

インド

2016年度 外部事後評価報告書
円借款「新・再生可能エネルギー支援事業」

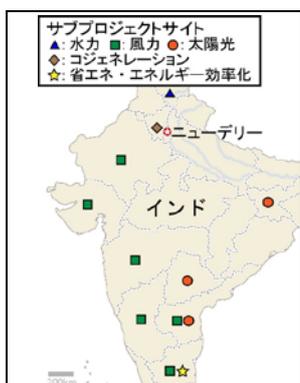
外部評価者：OPMAC株式会社 三島 光恵

0. 要旨

本事業は、電力供給能力不足に直面しているインドにおいて、インド再生可能エネルギー開発公社（Indian Renewable Energy Development Agency Limited、以下「IREDA」という。）を通じたツーステップローンにより、新・再生可能エネルギーによる電力供給事業及び、エネルギー利用の効率化促進事業に中長期的資金を供与し、電力供給の確保と供給源の多様化及び環境負荷の改善を目指すものである。急速な経済成長に伴って増大するエネルギー需要への対応と環境改善対策を行う本事業は、インド政府の政策や開発ニーズならびに日本の援助政策と整合しており、妥当性は高い。本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まっており、効率性が高い。IREDA を通じて融資した風力発電、太陽光発電事業はおおむね計画どおり順調に稼働している。これにより火力発電が中心のインドにおいて石炭消費量などの削減という火力発電代替効果が認められ、CO₂ 排出量削減につながり、環境改善のインパクトが見られる。また事業サイトにおける地元の雇用創出インパクトも認められ、有効性・インパクトは高い。持続性については、IREDA は融資急増に応じた職員数増加と能力強化を行い、融資案件のモニタリング体制を強化する必要があるものの、事後評価時点では、運営維持管理の組織体制、技術面、財務面、現在の事業の運営維持管理状況に深刻な問題はみられない。したがって持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



本事業融資対象の風力発電所

1.1 事業の背景

インドでは、2005年度から5年間、GDP成長率年平均8%を超える急速な経済成長に伴い、エネルギー消費量が増加し、急速な経済成長を支えていくため、安定的なエネルギー供給を継続することが重要な課題とされていた。その一方で、インドは電力の53%を石炭火力発電に依存（2009年時点）するなど、偏ったエネルギー供給構造を有し、エネルギー資源の輸入依存度の高まりとあわせ、エネルギーの安定供給に不安を抱えていた。インド政府はエネルギー供給構造の多様化を目指し、新・再生可能エネルギー（風力、太陽光、コージェネレーション等）開発を進めていたが、同エネルギーがインドの全発電容量に占める割合は9.0%（2009年現在）に留まり、潜在的な開発余地は多く残されていた。また、省エネルギーについては、2001年に制定された省エネルギー法ではエネルギー消費が多大な15種の業種が指定され、エネルギー監査義務などが規定され、これらの業種は具体的な省エネルギー目標を掲げて、取り組むことが求められていた。

インド政府は新・再生エネルギー及び省エネルギー事業への融資と推進を目的とするIREDAを1987年に設立し、2006年には新・再生可能エネルギー省（Ministry of New and Renewable Energy、以下「MNRE」という。）を設立した。MNREは独立系発電事業者（Independent Power Producer）等の参入をはかるための補助金スキームを打ち出していた。省エネルギー分野では、電力省（Ministry of Power、以下「MoP」という。）の下にエネルギー効率局（Bureau for Energy Efficiency、以下「BEE」という。）が設置され、あらゆる部門のエネルギー利用の効率化を一元的に担い、各種事業者の省エネルギー事業の実施を支援していた。そのような中、インド政府の新・再生可能エネルギー及び省エネルギー分野に特化した政策金融機関であるIREDAに対する市場の期待は大きく、本事業は同分野に係るインド政府の各種政策の実行を後押しするものであった。

1.2 事業概要

本事業は、IREDAを通じて、インドにおける新・再生可能エネルギーの開発事業等にツーステップローンを供与することにより、増加する電力需要に対応する安定的な電力供給の確保及び電力供給源の多様化を図り、もって同国の環境改善、持続的な経済発展及び気候変動の緩和に寄与するものである。

円借款承諾額/実行額	30,000 百万円/30,000 百万円
交換公文締結/借款契約調印	2011 年 6 月/2011 年 6 月
借款契約条件	金利 0.55% 返済 30 年 (うち据置 10 年) 調達条件 一般アンタイト
借入人/実施機関	インド再生可能エネルギー開発公社 (IREDA : Indian Renewable Energy Development Agency Ltd) /同左 (インド大統領保証)
事業完成	2014 年 12 月
本体契約	なし
コンサルタント契約	なし
関連調査 (フィージビリティ・スタディ: F/S) 等	<ul style="list-style-type: none"> 「新・再生可能エネルギー支援事業フェーズ 2 実施促進調査(2014 年 12 月)」
関連事業	<ul style="list-style-type: none"> 新・再生可能エネルギー支援事業(フェーズ 2) (2014 年 9 月)

2. 調査の概要¹

2.1 外部評価者

三島 光恵 (OPMAC 株式会社)

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：2016 年 12 月～2018 年 2 月

現地調査：2017 年 2 月 12 日～3 月 15 日、2017 年 5 月 13 日～5 月 26 日

2.3 評価の制約

本事業で IREDA を通じて融資対象となった 18 事業（以下「サブプロジェクト」という。）のうち、2 件は未完成であったので、稼働状況の結果が確認できず、それらは有効性及びインパクトの評価対象外とした。また、事後評価時点で返済期限前に完済されているサブプロジェクトが 8 件あり、うち稼働状況に関する指標データを入手できなかった 1 件については、事業の有効性の分析対象に含まれていない。

¹ 本事業のデータ・情報収集支援については、インドの National Institute of Labour Economics Research and Development (NILERD) に委託して実施した。

3. 評価結果（レーティング：A²）

3.1 妥当性（レーティング：③³）

3.1.1 開発政策との整合性

本事業審査時点で実施中の「第11次5カ年計画」（2007年4月～2012年3月）では、急速な経済成長に伴って増大するエネルギー需要をまかなうために93,577MWの新規電源開発を計画し、うち15,000MWを新・再生可能エネルギーとして開発する目標を掲げていた。また、同計画において2007～08年度比で2016～17年度までに20%のエネルギー利用の効率化の省エネルギー目標も設定されていた。

また、2008年に発表された「国家気候変動アクションプラン（National Action Plan on Climate Change）」のCO₂排出回避など環境改善の対策の一環として、国家太陽エネルギー計画（National Solar Mission）」と「エネルギー効率化国家計画（National Mission for Enhanced Energy Efficiency）」が挙げられ、太陽エネルギーと省エネルギー事業投資推進が積極的に取り組まれてきている。太陽エネルギーについては、2010年に「太陽エネルギー利用国家計画（Jawaharlal Nehru National Solar Mission）」が策定され、太陽光・太陽熱発電に重点を置く政策が推進された。また、MNREの「新・再生可能エネルギー戦略計画（Strategic Plan for New and Renewable Energy Sector）2011～17」においては、電力系統接続（オングリッド）の再生可能エネルギーとして主に太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、バガス⁴のコージェネレーション、小水力発電を推進し、農村部においては電力系統に接続されていない（オフグリッド）の再生可能エネルギーを推進し、それぞれ具体的目標数値をあげて取り組んでいくことが述べられていた。

事後評価時点でその後の政策を検証すると、続く「第12次5カ年計画」（2012年4月～2017年3月）においても再生可能エネルギーの新規発電計画は30,000MWの目標値が掲げられ、また、2016～17年度までの20%の省エネルギーの目標の下火力発電所等を含む産業部門エネルギー消費の効率化も重要視され、継続して取り組まれていた。そして、インド政府の「3カ年行動計画（2017年4月～2020年3月）」においても、再生可能エネルギー発電設備・配電の拡大、省エネルギーについては全セクターにおいて費用便益分析に基づく省エネ設備投資の推進を行うことが述べられている。

風力発電については、2009年以降の発電インセンティブ（Generation Based Incentives、以下「GBI」という。）の政策の導入で、電力系統に供給した発電量実績に応じて補助金を支払う制度⁵が実施されていた。「第11次5カ年計画」実施時

² A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

³ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

⁴ バガスとは、ボイラー燃料と利用されているサトウキビの搾汁後残渣。

⁵ 発電実績に応じ、2012年以降0.50ルピー/kWh、最大10年間で1千万ルピー/MWを上限額に補助金を支払う制度。

に開始した同政策は、「第 12 次 5 カ年計画」時も延長して実施されることになった。IREDA は GBI 制度の実施機関である。その他にインド政府により、輸入機器の免税や運用開始後 10 年間の所得税免除等様々なインセンティブが実施されていた。

以上、審査時から事後評価時までにおけるインド政府の各種の開発政策と本事業は合致したものであった。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

審査時点の 2011～12 年度の MoP の統計では、当時の急速な経済成長により、電力需要に対する発電設備容量は 8.5% 不足しており、再生可能エネルギーを含む新規電源開発や電力消費の効率化の取り組みの対策が必要であった。事業背景で前述のとおり、発電のエネルギー源は石炭に偏っており、化石燃料消費削減による環境負荷の軽減、電源多様化、エネルギー供給の安定的確保等の観点から当時約 9% を占めるにとどまっていた再生可能エネルギー発電設備増設が必要であった。

その後の経緯を事後評価時点からみると、インドの GDP 成長率は 2014～2016 年の過去 3 年間 7% 台で推移しており、その間一人あたりの電力消費量は年平均約 6% で伸びていた。MoP の統計によると 2011 年以降事後評価時点まで電力需要に対する発電設備容量の不足は 2011～12 年度 8.5% から 2016～17 年度 0.7% へと縮小したものの、事後評価時点においても若干のマイナスである。依然として需給ギャップがあり、引き続き発電設備容量の拡大や電力消費の効率化へのニーズがある。本事業実施中の「第 12 次 5 カ年計画」では、2012 年に全発電源の燃料の 56% を占める石炭を 2030 年には 42% に削減し、再生可能エネルギーによる発電設備の割合を 2012 年 12% から 2030 年に 33% へと増加することを目指していた。しかし、事後評価時点の MoP の 2017 年 2 月時点の統計によると、インドの電源は、発電設備容量で見ると 58.9% を石炭火力に依存している。再生可能エネルギーによる発電設備容量は 50GW、全発電容量の 15.9% となっており、2012 年との比較では約 4% 増加したが、さらに今後も引き続き再生可能エネルギー発電事業の取り組み強化が求められる状況である。

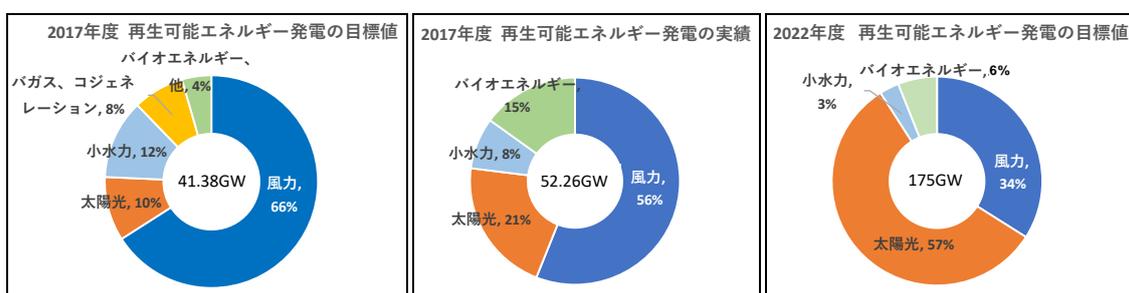
長期的な再生可能エネルギー発電の増設計画については、MNRE によれば、インドでは、900GW（内訳：太陽光 750GW、風力 102GW、バイオエネルギー 25GW、小水力 20GW）の潜在的な再生可能エネルギー発電の開発余地があると推定されており、2022 年までに 175GW（内訳：太陽光発電 100GW、風量発電 60GW、バイオエネルギー 10GW、小水力発電 5GW）の様々な再生可能エネルギーによる系統連系の発電設備開発が目指されている。「第 12 次 5 カ年計画」では、2017～18 年度までに系統接続される新規 30,000MW の再生可能エネルギー発電事業計画のうち、15,000MW は風力、10,000MW を太陽光、5,000MW をその他再生可能エネルギーとして計画されていた。また、系統接続されていない独立電源の再生可能エネルギー

では、3,400MW 発電事業が計画され、うち、2,000MW がバガスによるコージェネレーション事業、1,000MW が太陽光発電となっていた。

再生可能エネルギーの全設備容量の計画と実績の比較では、図 1 に示すとおり、2017 年の目標値は 41.38GW であったところ、実績では、57.26GW と計画値を超えていた。したがって、第 12 次 5 年計画実施中に再生可能エネルギー発電設備の増設は進んだが、2022 年まで 175GW の目標値は非常に高く、まだ約 3 倍もの開きがあり、今後も再生可能エネルギーの開発ニーズは高い。

省エネルギーについては、審査時の「エネルギー効率化国家計画」の下では、年間 23 百万石油換算トン、19,598MW の発電容量相当の省エネルギーが掲げられていた。第 11 次 5 年計画実施中に BEE や MoP の様々なスキームにより、11,000MW 相当の発電容量分が回避できたと公表されていた。事後評価時の第 12 次 5 年計画においては同計画期間中の産業部門の省エネルギー可能量は 13.18 百万石油換算トン、うち、火力発電所については 5.23 百万石油換算トンと推算され、電力セクターの省エネルギーへのニーズは引き続き高い。

以上のとおり、審査時以降事後評価時においても再生可能エネルギー発電や省エネルギーの開発ニーズは一貫して高い状況にあり、本事業の内容はこの開発ニーズに合致している。



出所：Ministry of New and Renewable Energy

図 1 インド政府の再生可能エネルギー発電設備増設計画（2017 及び 2022 年）と実績（2017 年）

3.1.3 日本の援助政策との整合性

2006 年度策定の対インド国別援助計画における重点目標に「貧困・環境問題の改善」が定められ、その中の環境問題に関する方針で再生可能エネルギー・省エネルギー支援があげられている。それを受けて JICA では「経済インフラ整備を通じた持続的経済成長の支援」及び「環境・気候変動対策への支援」を援助重点分野とし、その両方の観点から新・再生可能エネルギー開発や、省エネルギー促進を支援する方針としており、本事業はこれら方針に合致するものである。

以上より、本事業の実施はインドの開発政策、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：③）

3.2.1 アウトプット

本事業の融資スキームは、下図のとおり、JICA が IREDA に融資し、IREDA が JICA 融資適格サブプロジェクトに融資する（＝サブローン）、ツーステップローンである。融資対象として設定されたのは、太陽光・太陽熱発電事業、風力発電事業（ノン・リコースプロジェクトファイナンス⁶の場合は5MW以上）、小水力発電事業、コジェネレーション（バガス）発電事業（150MW 未満）、バイオマス発電事業（150MW 未満）、省エネルギー・エネルギー効率化促進事業にかかる中長期的な IREDA による単独融資あるいは IREDA を含む協調融資案件となっていた。

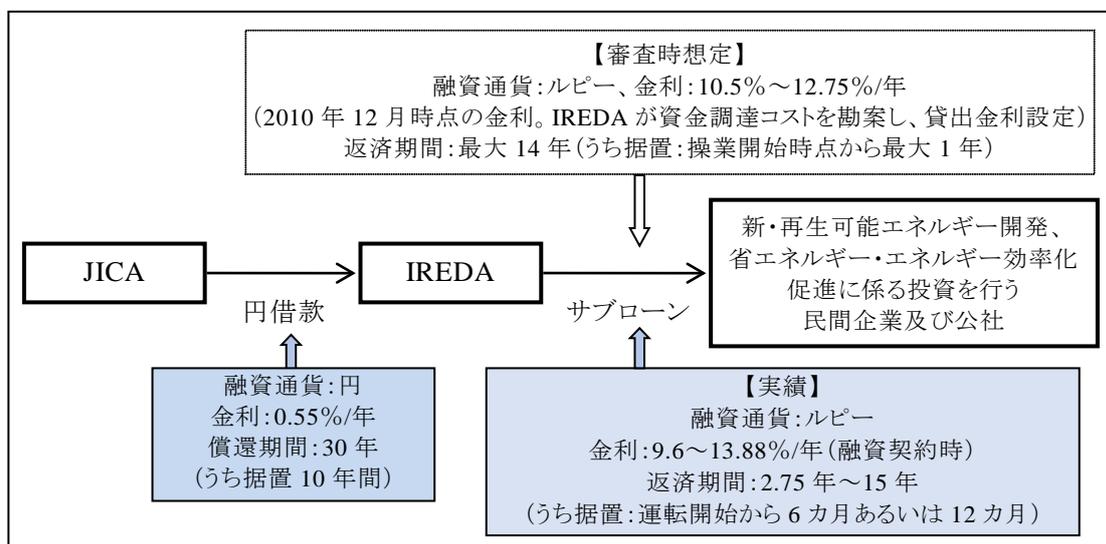


図 2 本事業の融資スキーム

本事業を通じて IREDA の融資対象となったサブプロジェクトは、全 18 件であり、その内訳は表 1 に示すとおりである。事業内容別では、ほとんどが風力発電事業（12 件）となっている。その背景には、本事業実施中に妥当性のところで言及した風力発電事業への補助金制度等が実施され、IREDA 全体で風力発電事業数が増加していたことが一因としてあげられる。そして、太陽光発電事業と小水力発電事業がそれぞれ 2 件、コジェネレーション（バガス）発電事業 1 件（製糖工場でバガスを利用した発電とバガス燃焼時のスチームを利用するコジェネレーション事業）、省エネ・エネルギー効率化事業 1 件（製糖協同組合や公社の製糖機等の近代化事業

⁶ 個人あるいは法人などが保有する特定の事業や資産（責任財産）から生ずる収益（キャッシュフロー）のみを返済原資とする非遡及型の融資。

7) となった。

表 1 融資対象事業件数及び融資条件の実績

事業タイプ	実績	融資条件		事業サイト州									
		金利	返済期間	HP	HR	RJ	GJ	JH	MH	TG	AP	KA	TN
(1) 風力発電事業	12 件	9.6-13.75%	9-15 年			✓	✓		✓		✓	✓	✓
(2) 太陽光発電事業	2 件	11.4%	10-12.8 年					✓		✓	✓		
(3) 小水力発電事業	2 件	12.5%	10-11 年	✓									
(4) コージェネレーション(バガス)発電事業	1 件	13.88%	10 年		✓								
(5) 省エネ・エネルギー効率化促進事業	1 件	11.75%	10 年										✓
合計/平均	18 件	平均 約 12%	平均 約 11 年	事業サイトがある州は全 10 州									

出所：IREDA 提供資料。

注：州名 HP：ヒマーチャルプラデシュ、HR：ハリヤナ、GJ：グジャラート、JH：ジャルカンド、MH：マハラシュトラ、TG：テランガナ、AP：アンドラプラデシュ、KA：カルナタカ、TN：タミルナド

融資条件については、審査時点（2010 年 12 月時点）の見込みでは、金利 10.5%～12.75%/年、返済期間最大 14 年と見込まれていた。実績では、融資タイミングや借り手のクレジットリスクによって融資条件に差があったが、平均でみると、固定金利約 12%、返済期間約 11 年であった（返済猶予期間、事業完工後半年～1 年含む）。IREDA によると融資実行時のこれらの事業の金利は、当時の市中銀行の金利よりもやや低い水準で、IREDA の融資審査期間は市中銀行よりも迅速に行われる傾向にあった点で借り手側にはメリットがあったとしている。事後評価調査で直接インタビューを行った IREDA の融資を受けた事業者の中でも、融資条件に付き言及があった事業者はおおむねこれらの点について肯定していた。

本事業の 2014 年の事業完成（貸付実行完了日）までにおいては、不良債権（Non-performing Assets、以下「NPA」という。返済期限を 180 日経過したものを指す）は生じていなかった。事後評価時点（2017 年 5 月）で期限前返済がなされた事業は 8 件（小水力 1 件、風力発電 7 件）あった。IREDA によると、期限前返済された事業については借り換えや他社への売却などが理由であり、事業自体は存続しているということであった。なお、インド準備銀行（Reserve Bank of India、以下「RBI」という。）資料⁸の公的銀行の貸出金利の動向をみると、2011～12 年度 10.00～10.75%であったものが 2016 年 7 月には、8.9～9.15%へと低下傾向にあり、

⁷ 事業全体は、①バガスを利用した発電事業、②製糖機等の更新、の 2 つのコンポーネントからなる。①はインドの公的融資機関である Power Finance Corporation (PFC)、②は IREDA が融資している。本事業における融資対象は②製糖機等の更新の部分であり、機器の更新による省エネルギー効果が目的となっている。

⁸ ウェブサイト <https://www.rbi.org.in/scripts/PublicationsView.aspx?id=17207> (2017 年 7 月時点)、Table 74 Structure of Interest Rate より。主要公的銀行 5 行についてはここでは明記されていなかったが、通常、State Bank of India, Punjab National Bank, Bank of Baroda, Canara Bank, and Bank of India を指す。

融資時の IREDA の貸出金利は現時点では高めの水準にあるとみられ、借り換えの一因となっているとみられる。

なお、審査時には本事業に関連した技術支援として、IREDA の太陽光発電事業にかかわる技術審査能力強化、IREDA の技術審査能力水準や実態の総合把握・分析、日本企業とインド企業による新・再生可能エネルギー分野知見共有セミナーが計画されていた。しかし、技術支援コンサルタントの入札不調が発生し、その一方で、太陽光発電事業の技術審査能力支援はフランス開発援助庁（Agence Française de Développement、以下「AFD」という。）によって実施された。このため、本事業で計画された技術支援は実施されなかったが、当初計画の内容の技術支援を実施しなかったことによる影響はなかったとみられる。

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

円借款の貸付総額は審査時の計画 30,000 百万円のとおり、全額貸付完了した。総事業費は計画 33,535 百万円に対し、33,349 百万円と計画事業費内で収まった。

表 2 事業費（計画/実績）

単位：百万円

項目	計画(2011年)		実績(2014年)	
	全体	うち借款対象	全体	うち借款対象
資金供与	30,000	30,000	30,000	30,000
建中金利	470	0	328	0
コミットメントチャージ	65	0	21	0
管理費	3,000	0	3,000	0
合計	33,535	30,000	33,349	30,000

出所：JICA、IREDA 提供資料

3.2.2.2 事業期間

本事業の事業完了は貸付実行完了日と定義されていた。審査時の事業期間は 2011 年 6 月～2016 年 3 月を予定（4 年 10 カ月＝58 カ月）していたが、実績は 2011 年 6 月～2014 年 12 月（3 年 7 カ月＝43 カ月）と、計画よりも 1 年 3 カ月早く事業が完了（計画比 74%）し、計画内に収まった。当初見込みよりも早期に貸付完了した理由は当初想定よりも早い段階で融資対象となりうるサブプロジェクトの申請がなされ、融資金額上限に到達したためである。アウトプットで既述のとおり、特に対象となりうる風力発電事業件数がこの間に急増したことが貸付実行の早期完了の要因の一つとなった。

3.2.3 内部収益率（参考数値）

本事業の審査時には、円借款融資対象となるサブプロジェクトが決定していなかったため、算出されていなかった。このため、事後評価時に再計算を実施していない。IREDA による各サブプロジェクトの審査資料によると、各サブプロジェクトの財務的内部収益率（FIRR：Financial Internal Rate of Return）は、サブプロジェクトコストと運営維持管理を費用、売電収入を収益として計算されており、各サブプロジェクトの計算結果は約 11%～22%であった。IREDA 提出資料では、2015 年当時に再計算された FIRR（14～17%）が示されたが、今回の事後評価調査で IREDA と協議したところ、それらの数字の計算根拠を確認できなかった。

以上より、本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まり、効率性は高い。

3.3 有効性⁹（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

事後評価時点で、18 件中、15 件のサブプロジェクトが完成しており、設備は稼働を開始している。ハリヤナ州の砂糖精製工場でバガスを利用したコジェネレーション事業 1 件及びタミルナド州の砂糖精製工場での省エネルギー事業 1 件（借入人はタミルナド州電力公社で 12 製糖協同組合・公社の発電設備、製糖工場施設の整備が対象）については、両事業とも工期が計画よりも大幅に遅延しており、事後評価時点で未完成であった。ただし、2017 年 5 月の現地調査で確認したところ、コジェネレーション事業で調達に大幅な遅延が生じていた発電タービンが最終的に 2017 年 4 月に調達され、試運転を経て 9 月の運用開始を予定し、省エネルギー事業についても 2017 年 12 月までには事業完了が予定されている状況であった（後掲の囲み参照）。風力事業 1 件については、計画設備容量の約 3 割が未完成であったが、現地サイト調査を通じ、完成部分については、順調に運用中であった（囲み参照）。

本事業の有効性・インパクトについては、事後評価時点の完成設備のみの稼働状況を検証し、評価判断をすることとした。

3.3.1.1 運用指標（設備容量・設備利用率）

審査時にサブプロジェクトが決定していなかったため、目標値は審査時に未設定であり、各サブプロジェクトの融資審査時に設定された。サブプロジェクト合計の設備容量は計画値が 844MW、2017 年 5 月時点の実績では 819.5MW であった。差が生じているのは、風力発電事業 2 件の設備容量が計画より減少したことによる。設備利用率については、発電形態別に平均で比較すると目標値に対し、約 8 割以上となっており、その年間合計発電量は約 1,121GWh であった。

⁹ 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。

これらすべて新規事業であり、電力供給源の多様化に貢献しているといえる。また、近年インドの電力需要は増加傾向にあり、電力の安定的確保や電力需要への対応の意義もあったといえる。

表 3 運用指標（設備容量・設備利用率）

発電形態	設備容量(MW) ¹		設備利用率 ² (%)	
	目標値 (各事業完成時)	実績値 (事後評価時点)	目標値 (各事業完成時)	実績値 ³ (2015～16年)
風力発電	791.0	766.5	20.3	18.2
太陽光発電	32	32	18.8	14.7
小水力発電	21	21	57.4	57.4
合計	844 MW	819.5MW (2017年5月)	—	—

出所：IREDA

注1：審査時では「最大出力」と記述されていたが、その定義は「設備容量」と同義だったので、本報告書では、「設備容量」とした。目標値はIREDAによるサブプロジェクトの融資審査時の計画値の合計。

注2：設備利用率＝年間発電量実績÷（設備容量×年間時間数）×100。目標値はIREDAによりサブプロジェクトの融資審査時に想定されていた数値。また、設備利用率は、発電形態別の平均値を比較した。

注3：実績値は会計年度の2015～16年度数値を基本としたが、同年のデータが入手できなかった事業については、その前後の数値である。また風力発電事業1件については2015年4月に完済されており、IREDAは事業実施者とコンタクトがなく、データが入手できなかった。

3.3.1.2 効果指標（エネルギー代替効果）

IREDAによる融資審査では、本事業のサブプロジェクトの風力、水力、太陽光発電施設が連系する電力系統は、火力発電（主に石炭、一部重油）を主電源としているため、サブプロジェクトの実施により化石燃料の節減が効果として想定されていた。実績として、サブプロジェクトによる施設の運用開始前後は、電力需要は増加傾向にあり、本事業がなかった場合、石炭あるいは重油による火力発電が増加した可能性がある。したがって、IREDAによる融資審査と同様の前提で、年間発電実績から想定されるエネルギー代替効果を推定したところ、表4に示すとおり、潜在的に約37万石炭換算トンと約2万石油換算トンの消費量削減分のエネルギー代替効果が認められる。

表 4 効果指標（エネルギー代替効果）

エネルギー代替	推定値
石炭消費量	371,516 石炭換算トン/年
石油消費量	23,139 石油換算トン/年

出所：IREDA及びサブプロジェクト事業実施者への質問票回答から評価者が計算。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

審査時には、「エネルギーの効率的な利用、安定供給、環境改善、持続的経済発展、気候変動の緩和」が定性的効果としてあげられていた。エネルギーの効率的な利用については、該当するサブプロジェクト 2 件が未完成であるため、今回の事後評価のタイミングでは述べることができない。電力の安定供給については、定量的効果として運用指標で評価した。環境改善や気候変動の緩和はインパクトとして評価した。持続的経済発展については、各事業の規模を鑑みて、地域的经济社会へのインパクトとして評価を行う。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

（1）CO₂の削減量

サブプロジェクトの発電実績から想定される石炭及び石油消費削減量から CO₂削減量を計算すると、年間約 90.9 万トンの CO₂削減のインパクトがあると推定される。このことから、気候変動緩和への貢献があったとみなされる。

（2）地域经济社会インパクト

IREDA によるとサブプロジェクトの社会経済効果として、各事業で雇用創出のインパクトがあったとされていた。事後評価でサイト訪問を行った事業のケースでは（囲み参照）、太陽光事業以外では、事業実施中及び運用中に地元の雇用増に貢献していた。その他、対象地域の土地価格の上昇のインパクトがあったという案件があり、その結果税収増へのインパクトもあったとみられる。

（囲み）4カ所のサブプロジェクトサイト及び関係者インタビュー調査結果

本事業のサブプロジェクトのうち、4 件について現地調査と関係者インタビューを実施した。調査結果は以下のとおりである。

（1）A 社：バガスによるコージェネレーション事業（発電・熱利用）

● 事業状況

A 社は 5MW の発電設備を現在所有しているが、新たに 25MW のバガスによる発電機を導入する事業である。完成が当初計画より約 2 年遅延している。発電のタービンが資金不足で当初計画のタイミングで調達できなかったのが主要因であるが、2017 年 4 月には同タービンが調達された。IREDA 担当者によると、試運転期間を経て、本格運転開始は 2017 年 9 月以降になる予定である。

● IREDA 融資に関するコメント

審査プロセスや書類手続きは円滑でよかった。融資担当はとても支援してくれ、技術面でも支援してくれている。日本政府からの資金支援であることは知っていた。融資の条件や実施については満足している。

● 社会経済インパクト

設備拡大に際し、50 人を新たに雇用することを計画している。エンジニアなどの技術者以外は地元住民の雇用を計画している。事業建設作業には基本的に地元住民を優



A 社 発電設備の外観

先して雇用している。建設コストの約 20%は地元から材料を調達しており、その意味で地域経済発展に役立った。

(2) B 社: 風力発電事業

● 事業状況

マハラシュトラ州のサイトで、当初設備計画 19MW のうち 14MW が現在稼働している。残りの 5MW の発電機は調達済みだが資金不足で未設置である。運用中の 14MW の運用については順調で特段問題は生じていない。

● IREDA 融資に関するコメント

現時点では金利は他の民間金融機関の融資と同程度。

● 社会経済インパクト

社会経済インパクトでは建設中及び運転時における対象地域住民の雇用増や対象地域の土地価格上昇とそれによる税収増に貢献したといえる。近隣の住民からの騒音クレームなどは今まで受けていない。環境面の懸念事項は生じていない。

(3) C 社: 太陽光発電事業

● 事業状況

アンドラプラデシュ及びテランガナ州 4 カ所のサイトで合計 30MW の太陽光発電を行っている。地域の電力系統に接続しているが民間企業(日本の東芝も含む)と直接売電契約を締結し、売電している。設備の運用状況は先日ケーブルに関する問題があったが、今は修理された。深刻な故障などなく、今まで順調である。



C 社 太陽光発電サイト

● 社会経済インパクト

事業設備の運用に関し、新規に技術職員を雇用した。電力供給契約締結先の民間会社にとっては、州の配電会社よりも安い電力料金で供給しているので彼らにとって便益がある。

(4) 製糖協同組合会社/公社の製糖プラント近代化(省エネ事業)

● 事業状況

事後評価時点で(2017年2月)製糖機近代化部分については対象の12社のうち、4社の設備が完成し、試運転を開始したばかりであった。

● 社会経済インパクト

事後評価時点で未完成であるため、インパクトの検証はできなかった。ただし、Vellore 砂糖協同組合会社及びタミルナド電力会社(Tamilnadu Generation and Distribution Corporation Ltd.、以下「TANGEDCO」という。)へのインタビューでは、想定されるインパクトとして老朽化し、性能劣化が著しかった製糖プラントの更新によるエネルギーコスト削減、製糖プラントの雇用保持・増大、頻繁に故障していた製糖プラントに対するサトウキビ生産農家からの信頼回復が期待されていた。設備稼働が順調に進み、経済環境の悪化等の外部条件の影響がなければ、以上の想定されるインパクト発現があるものとみられる。製糖組合/会社にサトウキビを供給する生産農家に裨益し、それらの農家には貧困層も含まれることから社会的意義が認められる。



Vellore 製糖協同組合 製糖プラント

● 新融資スキームの試み

当該事業では、組織規程上及び個別では資金の借入が困難な協同組合・会社の製糖機近代化及び発電設備への投資を、電力会社が借入人となって実施した。設備の近代化による電力消費量の減少が見込まれるとともに、余剰電力は電力系統へ供給される。電力会社と製糖組合会社/公社の間の合意書では、電力会社が電力設備を計画・建設、所有して運営維持管理を担当し、製糖組合会社/公社は、電力会社へ土地の提供と発電燃料となるバガスが無償で提供すること、製糖機の建設については、製糖組合会社がコントラクターの監督を行うこと、電力会社が融資を完済した時点でこれら事業設備は製糖組合会社・公社へ移管されることとなっている。IREDA の担当者によれば、電力会社が製糖協同組合・公社事業に投資するという新しい融資スキームを構築した点で意義があったとしている。同担当者によると、この新しい融資スキームモデルとして他にも推進したいという意向であったが、事後評価時点では、同スキームに関心を示している州電力会社は他になかったと述べていた。

3.4.2 その他、正負のインパクト

3.4.2.1 自然環境へのインパクト

IREDA によると、サブプロジェクトについてインド国内で求められている環境関係の各種クリアランス（森林地がプロジェクトサイトの場合は、森林局等からの許認可等）の取得状況は全て確認しているとのことであった。また、審査、事業実施、完成の各段階で融資担当者が事業サイトを訪問し、事業サイトの現況を確認している。事業サイトの現況を踏まえた報告には、自然環境へのネガティブなインパクトに関する報告はなく、また、供用開始後も問題となったケースはないことを確認した。

また、本事業は石炭や石油の燃焼を代替しているため、SO₂、Nox、粉塵といった大気汚染の原因となる物質の減少にもつながったと認められ、環境改善のインパクトもあったとみなされる。

3.4.2.2 住民移転・用地取得

IREDA によると、住民移転が必要とされたサブプロジェクトはなかった。事後評価時点の IREDA 融資担当者からの聞き取り結果から、国際協力機構環境社会配慮ガイドライン上、カテゴリ A に相当するサブプロジェクトがなかったことを改めて確認した。また、サイト調査を行った訪問先からの聞き取り結果と IREDA の各サブプロジェクトの書類を確認したところ、住民移転を要した事業はなく、用地取得における問題もなかった。

本事業の目的である「電力需要に対する電力供給の確保と電力供給源の多様化」は、本事業融資を通じて達成されている。本事業の実施により、主に石炭火力発電のエネルギー代替効果と CO₂ 排出削減効果という正のインパクトが認められ、よってインドの環境改善・気候変動緩和に寄与したと考えられる。事業実施による雇用創出インパクトもあった。

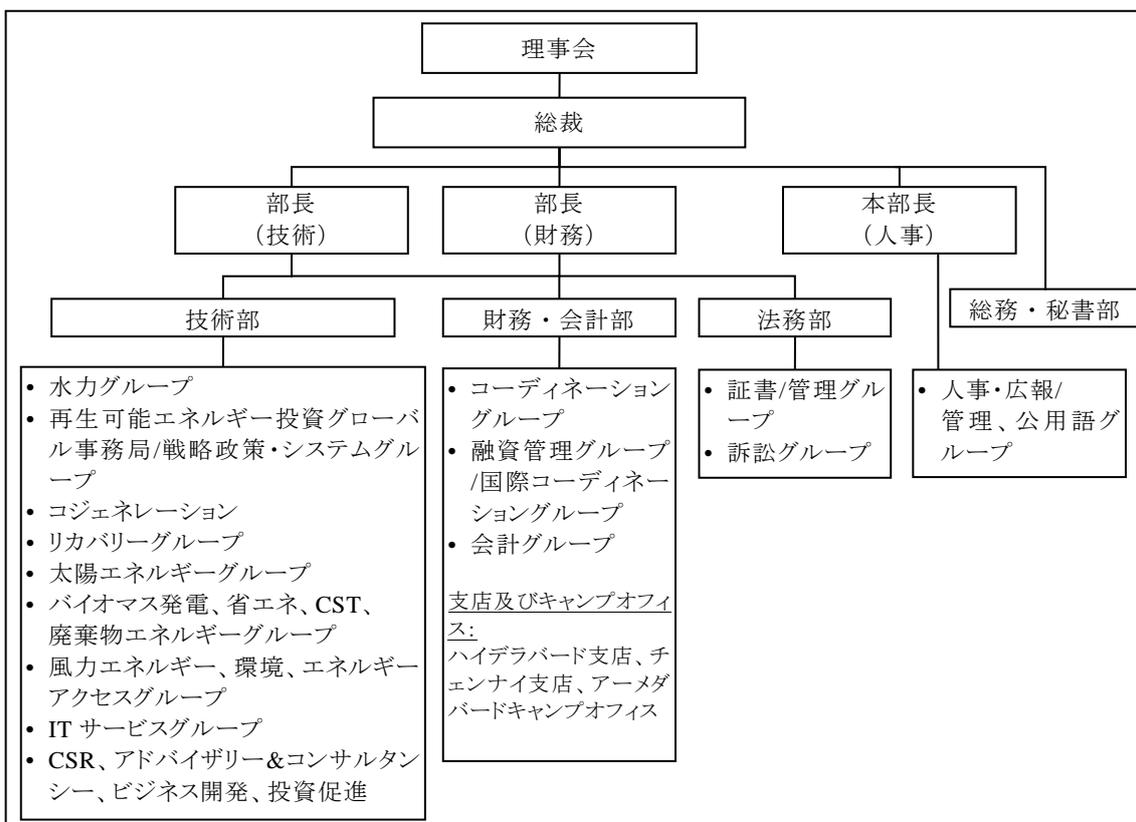
以上により、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性（レーティング：③）

3.5.1 運営・維持管理の体制

IREDA は 1987 年に設立された公社であり、RBI の金融機関カテゴリ分類では、ノンバンク金融機関として位置づけられる。事後評価時点では、MNRE の附属機関として、MNRE によりその運営が監督されている。IREDA の組織は図 3 に示すとおりである。理事会（Board of Directors）と総裁（Chairman and Managing Director）の下、技術担当理事、財務担当理事、人事担当本部長が配置され、技術サービス部（Technical Service）、融資・会計部（Finance and Accounts Department）、人事部

(Human Resource)、システムグループ等が配置されている。技術部の中で、水力、太陽光、風力、コジェネレーション、バイオマス発電・省エネ等の担当グループが配置されている。本事業のサブプロジェクトの審査から監理はこの部署が担当している。全職員数は、事後評価時点で 152 名となっている。近年の融資件数及び融資額増加に比して、職員数はあまり増加しておらず、事後評価時点では職員数不足が懸念されたが、IREDA は MNRE より 2020 年までに全職員数は 200 名を超える人数とする職員増計画の承認をとっており、毎年新規職員の雇用が進行中である。2017 年 4 月時点では新規職員 24 名を雇用し、トレーニングを実施中であった。



出所：IREDA 提供資料より主要部分を抜粋して評価者が作成（2017 年 4 月時点）

図 3 IREDA 組織図

IREDA は本店が主となって債権回収業務を行っている。チェンナイ及びハイデラバード支店の職員は（ただし、チェンナイでは 1 名のみ）、プロジェクトサイトのチェック、融資業務に必要な書類の作成支援、関係政府機関・銀行との調整等、本店の補助業務を担当している。

以上、事後評価時点においては、業務増に対する職員数の増員の対応の措置はとられつつあり、組織体制と業務分担についても深刻な問題はみられない。

3.5.2 運営・維持管理の技術

IREDA の融資担当職員は大卒以上で、多くは経営学修士や電力エンジニアの専門性を有している。毎年 1 月末までに各部署の上司による部下の研修ニーズアセスメントを人事部に提出することになっており、そこで各職員に業務上必要と判断された研修について、各職員は一通り受講することとなっている。研修の内容は、上級管理職向け研修と中間管理職及び若手職員向けに、職務内容別の研修プログラムがあり、業務上必要な知識を各職員が取得するように定期的に実施されている。

IREDA の案件審査については、2013 年 9 月から「IREDA 再生可能エネルギー融資信用格付けモデル (IREDA Credit Rating Model for Renewable Energy Financing)」を導入し、複数の信用格付け機関の評価を参照し、融資先の信用力について点数をつけて 8 段階評価をしており、より詳細にリスク分析をするようになってきている。

以上の取り組みから IREDA は職員の案件審査や監理能力の向上に努めているといえる。事業完成後の融資返済状況のモニタリングも融資機関として当然行っている。ただし、事後評価時点では各事業の運用状況については、全事業について定期的データ収集を行う等、一律にモニタリングしているとは限らなかった。そのため、事後評価時において各事業の稼働状況のデータの確認にあたり、場合によってはサブプロジェクトの借入人に問い合わせなければならず、時間を要した。本事業の後続事業である「新・再生可能エネルギー支援事業 (フェーズ 2)」に関連する JICA の技術支援を通じ、各融資案件の発電量実績等を確認できるプロジェクトモニタリング評価の情報データシステムを構築中である。本事業の対象サブプロジェクトの情報も含む情報データシステムを構築し、最終的には IREDA の全融資案件のデータまで範囲を広げていく予定である。事後評価時点では、システムの構築は途中であったが、システムの完成後、今後、IREDA がデータを利用して、モニタリング・分析していくこととなる。したがって IREDA としてデータシステム運用維持管理方針を定め、事後モニタリング体制と能力を構築しておくことが非常に重要である。

3.5.3 運営・維持管理の財務

過去 5 年間の主要財務実績では、毎年の利息収入増で税引き後の利益は毎年増加傾向にある。自己資本規制比率 (CAR : Capital Adequacy Ratio)¹⁰については、2011～12 年度に 28%を計上してからその後減少傾向にあり、RBI がノンバンク金融機関に対して定める 15%以上の基準は超えているものの、2015～16 年度には 19.9%へ急減した。2013～14 年度以降、NPA 比率は毎年増加傾向であり、2013～14 年度 2.46%、2014～15 年度 3.84%、2015～16 年度は 4.09%となっていた。表 6 のとおり、IREDA と MNRE は協定で毎年の NPA 目標値を定めており、NPA 比率は毎年

¹⁰ 自己資本を、リスクの可能性ある資産を項目別にリスクの比重をかけた合計で除した割合。数値が高いほどより良好な状況。

目標値より少々上回っていた。

NPA となっている事業は、小水力、コジェネレーション及びバイオマス発電事業が多い。小水力事業は雨量、コジェネレーション及びバイオマス発電事業については燃料調達上の想定外の状況などの外部要因を受けやすく、事業の成功には適切かつ綿密な計画が不可欠である。IREDA は小水力案件についてはフィージビリティ・スタディの技術的検討に不備があったとしており、専門技術者を配置し、技術面の精度向上に尽力しつつあるという。2016～17年度の財務指標ではNPA比率は再度減少し、ほぼ目標値に近くとなっている。税引き後の純利益も増加し、前年比で20%上昇している。収入増に対し、資金コストも増加したが、現時点では概して財務面の健全性に深刻な問題はみられない。

表 5 IREDA の主要財務実績

単位：百万ルピー

指標	2012～13年度	2013～14年度	2014～15年度	2015～16年度	2016～17年度
収入	7,296	8,954	11,183	11,745	14,817
うち利息収入	7,191	8,908	11,179	11,740	14,793
支出	4,757	5,546	7,397	7,562	9,438
うち資金コスト	3,806	4,880	6,463	6,684	7,259
うち人件費	183	212	257	226	281
税引き前利益	2,506	3,403	3,786	4,176	5,379
税引き後利益	2,026	2,405	2,719	2,980	3,650
引当金	470	191	312	393	1,239
資産	71,931	90,803	102,805	131,958	187,042
自己資本規制比率 (%)	24.8	23.8	23.1	19.9	18.3

出所：IREDA 提供資料

表 6 IREDA の不良債権比率の推移

単位：%

指標	2013～14年度	2014～15年度	2015～16年度	2016～17年度*
目標値	-	3.00	3.25	3.68
実績	2.46	3.84	4.09	3.70

出所：IREDA 提供資料

注*：監査前の数字。

3.5.4 運営・維持管理の状況

本事業のサブプロジェクトについて事後評価時点で返済が継続している事業の返済状況を確認したところ、事後評価時点で支払い期限が過ぎている延滞債権は風力発電事業の3件であり、そのうち1件は2017年3月末時点でNPAとして計上された。ただし、事業自体については、継続的に稼働しており、事後評価時点では、すでに別会社へ売却手続きが進められていた。

受益者インタビューによると、マハラシュトラ州では州政府の風力事業に対する電力購入料金の未払い状態が1年以上継続していたことも影響し、NPAとなった。IREDAによると、2017年5月現在、マハラシュトラ州政府は延滞していた電力料

金の支払いを進めるべく動いているということであるが、州政府の支払いが遅れるケースはラジャスタン州など他州でもみられるという。現時点では、本事業のサブプロジェクトで州政府の未払いによって NPA となったサブプロジェクトは 1 件であるものの、このことはサブプロジェクトの借入人の財務に影響し、IREDA への返済の延滞要因となるため、引き続き留意を要する。

JICA は IREDA による本事業の返済金を利用した二次貸付以降の貸付のモニタリングの目的から、IREDA にすべての融資承諾案件毎の貸付残高一覧表の提出を求めていた。この書類は、事後評価時点で初めて提出され、その内容を確認したところ、貸付残高はサブプロジェクトの返済金額を上回るものであった。概して、サブプロジェクトの返済資金は本事業の融資と同一目的の事業に対する融資に利用されているといえる。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務、状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、電力供給能力不足に直面しているインドにおいて、IREDA を通じたツーステップローンにより、新・再生可能エネルギーによる電力供給事業及び、エネルギー利用の効率化促進事業に中長期的資金を供与し、電力供給の確保と供給源の多様化及び環境負荷の改善を目指すものである。急速な経済成長に伴って増大するエネルギー需要への対応と環境改善対策を行う本事業は、インド政府の政策や開発ニーズならびに日本の援助政策と整合しており、妥当性は高い。本事業は事業費、事業期間ともに計画内に収まっており、効率性が高い。IREDA を通じて融資した風力発電、太陽光発電事業はおおむね計画どおり順調に稼働している。これにより火力発電が中心のインドにおいて石炭消費量などの削減という火力発電代替効果が認められ、CO₂ 排出量削減につながり、環境改善のインパクトが見られる。また事業サイトにおける地元の雇用創出インパクトも認められ、有効性・インパクトは高い。持続性については、IREDA は融資急増に応じた職員数増加と能力強化を行い、融資案件のモニタリング体制を強化する必要があるものの、事後評価時点では、運営維持管理の組織体制、技術面、財務面、現在の事業の運営維持管理状況に深刻な問題はみられない。したがって持続性は高い。

以上より、本事業の評価は非常に高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

本事業のフェーズ2に付随して実施中の技術支援によって構築しているプロジェクトモニタリング評価に関する情報データシステムについては、今後、IREDA が同システムの更新・維持管理を行い、融資後の事業モニタリングに利用していくものである。同システムを利用した事業モニタリングについては、早期に方針を制定し、担当を配置してシステムを効果的かつ最大限利用していくことが求められる。

4.2.2 JICA への提言

なし。

4.3 教訓

実施機関の事業モニタリング能力の強化のための支援の早期検討

IREDA にとって、融資対象事業の審査時の情報の他、完成状況及び運用状況に関する情報収集の体制構築も、本事業の開始時から必要であったといえる。本事業の審査時において過去の類似事業の教訓から「設備利用率を四半期毎に報告させることとする」としていたが、当時 IREDA は全融資案件の設備利用率をモニタリングする体制はなく、その点については本事業審査時に確認し、技術支援で実施する必要があった。本事業のフェーズ2事業で各サブプロジェクトの稼働状況が確認できるプロジェクトモニタリング評価の情報データシステム構築の技術支援がなされているが、本事業の実施時からこの点についての技術支援が実施開始できれば、より良かったといえる。

再生可能エネルギーや省エネルギー対策事業は、事業完成後の運用時の対象国の政策・経済・自然状況の変化等の影響を受けやすく、その点で、投資リスクは比較的高い傾向にある。また、特にインドのような大国の場合は、個別事業の位置する州政府の政策・経済状況の変化の影響を受けることになる。技術審査能力のみならず、実施機関のモニタリング体制が不十分とみなされる場合においては、債権管理の能力強化の目的からも早期にモニタリング体制構築の支援を並行的に実施することで、より有効性・持続性を高められる可能性がある。今後の類似案件においては、案件形成準備調査の段階において、JICA は実施機関のモニタリング体制・能力を分析し、必要かつ可能であれば技術支援にて、あるいは、他ドナーの支援との連携で、実施機関の事業モニタリング体制の強化がなされるように事業計画を策定しておくことが望ましい。

以上

主要計画/実績比較

項目	計画	実績
①アウトプット	借入人である IREDA からエンドユーザーへ転貸するツーステップローン	計画どおり
(1) 融資件数	なし	18 件
(2) 融資条件		
融資適格エンドユーザー	新・再生可能エネルギー開発、省エネルギー・エネルギー効率化促進に係る投資を行う民間企業及び公社	計画どおり
融資対象サブプロジェクト	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽光・太陽熱発電事業 ・ 風力発電事業 (* 協調融資型のコーポレートファイナンス案件あるいは 5MW 以上のノン・リコースプロジェクトファイナンス) ・ 小水力発電事業 ・ コージェネレーション(バガス)発電事業 ・ バイオマス発電事業 ・ 省エネルギー・エネルギー効率化促進事業 	計画どおり
金利	原則自由金利とし、IREDA はエンドユーザーの信用他リスクを勘案の上独自に設定 (2010 年 12 月時点 10.5 ~ 12.75%/年)	9.6~13.88%/年
返済期間	最大 14 年	9~12.8 年 (うち、運用開始後半年~1 年間の据置期間)
②期間	2011年6月~2016年3月 (58カ月)	2011年6月~2014年12月 (43カ月)
③事業費		
外貨	30,535百万円	30,349百万円
内貨	3,000百万円	3,000百万円
合計	33,535百万円	33,349百万円
うち円借款分	30,000百万円	30,000百万円
換算レート	1ルピー=1.78円 (2010年11月時点)	1ルピー=1.69円 (2011年~2014年 IFS 年平均レート)
④貸付完了	2014年12月	