

国名 ガーナ	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	ガーナでは、1990年代半ばまではボルタ湖の豊富な水源を利用した水力発電により、国内の電力供給並びにコートジボワール及びトーゴといった近隣国への電力輸出を行っていた。しかしながら、近年は国内電力需要の増加に伴い、水力発電のみでは必要な電力供給を賄えず、不足する電力については、火力発電所の建設を推進するほか、コートジボワールからの国際連系線を介した電力融通で補っていた。さらに、近年では気候変動の影響により渇水が頻繁に発生し、主要電源であるアコソンボ水力発電所の発電量が低下していた。このためガーナでは、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギーの導入促進を政策目標として掲げ、エネルギー供給事情の改善と環境負荷の軽減を両立すべく、努力していた。			
事業の目的	ガーナ大学野口記念医学研究所(NMIMR)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、電源の多様化及び再生可能エネルギーに関するガーナ国民の意識啓発を図り、もって気候変動対策に対する先進国・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に寄与する。			
実施内容	1. 事業サイト：アクラ（NMIMR） 2. 日本側： (1) 315kWp 太陽光発電システム（太陽光電池モジュール、太陽光発電モジュール用設置架台、接続箱、集電箱、パワーコンディショナー、昇圧用変圧器、表示装置、計装装置 配線材料、接地工事材料）及び太陽光発電設備用交換部品、保守用工具及び試験器具 (2) 400kWp 追加太陽光発電システム（残余資金を利用して、追加的に設置された。） (3) 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、緊急時の対応を含む運転・維持管理に関する研修 3. 相手国側：(1) 工事期間中の掘削土、汚水及び廃油、資機材の適当な廃棄場所の確保、(2) 工事期間中の地域住民とガーナ大学及びNMIMRの関係者への安全の確保、指導、教育、等			
事業期間	交換公文締結日 2010年3月12日 贈与契約締結日 2010年3月12日	2010年3月12日 2010年3月12日	事業完了日	- 当初計画設備：2013年4月22日（ソフトコンポーネント完了日） - 追加設備：2014年8月13日（機材引渡日）
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：610百万円 実績額：610百万円			
相手国実施機関	ガーナ大学野口記念医学研究所（NMIMR）			
案件従事者	本体：丸紅株式会社 コンサルタント：八千代エンジニアリング株式会社 調達代理機関：クラウンエージェンツ			

II 評価結果

1	妥当性	<p>【事前評価時・事後評価時のガーナ政府の開発政策との整合性】 本事業は、「戦略的国家エネルギー計画 2006年～2020年(SNEP)」「調和のとれた経済社会開発政策プログラム(2017年～2014年)」「ガーナエネルギー政策 2017年(草案)」といった再生可能エネルギーのシェアの向上というガーナ政府の開発政策に合致している。</p> <p>【事前評価時・事後評価時のガーナにおける開発ニーズとの整合性】 本事業は、ガーナ政府の再生可能エネルギーにかかる開発ニーズとも合致している。事前評価時、ガーナでは、非電化地域への電気の供給のため、系統連系ではない小規模独立型の太陽光発電システムの導入が進められていたが、大規模な系統連系型太陽光発電システムは導入されていなかった。事後評価時、ガーナは依然として、水力発電・火力発電に依存しているものの、系統型太陽光発電をはじめとした再生可能エネルギーの導入が進められている。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 本事業は日本の援助方針とも合致していた。「対ガーナ国別援助計画」(2006年)では、エネルギーを含むインフラ支援は重点支援分野「産業開発促進」の戦略のひとつであった。また、日本政府は2008年に「環境・気候変動対策無償」を導入した。同スキームは、国際的な気候変動対策への貢献の効果的な促進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いた。</p> <p>【評価判断】 以上より、本事業の妥当性は高い。</p>
2	有効性・インパクト	<p>【有効性】 本事業は事業目的をおおむね達成した。定量的指標である「送電端電力量」(指標1)、「二酸化炭素排出量の削減」(指標2)、については事前評価時に設定された目標値をほぼ達成した。発電量は大幅に増加し、目標値の平均達成度は約85%である。目標値には到達しなかったが、これは全国的な計画停電によるものである。本事業の太陽光発電システムは系統連系システムであり、電力系統が停止となった場合は、太陽光発電システムも停止される。過去数年、頻繁な全国的な計画停電が発生しているが、発電量目標値はこの停電を考慮していなかった。なお、現地踏査時には、太陽光発電システムは、マニュアル・研修教材に基づいて運営されており、状態もおおむね良好であった。</p>

事業サイトの利用者・訪問者の間で、本太陽光発電システムに関する意識は啓発されている。本設備設置後、ガーナ大学のエンジニアリング科学部の学生や日本人の訪問客など多くの機関や個人が、本太陽光発電施設を訪問している。ガーナ大学のエンジニアリング科学部から、過去約 80 人の学生が訪問しており、また 2018 年にもさらに 100 人が訪問予定である。さらに、ガーナ大学副総長及び NMIMR 所長は、野口英世博士のガーナ到着 90 周年記念式典をはじめとしたシンポジウム等で本太陽光発電システムの紹介を行っている。

本事業を通じて、ガーナ人技師が系統連系太陽光発電システムの計画、設置、メンテナンスに関与し太陽光発電機材に関する知識・経験を得ることで、ガーナでの太陽光発電の普及に貢献することが期待されていた。本事業完了後、ガーナ政府は、系統連系太陽光発電システムの設置を進めてきており、その中には、太陽光発電普及支援制度の下での、住宅 200,000 戸のルーフトップ型（屋根上）太陽光発電設置も含まれる。このプログラムの目的は、中期的に太陽光発電技術により全国電力系統の最大負荷を 200MW 軽減することである。エネルギー省によれば、本事業で得られたデータの分析を踏まえ、上記プログラムが実施されている。

【インパクト】

本事業により、気候変動対策に対する日本のイニシアティブを示すことが想定されていたが、同分野で日本が主導するといった事例については事後評価時点で確認できなかった。同様にエネルギー省の予算の制約により、本事業の成果を周知するシンポジウムを開催することはできなかったものの、上述の通り本事業はガーナ政府の再生可能エネルギーの促進、気候変動対策に役立っており、エネルギー省に高く評価されている。

本事業による自然環境への負のインパクトは確認されておらず、本事業における用地取得・住民移転は発生しなかった。

【評価判断】

よって、有効性・インパクトは高い。

定量的効果

(1) 当初設備：315kWp 太陽光発電システム

	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)	0	382	325	282*2	333	365
指標2：CO2削減量 (t/年) *1	0	220	187	162	191	210

出所：NMIMR

注1：CO2削減量は以下のとおり計算された。ガーナ電力委員会の統計に基づき、2007年のCO2原単位は0.575tCO2/MWhである。本事業での太陽光発電により、以下計算式により、年間219.8トン削減されると想定された。

[計算式] 0.575 tCO2/MWh × 382,227 kWh/年 ÷ 1,000 = 219.8 tCO2/

注2：2015年は停電が頻発していた。

(2) 追加設備：400kWp 太陽光発電システム

	基準値	目標値*1	実績値 2015年 事業完成1年後	実績値 2016年 事業完成2年後	実績値 2017年 事業完成3年後
指標：送電端電力量 (MWh/年)	0	-	258*2	376	109*3

出所：NMIMR

注1：目標値は設定されていない。注2：1月～2月のデータは取得できていない。注3：発電自体は行われていたものの、計装装置が2017年4月に故障したため、収集データは1月～4月分のみ。

3 効率性

事業費は計画内に収まったが（計画比：100%）、追加太陽光発電を設置したため、事業期間は計画を大幅に上回った（計画比 295%）。アウトプット増加（計画比：227%）を考慮しても、事業期間は若干計画を上回ったと判断され、効率性は中程度である。

4 持続性

【体制面】

NMIMRの維持管理ユニットが、本事業で整備した太陽光発電システムの運営・維持管理を担当し、職員3人がシステムの運営・維持管理に配置されてきた。同ユニットは、NMIMRの清掃班と協力し、運営・維持管理活動を行っている。維持管理ユニットはNMIMRの管理部門および所長に属している。技術的な問題が生じた場合は、ガーナ大学のエンジニアリング科学部長と協議しつつ対応を行ってきた。維持管理ユニットとITユニットとの協力関係は弱く、仮に両ユニットが緊密に協力していれば、ITユニットにより問題はより早く解決されたと思われる。たとえば、400kWpシステムの表示装置の軽微な故障はJICAが関与するまで修理ができなかった。また、職員数が十分でないという問題もみられた。職員数の不足により運営・維持管理活動が妨げられたということはないが、職員の業務負担は大きい。

【技術面】

本事業で訓練された技術スタッフは引き続き運営・維持管理を担当している。また本事業で作成されたマニュアルは運営・維持管理に適切に使用されている。しかし、当初設備（315kw）と追加設備（400kw）の二つのシステムの構造が違うこともあり、追加設備の理解は限定的であり、またスタッフは二種類の異なるシステムを理解しなければならず負担も大きい。技術の普及のため本事業中に職員に対して行われた運営・維持管理研修と同様の研修を実施し知識を新たに配置される技術職員に伝えることも検討が必要とされる。

【財務面】

NMIMRは、運営・維持管理担当職員の人件費及びインフラ維持のための予算を確保している。NMIMRは、必要な際には、機材の交換のための費用を捻出できる。315kWpシステムのパワーコンディショナー室に設置された空調設備が故障したが、2018年2月にはNMIMRの予算で2台の新たな設備を購入し、古い設備と入れ替えた。費用は8,000セディであった。

NMIMR 予算

(単位：セディ)

運営維持管理費用項目	2015	2016	2017
人件費*	18,000	18,000	30,000
維持管理	-	-	-

* NMIMR の内部人件費

【維持管理状況】

点検及び日常の維持管理活動は適切に行われてきた。NMIMR の維持管理ユニットにより日常維持管理はほぼ毎営業日に行われ、定期点検は年に一回行われてきた。設備の状態はおおむね良好であり、上述の空調設備も含め、問題は対応されている。本事業で整備したスペアパーツ、消耗品、保守用工具は適切に管理され、活用されてきた。現在まで、管理・調達の問題は生じていない。400 kWp システムのパワーコンディショナー3 台が故障しており、いずれも冷却ファンに問題があるが、製造元が冷却ファンを納入することに同意している。また、発電能力に影響はないものの追加 400kWp システムの計装装置の故障は解決に時間を要している。基本ソフトが故障し修理の必要があるが、PC 性能の問題の可能性もあり故障が少ないより高性能なシステムへの更新も検討されるべきである。

【評価判断】

実施機関の体制面、技術面に問題がみられ、よって、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

本事業は、「送電端電力量」、「二酸化炭素排出量の削減」といった指標が事前評価時に設定された目標値をほぼ達成しており、「発電能力の向上、エネルギー源の多様化及びクリーンエネルギーに関するガーナ国民の意識啓発」という事業目的はおおむね達成された。多くの機関・個人が太陽光発電システムを訪れてきており、意識啓発が進んだ。持続性に関しては、体制面・技術面に課題があるが、財務面に問題はない、効率性に関しては、事業期間は計画を上回ったが、事業費は計画内に収まった。

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：

- ・ 400kWp システムの表示装置は 2017 年 9 月に故障し、最近になって JICA の介入により修理された。IT 関連の軽微な問題であったが、もし NMIMR の IT ユニットが関与していれば、問題はより迅速に解決されたと考えられる。よって、NMIMR の維持管理ユニットは、IT 関連の問題が発生した場合には直ちに IT ユニットに報告することが勧められる。総じて、IT 関連の問題に関して、NMIMR の維持管理ユニットと IT ユニットの協力の強化の必要がある。
- ・ 維持管理ユニットの 400kWp システムの運営維持管理は、315kWp システムの理解に基づいているが、二つのシステムの構造が異なるため、維持管理ユニット、IT ユニットに対し、特に 400kWp システムの理解のため、その運営・維持管理マニュアルの内容の整理が十分ではないため、マニュアルの使用について再確認を行うことが適切と思われる。
- ・ 400kWp システムの計装装置は故障後の修理に時間を要している。IT 技術者によれば、基本ソフト（起動ファイル）が故障している可能性が高い。日本の業者とも連絡を取りつつ原因を特定し、長期的にはシステムをより高性能のものに交換することも検討する必要がある。



315kWp システム（当初計画分）



400kWp システム（追加分）