

国名 ケニア	再生可能エネルギーによる地方電化モデル構築プロジェクト
-----------	-----------------------------

I 案件概要

事業の背景	ケニア政府は、配電線の延伸（グリッド電化）と独立型電源の設置（オフグリッド電化）の双方により、未電化地域において2008年～2013年の間で合計65万世帯の住宅電化を目指していたが、2003年～2008年の期間における実績は約6万世帯に留まっていた。再生可能エネルギーが未電化地域の電化の重要な手段とみなされるようになったが、小規模な独立型電源による電化モデルの開発が、再生可能エネルギー利用促進のために課題となっていた。				
事業の目的	本事業は、(1)未電化地域における保健施設の太陽光発電による電化の実用モデル*の開発のためのパイロット事業の実施、(2)未電化地域における学校施設の太陽光発電による電化の実用モデルの開発のためのパイロット事業の実施、(3)マイクロ水力、バイオガス、風力に関する、地方電化庁（REA）/エネルギー省（MOEn、旧称：エネルギー石油省（MoE&P））を対象とした研修の実施、(4)再生可能エネルギーによる地方電化のための政策及び制度的枠組みに関する提言により、未電化地域における再生可能エネルギー利用による地方電化モデルの構築を図り、もって同モデルの国内への普及の貢献を目指した。				
	*実用モデルとは、①設計（照明、バッテリーチャージング等のための太陽光発電システム）、②持続的運営・維持管理（O&M）（REA、MOEn、保健省（MOH）/教育省（MOE、旧称：教育科学技術省（MoEST））、カウンティ ¹ 政府）、③持続的財務計画（チャージングシステムによる収入を含む）の3側面から成る。				
	1. 上位目標：ケニア国民の生活の質を向上させるため、再生可能エネルギーを利用した地方電化モデルが国内に普及する。 2. プロジェクト目標：未電化地域における再生可能エネルギー利用による地方電化モデルを構築する。				
実施内容	1. 事業サイト（パイロット事業）：カジアド・カウンティ、ナロック・カウンティ、サンプル・カウンティの10サイト 2. 主な活動：(1)未電化地域における保健施設の太陽光発電による電化の実用モデル開発のためのパイロット事業の実施、(2)未電化地域における学校施設の太陽光発電による電化の実用モデル開発のためのパイロット事業の実施、(3)風力、小水力、バイオガスに関する REA/MoE&P を対象とした研修の実施、(4)再生可能エネルギーによる地方電化に向けた政策及び制度的枠組みに関する提言 3. 投入実績 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> 日本側 (1) 専門家派遣：11人 (2) 研修員受入（日本）：3人 (3) 第三国研修：インド4人、タイ3人 (4) 機材供与：流速計、衛生電話、コンピュータ、コピー機、等。 (5) 現地業務費：給与・日当、車両関係費、ワークショップ/セミナー費用 </td> <td style="width: 50%; border: none;"> 相手国側 (1) カウンターパート配置：19人 (2) 土地・建物：事務所スペース (3) 現地業務費：研修日当 </td> </tr> </table>			日本側 (1) 専門家派遣：11人 (2) 研修員受入（日本）：3人 (3) 第三国研修：インド4人、タイ3人 (4) 機材供与：流速計、衛生電話、コンピュータ、コピー機、等。 (5) 現地業務費：給与・日当、車両関係費、ワークショップ/セミナー費用	相手国側 (1) カウンターパート配置：19人 (2) 土地・建物：事務所スペース (3) 現地業務費：研修日当
日本側 (1) 専門家派遣：11人 (2) 研修員受入（日本）：3人 (3) 第三国研修：インド4人、タイ3人 (4) 機材供与：流速計、衛生電話、コンピュータ、コピー機、等。 (5) 現地業務費：給与・日当、車両関係費、ワークショップ/セミナー費用	相手国側 (1) カウンターパート配置：19人 (2) 土地・建物：事務所スペース (3) 現地業務費：研修日当				
協力期間	2012年3月～2015年2月	協力金額	（事前評価時）570百万円、（実績）437百万円		
相手国実施機関	エネルギー省（MOEn）、地方電化庁（REA）				
日本側協力機関	日本工営株式会社、コーエイ総研株式会社				

II 評価結果

1 妥当性

【事前評価時・事業完了時のケニア政府の開発政策との整合性】

本事業は、ケニア政府の開発政策と合致していた。「ビジョン2030」は工業国・中所得国への転換を加速するために策定されたが、その目的達成のために電力は重要な手段と位置づけられ、2030年までに電化率100%とすることが目指されている。また、「地方電化マスタープラン」（2009年～2018年）は、配電線の延伸（グリッド電化）と独立型電源の設置（オフグリッド電化）の双方により、2020年までに地方電化率を40%とすることを目指していた。

【事前評価時・事業完了時のケニアにおける開発ニーズとの整合性】

本事業は、ケニアにおける太陽光発電による電化に関する開発ニーズと合致していた。事前評価時、ケニア政府は未電化地域での電化を推進していたが、2010年の地方電化率は、目標（2010年までに20%）に対し、12%であった。再生可能エネルギーの普及のため、再生可能エネルギーの適正技術の活用及び普及のためのモデル作り、電化施設・設備の適切な維持管理による安全性・持続性向上に携わる官民関係者の能力向上などが、普及促進の課題であることが判明していた。事業完了時、ケニアでは近年、2020年までに100%電化を達成する目標の一環として、政策的に学校や保健施設など公的施設の電化を加速したことで、経験したことのない急速なグリッド電化が進展した。更に、小学校1年生に対するデジタル教育導入のため、多くの小学校でグリッドに近い場合はグリッド電化し、オフグリッド地域の場合は太陽光発電システムを設置することで電化した。この急速な電化計画のもと、太陽光発電を導入した学校は、政府のデジタル学習政策で想定したよりも早くにグリッド電化され

¹ 地方分権により設けられた全国47の行政区。

た。

【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、ケニアに対する日本の援助方針とも合致していた。「ケニア国別援助計画」（2000年）において、エネルギー分野を含むインフラ開発は重点分野のひとつと位置づけられていた。

【事業計画やアプローチの適切性】

本事業は、政府の政策の変更に影響を受けたものの、アプローチの適切性は確保されていた。本事業はケニアのニーズに合致していたと考えられるものの、パイロットサイトの中には、グリッド電化計画の対象地域となったところもあった。事業開始時、2008年の地方電化マスタープラン及びREA戦略計画（2008年～2012年）に基づき、妥当性は高かったが、2014/15年以降、政府の、小学校におけるデジタル学習の政策導入により、状況は変化した。

【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

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

本事業はプロジェクト目標を一部達成した。プロジェクト目標の達成を測るために設定された指標のうち、「事業により導入された再生可能エネルギー施設が持続的に稼働し、維持される」（指標3）、「国/カウンティ政府機関・ステークホルダーの実施体制が確立する。」（指標4）、「再生可能エネルギーに関する多様な専門性がカウンターパート・メンバーの間で増加する。」（指標5）は達成されたが、「作成されたガイドラインやマニュアルがREA/MOEnが実施する事業において採用される。」（指標1）は一部達成、「事業の成果がREAの年間事業計画に組み込まれる（パフォーマンス契約）」（指標2）は達成されなかった。

【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

本事業で発現した効果は一部継続している。本事業で設置した施設の多くは部分的に稼働しているか、あるいは、非稼働の状態にある。3～4年のバッテリーの寿命が到来しても、交換が行われていないことが主な原因である。O&Mの責任をカウンティ保健事務所及びMOEに移譲する覚書の署名が行われていないため、O&M予算が確保できていない。バッテリーが機能しないため、システムは放置された状態である。また、REAによる学校へのグリッド延伸や、容量の大きいディーゼル及び太陽光による混合型ミニ・グリッド電化が進められていることも関心が低い要因である。

【上位目標の事後評価時における達成状況】

上位目標は一部達成した、2014/15年及び2015/16年において、REAは政府のデジタル学習プログラムに基づき、公立小学校の電化に注力してきた。同プログラムは配電線網内でのグリッド延伸及び未電化地域の公共施設への太陽光発電の設置の設計と経験を利用したもので、本事業で導入した12V、24V、48Vの太陽光発電システムにより、公立校4,500校が電化されている。しかしながら、本事業で確立した地方電化モデルの普及にかかる国/カウンティの政府機関の実施体制は確立されていない。O&Mにかかる覚書は、MOHともMOEとも結ばれていない。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

保健施設に太陽光発電システムを設置したことにより、昼夜を問わず安全な出産が可能になったという正のインパクトが確認された。

本事業において用地取得・住民移転は行われていない。また、事後評価時点で自然への負のインパクトは確認されていないが、将来的に、バッテリーや蛍光灯などシステムの部品が寿命を迎え、その処分の際に影響が生じる可能性がある。ケニアの関係機関は、小学校に設置された太陽光発電システム及び本事業で導入された設備からの廃棄物の安全な処理方法を模索中である。

【評価判断】

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 未電化地域における再生可能エネルギー利用による地方電化モデルを構築する。	指標1: 作成されたガイドラインやマニュアルがREA/MOEnが実施するプロジェクトにおいて採用される。	達成状況：一部達成（一部継続） （事業完了時） 目標はある程度達成された。4つのガイドライン・マニュアルのうち、太陽光発電、小水力、バイオガスの3つの使用状況は中程度であるが、風力発電については、REA、MoE&Pでは小規模風力発電プロジェクトを行っていないため、活用されていない。 （事後評価時） 太陽光発電システムのガイドライン・マニュアルは、(i) モデルを導入し機能している機関、(ii) 48VのシステムがREAにより導入された3つの小学校、(iii) 新規採用された技術者が太陽光発電を学ぶ機会において活用されている。										
	指標2: プロジェクトの成果がREAの年間事業計画に組み込まれる（パフォーマンス契約）	達成状況：未達成（未継続） （事業完了時） 事業完了時、2015/2016年間再生エネルギー事業計画に、本事業により開発されたモデルを活用したデモンストレーションプロジェクトとしての実施は組み込まれなかった。ガイドライン完成のタイミングが事業完了のタイミングと重なったことによる。 （事後評価時） 事業計画に組み込まれてはいないものの、実践はされている。										
	指標3: 事業により導入された再生可能エネルギー施設が持続的に稼働し、維持される。	達成状況：達成（一部継続） （事業完了時） JICAからREAへの譲渡契約書に維持管理にかかる条項がある。 （事後評価時） 施設のO&M状況										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>カウンティ</th> <th>コミュニティ</th> <th>施設</th> <th>容量(kW)</th> <th>稼働状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	カウンティ	コミュニティ	施設	容量(kW)	稼働状況					
カウンティ	コミュニティ	施設	容量(kW)	稼働状況								

	カジアド	エルキニエット	保健施設	1.4	非稼働
	ナロック	イルトゥムトゥム	小学校	4.2	充電のためのキオスクの稼働中。その他のシステムは非稼働。
		オルキニエ	保健施設	1.1	非稼働
		オレモンチョ	小学校	3.0	非稼働
	サンプル	トゥーム	小学校	5.2	稼働中
		イラウット	小学校	5	スタッフ室のみ稼働中。その他は非稼働。
		マルティ	小学校	6.75	稼働中
		ラタクウェニ	保健施設	2.5	非稼働
		サウスホール	保健施設	0.5	稼働中
	アンガタナニョ	保健施設	0.75	非稼働	
	ケイ				

指標 4: 国/郡政府機関・ステークホルダーの実施体制が確立する。
 達成状況：達成（事業完了時）
 国/カウンティ政府機関及びステークホルダーの実施体制は確立した。外部要因により、REA は体制を変更する予定であった。
 （事後評価時）
 上位目標の指標 2 参照。

指標 5: 再生可能エネルギーに関する多様な専門性がカウンターパート・メンバーの間で増加する。
 達成状況：達成（一部継続）（事業完了時）
 小水力、バイオガス、風力の技術について、カウンターパートに対し技術移転が実施され、知識及び職務実施能力が向上した
 （事後評価時）
 - 小水力: 修得した知識はシアヤでのダヌ滝のフィージビリティ調査及びケリチョでのチェモシット水力発電建設プロジェクトの実施に活用された。
 - バイオガス: 修得した知識は、カジアド・カウンティ、シカのママ高校及びイシニャのモイ 女子高校での REA による 2 つのバイオガス・パイロット・プロジェクトのリハビリに関する再評価、事業範囲の算定及び積算に活用された。
 - 風力: 本事業完了後、風力発電事業がないため、習得した知識は活用されていない。

（上位目標）
 ケニア国民の生活の質を向上させるため、再生可能エネルギーを利用した地方電化モデルが国内に普及する。

指標 1: ケニアの全ての未電化地域において、モデルを適用した公共施設が増加する。

		（事後評価時）達成							
		モデルを適用した公共施設の数							
		2014/2015		2015/2016		2016/2017		2017/2018	
		数	施設数	カウンティ	施設数	カウンティ	施設数	カウンティ	施設数
保健施設		03	05	03	05	03	05	03	05
学校		35	2,571	15	327	20	908	6	38

指標 2: 国及びカウンティレベル政府機関での普及のための体制が構築される。
 （事後評価時）未達成
 - 保健施設: 覚書のドラフトが作成され、資産は REA に属すること、しかし O&M は MOH が各カウンティにて責任を持つことが記載されている。
 - 学校: REA は MOEn をとおして、太陽光発電システムの O&M を MOE に譲渡する意向であり、本事業での対象校も含まれる。改訂版の覚書と共に、本件にかかるレターが準備中である。

出所: JICA 資料、REA への質問票・インタビュー

3 効率性
 事業費、事業期間ともに計画内であり（計画比：77%、100%）、効率性は高い。

4 持続性
【政策制度面】
 オフグリッド電化は、「ビジョン2030」や「全国電化戦略」（2016年～2022年）などに記されているように、国内未電化地域における電気へのアクセス向上のための政策となってきた。一方、REAによるグリッド延伸による地方電化も急速に進められてきた。オフグリッド電化は、電化計画における応急処置であり、グリッドが延伸されれば、オフグリッド電源は置き換えられる。しかし、場所によっては、グリッドによる電力が安定しないため、グリッドによる電気はオフグリッド電源と平行して使用される。MOEとMOHによる学校・保健施設への太陽光発電システムの設置に関しては、公立小学校のデジタル学習プログラム用に設置された太陽光発電システムのO&Mに関してMOEとの協議は行われている。また、未電化地域のカウンティと、REAのプログラムにおいて保健所での電化に関しても協議が行われている。
【体制面】
 REAの技術サービス局再生エネルギー部が、本事業で開発した地方電化モデル普及を担当し、MOEnが政策策定及びエネルギーセクター全体の調整を行う。REAの職員数は47カウンティでの地方電化・再生エネルギー公社（REREC）への権限移譲に鑑みると十分とは言えない。REAは「エネルギー法2015」に基づき、RERECに移行する予定であるが、法案が成立していないため、カウンティとの実際の協働は未だ行われていない。法案は2018年末には発効することが見込まれている。MOEとMOHは、太陽光発電施設のO&Mの責任を持つことが期待されているが、依然として実現していない。また、デジタル学習プログラムの下、太陽光発電システムで電化された小学校の施設に関し、REAとMOEの役割分担も不明である。

² RECEC は、カウンティのエネルギー関連組織に必要な技術的ノウハウを与え、地方電化プログラムの実施を監督する予定である。しかし、カウンティはカウンティ計画に基づき、どの資源をいつ、どのように開発するかを決定する権限を憲法上持っているため、REREC の業務はカウンティとの協働に左右される。

【技術面】

REAの再生可能エネルギー部は、本事業で開発された地方電化モデルの普及に必要な十分な技術を有している。事業実施中の研修及び太陽光発電モジュールに関してのナイロビ大学による更なる研修や、公立小学校電化プログラム実施中の国内の主要な太陽光発電業者との業務実施により再生可能エネルギー部の能力は向上した。また、エネルギー法発効後は、MoE&Pの再生可能エネルギーの技術者もREAに移行される予定である。

【財務面】

REAは国の予算から、特に全ての小学校に対する大統領ラップトップ・プロジェクト（デジタル学習プログラムの一つ）実施中、比較的多額の予算を得てきた。RERECへの移行後、RERECは、国の予算のうち電力税（電力購入消費者の消費電力のユニットコストの5%）から資金を得る予定である。未電化地域の公共施設への電化計画があるため、将来の活動予算も確保されている。

O&M予算の申請額・承認額

(単位：百万ケニア・シリング)

	2016/17	2017/18	2018/19
申請額	100	680	n. a.
承認額	68	30	300

【評価判断】

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、事業完了時にプロジェクト目標を一部達成した。本事業における再生可能エネルギー施設が運営・維持管理され、モデルの実施・普及体制が確立し、カウンターパートが様々な再生可能エネルギーに関する知識を得た一方、本事業で作成したマニュアル/ガイドラインのいくつかは活用されず、また本事業の成果は実践されたものの REA の年間事業計画に反映なかったことによる。本事業の結果、上位目標は一部達成された。太陽光発電システムは小学校 4,500 校に導入された REA の太陽光発電システムは本事業で導入されたシステムとスキルを大いに活用している。持続性に関しては、運営維持管理の体制面に若干課題がみられたが、政策面、技術面、財務面に問題はみられない。

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：

・本事業で設置したほとんどの太陽光発電システム（推定 90%）は稼働しておらず、これは主に湿電池が機能していないことによる。「メンテナンスフリー」のバッテリーを採用することは、蒸留水購入の財務負担も軽減する。REA は、MOEn/REA との MOH・MOE との O&M にかかる覚書の合意・締結により、O&M の責任を引き継ぐ機関に、この点を勧めることが必要である。

JICA への教訓：

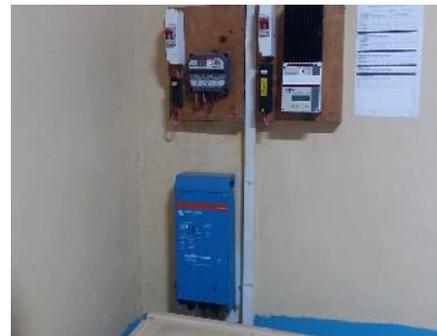
・本事業のプロジェクト目標は、特に O&M の財務モデルに関し、現実的ではなかった。協力準備調査報告書では、想定される O&M 財務的実行可能性は、コミュニティの経済状況から過大に報告されている。また、本事業のほとんどのサイトは大統領ラップトップ・プロジェクトにより、本事業実施中に全国的な配電網整備の対象となった。よって、サイト選定に関する MOEn 及び REA との協議の際には、REA による全国的な配電網あるいはミニ配電網にカバーされる可能性の少ないサイトの選定に関しより綿密に協議することが必要であった。

・本事後評価において、事業完了後にはバッテリーの寿命が期限を迎えた後には更新されていないため、多くの施設が稼働していないことが明らかになった。設計に関わらず、当該期間で寿命が到来するのは特に珍しいことではないが、REA、MOH、MOE のいずれもが維持管理に十分に責任を持たない状況では、「メンテナンスフリー・バッテリー」を活用した設計に変更していたならば、維持管理コストを最小限にし、蒸留水（遠隔地では入手が難しい）購入やバッテリーを補充する担当スタッフを配置する必要性が不要になっていたと思われる。

・REA によるグリッド電化に関しては、カウンターパートと緊密なコミュニケーションがあったとしても、政治的な要因などにより、重複を避けることは難しい。小型太陽光発電システムは移転が難しくないため、グリッド電化によってシステムが不要となった場合は、相手国側の責任でシステムを移転させることをあらかじめ合意しておくべきである。



サンプルカウンティ、トゥーム小学校の生徒



サンプルカウンティ、サウスホール保健施設の良く維持管理された太陽光発電システム