

国名 トンガ	太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
-----------	-----------------------

I 案件概要

事業の背景	トンガは、1990年代以降、オーストラリア、EU等の支援により、離島での戸別型（Solar Home System: SHS型）太陽光発電システムの設置を推進してきた。しかしながら、トンガタブ諸島、ババウ諸島を含む169の離島の大部分は、未電化地域にあたるか、または、1990年代に設置されたSHS型太陽光発電システムが老朽化し使用不能になっていた。そこで、気候変動対策の支援を適切に行うためのクリーンエネルギーの利用を実現するメカニズムの開発を目指し、離島にて持続可能なエネルギー供給整備の支援を実施するとともに、これまでの支援事業で蓄積された経験を活用することが求められていた。			
事業の目的	トンガタブ諸島とババウ諸島の一部において、太陽光発電システム関連機材の調達、技術者育成支援を行うことにより、電化率の向上、電源の多様化、再生可能エネルギー利用に関するトンガ国民の意識啓発を図り、もって気候変動対策において先進国・途上国双方の取り組みを促す日本のイニシアティブを示すことに寄与する。			
実施内容	1. 事業サイト：トンガタブ諸島の3島及びババウ諸島の12島 ¹ 2. 日本側： (1) 家庭・公共施設設置 SHS型太陽光発電システム 552基*（太陽光発電モジュール、太陽光発電モジュール用架台、チャージコントローラー、蓄電池、制御箱、ジョイントボックス、照明器具（屋内用）、照明器具（屋外用）、DC/DC変圧器、配管・配電材料）及び太陽光発電システムのスペアパーツ・維持管理用工具 *当初予定の512基から増加となった。 (2) ソフトコンポーネント：太陽光発電システムに関する基礎知識、技術特性及び保守点検、SHS型太陽光発電システムの運営維持管理に関する研修 3. 相手国側： 機材設置サイトの確保、整地、フェンス・ゲート、駐車スペース整備、道路整備等			
事業期間	交換公文締結日	2010年3月12日	事業完了日	2013年10月（ソフトコンポーネント完了）
	贈与契約締結日	2010年3月22日		
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：590百万円		実績額：590百万円	
相手国実施機関	気象・エネルギー・情報・災害管理・環境・気候変動・通信省（MEIDECC） （2012年10月～2014年5月は国土・環境・気候変動・天然資源省、2012年10月までは国土・調査・天然資源省（MLSNR））			
案件従事者	本体：伊藤忠商事株式会社 コンサルタント：八千代エンジニアリング株式会社、株式会社アイコンズ、四国電力株式会社（共同企業体） 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】

事業事前評価表では、指標の目標年は「2013年（事業完了の3年後）」となっている。しかしながら、本事業は2012年3月に完了予定であったことから、これは誤記と思われる。他国における無償資金協力事業の類似案件から「事業完了の3年後」は正しいと考えられるので、本評価では、事業事前評価表は2015年を目標年と想定していたと考える。また、実際に事業が完了したのは2013年であったことから、目標値は2016年の実績値と比較する。

1 妥当性
<p>【事前評価時・事後評価時のトンガ政府の開発政策との整合性】 事前評価時、トンガ政府は、「大洋州島嶼国エネルギー政策・戦略行動計画（PIEPSAP）」と「再生可能エネルギーによる太平洋諸島温室効果ガス削減計画（PIGGAREP）」等の支援の下制定された「再生可能エネルギー法」（2008年制定、同種の法律としては大洋州地域では初）に規定されている再生可能エネルギーの開発を目指していた。事後評価時においては、「トンガ戦略的開発フレームワーク（2015年～2025年）」、「トンガ・エネルギーロードマップ（2010年～2020年）」、「約束草案（2015年～2030年）」等の計画・政策、また「MEIDECC コーポレートプラン（2018年～2019年）」で、発電に占める再生可能エネルギーの割合を、2020年までに50%、2030年までに70%にすることを目指している。</p> <p>【事前評価時・事後評価時のトンガにおける開発ニーズとの整合性】 上記「事業の背景」で述べた通り、事前評価時、離島において持続可能なエネルギーの供給施設を設置するニーズがあった。事後評価時においても引き続き、トンガは、再生可能エネルギーの課題への取り組みを明確に示している。MEIDECCによれば、事後評価時点、国全体の電力供給量の平均10%が再生可能エネルギーによるもので、従来の化石燃料から、気候に対するレジリエンスが高く二次電池電力貯蔵システムを有する再生可能エネルギーシステムへの転換、また、温室ガス排出量の削減が、開発パートナーと進められている。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 2009年5月の日本・太平洋諸島フォーラム加盟国による第5回太平洋・島サミット（PALM5）で採択された北海道アイラン</p>

¹ トンガタブ諸島：トンガタブ本島（実施機関事務所所在地）、アタタ、エウエイキ。ババウ諸島：ネイアフ（実施機関事務所所在地）、フンガ、オバカ、ラペ、ヌアバブ、マタマカ、オテア、ファレバイ、カパ、タウンガ、オロウア、オフ。

ダーズ宣言に基づき、日本政府は、トンガに対する協力量針で、主な分野として以下を挙げている。(a)教育、(b)持続的な経済開発、(c)保健、(d)気候変動対策、(e)防災である²。また、日本政府は2008年に「環境・気候変動対策無償」のスキームを導入した。同スキームは、二酸化炭素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、気候変動対策の国際的な取組みを効果的に促進することを目指している。

【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】

本事業の目的は達成された。定量的指標、すなわち、送電端電力量、仮定上の二酸化炭素排出量、化石燃料消費量、電気料金の削減（仮に対象地域が化石燃料による発電で電化されていたとした場合との比較）³、対象地域の世帯電化率は、全て目標値を達成した。MEIDECCは年次モニタリングを通じ、SHS型太陽光発電システムの全552基が事後評価時点でも稼働していることを確認した。定性的効果については、本事業のソフトコンポーネントにより、事業効果の技術面での持続性が強化された（下記参照）。また、太陽光発電に関する国民の意識が向上した。例えば、MEIDECCのエネルギー部（DoE、旧MLSNRエネルギー計画班）は、年次農工業展示会、環境週間、その他の展示会等で、離島部のSHS型太陽光発電システムによる電化を紹介しており、その中には、本事業で設置された設備も含まれている。

【インパクト】

気候変動対策における先進国・途上国双方の取組みを促す日本のイニシアティブを示すことへの寄与が、計画通り確認された。本事業（マイクログリッド・プロジェクト）でババウ諸島とトンガタブ諸島に供与されたSHS型太陽光発電システムと日本の太平洋環境共同体（PEC）基金による事業でハアパイ州に設置された同システムは、日本のイニシアティブを示す事例である。

自然環境に対する負のインパクトはない。蓄電池の適切な処分はすでに計画されており、大部分の蓄電池が使用できなくなる2025年には実施されることが見込まれている。

現地調査では、女性と障害者に対する正のインパクトが顕著に認められた。太陽光発電システムの稼働前に比較すると、（手芸品の）織物でできたマットの製作枚数が増加した。電力が週7日、1日24時間供給されるようになり、手工芸品の製作ができる時間が延長されたためである。女性の収入創出活動での収益が拡大傾向にある。他方、家庭内において負のインパクトが若干見られる。村の照明事情が向上したため、夜、家長である男性が集まってカバ（伝統的飲料）を飲む等の社交活動に時間をかけるようになった。

【評価判断】

上述の点から、有効性・インパクトは高い。

定量的効果

指標	基準値 2010年 基準年	目標値 2015年 事業完成3年後	実績値 2014年 事業完成1年後	実績値 2015年 事業完成2年後	実績値 2016年 事業完成3年後	実績値 2017年 事業完成4年後
指標1：送電端電力量（MWh/年）	-	108.3	109	109	109	109
指標2：CO2削減量（t/年）	-	117.3	118.156	118.156	118.156	118.156
指標3：化石燃料消費削減量（t/年）	-	37.9	43.6	43.6	43.6	43.6
指標4：電気料金削減額（万円/年）	-	4,100	4,709	4,709	4,709	4,709
指標5：世帯電化率（%）	-	100	100	100	100	100

出所：MEIDECC DoEによる年次モニタリング調査（2018年）

3 効率性

事業費は計画内におさまったが（計画比：100%）、事業期間は計画を大幅に上回った（計画比：191%）。遅延の理由は入札の不調であった。本事業のアウトプットは予定を若干上回った（資金供与枠の残額を活用し、SHS型太陽光発電システムは、512基から552基に増加した）。よって、効率性は中程度といえる。

4 持続性

【体制面】

本事業の運営維持管理に係る組織体制は、予定通りに確立された。DoEの監督と管理の下、MEIDECCのCEOが会長を務めるトンガタブ諸島太陽光発電会社（TOISEI）とババウ知事が会長を務めるババウ諸島太陽光発電会社（VOISEI）⁴が、それぞれ、トンガタブ諸島とババウ諸島のSHS型太陽光発電の運営維持管理（料金徴収を含む）を担当している。SHS型太陽光発電システムの利用者は、住宅内の不具合がある部品（スイッチ、ホルダー、電球、配線）を交換し毎月の料金を支払うことになっている。MEIDECCによれば、各組織の職員数（DoE7名、TOISEI4名、VOISEI22名）は、運営維持管理活動を行うのに十分である。

【技術面】

各島に、本事業実施中に訓練を受けた技術者が2名配置されている。技術者は、現在、SHS型太陽光発電システムの運営維持管理を実施しており、それぞれ担当の島の利用者を支援している。DoEは毎年、現地の技術者向けの定期研修を実施し、年次モニタリング出張の期間中に実地研修を実施している。TOISEIとVOISEIの年次総会では、通例として、併せて研修も開催されている。技術者の移住や収入のよい他の仕事への転職が問題となっているが、こうした取り組みにより影響が軽減されている。本事業で作成したマニュアルは、ネイアフの本部事務所に保管され、新しい現地技術者が着任した際の運営維持管理研修に利用されている。これら研修が実施され、SHS型太陽光発電システムが良好な状態にあることから、運営維持管理職員の技術レ

² 外務省 ODA データブック（2009年）

³ 本事業の前、対象地域では、家庭用ディーゼル発電による電化もされていなかったため、「削減」は、受益者の実際の費用削減を示すものではない。

⁴ TOISEI と VOISEI は、以前は、それぞれ、トンガタブ諸島太陽光発電委員会（TOISES）、ババウ諸島太陽光発電委員会（VOISES）という名称であった。

ベルは、十分であると考えられる。

【財務面】

下記の表に記載されている予算は、SHS型太陽光発電システムの運営維持管理に必要な費用をカバーしている。このほか、DoEが毎年実施している各島へのモニタリング出張は、島間の移動費用が高額になっているものの、毎年政府から費用が拠出されている。

SHS型太陽光発電運営維持管理費用（単位：トンガ・パアング）

	トンガタブ諸島				ババウ諸島			
	2014年	2015年	2016年	2017年	2014年	2015年	2016年	2017年
収入								
利用者から徴収する初期工事料	11,300	0	0	0	89,400	0	0	0
利用者から徴収する月使用料	5,130 (6 か月)	10,440	10,440	10,440	100,370	60,751	52,574	41,568
支出								
人件費	3,051	3,051	3,051	3,051	22,978.8	22,978.8	22,978.8	22,978.8
維持管理	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	1,200	2,400	2,400	2,400	7,675.2	7,675.2	7,675.2	7,675.2
収支	12,179	4,989	4,989	4,989	159,116	30,097	21,920	10,914

出所：DoE

【維持管理状況】

SHS型太陽光発電システムの構成部品の状態は稼働開始から5年経過後も良好であるが、住民が移住し使われなくなった住宅もあった（町の職員がSHS型太陽光発電システムの次の所有者を決定していない）。各島でTOISEIとVOISEIが雇用しているシステム・オペレーター2名（上述の現地技術者）が定期的な維持管理を行っており、DoEが、全てのSHS型太陽光発電システムを毎年モニタリングしている。首都ヌクアロファ（トンガタブ諸島）とネイアフ（ババウ諸島）のDoE機材倉庫にある予備の維持管理用工具とスペアパーツは全て適切に保管され使用されている。しかしながら、他の島に配布された工具は適切に管理されておらず、紛失した工具がいくつかある。不具合のある部品は全て、各島のシステム・オペレーターがMEIDECC事務所に報告しており、TOISEIかVOISEIに保管されているスペアパーツと交換することになっている。また、最近、本事業の対象地域と同じ村でDoEが実施している再生可能エネルギーの事業により、島の技術者に追加の工具が提供された。さらに、トンガタブ諸島とババウ諸島におけるDoE機材倉庫全てに、新しいコンテナ・ボックスが調達された。

本事業自体の問題ではないが、訪問した島でいくつか問題が報告されている。6、7個の電球（1.5ワット）に給電することによる負荷の上昇（設計では1.1ワット以上の電球5個を接続）、料金滞納に関するコミュニティとの協議、インバーターの太陽光発電システムへの接続などで、これらは、住民の電力需要が拡大していることを示している。

【評価判断】

以上のとおり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

本事業は、12の未電化の島で552基のSHS型太陽光発電システムを設置することにより、事業目的として掲げられた、再生可能エネルギーによる電化率の向上を達成した。持続性に関しては、技術面に若干の問題、すなわち、技術者の移住による技術の流出が見られるが、SHS型太陽光発電システムの運営維持管理の体制面、財政面では、問題はない。効率性は、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、本事業の評価は高いといえる。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

大きな問題が見られないことから、改善の必要があるのは、以下の点のみである。

- 1) 引き続き、交通費を確保すること。船の借り上げ費が非常に高額なためである。
- 2) 発電能力/発電量を拡大すること。住民は、都市居住者と同様に電力を消費することを望んでいる。
- 3) 移住により居住者がいなくなった住宅（かつSHS型太陽光発電システムが十分機能している住宅）については、次の居住者を決定すること。



住宅の横に設置された
SHS 型太陽光発電システムその 1

住宅の横に設置された
SHS 型太陽光発電システムその 2

清潔かつ良好に維持管理された制御箱