



# Environmental Vision 2050

JFEスチール  
カーボンニュートラル戦略説明会  
2022年9月1日

JFE スチール 株式会社

# CONTENTS

## 1 カーボンニュートラル計画

- ・日本鉄鋼業カーボンニュートラル計画(経産省) 04
- ・JFEスチール プロセス転換概要 05
- ・JFEスチール 2050年 カーボンニュートラルビジョン 06

## 2 カーボンニュートラルに向けた行動計画

- ・カーボンニュートラルに向けた行動計画 08

## 3 2030年 CO<sub>2</sub>削減▽30%に向けた取り組み

- ・2030年 低炭素鉄鋼プロセスへのトランジション 10
- ・転炉でのスクラップ利用拡大 11
- ・電気炉でのスクラップ利用拡大 12
- ・還元鉄確保に向けた事業化検討 14

## 4 イノベーションのための超革新技术開発

- ・製鉄プロセスにおけるCO<sub>2</sub>削減技術開発の課題 16
- ・グリーンイノベーション基金事業の開発内容 18
- ・GI基金事業 全体スケジュール 19
- ・GI基金事業 CR高炉によるCO<sub>2</sub>削減技術開発 20
- ・GI基金事業 直接水素還元技術開発 21
- ・GI基金事業 高効率・大型電気炉技術開発 22

## 5 CO<sub>2</sub>有効利用に向けた取り組み

- ・CCUS・グリーンインフラへの取り組み 24
- ・カーボンニュートラルポートへの取り組み 25
- ・CO<sub>2</sub>有効利用技術 (CO<sub>2</sub>を用いたメタノール合成) 26
- ・CO<sub>2</sub>有効利用技術 (製鋼スラグのCO<sub>2</sub>固定技術) 27

## 6 カーボンニュートラル実現に向けた社会との連携

- ・グリーン鋼材の需要形成に向けて 29
- ・カーボンニュートラルに向けた社会との連携 30
- ・カーボンニュートラル推進プロジェクトチーム拡充 31

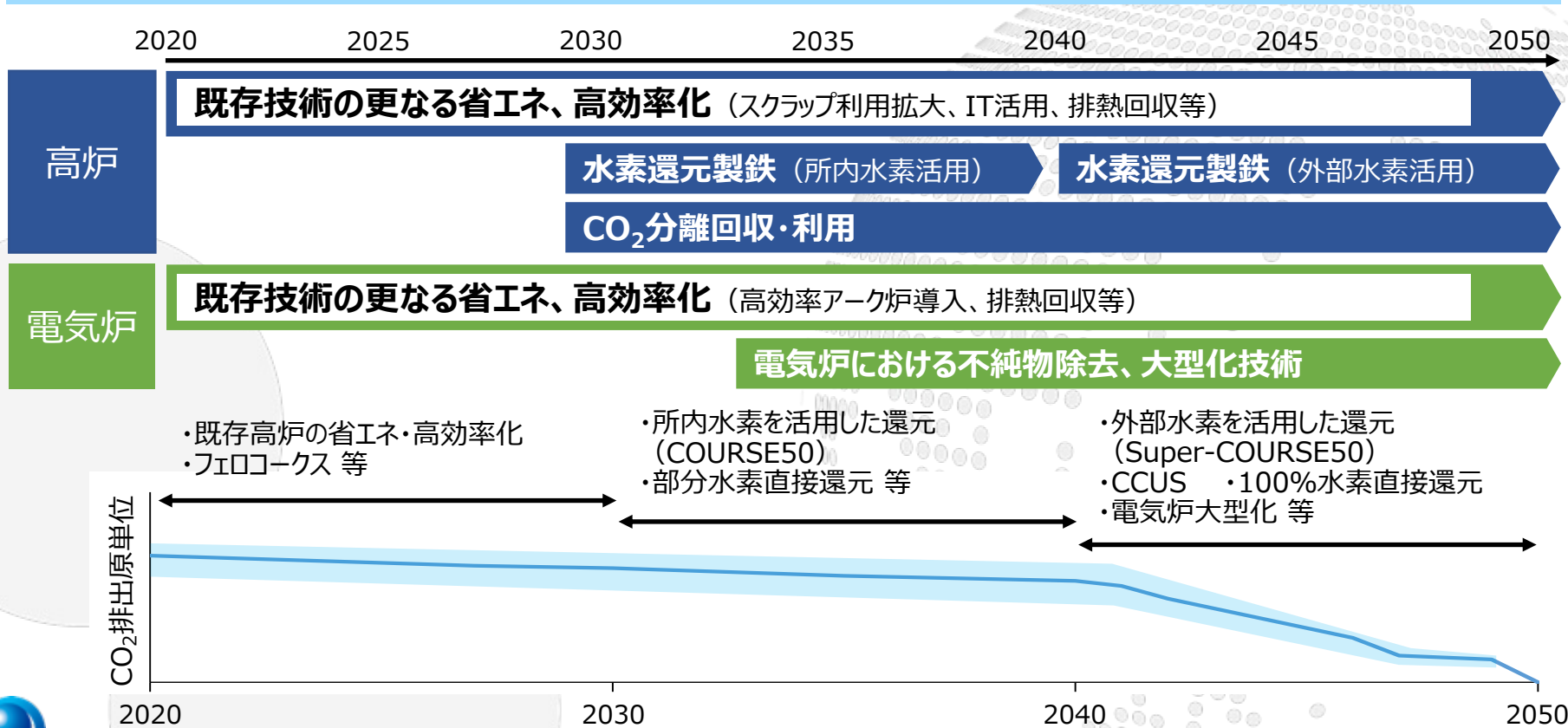
# 01 カーボンニュートラル 計画

- ・日本鉄鋼業カーボンニュートラル計画(経産省)
- ・JFEスチール プロセス転換概要
- ・JFEスチール 2050年 カーボンニュートラルビジョン

# 日本鉄鋼業カーボンニュートラル計画(経産省)



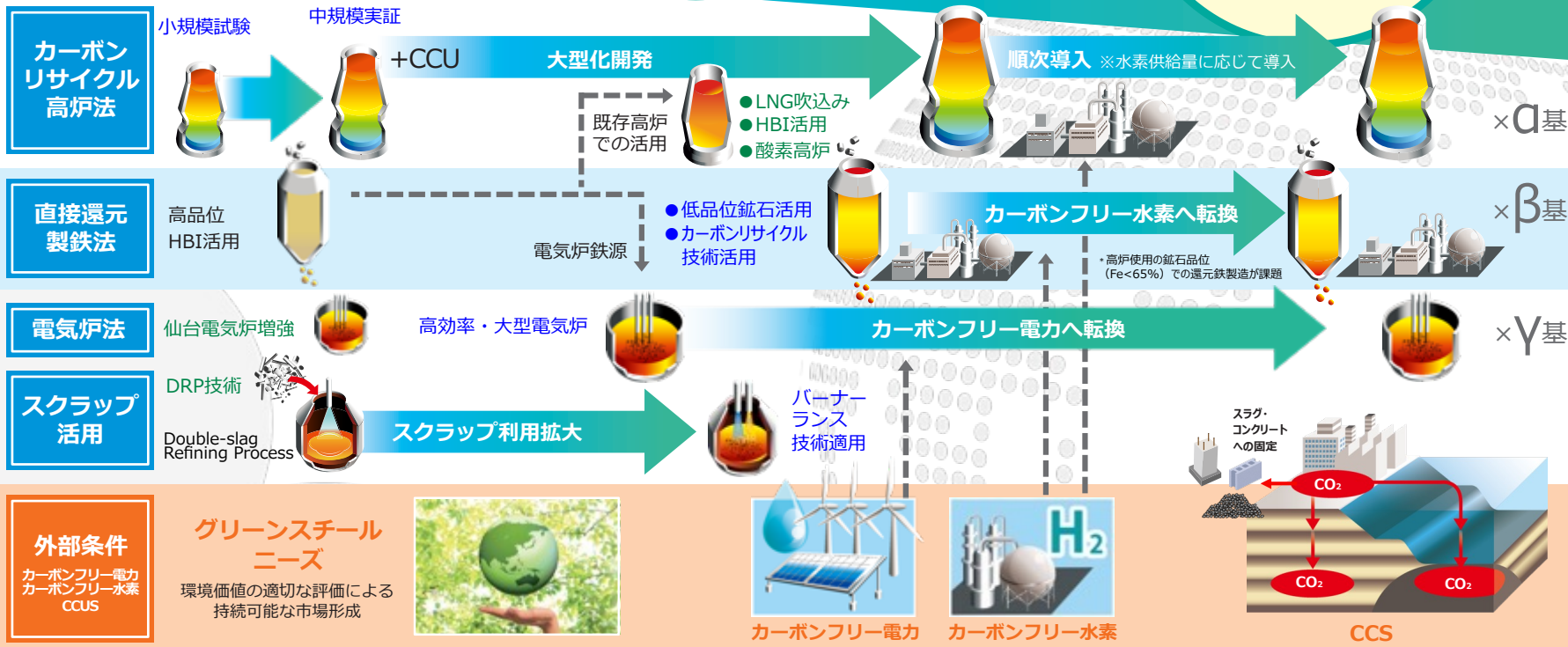
- ▶ 日本鉄鋼業全体で、2050年のカーボンニュートラルを実現する様々な超革新技術開発に複線的にアプローチ
- ▶ 過渡期は、従来技術(省エネ・高効率他)や電気炉プロセス等によるスクラップ利用を拡大
- ▶ 2040年以降に超革新技術を実装化し、CO<sub>2</sub>排出原単位の大幅な低減を見込む



出典：「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（経済産業省、21年10月）

([https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/transition/transition\\_finance\\_technology\\_roadmap\\_iron\\_and\\_steel\\_jpn.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/transition/transition_finance_technology_roadmap_iron_and_steel_jpn.pdf)) を加工して作成

# JFEスチール プロセス転換概要



GI基金事業等を活用した複線的な技術開発を推進し、実証された技術を順次導入  
最適なプロセス構成で製鉄所に展開、カーボンニュートラル実現を目指す



# 02 カーボンニュートラルに 向けた行動計画

・カーボンニュートラルに向けた行動計画



- ▶ 当社は、2030年までをトランジション期と考え、低炭素鉄鋼プロセスへの転換を推進
- ▶ 以降、2050年までをイノベーション期と定義し、超革新技术の確立・実装により、カーボンニュートラルの達成を目指す

## トランジション期

- 設備投資により低炭素技術の適用を拡大し、2030年CO<sub>2</sub>削減目標▽30%以上の達成に向けたCO<sub>2</sub>削減計画を確実に実行
  - イノベーション期への移行準備として複線的な超革新技术の研究開発の加速
  - 環境価値の適切な評価による再生産可能なグリーン鋼材の市場創出  
→ 初期需要形成
- ※ 政策面での需要喚起が必要

## イノベーション期

- 超革新技术の早期確立・実装
  - 地域社会やコンビナート各社と一体となった、カーボンニュートラル社会の構築
  - 環境価値の適切な評価による持続可能なグリーン鋼材の市場拡大  
→ 好循環を生む需要形成
- ※ 国内鉄鋼業の競争力維持に必要なカーボンフリー水素・電力の安価・安定・大量供給が前提

✓ グリーン鋼材市場創出には環境価値に対する供給側・需要側双方の行動変容が必要



# 03 2030年 CO<sub>2</sub>削減 ▽30%に向けた取り組み

- ・2030年 低炭素鉄鋼プロセスへのトランジション
- ・転炉でのスクラップ利用拡大
- ・電気炉でのスクラップ利用拡大
- ・還元鉄確保に向けた事業化検討



- ▶ 2030年において、鉄鋼プロセスの脱炭素化を図る超革新技術は開発途上
- ▶ 低炭素技術の適用拡大を図り、2030年度CO<sub>2</sub>排出量削減▽30%以上を達成

## 省エネ・高効率化

### 高効率コークス炉への更新

福山地区、2025年

### 電力需要設備の効率改善

(高炉送風機電動化、酸素プラント効率改善等)

全地区、実行中

### AI・DS技術（全社CPS等） 活用による省エネ化

全地区、実行中

## 低炭素原燃料活用

### 転炉でのスクラップ利用拡大 還元鉄(HBI)の活用

全地区、実行中

### スクラップ、還元鉄(HBI)の確保 集荷基地の増強

全地区、実行中

### LNG供給網増強

## 低炭素プロセス導入

### 既設電気炉増強

仙台製造所、2024年

### 高効率・大型電気炉導入

倉敷地区予定、2027~2030年

### フェロコークス導入実機化

福山地区予定

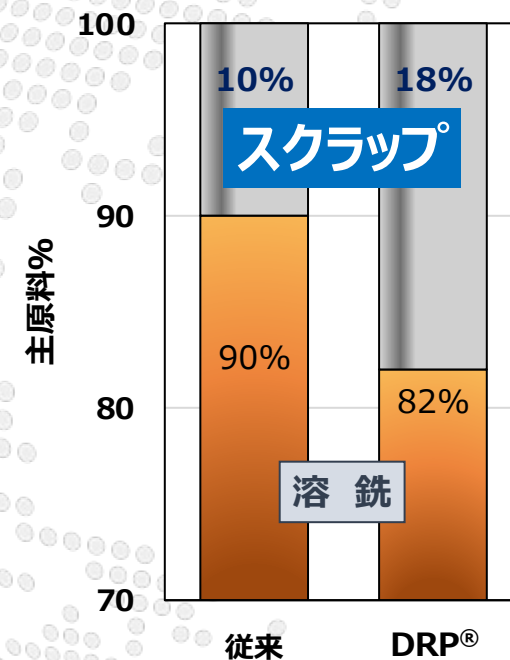
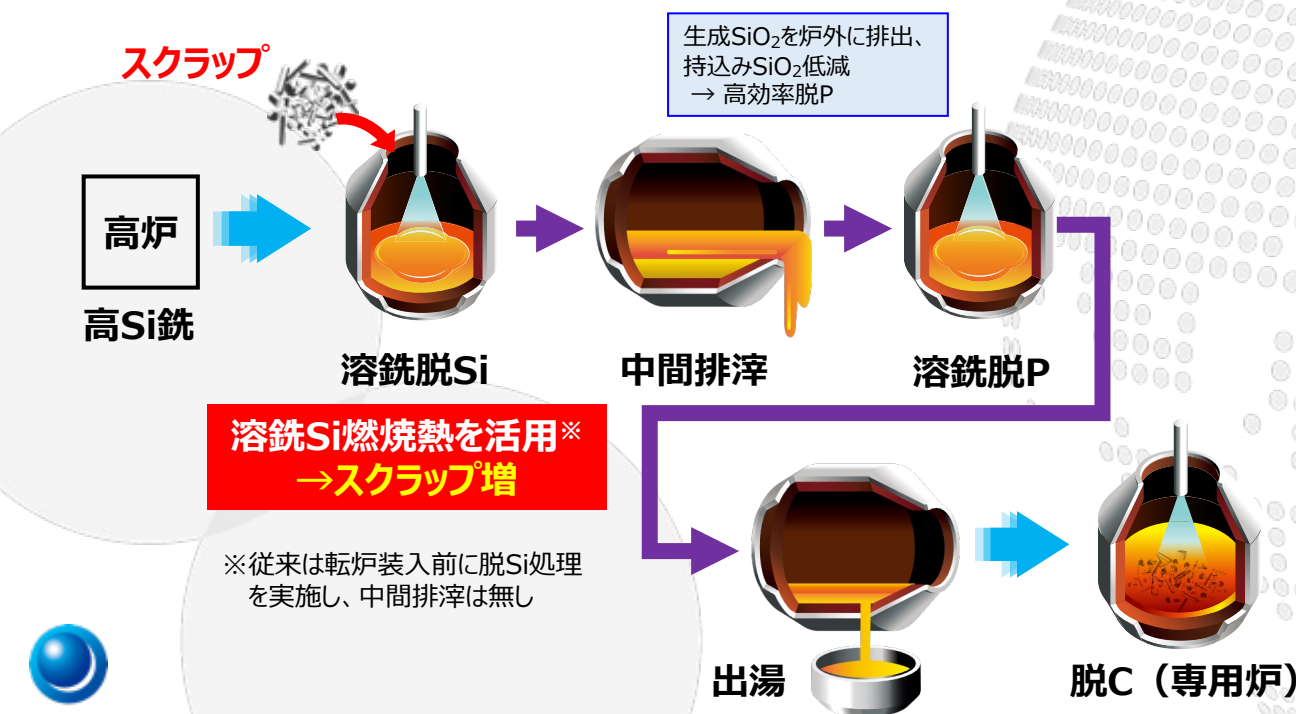
- ✓ 鉄鋼プロセスの低炭素化により2030年度のCO<sub>2</sub>削減目標▽30%以上を達成するためには、1兆円規模の設備投資が必要（大型電気炉、フェロコークス、スクラップ・還元鉄対策、LNG 他）
- ✓ 低炭素技術の設備投資には、環境価値を適切に評価したグリーン鋼材の市場創出が必要



- ▶環境調和型転炉溶銑予備処理プロセス：「DRP®」の導入と全社展開（2021年完了）  
⇒2021年度実績約17万t/年のCO<sub>2</sub>削減達成
- ▶今後の更なるスクラップ利用拡大のため、バーナーランズ等の熱余裕拡大技術開発、および設備増強投資を推進し、2030年度 約200万t-CO<sub>2</sub>/年の削減を目指す

## 環境調和型転炉溶銑予備処理プロセス 「DRP®」：Double-slag Refining Process

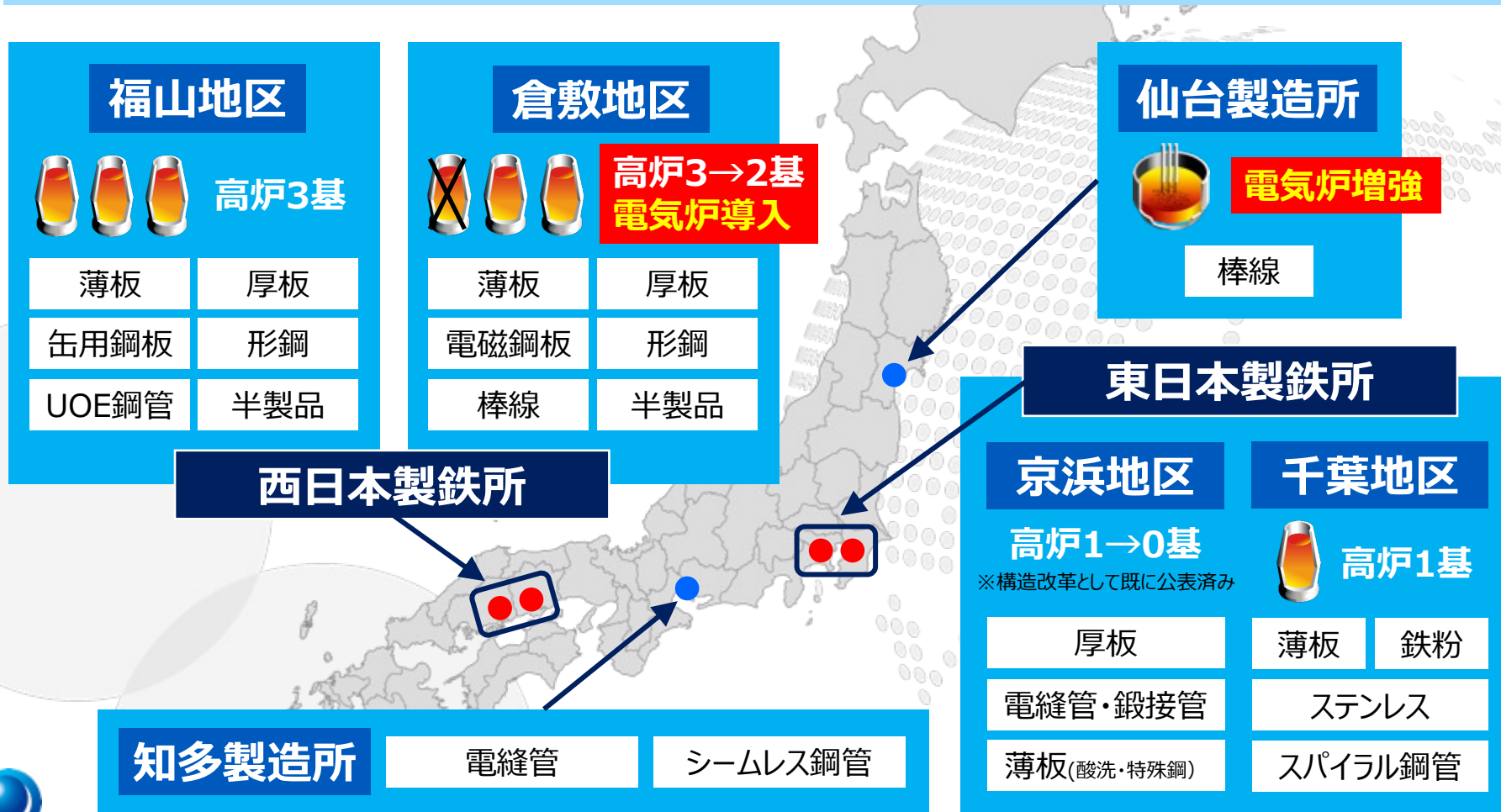
## 「DRP®」の効果 スクラップ利用拡大



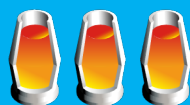
# 電気炉でのスクラップ利用拡大



- ▶ 2030年CO<sub>2</sub>削減▽30%以上に向け、既存の仙台製造所電気炉を増強
- ▶ 西日本製鉄所倉敷地区への高効率・大型電気炉導入を検討



## 福山地区



高炉3基

薄板	厚板
缶用鋼板	形鋼
UOE鋼管	半製品

## 倉敷地区



高炉3→2基  
電気炉導入

薄板	厚板
電磁鋼板	形鋼
棒線	半製品

## 仙台製造所



電気炉増強

棒線

## 東日本製鉄所

### 京浜地区

高炉1→0基

※構造改革として既に公表済み

厚板
電縫管・鍛接管
薄板(酸洗・特殊鋼)

### 千葉地区



高炉1基

薄板	鉄粉
ステンレス	
スパイラル鋼管	

## 西日本製鉄所

### 知多製造所

電縫管

シームレス鋼管



## 仙台電気炉能力増強

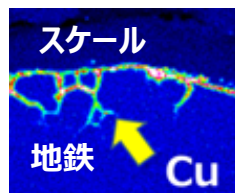
- ▶ 仙台電気炉の強靱化、DX推進等による能力増強対応および荷役設備増強により、電気炉製造能力を約14万t/年増強(2024年予定)

CO<sub>2</sub>削減目標  
約10万t/年

- ▶ 既設電気炉材におけるCu等のトランプエレメント※影響を低減する技術開発により電気炉材の品質向上  
→ 環境負荷低減製品の供給能力増強によりお客様ニーズに対応

※トランプエレメント  
製鋼プロセスにおいて技術的に除去が難しい不純物元素

- ✓ 鋼材成分の最適化  
最適成分設計により高炉材相当の機械的特性・加工性を確保
- ✓ 加熱・圧延技術開発  
スクラップに存在するCuが、加熱時に粒界浸潤して発生する表面疵を、加熱・圧延条件の適正化で抑止



## 高効率・大型電気炉新設

- ▶ 高効率・大型電気炉の導入を検討
  - 2027年～2030年に改修タイミングを迎える倉敷地区の高炉を1基休止し、電気炉の導入を検討
  - 千葉地区でのGI基金試験電気炉による技術開発およびJFEグループ電気炉技術の導入により、高効率製造・高品質鋼製造の両立を目指す

- ◎ 大型電気炉技術開発
- ・ 使用電力削減  
冷鉄源高効率予熱技術  
バーナーによる熱付与技術
- ・ 高効率溶解  
還元鉄大量添加/溶解技術  
溶鋼攪拌技術



CO<sub>2</sub>削減目標  
約300万t/年



# 04 イノベーションのための 超革新技術開発

- ・製鉄プロセスにおけるCO<sub>2</sub>削減技術開発の課題
- ・グリーンイノベーション基金事業の開発内容
- ・GI基金事業 全体スケジュール
- ・GI基金事業 CR高炉によるCO<sub>2</sub>削減技術開発
- ・GI基金事業 直接水素還元技術開発
- ・GI基金事業 高効率・大型電気炉技術開発

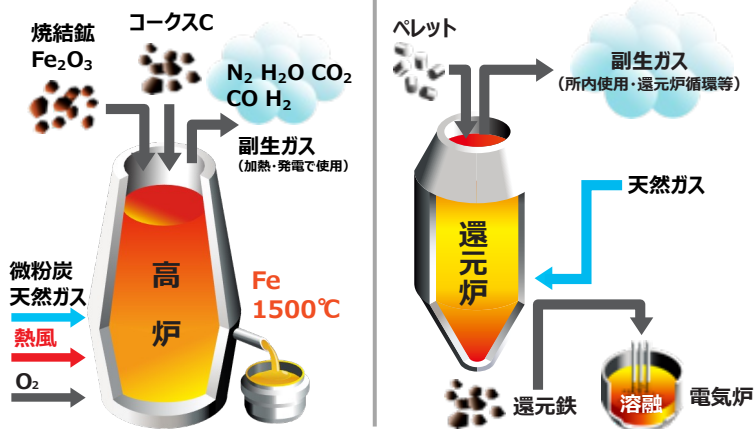


## 課題1：水素還元時の熱供給

### 炭素還元



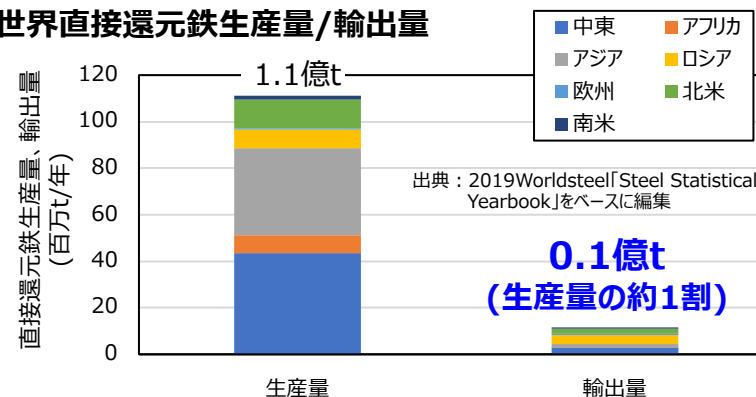
### 水素還元



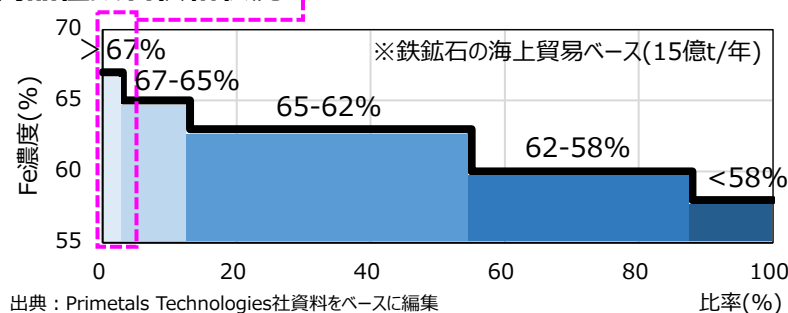
- ▶ 製鉄には鉄鉱石から酸素を取り除く還元反応が必須
- ▶ 水素還元は吸熱反応であり、高炉・還元炉ともに熱の供給が不可欠

## 課題2：冷鉄源確保

### 世界直接還元鉄生産量/輸出量



### 高品位鉱石供給状況



- ▶ 電気炉での高品質鋼材製造に必要な高品位直接還元鉄の輸出量は0.1億t程度
- ▶ 原料ソースは高品位原料に限られるため、低品位原料の使用技術開発が必須



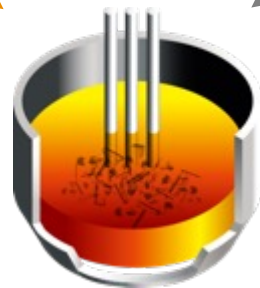


## 課題3：スクラップの不純物



スクラップ

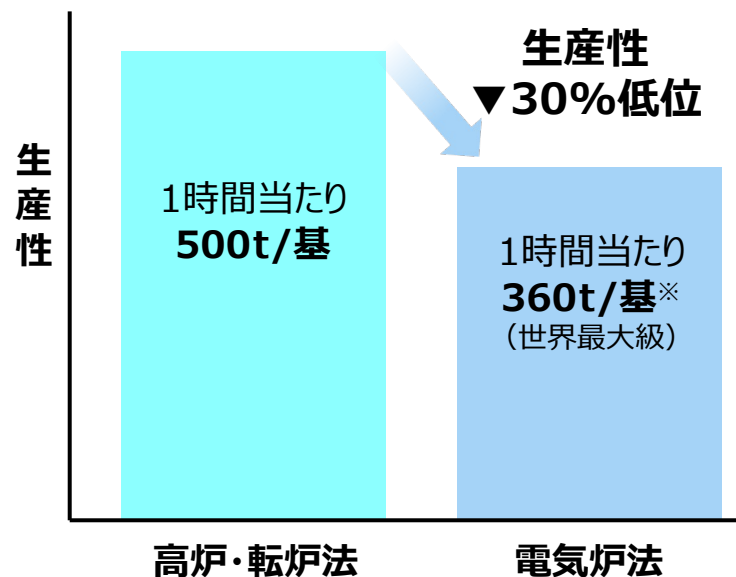
直接還元鉄



電気炉

- ▶スクラップは銅・錫など、直接還元鉄はスラグ分などの不純物を多く含む
- ▶不純物が多い鉄からは高効率に高品質の鋼材を作りにくい

## 課題4：電気炉の生産性



※出典： Millennium Steel,  
Jumbo size 420t twin DC FastArc®EAF (2011)

- ▶スクラップ等の冷鉄源からの電気溶解は、転炉に対して生産性が大きく劣る
- ▶還元鉄活用においては、更なる生産性低下や電力原単位が悪化

# グリーンイノベーション基金事業の開発内容



- ▶ 2021年12月にNEDO※1の委託・補助事業であるグリーンイノベーション基金事業（GI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採択
- ▶ 本基金を活用して、カーボンニュートラルの実現に向けた技術開発を加速
- ▶ 鉄鋼3社とJRCM※2でコンソーシアムを組み、第1回水素製鉄委員会開催（2022年6月）

	①カーボンリサイクル高炉法	②直接還元製鉄法	③高効率・大型電気炉
開発項目	<p>焼結鉄 <math>Fe_2O_3</math>、コークスC、<math>CO_2</math>、有効活用 CCUS、カーボンリサイクル、水素 <math>H_2</math>、メタン化設備（メタン <math>CH_4</math> (CN還元材)）、酸素 <math>O_2</math>、高炉</p>	<p>低品位鉄鉱石、副生ガス（所内使用・還元炉循環等）、水素 <math>H_2</math>、発電 or カーボンフリー電力、還元炉、溶融電気炉、直接還元鉄</p>	<p>電極 (-)、バーナー、還元鉄予熱、排ガスによる冷鉄源予熱、スラグ、溶鋼、溶鋼攪拌コイル、炉底電極 (+)</p>
開発内容	<p>千葉地区に150m<sup>3</sup>規模の小規模試験高炉を建設、25年4月から26年度に試験実施予定。 発生するCO<sub>2</sub>をメタンに変換、還元材として繰り返し利用するプロセスを開発。50%以上のCO<sub>2</sub>削減を目標。</p>	<p>千葉地区に小規模試験還元炉を建設、25-26年度に試験実施予定。 水素で低品位鉄鉱石から酸素を取り除き、還元鉄(Fe)を製造する直接還元製鉄法の開発。高炉に比べて50%以上のCO<sub>2</sub>削減を目標。</p>	<p>千葉地区に小規模試験電気炉を建設、24-25年度に試験実施予定。 スクラップや還元鉄の高効率溶解、不純物低減などによる高品質鋼材製造方法を開発。</p>

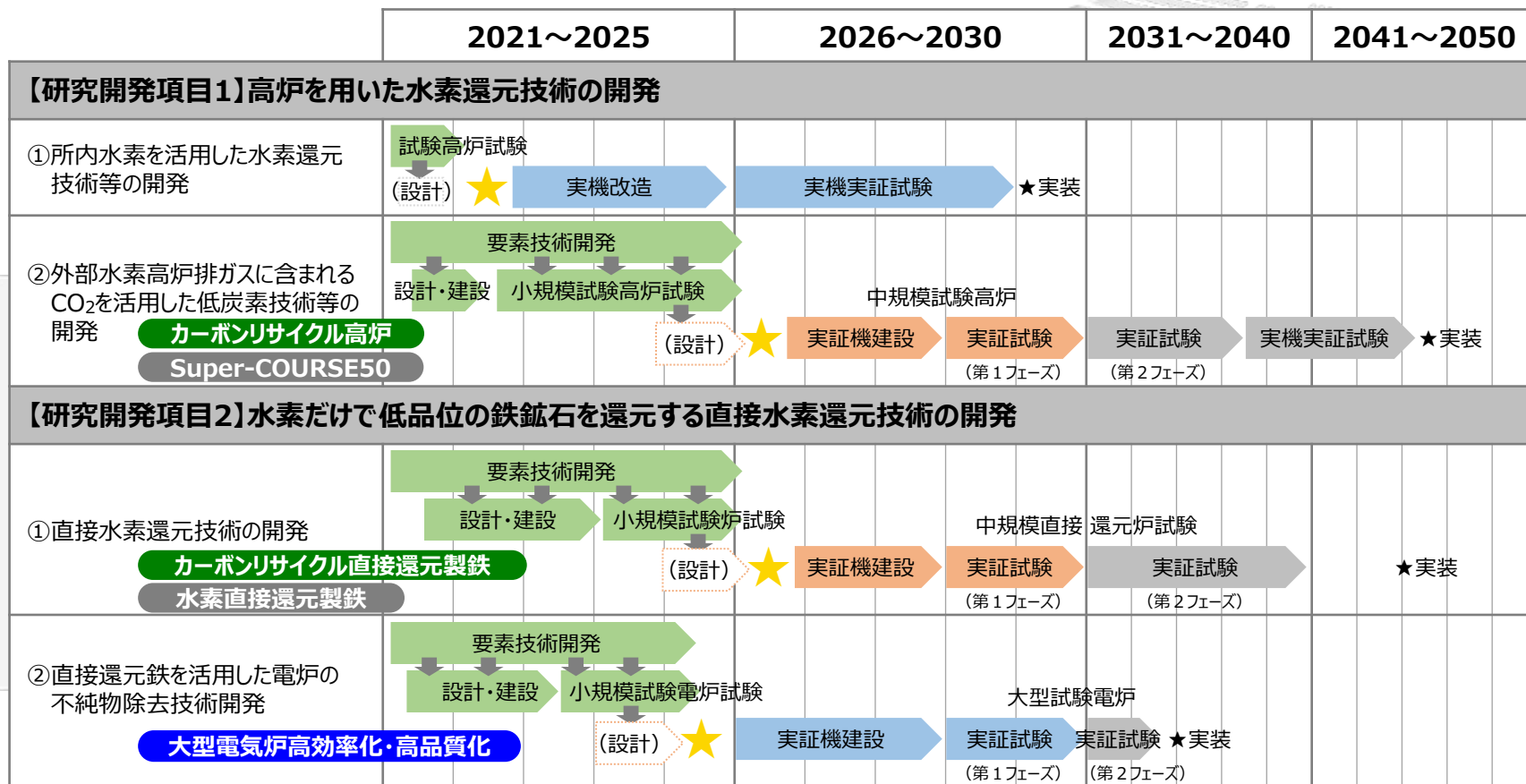
※1：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

※2：一般財団法人金属系材料研究開発センター



- ▶ 主に2025～2026年度に設定されているステージゲート審査に向けて開発を推進
- ▶ 2030～2040年代の社会実装に向けた検討を並行して実施

▶ 要素技術開発・小規模実証  
 ▶ 中規模実証  
 ▶ 大規模・実機実証  
 ★ ステージゲート

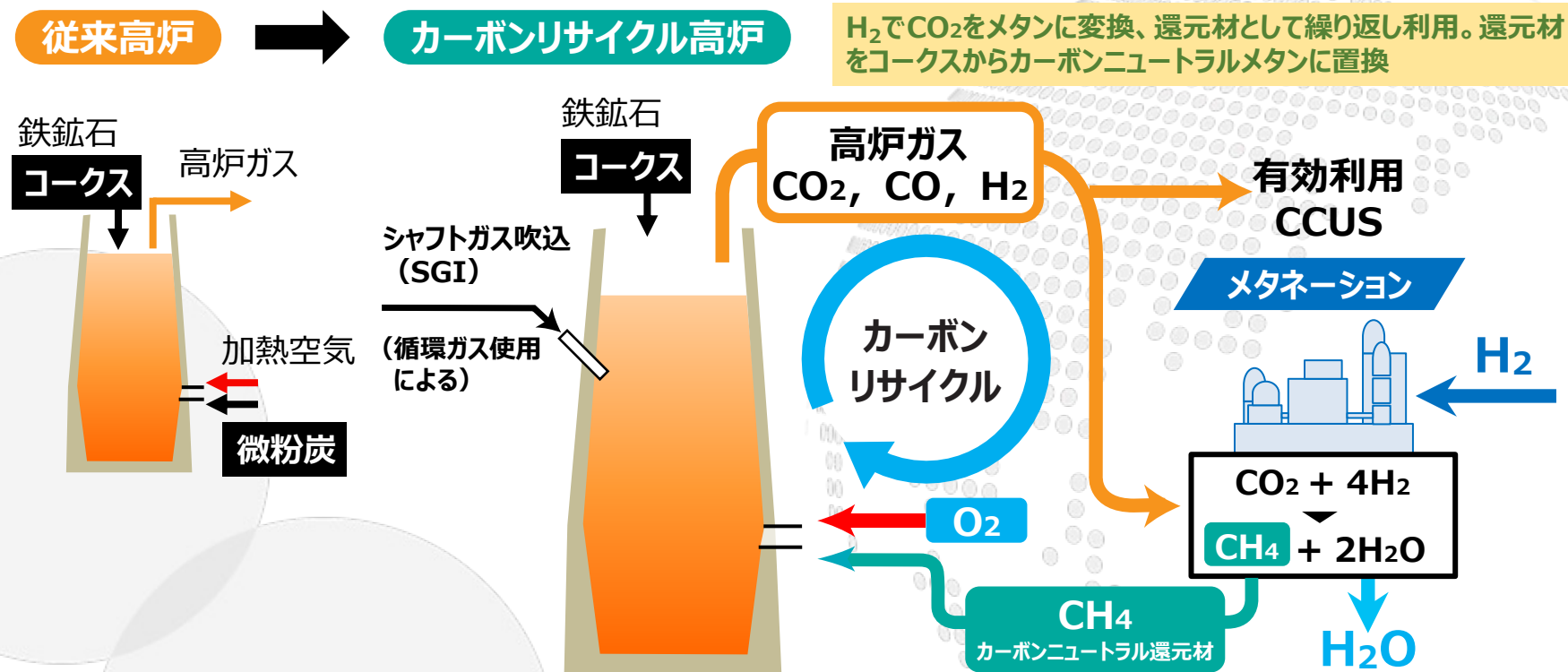


出典：「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画（経済産業省、21年9月）  
 ([https://www.meti.go.jp/policy/energy\\_environment/global\\_warming/gifund/pdf/gif\\_05\\_randd.pdf](https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/gifund/pdf/gif_05_randd.pdf)) を加工して作成

※想定されるスケジュールの一例を記載



- ▶ 東日本製鉄所千葉地区において小規模カーボンリサイクル試験高炉建設(150m<sup>3</sup>規模)
- ▶ 2025年4月~2026年度に試験操業を行いプロセス原理確認
- ▶ 現行の高炉法と比較してCO<sub>2</sub>排出量を50%以上削減する技術を実証



実装に向けた方針※：2030年までに純酸素都市ガス使用条件下において中規模高炉実証試験（倉敷地区、700m<sup>3</sup>規模）を実施、早期の実機実証試験・実装を検討

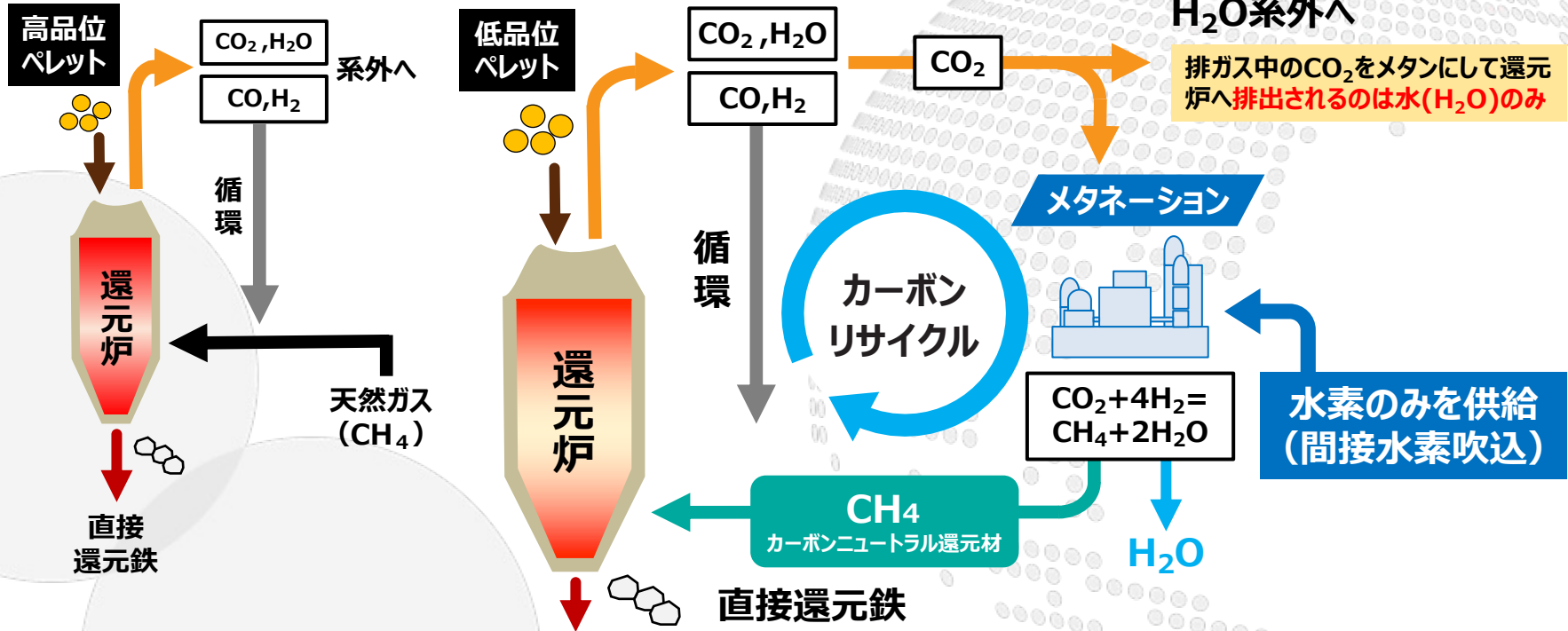
※ステージゲート後に関しては未確定



- ▶ 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
- ▶ JFEスチールはカーボンリサイクル直接還元（間接水素吹込み）を担当  
→メタネーション反応利用、カーボンプロセス内に閉じ込め循環利用、水素還元吸熱を克服

## 従来型還元鉄

## カーボンリサイクル直接還元



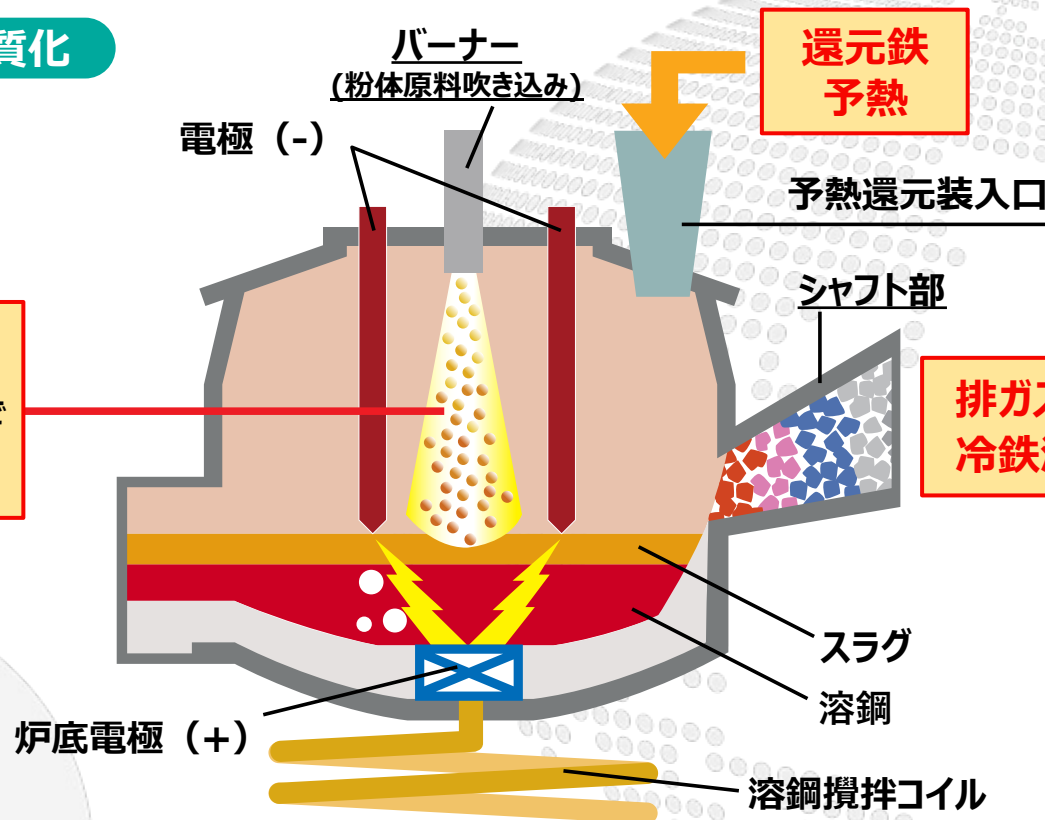
実装に向けた方針※：より大型のプラントでの技術確性を実施、早期の実機実証試験・実装を検討

※ステージゲート後に関しては未確定



- ▶ 東日本製鉄所千葉地区において小規模試験電気炉（10t）を建設、2024年度試験開始予定
- ▶ 還元鉄の予熱技術、熱付与バーナー技術、溶鋼攪拌技術を組み合わせ、電気炉の溶解電力低減および冷鉄源(スクラップや還元鉄)の高速溶解を実現するプロセス開発を行う

## 大型電気炉高効率化・高品質化



### 粉体加熱バーナー

粉体（精錬材、炭材）をバーナーで加熱しながら炉内に添加することで、高効率な熱付与を実現

※この他に福山地区に3t精錬炉を建設し、スクラップや還元鉄を用いた電気炉における高品質鋼材の製造方法を開発

実装に向けた方針※：上記GI基金事業で開発した技術の自社電気炉建設への反映

※ステージゲート後に関しては未確定

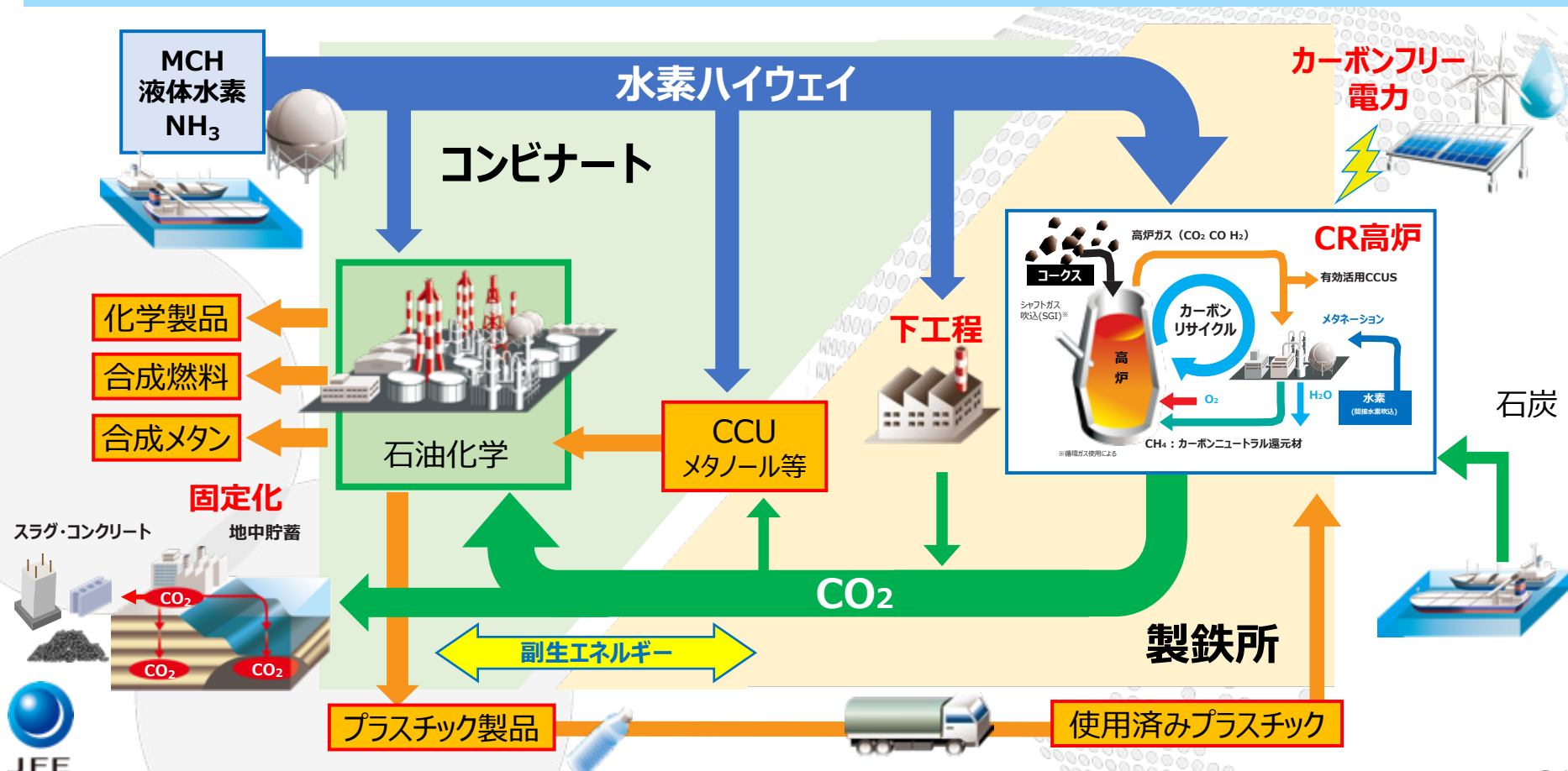
# 05 CO<sub>2</sub>有効利用に向けた 取り組み

- ・CCUS・グリーンインフラへの取り組み
- ・カーボンニュートラルポートへの取り組み
- ・CO<sub>2</sub>有効利用技術（CO<sub>2</sub>を用いたメタノール合成）
- ・CO<sub>2</sub>有効利用技術（製鋼スラグのCO<sub>2</sub>固定技術）

# CCUS・グリーンインフラへの取り組み



- ▶ CO<sub>2</sub>を新たな炭素資源とする炭素循環型社会構築には、大量のカーボンフリー水素・電力を供給する大規模なインフラ構築・増強が必須
- ▶ CCUメタノール合成技術開発やCO<sub>2</sub>固定化技術開発の推進に加え、コンビナート連携も含めたCCUS※、カーボンフリー水素・電力の調達に関する検討を開始







- ▶ 東日本製鉄所京浜地区を含む川崎港・横浜港では、国が推進するカーボンニュートラルポート（CNP）施策を官民合同で取り組み中
- ▶ 構造改革による、JFEの大水深岸壁・後背地の利用転換を視野に入れ、ENEOS・JERA・JFEホールディングスの3社で水素・アンモニア等の受入・供給拠点整備に向けた協業検討を開始

## カーボンニュートラルポート（CNP）



出典：国土交通省カーボンニュートラルポート形成計画策定マニュアル  
(<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001447257.pdf>)

- 水素・燃料アンモニア等の海外からの受入・供給
- 港湾物流の脱炭素化
- 周辺に立地する産業の脱炭素化

## 京浜地区扇島 水素等の受入・供給拠点（イメージ）



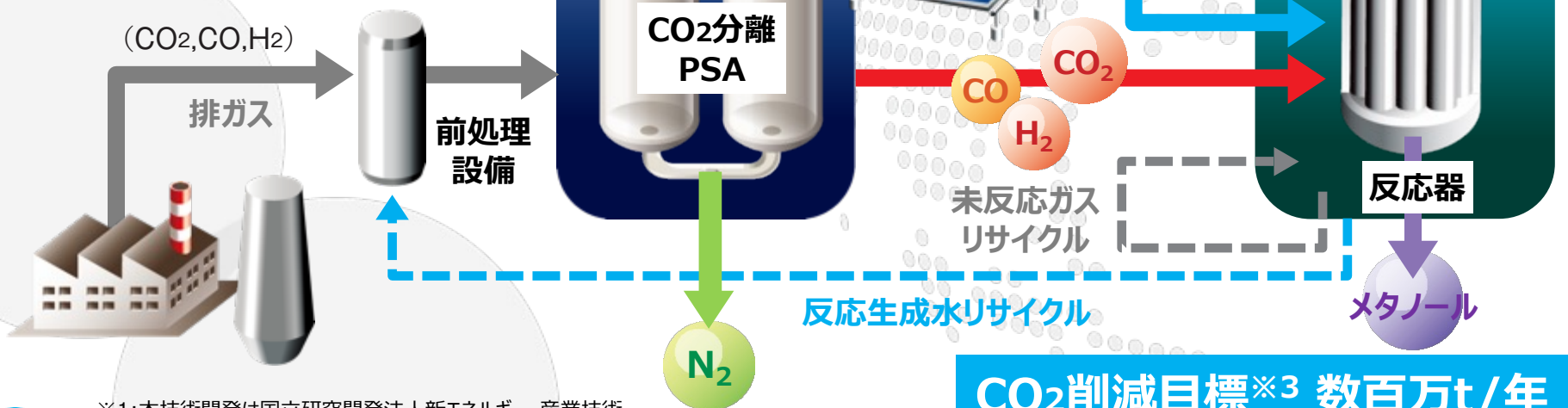
# CO<sub>2</sub>有効利用技術（CO<sub>2</sub>を用いたメタノール合成）※1



- ▶西日本製鉄所福山地区において2022年度より試験設備を建設開始予定
- ▶2023年度稼働、2025年度末までに一貫での実用化試験完了予定
- ▶低コスト型のCO<sub>2</sub>分離と高効率メタノール合成を柱に最適な全体システムの構築を目指す



図 CO<sub>2</sub>分離PSA（ASCOA-3）



（公益財団法人地球環境産業技術研究機構と共同で研究開発）

反応効率>60%※2

高効率メタノール合成反応器

※2:従来法の反応効率は20~30%

CO<sub>2</sub>削減目標※3 数百万t/年

※1:本技術開発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）が公募した委託事業「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発」として実施

※3:石油由来の化学品を代替可能な基幹物質としての活用前提

# CO<sub>2</sub>有効利用技術（製鋼スラグのCO<sub>2</sub>固定技術）※



- ▶ 東日本製鉄所千葉地区において2023年度より試験設備を建設開始予定
- ▶ 2022年度までにプロセス原理を確認、2024~2025年度に試験操業を実施
- ▶ スラグへのCO<sub>2</sub>固定と高温スラグの顕熱回収技術 および 路盤材等として利用する技術を検証



図)  
モデル実験での  
凝固の様子

熱間破碎

熔融製鋼スラグの凝固

(国立大学法人愛媛大学と共同で研究開発)

高速かつ多量に  
CO<sub>2</sub>固定 + 熱回収

炭酸  
塩化

CO<sub>2</sub>

道路用鉄鋼スラグ  
として利用

CO<sub>2</sub>削減目標 30~35万t/年

※本技術開発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）が公募した委託事業「カーボンサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO<sub>2</sub>排出削減・有効利用実用化技術開発」として実施

# 06 **カーボンニュートラル実現に向けた 社会との連携**

- ・グリーン鋼材の需要形成に向けて
- ・カーボンニュートラルに向けた社会との連携
- ・カーボンニュートラル推進プロジェクトチーム拡充



- ▶ EUでは、マスバランス法を用いてCO<sub>2</sub>排出をオフセットしたグリーン鋼材をブランディングし販売
- ▶ 当社は2030年度のCO<sub>2</sub>削減目標▽30%達成時、同様の手法を採用することで、最大500万t/年のグリーン鋼材を供給することが可能
- ▶ カーボンニュートラル社会の構築に向けて社会構造変化をもたらし、新たな産業競争力を生み出すイノベーションを巻き起こすためには、供給/需要サイド両面での行動変容を促す政策が必要

## 供給サイド

- 低炭素/超革新技术の導入には、莫大な設備投資が必要（2030年までに1兆円規模の低炭素技術投資が必要）
- 研究開発において最大限のコストアップ抑制を図っていくが、環境価値創出には一定のコストアップが不可避
- これらに対する適切なプレミアムを獲得する予見可能性があることが必須

## 需要サイド

- グリーン鋼材は、消費者が直接的なメリット（品質・性能・利便性向上等）を享受する製品とはならない
- エシカル消費の拡大などの兆候はあるが国内では環境価値に対する意識は低位
- 環境価値を認知し、削減効果が大きい製品の購入を促すインセンティブが必要

2030年までのトランジション期における低炭素技術投資を確実に実行し、イノベーション期の超革新技術投資に繋げる原資を得るためにも、トランジション期においてグリーン鋼材市場の早期創出が必須。そのためには、鋼材需要家の行動変容と一般消費者の意識改革を後押しする政策的支援が必要。



カーボンニュートラル（CN）製鉄の開発を経営の最重要課題として取り組んでいくものの、環境価値創出には大幅なコストアップが避けられず個社努力には限界がある

コストアップを受益者である社会全体で担うための仕組みづくりなど、政府支援と社会との連携が必須

## 巨額な研究開発費や設備実装費用

- 2050年CNの実現は大きな技術的挑戦であり、巨額な研究開発費用が必要
- 設備実装を見据えた実証試験に向けて、さらなる研究開発費用の助成が必要
- CNプロセスの実装にはさらに莫大な設備投資が必要。実現に向けては長期的な政府の支援が必要

## 移行段階（トランジション）における適切な環境価値の提供と市場創出

- 2030年までの低炭素技術の設備投資に対しても政府の支援が必要
- 環境価値に見合ったコストをお客様や社会と共有可能なグリーン鋼材市場を創出する仕組みが必要

## CN製鉄を実現するインフラの整備や企業間連携の推進

- CN製鉄に必須のカーボンフリー水素・電力の安価・安定・大量供給を可能とするインフラの整備
- コンビナート/企業連携などによるCCUS・グリーンインフラの実行基盤の整備

## GX投資を促し、国際競争力の維持・確保に向けた経済政策

- 産業用電力価格の国際競争力の確保
- 償却資産課税廃止や脱炭素技術確立前の炭素税導入回避等、超革新技術実装を促す税制検討
- 炭素国境調整措置(CBAM)はWTOルールとの整合が前提。諸外国と連携した公平な競争条件確保

# カーボンニュートラル推進プロジェクトチーム拡充



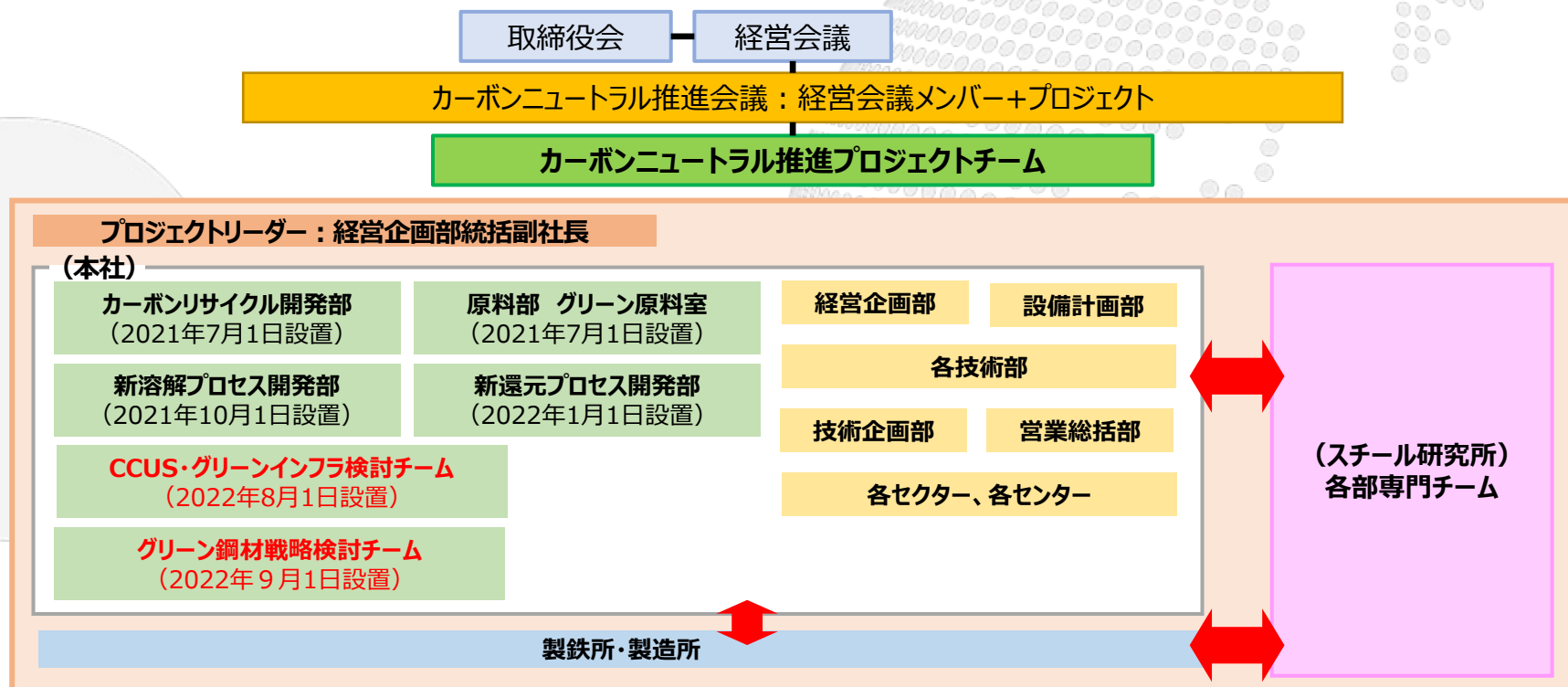
▶ 2050年カーボンニュートラル実現に向けて、新たにプロジェクトチームを設置

✓ 「**CCUS・グリーンインフラ検討チーム**」

既存の取り組みに加え、コンビナート/企業間連携も含めた、CO<sub>2</sub>分離回収・利用・貯留技術の活用、カーボンフリー水素・電力の調達に関する検討を推進

✓ 「**グリーン鋼材戦略検討チーム**」

グリーン鋼材の市場創出に向けた標準化や市場戦略検討に加え、カーボンニュートラルプロセス技術の特許・権利化によるソリューションビジネスへの展開等、事業戦略に関する検討を推進





# JFE

本資料は、金融商品取引法上のディスクロージャー資料ではなく、その情報の正確性、完全性を保証するものではありません。また、提示された予測等は説明会の時点で入手された情報に基づくものであり、不確定要素を含んでおります。従いまして、本資料のみに依拠して投資判断されますことはお控え下さいますようお願い致します。本資料利用の結果生じたいかなる損害についても、当社は一切責任を負いません。