

季刊 ニッポンスチール

Quarterly magazine

ゼロカーボン・スチール への挑戦

Vol. **10**

日本製鉄株式会社

Make Our Earth Green



への挑戦

特集 ゼロカーボン・スチール
への挑戦

4 カarbonニュートラルと世界のこれから

秋元 圭吾 氏 ((公財)地球環境産業技術研究機構 主席研究員)

8 対談 日本の脱炭素化戦略を描く
グリーンイノベーションが
環境と成長の好循環を生み出し、
ものづくりの国際競争力を高める

竹内 純子 氏 (NPO法人国際環境経済研究所 理事・主席研究員)

鈴木 英夫 (日本製鉄(株) 常務執行役員)

15 日本製鉄
Carbonニュートラルビジョン2050
ゼロカーボン・スチールへの挑戦

鉄をつくる 革新技术の開発

高炉水素還元製鉄

100%水素直接還元プロセス

大型電炉での高級鋼製造

CO₂を集めて役立てる CCUSの社会実装を推進化学吸収法によるCO₂分離・回収技術

CCS

CCU

20 実効性のある地球温暖化対策に向けた
「カーボンプライシング」のあり方を考える22 Carbonニュートラルの時代に向けた
次世代モビリティへの新たなソリューション提案
NSafe[®]-AutoConcept24 日本製鉄グループのSDGs
海の豊かさを科学するシーラボ26 News Clip
日本製鉄グループの動き

日本製鉄株式会社 広報誌 季刊 ニッポンスチール

Vol.10 2021年12月22日発行

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号

TEL.03-6867-4111 <https://www.nipponsteel.com/>

編集発行人 総務部 広報センター所長 有田 進之介

企画・編集・デザイン・印刷 株式会社 日活アド・エイジェンシー

- 本誌掲載の写真および図版・記事の無断転載を禁じます。
- 本誌で記載されている機械特性はあくまでも参考値であり、これを保証するものではありません。
- ご意見・ご感想は、WEBもしくは綴じ込みはがきでお寄せください。

Make Our Earth Green



NIPPON STEEL
zero carbon
initiative

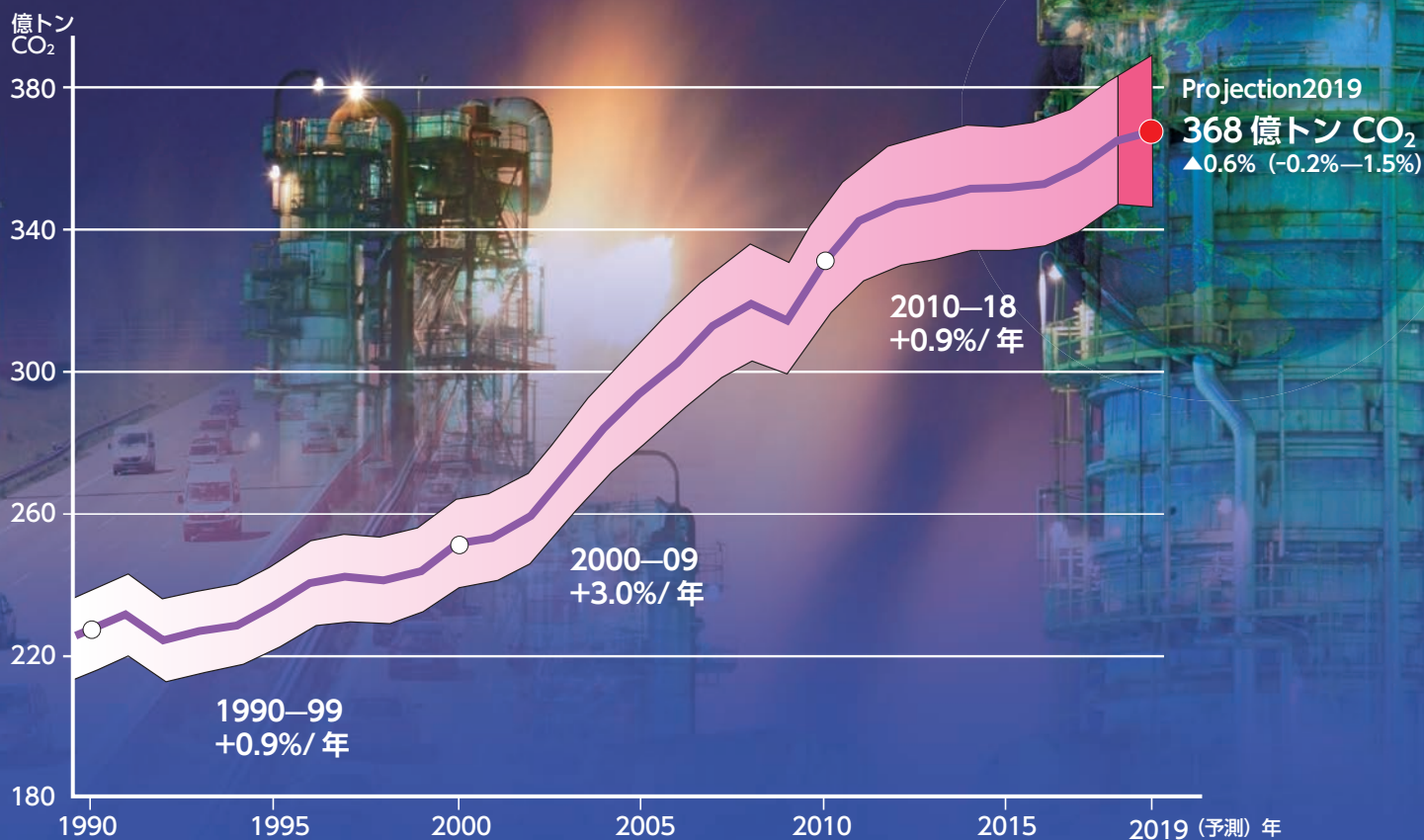
ゼロカーボン・スチール

日本製鉄は「日本製鉄カーボンニュートラルビジョン2050～ゼロカーボン・スチールへの挑戦～」を掲げ、鉄づくりに伴って排出されるCO₂などの温室効果ガスを2030年に2013年度比30%削減とするとともに、2050年に実質ゼロとするカーボンニュートラルの実現を目指す決意を示しました。鉄鉱石から鉄をつくるためには石炭(カーボン)が必要で、CO₂の排出が避けられません。しかし我々は、地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて、18世紀の産業革命以前の約300年前から続けてきた製鉄プロセスを大きく変える、前人未到の技術革新に挑んでいます。CO₂排出ゼロの究極の鉄「ゼロカーボン・スチール」を誕生させ、私たちの豊かな暮らしと社会を支え続けていきたい。日本製鉄はグリーンイノベーションで世界の未来を切り拓いていきます。

カーボンニュートラルと世界のこれから

すがよしひで

菅義偉 前首相が2020年10月に「2050年カーボンニュートラル宣言」を行い、カーボンニュートラルという言葉が注目を集めるようになりました。その実現に向けて、日本と世界はこれからどんな取り組みをしていかななくてはならないでしょうか。(公財)地球環境産業技術研究機構の秋元圭吾氏にお話を伺いました。



世界のCO₂排出量の推移

世界のCO₂排出量の伸びは、1997年の京都議定書締結後にもかかわらず2000年以降、むしろ急速でした。2013年ごろから伸びが抑制されてきているものの、2017年以降、世界のCO₂排出量は再び増大傾向にあります。

増え続けるCO₂排出量



(公財)地球環境産業技術研究機構
システム研究グループリーダー・主席研究員

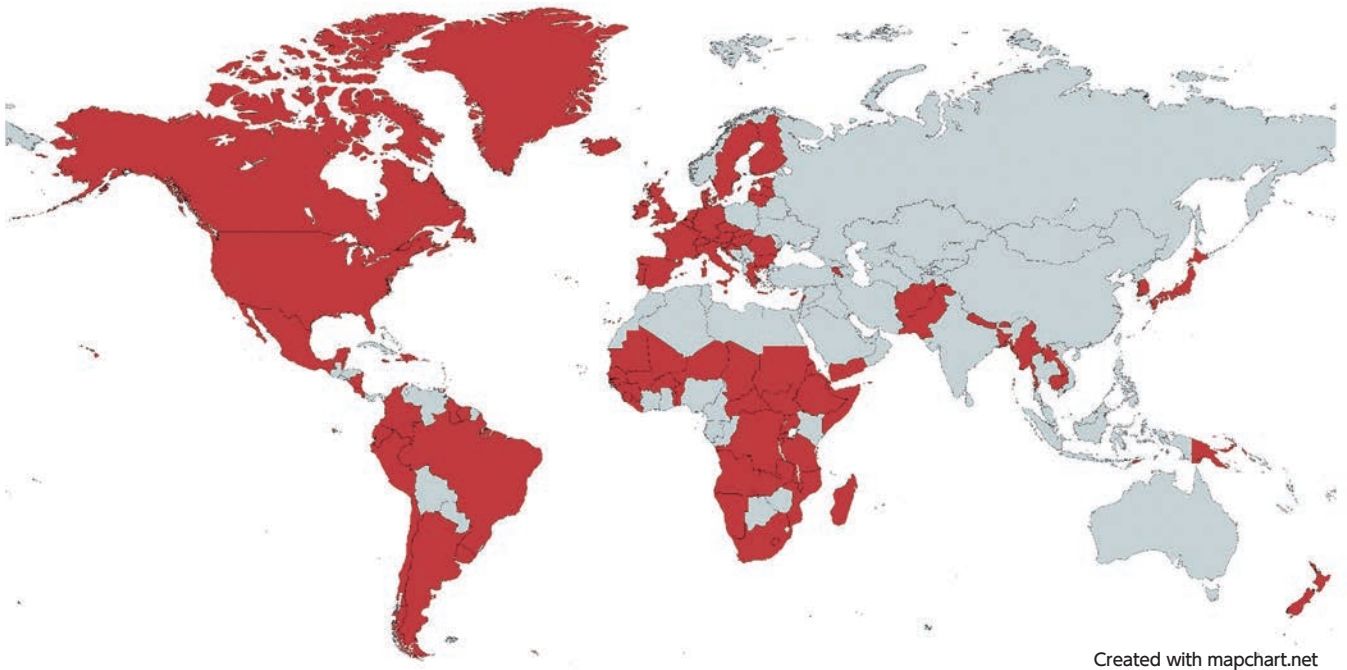
秋元 圭吾氏

●プロフィール Keigo Akimoto

1970年生まれ。99年横浜国立大学大学院工学研究科電子情報工学専攻博士課程後期修了。同年(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)入所。2012年より現職。総合資源エネルギー調査会基本政策分科会委員など多くの審議会の委員を務める。著書に『長期ゼロエミッションに向けて』『温暖化とエネルギー』エネルギーフォーラム(共著)、『低炭素エコノミー-温暖化対策目標と国民負担』日本経済新聞出版社(共著)ほか。

2050年までのカーボンニュートラルを表明した国

125 力国・1 地域 ※全世界のCO₂排出量に占める割合は 39.0% (2017年実績)



出典：COP25 における Climate Ambition Alliance 及び国連への長期戦略提出状況等を受けて経済産業省作成 (2021 年 4 月末時点)
※ブラジルは気候サミット (2021 年 4 月) において、2050 年 CN を表明。
<https://climateaction.unfccc.int/views/cooperative-initiative-details.html?id=94>

温室効果ガスを差し引きゼロに

カーボンニュートラルとは、CO₂の排出量を実質的にゼロにするという意味です。排出そのものをゼロにできれば良いのですが、それは現実的には難しいので、一部どうしても排出してしまうCO₂については、同じ量を吸収または除去する技術によって差し引きゼロにすることを目指します。

2050年までにゼロというのは非常にチャレンジングな目標といえます。日本政府がカーボンニュートラルの対象としているのはCO₂だけでなく、メタンやフロンガスなども含めた温室効果ガス全般なので、よりハードルの高い目標設定といえるでしょう。

カーボンニュートラル実現への取り組みは国際的な潮流です。その背景にあるのが地球温暖化に対する危機感です。気候変動問題に関する国際的な枠組みのパリ協定では、世界の平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保ち、1.5℃に抑える努力をすることを目指して掲げています。そのためにできるだけ早い時期に温室効果ガスの排出量をピークアウトし、今世紀後半にカーボンニュートラルを実現することを確認しました。

また、気候変動に関する政府間パネル (IPCC) の 2013-2014 報告書では、平均気温上昇を1.5℃以内に抑えるには、2050年にカーボンニュートラル実現が必要であるとしています。そうした状況を受け、日本をはじめ世界各国で温室効果ガス削減に向けた取り組みが本格化しています。

排出先が変わっただけでは、成功とは呼べない

世界のCO₂排出量は伸び続けています。2019年は年間368億トンのCO₂が排出されました。2020年は新型コロナウイルス感染症の影響で前年より少し減りましたが、2000年以降、急速に増大しています。こうしたなか、現時点で2050年までのカーボンニュートラル実現を表明したのは日本を含めて125カ国と1地域にのびります。ロシアはまだ表明していませんが、2060年までの実現を表明した中国を含めると、世界全体の排出量の約3分の2を占めることとなります。

カーボンニュートラルの取り組みで先行していたのは欧州でした。いち早く削減に向けた長期戦略を策定し、CO₂排出量を減らしています。もちろんこれは素晴らしいことですが、一方で慎重に評価するべきだと私は考えています。なぜなら、欧州では産業構造の転換が進み、CO₂排出の多い製造業が発展途上国に移転し、金融やITなどCO₂をあまり出さない産業が代わりに発展しています。その結果、欧州においてはCO₂が減りましたが、世界全体では排出量が増えています。これはつまり排出先が変わっただけで、成功とは呼べないのではないのでしょうか。カーボンニュートラルは、世界全体で実現するべきものなのですから。

日本が実現するための 4つのオプション

日本のカーボンニュートラルは、「省エネルギー」「再生可能エネルギー」「原子力エネルギー」「ネガティブエミッション技術(CO₂の吸収・除去)」の4つを組み合わせて、トータルで実現していくことが重要だと考えます。

省エネルギーは、日本はかなり進んでいます。これまでに以上に推進していくためには、シェアリングエコノミーなど、DX(デジタルトランスフォーメーション)によって社会構造そのものを変えていく必要があります。

再生可能エネルギーの拡大も非常に重要です。太陽光発電や風力発電などには国内需要をまかなえるだけのポテンシャルがあります。国内の導入も進み、太陽光発電と風力発電については1平方キロメートル当たりの導入量は世界トップです。しかし、平地が少ない日本でさらに増やすためには、より条件の悪い土地を使わなくてはなりません。すると発電コストが上がり、さらには環境問題や近隣住民とのトラブルなどが増えることも予想され、そう簡単ではありません。

原子力エネルギーは、個人的にはカーボンニュートラル実現には必要だと考えますが、社会的な受容性が高まらないとその拡大は難しく、それには時間がかかるでしょう。

ネガティブエミッション技術は、大気中のCO₂吸収量を増やすために国内外で植林したり、発電所などから排出したCO₂を回収して地中に貯留するCCS、大気中のCO₂を直接回収して貯留するDACCS※1などの活用が考えられます。ただし、CCSやDACCSはまだ実用

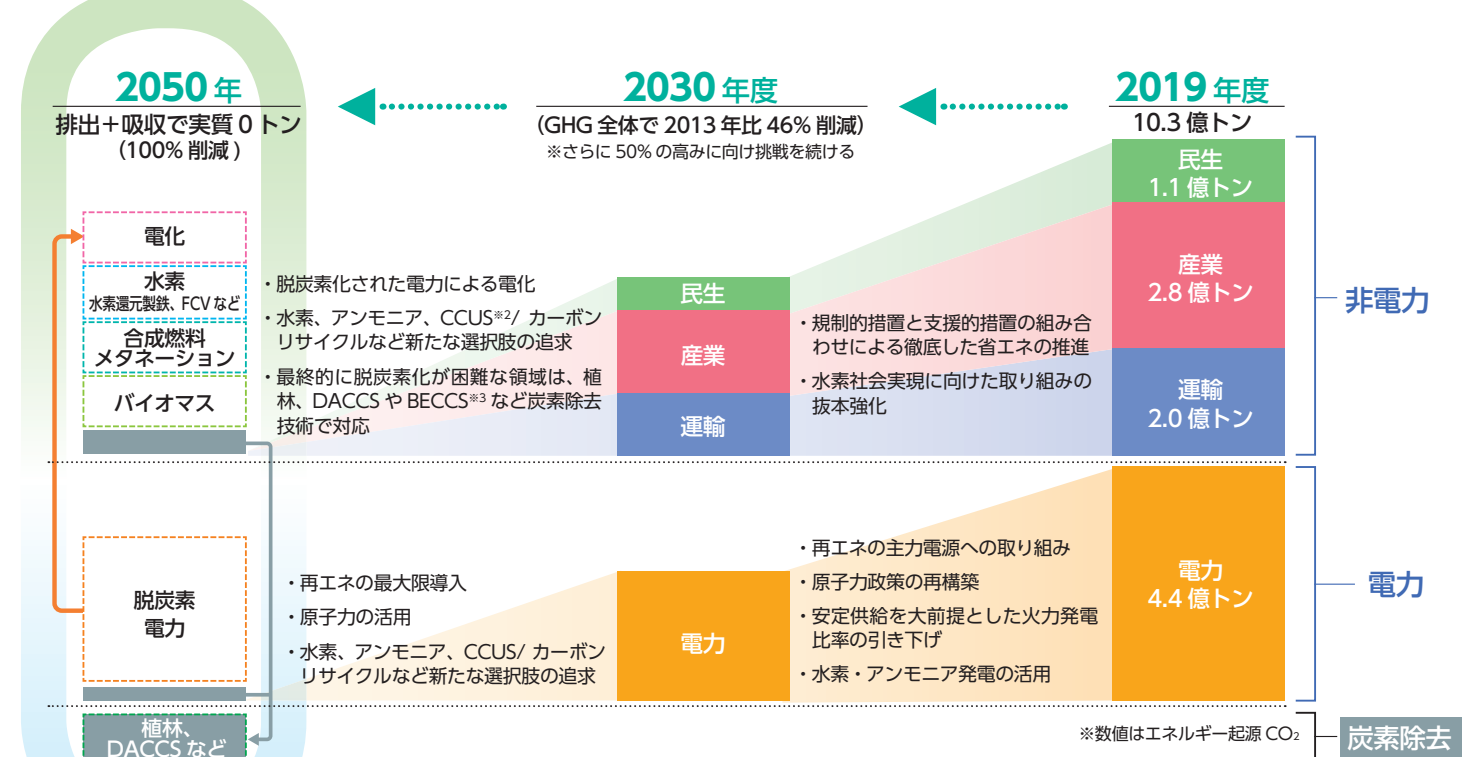
化されておらず、これからの技術です。

カーボンニュートラルの実現には、このように技術的課題、社会的課題が数多くあり、しかもどれも非常に難しいものです。しかし、これら4つのオプションをどれも否定することなく議論のテーブルに乗せ、技術開発の動向を見極めながら実現の方策を探っていくことが必要だと考えます。

国情に合わせた取り組みを

2019年度現在、日本は10・3億トンのCO₂を排出しています。これをどこまで削減するかは、ネガティブエミッション技術にどのくらい依拠できるかによって決まります。将来の経済予測や技術見通しによっても変わりますが、私としては全体の8割を削減、2割をオフセット(吸収・除去するくらいのバランスが、合理性が高いのではないかと考えています。

カーボンニュートラルは、それぞれの国情に合わせた取り組みが必要です。欧州が産業構造の変化によってCO₂を削減したことをお話ししましたが、これをそのまま日本に当てはめることはできません。日本はもともと製造業が強く、人材も豊富です。もしCO₂対策のために製造業が外国に移転してしまうような状況になれば、日本経済にとって大きなダメージとなります。また、CO₂対策の進んだ日本の代わりに途上国が生産するのでは、CO₂がむしろ増えてしまい、良いことは何もありません。2050年という時間の制約はありますが、あまりに急激な対策をするのではなく、残された時間をうまく活用しながら日本の国情に合った変化を求めていくべきです。



日本の正味ゼロ排出のイメージ

出典：総合資源エネルギー調査会資料より作成

2019年には電力・非電力部門あわせて10.3億トン排出していたエネルギー起源CO₂を減らしていく必要があります。2050年には、排出量と、植林や大気中のCO₂を直接回収して貯留するDACCSなどによるCO₂の吸収を相殺することで、実質排出ゼロにしていくことを目指しています。

※1 DACCS：大気中にすでに存在するCO₂を直接回収して貯留する技術。

※2 CCUS：回収したCO₂を利用しつつ貯留する技術。

※3 BECCS：バイオマス燃料の使用時に排出されたCO₂を回収して地中に貯留する技術。

日本の技術力で 未来を切り拓いてほしい

鉄鋼業はCO₂排出量の多い産業であることに間違いありません。一方で、鉄は私たちの社会の幸福度を高めるために必要不可欠な産業といえます。インフラや耐久消費財など、最終製品の形で社会に蓄積されている鉄は世界全体で約300億トン、1人当たり約4トンにのびります。18世紀の産業革命以降、鉄の大量生産によって世界の経済は発展し、私たちの暮らしは格段に豊かになりました。発展途上国を中心にまだまだ需要は増え続けるでしょう。CO₂排出の問題はありますが、社会を幸福にいくためには鉄が必要です。

そうしたなか、日本の鉄鋼業がこれから果たすべき役割はさらに大きくなるのではないのでしょうか。日本の鉄鋼業は世界最高水準のエネルギー効率を誇ります。まずはそのことを私たちは誇りに思うべきです。日本で鉄を製造して輸出することが、世界のCO₂対策には最も有効なのです。

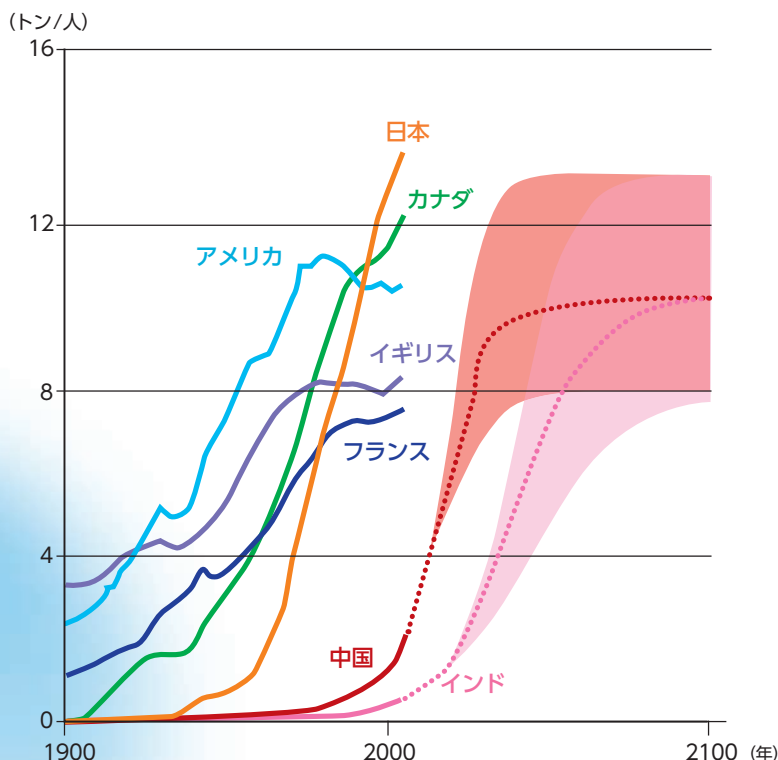
現在、鉄鋼業界ではCO₂削減のためのさまざまな技術開発が進められています。なかでも水素還元製鉄は大きな可能性を秘めており、私も期待しています。もちろんコストとの兼ね合いもあり、非常にチャレンジングな取り組みだと思いますが、ぜひ日本の技術力で新しい未来を切り拓いてほしいと願っています。

(談)

1人当たり鉄鋼蓄積

ビルや橋などのインフラ、工場や船舶などの産業関連設備、自動車や家電製品の耐久消費財など、最終製品の形で社会に蓄積された鉄鋼は、世界全体で約300億トン、人口1人当たり世界平均で約4トン、先進国では8~12トンにのびります。今世紀前半には中国、今世紀中にはインドも10トンまでの蓄積が想定されています。

出典：world steel association



98億人×7トン/人
約**700億トン**

世界の鉄鋼蓄積量

今後、世界の人口が増加(2015年74億人⇒2050年98億人)するとともに、新興国の経済成長とSDGsへの取り組みにより、2050年には世界平均1人当たり7トンの鉄鋼蓄積量が必要になると仮定すると、2050年の世界の鉄鋼蓄積量は約700億トンに達します。

出典：(一社)日本鉄鋼連盟 長期温暖化対策ビジョン『ゼロカーボン・スチールへの挑戦』

74億人×4トン/人
約**300億トン**

2015

2050 (年)

脱炭素化戦略を描く

グリーンイノベーションが 環境と成長の好循環を生み出し、 ものづくりの国際競争力を高める

政府の審議会・研究会などで多くの委員を務め、エネルギー・環境政策に幅広く提言活動を行っている
NPO 法人国際環境経済研究所 理事・主席研究員の竹内純子氏をお招きし、日本製鉄(株)の鈴木英夫常務
執行役員とともに、2050年カーボンニュートラル実現に向けた日本の展望を語り合っていました。

NPO法人国際環境経済研究所 理事・主席研究員
竹内 純子氏

● ゲストプロフィール 竹内 純子 Sumiko Takeuchi

1994年慶應義塾大学法学部法律学科卒業後、東京電力(株)に入社。
尾瀬の自然保護や地球温暖化など、主に環境部門を経験。2012年より
現職。著書に『エネルギー産業の2050年 Utility 3.0へのゲームチェンジ』
(日本経済新聞出版社)、『誤解だらけの電力問題』(ウェッジ)など。





日本の

2



日本製鉄(株) 常務執行役員

鈴木 英夫

自国産業の競争力を強化し、 経済をしっかり支える政策を

鈴木 2020年10月、菅前総理は日本政府として2050年にカーボンニュートラルの実現を目指すことを宣言しました。私たちは、ゼロカーボン・スチールの実現を経営の最重要項目として位置づけており、2021年3月5日、2030年にCO₂などの温室効果ガスを2013年度比で30%削減するとともに、2050年には実質ゼロとするカーボンニュートラルの実現を目指す(図)という、世界の鉄鋼業界のなかでも最も野心的な中長期経営計画を公表しました。なかでも水素還元製鉄などは前人未到の難しい課題ですが、さまざまな可能性を追求しながら選択肢を見つけていきたいと考えています。

竹内さんは最近の気候変動問題の世界的な動向や、日本政府の取り組みをどのように見ておられますか。

竹内 2015年のパリ協定を採択したCOP21で一緒にさせていただきましたが、あのパリ協定の採択の瞬間、会場にフーッとものすごい地鳴りのような響きが生じ、これで世界が変わるんだという確かな予感を持ったことを鮮明に覚えています。それから数年間で世界的に脱炭素の動きが加速している今、持続可能性への取り組みは、とても重要だと感じています。ただ、フームではなく、実効性ある仕組みにしていくなかには、この問題の本質を捉える必要があると思っています。1992年に国連気候変動枠組条約が採択されてから、世界は何も考えなかったわけではないのにCO₂が増え続けてきたのは、この問題が環境問題ではなく、エネルギー・経済の問題だからです。脱炭素の動きが加速していることは歓迎しながらもフームで終わらせないよう

に、しっかりとした議論をしていく必要があると思っています。

鈴木 鉄鋼産業には鉄鋼生産プロセスそのものがCO₂を排出するという難しい問題がありますが、他方でカーボンフリーの鉄を生産できるようにすれば、国際競争力にとって大きなプラスになると思っています。また、カーボンニュートラル社会をつくる上で必要となる鉄鋼製品の役割も重要です。例えば電気自動車のモーターの鉄心になる電磁鋼板は鉄でしかつくれません。硬くて薄いハイテン材を使えば車体を軽量化し、エネルギー使用を削減することが可能です。こうした製品に力を入れて供給していきたいと思っています。

他方で、カーボンニュートラルを実現する上では、再生可能エネルギーのコストの高さなど日本は欧米に比べて国際競争力の観点で不利な環境が存在しています。欧州のコピーではなく、カーボンニュートラルを実現する日本が主導する技術や方法を世界的に示していく必要があるのではないのでしょうか。

竹内 おっしゃる通り、カーボンニュートラルという方向に進む道は多様であるべきです。世界は欧州だけでできているわけではありません。アジア、アフリカ地域の特徴もあるので、日本は狭いエリアに人口が集中しているアジア地域の代表として、どうしたらこういう地域なりのカーボンニュートラルの道を開けるのか、その国や地域ならではの手法を考えていくべきです。また、それを認め合うべきだと思います。多様な道、地域ならではの道のなかで、こういった道でやっていくというところの発信が、日本は足りないですね。

鈴木 2030年までにCO₂を46%削減し、2050年にカーボンニュートラルの実現を目指す

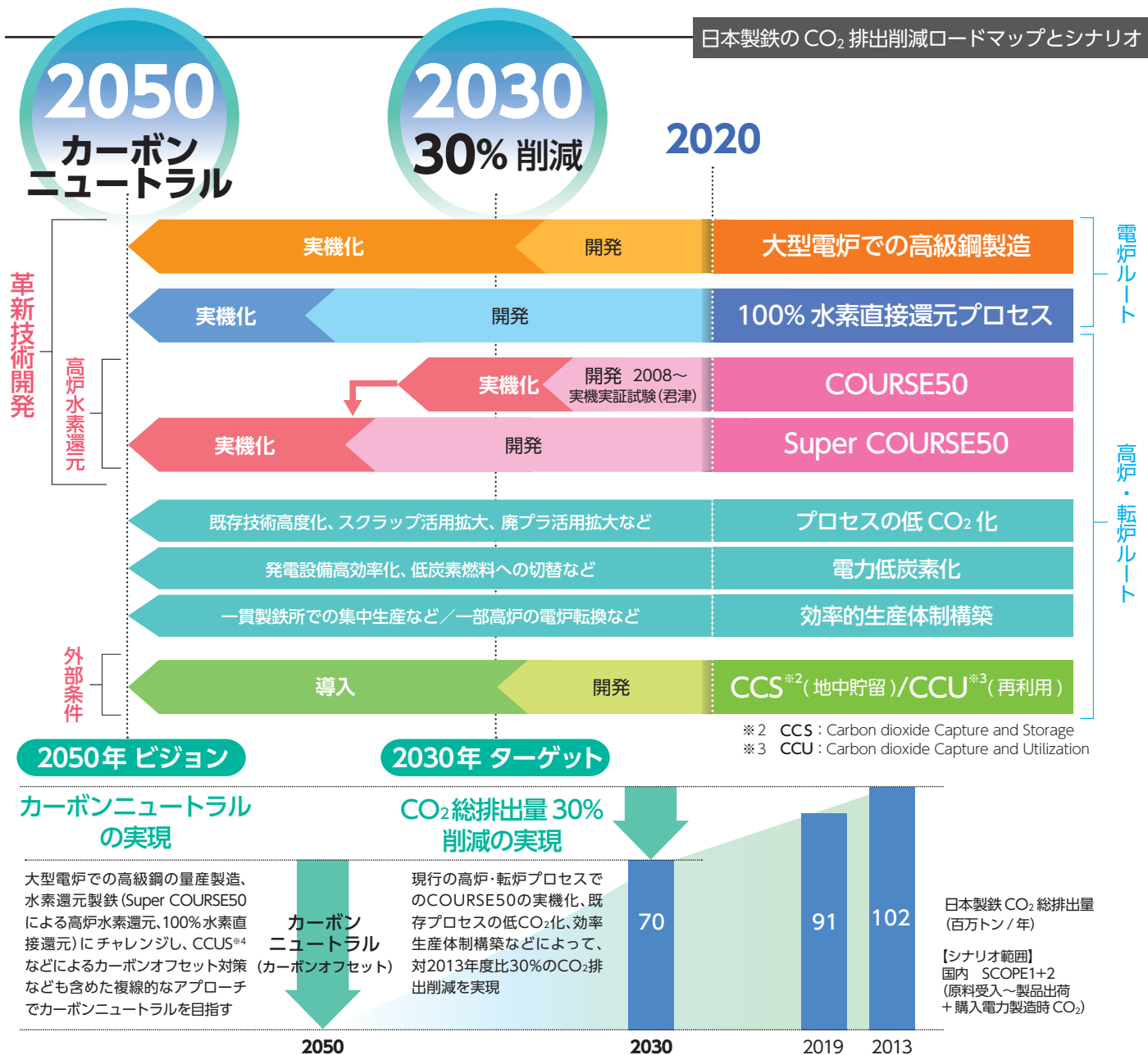
という日本政府の方針の実現可能性についてはどうに見ておられますか。

竹内 エネルギーインフラ企業に勤めた経験のある人間にとって、2030年は来月で、2050年は3年後というくらい短い時間軸に感じられますから、正直、相当厳しいでしょう。気候変動の「目標」については、ゴールという幅のある言葉だけでなく、ある意味ビジョンという言葉と、ターゲットという言葉の使い分けがされますが、本来2030年のエネルギー基本計画はターゲットを示すものでした。ただ、ここまで野心的なものになるとゴールと捉えて、エネルギー政策の3E(※1)それぞれで「政策見直しポイント」を決めておき、適宜見直しながら議論を進めていく必要があると見ています。

カーボンニュートラルの実現には 社会的なインフラ整備が必要

鈴木 鉄鋼製品の生産過程のCO₂を減らす、もしくはゼロにするとすると、鉄鋼製品の生産プロセスを変えなければなりません。現在は高炉というコークス(炭素)を還元材として使う大変効率的な生産方式を利用していますが、CO₂は必然的に出てきます。CO₂の排出を防ぐためには、炭素の代わりに水素を還元材として使えるかというのが最大の課題です。水素による還元は吸熱反応で温度が低下するため、爆発リスクの高い水素を加熱すれば還元までできるかと考えられていますが、鉄は固形のまま出できます。結局、もう一度電炉や高炉に入れて溶かさないといけないため、水素還元プラス電炉のセットが必要になります。また高炉に水素を吹き込んでCO₂を減らす方式でも水素の加熱が必要に

※1 3E：自給率(Energy Security)、経済効率性(Economic Efficiency)、環境適合(Environment)を同時達成するための取り組み。



※2 CCS : Carbon dioxide Capture and Storage
※3 CCU : Carbon dioxide Capture and Utilization

※4 CCUS : Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage

なり、加えてCO₂を回収して地中に埋めるか、化学製品の原料にしなければCO₂はゼロになりません。そのための技術開発には日本製鉄の努力も必要ですが、社会として、カーボンフリー水素やグリーン電力がつけられ、かつそれらを国際競争力のある安い価格で供給できるインフラが構築されないと鉄鋼産業におけるカーボンニュートラルは実現しません。日本政府のこうしたカーボンニュートラル実現に必要なインフラ整備への対応についてはどのように評価されていますか。

竹内 日本の製鉄メーカーは、欧州のメーカーほど前向きなことをおっしゃらない。というのは、すごく正直なんだと思っています。欧州の鉄鋼メーカーのプレゼンテーションを聞き、来年ぐらいにはできるのかしらと思って何うと、「こういうことを言わないと資金調達ができないから」とおっしゃるのです。そういうことを言わせるESG^{※5}投資が果たして正しいのかなと思ったりします。また、日本の政府も努力していると思うのですが、政策に統一性がないように思います。やれ省エネだとか、再生可能エネルギーのFIT制度^{※6} (固定価格買取制度) だとか、あれこれ決めて補助政策や規制を行っています。が、とても効率が悪く、十分機能していないような気がしています。特に、再生エネにかかる賦課金が高く、皆その支払いを逃れたがっています。脱炭素化に向けたセオリーの基本は、電源を低炭素化して需要を電化するという掛け算を徹底的に進めることにあります。そして電気が不得手なところは水素が埋めていくという役割分担です。FIT制度は、電気についてだけかかるカーボンプライシングのようなものです。政策の統一性がなく、個別戦をしているようにしか思えません。

※5 ESG : 環境 (Environment)、社会 (Social)、企業統治 (Governance) を意識した取り組み。

※6 FIT : Feed-in Tariff

鈴木 例えば電気料金をドイツと比較すると、家庭用の場合、日本が1kWh(キロワットアワー)当たり27円程度なのに対しドイツは40円と高いのですが、産業用の電気料金は、日本の鉄鋼業(高炉)では約18円のところ、ドイツでは平均で10円、さらにドイツには国際競争力の維持とカーボンリーケージの防止という理由で、電力多消費産業と輸出企業に対しては特別な減免措置があり、例えばFERTの賦課金や電気税がほとんど免除されて1kWh当たり6〜7円で提供されています。この水準はアメリカ、中国、韓国とほぼ同じ水準です。ドイツでは産業用の電気料金を安くすることで産業の国際競争力を維持し、輸出で稼ぎ、雇用を維持して経済成長をしつかり支えるという政策を堂々と進めています。日本政府も、カーボンニュートラルを目指すなら、同様の産業政策をパッケージとして考えるべきだと思います。

国を挙げて 産学官の社会連携が不可欠

鈴木 そうしたなかで、日本政府が10年間継続して脱炭素技術の研究開発から実証、実装化までを継続して支援する2兆円の基金を導入したのは画期的だと思っています。ただし、鉄鋼業関係の決定額は望みの数分の一に留まり、基金の総額が全く不十分です。これでは中国に勝てません。橋本社長は菅前総理の肝いりで創設された「気候変動対策推進のための有識者会議」に出席して、グリーンイノベーション基金増額に向けた、政府の思い切った支援策拡充の必要性についても指摘をしています。今後、日本が世界に先駆け、脱炭素化を推進するリーダーとし

て諸外国を技術開発でけん引していくためには、思い切った投資が必要だと思います。こうした考えについてはどのように見ておられますか。

竹内 私が問題視しているのは、政府の意識が供給側に偏っていて需要側があまりにも手薄だということです。カーボンニュートラルの実現に向けては需要側の取り組みの持つ意義が大きいのので、政府として、需要側技術への目配りも必要だと思っています。コロナ禍により財政が非常に厳しいなかでつくった基金ですから使われ方を厳しく見るのは当然ですが、あまり厳しく管理しようとしてもイノベーションは生まれません。どうすれば、企業の方々に安心して技術開発に取り組んでいただけるのか、どうしたら使い勝手が良くなるのかをもっと徹底的に考えていただきたい。他国はどのようにして技術開発をサポートしているのか、これはお金を出せば良いというだけの話ではありません。例えばアメリカの次世代原子力技術はナショナルラボ(国立研究所)と民間企業との連携を、政府がつなぎ役となり対応しています。そうした取り組みを参考にしたり、国を挙げて産学官の連携をとっていくような目配りも必要だと思います。

鈴木 ゼロカーボン・スチールの研究開発については、世界最大の鉄鋼メーカーである中国国営企業の宝武鉄鋼集団が政府支援を100%受けて500億元(約8500億円)の研究開発投資基金をつくることを発表し、すでに100億元の規模で基金事業がスタートしています。この分野で中国に先行され、国際競争力で逆転を許せば、日本製鉄のみならず、日本の鉄鋼業の存続、高品質の鉄鋼製品を利用している日本の製造業の競争力維持は極めて難しいことになると思っています。他方で、日本の鉄鋼

業がゼロカーボン・スチールの生産・供給で世界に先ずれば、国際競争に打ち勝ち、新たなビジネスチャンスを手にすることができます。そのための研究開発には、日本製鉄だけでなく見積もっても5000億円規模の投資が必要であると試算しています。日本製鉄は、例えばCCUの分野ではさまざまな画期的な触媒を開発し、CO₂を使って化学製品の原料をつくる技術開発を、大学と共同して取り組んでいます。ただ鉄鋼製品の場合、研究開発のターゲットは明確でも、どの手段が最良なのかはやってみないとわからないので、研究開発のスピードと投入する資金の額の競争になるのではないかと考えています。中国に先を越されるリスクもあり得るので、中国に負けまいしつかりとした支援をお願いしたいところです。

さらに、水素を還元材として使って生産されるゼロカーボンの鉄鋼製品も、現在の製品や品質などでは同じ製品にもかかわらず、新たな生産プロセスの構築に4兆〜5兆円の投資が必要になります。現在では、こうした投資に対する強力な支援措置がありません(注:産業競争力強化法の計画認定を受けた大きな脱炭素化効果を持つ生産設備の導入に対して10%の税額控除または50%の特別償却の制度が創設されましたが、手続きが煩雑、条件も限定的、さらに長年厳しい経営環境に直面していた鉄鋼業界のような累積赤字を抱える企業には利用できない制度です)。水素還元製鉄が実際に実機化されるのは2030年以降になるので、そうした設備投資にどのような支援が受けられるのが今後の課題です。本気でカーボンニュートラルの社会を実現するためには、そうした生産プロセス転換に思い切った支援をしていただく必要があると考えています。



国際競争力のある戦略を練り、発信することが重要

竹内 製鉄では中国に対して日本は数少ない輸入超過の国だと認識しています。例えばEUが炭素国境調整と言い始めても日本の製鉄会社が騒がないのは、彼らにはつくれないものをつくって輸出しているという自信がおりになるからでしょうね。

鈴木 日本鉄鋼連盟として、反対の意見は出しています。そもそも炭素国境調整では、国内の産業は守れてもグローバルな競争力がつくわけではありません。カーボンニュートラルを実現するためには技術開発の加速や最も効果的な制度は何かを考えるべきです。欧州に鉄鋼製品を輸出している国はトルコ、ロシア、中国、韓国が中心で日本はあまり多くはないのですが、とはいえ日本の国際競争力が削がれるのは問題です。

竹内 おっしゃる通りで、国際市場を見ながら競争力というところを戦略的に考えていかなければいけませんね。地球温暖化問題ですから、日本から出るCO₂を減らせばいいという話ではありませんし、国際的＝同一条件での競争ができるような制度設計により、世界的に優れた技術が選ばれることが必要で、政府にはそうした戦略を練ってほしいということをおっしゃりたいのだと理解しています。

鈴木 そういうことです。いわゆるレベルプレイングフィールド（公平な競争の場を確実に維持してほしいという主張をしています。カーボンプライシングを導入したほうが良いという議論がありますが、選択肢がまだない産業に対するカーボン

プライシングというのは、研究開発の原資を奪い、国際競争に深刻な影響が生じることから、鉄鋼産業としては反対である旨を表明しています。

竹内 私自身はカーボンプライシングは肯定的に考えていますが、やり方をきちんと議論すべきだと思っています。まず、税か排出量取引かと言ったら、予見可能性の観点から私は税にするべきだと思っていますし、今の乱立している補助制度や税制を整理してやるべきです。例えば再生可能エネルギーのFIT賦課金は、電気だけでなくカーボンプライシングのようなもので大きな歪みを生んでいます。

鈴木 単純な価格差だけでエネルギー転換ができる場合があるなら話は別ですが、税制でCO₂を減らすのは難しいと思います。欧州の炭素税は家庭や業務ビルの暖房用と自動車用の燃料に課税されており、排出量取引制度の対象になっている産業には課税されていません。ちなみに、日本の揮発油税は1リットル当たり53・8円です。炭素税換算でCO₂1トン当たり2万3000円相当になり、欧州の炭素税に負けない高税率になっています。それでも水素自動車や電気自動車に転換が進んでいるかというと、そうでもありません。どのような政策が効果的で、国民負担を抑えつつどのように転換が起こるのかを実証すべきです。社会を変えていくためには10年、20年というビジョンが必要です。そしてそのビジョンを着実に実現できる政策が必要です。海外の政策なども参考にしながら、コピーではなく、日本としての政策が必要ですので、私たちもそれに対して声が届くよう継続した発信に努めていきます。

竹内 確かに可視化は必要だと思います。日本は炭素税がなくて恥ずかしいといったような報道も目にします。その報道も正確性に疑問があるとは思

ますが、ただ、可視化できなければやっていないのと同じに扱われても致し方ないんだ、という認識に立つべきかもしれません。それくらい、可視化し、発信することは重要です。企業からの直接的な発信もそうですし、日本政府も国際交渉で欧州がこう言っている、と聞いて帰ってくるのではなく、しっかりと発信していくべきだと思います。そういうところをぜひ企業にも政府にも頑張ってもらいたいし、研究者の立場としても、そうした発信のお手伝いのできればと考えています。

安価な電力と グリーン化の両立

鈴木 2021年7月に政府は新しいエネルギー基本計画の原案を発表し、2030年度でも化石燃料による発電比率を41%に、石炭火力発電は19%にすることを掲げました。しかし、今後は自動車も電氣化するなどますます電力の需要が増えていきます。審議会の議論では発電コストが大幅に下がってきている太陽光発電の比率を上げれば、高い燃料の輸入が減り、全体の「発電コスト」が安くなると指摘していますが、変動する再生可能エネルギーをバックアップして停電を防ぐためには多額のコストが必要ですので、「消費段階のコスト」は今より高くなるという分析が付記されています。また、日本には平坦な土地はほとんどなく、山を崩して太陽光パネルをつくれれば土砂崩れの被害が拡大する恐れがあります。陸上風力も地元の人が反対していますし、洋上風力もコストがかかります。どのような道をとれば安価な電力の安定供給とグリーン化の課題を達成できると思われますか。

竹内 故・澤昭裕先生のご著書で、『精神論ぬきの電力入門』というのがありますが、いまや『精神論だけの電力政策』になっているという感じもしています。使える低炭素電力を使うという意味では、今まで安全対策コストを費やした原子力発電所を再稼働することは避けて通れません。しかし、私

のように原子力の必要性を認識する立場でも、10年止めていた設備を動かすのは相当ハードルが高いと感じています。政治が、現場への目配りがなくいまま原子力安全規制を変更したことの影響をこれから乗り越えねばなりません。再生可能エネルギーは産業化を進める必要があります。低コスト化にきちんと向き合う再生事業者が余りに少なかった。

鈴木 国際的な協力、特にアジアとの協力が重要になりますね。菅前総理はカーボンニュートラルで新しい産業が生まれると言っていました。果たしてどのような新しい産業が生まれるとお考えでしょうか。

竹内 再エネ事業では、今後洋上風力などアジアを見据えた産業育成に芽があるのかもしれませんが。日本は大きなボールやタービンをつくるわけではありませんが、パーツに強い企業もあるので、そこからデータを収集してメンテナンスとセットにするなど、工場をつくって雇用を生むといった発想から離



れると勝機はあるかもしれませんが。洋上風力には韓国も台湾も関心を持っています。台湾と日本は風の弱まる時期がうまくずれているので、それを利用してながらメンテナンス船を巡回させるなどしてリカバリーしていくような戦略を立てていくと良いのではないかと思います。

鈴木 日本製鉄は構造物に強いので、大型風力発電所のボディのところは任せてください。本日はありがとうございました。

日本製鉄 カーボンニュートラルビジョン 2050 ゼロカーボン・スチールへの挑戦

人類の存続に影響を与える重要課題である気候変動問題に対する当社独自の取り組みとして、「日本製鉄カーボンニュートラルビジョン2050～ゼロカーボン・スチールへの挑戦」を掲げ、経営の最重要課題として、2050年カーボンニュートラルの実現にチャレンジしています。



Make Our Earth Green

0

NIPPON STEEL
zero carbon
initiative

鉄をつくる 革新技術の開発

高炉 水素還元製鉄

CO₂排出を極限まで減らす

自動車や鉄道、ビル、家電など、さまざまな用途に使われている鉄鋼製品は、社会に欠かすことができない基礎素材として、強度、加工性、耐食性、溶接性など、優れた機能を発揮することができず。こうした高機能な鉄鋼製品をつくるためには、石灰を蒸し焼きにした炭素の塊であるコークスを高炉に投入し、鉄鉱石に含まれる酸素を取り除き、銑鉄をつくる還元プロセスを経なくてはなりません。鉄をつくるときに発生するCO₂の多くは、この高炉による炭素還元由来します。鉄は他素材に比べ生産単位あたりのCO₂発生は少ないですが、圧倒的に用途が幅広く大量に使用・生産されるため、鉄鋼業は日本の産業部門のなかで最大の約14%のCO₂を排出しています。

現在の高炉法という鉄のつくり方は、18世紀の産業革命前から約300年も続いてきた製鉄プロセスです。日本製鉄をはじめとする日本の鉄鋼業は、世界最高水準のエネルギー効率を達成する製鉄技術を

100%水素 直接還元 プロセス

究極のCO₂排出ゼロを目指す

極め、長年にわたって地球規模での省エネルギーとCO₂削減に貢献してきました。しかしCO₂排出実質ゼロにするカーボンニュートラルを実現するためには、さらなる革新的な技術の開発が必要となります。

そこで着目したのが水素の利用です。100%水素直接還元プロセスは、コークスの代わりに水素を用いて、鉄鉱石から酸素を取り除く水素還元を行うことで、CO₂ではなく水しか発生しない究極の革新的製鉄法です。CO₂を必然的に発生してきた高炉法とはまったく異なる製鉄技術であるため、前人未到のグリーンイノベーションの開発・実用化に挑戦する必要があります。ゼロカーボン・スチールは、一直線で実用化に至ることが見通せない極めてハードルの高いチャレンジです。日本製鉄は、あらゆる手段を組み合わせた複線的なアプローチでゼロカーボン・スチールを推進し、2050年までにカーボンニュートラルを実現しようと考えています。具体

大型電炉 での高級鋼製造

水素還元鉄を利用した
量産技術の確立

的には、高炉水素還元製鉄、100%水素直接還元プロセス、大型電炉での高級鋼製造という3つの技術開発を柱とし、CCUSの技術開発も進めています。

2050年カーボンニュートラル実現に向け、これからの30年は、約300年続いてきた炭素還元材とするこれまでの鉄鋼生産方式が大きく変わる革命的な時期となります。こうした抜本的なプロセス変更にもかかわらず、鉄鋼製品の品質・付加価値は従来と変わりません。また大規模な研究開発資源を投入して絶え間ない技術革新を続けるとともに、大量のカーボンフリー水素やカーボンフリー電力の安価・安定供給、経済合理的なCCUSの社会実装など、社会との連携も欠かせません。さまざまな困難や課題が想定されますが、日本製鉄は時代変革の主役として積極果敢にゼロカーボン・スチールに挑戦し、これからも鉄づくりにおいて世界をリードして、日本のカーボンニュートラル実現に貢献していきます。

日本製鉄は、高炉において、コークスの一部を水素に置き換えて鉄鉱石を還元する高炉水素還元製鉄の開発に取り組んでいます。2008年から参画している(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業 COURSE50(CO₂ Ultimate Reduction System for Cool Earth 50)プロジェクトでは、東日本製鉄所君津地区に設置した小型試験高炉における実証試験で、高炉からのCO₂排出量10%超の削減を確認する世界初の成果をあげました^{*}。現在は2030年までに高炉水素還元1号機の実機化を目指して、さらなる技術革新に邁進しています。

今後、高炉法が技術的にも経済的にも当面は主流と考えられるため、COURSE50を足掛かりとして、製鉄所外部からの水素も活用しながら極限までのCO₂削減を狙ったSuper COURSE50の開発にもチャレンジしています。

^{*} 本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務「環境調和型プロセス技術の開発／水素還元等プロセス技術の開発(フェーズⅡ-STEP1)」(日本鉄鋼連盟 COURSE50)の結果得られたものである。

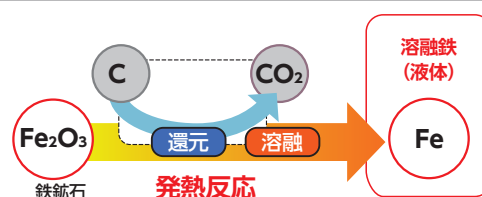


COURSE50 試験高炉 (日本製鉄東日本製鉄所君津地区)

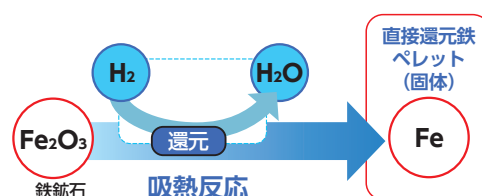
海外では還元材に天然ガスを改質した水素ガスを用いて、シャフト炉で鉄鉱石から固体の還元鉄をつくる直接還元製鉄法が開発されています。現在の高炉法に比べてCO₂排出量を抑えることができますが、天然ガスはメタンに炭素が含まれるため、どうしても一定量のCO₂が発生します。

日本製鉄は100%水素直接還元プロセスの開発に取り組んでいます。シャフト炉において、還元材にコークスや天然ガスではなく、水素だけを使用することで、CO₂は生成されず、副産物として水だけが発生するプロセスになります。これまで実証されたことのない極めてハードルの高い技術開発になります。現在、100%水素利用の技術課題を乗り越えるため、還元反応を進める熱供給技術や原料ソースを拡大する操業技術などの開発に挑戦しています。

炭素還元 現状高炉プロセス

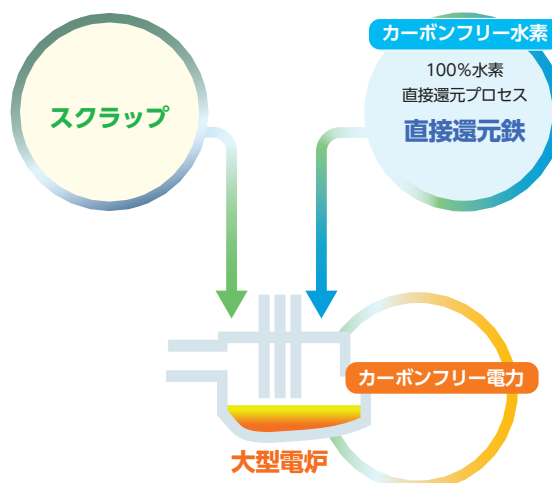


100%水素直接還元プロセス



電炉とは電気アーク熱によって鉄スクラップなどを溶解・精錬することで溶鋼をつくる設備です。すでに鋼になっている鉄スクラップを溶かすため大量の電力を消費しますが、鉄鉱石の還元に伴うCO₂が発生しないため、生産工程では、高炉に比べてCO₂発生量を大きく抑えることが可能です。カーボンフリーの水素や電力が十分供給されるようになれば、電炉で鉄スクラップだけでなく、100%水素直接還元鉄を溶解し溶鋼をつくることによって、CO₂の発生を極小化できます。

日本製鉄は、瀬戸内製鉄所広畑地区や欧州アルセロール・ミタルとの合併先である米国アラバマ州の工場で2022年以降新しい電炉を稼働させるとともに、カーボンニュートラルの実現に向け、鉄スクラップに混入する材質有害元素の無害化技術など、大型電炉での高級鋼の量産製造技術の研究開発を加速させています。



CO₂を集めて役立てる CCUSの社会実装を推進

日本製鉄は高炉水素還元製鉄、100%水素直接還元プロセス、大型電炉での高級鋼製造という複線的なアプローチによってゼロカーボン・スチールを推進することで、CO₂排出を極限まで抑えることを目指していますが、最終的にどうしても一定程度のCO₂発生が想定されます。そのため、鉄鋼製造プロセスから発生するCO₂を分離・回収して、地中に埋めて貯留するCCSや、化学品などの原料としてカーボンリサイクルするCCUといったCCUSの技術が必要になります。

現在、他社や大学などの研究機関との連携や、国家プロジェクトなどへの参画によって、CO₂分離・回収とCCUSの技術開発に取り組んでいます。

一方、CCUSの社会実装は、日本製鉄だけでは前進させることはできません。CCSは、巨大な社会インフラであり、運搬や貯留に至るバリューチェーンの構築が不可欠です。CCUは、化学品や燃料を製造・販売する化学産業やエネルギー産業との連携が欠かせません。CCUSには莫大なコストが必要のため、それを社会全体で負担する政策的な仕組み、例えば補助金制度や税制優遇、コストを価格に転嫁する枠組みなど、幅広い社会インフラ整備が求められます。さまざまな高いハードルはありますが、日本製鉄は絶え間ない技術革新でCCUSの社会実装を推進していきます。

回収 Capture

化学吸収法によるCO₂分離・回収技術 高炉ガスからのCO₂分離・回収を実証



日本製鉄は2008年からNEDO委託事業のCOURSE50プロジェクトに参画し、(公財)地球環境産業技術研究機構(RITE)と化学吸収液を共同開発することで、CO₂分離・回収技術の確立に貢献しています。開発した化学吸収液は両者の頭文字をとって、RN吸収液と命名されました。

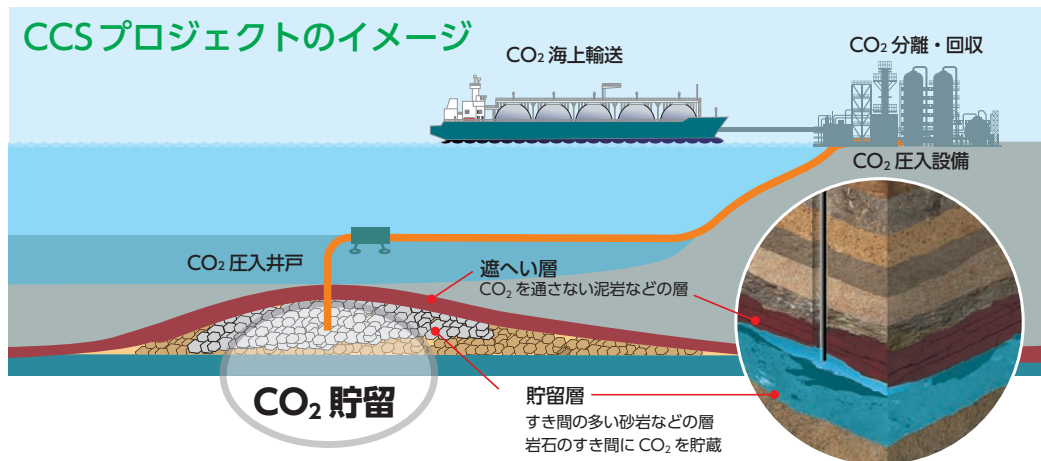
RN吸収液を実高炉の排ガスに適用するパイロット試験は、2012年に日鉄エンジニアリング(株)によって実施されました。日本製鉄東日本製鉄所君津地区に建設した試験設備が使用され、CO₂を長期間安定して分離・回収でき、消費さ

れる熱エネルギーは従来の吸収液よりも大幅に削減されることが実証されました。また、従来120℃であった吸収液の加熱温度を、RN吸収液ではCO₂回収量を下げずに95℃まで低減でき、より効率的にCO₂を分離・回収できることもわかりました。

これら世界初の開発により高炉ガスから20%のCO₂削減目標が得られました^{*}。この技術をもとに、日鉄エンジニアリングは省エネ型CO₂回収設備ESCAP®を開発し、産業利用を推進しています。

^{*} 本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務「環境調和型プロセス技術の開発/水素還元等プロセス技術の開発(フェーズI-STEP1)」(日本鉄鋼連盟COURSE50)の結果得られたものである。

CCS CO₂を地中に埋めて貯留する

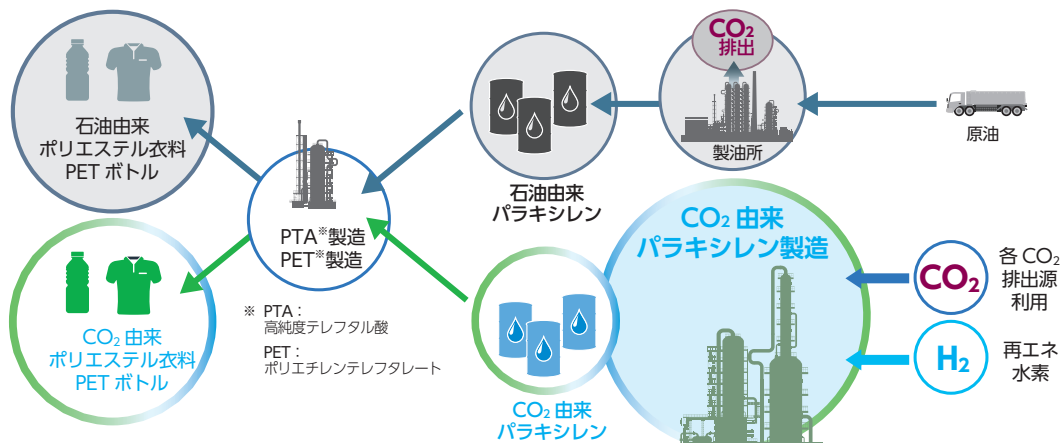


貯留
Storage

国際エネルギー機関の報告書では、2060年までのCO₂削減量の合計のうち14%を、CO₂を地中に貯留するCCSが担うことが期待され、CCSプロジェクトが世界各地で始まっています。例えばエクイノール社が欧州北海で主導するノーザンライツジョイントベンチャーでは、ノルウェーの都市部や周辺国の工場で発生する排ガスから回収したCO₂を液化し、沖合の中間貯蔵基地までパイプラインで運搬したあと、海底下の貯留層に圧入するサービスの事業化を目指しています。2024年稼働に向け、日本製鉄は高合金シームレス油井管を供給しています。

CCSの社会実装にあたっては、欧米では枯渇した油田やガス田にCO₂を埋められるものの、日本には適した大規模な貯留地がありません。CO₂排出源と貯留地が離れていることによるCO₂輸送が課題と指摘されています。そこで2021年6月からNEDO委託事業として、CO₂船舶輸送に関する研究開発および実証事業が始まり、2030年ごろの社会実装に向け技術の確立を目指しています。日本製鉄も参画し、鉄鋼業を含む国内のさまざまな多量排出源からのCO₂輸送にかかるビジネスモデルの検討を実施します。

CCU 化学原料としてカーボンリサイクルする



利用
Utilization

CO₂を原料とする化学品(パラキシレン)製造

日本製鉄はCO₂と水素を反応させ、ポリエステル繊維やペットボトル用樹脂の原料となるパラキシレンをつくる触媒技術を富山大学と共同で開発し、その特許を2020年に出願しました。現状では石油化学メーカーによって、ナフサを改質した油からの抽出などでパラキシレンがつくられ、世界で年間約4,900万トンが使われています。これをすべてCO₂からつくることができれば、年間1.6億トンのCO₂固定につながる可能性を秘めています。

2020年7月にはNEDOプロジェクトに採択され、CO₂

から工業的にパラキシレンを製造する実用的な技術の確立を目指しています。富山大学と日本製鉄が触媒のさらなる性能向上に取り組み、触媒の大量製造をハイケム(株)、設備設計を千代田化工建設(株)と日鉄エンジニアリング(株)、全体の事業性検討を三菱商事(株)が担当しています。2023年度までにベンチスケールでの評価を行い実証段階への道筋をつくり、2030年ごろの実機化を目指しています。アパレルメーカーや飲料メーカーからCO₂を原料としたパラキシレンはグリーン調達につながると期待を寄せられています。

実効性のある 地球温暖化対策に向けた 「カーボンプライシング」の あり方を考える

地球温暖化対策の1つとして、カーボンプライシングを導入する機運が世界中で高まっています。カーボンプライシングとはどのような施策なのか、CO₂排出量の削減にどのような効果が期待されているのか、導入にあたってはどのような課題があるのか。日鉄総研(株)の小野透常務取締役が解説します。



日鉄総研(株) 小野 透 常務取締役

CO₂に価格を付ける

カーボンプライシングとは、排出するCO₂に価格を付けることを指します。CO₂排出にコスト負担が伴うため、企業などはコスト負担削減のために脱炭素に積極的に取り組むので、CO₂排出量が削減されると期待されています。

カーボンプライシングの手法には、大きく分けて、CO₂を排出する化石燃料の使用量に応じて課税する「炭素税やエネルギー税」と、企業のCO₂排出量に上限を設定して、上限を超えてCO₂を排出する場合には余裕のある企業から排出権(量)を買い取ることで、社会全体のCO₂排出量を制限しようとする「排出量取引」の2つがあります。

どちらの仕組みもCO₂の削減に効果がありそうですが、問題点も指摘されています。炭素税やエネルギー税は、省エネルギーが進み経済合理的な削減余地がほとんどない鉄鋼業をはじめとする日本のものづくり産業にとって、逃れようのないコスト上昇要因となり、競争力の低下につながりますし、排出量取引の場合には、各企業のCO₂排出量の上限(＝生産上限)をどのように設定するか、などの課題があります。また、これらの制約は、企業活動や市場がグローバル化しているなか、よりCO₂規制の緩い国や地域に生産が移行してしまう「カーボンリーキー」を招いてしまう可能性もあります。

カーボンニュートラルは 技術でしか達成できない

パリ協定の発効を受け、世界がカーボンニュートラルに大きく舵を切るなか、鉄鋼業界も「ゼロカーボン・スチール」の実現に向けて動き始めました。日本製鉄も「カーボンニュートラルビジョン2050」のなかで、CO₂削減率50%やSuper CO₂削減率50%、100%水素直接還元プロセスなど、還元材を炭素から水素に転換することでCO₂排出を極小化する革新技術の開発を目指しています。

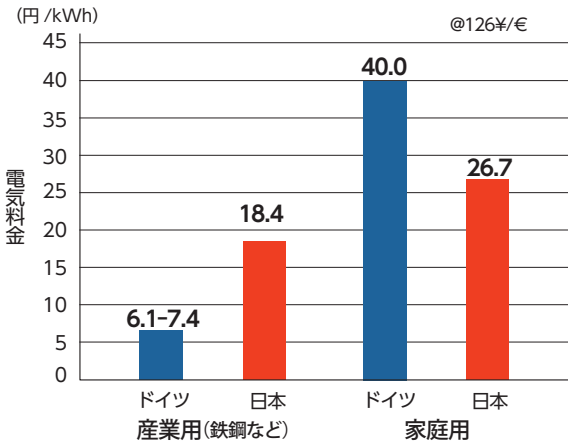
しかし、水素還元製鉄は、製鉄の歴史のなかでも前人未踏の試みであり、技術確立に向けてはさまざまな困難が予想されます。また、大量のカーボンフリー水素の安価安定供給のためのサプライチェーン構築など、関連社会インフラの整備も不可欠です。EUは総額1・1兆ユーロ規模の次期(2021～27年)多年次財政枠組に、7500億ユーロにのぼる復興基金を加えた総予算のうち、少なくとも3割を気候中立達成に資する政策に活用するとしています。カーボンニュートラルを実現させようとするのであれば、企業体力を低下させ、技術開発の原資を奪いかねないカーボンプライシングではなく、革新技術の開発や、開発された技術の導入に対する支援こそが必要だと考えます。カーボンニュートラルは技術でしか達成できないのですから。

高額な産業用電気料金が最大の足かせ

CO₂排出量削減と経済成長を同時に実現するためには、企業の国際競争力を維持することが重要です。2019年に公表された欧州グリーンディールも、単純な温暖化対策ではなく、気候変動政策を通じた成長戦略となっています。

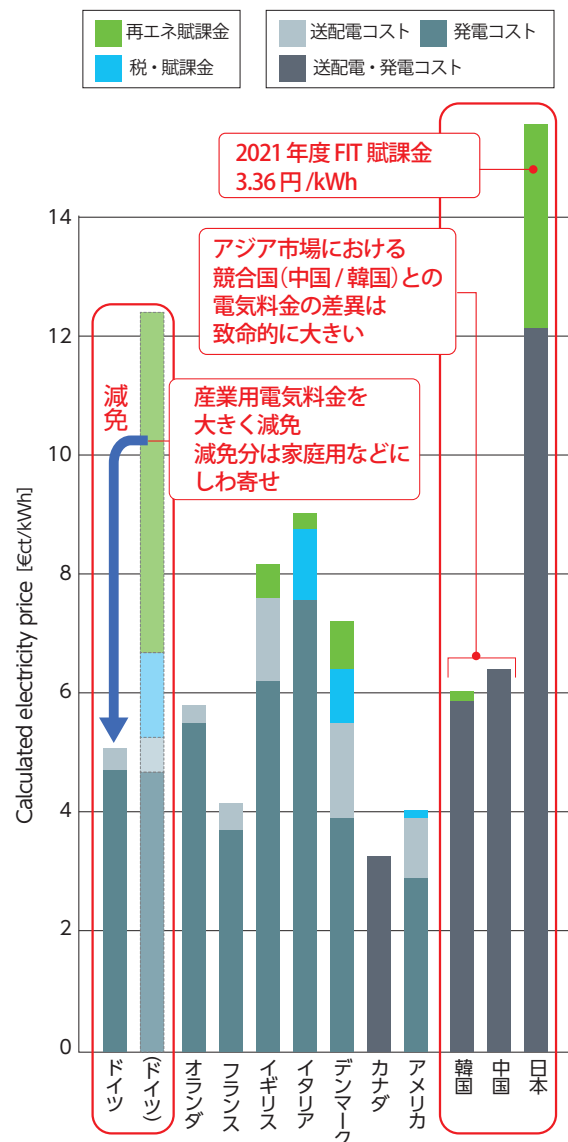
先進的な環境政策で有名なドイツにおいても、国内産業の競争力維持強化は重要な政策方針であり、そのため特に電力多消費や輸出産業の電気料金に対する大幅な減免措置を講じています。産業用電気料金減免の原資は、家庭用など、その他の電気料金にシワ寄せされる形になっており、このため、産業用電気料金が日本の約3分の1に対して、家庭用電気料金は日本の1・5倍程度の高額となっています。

図1 日本とドイツの電気料金比較



出典：ドイツデータはBDEW-Strompreisanalyse (2020)、日本データは東京電力エナジーパートナー(株)約款よりNSRI試算

図2 産業用電気料金の国際比較



出典：Electricity Costs of Energy Intensive Industries, An International Comparison, Fraunhofer and ECOFYS (2015) を改変

地に足の着いた行動こそ大切

います(図1)。産業の負担を家庭に押し付けるような政策に見えますが、産業用電気料金の優遇は、ドイツ製造業の競争力を高め、その結果、GDPの拡大や雇用の維持などにつながることで、国民生活向上につながっていると考えられます。このような産業用電気料金優遇政策を採っているのはドイツだけではなく、多くの国で産業用電気料金は割安に抑えられています(図2)。日本の突出して高い産業用電気料金が、再エネの拡大やカーボンプライシングでさらに上昇を続ければ、国内の鉄鋼生産は経済的に成り立たなくなってしまう、せっかく開発した技術も、国内では目の見えないということにもなりかねません。第6次エネルギー基本計画では、さらなる電気料金上昇が予想されており、抜本的な対策が必要です。

アップルによるグローバルサプライヤーへの「再エネ100%利用要求」や「再エネ100%を商品ブランディングに使いたい」という企業の要求にこたえるべく、本年11月に「再エネ価値取引市場」が創設されました。同市場では、再エネブランドとともに省CO₂効果も売買されることから、これもカーボンプライシングの仕組みの1つと考えられます。しかし、現在の仕組み(FIT再エネ価値の再販)では、企業が再エネ電力証書を購入することで、自社の「再エネ100%」という環境ブランディングを行うことができて、再エネ発電量増加にはつながりません。再エネ価値取引市場が、単なる再エネブランディングにとどまらず、再エネの経済的自立を促し、再エネの主力電源化につながるという本来

目的に合う運用となることを切に願います。真のCO₂排出量削減に実効性があるのは、原子力を含む非化石電源の拡大、プロセスの省エネ、製品の高機能化による使用段階での省CO₂などの方策です。水素還元製鉄のように、革新的な技術の開発には時間とコストが必要です。また同時に、企業の国際的な競争力を向上させて、経済を成長させる必要もあります。国のエネルギー政策を検討する総合資源エネルギー調査会基本政策分科会で日本製鉄の橋本社長は「カーボンニュートラルの潮流を、国際競争力を回復するチャンスと捉えていくべきだと考えている」と発言しています。企業が実直にCO₂削減のための技術開発に取り組むことができるような仕組みづくりこそが、CO₂排出量削減という人類共通の課題に立ち向かうためには必要だと考えています。



カーボンニュートラルの時代に向けた 次世代モビリティへの新たなソリューション提案

NSafe®-AutoConcept

日本製鉄は、自動車車体の軽量化や衝突安全ニーズの高まり、電動車の普及などに対応していくため、研究開発を加速させ、素材提案にとどまらない次世代鋼製自動車コンセプト「NSafe®-AutoConcept(NSAC)」を進化させています。カーボンニュートラルの時代に向けた、多種多様な次世代モビリティの開発・製造に貢献していきます。

日本製鉄は、2020年中長期経営計画で「つくる力を鍛え、メガトレンドを捉え、鉄を極める」をキーワードとして打ち出しました。NSACは、それを自動車分野で具現化するための新たな提案です。「車体軽量化のニーズは従来からありますが、軽量化は走行時に加え車体製造時のCO₂排出削減にも貢献できるため、近年、そのニーズはますます高まっています。衝突安全性では、その評価方法が多角的になっていることにより、これまで以上の材料強度や構造設計が求められるようになってきました」(江尻満室長)

これらのニーズに応えるのが車体用の1470MPa級ハイテンや2.0GPa級ホットスタンプ材、シャシー用の

次世代鋼製自動車開発に 貢献する総合力

980MPa級熱延ハイテンなどの超高強度鋼板です。このようなハイテンメニューの実用化と構造・工法提案により、鋼製自動車ボディーの30%軽量化を可能にしました。これはオールアルミ車と同等の質量であり、より高い衝突安全性能も実現するものです。車体の軽量化は燃費の向上につながり、CO₂の削減に貢献します。また、使用する鉄鋼素材も減らすことができますので、走行中に加えて、製造時も含めたライフサイクルでのCO₂削減効果があります。

「これまで素材メーカーは、材料開発を中心とした技術開発を進めてきましたが、自動車の新しい機能や役割、使われ方にも柔軟かつ迅速に対応していく必要があります。NSACでは、材料開発に加え、構造・機能設計、工法開発、性能評価という基軸(図1)からクルマづくり



NSafe®-AutoConcept

次世代自動車開発に貢献する日本製鉄の総合力

図1 NSACの概念図

貢献していきたいと考えています。さらに、ホームページ上に、特設オンラインサイト「NIPPON STEEL AUTOMOBILE ONLINE LAB」(図2)を開設しました。日本製鉄グループが提案する先進商品・技術を紹介するとともに、お客様からのご相談事もお受けしています。これからもお客様のご要望に対し最適な提案を行っていきます」(江尻室長)



図2 NIPPON STEEL AUTOMOBILE ONLINE LAB

詳細はこちらをご覧ください。

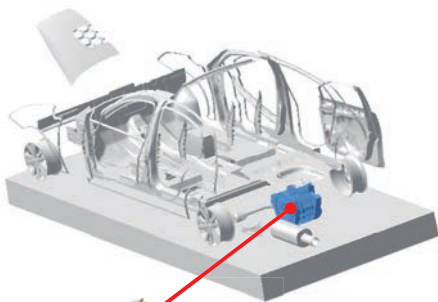


図3
モーター搭載図(CG)

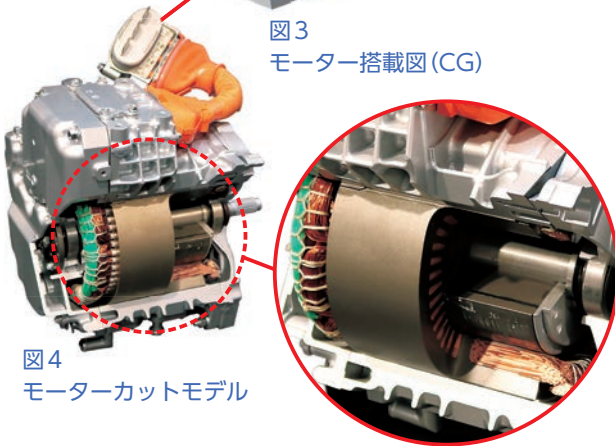


図4
モーターカットモデル



「日本製鉄の電磁鋼板」詳細はこちらをご覧ください。

『季刊 ニッポンスチール』Vol.04 (2020年3月)

電動車向けNSAC×EV

さらに、NSACを電動車向けに最適化したものが、「NSafe®-AutoConcept XEV(NSAC×EV)」です。

「電動車、特にEVではバッテリーの大型化によって、安全性・性能・コストなど、さまざまな面で従来のクルマづくりと異なる課題を抱えています。例えばバッテリーボックスやリチウムイオン電池のセルケースなどには多くはアルミ素材が使われていますが、これを鉄鋼材料に変えることで、同等重量で性能向上、安全性の向上などが期待できます。また、モーター(図3・4)の高効率化では、電磁鋼板が大きな役割を担っています」(江尻室長)

電動車向けモーターに要求される特性は「高効率」「高トルク(※1)」「高回転」で、それらを実現する鋼材特性は「低鉄損」「高磁束密度(※2)」「高強度」が求められます。

日本製鉄の無方向性電磁鋼板は、相互に背反関係にあるこの3特性を高次元にバランス良く両立させ、電動車向けモーターの高性能化、さらにはCO₂削減に大きく貢献しています。

「日本製鉄は、電動車のモーターに不可欠な電磁鋼板の需要拡大・性能向上のニーズに応えるため、さらなる能力・品質向上に資する設備の増強を九州製鉄所八幡地区、瀬戸内製鉄所広畑地区で実施しています。ますます重要になる高効率モーターを実現するために求められる電磁鋼板の開発に日々、取り組んでいます」(大畑喜史室長)

電動車の分野でも、設計、加工、評価を一貫して行うNSAC×EVを適用することで、安全で性能とコストのバランスに優れた提案を行っていきます。

少量多品種ニーズにも対応

自動車へのさまざまなニーズが大きく変化していくなか、自動車の構造についての要求も変化しています。

「次世代モビリティでは、カーシェアリングやMaaS(※3)により、用途に応じた多様なニーズに合わせた車体が求められるようになると考えています。これらの自動車は、大量生産ではなく多品種少量生産に対応する必要があり、そのための生産ソリューションコンセプトが、「NSafe®-AutoFrameConcept(NSAFC)(図5)」です」(江尻室長)

NSAFCではプレス加工した鋼板ではなく、鋼管を使用することで、金型や溶接を減らし、短工期・低コストで多種多様な車体の開発・製造を実現するもの

です。さらに、3次元の骨格を用いた車体構造である「スペースフレーム構造」は、従来のモノコック構造に勝る剛性があり、大幅な軽量化が可能となります。

日本製鉄はNSACの活用を通じて、CO₂削減や車体の安全性向上を実現し、国連で採択されたSDGsの実現に貢献していきます。

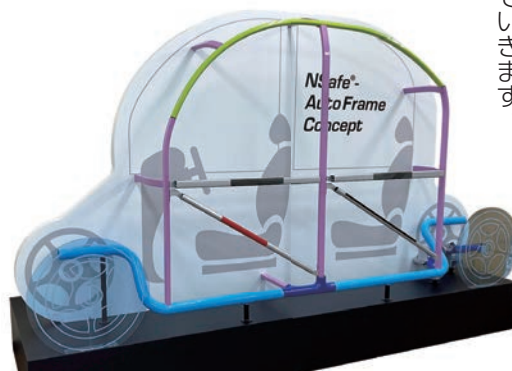


図5 NSAFCのコンセプト模型



日本製鉄(株)
電磁鋼板技術室
大畑 喜史 室長



日本製鉄(株)
自動車鋼板商品技術室
江尻 満 室長

※1 トルク：物体を回転させる力。

※2 磁束密度：電磁鋼板の特性を表す指標の1つ。磁束密度が高い電磁鋼板は、磁化されやすく一般に良い材料とされる。

※3 MaaS：Mobility as a Serviceの略で、情報通信技術を活用してマイカー以外の移動をシームレスにつなぐサービス。

日本製鉄グループのSDGs

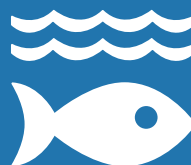
海の豊かさを科学するシーラボ



シーラボ I



14 海の豊かさを
守ろう



日本製鉄は豊かな海の生態系を取り戻すため、藻場の再生を促進する「海の森づくり」に取り組んでいます。北海道増毛町など実海域で鉄鋼スラグを利用した施肥効果を実証するとともに、千葉県富津市の技術開発本部に開設した「シーラボ」(海域環境シミュレーション設備)で海の環境と生物多様性の保全への貢献を解明しています。今号はSDGs持続可能な開発目標14「海の豊かさを守ろう」をテーマに、シーラボでの研究・分析技術を活かした東京湾富津沖のノリ養殖不作解明調査と、ブルーカーボン(海洋生態系によるCO₂の吸収・固定)の基礎研究について紹介します。



シーラボ II

実海域とラボの両面から海の森づくりを科学的に実証



© (株) 渋谷潜水工業

北海道増毛町の海岸線にビバリー®ユニットを埋設(上)すると、衰退していたコンブ場が回復しました(下)。

日本各地の海岸約5000キロメートルにわたって、コンブやワカメなどの海藻類が失われ、不毛の状態となる磯焼けが発生しています。磯焼けは鉄をはじめとする栄養分の不足もその一因とされています。

日本製鉄は、鉄づくりにおける副産物の鉄鋼スラグと腐植土の混合物をヤシの繊維で編んだ袋に入れることで、海中に不足している鉄イオンを腐植酸鉄として長期間持続的に海藻まで届けることを可能とするビバリー®ユニットを開発。磯焼け海域に設置して藻場の再生を促進する海の森づくりを日本全国38カ所以上で展開しています。

2002年から海の森づくりに取り組む北海道増毛町では、沖合に向かってコンブなどの海藻類が豊かに再生し、水産振興にも貢献しています。こうした実海域における鉄分濃度と藻場再生の関係性、鉄鋼スラグ利用の有用性と安全性を、シーラボで科学的に実証しています。

富津沖の水質調査分析で 地域貢献

江戸前のお寿司屋さんが好んで使用するという千葉県産ノリのうち、約6割が新富津漁業協同組合で生産されています。東京湾富津沖は全国有数のノリの名産地なのです。しかし近年、富津沖のノリ養殖が深刻な不作に悩まされていました。こうしたなか、新富津漁業協同組合からの要請を受け、日本製鉄技術開発本部は千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所と連携し、不作原因の解明に向けた調査を実施しました。

「シーラボ」を立ち上げた2009年、地元漁協の方々にノリ養殖の現場、種付けの様子から収穫までの過程を見学させていただき、網の管理方法

など丁寧に教えていただいたおかげで、シーラボでのノリ網を使った実験を実施することができました。そういう経緯がありましたので、そのときの恩返しをしたいという意味もあり、ノリ不作の原因調査に協力することになりました」（小杉知佳課長）

富津沖ではノリの葉状体が短くちぎれる短縮化によって、不作が続いていました。原因は魚による食害なのか、それとも水質の影響なのかは不明でした。そこで、日本製鉄は水質調査に携わりました。

ノリ養殖は海水温の低い初秋から晩春にかけて行われます。そのため漁期の10〜4月の週1回、富津岬の南側に広がる養殖場の5地点で採水を行いました。海中に窒素やリンなどの栄養素が不足すると、生育が低

下するだけでなく、ノリの色が著しく薄くなる色落ちが起き、商品価値を大きく低下させます。栄養素や水温、塩分濃度といった水質の情報は、ノリ養殖にとって極めて重要なのです。

2018〜20年度の3年間にわたり富津沖の水質を調査したところ、リン濃度の低下が漁期後半に顕著な傾向にあることがわかりました。ノリの色落ち、ひいては不作に影響を与えている可能性があります。一方、東京湾漁業研究所の調査では、多数のクロダイが捕食することによって

ノリが短時間で短縮化する様子が確認されました。こうした調査結果を考え合わせると、クロダイによる食害が、近年の被害拡大につながっていると考えられました。



日本製鉄(株) 技術開発本部
先端技術研究所 環境基盤研究部

小杉 知佳 課長



日本製鉄(株) 技術開発本部
先端技術研究所 環境基盤研究部

吉村 航 主任研究員

「毎週水質分析を速報したことで養殖に役立つ情報を提供でき、地元組合との協力関係を築くこともできました。東京湾がきれいな海になっていくことは非常に良いことなのですが、一方で栄養塩濃度が下がり植物プランクトンや海藻の量が減ってきています。温暖化による高水温化などの環境の変化に加え、天然のエサ場の減少がクロダイの食害を誘発する一因となっている可能性もあります。海の管理のあり方を見直していく必要があるかもしれません。自然環境の保全と経済活動を両立する豊かな海づくりに、これからも貢献していきたいと考えています」（吉村航主任研究員）

ブルーカーボンの 基礎研究を加速

日本製鉄は2017年度から、地球温暖化対策として脚光を浴びているブルーカーボンの基礎研究に取り組んでいます。鉄鋼スラグを活用して浅場や干潟などを造成し、沿岸海域の環境改善を図ることで、藻場などのくらいCO₂を吸収・固定化することができるとの(図)を、シーラボIIの大型水槽設備や実海域で基礎データを集積しています。

さらに日鉄ケミカル&マテリアル(株)、(二財)金属系材料研究開発センターと共同で、NEDOのブルーカーボン(海洋生態系による炭素貯留)追及を目指したサプライチェーン構築に係る技術開発に応募し、「マリンバイオマスの多角的製鉄利用に資する技術開発」が採択されました。事業期間は2021〜22年度で、鉄鋼スラグを利用した藻場造成で培った技術を活かしてカーボンニュートラル材であるマリンバイオマス(海藻)を生産し、それを製鉄プロセスのなかで利用する「バイオマスの地産地消」という新たなサプライチェーンの構築を目指します。

シーラボを研究拠点として、ブルーカーボンに関する知見を蓄積し、2050年カーボンニュートラル実現に向けた研究開発を加速させていきます。

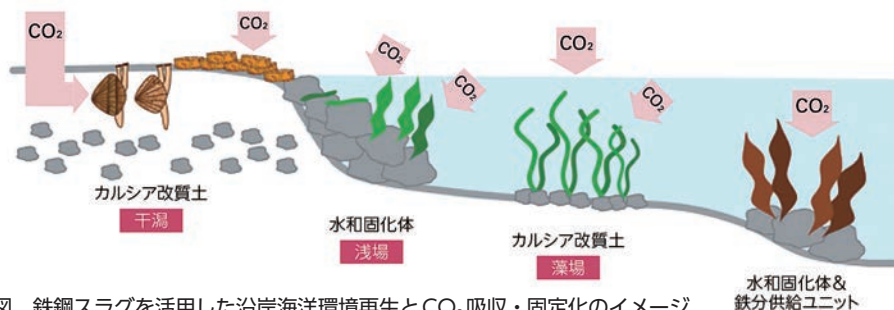
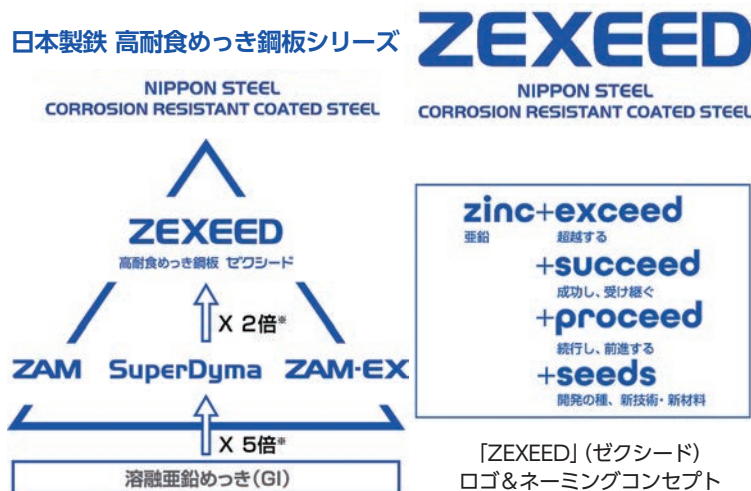


図 鉄鋼スラグを活用した沿岸海洋環境再生とCO₂吸収・固定化のイメージ

新高耐食めっき鋼板「ZEXEED™」販売開始 「日本製鉄 高耐食めっき鋼板シリーズ」を立ち上げ



※ 平面部めっき腐食減量を基に耐食性能を算定(複合サイクル腐食実験 JASO M609-91法、50サイクル)日本製鉄調べ。

日本製鉄は、新高耐食めっき鋼板「ZEXEED™」(ゼクシード)を開発し、10月より販売を開始しています。

本製品は、平面部の耐食性が従来の高耐食めっき鋼板より約2倍、溶融亜鉛めっき鋼板GIより約10倍向上と、優れた耐食性能を有しています。お客様と社会のさまざまなニーズに応えるべく開発された本製品は、世界的に急増している再生可能エネルギー関連需要のなかで、特に厳しい環境下のプロジェクトや、沿岸部および高温多湿なエリアでの使用用途に適した材料といえます。

2000年から販売してきた高耐食めっき鋼板「SuperDyma®」[ZAM®]は幅広い分野に採用され、国内外累計販売量が約1500万トンにのびます。この2つの製品に加え、海外向けブランド「ZAM®EX」と「ZEXEED」を「日本製鉄高耐食めっき鋼板シリーズ」を立ち上げました。耐食性だけでなく総合力を組み合わせ、良加工性や意匠性などの多種多様なニーズにも応え、お客様の新商品開発をサポートしていきます。



受賞者を持つ廣瀬孝常務執行役員

「イノベーション・アワード2021」を受賞

日本製鉄は、方向性電磁鋼板※1の技術先進性について、仏Schneider Electric社(シュナイダー社)より「イノベーション・アワード2021」を受賞しました。本賞はシュナイダー社が9つの分野において、毎年150社以上のサプライヤーから各1社を表彰するもので、日本製鉄はイノベーション部門で最優秀サプライヤーとして表彰されました。

日本製鉄の方向性電磁鋼板はシュナイダー社の戦略商品である配電用変圧器に使用されており、変圧器の低損失化※2や低騒音化といった面で製品競争力の強化に貢献したことが高く評価されました。

※1 方向性電磁鋼板：結晶方位が一方に揃い、一方に特に優れた磁気特性を持つ電磁鋼板。日本製鉄の「オリエントコアハイバー・レーザー®」は、送電ロスや騒音の少ない高機能変圧器の鉄心材料として全世界で使用されている。

※2 変圧器の低損失化：変圧時の電気ロスを小さくすること＝省エネ・高効率・CO₂排出減。

「FTSE4Good Index Series」「FTSE Blossom Japan Index」の構成銘柄に4年連続採用

日本製鉄は、ESG環境、社会、ガバナンス投資のための株価指数「FTSE4Good Index Series」および「FTSE Blossom Japan Index」の構成銘柄に4年連続で採用されました。同時に、子会社である日鉄ソリューションズ(株)も3年連続で採用されています。

両指数は、ロンドン証券取引所の子会社であるFTSE Russellが開発したもので、国連の持続可能な開発目標(SDGs)を含む、ESGについて優れた取り組みを行っている企業が選定されます。この指数は、企業のESGへの取り組みに着目する世界の投資家から、重要な判断基準として活用されています。





実証プロジェクトのイメージ画像

※1 INPEXとJOGMECは、2021年4月より、INPEX南阿賀油田においてCO₂を用いた原油回収促進技術(EOR)の実証試験に向けた共同研究を開始しています。

※2 Surface Casing：浅層部の坑壁を保護するケーシング。

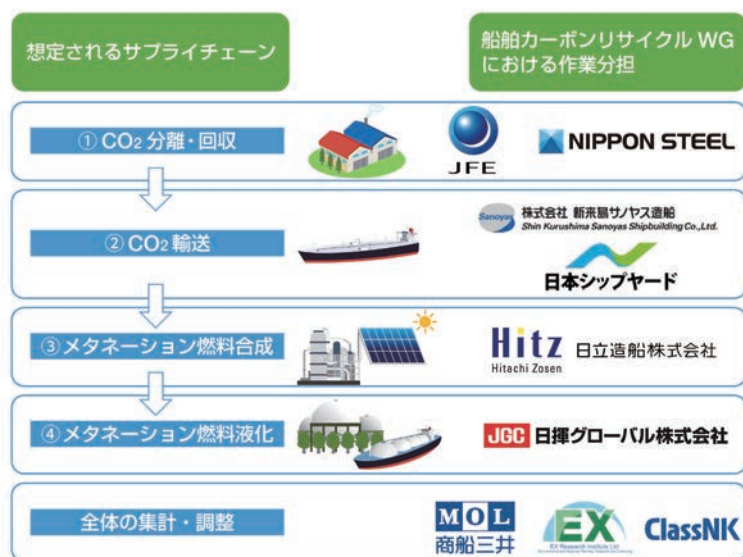
脱炭素化の動きが急激に広がっているなかで、多様化するニーズに対応し得るNSMAX™-GR-PSは、海外需要への展開も見据え、生産体制の拡充を推進していきます。

「世界初採用」
油井管用特殊継手
[NSMAX™-GR-PS]
(株)INPEXと(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)がINPEX南阿賀油田新潟県阿賀野市において脱炭素化に向けた実証試験も含め計画している新規坑井の掘削向け※1に、日本製鉄が新たに開発した油井管用特殊継手「NSMAX™-GR-PS」が採用されました。2022年に新規掘削が予定されている2坑井で使用される電縫油井管および継目無油井管のすべてを受注し、特にSurface Casing※2に使用される電縫油井管において、本製品が採用されるのは世界初です。

カーボンリサイクルメタンが船舶のゼロエミッション燃料になり得ることを確認

「CCR研究会 船舶カーボンリサイクルWG」は、メタネーション技術※1によって製造されたカーボンリサイクルメタンが、船舶のゼロエミッション燃料※2となり得ることを確認しました。本WGでは、カーボンリサイクルメタン燃料の供給にかかわるサプライチェーンとして4プロセス(左図①～④)を想定し評価を行った結果、メタネーションによるカーボンリサイクルメタン燃料の単位熱量当たりCO₂排出量は約27-gCO₂/MJとなりました。この数値は、一般にゼロエミッション燃料として認識されている他の代替燃料候補と比較して遜色ない水準です。さらに、分離回収技術の効率改善や再生可能エネルギー由来の電力利用などで、約20-gCO₂/MJまで削減することが見込まれます。

なお、今回実施した可能性評価にかかわる計算手順と評価の詳細を記した技術論文が「日本マリンエンジニアリング学会誌56巻4号」に掲載されました。



「CCR研究会 船舶カーボンリサイクルWG」参加9社の役割

※1 メタネーション：触媒を充填した反応容器内で水素とCO₂を反応させ、天然ガスの主成分であるメタンを合成する技術。産業施設などから排出され、分離・回収したCO₂を利用する。

※2 国際海事機関では2018年4月にGHG初期削減戦略を採択し、30年までにCO₂の排出量を効率ベースで08年比40%削減、50年までにGHG排出の総量を08年比で半減、今世紀中のあるべく早期に国際海運からのGHG排出をゼロとするという目標が設定された。

広報誌バックナンバー

これまで鉄道、船、橋、缶、車などをテーマに特集を組んできました。QRコードを読み取ることで、バックナンバーをご覧いただけます。

なお、定期送付ご希望の方は下記アドレスよりお申し込みください。

<https://www.nipponsteel.com/company/publications/quarterly-nipponsteel/index.html>



読者アンケートはWEBでも受け付けています。

下記URLもしくはQRコードよりアクセスください。

<https://krs.bz/nssmc/m?f=78>



Make Our Earth Green



日本製鉄は、
ゼロカーボン・スチールに挑戦します。

温暖化ガスを排出しない製鉄プロセス「ゼロカーボン・スチール」の実現を
経営の最重要課題と位置づけ、日本製鉄は“地球”規模での
環境課題に積極的に取り組んでいきます。

“Make Our Earth Green”を活動スローガンに

“NIPPON STEEL zero carbon initiative”始動。

鉄はこれからも、人びとの暮らしに欠かせない素材です。

豊かな社会と美しい地球の未来のために。

私たちは、困難な課題に対して、

皆さまとともに挑戦を続けます。

