

「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発」 (事後評価)

(2020年度～2021年度 2年間) プロジェクトの概要 (公開)

分科会資料抜粋版

NEDO
環境部
2022年12月23日

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

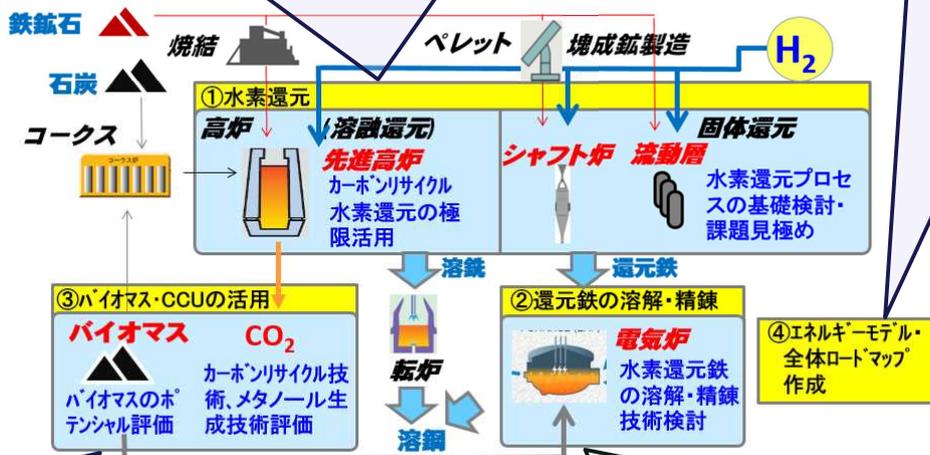
◆ 事業実施の背景と事業の目的

事業期間：2020年6月～2022年3月

ゼロカーボン・スチールの実現に向けた超革新的技術および過渡的技術として有望な技術を抽出、各技術の開発ロードマップを作成、それらを総合し、本事業後の研究開発計画を明確化する

① 水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成

④ 全体評価および全体ロードマップの作成



③ 高炉一貫製鉄所におけるCCU 技術 (バイオマス含む) のポテンシャル調査とロードマップ作成

② 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および開発ロードマップの作成

◆事業実施の背景と事業の目的

社会的背景

地球温暖化対策は世界的課題



抜本的CO₂排出抑制、省エネ技術の必要性

事業の目的

ゼロカーボン・スチールの実現に向けた超革新的技術および過渡的技術として有望な技術を抽出、各技術の開発ロードマップを作成、総合し、本事業後の研究開発計画を明確化する



1) 水素還元、溶解・精錬に関わる技術調査、課題抽出

高炉法におけるCCU技術のポテンシャル調査

2) 「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた研究開発ロードマップの作成

◆政策的位置付け

■ パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略 (2019年)

今世紀後半のカーボンニュートラルに向けた基本的考え方、ビジョンとして、**革新的環境イノベーション戦略**を示す。(2020年1月)日本の技術力による大きな貢献が可能な39テーマに『水素還元製鉄技術等による「ゼロカーボン・スチール」の実現』を設定。CO₂フリー水素での鉄鉱石還元の超革新的な技術等化石資源依存からの脱却、カーボンリサイクル技術によるCO₂の原燃料化が謳われる。

■ 日本政府による2050年カーボンニュートラルの宣言 (2020年10月)

地球温暖化対応は、産業構造や経済社会の変革・成長の機会ととらえるべき。
達成目標は、今世紀後半から前倒し。

■ 2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 (2021年6月)

新しい時代をリードする、大胆な投資、イノベーションを起こす民間企業の前向きな挑戦を応援。成長が期待される産業(14分野)で、製鉄はカーボンリサイクル・マテリアル産業として設定。

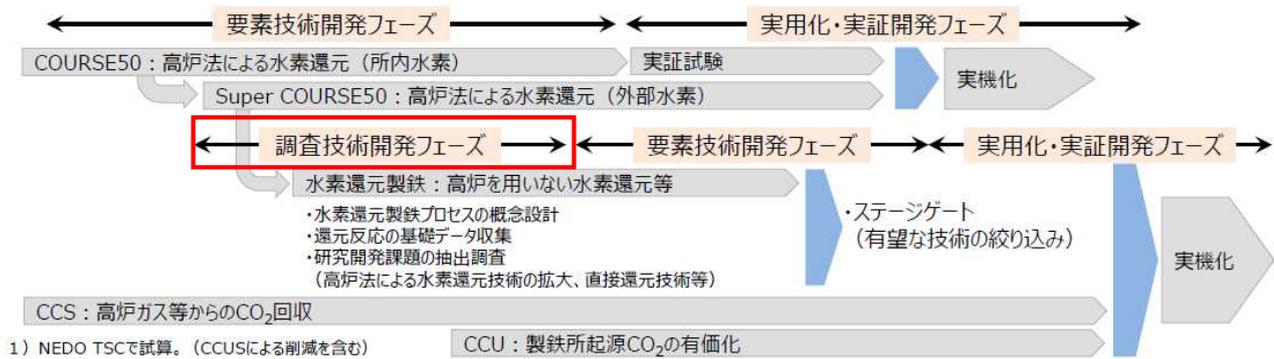
■ **本事業で抽出した有望な技術、作成した技術開発ロードマップを、カーボンニュートラルの加速化に対応するためのGI基金に活用**

(「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」(2021年10月)の水素還元製鉄にも合致)

◆技術戦略上の位置付け

▶ 2020年1月「革新的環境イノベーション戦略」に記載の“早期の水素還元製鉄技術の実現”に向け、本格的な研究開発事業の開始を見据え、超革新的技術、過渡的技術として有望な技術を抽出し、それらの技術開発ロードマップ作成する「**ゼロカーボン・スチール**」の実現に向けた技術開発」を**2020年6月に開始**。

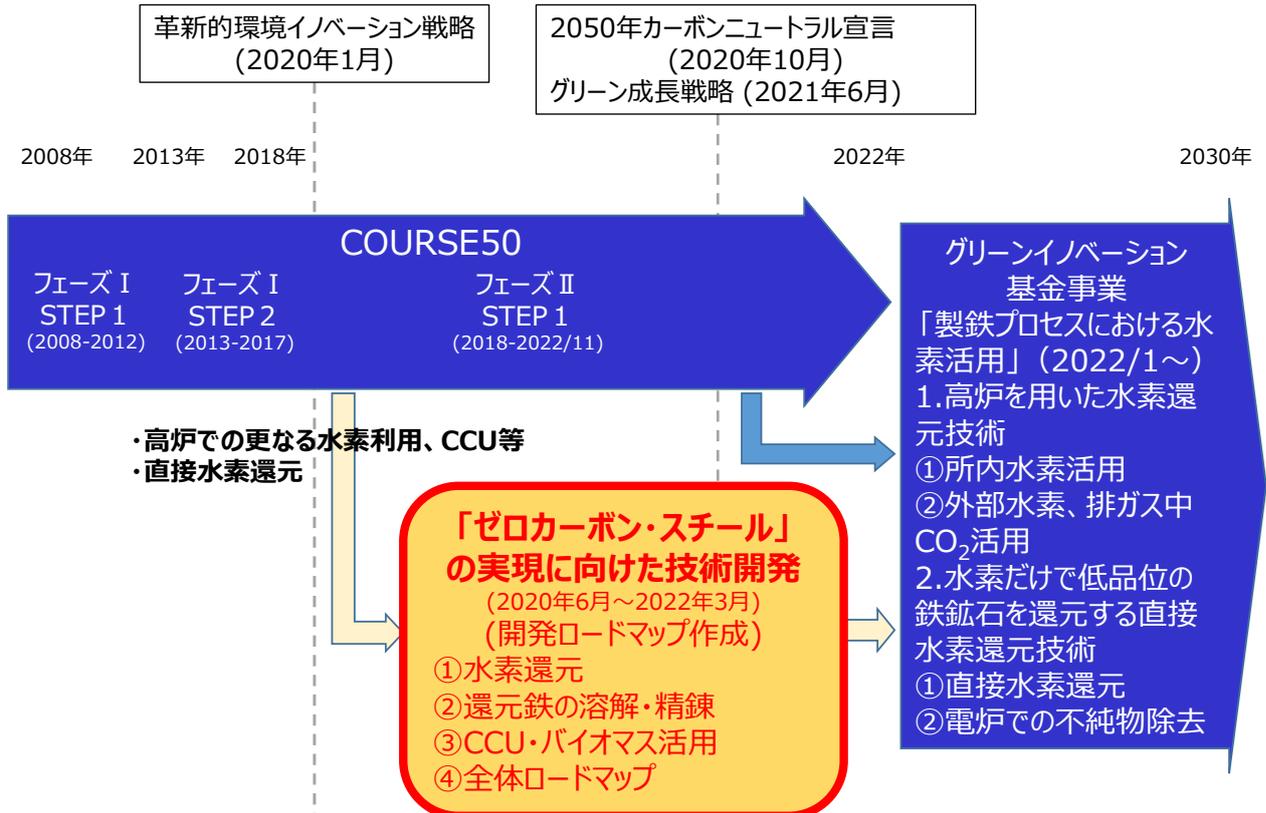
●革新的環境イノベーション戦略(2020年1月)



出典:「革新的環境イノベーション戦略」(2020年1月)

◆他事業との関係

本事業とCOURSE50事業の成果を踏まえて、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(2022年1月~)へ発展



◆NEDOが関与する意義

鉄鋼業としての抜本的なCO₂削減技術の開発は、

- 地球温暖化対策のための中長期的視野から必要
- 国のCO₂削減のための政策として必要
- CO₂分離回収は、エネルギー増加を招くため新たな技術との組み合わせが必要など、コスト増の要因となり、民間の開発インセンティブが働きにくい

+

- 研究開発の難易度：非常に高
 - 投資規模：非常に大
- } = 開発リスク：非常に大



民間の能力を活用してNEDOが資金負担を行うことにより
研究開発を推進すべき事業

◆事業の目標

●最終目標：

- ・水素還元製鉄の技術開発や実用化における諸課題の抽出等
- ・「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた研究開発ロードマップの作成

●目標設定の根拠：

ゼロカーボン・スチール製鉄の実現に向けた本格的な研究開発事業につなぐためには、複線的に有望な技術を抽出し、それらの技術開発ロードマップを作成することにより、本事業後の研究開発の位置づけ・目的を明確化する必要がある。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

開発テーマ		最終目標	根拠
①水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	<高炉、シャフト炉、流動層>還元プロセスにおけるCO ₂ 削減技術に関する技術調査および課題抽出・要素技術洗い出し	高炉法、シャフト炉、流動層に関する技術調査を行い、技術的な視点での課題抽出及び対応技術に関する要素技術を抽出し、各項目のロードマップ作成に反映する。	開発の効率化、早期実用化のためには鉄鉱石の水素還元プロセスの候補となる、先進高炉法、シャフト炉、流動層について、技術動向を把握するとともに、水素還元に適用した際の課題の抽出と必要要素技術の洗い出しを行う必要がある。
	<シャフト炉、流動層> ボトルネック課題に関わる技術調査と基礎検討 (固体還元)	水素還元に適用した場合のボトルネックとなること が推定される課題についての文献調査や実験等を含めた基礎検討を行い、ボトルネック課題をブレークダウンするとともに、解決のための必要要素技術を明確化する。	現行の鉱石固体還元プロセスにおけるボトルネック課題について、劣質鉄石の水素還元への展開時の挙動・変化を推定し、解決のための必要要素技術を明確にしてロードマップに繋げる。
	<高炉、シャフト炉、流動層>水素還元プロセスの概念設計のための基礎検討と開発ロードマップの作成	上記の技術調査結果および抽出課題・要素技術に基づき、先進高炉・シャフト炉・流動層の各プロセスについて概念設計のための基礎検討と実施するとともに開発ロードマップを作成する。	カーボンニュートラル製鉄における鉄鉱石還元法として超革新的技術および過渡的技術の有望技術に当たる先進高炉法、シャフト炉、流動層の技術開発ロードマップは本格的な研究開発事業につながるためにも必須である。
②水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関する技術調査および開発ロードマップの作成	水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関する技術調査および課題抽出・要素技術洗い出し	豪州産鉄石の水素還元を前提とした溶解、精錬プロセスに関する技術調査と課題を抽出する。	低品位の豪州産鉄石の水素還元鉄を前提として、従来の転炉法より精錬能力が劣位となる電気炉で高級鋼を製造するためには、技術課題を抽出するとともに、その知見に基づいた開発ロードマップの作成が必要である。
	水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関する開発ロードマップの作成	水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関するロードマップを作成する。	

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

開発テーマ		最終目標	根拠
③高炉一貫製鉄所におけるCCU技術 (バイオマス含む) のポテンシャル調査とロードマップ作成	高炉一貫製鉄所におけるCCU技術のポテンシャル調査およびロードマップ作成	高炉一貫製鉄所から発生する炭素の有価化という点に絞って、CO ₂ 削減ポテンシャルを評価するとともに、ロードマップを作成する。	製鉄所の排出ガス量や組成、立地などの実態も考慮に入れたCCUの検討例はなく、製鉄所におけるCCUの実現や将来の産業間連携などの検討のためにも必要である。
	主要要素技術に関わる技術調査：排ガスからのメタノール生成に関する調査および基礎検討	製鉄所への適用を考慮したメタノール生成プロセスに関する技術調査、実験等による課題の明確化する。	CCUの用途として研究開発が先行し、需要量も多いメタノールについて、製鉄所への適用を想定した検討を行う。
	バイオマス利用技術動向調査とポテンシャル評価	製鉄プロセスにおけるバイオマス利用の実態調査を行い、廃プラスチック利用と比較して国内製鉄所を想定した開発課題を整理する。	カーボンニュートラル製鉄においても炭材は必要であり、有望炭素源であるバイオマスについて供給ポテンシャルと課題整理が必要である。
④全体評価および全体ロードマップの作成	エネルギー・物質収支を考慮したエネルギー簡易モデルの作成および全体評価	エネルギー簡易モデルを作成し、CO ₂ 排出量および製鉄所内のエネルギーバランスの定量評価する。	既存プロセスからカーボンニュートラルに向けた各種新プロセスに移行する際の、CO ₂ 削減量および製鉄所内のエネルギーバランスを評価するための製鉄所エネルギーモデルを構築する。
	全体ロードマップの作成	2050年カーボンニュートラル実現を目標に、還元、溶解精錬、CCU (バイオマスを含む) プロセスを組み合わせた全体ロードマップを作成する。	カーボンニュートラル製鉄の実現に向けた本格的な研究開発事業につながるためには、複線的に有望な技術を抽出し、それらの技術開発ロードマップを作成することにより、本事業後の研究開発の位置づけ・目的を明確化する必要がある。

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール

事業項目	2020年度				2021年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
研究開発項目①：水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成								
①-1 還元プロセスにおける省CO ₂ 技術に関する技術調査および課題抽出・要素技術洗い出し	← 技術調査・課題抽出				← 深掘り調査とまとめ			
①-2-1 先進高炉1 (Super Course 50) の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	← CO ₂ 発生量低減効果検討				← H ₂ 還元限界律速因子検討			
①-2-2 先進高炉2 (カーボンリサイクル高炉) の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	← 技術調査				← 開発ロードマップ作成			
①-3-1 シャフト炉に関するボトルネック課題調査-1 -鉄鉱石の塊成化技術に関する技術調査	← 技術調査・課題抽出				← 深掘り調査とまとめ			
①-3-2 シャフト炉に関するボトルネック課題調査-2 -シャフト炉に関する熱流動ボトルネックの解析的調査	← 数学モデルによる還元・伝熱挙動評価				← 粒子内還元反応解析			
①-3-3 シャフト炉方式の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	← 熱供給技術検討、還元挙動評価				← 開発ロードマップ作成			

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆ 研究開発のスケジュール

事業項目	2020年度				2021年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
①-4-1 流動層に関するボトルネック課題調査-1 -文献調査をベースとするボトルネック課題の抽出	← 技術調査				← 適用可能条件の抽出			
①-4-2 流動層に関するボトルネック課題調査-2 -水素還元過程で生成する金属鉄形態と還元諸条件の関係定量化	← 実験的検討				←			
①-4-3 流動層に関するボトルネック課題調査-3 -鉱石種がスティッキング現象に与える影響評価	← 実験的検討				←			
①-4-4 流動層方式の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	← 流動/還元挙動評価				← 流動/還元挙動評価			
	← ロードマップ予備検討				← 開発ロードマップ作成			
研究開発項目②：水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および開発ロードマップの作成								
②-1 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬・品質に関わる技術調査および課題抽出・要素技術洗い出し	← 技術調査・課題抽出				← 深掘り調査とまとめ			
②-2 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関する開発ロードマップの作成	← ロードマップ予備検討				← ロードマップの作成			

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール

事業項目	2020年度				2021年度			
	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
研究開発項目③ ：高炉一貫製鉄所におけるCCU技術（バイオマス含む）のポテンシャル調査とロードマップ作成								
③- 1 高炉一貫製鉄所におけるCCU技術のポテンシャル調査およびロードマップ作成	←————— ポテンシャル調査 —————→				←————— ロードマップの作成 —————→			
③- 2 主要要素技術に関わる技術調査：排ガスからのメタノール生成に関する調査および基礎検討	←————— 技術調査 —————→				←————— 実機化への課題抽出 —————→			
③- 3 バイオマス利用技術動向調査とポテンシャル評価	←————— 技術調査 —————→				←————— ポテンシャル評価 —————→			
研究開発項目④ ：全体評価および全体ロードマップの作成								
④- 1 エネルギー・物質収支を考慮したエネルギー簡易モデルの作成および全体評価	←————— 簡易モデル作成→全体評価 —————→							
④- 2 全体ロードマップの作成	←————— 全体ロードマップの作成 —————→							

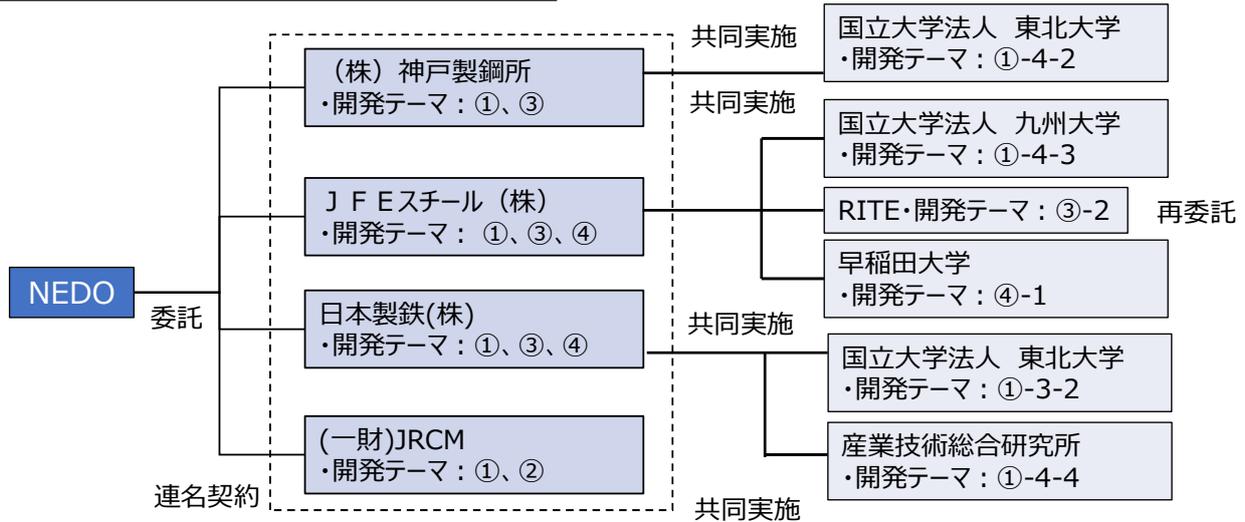
2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆プロジェクト費用

(百万円)

開発テーマ	2020年度	2021年度	計
「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発			
① 水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	56	45	101
② 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	7	6	13
③ 高炉一貫製鉄所におけるCCU技術（バイオマス含む）のポテンシャル調査とロードマップ作成	11	36	47
④ 全体評価および全体ロードマップの作成	15	15	30
計	(89)	(102)	191

◆研究開発の実施体制



開発テーマ	
① 水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	③ 高炉一貫製鉄所におけるCCU 技術（バイオマス含む）のポテンシャル調査とロードマップ作成
② 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	④ 全体評価および全体ロードマップの作成

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(1)

① 水素還元に関わる技術調査と①-2先進高炉関連項目

研究開発項目	目標	成果	達成度
①-1 還元プロセスにおける省CO ₂ 技術に関する技術調査および課題抽出・要素技術洗い出し	高炉法、シャフト炉、流動層に関する技術調査と課題抽出	先進高炉法、シャフト炉、流動層について国内外技術調査し、ボトルネック課題を整理、各項目のロードマップ作成に反映	○
①-2-1 先進高炉1（Super Course 50）の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	水素還元拡大の律速因子の解明と開発課題の明確化と課題解決に向けたロードマップの作成	水素還元拡大の律速因子が熱供給であることを知見し、先進高炉1の開発課題を明確化し、課題解決に向けたロードマップを作成	○
①-2-2 先進高炉2（カーボンリサイクル高炉）の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	カーボンリサイクル高炉のCO ₂ 発生量削減が最大となる操業諸元的设计及びロードマップの完成	CO ₂ 発生量削減を最大化するカーボンリサイクル高炉の操業諸元を提示し、ロードマップ作成に反映	○

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(2)

①-3. シャフト炉関連項目

研究開発項目	目標	成果	達成度
①-3-1 シャフト炉に関するボトルネック課題調査-1 -鉄鉱石の塊成化技術に関する技術調査	鉄鉱石の塊成化に関する技術調査と課題抽出	技術調査に基づき水素還元適用時挙動や課題を抽出し、課題対応技術に係る情報を収集・整理	○
①-3-2 シャフト炉に関するボトルネック課題調査-2 -シャフト炉に関する熱流動ボトルネックの解析的調査	シャフト炉方式でのボトルネック課題の一つである熱流動挙動に対する必要要素技術の明確化	数値シミュレーションによるシャフト炉熱供給手法、および粒子内の反応解析の結果を定量的に提示	○
①-3-3 シャフト炉方式の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	シャフト炉方式での水素還元プロセス開発に関するロードマップ作成	整理した技術開発課題と実験による基礎検討結果から、開発ステップ及び検証項目のロードマップ作成	○

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み(中間) / 一部達成(事後)、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(3)

①-4. 流動層関連項目

研究開発項目	目標	成果	達成度
①-4-1 流動層に関するボトルネック課題調査-1 -文献調査をベースとするボトルネック課題の抽出	水素還元のプロセス課題が従来同様に流動化不能(スティッキング・シンタリング)かを明らかにし、開発すべき技術対象を明確化	水素還元はスティッキング抑制に有利も、流動化不能を完全には回避できない。高速操作・粒子循環・多段化等の技術開発が必要	○
①-4-2 流動層に関するボトルネック課題調査-2 -水素還元過程で生成する金属鉄形態と還元諸条件の関係定量化	水素還元過程で生成する金属鉄の形態と還元諸条件の関係を定量化し、スティッキングやシンタリングの抑制条件を提示	Wustiteの還元速度とFe ²⁺ の拡散速度の関係から繊維状金属鉄の生成条件を整理し、スティッキング抑制可能なプロセスを提案	○
①-4-3 流動層に関するボトルネック課題調査-3 -鉱石種がスティッキング現象に与える影響評価	スティッキングやシンタリング現象を抑制する条件の提示	スティッキングやシンタリングの原因となるウィスカーが生成しにくいガス条件と鉱石条件の組み合わせを提示	○
①-4-4 流動層方式の概念設計のための基礎検討とロードマップ作成	流動層方式での水素還元プロセス開発に関するロードマップ作成	整理した技術開発課題と実験による基礎検討結果から、開発ステップ及び検証項目のロードマップ作成	○

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(4)

②水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬関連項目

研究開発項目	目標	成果	達成度
②-1 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬・品質に関わる技術調査および課題抽出・要素技術洗い出し	豪州産鉱石の水素還元を前提とした溶解、精錬プロセスに関する技術調査と課題抽出	劣質鉱石から高級鋼製造のためには溶解精錬工程における脱りん負荷と多量スラグ発生が課題と判明	○
②-2 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関する開発ロードマップの作成	水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関するロードマップ作成	上記課題を踏まえ開発項目を整理し、要素技術試験、小型試験炉、実証炉の3ステップのロードマップを作製	○

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(5)

③. 高炉一貫製鉄所におけるCCU技術(バイオマス含む)関連項目

研究開発項目	目標	成果	達成度
③-1 高炉一貫製鉄所におけるCCU技術のポテンシャル調査およびロードマップ作成	高炉一貫製鉄所から発生する炭素の有価化という点に絞り込んで、CO ₂ 削減ポテンシャルを評価するとともに、ロードマップを作成	CO ₂ 削減のコストとポテンシャルの視点から、国内一貫製鉄所に適合するCCU技術のロードマップを作成	○
③-2 主要要素技術に関わる技術調査：排ガスからのメタノール生成に関する調査および基礎検討	製鉄所への適用を考慮したメタノール生成プロセスに関する技術調査、実験等による課題の明確化	最適全体プロセスに関する最新調査、実験・シミュレーションによるスケールアップ・実機化に向けた課題抽出・明確化を実施、ロードマップ作成に反映	○
③-3 バイオマス利用技術動向調査とポテンシャル評価	製鉄プロセスにおけるバイオマス利用の実態調査を行い、廃プラスチック利用と比較して国内製鉄所を想定した開発課題を整理	最大の課題は調達安定性であり、需要に対して水生植物や廃棄物の変換技術を期待 高炉微粉炭代替に対して燃焼制御技術が重要	○

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況(6)

④全体評価および全体ロードマップ作成関連項目

研究開発項目	目標	成果	達成度
④-1 エネルギー・物質収支を考慮したエネルギー簡易モデルの作成および全体評価	エネルギー簡易モデルエネルギーモデルを作成し、CO ₂ 排出量および製鉄所内のエネルギーバランスを定量評価	提案する先進高炉が実現すれば、作成したモデルから投入エネルギーは24%増加するが、CO ₂ 排出量は22%削減可能であることを定量的に明確化	○
④-2 全体ロードマップの作成	2050年カーボンニュートラル実現を目標に、還元、溶解精錬、CCU（バイオマスを含む）プロセスを組み合わせた全体ロードマップを作成	先進高炉+CCUSルート、水素直接還元+溶解精錬ルートの開発ロードマップを作成し、2050年に向けて必要な技術開発項目・開発レベルを提示	○

◎ 大きく上回って達成、○達成、△達成見込み（中間）／一部達成（事後）、×未達

◆成果の普及

※2022年12月23日現在

	2020年度	2021年度	計
研究発表・講演	0	7	7
新聞・雑誌等への掲載	0	2 ^{1,2)}	2
その他（学生鉄鋼セミナーでの紹介）	0	1	1

- 1) 鉄鋼新聞 記事掲載 2021年5月31日
- 2) JRCM NEWS 2022年8月号 記事掲載

その他の内容

- ・日本鉄鋼連盟ニューズリリースへの掲載：
「ゼロカーボン・スチール」実現に向けた技術開発事業の受託について(2020年 6月17日)
<https://www.jisf.or.jp/business/ondanka/zerocarbonsteel/documents/japanese.pdf>
- ・日本鉄鋼連盟HPに「ゼロカーボン・スチールへの挑戦！」を掲載 <https://www.carbon-neutral-steel.com/>
- ・日本製鉄 統合報告書2020への記載
https://www.nipponsteel.com/ir/library/pdf/nsc_jp_ir_2020_all_a3.pdf
- ・JFEスチール JFEグループ CSR報告書 2020への記載
https://www.jfe-holdings.co.jp/csr/pdf/2020/2020_05.pdf
- ・神戸製鋼 KOBELCOグループ 統合報告書2020への記載
https://www.kobelco.co.jp/about_kobelco/outline/integrated-reports/2020/files/integrated-reports2020.pdf

◆知的財産権の確保に向けた取組

戦略に沿った具体的取組

- 発明者主義を採用しつつも事業者間の優先使用を明記
- 個社の事情を反映し項目ごとに参画有無を規定、技術コンタミを防止すべく運営

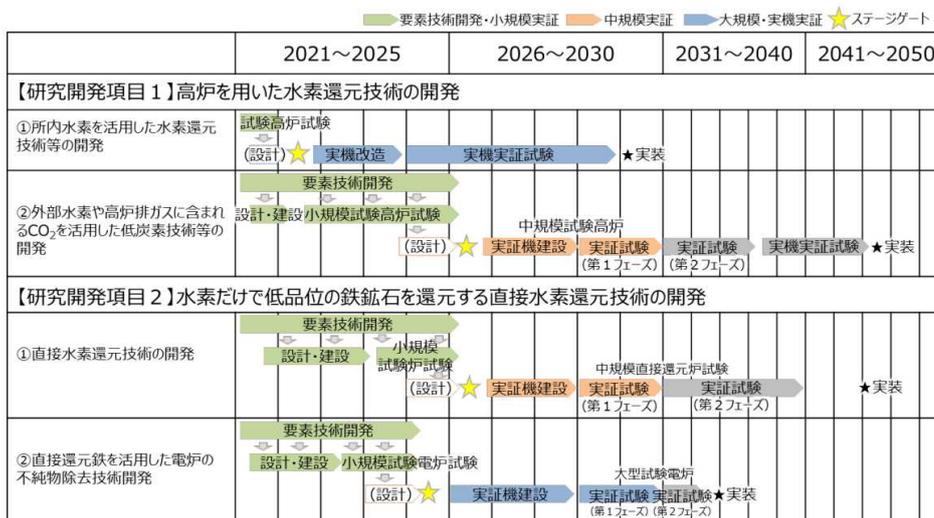
※2022年12月23日現在

	2020年度	2021年度	計
特許出願（うち外国出願）	0(0)	1 (1)	1(1)件

4. 成果の実用化に向けた取組及び見通し (1) 成果の実用化に向けた戦略 (2) 成果の実用化に向けた具体的取組 (3) 成果の実用化の見通し

◆実用化に向けた戦略・具体的取組、実用化の見通し

- ・2050年までに実装、実用化が必要な技術について、ボトルネックとなる課題や重要要素技術、また、それらの開発ロードマップに就き、明確化と進め方を示した。
- ・これらが、2021～2030年の研究開発事業である、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」プロジェクトに既に活用され、下記スケジュールにて研究開発事業が推進中。



(出典)METI「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・社会実装計画より ※想定されるスケジュールの一例を記載

概要

		作成日	2022年11月28日
プロジェクト名	「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた技術開発	プロジェクト番号	P 20014
担当推進部/ 担当者	環境部 担当者：春山 博司 主査（2020年6月～2021年3月） 下村 誠 主査（2021年4月～2021年9月） 今井 渉 専門調査員（2021年10月～2022年3月）		
0. 事業の概要	<p>本事業では、カーボンニュートラル製鉄の実現に資する有望な技術（過渡的技術、超革新的技術）について、それぞれの技術の開発課題と必要要素技術を整理するとともに、概念設計に必要となるシミュレーションモデル等の構築や基礎データの収集等の基礎検討を行い、開発課題、ボトルネック課題を基に、ロードマップを作成する。さらに、この結果に基づき2050年までの期間を置き、検討時期、課題、ベンチ規模/パイロット規模/実証開発を明示した全体ロードマップを作成、本事業後の研究開発の位置づけ・目的を明確化する。</p>		
1. 事業の位置付け・必要性について	<p>鉄鋼業のCO₂排出量は世界全体の約9%、国内全体の約12%を占めており、「革新的環境イノベーション戦略」（2020年1月）においては、「ゼロカーボン・スチール」を実現する水素還元製鉄技術等の超革新技術の開発を進めることが謳われている。</p> <p>以上を踏まえて本事業では、鉄鋼業におけるCO₂排出量を削減するための超革新的技術および過渡的技術として有望な技術を抽出し、調査や基礎実験・研究等の先導的研究も実施して開発課題やボトルネック課題を明確化し、技術開発ロードマップを作成することにより、本事業後の本格的な研究開発計画の明確化を目的とした。</p>		

2. 研究開発マネジメントについて				
事業の目標	【最終目標】（2021 年度） ・水素還元製鉄の技術開発や実用化における諸課題の抽出等 ・「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けた研究開発ロードマップの作成			
事業の計画内容	主な実施事項	2020fy	2021fy	
	①水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	→	→	
	②水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および開発ロードマップの作成	→	→	
	③高炉一貫製鉄所における CCU 技術（バイオマス含む）のポテンシャル調査とロードマップ作成	→	→	
④全体評価および全体ロードマップの作成	→	→		
事業費推移 (単位：百万円)	会計・勘定	2020fy	2021fy	合計
	一般会計	-	-	-
	特別会計（需給）	89	102	191
	総 NEDO 負担額（委託）	89	102	191
開発体制	経産省担当原課	製造産業局 金属課 金属技術室		
	委託先	日本製鉄株式会社 J F E 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		
情報変化への対応	日本政府による「2050 年カーボンニュートラル宣言」、及び策定された「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」等の下、「グリーンイノベーション基金事業」が NEDO に創設された。その事業の「製鉄プロセスにおける水素活用」プロジェクトの開発指針として、本事業の成果を活用した。			
評価に関する事項	事後評価	2022 年度 事後評価実施		

<p>3. 研究開発成果について</p>	<p><u>研究開発項目①：水素還元に関わる技術調査および開発ロードマップの作成</u> 還元プロセス（高炉、シャフト炉、流動層）における CO₂ 削減技術に関する技術調査および課題抽出・要素技術の洗い出し、ボトルネック課題にかかわる技術調査、水素還元プロセスの概念設計のための基礎検討を実施し、開発ロードマップを作成した。</p> <p><u>研究開発項目②：水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および開発ロードマップの作成</u> 水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関わる技術調査および課題抽出・要素技術の洗い出しを実施し、水素還元を前提とした還元鉄溶解・精錬に関する開発ロードマップを作成した。</p> <p><u>研究開発項目③：高炉一貫製鉄所における CCU 技術（バイオマス含む）のポテンシャル調査とロードマップ作成</u> 高炉一貫製鉄所における CCU 技術のポテンシャル調査を実施し、ロードマップを作成するとともに、排ガスからのメタノール生成に関する調査および基礎検討、バイオマス利用技術動向調査とポテンシャル評価を実施した。</p> <p><u>研究開発項目④：全体評価および全体ロードマップの作成</u> エネルギー・物質収支を考慮したエネルギー簡易モデルを作成し、CO₂ 排出量および製鉄所内のエネルギーバランスの定量評価を実施するとともに、2050 年カーボンニュートラル実現を目標に、還元、溶解精錬、CCU（バイオマスを含む）プロセスを組み合わせた全体ロードマップを作成した。</p> <p>対外発表：「研究発表・講演」7 件、「雑誌・新聞等への掲載」2 件、「その他」1 件</p> <p>特許： 「出願済」1 件</p>
<p>4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて</p>	<p>本事業における実用化とは、「ゼロカーボン・スチールの実現に向けて抽出した有望な技術や作成した各技術の開発ロードマップにより、取り組むべき技術開発の位置づけ・目的が明確化されるとともに、その成果が本格的な研究開発事業につながること」であり、本事業の成果は、2021～2030 年の研究開発事業である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」プロジェクトに既に活用され、研究開発事業が推進中である。</p>
<p>5. 基本計画に関する事項</p>	<p>策定期限：2020 年度実施方針：2020 年 2 月策定、2020 年 10 月改訂 2021 年度実施方針：2021 年 2 月策定、2021 年 5 月改訂</p>