



# 日本製鉄 カーボンニュートラルビジョン2050 製鉄プロセスの未来図

カーボンニュートラル社会を実現するためには、鉄鋼業界のCO<sub>2</sub>排出量削減の取り組みが必須です。日本製鉄は、「日本製鉄カーボンニュートラルビジョン2050」を掲げ、経営上の最重要課題として取り組んでいます。高炉水素還元をはじめとする革新的プロセス開発と、カーボンオフセット対策などを含めた複線的なアプローチで2030年にCO<sub>2</sub>排出を30%削減し(2013年比)、2050年のカーボンニュートラルを目指します。その実現に向けた製鉄プロセス開発のロードマップについて、日本製鉄の堀見泰資 参与に伺いました。



日本製鉄(株)  
グリーン・トランスフォーメーション推進本部  
総合企画部  
堀見 泰資 参与

## CNを実現する 製鉄プロセスとは

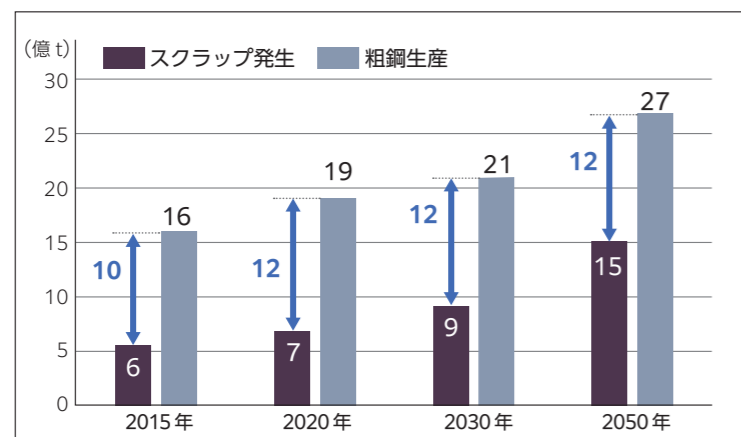
政府が2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、カーボンニュートラル(CN)を目指すことを宣言したのは2020年のことでした。これを実現するためには、日本のCO<sub>2</sub>排出量の13~14%を排出している鉄鋼業界の取り組みが必要不可欠です。

例えば、鉄はリサイクル性が高いので、CO<sub>2</sub>排出量が少ない「電炉」でスクラップを溶かして再利用すれば、一気にCO<sub>2</sub>排出量を減らせるのではないかと、意見がありますが、堀見泰資参与は「実は、スクラップだけで必要な鉄を供給するには量が足りません」と指摘します。

「2020年の粗鋼生産量、つまり鉄鉱石から新たにつくられた鉄は世界で約19億トンです。これに対して、スクラップの発生量は約7億トンです。すべてのスクラップを有効活用するだけでは、約12億トンの鉄が不足することになります。このギャップは2050年でもあまり変わらないと予想されているため、鉄鉱石を高炉等で還元する製鉄プロセスが必要になるのです(堀見参与)」

スクラップの活用には量の不足以外に、も一つ、「品質」についての課題があります。不純物の多いスクラップから、自動車のボディに使用されるハイテンや、モーターに使用される電磁鋼板などの高級鋼を大量に製造することは困難なのが実情です。

世界のスクラップ発生量と粗鋼生産量のギャップ



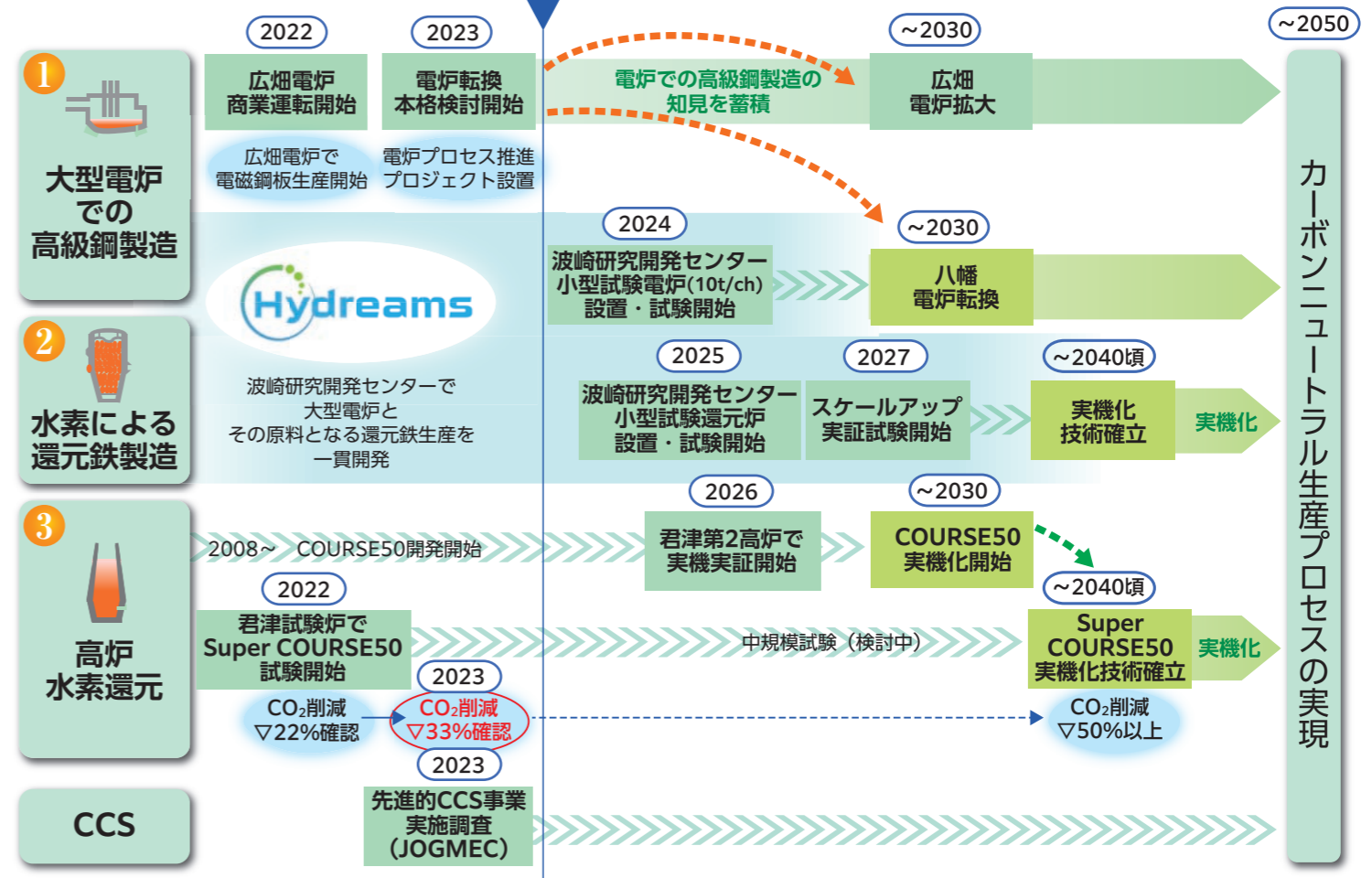
スクラップだけでは世界の鋼材需要を満たせない  
(この状況は2050年においても同様)

スクラップ循環の拡大に加え

「量」の視点から  
鉄鉱石からの  
生産・使用が不可欠

出典元：日本鉄鋼連盟「ゼロカーボン・スチールへの挑戦」より

# 2050年に向けた日本製鉄の製鉄プロセス開発ロードマップ



Super COURSE50の開発が進められている試験炉とCO<sub>2</sub>分離・回収装置(日本製鉄 東日本製鉄所君津地区構内) 出典元: NEDO 製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト



出典元: NEDO 製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト



試験炉の運用開始を目指し着々と建設が進む 出典元: NEDO 製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクト

## 新たなCN研究開発の拠点 「Hydreams」

日本製鉄はカーボンニュートラル実現にかかわる研究開発を加速するために、新たな研究設備を波崎研究開発センター(茨城県神栖市)に建設中です。

拠点の名称「Hydreams(ハイドリームズ)」は、Hydrogen Direct Reduced Ironmaking and Electric Arc Multipurpose furnaces for Steelmaking(水素直接還元製鉄・電気アーク製鋼用多目的炉)から名付けられました。

Hydreamsでは、大型電炉とその原料となる還元鉄生産の技術開発を行います。現在、そのための小型試験還元炉や小型試験電気炉を建設しています。小型試験電炉は2024年度より、小型試験還元炉は2025年度より、運用を開始する予定です。

なカーボンニュートラルの実現を目指して「掘見参与」

**技術開発を後押しする グリーンイノベーション基金**

ここまで紹介した3つの技術開発には、どの技術にもメリットとデメリットがあり、そして技術開発の課題もある、と掘見参与は指摘します。

「どの技術がベストということではなく、どのような組み合わせにも対応できるように、技術開発を進めています。また、現在の試験炉の規模は約12立方メートルですが、大型高炉は約5000立方メートルです。Super COURSE50高炉

を確実に実現するためには、これらの中間の規模の試験炉での実証が必要で、現在、計画を進めているところです」(掘見参与)

段階的に試験規模をスケールアップしながら実証していく手法はこれまででも日本製鉄が行ってきた確実な技術開発の手法です。さらに現在では、それを促進する多様な解析技術も格段に進歩しています。

「グリーンイノベーション基金」の活用が、これらの技術開発の推進につながっています。日本製鉄はカーボンニュートラルを実現するための製鉄プロセス技術開発を担っていますが、グリーンイノベーションへの政府の支援で、水素の製造、調達や輸送、CCSなどの開発も行われています。カーボンニュートラルな新し

い製鉄所には、新しい製鉄プロセスだけでなく、大量の水素やCO<sub>2</sub>を回収する設備が必要だ」と話す掘見参与は、カーボンニュートラルの実現には官民をあげた取り組みが必要であることを強調します。

「カーボンニュートラルを実現するためには、さまざまな課題がありますが、日本の産業を新しい技術で再構築するという側面もあります。高炉技術300年の歴史の中で、大きな技術革新が行われようとしています。大きな使命感を感じながら、3つの技術開発を進めていきます」(掘見参与)

カーボンニュートラルな高級鋼を世界に供給していく。日本製鉄はそのための技術開発をこれからも続けていきます。

**「30アルファ」の技術開発**

カーボンニュートラルを実現するためにどのような製鉄プロセスが必要なのか。掘見参与は「現在、①大型電炉での高級鋼製造、②水素による直接還元鉄製造、③高炉水素還元炉の3つの技術開発に取り組んでいます。さらにプラスチック、地中などに貯留するCCS(Carbon dioxide Capture and Storage)技術も必要だと考えています」と、2050年にカーボンニュートラルを実現するためのロードマップを示します。

「大型電炉での高級鋼製造の実現が最も早い理由は、従来からの電炉の技術を活用できるからです。ただし、単純に大型化すればよいというわけにはいきません。高級鋼を可能な限り大量に製造する必要があり、大型化することにより、操業が難しくなる中で、鋼材品質の造り込みを含め、新たな電炉操業技術を開発していく必要があります」(掘見参与)

2つ目の水素による還元鉄製造は、CO<sub>2</sub>の発生量を実質ゼロにできる理想的な製鉄プロセスに見えます。

「水素による還元鉄製造は、現在、天然ガスを使って行われています。天然ガスを水素に代えることでCO<sub>2</sub>発生量を削減しようとする方法ですが、そのためのシャフト炉は水素が安価に安定的に入手できる場所に設置する必要があります。また、生産する還元鉄は固体なので、鋼材として利用するためには、高炉・電気炉等

を溶解する必要があります。さらに、使用できる鉄鉱石の品質が限られるという課題も解決する必要があります」(掘見参与)

**次世代の高炉 「Super COURSE50」**

3つ目の技術開発が、高炉水素還元です。これは鉄鉱石の還元剤としてコークスに加えて水素を利用することで、CO<sub>2</sub>排出量を削減する技術です。

「高炉はさまざまな品質の鉄鉱石から高品質の鉄を大量につくることができ、優れた方法です。COURSE50(CO<sub>2</sub> Ultimate Reduction System for Cool Earth)プロジェクトでは常温で水素系ガスを用いることでCO<sub>2</sub>排出削減を進めるとともにさらに加熱した水素を用いるSuper COURSE50の開発も並行して進めており、これまで、試験高炉において33%のCO<sub>2</sub>削減を確認しています」(掘見参与)

現在は鉄鉱石とコークスで行っている高炉による製鉄ですが、コークスの一部を水素に置き換えるCOURSE50/Super COURSE50技術に加えて、原料の鉄鉱石の一部を前述した直接還元鉄に置き換えることで、さらにCO<sub>2</sub>排出量を削減できるといわれています。

「直接還元鉄の使用も視野に入れながら、50%以上のCO<sub>2</sub>排出削減を目指していきます。コークスを使用する高炉ではどうしてもCO<sub>2</sub>が発生してしましますが、これにCCUSを加えることで、実質的

※ グリーンイノベーション基金: 総額2兆円でNEDOに創設された基金。研究開発・実証から社会実装までを見据え、官民で野心的かつ具体的な目標を共有し、企業などの取り組みに対して最長10年間の継続的支援を行うもの。製鉄プロセスにおける水素活用プロジェクトには4,269億円が割り当てられている。