

「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)

資料5



「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

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

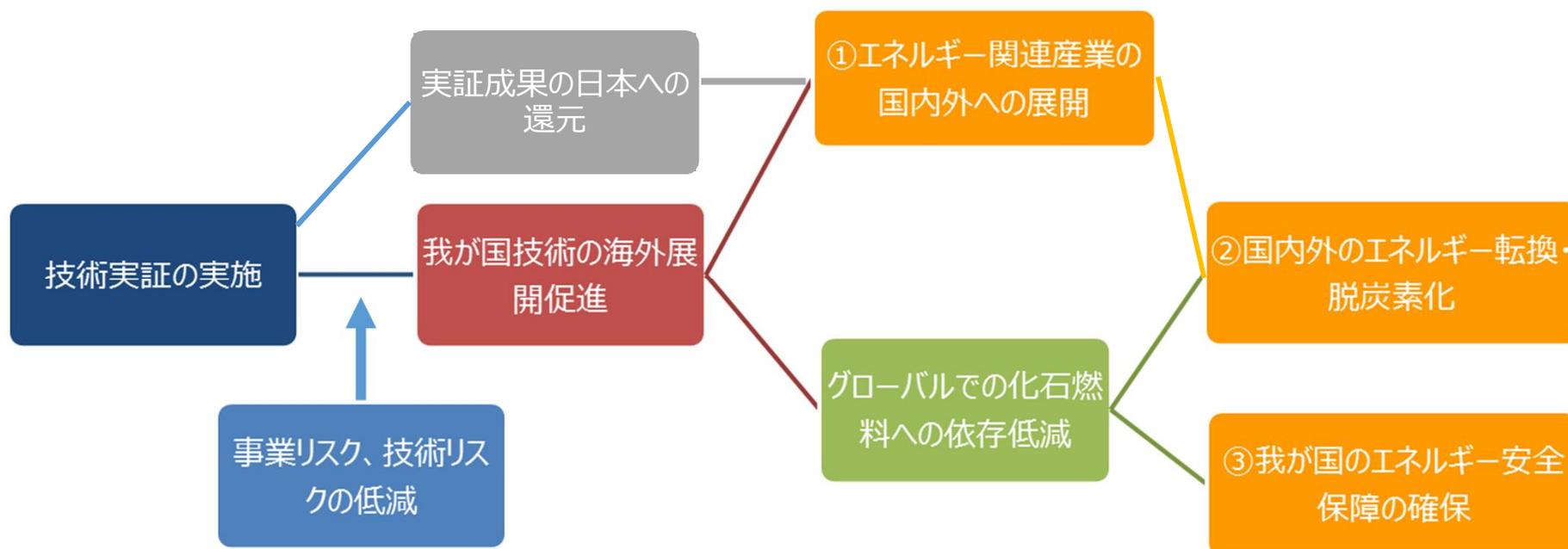
(3) ビジネスモデル

(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）



(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。

(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

(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。

(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こ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）

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。

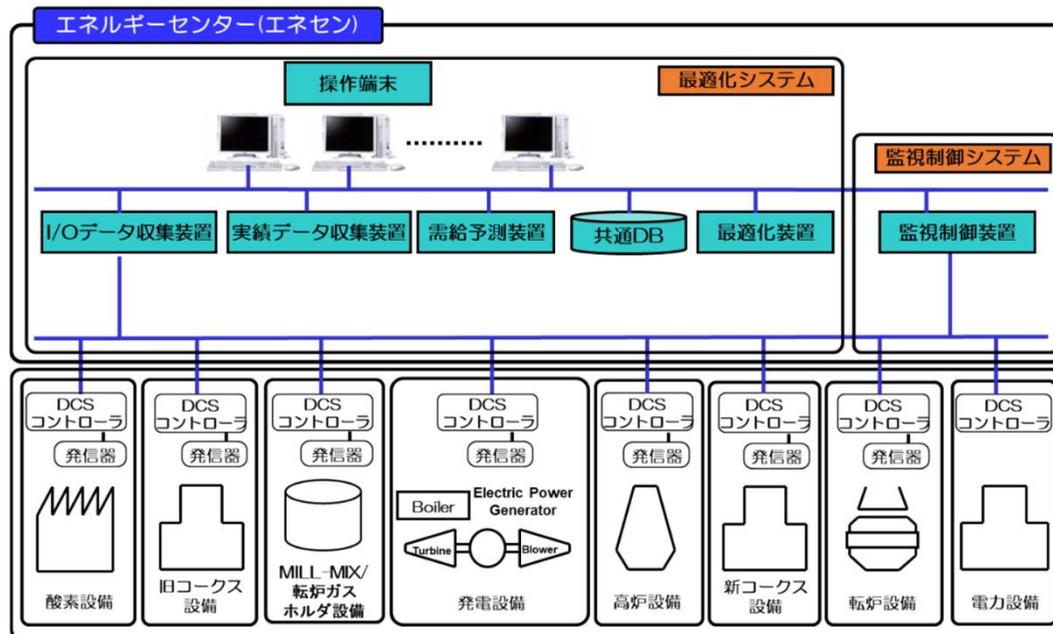
日印の政府間協力

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。

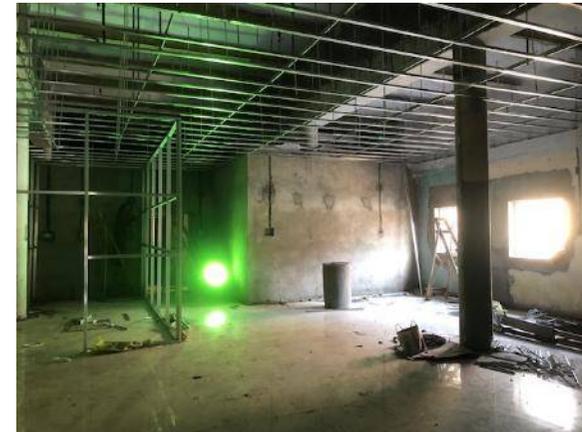
2. 事業マネジメント

(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。



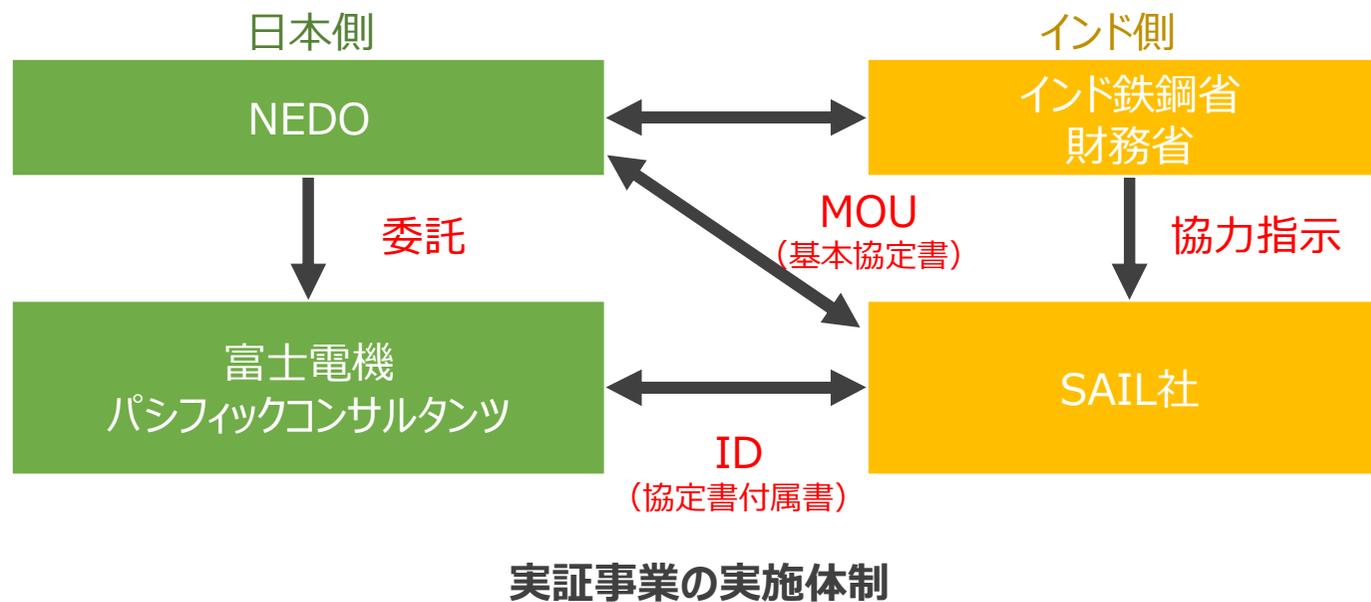
鉄鋼EMSパッケージに含まれるシステム
(日本側負担)



エネセンルームの整備
(インド側負担)

(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。



2. 事業マネジメント



(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

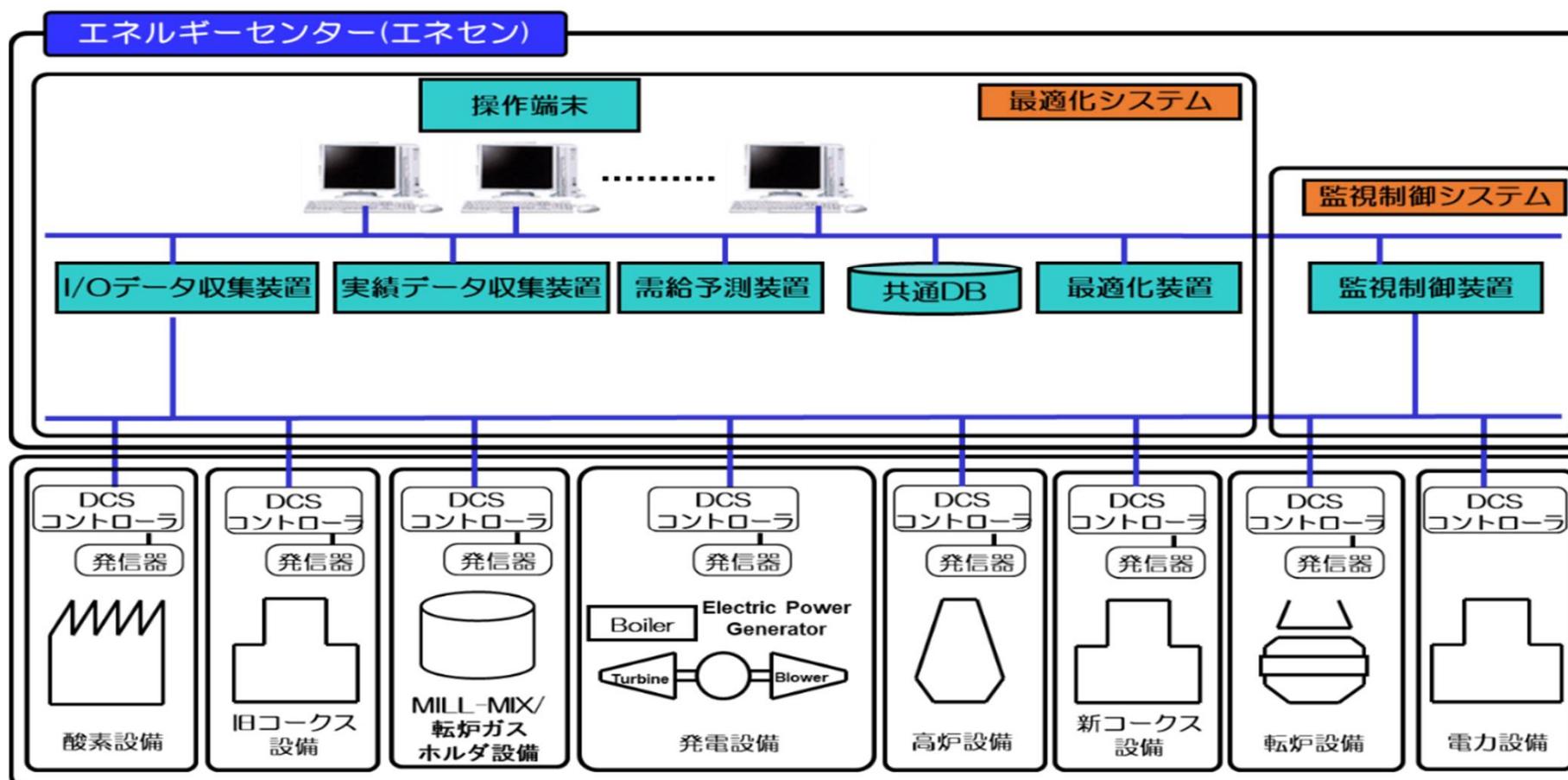
PCKK：パシフィックコンサルタンツ株式会社

SAIL：Steel Authority of India Limited

(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。



2. 事業マネジメント



(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

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	→						
② ID締結	▼						
③ 基本仕様検討	←→						
④ 詳細設計		←→					
⑤ 機器調達、製作		←→					
⑥ 出荷・輸送			←→				
⑦ 現地工事・据付			←→				
⑧ 現地試験・試運転				←→			
⑨ 教育・実証				←→			
⑩ 普及活動				←→			
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

2. 事業マネジメント

(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)

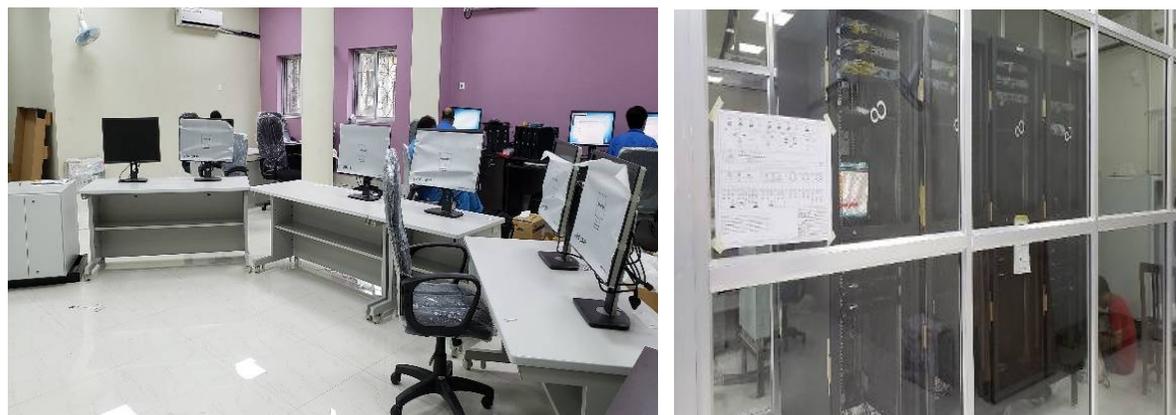
エネセンルームへの鉄鋼EMSパッケージの設置工事前



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)



2. 事業マネジメント

(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



(3) 事業内容・計画の妥当性

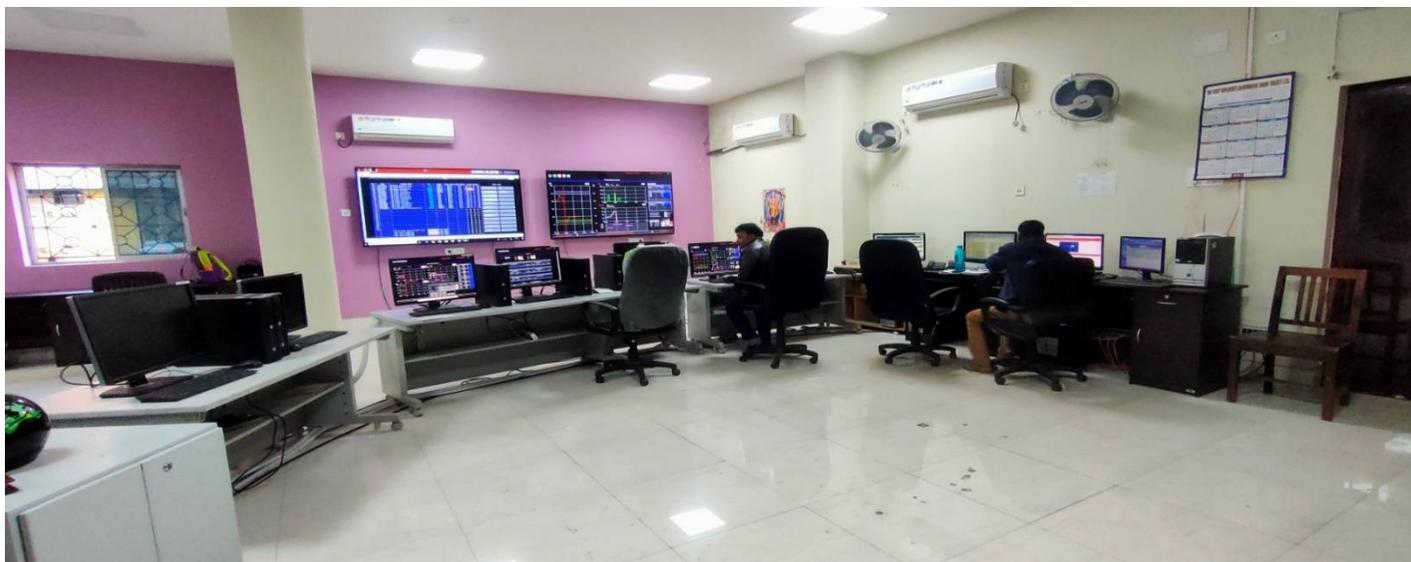
相手国側の実施サイトである現地エネルギーセンターにおいて、日本側より派遣したSVの指導の下、システム構築・立上げ・現地試験を実施した

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

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。



2. 事業マネジメント

(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)

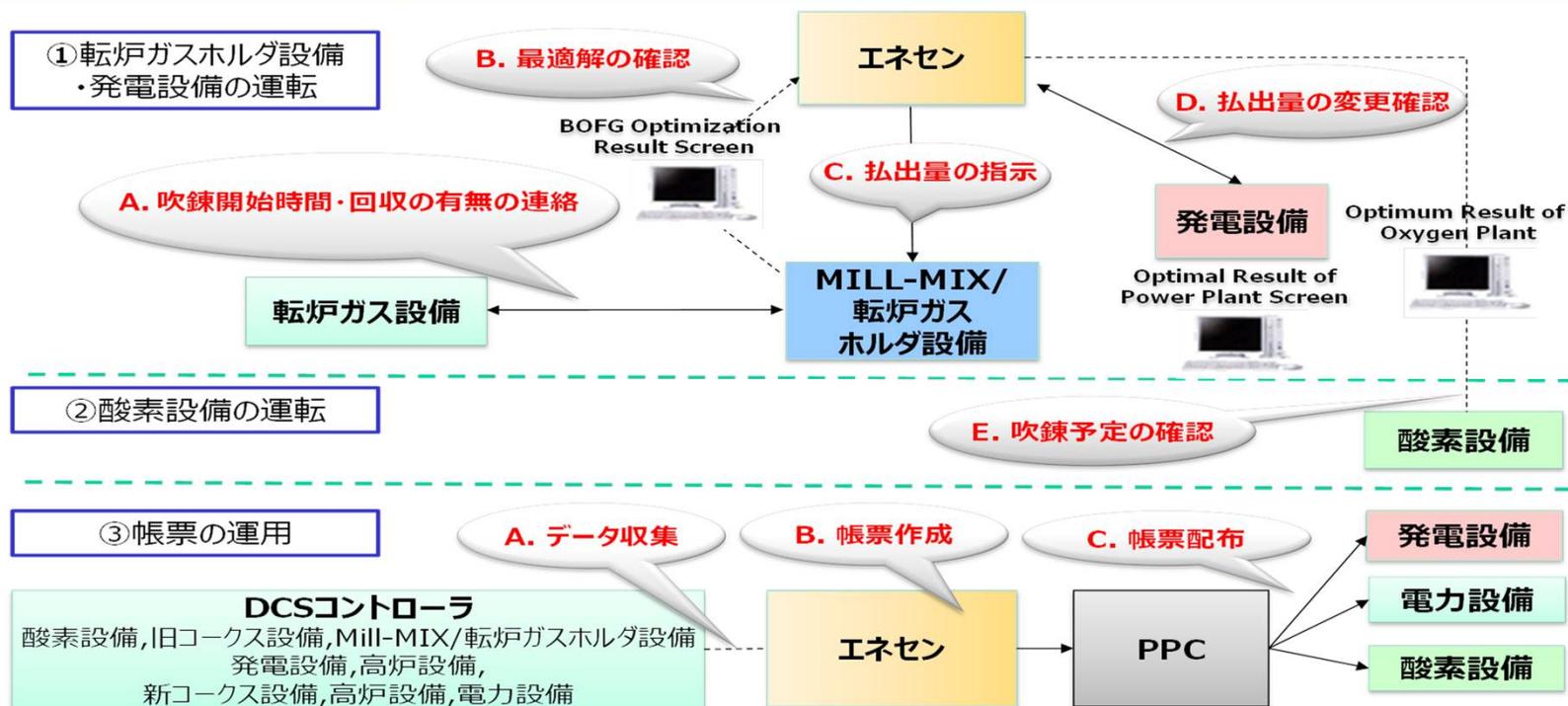


2. 事業マネジメント

(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いが、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。



(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**。

(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。

(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]

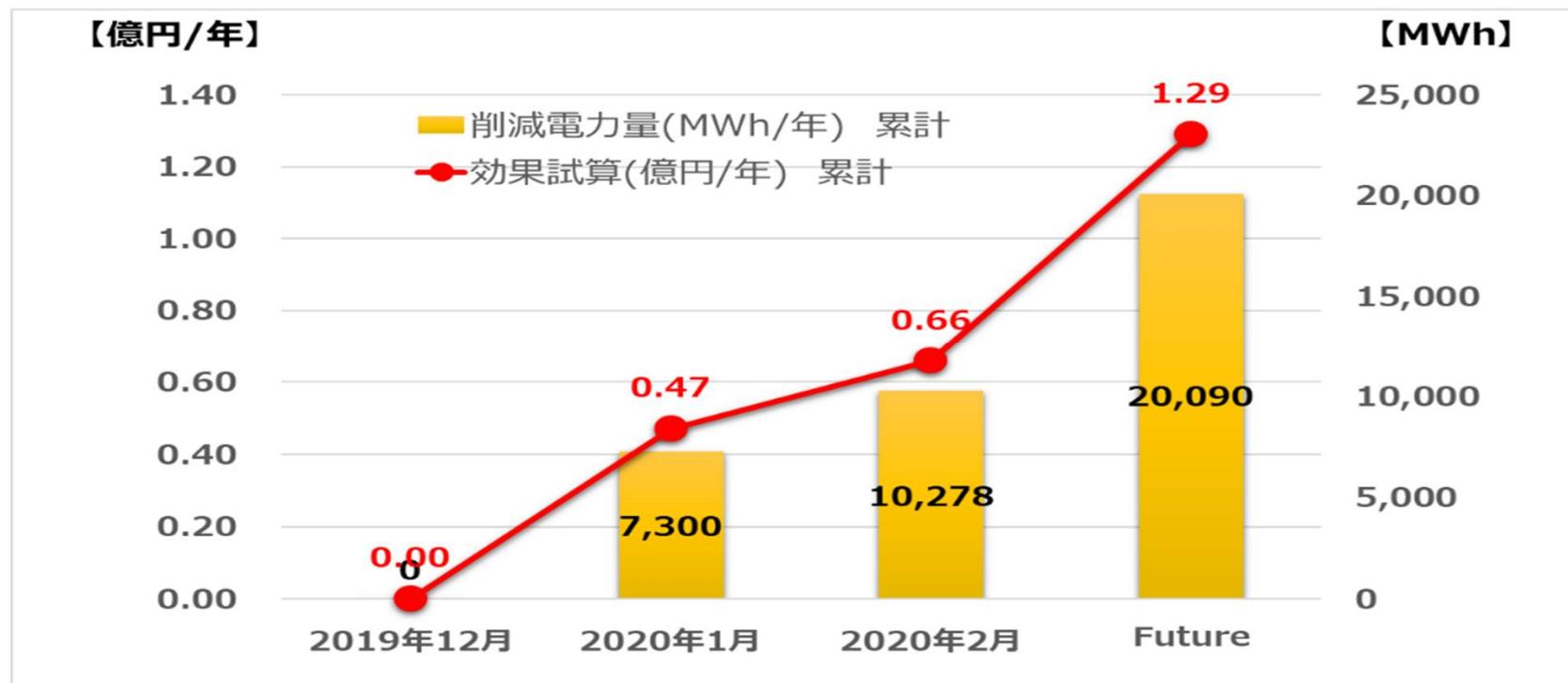
※1：フィージビリティスタディ(FS)時の通常操業ではCBM(コールベッドメタン)ガスを使用した操業を行っていたが、実証時では、高炉停止時のみで使用する操業となっていたため、結果としてCBM購入量の削減効果はでなかった。

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

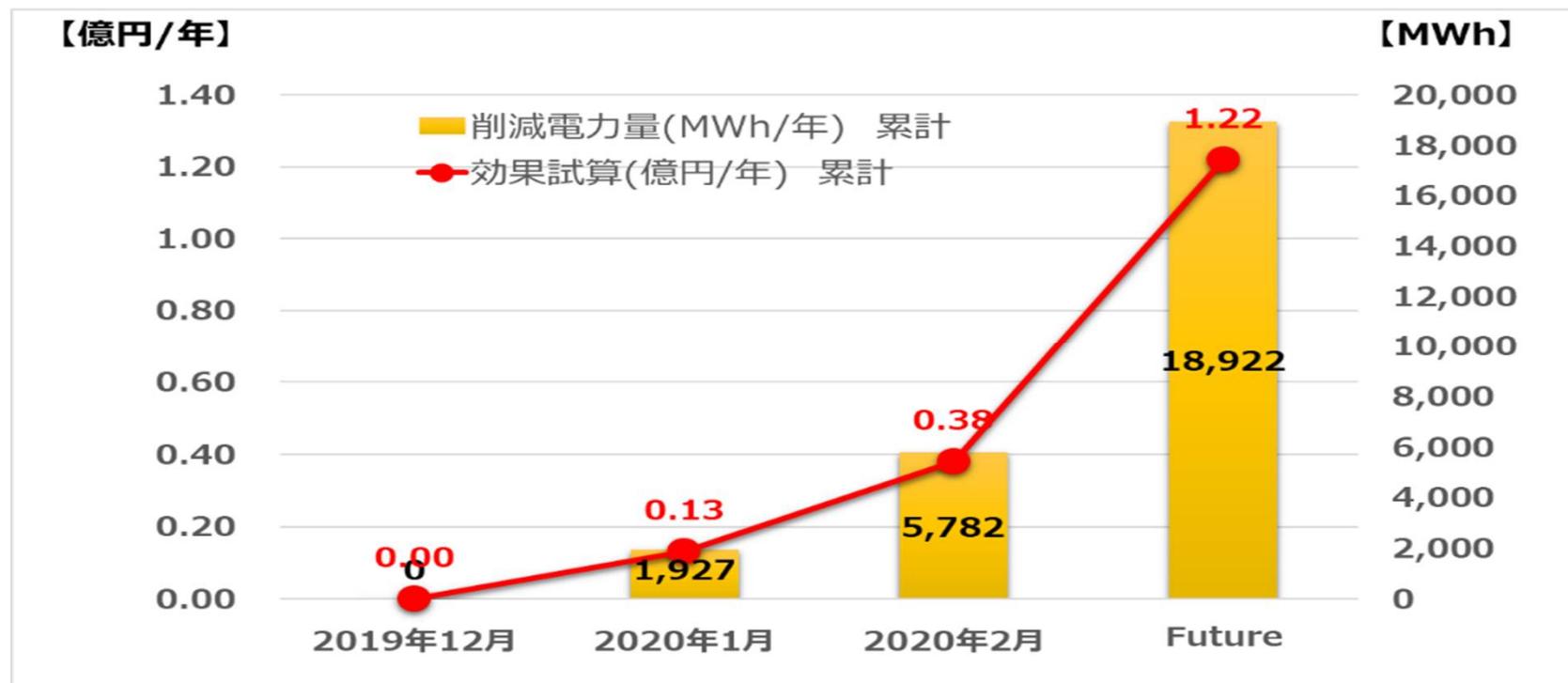
- 1) No3. 転炉ガスホルダ回収改善効果
- 2) 製鋼スケジュール改善効果
- 3) 蒸気発生量改善効果

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(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)		0.13	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

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

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]

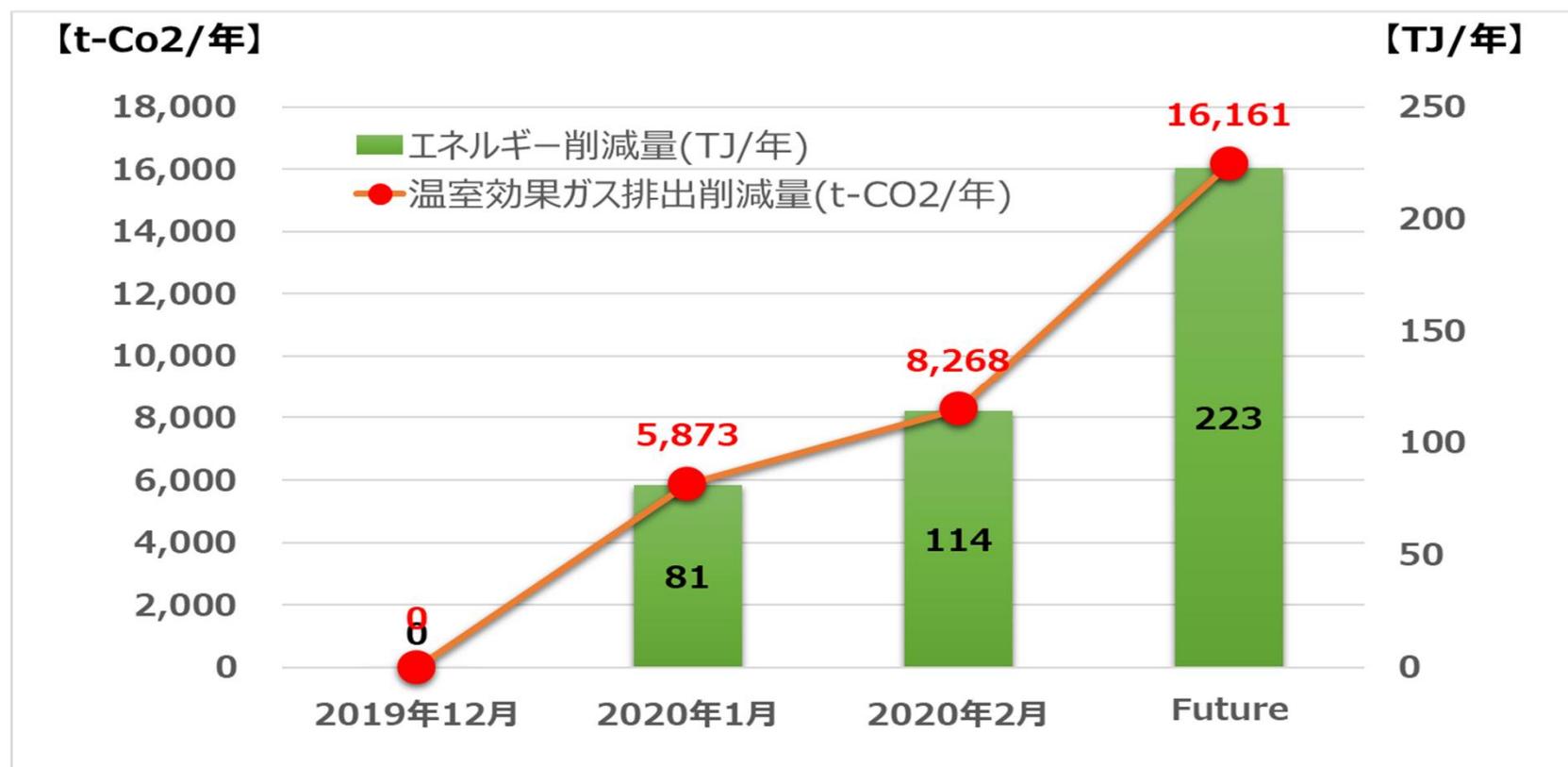
※1：フィージビリティスタディ(FS)時の通常操業ではCBM(コールベッドメタン)ガスを使用した操業を行っていたが、実証時では、高炉停止時のみで使用する操業となっていたため、結果としてCBM購入量の削減効果はでなかった。

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-CO2/年)	0	5,873	8,268	16,161

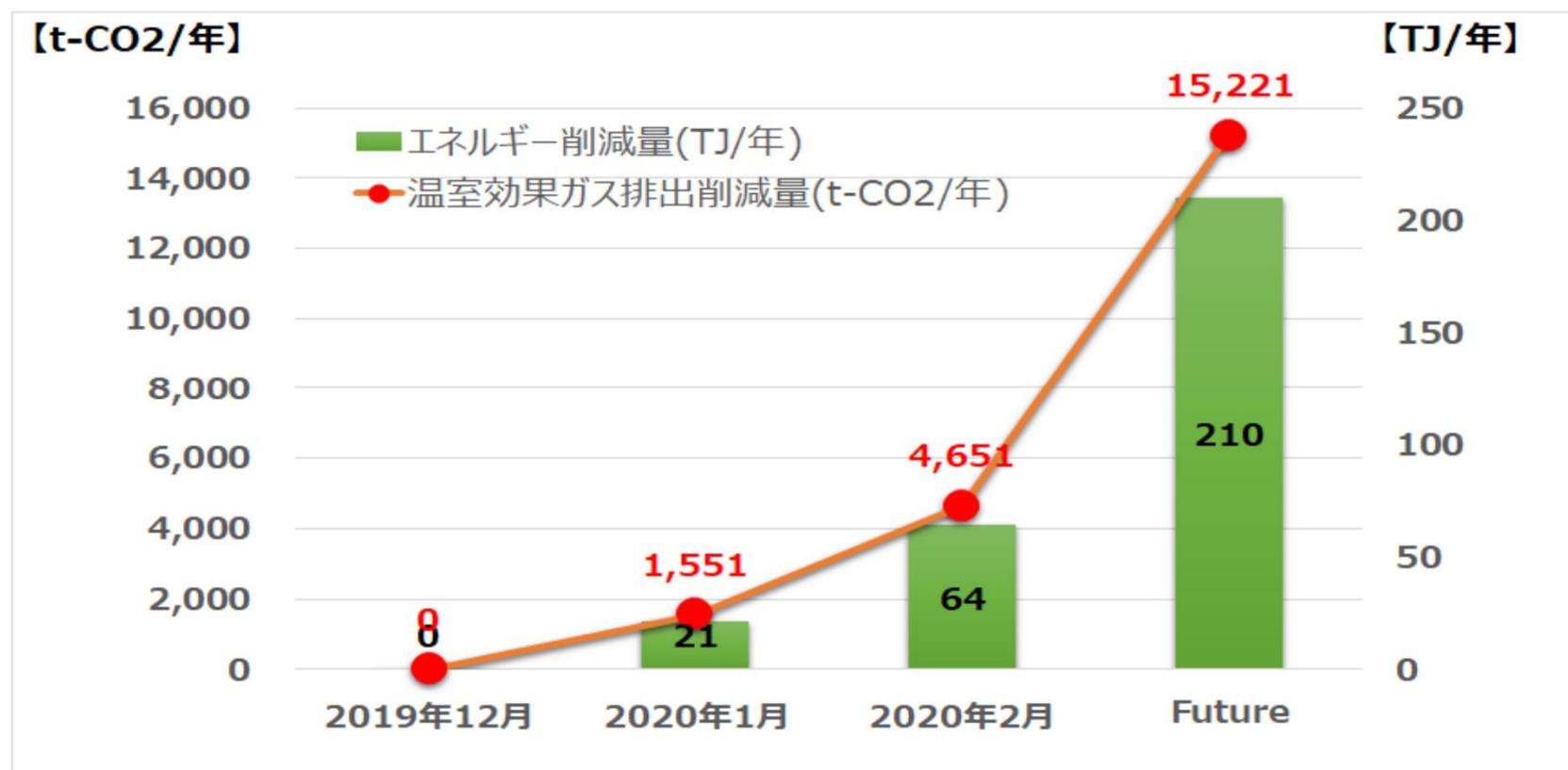
転炉ガスホルダ・発電設備における温室効果ガス削減効果

3. 事業成果



(1) 目標の達成状況と成果の意義

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	1,927	5,782	18,922
エネルギー削減量(TJ/年)	0	21	64	210
温室効果ガス排出削減量(t-CO2/年)	0	1,551	4,651	15,221

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

(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。

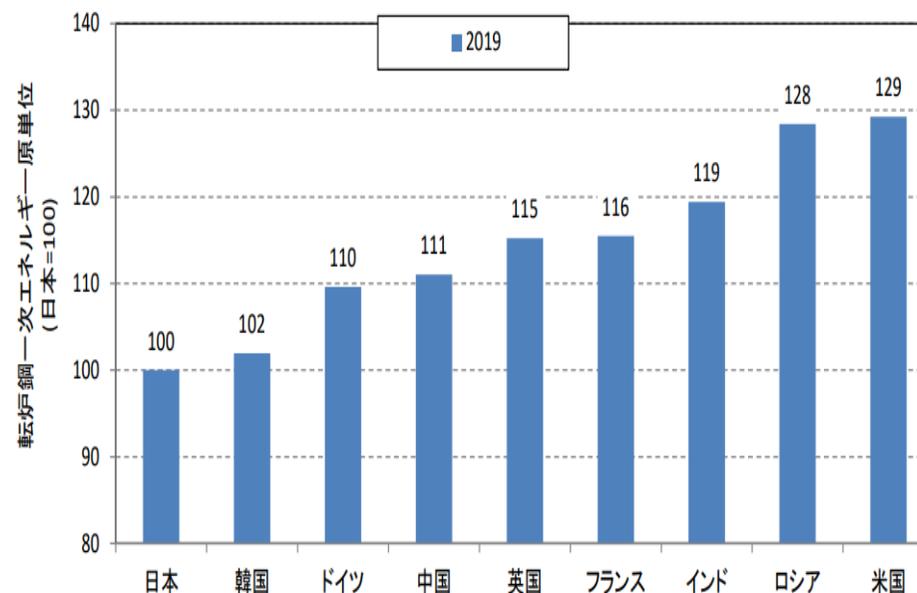
● 課題：

- 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)

4. 事業成果の普及可能性

(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。

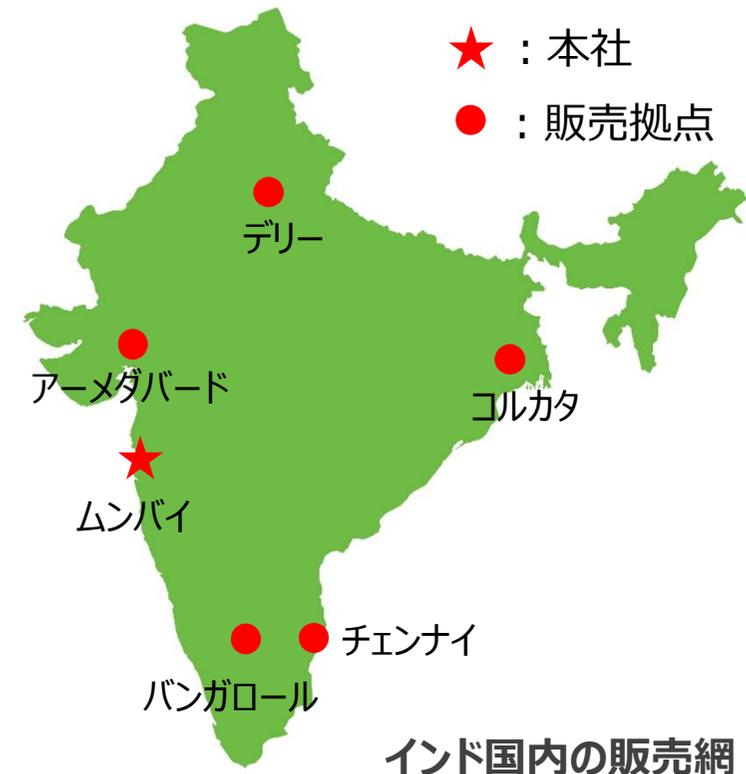


出所：2019年時点のエネルギー原単位の推計（鉄鋼部門-転炉鋼）
https://www.rite.or.jp/system/global-warming-ouyou/download-data/Comparison_EnergyEfficiency2019steel.pdf

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」のスコープ上、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。



4. 事業成果の普及可能性

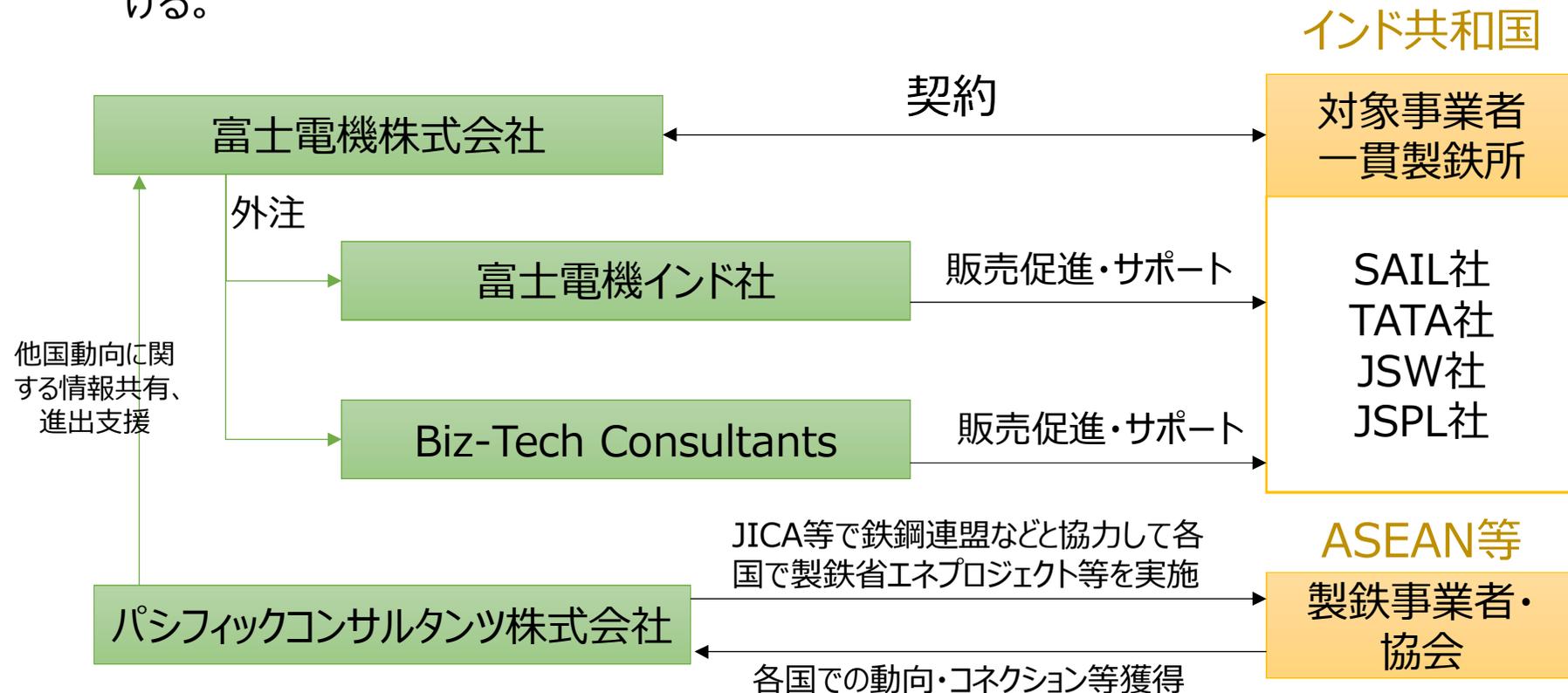
(1) 事業成果の競争力（課題とリスク）

- **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

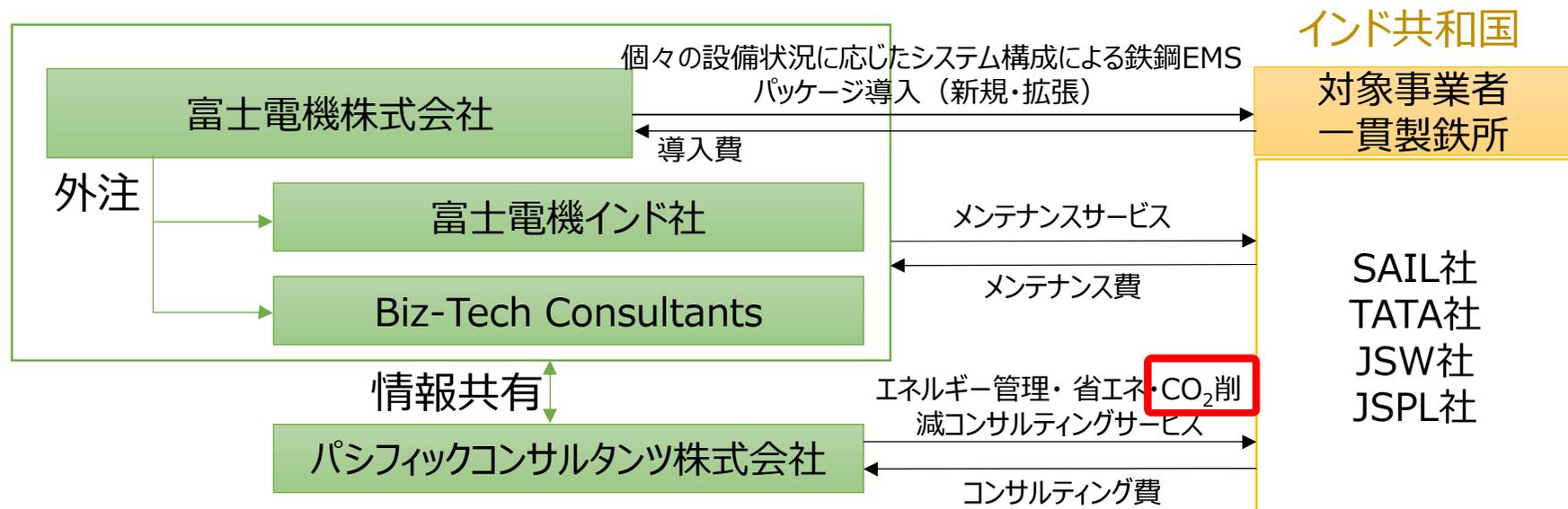
(2) 普及体制

- **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

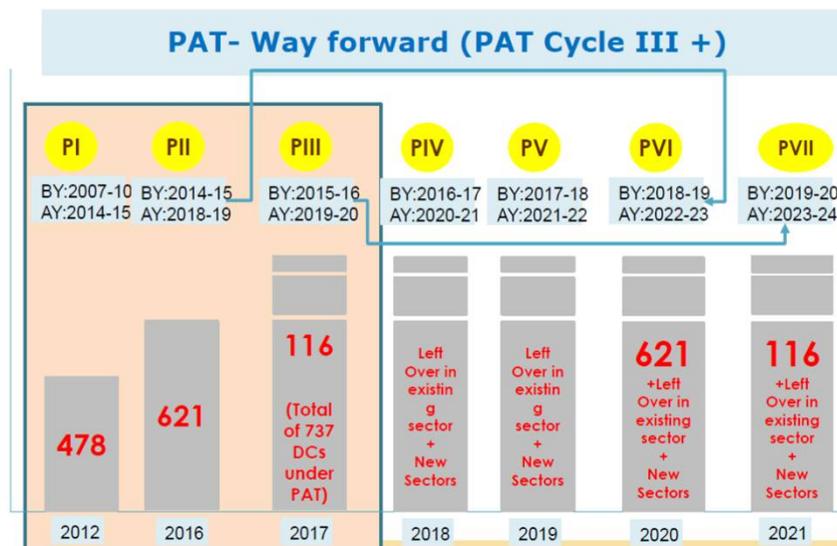
(4) 政策形成・支援措置

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の抜本の見直し・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。

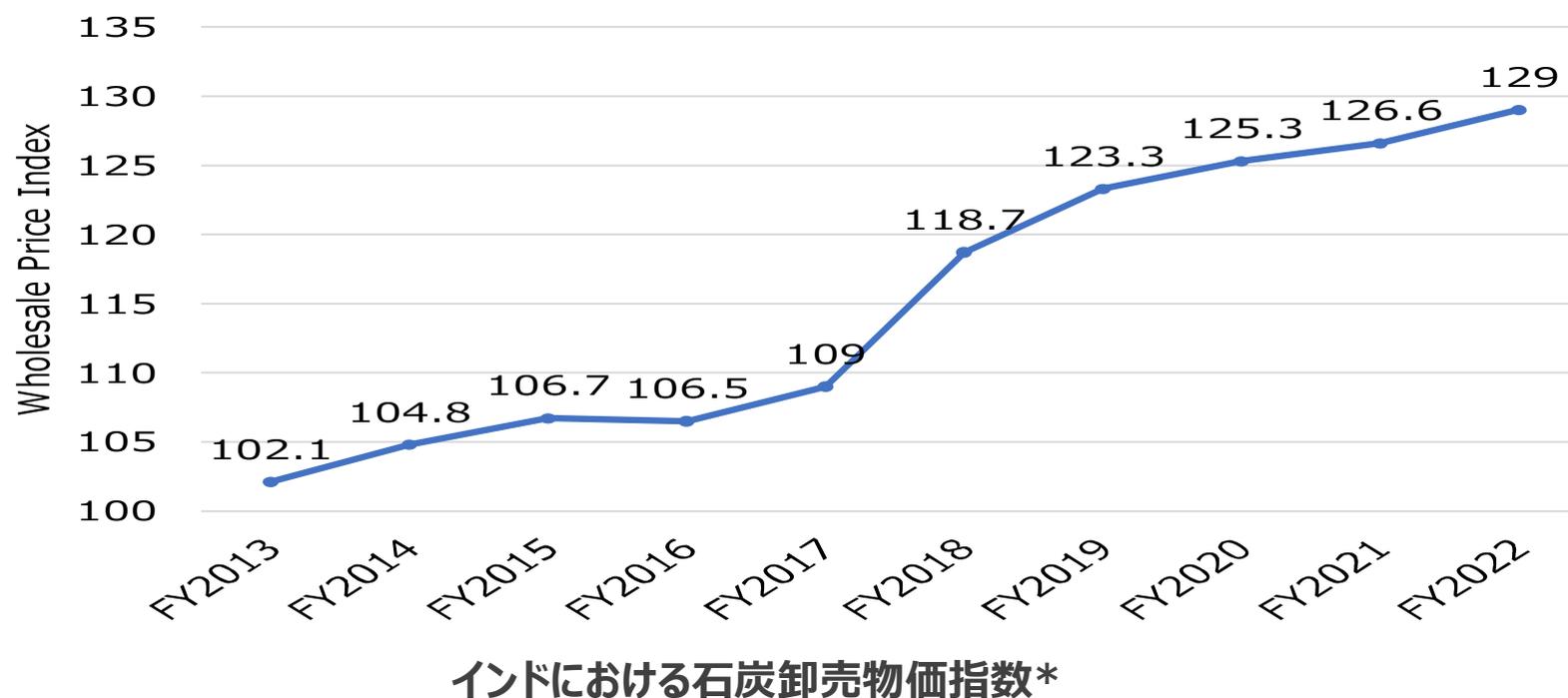
4. 事業成果の普及可能性



(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。



(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。