

国名	太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
東ティモール民主共和国	

I 案件概要

事業の背景	東ティモールの電化率は全国平均 36.6%であり、首都ディリにおいても停電が頻発する状況にあった。主要電源はディーゼル発電に頼っており、その燃料の供給は全て輸入で賄っていた。また、国際原油価格の高騰は東ティモールの電力不足を招いていた。他方、東ティモール政府は一次エネルギー依存からの脱却が緊急のニーズであり、太陽光発電を始めとした再生可能エネルギーへの導入に向け、政策転換を図ろうとしていた。					
事業の目的	首都ディリ及びその近郊において、太陽光発電関連機材を供与し、技術者育成支援を行うことにより、発電能力向上、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東ティモール国民の意識啓発を図り、もって気候変動対策における先進国・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：東ティモール国立大学（UNTL）ヘラ・キャンパス（ディリ県）、5つの基礎学校（アタウロ、ビケリ、ダルレテ、レオレマ、ロエス） 2. 日本側： (1) 太陽光発電 250kW 系統連系システム（UNTL 工学部ヘラ・キャンパスに設置）、太陽光発電 12.6kW 系統連系システム（UNTL 農学部ヘラ・キャンパスに設置）：太陽光発電モジュール、太陽光発電モジュール用架台、接続箱、パワーコンディショナー、トランスフォーマー、ケーブルなど (2) 太陽光発電 7.5kW 独立蓄電型システム（UNTL ヘラ・キャンパス内設置）及び太陽光発電 2.5kW 独立蓄電型システム（基礎学校 5 箇所設置）：太陽光発電モジュール、太陽光発電モジュール用架台、接続箱、DC/AC インバーター、充放電制御盤、バッテリー、パネル基板、ケーブルなど *太陽光発電モジュールには、追加調達した UNTL 工学部用太陽光パネル 26 枚、基礎学校用太陽光パネル 2 枚（予備品）を含む。 (3) 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、運用・保守、緊急時対応などに関する研修 3. 相手国側： 事業用地の確保、機器の移送及び設置					
事業期間	交換公文締結日	2010 年 3 月 15 日	事業完了日 （計画）	2011 年 8 月	事業完了日 （実績）	2018 年 11 月 29 日 （ソフトコンポーネント完了日）
	贈与契約締結日	2010 年 7 月 8 日				
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：500 百万円					実績額：500 百万円
相手国実施機関	教育・青年・スポーツ省組織管理局 東ティモール国立大学工学部					
案件従事者	本体：（当初調達）豊田通商株式会社、（追加調達）株式会社テックインターナショナル コンサルタント：（当初調達）アイテック株式会社、（追加調達）株式会社山下設計 調達代理機関：一般社団法人日本国際協力システム					

II 評価結果

【留意点】

- 事前評価時では、事業完了 3 年後である 2014 年を目標年次とした。しかし、本事業が完了したのは 2018 年 11 月であり、本事後評価では、目標年次を 2021 年に変更し、2018 年と 2021 年の運用効果指標の定量的効果をもとに、事業目標の達成度を検証した。また、系統連系太陽光パネルの総発電容量の 200kW（計画）から 262.6kW（実績）への設計変更に伴い、本事業の定量的指標である送電端電力量および CO2 削減量の目標値を協力準備調査報告書で採用された算出方法を用いて算出した。
- 技術支援（ソフトコンポーネント）について、事業開始当初は、東ティモール国立大学工学部および東ティモール電力会社を対象とし、運用・保守のための太陽光発電ワーキンググループ（PVWG）を形成する予定であった。しかし、東ティモール電力会社は PVWG のメンバーにはならなかった。

1 妥当性/整合性
< 妥当性 > 【事前評価時の東ティモール政府の開発政策との整合性】 本事業は、事前評価時点における東ティモールの開発政策と整合性が高い。東ティモール政府は「クールアース・パートナーシップ」への参加を決定し、気候変動への適応・緩和策を実施することで、温室効果ガス排出量の削減と経済成長の両立を目指すことを表明していた。また、国家報告書の電力の章において、東ティモール政府による農村電化戦略が承認されていた。 【事前評価時の東ティモールにおける開発ニーズとの整合性】 本事業は、事前評価時点における東ティモールの開発ニーズと整合性が高い。東ティモールは石油燃料を輸入に依存するディーゼル発電からの脱却を目指し、太陽光発電を始めとした再生可能エネルギーの導入による電源の多様化が必要だった。 【事業計画/アプローチの適切性】 本事業の計画/アプローチは、適切である。 事業計画/アプローチに起因する課題は確認されなかった。

【評価判断】 以上より、本事業の妥当性は③¹と判断される。
<整合性> 【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、事前評価時の日本の対東ティモール援助方針と整合している。日本政府は、経済・社会インフラ整備と維持管理能力向上に資する支援を東ティモールへの援助の重点分野とし²、また気候変動に取り組む途上国や気候変動の悪影響に対し脆弱な国に対して援助を行ってきた。2008年には途上国の気候変動への適応と緩和を支援するための「環境プログラム無償資金協力」が創設され、外務省は太陽光発電などを活用した環境プログラムに対する途上国の支援ニーズについて調査を実施した。その結果、東ティモール政府から本事業の要請があった。 【JICA他事業・支援との連携/調整】 事前評価時において、本事業とJICAの他の事業との連携/調整は明確に計画されていなかった。 【他機関との連携/国際的枠組みとの協調】 事前評価時において、ドナー、NGO、大学、民間企業/国際的な枠組みとの連携/協調は明確に計画されていなかった。 【評価判断】 以上より、本事業の整合性は②と判断される。
【妥当性・整合性の評価判断】 以上より、本事業の妥当性及び整合性は③と判断される。

2 有効性・インパクト

【有効性】 本事業の目的は一部達成された。送電端発電量（指標1）、CO2削減量（指標2）、電力料金削減額（指標3）は、モニタリング装置がUNTLの工学部にのみ設置され、農学部には設置されていなかったため、運転開始当初から確認することのできる実績値は目標値に到達することができなかった。また、正確な時期は不明だが、工学部に設置されたパワーコンディショナー3台のうち2台のインバーターが故障し、89枚の太陽光発電モジュールが投石により破損した。さらに、事後評価時点では、電気室の換気扇が撤去されていたため電気室内に熱が籠っていたことや、電気設備の上に大量のほこりがあり、火災発生の危険にも晒されてもいたことが確認された。また、UNTLの農学部設置された3つの太陽光発電モジュールも投石により破損しており、洪水による浸水でパワーコンディショナーも故障していた。さらに、予備部品も浸水により破損していた。なお、今後、フォローアップ協力が予定されており、運用状況の改善が見込まれる。 定性的効果については、UNTL に設置された太陽光発電システムを通して、UNTL の学生や講師が再生可能エネルギーの利用を意識するようになり、私立・公立の高等学校の生徒も本事業サイトを訪れ、UNTL の学部関係者が太陽光発電について説明をおこなったため、意識啓発に効果があったといえる。さらに、韓国国際協力団（KOICA）や国際連合開発計画（UNDP）などの機関も、東ティモールの遠隔地で同様のプロジェクトの実施を計画していたため、本事業サイトの基礎学校を訪れ太陽光発電システムに関する情報を収集していた。また、地域住民は太陽光発電の利活用について理解し、自治体の行政官や他の学校関係者は、同システムを導入するための申請方法を尋ねたり、KOICA や地元 NGO が本事業のデータ収集のために訪問したりしており、BS に設置された太陽光発電システムも意識啓発に役立ったといえる。さらに、一部のコミュニティでは住民が携帯電話のバッテリーの充電のために基礎学校を訪れたりすることもあった。 【インパクト】 本事後評価時点で、本事業によるいくつかの正のインパクトが確認された。例えば、本事業は、東ティモール政府の再生可能エネルギーの供給によって農村部の経済成長の促進を掲げる「戦略的開発計画 2011－2023」で目標とした太陽光による総発電量に貢献した。また、UNTL によれば本事業は太陽光発電システムの導入を計画するドナーなどの関係機関にも注目されており、KOICA と連携した UNDP も、アウタロ、ボボナロ、マナトゥートといった遠隔地の村落の最も脆弱なコミュニティに持続可能な電力へのアクセスを提供する「不平等削減のためのクリーン・エネルギー・アクセス加速化プロジェクト（ACCESS）」を実施する際に、調査団が本事業のサイト調査を行っている。 本事業による、自然環境への悪影響は見られず、用地取得や住民移転も実施されなかった。 【評価判断】 以上より、本事業の有効性・インパクトは②と判断される。

定量的効果

指標	基準年 2010 年 計画年	目標年 2021 年 事業完成 3 年後	実績値 2015 年	実績値 2016 年	実績値 2017 年	実績値 2019 年 事業完成 1 年後	実績値 2020 年 事業完成 2 年後	実績値 2021 年 事業完成 3 年後	実績値 2022 年 事後評価年
指標 1 送電端電力量 (kWh/年)	—	417.3	337.6 (80.9%)	300.9 (72.1%)	245.5 (58.8%)	141.9 (34.0%)	134.4 (32.2%)	50.9 (12.1%)	N/A
指標 2 CO2 削減量 (t/年)	—	231.6	189.1	168.5	137.5	79.5	75.3	28.0	N/A
指標 3 電気料金削減量 (万円/年)	—	450.7	364.6	325.0	265.1	153.2	145.1	54.0	N/A

出所:太陽光発電システムのモニタリング装置

-UNTL 農学部以外の太陽光発電システムは 2014 年に設置が完了しているため、実績値は 2015 年から示している。2018 年に無償資金協力の

1 ④：「非常に高い」、③：「高い」、②：「やや低い」、①：「低い」
2 「ODA 国別データ集」（2010）

残余金を用いて、UNTL 農学部に太陽光発電システムが追加で設置された。 年間 CO2 削減量の算出式： 太陽光発電パネルの容量 (kW) × 日射量 (kWh/m2 * 日) × システム効率 = 年間発電量 (kWh/年) × 排出係数 (kg-CO2/kWh) × 365 日。 – 電気料金の年間節約額の算出式： 年間発電量 (kWh/年) × 電気料金単価 (円/kWh)。	
3 効率性	事業費は計画通りであったが (計画比：100%)、事業期間は計画を大幅に上回った (計画比：291%)。事業期間の超過は、事業サイトや設備の仕様変更などにより発生した。アウトプットは計画通り産出された。 以上より、効率性は②と判断される。
4 持続性	【制度・体制面】 UNTL工学部は、事業期間中、コーディネーター1名、技術者1名、研究者1名からなるPVWGを設立した。しかし、PVWGのメンバーは学部の常任講師としても雇用されていたため、PVWGの活動は不十分であった。事後評価時点では、工学部は日常的に運用・保守を行うコーディネーター1名、技術者2名、研究者1名を雇用していた。 5つの基礎学校は、事業期間中に、数名の技術スタッフ、または教員が太陽光発電システムの運用・保守を担当することになっていた。各校によると当時のスタッフの配置数は十分であった。しかしながら、アタウロ基礎学校を除く他の基礎学校では、2016年から2018年にかけて太陽光発電システムが壊れたため、その後、運用・保守の仕組みが機能しなくなった。また、一部の基礎学校は太陽光発電システムが故障した後、教育・青年・スポーツ省に報告したが、同省から修理に向けた肯定的な回答は得られなかった。しかし、事後評価時にJICA東ティモール事務所は、教育・青年・スポーツ省が今後もJICAと連携し、基礎学校で本事業を活用し効果的に継続することに意欲的であることを確認した。 【技術面】 UNTLのPVWGと基礎学校は、事業期間中、コンサルタントまたはサプライヤーから運用・保守に関する指導を英語で受けた。その結果、英語を使用できる一部の教員や技術スタッフは運用・保守を実施できるようになったが、英語を使用できない教員は運用・保守のスキルを習得できず、また本事業で作成した英語のマニュアルも理解できていなかった。事後評価時点では、アタウロ基礎学校の太陽光発電システムは適切にメンテナンスされていたが、これは英語ができる教師のサポートにより、技術スタッフがコンサルタントから運用・保守を適切に学ぶことができたためだ。しかし、他の基礎学校では、運用・保守の十分な技術と知識を習得できなかったため、定期的なメンテナンスが行われず、太陽光発電システムは故障していた。 【財務面】 事後評価時点では、UNTL工学部は適切な運用・保守を行うために必要な予算を確保していなかった。工学部はこれまでUNTL本部に運用・保守の予算を要求していたが、工学部の要請が遅れたことや本部の予算編成の運営上の不手際から、本部は予算を計上してこなかった。しかし、JICAのフォローアップ協力に向けた調査を実施した際に、UNTL本部は、年間約2,000米ドルを運用・保守に充てることに同意し、同調査の議事録に署名した。また、UNTL工学部も、今後、運用・保守の予算の要求を、適切に本部へ提出することを約束した。一方、UNTL本部は、フォローアップ協力後の維持管理のための予算を確保することを約束した。基礎学校については、設置した太陽光発電システムのメンテナンスは、太陽光パネルのほこり取りや太陽光発電システムの電源のON/OFFのみであるため、運用・保守の予算計上は必要ないとのことだった。しかし、教育・青年・スポーツ省は、太陽光発電システムの修理や交換が必要な破損や損失については、基礎学校に予算を提供することを約束した。 【環境・社会面】 UNTLの事業サイトは、周辺住民の狩猟の場であり、投石によって太陽光パネルが破損されるケースが多く見られた。これまで周辺住民と協議の場はなかったが、今後、UNTLはオープンキャンパスを計画しており、周辺住民の再生可能エネルギーへの関心を高めるとともに、太陽光発電の施設の重要性を説明し理解を得ていくとのことであった。 【現在の運用・保守状況】 UNTLの太陽光発電システムは、地元住民の投石により多くのモジュールが壊され、モニタリングシステムも動作しない状態だった。モジュールは予備品と交換されたが、2021年4月に発生した洪水以降、モニタリングシステムはまだ作動していない。工学部では、施設の修復のため、予算計上の提案を行う予定である。また、UNTLは施設周辺の警備を強化すること。基礎学校については、アタウロBSでは太陽光発電システムに問題はなく、運用・保守も適切に行われていたが、他の学校ではDA/DCインバーターの故障や太陽光発電モジュールのケーブルの熱損傷など、いくつかの問題があった。 【評価判断】 以上より、制度・体制面/技術面/運用・保守状況に問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は②と判断される。
5 総合評価	本事業は、事業目的を一部達成した。持続性については、実施機関の制度・体制面、技術面、運用・保守の現状に問題が見られた。効率性については、事業期間は計画を大幅に超えた。 以上より、総合的に判断すると、本事業は一部課題があると評価される。

IV 提言・教訓

実施機関への提言：

- UNTL 工学部は東ティモール電力公社と太陽光発電の取り扱いについて協議を行うことが期待される。系統連系システムは電力公社の送電線に接続されているが、どの程度の太陽光発電によって発電され送電線に流れているか電力公社は把握できていないため、送電システムに過負荷がかかる可能性がある。また、UNTL 工学部は発電された電力を売買契約なしに電力公社の電線に流している状態であり、発電された電力による直接的な経済的便益を得られていない。これらの課題について、UNTL 工学部と電力公社において取り決めを交わすことが望ましい。
- 本事業の技術的持続可能性を高めるため、実施機関及び基礎学校は、本事業で得られた知見を実施機関の職員や基礎学校に共有する仕組みを構築することが必要である。

JICA への教訓：

- 事業の受益者が、事業で導入された設備を運転・保守する要素を含む事業の場合、JICA は受益者の言語能力を確認し、事業実施前に適切な技術支援の内容を検討するべきである。本事業では、コンサルタント及びサプライヤーが各基礎学校へ保守・運転の技術指導を実施し、保守用マニュアルを提供したが、ほとんどの基礎学校の職員は英語力の不足により、太陽光発電システムの運用・保守方法を適切に学ぶことも、マニュアルを理解することもできなかった。

- 事業の計画段階において、高度な技術や専門性が要求される場合、JICA は、運営・維持管理のための技術支援機関の必要性を検討する必要がある。この場合、JICA は実施機関と技術支援機関の役割分担を確認し、明確にする必要がある。本事業では、電気技術者を擁する東ティモール電力会社がプロジェクトに関与すべきであった。EDTL が事業に関与できていれば、UNTL や基礎学校は東ティモール電力会社の技術支援を受けることができただろう。
- UNTL 内の事業サイトは、施設導入前は周辺住民の狩猟の場であったことから、施設導入後も投石による狩猟が続き、太陽光発電パネルの損傷が発生していた。JICA は、事業の計画時に実施機関が地元関係者との協議を行い、周辺住民に事業の理解を得るよう促す必要がある。



UNTL 工学部ヘラ・キャンパスに設置された太陽光発電系統連
系システム



アタウロ基礎学校に設置された太陽光発電独立型システム
(本施設の屋根部分は太陽光パネルである。)