

## カーボンニュートラルに向けた製鉄業の取り組み

### ◆日本製鉄が2050年にカーボンニュートラルを達成する目標を公表

2021年3月5日、日本製鉄は中長期の経営計画を発表し、環境面では50年に炭素排出量を実質的にゼロにする、カーボンニュートラルを目指すことを公表した。背景には日本政府の「50年カーボンニュートラル達成宣言」を意識し、近年、ESGへの取り組みが企業の投資先として選ばれる条件ということもあるだろう。

鉄鋼業から排出される温室効果ガスは産業全体のおよそ4割を占め、化学業界の約3倍と突出している（図1）。鉄鋼業界がいかにCO<sub>2</sub>排出量を削減するかが、カーボンニュートラル達成に特に重要なことがわかる。

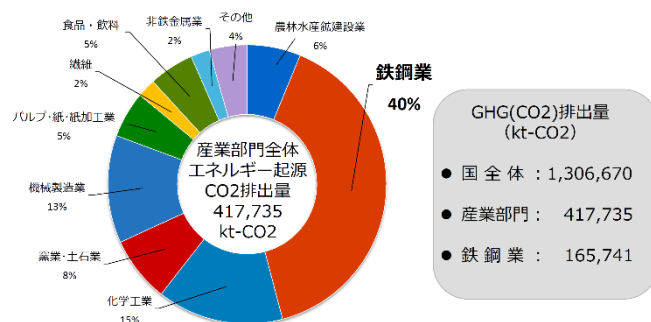


図1 産業別温室ガス排出量データ（2016）  
出典：国立環境研究所

### ◆鉄鋼業はなぜCO<sub>2</sub>排出量が多いのか

歴史上人類が初めて鉄を入手し、利用したのは鉄隕石（隕鉄）だったとされる。隕鉄は鉄ニッケル合金で、これを刀などに加工した。ツタンカーメンの墓から出た短刀などが知られる。隕鉄には、極めて長時間かけて冷却した際に特有の結晶構造、「ウィドマンステッテン構造」（図2）が見られることが特徴だ。

約3300年前に人類は鉄精錬の技術を発明した。地球上では鉄は主に酸化鉄として産出するため、酸素を取り除く還元が必要だった。古代には砂鉄などと炭をまぜて加熱することで、炭素をCO<sub>2</sub>にして鉄を得た。現在は、高品位石炭を蒸し焼きにして炭素純度の高いコークスを得て、それと鉄鉱石などを混合して高炉に投入する。コークスは炭素の塊であるため、

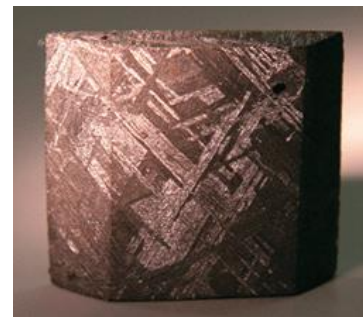


図2 鉄隕石特有の構造  
出典：理化学研究所

ため、燃焼して高温になり鉄鉱石が溶解し、炭素は酸化鉄の酸素と反応してCO<sub>2</sub>を生成し、金属鉄を得る。このため製鉄の工程では極めて大量のCO<sub>2</sub>を排出する。

◆水素還元製鉄が究極の製鉄方法だが実現には課題が多い

日本製鉄はカーボンニュートラル宣言を実現するためのロードマップを示した(図3)。ここで大きな目標とされているのは水素直接還元製鉄だ。08年からNEDOのプロジェクトで開発が進んでいるが、最も困難な課題は、水素還元反応が吸熱反応である点だ。コークスは自己燃焼で発熱したが、電力で鉄を熔解する高温を維持する技術、高炉の開発が重要だ。実用化は30年後を目指す、約5兆円の多額の経費が必要とみられ、社会全体での負担が必要だ。また、還元に用いる水素もグリーンであることが望ましい。スウェーデンでは再エネ水素による製鉄プラントを建設し、26年までに年130万トンの鉄を生産する計画が進んでいる。

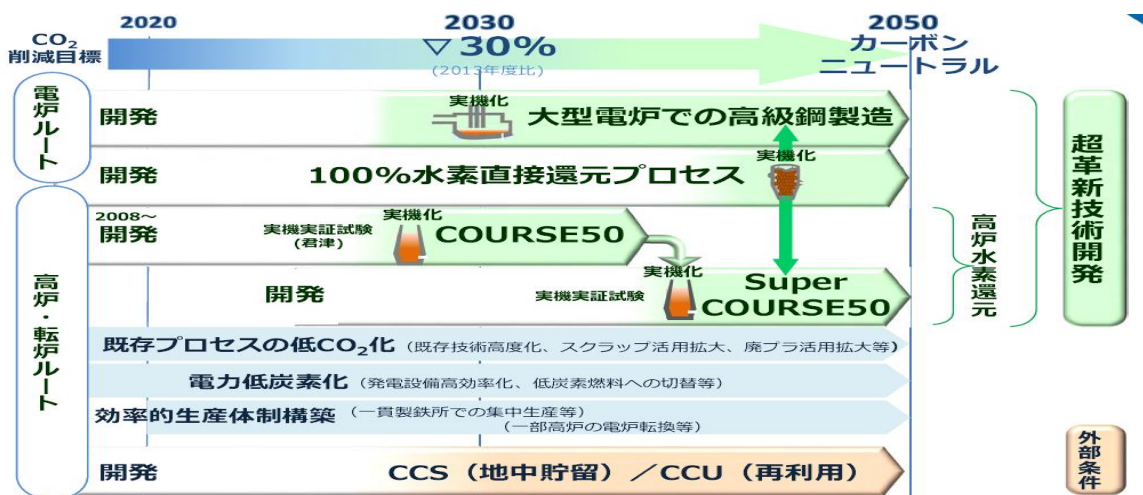


図3 カーボンニュートラルを目指すロードマップ 出典；日本製鉄

◆既存プロセスでの低炭素化の検討も進む

100%水素還元製鉄は大きな技術革新が必要で、当面は既存プロセスでいかにCO<sub>2</sub>発生量を削減するかが重要だ。21年2月、神戸製鋼所は高炉でのCO<sub>2</sub>発生量を2割削減することに成功したことを発表した。同社は鉄鉱石の一部を、すでに酸素を除去した「還元鉄」に代替する手法を確立した。この還元には天然ガスを使用するため高炉ではコークス量を減らし、それによりCO<sub>2</sub>発生量を削減できる。コークス量を減らすと発熱が減るため高炉内が不安定になり温度管理が難しくなるが、AIを活用し、より少ないコークスで炉内を安定に保つ技術を確立した。

鉄は安価で高強度のため、建材やインフラ、モビリティなどの幅広い用途で使用されてきたが、錆びやすく重いという負の面もある。軽量化などのため炭素繊維強化樹脂などを鉄鋼代替材料とする開発も進んでいる。鉄のリサイクルの拡大も含め、バージン鉄の生産を減らす取り組みも必要だろう。 【松田英樹】