

実施プロジェクト名：「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクト
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

実施者名：一般財団法人 金属系材料研究開発センター、
代表名：理事長 福田 和久

（コンソーシアム内実施者：日本製鉄株式会社（幹事企業）、JFEスチール株式会社、

目次

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

1. 事業戦略・事業計画

- (1) 産業構造変化に対する認識
- (2) 市場のセグメント・ターゲット
- (3) 提供価値・ビジネスモデル
- (4) 経営資源・ポジショニング
- (5) 事業計画の全体像
- (6) 研究開発・設備投資・マーケティング計画
- (7) 資金計画

2. 研究開発計画

- (1) 研究開発目標
- (2) 研究開発内容
- (3) 実施スケジュール
- (4) 研究開発体制
- (5) 技術的優位性

3. イノベーション推進体制（経営のコミットメントを示すマネジメントシート）

- (1) 組織内の事業推進体制
- (2) マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与
- (3) マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ
- (4) マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

4. その他

- (1) 想定されるリスク要因と対処方針

0. コンソーシアム内における各主体の役割分担

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

日本製鉄（幹事会社）

日本製鉄が実施する研究開発の内容

- A. 低品位原料の利用技術
- B-1. 還元ガスの水素化技術
(100%水素還元)
- C. プロセス検証
- D. スケールアップ検証
- E. 全体プロセス評価

JFEスチール

JFEスチールが実施する研究開発の内容

- A. 低品位原料の利用技術
- B-2. 還元ガスの水素化技術
(カーボンリサイクル)
- C. プロセス検証
- D. スケールアップ検証
- E. 全体プロセス評価

金属系材料研究開発センター (JRCM)

JRCMが実施する研究開発の内容

- E. 全体プロセス評価

実施プロジェクトの目的：CO₂排出を50%以上削減する水素直接還元技術の確立

1. 事業戦略・事業計画

1. 事業戦略・事業計画／（1）産業構造変化に対する認識

世界的な環境意識の高まりによりカーボンニュートラル鋼材に関する需要が急拡大すると予想

カーボンニュートラルを踏まえたマクロトレンド認識

（社会面）

- 地球環境問題の深刻化、意識の高まりに伴うカーボンニュートラル素材需要の生成および増加。

（経済面）

- 水素活用、水素還元製鉄、大型電気炉などの新規設備投資効果
- カーボンニュートラル素材という新たな市場の創出

（政策面）

- 2050年カーボンニュートラル宣言宣言と、これを実現するための種々の政策の実施

（技術面）

- 世界に先駆け水素還元製鉄技術を確立、コスト競争力のあるカーボンニュートラル鋼材を供給

● 市場機会：

カーボンニュートラル素材を供給できれば、既存の鋼材市場と一線を画した新たな市場の創出が可能と期待→認識に変化はなし

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

世界に先駆け水素還元製鉄技術を確立するとともに、コスト競争も実現できれば日本発の技術として世界展開するとともに、鉄鋼業が我が国基幹産業としての地位を継続することに寄与

カーボンニュートラル社会における産業アーキテクチャ

カーボンニュートラル 社会の実現

日本も含め各国が2050年
ないし2060年のカーボン
ニュートラル実現を宣言

鉄鋼業の対応

【脱炭素を志向し生産プロセスを転換】

現状：我が国全体のCO₂排出量の約
14%を排出

- 鉄鉱石をコークス(炭素)で還元するため、大量にCO₂を生成
- 相対的にCO₂排出の少ない電炉生産のためにはスクラップ供給が不十分



将来：水素還元技術適用によりCO₂
排出を大幅に削減可能な製鉄
プロセスを確立

- 我が国の条件を踏まえ、低品位鉄石を使用しながら高級鋼の製造可能な技術確立が必要

● 当該変化に対する経営ビジョン：

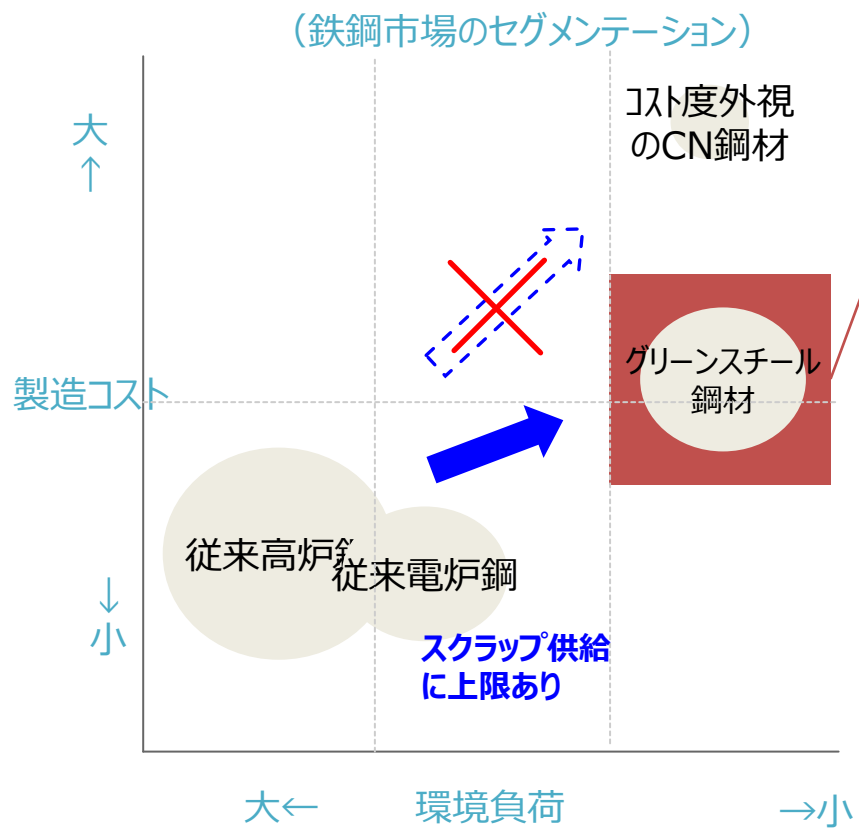
我が国鉄鋼業のカーボンニュートラル実現に寄与するとともに、カーボンニュートラル社会の実現に関して、金属系素材関連分野での産学官連携研究開発・研究開発成果の普及の我が国における中核的地位を確立する。

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

鉄鋼市場のうちカーボンニュートラル鋼材（グリーンスチール）をターゲットとして想定

セグメント分析

2030年の実装にめどをつけるため、高炉水素還元技術とシャフト炉-電気炉技術の開発に注力



ターゲットの概要

市場概要と目標とするシェア・時期

- コストを度外視した少量生産のカーボンニュートラル(CN)鋼材ではなく、量産鋼として高級鋼の製造を実現し、中長期的に鉄鋼需要の内に一定のシェアを確立する。

需要家	主なプレーヤー	課題	想定ニーズ
鉄鋼業	高炉各社	- CN鋼材生産技術確立 - 水素多量安定供給 - グリーン電力供給	CN鋼材の供給
自動車産業	自動車各社	CN高級鋼(自動車用鋼材)の製造技術確立	CN鋼材の供給

- 他業界(電機、建設)でもCN素材需要に関しては同様の動き。
- 環境影響評価により各製品の素材置き換えや、供給者の取捨選択が進む可能性あり

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

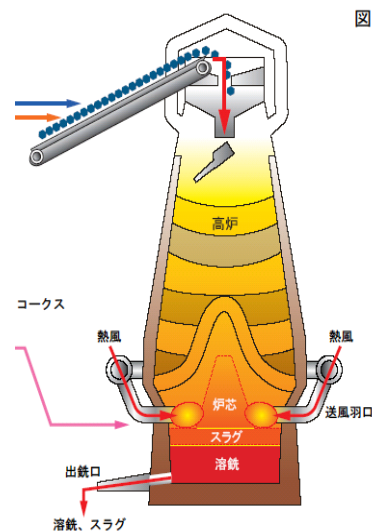
技術情報の収集や評価を通じてカーボンニュートラル製鉄の実現に寄与する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

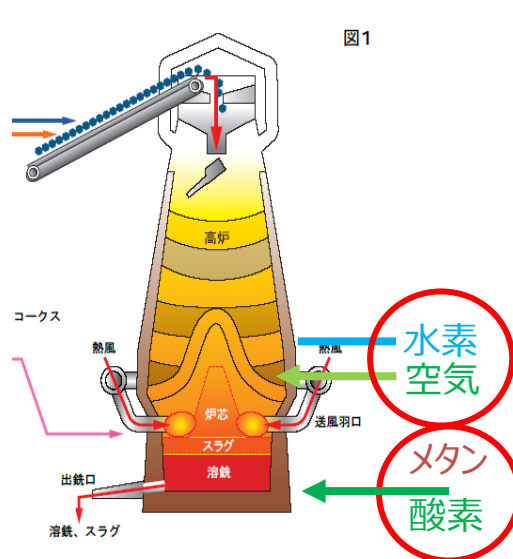
- カーボンニュートラル製鉄に資する国内外技術情報の収集と整理・普及
- 取り組み技術の総合評価とテーマ間連携
 - 高炉系技術と水素直接還元
 - 水素直接還元と大型電気炉



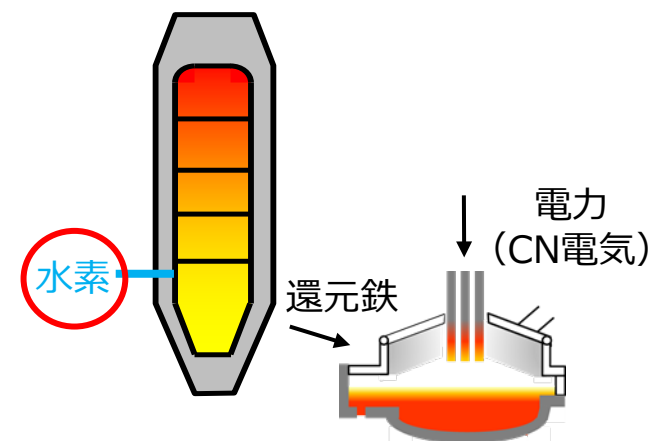
ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性



従来高炉法



高炉水素還元技術



水素直接還元+電気炉技術

- 低品位鉱石を使用しながら高級鋼の大量生産が可能で、カーボンニュートラルが実現できる製鉄プロセスを実現
そのためには水素還元技術(高炉法、水素直接還元)、溶解精錬技術の開発が必要
- 当センターでは関連技術情報の収集や開発技術の総合プロセス評価を通じて、高炉水素還元技術と水素直接還元+電気炉技術を比較、それぞれの最適化に寄与するとともに、両者の棲み分けに反映。効率的な開発、開発期間の短縮などに寄与。

コンソーシアムの強みを活かして、社会・顧客に対してグリーン鋼材という価値を提供

コンソーシアムの強み、弱み（経営資源）

ターゲットに対する提供価値（グリーン鋼材）

- 各国の自動車メーカーなどがサプライチェーンのカーボンニュートラル化を進めていくと宣言。
- 製造時のCO₂発生量を低減させたグリーン鋼材の提供にかかわる要望が拡大
- エシカル消費を指向するカスタマーの満足度を向上させ、新たな価値を提供する。



コンソーシアムの強み

- 低CO₂にかかわる技術蓄積
- 世界最高レベルの省エネ製鉄所運用
- COURSE50などの過去の低CO₂プロジェクトを実行してきた経験
- 製鉄・製鋼にかかわる技術者が多く在籍
- コンビナートが周辺に立地した臨海製鉄所の保有（化学・エネルギー等の業種が周辺に立地）

コンソーシアムの弱み及び対応

- 周囲に高品質鉱石生産地が少ない
- グリーン電力・水素の価格高・不足
- 水素インフラ脆弱性



- GI基金を活用した技術開発
- 公的なインフラ基盤等の整備

コンソーシアム外の企業に対する比較優位性

（現状） 技術

- 過去の低CO₂プロジェクトへの取り組み(COURSE50など)
- 世界最高レベルの省エネ製鉄所運用

顧客基盤/サプライチェーン

- 需要家との密な連携体制
- 低価格豪州鉱石の使用

その他

- コンビナートに隣接した臨海製鉄所用地の保有
- 製鉄・製鋼にかかわる技術者が多く在籍

（将来に向けた取り組み）

- 国プロ(オールジャパン)技術開発への積極協力

- 需要家との関係強化、理解活動（コスト負担等の議論）
- 低品位・低価格豪州鉱石サプライヤーとの協力模索

- コンビナートの他業種（化学・エネルギー等）との連携模索
- 新規技術者の採用・育成強化

欧州：域内で高品質鉱石が産出され、サプライチェーン的に有利。
⇒本プロジェクトを用いて特に豪州などで産出される低品位鉱石に関する技術開発を加速

中国：日本と同様に低品位豪州鉱を使用、宝武 (Bao)で 先進高炉の開発計画あり。
⇒コンソーシアムとして先行している COURSE50などの過去知見を活用しながら開発を実施。

10年間の研究開発の後、2030年頃の事業化、その後の投資回収を想定

投資計画

- ✓ 本事業終了後、2030年頃の事業化を目指す。
- ✓ カーボンニュートラル製造プロセスの研究開発・実装により、鋼材市場のグリーンスチール化に対応していく。

	2021年度	…	2030年度	
売上高	-	…	-	2030年以降の事業化、その後の投資回収を想定
研究開発費	約4,363億円（本事業の支援期間の参画企業合計）		実機化設備費用で数兆円規模を想定	
取組の段階	研究開発・実証試験			社会実装
CO ₂ 削減効果	-	…	-	各社実装の進行に伴い 1,000万t/年規模で削減

研究開発段階から将来の社会実装（設備投資・マーケティング）を見据えた計画を推進

	研究開発・実証	設備投資	マーケティング
取組方針	- 国内高炉メーカーが協力してコンソーシアムを結成。各社の知見を総合的に活用。 - 現在の技術レベル・日本の地政学的な特色（豪州鉱山に近いこと）に鑑み、高炉/還元炉/電気炉のすべてに対して、複線的に開発を実施	- 開発課題を解決するために小規模実験設備から大規模設備を順次建設 - 実験設備を各社で分担して建設 - 実験により得られた成果はコンソーシアム内での情報交流を実施 - 実装設備に関しては、グリーン鋼材需要、カーボンフリー水素/電力の調達状況、各プロセスの経済合理性に鑑みながら各社で建設を判断	- グリーン鋼材にかかわる国内ガイドラインの整備（国際標準化に向けて） - 需要家に対するグリーン鋼材に関する理解活動の実施 - 海外への積極的な発信、学会等での積極的な広報活動の実施 - ライセンスビジネスによる技術の収益化に関しても検討
国際競争上の優位性	▼ - Course50プロジェクトの知見・設備を活用。 - コンソーシアム内の協力体制により、開発期間・MP・費用を削減 - 各社に製鉄・製鋼にかかわる技術者が多く在籍、学識経験者の知見も活用した開発体制が構築可能	▼ - コンソーシアム内での情報共有により、実装化可否判断を効率的に実施 - 既存製鉄所インフラの一部活用	▼ - 長期間にわたり醸成された需要家との信頼関係 - 鉄鋼関連の標準（ISO14030-3）などの作成過程において、議論をリードしてきた実績

国の支援に加えて、本事業期間において参画企業で約2,428億円の自己負担を予定

【本事業に係る事業費および負担額(参画企業合計)】

	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度	2026 年度	2027 年度	2028 年度	2029 年度	2030 年度	...
事業全体の資金需要	約4,363億円＋実用化費用※2										本事業期間の 開発完了の後、 自己負担にて、 次ステップの試験 操業を実施する 予定
うち研究開発投資	約4,363億円										
国費負担※1 (委託／補助)	約1,935億円										
自己負担	約2,428億円＋実用化費用										

※1: インセンティブ額が全額支払われた場合
※2: 早期実用化が可能となった場合は資金需要および自己負担分はさらに増額される

2. 研究開発計画

2. 研究開発計画／（1）研究開発目標

「CO₂排出を50%以上削減する水素直接還元技術の確立」
というアウトプット目標を達成するために必要な複数のKPIを設定

研究開発項目		アウトプット目標	
シャフト炉における水素直接還元技術		CO ₂ 排出を50%以上削減する水素直接還元技術の確立	
		(事業開始時のTRL: 3 ※)	
研究開発内容	KPI	KPI設定の考え方	
- 原料一貫で水素直接還元技術の基礎検証 - A 低品位原料の利用技術 - B 還元ガスの水素化技術 (B-1.水素還元/B-2.カーボンサイクル)	- 直接還元向けの原料利用範囲拡大 - 還元ガス水素化：CO₂削減≧50%(対高炉法)	- 水素直接還元シャフト炉における原料品位・性状影響の基礎検討 - 更なる資源自由度拡大に向けた基礎検討 - 熱供給改善によるH₂還元効率化 - カーボンリサイクルによる還元ガス最適化	
- C プロセス検証 ・小規模プラント試験(1t/h) (以下、試験シャフト炉)	上記の目標を達成した中で小規模プラント(1t/h)安定操業 (以下、試験シャフト炉)	還元粉化／クラスタリング抑制による安定操業	
- D スケールアップ検証 ・中型実証炉試験	上記の目標を達成した中で中型実証炉(実炉の1/25～1/5規模)の安定操業	- 中規模シャフト炉にて水素還元の実証 - 電炉使用が可能な還元鉄品質の確保	
E 全体プロセス評価・検討	水素直接還元プロセスの技術・総合的合理性提示	- エネルギー評価などを通じた合理性評価 - 高炉との比較、電炉との連携を含めた一貫整理	

※:経済産業省製造産業局:「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 令和3年9月14日 より

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容

各KPIの目標達成に必要な解決方法を提案

	KPI	解決方法
低品位原料を利用した水素直接還元技術の基礎検証 A 低品位原料の利用技術 B 還元ガスの水素化技術 (水素還元/カーボンサイクル)	・原料Fe品位 ・CO ₂ 削減	・低品位原料の還元特性（還元粉化、金属化率）に応じた最適還元条件（温度、ガス成分）の見極め ・水素化のための熱補償、温度制御
C プロセス検証 ・小規模プラント試験(1t/h)	・生産性 ・連続操業	・還元粉化／クラスタリング抑制 炉内ヒートパターン制御による粉化抑制
D スケールアップ検証 ・中型実証炉試験	・生産性 ・金属化率	・炉内の昇温／還元遅れの抑制 ・電炉使用が可能な還元鉄品質(金属化率、融点)の確保
E 全体プロセス評価・検討	・プロセス合理性	・試験・検討を通じプロセス設定・条件の設計、最適化 ・高炉操業等知見・ノウハウなど最大活用

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（これまでの取組）

各KPIの目標達成に向けた個別の研究開発の進捗度

	直近のマイルストーン	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度
低品位原料を利用した水素直接還元技術の基礎検証 A 低品位原料の利用技術 B 還元ガスの水素化技術 B-1 水素還元 B-2 カーボンサイクル	A 低品位鉱の特徴把握 B-1 熱供給による水素ガス吹込み量の削減 B-2 還元炉での還元粉化やクラスタリング発生メカニズムの基礎把握	A ・試料手配、低品位鉱石の断面組織の観察を開始 B-1 ・熱供給について、シャフト炉ベンチ試験機と数学モデルにより、熱供給手法の効果検証 ・クラスタリングの抑制技術の検討 B-2 ・小型ベンチ試験炉の基本設計 ・還元炉とメタネーション設備のプロセス構成の基本検討をラボ実験とシャフト炉数学モデルにより実施 ・還元粉化やクラスタリングに関する知見習得（バッチ実験） ※A, Bそれぞれの共通サンプルを選定し、各企業・大学へ配布済	○ 先導研究（2020-21年度）の成果を活用できたため、本事業の検討開始を早めることが出来た。
C プロセス検証 ・小規模プラント試験(1t/h)	試験シャフト炉の本体・付帯設備の設計	・試験シャフト炉の概念設計（具備すべき装置の機能や本体及び付帯設備の仕様）の検討 ・試験シャフト炉の本体及び付帯設備の基本設計に着手	△（約6か月遅れ）当初想定よりメーカーとの契約合意に期間を要したため
D スケールアップ検証 ・中型実証炉試験	2024年度 検討開始	* 2024年度 検討開始	---
E 全体プロセス評価・検討	水素還元時のCO ₂ 排出削減効果の提示	・シャフト炉及び電気炉での還元鉄品質改善技術の情報収集	○ 当初計画通りに進行中

2. 研究開発計画／（2）研究開発内容（今後の取組）

個別の研究開発における技術課題と解決の見通し

	直近のマイルストーン	残された技術課題	解決の見通し
低品位原料を利用した水素直接還元技術の基礎検証 A 低品位原料の利用技術 B 還元ガスの水素化技術 B-1 水素還元 B-2 カーボンサイクル	A 低品位鉱の特徴把握 B-1 熱供給による水素ガス吹込み量の削減 B-2 還元炉での還元粉化やクラスタリング発生メカニズムの基礎把握	A 低品位原料の粉砕、鉱物解析を通じた粉砕特性の把握、粉砕モードの選定 B-1 ・シャフト炉ベンチ試験機の機能強化、および各種熱供給手法の効果見極め B-2 ・還元粉化・クラスタリング抑制と還元率を両立する条件の検討	計画通り実施予定
C プロセス検証 ・小規模プラント試験(1t/h)	試験シャフト炉の本体・付帯設備の設計	・試験シャフト炉の本体・付帯設備のメーカー選定 ・試験シャフト炉の詳細仕様決定	計画通り実施予定 但し、事業面としては、半導体需要の逼迫による遅延懸念あり
D スケールアップ検証 ・中型実証炉試験	2024年度に検討開始	中規模直接還元炉の概念設計及び仕様決定	計画通り実施予定
E 全体プロセス評価・検討	水素還元時のCO ₂ 排出削減効果の提示	・水素還元シャフト炉プロセスの基礎熱物質データの取得 ・シャフト炉プロセス総合評価	計画通り実施予定

(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1/25～1/5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。

- 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

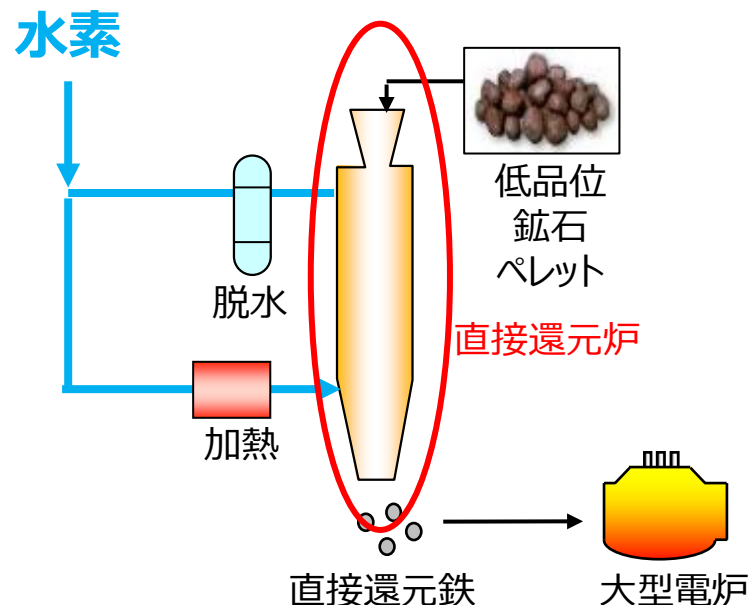
2021年度～2030年度（10年間）

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%）

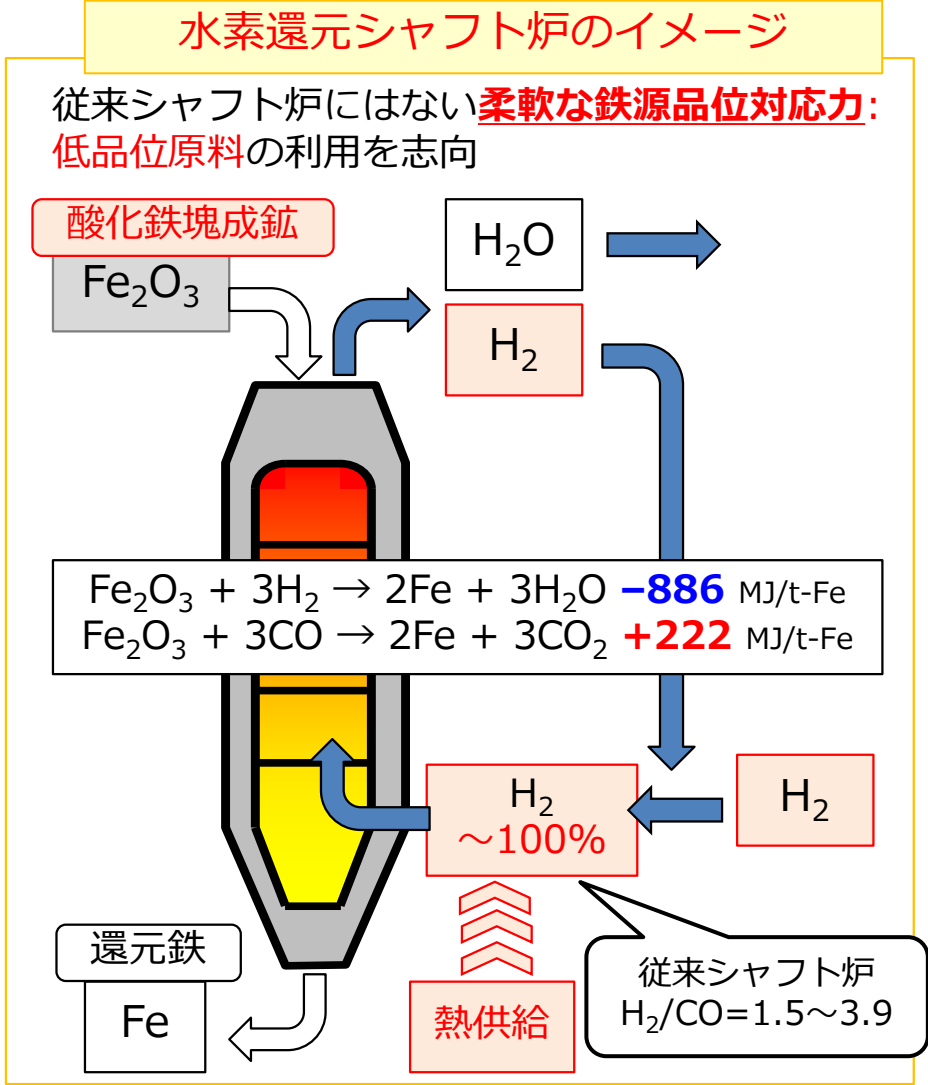
事業イメージ



(参考資料)本事業での取り組み【B-1】シャフト炉における水素直接還元技術

既存のシャフト炉プロセスとの比較

	既存 シャフト炉	水素還元 シャフト炉
還元材	天然ガス	水素
H ₂ 濃度	60~80%	~100%
熱供給	天然ガス・排ガス 燃焼による還元ガス温度制御	水素外部加熱等 による還元ガス温度制御
原料	高品位 ペレット	低品位原料

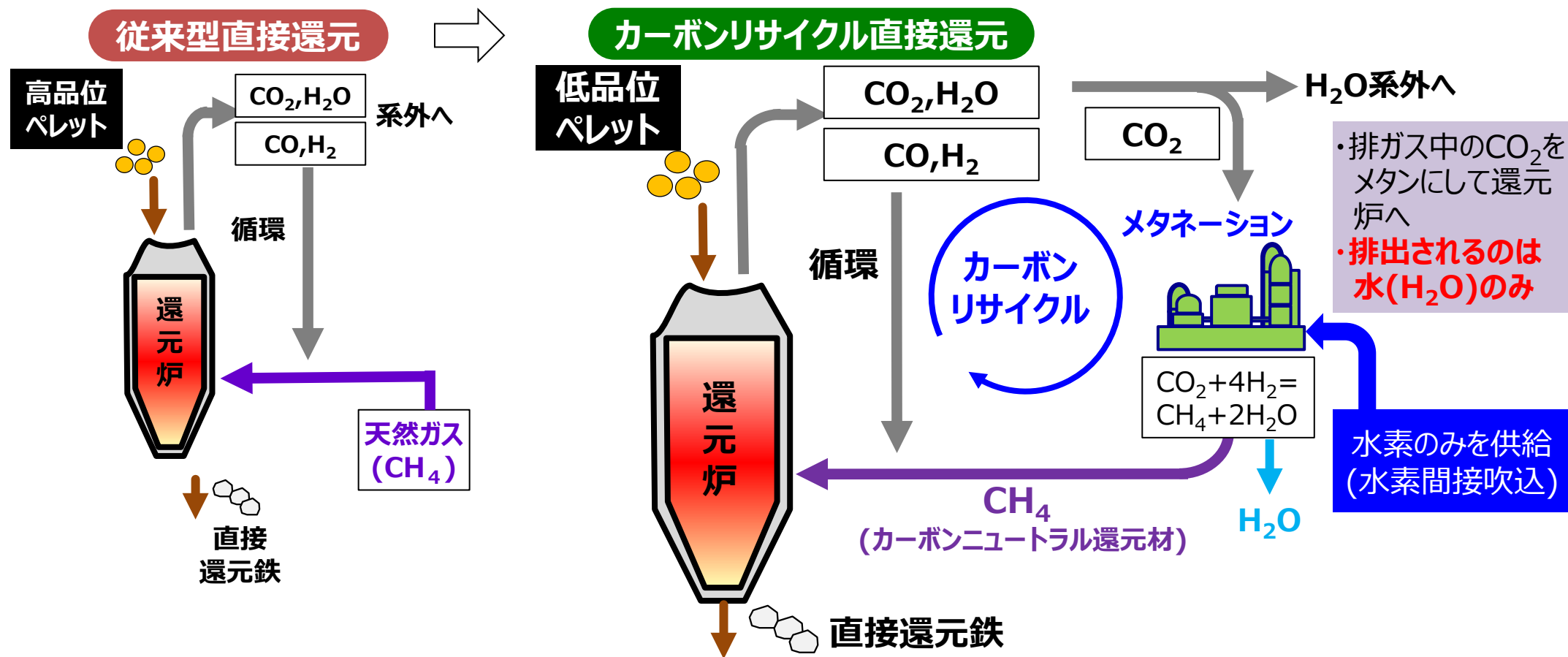


水素のみで酸化鉄を還元する技術開発にチャレンジ
低品位鉱石を利用できる水素還元プロセスを柱とした
シャフト炉と電気炉の一貫操業製鉄技術の確立
⇒資源自由度の拡大による競争力の確保

日本製鉄 波崎研究開発センターに小規模試験シャフト炉
(1t/hr) 建設、2025年より試験開始予定

(参考資料)本事業での取り組み【B-2】カーボンリサイクル(CR)シャフト炉技術

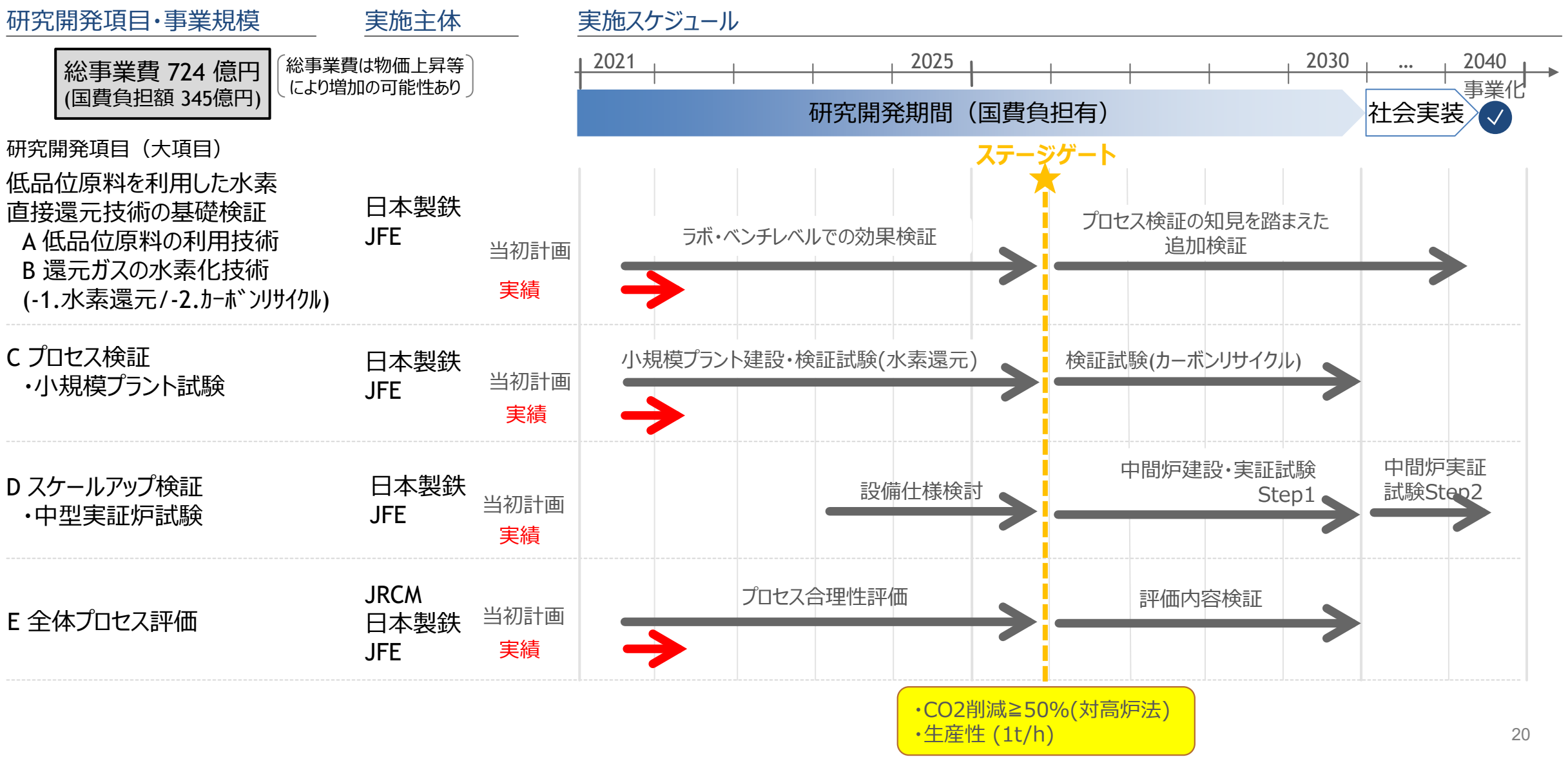
メタネーション反応を利用して、カーボンをプロセス内で循環再利用することで、水素還元の課題を克服



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

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

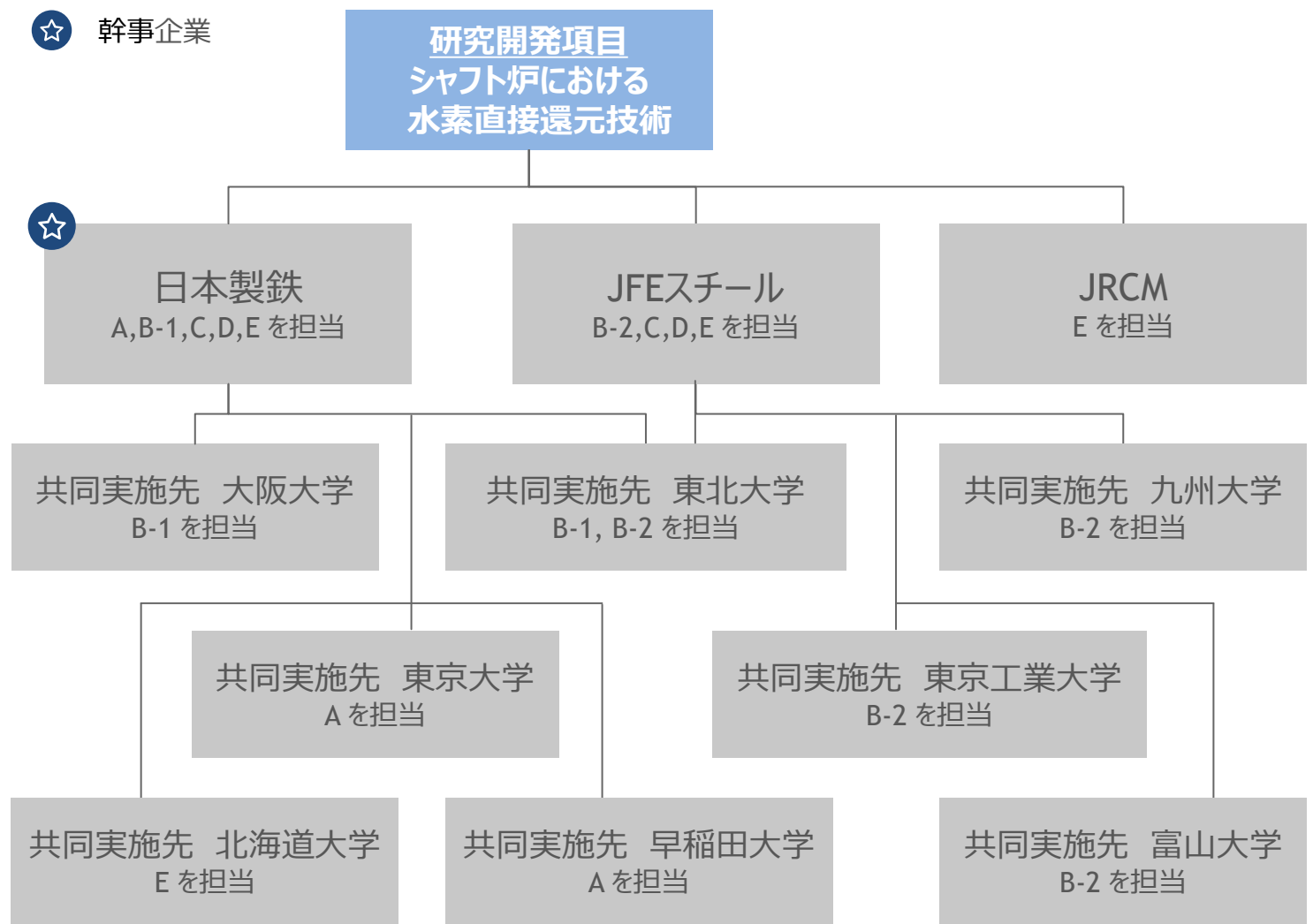
研究分野：シャフト炉における水素直接還元技術



2. 研究開発計画／（4）研究開発体制

各主体の特長を生かせる研究開発実施体制と役割分担を構築

実施体制図



各主体の役割と連携方法

各主体の役割

- 研究開発項目全体の取りまとめは、日本製鉄が行う
- 日本製鉄は、A,B-1,C,D,Eを担当する
- JFEスチールは、B-2, C,D,Eを担当する
- JRCMは、Eを担当する
- 東北大学は、B-1, B-2を担当する
- 九州大学は、B-2を担当する
- 大阪大学は、B-1を担当する
- 東京大学は、Aを担当する
- 東京工業大学は、B-2を担当する
- 早稲田大学は、Aを担当する
- 富山大学は、B-2を担当する
- 北海道大学は、Eを担当する

研究開発における連携方法

- 定例打合せの実施
- 共通サンプル/試験装置を活用した研究開発連携
- テーマ間の連携会議を設定（①-1, ①-2, ②-1, ②-2）

2. 研究開発計画／（5）技術的優位性

国際的な競争の中においても技術等における優位性を保有

研究開発項目	研究開発内容	活用可能な技術等	競合他社に対する優位性
シャフト炉における 水素直接還元技術	- 低品位原料を利用した水素直接還元技術の基礎検証 - A 低品位原料の利用技術 - B 還元ガスの水素化技術（水素還元/カーボンサイクル）	- 低品位鉱石の評価、利用技術（焼結分野） - 数値シミュレーション技術（高炉分野） - 塊成鉱の水素還元技術（高炉－焼結分野） - 塊成鉱の還元粉化抑制技術（高炉－焼結分野） - 還元鉄の品質改善技術（高炉分野） - 一貫製鉄のエネルギー評価技術	優位性 - 低品位鉱石（豪州、南米等）の評価、利用技術を保有 - 世界最高水準の高級鋼一貫製造技術を保有。今回開発技術によってグリーンスチールにおいても優位性を維持 - 世界最高のエネルギー効率
	- C プロセス検証 ・小規模プラント試験	小規模試験機操業技術（試験高炉）	
	- D スケールアップ検証 ・中型実証炉試験	実機高炉操業技術（高炉分野）	
	E 全体プロセス評価	プロセス解析・エネルギー評価技術（高炉分野等）	

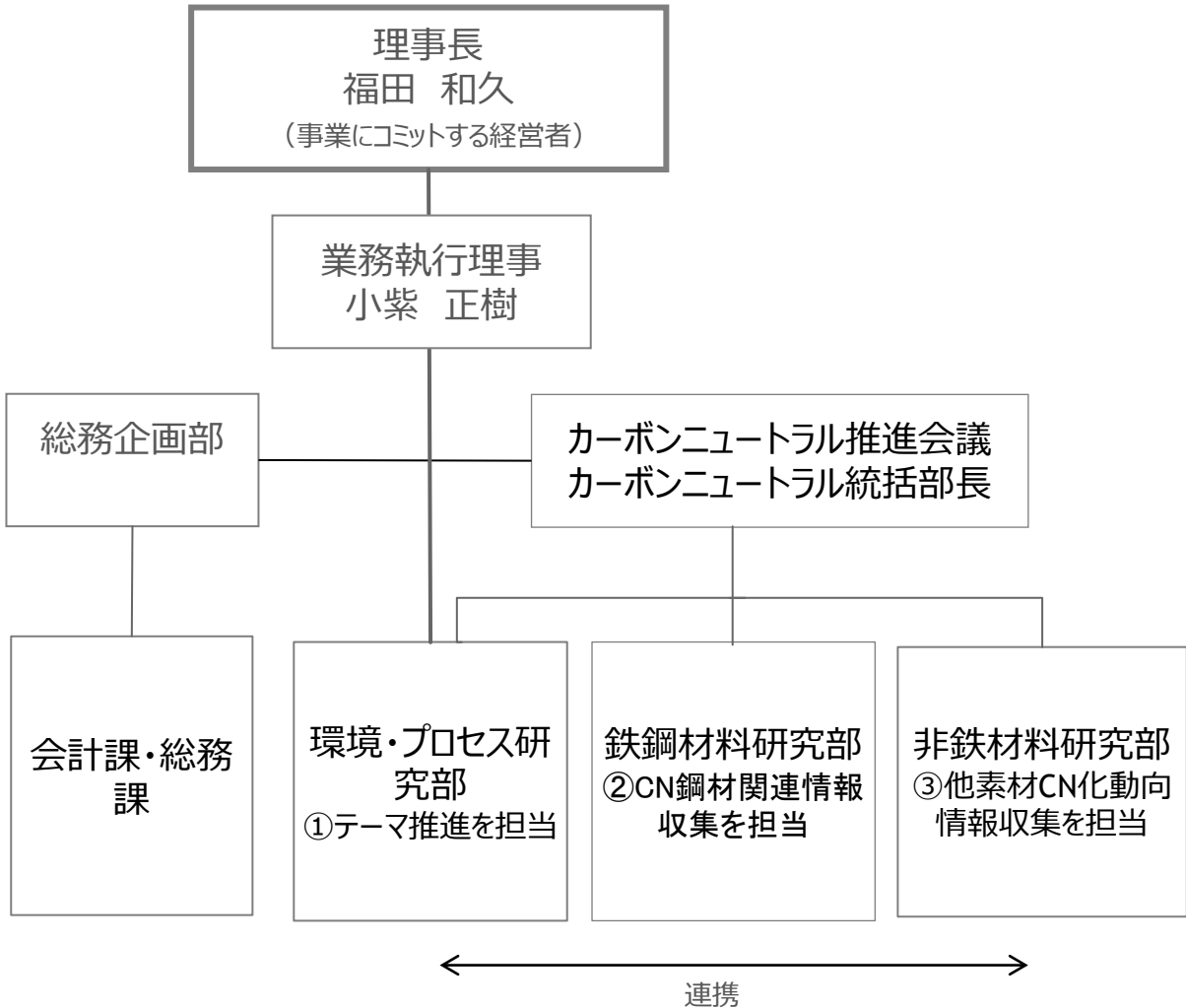
3. イノベーション推進体制

(経営のコミットメントを示すマネジメントシート)

3. イノベーション推進体制／（1）組織内の事業推進体制

経営者のコミットメントの下、カーボン・ニュートラル推進会議を設置して本事業を推進

組織内体制図



組織内の役割分担

研究開発責任者と担当部署

- 研究開発責任者
 - カーボンニュートラル推進PJリーダー：テーマ全体統括を担当
新たに、カーボンニュートラル推進会議及びカーボンニュートラル統括部長を設置した。
- 担当チーム
 - 環境・プロセス研究部：①テーマ推進を担当
 - 鉄鋼材料研究部：② CN鋼材関連情報収集を担当
 - 磁性・先進技術研究部：③他素材CN化動向情報収集を担当

部門間の連携方法

- 定例のプロジェクト推進会議(JRCM所内会議)にて情報交換
- その他適宜状況に応じて打合せを実施

3. イノベーション推進体制／（2）マネジメントチェック項目① 経営者等の事業への関与

経営者等による本事業への関与の方針

経営者等による具体的な施策・活動方針

- 経営者のリーダーシップ
 - 理事会・評議員会での審議の下、当センター2022FY事業計画において、材料研究の推進を通じて、地球環境問題、資源・エネルギー問題の解決に寄与することを事業方針に定めており、カーボンニュートラル・スチールの実現に向けた技術開発等に今後とも積極的に参画することとした。今後とも、水素社会の実現、省エネルギー、CO₂排出削減、カーボンニュートラル実現への貢献を目的に活動することを社内外に明確化した。
 - 当センターの2022FY事業方針については、理事会、評議員会にて審議の上、決定したものであり、その内容は、ホームページにて広く公開・発信しており、今後とも積極的に発信していくこととしている。また、今回のGI基金事業（製鉄）についてはプレスリリース等によりその重要性をメッセージとして発信している。
 - カーボンニュートラルに直結する事業の重要性については、経営層～職員が理解しているが、さらに、そのことを実現するためのガバナンスイノベーションやイノベーションマネジメントシステムの理解を推進し、非線形な試行錯誤を奨励する組織制度・組織文化を醸成することに努めている。
- 事業のモニタリング・管理
 - 代表理事が常に第一線に立ち、定期的に事業進捗を把握するための仕組みを構築している。担当役員の時間の内、約50%程度を当該業務に充当している。
 - 代表理事が常に第一線に立ち、必要に応じ、事業の進め方・内容に対して適切なタイミングで指示を出す等、直接の関与を行っている。
 - 事業の進捗を判断するにあたり、社内外の学識経験者から幅広い意見を取り入れるための推進会議を設置することとしている。

経営者等の評価・報酬への反映

- 毎年、当センターの理事会、評議員会にて本事業の進捗状況が審議され、担当役員の活動について評価されることとなる。本事業を含む全体事業の状況に応じて担当役員の報酬に反映されることとなる。本事業の進捗状況や成果は、担当管理職等の評価に反映される。

事業の継続性確保の取組

- 当センターでは、水素社会の実現、省エネルギー、CO₂排出削減への貢献を大目標とする事業方針を策定しており、経営層が交代する場合も、これらの社会ニーズへの貢献は最重要案件として着実な引継ぎが行われることとなる。

※ISO56002、IEC62853等の国際標準、経済産業省による「[ガバナンスイノベーション](#)」「[ガバナンスイノベーションVer2](#)」「[日本企業における価値創造マネジメントに関する行動指針](#)」等が参考になる。

3. イノベーション推進体制／（3）マネジメントチェック項目② 経営戦略における事業の位置づけ

経営戦略の中核において「製鉄プロセスにおける水素活用」事業を位置づけ、広く情報発信

理事会・評議委員会等での議論

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 当該分野の範囲を超えたカーボンニュートラルに向けた取組について、毎年度の事業方針策定に反映させている。
 - また、カーボンニュートラルに向けたイノベーション推進体制整備のため、既存の部門を超えた横割り組織である「カーボンニュートラル推進会議」及び「カーボンニュートラル統括部長」を設置した。
- 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 当センターのステークホルダー（賛助会員）である鉄鋼企業や（一社）日本鉄鋼協会において策定している2050年カーボンニュートラルの実現に向けた事業計画に貢献することとしている。
 - 当センターの重要な意思決定の場である理事会、評議員会において、本事業の研究開発計画・事業戦略・事業計画に組織を挙げて取り組むことについて、審議・決定した。
 - 毎年の理事会、評議員会において、本事業の進捗状況を定期的にフォローし、事業環境の変化等に応じて見直しを行っている。
 - 本事業について、理事会、評議員会において決議された内容は組織内の関連部署に広く周知している。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 上記で決議された事業戦略・事業計画において、本研究開発計画が不可欠な要素として、優先度高く位置づけられている。

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 2022年度事業計画及び事業方針等において、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置づけている。
 - GI基金事業（製鉄）に採択され、本事業がスタートしたことをプレスリリースやホームページにおいて広く对外公表している。また、今後、研究開発の進捗に合わせ、事業成果を広報誌やホームページ等により、逐次、对外公表する予定である。
- ステークホルダーへの説明
 - 事業の将来の見通し・リスク等を当センターのステークホルダーに対して、説明している。
 - 本事業の効果（社会的価値等）を、国民生活のメリットに重点を置いて、幅広く情報発信していくつもりである。現時点では、GI基金事業（製鉄）に採択され、本事業がスタートしたことをプレスリリースやホームページにおいて広く对外公表している。

3. イノベーション推進体制／（4）マネジメントチェック項目③ 事業推進体制の確保

機動的に経営資源を投入し、着実に社会実装まで繋げられる組織体制を整備

経営資源の投入方針

- 実施体制の柔軟性の確保
 - 事業の進捗状況や事業環境の変化を踏まえ、必要に応じて、開発体制や手法等の見直し、追加的なリソース投入等を行う準備・体制（現場への権限委譲等）がある。まずは、部門横割り組織である「カーボンニュートラル推進会議」及び「カーボンニュートラル統括部長」を設置した。
 - 社内や部門内の経営資源に拘らず、目標達成に必要であれば、躊躇なく外部リソースを活用する用意がある。
 - これまでも高炉3社とは密接な関連を維持しており、各社のニーズに応じて当センターの実施内容、実施体制について柔軟に対応していくことになる。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 鉄鋼技術に深い知見を有する人材を、環境・プロセス研究部、鉄鋼材料研究部、非鉄材料研究部及び磁性・先進技術研究部から確保している。
 - 既存の会議スペース等をフルに活用している。
 - 国費負担以外で、主として助成事業のための必要分の自己資金を投じる予定である。
 - 短期的な経営指標に左右されず、長期的に必要な資源投入を継続する所存である。

専門部署の設置等

- 専門部署の設置
 - 機動的な意思決定を可能とする組織構造・権限設定を行っている。例えば、経営者直轄の専門部署である「カーボンニュートラル推進会議」及び「カーボンニュートラル統括部長」を設置した。
 - 常に事業環境の変化に合わせて、関連する産業構造や自社のビジネスモデルを不断に検証している。
- 若手人材の育成
 - 当該産業分野を中長期的に担う若手人材の育成は非常に重要な課題であり、これまで、実施してきている各種の研究開発プロジェクトにおいて、多くの大学の研究者との共同研究を推進してきている。
 - これまでの産学官連携の実績により、多くの大学や国立研究開発法人の研究者とのネットワークを有しており、学会や各種の機会を通じて、アカデミアの若手研究者との共同研究や情報交流を推進する予定である。

4. その他

4. その他／（１）想定されるリスク要因と対処方針

リスクに対して十分な対策を講じるが、自然災害等の事態に陥った場合には事業中止も検討

研究開発（技術）におけるリスクと対応

- ハードルの高い技術課題を解決できず開発目標を達成できない場合
⇒コンソーシアムメンバー会社で連携して対処するも解決策が見いだせない場合は開発を中止する。
- 開発技術を凌駕する新技術の出現
⇒将来のCNに対して社会実装までの期間やコスト面において有効である場合は、中止も含めた検討を行う。

社会実装（経済社会）におけるリスクと対応

- 安価でクリーンな水素の入手が困難となる
⇒開発は進めるが社会実装に関しては延期する。
なおコスト評価は継続して行い、社会実装のタイミングを見極める。
- 水素、電力価格が高く、かつグリーンスチールの評価が低く鋼材生産の収益性が見込まれない
⇒商品の価値を適正に価格に反映し受け止めてもらえるよう国、お客様に働きかける。

その他（自然災害等）のリスクと対応

- 自然災害（地震、津波等）による設備破損等のリスク
⇒近年の風水害による被害や行政のハザードマップ等の最新の情報に基づいた、対策の見直しを実施する。
- COVID-19の再拡大等のパンデミックにより、開発に大幅な遅れが生じる場合
⇒全体スケジュールの再調整も含め検討する。



● 事業中止の判断基準：

- ハードルの高い技術課題を解決できず開発目標を達成できない場合
- 開発技術を凌駕する新技術が出現し、将来のCNに対して社会実装までの期間やコスト面において有効である場合
- 水素、電力、バイオマスの価格が高く、かつグリーンスチールの評価が低く鋼材生産の収益性が見込まれず事業継続できなくなった場合
- 大規模震災等の自然災害により、事業の継続が困難となった場合