

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

2025年度 WG報告資料

2025年4月16日

サーキュラーエコノミー部

目次

1. プロジェクトの概要
2. プロジェクトの実施体制
3. プロジェクトの見通し
4. プロジェクト全体の進捗
5. 実施企業等の取組状況とそれに対するNEDO委員会での委員コメント
6. プロジェクトを取り巻く環境
7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

(参考1) プロジェクトの事業規模

(参考2) 研究開発進捗のマイルストーン

1. プロジェクト概要

研究開発項目 1

高炉を用いた水素還元技術の開発

研究開発内容①

所内水素を活用した水素還元技術等の開発

研究開発内容②

外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発

研究開発概要

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CO₂分離回収技術などにより、製鉄プロセスからCO₂排出を30%以上削減する技術の実装を目指す。

2030年までに、実証高炉（実炉の1/5規模以上）において、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CO₂排出を50%以上削減を実現する技術を実証する。

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

研究開発内容①

直接水素還元技術の開発

研究開発内容②

直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

研究開発内容③

直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発

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、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。

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、3-10t規模試験電炉において高効率脱りん、脱窒素技術開発により鋼中りん濃度、窒素濃度をそれぞれ150ppm以下、40ppm以下となる技術を確立し、電炉で実証する。

2030年までに、低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電気溶融炉-転炉一貫プロセスにより、高炉法プロセスを代替し得る生産効率（生産量100トン／時間以上）を実現するとともに、生成する鉄の不純物の濃度を高炉法並み（例えばリン0.015%以下）に制御する技術を実証する。また、電気溶融炉において副生するスラグを国内セメント用途向け品質（高炉同等品質；例えば酸化鉄3%以下）に制御する技術を実証する。

アウトプット目標

- ＜研究開発項目 1＞ 水素還元技術やCO₂分離回収技術などを組み合わせ、製鉄プロセスからCO₂排出を30%以上削減する技術を実装する。さらにCO₂排出を50%以上削減を実現する技術を実証する。
- ＜研究開発項目2＞ CO₂排出を50%以上削減する水素直接還元技術を確立する。また、大型電炉一貫プロセスにおいて、不純物の濃度を高炉法並み（リン150ppm以下、窒素40ppm以下）に制御する技術を実証する。電気溶融炉-転炉一貫プロセスにおいて生産効率（生産量100トン／時間以上）を実現し、生成する鉄の不純物の濃度を（例えばリン150ppm以下）に制御する技術を実証する。

2. プロジェクトの実施体制

研究開発項目 1：高炉を用いた水素還元技術の開発

実施内容	テーマ名・事業者名 (※) WG出席企業	事業期間
研究開発内容1-①	<u>所内水素を活用した水素還元技術等の開発</u> ・ 日本製鉄株式会社（幹事）（※） ・ 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	2021年度～ 2027 年度
研究開発内容1-②	<u>外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発</u> ・ 日本製鉄株式会社（幹事）（※） ・ 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	2021年度～2030年度

当初計画より
2年前倒し

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

実施内容	テーマ名・事業者名 (※) WG出席企業	事業期間
研究開発内容2-①	<u>直接水素還元技術の開発</u> ・ 日本製鉄株式会社（幹事）（※） ・ 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	2021年度～2030年度
研究開発内容2-②	<u>直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発</u> ・ 日本製鉄株式会社（幹事）（※） ・ 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	2021年度～2030年度 新規追加
研究開発内容2-③	<u>直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発</u> ・ 日本製鉄株式会社（幹事）（※） ・ 一般財団法人金属系材料研究開発センター	2023年度～2028年度

(参考) 研究開発内容1-①

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

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～**2027年度**（7年間）

当初計画より
2年前倒し

事業イメージ

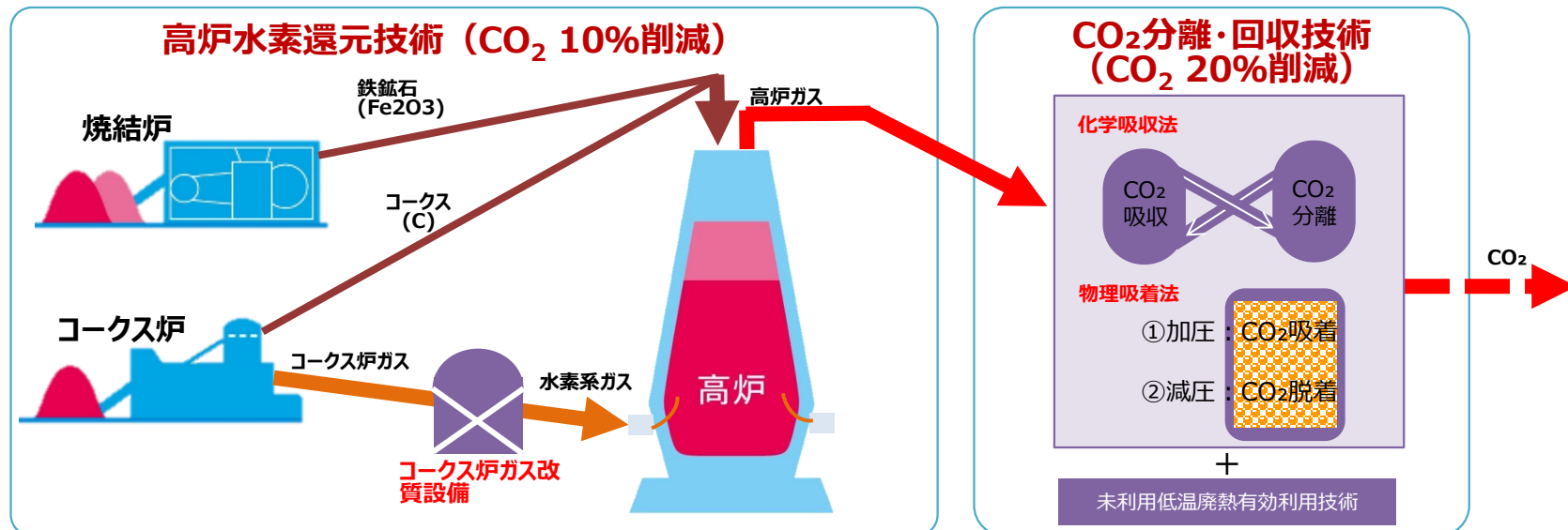
事業規模等

- 事業規模（①＋②） * : 約727億円
- 支援規模（①＋②） * * : 約436億円

*事業規模は支援規模と補助率より計算。

* *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%）



(参考) 研究開発内容1-②

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CO₂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（実炉の1/5規模以上）において、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CO₂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:12m³、カーボンリサイクル高炉:150m³規模）での検証試験
- ② 中規模試験高炉（実炉の1/5規模以上）での実証実験

実施体制

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

※太字: 幹事企業

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2,853億円
- 支援規模（①+②） * * : 約2,386億円

*事業規模は支援規模と補助率より計算。

* *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

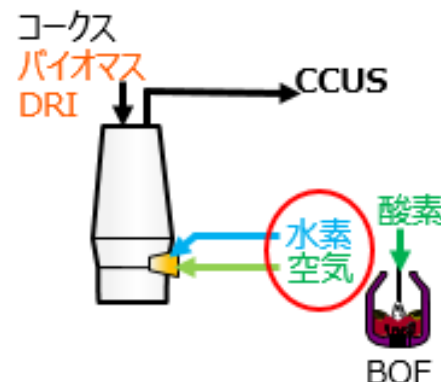
補助率など: ①委託 → ②2/3補助（インセンティブ率は10%）

事業イメージ

従来型高炉技術

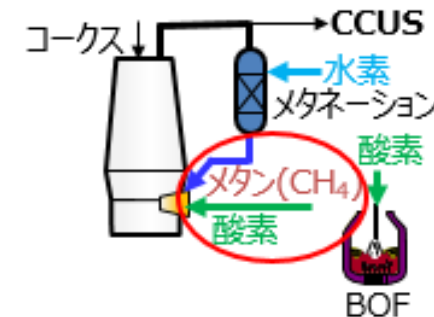


技術①（水素直接吹き込み）



技術②（水素間接吹き込み）

※メタネーション



(参考) 研究開発内容2-①

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1/5規模以上）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。

- 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1/5規模以上）試験による実証実験

実施体制

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

※太字: 幹事企業

事業期間

2021年度～2030年度（10年間）

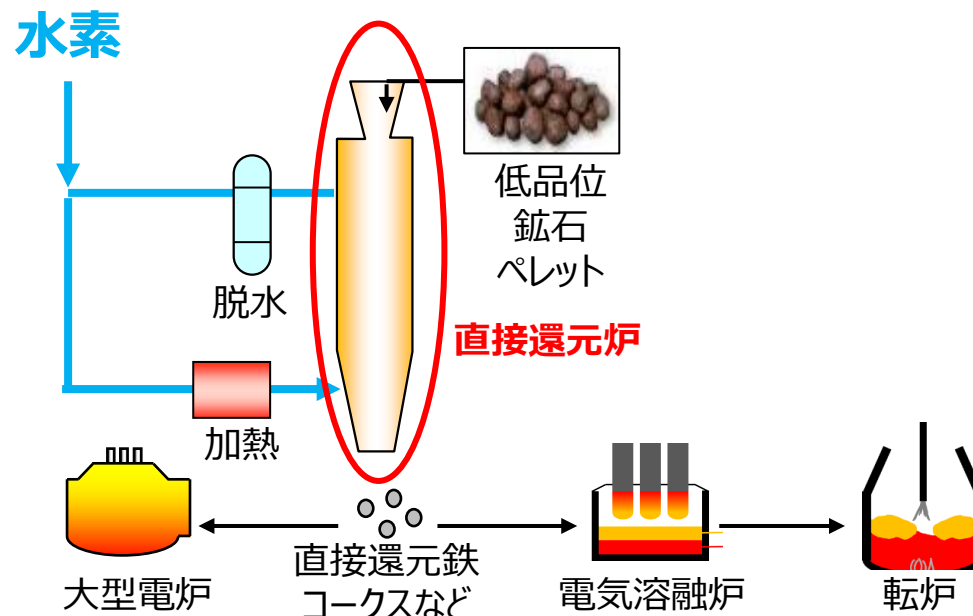
事業規模等

- 事業規模（①＋②） * : 約1,369億円
- 支援規模（①＋②） * * : 約1,141億円

*事業規模は支援規模と補助率より計算。

**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



(参考) 研究開発内容2-②

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）

事業規模等

□ 事業規模（①＋②）＊：約404億円

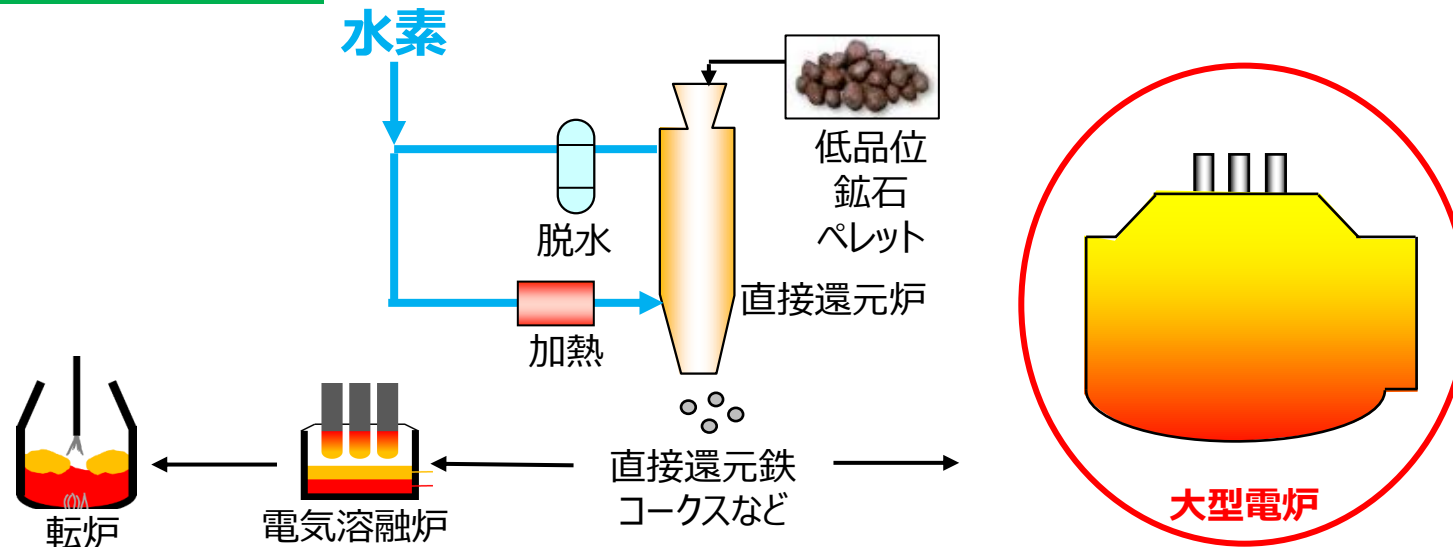
□ 支援規模（①＋②）**：約306億円

補助率など：①2/3補助 → ②1/2 補助（インセンティブ率は10%）

＊事業規模は支援規模と補助率より計算。

**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

事業イメージ



(参考) 研究開発内容2-③

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

③直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発

事業の目的・概要

低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電気溶融炉-転炉一貫プロセスにより、高炉法プロセスを代替し得る生産効率（銑鉄生産量 100 トン／時間以上）を実現するとともに、生成する鉄の不純物の濃度を高炉法並み（例えばリン 0.015% 以下）に制御する技術を実証。また、電気溶融炉において副生するスラグを国内セメント用途向け品質（高炉同等品質；例えば酸化鉄3% 以下）に制御する技術を実証。

実施体制

日本製鉄株式会社、一般財団法人金属系材料研究開発センター

※太字: 幹事企業

事業期間

2024年度～2028年度（5年間）

事業規模等

□ 事業規模* : 約384億円

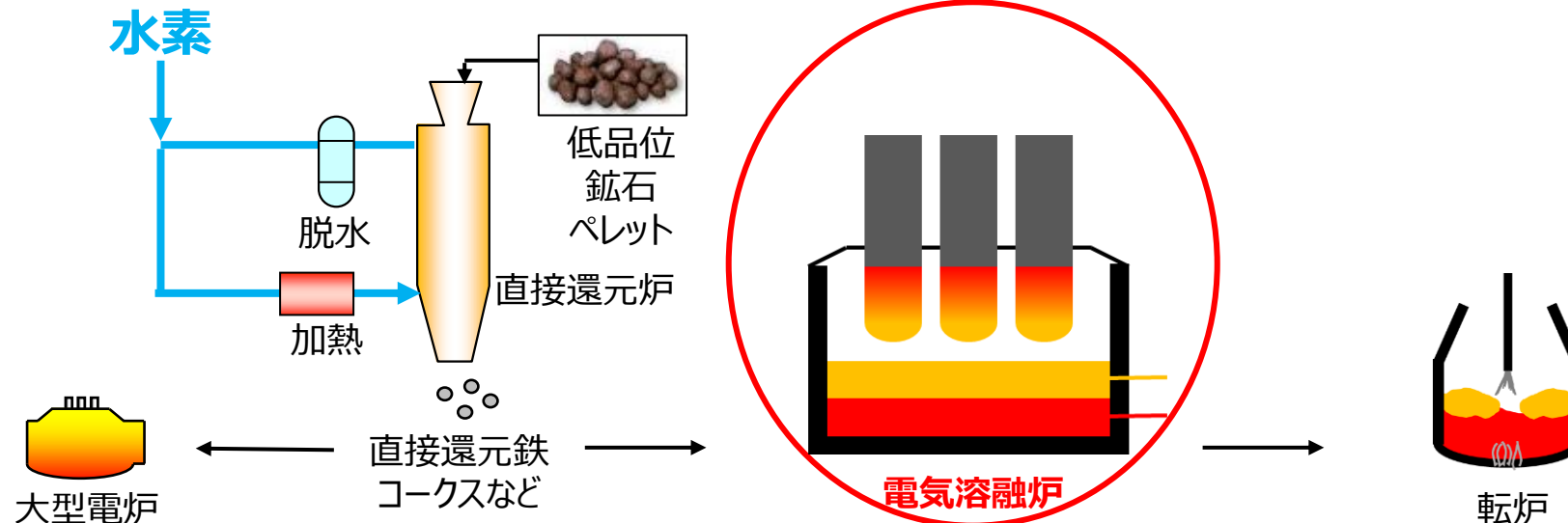
□ 支援規模** : 約230億円

*事業規模は支援規模と補助率より計算。

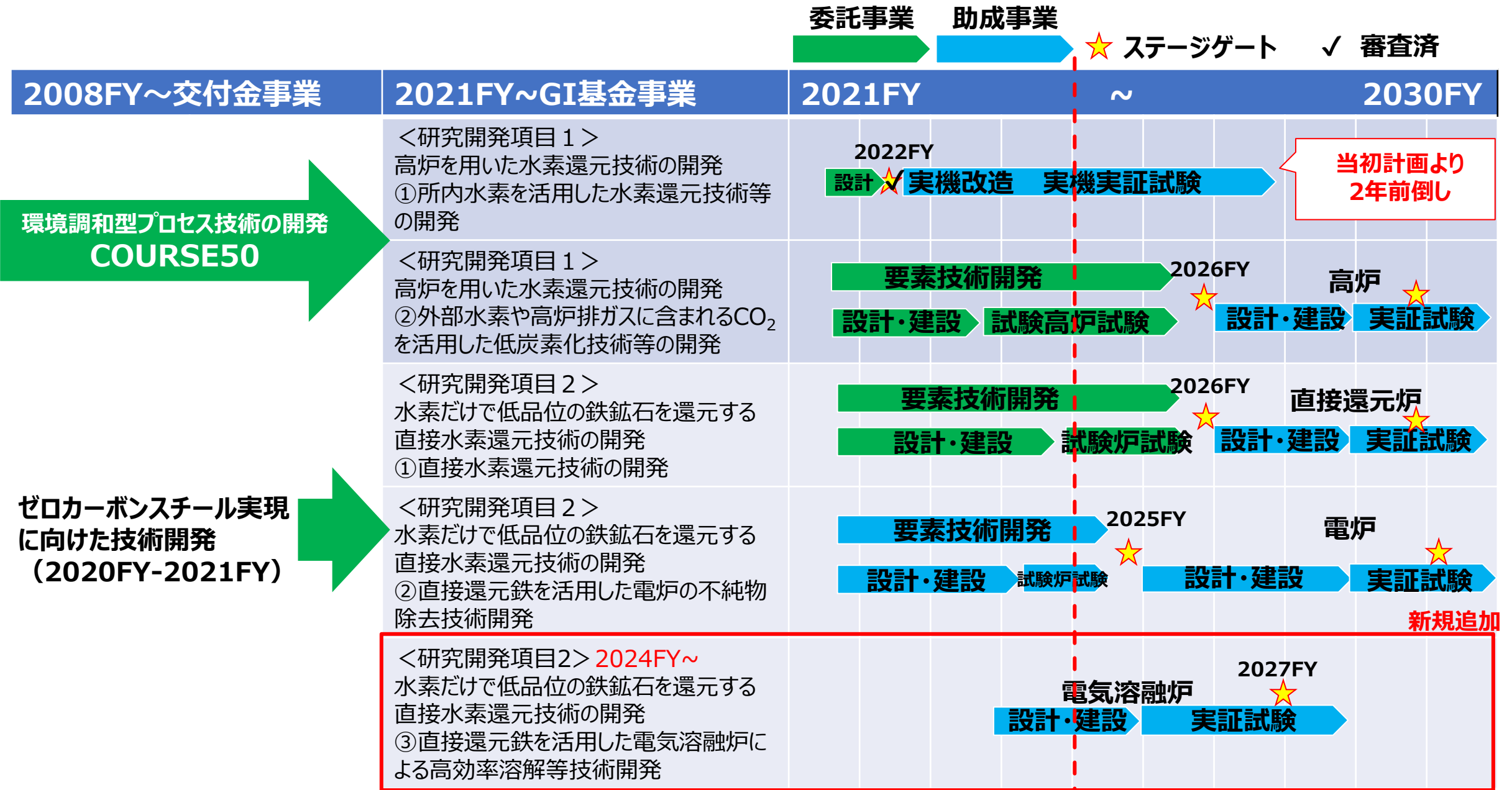
**インセンティブ額を含む。今後ステージゲートで事業進捗などに応じて変更の可能性あり

補助率など: 1/2 補助（インセンティブ率は10%）

事業イメージ



3. プロジェクトの見通し



4. プロジェクト全体の進捗

- 2024/7月開催のNEDO技術・社会実装推進委員会において、**プロジェクト全体が概ね計画通り進捗（一部前倒し）していることを確認。**
- **グリーンスチールの価値訴求に向けた需要家と連携した標準化検討**が必要との意見あり。

「技術面」

<実施企業等の主な取組状況>

<技術・社会実装推進委員会による主な助言等>

「研究開発の進捗度」等について

- 世界で初めてSC50試験高炉での試験でCO₂排出削減量33%、43%を続けて達成。SC50実証炉設計前倒し着手について委員会承認。

研究開発項目1-②



- 引き続き耐久性を考慮した40%CO₂削減を狙った試験を予定しており、早期の社会実装に期待。
- スピード感を持って計画を前倒ししている点を高く評価。世界的な動向を注視しながら、今後も優位性を失わないようにスピード感ある技術開発、体制整備をお願いしたい。

- 社会実装時期の前倒しに向けて各社、実施計画を策定済。

「研究開発の見通し」等について

- マイルストーン達成に向け、各研究開発項目ともに計画通り技術課題の解決を推進中。



- 研究開発項目の連携を深めることにより、カーボンニュートラルを達成しつつ高級鋼製品の価格競争力を高めることができる可能性があり、是非、研究開発の早期展開を期待したい。

「事業面」

<実施企業等の主な取組状況>

<技術・社会実装推進委員会による主な助言等>

「市場機会の認識」、「社会実装に向けた取組状況」等について

- グリーンスチールの標準化など社内実行体制を整備し、マスバランス方式*の有効性、必要性世界共通ルール化など経済産業省と連携しながら、世界鉄鋼連盟等における検討を継続して促進。



- グリーンスチールの価値訴求に向けて、需要家と連携した標準化検討も視野に取組みを進めてもらいたい。

「ビジネスモデル」等について

- コンビナート連携を含めたCCUS、カーボンフリー水素・電力の調達、インフラ整備に関する検討を開始。



- 更なる事業者アクションに期待。

* マスバランス方式：全体の製造工程等で削減できたCO₂排出量の環境価値を一部の鉄鋼製品に集約し、CO₂排出原単位の低い鉄鋼製品とみなしたものを。

5. 実施企業等の取組状況とそれに対するNEDO委員会での委員コメント

<事業面> 全項目共通

コンソーシアム全体	<u>取組状況</u> 各社、標準化に向けた社内実行体制を整備。マスバランス方式による世界共通ルール化など経済産業省と連携しながら、世界鉄鋼連盟等における検討を継続的に促進。
	<u>委員からの助言等</u> グリーンスチール標準化に向けて社内体制を各社整備したことに対して、好意的に評価。グリーンスチールの価値訴求に向けて、需要家と連携した標準化検討も視野に取組みを進めてもらいたい。

<技術面> 研究開発項目 1：高炉を用いた水素還元技術の開発

<u>①所内水素を活用した水素還元技術の開発</u> - 日本製鉄株式会社（幹事） - 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	<u>取組状況</u> - 日本製鉄(株)東日本製鉄所君津地区の第2高炉を用いて製鉄所内発生COG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。現在、実証試験に向けた設備の設計・製作を計画通り推進。 <u>委員からの助言等</u> - 順調に進捗。昨年度の予算増額に伴い、COURSE50高炉への所内水素吹込み（COG、COG+H2）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に向けた動きを加速することが出来ている。高炉モデルの高度化・精緻化が着実に進捗しているため、実機装置の設計に活用するようにしてほしい。
<u>②外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発</u> - 日本製鉄株式会社（幹事） - 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	<u>取組状況</u> 2023/11、2024/11のSC50試験高炉への高温水素吹込み試験により、世界で初めてCO₂削減量33%、43%を確認。 高炉数学モデルを用いて実証試験高炉におけるCO₂排出量削減率40%の達成が可能な操業諸元を前倒し設計済。社会実装の前倒しに向けたSC50実証高炉設計の前倒し着手について、委員会として『了』と判断。 2025/4試験操業開始に向けて、150m³規模のCR試験高炉を建設中。 廃プラ利用拡大技術の実証に向けたSG審査では、ラボ試験結果より実証炉の仕様を明確化していることから、委員会として『継続』と判断。 バイオマス利用技術の実証に向けたSG審査では、高炉使用条件を明確化していることから委員会として『継続』と判断。 <u>委員からの助言等</u> - 前倒し進捗。S-COURSE50小型試験高炉によるCO₂削減率43%達成は、極めて高く評価。 - ケミカルリサイクルの前端に物理選別をプロセスに組み込む効果は大きく、今後廃プラ利用拡大を検討していただきたい。 - PCIへのバイオマス利用について、石炭との混合比率は各種試験の結果から総合的に評価されている。 - 全体プロセス評価で、アウトプット目標である50%以上のCO₂削減を達成するため、先進高炉技術に加え、想定している方策について削減目標を定量的に明示して欲しい。

<技術面> 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

<u>①直接水素還元技術の開発</u> ・日本製鉄株式会社（幹事） ・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	<u>取組状況</u> ・ 2025/下期試験操業に向けて、小型試験シャフト炉（1t/h）の詳細設計が完了し、日本製鉄波崎研究センターに建設中。 ・ 試験操業に向けて連続ベンチ実験炉（15kg/h）の詳細設計が完了し、JFEスチール東日本製鉄所蘇我地区で2024/12より運転開始。 <u>委員からの助言等</u> ・ 順調に進捗。 ・ 還元鉄加炭挙動に及ぼすガス種の影響評価は非常に重要。なるべく早い段階で、実証炉における最適化の方向性を決めるべき。 ・ 個別の技術課題解決へ向けた取り組みを行っている点を評価。今後個別の課題をプロセス評価へ持って行く際の検討課題が今後丁寧に行っていく必要があると考える。課題が類似するテーマ間連携を図っていく予定と理解しているが、課題間をどうバランスをとり全体プロジェクトを進めるべきか、検討する必要がある。 ・ 低品位鉄鉱石を水素直接還元製鉄に用いる日本独自の技術開発で、国際競争力を高める知財戦略がなされている。 ・ 多くの大学が参画していること自体は喜ばしいことであるが、実効性のある研究成果が得られるよう、緊密な連携を継続することが望ましい。
<u>②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発</u> ・日本製鉄株式会社（幹事） ・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	<u>取組状況</u> ・ <日本製鉄>熱・流動、耐火物冷却、脱りんおよび低窒素化の評価・検討を目的とした10t規模小型試験電気炉設備を2024/12より運転開始。 ・ <JFEスチール>還元鉄予熱・炉内熱付与技術開発を目的とした10t規模小型試験電気炉設備を2024/12より運転開始。 ・ <神戸製鋼所>20t電気炉を用いて通常スクラップと還元鉄の着熱効率の比較を行った結果、還元鉄は高温の電極近傍に連投することで溶解性が改善する事を確認。 <u>委員からの助言等</u> ・ 解析モデルや基礎試験に基づいて、昨年度増額が決定した小型試験電気炉の建設などが概ね計画通りに進捗。 ・ 電気炉・熱・流動・溶解数学モデルの開発では、スラグも評価可能なモデルへの拡張を行っており今後の期待も大きいと考える。今後、試験電気炉での試験結果の検証や実機へのスケールアップに活用可能なレベルになっているものと評価できるので、有効に活用するべき。 ・ 大学との連携強化と海外技術の継続的な調査が肝要。
<u>③直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発</u> ・日本製鉄株式会社（幹事） ・一般財団法人金属系材料研究開発センター	<u>取組状況</u> ・ 新規追加項目。2024/2採択審査時の委員コメントを反映させて2024/5に交付決定済。 <u>委員からの助言等</u> ・ 採択審査時コメントへの対応を確実に取り組んでいることは評価。 ・ 低炭素還元鉄（HBI）を原料とした大型電気溶融炉の社会実装に取り組むハードルの高い技術開発であるが、水素還元製鉄によるグリーンスチール製造には必須であり、最適プロセスの開発に向けて着実に進捗させている。本プロジェクトの全体に与える影響は非常に大きいため、プロジェクト間で横断的に連携して相互のフィードバックを密に行うべき。

6. プロジェクトを取り巻く環境

- 欧州等は水素直接還元＋電気炉が技術開発の中心。中国は酸素高炉技術開発も一部企業で実施。
- 現在、グリーンスチールの国際的な定義がない状態でグリーンスチール各社を商品化し、販売。

＜政策動向＞

DRI：直接還元鉄 EAF：電気炉 OBF：酸素高炉

地域	CO2削減目標	政策	プロジェクト例
欧州	～2030年55%の排出削減 ～2050年カーボンニュートラル	・欧州グリーンディールを発表し、2050年カーボンニュートラル実現に向けて今後10年間で約120兆円を投じる投資計画を公表。 ・カーボンニュートラル含めた事業環境の変化に対応できるよう、産業競争力の強化を支援するためのアクションコンセプトをドイツ政府が作成。	HYBRIT SALCOS H2 Hamburg tkH2 <H ₂ DRI+EAF>
米国	～2030年に50～52%の排出削減 ～2050年カーボンニュートラル	・2021年10月、グリーンエネルギー・気候変動分野への投資を含む「Build Back Better Framework」を発表。	<H ₂ DRI+EAF>
中国	～2030年排出量のピークアウト ～2060年カーボンニュートラル	・2021年10月、カーボンニュートラル実現に向けた具体策を明記した「1+N」文書を発表。 ・2022年3月、水素エネルギー産業発展中長期計画を発表し、水素を還元剤として使用する製鉄技術の実証を目指す。	国家グリーン発展基金 <H ₂ DRI+EAF> <EAF> <OBF>
韓国	～2030年40%の排出削減 ～2050年カーボンニュートラル	・2020年12月、「カーボンニュートラル推進戦略」を発表。 ・2050年までに水素還元製鉄の商用化。	HyREX <H ₂ DRI(流動層)+Smelter>

＜グリーンスチール例＞

企業	ブランド名	方式	取組
アルセロール・ミタル	Xcarb	マスバランス方式	欧州で展開する高炉での水素活用等の脱炭素化の取組に応じた証明書により、従来品に比べてCO ₂ 排出を削除。
ティッセン・クルップ	BlueMint	マスバランス方式	既存高炉設備の原料炭の一部代替としてHBIや鉄スクラップを投入し、CO ₂ 削減効果を特定製品に付加。
ポスコ	グリニット	マスバランス方式	特定の鋼材にCO ₂ 削減効果を割り当てることで低CO ₂ 高炉鋼材を実現。
神戸製鋼所	Kobenable steel	マスバランス方式	特定の鋼材にCO ₂ 削減効果を割り当てることで低CO ₂ 高炉鋼材を実現。
日本製鉄	NSCarbolex®	マスバランス方式	特定の鋼材にCO ₂ 削減効果を割り当てることで低CO ₂ 高炉鋼材を実現。
JFEスチール	JGreeX™	マスバランス方式	特定の鋼材にCO ₂ 削減効果を割り当てることで低CO ₂ 高炉鋼材を実現。
SSAB	HYBRIT	従来ベンチマーク	再エネ由来の水素を用いて直接還元するプラントにおいて製造するグリーン鋼材をボルボ等に供給開始。
NUCOR	ECONIQ	従来ベンチマーク	再エネ100%調達した電炉および排出権も購入し、排出量ゼロの鋼材を生産し、GM等に出荷。

7. NEDOによる社会実装に向けた支援に関する取組状況

技術動向等の情報提供

- 製鉄分野はCO₂排出量が多く、海外の主要な鉄鋼メーカーもカーボンニュートラルに向けた技術開発を進めているため、開発スケジュールなど臨機応変に対応できるよう、**高炉を用いた水素還元製鉄および直接水素還元技術に関する海外の開発・市場動向を収集し、実施企業に情報提供。**



- 海外の開発動向を受け、社会実装時期の前倒しに向けたGI基金事業のあらゆる施策に関して、実施企業と定期的に打合せを実施。
 - SC50実証炉設計の前倒し

社会受容性向上

- 需要家も含めたサプライチェーン全体でグリーンスチールの環境価値が適切に評価される社会受容性を図る観点から、積極的なプレスリリースを打診。
 - SC50試験高炉でのCO₂削減率43%達成したことを事業者HP、水素製鉄コンソーシアムGREINSHPおよびNEDO"X"よりプレスリリース済

GREINS HPリンク:<https://www.greins.jp/>

プロジェクト間での連携

- 安価かつ大量の水素供給基盤やCO₂利活用のインフラ確立が必要不可欠であるため、大規模水素サプライチェーン、CO₂分離回収技術、CR燃料製造技術などの関連する取組動向を踏まえ、必要に応じ最新情報を実施企業に提供していく。
 - **上下連携の一環として社会実装時の課題について事業者とともに日本CCS調査(JCCS)社と意見交換会を開催。**
 - JOGMECの先進的CCS事業の実施に係る調査が開始。CCUS研究開発・実証関連事業の検討状況や成果について、製鉄分野への積極的な活用、連携を強化予定。



JCCS大規模実証設備@苫小牧

(参考 1) プロジェクトの事業規模

プロジェクト全体の関連投資額※

35,095億円

※ プロジェクト実施企業等が、事業終了後の期間を含めて見積もった社会実装に向けた取組（グリーンイノベーション基金事業による支援を含む）にかかる関連投資額

グリーンイノベーション基金事業の支援規模

	事業規模	支援規模
研究開発項目1-① 所内水素を活用した水素還元技術の開発	約727億円	約436億円
研究開発項目1-② 外部水素や高炉排ガスに含まれるCO ₂ を活用した低炭素化技術等の開発	約2,853億円	約2,386億円
研究開発項目2-① 直接水素還元技術の開発	約1,369億円	約1141億円
研究開発項目2-② 直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発	約404億円	約306億円
研究開発項目2-③ 直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発	約384億円	約230億円

(参考 2 - 1) 研究開発進捗のマイルストーン

研究開発項目 1 : 高炉を用いた水素還元技術の開発

テーマ名・事業者名

①所内水素を活用した水素還元技術の開発

- ・日本製鉄株式会社（幹事）
- ・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

アウトプット目標：製鉄プロセスからCCUSと合わせてCO₂排出を30%以上削減する技術の実装

実施内容：

①COG吹込み

②COG + H₂吹込み

③微粉炭・還元ガスの燃焼挙動検討

④全体プロセス評価・検討

マイルストーン：

- ・COG吹込み設備の製作・購入品据付工事への着手(2024FY)
- ・実機実証試験における操業諸元設計見直しへの着手(2024FY)
- ・送風・送酸素設備および所内ガスフロー変化対応設備、H₂添加設備の詳細設計完了(2024FY)

・微粉炭および還元ガス吹込み時の実高炉のレースウェイ内反応挙動明確化（2025FY）

・COG吹込み、CO₂分離の導入効果評価モデル構築モデルを使用し、物質・エネルギー収支を試算、モデルの妥当性を判断（2024FY）

テーマ名・事業者名

②外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発

- ・日本製鉄株式会社（幹事）
- ・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

アウトプット目標：製鉄プロセスからCO₂排出50%以上削減を実現する技術を実証

実施内容：

①S-COURSE50操業技術開発

②カーボンリサイクル高炉操業技術開発

③要素技術開発
（羽口内燃焼適正化、CO₂分離回収技術、バイオマス活用技術、廃プラ利用拡大技術、高炉還元鉄利用、転炉熱付与技術）

④全体プロセス評価・検討

マイルストーン：

- ・S-COURSE50試験高炉規模で高炉からのCO₂排出削減量約40%達成の実機適合化技術の見通しの獲得(2025FY)
- ・S-COURSE50実証高炉への反映に必要な総合技術および設備技術の開発(2025FY)

・カーボンリサイクル高炉の適正総合条件決定（2026FY）

- ・S-COURSE50、CR高炉に適用可能な安定燃焼条件提案（2026FY）
- ・混合溶媒系吸収液の開発および実機イメージの提示（2025FY）
- ・高炉で使用可能なバイオマスの条件明確化、廃棄物系炭化物によるGHG削減効果算定(2024FY)
- ・実証試験設備仕様明確化（2024FY）
- ・還元鉄使用によるCO₂削減最大化条件明確化（2026FY）
- ・Cフリー燃料を使用したバーナー実証（2026FY）

・高炉関係技術の物質・エネルギー収支を評価し、高炉単独、製鉄プロセス全体でのCO₂排出削減量を算定(2026FY)

(参考 2 - 2) 研究開発進捗のマイルストーン

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

テーマ名・事業者名

①直接水素還元技術の開発

・日本製鉄株式会社（幹事）
・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

アウトプット目標：CO₂排出を50%以上削減する水素直接還元技術の確立

実施内容：

①低品位原料を利用した水素直接還元技術の基礎検証・低品位原料の利用技術・還元ガスの水素化技術
水素還元／カーボンリサイクル

②プロセス検証
プラント試験（1t/h）

③スケールアップ検証
実証炉試験（25t/h）

④全体プロセス評価・検討

マイルストーン：

・鉱石組織-粉砕モード-単体分離度3者の関係性の解明、選鉱試験データの取得（2024FY）
・CO₂排出量削減50%以上（対高炉法）、原料の鉄分下限値を65%まで緩和した条件となる水素還元シャフト炉の諸元の明確化（2024FY）
・還元炉の操業変動とメタネーション反応について広範囲に特性を把握（2024FY）
・還元炉・常圧での還元粉化やクラスタリングが発生する操業条件を把握（2024FY）

・試験シャフト炉の設計・製作（2024FY）

・シャフト炉実証試験の概念設計およびメーカー選定（2024FY）

・シミュレーション結果を活用し、基礎試験結果なども反映して水素還元シャフト炉単独におけるCO₂排出削減効果の推算結果を定量的に評価（2024FY）

テーマ名・事業者名

②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発

・日本製鉄株式会社（幹事）
・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

アウトプット目標：低品位の鉄鉱石の水素還元鉄を活用した電気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、大型電気炉一貫プロセス（処理量約300トン規模）において、不純物の濃度を高炉法並み（リン150ppm以下、窒素40ppm以下）に制御する技術を実証。

実施内容：

①小型電気炉・炉外精練試験
高効率脱りん脱窒素要素技術開発

②実機実証試験
300t以上の電気炉、炉外処理炉による実証試験

③全体プロセス評価
想定プロセスフローの比較評価、水素直接還元とも連携し総合評価

マイルストーン：

・試験電気炉(10t)立上げ（2024FY）
・商用電気炉(20t)脱りん・窒素挙動評価(2024FY)
・炉外製錬炉(3t)立上げ（2025FY）

・最適負荷分担を決定するための大型電気炉、大型炉外製錬炉を用いた実証試験（2030FY）

・スクラップ発生量明確化、炉内窒素挙動推定(2024FY)

(参考 2 - 3) 研究開発進捗のマイルストーン

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

テーマ名・事業者名

③直接還元鉄を活用した電気溶融炉による高効率溶解等技術開発

- ・日本製鉄株式会社（幹事）
- ・一般財団法人金属系材料研究開発センター

アウトプット目標： 低品位の鉄鉱石の水素直接還元-電気溶融炉-転炉一貫プロセスにより、高炉法プロセスを代替し得る生産効率（銑鉄生産量 100 トン／時間以上）を実現するとともに、生成する鉄の不純物の濃度を高炉法並み（例えばリン 0.015% 以下）に制御する技術を実証。また、電気溶融炉において副生するスラグを国内セメント用途向け品質（高炉同等品質；例えば酸化鉄3% 以下）に制御する技術を実証。

実施内容：

- ① 電気溶融炉試験
試験炉を用いた高効率溶融技術（浸炭・溶解）、国内セメント用途に適用できるスラグ製造技術の実証試験

- ② 全体プロセス評価・検討

マイルストーン：

- ・低品位鉄鉱石を原料とした直接還元鉄使用（模擬）条件下で、電気溶融炉での溶解挙動評価により以下の実現性を実証(2028FY)

- ①溶銑生産効率100t/hr以上
- ②電気溶融炉スラグ成分FeO≤3%

- ・低品位鉄鉱石活用前提での生産効率と資源循環などを考慮した電気溶融炉プロセスの適用条件検討と合理性評価(2028FY)