

令和4年度環境省委託事業

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

(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5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.....	6
2.1. パラオ国概況と気候変動対策.....	6
2.2. 浦添市と気候変動対策、パラオとの繋がり.....	8
2.3. 導入可能性技術と調査結果.....	11
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-TPO) ....	11
2.3.2. 可倒式風力分野.....	19
2.3.3. 商業施設、公共施設向け高効率空調、給湯機器導入.....	27
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.....	30
2.3.5. 政策提言.....	33
2.4. 都市間連携活動.....	37
2.5. 今後の活動方針.....	41

## 表目次

表 2-1	パ国アイライ州における環境・エネルギーに係る課題.....	7
表 2-2	パ国における JCM 設備補助事業の事例.....	13
表 2-3	住宅屋根材調査結果 .....	15
表 2-4	パラオにおける日積算日射量を踏まえた発電量計算 .....	17
表 2-5	導入実績.....	21
表 2-6	州別の電力需要予測 .....	28
表 2-7	現地調査行程 .....	37

## 図目次

図 1	浦添市において実施された PV-TPO 事業概要	2
図 2	トンガ王国における可倒式風力導入実績	3
図 3	都市間連携事業体制図	5
図 4	浦添市の概要と地球温暖化対策実行計画概要	9
図 5	第 5 次浦添市総合計画における脱炭素関係の目標、推進策	9
図 6	浦添市に導入された PV-TPO 事業概要	12
図 7	レンタカーステーションへの PV-TPO 事業事例	12
図 8	一般的な住宅形状および踏査対象地点	15
図 9	発電量・日射量と月次変化	17
図 10	PPUC による電力料金単価表	18
図 11	PV-TPO における JCM 設備補助の体制案	19
図 12	電力需要における太陽光発電の制約イメージ	20
図 13	可倒式風力発電機と傾倒メンテナンスの様子	21
図 14	米国エネルギー庁による風況調査地点と計測結果	22
図 15	観測地点での風向、風速分布、乱流解析	23
図 16	パラオでの風況調査地図	25
図 17	パラオにおける保護区および本事業での調査地	26
図 18	パラオにおける電力需要の増加予測	27
図 19	パ国における水道インフラ	29
図 20	アイライ州の水源地から引かれた貯水池	29
図 21	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	30
図 22	同期電源（慣性力有）と非同期電源のイメージ	31
図 23	波照間島において実証した MG セットによる系統安定化	31
図 24	PPUC との面談の様子	32
図 25	アグリゲーションモデルのイメージ	33
図 26	アイライ州組織図	35
図 27	アイライ州知事訪問の様子	36
図 28	JICA 外観および打ち合わせの様子	38
図 29	アイライ州との面談の様子	38
図 30	マラカル発電所視察の様子と受領した電力需給データ	39
図 31	式典の様子	41
図 32	再生可能エネルギーの普及段階	42
図 33	再生可能エネルギー導入目標達成に向けた計画イメージ	43
図 34	今後の事業項目別の取組計画	44

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
COP26	The 26th Conference of the Parties	第26回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
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
PWA	Palau Energy Water Administration	パラオ政府財務省エネルギー・水管理組織
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3年（2021年）11月に開催された気候変動枠組条約第26回締約国会議（COP26）の合意文書を以て、産業革命前からの気温上昇を1.5℃に抑えることが、世界の新たな目標として確認された。この目標達成には、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、CO<sub>2</sub>排出実質ゼロを宣言する自治体は600以上（2022年4月30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。

また、現下の新型コロナウイルス感染拡大の状況下において、都市は感染拡大関連の課題に対処すると同時に、持続可能な開発を達成するための新たな方策についての再調整や検討を迫られており、都市間の連携による新たな手法、新たな都市の構築が極めて重要である。本事業では、日本の研究機関・民間企業・大学等が、脱炭素・低炭素社会形成に関する経験やノウハウ等を有する本邦都市とともに、海外自治体等における脱炭素・低炭素社会形成への取組、および脱炭素・低炭素社会の形成に寄与する設備の導入を支援するための調査事業を実施する。

本調査では、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ものである。

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沖縄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パネルおよび蓄電池無償設置サービス「PV-TPO」の普及を検討する。また、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ムズの協力を得て、再エネ主力



化の検討を行い、将来的な温室効果ガス排出量の削減を検討する。これらの導入段階にあたっては、JCM 設備補助事業の活用を想定する。それぞれの案件形成において、本調査においては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-TPO)

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、パラオでは大型の太陽光 IPP が計画されているが、再エネの普及に向けては需要家側での自家消費型太陽光発電の普及が必要不可欠であり、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) は有効な施策と考えられる。特にパラオ国で主流のルーフトップ型については、2025 年には現状の 3 倍である 3MW の導入を推定し、現在は導入が遅れている蓄電池についても 2025 年には 9.4MWh とする目標を有しており、整備を推し進めている。さらにアイライ州には公立学校を始めとした公的施設や商業・工業施設が多いため、浦添市で実績のあ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-TPO) をアイライ州において横展開する際、州政府の協力の下で実行が期待される。なお、取組内容及びスキームを資料 1 -P8 に示す。

地域課題解決や持続可能なまちづくりに向け、  
沖縄電力と包括連携協定を締結

「浦添市立港川中学校」へ、太陽光発電設備および蓄電池を無償設置し、電気を供給するサービス (PV-TPO事業) を導入。  
・災害時の拠点機能や地域コミュニティ機能をもつ学校施設において、災害時でも太陽光パネルや蓄電池から電気を供給できる為、安心・安全な拠点施設としての機能強化に貢献。

図 1 浦添市において実施された PV-TPO 事業概要

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。

- ・ アイライ州における太陽光発電普及施策に係る政策の整理

- ・ 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、台風の通過の多発や修繕のできる技術者の不足等離島に特徴的な課題を有しており、風力発電の普及は進んでいない。沖縄電力の可倒式風力発電技術は、こうした地域においては画期的な再生可能エネルギー技術であり、2018年にはトンガ王国に同技術が導入された実績がある。

### トンガ王国へ可倒式風力発電所を導入

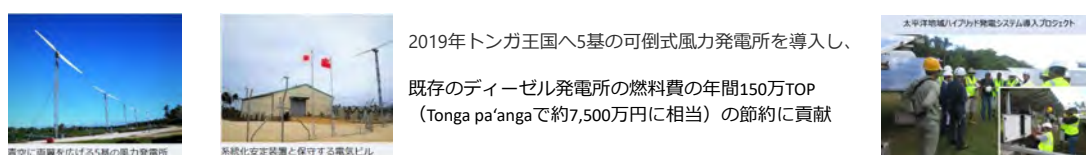


図 2 トンガ王国における可倒式風力導入実績

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。なお、取組内容及びスキームを資料1-P9に示す。

- ・ アイライ州を需要地と想定し、同州と電力系統の接続が見込まれる地域を中心に、パラオ全土を対象にポテンシャル地点を探査する。
- ・ 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

都市圏であるアイライ州において多様な施設における高効率空調、給湯機器導入を見込んだ普及可能性調査を実施するとともに、普及施策として、エネルギーサービス（第三者所有型による省エネ機器の導入）の検討を行う。

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う。なお、取組内容及びスキームを資料1-P10に示す。

- ・ アイライ州における高いエネルギー需要施設を特定し、エネルギー利用状況を踏まえた省エネメニューを検討する。
- ・ 水素利用先として、家庭用燃料電池エネファームの導入や、交通・船舶を含む利用可能性を検討する。

#### 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-TPO、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-TPO 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。具体的な仕組みについては、資料 2-P16 及び資料 3-P10 に示す。

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。なお、取組内容及びスキームを資料 1 -P11 に示す。

- ・ 可倒式風力に係る系統安定化対策について、パラオ公共事業公社（PPUC）や沖縄電力等の協力を得つつ、蓄電池設備の導入等最適な系統安定化対策を検討する。
- ・ 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」等を事例として、これまで同市が実施してきた省エネや廃棄物処理、環境教育等を含めた取組の紹介、意見交換を行う。

これらの事業構想を下図に示す。



図 3 都市間連携事業体制図

## 2. 事業化計画の検討

### 2.1. パラオ国概況と気候変動対策

パラオ共和国（以下、「パ国」という。）は、太平洋のミクロネシア地域の島々からなる共和制国家で、面積は459平方キロメートルと、東京23区の7割程にあたる国土である。人口は約1.8万人で、世界で4番目に人口が少ない国である。首都は国内最大の島であるバベルダオブ島の東岸に位置するマルキョクである。

2006年まで首都であったコロール州の人口過密解消と経済機能の分散などの理由により遷都したが、現在もコロール州には同国民の過半数が住んでおり、経済や商業の中心で病院や放送局が位置する同国最大の都市である。国内人口第2の都市であるアイライ州は、国際空港が位置し、コロール州と首都のマルキョクに隣接するベッドタウンとして人口が増加しており、再エネ・省エネ技術を始めとした環境配慮の街づくりに関心が高い地域である。

パ国は風土や食事、海洋、台風など気象災害等に至るまで沖縄県と共通点を多く持つ。加えて、歴史的に日本による統治と、その後のアメリカによる統治などの背景から、現在も日本やアメリカなどの影響が残りつつ独特の文化が形成されており、沖縄が歴史的な変遷を経て今日に至った岐路と近い歩みにある。

1940年代にはパラオの日本人在留者約1万1千人のうち、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国人は少なくない。

近年では2021年のパ国大統領就任に際して沖縄県の玉城知事から祝辞が発出され、そこにおいて双方が有する資源や技術等の交流・共同の取り組みを推進していく旨が表明されており、2022年8月、沖縄県とパ国では、友好関係の強化に関する覚書の締結に至っている。さらに、沖縄電力はパ国のエネルギー大臣より可倒式風力の技術協力の依頼のレターを受領し、パ国へ技術者を派遣し調査した経緯があり、その後も良好な関係を継続している。

沖縄電力グループでは海外への技術協力に意欲的に取り組んでおり、2003年度から毎年JICA沖縄の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レベルアップを図っている。19回目となる2022年まで、計51か国より述べ181名を受入れており、うちパ国からも6名が沖縄電力で研修を受けている。

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か国から13,000人以上を受け入れ、パ国からは合計121名を受け入れてきた。2022年7月現在もパ国人2名が研修を

受けており、両国の人的及び技術的な交流に寄与している。なお、JICA 沖縄とパ国とのこれまでの関係を、資料 2-P19 に示す。

これらの JICA 沖縄や沖縄電力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。

なお、上記について資料 1 -P2 に示す。

パ国のエネルギー政策では、「National Energy Policy 2010」における気候変動対策として、①気候変動に対する適応策として、物理的な環境変化への適用、現在および将来のリスク対応 ② GHG 削減の対策と国際的な GHG 排出対策への協力等を掲げている。

またエネルギーを 100 % 輸入に頼っているパ国は、石油製品輸入削減対策として① 省エネルギー対策の促進 ② エネルギーの多様化と再生可能エネルギーの導入 ③ エネルギーの安全保障と供給の信頼度向上を目指している。なお、詳細を資料 2-P4 に示す。

表 2-1 パ国アイライ州における環境・エネルギーに係る課題

<p>1. 再生可能エネルギーの普及と安定供給</p> <p>再生可能エネルギー割合を 2025 年までに 45%にする目標 (NDC) を掲げているものの、2019 年時点では 3%に留まり、大規模太陽光発電の寄与に限られ、風力や小規模太陽光等も組み合わせた再エネの普及が急務である。</p> <p>2. 省エネルギーの取組</p> <p>2025 年には 2016 年比 37.6%の電力需要の増加が予想されており、省エネルギー対策を国として重要施策と位置づけ取り組んでいる。特に公共施設や商業・工業施設等エネルギー多消費施設の省エネルギーの推進に繋がる、エネルギーサービス (第三者所有による省エネ機器の導入を通じた CO<sub>2</sub> 削減の取り組み) は効果的な取組みとなる。</p> <p>3. 再エネの導入拡大に伴う系統安定化策</p> <p>再生可能エネルギーの普及拡大に伴い、系統安定化の取り組みの重要性が増すことが想定される。特にディーゼル発電所から離れた需要密集地域においては、サイト毎での需給調整等マイクログリッド制御技術の導入は有効な系統安定化策と考えられる。</p>
--

これらのパ国の環境政策は、都市間連携事業を通じた脱炭素化の取組みと整合しているものといえる。

そこで、都市間連携事業において、浦添市の協力により、上記の取組みを普及・促進する政策的支援に加えて、浦添市内企業が有する関連技術によって課

題解決を図ることを目的とし、実現可能性調査とプロジェクト開発を進める計画である。

浦添市は、省エネへの取組や廃棄物処分、リサイクル等のほか、沖縄電力グループによ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-TPO」による環境に配慮したエネルギーサービスを推進しており、こうした政策実現及び目標づくりの知見について、アイライ州より高い関心を得ている。

上述の通り、浦添市と包括連携協定を結ぶ沖縄電力は、可倒式風力発電のパ国への技術の導入及び普及に向け、パ国政府からの依頼を基に、過去に現地調査を実施しており、その後も技術協力体制を構築している。シードおきなわ合同会社は沖縄電力グループの海外事業展開を推進するために設立された沖縄電力のグループ会社であり、同グループがこれまで培ってきた県内小規模離島系統への再エネ導入拡大に係る技術や知見、そして沖縄電力のパ国との協力関係を活用することができる。また、市内に立地する株式会社ネクステムズは、太陽光発電システム、蓄電池、エコキュート等の機器販売、および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いる。再エネ主力化の実現に向けて、同社が有する制御技術や施工実績を活かした活用が期待できる。

また、浦添市第5次総合計画では、施策2-8に国際交流を位置づけ、市内に立地するJICA 沖縄との共同による国際協力事業の推進を掲げている。浦添市に拠点を置くJICA 沖縄では、トレーニング経験のあるパラオ人研修生も多く県内へ受け入れており、沖縄との架け橋として浦添市が連携を検討していくことが可能である。

本都市間連携においては、浦添市の政策に係る知見と、シードおきなわ、ネクステムズの技術に加え、JICA 沖縄との連携も含めた協力の実現を目指し、パ国の気候変動課題、環境課題への貢献を官民連携して目指していく。

## 2.2. 浦添市と気候変動対策、パラオとの繋がり

浦添市は、「豊かな自然と文化をはぐくみ、次世代へつなぐ環境共生都市・浦添」を望ましい環境像とした「第2期浦添市環境基本計画」を策定し、人と自然の共生、良好な生活環境の保全、循環型社会の構築、地球環境の保全、共同・参画社会の構築の基本目標を掲げ、協働して自主的かつ積極的に取り組んでいる。

また、浦添市の人口は今後増加することが予測されており、追加的な地球温暖化対策を実施しない場合、将来の温室効果ガス排出量は、特に運輸部門、民生業務部門及び民生家庭部門での増加が顕著なことが推測されるとの危機感の基で「浦添市地球温暖化対策実行計画」を策定している。そこにおいて市民、

企業、観光客、市の各主体による取組を具体的に提示し、項目ごとに CO<sub>2</sub> 削減量为目标設定し取り組み、また市民・事業者に対し地球温暖化防止展や省エネルギー講演会等の普及啓発を実施している。



**浦添市の概要**

- 那覇市に隣接し人口増加が著しく、商業、工業が活発。県内第4の都市で、人口は約11.6万人。
- 面積19.48km<sup>2</sup>の14%以上を米軍基地が占めている。

**浦添市の温室効果ガス排出削減目標**

- 短期目標（平成33年度）：2013（平成25）年度比 **4%削減**
- 中期目標（平成38年度）：2013（平成25）年度比 **8%削減**
- 長期目標：2050（平成62）年度  
2013（平成25）年度比 **70%削減**

**浦添市環境基本計画（2020~2026）**  
第4次浦添市総合計画等との連携のもと、「豊かな自然と文化を育み、次世代へつなぐ環境共生都市・浦添」を実現するため、推進体制を構築し、市民・市民団体・事業者・市（行政）の具体的な取り組みを掲げる。

**浦添市地球温暖化対策実行計画（2017）**  
削減目標を定め、省エネ化、省エネ行動、エコドライブ、4Rなどに市民、企業、観光客一体となり取り組む。



図 4 浦添市の概要と地球温暖化対策実行計画概要

実行計画に基づき、省エネルギー行動に加えて、省エネルギー製品の利用、太陽熱温水器の利用、防犯灯の LED 等の高効率機器への切り替え、太陽光発電などの再生可能エネルギーの使用を推進している。また HEMS や BEMS 等のエネルギーマネジメントシステム、再生可能エネルギー・燃料電池などの分散型エネルギーなどを利用し地域全体で二酸化炭素排出量の削減を図るスマートシティの開発へも取り組んでいる。

- ・ 第5次浦添市総合計画においてエネルギーの有効利用の推進を盛りこみ、公共施設等への再生可能エネルギー導入推進を表明

**重要業績評価指標 (KPI)**

項目	2017年度	2027年度(目標)
市役所の温室効果ガス排出量	45,093t-CO <sub>2</sub> (令和元年度)	35,130t-CO <sub>2</sub> (令和7年度)
市内の温室効果ガス排出量	75,975t-CO <sub>2</sub> (平成29年度)	64,951t-CO <sub>2</sub> (令和7年度)
写真学習開発事業の環境貢献効果	156t(平成30年度)	170t(令和7年度)

関連する主な個別計画等

- 浦添市環境基本計画 ●浦添市地球温暖化対策実行計画(事業等実施)
- 浦添市地球温暖化対策実行計画(区域計画編) ●浦添市基本計画

4-6-2 エネルギーの有効利用の推進

- 4-6-2-1 公共施設や家庭・事業者等、地域のエネルギーの有効活用(省エネ)を推進します。
- 4-6-2-2 公共施設をはじめ、地域特性を踏まえた再生可能エネルギー等の導入を推進します。

浦添市内の現状把握、政策分析、導入技術、計画策定等を実施し、低炭素化社会の実現に向けた目標達成に向けて、各種計画に基づき、市民、企業、市、観光客と一体となり推進。

図 5 第5次浦添市総合計画における脱炭素関係の目標、推進策



また、人口の増加に伴い増加するごみ焼却について、二酸化炭素排出量削減の為に、ごみを削減し、特にプラスチックの可燃ごみを少なくする必要から適切な廃棄物処理に加えて、4Rを進めている。

本事業では、こうした浦添市の実績、現地からの期待を踏まえ、浦添市の役割として、市内企業と共にアイライ州の課題を把握し、持続可能な都市経営の実現を図る政策立案への支援と、その実現のための行政的な見地から検討を行うことを想定している。

パ国のエネルギー政策として「National Energy Policy 2010」が提言されており、そこではGHG削減の対策と国際的なGHG排出対策への協力が謳われている。特にエネルギーを100%輸入に頼るパ国としては、石油製品輸入削減対策の点からも、省エネルギー対策の促進やエネルギーの多様化と再生可能エネルギーの導入を達成目標としている。気候変動に対する貢献案として、再生可能エネルギー導入のためのロードマップを策定し、2025年までに発電電力量の45%を再生可能エネルギー源で賄うことを目標としている。2025年の発電電力量は約115GWhが予想されており、目標を達成するためには、52GWh以上を再生可能エネルギー電源で賄う必要がある。ロードマップにおいては、風力発電の風況調査、日射量調査と太陽光発電の発電量、電力需要の分析と予測、2020-2025年間の電力最適発電システム、2020-2025年間の発電ミックスなどの実行により、気候変動に対する緩和策を提案している。しかし2025年の目標年が近付きつつある中、再生可能エネルギーの導入は十分な状況にあるとはいえず、その取り組みを加速化していく必要がある。

一方、沖縄電力は2050年のCO<sub>2</sub>排出ネットゼロの実現に向けPV-PTO事業の導入・拡大、蓄電池や制御技術を用いた系統安定化、DXを駆使したVPPやDRや災害に強い再エネマイクログリッドの構築、クリーン燃料の利用拡大等を掲げており、浦添市も沖縄電力グループとの連携の下、2050年までのゼロカーボンを目指していることから、本提案事業を通じ、パ国としてのカーボンニュートラル宣言へのドミノが期待できる。

なお、沖縄電力グループでは、本件の共同応募者である(株)ネクステムズをはじめとする関連会社を含めて、太陽光発電システム、蓄電池、エコキュート等の機器販売、および分散型電源や可制御負荷の遠隔監視・制御の実績があり、中でも「宮古島における再エネサービスプロバイダ事業の推進」に向けた取り組みは、一般財団法人新エネルギー財団の「令和元年度新エネ大賞・先進的ビジネスモデル部門」における最高位「経済産業大臣賞」を受賞するなど、アグリゲーション事業のトップランナーとして高い評価を得ており、今回の都市間連携を通じて、デジタル実装の海外展開の面からも検討を行う方針である。

## 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-TPO)

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、パ国では大型の太陽光 IPP も計画されているが、再エネの普及に向けては需要家側での自家消費型太陽光発電の普及が必要不可欠であり、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) は有効な施策と考えられる。

特にパ国で主流のルーフトップ型については、2025 年には現状の 3 倍である 3MW の導入を推定し、現在は導入が遅れている蓄電池についても 2025 年には 9.4MWh とする目標を有しており、整備を推し進めている。

アイライ州には公立学校を始めとした公的施設や商業・工業施設が多いため、浦添市で実績のあ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-TPO) をアイライ州において横展開することを検討した。

#### (1) PV-TPO サービスの概要

沖縄電力グループでは、2050 年の CO<sub>2</sub> 排出ネットゼロを掲げており、その実効的な対策として PV-TPO (Third Party Ownership) サービスを展開している。県内の一戸建住宅を中心とした「かりーるーふ」サービスを軸としつつ、包括連携協定を締結している浦添市においては、同市に立地する中学校などの施設も対象に実績がある。

サービスの内容は、太陽光発電設備および蓄電池を無償で設置して電力供給し、利用者から料金徴収するいわゆる“屋根借り”のビジネスモデルである。当該サービスは、新電力において全国で展開されているが、大手電力グループでの積極的展開は珍しい。沖縄電力グループでは、ネットゼロに向けた再生可能エネルギーのさらなる普及が不可欠であるなか、今後進んでいくとみられる分散型再生可能エネルギーの拡大による系統への影響が課題であり、出力変動の調整となる蓄電池をセットとして展開し、系統への影響を抑えつつ再エネ割合を増やすねらいがある。

PV-TPO サービスにおいて、利用者は基本的に自宅屋根で発電した電気を自家消費する形となる。設備所有者は運用側で、出力 7.8kW の太陽光発電パネル、容量 4.5kWh の蓄電池を併設する。これらの導入・維持に利用者の負担はなく、15 年契約で設備を回収する運用となっている。

また、蓄電池の設置は防災対策も視野に入れている。蓄電池には非常用コンセントを設置し、災害による停電時などにも 100V での電源を取ることができる。冷蔵庫、テレビ、スマートフォンの充電程度であれば、満充電で 2 日間ほ

ど使える容量となっている。

自治体向けサービスとしては、浦添市立港川中学校への導入が 1 号案件として運用開始に至っている。同中学校向けには、65kW システムを設置し、同校が使用する電力約 17%が太陽光からの電気で供給できる計画となっている。台風等の災害による停電時には、蓄電池からの電力供給による安心・安全な拠点施設としての機能を担うことが可能となる。CO<sub>2</sub> 排出削減効果としても、年間約 73 トンの CO<sub>2</sub> 排出削減に貢献するものとなっている。



図 6 浦添市に導入された PV-TPO 事業概要

他にも、県内レンタカーステーションに同規模のシステムを導入するなど、家庭や事業者にとって負担の少ない形で再生可能エネルギーの普及を図る取り組みを推進している。



図 7 レンタカーステーションへの PV-TPO 事業事例

こうした取り組みは、系統に負荷を与えにくい再生可能エネルギーの普及を実現すると同時に、災害対策にもつながることから、系統の制約、災害の影響の点で類似性のあるパラオ国においても普及余地のあるサービスと考えられ、本調査において実装可能性を検討した。

なお、本サービスについては、パラオ国の太陽光関連事業者に技術面・サービス面での支援を行う想定としている。

## (2) パ国における太陽光発電事業

上述の通り、パ国においても太陽光発電は再エネ普及の中核として取り組みが進められており、官民両面で普及が進みつつある。JCM 設備補助を活用した事例は5件あり、すべて太陽光発電となっている。

表 2-2 パ国における JCM 設備補助事業の事例

案件名	稼働状況	プロジェクト登録状況	GHG 排出削減効果 (t-CO <sub>2</sub> /年)	クレジット発行量 (t-CO <sub>2</sub> )
スーパーマーケットへの1MW 屋根置き太陽光発電システムの導入	稼働中	未登録	871	
スーパーマーケットへの0.4MW 屋根置き太陽光発電システムの導入	稼働中	登録済み	285	
学校への小規模太陽光発電システム導入プロジェクト	稼働中	登録済み クレジット発行中	111	145
商用施設への小規模太陽光発電システム導入プロジェクトII	稼働中	登録済み クレジット発行中	320	440
島嶼国の商用施設への小規模太陽光発電システム導入プロジェクト	稼働中	登録済み クレジット発行中	259	296
合計			1,846	881

JCM 以外の太陽光発電導入の動きとして、オーストラリアによる大規模プロジェクトが進行中である。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 (AIFFP) を通じて、ソーラーパシフィック・プリステイン・パワー (SPPP) 社に対し、パラオ初の実用規模の太陽光・蓄電設備 (本プロジェクト) の建設を支援するため、2,200 万ドルの融資を行っている<sup>1</sup>。同

<sup>1</sup> Australian Infrastructure Financing Facility for the Pacific (AIFFP)  
<https://www.aiffp.gov.au/investments/investment-list/palau-solar-plant-investment>

事業では、15.28MWh の太陽光発電設備と、12.9MW の蓄電池システムとなっており、太平洋地域最大のソーラーファームとなる。建設は現在進行中であり、2023年4月の稼働が予定されている。

また、小規模な事業としては、アジア開発銀行（ADB）による Disaster Resilient Clean Energy Financing プログラムが実施されている。同プログラムは、低所得世帯および女性世帯を中心に、手頃で災害に強いクリーンエネルギー融資を受けられるように提供される融資であり、約 900 世帯（うち低所得世帯 450、女性世帯 180 世帯）が対象となっている。財源は日本の基金も一部含まれている。

当該融資プログラムにおいて融資を受ける借り手は、太陽光発電キットおよび取り付け工事にかかる費用を低金利融資で得ることができ、可処分所得の25%を占めるといわれる電気代を削減し返済に充てる計画となっている。

こうした関連事業が並走する中、第三者所有型（TPO）のビジネスモデルは確認されていない。発電・送配電事業者である PPUC や、太陽光発電 EPC 事業者の新たなビジネスモデルとして普及することで、さらなる再生可能エネルギー割合増加に貢献するものと考えられる。

本調査では、現地関係者へのヒアリング、設置可能建物の特定等を通じて展開可能性を検討した。

### (3) 普及可能性調査

パラオ統計局による 2020 年の国勢調査では、パラオにおける住居は 5,056 戸、うちアイライ州は 756 戸であった。このうち、アイライ州に所在する住居の屋根材は、コンクリート 114 戸、金属（トタン）613、その他 3 であった。なおパラオ全体はコンクリート 884、金属（トタン）3,959、その他 213 となっており、おおよその割合は整合している。

統計データ上の区分からは、設置可否までを判断することが難しいことから、2023年1月の現地調査において、屋根材および屋根形状を視察し、太陽光発電システム設置可能可否を検討した。

調査対象はアイライ州のほか、イミオン州およびネットボン州の道路沿いの住宅である。

表 2-3 住宅屋根材調査結果

調査日	区域 番号	区域名	住 宅 トタン	住 宅 トタン 以外	商業施設 トタン	商 業 施 設 トタン以外	公共施設 トタン	公 共 施 設 トタン以外
1/14	①	(地名不明)	16	4	3	3	1	
	②	(地名不明)	5		4	4		
	③	(地名不明)	39	2	5	2		
	④	(集落/地名不明)	34	26	13	6		2
	⑤	Airai Bai	2					
	⑥	空港～東側	9					5
	⑦	Cheldoech Glass Bread	5	2				
1/15	⑧	Imeong～Bkulangriil	39	2	7			1
	⑨	Ngetbong	26				2	2
		合計	175	36	32	15	3	10



図 8 一般的な住宅形状および踏査対象地点

調査結果から、多くの住宅は、強度が低いトタン形状であり、太陽光パネルの設置に際しては補強や改修についても併せて検討が必要である可能性が示唆された。一方、パラオの一般家庭における電力消費量は、PPUC へのヒアリングによれば 400～450kWh/月であり、屋根の一部へのパネル設置でも対応できる可能性もある。

実態をより詳細に把握するため、上述の ADB プログラムに基づく太陽光発電事業の施工事業者であるパラオ・ソーラー社へのヒアリングを行った。

パラオ・ソーラー社はアイライ州に立地する。現在、パラオ開発銀行

(NDBP) を通じ、ADB が拠出するローンプログラムの申し込みユーザーに対して、太陽光発電パネル・パワーコンディショナーのキットを提供、設置を行う。1 キットは 2.2kW のシステムであり、パネル 5 枚とパワコンのセットとなっている。1 戸あたり 2 キット (4.4kW) まで同プログラムの下で導入可能となっている。800 セットを 2 年で導入することを目指している中、半年で約 150 キットの設置に至っている。バッテリーの併設についても要望があるが、現状対応していないとのことであった。

設置方法は、金属屋根にフレームを設け、取り付けを行うとのことであり、1 ないし 2 キットの設置であれば、補強なく設置できた事例もあったとのことである。

#### (4) 導入効果

PV-TPO 事業は、PPUC ないしは IPP 事業者が複数の世帯および施設における太陽光設備を導入、所有し、その費用を電気料金で回収する仕組みである。

JCM 制度の適用に当たっては、世帯レベルの小規模な事業化が困難であるが、こうした IPP 事業者による一括化により適用可能性がある。設備補助事業については、制度上申請時期を一にする必要があるが、利用者の理解を得て、例えば 100 世帯などを一括して 1 事業とする等の工夫により制度活用の余地を見出すことができる。

現行のパ国における制度では、出力が 5kW 以下の太陽光発電により得た電力は、自家消費を主とし、余剰分は系統へ供給し、翌月の電気料金へ繰り越せるネットメータリング制度となっている。5kW 以上については後述する。

パラオ・ソーラー社へのヒアリングから、一般家庭では 2.2kW のキットが主流であることから、ここでは効果の試算として 2.2kW のパネルを 100 世帯に設置したケースを検討する。

太陽光発電の発電量算定式は以下により求めることができる。

#### 式：太陽光発電量算定式

<b>発電量算出式</b> $Epd = \frac{U \cdot P}{Po} \cdot K' \cdot Kpt \cdot K''$	Epd : 発電量(kwh/日)
	U : 日積算日射量(kwh/m <sup>2</sup> ・日)
	P : 太陽電池容量(kw)
	Po : 放射照度(1kw/m <sup>2</sup> )
	K' : 補正係数(JIS)
	Kpt : 温度補正係数
	K'' : 補正係数(JIS以外)

JICA 事業において 2010 年に実施された「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」報告書に基づく日積算日射量を元に計算すると、年間の発電量は以下の通りとなる。

表 2-4 パラオにおける日積算日射量を踏まえた発電量計算

月	日積算日射量 [kWh/m <sup>2</sup> /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	680.1	31	21,084
2月	5.05	28.4	0.907	856.5	28	23,983
3月	5.04	28.3	0.907	854.8	31	26,500
4月	5.28	28.8	0.908	896.5	30	26,896
5月	4.34	28.6	0.908	736.9	31	22,844
6月	4.26	28.4	0.912	726.5	30	21,796
7月	3.74	27.8	0.913	638.5	31	19,795
8月	4.5	27.8	0.913	768.3	31	23,817
9月	4.25	28	0.913	725.6	30	21,768
10月	4.73	28.4	0.907	802.3	31	24,870
11月	4.26	28.6	0.907	722.5	30	21,676
12月	3.91	28.5	0.907	663.2	31	20,558
平均	4.45	28.3	合計		365	275,586
年間発電量		275,586			kWh/年	

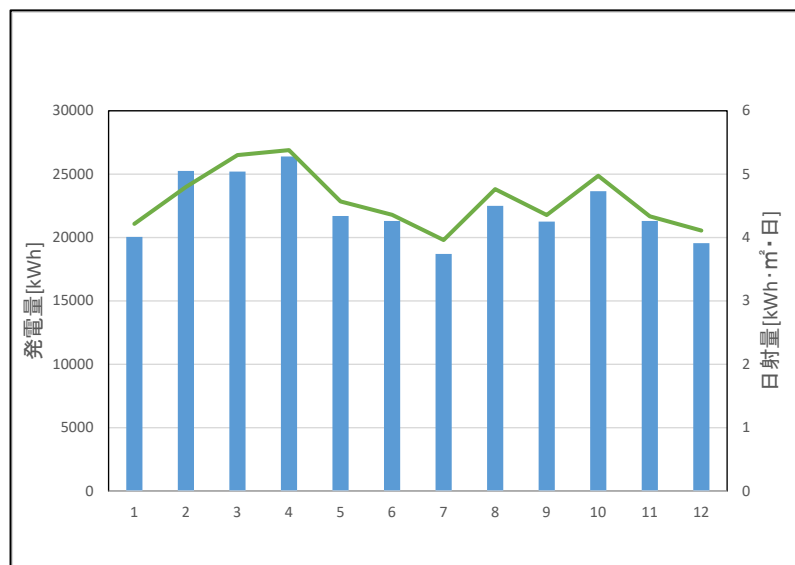


図 9 発電量・日射量と月次変化


削減効果は電力代替となる。パラオにおけるグリッド排出係数 0.533 t-CO<sub>2</sub>/MWh より、排出削減量は 146.8t-CO<sub>2</sub>/年、17年間の耐用年数計では 2,497 t-CO<sub>2</sub>となる。

導入コストは、パラオ・ソーラー社のヒアリング結果を参考とすると、プロジェクト総コストは約 6,500 万円となる。パラオにおける太陽光発電プロジェクトは、すでに 4 件以上の実績があるため、設備補助上限割合は 30%である。よって 1,950 万円が補助上限となる。



一方、費用対効果目安とされるトン当たり CO<sub>2</sub> 排出補助額の 4,000 円/t-CO<sub>2</sub> を踏まえると、補助上限額は 1,660 万円に留まる。事業化においては、補助対象外となるコストを電力料金の形で回収するモデルの実現可能性について、経済性分析を深める必要がある。

パラオの特徴として、電力料金が非常に高額であることがあげられる。例えば、2021 年 10 月に改訂された同国の電力料金は、契約電圧による異なるが、34.4US セント～46.3US セント（約 45 円～60 円）となっている。



**Palau Public Utilities Corporation**  
 Oldlals Building, Medallai Koror  
 P.O. Box 1372  
 Republic of Palau 96940  
 Tel: (680)488-3870 | 488-3872  
 Fax: (680)488-4499 | 3878

---

Public Relations Office  
 September 1, 2021

**NEW ELECTRIC RATES EFFECTIVE OCTOBER 1, 2021**

**Public Announcement**

This is a public announcement from the Palau Public Utilities Corporation (PPUC).  
 PPUC would like to inform the public that there will be a 14.3 cents increase to the fuel portion of electric rates effective October 1, 2021 in response to the increase of fuel price. See below table for the new rates:

Usage in KWH	Current Rate/KWH	New Rate/KWH (Effective Oct 1)
Residential (0-150 kwh)	20.1 cents	34.4 cents
Residential (151-500 kwh)	27.5 cents	41.8 cents
Residential (501+ kwh)	32 cents	46.3 cents
Commercial/Gov't/ROP (All users)	32 cents	46.3 cents

Note: Please be advised that fuel rate charged by PPUC is adjusted every quarter based on world market price of fuel. Next adjustment is January 2022.

For more information regarding this announcement, please contact PPUC Customer Service at 488-3870/3872.

Thank you.

図 10 PPUC による電力料金単価表

IPP 事業主体の意思決定により異なるが、JCM 設備補助を活用し初期投資を圧縮したうえで、残りの投資金額及びオペレーション・メンテナンス価格を加味しても、上記の電力料金より競争力のある価格で電力サービスを提供できる可能性が高い。

初期投資の回収だけでいえば、プロジェクトコスト約 6,500 万円から、JCM 設備補助として期待できる 16.6 千万円の差額である 48.4 千万円の回収にあたって、kWh あたり 40 円に設定した場合は 5 年、25 円の場合 8 年で回収が可能となる。

経済性の面でも普及余地は十分にあることから、今後こうしたビジネスに関

心を有する現地企業とさらに検討を進めていく計画である。

なお、多数設置の場合、モニタリングが課題となることが想定されるが、パラオ・ソーラー社へのヒアリングによれば、パワコンは WiFi で接続機能を有しており、ユーザー、パラオ・ソーラー社ともに発電状況のモニタリングが可能なシステムが採用されている。

上記、現在検討している事業の体制案を下図に示す。

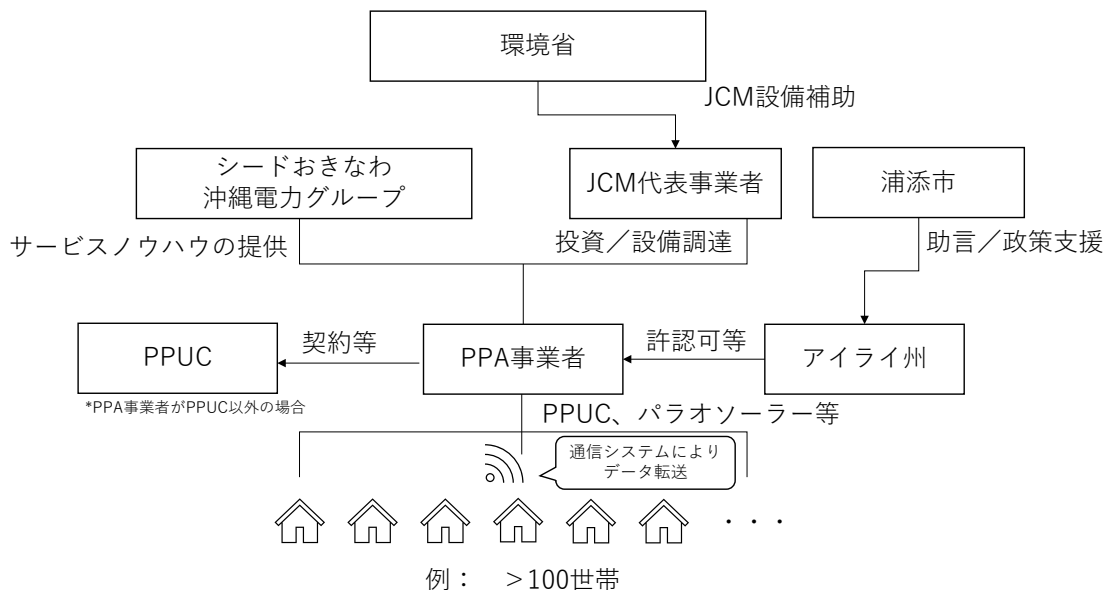


図 11 PV-TPO における JCM 設備補助の体制案

現在検討中の体制としては、沖縄電力グループによるサービスノウハウ・オペレーションノウハウを IPP 事業者提供し、当該事業者がアイライ州や PPUC 等の許可、契約に基づき世帯への普及を図る構想としている。別途 JCM 代表事業者を置き、IPP 事業者への投資や設備調達の面で関与を図り、JCM 設備補助の受け手となる。許認可や普及に関連して、浦添市からアイライ州への助言、政策支援を併せて提供する。

パ国では、メガソーラー等の事業が進みつつある中、政策目標としている 45%の再生可能エネルギー割合達成に向けては、系統への影響を低減しつつ、需要側での分散型の再生可能エネルギー利用率拡大も同時に進める必要がある。本事業は、需要側での可能な限りの再生可能エネルギー利用に資する取り組みとなるといえる。

### 2.3.2. 可倒式風力分野

上述の通り、パ国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 ADB、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。

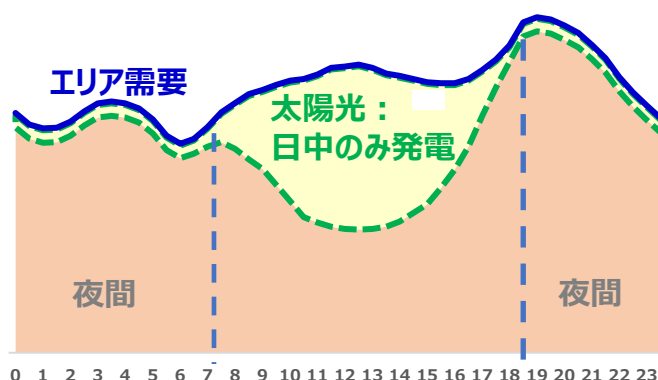


図 12 電力需要における太陽光発電の制約イメージ

太陽光以外の再生可能エネルギー電源として風力が候補となる。パ国においては、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、島嶼圏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 13 可倒式風力発電機と傾倒メンテナンスの様子

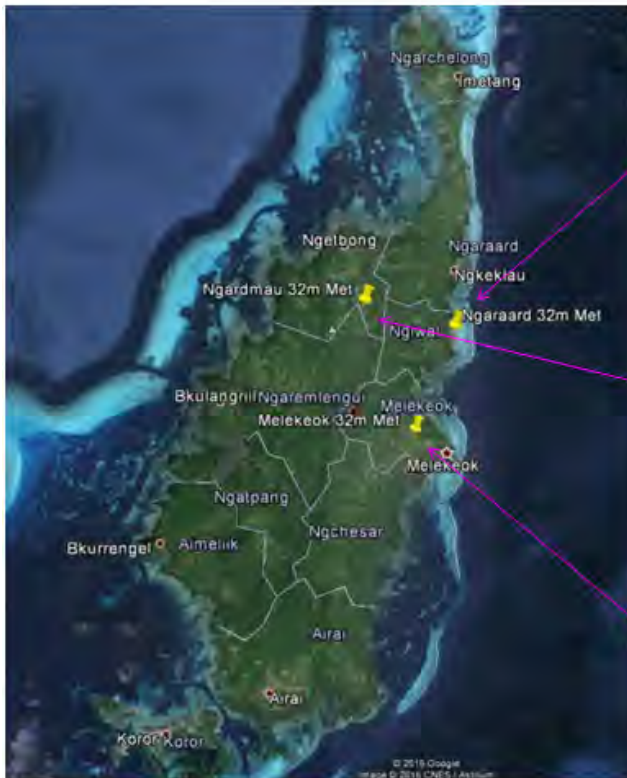
表 2-5 導入実績

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

パ国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。

パ国では、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。



3カ所に32mのメトロタワーを設置

ンガラード

変数	値
緯度	N 7.654617
経度	E 134.641300
高度	50メートル
計測期間	20ヶ月
50mの風力密度	293 W/m <sup>2</sup>

ンガルマウ

変数	値
緯度	N 7.573417
経度	E 135.587017
高度	153メートル
計測期間	16ヶ月
50mの風力密度	126 W/m <sup>2</sup>

メレケオク

変数	値
緯度	N 7.503556
経度	E 134.614855
高度	62メートル
計測期間	21ヶ月
50mでの電力密度	157 W/m <sup>2</sup>

図 14 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。

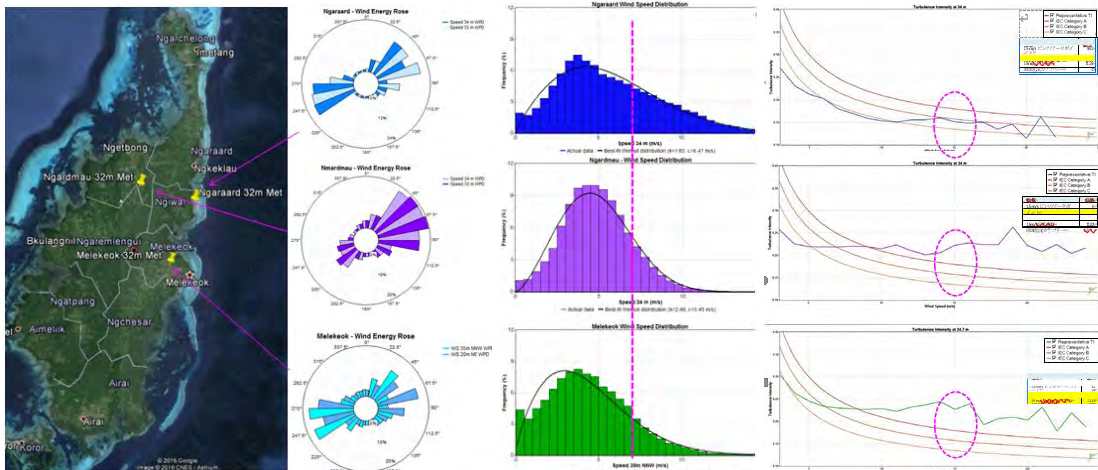


図 15 観測地点での風向、風速分布、乱流解析

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。

現地調査の際、これらの地点を中心に踏査を行い、北部のバベルダオブ島突端に位置する地点が特に有望であるとみられた。

バベルダオブ島北部（ガラロン州）について、最北部の高台となる地点①および、北部東海岸の地点②北部西海岸の地点③について現地確認を行った結果は下記のとおりである。

- 地点①について、風況は体感的に微風程度（風向：北－北東（一定しない感じ））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搬入可否について、検討が必要である。
- 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程度のスペースが有った。エコパークは閉鎖している様子であったので、エコパーク側の用地の使用可否について追加調査が必要である。
- 地点③について風況は体感的に常時風有り（風向：北－北東）、面積は50m×70mほどのスペース有り、年間を通して、常に風があるとのことであった。
- アイライ州においては、調査地点はアイライ州東部の丘陵地で、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有り作業性はよいと見えた。

各地点について土地利用の可否調査や風況調査の実施について検討を進めて行く必要があると考える。

PPUC へのヒアリングからは、過去の風況調査において有望であった地点に

については、土地の問題により案件化が進んでいない課題があるとの情報を得た。よって、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。

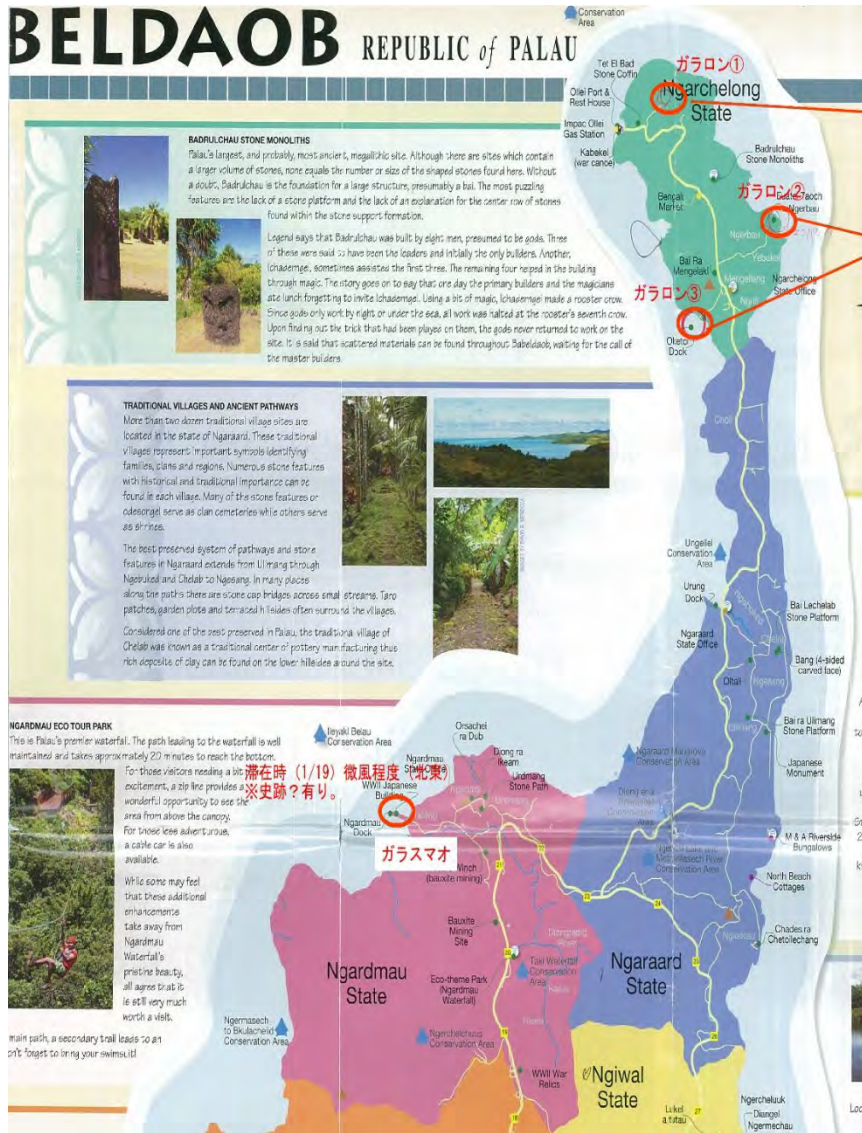
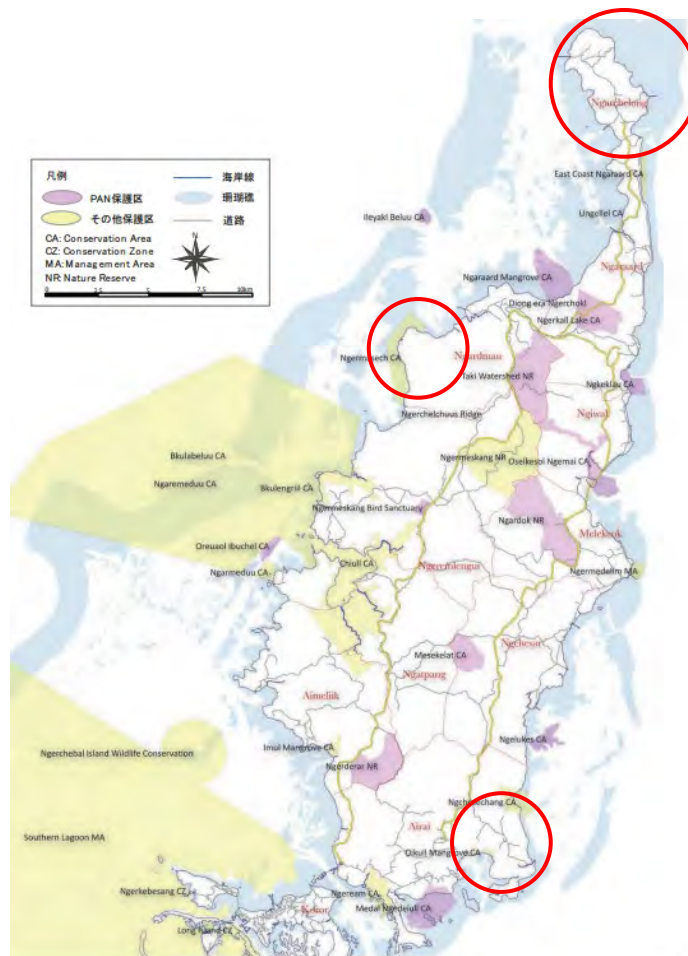


図 16 パラオでの風況調査地図





出典：PAN Office

図 17 パラオにおける保護区および本事業での調査地

脱炭素効果については、より詳細な風況をもとに検討を進める必要があるが、現在入手済みの現地風況データから試算すると、およそ 545MWh の規模となる。パラオにおけるグリッド排出係数 0.533 t-CO<sub>2</sub>/MWh より、排出削減量は 290.5t-CO<sub>2</sub>/年、耐用年数 17 年合計で 4,938t-CO<sub>2</sub> となる。

設置個所は 5 か所程度を想定し、この場合約 1,450 t-CO<sub>2</sub>/年、耐用年数合計で約 24,690 t-CO<sub>2</sub> となる。

設置コストは、系統安定化対策のコストを除き、設備概算で約 10 億円/5 基程度と想定する。

風力発電事業は、パラオにおいては実績が無く、補助対象割合は 50% であるが、費用対効果の目安である 4,000 円/t-CO<sub>2</sub> からは、約 1 億円が補助上限となる。経済性は、PPUC との PPA 契約に依存するが、ある程度のグラントを想定することが現実的であると思われる。

### 2.3.3. 商業施設、公共施設向け高効率空調、給湯機器導入

沖縄電力グループのリライアンスエナジー沖縄では、エネルギーコストおよび環境負荷の低減に寄与するエネルギーサービスを県内の大型施設等に展開している。具体的には、従来建物毎に設置・運営することが一般的だった電力・空調用の冷熱などの各種エネルギー供給設備を、エネルギーセンターに統括設置して複数の建物に供給することにより、規模の小さい建物単独では採用が困難な大型の高効率熱源機器によるエネルギー生成および大型ガスコージェネレーションでの発電と排熱利用を可能とするコンセプトである。

災害時等におけるバックアップ環境も整うことから、建物の BCP 対応の強化にも繋がるシステムであり、パ国でのニーズも期待される。これらは、わが国においても先進的で優位性の高いシステムであり、パ国において活用可能性が高い。

さらに、豪州製造水素の利活用が検討されているパ国において、水素利用先として電力、交通等へのさらなる水素技術の普及・活用可能性が検討されているところであり、本事業においても水素の活用技術について調査・検討を行う。

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。

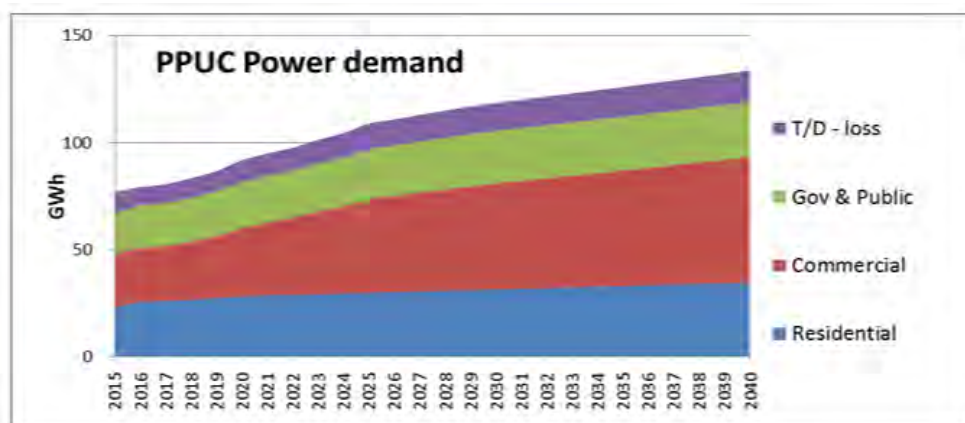


図 18 パラオにおける電力需要の増加予測

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 2-6 州別の電力需要予測

Table 3-19 Power demand forecast by state

	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

Unit: kW

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であるという。

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。

このため、今後の調査においては、多くの商業施設が立地するコロール等も対象とし調査を進める。

効果的な省エネ施策としては、エネルギー多量消費施設群に対し、エネルギー供給およびマネジメントを担うサービス事業者が管理を担う方法がある。

エネルギーセンターの設置は、これに見合うエネルギー多量消費需要地を特定する必要がある。パラオにおいては、上述の需要予測にみられる通り、今後需要の拡大が予測されていることから、大規模な開発計画などをもとに、エネルギー需要が特に増大する地点を候補に検討する。

一方で、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。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。

また、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したい。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。

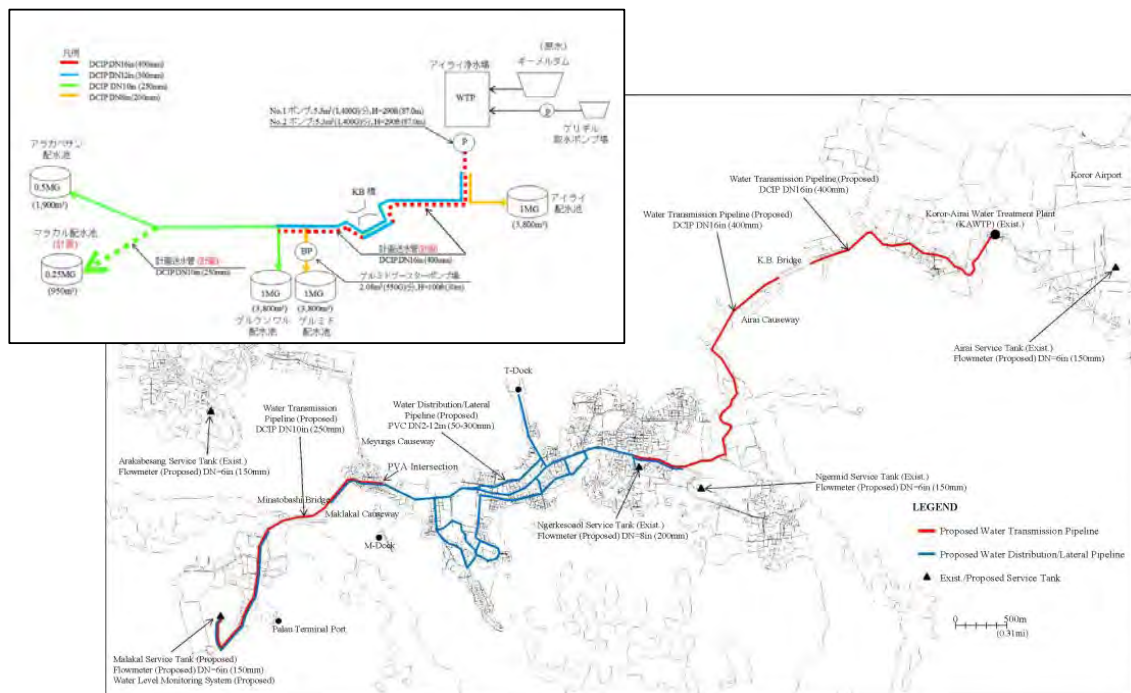


図 19 パ国における水道インフラ

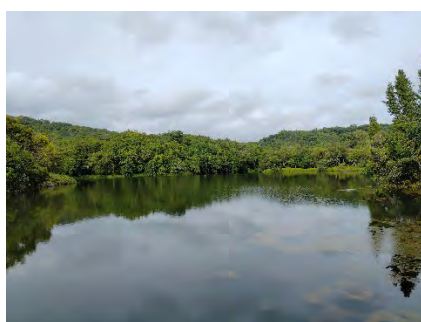


図 20 アイライ州の水源地から引かれた貯水池

#### 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

わが国では、パ国に対し、これまで学校や商用施設への太陽光発電システム導入をはじめ、現在パ国の主要な発電所の再建や大型発電機 2 基の供与など、主要なエネルギーインフラ整備を支援してきた経緯がある。

これらの事業に関連し、日本国内にも多くのデータや情報が集積している中、再生可能エネルギーの導入を前提とした蓄電池設備を含む系統安定化設備の計画が進行しているところであり、日本がこれらの計画実現に寄与できる要素は大きい。

再生可能エネルギーが普及する際には、系統運用に関し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）。

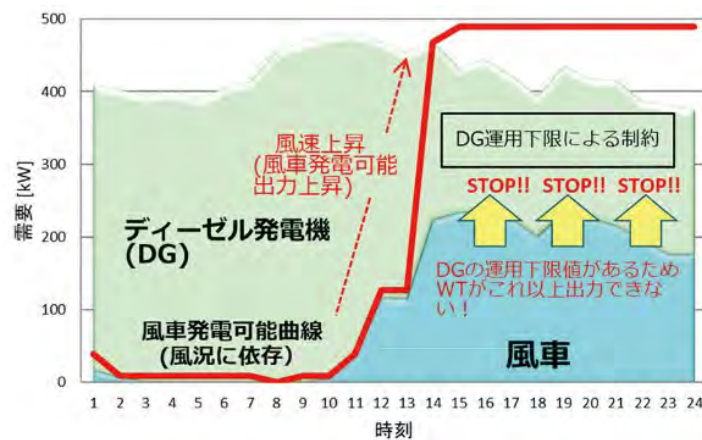


図 21 ディーゼル発電機との併用に伴う再エネ出力制限イメージ

- 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）

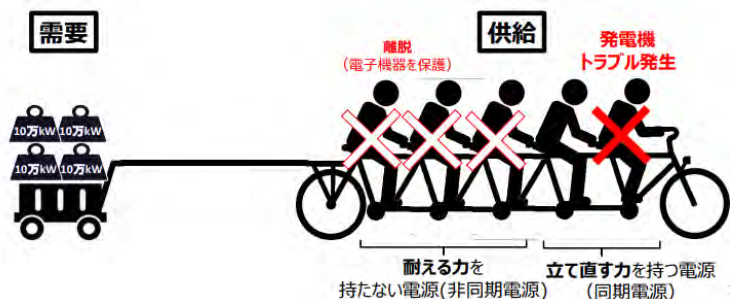


図 22 同期電源(慣性力有)と非同期電源のイメージ

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。

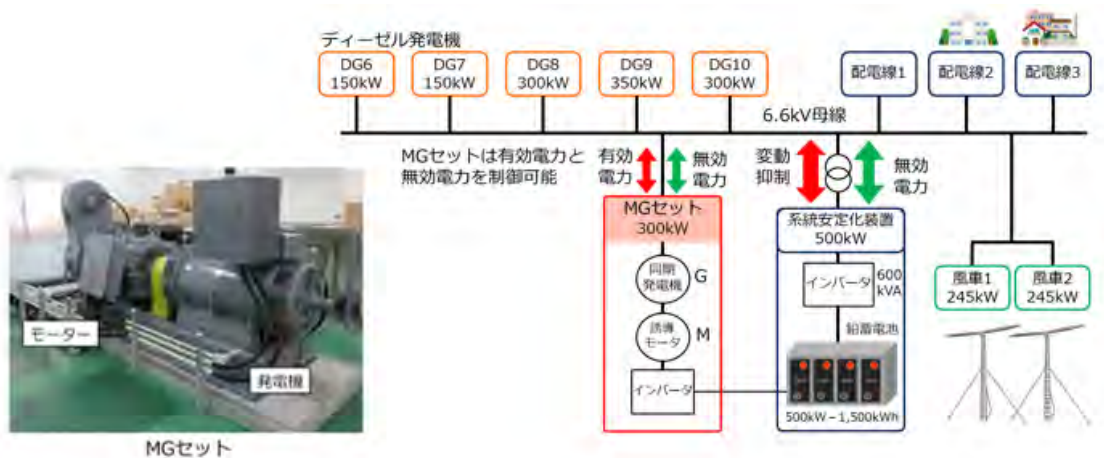


図 23 波照間島において実証した MG セットによる系統安定化

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ベースとした支援の検討を行う。

具体的には、系統に可倒式風力を導入する際に必要となる系統安定化対策について、パラオ公共事業公社（PPUC）の協力のもと検討を行うほか、PV-TPOやエネルギーサービスなど需要家側の可制御負荷を対象としたエリア・アグリゲーションシステムの導入を検討し、需要家側も系統安定化に寄与する形で系統を安定化させる仕組みについて実効性を検討する。

これら沖縄での知見に基づく技術やサービスは、同じく島嶼地域であるパ国において優位性が高く、現地での活用可能性が高いものと期待できる。

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。

PPUCからは、様々な国や国際機関からの援助で再生可能エネルギーが増加するなか、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。

特に、オーストラリアの支援で建設が進む15MWのメガソーラーについては、12.5MWの蓄電池を併設する計画であるものの、最大発電時に系統に与える影響は大きく、PPUCとしても運用に懸念があるとのことであった。

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 24 PPUC との面談の様子

同時に、検討に必要となる電力需給データ等に関する資料を受領できたため、今後これらの資料を基に具体的な対策案を提示する計画である。

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。

太陽光発電、風力発電、PV-TPO 等により再エネ設備が一定程度普及拡大した後は、発電事業者、送変電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国において有効に機能することが期待できるため、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を引き続き検討していくことで PPUC と合意した。

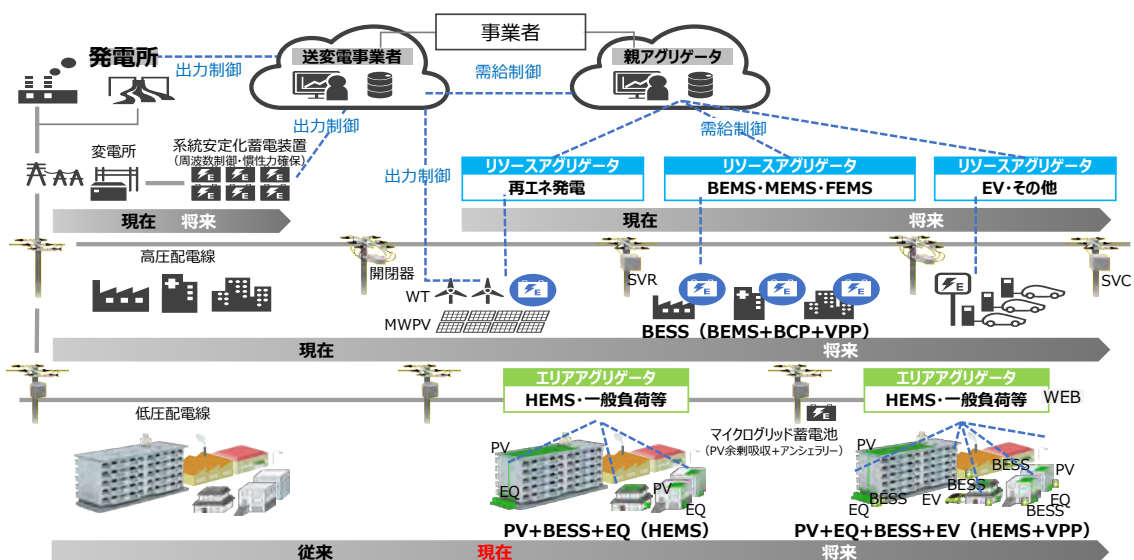


図 25 アグリゲーションモデルのイメージ

### 2.3.5. 政策提言

2025 年までに再生可能エネルギー比率を 45%とする目標を明確に打ち出しているパラオにおいて、同目標の達成を推進するための施策整備は喫緊の課題で



ある。中央政府のレベルでは、上記目標を軸とした政策方針として、国際機関である国際再生可能エネルギーアソシエーション（IRENA）が取りまとめた Palau Energy Roadmap があるほか、具体的な対策優先順位をまとめたものとして、PPUC による Electrical Power System Prioritization Plan があるが、州レベルで気候変動に言及した計画はまだ立案されていない。

アイライ州には地域開発計画では、開発マスタープラン及び土地利用計画があり、これらにおいてアイライ州は以下の方針を示している。

1. 自然資源の保護と保全
2. 歴史的建造物の保護と保全
3. パラオの文化遺産の永続化
4. 住居、商業施設、レクリエーション施設が混在する活気ある街
5. 快適で健康的、そして便利な立地の住宅地の提供
6. 農業の振興と支援 - 自給自足の庭と大規模農園の両立
7. 持続可能な経済成長を達成するための最適なインフラと土地の提供

2023 年現在、新たな開発計画の策定が計画されており、本事業では浦添市との連携に基づく脱炭素化目標に関しても検討の余地があるものとして連携に至ったところである。

2023 年 1 月の現地調査において、アイライ州を訪問し、知事との協議の場を得ることができた。

アイライ州政府の組織図は以下の通りであり、職員は 50 名で、会計係や用務員スタッフ 48 人と、州議会対応スタッフが 2 名で構成されている。

#### 4.0 AIRAI STATE ORGANIZATIONAL CHART

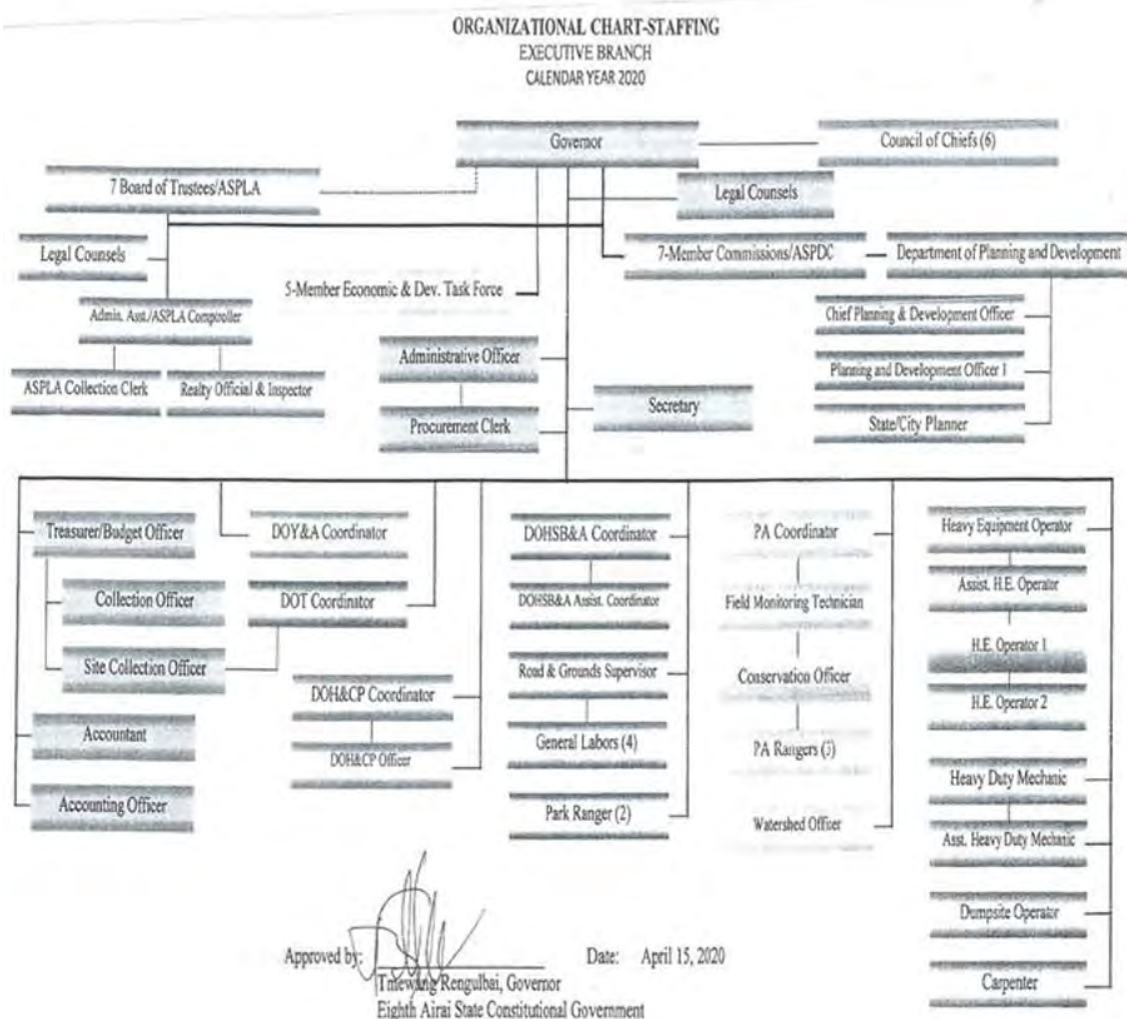


図 26 アイライ州組織図

州の部局として開発計画を担う開発局があり、局長との面談も実現した。州としての開発計画（5年・10年目標）がある中、現状州独自のエネルギー政策はなく、方針は国レベルの検討に留まっている状況である。国の再生可能エネルギー比率45%目標達成についても、その実行はPPUCが担っているところであり、州の関与としては、現状、太陽光発電設備等の導入に際して、土地関係で事業者との協議がある状況とのことであった。中央政府の再生可能エネルギー比率向上の目標に則り、公用地等の提供において積極的に協力している状況であるという。

民家でも太陽光発電の導入が増えているところであるが、州の施設についてはまだ設置はほとんどなく、PPUCの電力価格より安価であれば導入検討余地があるとのことで、関心を得ることができた。



図 27 アイライ州知事訪問の様子

アイライ州に対しては、事前の資料共有を含め、都市間連携事業に関する趣旨および浦添市の概要に関して紹介を行うとともに、自治体レベルでの脱炭素に関する政策策定の重要性について紹介を行った。

州としては自治体レベルでの脱炭素化に向けた取り組みについて理解を示すとともに、再生可能エネルギー導入などにおいて、実現可能な開発の提案を歓迎するとのことであった。

## 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1月に現地調査および関係者との顔合わせを実施した。

現地調査の行程を以下に示す。

表 2-7 現地調査行程

日付	曜日	活動内容
1月12日	木	24:50パラオ着
1月13日	金	JICA事務所（日本大使館同席）・アイライ州政府
1月14日	土	MAKALAL POWER STATION・現地踏査（屋根材調査等）
1月15日	日	現地踏査（屋根材調査等）
1月16日	月	コロール州リサイクルセンター・PPUC（パラオ電力公社）
1月17日	火	可倒式風力設置候補地踏査・沖縄県主催レセプション
1月18日	水	03:25パラオ発

### (1) 在パラオ日本大使館及び JICA パラオ事務所

本調査に際して、在パラオ日本国大使館及び JICA パラオ事務所との意見交換の機会を得た。本都市間連携事業に関して、パラオ国の特性から、国民にわかりやすい成果を意識することの重要性について示唆を得た。また、昨今パ国市場に参入する海外企業が増えており、土地などの資源を巡り競合することも想定されるため、大使館との情報共有により現地状況からの助言が可能であるとのコメントを得た。また、パ国においては、導入後の設備について、メンテナンスとオペレーションの人材育成が持続的なビジネスの鍵であるとのコメントを得ることができた。再生可能エネルギーの普及やそれに伴う系統管理については大使館、JICA ともに関心のある分野であり、引き続き情報交換を継続していくことで合意した。



図 28 JICA 外観および打ち合わせの様子

### (2) アイライ州

本都市間連携事業のパートナー都市であるアイライ州との協議では、知事他開発局長らとの面談に至った。

上述の通り、アイライ州では州独自のエネルギー計画は現状なく、国及び PPUC の施策に基づき州の管轄である土地利用等の側面でエネルギー計画の実現に寄与している状況となっている。停電や高い電気料金の課題に対して、再生可能エネルギーの普及について関心があるが、州施設での導入には至っていない。都市間連携事業による JCM 設備補助を想定した設備導入検討、脱炭素政策にかかる検討について関心を得ることができ、州が有する水源取水地点への小水力発電の導入余地についても検討の要請を得た。また、実行フェーズへの早期移行について期待しているとのコメントがあった。



図 29 アイライ州との面談の様子

### (3) マラカル発電所

パ国の現在の基幹電源はディーゼル発電所であるが、マラカル発電所 (15MW) とアイメリーク発電所 (10MW) がその大部分を担う。本調査においては、より設備容量の大きいマラカル発電所を訪問調査した。

視察したマラカル発電所での聞き取りでは、アイメリーク発電所とあわせて常時 3 台を稼働させており、予備のエンジン 2 台は数十年前に日本の無償資金

で導入したものである。制御装置や発電機、エンジンなど、主要な装置は日本製であった。

マラカル発電所では、SCADA によりアイメリーク発電所の稼働状況もモニタリングできるだけでなく、離島の発電状況を含め、国全体の需給状況をモニタリングでき、変電所の CB 等の監視制御も無線通信により可能であった。

年間と日中の需要量共に起伏があまりないため、発電量の大幅な調整はなく一定した供給を行っている。この点が日本との違いであり、再エネとの系統制御の点では、15MW のメガソーラーの運転開始後は発電機の下限負荷を変更する予定があるなど、運用に影響があることが分かった。本調査において電力需給バランスなどの傾向やデータを入手できたことから、これらの情報をもとに今後系統安定化にかかる提案を進める。



図 30 マラカル発電所視察の様子と受領した電力需給データ

#### (4) PPUC

本調査では、発電など公共事業を担うパラオ公共公社（PPUC）の電力担当

者との面談を行った。都市間連携事業の概要を紹介したうえで、再生可能エネルギーの普及の現状と、本事業で検討予定の書く案件に関して意見交換を行った。

再生可能エネルギーの普及が進んでいる中、系統制御の課題は大きく、PPUC がとりまとめた **Electrical Power System Prioritization Plan** においてもその対策が優先事項となっており、具体的な対策として、上章のとおり、2023 年 5 月に電力中央指令所 (**National Control Centre**) を新たに設置予定であるとのことであった。

再生可能エネルギーの普及に関しては、パ国の一般家庭での消費電力はおおよそ 400~450kWh で、世帯数から鑑みても、ある程度は太陽光と風力で賄える予想であるとのことであった。この点から、**PV-TPO** などのスキームにより、需要家がより手軽に太陽光発電システムが導入できるサービスが普及の加速につながるものと考えられた。

パ国における太陽光パネルの現地施工業者は、複数存在するが、会社によって設置対応可能規模が異なるとのことであり、施工事業者リストを受領した。

風力に関しては、既存の調査があり、その結果 3 か所を候補地点としたものの、それぞれ土地、コスト等の課題から実現には時間を要する見通しとのことであった。本事業で洗い出した候補地については、私有地か公用地かにより対応が異なるため、アイライ州政府などを通じて土地区分を確認することを推奨された。

なお、現在、PPUC は再エネの制度として 2 種類の制度を導入している。導入内容としては従来の買電と、オフセットである。オフセットシステムはネットメータリングに類似の制度であるが、各家庭・事業者が発電した電力をクレジットに変換し、発電余剰量の 50%を上限として発電の翌月からクレジット分の電気料金を割引するシステムである。クレジットの有効期限は 1 年間とのことである。

また、IPP 事業者の売電価格の設定については、入札か随意契約の 2 通りが制度上認められているが、PPUC の上部組織である PWA (パラオ政府財務省エネルギー・水管理組織) の指導では、入札ではなく IPP 事業者と PPUC との協議による決定が推奨されているとのことであった。この時、事業者は自社が最安である証拠を示す必要があるという。PPUC としては、IPP 事業者は 13 事業者あり、今後も増える可能性を考慮すると、入札による決定がより簡易な手段であると認識しているようであった。

**PV-TPO** サービスの実装にあたっては、こうした既存制度と調和を図りつつ、需要家のニーズに合う競争力を持った仕組みを検討する必要がある。

PPUC と沖縄電力は協力関係を構築しているため、本事業の推進にあたって

も引き続き情報交換をしつつ連携していくことを確認した。

#### (5) 沖縄県友好レセプション

本調査は、沖縄県とパラオ共和国が友好関係の強化に関する覚書の締結式典に合わせた日程とした。本式典は、県内企業の技術をパラオに紹介するとともに、今後の円滑な協働の取組に向け関係者間の交流を目的として開催されたものであり、本都市間連携事業についても沖縄県の取り組みと連携する活動として関係者への紹介を行った。

主要な参加者としては、沖縄県知事、パラオ国インフラ大臣、大統領顧問、駐パラオ本大使、JICA 所長、沖縄県庁（農林水産部長、知事公室、水産課長等）、琉球大学教授、沖縄県漁協組合専務、八重山漁協理事等であった。



図 31 式典の様子

### 2.5. 今後の活動方針

今年度の調査により、現地渡航および現地カウンターパート等との関係構築ができたことに加え、文献を含む調査結果からより具体的な事業化計画を検討



する。また、併せてアイライ州政府との連携により、脱炭素にかかる自治体としてのビジョン形成、発信についても引き続き後押しを進める。

脱炭素化に向けて、再生可能エネルギーの普及を考える際、4つの段階を経る必要がある。すなわち、第1段階としてポテンシャルの高い再生可能エネルギーの導入があり、第2段階にその利用率を向上させるための系統安定化対策の実行、第3段階として、限られたスペースや自家消費型の再生可能エネルギー導入、第4段階として、より賢く再生可能エネルギーを最大限利用する段階がある。

パ国においては、海外の支援等により、メガソーラーの導入などが計画され、第1段階の普及フェーズについては見通しが得られている。一方、第2段階の系統安定化については、電力中央指令所の設立や、JICAの支援によるグリッド強化プログラムが進行中であるが、系統に接続される再生可能エネルギー量によっては対策しきれない可能性も残る。パ国の政策方針である2025年までに45%の再生可能エネルギー比率とする計画はもとより、脱炭素化に向けては、第3段階、第4段階も視野に現在から取り組みを進める必要がある。

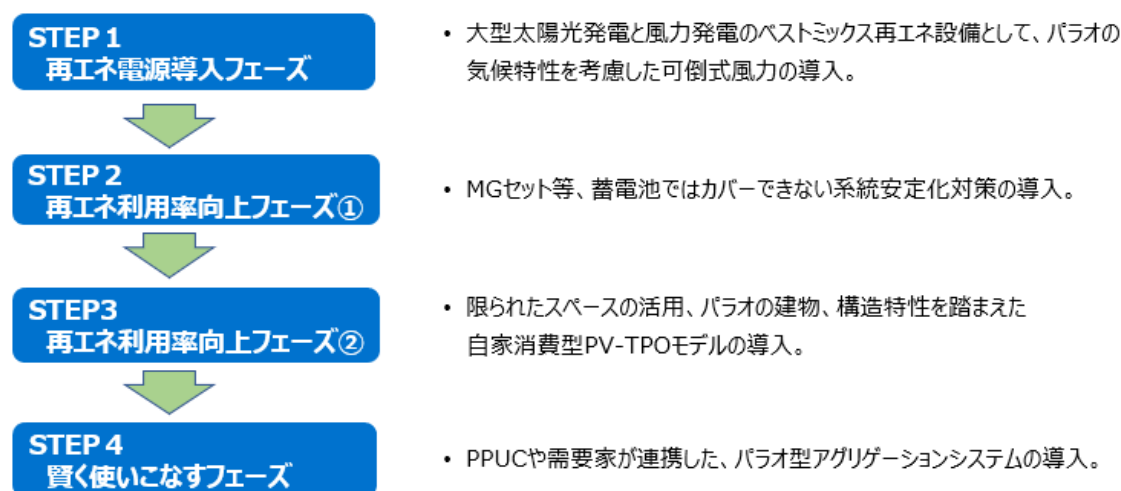
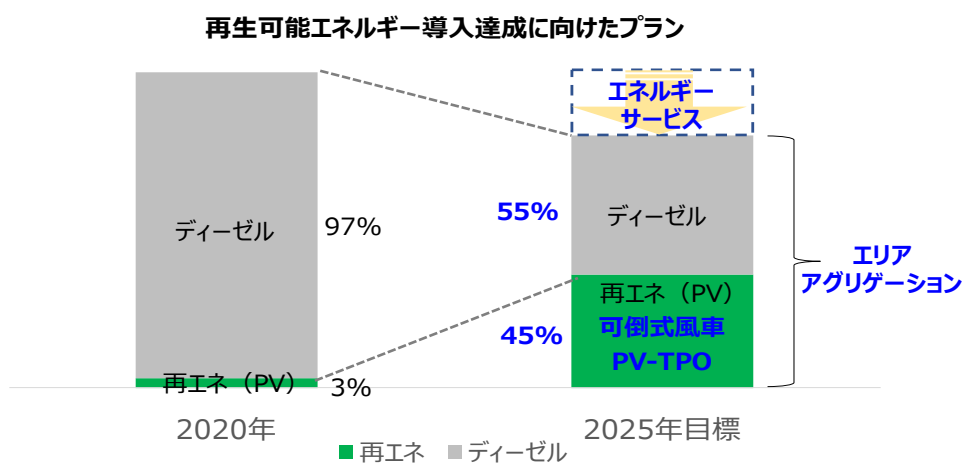


図 32 再生可能エネルギーの普及段階

本調査により明らかとなった現状を踏まえ、上記、再エネ普及に向けた段階を意識し、パ国における他の関連事業とも調和する形で本事業の実現を検討していくこととする。達成に向けた計画は下図のイメージであり、他の事業を含めた全体の再生可能エネルギー普及状況の把握が重要となる。



**図 33 再生可能エネルギー導入目標達成に向けた計画イメージ**

こうした取り組みを後押しする政策的裏付けとして、浦添市の計画や沖縄電力との連携協定に基づく自治体施設の脱炭素化への取り組みなどについて、アイライ州にもその意義や必要性を引き続き紹介し、技術と施策が一体となる形での支援を今後も進めていく考えである。

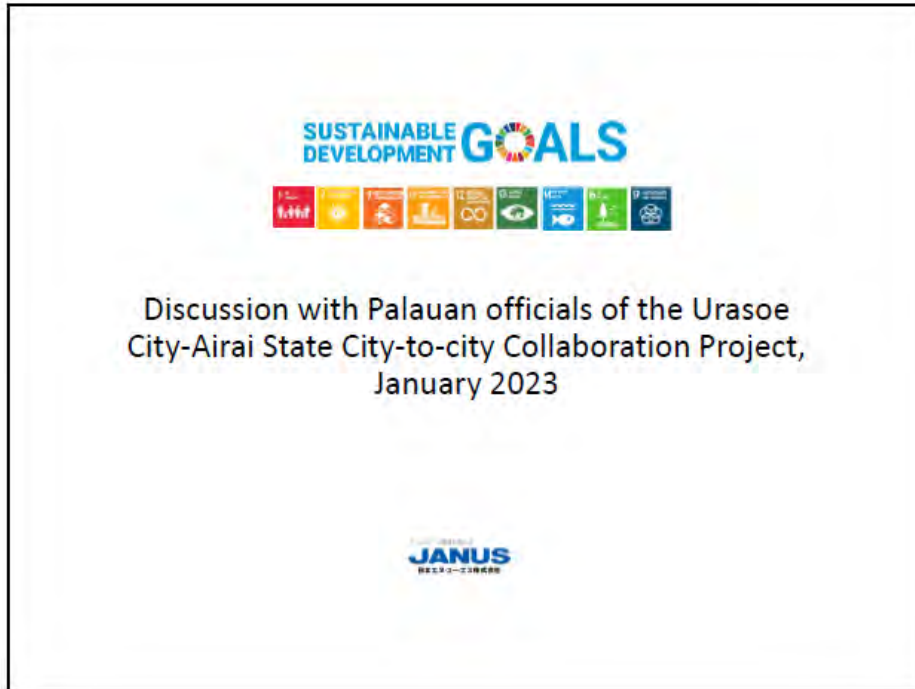
本調査でのパラオ現地の実状を踏まえて、今後 3 か年における当事業の取組計画は、以下の工程を目途として進めていく想定である。各事業ともに現地との連携により円滑な調査を実施し、次年 2023 年度には実装フェーズを見据えた効果検証を実施できる段階としたい考えである。なお、今後の取組計画を下記、及び資料 1 -P12 に示す。

調査項目	FY2022				FY2023				FY2024			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>1. 応募事業事業化に向けた取組</b>												
<b>1.1 事業調査</b>												
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												
<b>1.2 開発計画策定支援</b>												
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												
<b>2. 現地調査・セミナー</b>												
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)												
<b>3. 報告会・報告書作成</b>												
1) 報告会												
2) 報告書作成・提出												

図 34 今後の事業項目別の取組計画

以上

資料 1 都市間連携事業に係る現地協議用資料 (JANUS 資料)



1



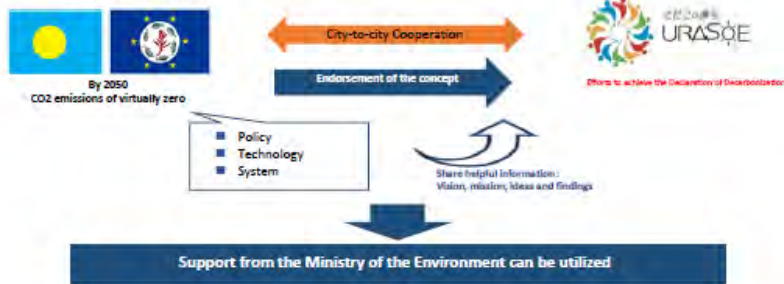
2

## Municipalities, decarbonization and international cooperation

The Ministry of the Environment's idea of a decarbonization initiative through municipal collaboration

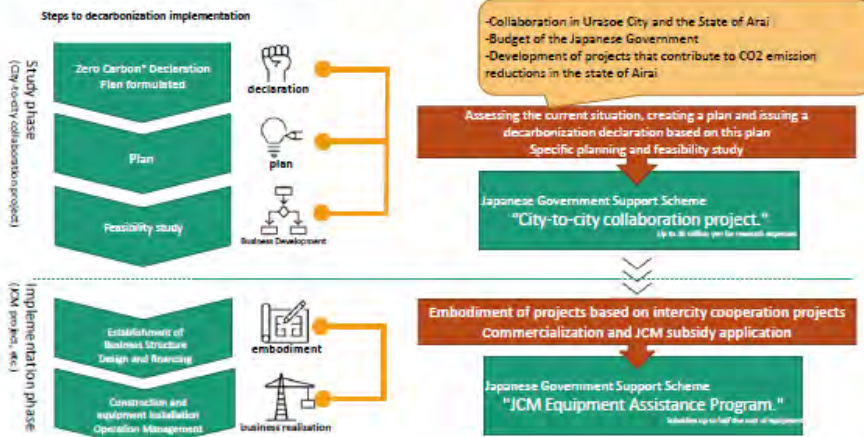
- ✓ Paris Agreement Accelerates Global Decarbonization Efforts
- ✓ The Agreement and the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) clearly state the importance of non-state stakeholders, such as local governments, in promoting decarbonization.
- ✓ The Ministry of the Environment aims to use the Declaration of Decarbonization as a starting point to spread decarbonization efforts to related parties like dominoes (decarbonization dominoes)

### Image of collaboration



3

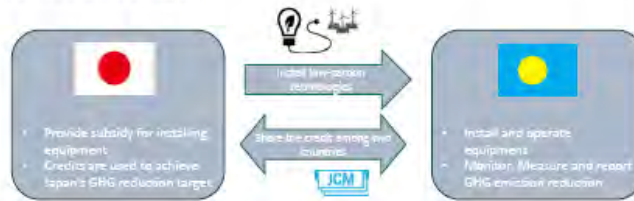
## Japanese Government Support Scheme for Decarbonization



4

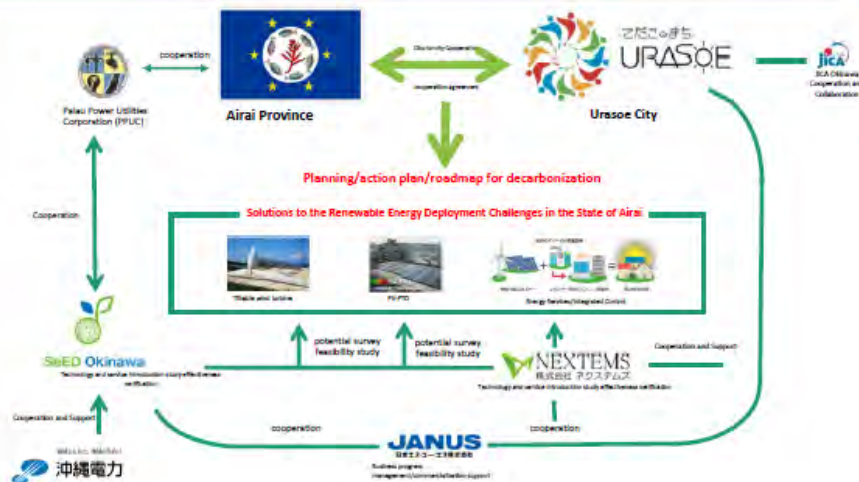
## Joint Crediting Mechanism (JCM)

- It is a program implemented by the Japanese government in order to reduce greenhouse gas (GHG) emissions.
- Subsidies will be provided for up to 50%, or JPY 2 billion (approx. 2 million USD), for introducing the Japanese low carbon technology.
- GHG reductions due to the installation of equipment will be issued as a credit and a part of it will be counted as the amount of reductions of Japan.



5

## 2. CITY-TO-CITY COLLABORATION SCHEME



6

**( i ) Support for system establishment**

**Current Issues**

- Develop a plan for the diffusion of renewable energy
- Specific measures for renewable energy promotion and decarbonization efforts

**Anticipated Project Outcomes**

- Sharing knowledge of Urasoe City's efforts and institutional development
- Obtaining reference information for effective policy and planning

**Information required (What we need your help with)**

- Related Plans (National level, state level)
- Airai State Development Plan
- Information of organization and role of division of Airai

Based on the policy and information of Airai State, we will organize and introduce reference cases and advanced cases of Urasoe City and local governments in Japan.

More detailed information on cases that will be incorporated is compiled and provided as reference materials for planning.

**project scheme**

Reference to planning/action plan/roadmap for decarbonization

7

**(ii) PV-TPO (Third Party Ownership) project**

**Current Issues**

- Increased demand for electricity and diffusion of renewable energy to achieve NDC
- Necessity of self-consumption photovoltaic power generation equipment on the consumer side
- Lack of storage batteries needed for stabilization

**Anticipated Project Outcomes**

- Dissemination of solar power generation by providing service know-how and technology to local businesses
- Palau's Contribution to the Achievement of NDC

**Data required (What we need your help with)**

- ✓ Building Data: Number of business and residential units, square footage, and type of roof structure
- ✓ Electricity rates, electricity sales price for renewable energy (system)
- ✓ Standard electricity consumption and load patterns of business facilities/general households
- ✓ Introduction of local PV-TPO service providers that can be the main actors of PV-TPO service implementation.
- ✓ Information of examples of Rooftop PV and IPP Business Expansion
- ✓ Industries and businesses that are expected to consume their own electricity (locations with high daytime electricity consumption)

**project scheme**

PV-TPO Service Providers (Appropriate operators will be investigated in the future)

8

**INTRODUCTION**

**(iii) Investigation of suitable sites for invertible wind turbines**

**Current Issues**

- Lack of renewable energy species
- Underutilization of wind potential associated with typhoons
- Lack of technicians and equipment
- Selection of suitable sites for introduction in consideration of ecosystem conservation in Palau

**Anticipated Project Outcomes**

- Technology to utilize wind power unaffected by typhoons
- Electricity stabilization through diversification of renewable energy sources
- Independence of wind power repair and management within Palau
- Contribution to the achievement of the Palau NDC

**Data required**  
(What we need your help with)

- ✓ Collection of information on permits, licenses, regulations, etc. (including environmental assessment)
- ✓ Introduction of local companies that can take the lead in the construction and maintenance of the wind turbines.
- ✓ Target site geography and topographic data
- ✓ Confirmation of building (current status)
- ✓ Land owners/managers (influential persons/cooperators)

**project scheme**

9

**INTRODUCTION**

**(iv) Feasibility study for energy service business**

**Current Issues**

- Technology and services for effective energy conservation
- Optimal diagnostics for site energy use

**Anticipated Project Outcomes**

- High-efficiency air-conditioning, hot water supply, etc.
- Efficient power management

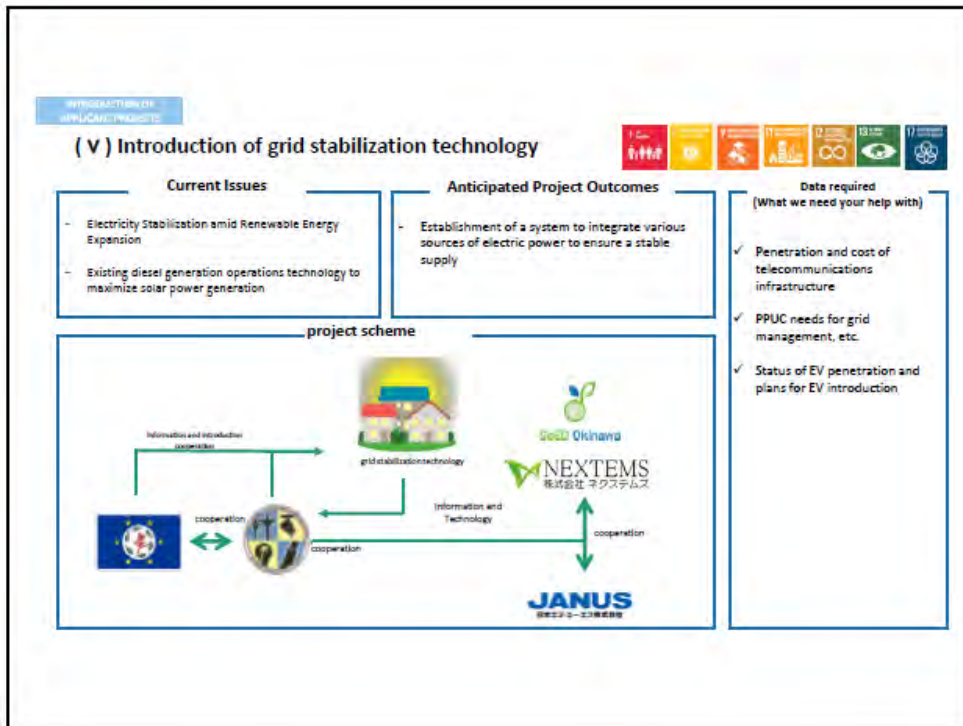
**Data required**  
(What we need your help with)

- ✓ Commercial and public facilities data: Existing facilities, construction plans, heat sources, HVAC
- ✓ Installed equipment specifications
- ✓ Electricity and fuel prices
- ✓ Identification of local operators that could be service providers

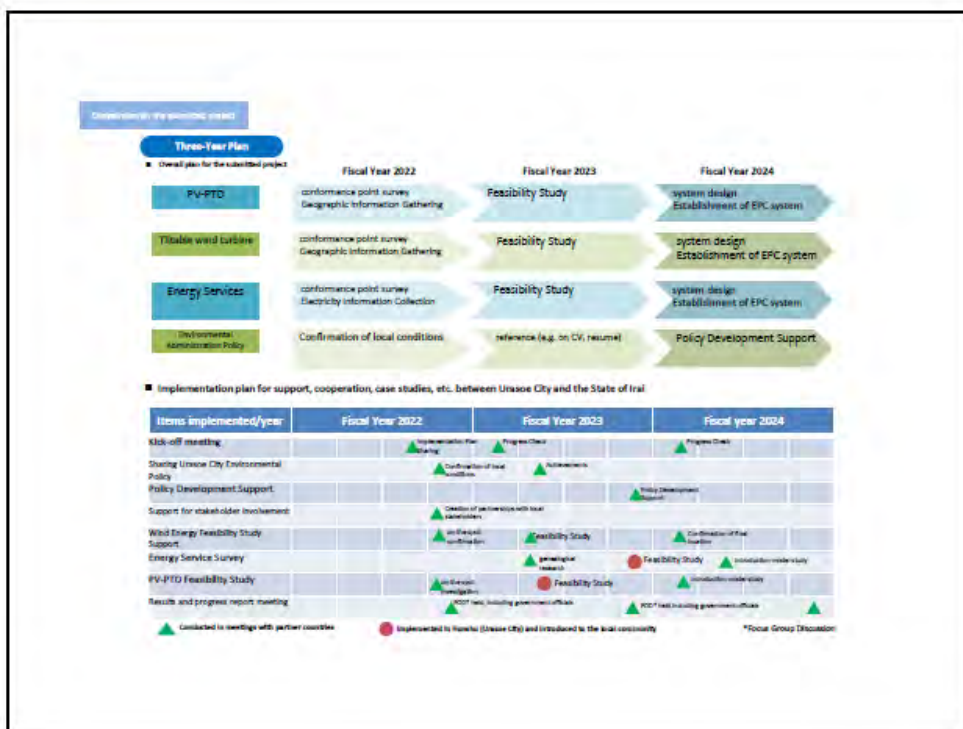
**project scheme**

10





11



12

Data requested

- ❑ In considering commercialization and introduction, we would like to fully understand and optimize the situation of Palau before materializing the projects.
- ❑ Therefore, we would like to obtain information and/or idea regarding the items listed on the right that are relevant to our projects.
- ❑ If you have information and/or idea, we would like to receive it to the extent possible.
- ❑ We would be grateful if you could refer us to the parties with whom we should have a hearing on the content for which you do not have information and/or idea.
- ❑ Please let us know of any other points to keep in mind regarding the collection of information.

- **Support for System Establishment**  
Plans related to NDC in Palau  
Ainai State Development Plan  
Information of organization and role of division of Ainai
- **PV-TPO**  
Building data: Number of business facilities (including public) and residential units, area, and type of roof structure  
Electricity rates, electricity sales price for renewable energy (system)  
Standard electricity consumption and load patterns of business facilities (including public) / general households  
Introduction of local PV-TPO service providers that can be the main actors of PV-TPO service implementation.  
Examples of roof-mounted PV and IPP projects  
Industries and businesses that are expected to consume their own electricity (locations with high daytime electricity consumption)
- **Tiltable wind turbine**  
Collection of information on permits, licenses, regulations, etc. (including environmental assessment)  
Introduction of local companies that can take the lead in the construction and maintenance of the wind turbines.  
Geographic and topographic data  
Confirmation of building at potential sites (current status)  
Land owners/managers (influential persons/cooperators)
- **Energy Services**  
Commercial and public facilities data: existing facilities, construction plans, heat sources, HVAC equipment  
Installed energy equipment specifications  
Electricity and fuel prices  
Identification of local operators that could be service providers
- **Grid stabilization**  
Availability and cost of widespread telecommunications  
PPUC needs, etc.  
EV penetration status/introduction plan

資料 2 浦添市とアイライ州の都市間連携について (JANUS 資料)

December 2022  
Urasoe City  
The Okinawa Electric Power Co., Inc.  
JAPAN NUS CO., LTD.

URASOE  
SeED Okinawa  
NEXTEMS  
JANUS

1



2

## Summary of the Proposal

Research activities aimed at developing a decarbonized society together with Urasoe City, Okinawa Prefecture, by applying its advanced decarbonization initiatives to Palau, an island nation with similarities and cultural characteristics.

### [ Actions of Urasoe City : Institution Building Support ]

#### • Assessing the current situation and setting goals

—Deployment of policy formulation and implementation know-how for identifying actual conditions and target setting implemented in the formulation of the action plan for global warming countermeasures

Introduction to Palau of the model of PV-TPO initiatives being promoted based on the partnership agreement of The Okinawa Electric Power Co., Inc.

### [ Actions of SeED Okinawa LLC, NEXTEMS : Project identification /formulation survey ]

#### • Feasibility study on PV-TPO business by local companies as a decarbonization measure in cooperation with local communities

—In Urasoe City, a PV-TPO project is being deployed in a junior high school. It is also a designated evacuation center and functions as a disaster prevention measure.

Realized by cooperation with local governments, with a local company as the business entity. Horizontal deployment to Palau is possible, and its diffusion, including disaster prevention functions, will be promoted.

#### • Investigation of suitable sites for Retractable wind generation system

—Although there is potential for wind power, it is necessary to consider the impact of typhoons, investigate the possibility of introducing Okinawa Electric Power's retractable wind power technology, identify issues, and formulate a dissemination plan.

#### • Investigate the feasibility of energy service projects by local companies as energy conservation measures for municipalities and companies.

—Calculation of the effects of energy conservation targeting energy intensive facilities, investigation of applicable technologies, identification of issues, and formulation of a dissemination plan.

#### • Introduction of the above 3 technologies and services and grid stabilization technologies at the time of expansion of renewable energy introduction

—Calculation of the decarbonization effects of the above decarbonization initiative measures, introduction of grid stabilization technologies during the expansion of renewable energy, research, and identification of issues.

## Background of the Project Proposal and Issues in Palau

### Background

- Palau and Okinawa have deep geographical, cultural and historical ties.
- Obtaining support requests from Palau Electric Power Corporation and the government through Okinawa Electric Power Co., Inc.
- Urasoe City, the municipality where Okinawa Electric Power Company is located, promotes cooperation with the power company in implementing its comprehensive plan and global warming plan
- Deploy Urasoe City-Okinawa Electric Power Cooperation Model in Palau
  - ✓ Urasoe City's knowledge and ability to understand the actual situation, implement policies and goals, and Okinawa Electric Power's technology are highly needed.
  - ✓ Urasoe City's Fifth Comprehensive Plan positions international exchange as Measure 2-8, which includes the promotion of international cooperation projects in collaboration with JICA Okinawa, which is located in the city. Many Palauans have training experience at JICA Okinawa in Urasoe City, and Urasoe City will consider collaboration as a bridge to Okinawa.


### Issues in Palau



- Global warming (e.g., La Niña phenomenon) is expected to cause geographic crises such as rising winds, air temperature, sea level, and precipitation, as well as impacts on tourism such as coral die-off.
- The country relies on fossil fuel generation for approximately 98% of its electricity (as of 2020) and has set a goal (NDC) to increase the share of renewable energy in its electricity generation to 45% by 2025.
- On the other hand, electricity demand is expected to increase from 79,311 MWh in 2016 to 109,121 MWh (37.6%) in 2025.
- The amount of electricity generated is expected to be approximately 115 GWh, and in order to achieve NDC, more than 52 GWh must be covered by renewable energy, which must be achieved by power generation that makes the most of local resources.
- In order to expand renewable energy, it is necessary to utilize a variety of renewable energy resources rather than relying solely on PV.
- While Palau has potential for wind power generation, it has suffered extensive damage from typhoons in the past, and typhoon countermeasures are essential.
- As a decarbonization measure, energy-saving measures on the consumer side using energy services will also be an important measure.

Source : JICA2019 (<https://www.mofa.go.jp/mofai/gaiko/oda/files/000072638.pdf>)

## Target area: The State of Airai, Republic of Palau



### The State of Airai

#### Basic information

- ✓ Southern Province of Babeldaob Island, Palau
- ✓ Population 2,455.  
( About 14% of the domestic population. Palau's second most populous state )
- ✓ Area 44 km<sup>2</sup> (about 9.6% of the entire country)

#### Reference information

- ✓ It is a commuter town, with the only international airport in the country, a Japan-Palau Friendship Bridge (funded by Japanese ODA) between the state of Koror, which has the largest population in the country.
- ✓ While it is an agricultural area, commerce and industry are developing with the transfer of urban functions to Koror.
- ✓ There are five major residential development project sites in the state, including Airai Elementary School and new residential subdivisions owned by many young dual-income families.
- ✓ Due to its proximity to the capital Melekeok and the international airport, residential and commercial/industrial development is underway.
- ✓ The headquarters and satellite facilities of Palau National Communications (PNCC), which provides telephone, internet and television services, are located here.
- ✓ In the future, Koror's public facilities (hospitals, schools, ports, etc.) will be transferred to Airai state. Population and investment projects are increasing.
- ✓ There is a resort development plan in the peninsular part of Airai state. A prison will be built along the border road between Airai and Ngchesar provinces.

© 2021 JGC GROUP
Enhancing planetary health
5

5

## Natural Resources in the State of Airai, Disaster Risk Management, Regional Development Planning

**[Natural Resources in the State of Airai]**

- Two-thirds of Airai's land remains untouched with natural vegetation. About a third is occupied by houses, roads, ports, offices, airports and farms.
- Natural resources are often destroyed by sudden fires during the dry seasons of December, January, February and March. This burning has destroyed crops and habitats, exacerbated soil erosion and lost income.
- Invasive species threatening habitats and the environment are a major problem in the country, and some of these invasive species are common in Airai State.

**[ Disaster Risk Management ]**

- Palau has long been hit by typhoons. In April 2021, Typhoon No. 2, which passed through northern Palau, caused property damage such as the collapse of houses, as well as blackouts and water outages, and JICA has provided emergency relief supplies to Palau. Preparations against the impacts of these natural disasters are not sufficient.
- Palau is expected to be severely affected by climate change due to global warming, and it is urgent to prepare measures to reduce the risk of future natural disasters. At the national level, the National Disaster Risk Management Framework (NDRMF) 2016-2030 provides guidance for Palau's strategies and actions at each level, but Airai State currently lacks disaster risk management (DRM).

**[ Regional Development Planning ]**

Among the regional development plans of Airai State, important guidelines for climate change and disaster countermeasures are development master plans and land use plans. The future vision of Airai State stipulated in these is as follows.

1. Protection and conservation of natural resources
2. Protection and Conservation of Historic Buildings
3. Perpetuation of Palau's cultural heritage
4. A vibrant town center with a mix of residential, commercial and recreational facilities
5. Providing comfortable, healthy, and conveniently located residential areas
6. Agricultural promotion and support - Balancing self-sufficient gardens and large-scale farms
7. Provision of optimal infrastructure and land to achieve sustainable economic growth



6

## Power demand in Airrai state

- Airrai State has the second largest population after Koror State and has a central function in the country. There is a plan to formulate a new development plan in the future, and there is a need to refer to the efforts of Urasoe City.



Power transmission and distribution system on Koror Island and Babeldaob Island

	2016	2017	2018	2019	2020	2025	2030	2035
Aimeliik	3,026	3,056	3,127	3,201	3,277	3,438	3,519	3,603
Airrai	16,937	17,272	17,840	18,481	19,365	23,149	24,929	26,830
Koror	53,341	54,103	56,222	58,417	62,558	72,145	76,648	81,425
Melekeok	2,928	2,964	3,053	3,145	3,242	5,016	6,623	7,007
Ngaraard	587	595	617	640	665	2,253	3,131	3,186
Ngardmau	247	250	258	266	275	296	313	331
Ngaremlengui	671	678	697	717	737	784	817	851
Ngatpang	408	413	423	434	446	471	489	507
Ngchesar	306	309	317	325	334	355	374	395
Ngarchelong	529	535	548	562	577	829	1,218	1,390
Ngirwai	331	334	343	353	363	385	401	419
Koror+Babeldaob	79,311	80,459	83,447	86,541	91,839	109,121	118,461	125,944

Power demand forecast by state

- While focusing on Airrai State, the supply potential of renewable energy is not within the territory of a single municipality, so collaboration with multiple municipalities with potential is also being considered.

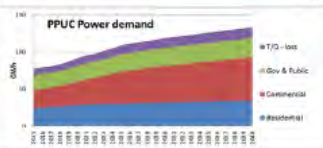
Reference : JICA2017 ([chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2017\\_1260190\\_4\\_f.pdf](https://www2.jica.go.jp/ja/evaluation/pdf/2017_1260190_4_f.pdf))  
 JICA2019 (<https://www.mofa.go.jp/mofai/gaiko/oda/files/000072638.pdf>)

## Power Supply Situation, Demand Forecast, Energy Saving Policy in Airrai State, Republic of Palau



### Power supply situation

- Two major domestic diesel power plants (Aimeliik power plant 12MW, Malakal power plant 24.45MW) are installed.
- Photovoltaic power generation and wind power generation are regarded as important as renewable energy, and wind power generation has not been introduced.
- As of 2017, there are about 80 PV systems connected to the grid, with a total power generation capacity of 2,356 kW. Most are located in Koror and Airrai states.



### — Demand composition ratio by sector

Demand is on the rise overall, especially in the commercial sector.

Demand for new power is expected to continue to increase in the future in Airrai State.

Year	Aimeliik	Airrai	Koror	Melekeok	Ngaraard	Ngardmau	Ngaremlengui	Ngatpang	Ngchesar	Ngarchelong	Ngirwai	Other	Total
2010	0	78	345	0	0	0	0	0	0	0	0	0	273
2015	0	71	421	0	0	0	0	0	0	0	0	0	371
2020	0	125	392	0	0	0	0	0	0	0	0	0	518
2025	0	173	496	123	39	0	0	0	0	0	0	0	808
2030	0	224	598	149	39	0	0	0	0	0	0	0	1,000
2035	0	283	733	206	39	0	0	0	0	0	0	0	1,261
2036	0	284	735	215	39	0	0	0	0	0	0	0	1,263
2037	0	289	745	225	40	0	0	0	0	0	0	0	1,259
2038	0	294	755	236	41	0	0	0	0	0	0	0	1,266
2039	0	299	765	247	42	0	0	0	0	0	0	0	1,273
2040	0	304	775	258	43	0	0	0	0	0	0	0	1,280
2041	0	309	785	269	44	0	0	0	0	0	0	0	1,287
2042	0	314	795	280	45	0	0	0	0	0	0	0	1,294
2043	0	319	805	291	46	0	0	0	0	0	0	0	1,301
2044	0	324	815	302	47	0	0	0	0	0	0	0	1,308
2045	0	329	825	313	48	0	0	0	0	0	0	0	1,315
2046	0	334	835	324	49	0	0	0	0	0	0	0	1,322
2047	0	339	845	335	50	0	0	0	0	0	0	0	1,329
2048	0	344	855	346	51	0	0	0	0	0	0	0	1,336
2049	0	349	865	357	52	0	0	0	0	0	0	0	1,343
2050	0	354	875	368	53	0	0	0	0	0	0	0	1,350
2051	0	359	885	379	54	0	0	0	0	0	0	0	1,357
2052	0	364	895	390	55	0	0	0	0	0	0	0	1,364
2053	0	369	905	401	56	0	0	0	0	0	0	0	1,371
2054	0	374	915	412	57	0	0	0	0	0	0	0	1,378
2055	0	379	925	423	58	0	0	0	0	0	0	0	1,385
2056	0	384	935	434	59	0	0	0	0	0	0	0	1,392
2057	0	389	945	445	60	0	0	0	0	0	0	0	1,399
2058	0	394	955	456	61	0	0	0	0	0	0	0	1,406
2059	0	399	965	467	62	0	0	0	0	0	0	0	1,413
2060	0	404	975	478	63	0	0	0	0	0	0	0	1,420

# Urasoe City, Okinawa Prefecture



**Overview of Urasoe City**  
 - Adjacent to Naha City, population growth is remarkable, and commerce and industry are active.  
 The fourth largest city in the prefecture, with a population of about 116,000.  
 - More than 14% of the 19,480 ha area is occupied by US military bases.



## Urasoe City's Greenhouse Gas Emission Reduction Target

- 2013 ni yfwi jy 7576 : Wjizhj 9% tkhtr ufwi jyt K^7568
- R jir 2jw yfwi jy (2026) : Wjizhj -9% tkhtr ufwi jyt K^7568
- Qtsl 2jw yfwi jy (2050) : Wjizhj <5% tkhtr ufwi jyt K^7568

**Urasoe City Environmental Basic Plan (2020~2026)**  
 In cooperation with the 4th Urasoe City Comprehensive Plan, etc., establish a promotion system and set forth concrete measures for citizens, citizen groups, businesses, and the city (administration) to realize "Urasoe, a city of environmental symbiosis that nurtures rich nature and culture and connects to the next generation".

**Urasoe City Action Plan for Global Warming Countermeasures (2017)**  
 Set reduction targets, and work together with citizens, businesses, and tourists on energy conservation, energy-saving behavior, eco-driving, 4Rs, etc.

# Efforts related to decarbonization in Urasoe City

• Incorporated promotion of effective use of energy into the 5th Urasoe City Comprehensive Plan and announced promotion of introduction of renewable energy to public facilities, etc.

▲ Identification of emission sources and future projections

PUNPj - Ujwtr fshj Nshmfytw.

Nshmfytw	Xyfsi fwl	Yfwi jy
LML jr aotax htr hup lt jwar jeyfocjy	9. E>9yHT7-756>.	8. E85yHT7-757..
Hny 2 nj lwjannozc lfx jr aotax	<> E55yHT7-756<.	,9> E55yHT7-757..
Ja[nar jeyfj fwal j j jhony hony	6; -756=.	6<5 -757..

Wjfyi hup lt jwar jey ufax

- Ja[nar jeyfj fwal j j hony
- Fhys Ufa kwlggq fwal hony j j hony

4-6 ZUsjw - Jkghy[j Zxj Uwr tyts Utgh-

1-2-1 Uwr ty jny jkghy[j Zxj tkghfajw - jajw - htaxjw fyt. Kuzogh kthryj xmtzxm qxgzox joxj xj jh3

4-6-2-2 Uwr ty jny nym lzhys tkwaj | fgj jajw - gfcj i te wlr efghfw hony tytr fng - uzogh kthryj x3

➔ Understand the current situation in Urasoe City, analyze policies, introduce technologies, formulate plans, etc., and promote them in cooperation with citizens, companies, the city, and tourists based on various plans in order to achieve the goal of realizing a low-carbon society.

## Urasoe City, Okinawa Electric Power

### Power supply service through free installation of PV equipment and storage batteries (PV-TPO business)

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

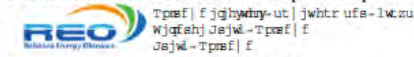
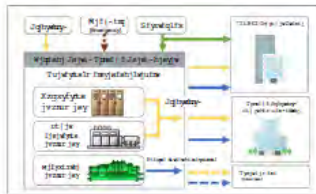


Installed photovoltaic power generation equipment and storage batteries free of charge to Urasoe Municipal Minatogawa Junior High School, and introduced a service to supply electricity (PV-TPO business).

The school facility, which functions as a base in times of disaster and as a local community, can be supplied with electricity from solar panels and storage batteries even in times of disaster, thereby contributing to strengthening its functions as a safe and secure base facility.

## Urasoe City Energy supply service and management business

Reliance Energy Okinawa (REO), a member of the Okinawa Electric Power Group, develops energy service business in Urasoe City



- Example: Sanei Urasoe Nishikaigan PARCO CITY
  - REO owns energy service facilities and supplies secondary energy such as "electricity, cold and heat", and operation management.
  - High supply reliability is improved by securing a backup power line with extra high voltage power receiving.
  - High temperature difference heat source air conditioning ST enables high CO2 reduction effect and comfort under Okinawa's hot and humid conditions
  - Adoption of a desiccant ventilation system that uses waste heat water from solar heat and micro cogeneration
  - Introduction of cutting-edge CO2 reduction technology that utilizes Okinawa's solar power, geothermal heat, etc.



The energy center, which supplies electricity and cooling/heating for air conditioning over an area, enables energy generation by high-efficiency heat source equipment and power generation and waste heat utilization by gas cogeneration.

Reduces energy costs and environmental impact, and supports building business continuity planning (BCP) in the event of a disaster.

- Example: Makiminato Area Energy Center
  - Cold water for air conditioning and regular/emergency power are produced from heat source facilities and power facilities that are constructed, owned, maintained, and operated within the energy center, and supplied to actual users through cold water pipes and power lines.
  - <Best mix of electricity and natural gas>
    - Stable supply of chilled water for air conditioning by high-efficiency inverter centrifugal chiller and air-cooled heat pump
    - Introduction of cogeneration, normal power generation using natural gas, and production of chilled water with exhaust heat input type gas-fired water chiller-heaters using waste hot water from power generation
  - <Preparation for emergencies and BCP measures>
    - In addition to receiving extra high voltage power by placing all wires underground, power is received from the main line and backup power line to cope with blackouts.
    - Equipped with a cogeneration system fueled by natural gas and an emergency power generator fueled by heavy oil
    - 24-hour remote monitoring at multiple locations and emergency assistance



## Okinawa Electric Power Co., Inc. Company Profile, Efforts to Expand the Introduction of Renewable Energy in Small Power Systems on Remote Islands

Company Name	Okinawa Electric Power Co., Inc.
Date of Establishment	May 15, 1972
Head Office	Urasoe City, Okinawa
Capital stock	7,586 million yen
No. of employees	1,536

● The Okinawa Electric Power Group is promoting the introduction of solar and wind power generation from the perspective of global warming countermeasures and cost reductions on remote islands.

Category	No. of power plants	Authorized maximum output(kW)
steam power	5	1,629,000
gas turbine	5	326,000
internal combustion power	13	189,780
alternative energy	5	2,315
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>2,147,095</b>

Number of substations	134
Substation Capacity	7,186MVA
Length of transmission line	1,234km
Length of distribution line	11,135km

R n-fpt xcfai R jlf Xtqwi jr taxpdyta Uwtqjhy




- P 9B55 p\ xtqfwut | jwljajwytas kfhy- | Ex nxyf q i te f xoyi tk655 B55 mihfwix3
- P 9B55p\ S EX gfyyjw- n nxyf q i ye xznuwjox xtqfwut zyuzy kqhyfytex fai hqjvzjah- kqhyfyt.ex3

WjyChfgg | sei ut | jwljajwytas jvznr jayzaywizhytas



- P ycfqtk- zayqm f j gije nxyf q i te 9 wjr tyj xcfai n Tpeef | E3
- Y-umitax htr j ye ymjxj fwj Exlgzyymx kfhy- hfe xcfiq- zyert wjaj | Fgg jajw-3

Mfywer f xcfai R L XjyIjr taxpdyta Uwtqjhy



Ymj R L xjyIjwytas te jghwhty- xyt-wji | n n xzmaq wjaj | Fgg jajw-3P kfhy- ymfyjkgjhyjje zyert xzmaq ut | jwkt- wjaj | Fgg jajw- xzmaq ymfyhastygj htaejhyi ye ymj lwi fai mf j q- nji tzyzye

N ymj hixj tkMfywer f htaejlfe R L xjyymfy zyert xzmaq ut | jwkt- | sei ut | jw | Ex nxywizh j13Fhtj j1 655\* wjaj | Fgg jajw- tujwytas htw65 htaxjhyj j1 f-3

## Strengths of the Okinawa Electric Power Group

The Okinawa Electric Power Group has gained the following strengths primarily through its experience with solar and wind power installations on remote islands.

Htaxwhtas tkm-gwi x-xyjr tkikxjgut | jwljajwytas fai wjaj | Fgg jajw-

- We built a hybrid system that combines wind power generation, storage batteries, and diesel power generation on five isolated islands in Okinawa Prefecture.
- On four remote islands, we operate Retractable wind turbines in cooperation with diesel generators.

X-xyjr xcfiqdytas yjhmtdq-l-ktw x- faghdig ut | jwkt-xyjr x

- Achievements in technological development aimed at suppressing fluctuations in wind power and solar power that fluctuate in output
- Various storage system introduction and operation results such as NaS battery, lead storage battery, lithium ion battery, nickel metal hydride battery, lithium ion capacitor, flywheel, etc.

Pst | qilj tkut | jwvznr jey r fxyjefahj

- Extensive experience and achievements in diesel generators, renewable energy, and equipment maintenance for power systems
- We have knowledge of equipment management that takes into consideration typhoon and salt damage measures, which are issues unique to tropical island regions.



Hybrid system in Yonaguni-Island



Retractable wind turbines in Awaguni-Island



PV system in Tarama-Island



NaS battery in Miyako-Island



Iqkxjqi jse wjw- r fxyjershj wktas l Pmgyr



Izaywytas slyj tw l j j qur jey wktas l cyotEP

## SeED Okinawa LLC, Company Profile



Company name	SeED Okinawa LLC
Year of establishment	:30 April 2021
Location	.Urasoe city, Okinawa, Japan
Capital	:27 million JPY
Manager	Kyohito Shimabukuro(Representative Director and Executive Vice President of Okinawa electricity power company)
N(jxyr jsy htr ufs-	Tpæf   f jg hywh- ut   jwhtr ufs- Tpæf   f jæjyh Uw.lw woc j jæjw- Tpi jæpt Tpi jæp- tz Tpæf   f æj  jæjw- ij jqur jæj
Gzxæj xx htsyjy	· j ufæxte tkwæj   fgg jæjw - nyw.lzhytællw · xfgmæf fytæ w æf fwæmfæqæchtæxæge   · Nyw.lzhytæ uææællijxællij jqur jæj · htæxw hytæltujæytælfæi r fæy æfæh  tk  ræi ut   jw ætdfwut   jw æfæi x-xoy r xfgmæf jwæ  · N(jxyr jæyæ wæj   fgg jæjw - fæi lwi · xfgmæf fytæ gxææj xx

- Jointly established by five group companies for the purpose of leveraging the strengths of the Okinawa Electric Power Group to develop overseas business.

- Realization of a low-carbon and sustainable society in overseas countries, particularly in the islands of Asia and the Pacific, by using the knowledge and technologies it has accumulated in the operation of renewable energy and grid stabilization equipment to face global climate change risks.



© 2021 JGC GROUP

Enhancing planetary health

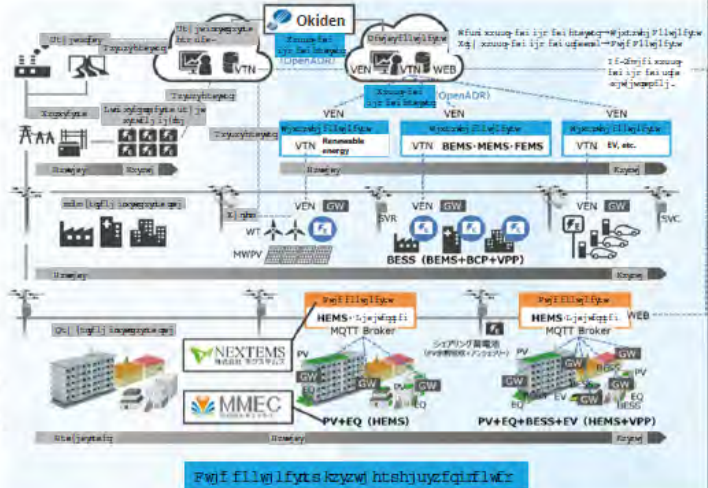
15

15

## NEXTEMS Company profile, initiatives with Okinawa Electric Power Co., Inc. and affiliated companies



- A company based in Urasoe City that sells photovoltaic power generation systems, storage batteries, eco-cutes, and other equipment, and is involved in the demonstration of remote monitoring and control of distributed power sources and controllable loads.
- The company aims to demonstrate and establish an area aggregation system that uses renewable energy as its main source of power while balancing supply and demand on a grid-wide basis and allowing for flexible demand formation.
- The company's complex energy services, which include the installation of solar power generation and Eco-Cute in homes owned by third parties, the sale of electricity for private consumption and hot water heat, and the trading of PV surplus power to Okinawa Electric Power Company, won the Minister of Economy, Trade and Industry Award (Advanced Business Model Category) in FY2019.



© 2021 JGC GROUP

Enhancing planetary health

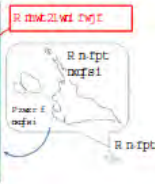
16

16

## NEXTEMS and Okinawa Electric Power Group

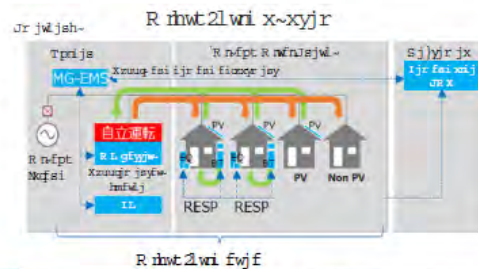
Efforts to expand the introduction of renewable energy in small-scale power systems on remote islands

### Regional Microgrid Construction Project in Kurima Island, Miyakojima City



- A consortium consisting of NEXTEMS, Okinawa Electric Power Co., Inc., Miyakojima Mirai Energy Co., Ltd., and Miyakojima City has started a "microgrid (MG)" project since 2020, aiming for local production and local consumption of renewable energy on Kurima Island (Miyakojima City).
- Install solar panels and storage batteries in each household on the island. When the amount of electricity generated exceeds demand, the storage batteries are charged, and when the amount falls below demand, the storage batteries are discharged.

- Achieved 100% power supply using only solar power and storage batteries. For the first time in Japan, it was confirmed that the system can be operated on an actual power system connected to ordinary homes.



## Okinawa Electric Power Group's Efforts to Introduce Renewable Energy Outside the Region

### Introduced a retractable wind power plant to the Kingdom of Tonga



Retractable wind turbines



X-xyjr x-yjgq fyts fsi r fmgjstshj gmgst

Introduced five retractable wind turbines to the Kingdom of Tonga in 2019 and contributes to saving 1.5 million TOP per year (equivalent to about 75 million yen in Tonga pa'anga) in fuel costs for existing diesel power plants.



Ufukh Wjltis M-qwi Ut | jwLisjwfyts X-xyjr Nwczizhyts Uwqjhy-OHP.

- Supporting appropriate operation and maintenance of diesel generators in Fiji, Tuvalu, and Kiribati based on the status of renewable energy introduction. In addition, we will support the introduction and operation of renewable energy for grid stabilization, and promote the introduction of hybrid power generation systems.

Nb {jxyl fyts tkwytizhyts tkwjsj | fgq jsjwL - ts xr fgwjr tyj nxfsix m Ofufe-R tJO.

- Conducting surveys to assess the potential for introduction of renewable energy and to identify technical issues for the purpose of decarbonization and strengthening resilience on remote islands with isolated environments.

**JICA Okinawa Organization Profile, Training Achievements at Okinawa Electric Power Co., Inc.**



- JICA Okinawa was established in Urasoe City in 1985 and is engaged in international cooperation projects utilizing Okinawa's technology and experience.
- JICA Okinawa accepts approximately 400 government officials, engineers, and others annually, and offers a variety of courses that take advantage of Okinawa's characteristics (island characteristics, subtropical climate, and uniqueness).
- In 2013, Okinawa Prefecture and JICA Okinawa concluded a partnership agreement, the first of its kind in Japan at the prefectural level.
- Since FY1982, JICA has accepted 13122 trainees from 164 countries, including 121 from Palau. (As of July 2022, two Palauans are currently undergoing training)



ixwyzrts sjy| twp  
ij{jfur jsywftwbl fyONHF

**JICA Subject-Specific Training "Power Distribution Network Development (A)" Course**  
 Since FY2003, Okinawa Electric Power Company has accepted this training as part of this JICA program every year, introducing power distribution technology and power distribution facilities through lectures and practical training, aiming to reduce power distribution loss, improve power quality, and promote rural electrification in developing countries, to improve the skills of engineers who play a leading role in each country.

Until 2022, the 19th time, 181 people from a total of 51 countries have been accepted, of which 6 people from Palau have received training at Okinawa Electric Power Company.

**Fr tkhry-xt hry-ht ofgtwfyts uwtojhy**

- Accelerating decarbonization measures such as the introduction of renewable energy through planning by local governments.
- Through collaboration, we will increase opportunities to provide technology, knowledge, investment, etc. of companies located in Japanese municipalities (Urasoe City).
- We will maximize the feasibility by obtaining Japanese subsidies and support funds.
- During the research period of up to three years, we will identify specific projects and create an implementation plan.



資料3 再エネ普及策について (シードおきなわ資料)



0

**Overview of Okinawa Prefecture and OEPC**
1

- 160 islands scattered over a sea area spanning about 1,000 km east-west and about 400 km north-south.
- OEPC supplies electricity to **37 inhabited islands** including Okinawa main island.

**Okinawa Prefecture**

Population	1,451,676
No. of Households	608,753
Area	2,281 km <sup>2</sup>
Climate	Subtropical

**Renewable Energy installed capacity in Okinawa**

PV	430,000kW
Wind power	14,000kW

As of September 2022

Copyright © The Okinawa Electric Power Company, Incorporated. All Rights Reserved.

1

## Main Point of Today's Presentation

2

### Palau's High Renewable Energy Targets

- Palau has set a challenging goal of 45% renewable energy deployment by 2025.
- However, the current deployment rate is only about 3% as of 2020.

Generation in 2019	GWh	%
Non-renewable	83	97
Renewable	2	3
Hydro and marine	0	0
Solar	2	3
Wind	0	0
Bioenergy	0	0
Geothermal	0	0
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

Source: [Palau Energy Profile IRENA, 2021](#)

### Okinawa Electric Power Company (OEPC) Group Initiatives

- For the past 30 years, OEPC has worked on the deployment of renewable energy in isolated grids in island regions with environmental conditions similar to those of Palau.
- OEPC Group can contribute to achieving Palau's goals through its experience, know-how, and execution capabilities.

Copyright © The Okinawa Electric Power Company, Incorporated. All Rights Reserved.

2

## Step-by-step advancement to achieve renewable energy deployment targets

3

### STEP 1 Renewable Energy Source Deployment Phase

(Initiatives by power producers)  
Select renewable energy sources suited for the site considering current use of land, natural environment, and other factors



### STEP 2 Renewable Energy Utilization Improvement Phase (1)

(Initiatives by power producers as well as transmission and distribution system operators)  
-Work on initiatives to increase the utilization rate of renewable energy sources deployed by power producers

### STEP 3 Renewable Energy Utilization Improvement Phase (2)

(Initiatives by consumers)  
-Work on initiatives to expand the utilization of distributed renewable energy by consumers as efforts to deploy and further utilize renewable energy while reducing the impact on grids



### STEP 4 Renewable Energy Full-Utilization Phase

(Collaborative effort between power producers, transmission and distribution system operators, and consumers.)  
-Efficiently operate grids where diesel power generation, renewable energy power source, and consumer facilities are integrated

Aim to achieve renewable energy deployment targets through a Palau-style model, which is tailored to local conditions



3

**STEP1 Renewable Energy Source Deployment Phase**  
(Initiatives by power producers)

4

- Large-scale PV is expected to increase its output during the daytime only. (The power output decreases in winter.)  
The ideal method is the best mix with wind power generation, which is expected to generate power stably even at night and in winter.
- Palau is blessed with abundant wind resources, but like Okinawa, damage by typhoons and others may cause conventional wind turbines to suffer low operation rates and high repair costs.
- Island regions face challenges including the difficulty in securing large cranes necessary for the construction and maintenance of conventional wind turbines and in maintaining and managing them with local personnel.

Area Demand  
Night  
Solar: Power generation during daytime only

Tower buckled due to typhoon

Blade broken by typhoon

**Tilttable wind turbines that can cope with typhoons and can be maintained in island regions are an effective solution.**

4

**STEP1 Renewable Energy Source Deployment Phase**  
(Initiatives by power producers)

5

**Use of Tilttable Wind Turbines**

- The power generation with tiltable wind turbines deployed by OPEC is an innovative method that solves the challenges island regions face.  
 ⇒Can be tilted nearly 90 degrees to avoid typhoon winds  
 ⇒No large cranes required for construction; can be installed on hilly terrain  
 ⇒Maintenance can be performed at ground level by tilting the wind turbine  
 ⇒Reduction in typhoon damage leads to lower repair costs and higher operation rates
- OEPC has installed seven units on outlying islands in Okinawa Prefecture (totaling 1,715 kW); in 2019, it installed five units in the Kingdom of Tonga (totaling 1,375 kW).
- Past wind surveys indicate that wind conditions are relatively good in the northern part of Babeldaob Island; however, the capability of the grids is an issue.
- Since there is a plan to increase grid capacity on the island, the deployment of tilttable wind turbines is worthy of a feasibility study.

Tilttable wind turbine

Tilted wind turbine

**Tongatapu Island**  
275kW×5

Installed Units				
Island	Tilttable WT	Area	Population	Max Demand
Aguni	245kW×1	7.6km <sup>2</sup>	689	800kW
Minamidaito	245kW×2	30.5km <sup>2</sup>	1,257	1,900kW
Tarama	245kW×2	19.8km <sup>2</sup>	1,099	1,200kW
Hateruma	245kW×2	12.7km <sup>2</sup>	496	800kW
<b>Tongatapu</b>	<b>275kW×5</b>	<b>260.4km<sup>2</sup></b>	<b>74,611</b>	

5

**STEP2 Renewable Energy Utilization Improvement Phase (1)**  
(Initiatives by power producers, transmission and distribution operators)

6

➤ Renewable energy penetration gives rise to the following challenges in grid operation:

- **Restrictions to renewable energy output due to the low-load limits of diesel generators (DG)**  
When renewable energy output increases, DG output must be reduced to balance the supply and demand. DGs cannot operate below the low-load limit for mechanical reasons, forcing constraints on surplus renewable energy output.
- **Risk of widespread power outages due to reduced inertia**  
Renewable energy penetration leads to reduction in the number of operating DGs, which lowers the inertia in the power grid. If a grid accident occurs under low-inertia conditions, generators may not be able to attain the target frequency, resulting in a wide-area power outage. (Batteries do not provide inertia.)
- **Failure of protection mechanisms during accidents**  
Less generators in operation means less short-circuit capacity. This can cause protection mechanisms (relays) to fail and accidents to go undetected.

Source: Agency for Natural Resources and Energy: Study on Achieving Carbon Neutrality in 2050 (December 21, 2020)

An effective solution is to introduce a grid stabilizer that can maintain grid inertia while maximizing renewable energy utilization rate.

6

**STEP2 Renewable Energy Utilization Improvement Phase (2)**  
(Initiatives by power producers, operators of transmission system and substations)

7

**Maximizing energy efficiency with Motor-Generator Sets (MG Sets)**

- The surplus renewable energy is used to charge batteries, alleviating restrictions on renewable energy output.
- Can be used as an alternative to diesel generators and is capable of preventing reduction in inertia and short-circuit capacity.
- On Okinawa's Hateruma Island, the combination of MG set and tiltable wind turbines achieved 100% renewable energy operation for 10 days.

MG set can control both active and reactive power

MG Set 300kW

Grid Stabilizer

600kVA Inverter

500kWh Lead Battery

500kW-1,300kWh

245kW Wind Turbine

245kW Wind Turbine

MG Set

7



➤ Challenges to the deployment of large-scale PVs for increased renewable energy penetration:

- **Limited sites/environmental protection**  
Securing land in island regions is difficult. Alteration of land in areas with a rich natural environment should be minimized.
- **Reinforcement of power transmission and distribution facilities**  
Augmentation of transmission and distribution facilities requires expensive capital investment.
- **Impact on power system**  
The larger the renewable energy power plant, the greater the impact on the grid, causing power shortages in the event of accidents.



Deployment of self-consumption renewable energy facilities is an effective solution in the phase where the promotion of initiatives by consumers is required, which will lead to reduced investment in grids.

**Establishment of Palau-Style Third-Party Ownership Model (PV-TPO)**



- Establish a Palau-style self-consumption third-party ownership model (PV-TPO) in which roof-mounted PVs are installed on homes and commercial facilities and operated by a local operator in Palau.
- Users do not bear the cost of equipment installation
- For facilities requiring high energy security, batteries can be installed to supply power during outages caused by typhoons or other disasters. (Ensures resilience.)
- In Okinawa, this service is currently being provided to private companies, residences, and public facilities (schools) with the cooperation of the local government.



**STEP 4 Renewable Energy Full-Utilization Phase**  
(Collaborative effort between power producers, operators of transmission system and distribution, and consumers.)

**Establishment of a Palau-Style Aggregation Model**

- After a certain degree of installation of renewable energy facilities through PV, wind power, PV-TPO, etc., it is necessary to move to a phase in which power producers, transmission and distribution system operators, and consumers will cooperate to adjust supply and demand, and use renewable energy facilities wisely.
- Based on the outlook for the introduction of renewable energy facilities in Palau and trends in demand, we will work together to develop a Palau-Style aggregation model.

**Example: Conceptual Image of the Okinawa Model**

10

**Summary (What SeED Okinawa can do to assist)**

**STEP 1 Renewable Energy Source Deployment Phase**

- Introduction of tiltable wind turbines taking into account Palau's climate characteristics as the best mix of large-scale PV and wind power generation.

**STEP 2 Renewable Energy Utilization Improvement Phase (1)**

- Introduction of grid stabilization measures that cannot be handled by storage batteries, such as MG sets.

**STEP 3 Renewable Energy Utilization Improvement Phase (2)**

- Utilization of limited space, building and structural characteristics of Palau, and establishment of a Palau-style self-consumption third-party ownership model (PV-TPO).

**STEP 4 Renewable Energy Full-Utilization Phase**

- Implement a Palau-style aggregation model with PPUC and consumers working together.

As a pioneer in expanding the renewable energy in island regions, OPEC group will work together to develop a scheme for sustainable use of renewable energy in Palau, including O&M and human resource development.

**Plan for Achieving Renewable Energy Deployment**

Year	Diesel (%)	Renewable Energy (%)
2020	97%	3%
2025 Target	55%	45%

11