

国名 ベリーズ	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	ベリーズは電力供給の50%以上をメキシコからの輸入に依存している。他方、メキシコにおいては2009年に主要な発電施設に事故が発生し、ベリーズへの電力供給が一時的に停止された。ベリーズ政府は、輸入電力や化石燃料に頼らない、水力発電、バイオマス発電、太陽光などの国内既存資源の活用を検討中であった。				
事業の目的	ベルモパン市ベリーズ大学において、太陽光発電関連機材を調達し、技術者育成支援を行うことにより、発電能力の向上、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ベリーズ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：ベリーズ大学（UB） 2. 日本側の実施：(1) 太陽光発電システム架台の基礎工事、太陽光発電システム（350kW）、屋外変圧器（500kVA）、系統連系高圧機器、負荷用分電盤、表示装置、データ管理・監視システム、コントロールハウスの調達等、(2) 技術支援（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及び保守点検に関する研修、啓発活動用パンフレットの作成等 3. 相手国側の実施：太陽光発電設備の建設用地の取得、整地、アクセス道路の建設、11kV 配電線路の延長、区分開閉器の設置				
事前評価実施年	2009年	交換公文締結日	2009年12月14日	事業完了日	2012年8月24日
		贈与契約締結日	2009年12月14日		
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：510百万円		実績額：510百万円		
相手国実施機関	建設省（MOW）				
案件従事者	日本工営株式会社、丸紅株式会社、（調達代理機関）一般財団法人日本国際協力システム（JICS）				

## II 評価結果

### <事後評価における留意点>

- 事前評価において定量的効果の指標1は「送電端電力量」と設定されていた。しかしながら、事後評価時点ではデータ記録装置が故障していたため、受電端電力量を用いた。この量は送電端電力量よりわずかに小さくなる。
- 事前評価において定量的効果の指標2は「CO<sub>2</sub>削減量」と設定されていた。しかしながら、ベリーズではCO<sub>2</sub>削減原単位は設定されていないため、事後評価では「推定CO<sub>2</sub>削減量」を用いた。
- 事前評価において定性的効果の指標の一つは「気候変動対策における日本のイニシアティブの提示」とされていた。しかしながら、これは事業実施の効果によりもたらされるものであり、インパクトとして検証した。

### 1 妥当性

#### 【事前評価時・事後評価時のベリーズ政府の開発政策との整合性】

事前評価時点で有効なエネルギー政策は定められていなかったが、1991年以降再生可能エネルギーに関する事業は実施されていた。事後評価時点では、再生可能エネルギーは「国家エネルギー政策枠組み」（2011年～2040年）及び「国家持続的エネルギー戦略・アクションプラン」（2013年～2033年）において優先付けられており、本事業はベリーズの開発政策に合致している。

#### 【事前評価時・事後評価時のベリーズにおける開発ニーズとの整合性】

電力供給の50%以上をメキシコからの輸入に依存しており、ベリーズ政府は太陽光を含む代替エネルギーを検討していた。本事業は輸入電力や化石燃料に頼らないエネルギー源に対するベリーズ側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】

2000年の日・カリブ共同体（CARICOM）閣僚レベル会合において策定された「21世紀における日・CARICOM協力のための新たな枠組み」に基づき、「貧困削減」及び「環境と防災」が重点分野となっており、本事業は事前評価時点の日本のODA政策に合致していた。また、本事業は、途上国の適応策及び緩和策を支援するために日本政府が2008年に新設した「環境プログラム無償」として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】

本事業の目標は部分的に達成された。UBに設置された太陽光発電システムにより、発電量、CO<sub>2</sub>削減量ともに計画以上に増加した。事後評価時点でデータ記録装置が故障していたため、送電端電力量のデータは入手できなかった。しかしながら、ベリーズ配電会社（BEL）の受電量（指標1）が255MWh（2012年）から628MWh（2015年）に増加したことを考慮すると、発電量は増加したと判断される。また、2015年の年間CO<sub>2</sub>削減量（指標2）は262トンと計算される。2012年の79トンから増加し、計画値（142トン）のほぼ2倍であった。これらの成果は日射量が豊富にあったことによる。

定性的効果として、再生利用可能エネルギー利用に関する国民の意識向上が期待されていた。主にUB職員を対象として環境教育や意識啓発に関する技術訓練が実施された。しかし、UB職員は建設省から太陽光発電施設に立ち入ることが許可されておらず、広報活動は実施されていない。本事業では、この他、太陽光発電システムの維持管理とデータ分析・管理に関する技術訓練が実施された。建設省のチーフエンジニアによると、この訓練を通じて、維持管理を担当する民間企業（HDC & Sons Professional Services & Solutions）は太陽光発電システムの点検・修理について十分な知識と技術を習得したとのことである。

#### 【インパクト】

本事業により、気候変動対策における日本のイニシアティブが示された。具体的には、公共事業省エネルギーユニットによると、気候変動に関する取り組みのうち、日本の協力は優れた技術訓練プログラムを有しており、他ドナーと異なる点が評価

されているとのことである。もう一つのインパクトは、政府は再生エネルギーの意義を再認識し、新たな太陽光電力発電事業を公示するに至った。11社から入札があり、1社が選定され、施設建設が計画されているところである。なお、本事業による自然環境面での負のインパクトはなく、用地取得・住民移転も発生していない。

**【評価判断】**

以上より、発電量とCO<sub>2</sub>削減量の増加といった事業効果が確認されたが、国民の意識向上を目的とした広報活動が実施されていない。気候変動対策における日本のイニシアティブは示された。したがって、本事業の有効性・インパクトは中程度である。

定量的効果

指標	基準値 2012年 (計画年)	目標値 2015年 (事業完成3年後)	実績値 2013年 (事業完成1年後)	実績値 2014年 (事業完成2年後)	実績値 2015年 (事業完成3年後)
1. 受電端電力量 (MWh/年)	255	460	581	622	628
2. 推定CO <sub>2</sub> 削減量 (t/年)	79	142	242	259	262

出所：公共事業省。

注：推定年間CO<sub>2</sub>削減量は、電力供給減比率を考慮し、また、国際エネルギー機関(IEA)によって公開されている「燃料燃焼からのCO<sub>2</sub>排出：ハイライト」(中南米地域の2007年の削減原単位)で設定されている削減原単位を適用して、以下のとおり計算した。

年間CO<sub>2</sub>削減量=CO<sub>2</sub>削減原単位×年間発電量-輸入電力×CO<sub>2</sub>削減原単位+ディーゼル発電×CO<sub>2</sub>削減原単位

**3 効率性**

事業費は計画どおりであったが、事業期間が計画を上回った(計画比：それぞれ100%、129%)。これは太陽光発電モジュールとパワーコンディショナーの追加調達に係る契約変更により2か月を要したためである。しかしながら、これはアウトカム増につながっており、定量的効果を生むことにつながった。したがって、本事業の効率性は高い。

**4 持続性**

**【体制面】**

建設省は維持管理を担当する民間企業(HDC & Sons Professional Services & Solutions)と契約を結び、日常の維持管理と定期点検、修理を委託している。同企業からは、十分な人数の職員が配置されている(運営管理担当エンジニア1人、定期点検・修理担当エンジニア1人、日常維持管理担当技術者2人)。5年間の契約が2017年に終了するが、その後の情報については入手できなかった。調達機材の所有権が建設省からエネルギー省に移管される予定であったが、事後評価時点ではまだ実現していない。その代わりに、公共事業省エネルギーユニットによると、調達機材はエネルギー分野において日本を含むドナーとの調整を担当する同ユニットに引き継がれる可能性があるとのことである。太陽光発電システムの広報活動については、UBがその責任を持つことが想定されていた。しかしながら、既述のとおり、広報活動は実施されておらず、その後の予定もない。事後評価時には、本事業で作成された啓発活動用パンフレットを誰が管理しているか、何部残っているかについて確認することができなかった。調達機材の引継ぎ時期は未定であるが、エネルギーユニットによると、それ以降はUBが同ユニットと協力して広報活動の責任を持つ予定である。

**【技術面】**

契約先の民間企業のエンジニアは本事業で訓練を受けており、建設省のチーフエンジニアによると、太陽光発電システムのトラブルシューティングを含む調達機材の維持管理に必要な技術と知識を有している。他方、建設省には太陽光発電システムの維持管理の技術・知識に関する研修制度がなく、本事業で作成された研修教材や維持管理マニュアルは使用されていない。太陽光発電システムの広報活動については、UBは本事業の訓練で得た技術・知識を活用する機会がない。

**【財務面】**

事業完成以降、建設省は太陽光発電システムの維持管理用に毎年67,000バレーズドル<sup>1</sup>の予算を充てており、今後の収支に変更の予定はない。この金額は協力準備調査で計画された以上であり、建設省チーフエンジニアによると、十分な金額である。政府は、BELへの電力売電による電力料金を積み立て、スペアパーツ購入や緊急事故発生時に活用する予定であったが、積み立ては行われていない。建設省によると、BELは官営企業であり、売電契約はないとのことである。

**【維持管理状況】**

維持管理担当民間企業は計画されたとおりに日常点検(太陽光パネルの清掃、敷地内の清掃、目視による運転状況の確認)、2か月ごとの定期点検、必要に応じた修理を実施している。データ管理システムが1年間、エアコンが6か月故障している以外の調達機材は機能している。データシステムの故障により太陽光発電システム運転のデータ記録・分析は実施されておらず、発電量がモニタリングされていない。維持管理担当の民間企業にはIT技術者がおらず、これを修理できていない。IT技術者雇用の計画の有無については確認できなかった。太陽光パネルが数枚破損したが取替が行われている。同企業は国内市場で大半のスペアパーツを調達できるが、日本製エアコンの部品の幾つかは入手できず、修理ができていない。これが太陽光発電に直接影響するものではないが、長期間この状態であると、運転室の温度が上昇し、他機材の故障につながる可能性がある。

**【評価判断】**

以上より、本事業は、体制面、技術面、維持管理状況に幾つか、部分的な問題がある。したがって、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**

事業目的の達成は部分的であった。厳密なデータ検証は困難であったが、発電量、CO<sub>2</sub>削減量ともに増加した。他方、再生可能エネルギーの利用に関する意識啓発活動が実施されず、国民の意識向上への貢献がなかったと推察される。気候変動対策における日本のイニシアティブは示されたと言える。持続性に関しては、維持管理担当民間企業のエンジニアは調達機材の維持管理に関して十分な知識と技術を有しており、定期的に点検作業を実施している。他方、UBには太陽光発電施設へのアクセスが与えられていないため、想定された責任事項を果たせておらず、本事業で得たPR活動に関する技術・知識を活用できていない。調達機材のうち、データ管理システムが修理されないでいるため、データ記録・分析が行われていない。効率性に関しては、残余金により追加調達を行い、結果アウトカムの増加につながった一方、事業期間が当初計画を上回った。

<sup>1</sup> 1バレーズドル=56.32687円(2017年8月)。JICA外貨換算レート。

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：

- ・ 建設省に対して、太陽光発電のデータ記録システムを修理するために、直ちに IT 技術者を配置するか、維持管理担当企業を支援するために IT 企業と契約するよう提言する。これにより送電端発電量が適切にモニタリングできる。
- ・ ベリーズ政府に対して、太陽光発電施設の所管を MOW から公共事業省または UB に移す手続きを開始することを勧める。公共事業省はエネルギーに関する技術的なノウハウを有しており、維持管理担当企業に対しての支援を効果的に実施できる。
- ・ ベリーズ政府に対して、UB が広報活動実施のために太陽光発電施設への立入り許可を得る必要がある。これに関連して、電力購入契約が UB と BEL の間で取り交わされることを可能にすべきである。この収益により UB は広報活動の資金を得ることができる。

JICA への教訓：

- ・ 本事業では定量的指標の一つが「送電端電力量」と設定されていたが、必要なデータは入手できなかった。維持管理を担当する民間企業にデータ記録システムを修理する IT 技術者がおらず、同装置が故障したままとなっているためである。本事業では、データ分析・管理に関する技術訓練が実施されたが、これは管理職が対象であり、実務レベルの人員は含まれなかった。訓練は記録データの解析、ダウンロード、蓄積等に関するものであり、データシステムが故障した際の修理委託先の情報まで含んでいなかった。太陽光発電システムに関する経験のない国では、データ分析・管理のシステムのスペックは IT 技術者の技術レベルや国内でのスペアパーツの入手可能性を考慮して選択されるべきである。また、技術訓練にはデータ分析・管理だけでなく、システムの修理も含まれるべきである。



(日射センサーと太陽光パネル)



(データシステム故障のためゼロを示すモニター)