

**「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」
個別テーマ／事後評価報告書**

2023年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業総合技術開発機構

国際部

目 次

はじめに
審議経過
評価委員会名簿

第1章 評価

1. 総合評価
2. 各論
 2. 1 事業の位置付け・必要性について
 2. 2 事業マネジメントについて
 2. 3 事業成果について
 2. 4 事業成果の普及可能性
3. 評点結果

第2章 評価対象事業に係る資料

1. 評価委員会公開資料（資料5）

参考資料 評価の実施方法

はじめに

本書は、「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」の個別テーマの事後評価に係る報告書であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第29条に基づき「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」事後評価委員会を設置し、事業評価実施規程に基づき、評価を実施し、確定した評価結果を評価報告書としてとりまとめたものである。

2023年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
国際部

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」
個別テーマ／事後評価委員会

審議経過

○ 事後評価委員会：2022年11月18日（金）

公開セッション

1. 開会、資料の確認
2. 評価委員会の設置について
3. 評価委員会の公開について
4. 評価の実施方法について
5. 事業の概要説明

非公開セッション

6. 事業の詳細説明
7. 意見交換

公開セッション

8. まとめ
9. 今後の予定、その他、閉会

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」
個別テーマ／事後評価委員会

表 1 事後評価委員会委員名簿

職位	氏名	所属	役職
委員長	よりの なおと 餘利野 直人	広島大学大学院	特任教授
委員長代理	あさの ひろし 浅野 浩志	電力中央研究所	研究アドバイザー
委員	しばた よしあき 柴田 善朗	日本エネルギー経済研究所	研究理事
委員	なりた のぶひこ 成田 暢彦	愛知学院大学	非常勤講師
委員	むらおか もとし 村岡 元司	NTT データ経営研究所 社会基盤事業本部長	執行役員 兼 パートナー

敬称略、委員のみ五十音順

第 1 章 評価

1. 総合評価

<肯定的意見>

- ・ 実証事業は当初計画を達成できており、実施体制や事業のマネジメント、事業成果、今後の普及可能性を含め、全体的に高く評価できる。
- ・ 不測の事態として、事業終了の直前に新型コロナの感染拡大により工期が2年延びたが、コスト増はあまりなく、この状況を逆手にとって教育・実証・普及活動・SAIL社との信頼関係を充実させたことは評価できる。
- ・ 今回の事業でシステム構築と運用実証を行ったバンプール製鉄所(ISP Burnpur)は、現在も稼働中であり、このことは今後の事業の横展開において大きな価値がある。
- ・ 鉄鋼業は産業部門の最大の排出源であり、エネルギー原単位の改善が強く求められる中、所定の省エネ成果を上げた。
- ・ 鉄鋼製品の省エネ化は、自動車産業など広く製造業全体の排出削減にも大きく寄与する。
- ・ 日印双方のカーボンニュートラルに貢献するために、我が国の製品生産にも低排出鉄鋼製品を安価に供給することも重要な施策である。
- ・ 現地に拠点をもち、今後も今回の実証事業成果の展開可能である。
- ・ インド政府の省エネ、脱炭素に資する技術として、鉄鋼業の省エネ化、効率化が求められている中で、アジアの脱炭素化に技術協力することは日本政府の政策に合致している。
- ・ インドの代表的な製鉄所を実証サイトとして選定し実証することで、インド国内に省エネ技術を導入、さらにインド国内に普及することで、2070年のインドのカーボンニュートラルに寄与することが可能である。
- ・ 委託先はカウンターパートであるインド政府および実証サイトと、設備新設から省エネ効果の具体的な評価などに関する協力体制を構築し、実証事業を完了させている。特に、ハード面ばかりでなく、人材育成、教育のソフト面からも、当該製鉄所の省エネに寄与している。
- ・ 製鉄所の操業が不安定な中で、操業条件をモデル化され、省エネ効果によるGHG排出量削減効果を試算され、要因別に分析している。特に、粗鋼あたりのCO₂排出原単位を試算され、鉄鋼製品のCO₂排出量の改善まで評価している。この温室効果ガス(GHG)排出量は日本のそれに比べ大きく、他のプロセス改善によりGHG排出量削減の余地があることを明確にした。
- ・ フォローアップを実施され、更なる省エネやGHG排出量削減を支援されている。このことから、インド国内の同業種にも、その成果が広く普及し、計画されているネットゼロGHG排出量を目指した取り組みになることが期待できる。
- ・ エネルギー多消費産業の一つである鉄鋼の低炭素化に貢献する我が国のEMSの有効性をインド製鉄会社において検証できたことは有意義である。計画時に想定していた省エネ・CO₂排出削減効果目標を上回る成果を上げた点は評価できる。
- ・ エネルギーセンター導入により、製鉄所内での省エネ意識やオペレータとのコミュニケーションの向上が図られたことも、人材育成という観点から得られた重要な成果と言える。
- ・ 本事業は、インド政府側とNEDOがMOUを締結することによって、ビジネス環境が日本と大きく異なるインドにおいて本邦民間企業の参画の円滑化に貢献したという点で、NEDOの関与の必要性・重要性が認められる。
- ・ 新型コロナ感染症の流行という想定外の事態にも適切に対処して、日本企業の強みを生かしたビジネス展開に向けて実証事業を円滑に遂行した点は、評価できる。
- ・ 実証事業の成果をショーケースとして、ビジネス展開に生かしていこうとしている点も評価できる。

- ・ 今後は、是非、早期にビジネス実績を積み上げ、インド国内、さらには周辺国などへの横展開が望まれる。

<今後に対する提言>

- ・ インドでは、生産設備自体の故障発生やオペレータの状況も日本とはかなり異なり、全体運用の効率化・省エネ化のニーズや改善余地も大きいと考えられることから、委託先と SAIL 社が協力してシステムをさらに有用なものにしていくことが期待される。
- ・ 本事業はうまく進められたと考えられるが、一方で、委託先では取り扱えない生産設備自体の改善などの課題も明らかになった。これに対しては、今後の取組として、他の日本企業と協調し生産設備を含めた全体システムで解決を図る可能性など、新たな体制やビジネスモデルの検討なども考え得る。今後、提供技術の付加価値を高め、顧客の満足度を高める工夫も検討してほしい。
- ・ 他の鉄鋼会社に転用するときの課題を明らかにした上で、適用する製鉄所の優先順位を付けていることが望ましい。
- ・ 他国の企業が参入する前に早急にフォローアップの結果を示し、スピーディーに普及策を展開すること。
- ・ 事業が 2016 年に開始されており、脱炭素を目指した鉄鋼製造方法の将来像を検討したうえでエネルギーセンターが実証対象であったことを事前検討すべきであった。
- ・ コークス炉ガス (COG) 等が放散/漏洩されており、その影響を事前に評価方法や基準を明確にすべきであった。特に、メタンは地球温暖化の影響が CO2 の 20 倍以上であるので、その削減評価も把握できる評価基準が準備されていることが望ましい。
- ・ 今回の導入設備のみでは、インド鉄鋼業のネットゼロ GHG 排出量を達成することは困難であり、日本のどのような鉄鋼製造技術を移転し、実証していくかが、今後の課題であるので、NEDO および委託先等が期待効果をも含み、検討していくことが必要である。
- ・ 本事業で実施した研修や訓練等を実ビジネス展開時にどこまで手厚く実施できるかどうかはわからないが、省エネの推進は顧客の意識向上が非常に重要と考える。したがって、潜在的な顧客へのエネルギー管理やコンサルティングの提供を行いつつ、意識向上を高めることでエネルギー管理システム (EMS) の導入の契機につなげてもらいたい。
- ・ ビッグデータを活用した AI 技術を活用した EMS の技術的改善を行っていくことは当然のことながら、本 EMS による省エネを保証する ESCO のようなサービスの提供まで視野に入れればターゲットとなる顧客が拡がると思われる。
- ・ 時代の流れに応じてビジネスモデルを多様化することが期待される。

2. 各論

2.1. 事業の位置付け・必要性について

<肯定的意見>

- ・ インド鉄鋼市場は今後拡大が予想される一方で、設備運用において非効率な部分が非常に大きく、省エネを含め改善余地が大きい。業界3位の SAIL 社が新設した一貫製鉄所「バンプール製鉄所 (ISP Burnpur)」に対し、日本のエネルギーセンター最適運用技術を導入実証し、インドでの市場創出を図る本事業は有望である。よって、NEDO が関与して本事業を実施した意義は十分に認められる。
- ・ インドの鉄鋼会社は政府系企業であり、担当省庁の協力・関与が不可欠であり、わが国の官民一体での取り組みは必要である。
- ・ インドにおける製鉄所における実証がなければ、わが国の EMS による省エネ効果を検証できなかったため、必要であった（他の手法では実行できない）。
- ・ インド政府の省エネ、脱炭素に資する技術として、鉄鋼業の省エネ化、効率化が求められている中で、アジアの脱炭素化に技術協力することは日本政府の政策に合致したものと考える。
- ・ インドの代表的な製鉄所を実証サイトとして選定し実証することで、インド国内に省エネ技術を導入、さらにインド国内に普及することで、2070 年のインドのカーボンニュートラルに寄与することが可能である。
- ・ エネルギー多消費産業の一つである鉄鋼の低炭素化は、カーボンニュートラルに向けて世界的に非常に重要な課題であり、インドの鉄鋼業に対して我が国のエネルギーマネジメントシステムの有効性を検証し成果を公表することは、当該技術の水平展開にもつながることから、非常に重要である。
- ・ インド政府側と NEDO が MOU を締結することによって、ビジネス環境が日本と大きく異なるインドにおいて本邦民間企業の参画の円滑化に貢献したという点で、NEDO の関与の必要性・重要性は認められる。
- ・ 事業の成果は、インドの鉄鋼業（高炉）における大幅な省エネに貢献できるものであり、日本企業が強みを有する技術・システムの海外への普及展開に貢献し得るものである。
- ・ 省エネは脱炭素化に貢献可能なものであり、今後経済発展とともにエネルギー消費量が増大する可能性の高いインドにおいてエネルギー需要量を抑制することを通じて、わが国のエネルギー安全保障にも寄与できる可能性がある。
- ・ インドは今後の成長国であり、本実証事業はわが国とインドの政治経済的な関係性構築にも貢献できるものと思料する。
- ・ インドと日本ではビジネス環境や制度などが異なっており、日本で蓄積した技術・システムをそのままインドで適用することは容易ではない。インド特有の不具合の発生やインド特有の規制やビジネス慣行への対処なども想定され、一民間企業でリスクを負担することは難しく、NEDO が関与しその支援の下で実証活動を行うことは妥当である。

<改善すべき点>

- ・ 事業が 2016 年に開始されており、当時は現時点よりもゼロカーボンの必要性が逼迫していなかった背景があるものの、鉄鋼製造方法の将来像を検討したうえでエネルギーセンターが脱炭素化に向けた最適の実証対象であったかを検証すべきであった。インドの鉄鋼需要が今後も旺盛であるとの見込みで、その GHG 排出量を削減する要素技術としてエネルギーセンターを選択せざるを得なかったと理解している。
- ・ NEDO の支援による我が国技術のインドでの実証という点ではその重要性は認められるが、一方で、当該分野における他国の技術や支援との相対的な立ち位置を明確にし、市場獲得における我が国技術の競争力を踏まえた上で、政策的意義や NEDO の関与の必要性を示すことができれば、我が国技術の国際展開という

本事業の目的により合致したものとなる。

- ・ フォローアップ事業を実施中と理解しているが、実証設備の O&M 等を日本企業が受注し、今後のビジネスモデルを実証していくことが重要であるとする。

2.2. 事業マネジメントについて

<肯定的意見>

- ・ 実証事業は当初計画終了の直前まで計画通りに実施されており、実施体制を含めて事業のマネジメントは、適切であったと判断できる。一方で、事業終了の直前に新型コロナの感染拡大により工期が2年伸びたが、コスト増はあまりなく、この状況を逆手にとって教育・実証・普及活動を充実させたことは評価できる。以上より事業マネジメントについて、不測の事態への対応も含め適切に実施されたと高く評価できる。
- ・ 高炉一貫製鉄所の EMS のパフォーマンスは、日印で相当のギャップがあり、我が国が強みをもつ鉄鋼 EMS を現地にカスタマイズし（人材訓練も含む）、必要な性能を上げるために事業者は対応できた。
- ・ 委託先は新型コロナウイルスの感染拡大による渡航制限の影響を受けたものの、カウンターパートであるインド鉄鋼省・財務省および実証サイトである SAIL 社と、設備新設から省エネ効果の具体的な評価などに関する協力体制を構築し、実証事業を完了させている。
- ・ ハード面ばかりでなく、人材育成、教育のソフト面からも、当該製鉄所の省エネに寄与している。
- ・ インド政府側と NEDO が MOU を締結していたこともあり、インド側実証対象企業との協力をスムーズに得られ、かつ役割分担がされている。
- ・ 新型コロナウイルス感染拡大の影響があったが、システムの導入、試験、招聘研修・専門家派遣による訓練等、当初の計画を遂行できたことは評価できる。
- ・ インド側は「制御・最適化の対象プラント」と「鉄鋼 EMS パッケージを導入するエネルギーセンタールーム」の土木・建築工事を実施し、日本側からは実証設備を提供するとともに、機器の設置据付工事等を担うなど、適切に役割分担を行って業務が遂行されてきたと考える。
- ・ 委託先各社とインド鉄鋼省・財務省および SAIL 社は良好な協力体制を構築し、新型コロナの発生等の想定外の事態が発生したにも関わらず、実証事業を完了させた点は評価できる。
- ・ 実証のための設備の設置、設置した設備を用いた実証、CO2 排出量の削減等の実証による成果の ISO 規格等に準拠した評価は適切に実施されているものと思料する。

<改善すべき点>

- ・ 我が国は省エネ法など法規制の面でも先行しており、技術的な改善策に加えて、インドの技術・経営実態を踏まえた上で、長期的に省エネ施策を継続できるような仕組み(規制)も提案すると良い。
- ・ ハード面で相手側設備であるガスホルダーの容量不足が事前に明確にされ、その課題が明確にされていれば、今回の事業内容を当初から検討し直すことも可能であったのではないかと。
- ・ 研修や訓練を通じて得られたインド側の反応、意向、課題等が整理されていれば、これらを今後の事業展開に役立てることができると思われる。
- ・ NEDO が負担した費用の妥当性については、判断を行うに足る情報が不足しているとする。

2.3. 事業成果について

<肯定的意見>

- ・ 実証事業により、省エネ効果など当初設定した数値目標は達成されていると考えられる。製鉄所において生産設備故障がない平常な状況においては、提案技術による省エネおよびコスト削減効果は顕著であることが実証された。
- ・ 実証期間に制御対象の生産設備で故障が頻発し、これより全体システムとして性能低下が発生したという課題が生じたが、この課題に対しても、インドで、日本人のスーパーバイザ、インド技術者がうまく対応し、2年間の延長期間も活用して、導入システムに対して SAIL 社の評価が得られている。また、データ入手ができるほど両者の信頼関係が構築できており、着実な事業成果が得られたと評価できる。
- ・ 課題として予測精度の改善があげられており、課題解決の道筋が示されオペレータとの連携などの取組が行われている点も評価できる。
- ・ 1次エネルギー消費原単位、CO₂ 排出原単位の改善は有意であり、技術的な成果を上げた。
- ・ インド側設備であるガスホルダーの容量不足という課題があったにも拘わらず、副生ガスの再利用、購入電力の削減などの省エネ技術を実証できている。
- ・ 製鉄所の操業が、設備故障などにより不安定な中で、操業条件をモデル化され、省エネ効果による GHG 排出量削減効果を試算され、要因別に分析している。
- ・ 粗鋼あたりの CO₂ 排出原単位を試算され（公開資料 p29）、鉄鋼製品の CO₂ 排出量の改善まで評価している。この GHG 排出量は 日本のそれに比べ大きく、他のプロセス改善により GHG 排出量削減の余地があることを明確にした。
- ・ 省エネ効果や CO₂ 排出削減量等、計画時に想定していた目標を上回る成果を上げた点は評価できる。また、エネルギーセンター導入により、製鉄所内での省エネ意識やオペレータとのコミュニケーションの向上が図られたことも成果である。
- ・ 設定目標は達成されている。また、その成果は十分な省エネ効果を確保するなど、評価できるものである。
- ・ 包括的に鉄鋼（高炉）工場の省エネを実現し得るソリューションは、競合他社に比較して優位性があると思料する。
- ・ 重複になるが、新型コロナウイルスの流行という課題に直面しつつも、スケジュール面を除いて成果を得つつ実証を終了させた点は評価できる。

<改善すべき点>

- ・ 予測精度の改善に関して、オペレータとの連携など人的な要因が関わるため、それほど簡単ではないかもしれないが、改善目標を明確にできるとよい。
- ・ コスト削減効果の比率を示すこと（絶対値のみでは効果の大小がわかりにくい）。
- ・ CO₂ 等が放散/漏洩されるのは、日本の当該設備の稼働状況からは想定できないので、事前に評価方法や基準を明確にすべきであった。例えば、漏洩ならば CO₂ に含まれるメタンの影響を気候変動の特性化係数（温暖化係数）から把握すべき。燃焼させている場合には、メタン 1 モルから 1 モルの CO₂ 排出する補正を行って、その削減評価も把握できる評価基準が準備されていることが望ましい。
- ・ インドのベースライン電源（系統電力）は石炭火力発電が主体であり、今後インドの系統電力の GHG 排出原単位が変動した場合の削減効果の変動まで試算できれば、将来のインドの鉄鋼業に及ぼす削減効果が理解しやすくなる。

- ・ エネルギーセンターの機能や役割を明確に示すことで今後の展開を効果的にするためにも、エネルギーセンターを導入することで最適運用が自動的に実現された結果省エネ効果が得られた部分と、エネルギーセンターを通じた見える化によって最適運用の在り方が示されその運用を行うことで省エネ効果が得られた部分を整理して示すことが大事と思われる。

2.4. 事業成果の普及可能性

<肯定的意見>

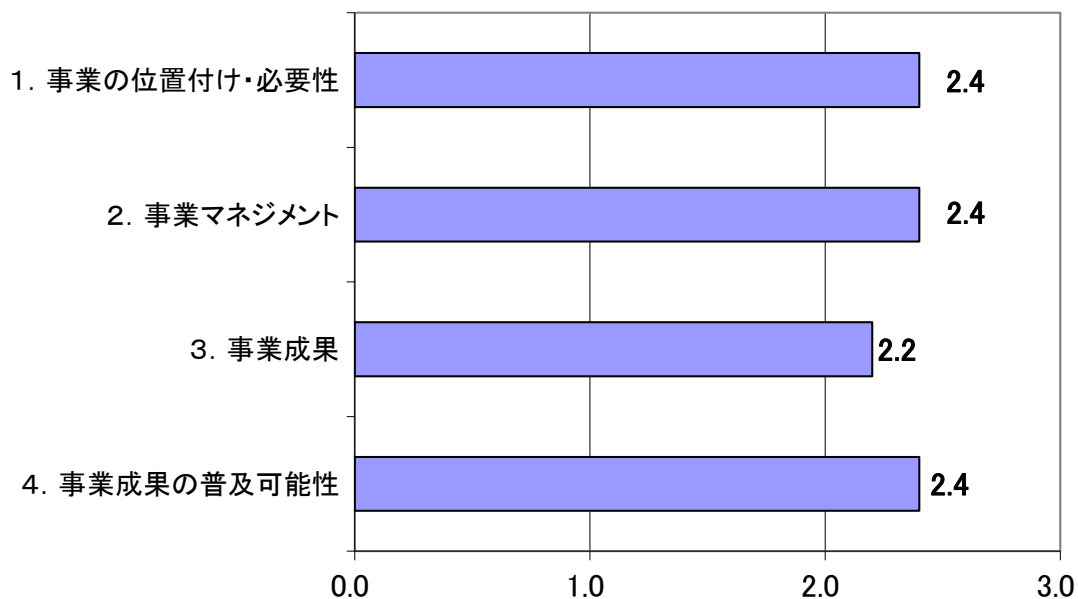
- ・ この実証事業により導入技術の有効性が実証され、委託先と SAIL 社の関係が構築できたことで、今後の事業成果の展開の準備が整ったと考えられる。
- ・ 今回の事業でシステム構築と運用実証を行ったバンプール製鉄所 (ISP Burnpur) は、現在も稼働中であり、今後の事業の横展開において、導入システムの有効性を示す実例として大きな価値がある。まずは、SAIL 社の他の製鉄所への横展開が期待できると考える。
- ・ 今後の事業では、特に現地の状況にきめ細かく対応できるかどうかが鍵となると考えられるので、この事業で構築した SAIL 社との関係およびノウハウを駆使して、インドにおける事業展開を強力に推し進めて頂きたいと期待する。
- ・ 鉄鋼 EMS の技術的優位性を有しており、現場の運用経験に基づいて、その性能をアピールできる点は強みである。
- ・ 設備稼働後のフォローアップを実施され、更なる省エネや GHG 排出量削減を支援されている。このことから、インド国内の同業種にも、その成果が広く普及し、計画されているネットゼロ GHG 排出量を目指した取り組みになることが期待できる。
- ・ 省エネは事業者にとってのコスト削減に直結するものであり、本事業で実証した省エネ効果はコスト削減の規模も大きいうえ、CO2 排出削減効果も期待できるため、インド国内のみならず、周辺国も含めて普及の可能性は十分にあるものと考えられる。
- ・ インドについては政策的な分析が行われており、同政策を踏まえたビジネス展開の検討にも着手しているものと思料する。
- ・ 現時点では、省エネ設備などを販売しその後、保守運用 (O&M) サービスを提供する従来型のビジネスモデルが指向されている。

<改善すべき点>

- ・ 他の鉄鋼会社に転用するときの課題を明らかにした上で、適用する製鉄所の優先順位を付けることが望ましい。
- ・ エンジニアリング業界など他の専門業者と提携して、高炉ガス等のガスホルダーがなければ、製鉄所全体のエネルギーマネジメントの効果を向上させるための方策も検討すると良い。
- ・ 他国の企業が参入する前に早急にフォローアップの結果を示しスピーディーに普及策を展開すること。
- ・ 今回の導入設備のみでは、インド鉄鋼業のネットゼロ GHG 排出量を達成することは困難であり、日本のどのような鉄鋼製造技術を移転し、実証していくかが、今後の課題であるので、NEDO および委託先等が期待効果をも含み、検討していくことが必要である。
- ・ ビジネスモデル展開における支援策として、顧客へのエネルギー管理やコンサルティングの提供を行うことは合理的である。一方で、この支援策にとどまらず、EMS による省エネを保証する ESCO のようなサービスの提供までできればターゲットとなる顧客が拡がると思われる。

- ・ 改善点ではないが、実証サイトは今後のマーケティングのショーケースとなり得るものであり、有効活用していくことが期待される。そのための仕組みとして、現地企業との O&M 契約など継続的なビジネス関係を早期に構築することが望まれる。
- ・ 包括的な省エネサービスを提供できる点が強みであるとのことであったが、ビジネスモデルも多様化を図り、初期投資コストはサービス提供者にて負担する ESCO 型モデルなども工夫することが望まれる。
- ・ 脱炭素化が世界の目標となり、各種ルールの整備が各国で進む中、ルールを踏まえた柔軟な取り組みを行うことが期待される。

3. 評点結果



評価項目	平均値	素点 (注)				
		A	B	A	B	B
1. 事業の位置付け・必要性	2.4	A	B	A	B	B
2. 事業マネジメント	2.4	A	B	B	A	B
3. 事業成果	2.2	A	B	B	B	B
4. 事業成果の普及可能性	2.4	A	B	A	B	B

(注) 素点は各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出した。また、読み手による解釈を統一するため、以下の判定基準は、A 及び B はポジティブ、C 及び D はネガティブとして扱った。

〈判定基準〉

1. 事業の位置付け・必要性

- ・非常に重要 →A
- ・重要 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当性がない、又は失われた →D

3. 実証事業成果

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね妥当 →C
- ・妥当とはいえない →D

2. 実証事業マネジメント

- ・非常によい →A
- ・よい →B
- ・概ね適切 →C
- ・適切とはいえない →D

4. 事業成果の普及可能性

- ・明確 →A
- ・妥当 →B
- ・概ね妥当 →C
- ・見通しが不明 →D

第2章 評価対象事業に係る資料

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業／製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」（事後評価） （2016年度～2021年度（6年間）

実証テーマ概要（公開）

NEDOプロジェクトチーム(省エネ部・国際部)
富士電機株式会社、パシフィックコンサルタンツ株式会社

2022年11月18日

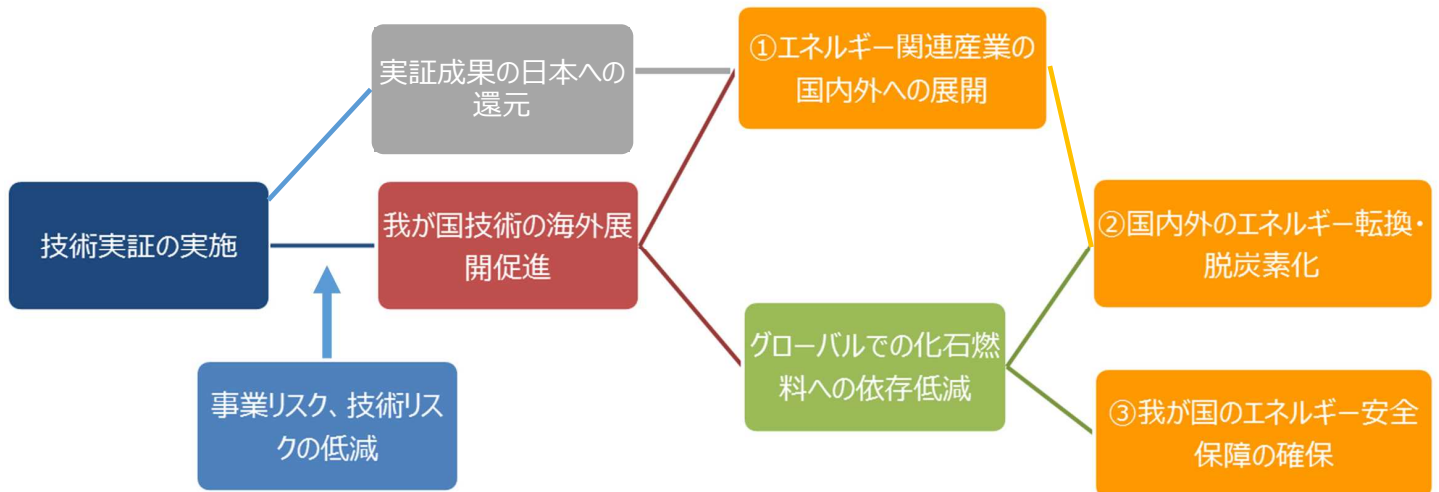
複製を禁ず

目次

1. 事業の位置付け・必要性
(参考) 背景、目的、事業概要
 - (1) 政策的必要性
 - (2) NEDO関与の必要性
2. 事業マネジメント
 - (1) 相手国との関係構築の妥当性
 - (2) 実施体制の妥当性
 - (3) 事業内容・計画の妥当性
3. 事業成果
 - (1) 目標の達成状況と成果の意義
4. 事業成果の普及可能性
 - (1) 事業成果の競争力
 - (2) 普及体制
 - (3) ビジネスモデル
 - (4) 政策形成・支援措置
 - (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性

エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業

3E+S（安定供給、経済性、環境適合、安全性）の実現に資する我が国の先進的技術の海外実証を通じて実証技術の普及に結び付ける。さらに、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証を通じて、日本への成果の還元を目指す。これらの取組を通じて、我が国のエネルギー関連産業の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、我が国のエネルギーセキュリティに貢献することを目的としている。（出所：基本計画）



2

1. 事業の位置付け・必要性

（参考）事業の背景等

背景

- ✓ 地球温暖化・気候変動問題
- ✓ 世界のエネルギー需給増大が日本のエネルギー安全保障にも影響
- ✓ 特に鉄鋼業はエネルギー多消費型の産業

インド鉄鋼業の現状

- ✓ 経済成長や人口増を背景に粗鋼生産量が増加（2020年に世界第2位）
- ✓ 現状、インド鉄鋼業のエネルギー原単位は日本の1.24倍
- ✓ インド政府は世界的な環境規制を見据えて国内の省エネルギー規制を強化する方向性

インド鉄鋼業の課題と機会

- ✓ 国際的な潮流やインドの国内規制に合わせて大規模な省エネルギー化を推進することが必要。具体的には、インドにおける効率改善義務を課す省エネ達成認証スキームの Perform, Achieve and Trade (PAT) に適合する必要がある。
- ✓ 日印エネルギーフォーラムでTechnologies Customized List:TCL（インド鉄鋼業に対して普及を促進すべき省エネ技術）が共有されており、高い関心が示されている。

3

(参考) 本実証の目的

日本の技術力でインドのエネルギー問題解決の一助となる

- ✓ 日印エネルギーフォーラムで示されたTCLにも掲載されている「エネルギーセンター」技術をインド鉄鋼業に導入し、省エネ・脱炭素化を推進する。
- ✓ エネルギーセンター（現状・改善・未来の見える化及び最適化運用）技術は、日本の鉄鋼市場においてはほぼ全ての製鉄所に適用されている。

効果を定量的に把握、製鉄所の省エネルギー技術としての有効性を実証

インドにおいて当該技術の普及促進

日本の先端技術のインドでの普及・展開に向けた足掛り

インド市場における当該技術のデファクトスタンダード獲得

インド鉄鋼業の発展に寄与、日本のエネルギー安全保障に貢献

4

1. 事業の位置付け・必要性

(参考) 実証事業の概要

製鉄から製鋼までを行う「一貫製鉄所（高炉・転炉・ガスホルダ・発電設備を有する）」を対象に、「鉄鋼EMSパッケージ」を導入し、**製鉄所全体のエネルギー状況の把握とエネルギー需給の全体最適化**を実現するエネルギーセンターを設置する。

日本の鉄鋼市場においてはほぼ全ての製鉄所に適用されているエネルギーセンター(現状・改善・未来の見える化及び最適化運用)技術を、インドSAIL社が新設のISP Burnpur製鉄所に導入する。

SAIL : Steel Authority of India Limited

SAIL社での実証のメリット

- ◆ SAIL社はインド鉄鋼業界第3位
2021年粗鋼生産量1,300万トン・市場シェア19%を占める国営企業であり、鉄鋼業界へ本技術の普及を目指すにあたり、影響力のある企業である。
- ◆ SAIL社の他製鉄所への横展開の容易性
SAIL社はISP Burnpur製鉄所以外にも4つの製鉄所を有しており、実証効果が確認できれば他の製鉄所に横展開することが容易である。

5

(1) 政策的必要性

日本の持つ先進的な技術を海外に展開

エネルギーセンターの最適運用技術
(現状・改善・未来の見える化及び最適化)

- ①発電設備の最適運用技術
- ②酸素設備の最適運用技術
- ③ガスホルダ設備の最適運用技術
- ④粗鋼生産量とエネルギー使用量の全体最適運用技術
- ⑤生産計画にリンクした省エネ余地の可視化

国内で実績のある優れた技術を、積極的に海外で展開

日本の技術の特長と現地国のニーズに合致した分野での売り込み

インドの一貫製鉄所では、副生ガスの再利用はどこかの製鉄所でも実施しているものの、一部の製鉄所を除きエネルギー管理部隊（エネルギーセンター）がないため局所的な省エネルギー化に留まる。
→製鉄所全体のエネルギー状況の把握とエネルギー需給の全体最適化

実証を通じてインドの実状に合わせた鉄鋼EMSパッケージの有効性を確認し、市場を創出

日本とインドでの違い（エネルギー有効活用に関する考え方、関連設備導入状況）を踏まえ、インドの実状に則したシステム改良が重要。日本のエネルギーセンターをインドに導入・普及するための商品として「鉄鋼EMSパッケージ」を実証し、エネルギー削減の有効性を確認することでインドでの市場を他社に先駆けて創出する。（日本企業の海外展開支援に貢献）

6

1. 事業の位置付け・必要性

(2) NEDO関与の必要性

実証の場を創出

インド鉄鋼省・財務省とNEDO間で合意を形成（MOU締結）し、その下で日本の委託先が国営企業のSAIL社と協力関係を構築（ID締結）。民間企業が単体で参入が難しい領域で、官民一体となった実証の場を創出。

普及展開に向けた政策的手段

インドで拡大する製鉄業を対象とした省エネ化は、世界のエネルギー需給の緩和を通じて我が国のエネルギー安全保障にも大きく貢献するため国際的・社会的裨益が大きいものの、日本とインド製鉄所のビジネス環境が異なるため、日本のエネルギーセンターをそのまま導入することが難しい。そのため、システム改良や実際の有効性検証・運転実績の蓄積も必要となるが、民間の取組だけではこれらのコスト・不確実性を鑑みると普及が不可能。

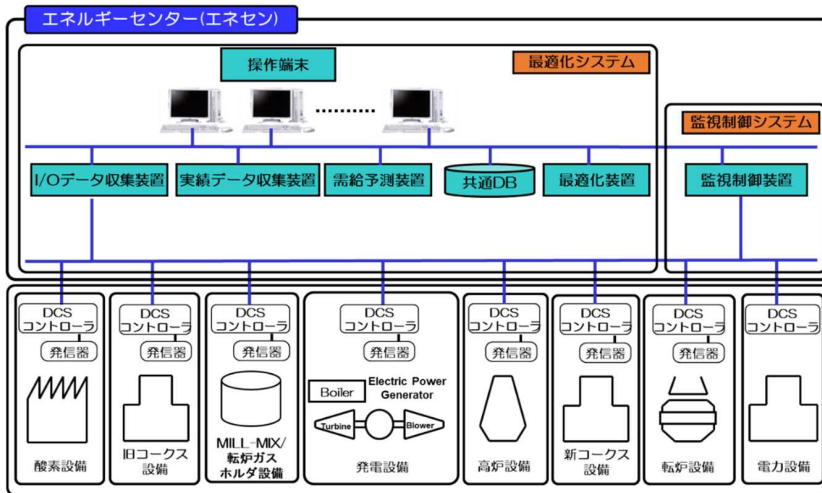
日印の政府間協力

日印エネルギーフォーラムなど、日印の政府間協力イベントで実証事業について紹介することで、インド国内での認知度を向上。実証後の事業展開の足掛かりを作る。

7

(1) 相手国との関係構築の妥当性

- インド側は「制御・最適化の対象プラント」と「鉄鋼EMSパッケージを導入するエネセンルーム」の土木・建築工事を実施し、日本側からは実証設備を提供するとともに、機器の設置据付工事等を担い、実証を行った。



鉄鋼EMSパッケージに含まれるシステム
(日本側負担)



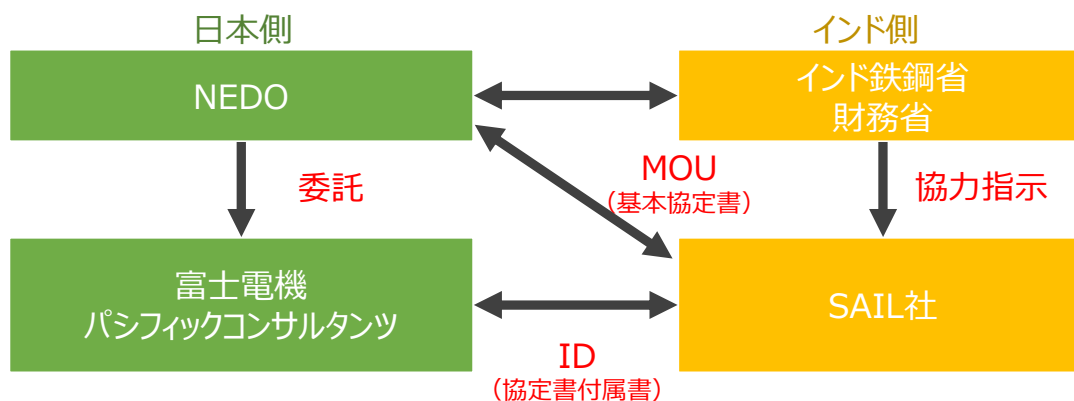
エネセンルームの整備
(インド側負担)

8

2. 事業マネジメント

(2) 実施体制の妥当性

- 委託先各社とインド鉄鋼省・財務省およびSAIL社は、良好な協力体制を構築し、実証事業を完了させることが出来た。
- 委託先各社は、6年に及ぶ実証期間であったが、問題なく資金及び設備の管理を行った。



実証事業の実施体制

9

(2) 実施体制の妥当性

実証事業の役割分担

◎: 主担当、○: 担当

実施項目	FE	PCKK	SAIL
プロジェクト管理	◎	○	
協定書関連業務	◎	○	
基本計画の策定	◎	○	
基本設計、詳細設計	◎	○	
機器調達、製作、輸送、保険付保	◎		
現地組立工事、土木建築工事	実施、監理	○	実施 (主に土木・建築工事)
教育・訓練	◎	◎	
試運転、実証運転	◎	○	○
実証、評価	◎	◎	
普及活動	◎	○	

FE：富士電機株式会社

PCKK：パシフィックコンサルタンツ株式会社

SAIL：Steel Authority of India Limited

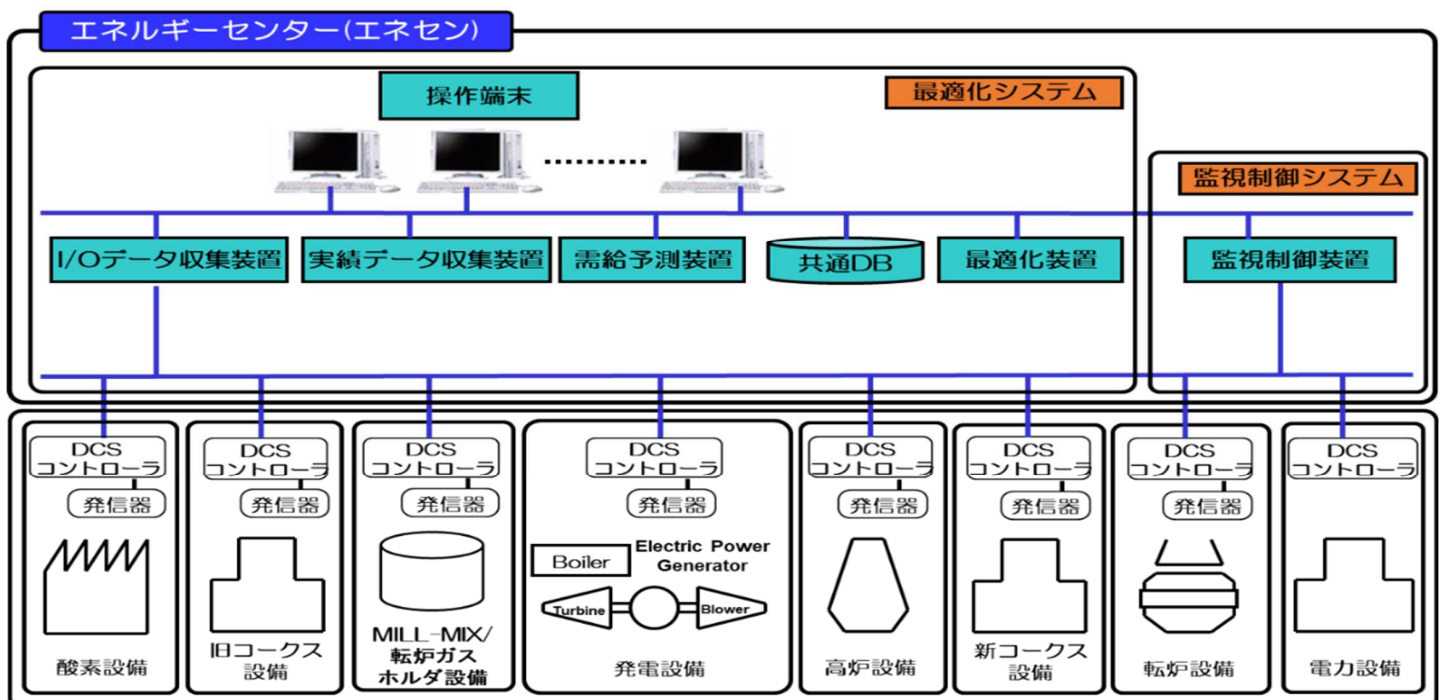
10

2. 事業マネジメント

(3) 事業内容・計画の妥当性

「鉄鋼EMSパッケージ」のシステム構成

複雑に絡み合う製鉄所内で使用するエネルギーの運用効率(製鉄所内で重要なガスホルダ設備・発電設備、酸素設備)をさらに向上させ、トータルエネルギーコストを最大限削減する。



11

(3) 事業内容・計画の妥当性

機器	機能概要
1 I/Oデータ収集装置	各設備のデータ(流量、圧力、温度など)を収集し管理する。
2 実績データ収集装置	需給予測装置、最適化装置とのデータ入出力をし、実績/計画/予測データを管理する。
3 需給予測装置	実績/計画データを基に、生産計画の補正やエネルギー発生/使用量の予測を行う。また、最適化装置で求めた最適解(最適運用値)を直近の実績にあわせて補正し、各設備への制御値を通知する。
4 最適化装置	現在から3時間の間で最適になる操業パターンを求める。 日または月単位でエネルギー効率の最適化をシミュレーションする。
5 操作端末	エネルギー効率運転結果を画面に出力する。 エネルギー効率運転の為に定数設定を画面から入力する。
6 DCSコントローラ	各設備のエネルギーの実績データを一括管理する。
7 監視制御装置	各設備のエネルギーの実績データを収集し、一括表示する。
8 発信器	プロセスの圧力・流量を測定しDCSコントローラへ測定データを送信する。

対象設備名称	備考
1 エネルギーセンター(エネセン)	最適化システム、監視制御システム
2 酸素設備	DCSコントローラ
3 旧コークス設備	DCSコントローラ
4 Mill-MIX/転炉ガスホルダ設備	DCSコントローラ
5 発電設備	DCSコントローラ
6 高炉設備	DCSコントローラ
7 新コークス設備	DCSコントローラ
8 転炉設備	DCSコントローラ
9 電力設備	DCSコントローラ

12

2. 事業マネジメント

(3) 事業内容・計画の妥当性

- ✓ 新型コロナウイルスの感染拡大による渡航制限の影響を受け、当初工程から約2年間工期を延期した。

実証事業のスケジュール

事業項目	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	
① プロジェクト管理	[Blue arrow spanning all years]						
② ID締結	▼						
③ 基本仕様検討	[Green arrow]						
④ 詳細設計		[Green arrow]					
⑤ 機器調達、製作		[Green arrow]					
⑥ 出荷・輸送			[Green arrow]				
⑦ 現地工事・据付			[Green arrow]				
⑧ 現地試験・試運転				[Green arrow]			
⑨ 教育・実証				[Green arrow]			
⑩ 普及活動				[Green arrow]			
費用 (百万円)	FE	163.6	274.4	163.1	149.8	0.3	12.5
	PCKK	1.4	0.6	0.9	6.2	0	0.5
	全体	165	275	164	156	0.3	13

13

(3) 事業内容・計画の妥当性

エネルギーセンター(エネセンルーム)の設置：

Burnpur製鉄所の既存建屋でリノベーション工事を実施し、エネセンルームに改修した。

エネセンルームへの改修建屋



エネセンルーム外観（改修前）

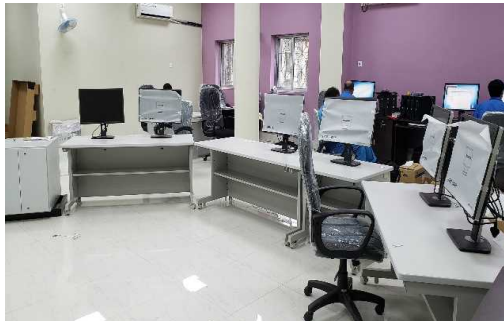
エネセンルームへの鉄鋼EMSパッケージの設置工事前



エネセンルームへの鉄鋼EMSパッケージの設置工事後



エネセンルーム入口
(リノベーション工事中)



14

(3) 事業内容・計画の妥当性

各設備へのDCS設置：各設備へDCS（分散制御システム）を設置した。

酸素設備DCS



転炉設備DCS



高炉設備DCS



COB設備DCS



発信器の設置



15

(3) 事業内容・計画の妥当性

相手国側の実施サイトである現地エネルギーセンターにおいて、日本側より派遣したSVの指導の下、システム構築・立上げ・現地試験を実施した

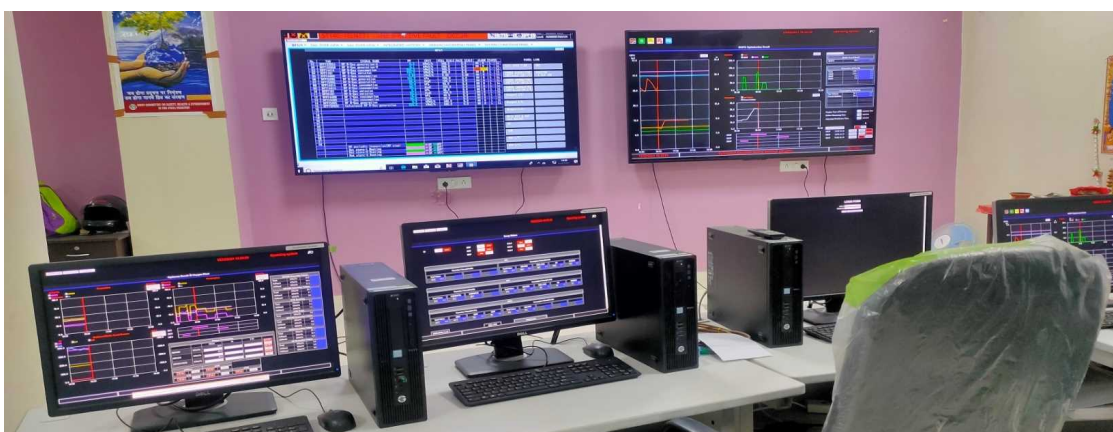
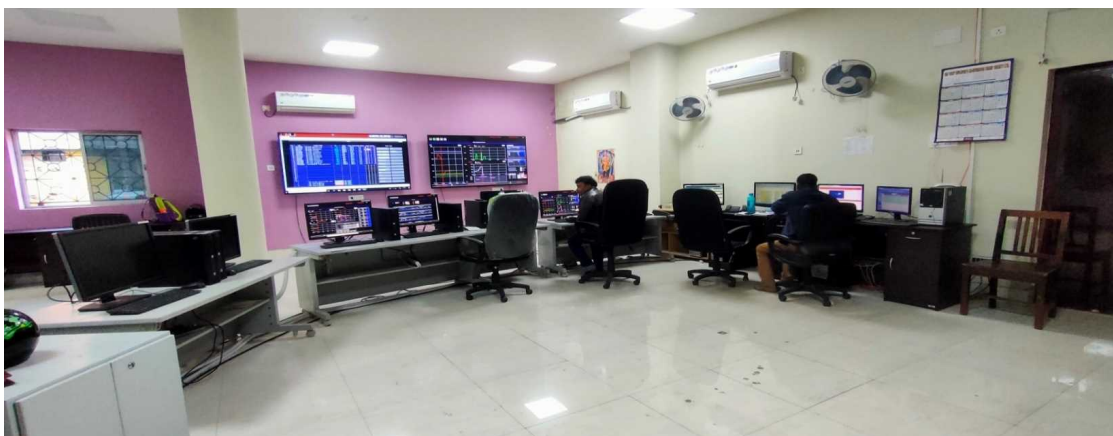
実施時期	内容
2019年	7月 各DCS(ST101～ST108)の現地試験開始
	8月 DCS(ST102/ST106)の現地試験(発信器～画面表示)完了
	9月 最適化システム立上げ(サーバ/端末)完了 最適化システム現地試験開始
	10月 DCS(ST103/ST105/ST107/ST108)の現地試験(発信器～画面表示)完了 最適化システム現地試験(実績・帳票試験完了) 最適化システム現地試験(予測・最適化機能試験)開始
	11月 最適化システムとDCSとのインターフェース試験完了
	12月 DCS(ST101/ST104)の現地試験(発信器～画面表示)完了 最適化システム現地試験完了(予測・最適化機能試験) 最適化システム実証検証 1 実施(現状データでの把握)
2020年	1月 最適化システム実証検証 2 実施(最適解での運転)
	2月 最適化システム実証検証 3 実施(最適解での運転)
2022年	1月 最適化システム実証検証報告会

16

2. 事業マネジメント

(3) 事業内容・計画の妥当性

エネセンルームにおいて実証システムの試運転調整を実施した。



17

(3) 事業内容・計画の妥当性

富士電機東京工場における招聘研修と現地エネルギーセンターにおいて、コントローラ(DCS)とHMIに関する教育訓練を実施した。

実施時期	内容
2019年 3月	監視制御システムのオペレーション教育および立会実施(訪日：2日間7名)
2019年 12月	監視制御システムのオペレーション・メンテナンス教育実施(現地1日：5名程度)



現地エネルギーセンターにおいて、日本側より派遣したSVの指導の下、操業方法とメンテナンスの教育訓練を実施した。

実施時期	内容
2019年 3月	最適化システムのオペレーション教育及び立会実施(訪日：7日間：7名)
2019年 12月	最適化システムのオペレーション・メンテナンス教育実施(現地：3日間12名程度)
2022年 1月	最適化システムのオペレーション・メンテナンス教育実施(現地：3日間12名程度)

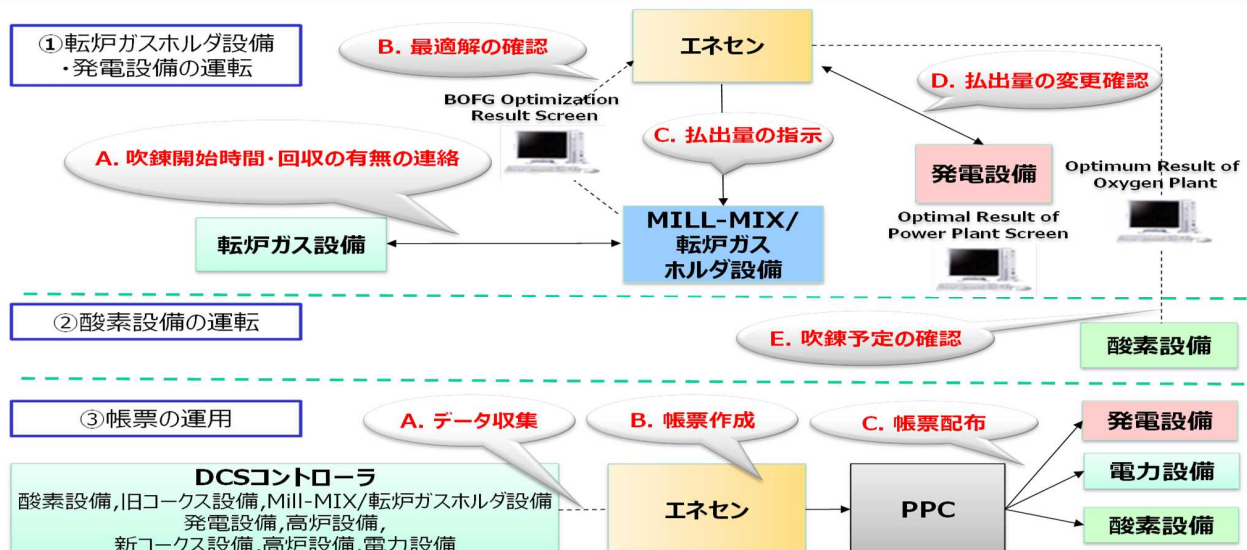


18

(3) 事業内容・計画の妥当性

最適システムの導入後、最適運用教育で実施した内容に基づき実証設備の運転を開始した。

実証運転	状況
2019年12月 (第1回実証運転→現状確認)	最適システムで最適運用を実施するための教育及び現状の運用状況を確認
2020年1月(第2回実証運転)	最適システムの導入後、最適運用教育で実施した内容に基づき実証設備の運転を開始した。 オペレータ操作実証 日数：約6日間程度、人数：各設備(エネセン/酸素設備/発電設備)で約3名程度 成果：関連する設備オペレータとの連絡などが徹底されていなかったが、支援にて最適運用はできてきた。
2020年2月(第3回実証運転)	各設備の運転者同士での業務分担がわかる業務フローを作成し、最適運用を実施。 オペレータ操作実証 日数：約11日間程度、人数：各設備(エネセン/酸素設備/発電設備)で約3名程度 成果：業務フローにて、最適運用の業務内容の徹底は向上。現場オペレータで最適運用はできてきた。



19

(1) 目標の達成状況と成果の意義

効果試算の方法：次の二通りの評価方法により効果を試算した。

① エネルギーセンターに導入した「データ収集装置」の実績値を用いる評価方法

- エネルギーセンターに導入したデータ収集装置（I/Oデータ収集装置・実績データ収集装置）が各設備のDCSコントローラからプラントデータ（電気、ガス、蒸気など）を収集し、瞬時データ及び時系列データとして作成した実績値を算出。
- 本実証は**この方法で検出される数値を実証目標値として設定**。

② ISO14404の国際規格に基づく評価方法

- 製鉄所からのCO₂排出量・原単位の計算方法の国際規格として日本が主体となって開発したISO14404では、コークス炉や高炉・転炉以外の下工程も含むISP Burnpur製鉄所全体の正味のインプットアウトプット（SAIL社から提供を受けた操業データ）をISO14404の計算シートに入力することで製鉄所全体での消費エネルギー量などを算出する。
- 製鉄所全体を評価の対象範囲とし、実証対象技術以外の他の製造工程を含む間接的なエネルギー削減効果も含む点に留意する必要**。

20

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

効果試算の前提

- 本実証で導入した**鉄鋼EMSパッケージ**は、その性質上導入しただけで所定の省エネ効果を得ることは難しく、**適切な操業や施設の最大限の稼働が実施されることで初めて効果が発揮される**。
- パートナーであるSAIL社においては本事業期間中において**生産設備の故障が頻発（高炉設備・転炉設備の故障等が発生）**していたことから、とくに**転炉ガスホルダ設備・発電設備の年間操業において、最大稼働という前提が満たされないという課題が生じた**。
- そこで、本実証の検証・評価にあたっては、実証運転期間中に得られた実データから算出される効果を「省エネ効果の確認」として位置付けるとともに、その結果を踏まえて**ISP Burnpur製鉄所の操業について、転炉ガスホルダ設備・発電設備に関しては年間操業約67%稼働。酸素設備は100%稼働で想定される効果を「省エネ効果の検証」として推算するものとした**。
- CO₂排出削減効果は、NEDOの「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業」に係る公募要領 別紙2」に基づくCO₂換算値を用いて試算した。

21

(1) 目標の達成状況と成果の意義

①エネルギーセンターに導入した「鉄鋼EMSパッケージ」での操業実績値を用いた評価結果

削減目標値と実証成果

◎：大幅達成、○：達成、△：達成見込み、×：未達

	目標	成果	達成度	残った課題/変更した場合はその内容など
項目1. 省エネ効果（一次エネルギー削減量） 〔TJ/年〕	984	1,230	○	課題なし
項目2. CO ₂ 排出削減量〔t-CO ₂ /年〕	71,367	89,306	○	課題なし
項目3. コスト削減効果〔百万円/年〕	215	251	○	課題なし

転炉ガスホルダ・発電設備、酸素設備でのCO ₂ 排出削減効果〔%〕	3.8%
--	------

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

項目1. 省エネ効果（一次エネルギー削減効果）

省エネ効果は、①副生ガスの再利用、②CBM購入量の削減、③購入電力量の削減及び④酸素の生産過剰量の削減について整理した。

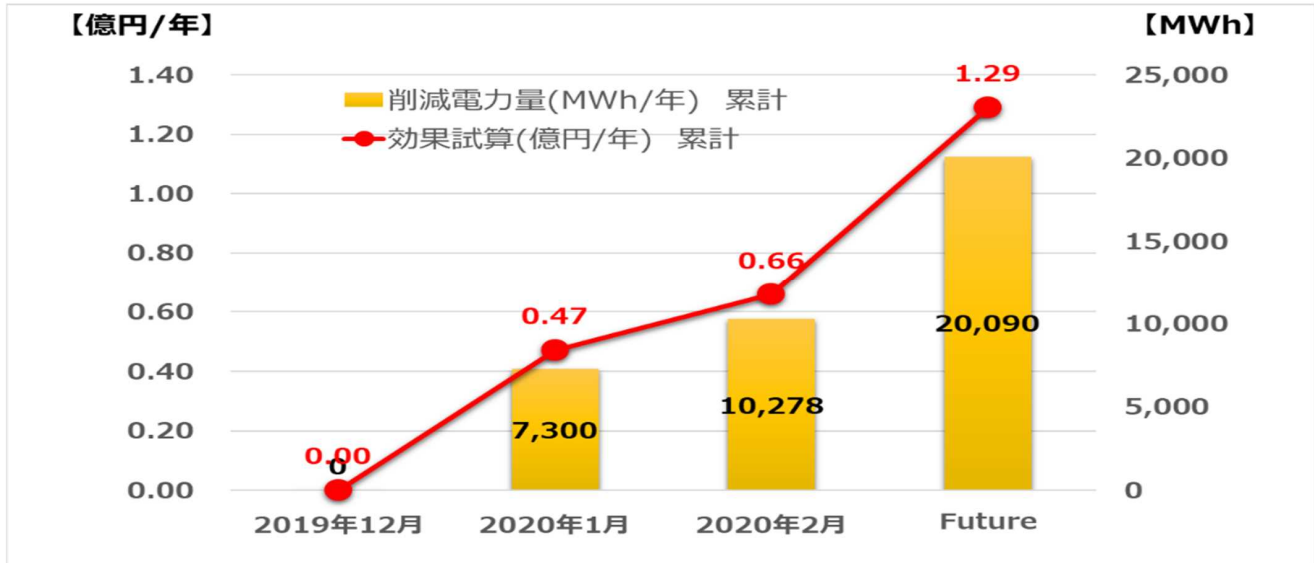
実証時は976TJ/年の効果を確認し、今後の生産設備の稼働状況の改善により1,230TJ/年の省エネ効果が見込まれ、実証計画時に設定した目標値を大きく上回る結果となった。

項目		想定した省エネ効果	実証時の省エネ効果	運用・設備改善により将来期待できる省エネ効果
副生ガスの再利用	副生ガス放散に伴うエネルギー損失削減量	543 [TJ/年]	798 [TJ/年]	798 [TJ/年]
CBM購入量の削減 ※1	CBM購入に伴うエネルギー損失削減量	180 [TJ/年]	0 [TJ/年]	0 [TJ/年]
購入電力量の削減	購入電力量に相当するエネルギー損失削減量	119 [TJ/年]	114 [TJ/年]	223 [TJ/年]
酸素の生産過剰量の削減	酸素の過剰生産に使用される電力量に相当するエネルギー損失削減量	142 [TJ/年]	64 [TJ/年]	210 [TJ/年]
合計		984 [TJ/年]	976 [TJ/年]	1,230 [TJ/年]

※1：フィージビリティスタディ(FS)時の通常操業ではCBM(コールベッドメタン)ガスを使用した操業を行っていたが、実証時では、高炉停止時のみで使用される操業となっていたため、結果としてCBM購入量の削減効果はでなかった。

(1) 目標の達成状況と成果の意義

項目1. 省エネ効果(転炉ガスホルダ・発電設備の最適運用による省エネ)



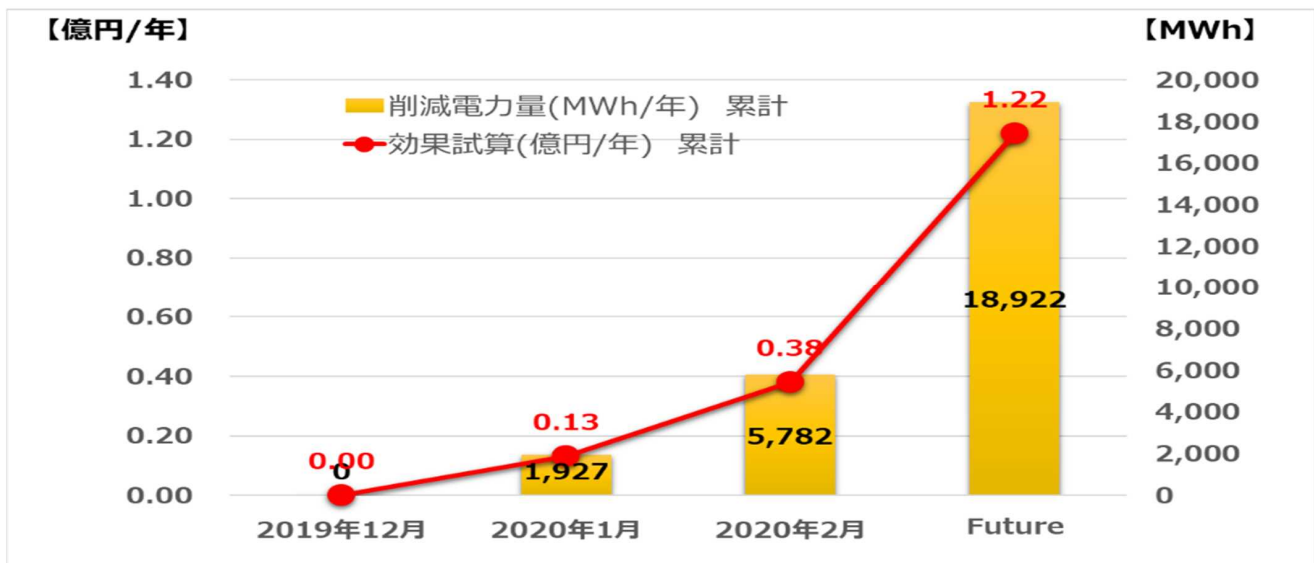
	2019年12月	2020年1月	2020年2月	Future
削減電力量(MWh/年)	0	7,300	2,978	9,811
削減電力量(MWh/年) 累計	0	7,300	10,278	20,090
効果試算(億円/年)	0.00	0.47	0.19	0.63
効果試算(億円/年) 累計	0.00	0.47	0.66	1.29
効果試算(百万ルピー/年) 累計	0.00	29.38	41.25	80.63

※FUTURE値については、以下の改善効果を最適化モデルで算出した値

- 1) No3. 転炉ガスホルダ回収改善効果
- 2) 製鋼スケジュール改善効果
- 3) 蒸気発生量改善効果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

項目1. 省エネ効果(酸素設備の最適運用による省エネ)



	2019年12月	2020年1月	2020年2月	Future
削減電力量(MWh/年)	0	1,927	3,854	13,140
削減電力量(MWh/年) 累計	0	1,927	5,782	18,922
効果試算(億円/年)	0.00	0.13	0.25	0.84
効果試算(億円/年) 累計	0.00	0.13	0.38	1.22
効果試算(百万ルピー/年) 累計	0.00	8.13	23.75	76.25

※FUTURE値については、以下の改善効果を最適化モデルで算出した値

- 1) 製鋼スケジュール改善効果
- 2) 高圧酸素ガス生成量上下限の更なる拡大による改善効果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

項目2. 温室効果ガス削減効果

温室効果ガス削減効果は、①高炉ガスの放散、②コークス炉ガスの放散、③転炉ガスの放散、④CBM購入量の削減、⑤電力購入量の削減、⑥酸素の過剰生産に使用される電力量の削減の観点で各項目の温室効果ガスの排出削減量を算出した。

実証時は70,844t-CO₂/年の効果を確認し、生産設備の稼働状況の改善により見込まれる将来のCO₂排出削減効果は89,306t-CO₂/年となり、事業当初に設定したCO₂排出削減目標値を大きく上回る結果となった。

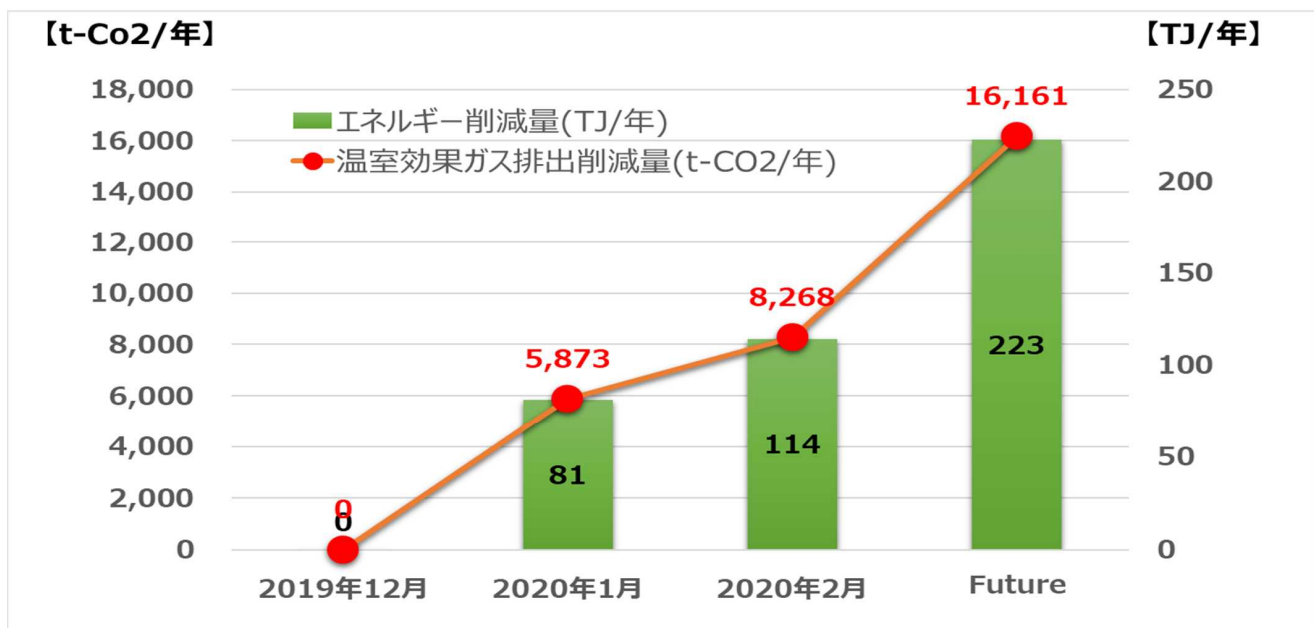
項目	想定した温室効果ガス排出削減量	実証時の温室効果ガス排出削減量	運用・設備改善により将来期待できる温室効果ガス排出削減量
高炉ガスの放散による温室効果ガス排出削減量	13,343 [t-CO ₂ /年]	25,265 [t-CO ₂ /年]	25,265 [t-CO ₂ /年]
コークス炉ガスの放散による温室効果ガス排出削減量	9,878 [t-CO ₂ /年]	1,744 [t-CO ₂ /年]	1,744 [t-CO ₂ /年]
転炉ガスの放散による温室効果ガス排出削減量	16,194 [t-CO ₂ /年]	30,915 [t-CO ₂ /年]	30,915 [t-CO ₂ /年]
CBM購入量に相当する温室効果ガス排出削減量 ※1	13,064 [t-CO ₂ /年]	0 [t-CO ₂ /年]	0 [t-CO ₂ /年]
電力購入量に相当する温室効果ガス排出削減量	8,612 [t-CO ₂ /年]	8,268 [t-CO ₂ /年]	16,161 [t-CO ₂ /年]
酸素の過剰生産に使用される電力量に相当する温室効果ガス排出削減量	10,276 [t-CO ₂ /年]	4,651 [t-CO ₂ /年]	15,221 [t-CO ₂ /年]
合計	71,367 [t-CO ₂ /年]	70,844 [t-CO ₂ /年]	89,306 [t-CO ₂ /年]

※1：フィージビリティスタディ(FS)時の通常操業ではCBM(コールベッドメタン)ガスを使用した操業を行っていたが、実証時では、高炉停止時のみで使用する操業となっていたため、結果としてCBM購入量の削減効果はでなかった。

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

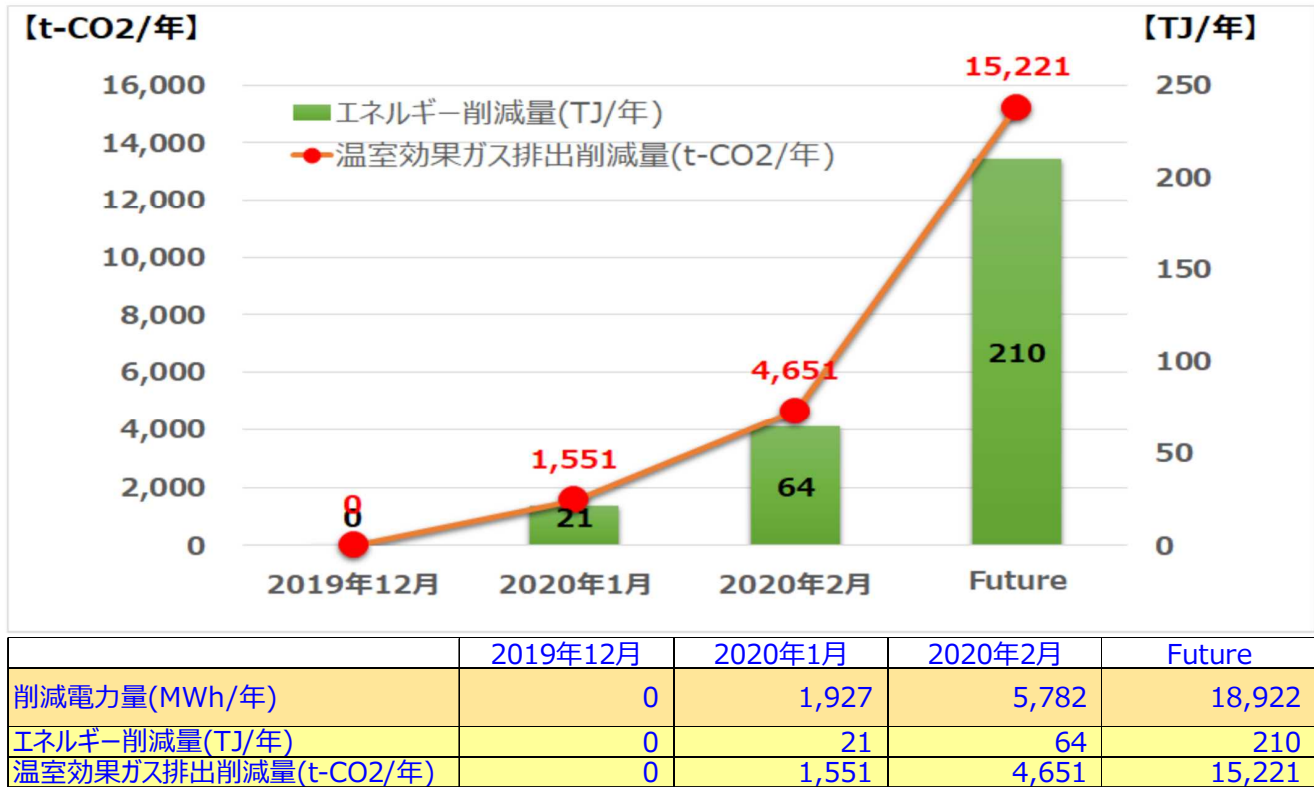
項目2. 温室効果ガス削減効果



	2019年12月	2020年1月	2020年2月	Future
削減電力量(MWh/年)	0	7,300	10,278	20,090
エネルギー削減量(TJ/年)	0	81	114	223
温室効果ガス排出削減量(t-CO ₂ /年)	0	5,873	8,268	16,161

(1) 目標の達成状況と成果の意義

項目2. 温室効果ガス削減効果



酸素設備における温室効果ガス削減効果

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

② ISO14404の国際規格に基づく評価方法

製鉄所全体の一次エネルギー及びCO₂の削減効果

	実証前	実証後	削減効果
生産量あたりの一次エネルギー消費原単位 [GJ/年/t-crude steel]	32.6	28.9	11.1%
生産量あたりのCO ₂ 排出原単位 [t-CO ₂ /年/t-crude steel]	2.84	2.59	8.7%
一次エネルギー消費量 [TJ/年]	81,417,005	72,368,712	9,048,293
CO ₂ 排出量 [t-CO ₂ /年]	7,102,808	6,484,681	618,127

※本結果はSAIL社提供の操業データからISP Burnpur製鉄所のインプットアウトプットをもとに算出されたものであり、エネルギーセンター導入による直接的な削減効果だけでなく、他の製造工程における燃料消費量の削減といった間接的な効果や操業安定化による定性的な改善効果も含まれる。

※実証運転期間の約2週間分のデータに基づき、年間を通して同様に稼働すると仮定して算出した。

※ISP Burnpur製鉄所の将来生産量目標である250万トンを年間で生産するものと仮定して算出した。

(1) 目標の達成状況と成果の意義

項目3. コスト削減効果

- 生産設備の稼働状況の改善により見込まれる将来のエネルギー削減効果を前提とすると**3.5年**で投資回収が可能となり、**目標として設定した投資回収期間5年を上回る**試算結果となった。
- 今後の技術展開にあたっては、本実証で用いたフルパッケージでのシステム提供だけでなく、製鉄所の個々の設備状況に応じたカスタマイズ提案による初期投資の更なる縮減を目指しており、**更なる短期間での投資回収が可能**となる。
- なお、鉄鋼EMSパッケージで削減可能なCO₂の貨幣価値原単位を試算^{※1}すると**1,975円/t-CO₂**となり、**2021年のインドの炭素税価格14.43ユーロ/t-CO₂^{※2}（約2,100円/t-CO₂）を下回る**結果となった。製鉄所全体の間接的なエネルギー削減効果を加味すると、CO₂削減にかかる貨幣価値原単位はより小さくなる。

※1 ソフトウェアの法定耐用年を5年と仮定した場合

※2 出所：CARBON PRICING IN TIMES OF COVID-19: KEY FINDINGS FOR INDIA @OECD 2021

投資回収年数の試算結果

実証投資額 (百万円/年)	削減効果 (百万円/年)	投資年数 (年)
882	251	3.5

30

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

● 全体を通じた成果の意義：

- DCSシステム,最適化システムをエネルギーセンターに設置したことにより、製鉄所全体のエネルギーの見える化が可能となり、省エネ意識の向上が図られた。
- SAIL社のエネルギーセンター担当者と一緒に最適運用を実証したことで、転炉設備、酸素設備などのオペレータとのコミュニケーション力の向上が省エネ, CO₂削減には重要だと認識させることができた。
- エネルギーセンターの役割(エネルギー管理,運転指示など)を浸透させることができた。

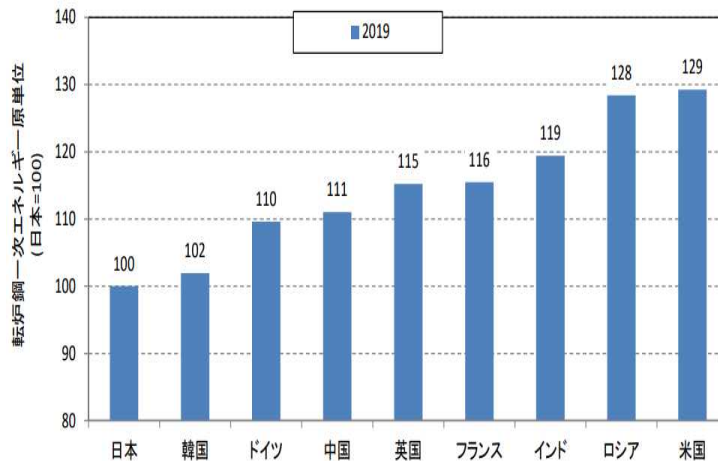
● 課題：

- 転炉スケジュールは、転炉設備オペレータとの連絡による手入力で、スケジュールが随時更新されず、転炉ガス回収の予測精度が低下している
→正確なスケジュールの把握が必要(転炉設備オペレータとの連携強化又は、自動化)

31

(1) 事業成果の競争力（競合分析）

- **他社にない世界トップクラスのエネルギー最適運用技術**：競合他社に対する強みは、日本の製鉄所における世界最高レベルの省エネ性能（下図）であり、これは最適運用をするエネルギーセンターの功績が大きい。とくに、鉄鋼EMSパッケージは関連設備のシステム全体で最適運用することによる「省エネ運転の実現」を達成する唯一の技術である。
- **継続的な開発による優位性の確保**：更なる省エネ、CO₂削減を実現するために、AI技術を活用した予測精度向上、最適化技術の改良など、革新的な省エネルギー技術・環境負荷低減（CO₂削減等）を事業計画の中に盛り込んでいる。



出所：2019年時点のエネルギー原単位の推計（鉄鋼部門-転炉鋼）
https://www.rite.or.jp/system/global-warming-ouyou/download-data/Comparison_EnergyEfficiency2019steel.pdf

4. 事業成果の普及可能性

(1) 事業成果の競争力（競合分析）

- **インド国内の確立された販売網**：インド国内において弊社販売会社があり、販売力の点で優位性がある。インド全土をカバーする販売・サービス体制としてムンバイ本社のほか5主要都市に販売拠点を確立している。
- **多様な主体とのコネクション・コラボレーション**：現地の商社やコンサルタントなどの既存パートナーとの継続的な協働が可能。今後の現地コンサルタントからのアプローチ体制整備、現地販売店のローカルスタッフとの連携強化により、顧客との良好な関係醸成が見込まれる。



- **価格競争力**については、製鉄所の関連設備の全体最適を目指す弊社の「鉄鋼EMSパッケージ」のスコア上、個別の設備毎のみの最適化を図る他社の有する技術とは、同レベルで価格のみの比較をすることは困難。

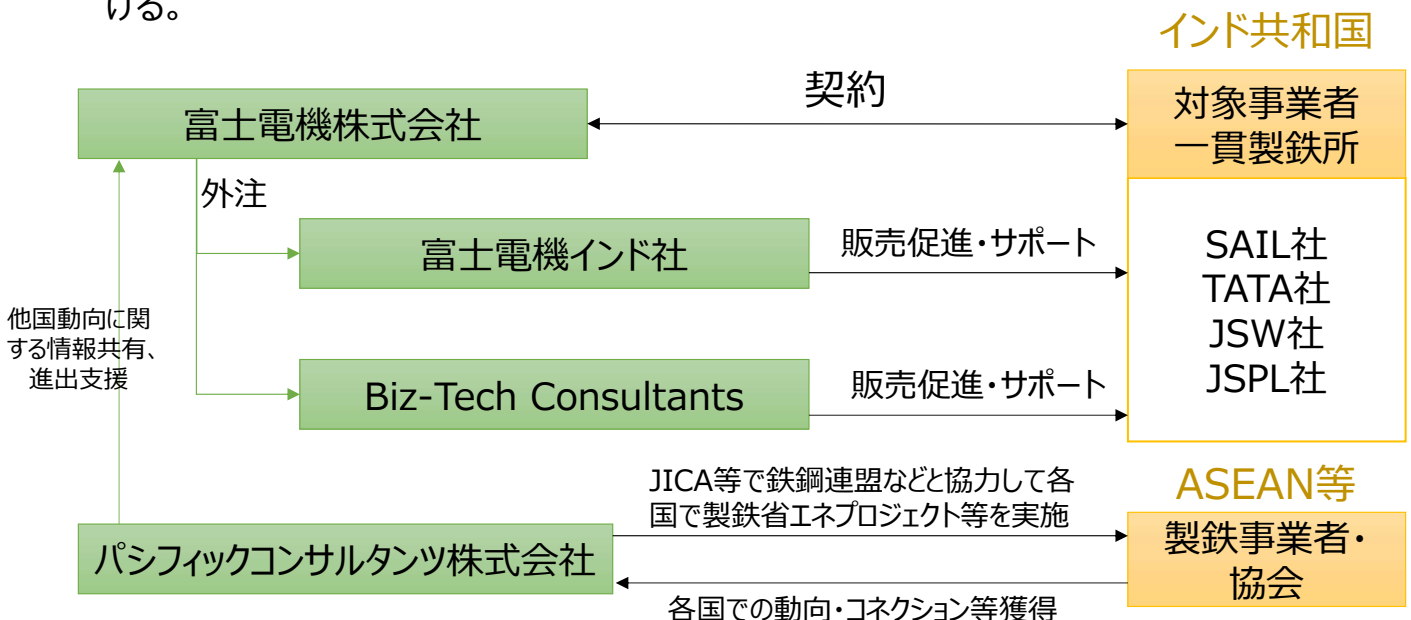
(1) 事業成果の競争力（課題とリスク）

- **顧客に受け入れられやすい初期コスト**：今回導入した鉄鋼EMSのフルパッケージだけでなく、製鉄所における個々の設備状況に応じたシステム構成を提案することにより低価格で提示することも有効。
- **契約内容の不履行（契約破棄や支払い遅延など）**：本実証事業を通して得られた商習慣等の違いに関する知見を活用し、リスク低減を図る。
- **海外競合他社の動向**：欧州勢や中国の鉄鋼プラントメーカーの動向を注視する必要。一方で、今のところ普及活動にあたって重大な障害は想定されていない。
- **上記を含む今後のリスク変化**：定期的にはリスクの変化についてモニタリングし、必要に応じて計画の見直しを行う。

4. 事業成果の普及可能性

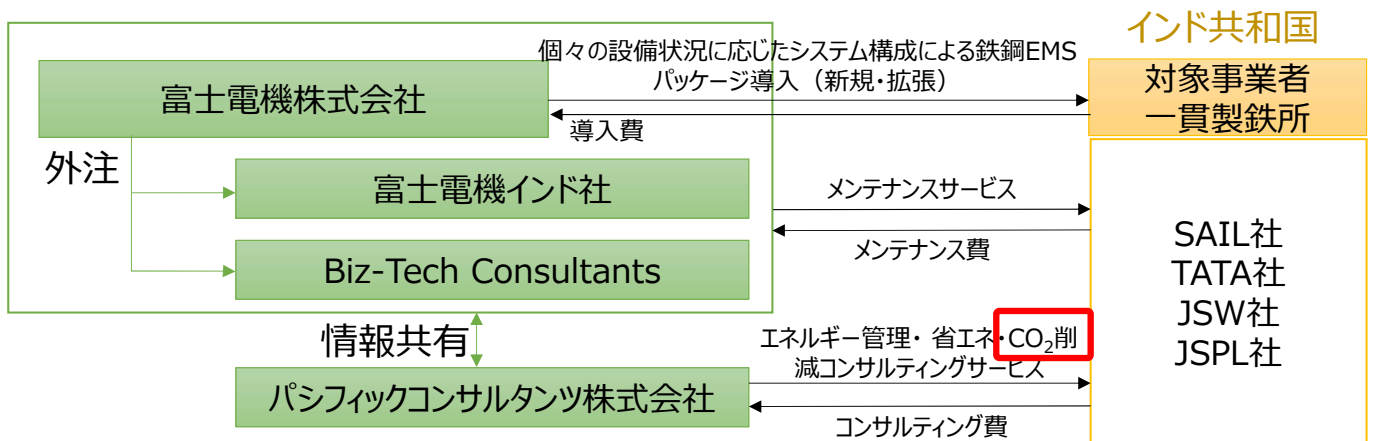
(2) 普及体制

- **普及戦略の方向性**：インド国内市場におけるデファクト化、現地化等によるコスト低減、顧客密着型の体制（下図）整備等による競争力強化を進め、導入効果を示すことで市場成長も促す。さらに本事業で得られた知見や実証効果などをもとに他国に展開。
- **本実証後のステップ**：SAIL社の他製鉄所やインド国内の他の製鉄所での新規受注を目指すとともに、将来的には新規納入した機器の拡張やメンテナンスの継続的な受注につなげる。



(3) ビジネスモデル

- **ビジネスモデル：短期**
 - ✓ SAIL社での実証事業効果とエネルギーセンターの重要性をインド国内に広める(富士電機ブランドをPR)
 - ✓ 製鉄所全体での省エネ/CO₂削減の取組みを推進させる
 - ✓ フォローアップ事業を通じて、具体的な省エネ効果を試算した提案での商談
- **ビジネスモデル：長期**
 - ✓ 個々の設備状況に応じたシステム構成による「鉄鋼EMSパッケージ」の導入提案
 - ✓ 導入後のメンテナンスサービス、機能拡張及び更なる省エネ/CO₂削減の提案
- **エネルギー管理・省エネ・CO₂削減コンサルティングの提供により、上記を包括的に支援。**



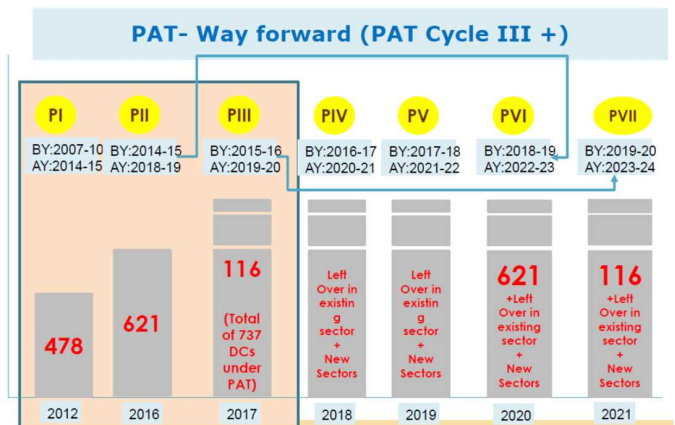
4. 事業成果の普及可能性

(4) 政策形成・支援措置

継続的なPAT施行による新規設備導入に関する潮流の形成

実証時のヒアリングによると、SAIL社のISP Burnpur製鉄所のPATサイクル I、IIの目標達成要因は既存設備の安定稼働によるところが大きかった。

サイクルを経るごとに厳しくなる規制のなかで、新規設備の導入に関する潮流が形成されていく可能性が高い。



PAT(Perform, Achieve and Trade) とは

インド政府により実施されている省エネルギー対策。2001年の省エネルギー法（Energy Conservation Act 2001）で特定されたエネルギー多消費産業等から選定された「特定消費者（製鉄所を含む）」に一定のエネルギー効率の改善義務を課し、目標未達の事業者には罰金の支払あるいは目標達成事業者からの省エネ証書（Energy Savings Certificates: ESCerts）購入を求める「キャップ&トレード」制度である。PATは、制度設計上は省エネルギーを目指す取り組みであるが、PATサイクル II ではINDCに合わせた目標値となっているため、CO₂削減に関連しているといえる。

(4) 政策形成・支援措置

カーボンニュートラルの宣言

インドのモディ首相は11月1日、国連気候変動枠組み条約第26回締約国会議で、**2070年までにネットゼロ〔温室効果ガス（GHG）純排出ゼロ〕**を達成すると表明*。目標達成のために先進国からの資金(1兆ドル)と技術の支援が必要不可欠と提唱。



政策・制度的機運：PATの抜本的見直し・強化が行われる可能性

民間の投資的機運：インド鉄鋼業は成長産業であり比較的投資が行われやすいため、省エネ市場の形成が加速化される可能性。

*National Statement by Prime Minister Shri Narendra Modi at COP26 Summit in Glasgow
(<https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1768712>)

インド カーボンニュートラル宣言の内容

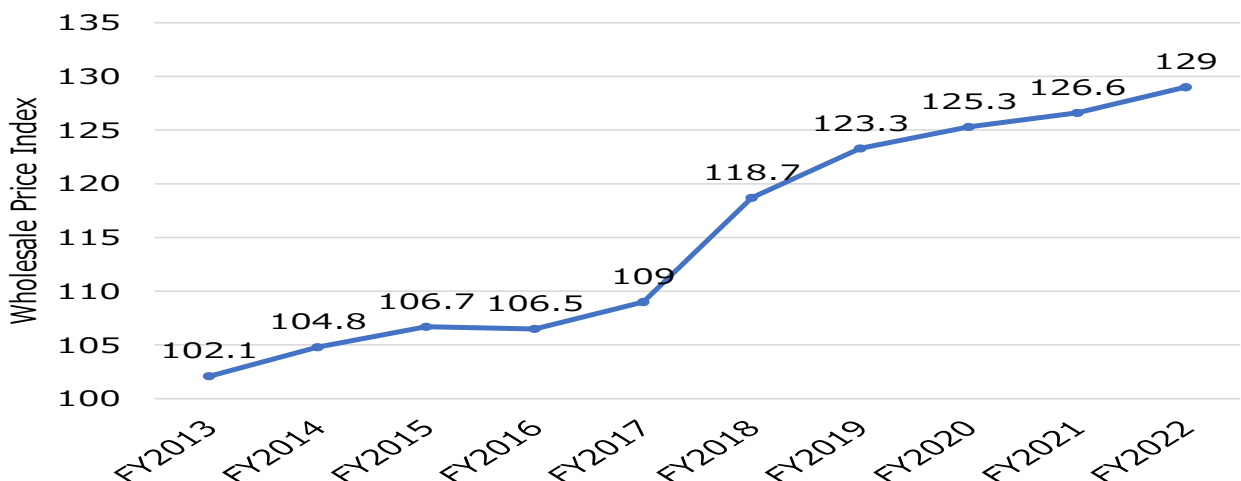
- ・非化石燃料による発電容量を2030年までに500 GW（ギガワット）に引き上げる。
- ・総電力の50%を2030年までに再生可能エネルギー源とする。
- ・現在から2030年までの期間に予測されているGHG排出量を10億トン削減する。
- ・2030年までにインド経済の（GDP当たりの排出量）炭素強度を45%以上削減する。
- ・2070年までにネットゼロを達成する。

4. 事業成果の普及可能性

(4) 政策形成・支援措置（参考）

カーボンニュートラル宣言により政策的にも化石燃料の使用が削減されていくが、現状の燃料価格高騰によって鉄鋼業界での燃料費削減に向けた更なる省エネニーズ向上も見込まれる。

※インド国内にある大手鉄鋼会社(SAIL社,TATA社など)の一貫製鉄所は約16ヶ所あり、「鉄鋼EMSパッケージ」は各々の製鉄所へ導入することで、省エネ/CO₂削減に貢献できる。



インドにおける石炭卸売物価指数*

(5) 他の国・地域等への波及効果

ASEANへの展開

- **ASEANにおける普及促進の土台形成**：2014年に日本鉄鋼連盟と経済産業省が「日アセアン鉄鋼イニシアチブ」という官民協力プラットフォームを立ち上げ、その中でASEAN版技術カスタマイズドリフト（TCL）が継続的に編纂・共有されてきている。ASEAN版TCLには先行するインド版TCLと同様に「エネルギーセンター」が技術の一つに数えられており、ASEAN各国でも本技術の普及促進の土台が形成されてきている。
- **ASEAN展開への活動実績**：今後の鉄鋼需要の見込まれる国での普及を検討中。すでにビジネスベースで普及が進む製品の売り込みの際に、鉄鋼EMSパッケージの営業活動も行っている。東南アジア全体の鉄鋼関係団体である東南アジア鉄鋼連盟が実施する技術展示会にこれまで4回出展し、広く当該地域での営業活動も行ってきている。
- **日本への裨益**：とくに昨今のウクライナ侵攻に関わるエネルギー価格高騰や、各国のカーボンニュートラル表明といった波を受け、各国での省エネ施策・行動の加速化が期待でき、もって日本の将来的なエネルギー保障にも寄与する。

参考資料 評価の実施方法

「エネルギー消費の効率化等に資する我が国技術の国際実証事業／
製鉄所向けエネルギーセンターの最適制御技術実証事業（インド）」
個別テーマ／事後評価に係る評価項目・基準

1. 事業の位置付け・必要性

(1) 政策的必要性

- ・ 事業の成果は、省エネルギー、新エネルギー技術の普及に資するものであったか。または、制度的に先行している海外のエネルギー市場での実証等の場合、その成果は日本への還元が期待できるか。
- ・ 事業の成果は、我が国のエネルギー関連技術の国内外への展開、国内外のエネルギー転換・脱炭素化、世界のエネルギー需給の緩和を通じた我が国のエネルギーセキュリティに貢献するものであったか。
- ・ 日本政府のエネルギー基本計画等の政策の趣旨に合致していたか。
- ・ 相手国政府との政治・経済的な関係を考慮した効果的なアプローチとなっていたか。

(2) NEDO 関与の必要性

- ・ 民間企業のみで取り組むにはリスクが高いこと、かつ社会的意義（実証研究を実施し、またその後普及することで、対象国・地域や日本におけるエネルギー問題、二酸化炭素排出、インフラ整備、雇用、人材育成等、各種課題の解決への貢献又は波及）があることにより公的資金を投入する意義があったか。
- ・ 他の手法（日本への招聘、技術者の派遣等）と比較して、対象国における実証という手法が適切であったか。

2. 事業マネジメント

(1) 相手国との関係構築の妥当性

- ・ 相手国側との間で、適切に役割及び経費が分担されたか。
- ・ 相手国の政府関係機関から必要な協力が得られたか。また、政府関係機関との間で今後の普及に資する良好な関係が構築できたか。

(2) 実施体制の妥当性

- ・ 事業者と相手国企業との間で構築された協力体制は妥当であったか。
- ・ 事業者の実施体制（当該事業に関係する実績や必要な設備、研究者等）は妥当であったか。

(3) 事業内容・計画の妥当性

- ・ 事業の内容や計画は妥当であったか。
- ・ NEDO が負担する経費について、項目や金額規模は妥当であったか。

- ・ 対象技術について、国際的な技術水準や競合技術の状況が適切に分析され、我が国が強みを有するといえるものであったか。
- ・ 事業で使用した技術等は、相手国における諸規制等に適合していたか。
- ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化に向けた取組が適切に実施されていたか。
- ・ 事業の進捗状況を常に把握し、社会・経済の情勢の変化及び政策・技術動向に適切に対応していたか。

3. 事業成果

(1) 目標の達成状況と成果の意義

- ・ 事業の目標を達成したか。未達成の場合は、その原因が分析され、課題解決の方針が明確になっているなど、成果として評価できるものか。
- ・ 実証事業を通じて、既存技術や競合技術との優位性を定量的に検証することができたか。
- ・ 投入された NEDO の予算に見合った成果が得られたか。
- ・ 目標として設定し、さらには実際に事業で得られたエネルギー消費削減効果・石油代替効果及び CO₂ 削減効果は妥当な水準であったか。
- ・ トラブル対応など、実証事業を通じて得られた経験が教訓として蓄積されているか。

4. 事業成果の普及可能性

(1) 事業成果の競争力

- ・ 相手国やその他の国・地域において普及の可能性はあるか。将来的に市場の拡大が期待できると考えられるか。（そう考えるに至った根拠を経済性評価の資料等で示せることが望ましい。）
- ・ 普及段階のコスト水準や採算性は妥当と考えられるか。また、事業終了から普及段階に至るまでの計画は、事業化評価時点のものより具体的かつ妥当なものになっていると考えられるか。
- ・ 競合他者に対する強み・弱みの分析がなされているか。特に、競合他者に対して、単純な経済性だけでない付加価値（品質・機能等）による差別化が認められるか。
- ・ 想定されるビジネスリスク（信用リスク、流動性リスク、オペレーショナルリスク、規制リスク等）が棚卸されているか。その上で、これらリスクに係る回避策が適切に検討されているか。

(2) 普及体制

- ・ 営業、部材生産、建設、メンテナンスなどの役割分担毎に、他社との提携や合弁会社の設立など、ビジネスを実施する上での体制が検討されているか。（既に現地パートナーとの提携の実績がある、現地又は近隣に普及展開のための拠点を設置することについて検討されていることが望ましい。）

- ・ 当該事業が事業者の事業ドメインに合致している、又は経営レベルでの意思決定が行われているか。
- (3) ビジネスモデル
- ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域での普及に向けて、具体的かつ実現可能性の高いビジネスプランが検討されているか。
 - ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域において、普及に資する営業活動・標準化活動が検討されているか。
 - ・ 事業者が継続的に事業に関与できるスキームとなっているか。
 - ・ 標準化の獲得が普及促進に資すると考えられる場合、標準化を考慮したビジネスプランが検討されているか。
- (4) 政策形成・支援措置
- ・ 相手国やその他普及の可能性がある国・地域において、普及のために必要な政策形成・支援措置が検討されているか。
- (5) 他の国・地域等への波及効果の可能性
- ・ 当該技術の普及が、相手国・地域のみならず、他の国・地域や日本におけるエネルギー問題、CO₂ 排出抑制、インフラ整備、雇用、人材育成、制度設計等、各種課題の解決への貢献又は波及効果が期待できるか。