

二国間クレジット制度(JCM)実現可能性調査 最終報告書(概要版)	
調査案件名	JCM 実現可能性調査「小規模太陽光発電」
調査実施団体	株式会社インターアクション
ホスト国	パラオ共和国

1. 調査実施体制:

国	調査実施に関与した団体名	受託者との関係	実施内容
日本	日本エヌ・ユー・エス 株式会社	外注先	JCM 方法論案の開発支援、MRV 方法論開発、コンサルタント
日本	株式会社 BIJ	外注先	プロジェクトサイトの屋根部に太陽光発電パネルを設置する際の施工部材の選定、施工方法の調査、及び決定
ホスト国	Fortec Consultants	外注先	現地調査、各関係者機関の面談の同行、現地電化状況調査支援

2. プロジェクトの概要:

調査対象プロジェクトの概要			
プロジェクトの概要	パラオ国コロール州の非営利公社であるパラオ国際サンゴ礁センターに160kW の太陽光発電システムを設置する。ディーゼル発電機によって電化されている地域に対し、太陽光発電システムを導入することで化石燃料の燃焼による発電を抑え、温室効果ガスの発生を削減する。		
予定代表事業者	株式会社インターアクション		
プロジェクト実施主体	パラオ国際サンゴ礁センター(Palau International Coral Reef Center: PICRC)		
初期投資額	※1 128,000 (千円)	着工開始予定	2015年11月
年間維持管理費	1,664 (千円)	工期(リードタイム)	発注から12か月
投資意志	太陽光発電設備は導入する予定	稼働開始予定	2016年10月
資金調達方法	公社であるため、所定の手続きによってパラオ国財務省より予算執行される。不足分が生じた場合は、NDBPからのローンを申請する(借入金利6%)。2015年4月頃に予定されるJCM 設備補助事業申請前までに確定させるよう、PICRC に対して要請している。		
GHG 削減量	グリッドからプロジェクトサイト内に供給されている電力の代替: 100 tCO ₂ /年 $180 \text{ (MWh / y)} * 0.698 \text{ (tCO}_2\text{e/MWh)} * (1-0.2) = 100 \text{ (tCO}_2\text{e)}$		

※1 準備可能な資金の都合により減額。太陽光発電設備の容量を変更して対応(160kW)。

3. 調査の内容及び結果

(1) プロジェクト実現に向けた調査

① プロジェクト計画

本プロジェクトはパラオ共和国コロール州の非営利公社であるパラオ国際サンゴ礁センター (Palau International Coral Reef Center: PICRC) に 160[kW] の太陽光発電システムを設置し、電力供給事業を行うものである。当センターは現在、パラオ電力公社 (Palau Public Utilities Corporation: PPUC) よりグリッドを介して電力を購入・消費している。本システムは、プロジェクトサイトで消費する昼夜の需要電力の一部を太陽光発電によってまかなうことを考えているため、リチウムイオン蓄電池を付帯し太陽光発電による自己消費を実現する。自己消費量を上回った太陽光発電量の余剰電力については、PPUC の電力買取制度の条件に基づいて売買をし、パラオ国におけるディーゼル発電機によって供給されるグリッド電力の供給を削減する。

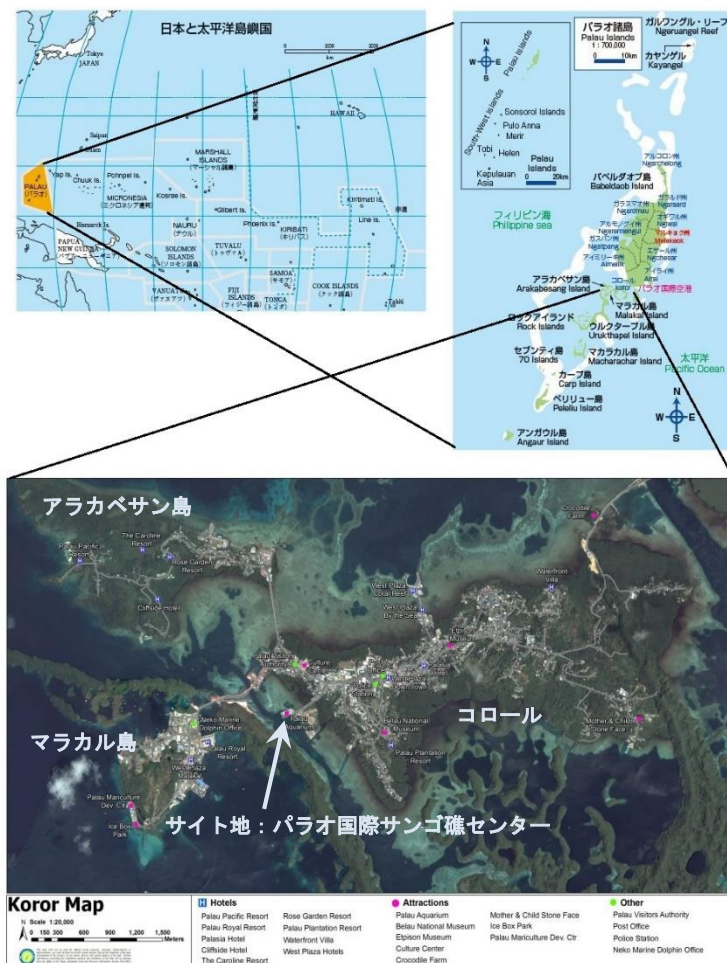


図 1 パラオ共和国の地図

図 2 パラオ国際サンゴ礁センターの外観

160kW 太陽光発電システムを導入する際の初期投資額は約 1.28 億円である。本事業では初期コストの 50%を日本側の補助金、50%をプロジェクト実施事業者である PICRC が負担するものとしてプロジェクト計画をする。プロジェクトサイトの非営利公社としての所定の手続きにのっとりて予算執行をする。初期投資の半額をプロジェクト実施者である PICRC が 100%自己資金の投資を考えているが、場合によっては、地場銀行、邦銀や、パラオ国際開発銀行 (National Development Bank of Palau: NDBP) からの融資も視野に入れている。

本プロジェクトは 2015 年 11 月頃を目安にシステム仕様・施工方法の最終決定をし、資金調達の期間を含め、2016 年 7 月に設置施工を完了する計画である。同年の 10 月にはシステムを稼動する。

MRV 体制については、計測 (M) および報告 (R) は本小規模太陽光発電システムを運用する事業主体が行い、検証 (V) は認定 TPE (第三者機関) が行う。パラオの認定 TPE は 4 機関であるので、その中から選定する。事業主体は、プロジェクトサイトの PICRC を想定している。事業主体において、施設を管理する技術者が常在していないため、太陽光発電システム設置後のメンテナンス請負を PPUC に打診し、持続可能な事業を達成する。

PICRC は、政府からの支出金を受けている。毎年 4 月に財務省 (Ministry of Finance: MoF) に予算案を提出し、国会承認を通過後、大統領のサインをもって政府支出金が行われる。政府支出金は、年々減少傾向にあり、徐々にではあるが独立の度合いが増している。PICRC の経営状況は、2011 年度まで赤字が続いていたが、2012 年度から黒字に転換している。主な原因としては、水槽のチラー装置を一部停止することにより光熱費を削減している事、特に 2013 年度は助成金が獲得できた事、が挙げられる。この助成金は、独立行政法人科学技術振興機構 (JST) と独立行政法人国際協力機構 (JICA) が共同で実施している「地球規模課題対応国際科学技術協力事業 (SATREPS)」における平成 24 年度研究課題としての、「サンゴ礁島嶼系における気候変動による危機とその対策プロジェクト」である。PICRC はこのプロジェクトにおいて、琉球大学との共同研究を実施している。研究期間は、2013 年 4 月～2018 年 3 月の 5 年間である。

本プロジェクトの実行により、太陽光発電の電力を使用し、今までのグリッドからの電気代を削減可能となり、経営体質改善に寄与できるものと考えられる。

キャッシュフロー分析を行った結果、太陽光パネル 160kW のみを設置した場合、20 年間の投資に対して IRR 8.49%が確保できることが確認できた。その一方、太陽光パネル 140kW にリチウムイオン蓄電池 27kWh を併設した場合は、IRR は 2.10%となり、採算性が低くなっているが、事業主は停電時などの非常時用の電源が確保できること、夜間にもクリーンな再生可能エネルギーを使用できることが対価として得られる。また、リチウムイオン蓄電池を使用しているため、寿命後の廃棄時に環境に対する影響を抑えることができる。

プロジェクト実施の伴うリスクに関して、自然災害や、盗難・人為的な損害に備えるために、国際的な保険に加入することが望まれる。想定した発電量が、日照不足により発電できないリスクが考えられるが、余裕のある発電量シミュレーションを行い、資金計画を策定した。機材の経年劣化による発電量低下も考えられるが、出力保障付きの太陽光パネルを採用する。故障や火災を回避するために、IEC、もしくは同等規格に準拠した機材を調達する。パワーコンディショナーに関しては、一般的に寿命が 10 年とされており、10 年で交換する費用を、資金計画に計上しておく。

また、太陽光発電設備に関する技術的知識と人員を有する PPUC とメンテナンス契約を提携し、継続的事業を確保できるメンテナンス体制を整える。プロジェクトサイトの PICRC は、沿岸地域に位置するため、防錆・防食の処理(厚みのある溶融亜鉛メッキなど)が施された機材や、アルミやステンレスを材質とする機材を採用することとする。一般的に、太陽光発電事業においては、採算性が国の政策、特に固定買取価格と期間に大きく左右される。国の再生エネルギーに対する政策転換もリスクとして挙げられるが、パラオ国においては、2020 年までに再生可能エネルギーを 20%に向上する計画があるので、大きなリスクとはならないと考える。

表 1 キャッシュフロー分析のケース分類と 20 年間 IRR 算出結果

ケース分類	IRR
ケース 1: 太陽光パネル 160kW	8.49%
ケース 2: 太陽光パネル 140kW + リチウムイオン蓄電池 27kWh	2.10%
ケース 3: 太陽光パネル 140kW + 鉛蓄電池 35.8kWh	5.10%

②プロジェクト許認可取得

太陽光発電設備の設置に関わる許認可に関しては、PPUC が発行するガイドライン (Guidelines, Standards and Regulations for Renewable Energy Generation Systems Connecting to the Palau Central Grid) に則って行う必要がある。プロジェクト実施主体者は、ガイドライン内の申請書類を PPUC に提出し、承認を得た後に、施工を開始することができる。施工完了後は、PPUC による検査を受けた後に、系統連系・稼働開始を行い、発電開始となる。

環境保護局 (Environmental Quality Protection Board: EQPB) にて、遵守すべき法規制に関してヒアリングを行い、カーパーク型の太陽光パネル設置架台の建築においては、土木建築許可を取得する必要があることを確認した。リチウムイオン蓄電池の設置に関しては、2014 年 12 月時点では主な法規制は存在していない。

③日本技術の優位性

現在パラオにおいて、太陽光発電設備を使用した発電事業は少なく(現時点 2014 年 10 月)、あまり普及が進んでいない。パラオにおける既存の太陽光発電設備のほぼ全ては、先進国からの補助金によるものであり、ビジネス展開されたものは皆無である。

PPUC の提供するデータによると、パラオの太陽光発電による発電状況は以下である。パラオ政府は 2020 年までに再生エネルギーの比率を 20%で発電することを目標に掲げており、2014 年 8 月時点では 5%達成されている。風力、地熱、バイオ等の発電設備よりも比較的成本パフォーマンス

パフォーマンスが高く、発電設備の設置、運用、メンテナンス等に時間と手間がかからない太陽光発電設備を積極的に導入することが優位であると考え。また、現在パラオ国における風力発電所の実績はない状況であるが、2013年1月からマルキョク、ガラルド、ガラスマオの3箇所で風況調査が行われている。風況データは約1年取得をしているが、風力発電設備導入まで時間を有するのに対し、太陽光発電は導入実績があるためすぐに設備導入を実施することが出来る。

本プロジェクトでは、日本製のリチウムイオン蓄電池付帯の太陽光発電システムの導入を考えている。リチウムイオン蓄電池は、環境汚染に対する負荷が少なく、保存特性、サイクル寿命が高く、急速充電を可能にする利点を有する。世界に先駆けて日本において、電気自動車の量産が開始されたことから、日本企業が79%の高いシェアを確保している状況である。なお、2011年の市場規模は、1,100億円程度である。太陽光発電の変動安定化用としても、大型のリチウムイオン蓄電池の適用が予測される。リチウムイオン蓄電池の導入が実現すれば、一つのモデルケースとなり、日本技術の優位性をアピールできるものと期待できる。

パラオ国での既存の太陽光発電設備において使用されている太陽光パネルの製造国を調査し、日本製の太陽光パネルのシェアを算出した。日本製パネルの総出力は701[kWp]で、シェアとしては66%を占めており、比較的優位な状況となっている。投資している国の製造品が採用されており、投資国タイドな傾向が見られる。今後は、太陽光パネルの価格が低下し、採算性の向上が予測されるため、自己資本による設置が積極的に進められるものと思われる。今後の日本製パネルの導入拡大のためには、日本製既存設備の稼働率の向上が肝要と考える。

④MRV体制

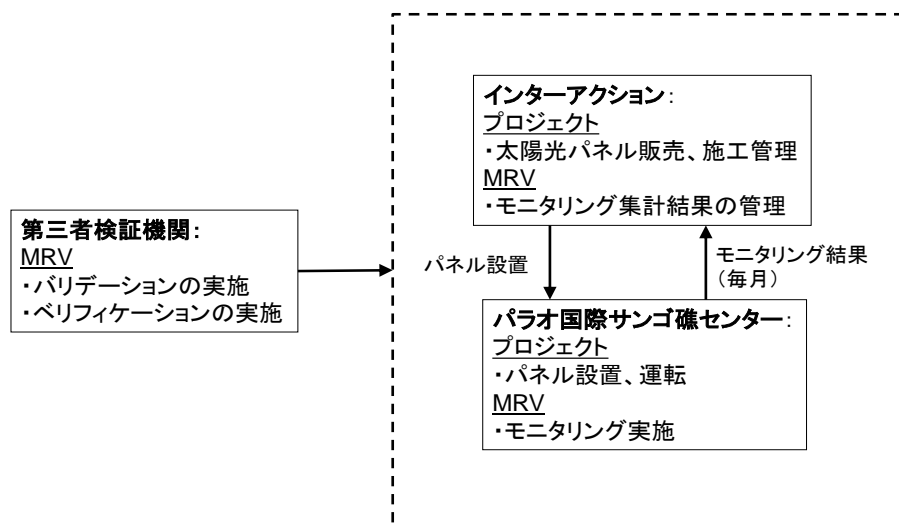


図3 MRV体制

プロジェクト実施主体であるPICRCが、計測(M)及び報告(R)を行い、検証(V)は第三者検証機関が行うことを想定している。MRV実施の際に使用を検討している測定機器を、表に記載する。

電力量メーターは三菱電機 EMU4-HD1-MB を使用し、太陽光発電による発電量[kWh]を計測する。

計測値はリアルタイムに SD メモリーカードに保存され、PICRC は SD メモリーカードの情報を月に一度パソコンに取り込み、エクセル等を使用しデータを整理する。実際の MRV 実施の際は、測定機器を第三者検証機関と検討し、使用する測定機器を最終決定する。

表 2 使用電力量計測システムの主要機器仕様

	機器名	メーカー	型式	仕様
1	電力量メータ	三菱電機	EMU4-HD1-MB	相線式： 単相 2 線式/単相 3 線式/ 三相 3 線式/三相 4 線式 共用
				電圧定格： AC63.5V/110V～ AC277V/480V 共用
				電流定格： AC50A 100A 250A 400A 600A (専用分割形電流センサを使用。 いずれも電流センサー次側の電流値を示す。)
				周波数： 50-60Hz
2	電流センサ	三菱電機	CW-5SL 800/5A	定格一次電流： 800A
				二次電流： 5A
				最高電圧/耐電圧： 0.46kV/3kV
				過電流強度： 40 倍

⑤ホスト国の環境十全性の確保と持続可能な開発への寄与

プロジェクト実施により、プロジェクトサイトにおけるグリッド電力消費量を削減し、その分ディーゼル発電所において燃焼される GHG 排出量を削減し、環境に対し好影響を与える。

蓄電池に関して、本調査で提案する設備にはリチウムイオン型の蓄電池を採用しており、鉛型蓄電池において危惧されるような、環境に対する悪影響は存在しない。リチウムに関するリサイクルモデルに関しては、寿命である約 10 年後には、現地会社の Palau Waste Collection 社に引き渡し、中国に輸出してリサイクルする予定である。

パラオ国の再生可能エネルギー政策(2020 年までに 20%を再生可能エネルギーにする)を後押し、政策の実現に対して寄与する。太陽光システムの建設においては、現地の施工業者を採用し、現地の雇用を創出する。太陽光システムのメンテナンス業務を現地の電力公社 PPUC に依頼することにより、雇用の創出と、オンジョブトレーニングによるエンジニアの技術力を向上させる。パラオ国における電力化が促進されることにより、ホテル・商業施設などの整備が促進され、間接的な雇用の創出に寄与し、地域の活性化に貢献できる。

⑥今後の予定及び課題

今後の予定は、表 3 にて記述したスケジュールに従い進めていく。

課題として挙げられるのは、第一には資金調達先の確定である。資金調達先の候補としては、パラオ国財務省と NDBP からのローンを、PICRC にて検討を進めて頂いているが、2015 年 4 月頃に予定される JCM 設備補助事業申請前までに確定させるよう、PICRC に対して要請している。

課題点の第二には、PICRC が出資して機材調達する場合、入札を行う必要がある。PICRC はパラオ国財務省より一部予算を受けているので、原則入札による公募が必要になり、煩雑な作業が伴うこととなる。入札を必要としない方法(MOU を結ぶ、提案書を共同で提出する等)に関しては、PICRC により調査中である。

第三点目としては、設備仕様の最終版決定である。①太陽光 140[kW]+リチウムイオン蓄電池 27[kWh]、②太陽光 160[kW]のみ、の 2 ケースを PICRC に提案しているが、費用対効果を検討頂き、仕様の最終決定を行う。

表 3 プロジェクト・スケジュール案

日時	業務内容
2015 年 6 月～	環境省 JCM 設備補助事業に適用
2015 年 11 月	最終仕様決定
2015 年 12 月	機材見積り取得、調達開始
2016 年 4 月	国際輸送
2016 年 6 月	パラオ国通関、ローカル輸送
2016 年 7 月	施工完了
2016 年 8 月	運転開始 JCM モニタリング業務開始
2021 年 7 月	JCM モニタリング業務終了

(2) JCM 方法論作成に関する調査

① 適格性要件

本 JCM 方法論案においては、適格性要件として以下の 6 項目を設定した。

- 適格性要件 1 太陽光発電を使用した発電事業である。
- 適格性要件 2 プロジェクト実施場所はパラオ電力公社 (PPUC) が電力を供給する地域である。
- 適格性要件 3 電気メーターを設置し、電気使用量が把握可能である。
- 適格性要件 4 使用するモジュールは、IEC の性能認証規格及び安全性認証規格の認証を取得している。
- 適格性要件 5 使用するモジュールの変換効率は 15%以上である。
- 適格性要件 6 使用するパネルの最大出力温度計数は-0.45%よりも大きい。

① 適格性要件 1: 太陽光発電を使用した発電事業である。

本方法論では、パラオにおいて導入可能性が最も高く、排出削減効果を得られ易いと思われる太陽光発電の導入を JCM 登録のための適格性要件として設定している。

② 適格性要件 2: プロジェクト実施場所はパラオ電力公社 (PPUC) が電力を供給する地域である。

パラオでは、ペリリュー島等の離島を含め、住民が居住するほとんどの地域において PPUC が電力を供給している。離島においては、電気を使用する住民数が少ないため発電機の容量が小さく、燃料の輸送費用等が余計にかかるなど、化石燃料に頼った発電はあまり効率的ではない。そのため、太陽光発電は離島においても導入のメリットが大きい。本方法論案では、ペリリュー島などの離島においても適用できるようにするため、基幹グリッドによって電力供給されている地域だけでなく、オフグリッドも含めた PPUC が電力を供給している全ての地域を適用の対象範囲とする。

③ 適格性要件 3: 電気メーターを設置し、電気使用量が把握できる。

排出削減量を客観的かつ正確に測定するため、太陽光発電システムからの電気使用量を確認できる電気メーターの設置を適格性要件とする。電気メーターの設置を適格性要件とすることで、温室効果ガス排出削減量のモニタリング、及び第三者機関 (TPE: Third Party Entity) による検証が確実になる。

④ 適格性要件 4: 使用するモジュールは、IEC の性能認証規格及び安全性認証規格の認証を取得している。

プロジェクト期間を通して確実に排出削減を実現できるパネルが採用されるようにするため、一定以上の品質の信頼性を付与する、国際電気業準会議 (IEC) による性能認証規格及び安全性認証規格の認証の取得を適格性要件としている。

⑤ 使用するパネルのモジュール変換効率は、15%以上である。

本方法論案においては、設置する太陽光パネルが一定以上の効率で発電する性能を有する事を適格性要件として設定した。

⑥ 使用するパネルの最大出力温度計数(NOCT)は、-0.45%よりも大きい

最大出力温度計数(NOCT:Nominal Operating Cell Temperature)とは、パネル温度が1°C上昇すると最大出力が何%上昇するかを表した指標である。年間の平均気温が27°Cと高いパラオにおいては、使用する太陽光パネルの最大出力温度計数は重要な指標となる。本方法論案では、パネルの最大出力温度計数を適格性要件として設定した。

②リファレンス排出量の設定と算定、およびプロジェクト排出量の算定

JCM ガイドラインに従ってリファレンスシナリオ及びプロジェクトシナリオを検討した結果、温室効果ガス排出量の算定式は、以下の通りとなった。

$$RE_y = EG_{PJ,y} \times EF_{CO_2,def,y} \times (1 - CF)$$

RE_y	y 年のリファレンス排出量(tCO ₂ e/y)
$EG_{PJ,y}$	y 年に実施したプロジェクト活動によって代替された電力消費量(MWh/y)
$EF_{CO_2,def,y}$	プロジェクト活動によって代替された電力のデフォルト排出係数(tCO ₂ e/MWh)
CF	保守係数(20%)

プロジェクト排出量は、本方法論案では発生せず、PE_y = 0 としている。

上記で設定したリファレンス排出量の算定式に基づき、本プロジェクトにおけるリファレンス排出量の推定値を算定する。y 年に実施したプロジェクト活動によって代替された電力消費量(EG_{PJ,y})は、設備容量を160kWとすると、年間180MWh程度の発電量が得られると想定される。プロジェクト活動によって代替された電力のデフォルト排出係数(EFCO_{2,def,y})は0.698(tCO₂/MWh)、保守係数(CF)は20%である。したがって、以下のように計算される。

$$\begin{aligned} RE_y(\text{tCO}_2\text{e}/y) &= 180(\text{MWh}) \times 0.698(\text{tCO}_2/\text{MWh}) \times (1 - 0.2) \\ &= 100(100.512)(\text{tCO}_2\text{e}/y) \end{aligned}$$

プロジェクト排出量はPE=0であるため、

$$\begin{aligned} ER &= 100(RE) - 0(PE) \\ &= 100 \end{aligned}$$

となり、本プロジェクトの温室効果ガス削減量は、100tCO₂e/年と推定される。

③プロジェクト実施前の設定値

提案しているJCM方法論案において、GHG排出削減量の算定に必要なパラメータは、以下の項目である。

- プロジェクト活動によって代替された電力消費量($EG_{pj,y}$)
- 代替された電力が供給されるグリッドの電力CO₂排出係数($EF_{CO_2,def,y}$)
- リファレンス排出量がBaUよりも低く算定されるための保守係数(CF)

プロジェクト活動によって代替された電力消費量($EG_{pj,y}$)は、適格性要件 3「電気メーターを設置し、電気使用量が把握可能である。」で設定した電気メーターにより計測される。また、発電した電力はPPUCに売電するため、PPUCとしても買電量を計測する必要がある。電気メーターを共有する事になる可能性もあるが、共有しない場合は、PPUCとの電力売買関係書類によって代替された電力消費量をクロスチェックする事が可能となる。

代替された電力が供給されるグリッドの電力CO₂排出係数($EF_{CO_2,def,y}$)は、パラオで認定・公表された排出原単位は存在しないため、PPUCから2013年のデフォルト値として設定した。デフォルトCO₂排出係数は、0.698 tCO₂/MWhとなった。

保守係数については、「2020年までに再生可能エネルギーの比率を20%以上にする」というパラオの政策目標が達成されていると仮定し、20%に設定した。