



（本報告の概要）

- ▶水素を還元材として低品位鉄鉱石ペレットを還元し、電気炉で溶解して鋼材を製造、CO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減する技術を開発中
- ▶直接水素還元炉の開発では日本製鉄波崎研究開発センターに小型試験用シャフト炉(1トン/時)を建設し、2025年度から試験開始予定
- ▶電炉開発では日本製鉄波崎センターおよびJFEスチール千葉地区に小型試験電炉(10t)を建設、神戸製鋼所高砂製作所では小型商用炉(20t)を改造し、試験を実施中
- ▶電気溶融炉(ESF)の開発で、試験用設備を建設し、2026年度から試験開始予定
- ▶これらの技術により、低品位鉄鉱石から製造した直接還元鉄を活用し、高炉法並みの不純物制御を実現しつつ、高級鋼の製造を目指す

○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とスケジュール（開発テーマ）

項目	①直接水素還元技術の開発
目的	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CO <sub>2</sub> 排出を50%以上削減を達成する技術を実証
概要	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
規模	② 中規模直接還元炉（実炉の1/5規模以上）試験による実証試験

項目	②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発
目的	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、不純物の濃度を高炉法並みに制御する技術を実証
概要	① 要素技術開発および小型試験電炉・炉外処理炉（10トン規模）での検証試験
規模	② 大型試験電炉・炉外処理炉（処理量約300トン規模）での実証試験

項目	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
目的	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（鉄生産量100トン/時以上）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に制御する技術を実証
概要	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に制御する技術を実証
規模	

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%）

（スケジュール）

	2021~2025	2026~2030	2031~2040	2041~2050
【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	要素技術開発 設計・建設 小規模試験炉試験 (設計) ★ 実証機建設 ★実証試験	中規模直接還元炉試験 ★実証可能(天然ガス) ★実証可能(水素)	★実証試験	★実証可能
①直接水素還元技術の開発	要素技術開発 設計・建設 小規模試験炉試験 (設計) ★ 実証機建設 ★実証試験	中規模直接還元炉試験 ★実証可能(天然ガス) ★実証可能(水素)	★実証試験	★実証可能
②直接還元鉄を活用した電炉の不純物除去技術開発	要素技術開発 設計・建設 小規模試験電炉試験 (設計) ★ 実証機建設 ★実証試験	大型電炉試験 ★実証可能	★実証試験	★実証可能
③直接還元鉄を活用した大型ルターの開発	中規模電気溶融炉試験 設計・改造 ★実証試験	★実証機建設 ★実証試験	★実証可能	★実証可能

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」プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画より

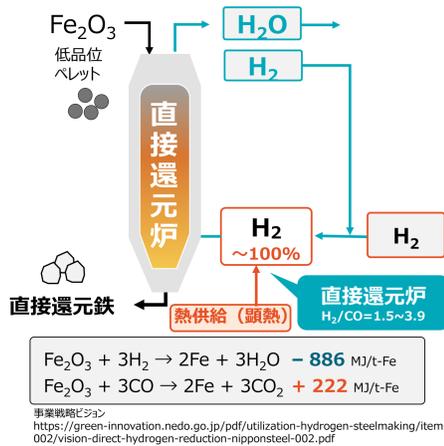
○直接還元技術の開発の概要と開発進捗

- ▶水素を使って低品位の鉄鉱石を直接還元する技術を開発し、従来の高炉法と比べて、50%以上のCO<sub>2</sub>排出量を削減できる技術の実証を目指す
- ▶低品位のペレット（粒状の鉄鉱石）を使用するための技術開発も推進中

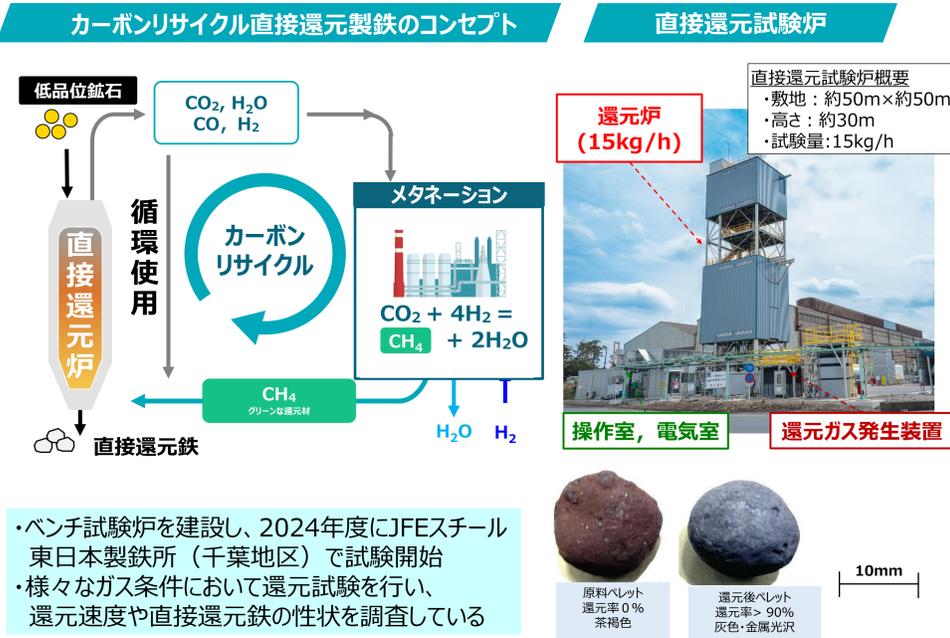
既存のシャフト炉プロセスとの比較

	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 <sub>2</sub> 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

- ・小型試験用シャフト炉（1トン/時）の建設
- ・2025年度に日本製鉄・波崎研究開発センターで試験開始予定

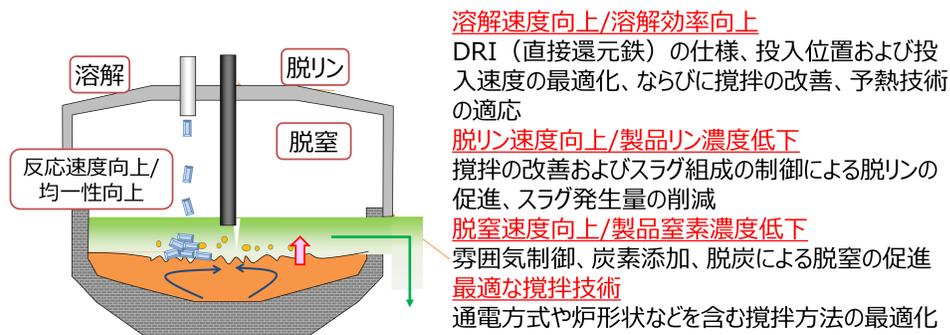


- ▶システム内でCO<sub>2</sub>を回収、メタネーション技術を用いてグリーン水素でメタンに変換して再利用、カーボンリサイクルを活用した直接還元法の開発も進行中



○高級鋼製造のための電炉の不純物除去技術開発

- ▶低品位鉄鉱石から製造した水素直接還元鉄を活用した電炉プロセスにおいて、大型電炉一貫プロセス（処理量約 300 トン規模）で、不純物濃度を高炉法並みに制御して、高級鋼を製造する技術を実証
- 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 ~10 トン規模)で検証
- ②大型試験電炉・炉外処理炉（処理量約 300 トン規模）における実証試験

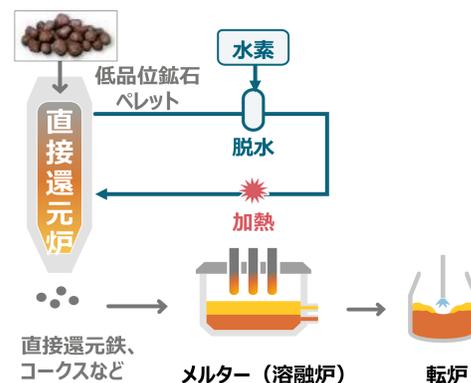


- ・日本製鉄波崎研究開発センターに小型試験電炉(10t)建設、2024年度試験開始
- ・JFEスチール東日本製鉄所千葉地区に小型試験電炉(10t)建設、2024年度試験開始
- ・神戸製鋼所高砂製作所において小型商用炉(20t)改造、2022年度試験開始



○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

- ▶低品位鉄鉱石を用いて、効率的な溶解と可能とし、高炉プロセスに匹敵する不純物を制御するルター（溶融炉）技術の実証を実施
- ▶国内のセメント用途に適したスラグの性状制御技術の実証を実施



日本製鉄で試験用の電気溶融炉（ESF）を建設し、2026年度から試験を開始する予定