

0. 要旨

本事業は、バングラデシュの農村部において、再生可能エネルギー（Renewable Energy、以下「RE」という。）設備設置への資金供与を通じて、電力供給源の多様化、電力供給の増加ならびに電化を図ることを目的として実施された。本事業の実施は、経済の発展に資する電力・エネルギー分野の役割を重視する同国の開発戦略、また発電設備の増強、エネルギー源の多様化およびREを促進する必要性を示すセクター計画や同国の開発ニーズ、日本の援助施策とも合致しており、妥当性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、コンサルタント選定や新たな分野でのサブ・プロジェクト（Sub-Project、以下「SP」という。）の実施に時間を要し、事業期間が計画を上回った。よって、効率性は中程度である。非電化地域での家庭用太陽光発電システム¹（Solar Home System、以下「SHS」という）、灌漑用太陽光発電²（Solar Irrigation Pump、以下「SIP」という）、太陽光ミニグリッド発電³（Solar Mini Grid、以下「SMG」という。）等の設置は、電力発電量、最大出力の増加や温室効果ガス排出量の削減を促し、電化に伴う地域住民の生活や工場での作業の利便性の改善、商店の営業時間や商品内容の拡充、灌漑用電力ポンプの使用に伴う作業の効率化や農作物の増産、収入の増加、雇用の促進といった幅広いインパクトの発現に寄与した。さらに、国内の実績が限られていたSIPやSMGの成功事例は同国の太陽光発電技術の普及にも貢献するなど、本事業の有効性・インパクトは高い。運営・維持管理に係る技術面に問題はないものの、制度・体制面、財務面ならびに維持管理状況に軽度な懸念事項があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

¹ 出力 20w～65w の小型の太陽光パネルを屋根に設置し、昼間に発電した電力をバッテリーに蓄電し、夜間に電灯やテレビの視聴等に使用するもの。

² 灌漑用太陽光発電は、容量 27 kw 程度の太陽光発電で得た電力でポンプを動かし、地下水を灌漑用に汲み上げ灌漑に使用するもの。

³ 太陽光ミニグリッド発電は、150 kw 程度の太陽光で発電した電力を蓄電池に充電し、地区の照明、送風、テレビ等の用途に供給する装置。

1. 事業の概要



事業位置図



設置された家庭用太陽光発電ソーラーパネル

1.1 事業の背景

バングラデシュでは、審査時の国民一人当たりの年間電力消費量は 252kWh (2009 年) と世界でも最低レベルの水準にあった。一方で堅調な経済成長に伴い、電力需要は増加傾向にあった。そのため、電力供給が電力需要の増加に追いつかず、2010 年にはピーク時電力需要 6,454MW に対し、供給可能設備容量は 5,271MW と需要の約 8 割の供給能力に留まっていた。その結果、2009/10 年度には、年間 1,500 時間程度の計画停電が実施され、国民生活および経済活動に大きな支障をきたしていた。また、同国の総発電設備容量の 8 割以上を占めるガス火力発電所は、すべて国内で産出される天然ガスに依存しているが、ガス生産の伸び悩みにより、エネルギー源の多様化が求められていた。さらに、2012 年時点のバングラデシュの世帯電化率は全国平均で 50%、都市部の 90% に対して、農村部では 35% となっており、農村部の電化へのニーズが非常に高い状況にあった。同国の農村部では、インフラストラクチャー開発公社 (Infrastructure Development Company Limited、以下「IDCOL」という。) が、非電化地域において 2003 年から SHS プログラムを実施し、2012 年 9 月末時点で約 171 万台が導入されていた。しかし、オフグリッド地域⁴での電力供給拡大の膨大なニーズに応えるため、さらに累計 400 万台の SHS 設置を目標とし、必要な資金量を 788 百万ドルと計算していた。かかる状況を受け、本事業は、IDCOL にツーステップローンを供与することで、SHS プログラムを始めとした RE 設備の設置促進による、電力供給源の多様化および電力供給の増加を図る事を目的に実施に至った。

⁴ オフグリッド地域とは、送電網に接続されていない地域を指す。

1.2 事業概要

バングラデシュの農村部において太陽光発電、バイオマス発電等の RE 設備設置に資金を供与することにより、電力供給源の多様化、電力供給の増加ならびに電化を図り、もって同国の持続的な経済発展、生活水準の向上および気候変動の緩和に寄与する。

円借款承諾額/実行額	11,335 百万円 / 10,849 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2013 年 3 月 / 2013 年 3 月
借款契約条件	金利 0.01 % 返済 40 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイド
借入人/実施機関	バングラデシュ人民共和国政府 / インフラストラクチャー開発公社
事業完成	2019 年 3 月
事業対象地域	バングラデシュ全土
本体契約	—
コンサルタント契約	Unnayan Shamannay (バングラデシュ) /Keystone Business Support Company LT. (バングラデシュ) (JV)
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	「再生可能エネルギー普及支援事業準備調査」(JICA、2012 年)
関連事業	<p>【課題別研修】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「太陽光発電導入計画支援」(2010 年、2011 年、2012 年) <p>【円借款】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・省エネルギー推進融資事業 (2016 年 6 月)、同フェーズ 2 (2019 年 5 月) ・有償資金協力専門家派遣 (2013 年) <p>【その他国際機関、援助機関】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・世界銀行: 2002 年以降 RE 分野の中心的ドナーとして、IDCOL 設立支援他、SHS、SIP、SMG、バイオマスガス化発電⁵・普及支援を実施 ・アジア開発銀行: 2008 年以降、SHS、バイオマスガス化発電・普及事業を継続的に支援 ・ドイツ国際協力公社: 2006 年以降、SHS、バイオマス発電に係る技術支援を実施 ・ドイツ復興金融公庫: 2007 年から融資・グラントを通じて SHS、SIP、SMG 等に係る支援を実施

⁵ バイオマスガス化発電は、穀類等の原料をガス化装置を用いてガス化し、発生したガスを活用して発電する。

2. 調査の概要

2.1 外部評価者

高橋 久恵（EY 新日本有限責任監査法人）

2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2020年10月～2022年1月

現地調査：2021年2月～3月、8月（現地調査補助員により実施）

2.3 評価の制約

本事後評価は COVID-19 の感染拡大の影響により、評価者による現地調査を実施することができなかった。このため、現地調査業務は評価者の指示のもと、現地調査補助員が実施し、評価者は現地調査補助員による情報収集、サイト実査等の結果を基に、机上評価を行った。また、本事業の対象地域は全国に点在し、かつ SP も数多くあるなか、COVID-19 感染防止のためのロックダウンが長期にわたり継続されたため、現地調査補助員が実施したサイト視察も限定的となった。よって、サイト視察で得られた情報は多数ある SP やエンドユーザーの一部で確認できた情報を反映したものとなっている。

3. 評価結果（レーティング：B⁶）

3.1 妥当性（レーティング：③⁷）

3.1.1 開発政策との整合性

審査時のバングラデシュの開発政策「第6次五カ年計画」（2011年～2015年）は、化石燃料の枯渇対策や環境面への配慮から、RE 開発の推進を提唱しており、2015年までに RE が電力に占める割合を5%まで増加する目標を示していた。また、当時の電力・エネルギー分野の長期ビジョンである「電力エネルギーセクター改革における政策要領」（2000年）は、(a) 2020年までに全ての人々が電気を使用できる供給力の確保、(b) 信頼性の高い電力供給、(c) 適切な価格に基づく電力供給、を掲げていた。2008年に策定された「再生可能エネルギー政策」においても、RE が電力に占める割合を同政策策定時の約1%から、2020年までに10%にすることを目標として掲げた⁸。

事後評価時の同国の開発計画「第8次五か年計画」（2021年～2025年）は、電力・エネルギー分野を同国の経済成長に中心的な役割を果たす分野に指定している。さらに、RE を重視する戦略を明記しており、2025年までに全発電量に占める割合を増加する目標を掲げている⁹。2041年までのエネルギー・電力開発計画である「Power

⁶ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁷ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁸ 出所：JICA 提供資料

⁹ 出所：質問票回答、「第8次五カ年計画」page(xlix)

System Master Plan 2016」においても、国内のガスの供給が徐々に減少していることから、エネルギー源の多様化の必要性を述べつつ、REの導入に利用可能な土地が限定的であることや初期費用の高さ等の課題を踏まえ、電力供給の安定性を維持しながら、その拡大に向けた支援策等も提示している¹⁰。

上記のとおり、バングラデシュの開発政策および電力・エネルギー分野の方針は、審査時・事後評価時ともに電力供給力の確保、エネルギー源の多様化、REの促進を重視しており、RE設備の設置に資金を供与し、電力供給源の多様化や供給量の増加を目指した本事業との整合性が確認できる。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

「1.1 事業の背景」に記載のとおり、審査時のバングラデシュでは、経済の成長に伴う電力需要の増加に供給が追いつかず、前掲のとおり供給能力は需要の約8割にとどまっていた。結果、年間約1,500時間の計画停電が実施され、生活・経済活動に支障をきたしていた。また、同国では総発電設備容量の8割以上を占めるガス火力発電は、国内天然ガスに依存していたが、ガス生産の伸び悩みによりエネルギー源の多様化が求められていた。さらに、同国の電化率は都市部90%、農村部で35%と低く、格差が顕著になっていたことから、REの導入を含めたエネルギー源の多様化を行いつつ、地方電化を推進し、電力の供給を増加することが必要とされていた。

事後評価時には、ピーク時電力需要13,300MWに対し、最大ピーク時発電量は12,738MW、同国の供給能力は需要の96%（2019/20年）まで大幅に改善している¹¹。しかし、電力需要は年率9~10%増加しており、今後起こり得る需給ギャップの解消のためには2025年までに約21,977MWの新規発電が追加が必要と推計されている¹²。なお、国内ガスの産出は、近年減少傾向にあり¹³、エネルギー源の多様化は依然として重要視されている。また、都市部の電化率は97%、農村部でも78%と、特に農村部で大幅に改善したものの、依然として同地域での電力の供給が不安定であることも多い。したがって、事後評価時においても、農村部における電力発電設備の整備のニーズは高いといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

審査時の対バングラデシュ「国別援助計画」（2012年）は、“中所得国化に向けた全国民が受益可能な経済成長の加速化”を重点課題として、電力供給量の増加を図ることを掲げていた。また、「南アジア地域協力連合（SAARC）地域のための再生可能

¹⁰ 出所：実施機関への質問票回答、「Power System Master Plan 2016 Final Report」 p.1-61, p.2-12

¹¹ 出所：実施機関への質問票回答

¹² 出所：BPDB 「Annual Report 2019-20」

¹³ 同国の年間天然ガス生産量は、2015-16年27559MMCM（百万立方）、2016-17年27445MMCM、2017-18年27430MMCM、2018-19年27233MMCM、2019-20年24983MMCMと年々減少している。

（出所：実施機関提供資料）

エネルギーイニシアティブ」(2012年)では、東日本大震災を契機に行っていたエネルギー源の多様化の総合的な見直しの知識・教訓の SAARC 諸国との共有・支援に触れ、RE 分野における日本政府としての協力の推進が謳われた。さらに、「日本再生戦略」(2012年)においても、日本は地球温暖化という問題に対し、世界に先立ち取り組むとし、30 億ドルの RE 分野等の支援を掲げた。本事業は、バングラデシュにおける RE 設備の設置に資金を供与し、電力供給源の多様化と増加を図るものであり、その目的は日本の援助方針に合致している。

3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業では、審査時に融資が計画されていたアウトプット (SP) のうち、バイオマスガス化発電およびバイオガス発電¹⁴への融資が中止となった。本事業は、IDCOL を通じ、RE 設備の販売および維持管理を担う機関に対する資金供与を、ツーステップローンにて支援した事業である。審査時には、候補となる SP を案としてリスト化したアウトプットが計画されていたが、実施に当たっては IDCOL の審査を通じて SP が選定された。その際、バイオマスガス化発電およびバイオガス発電に関しては、技術面、財務的、環境面における懸念事項があったことから、融資先候補の対象外となった(詳細は「3.2.1 アウトプット」参照)。また、この変更は適切な融資先を IDCOL の審査により選定した結果であり、事業計画・アプローチともに適切であったと考えられる。

以上より、本事業の実施はバングラデシュ開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

3.2 効率性 (レーティング : ②)

3.2.1 アウトプット

本事業の主なアウトプットの計画は、RE 設備設置に係る SP 実施のための資金供与 (ツーステップローン)、実施体制支援、コンサルティング・サービスからなる。その計画と実績は表 1 のとおり。また、SP 実施の各コンポーネントの金額につき、計画と実績を図 1 に示す。

¹⁴ バイオガス発電は、鶏糞等の動物の汚物を発酵機に貯留して発酵ガスを発生させ、有毒ガスの除去後にガスエンジンで燃焼、発電し、電気を供給するもの。

表1 アウトプットの計画と実績

	計画		実績	
	設置数(台)	発電容量(MWh/年)	設置数(台)	発電容量(MWh/年)
1. SP 実施				
1-1. SHS プログラム	590,000	27,936	576,693	22,031
1-2. SHS 以外				
a) SIP	1,200	7,954	516	16,198
b) SMG	29	5,005	15	2,856
c) バイオマスガス化発電	20	18,480	0	0
d) バイオガス発電	60	3,504	0	0
2. 実施体制支援	-IDCOL による SHS の維持管理状況に関する検査 -PO による SHS エンドユーザーに対する研修等		計画どおり (詳細は後述のとおり)	
3. コンサルティング・サービス	SP の審査補助、進捗モニタリング、環境社会配慮、事業・技術面の助言等		計画どおり	
4. 本事業に付帯した技術支援の実施	-SHS 以外のコンポーネントに係る技術仕様・審査マニュアル等の策定、IDCOL の審査能力向上 -IDCOL とスポンサー機関向け技術面・事業面でのアドバイス		計画どおり (詳細は後述のとおり)	

出所：JICA 提供資料、PCR および実施機関への質問票回答

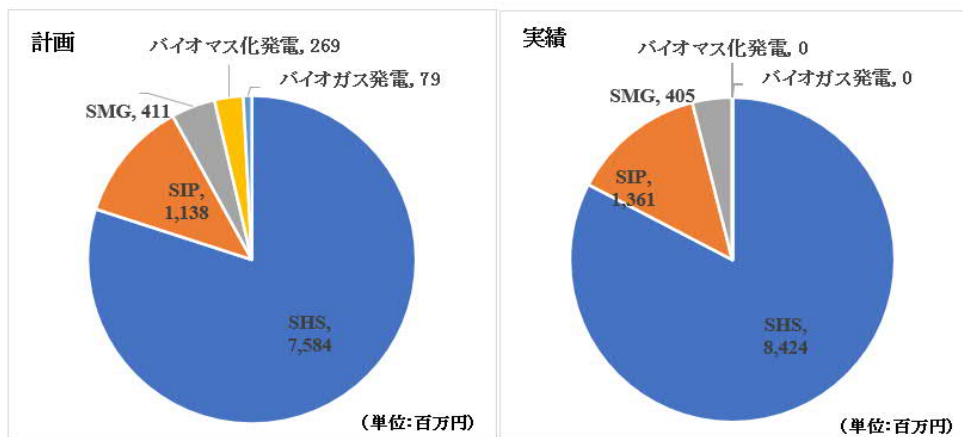


図1 SPの各コンポーネント金額 (計画と実績)

出所：PCR

注：金額はツーステップローン対象金額。

(1) RE 設備設置に係るサブ・プロジェクト実施のための資金供与

本事業では、RE 設備設置のための SP 実施のため、IDCOL を通じた設備の販売および維持管理を担当する参加機関 (Partner Organization、以下「PO」という。)¹⁵

¹⁵ SHS 設備の販売および維持管理を担当する機関は主に NGO であり、通称として参加機関 (PO)

に対する資金供与が行われた。SP は、SHS プログラムとそれ以外のコンポーネント（SIP、SMG、バイオマスガス化発電、バイオガス発電）に区分される。SHS プログラムでは、PO が一般世帯であるエンドユーザーに対し SHS の設置販売を行う。SIP および SMG では、SHS プログラムの経験を有する PO が、エンドユーザーである農民や商店主等に、水供給・売電等のサービスを提供する。また、バイオマスガス化発電・バイオガス発電では、養鶏場の空調や照明、精米工場の冷却機等につき、スポンサー機関によって電力が自家消費され、副産物として得られる肥料や養殖魚の餌を地元商店等で販売することが計画されていた。（図 2 参照）

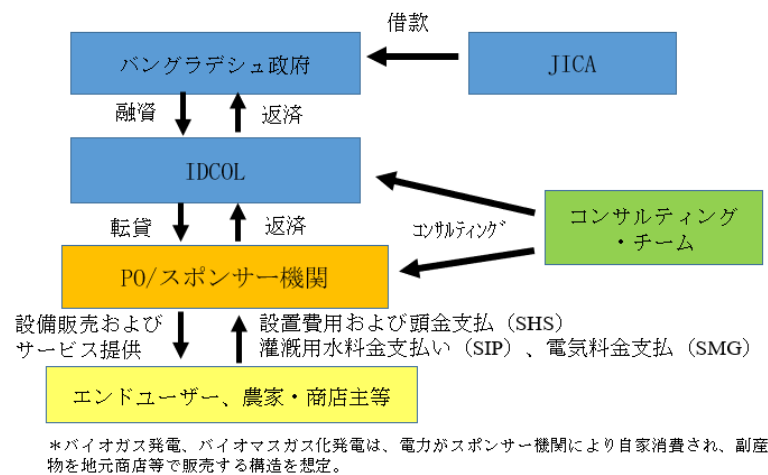


図 2 本事業のスキーム

出所：JICA 提供資料を基に修正



家庭用ソーラーパネル
(クスタリア県、クルナ管区)



灌漑用ソーラーパネル
(ボグラ県ラジシャヒ管区)



太陽光発電ミニグリッド
(クスタリア県、クルナ管区)

表 1 に示すとおり、SHS プログラムの SP は概ね計画どおり実施された。一方、SIP と SMG の SP 数は計画を下回り、バイオマスガス化発電とバイオガス発電の SP は資金供与の対象外となった。各変更点と変更に至った理由は、下記のとおりである。なお、前掲のとおり、審査時に準備されたアウトプットの計画は、候補

と記載する。

先をリスト案として提示されたもので、その後、資金供与先は、IDCOL の審査を経た後に、選定・確定されている。

【SIP の SP 数の減少】

1,200 台と計画されていた SIP の設置は、計画の 4 割程度 516 台となった。これは、PO からより多くの農家をカバーするために電力ポンプの出力増加に対するニーズを受け、太陽光パネルの発電容量を 11kw から 27kw 程度へ増加したことによる。この変更に伴い 1 台当たりの費用が増加したこと、加えて一部の地域ではオングリッド¹⁶化の影響を受け需要が減少し、全体の数量が減る結果となった。同変更は、エンドユーザーのニーズを踏まえた変更であり、事業費や発電量への影響も少なく、妥当な変更であったと考えられる。

【SMG の SP 数の減少】

SMG の実績（15 台）は、計画（29 台）の半数程度となった。IDCOL は、河川や沖合の島等、将来的にオングリッド化の拡大が望めない遠隔地・非電化地域において、電力局の許可を得たうえで 29 台の SMG に対する資金供与を計画していた。しかし、その後、政府による全世帯による電力アクセスの達成に向けた動きを受け、 Bangladesh Rural Electrification Board、以下、「BREB」という。）によるオングリッド地域の拡大が進むこととなった。この動きを受け、設置段階で BREB によりオングリッド化が確定していた地域では、本事業による SP の実施を継続しない事とし、その結果 SP 数が計画の半数程度となった。この変更は、電力サービス提供の重複を避けるための調整を図った結果であり、妥当な判断であったといえる。

【バイオマスガス化発電への資金提供の中止】

IDCOL は、SHS プログラムに対する豊富な支援実績を有していたものの、本事業実施以前にバイオマスガス化発電の支援実績は 2 事業に限られていた。一方で、政府の方針を受けて急速にオングリッド化が進み始めたこと、バイオマスガス化発電の十分な成功実績がなかったこと、バイオマスの原材料の入手に関する不確実性や市場の価格変動等への懸念¹⁷から、スポンサー機関にとっての魅力が低くなり、同コンポーネントの実施は、商業的に実現の可能性が低いとの判断に至った。その結果、同 SP への資金供与は見送られることとなった。

¹⁶ 系統連系型で送電系統（送電網）とつながっている発電システム。

¹⁷ 審査時にこれらのリスクについて議論がなされていたかを当時の JICA 担当者に確認したところ、 Bangladesh は農業国であり、穀類等の原材料の確保についてはデータに基づき確認しており、価格にも問題が生じる地域ではないとの認識であった。

【バイオガス発電への資金提供の中止】

IDCOL ではいくつかのバイオガス発電プロジェクトに出資していたが、IDCOL が支援していたスポンサー機関や自己資金でバイオガス発電を実施していた機関から、同発電事業の副産物であるスラリー（濁水）の管理に係る環境面での問題が報告された。IDCOL は現場を確認したうえで、本事業のコンサルタントも含め、問題について協議を行い、解決策が特定されるまで新たなプロジェクトへの融資を行わないことが決定され、本事業においても資金の供与を見送ることとなった。

なお、IDCOL から PO への融資条件（転貸金利・返済期間）は一律とせず、弾力的に取り扱うことが想定されていた。実施中は、計画どおり柔軟な融資条件を適応することが遵守された。

表 2 SHS の PO への条件

累積融資額（㌦）	利子率 （年率）	返済 期間	据置 期間
200 百万以下	6%	7 年間	1 年
250 百万～500 百万	7%	6 年間	1 年
500 百万～10 億	8%	6 年間	1 年
10 億以上	9%	5 年間	0.5 年

出所:JICA 提供資料

表 3 SHS 以外の PO への貸出条件

	利子率 （年率）	返済 期間	据置 期間
灌漑用太陽光発電	6%	10 年間	1 年
太陽光ミニグリッド	6%	10 年間	2 年
バイオマスガス化発電	6-10%	7 年間	1 年
バイオガス発電	6-9%	5 年間	1 年

出所:JICA 提供資料

（2）実施支援体制

SP の実施に際し、設備の品質に関する検査、PO やエンドユーザーに対する研修が計画どおり実施された。品質の検査に関しては、IDCOL と契約を交わした約 200 名の検査官を通じ、①エンドユーザーが適正な製品を受領し、機材を活用できるよう訓練されているか、②PO のローン回収/手続きが規則に沿っているか、③製品が必要なサービスと信頼性をエンドユーザーに提供しているか、について確認が行われた。また、IDCOL と契約をした全ての PO が SHS エンドユーザー（顧客）への研修・啓発活動、PO のスタッフ研修を実施し、さらに SHS を設置する PO スタッフを任命する技術者の育成および認定活動が実施された。コンポーネント毎に実施された研修内容は表 4 のとおり。

表 4 研修内容

コンポーネント	研修名（実施回数）
SHS	顧客（エンドユーザー）研修（92,597）、指導者研修（10）、スタッフ研修（1,345）、技術研修（6）、PO マネジメント研修（45）、IT 研修（7）、効率的な回収に向けた研修（19）、調達マネジメント研修（3）、マイクロクレジット研修（2）、プロジェクトオフィサー研修（18）

SIP	農家研修（565）、指導者研修（7）、農家への高収量品種のデモンストラーション（283）、ポンプ監督者研修（28）、ポンプオペレーター研修（55）、サプライヤー向け技術研修（2）
SMG	顧客（エンドユーザー）研修（283）、PO およびサプライヤーへの技術研修（5）

出所：実施機関への質問票回答

注：括弧内は実施回数を示す。

（3）本事業に付帯した技術支援の実施

有償資金協力専門家による事業の進捗のフォローが計画通り実施された。支援はIDCOL にとって経験が浅い SHS 以外の SP を対象とし、審査マニュアルの策定、審査の実施に際しての助言を含む支援が提供された。また、長期的な維持管理を考慮し、事業実施中に施設の維持管理に関する研修も実施された。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

審査時に予定していた総事業費（26,669 百万円）に対し、実績は 21,572 百万円となり、計画比 81% となり計画内に収まった。なお、本事業では、SP 実施への資金供与のうち、既述のとおり、バイオマス化発電およびバイオガス発電が実施に至らなかった。そこで、該当コンポーネント向けに計画されていた金額を除いた審査時の事業費（25,832 百万円）と実績を比較したが、その場合においても事業費は対計画比で 84% となり、計画内に収まった。

表 5 事業費の計画と実績

	計画			実績		
	JICA	その他	合計	JICA	その他	合計
SP 実施	9,480	9,338	18,818	10,525	9,873	20,398
実施体制支援	196	0	196	196	47	243
プライスエスカレーション	904	1,012	1,915	0	0	0
予備費	529	517	1,046	0	0	0
コンサルティング・サービス	226	0	226	129	63	192
管理費等	0	1,100	1,100	0	734	734
税金	0	3,353	3,353	0	0	0
建中金利	0	4	4	0	4	4
合計	11,335	15,334	26,669	10,850	10,722	21,572

出所：JICA 提供資料および PCR、実施機関への質問票回答

注 1：為替レート 計画時 1 タカ=0.97 円（2012 年 12 月時点）、実績 1 タカ=1.35 円（事業期間中の IFS 平均レート）

注 2：四捨五入により合計が合わない場合がある。

1 設備当たりの発電容量の増加を受け、1 台当たりの単価が増加したため、SP 実施に係る金額は計画を上回った。一方で、事業費の実績が計画金額を下回った

理由は、RE 価格の低下¹⁸、SP 数の減少、それに伴う管理費の減少に加え、予備費の支出が不要となったこと、付加価値税（Value Added Tax、以下「VAT」という。）の免除等現地コストが軽減したことによる。

3.2.2.2 事業期間¹⁹

本事業の事業期間は 46 カ月と計画されていたが、実際には 2013 年 3 月～2019 年 3 月までの 73 カ月となり、計画を上回った（計画比 159%）（表 6 参照）。コンサル選定の入札において、技術的に要件を満たす応札会社がおらず、再入札の実施が必要となったことが要因の 1 つである。なお、SP の実施に際し、SHS プログラムに関しては、SP 全体の予定期間である 2016 年 12 月までに実施を終えていた²⁰。一方、民間企業が主導するビジネスモデルに基づいた SIP や SMG への支援実績は、世界的に見ても事例が少なく、IDCOL にとり参考事例がなかったことから、試行錯誤での取り組みが続いたことが事業遅延に影響した。例えば、国内の各地で啓発活動を通じたスポンサー機関への働きかけや、RE への理解を深めるための農家を対象とした啓発イベントを繰り返し実施する必要があった。加えて、サプライチェーンを強化するため、サプライヤーの市場参入を促すイベントの開催等も必要とされ、これらの活動を実施するために多くの時間を要した。

表 6 本事業の事業期間

	計画	実績
L/A	2013 年 3 月	2013 年 3 月
コンサル選定	2013 年 4 月～2013 年 10 月	2013 年 6 月～2015 年 1 月
コンサルティング・サービス	2013 年 11 月～2016 年 12 月	2015 年 2 月～2018 年 9 月
SP 実施	2013 年 7 月～2016 年 12 月	2013 年 4 月～2019 年 3 月
SHS	2013 年 7 月～2015 年 12 月	2013 年 4 月～2016 年 12 月
SIP	2013 年 7 月～2016 年 12 月	2014 年 1 月～2018 年 12 月
SMG	2013 年 7 月～2016 年 12 月	2017 年 1 月～2019 年 3 月
バイオマスガス化発電	2013 年 7 月～2016 年 12 月	-
バイオガス発電	2013 年 7 月～2016 年 12 月	-
実施体制支援	2013 年 7 月～2016 年 12 月	2013 年 4 月～2016 年 12 月
事業完了	2016 年 12 月	2019 年 3 月
事業期間	46 months	73 months

出所：JICA 提供資料、実施機関への質問票回答

¹⁸ 審査時に最も普及が進んでいたサイズ（50Wp）の SHS の 2017 年の平均販売価格は、2013 年の 6 割程度まで低下している。（出所：実施機関提供資料）

¹⁹ 事業期間は借入契約（L/A）締結月～貸付完了月と定義する。

²⁰ 既述のとおり、本事業ではコンサル選定に係る入札において、技術的要件を満たす応札会社の不在により再入札が行われ、SP 実施の遅延要因になった。SHS 以外の SP に関しては実施機関の経験も限定的であったことを考慮すると、JICA も含め事業関係者はより慎重に技術的な要件を設定すべきであったのではないかという意見も JICA 関係部より指摘された。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業の内部収益率は、審査時に算出していない。ただし、SHS プログラムについてのみ、1SHS システムあたりの EIRR をサンプルベースで算出しているため、事後評価時においても、同様の条件で EIRR を再計算した。その結果、審査時の算定値、事後評価時点の再計算値は、審査時の算定値よりも高い数値となった。なお、事後評価時の EIRR が審査時より高くなった要因は、SHS 費用が審査時よりも安価になっていたこと、灯油価格の値上がり等が影響していると考えられる。

表 7 内部収益率（サンプル）と算定条件

	経済的内部収益率（EIRR）
内部収益率	審査時：40.7%、事後評価時：44.7%
費用	SHS 費用、利子、バッテリーおよび充電制御装置交換費、電球費
便益	代替電量購入費節約費、CO2 削減による節約効果
プロジェクト・ライフ	20 年

出所：JICA および実施機関提供資料、世界銀行（2021）「Living in the Light: The Bangladesh Solar Home System Story」の一部データを基に評価者が作成

以上より、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

3.3 有効性・インパクト²¹（レーティング：③）

3.3.1 有効性

3.3.1.1 定量的効果（運用・効果指標）

本事業では、審査時において候補となる SP に基づき目標値が推計されていた（アウトプットの変更については、「3.2.1 アウトプット」参照）。審査時に設定した各運用・効果指標の基準値と目標値は表 8 のとおり。しかし、実際には、IDCOL の審査に通った SP に対して資金が供与されたため、アウトプットの実績に基づき目標値の見直しを行ったうえで、修正目標値に基づき実績の達成状況を確認した（表 9 参照）。また、年間温室効果ガス排出削減量の算定について、審査時の算定時に用いられていた燃料の種類が現実に沿ったものではなかったため、実施機関と協議の上、実際に使用されている燃料を用いて目標値を修正のうえ、実績値を示すこととした（詳細は表の注を参照）。

²¹ 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

表 8 審査時に設定された指標の基準値と目標

指標	基準値	目標値
	2012 年	2018 年 事業完成 2 年後
(1) 融資対象事業における年間発電量 (MWh)	0	63,162
(2) 融資対象事業における最大出力 (MW)	0	46.6
(3) 融資対象事業における年間温室効果ガス排出削減量 (CO2 換算トン)	0	40,422

出所：JICA 提供資料

表 9 指標の修正目標値と実績値

指標	修正目標値	実績値				達成率 (%)
	2021 年 事業完成 2 年後	2017 年	2018 年	2019 年 事業完成年	2020 年 事業完成 1 年後	
(1)	41,178 ^{注1}	22,449	23,793	33,230	41,085	99%
(2)	41.4 ^{注1}	26.0	28.0	36.0	41.0	99%
(3)	27,782 ^{注2}	12,987	14,040	21,795	28,001	101%

出所：JICA 提供資料、実施機関への質問票回答

注 1：全コンポーネントに占めるバイオマス化およびバイオガスの審査時の割合分を目標値から除き、修正目標値として設定した。

注 2：審査時の SHS による排出削減目標は、天然ガス使用量の代替に対する排出削減量が算出されていた。しかし、本事業実施以前に利用していた燃料は天然ガスではないため、排出削減係数は実際に用いられていたケロシン油やディーゼル油等を基準とすべきであるとの IDCOL の指摘により、目標値を修正した。

上記のとおり、融資対象事業における年間発電量、融資対象事業における最大出力、融資対象事業における年間温室効果ガス排出削減量のいずれも修正後の目標値を達成している。電力へのアクセスが困難な農村部において、SHS や SIP、SMG の設備の設置は、電力供給量の増加に直結しており、RE の発電が従来用いていたケロシン油の使用量を減少させることで、温室効果ガス排出量の削減に繋がっている。

3.3.1.2 定性的効果（その他の効果）

SHS 以外の SP 実施に係る IDCOL の審査・実施能力の強化

SHS プログラム以外のコンポーネントである SIP や SMG は、同国内での実施例が少なく、IDCOL にとっても経験の浅い分野であった。そのため、本事業では有償資金協力専門家が派遣され、審査マニュアルの策定支援や案件の審査能力の強化が図られた。具体的には、設備の技術基準や設計の見直し、入札時に使用す

る数量計算書（Bill of Quantity）²²の作成、運営・維持管理ガイドラインの策定、サイトの選定、提案書の検証等に関し、技術的な支援が行われた。IDCOL で支援を受けた職員によれば、これらの支援を通じて、SIP、SMG に係る IDCOL の審査能力の向上に加え、プロジェクトの費用対効果の維持や技術的な持続性への貢献、エンドユーザーへのより良いサービスの提供、現場に密着した情報収集等も可能となった。技術支援の提供は、SP の形成、審査段階で IDCOL 職員が経験を積むことができただけでなく、本事業の実施を促進する役目も果たしたといえる。

3.3.2 インパクト

3.3.2.1 インパクトの発現状況

本事業では、RE の設備設置を支援することで、住民の生活水準の向上、持続的な経済発展、および気候変動緩和への寄与が見込まれていた。SHS、SIP および SMG の設置によるインパクトについて、実施機関からの提供情報および現地サイト視察時に実施した PO やエンドユーザーへのインタビュー調査²³をもとに、以下に取りまとめた²⁴。

（1）SHS 設置によるインパクト

IDCOL は 2018 年までに 413 万台の SHS の設置を支援しており、バングラデシュにおいて約 2,000 万人²⁵、バングラデシュ人口（約 16,469 万人²⁶）の約 12% が SHS プログラムを通じ電力にアクセスをしている。本事業では、576,593 台の SHS 設置をしており、同じく約 279 万人、同国人口の約 1.4% の電力へのアクセスに貢献したことになる²⁷。家庭に SHS が設置されたことで、学習時間の増加、安全性の向上、生活の質の改善、体や環境に有害とされるケロシン油²⁸の使用中止による健康面、コスト面でのインパクトへの寄与が確認された。

・児童の学習時間の増加

SHS の設置により、自宅内でソーラーランプを用いることが可能となり、夕刻

²² 入札の際に使用される数量算出文書や数量表・数量明細書を指す。

²³ サイト視察は現地調査員により、ボグラ県、クスティア県の 6 か所の PO（SHS3 か所、SMG1 か所、SIP2 か所）で行われ、設備の確認、各 PO スタッフへのインタビューおよび SHS14 名（11 名男性、3 名女性）、SIP12 名（12 名男性）、SMG6 名（男性 4 名、女性 2 名）のエンドユーザーを対象にインタビュー調査を実施した。なお、サイト視察実施中に Covid-19 感染拡大により、バングラデシュ国内移動に厳しい制限が課されたため、訪問が可能となった PO の数が限定されることとなった。その後、追加的にガジプル県、ダッカ近郊 4 か所の PO（SHS2 か所、SIP1 か所、SMG1 か所）のスタッフを対象に電話および E-mail によるインタビュー調査を実施した。

²⁴ 定性的な情報は限られたサンプルに対し実施されたインタビュー調査の結果に基づいている。

²⁵ 2011 年のセンサスに基づく。（出所：World Bank（2021）「Living in The Light: The Bangladesh Solar Home System Story」）

²⁶ 出所：UN data, <http://data.un.org/en/iso/bd.html>（2021 年 10 月 10 日閲覧）

²⁷ 出所：実施機関への質問票回答

²⁸ 安価な石油系の燃料を用いるランプ。同ランプより生じる黒煙は健康被害の原因となる。

以降や停電時間²⁹における学習時間の増加につながった。インタビューに回答した 14 名のうち 13 名が児童の学習時間の増加（平均で 2～3 時間程度）を本事業のインパクトとして挙げている。

・ 夜間の防犯面における安全性の向上

地域に明かりが保たれていることで、防犯上の対策となり、夕方以降の地域の安全性が向上している。

・ 生活の質の改善

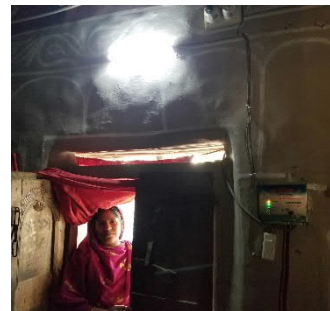
電気コンロ等の調理器具、扇風機や TV 等の電化製品の利用により、住民の生活の質が向上している。特に女性にとっては、電化製品の活用で家事等の時間が短縮でき、余暇や家族と過ごすための時間として活用されている。

・ ケロシンランプの使用中止による効果

SHS の設置により、それまで使用してきたケロシンランプを用いる必要がなくなり、煙により生じる喘息等の健康面での被害が軽減している。また、各家庭平均で 1～5 リットル (ℓ) 程のケロシン油が節約（約 50 タカ/ℓ＝約 65 円/ℓ）されている。この節約分を SHS の返済に回すエンドユーザーも多いという。その他、ケロシンランプによる煙の減少で、家の壁紙や衣類等を清潔に保つことも可能となっている。

【BOX】SHS 購入後の生活の変化

ボグラ県に住む A さん夫婦は、新生児の子育てに電灯や扇風機が日常的に使用できる環境が必要となり、2013 年に SHS を購入した。SHS 設置後、そのニーズは十分満たされ、さらにケロシンランプを用いる必要がなくなったことから、家族の健康への影響に関する不安もなくなった。また、調理用の電気コンロを使用することが可能となり、夫人の家事負担も軽減することができた。高校卒業試験を控えていた次男は、ソーラーランプを用い、夜間の勉強時間を 1～2 時間程増やすことが可能となった。また、長男は PO が開催した SHS の維持管理に関する研修に参加する機会を得て、設置後問題なくシステムを利用することができている。



(2) SIP 設置によるインパクト

SIP の設置により、灌漑用水を汲み上げる電動ポンプを使用することで、農家ではディーゼルポンプをレンタルする必要がなくなった。その結果、運搬作業の効率化や灌漑用水の管理に係る手間の削減、ポンプ費用の節約、収穫量の増加、それに伴う収入の増加や地域での雇用創出といったインパクトが確認されている。

・ 作業の効率化、収穫の増加、農家の生計向上

SIP 導入以前は、灌漑用のディーゼルポンプを市場からレンタルし、農場に

²⁹ 本事業の対象地域には、SHS 設置後にオングリット化された地域も含まれる。そのような地域でも電力供給が安定していない地域が多く、SHS はバックアップとして引き続き活用されている。

運搬していたが、設備を導入後はポンプの運搬が不要となり、農家の負担が軽減した。また、水を管理するオペレーターが配置されているため³⁰、農家本人が灌漑用水の調整をする必要がなくなったことも、農作業時間の削減に貢献している。さらに、十分な灌漑用水が1年を通じて得られるため、以前は2期作であったが、現在は3期作が可能となっており、収穫量が増加した（クスティア県の農家の例：コメの収量約100～300 kg増（本事業実施前の約2～3倍）、タバコの収穫量が約25%増加等）。その結果、農家の収入も生産量増に比例して増加している。

・ ポンプ費用の削減

以前はディーゼルポンプの燃料代に1シーズン平均約3,000タカ（約3,900円）、ポンプ利用量として約80kgのコメ（約4,000タカ＝約5,200円に相当）を支払っていた³¹。SIP導入後は約3,000タカの水料金をPOに支払うことで燃料代およびポンプ利用料が不要になっており、SIPの導入がコストの削減に貢献している。

・ 雇用の創出、地域経済の活性化

1か所のSIP設置につきオペレーターと監督者各1名の配置が必要となる。本事業では516台のSIPが設置されたため、少なくとも1,032名の雇用が創出されている。さらに、収穫量の増加に伴い、農場の労働者、精米工場や作業員、運送関連の雇用が対象地域で創出されている。また、SIPの設置を通じて、設置地域では電動ポンプのサプライヤーも増加した。

【BOX】SIP導入によるコメ栽培の成功事例

若手農家であるB氏は、Boro Boaliya村でコメの栽培に取り組んでいた。コメの栽培には適時の灌漑が不可欠であるが、B氏を含めBoro Boaliya村の農家は自然降雨と高価なレンタルのディーゼルポンプに頼っていた。市場で借りたポンプで必要な水を得るためには、利用料に加え輸送費、ディーゼル燃料費も必要となる。地元の市場では燃料価格が高騰し、さらにレンタルしているポンプは昼夜を問わず畑で管理する必要があった。B氏はこのような状況を解決するため、IDCOLとPOの支援を受け、数件の農家とともにSIPを導入した。現在では、農場の近くに設置されたSIPを活用し、電動ポンプで適切なタイミングで必要な量の灌漑用水が供給され、収穫期も2期作から3期作へ増作することが可能になった。ポンプの操作に手間もかからず、生産量の増加・生産性の向上に繋がっている。ポンプ運搬に係る時間・労働力やレンタル料・燃料費の節約にもなっている。また、農家は農業技術に関する研修を受ける機会にも恵まれ、同地域の農業生産、生活水準の向上に大きなインパクトをもたらした。



³⁰ オペレーターの賃金は、農家が負担する水料金をもとにPOが支払いを行っている。

³¹ 農家・地域により若干異なるため、平均を記載。

(3) SMG 設置によるインパクト

主にディーゼル発電機で電気を供給していた地域が SMG の設置で電化されたことにより、SHS と類似のインパクトが確認されている。加えて、SMG の設置が、市場や商店の営業時間の延長、またはサービス内容の充実といったインパクトの発現にも寄与していることが確認された。

・ 児童の学習時間の増加、生活の質の向上

SHS と同様に、インタビューに回答した全員が SMG の設置後に自宅で電気を使用することが可能となり、児童の学習時間の増加（平均で3～4 時間程度）したことを本事業のインパクトとして説明している。また、コピー機や溶接機、電動ミシン、薬局でのワクチン・医薬品の保存、電動ポンプを使った揚水・灌漑等を使用することで日常の生活が便利になっていることが報告された。

・ サービスの改善・収穫などの増加

SMG 設置により電気の供給が安定し、地域で提供されるサービスの内容、時間が拡大・延長し、利便性が改善した。たとえば、商店での冷蔵庫の設置による商品数の増加、大工の作業における電化工具の利用による作業の効率化、農家での灌漑用電力ポンプの利用による農作業の効率化ならびに収穫量の増加といったインパクトが発現している。

・ 雇用の創出

電化による各種サービスの拡大や営業時間の延長等によりレストラン、喫茶店、溶接場、精米工場、養鶏場、コンピューターセンター等で雇用が創出されている。

【BOX】太陽光発電ミニグリッドによる非電化地域医療への貢献

Chilmari 郡の医師 C 氏は、210kWp 太陽光発電ミニグリッドの受益者である。Chilmari 郡はパドマ川の島の中にある遠隔地域で、郡レベルの病院へのアクセスも非常に悪い。C 氏は市場で薬局を営みつつ、薬局内で地域住民の個人的な診療も行ってきた。2017 年、Chilmari 郡の市場地域に SMG 設置による電力が供給されて以降、C 医師はワクチンや薬を保管するための冷蔵庫を購入した。そのお蔭で、地域の住民は遠方の病院まで通うことなく、地元で必要な薬やワクチンを得ることが可能になった。また、薬局では電力の必要な吸引投与設備も導入可能となり、呼吸疾患等を持つ子供や高齢者の治療に役立っている。地域の住民は深夜までこの薬局・医療施設を利用することができるようになり、患者が増加することにより、薬局での診療報酬も以前の 2.5 倍ほど増加し、薬局経営の安定化に寄与している。



なお、国の方針に伴い、2015 年以降各地で急速にオングリッド化が進められた。SHS や SMG が設置された一部の地域では、SHS を返却したエンドユーザーも確

認された³²。しかし、多くのエンドユーザーは送電網へ接続された（オングリッド化）後も、計画・計画外停電時や電力供給が不安定になった時のバックアップとして、本事業の設備を活用しており、オングリッド化した地域でもエンドユーザーは、引き続き本事業の恩恵を享受していると考えられる。

3.3.2.2 その他、正負のインパクト

(1) 自然環境へのインパクト

本事業は、JICA の融資承諾前に SP の特定ができず、かつそのような SP が環境への影響をもつことが想定されるため、「国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン」（2010 年）上、カテゴリ分類は FI とされた。実施機関は、国内法および上記ガイドラインの要件を満たす「環境社会管理フレームワーク（Environmental and Social Management Framework、以下「ESMF」という。）」に基づき、SP のカテゴリ分類を行い、該当するカテゴリに必要な対応策をとること、カテゴリ A に該当する SP は実施しないことが指定されていた。実際には、IDCOL は世界銀行、アジア開発銀行他、多数のドナーの支援を受け RE の類似事業を実施しているため、共通の EMSF を作成し、2013 年以降は同フレームワークを順守してきた³³。また、各 SP 選定時には IDCOL が SP 毎にカテゴリを分類し、カテゴリ A に該当する SP は含まれないことが確認された。事業実施中においても、IDCOL と契約を交わした検査官によるモニタリングが定期的に行われ、環境面での問題は報告されていない。よって、本事業実施による自然環境への負のインパクトは生じていないと判断する。

なお、IDCOL は、SHS の導入によるケロシン等灯油の削減量をもとに、これまでに約 100 万クレジットの認証排出削減量（Certified Emission Reductions、以下「CER」という。）³⁴を販売してきた。事後評価時点においても、世界銀行を通じて 250 万の CER を販売するための協議を行っている³⁵。この削減量には、本事業で導入した SHS による削減量も含まれており、気候変動への寄与といった観点からも特筆すべきインパクトといえることができる。

³² SHS はエンドユーザーから PO に返却された後、再度希望者に販売できる。ただし、中古の SHS は購入希望者が少なく破棄されるケースが多い。（出所：PO への聞き取り調査）

³³ 事業開始前に、アジア開発銀行とともに、同 EMSF が両ドナーのガイドラインの内容を包含し、遵守するフレームワークであることに同意した署名が IDCOL と交わされた。

³⁴ IDCOL の SHS プログラムは、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）のクリーン開発メカニズム（CDM）プロジェクトに登録されている。CDM メカニズムでは、プログラムの介入や技術による二酸化炭素の削減量を定量化し、特定のプログラムのパフォーマンスと運用状況を検証した後、認証排出削減量（CER）クレジットを随時発行している。なお、1 クレジットは約 1 トンの CO₂ 相当量の削減を指す。

³⁵ 出所：実施機関からの提供資料

(2) 住民移転・用地取得

本事業の実施に伴う住民移転、用地取得は発生していない³⁶。

(3) その他のインパクト

本事業実施による太陽光発電産業の発展への貢献

本事業は、本事業実施以前より同国で展開されてきた SHS の設置に加え、次の事例となり得る SIP と SMG を導入・実施したことで、バングラデシュでの太陽光発電の技術の普及に貢献した。本事業の実施により、太陽光による発電そのものに加え、農村部において乾季でも灌漑用水を安定して得ることができ太陽光発電の重要性や優位性を示すことが可能となった。また、本事業の経験が成功例として認識され、本事業実施後に IDCOL が支援することとなった大型の屋上太陽光発電やその他の先進的な取り組みの導入・実施にも繋がっている。IDCOL によれば、本事業がなければ、その後同国で実施されてきた大規模な太陽光発電の実施は実現しなかったと考えられている。

また、SIP および SMG が本事業で実施され、その成功例が国内で紹介されたことで、遠隔地にある農村や島々やグリッド化による電力へのアクセスが制限されている地域においても、有効な手段となり得ることが実証されたといえる。なお、SIP を用いた効率的な水管理の取り組みが評価をされ、IDCOL は SIP の取り組みに関し、The London Institute of Banking & Finance より Financial Innovation Awards を受賞している³⁷。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.4 持続性（レーティング：②）

3.4.1 運営・維持管理の制度・体制

IDCOL はインフラおよび RE に融資、出資、補助金供与を行う目的で設立された政府系金融機関である（組織図は図 3 参照）。事業完了後は、資金運用を中心としたプログラム運用、PO による維持管理のモニタリングを行っている。SHS や RE 関連の事業を担当する RE 部は、審査時には 101 名の職員が在籍していたが、その後事業の拡大に伴い事後評価時には 224 名（2020 年）に増員している。事業実施後には、審査時に計画されたとおり、PO やスポンサー機関から IDCOL に返済が行われ、元本・利息は IDCOL 管理のもと、二次貸付や政府への元利払いに用いられている。

³⁶ 出所：実施機関への質問票回答

³⁷ 出所：実施機関へのインタビュー、The London Institute of Banking & Finance の Web サイト <https://www.libf.ac.uk/news-and-insights/our-events/financial-innovation-awards-2019/previous-winners> (2021 年 9 月 3 日閲覧)

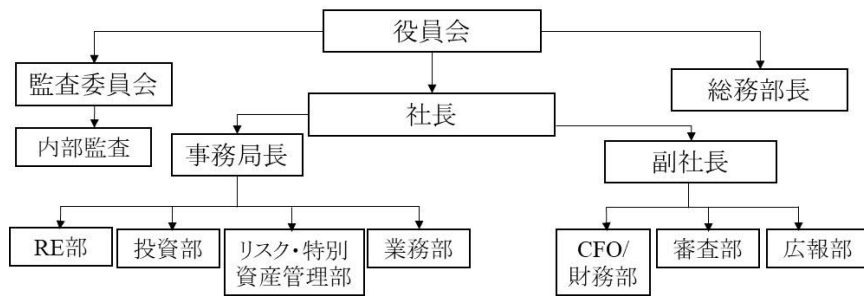


図3 IDCOLの組織図

出所：実施機関提供資料

なお、審査時に設定された返済条件は、SHSプログラムでは市中金利の変動³⁸や返済の遅延増加を考慮し、金利を1~2%抑制、さらに2018年には金利を0%に引き下げた。IDCOLはPOの返済スケジュールも見直し、返済の負担を軽減するための配慮をしてきた。また、SIPについても、農家に灌漑ポンプを設置し、ディーゼルポンプとの交換を終えるまでに想定より時間を要したため、据置期間を2年に変更するなど対応を図ってきた。

設置後の設備の運用・維持管理体制はSP毎に異なる。SHSでは各家庭に設置された設備の運用・維持管理はエンドユーザーである利用者が行う。POはSHSの必要に応じたモニタリングやバッテリー回収、設置費用の支払いの回収を担当する。SIPおよびSMGでは、POが設置された設備の運営・維持管理を行い、灌漑用水（SIP）と電力（SMG）をエンドユーザーに提供、エンドユーザーは使用量に合わせた水料金または電気料金を支払う。また、SIP設置につきオペレーターと監督者各1名が配置されている。いずれのSPにおいても、IDCOLのモニタリングチームは年1回のモニタリングを行っており、問題が確認された場合には、POの本部およびローカルオフィスに報告をし、対応策を検討するシステムとなっている。ただし、後述（3.4.3 運営・維持管理の財務、3.4.4 運・維持管理状況）のとおり、事業実施中に開設されていたPOのローカルオフィスが事業完了後に閉鎖している場合もある。ユーザーに対する技術的な支援は、サプライヤーやIDCOLの地域事務所が支援することが可能であるが、POによる返済の回収やバッテリー交換に係るフォローアップ等に支障が出ている地域が一部あるという点は、運営・維持管理に関する体制面での懸念事項といえる。

3.4.2 運営・維持管理の技術

IDCOLは多くのドナー支援事業の実績を有し、SHSプログラムを2003年以降継続してきたことから、専門性を有する職員が多い。SIPやSMGに関しても事業実施中に有償資金協力専門家やコンサルティング・サービスを通じ、融資の審査能力の強

³⁸ 事業実施中13~15%程度であった市中金利は、事後評価時には約8~9%に変動している。

化が図られた。職員の能力向上のための研修³⁹も定期的に行われており、融資案件の審査業務等を適切に実施する技術面での懸念事項はない。

SHS プログラムの運用・維持管理に関して、基本的には高度な技術的な能力は要求されない。SHS 設置時には既に IDCOL の SHS プログラム実施の経験を有する PO が中心となり、PO ごとにエンドユーザーに対し、SHS の操作や維持管理、再生可能エネルギー技術の概要、電力と太陽光発電に関する予備知識、ソーラーパネルやバッテリーの概要、照明等の充電方法等に関する研修が実施された。さらに、技術的な問題が生じた場合には登録されたサプライヤーが技術サポートを提供することとなっている。SIP では、PO が電動ポンプを操作し、サプライヤーが必要に応じて技術面でのサポートを提供している。事業実施中には IDCOL が PO とサプライヤー向けの技術研修を実施しており、今後も引き続き SIP に携わる人材に対し農業研修の実施をしている。SMG についても SIP と同様に PO が設備を運営し、必要に応じてサプライヤーが技術サポートを提供している。IDCOL へのインタビュー調査やサイト視察を通じ、運営・維持管理に関する技術面での問題は報告されておらず、懸念する事項は特段ないといえる。

3.4.3 運営・維持管理の財務

IDCOL は増収増益を続けており、2016 年以降の利益は順調に増加をしている。自己資本比率も審査時以降安定しており、総じて財務面での懸念はないといえる。

表 10 IDCOL の主要財務指標

(単位：百万タカ)

	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
売上高	2,950	2,970	3,065	3,153	4,550
うち利息収入	2,755	2,588	2,652	2,626	3,949
税引き前利益	2,516	1,539	1,577	1,843	2,368
税引き後利益	1,366	397	530	703	1,378
総資産	66,980	73,025	76,636	82,293	90,876
自己資本比率	8.5	8.2	8.2	8.3	9.2

出所：IDCOL、「Annual Report」各年盤

各 PO の財務状況はそれぞれ異なるが、サイト視察で訪問をした PO のうち、一部の PO からは、IDCOL への返済が組織の負担になっている現状が述べられた。「3.4.1 運営・維持管理の制度・体制」にも記載のとおり、IDCOL は PO のローン返済の負担軽減のため、利子率を含む融資条件を緩和してきた。また、IDCOL によれば、変更は全 PO に正式に通知されている。一方、PO へのインタビュー調査では、同変更を一定期間認識しておらず、固定金利のまま据え置かれていると認識していた PO

³⁹ 例えば、「プロジェクトファイナンス」、「ファイナンシャル・モデリング」、「電力プロジェクトへの融資」等の能力開発研修が開催されてきた。

も複数確認された。あらためて全 PO へ利子率の軽減に係る情報の周知を徹底する必要があったといえる。

さらに、SHS プログラムでは、エンドユーザーから PO への設置費用の返済が滞っている、または SHS の返却に伴い設置費用を回収することができない等の例が一部の PO から報告されている。その理由として、SHS 設置後にオングリッド化された地域があることや政府による SHS 無償提供プログラム (TR/KABIKA) が開始されたことにより、一部のエンドユーザーの返済意欲が滞っていること、また SHS の返却に伴いエンドユーザーによる設置費用の支払いの義務がなくなり、PO がその分を負担している状況があげられる。上記の流れをうけ、PO にとってもエンドユーザー数の減少によりローカルオフィスを維持することが負担となり、対象地域に設置していたローカルオフィスを閉鎖した PO や、エンドユーザーからのローン回収業務が困難になっている PO も僅かながら確認された⁴⁰。なお、SIP では、エンドユーザーは灌漑用水の料金を PO に支払うシステムとなっていること、また SMG ではプリペイド方式で電気料金が PO に支払われていることから、概ね 100%の徴収率を維持しており、エンドユーザーによる PO への支払い状況に問題は生じていない。

上記のとおり、運営・維持管理の財務に関し、IDCOL に問題はないものの、SHS プログラムの一部でエンドユーザーから PO への支払いに問題があることで、一部の PO が IDCOL への返済を負担と感じている点は財務面での懸念事項といえる。

3.4.4 運営・維持管理の状況

(1) ファンドの運営状況

PO から IDCOL に返済のあった元本および利息は、IDCOL の管理のもと、二次貸付や政府への元利払いに用いられることが計画されていた。IDCOL によれば、オングリッド化が急速に進んでいる現状を受け、2018 年以降 SHS プログラムへの融資は行っていないことから、二次貸付は屋根型太陽光発電等に融資され、有効に活用される予定である。

⁴⁰ 実施機関が支援する SHS プログラム全体（本事業も含まれる）において、PO から IDCOL への返済の状況が悪化していたことが指摘されている。例えば、2015 年に 88%であったエンドユーザーから PO への料金回収率は 2017 年には 38%まで低下した。その影響は IDCOL の財務状況の健全性に影響することが懸念されていた。その後、利子率の軽減や返済期間の延長等、IDCOL の働きかけにより 2018 年以降は改善傾向にある。（出所：World Bank (2021) 「Living in The Light: The Bangladesh Solar Home System Story」）

表 11 IDCOL によるファンド運営状況

(単位：百万タカ)

	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
期初残高	25,143	23,482	21,266	19,103	16,714
元本返済 (Principal Repaid)	3,650	2,735	2,665	3,055	955
貸付 (Loans Disbursed)	1,973	502	484	650	286
期末残高	23,482	21,266	19,103	16,714	16,063
利息収入					
利息受取 (Interest Received)	1,706	1,409	741	133	91

出所：実施機関提供資料

(2) コンポーネント毎の設備の稼働状況

事後評価時のコンポーネントごとの稼働状況は、SHS が 81%、SIP が 99%、SMG が 33%⁴¹となっている。SIP はほぼすべての設備が問題なく稼働しており、各地の農家により有効に活用されている。SHS、SMG に関しては、グリッド化の影響により一部の設備が使用されていない地域があるものの、既述のとおりグリッド化された地域でも、地方においては依然として電力の供給は時間に制限がある場合や不安定なことが多く、バックアップやより安定した電源として活用されているケースが多い。なお、SMG に関しては、料金設定がナショナルグリッドよりも高いことが稼働の低さの要因となっている。事後評価時において IDCOL と政府は SMG の価格設定、電力の購入につき協議を進めており、実現後には SMG の稼働率も改善することが見込まれている。

(3) 期限切れバッテリーの回収

審査時において、SHS で使用されているバッテリーは、原料に含まれる有害な鉛酸が漏れ出し、環境汚染や健康被害を引き起こす可能性があることが指摘されていた。当時、IDCOL は「期限切れバッテリーの廃棄に関するガイドライン」(2011年)を作成しており、PO によるエンドユーザーからのバッテリー回収⁴²、製造業者のリサイクル・適切な廃棄を義務付けるといった対応を図っていた。本事業でも事業実施中にエンドユーザー向けの啓発活動を実施済みであった。また、事業の実施中には、IDCOL が環境監査を 2015 年に実施し、問題は生じていないことが確認されていた。一方で事後評価において実施したサイト視察では、期限切れバッテリーの回収実績を確認することができなかった。バッテリーの回収・リサイクルが行われていない点に関して、エンドユーザーへのインタビュー調査では、「バッテリー交換についての知識がない」「マーケットで安価なバッテリーを購入している」といった例が報告された。また、PO に関しても事業完了後にローカルオフィスを閉鎖している PO もあり、そのような地域では十分なフォローが実施されていない、という例が確認され

⁴¹ 実施機関への質問票回答

⁴² 審査時の資料によれば、バッテリーの使用期限は 5 年程度とされている。

た。IDCOL では、毎年のモニタリングが実施されているとしつつ⁴³、SHS は膨大な SP 数があり、全てをモニタリングで把握、指導することは非常に困難といえる。今後 PO やサプライヤーと連携を図ったうえで、バッテリー回収や正しい廃棄につき、情報を再度伝える取り組みを進める必要がある。

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、財務および運営維持管理状況に軽度な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、バングラデシュの農村部において、RE 設備設置への資金供与を通じて、電力供給源の多様化、電力供給の増加ならびに電化を図ることを目的として実施された。本事業の実施は、経済の発展に資する電力・エネルギー分野の役割を重視する同国の開発戦略、発電設備の増強、エネルギー源の多様化および RE を促進する必要性を示すセクター計画や同国の開発ニーズ、日本の援助施策とも合致しており、妥当性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、コンサルタント選定や新たな分野での SP の実施に時間を要し、事業期間が計画を上回った。よって、効率性は中程度である。非電化地域での SHS、SIP、SMG 等の設置は、電力発電量、最大出力の増加や温室効果ガス排出量の削減を促し、電化に伴う地域住民の生活や工場での作業の利便性の改善、商店の営業時間や商品内容の拡充、灌漑用電力ポンプの使用に伴う作業の効率化や農作物の増産、収入の増加、雇用の促進といった幅広いインパクトの発現に寄与した。さらに、国内の実績が限られていた SIP や SMG の成功事例は同国の太陽光発電技術の普及にも貢献するなど、本事業の有効性・インパクトは高い。運営・維持管理に係る技術面に問題はないものの、制度・体制面、財務面ならびに維持管理状況に軽度な懸念事項があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

・ PO への利子率軽減に関する情報の周知徹底

IDCOL では、審査時以降の市中金利の変動を受け、PO の返済の負担を軽減するため、2018 年には利子率を 0%に変更している。一方、サイト視察時でインタビューを行った一部の PO は、その変更を十分認識しておらず、返済が組織の負担となっていると感じている。IDCOL は、全ての PO に対して、利子率の変更につき、早急に再度書面で正式な通知をし、正しい情報の周知設定をすることが望ましい。

⁴³ IDCOL によれば、モニタリングを通じ事後評価時までには鉛酸がバッテリーより漏れ出したケースは報告されていない。

・ バッテリー回収の義務付けの徹底

SHS で使用しているバッテリーは、適切な処理をしないと環境汚染や健康被害を引き起こす可能性があるため、期限が切れたバッテリーは PO によるエンドユーザーからの回収、サプライヤーによる適切な廃棄が義務付けられている。しかし、事後評価で実施したサイト視察では、バッテリーが回収された実績が確認できず、その必要性を把握していないエンドユーザーも確認された。ローカルオフィスを閉鎖した PO もあるため、あらためてフォローの体制を検討する必要もある。本事業では 5 万台を超える膨大な数の SHS が設置されており、全てのバッテリーの回収状況を把握することは非常に困難であるが、IDCOL は PO およびサプライヤーと連携を図ったうえで、バッテリー回収や正しい廃棄につき、再度エンドユーザーに伝える取り組みを進めることが望ましい。

4.2.2 JICA への提言

・なし

4.3 教訓

オングリッドおよびオフグリッドの統合的な計画に基づいた事業計画の策定

本事業の開始後、2015 年には政府による農村部でのオングリッド化が急速に進み、加えて無償の SHS 配布プログラムも開始された。これらの動きにより、エンドユーザーによる SHS の返却やエンドユーザーからのローン返済が滞るといった状況が生じた。また、オングリッド化の動きは、本事業が支援した RE の設備の稼働状況にも大きく影響する。本事業のように、事業効果やその持続性が、セクター内の動きに大きく左右され得る事業においては、実施機関およびその他事業関係者は、審査時・事業実施中の期間も常に政府や管轄官庁と緊密にコミュニケーションを図り、対象地域で展開される類似事業や電化計画に関する情報を常に協議し、統合的な計画が実行されるよう協力を得ることが必要である。加えて、社会ニーズの変化に適時適切に対応できるような事業内容の変更やモニタリング、柔軟な運営を通じ、事業効果の発現や持続性の確保を維持することが重要といえる。

持続性を確保する長期的なフォローアップ体制の構築

一部の地域では、エンドユーザーによるローンの支払いの遅延も負担となり、農村部に開設された PO のローカルオフィスが事業完了後に閉鎖され、エンドユーザーと PO の関係性やフォローアップ体制が十分維持できなくなっている。事業完了後も SHS のバッテリー等の部品の定期的な交換、設備のスペアパーツの交換、SHS の設置費用の返済等に際し、エンドユーザーを支援する存在が必要である。一方、ローカルオフィスの閉鎖は本事業に関わらず、現実に十分起こり得る事象といえる。そのため、事業完了後

にもエンドユーザーへのフォローが必要な事業では、案件形成時・実施中、また完了時においても、事業関係者は長期的フォローアップができるよう、あらゆるケースを想定しておく必要がある。対応先として、例えば、エンドユーザーとそのフォローを行う組織の関係を維持するため、料金回収時に有用なメンテナンスのサポートや情報を提供するというエンドユーザー側にとってもメリットのある体制を検討し、電話やショートメッセージ等を活用したモニタリングも含め、コミュニケーションを継続していくことで、持続性の確保を担保することが望ましい。

本事業実施による太陽光発電産業の発展への貢献

本事業実施以前、民間企業が主導するビジネスモデルに基づいた SIP や SMG への支援実績は世界的に見ても事例が少なく、IDCOL は国内の各地で啓発活動を通じたスポンサー機関への働きかけ、RE への理解を深めるための啓発イベント、さらにサプライチェーンの強化のため、サプライヤーの市場参入を促すイベントの開催等にも取り組んだ。その結果、従来同国で展開されてきた SHS の設置に加え、SIP と SMG の実績が認知され、遠隔地にある農村や島々、グリッド化による電力へのアクセスが制限されている地域においても、有効な手段となり得ることが実証され、その後同国での太陽光発電の技術・産業の普及に貢献している。本事業のように過去に実績のない新たなスキームや技術の導入に際しては、政府機関、サプライチェーンを担う企業（サプライヤー）、エンドユーザー等、その産業に関連する各関係者が、その産業の理解促進と技術力の向上を図ることができるような支援が重要である。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	<u>REのSP実施の資金供与</u> (1) SHS 590,000台 (2) SHS 以外 1) SIP 1,200台 2) SMG 29台 3) バイオマス化発電 20台 4) バイオガス発電 60台	(1) 576,693 (2) 1) 516台 2) 15台 3) 0台 4) 0台
	<u>実施体制支援</u> IDCOLによるSHSの維持管理状況に関する検査、IDCOLと契約したPOによるSHSユーザーに対する研修等	計画どおり
	<u>コンサルティング・サービス</u> SPの審査補助、進捗モニタリング、環境社会配慮、事業・技術面の助言等	計画どおり
	<u>本事業に付帯した技術支援実施</u> ・SHS以外のコンポーネントに関する技術仕様及び審査マニュアル等の策定、IDCOLの審査能力向上 ・IDCOLとスポンサー機関向け技術面・事業面にかかるアドバイス	計画どおり
②期間	2013年3月～2016年12月 (46カ月)	2013年3月～2019年3月 (73カ月)
③事業費		
外貨	155 百万円	133 百万円
内貨	26,514百万円 (27,334百万タカ)	21,439百万円 (15,880百万タカ)
合計	26,669 百万円	21,572 百万円
うち円借款分	11,335 百万円	10,850 百万円
換算レート	1タカ = 0.97 円 (2012年12月時点)	1タカ = 1.35円 (2013年3月～2019年3月平均)
④貸付完了	2019年3月	

以上