトに記載の通り、各取り組みのうち特に系統安定化に関連する対策には、取組順序や再生可能エネルギー普及の在り方（大規模少数設置や小規模分散）に応じて効果の大小が変わる特徴がある。

たとえば、#2 のタスクとされているマルキョク変電所の増強を含む「ラージループ送電線増強」は、小規模分散太陽光を想定して計画されたものであるが、メガソーラー導入による再生可能エネルギー比率向上を優先した現段階においては十分な導入価値を得られない点が指摘されている。ただし、ADB による JF-JCM 事業により、中小企業を対象とした小規模太陽光発電の導入事業が計画されている等、計画策定段階以降に実施に至った関連事業との整合も考慮していく必要がある。

よって、次期計画策定においては、様々なドナーによる再生可能エネルギー導入計画も見越しつつ、再生可能エネルギー導入の基盤となる系統インフラとして優先すべき事業を改めて検討していくことが求められる。

本都市間連携事業では、沖縄電力グループの参画を得ている強みを活かし、PPUC のこうした課題、計画づくりについても積極的に支援を行い、本事業の提案内容である PV-TP0 や可倒式風力の導入事業環境の基盤整備も並行して取り組んでいく考えである。

また、現在の状況を踏まえると、パラオにおける再生可能エネルギーの導入拡大に伴い、将来的には発電事業者、送变电事業者及び需要家側が連携して需給調整を行う必要が生じる。この段階においては、アグリゲーションモデルの検討も視野に入る。

浦添市のネクステムズ社では、太陽光発電システム、蓄電池、エコキュート等の機器販売とともに、分散型電源や可制御負荷の遠隔監視・制御の実証に取り組んできた。再生可能エネルギーを主要電源としつつも電力系統内での需給バランス調整を行い、需要形成を自在とするエリアアグリゲーションの実証及び確立を目指している。

同社のビジネスモデルは、今後再生可能エネルギーが発電事業者レベル・需要家レベルで同時に拡大していくとみられるパラオにおいて有効に機能することが期待できる。再エネ設備の導入見通し、需要の動向を踏まえ、パラオ型アグリゲーションモデルの構築についても検討を進め、次期電力系統計画やマスタープラン等の整備の中で導入検討を行っていく方針を PPUC と協議したところである。

というのも、現段階では、系統強化、システム増強と運用能力の向上が優先である一方、一般的に発電設備は投資回収が長期に及ぶ（10～20 年）ため、10 年後、20 年後の将来像・目標を設定したうえで、当該目標の達成に見合うインフラ整備を進めていく必要があるといえるからである。

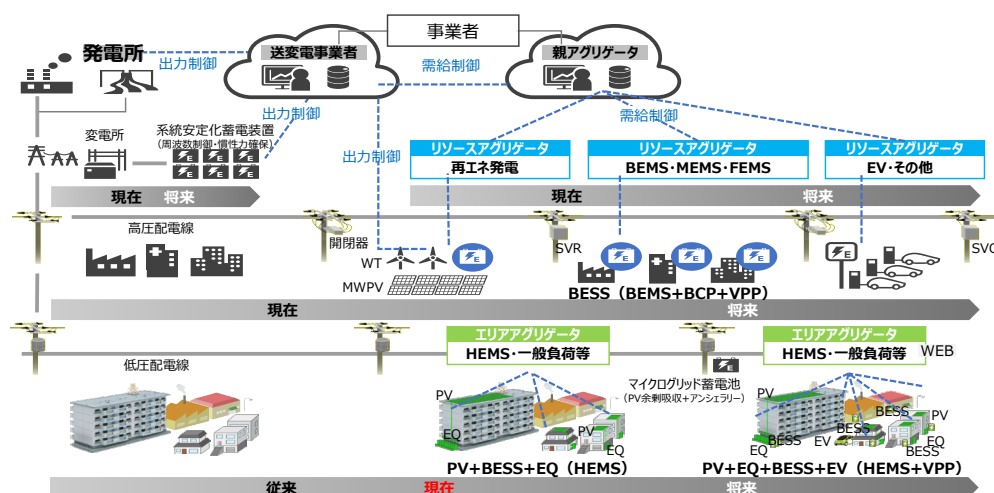


図 2-21 アグリゲーションモデルのイメージ

2.3.5. 政策提言

アイライ州と浦添市の環境・エネルギーに関する取り組みの共有、政策意見交換を目的として、2024年1月にパラオにおいてワークショップを実施した。

ワークショップには、浦添市、アイライ州およびステークホルダー並びにオブザーバーとして駐パラオ日本大使館、JICA パラオ、PPUC、気候変動局を招き、両都市における取り組み等の発表および意見交換を行った。

浦添市より、同市で策定している脱炭素に向けた計画、沖縄電力との連携、廃棄物処理の状況および人材育成等の取り組みについて紹介を行った。このうち、すぐに対策できる省エネの取組については参加者から多くの質問が寄せられ、浦添市の着実な脱炭素の取組みへの高い関心が伺えた。

一方のアイライ州からは、廃棄物処理の状況および太陽光発電設備の設置状況等について紹介があった。加えて、アイライ州知事からは、このような自治体同士の意見交換の場は貴重であり、今後も関係を継続していきたい旨の表明を得た。JICA パラオ事務所からは、再生可能エネルギー量を増やすための取組が多く着目される一方、省エネについてはあまり話題に上がらないとの指摘があった。浦添市からは、同市の省エネに関する取組みとして、市役所での節電等に加えて、市民のうち子供向け、大人向けそれぞれの教育プログラム等を準備し、省エネ意識向上に取組む事例の説明があった。

駐パラオ日本大使館からは、パラオの発展にはパラオ人自身が行動する必要があり、そのためには各自治体の理解と協力を得ながら普及活動を行うことが重要であるとの意見を得た。



図 2-22 ワークショップの様子

2.3.6. C2P2 促進に向けた取り組み

(1) 廃棄物管理支援

廃棄物処理に関して、パラオも他の島しょ国・地域と同様多くの課題を抱えている。島しょ地域は一般的に、マテリアルリサイクル等による資源循環に規模のメリットが効かないことや、埋立処分以外の選択肢が無いことなどが課題とされる。パラオも例外ではなく、固形廃棄物のほとんどが埋立処分せざるを得ない状況にあり、C2P2 促進に向けた取組の一つである資源循環に寄与する活動の可能性について調査を行った。後述の通り、廃棄物分野については、日本を主とした支援が長年行われており、その成果が現れつつあるところであり、こうした既存の取組の強化に繋がる検討を行った。

・ 廃棄物管理の状況

パラオの廃棄物の排出状況については、コロール州とバベルダオブ島（10州）でパラオの廃棄物排出量の約96%を占め、コロール州20t/日、バベルダオブ島10州6t/日の合計26t/日となっている（パラオの計画値は30t/日）。

パラオ政府の廃棄物管理部署は、公共インフラ産業省の中の公共事業局（BPW）・固形廃棄物管理課（SWM）であり、他に環境品質保護委員会（EQPB）があり、施設、規制、ライセンス等を管轄しており、これは日本の環境省に近い組織であるが、SWMとは別の独立機関である。

なお、SWMの職員は10名程度であり小規模な機関である。一方でコロール州の廃棄物管理部署は規模が大きく、職員は約80名で予算規模も国政府よりも大きい。また、コロール州以外の州では廃棄物管理の事務所を有していない。

パラオは廃棄物処理に係る技術的対策については主に北九州市と連携しており、北九州エコタウン事業とリサイクルセンターが協力する形でパラオをサポートし、これに民間レベルの技術導入、環境省の支援が入っている。パラオ内の主な処理施設としては、コロール州廃棄物管理事務所（以下「リサイクルセンター」という。）があり、飲料容器のリサイクル、コンポスト施設、ガラス工房、プラスチック油化施設及び発電設備を有している。



図 2-23 コロール州廃棄物管理事務所（リサイクルセンター）

リサイクルセンターでは、コロール州で発生する廃棄物の 1/3 程度に対応しているにすぎず、パラオの廃棄物の殆どは、コロール州にある国内最大の最終埋立処分場（通称「M-Dock」という。）の他、各州に 1 箇所ずつある最終処分場で埋立処理されてきた。近年、M-Dock の埋立残容量が限界に近づいてきたことから、2023 年にはコロール州及びバベルダオブ島から排出される全ての廃棄物に対応するべくアイメリーク州に新たな最終処分場（計画埋立期間 20 年以上）の運用が開始された。



<https://note.com/maikautsugi/n/nlc355ddb5ccb>

<https://www.ctii.co.jp/project/detail/370>

図 2-24 M-dock（左）とアイメリーク州の新最終処分場（右）

- ・ 廃棄物管理に係る再生可能エネルギー導入の可能性

前述したが、リサイクルセンターは、コロール州の廃棄物の 1/3 程度しか対応できていない。また、パラオ全土に対しては 10%程度に留まっている。

コロール州では、将来はリサイクルセンターを M-dock に機能移転し、全ての廃棄物を引き受けるトランスポーターションステーション（詰めおき施設）を整備しつつ更なる資源化を推進する方針である。現在、この計画については具体化を検討中の段階であるが、同センターの機能拡大に伴い、施設の消費電力量の増大が見込まれ、同センター内の新たな発電施設も必要になると予想されることから、新たな再生可能エネルギー導入が期待できる。この点においては、本事業で検討を進めている PPR（パラオパシフィックリゾートホテル）における太陽光発電導入によるオフグリッド型のシステム構築の技術が応用できると思われる。

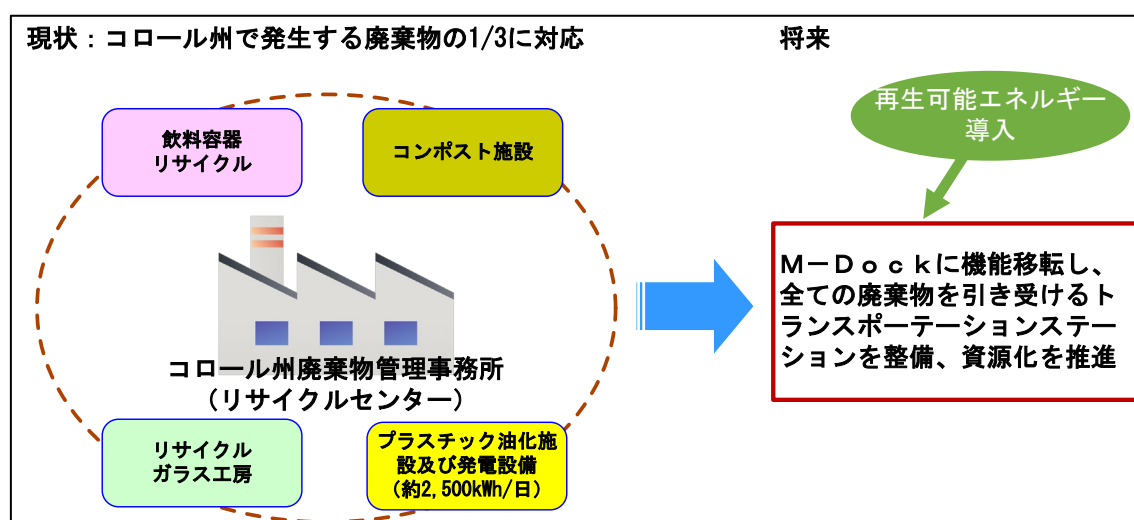


図 2-25 リサイクルセンターの機能移転・拡大の概要

加えて、リサイクルセンターの機能拡大に伴い、廃棄物管理に係る車輛（例えば収集運搬車）およびその稼働率の増大も見込まれるため、車輛の EV シフトも期待できる。なお、現状の廃棄物管理体制下における廃棄物収集運搬車の EV シフトについては、令和4年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務（パラオ共和国コロール州における EV 車両導入を通じた脱炭素化促進およびコ・ベネフィット創出事業／北九州市ーコロール州連携事業）において検討されている。今後、これらの取組の進捗等を関係機関へのヒアリングにより明らかにしつつ、連携や促進につながる取組の可能性を引き続き検討する。



図 2-26 廃棄物収集運搬車両及び充電システム

(令和4年度脱炭素社会実現のための都市間連携事業委託業務 パラオ共和国コロール州におけるEV車両導入を通じた脱炭素化促進およびコ・ベネフィット創出事業/北九州市ーコロール州連携事業)

(2) 農水産業の振興と脱炭素化

パラオにおいては、エネルギーに加え、食料の安全保障についても課題があるといえる。ほとんどの食料は米国（グアム）やフィリピンからの輸入に依存しており、海上輸送となるためエネルギー価格変動が食品価格に直接的に影響を及ぼすこととなる。また、観光業に伴う食品需要があるにも関わらず、国内の農産物生産能力が無いことから、パラオ国内への利益還元の観点で機会損失となっている。

背景には担い手不足がある。米国の委託統治領であったことから、米国への大学進学や市民権取得が比較的容易であると言われており、多くの若者は農水産業への就労に関心を持たない。また、パラオには商業農家がほとんどなく、半自給的農家が余剰分をマーケットに出荷する形態が中心であり、路上販売所において農家が直接出荷するに留まっていることから、ビジネスとしての農業が確立されていない。水産に関しても、多くは漁獲した魚のうち自家消費の余剰分を販売する程度の規模に留まっているという。

アイライ州においては、観光産業への供給による経済活性化や、若者の流出防止のため、農業・漁業振興に係る政策方針を有し、取り組みを進めている。こうした背景から、先進的かつ脱炭素と両立した農水産業の事業化が開発ニーズとして高いと考えられ、C2P2 促進に向けた取組のひとつとして、本調査においてスマート農水産業の事業化可能性に係る調査を行った。

・農業分野

パラオにおける伝統的な農業は多層構造のアグロフォレストリーであり、基本的には自給自足のための農業を営んでいた。現在ではアグロフォレストリーはすべての土地の3%未満となっているものの、伝統的な農業を実施している者は存在する。主な作物はタロイモをはじめとしたイモ類である。

現在のパラオの農業は、依然として商業的な生産は行っておらず、自給自

足を基本とし、余剰分を販売に回すという形態をとっている半自給的農家が多い。一方で、パラオでは観光業が重視され始め、観光業における食料供給は輸入食品頼りとなっている。²こういった農産物の需要がある一方で供給が少ないことから、商業農家の少なさは課題の一つとなっている。

パラオの農家はその土壌の栄養豊富さから、沿岸部に存在している。（図 2-27）そのほとんどが家族経営であり、生産面積は果物が最も多く 3.12 km²、次いでビンロウ（Betel Nut）が 2.15 km²、バナナが 2.01 km²、キャッサバが 1.21 km²、タロイモが 1.16 km²、野菜が 1.15 km²、となっている。また、農場の平均的な面積は約 10a であり、小規模である。パラオ最大の島であるバベルダオブ島は急峻な土地が多く、機械が導入できるような平地はわずか 12%、小型の手動耕運機程度のみが使用できる傾斜地は 30%と、機械化や省力化が難しいと予想される²。島しょ部地域で問題となる水資源に関しては、パラオでは通年、一定の降雨があり、河川もあることから農業を行うには十分な水資源があると言える。

畜産では養豚が中心となっており、2019 年には養豚農家は 40 軒、豚の頭数が 497 頭であり、基本的に小規模農家で、50 頭を飼育する専門の養豚農家は 2 軒のみとなっている。排泄物を水で洗い流す豚舎が一般的であるが、一部農家では糞尿を堆肥にするため乾燥敷豚舎を導入している。コロール州では養豚は法律的に禁止されており、主にバベルダオブ島、カーブ当、ペリリュー島、アンガウル島等で飼育されている。²2014 年に台湾支援により Ngechesar 州に飼料混合施設が導入されてから混合飼料が利用できるようになり肉質が大幅に向上した。混合飼料は農業省 Ngechesar 州支部にて 30kg、30USD で販売されている。Ngechesar 州には台湾の支援によって HACCP 対応のと殺場も建設された。2022 年 10 月には日パラオ農業協力に関する覚書に基づき、日本による無償資金協力によってと殺場及び加工場とラボラトリーが一体化した食肉処理複合施設が建設中である。養鶏は、輸入によりブロイラーが安く流入するため、基本は、何度も採卵できエサ代も抑えられる採卵鶏が中心となっている。排せつ物処理に関し、規制があるのは養豚で 50 頭以上、養鶏（採卵鶏）で 120-150 羽以上の大規模畜産家のみである。

農業組合は少なく、現在機能しているのは畜産組合と、台湾との協力によって設立された Palau Taiwan Farmers Association (PTFA) のみである。組合を通じ、農業資材を効率的に購入することが目的となっている。野菜の種子は主に米国、台湾、フィリピンから地元の小売業者によって輸入されている

²。

² JIRCAS(2021)Agriculture in Palau

https://www.jircas.go.jp/ja/publication/agriculture_in_palau

パラオにおける農産物の流通状況を図 2-28 に示す。パラオには自給的、半自給的、商業農家の 3 つの農家が存在し、多くの農家は自給的もしくは半自給的農家で、商業農家は少なくなっている。半自給的農家は余剰分を路上販売所や農家が集まって開催している市場に直接持参し販売する。パラオにおける農産物の販売チャンネルはそれらの市場や、近代的なスーパーマーケットである。スーパーマーケットでは主に輸入品を取り扱っているが、一部ローカルの農産物も取り扱っている。(図 2-29、図 2-30) 輸入、ローカルともに鮮度はあまりよくなく、供給も安定していない。

パラオにおける農業の課題は大きく 4 つあり、①商業農家の育成、②担い手育成、③食糧安全保障、④Integrated Farming の確立と推進である。①の商業農家の育成は先述の通り、自給的農家が大半を占めるため、農業生産を増やすためにも、商業農家の育成が必要であると考えられる。②の担い手育成では、パラオにおいても農家の高齢化が進み、人口も都市部に流れていることから、農業を維持するには若年層の農業分野への参入を増やす必要がある。現在は、高等学校やコミュニティカレッジでは農業の授業を設け、若年層に農業に興味を持ってもらえるよう活動をしている。③の食料安全保障は、需要に供給が追いついていない中、輸入食品に依存しているパラオの食料事情の中で、供給を増やし担保していくことを目指している。④の Integrated Farming では、さまざまな作物や農法を組み合わせ、より持続的な農業を行うこと目的とする。

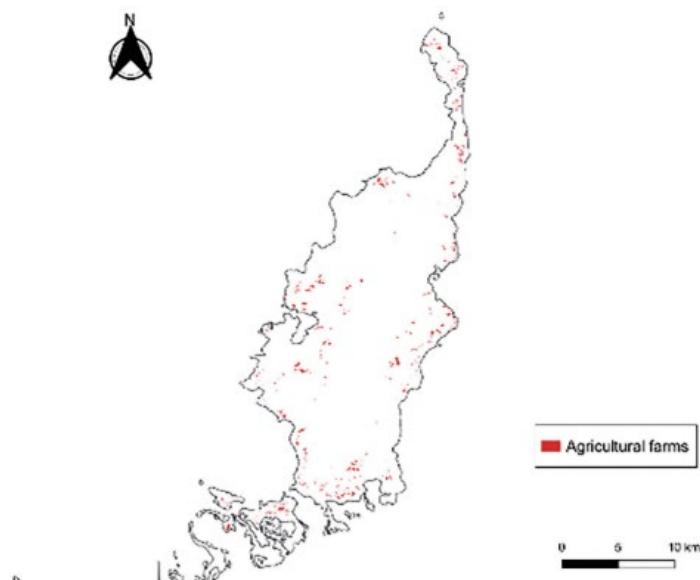


Fig. 29. Agricultural farms around Babeldaob island (Kitalong, C. unpublished data)

図 2-27 バベルダオブ島における農家の分布

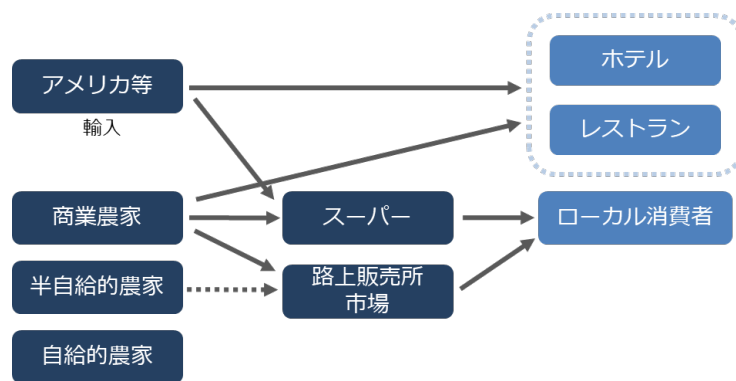


図 2-28 パラオにおける農産物の流通構造



図 2-29 ローカル農産物の棚



図 2-30 輸入農産物の棚

・水産分野

パラオにおいて、2014 年では水産業は国の GDP の 2.2%を占めており、生産額は 550 万ドルであった。2015 年には水産業従事者は 13 人が養殖業、39 人が沿岸漁業に従事していた。沿岸漁業の多くは国内の都市部の市場向けであり、沖合漁業では輸出向けのマグロのはえ縄漁が中心となっている。これらの沖合漁業はローカル拠点を持っている外国漁船によるものであり、主に台湾、中国、日本の漁船となっている³。

養殖については、水産局がシャコガイと魚類の研究施設を所持しており、シャコガイの種苗の供給も担っている。シャコガイについては養殖物のみ輸出することができ、天然のものは輸出が禁止されている。魚類の養殖については、Coral Grouper Reef fish、Rabbit fish を海面養殖している。養殖については適しているサイトを 16 州ごとに選定している。また、Ngerdubech Corporation は Ngatpang 州において Milk fish の養殖を行っており、Milk fish は食用の他、はえ縄漁のエサとして利用されている。Milkfish の種苗はコミュニティカレッジのプロジェクトによって生産されている。養殖に係る主なコストは電気、エサ代である。エサは完全に輸入に頼っている。

都市部には市場があり、漁業者は市場に漁獲物を持ち込み販売する。また、スーパーマーケットでもローカルの水産物は販売されており生、もしくはフィレの状態の販売されている。（図 2-31、図 2-32）また、パラオでは水産物も多く輸入しており、スーパーマーケットでは冷凍魚が販売されている。レストランやホテル等は漁業者と直接取引を行って調達する。



図 2-31 スーパーマーケットのローカル水産物コーナー

³ FAO Fishery and Aquaculture Country Profiles Palau <https://www.fao.org/fishery/en/facp/plw>



図 2-32 ローカルのマグロフィレ



図 2-33 フィリピン産 Milk fish の冷凍切り身

- ・パラオにおける農水産業の脱炭素化

視察や調査を踏まえ、農水産業における脱炭素化のモデルを検討した。

パラオにおいては導入されている再生可能エネルギーに対し、まだ系統安定化技術が確立されておらず、今後急激に再生可能エネルギーが導入された場合、系統の安定化が問題となってくる。また、独立系統の地域も存在しており、そういった小さい系統における調整力のリソースとしてエネルギーを使用する植物工場や陸上養殖施設が検討できる。先行研究⁴では、植物工場

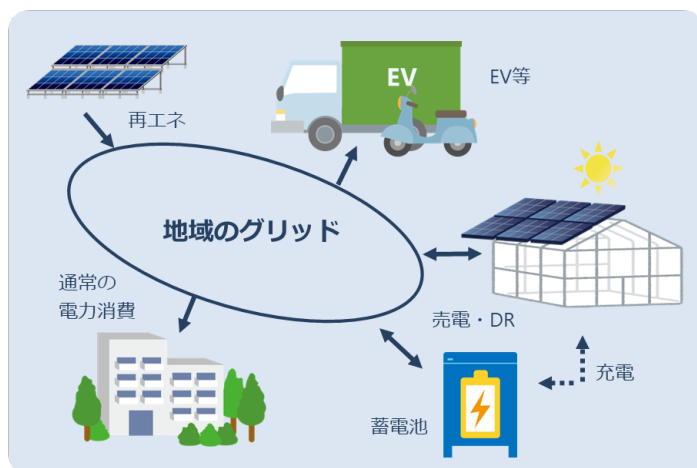
⁴ 電力中央研究所 (2023) https://egsweb.denken.or.jp/wp-content/uploads/2023/10/NEDO%E6%A4%8D%E7%89%A9%E5%B7%A5%E5%A0%B4%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%95%E3%83%AC%E3%83%83%E3%83%88_2023%E6%94%B9%E8%A8%82.pdf

内の光等を調節することにより、植物の成長に影響を与えない範囲で消費電力をコントロールしている。

パラオでは農地が少ない一方、ホテルやレストランなど、品質に見合った価格でも購入する需要家がいることから、植物工場のような集約的な農業経営は適していると考えられる。また、先端技術を用いた農業を行うことで、若年層の興味関心を惹ける可能性もある。

再生可能エネルギーによって使用できる電力も増え、冷蔵設備や配送用 EV に活用する方法も検討でき、資源が限られているパラオにおいて、コストのかかる植物工場等を経営する上では再生可能エネルギーの導入は経営の安定化に資する可能性もある。

農業・水産施設を活用した地域のエネルギーマネジメント



関連設備の再エネ化

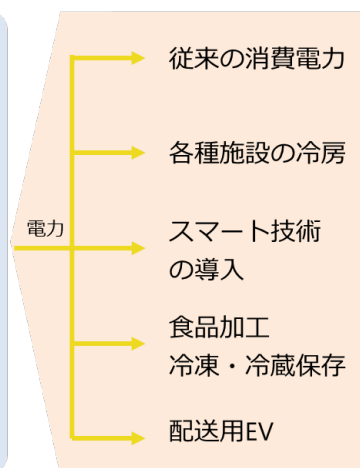


図 2-34 農水産業施設を活用した再生可能エネルギーの導入のモデル

2.4. 都市間連携活動

今年度の都市間連携活動として、2023 年 8 月及び 11 月、2024 年 1 月に現地調査を実施した。各渡航の行程を以下に示す。

2.4.1. 2023 年 8 月現地調査

表 2-7 現地調査行程

日付	曜日	活動内容
8月20日	日	成田～グアム～26:05パラオ着
8月21日	月	パラオ財務省気候変動局・在パラオ日本国大使館
8月22日	火	PPUC（パラオ電力公社）・PPR（パラオパシフィックリゾート）・農業局
8月23日	水	環境局・財務省エネルギー水管理局・Island Engineering
8月24日	木	JICAパラオ事務所・MAKALAL POWER STATION・水産局 ・公共インフラ産業省
8月25日	金	アイライ州政府・水産局養殖センター・メガソーラー発電所 ・可倒式風力設置候補地視察
8月26日	土	コロール州リサイクルセンター・植物工場・ <u>Utiligence</u> ・可倒式風力候補地
8月27日	日	ペリリュー島視察
8月27日	月	26:05パラオ発～グアム～成田8月28日14:25着

本調査に際して、各関係機関との意見交換の機会を得た。このうち、主要な訪問先との協議概要を以下に示す。

(1) 大統領府気候変動局

気候変動局はパラオ大統領直轄の組織でパラオの気候変動対策及び JCM 設備補助事業の所管機関である。本都市間連携事業について、関心が示されたと同時に、PV-TP0 を実施するうえでの重要課題はグリッド接続であり、その解決が求められるとの見解を得た。オーストラリアのメガソーラープロジェクトは系統安定化するための対策を、現在 ADB にサポートを要請している状況であるとのことであった。また、グリッド接続を行う PPUC には技術者が不足していることも同様に課題であり、人材不足が深刻であるということが示された。

PV-TP0 の設置に当たっては、パラオには建築基準法が存在せず、家屋屋根の構造は台風に強くないため、屋根の耐性についてよく判断する必要があることについて指摘があった。



図 2-35 気候変動局担当者との打ち合わせ、面談の様子

(2) PPUC (パラオ電力公社)

発電など公共事業を担うパラオ公共公社 (PPUC) の CEO と企画推進部門及び発電部門のマネージャーとの面談に至った。

コロール島とバベルダオブ島との安定した配電管理に寄与する SCADA 等のインフラ設備がまだ不足しているので、こうした設備導入によるシステム改善を望んでいる。また、IPP を管理するナショナルコントロールセンター (NCC) は Malakal 島の発電所の敷地内に設置準備中で、来年 5-6 月に開始予定だが、バックスキルについては未だ改善点が多い段階との認識であった。NCC の運用には、マスタープランが未策定であるため、実効的な機能を有するまでには時間を要するものと推測された。

なお、JICA 事業として、アイライ州のサブステーション (変圧+スイッチング) を増強させ、バベルダオブ島の系統をループ化し系統信頼性を上げる事業計画がある。アイライ州をパートナー都市とした都市間連携事業を足掛かりとして、さらなる日本からの協力についても歓迎したいとのコメントを得た。



図 2-36 PPUC との面談の様子

(3) PPR (パラオパシフィックリゾートホテル)

パラオパシフィックリゾートのマネージャー及びエネルギーインフラを担う

日本人スタッフと面談した。PPUC の電力は不安定で料金も高いことから、PPR では自家発電設備としてディーゼル発電機を有している。太陽光発電設備も導入しているが、寄与は全体の約 1% 相当に留まっている。電力制御は専属スタッフを配置し管理している。近年、発電機、熱交換器などの老朽化により、2021 年から緊急やメンテナンス時には PPUC の電力も使用する状況となったため、電力が不安定となる状況が続いている。設備導入にはメンテナンスを独自にできる設備を選定するか、国内または近隣国等の技術者が即座に対応できる体制を構築できるかといった要素が判断基準となる。

パラオパシフィックリゾートは環境対応に重点を置いており、太陽光発電の比率を向上させたい意向があることを確認した。



図 2-37 PPR のマネージャー及び技術者と打ち合わせの様子

(4) 自然環境観光省 農業局

農業局長と面談し、パラオの農業の課題について説明を受けるとともに意見交換を行った。課題は「商業農家の育成」「担い手の育成」「食料安全保障」「Integrated Farming の確立・推進」の 4 点が主である。パラオには 3 種類の農家（自給的農家、半自給的農家、商業農家）がいるが、商業農家がほとんどなく、半自給的農家が余剰分をマーケットに出荷する形態が中心であり、路上販売所において農家が直接出荷することがほとんどである。農協のような組合組織は少ないが、農家とバイヤーのマッチングシステムの構築を始めており、バイヤー側は供給量の把握を、農家側は栽培品目の戦略的選択をできるシステム構築を目指している。

また、高校やコミュニティカレッジで担い手の育成のための授業を行うなど、農業の教育も行われている。

FAO 支援の下、「Green Grow Plan」を策定中であり、この中に農業関連の戦略が含まれる予定である。

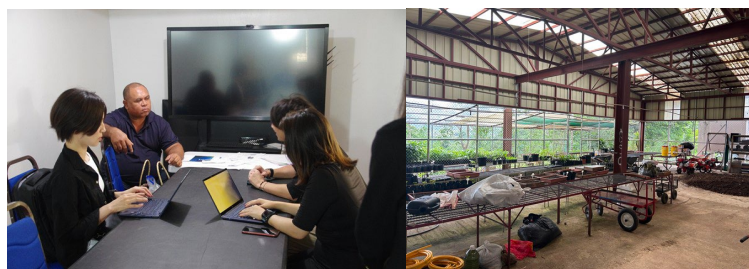


図 2-38 農業局長との面談、試験栽培施設

(5) 農林水産環境省 水産局

養殖は国内ではシャコガイの養殖が中心であり、シャコガイは養殖されたものののみ販売輸出が許可されている。魚類の養殖も研究しており、Rabbitfish 等を中心に養殖しているとのことであった。魚類の養殖はエサ代もかかるので、完全に輸入に頼っているが、各州で養殖に適したポイントを定めるための調査は実施している。ただし、コールドチェーンもなく、加工場もないため、養殖の実現にはバリューチェーン全体を開発する必要がある。現状、流通経路は主に市場か、レストラン・ホテルとの直接取引がメインとなっている。

水産局に隣接したシャコガイ養殖センターでは、国の研究所から種苗を配布し、養殖家が 4-5 年育成した後出荷される。シャコガイの養殖に必要なものは、日光とエアレーションと海水ポンプ程度で、排水処理も不要なため、コストは主にポンプ類の電気代である。太陽光発電を導入しており、ネットメタリングにより運用していることから、これらを強化しつつ、自動化や生産効率化などのシステムと併せたスマート水産化の可能性があるとみられた。



図 2-39 養殖センター、センター屋根置き太陽光発電

(6) 農林水産環境省 環境局

環境局は農林水産環境省の管轄下であり、Division of Protected Areas& Species と Division of Forest, Land, & Water Management で構成される。EIA 手続きについては独立した Palau Environmental Quality Protection Board (EQPB) が管轄しており、脱炭素事業は大臣が中心にアメリカと連携しながら

実施しているとのことであった。環境局としては、太陽光パネルについて、廃棄コストが高いことから懸念を有している。また、現状パラオ国内でリチウムバッテリーのリサイクルはできないことから、蓄電池の普及に関しても廃棄段階の想定が必要であることを指摘している。なお、パラオでは、すべての自然資源は国家所有のものとなる。



図 2-40 環境局との面談、中央政府オフィス

(7) 財務省 エネルギー水管理局 (The Palau Energy & Water Administration: PEWA)

8月23日に面談を行い、エネルギーに関する取組事例の紹介と併せ、同局の取組に関して情報共有を得た。PPUCの系統安定化については課題認識を有しており、バッテリーストレージの導入による対策に期待があることを確認した。屋根置き太陽光の分散設置については、未活用の屋根が多いためPV-TP0による普及可能性があるとの認識であった一方、法律上電力サービスプロバイダーはPPUCに限定されていることから、制度との整合に留意したビジネスモデルの検討が必要である点の指摘を受けた。風力発電については土地課題に言及があり、オフショアについては国有扱いになる点補足があった。PEWAの見解としては、ポテンシャルのある再エネプロジェクトは太陽光と風力であるが、風力を導入するにはFSのコストが高く、太陽光に関しては既に多くの実績がある最も現実的であり、バイオマスについてはポテンシャルが小さすぎる課題があると認識しているとのことであった。グリーン水素に関しては、検討はしている一方、コストが高いことから、まだ具体的な導入プランはないとのことであった。

各種施策は連携関係にある米国ハワイ州の協力により検討を進めており、グリッドに係る規制について同州の支援を得て策定を進めているとのことである。同時に、エネルギーロードマップも新たに策定を進める計画があるとのことであった。また、大統領の意向を受け、パラオでは2032年までに再エネ100%とする目標を掲げる調整を進めている点に言及があった。

(8) 公共インフラ・産業省

8月24日、Charles I. Obichang 大臣との面談を行った。本事業のうち、風

力発電には大変関心があるとのコメントを得た。また、PEWA のヒアリングにおいても言及のあった 2032 年までの再エネ 100%目標について補足があった。この実現には各国専門家からの支援が必要であり、現在実施中の IPP プロジェクトは再エネ 20%まで引き上げられるものの、100%とするにはさらなる IPP プロジェクトや、本事業で提唱している需要家側での自家消費型太陽光発電システムのさらなる普及が必要であるとの認識で一致し、パラオの日照資源を十分活用することにより、再エネ 100%が実現するポテンシャルがあるとの見解であった。公共インフラの側面から、交通に関しても言及があり、特に自家用車の増加による渋滞の課題について、公共交通を充実させることや、EV 導入による交通由来の CO₂ 排出削減が必要であるとのコメントがあった。

(9) アイライ州政府

8 月 25 日、アイライ州：Norman H. Ngira Techeboet (Governor) への表敬訪問を行い、本事業に関しての進捗報告と意見交換を実施した。C2P2 促進に向けた取組のうち、廃棄物に関しては、同州においても清掃活動を行っていることや、過去焼却炉を運用していたものの、住民の苦情などにより閉鎖に至り、現在は隣州のアイメリークの埋立処分場を利用するしかない状況について共有があった。また、農業分野に関しては、農産物のバリューチェーンに課題があり、アイライ州として「セントラル・ファーマーズマーケット」を設置する計画があることについて説明があった。また、地域農業の促進と食育の観点から、学校給食で地元産食品の活用等を目指しているとのことであった。

(10) コロール州リサイクルセンター

8 月 26 日にコロール州廃棄物管理事務所（以下「リサイクルセンター」という。）において、リサイクルセンター（兼 コロール州スペシャルアドバイザー・経済開発投資大使）の藤所長にパラオの廃棄物管理状況と今後の展開について説明を受けた。

パラオで発生する廃棄物は、その殆どがコロール州で発生しており、同州の廃棄物管理部門は国よりも大規模な組織となっているとのことであった。また、他州では廃棄物を管理する事務所も有していない状況であるという。パラオの殆どの廃棄物は、最終処分場（2022 年までは主にコロール州の M-Dock、2023 年からはアイメリーク州の新最終処分場）で処理されており、最終処分場以外の処理施設として本リサイクルセンターが運用され、同州で発生している廃棄物の 1/3 の処理に対応している。藤所長によると、将来はリサイクルセンターを移転・拡大し、更なる再資源化を進める方針があるとのことであった。

なお、藤所長より、パラオを含む大洋州諸国では、廃棄物対策として 3R 及

び埋立処分が主となっており、焼却炉は環境影響や導入・運用コストが高価となること、現地でのメンテナンスが十分にできない等の理由から敬遠されている点についても補足があった。



図 2-41 コロール州廃棄物管理事務所（コロール州リサイクルセンター）

(11) 植物工場

パラオ国内で唯一の植物工場の視察を行った。植物工場の位置を図 2-42 に示す。

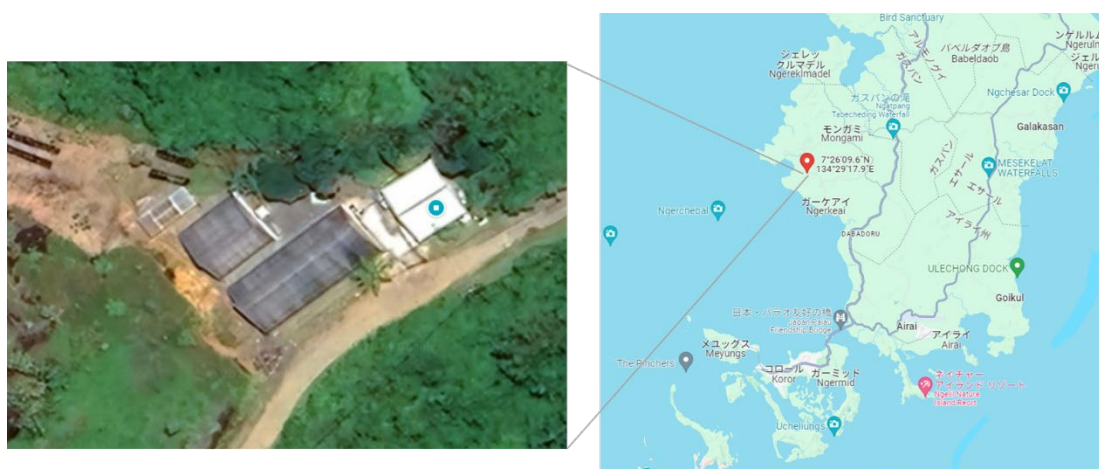


図 2-42 植物工場の位置と上空写真 (Google Maps)

本植物工場は旅行ツアー会社やレストランを経営する Tova 氏によって 2022 年 11 月より運営されており、EGAI (Eco Green Agriculture Inovation) ブラントとして、レタス、ほうれん草、ケール、シソなどのサラダ野菜やハーブを中心に生産している。太陽光利用型の植物工場で、養液栽培を行っている。プラント技術はイスラエルから、養液はアメリカから、種子はオランダから輸入している。植物工場内はコンピュータ制御されており、オペレーションは容易である。収穫後は冷蔵設備で加工・パッキングを行い、冷蔵トラックで出荷し

ている。電気は買電しており、電気代は1,000 USD/月である。

植物工場を始めたきっかけは、パラオで手に入るレタスの質が悪いうえに価格が高かったため。現在はホテルやレストランに直接販売するほか、スーパーマーケットに卸しており、高評価を得ている。（図 2-43）マーケティングは主に口コミや Facebook で行っている。



図 2-43 スーパーマーケットの野菜売り場に掲示されている EGAI ブランドマーク



図 2-44 植物工場内の様子

(12) シャコガイ陸上養殖施設

パラオ水産養殖試験センターにおいてシャコガイの陸上養殖施設の視察を行った。場所を図 2-45 に示す。

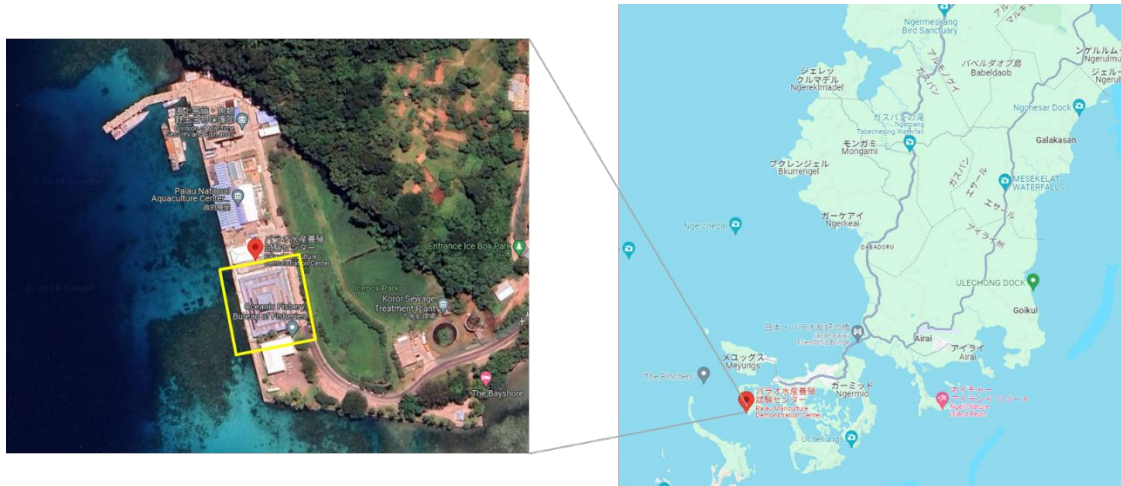


図 2-45 パラオ水産養殖試験センターの位置と上空写真

本センターは水産局によってシャコガイの研究施設及び種苗生産施設として運営されている。自然界のシャコガイから採卵し、センター内で 1-2 年養殖し種苗を生産する。配布された種苗はローカル養殖業者に配布され、5 年ほど養殖されたのちに出荷される。(図 2-46) センター内では 8 種類のシャコガイとナマコ、高瀬貝等も生育している。シャコガイは藻類と共生しており、藻類の光合成によって栄養を得たり、海中のプランクトンをエサにしたりするため、太陽光があればエサは不要であり、排水も処理は不要、温度管理も不要、唯一エアレーションとポンプのみが必要な設備となり、それに伴いコストもそれらの消費電力程度である。

本センターの屋根の上には太陽光パネルが設置されており、30 USD/月ほどの売電利益が出ているが、普段は買電を行っている。

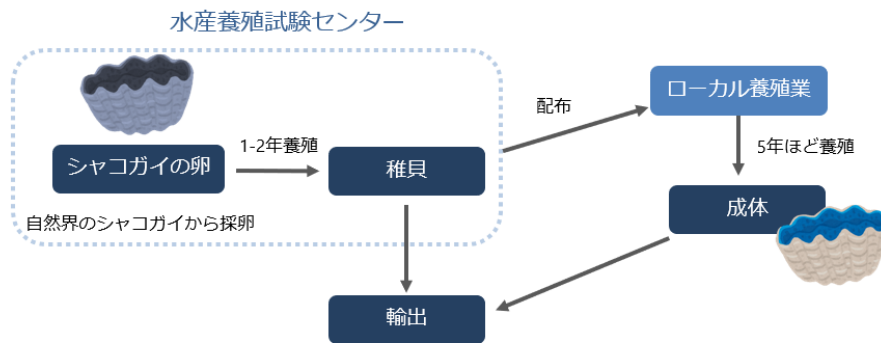


図 2-46 シャコガイ生産の流れ



図 2-47 養殖中のシャコガイ



図 2-48 センター内の取水ポンプ



図 2-49 センターの屋根の上の太陽光パネル



図 2-50 養殖場外観

2.4.2. 2024 年 1 月現地調査

(1) アイライ州との意見交換（1 月 23, 24 日実施）

2024 年 1 月 23 日にアイライ州職員、1 月 24 日に州知事および職員との意見交換を実施した。州政府は太陽光パネルへの補助はできないが、ADB の基金を原資とするパラオ開発銀行 NDBP (National Development Bank of Palau) が融資プログラムを運用しており、支援が可能である旨紹介があった。アイライ州の電力はすべて PPUC からの供給である一方、下水は州独自で処理している点について補足があった。脱炭素事業の発掘に際し、今後もアイライ州に関する様々な情報の共有依頼伝え、了承を得た。



図 2-51 アイライ州との意見交換の様子

(2) 駐パラオ日本国大使館との意見交換（1月24日実施）

2024年1月24日に日本大使館書記官との意見交換を実施した。大使館施設はPPRの独立系統に接続されており、大使館施設にも太陽光パネルを設置する検討を行っていたことから、導入イメージに関して意見交換を行った。駐車場へのカーポート型太陽光パネルの設置については、カーポートが補助金の対象外となる点について留意が必要である旨指摘があった。大使館からは、PPRへの太陽光パネル設置について、シードおきなわが設置、運用した場合、PPUCのメリットについても考慮が必要との助言があった。そこで、PPRでの技術確立や人材育成はPPUCの取組にも貢献できる点について説明し、認識を共にした。事業化後には、PPUCに技術提供を行い、PPUCとともに国内の電力供給の安定性を高めていく方針についても補足した。

(3) JICAパラオ事務所との意見交換（1月24日実施）

2024年1月24日にJICAパラオ事務所との意見交換を実施した。COP28でも発表したとおり、PPRをモデルにパラオの電力供給に係る課題を解決するモデルを作っていきたい旨説明を行った。JICAより、現状、本件を含めて様々な事業体から電力分野への参入に関心を得ており、歓迎の一方で、援助機関や事業者の競合に懸念がある旨の指摘を得た。また、電源開発に至っても系統接続ができないなど、インフラ全体が調和しなければ援助効果に繋がらない点にも指摘があった。浦添市からは、パートナーシップを深めていきたいこと、および本事業は浦添市としての初めての国際的な連携事業であり、浦添市に立地するJICA沖縄の協力のもと進めていきたい意向に触れた。JICAからは、C2P2促進に向けた取組のひとつである廃棄物分野に関連し、現在パラオで行われている廃棄物の回収および最終処分の方法やJICAの取組について紹介があった。



図 2-52 JICA パラオとの意見交換の様子

(4) リサイクルセンターとの意見交換（1月24日実施）

2024年1月24日にリサイクルセンター藤所長との意見交換を実施した。リサイクルセンターから、現在のパラオにおける廃棄物処理の状況の説明を受けた。パラオでは、ごみの分別意識が低いため、分別によりごみその後どのように処理され、有効利用されるかといった目的から丁寧に啓発する必要について言及があった。本センターには分別済みのごみが収集され、コンポスト化の他、プラスチックは油化により発電利用されており、約2,500kWh/日の発電に活用されている。発電した電力は本センターで使用するほか、余剰電力も活用されている。本センターでは、廃ガラスを使用したガラス製品の製造およびガラス製造の体験など、観光業により収益を得ている。本センターについては、後継者が課題であり、民間企業との提携による事業の安定化および拡大が検討されている。



図 2-53 リサイクルセンターとの意見交換の様子

(5) PEWA との意見交換（1月24日実施）

1月24日にPEWA Directorとの意見交換を実施した。PPRにおける太陽光発電事業について説明したところ、PEWAより、プロジェクトを実施するためには、その規模に応じて許認可が必要となる可能性があるため、計画段階から州との密なコミュニケーションを図り、必要なプロセスを確認するよう助言があ

った。また、PEWA より、今年 3 月にエネルギーロードマップを作成する計画があり、国家レポートとして 4 月に公表され、現状の 45%脱炭素目標の達成度が明らかになるとの情報があつた。こうした中、アイライ州の目標が 100%となれば、今後の計画における好事例となること等から、本事業の取組を歓迎するとのコメントを得た。



図 2-54 PEWA との意見交換の様子

2.5. 今後の活動方針

今年度の調査では、脱炭素等に係る様々な関係機関との意見交換や情報収集ができたとともに、パラオにおける再エネ普及の課題となっている系統安定化について、独立系統における再エネ最大化の実例として、PPR を対象に事業化を進める方針が固まった。PPR をショーケースとして、太陽光発電と既存ディーゼル発電機を最適化したシステムのあり方を示していくことで、PPUC が管理するパラオ電力系統運用にノウハウを提供していくことができる。また、可倒式風力については、候補地の絞り込みが進むとともに、パラオにおける太陽光以外の再エネ選択肢として PPUC、公共インフラ・産業省等の関係機関の認知度向上と関心の獲得に至っている。

また、今年度の都市間連携事業の一環として、アラブ首長国連邦で開催された COP28 において、ジャパンパビリオンサイドイベント「クリーン・シティ・パートナーシップ・プログラムセミナー〜気候変動、汚染、生物多様性の損失を含む都市課題の解決に向けて〜」において取組紹介の機会を得た。

このプレゼンテーションには、パラオ国大統領府気候変動局、沖縄電力株式会社も参加し、取組報告を行うことで、ジャパンパビリオンの標語とした「Together for action」に沿った取り組みとして世界に発信できた機会であった。



図 2-55 COP28 サイドイベントにおける登壇の様子

さらに、2024 年 1 月に開催したワークショップにおいては、アイライ州と浦添市の直接の意見交換の場を設けることができ、両都市のさらなる連携に向けた契機とすることができた。

こうした活動成果を基盤として、次年度以降は、引き続き各テーマの事業化を進めていくとともに、両都市の連携による相乗効果を意識した協力の在り方を探っていくこととする。

特に、PPR における再エネ最大化の取組については、JCM 設備補助事業の活用

を視野に事業化を加速させ、系統安定化の様々な取組を進める PPUC において参考となる好事例を早急に示すことを目指す。この取り組みは系統安定化のための設備増強や計画策定支援とも相乗効果をもたらすよう留意し、パラオ全体の電力脱炭素化と安定供給を同時に実現する方策を目指す。これらを通じて、2032 年に設定されている再エネ比率 100%にも照準を合わせた内容とする。

また、C2P2 促進に向けた取組についても、引き続き脱炭素の観点からの連携に留意しつつ、都市間連携の強みを活かしたパラオの課題解決に寄与する視野で取り組みを進めていく。

調査項目		FY2022				FY2023				FY2024			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
1. 応募事業事業化に向けた取組													
1.1 事業調査													
1)	第三者所有型の太陽光パネルおよび蓄電池無償設置サービス（PV-TPO）												
①	対象サイト特定												
	a. 適合地点調査												
	b. 地点情報収集												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
2)	可倒式風力事業												
①	対象サイト特定												
	a. 適合地点調査												
	b. 地点情報収集												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
3)	商業施設、公共施設向け高効率空調、給湯機器導入（エネルギーサービス）、水素製												
①	実現可能性調査												
	a. 適合地点調査												
	b. 地点情報収集												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
4)	1)～3)技術/サービスの導入を見据えた系統安定化												
①	実現可能性調査												
	a. 統合するエネルギー種別の調査												
	b. 統合及び制御方法の検討												
	c. 体制構築												
②	効果検証												
	a. CO2排出削減効果												
	b. コスト試算												
	c. 経済性、投資回収分析												
1.2 開発計画策定支援													
1)	浦添市による取組の共有および開発計画策定支援												
①	浦添市の取組とアイライ州の計画策定方針の共有（オンラインを想定）												
②	計画策定にかかる参考情報のとりまとめと提示												
2. 現地調査・セミナー													
1)	現地調査（オンラインでも接続）												
2)	現地関係者向けワークショップ（オンラインを想定）												
3)	環境省指定の会議での発表（調査対象国における国際会議）												
4)	環境省指定の会議での発表（国内向け都市間連携事業に関する会議）												
3. 報告会・報告書作成													
1)	報告会												
2)	報告書作成・提出												

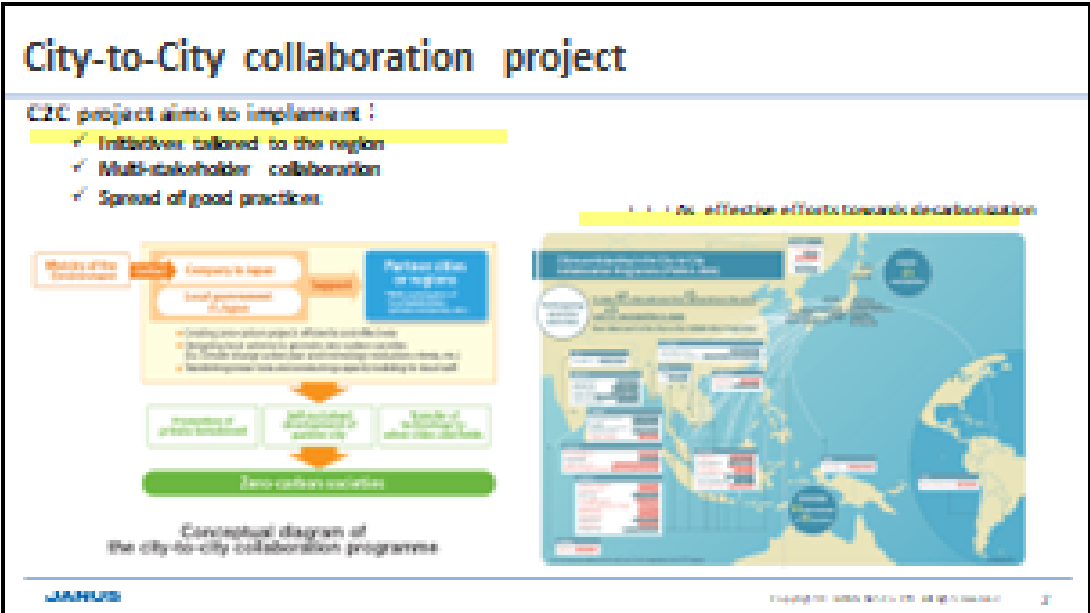
図 2-56 今後の事業項目別の取組計画

以上

資料 1 都市間連携事業ワークショップ資料（JANUS 資料）



1



2

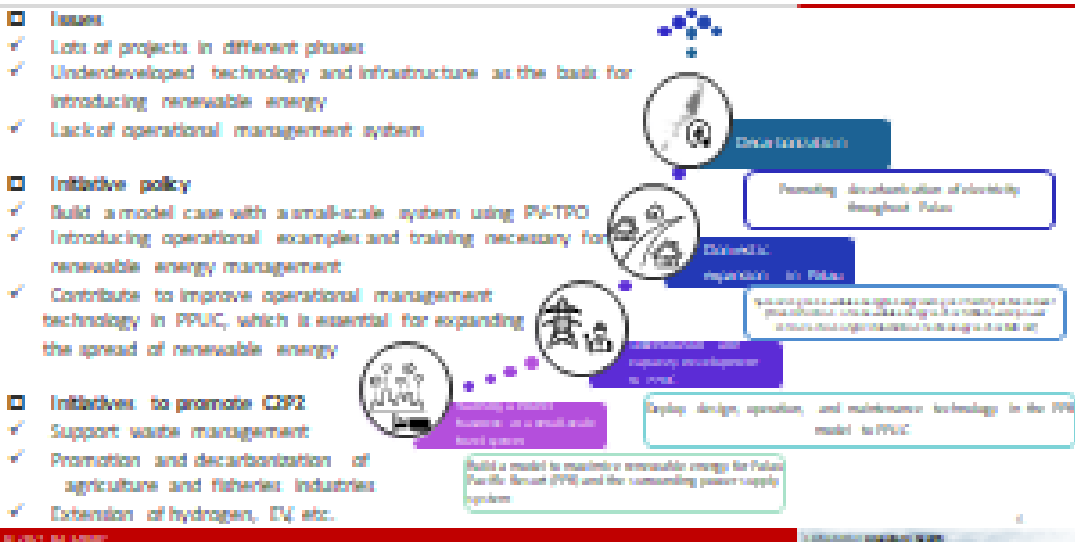
Urasoe, Okinawa JAPAN

Concluded a comprehensive partnership agreement with The Okinawa Electric Power Co., Inc. to solve regional issues and develop sustainable communities.



5

INITIATIVE POLICY FOR THIS PROJECT



6

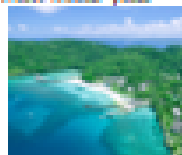
SURVEY POLICY



7

CONSTRUCTION OF A MODEL CASE IN A SMALL-SCALE SYSTEM USING PV-TPO

- **Model site**
 - ✓ Palau Pacific Resort
 - ✓ More than 40 years of in-house consumption, using diesel generator and equipment refurbishment. Electricity is also supplied to the Embassy of Japan, located nearby.
 - ✓ Due to the old power generation facilities, shown interest in the use of renewable energy from the perspective of promoting decarbonization.
- **Implementation items**
 - ✓ To commercialize ICM business, current power generation amount, possible amount of renewable energy introduction, and possibility of introducing energy-saving technology are to be considered.
 - ✓ Currently organizing data for design and cost estimation. Aim: ICM equipment subsidy business for next fiscal year.



8

CONSIDERATION OF INTRODUCING TILTABLE WIND POWER

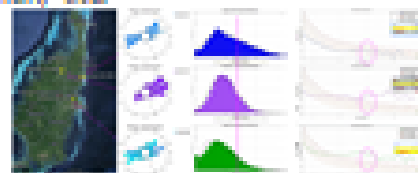
□ Significance of the introduction and last year's survey results

- ✓ Diversification of power sources is essential for achieving 100% renewable energy
- ✓ Wind conditions in Palau : At a level to utilize wind energy.
- ✓ Potential survey results by the US and PPUC in the past.
- ✓ Issues: Countermeasures against typhoons and maintenance and operation know-how.

Best option : Tiltable wind power generation, which local equipment can be utilized (Okinawa Electric Power Group : Track record in Tonga)

□ Implementation items for this fiscal year

- ✓ Identify potential sites, collect landowner information, etc.
- ✓ Survey of wind condition, cost of construction



9

SUITABLE SITE SURVEY FOR TILTABLE WIND POWER GENERATION

Candidate site (3) (Koror state)

A wharf near the national highway. Wind speed is relatively good, over 4.7m/s (peak southwest), always around 7m/s.



Candidate site (4) (Koror Island)

A little far from the national highway, but the **sidings** **connects all the way here**. A wharf developed by a bridge-funded project, and includes a rest area, entrance, and a former aquaculture millinery. Lookout tower. Wind can be felt.



Candidate site (2) (Koror state)

Within the sports area, there is a hotel information center, rest area, and playground.

Wind speed 5.7.0m/s (peak southwest) and weak wind.



Candidate site (5) (Koror state)

①-1 and preparation work is required for installation as it is located on a road materials overhanging the sea. Because it is far from the national highway (power grid), **sidings work** is also required. Relatively good wind speed of 4.0 to 5.1 m/s (peak southwest).

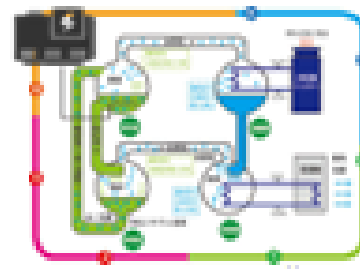


②-2 is a little better than ①-1. A rest area nearby, **and it seems that the sidings is coming**. Wind speed could be 3.8 m/s (peak southwest) and weak wind.



ENERGY SAVING/HYDROGEN USAGE

- ❑ Energy saving of air conditioning equipment with PPR
 - ✓ Exhaust heat from existing diesel generators can be used as a heat source for air conditioning and hot water (absorption type examples: water heaters and refrigerators)
 - ✓ The possibility of spreading energy saving air conditioning using similar equipment
 - ❑ Implementation items for this fiscal year
 - ✓ Investigating air conditioning equipment at PPR
 - ✓ Calculate CO2 emission reduction effect /economic efficiency
 - ✓ JCM business
 - ❑ Hydrogen usage/others
 - ✓ Sojitz/Dainippon Dia Consultation
- Exchange of opinions with third country collaborative projects for hydrogen production and utilization
- ✓ Support : Hydrogen transportation routes
 - ✓ Important: Decarbonization of vehicles, spread of EV



11

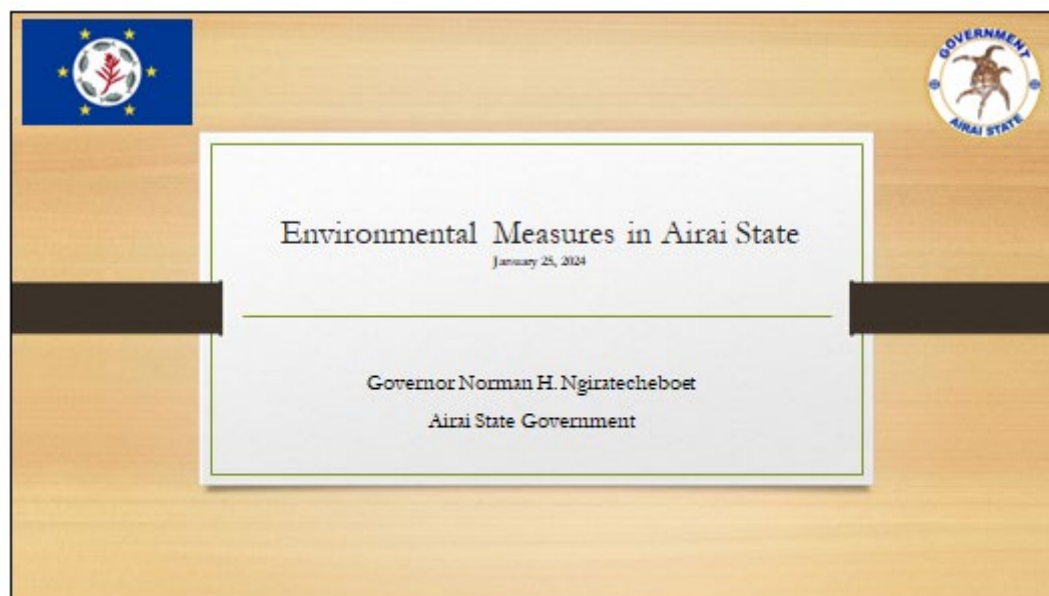
CITY-TO-CITY COLLABORATION

- ❑ Comprehensive and synergistic support for urban issues with C2P2 in mind
 - ❑ Promotion of agricultural and fishery industry
 - ✓ Agriculture: Shortage of workers. Smart agriculture (hydroponic cultivation, etc.) is suitable for producing stable quality and stable quantities in small numbers of labor.
 - ✓ Fisheries: Shortage of workers. From the perspective of nature conservation, coastal fishing and marine aquaculture are difficult, and terrestrial aquaculture is suitable.
- Hotels, etc. are considered as demand areas, and there is potential for small-scale production of high value-added items.
- To promote : Agriculture and fisheries industry while decarbonizing the energy supply essential to smart agriculture and fisheries using renewable energy.
- ❑ Waste management support
 - ✓ Horizontal development of Utsunomiya City's coastal cleanup activities and environmental education achievements
 - ✓ Studying decarbonization of energy-demanding facilities.



12

資料2 都市間連携事業ワークショップ資料（アイライ州資料）



1



2



Waste Management/Treatment

- Planned centralized sewer system in Airai State
 - Currently, there is an existing plan to have a centralized sewer system in a housing project consisting of 12 houses.

3



Renewable Energy

Solar power generation

- Airai State Government fully supports the Renewable Energy program
 - State Government is unable to give financial assistance on this effort but we do what we can to help.
 - The State will waive any permit fees needed to do roof renovation related to solar energy panel installation.
 - The State supports National Development Bank in its outreach programs on Renewable Energy use.




Status of Solar Power Generation Installation

- Estimated number of homes in Airai State: 1,100 houses
 - Number of buildings in Airai State with Solar Power system:
 - ✓ 79 residential houses,
 - ✓ 9 commercial buildings, and
 - ✓ 4 government establishments.



5




Environmental Measures in Airai State

Q & A

資料3 都市間連携事業ワークショップ資料（浦添市資料）

**Introduction to Environmental Conservation Efforts in
Urasoe City**

Airai State - Urasoe City-to-City Cooperation Collaboration Project

January 25, 2024
Urasoe City, Okinawa Prefecture

1

Table of contents

1. Overview of Urasoe City
2. Plans for Decarbonization Efforts
3. Collaboration with Okinawa Electric Power Company
4. Waste Treatment and Recycling
5. Human Resource Development

2

1. Overview of Urasoe City

Okinawa Prefecture

- A prefecture consisting of more than 150 islands within a radius of more than 500 km.
- 41 municipalities
- Population: 1.47 million people
- Distance from Palau: 2,000km

Urasoe City

- One of 11 cities in Okinawa Prefecture
- Population: 115,000 people
- Area :19.44km²
- Most of the city area is residential land, and most of the west coast is the U.S. military Makiminato Harbor supply area.



3

2. Plans for Decarbonization Efforts

- Japan's global warming prevention and decarbonization efforts are in line with multiple plans.
- Urasoe City has also formulated the "Urasoe City Environmental Basic Plan" and the "Urasoe City Comprehensive Plan."

Urasoe City Environmental Basic Plan

To promote : a desirable environmental image and clarify specific measures and action guidelines for citizens, citizen groups, businesses, visitors, and the city (administration) to work together.

Urasoe City Comprehensive Plan

- Environmental improvements such as disaster prevention, fire and emergency systems, crime prevention and traffic safety
- Related to landscape and greenery (tree planting and parks)
- Related to environmental conservation and a recycling-oriented society



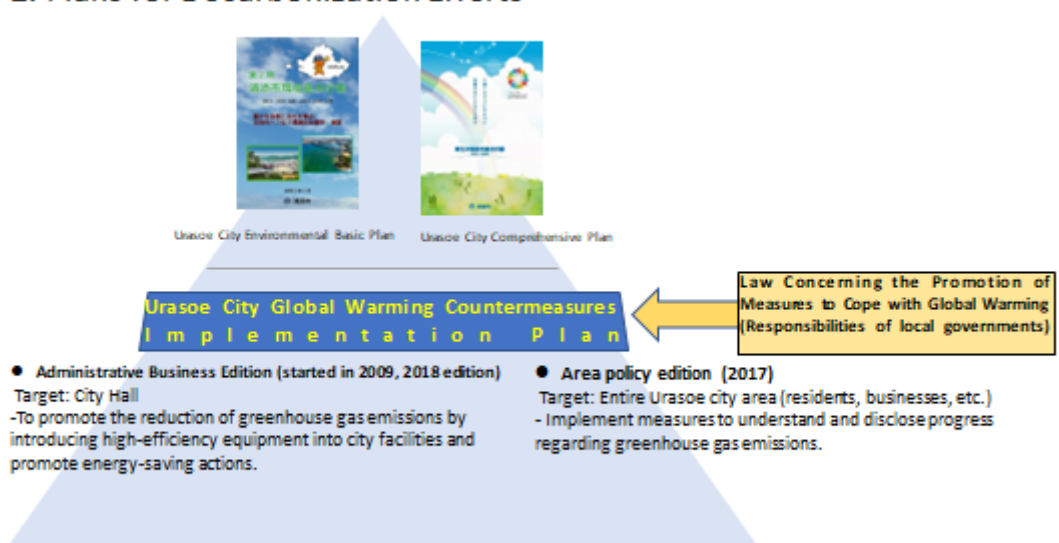
Urasoe City Environmental Basic Plan



Urasoe City Comprehensive Plan

4

2. Plans for Decarbonization Efforts



5

3. Collaboration with Okinawa Electric Power Company

In 2021, Urasoe City and Okinawa Electric Power Company has signed the "Comprehensive Partnership Agreement", which aims to solve regional issues and create a sustainable town.

Cooperation matters

1. Stable and appropriate supply of energy
2. Introduction and conversion of energy with consideration to reduce environmental impact
3. Creating a city resilient to disasters
4. Education of the next generation



- ◆ Example of initiatives based on the agreement (PV-TPO)
Okinawa Electric Power introduced "free installation service of third-party owned solar panels and storage batteries (PV-TPO)" to municipal junior high schools.



4. Waste Treatment and Recycling

Urasoe City Clean Center

- In Japan, many local governments : separate garbage, separate recyclable items as much as possible, and burn the minimum amount of garbage.
- As an island nation : The difficulty in securing final disposal sites due to limited land availability and concerns about pollution at landfill sites.
Adopted a policy to reduce the amount of waste to be sent to the landfills as much as possible by burning it.



7

4. Waste Treatment and Recycling

Collected by packer vehicles.



●Burnable garbage

Stir once in the combustible pit.

Incinerated at a high temperature of 800°C in an incinerator

●Non-burnable garbage/oversized garbage

Collect and recycle metals by hand or using a crusher.

●Containers, etc.

Separated and recycled at Recycle Plaza

Scale



Crane dumping garbage into the incinerator



Combustible pit
(Crane stirs and equalizes the garbage)



8

5. Human Resource Development

- **Environmental learning course**

We have been holding courses for elementary school students for over 20 years in order to develop the next generation of human resources involved in environmental conservation.



Facility tour
(Urasoe City Clean Center Recycle Plaza)



Nature observation in city parks



Summary of results after natural observation

- **Environmental education planner training course**

Established a course to train instructors and planners: To practice environmental education themselves in each region and organization.

9

Thank You For Your Attention



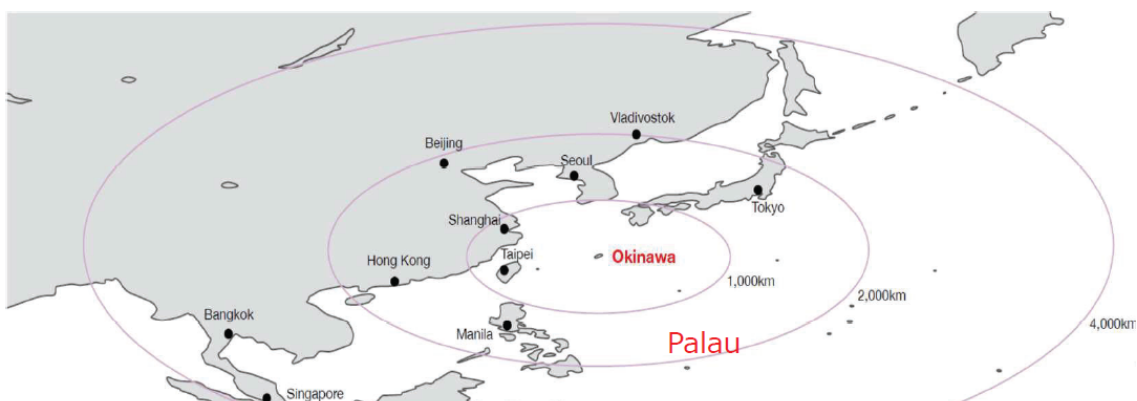
10

資料4 都市間連携事業ワークショップ資料（シードおきなわ資料）



About Okinawa Electric Power Company (OEPC)

1



- Supplies electricity to 38 inhabited islands of Okinawa Prefecture situated at the southern tip of Japan, over a distance of 1,000 km from east to west and 400 km from north to south
- Engaged in research, development and operation of hybrid power generation using renewable energy and diesel power for over 30 years given a topography that makes hydropower development difficult
- First electric power company to declare "Zero Emission by 2050" in line with the Government of Japan policy (2020)

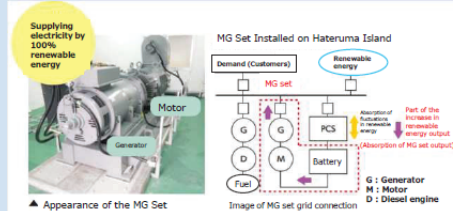
Renewable Energy Development and Operation

2

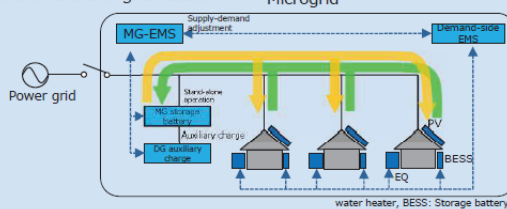
- **Deployment of Tilttable Wind Turbines: First in Japan**
Tilting prevents damage during typhoons
OEPC Group installed 5 units in Tonga in 2019 through ODA
*First Japanese ODA for wind power deployment



- **Establishment of Grid Stabilization Technology (MG Set)**
Supplies electricity derived from renewable energy to the grid via storage batteries
Achieved 100% renewable energy operation on Hateruma Island for approx. 10 days



- **Small Scale Microgrid System (ex. Kurima Island)**
Leading example of regional energy-sharing using renewable energy and storage batteries
Capable of supplying electricity to the area independently in the event of a grid failure



- **Free Solar Panel and Storage Battery Installation Service**
Installation of solar panels and storage batteries with zero initial cost to the customer
Electricity from solar panels and storage batteries can be used even in times of disaster

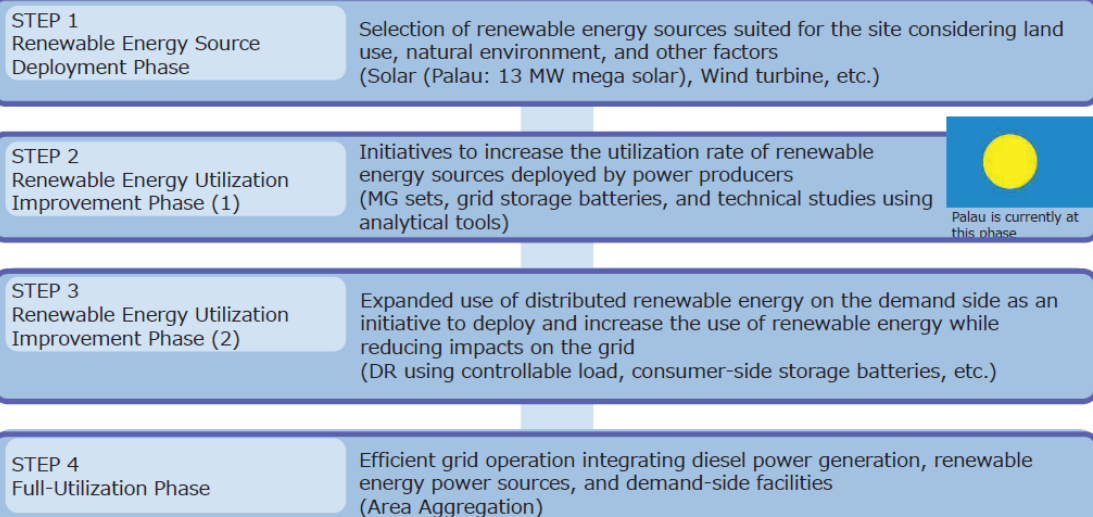


Residences: 384 (2.1 MW)
Businesses: 22 (1.8 MW)
Total installed: 406
Total output: 3.9MW

As of June 30, 2023
(deployed in the main island and major remote islands.)

Phased Renewable Energy Deployment in the Republic of Palau

3



Seek to achieve renewable energy deployment targets through phased implementation of measures tailored to the local conditions in the Republic of Palau, along with steady capacity building of engineers in each country for enhanced sustainability.

Palau-style Decarbonization Model (Palau Pacific Resort)

4

Establish a model case of carbon neutrality (STEPS 1-4) and spread it throughout the Republic of Palau.

Deploy throughout the Republic of Palau to promote decarbonization

Initiatives at Palau Pacific Resort (PPR)

The following initiatives are being studied and implemented for PPR, which is an independent grid that supports its load by small-scale diesel generation.

- Deployment of renewable energy (solar) and grid stabilization using storage batteries
- Establishment of a hybrid power generation system consisting of diesel and renewable energy
- Exhaust heat recovery to use for air conditioning, and control by controllable load



Overview of Palau Pacific Resort

Establishment : December 1984

Rooms : 172

