

カーボンニュートラル行動計画報告

2024年2月14日
産業構造審議会 鉄鋼WG報告資料

一般社団法人日本鉄鋼連盟

目次

鉄連・カーボンニュートラル行動計画の全体像	……P3
エコプロセス	……P7
エコプロダクト	……P23
エコソリューション	……P29
革新的技術開発	……P40
移行期の取り組み	……P49
その他取り組み	……P53
参考資料	……P56

鉄連・カーボンニュートラル行動計画の全体像

基本方針

- 当連盟は、地球温暖化問題を鉄鋼業界の最重要課題と位置づけ、2021年2月に「我が国の2050年カーボンニュートラルという野心的な方針に賛同し、これに貢献すべく、日本鉄鋼業としてもカーボンニュートラルの実現に向けて、果敢に挑戦する。」ことを表明した。
- 他国に先駆けてカーボンニュートラルの実現を目指すべく、低炭素社会実行計画を「カーボンニュートラル行動計画」と改め、フェーズⅡ目標(2030年度目標)を改訂することとした。
- エコプロセスにおける新たな2030年度目標設定に当たっては、既に世界最高水準にあるエネルギー効率の下、これまで進めてきたBATの最大導入のみならず、冷鉄源の活用など新たな視点を加味し、野心度を高めることとした。
- 世界全体でカーボンニュートラルを実現するためには、今後、鉄鋼生産の拡大が見込まれるアジア地域における鉄鋼生産プロセスの脱炭素化が極めて重要であり、これら地域への技術移転・普及に向け、適切な技術導入が行われるための仕組みづくりも含め、エコソリューション活動を展開していく。
- エコプロダクトによる製品使用段階の削減については、特に政府グリーン成長戦略の14分野にも位置付けられている洋上風力や自動車の電動化等の推進において高機能鋼材が果たす役割は大きく、従来の5品種の定量評価に加え、こうした貢献が見える化することで、国境や業種の枠に捕らわれず、世界を俯瞰した実効的な温暖化対策を日本主導で加速させることができると考えられ、こうした視点も加味していく。
- 革新的技術開発では、COURSE50やフェロコックスに加え、グリーンイノベーション基金の下、直接水素還元や電気炉による高機能鋼材製造技術等にもチャレンジする。

全体像

2030年←2013年

エコプロセス

BATの導入等による省エネの推進、廃プラスチックの活用、2030年頃の実機化を
目途に現在開発中の革新的技術の導入、その他CO₂削減に資する原燃料の活用等により、2030年度のエネルギー起源CO₂排出量(総量)を2013年度比30%削減する。

エコプロダクト

高機能鋼材の国内外への供給により、社会で最終製品として使用される段階においてCO₂削減に貢献する。定量的な削減貢献を評価している5品種の鋼材について、2030年断面における削減ポテンシャルは約4,200万t-CO₂と推定。

エコソリューション

日本鉄鋼業の優れた省エネ技術・設備の世界の鉄鋼業への移転・普及により、地球規模でCO₂削減に貢献する。2030年断面における日本の貢献は約8,000万t-CO₂と推定。

2050年←

革新的技術開発

カーボンニュートラル実現に向け以下4テーマの技術開発に果敢に挑戦する。

- ・ 所内水素を活用した水素還元技術等の開発
- ・ 外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素技術等の開発
- ・ 直接水素還元技術の開発
- ・ 直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

国際規格に基づく認証取得

- 当連盟は2014年2月20日、自主行動計画/低炭素社会実行計画(当時)における地球温暖化対策、省エネへの取組により、業界団体として世界で初めてISO 50001(エネルギーマネジメントシステム)認証を取得。2024年現在も同認証の取得を継続しながら、カーボンニュートラル行動計画を着実に推進している。



初回登録日 : 2014年02月20日
第1回更新登録日 : 2017年02月02日
第2回更新登録日 : 2020年01月23日
変更(移行)日 : 2021年5月20日
第3回更新登録日 : 2023年2月20日

ISO 50001(エネルギーマネジメントシステム)

組織のエネルギーパフォーマンスを可視化し、その改善による省エネ/コスト削減を実現するための国際規格であり、PDCA(計画・実施・確認・改善措置)サイクルの考え方を採用。

エコプロセス

2022年度の取り組み結果(参加会社計)

2022年度のエネルギー起源CO₂排出量(総量)

(当該年度のクレジット反映後電力係数を用いて算定)

1億5,023万トン-CO₂

2013年度対比

▲4,420万トン
(▲22.7%)

2021年度対比

▲1,277万トン
(▲7.8%)

2030年度目標(2013年度比30%削減)達成率

75.8%

—

—

エネルギー消費量

1,815PJ

▲482PJ
(▲21.0%)

▲143PJ
(▲7.3%)

粗鋼生産量

8,350万トン

▲2,496万トン
(▲23.0%)

▲815万トン
(▲8.9%)

参考 鉄鋼業全体(鉄連・カーボンニュートラル行動計画非参加会社も含む)

2022年度のエネルギー起源CO₂排出量(総量) 1億5,676万トン-CO₂
(2013年度対比▲4,210万トン(▲21.2%)、2021年度対比▲1,030万トン(▲6.2%))※1

エネルギー消費量 1,913PJ
(2013年度対比▲457PJ(▲19.3%)、2021年度対比▲136PJ(▲6.6%))

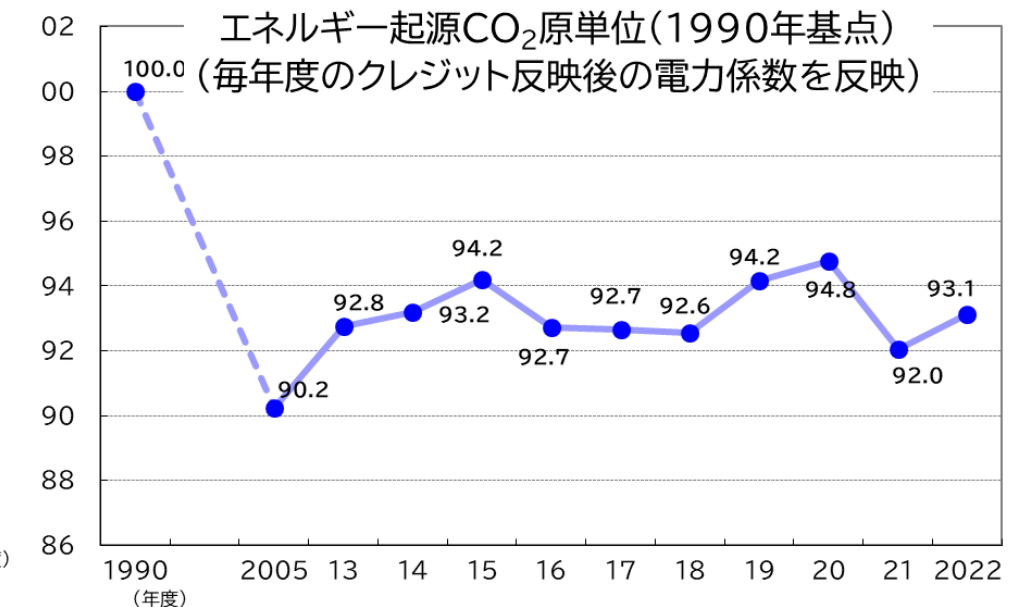
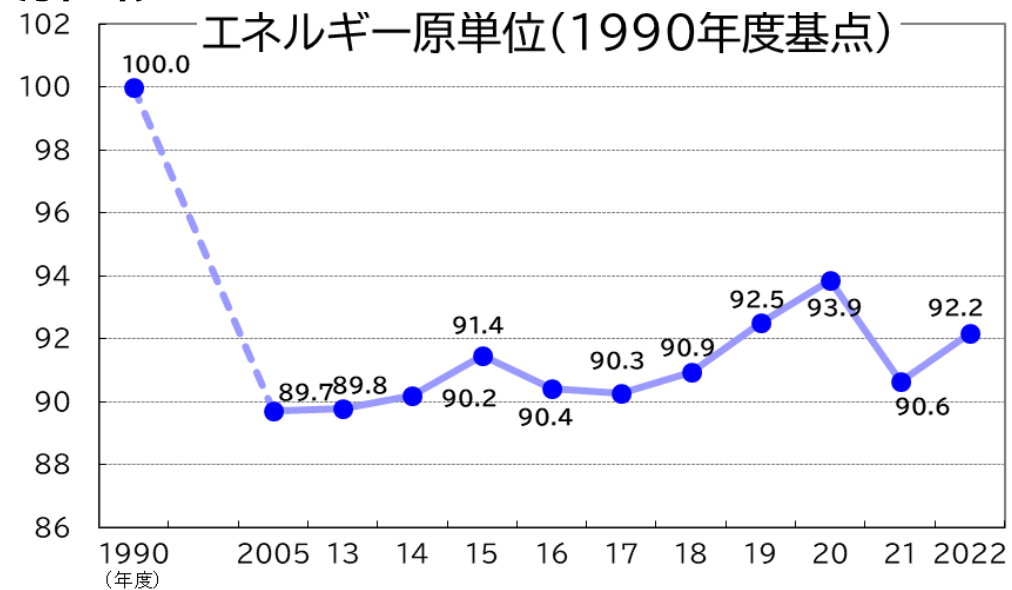
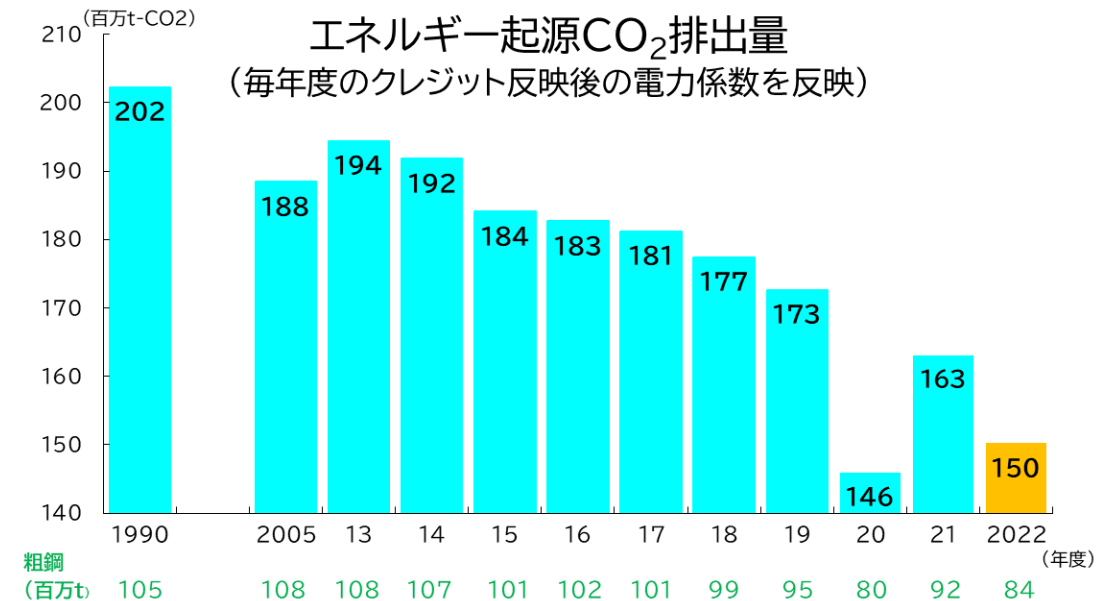
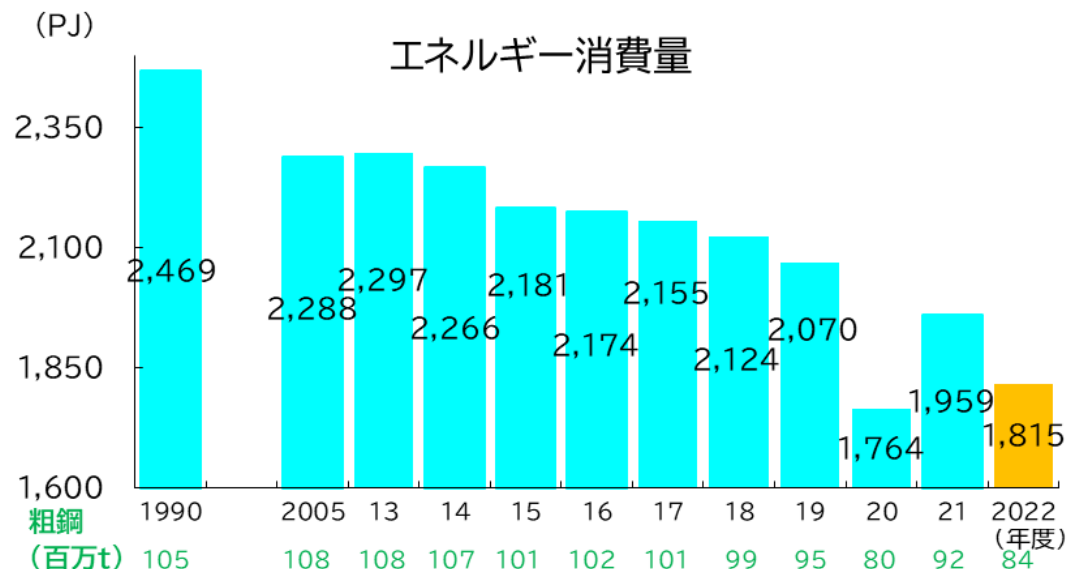
粗鋼生産量 8,785万トン
(2013年度対比▲2,368万トン(▲21.2%)、2021年度対比▲779万トン(▲8.1%))

※1 当該年度のクレジット反映後電力係数を用いて算定

※2 鉄鋼業全体のエネルギー消費量、CO₂排出量は石油等消費動態統計から推計して集計。

エネルギー消費量・CO₂排出量の毎年度推移

※PJはペタジュール(10¹⁵ジュール)。1Jは0.23889cal。1PJは原油約2.58万KL。



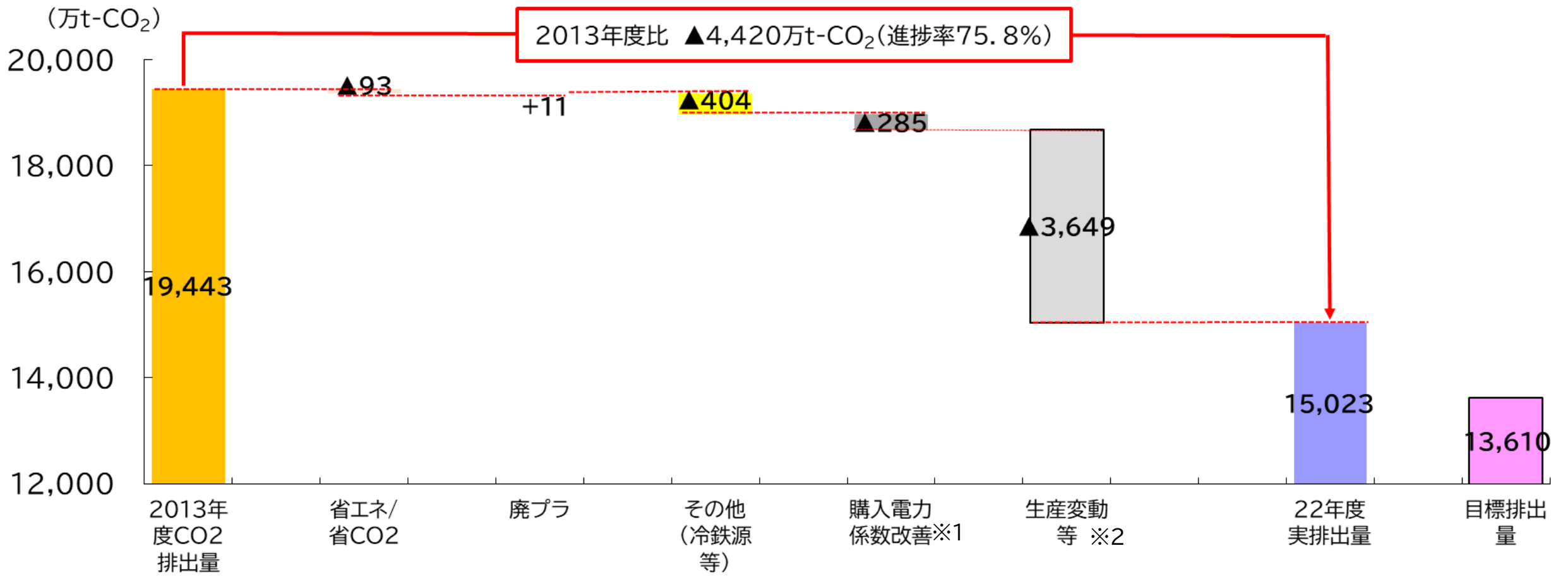
参考：2021年度からの評価指標等の変更について

- カーボンニュートラル行動計画フェーズⅠ期間が2020年度を以って終了し、フェーズⅡ期間(2021～2030年度)に移行するのに合わせ、フェーズⅡ目標の基準年度を2005年度から2013年度へ、管理指標をBAU比排出量(2005年時点の技術レベルで算定したベースライン排出量を指標として評価する手法)からCO₂排出量(総量)に見直した。
- これまで管理指標として用いていたBAU排出量については、指標設定時に想定している粗鋼生産量の範囲内で有効な評価が可能になる性質であるものの、コロナ禍による非連続な操業状況に陥った場合や、構造的な生産水準の変動があった場合など大幅な数量変動下においては十分に機能しなくなることが2020年度実績値で示唆されたため、CO₂排出量(総量)を管理指標として用いることに改めた。
- 省エネ対策(BATの最大導入)の積み上げ(省エネ量を把握するための指標)において、コークス炉の効率改善※¹と電力需要設備の効率改善※²について実態を適切に評価しうる見直しを行った。
 - ※¹ コークス炉の効率改善については、従来は次世代型コークス炉の導入基数を指標としていたが、従来型の炉への更新が主である実態も踏まえ、乾留熱量原単位の推移を指標とすることでコークス炉全体の効率を捕捉することとした。
 - ※² 電力需要設備の効率改善については、従来は粗鋼当たり電力消費原単位を指標としていたが、環境対策強化等による増エネ(原単位悪化)要因で省エネ努力が見えにくくなっていたため、酸素プラントや送風機など電力消費の大きく、且つ設備ごとに電力消費原単位の把握が可能な設備を特定してこれらの合計電力原単位推移を捕捉することとした。

	フェーズⅠ期間(2013～2020年度)	フェーズⅡ期間(2021～2030年度)
基準年度	2005年度	2013年度
管理指標	BAU比CO ₂ 排出量	CO ₂ 排出量(総量)
省エネ対策の算定 (変更点)	コークス炉の効率改善： 次世代型コークス炉の導入基数 電力需要設備の効率改善： 粗鋼当たり電力消費原単位	コークス炉の効率改善： コークス乾留熱量原単位 主な電力需要設備の効率改善： 酸素プラント、送風機等の電力原単位

2022年度CO₂排出量の増減要因

2022年度のCO₂排出量は1億5,023万t-CO₂であり、2013年度比4,420万t-CO₂の減となっている。その要因として、省エネ/省CO₂(コークス炉や発電設備の効率改善、CDQなどの省エネ設備増強等)や冷鉄源(スクラップ)活用等の取り組みが進展したことに加え、購入電力の係数改善、生産変動等の要素が挙げられる。



※1 鉄連・カーボンニュートラル行動計画参加各社が、外部から購入した電気由来のCO₂排出については、電気事業低炭素社会協議会が公表しているCO₂排出係数を用いて評価。基準年(2013年)と2022年度の係数差からCO₂削減量を算定。

※2 生産変動等には、操業努力等の省エネ要素や生産変動による固定エネルギー影響(原単位変動)分等も含まれる。

2022年度実績の評価(2013年度対比)

対策内容	2022年度 実績 (万t-CO ₂)	2030年度 想定 (万t-CO ₂)	備考
1. 省エネの推進 (コークス炉の効率改善、発電設備の効率改善、省エネ設備の増強、主な電力需要設備の効率改善、電炉プロセスの省エネ)	▲93※1	約▲270	・ 経年劣化と東日本大震災の影響によりCO ₂ 排出量が増加していたコークス炉について、会員各社とも順次、炉の更新を継続する等、省エネの推進に向けた取り組みを引き続き実施。
2. 廃プラスチックのケミカルリサイクル拡大	+11	約▲210	・ 2022年度廃プラ集荷量は2013年度比▲3万t。
3. 革新的技術の導入 (COURSE50、フェロコークス)	0	約▲260	
4. その他 (CO ₂ 削減に資する原燃料の活用等)	▲404※2	約▲850	・ 冷鉄源の活用及び、加熱炉等の燃料転換(重油等⇒都市ガス)の推進。
5. 購入電力排出係数の改善	▲285	約▲800	・ 2013年係数(0.567kg-CO ₂ /kWh)と2022年係数(0.436kg-CO ₂ /kWh)を用いて算定。
6. 生産変動等	▲3,649	約▲3,400	・ 生産変動等には、1.で定量化した要素以外の操業努力等の省エネ要素や生産変動による固定エネルギー影響(原単位変動)分等も含まれる。
合計	▲4,420 (22.7%削減)	約▲5,790 (30%削減)	

※1 フェーズ I (2005年度対比)では、目標年である2020年度実績で省エネの推進により▲300万t-CO₂を達成

※2 ▲404万t-CO₂の内訳は、冷鉄源活用が転炉▲56万t-CO₂、電炉▲342万t-CO₂計▲398万t-CO₂、燃料転換が▲6万t-CO₂

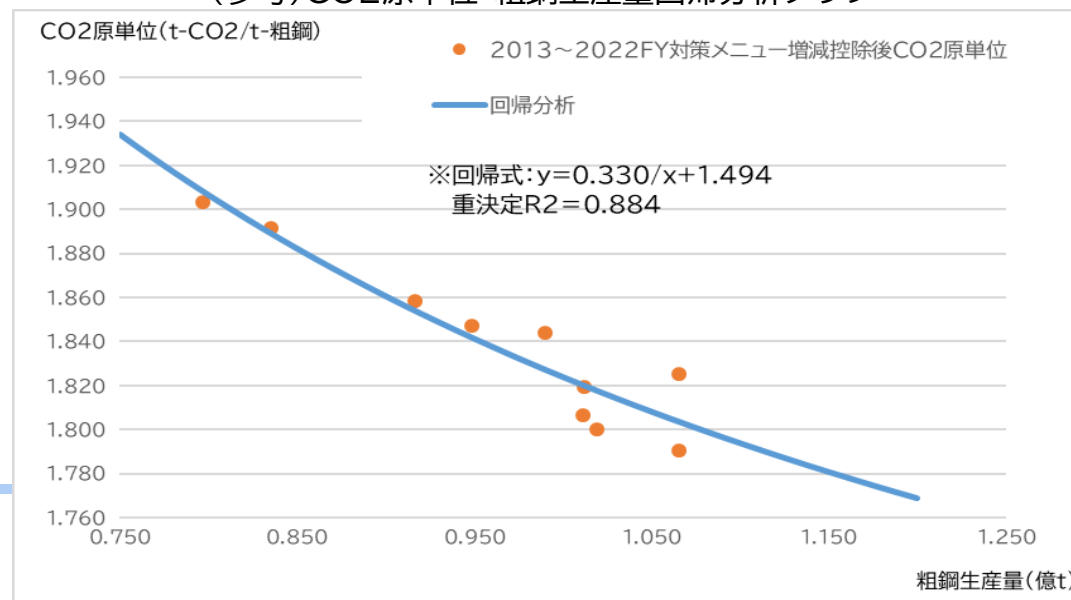
2022年度実績に関する考察

- 過年度の要因分析では、省エネ対策効果の定量化が可能な項目について毎年度の進捗を捕捉し、定量化が不可能な操業改善努力等の細かな対策効果については、「生産変動等」の中に含まれるものとして整理してきた。
- 一方、2022年度の粗鋼生産は前年度比▲8.9%、2013年度比で▲23.0%と低水準の生産レベルとなった。鉄鋼業のような装置産業では、生産減少局面ではエネルギー原単位/CO₂原単位が悪化する。すなわち2022年度の「生産変動等」には、操業改善努力等の対策効果と、生産減によるCO₂排出量の減少に加え、原単位悪化によるCO₂排出の増加も含まれる。
- ここでは、この内、生産減少による原単位悪化について、一定の定量化を試みることにした。具体的には、当連盟カーボンニュートラル行動計画参加会社の個別の事象を捨象し、過年度の実績の傾向から定量化※¹を行ったところ、2022年度については生産減による原単位悪化に伴い710万t-CO₂の増CO₂と試算※²された。

※¹ 2013～2022年度の実績CO₂排出量からフェーズⅡ対策メニューの進捗によるCO₂変動分を控除した排出量(≡BAU排出量)、CO₂原単位(≡BAU原単位)を算出し、当該原単位と粗鋼生産量で回帰分析を実施。

※² 当該回帰分析で得られた回帰式に2022年度と2013年度の参加会社計粗鋼生産量(8,350万t、10,650万t)を代入して得られたCO₂原単位の差分(1.89-1.80=0.09t-CO₂/t-粗鋼)が原単位悪化分と評価し、2022年度粗鋼生産量8,350万tを乗じて総量換算したもの。

(参考)CO₂原単位・粗鋼生産量回帰分析グラフ



参考：生産減によってエネルギー原単位を悪化させる要因例

1. 定格運転や常時稼働を前提とする設備

特に鉄鋼一貫製鉄所には上記のような設備が多く、高炉やコークス炉が最たるもの。

- 高炉は24時間・365日稼働を前提とし、炉容積に見合った操業時に最大効率での生産が可能となる。よって、生産減のために炉容積に比して少量での生産を行う場合等にエネルギー効率が低下する。
- コークス炉は、減産局面では製造ピッチを落とす(乾留時間を通常時より長くする)操業を行うことがあるが、その場合、炭化室の温度を一定以上に維持するための熱量等が時間比例で増えるため、原単位悪化要因となる。
- 高炉やコークス炉に付帯するTRTやCDQなどエネルギー回収設備も定格運転時に最大効率が発揮されるようになっていて、生産減によって回収効率が低下し、不足するエネルギー分を補うために自家発の石炭焚き増しや購入電力増加など、エネルギー効率の低下を引き起こす。
- 環境対策設備(排ガス集塵設備や排水処理ポンプなど)や保安設備なども定格運転や常時稼働を前提とする。それら設備は電動化やインバータ化などの対応が可能なものもあるが、生産量に応じた運転が困難なものも多く、生産量が下がるとエネルギー効率は低下する。

2. 予熱・保熱が必要な設備

圧延工程の加熱炉など、通過する製品量に関わらずコールド状態からの立ち上げ・予熱、あるいは生産ペースを下げた時の保熱に一定のエネルギーが必要な設備がある。そうした設備は生産量が減って立ち上げ・予熱・保熱が増えるほど製品あたりのエネルギー効率が下がる。

具体的な取り組み(コークス炉更新)

CO₂増加要因の一つとなっているコークス炉耐火煉瓦の劣化に対し、会員各社では順次コークス炉の更新に着手。カーボンニュートラル行動計画の前身である、低炭素社会実行計画の開始(2013年度)以降、既に13炉のコークス炉の更新が完了している。

各社においてコークス炉の更新に着手しているものの、人員面(コークス炉炉体建造に係る専門職人)の制約及び、経済的制約(数百億円/基のコスト)もあり、引き続き取り組みがなされている。

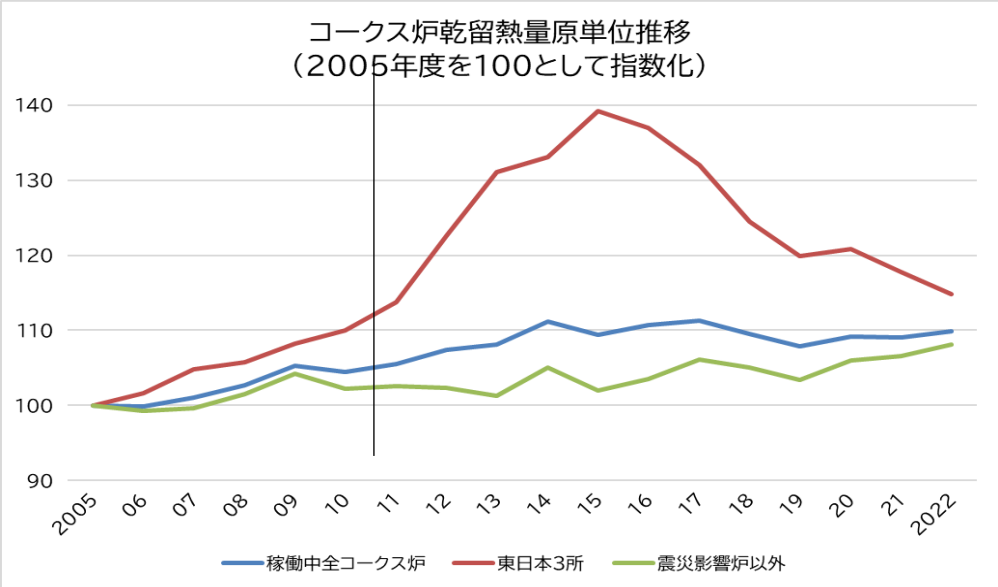
会員各社コークス炉更新計画一覧 (2022年9月現在・各社発表資料、新聞報道に基づき整理)

更新済み案件一覧(計13炉)

年度	製鉄所名	投資額
2013年度	JFEスチール倉敷	約150億円
2015年度	JFEスチール倉敷	約200億円
2016年度	日本製鉄鹿島	約180億円
	JFEスチール千葉	-
	日本製鉄君津	約290億円
2017年度	JFEスチール倉敷	約184億円
2018年度	日本製鉄鹿島	約310億円
	JFEスチール千葉	-
	日本製鉄君津	約330億円
2019年度	日本製鉄室蘭	約130億円
	JFEスチール福山	約135億円
2021年度	JFEスチール福山	約135億円
	日本製鉄名古屋	約570億円

更新予定案件一覧(計3炉)

年度	製鉄所名	投資額
2025年度	日本製鉄大分	約500億円
	JFEスチール福山	約450億円
2026年度	日本製鉄君津	約390億円



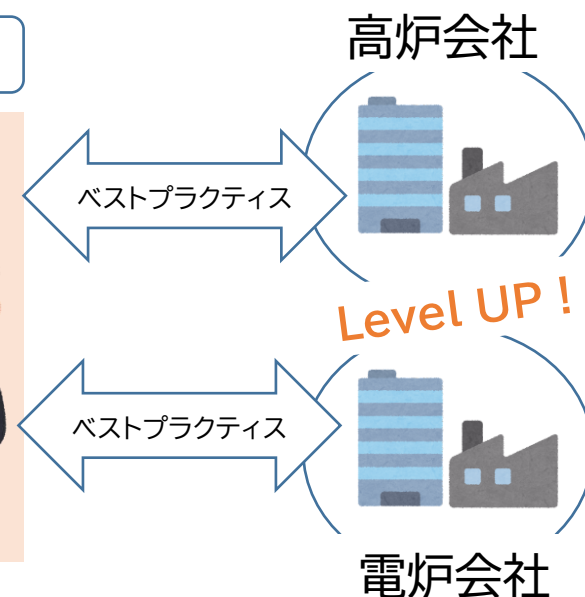
具体的な取り組み(発電設備の高効率化/ベストプラクティス共有の取組)

発電設備の高効率化

神戸製鋼所加古川発電所 1号機 ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC) (2011年)
君津共同火力発電所 6号機 アドバンスコンバインドサイクル(ACC) (2012年)
鹿島共同火力発電所 5号機 アドバンスコンバインドサイクル(ACC) (2013年)
和歌山共同火力発電所 1号機 アドバンスコンバインドサイクル(ACC) (2014年)
大分共同火力発電所 3号機 アドバンスコンバインドサイクル(ACC) (2015年)
神戸製鋼所加古川発電所 2号機 ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC) (2015年)
JFEスチール千葉発電所 西4号機 ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC) (2015年)
日鉄日新製鋼呉発電所 6号機 ボイラタービン(BTG) (2017年)
JFEスチール扇島火力発電所 1号機 ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC) (2019年)
福山共同火力発電所 2号機 ガスタービンコンバインドサイクル(GTCC) (2020年)

業界におけるベストプラクティス共有の取組

エネルギー技術委員会拡大委員会



- 業界内での省エネ・省CO₂の取組みレベル向上のため、年1回、高炉・電炉関係者、数十名が集まる技術交流会(エネルギー技術委員会拡大委員会)を開催し、各社事例(運用改善含む)の共有や関係機関による特別講演等のプログラムを実施。
- 今年度は2023年11月に株式会社神戸製鋼所 加古川製鉄所にて4年ぶりの対面開催を実施。経済産業省金属課より鉄鋼業のカーボンニュートラルに向けた国内外の動向等について特別講演をいただくとともに、共通テーマ(省エネ・設備改善/安定化事例、AI/IoT/スマート保安/DX事例等)に基づき、各社の取り組み事例発表が行われた。

具体的な取り組み(電炉メーカーにおける取組例(日本冶金工業(株)))

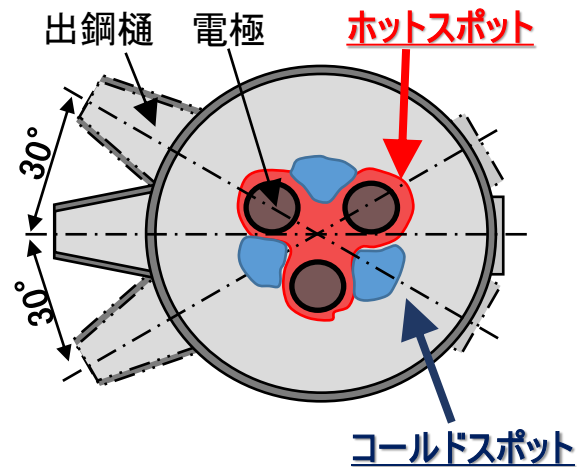
日本冶金工業 川崎製造所では「製造プロセス革新と川崎製造所リフレッシュ」の一環で、2022年1月に新電気炉を建設。新電気炉で導入した主な省エネ技術は以下の通り。

1. 炉の集約及び大型化 : 2炉の1炉化及び炉体の大型化に伴う材料装入回数減による放熱の削減
2. 炉体旋回装置 : 炉体旋回する事でコールドスポットをホットスポット化する事で均一溶解の実現
3. 電磁攪拌装置 : 合金鉄や大型スクラップ溶解促進、溶鋼攪拌によるスクラップ溶解速度アップによる操業時間短縮
4. 各種自動化装置 : 材料装入作業、測温作業等自動化装置導入による操業時間短縮に伴う放熱の削減
5. 高機能断熱材施工 : 炉底、炉壁の耐火物裏に高機能断熱材を施工し、耐火物越しの放熱を抑制

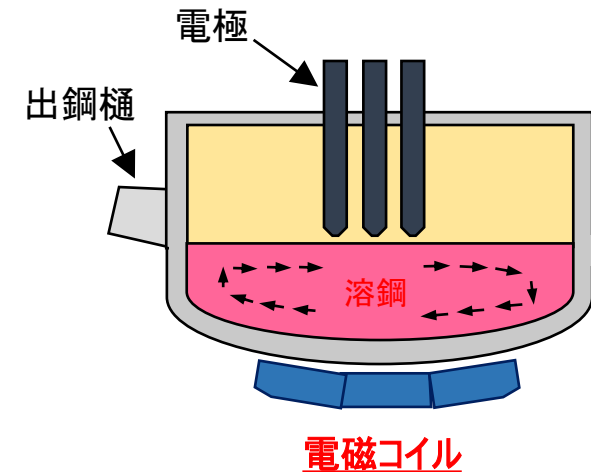
【E炉全景】



【炉体旋回概略図】



【電磁攪拌概略図】



省エネルギー投資促進に向けた支援補助金による省エネルギー事業

- 省エネ補助金対象として採択された省エネルギー事業のうち、直近3ヵ年(2020～2022年度中)に新たに省エネ効果が発現したと思われる案件(高炉各社案件)は以下の計7件。各社においては、引き続き積極的な省エネ取り組みが行われている。

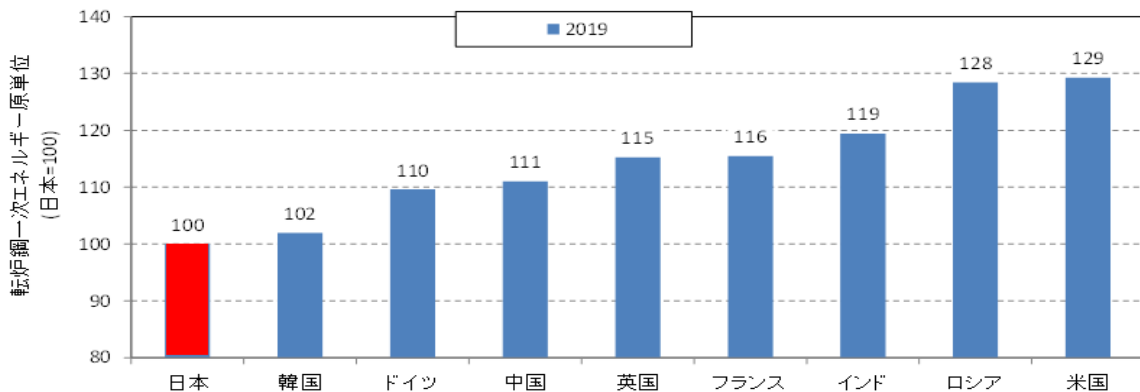
	製鉄所名	案件名
2020年度	日本製鉄(株)瀬戸内製鉄所阪神地区(東予)	東予製造所における省エネルギー事業
	JFEスチール(株)西日本製鉄所倉敷地区	倉敷発電所における高効率蒸気タービン発電機導入による省エネルギー事業
	JFEスチール(株)西日本製鉄所福山地区(瀬戸内共同火力)	高効率発電設備導入による省エネルギー事業
2021年度	日本製鉄(株)関西製鉄所和歌山地区(和歌山共同火力)	高炉送風機電動化による省エネ事業
	JFEスチール(株)西日本製鉄所福山地区	副生ガス利用設備改善等による省エネルギー事業
	JFEスチール(株)東日本製鉄所千葉地区	廃熱回収及び高効率機器導入による省エネ事業
2022年度	JFEスチール(株)西日本製鉄所倉敷地区(瀬戸内共同火力)	高炉送風機の電気駆動化に伴う連携省エネルギー事業

日本鉄鋼業のエネルギー効率

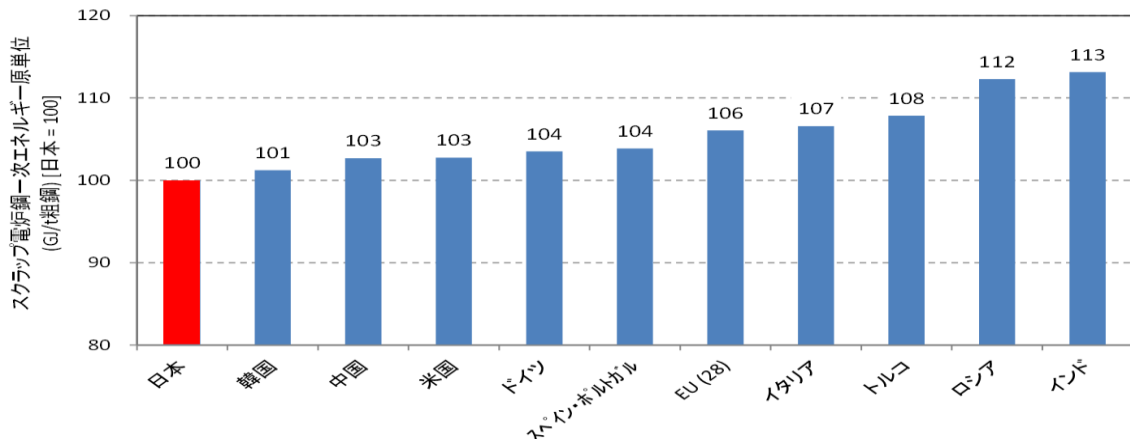
- 2022年、地球環境産業技術研究機構(RITE)が鉄鋼業(転炉鋼・電炉鋼)のエネルギー効率の国際比較に関するレポートを発表。2005年、2010年、2015年に引き続き、2019年も日本鉄鋼業が世界最高水準のエネルギー効率を堅持しているということが明らかになった。

(本レポートは通常5年毎に発行されているが、2020年はコロナ禍による非連続な操業実態であったため、直近の定常的な操業実態であった2019年実績値をもとに比較実施)

転炉鋼のエネルギー原単位 推定結果 (2019年、日本=100)



電炉鋼のエネルギー原単位 推定結果 (2019年、日本=100)



なぜ日本鉄鋼業が世界No1?

- 日本鉄鋼業における 省エネ技術普及率が極めて高い
- 「カーボンニュートラル行動計画」達成に向け、各社で対策を実施するとともに、業界内でベストプラクティスを共有

鉄鋼業においてさらなるCO₂排出削減を進めるためには?

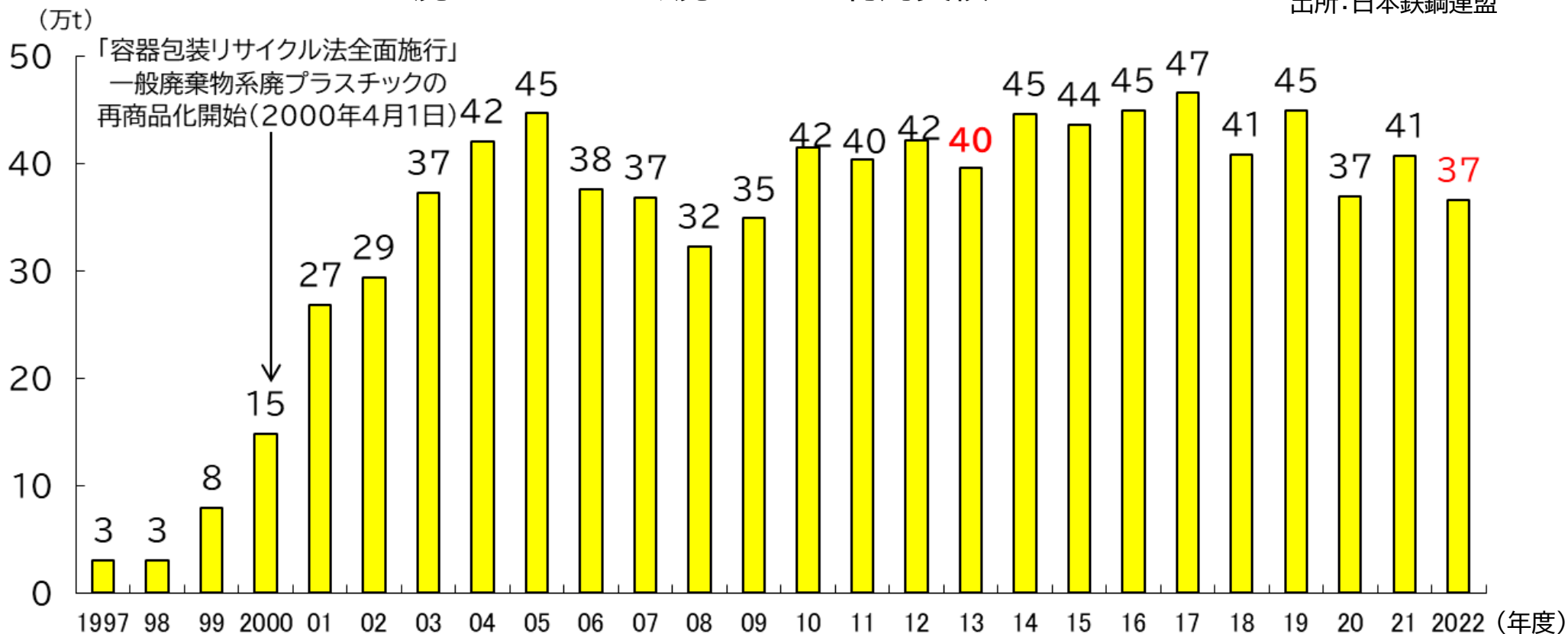
国内対策のみならず、世界全体で省エネ対策・技術普及を進めることが有効

具体的な取り組み(廃プラスチック等の有効活用について)

カーボンニュートラル行動計画では、政府による集荷システムの確立を前提に廃プラスチック等を100万トン活用することを目指しているが、2022年度の集荷実績は37万トンであり、依然として集荷量の伸び悩みが見られる。廃プラスチック等の有効活用については、プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律の下で、鉄鋼業が実施するケミカルリサイクルの促進に資する制度となるか、その動向を注視する。

廃プラスチック、廃タイヤの利用実績

出所:日本鉄鋼連盟

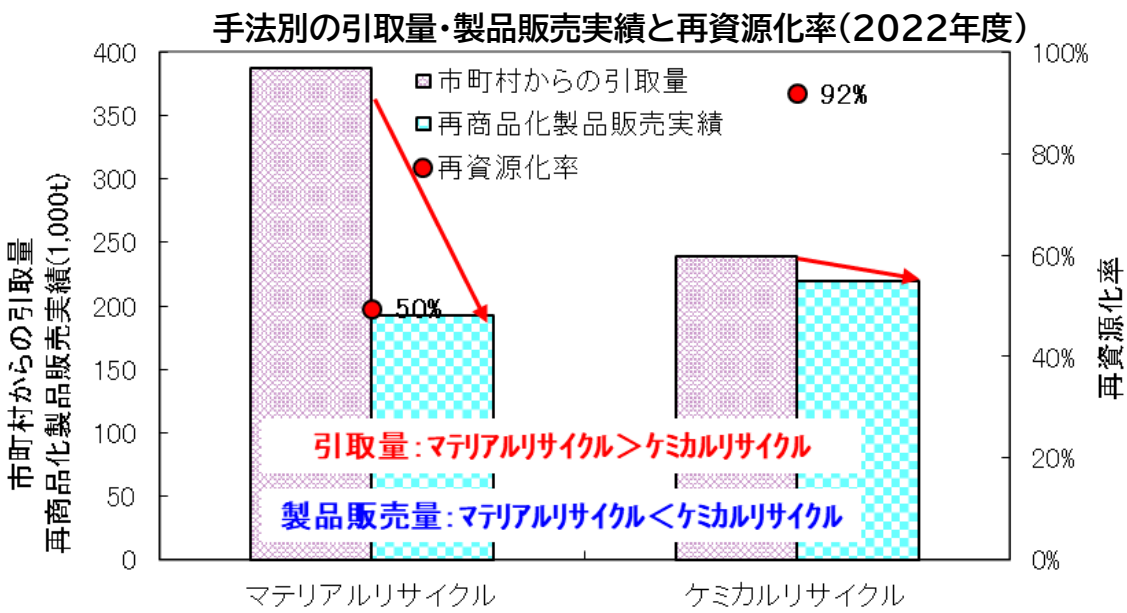


- ・材料リサイクル優先調達の下、ケミカルリサイクル(高炉、コークス炉)の落札量は伸び悩み。
- ・2022年度については、入札制度の見直し(材料リサイクル優先枠で足切りされた社がケミカル等の一般入札枠に参入可能とするもの)の実施が行われた2018年度に対してはケミカルの落札量は若干増加したものの、なおも過年度並の水準に留まっている状況。別途、2023年度分から指定法人ルートにて「分別収集物(容リプラ+製品プラ)」としてプラスチックの一括回収分も加わり、落札されている。

21

ケミカルリサイクルの拡大に向けて

- ケミカルリサイクルは、材料リサイクルに比べて残渣の発生が少なく、ほぼ全量がリサイクルされ、落札単価(≡リサイクルに伴う社会コスト)も低い非常に優れたリサイクル手法。
- 現状の鉄鋼各社の鉄鋼生産プロセスを活用した容リプラの処理能力は約30万t。
- 廃プラスチック等の有効活用については、プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律の下で、鉄鋼業が実施するケミカルリサイクルの促進に資する制度として運用されているか、その動向を注視する。



手法別の落札単価(加重平均) (単位:円,%)

年度	材料	ケミカル	ケミ/材
00年度	109,300	94,200	86.2
05年度	109,300	73,000	66.8
10年度	74,498	38,646	51.9
18年度	54,945	43,336	78.9
19年度	56,406	40,078	71.1
20年度	58,211	46,743	80.3
21年度	60,816	51,312	84.4
22年度	60,328	48,984	81.2
23年度	63,974	53,991	84.4

廃棄物資源の効率的な有効活用の観点(CO₂削減効果が高く、社会的コストに優れた廃棄物リサイクル)から、容器包装リサイクル制度について、CO₂削減効果の低い材料リサイクル優先制度の撤廃が必要。

エコプロダクト

省エネ・CO₂削減に貢献する日本の工業製品

- 我が国の製造業が先頭に立って開発し、実用化してきた、低燃費自動車や高効率発電設備・変圧器をはじめとする多くの工業製品は、その高いエネルギー効率により、これまで国内外において、省エネやCO₂削減に大きく貢献してきた。
- これらの開発・実用化において、日本鉄鋼業は製造業との間に、さまざまな機能を備えた鋼材の開発・供給を通じた密接な産業連携を構築し、これら高機能鋼材は、製品の機能向上に不可欠なパーツとして、需要家から高い信頼を得ている。

航空機用部品



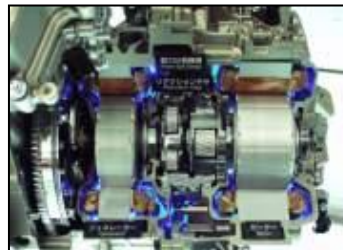
高強度かつ靱性に優れたジェットエンジンシャフトにより
最大推力UP⇒航続距離向上・燃費向上

ボイラーチューブ



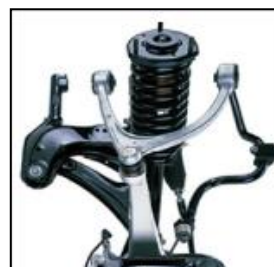
高温・腐食に強い鋼管により発電効率が向上

ハイブリッド車/電気自動車用モーター



高効率無方向性電磁鋼板による
燃費向上・高出力・小型軽量化

サスペンションギア(懸架バネ)



過酷な環境で使用される弁バネ・懸架バネの強度
向上により、自動車の軽量化、低燃費化に貢献

自動車・産業機械部品



高強度歯車用鋼による変速機の
多段化・小型軽量化⇒燃費向上

発電機用部品



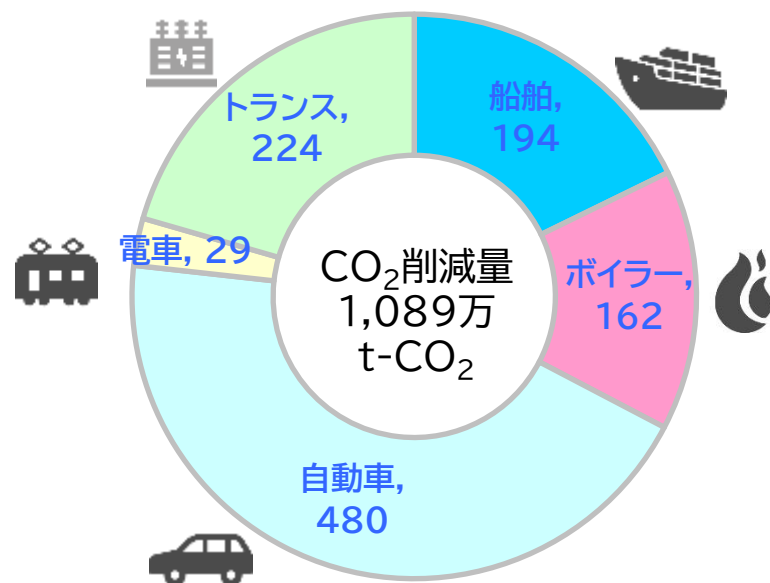
高温・高速回転の過酷な条件下で活躍する
高効率発電用タービンの要

高機能鋼材の貢献に関する定量評価(在来5品種)

高機能鋼材の定量的な貢献については、2001年度に鉄連内に、ユーザー産業団体、日本エネルギー経済研究所、政府が参加する委員会を設置し評価手法を確立、以降、毎年の実績をフォローしている。

定量的に把握している代表的な5品種(2022年度生産量436万トン、粗鋼生産比5.0%)に限定した国内外での使用段階でのCO₂削減効果は、2022年度断面において国内使用鋼材で1,089万トン-CO₂、輸出鋼材で2,390万トン-CO₂、合計3,479万トン-CO₂に達している。

国内



代表的な5品種による CO₂削減効果(2022年度断面)

CO₂削減効果:
合計3,479万t-CO₂
(対象鋼材436万t)

参考:
2021年度断面のCO₂削減効果は
合計3,369万t-CO₂(対象鋼材669万t)

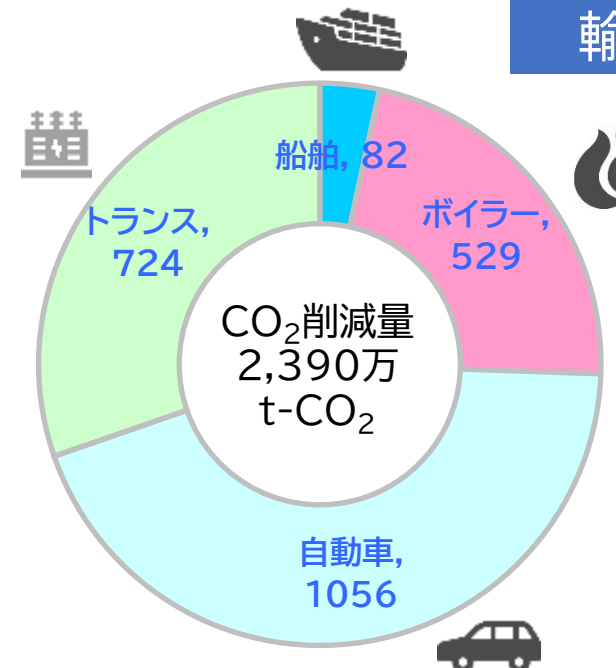
出所: 日本エネルギー経済研究所

※自動車用鋼板、方向性電磁鋼板、船舶用厚板、ボイラー用鋼管、ステンレス鋼板の5品種。2022年度の国内使用は 69万t、輸出は 367万t、合計 436万t。

船舶用厚板の国内使用鋼材量については関連統計が公開停止となったことに伴い2022年度以降算定対象外(国内使用69万tには含めず)。

※国内は1990年度から、輸出は自動車および船舶は2003年度から、ボイラー用鋼管は1998年度から、電磁鋼板は1996年度からの評価。

輸出



新たな視点からの定量評価の取り組み(洋上風力)

- 高機能鋼材は今後、カーボンニュートラルの実現に不可欠な製品分野においても貢献を果たしていくことから、当連盟では、秋田大学に委託し、それら定量評価を推進。2022年度に洋上風力(着床式モノパイル式・ジャケット式)、2023年度は洋上風力(浮体式)について定量評価を実施。
- 洋上風力では基礎や浮体、ナセルなどで高機能鋼材が使われている。これら鋼材は、使用環境に応じた錆びにくさや強度の高さが求められており、様々な要件を満たす高機能鋼材の供給を通じ、カーボンニュートラルの実現に向けた技術の社会実装を支えていく。
- 前頁にある在来5品種とは異なり、洋上風力等の製品はこれから社会実装されるものであり、次頁以降に示す定量評価結果は、今後発揮される貢献量(ポテンシャル)を試算したものである。
- 今後、CO₂の貯留(圧入)用パイプなどに高機能鋼材が使われるCCS関連インフラについても評価実施予定。

洋上風力(浮体式)



出所:日鉄エンジニアリング

CO2貯留(圧入)用パイプ



画像提供:日本CCS調査株式会社

高機能鋼材の貢献に関する定量評価(洋上風力:浮体式)

- 2023年度においては、洋上風力(浮体式)の評価を実施し、代表的な試算例(セミサブ式・30基設置時)として鉄鋼の1年間のCO₂削減貢献量＝計2.94万t-CO₂/年という値が得られた(※)。

※あくまでも代表的な試算例であり、方式・施設規模の組み合わせによって削減貢献量は変動する。

定量評価の考え方例(浮体式)

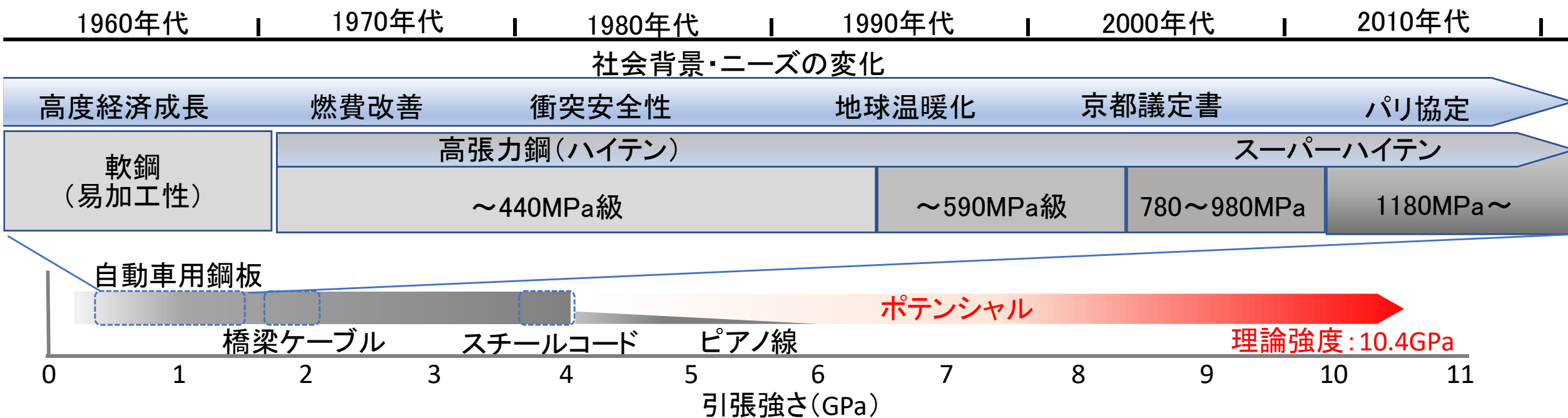
$$\begin{array}{ccccccc} 377\text{US\$}/\text{kW} & & 4,690\text{US\$}/\text{kW} & & \text{約}1.2\text{万t-CO}_2/\text{年} & & 30\text{基} & & 2.94\text{万t-CO}_2/\text{年} \\ \text{鋼材} & \div & \text{資本費} & \times & \text{洋上風力10MW} & \times & \text{洋上} & = & \text{削減貢} \\ \text{調達費} & & \text{(初期投資額、} & & \text{1基あたり} & & \text{風力} & & \text{献量} \\ & & \text{総事業費)} & & \text{CO}_2\text{削減量}\times 1 & & \text{基数}\times 2 & & \\ & & & & & & & & \\ \text{高機能鋼材のCO}_2 & & & & \text{洋上風力による} & & & & \\ \text{削減貢献量 配分割合} & & & & \text{CO}_2\text{削減総量} & & & & \\ 8.04\% & & & & 36.8\text{万t-CO}_2/\text{年} & & & & \end{array}$$

※1 「洋上風力1基あたりCO₂削減量」は比較対象(リファレンス)となる2020年度の全電源CO₂原単位(0.48kgCO₂/kWh)と洋上風力のCO₂原単位(0.06kgCO₂/kWh)の差分より設定

※2 浮体式洋上風力の導入にかかるケーススタディの一つとして、BVG Associates (2023) Guide to a Floating Offshore Wind Farm(政府の洋上風力産業ビジョン(第一次)の引用文献として使用)がある。同スタディでは、経済性等も考慮し水深100m、離岸距離約60kmの設置条件の下、セミサブ型の浮体式洋上風力タービンを30基導入する想定が置かれている。今回の分析では、前述スタディの条件を参考としつつ、世界の導入実績や各種文献の試算例も踏まえ、10MWのセミサブ型の浮体式洋上風力タービンを30基導入するケース、つまり全容量300MWのケースを想定

鉄鋼材料の将来ポテンシャル

- 日本鉄鋼業は弛まぬ技術開発を続け、鉄鋼材料の機械的特性や電磁的特性を大きく向上させてきたが、これまで実用化した特性レベルは強度で見た場合、理論限界値の1/10～1/3に過ぎない。
- 即ち鉄鋼は更なる高強度化のポテンシャルが大きいことを意味するが、日本鉄鋼業は高強度化のみならず、将来の水素インフラのための次世代鉄鋼製品の技術開発等を通じて、未来社会の基盤を支えるとともに、ライフサイクル全体を通じたCO₂削減に貢献していく。



エコソリューション

技術の移転普及による削減効果

日本鉄鋼業において開発・実用化された主要な省エネ技術について、これまでに日系企業によって海外に普及された技術のCO₂削減効果は、CDQ、TRTなどの主要設備だけでも、中国、韓国、インド、ブラジル等において、合計約7,767万t-CO₂/年にも達している。

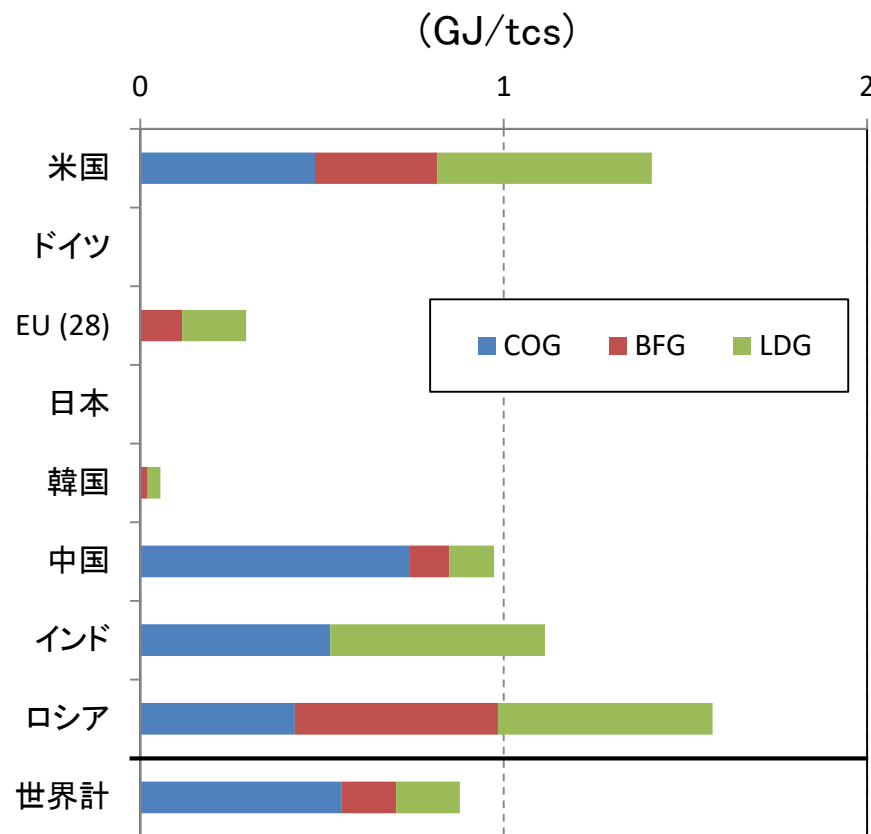
各国が導入した日本の省エネ設備による削減効果（2022年度断面）

	設置基数 (基)	削減効果 (万t-CO ₂ /年)
CDQ（コークス乾式消火設備）*	143	3,044
TRT（高炉炉頂圧発電）*	65	1,170
副生ガス専焼GTCC*	58	2,545
転炉OGガス回収	22	821
転炉OG顕熱回収	8	90
焼結排熱回収	7	98
削減効果合計		7,767
参考：2021年度断面のCO ₂ 削減効果は7,555万t-CO ₂ /年		

技術の移転普及による削減効果

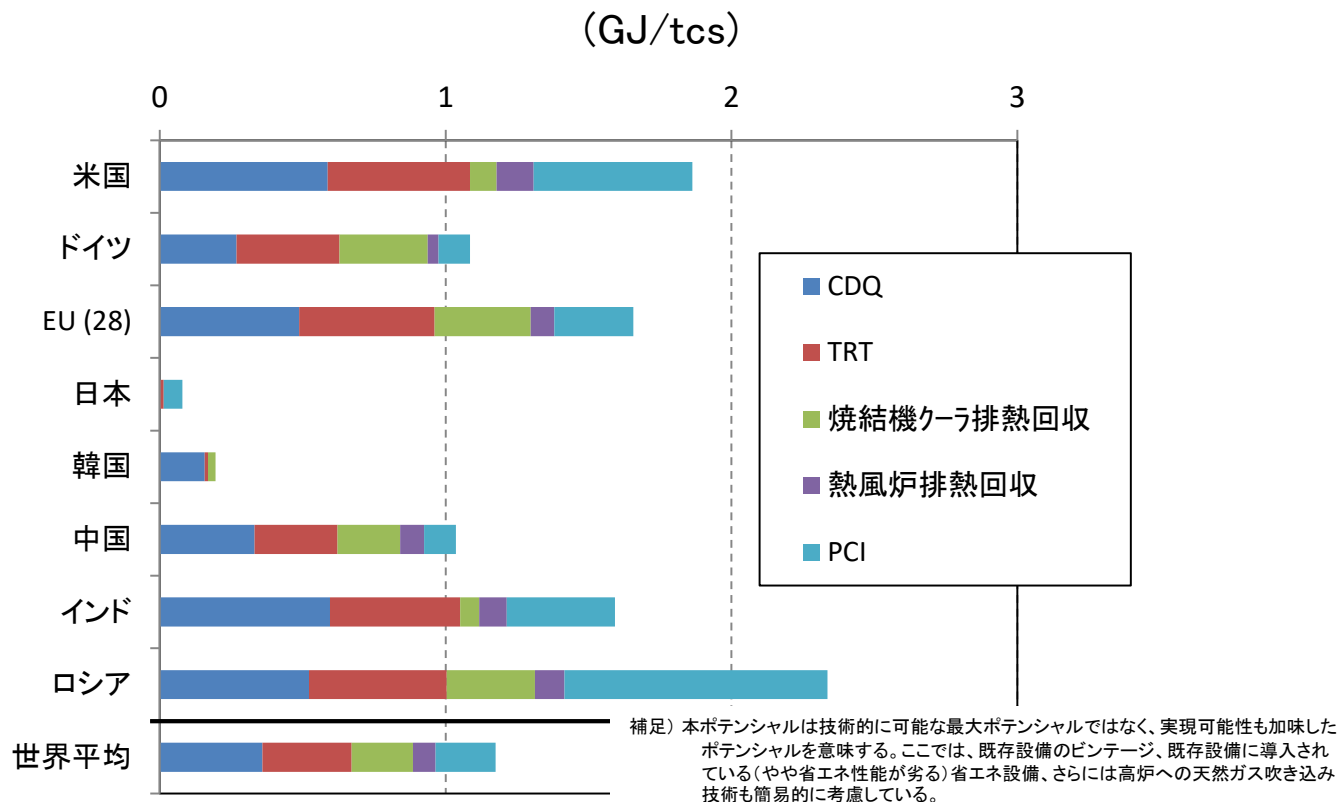
世界の粗鋼生産の約5割を占める中国や、更なる生産拡大が見込まれるインドにおいて、副生ガス利用および主要省エネ設備の普及の余地は十分ある。

副生ガスの回収有効利用ポテンシャルの評価結果(2019年)



出典) IEA “World Energy Balances 2021”を基に推計

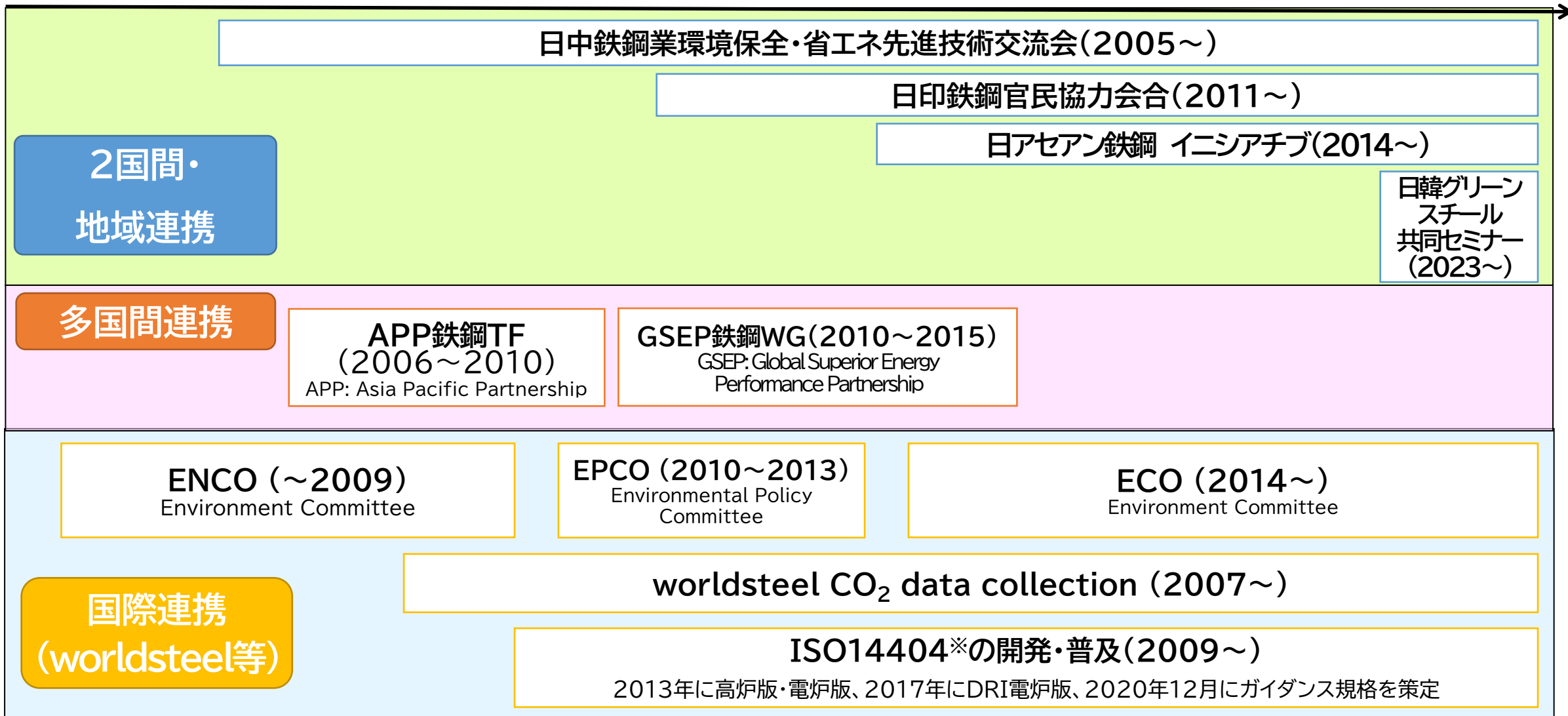
主要省エネ技術普及による省エネポテンシャルの評価結果(2019年)



出典) PCIは鉄連「鉄鋼統計要覧2021」、ドイツ鉄鋼連盟(2013)に基づき設定。
他の4技術は、2015年普及率<Arens et al. (2017)、Schulz et al. (2015)、中国鋼鉄工業年鑑 (2016)等に基づく>とその後の導入実績に基づき設定。

エコソリューションを支える国際連携の活動推移

2003 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 2023



日韓グリーンスチール共同セミナー

- 韓国側からの提案により、2023年に初めて日本鉄鋼連盟・韓国鉄鋼協会の共催にて実施

概要

日程	2023年9月21日
形式	韓国(ソウル)
参加者	日本鉄鋼連盟・韓国鉄鋼協会 各会員、政府関係者 合計約100人

会合内容

鉄鋼業のカーボンニュートラルに関する幅広いテーマを対象に意見交換

- 世界の脱炭素政策動向（EU炭素国境調整メカニズム(CBAM)、米EU鉄鋼・アルミニウム グローバルアレンジメント等）
- グリーンスチールに関する国際基準・動向
- 両国における鉄鋼業カーボンニュートラルに向けた政策・技術開発
- トランジション期におけるトランジションファイナンスおよびグリーンスチールブランドへの取り組み 等



参加者からの評価

- 鉄鋼業の脱炭素化が世界の共通の課題となる中、脱炭素に向けた技術開発、グリーン鋼材の市場作り、貿易問題等で、鉄鋼業界における競争がますます激しくなることが予想されるが、日韓両国が協力できる部分を模索し、両国官民で鉄鋼業の脱炭素化を着実に推進していくことが重要



第14回日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術専門家交流会

省エネ・環境技術に限らず、カーボンニュートラルに向けたグリーンスチールやEPD(環境製品宣言)といった先進的なアプローチについても議論

概要

日程 2024年1月23日～25日
形式 日本(幕張)
参加者 日中両国の政府関係者、鉄鋼メーカー等 合計約70人

会合内容

カーボンニュートラルに関する両国の取組や政策を紹介

- ・ カーボンニュートラルに向けた革新的技術開発について
- ・ 炭素国境調整メカニズム(CBAM)について
- ・ グリーンスチール/EPDプラットフォームについて
- ・ トップレベルの省エネ・CO2削減技術の進展について 等

サイトビジット

- ・ JFEスチール(株)東日本製鉄所千葉地区
- ・ 東京ガス(株)千住テクノステーション

参加者からの評価

- ・ 中国と日本はいずれも高炉一貫製鉄が中心で、カーボンニュートラル実現に向けた課題が一致しており、協力できる余地が大きい。
- ・ 日本のGI基金やトランジションファイナンスの発表は中国にとって示唆に富んだ話であった。
- ・ 交流会で得られた知見が今後の日中鉄鋼業のカーボンニュートラル、脱炭素に向けた活動に寄与できることを期待。



2023年度日印鉄鋼官民協力会合

日本での対面開催は、2017年12月以来約6年ぶり。両国鉄鋼業のカーボンニュートラル対応につき活発に議論。

概要

日程 2023年11月29～30日
形式 日本(東京・関西)
参加者 日印両国の政府関係者、鉄鋼メーカー 合計約40人

会合内容

カーボンニュートラルに関する両国の取組や政策を紹介

- ・ 日本及びインドにおけるカーボンニュートラルに向けた政策
- ・ カーボンニュートラル実現に向けた日印鉄鋼企業のイニシアティブ紹介
- ・ 日本鉄鋼業によるグリーンスチールブランド等のトランジション期における取組紹介等

サイトビジット

- ・ 日本製鉄・関西製鉄所(製鋼所地区、尼崎地区)、同・尼崎研究開発センターにて、台車工場、鋼管工場や研究開発設備等を視察。
- ・ インド側参加者からは車両の鍛造や設備のメンテナンス、素材、検査手法から、原材料やスラッジの処理方法など多岐にわたる内容について非常に多くの質問が寄せられた。

参加者からの評価

- ・ 特に日本とインドは高炉生産を中心とし、水素利用やCCUS(二酸化炭素回収・有効利用・貯留)等の革新的技術を含む共通の課題を抱えている中、カーボンニュートラルという大きな、かつ、喫緊の目標に向け、二国間の交流が年々有意義になっている。
- ・ インド側からは、日本鉄鋼業の革新的技術開発や苫小牧CCUS大規模実証試験に対し特に強い関心が寄せられた。



ASEAN JAPAN Steel Initiative ウェビナー2024

鉄鋼業におけるカーボンニュートラルの実現

日本・ASEAN両地域から、カーボンニュートラル実現に向けた官民双方の取り組みをそれぞれ紹介。

概要

日程 2024年2月6日 14時30分～18時40分（日本時間）

形式 オンライン（Zoomを使用）

参加者 ASEAN加盟国: ACE*、SEAISI**、各国鉄鋼・省エネ関係省庁、各国鉄鋼団体および会員
日本: 経済産業省、省エネルギーセンター、日本鉄鋼連盟および会員 等

セミナー内容

カーボンニュートラルに向けた政策と取組

- ・ 日本・ASEAN鉄鋼業のカーボンニュートラルに向けた取組
- ・ GXリーグの概要
- ・ 新興国等におけるエネルギー使用合理化等に資する事業(省エネルギー人材育成事業)の紹介

カーボンニュートラルに向けた民間の取組

- ・ 国内高炉三社(日本製鉄、JFEスチール、神戸製鋼所)のCNロードマップ
- ・ 国内電炉会社(トピー工業)における省エネに向けた操業改善などの取り組み(平成29年度 省エネ大賞受賞)
- ・ 国内エンジニアリング会社(日鉄エンジニアリング)による省エネ技術の紹介
- ・ タイ及びインドネシア企業によるカーボンニュートラルに向けた取組

ASEAN側 参加者からの 評価

ASEAN各国でも鉄鋼カーボンニュートラルの重要度が増している中、日本政府・企業からの低炭素、脱炭素社会に向けたASEAN各国への知識と経験の共有といった継続的な協力と、本ウェビナーでの有益な情報提供に対し感謝する。

(※1) ASEAN Centre for Energy /アセアンエネルギーセンター

(※2) South East Asia Iron and Steel Institute /東南アジア鉄鋼協会

製鉄所診断

現地を訪問し、実際の設備・操業状況の確認や技術者との議論を通じ、実効的な診断・操業改善の提案を行った。

概要

対象 マレーシアの電炉製鉄所
形式 オンサイト
実施時期 2023年11月14～17日 計4日間

診断の ステップ

STEP1

調整・事前アンケート

*ISO 14404:鉄鋼CO2排出量・原単位計算方法の国際規格、日本が主体となって開発を実施。高炉・電炉・DRI電炉およびガイダンス版が発行されている。

2015年に診断を実施した製鉄所から、再度診断の要請があり実施。「設備仕様・操業状況」および、ISO 14404*に基づく直近3年分のエネルギーデータのアンケートを実施し、事前に診断先の概要を把握。

現地での診断

STEP2

現場で実際の設備状態や操業状況を確認。現場データの確認や技術者との議論を通じ、省エネに資する操業改善・設備改修の対策案を抽出。

STEP3

最終日に診断結果を診断先に報告し、実施に向けた課題を議論

結果概略

- ISO 14404を活用し、エネルギー/CO₂排出原単位やエネルギー消費トレンドを分析。2015年時の製鉄所診断を踏まえ、適切な省エネ技術の導入とそれによる改善が行われたことを確認。更なる省エネを目指し、製鉄所の設備特性に応じた技術カスタマイズドリフトに含まれる省エネ技術の導入等、操業改善を提案。
- 診断先製鉄所の高い関心を受け、ISO 14404の概要やプロセス毎のデータ分析について説明。外部によるGHGインベントリの計算結果と今回のISO 14404に基づく結果との比較分析を行った。
 - 省エネ技術導入の他にも、GHGインベントリ計算を通じ実態把握を努めるなど、エネルギー消費量削減に積極的な姿勢がみられた。

今後の予定等

- 今後1～2年後にフォローアップ調査を実施し、実施した対策による省エネ・CO₂削減効果を評価する。

ISO/TC17/SC21(国際標準化機構 鉄鋼業における気候変動関連の環境 分科委員会)

2023年4月に日本提案により鉄鋼環境専門家による新分科会設置

「鉄鋼業の排出量計算方法の整合」への関心が急速に高まる中、ISO規格開発・改訂を通じて貢献していく

概要

幹事国 日本

議長 工藤 拓毅 氏 (日本エネルギー経済研究所)

参加国 Pメンバー21(日本を含む)、Oメンバー3 [2023年12月時点] ※Pメンバーは投票権あり、Oメンバーはなし

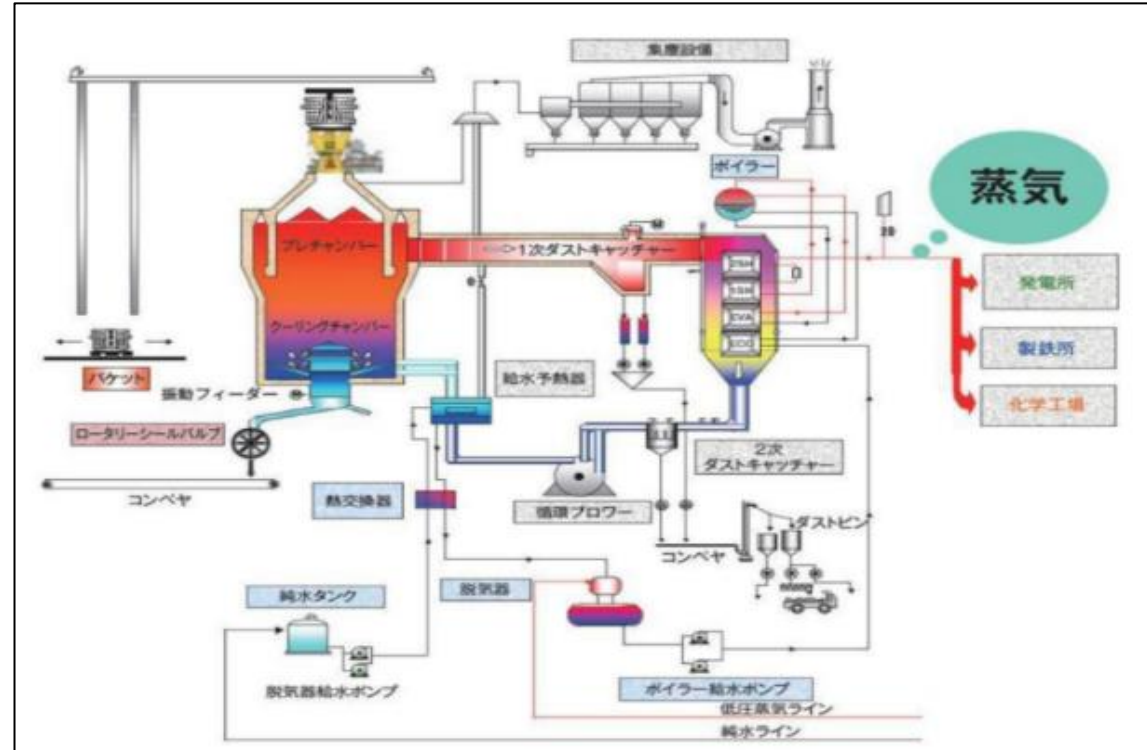
管轄する 国際規格

	ISO 14404 シリーズ 製鉄所からのCO ₂ 排出量・原単位の計算方法 【worldsteel CO ₂ 方式をベースに開発】	ISO 20915 鉄鋼製品のライフサイクル環境負荷計算方法 【worldsteel LCI 方式をベースに開発】
ターゲット	製鉄所のCO ₂ 排出量 Part 1 高炉、Part 2 普通鋼電炉、 Part 3 DRI電炉、Part 4 ガイダンス	製品ベースの排出量 鉄鋼製品のライフサイクルインベントリ
カバー範囲	スコープ1(全部)、スコープ2(全部)、 スコープ3(一部)	Cradle to gate 原材料から出荷まで - ISO 14404規格より、upstream対象範囲が広い
計算	簡便な“ブラックボックスアプローチ”	専門知識を要する“プロセス別アプローチ” - 製鉄所内の各プロセスの排出量を個別計算の上、それらを加算する
利用方法	製鉄所のCO ₂ 排出量パフォーマンスの トラッキング	LCI (ライフサイクルインベントリ) EPD (環境製品宣言)

我が国の省エネ技術の一例

- 2021年12月、日鉄エンジニアリング(株)製のCDQ*が「世界最高水準の蒸気発生率や豊富な納入実績、高い稼働率、安定的な稼働実績など」が韓国・現代製鉄に高く評価され、受注にいたったとのプレスリリースがあった。
- 競合国である韓国の製鉄メーカーに我が国の省エネ技術が受注されたことは、今後の当連盟のエコソリューション活動の後押しになることが期待される。
- なお、現代製鉄の報道によれば、同社は「温室効果ガス削減のための大規模な投資及び技術開発計画を策定しており、この計画の一環としてCDQの導入をグリーンボンドを発行して導入する」と発表している。

CDQ設備概略図(日鉄エンジニアリング(株))

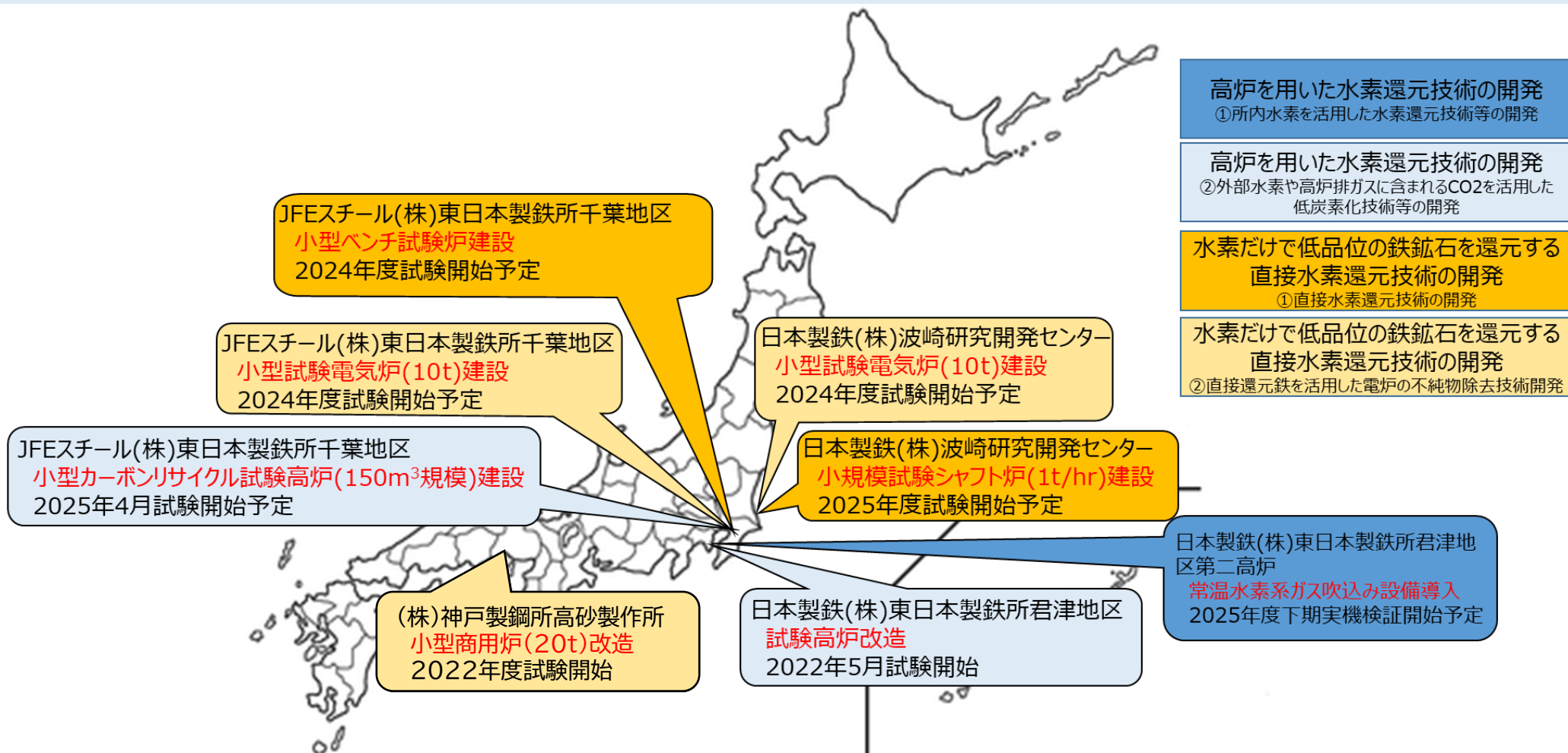


*CDQ (コークス乾式消火設備)

革新的技術開発

革新的技術開発

鉄の原料である鉄鉱石を石炭等で鉄に還元する際、CO₂が大量に排出されていることを踏まえ、カーボンニュートラルに向けた革新的技術開発を推進。目下、グリーンイノベーション基金事業のもと、以下の事業を実施。



出典：2022年6月15日水素製鉄コンソーシアム「製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクトの実施概要」より鉄連作成

グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

- 日本鉄鋼連盟加盟の日本製鉄株式会社、JFEスチール株式会社及び株式会社神戸製鋼所、並びに一般財団法人金属系材料研究開発センター(JRCM))は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の公募事業「グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト」に応募し、2021年12月24日付けで委託・助成事業として採択された。

- ＜本プロジェクトの開発項目＞

【項目1】 高炉を用いた水素還元技術の開発

1－①所内水素を活用した水素還元技術等の開発

- 2030 年までに、所内水素を活用した高炉における水素還元技術及び CO₂ 分離回収技術等により、製鉄プロセスから CO₂排出を 30%以上削減する技術の実装。

1－②外部水素や高炉排ガスに含まれる CO₂を活用した低炭素技術等の開発

- 2030 年までに、中規模試験高炉において、製鉄プロセスからの CO₂排出 50%以上削減を実現する技術を実証。

【項目2】 水素だけで低品位の鉄鉱石を還元する直接水素還元技術の開発

2－①直接水素還元技術の開発

- 2030 年までに、低品位の鉄鉱石を水素で直接還元する技術により、中規模直接還元炉において、現行の高炉法と比較して CO₂排出 50%以上削減を達成する技術を実証。

※2－①については、日本製鉄、JFEスチール、JRCMの3社が共同実施

2－②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

- 2030 年までに、低品位の鉄鉱石を活用した水素直接還元－電炉一貫プロセスにおいて、自動車の外板等に使用可能な高級鋼を製造するため、大規模試験電炉において、不純物(製品に影響を及ぼす成分)の濃度を高炉法並みに制御する技術を実証。

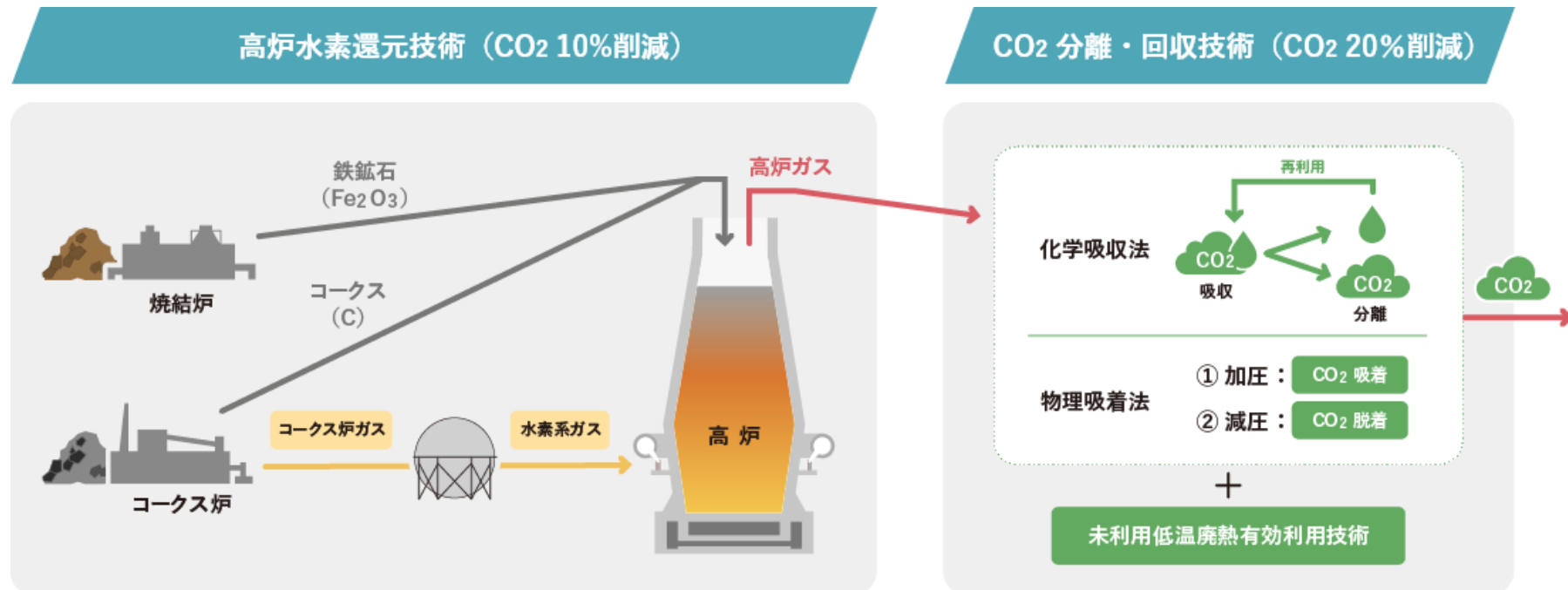
グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

事業1－①：所内水素を活用した水素還元技術等の開発(COURSE50)

所内水素を活用した高炉における水素還元技術およびCO₂分離回収技術などにより、製鉄プロセスからCO₂排出量を30%以上削減する技術の実装を目指す。(水素還元技術などで10%以上、CO₂分離回収技術で20%以上の計30%以上削減を想定)

①実炉実証試験に向けた操業条件の検討

②実高炉（5000m³級）での実証試験



出典: <https://www.greins.jp>

- ・ 日本製鉄(株)東日本製鉄所君津地区第二高炉において、常温水素系ガス吹込み設備を導入し、2025年度下期実機検証開始予定。

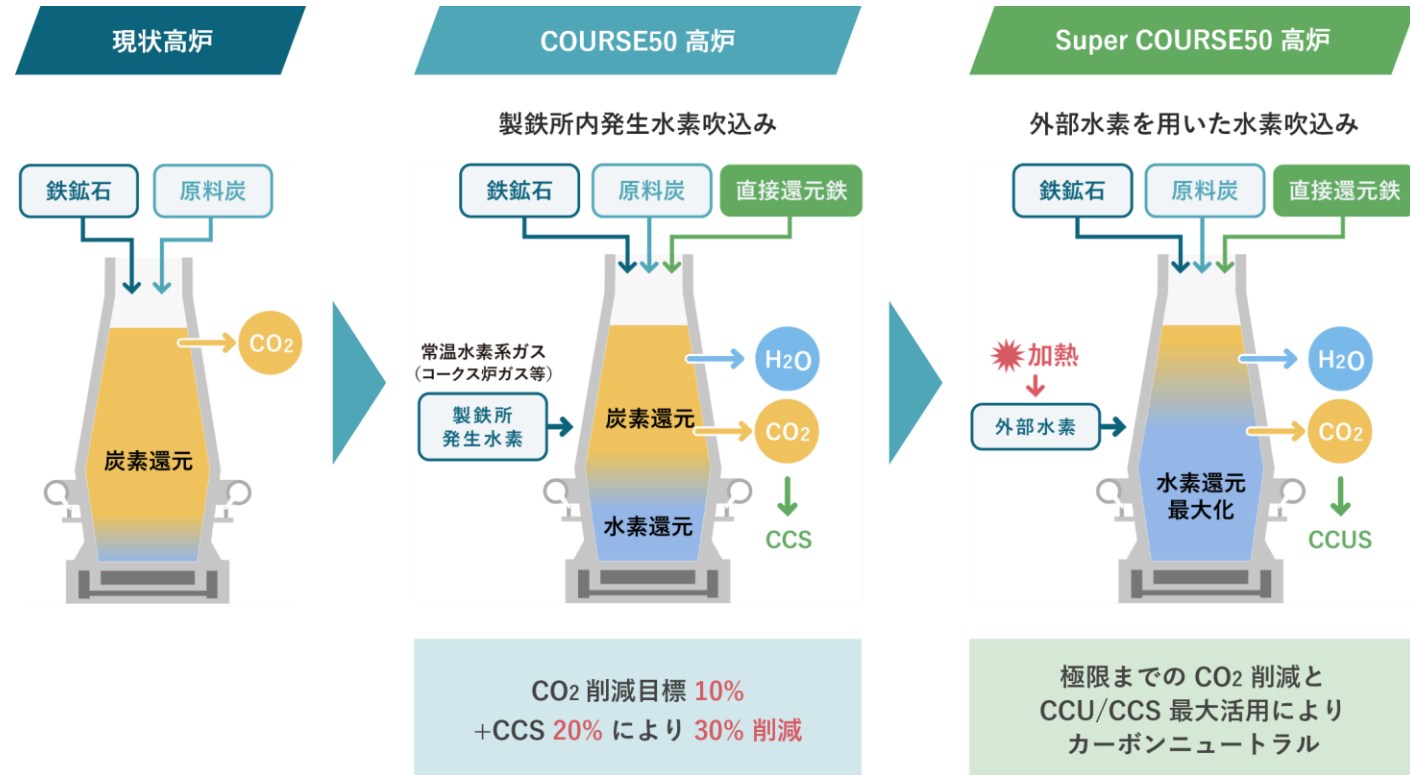
グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

事業1－②外部水素や高炉排ガスに含まれる CO₂を活用した低炭素技術等の開発

Super COURSE50：外部水素を直接利用し、高炉の水素還元を最大化し、極限までのCO₂削減を目指す。

①還元材の原料炭(コークス)の一部を水素で代替。さらに、鉄鉱石の一部を直接還元鉄に代替する。

②現行の高炉法と比較してCO₂排出を50%以上削減を達成する技術を実証する。



出典: <https://www.greins.jp>

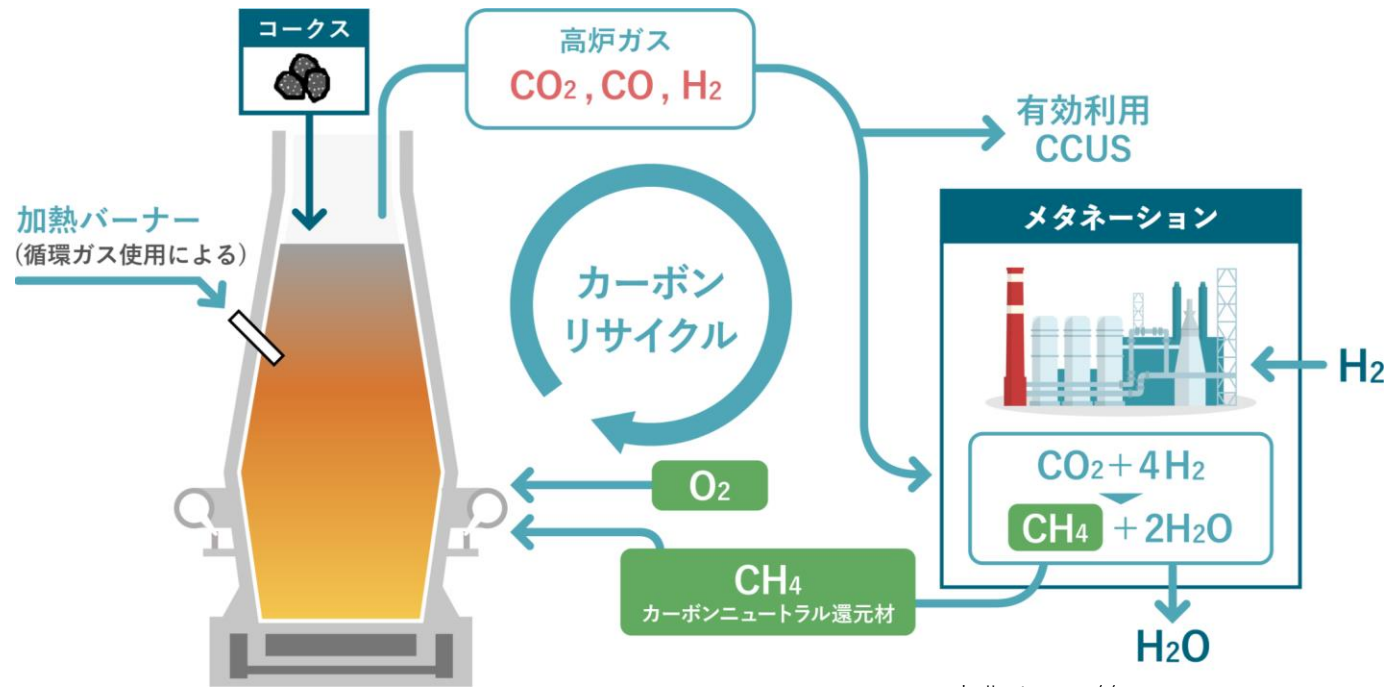
- ・ 日本製鉄(株)東日本製鉄所君津地区において試験高炉を改造※。2022年5月試験開始。
- ・ 試験高炉において、加熱水素吹込により世界最高水準となるCO₂排出量削減効果33%を確認。

グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

事業1－②外部水素や高炉排ガスに含まれる CO₂を活用した低炭素技術等の開発

カーボンリサイクル高炉：外部水素を間接利用し、メタネーション技術と組み合わせて極限までのCO₂削減を目指す。

- ①高炉から発生するCO₂をメタンに変換し、還元材として繰り返し利用。
- ②現行の高炉法と比較してCO₂排出を50%以上削減を達成する技術を実証する。



出典: <https://www.greins.jp>

- ・ JFEスチール（株）東日本製鉄所千葉地区において小型カーボンリサイクル試験高炉（150m³規模）を建設する。
- ・ 2025年4月～26年度に試験操業を行いプロセス原理を確認する。

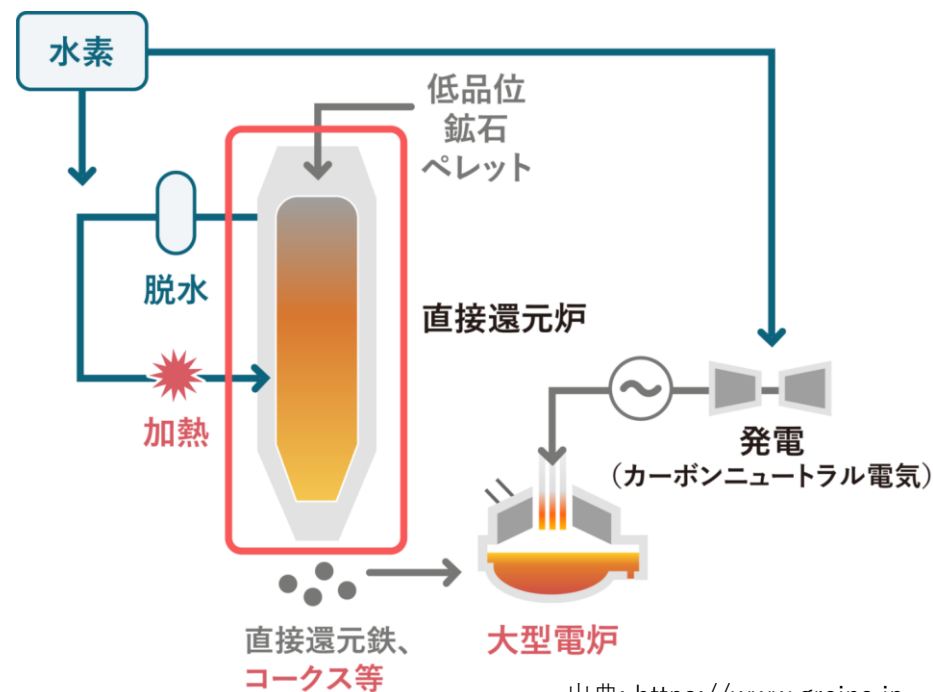
グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

事業2－①直接水素還元技術の開発

低品位の鉄鉱石を水素で直接還元する技術により、中規模直接還元炉(実炉の1/25～1/5規模)において、現行の高炉法と比較してCO₂排出を50%以上削減を達成する技術を実証する。

①要素技術開発および小規模試験シャフト炉（1t/hr）での検証試験

②中規模直接還元炉（実炉の 1/25～1/5 規模）試験による実証実験



出典: <https://www.greins.jp>

- ・ 日本製鉄(株)波崎研究開発センターにおいて小規模試験シャフト炉(1t/hr)建設。2025年度試験開始予定。
- ・ JFEスチール(株)東日本製鉄所千葉地区において小型ベンチ試験炉建設。2024年度試験開始予定。

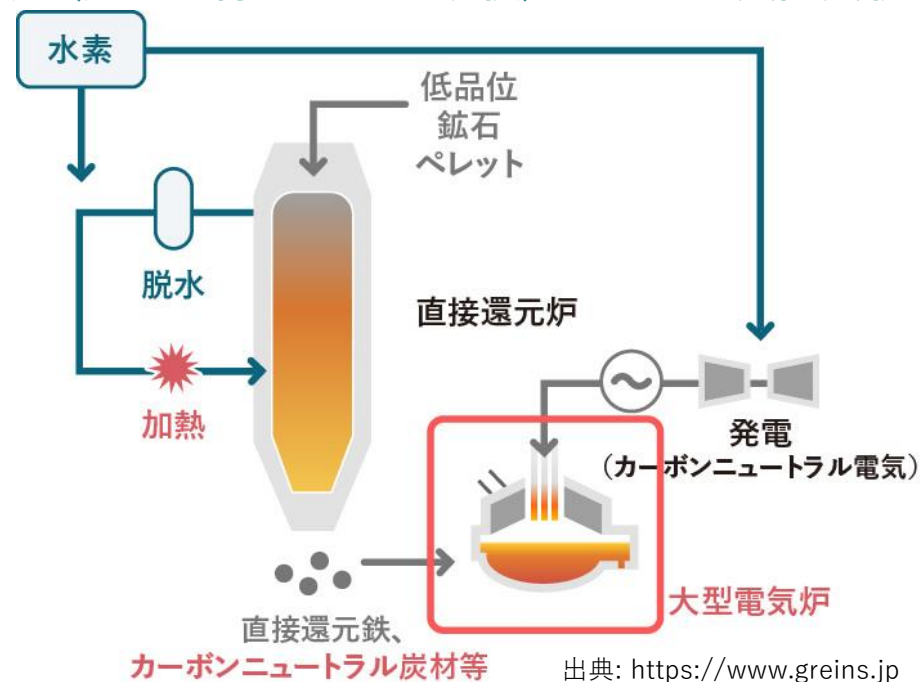
グリーンイノベーション基金事業／製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

事業2－②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

低品位の鉄鉱石の水素直接還元鉄を活用した電炉プロセスにおいて、自動車の外板等に使用可能な高級鋼を製造するため、大型電炉一貫プロセス（処理量約 300トン規模）において、**不純物（製品に影響を及ぼす成分）の濃度を高炉法並み（リン 150ppm、窒素 40ppm 以下）に制御する技術を実証する。**

①要素技術開発および小型試験電炉・炉外処理炉（処理量 3 トン～10 トン規模）での検証

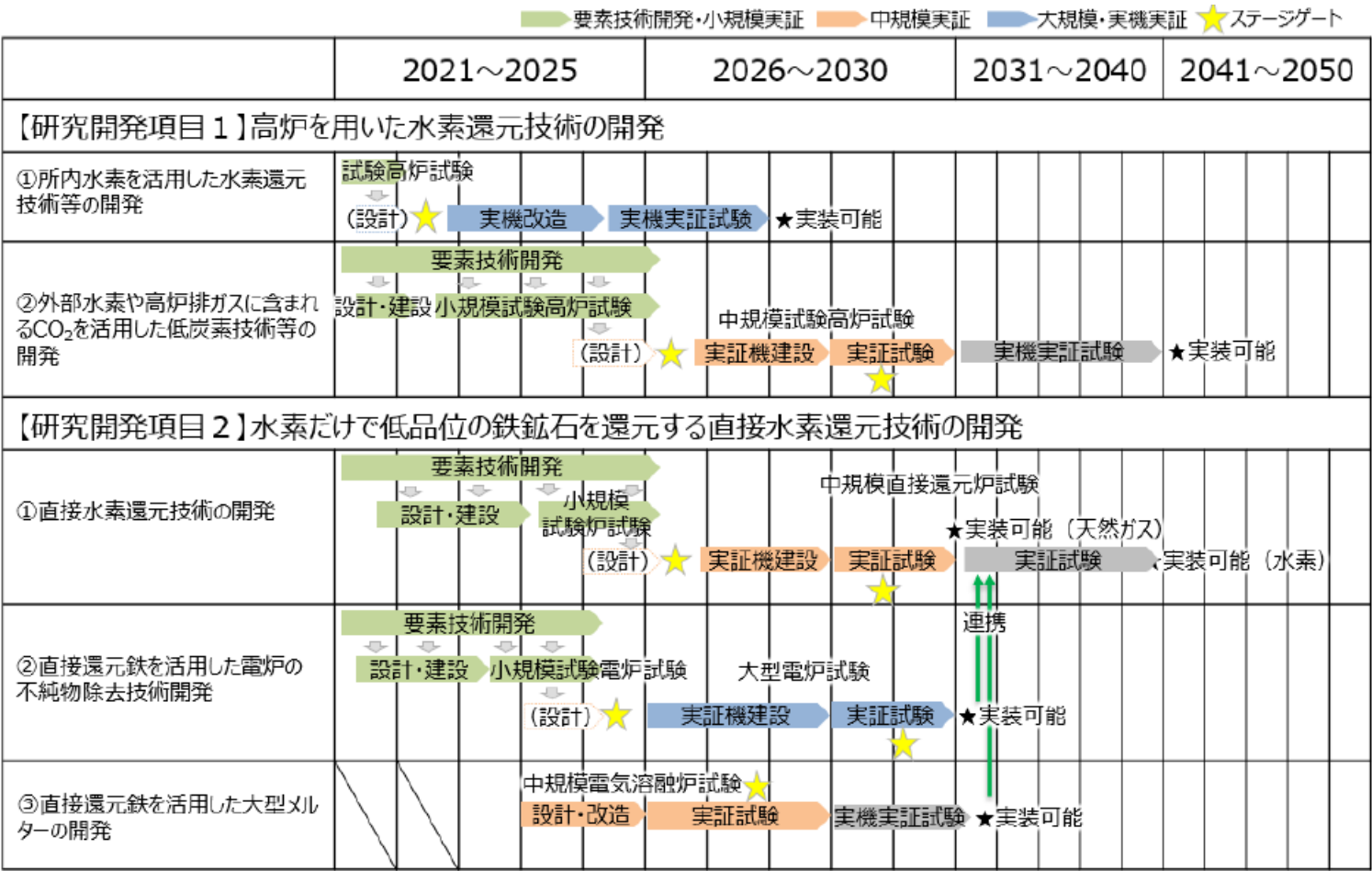
②大型試験電炉・炉外処理炉（処理量約 300 トン規模）における実証実験



- ・ 日本製鉄(株)波崎研究開発センターに小型試験電気炉(10t)建設2024年度試験開始：還元鉄高速溶解,精錬効率向上
- ・ JFEスチール(株)東日本製鉄所千葉地区に小型試験電気炉(10t)建設2024年度試験開始：還元鉄予熱,炉内熱付与
- ・ (株)神戸製鋼所高砂製作所において小型商用炉(20t)改造 2022年度試験開始：還元鉄溶解技術の開発 ※実施時期は全て予定

本プロジェクトの開発スケジュール

2023年12月に、実施中事業の拡充や中規模実証試験の規模拡大等による加速化を目的として、研究開発・社会実装計画が見直された。

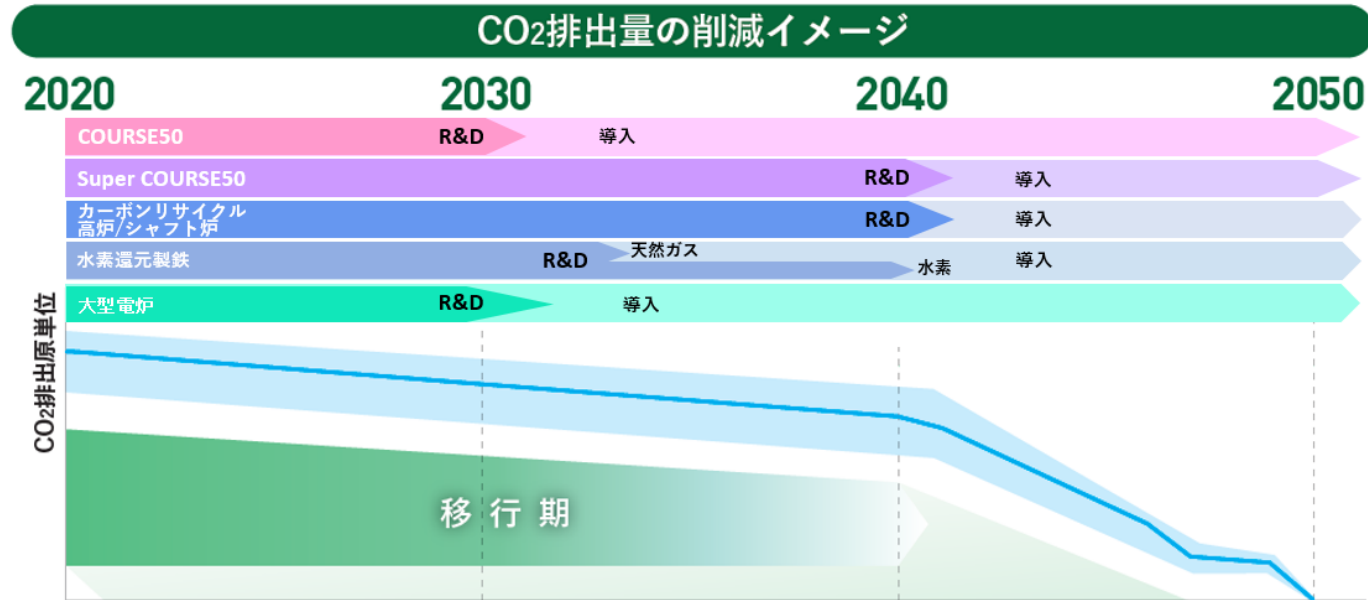


(出典)METI 「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画(2023.12.22)より

移行期における取り組み

グリーンスチール需要への対応

- ✓ 世界最大の排出セクターの一つである鉄鋼業にとって「製造プロセスにおける脱炭素化技術の開発・導入」とともに、「需要家に対するグリーンスチール（省CO₂価値）の早期供給」が重要な使命
- ✓ 鉄鋼製造プロセスの脱炭素化に向けては、「電炉化」と「水素還元製鉄技術」が主たる方策となるが、いずれも開発・実装には時間を要し、排出ゼロを短期かつ一気に達成することはできない
- ✓ 極力早期かつ極力大きなCO₂排出削減を実現するためには、各企業の実情に応じて、複数の対策を組み合わせながら、旧来と新規のプロセスが併存しつつ、足元から継続的・段階的にCO₂排出削減を進め、カーボンニュートラルに向かうこと（移行）が重要
- ✓ このような移行を促すためには、鉄鋼メーカー自ら実行する省CO₂プロジェクトによって生み出される実際のCO₂排出削減量（ Δ CO₂）が、製品の状態を示す「CFP」と併存する環境価値の概念として広く社会で理解、認知される必要がある
- ✓ さらに、その「 Δ CO₂」を、特定の顧客が求める製品に配分する「 Δ CO₂マスバランス方式」は、移行期において需要家のScope3排出量削減への反映を可能とする唯一の現実的手法であり、「 Δ CO₂マスバランス方式を適用したグリーンスチール」が、移行期における脱炭素製品としての評価を確立する必要がある
- ✓ また、鉄鋼プロセスのカーボンニュートラル化には、革新技術の開発・実装/導入やクリーン原料・クリーンエネルギーサプライチェーンの構築に多くの時間とともに、莫大なコストを要する。加えて、投入するクリーン原料・クリーンエネルギーのコストの高さから考えて、提供される鋼材の価格は上昇せざるを得ない
- ✓ グリーンスチールが、その「環境価値」を生み出すために必要となるコストを適正に反映した価格で販売できなければ、脱炭素化に向けた移行は不可能となる
- ✓ このため、グリーンスチールが市場や需要家に受け入れられるための制度的な裏付けが必要

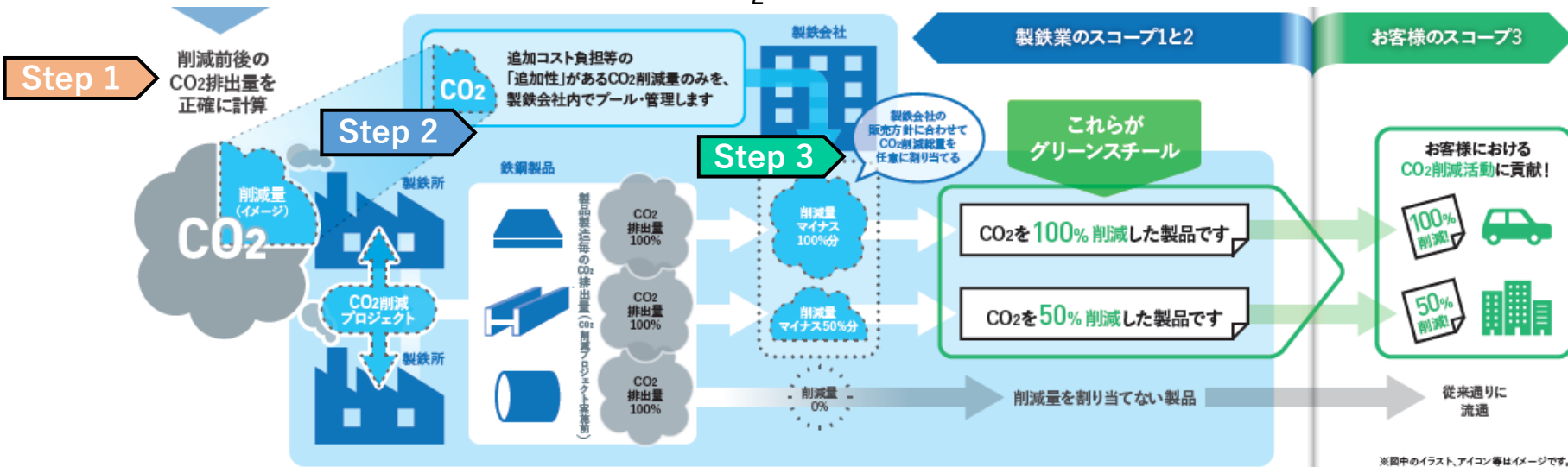


△CO₂マスマランス方式を適用したグリーンスチール

Step 1 対象製品のCFPの算定と第三者検証（ISO/JIS Q 20915準拠）

Step 2 追加性のある自社CO₂削減プロジェクトによる△CO₂の算定と第三者検証（ISO 14064準拠）

Step 3 第三者検証を受けた△CO₂を財源とした削減証書の発行と対象製品への添付（ISO 22095参照）



[△CO₂と製品貢献量の違い]
 △CO₂: 製造段階における省CO₂プロジェクト効果の実測値。省CO₂以外は何の効果もなく機能も改善されない。
 製品貢献量(avoided emissions): 製品の使用段階における従来品からの改善量(想定値)。自動車の燃費改善など機能改善効果がみられる。

△CO₂マスマランス方式を適用したグリーンスチールブランド

XCarb®
ArcelorMittal

bluemint® Steel
thyssenkrupp

Greenate
STEEL
POSCO

Kobenable Steel
神戸製鋼所

JGreeX
JFEスチール
NSCarbolex
Neutral
日本製鉄

マスバランス方式を適用した
グリーンスチールに関する
ガイドライン

Version 2.0 | 2023 年 10 月改訂



目次

1. 概要.....	2
2. マスバランス方式を適用したグリーンスチールを提案する目的	2
3. 鋼材別 GHG 排出原単位の算定	2
1)適用する方法論.....	2
2)要件	3
(1)実績データの使用.....	3
(2)算定における時間的範囲	3
(3)算定における地理的バウンダリー	3
(4)GHG 排出原単位の内訳	3
3)第三者認証の取得	3
4. GHG 排出削減量の算定.....	3
1)適用する方法論.....	3
2)要件	3
(1)削減プロジェクトの要件.....	3
(2)削減プロジェクトの時間的範囲	4
3)GHG 排出削減量の計算.....	5
4)複数の削減プロジェクトの管理	5
5)第三者認証の取得	5
5. 任意の鋼材への削減効果の付与と鋼材供給	5
1)適用する方法論.....	5
2)削減量の内部管理に関する要件	6
(1)アカウントの設定と管理.....	6
(2)算定期間.....	6
(3)削減効果の付与期間	6
(4)地理的バウンダリー	6
3)削減量の配分方法(証書の発行)	6
(1)付与の方法.....	6
(2)製品別に付与できる削減量の上限	6
(3)削減量を付与しない鋼材の取り扱い	7
4)第三者認証の取得	7
6. その他.....	7
Annex I 用語及び定義	8
改訂履歴	9

ガイドラインの公表 2023. 10. 26

https://www.iisf.or.jp/business/ondanka/kouken/greensteel/documents/2023_greensteel_guideline.pdf



鉄連ガイドラインをベースに、worldsteel(世界鉄鋼協会)で、世界共通の認識に基づくステートメントの検討中

「ΔCO₂」創出の要件（ガイドラインp3-4）

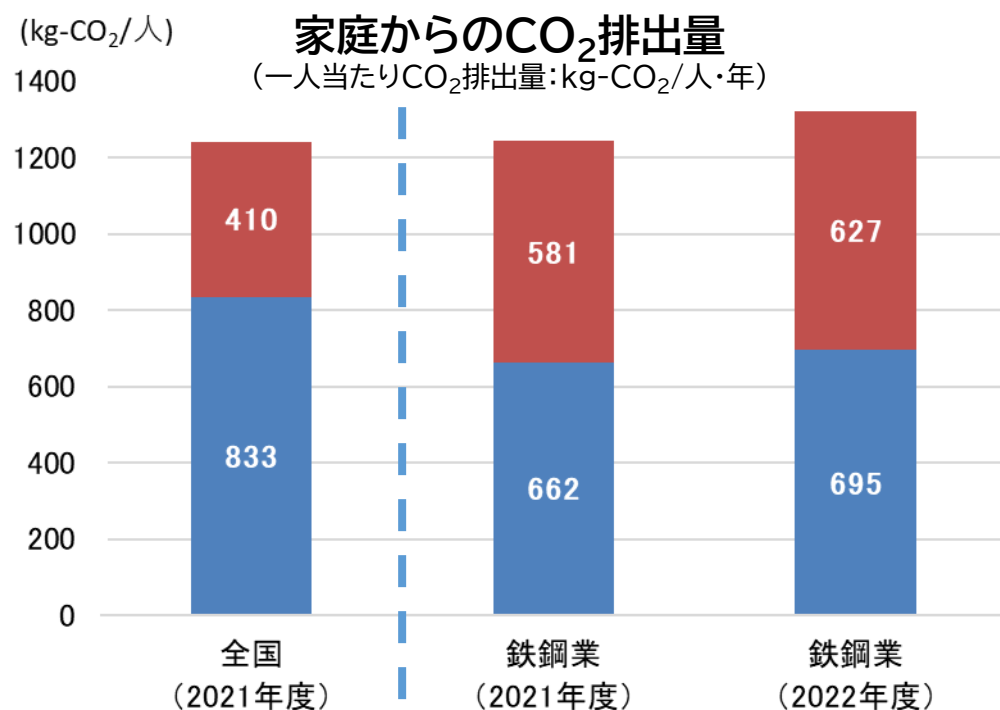
- ① 組織内における削減プロジェクトであること
削減プロジェクトは、原則、組織内で実施されたものとする。加えて、組織自ら計画し、追加的なコストを負担し、一貫した体制の下で責任をもって遂行するプロジェクトであるという要件を満たせば、経営に一定の支配力を有する子会社/関連会社などの活動を含めることができる。
- ② 追加性を伴うプロジェクトであること
GHG排出削減という目的がなければ成立せず、排出削減価値を証書として販売することなどによる追加的な経済的ベネフィットがなければ成立しないプロジェクトのことを指す。
技術的な革新性を備えたプロジェクトであること
Jクレジットなど、政府や公的機関が同様の趣旨で定める基準を満たすことで透明性や信頼性が確保されること
- ③ 削減実績を合理的に算定することが可能であること
プロジェクトによるGHG排出削減量は、プロジェクト適用前の状態を基準とし、プロジェクトの適用後の一定期間のGHG排出の改善量として算出することができる。比較する適用前と適用後の機能・バウンダリーが等価であり、かつそれぞれが合理的に算定されていることが、第三者認証機関により検証され認証を得ていることが必要である。

その他取り組み

民生部門における取組

家庭部門においては、2005年度より、環境家計簿による省エネ活動を実施。各社において、「グループ企業を含む全社員を対象とした啓発活動」や「イントラネットの活用による環境家計簿のシステム整備」等の取組強化を行ってきた。2022年度は約2万世帯から協力を得た。

鉄鋼業界では、オフィスの省エネ・省CO₂対策に一丸となって取り組んでいる。2022年度のオフィスにおけるエネルギー原単位は、2008-2012年度平均から▲31.3%となった。

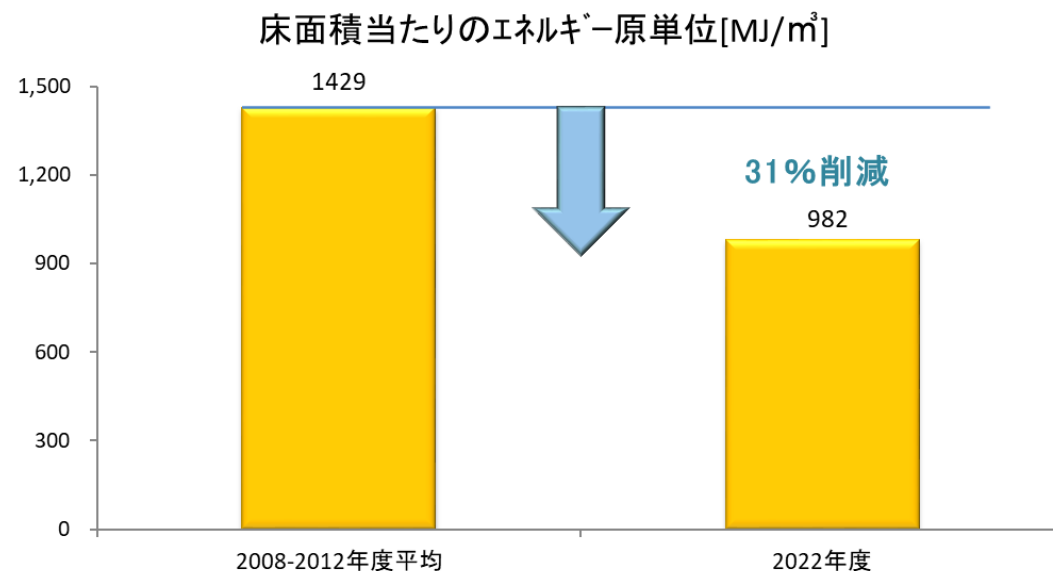


(出所) 温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)資料より推計。■電力等 ■ガソリン

(注) 1. 全国計は、家庭部門と運輸部門の自家用乗用車の合計。

2. 鉄鋼業計は、国のインベントリを参考にした鉄連独自集計。

オフィスにおけるエネルギー原単位推移



(注) 2022年度は69社300事業所より回答。

運輸部門における取組

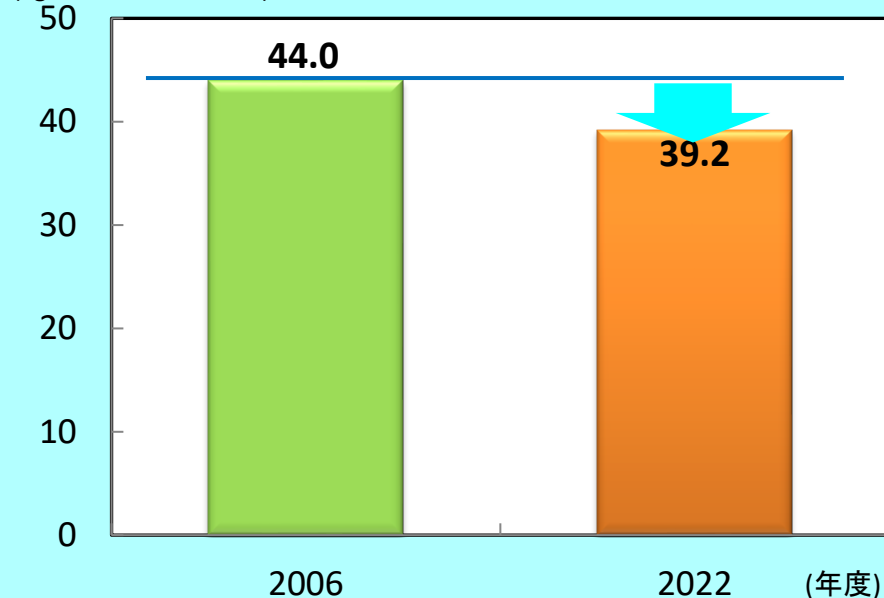
2022年度の輸送量当たりのCO₂排出量は39.2g-CO₂/千トン・キロと、2006年度(44.0g-CO₂/千トン・キロ)から改善した。

2022年度の鉄鋼業のモーダルシフト化率(船舶+鉄道)は一次輸送ベースで76.3%、輸送距離500km以上の輸送では97.1%に達しており、全産業トータルのモーダルシフト化率38.1%(輸送距離500km以上、国土交通省2005年度)を大きく上回る。

更に、船舶輸送における積載率向上による運行効率の改善や、陸電設備の活用、トラックへのエコタイヤ、エコドライブの導入等、運輸部門での排出削減対策に努めている。

輸送量当たりCO₂排出量

(kg-CO₂/千トン・km)



(注)調査協力43社のガソリン、軽油、重油等の使用に伴うCO₂排出量の合計を輸送トン・kmで除したもの。

船舶陸電設備の活用

【陸電設備活用による削減効果】

鉄鋼内航船の停泊地での重油使用量

▲70～▲90%



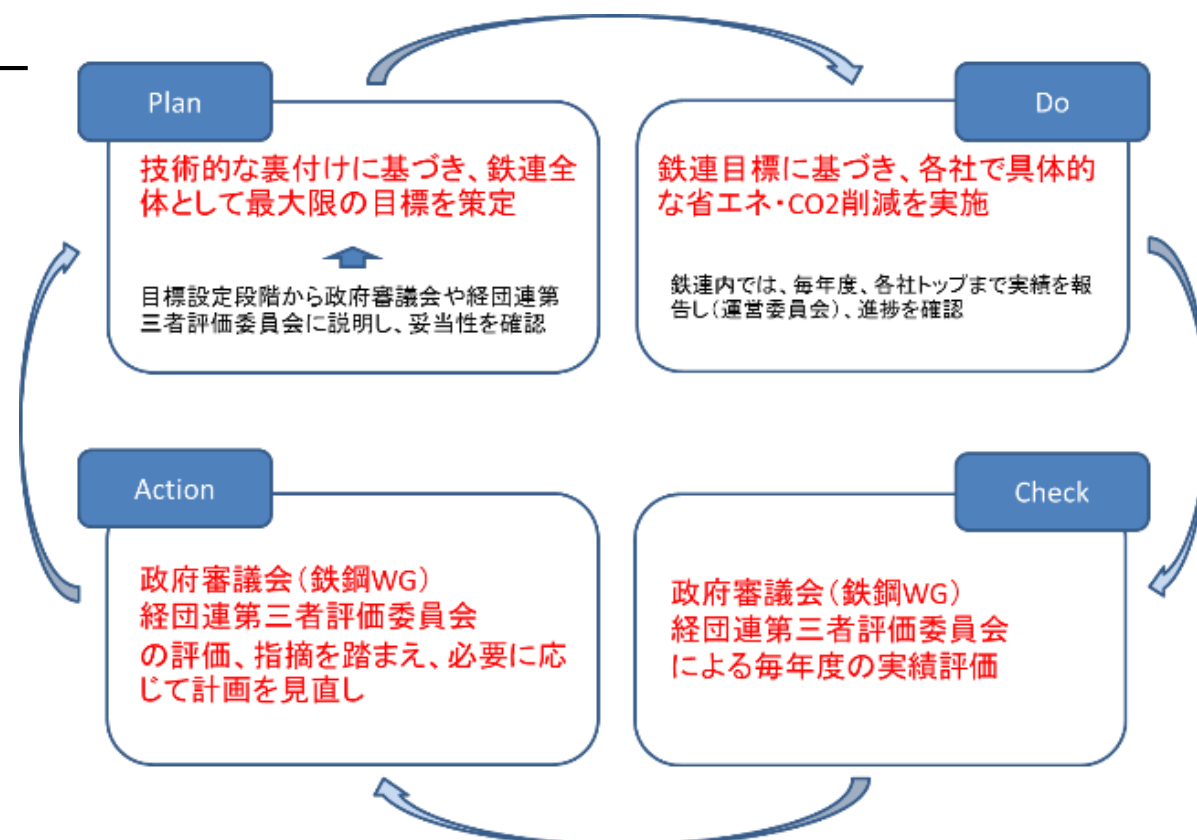
	設備数
製鉄所	194
中継地	40

参考資料

- ISO 50001は、2011年6月に発行されたエネルギーマネジメントシステムの国際規格。
- 当連盟は2014年2月20日、自主行動計画/低炭素社会実行計画における地球温暖化対策、省エネへの取組により、産業団体として世界初のISO 50001認証を取得した。
- 今回の認証取得によって、産業界の自主的取組みが国際規格の要求事項に照らしても「透明性、信頼性、実効性」を有していることが改めて証明された。

日本鉄鋼連盟におけるエネルギー マネジメントシステム

ISO 50001登録証



政府エネルギー基本計画のマクロ想定や各種対策の実施のための必要条件が整うことを前提に、BATの導入等による省エネの推進、廃プラスチックの活用、2030年頃の実機化を目途に現在開発中の革新的技術の導入、その他CO₂削減に資する原燃料の活用等により、2030年度のエネルギー起源CO₂排出量(総量)を2013年度比30%削減する。

対策内容	削減想定 (万t-CO ₂)	算定根拠
1. 省エネの推進 (コークス炉の効率改善、発電設備の効率改善、省エネ設備の増強、主な電力需要設備の効率改善、電炉プロセスの省エネ)	約270	エネ基/温対計画で政府が示したポテンシャル ※電炉プロセスの省エネは各社ヒアリングによるもの
2. 廃プラスチックのケミカルリサイクル拡大	約210	エネ基/温対計画で政府が示したポテンシャル (廃プラ活用量を100万トンまで拡大)
3. 革新的技術の導入 (COURSE50、フェロコークス)	約260	エネ基/温対計画で政府が示したポテンシャル
4. その他 (CO ₂ 削減に資する原燃料の活用等)	約850	輸出スクラップ(約750万トン)を全量国内利用した場合の削減効果等
5. 生産変動	約3,400	エネ基/温対計画で政府が示した全国粗鋼生産想定(9,000万トン)※となった場合に発現するCO ₂ 排出削減量 ※各社が公表した生産能力削減等の経営計画を積み上げたものではない
6. 購入電力排出係数の改善	約800	購入電力の排出係数改善(0.25kg-CO ₂ /kWh)が実現した場合に発現するCO ₂ 排出削減量
合計	約5,790 (30%削減)	

※2020年度に実施した目標見直し前の2030年度目標は「BAU排出量比900万t-CO₂の削減」

省エネの推進

- 当連盟行動計画の目標は、物理的/経済的制約を捨象した省エネ最大ポテンシャルから算定したCO₂削減量の合計値を織り込むものであり、対策メニュー毎の削減量、対策導入量を約束するものではない。

廃プラスチックのケミカルリサイクル拡大

- 廃プラ新法の下、鉄鋼ケミカルリサイクルに適した廃プラの品質と集荷量が確保されるとともに、容リプラの入札制度の抜本見直しがなされることを前提条件とする。

革新的技術の導入

- グリーンイノベーション基金等による政府支援の下、業界を挙げて技術開発に注力し、実用化に至り、その上で、導入に際して経済合理性が確保されること。
- COURSE50については、国際的なイコールフットイングが確保されること。国主導によりCCSを行う際の貯留地の選定・確保等を含めた社会的インフラが整備されていることを前提条件とする。

CO₂削減に資する原燃料の活用等

- 鉄スクラップや還元鉄等の冷鉄源の活用については、グリーンイノベーション基金による政府支援の下、業界を挙げて技術開発に注力し、冷鉄源を原料とした高級鋼材製造技術が確立され、実用化に至ること。
- その上で、高級鋼材の製造に耐える品質のスクラップの国内での集荷や、冷鉄源の活用に際しての経済合理性が確保されること。また、電気炉で冷鉄源活用拡大を行う場合には、産業用電気料金が中国、韓国等近隣の鉄鋼貿易競合国と同水準となることを前提条件とする。

外生要因

- 2030年度の生産増加(全国粗鋼生産が9,000万t超)や、購入電力の排出係数が0.25kg-CO₂/kWhまで改善しなかったことによるCO₂排出増は目標管理の対象外とする。

目標見直し

- 目標年次までの間において少なくとも以下のタイミングで目標見直しを行う。
 - エネルギー基本計画や地球温暖化対策計画等の改定により政策変更等が行われた場合
 - 目標達成に不可欠な各対策の前提条件が整わないことが明らかになった場合
 - 自然災害や社会環境が大きく変動する事象により生産活動に著しい影響が発生した場合

当連盟2030年目標(以降、本目標)は、第6次エネルギー基本計画/地球温暖化対策計画で政府が積み上げた鉄鋼業の省エネ/CO₂削減ポテンシャル(BAT最大導入)に加え、冷鉄源の活用による削減量等まで織り込んだ野心的なもの。

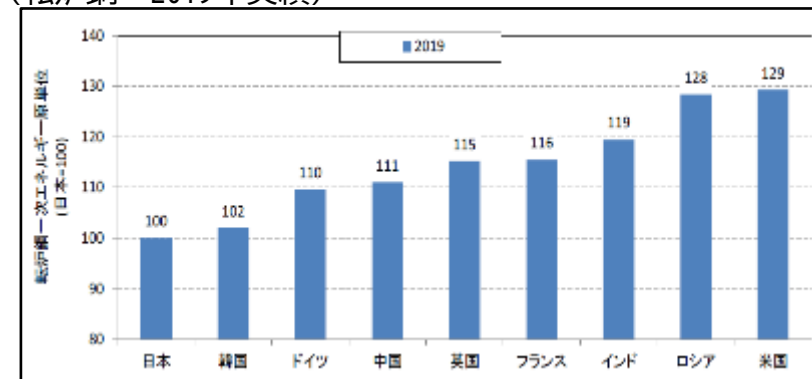
- 本目標が達成された場合の2030年度の粗鋼トン当たりCO₂排出原単位は、2013年度比約13%改善(2020年度比約15%改善)。
- これは、政府が策定した「トランジション・ファイナンスに関する鉄鋼分野における技術ロードマップ」で示された2050年カーボンニュートラルに至る原単位改善想定(2030年度に2020年度比1割程度改善)と整合。

- 当連盟ではRITEへの委託調査により、エネルギー効率に関する国際比較を実施(2005年、2010年、2015年)。
- 2019年実績に基づく国際比較においても、日本鉄鋼業のエネルギー効率が世界最高水準との結果を得た。
- 新たなフェーズⅡ目標は足元のエネルギー効率及び、海外の主要鉄鋼メーカーの目標と比較しても十分に野心的な目標レベル。

CO₂排出の削減イメージ※



RITEによる鉄鋼業エネルギー効率国際比較
(転炉鋼・2019年実績)



海外主要鉄鋼メーカーの削減目標

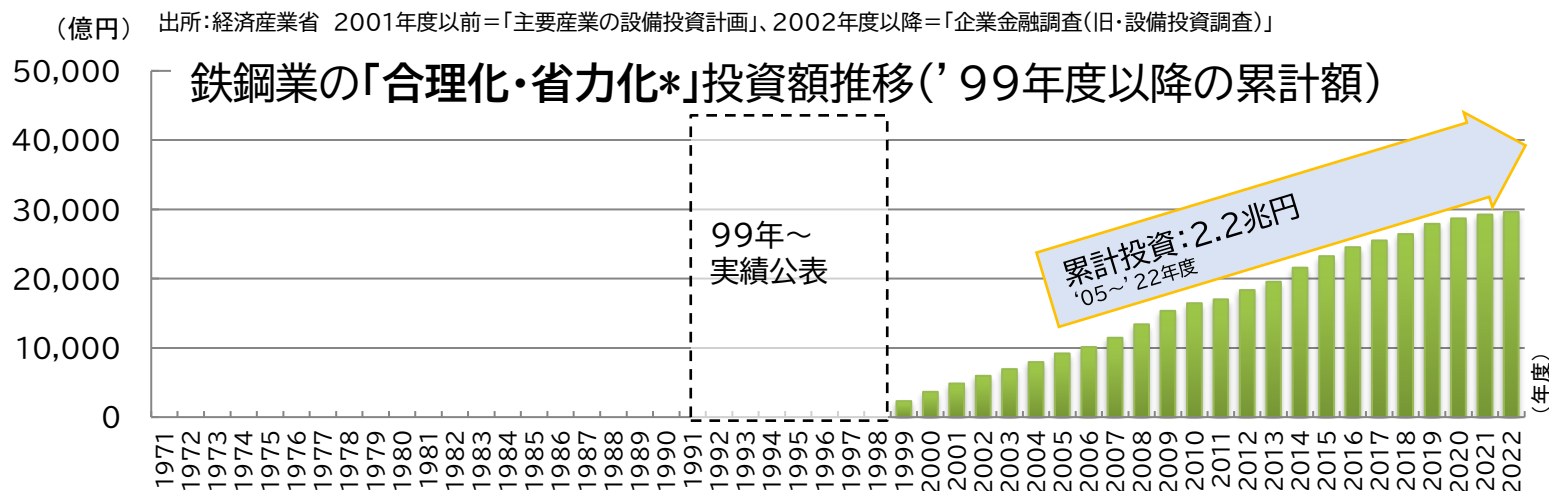
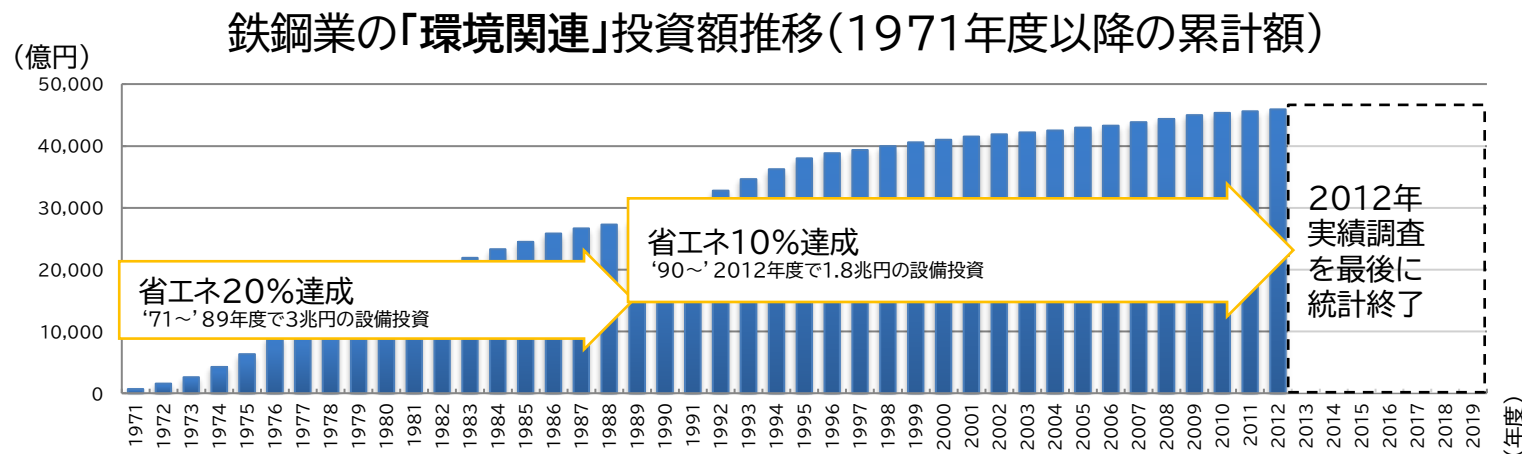
- アルセロールミタル (グローバル) : 2018年比25%削減
- ポスコ : 2017-2019年平均比10%削減
- 宝武集団 : ピーク時より2035年に30%削減

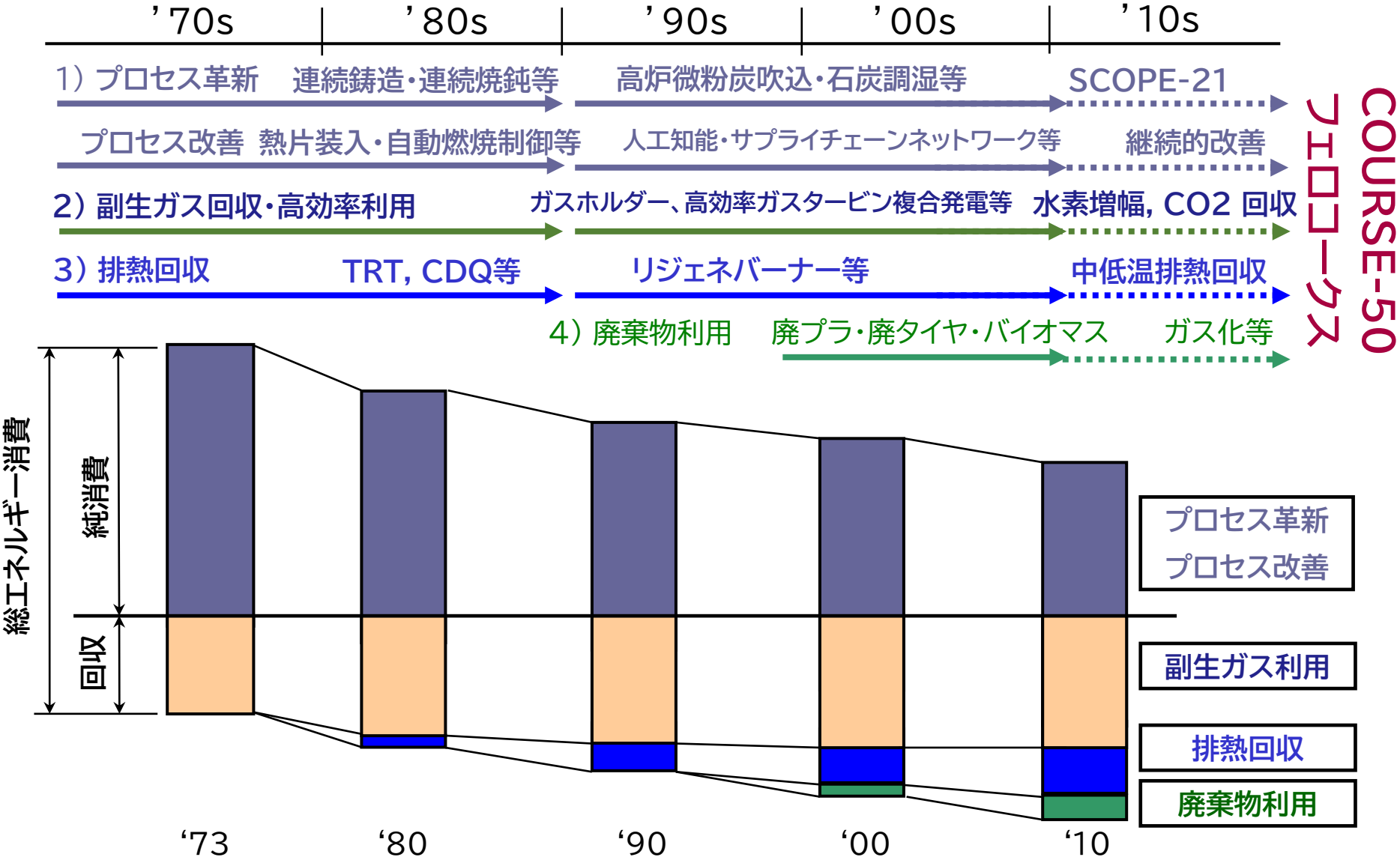
出所:「トランジション・ファイナンスに関する鉄鋼分野における技術ロードマップ」

鉄鋼業の環境保全等投資額の推移

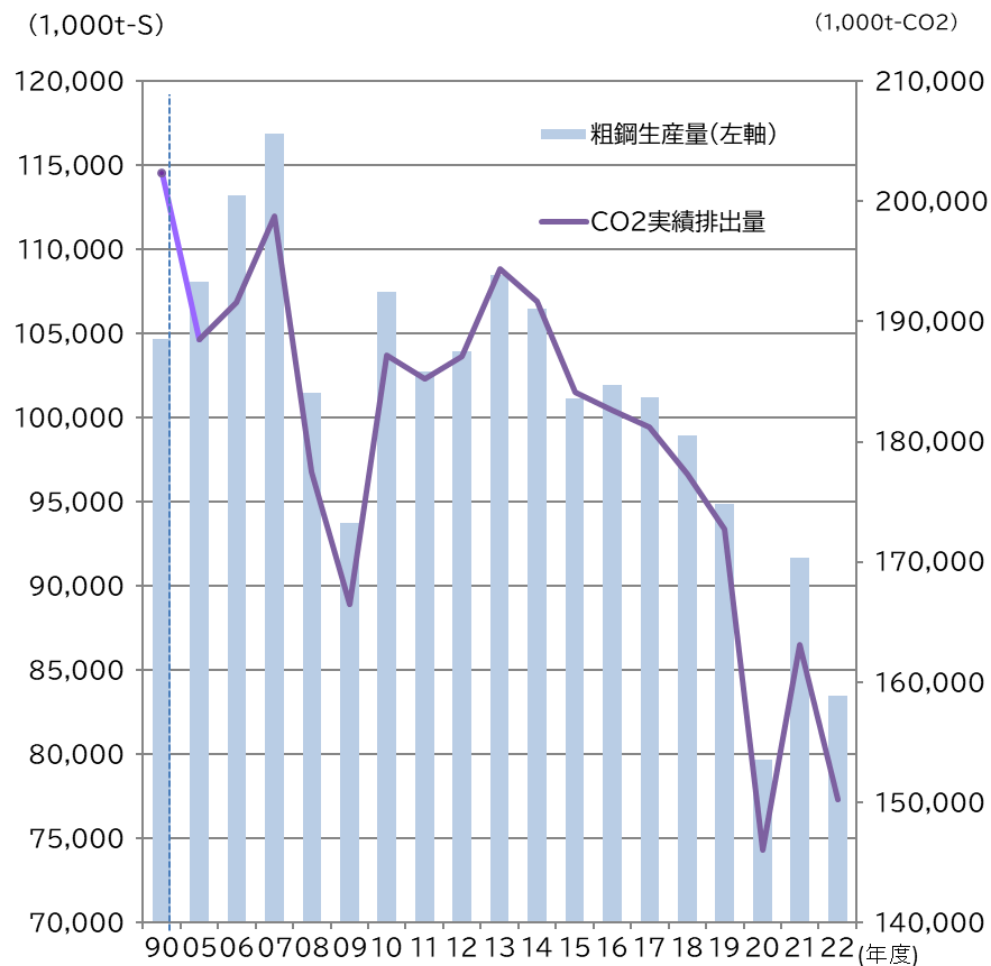
エコプロセス

- 鉄鋼業は、環境保全や省エネルギーのために、1971年度から1989年度にかけては約3兆円投資し、1990年度から2012年度までに約1.8兆円を投資している。
- 合理化・省力化分野においては、2005年度から2021年度までの累積投資額が約2.1兆円に達している。

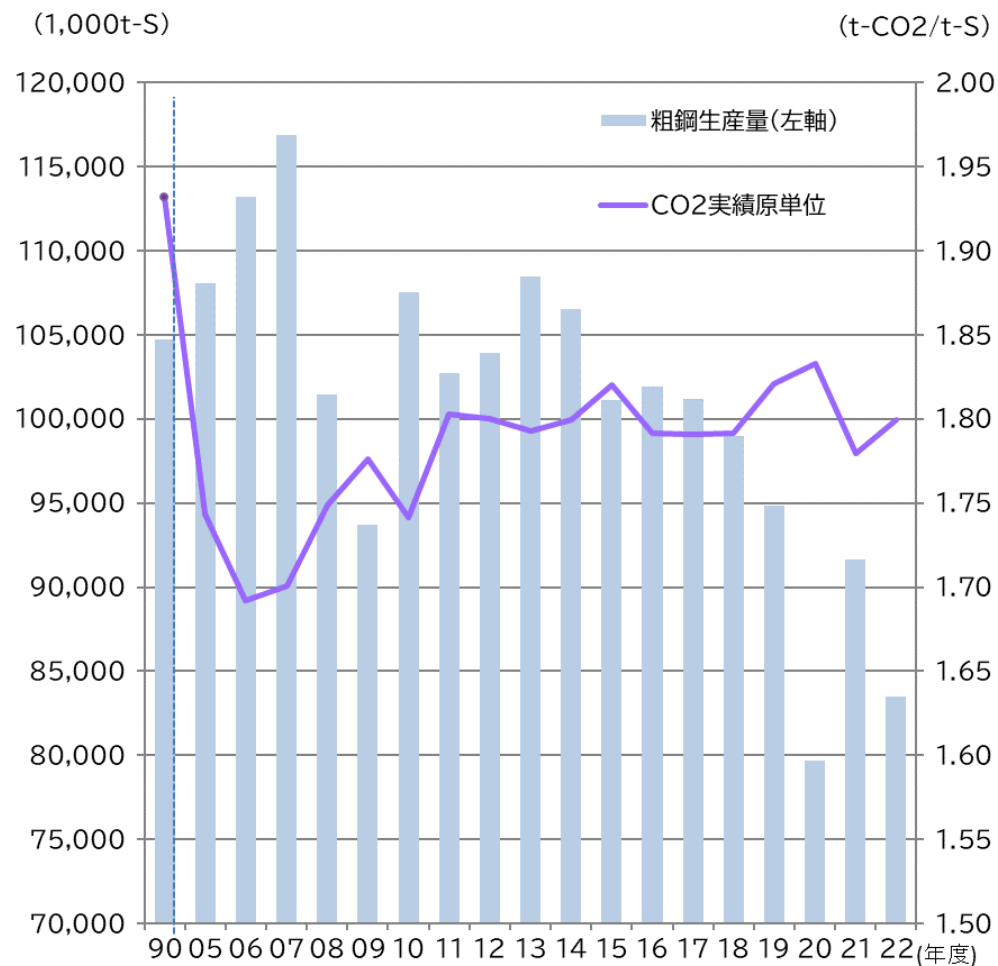




粗鋼生産量とCO₂排出量
(調整後電力排出係数)



粗鋼生産量とCO₂原単位
(調整後電力排出係数)



自動車用高強度鋼板

一般社団法人 日本鉄鋼連盟

原材料・素材

製造

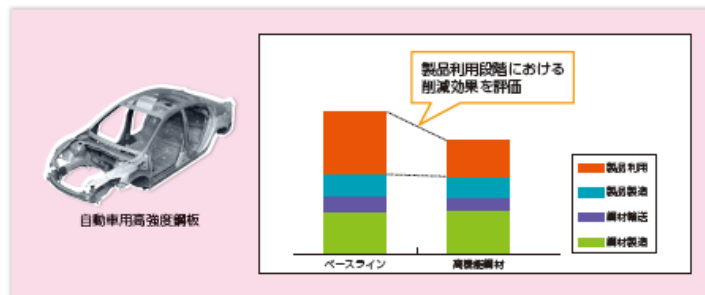
販売・流通

使用

廃棄・リサイクル

概要

高機能鋼材は、最終製品の部材として組み込まれることで、最終製品の使用段階における CO₂ 排出量削減に効果を発揮するものである。自動車用高強度鋼板は高強度性を確保しながら薄肉化が可能な鋼材（鋼材重量の削減）であり、これを用いた自動車は、その様な特性を有しない従来の普通鋼鋼板を用いた自動車に対し軽量化を実現し、走行時における燃費改善による CO₂ 排出量削減効果を得ることが出来る。



削減貢献量の定量化結果

2017年度断面における自動車用高強度鋼板による製品使用段階の削減貢献量は下記の通り。

国内使用鋼材 450万t-CO₂
輸出鋼材 849万t-CO₂
計 1299万t-CO₂

なお、上記貢献量については下記計算式に基づき算定。一定の使用年数に基づく単年度断面のストックによる削減貢献量を評価している。

削減貢献量 = 新車生産台数 × 平均走行距離 × 燃費改善率 / 新車平均走行燃費 × 平均使用年数



(1) ベースラインシナリオとその設定根拠

① ベースライン・前提条件

機能性を有しない鋼材（普通鋼）をベースラインとし、足下の比率まで高強度鋼板に置き換わった場合における自動車の使用段階の燃費改善による CO₂ 削減効果を評価する。

	ベースライン	比較対象鋼材	評価される効果
自動車	普通鋼	高強度鋼板 (YP340)	軽量化による省エネ効果

② 設定根拠

高強度鋼板はベースラインである普通鋼鋼材に対し、強度を確保しながら薄肉化を可能とする特性を有する。従い、高強度鋼板を採用した自動車は普通鋼鋼材を採用した自動車に比べ軽量化し、走行時の燃費改善効果を得ることが出来る。（定量化は実績に基づく推計）

(2) 定量化の範囲

① 対象鋼材

日本国内で使用された鋼材及び、輸出鋼材を対象（輸出鋼材は2009年度から着手）

日本国内で製造された鋼材を対象とし、海外生産分は含まない。

（日本の鉄鋼メーカーは海外に一貫製鉄所を保有していない）

② 対象段階

自動車の使用段階における燃費改善による CO₂ 排出削減効果を評価。

鉄鋼のライフサイクルにおいて、原料採掘・輸送のウエイトは極めて小さいことに加え、鋼材間の置き換えによる効果で評価しており、製造段階における CO₂ 排出量の変化も小さい。また、鋼材の軽量化効果を評価した場合、鋼材使用量は減少するため、原料採掘・輸送における CO₂ 排出量は寧ろベースラインよりも減少するが、当連盟では定量化の対象は使用段階としている。

(3) 評価期間

製造プロセスから排出される単年度 CO₂ 排出量と対比させる観点から、単年度断面におけるストック評価としている。

(4) 参考文献

日本エネルギー経済研究所 HP にて分析手法に係る論文を公表。

LCA 的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
総括（日本語）
<http://enen.leej.or.jp/data/pdf/462.pdf>

LCA 的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
巻頭3. 自動車（高強度鋼板）（日本語）
<http://enen.leej.or.jp/data/pdf/465.pdf>

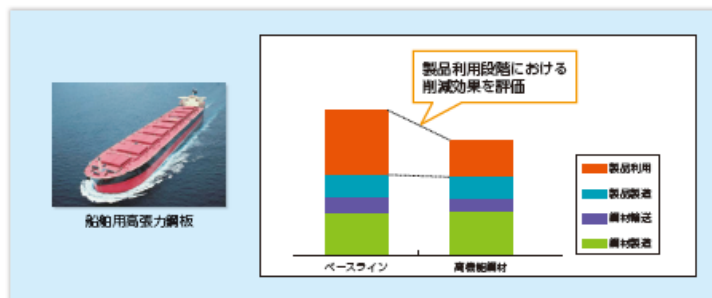
Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (1) (英語)
<https://enen.leej.or.jp/data/en/data/pdf/165.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (2) (英語)
<https://enen.leej.or.jp/en/data/pdf/172.pdf>

出所：日本経済団体連合会GVCコンセプトブック

概要

高張力鋼材は、最終製品の部材として組み込まれることで、最終製品の使用段階における CO₂ 排出量削減に効果を発揮するものである。船舶用高張力鋼材は高強度性を確保しながら薄肉化（鋼材使用量の削減）が可能な鋼材であり、これを用いた船舶は従来の普通鋼材を用いた船舶よりも軽量化を実現し、航行時における燃費改善による CO₂ 排出量削減効果を得ることが出来る。



削減貢献量の定量化結果

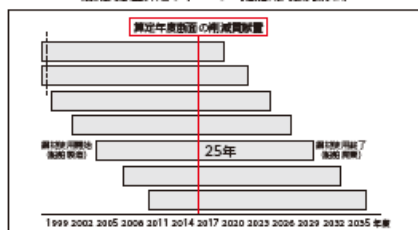
2017年度断面における船舶用高張力鋼材による製品使用段階の削減貢献量は下記の通り。

国内使用鋼材 194万t-CO₂
輸出鋼材 61万t-CO₂
計 255万t-CO₂

なお、上記貢献量については下記計算式に基づき算定。一定の使用年数に基づく単年度断面のストックによる削減貢献量を評価している。

削減貢献量 = 船舶燃料使用量 / (1 - 就航船舶軽量化率 × 燃料低減寄与率)
× (就航船舶軽量化率 × 燃料低減寄与率) × 燃費発熱量

削減貢献量算定のイメージ（船舶用高張力鋼材）



(1) ベースラインシナリオとその設定根拠

① ベースライン・前提条件

機能性を有しない鋼材（普通鋼）をベースラインとし、足下の比率まで高張力鋼材に置き換わった場合における船舶の使用段階の燃費改善による CO₂ 削減効果を評価する。

	ベースライン	比較対象鋼材	評価される効果
船舶	普通鋼	高張力鋼材 (YP315/YP355)	軽量化による省エネ効果

② 設定根拠

高張力鋼材はベースラインである普通鋼材に対し、強度を確保しながら薄肉化を可能とする特性を有する。従い、高張力鋼材を採用した船舶は普通鋼材を採用した船舶に比べ軽量化し、航行時の燃費改善効果を得ることが出来る。（定量化は実績に基づく推計）

(2) 定量化の範囲

① 対象鋼材

日本国内で使用された鋼材及び、輸出鋼材を対象（輸出鋼材は2009年度から着手）
日本国内で製造された鋼材を対象とし、海外生産分は含まない。
（日本の鉄鋼メーカーは海外に一貫製鉄所を保有していない）

② 対象段階

船舶の使用段階における燃費改善による CO₂ 排出削減効果を評価。
鉄鋼のライフサイクルにおいて、原料採掘・輸送のウエイトは極めて小さいことに加え、鋼材間の置き換えによる効果で評価しており、製造段階における CO₂ 排出量の変化も小さい。また、鋼材の軽量化効果を評価した場合、鋼材使用量は減少するため、原料採掘・輸送における CO₂ 排出量は率よりベースラインよりも減少するが、当連盟では定量化の対象は使用段階としている。

(3) 評価期間

製造プロセスから排出される単年度 CO₂ 排出量と対比させる観点から、単年度断面におけるストック評価としている。

(4) 参考文献

日本エネルギー経済研究所HPにて分析手法に係る論文を公表。

LCAの視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
報告（日本語）
<http://eneken.teej.or.jp/data/pdf/462.pdf>

LCAの視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
巻頭4. 船舶（高張力鋼材）（日本語）
<http://eneken.teej.or.jp/data/pdf/466.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (1) (英語)
<https://eneken.teej.or.jp/data/en/data/pdf/165.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (2) (英語)
<https://eneken.teej.or.jp/en/data/pdf/172.pdf>

出所：日本経済団体連合会GVCコンセプトブック

ボイラー用耐熱高強度鋼管

一般社団法人 日本鉄鋼連盟

原材料・素材

製造

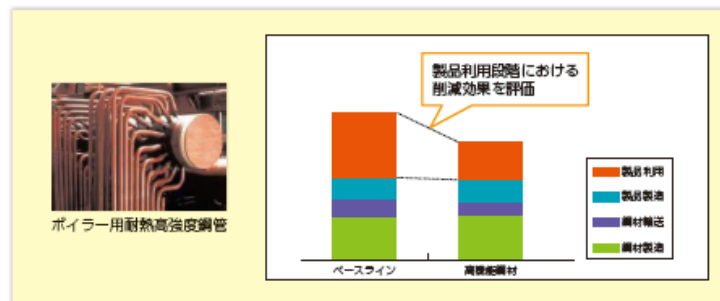
販売・流通

使用

廃棄・リサイクル

概要

高機能鋼材は、最終製品の部材として組み込まれることで、最終製品の使用段階における CO₂ 排出量削減に効果を発揮するものである。ボイラー用耐熱高強度鋼管は従来型の耐熱鋼管よりも更に高温域に耐えうるものであり、火力発電設備における発電効率の向上を実現し、投入燃料消費量の改善による CO₂ 排出量削減効果を得ることが出来る。



削減貢献量の定量化結果

2017年度断面におけるボイラー用耐熱高強度鋼管による製品使用段階の削減貢献量は下記の通り。

国内使用鋼材 96万t-CO₂
輸出鋼材 430万t-CO₂
計 526万t-CO₂

なお、上記貢献量については下記計算式に基づき算定。一定の使用年数に基づく単年度断面のストックによる削減貢献量を評価している。

削減貢献量 = 566℃級火力発電所と比較した際の593℃～600℃級火力発電所の効率向上による燃料消費量削減 × 高性能耐熱ボイラー鋼管の燃料消費削減率25% × 発電設備運転耐用年数

削減貢献量算定のイメージ（ボイラー用耐熱高強度鋼管）



(1) ベースラインシナリオとその設定根拠

① ベースライン・前提条件

超臨界（SC）である566℃級火力発電所のボイラー用鋼管をベースラインとし、超々臨界（USC）である593～600℃級火力発電所の高合金ボイラー鋼管に置き換わった場合における投入燃料消費量改善によるCO₂削減効果を評価する。

	ベースライン	比較対象鋼材	評価される効果
ボイラー用耐熱高強度鋼管	566℃級火力発電所のボイラー用鋼管	高合金鋼管 (改良9Cr-5Mo鋼/耐熱鋼管)	高温強度強化（蒸気温度上昇＝発電効率上昇）による省エネ効果

② 設定根拠

高合金鋼管はベースラインである566℃級火力発電所のボイラー用鋼管に対し、より高温域での耐熱性を有する。従い、高合金鋼管を採用した火力発電設備は566℃級火力発電所のボイラー用鋼管を採用した火力発電設備に比べ蒸気温度を上昇させ得ることから、発電効率の向上とそれに伴う投入燃料消費量改善効果を得ることが出来る。（定量化は実績に基づく推計）

(2) 定量化の範囲

① 対象鋼材

日本国内で使用された鋼材及び、輸出鋼材を対象（輸出鋼材は2009年度から着手）

日本国内で製造された鋼材を対象とし、海外生産分は含まない。

（日本の鉄鋼メーカーは海外に一貫製鉄所を保有していない）

② 対象段階

ボイラーの使用段階における投入燃料消費量改善によるCO₂排出削減効果を評価。

鉄鋼のライフサイクルにおいて、原料採掘・輸送のウエイトは極めて小さいことに加え、鋼材間の置き換えによる効果で評価しており、製造段階におけるCO₂排出量の変化も小さいため、当連盟では定量化の対象は使用段階としている。

(3) 評価期間

製造プロセスから排出される単年度CO₂排出量と対比させる観点から、単年度断面におけるストック評価としている。

(4) 参考文献

日本エネルギー経済研究所HPにて分析手法に係る論文を公表。

LCA的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
総括（日本語）
<http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/462.pdf>

LCA的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
巻頭2. 発電用ボイラー（耐熱鋼管）（日本語）
<http://eneken.ieej.or.jp/data/pdf/464.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (1)（英語）
<https://eneken.ieej.or.jp/data/en/data/pdf/165.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (2)（英語）
<https://eneken.ieej.or.jp/en/data/pdf/172.pdf>

出所：日本経済団体連合会GVCコンセプトブック

トランス用方向性電磁鋼板

一般社団法人 日本鉄鋼連盟

原材料・素材

製造

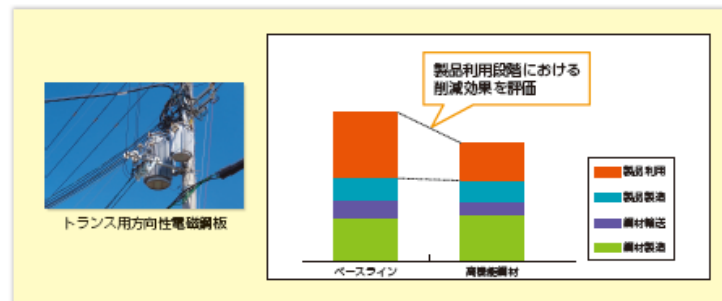
販売・流通

使用

廃棄・リサイクル

概要

高性能鋼材は、最終製品の部材として組み込まれることで、最終製品の使用段階における CO₂ 排出量削減に効果を発揮するものである。現在のトランス用方向性電磁鋼板は、従来の電磁鋼板に比べ変圧時に生じる鉄損（エネルギーロス）を低減可能であり、効率的な送配電に寄与することから CO₂ 排出量削減効果を得ることができる。



削減貢献量の定量化結果

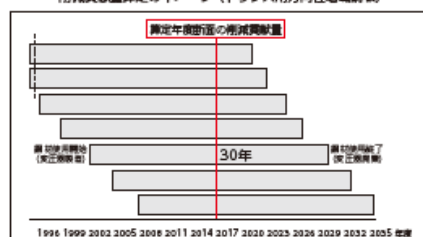
2017年度断面におけるトランス用方向性電磁鋼板による製品使用段階の削減貢献量は下記の通り。

国内使用鋼材 215万t-CO₂
輸出鋼材 651万t-CO₂
計 866万t-CO₂

なお、上記貢献量については下記計算式に基づき算定。一定の使用年数に基づく単年度断面のストックによる削減貢献量を評価している。

削減貢献量 = 最小値 ※
× (評価年度での単位容量当たり変圧器無負荷損 - 30年前の単位容量当たりの変圧器の無負荷損)
× 使用時間

削減貢献量算定のイメージ（トランス用方向性電磁鋼板）



※変圧器の評価年度における生産量と30年前の生産量を比較し、評価年度生産量 > 30年前生産量であれば30年前に生産された変圧器が全量置き換えたと想定し、最小値は30年前の生産量を算定する。
逆に30年前生産量 > 評価年度生産量であれば30年前に生産された変圧器が全量置き換えられず評価年度生産量だけ置き換わったと想定し、最小値は評価年度生産量を算定する。

(1) ベースラインシナリオとその設定根拠

① ベースライン・前提条件

変圧器の耐用年数を30年と設定した上で、30年前の変圧器用電磁鋼板をベースラインとし、現在の変圧器用電磁鋼板に置き換わった場合における鉄損減による CO₂ 削減効果を評価する。

	ベースライン	比較対象鋼材	評価される効果
変圧器	30年前の変圧器用電磁鋼板※	現在の変圧器用電磁鋼板	鉄損減による省エネ効果

② 設定根拠

現在の変圧器用電磁鋼板は、従来（30年前）の変圧器用電磁鋼板に比べ鉄損（エネルギー損失）を低減する特性を有する。従い、効率的な送配電に寄与すると共に鉄損に伴う電力消費改善による CO₂ 排出量削減効果を得ることが出来る。（定量化は実績に基づく推計）

(2) 定量化の範囲

① 対象鋼材

日本国内で使用された鋼材及び、輸出鋼材を対象（輸出鋼材は2009年度から着手）

日本国内で製造された鋼材を対象とし、海外生産分は含まない。

（日本の鉄鋼メーカーは海外に一貫鉄鉄所を保有していない）

② 対象段階

変圧器の使用段階における鉄損削減による CO₂ 排出削減効果を評価。

鉄鋼のライフサイクルにおいて、原料採掘・輸送のウエイトは極めて小さいことに加え、鋼材間の置き換えりによる効果で評価しており、製造段階における CO₂ 排出量の変化も小さいため、当連盟では定量化の対象は使用段階としている。

(3) 評価期間

製造プロセスから排出される単年度 CO₂ 排出量と対比させる観点から、単年度断面におけるストック評価としている。

(4) 参考文献

日本エネルギー経済研究所 HP にて分析手法に係る論文を公表。

LCAの視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
総括（日本語）
<http://enenken.ieej.or.jp/data/pdf/462.pdf>

LCAの視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
各鋼材変圧器（方向性電磁鋼板）（日本語）
<http://enenken.ieej.or.jp/data/pdf/467.pdf>

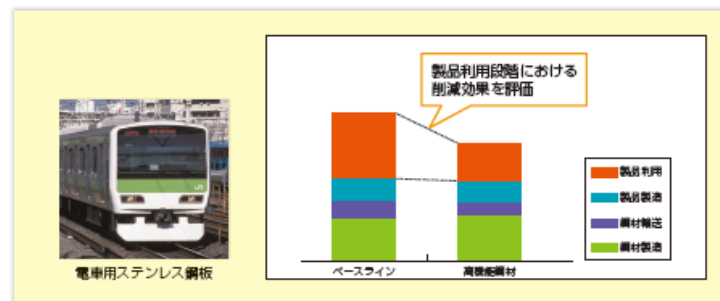
Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (1) (英語)
<https://enenken.ieej.or.jp/data/en/data/pdf/165.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (2) (英語)
<https://enenken.ieej.or.jp/en/data/pdf/172.pdf>

出所：日本経済団体連合会GVCコンセプトブック

概要

高機能銅材は、最終製品の部材として組み込まれることで、最終製品の使用段階における CO₂ 排出量削減に効果を発揮するものである。電車で用いられる銅板は高強度性を確保しながら薄肉化が可能な銅板（銅材の重量の削減）であり、これを用いた電車は、その様な特性を有しない従来の普通鋼銅板を用いた電車に対し軽量化を実現し、走行時における電力消費量改善による CO₂ 排出量削減効果を得ることが出来る。



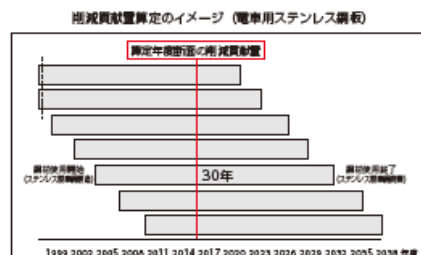
削減貢献量の定量化結果

2017年度新車における電車用ステンレス鋼板による製品使用段階の削減貢献量は下記の通り。

国内使用鋼材	27万t-CO ₂
輸出鋼材	0万t-CO ₂
計	27万t-CO ₂

なお、上記買収量については下記計算式に基づき算定。一定の使用年数に基づく単年度断面のストックによる削減買収量を評価している。

$$\text{削減貢献量} = 1 \text{ 車輛単位距離走行時の単位車輛重量軽減量} \times \text{走行エネルギー軽減量} \\ \times 1 \text{ 車輛当たり重量軽減量} \times 1 \text{ 車輛当たり年間走行距離} \times \text{各年のステンレス製車輛生産台数}$$



(1) ベースラインシナリオとその設定根拠

①ペースライン・前提条件

機能性を有しない鋼材（普通鋼）をベースラインとし、ステンレス鋼板に置き換わった場合における電車の使用段階の電力消費量改善による CO₂削減効果を評価する。

	ベースライン	比較対象鋼材	評価される効果
電圧	普通鋼	ステンレス鋼板	軽量化による省エネ効果

② 設定根拠

ステンレス鋼板はベースラインである普通鋼鋼材に対し、強度を確保しながら薄肉化を可能とする特性を有する。従い、ステンレス鋼板を採用した電車は普通鋼鋼材を採用した電車に比べ軽量化し、走行時における電力消費量改善による CO₂ 排出量削減効果を得ることが出来る。

(定量化は実績に基づく推計)

(2) 定量化の範囲

①对象钢材

日本国内で使用された鋼材及び、輸出鋼材を対象（輸出鋼材は2009年度から着手）

日本国内で製造された鋼材を対象とし、海外生産分は含まない。

(日本の鉄鋼メーカーは海外に一貫製鉄所を保有していない)

②对象阶段

電車の使用段階における電力消費量改善による CO₂ 排出削減効果を評価。

鉄鋼のライフサイクルにおいて、原料採掘・輸送のウエイトは極めて小さいことに加え、鋼材間の置き換えによる効果で評価しており、製造段階における CO₂ 排出量の変化も小さい。また、鋼材の軽量化効果を評価した場合、鋼材使用量は減少するため、原料採掘・輸送における CO₂ 排出量は寧ろベースラインよりも減少するが、当連盟では定量化の対象は使用段階としている。

(3) 評估期間

製造プロセスから排出される単年度 CO₂ 排出量と対比させる観点から、単年度断面におけるストック評価としている。

(4) 参考文献

日本エネルギー経済研究所HPにて分析手法に係る論文を公表。

LCA的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
総括（日本語）
<http://enenet.leej.or.jp/data/pdf/462.pdf>

LCA的視点からみた鉄鋼製品の社会における省エネルギー貢献に係る調査
名義6. 電率（ステンレス鋼板）（日本語）
<http://eneken.iej.or.jp/data/pdf/468.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (1) (English)
<https://eneken.ieei.or.jp/data/en/data/pdf/165.pdf>

Research on Contribution of Steel Products to Society-wide Energy Conservation from LCA Perspectives (2) (5/8)
<https://eneken.iej.or.jp/en/data/pdf/172.pdf>

出所：日本経済団体連合会GVCコンセプトブック

高機能鋼材の貢献に関する定量評価(2022年度実施分)

エコプロダクト

- 2022年度に試算を実施した洋上風力(着床式)の代表的な試算例(モノパイル式・77基設置時)においては、鉄鋼の1年間のCO₂削減貢献量＝計10.4万t-CO₂/年という値が得られた(※)。

※あくまでも代表的な試算例であり、方式・施設規模の組み合わせによって削減貢献量は変動する。

定量評価の考え方例(モノパイル式)



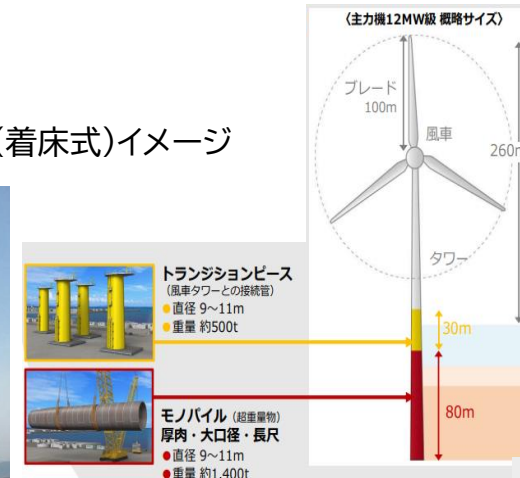
※1 「洋上風力1基あたりCO₂削減量」は比較対象(リファレンス)となる2020年度の全電源CO₂原単位(0.48kgCO₂/kWh)と洋上風力のCO₂原単位(0.03kgCO₂/kWh)の差分より設定

※2 「洋上風力基数」は以下①÷②より77基と算定

①国が2030年度までに見込む洋上風力導入量＝100万kW(出所:資源エネルギー庁)

②洋上風力1基あたり容量＝13MW(出所:秋田県沖案件にかかる報道情報)

洋上風力発電設備(着床式)イメージ

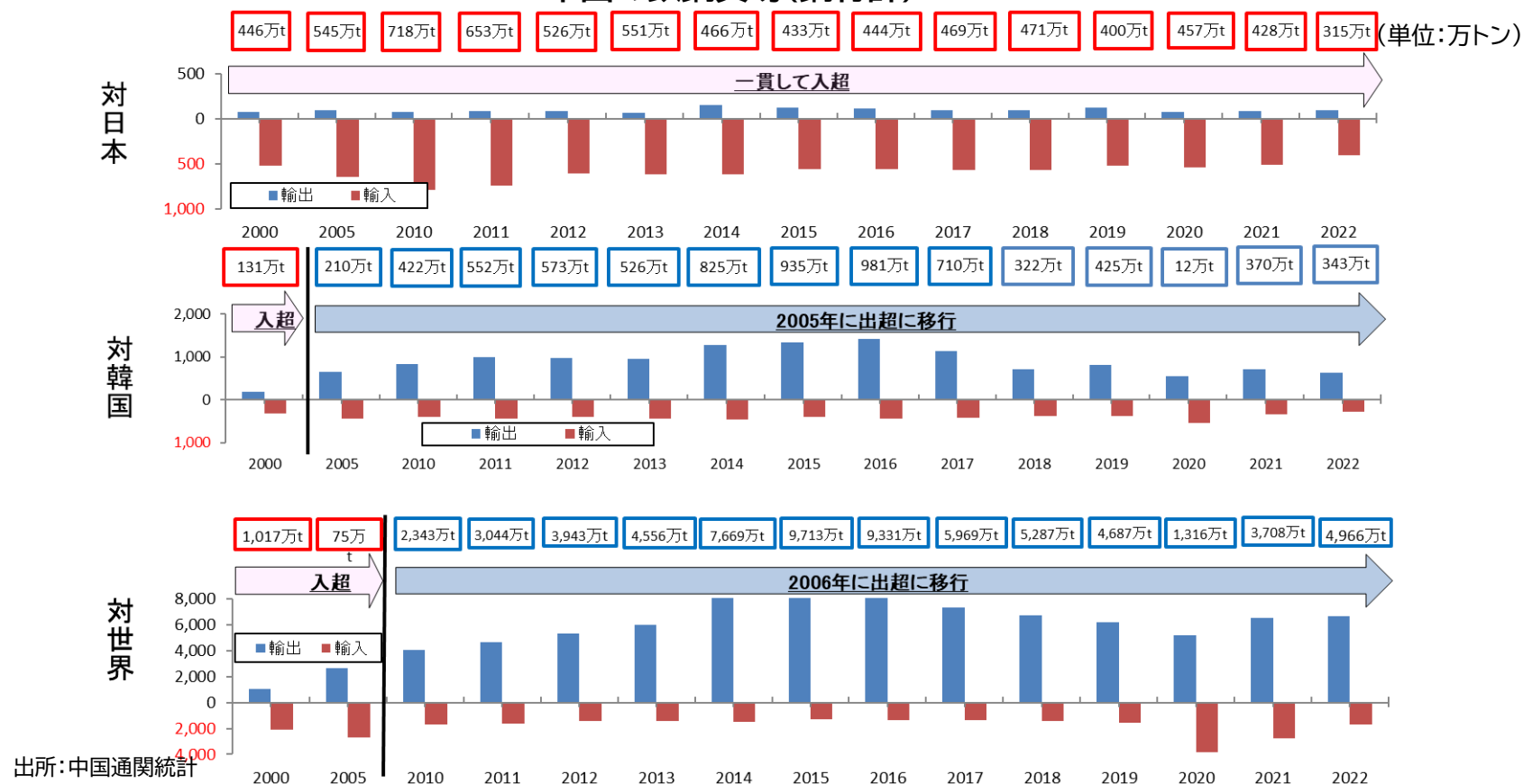


(提供:日鉄エンジニアリング株式会社)

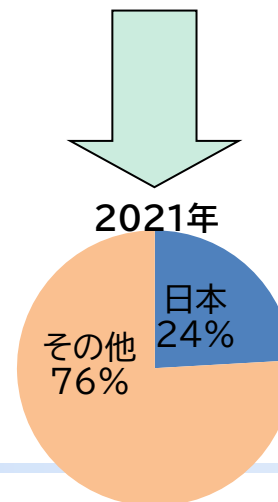
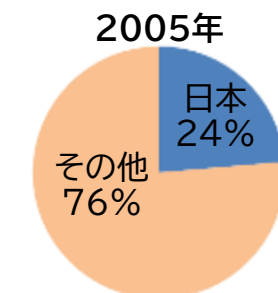
(提供:JFEホールディングス株式会社)

- 高機能鋼材は、性能・品質・供給力等、あらゆる面で他国の追随を許さず、日本鉄鋼業の国際競争力の源泉ともなっている。
- 世界最大の鉄鋼生産国である中国は、2006年に鉄鋼の出超国に移行したものの、対日本のみ一貫して入超が続いている。

中国の鉄鋼貿易(鋼材計)



中国の鋼材輸入に占める
日本製鋼材のウエイト



セメント用高炉スラグの活用によるCO₂排出抑制効果

エコプロダクト

非エネルギー起源CO₂削減対策の一つである混合セメント(=主に高炉セメント)の利用拡大があり、混合セメントの生産比率が増加すれば大幅な省CO₂が可能となる。

原料焼成過程でCO₂を発生する一般のセメント(ポルトランドセメント)をCO₂を発生しないスラグセメントに代替することによるCO₂削減効果は、▲989万トン-CO₂/年相当(2022年度)。

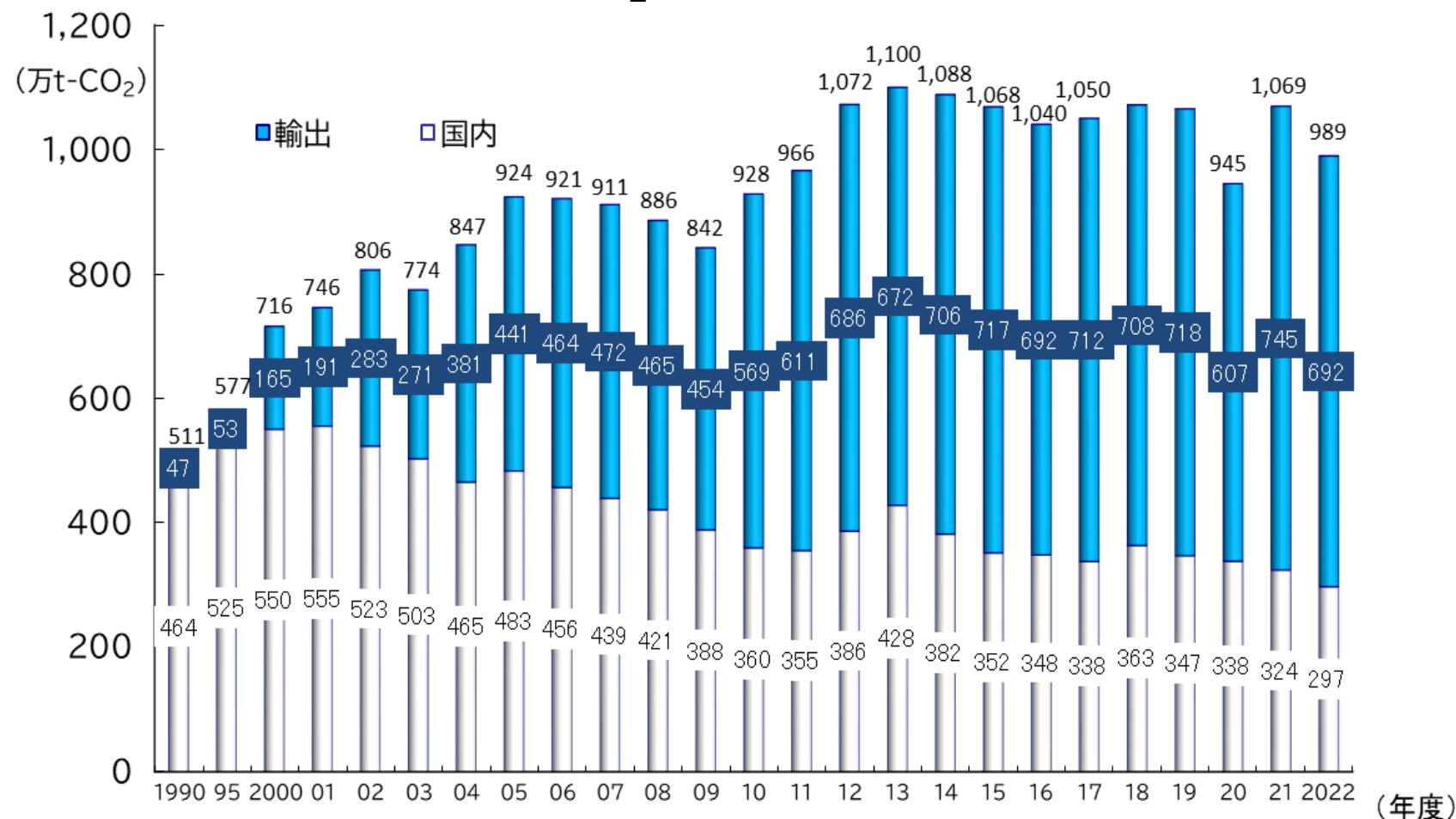
国内:▲297万トン-CO₂/年相当
輸出:▲692万トン-CO₂/年相当

<削減効果算定の前提>

セメント量への換算:450kg-スラグ/t-セメント

CO₂削減効果:312kg-CO₂/t-セメント

高炉セメントのCO₂排出抑制貢献試算(国内+輸出)



世界の粗鋼生産推移

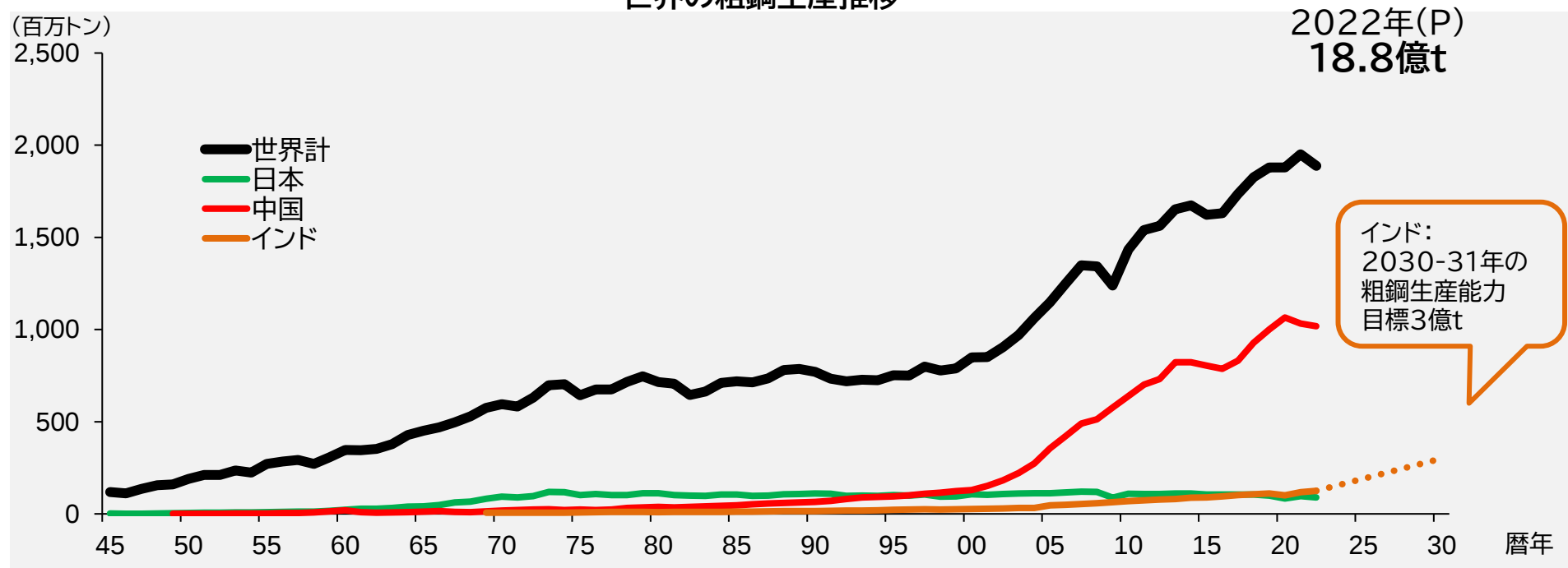
エコソリューション

- 2015年時点の日本の一人当たり鉄鋼蓄積量10.7tに対し、世界平均は4.0t
- 一人当たり鉄鋼蓄積量は「社会インフラや工業製品の普及率」、すなわち「豊かさ」を表す指標であり、今後途上国でも社会発展、SDGs達成の観点から確実に上昇が見込まれる



中長期的に世界の粗鋼生産は増加
インド鉄鋼業は2030年までに粗鋼生産能力を3億t(約3倍)まで増強する意向

世界の粗鋼生産推移



1. 中国 - 日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術交流会（2005年～）

- 2005年7月に日中トップで覚書締結以降、定期的に専門家による技術交流会を実施。鉄鋼業における国際連携の礎。
- 2024年1月に第14回交流会を4年ぶりに対面で開催。日中双方から政府関係者・鉄鋼関係者等、合計約70名が参加。これまでの省エネ・環境保全技術を中心とした交流の重要性に加え、カーボンニュートラルの実現に向けた交流への意義が言及。



2. インド - 日印鉄鋼官民協力会合（2011年～）

- 2011年より日印鉄鋼業の官民の省エネ専門家が集う「日印鉄鋼官民協力会合」を計12回実施。
- ISO14404を用いた製鉄所診断、インドにふさわしい省エネ技術を網羅した「技術カスタマイズドリフト」の策定、日本の省エネ技術メーカーによる技術セミナー等を実施し、インドへの日本鉄鋼業の省エネ技術導入を支援。直近では、2023年11月に開催。



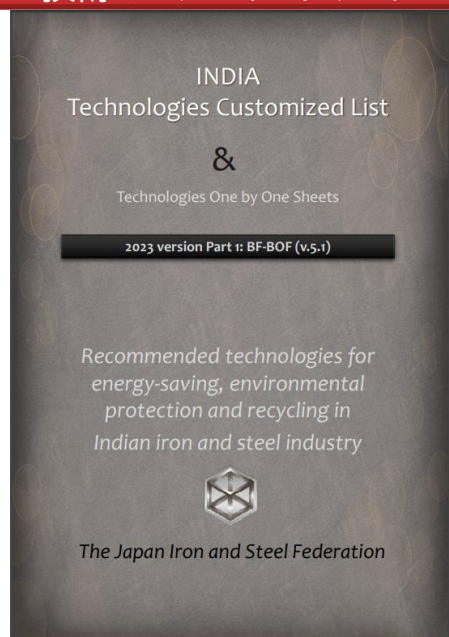
3. アセアン - 日アセアン鉄鋼イニシアチブ（2014年～）

- 2014年2月に日本・アセアン6か国（現在はミャンマーが加盟し7か国）の鉄鋼業省エネ関係者からなる「日アセアン鉄鋼イニシアチブ」を立ち上げ。以後、アセアン全体向け、各国向け、テーマ別のワークショップを毎年開催し、アセアン鉄鋼業における省エネ対策に貢献。
- これまで計17製鉄所にて「製鉄所省エネ診断」を実施し、操業改善や技術導入に関するアドバイスを実施（内2回はオンラインによる実施）。



- 技術カスタマイズドリストは、各国・地域向けの推奨技術(省エネ・環境保全分野)の情報を記載した技術集。これまでインド、アセアン向けに策定済み(2023年10月改訂)。

インド版 技術カスタマイズドリスト



推奨技術79件 (高炉向け44技術、電炉向け35技術)

省エネ効果や技術サプライ
ヤー情報などを掲載

No.		Title of Technology	A. Effect of Technologies Introduction					C. Conditions in India (%)										
			Electricity Savings		Fuel Savings	CO ₂ Reduction	Water Savings	Priority Level	Suitability for Technology Introduction									
			of product	of product	of product	of product	of product		of product	of product	of product	of product	of product	of product	of product			
B. Estimated Savings																		
			0.2%	12.8	22.8	20%	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			22.8	18.8	18.8	18.8	B	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			0.03%	0.09	0.09	0.09	C	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
D. Estimated Savings																		
			1.9	1.9	1.9	1.9	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			1.9	1.9	1.9	1.9	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			0.3	0.3	0.3	0.3	C	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
E. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
F. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
G. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
H. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
I. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
J. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
K. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
L. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
M. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
N. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
O. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
P. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
Q. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
R. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
S. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
T. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
U. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
V. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
W. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
X. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
Y. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
Z. Estimated Savings																		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		
			10	10	10	10	A	24	1	1	1	1	1	1	1	1		

技術説明シート

各技術の詳細説明を掲載



鉄連TCLの紹介ページ:<http://www.jisf.or.jp/en/activity/climate/Technologies/index.html>

- 2007-18年に製鉄所省エネ診断を実施した9製鉄所において、日本の専門家が技術カスタマイズドリストより計42件の省エネ技術導入を提案。
- 提案した技術のうち、約70%が導入済・導入検討中（2021年1月時点）。



製鉄所省エネ診断における技術提案と導入実績

	件数
提案技術数	42件
導入済*	15件（36%）
導入検討中	14件（33%）

*CDQ(コークス乾式消火設備)、TRT(高炉炉頂圧発電)等の大型・費用対効果の高い技術が多い

インド版技術カスタマイズドリスト(高炉用)

目的

1. ISO14404*を用いて各製鉄所のエネルギー効率を評価する

2. 設備診断に基づき、導入が推奨される技術を技術カスタマイズドリストを活用して特定。日本からの技術移転を促す。

*ISO14404は製鉄所から排出されるCO2の計算方法を定めた国際規格

Day
1~3

1 高炉・電気炉・加熱炉等の**設備診断**

2 ISO14404を用いた**エネルギーデータ**の収集



Day4

3 **報告会**

ISO14404を用いて、日本の専門家が

1. エネルギー消費トレンドを分析
2. ふさわしい省エネ技術を推奨(from 技術カスタマイズドリスト)
3. 操業改善のアドバイスを行う



これまで**31***製鉄所で
診断済！

- ✓ インド 14製鉄所
- ✓ アセアン(6か国**) 17製鉄所

*オンラインでの実施含む
**インドネシア、シンガポール、タイ、
フィリピン、ベトナム、マレーシア

神戸地区における鉄鋼メーカーから 酒造会社への熱供給の例

酒造会社向け熱供給設備

● 熱源システムの特徴

1. 熱源の供給

発電所から抽気した蒸気を熱源としています。

2. 省エネルギー

従来各酒造会社での個別ボイラと比較して30%の省エネルギー。発電に使用している蒸気の一部をタービン中間から抽気して供給することで冷却水への損失エネルギーを低減。

● 施設概要

蒸気発生器	3基	蒸気発生量40t/h 加熱能力 29.5GJ 伝熱面積 382m ² 一次蒸気圧1.01MPa（飽和温度）、 二次蒸気圧0.837MPa（飽和温度）
軟水装置 1式		
供給方式 直埋設蒸気(300～150A)と還水(50A)2管式(通年終日供給)		



蒸気発生設備

特徴

- 木質バイオマスの利用拡大による温室効果ガス削減
- 固定価格買取制度における出力安定再エネ(バイオマス)の拡大
- 地域林業振興・地域経済活性化への貢献

釜石製鉄所

発電設備：149MW微粉炭火力発電設備

使用数量：従来約7,000トン／年 → 最終目標48,000トン／年

使用形態：チップ → 細粒チップ

開始時期：2010年10月 → 2015年6月使用量拡大

石炭火力発電へのバイオマス混焼拡大への取り組みが評価され、
2017年 IHI殿とともに新エネルギー財団「新エネ大賞」経済産業大臣賞 を受賞

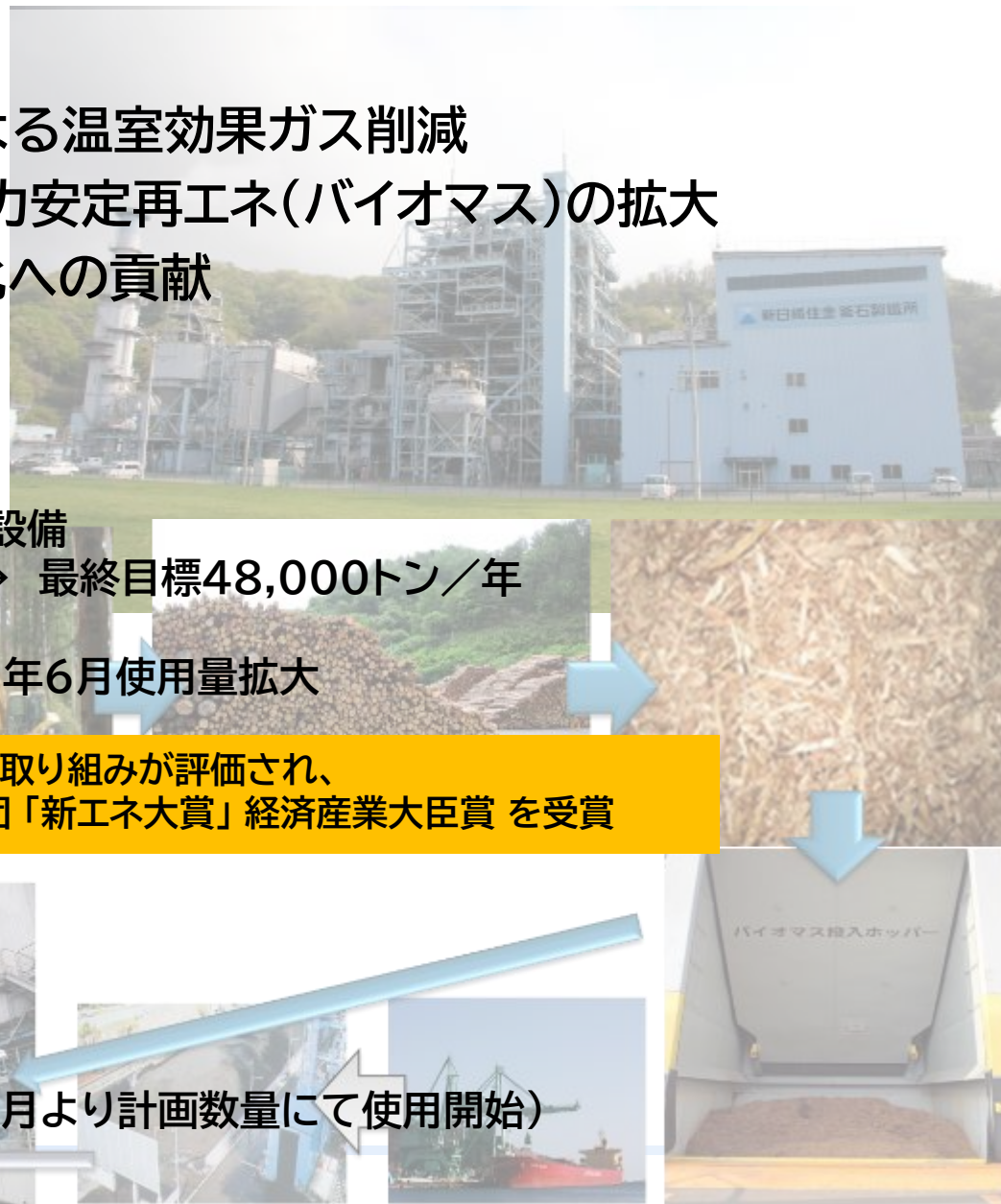
大分製鉄所

発電設備：330MW微粉炭発電設備

使用数量：12,000トン／年

使用形態：チップ

開始時期：2014年12月(2015年2月より計画数量にて使用開始)



- 2018年11月、当連盟は長期地球温暖化対策ビジョンを策定・公表した。
- 2020年6月、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の公募事業「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発」の事業委託先に当連盟会員の日本製鉄、JFEスチール、神戸製鋼所、及び金属材料研究開発センター(JRCM)が採択された。
- 本事業では鉄鋼製造時の脱炭素化に焦点を当てた有望技術の複数抽出、さらに日本鉄鋼業が取り組むべき技術開発のロードマップの作成を目的としており、当連盟長期ビジョンで掲げた当初計画を前倒しし、世界に先駆けてカーボンニュートラル実現に向けた技術開発に取り組むこととしている。

