

# 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

令和5年9月15日

経済産業省

製造産業局 金属課

# 1. プロジェクトの進捗及び海外の技術開発状況アップデート（ポイント）

- プロジェクトは着実に進展。1－①はSG審査を経て実機実証段階へ移行。2026年1月の実証試験開始に向け、実高炉（5,000m<sup>3</sup>級）の改造に着手。1－②では小規模試験高炉で世界で初めてCO<sub>2</sub>削減率22%を実現。2－②では小型電炉を改造し実証試験を開始。その他の項目においても、基本設計・仕様の決定や要素技術開発が進む。

- 他方で、海外鉄鋼メーカーも製鉄プロセスのCN化に向けた技術開発を進めている。特に日本企業がベンチマークすべきアジア鉄鋼メーカーの技術開発が加速。

## 例）中国 宝武鋼鉄集団

2020年7月から430m<sup>3</sup>規模の小型試験高炉での水素還元製鉄の実証試験開始し、CO<sub>2</sub>削減率21%以上達成を発表。2023年6月に同技術を2,500m<sup>3</sup>規模の既存高炉に適用開始。

- また、欧州では高品位鉄鉱石を用いた水素直接還元技術の実証が先行。多くが初期稼働時に天然ガスを用いた計画であるものの、日本も低品位鉄鉱石活用に向けた技術確立・社会実装していくことが重要。

## 例）ドイツ ThyssenKrupp

2026年末に天然ガスを用いて直接還元炉＋電気溶解炉の実証操業を開始し、2027年以降に100%水素還元を計画。

## 例）スウェーデン H2 Green Steel

2030年までに年間500万トンのグリーンスチールを製造することを目指し、2025年に水素を用いて年産210万トン規模の直接還元炉＋電炉の操業開始を計画。

- 開発競争が激化している現状を踏まえ、日本が世界に先駆けて水素還元高炉技術を確立し社会実装時期を前倒すためには、本事業の加速化が必要。また、水素直接還元技術についても社会実装時期の前倒しに向けた取組が必要。

# 「製鉄プロセスにおける水素活用」 進捗状況

## 【研究開発項目 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

- 実証試験を行う対象高炉の選定、操業諸元の設計等を実施。2022年8月のステージゲート審査で目標達成を確認し、実証事業へ移行済。
- 日本製鉄（株）東日本製鉄所君津地区の第二高炉を用いて製鉄所内発生水素をベースとした水素系ガス吹込み技術の実証試験を2026年1月から開始予定。

### 1－②外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素技術等の開発

- 小型試験高炉における高温水素の吹込みによるCO<sub>2</sub>削減率を評価。世界で初めてCO<sub>2</sub>削減率22%を実現。また、シミュレーションモデルの妥当性を常温・高温に関わらず確認。これを用いて、CO<sub>2</sub>削減率40%が可能な操業諸元の検討・設計に着手。
- JFEスチール（株）東日本製鉄所千葉地区に建設するカーボンリサイクル小規模試験高炉について、各種仕様（設備レイアウト、炉体形状、メタネーション処理ガス量等）を決定し、メーカー選定などを推進。

## 【研究開発項目 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

- 試験炉の基本設計や設定場所の選定を進めるとともに、要素技術の開発に向けてプロセスの基本検討や実験等を実施。日本製鉄（株）波崎研究開発センターに小規模試験炉を建設しており、2025年度に試験開始予定。また、JFEスチール（株）東日本製鉄所千葉地区に小規模試験炉（カーボンリサイクル直接還元炉）を建設しており、2024年度に試験開始予定。

### 2－②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

- （株）神戸製鋼所高砂製作所の小型電炉を一部改造し、還元鉄溶解試験を実施。日本製鉄（株）波崎研究開発センターおよびJFEスチール（株）東日本製鉄所千葉地区に、小型電炉を建設しており、還元鉄高速溶解や精錬効率向上、還元鉄予熱、炉内熱付与等の試験を2024年度に開始予定。

# 水素還元高炉技術の開発状況（中国・インドの開発取組）

- 中国では、**宝武鋼鉄集団八一鋼鉄**が同社HPで、2020年7月から**430m<sup>3</sup>**の小型試験高炉での試験を開始し、**CO<sub>2</sub>削減率21%以上**達成を発表。**2023年6月に同技術を2,500m<sup>3</sup>規模の既存高炉に適用開始**。2024年末頃の稼働を予定。
- インドでは、**Tata Steel**が2023年4月に**高炉実機**への水素吹き込み試験を実施したと発表。同試験により、粗鋼生産量1tあたり**CO<sub>2</sub>排出量を約7～10%削減**できる見込み。



図 八一鋼鉄の小型試験高炉

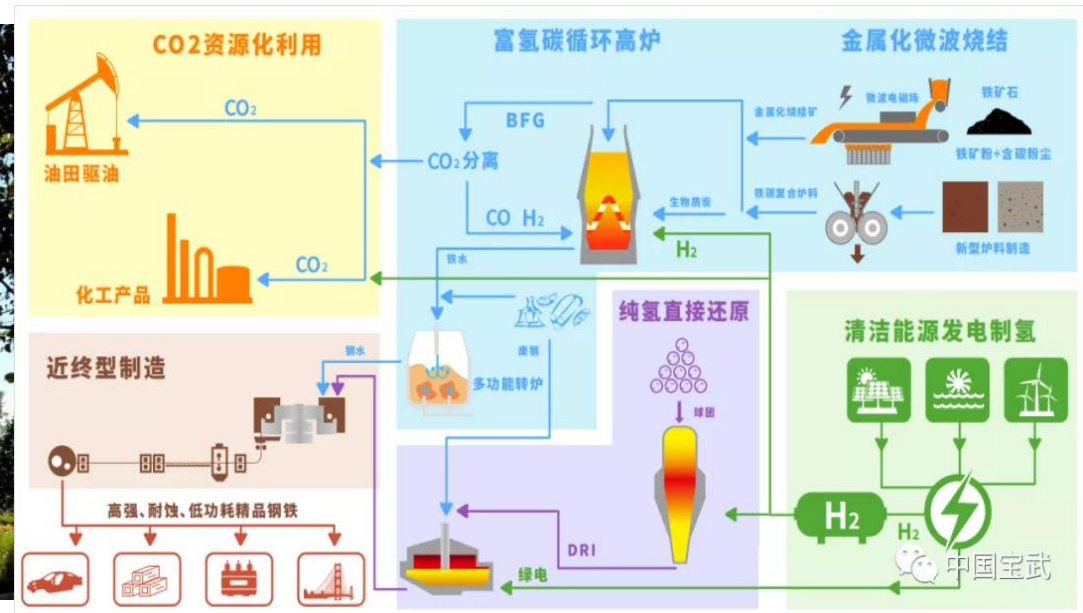


図 宝武・低炭素冶金技術ロードマップ

(出典) 宝武鋼鉄集団 八一金属 HP (2022/11/20) <http://www.bygt.com.cn/detail/261713>

宝武鋼鉄集団 八一金属 HP (2023/7/11) <http://www.bygt.com.cn/detail/287281>

世界低炭素冶金革新フォーラム 基調講演／中国宝武党委員会書記・理事長 陳徳栄氏 (2021/11/18)

Argus Media (2023/04/24) <https://www.argusmedia.com/en/news/2442292-indias-tata-steel-jamshedpur-starts-trial-h2-injection>



# 水素直接還元技術の開発状況（欧州・中国の開発取組）

- 欧州では、天然ガス及び高品位鉄鉱石（低品位鉄鉱石の利用には技術的課題あり）を用いた直接還元鉄生産プロジェクトが複数進行中。併せて、100%水素直接還元技術の開発を積極的に進めている。例えば、
  - ✓ ドイツでは、ThyssenKruppが直接還元プラントと電気溶解炉を発注したことを公表。2026年末に天然ガスによる操業を開始し、2027年以降の100%水素直接還元を目指す。
  - ✓ スウェーデンでは、SSABが直接水素還元技術の開発に向け2020年からパイロットプラントでの実証開始、2026年に商業生産開始を目指す。併せて、ボルボ・カーズと共同でパイロットプラントで生産したグリーンスチールを用いた自動車製造にも着手。
- 中国では、河北鋼鉄集団が高濃度水素ガスによる60万t/y規模の実証試験を2022年12月までに完了させたと発表。技術開発が加速している状況。



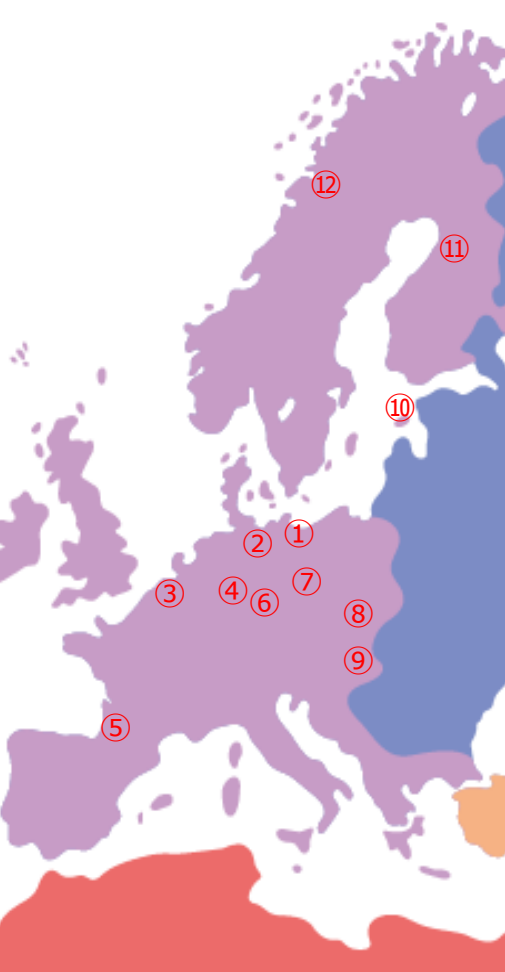
図 ThyssenKruppの直接還元炉



図 ボルボ・カーズ グリーンスチール自動車

# 各国鉄鋼メーカーの脱炭素化に向けた取組（欧州まとめ）

● 欧州各国では高品位鉄鉱石を原料とした直接還元法 + 電炉による製鉄プロセスが主流。多くが2030年までに稼働予定であるが、操業開始時は天然ガス、水素インフラが整備されたタイミングで水素に転換する考え。



|    | 会社             | 場所         | プロセス          | 生産量<br>(Mt/y) | 操業<br>開始 | 還元ガス<br>(操業開始時) |
|----|----------------|------------|---------------|---------------|----------|-----------------|
| 1  | ArcelorMittal  | Hamburg    | 直接還元-電炉       | 0.1           | 2025     | 天然ガス            |
| 2  | "              | Bremen     | 直接還元-電炉       | 不明            | 2030     | 天然ガス            |
| 3  | "              | Dunkerque  | 直接還元-電炉（2基）   | 2.5           | 2026     | 天然ガス            |
| 4  | "              | Ghent      | 直接還元-電炉（2基）   | 2.3           | 2026     | 天然ガス            |
| 5  | "              | Gijon      | 直接還元-電炉       | 2.3           | 2025     | 天然ガス            |
| 6  | Thyssenkrupp   | Duisburg   | 直接還元-メルター（2基） | 2.5           | 2026     | 天然ガス            |
| 7  | Salzgitter     | Salzgitter | 直接還元-電炉       | 2.1           | 2026     | 天然ガス            |
| 8  | voestalpine    | Linz       | 直接還元-電炉       | 1.6           | 2027     | 天然ガス            |
| 9  | "              | Donawitz   | 直接還元-電炉       | 0.9           | 2027     | 天然ガス            |
| 10 | SSAB(HyBrit)   | Oxelosund  | 直接還元-電炉       | 1.3           | 2026     | 天然ガス            |
| 11 | "              | Lurea      | 直接還元-電炉       | 不明            | 2026     | 天然ガス            |
| 12 | H2 Green Steel | Boden      | 直接還元-電炉       | 2.1           | 2025     | 水素              |

（出典）各社HP,AIST Newsなど

## 2. 市場化に向けた官民の取組状況（ポイント）

- XCarb™（アルセロール・ミタル）、HYBRIT（SSAB）、Kobenable Steel（神戸製鋼）に続き、**NS Carbolex Neutral（日本製鉄）、JGreeX（JFE）**等が、製造時のCO<sub>2</sub>排出量を従来の鋼材より大幅に削減した**グリーンスチールの提供を開始**。
- **自動車メーカーなどの需要側もCO<sub>2</sub>排出削減目標を発表**し、部品供給側にも排出削減を求める動きが出てきている。
- 他方で、**グリーンスチールの「定義」や「測定手法」の標準化には至っていない状況**。「炭素国境調整措置」が導入／検討されつつある中で、将来の貿易において、鉄鋼の生産及び**製品の排出に関する測定手法は重要な要素**となる。
- **世界共通の鉄鋼の脱炭素化に関する排出量測定手法の開発**に向けて、**本年G7で議長国日本の主導で鉄鋼生産・製品の排出の「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」実施に向けた作業開始に合意**。**IEA や世界鉄鋼協会**で議論開始。

# グリーンスチール市場の勃興

- IEA の報告書※によると、ニア・ゼロ・エミッションの一次鋼市場は、2030 年までに世界で 1 億トン（世界粗鋼生産の約5%）まで成長する可能性があるとされている。
- 各国大手鉄鋼メーカーは、製造時のCO<sub>2</sub>排出量を従来の鋼材より大幅に削減した低CO<sub>2</sub>鋼材（グリーンスチール）の提供を開始。

※IEA Net Zero Scenarioにおける見通し <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>

## 日本製鉄 “NSCarbolex Neutral™”

・電炉によるCO<sub>2</sub>排出量削減効果など、製造プロセスの変革・改善等によって実際に削減したCO<sub>2</sub>排出量の総量を把握し、任意の製品に振り当てる。

## 神戸製鋼 “Kobenable Steel”

・鉄鉱石の一部を「HBI（還元鉄を押し固めたもの）」に置き換える事で使用するコークスを減らし、CO<sub>2</sub>排出量を削減させ、その削減効果を環境価値として、低CO<sub>2</sub>鋼材に対して割り当てる。

（出典）神戸製鋼HP

【低CO<sub>2</sub>高炉鋼材“Kobenable Steel”の種類】

| 商品名               | トン当たりのCO <sub>2</sub> 排出量の削減率（従来比※5） |
|-------------------|--------------------------------------|
| Kobenable Premier | 100%                                 |
| Kobenable Half    | 50%                                  |

## JFEスチール “JGreeX™”

・CO<sub>2</sub>排出削減技術により創出した削減量を、「マスバランス方式」を適用して特定の鋼材に割り当てることで、鉄鋼製造プロセスにおけるCO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減。  
・国内海運8社に採用され、CO<sub>2</sub>削減価値（プレミアム）をサプライチェーン全体で広く負担する社会分配モデルを世界に先駆けて構築

## アルセロール・ミittal “XCarb™”

・水素を含む排ガスを回収し、高炉に投入することで石炭の使用量を削減する技術や、石炭の代わりとなるバイオコークスを製造する技術等による削減効果を、「Xカーブグリーンスチール証明書」として発行。

## ティッセンクルップ “Bluemint®”

・鉄鉱石の一部を「HBI」に置き換える事で使用するコークスを減らし、CO<sub>2</sub>排出量を削減させ、その削減効果を環境価値として、低CO<sub>2</sub>鋼材に対して割り当てる。  
・2023年より、米フォードへの供給開始も予定か。

## SSAB “HYBRIT”

・試験プラントにおいて再生可能エネルギー由来の水素で還元したグリーンスチールを用いて、世界初の車を製造したことを発表。  
・2025年にも年産能力130万tのデモプラントを立ち上げ、2026年には商業生産開始を目指す。

## U.S.スチール “verdeX®”

・最大90%スクラップ鉄を活用し、従来の1/4のCO<sub>2</sub>排出量で、同等の高張力鋼を生産可能。生産は、同社が2021年に買収したスタートアップ「Big River Steel」が行う。  
・General Motors（GM）への供給を発表、2023年中の出荷を予定。

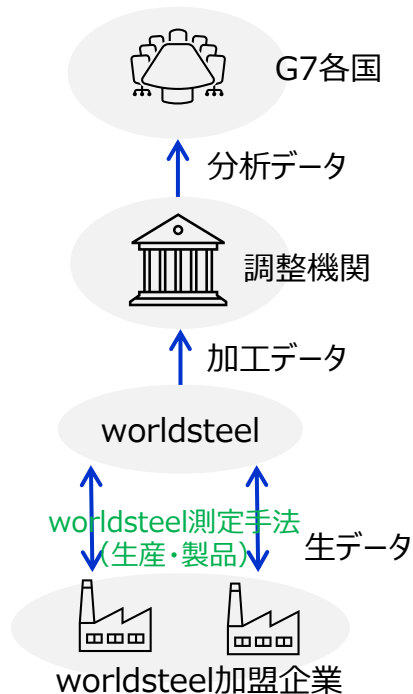


# 鉄鋼生産・製品の排出の「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」

- 2023年G7において、議長国日本の主導で鉄鋼生産・製品の排出の「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」実施に向けた作業開始に合意。新設のIEA産業脱炭素化作業部会等で作業継続。
- 既存の5つの主要な測定手法を特定した上で、「ネットゼロ測定原則」を指針として、5つの測定手法を相互運用可能とするための改訂作業を実施。また、「ネットゼロのデータ収集原則」に従って、データ収集を実施。

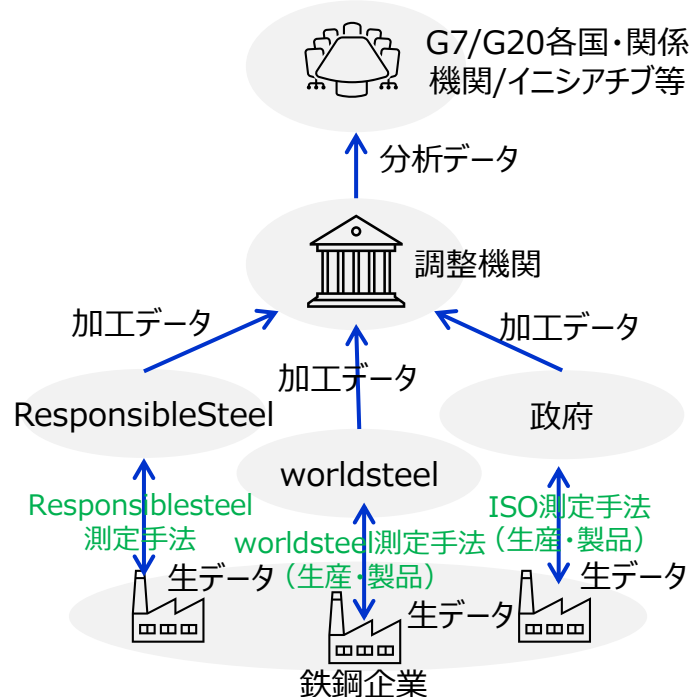
## 「グローバル・データ・コレクション・フレームワーク」完成に向けたステップ（IEAレポート）

### 初期段階（2023-2024）



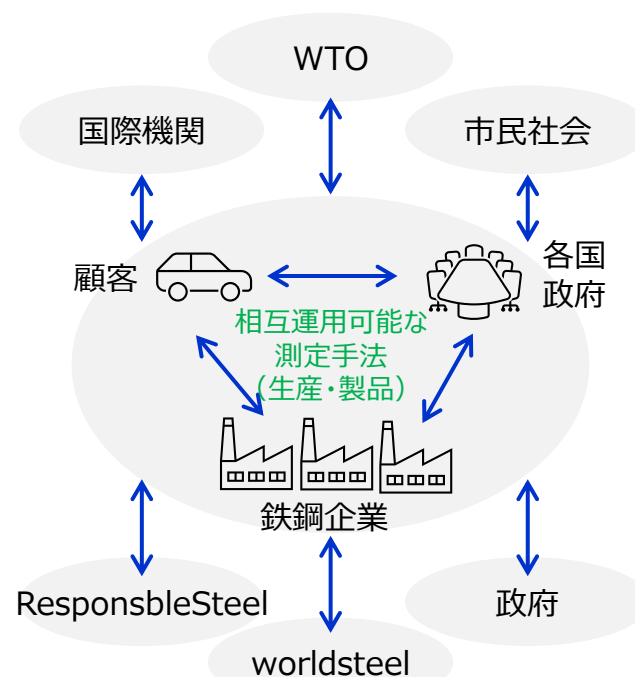
既存のWorldsteelのデータ収集枠組を活用。（企業に加工されたデータを調整機関に提供する希望を確認。）

### 中間段階（2024-2025）



5つの主要な測定方法のいずれかを使用してデータを報告しつつ、5つの測定手法を相互運用可能とする改訂作業を実施。

### 最終段階（2025-）



相互運用可能となった測定手法が、トラッキング、ベンチマーク、政策実施のためのデータ作成に使用される。

### 3. 政策的な取組の方向性

- 日本の鉄鋼業は、日本経済・地域経済の基幹産業として、中国の伸長をはじめ厳しい国際競争に晒される中でも、**高い競争力を有する生産体制を構築**。自動車など川下産業への質の高い素材供給を通じて**様々な産業の競争力の基盤として大きな役割**。
- 世界的なカーボンニュートラルに向けた動きの中で、例えば、欧州は鉄スクラップまたは直接還元鉄＋天然ガス（将来的には水素）を原料に、電炉を用いて製造したグリーンスチールの供給に動きだしている。また、中国は電炉化に加え、直接水素還元及び水素還元高炉の技術開発に取り組んでいる。
- こうした中で、日本としては、**高炉からの電炉化、直接水素還元の拡大、高炉法での水素還元**というオプションを**複線的に追求**しているが、中でも**電炉化については日本が競争力を有する高級鋼を生産可能とすること、直接水素還元については低品位鉄鉱石を原料に還元鉄を製造可能とすること**を旨としている。こうしたグリーンスチールの製造技術の開発を一層加速し、**世界に先駆けて技術革新を実現し、可能な限り早期にグリーンスチールの供給能力・体制を構築すること、グローバル市場での競争に打ち勝っていく**。
- こうした供給サイドの取組に加え、**需要サイドについてもグリーンスチール製品が適切に受容される市場を創造すること**が必要。標準化などの戦略的な国際ルール形成により、グリーン市場の創設に向けた取組を官民一体となって進める。

## 4. 早期社会実装に向けた追加的取組について（ポイント）

- 中国をはじめとする世界各国で水素還元製鉄等の脱炭素化に向けた革新的な技術開発が進められる中、我が国が競争を勝ち抜くためには、より実機に近い規模での実証試験実施による社会実装までのスケジュール加速や、高品質と高生産性を両立可能な新技術の導入に向けた技術開発内容の追加が必要。
- 当初の予算上限額1,935億円に、実施中事業の拡充及び新規項目追加として、計2,564億円を追加することとしたい。

各研究開発項目の主な拡充・追加内容（単位：億円）

| 項目      | 増額<br>(億円) | 現状の課題や対策の必要性<br>(海外状況や試験内容の必要性など)                                                                                      | 効果<br>(スケジュールの加速や市場の広がりなど)                                                     | (再)公募<br>の実施 |
|---------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-①【拡充】 | 296        | ・ 酸素投入能力の増強、安全環境防災対策の追加等                                                                                               | ・ <u>実装可能時期を「2028年まで」に前倒す。</u>                                                 | —            |
| 1-②【拡充】 | 1,172      | ・ シミュレーション解析により、試験炉の規模が <u>1/5未満では炉内の環境が大きく変化</u> することが判明。精度の高い評価をするため、 <u>実機の1/5程度に規模拡大。</u>                          | ・ 実機設計に必要な信頼度の高いデータを集め、 <u>実装可能時期を「2040年まで」に前倒す。</u>                           | △            |
| 2-①【拡充】 | 796        | ・ シミュレーション解析により、 <u>反応の進行速度に差が生じる</u> ことが判明。解析精度を高めるため、 <u>実機の1/5程度に規模拡大。</u>                                          | ・ 実機設計に必要な信頼度の高いデータを集め、 <u>操業技術の開発を加速。実装可能時期を「2040年まで」に前倒す。</u>                | △            |
| 2-②【拡充】 | 70         | ・ 試験電炉の性能強化、炉内センサー設備の追加、試験回数増 等                                                                                        | ・ 必要なデータの収集を加速し、 <u>実装可能時期を「2030年まで」に前倒す。</u>                                  | △            |
| 2-③【追加】 | 230        | ・ <u>電気溶融炉（メルター）</u> について、製鉄プロセスにおける活用技術を開発する。<br>・ <u>欧州でも開発が進められており</u> 、直接還元プラントとの組み合わせによる <u>実機実証の計画が公表</u> されている。 | ・ <u>低品位かつ水素</u> による直接還元鉄を使用する場合の <u>実証試験に早期着手することにより、実装可能時期「2030年まで」を目指す。</u> | ○            |

# 【追加予算案】実施中事業の拡充について

- 現在取り組んでいる各研究開発項目において、これまで得られた知見・成果から、**性能強化**や**規模拡大**が必要と考えられる試験設備・装置等に対して拡充を行う。

## ○ 主な拡充内容

### 1-①所内水素を活用した水素還元技術等の開発

- ・**酸素投入能力の増強**：試験炉への酸素投入量を増やすことで、炉内の制御能力を向上させ、安定操業を可能にする。
- ・**水素使用による安全環境防災対策の追加**：外部専門家によるリスクレビューの結果を踏まえ、CO計、水素計等を追加導入。

### 1-②外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素技術等の開発

- ・高温・大容量の水素の吹込みに伴う炉内の諸条件変化（ガス・溶銑・スラグそれぞれの流れ、炉内温度・還元反応分布等）が想定され、最適な仕様が現状高炉と大きく異なる可能性が高いことがシミュレーションにより判明。**中規模試験炉を、より実炉に近い条件を再現可能と考えられるサイズ（実高炉の1/5サイズ以上）に大型化し、プロセス検証の確実性を向上**させる。

### 2-①直接水素還元技術の開発

- ・シミュレーション解析結果を踏まえ、スケールアップの影響が大きいと考えられる要素（荷重影響・ガス流れ等）に偏りが生じ、反応速度に差が生じることが判明。**中規模試験炉を、実機条件を再現可能と考えられるサイズ（実機の1/5サイズ以上）に大型化し、プロセス検証の確実性を向上**させる。

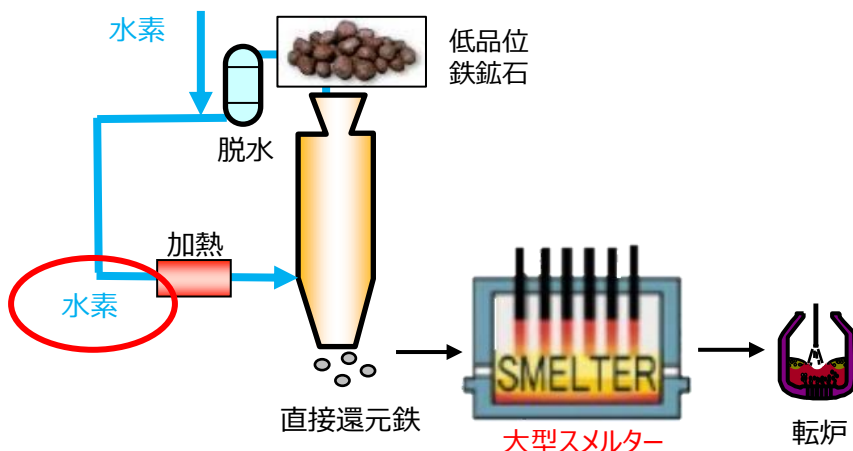
### 2-②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

- ・**試験電炉の性能強化**：電極数の増加、炉内センサーの追加等を行う。

# 【追加予算案】電気溶融炉を用いた水素還元製鉄技術の開発

- 電気溶融炉（メルター）は、炉体下部に出銑口、腹部にスラグ排出口を持つ、密閉型の電炉。
- 電気溶融炉は、高炉と同様の連続操業による出銑と、スラグ連続排出による不純物除去が可能な構造であることから、低品位鉄鉱石を使用しても高品質と高生産性を両立できる製鉄プロセスとなる可能性。このため、高炉（1-①、②）・直接還元炉（2-①）・大型電気炉（2-②）の技術開発に加えて、現在世の中になく高生産性の電気溶融炉活用技術の開発を追加する。
- 欧州でも活用に向けた技術開発が進められており、一部の欧州鉄鋼メーカーは直接還元プラントとの組み合わせによる実機実証の計画を公表。

## 電気溶融炉を用いた水素還元製鉄プロセス （イメージ）



### ○実装に向けた開発要素（例）

- ・ 類似技術（合金製造用）は存在するが、小規模・低生産性であり、製鉄プロセスでの使用実績がない。  
→大型化による高生産性の確保、原料の違いに対応した投入設備等の設置。
- ・ 溶銑等の表面積が広いため、温度・成分にムラが生じやすい。  
→均一な加熱技術、攪拌技術の開発。
- ・ 低品位鉄鉱石の使用による大量の不純物の処理が必要。  
→高炉スラグと同等かつ均一な品質（＝高炉セメント同等に活用可能な品質）を目指す。

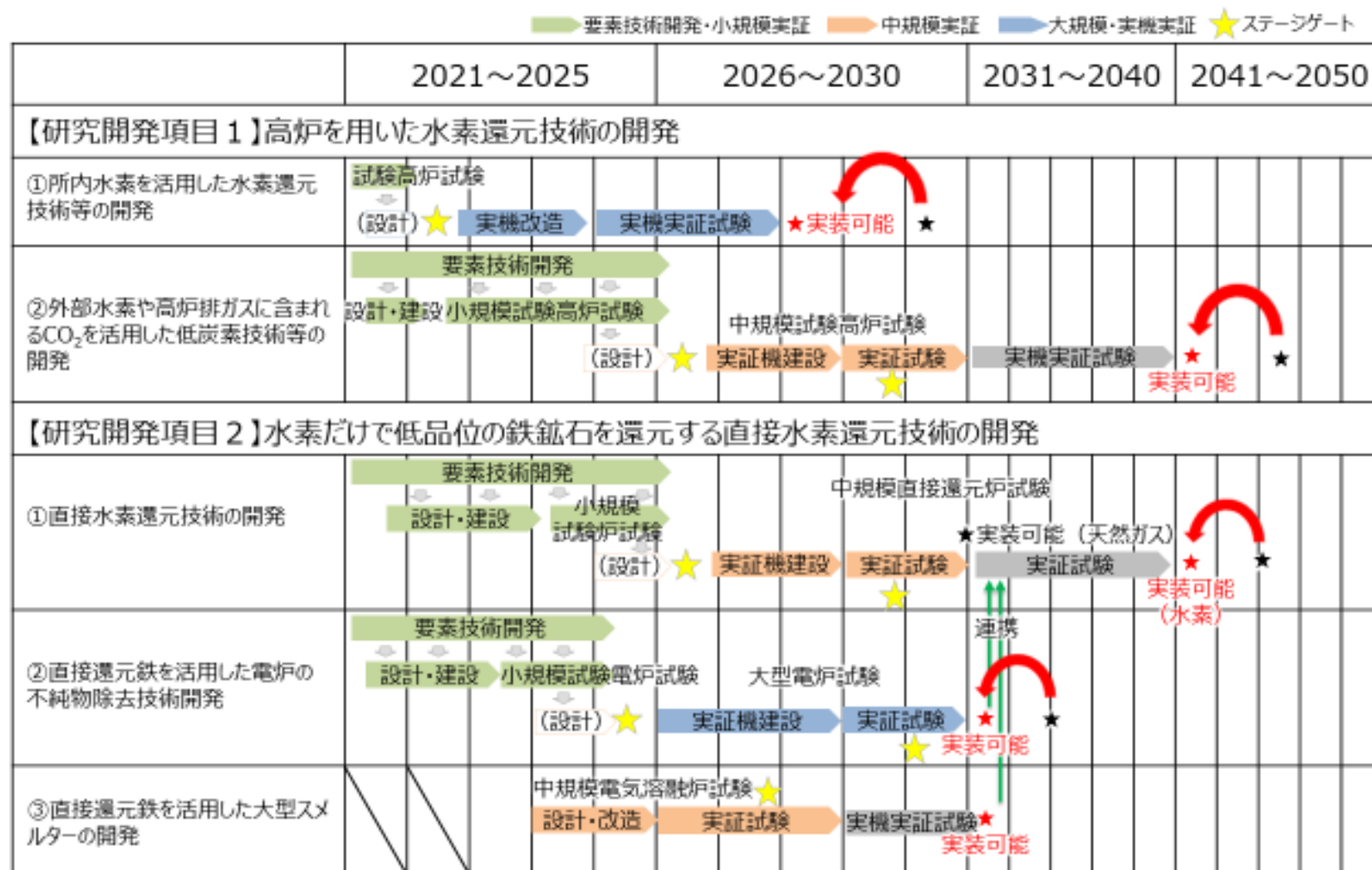
### ○欧州の事例：ThyssenKrupp（ドイツ）

- ・ 直接還元プラントと電気溶融炉の建設を公表。
- ・ 2026年末に高品位鉄鉱石・天然ガスを用いて操業開始予定。
- ・ 2027年以降に100%水素還元を予定。



# 想定スケジュール（社会実装時期の前倒し）

- 実施中事業への拡充や中規模実証試験の規模拡大等を通じ、2021年9月に策定した社会実装計画で提示した想定スケジュールを加速化。



## (参考) 前回指摘事項

| 指摘事項                                                                                                                                                 | 指摘事項に対応する本資料のページ                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| ・世界の主要な鉄鋼企業が、2050年カーボンニュートラルを目指すロードマップを発表しており、具体的なCO <sub>2</sub> 排出削減目標を掲げて、それを実現するための技術開発や官民を挙げた投資を加速しているため、 <u>スピード感を持って本プロジェクトを推進することが重要である。</u> | p.9<br>本プロジェクトの加速化について記載しております。                      |
| ・同時に、製造される製品や開発される技術をどうビジネスに繋げるかという、出口を見据えて推進していくことも必要で、 <u>国際的な技術動向や市場動向を適時・的確に分析しつつ、ルールメイキングや標準化、初期需要創出等において取組を進めていく必要もある。</u>                     | p.6-8<br>グリーンスチールの市場化に向けた官民の取組を記載しております。             |
| ・また、官においては、鉄鋼分野に関わる国際協調の動きを捉え、本プロジェクトの成果を最大化していけるよう、 <u>積極的に議論を形成・主導するとともに、需要家と一体となったアライアンス形成を後押しする方策を講じることも重要である。</u>                               | —                                                    |
| ・今後の競争状況や技術開発の進展に応じて、技術方式の選択・集中の要否の判断も含め、 <u>柔軟な資金配分の見直しを行うことも重要である。</u>                                                                             | p.10-12<br>本プロジェクトのさらなる促進のために検討している拡充事業について記載しております。 |

## 参考資料

# 1. 高炉を用いた水素還元技術の開発

## (1) 所内水素を活用した水素還元技術等の開発

### 事業の目的・概要

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およびCO<sub>2</sub>分離回収技術などにより、製鉄プロセスからCO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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（5000m<sup>3</sup>級）での実証試験

### 実施体制

※太字：幹事企業

日本製鉄株式会社、JFEスチール株式会社、株式会社神戸製鋼所、  
一般財団法人金属系材料研究開発センター

### 事業期間

2021年度～2029年度（9年間）

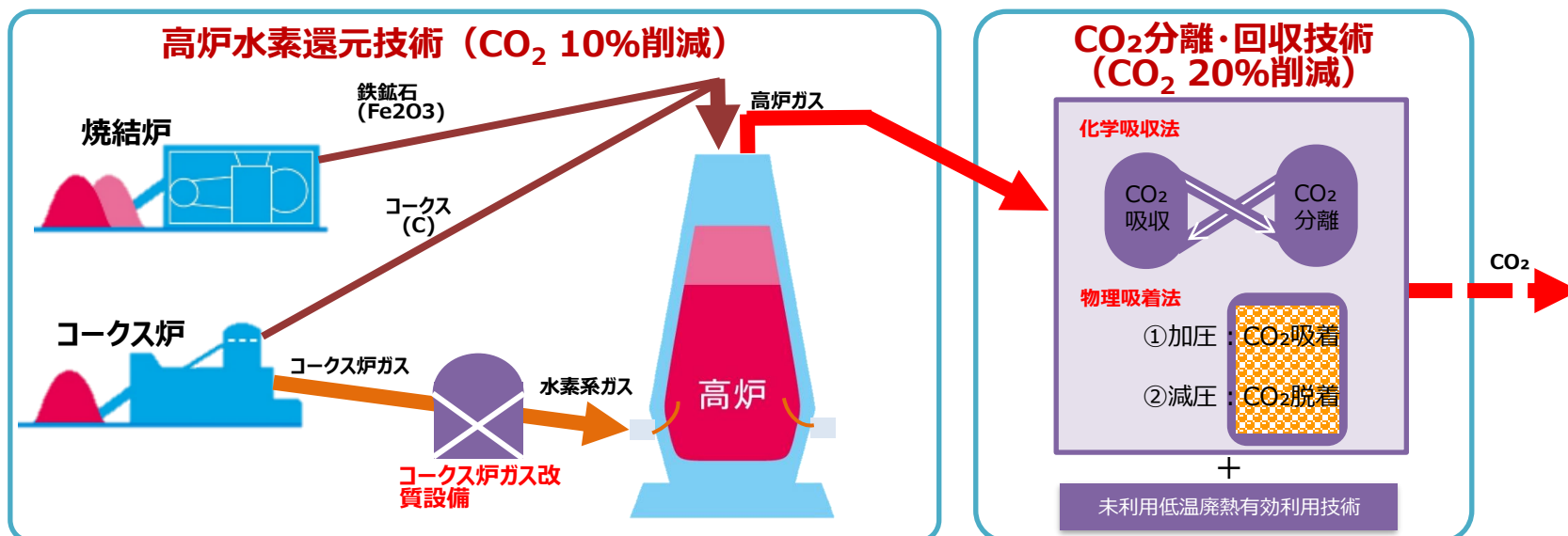
### 事業イメージ

### 事業規模等

- 事業規模（①＋②）：約353億円
- 支援規模（①＋②）＊：約140億円

\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートで事業進捗などに応じて変更の可能性あり

補助率など：①委託 → ②1/2 補助（インセンティブ率は10%）



# 1. 高炉を用いた水素還元技術の開発

## (2) 外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素化技術等の開発

### 事業の目的・概要

2030年までに、中規模試験高炉（500m<sup>3</sup>級以上）において、外部水素や高炉排ガスに含まれるCO<sub>2</sub>を活用した低炭素技術の開発に加え、バイオマスや還元鉄などを一部原料として活用するなど、あらゆる低炭素化技術を組み合わせることにより、高炉法において製鉄プロセスからCO<sub>2</sub>排出を50%以上削減を実現する技術を実証。

- ① 要素技術開発および小規模試験高炉（水素直接吹き込み:12m<sup>3</sup>、カーボンリサイクル高炉:150m<sup>3</sup>規模）での検証試験
- ② 中規模試験高炉（500m<sup>3</sup>級以上）での実証実験

### 実施体制

※太字: 幹事企業

日本製鉄株式会社、JFEスチール株式会社、株式会社神戸製鋼所、  
一般財団法人金属系材料研究開発センター

### 事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

### 事業イメージ

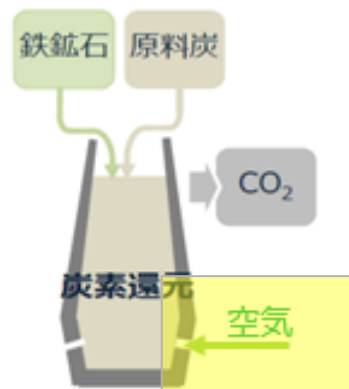
### 事業規模等

- 事業規模（①+②）：約2918億円
- 支援規模（①+②）\*：約1214億円

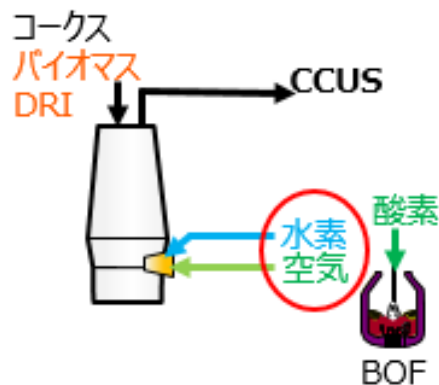
\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートで事業進捗などに応じて変更の可能性あり

補助率など：①委託 → ②2/3補助（インセンティブ率は10%）

#### 従来型高炉技術

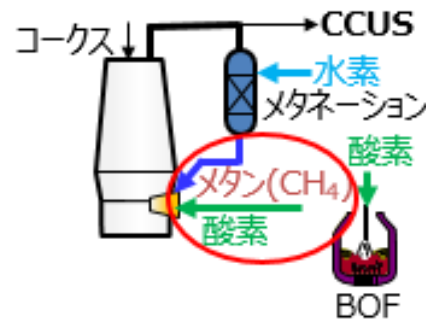


#### 技術①（水素直接吹き込み）



#### 技術②（水素間接吹き込み）

※メタネーション





## 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

### (1) 直接水素還元技術の開発

#### 事業の目的・概要

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（実炉の1/25～1/5規模）において、現行の高炉法と比較してCO<sub>2</sub>排出を50%以上削減を達成する技術を実証。

- ① 要素技術開発および小規模試験炉（実炉の1/250～1/150規模）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

#### 実施体制

※太字: 幹事企業

**日本製鉄株式会社**、JFEスチール株式会社、  
一般財団法人金属系材料研究開発センター

#### 事業期間

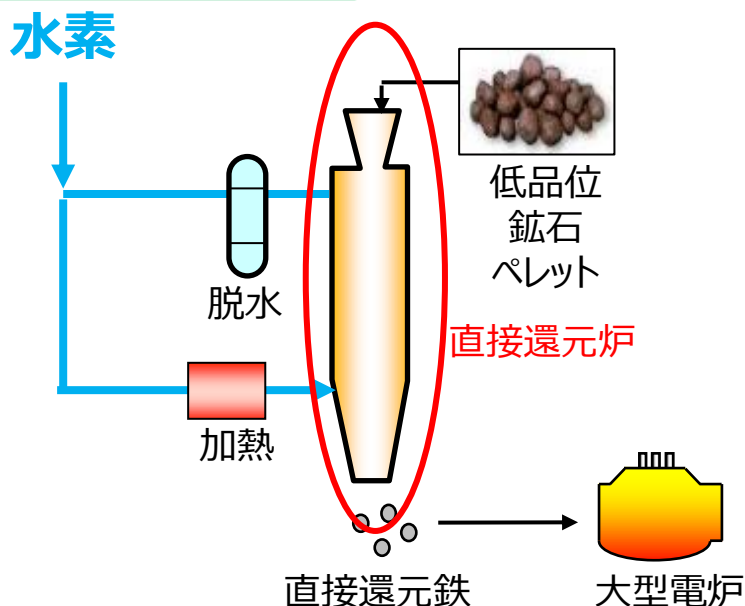
2021年度～2030年度（10年間）

#### 事業規模等

- 事業規模（①＋②）：約724億円
- 支援規模（①＋②）\*：約345億円

\*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートで事業進捗などに応じて変更の可能性あり  
補助率など：①委託 → ②2/3補助（インセンティブ率は10%）

#### 事業イメージ



## 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) 直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

#### 事業の目的・概要

2030年までに、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。

- 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）での検証試験
- 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

#### 実施体制

※太字：幹事企業

**日本製鉄株式会社**、JFEスチール株式会社、株式会社神戸製鋼所、  
一般財団法人金属系材料研究開発センター

#### 事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

#### 事業イメージ

#### 事業規模等

□ 事業規模（①＋②）：約368億円

□ 支援規模（①＋②）＊：約236億円

＊インセンティブ額を含む。今後ステージゲートで事業進捗などに応じて変更の可能性あり

補助率など：①2/3補助 → ②1/2 補助（インセンティブ率は10%）

