案件別事後評価（内部評価）評価結果票:無償資金協力

評価実施部署：ナイジェリア事務所（2021 年 2 月）

国名	太陽光を利用したクリーンエネルギー導入計画
ナイジェリア	

Ⅰ 案件概要

事業の背景	ナイジェリアは世界で有数の産油国であるが、化石燃料に依存するエネルギー供給の持続可能性には限界があった。一方、同国の主要電源の一つである水力発電所の発電量が、ニジェール川水系の流量の減少により低下する等、気候変動の影響が懸念される状況も発生していた。このように、持続可能なエネルギー供給、エネルギー安全保障の確保が困難となる中、従来の化石燃料を中心としたエネルギー政策からの転換に関心が高まっていた。			
事業の目的	ウスマダム浄水場に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ナイジェリア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：ウスマダム浄水場 2. 日本側： 1) 975kWp 太陽光発電システム（太陽電池モジュール、パワーコンディショナー、変圧器、データ蓄積装置、発電量等表示装置、気象計測装置など） 2) 207.76kWp 太陽光発電システム（交換公文供与限度額の残額を活用しアウトプットが追加された） 3) ソフトコンポーネント：系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識、技術的特徴、予防保全及び緊急時の対応等の維持運営管理に関する研修 3. 相手国側：工事期間中の掘削土汚水及び廃油の廃棄場所の提供。			
事業期間	交換公文締結日	2012 年 5 月 15 日	事業完了日	2017 年 1 月 12 日（据付完了）
	贈与契約締結日	2012 年 9 月 25 日		
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：980 百万円		実績額：980 百万円	
相手国実施機関	連邦電力省(FMOP)			
案件従事者	本体：豊田通商株式会社 コンサルタント：八千代エンジニヤリング株式会社 調達代理機関：クラウンエイジェンツ			

Ⅱ 評価結果

【事後評価上の留意点】

・事後評価を実施する目標年は一般に事業完了 3 年後とされ、事前評価時点で本事業の目標年は 2019 年と設定されたが、本事業の完了は 2017 年に遅延したため、事業完了 3 年後は 2020 年となる。一方で、太陽光発電システムは設置後すぐの稼働が可能なため、本事後評価では、2018 年と 2019 年のデータを用いて事業目的の達成度を検証した。

・本事業は、以下 3. 効率性にて記載の通り、事業期間に大幅な遅延が生じた（計画比：258%）。その理由は、追加システムの据付及び治安の状況によるものである。治安悪化により、当初事業サイトのナイジェリア北西部のウマル ムサ ヤラドア大学（カッシーナ州）から、アブジャ市のウスマダム水処理場へ変更された。

1 妥当性

【事前評価時のナイジェリア政府の開発政策との整合性】

本事業はナイジェリア政府の開発政策と合致していた。ナイジェリアは気候変動枠組み条約及び京都議定書を批准し、積極的に気候変動対策に取り組もうとしていた。ナイジェリアエネルギー委員会は、2005 年に「再生可能エネルギーマスタープラン」を策定し（2012 年 11 月改定）、同計画に基づく太陽光、風力、小水力、バイオマス等の再生可能エネルギーの導入促進による同国エネルギー源の多様化を目指していた。

【事前評価時のナイジェリアにおける開発ニーズとの整合性】

本事業は、ナイジェリアにおけるクリーンエネルギーにかかる開発ニーズと合致していた。上述（「事業の背景」）のとおり、ナイジェリアは化石燃料に依存し、また水力発電量は低下していた。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

本事業は日本のナイジェリアに対する ODA 政策と合致していた。「対ナイジェリア国別援助方針」（2012 年 12 月）において、基幹インフラ整備はナイジェリアに対する ODA の重点分野の一つであり、特に電力セクターにおける電力量の増加・安定が強調されていた。また、日本政府は、地球規模での気候変動への取組みを効果的に推進するため、実施能力や資金が不足している途上国を支援し、CO2 排出量の削減と経済成長の両立を図ることを目的とした「環境プログラム無償」スキームを 2008 年に導入した。本事業は、同スキームの下、クリーンエネルギーの導入による緩和策として実施された。

【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

【有効性】

本事業は、定量的効果の実績が目標に達しておらず、一部目標を達成したといえる。送電端発電量（指標 1）は、本事業終了後の目標値の 80%を下回っている。本事業では、当初計画の 975kWp 太陽光発電システムのみで 2019 年に 1,459MWh/年の発電量を目標としていたが、実際の発電量は目標量の 70%（2017 年）、82%（2018 年）、70%（2019 年）と推測される[1]。目標が達成できなかった一因としては、日中の停電の多発が挙げられる。本事業で整備した太陽光発電システムは、アブジャ配電会社が管理

[1] 運営・維持管理機関である連邦首都区水公社（FCTWB）は、当初計画の 975kWp システムと 207.76kWp の追加システムの発電量の内訳を把握していなかった。よって当初計画システムの発電量は、各システムの総容量に対する容量の比率を基に推定した。

する系統に接続しているため、配電系統で停電が発生した場合には、発電を停止する運用となっている。2017 年と 2019 年の一部でデータ管理システムの障害が発生したため、発電データの一部がデータログから欠落していた。データ管理システムは、2017 年と 2019 年の二回修理され、事後評価時点では、システムは正常に動作していた。発電量に基づいて算出される CO2 削減量（指標 2）も、目標に達していない。両太陽光システムとも、全太陽光モジュール（各々、3,696 枚及び 784 枚の太陽光モジュール）が機能しており、システムの発電容量は維持されており、状態は良好であった。

本事業では、運営・維持管理の能力強化のためのソフトコンポーネントを実施した。設置された設備が適切に維持管理され、十分な数の職員が配置されており、発電容量は維持されている。

設置された太陽光発電システムに関する国民の意識は、州水道局、大学、中学校、専門家団体、発電への投資家、州電力省などの関係者の間で高まっている。例えば、ウスマダム下流部に隣接するウシャファ公立中学校の生徒たちは、科学の勉強をしているため、ウスマダムで太陽光パネルや発電所がどのように動作するかを見学し、非常に満足していた。また、ソコト州とカノ州水道局の代表団もウスマダムを訪れ、それぞれの機関でも同じように太陽光発電設備を適用するために見学を行った。ナイジェリア電力卸取引会社の職員も、ウスマダムで太陽光発電設備を見学し、満足していた。軍学校をはじめとする高等教育機関の学生や、企業団体、専門家団体なども太陽光発電施設を見に来ている。また、事業地には年間 1,500 人以上の来訪者があった。このように、毎日のように太陽光発電所の見学や問い合わせに訪れる人が増えており、本事業完成後、ナイジェリアの人々の太陽光発電システムに対する意識が高まったといえる。

系統連系型太陽光発電システムが電気代の節約につながるという効果もみられた。

【インパクト】

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が期待されていたが、事後評価までにシンポジウム等でモデルケースとして紹介された事例は確認できなかった。運営・維持管理機関である連邦首都区水公社（FCTWB）によると、自然環境への負の影響はみられなかった。本事業では、用地取得や住民移転は行われていない。

【評価判断】

よって、有効性・インパクトは中程度である。

定量的効果

	基準年 (2014) 計画年	目標年 (2019) 事業完成 3 年後	実績値 (2017) 事業完成年	実績値 (2018) 事業完成 1 年後	実績値 (2019) 事業完成 2 年後*3
指標 1：送電端電力量(MWh/年) （当初計画の 975kWp システム）*1	0	1,459	1,027.47	1,194.70	1,023.10
指標 2：CO2 削減量（t/年） （当初計画の 975kWp システム）*2	0	723.5	509.57	592.51	507.40

*1　当初システムと追加システムの合計発電量は、それぞれ 1,245.615MWh（2017 年）、1,448.34MWh（2018 年）、1,240.31MWh（2019 年）である。当初計画 975kWp システムの発電量は、その容量（975）の総容量（975+207.76）に対する比率で推定した。CO2 削減量（指標 2）も同様に推定した。CO2 削減量の合計は、617.76t（2017 年）、718.31t（2018 年）、615.13t（2019 年）である。

*2 CO2 削減量は、事前評価時に以下のように算出された。

相殺発熱量[GJ/年]×排出係数[tC/GJ]×44/12

したがって、温室効果ガスの年間削減量は、以下のように計算される。

14,195.7×0.0139×44/12=723.5t

(火力発電量を以下のように計算した場合の相殺発電量:発電量[MWh/年]×3,600[GJ/(1000MWh)]÷発電の熱効率)

*3 実績値は、年間(1月から12月)の値となる。評価のタイミング上、最新の実績値は、事業終了 2 年後(2019 年)となるため、2020 年上半期(1 月～6 月)の実績値データ(730.58MWh) を同年下半期の数値と想定し、*1 と同様に追加システム発電量分を補正して推計した結果、当初計画システム(975kWp)の 2020 年の推計値は、指標1が 1,204.67 (MWh/年)、指標2が 597.38(t/年)となった。

出所: FCTWB

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：258%）。計画を上回ったのは、追加システムの据付及び、治安悪化により贈与契約締結後に事業サイトが変更となったことに起因する。アウトプットは計画どおり産出された。よって、効率性は中程度である。

4　持続性

【制度・体制面】

本事業の設備の運営・維持管理はFCTWBが行い、FCTWBの電気・機械ユニットが発電所の運営・維持管理を担当してきた。発電所に勤務する作業員の総数は12名である。運営、維持管理、清掃を各4名ずつ担当しており、十分な人数を確保している。

【技術面】

本事業実施時には、ソフトコンポーネントにより運営・維持管理に必要な技術を移転したため、職員は適切な運営・維持管理を実施するのに十分な技術と知識を持っていた。しかし、長期的な目的のため、特に新規採用の若手技術職員に対して、リフレッシャー研修が必要とみられている。本事業で整備したマニュアルは活用されている。

【財務面】

FCTWBによると連邦首都区水道公社の年次予算計上により、運営維持管理に必要な予算が確保されている。

FCTWB 運営維持管理予算

（単位：ナイラ）

	2017	2018	2019	2020
運営維持管理予算	50,000,000	50,000,000	30,500,000	30,000,000

【運営・維持管理状況】
設置された設備やスペアパーツは良好な状態を保ってきた。(i)太陽光発電システムの日常点検と発電量のモニタリング、(ii)配線システムを含む接続箱と集電箱の週 1 回の点検、(iii)2 週間に 1 度の太陽光発電パネルの洗浄など、定期的な維持管理活動が実施されている。
【評価判断】
以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、技術、財務ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

5　総合評価

本事業は、停電の影響により送電端発電量が目標値に達していないため、事業目的は一部達成されたといえる。本事業は、運営・維持管理能力を強化し、再生可能エネルギーに対する国民の意識を高めることができた。効率性については、事業期間が計画を大幅に上回ったものの、事業費は計画通りであった。
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：
・FCTWB は、配電会社（アブジャ配電会社）との連携をさらに密にし、昼間の電力供給可能量を 100%に近づけることが必要である。これにより、事業効果を促進し、火力発電による CO2 排出量を削減することができる。加えて、太陽光発電システムの適切な維持管理、パネル事故発生時にトラブル区間を極小化し、速やかに復旧するなど太陽光発電システムを適正に維持・管理するような仕組みの導入する等、対応策を測ることが望ましい。
・FMOP は JICA と協力し、再生可能エネルギー技術の認知度を高め、本事業の効果を広く発信すべきである。
・FCTWB は、本事業の持続性を促進するために、定期的に能力強化のためのワークショップや研修を実施することが推奨される。
JICA への教訓：
・系統連系型の太陽光発電システムでは、系統へのエネルギーの潮流・逆潮流を計測するために送電端測定器が重要である。本事業では送電端測定器は設置されていないため、正確な潮流・逆潮流を計測することが困難であり、系統への給電電力の対価を受け取ることができないでいる。系統連系型の発電システムを導入する事業では、計画時に送電端測定器の要否についても確認することが重要である。

本事業で設置された太陽光モジュール