

参考資料

## 鉄鋼分野におけるロードマップ（案）にかかる参考資料

---

株式会社野村総合研究所

コンサルティング事業本部

サステナビリティ事業コンサルティング部

2021年8月



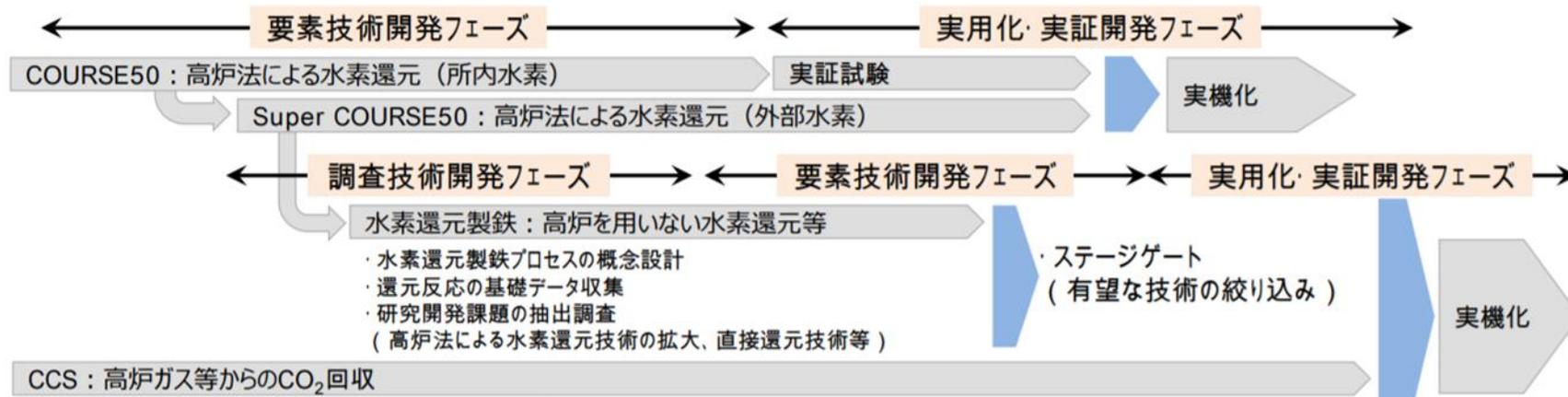
## 製造プロセスは特に鉄鉱石を還元する方法で分類され、水素化・電化が重要

- IEAの技術ロードマップに記載された技術のうち、成立年が明記されているものを抽出した。
- 日本のCOURSE50等に記載された主要な技術に該当する部分は、灰色で囲んでいる。

(凡例) TRL	成立年	BF (高炉)	DRI (直接還元)	その他
		現在主流の技術。石炭・コークス等を利用するためGHG排出量が大い。	高炉を用いず直接還元する。現在は天然ガスを利用したものがあり、将来的に水素還元へ。	Smelting Reductionや電力による還元など、現在は実用化されていない技術
11	2020	BF : Charcoal	DRI: Natural gas-based with CO2 capture	
10		BF : Converting off-gases to fuels		
9	2025	BF : Converting off-gases to chemicals		Ancillary Processes : H2 for high-temperature heat
8		BF : Torrefied biomass		
7	2028	BF : Electrolytic H2 blending		Smelting reduction: with CCUS
6	2030	BF : off-gas hydrogen enrichment and/or CO2 removal for use or storage	DRI: Based on natural gas with high levels of electrolytic hydrogen blending	
5		高炉法による水素還元・CCUS (COURSE50、Super COURSE50)	DRI: Based solely on electrolytic hydrogen	
4			高炉を用いない水素還元 (水素還元製鉄)	Smelting reduction: H2 plasma reduction
3	2030以降 (TRL4以下)			Electrolysis : Low-temperature
2				Electrolysis : High-temperature
1				

# ゼロカーボン・スチールの実現に向け、日本はCOURSE50による高炉法の改善とともに、超革新技術として高炉を用いない水素還元やCCS・CCU等に取り組むとしている

革新的環境イノベーション戦略 一部抜粋



## ⑯ ゼロカーボン・スチール

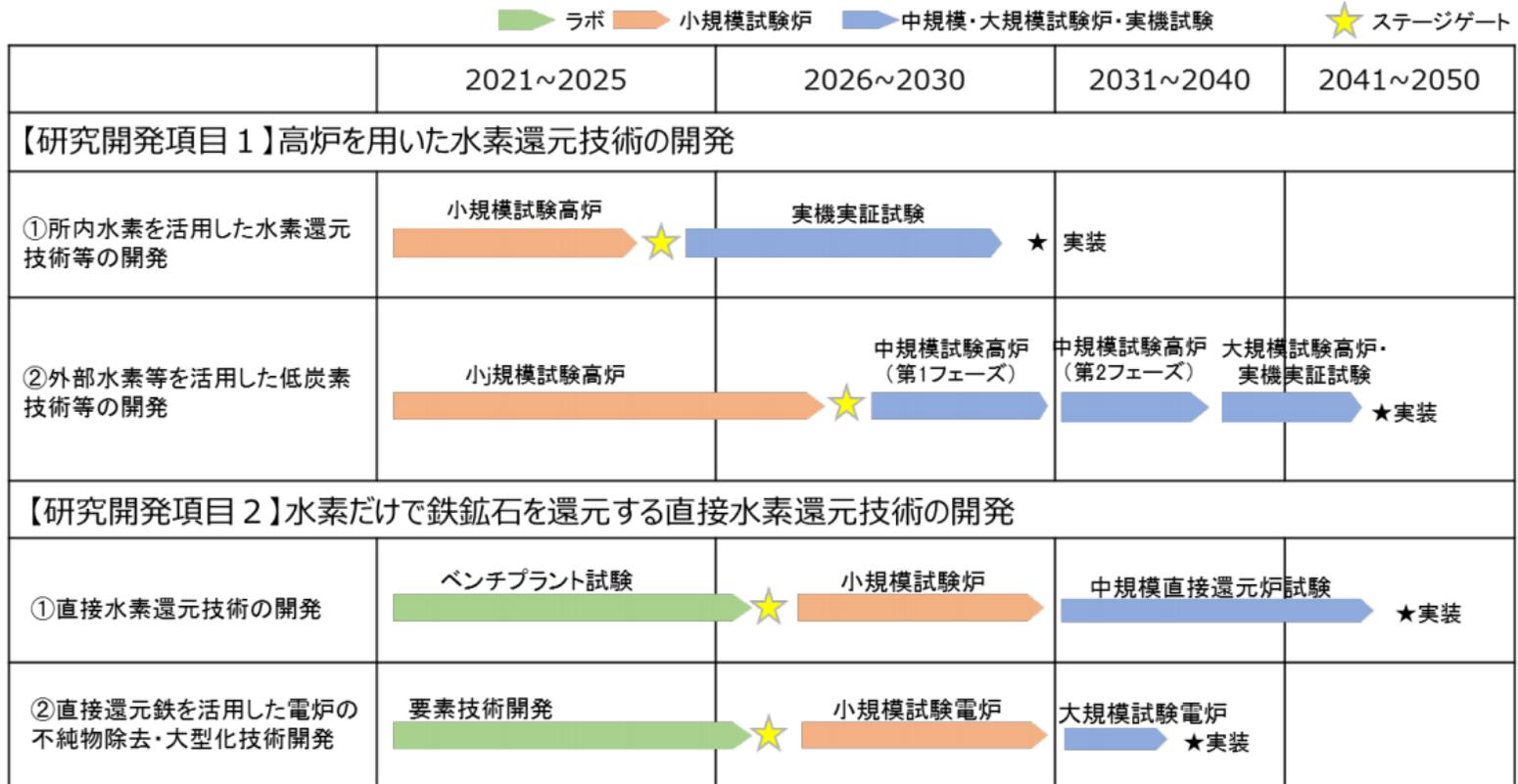
- ✓ 2050年以降のできるだけ早い時期までに、現在の高炉法による鉄鋼製造と同等のコストで「ゼロカーボン・スチール」を実現する水素還元製鉄技術等の超革新技術の開発を行う。実用化には、2050年の水素コスト（プラント引渡しコスト）20円/Nm3という目標をさらに下回る水準でCO2フリー水素が安定的かつ大量に供給されることが必要。世界のCO2削減量は約38億トン。

## ⑰ 金属等の高効率リサイクル

- ✓ 金属等の循環利用を進めることで原料からの一次製錬が不要となりCO2大幅削減が期待される。自動・自律型リサイクルプラント及び有用金属の少量多品種製錬技術導入により、中間処理コストを1/2に低減、レアメタル製錬コストを1/2～1/3に低減することができ、金属資源リサイクルの飛躍的発展が見込まれる。また、多種類の金属を組み合わせたハイエントロピー合金は、従来のリサイクル工程に不可欠の製・精錬、電気分解等の高純度工程を省略し、廃製品中に含まれる金属成分の調整だけで、従来製品よりも軽量・高強度などの高機能製品にリサイクルできる可能性を有しており、究極的には完全リサイクルを実現することが期待されることから、ハイエントロピー合金の開発及び実用化を目指す。世界全体におけるCO2削減量は約1.2億トン。

# 鉄鋼関連の革新的な環境技術の多くは2025年以降の導入を想定している

G 基金におけるプロジェクト・社会実装の  
想定スケジュール  
  
社会実装スケジュール



- 導入フェーズ： 1. 開発フェーズ → 2. 実証フェーズ → 3. 導入拡大・コスト低減フェーズ → 4. 自立商用フェーズ
- 具体化するべき政策手法： ①目標、②法制度（規制改革等）、③標準、④税、⑤予算、⑥金融、⑦公共調達等



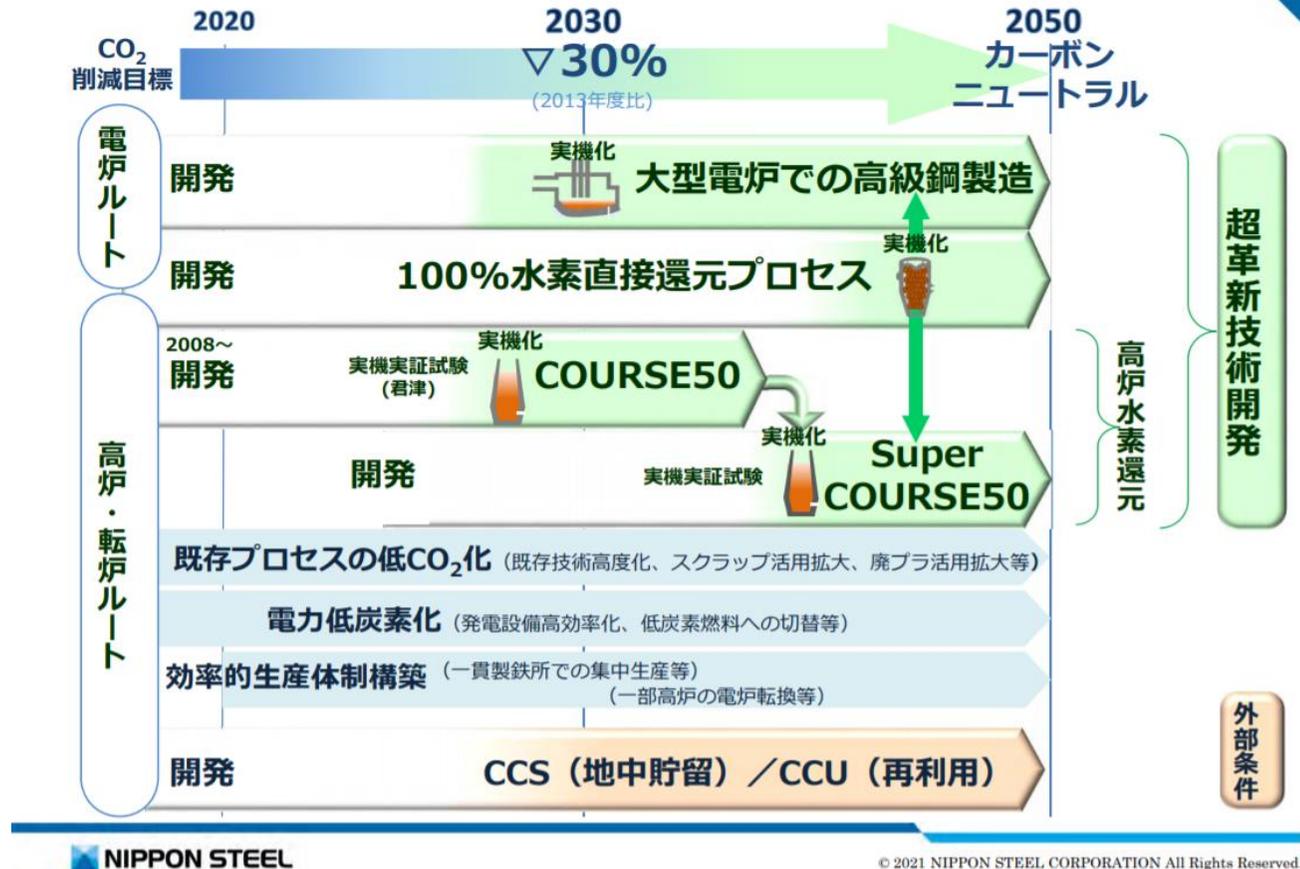
# 日本製鉄のロードマップ

## ○基本情報

企業名 日本製鉄  
 産業 鉄鋼  
 本籍 日本  
 目標 【長期目標】  
 2050年までにネットゼロ  
 【短中期目標】  
 2030年までに30%削減  
 (2013年比)

## ネットゼロに向けたロードマップ

### 当社のCO<sub>2</sub>排出削減施策ロードマップ

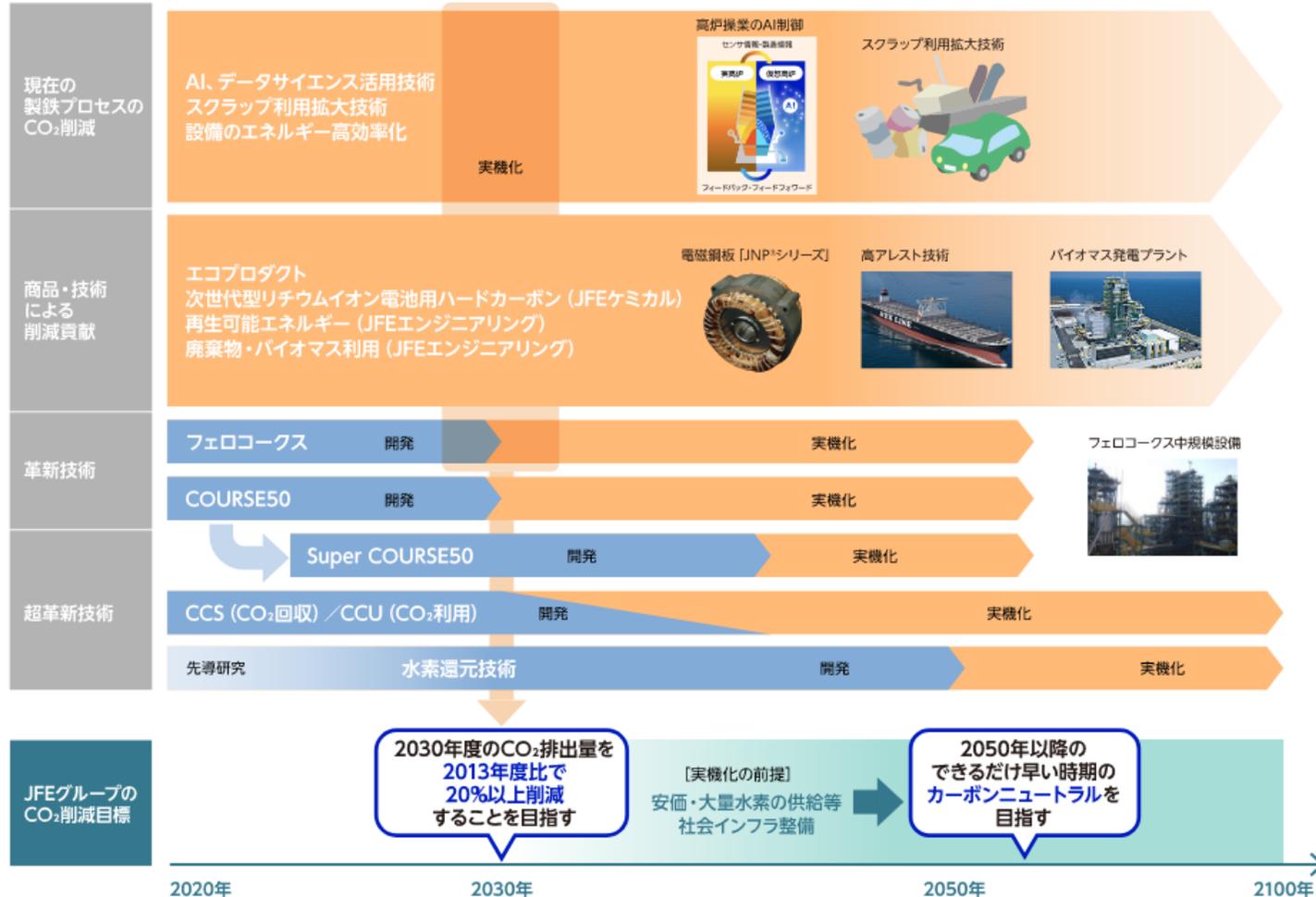


# JFEのロードマップ

## ○基本情報

企業名	JFE
産業	鉄鋼
本籍	日本
目標	<b>【長期目標】</b> 2050年までにネットゼロ <b>【短中期目標】</b> 2030年までに20%以上削減 (2013年比)

## ネットゼロに向けたロードマップ

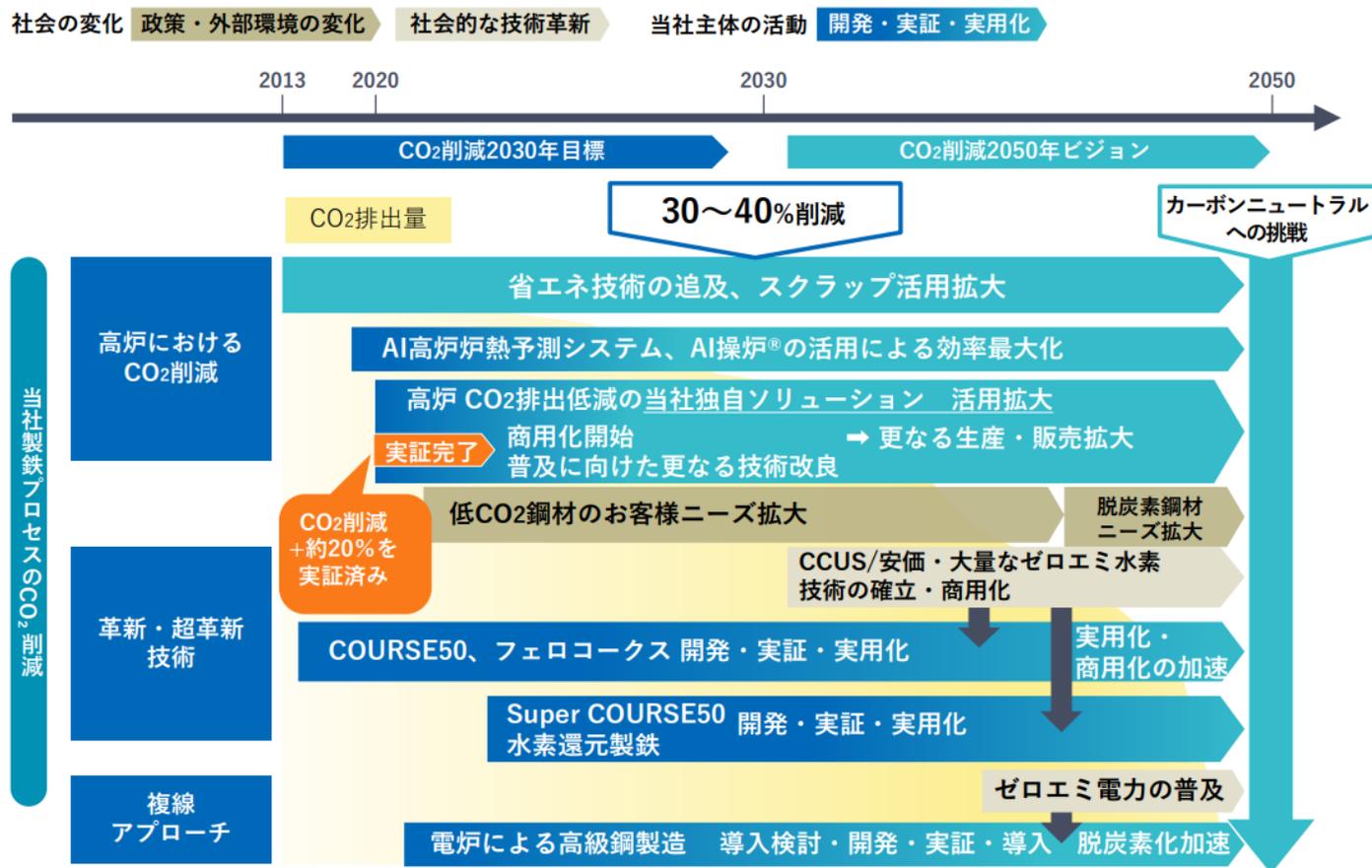


# 神戸製鋼のロードマップ

## ○基本情報

企業名 神戸製鋼  
 産業 鉄鋼  
 本籍 日本  
 目標 【長期目標】  
 2050年までにネットゼロ  
 【短中期目標】  
 2030年までに30~40%削減  
 (2013年比)

## ネットゼロに向けたロードマップ



## 海外の主な企業の目標

	企業方針		手段
	短期目標	中長期目標	
<b>ArcelorMittal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU域内ビジネスによるCO2排出を3割削減（2007年比2030年まで）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EU域内ビジネスのカーボンニュートラル達成（2050年まで）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直接還元鉄（DRI）</li> <li>水素の活用</li> <li>Carbon Adjusted Borderの提唱</li> </ul>
<b>Thyssenkrup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スコープ1 &amp; 2 でGHG30 %減（2018年比2030年まで）</li> <li>スコープ3を含むGHG18%減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CCU</li> <li>水素の活用</li> <li>再生可能エネルギーの導入</li> </ul>
<b>SSAB</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国内のスコープ1 &amp; 2 におけるCO2排出量を25%減（2032年まで）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化石燃料の使用を完全0に（2045年まで）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の活用 ⇒2016年から研究</li> <li>⇒2026年商用化</li> </ul>
<b>Voestalpine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2排出量を30%減（2030~35年の間に）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CO2排出量を80%減（2050年まで）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水素の実証実験</li> <li>ライフサイクルアセスメント</li> <li>エネルギー業界への再生可能エネルギーの価格低下要請</li> </ul>

参考 | 既存のシナリオや企業の戦略・ロードマップ等で想定される技術（海外企業）

# アルセロール・ミッタルは欧州地域で2050年までにネットゼロを掲げ、カーボンリサイクル及びDRIルートを設定



## ArcelorMittal

本社  
ルクセンブルク

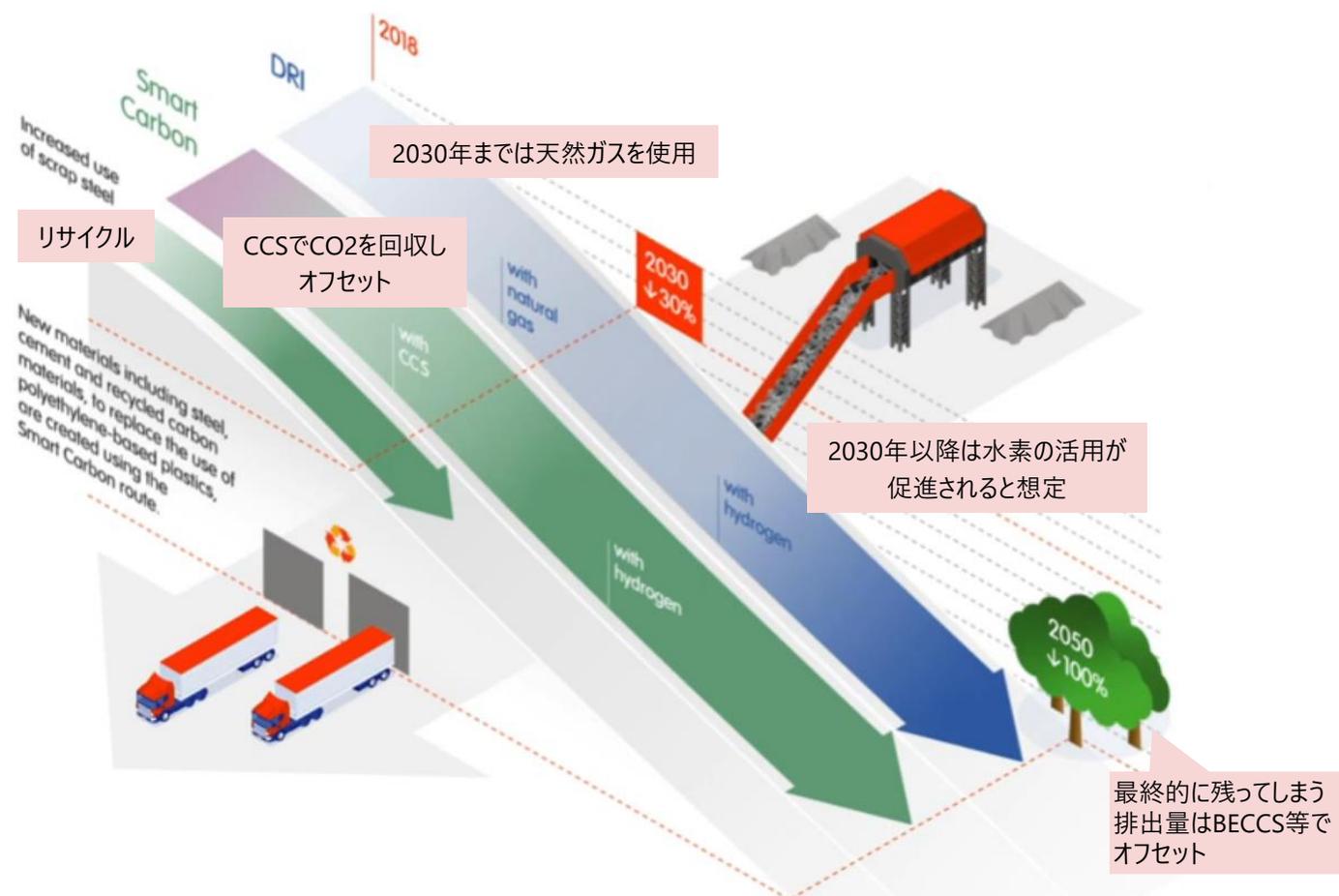
CEO  
Aditya Mittal

生産拠点  
18か国

年生産量  
8,980万トン

目標  
EU域内ビジネスにおいて2030年までにCO2を30%削減、2050年までにカーボンニュートラル達成

## ネットゼロに向けたロードマップ



# 既存のシナリオまとめ (1/2)

ロードマップ・シナリオ		対象期間・地域	2050年排出量	2050年鉄鋼生産量	2050年スクラップ率	想定技術	CCS/U
革新的環境 イノベーション戦略		2050年・日本	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ COURSE50、フェロコークス技術の2030年ごろの実用化</li> <li>✓ 高炉法を用いない水素還元製鉄等の実用化（2050年以降できるだけ早い時期に）</li> </ul>	✓ COURSE560に引き続き、CCS・CCUの実用化を目指す
低炭素社会 実行計画		2030年・日本	-	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ コークス炉改善などBFの効率化</li> <li>✓ COURSE50（2030年頃に実用化）</li> </ul>	COURSE50で科学吸収法・物理吸収法を開発中
(参考) ゼロカーボンスチールへの挑戦	BAU	2100年・世界	44.8億t	26.8億t (粗鋼)	53%	✓ 現状の排出原単位を維持	-
	BAT	2100年・世界	35.4億t			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 既存の省エネルギー技術の国際展開（2030年以降、2050年までに達成。IEA ETP2014より、原単位21%の削減を想定）</li> </ul>	-
	革新的技術 最大導入	2100年・世界	32.9億t			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ COURSE50の水素還元・フェロコークス等が、2030年以降2050年までに最大導入され、天然資源ルートにおける原単位が10%改善</li> </ul>	✓ CCS及びCCSに利用するための未利用排熱技術を含む
	超革新技術導入	2100年・世界	低位：26.3億t 中位：16.5億t 高位：6.6億t			<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水素還元製鉄、CCS/CCU等の導入に加え、系統電源のゼロエミッション化で2100年にゼロカーボンスチール実現</li> </ul>	✓ 左記のとおり

## 既存のシナリオまとめ (2/2)

ロードマップ・シナリオ		対象期間・地域	2050年排出量	2050年鉄鋼生産量	2050年スクラップ率	想定技術	CCS/U
IEA Technology Roadmap	STEPS	2070年・世界	約26億t	約25億t	45%	✓ 2070年までにBAT技術が100%導入される	
	SDS	2070年・世界	約12億t	約20億t	45%	✓ 2050年までにBAT技術が100%導入される	CCSを中心に、2050年までに鉄鋼生の15%に導入され、400Mt吸収
	Further Innovation Case	2070年・世界	エネルギーシステム全体として0	-	-	✓ H-DRI、熔融還元製鉄、電化還元といった新技術が2030年頃までに商用化・実用化される	
Material (EU)	NEW PROCESS	2050年・EU		1.81億t (BAU1.91億t)	60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 製造プロセスの電化が進展</li> <li>✓ 2050年時点で、H-DRIで63Mt (約3割) 生産。</li> </ul>	11Mt処理 (5%程度)
	CIRCULAR	2050年・EU	0 (BAU2.08億t)	1.39億t (BAU1.91億t)	70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 素材効率性の向上により、生産量減少・スクラップ率向上</li> <li>✓ 2050年時点で、H-DRIまたはCCU/CCSを導入した設備で28Mt生産</li> </ul>	16Mt処理 (6%程度)
	CARBON CAPTURE	2050年・EU		1.81億t (BAU1.91億t)	50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 電化よりもCCSに重きを置いており、50%の生産がCCS/Uを装備</li> <li>✓ 50%の生産が、CCS付きのH-DRI。(水素は天然ガス由来)</li> </ul>	71Mt処理 (30%程度)

## IEA NZEシナリオ 概要

- IEAは5月18日、エネルギーシステム全体で2050年にネットゼロを達成するNZEシナリオについてレポートを公開。
- 鉄鋼セクターでは2050年でもわずかに排出が残るが、その殆どは新興市場や発展途上経済のものとしている。

ロードマップ・シナリオ	対象期間・地域	2050年排出量	2050年鉄鋼生産量	2050年スクラップ率	想定技術	CCS/U
IEA Net Zero by 2050	2050年・世界	220Mt (うち先進国43Mt)	約1.987億t	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2030年までは、素材効率性の向上やスクラップ利用の拡大が主要な排出削減の源となる</li> <li>✓ 2030年以降は、H-DRIや電化還元といった新技術の拡大が削減の主要因に。また、SRやDRIへのCCUSも並行して存在。</li> <li>✓ 比較的新しい設備が多い地域では、高炉の改修も存在</li> <li>✓ 2050年時点では、スクラップEAF・H-DRIなど電力と非化石燃料でエネルギー需要の7割を占める。</li> </ul>	2030年で8%、2050年で67%の設備にCCUSがつくと想定