

I 案件概要

II 評価結果

＜留意点＞

【上位目標の指標】

本 SATREPS 事業の上位目標は、「低炭素技術の適用促進」であり、「特定された低炭素技術のリスト」及び「特定された低炭素技術によるエネルギー効率及び二酸化炭素削減のコベネフィット（共便益）の可能性」の 2 つの指標が設定されていた。他方、ガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプの 2 つの技術が本事業により特定されたが、候補技術の適用可能性の検討とパイロット事業に協力する中小企業の選定に見込みよりも時間がかかり、これらの技術の効果を検証するためのパイロット事業は遅れ、4 つの中小企業（ガスヒートポンプ 2 企業、電気ヒートポンプ 2 企業）で実施するにとどまった。そのため、本事業で提案し、実施した、ガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプを促進するセミナー/ワークショップの開催数を、上位目標の達成度の補完的に使用した。

【プロジェクト目標の指標の事後評価時点における状況の検証】

プロジェクト目標の指標は、「コベネフィットとしての低炭素技術の促進に係る提案/提言が発表される」であり、同指標の継続状況は、本事業による低炭素技術の促進に係る提案/提言の実施または適用について、研究成果/効果の活用への取組み（社会実装）の一部として検証した。

1 妥当性

【事前評価時・事業完了時のインド政府の開発政策との整合性】

本事業は、エネルギー効率の向上に重点を置く「国家気候変動行動計画」（2008年）、「第12次5カ年開発計画」（2012年～2017年）、及び「エネルギー効率の強化に係る国家ミッション」（第1フェーズ：2012年～2015年）と整合していた。加えて、インド政府は、第15回国連気候変動枠組条約締結国会議（COP15）において、温室効果ガス原単位の2005年水準からの20～25%削減を公約した。

【事前評価時・事業完了時のインドにおける開発ニーズとの整合性】

本事業は、増加し続けるエネルギー消費量により拡大し続ける温室効果ガス排出の削減に向け、エネルギー多消費サブセクターの小規模生産設備のエネルギー効率の向上という、インドの開発ニーズに整合していた。

【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、貧困・環境問題の改善に向けた重点的な支援を行うとした、「対インド国別援助計画」（2006年）に整合していた。

【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】

事業完了時点までに、プロジェクト目標は一部達成された。本事業で導入した低炭素技術の促進に向けたインド・日本両

¹ SATREPS とは、「地球規模課題対応国際科学技術協力」(Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)を指す。

政府への政策提言は草案が策定され、研究論文が発表された。また、本事業の研究結果は、インド国内外の会議において発表された。

【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

本事業の効果は、事後評価時点において一部継続している。TERI 及び IGES は、国内外のワークショップや会議において数多くの発表を行い、本事業で実証した技術の幅広い普及に取り組んできている。特に、チャンディグラに設置された電気ヒートポンプは、一般財団法人省エネルギーセンター（ECCJ）の支援を受けて TERI が開催したワークショップにおいて、実証プラントとして活用された。このワークショップは、インド・日本エネルギー対話の一部として行われたもので、促進すべきエネルギー高効率技術の一つとしてヒートポンプ技術が特定された。しかしながら、パイロット事業として設置されたガスヒートポンプ（2 企業）及び電気ヒートポンプ（2 企業）は、事後評価時点において使用を停止していた。これは、両技術の維持管理とスペアパーツの調達に関わる問題に起因している。また、ガスヒートポンプについては、天然ガス価格の上昇も停止の理由となっている。

低炭素技術に関する研究活動については、TERI は、IGES の支援のもと、ヒートポンプ技術に関する研究を継続している。また、TERI 及び IGES は、研究論文やレポート並びに当該技術の省エネ効果や経済的便益に関する多くの実施可能性調査により、実証を行ったヒートポンプ技術の普及を行っている。

【想定された上位目標の事後評価時における達成状況】

上位目標は、事後評価時点で達成された。7つの低炭素技術がTERIにより特定された（指標1）。また、特定された低炭素技術による大幅な省エネ効果は、二酸化炭素（CO₂）、硫黄酸化物（SO_x）、窒素酸化物（NO_x）排出削減のコベネフィットとともに、15～20%と推定された（指標2）。なお、インドの民間企業により、インドの国内企業及び他の国際企業によるヒートポンプ技術そのものは利用されているものの、日本企業が開発した技術をベースとする、本事業で実施したガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプの適用については、設備投資コストと運営維持管理費が高いため、進んでいない。

研究効果の活用（社会実装）については、TERIは、本事業で実証した低炭素技術の振興に向け、政策立案者、金融機関、産業界といった主な関係者とともに、取組みを行っている。例えば、本事業で実証を行った電気ヒートポンプは、JICAによる支援を受けたインド小企業開発銀行（SIDBI）によるツーステップ・ローンによる資金調達を受けられる適格技術のリストに含まれている²。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

事後評価時点においていくつかの正のインパクトが確認された。インドにおける日本の低炭素技術を振興するための日本-インド技術マッチメイキングプラットフォーム（JITMAP）により、能力構築・啓発ワークショップを通じて、TERI と政府機関（グジャラート州エネルギー開発庁、マハラシュトラ州エネルギー開発庁など）との協働は、促進が図られている。また、エネルギー効率局は、ECCJ、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術開発機構（NEDO）といった日本政府機関とのパートナーシップのもと、国家レベルでのエネルギー高効率技術の振興を行っている。加えて、エネルギー効率局は、ECCJ による知的支援により、産業界向けの省エネガイドラインを作成中である。この他、産業界レベルにおいても、エネルギー効率化に資する低炭素技術の振興に向けたインド・日本間の協働の動きは、両国間にとって相互的に利益のある貿易・通商関係の構築につながっている。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

| プロジェクト目標の達成度 | | |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 目標 | 指標 | 実績 |
| （プロジェクト目標） 低炭素技術の促進のための 枠組みが提案される。 | コベネフィットとしての低炭素技術の振興に関する提案・提言が発表される。 | 達成状況：一部達成（一部継続） （事業完了時） <ul style="list-style-type: none">研究論文 1 本、その他著作物 5 本が発表された。研究結果は、国際会議4件、国内会議4件で発表され、国内会議18件及び日本での会議2件において口頭発表が行われた。しかし、低炭素技術促進のための枠組みについては、作成中であった。 （事後評価時） <ul style="list-style-type: none">2014/15 年度及び 2017/18 年度までの間に、本事業で実証したガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプの促進に関する 26 の発表をセミナー/ワークショップで行った。 |
| （上位目標） 低炭素技術の適用が促進される。 | （指標1） 特定された低炭素技術のリスト | 達成状況：達成 （事業完了時） <ul style="list-style-type: none">以下の 7 つの低炭素技術が特定された：インバーターエアコンプレッサー、高効率誘導炉、高効率貫流ボイラー、蒸気システム最適化、高効率ベルト、工場エネルギー管理制度、スマートグリッドソリューション |
| | （指標2） 特定された技術による、省エネ及び二酸化炭素削減のコベネフィットの潜在力 | 達成状況：達成 （事業完了時） <ul style="list-style-type: none">高効率技術の適用により、概して 15～20%の大幅な省エネが測定された。また、ある事例では、コベネフィットとして、硫黄酸化物及び/あるいは窒素酸化物の削減とともに、結果として二酸化炭素の排出削減がもたらされた。 |

（出所）終了時評価報告書、TERI からの提供データ。

3 効率性

事業費及び事業期間は計画内に収まった（計画比：それぞれ 94%、96%）。アウトプットは計画どおりに産出された。したがって、本事業の効率性は高い。

4 持続性

【政策制度面】

² 中小零細企業省エネ支援事業（フェーズ3）（有償資金協力事業）

2

低炭素技術の振興は、政策により裏付けられている。「エネルギー効率の強化に係る国家ミッション」（第3フェーズ：2017年～2020年）は、「国家気候変動行動計画」の8つの国家ミッションのうちの一つである。また、インドは、気候変動に係るパリ合意のもと、2030年までに、炭素排出の国内総生産比を、2005年水準から33～35%に削減することを公約としている。

【体制面】

前述のとおり、インド及び日本との協働ネットワークは、インドにおける低炭素技術の振興に向け、構築されている。JITMAPイニシアティブは、日本の製造業者とインドの最終需要家間の低炭素技術に関する相互利益を生む取引のみならず、研究機関であるTERIやIGESとインド政府機関（グジャラート州エネルギー開発庁及びマハラシュトラ州エネルギー開発庁）間の対話を通じた、インドにおける低炭素技術振興に対する組織的な取組みを促進してきた。本事業で実証した低炭素技術の適用については、インドの中小企業に対する技術支援が不可欠である。TERI及びIGESは、日本の機器サプライヤーと低炭素技術を利用するために技術支援を必要とするインドの中小企業のマッチメイキングも促進している。TERIは、低炭素技術に関する研究活動を行う研究員を18名擁している。

【技術面】

TERI及びIGESの研究者は、低炭素技術の振興に向け、本事業のもとで実証したように、うまくいく技術移転モデルを構築した。2つの研究組織は、研究開発、普及、能力構築を継続し、また、日本の環境省による資金支援を受けた新たな研究事業により、低炭素技術の需要サイド及び供給サイドの双方に対する、政策レベル支援を継続して行っている。TERI及びIGESの協働のもと、TERIの研究者は、実施可能性調査、能力構築、講師育成研修への参加、インドの最終需要家向けの低炭素技術事業の提案書の作成、また、必要な場合には、最終需要家と適切な資金提供機関との仲介を行うための資金調達提案書の作成、低炭素事業の現場レベルでの実施、及び日本人専門家と共同で実施したガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプに関するパイロット事業の規模拡大に関する可能性調査、により、知識・技術の維持・改善を図ってきている。

低炭素技術の最終需要家である、中小企業については、設置した低炭素技術の機器の継続的な使用を確保するため、実施したパイロット事業に関する、日本の機器サプライヤー及びTERIとのフォローアップ活動により、技術的なスキル・知識を維持している。また、こうした中小企業は、本事業完了後にIGES及びTERIにより開催された能力構築ワークショップや国際スタディーツアーに参加した。中小企業は、JITMAPイニシアティブのもと、実施可能性調査、能力向上/講師育成研修プログラム、資金計画提案書作成、ウェブベースによる情報共有といった、有益な実地活動に参加する機会を得た。

【財務面】

JITMAPの活動への参加に係るTERIの実際の費用は、IGES経由で日本の環境省の支援により賄われている。また、TERIは、インド国内の中小企業に低炭素技術を促進するため、小企業開発銀行、エネルギー効率局、国連工業開発機構、国連開発プログラム、世界銀行、国際金融公社、スイス開発協力公社、シャクティ持続可能なエネルギー基金といった、他の機関から支援を得ている。さらに、エネルギー効率リスク部分保証基金やエネルギー効率一部リスク共有融資といった世界銀行支援する金融手段が、「エネルギー効率強化に係る国家ミッション」における取組みを補完するため、政府により構築された。小企業開発銀行は、また、中小零細企業向けの低炭素技術振興に向けたJICAの支援により、エネルギー効率融資スキームを構築した。

【評価判断】

以上より、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

低炭素技術の振興に向けた TERI と IGES の共同研究活動により、プロジェクト目標は一部達成され、上位目標は達成された。低炭素技術振興に向けた日本の製造業者とインドの最終需要家（中小企業）のマッチメイキングのための協働ネットワークは、持続的に構築され、機能している。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は非常に高い。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

（TERI 及び IGES）

本事業で実証したガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプの適用は、設備投資費用及び運営維持管理費用が高額であるため、限定的である。中小企業のエネルギー効率向上に向けたインドにおける低炭素技術の幅広い振興に向け、TERI と IGES は、インドの中小企業が財務的に負担可能なより費用の掛からないガスヒートポンプ及び電気ヒートポンプに関する研究活動を実施する必要がある。

JICA への教訓：

- 低炭素技術導入に関する財務的な実施可能性について、実証・振興すべき低炭素技術の特定・選定にあたって、検討しておくべきであり、それにより、事業完了後も、市場性をもって、技術のより広範な普及が可能となる。
- 本事業で特定された、高エネルギー効率の技術の一つであるガスヒートポンプのパイロット事業は、天然ガス価格の急激な上昇のため、本事業完了後すぐに継続されなくなった。この経験に基づき、資源価格の変動の影響を受けにくい、パイロット事業向けの技術を慎重に検討するとともに、資源価格の変動がパイロット事業の実施に与える影響を最小限にする代替策及び/あるいは対策を検討しておくべきである。



ラジュコットの中小企業に設置されたガスヒートポンプ



アムールの中小企業に設置された電気ヒートポンプ