案件別事後評価（内部評価）評価結果票:無償資金協力

評価実施部署：カンボジア事務所（2018 年 4 月）

国名	太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
カンボジア	

I 案件概要

事業の背景	カンボジアでは、2000 年以降、電力需要が年々急増していた。2008 年から 5 年間の電力需要は年平均 21%増加し、設備容量は 187 MW から 385 MW と 2.1 倍に増加した。2008 年時点の消費電力量 1,664 GWh に対し、発電量は 1,484 GWh であり、不足分は近隣国から輸入していた。また、発電量のうち、再生可能エネルギーは 51 GWh と、わずか 3%に過ぎなかった。プノンペン都においては、2008 年時点のピーク需要は 240 MW と見込まれ、それに対する主力電源はカンボジア国内及びベトナムの火力発電所であった。地方世帯電化率は、2009 年時点で 20%であり、カンボジア政府は、系統連系及び太陽光、バイオマス、小水力といった再生可能エネルギー技術の導入を通して、2030 年までに世帯電化率を 70%とすることを目標に掲げた。			
事業の目的	本事業は、プノンペン都プンプレック浄水場において、太陽光発電機器の調達及び技術者育成支援を行うことにより、発電能力強化、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギー利用に関するカンボジア国民及び政策決定者の意識啓発を図り、もって気候変動対策に係る先進国及び途上国の取組みを促進する日本のイニシアティブを示すことに寄与することを目的とする。			
実施内容	1. 事業サイト：プンプレック浄水場（プノンペン都） 2. 日本側：(1) 発電容量 488 kWp の系統連系型太陽光発電システム一式（太陽光発電モジュール、接続箱、集電箱、パワーコンディショナー、変圧器、外部雷保護設備、データ管理・監視システム、発電量表示装置、連系点用配電版等）の調達及び据付、(2) 系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識、並びに保守点検、緊急時対応、維持運営マニュアルの改訂等に関する研修のための技術支援（ソフトコンポーネント） 3. 相手国側：太陽光発電システムの設置場所の確保、通関等諸手続きの手配・調整			
事業期間	交換公文締結日	2010 年 3 月 18 日	事業完了日	2013 年 6 月 20 日 （調達機材納品日）
	贈与契約締結日	2010 年 3 月 18 日		
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：720 百万円　実績額：717 百万円			
相手国実施機関	プノンペン水道公社[1]（PPWSA: Phnom Penh Water Supply Authority）			
案件従事者	本体：丸紅株式会社 コンサルタント：株式会社ニュージェック 調達代理機関：一般財団法人日本国際協力システム			

II 評価結果

【留意点】

- 事前評価では、発電量の増加及び電気代の削減の目標年が 2015 年とされており、これは 2012 年の事業完了の 3 年後を意図したものであった。しかしながら、本事業の完了は計画を 2 年超過した 2014 年となったため、目標年は 2 年延期されて 2017 年となる。したがって、本事後評価では、2014 年から 2017 年の間の事業目的の達成度を検証した。
- 事前評価では、本事業による定性的効果の一つとして、カンボジア国民の再生可能エネルギーに関する意識啓発が掲げられていた。しかしながら、本事後評価では、本事業による貢献を具体的に検証するため、PPWSA に据え付けられた太陽光発電システムがその電力の使用者の太陽光利用に関する意識啓発にどのように貢献したか、という側面から分析を行った。

1 妥当性

【事前評価時・事後評価時のカンボジア政府の開発政策との整合性】

事前評価時の「国家開発戦略計画」（2006 年～2010 年）及び事後評価時の同計画（2014 年～2018 年）は、再生可能エネルギー導入の促進に重点を置いている。また、同計画（2014 年～2018 年）は、特に新たなクリーンエネルギーによる、低コスト・高技術の電力生産能力をさらに伸ばすことに高い優先度を置いており、本事業は、これらのカンボジア政府の開発政策に合致している。

【事前評価時・事後評価時のカンボジアにおける開発ニーズとの整合性】

カンボジアの主要な電力源は再生可能エネルギーである水力だが、近年、二酸化炭素を排出する石炭火力への依存度が高まっている。したがって本事業は、再生可能なクリーンエネルギーの導入による発電量の増加と電力源の多様化というカンボジアの開発ニーズに合致している。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

本事業は、事前評価時における日本の対カンボジア援助方針に合致していた。「対カンボジア国別援助計画」（2002 年）は、カンボジアの持続可能な経済成長と安定した社会の実現のために、経済基盤の整備と世界的課題（グローバル・イシュー）への対応に対する支援に重点を置いていた。また、本事業は、気候変動対策への貢献を目指しているものの、温室効果ガス排出削減と経済成長を両立させる実行能力や資金が不足している開発途上国に対する支援を行うことを目的として、2008 年に日本政府が新たに導入した「環境・気候変動対策無償（旧環境プログラム無償）」というスキームのもと実施されたものである。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【有効性】

本事業は、プンプレック浄水場への太陽光発電システムの設置とその運用を通して、発電能力の強化とエネルギー源の多様

---

[1] 鉱工業エネルギー省（Ministry of Industry, Mines and Energy: MIME）が管轄する公社で、プノンペン都民の水需要の充足のための浄水と水供給に責任を負っている。（出所：PPWSA ウェブサイト, 2017; 大臣会議令 No.14 ANKr.BK, 2004）

化という事業目的を達成した。太陽光パネルが予定価格よりも廉価であったために、当初計画の 2,328 枚（488 kWp）を超える 3,624 枚（777 kWp）のパネルが調達され、送電端発電電力量（指標 1）は計画値の 652 MWh/年を大きく超えるものとなった。その結果、CO_2 削減量（指標 2）、電気料金削減額（指標 3）ともに目標値を大きく超えて達成された。

ソフトコンポーネントの研修に参加した PPWSA の 2 名の技術者は、現在も本事業が設置した太陽光システムの維持管理に携わっている。同研修には 13 名が参加したが、これは、太陽光システムの維持管理に関する技術移転をより確実なものにするために、PPWSA の職員以外に、EDC[2]及び MIME の技術職員を招待したためである。

太陽光システムによって発電された電力はプンプレック浄水場でのみ使用されているため、再生可能エネルギーに関する意識啓発は、本事業に関わった PPWSA、EDC、MIME の職員に限られている。

【インパクト】

日本政府による 2 国間クレジット制度[3]による取組みはカンボジアでも広がっており、本事業は、これらの取組みと並んで、500 kW を超える系統連系型太陽光発電システムをプノンペン都に初めて導入することにより、気候変動対策に係る先進国及び途上国の取組みを促進する日本の貢献を示すことにつながった。本事業による住民移転及び用地取得は発生していない。また、環境に対する負の影響も認められていない。

【評価判断】

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

定量的効果

指標	基準年 2012 年 計画年	目標年 2015 年 事業完了 3 年後	実績値 2014 年 事業完了年	実績値 2015 年 事業完了 1 年後	実績値 2016 年 事業完了 2 年後
指標 1：送電端発電電力量（MWh/年）	0	652	1,091	1,132	1,087
指標 2：CO_2 削減量（t/年）1)	0	402	974	1,662	1,115
指標 3：電気料金削減額（百万リエル/年）2)	0	507	786	815	783
補完情報 1：稼働している太陽光パネル数（枚）	0	2,328	3,624	3,624	3,624
補完情報 2：発電容量（kWp）	0	488 3)	777	777	777

出所：本事業準備調査報告書（2011 年）、事後評価調査時の PPWSA 提供資料（2017 年）

1): 太陽光発電による CO_2 削減量は以下の計算式により算出：（発電量）×（燃料燃焼による CO_2 推定排出量＋発電所運転による CO_2 推定排出量）

2): 電力料金の年間節約額は以下の計算式により算出：（送電端発電電力量）×（EDC による平均電力料金）。EDC による平均電力料金は、2015 年の目標金額の計算に用いられた平均電力料金が 776.8 リエル/kWh であったのに対して、2014 年から 2016 年の 3 年間の実際の平均電力料金は 720 リエル/kWh であった。

3): 210 Wp × 2,328 枚＝488 kWp

3　効率性

計画を超えるアウトプット（太陽光パネル数）が産出された（計画比 155%）。事業費は計画以内（計画比 99%）であったが、追加の太陽光パネルの調達に期間を要し、事業期間は計画を超過した（計画比 171%）。よって、本事業の効率性は中程度である。

4　持続性

【体制面】

本事業実施中に、PPWSA 内に太陽光発電維持管理チームが編成された。それ以降、体制面での大きな変化はない。チームの編成人数は、本事業のソフトコンポーネントの研修に参加した 2 名に、本事業完了後に配置された 3 名を加えた 5 名である。PPWSA に対する質問票調査及びインタビューによると、現行の人数はシステムの通常の維持管理には十分である。なお、近い将来に PPWSA の組織改編が行われる予定はない。

表 1　PPWSA の職員数

	2014 年	2015 年	2016 年
PPWSA 総職員数（人）	851	920	1,030
太陽光発電システム維持管理担当職員数（人）	5	5	5

出所：PPWSA

【技術面】

2015 年及び 2016 年に、太陽光発電システムの標準作業手順に関する PPWSA 内の技術職員向け年次研修が実施された。研修は 4 日間のプログラムで、18 名の電気技術者と 2 名のシステム運転員が参加した。講師は PPWSA の電気部門の長が務めた。同講師は、本事業には関わっていなかったが、インドで太陽光システムに関する総合研修を受けた人物である。研修教材は、本事業が提供した研修教材及びマニュアル類を活用して作成された。本事業が作成した維持管理マニュアルは、維持管理チームの主要マニュアルであり、日々の業務及び折々の問題解決に活用されている。

【財務面】

PPWSA は、太陽光システムの運転・維持管理に必要な年間予算を準備している。予算の主な部分は機器の破損やスペアパーツの調達に対する備えであるが、2014 年の事業完了以降、部品やモジュールの交換・修理は発生していない。したがって、現在に至るまで、職員の給与以外に、システムに対する支出は発生していない。大規模な破損及び部品交換が発生した場合は、PPWSA 総裁の承認を得て、別枠の予算区分から改修費が措置されることになっている。

【維持管理状況】

PPWSA の技術職員へのインタビューによると、日、週、月、年の定期点検が、本事業が準備した維持管理計画にもとづいて厳格に行われている。年間維持管理計画に関しては、電気ケーブルや保護リレーなど数品目の検査を加える形で、PPWSA が改訂を行っている。

---

2 カンボジア電力公社（Electricite du Cambodge: EDC）

3 途上国と協力して温室効果ガスの削減に取り組み、削減の成果を両国で分け合う制度。（出所：外務省ウェブサイト）

【評価判断】
以上より、本事業は、体制面、技術面、財務面、いずれも問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

5　総合評価

本事業は、本事業で調達・設置された太陽光発電システム及びその維持管理職員の技術研修を通じて、発電能力の強化、エネルギー源の多様化という事業目的を達成した。一方、再生可能エネルギーに関する意識啓発は、本事業に直接関わった関係者に限られていた。設置された太陽光システムは良好に稼働しており、問題なく発電を続けている。効率性に関しては、事業期間が計画を上回った。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高いといえる。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

・ 本事業は成功裏に完了したが、再生可能エネルギーに関する意識啓発は、PPWSA、EDC、MIME といった本事業の関係機関に限られていた。本事業のデモンストレーション効果をより広く行きわたらせるために、セミナーやワークショップ、現地への学習ツアーなどの開催を通じて、プンプレック浄水場の太陽光発電システムの社会的・技術的効果を広報することを、EDC 及び PPWSA に提言する。
・ 本事業によって導入された太陽光発電モデルに関して他州での浄水場への普及が見られない。太陽光システムの適用は、電気料金削減効果等、浄水場の運営に高い有効性がみられることから、他ドナー等にもその有益性や効果を紹介し、他州の水道関連施設への太陽光システムの普及促進を行うことを、工業・手工芸省（Ministry of Industry and Handicraft: MIH）（旧 MIME）及び PPWSA に提言する。

JICA への教訓：

・ 本事業で太陽光システムを設置したプンプレック浄水場は JICA により無償資金協力を通じてその改修と給水能力の向上が行われている。また本事業の実施機関は技術協力プロジェクトにより組織強化がなされ、過去の協力実績を経て現在では水道サービスに関する実施能力が高いことにより本事業の着実な実施が可能となった。加えて、太陽光システムを有効活用できる分野や実施機関に同システムを設置することによって、発電能力の強化やエネルギー源の多様化等に繋がり、事業実施後においても効率的な事業運営に寄与し持続的な開発効果の発現に貢献している。以上より、類似案件策定の際には過去の支援実績も参照しつつ、事業と関連のある実施機関及び設置場所を選定することが重要である。

プノンペン水道公社屋上に設置された太陽光パネル

コンピュータ管理システム