

|           |                       |
|-----------|-----------------------|
| 国名<br>ガーナ | 太陽光発電普及のための人材育成プロジェクト |
|-----------|-----------------------|

**I 案件概要**

|                          |   |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
|--------------------------|---|------|---|------|---------|-----|------|---------------|----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|----|
| 事業の背景                    | <p>JICA は、2005 年から 2006 年に開発調査「ガーナ北部再生可能エネルギー利用地方電化マスタープラン調査」を実施した。同マスタープランは、再生可能エネルギーを利用した持続的な農村電化の制度的枠組みの整備のためのアクションプランを提言し、ガーナにおける制度的・構造的課題を指摘した。更にマスタープランは、持続的な太陽光発電（Photovoltaic：PV）システムの維持管理のためのビジネスモデルの導入・普及の提言を行った。</p>   |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| 事業の目的                    | <p>本事業は、(i) PV エージェント（PVA）の研修、(ii) コミュニティ・エージェント（CA）の研修及びコミュニティ・ソーラー・システム（CSS）<sup>1</sup>パイロット・プロジェクトの実施、(iii) 教育機関での PV 教育、(iv) PV 機器の検査技術の移転、(v) 啓発活動を通じ、(1) 太陽光発電による農村電化のための人材育成体制の基盤の整備及び (2) CSS パイロット・モデル<sup>2</sup>の確立を図り、それにより、太陽光発電が持続的に使用されることを目指した。本事業の計画では、以下の目標が設定された。</p> <p>1. 上位目標：太陽光発電システムが持続的に使用される<br/>2. プロジェクト目標：太陽光発電にかかる人材育成体制の基盤が整備される</p>   |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| 実施内容                     | <p>1. 事業サイト：(1) CSS パイロットサイト 24 箇所（8 州）、(2) クワメ・エンクルマ科学技術大学（Kwame Nkrumah University of Science and Technology：KNUST）、タマレ・ポリテクニク、コフォルディア・ポリテクニク（PV 基礎人材育成及び CSS パイロットサイトの運営）<br/>2. 主な活動：(1) CA 研修の実施及びパイロットプロジェクトの実施、(2) 教育機関でのトレーナー養成研修（TOT）及び基礎人材育成の実施、(3) PV 機器検査技術の移転、(4) 啓発活動の実施<br/>3. 投入実績</p> <table border="0"> <tr> <td>日本側</td> <td>相手国側</td> </tr> <tr> <td>(1) 専門家派遣：6 人</td> <td>(1) カウンターパートの配置：18 人</td> </tr> <tr> <td>(2) バングラデシュ・スタディ・ツアー：6 人</td> <td>(2) 土地・施設提供：プロジェクトオフィス、研修会場、</td> </tr> <tr> <td>(3) 機材供与：車両、デモ・システム、パソコン</td> <td>他。</td> </tr> </table> <p>関連機材、PV 検査機材、PV パネル他。</p> |      |   |      |         | 日本側 | 相手国側 | (1) 専門家派遣：6 人 | (1) カウンターパートの配置：18 人 | (2) バングラデシュ・スタディ・ツアー：6 人 | (2) 土地・施設提供：プロジェクトオフィス、研修会場、 | (3) 機材供与：車両、デモ・システム、パソコン | 他。 |
| 日本側                      | 相手国側  |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| (1) 専門家派遣：6 人            | (1) カウンターパートの配置：18 人  |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| (2) バングラデシュ・スタディ・ツアー：6 人 | (2) 土地・施設提供：プロジェクトオフィス、研修会場、  |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| (3) 機材供与：車両、デモ・システム、パソコン | 他。  |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| 事前評価年                    | 2008 年  | 協力期間 | 2008 年 2 月 - 2011 年 12 月<br>(延長期間：2011 年 1 月 - 2011 年 12 月) | 協力金額 | 253 百万円 |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| 相手国実施機関                  | エネルギー省（現電力省）、教育省  |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |
| 日本側協力機関                  | -   |      |   |      |         |     |      |               |                      |                          |                              |                          |    |

**II 評価結果**

|   |
|---|
| 1 妥当性   |
| <p>【事前・事業完了時のガーナ政府の開発政策との整合性】<br/>本事業は、国家電化計画（1989年）や、ガーナ中期国家開発計画枠組み（Ghana Shared Growth and Development Agenda :GSGDA）（2010-2013年）、GSGDAII（2014-2017年）等ガーナの政策文書において、農村電化による電気への普遍的アクセスが目指されており、ガーナ政府の開発政策に合致している。</p> <p>【事前・事業完了時のガーナにおける開発ニーズとの整合性】<br/>事前評価時・事業完了時ともに、ガーナでは電化されていない地域が多く、農村電化のニーズが存在している。事業完了時点においてもガーナの電化率は72%であり、これは特に農村地域において未だ電化が行われていない地域が多いことを示している。よって、本事業は、事前評価時・事業完了時ともにガーナの開発ニーズに合致している。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】<br/>対ガーナ国別援助計画（2006年）において、農村地方の活性化が重点分野として掲げられており、本事業は事前評価時における日本のODA政策と合致している。</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>【本事業のプロジェクト目標の事業完了時点における達成状況】<br/>「太陽光発電にかかる人材育成体制の基盤が整備される」というプロジェクト目標は、指標の観点からは事業完了時点において、一定程度達成された。達成を測る指標のうち、研修実施回数（指標 1）、開発教材（指標 2）、育成された PVA 数及び CA 数（指標 4）、教育機関において実施された講義及び開発された教材（指標 5）は達成されたが、検査を実施した PV システムのコンポーネント数（指標 3）については、未達成である。指標 1 と 3 を除いては目標値が設定されていなかったが、以下の理由により達成されたと判断した。指標 2 については、各種教材が開発・有効活用され、関係者からも高く評価されている。</p>   |

<sup>1</sup> CSS ビジネスモデルの概念は、コミュニティにバッテリー・チャージング・ステーション（BCS）を設置し、日常の BCS 運営の管理人として CA を配置し、PV システムの維持費用に BCS の収益を充当する方式である。CSS はシステムの運転を行う CA、CSS 事業権保有者でありコミュニティ太陽光発電ビジネスの運営管理を行うコンセッションネア、技術的サポートを提供する PVA 及び所有者（県議会）により運営される。サイトの中には、本事業の対象教育機関 3 校を含め、教育機関が所有者となるサイトもある。本事業では、パイロットサイトは教育機関に対し、彼らの教育演習場として割り当てられた。

<sup>2</sup> プロジェクト目標の認識について、日本側及びガーナ側の理解が異なっていた。日本側は、農村電化を促進するために太陽光システムを普及する人材育成体制の構築を目指していた。他方、ガーナ側は太陽光システムの持続的パイロットプロジェクトモデルの構築をプロジェクト目標と理解していた。よって、本事後評価では、日本側・ガーナ側双方の観点から、プロジェクト目標の達成度を評価する。ガーナ側の認識を踏まえ、追加指標として「事業サイトで運営されている CSS モデル」を事後評価時に設定した。

指標 4 については、研修を受講した PVA・CA 数は、電力省・対象教育機関 3 校によれば CSS パイロットサイトを支援するに十分な数である。指標 5 に関しては、対象教育機関 3 校で週末講座が開催され、指標 2 で述べたとおり教材が開発されたことから、達成と判断される。なお、指標 1 は達成されたものの、対象教育機関によれば LED 技術研修・ランタン検査研修の実施回数は十分とはいえない。

CSS モデルは 22 サイトで運営された（全国配電送網に接続されたため運営を中止した 2 サイトは除く）。CSS サイトにおける関係者の権利を明確化する覚書が締結されることが想定されていたが、締結数に関するデータは入手できなかった。

本事業は、改定されていた指標の観点からはプロジェクト目標を達成しているが、PDM で設定された指標はアウトプットと重複し、また主要な活動が中止されたり、縮小されたことから、プロジェクト目標の達成の程度を判断することは難しい<sup>3</sup>。また、代替指標も、終了時評価において関係者の指標への認識が異なり、合意に至らなかったため、設定することが出来なかった。

【本事業の効果の事後評価時点における継続状況】

事業完了後、電力省は CA 研修をスペイン大使館や世界銀行（ガーナ・エネルギー開発導入計画、Ghana Energy Development and Access Project: GEDAP）等他の開発パートナーが支援する事業において継続し、その際には本事業で開発した教材を活用している。対象教育機関 3 校中 2 校では、人材育成コースの具体的な継続はみられないが、コフォルディア・ポリテクニクで技術的・実践的研修が実施されている。タマレ・ポリテクニクでは、マネジメントの交代により人材育成は実施されてきていないが、研修再開の計画はある。本事業により PV 機器検査機材が供与された対象教育機関における PV 機器検査及びその研修については、PV 検査は研修の一貫として継続している。

PV システムを運営する CSS パイロットサイトの数は事業完了後に減少した。運営を中止したサイトのほとんどは、送電線が整備され電化されたためであり、またいくつかのサイトではシステムのコンポーネントが盗難にあったためである。本事業でのトレーナー養成研修を受けたトレーナーが所属する対象教育機関 3 校では CSS の運営継続に必要な技術（運営計画やモニタリング計画の策定及び実施、年次報告書の作成など）を有しているが、県議会は支援体制に制約があり、定期的なモニタリングを実施することが出来ていない。電力省に関しては、CSS サイトのモニタリングを年一回実施している。CSS モデルは国内の他の地域において、スペイン大使館や世界銀行（GEDAP）支援による事業に適用されており、本事業で開発した教材も活用されている。

【本事業の上位目標の事後評価時点における達成状況】

上位目標の達成状況はデータが入手出来なかったため判断が出来ない。しかしながら、上述のとおり PV システムはスペイン支援の事業や世界銀行の GEDAP により導入され、それら事業では本事業による CSS モデルの適用・教材等の利用が行われている。電力省によれば、2009 年に導入された約 300 の PV システムは現在も全て稼働しており、その間、2014 年 11 月及び 2015 年 3 月にバッテリーや電球の交換が行われた。同交換のための研修の際には本事業の研修教材が活用された。従って、上位目標は一部達成されたといえる。

【事後評価時点で確認されたその他のインパクト】

本事業の CSS パイロットサイトで正のインパクトも確認された。CA 等の雇用機会が創出され、また、クリニックや学校も PV システムの恩恵を受けている。クリニックでは患者の看病等に PV システムによる照明を利用でき、また学校では夜間の授業が可能となった。

本事業では用地取得は行われず、また環境への負のインパクトも発生していない。

【評価判断】

本事業は、事業完了時に効果指標を一定程度達成し、発現した効果は一部継続している。上位目標はデータは不完全であるものの一部達成した。よって本事業の有効性／インパクトは中程度である。

プロジェクト目標及び上位目標の達成度

| 目標                                     | 指標  | 実績   |
|--|---|--|
| (プロジェクト目標)<br>太陽光発電にかかる人材育成体制の基盤が整備される | 1) 研修実施回数<br>(20 回以上)   | 完了時点での達成状況：達成<br>(完了時) 総研修実施回数 28 回 (CA 研修：17 回、TOT 研修:3 回、PV 検査研修: 4 回、LED 技術研修:1 回、AGSI 合同研修:2 回、ランタン検査研修: 1 回 )<br>(事後評価時点) CA 研修は他ドナー支援の事業内で実施。  |
|  | 2) 開発教材   | 完了時点での達成状況：達成<br>(完了時) 技術サービスガイドライン、PV 地方電化のための技術ガイドライン、PV 検査用マニュアル、CA マニュアル、コミュニティ・ソーラーシステム・マニュアル、実習ボード、広報パンフレット “Solar Energy is good for you!”、ポスター (3 種類)、PV ランタン用ステッカー、ビデオ<br>(事後評価時点) 開発された教材は改訂は行われていないが、再印刷され、教育機関や他の農村電化事業で活用されている。 |
|  | 3) 検査を実施した PV システムのコンポーネント数 (10 モデル以上のパネル、5 モデルのコントローラー、5 モデルのバッテリー、3 モデルのインバーター) | 完了時点での達成状況：未達成<br>(完了時) パネル:3、コントローラー: 2、バッテリー: 1、インバーター: 0、PV ランタン: 4<br>(事後評価時点) いくつかのコンポーネントは、KNUST 及びコフォルディア・ポリテクニクで PV 機材研修の一部として検査されている。   |

<sup>3</sup> 本事業は当初、①事業がトレーナー養成研修を実施し、②トレーナーが PVA を育成し、③PVA が CA を育成する、というカスケード研修方式を予定していたが、PVA を育成する研修システムを確立するというアウトプットは中止された。既に確立された PVA 研修を実施しているガーナ太陽光発電協会 (Association of Ghana Solar Industry: AGSI) に PVA 研修を任せることに決定したからである。また、PV 機器の検査体制の整備というアウトプットの範囲も縮小されたが、これは、当初計画での適切な検査システム構築には、本事業にとっても、ガーナ側カウンターパートにとっても莫大な投資が必要とされたからであった。

|                             | 4) 育成された PVA 数及び CA 数                  | 完了時点での達成状況：達成<br>(完了時) 研修を受講した PVA 数: 36 人、研修を受講した CA 数: 59 人   |      |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
|-----------------------------|--|---|------|------|------|------|------------|----|----|---|--|------|------|------|------------------------|-------|---|---|-------------------|---|-----|-----|
|                             | 5) 教育機関において実施された講義及び開発された教材            | 完了時点での達成状況：達成<br>(完了時)<br>- 対象教育機関 3 校において、週末講座が実施された。<br>- KUNST で 30 名、コフォルディア・ポリテクニクでは約 25 名参加した。タマレ・ポリテクニクの参加人数は不明。<br>(事後評価時点)<br>- 人材育成講座は KNUST、タマレ・ポリテクニクでは継続されていない。<br>- コフォルディア・ポリテクニクでは、週末講座及び正式なカリキュラムで人材育成が継続されている。  |      |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
|                             | 追加指標*: 事業サイトで運営されている CSS 数             | 完了時点での達成状況：達成<br>(完了時)<br>CSS モデルは 22 サイトで運営。2 サイトでは全国送電線網に接続されたため、運営をとりやめた。<br>(事後評価時点)<br>CSS 運営を継続しているパイロットサイト数<br><table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2012</th> <th>2013</th> <th>2014</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CSS 継続サイト数</td> <td>17</td> <td>16</td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table><br>CSS モデルを適用したサイト数<br><table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2012</th> <th>2013</th> <th>2014</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>スペイン大使館支援事業での CSS サイト数</td> <td>1,286</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>GEDAP での CSS サイト数</td> <td>-</td> <td>348</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table> |      | 2012 | 2013 | 2014 | CSS 継続サイト数 | 17 | 16 | 8 |  | 2012 | 2013 | 2014 | スペイン大使館支援事業での CSS サイト数 | 1,286 | - | - | GEDAP での CSS サイト数 | - | 348 | 300 |
|                             | 2012                                   | 2013  | 2014 |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
| CSS 継続サイト数                  | 17                                     | 16  | 8    |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
|                             | 2012                                   | 2013  | 2014 |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
| スペイン大使館支援事業での CSS サイト数      | 1,286                                  | -   | -    |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
| GEDAP での CSS サイト数           | -                                      | 348   | 300  |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
| (上位目標)<br>太陽光システムが持続的に使用される | 1) 使用されている太陽光発電システムの数、使用年数             | 達成状況：一部達成<br>(事後評価時点) データ入手不能。しかし、本事業での CSS パイロットサイトに加え、上記のとおり、スペイン支援の事業及び GEDAP において PV システムが導入されている。  |      |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |
|                             | 2) 公共施設において設置後 5 年以上使用されている太陽光発電システムの数 | 達成状況：データ入手不能<br>(事後評価時点) データ入手不能。   |      |      |      |      |            |    |    |   |  |      |      |      |                        |       |   |   |                   |   |     |     |

出所：終了時評価報告書、カウンターパートへの質問票・インタビュー

\*本指標は、ガーナ側のプロジェクト目標の解釈・理解を反映させるため、事後評価時に追加した。

|       |  |
|-------|--|
| 3 効率性 | 本事業は、協力金額及び協力期間ともに計画を上回った（計画比：139%、134%）。2009年9月の合同調整委員会ミーティングにおいて追加が承認された CSS パイロット・事業の実施に時間を要したためである。よって、効率性は中程度である。   |
| 4 持続性 | <p><b>【政策・制度面】</b><br/>政策面では、現在の開発政策である国家エネルギー政策（2009－2020）、国家戦略エネルギー計画(2006－2020)、GSGDA II. (2014－2017) 等において、農村電化及び再生可能エネルギーの促進が謳われており、本事業は引き続き重要な位置づけにある。</p> <p><b>【体制面】</b><br/>エネルギー省は2014年に電力省及び石油省に分割された。再生可能エネルギー局は電力省下にあり、役割・責任は従来と同様である。電力省による CSS モデルのための県議会へのモニタリング・システムは確立され、電力省は年一回そのモニタリングを実施している。また、職員数は CSS を促進するのに十分である。しかし、県議会に関しては、職員の頻繁な異動によりモニタリングや支援体制が制約され、モニタリングは効果的に実施されていない。覚書の締結状況は不明であり、CSS パイロットサイトにおける関係者の権利・役割・責任は不安定である。再生可能エネルギー機構が設立され、それによって電力省の業務、特に定期的な県議会監督業務が強化されることが事業実施中に期待されていたが、同機構の設立は依然検討中である。</p> <p><b>【技術面】</b><br/>電力省は、CSS モデルの支援、CA 研修実施に十分な技術力を有している。モニタリング結果は、サイトでの適切な対応や新規事業へフィードバックされている。ほとんどの CSS サイトでは、CA は BCS 運営や、基本的な修理や帳簿管理などの必要な技術を有しているが、取引の記帳は必ずしも適切とは言えず透明性は低い。CA は問題に直面した際には教育機関に対し支援を求めている。県議会のサイトでは、PVA が支援をしているものの、迅速な対応が取られる訳ではない。</p> <p><b>【財務面】</b><br/>電力省の予算は CSS 施設の移転・モニタリングなど、PV システムを促進するために十分とは言えない。しかし、事後評価時に訪問したパイロットサイトの BCS では、利用者から料金を徴収し、運営費用や機材更新に充当することが出来ている。しかし、サイトの中には、他の運営者や新たな太陽光発電との競合により収入が減少しているケースもある。</p> <p><b>【評価判断】</b><br/>以上より、本事業は体制面、技術面、財務面で課題があり、事業によって発現した効果の持続性は中程度である。</p> |

|        |  |
|--------|--|
| 5 総合評価 | 本事業のプロジェクト目標は、指標的に事業完了時点において、ある程度達成された。効果を測る指標として設定された指標のうち、「検査を実施した PV システムのコンポーネント数」は未達成であるが、「研修実施回数」、「開発教材」、「育成された PVA 数及び CA 数」、「教育機関において実施された講義及び開発された教材」が達成されたからである。さらに、CSS モデルが確立され、パイロットサイトで運営された。事業完了後、CSS パイロットサイトの中には、全国送電線網に接続されたため、運営を中止したサイトがある。CA 研修に関しては、プロジェクト・ベースで継続されている。上位目標に関するデータは入手できなかったが、全国の既存の太陽光発電の維持管理に本事業は貢献している。持続性に関しては、本事業は政策面で引き続き重要な位置づけにあるが、体制面・技術面・財務面で、県議会の活動の制約や、CSS サイトにおける会計処理に関する |
|--------|--|

る知識の欠如、電力省の予算不足などの課題がある。効率性は、協力金額・協力期間ともに計画を上回った。  
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。

### III 教訓・提言：

#### 【実施機関への提言】

1. 対象教育機関3校は、追加的にLED技術研修、ランタン検査研修を行い、当該分野の理解を強化するべきである。
2. 現在、PV検査は対象機関3校において研修の一部として継続されており、よってPV検査機器の利用の程度も限定的となっている。対象教育機関3校は、PV検査機器の有効活用のため、ガーナ基準機関（ガーナにおける品質基準認証機関であり、本事業の協力機関の一つ）などより活用度の高い機関への機器の譲渡も検討することが勧められる。
3. 電力省は、PVA研修にCAの能力向上を組み入れ、CAに必要な能力の水準について共通の認識を確立すべきである。特に政府や開発パートナー支援による事業に関して適用し、実践的で能力のあるCAを確保すべきである。
4. 電力省は、全国送電線網に接続されたコミュニティのPVシステムの代替地を手配し、送電線網との重複を回避することが勧められる。
5. 電力省は、PVシステムのコンポーネントの盗難に対する対策を取ることが勧められる。
6. 電力省は、PV事業実施の際の帳簿や競争が激しい際の価格決定などを含むCAの技術向上を行うことが求められる。

#### 【JICAへの教訓】

本事業により開発された研修教材はポリテクニクレベルの教育で活用されている。更に、KNUST、タマレ・ポリテクニクでは研修委員会が設置され、学生のPVコンポーネントやシステムに関する知識向上の支援を行っている。事業のマニュアル類は再印刷され、教育機関や他の農村電化事業で活用されている。マニュアルの内容、特にイラストの使用は、学習における理解を促進し、また研修の実施やガーナでの単独型PVシステムの普及を容易にしている。教材・マニュアルの質が関係者のニーズに合致した場合、その利用度は非常に高いので、事業実施において、研修教材やマニュアルの開発を慎重に行うことが重要である。



Akyerekrekrom サイトの学校に設置された太陽光パネル



Loagri No.1 サイトの学校の教室での照明