

事業戦略ビジョン

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

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を活用した低炭素技術等の開発

実施者名：JFEスチール株式会社、代表名：代表取締役社長 北野嘉久

(コンソーシアム内実施者：日本製鉄株式会社（幹事企業）、
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)

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

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

日本製鉄 (幹事会社)

日本製鉄が実施する研究開発の内容

- ① S-COURSE50操業技術開発
- ③ 要素技術開発
 - 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
- ④ 全体プロセス評価

JFEスチール

JFEが実施する研究開発の内容

- 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
 - 高炉一貫プロセスにおける冷鉄源活用技術
- ④ 全体プロセス評価

神戸製鋼所

神戸製鋼が実施する研究開発の内容

- ③ 要素技術開発
 - 羽口内燃焼の適正化
 - バイオマス活用技術
- ④ 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

- ④ 全体プロセス評価

(提案プロジェクトの目的：製鉄プロセスからCO₂排出50%以上削減を実現する技術の実現)

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

メーカーおよび消費者等の変化によりグリーン鋼材※市場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）

- 近年頻発する異常気象等を背景に、国内外で気候変動への危機感が高まり、地球環境問題はグローバルリスクとしての位置づけが極めて大きなものとなっている。

（経済面）

- CN目標を実現するためのエネルギー投資が拡大し、日本の実質GDP水準は今後30年にわたり1.2%ほど押し上げられる。
- CO2削減のための限界費用が増加し、企業の関連投資の拡大を阻害する可能性がある。

（政策面）

- 主要各国は、2050年カーボンニュートラルを宣言し、成長機会としての脱炭素化に向けて大規模な経済対策を実施。

（技術面）

- 水素、アンモニア等への燃料転換に向けての開発加速
- 発生CO2のリサイクル、固体化技術の進展

● 市場機会：

グリーン鋼材需要の高まりによる新たな高付加価値鉄鋼製品マーケットへの参入

● 社会・顧客・国民等に与えるインパクト：

材料調達を含むサプライチェーン全体と製造工程でのCO2削減に寄与。片寄せ法などのさまざまな手法がされている

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

グリーン社会への転換

LCA的観点でCO2排出しない・させない消費が当たり前の時代



（出典）令和2年8月消費者庁：エシカル消費に関する意識調査など
メルセデスベンツは2039年にCNなサプライヤーチェーンと達成すると言及

社会の要求

脱炭素エネルギー
脱炭素化素材
へのニーズの高まり

構造物として鉄を
代替するものはない
グリーン鋼材

● 当該変化に対する経営ビジョン：

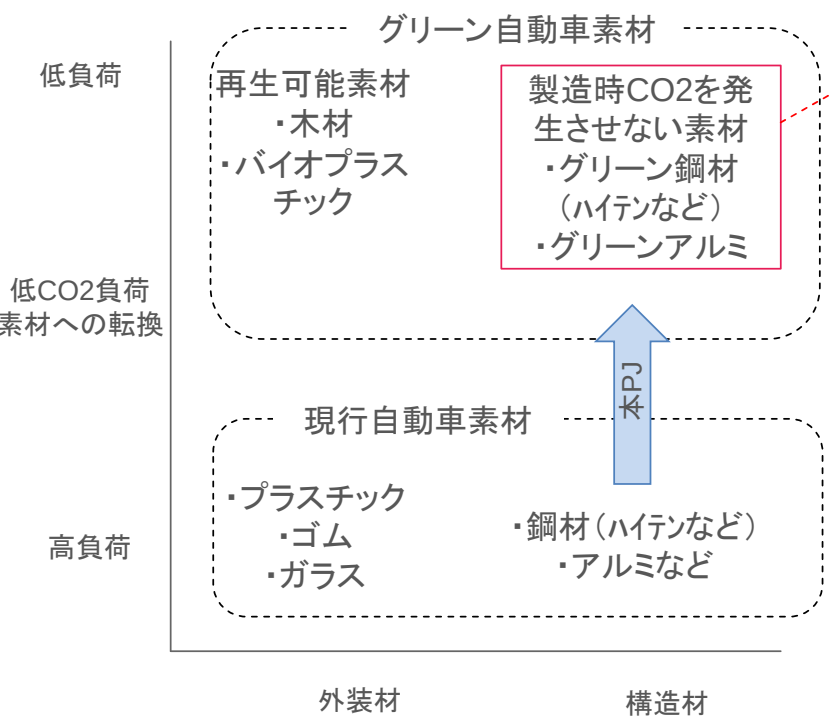
- 気候変動問題は事業継続の観点から極めて重要な経営課題と捉え、
 - ✓ 気候変動問題の解決に向け、新技術の研究開発を加速し、超革新的技術に挑戦
 - ✓ 持続可能な社会の実現に貢献する事業機会の拡大を推進し、社会全体のCO2削減に貢献することで企業価値の向上を図る

※現在、グリーン鋼材とは様々な意味で用いられるがここでは低炭素もしくはCN鋼材の総称として用いる。

1. 事業戦略・事業計画／（2）市場のセグメント・ターゲット

産業用素材のうちグリーン鋼材製造をターゲットとして想定

セグメント分析（自動車におけるグリーン材料調達を例示）



ターゲットの概要

2050年の鉄鋼生産量は27億トン/年となると予想されているがスクラップですべてをすべての需要を賄うことができず14億トン/年の還元鉄を生産する必要がある。2050年のカーボンニュートラルを宣言する国が多い中、この大量の還元鉄にかかわる技術開発が必要

需要家の要求

- ・ 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するメーカーが出現
 - ・ 日本国内においても、排出削減目標を提示する動きがある
- | 需要家 | 主なプレーヤー | 消費量（現在） | 課題 |
|-----|--------------|--|--|
| 自動車 | メルセデス
ベンツ | 自動車鋼材市場
国内 800万t/年
欧州 1600万t/年
※自動車1台当たり0.8t
の鋼材を使用と仮定 | ・メルセデスベンツはサプライチェーンにかかわる75%の企業と2039年までにカーボンニュートラルな製品を提供する契約を交わした |
| 自動者 | トヨタ | | ・ 直接取引する世界の主要部品メーカーに対し、2021年の二酸化炭素（CO2）排出量を前年比3%減らすよう求めた。
・ 2050年にカーボンニュートラル達成を宣言 |

サプライヤーの対応

- ・ SSABは2021年 7月グリーン鋼材を製造したと発表。再エネ由来の水素を用いて還元するプラントにおいてグリーン鋼材を生産。試験プラントで生産された鋼材を、ボルボ社やメルセデスベンツ社などの自動車メーカー等に供給開始。
- ・ 神戸製鋼所は「マスバランス方式」により特定の鋼材に割り当てることで低CO2高炉鋼材（Kobenable Steel）を実現。

1. 事業戦略・事業計画／（3）提供価値・ビジネスモデル

カーボンリサイクル技術を用いてグリーンな鋼材を提供する事業を創出/拡大

社会・顧客に対する提供価値

※エシカル消費とは環境や人権に対して十分配慮された商品やサービスを選択・購入すること

- ◎エシカル消費※にかかわる消費者意識向上
 - ・自然災害や環境破壊・資源の枯渇等の問題はすべての人が可能な範囲で行動するべき ⇒57.1%
 - ・エシカル商品の提供が企業イメージ向上につながる ⇒79.6%
 - ・エシカル商品・サービスの購入時の価格アップを容認 ⇒69.0%
(令和2年8月消費者庁：エシカル消費に関する意識調査より)
- ◎環境配慮型商品による新しい価値を創造
鉄鋼分野においても、グリーン鋼材に付加価値を含めた価格設定が行われる動きがある

価格が高くても、環境配慮型商品を購入することで、世界が抱えている問題を解決に導く一端を担っていることを実感できる

顧客満足度の向上

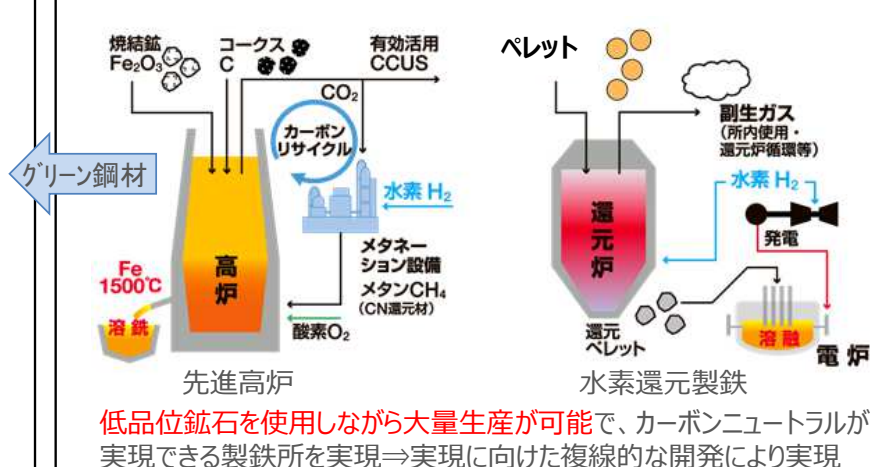
ビジネスモデルの概要（製品、サービス、価値提供・収益化の方法）と研究開発計画の関係性

自動車メーカー



アジアの大消費地への供給を担うためには大量の高品質鋼材が必要
⇒鋼材供給能力重要なファクター

鉄鋼メーカー（グリーン鋼材製造プロセス）



ヨーロッパ製鉄各社とのビジネスモデル差異

- ・ヨーロッパ各製鉄会社（例SSAB, アルセロールミタル、ティッセンなど）が天然ガスベースのシャフト炉還元をベースに水素還元へ変換していくことを指向している。
- ・日本国は①低品位豪州鉱石を主な原料としている、②天然ガス、水素を輸入に頼ることとなるなどの理由から、価格競争力のある先進高炉開発なども推進
- ・低品位鉱石の利用が可能になれば、国内各メーカーの鋼材価格競争力を強化することができ、幅広いユーザに対して、大量の良質鋼材供給が可能になる。

原料・還元材サプライヤー

日本において主な鉱石供給国は豪州である。豪州鉱石は原料中に含まれる不純物（スラグ分）が多い反面、大量・安価に入手が可能である。



1. 事業戦略・事業計画／（4）経営資源・ポジショニング

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。

1. 事業戦略・事業計画／（5）事業計画の全体像

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

1. 事業戦略・事業計画／（6）研究開発・設備投資・マーケティング計画

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

1. 事業戦略・事業計画／（7）資金計画

コンソーシアム共通

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

「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」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	
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 ₂ を活用した低炭素化技術等の開発		事業開始時のTRL: 4*	製鉄プロセスからCO ₂ 排出50%以上削減を実現する技術を実証
研究開発内容	KPI		KPI設定の考え方
① SG-1 S-COURSE50 操業技術開発	・アウトプット目標に寄与するCO ₂ 削減		・還元材の水素系ガスへの代替によるC消費量削減 ・送風顕熱増加による熱補償
② SG-2 カーボンリサイクル 高炉操業技術開発	・アウトプット目標に寄与するCO ₂ 削減		・高炉ガスのカーボンリサイクルによるCO ₂ 排出削減 ・酸素高炉化によるカーボンリサイクル率アップ
③ SG-3 要素技術開発 ・ 羽口内燃焼適正化 ・ CO ₂ 分離回収技術 ・ バイオマス活用技術 ・ 廃プラ利用拡大技術 等	・材料耐熱温度以下の羽口表面温度 ・分離回収コストのさらなる低減 ・廃棄物系炭化物・木質系炭化物によるPC置換 ・脱塩素化・プラ処理量増		・羽口内の安定燃焼の継続 ・分離回収エネルギー低減によるランニングコスト削減 ・製鉄用炭材として必要な発熱量確保/微粉炭代替として必要な置換率確保 ・減容化/異物処理や脱塩素によるプラ処理量拡大 ※SG3の技術組合せでCO ₂ 削減目標を補完
④ SG-4 全体プロセス評価・検討	・製鉄所全体の物質・エネルギー収支モデルによりCO ₂ 削減50%以上の効果进行评估		・1-①とも一貫し、同一基準でCO ₂ 削減技術进行评估 ※SG1-3の組合せでCO ₂ 削減50%以上の技術を実証

*: 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
1 SG-1 S-COURSE50 操業技術開発	・CO ₂ 削減	・還元材の水素系ガスへの代替 ・送風顕熱増加による熱補償
2 SG-2 カーボンリサイクル 高炉操業技術開発	・CO ₂ 削減	・高炉ガスのCリサイクルによるCO ₂ 排出削減 ・酸素高炉化によるCリサイクル率アップ
3 SG-3 要素技術開発 ・羽口内燃焼適正化 ・CO ₂ 分離回収技術 ・バイオマス活用技術 ・廃プラ利用拡大技術	・羽口表面温度 ・分離回収コスト ・PC置換 ・脱塩素化率・廃プラ処理量	・材料、構造の適正化 ・ベンチ試験による液組成や運転条件最適化 独自のCO ₂ 吸収・放散促進触媒活用 ・廃棄物の選定およびアッシュ分離技術の確立 高炉羽口吹き込み技術の確立 ・効率的な処理プロセス（昇温/混錬方法/異物混入 対策等）とスケールアップの検討
4 SG-4 全体プロセス評価・検討	・各技術のエネルギー収支, CO ₂ 削減評価	・モデルー貫製鉄所物質・エネルギー収支モデルの構築

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

研究開発内容	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度(◎/○/△/×)
1 SG-1 S-COURSE50 操業技術開発	1)S-COURSE50要素技術 ・ 数学モデルによる基本原理検証 ・ 水素等昇温設備の開発 ・ レースウェイ内燃焼解析 2)小型試験高炉での検証試験	◎ 計画通り進捗
2 SG-2 カーボンリサイクル (CR) 高炉操業 技術開発	1)CR高炉要素技術 ・ 反応・伝熱挙動評価および操業設計 ・ CR高炉羽口の技術開発 2) 高炉での部分評価試験 3) CR小型試験高炉でのプロセス原理検証試験	◎ 計画通り進捗

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

研究開発内容	これまでの（前回からの）開発進捗	進捗度(◎/○/△/×)
3 SG-3 要素技術開発	1)羽口内燃焼適正化	○ 計画通り進捗
	2)CO2分離回収技術 ・高性能吸収液の開発 ・実ガス試験による技術検証、 安定操業技術開発	○ 計画通り進捗
	3)バイオマス活用技術 ・バイオマス炭材の活用技術 開発 ・廃棄物系炭化物の活用 技術開発	○ 計画通り進捗
	4)廃プラの利用拡大技術	○ 計画通り進捗
4 SG-4 全体プロセス 評価・検討	・プロセス総合評価	○ 計画通り進捗

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

研究開発内容	残された技術課題	解決の見通し
1 SG-1 S-COURSE50 操業技術開発	・ 数学モデルによる基本原理検証 ・ 水素等昇温設備の開発 ・ レースウェイ内燃焼解析 ・ 小型試験高炉による検証試験	計画通り実施予定
2 SG-2 カーボンリサイクル (CR) 高炉操業 技術開発	・ 反応・伝熱挙動評価および操業設計 ・ CR高炉羽口の技術開発 ・ 高炉での部分評価試験 ・ CR小型試験高炉でのプロセス原理検証試験	計画通り実施予定
3 SG-3 要素技術開発	・ 羽口内燃焼適正化 ・ CO₂分離回収 ・ バイオマス活用 ・ 廃プラ利用拡大	計画通り実施予定
4 SG-4 全体プロセス 評価・検討	・ プロセス総合評価	計画通り実施予定
	・ 高炉数学モデルの解析結果と小型試験高炉の操業結果の知見の蓄積による、高炉プロセスの操作方法の見通し取得 ・ 水素等昇温設備の基本仕様を決定 ・ 総括燃焼反応モデル開発および羽口の基本構造の提示 ・ 加熱した水素系ガスを小型試験高炉に吹込む操業試験の継続実施により、KPI達成する実機適合化技術の見通し獲得	
	・ CR高炉炉内反応模擬炉等の設計製作とそれらの試験評価によるCR高炉の適正操業諸元の設計 ・ CR高炉羽口先燃焼模擬炉の製作と評価試験 ・ 高炉での部分評価試験の実施 ・ CR小型試験高炉の設計・建設と操業試験による適正操業条件の決定	
	・ S-COURSE50 およびカーボンリサイクル高炉での適正羽口燃焼条件の明確化 ・ 分離回収エネルギー削減を達成し得る混合溶媒系吸収液の開発 ・ 開発した新規混合溶媒系吸収液の実用化に向けた実機イメージの明示 ・ バイオマス粉の搬送性・燃焼性の評価と所定のPC置換率 ・ 炭化候補廃棄物の活用ポテンシャル評価、アッシュ分離性評価と製鉄プロセス適用方法の提案 ・ 減容化処理と異物処理や脱塩素による廃プラ処理量の拡大	
	・ シミュレータへの各検討技術内容の取り込みと、モデルの精度向上 ・ 信頼度の高いCO₂排出削減量の導出手法の構築	計画通り実施予定

(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（500m³級以上）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、カーボンサイクル高炉:150m³規模）での検証試験
- ② 中規模試験高炉（500m³級以上）での実証実験

※太字: 幹事企業

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

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

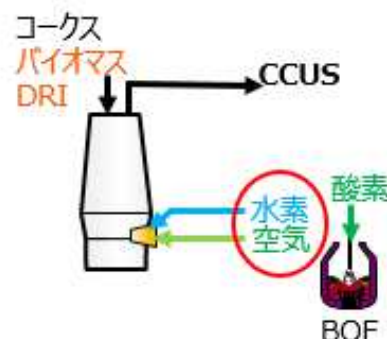
*インセンティブ額を含む。今後ステージゲートで事業進捗などに応じて変更の可能性あり

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

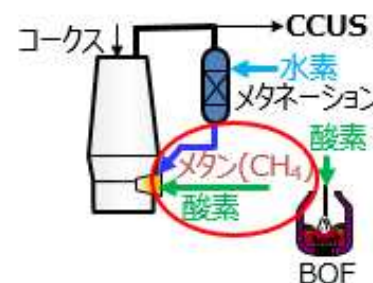


技術①（水素直接吹き込み）



技術②（水素間接吹き込み）

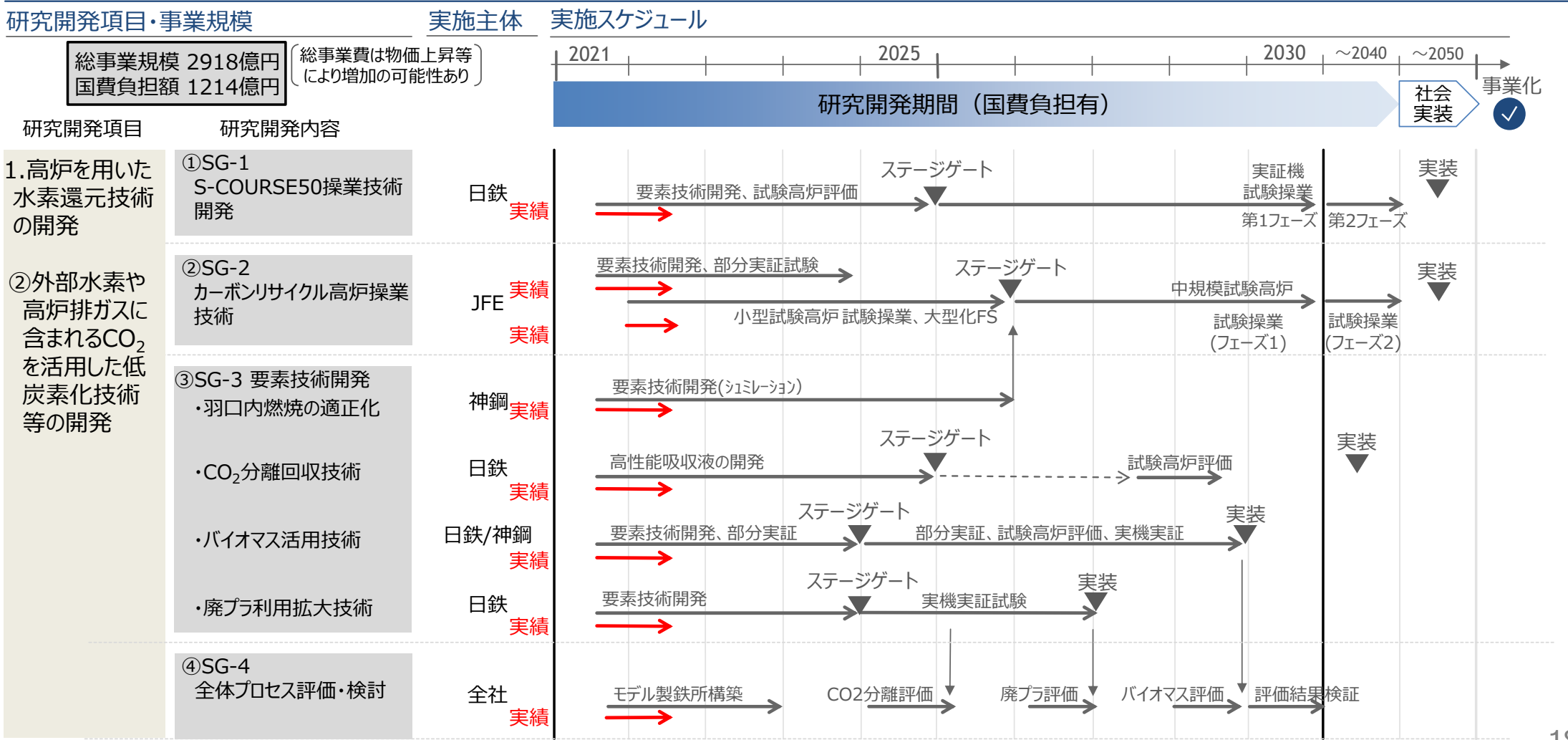
※メタネーション



出典：「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトの研究開発・社会実装の方向性（2021年8月 経済産業省製造産業局）を基にNEDO作成

2. 研究開発計画／（3）実施スケジュール

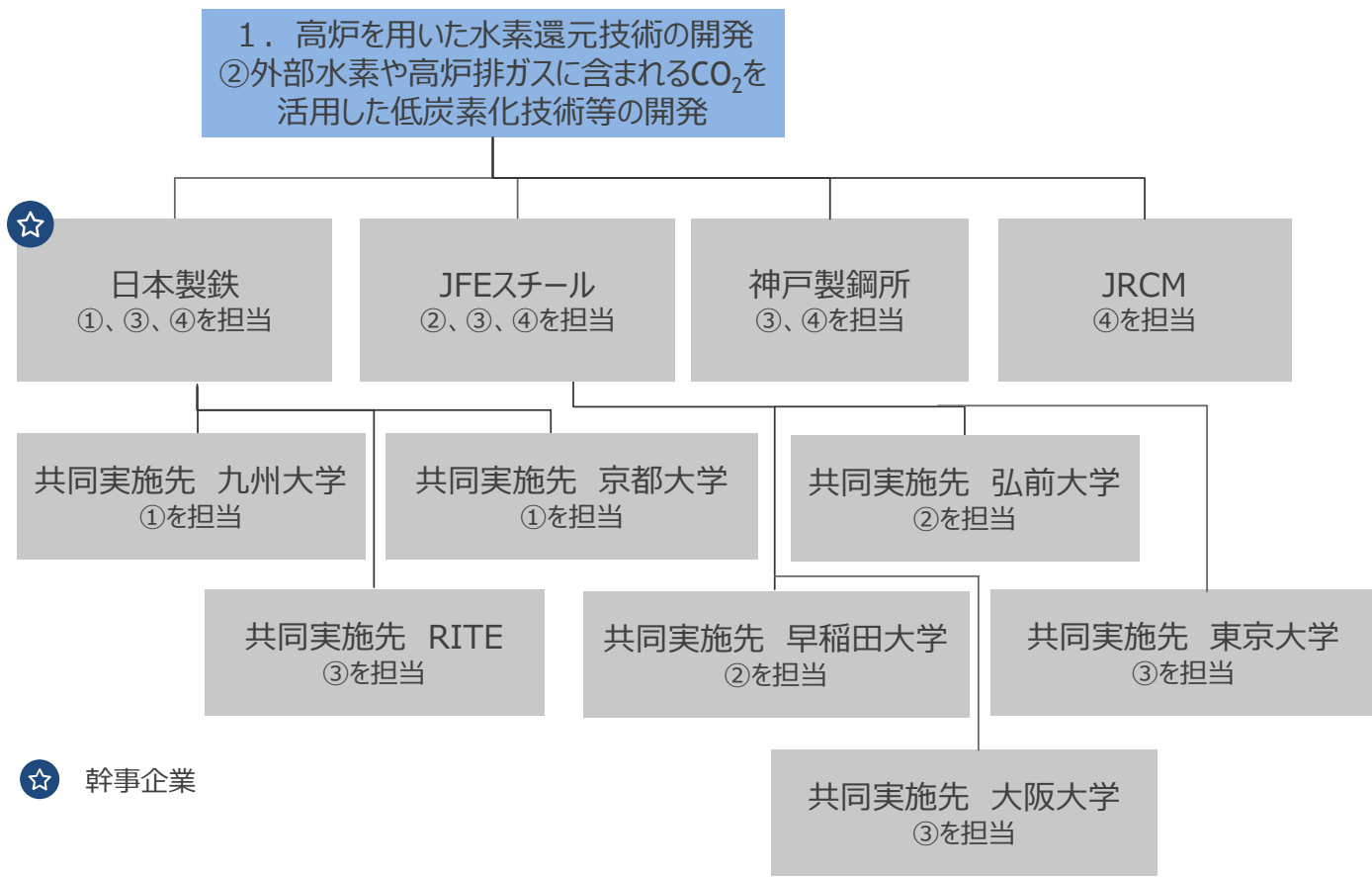
研究開発項目：1-②外部水素や高炉排ガスに含まれるCO₂を活用した低炭素化技術等の開発



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、①S-COURSE50操業技術開発と③要素技術開発、④全体プロセス評価・検討を担当する
- JFEスチールは、②カーボンリサイクル高炉操業技術開発と③要素技術開発、④全体プロセス評価・検討を担当する
- 神戸製鋼所は、③要素技術開発、④全体プロセス評価・検討を担当する
- JRCMは、④全体プロセス評価・検討を担当する
- 九州大学は、①S-COURSE50操業技術開発を担当する
- 京都大学は、①S-COURSE50操業技術開発を担当する
- RITEは、③要素技術開発を担当する
- 早稲田大学は、②カーボンリサイクル高炉操業技術開発を担当する
- 弘前大学は、②カーボンリサイクル高炉操業技術開発を担当する
- 東京大学は、③要素技術開発を担当する
- 大阪大学は、③要素技術開発を担当する

研究開発における連携方法

- 定例打合せの実施
- 製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト4テーマで定期的な連携会議を実施し、製鉄業における一貫した整理と総合評価を実施

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
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 ₂ を活用した低炭素化技術等の開発	① SG-1 S-COURSE50操業技術開発	- 高炉シミュレーションモデル - 高温水素ガスの吹込み技術	優位性 - 高炉内現象を高精度で評価しうる高炉総合プロセスモデルを保有。 - 試験高炉を所有し、開発技術の検証が可能。 - 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 - 鉄鋼プロセスにおいて世界最高のエネルギー効率
	② SG-2 カーボンリサイクル高炉操業技術開発	- 酸素高炉の操業技術 - 高炉への都市ガス吹込み技術	
	③ SG-3 要素技術開発 - 羽口燃焼適正化 - 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PCI操業技術 - 混合溶媒系吸収液開発技術 CO₂吸収・放散促進触媒技術 - 高炉PCI操業技術 - 既存廃プラ処理設備	
	④ SG-4 全体プロセス評価・検討	製鉄所物質・エネルギー収支データおよびモデル	

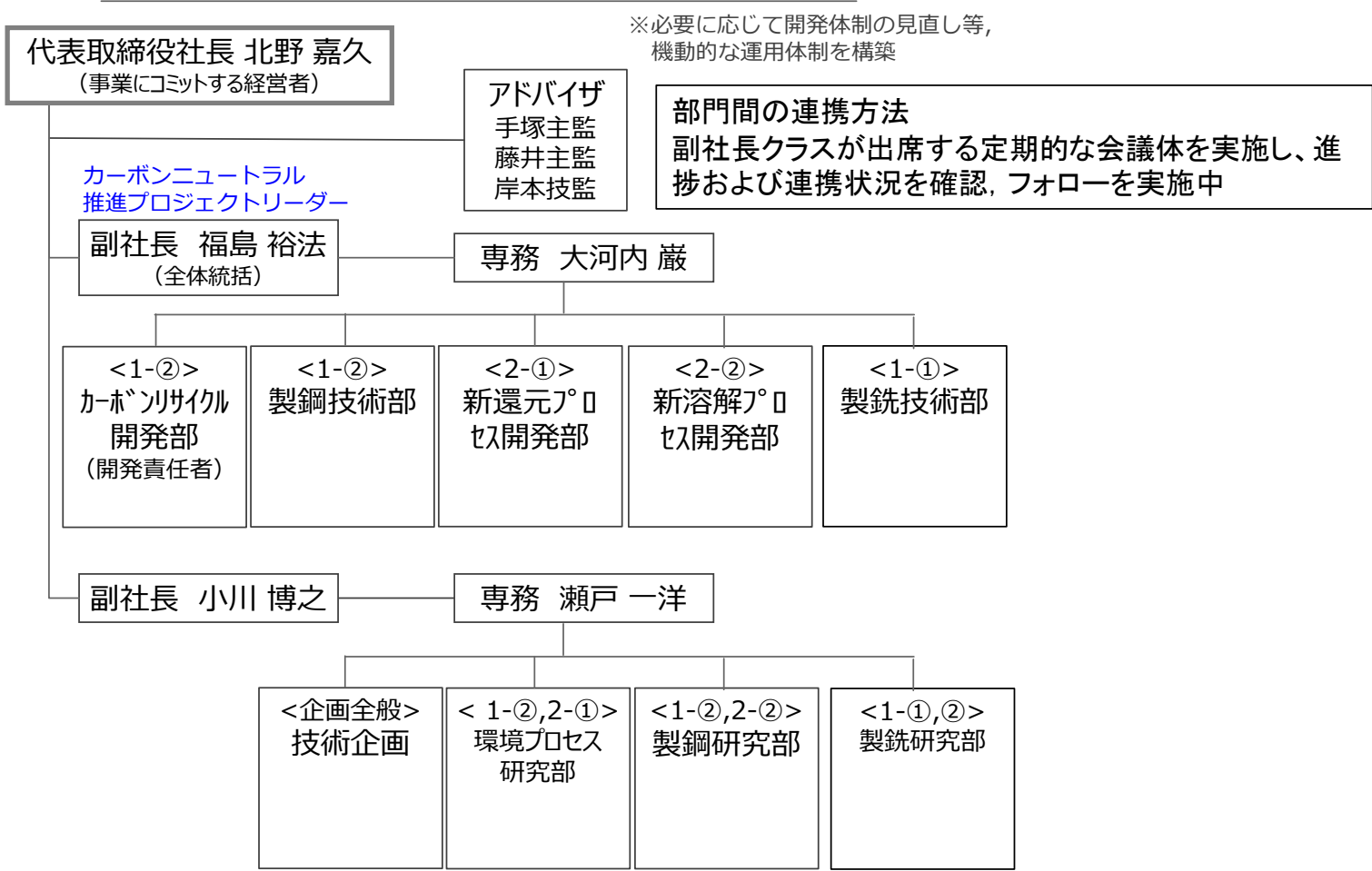
3. イノベーション推進体制

(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、専門部署に複数チームを設置

組織内体制図（構想図）



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「カーボンニュートラルの実現に向けた取り組み」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
異常気象の顕在化など、地球規模での気候変動問題への対応は事業継続の観点から極めて重要な経営課題であると認識し、中期経営計画の最重要課題に掲げるとともに、2050年カーボンニュートラルの実現を目指すことを「JFEグループ環境経営ビジョン2050」として、社内外の幅広いステークホルダーに経営者自ら公表（2021年5月25日公表）
 - ✓ 新技術の研究開発を加速し、超革新的技術に挑戦
 - ✓ 事業リスクへの対応だけでなく、持続可能な社会の実現に貢献する事業機会の拡大を推進し、社会全体のCO2削減に貢献することで企業価値の向上を図る
 - ✓ TCFDの理念を経営戦略の策定に反映し、体系的に推進
- 事業のモニタリング・管理
 - 経営層主導による事業推進の仕組み
経営会議メンバーで構成されるカーボンニュートラル推進会議（計画:2回/年）を21年度は5回開催し、カーボンニュートラルに係る各組織・プロジェクトの重要課題を一元的に審議し、方針決定を行った。
社内外の幅広い意見の反映（プレスリリース）
経済産業省が公表した「GXリーグ基本構想」に賛同し、賛同企業とともに市場創造やルールメイキング、新たな炭素削減価値創出に対する意見を反映する体制を整備

- KPIの設定
 - ✓ 「2024年度末のCO2排出量を2013年度比で18%以上削減」する目標を確実に達成するための新指標を活用したCO2削減投資計画の策定
 - ✓ 上記削減目標における省エネ・技術開発による削減分のうち35%を2021年度中に達成
 - ✓ 2050年カーボンニュートラルを目的としたカーボンリサイクル高炉を主軸とする技術開発の推進体制の構築

経営者等の評価・報酬への反映

- 役員報酬の基本方針及び構成
 - 社グループの持続的な成長に向けた健全なインセンティブとなるよう、各取締役および執行役員の役割、責務等に応じて基本報酬と業績に連動する報酬（年次賞与、株式報酬）の割合を適切に設定
 - 7次中期経営計画において、非財務指標を経営目標として様々な指標に適用することについて言及しているが、役員報酬についても企業価値向上に資する最適な報酬体系となるよう検討中。

事業の継続性確保の取組

- 本事業の推進にあたり、代表取締役社長以下、代表取締役5名全員が参画するカーボンニュートラル推進会議において、コンセンサス方式で事業戦略の意思決定することで、継続性を担保。

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「カーボンニュートラルの実現に向けた取り組み」を位置づけ、広く情報発信

社内経営戦略としての位置付け

- カーボンニュートラルに向けた全社戦略
 - 中期経営計画にてカーボンニュートラル達成に向けた基本方針を策定
 - <エコプロセス：鉄鋼製造プロセスの更なるエネルギー効率向上>
カーボンリサイクル高炉、直接水素還元、電炉による高級鋼材製造等のカーボンニュートラル技術確立
 - <エコプロダクト：高機能鋼材の供給>（21年度決算 インベスターズMTG資料より、参考-2）
電磁鋼板、洋上風力向け大単重厚板の製造能力増強を採択
 - <エコソリューション：省エネ技術・設備の普及>
エネルギー最適化技術等のソリューションビジネスを展開
 - 事業戦略・事業計画の決議・変更
 - 経営課題としての長期的な事業戦略ビジョン策定およびコミットメント
JFEスチール経営会議および取締役会にて、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた長期ビジョンとしての研究開発計画を審議・決定。加えて、JFEホールディングスのグループ経営戦略会議でも審議し、取締役会で決議。
 - 定期的フォロー、見直しの機会（21年度3Q決算 インベスターズMTG資料より）
- 3.(2)項に記載のグリーンイノベーション/NEDO基金フォロー会議にて開発状況をフォローするとともに、カーボンニュートラルに係る重要課題に対する方針、実行の意思決定を実施。また、本活動成果を踏まえ、2030年度のCO2削減目標を30%に引き上げることを決定し、2022年2月8日に公表。
- 社内周知
 - 社内報等の媒体を通じて全社員への事業計画を周知（21年度実績9件）。関連部署は上記会議体へ参画し、事業計画に基づき計画を推進。
- 決議事項と研究開発計画の関係
 - 事業戦略・事業計画の一部として研究開発計画を定義し最優先課題として位置付け

ステークホルダーに対する公表・説明

- 情報開示の方法
 - 2019年5月、TCFD提言への賛同を表明し、TCFDの理念を経営戦略に反映し、TCFD提言に沿った情報開示を実施。
 - 統合報告書、CSR報告書において、TCFD等のフレームワークを活用し、事業戦略・事業計画の内容を明示的に位置付け。
 - TCFDが提言している「シナリオ分析」を用いて気候変動問題に対する課題を特定するとともに、持続的な成長に向けた戦略として、7次中期経営計画において、JFEグループ環境経営ビジョン2050を策定し、2050年カーボンニュートラルに向けたプロセス開発のロードマップを公表。（2021年5月）
- ステークホルダーへの説明（21年度決算 インベスターズMTG資料より）
 - 上記の情報開示に加え、マスコミインタビューやニュースリリース、投資家向け説明会、株式投資家・債権投資家・金融機関との個別面談、株主通信等を通じて、ステークホルダーへ具体的な取り組みと事業の将来見通しやリスクを積極的に説明。
 - 決算発表にて、カーボンニュートラルの実現に向けた取り組みや進捗を積極的に公表。（21年11月5日、22年2月8日）
2021年度決算発表においては、当社カーボンニュートラルロードマップの具体的な技術開発内容や導入時期を示し、ステークホルダーへ説明。
 - 当社HP上のニュースリリースにおいて、エコプロセス、エコプロダクト等、気候変動問題解決に資するトピックスを発信。（21年度実績:18件）

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
 - 事業推進における柔軟性確保
提案にかかる事業は、実施技術・経済・社会等の面において不確実性が高い内容である。したがって、様々な超革新的技術開発には複線的にアプローチし、必要に応じ、体制や手法の見直しを実施。
また、責任者、チームリーダーへの権限移譲を行い、追加リソース投入等機動的な運用体制を構築する。
 - 外部リソースの活用
2050年にカーボンニュートラルを実現する新技術の早期確立は個社単独では困難である。したがって、他業界や研究機関等の連携も視野に入れ積極的に外部リソースを活用し開発を推進。
- 人材・設備・資金の投入方針
 - 人的資源
本事業は、超革新的な技術開発への挑戦と位置付けており、2021年10月にカーボンニュートラル推進プロジェクト体制を構築。社会実装までを視野に入れた事業であり、開発の進捗に応じて、適宜、必要な人材を投入。
 - 既存設備活用
研究・実証に必要なインフラ整備期間の短縮、費用の圧縮を図るため、可能な範囲で既存設備を活用し、新技術の早期確立を目指す。
 - 資金投入方針（21年度決算 インベスターズMTG資料より）
21年度は約40%*の投資を採択。22年度投資計画では、24年度CO2削減目標達成に向け、約60億円のGX投資を前倒し（対中期）で計画。
資金調達面においても日本製造業初のトランジションボンドの発行**を決定。

*JFEグループ全体、 **JFEホールディングス株式会社

専門部署の設置

- 専門部署の設置
 - 2021年7月付けでカーボンリサイクル高炉およびCCUメタノール合成の要素技術開発等の推進を目的として「カーボンリサイクル開発部」を設置
また、直接還元法に適した原料の開発およびCO2削減に資する外部鉄源の確保の推進を目的として、原料部に「グリーン原料室」を設置。
 - 2021年10月付けで直接還元鉄を活用した電気炉プロセス技術開発やスクラップ等の鉄源を溶解する新プロセスの研究開発の加速を図るべく「新溶解プロセス開発部」を設置。
 - 2022年1月付けで直接水素還元技術の研究開発の加速を図るべく「新還元プロセス開発部」を新設。
 - 経営会議メンバーで構成されるカーボンニュートラル推進会議を設置し、カーボンニュートラルに係る各組織・プロジェクトの重要課題を一元的に審議・決定し、迅速かつ効率的に推進する体制を構築。（2021年10月）
- 若手人材の育成
 - 育成機会の創出
専門グループには若手人材を多く配置するとともに、関連する海外研究機関との交流を行い、中長期を見据えた育成機会を提供。
 - 社外組織との連携
革新プロセスの開発にあたり設備仕様、スケールアップ、操業諸元の設計には、専門性の高いシミュレーション解析による検討が必要である。関連する学会、研究会のみならず、他分野とも連携し、当該解析技術を有する大学、研究機関の若手研究者と共同研究を推進。

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