

資料 1



総合資源エネルギー調査会

第5回 省エネルギー・新エネルギー分科会 水素政策小委員会
資源・燃料分科会 アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会 合同会議

製鉄プロセスにおける 水素活用に向けた取り組み

日本製鉄株式会社
2022年10月7日

目次

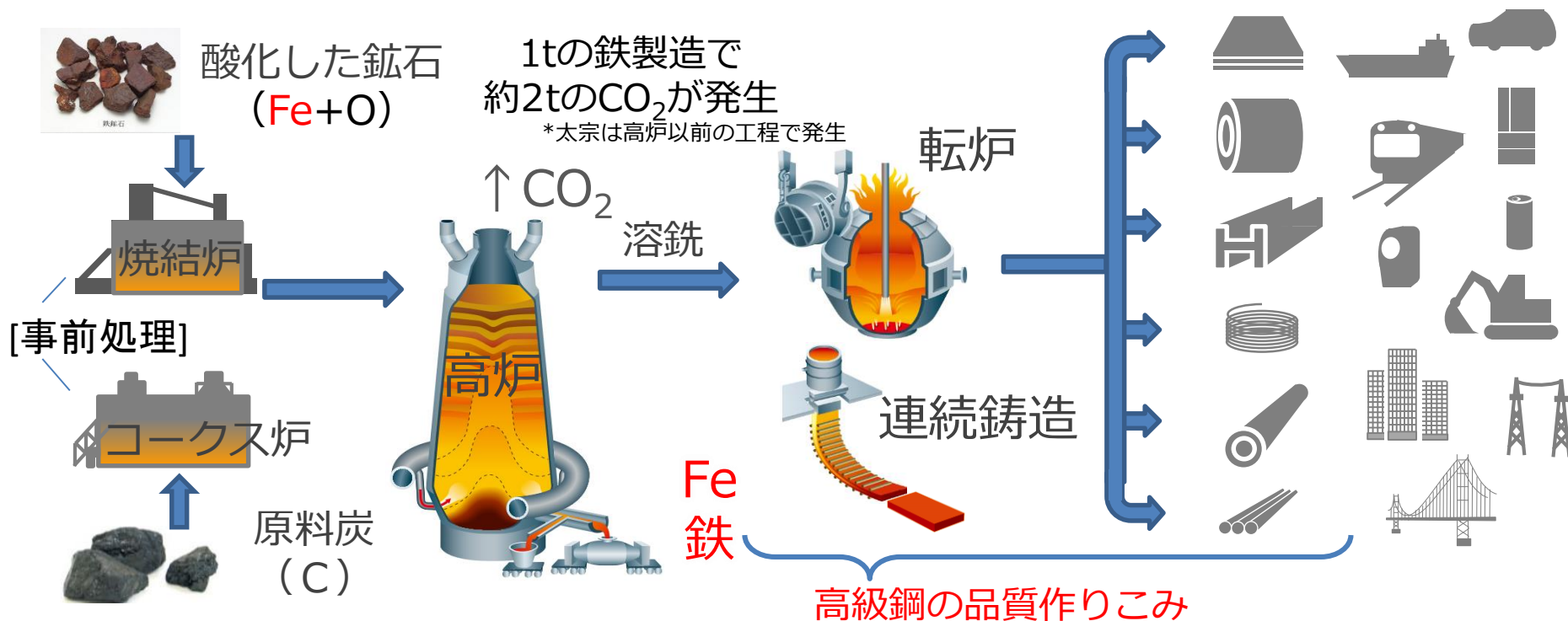
- 1. 製鉄における脱炭素の取り組み
(p3～p10)**
- 2. 製鉄における水素の用途・需要規模・課題
(p11～p12)**
- 3. 水素調達に関する要望事項
(p13)**

1. 製鉄における脱炭素の取り組み

高炉法の特徴

3

- ・ 鉄鉱石から高級鋼を大量生産する、現状で唯一の製造プロセス
- ・ (製品毎に製造ラインを構える太宗の他製造業と異なり) 上工程から、工程を分岐し、製品の成分・形状・材質を作り分けていく、大規模一貫プロセス
- ・ 鉄鉱石の還元材および熱エネルギー源として原料炭を利用し、発生した副生ガスは全て一貫プロセス内でエネルギー源として活用する極めて高効率な生産システム



①酸化した鉱石から酸素を還元(分離)し、1500℃の高温の溶銑として取り出す。

②溶けた高温状態のまま成分調整し、所定の寸法に固め、

③様々なニーズに合致するよう加工し、材質を作り分ける。(熱処理やめっき処理等)

日本鉄鋼業における脱炭素化の意味合い

- 現在高炉法により量産されている高品質な鋼材は、我が国産業競争力の源泉。
 - 高級鋼材の特性は、上工程（高炉・転炉・連続鋳造）からの一貫での作りこみによって実現されており、技術力の源泉は上工程からの一貫製造体制にある。
 - 一方、CO₂の太宗は上工程で排出されており、鉄鋼製造プロセスの脱炭素化には、上工程の脱炭素化が必須。
 - また、鉄は産業の基礎として国産化が新興国の基本政策であり、海外での外国民間メーカーによる一貫製鉄所建設は事実上不可能。
一貫製鉄所のM&A案件も極めて稀。
- ⇒日本で一貫製造体制を維持していくためには、上工程の脱炭素化に取り組む事が、経営上の基本命題。
当社は3つの超革新技術の複線的開発にG I 基金を活用し挑戦中。

カーボンニュートラルビジョン2050

2021年3月公表

2030年にCO₂総排出量▽30%、2050年カーボンニュートラルを目指す
 2030年目標は海外競合他社と比べても野心的であり、かつ、確実に達成できる計画
 グリーン・トランスフォーメーション推進本部（本部長：副社長）にて企画・実行を行い、
 定期的に取り締役会・経営会議において報告・モニタリングを実施



社会全体の
 CO₂排出量削減に寄与する
 高機能鋼材とソリューションの提供

お客様における
 生産・加工時のCO₂削減

最終消費者における
 使用時のCO₂削減



鉄鋼製造プロセスの脱炭素化
 カーボンニュートラルスチールの
 提供

お客様のサプライ
 チェーンでのCO₂削減

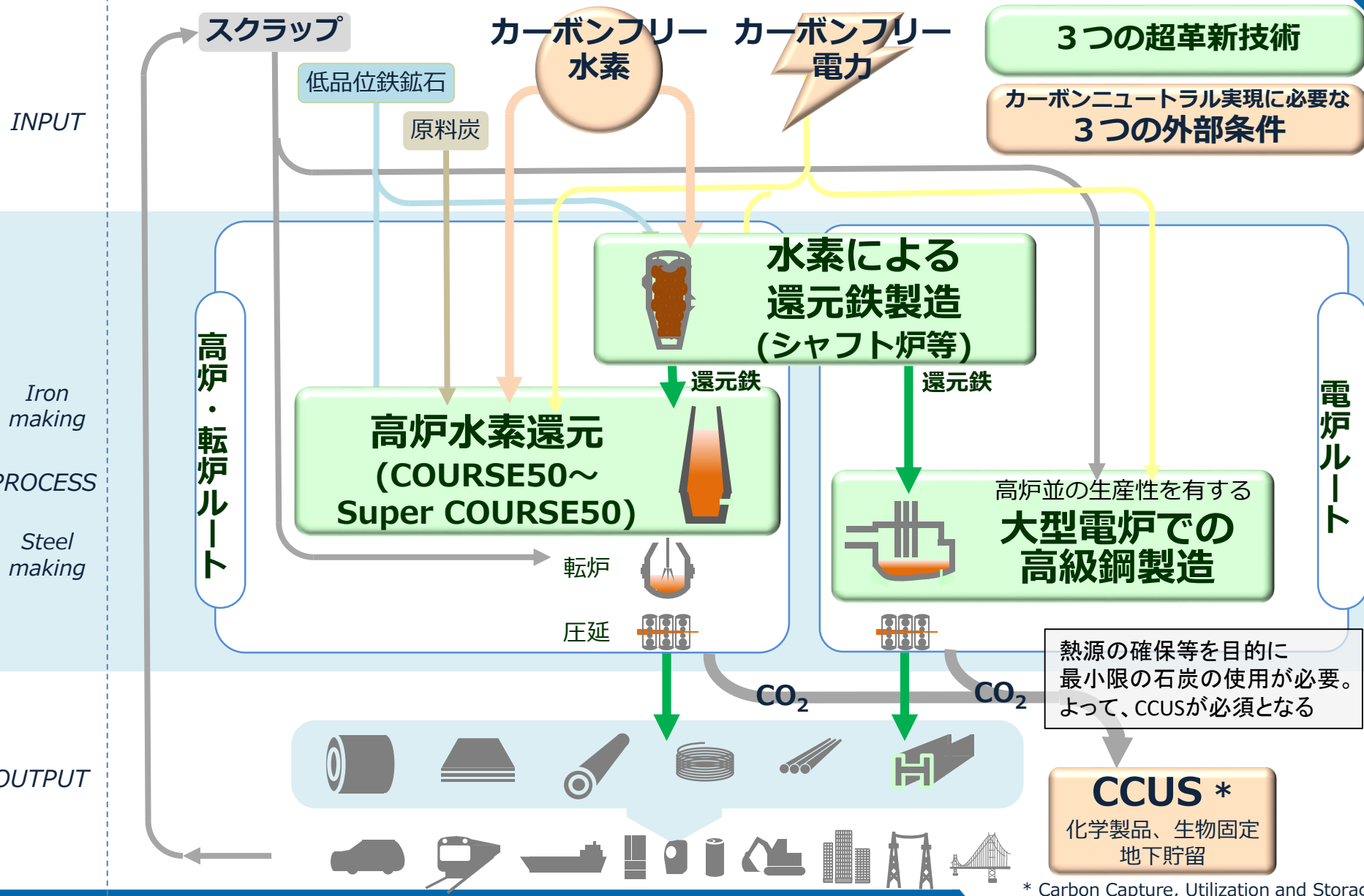
高機能鋼材とソリューションを提供し、他国に先駆けて鉄鋼製造プロセスの脱炭素化を進め、
 カーボンニュートラルスチールをいち早く市場へ供給していく事で、
 お客様（国内約6千社）の脱炭素化ニーズに応え、国際競争を支えてまいります。
 第三者機関の認定を受け、CO₂排出低減効果を踏まえた、
 「NSCarbolex™ Neutral」の販売を2023年度上期より開始いたします。



NIPPON STEEL
 Green Transformation
 initiative

Make Our Earth Green

カーボンニュートラル生産プロセス



3つの超革新技術
 カーボンニュートラル実現に必要な
3つの外部条件

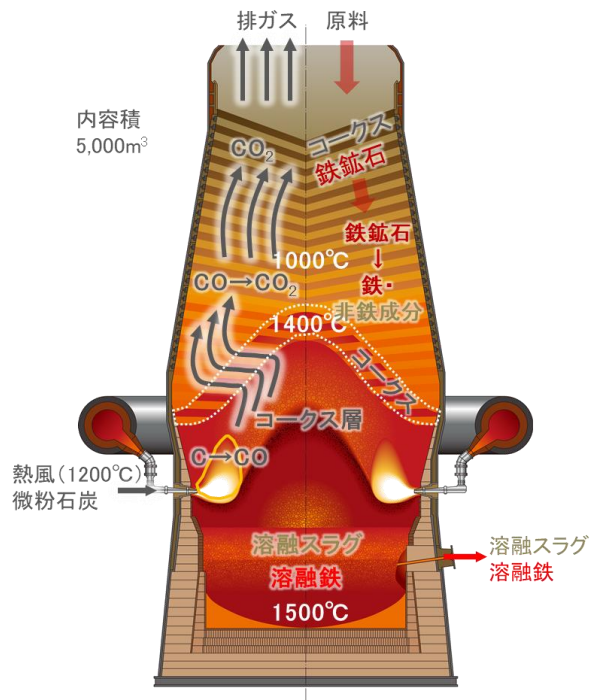
熱源の確保等を目的に
 最小限の石炭の使用が必要。
 よって、CCUSが必須となる

CCUS *
 化学製品、生物固定
 地下貯留

* Carbon Capture, Utilization and Storage

高炉における水素利用の主な課題

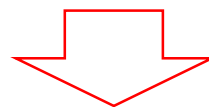
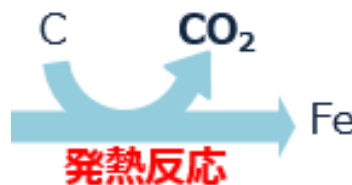
1. コークスによる現状の高炉操業



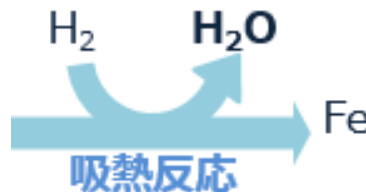
- ①還元材(炭素C)と熱の供給
 - ②高温でも固体のまま原料を支え、炉内でのガス流れを維持
- ※高炉から排出されるガスはエネルギー源として活用

2. 水素への転換による技術的課題

炭素還元



水素還元



- CO_2 が発生
- 発熱により
 - ①還元反応が持続
 - ②鉄が高温熔融され、液体のまま成分調整が可能

- H_2O (水蒸気)が発生
- 炉内温度低下により、
 - ①反応が持続しない
 - ②鉄が熔融しない

⇒対策：高温での水素吹込み
(爆発リスクあり)

水素による還元鉄製造(シャフト炉等)

還元材にメタン(天然ガス)ではなく水素を100%使用する
直接還元プロセスの技術開発にチャレンジ

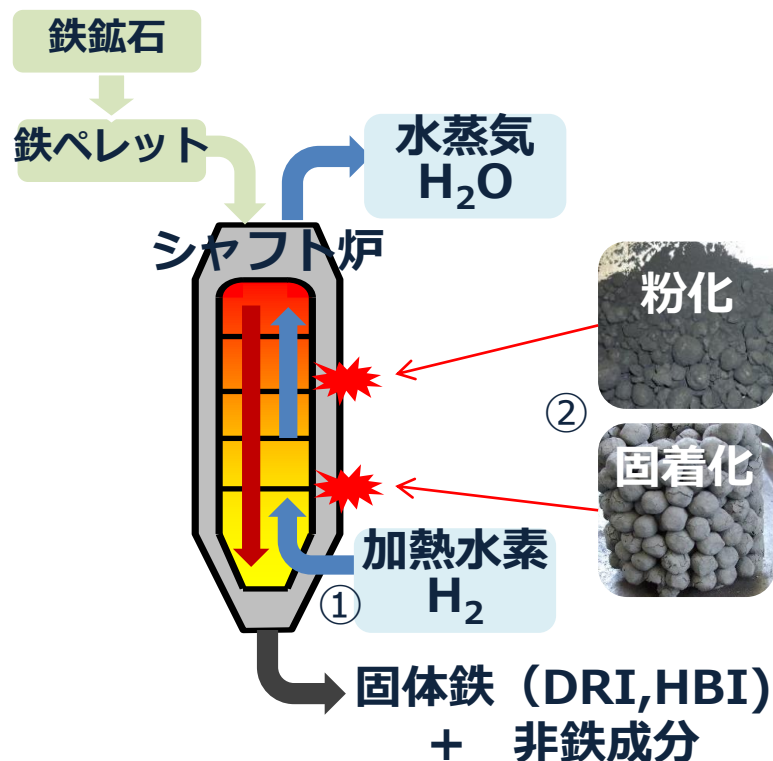
課題

既存の直接還元法の課題に加え

- ① 水素還元は吸熱反応
⇒水素の加熱が必要
- ② 温度低下時の原料の粉化・生成物の固着化が起こりやすい
⇒粉化、固着しにくい鉄鉱石(流通量の約1割)のみ使用可能であり、原料が限定的。

Challenge

高温の可燃性気体を大量に炉内に投入する技術開発と原料ソースを拡大する
操業技術開発にチャレンジ



日本製鉄の発電設備と電力低炭素化に向けた対応



- ・ 当社使用電力は、割高な日本の電気料金（後述）の実態を踏まえ、**製鉄・製鋼の副生ガスを主燃料(石炭・LNG等で補完)とする自家発電・共同火力発電により確保**
cf. 自家発電・共同火力の総出力規模 約542万kW (IPP込み736kW)



発電設備の低炭素化に向けた対応



主な燃料	当面の対応(2030年前後)	2050年に向けた対応
製鉄・製鋼副生ガス	<ul style="list-style-type: none"> ・設備更新時にGTCC化 ・補助燃料は水素等ゼロエミ燃料 	<ul style="list-style-type: none"> ・水素利用拡大
石炭	<ul style="list-style-type: none"> ・当面バイパス等混焼 	<ul style="list-style-type: none"> ・設備更新時にGTCC化した上で、水素専焼化






(参考)日本製鉄の事業所と発電規模



九州製鉄所
 主要地区：八幡(北九州市)・大分(大分市)
 生産設備(高炉)： 
 発電規模(合計)： 



瀬戸内製鉄所
 主要地区：広畑(姫路市)
 生産設備(電炉)： 
 発電規模(合計)： 

北日本製鉄所
 主要地区：室蘭(室蘭市)
 生産設備(高炉・電炉)： 
 発電規模(合計)： 

(凡例)
 生産設備
 高炉
 電炉
 発電(出力)規模
 : 50万kW以下
 : 50~100万kW
 : 100万kW以上

関西製鉄所
 主要地区：和歌山(和歌山市)
 生産設備(高炉・電炉)： 
 発電規模(合計)： 

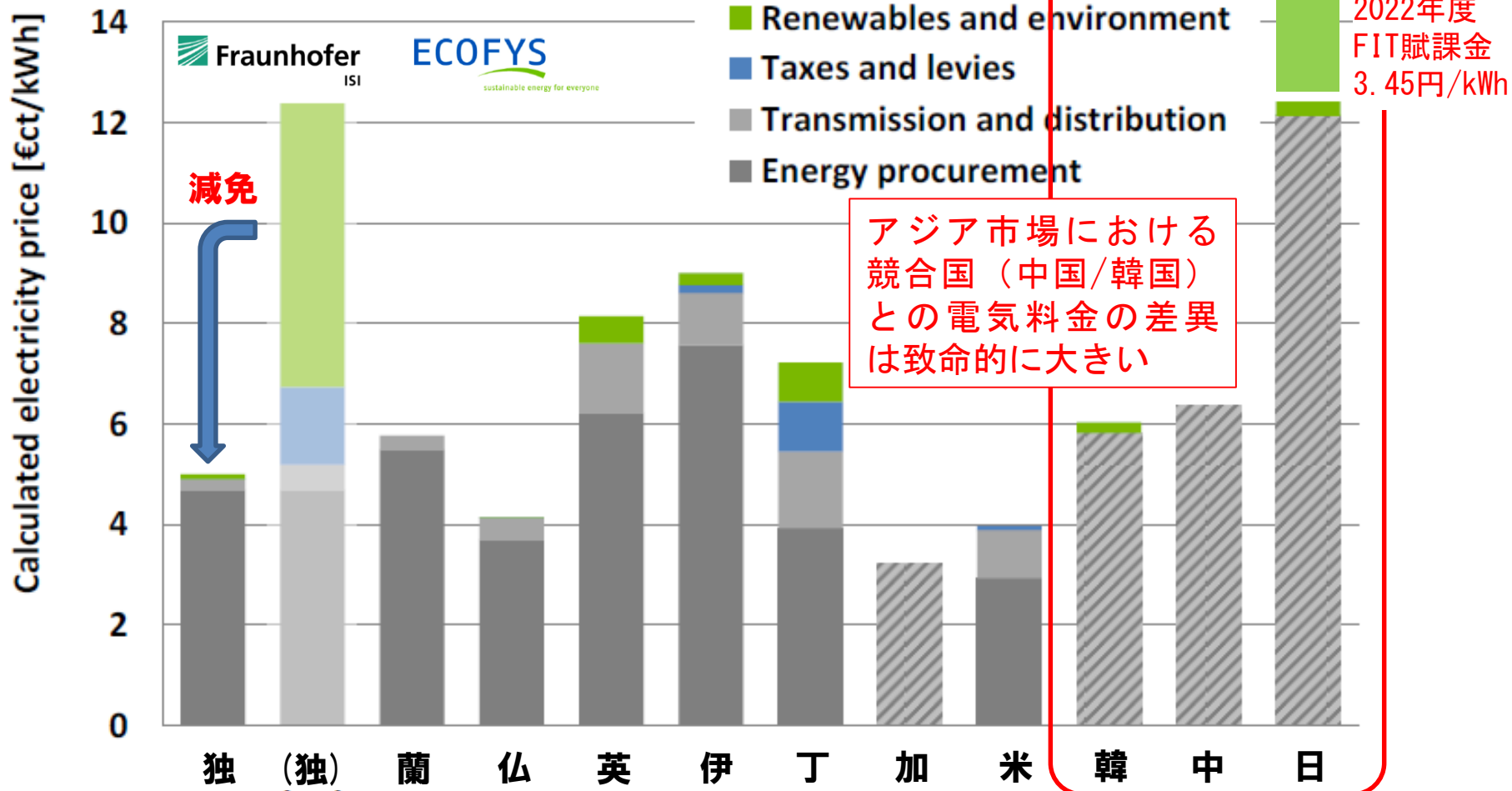
名古屋製鉄所
 主要地区：名古屋(東海市)
 生産設備(高炉)： 
 発電規模(合計)： 

東日本製鉄所
 主要地区：君津(君津市) 鹿島(鹿島市)
 生産設備(高炉)： 
 発電規模(合計)：  休止予定



(参考) 電力多消費産業向け電気料金の国際比較

- ・日本の電力多消費産業向け電気料金は突出して高い
- ・他国は産業用電気料金を優遇しており、優遇措置のない日本は特殊



出典：「Electricity Costs of Energy Intensive Industries, An International Comparison, Fraunhofer and ECOFYS, 2015」に加筆

製鉄における水素の用途・需要規模

- 鉄鋼業における水素利用としては、以下の用途あり

〔製鉄 還元用途〕 ①高炉水素還元

～2030年部分使用拡大、～2050年本格導入

②水素による還元鉄製造

～2030年実機実証1号機、～2050年本格導入

〔製鉄 熱源用途〕 ③加熱炉、CO2分離回収等

2050年までに順次実装の見込み

〔発電用途〕

④電力低炭素化(自家発等)

設備更新等に合わせ順次対応

〔CCU用途〕

⑤CCUプロセスでの使用

2050年までに順次実装の見込み

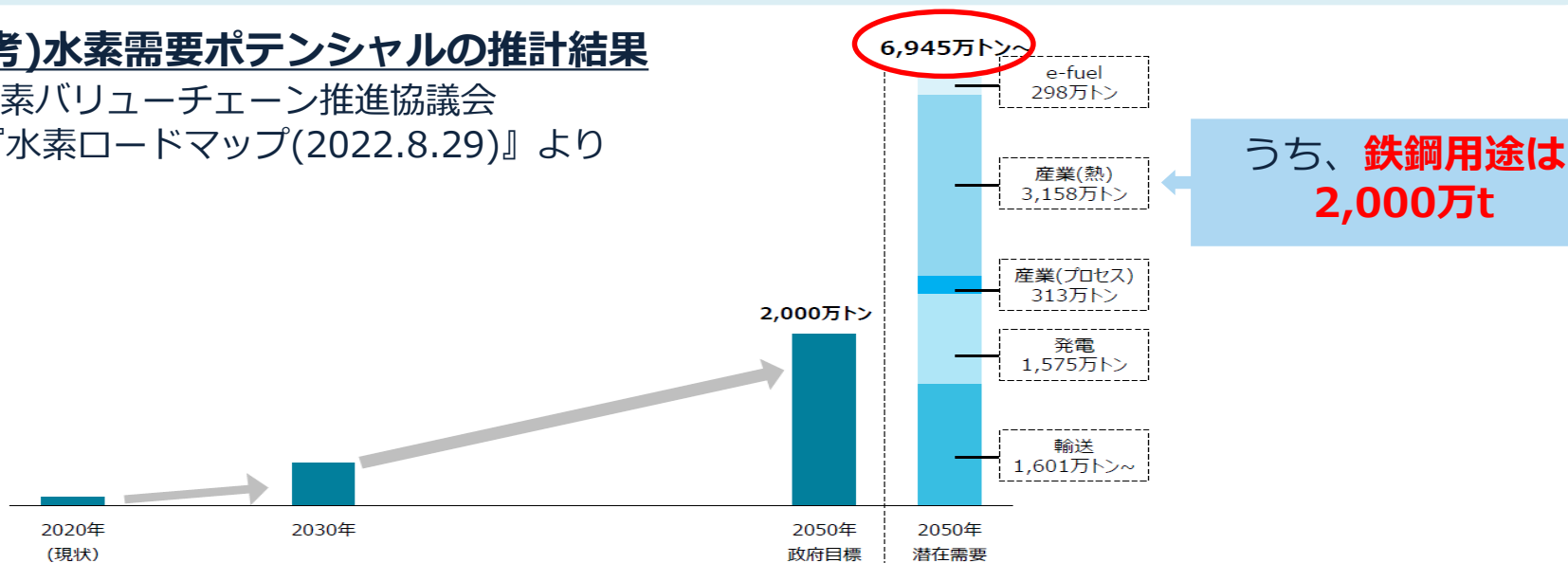
- 当社の水素利用量は、2050年で800～900万t程度と想定

(鉄鋼業全体は2050年で2,000万t：水素バリューチェーン推進協議会(JH2A)推計)

(参考)水素需要ポテンシャルの推計結果

水素バリューチェーン推進協議会

『水素ロードマップ(2022.8.29)』より



製鉄における水素価格面の課題について

- ・ 2050年断面における政府の水素コスト目標（20円/Nm³）を前提としても、**現状コストとの比較においては大きなギャップが生ずる**
- ・ 我が国の産業競争力の源泉である国内製鉄業の競争力維持の観点からは、**現状コストとの値差解消が必要**

現状と比較した水素の価格面課題

～日本鉄鋼連盟によるパリティコスト試算～

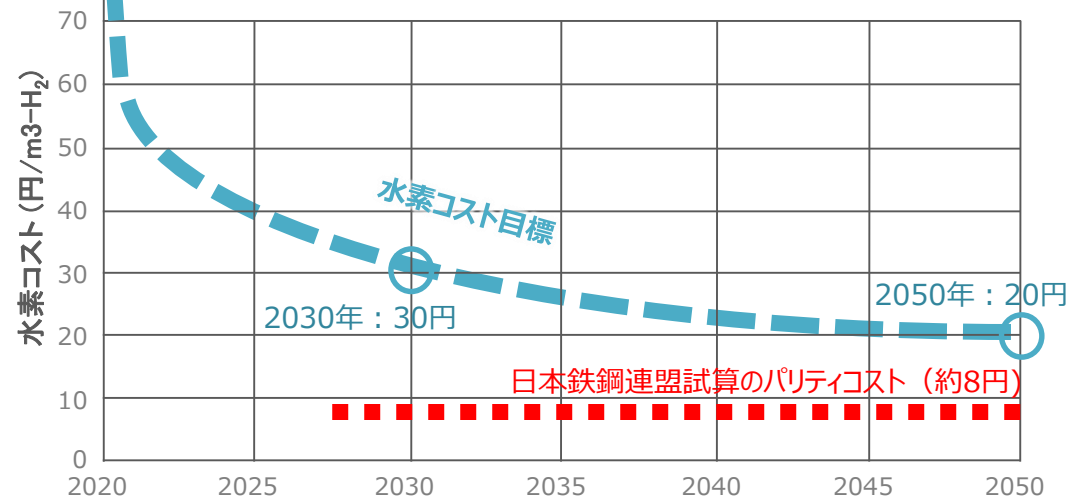
現状(炭素還元)と等価にする場合の水素価格は**約8円/Nm³**(7.7¢/Nm³)

(試算条件)

- ・ 原料炭価格前提：\$200/t
- ・ 1tの銑鉄製造時の原料炭使用量：700kg/t-p
- ・ 原料炭のうち還元機能で消費される分のみ考慮(55%)
- ・ 新規設備コストは含まない
- ・ 為替前提：\$ = 100円

【参考】水素コスト目標と鉄連のパリティコスト

鉄連試算値を基に当社にて換算



「日本鉄鋼連盟 地球温暖化対策ビジョン」より

製鉄業において、カーボンニュートラルに向け、競争力のある鋼材を供給し続ける為には、脱炭素化に伴い必要となる約2,000万tの水素を**安定的にかつ競争力のある価格で確保することが必要**

1. カーボンニュートラルプロセス実装に向けた転換支援

- ・製鉄プロセスにおいて脱炭素のために行う水素利用設備への転換投資支援
(水素高炉、水素還元シャフト炉、発電設備の水素混焼・専焼化等)

2. 水素利用に伴う、オペレーショナルコスト増に対する値差補填等の支援

cf.) 製鉄業における水素利用に関するパリティコスト

〔製鉄用途〕還元等価:約8円/Nm³ (現行炭素還元法)

〔発電用途〕現行の発電用燃料等価

3. 水素製造・供給関連インフラ整備に関する支援

- ・水素供給者・利用者、双方のインフラ投資に対する支援

①製鉄所外部の水素供給拠点インフラ

②製鉄所までの水素輸送インフラ

③製鉄所構内での水素受入れ設備、自家水素製造設備等

- ・水素製造・供給・利用に関する法令整備・規制緩和

ex.) 液化水素使用材料の海外並拡大、保安距離適正化 (現状LNGの2倍)、
防液堤設置不要化、温暖化対応投資に関するアセスメント見直し等

→上記1.~3.記載の投資の予見可能性を高めるためにも、
長期間にわたる支援スキームの構築をお願いしたい