

資料編

資料 A PV 技術・システムの位置づけ・特徴・分類

ここでは、PV 技術を用いたシステムを導入するにあたって、その特徴をまとめてみる。

A-1. 電気へのアクセス向上の考え方

A-1-1 電力供給の概要

電気は、生活や経済活動にとって非常に重要な公共サービスである。

経済発展において目指すべきところは、需要サイドでは、電気を安価で誰もが利用できるという状況であろう。そのためには、ほぼすべての先進国と多くの途上国が達成してきている「電力グリッド」の電気を、誰もが使える状態が向かうべき方向性と言える。

また供給サイドでは、それが安定的に、かつ持続可能な形（環境面を含む）で供給されることである。供給面では、それは電源（およびエネルギー源）ミックスの選択と、送電・配電網の整備の両方が必要である。PV も電源技術オプションのひとつである。

電力供給の基本的考え方には、いくつかの視点があるが、技術的な必要条件は、「瞬時の需要」（kW で表現される）に見合うだけの供給を行うことができなければ、停電するということである。すなわち、ピーク需要（途上国では夕方から夜にかけてピークになることが多い）に見合う（加えて、計画外停止や過小需要想定があっても大丈夫なような供給予備力を加えた）電力供給体制が維持されなければならない。

ただ、途上国では、電化率（電力グリッドへのアクセス率）があまり高くない国も多く（IEA World Energy Outlook 2013 によると、2011 年時点で途上国全体で 76.5%、その中の地方では 65.1%。人口では全体で 12.6 億人）、これらの国では、「電気へのアクセス率の向上」が、国全体、とくに農村開発という点で、大きな経済発展上の課題となっている。

A-1-2 電気へのアクセスのステップ

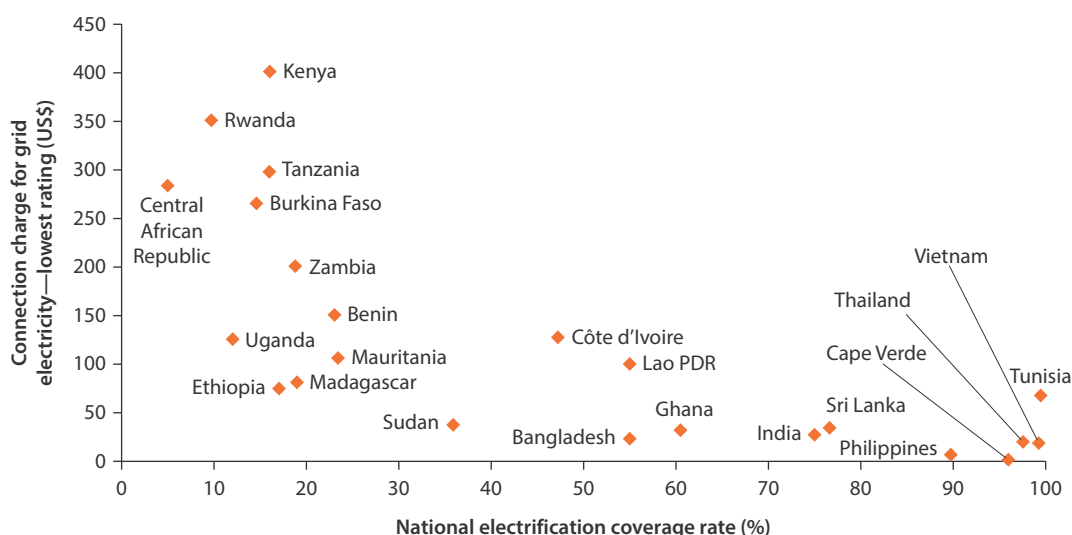
電気へのアクセス率の向上のためは、

- 電力系統（グリッド）の延伸

がその目指すところとなるが、所得水準の低い地方においては、

- 電力系統が来ても電力会社への接続料金や屋内配線のコストが支払えない

ため、電気にアクセスできない家庭も多い(SHS 価格に匹敵する数万円レベルの初期コストが必要になることも多い。下図参照)。これらは、需要家の支払い能力をスクリーニングするために必要なステップではあるが、富裕層しかグリッド電化の恩恵を受けられない矛盾が存在するのも事実で、電化率向上のためには社会面を考慮した料金制度の構築が必要となる。



Source: Golumbeanu and Barnes 2013.

Note: The reported numbers are not comparable because they are based on reported data from different years (2005–10). Also, in some countries, they may reflect the cost of a short connection (for example, less than 30 meters), while in other countries the numbers may represent an average of connection charges for dwellings both near and far.

図 38 グリッドへの接続料金比較¹

一方で、電力系統(グリッド)が届いていない地域では、

- グリッド延伸、
- 独立系電力供給(多くのオプションがある)

が、オプションとなる。これらから(その時点、その地域で)ベストなものを選択することになる。

独立系の場合、通常は供給力制約があるため(グリッドの場合も、供給が不安定なケースも多い)、

- プリ・エレクトリフィケーション(先行電化)

と呼ばれ、暫定的措置と考えられる場合もあるが、それが数年～数十年程度継続する(いつグリッドが届くか信頼できる時期が不明なことが多い)場合、その期間のさまざまな機会損失も考慮すると、(ごく短期間で届くケースを除いて)できるだけ早期に何らかの手段を講じることが望ましい。またグリッドが近くに来ていてもそれにアクセスできない家庭も存在する。独立型 PV システムは、そのための手段のひとつとなる。

A-2. オフグリッド電化策の選択とPVシステム

太陽光発電は、発電技術のひとつであり、本来は「途上国現地の(場合によっては顕在化していない)ニーズ」を満たすための一手段である。トップダウン的には、エネルギー供給という政策面からのニーズという視点での一オプションであり(下図に農村のエネルギー供給オプション例)、その他、大きな意味での農村開発や教育環境の改善(夜間勉強の機会提供)、ブラックカーボンによる屋内大気汚染緩和という保健衛生面のニーズもある。

一方で、ボトムアップ的には、もちろん、照明用途を中心とした電気の需要を満たすニーズが中心となる(最近ではオフグリッドエリアの携帯電話充電ニーズもかなり強い)。

したがって、まず太陽光発電技術ありきではなく、より広い視野からみて、他の手段と比較して検討されなければならない(たとえば小川があるオフグリッド地域ならピコ/マイクロ水力の方がSHS³⁹より望ましい場合も多い)。電源選択の考え方の例は、図21のフローチャートが参考となる。実際には、経済的検討が意思決定の主要部分を占めることが多い。

そのためには、太陽光発電技術(およびその他のオプション)の「特徴」や「制約条件」を把握する必要がある。

この「特徴」は、

- (a) 技術的面(安定供給面、蓄電池の必要性、メイン or 補助電源、保守等)、
- (b) コスト面、
- (c) 自然環境面(河川の有無や日照の状況等)、
- (d) 社会環境・経済面(可能な供給事業者があるか、あるいはそれを作れる素地があるか)、
- (e) 電力需要(コンスタントで大きな需要の有無)、
- (f) 電力供給の実施主体

など³⁹ ソーラーホームシステム(SHS)は、通常は 50W_p 程度の PV パネルが用いられる。戸別独立系のシステム。一方でマイクロ水力は通常は複数家庭に供給されることと、技術的な専門知識をもつ「管理者」が必要であることなどから、SHS とは異なった方式(ビジネスモデル)となる。

したがって、ベストな方式が何であるか?という点は、地域自然条件、技術面、コスト面以外にも、コミュニティーの形態、既存プログラムの有無、技術メンテナンスシステムの有無など、多様な要件に左右される。これらを含めた「特徴」や「制約条件」の把握が必要となる。

なお、太陽光発電は、局所的にはベストオプションでなくとも、汎用性が高いため、たとえば単一のプログラムで、広くオフグリッドエリアをカバーすることができる。

(g) 国の各種政策(とくにエネルギー政策プログラムの有無)⁴⁰

などによって分類される(相互に関係する)。

たとえばオフグリッドエリアの電化という点では、下記のような表で整理される(第 III, V 章で PV 部分をブレイクダウンしている)：

表 14 オフグリッド地域電化オプションの分類表

		(a)技術面	(b)コスト面	(c)自然環境面	(d)社会経済面	(e)電力需要	(f)実施主体
ディーゼル発電	単体(自己利用)	成熟	燃料代が課題 発電効率UP	大気汚染/騒音	-	柔軟に対応可	ユーザー
	蓄電サービス	蓄電池適切運用			蓄電池スキル		サービス事業者
	Mini-Grid	電力網運用			料金回収		事業者/共同体
水力発電	小/mini 水力	成熟	比較的低い 初期コスト課題	適切な河川の 存在	料金回収	需要追従運用	事業者/共同体
	Micro/pico 水力						
風力発電	単体(自己利用)	蓄電池適切運用	風速に依存 初期コスト課題	十分な風速	蓄電池スキル	蓄電池で追従	ユーザー
	Mini-Grid (中)*	電力網運用			料金回収	他電源で追従	事業者/共同体
太陽光	単体(SHS, Pico)	蓄電池適切運用	初期コスト課題	十分な日照	蓄電池スキル	蓄電池で追従	ユーザー
	蓄電サービス						事業者/共同体
	Mini/micro Grid*						電力網運用
バイオマス発電	木材	成熟 but 経験 が少ないことも	燃料代が課題 発電効率UP	近隣燃料調達	森林破壊	需要追従運用	事業者
	農業残渣				他用途との競合		
バイオガス発電	埋立地	成熟 but 経験 が少ないことも	初期コスト課題	環境影響評価	廃棄物処理	所内動力用	自治体/事業者
	酪農/養豚/養鶏				農業残渣処理	需要追従運用	事業者
グリッド	グリッド延伸	成熟	地方電化政策	-	電力会社財政	需要追従運用	事業者
	接続障壁低下	-	政策誘導	-	貧困対策	-	政府

*その他 ディーゼル発電ミニグリッドの補助エネルギー源としてのハイブリッド利用などもある。

PV 発電システムは、技術的には I-3-1 で述べたような特徴を持ち、それを考慮しながら、最適な選択を行うこととなる(資料 A-1-2 で述べたような、電力系統が来ているアクセスできない家庭への対処策も含む)。

ここで重要なのは、誰がその選択を行うか?という点である。

- 政府が(ドナーの支援を得て)そのような選択を行う=政策プログラムを導入,
- 政府はとくに選択を行わず,市場に任せる

という2つのオプションがある。たとえば SHS(通常は 20W_p 超)は政府のプログラムとして

⁴⁰ 途上国では、系統電力に補助金が付いているものの、独立型電化はそうでないケースも多い。とくにアフリカでは、系統電力管内でも、接続料金と屋内配線コストを支払うことのできない家庭も多い。すなわち、高所得層のみが補助金付きの安価な電力のメリットを享受できるといういびつな政策となっている。電力系統延伸という手段においても需要密度の低いその末端での導入コストはかなり高いため、独立電源のコストと対比されるべき系統のコストが、きちんとその代替案(遠隔地へのグリッド延伸)の試算コストと比較されているケースはおそらくないであろう。限られた資金リソースを、貧困層向けの(独立電源あるいは接続料金低減)プログラム・政策に有効に振り向けられるか、が大きな政策課題である。

行われてきたケースが多いが(補助金やローンが利用できることが多い), さらに小さな(いわばより貧困層向けの)ピコソーラー(10W_p以下)に関しては, 補助金やローンが提供されず, そのまま市場に委ねられるケースが多い. ただその場合にでも, 市場の環境整備は必要で, 政府はその部分を担うことによって, 間接的に電源オプションや技術を選択していると言うこともできる.

これらは, オングリッドの場合の電源選択という点でも, 同様であり, 政府(もしくは公社としての電力会社)としての選択(電源開発計画)と, 市場に委ねる(=IPPからの電力を購入する)選択があり, それらはパッケージで用いられることも多い. ただ, 後者の場合においても, 政府としての意向(政策目的)とそれを実現化するための環境整備などが行われることが多い.

通常は, 政府として「再生可能エネルギー導入目標」やそのための計画をもっていることが多く, それを達成するための具体的プログラムや, インセンティブ措置(たとえばFIT制度の導入)が上記に相当する.

オングリッドの場合における電源開発計画には, それが反映される.

上記は, 「供給側」の視点に基づくものであるが, もちろんそれは「需要側」のニーズとマッチするように設計されるべきである. ただ, 需要(家庭用では照明, 携帯電話充電, TVなどの娯楽)はすでに「潜在的に」あり, 供給がそれを満たすことによって隠れていたニーズが顕在化する, さらに供給が整うことで新たな経済活動や電力需要を喚起するという理解が妥当であろう.

A-3. ミニ(or マイクロ)グリッドの電力供給側からの考え方

100 kW~10 MW級のいわゆるミニグリッド(あるいはマイクログリッドという用語が用いられることもある)は, 実際の系統運用のミニ版=多数のユーザーに対して系統の安定性を保ちながら, 交流の電力を供給し, かつPV部分がその一部を占める(補完的役割)という点では, 系統連系型に分類することもできるが, そのミニグリッド自体はメイングリッドから独立したシステムであるため, バッテリーがないケースを除いて, 本報告書では独立型に分類して扱うこととする. 島嶼国の場合, メイングリッドとミニグリッドを区別する意味がないこともある.

PV技術を導入する上での特徴を把握する上でも有用であるため, ここで, 供給側として, PVと風力発電機(WT)の導入された150 kW程度のピーク需要のある離島のミニグリッドの運用の考え方をみてみよう.

ミニグリッドの目的は, 多数の顧客に対し, 電気を安定的に供給することである. ここで「安

定的」という概念は、停電を起こさないという意味だけでなく、電圧や電流、周波数を(負荷＝需要が変動しても)できるだけ一定に保つ⁴¹ということの意味する。

バッテリーは高価であるため、ミニグリッドのベースは、通常はディーゼル発電機となる。ディーゼル発電機はある程度の負荷追従運転が可能であるが、できるだけ一定の出力運転を行った方が効率が高くなるため(高価なディーゼル燃料消費が少なくて済むため)、複数基設置されることが多い。

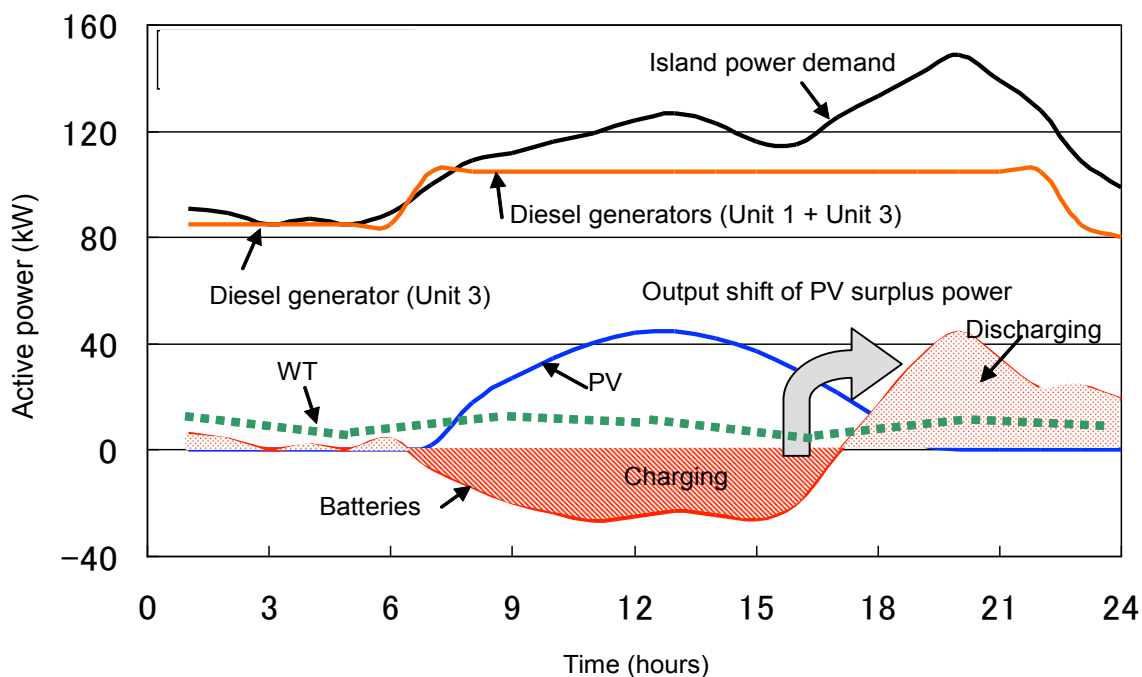


図 39 ミニグリッドの需要と各電源の発電の概念図⁴²

PV と WT は、出力が自然条件に依存する不安定電源であるため、負荷追従するためには何らかのバッファとなる電源が必要となる。その出力規模(kW)が全体に比べて小さい場合には、ディーゼル発電機側でその変動を吸収することになる。ただ比較的大きい場合には、変化の度合いが早いいためディーゼル発電で追従できなくなり、系統周波数が基準運用範囲を逸脱する可能性がある。このような状況を回避するため、ディーゼルエンジンの負荷追従性を高める低出力側での運用範囲を見直す等、通常は可能な限りディーゼル発電機の運用にて周波数変動を吸収するが、PV 導入容量比率が高い場合には、バッテリー(時間単位の変動を吸収)、キャパシタ(秒・分単位の変動を吸収)等蓄電装置

⁴¹ さらに技術的には、電流と電圧の位相を揃えるという面もある(無効電力という仕事をするのでできない電力の調整)。これは交流固有の概念で、 $1-\text{力率}$ という形で電気のロスが減らすこととして表される。位相のズレが極端に大きく電流と電圧が同期できなくなった場合、ロスが大きくなるだけでなく、いわゆる「脱調」が起きて、電気を送ることができなくなる。

⁴² 富士電機資料。図 40 も同様。

の導入が必要となる。これらは電気の品質要求度合いとコストを考慮して決定される。トンガにおける JICA の無償支援による 1 MW_p (全体のシステムの 1 割程度であるがすでに同規模の PV システムが蓄電装置なしで導入) 太陽光システム導入プロジェクトにおいては、キャパシタが採用されることとなっている。¹¹

考え方は、まず需要(日負荷)想定をおこない、典型的一日(数パターン)の需要カーブを想定する。問題は、それをどのように、電源等を運用することで供給できるか? という点である。

上図のように、離島のミニグリッドで、需要ピークが夜の 8 時頃にあるとしよう(夜間照明が主)。最低負荷は深夜に 85 kW 程度とする。

このケースでは、ディーゼル発電機は 3 基あり(25 kW+50 kW+85 kW)、全体で 160 kW を供給できるとする。PV パネルは 50 kW_p、WT は 20 kW としよう(風力はもっとも予測が難しい電源であるため、容量は大きくできない)。

PV は日中に発電するが需要は夜の 8 時であるため、ギャップが 8 時間ほどある。それを埋めるのがバッテリーである。

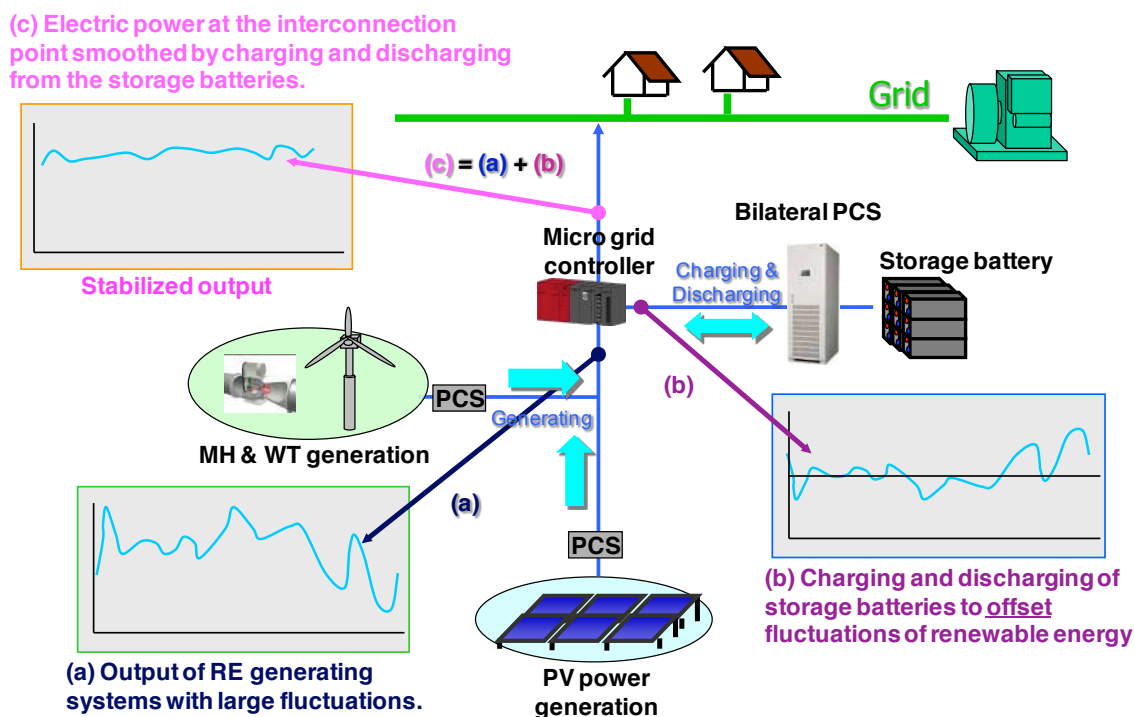


図 40 ミニグリッドの運用の概念図

システムの運用の考え方の概要は、

- できるだけフルロードでフラットなディーゼル発電の出力をキープし、
- バッテリーで PV と WT の発電電力量(の一部)を蓄え、

- ピーク時にそれを系統に流す

というものである。系統では、需要に合致した(分単位の)大きさに加え、下図のように、短期変動(fluctuations)をできるだけバッテリーで吸収した安定した(=高品質の)電気が供給されることが望ましい。制御はコントローラーが行う。

システム全体の設計にあたっては、最大需要を満たす電源の容量を保持することを束縛条件に、年間を通じた将来の需要(日負荷)想定、各種機器の信頼性やコスト、ディーゼル燃料価格(推定)、PV発電の想定、WT発電電力量想定などを行って、信頼性のファクターを考慮して(たとえばバックアップ電源の用意)、それぞれの機器の最適な大きさを決めることになる(点検や故障によって稼働できない期間があることも織り込む)。

ディーゼル燃料が高い場合、燃料費を抑えるためできるだけPVなどの容量(すなわち発電電力量)の比率を高めたわけであるが、そうすると系統安定性を保つために非常に大きな(高価な)バッテリーが必要となる。このように、独立したミニグリッドでどこまでPVや風力等再生可能エネルギーの比率を高められるかという問題は、電気の品質への要求度合いを制約条件に、ディーゼル燃料費(ディーゼル発電機の負荷追従性能にも依存)とバッテリー等蓄電装置のコストの最適化問題として捉えることができる。たとえば、モルディブの国営電力公社 STELCO では、系統安定性を考慮すると、PVシステムはバッテリーなしで全体のシステム容量の30%程度が上限であるという考え方をしている。

一方で、数時間単位のシフトを可能とするバッテリーシステム(ディーゼル発電機はかなりフラットな運転が可能)ではなく、(複数の)ディーゼル発電機に分単位の負荷追従を担わせ、秒単位のフラクチュエーション(フリンジ)をキャパシタで吸収するというアプローチも可能である(キャパシタはバッテリーより蓄電量はるかに小さいが負荷応答性が速く、またサイクル寿命も非常に長い)。この方式は、当該ミニグリッドの(とくに既存システムの)負荷曲線、ピークシフトの必要性、電気の品質への要求度合いなどの状況を考慮して選定される。前述のJICAのトンガ・マイクログリッド案件ではキャパシタ方式を採用している。

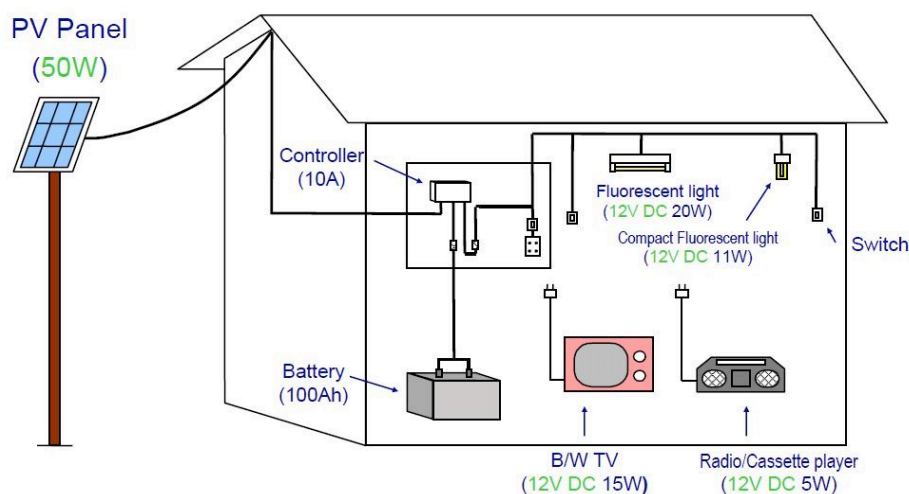
もっともこれらの考え方は、システム制御がそれなりに高度に(また自動化)可能であることを仮定している。ミニグリッドの規模が小さい場合には、それは難しいし、また需要側の求める「電気の品質」も、それほど高いものではないことも多く、その場合には、リスクファクターのウェイトがかわってくる。

小さなSHSのようなシステムでも原理は同じで、発電と需要が合致しないケースは、バッテリーで電気を一時的に蓄え、必要なときに用いることができるようにする。

ミニグリッドとの相違点は、電源がPVしかないこと、通常は直流のまま用いられる⁴³こと、コントローラーの主目的がバッテリーの過充電、過放電の制御にほぼ限定されることなどで

⁴³ インバーターを負荷して、交流機器を使うことができるようにすることもある。

ある。



(Source: JICA Technical Cooperation Project in Philippine)

図 41 SHS と需要機器の概念図

需要が供給力を超えた場合、それが Wh の場合も W の場合も、システムとして機能しない状況に陥る。

一方で、PV がシステム全体に比較してかなり小さい場合には、上述のようにバッテリーは不要で、系統連系型やミニグリッド中の小さな補助電源として用いる場合は、こちらに相当する。

バッテリーが不要あるいは小さくて済む特殊なケースとしては、需要がタイミングにシビアでない場合、たとえば他の蓄積型エネルギーへの転換を行う場合などがある。地下水のくみ上げにおける貯水、冷蔵倉庫など⁴⁴が相当し、PV システムとの相性がよいと言えることができる。

A-4. 家庭用・小規模店舗用以外の用途

本編の独立型の IV 章では、地方電化手段としての PV として、家庭用や小規模店舗用の用途を対象に議論を進めたが、その他、特定の用途として、PV 技術の可能性の高い分野として、たとえば以下がある：

- 地下水のくみ上げ
 - 灌漑用 (大量に必要. 季節によって需要が変動)
 - 飲用 (比較的深度が深い)

⁴⁴ それぞれ、電気エネルギーから、(飲用の場合は貯水槽の、灌漑用はそのまま揚水の) 水の位置エネルギーへの転換、冷熱への転換と解釈することができる。

- 診療所 [照明, ワクチン保冷等]
- 学校 [夜間学校, IT 機器等]
- 携帯電話中継システム
- 街路灯・道路灯
- コミュニティーセンター用照明
- 各種非常用電源
- 難民キャンプ用照明

診療所のとくにワクチン冷蔵システムに関しては、WHO による技術要件の確立など、その分野の国際機関の集中した努力が実を結んだ好例と言えるであろう。

地下水の汲み上げに関しては、灌漑用も飲用も、独立型のネックであるバッテリーが不要となる。その他、システムの中に冷蔵/冷凍倉庫があるようなミニグリッドでも、その蓄熱効果を活かしてバッテリーの役割を分担することができる。

最近では、照明用技術として LED が普及してきている。直流用 LED は交流用より回路が単純であるため安価になり得る(市場は小さいため規模の経済は効きにくい)。また、携帯電話に代表される IT 機器の発展もめざましい。これらを PV と組み合わせることで、新しい分野が広がる可能性もある。

資料 B 2000 年までの国際的 PV 支援

JICA は、1983 年のパキスタン、1984 年のタイでの村落電化無償支援事業を皮切りに、PV 技術を活かした開発途上国支援事業を行ってきた。

PV 黎明期の活動に関しては、1980 年代、1990 年代は、電子ファイルの形で報告書が保管されておらず、どのドナーがどのような支援を行ってきたか、あるいはどの途上国が自主的にどのような活動を行ってきたかを調査することは簡単ではない。散発的な情報があるだけであり、それに関する包括なスタディーはないようである。たとえば、あるレポート^{lii}では、下表のような経験が紹介されている。また、途上国を個々に調べてみると、たとえばキリバスで、1984 年に Solar Energy Company を設立し、1990 年までに SHS を 275 組設置したというような情報^{liii}も見つかる。

表 15 初期の PV プログラムの事例

Best Practices for Photovoltaic Household Electrification Programs, Lessons from Experiences in Selected Countries

国名	実施年	機関	内容	コメント
Indonesia	1991～	BANPRESS*	SHS、3,300組以上 45～48W、蛍光管2本、バッテリー他	その後政府プログラム、民間プログラムにより 20,000組近い導入。
Sri Lanka	1983～	政府プログラム 民間プログラム	SHS、4,500組 18W,35W,50W、蛍光管3～6本、バッテリー他	民間企業が消費者、NGO、村、政府プログラムに 直接PVシステムを販売。 政府プログラムには医療、飲料水関連もあり
Philippines	1982～	PGSEP** 民間企業	SHS、500組以上 (PGSEP) 民間は年100～150組販売 45～48W、蛍光管2本、バッテリー他	20年のPV導入経験を有するが、恒久的な地方電 化というよりは電化前段階としての手段
Dominican Rep.	1985～1993	民間主体 NGO, ADESOL***	SHS、2,000組以上 13～53W、蛍光管、バッテリー他	ADESOLは1986年以来40人の技術者を訓練

*: The presidential Assistance Project

** : the Philippine-German Solar Energy Project

***: Asociaci6n para el Desarrollo de Energia Solar (Dominican Republic)

ただ世界銀行や UNDP などの国際援助機関の行った支援に関しては、いくつかスタディーを行った例があり、報告書やプレゼンテーション資料の形で残されている。ただ、網羅的であるかどうかは不明で、またかならずしも同じ座標軸で記述されていないため、ここではとくにそれを整理せず、そのままの形で紹介し、表から読み取れることを概観してみよう。

アフリカでは、UNDP と世銀関係のプロジェクトが多く、1998 年頃から開始している(ジンバブエは 1991 年から)。数千レベルの SHS を導入したケースが多い。

世界銀行の多くのプログラムは 1980 年台には行われておらず、1991 年のインドが最初の案件のようである。主として GEF(一部 IFC)と協同で行っている。数千～数万の SHS 導入したケースが多い。全体的傾向として、SHS が主であり、次いで村スケールの事例が続く。キャパシティビルディングはあまり重視されてこなかったようである。

時期的には 1990 年以降に開始したものが多いため、1980 年台から活動を行ってきた JICA のパイオニア性を結論づけることはできるであろう。

表 16 2000 年までの世界銀行の PV 関連プロジェクト^{iv}

Project Name	Approval dates and status	Bank/GEF funding & total project cost	SHS component description	Implementing agencies
<u>India Renewable Resources Development Project</u> { http://www.worldbank.org/asta/e/leg.htm#credit24490-IN }	GEF: 1991 Bank: 1992 <i>under implementation</i>	GEF: \$26 m. Bank (IDA): \$115m. Bank (IBRD): \$75m. Total: \$450 m.	2.5 MWp of PV in various applications, (commercial, water pumping and SHS)	India Renewable Energy Development Agency (IREDA)
<u>Small and Medium Scale Enterprise Program</u> { http://www.worldbank.org/pics/ifspl/11s07327.txt }	GEF: 1994/1997 IFC: 1995 <i>Under implementation</i>	GEF: Vietnam: \$0.75 m. Bangladesh: \$0.75 m. Dominican Republic: \$75,000	Finance commercial SHS business ventures	Financial intermediaries and recipient firms
<u>Indonesia Solar Home Systems Project</u> { http://www.worldbank.org/asta/e/leg.htm#loan35544-IND }	GEF: 1995 Bank: 1997 <i>extended to Sept 2001</i>	GEF: \$24 m. Bank (IBRD): \$20 m. Total: \$118 m.	200,000 SHS sold and installed by private dealers/entrepreneurs	Project management unit and participating firms
<u>Sri Lanka Energy Services Delivery Project</u> { http://www.worldbank.org/asta/e/leg.htm#credit2938-LK }	GEF: 1996 Bank: 1997 <i>under implementation</i>	GEF: \$5.9 m. Bank (IDA): \$24 m.	30,000 SHS sold and installed through dealers and microfinance organizations	Ceylon Electricity Board and project management unit
<u>PV Market Transformation Initiative</u> { http://www.gefweb.org/wprogram/1096/pvmti.doc }	GEF: 1996 IFC: 1998 <i>under implementation</i>	GEF: \$30 m. Total: \$90-120 m.	Finance commercial SHS business ventures in India, Kenya and Morocco	"External Management Agent" and recipient firms
<u>Lao PDR Southern Provinces Rural Electrification Project</u> { http://www.worldbank.org/asta/e/leg.htm#credit30470-LA }	GEF: 1997 Bank: 1998 <i>under implementation</i>	GEF: \$0.7 m. Bank (IDA): \$1.5 m. (for off-grid component only)	20 solar battery charging stations by national utility and village electricity associations as demonstrations	Electricité du Laos (EdL)
<u>Argentina Renewable Energy in Rural Markets Project</u> (http://www.gefweb.org/wprogram/nov97/ar-pcd.pdf) [seed PAD]	GEF: 1997 Bank: 1999 <i>under implementation</i>	GEF: \$10 m. Bank (IBRD): \$30 m. Total: \$121 m.	66,000 SHS in households through regulated energy-service concessions	Secretariat of Energy and provincial governments
<u>Cape Verde Energy & Water Sector Reform and Development</u> { http://www.gefweb.org/wprogram/mar98/worldbank/capeverde/capever.doc }	GEF: 1998 Bank: 1999 <i>under implementation</i>	GEF: \$4.7 m. Bank (IDA): \$17.5 m. Total: \$48 m.	4,000 SHS in households through regulated energy-service concessions	Ministry of Infrastructure and Housing, national electric and water utility (ELECTRA)
<u>China Renewable Energy Promotion Project</u> { http://www.gefweb.org/wprogram/mar98/worldbank/china/chon a1.doc } [PAD]	GEF: 1998 Bank: 1999 <i>under implementation</i>	GEF: \$35 m. Bank (IBRD): \$100m Total: \$444 m.	10 MWp of SHS and PV-wind hybrid systems installed through private dealers	State Economic and Trade Commission
<u>Global Solar Development Corporation</u> { http://www.worldbank.org/pics/ifspl/1ws09137.txt }	GEF: 1998 IFC: 1999	GEF: \$10 m. IFC: \$6 m. Total: \$50 m.	Finance PV-related businesses and provide technical assistance and business services	Triodos PV Partners (fund manager) and recipient firms
<u>Benin Off-Grid Electrification/Traditional Energy</u> (http://www.gefweb.org/wprogram/Oct98/Wb/benin.pdf)	GEF: 1998 Bank: to be approved	GEF: \$1.1 m. Bank: \$2.2 m. Total: \$5.7 m.	5,000 SHS through regulated energy-service concessions	Ministry of energy, mines and water
<u>Togo Off-Grid Electrification/Traditional Energy</u> (http://www.gefweb.org/wprogram/Oct98/Wb/togo.pdf)	GEF: 1998 Bank: to be approved	GEF: \$1.1 m. Bank: \$2.2 m. Total: \$5.7 m.	5,000 SHS through regulated energy-service concessions	Ministry of mines, industry, transport, post and telecommunications

Compiled: April 2000

表 18 2003 年までの WB, IFC, GEF, UNDP, UNEP, ADB の PV 関連プロジェクト(2)

Region	Country	Year	Project	Total Cost	WB ASTAE	IFC	GEF	UNDP	UNEP	ADB	Category										Reference				
											PV a	b	c	d	W	M	H	C	S	T					
Latin America	Argentina	1997 ~ 2005	Renewable Energy in Rural Market	225.6	212.1		13.5					X	X	X									GEF Web		
	Brazil	1995 ~ 1998	SHS Dissemination Program in Brazil									X											IEA Finance		
	Bolivia	1997 ~ 2003	Rural Electrification with Renewable Energy	8.5			4.45	4.05				X	X											GEF Web	
	Jamaica	1993 ~ 1999	Demand Side Management Demonstration	12.5	8.7		3.8					X												GEF Web	
	Chile	2000 ~	Removal of Barriers to Rural Electrification with RE	32.397			6.067	26.33				X	X											GEF Web	
	Peru	1998 ~ 2003	PV Based Rural Electrification in Peru	9.181			3.955	5.226				X												GEF Web	
	Mexico	1999 ~ 2004	Renewable Energy for Agriculture	26.2	17.5		8.7					X												GEF Web	
			Sub total	314.378	238.3		40.472	35.606			0														GEF Web
	Africa	Benin	1998 ~ 2003	Decentralized Rural Energy Project	5.745	4.61		1.135				X													GEF Web
		Cape Verde	1998 ~ 2004	Energy & Water Sector Reform and Development	65	60.1		4.93				X													GEF Web
Comoros		2000	Energy Sector Management Program								X													WB Web	
Guinea		1999	Rural Energy	10			2				X													WB Web	
Kenya		2000	Energy Sector Management Program								X													WB Web	
Swaziland		2001	Energy Sector Management Program								X													WB Web	
Togo		1998 ~ 2003	Decentralized Rural Energy Project	5.7	4.61		1.135					X												WB Web	
Tunisia		1994 ~	SHS Dissemination Program in Tunisia									X												GEF Web	
Ghana		1996 ~ 2001	RE-based Electrification for Rural, Social and Economic Dev	3.072			2.472	0.6				X												GEF Web	
Malawi		1999 ~ 2004	Barrier Removal to Malawi renewable Energy Program	10.721			3.417	7.304				X												GEF Web	
Sudan	1999	Barrier Removal to Secure PV Market in Semi-Urban Sudan	1.71			0.75	0.96				X												GEF Web		
Uganda	1995 ~ 2000	PV Pilot Project for Rural Electrification	3.556	1.8		1.756					X												GEF Web		
Zimbabwe	1991 ~ 1997	PV for Household and Community Use	7			7					X												GEF Web		
		Sub total	112.904	71.12		24.595	8.884			0														GEF Web	
		Grand total	2325.6	1307	394.7	395.9	63.31	9.808		10.4															

a: PV home systems for Rural off-grid, b: Village scale power, c: Commercial, public and agricultural off-grid, d: Distributed grid-connecte W: Wind power, MH: Micro Hydro, CB: Capacity Building, ST: Solar thermal
 Handbook for Bilateral and Multilateral Assistance Organizations and International Development Financing Organizations JPEA March 200

表 19 WB グループによる PV 関連プロジェクト^{vi}

<i>Country</i>	<i>Project</i>	<i>Target number of systems</i>	<i>Solar PV capacity (kWp)</i>	<i>Total cost (US\$ million)</i>
Argentina	Renewable Energy in the Rural Market	30,000	2,843	36.0
Bangladesh	Rural Electrification & Renewable Energy Development	198,000	9,900	91.4
Bolivia	Decentralized Energy, ICT for Rural Transformation	60,000	2,600	38.6
Burkina Faso	Energy Access Project	2,100	100	2.0
Cambodia	Rural Electrification and Transmission	10,000	400	4.0
Cape Verde	Energy and Water Project	4,500	129	2.5
China	Renewable Energy Development	400,000	10,000	144.9
Ethiopia	Energy Access	6,300	407	5.4
India	Renewable Resources Development	45,000	2,500	24.0
Indonesia	Solar Home Systems	8,500	425	3.8
Lao PDR	Southern Provinces Rural Electrification, and Rural Electrification Projects	13,000	460	4.3
Mali	Household Energy and Universal Access Project	10,000	350	3.5
Mexico	Renewable Energy for Agriculture, and Rural Electrification (FY08)	8,345	1,767	27.6
Mongolia	Renewable Energy and Rural Access	50,000	520	5.2
Mozambique	Energy Reform and Access, and PV for Schools and Health Clinics	9,800	1,096	13.5
Nicaragua	Off-grid Electrification for Rural Development	6,000	215	3.0
Pacific Islands	Regional Sustainable Energy Finance	21,000	630	16.5
Papua New Guinea	Teachers Solar Lighting	2,500	100	2.2
Philippines	Rural Power and IFC 1 MW grid-tied project	135,000	10,000	120.0
Sri Lanka	Energy Services Delivery, Renewable Energy for Rural Economic Development (RERED), and RERED Additional Financing	180,000	7,200	62.3
Tanzania	Energy Development and Access (FY08)	11,800	800	20.0
Uganda	Energy for Rural Transformation	8,300	600	18.8
Zambia	Increased Access to Energy (FY08)	8,300	415	11.0
Multiple countries	IFC-financed financing facilities	100,000+	8146	25.3
Totals		1.33 million	61.62 MW	US\$686 million

* Includes projects of the SME Program in Bangladesh, Dominican Republic, Honduras, Tunisia, and Vietnam, and PVMTI in India, Kenya, and Morocco.

Source: Anil Cabraal, 21st European Solar Photovoltaics and Solar Energy Conference, Dresden, Germany, September 2006 (with data updated, November 2, 2007).

表 20 2000 年までの GEF 資金による PV 関連プロジェクト^{lvii}

Project (year approved by GEF)	Responsible agency	GEF contribution (\$mn)	Total project cost (\$mn)	Status	Approximate number of installations by end of 1999
India: Alternate energy/renewable resources development (1991)	WB	26	186	under implementation	2,200
Zimbabwe: PV for household and community use (1991)	UNDP	7	7	completed	10,000
Small and Medium Scale Enterprise Program (1994)	IFC	1.6	4.8	under implementation	5,100
Indonesia: Solar home systems (1995)	WB	24	118	to be cancelled	—
Uganda: PV pilot project for rural electrification (1995)	UNDP	1.8	3.6	under implementation	—
Ghana: Renewable energy-based electricity for rural, social and economic development (1996)	UNDP	2.5	3.1	under implementation	—
PV Market Transformation Initiative (1996)	IFC	30	120	under implementation	—
Renewable Energy and Energy Efficiency Fund (1996)	IFC	30	130	soon operational	—
Sri Lanka: Renewable energy capacity building (1996)	UNDP	1.5	1.5	under implementation	—
Sri Lanka: Energy services delivery (1996)	WB	5.9	55	under implementation	1,000
Argentina: Renewable energy in rural markets (1997)	WB	10	120	under implementation	—
Bolivia: Rural electrification with renewable energy (1997)	UNDP	4.5	8.5	under implementation	—
China: Capacity building for renewable energy commercialization (1997)	UNDP	8.8	28	under implementation	—
Lao PDR: S. provinces renewable energy pilot (1997)	WB	0.7	2.1	under implementation	—
Benin: Decentralized rural energy (1998)	WB	1.1	5.7	pending approval by WB	—
Cape Verde: Energy & water sector reform and development (1998)	WB	4.9	65	under implementation	—
China: Renewable energy development (1998)	WB	35	445	under implementation	—
Peru: PV-based rural electrification (1998)	UNDP	4	9.2	under implementation	—
Solar Development Group (1998)	IFC	10	50	under implementation	—
Togo: Decentralized rural energy (1998)	WB	1.1	5.7	pending approval by WB	—
Guinea: Rural energy (1999)	WB	2	10	pending approval by WB	—
Malawi: Barrier removal to Malawi renewable energy program (1999)	UNDP	3.4	10.7	pending approval by UNDP	—
Mexico: Renewable energy for agriculture (1999)	WB	8.7	26	pending approval by WB	—

表 21 2003 年までのアフリカにおける PV 関連プロジェクト事例(1)^{viii}

Country	Co-sponsoring Agency	Number of systems installed/households and typical systems installed	Number of systems installed for institutional services and typical systems installed	Total installed kWp and delivered Wh/year	Price per system	Total value of private investments (Total value of equipment supplied under this project)	Percentage of public and/or CDF funding per system	Emissions avoided (estimated)
BOTSWANA Renewable Energy-based Rural Electrification PDP B, 5 years	① Ministry of Minerals, Energy, Water Affairs, Botswana Power Corp. ② UNDP	Mobile systems: 4,135 SHS: 1,375 PV mini-grid: 1	Net part of this project	Total: 140 kWp installed 204,400 kWh/year	Mobile systems: US\$ 160 SHS: 1,88,300 PV mini-grid: US\$ 100,000	US\$ 2,025,700	CDF money is not used for financing financial hardware as provided by the government.	52,000 ton of CO2 over 20 years
GHANA Electricity for Rural (Energy) and Economic Development PDP project (Completed) 1998-2003	① Ministry of Minerals, Energy, Water Affairs, Botswana Power Corp. ② UNDP	SHS: 2,006 (typical 700 Wp) (National/Market level: 3,083 estimated)	78 (National/Market level: 285 estimated)	168,000 Wp (National/Market level: 453,350 Wp estimated)	US\$ 1,100 per 100Wp system		(National/Market level: estimated 30% public, 70% private)	400-600 ton of CO2 per about 2000 PV system
KENYA Photovoltaic Market Transformation Initiative	① JFC ② World Bank	Installation at early stage Indicators distribution: 2 lights, 10% 6 lights, 50% 6+ lights, 9%	None	Too early to have meaningful aggregate data	US\$ 18/Wp installed system US\$ 2,155/Wp, incl. solar water services and maintenance (5 year) and insurance	Too early to tell	CDF - 50% as loan of guarantee	Too early to tell
LESOTHO Identifying and Overcoming Barriers to Widespread Adoption of Renewable Energy-based Rural Electrification PDP B Aug 2003 - Feb. 2004	① Ministry of Natural Resources ② Ministry of Tourism, Environment, Culture ③ UNDP	(National/Market level: 1,100 estimated)	(National/Market level: 1,125 estimated)	Why year not known (National/Market level: 3,825 estimated)	Per 3 lights and colour TV (US\$ 1,000)		To be determined	To be determined
MALAWI Barriers Removal to Renewable Energy Program PDP project under implementation 2001-2006	① Ministry of Natural Resources and Environment Affairs ② Danish International Development Agency ③ UNDP	Target: SHS: 4000 (increase of 400% over baseline year 2000)	Target: 300 health clinic 400 schools 300 solar fridges 150 tobacco fans	Not yet qualified	Target: Reduce cost of PV systems (LAMP/W) compared with baseline year 2002	US\$ 350,000	Not yet established	To be established
NAMIBIA Barriers Removal to Renewable Energy Programs, Phase I PDP project under implementation 2003-2007	① Ministry of Mines and Energy ② UNDP	SHS: 10,000 (50Wp) Not at all installed, rest 5-8 years for this effort Programme: 200,000 (50,000 per provider)	SEIGA, PV pump, solar water heater, PV refrigeration and PV institutional lighting increased from about 7,425 systems in 2000 to 41,550 systems by 2010	2,400 kWp installed 2,671 MWh/day delivered				
SOUTH AFRICA Integrated National Electrification Program 10 - 15 years	① Department of Minerals and Energy ② Private sector companies engaged through a PPP arrangement in concession areas	SHS: 10,000 (50Wp) Not at all installed, rest 5-8 years for this effort Programme: 200,000 (50,000 per provider)	2,300 (500Wp) already installed 10,000 schools not yet electrified, rest 5-8 years 100%	Not publicly available but in the order of R 60,000,000	SHS: R 4,500 Schools: R 85,000		SHS: -80% gov subsidy Schools: Fully funded	Currently 278 T, 15,000 SHS = 2,300 T, 3,000 ton CO2/yr

表 22 2003 年までのアフリカにおける PV 関連プロジェクト事例(2)

Country	Implementing Agency	Number of systems installed for households and typical systems installed	Number of systems installed for institutions/social services and typical systems installed	Total installed kWp and delivered Whyuser	Price per system	Total value of private investments (Total value of equipment supplied under this project)	Percentage of public and/or GEF funding per system	Estimate avoided (estimated)
SUDAN Barrier removal to secure PV market penetration in semi-rural Sudan Medium-sized project under implementation 1999 - 2003	① Ministry of Energy and Mining Subcontracted institution (ESI) ② UNDP	50 (National/Market level: 200 estimated.)	150 (National/Market level: 200 estimated.)	-0.02 MWp -40 MWh (National/Market level: estimated -0.3 MWp -400 MWh)	Cost of energy: -US\$ 0.25 - 0.3 / kWh Equipment cost: -US\$ 7,000 - 8,000 / kW	US\$ 140,000 (National/Market level: estimated US\$ 2,000,000.)	50 - 80 % (National/Market level: 0 - 100 % estimated.)	~ 15 ton CO ₂ / year
TANZANIA Transformation of the Rural PV Market Full project (seen to be) under implementation 2003 - 2008	① Ministry of Energy and Minerals ② UNDP	Only stimulation the market to increase sales. (National/Market Level: No. of PV systems sold per year in Morwa to reach 1,500 on year 6 of the project as compared to the baseline scenario of 601 systems for the same year (typical unit size 15 - 30 Wp.)	A. few demonstration systems will be installed in school, community centers and health centers/clinic	Increase in installed capacity in Morwa from the current 40 kWp to 120 kWp by year 4. (National/Market Level: Increase in No. of Watts installed per annum from 10 Wp to 20 Wp)				19,385 tons of CO ₂ in the Morwa region (43,280 rural households using PV) (National/Market Level): Increase in N tons CO ₂ on other regions over 20-years based on adding 43,280 PV powered households
UGANDA PV Pilot Project for Rural Electrification Full project (completed March 2003) 1998 - 2003	① Ministry of Energy and Mineral Development ② UNDP	2,000 (90 Wp system) (National / Market Level: 10,000 - 15,000 systems installed. Only 1% of the rural population has access to grid	300 (200 Wp system)	78 kWp 300 kWh/year	US\$ 700 for a 50 Wp system (National/Market Level: US\$150 for a 50Wp system)	PV supplier / dealers spent US\$ 2,500,000 to produce and install PV system	Public/GEF funds were used only for technical assistance and credit guarantee	73,000 ton of CO ₂ over the 20 years
ZAMBIA Providing Electricity Services through Energy Companies (ESOC)	① Ministry of Energy and Water Development ② Department of Energy assisted by Stockholm Environment Institute	300 (60Wp system) (National/Market Level: 1,000 (various)	50 Wp/ (National/Market Level: Not known)	30 kWp (National/Market Level: Not known)	US\$ 600	Nil	Public - 100 % (National/Market Level: Public - close to 90%)	Not assessed
ZIMBABWE PV for Household and Community Use Full project completed 1993 - 1997	① Ministry of Transport and Energy ② UNDP	5,635 (65 Wp equivalent) 42% of three were 65Wp	Schools 11% Clinic 25% Small businesses 15% Households 48% Others 8%	308 kWp	US\$ 600 - 1,000	6%	GEF/APC Credit: 64% Donor funded: 42% Cash Matched: 0%	The assessment was not done

*The information is based on the status of the PV projects (as of mid-2003) that were represented at the UNDP-GEF May 2003 Solar PV workshop, except the Sudan project. The World Bank GEF Ethiopia, Mozambique and Uganda project were participating in the workshop, but no project information was submitted at time of publication.

**The information is based on the status of the PV projects (as of mid-2003) that were represented at the UNDP-GEF May 2003 Solar PV workshop, except the Sudan project.

表 23 2006 年までの WB の開発プロジェクトにおいて PV 導入が含まれていた事例^{lix}

Country		MH	PV	W	Bio	D	D/RET	Infrastructural outputs	Approved Date
Argentina	Renewable Energy in the Rural Market Project	✓	✓	✓			✓	65,500 SHS, 2 wind home systems	1999
Bangladesh	Rural Electrification and Renewable Energy Development	✓						64,000 SHS	2002
Bolivia	Decentralized Infrastructure for Rural Transformation	✓						15,000 SHS	2003
Brazil	Bahia Rural Poverty Reduction	✓						16,000 SHS	2001
Cambodia	Rural Electrification and Transmission	✓	✓					12,000 SHS	2004
Cape Verde	Energy and Water Sector Reform and Development Project	✓	✓					0.85 MW micro hydro 7.8 MW wind energy	1999
Chile	Infrastructure for Territorial Development	✓	✓	✓	✓		✓		2005
Ecuador	Power and Communications Sectors Modernization and Rural Services	✓	✓	✓					
Honduras	Rural Infrastructure Project	✓	✓					5,000 SHS	2001
India	Renewable Resources Development Project	✓	✓	✓	✓			2 micro hydro systems 2.145 MW 87.2 MW wind energy	1993
Indonesia	Solar Homes System Project		✓					8,054 SHS	1997
Lao PDR	Southern Provinces Rural Electrification Project	✓	✓				✓		1987
Lao PDR	Rural Electrification Phase 1		✓					9,000 SHS	2006
Madagascar	Energy Sector Development Project				✓	✓		82 diesel units	
Malaysia	Rural Electrification Project	✓							
Mali	Household Energy and Universal Access		✓	✓	✓			10,150 SHS	2004
Mexico	Renewable Energy for Agriculture		✓	✓				1,545 SHS	2000
Mexico	Waste Management and Carbon Offset						✓	92 wind systems 150 MW from solar/diesel hybrid	
Mozambique	Energy Reform and Access		✓					2,800 SHS	2004
Nepal	Power Development	✓						0.2 MW solar/diesel hybrid	2003
Nicaragua	Off-grid Rural Electrification	✓	✓					125 micro hydro systems 6 solar charging stations 7 micro hydro systems	2003
Nigeria	National Energy Development Project		✓					1 SHS	2001
Peru	Rural Electrification Project	✓						15 MW micro hydro	
Philippines	Rural Power Project	✓	✓	✓					2004
Senegal	Electricity Services for Rural Areas Project		✓						
Sri Lanka	Energy Services Delivery Project	✓	✓	✓				20,953 SHS	1997
Sri Lanka	Renewable Energy for Rural Economic Development Project	✓	✓	✓				0.35 MW micro hydro 85,000 SHS 21 MW wind energy	2002
Tanzania	Songo Songo Gas Development and Power Generation		✓					1,600 SHS	2002
Uganda	Energy for Rural Transformation		✓					7,496 SHS	2002
Vietnam	Community Based Rural Infrastructure	✓						1 SHS	
Vietnam	System Efficiency, Equitization, and Renewables						✓		
Vietnam	Rural Energy	✓					✓		
	Number of projects	15	24	10	4	2	5		
	As a percentage of RET projects	46.9	75.0	31.3	12.5	6.3	15.6		

Note: Bio = biomass; D = diesel; D/RET = diesel/renewable hybrid; MH = micro hydro; MW = megawatts; PV = photovoltaic; RET = renewable energy technology; SHS = solar home system; W = wind.

また、開発途上国において、民間の活動としてのベストプラクティス事例を集めたものとして、以下の情報がある：

表 24 開発途上国における PV 分野の民間のベストプラクティス活動事例^x

Best Practises of the Alliance for Rural Electrification

国名	企業名	事業名	内容
Nigeria	Eauxwell Nigeria Ltd.	Solar water pumping supplies potable water to 653 communities across Nigeria	全国653集落での井戸の掘削からポンプ/PVシステム(85W~95W)
Congo, DRC	Fondazione Madre Agnese Manzoni	Lights for every household in Congo, DRC	200W~500Wのパネルを備えた充電施設を8集落で運営。1,008家庭、約8,000人が対象。
Eqador/Peru	Fraunhofer Institute for Solar Energy	PV system technology in Equador and Peru	単独型PVシステム(SHS,PV照明、ハイブリッドPVシステムなど)
Nigeria	KXN	551 PV refrigerators for healthcare in Nigeria	125Wあるいは64W×2のパネルと6V、225Ahバッテリーを備えたワクチン冷凍庫。1台当たりの対象幼児数は1,200人。
Samoa	Outback Power	Delivering solar energy to Apolima community in Samoa	13.76kW、240VAC出力。ディーゼル発電システムへの追加設置。
Mozambique	Phaesun GmbH	Rural Electrification in Mozambique	Sundaya Ulitium Pico システムの販売。電気技術者の養成。
Ethiopia	Q-Cells	Solar energy schools in Rema, Ethiopia	RemaにInternational Solar Schoolを開設。既に62名の地方電化技術者を養成。
International	RENAC (Renewable Academy AG)	Project TREE - (Transfer Renewable Energy and Efficiency)	途上国の再生可能エネルギー導入に関するキャパビル。2008/2009年度には14か国から560人が参加。2010年には115か国から450人のdecision makerが参加予定。
Sub-Saharan	Rural Energy Foundation	Electricity for 500,000 through Solar Now! Network	Solarシステムの普及・啓蒙活動。
Tuvalu	SMA Solar Technology	Largest RE hybrid system on Vaitupu, Tuvalu	学校へのグリッド補完型PVシステムの導入(46kW)。年間46,000リットルの軽油節約。
Nigeria	Solarmate	Solar Power for African Mission Station in Nigeria	PV(190W)と8KVAディーゼル発電による安定電力供給。
China	SolarWorld	7000 homes receive clean PV-based renewable energy in China	砂漠地帯や高地におけるPVシステムによる電力供給。142か所の集落で約30,000人に電気を供給。
Lao PDR	Sunlabob	Solar Lanterns for 1200 homes in Lao PDR	ソーラーランタンのレンタル。
Equador	Trama TechnoAmbiental	PV hybrid energy powers a village of 19 homes in Equador	3.3kWPV発電によるマイクログリッドと400Wと200Wの独立型PVシステムのハイブリッド構成。

他の事例として、Ashden Award (<http://www.ashden.org/>)を授与された事例のうち、開発途上国における PV 関係活動をリストアップすると、以下のようになる。

表 25 Ashden Award 受賞 PV 関連活動

国名	アワード受賞年	機関	授賞理由	内容
Zambia	2002	Wildlife Conservation Society (WCS) and the African College for Community Based Natural Resource Management (ACCBNRM)	Solar powered electric fencing	Solar電源電気フェンスにより野生生物の居住区への侵入を防止し、家畜の生産性を向上させ、ひいては野生生物の乱獲を防止。
India	2003	West Bengal Renewable Energy Development Agency (WBREDA)	Solar powers island mini-grids	Sagar島にそれぞれ独立した11か所のSolar PV発電所設置。通電は夕方6時から夜中の12時まで、1,600世帯が電氣を利用。80基の街燈(大半は独立型PVシステム)やディーゼル/Solar発電による24時間病院給電システムも設置。
India	2003	Madhya Pradesh Gramin Vikas Mandal (MPGVM)	Solar lanterns for market traders	行商人が使用する灯油ランプやディーゼル発電電燈に代わり、充電したランタンを夕方配り、11時に充電のため回収する。
Peru	2003	Engineers without Borders Madrid	Solar-powered communications for health centres in the Upper Amazon	アマゾン上流部の39か所の健康センターにPVシステム電源のVHF無線システムを設置。音声とPCデータ通信を可能にした。
India	2003	Barefoot College	Solar energy brings light and employment	短期的な補助ではなく、長期的な教育訓練を含む集落単位のSHS導入システムの構築。SHSを設置する集落は委員会(30%以上は女性)を設置し、各世帯の支払額を決めるほか、SHSのメンテナンスなどの教育を受ける人の人選を行う。教育はBarefoot Collegeが担当する。2009年までに753の村に20,000のSHSが導入。
India	2004	Aurore	Solar provides water, lighting and jobs	900W~1,800Wの井戸用PVポンプ、11w蛍光灯2本を3時間点灯するSHS、ソーラーランタンの販売。井戸ポンプの導入費の80%は政府補助、残りは利用者のローン。SHSは初期費用22\$と毎月のレンタル費2\$。ランタンはデポジット2\$(返還あり)と一晚0.3\$のレンタル費。2004年までに845のPVポンプ、8,700のSHS、6,000のランタンを設置。
India	2005	SELCO	Affordable solar power for homes and small businesses	2007年のSELCO参照。
Bangladesh	2005	Prokaushali Sangsad Limited (PSL)	Solar co-operative for rural women	電氣と雇用の提供を目的として、WBやその他のドナーの支援により地方の女性にPVソーラーシステムの組立と設置を教育し、SHSを販売。典型的なシステムは280\$であるが、マイクロファイナンスの利用により頭金10%で購入可能。2009年までに、500のSHS、3,000のソーラーランタン、8,000のバッテリーを販売。
India	2005	Noble Energy Solar Technologies (NEST)	Manufacturing solar lanterns	3wの高効率ソーラーランタンの製造販売。1台35\$。補助金なしで8か月または16か月の分割で購入。この価格は灯油購入費の1年から2年分に相当。2005年までに65,000台のランタンを製造・販売。
Nigeria	2005	KXN	PV-powered vaccine refrigerators	24時間稼働するワクチン冷蔵庫用のバッテリーと240WのPVモジュール。Maiduguri大学とBP Solarとの協力により、設置・メンテナンス技術者の養成。1組約10,800\$。費用はNational Programme for Immunisation and Rotary Internationalによる。2002年~2004年に90の村に189台を設置。
Sri Lanka	2006	Sarvodaya Economic Enterprise Development Services (SEEDS)	Micro-finance for solar lighting	地方の貧困世帯のSHS導入を支援するマイクロファイナンス。1998年から2010年には80,000のSHS導入向けに融資。
Bangladesh	2006	Rahimafroz Renewable Energy	Manufacturing and installing solar home systems for rural Bangladesh	IDCOLが管理するRural Electrification and Renewable Energy Development Project (REREDP)で主要な役割を果たしている。バッテリーの生産、蛍光灯、充電制御器の設計・製造企業。2006年当時、25,000組のSHS、50,000組以上のSHS向けバッテリーを供給。また、REREDP以外にも合計448kWのPVを設置し、80,000台のソーラーバッテリーをネパールやブータンなどに輸出。
Bangladesh	2006	Grameen Shakti	Micro-finance for solar home systems	2008年のGrameen Shakti参照
Tanzania	2007	Zara Solar	Affordable solar energy for the rural poor	典型的なSHSは14Wパネル、20-25Ahの鉛蓄電池、蛍光灯2本、3,600組が販売。価格は充電制御器込みで約94\$。通常10%の設置費が上乗せされる。健康センターなど公共施設の設置は政府やドナーの支援による。
Laos	2007	Sunlab Renewable Energies	Solar power electrifies villages	20W~120WのSHS、150W~800wのコミュニティー用、Solarランプなどのリース事業。各地に技術研修を受けた技術者を配置してメンテナンスに対応。リース費用は20WのSHSで1.75\$/月で照明用灯油購入費と同額。ランプは1回15時間使用で0.25\$。2007年までに1,870のSHS(コミュニティー用20組含む)と500台のSolarランプをリースしている他、政府に5,600組のSHSを販売。
Bangladesh	2007	Shidhulai Swanirvar Sangstha	Solar power on boats serves waterside communities	船のみアクセス可能な地域の住民の生活改善を目的とする慈善活動。2007年までに88隻のボートにPVシステムを装備し、各地のSHS用バッテリーなどの充電や子供の教育活動にあたる。13,500の携帯型SHSと2,500のSolarランタンを配布。
India	2007	SELCO	Affordable solar power for homes and small businesses	典型的なシステムは35WPMVモジュールと7W蛍光灯4台。価格は約300\$で地方銀行やマイクロファイナンスによるローン制度あり(頭金+5年間の毎月分割払い)。2007年までに71,000台のSHSを販売。必要に応じて地方にサービスセンターを設置。
Ghana	2007	Deng Ltd	Trained entrepreneurs bring solar electricity to rural communities	14W~100WのSHS。病院などコミュニティー用は最大500W。14Wの530\$~100Wの1,470\$。大部分の利用者は現金で支払うが、一部は2/3を現金で、残りを3か月以内に支払う。2007年までに1,000組のSHSと6,000個のSolarランタンを供給。2006年に訓練センターも設置。
China	2008	Rural Energy Development Project	Bringing affordable, high-quality solar lighting to rural China	2001年にWBとGEFの支援で始まったプロジェクト。REDPの基準に合致したSHSの販売には1.5\$/W~2.0\$/W(最終価格の約25%)の補助金を交付。10W~500W。2003年から2008年に402,000組(総容量11.1MW)のSHSが販売。
Bangladesh	2008	Grameen Shakti	Rapidly growing solar installer also provides clean cooking	2006年のSHS65,000組導入から2008年には倍以上の150,000組に増加。併せてICS14,000台、バイオガスプラント3,000台の導入。このような急速な普及拡大は、マイクロファイナンスによる資金提供システム以外にも、1,200か所の支所を通じて実施されるサービス(修理やメンテナンス)の仕組みを構築していることにある。この仕組みは地方での雇用(特に女性の)を生み出している(スタッフ12,000人、技能工17,000人)。2012年末にはSHSの販売数は100万組を超えている。
India	2008	Aryavart Gramin Bank	Bank helps customers to buy solar home systems	地方銀行のSHS導入への取り組み。35W PV+蛍光灯2+ソケット(340\$)、70W PV+蛍光灯4+ソケット(680\$)。頭金20%で残り80%は5年間のローン返済。返済額は照明用灯油の購入代金と同じ。
Ethiopia	2009	Solar Energy Foundation	Solar scheme sets communities alight	10WPV+18Ahバッテリー+LED照明4。設備・設置費260\$は全額補助(ドナー負担)。月1\$の保守費用を支払うことで故障、部品交換に対応。2008年末までに2,130組のSHSを設置。
Nicaragua	2009	ECAMI	Solar powers rural infrastructure	50WPV+100Ahバッテリー+照明4+コンセント1。価格は約600\$。これまでに2,100組(容量合計400kW)を販売。50%はNGO、30%が個人、20%が政府系。個人向けにはマイクロファイナンスによる分割払い有り。
Nicaragua	2010	TECNOSOL	Power from the sun	25~200WのSHS。100WSHSの価格は865\$で、3年分の照明用灯油の購入代金。2010年1月までに40,000組を販売。
Sub-Saharan Africa	2010	Rural Energy Foundation (now called SolarNow)	Villages lit up by solar	11W~50WSHS(250~630\$)と1W~10Wのソーラーランタン(25~90\$)。Burkina Faso, Ethiopia, Ghana, Mali, Tanzania, Uganda, Senegal, Mozambique and ZambiaなどでSHS57,000組、ランタン36,000個を販売。
India	2010	d.light	Solar lanterns lighting up the world	0.3W~1.3Wの3種類のソーラーランタン(10\$~45\$)。2010年5月までに32か国で220,000個を販売。6か月保証付。
Africa	2011	ToughStuff International	Solar kits brighten up lives in Africa	ランプ、携帯充電器、ラジオコネクター込みのPVセットで9\$の低価格。これまでにアフリカを中心に140,000組販売。
Africa	2012	Barefoot Power Limited	Affordable solar products for the poor	1W~15WのPVランタンや照明。豪州設計/中国製造。マイクロファイナンスの仕組みも構築。アフリカを中心にこれまでに350,000組を販売。
Africa	2013	SolarAid	Creative distribution brings solar lights to East Africa's rural poor	PV照明(2.5W)とStudy照明(0.3w)のキャンペーン(学校向け)を通じて販路拡大。現在、Tanzania, Kenya, Zambia and Malawiで活動。2010年以来、400,000台を販売。
Africa	2013	Azuri Technologies	Pay-as-you-go solar power for homes	新しい販売・集金システム。2.5W PV+3.3Ah リチウムイオンバッテリー+60LumenLED照明。初期導入費を10\$に抑え、1週間単位で使用料(1.5\$)を支払う。スクラッチカードを購入して、SMS経由で機器の起動コード(1週間有効)を入力する。80回の支払いでSHSは個人所有に。2012年から1年間でケニヤを中心に2,400組販売・稼働。

資料 C グリッド電化と独立系システム

C-1. 独立型システム導入の理由と考え方

一般に電化は、供給安定性・供給力・低い電気料金などの点で、グリッドによるものが想定され、独立型システムによる電力供給・利用形態は、それに至るまでの「暫定的」なものとして“Pre-electrification”と呼ばれる場合もある。

ただ、せっかく独立型 PV システムを導入し、(導入当初は当然機能していたものの)しばらく経って使っていたシステムを利用することがなくなってしまったという事例も JICA のフォローアップ調査でも多く見られる。たとえば、グリッドが到達したため不要になったラオス SHS などの事例、トラブルシューティングができず主としてバッテリーが機能しなくなってしまったボツワナなどの事例 (SHS 自体の設計やパーツの品質の問題と、ユーザー習熟の問題、プロバイダーのアフターケアの問題などがある。ボツワナではどれも課題であった)、BCS のコミュニティーの管理体制が機能しなかったボツワナの事例、政府の SHS プログラム管理体制が貧弱なエチオピアの事例などがある。また、JICA の最初のパキスタン村落電化案件では、(10 年以上のグリッド延伸計画がない村落を選択したものの)システム設置がその村へのグリッド延伸計画の優先度を下げってしまったと利用者が抗議したケースもあった。

これらの点から、独立系 PV システム導入にはやや慎重になるということもあろう。

ただ、下記の点を考えると、かなり近い将来にグリッド電力が供給されるという明確な見込みがない場合、PV などを用いた独立系システムによる電化は、検討する価値がある：

- ベーシック・ヒューマン・ニーズ⁴⁵をまず満たすようにすることは、人間開発という点で優先順位が高い。
- たとえ短い期間でも、電気がない生活を送ることによる「機会損失」は大きい。とくに子供の教育の機会などは、タイミングが非常に重要である。その他、小規模

⁴⁵ ベーシック・ヒューマン・ニーズの対象ニーズやその水準の考え方はいろいろありうるであろうが、ミニマム・サービス・レベルという定量化手法がある。照明需要に伴う電力消費では、たとえば世帯あたり 55 kWh/年という数字が IEA や CDM で用いられている(次ページの【かこみ】参照。その他需要を加えると 250 kWh/年)。この差分(潜在的需要)を suppressed demand と呼ぶ場合があり、本来なら存在してしかるべき需要が貧困等の理由で実現化できていない隠れた需要である。なお、電気をベーシック・ヒューマン・ニーズとするか、優先順位をどの程度におくかは、国や人によって考え方が異なる。

店舗や家内手工業など夜間の経済的収入の機会が失われることもある(PV 導入コスト⁴⁶より大きくなることも多い)。

- 国/国民の経済水準が上がるにつれグリッド延伸が進むことは事実であるが、(量の制限があったとしても)電気が生活に使えることによって、需要が喚起され、経済成長が促進するという逆の関係も存在する。
- PV 関連機器はパネルを含めて一般に再利用可能であり、グリッド延伸で不要になれば、未電化地域で再利用するようにプログラムを組むことができる。
- グリッド電力も、計画停電を含めた供給安定性が低い場合が多く、PV システムはバックアップ用に転換することができる。
- グリッドが来た場合にでも、接続料金や配線料金が高いため、グリッド電力にアクセスできない貧困層も LDCs では多い。
- 政府のグリッド延伸計画は、信頼性に乏しい国が多く、計画から数年を経てもグリッド電力が使えるようにならないケースも多い。

したがって、即効性があり「現時点で」もっとも効果的であり、かつ国のグリッドによる電化計画と整合性をとって進めるならば、独立型のPVシステムによる (pre-)electrification は、検討する価値があると考えられる。実際、JICAも、第II章で述べたように、パキスタン事例などの経験を経て、維持管理体制の開発(1990 年台)、(PV だけでなく電化計画の)マスタープラン作成支援の中で位置づけてきた(2000 年台)。

BOX.1 地方の家庭における電力の最低サービス水準(minimum service level)

ベーシック・ヒューマン・ニーズを満たす最低の電力サービスレベルが、どの程度のものであるか?という点は、IEA や CDM では、250 kWh/年/世帯としている。内訳はおおよそ

- 55 kWh (照明用. CFL $15W \times 2 \times 5$ 時間/日 $\times 365$ 日),
- 183 kWh (TV+ファン. $100W \times 5$ 時間/日 $\times 365$ 日),
- 18 kWh (ラジオ. $10W \times 5$ 時間/日 $\times 365$ 日)。

以下、CDM でこの値を採用するにあたって参考とされたさまざまな文献ごとの採用値を示す(小規模 CDM WG Report の SSC 35 Report, Annex 5):

⁴⁶ 概算では、一日に 20 円分純収入が増えたなら、一年でソーラーランタンのコストを回収できる。100 円なら SHS のコストを回収できる。

Table 1: Literature compilation on minimum electricity consumption (global values)

Geographic coverage	Consumption (kWh/ user)	Source	Comment
Worldwide	500	AGECC (Advisory Group on Energy and Climate Change), 2010	The Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate Change (AGECC) recommends 100 kWh/person/year for, "lighting, health, education, communication and community services", respective shares are not mentioned
Worldwide	250	IEA World Energy Outlook, 2009 (p. 132)	50 kWh/person/year in rural areas and 100 kWh/person/year in urban area, for an average household size of five people
Worldwide	250	IEA, UNDP and UNIDO, 2010	250 kWh/year could provide for the use, for example, of a floor fan, two compact fluorescent light bulbs and a radio for about five hours per day
Worldwide	750	UNIDO, IAEA and KTH (Bazilian, Nussbaumer, Haites et al. 2010)	Medium estimate of rural electricity consumption

Table 2: Literature compilation on minimum electricity consumption (regional/local values)

Geographic coverage	Consumption (kWh/ user)	Source	Comment
Africa	300-600	Africa Infrastructure Country Diagnostic (Banerjee et al. 2008)	Subsistence household consumption
Indonesia	540	(IEG 2008, p.33)	Rural households
Lao PDR	504	(IEG 2008, p. 33-4)	Rural households
Phillippines	768	(IEG 2008, p.33-4)	Rural households
Bangladesh	312	(Barnes, Peskin, and Fitzgerald 2003)	Rural households
Bangladesh	420	(Khandker, Barnes, and Samad 2009)	Rural households electrified five years or less
Vietnam	432	(Khandker et al. 2009)	Rural households electrified less than two years
Peru	324	(Meier et al. 2010)	
Kenya	360	(Parshall et al. 2009)	Spare (i.e. rural), poor areas
Yemen	240	(Wilson, Jones, and Audinet 2011)	Lighting only: Weighted average of all electrified households, rural and urban
Cambodia	333	(UNDP 2008)	Rural grid connected households
Cambodia	247	(UNDP 2008)	Rural mini-grid connected households

その他、年間 600 kWh, 480 kWh という数字も、IEA World Energy Outlook 2011, 2012 で例示されている。なお、CDM では保守的な数字を選択するというクライテリアがある。

ケロシン消費量実態に関しては、かなり大きな差異があるが、以下の表が与えられている：

Table 3: Household kerosene consumption values reported in literature and PDD

Source	Coverage	Value (litres/year)
Mills (Mills 2005)	All developing countries	132 (36-360 range)
REDS CDM project	Rural India	131
D.Light CDM project	Rural India	83.8
Cambodia (UNDP 2008)	Rural households in Kampong Speu and Svay Rieng	15-23
Tanzania	Sumbawanga Region	36-60
Uganda (Harsdorff and Bamanyaki 2009)	Unelectrified rural households	38

その他の文献でも、たとえば平均で年間 120 リットル (33-223 リットル) という数字があるが、やはり地域等によって大きな差異がある。もちろん所得層による差異も非常に大きい。

C-2. 電気にアクセスできない人の割合

人間開発という点でひとつの重要な指標となる「グリッド電力にアクセスできない人口」は現在でも LDCs の農村を中心に非常に多く、かなり信頼度の高い IEA の World Energy Outlook 2013 のデータで、2011 年時点で 12 億 5,700 万人、途上国の地方においては、人口の 1/3 もの比率におよぶ (下表)。

表 26 世界の地域別電化率(グリッドへのアクセス可能人口比率)

Region	Population without electricity	Electrification rate	Urban electrification rate	Rural electrification rate
	millions	%	%	%
Developing countries	1,257	76.5	90.6	65.1
Africa	600	43	65	28
<i>North Africa</i>	1	99	100	99
<i>Sub-Saharan Africa</i>	599	32	55	18
Developing Asia	615	83	95	75
<i>India</i>	306	75	94	67
<i>Rest of developing Asia</i>	309	87	95	80
Latin America	24	95	99	81
Middle East	19	91	99	76
Transition economies & OECD	1	99.9	100.0	99.7
World	1,258	81.9	93.7	69.0

国別の電化「率」と電気にはアクセスできていない「人口」は、下図で表される：

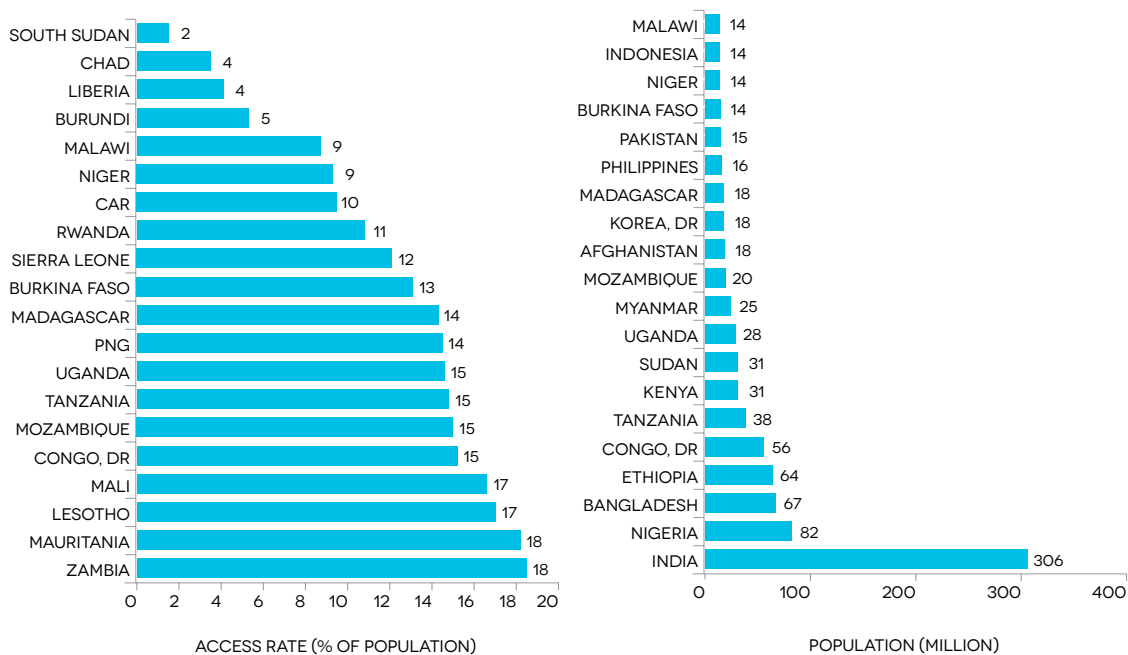


FIGURE 2.14A TOP 20 COUNTRIES WITH LOWEST ACCESS RATES

SOURCE: WORLD BANK'S GLOBAL ELECTRIFICATION DATABASE 2012.
NOTE: CAR=CENTRAL AFRICAN REPUBLIC; PNG=PAPUA NEW GUINEA;
DR = DEMOCRATIC REPUBLIC.

FIGURE 2.14B TOP 20 COUNTRIES WITH LARGEST ACCESS DEFICITS

SOURCE: WORLD BANK'S GLOBAL ELECTRIFICATION DATABASE 2012.
NOTE: DR = DEMOCRATIC REPUBLIC.

図 42 国別の電気にはアクセスできない人口の比率(左)と総数(右)^{lx}

C-3. 電化率と経済水準

ここで、直近の IEA の統計資料^{lxii}に基づき、2011 年時点のアジアとアフリカの途上国の、グリッドによる電化率と一人あたり GDP (PPP ベース) の関係を作成してみよう(下図)⁴⁷。赤の点がアジア諸国、青の点がアフリカ諸国を表している。

図から分かる大きなトレンドとしては、一人あたり GDP (上図では log スケールで表示) が大きくなると電化率も大きくなる。ただ、これがどの程度の(またどちら向きの)「因果関係」にあるか? は、この図だけでは分からない(電化率向上が GDP 成長に寄与することも想定される)。また国によって異なる可能性も高い。

⁴⁷ なお、ラテンアメリカは、ハイチ(28%)を除くと、ニカラグアの 78%以上であり、ほぼ未電化の問題は卒業に近づいてきている。中東も、イエメン(40%)を除くと、90%以上の電化率となっていて、上図からは省いている。アフリカも、北部アフリカは電化率がほぼ 100%近い水準となっている(上図に含まれている)。

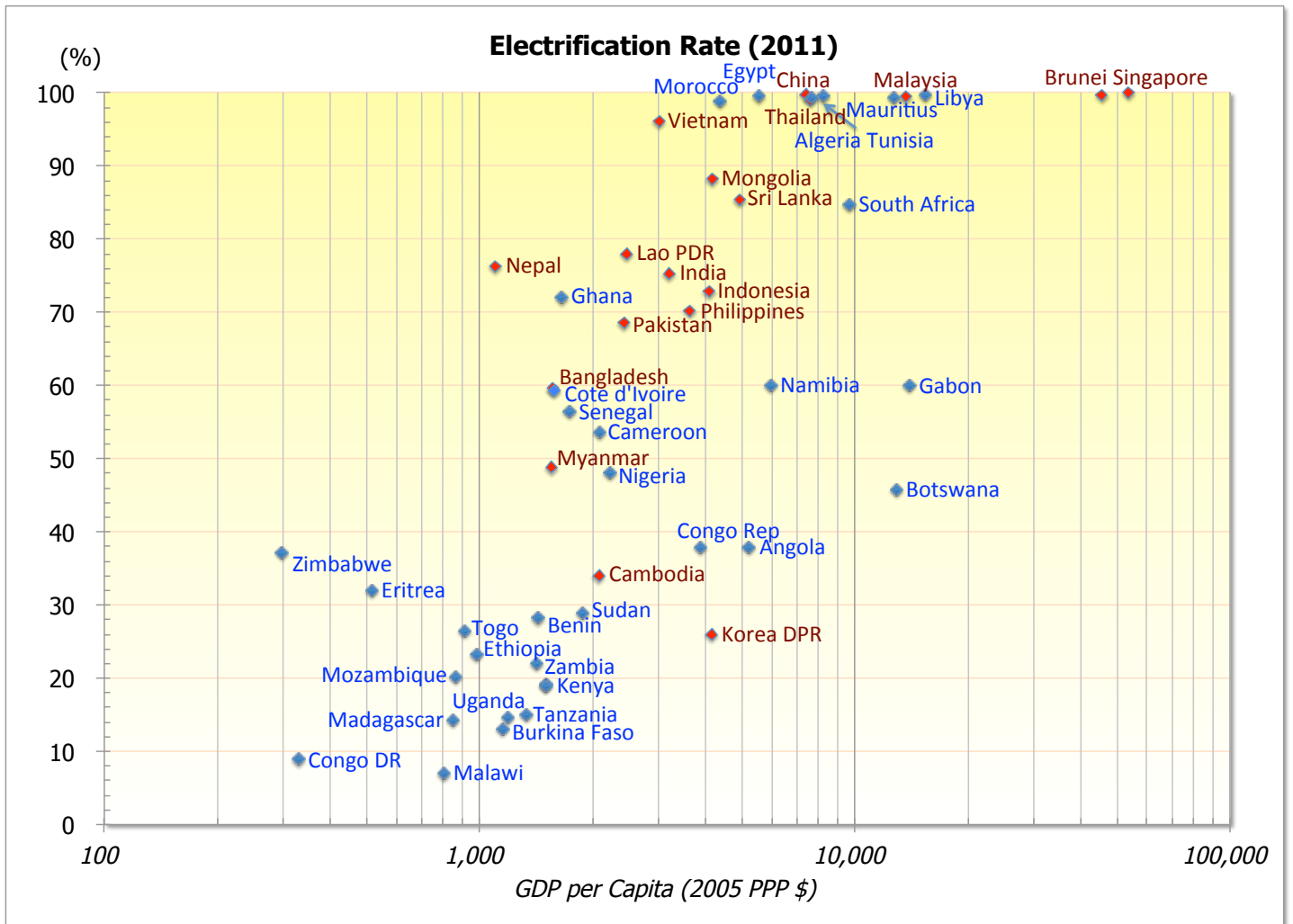


図 43 電化率と一人あたり GDP との関係

アジアとアフリカを比較すると、総じて、アジアの方が、同じ経済水準であっても電化率が高い。これは、アジアの方が

- (1) 人口密度が高い
- (2) 電源開発計画・グリッド電化政策が有効に機能してきている

ということが原因となっていると想定される。とくに (2) の点を含めて、時系列的变化を含めた詳細な要因分析が望まれる。

経済水準を考慮した場合、電化率が相対的に高い国は、上図に記載された国では

- アジアでは、ベトナム、ネパール、モンゴル、ラオス、
- アフリカでは、モロッコ、エジプト、ガーナ、ジンバブエ、エリトリア

などが挙げられる。

一方で、経済水準に対し、相対的に電化率の低い国は、

- アジアでは、北朝鮮、カンボジア、(インドネシア、フィリピン)、
- アフリカでは、マラウイ、ブルキナ・ファソ、タンザニア、ウガンダ、ケニア、マダガスカル、ザンビア、ボツワナ、アンゴラ、スーダン、モザンビーク、エチオピア、ベナン、ガボン

などが指摘される。⁴⁸ アフリカの場合、ガボン、ボツワナ、ナミビア、アンゴラ、コンゴ共和国のように、(天然資源をベースに)かなり経済水準が上がってきたにもかかわらず、電化率が 40–60%程度と経済水準に追いついていないグループがある。

アフリカの場合には、内紛などの歴史的影響があるところもあるが、人口密度や自然条件を超えた「電化政策」の影響が大きく出ている。北アフリカのモロッコなどでは、一人あたり GDP が PPP で 4,000ドル程度でも、ほぼ 100%の電化を達成してきている。

なお、SHS などをもちいたオフグリッド電化は、もともと大量導入しているバングラデシュの場合、現状で 260 万世帯＝人口の 1 割程度＝無電化地域人口の 1/4 におよび、これを加えると電化率は 60%→70%となる。すなわちかなり強力な効果を持ってきている。⁴⁹ ただその他の中規模以上の国で、SHS で同種の効果を上げてきた例はかなり少なく、事例としては、モンゴルのゲル遊牧民のケース(10 万家庭対象。ほぼ 100%に SHS が普及)、ネパールなどの小国(水力を加えた再生可能エネルギー全般)が挙げられる。

⁴⁸ 2013 年時点の電化率が、カンボジアは 50%、ボツワナでは 60%を超えていると今回の現地調査で明らかになり、少なくともこの 2 国は急速に改善しつつある。

⁴⁹ 一方でバングラデシュは、フラットな国土で人口密度が高いというグリッド電化に最適の条件にもかかわらず、グリッド電化の方は思うように進んでおらず、将来のグリッド延伸の見通しの不確実性もかなり大きい。

資料 D ピコソーラーの特徴と新しい試み

ここでは、JICA の支援で例がなく、本編で詳述することのできなかつたピコソーラーに関して、本編と同様の視点で考察してみよう。Pre-electrification のツールとして、今後大きく伸びていくと期待されている分野である。

□ 概要説明と類型

「ピコソーラー」は、10 W_p 以下のパネルと照明機器に加え、一体化されたバッテリー、チャージコントローラー、携帯電話充電端子からなる可搬型商品である。ユーザーは内部のパーツの詳細に関して、知る必要はなく、また通常は保守管理を行うこともない。また現地で分解や修理されることもあまり想定されていない（不具合のあった場合には交換で対応）。外国で生産された輸入品を用いるケースが多い。通常は市場で販売される。ここでは、ピコソーラーを、ソーラーランタンとミニSHSに分類することとする。厳密な定義や区別はなされていないため、この分類は便宜的なものである。

「ソーラーランタン」と呼ばれる機器は、パネルが 1.5–5 W_p のものが多く、ポータブルに持ち運びされ（照明機器も一体化）、数千円の価格となっている（PV パネルは一体化されているものと分離しているものがある）。照明機器と携帯電話用 USB 充電端子が一体化されている。その他の用途は通常は想定されていない。かなり多様な形状がある（次ページの図はその一例）。

一方、「ミニSHS」は、可搬性があり、4–20 W_p 程度のパネル容量（通常は 10 W_p 以下）で、複数の照明機器が付き、照明機器は電線による設置が必要。DIY (Do-It-Yourself) で設置が可能のように、やはりかなり工場で製品として完成し、ローカルに設置を行う技術者が（あまり）必要がない簡易なものとなっている。価格は一般に 5 W_p のソーラーランタンよりやや高い。市場販売とプロバイダーによる（設置・）販売の双方の可能性はあるが、まだ事例は少ない。



図 44 多様なピコソーラーの例

従来、ソーラーランタンは粗悪品が多く、とくにバッテリーの性能や制御回路が不十分であったため、一ヶ月程度の寿命のものがあるなど、市場における信頼性が低かった。いまでは、利用技術の向上と、性能と品質の最低基準と製品の認証制度⁵⁰ができ、リチウムイオン電池、LEDなどの新しい技術が採用されてきて、信頼性や耐久性はかなり高くなっている。

通常は、政府プログラムではなく、一般市場で販売されることが多いが、バングラデシュでは SHS の実施機関が(SHS 類似の)管理体制を敷き、普及プログラムを実施している。

国際機関としては、IFC と世界銀行のイニシアティブによる Lighting Africa/Lighting Global が、性能基準を設定している。JICA は、民間企業の BOP ビジネス支援以外で、この分野で関与してきたことはない。

□ PV パネルの典型的発電容量と導入コストの考え方

前述のように、パネルが 5 W_p 以下のコントローラー・バッテリー・照明機器一体型ソーラーランタン(PV パネルは分離型も多い)と、パネルが 4-10 W_p 程度で照明機器が分離している(設置が必要な)ミニ SHS がある。

技術進歩が早いので、価格も同じスペックの場合、低下傾向にあるが、ソーラーランタン

⁵⁰ Lighting Africa として創設 (<http://www.lightingafrica.org/>)。現在は <http://www.lightingglobal.org/> としてグローバル展開しつつある。IFC と世界銀行のイニシアティブ。ただ、この認証をとっていない製品も多く市場でみかけ、かならずしもユーザーがこの認証制度を知っているわけではなく、販売制約があるわけではない。

で数千円レベル、ミニ SHS でそれより 2,000 円程度高いが、むしろ製品間の価格差の方が大きい。

通常の SHS (50W_p) より一桁小さな容量であり、価格も一桁小さい。そのため、比較的高所得者層には SHS、さらに低所得者層にはピコソーラーという考え方もできるが、両方が利用可能となっているケースは少ない。

□ 直流/交流とシステム構成

直流システム。照明用 LED を除いて、基本的には、外部需要機器の接続は、携帯電話充電用途以外は想定されていないことが多い。

□ 設置/据付型かポータブル型か

ソーラーランタンは、バッテリー、チャージコントローラー、照明機器が一体化したポータブル型。ただ PV パネルは一体化しているとは限らない。

ミニ SHS は、照明機器も室内に電線を這わせて設置するイメージ。ただマニュアルを完備し、設置は(できれば)ユーザーでも可能とする簡易型。

□ システムの所有権とオペレーション

通常はピコソーラーは、売り切りタイプで、ユーザーが所有して使用する。

場合によっては、リース/レンタル型ビジネスモデルも可能かもしれないが、民間企業の事例はほとんどない。一方で、後述の M-KOPA Solar のように、デポジット+支払期間を設けて(この場合は 1 年間)、その期間に支払いが滞った場合には、使用を停止できるシステムを導入している例などもある。

保証期間は設定され(1 年間か 2 年間が多い)、その期間内の故障の場合には、取替交換となる。

□ ユーザーのファイナンスオプション/その提供元と対象とする所得層

通常は、コモディティーとして現金購入である。ユーザーが使うことのできるローンスキームは、民間の金融機関 MFI を利用したものとして商業用のローンが組み立てられている例は少ない。公的機関や NGO がそのためのプログラムを持っている例はある。

一方で、プロバイダーなどの民間企業による新しい工夫はいくつかみられる(下述)。M-KOPA の事例では、完了する 1 年間での支払いの合計は 2 万円以上とかなり高価となる(一日の負担はケロシン購入量を基準に決められた)。値段より、分割支払いができるかどうか、という点の方がはるかに重要である。

ピコソーラーに関して、政府普及プログラムが導入されたケースはほとんどないが、バンダラデシュでは、GIZ が、(大量導入している SHS プログラムと同じ実施機関である)政府系

金融機関 IDCOL のチャンネルを用いたものと、GIZ が直接マネージするより小さなプロバイダーや小売市場用の 2 つのチャンネルを使った「補助金＋ローンプログラム」を 2014 年に開始すべく準備を進めている。

□ プロバイダーのビジネスモデル

ソーラーランタンは、ほとんどの場合、市場で販売されるケースで、プロバイダーという概念は適当でない。販売を行うディストリビューターが、(他の商品と一緒に)販売するケースが多い。店舗販売のケースと訪問販売のケースが見られる。ディストリビューター業者が製造業者と代理店契約⁵¹を結んでいるケースの比率は明確ではない。

ピコソーラーは、通常は 1 万円をきる価格であるが、貧困層家庭が一括して支払うことができないケースも多い。この点に関して、途上国プロバイダーや先進国企業が、あるメーカーの製品を選んで、販売モデルを工夫して販売拡大をはかるケースとして、政府系プログラムにはみられないユニークなものが散見される。

とくに、IT 技術を利用した支払いシステムが注目される。例として、d.light の製品を用いて Safaricom と提携し携帯電話プリペイド SIM カードによる支払いシステム(デポジット＋日割支払い×365 日)を開発した前述の M-KOPA Solar がある(下図)。その他、Mobisol, Simpa, Angaza Design, Econet Solar など、たとえばスクラッチカード等を用いたユニークな試み⁵²がみられる。

なお、途上国貧困地域においても携帯電話の需要は非常に大きく、携帯電話は電気が必要なこと、価格が低価格なソーラーランタンと同程度であることなどから、ピコソーラーの販売と親和性が高いと思われる。

その他、むしろ携帯電話充電ビジネスをターゲットした製品で、照明機器も接続できるという製品⁵³なども販売されている。その他にも、新しい革新的なビジネスモデルが出現することも期待される。

⁵¹ 代理店(agent)は、販売拡大活動を行うが、メーカーや商社との「仲立ち」という位置づけで、売れなかった場合のリスクはとらない。厳密には、distributor(販売店)と agent(代理店)は区別される。

⁵² CGAP の <http://www.cgap.org/blog/increasing-clean-energy-access-through-digital-finance> に関連した各種ユニークモデルの概要説明がある。 <http://www.m-kopa.com>, <http://www.plugintheworld.com/mobisol/>, <http://simpanetworks.com>, <http://www.angazadesign.com/>, <http://www.econetsolar.com/> など。

ケニアの M-KOPA は 2011 年に設立。750 の小売店で、毎週 1,000 セットのペースで、いままで 4 万セットを販売している。

⁵³ たとえば <http://fenixintl.com>。パネルは 15 W_p、バッテリーは 54 Wh (9 Ah)で、照明機器は LED が一灯 (1.5 W)で 165ドル。一日に 10 の携帯電話充電が可能。クラウドファンディングを用いて MIT の学生のベンチャーとして始めたユニークな一面がある。IT を使った支払い方法などもそうであるが、新しく柔軟な発想の余地があるビジネス分野と言えるであろう。援助の世界でも、(ビジネスの世界に負けないような)柔軟な発想が必要とされてきている。

40 /=

Per day + 2500 /= deposit



d.light d10g solar home system

- 3 lights with multiple brightness settings
- Phone charging USB with 5 standard connections
- 4W high quality solar panel
- 1 year warranty
- Payment term: one year

50 /=

Per day + 2999 /= deposit



d.light d20g solar home system

- 3 lights - 2 wall hanging plus 1 portable lamp
- Phone charging USB with 5 standard connections
- Solar chargeable radio
- 5W high quality solar panel
- 2 year warranty
- Payment term: one year



図 45 M-KOPA Solar で販売されている 2 製品と SIM カード内蔵のコントローラー
 デポジット 2,500 KSh+40 KSh/日×365 日, デポジット 2,999 KSh+50 KSh/日×365 日 (1 KSh=1.2 円)

プロバイダーとしては、さまざまなコストを積み上げてピコソーラーの価格を決定する。下図はその考え方の一例である：

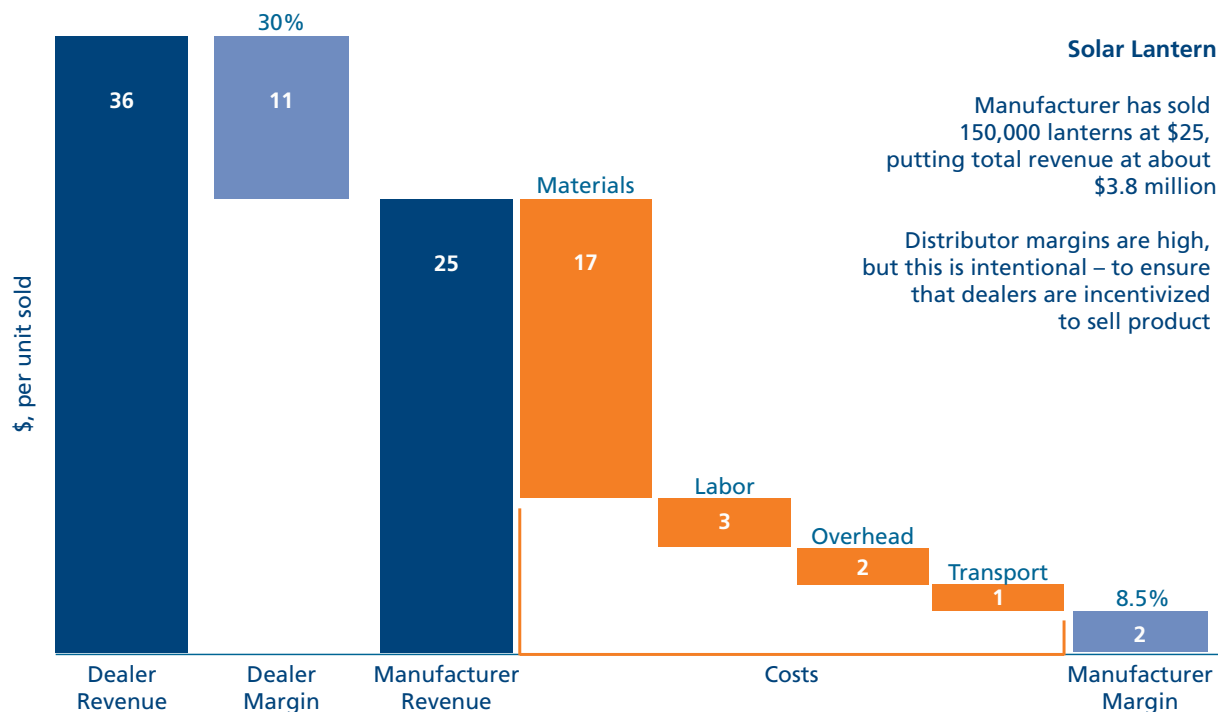


図 46 ソーラーランタンのコスト分解例^{lxiii}

□ 政府やドナーの役割と市場原理の活用方法

バングラデシュのケースを除いて、政府やドナーの役割は、正確な情報を提供したり、能力開発、市場の環境整備をおこなうこととなっている。

歴史的に、ソーラーランタンは技術的課題から、信頼性が低かった。それを払拭することが重要であるが、そのために公的機関が、市場が有効に機能するための基盤形成＝環境整備を行うということが意味を持つ。

その意味で、公的機関として性能最低基準認証を行っている Lighting Africa/Lighting Global の役割も重要である。下表は、ピコソーラーの性能の最低ラインに関して、Lighting Africa/Global が改訂した新基準である。現在では、あらたに Lighting Asia も設立されている(現在はインドが主対象)⁵⁴

⁵⁴ <http://www.lightingafrica.org>, <http://lightingglobal.org/>, <http://www.lightingasia.org>

表 27 Lighting Global による新しい最低性能基準(2014 年 1 月から適用)

Category	Metric	Quality Standard	
<i>Truth In Advertising</i>	Manufacturer	Accurately specified	
	Product Name & Model #	Accurately specified	
	Light Output	If reported, accurately specified ^a	
	Lamp Type	If reported, accurately specified	
	Run Times	If reported, accurately specified ^a	
	Charger Rating	If reported, charger power rating accurately specified (e.g. PV power or mechanical charge time)	
	Other Aspects	If reported, accurately specified	
<i>Lumen Maintenance</i>	Lumen Maintenance at 2,000 hours	≥ 85% of specified light output at 2,000 hours OR ≥ 95% of specified light output at 1,000 hours (depreciated at highest setting)	
<i>Health and Safety</i>	AC-DC Charger Safety	Any <i>included</i> AC-DC charger carries approval from a recognized consumer electronics safety regulator ^b	
	Hazardous Substances Ban	No battery may contain cadmium or mercury at levels greater than trace amounts	
<i>Battery</i>	Battery Protection	Protected by an appropriate charge controller that prolongs battery life and protects the safety of the user	
	Battery Durability	5 of 6 samples must pass the battery storage durability test as defined in IEC 62257-9-5 Annex BB.	
<i>Quality and Durability</i>	Physical Ingress Protection	<i>Fixed Outdoor</i>	IP 5x
		<i>Others</i>	IP 2x
	Water Protection ^c	<i>Fixed Indoor</i>	No requirement
		<i>Portable Separate</i>	Occasional rain: <i>IP x1 OR technical equivalent OR with warning label</i>
		<i>Portable Integrated</i>	Frequent rain: <i>IP x3 OR technical equivalent OR IP x1 / equivalent + warning label</i>
		<i>Fixed Outdoor</i>	Permanent outdoor exposure: <i>IP x3 AND circuit protection</i>
		<i>All PV Modules</i>	Permanent outdoor exposure: <i>IP x3 AND circuit protection</i>
	Drop Test	<i>Fixed Indoor</i>	None result in dangerous failures ^d
		<i>Others</i>	5 out of 6 samples are functional after drop test (1 m onto concrete); None result in dangerous failures ^d
	Soldering and Electronics Quality	Pass soldering and electronics inspection (without endemic bad joints, pinched wires, etc.)	
Switch, Gooseneck, Connector, and Strain Relief Durability	5 out of 6 samples are functional after 1000 cycles (switch, connector, gooseneck tests); 5 out of 6 samples are functional (strain relief test); None result in dangerous failures (all tests)		
<i>Warranty</i>	Minimum Warranty Terms	Accurately specified and consumer-facing; Minimum coverage of at least one year on manufacturing defects under normal use, including the battery. Details are noted below.	

□ 普及のキーポイント

普及のためには、

- いかに関初期コストを下げるか？
- ディストリビューション・ネットワークの開拓
- いかに関性能最低基準を満たさない商品を市場から追い出すか？

などが重要である。

とくに初期コストの課題に関しては、ビジネスベースでの新しいアイデアやモデルが出現することが期待される。

またドナーの関与した公的機関が、ファイナンス面でサポートするモデルも、新しくバン格拉デシュで始まる予定であり、その効果が注目される。

技術面の信頼性に関しては、SHS の場合の「オンサイトでの適切な設置＋利用する機器の信頼性」の両面のうち、前者を簡易化し、後者に関しても「工場での品質管理問題」に帰着させることで、解決しようとしている。

□ 適用されるべき状況と市場ポテンシャルの考え方

SHS プログラムが実質上有効に機能していない国の場合、ピコソーラーがそれに代わるソリューションとなり得る(機能している国では補完的關係となる)。

SHS は正しい設置やメンテナンスが重要であるため、それが状況的に難しいのであれば、他のアプローチ、たとえばシステムが一体化し「ひとつの商品」となっているソーラーランタン、Do-It-Yourself が可能なピコソーラーによるアプローチの方が、SHS より普及できる要素が高そうである。ケニアなどアフリカの多くの国では、政府の SHS プログラムではなく、民間のビジネスとしてソーラーランタン販売がオフグリッドの pre-electrification を担っている実態がある(もし個々の家庭の所得水準が高く需要が大きければ、その家庭の判断で、複数のピコソーラーを導入すればよい。照明機器のないシステムも 2 つめとして需要があるかもしれない)。

また、ポテンシャルユーザーの所得水準が(SHS を購入するには)低い場合や、実施機関やプロバイダーの能力が低い場合、遠隔地に疎らな人口密度の場合、ローンスキームを組むことが難しい場合にも、SHS ではなく(システムとしての完成品でメンテナンスを想定していない)ピコソーラーで対応した方が有効である。エチオピアやボツワナに代表される多くのアフリカ諸国の現状がそれに相当する。民間企業が所有してサービスとして提供するフィー・フォー・サービスモデルは、初期コストの問題をクリアできるかもしれないが、サービスの持続的継続の可能性に課題が残る。

また、リモートエリアであっても、メンテナンスが SHS ほど必要とされない(あるいは不

要である)ため、グリッド延伸が不可能な地域(おそらく 10%程度は不可避免的に存在する国が多い)においても利用可能となる。

政府プログラムである SHS とは異なり、普及は市場が調整することになることが多い(社会面に関して政府のサポートが行われることも可能)。政府プログラム化されない理由の一つは、SHS よりかなり安価であるという面があると想定されるが、より低所得者層対象という側面もあり、ア・プリオリに市場に任せるべきとすべきかどうかは単純ではない。大量普及のためには、ローンスキームの導入など、公的機関のサポートのあり方(触媒の効かせ方)を再検討する価値はあるであろう。⁵⁵ 一方で、市場に任せることで革新的なビジネスモデルが生まれるという側面はある。

電気のサービスに対する需要が大きい場合でも、TVなどを併用して動かせるほどの能力はなく、ニーズに応じて照明機器のない(ピコ)ソーラーが販売されてくる可能性もある。

□ 具体的事例とトレンド

前述のような、新しいモデルがいろいろ考案されつつあり、電力の供給や照明といった分野を超えた試みがなされることが期待される。

ミニ SHS はまだ事例が少なく、ソーラーランタンより一ランク上のサービスを提供するニッチ市場の製品として期待される。

⁵⁵ おなじことは、調理用熱エネルギー利用分野でも言える。ICS(改良かまど)は千円程度の安価で、薪などのバイオマス利用を半減させる効果がある。しかし、アフリカなどではあまり普及していない。

資料 E JICA 環境プログラム無償による系統連系型 PV システム導入国

E-1. 国別調査結果 (21 カ国)

これまでに環境プログラム無償で系統連系型 PV システムが導入され、運用開始した 21 か国について、文献調査、国内コンサルタントへのインタビューおよびアンケート調査、現地担当者へのアンケート調査、現地調査を通じて収集した情報を国別に以下にまとめた。

全体を通じた分析項目については、III-6 を参照されたい。

No.		1	
国名		モンゴル国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	チンギスハーン国際空港(443.52kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1,3,4) <ul style="list-style-type: none"> ・首都ウランバートルのチンギスハーン国際空港に隣接する幹線道路沿いに設置された。 ・モンゴル初の系統連系型 PV システムである。 ➤ PV モジュール種別(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・シリコン多結晶 ➤ PCS(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・10kVA×6 台 ➤ パネル設置形態(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・あり。 ➤ 蓄電池(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 3) ◇ PV システム <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ(スペア含む):21,862 万円(日本製) ・PCS(スペア含む):5,198 万円(日本製) ・変圧器, ケーブルその他機材:15,896 万円(日本製) ・機材据付費+土木工事費(整地, 基礎, 建屋):8,394 万円 ◇ 運転および維持管理 <ul style="list-style-type: none"> ・日常業務の人員費:62 万円(MNT 960 万) ・土地使用料:146 万円(MNT 2,244 万)
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1,4) <ul style="list-style-type: none"> ・民間航空庁 (Civil Aviation Authority of Mongolia, 以下 CAAM) . ・責任機関は道路運輸建設都市計画省 (Ministry of Roads, Transport, Consultation and Urban Development, 以下 MORTCU) . ➤ 運用管理者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・CAAM 	

		<p>➤ 実施体制(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CAAM が運用とモニタリングを担当、モンゴル国立大学がモニタリングデータを解析 <p>➤ 運用時のトラブル、対応実績(出典 2,3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大きなトラブルはない。周辺機器に下記の異常が発生した。 <ul style="list-style-type: none"> ①集電箱・接続箱の内部温度過上昇(完成後 1 年以内) ②データ収集装置のプログラム異常(完成後 1 年以内) ③データ収集装置と外部表示板間のデータ伝送異常(完成後 1 年以内) ④接続ボックスのダイオードに軽微な異常。請負業者の日立プラントが問題のあったダイオードとケーブルを交換し、パネルを調整して正常化した。 <p>➤ 現在の運用状況(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・順調に発電はしているが、外部表示板の表示データに現地調査時(2013 年 10 月)異常がみられた。
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況、エネルギー政策、電化政策、政策により期待される効果	<p>➤ 政策、制度等(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下記の通り、政府は 2001 年以降、エネルギー分野の改革と開発を進めている。 <p>◇ 「国家再生可能エネルギープログラム」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2005 年策定。再生可能エネルギー(特に太陽光、風力、水力)の普及促進、再生可能エネルギーによる地方電化の促進、ウランバートルの大気汚染低減などが目標として掲げられた。また、2020 年までに国内発電の 20～25%を再生可能エネルギーで賄うことを数値目標としている。 <p>◇ 「再生可能エネルギー法」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2007 年施行のこの法律において、固定価格買取制度(FIT)が定められ、再生可能エネルギーへの投資環境が整った。また、この法の中では再生可能エネルギーファンドの運用についても定められたが、資金不足のため実際には機能せず、再生可能エネルギーファンドが拠出できていない。また、FIT 価格は米ドルで設定され、為替変動の影響を受けることも問題視されている。 ・現在、国は「国家再生可能エネルギープログラム」および「再生可能エネルギー法」の更新に向けた検討に入っている。 <p>➤ エネルギー政策、電化政策(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近年、経済発展とともに急速にエネルギー需要が増加してきている。一方で、主に石炭の使用による大気汚染も問題になっていることから、エネルギー源として再生可能エネルギーも重視されている。政府は 2001 年以降、エネルギー分野の改革と開発を進めてきている。 <p>【法律、政策】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2001 年 「エネルギー法」 2002 年 「エネルギー分野開発戦略」 2007 年 「再生可能エネルギー法」 2008 年 「燃料とエネルギーに関するモンゴル国家政策」 <p>【実行計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> 2005 年 「国家再生可能エネルギープログラム」 2006 年 「モンゴル統合エネルギーシステム計画」 ・独立電源では、世界銀行のプロジェクト(10 万ソーラーゲル計画)の完成により、遊牧民世帯に独立型 PV が行きわたり、遊牧民の生活に電灯や衛星テレビが浸透した。また、同プロジェクトの中で PV システムに関する技術研修が行われたことにより修理・販売ネットワークができた。 ・系統電源は、モンゴル国内の約 330 の村落(ソム)センターのうち、送電線が届いていないのは 5 か所程度と、集落の中心に限れば、送電系統の整備は進んでいる。 <p>➤ 政策により期待される効果(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・急増するエネルギー需要を賄うエネルギーとして、モンゴルは豊富な石炭賦存量を有するものの、地球温暖化、大気汚染の観点から、豊富な賦存量を有する太陽・風力エネルギーを活用していきたいという意向が政府にある。
売電	逆潮流の有無・導入計画、FIT 整備状況、年間売電量(売電額)、電気料金システム	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本プロジェクトで導入されたシステムはモンゴルにおいて初めて逆潮流が可能になった PV システムである。 <p>➤ FIT 整備状況(出典 2,4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2007 年に施行された再生可能エネルギー法第 4 章第 11 条に、FIT が定められた。

			<ul style="list-style-type: none"> ・買取価格は以下のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> ・風力発電 US\$0.08－0.095/kWh ・水力発電 US\$0.045－0.06/kWh 但し、設備容量は～5,000kW_pまで。 ・太陽光発電 US\$0.15－0.18/kWh ・FIT の原資は電気料金に付加することで回収する。PV のタリフは、配電系統ではなく、送電系統に対して設定される。現在の額は上記を下回っており、MNT105.6(約 US\$0.06)/kWh。 <p>➤ 年間売電量(売電額) (出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現行の法律では、FIT の適用に発電容量 1.5MW_p以上との規模要件があり、本プロジェクトで導入された中小規模の設備には適用されない。また、発電された電力の 96%はチンギスハーン国際空港において自家消費されており、逆潮流は 4%にとどまる。 <p>➤ 電気料金システム(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近年、電気メーターが設置されるようになってきたが、盗電も横行している。電力の売電価格の決定、発電設備の設置運用許可の発行、FIT 制度に基づく売電価格の設定は、電力調整委員会が行っており、再生可能エネルギーの売電価格は、再生可能エネルギー法に基づく上記の価格範囲内で設定している。
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・NEDO が実施した「太陽光発電システム等国際共同実証開発分散型太陽光発電システム研究事業」(2002～2004 年)において、ウムヌゴビ県ノヨン村に合計 200kW_p の PV(シャープ製)とディーゼル発電機を併用し、ミニグリッドに電力を供給するシステムが導入された実績はあるが、商用系統に接続されたのは本プロジェクトによるシステムがモンゴル国内初である。 ・また、風力発電では、サルヒトウインドファーム(50MW_p)は、モンゴル初の FIT が適用された事例であるが、先行して本プロジェクトの PV があったことが、企業が再生可能エネルギー事業に参入する場合に政府からの支援を受けるうえで役に立ったとのこと。 <p>➤ 国内・国外の動き(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・後続としては、2013 年秋に、ウランバートル市近郊に韓国出資の系統連系型 PV(50kW_p)が導入されたが、これも発電容量が小さく、FIT は適用されていない。今後、モンゴル西部の水力発電所に併設する形(ハイブリッド)で 10MW_p の PV 導入の計画があり、FIT の申請が出されている。
	導入効果	年間発電量、社会経済開発効果、気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額)、二酸化炭素排出削減量)、貧困対策効果	<p>➤ 年間発電量(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電量:648MWh/年(モンゴル国立大学再生可能エネルギー研究室より報告) <p>➤ 社会経済開発効果(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PV サイトがチンギスハーン国際空港近くに設置され多くの人の目に触れたことから、国民の再生可能エネルギーの認知度を向上させた例となった。また、初の系統連系型 PV であるため、ここでモニタリングされているデータは今後の系統連系型 PV の導入に大きく貢献すると考えられる。 ・但し、ショーケース効果としては、道路からの視認性が悪く、発電量を示す電光掲示板に不具合があるなど、改善の余地もある。 <p>➤ 気候変動対策(化石燃料削減量、二酸化炭素排出削減量) (出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・CO₂削減量: 1,010t-CO₂/年(モンゴル国立大学再生可能エネルギー研究室による報告) <p>➤ 貧困対策効果</p> <p>---</p>
	アピールポイント	アピールポイント、期待される効果、効果を高めるための工夫点	<p>➤ アピールポイント(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備が国民の目に触れやすい場所にあり、その発電状況を示すことで、国民の再生可能エネルギーに対する認知や理解が深まり、将来の普及に向けての意識基盤を形成することにつながる。 <p>➤ 期待される効果(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの認知度とその効果・有用性の理解が国民に広く拡散する。 <p>➤ 効果を高めるための工夫点(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電や系統連系のしくみや効果、日本からの援助であることの PR など、より国民に届くよう広報努力が必要であるとの指摘を現地で受けた。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況、課題、対策	<p>➤ 技術基準の整備状況(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・系統連系ガイドラインは整備されていないが、再生可能エネルギーセンター(National

			<p>Renewable Energy Center, 以下 NREC)が, 基礎調査, システム設置, モジュール組立, 運用等を担っており, 実証事業, 委託事業に携わっていることから, 将来ガイドラインが整備されるとすれば, NREC が中心になるものと考えられる.</p> <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<p>➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 1,4)</p> <p>◇ ソフトコンポーネント計画</p> <p>・モンゴル初の系統連系型 PV であり, 円滑に運転する経験・能力が蓄積されていないことから, プロジェクト外完成後の成果持続可能性確保をめざして計画が策定され, 以下の項目について目標が設定された.</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存系統と PV システム ・系統連系と売電契約 ・データロガーのデータ分析 ・停電復旧・故障対応手法 ・普及啓発活動 <p>◇ JICA(関西)の課題別研修</p> <p>・システム設置・管理に関する講義, 建材一体型太陽電池, ルーフトップシステム, 2 つのメーターを用いた逆潮流測定法等に関する見学や研修が非常に有効である.</p> <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<p>➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 4)</p> <p>・大きなトラブルは発生していない.</p>
その他	その他	供与機材へのバンドリズム(投石・盗難)等	<p>➤ 供与機材へのバンドリズム(出典 2)</p> <p>・特になし.</p>

出典 1: 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

出典 2: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 3: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 4: モンゴル現地調査でのヒアリング結果

為替レート: MNT1.00 = 0.0065 円 (2009 年 12 月現在)

No.		2	
国名		パラオ共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	パラオ国際空港 (225kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	八千代エンジニアリング株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<p>➤ システムの概要(出典 2)</p> <p>・パラオ国際空港駐車場屋根に設置された系統連系型 PV システムである.</p> <p>・温室効果ガス排出量削減に資するとともに, 輸入燃料への依存度を軽減しエネルギーセキュリティの確保にも貢献する.</p> <p>➤ PV モジュール種別(出典 1)</p> <p>・多結晶系シリコン</p> <p>➤ PCS(出典 1)</p> <p>・100kW_p×3 台</p> <p>➤ パネル設置形態(出典 2)</p> <p>・勾配屋根型</p> <p>➤ 逆潮流(出典 5)</p> <p>・ほとんどなし.</p> <p>➤ 蓄電池(出典 1)</p> <p>・なし.</p> <p>➤ 機材調達・設置費用(出典 2,3)</p> <p>・機材調達費用内訳:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 16,156 万円 ・PCS: 2,589 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材: 11,237 万円

			<ul style="list-style-type: none"> ・機材据付費:7,704 万円 ・土木工事費(整地, 基礎, 建屋):2,022 万円 ・合計:39,709 万円
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・主管官庁:公共施設・産業・商業省 (Ministry of Public Infrastructure, Industries and Commerce: MPICC) ・実施機関:パラオ電力公社(Palau Public Utilities Corporation :PPUC) ・システム所有者: PPUC ➤ 運用管理者:(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・PPUC ➤ 実施体制(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・システムは, PPUC の再生可能エネルギー部が 4 名で他の電力設備と同様にメンテナンスを実施している(2012 年 11 月). ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・機材本体の大きなトラブルは確認されていない. 但し, 本件のシステムは限られたユーザにより Web 上でシステムの稼働状況等をモニターできるものの, パラオ側のインターネット環境により閲覧速度等が左右されるため, 長時間停電によりサーバが起動しない, 閲覧速度が著しく遅い時がある等, モニタリングに影響を及ぼすこともある. ➤ 現在の運用状況(出典 5) <ul style="list-style-type: none"> ・概ね問題なく運用されている.
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・国家総合開発計画(PNMDP: Palau 2020 National Master Development Plan) (1997 年制定). ・「エネルギー使用量削減に関する大統領令 (Executive Order)」(1994 年 No.234, 2004 年改訂, 2005 年 No.245 制定, 2008 年 No.248 制定):エネルギー使用量の削減義務および削減目標を示す. ・「エネルギー効率化アクションプラン (Energy Efficiency Action Plan)」(2007 年 11 月制定):エネルギー使用削減手法(民間を含む)が示されている ・2008 年には, 大統領令を具体化するため, パラオエネルギー保全戦略 (Palau Energy Conservation Strategy) が策定された. ・「エネルギー政策の優先課題に関する共同声明 (Joint Declaration on Energy Policy Priorities) (2009 年 6 月)」:供給電力の 20%を再生可能エネルギーにより賄う計画(2020 年目標) ・「パラオ国家エネルギー政策 (Palau National Energy Policy)」(2010 年承認):この中で政府内の組織的な計画を示すことが求められているが, 具体的な法案の提出は遅れている. ・上記の 1997 年制定の国家総合開発計画に従い, 電力供給設備の拡張が行われるなど, 電力分野の開発が進んできた. ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 5) <ul style="list-style-type: none"> ・PV システムでの発電量に応じて, 電力料金を割引く制度がある.
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 5) <ul style="list-style-type: none"> ・逆潮流はほとんどない. ➤ FIT 整備状況 <ul style="list-style-type: none"> --- ➤ 年間売電量(売電額)(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・現在のところなし. ➤ 電気料金システム <ul style="list-style-type: none"> ---
事業に対する分	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・EU および台湾に続き, 3 番目の系統連系 PV システムの導入となった. ➤ 国内・国外の動き(出典 2) ◇ ドナー:EU <ul style="list-style-type: none"> ・2008 年に首都マルキョクにある連邦政府庁舎の駐車場 100kW_p の系統連系 PV システムが設置された. ・庁舎内にモニターが設置され, 瞬時発電量, 1日発電電力量, 累積発電電力量, 累積

析			<p>CO₂ 排出削減量が閲覧できる。</p> <p>・ソフトコンポーネントとして、電力公社その他民間企業の 15 名に対し約 1 週間の研修を行っている。</p> <p>◇ ドナー：台湾</p> <p>・無償資金協力により、2008 年 12 月にパラオ国立病院に 153kW_p、2010 年 12 月にはパラオ教育省前の駐車場に、系統連系 PV システムを導入した。システム・パネル等は台湾製、日本製、ドイツ製等を利用している。どちらのサイトも入り口近くに、モニターが設置され、CO₂ 削減量、DC 発電電力量、日射量、パネル温度、AC 変換電力量、DC/AC 変換効率、金額換算 (US\$0.372/kWh 換算) 等を表示している。</p>
	導入効果	年間発電量、社会経済開発効果、気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額)、二酸化炭素排出削減量)、貧困対策効果	<p>➤ 年間発電量(出典 3)</p> <p>・実績値:309,893kWh</p> <p>➤ 社会経済開発効果(出典 2)</p> <p>---</p> <p>➤ 気候変動対策(出典 2,3)</p> <p>・化石燃料削減量:年間約 48kl 相当のディーゼル燃料消費量の削減(準備調査時の試算値)</p> <p>・二酸化炭素削減量:実績値からの推計値:247.9 t-CO₂ (準備調査時の発電容量 180kW_p の場合の試算値:127 t-CO₂)</p> <p>➤ 貧困対策効果</p> <p>---</p>
	アピールポイント	アピールポイント、期待される効果、効果を高めるための工夫点	<p>➤ アピールポイント(出典 1)</p> <p>・パラオ唯一の国際空港であるパラオ国際空港は、多くの人の目に触れる場所と言える。</p> <p>➤ 期待される効果(出典 2)</p> <p>・パラオ国際空港は、パラオ唯一の国際空港であり、空港を利用する国民の目に触れることから PV システムの広報に役立つと期待される。</p> <p>➤ 効果を高めるための工夫点(出典 1)</p> <p>・人通りの多い出入国管理入口付近に表示板を設置し、発着情報と同じモニターで見られることから、より注目を集めやすくなるよう工夫されている。</p>
	技術基準の整備	技術基準の整備状況、課題、対策	<p>➤ 技術基準の整備状況(出典 5)</p> <p>・PPUC により 2012 年に発行された「再生可能エネルギーのパラオ中央系統接続に向けたガイドライン、基準及び規制(Proposed Guidelines, Standards and Regulations for Renewable Energy Generation Systems Connecting to the Palau Central Grid)」の中で示されている。</p> <p>➤ 課題、対策</p> <p>---</p>
	人材育成・技術移転	人材育成、技術移転の実施状況・手法、課題、対策	<p>➤ 人材育成、技術移転の実施状況・手法(出典 2)</p> <p>・実施機関である PPUC に対し導入設備の維持管理運営に必要な太陽光発電の基礎レベルから太陽光発電設備の維持管理に係る応用レベルについて数回に分けて研修を行った。</p> <p>➤ 課題、対策(出典 5)</p> <p>・系統連系型 PV システムの維持管理体制が明確化されていない</p> <p>・系統連系型 PV システムの技術的知識を伝える研修が必要</p> <p>・系統連系型 PV システムの電気料金が未定</p>
	課題と対応	事業実施時のトラブル、対応の実績	<p>➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 5)</p> <p>・特になし。</p>
その他	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<p>➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 1,3)</p> <p>・PV アレイが駐車場屋根に設置されており、車両の接触による機材損壊防止のため、駐車場入口で車高を制限している。</p> <p>・設備に対する落書きおよび PV モジュールに対して投石が見られたため、空港に警備強化を伝えた。</p>

出典 1:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 2:「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 第1編 パラオ共和国

出典 3:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 4:IRENA, 2013, Renewable energy opportunities and challenges in the Pacific Islands region

出典 5:パラオ現地調査でのヒアリング結果

No.		3	
国名		ジブチ共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	セルド研究所(300kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社ニュージェック
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光エネルギーの研究者が所属する研究所の敷地内に設置した。 ・停電発生時はセルド研究所にのみ給電する独立型システムとして稼働させる。 ➤ PV モジュール種別(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 2,4) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p×4 台(うち予備 1 台) ・出力は PCS の ON/OFF により調整。 ・負荷(50~60kW_p)に対して十分な発電容量(300kW_p)を確保している。 ➤ パネル設置形態(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・あり。 ➤ 蓄電池(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ・維持管理費用軽減のため蓄電機能を付加しない。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュール:13,659 万円 ・接続箱:900 万円 ・パワーコンディショナキュービクル:4,188 万円 ・環境計測装置:59 万円 ・負荷切替盤:520 万円 ・コンテナ式キュービクル装置:295 万円 ・架台:1,428 万円 ・雑材料:888 万円 ・スペアパーツ消耗品:2,290 万円 ・配線および設地材料:528 万円 ・フェンス・ゲートおよび砂利設備:385 万円 ・LED 照明設備:501 万円 ・合計:25,641 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー・水・天然資源省(Ministère de l’Energie et de l’Eau, chargé des Ressources Naturelles :MEERN) ➤ 運用管理者(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・セルド研究所 ➤ 実施体制(出典 2,4) <ul style="list-style-type: none"> ・セルド研究所は, 太陽光エネルギーを専門とする研究員がおり, システムの管理を担当できる。研究所の地球科学研究室が, 研究者 3 名, 電気技師 2 名, 警備員兼清掃役 4 名の体制で運転・維持管理を担当している。 ・人員は不足していないが, 専門知識を要する場合の備えができていない。電力公社(EDD)への支援依頼体制できていない。 ・維持管理予算の負担はセルド研究所が行っている。 ・費用は, パネル清掃の消耗品および警備員兼清掃役の 4 名の人件費(US\$251/人月)などに要している。セルド研究所の年間予算は US\$3,411,502(2013 年)である。 ・施設の長期にわたる適切な維持管理のため, 委員会を設置して管理を監督する構想があるが, まだ設立されていない。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・瑕疵検査期間中の以下の不具合が見られたが, 契約業者が対応した <ul style="list-style-type: none"> ・ディスプレイ表面の, コーティング層に剥がれと印刷に退色 	

			<ul style="list-style-type: none"> ・電気設備キュービクルの冷房装置の停止 ・室外機の油漏れ ・データ記録用 PC の時刻異常 ・記録データの書き出しエラー <p>➤ 現在の運用状況(出典 2,4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・設備利用率が 19.2%となり、事前の想定利用率を上回っている。 ・運用開始 1 年後の瑕疵検査の時点では設備に問題はなく、順調に運転を継続している。
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況、エネルギー政策、電化政策、政策により期待される効果	<p>➤ 政策・制度等(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光エネルギーをエネルギー政策の重要課題として、2007 年に国家戦略およびアクションプラン(2008-2012)が策定されており、政府内担当組織の設立、税制優遇措置、法整備等の整備が示され、具体的なプロジェクトも計画された。 <p>このエネルギー政策の骨子は次の通り。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・送電などの損失を軽減する対策により、電気事業者の効率化と財務面の改善を図ること ・送電ネットワークのリハビリと延伸、管理体制の改善等により、送電の制約を軽減すること ・発電の新たな電源を探ること(例えば、再生可能エネルギーやエチオピアとの相互接続) ・この他、技術の普及に向け下記の目標を含む総合的な太陽エネルギー開発計画を実施している。 ・70 か所の農村の井戸と他の 100 か所の井戸へのソーラーポンプの設置。 ・農村部の全ての健康センター、100 か所の学校への太陽光発電の設置。 ・2017 年までに 5,000 戸を太陽光発電により電化し、農村部の電化率を 30%へ向上。 <p>➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力会社による買取制度、需要家から電力会社への売電に関する法制度はともになく、現在協議中である。 <p>➤ 政策により期待される効果</p> <p>---</p>
	売電	逆潮流の有無・導入計画、FIT 整備状況、年間売電量(売電額)、電気料金システム	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・逆潮流あり。 ・系統連系システムに直接接続し、連系点は電力会社の 20,400V の変圧器の二次側で行う。 <p>➤ FIT 整備状況(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2013 年時点でエネルギー省が FIT 等のインセンティブ導入を計画中。 <p>➤ 年間売電量(売電額)(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・売電は過剰に発電した電力のみ。 <p>➤ 電気料金システム(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EDD(ジブチ電力公社)の電力料金表が公表されているものの、一部の需要家には料金表よりも高い料金を賦課している。
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> 国内初の系統連系型 PV システムの導入となった。 <p>➤ 国内・国外の動き(出典 2)</p> <p>◇ ドナー:エネルギー省</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用開始:計画中 ・規模:30MW_p(2 つのプロジェクトの合計)
	導入効果	年間発電量、社会経済開発効果、気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額)、二酸化炭素排出削減量)、貧困対策効果	<p>➤ 年間発電量(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電量: 466,773 (KWh/年) <p>➤ 社会経済開発効果</p> <p>---</p> <p>➤ 気候変動対策(化石燃料削減量、二酸化炭素削減量)(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素排出削減量:166,566(kg-CO₂/年) <p>➤ 貧困対策効果</p> <p>---</p>
	アピールポイント	アピールポイント、期待される効果、効果を高めるための工夫点	<p>➤ アピールポイント(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究所のディーゼル発電施設の老朽化に伴い、自立運転型 PV システムを初めて導入したこと、自立運転型システムの導入による追加コストがほとんどかからないことなどから、ジブチ国内の評判は良い。

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ 期待される効果(出典 2) ・自立運転型のシステムであるため、停電時も発電が可能となる。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 2,4) ・維持管理の費用負担を軽減するために、蓄電機能を付加しない設計とした。 ・また、プロジェクトのショーケース効果を高めるための工夫点として、空港から市内へのアクセス道路沿いに設備を設置している。加えて、掲示板を設置し、発電量をリアルタイムで表示している。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2) ・JICA 事業では、技術基準の整備は行っていない。 ・モジュールに関しては基準の整備が行われているが、インバーターに関しては未整備である。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 2,4) ◇ JICA の事例 ・セルド研究所への PV システム導入に際して、人材育成のソフトコンポーネントを実施。 ・竣工前に 1 ヶ月程度の講義を行い、竣工後は実機を用いたメンテナンスの体制の確立に1ヶ月を費やした。その後、現地担当者のみで運用し、3か月後に、1ヶ月間のレビューを実施した。 ・発生したトラブルは、基本的に現地側で対応するが、発生したトラブルは日本にも報告され、正しい対処方法を伝えている。 ・ソフトコンポーネントの受講生として電力会社も参加している。また、運用期間中もサイトを通じて技術的相談に対応している。 ➤ 課題, 対策(出典 2) ・人材育成, 技術移転の継続性の課題がある。 ・運用後の管理は現地側で行うため、大きなトラブルに対応出来ないケースがある。両者の対策として、運用・管理の様子などをビデオ撮影し、DVD で現地に提供した。
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 2) ・現地の電力会社(垂直統合, 公社)が IPP の受け入れ経験がないことなどから、電力会社の理解を得ることが難しかった。
その他	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 3,4) ・2013 年 10 月時点でバンダリズムは確認されていない。PV システムにはフェンス, 盗難対策ボルト, LED 街灯を設置しており、4 人の警備員を 24 時間体制で配置している。 ・バンダリズムが発生していない理由として、夜間 3 名の警備体制をしていることと、大統領官邸や米国大使館に近いという位置的な特性によることが考えられる。

出典 1:ジブチ共和国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査報告書

出典 2:PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 4:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		4	
国名		アフガニスタン・イスラム共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	カブール国際空港(180kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社 片平エンジニアリング・インターナショナル
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 19) ・商用系統から安定した電力供給を受けられるカブール国際空港に設置された。 ➤ PV モジュール種別(出典 1) ・多結晶型シリコン ➤ PCS(出典 1) ・50kWx6 台(1 台は予備) ➤ パネル設置形態(出典 1) ・勾配屋根型(駐車場屋根) ➤ 逆潮流(出典 4)

			<ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 蓄電池(出典 1) ・なし。 ・被援助国の後年度負担を考慮し、蓄電池は使用しないこととした。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 1) ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 16,000 万円 ・PCS: 8,000 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材: 14,700 万円 ・機材据付費: 9,000 万円 ・土木工事費(整地, 基礎, 建屋): 10,900 万円 ・合計: 58,600 万円
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 2) ・運輸民間航空省 (Ministry of Transport and Civil Aviation, MOTCA) ➤ 運用管理者(出典 2) ・カブール国際空港 (Kabul International Airport, KIA)。 ➤ 実施体制(出典 4) ・一般的なメンテナンス作業に問題がない程度の 6 名の技術者が維持管理を担当している。年間の維持管理費は 130 万円程度。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 2) ・PV モジュールの背面が開き, 骨組みの一部が破損したが, 現地スタッフのみで対応した。修理後, 日本に写真を送付した。 ➤ 現在の運用状況(出典 2) ・現在は問題なく稼働している。
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1) ・アフガニスタン国家開発戦略 (Afghanistan National Development Strategy, ANDS) : 2008 年 6 月のアフガニスタン支援国際会合 (フランス・パリ) において, ANDS に向け総額約 200 億ドルの支援が示された。 ・エネルギー関係閣僚会議 (2006 年発足) : 水・エネルギー省 (Ministry of Energy and Water) および地域復興開発省 (Ministry of Rural Rehabilitation and Development) が中心となり, 2008 年に再生可能エネルギー・地方電化分会が立ち上げられた。 ・ウズベキスタンとの電力購入契約 (PPA) (2009 年) : 2009 年 1 月に供用開始したウズベキスタンの北東部電力システム (North East Power System, NEPS) より, 40MW の電力供給を受けている。カブール地域の電力事情は顕著に改善したが, 依然として需要が供給を上回っている状況である。 ・二酸化炭素排出量削減等の具体的な数値目標は策定されていない。 ・アフガニスタン援助協定 (Afghanistan Compact) : 2010 年までの開発目標として, 主要都市部の 65% (2009 年現在で 20%) の家庭, および非家庭部門の 90% に電力を普及, 農村部においては 25% の家庭に電力を普及 (2009 年現在 13%), などを掲げている。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 1) ・水・エネルギー省, 地域復興開発省は太陽光発電に関するガイドラインの策定を予定している。
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 4) ・なし。 ➤ FIT 整備状況(出典 1) ・現時点で, FIT は整備されていない。 ➤ 年間売電量(売電額) --- ➤ 電気料金システム ---
事業に 対	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む),	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 2) ・系統連系型 PV システムとしては国内初の事例である。 ・事例を示すことで, 国内の再生可能エネルギー普及への貢献が期待される。 ➤ 国内・国外の動き(出典 1,2)

する 分 析		国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ・独立型システムでは、アジア開発銀行(2004)、世界銀行／アフガン復興信託基金他(2006)、インド(2008)による援助実績がある。 ・水・エネルギー省によって、マザーリシャリーフへ PV システムを導入する計画がある。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 3) ・629,012.8kWh(2012年1月～12月) ➤ 社会経済開発効果(出典 1, 3) ・電力料金削減額:US\$125,802.56(2012年1月～12月) ・二酸化炭素排出量の削減 ・総電力供給可能量の増加 ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量) --- ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 2) ・国内で初めて導入された系統連系型 PV システムである。 ➤ 期待される効果(出典 1) ・国内初の系統連系型 PV システムであるため, 今後の系統連系型 PV システムの普及, および FIT 整備のきっかけとなり得る。また, システムが空港に設置されていることから, 一般への普及啓発効果が期待される。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 2) ・発電量等は, 空港内の 100 インチのディスプレイによって確認できる。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 1) ・水・エネルギー省および地域復興開発省は, 地方電化に注力しており, マイクロ水力発電および太陽光発電に関するガイドラインを策定中である。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 1, 2) ・個々の機材の取扱説明書に加え, 請負者に実際に運用可能かつ故障時の対応等を網羅した運用管理マニュアル(Operation & Maintenance Manual, OMM)を作成する。この OMM に基づき必要な訓練・指導を行う。 ・PV システムの持続的な維持管理体制構築のため, 初期捜査指導に加え, コンサルタントによる 3 か月間のソフトコンポーネントを実施。この期間に判明した OMM の不具合は全て修正し, 最終的には OMM も現地側のみで実施出来るレベルを目標に技術指導を行った。 ➤ 課題, 対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績 ---
その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 2) ・特になし。 ・厳重な警備体制が敷かれており, バンダリズムは起こりにくい。 	

出典 1:アフガニスタン・イスラム共和国 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画 準備調査報告書

出典 2:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 3:PV システムの稼働実績(現地実施機関提供)

出典 4:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		5	
国名		タジキスタン共和国	
背景 ・ 基 礎 的	対象公共施設	設置施設(発電容量)	ディアコフ病院(120kW _p), 産科婦人科研究所産科病棟(40kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社 アンジェロセック
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) ・2か所の病院に逆潮流・蓄電池を使用しないシステムを導入した。 ・ディアコフ病院, 産科婦人科研究所には, 停電対策用としてディーゼル発電機が各3台ずつ設置されているが, ディアコフ病院の発電機は試験稼働のみで, ほとんど使用されていな

情報			<p>い. 産科婦人科研究所の発電機は、バッテリーを更新していない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ PV モジュール種別(出典 4) ・多結晶シリコン系 ➤ PCS(出典 4) ・10kW_p×12 台(ディアコフ病院), 10kW_p×4 台(産科婦人科研究所) ➤ パネル設置形態(出典 1,4) ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 1,4) ・逆潮流は行わない。 ➤ 蓄電池(出典 1) ・なし。 ・逆潮流・蓄電池を使用しないシステムとすることにより、運用・維持管理を容易にした。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 1,4) ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ:5,714 万円(ディアコフ病院), 1,905 万円(産科婦人科研究所) ・PCS:1,860 万円(ディアコフ病院), 620 万円(産科婦人科研究所) ・変圧器, ケーブルその他機材:3,890 万円(ディアコフ病院), 2,192 万円(産科婦人科研究所) ・機材据付費:3,103 万円(ディアコフ病院), 1,034 万円(産科婦人科研究所) ・土木工事費:137 万円(ディアコフ病院), 46 万円(産科婦人科研究所) ・合計:14,703 万円(ディアコフ病院), 5,797 万円(産科婦人科研究所) <p>・タジキスタン側の負担経費は約 900 万円。</p>
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 2,4) ・ディアコフ病院, 産科婦人科研究所 ➤ 運用管理者(出典 2,4) ・ディアコフ病院, 産科婦人科研究所 ➤ 実施体制(出典 4) ・人数:各 1~2 名(ディアコフ病院, 産科婦人科研究所) ・技術水準:病院内の一般的な電気機器に関する修理保全の対応は可能である。 ・維持管理予算の割り当てはない。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 2) ・システム故障時, 日本の技術者に PV モジュールを交換してもらった実績がある。(ディアコフ病院) ➤ 現在の運用状況(出典 2) ・現在は問題なく稼働している。
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1,4) ・河川に恵まれたタジキスタンは電力の 95%を水力発電で賄っているが, 水量が減少する冬季には電力不足に陥りやすい。 ・環境アクションプラン(National Environmental Action Plan) (2006):温室効果ガス排出削減に向けた適正な化石燃料利用と, 水力発電及び太陽光・風力エネルギーを推進している。 ・非従来型電源の活用発展に関するプログラム(The program on the wide using of the renewable resources of energy, including energy of the small river, sun, wind, biomass, and energy of the underground) (2007-2015):太陽光発電を含む再生可能エネルギー, の導入を推進している。 ・二酸化炭素排出量が国内で測定されておらず, 基準となるデータがないことから, データ収集システム構築が必要とされている。測定値不足のため, 数値目標は設定されていない。 ・電力事情向上のための開発戦略(2007-2020):電力公社 Barki Tajik が策定。2013 年までに 5 つの火力・水力発電所の建設を計画している。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 2,4) ・政策・制度は整備されていない。
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1) ・逆潮流は行わない。

		売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ FIT 整備状況(出典 1) ・商用電源の売電制度は整備されていない。 ➤ 年間売電量(売電額)(出典 2) ・売電量:574,408kWh(産科婦人科研究所)(2012年1月~2012年8月実績) ・売電額:US\$ 647.50(産科婦人科研究所)(2012年1月~2012年8月実績) ➤ 電気料金システム ---
事業 に 対 す る 分 析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 2) ・系統連系型 PV システムとしては国内初の事例である。 ・事例を示すことで, 再生可能エネルギー普及に貢献することが期待される。 ➤ 国内・国外の動き(出典 1,2) ・本事業が初めての PV システム導入事例であり, 他の PV システムの導入計画はない。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 2,3) ・22,382kWh(ディアコフ病院)(2012年8月~2012年12月実績) ・29,602kWh(産科婦人科研究所)(2012年1月~2012年8月実績) ➤ 社会経済開発効果(出典 2) ・国内の総発電容量の増加。 ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 2) ・水力発電割合が高く化石燃料の削減は見込みにくい, 冬季の電力安定化に向けた火力発電所増加が計画されている。PV システムの導入は, 火力発電依存度抑制に貢献すると考えられる。 ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果をも高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・国内で初めて導入された系統連系型 PV システムである。 ➤ 期待される効果(出典 1) ・系統連系型 PV システムの普及啓発効果が期待できる。 ➤ 効果をも高めるための工夫点(出典 4) ・ショーケース効果を高めるため, 首都の規模の大きい病院の中で, 通行人の目に触れやすい場所に設置した
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 1) ・特になし。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 1) ・日本から技術者を派遣し, 定期点検, 故障時の対応等について指導した。逆流・蓄電池を使用しないため, 各組織の電気技術者で, 運営・維持管理が出来る。 ➤ 課題, 対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 2,4) ・1年目の瑕疵検査時, 投石によるモジュール破損と, ライターの火を当てたことによるモジュールの一部焼失が確認されたため, 日本の技術者がスペアパーツと交換した。
	その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 1,2,4) ・投石によるモジュール破損, およびライターの火によるモジュール背面の焦げ(約 4cm²)が見られた。 ・立ち入り防止のためフェンスを設置し, モジュールとの距離を確保した。 ・維持管理要員による見回りを実施している。

出典 1:タジキスタン共和国 太陽光等を活用したクリーンエネルギー導入計画 協力準備調査報告書

出典 2:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 3:PV システムの稼働実績(現地実施機関提供)

出典 4:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		6	
国名		マーシャル諸島共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	マジュロ病院(208.98kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	八千代エンジニアリング株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) ・マジュロ病院敷地内に設置した系統連系型 PV システムで, 全発電量を逆潮流している。 ➤ PV モジュール種別(出典 1) ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 1) ・100kW_p×2 台, 20kW_p×1 台 ➤ パネル設置形態(出典 1) ・勾配屋根型 ➤ 逆潮流(出典 1) ・あり(病院施設への電力供給は行わず, 直接グリッドに接続している)。 ➤ 蓄電池(出典 1) ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 2,3) ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 18,284 万円 ・PCS: 2,262 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材: 9,735 万円 ・機材据付費: 15,491 万円 ・合計: 45,772 万円
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1,2,3) ・主要官庁: 資源開発省 (Ministry of Resources and Development, MRD) ・実施機関: マーシャルエネルギー公社 (Marshalls Energy Company, MEC) ・システム所有者: (マーシャル諸島政府を通して) MEC ➤ 運用管理者(出典 1) ・MEC ➤ 実施体制(出典 1) ・マジュロ病院: 1 名, MEC: 5 名が維持管理を実施 (2013 年)。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 1) ・2012 年 12 月 6 日, 鼠害によりパワーコンディショナ室の屋外配線に被害があり, 冷房装置が停止したため, 日本側から必要な情報提供し, MEC が修理した。再発防止のため, 金網で覆う等の処置をアドバイスした。 ・2013 年 8 月 23 日, 再度冷房機が停止したため, MEC はパワーコンディショナの運転を中止した。代替空調機設置後は, 正常に発電が行われている。故障原因および対処法を MEC と日本側関係者で検討した。 ➤ 現在の運用状況(出典 1) ・概ね問題なく作動しているが, 発電所の電圧降下および周波数変動が原因で装置の自動停止が見られる。
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1,2) ・国家エネルギー政策 (National Energy Policy) (2003): 国家社会・経済サミット(2001)の後に制定され, 内容は経済, 社会開発, 教育促進も含む。ここでは, (1)2015 年までに都市部の 100%の世帯, 離島部の 95%の世帯を電化する, (2)2020 年までにエネルギー供給の 20%を再生可能エネルギーとする, (3)2020 年までに一般世帯およびビジネス関連施設の 50%, 政府関連施設の 75%のエネルギー利用効率を向上させる, (4)2015 年までに MEC のエネルギー供給ロス率を 20%削減する, などの目標が示された。 ・新国家エネルギー政策およびエネルギー行動計画 (National Energy Policy and Energy Action Plan) (2009 年 7 月): PV システムの導入を含む, エネルギー政策の計画が示されている。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況 ---
売電	逆潮流の有無・導入計	➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2)	

		画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ・逆潮流あり。 ➤ FIT 整備状況(出典 1,3) ・現在のところなし。 ➤ 年間売電量(売電額)(出典 1,3) ・現在のところなし。 ➤ 電気料金システム ---
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 1) ・系統連系型 PV システムとしては国内初だが, 以前に導入された米国による独立型 PV システムは系統連系型に移行することを前提に導入された。 ➤ 国内・国外の動き(出典 2) ・これまでに米国, EU, 台湾からの援助により PV システムが設置されている。 ドナー: 米国 ・2009 年, 米国からの援助である自由連合盟約 (COMPACT) を利用し, 4 年制大学を持たないマーシャル諸島ではの最高高等教育機関となるマーシャル諸島短期大学 (College of the Marshall Islands / 学生数約 800 人) に, バイオディーゼル発電, 風力発電エネルギー施設と共に PV システム (合計 198kW_p) を設置した (プロジェクト総額 US\$25,000,000)。 ドナー: EU ・欧州開発基金 (European Development Fund / EDF) は, 再生可能エネルギー分野に年間 US\$400,000 の資金を提供しており, これまでに Ailinglaplap Atoll に SHS420 台 (2008 年), 離島の 6 小学校への SHS 提供 (2009 年), エネルギー関連法整備への協力を実施している。 ドナー: 台湾 ・離島 (Likilep, Ebon, Arno) への 936 台の SHS 導入支援 (2007~2008 年, 総額 US\$3,000,000) の他, 太陽光発電による街灯 7 基をマジュロ病院に提供した実績がある。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果 (化石燃焼使用削減量 (削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 2,3) ・2012 年 4 月~2013 年 3 月の実績値: 263,937kWh ➤ 社会経済開発効果(出典 2) ・マジュロ環礁の電力系統管内の電力容量が増加する。 ➤ 気候変動対策(出典 2,3) ・化石燃料削減量: 年間約 56kl のディーゼル燃料削減 (準備調査時の試算値)。 ・二酸化炭素削減量: 2012 年 4 月~2013 年 3 月の推計値: 211t-CO₂/年 ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1,2) ・マーシャル諸島最大の病院に設置することで, PV システムの導入推進に役立つと考えられる。 ➤ 期待される効果(出典 2) ・病院利用者である国民に対し, 系統連系 PV システムの普及啓発が可能となる。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 1) ・発電量や CO₂ 削減量が病院待合室内の表示板で閲覧でき, 病院の訪問者に効果を示している。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況 --- ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 2) ・SHS は離島地域を中心に多く稼働しており, MEC の技術者に保守管理の実績があるが, 系統連系型については, 2009 年のマーシャル諸島短期大学での導入が初めてであり, 十分な経験が蓄積されていなかったため, MEC に対する運営・維持管理の技術移転を実施した。 ➤ 課題, 対策(出典 2) ・系統連系型 PV システムに関する技術知識向上の支援が必要と考えられる。
	課題と対応	事業実施時のトラブル,	➤ 事業実施時のトラブル対応の実績

		対応の実績	---
その他	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<p>➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・引渡し前に倉庫からディスプレイ1台、コンピューター1台が盗難にあったが、犯人は逮捕され機材は返却された。 ・マジュロ病院は24時間警備員が配置され、パネル、パワーコンディショナ、モニタリング用機材は関係者以外立ち入りができない場所に設置されている。

出典1:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典2:「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 第3編 マーシャル諸島共和国

出典3:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

No.	7		
国名	ネパール連邦民主共和国		
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	ドビガット貯水池(680kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<p>➤ システムの概要(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カトマンズ盆地上水道公社ドビガット貯水池予定地に設置されたシステムで、余剰電力を売電している。 <p>➤ PV モジュール種別(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコンおよび薄膜系シリコン(HIT) <p>➤ PCS(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・250kW_p×4台(うち1台は予備) <p>➤ パネル設置形態(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型(貯水池の上に設置) <p>➤ 逆潮流(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あり。 <p>➤ 蓄電池(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 <p>➤ 機材調達・設置費用(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 20,149 万円 ・PCS: 3,300 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材:22,393 万円 ・機材据付費+土木工事費(整地, 基礎, 建屋):10,240 万円 ・運転トレーニング:500 万円 ・合計:56,581 万円
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<p>➤ システム所有者(出典 3,4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・責任機関:カトマンズ盆地水供給管理委員会(Kathmandu Valley Water Supply Management Board, KVWSMB) ・実施機関:カトマンズ盆地地上水道公社(Kathmandu Upatyaka Khanepani Limited, KUKL) ・システム所有者:KVWSMB <p>➤ 運用管理者(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・KUKL <p>➤ 実施体制(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・KUKL が水道関連施設の一部として現地技術者が運用する。 <p>➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・避雷針の付近の鳥によりショートしたため、現地の技術者が避雷針を交換した。 <p>➤ 現在の運用状況</p> <p>---</p>
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<p>➤ 政策・制度等(出典 1,2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内発電量の9割は水力発電に依存しているが、既設の水力発電所は季節による流量調節が可能でない流れ込み式に偏っていることから、乾季の発電量不足が課題となっている。KVWSMBに加え、ネパール電力公社(Nepal Energy Authority, NEA)も2010年頃からPV産業に参入し始めている。 	

			<ul style="list-style-type: none"> ・「地方エネルギー政策」(2006):PVも含めた再生可能エネルギー促進を示している。 ・「再生可能(地方)エネルギー補助金政策」(2006):2000年策定の「再生可能エネルギー補助金協定」が改定されたもので、地方における公共施設およびSHSに対する補助が行われている。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典4) ・1996年に再生可能エネルギーを推進する政府機関、代替エネルギー促進センター(Alternative Energy Promotion Centre, AEPC)が設立された。
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典4) ・余剰電力をネパール電力公社(NEA)に既存の配電網を利用して売電する。 ➤ FIT 整備状況(出典3) ・整備されていない。 ➤ 年間売電量(売電額)(出典4) ・NEAの買電単価がNPR4.80/kWhとしたとき、計算上推定される余剰電力約276MWhが発生した場合、年間NPR1.32百万/年の買電額が想定される。 ➤ 電気料金システム ---
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型PVシステムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典3) ・国内初の系統連系型PVシステムとして設置された。同様のプロジェクトの予定はないと見られる。 ➤ 国内・国外の動き(出典4) ◇ ドナー: NEDO ・1992 - 1997年にバクタプール郡で40kW_pの太陽光発電水ポンプシステムの実証実験が実施された。このPVシステムは現在も使用されている。 ◇ ドナー: EU ・「再生可能エネルギープロジェクト(2004-2011)」において、公共施設約700か所に対してPVシステムの設置を行い、地域内での維持管理に向けた能力開発を援助した。 ◇ ドナー: UNDP ・「太陽光発電によるオゾン水処理システム(2007-2008)」ではSHSを動力とした住民および観光客向けのオゾン水処理システムを構築した。 ◇ ドナー: UNDP および世界銀行 ・「地方エネルギー開発プログラム第3期(2007-2010)」の一環で、小水力発電所等と共にSHS550基を導入した。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量:(出典3) ・676,799kWh ➤ 社会経済開発効果 --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典3.4) ・現在は全発電の90%と水力発電への依存度が高いものの、乾季にはエネルギー不足により計画停電が多く実施されている。他方、経済成長に伴い電力設備の強化が求められていることから、再生可能エネルギー導入は将来的な二酸化炭素増の低減にも役立つと考えられる。 ・送電端電力量:--- ・二酸化炭素削減量:46t-CO₂/年 ・電気料金の削減額:US\$6,480(年間) ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典5) ・国内初の系統連系型PVシステムとして設置された。また、付近の幹線道路からPVアレイを一望できる。 ➤ 期待される効果(出典5) ・系統連系型PVシステムの係る技術移転のほか、一般市民の目に触れやすい立地のため、PVシステムの啓発効果が期待できる。 ➤ 効果を高めるための工夫点 ---

	技術基準の整備	技術基準の整備状況、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2) ・社内で定めた技術基準はあるものの、適用は始まっていない。 ➤ 課題、対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成、技術移転の実施状況・手法、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成、技術移転の実施状況・手法(出典 2, 4) ・現地技術者に対してソフトコンポーネントを実施した。 ・EU による事例としては、「再生可能エネルギープロジェクト(2004-2011)」において、公共施設約 700 か所に対し、独立型 PV システムの設置を行い、コミュニティによる維持管理に向けた能力開発を援助した。 ➤ 課題、対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル、対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 5) ・工事中の輸送時の衝撃による昇圧変圧器の凹み、データ収集装置用 UPS バッテリーの消耗が見られたが日本側メーカーが対処した。
その他	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 3) ・特になし。 ・フェンスの設置および警備員の配置を行っている。

出典 1:ネパール国向け円借款「タナフ水力発電事業」事前評価表(L/A 調印 2013 年 3 月 13 日)

出典 2:PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 4: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

出典 5:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		8	
国名		モルディブ共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	①大統領府(20kW _p), ②社会教育センター(100kW _p), ③電力公社(STELCO)本社ビル(45kW _p), ④Thaaduddeen 小学校(130kW _p), ⑤Hiriya 女子中学校(100kW _p), ⑥Velaanaageビル(40kW _p), ⑦Giyaasudheen 小学校(80kW _p), ⑧Kalaafaanu 小学校(85kW _p), ⑨大学(管理棟(40kW _p), ⑩保健学部(35kW _p)), ⑪フルマレ病院・⑫財務省(合計 65kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	八千代エンジニアリング株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1,3) ・大統領府, 学校, 電気公社, 社会教育センター等の合計 12か所の建物に設置され, 12か所のうち 11 か所がマレ島, 1 か所がフルマレ島に位置する。 ・導入したシステムはすべて低圧連系型である。 ➤ PV モジュール種別(出典 5) ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 5) ①大統領府(10kW_p×2) ②社会教育センター(100kW_p×1) ③電力公社(STELCO)本社ビル(10kW_p×5) ④Thaaduddeen 小学校(100kW_p×2) ⑤Hiriya 女子中学校(100kW_p×1) ⑥Velaanaageビル(10kW_p×4) ⑦Giyaasudheen 小学校(100kW_p×1) ⑧Kalaafaanu 小学校(100kW_p×1) ⑨大学(管理棟(10kW_p×4) ⑩保健学部(10kW_p×4)) ➤ パネル設置形態(出典 5) ・電力公社(STELCO)本社ビルのみ陸屋根型. その他は勾配屋根型 ➤ 逆潮流(出典 3) ・設計上は逆潮流は可能。 ➤ 蓄電池(出典 3) ・なし。

		<p>➤ 機材調達・設置費用(出典 5)</p> <p>◇ PV システム (単位 万円)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>サイト</th> <th>①</th> <th>②</th> <th>③</th> <th>④</th> <th>⑤</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PV アレイ</td> <td>1244</td> <td>6222</td> <td>2800</td> <td>8100</td> <td>6222</td> </tr> <tr> <td>PCS</td> <td>490</td> <td>737</td> <td>1226</td> <td>1473</td> <td>739</td> </tr> <tr> <td>変圧器等</td> <td>1023</td> <td>2295</td> <td>2741</td> <td>2204</td> <td>1840</td> </tr> <tr> <td>機材据付費</td> <td>284</td> <td>1008</td> <td>535</td> <td>1192</td> <td>887</td> </tr> <tr> <td>土木工事費</td> <td>165</td> <td>3820</td> <td>158</td> <td>290</td> <td>252</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>3208</td> <td>14081</td> <td>7460</td> <td>13259</td> <td>9940</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>サイト</th> <th>⑥</th> <th>⑦</th> <th>⑧</th> <th>⑨</th> <th>⑩</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PV アレイ</td> <td>1571</td> <td>3142</td> <td>3338</td> <td>1571</td> <td>1374</td> </tr> <tr> <td>PCS</td> <td>568</td> <td>635</td> <td>635</td> <td>568</td> <td>568</td> </tr> <tr> <td>変圧器等</td> <td>1357</td> <td>1979</td> <td>2070</td> <td>1282</td> <td>1035</td> </tr> <tr> <td>機材据付費</td> <td>512</td> <td>435</td> <td>487</td> <td>15</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>土木工事費</td> <td>41</td> <td>81</td> <td>399</td> <td>300</td> <td>239</td> </tr> <tr> <td>合計</td> <td>4049</td> <td>6272</td> <td>6930</td> <td>3736</td> <td>3566</td> </tr> </tbody> </table> <p>◇ 運転および維持管理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル燃料価格:US\$0.56/ℓ ・潤滑油価格:US\$2.28/ℓ ・1kWh の発電に要するディーゼル燃料:マレ 0.26ℓ/kWh, フルマレ 0.28ℓ/kWh ・1kWh の発電に要する潤滑油:0.001ℓ/kWh(マレ・フルマレ共通) ・ディーゼル発電の維持管理費:US\$0.034/kWh(マレ・フルマレ共通) ・PV システムの維持管理費:US\$0.0045/kWh(マレ・フルマレ共通) ・PV システム主要部分の耐用年数:PV パネル 30 年, その他 15 年 <p>◇ その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般管理費:US\$0.039/kWh 	サイト	①	②	③	④	⑤	PV アレイ	1244	6222	2800	8100	6222	PCS	490	737	1226	1473	739	変圧器等	1023	2295	2741	2204	1840	機材据付費	284	1008	535	1192	887	土木工事費	165	3820	158	290	252	合計	3208	14081	7460	13259	9940	サイト	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	PV アレイ	1571	3142	3338	1571	1374	PCS	568	635	635	568	568	変圧器等	1357	1979	2070	1282	1035	機材据付費	512	435	487	15	350	土木工事費	41	81	399	300	239	合計	4049	6272	6930	3736	3566
サイト	①	②	③	④	⑤																																																																																	
PV アレイ	1244	6222	2800	8100	6222																																																																																	
PCS	490	737	1226	1473	739																																																																																	
変圧器等	1023	2295	2741	2204	1840																																																																																	
機材据付費	284	1008	535	1192	887																																																																																	
土木工事費	165	3820	158	290	252																																																																																	
合計	3208	14081	7460	13259	9940																																																																																	
サイト	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩																																																																																	
PV アレイ	1571	3142	3338	1571	1374																																																																																	
PCS	568	635	635	568	568																																																																																	
変圧器等	1357	1979	2070	1282	1035																																																																																	
機材据付費	512	435	487	15	350																																																																																	
土木工事費	41	81	399	300	239																																																																																	
合計	4049	6272	6930	3736	3566																																																																																	
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<p>➤ システム所有者(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モルディブエネルギー庁(Maldives Energy Authority, MEA) <p>➤ 運用管理者(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・STELCO <p>➤ 実施体制(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・STELCO が O&M を担当. <p>➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・トラブルは発生していない. <p>➤ 現在の運用状況(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・順調に稼働している. 																																																																																				
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<p>➤ 政策, 制度等(出典 1,2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・モルディブ国家エネルギー政策・戦略(2010 年 10 月):この中では下記の目標が示された. <ul style="list-style-type: none"> ・低価格の持続可能なエネルギーをすべての国民に提供する. ・2020 年までにエネルギー分野をカーボンニュートラルとする. ・省エネルギーを推進し, エネルギー効率向上を図る. ・エネルギー安全保障を向上させる. <p>➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第 7 次国家開発計画(2006 年~2010 年):温室効果ガス削減及びエネルギー安全保障のため, 再生可能エネルギーをエネルギー需要の 10~15%とする計画が策定された. <p>➤ 政策により期待される効果</p> <p>---</p>																																																																																				
売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「マレ首都圏における太陽光発電導入計画」で導入した PV システムは規模が小さく, 全発電量が施設内で消費されるが逆潮流が可能な設計となっている。(2013 年時点) 																																																																																				

		料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ FIT 整備状況(出典 2, 4, 6) ・7つの地域で異なる買取価格で2011年3月から運用しているが、実際のPVシステムに対するFIT適用は1件に留まる(2013年)。 ・民間でのFIT利用拡大のため、世界銀行(WB)の支援を受けて現行のFITの改定が予定されている。ネットメータリング制度の導入も計画されている(2013年時点)。 ➤ 年間売電量(売電額)(出典 4) ・STELCOの報告では発電した電気はすべて自家消費されている。 ➤ 電気料金システム(出典 2) ・各地域により電力料金が異なり、首都圏の島においては一般家庭で100kWhまでは約22円、101kWhから300kWhまでは約23円となっており、電力使用量によって電力料金単価が決まっている。また、ビジネス、政府の電力料金は一般家庭と異なり、一般家庭と比べると高く設定されている。
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型PVシステムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 2,4) ・離島でのハイブリッド型PVシステムは実施されていたが、首都圏での系統連系型PVシステムとしては初めての導入だった。 ➤ 国内・国外の動き(出典 1) ◇ ドナー:UNDP, GEF ・プロジェクト期間:2004-2006年。 ・離島に導入されたPVシステムとディーゼル発電によるハイブリッド・システムで、2012年時点では現地のオペレータが運用管理を行っている。 ・トラブル発生時には、簡易なものについては隣接するリゾート島の技術者の支援(ボランティア)を受け、高度な場合にはマレ島からの技術者派遣を要請している。 ・通常の運転操作は示されているものの、事故対応などのマニュアル類は、未整備との報告があった。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 4) ・STELCOにより報告された発電量は次のとおりである。(2013年時点) ・発電量:470,223.8 kWh/年 ➤ 社会経済開発効果(出典 2) ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素排出削減量)(出典 4) ・(STELCOによる報告. 2013年時点) ・電気料金削減効果:US\$117,556.0/年 ・CO₂削減量: 286.6kg-CO₂/年 ➤ 貧困対策効果(出典 4) ・特になし。
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・将来需要を満たすための新規電源開発等が土地の制約上、非常に困難であるが、大統領府やモルディブ唯一の大学の屋上など、目に触れやすい場所に導入し、普及啓発に努めた。 ➤ 期待される効果(出典 1) ・系統連系型PVシステムの意識を高める効果や技術移転が見込める。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 1) ・現地の電力会社職員に対し実地の研修を行い、技術力向上に努めた。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2) ・2010年にJICA短期専門家の支援によって系統連系ガイドライン素案が作成され、その後公式に運用に利用されている。 ・これらのガイドラインをMEAがWBの支援を受け、設置基準や計測スキームなどの新たな電力関係の基準及び規制の案を策定している。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 2) ・専門家による講義の他、実際の設置業務を通じた研修を行い、現地側のみでの運用に支障のないレベルに達していると政府関係者および電力公社関係者から評価されている。 ➤ 課題, 対策 ---

	課題と対応	事業実施時のトラブル、対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 3) ・運用上の大きなトラブルは発生していない。
その他	その他	供与機材へのバンドリズム(投石・盗難)等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンドリズム(出典 5) ・現在のところ報告はない。

出典 1: モルディブ共和国マレ首都圏における太陽光発電導入計画調査ファイナルレポート
 出典 2: 沖縄県中小企業が有する島嶼地域での太陽光発電システムの技術・ノウハウ導入のニーズ調査
 出典 3: PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果
 出典 4: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答
 出典 5: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答
 出典 6: 現地調査における関係者へのヒアリング結果
 為替レート: US\$1.00 = MRf 12.8 (2009 年 5 月現在)

No.		9	
国名		ウルグアイ東方共和国	
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	サルトグランデ水力発電所(480kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) ・水力発電所敷地内に設置した系統連系型 PV システムで, 全発電量を逆潮流している。 ➤ PV モジュール種別(出典 1,3) ・HIT ➤ PCS(出典 3) ・250kW_p × 2 台 + 予備 1 台(250kW_p) ➤ パネル設置形態(出典 1,2) ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 2) ・逆潮流のみを想定したシステムであり, 配電線に直接接続。 ➤ 蓄電池(出典 2) ・ウルグアイは停電の頻度が高く蓄電池を導入した場合, 使用頻度が高くなり, 寿命が短くなると考えられるため, 蓄電池は設置していない。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 1,3) ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 14,771 万円 ・PCS: 2,595 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材: 6,284 万円 ・機材据付費: 3,250 万円 ・土木工事費: (整地, 基礎, 建屋): 2,972 万円 ・合計: 29,872 万円 ・ウルグアイ側の負担額は US\$61,850。
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 3,4) ・ウルグアイ電力公社(the Uruguayan public utility, UTE) ➤ 運用管理者(出典 3,4) ・UTE ➤ 実施体制(出典 1,3) ・担当要員数は不明であるが, 技術水準は高いとされる。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 3) ・系統との連携の際に, 第 5 次高調波が基準を超えて測定された。日本側の解析の結果, 系統側の高調波が PV システムに流れ込んだことが分かり, ウルグアイ側に調整を依頼した。(2013 年 9 月) ➤ 現在の運用状況(出典 2) ・概ね順調に稼働している。 	

	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況、エネルギー政策、電化政策、政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1,3) <ul style="list-style-type: none"> ・1994年、環境局に気候変動関連を扱う気候変動部(CCU)が設立された。 ・2002年、クリーン開発メカニズム(CDM)に関するウルグアイ国内担当機関として、CCUが承認された。 ・ウルグアイは水力発電に大きく依存しているため、干ばつなどにより発電事業に大きな影響を受ける可能性がある。 ・エネルギー政策の戦略的ガイドラインでは、再生可能エネルギー導入の支援など、エネルギーの安定化および化石燃料に対する依存度の減少を目的として、エネルギーの多様化を推進している。2015年までに、①天然ガスの供給の保証、②農産廃棄物の30%以上のエネルギー源への活用、③再生可能エネルギー供給の国内電力消費量15%の達成、④化石燃料による発電の全発電量の10%以下への抑制、⑤交通機関で利用される化石燃料の15%低減、⑥化石燃料によるエネルギー割合を45%未満に低減、の6項目を目標として掲げている。 ・中期的な目標値として、2015年までに、風力発電300MW_p、バイオマス発電200MW_p、およびマイクロ水力発電1MW_pの導入を設定している。 ・太陽光発電に関しては、少なくとも2つのパイロット試験の実施を目標としている。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 1より推察) <ul style="list-style-type: none"> ・現時点で、導入支援に関する政策・制度は整備されていない。 ➤ 政策により期待される効果(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・輸入電力への依存を減らすことで、経費節約につなげることが可能となり。また、再生可能エネルギーの利用を促進することで、化石燃料使用量の削減効果が期待される。
	売電	逆潮流の有無・導入計画、FIT整備状況、年間売電量(売電額)、電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2,3) <ul style="list-style-type: none"> ・電力は全て逆潮流し、全発電量を売電する。 ➤ FIT整備状況(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・電力会社による買取は認められているが、FITは整備されていない。 ➤ 年間売電量(売電額) <ul style="list-style-type: none"> --- ➤ 電気料金システム(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・実施機関が電力会社のため、買取価格は決めていない。
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型PVシステムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 1,2,4) <ul style="list-style-type: none"> ・風力発電の系統連系型システムは導入済だが、系統連系型PVシステムとしては、本事業が国内初の事例である。 ➤ 国内・国外の動き <ul style="list-style-type: none"> ・風力発電、バイオマス発電および太陽熱利用等のプロジェクトは実施されているものの、太陽光発電に関するプロジェクトの実施例は少ない。 ・独立型PVシステムでは、地球環境ファシリティによるプロジェクト・コンポーネントの一つとして、SHSの導入が地方の未電化地域を対象に実施されている。 ・UTEではPVシステムに関する研究を進めており、2015年までに大規模PVシステム(200MW_p)の導入計画がある。
	導入効果	年間発電量、社会経済開発効果、気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額)、二酸化炭素排出削減量)、貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量 <ul style="list-style-type: none"> --- ➤ 社会経済開発効果 <ul style="list-style-type: none"> --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量、二酸化炭素削減量)(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素排出削減量: 168,000kg-CO₂/年 ➤ 貧困対策効果 <ul style="list-style-type: none"> ---
	アピールポイント	アピールポイント、期待される効果、効果をも高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・150kW_p以上の系統連系型PVシステムとしては国内初であり、大型PVシステムの普及に貢献することが期待される。 ➤ 期待される効果(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーに対する意識・認知度の向上、PVシステムの普及促進が期待される。 ➤ 効果をも高めるための工夫点(出典 2)

			・設置場所は、アルゼンチンとの国境に位置する水力発電所敷地内にあり、見学コースに組み込まれている。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・水・エネルギー資源管理局 (Unidad Reguladora de Servicios de Energia y Agua, URSEA) による「品質と供給規則」、UTE の内規である「風力・バイオマス発電設備に係る内規」にて定められているが、未だ適用はされていない。 ➤ 課題、対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成、技術移転の実施状況・手法、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成、技術移転の実施状況・手法(出典 1, 3) <ul style="list-style-type: none"> ・運転、維持管理のための要員の教育訓練を実施した。主に、太陽光発電に関する基礎知識、運営に関する知識、系統連系に係る技術、維持管理および保守点検方法等についての指導を行った。 ➤ 課題、対策(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・技術レベルに個人差があるため、技術者全員に均等に技術移転を行うことが難しい。
	課題と対応	事業実施時のトラブル、対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績 ---
その他	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・バンダリズム等は報告されていない。 ・防止策として、敷地の境界にフェンス・ゲート、敷地の四隅に照明を設置した。

出典 1: 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(ペリイズ国, ウルグアイ国, ボリビア国)協力準備調査報告書

出典 2: PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 4: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

No.	10		
国名	パキスタン・イスラム共和国		
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	計画委員会(178kW _p), 技術委員会(178kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・首都イスラマバードの政府庁舎に電力供給するパキスタン初の系統連系型 PV システムである。 ➤ PV モジュール種別(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・結晶系シリコン+薄膜シリコン ➤ PCS(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・(各施設につき)10kVA 18 台および予備 10 台ずつ ➤ パネル設置形態(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・勾配屋根型(計画委員会), 地上設置型(技術委員会) ➤ 逆潮流(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・あり。 ➤ 蓄電池(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 1,2) ◇ PV システム(計画委員会, 技術委員会の合計) <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ(スペア含む): 11,131 万円(日本製) ・PCS(スペア含む): 3,561 万円(日本製) ・変圧器, ケーブルその他機材: 14,555 万円(日本製) ・機材据付費+土木工事費(整地, 基礎, 建屋): 9,259 万円 ◇ 運転および維持管理 <ul style="list-style-type: none"> ・運転トレーニング費用: 106 万円 ・維持管理担当要員: 各サイトにエンジニア 1 名 ・日常業務の人的費用: 59 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・責任機関: 計画委員会(Planning Commission, PC) 	

		<p>時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・実施機関: 技術委員会 (Pakistan Engineering Council, PEC) ・システム所有者: PC および PEC ➤ 運用管理者 (出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・PEC ➤ 実施体制 (出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・運用と保守管理は PEC が担当しており, 電力会社による維持管理支援はない。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績 (出典 2,3) <ul style="list-style-type: none"> ・運用時のトラブル: 大きなトラブルはないものの, 周辺機器に下記の異常が発生した。 <ul style="list-style-type: none"> ①ジェクト表示盤の日射過熱による故障 ②PCS との間のデータ収集装置のデータ伝送機能の異常 (完成後 1 年以内) ③データ収集装置のデータ集計機能の異常 (完成後 1 年以内) ④PCS の障害 ※データサーバーが電力負荷制限をオーバーしていることが原因と考えられる。 ・トラブルについては, ソフトの変更などで日本メーカーが対応した。 ➤ 現在の運用状況 (出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・順調に稼働している。
	<p>国の政策</p>	<p>導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等 (出典 1, 4) <ul style="list-style-type: none"> ・“National Electricity Generation Statistics of 2011”によると, 2011 年のパキスタンの総発電量は, 94,653GWh. 電源構成比率は, 石油 35.1%, 水力 33.6%, 天然ガス 27.3%, 原子力 & 輸入 3.9%, 石炭 0.1% である。 ・1980～2010 年のパキスタンの 1 人あたり電力消費量は 640kWh と非常に低いが, 経済開発に伴い, 2020 年には 1,145kWh, 2030 年には 2,018kWh になると予測している。政府は, 大規模水力発電, 自国資源の燃料による発電, 再生可能エネルギーによる発電による新たなプロジェクトに取り組むこととしている。 ・「代替エネルギー開発委員会」(AEDB: Alternative Energy Development Board): 電力不足を解消し, 可能な限り再生可能エネルギーを利用することを目的に設立された。 ・RE Policy (2006): 効率の低い伝統的なバイオマス燃料の利用や化石燃料による発電を, クリーンで再生可能なエネルギーにより代替することで, 環境や健康への悪影響を回避する。また, 気候変動枠組条約のもとで国が約束した行動を通じ, GHG 排出量を削減することを目指す。水力・風力・太陽光発電の活用を目指す方針が示され, 系統連系も可能であることを明確化した。 ・2010 年までに 700MWh, 2030 年までに 9,700MWh の再生可能エネルギーの導入を数値目標とする。 ・「パキスタン再生可能エネルギー技術委員会」(PCRET): 科学技術省の下で, 再生可能エネルギーの調査, 開発, 促進活動を調整する主要な機関。 ・太陽電池セルの製造 (年間 50kW_p 程度), 試験 (検査) サービスも実施している。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況 (出典 1,4) <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーに係る機器等への優遇税制制度。対象は, 関税, 特別消費税, 売上税, 所得税。 ➤ 政策により期待される効果 (出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・急増するエネルギー需要を賄うため, パキスタンは大規模水力と再生可能エネルギーに力を入れるようであるが, 将来発電計画によると, 2030 年の総発電容量は, 160,000MWh で, 再生可能エネルギーは 6%, 大規模水力は 20%, その他が 75% となっており, よりクリーンな発電で経済発展することが望まれる。
	<p>売電</p>	<p>逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量 (売電額), 電気料金システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画 (出典 2,4) <ul style="list-style-type: none"> ・逆潮流あり。 ➤ FIT 整備状況 (出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・FIT および補助金制度は整備されていない。 ・風力発電については, 電力規制庁 (National Electric Power Regulatory Authority, NEPRA) により決定された「先行価格設定 (upfront tariff)」がある。但し, , 買取価格のうち補助金に相当する予算源が存在しないため, 投資者にはあまり魅力的ではないとの報告もある。 ➤ 年間売電量 (売電額) (出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・需要家から電力会社への売電に関する法制度はない (発電ライセンスの取得が必要)。

			<ul style="list-style-type: none"> ・電力会社により、余剰もしくは全量の買取が認められており、買取価格算定手順は RE Policy に示されている。 ➤ 電気料金システム(出典 3) ◇ ネットメータリング イスラマバード電力供給公社 (Islamabad Electric Supply Company, IESCO) と NEPRA は太陽光発電事業者のためにネットメータリング手法を開発することで合意した。
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 1) ・国内初の系統連系型 PV システムとして導入された。 ➤ 国内・国外の動き(出典 3) ・現在のところ、同様の PV プロジェクトは計画されていない。但し、政府は国内全般にわたす PV プロジェクトを計画中である。
	導入効果	年間発電量、社会経済開発効果、気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額)、二酸化炭素排出削減量)、貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 4) --- ➤ ショーケース効果(出典 2.) ・両サイトとも PV に関心を持ちやすい対象へのショーケース効果が見込める。 ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量、二酸化炭素排出削減量)(出典 1) ・年間 CO₂ 排出削減量: 153 t-CO₂。 ➤ 貧困対策効果(出典 1) ・特になし。
	アピールポイント	アピールポイント、期待される効果、効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・具体的な設備が国民の目に触れやすい場所にあり、その発電する状況を示すことにより、国民の再生可能エネルギーに対する認知や理解が深まり、将来の普及に向けての意識基盤を形成することにつながる。 ➤ 期待される効果(出典 1) ・再生可能エネルギーの認知度とその効果・有用性の理解が国民に広く拡散すると期待される。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 4) ・デモンストレーション効果が高まるよう、PV システムの設置場所を工夫した。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2) ・特になし。 ➤ 課題・対策(出典 4) ・政府は、AEDB を設立し、今後再生可能エネルギーの活用・普及を進めていく予定である。
	人材育成・技術移転	人材育成、技術移転の実施状況・手法、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成、技術移転の実施状況・手法(出典 1) ・パキスタン初の系統連系型 PV であり、現地の技術者に経験がないことから、運用、維持管理の他、契約、普及啓発などの項目を意識したソフトコンポーネントを実施した。 ➤ 課題、対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル、対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 4) ・周辺機器の小さなトラブルは発生しているものの、運用に支障をきたす大きなトラブルは発生していない。
その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 2) ・発生していない。 ・PC サイトはセキュリティ対策が万全であり、また PEC サイトはフェンスが設置されている。 	

出典 1: 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

出典 2: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 3: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 4: パキスタン国再生可能エネルギー活用に係る情報収集・確認調査 最終報告書(要約)

為替レート: PKR1.00 = 1.28 円(2009 年 12 月現在)

No.		11	
国名		ベリーズ	
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	ベリーズ大学(480kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) ・大学の敷地に設置した系統連系型 PV システムであり, 全発電量を逆潮流している. ➤ PV モジュール種別(出典 3) ・単結晶型 ➤ PCS(出典 3) ・100kW_p ×5 台 + 予備 1 台 ➤ パネル設置形態(出典 1,2) ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 2) ・逆潮流のみを想定したシステムであり, 配電線に直接接続. ➤ 蓄電池(出典 2) ・なし. ・ベリーズは停電が多く, 蓄電池を導入した場合使用頻度が高くなり, 寿命が短くなることから導入を避けた. ➤ 機材調達・設置費用(出典 1,3) ・機材調達費用内訳: ・PV アレイ:13,455 万円 ・PCS:3,851 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材:12,180 万円 ・機材据付費(トレーニング費用含):5,195 万円 ・土木工事費:(整地, 基礎, 建屋):9,154 万円 ・合計:43,834 万円
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 3) ・建設省(Ministry of Works, MOW) (10 年後にベリーズ大学に移管) ➤ 運用管理者(出典 3) ・MOW ➤ 実施体制(出典 1,2,3) ・現在は電気技術者(コンサルタント)7 名で運用管理. ・月間の運用管理費は US\$2,000 程度が見込まれる. ・Web モニタリングとカメラを用いた発電量の監視システムを導入している. ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 3) ・日射量の急激な変化により, PCS の手動起動操作が必要になったケースがあった. スクールにより気温が下がると同時に, 雲が切れ, 1.4kW/m² の日射量が観測された際に, 5 台の PCS のうち, 3 台が過電流となり自動停止したため, 手動により再起動させた. ・上記以外は順調に稼働している. ➤ 現在の運用状況(出典 2) ・概ね順調に稼働している.
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1) ・ベリーズの電力は約半分強を水力発電に頼っており, 乾季にはメキシコからの化石燃料に対する依存が大きくなる. また, 国際的な原油価格の変動により, 化石燃料による電力供給も安定していない. ・国連開発計画の支援で, 公共事業規制委員会は国家エネルギー政策提案書を発行し, 化石燃料への依存低減, 電力供給安定化に向け, エネルギーの多様化を推奨している. ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 3) ・エネルギーセクター政策・戦略に係る方針は公式に策定されていない. ・水力発電, バイオマス発電の開発等再生可能エネルギーへの取り組みは, 1991 年より行われてきた. ➤ 政策により期待される効果 ---
売電	逆潮流の有無・導入計	➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2)	

		画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ・電力は全て逆潮流し, 全発電量を売電している。 ➤ FIT 整備状況(出典 3) ・電力会社による買取は認められているが, 売電に関する法制度は制定されていない。 ➤ 年間売電量(売電額) --- ➤ 電気料金システム(出典 2, 3) ・他案件では, 再生可能エネルギーの場合, US\$ 0.31/kWh で買い取っている。
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 1) ・国内で初めての系統連系型 PV システムとして導入された。 ➤ 国内・国外の動き(出典 1,2) ・系統連系型 PV システムについては, 他ドナー国・国際機関による援助実績(気候変動対策・太陽光発電関連分野)はない。 ・独立型システムでは, イタリア国の援助により, ベリーズ政府とキューバ政府合同で, 未電化地域への SHS が 2004 年に導入されている。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量 --- ➤ 社会経済開発効果 --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 1) ・化石燃料削減量: 104,420(L//年) ・二酸化炭素排出削減量: 142,000(kg-CO₂//年) ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 2) ・国内初の系統連系型 PV システムである。実例を示すことにより, PV システムの導入・普及に大きく貢献することが期待される。 ・系統と連携し, 蓄電池を設置しない代わりに PV パネルをより多く設置し, 二酸化炭素排出量の削減に貢献する。 ➤ 期待される効果(出典 2) ・再生可能エネルギーに対する意識・認知度の向上, PV システムの普及を促進する。 ・二酸化炭素排出量の削減。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 3) ・大学構内にパネルを設置。また, 発電状況の表示板が講堂前に設置されている。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2) ・国内で初めて導入された系統連系型 PV システムであるため, 技術基準の整備はされていない。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 1, 3) ・現地側での運転, 維持管理のため, ベリーズ大学, 配電会社等の関係者に対し, 講義および実際の技術者との共同作業を通じて, 技術移転を実施した。 ➤ 課題, 対策(出典 2) ・技術レベルに個人差があるため, 技術者全員に均等に技術移転を行うことが難しい。
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績 ---
	その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 2, 3) ・投石により, モジュール 4 枚が破損したが, 維持管理会社により, 予備品と交換した。 ・盗難防止ボルトを各モジュール当たり 1 箇所を採用している。 ・フェンスを周囲に設置し, 夜間照明を敷地の四隅に設置している。

出典 1: 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(ベリーズ国, ウルグアイ国, ボリビア国) 協力準備調査報告書

出典 2: PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		12	
国名		パレスチナ	
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	ジェリコ農産加工団地(300kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 2,3) <ul style="list-style-type: none"> ・日本が支援し整備されたヨルダン川西岸地区ジェリコ農産加工団地(Jericho Agro-Industrial Park, JAIP)内に, 国内初の系統連系型 PV システムを設置した. ・2012 末以降操業予定の JAIP での利用のほか, エルサレム地区電力会社(Jerusalem District Electricity Company, JDECO)にジェリコ市の民生用電力として供給する. ➤ PV モジュール種別(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・薄膜アモルファス ➤ PCS(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p x 3 台 ➤ パネル設置形態(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・あり. ➤ 蓄電池(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・なし. ➤ 機材調達・設置費用(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ:9,300 万円 ・PCS:3,600 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材:16,300 万円 ・機材据付費(トレーニング費用含):7,200 万円 ・土木工事費:(整地, 基礎, 建屋):15,200 万円 ・合計:57,600 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム管理者(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・管轄官庁:パレスチナエネルギー庁(Palestinian Energy Authority, PEA) ・実施機関:PEA ・システム所有者:PEA・土地所有権:パレスチナ自治政府 ➤ 運用管理者(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・JDECO ➤ 実施体制(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・売電による収入(464 万円)で年間の運営維持管理経費 322 万円を賄っている. ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・監視ソフトウェアの不具合が発生した際に, 日本メーカーが再インストールを実施するとともに, 再インストール方法を指導した. ケーブル接続の不具合に対しては, JDECO が対応した. ➤ 現在の運用状況 <ul style="list-style-type: none"> --- 	
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 2, 6) <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動対策として策定されたエネルギー関連の 5 ヶ年計画(2007-2012)では, 需要の 20%をクリーンエネルギーで賄うこと, 輸入エネルギーへの依存度低減等を目標としている. ・1999-2005 年のデータによるとパレスチナは電力需要が高まっているが, エネルギーの大半を輸入に依存していることが示されている. ガザ地区に天然ガスを主燃料とするガス複合発電所があるものの, 燃料の天然ガス開発が実施されず, 稼働できないことから, 重油による火力発電所のみが稼働している. ・政府は気候変動対策としてクリーンエネルギーの推進も目標として掲げているが, 政府による具体的な優遇策はない. ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・PEA が所管するエネルギー環境研究センター(Palestinian Energy & Environment 	

			<p>Research Center, PEC, 1993 年設立)では、再生可能エネルギーおよびエネルギー効率の研究を実施している。</p> <p>➤ 政策により期待される効果</p> <p>---</p>
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・JAIP 内への電力供給を目的として建設されたが, JAIP 操業開始までは JDECO の既存の配電網に提供する。 ・新電気事業法(New Electrical Law, 2009 年 5 月発効)に伴い, 西岸地区での送電系統の管理会社 Palestine Transmission Electrical Limited が設立準備中であり, これが設立されれば逆潮流接続が可能となる。 <p>➤ FIT 整備状況(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住宅地の PV システムに対しては 1kWh 当たり約 24 円の補助が支払われている。 <p>➤ 年間売電量(売電額)(出典 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・約 464 万円。 <p>➤ 電気料金システム</p> <p>---</p>
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性(出典 1, 6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内初の系統連系型 PV システムとして設置された。 <p>➤ 国内・国外の動き(出典 5)</p> <p>◇ ドナー: チェコ政府</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ツバス地域電力公社(Tubas District Electricity Company)とチェコ政府が共同で 1MW_p の系統連系 PV システムを 2011 年に完成させる予定がある。パレスチナでは最大のプロジェクトとなり, PV を利用した水の汲み上げシステムも稼働する予定である。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<p>➤ 年間発電量(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・約 422,000kWh(計画当初想定) ・2013 年 8 月-10 月実績(計 60 日稼働) 83,153kWh <p>➤ 社会経済開発効果(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・今後の再生可能エネルギー利用の促進に向けた国内の意識改革としての効果とともに, エネルギーの輸入依存度低減への効果も期待できる。 <p>➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二酸化炭素削減量: 約 290.6t/年 ・2013 年 8 月-10 月実績(計 60 日稼働) 50,972kg-CO₂ <p>➤ 貧困対策効果</p> <p>---</p>
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果をも高めるための工夫点	<p>➤ アピールポイント(出典 2,4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内初の系統連系型 PV システムとして設置されたことに加え, 電力を輸入に大きく依存するパレスチナにとって, 西岸地区初の大型発電施設である。 <p>➤ 期待される効果(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動対策に加え, 輸入エネルギーへの依存度低減が期待される。 <p>➤ 効果をも高めるための工夫点</p> <p>---</p>
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<p>➤ 技術基準の整備状況(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・政府での系統連系に関する法整備等は確立していないが, 西岸地区の送電系統の管理会社が設立されれば逆潮流接続が可能となる。 <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<p>➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内では, これまで PV システムの系統連系, 逆潮流, 売電の経験はなかったが, 当該プロジェクトの実施に伴い, 技術支援を実施した。 <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<p>➤ 事業実施時のトラブル対応の実績</p> <p>---</p>
そ	その他	供与機材へのバンドリ	<p>➤ 供与機材へのバンドリズム(出典 1,6)</p>

の 他	ズム(投石・盗難)等	・現時点(2013年10月時点)で、バンドリズムは報告されていない。また、一部 UNDP の施工によりサイトの外周にフェンスを設置した。
--------	------------	--

出典 1: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 2: 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(パレスチナ)

出典 3: JICA ウェブサイト「農産加工団地の稼働に向けて(パレスチナ)」(http://www.jica.go.jp/topics/notice/20130726_01.html, 2013年11月閲覧)

出典 4: JICA ウェブサイト「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画(パレスチナ)」(<http://www.jica.go.jp/palestine/office/activities/project/03.html>, 2013年11月閲覧)

出典 5: Invest in Med, 2010, "Uncovering the potential for commercial photovoltaic applications in Palestine"

出典 6: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		13	
国名		ラオス人民民主共和国	
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	ワットイ国際空港(236kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社ニュージェック
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・ワットイ国際空港の駐車場内に設置し、空港内建物の電源設備として利用している。 ・余剰電力を逆潮流し、バッテリーは装備しない。 ➤ PV モジュール種別(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p×3(加えて、100kW_p 予備 1 台) ➤ パネル設置形態(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・勾配屋根型 ➤ 逆潮流(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・あり。 ➤ 蓄電池(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュール:5,501 万円 ・接続箱:940 万円 ・集電箱:783 万円 ・パワーコンディショナ:1,597 万円 ・変圧器:200 万円 ・パワーコンディショナキュービクル:767 万円 ・電力計:7 万円 ・外部雷保護装置:545 万円 ・気象計測装置:75 万円 ・監視装置:333 万円 ・表示装置:184 万円 ・設地:217 万円 ・PV モジュール用架台:3,272 万円 ・LED ランプ:80 万円 ・配線材料:2,781 万円 ・ハンドボール蓋:466 万円 ・金網:93 万円 ・予備品・消耗品:1,091 万円 ・合計:18,227 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・管轄官庁:エネルギー鉱業省(Ministry of Public Works and Transport, MPWT) ・実施機関:公共事業運輸省(Ministry of Energy and Mines, MEM) ➤ 運用管理者(出典 1) 	

			<p>・ラオス空港公団 (Lao Airports Authority, LAA)</p> <p>➤ 実施体制 (出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・システムの維持管理は、LAA の電力供給センター (Power Supply Center) の一般照明システム部門 (在籍者 9 名) で実施しており、そのうち 3 名が太陽光発電システム専従である。 ・維持管理予算の負担は、発電設備の設置先である LAA が行っており、太陽光発電システムユニット 3 名の人件費は約 2,500,000kip/人・月である。 <p>➤ 運用時のトラブル・対応実績 (出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2013 年 2 月に、ソフトウェアの初期不良により発電量表示の不具合が発生したため、契約業者が修正ソフトウェアをインストールした。 ・同月、パワーコンディショナ内電磁接触器に製造不良による不具合が見つかり、部品を交換した。 ・2013 年 10 月に、ラオス電力公社 (Electricité du Laos, EDL) の電力量計にアリが侵入し指示値に不具合が発生した。EDL が電力量計を交換するとともに、契約業者が小動物侵入防止用のバッキンを取り付けた。 ・2013 年 12 月に、地下配線のアスファルト舗装の一部施工不良が見つかり、契約業者が再舗装した。 <p>➤ 現在の運用状況</p> <p>---</p>
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況、エネルギー政策、電化政策、政策により期待される効果	<p>➤ 政策・制度等 (出典 1,2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ラオスは 2020 年時点での国内電化率 90% 達成を目標としているものの、山岳に居住する人口が多いことから、系統連系型の電化整備が困難である。また一方で、5 つの国と国境を接するラオスは、電力輸出に力を入れており、電力は第 3 位の輸出額の品目となっている。 ・MEM が 2010 年に発表した「再生可能エネルギー開発戦略」案では、再生可能エネルギーの普及が謳われており、また、「ラオス国家気候変動戦略」および「国家成長および貧困撲滅戦略 (National Growth and Poverty Eradication Strategy, NGPES)」の一環として、遠隔地地域における再生可能エネルギーの促進が示されている。 ・EDL が発電・送電・配電事業を行っているが、民間事業者も発電に参入が可能で、2007 年には 85 社の事業者が確認されている。ラオスはインドシナの周辺国すべてと国境を接しているという利点を生かし、民間事業者も活用した電力輸出に力を入れているが、発電設備のほぼすべては水力で賄っている。 <p>➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況 (出典 1,3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「電力プロジェクトの環境管理基準」に従えば、容量 100kW_p 以上の電源施設には環境影響評価が科せられるが、PV がクリーンエネルギーであることから当該プロジェクトは環境影響評価の対象外となった。 <p>➤ 政策により期待される効果</p> <p>---</p>
	売電	逆潮流の有無・導入計画、FIT 整備状況、年間売電量 (売電額)、電気料金システム	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画 (出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空港内建物の電源設備として利用し、余剰電力を逆潮流とする。 <p>➤ FIT 整備状況 (出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・需要家から電力会社への売電に関する法制度はなく、電力会社による買取制度もない。 <p>➤ 年間売電量 (売電額)</p> <p>---</p> <p>➤ 電気料金システム</p> <p>---</p>
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業 (事業計画含む)、国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性 (出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2007 年段階では、SHS は約 2 万世帯で利用されているものの、系統連系型 PV システムは国内初となる。 <p>➤ 国内・国外の動き (出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・WB および ADB からエネルギー分野に対しての援助があるが、水力発電、および送電に関わるプロジェクトが主体となっている。PV に関しては WB による SHS の電化事業が実施されている。 <p>◇ ドナー: JICA</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「地方電化 (第三国研修) プロジェクト」(2006-2008) により、小水力と共に PV に関する電

			源・配電等の研修を実施した。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 1) ・288,200kWh(準備報告書による試算) ➤ 社会経済開発効果 --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 1) ・送電端電力量: 288.2MWh/年(2016年時点での目標値) ・二酸化炭素削減量: 198t-CO₂/年(2016年時点での目標値) ・電気料金の削減額: 260万円/年(2016年時点での目標値) ➤ 貧困対策効果(出典 1) ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果をも高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・国内初の系統連系型 PV システムとして設置されており, 普及啓発効果が見込める。 ➤ 期待される効果(出典 1) ・系統連系型 PV システム導入に係る技術移転が図れるとともに, 空港施設であることから一般市民への普及啓発効果も見込める。 ➤ 効果をも高めるための工夫点(出典 3) ・ショーケース効果をも高めるため, 掲示板で発電量を表示している。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 3) ・売電等に関する基準は整備されていない。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 3) ・国内で系統連系型 PV システムの導入は初であるため, 運用・維持管理等の技術の電力公社等を含む現地側技術者へのソフトコンポーネントを行った。運用期間中も必要に応じて相談に乗っている。 ➤ 課題, 対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績 ---
その他	その他	供与機材へのバンドリズム(投石・盗難)等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンドリズム(出典 3) ・空港施設は約 50 名が 24 時間体制で警備しており, 投石等の被害は発生していない。 ・地点選定時から投石・盗難のリスクが地上設置に比べて低い, 駐車場屋上の屋根設置を選定している。

出典 1:「ラオス人民民主共和国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査報告書」

出典 2:「ラオス人民民主共和国太陽光を利用したクリーンエネルギー導入計画」事業事前評価表

出典 3: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

参考: 100kip=1.3 円(2013 年 12 月 20 日現在)

No.		14	
国名		カンボジア王国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	ブンプレック浄水場(77kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社ニュージェック
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) ・ブノンペン水道公社(Phnom Penh Water Supply Authority, PPWSA)所有のブンプレック浄水場の敷地内に設置された。 ➤ PV モジュール種別(出典 1) ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 5) ・100kW_p×8 台(+予備 1 台) ➤ パネル設置形態(出典 1) ・勾配屋根型 ➤ 逆潮流(出典 5)

		<ul style="list-style-type: none"> ・発電量が施設内での利用を下回るため発生しない。 ➤ 蓄電池(出典 5) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 3,5) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュール:16,565 万円 ・接続箱:3,600 万円 ・集電箱:927 万円 ・変圧器付きパワーコンディショナ:5,250 万円 ・系統接続用配電盤:1,192 万円 ・外部雷保護装置:3,024 万円 ・気象計測装置:92 万円 ・監視装置:453 万円 ・遠隔監視装置:295 万円 ・表示装置:130 万円 ・設地:157 万円 ・PV モジュール用架台:13,481 万円 ・配線材料:2,669 万円 ・予備品・消耗品:1,411 万円 ・防水シート:1,048 万円 ・合計:50,295 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1,2,5) <ul style="list-style-type: none"> ・管轄官庁: 鉱工業エネルギー庁 (Ministry of Industry, Mines and Energy, MIME) ・実施機関: PPWSA ・システム管理者: PPWSA ➤ 運用管理者(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・PPWSA ➤ 実施体制(出典 1,2,5) <ul style="list-style-type: none"> ・PPWSA が機器の運転, 通常の点検の計画・実施を担当し, カンボジア電力公社が, 系統連系のモニタリングを担当する。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・特になし。 ➤ 現在の運用状況 ---
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・国内の電力供給は, カンボジア電力公社のほか, 電力規制官庁(Electricity Authority of Cambodia, EAC)から認証を受けた発電事業者, 送電事業者, 配電事業者, 電力小売事業者が担っている。 ・ADB の支援によりベトナム国境までの送電線が 2009 年 8 月に完成し, ベトナムからの電力輸入を開始した。 ・2009 年の段階で国内の世帯電化率は 20%だったが, 政府は 2030 年までに 70%に上昇させる目標を掲げている。2020 年には約 60%を系統接続による村落の電化, 残りの 40%を再生可能エネルギーとする計画が立てられている。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 2,5) <ul style="list-style-type: none"> ・PV システムの導入支援制度はない。 ・需要家から電力会社への売電に関する法制度および電力会社による買取制度はない。 ➤ 政策により期待される効果 ---
売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・浄水場における日中の消費電力(1,500kW_p 以上)を下回る発電量となることから, 逆潮流は発生しないと考えられる。 ➤ FIT 整備状況(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・国内の FIT は未整備。 ➤ 年間売電量(売電額)

			<p>---</p> <p>➤ 電気料金システム</p> <p>---</p>
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性(出典 2)</p> <p>・国内初の系統連系型 PV システムとして導入されており、同様のシステムはその後計画されていない。</p> <p>➤ 国内・国外の動き(出典 4)</p> <p>・電力業界には WB や ADB 等からの融資が行われているが、ほぼ送電に関するプロジェクトとして行われている。その他、NEDO ではオフグリッドの PV システムを利用したプロジェクトが実施された。</p> <p>◇ ドナー:NEDO</p> <p>・2002-2004 年にかけて「太陽光発電システム等国際共同実証開発事業」の一環として、カンボジアで小水力もしくはバイオガスと組み合わせた PV システムの実証実験が実施された。</p>
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<p>➤ 年間発電量</p> <p>---</p> <p>➤ 社会経済開発効果</p> <p>---</p> <p>➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 1)</p> <p>・二酸化炭素削減量: 400t-CO₂/年(2007 年換算値での計画値)</p> <p>➤ 貧困対策効果(出典 1)</p> <p>・PV システム導入で地方電化に貢献するとともに、PV システムの技術力向上を図ることで、地方経済の発展に寄与することが見込まれる。</p>
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<p>➤ アピールポイント(出典 2)</p> <p>・国内初の系統連系型 PV システムとして導入されており、技術移転および普及啓発の機会となる。</p> <p>➤ 期待される効果(出典 3)</p> <p>・系統連系型 PV システム関連技術の現地技術者育成の機会とする。</p> <p>➤ 効果を高めるための工夫点(出典 5)</p> <p>・掲示板を設置し、発電量をリアルタイムで表示している。</p>
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<p>➤ 技術基準の整備状況</p> <p>---</p> <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<p>➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 4,5)</p> <p>◇ JICA による事例</p> <p>・電力会社を含む現地技術者に対しソフトコンポーネントを実施し、運用期間中もサイトを通じて技術的相談に対応している。</p> <p>◇ NEDO による事例</p> <p>・2002-2004 年にかけて「太陽光発電システム等国際共同実証開発事業」の一環として、カンボジアで小水力もしくはバイオガスと組み合わせた PV システムの実証実験が実施された。この中で、現地技術者への研修や実地での協力を通じ、技術力向上に貢献した。</p> <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<p>◇ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 2)</p> <p>・特になし。</p>
	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<p>➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 2,5)</p> <p>・地点選定の際に、投石・盗難のリスクが低い屋上設置を選定した。</p> <p>・一度投石があったが、破損機器を取換えた上機器の重要性を説明し、その旨を周知した。</p>

出典 1:「カンボジア王国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」準備調査報告書

出典 2:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 3:「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」事業事前評価表

出典 4:「太陽光発電システム等国際共同実証開発事業」基本計画

出典 5:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		15	
国名		ブルンジ共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	カメンゲ大学病院(400kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社ニュージェック
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・大学病院の敷地内に設置し, 余剰電力は系統に逆潮流する. ・ディーゼルの補助電源により, 電力の安定供給を実現する. ➤ PV モジュール種別(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコン ・設置できる面積が限られているため多結晶系シリコンの太陽光電池モジュールを用いた. ➤ PCS(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p×4 台(+予備 1 台) ➤ パネル設置形態(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・あり. ➤ 蓄電池(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・なし. ➤ 機材調達・設置費用(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュール:11,428 万円 ・接続箱:2,232 万円 ・パワーコンディショナキュービクル:5,143 万円 ・環境計測装置:60 万円 ・PV 接続盤:886 万円 ・高圧計測盤:540 万円 ・コンテナ式キュービクル設備:550 万円 ・架台:2,765 万円 ・雑材料:554 万円 ・LED 照明:672 万円 ・スペアパーツ消耗品:1,924 万円 ・配線および設地材料:1,772 万円 ・フェンス・ゲートおよび砂利設備:3,526 万円 ・合計:32,052 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー鉱業省(Ministère de l’Energie et des Mines:MOEM) ⇒カメンゲ大学病院(Le Centre Hospitalo-Universitaire de Kamenge, CHUK)に移管予定. ➤ 運用管理者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・CHUK ➤ 実施体制(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・システムは CHUK の設備部の 4 名の担当者により運用されている. 技術指導での予定通り, 日常点検は週 1 回, 定期点検は月一回実施されている. ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・これらについて, 契約業者により対策工事を実施した. ・2012 年 9 月に, 投石と思われる PV モジュール 2 枚の破損が見られたため交換した. その後ブルンジ側で見張り台を設置した. ・2012 年 10 月に, 予備のパワーコンディショナで日射量が記録されない不具合が見つかったため, 契約業者がソフトウェアの更新を行った. ・2012 年 11 月に UPS の破損が見つかったため, 新品と交換した. ・2013 年 5 月に系統側の地絡事故により保護継電器が作動し, PV システムが停止したが復旧後はに保護継電器の健全性を確認した. ・2013 年 9 月に投石と見られる PV モジュール 1 枚の破損があり, 交換した. ➤ 現在の運用状況(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・問題なく運用されている. 	

	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・ブルンジではエネルギー政策及び気候変動の適応策の両面で, 太陽光発電の利用を進める上位計画を持っている. 地方部で公共施設や世帯等での個別・独立型の利用を進め電化率を向上することや, 降雨量の減少に対応するため, 水力のみに依存する現状からエネルギー源の多様化を図ることとしている. ・「気候変動に対する国家適応策アクションプラン (Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques, PANA)」(2006): 電源の多様化として太陽光発電が有効であるとの認識が示され, 次の項目を推進するとしている <ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電を利用する公共施設の調査 ・内戦で破壊もしくは放棄された PV 関連設備の修復 ・再生可能エネルギーの啓発および広報 ・民間による再生可能エネルギーへの投資の促進 ・PV 関連機器への減税等の経済面での措置 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 1,4) <ul style="list-style-type: none"> ・需要家から電力会社への売電に関する法制度および電力会社による買取制度はない. ➤ 政策により期待される効果(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・水力発電依存度が高いブルンジでは, 気候変動の緩和策ではなく, 降雨減少に対する適応策として位置づけられている. 将来的な安定的な電力供給が期待される. ・CHUK への導入や広報資料作成により, 一般市民に対する啓発効果が期待される.
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・余剰電力の逆潮流あり. ➤ FIT 整備状況(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・未整備. ➤ 年間売電量(売電額) <ul style="list-style-type: none"> --- ➤ 電気料金システム(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・政府が電気料金を決定する. 2007 年 4 月に行われた 27%の値上げにより, 家庭用で BIF (ブルンジフラン)41/kWh (約 3.4 円/kWh)となっている. (2008 年時点)
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性 <ul style="list-style-type: none"> 国内初の系統連系型 PV システムであり, 技術移転や啓発が期待される. ➤ 国内・国外の動き(出典 1) ◇ ドナー: UNDP <ul style="list-style-type: none"> ・気候変動に対する国家適応策アクションプランの策定支援が行われた.
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・4,115.10kWh/年 ➤ 社会経済開発効果 <ul style="list-style-type: none"> --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・購入電力の削減量: 220,705.63kWh/年 ・電気料金の削減量: US\$22,070.56/年 ・二酸化炭素削減量: 2,946.41kg-CO₂/年 ➤ 貧困対策効果 <ul style="list-style-type: none"> ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果をも高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・PV システムのデモンストレーション効果. ・国内初の系統連系型 PV システムであること. ・人材育成・技術移転ノウハウが期待されること. ➤ 期待される効果(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・確実な運用・維持管理の実現, 太陽光発電利用の有効性に関する認知度の向上など. ➤ 効果をも高めるための工夫点(出典 2,4) <ul style="list-style-type: none"> ・ソフトコンポーネントまでを含めた事業の実施. ・また, プロジェクトのショーケース効果をも高めるための工夫として掲示板を設置し, 発電量をリアルタイムで表示している.
	技術基準の整備	技術基準の整備状況,	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2, 4)

		課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ・技術基準は整備されていない。 <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<p>➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 2,4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・講義および実際の運用を通じて現地での技術移転を実施した。運用開始後のトラブル等は現地に対応するが, 日本への報告も行うことで日本側から正しい対処方法を伝えた。 ・電力会社を含む現地の技術者がソフトコンポーネント参加し, 運用期間中も技術的相談に応じている。 <p>➤ 課題, 対策(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・人材育成, 技術移転をいかに継続して行こうかが課題だが, 点検の様子などをビデオ撮影し, DVD で現地に提供することで, マニュアルだけでは分からない部分の説明が可能となっている。また, 管理者が交代しても, 引き継ぎができるなど DVD は技術移転に有効な方法であった。
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<p>➤ 事業実施時のトラブル対応の実績</p> <p>---</p>
その他	その他	供与機材へのバンドリズム(投石・盗難)等	<p>➤ 供与機材へのバンドリズム(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・投石と見られる PV モジュール破損の被害があったため, 昼間 2 名, 夜間 4 名の警備体制が敷かれている。

出典 1:ブルンジ共和国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査報告書

出典 2:PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3:JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 4:JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		16	
国名		マラウイ共和国	
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	カムズ国際空港(830 kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<p>➤ システムの概要(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カムズ国際空港の敷地内に設置された系統連系型 PV システムである。発電した電力は空港内設備で消費し, 余剰電力はマラウイ電力公社(Electricity Supply Corporation of Malawi, ESCOM)への逆潮流となる。 <p>➤ PV モジュール種別(出典 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・単結晶系シリコン <p>➤ PCS(出典 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p × 9 台(加えて, 予備 1 台) <p>➤ パネル設置形態(出典 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 <p>➤ 逆潮流(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・あり。 <p>➤ 蓄電池(出典 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ・停電頻度が高く, 導入した場合蓄電池の使用頻度が高くなり, 寿命が短くなる恐れがあることから設置していない。 <p>➤ 機材調達・設置費用(出典 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ:23,393 万円 ・PCS:6,732 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材:16,266 万円 ・機材据付費(トレーニング費用含):1,623 万円 ・土木工事費:(整地, 基礎, 建屋):3,689 万円 ・合計:57,704 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用	<p>➤ システム所有者(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・管轄官庁:天然資源・エネルギー・環境省(Ministry of Natural Resources, Energy and 	

		時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<p>Environmental Affairs, MoNREE) エネルギー局 (Department of Energy Affairs, DoE)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施機関:カムズ空港開発公社 (Airport Developments Limited, ADL), ESCOM ・システム管理者:システム所有者:MoNREE DoE, ADL <p>➤ 運用管理者(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・運用管理者:ADL <p>➤ 実施体制(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ADL が実質的な事業運営を担当し, ESCOM は ADL の高圧電気機器保守管理の技術を支援する. ・運用維持費用には, これまでの年間電気代の予算の PV システム稼働による削減分を見込んでいる. <p>➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・停電後のエアコンの運転復旧はマラウイ側で対応した. <p>➤ 現在の運用状況</p> <p>---</p>
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<p>➤ 政策・制度等(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2003 年に策定された「国家エネルギー政策」では, 2050 年までのエネルギー分野での導入の目標が掲げられている. 国内の電力関連は, 発電, 送電, 配電を一括して ESCOM が運営している. <p>➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギー以外も含め, 国内の最適電源開発計画を策定しているが, 資金不足により計画の実施は遅れている(2010 年段階). <p>➤ エネルギー政策, 電化政策(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2003 年に策定された「国家エネルギー政策」では, 2050 年までのエネルギー分野での導入の目標が掲げられており, 2000 年にはエネルギー源の 93%がバイオマス燃料だったところ, 2050 年に向けて電気エネルギー, 再生可能エネルギー等の割合を増やす方針が示されている. <p>➤ 政策により期待される効果</p> <p>---</p>
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1,7)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2010 年での計画では, 空港施設での負荷を上回った場合の余剰電力は, ESCOM への逆潮流となる. 2013 年の段階で売電に関する法制度や価格については準備中である. <p>➤ FIT 整備状況(出典 3,8)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FIT は国会決議が必要ことから価格は未定であるものの, 今後の制度の準備が進められている. 金額は US\$0.20/kWh を超えない額となる予定. <p>➤ 年間売電量(売電額)</p> <p>---</p> <p>➤ 電気料金システム</p> <p>---</p>
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性(出典 1,2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内初の系統連系型 PV システムとして 2012 年 9 月に運用を開始した. <p>➤ 国内・国外の動き(出典 1,5,6)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・UNDP および DANIDA が 2001 年頃まで再生可能エネルギーの開発と普及を目的とした援助を実施した. DANIDA は SHS を設置したものの, 計画完了前に撤退したため DoE が引き継いでいる. 財政上の理由により, 今後の導入予定はないが, 2010 年に DoE が発表した環境サステナビリティ基準枠組(Environmental Sustainability Criteria Framework, ESCF)では, エネルギー分野での再生可能エネルギーへの転換が推奨されている. また, UNDP が援助する持続可能なエネルギー管理プロジェクト(Sustainability Energy Management, 2012-2016 年)が 2013 年に発表したサポート文書では, 再生可能エネルギー技術や協調のためのプラットフォーム構築等が主要な実施項目として挙げられている. <p>◇ ドナー: JICA および日本大使館(出典 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地方電化推進プロジェクト(Malawi Rural Electrification Programme, MAREP)に対し, JICA からの支援が行われ, MAREP フェーズ 4(1999~2004 年), フェーズ 5(2006~2009 年)の支援として, 地方電化のためのマスタープラン調査, 地方への PV システムの設置・維持管理のための専門家の派遣等を実施した. このプロジェクトの PV システムは風力を組み

			合わせたハイブリッド型で独立系統の電源設備として設置された。この際に SHS 建設の技術研修が行われている。
導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	◇	年間発電量 --- ◇ 社会経済開発効果 --- ◇ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 1) ・数値は 2012 年の目標値。(450 kW _p の発電容量の場合) ・送電端電力量: 661.0 MWh/年 ・二酸化炭素削減量: 367.0 t/年 ・電気料金の削減額: 178 万円/年 ◇ 貧困対策効果 ---
アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	➤	アピールポイント(出典 3) ・国内初の系統連系型 PV システムである。また, システムは人目に触れやすい一般空港に設置されている。 ➤ 期待される効果(出典 3) ・国内初の系統連系型 PV システムであり, 設置・運用によりマラウイ側技術者の技術習得が期待される。また, 空港内に設置されていることから, 一般市民に対する普及啓発効果が期待される。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 3) ・マラウイ側のみでの保守運用が可能となるよう, 設置工程に現地技術者が参加した。
技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	➤	技術基準の整備状況(出典 1) ・マラウイには PV システムの系統連系基準はないが, エネルギー規制庁の法令で供給電力品質に関する電力事業者への要求項目があり, 設置に当たってはこれと日本の PV システム系統連系基準のガイドラインを参照した。 ➤ 課題, 対策 ---
人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	➤ ◇	人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 3) ◇ JICA による事例 ・据付工事にマラウイ側から運転・保守要員が参加し技術移転を進めた。研修の成果を受け, 2013 年 9 月末にそれまでの日本の技術支援の下で運用から, マラウイ側での運用体制に移行した。 ・2009 年までに実施されていた「地方電化推進プロジェクト」において, SHS の専門家派遣を実施した。 ➤ 課題, 対策 ---
課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	➤	事業実施時のトラブル対応の実績(出典 7,8) ・テスト中に継電器が発火する事故があったが, 日本側メーカーが代替品を提供した。 ・プロジェクトサイトの資材置き場で, パネルをフォークリフトで荷卸しする際に荷崩れが発生し, パネルが落下した。作業員が落ちてきたパネルに当たり, 足首を骨折した。(2013 年 2 月 20 日)。
その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	➤	供与機材へのバンダリズム(出典 7) ・建設中のモジュールへの投石で 1 台破損したため, 夜間を含めた警備体制が敷かれている。

出典 1: アフリカ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(マラウイ共和国)協力準備調査報告書

出典 2: JICA マラウイ事務所ウェブサイト <http://www.jica.go.jp/malawi/english/office/topics/130930.html> (2013 年 11 月閲覧)

出典 3: PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 4: マラウイ国地方電化推進プロジェクトプロジェクト事業完了報告書(要約)

出典 5: Environmental Sustainability Criteria Framework for the Environment and Natural Resources Management Sector in Malawi

出典 6: UNDP マラウイ事務所ウェブサイト <http://www.undp.org.mw/30april.shtml> (2013 年 11 月閲覧)

出典 7: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 8: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

No.		17	
国名		ガーナ共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	野口記念医学研究所(315 kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	八千代エンジニアリング株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・野口記念医学研究所の敷地内に系統連系型 PV システムを導入した。 ➤ PV モジュール種別(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコン系 ➤ PCS(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p×4 台 ➤ パネル設置形態(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・逆潮流可能なシステムを導入したが、発電した電力は全てガーナ大学構内で消費するため、逆潮流は無い。 ➤ 蓄電池(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ:7,683 万円 ・PCS:2,400 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材:5,357 万円 ・機材据付費(トレーニング費用含):1,000 万円 ・土木工事費:(整地, 基礎, 建屋):3,000 万円 ・合計:19,939 万円
運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・野口記念医学研究所(Noguchi Memorial Institute for Medical Research, NMIMR) ➤ 運用管理者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・NMIMR ➤ 実施体制(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・NMIMR メンテナンス部が窓口となりエネルギー省(Ministry of Energy, MOE), エネルギー委員会(Energy Commission, EC), ガーナ電力公社(Electricity Company of Ghana, ECG), ガーナ国立大学を合わせた 5 機関合同で PV システム運営委員会を実施する。 ・維持管理担当:マネージャを含む 3 名及び電気工事が担当しており、いずれの担当者も本案件によるソフトコンポーネントを受講している。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 5,6) <ul style="list-style-type: none"> ・ソーラー保安灯の漏電があったが、日本人コンサルタントチームが NMIMR へ立ち寄った。電柱へのワイヤーの再敷設によって問題を解決した。 ・プログラマブルロジックコントローラー(Programmable Logic Controller, PLC)の接続エラーおよび UPS のエラーがあったが、日本側から新たな UPS が提供され、現地側で交換した。 ・2013 年 7 月に電磁接触器の系統接続エラーにより PCS の 2 号機にシステムエラーが発生し、4, 5 日毎にこの現象が再発するため、日本から技術者を派遣し対処した。 ➤ 現在の運用状況 <ul style="list-style-type: none"> --- 	
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1, 7) <ul style="list-style-type: none"> ・「戦略的国家エネルギー計画(Strategic National Energy Plan 2006-2020, SNEP)」(2006):2020 年までに、国内電力供給の 10%をバイオマス, 風力, 太陽光, 小水力等の再生可能エネルギーとする目標が立てられている。 ・「国家エネルギー政策(National Energy Policy)」(2010):全国の電化率を現在の 66%から 2020 年までに 100%に引き上げ、発電容量合計を現在の 2,000MW から 2015 年までに 5,000MW に増加させる計画が立てられた。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 6) <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの売電事業には事業許可が必要だが、法律が整備されていない。2013 年現在、電力買取価格については検討されている。 	

			<ul style="list-style-type: none"> ・FIT あるいはネットメータリングと再生可能エネルギー法 2011 (法 832) のようなインセンティブがある。 ・EC は、石油製品への税を原資とし、個人や組織が設置する PV もしくは風力発電装置にはコストの 20~40% を補助する制度を設けている。 <p>➤ 政策により期待される効果(出典 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再生可能エネルギーの効率向上, 有効利用の促進, 電化率の向上が期待される。 																																																																								
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<p>➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1,4)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本事業による PV システムは規模が小さいため, 全発電量が施設内で消費される設計とし, 逆潮流をしないようになっている。将来的には逆潮流導入を想定しており, システムも逆潮流に対応したものとなっている。 <p>➤ FIT 整備状況(出典 2,5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FIT は公益事業制度審議会(Public Utilities Regulatory Commission, PURC)により承認され発効が予定されている。買取価格は US\$0.201372/kWh となる。 <p>➤ 年間売電量(売電額)</p> <p>---</p> <p>➤ 電気料金システム</p> <p>---</p>																																																																								
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<p>➤ フロンティア性(出典 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・国内初の系統連系型 PV システムは 1990 年代初頭にエネルギー省により導入されたが, 100kW_p 以上の系統連系型 PV システムとしては本事業のシステムが国内初である。 <p>➤ 国内・国外の動き</p> <p>◇ ドナー: EC(出典 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・EC は研究設備の設置とモニタリングを目的とし, これまでに 16 カ所, 合計 156.37kW_p の系統連系型 PV システムを設置し, モニタリングを行っている。なお, 最大の設備である MOE に設置した 50kW_p の設備は 2013 年現在稼働していない。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>フェーズ</th> <th>設置年</th> <th>出力(kW_p)</th> <th>設置場所</th> <th>地域</th> <th>システム形状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td rowspan="2">1998</td> <td>50.00</td> <td>Ministry of Energy</td> <td>Accra</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.25</td> <td>Energy Commission</td> <td>Accra</td> <td>追尾型</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>KNUST</td> <td>Kumasi</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">2</td> <td rowspan="5">2010</td> <td>8.36</td> <td>Valley View</td> <td>Oyibi</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.18</td> <td>Presby Women's Center</td> <td>Abokobi</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.18</td> <td>Pure Company (Factory)</td> <td>Benkron, North Kintampo Dist.</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.18</td> <td>Victor Adomako (Residence)</td> <td>Accra</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.18</td> <td>Victor Attafuah (Residence)</td> <td>Accra</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td rowspan="7">3</td> <td rowspan="7">2011</td> <td>42.77</td> <td>Wienco Gh Ltd (Company)</td> <td>Atempoku, Eastern Region</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>0.80</td> <td>(Residence)</td> <td>Fafraha-Ashyie, Eastern Region</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>Dr. George Puplampu (Clinic)</td> <td>Tema</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>3.80</td> <td>(Residence)</td> <td>Kitase, Eastern Region</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>3.80</td> <td>(Residence)</td> <td>Peduase, Eastern Region</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> <td>(Residence)</td> <td>Greater Accra Region</td> <td>屋根据付型</td> </tr> <tr> <td>3.29</td> <td>(Residence)</td> <td>Tesjiriganor, Ga East Dist.</td> <td>屋根据付型</td> </tr> </tbody> </table>	フェーズ	設置年	出力(kW _p)	設置場所	地域	システム形状	1	1998	50.00	Ministry of Energy	Accra	屋根据付型	4.25	Energy Commission	Accra	追尾型	4.00	KNUST	Kumasi	屋根据付型	2	2010	8.36	Valley View	Oyibi	屋根据付型	4.18	Presby Women's Center	Abokobi	屋根据付型	4.18	Pure Company (Factory)	Benkron, North Kintampo Dist.	屋根据付型	4.18	Victor Adomako (Residence)	Accra	屋根据付型	4.18	Victor Attafuah (Residence)	Accra	屋根据付型	3	2011	42.77	Wienco Gh Ltd (Company)	Atempoku, Eastern Region	屋根据付型	0.80	(Residence)	Fafraha-Ashyie, Eastern Region	屋根据付型	4.00	Dr. George Puplampu (Clinic)	Tema	屋根据付型	3.80	(Residence)	Kitase, Eastern Region	屋根据付型	3.80	(Residence)	Peduase, Eastern Region	屋根据付型	4.00	(Residence)	Greater Accra Region	屋根据付型	3.29	(Residence)	Tesjiriganor, Ga East Dist.	屋根据付型
フェーズ	設置年	出力(kW _p)	設置場所	地域	システム形状																																																																						
1	1998	50.00	Ministry of Energy	Accra	屋根据付型																																																																						
		4.25	Energy Commission	Accra	追尾型																																																																						
	4.00	KNUST	Kumasi	屋根据付型																																																																							
2	2010	8.36	Valley View	Oyibi	屋根据付型																																																																						
		4.18	Presby Women's Center	Abokobi	屋根据付型																																																																						
		4.18	Pure Company (Factory)	Benkron, North Kintampo Dist.	屋根据付型																																																																						
		4.18	Victor Adomako (Residence)	Accra	屋根据付型																																																																						
		4.18	Victor Attafuah (Residence)	Accra	屋根据付型																																																																						
3	2011	42.77	Wienco Gh Ltd (Company)	Atempoku, Eastern Region	屋根据付型																																																																						
		0.80	(Residence)	Fafraha-Ashyie, Eastern Region	屋根据付型																																																																						
		4.00	Dr. George Puplampu (Clinic)	Tema	屋根据付型																																																																						
		3.80	(Residence)	Kitase, Eastern Region	屋根据付型																																																																						
		3.80	(Residence)	Peduase, Eastern Region	屋根据付型																																																																						
		4.00	(Residence)	Greater Accra Region	屋根据付型																																																																						
		3.29	(Residence)	Tesjiriganor, Ga East Dist.	屋根据付型																																																																						

				10.58	Trade Works Company Ltd (Office)	South Dome, Ga East Dist.	屋根付型															
			合計	156.37																		
			<p>◇ ドナー: VRA (Volta River Authority; ボルダ川開発公社), GIZ (出典 5)</p> <p>・JICA の系統連系型 PV システムに続いて, 2MW_p のメガソーラーを設置し, 2013 年末には 2.6MW_p への拡大が計画されている. さらに, アッパー・イーストとアッパー・ウエストの 2 州にある Navrongo, Kaleo, Jirapa, Lawra の 4 カ所において, 合計出力 8~10MW_p の PV システム建設の計画が進行している. (2013 年時点)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>場所</th> <th>出力 (MW_p)</th> <th>現状 (2012 年 3 月時点)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Navrongo, Upper East Region</td> <td>2</td> <td>入札終了, 2012 年 12 月中旬に完成予定</td> </tr> <tr> <td>Kaleo, Upper West Region</td> <td>2</td> <td>2012 年末までに入札実施</td> </tr> <tr> <td>Jirapa, Upper West Region</td> <td>2</td> <td>2012 年末までに入札実施</td> </tr> <tr> <td>Lawra, Upper West Region</td> <td>4</td> <td>2012 年末までに入札実施</td> </tr> </tbody> </table>					場所	出力 (MW _p)	現状 (2012 年 3 月時点)	Navrongo, Upper East Region	2	入札終了, 2012 年 12 月中旬に完成予定	Kaleo, Upper West Region	2	2012 年末までに入札実施	Jirapa, Upper West Region	2	2012 年末までに入札実施	Lawra, Upper West Region	4	2012 年末までに入札実施
場所	出力 (MW _p)	現状 (2012 年 3 月時点)																				
Navrongo, Upper East Region	2	入札終了, 2012 年 12 月中旬に完成予定																				
Kaleo, Upper West Region	2	2012 年末までに入札実施																				
Jirapa, Upper West Region	2	2012 年末までに入札実施																				
Lawra, Upper West Region	4	2012 年末までに入札実施																				
導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果 (化石燃料使用削減量 (削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<p>➤ 年間発電量 (出典 5)</p> <p>・164,529.6kWh (運用開始後の 151 日間の積算)</p> <p>➤ 社会経済開発効果</p> <p>---</p> <p>➤ 気候変動対策 (化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量) (出典 5)</p> <p>・購入電力の削減量: ---</p> <p>・電気料金の削減量: ---</p> <p>・二酸化炭素削減量: 77,893.1kg-CO₂ (運用開始後の 151 日間の積算)</p> <p>➤ 貧困対策効果 (出典 1)</p> <p>・世銀と IMF の指導により策定された貧困削減戦略書 (Poverty Reduction Strategy Paper, PRSP) の改訂版 GPRS-II (対象期間: 2006~2009 年) は, 「質の高いエネルギーの安定供給の確保」, 「エネルギー産業への民間参入促進」, 及び「再生可能エネルギー等のエネルギー源の多様化」を政策目標として示している.</p>																				
アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<p>➤ アピールポイント (出典 6)</p> <p>・大学内の施設にあることから, PV システムのデモンストレーション効果が見込める.</p> <p>➤ 期待される効果 (出典 6)</p> <p>・確実な運用・維持管理の実現や, 太陽光発電利用の有効性に関する認知度の向上が期待される.</p> <p>➤ 効果を高めるための工夫点 (出典 6)</p> <p>・研究施設の訪問者等のため, 入り口付近に発電量や CO₂ 削減量等の表示板を設置した.</p>																				
技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<p>➤ 技術基準の整備状況 (出典 4)</p> <p>・JICA 事業では, 技術基準の整備は特に行っていない.</p> <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>																				
人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<p>➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法 (出典 3)</p> <p>◇ JICA による事例</p> <p>・「太陽光発電普及のための人材育成プロジェクト」(2011 年 12 月完了) で, 現場型の PV 技能者の研修, その技能者を育成するための大学教員を養成した.</p> <p>➤ 課題, 対策</p> <p>---</p>																				
課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<p>➤ 事業実施時のトラブル対応の実績 (出典 6)</p> <p>・PV モジュールにハマターン等による砂が付着するため, 洗浄用の水道を導入を予定している.</p>																				
その他	その他	<p>➤ 供与機材へのバンダリズム (出典 6)</p> <p>・なし. 予防のため, フェンス及び照明器具を設置している.</p>																				

出典 1: ガーナ共和国太陽光を活用したグリーンエネルギー導入計画準備調査報告書

出典 2: ガーナ共和国 再生可能エネルギー分野情報収集・確認調査報告書

出典 3: ガーナ共和国 太陽光発電普及のための人材育成プロジェクト終了時評価調査報告書

出典 4: PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 5: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 6: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 7: Ministry of Energy, Ghana, 2010, National Energy Policy

No.		18	
国名		ミクロネシア連邦国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	連邦政府複合施設(20kW _p), ミクロネシア短期大学(160kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	八千代エンジニアリング株式会社
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) ・政府庁舎施設及び短期大学の敷地内に系統連携型 PV システムが設置された。 ➤ PV モジュール種別(出典 1) ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 1) ・10kW_p×3 台(連邦政府複合施設), 100kW_p×1 台(ミクロネシア短期大学) ➤ パネル設置形態(出典 1) ・屋根型 ➤ 逆潮流(出典 1) ・ほとんど無し。 ➤ 蓄電池(出典 1) ・あり。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 2,3) ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 8,392 万円 ・PCS: 2,638 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材: 21,230 万円 ・機材据付費: 13,371 万円 ・合計: 45,631 万円
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1,2) ・ポンペイ州公共公社(Pohnpei Utilities Corporation, PUC) ➤ 運用管理者(出典 1) ・主管官庁: 資源・開発省(Department of Resources and Development, R&D) エネルギー局 ・実施機関: PUC ➤ 実施体制 --- ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 3) ・連邦政府複合施設の描画 PC に, メインの PC からデータの取得ができなかったが, メーカー(京セラ)の支援とローカルの固定価格買取制度の専門家の支援の下, PUC が対処した。 ➤ 現在の運用状況 ---
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1) ・「国家気候変動行動計画(National Climate Change Action Plan)」(1997): 再生可能エネルギー導入を推進する方針が打ち出されている。 ・「戦略開発計画(Strategic Development Plan)」(2005): 2020 年までに電力供給の再生可能エネルギーの割合を, 都市部で 10%, 地方では 50%とする目標を打ち出している。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況 ---
売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1) ・逆潮流はほとんどなし。 ➤ FIT 整備状況(出典 1) ・現在のところなし。 	

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間売電量(売電額)(出典 1) ・現在のところなし。 ➤ 電気料金システム ---
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 3) ・コスラエ州、ヤップ州では既に系統連系型 PV システムが導入されていたが、ポンペイ州では初めての系統連系型 PV システムであった。 ➤ 国内・国外の動き(出典 2) ・1990 年代後半から独立型の SHS、病院や学校などに PV システムが導入されている。 ・EU の支援による「Support to the Energy Sector in Five ACP Pacific Islands (REP5)」により、ポンペイ州、チューク州、ヤップ州、コスラエ州の 4 州で独立型および系統連系型 PV システムが導入された。コスラエ州では 2008 年に 5 か所の施設に計 45.25kW_p の系統連系型 PV システムが設置された。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量 ◇ 連邦政府複合施設(出典 2,3) ・2013 年 1 月～2013 年 8 月の実績値: 15,061.36kWh ◇ ミクロネシア短期大学(出典 2,3) ・2013 年 1 月～2013 年 8 月の実績値: 133,702.70kWh ➤ 社会経済開発効果(出典 2) --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量) ◇ 化石燃料削減量(出典 2) ・年間約 37kl のディーゼル燃料消費量の削減(準備調査時の試算値) ◇ 二酸化炭素削減量(出典 3) ・連邦政府複合施設: 2013 年 1 月～2013 年 8 月の実績値: 4.669t-CO₂ ・ミクロネシア短期大学: 2013 年 1 月～2013 年 8 月の実績値: 41.448t-CO₂ ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・連邦政府複合施設は要望により, 緊急時の大統領事務所の機能維持のため蓄電池を導入した。 ➤ 期待される効果(出典 2) ・連邦政府複合施設での設置は, 一般への再生可能エネルギー導入に関する啓発効果が期待される。ミクロネシア短期大学は, 研究者, 学生に対するショーケース効果が期待できる。 ➤ 効果を高めるための工夫点 ---
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況 --- ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 1) ・PUC, ミクロネシア短期大学, 連邦政府複合施設の設定担当等に対し, 維持管理に係る講義, 現場訓練, 維持管理マニュアルの策定等のソフトコンポーネントを実施した。 ➤ 課題, 対策(出典 2) ・円滑な運用に向け, 維持管理, 適切な制度策定等のための研修が必要と考えられる。
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 1) ・特になし。
	その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 1) ・PCS 等の電気室は施錠及び表示板により, 関係者以外の侵入を防いでいる。

出典1: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典2: 「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 第2編 ミクロネシア連邦国

出典3: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

No.	19		
国名	ガボン共和国		
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	オマーボンゴ大学(130kW _p), 外務省(70kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社ニュージェック
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 2) ・大学および政府庁舎の敷地内に設置された系統連系型 PV システムである。 ➤ PV モジュール種別(出典 4) ・単結晶系シリコン ➤ PCS(出典 4) ・10kW_p×13 台(+予備 1 台)(オマーボンゴ大学) ・10kW_p×7 台(+予備 1 台)(外務省) ➤ パネル設置形態(出典 1) ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 4) ・なし。 ➤ 蓄電池(出典 2) ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 4) ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池モジュール:4,760 万円(オマーボンゴ大学), 2,536 万円(外務省) ・接続箱:779 万円(オマーボンゴ大学), 416 万円(外務省) ・パワーコンディショナキュービクル:3,106 万円(オマーボンゴ大学), 2,407 万円(外務省) ・環境計測装置:52 万円(オマーボンゴ大学), 51 万円(外務省) ・PV 接続盤:237 万円(オマーボンゴ大学), 213 万円(外務省) ・コンテナ式キュービクル装置:237 万円(オマーボンゴ大学), 213 万円(外務省) ・架台:2,492 万円(オマーボンゴ大学), 1,331 万円(外務省) ・雑材料:178 万円(オマーボンゴ大学), 91 万円(外務省) ・スペアパーツ消耗品:742 万円(オマーボンゴ大学), 512 万円(外務省) ・配線および設地材料:538 万円(オマーボンゴ大学), 224 万円(外務省) ・フェンス・ゲートおよび砂利設備:215 万円(オマーボンゴ大学), 160 万円(外務省) ・合計:13,335 万円(オマーボンゴ大学), 8,155 万円(外務省) ・発電所運開後は未掌握(運開 1 年後の瑕疵検査で調査予定)
	運用管理	システム所有者, 運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 4) ・石油・エネルギー・水力資源省(Ministère du Pétrole, de l'Énergie et des Ressources Hydrauliques) ➤ 運用管理者(出典 4) ・オマーボンゴ大学(Omar Bongo University), 外務省 ➤ 実施体制 --- ➤ 運用時のトラブル・対応実績 --- ➤ 現在の運用状況 ---
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1) ・2005 年 11 月に UNDP 等からの支援を得て国別報告書(Initial National Communication)を提出しており, この中で, 気候変動緩和策として水力, バイオマス, 太陽光, 風力等の新エネルギー, 再生可能エネルギーの利用を推進することを提唱している。特に太陽光については, 2002 年から地方部の学校や医療施設におけるエネルギー源としての利用促進に着手しており, 2020 年までに合計 1,200kW_p の整備を行うことを計画している。また 2009 年 11 月に環境政策「Gabon Vert」を打ち出し, 熱帯雨林の保全と太陽光発電を始めとする再生可能エネルギーの有効利用を目指している。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 4) ・電力会社への売電に関する法制度および電力会社による買取制度は整備されていない。 	

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策により期待される効果 ---
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2) ・電力会社との取り決めにより, 逆潮流は実施していないが, 将来的には切り替えられるシステムとなっている. ➤ FIT 整備状況 --- ➤ 年間売電量(売電額) --- ➤ 電気料金システム(出典 1) ・ガボン電力水会社(Société d'Energie et d'Eau du Gabon, SEEG) では, 国中を網羅する電力系統がなく, また他に独立した小さな系統で電力供給をしている. したがって, 電気料金は地域別に原価を計算し, それに基づいた地域別の料金が徴収されている. また, 電気料金は, 一日のうちでもピーク時(午後 7 時~10 時)とその他の時間帯で大きく異なり, ピーク時料金はオフピーク時の約 3 倍と, 非常に高く設定されている. (2010 年時点の情報).
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か, 本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 1) ・国内初の系統連系型 PV システムとして導入された. ➤ 国内・国外の動き(出典 1) 「ガボン 100 村太陽光計画」: ガボンエネルギー省により実施され, 独立型 PV システムを中心に 2009 年までに地方の住宅, 学校, 病院, 街灯, 集合型(ミニグリッド)に対し約 140kW_p が設置された.
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃焼使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 3) ・65,932.41KWh/年 ➤ 社会経済開発効果 --- ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 3) ・購入電力の削減量: 714,507KWh/年 ・電気料金の削減量: --- ・二酸化炭素削減量: 193.44kg-CO₂ ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・国内初の本格的な系統連系型 PV システムとして, 技術移転や啓発効果が見込める. ➤ 期待される効果 --- ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 1,4) ・ガボン外務省という国賓が訪問する場所に設置し, ショーケース効果を高めている.
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 2) ・太陽光発電に関する技術・規制, マニュアルは整備されていない. ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況・手法(出典 2,4) ・竣工前の 1 ヶ月程度の研修の他, 共同での運用期間を経て現地の担当者のみでの運用に移行することで技術移転を図った. ・トラブルは現地の担当者が対応するが, 日本にも報告し, 日本側からも正しい対処方法を伝えている. ➤ 課題, 対策(出典 2,4) ・現地での運用では, 大きなトラブルには対応出来ない. ・ガボン電力公社(SEEG)は協議に参加したが, 運用時の協力体制はない.
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績(出典 1) ---
その他	その他	供与機材へのバンダリズム(投石・盗難)等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンダリズム(出典 4) ◇ オマーボンゴ大学 ・フェンスの設置, 盗難対策ボルトの利用, 警備員の配置により防止している.

			<ul style="list-style-type: none"> ・投石によると見られる PV モジュール破損が 1 件見られた。 <p>◇ 外務省</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パンダリズムは報告されていない。 ・フェンスの設置，盗難対策ボルトの利用，警備員の配置により防止している。
--	--	--	--

出典 1: ガボン共和国太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画準備調査報告書

出典 2: PV システムの導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

出典 4: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

No.		20	
国名		レソト王国	
背景・基礎的 情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	モシヨエシヨエ I 国際空港(280kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	日本工営株式会社
	システム概要	PV モジュール種別，PCS，パネル設置形態，機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・国際空港の敷地内に設置され，空港施設での利用の余剰電力を逆潮流している。 ➤ PV モジュール種別(出典 1,3) <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコン ➤ PCS(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p×3 台 + 予備 1 台 ➤ パネル設置形態(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・あり(余剰電力を逆潮流している)。 ➤ 蓄電池(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ・レソトは停電が多く，蓄電池を導入した場合，使用頻度が高くなりシステムの寿命が短くなるため導入しないこととした。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳： <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ: 7,224 万円 ・PCS: 1,700 万円 ・変圧器，ケーブルその他機材(架台含): 10,236 万円 ・機材据付費(トレーニング含): 880 万円 ・土木工事費:(整地，基礎，建屋): 2,000 万円 ・合計: 22,040 万円
	運用管理	システム所有者，運用管理者，実施体制，運用時のトラブル・対応実績，現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・モシヨエシヨエ I 国際空港(Moshoeshoe I International Airport, MIA) ➤ 運用管理者(出典 4) <ul style="list-style-type: none"> ・MIA ➤ 実施体制(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・責任官庁は天然資源省エネルギー局(DoE)。 ・維持管理は MIA が実施するが，必要に応じてレソト電力公社(Lesotho Electricity Company (Pty) Limited, LEC)の協力を得て維持管理を行う。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 3) <ul style="list-style-type: none"> ・空調機が故障したため，現地の下請け業者を通じて修理を依頼した。 ・LEC の系統が逆相だったため，業者が PCS 側で調整した。 ➤ 現在の運用状況(出典 2,3) <ul style="list-style-type: none"> ・今のところ，順調に稼働している。
国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況，エネルギー政策，電化政策，政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策・制度等(出典 1, 3) <ul style="list-style-type: none"> ・地方では環境への影響が大きいバイオマス燃料の割合が高いことや，輸入電力の割合が高いことから，国は地方の電化を推し進めている。 ・「レソトエネルギー政策」(2003 年): 国内の各セクターでのエネルギー利用を分析し，その問題点について対策方針を示した。 	

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 3) ・電力公社が系統連系ガイドラインを策定する予定がある。 ・国内の電力需要は年々増加しており、需要に対する電力供給量の不足が問題視されている。
	売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 2) ・余剰電力の逆潮流を行っている。 ➤ FIT 整備状況(出典 3) ・FIT は整備中のため、買取価格は個別の折衝により決定される。 ➤ 年間売電量(売電額) --- ➤ 電気料金システム ---
事業に対する分析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む), 国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 2,4) ・国内初の系統連系型 PV システムとして導入された。 ➤ 国内・国外の動き(出典 1) ・UNDP および GEF による総事業費 US\$6,975,000 の「レト再生可能エネルギーベース地方電化プロジェクト」(2006～2011)にて、地方を中心に独立型の PV システムが設置された。 ・レト電力会社等による総事業費 US\$ 599,379 の「レト電力供給プロジェクト(再生可能エネルギーコンポネント)」(2009)で 200 台の SHS を設置した。
	導入効果	年間発電量, 社会経済開発効果, 気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額), 二酸化炭素排出削減量), 貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 1) ・発電量: 315.3MWh/年 ➤ 社会経済開発効果(出典 1) ・年間電気料金削減額: 約 49 万円 ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量, 二酸化炭素削減量)(出典 1) ・二酸化炭素排出削減量: 116,000 kg-CO₂/年 ➤ 貧困対策効果 ---
	アピールポイント	アピールポイント, 期待される効果, 効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 2) ・国内で初めて導入された系統連系型 PV システムである。 ➤ 期待される効果(出典 2) ・国内初の系統連系型 PV システムとして空港に設置されており, 普及啓発およびショーケース効果が期待される。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 3) ・空港ターミナルの到着出口付近に発電量等の表示板を設置し, 見学者に対する施設説明用パンフレットを作成した。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 3) ・LEC が系統連系ガイドラインを整備する予定である。 ➤ 課題, 対策 ---
	人材育成・技術移転	人材育成, 技術移転の実施状況・手法, 課題, 対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成, 技術移転の実施状況(出典 1) ・天然資源省・エネルギー局, モシヨエシヨエ I 国際空港およびレト電力会社関係者に対し, 日本の技術者が技術移転を行った。 ➤ 課題, 対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル, 対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル対応の実績 ---
	その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンドリズム(出典 3) ・2013 年 8 月に予備の PV パネルが 1 枚盗難に遭ったため, 警備体制に関する依頼を行った。

出典 1: 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(レト王国)協力準備調査報告書

出典 2: PV システム導入を担当した国内コンサルタントへのヒアリング結果

出典 3: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 4: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

No.		21	
国名		モルドバ共和国	
背景・基礎的情報	対象公共施設	設置施設(発電容量)	国立癌研究所(289kW _p)
	コンサルタント	コンサルティング会社	株式会社オリエンタルコンサルタンツ
	システム概要	PV モジュール種別, PCS, パネル設置形態, 機材調達・設置費用	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システムの概要(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・研究所内の敷地に設置した PV システムである。 ➤ PV モジュール種別(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・多結晶系シリコン/単結晶系シリコン・アモルファス複合型(3 か所分散配置) ➤ PCS(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・100kW_p×3 台 ➤ パネル設置形態(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・①病院本館棟:勾配屋根型 ・②外来診療棟:陸屋根型 ・③地上部(駐車場予定地):地上設置型 ➤ 逆潮流(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ・発電された電力の全てが研究所内で消費されることから、逆潮流を行わない系統連系型 PV システムを導入した。 ➤ 蓄電池(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・なし。 ➤ 機材調達・設置費用(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・機材調達費用内訳: <ul style="list-style-type: none"> ・PV アレイ:8,300 万円 ・PCS:3,500 万円 ・変圧器, ケーブルその他機材(架台含):11,400 万円 ・機材据付費(トレーニング含):6,600 万円 ・土木工事費:(整地, 基礎, 建屋):3,900 万円 ・合計:33,700 万円
	運用管理	運用管理者, 実施体制, 運用時のトラブル・対応実績, 現在の運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ➤ システム所有者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・実施機関:国立癌研究所(Oncology Institute) ・システム所有者:国立癌研究所 ➤ 運用管理者(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・国立癌研究所 ➤ 実施体制(出典 1, 2) <ul style="list-style-type: none"> ・運用と保守管理も国立癌研究所が担当し, 系統連系については電力会社の支援を受けている。 ➤ 運用時のトラブル・対応実績(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・これまでのトラブルはないが, 発生した場合は, 日本側契約者に連絡する。 ➤ 現在の稼働状況(出典 2) <ul style="list-style-type: none"> ・順調に稼働している。
	国の政策	導入支援に関する政策・制度の整備状況, エネルギー政策, 電化政策, 政策により期待される効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 政策, 制度等(出典 1, 4) <ul style="list-style-type: none"> ・「国家エネルギー戦略(National Energy Strategy to 2020)」(2007):エネルギー効率の向上と再生可能エネルギーの開発を示し, 数値目標として再生可能エネルギーの比率を 2020 年に 20%に引き上げる計画を掲げた(2005 年時に 3.6%)。 ➤ 導入支援に関する政策・制度の整備状況(出典 1) <ul style="list-style-type: none"> ・「再生可能エネルギー法(Renewable Energy Law)」(2010):電力会社(配電会社)による再生可能エネルギー事業者からの電力買取義務を定めた法律が施行された。 ➤ 政策により期待される効果
売電	逆潮流の有無・導入計画, FIT 整備状況, 年間売電量(売電額), 電気料金システム	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 逆潮流の有無・導入計画(出典 1,2) <ul style="list-style-type: none"> ・逆潮流はない。 ➤ FIT 整備状況(出典 1, 3) <ul style="list-style-type: none"> ・FIT および補助金制度等はない。 ・再生可能エネルギーに関する系統連系, 逆潮流, ネットメータリング, 売電, 余剰電力売 	

			<p>電に係る制度は整備されているが、PV システムについては、いずれも経験・実績はない。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間売電量(売電額)(出典 1,2) --- ➤ 電気料金システム ---
事業 に 対 す る 分 析	フロンティア性	系統連系型 PV システムとして国内初か、本事業がきっかけで実施された事業(事業計画含む)、国内・国外の動き	<ul style="list-style-type: none"> ➤ フロンティア性(出典 3) ・国内初の系統連系型 PV システムとして導入された。 ➤ 国内・国外の動き(出典 3) ・国内では 3kW_p(個人利用)、初のソーラーファーム(350kW_p、アモルファス)が RUF に系統連系された。また、ボルシェキシノウ店が屋根に 20kW_p の PV システムを設置した。
	導入効果	年間発電量、社会経済開発効果、気候変動対策効果(化石燃料使用削減量(削減額)、二酸化炭素排出削減量)、貧困対策効果	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 年間発電量(出典 1) ・想定年間発電量:約 299.4MWh/年(準備調査時) ➤ 社会経済開発効果 ◇ ショーケース効果(出典 1) ・首都キシノウ市の教育・医療施設のある人目にふれやすいエリアに設置され、また発電電力量(現在、1 日、月間、年間)、気象データ(気温、日射量)、想定 CO₂ 削減量、システムの概要が大型ディスプレイに表示されることからショーケース効果が見込める。 ➤ 気候変動対策(化石燃料削減量、二酸化炭素排出削減量)(出典 1) ・想定年間発電量は、299.4MWh/年で、年間 CO₂ 排出削減量は、約 139.3 t-CO₂ と試算される。 ➤ 貧困対策効果 ・特になし。
	アピールポイント	アピールポイント、期待される効果、効果を高めるための工夫点	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アピールポイント(出典 1) ・国民の目に触れやすい場所であることから、普及啓発の効果が見込める。 ➤ 期待される効果(出典 1) ・再生可能エネルギーの認知度とその効果・有用性の理解を広めることができる。 ➤ 効果を高めるための工夫点(出典 1) ・デモンストレーション効果が高まるよう、PV システムの設置場所を工夫した。
	技術基準の整備	技術基準の整備状況、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 技術基準の整備状況(出典 1) ・特になし。 ➤ 課題・対策(出典 1) ・太陽光発電再生可能エネルギーに関する系統連系等の制度は整備されているものの、系統連系に係る技術的知見は十分ではない。
	人材育成・技術移転	人材育成、技術移転の実施状況・手法、課題、対策	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 人材育成、技術移転の実施状況・手法(出典 1) ・現地側のみでの運用を行うため、維持管理等の技術移転を実施した。 ➤ 課題、対策 ---
	課題と対応	事業実施時のトラブル、対応の実績	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 事業実施時のトラブル、対応の実績(出典 3) ・特になし。
その他	その他	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 供与機材へのバンドリズム(投石・盗難)等 ・特になし。 	

出典 1: 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

出典 2: JICA 質問票に対する国内コンサルタントの回答

出典 3: JICA 質問票に対する現地実施機関の回答

為替レート: 1MDL = 8.08 円(2010 年 2 月現在)

E-2. 国内担当コンサルタントに対するヒアリング結果

環境プログラム無償の PV システム導入に関わった国内のコンサルタントに対するヒアリング結果を以下にまとめる。ここでは主に日本側から見た着手後の事業の状況等の情報を収集し、全体に共通しにくい個別の事情等も記載した。

まず準備段階からの相違が多かったものとしては、PV システムの発電容量が挙げられる。計画時より PV パネルの価格が下落したことでモジュールを追加した国や、モルディブのように新たなフェーズとして設置個所を増やしたケースも見られた。また、自立型運転や蓄電池の有無、逆潮流への是非などは、国や設置場所の状況により要望が大きく異なっており、ジブチのように現地からの強い要望により、停電時の自立型運転を可能としたケースや、逆にマーシャル諸島のように不安定な運用へのリスクを敬遠し、自立型運転を見送った国もあった。蓄電池は、故障時のリスク等を理由にほとんどの国で導入していないものの、マーシャル諸島のように先方の強い希望で設置した国もあった。このようにそれぞれの国および設置場所の事情にあったシステムの導入が行われていたことが、各コンサルタントの回答からも伺える。

また、多くの国では初の系統連系型 PV システムであったことから、系統連系に向けたガイドライン等が未整備の国もあったものの、多数の国で逆潮流を実施、もしくは将来を見据え逆潮流可能なシステムが導入されていた。

懸念されるバンダリズムについては、一部で投石による破損は見られたものの、全ての PV システムは公的機関もしくはそれに準ずる施設に設置しており、24 時間体制の警備が行われている施設も多いことから、概ね標的にはなりにくいとの結果となった。

(1) モンゴル国

モンゴルの PV システムは、再生可能エネルギーの普及、促進、および化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減を目的として、ショーケース効果を鑑みチンギスハーン国際空港に隣接する幹線道路沿いに設置された。着工は、当該業務のコンサルタントが担当したアジア地区の事業(モンゴル、ネパール、パキスタン)の中で最も早かったが、冬季の作業中断により、最も遅い完工となった。

本プロジェクトは、系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。政府内で定めた技術基準がある一方で、未だ国内での適用事例はないことから、本事業では電力会社等を対象とした長期的なソフトコンポーネントを実施し、持続的な人材育成、および技術移転を行った。また、モンゴルは FIT を導入した国の一つであるが、実際に導入されているのは風力発電所のみであり、太陽光発電所への導入事例はない。これは、出力が不安定であるため、配電会社が導入に対して積極的でないことも原因の一つと考えられる。

(2) パラオ共和国

パラオの PV システムは、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減の目的のほか、輸入燃料への依存軽減によるエネルギー供給の安定化への貢献が見込み、パラオ国際空港に設置された。利用者の多い空港に設置され、発電量等は空港の電光掲示板で確認可能なことで、ショーケース効果が期待できる。また、発電データはサーバに自動でアップロードされ、運用管理機関(パラオ電力公社)からの確認も可能である。

なお、本システムは EU、台湾に次ぐ、国内で 3 番目の系統連系型 PV システムであるが、先行事例と比較し、実践的な訓練を通じた人材育成および技術移転、システムの信頼性などの点で、概ね良好な反応を得ている。

(3) ジブチ共和国

ジブチの PV システムは、化石燃料への依存軽減による温室効果ガスの排出削減という目的に加え、電力料金負担の軽減による経済効果の効果が期待され、地形が平坦で、系統への連系点に近いセルド研究所に設置された。発電容量は、施設の負荷(50–60 kW)に対して十分な容量(300kW_p)を確保しており、100kW_pの PCS 3 台により出力を調整し、過剰に発電した電力は、系統に逆潮流する。ジブチ側のメンテナンス等の負担が増えることを懸念し、蓄電機能は備えていないが、セルド研究所のディーゼル発電機が老朽化していたこともあり、停電時の稼働を要請されたため系統が停電した時にも稼働可能な自立運転型とした。停電が発生した際にはシステムを一旦シャットダウンし、セルド研究所のみに給電する独立型システムとして再起動の上、負荷に応じた出力分のみを発電する。通常はバックアップ電源としてディーゼル発電機を用いるのが一般的であり、自立運転型の PV システムは希少な例である。なお、自立運転型システムの導入による追加コストはほとんどかかっておらず、ジブチ国内の評判もよい。

運用開始後 1 年以上が経過しているが、目立ったトラブルは発生していない。セルド研究所には太陽光エネルギーを専門とする研究員が揃っており、適切な運用管理が行われていることもトラブルの少ない理由の一つと考えられる。

機器導入前の講義を 1 か月間実施した後に、機材導入直後の実習およびトラブルシューティング対応を中心とした実践的な訓練を 2 か月間と、計 3 か月間のソフトコンポーネントを実施した。人材育成、技術移転を継続的に実施するため、点検実施状況の映像を記録した DVD を作成し、視覚的に理解を深める工夫をしている。これらの研修および訓練にはエネルギー省、実施機関の他、配電会社がオブザーバとして参加した。

(4) マーシャル諸島共和国

マーシャル諸島の PV システムは、温室効果ガス排出削減の目的に加え、輸入燃料への依存による電力料金負担の軽減、およびエネルギーの多様化による供給の安定化への

貢献も期待され、マジュロ病院に設置された。停電時の自立運転を要望する声もあったが、システムの動作が不安定になることを懸念し、周波数変動や停電を感知すると稼働を停止し、自立運転は行わないシステムとしている。

なお、米国による導入に次ぐ、国内で2番目の系統連系型 PV システムとして、人材育成、技術移転を行った。今後は、このプロジェクトをきっかけとした PV システムの導入普及を意識した、持続的な技術訓練が望まれている。

(5) ネパール連邦民主共和国

ネパールの PV システムは、再生可能エネルギーの普及、促進、および、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減を目的として、カトマンズ盆地水道公社に設置された。停電の頻度の高いネパールにおいて蓄電池を導入した場合、電池の使用頻度が高くなり、システムの寿命が短くなることが懸念されたため、蓄電池のないシステムを構築した。

なお、系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。

ネパールは、国内発電量のほぼ全量を水力発電に依存しているため、ネパール電力公社は PV 導入に対して慎重であったが、本事業実施後、アジア開発銀行主催の PV セミナーへの参加や、PV 産業参入への動きが見られており、世界銀行の支援で 20MW_p 規模のメガソーラー導入も検討されている。

(6) モルディブ共和国

モルディブの PV システムは、温室効果ガス排出削減という目的に加え、輸入燃料への依存による電力料金負担の軽減、およびエネルギーの多様化による電力不足の緩和が見込まれることから、大統領府、学校、電気公社、社会教育センター等の合計 12 か所の施設(2013年現在10か所で完工)に設置が予定されている。国連開発計画(UNDP)に次ぐ、国内で2番目の系統連系型 PV システムとして、本事業にて人材育成、技術移転を行った。本事業をきっかけとした新規システム導入の動きも活発となっている。

またモルディブの首都のあるマレ島では、人口密度の高さから PV システムを設置可能な公共施設の屋上に限られている。本事業では公共施設のみを対象としたが、他施設も含めれば導入の余地はあると考えられる。

(7) ウルグアイ東方共和国

ウルグアイの PV システムは、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減の目的のほか、エネルギーの多様化による供給の安定への期待もあり、サルトグランデ水力発電所に設置された。停電の頻度の高いウルグアイにおいて蓄電池を導入した場合、電池の使用頻度が高くなり、システムの寿命が短くなることが懸念されたため、本事業では蓄電池の

ないシステムを構築した。

系統連系型の風力発電システムは導入済であるものの、系統連系型の PV システムとしては、国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。ウルグアイ電力公社では PV システムに関する研究を進めており、2015 年までに大規模 PV システムの導入を計画している。

(8) パキスタン・イスラム共和国

パキスタンの PV システムは、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減の目的の他、エネルギーの多様化による電力不足の解消にも効果的であることから、政府の再生可能エネルギー推進姿勢をアピールしやすい計画委員会および技術委員会の施設に設置された。停電の頻度の高いパキスタンにおいて蓄電池を導入した場合、電池の使用頻度が高くなり、システムの寿命が短くなることが懸念されたため、本事業では蓄電池のないシステムを構築した。

系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。本事業で導入された蓄電池を持たない系統連系型 PV 技術は、他ドナーからも注目されており、世界銀行もパキスタンを含む複数の国で導入を検討している。これらの PV システムの導入を検討しているドナーは、正確な気象データの把握のため、政府や実施機関にデータの提供を要望している。

(9) ベリーズ

ベリーズの PV システムは、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減の目的の他、エネルギーの多様化による電力不足の解消への効果も見込んで、ベリーズ大学に設置された。停電の頻度の高いベリーズにおいて蓄電池を導入した場合、電池の使用頻度が高くなり、システムの寿命が短くなることが懸念されたため、本事業では蓄電池のないシステムを構築した。

系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。本事業で導入された蓄電池を持たない系統連系型 PV 技術はベリーズ内でも注目されており、今後は PV システムの更なる導入普及が期待される。また、本システムには Web モニタリングシステムが導入されており、担当者は発電量、二酸化炭素排出削減量等をインターネット上で確認することができる。

(10) ブルンジ共和国

ブルンジの PV システムは、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減の目的の他、エネルギーの多様化による国内電化率の向上に向けて、地形が平坦で、系統への連系点に近いカメンゲ大学病院に導入された。

系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。また、補助電源としてディーゼル発電機を用いているため、電力の安定供給が可能である。

機器導入前の講義を1か月間実施した後に、機材導入直後の実習およびトラブルシューティング対応を中心とした実践的な訓練を2か月間と、計3か月間のソフトコンポーネントを実施した。人材育成、技術移転を継続的に実施するため、点検実施状況の映像を記録した DVD を作成し、視覚的に理解を深める工夫をしている。これらの研修および訓練にはエネルギー省、実施機関の他、配電会社がオブザーバとして参加した。

(11) マラウイ共和国

マラウイの PV システムは、再生可能エネルギーによるエネルギー利用の転換、および温室効果ガスの排出削減を目的として、ショーケース効果の高いカムズ国際空港に導入された。ここでの発電量等のデータは空港の電光掲示板で確認が可能となっている。また、マラウイ共和国は停電の頻度が高く、蓄電池を導入した場合に電池の使用頻度が高くなり、システムそのものの寿命が短くなることが懸念されたため、本事業では蓄電池のないシステムを構築した。

系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献するとともに、長期的な人材育成、技術移転を想定したソフトコンポーネントを実施した。PV システムに対する国内の認知度向上、およびソフトコンポーネントによる技術移転により、今後は本事業をきっかけとした系統連系型 PV システムの更なる導入普及が期待される。

(12) ガーナ共和国

ガーナの PV システムは、エネルギー源の多様化による供給の安定化、および再生可能エネルギーの導入促進を目的として、ガーナ大学・野口記念医学研究所に導入された。導入時には、停電時の自立運転の要請もあったが、システムの動作が不安定になることを懸念し、周波数変動や停電を感知すると稼働を停止し、自立運転は行わないシステムとした。

なお、本事業は発電容量 100 kW_p 以上の系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。

ガーナでは PV システム限らず、電力関連の人材育成が不足しており、今後は、本事業での技術支援をきっかけに、PV システムの導入普及を意識した持続的な技術訓練が望まれている。また、ガーナはハマターンによる砂嵐の発生頻度が高いため、パネル洗浄等、維持管理にも工夫が必要である。

(13) ミクロネシア連邦

ミクロネシアの PV システムは、化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減の他、輸入燃料への依存による電力料金負担の軽減の効果を見込んで、連邦政府複合施設およびミクロネシア短期大学に導入された。停電時の自立運転を要望する声もあったが、システムの動作が不安定になることを懸念し、周波数変動や停電を感知すると稼働を停止し、自立運転は行わないシステムとしている。また、ミクロネシア政府からの強い要望により、本システムには蓄電池が導入されている。

発電容量 100 kW_p 以上の系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。

ミクロネシア連邦では PV システム限らず、電力関連の人材育成が不足しており、今後は、本事業の技術支援をきっかけに PV システムの導入普及を意識した持続的な技術訓練が望まれている。

(14) ガボン共和国

ガボンの PV システムは、エネルギー源の多様化による供給の安定化、および化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減を目的として、地形が平坦で、系統への連系点に近いオマーボンゴ大学および外務省に導入された。系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認知度の向上、および国内の導入普及に大きく貢献した。

機器導入前の講義を 1 か月間実施した後に、機材導入直後の実習およびトラブルシューティング対応を中心とした実践的な訓練を 2 か月間と、計 3 か月のソフトコンポーネントを実施した。人材育成、技術移転を継続的に実施するため、点検実施状況の映像を記録した DVD を作成し、視覚的に理解を深める工夫をしている。これらの研修および訓練にはエネルギー省、実施機関の他、配電会社がオブザーバとして参加した。

ガボンは、系統への影響を考慮し、不安定な PV の逆潮流を禁止しているため、現在は防止リレーと潮流センサーにより逆潮流を予防・防止しているが、将来的に逆潮流が認められた場合を想定し、速やかに切り替えられるシステムとしている。

(15) レト王国

レトの PV システムは、エネルギーの多様化による供給の安定化、および化石燃料消費による温室効果ガスの排出削減を目的として、モショエショエ I 国際空港に設置された。停電の頻度の高いレトにおいて蓄電池を導入した場合、電池の使用頻度が高くなり、システムの寿命が短くなることが懸念されたため、本事業では蓄電池のないシステムを構築した。

系統連系型の PV システムとしては国内で初めての事例であり、PV システムに対する認

知度の向上, および国内の導入普及に大きく貢献するとともに, 長期的な人材育成, 技術移転を想定したソフトコンポーネントを実施した. PV システムに対する国内の認知度向上およびソフトコンポーネントによる技術移転により, 今後は本事業をきっかけとした系統連系型 PV システムの更なる導入普及が期待される.

E-3. 現地調査 (モンゴル, パラオ, モルディブ)

本章の調査対象である 21 か国のうち, 特にグッドプラクティスと認められる対象国(モンゴル, パラオ, モルディブ)について, 現地調査を実施した. PV システムの視察のほか, 現地の政府機関, 電力公社等に JICA のプロジェクトが与えた影響や現地の PV システム導入を取り巻く事情に関してヒアリングを実施した.

パラオおよびモルディブは, ディーゼル発電などの化石燃料に頼る島嶼国であることから, 燃料輸入を軽減できる再生可能エネルギーは, 気候変動対策のみならず燃料費低減やエネルギー安全保障の観点からも効果が高い. また, モンゴルはモンゴル国内初となる系統連系 PV システムとして JICA により導入され順調に運用されていることや, 2007 年より開始された固定価格買取制度の影響を調査する上で適切な対象国として選定された.

以下に, 現地調査対象 3 か国の報告を記す.

E-3-1 モンゴル

1 現地調査: モンゴル

2013 年 10 月 22 日～27 日に, モンゴルでの現地調査を実施した. 本調査では, 政府機関, 大学, 研究機関, 民間会社におけるヒアリング, 並びに JICA 環境プログラム無償による PV 設置サイト(チンギスハーン国際空港に隣接する幹線道路沿い)及びモンゴルにおいて FIT の対象になっているサルヒトウインドファーム(Salkhit Wind Farm)を視察した.

1-1 調査の目的

本調査では, JICA がこれまでに実施してきた系統連系型太陽光発電導入普及関連プロジェクトの貢献度および現地でのパイオニア性を評価することを目的として, 政府関係者などへのヒアリングを中心とした現地での情報収集を行った. 調査対象国であるモンゴルは, モンゴル初の系統連系型 PV システムが JICA プロジェクトで導入され, 国としても FIT などの再生可能エネルギー導入政策を進めつつあるということで, グッドプラクティスの事例として適切であると判断され選定されたものである.

1-2 調査団員・調査スケジュール

(1) 調査団員

【プロジェクト団員】		
松尾 直樹	団長	有限会社クライメート・エクスパーツ
小川 忠之	JICA	JICA 国際協力人材部 国際協力専門員
篠木 誓一	団員	一般財団法人 日本気象協会
工藤 泰子	団員	一般財団法人 日本気象協会
松田 真	団員	一般財団法人 日本気象協会

なお、現地調査補助及び通訳(モンゴル語⇔日本語)として、モンゴル国立大学再生可能エネルギー研究室で主に太陽光発電についての研究を行っている Amarbayar Adiyabat 准教授に、全行程同行していただいた。

(2) 調査スケジュール

平成25年10月22日(火)～10月27日(日)		
※当初の日程は10月21日～10月26日であったが、10月21日の出発便が現地悪天候で欠航となったため、スケジュールが1日ずれた。		
10月22日 (火)	PM	成田発 ウランバートル着 ・ 調査団内打合せ
10月23日 (水)	AM	・ モンゴルエネルギー省戦略政策部及び政策実施規制部再生可能エネルギー課との合同ヒアリング Mr. Angar, Head of Renewable Energy Division Mr. Tumenjargal, Officer in charge of Renewable Energy 他3名
	PM	・ モンゴル国立大学物理電子工学部応用物理学科再生可能エネルギー研究室でのヒアリング Mr. Amarbayar, Associate Professor ・ モンゴル電力調整委員会でのヒアリング Mr. Munkhtulga, Head of Tariff Policy and Regulation Division 他1名
10月24日 (木)	AM	・ 再生可能エネルギーセンターでのヒアリング Mr. Bavuudorj, Deputy Director 他3名
	PM	・ 太陽光発電設備導入サイト(チンギスハーン国際空港)の視察とヒアリング。 ・ 民間航空庁を訪問予定であったが、担当者が出張中であったため、後日質問票への回答をもらうことになった。 ・ 在モンゴル日本大使館表敬訪問 林参事官, 宮下一等書記官 ・ JICAモンゴル事務所への報告 加藤所長, 荒井所員, アンハ所員
10月25日 (金)	AM	・ Newcom Group, Clean Energy LLCでのヒアリング Mr. Sukhbaatar CEO
	PM	・ SHS(Solar Home Systems)等の販売店, 市場での販売状況の視察
10月26日 (土)	AM	・ サルヒト ウィンドファーム (50 MW)視察
	PM	・ ウランバートル発
10月27日 (日)	AM	・ ソウル経由(仁川空港→金浦空港) ・ 羽田空港到着

1-3 現地調査結果概要

(1) JICA が実施したプロジェクトの概要(評価の対象)

プロジェクト名:太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画(モンゴル国)
(JICA 無償資金協力 環境プログラム無償)

① プロジェクトサイト

ウランバートル市チンギスハーン国際空港に隣接する幹線道路沿い

② 事業内容

【実施期間】

予定は 2009 年 10 月～2011 年 6 月であったが、冬季の工事ができなかったため、完成は 2012 年 7 月末となった。2012 年 9 月 28 日に引渡しされた。

【事業の概要】

ア. 太陽光発電システム一式の調達と土木工事

- 太陽光発電モジュール(京セラ製): 443.52 kW_p
当初, 300 kW_pの予定であったが, 資金に余裕があったため追加.
- モジュール用架台:真南向き, 傾斜 45 度でモジュールを設置
- パワーコンディショナー:屋内. 100kW×5 台. 直流電圧を交流電圧に変換
- 受電盤(6kV/400V, 50Hz):屋内. それぞれ 6kV,400V システムと連系するための遮断器, 保護装置を内蔵
- 連系盤(400V, 50Hz):複数のパワーコンディショナーをシステムに連系
- 昇圧変圧器:屋内. AC400V から AC6kV へ昇圧する変圧器
- AC 6kV で系統に連系.
- データ収集装置:屋内. 発電状況や気象観測データを収集, 記録
- 表示装置:屋外. 発電出力, 発電量, 二酸化炭素削減量を道路側に向けて表示する電光掲示板(ディスプレイ).
- 気象観測装置:全天日射量, 傾斜日射量, 気温, 風向・風速

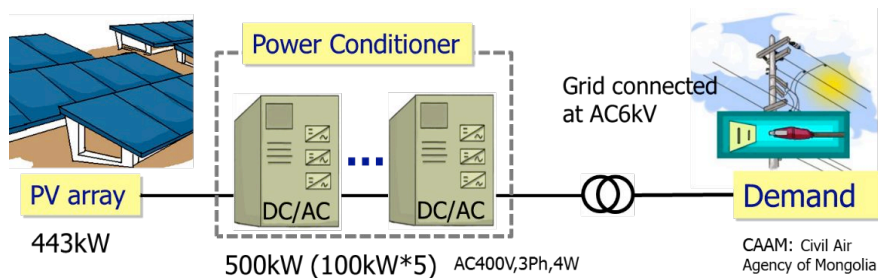


図 48 プロジェクトサイトにおける系統連系のダイアグラム

(モンゴル国立大学 Amarbayar 准教授提供資料)



図 49 モジュール設置状況

イ. 研修

- ▶ 系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識, 保守点検, 維持運営管理に関する研修

③ 総事業費

5.90 億円 (JICA 無償資金協力)

④ 実施機関/カウンターパート

民間航空庁 (道路・運輸・建設・都市計画省)

Civil Aviation Authority of Mongolia (CAAM)

⑤ 発電電力の利用状況

発電した電力は, チンギスハーン国際空港において 96%が自家消費され, 4%が逆流されている.

⑥ 稼働状況のモニタリング

モンゴル国立大学再生可能エネルギー研究室は, プロジェクトサイトを管理する民間航空庁と契約を結び, PV システムの運転状況のモニタリングデータの提供を受けて解析を行っている. システムは出力が安定せず, また故障や不具合も多い. 発電データは正常に取得出来ていると思われるが, 発電量データの出力形式 (直流/交流, 有効数字の桁が小さすぎる等), システム停止期間の長期化の影響で, うまく結果が出ていないとのことである. 利用効率は, 不具合が無ければ 0.7 以上, 更に低温であれば発電効率が上がり 0.9 程度となる. PV の稼働状況を日射量との対比で確認することは重要だが, 盗難防止のため日射計の設置位置を高くしたことにより日常点検に支障が生じている. ガラスドームに付着した霜や雪を取り除くことができないため, その間の日射データはその影響を受け信頼性が低下する.

以上のような課題を克服する必要があるが、モンゴル初の系統連系型 PV システムのデータとして、普及拡大に貢献できる現地では認識されている。

表 28 プロジェクトサイトにおける日射量および PV 発電量等の推移
(モンゴル国立大学 Amarbayar 准教授提供資料)

Date	2012												2013		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
Ambient Temperature [°C]	2.0	12.1	14.9	16.7	14.6	9.8	-1.8	-15.1	-25.8	-23.8	-22.4	-7.5			
Irradiation(horizon)[kWh/m2/d]	5.9	6.5	5.3	5.3	5.1	4.5	2.8	1.9	1.4	1.8	3.2	4.6			
Irradiation(inc 45deg)[kWh/m2/d]	6.4	6.3	4.6	4.6	5.2	5.8	4.6	3.7	2.8	3.5	5.5	6.2			
PC1 Output Power [kWh/d]	274.6	471.5	214.6	313.2	194.1	435.9	343.5	176.5	157.3	286.2	478.5	105.1			
PC2 Output Power [kWh/d]	277.0	475.1	215.7	316.7	123.4	51.6	356.6	179.7	166.5	293.1	488.3	107.5			
PC3 Output Power [kWh/d]	268.0	478.3	216.9	134.0	126.0	52.2	362.6	179.8	166.5	304.2	492.5	108.5			
PC4 Output Power [kWh/d]	277.4	475.9	215.3	0.6	112.5	442.4	353.9	177.9	167.0	297.2	491.8	107.4			
PC5 Output Power [kWh/d]	242.4	418.5	189.8	0.5	32.1	44.3	301.5	153.6	142.2	260.0	428.9	92.7			
Total PV Output [kWh/d]	1339.4	2319.2	1052.3	765.0	588.1	1026.4	1718.2	867.5	799.4	1440.6	2379.9	521.2			
6kV Supplied Power [kWh/d]	1213.5	97.2	940.2	725.4	479.4	890.5	1545.3	1101.4	606.3	1245.4	2173.8	419.8			
System Performance Ratio	0.47	0.83	0.52	0.37	0.26	0.40	0.83	0.52	0.63	0.91	0.96	0.19			
Reduced CO2 [kg/month]	60593	54268	32832	36996	28437	48035	83098	40600	31176	69670	103953	25205			

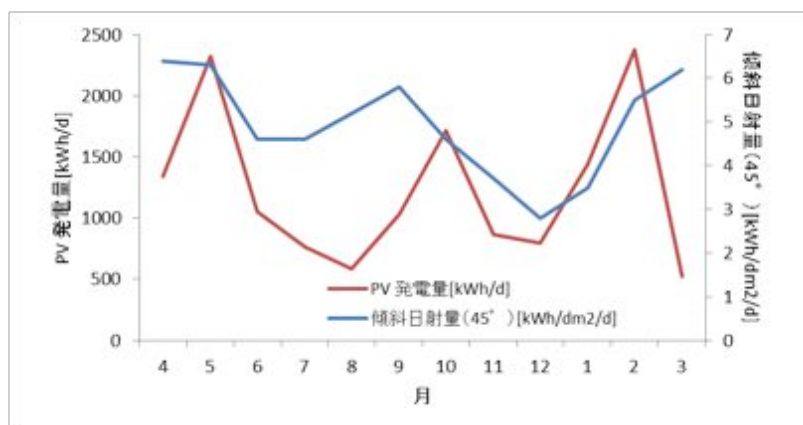


図 50 プロジェクトサイトにおける傾斜日射量および PV 発電量の推移
(上表より作成)

⑦ 事業のショーケース効果

プロジェクトサイトを選定する際、モンゴル側には別の候補地があったようだが、チンギスハーン国際空港に近ければ、利用者(2008年時点で年間約60万人)の目にふれ、ショーケース効果が望めるということでこのサイトが選ばれた経緯がある。プロジェクトのアピールとして、プロジェクトサイトの道路に面した側に、発電出力、発電量、CO₂削減量を示す電光掲示板、およびプロジェクトの概要を示したプロジェクト案内板が設置されている。しかし、道路端から距離があり、かつ金網の中にあるため、走行中の車からこれらの掲示板の内容を認識することは難しいと考えられる。また、発電状況を示す電光掲示板の数値は時間が経過しても変化せず、管理用 PC に表示されていた値とも異なることから、電光掲

示板が正常に稼働していないことが明らかになった。JICA モンゴル事務所も電光掲示板の不具合を認識しており、不具合は長期にわたっているようであるが、対策は取られていないとみられる。

Clean Energy 社におけるインタビューにおいても、JICA 事業の貢献が大きく評価された一方、このプロジェクトについての日本の PR の不足が強く指摘され、日本の援助によるシステムであることを大きく表示し、系統の説明、使用技術、運用方法などを、人々にわかってもらえるような PR をすべきであるとの意見であった。

本来の普及啓発の意図を達成するためにも、表示板の設置場所や表示方法、表示内容を改善する必要がある。なお、準備調査報告書では空港内にも案内板を設置するとの記載があったが、今回の現地調査時には存在を確認していない。



図 51 電光掲示板(左)および案内板(右)

(2) モンゴルにおける系統連系型 PV の導入状況

① ミニグリッドへの連系

NEDO が実施した「太陽光発電システム等国際共同実証開発分散型太陽光発電システム研究事業」(2002～2004 年)において、ウムヌゴビ県ノヨン村に合計 200 kW_p の PV(シャープ製)とディーゼル発電機を併用し、ミニグリッドに電力を供給するシステムが導入された。その後、村まで電力系統が延伸され、系統にも連系された。

しかし、現在は他プロジェクトの実施のため、一部の PV モジュールは他地域に移設されている。

② 系統への連系

2012 年 9 月末、JICA「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画(モンゴル

国)」(本調査業務対象プロジェクト)によりチンギスハーン国際空港近傍に設置された 443.52kW_p の PV システムが、モンゴルで初めて導入された系統連系型 PV である。発電された電力のほとんどは空港で自家消費されており、配電会社による逆潮流分の買い取りは実施されていない。

③ JICA に次いで導入された系統連系型 PV

2013 年秋に、ウランバートル市近郊に韓国出資の系統連系型 PV (50kW_p) が導入された。しかし、発電出力規模が小さいため、FIT は適用されていない。

④ 風力発電の系統連系の事例

2013 年 6 月から運用が開始されたサルヒトウインドファーム (50MW_p) は、モンゴル初のウインドファームであり、初めて FIT が適用された系統連系型システムである。このサイトは、ウランバートルの南東約 70km に位置しており、賦存量調査によりウランバートル付近で最も風況の良い場所として選定された。

事業者は、モンゴルの投資会社 Newcom の傘下でこの事業のために設立された子会社 Clean Energy LLC で、この事業によりモンゴル初の独立した発電事業者となり、初めて中央系統 (Central Network) に連系した。

FIT の適用にあたっては、Central Regional Electricity Transmission Network (現在の the National Electricity Transmission Network: NETN) との電力購入契約 (PPA: Power Purchase Agreement) 締結のための交渉が難航し、3 年の年月を要したとのことである。

(3) モンゴルにおける再生可能エネルギー政策の現状

① エネルギー政策

モンゴルでは経済発展とともに電力需要も伸びており、2005 年に 3,484 GWh であった電力需要は、2010 年には 4,017 GWh となり、2020 年には 5,591 GWh に達すると予測されている。

2012 年時点の発電設備容量は 1,062 MW であるが、設備の老朽化のため実際に利用可能な設備容量は 836 MW である。電力のほとんど(約 9 割)は石炭火力発電で賄われ、政府は石炭の価格を安く抑えている。一方、大気汚染の改善、温暖化対策の観点から CO₂ の削減が必要であること、また将来の電力輸出及び京都メカニズムの利用も鑑みて、再生可能エネルギーの普及にも積極的であるが、現状では再生可能エネルギーの設備容量は全体の約 1% にすぎない。

政府は 2001 年以降、エネルギー分野の改革と開発を進めてきており、2001 年に「エネルギー法」、2002 年に「エネルギー分野開発戦略」、2007 年に「再生可能エネルギー法」、2008 年に「燃料とエネルギーに関するモンゴル国家政策」を

次々に策定してきた。

また、実行計画としては、2005年に「国家再生可能エネルギープログラム」、2006年に「モンゴル統合エネルギーシステム計画」が策定され、それぞれ成果をあげてきている。

② 再生可能エネルギーの普及状況

独立電源では、世界銀行のプロジェクト(10万ソーラーゲル計画)の完成により、遊牧民世帯に独立型PV(SHS; Solar Home Systems)が行きわたった。10万セットのPVのうち、11,000セットは日本のODA(ノンプロ無償)により提供されたとのことである。現在は、デパートや市場、及び専門店において遊牧民向けの100-200W_p程度のPVモジュールやバッテリー、直流で使える家電などが販売されている他、遊牧民居住地への移動販売も行われている(図5)。これは、「10万ソーラーゲル計画」の中で、遊牧民を対象としたPVシステムの修理・販売ネットワークの確立に向け、販売と修理のトレーニングが行われ、その成果が形になったものと考えられる。このように、独立型PVは遊牧民世帯の生活に浸透するまで普及にいたった背景に「10万ソーラーゲル計画」があるのはもちろんであるが、PVのコスト低下(2008年に比べ8割低減)、及びPVモジュール工場が2つできるなど現地生産の体制が整ってきたことも大きく寄与していると考えられる。

他の大規模再生可能エネルギーでは、風力が2013年6月からサルヒトウインドファーム(50MW)が系統連系で稼働しFITが適用されている。太陽光は、JICAがチンギスハーン国際空港に設置したもの(443kW_p)、2013年秋にウランバートル郊外に韓国資本によって設置された50kW_pのものがある。今後、西部の水力発電所に併設する形で10MW_pのPV導入の計画がある他、南ゴビでも大規模な導入が検討されている。



図 52 ウランバートル市内の市場(左)および風力・太陽光発電専門店(右)

遊牧民に独立電源が普及する一方、モンゴル国内の約 330 の村落(ソム)センターのうち、系統連系の送電線が届いていないのは 5 か所程度と、定住集落に限ってみれば、送電系統の整備がかなり進んだ状況となっている。このようなグリッド電化の進展により、今後の PV の普及は SHS などオフグリッド PV から、系統連系にシフトしていくものと考えられる。

エネルギー省は、「10 万軒ルーフトッププログラム」を構想しており、第 3、第 4 火力発電所が発電する 15~18%に相当する電力を再生可能エネルギーで賄いたいとし、すでに導入された独立電源を活かしつつ、系統での送電ロスを低減し、再生可能エネルギーの安定化をする使い方について検討している。

このような進展の背景には、再生可能エネルギーに特化して活動している機関として、再生可能エネルギーセンター(National Renewable Energy Center)がある。再生可能エネルギーセンターは 1987 年に研究機関として設立され、PV、水力、風力、バイオマス等、再生可能エネルギー全般に関わる調査、研究、実証事業を実施している。2008 年にエネルギー省の傘下で独立法人化したのが、引き続き実証事業、委託事業を実施し、モンゴルにおける再生可能エネルギーの普及に大きく貢献している。PV 関連においては、基礎調査、システム設置、モジュール組立、運用等を行っている。

③ 再生可能エネルギーに関する計画および法整備

2005 年に「国家再生可能エネルギープログラム」が策定され、再生可能エネルギー(特に太陽光、風力、水力)の普及促進、再生可能エネルギーによる地方電化の促進、ウランバートルの大気汚染低減などが目標として掲げられた。また、2020 年までに発電の 20~25%を再生可能エネルギーで賄うことを数値目標としており、プログラム開始後、8 年で目標の 80%程度が達成されている。

2007 年には「再生可能エネルギー法」が施行された。この法律において、固定価格買取制度(FIT)が定められたことにより、再生可能エネルギーへの投資環境が整った。また、再生可能エネルギーファンドの運用についてもこの法で定められたが、資金不足のため実際には機能せず、再生可能エネルギーファンドが拠出できていない。また、FIT 価格が米ドルで設定され、為替変動の影響を受けることも問題視されており、今後法律改正が必要との認識を多くの機関が持っている。

これまでの再生可能エネルギー導入は遊牧民用の小規模のものが主だったが、今後は中~大規模の導入を進める方向であり、現在、国は「国家再生可能エネルギープログラム」および「再生可能エネルギー法」の更新に向けて検討に入っている。

エネルギー省では、今後中規模以上の系統連系 PV を普及させる意向であるが、系統連系規程に類する技術的な基準と、制度的な標準類が整備されていないため、JICA による技術支援が期待されている。

④ 再生可能エネルギーに対する補助制度

モンゴルにおける再生可能エネルギーに対する主な補助制度として、固定価格買取制度 (FIT) がある。

再生可能エネルギー法第 4 章第 11 条に、系統に連系された再生可能エネルギーの買取価格が以下のように定められている。

- 風力発電 US\$0.08–0.095/kWh
- 水力発電 US\$0.045–0.06/kWh ただし設備容量は 5,000 kW まで。
- 太陽光発電 US\$0.15–0.18/kWh

これらの価格差は、系統に連系されている他の電源による電力の発電コストに吸収させるとしているが、上昇した他電源のコストをどのように回収するのか不明である。

電力の売電価格の決定、発電設備の設置運用許可(ライセンス)の発行、FIT 制度に基づく売電価格(タリフ)の設定は、電力規制委員会 (Energy Regulatory Authority) が行っており、再生可能エネルギーのタリフは、再生可能エネルギー法に基づく上記の価格範囲内で設定している。

PV のタリフは、配電系統ではなく、送電系統に対して設定される。FIT を利用するには規模要件があり、発電容量 1.5 MW_p 以上の設備に限られ、中小規模のものも対象とならない。JICA による導入設備の容量もこれを下回るため、現時点では、FIT の対象になる PV 設備はないが、モンゴル西部で計画されている水力発電とハイブリッドの 10 MW_p の PV システムについては FIT の申請が出されている。

風力発電については、これまでに 5 つの施設にライセンスを発行しており、そのうち 1 施設(サルヒト)では運用が開始された。

FIT の導入が、再生可能エネルギーに対する投資意欲を高めるきっかけになっていることは間違いない。しかし、以下のような課題にも直面している。

- 再生可能エネルギーの売電価格(上記)は、火力発電の売電価格と比べてかなり高く(風力の場合で約 3 倍)、モンゴル国にとって負担となりうる。サルヒトの 50 MW 風力発電の運用開始による影響で、2013 年 8 月の改正時に電力価格は 4 tg/kWh 上昇し、平均 98 tg/kWh とな

った。

- 個人や企業による小規模～中規模の PV システムに対しても、FIT を適用できるように国家再生可能エネルギープログラム、再生可能エネルギー法、売電価格制度を改正する必要がある。
- FIT 価格が米ドル(USD)で設定されているため、為替変動の影響を受ける。

(4) モンゴルの再生可能エネルギー(特に PV)への JICA 事業の貢献度とパイオニア性

日本はモンゴルにとって大きなドナーであると認識されている。JICA はチンギスハーン国際空港にモンゴル国初の系統連系型太陽光発電システムを導入した他、再生可能エネルギーマスタープランの作成、10 万ソーラーゲルプロジェクトでのモジュール提供における 1/10 の寄与、人材育成(企業が経験を積み、専門家もトレーニングを受けた)の面で大きな貢献をした。

チンギスハーン国際空港の PV サイトは、空港近くに設置されて多くの人の目に触れたことから、国民の再生可能エネルギーの認知度を向上させた点でよい前例となった。また、企業が再生可能エネルギー事業に参入する場合に政府からの支援を受ける上で、この施設の存在したことが役に立ったとのことである。また、モンゴル初の系統連系型であるため、このサイトのモニタリングデータおよび発電電力量等のデータは、前述の通りモンゴル国立大学において定期的に解析されており、大学院・学部研究のテーマを提供しているばかりでなく、今後の類似システム設置に際しての重要な知見を提供している。これらは、今後の系統連系型 PV の導入に大きく貢献すると期待される。

一方、チンギスハーン国際空港の PV のショーケース効果については、道路端からの視認性が悪く、発電量を示す電光掲示板に不具合があるなど、改善の余地が大きい。太陽光発電や系統連系のしくみや効果、日本からの援助であることの PR など、より国民に届くようより一層の広報努力が必要であるとの指摘を事業者からも受けた。施設のある現場には、走行する自動車に対して視認性のよい大きなサインで、日本から提供された PV システムであることを表示するとともに、空港ロビー等にも電光掲示板とともに再生可能エネルギーの特徴や導入の意義について解説する案内板の設置をすれば、効果は大きいと考えられる。

2 現地調査：パラオ

2013年11月10日～15日に、パラオでの現地調査を実施した。本調査では、パラオ電力公社、環境品質保護局、民間事業者等に対するヒアリング調査の他、JICA 環境プログラム無償によるPV設置サイト(パラオ国際空港)、他ドナーおよび自己資金によるPV設置サイト(計4か所)、発電所等を視察した。

2-1 調査の目的

本調査は、JICA がこれまでに実施してきた系統連系型太陽光発電導入普及関連プロジェクトの貢献度および現地でのパイオニア性を評価することを目的として、現地の状況視察、事業実施主体等へのヒアリング調査を行うものである。

パラオを現地調査の対象国の一つとして選定した主な理由は以下の通りである。

- 積極的に再生可能エネルギー導入を進めている(2020年に電力供給の20%を再生可能エネルギーで賄う計画を策定する等)。
- 人口2万人程度で比較的小規模な系統を持つ島嶼国であるため、太陽光発電を含めた再生可能エネルギー導入が及ぼす効果が高い。
- JICA の支援により導入された系統連系型PVシステムが、パラオ唯一の国際空港に設置され、高いショーケース効果が期待できることから、今後のPV導入の普及拡大につながる可能性が高い。

2-2 調査団員、調査スケジュール

(1) 調査団員

【プロジェクト団員】		
中園 雅巳	JICA	産業開発・公共政策部 技術審議役
篠木 誓一	団員	一般財団法人 日本気象協会
宇都宮 健志	団員	一般財団法人 日本気象協会
松田 真	団員	一般財団法人 日本気象協会

(2) 調査スケジュール

平成25年11月10日(日)～11月15日(金)		
※環境対応・調整室(OERC)、エネルギー局に対しては、先方の都合により現地では面会出来なかったが、後日質問票に対する回答を書面で受領した。		
11月 10日(日)	PM	成田発 (仁川経由)

11月 11日(月)	AM PM	パラオ着 ・JICAパラオ支所表敬訪問 松井信晃支所長 ・EUによるPVシステム導入サイト「連邦政府庁舎」視察 ・JICAによるPVシステム導入サイト「パラオ国際空港」視察 ・台湾によるPVシステム導入サイト「ベラウ国立病院」視察 ・台湾によるPVシステム導入サイト「教育省」視察 ・PVシステム導入サイト「WCTCショッピングセンター」視察とヒアリング Mr. Nilo, Technician Mr. Floveicio, Technician
11月 12日(火)	AM PM	・台湾によるPVシステム導入サイト「教育省」視察とヒアリング Mr. Kailang Asanuma ・JCM Project Seminar聴講 ・台湾によるPVシステム導入サイト「ベラウ国立病院」視察とヒアリング Mr. Arseno Saburo, Electric Technician ・JICAによるPVシステム導入サイト「パラオ国際空港」視察とヒアリング Mr. Carlson Etpison, Nay Aid Tecinician
11月 13日(水)	AM PM	・パラオ電力公社へのヒアリング Mr. Ken Sugiyama, Renewable Energy Manager Mr. Llemalt Ngirailemesang, Renewable Energy Specialist 他1名 ・民間事業者(Wind/Solar & Power Tools)へのヒアリング Mr. Lerry Ruluked, General Manager ・アイメリーク発電所の視察とヒアリング 尾藤健太郎氏, 菅原昭雄氏
11月 14日(木)	AM PM	・マラカル発電所の視察とヒアリング Mr. Tito Cabunagan, PEE, SCD Manager Mr. Jose C. Celiz, Mechanical Engineer ・環境品質保護局(EQPB)ヒアリング Ms. Roxanne Y. Blesam, Executive Officer ・コロール州廃棄物管理事務所視察とヒアリング 藤勝雄氏, SWMO Consultant
11月 15日(金)	AM	パラオ発 (仁川経由) 成田着

2-3 現地調査結果概要

(1) JICA 事業で導入されたパラオ国際空港の PV システムについて

① 概要

JICA の無償資金協力 環境プログラム無償「太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画」により、PV システムがパラオ国際空港に導入されている。システムの定格出力は 225 kW_p、多結晶シリコンのモジュール 1,080 枚、PCS 5 台、接続箱、集電箱等から構成される。

システムの所有者、維持管理者はともにパラオ電力公社(PPUC)となっている。ただし、政府(公共施設・産業・商業省)から PPUC へのシステムの引き渡しの

MOU が正式に発行されていないことから、正確にはまだ政府が所有していることになる。

② PV モジュール

PV モジュールの設置場所はパラオ国際空港出入口正面の駐車場で、駐車場の屋根を形成する形で設置されている。システム全体を支える骨組みは頑丈で、柱も太く、本数も多い。2013 年 11 月上旬に台風第 30 号がパラオ近海を通過した際も被害は特に発生しなかった。



PV モジュール外観 1



PV モジュール外観 2



PV モジュール外観 3



PV モジュール外観 4



接続箱, 変換器



集電箱

図 53 パラオ国際空港の PV システム設置状況

③ パワーコンディショナー (PCS)

PCS は空港ビルに隣接する受変電施設の建物に全部で 5 台設置されており、その中で 1 台は点検等のため半年交代で休止させることになっている。受変電施設の建物には、モニタリングのためのパソコン 1 台、電気メーター等が配置され、エアコンも完備されている。



受変電施設



PCS 装置



モニタリング室



電気メーター

図 54 パラオ国際空港のパワーコンディショナーシステム設置状況

④ 発電状況表示板

空港ロビーの2か所に60インチの大型ディスプレイが設置され、以下の情報が順番に表示されるようになっている。

- 航空機の発着情報
- システム設置時からの積算発電量、積算 CO₂ 削減量、積算石油代替量
- 現在の日射強度、現在の発電量、本日の CO₂ 削減量

同情報は、空港2階の航空局事務所、PPUCの事務所からも確認できるようになっている。

また、1つのディスプレイの横には、日本の支援を示す看板が設置されており、空港内の他の個所にも日本の支援を示す看板が設置されている。

訪問時、ディスプレイに表示されている日射強度から発電量を概算したところ、概算値の8割以上が実際に発電できていることが確認できた。



ディスプレイ設置位置 1



ディスプレイ設置位置 2



ディスプレイ表示例 1



ディスプレイ表示例 2



ディスプレイの表示例 3



航空局事務所の PC

図 55 パラオ国際空港の発電状況表示板

⑤ システムの維持管理

システムの維持管理は PPUC に一任されており、インターネット回線を通して制御されている。PV モジュール表面の清掃作業も PPUC の職員が行っている。航空局の職員は見回りを行っており、異常があった場合には PPUC に連絡し、PPUC から来た技術者が対応する体制になっている。システム所有者が維持管

理を一括して実施することで、適切な管理体制、トラブル時の迅速な対応が期待できる。

2011年10月のシステム運用開始以降、今のところ大きな不具合は報告されておらず、2013年11月上旬の台風第30号接近時、2012年12月の台風接近時も特に被害は生じなかった。また、当該システムの設置場所は空港の敷地内であり、空港警備員および防犯カメラが配備されているため、バンダリズムは今のところ確認されていない(ただし、事前の質問票に対して、「設備に対する落書き、PVモジュールに対する投石があった。その際は空港の警備員に警備を強化するように伝えた。」との回答があった)。

⑥ 研修, 能力向上

インタビューに参加したPPUC職員は、PVシステム稼働後に、JICA主催の日本の技術研修に参加しており、「技術研修の内容は大いに役立っている」と回答していた。なお、パラオ国内の中小企業に対しては、PPUCが技術研修を実施しているとのことだった。

⑦ 発電電力の利用状況

発電した電力は空港内の系統に接続されているが、飛行機の発着は深夜中心で電力需要自体少ないことから、PVシステムにより発電された電力は空港内では消費されておらず、PPUCの利益として全て系統に流されている。空港は、空港敷地内にPPUCのシステム(制御室等を含む)を設置する代わりに、通常より低い電気料金が適用されている(US\$0.42/kWのところをUS\$0.38/kW)。

⑧ 稼働状況

PPUCは当該システムのモニタリングをしており、発電状況のデータを保有している。PPUCから受領した運転状況のモニタリングデータを解析した結果が、下の表と図である。これらを見ると、日射量と発電量が非常によく対応しており、これまでのところ本システムが問題なく正常に稼働していることが確認できる。また、2012年9月～2013年8月の1年間の総発電量は309,893 kWh/年であり、準備調査時の発電容量180 kW_pに対する試算値227,911 kWh/年(実際の発電容量225 kW_pに換算して284,889 kWh)を上回る発電状況となっている。

表 29 日平均気温, 日積算日射量および日積算発電量の推移
(PPUC からの受領資料より作成)

	日平均気温 (°C)	日積算日射量 (kWh/(m ² ・day))	日積算発電量 (kWh/day)
2011年10月	27.49	5.14	828.89
2011年11月	27.85	4.89	652.45
2011年12月	27.43	4.22	663.61
2012年1月	27.63	5.25	906.20
2012年2月	27.23	4.86	848.74
2012年3月	27.66	5.06	857.27
2012年4月	27.48	5.66	975.49
2012年5月	27.80	5.03	880.41
2012年6月	27.52	4.85	845.77
2012年7月	27.05	4.39	774.49
2012年8月	26.96	3.98	710.82
2012年9月	26.97	4.27	757.26
2012年10月	27.83	5.04	880.55
2012年11月	27.69	4.89	843.30
2012年12月	27.63	4.34	726.30
2013年1月	27.55	4.72	819.93
2013年2月	27.26	4.88	824.13
2013年3月	27.98	5.90	1000.95
2013年4月	28.08	5.76	979.40
2013年5月	28.09	5.24	899.86
2013年6月	27.76	4.66	810.53
2013年7月	27.59	4.76	824.03
2013年8月	26.98	4.71	819.45
2013年9月	27.51	4.49	788.04
2013年10月	27.73	4.95	859.94

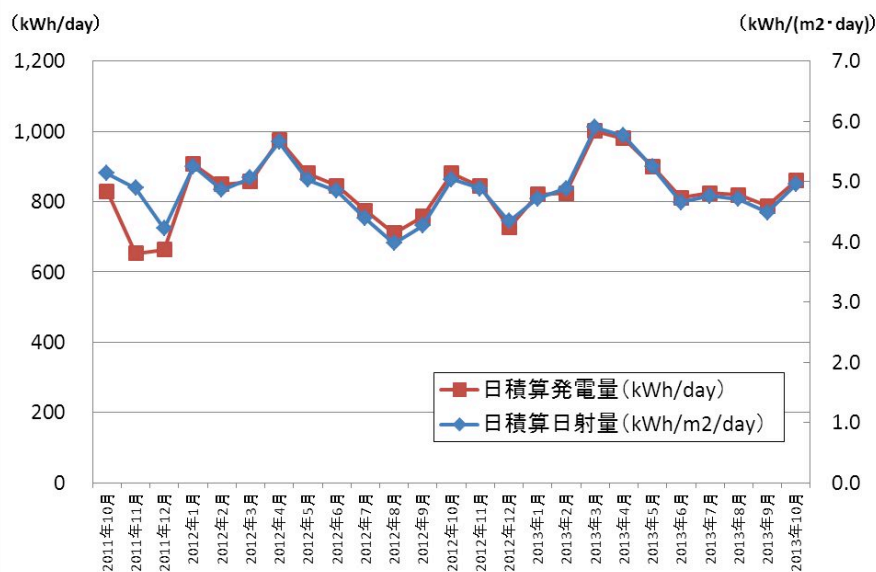


図 56 日積算日射量と日積算発電量の推移

(PPUC からの受領資料より作成)

⑨ 事業のショーケース効果

パラオ国際空港は、パラオ唯一の国際空港であり、空港を利用する国民、観光客、海外からの外交団等に対しても、太陽光発電設備利用をアピールすることが可能な施設である。

PV モジュールが空港出入口正面の駐車場の屋根に設置されていることから、非常にショーケース効果が高いといえる。航空局の職員は、「空港訪問者から、PV システムについての問い合わせが毎日のようにある」と話していた。さらに、前述のように、空港ロビーの 2 か所に、60 インチの大型ディスプレイが設置され、航空機の発着情報と交互に PV システムの運用情報が表示されることから、ほとんどの空港利用客は、PV システムの稼働状況を目にすることになる。発電量のみならず、CO₂ 削減量、石油代替量も表示されることから、再生可能エネルギー導入に関する啓発効果という意味からも重要な役割を果たしているといえる。

これまでのところ、近隣の小学校の社会見学による来訪はないが、今後そうした来訪機会が増えれば、パラオにおける再生可能エネルギー導入の促進にもつながるであろう。

PPUC は 2012 年 12 月に、グリッド接続に関する技術基準を作成しているが、インタビューの中で、本事業が技術基準作成のきっかけになったとの認識を示している。

⑩ 課題、問題点

連邦政府庁舎のシステムは 100 kW_p で導入費用 US\$1,300,000、教育省のシステムは 51 kW_p で導入費用 US\$700,000 である。一方、パラオ国際空港のシステムは 225 kW_p で導入費用 US\$5,000,000 であり、他ドナーのシステムと比較して日本のシステムは割高な側面がある。ただし、後述するように他国の支援によるシステムはインバータの故障などトラブルが発生している一方、日本のシステムは安定性が高く、2011 年 10 月の運用後約 2 年間大きなトラブルは発生しておらず、日射量に応じた十分な発電がなされている。

(2) パラオにおける系統連系型 PV システムの導入状況

JICA の研修に参加した PPUC の職員が提出したカントリーレポート(下表)によると、パラオでは現在 14 か所で系統連系された PV システムが存在している。その中で比較的定格容量が大きい以下の PV システムを視察した。

- 政府庁舎 (National Capital Building) : 98kW_p
- パラオ国際空港 (Palau International Airport) : 225kW_p

- 教育省 (Ministry of Education) : 50kW_p
- ベラウ国立病院 (Belau National Hospital) : 150kW_p
- WCTC ショッピングセンター (WCTC Shopping Center) : 90kW_p

なお, JICA 事業であるパラオ国際空港以外のシステムは, 他ドナーまたは民間資金による導入である.

表 30 パラオの系統連系 PV システム
(PPUC 職員によるカントリーレポートより作成, 2013)

NO.	対象顧客・施設	規模(kW)
1	National Capitol Building	98
2	Nat.Dev.Bank Pacific (NDBP)	3.4
3	NDBP Small Buisness Dev. Center	3.4
4	Kaleb Udui Jr.	3.4
5	Lorraine A.Tellei	3.4
6	Oldiais Ngiraikelau	3.4
7	Clint Mersai	3.4
8	Alfonsa Blesoch	3.4
9	Tomasa R.	3.4
10	Camp Katuu	50
11	Palau International Airport	225
12	Ministry of Education	50
13	Belau National Hospital	150
14	WCTC Shopping Center	90

① 連邦政府庁舎 (National Capitol Building)

EU の支援により, 首都マルキョクの連邦政府庁舎の駐車場において, 100kW_p の系統連系 PV システムが 2008 年 8 月に導入されている. システムは, 連邦政府庁舎の正面と左側, 右側の駐車場の日よけ屋根として合計 3 か所に設置されている. システムのメンテナンスは, PPUC が実施している.

準備報告書 (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, JICA (2010)) には, 「駐車場屋根の先端部分並びに雨樋はいずれも垂れ下がり, 屋根全体が波打っている」と記載されていたが, 裏面に少し不均一が見られたものの, 表面は目立った波打ち形状はみられなかった. なお, 駐車場の屋根の曲線的形状に合わせて PV モジュールが配置されているため, 一部に隙間がみられた.

連邦政府庁舎 1 階には, 現在の日射量強度, 発電強度, およびモジュール温度, 1日の発電量, 累積発電電力量, 累積 CO₂ 排出削減量等を表示可能なディスプレイが設置されている. 訪問時, ディスプレイは稼働していたものの, 運用

状況の表示が全て 0(モジュール表面温度のみ 32°F=0°C)となっていた。これは、11月6～7日に接近した台風30号の影響でバベルダオブ島全土が停電したために、停電対応のためシステム運用を止めていた可能性が考えられ、実際の詳しい稼働状況は確認できなかった。

なお、このディスプレイは連邦庁舎建物入口からやや離れたところに設置してあることから、この施設の訪問者にも気づかれにくいと考えられる。



図 10 連邦政府庁舎の PV システム設置状況



ディスプレイ設置位置

ディスプレイの表示例 1

ディスプレイの表示例 2

図 57 連邦政府庁舎の PV システム発電状況表示板

② パラオ国際空港(Palau International Airport)

「(1)JICA 事業で導入されたパラオ国際空港の PV システムについて」参照。

③ 教育省 (Ministry of Education)

台湾の支援(無償資金協力)により、パラオ教育省建物前の駐車場において、最大出力 51kW_p の系統連系 PV システムが 2010 年 12 月に導入されている。導入費用は US\$400,000、太陽光発電モジュールは台湾製、インバータはドイツ

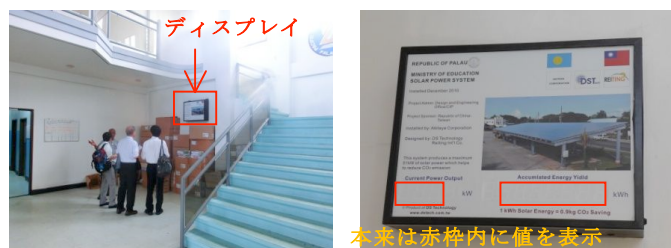
製である。

発電状況表示板が教育省ロビー壁面に設置されており、現在の発電量と累積発電量が表示されるようになっている。しかし、10 か月前に、屋外設置のコンネクションボックス内でスパークが発生したことにより発火した後は、ケーブルを切断しているため、発電しているものの電力を使用できない状態が続いている。ディスプレイも切られた状態になっており、0 か月の間、ボックス故障への対応がなされない状態が続いている。

なお、正常に発電されている場合、発電された電力のうち、20kW までは教育省内で使用され、超過分の発電量が PPUC へ譲渡される契約となっている。余剰電力の売電価格はゼロであるが、代わりに PPUC がシステムの維持管理を無償で実施するという仕組みになっている。



図 58 教育省の PV システム設置状況(モジュール概観)



ディスプレイ設置位置

ディスプレイの画面

図 59 教育省の PV システム発電状況表示板



図 60 教育省の PV システム設置状況(外されたケーブル)



図 61 教育省の PV システム設置状況(燃焼した接続ボックス)

④ ベラウ国立病院 (Belau National Hospital)

台湾の支援(無償資金協力)により、ベラウ国立病院の駐車場において、最大出力 153 kW_p の系統連系 PV システムが 2008 年 12 月に導入されている。パネルは全て台湾製である。

ベラウ国立病院では、1 日約 7,500 kWh の電力を使用しており、そのうち 1,000 kWh を PV システムによって発電された電力により賄い、残り 6,500 kWh を PPUC から買電している。PV システムによって発電された電力は全て病院内で消費され、PPUC への売電は行われていない。

ベラウ国立病院入口付近には発電状況表示板が設置され、DC/AC 変換効率、直流発電量、交流発電量、日射強度、モジュール表面温度、現在の発電量、日積算発電量、積算発電量、積算 CO₂ 排出削減量、積算節電金額、積算森林換算面積が表示されている。発電状況表示板は人通りの多い病院入口にあるため、PV モジュールとともに目につきやすく、ショーケース効果が期待される。近隣の小学校の生徒が社会見学のため来訪することもあるとのことである。

32 台のインバータのうち、現在 4 台が故障中であり、MOTTECH 社に交換を依頼しているが、未だ対応がなされていない。訪問時、発電状況表示板に表示されている日射強度から発電量を概算したが、推定される発電量の 2~3 割程度しか発電していないことがわかった。稼働していないインバータが見られたことから、これが出力低下の直接的な原因になっていると推察される。

システムの所有者は、PPUC ではなく病院(保健省)であり、システムの維持管理は、保健省職員 1 名が行っている。システムに問題が生じた場合は MOTTECH 社に連絡されているが、インバータ交換の例など、迅速な対応は行われていないようである。



図 62 ベラウ国立病院の PV システム設置状況

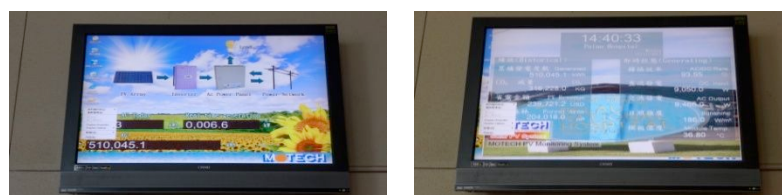


図 63 ベラウ国立病院の PV システム発電状況表示板

⑤ WCTC ショッピングセンター (WCTC Shopping Center)

WCTC 社により、同社ショッピングセンターの屋上において、最大出力 90 kW_p の PV システムが 2011 年 11 月より運用開始されている。PV パネルは韓国のヒュンダイ製である。システムの導入費用は US\$500,000、発電量(金額換算で US\$60,000/月)のうち、一部(金額換算で US\$10,000/月程度)を逆潮流・売電 (US\$0.75/kWh) しており、システム導入費用を 5 年で回収する計画である。売電額 (US\$0.75/kWh) は、パラオ国内の電気料金 (US\$0.42/kWh) よりもかなり高額である。

将来的には、T ドックにあるホテルの屋上にも PV パネルの設置が計画されている。



建物外観

建物屋上

モニタリング装置

図 64 WCTC ショッピングセンターの PV システム

⑥ その他(今後の計画等)

EU の支援により、パラオのナショナルスタジアムに、150 kW_p の PV システムの導入が予定されている。2014 年 1, 2 月に完成予定で、導入費用は US\$300,000

となっている。

これらの他に、容量 5 MW_p の PV システムの導入計画があり、導入サイトを含めて提案する方法で公募し、9 つのプロポーザルが提出された（アメリカ、デンマーク、インド、台湾、フィリピンの企業が応募し、日本、中国の企業は入っていない）。準備調査を実施中で、2013 年 11 月末には採択者が決定され、契約後、1 年でシステムが完成する予定となっている。予定出力は、ピーク時需要の約 40% に相当し、当システムが完成すれば、「2020 年までにパラオ国内の電力消費量の 20% を再生可能エネルギーで賄う」という国家エネルギー政策の中で示されている計画に大きく貢献すると考えられる。ただし、不安定な太陽光エネルギーの割合が大幅に増加することから、系統が不安定になる等の影響も懸念される。

これまでの PV システムの導入に対しては、環境影響評価を行う必要がなかったが、MW_p クラスのシステム導入の際には必要となる可能性が出てくる。環境影響評価の必要性は、EQPB（環境品質保護局）が対象地域の立地、面積等に基づき判断する。

(3) パラオにおける再生可能エネルギー政策の現状

① パラオにおける発電設備の運用状況

パラオ（コロール）の電力系統の電源は、コロール島のマラカル発電所とバベルダオブ島のアイメリーク発電所の 2 箇所である。発電方式は両発電所ともディーゼル発電である。

2011 年 11 月にアイメリーク発電所のディーゼル発電機 1 台から出火し、4 台の発電機全てが焼損した。それ以降、アイメリーク発電所での発電は停止しており、現在マラカル発電所で全て発電している。現在、日本の援助により出力 5MW のディーゼル発電機 2 台をアイメリーク発電所構内に増設するための工事が行われており、2014 年 3 月に発電開始、同年 5 月に施設の引き渡しが予定されている。



図 65 パラオ（コロール）の系統電力のほとんどを依存するマラカル発電所



図 66 ディーゼル発電機 2 台を増設中のアイメリーク発電所

② 廃棄物再利用による発電の取り組み

コロール州廃棄物管理事務所において、油化装置を用いた発電の取り組みが行われている。この装置では、ペットボトルのキャップを原料として用い、最大出力は約 30kW である。現在実証調査中であり、今後 10 倍の規模で行うという計画もある。

③ エネルギー政策

パラオでは、1997 年に制定された「国家総合開発計画」に基づき、エネルギー使用量削減に関する大統領令 No.234(1994 年制定, 2004 年改定), No.245(2005 年制定), No.248(2008 年制定)が施行され、重点項目としてエネルギー使用量の削減義務、削減目標などが示されている。2008 年には、大統領令を具体化するため、「パラオエネルギー保全戦略」が策定された。2007 年 11 月には、「エネルギー効率化アクションプラン」が策定され、民間セクターも含めたエネルギー使用量削減のための方策(小型蛍光灯の啓蒙普及、太陽熱温水器の導入補助等)が示されている。

2009 年に制定された「国家長期エネルギー政策」の中で、2020 年までに国内電力供給の 20%を再生可能エネルギーにより賄う計画が示されている。また、エネルギー利用の効率化と省エネにより、エネルギー消費量の 30%削減することが目標として掲げられている。

二酸化炭素排出量の具体的な削減目標については、現在検討中であり、今のところ具体的には示されていない。

④ 再生可能エネルギーに対する補助制度

余剰電力買取制度については、PPUC によって策定済で、今後導入される見通しである。ただし、FIT とは内容が異なり、10kWh の電力を PPUC の系統に供給すれば、5kWh 分のクレジットが貰える仕組みとなっている。他にも個人住宅への PV システム導入を対象に、イタリアの資金によるパラオ開発銀行の貸付制度がある。

(4) パラオの再生可能エネルギーに対する JICA 事業の貢献度とパイオニア性

パラオでは、JICA 支援によるパラオ国際空港への PV システム導入以前から、EU や台湾の支援による系統連系 PV システムが存在していた。しかし、インバータが不適切に設置されて故障する等、必ずしも系統連系型の成功事例とは言えない一面もみられていた。

JICA 支援によるパラオ国際空港の PV システムは、これまでのところ特に問題なく稼働しており、環境対応・調整室から高品質との評価を受けている。PV モジュールは空港出入口正面の駐車場に設置され、発電状況を示すディスプレイが空港ロビーの目につきやすい場所に配置されていることから、ショーケース効果が発揮されている。

JICA 主催の日本の技術研修に参加した PPUC 職員からは、技術研修の内容は大いに役立っているとコメントがあった。PPUC は、JICA 研修の成果を活かし、社内の職員研修のほか、パラオ国内の中小企業に対して、技術研修を実施しているとのことである。

また、2012 年 12 月に PPUC は、グリッド接続に関する技術基準を作成しているが、インタビューの中で、本事業が技術基準作成のきっかけになったとの認識を示している。

E-3-3 モルディブ

3 現地調査：モルディブ

2013 年 11 月 24 日～29 日に、モルディブにおける現地調査を実施した。本調査では、政府機関、電力公社、およびモルディブ国内で再生可能エネルギーを推進する民間企業等、計 11 団体に対しヒアリングを実施するとともに、既に竣工した JICA 環境プログラム無償による PV 設置サイト 10 か所のうち 3 か所（電力公社 STELCO 本社ビル、Thaajuddeen 小中学校および Hiriya 小中学校）を視察した。

3-1 調査の目的

本調査では、JICA がこれまでに実施してきた系統連系型太陽光発電導入普及関連プロジェクトの貢献度および現地でのパイオニア性を評価することを目的として、政府関係者などへのヒアリングおよび視察を中心とした、現地での情報収集を行った。調査対象国であるモルディブは、JICA の系統連系 PV システム導入の初の対象国であり、中規模の系統連系 PV システムとしては、モルディブにとっても初の導入案件となった。JICA プロジェクトでは、これまでに 2 期にわたりマレ島に計 10 か所（計 675 kW_p）の系統連系 PV システムの導入が完了しており、さらに第 3 期としてフルマレ島とマレ島の 2 か所での導入が予定されている。系統連系型 PV システムの導入にあたっては、モルディブ国内の技術ガイドラインの作成などソフトコンポーネントの面でも評価され、モルディブの系統連系 PV システム導入・発展に貢献したことから、グッドプラクティス事例

と判断し選定された。

3-2 調査団員、調査スケジュール

(1) 調査団員

【プロジェクト団員】		
鈴木 薫	JICA	JICA 産業開発・公共政策部 参事役
篠木 誓一	団員	一般財団法人 日本気象協会
前田 芳恵	団員	一般財団法人 日本気象協会
松田 真	団員	一般財団法人 日本気象協会

(2) 調査スケジュール

平成25年11月24日（日）～11月29日（金）		
11月24日 （日）	AM PM	成田空港発 香港経由 マレ空港着
11月25日 （月）	AM PM	<ul style="list-style-type: none"> ・ JICAモルディブ支所への訪問および概要説明 池城直支所長 ・ モルディブ電力公社(STELCO)でのヒアリングおよびJICA環プロ無償第1期PV サイト視察 Mr. Azzam Ibrahim, Senior Engineer Mr. Abdul Malik Thoufeeg, Engineer ・ 国連開発計画(UNDP)および国連プロジェクトサービス機関(UNOPS)でのヒア リング Mr. Mohamed Inaz, Assistant Resident Representative, Environment & Energy, UNDP Ms. Eemaan Rameez, Deputy Manager/Operations Manager, UNOPS
11月26日 （火）	AM PM	<ul style="list-style-type: none"> ・ 離島電力公社(FENAKA Corporation Ltd.)でのヒアリング Mr. Farooq Mohamed Hassan, Managing Director Mr. Hussain Hameez, Director 他5名 ・ モルディブエネルギー庁(Maldives Energy Authority, MEA)でのヒアリング Mr. Nuawiyath Shareef, Director Mr. Ahmed Naufal, Technician 他2名 ・ ドイツ国際協力公社(GIZ)のヒアリング Mr. Martin Rufenach, Technical Adviser Ms. Nika Greger, Advisor Policy
11月27日 （水）	AM PM	<ul style="list-style-type: none"> ・ 環境・エネルギー省(Ministry of Environment and Energy, MEE)でのヒアリング Mr. Ahmed Ali, Director General 他2名 ・ JICA環プロ無償第1期のPVサイトThaajuddeen小中学校の視察 ・ JICA環プロ無償第1期のPVサイトHiriya小中学校の視察 ・ 住宅開発公社(Housing Development Corporation)でのヒアリング Mr. Suhail Ahmed, Managing Director 他3名
11月28日 （木）	AM PM	<ul style="list-style-type: none"> ・ 若築建設株式会社へのヒアリング 藤原輝久氏 国際部国際事業課工事課長 ・ 関西電力株式会社へのヒアリング 新開雅也氏 国際室国際グループマネジャー 小石原仲哉氏 国際室国際グループ ・ 有限会社モルディブ再生可能エネルギー(Renewable Energy Maldives Pvt. Ltd.)でのヒアリング Mr. Ahmed Naufal, Engineering

		・マレ空港発
11月29日 (金)	AM PM	・香港経由 ・成田空港到着

3-3 現地調査結果概要

(1) JICA が実施したプロジェクトの概要

モルディブでの現地調査では、モルディブ国環境エネルギー省エネルギー局、モルディブエネルギー庁等の政府機関のほか、STELCO および FENAKA の電力公社およびモルディブ国内で再生可能エネルギーを推進する民間企業等、計 11 団体に対しヒアリングを実施するとともに、既に竣工した JICA 環境プログラム無償による PV 設置サイト 10 か所のうち 3 か所(電力公社 STELCO 本社ビル, Thaajuddeen 小中学校および Hiriya 小中学校)を視察した。

① 事業内容

モルディブでは、JICA 環境プログラム無償により、第 1 期 5 か所(完工)、第 2 期 5 か所(完工)、第 3 期 2 か所(2014 年完工予定)の系統連系 PV システムが設置される。第 1 期および第 2 期の計 675 kW_p は既に稼働を開始し、第 3 期の完成後には計 740 kW_p の発電容量が予定されている。システム全体の設計は日本企業が実施し、PV パネル、PCS、変圧器、電気メーター等も日本企業の製品を使用した。

本事業は当初総事業費 10.00 億円、第 1 期 5 か所のみ導入が予定されていたところ、PV システム価格下落による入札後の残余金を利用し、第 2 期 5 か所を追加で実施した。さらに第 2 期の残余金で第 3 期 2 か所が予定されている。これらの PV システムは全て環境・エネルギー省(MEE)が所有し、維持管理契約を結んだ電力公社(State Electric Company Ltd., 以下 STELCO)がメンテナンスおよびモニタリングを担当している。設置にあたり、現地電力公社の 16 名の技術者に対して研修を実施するなど、ソフトコンポーネントによる技術移転が行われ、現在は STELCO 職員自身での管理に支障はない。稼働中の 10 か所の維持管理費は年間 1,650,000 円とされているが、モルディブエネルギー庁は計画よりも維持コストは低く抑えられているとしている。

マレ島は約 6 km² に約 10 万人(2007 年)が住む人口密度の高い島であることから、これらの設置された PV システムは全て建物の屋根または屋上を利用した方式(勾配屋根型、陸屋根型)である。屋根型の設置には、PV システムの荷重に耐えられる屋根強度が必須であることから、社会教育センターなど一部では設置個所の補強が行われた。

各サイトの仕様は以下の通り。

PV モジュールは第 1 期, 第 2 期とも多結晶シリコン製

【第 1 期 (2012)】

- a. 大統領府 (The President's office, 20 kW_p)
PCS 容量台数: 10kW x 2 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- b. 社会教育センター (Maldives Center for Social Education, 100kW_p)
PCS 容量台数: 100kW x 1 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- c. 電力公社本社ビル (STELCO building, 45 kW_p)
PCS 容量台数: 10kW x 5 台 PV 設置形態: 陸屋根型
- d. Thaajuddeen 小中学校 (Thaajuddeen School, 130 kW_p)
PCS 容量台数: 100kW x 2 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- e. Hiriya 小中学校 (Hiriya School, 100kW_p)
PCS 容量台数: 100kW x 1 台 PV 設置形態: 勾配屋根型

【第 2 期 (2013)】

- f. Velaanaage ビル (Velaanaage building, 40 kW_p)
PCS 容量台数: 10kW x 4 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- g. Giyaasudheen 小学校 (Giyaasudheen School, 80 kW_p)
PCS 容量台数: 100kW x 1 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- h. Kalaafaanu 小学校 (Kalaafaanu School, 85 kW_p)
PCS 容量台数: 100kW x 1 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- i. 大学(管理棟)(Central Administrative Building (University), 40 kW_p)
PCS 容量台数: 10kW x 4 台 PV 設置形態: 勾配屋根型
- j. 大学(保健学部)(Faculty of Health Science (University), 35 kW_p)
PCS 容量台数: 10kW x 4 台 PV 設置形態: 勾配屋根型

② 視察対象サイト

今回の調査では, 既に完工している第 1 期, 第 2 期の計 10 か所のうち, 3 か所 (STELCO, Thaajuddeen 小中学校, Hiriya 小中学校)を視察した. このうち, Thaajuddeen 小中学校は JICA 無償資金協力で 2004 に新校舎が建設され, Hiriya 小中学校は 2009 年に JICA 無償資金協力によりマレ島で 2 番目の女子中学校として設立された.



図 67 STELCO(左)と Thaa Juddeen 小中学校(右)に設置された PV システム

これらの 3 か所では、STELCO 入口待合所や学校の階段下など、訪問者や生徒達の目につきやすい場所に発電量ディスプレイが設置されており、PV システムの存在を示すとともに実際の発電量や CO₂削減量の数値がわかりやすく表示されている。また、ディスプレイ上では太陽光発電と建物の照明とのつながりが図化され、特に Thaajuddeen 小中学校、Hiriya 小中学校などの学校では、小中学生の太陽光発電の理解や再生可能エネルギーに対する意識向上が期待される。これらの一般向けの発電量ディスプレイのほか、学校関係者にはより詳細なデータが閲覧できるシステムが用意され、過去の情報の閲覧も可能となっている。

Thaajuddeen 小中学校と Hiriya 小中学校が隣り合うことから、双方の PCS は一括して Hiriya 小中学校内の建屋に設置されている。また、2 つの学校は第 1 期で設置された社会教育センターの近隣に位置し、これらの学校から 3 か所の PV システムが見える位置関係にある。

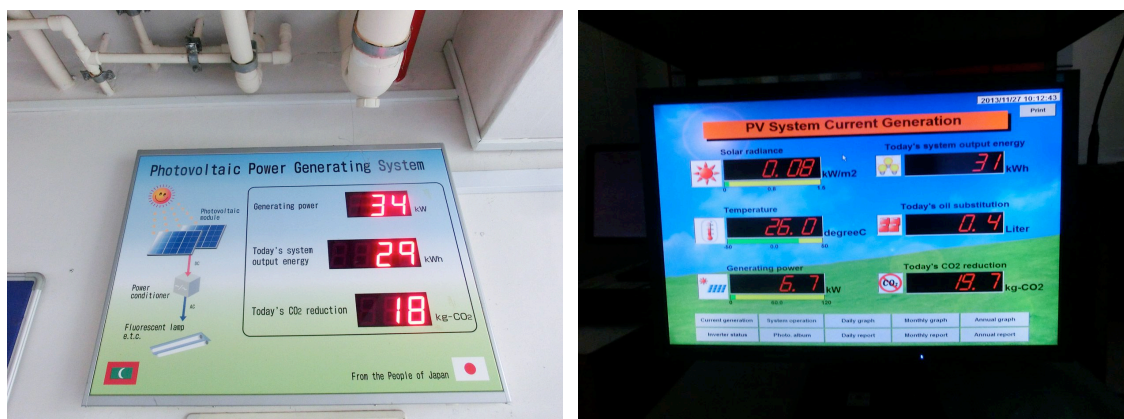


図 68 Hiriya 小中学校に設置されたディスプレイ(左:一般用, 右:関係者用)

(2) モルディブの電力供給の概要

モルディブは電化率 100%を達成しているが、現在はディーゼル発電の依存率が非常に高い。ディーゼル燃料を全て輸入に頼らざるを得ないことから、燃料価格高騰の影響を受けやすいだけでなく、電力以外も含めた燃料購入支出が GDP の 35%に上り、財政圧迫の一因となっている。また、ディーゼル燃料はリゾート島や工業島での使用分も含め、State Trading Organization (STO)が全島分を調達し 2-3 週間相当分をマレ島近くの島に備蓄しており、天候の影響による国内の供給遅延など、ディーゼル依存率の高さが国内のエネルギーの安定供給の妨げにもつながっている。これらの事情から、PV システムの普及はエネルギー安全保障およびディーゼル燃料購入の費用軽減の観点からも期待されている。

モルディブ国内の全 1,192 島中、有人島の 194 島に電力供給する 189 の発電所は、STELCO が 28、FENAKA が 141 を運営し、残りの 20 島では島の委員会 (Island Council) が独自に発電および配電を実施している。一般の有人島以外では、108 (公称 105) のリゾート島、工業・農業等を専門とする 60 島も各島で独自に電力を供給している。国内のピーク時の電力使用量は 150MW 程度であり、リゾート等を含め全国で 250MW_p 相当の発電施設が設置を終えている。また、全人口の 1/3 が居住する首都マレ島ではこれまでに 61 MW_p が設置されている。

STELCO は、1949 年にマレ島に電力供給を開始して以来、100%政府が所有する公社として大マレ圏を中心に電力供給を担当している。もう一方の電力供給公社 FENAKA (FENAKA Corporation Ltd., 以下 FENAKA) は、離島を対象に上下水道および電力供給を担う組織として 7 地域に分かれていたものが、政権交代を機に 2012 年に統合された経緯を持つ。離島が対象の FENAKA は職員数約 1300 名と、職員数 530 名の STELCO の倍以上を擁している。MEE によると、島の委員会で電力供給を行う 20 島も、いずれは STELCO もしくは FENAKA 傘下に入れる方針だが、スムーズな移行が進んでいない島も見られる。

モルディブ国内の電力料金は、各電力事業者が MEA に申請し、承認を受ける、という手順を踏んでいるが、2009 年から申請料に燃料価格に応じた燃料サーチャージの上乗せが認められるようになった。現在では、電力料金の約半分は燃料サーチャージとなっているが、この燃料サーチャージは政府から補助されるため、一般利用者が支払うことはない。さらに、一般利用者に対しては電気使用量に応じた補助制度もあることから、国の負担は大きい。燃料サーチャージを除いた STELCO 管内の平均的な電力料金は、2013 年後半では 3.42 MRF (US\$0.22)/kWh 程度とされている。

太陽光発電以外の再生可能エネルギーに関しては、風力発電の導入が試みられたとの報告があるが、発電コストが売電価格を大幅に上回るなど、失敗に終わり継続されていない。一方、マレ島での電力負荷ピークは昼間の商業および公共施設でのエア

コンによることから、PVシステムの稼働時間帯とピークが一致し、マレ島はPVシステム適合の好事例と言えるだろう(下図)。

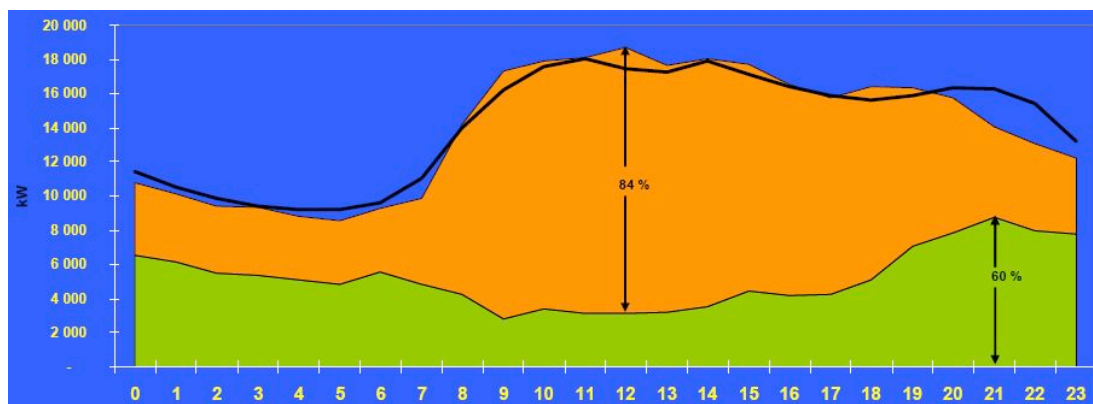


図 69 マレ等における日負荷曲線^{lxiv}

商業および公共施設(オレンジ)および住居(緑)の電力消費推移(環境エネルギー省)

(3) モルディブ国内での系統連系型 PV の導入状況

UNDP は 2006 年に、PV システムとディーゼル発電のハイブリッドシステムをマンドゥー島(Mandhoo)に導入するプロジェクトを実施した。これはモルディブ初の系統連系 PV システムであり、発電容量は 12kW_p と小規模なものも現在も稼働している。当初は蓄電池を接続していたが、設置後に島内の需要が大幅に増加し蓄電の必要がなくなったため、その後蓄電池は取り外されている。また、ドイツの国際協力公社 GIZ では、2 つの離島(Ungoofaaruu 島, Kudahuvadhoo 島)においてディーゼル発電と PV システムのハイブリッドシステム(合計 500 kW_p 程度)の導入を計画している。

民間企業の参入では、ドイツの民間会社 Wirsol が 6 つの島に系統連系システムを設置しており、STELCO と売電契約を結び既に約 2 年が経過している。このうちの一つである Villingilli 島はピーク需要が約 1 MW のところ、約 1/3 にあたる 290 kW_p の PV システムを導入した。また、モルディブ国内の企業の中にも、系統連系 PV システムの導入をサポートする企業が出てきている。

STELCO 管内のディーゼル発電コストは US\$0.30-0.40/kWh 程度のところ、政府からの補填により US\$0.25/kWh で提供している。PV システムの FIT 上限価格が US\$0.25/kWh であることから、モルディブ国内では既に PV システムについては、グリッドパリティを達成していると考えられる。

(4) モルディブにおける再生可能エネルギー政策の現状

モルディブでは、環境・エネルギー省(Ministry of Environment and Energy, MEE)が電力政策を担当しており、2012 年に設置されたエネルギー局の 8 人のスタッフで、エネルギーの政策と計画を担当している。さらに、MEE 傘下の半独立機関としてモルデ

イブエネルギー庁(Maldives Energy Agency, MEA)が規制機関の役割を担い、技術基準の監督、電力料金制度の見直し、電気事業のライセンス承認等を実施している。MEAでは技術スタッフ5名、全職員11名の少人数でモルディブ全土を管轄している。政府所有の電力公社である STELCO および FENAKA は財務省(Ministry of Finance)の管轄下にあるものの、エネルギー政策の一部として電力に関する政策も MEE が担当している。

また、モルディブのナシード政権は、2010年に「モルディブ国家エネルギー政策・戦略(The Maldives National Energy Policy & Strategy)」の中で2020年にカーボンニュートラルを達成するという目標を打ち出している。その後の大統領辞任や、2013年11月の大統領選挙での与野党交代を伴う政権交代があったものの、MEEでは従来の再生可能エネルギー推進の方針に大きな変更はないだろうとしている。

モルディブでは再生可能エネルギー推進策として、固定価格買取制度(FIT)の他、再生可能エネルギー関連部品の関税免除などが実施されている。FIT制度は存在するものの、現在までの適用は1件とほとんど活用されていないことから、世界銀行(World Bank, 以下WB)の支援の下で1年以内の制度改訂を予定している。現在のFIT制度が活用されない原因としては、買取価格にUS\$0.25/kWhという上限が設けられていること、為替リスクや信用リスク対策の弱さ等が考えられているが、現在の外貨(ドル建て)での固定価格契約はモルディブ政府側にもリスクとなり得ることが指摘されている。

モルディブではWBおよびアジア開発銀行(Asian Development Bank, 以下ADB)による気候変動基金(Climate Investment Fund)の再生可能エネルギースケールアッププロジェクト(Scaling-up Renewable Energy Program (SREP), 2013-2017)対象国として採択され、民間やイスラム開発銀行等の資金も合わせ、5年間でUS\$1.39億のプロジェクトが実施されることが決定した。このプロジェクトは、WBによるASPIRE (Accelerating Sustainable Private Investment in Renewable Energy)とADBによるPOISED (Preparing Outer Islands for Sustainable Energy Development Program)の2つに分かれ、大マレ圏および外島の両方を対象に事業を実施する。大マレ圏では、発電所用地に乏しいマレ島の電力供給を強化するため、海底ケーブルを利用した周辺の島との連系も検討される。

(5) モルディブの系統連系 PV システムに対する JICA 事業の貢献

インタビューを通じた現地での意見聴取からは、これまでに完工した2期の設置事業を通じたモルディブの系統連系 PV システムの普及に対し、主に下記の5点の貢献が評価されているものと考えられる。

中規模系統連系 PV システムの導入

モルディブ国内では他ドナーによる小規模のハイブリッド型 PV システム導入はあ

ったものの、JICA の環プロ無償による導入は、初の中規模系統連系 PV システムとなった。また、JICA の PV システム導入容量は 675 kW_p、第 3 期終了後は 740 kW_p と 2013 年の段階では最大のドナーとなっている。また、これまでのソフトコンポーネントによる技術力向上により、これらの PV システムは既に STELCO のみで維持管理可能な体制が整っている。

ソフトコンポーネントを通じた技術移転

人口 30 万人程度のモルディブでは、大学や専門学校での技術者養成は期待できず、技術者となるために海外留学をする者が多い。JICA の環プロ無償では、日本の技術者がモルディブに長期滞在し、電力公社の技術者 16 人に対する研修や共同の設置作業を通じて技術力向上が図られた。これらの経験を積んだ技術者は、現在では独自運用に支障のないレベルに達したとして、MEE、STELCO 内部でも高く評価されている。

技術基準の整備

モルディブでの系統連系 PV システム実施に際し、MEA で使用する系統連系 PV システムの技術基準ガイドラインおよびマニュアルの作成に大きく貢献した。2013 年 2 月に JICA 支援により策定された技術ガイドラインは、今後、民間企業が系統連系型 PV システムを導入する際の基準として用いられる。特に、このような総合的なガイドラインは、マレ地域のように複雑な状況を抱えた都市部での利用に適切との評価も得た。

モニタリングの実施

今回導入されたシステムでは、日射強度、気温、発電量、燃料換算量、CO₂ 削減量が自動的に蓄積されることから、STELCO 等の担当者が過去のデータをエネルギー政策や計画の検討に利用することが可能となる。モルディブでは、MEA が今年度からオンラインでエネルギー統計値の収集システムを構築するなど、電子化されたデータ収集システムは普及が進んでいる段階であり、あらかじめデータ蓄積の機能が備わっている点が評価できる。

ショーケース効果

第 1 期から第 3 期までの 12 か所とも、学校や政府機関等、公共的要素のある建物の屋根に設置され、PV パネルおよび発電量モニタが人目につきやすい環境にある。発電容量は比較的小さいものの、大統領府やモルディブ唯一の国立大学等、モルディブのシンボルとも言える建物に設置されるなど、PV システムのショーケース効果が期待されている。特に、大統領府での PV システム導入は、モルディブ政府の再生可能エネルギー推進に対する姿勢を表し、政府にとってのアピールの機会としても有効である。また、学校に設置されたディスプレイは PV と照

明の関連を図化し、生徒に PV システムを身近に感じさせる啓発・教育効果も見込める。

なお、モルディブにおいて実施された環境プログラム無償支援のプロジェクトは、10カ所(第3期を含めれば12カ所)に分散設置された PV システムをそれぞれ系統に連系する、という特徴を持った構成となっている。これは、今回訪問したモンゴル、パラオのように1ヶ所に集中設置する方法と異なり、地上設置が難しいモルディブ(マレ地区)の特性に十分配慮したシステムと言えよう。

関係者(面会者)リスト(モンゴル国)

所属及び氏名	職位
モンゴルエネルギー省 Ministry of Energy of Mongolia	
Mr. Angarag	Manager
Mr. Chadraa Batbayar	Renewable Energy Division Senior Officer
Mr. Makhbal Tumenjargal	Department of Strategic Policy and Planning Specialist
他 2 名	
モンゴルエネルギー調整委員会 Mongolia Energy Regulatory Commission (ERC)	
Mr. Munkhtulga Munkhuu	Head of Consumer & Rural Regulation Division
Ms. Erdenetuya Erdenebat	Specialist on Foreign Relation & Cooperation
再生可能エネルギーセンター National Renewable Energy Center (NREC)	
Mr. Bayasgalan Dugarjav Francesco	Executive Director
Mr. Bavuudorj Ovgor	Deputy Director for Research & Projects
Ms. Nyamtsetseg Ivanov	Research & Project Division Specialist
Clean Energy LLC Newcom Group Company	
Mr. Sukhbaatar Ts.	Chief Executive Officer
Ms. Uyanga	Operation Department
モンゴル国立大学 National University of Mongolia	
Mr. Amarbayar Adiyabat	School of Physics and Electronic Department of Application Physics Renewable Energy Laboratory
在モンゴル日本国大使館 Embassy of Japan in Mongolia	
林 伸一郎 氏	参事官
宮下 弘道 氏	一等書記官
JICA モンゴル事務所 JICA Mongolia Office	
加藤 俊伸 氏	所長
荒井 順一 氏	企画調査員
Ms. E. Ankhtsetseg	Program Administrative Officer

関係者(面会者)リスト(パラオ共和国)

<u>所属及び氏名</u>	<u>職位</u>
パラオ電力公社 Palau Public Utilities Corporation (PPUC)	
Mr. Ken Sugiyama	Renewable Energy Manager
Mr. Llemalt Ngirailemesang	Renewable Energy Specialist
Mr. Sherwin Wasai	Renewable Energy Specialist
Mr. Tito Cabunagan, PEE	SCD Manager
Mr. Jose C. Celiz	Mechanical Engineer
環境保護局 Environment Quality Protection Board (EQPB)	
Ms. Roxanne Y. Blesam	Executive Officer
パラオ国際空港 Palau International Airport	
Mr. Carlson Etpison	Nay Aid Technician
パラオ教育省 Ministry of Education	
Mr. Kailang Asanuma	
ベラウ国立病院 Belau National Hospital	
Mr. Arseno Saburo	Electric Technician
Wind/Solar & Power Tools	
Mr. Lerry Ruluked	General Manager
WCTC Shopping Center	
Mr. Nilo	Technician
Mr. Floveicio	Technician
コロール州 廃棄物管理事務所 Koror State Government Solid Waste Management Office	
藤 勝雄 氏	SWMO Consultant
株式会社 オリエンタルコンサルタンツ	
尾藤 健太郎 氏	GC 事業本部 地球環境部
東芝プラントシステム株式会社	
菅原 昭雄 氏	産業システム事業部 産業建設部 電源設置グループ サイトマネージャー
JICA パラオ支所 JICA Palau Office	
松井 信晃 氏	支所長

関係者(面会者)リスト(モルディブ共和国)

所属及び氏名	職位
環境・エネルギー省 Ministry of Environment and Energy (MEE)	
Mr. Ahmed Ali	Director General
Mr. Mohamed Inaz	Assistant Engineer
Ms. Rizna Ahmed Rasheed	Assistant Program Officer
モルディブ電力庁 Maldives Energy Authority (MEA)	
Mr. Nuawiyath Shareef	Director
Mr. Ahmed Naufal	Technician
Mr. Akram Waheed	Assistant Engineer
Ms. Fizna Yoosaf	Assistant Engineer
国連開発計画 United Nations Development Programme (UNDP)	
Mr. Mohamed Inaz	Assistant Resident Representative Environment & Energy
国連プロジェクトサービス機関 United Nations Office for Project Services (UNOPS)	
Ms. Eemaan Rameez	Deputy Manager/Operations Manager
モルディブ電力公社 State Electric Company (STELCO)	
Mr. Azzam Ibrahim	Senior Engineer
Mr. Abdul Malik Thoufeeg	Engineer
FENAKA Corporation Limited Company	
Mr. Farooq Mohamed Hassan	Managing Director
Mr. Hussain Hameez	Director
Mr. Ahmed Azleem	Deputy Director
Ms. Aishath Saneedha	Business Development Manager
Ms. A. Rishmy	HRD Manager
Ms. Ahmed Shafween	Senior Officer
Mr. Asiyath Ibrahim	Assistant Engineer
Housing Development Corporation (HDC)	
Mr. Suhail Ahmed	Managing Director
Ms. Salfyya Anwar	Deputy Director
Mr. Abdulla Fayax	Deputy Director
Mr. Mohamed Sharah	Corporate Affairs, Marketing & Business Development Assistant Director
ドイツ国際協力公社 Deutsche Gesellschaft für Inter-natio-nale Zusam-men-arbeit (GIZ)	
Mr. Martin Rufenach	Technical Adviser
Ms. Nika Greger	Advisor Policy
Renewable Energy Maldives Private Limited Company	
Mr. Ahmed Naufal	REM Showroom Engineering
若築建設株式会社	
藤原 輝久 氏	国際部 国際事業課 工事課長

関西電力株式会社

新解 雅也 氏

小石原 仲裁 氏

国際室 国際グループ
マネジャー

国際室 国際グループ

JICA モルディブ支所 JICA/JOCV Maldives Office

池城 直 氏

高木 哲也 氏

Ms. Aishath Nahuma

支所長

企画調査員

Program Officer

資料 F 普及フェーズの新しいチャンネル

F-1. NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action)

NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action)⁵⁶ は、国連気候変動枠組条約 (UNFCCC)の下で動き出した途上国の自主的気候変動緩和策に関する国際制度である。

途上国(政府)が、ある気候変動緩和策(目標値設定、政策の実施から具体的なプロジェクトまで制約はない)を行うにあたって、その MRV(測定、報告、国内検証)を行うことが条件となる。NAMA は、先進国からの各種サポートを受けられる可能性がある。また、各途上国は、それぞれの NAMA を宣言し、(サポート受けるために)NAMA Registry⁵⁷に登録することができる。NAMA の実施状況は、隔年更新報告書 (Biennial Update Report; BUR)で、COP/SBI(締約国会議/実施に関する補助機関)に報告しなければならない。

NAMA は、基本的に「自主的」で、「宣言」すればよく、またどのような緩和策でも可能である。また、途上国政府関連の活動で、先進国の政府から、その準備～実施のファイナンスまで、サポートを求めることができる。

現在、サポート体制を整備し NAMA Registry に登録しているのは、脚注 57 の NAMA Registry の Web によると、先進国や国際援助機関の関与する 7 つのファンドやファシリテーターであり、JICA もその準備を進めている。その中で、とくに独・英国政府の用意した NAMA Facility⁵⁸は、かなり戦略的かつ素早い体制整備を行い、サポートに関する最初の入札を行った。

MRV が要求されるものの、それが(CDM のような)厳格なものである必要性はなく、また ODA 案件(無償、技協、有償を問わない)を NAMA 化することなども可能であるため、非常に柔軟性に富んだ仕組みとなっていて、交通案件など CDM で難しかったタイプ、CDM 案件が少なかった LDCs などにとって、大きな期待が持たれるところでもある。

下図に示されているとおり、ソーラーエネルギーは、バイオエネルギーと共に、再生可能エネルギーのなかで、もっともサポートのニーズの高いものとなっている。

⁵⁶ <http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7172.php>

⁵⁷ <http://www4.unfccc.int/sites/nama/>

⁵⁸ <http://www.nama-facility.org/>

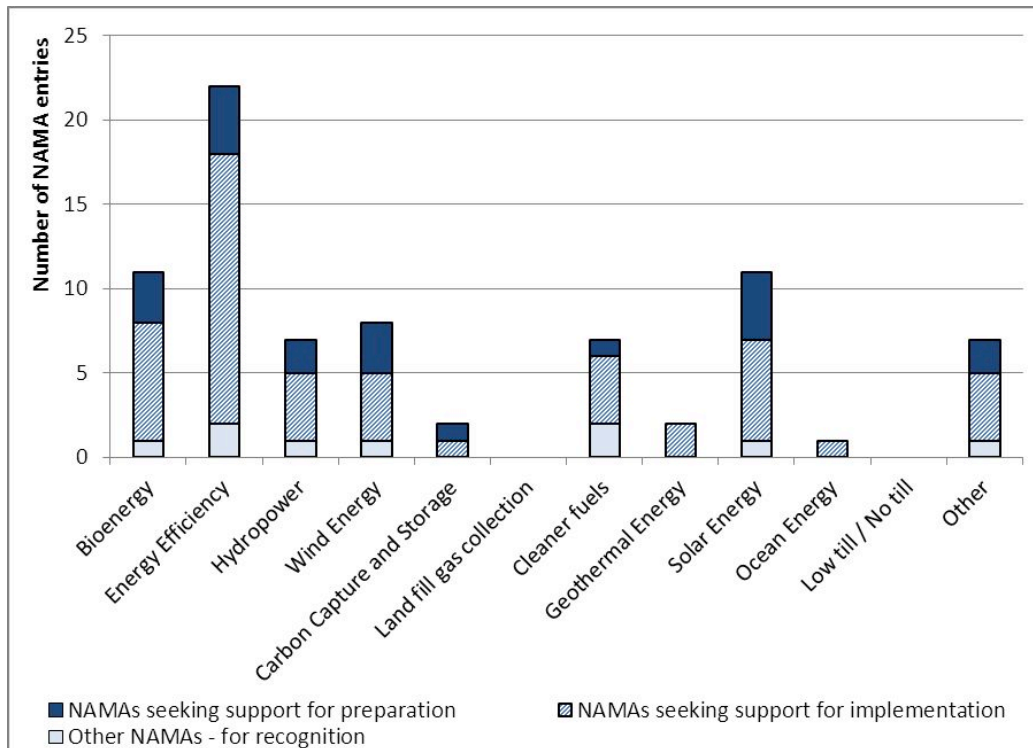


図 70 NAMA Registry に登録された NAMA のタイプ (2013/9/1 時点)⁵⁹

NAMA 化にともなって必要とされる MRV は、GHG 排出削減量の MRV であるが、その活動をカイゼンしていくための PDCA サイクルに組み込むことができ、それによってパフォーマンスを上げることが可能となる。

今後、JICA が気候変動緩和分野での支援を行う場合、相手国政府と議論しながら、その NAMA 化をはかることが重要であろう。JICA 内部で、そのようなスクリーニングプロセスを設けることが望まれる。逆に、上記の「パフォーマンス向上のための MRV」を有効に組み込んだり、条約のフォローアップ体制⁶⁰を用いることで、NAMA という制度をうまく JICA の既存支援プロセスの実効性・継続性を高めるために使うことができる(とくにバッテリーを含む PV システムは、その寿命終了後にどう継続していけるか? が重要なポイントである)。

59

https://seors.unfccc.int/seors/attachments/get_attachment?code=C4ZYD1474OIZ9JSBSDOLO14P3PL9M20B

⁶⁰ BUR で隔年で報告された NAMA は、ICA (International Consultation and Analysis) という一種の国際的チェックプロセスを経る。すなわち、国内で検証がなされることに加え、国際的にもチェックされる。

F-2. 排出権メカニズム (CDM と JCM/BOCM)

F-2-1 CDM

京都議定書の CDM は、2001 年末に CDM 理事会が発足してから、大いに発展し、2013 年 11 月 30 日段階で、7,400 案件が登録、そのうち 2,483 案件が CER を発効した経験を持ち、その累積量は 14.1 億トンに相当する。⁶¹

ただ、CDM は GHG 排出削減量に関する市場メカニズムであるため、地域偏差が激しく(下図)、アフリカや LDCs というカテゴリーにおいてはその数がかかなり限られていた。

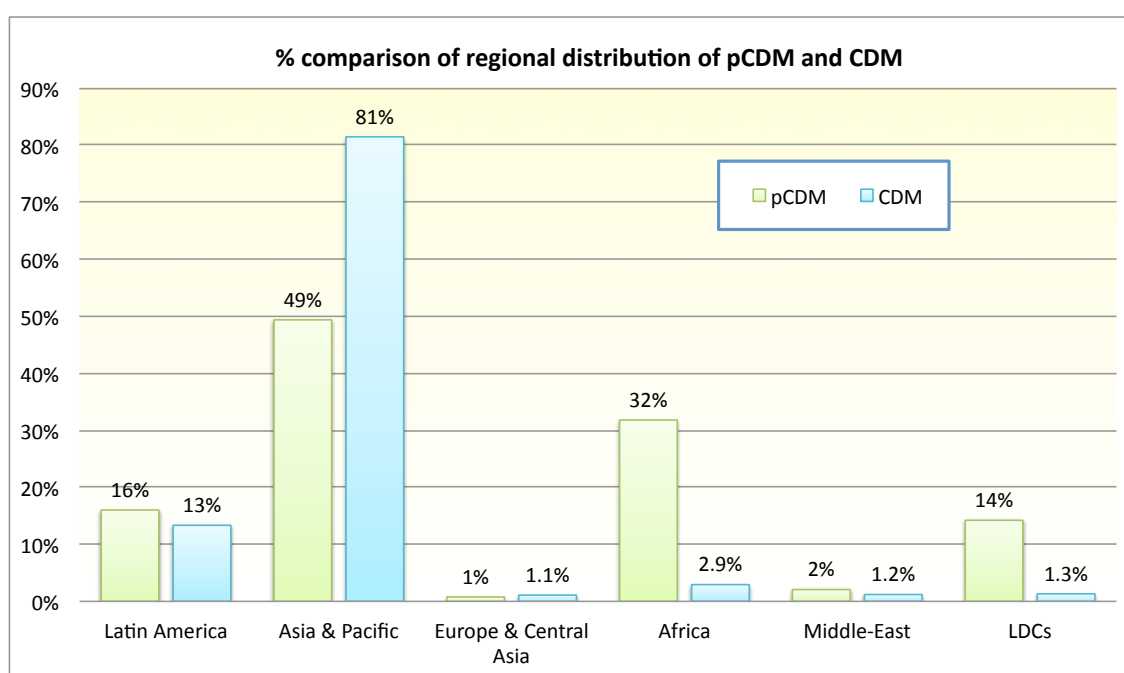


図 71 CDM プロジェクトとプログラム CDM(pCDM=PoA)の地域分布⁶²

そのような中で、SHS などを含む「プログラム型」活動を CDM とする PoA (Programme of Activities) と呼ばれる新しいカテゴリーができ、LDCs の活動が登録されやすい環境が整ってきた。現在では、全部で 241 プログラムが登録⁶³されている。地域分布という点で、アフリカのシェアが非常に大きいことがわかる。また別立てで分類されている(オーバーラップがある) LDCs という点でも、通常の CDM プロジェクトではほとんど魅力がなかった LDCs において、PoA は約 10 倍の比率で登録されている。

ソーラーエネルギーというカテゴリーでは(熱エネルギー利用も含む)、410 案件のプロジェクト

⁶¹ <http://cdm.unfccc.int/Statistics/Public/CDMinsights/>

⁶² <http://www.cdmpipeline.org>

⁶³ <http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/registered.html>

ェクトが登録(中国 161 案件, インド 139 案件, 韓国 30 案件, タイ 25 案件, 中東 13 案件, アフリカ 13 案件)⁶²とされている. PoA では, 42 案件が登録され, うち 39 案件が SHS 等の PV 発電, ソーラーランタンが 1 件, PV 給水が 1 件, 太陽熱発電が 1 件となっている.

PoA と通常 CDM プロジェクトの差異では, ソーラーの場合, やはり PoA の方がかなり大きなシェアをもっている(下図).

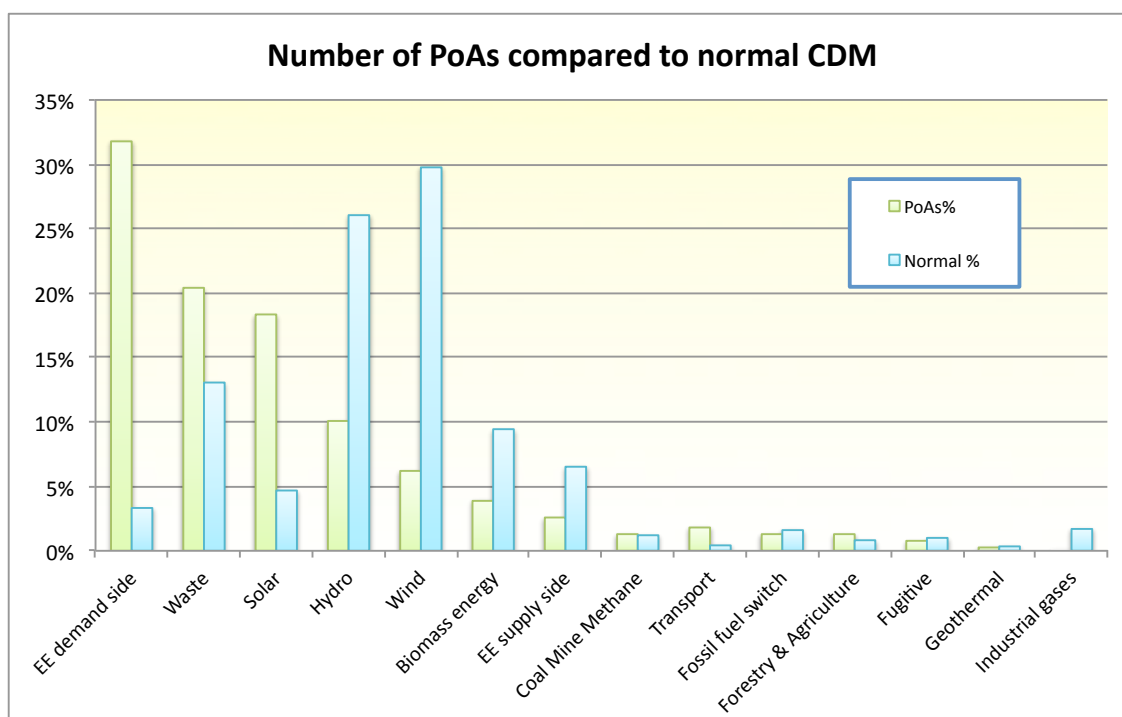


図 72 CDM プロジェクトとプログラム CDM のプロジェクトタイプ別地域分布⁶²

しかしながら, CDM 全体として, CER の主要需要である EU ETS (欧州排出権取引制度) が, 排出権(EUA)過剰=排出権価格下落 状況⁶⁴に陥り, CER の受け入れ(CER を EUA と互換性があるとする)を制度としてかなり制限するようになった. その結果, CER 価格は現在ではトンあたり 0.4 ユーロ程度まで落ち込んでいる(下図にその推移). この供給過多の状況が近い将来解消される見込みはほとんどなく, もはや CDM は新たなインセンティブとしてはたらいはいてはいない.

実際, SHS プログラムに代表されるような LDCs における「良質の(=社会性の高い)」プロジェクトなどは, 北欧の政府や欧州企業が自主的オフセットのためなどに数ユーロ程度で売買されることもあり, そのような期待をしながら登録プロセスを進める CDM プロジェクトや PoA なども少ないながらもある.

⁶⁴ これは言い換えると, 環境派で排出権システムを強力に推している EU ですら, 厳しい目標を域内にセットすることが(域内で合意することが)政治的に困難であることを意味している.



図 73 CER 価格と EUA 価格の推移⁶⁵

F-2-2 二国間オフセット制度 (JCM/BOCM)⁶⁶

日本政府は、2020年からの発足する予定の新しい気候変動国際枠組みに先立ち、CDMとは異なる新しいプロジェクトベースの排出削減クレジットを生み出すメカニズムを提案している。

Joint Crediting Mechanism (JCM) あるいは Bilateral Offset Credit Mechanism (BOCM) と呼ばれるこのメカニズムは、「二国間合意」をベースにしてはいるものの、気候変動枠組条約の下で認められたメカニズムになることを想定されていて、Framework for Various Approaches という交渉アイテムとして国際交渉がなされている。ただ、2013年11月のワルシャワでの COP 19 ではこれに関する合意ができなかった。

いずれにせよ、日本政府は、途上国とは、モンゴル、バングラデシュ、エチオピア、ケニア、モルディブ、ベトナム、ラオス、インドネシア、コスタリカ、パラオの 10 カ国とすでに二国間

⁶⁵

http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2013/05/23/000350881_20130523172114/Rendered/PDF/779550WP0Mappi0til050290130morning0.pdf

⁶⁶ <http://www.mmechanisms.org/initiatives/>

合意を締結し、その監督機関で二国関係者からなる「合同委員会(Joint Committee)」を発足させている国もある。これらの国を対象とした途上国の能力開発プログラムも動いてきている。

国内でも、フィージビリティ・スタディー、MRV モデル実証、そして実際のプロジェクトへの設備補助制度(環境省)やNEDOモデルプロジェクトなどが動いていて、環境省の補助金やNEDOモデル実証プロジェクトは、3億円程度が上限というレベルである。ODAを直接用いることは想定されていない。

また、日本政府はGHG排出に関する新国内目標「2020年時点に2005年排出量水準から3.8%削減」とともに、“Actions for Cool Earth (ACE)”という攻めの外交戦略を打ち立て、2013年からの3年間で160億ドル(うち公的資金は130億ドル)を支援するとしている。⁶⁷そしてその中に、JCMも重要なものとして位置づけられている。そして、新たに創設するJCM特別金融スキーム(JSF: JCM Special Financing Scheme)の一環として、JCM案件にJBICの事業開発等金融、輸出金融、投資金融による支援⁶⁸を実施。またNEXI(日本貿易保険)の海外事業資金貸付保険等において、新たにJCM案件を地球環境保険特約の適用対象とし、非常危険の付保率を100%に引き上げ、全体の予算も拡充されることになっている。

その意味で、日本政府は、COP決定を待たずに、ボトムアップ的に実際のプロジェクトを戦略的に動かしていこうとしている。

JCMは、制度デザイン上は、一見、CDMのような「GHG排出削減量」の市場メカニズム(=排出削減クレジット収入をインセンティブとして動かすメカニズム)に類似しているが、実態は、

「日本企業の進出・日本技術の移転促進/サポート制度」

である。

なお、制度として未熟なところは多く、アンクリアであることのリスクも大きいですが、上記のようにJCMクレジットを目指すのではなく、アップフロントで得られる補助金をインセンティブとするのであれば、PV分野も含めて、進出する民間企業にとって、利用価値が高いであろう。

F-3. 再生可能エネルギー固定価格買取制度 (FIT)

近年、再生可能エネルギー推進策を政策に組み込んでいる国は急速に増加しており、

⁶⁷ <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/kaisai/dai27/gijisidai.html>

⁶⁸ ただ現時点では、とくにJCM固有の措置がとられているというわけではない。

2012年初頭までに少なくとも109の国が何らかの再生可能エネルギー推進策を示している^{lxv}。その中でも、一定の長期的収益が得られる固定価格買取制度(Feed-in Tariff, 以下FIT)は、再生可能エネルギー導入割当制度(Renewable Portfolio Standard, RPS)と並び、導入国・地域が多く、2012年初めには65か国と27の州で再生可能エネルギーへの適用が確認されている^{lxvi}。その一方で、FITの影響による想定を大幅に上回る普及で電気料金全体の上昇を招くなど、政策変更を余儀なくされるケースも報告されている。この節では、FITの概要と世界での動向、特に途上国におけるFIT導入に関するこれまでの知見をまとめる。

F-3-1 固定価格買取制度(FIT)とは

FIT制度は、固定価格買取制度(FIT)のほか、プレミアム支給、先進的自然エネルギー買取制度、最低価格基準とも呼ばれ^{lxvii}、まだ定義は曖昧なものの、一般的には政策的に決定された発電量毎の価格での売買電を指す。その実施に際しては、政策面では(1)系統への接続の確保、(2)売買電(もしくは熱)の長期契約、(3)適正な利益率および生産コストの回収を踏まえた価格設定、が必要とされ^{lxviii}、また、民間からの投資促進には、投資家に対する透明性、長期の継続性、確実性を示す情報提供の環境が求められる^{lxix}。

再生可能エネルギー普及拡大の効果は、地球温暖化対策や大気汚染対策といった環境への影響低減だけでなく、電化率の低い地域では電化率向上、雇用創出、エネルギー安全保障など、多岐に亘る。そのため、FIT導入の評価も、再生可能エネルギー導入割合だけでなく、雇用創出、技術力向上、電力料金への転嫁状況、電力関連業界および経済全体への影響、エネルギー安全保障への貢献、化石燃料への補助軽減など、それぞれの国の状況を鑑みた総合的な評価が求められる。ドイツ銀行グループでは、そのうちの2つの指標(雇用創出、消費電力中の再生可能エネルギーシェア)をヨーロッパの4か国で調査した(下表)。FIT以外の促進策の効果や社会状況が考慮されていないものの、FIT導入が再生可能エネルギーのシェアや雇用拡大に一定の影響を及ぼすことが示唆される。FITによるヨーロッパでの再生可能エネルギー拡大の成果は、世界各国でのFIT導入加速の一因と言えるだろう。

表 31 FIT政策の効果^{lxx}

	フランス	ドイツ	オランダ	スペイン
雇用創出	7000 (風力)	280,000	2000 (風力)	188,000
全消費電力中の RE のシェア(2007)	13.3%	15.1%	7.6%	20.0%

FITは様々な種類の再生可能エネルギーに適用されているが、買取価格はそれぞれの

コストを反映して設定されることから、価格には大きなばらつきが見られる(下図)。一般的に水力、風力といったある程度成熟した発電技術は低い価格、発展途上の技術や発電が小規模のものに高い価格が設定される傾向にある。このため、以前は小型の太陽光発電は高価格で取引されてきたが、近年の市場価格の下落およびコスト低下により設定価格は下落の傾向が見られる^{lxxi}。

本来、再生可能エネルギー推進策は一つの政策のみを適用すべきとの議論がある一方で、実際には FIT とそれ以外の推進策(RPS 制度、市場プレミアム、競争入札等)を組み合わせるケースが見られる^{lxxii}。特に、FIT 以外の推進策の中で多く普及している、RPS 制度やクォータ制と呼ばれる、一定の割合で再生可能エネルギーの利用を義務付ける制度は、RPS 制度が市場システムを通じた適正な価格決定を期待するのに対し、価格を政策的に固定する FIT は相容れないことから、双方を同時に導入することは勧められないとされていたが、現在では RPS の目標達成の方法として FIT 制度を導入する国も複数見られる。

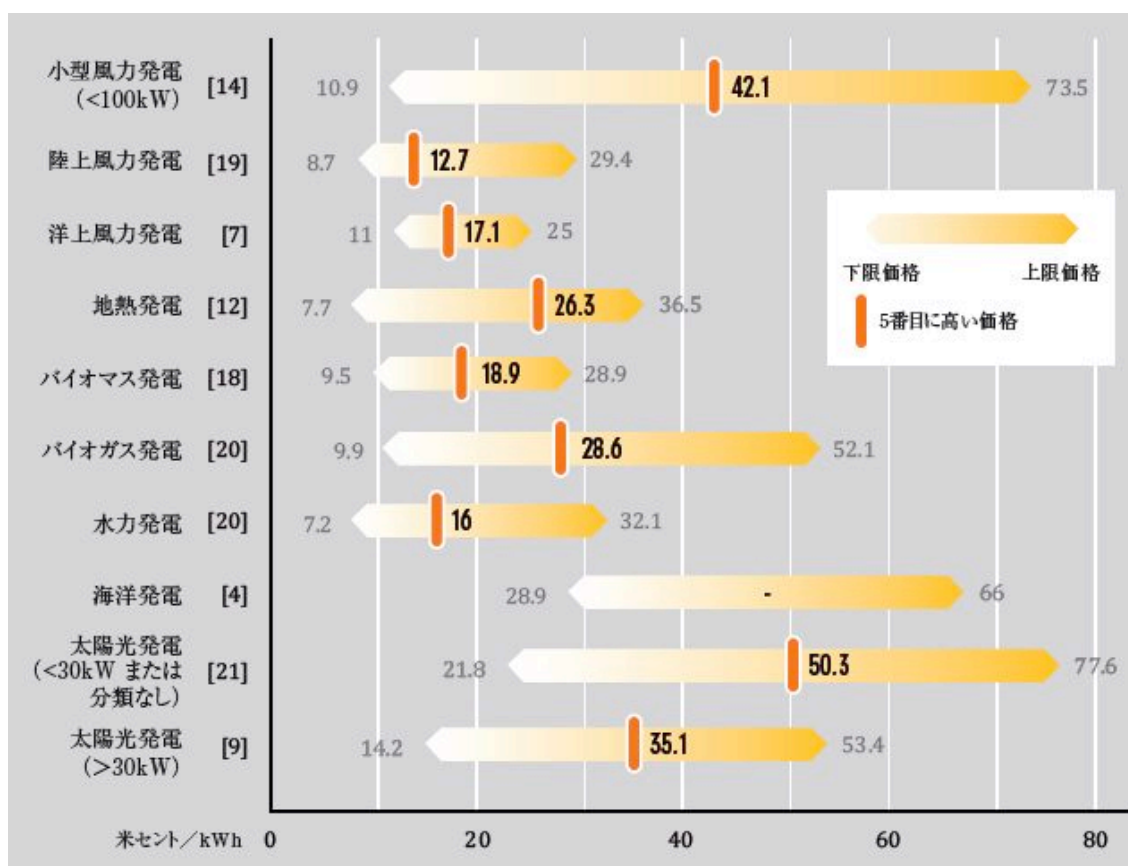


図 74 主要国の再生可能エネルギー固定買取価格(2011/12 年)

(REN21「自然エネルギー世界白書 2012」より引用)^{lxxiii}

F-3-2 世界の動向

1978年にアメリカで導入されて以来、再生可能エネルギーへのFITの導入国・地域は増え続けている(下表)。2012年初頭には世界65か国で再生可能エネルギーに推進策として何らかのFITの導入が確認されており、その半数以上は開発途上国で実施されている^{lxxiv}。特に1990年代のヨーロッパで風力発電推進でのFITが機能したことを発端に、現在ではEU内外でFITが多く採用されている^{lxxv}。しかし、導入した国の中には、当初予定を上回る導入により買い取り費用が想定を上回るなど、政策の変更を余儀なくされる例も見られた。ここでは、比較的早くからFITを導入し、計画変更を経て運用されてきたドイツとスペインの事例を示す。

表 32 FIT 制度を採用している国/州/地域の累計^{lxxvi}

年	累計数	該当年に新規導入した国/州/地域
1978	1	米国
1990	2	ドイツ
1991	3	スイス
1992	4	イタリア
1993	6	デンマーク, インド
1994	9	ルクセンブルク, スペイン, ギリシャ
1997	10	スリランカ
1998	11	スウェーデン
1999	14	ポルトガル, ノルウェー, スロベニア
2000	14	-
2001	17	アルメニア, フランス, ラトビア
2002	23	アルジェリア, オーストリア, ブラジル, チェコ共和国, インドネシア, リトアニア
2003	29	キプロス, エストニア, ハンガリー, 韓国, スロバキア共和国, マハラシュトラ州(インド)
2004	34	イスラエル, ニカラグア, プリンセスエドワード島(カナダ), アンドラ・プラデシュ州, マドヤ・プラデシュ州(インド)
2005	41	カルナタカ州, ウッタランチャル州, ウットル・プラデシュ州(インド), 中国, トルコ, エクアドル, アイルランド
2006	46	オンタリオ州(カナダ), ケララ州(インド), アルゼンチン, パキスタン, タイ
2007	56	南オーストラリア州(オーストラリア), アルバニア, ブルガリア, クロアチア, ドミニカ共和国, フィンランド, マケドニア, モルドバ, モンゴル, ウガンダ
2008	69	クイーンズランド州(オーストラリア), カリフォルニア州(米国), チャットイスガル州, グジャラート州, ハリアナ州, パンジャブ州, ラジャスターン州, タミル・ナドゥ州, 西ベンガル州(インド), ケニア, フィリピン, タンザニア, ウクライナ
2009	80	オーストラリア首都特別地域, ニューサウスウェールズ州, ビクトリア州(オーストラリア), ハワイ州, オレゴン州, バーモント州(米国), 日本, カザフスタン, セルビア, 南アフリカ, 台湾
2010	84	ボスニア・ヘルツェゴビナ, マレーシア, マルタ, 英国
2011	88	ロードアイランド州(米国), ノバスコシア州(カナダ), オランダ, シリア

2012 (初頭)	90	パレスチナ占領地, ルワンダ
--------------	----	----------------

F-3-2-1 ドイツの事例^{lxxvii}

ドイツは FIT 実施国の中でも 2 番目に早い 1990 年に導入され、修正を経ながら現在も継続して運用されている。利用拡大の契機は 2000 年の再生可能エネルギー法の制定と言われ、全ての容量・設置方式の PV システムを対象に一律の買取価格を設定し、20 年間の買取保証、毎年 5% ずつの買取価格低減を定めた制度を施行した。この当時のドイツの制度の特徴としては、対象施設への系統接続を義務付けたこと、再生可能エネルギーの従来型電力に対する優先的利用を義務付けたこと、20 年間の固定価格買取保証、などが挙げられる。この制度施行以降、ドイツでは再生可能エネルギーの総電力量に占める割合が増大し、2000 年の 6.4% から 2010 年には 16.8% と 2 倍以上の伸びが見られた。太陽光発電だけで見れば 2011 年にはドイツの全発電容量の 3.1%、ピーク時需要の 8.1% (推定) を賄うと言われている^{lxxviii}。

一方で、FIT 利用拡大による費用増に対応するため、設置形式別の価格設定、逓減率引き上げ、適用期間の変更、タリフの引き下げなど、ドイツの FIT 制度は幾度かの変更を経て運用されてきた。2012 年の制度変更では、市場プレミアムを導入し、発電事業者に固定価格での販売だけでなく電力市場での直接販売を促す制度を導入した。そのほか、従来型発電システムと再生可能エネルギーのより適切な統合運用を促進する規則も制定し、間欠性を持つ再生可能エネルギーの影響を軽減も図っている。

F-3-2-2 スペインの事例^{lxxix}

1994 年にスペインで採用された FIT 制度は、2000 年の改訂により PV システム設置拡大を促進した。しかしながら、財政面での困難から結果的に同制度は凍結を経て廃止された。

スペイン政府は 2005-2010 年のエネルギー計画の中で、2010 年までに 400 MW_p の PV システムを導入するとの方針を打ち出し、その促進策の一つとして 50 MW_p までの PV システムに対し 25 年間にわたる FIT を開始した (2007 年 5 月)。この時の買い取り価格はドイツよりも高く多くの投資を呼び込んだことから、3 か月後の 2007 年 9 月には、スペイン国内での PV システムは 2010 年目標の 400 MW_p を達成してしまった。このため、1 年後の 2008 年 9 月からの大幅な制度の変更が決定したものの、駆け込み需要の影響もあり、結果的に 2008 年のみで 2600 MW_p の太陽光発電システムが設置されることとなった。また、小規模 PV システムの買取価格が大規模システムより高単価に設定されたことから、大規模システムが導入可能な事業者も、あえて効率の悪い小規模 PV システムに分けて導入する動きにも繋がり、当初計画とは異なる結果となった。

想定外の PV システム増加による FIT 費用増は納税者への負担となったほか、2008 年に年間の新規導入容量を 500MW_p 以下とした結果、関連業種は縮小を招き 2 万人分の職が失われたとも言われている。2011 年に政府は 2020 年までの再生可能エネルギー導入計画の中で FIT 等を継続することを決定したものの、財政面の懸念から翌 2012 年には FIT の凍結の方針を発表し^{lxxx}、2013 年には同制度の廃止を決定した^{lxxxi}。

F-3-3 途上国での導入

欧州をはじめとした FIT 導入国でのこれまでの動向は、いくつかの団体により調査されているが、国際協力の援助対象となる途上国は、国内の電化率、制度整備、技術者育成などにおいて、先進国とは異なる状況に置かれているケースが多い。ここでは、2012 年に UNEP から発表された、途上国における再生可能エネルギーに対する FIT の導入に関するレポート「途上国における再生可能エネルギーおよびグリーン経済推進の政策手法としての固定価格買取制度 (Feed-in Tariffs as a Policy Instrument for Promoting Renewable Energies and Green Economies in Developing Countries)」を基に、途上国で検討されるべき事項についてまとめる。

表 33 FIT 制度が導入された途上国(世銀貸付資格区分別)^{lxxxii}
(IDA は IBRD の融資を受けられない最貧国を対象に資金援助を行う)

IDA 貸付適格国	IBRD 貸付適格国	双方適格国
ホンジュラス	アルジェリア	インド
ケニア	アルゼンチン	パキスタン
モンゴル	ブルガリア	
ニカラグア	中国	
スリランカ	クロアチア	
タンザニア	ドミニカ共和国	
ウガンダ	エクアドル	
	インドネシア	
	カザフスタン	
	マケドニア	
	モーリシャス	
	モロッコ	
	ペルー	
	フィリピン	
	セルビア	
	南アフリカ	
	タイ	
	トルコ	
	ウクライナ	

実際の途上国での導入状況を調べると、2011年の段階でアジア、アフリカ、南米、東欧など、世界の様々な地域の28の開発途上国でFITが導入されており(上表)、税の控除を除けば、途上国において最も普及した再生可能エネルギー推進策となっている。この傾向は、他の推進策との混合も含めると、今後しばらく続くものと考えられている^{lxxxiii}。

F-3-3-1 開発途上国での導入の特徴

社会基盤の整備状況の違いから、先進国と開発途上国では再生可能エネルギー拡大は異なる目的を持つことが多く、それらの動機を踏まえてFIT導入を評価する必要がある。特に、現在でも世界の約15億人が未電化地域に居住し、約30億人が主エネルギー源を固形燃料に頼っているとされており^{lxxxiv}、エネルギー・アクセスの向上による経済成長や貧困解決、健康増進が望まれる地域では、既に電化率の高い先進国とは大きく異なる動機となる。さらに、エンジニアの育成、雇用確保など、技術力向上や経済発展の側面など、各国の状況を踏まえた再生可能エネルギーの導入目的は、FIT制度計画において重要な要素となるだろう。

また、導入に係る費用については、欧州での経験からFIT導入に高コストのイメージがついている面があるものの、小規模の発電施設が多い途上国のプロジェクトでは、欧州のような大規模PVシステムへの投資が多く見込まれる地域での現象が、必ずしも当てはまるわけではないことにも注意が求められる。しかし、現段階では開発途上国でのFIT導入は歴史が浅く、今後の途上国特有の課題が影響した現象が起こる可能性も否定できない。

F-3-3-2 技術的課題

FIT制度実施には、制度整備に加え主に下記の5点の整備が不可欠である。

- FITに係る契約の整備
- 価格設定ルール of 策定
- 系統への接続
- 再生可能エネルギーの購入のための整備
- 送電、配電設備の整備

FIT以外の再生可能エネルギー推進策(税控除、奨励金など)が、政策側の法整備等書類上の整備が主であるのに対し、FITでは各種の技術的な整備を伴う点が大きな違いとして挙げられる^{lxxxv}。特に、売電にあたり、系統接続の整備、送配電の整備、正確な発電量測定など、技術的に信頼のおける整備が要求される。さらに、風力や太陽光といった自然エネルギーは、他の発電方法と比較して間欠性が高いことから、系統への接続およびその安定運用には一定程度の技術を要する。

開発途上国での FIT を用いた再生可能エネルギー導入拡大には、行政側の整備だけでなく技術協力などを通じた適切な技術力向上への配慮も不可欠である。

F-3-3-3 法整備における課題

FIT 導入の方針自体は政策により決定されるものだが、実際の運用整備は、法制度化する方法と、法律によらずに電力公社等が制度化する方法が考えられ、それぞれの利点と欠点を意識した選択が求められる(下表)。法制化は FIT 制度自体の信頼度を高め、投資家の参入を促しやすくなると考えられる一方、FIT に関わる詳細をすべて法律化することは困難であることや、幅広い利害関係者を巻き込んだ検討が行われにくい、という欠点がある。関連主体の信頼度が投資家の参入を左右することから、各国の状況に応じた選択が望まれる。

表 34 FIT 制度開発のアプローチ^{lxxxvi}

	法制度によるアプローチ	法律によらないアプローチ
利点	<ul style="list-style-type: none"> • 法律が持つ強制力等の強み • 投資家に対する信頼度 	<ul style="list-style-type: none"> • 合理的な制度設計の可能性 • 規制プロセスやステークホルダーの巻き込み
欠点	<ul style="list-style-type: none"> • 必要な項目を法制度に収めることの困難 • ステークホルダーの巻き込みの可能性低下 	<ul style="list-style-type: none"> • 法制化されないこと • 投資家からの信頼度が低くなりやすい

F-3-4 まとめ

FIT 制度は、再生可能エネルギー推進策の一つとして、1990 年代からヨーロッパをはじめとした先進国で再生可能エネルギー導入拡大に貢献したことが評価され、現在では途上国での導入も広がっている。主に先進国での導入実績から、運用上の課題が明らかになってきている一方で、ここ 5 年ほどで急激に伸びている途上国での導入では、先進国では見られなかった課題も懸念される。特に、技術力が高く、関連主体の国際的な信用度の高い先進国に比べ、開発途上国では FIT 導入に関わる技術の向上や、投資家に向けた制度そのものへの信頼性の維持向上など、各国の状況に応じた FIT 導入が不可欠である。

一方で、FIT の恩恵を受ける人は通常は富裕層であり、それを国全体で負担するということは、逆進性があるということでもある。この問題は、他の関連政策とパッケージ化して考えるべき性格のものである。また化石燃料や通常のグリッド電力への補助金の撤廃問題などとも関連する問題であり、国全体、エネルギー政策全体の中で考慮されることが必要

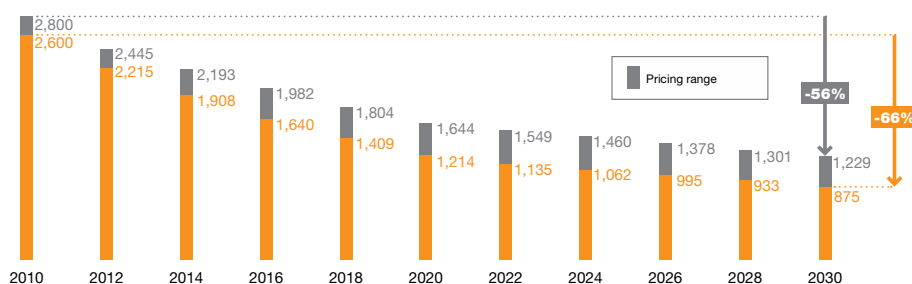
となる.

資料 G PV システム推定価格と発電コスト試算例

	Off-grid (EUR or USD per W)				Grid-connected (EUR or USD per W)			
	<1 kW		>1 kW		<10 kW		>10 kW	
	EUR	USD	EUR	USD	EUR	USD	EUR	USD
Australia	4,8-12,1	6,2-15,5	5,6-16,1	7,2-20,6	2,0-3,2	2,6-4,1	1,2-1,6	1,5-2,1
Austria	≤ 10	≤ 12,8	≤ 10	≤ 12,8	1,9 - 2,7	2,4 - 3,5	< 1,9	< 2,4
Belgium					1,8 - 3,5	2,3 - 4,5	1,2 - 1,8	1,5 - 2,3
Canada			6,3	8,1	2,3 - 3,9	3,0 - 5,0	2,2 - 3,1	2,8 - 4,0
China							1,24	1,58
Denmark	2,0 - 4,0	2,6 - 5,2	4,0 - 7,4	5,2 - 9,5	2,0 - 4,0	2,6 - 6,0	1,3 - 4,7	1,7 - 6,0
France			15	19,2	3,7	4,7	1,6 - 2,0	2,1 - 2,6
Germany					1,4 - 2,4	1,8 - 3,1	1,3 - 1,6	1,7 - 2,1
Israel							2	2,6
Italy	3,1 - 5	3,8 - 6,4			2 - 2,8	2,6 - 3,6	1 - 2,6	1,3 - 3,3
Japan					4,6	5,9	4,3	5,5
Korea					2,1	1,7	2,7	2,1
Malaysia					2,3 - 3,1	2,9 - 3,9	1,8 - 2,3	2,3 - 2,9
Netherlands					1,3 - 1,4	1,68 - 1,74	1,15 - 1,2	1,47 - 1,55
Norway	8,1 - 20	10,3 - 25,8			2,7 - 4,0	3,4 - 5,2	2,0 - 2,7	2,6 - 3,4
Spain			4	5,2	2,5	3,2	2	2,6
Sweden	3	3,8			2,3 - 2,5	3,0 - 3,2	1,8	2,4
Switzerland	8,3 - 16,6	10,6 - 21,3	6,6 - 12,4	8,5 - 16,0	2,5 - 5,0	3,2 - 6,4	2,1 - 2,9	2,7 - 3,7
USA					4,15	5,31	2,5 - 3,8	3,2 - 4,9

図 75 PV システムの国別推定価格(2012 年末時点)^{lxxxvii}

PRICING CAPABILITY ⁽¹⁾ FOR LARGE PV SYSTEMS ⁽²⁾ (€/kWp)



Assumed price capability development is in line with price projections from the IEA PV roadmap 2010 report

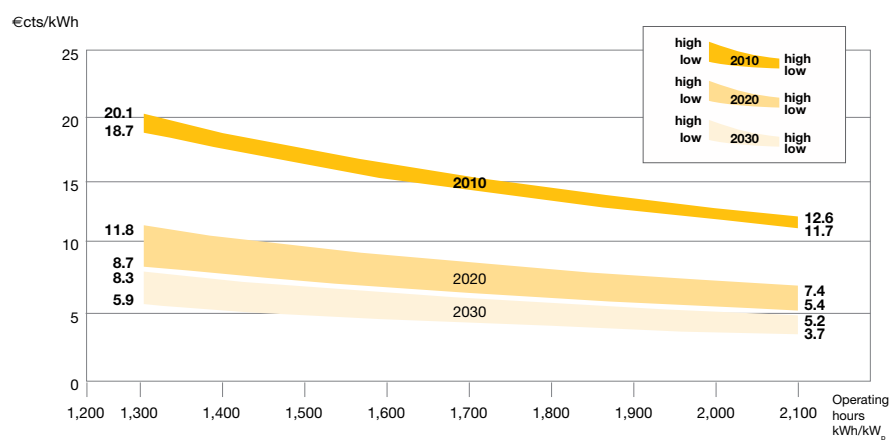
1) In real terms 2010 €

2) Turnkey PV systems larger than 1 MWp, further details see Appendix.

Sources: NREL, EIA PV technology roadmap 2010, Greenpeace Solar Generation 2008 V, EPIA Set for 2020, IEA Technology Roadmap, A.T. Kearney analysis

図 76 将来の MW 級 PV システムの価格レンジ推計^{lxxxviii}

PV LCOE RANGES^(1,2) (€cts/kWh)



1) Turnkey PV systems larger than 1 MWp, 85% performance ratio; lifetime until and after 2020 is respectively 25 and 30 years; O&M costs 1.5% of Capex; Debt financing with WACC: 6.4 %; System Price 2010: 2,800 - 2,600 €/kWp

2) Low and high LCOE correspond respectively with the lowest and highest turnkey system price within the price range

Sources: NREL, EIA Technology Roadmap Solar photovoltaic energy, A.T. Kearney analysis

図 77 PV による発電コスト試算例(1 MW_p)^{lxxxix}

資料 H. 参考文献

- ⁱ <http://ja.wikipedia.org/wiki/太陽光発電の環境性能>.
- ⁱⁱ 吉野量夫氏作成資料をアップデート.
- ⁱⁱⁱ JICA パンフレット, 「再生可能エネルギーによる地方電化の推進」, 2008 年 3 月.
- ^{iv} JICA, 「課題別指針(再生可能エネルギー)」, 2006 年 2 月.
- ^v 同上.
- ^{vi} 同上.
- ^{vii} JICA 報告書(ガナ事 JR 12-001), 「ガーナ国 太陽光発電普及のための人材育成プロジェクト」, 2011 年 12 月.
- ^{viii} 吉野量夫氏作成: 本調査の国内ヒアリング時に吉野量夫氏より提供を受けた資料.
- ^{ix} NEDO ウェブサイト, http://www.nedo.go.jp/activities/AT1_00305.html, 2013 年 11 月閲覧.
- ^x 吉野量夫氏作成: 本調査の国内ヒアリング時に吉野量夫氏より提供を受けた資料.
- ^{xi} USAID, Philippine Utility-Scale Photovoltaic Case Study, 2009.
- ^{xii} GIZ, Grid Connection of Solar PV Technical and Economical Assessment of Net-Metering in Kenya, 2011.
- ^{xiii} 株式会社沖縄エネテック, 「沖縄県中小企業が有する島嶼地域での太陽光発電システムの技術・ノウハウ導入のニーズ調査」, 2013.
- ^{xiv} NZAID, High Level Segment of the Economic and Social Council Implementation Forum 資料, 2013.
- ^{xv} New Zealand Ministry of Foreign Affairs and Trade (MFAT), Tokelau Renewable Energy Project Case Study, 2013.
- ^{xvi} JICA, 「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」, 2010.
- ^{xvii} Government Offices/Divisions of Micronesia, Green Energy Micronesia, March 2012.
- ^{xviii} 吉野量夫氏作成: 本調査の国内ヒアリング時に吉野量夫氏より提供を受けた資料.
- ^{xix} 独立行政法人日本貿易機構プレスリリース, <http://www.nexi.go.jp/topics/system/004985.html>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xx} ソーラーフロンティア株式会社プレスリリース,

-
- <http://www.solar-frontier.com/jpn/news/2011/C002088.html>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxi} 東芝三菱産業システムズ株式会社プレスリリース,
<http://www.tmeic.co.jp/news/pressrelease/2013/pdf/20130708.pdf>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxii} 株式会社明電舎プレスリリース, <http://www.meidensha.co.jp/press/attach/20120322pcs.pdf>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxiii} シャープ株式会社プレスリリース, <http://www.sharp.co.jp/corporate/news/130529-a.html>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxiv} パナソニック株式会社,
<http://panasonic.co.jp/corp/news/official.data/data.dir/2013/08/jn130830-1/jn130830-1.html>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxv} 京セラ株式会社プレスリリース, http://www.kyocera.co.jp/news/2010/0505_hygm.html, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxvi} 中部電力株式会社プレスリリース,
http://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_release/press/3221137_6926.html, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxvii} SB エナジー株式会社プレスリリース,
http://www.sbenergy.co.jp/ja/news/press/2012/pdf/press_20121114_01.pdf, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxviii} 伊藤忠商事株式会社, <http://www.itochu.co.jp/ja/news/2013/1306071.html>, 2013 年 11 月閲覧.
- ^{xxix} GSEP ウェブサイト <http://www.globalelectricity.org/en/index.jsp?p=121&f=346>, 2014 年 1 月閲覧
- ^{xxx} JETRO, アジア主要国の太陽光・風力発電市場(2012 年 8 月)
- ^{xxxi} Government of India, National Action Plan on Climate Change, 2009.
- ^{xxxii} 中国政府, 能源发展“十二五”规划.
- ^{xxxiii} Government of Thailand, “The Renewable and Alternative Energy Development Plan for 25 Percent in 10 Years” (AEDP 2012-2021).
- ^{xxxiv} REN21, 環境エネルギー政策研究所日本語訳「世界自然エネルギー未来白書」, 2012
- ^{xxxv} JICA, PV 技術マニュアル(英文). オリジナルは Photovoltaics for Community Service Facilities, Africa Renewable Energy Access Program.
- ^{xxxvi} IFC, “From Gap to Opportunity: Business Models for Scaling Up Energy Access”, 2012.
- ^{xxxvii} IRENA, IOREC 2012, “International Off-Grid Renewable Energy Conference—Key Findings and Recommendations”.
- ^{xxxviii} GTZ, “What difference can a PicoPV system make?”, 2010.
- ^{xxxix} IRENA, IOREC 2012, “International Off-Grid Renewable Energy Conference—Key Findings and Recommendations”.
- ^{xl} JICA 調査報告書, 「太陽光発電プロジェクト利用地方電化の課題と可能性に関する調査(プロジェ

クト研究)」、平成 17 年 7 月。

^{xli} IRENA, IOREC 2012, “International Off-Grid Renewable Energy Conference—Key Findings and Recommendations”.

^{xlii} JICA 産業開発・公共政策部, 「課題別指針 エネルギー」, 平成 25 年 5 月。

^{xliii}

http://lightingafricaconference.org/fileadmin/user_upload/Conference_2010/Day2/DAY2_PDF/Alex_Varghese-Energy_Kiosks__19_may_2010.pdf,

http://www.riaed.net/IMG/pdf/KENYA_UNIDO_launches_hybrid_energy_kiosk_in_Kiang_ombe.pdf,
JICA 報告書(産業 JR08-045)「アフリカ未電化地域での再生可能エネルギーの活用と普及に係るプロジェクト研究」, 平成 20 年 10 月。

^{xliv} JICA, “Survey to Establish the Status of UNIDO Energy Kiosks/Community Power Centers”, 2012.

^{xlv} JICA 調査報告書, 「太陽光発電プロジェクト利用地方電化の課題と可能性に関する調査(プロジェクト研究)」, 平成 17 年 7 月。

^{xlvi} EPIA, “Global Market Outlook for Photovoltaics 2013–2017”, 2013.

^{xlvii} 同上。

^{xlviii} IEA-PVPS T9-13:2013, “Rural Electrification with PV Hybrid Systems”, 2013.

^{xlix} IFC, “From Gap to Opportunity: Business Models for Scaling Up Energy Access”, 2012.

¹ R. Golumbeanu and D. Barnes, “Connection Charges and Electricity Access in Sub-Saharan Africa”, The World Bank, Policy Research Working Paper 6511.

ⁱⁱ JICA 報告書(産公 JR(先)13-053), 「トンガ王国マイクログリッドシステム導入計画準備調査報告書」, 平成 25 年 3 月。

ⁱⁱⁱ Asia Alternative Energy Unit of the World Banl, “Best Practices of Photovoltaic Household Electrification Programs—Lessons from Experiences in Selected Countries” (1996).

ⁱⁱⁱⁱ GEF/UNDP, “Pacific Regional Energy Assessment 2004. Kiribati National Report, Vol. 5” (2005).

^{lv} 吉野量夫氏資料. Eric Martinot, *et al.*, “World Bank/GEF Solar home system projects: experiences and lessons learned 1993–2000”, 2001, *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 5 (2001) 39–57 に、同じ表(ただし実施機関情報を除いたもの)がある。

^{lv} 吉野量夫氏作成: 本調査の国内ヒアリング時に吉野量夫氏より提供を受けた資料。

^{lvi} IFC, “Selling Solar: Lessons from a Decade of IFC and World Bank Experience”.

^{lvii} Eric Martinot, *et al.*, “The GEF Solar PV Portfolio: Emerging Experiences and Lessons”, 2000.

^{lviii} “16 Case Studies on the Development of PV Tech in developing countries”, Report IEA-PVPS, T9-07, 2003.

^{lix} WB, “The Welfare Impact of Rural Electrification: A Reassessment of the Costs and Benefits”, 2009

-
- ^{lx} Alliance for Rural Electrification (ARE), “Best practices of the Alliance for Rural Electrification”, 2011.
- ^{lxi} Sustainable Energy for All, “Global Tracking Framework”.
- ^{lxii} <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energydevelopment/energyaccessdatabase/>
- ^{lxiii} IFC, “From Gap to Opportunity: Business Models for Scaling Up Energy Access”, 2012.
- ^{lxiv} Ministry of Environment, Energy and Water, Republic of Maldives, Maldives Climate Change In-Depth Technology Needs Assessment — Energy Sector.
- ^{lxv} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2012」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2012.
- ^{lxvi} 同上.
- ^{lxvii} 同上.
- ^{lxviii} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2011」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2011.
- ^{lxix} DB Climate Change Advisors, 2009, “Paying for Renewable Energy: TLC at the Right Price”
- ^{lxx} 同上.
- ^{lxxi} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2012」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2012.
- ^{lxxii} UNEP, 2012, “Feed-in Tariffs as a Policy Instrument for Promoting Renewable Energies and Green Economies in Developing Countries”.
- ^{lxxiii} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2012」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2012.
- ^{lxxiv} UNEP, 2012, “Feed-in Tariffs as a Policy Instrument for Promoting Renewable Energies and Green Economies in Developing Countries”.
- ^{lxxv} 同上.
- ^{lxxvi} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2012」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2012.
- ^{lxxvii} 日本エネルギー経済研究所, 「新エネルギー等導入促進基礎調査事業(海外における新エネルギー等導入促進施策に関する調査)」, 2012 年.
- ^{lxxviii} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2012」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2012.
- ^{lxxix} DB Climate Change Advisors, 2009, “Paying for Renewable Energy: TLC at the Right Price”.
- ^{lxxx} 日本エネルギー経済研究所, 2012, 新エネルギー等導入促進基礎調査事業(海外における新エネルギー等導入促進施策に関する調査)
- ^{lxxxi} Andrés Cala, “Renewable Energy in Spain is Taking a Beating”, New York Times, 8/10/2013.
- ^{lxxxii} UNEP, 2012, “Feed-in Tariffs as a Policy Instrument for Promoting Renewable Energies and Green Economies in Developing Countries”.
- ^{lxxxiii} REN21, 「自然エネルギー世界白書 2011」日本語版, 環境エネルギー政策研究所訳, 2011.
- ^{lxxxiv} UNEP, 2012, “Feed-in Tariffs as a Policy Instrument for Promoting Renewable Energies and

Green Economies in Developing Countries.

lxxxv 同上.

lxxxvi 同上.

lxxxvii IEA-PVPS, “Trends 2013: Survey Reports of Selected IEA Countries between 1992 and 2012”.

lxxxviii EPIA, “Unlocking the Sunbelt: Potential of Photovoltaics”, 2010.

lxxxix 同上.