



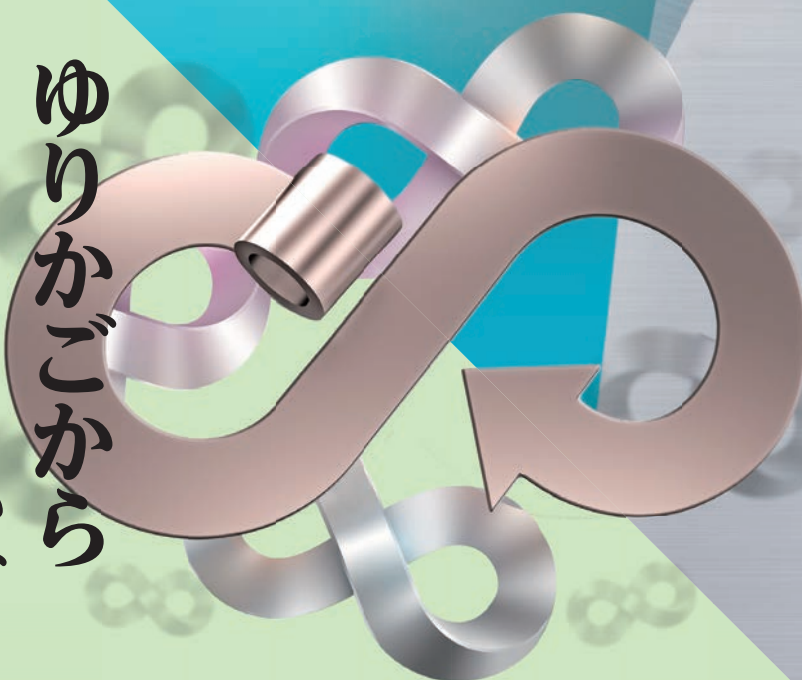
NIPPON STEEL

季刊 ニッポンスチール

Quarterly magazine

鉄の LCA

ゆりかごから
ゆりかごへ



Vol. **06**

日本製鉄株式会社

特集 鉄のLCA

ゆりかごからゆりかごへ

4 はじめてのLCA エコを「見える化」する

田原 聖隆 氏（(国研)産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEAラボ長）

8 私たちの身の回りに 環境背後霊が潜んでいる！？ 環境負荷について考えてみよう

山末 英嗣 氏（立命館大学理工学部教授）

12 鉄のLCA ライフサイクル全体から見た 環境特性を考える

16 鉄の貢献 バリューチェーンを通じた 環境負荷の低減

23 鉄のLCAがわかる 日本製鉄の環境リレーションシップ

24 第30回日本製鉄音楽賞 受賞者インタビュー

フレッシュアーティスト賞 大西 宇宙 氏（バリトン）

特別賞 小林 道夫 氏

（音楽監督・音楽アドバイザー・ピアニスト・チェンバリスト）

28 News Clip 日本製鉄グループの動き

30 日本製鉄グループのSDGs 鉄づくりが担う環境負荷の低減

日本製鉄株式会社 広報誌 季刊 ニッポンスチール

Vol.06 2020年10月9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/>

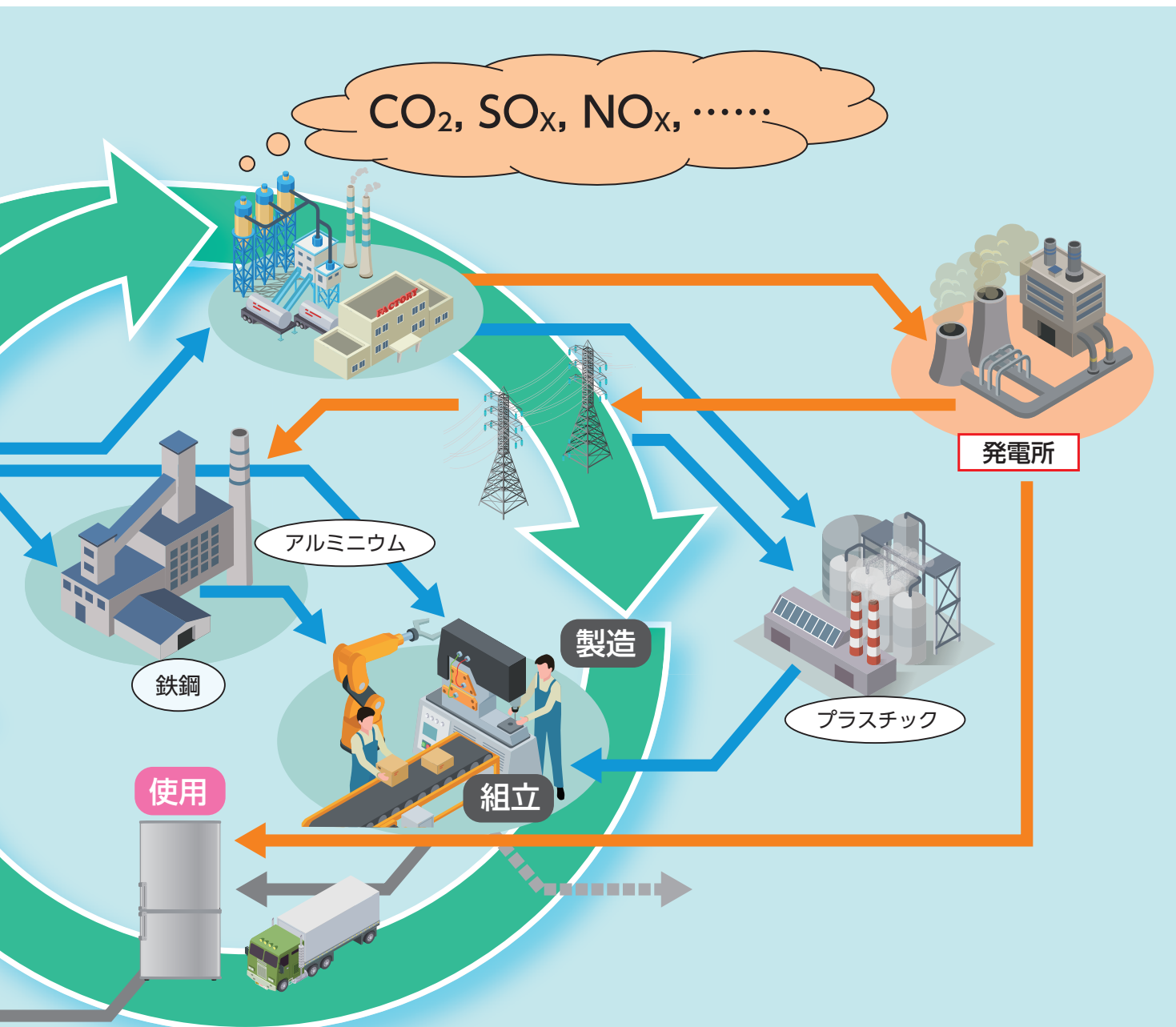
編集発行人 総務部 広報センター所長 有田 進之介

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。
●ご意見・ご感想をぜひ綴じ込みはがきでお寄せください。

ゆりかごからゆりかごへ 鉄のLCA

原料採掘から輸送、製品製造、使用、廃棄に至るまで、つまり“ゆりかごから墓場まで”製品の一生にかかわる環境への影響を評価する手法を、ライフサイクルアセスメント (LCA) と言います。この LCA を使って、産業界では環境負荷を最小限に抑えるためのさまざまな取り組みが行われています。そこで鉄の一生を見てみると、原料採掘、輸送、製品製造、使用、廃棄のあと、さらにリサイクルが待っています。鉄は使い終わったあともほぼ全量が回収され、品質をほとんど下げることなく、あらゆる鉄鋼製品の原料として再び利用されているのです。鉄は“ゆりかごからゆりかごへ”何度でも何にでも生まれ変わり、私たちの豊かな暮らしと社会を支え、環境負荷のさらなる低減に貢献しています。



はじめてのLCA

エコを「見える化」する

環境問題の関心の高まりとともに「LCA(ライフサイクルアセスメント)」という言葉を目にすることが多くなってきました。その製品やサービスはどのくらい環境にやさしいのか。LCAを活用すれば、それを客観的に知ることができ、私たちの消費行動にも活かすことができます。最前線で研究を続ける産業技術総合研究所の田原聖隆氏にお話をうかがいました。

国立研究開発法人産業技術総合研究所 安全科学研究部門 IDEAラボ長 **田原 聖隆氏**

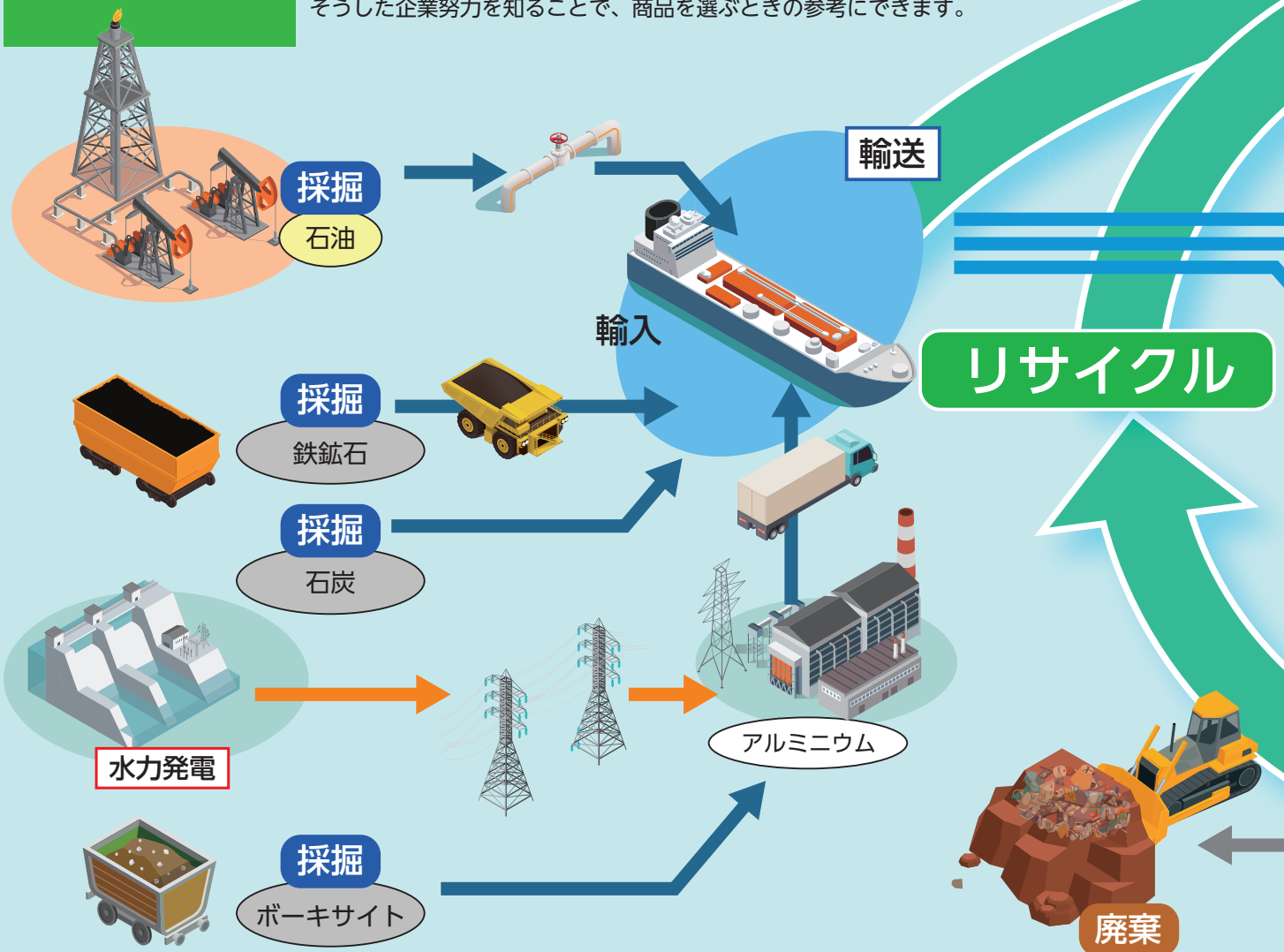
(たはら・きよたか)

1970年東京都生まれ。98年成蹊大学大学院工学研究科工業化学専攻博士後期課程修了、博士(工学)。99年科学技術振興事業団博士研究員、2001年産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センター環境影響評価チーム研究員などを経て、17年より現職。



LCA の概要

LCAは、製品やサービスが原料調達から生産・消費(使用)・廃棄(リサイクル)までのライフサイクル全体を通して、どのくらい環境負荷をかけているかを数値で表します。環境負荷の対象は、CO₂(二酸化炭素)、化学物質、天然資源の利用など多岐にわたります。それらによって大気汚染、地球温暖化、オゾン層の破壊、有害化学物質の濃度(大気・水中・土壌)といった生態系への影響度を算出します。企業は自社製品の環境負荷を知り、より環境にやさしい商品開発に役立てるなど、さまざまに活用されています。消費者も、そうした企業努力を知ることで、商品を選ぶときの参考にできます。



生産から廃棄・リサイクルまで
トータルで環境負荷を考える

現在、ガソリン１リットルと電力１キロワット時では、どちらがCO₂の排出量が多いと思いますか？ 答えはガソリンです。CO₂の排出量は、ガソリン１リットルだと約3キログラム、電力１キロワット時だと電力会社平均で約0.6キログラムです。こうした数値は計算すればすぐに出せるのですが、実際は学校などであまり習うことがなく、理系の大学生でもなかなか答えられません。

でもこれを知らないと、自宅のエアコンをつけずにわざわざクルマで離れた図書館に涼みにいくことが本当にエコな行動なのか、判断がつきませんよね。この事例は製品の使用場面だけの比較ですが、ほかにもクルマやエアコンの製造や廃棄にどれだけの環境負荷がかかっているのか。製品やサービスのライフサイクルをトータルで見えて評価する仕組みをLCAと呼びます。

歴史的に見ると、LCAの始まりは1969年までさかのぼり、最初には米国のコカ・コーラ社だったと言われています。自社製品の容器を決める際、どの素材がより環境負荷が少ないかを検討したことが始まりとされ、半世紀ほどの歴史があります。

LCAなどと聞くと、ちょっと難しそうだなと感じるかもしれませんが、これって実はごくごく当たり前のことを言っているにすぎません。私たちの普段の生活のなかでも、何かを選ぶときにはいろんな要素をもとに判断しています。

例えば結婚相手を選ぶとき、顔だけで決めませんよね(笑)。性格、価値観、収入、いろいろ考えて、やっぱりこの人が良いなと判断するわけです。環境についても同じことです。さまざまな側面から判断して初めてそれが本当にエコかどうかかわかります。ただし、実際は結婚相手を選ぶのと同じで、案外難しく、間違えやすい。だからそれを科学に基づいたデータとして提供しようというのがLCAなのです。

今、我々が開発しているLCAのデータベースである「IDEA(アイデア)」には、国内の約4000種類以上の産業分類別データが集められています。そこにアクセスすれば、ほとんどの製品やサービスの環境負荷情報を得ることができます。もちろんまだ完璧ではありません。これからもデータの質と量を向上させるとともに、日本と海外との結びつきが強まるなかでデータのグローバル化にも対応していきたいと考えています。

出題・解説 田原 聖隆 氏

エコアクション!

Q

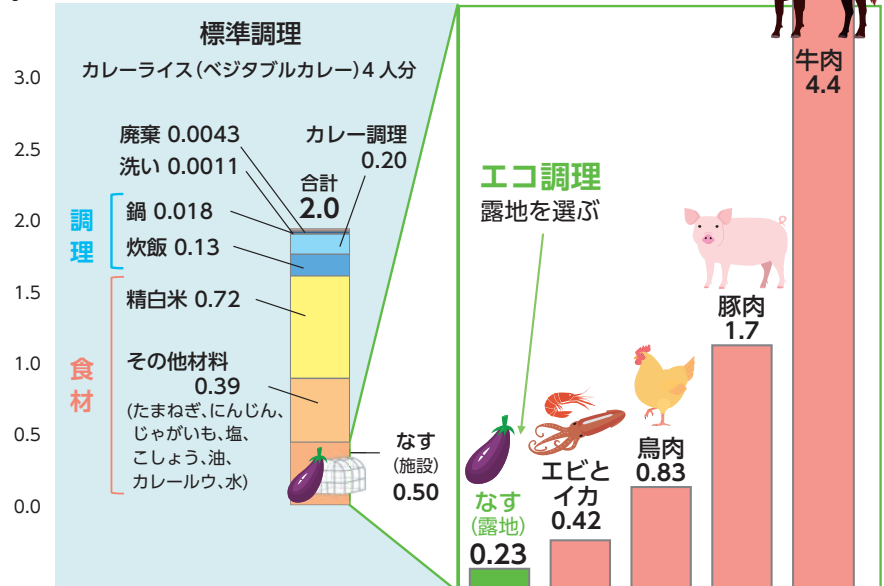
ナスカレー、シーフードカレー、牛肉カレーのうち、環境負荷が少ないのはどれ?



A

正解はナスカレー。特に露地栽培^{※1}されたナスの環境負荷は最も低く、牛肉の20分の1です。具材を変えるだけではなく、調理法を変えることでも環境負荷を抑えることができます。例えば、具材を小さく切ることによって加熱する時間を短縮したり、火が鍋からはみ出さないように注意することによってガスを適量使用し、ガスに由来する環境負荷を抑制することができます。また、野菜の廃棄を少なくすることによって、廃棄物の処理に由来する環境負荷を低減することもできます。

GHG排出量^{※2}
[kg-CO₂e]



※1 露地栽培：温室や温床などの特別の設備を使わず露地の耕地で作物を栽培する農法。

※2 GHG：温室効果ガス

現在、さまざまな企業がLCAの考え方を取り入れた活動を行っています。その先駆けともいえるのが鉄鋼業です。一般にはCO₂をたくさん出す産業の1つと思われがちですが、LCAで評価すると、特にリサイクルを徹底していることから、鉄鋼製品は「環境にやさしいエコな材料」であることがわかります。また、環境負荷に対するデータを詳細にそろえて積極的に開示する取り組みは、産業界でトップクラスといえます。

LCAの研究は日本では90年代前半から始まっています。私自身も95年から取り組んできました。かつて地球環境問題は科学技術で解決できると思っていました。しかし今は消費者と力を合わせてやってみなければ難しいと考えるようになりました。そこで環境教育にも力を入れています。

多くの企業にLCAを活用してもらうことに加えて、消費者にわかりやすくLCAを伝え、消費行動に活かしてもらうことも我々の大事な使命です。これからも、環境についてご自身で考えていける市民が育っていく、そのお手伝いをしていきたいと思っています。

(談)

あなたなら、どっち？ LCAで

Q

夏の寝苦しい夜、
エアコンを2時間だけつけ、
扇風機を朝までつけているXさん。
エアコンをつけず扇風機を朝までつけ、
汗をかいたので朝シャワーを浴びているYさん。
環境負荷が少ないのはどっち？

例えば、寝苦しい夏の夜の対策行動を考えると



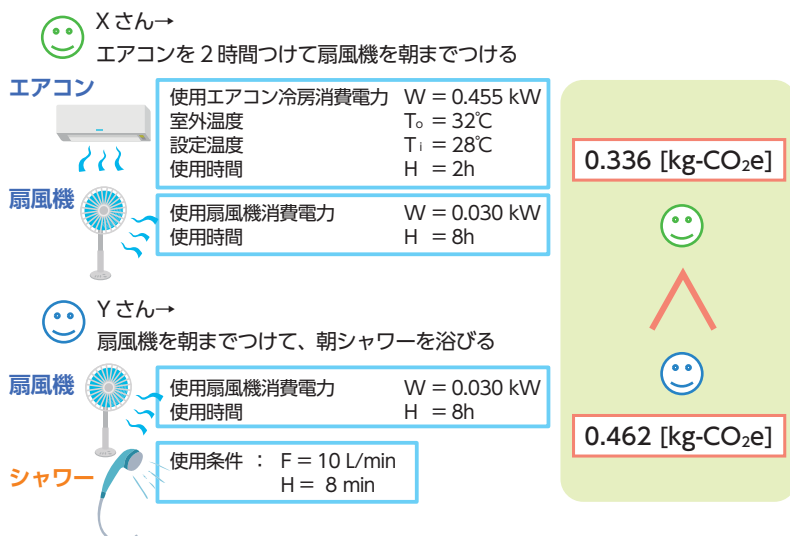
😊 Xさん→エアコンを2時間つけて扇風機を朝までつける

😊 Yさん→扇風機を朝までつけた + 朝、汗をかいたので、α: シャワーを浴びる

寝苦しい夏の夜の対策行動のみだと、Yさんの方が環境影響は少ない。
そのあとの行動も考えると、XさんとYさんではどちらの環境影響が大きいのか？

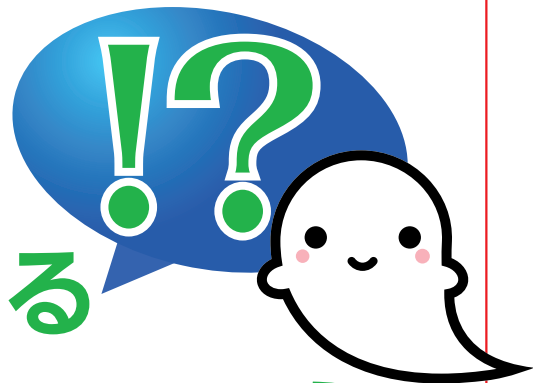
A

正解はエアコンをつけるXさん。エアコンは電気をたくさん消費し、環境負荷が大きいというイメージを持っている人もいますが、実はライフサイクル全体で評価するとエアコンを2時間使うほうが、シャワーを8分間浴びるよりも環境負荷が小さいのです。細かな設定条件によって変わってきますが、環境に対する影響はトータルで考えることが大切です。どんな行動がエコなのか。LCAの視点で自分の行動を見直してみてください。



▶得られる効果に対する環境負荷量は、2次の行動も考慮に入れて多面的に把握することが望ましい。

私たちの身の回りに 環境背後霊が潜んでいる 環境負荷について考えてみよう



私たちが普段使っている素材や製品は、目に見えないところで環境に影響を与えることがあります。それらを示す指標を「関与物質総量 (Total Material Requirement, TMR)」、あるいは「環境背後霊」という言葉で表現されています。例えばエコカーにも実は環境背後霊が潜んでいるのだとか。立命館大学の山末英嗣教授に解説していただきました。



立命館大学理工学部教授 山末 英嗣氏

(やますえ・えいじ)

1974年山口県生まれ。2000年東京工業大学大学院理工学研究科金属工学専攻博士後期課程修了、工学博士。京都大学大学院エネルギー科学研究科助教などを経て、16年立命館大学理工学部機械工学科准教授、19年より現職。

隠れた物質



関与物質総量

環境背後霊



「関与物質総量」「環境背後霊」とは、どういう考え方ですか？

材料や製品が生産されるまでに採掘される資源を数値化して、環境に与える影響を表す考え方です。

隠れた物質 (関与物質総量、環境背後霊)

- どうしても、得られた物質の量ばかりを見てしまいがち (人間側からの視点)
- でも、重要なのは環境に対してどれくらい影響したのか？ (地球側からの視点)
- 鉄や金を掘るときに同時に採掘される土や岩は、まさに「**隠れた(気づかれにくい)環境影響**」→「**環境背後霊**」



関与物質総量とは、金属などの原料やさまざまな製品を生産するために動かされた土地や土砂、岩石などを「重さ」として数値化し、環境に与える影響を表す考え方です。値が大きいほど環境への影響が大きくなります。

この概念は、1994年にドイツのブツパータル研究所(当時)の副所長だったシュミット＝ブレイク博士が提唱し、そこではエコロジカルリユクサック(エコリユクサック)と呼ばれていました。日本では、上述の関与物質総量という言葉もよく使われます。また、ある物質1kgの生産に必要な関与物質総量をTMR係数とも呼びます。物質・材料研究機構 名誉研究員の原田幸明博士は、関与物質総量やエコリユクサックのことを環境背後霊という言葉で表現し、その概念をわかりやすく説明しています。

環境背後霊は一体どこにいるのですか？

例えばバッテリーやモーターのなかに潜んでいます。

資源パラドックス問題

低炭素・脱物質



グリーンイノベーション



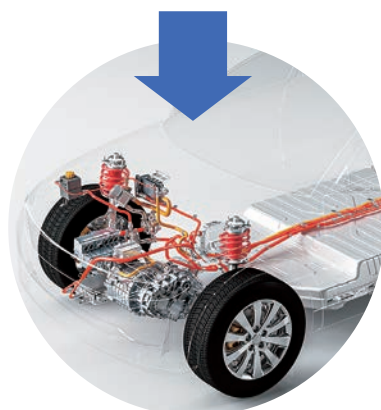
追加的な資源



新たな採掘活動



次世代自動車



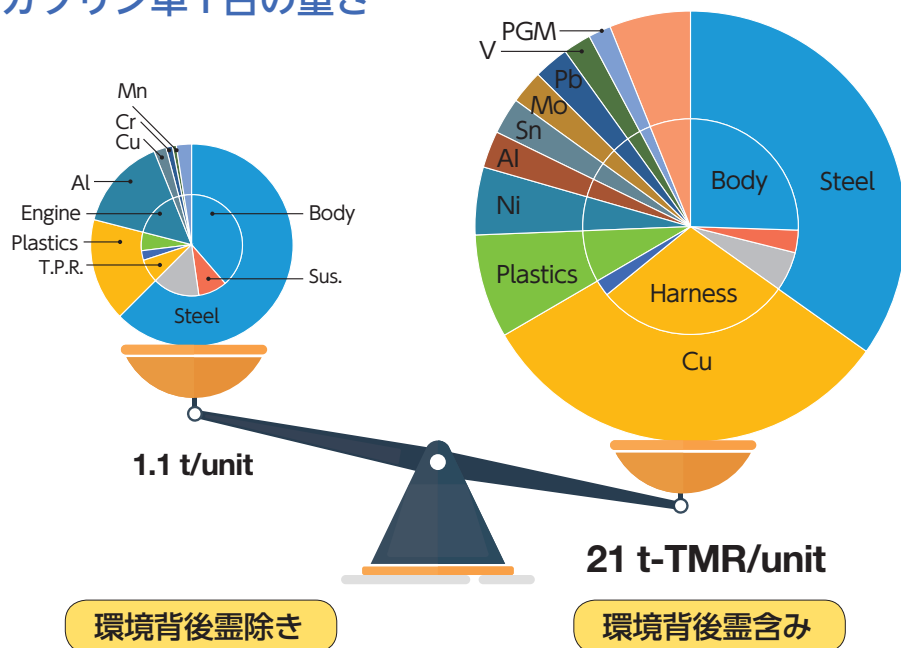
ネオジウム、ジスプロシウム、リチウム、ニッケルなど

世の中にはグリーンイノベーションと呼ばれるものが多くあります。エコカーも含まれ、そのほとんどがCO₂を減らす方向で開発されています。確かに電気自動車は燃費が良いのですが、バッテリーにはリチウムやコバルトが使われ、モーターにはレアアースと呼ばれる元素が多く含まれています。従来のガソリン車をつくるときとは異なる資源が環境背後霊として増えてしまうのです。このようにCO₂を減らす一方で別の環境負荷が増えてしまうことを「資源パラドックス問題」と言っています。資源パラドックスが生じないように、多くの人々が本質を見極めたグリーンイノベーションを加速させるための研究開発に取り組んでいます。

ガソリン車の環境背後霊は、どのくらいの重さになるのですか？

ある想定にたつと、従来のガソリン車は約20tです。

ガソリン車1台の重さ



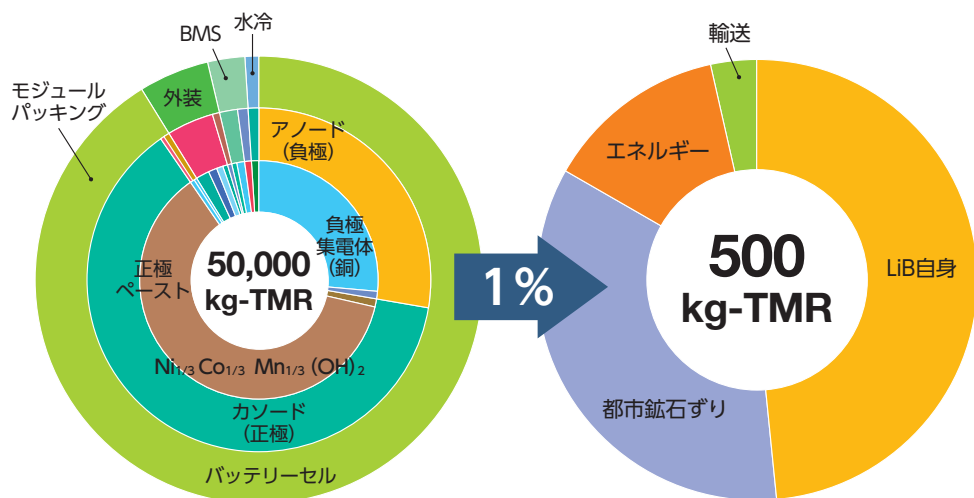
例えば車体重量1.1tの
ガソリン車だと、
環境背後霊の重さは
21tになるよ



では、電気自動車における環境背後霊はどうですか？

重さの原因はバッテリーが大半です。

リユースLiB(リチウムイオンバッテリー)の環境背後霊



天然資源のみから製造された LiB

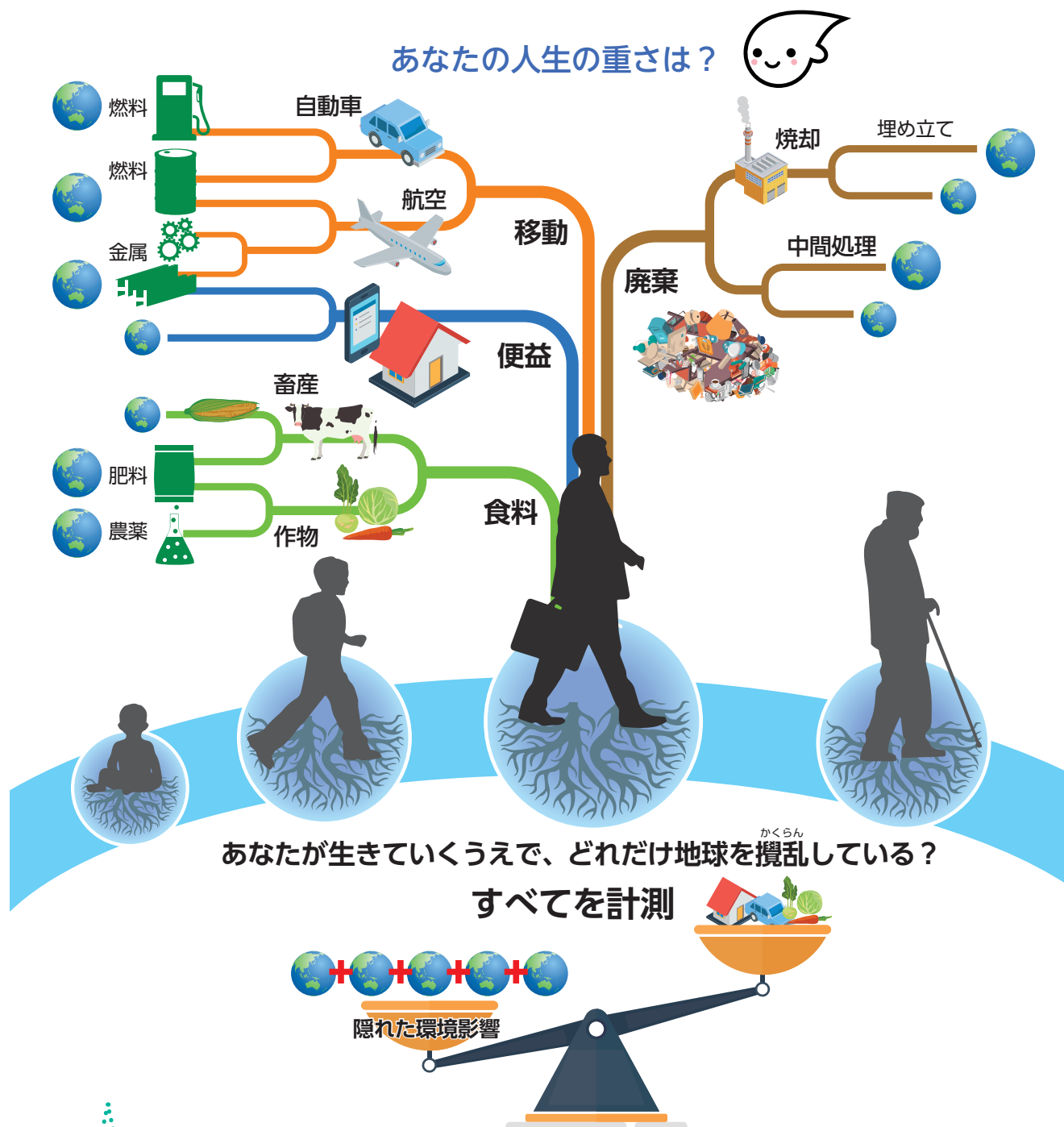
都市鉱山からリユースされた LiB

ガソリン車に比べて、電気自動車は燃費が良く、環境負荷は低いですが、環境背後霊の重さはガソリン車と比べて重くなり、その大半はバッテリーが占めています。しかし対策として、リユースしたバッテリーを使えばわずか1%の500kgで済みます。バッテリー成分の大部分である銅やニッケル、コバルトといったものは天然鉱山の鉱石のなかにたった1%しか入っていませんが、それらは都市鉱山である車から高い濃度で回収できるため、リサイクルも非常に効果的です。

山末研究室では、使用済みのリチウムイオン電池から、わずか5分間でコバルトを回収できる方法を開発しています。この方法を使えば、非常に少ない負荷で資源パドックス問題のないリユースやリサイクル、あるいは新規バッテリーをつくることができます。

環境背後霊の考え方は、私たちの生活にどのようなメリットを与えてくれますか？

製品の選択肢を増やし、適材適所の使用につながります。



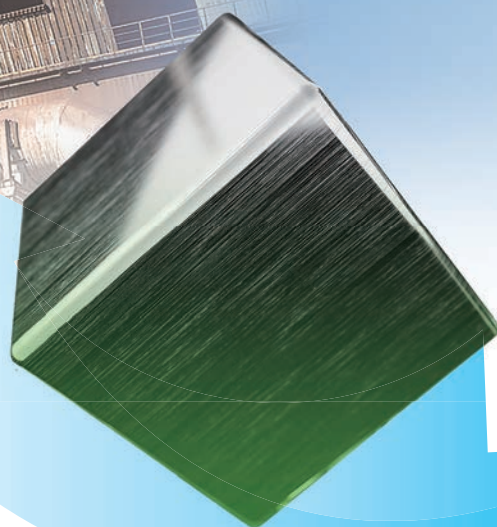
これまでの、やみくもに環境負荷のない製品を使おうとする社会でしたが、めったに使わない場合は製造段階の負荷が小さい製品の方が好ましいと言えます。例えば、LED照明やエアコンも普段使わない部屋に設置するのは環境負荷の面ではもったいないと考えられています。環境背後霊の考え方はエネルギーの無駄遣いを減らすだけでなく、製品の選択肢を増やし、適材適所での使用につながってくれます。持続可能な循環型社会の実現につながるものだと思います。もし、私たちが普段使っている製品に環境負荷を与える物質が含まれていたとしても、最後まで使いきってあげれば、環境背後霊も成仏できるのではないのでしょうか。

気候変動の件も含めてCO₂に関するデータベースは世界中の研究者たちによってしっかり構築されていますが、資源の採掘活動の「重さ」(環境背後霊)については、そのほとんどが個人レベルです。そのため、山本研究室でも資源に関するデータベースづくりを積極的に進めています。この輪が広がり、データを研究者だけでなく企業も自由に使えるようになり、適材適所の製品設計や提案を実現できる社会に貢献できればと考えています。

鉄のLCA

ライフサイクル全体から見た 環境特性を考える

私たちの生活を支えるさまざまな製品は、寿命がくるとその役割を終えて捨てられますが、リサイクル性に優れた素材、特にその代表格である鉄は、その後何度でも何にでも生まれ変わり、別の製品に形を変えて新たな役割を果たし続けています。鉄という素材のライフサイクル全体から見た環境特性(鉄のLCA)について考えてみましょう。



鉄はリサイクル素材の王者

リサイクルの観点から鉄を観察すると、次の5つの長所が見えてきます。これらの長所が合わさって鉄は「何度でも何にでも」生まれ変わることが可能になります。地球上に存在する素材のなかで、果たして鉄以外にこれらの長所をすべて備えたものはあるのでしょうか。



「製品」が寿命を終えても、「素材」は鉄の特性を維持して再生

何度でも

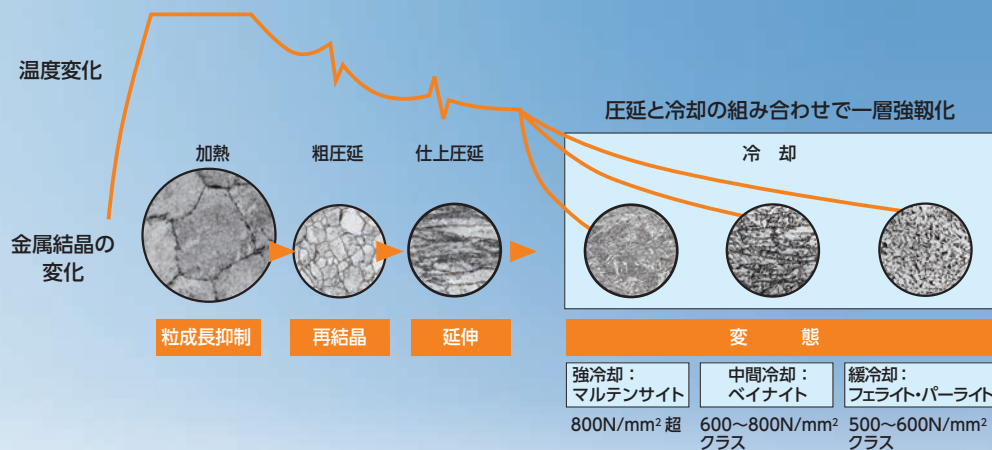
再生時の低環境負荷

一度、鉄鉱石を鉄にしてしまえば、その後はずっと鉄のままです。回収された鉄スクラップは特別な処理をせずに基本的には再溶融するだけで再生できるため、環境負荷は、最初の鉄鉱石から鉄をつくるよりも、とても低く抑えることができます。

何にでも

用途の多様性

鉄は、結晶構造でその特性が大きく変わります。スクラップ溶融時にはその結晶構造が「リセット」され、改めてつくり込みにより別の組織構造にすることで多種多様な製品へと生まれ変わることができます。例えば、スチールだった鉄が自動車のボディに生まれ変わり、さらにビルなどの柱など、機能や用途がまったく異なる鉄鋼製品に生まれ変わることができるのです。



結晶組織を制御することにより、求められるさまざまな特性を鉄に与えることができます。だから、鉄は何度でも何にでも生まれ変わることができるのです。

簡単に

選別の容易さ

鉄は磁石にくっつきます。誰でも知っている話ですが、実は磁石にくっつく物質（金属）は思いのほかに少なく、鉄以外はほとんどないのです。そのため、他の金属や廃棄物と混じっていても磁石という極めて簡単な方法で鉄スクラップだけを効率的に回収することができます。

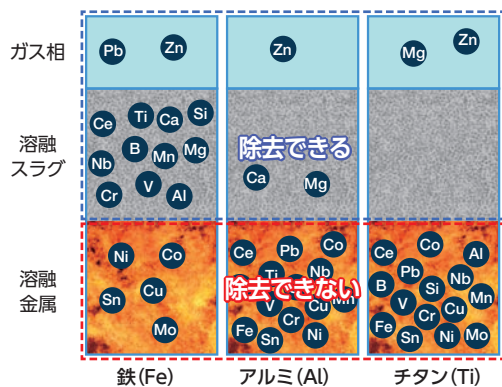


写真提供：住友重機械工業(株)

ずっと

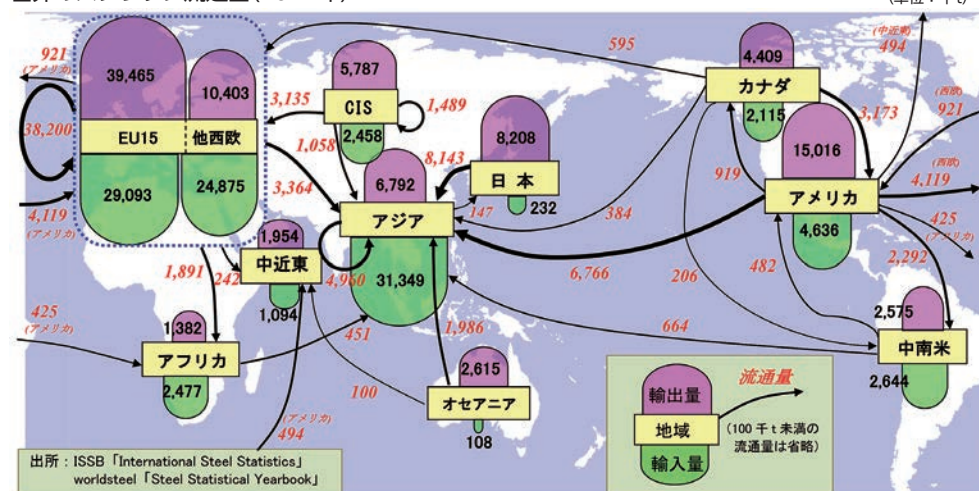
品質維持

鉄スクラップからの再生時、鉄の不純物はそのほとんどをスラグあるいはガスとして除去することができます。一部除去できない物質もありますが、そのほとんどは磁石による分別によって混入を防ぐことができます。



出典：平木岳人也、第23回廃棄物資源循環学会研究発表会(2012)23_269を改変

世界のスクラップ流通図(2017年)



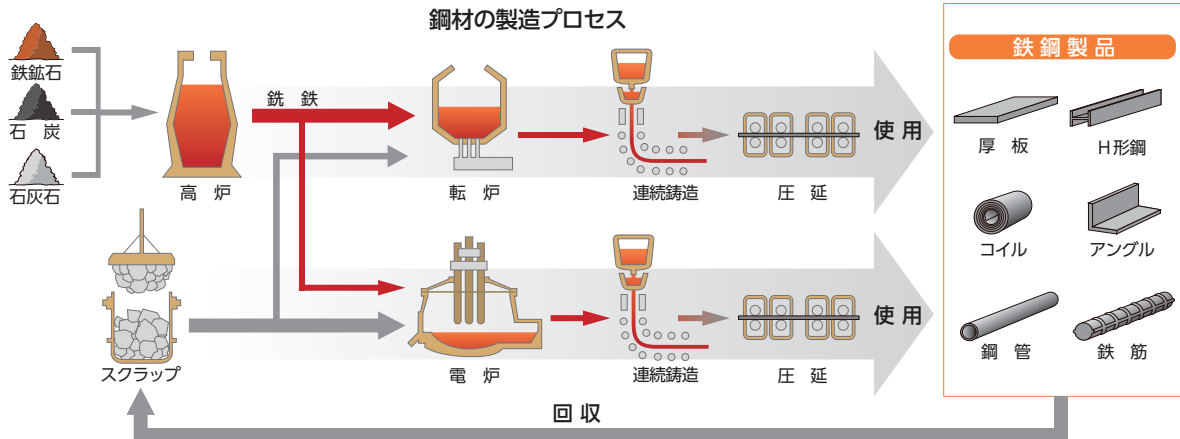
リーズナブル

経済合理性

鉄スクラップは「廃棄物」ではなく「有価物」です。補助金などを受けることなく、市場原理に基づいて世界中で価値のある商品として取り引きされています。

鉄づくりのプロセスと世界循環

ここでは、具体的に鉄がどのようにつくられ、どのくらいの量が世の中で循環しているのかを見てみましょう。



高炉法と電炉法の違い

鉄の製法は、高炉法と電炉法に大別されます。高炉法は、鉄鉱石から鉄をつくり、転炉で不純物を減らすとともに鉄スクラップも混ぜる製法です。一方、電炉法は鉄スクラップを主原料とし電気の熱で溶融して鉄を再生する製法です。ここで注目したいのは、高炉法でも鉄スクラップを再生しているということです。また、高炉法の場合、鉄スクラップ溶融は溶けた鉄の熱を利用するため、溶融のための追加エネルギーは不要です。

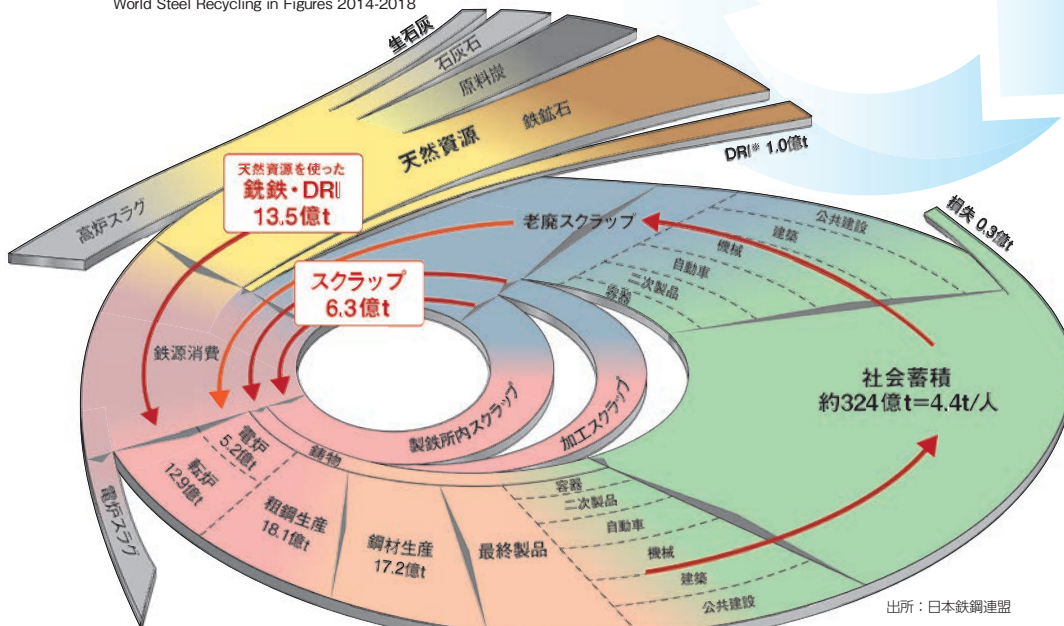
世界の鉄鋼循環と生産量

鉄は、高炉法によりその社会蓄積を少しずつ増加させながら、使用後もほぼ全量が鉄スクラップとして回収されて高炉法と電炉法の両方で再生利用されており、捨てられることなく循環しています。ただ、鉄スクラップの発生量は必要な量の3分の1にしかならず、鉄スクラップだけでは世界の需要量を満たすことができません。また、鉄鉱石は、需要に応じた採取が可能です。鉄スクラップは社会からいわば「しみ出てくるもの」であるため、需要に応じてスクラップを増やすということもできません。なお、日本や欧米などの成熟した社会では、1人当たりの鉄の蓄積量は10t程度であるのに対し、

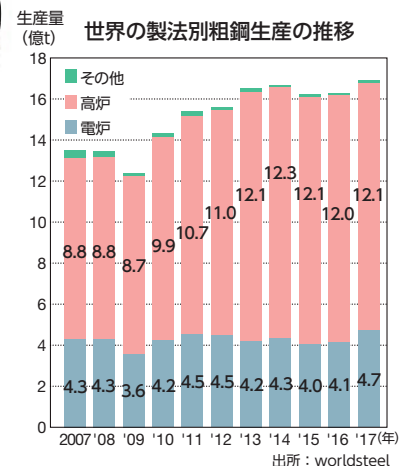
現時点の世界平均はまだ4t程度です。今後、鉄の蓄積の増加とあわせて鉄スクラップの発生量は少しずつ増加すると思われますが、当面は高炉法が生産量の牽引役を担うとともに、高炉と電炉両輪でのリサイクルが必要です。

世界の鉄鋼循環 (2018年)

鉄リサイクル・リサーチ
World Steel in Figures 2019
World Steel Recycling in Figures 2014-2018



※ DRI：直接還元鉄。主として天然ガスを使用し鉄鉱石を還元。

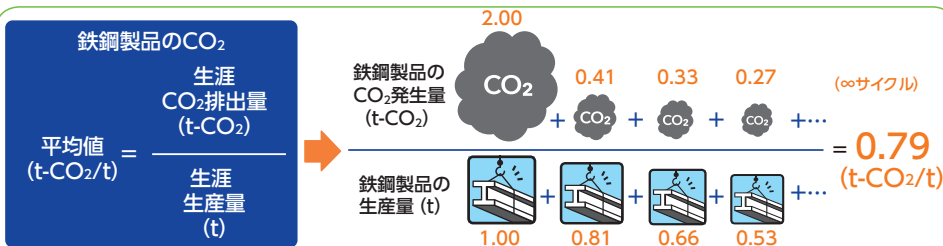


鉄の環境負荷の考え方

鉄スクラップを介して循環している鉄鋼製品の環境負荷、例えばCO₂排出量はどのように考えるべきでしょうか。

Q 鉄のCO₂排出って、どのくらいなの？

A 鉄鉱石から石炭を使って鉄を1t製造するのに約2tのCO₂が発生、鉄スクラップから鉄1tを再生するのに約0.5tのCO₂が発生します。これが無限にリサイクルでつながっているの、鉄鋼製品1t当たりのCO₂排出量は以下のように0.8tとなります。なおこれは、鉄鋼製品全体の平均値であり、実際は製品ごとに異なります。



解説 鉄鉱石と石炭を使用したときの製造時のCO₂発生量は2.00t-CO₂/tですが、1回リサイクルまで考えると、CO₂発生量の平均値は、鉄スクラップの回収率を0.9、鉄スクラップを再生する際の歩留まりを0.9と仮定すると、 $(2.00 + 0.5 \times 0.9 \times 0.9) / (1.00 + 0.9 \times 0.9) = 1.33 \text{ t-CO}_2\text{/t}$ となります。同様に2回リサイクルまで考えると、CO₂発生量の平均値は1.11t-CO₂/tとなります。鉄鋼は、これが無限に繰り返されるので、生涯分の総CO₂発生量/生涯分の総生産量は0.79 t-CO₂/tとなります。これが鉄のライフサイクル全体での1t当たりのCO₂発生量です。今使っている鉄鋼製品が何サイクル目であろうと、その製品は将来にわたり必ず無限リサイクルされる(これが鉄鋼製品の特徴)ので、現在のリサイクル数とは無関係に、この値になります。

電炉法での主原料である鉄スクラップは、元は鉄鉱石から高炉法でつくられたものであり、鉄のライフサイクルを考えるうえでは、これらをつながりとし、生涯分の総環境負荷を総生産量(使用量)で除したライフサイクル全体の平均値で評価することが、鉄鋼製品のようにほぼ全量が無限に循環している製品では適切です。

鉄鋼業界はこの考え方を基本として、鉄スクラップのリサイクルも考慮した環境負荷計算方法を確立し、2018年11月にISO 20915規格、翌2019年6月にはJIS Q 20915が「鉄鋼製品のライフサイクルインベントリ計算方法」としてそれぞれ国内外で規格化されました。これは、リサイクル効果も考慮した製品環境負荷計算法の初の規格です。鉄鋼製品は全量がリサイクルされているので、本法に基づく計算をしないと、適切な環境負荷計算になりません。

環境ラベルの取得推進

日本製鉄グループの総合力を活かす

日本製鉄では、昨年度から全社ESG活動の一環として、自社製品に対する環境ラベル(ISO 14025に基づくEnvironmental Product Declaration(EPD))の取得活動を推進してきました。EPD認証機関は世界中にありますが、日本では(一社)サステナブル経営推進機構(SUMPO)がこれを担っており、「エコリーフ」が日本版EPDとして運営されています。EPDの認証には、製品ごとのEPDの基準(Product Category Rule(PCR))が必要です。日本鉄鋼連盟ではJIS Q 20915に準拠した計算方法の普及を図るため、同JIS規格発行後に鉄鋼製品のPCRの策定のための認定申請をSUMPOに対して行い、鉄鋼製品に関するPCR(二次製品を含め4種類)が策定されました。

日本製鉄は、自社製品のエコリーフ取得に向け、PCR制定後、直ちにH形鋼(主に建物の梁に使用)に類する9製品について申請を開始し、2019年12月にこれらの製品についてエコリーフを取得しました。申請にあたっては、各製鉄所で収集した環境データ(CO₂以外の種々のデータを含む)に対する綿密な解析・検証を重ね、可能な限り正確な環境データの算定を行いました。この結果H形鋼では初めてリサイクル効果も含めた鉄鋼製品の環境負荷情報を公開することができました。この値は従来の製造段階だけの値と比べ格段



日本製鉄(株) 建材事業部
建材企画室 平川 智久 主幹



エコリーフを取得したH形鋼
(左: ハイパービーム®, 右: メガハイパービーム™)



サステナブル経営推進機構

に良い値で、鉄鋼製品ならではのライフサイクル性が適切に考慮された数字であると認識しています。これにより、お客様が第三者評価を得た環境に配慮した製品として当社製品を選んでいただけるものと思っています。

今後、他の製品についても、日本製鉄グループの総合力を活かしながら環境ラベル取得による環境情報の開示を積極的に推進したいと考えています。

鉄の貢献

バリューチェーンを通じた環境負荷の低減

地球規模での環境対策が、あらゆる産業で求められています。日本製鉄は高機能な鉄鋼製品の供給を通じてさまざまな産業分野を支え、それらの産業のバリューチェーンを通じて環境負荷の低減に貢献しています。

廃棄・リサイクル

使用

輸送

製造

天然資源

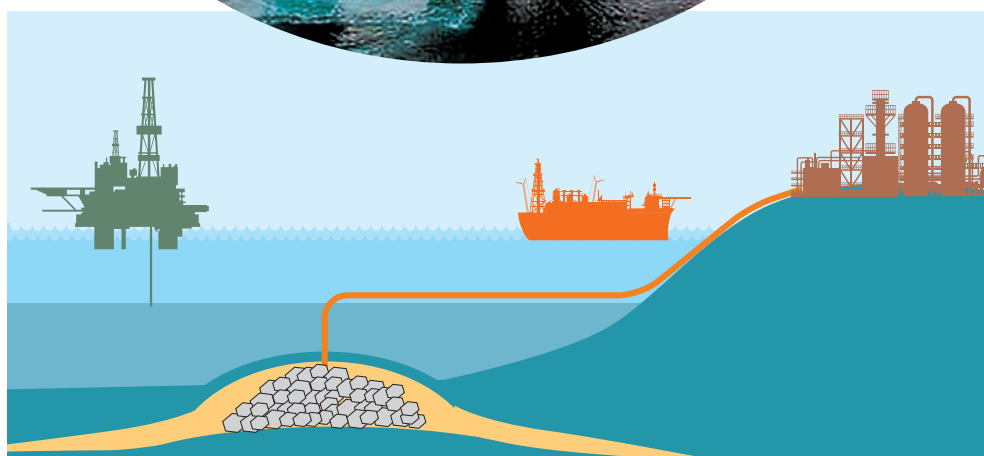
つくる

つくるときのCO₂を地中に貯留する

鋼管

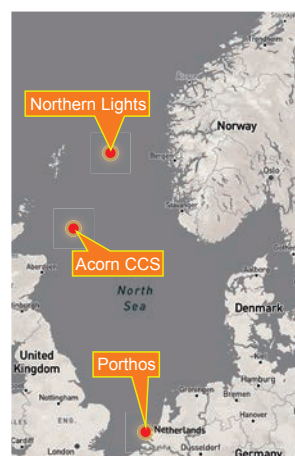
海洋油田イメージ

海洋油田パイプライン敷設イメージ



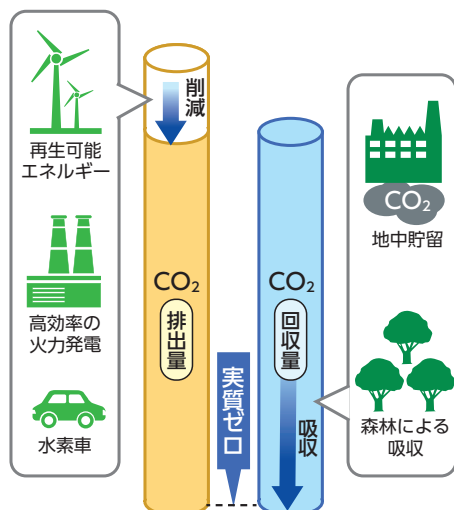
ノーザンライツCCSプロジェクトのイメージ

CCS (Carbon Capture and Storage) は、工場や発電所などで発生するCO₂を大気放散前に回収して、地中深くに直接圧入し、半永久的に貯留する技術です。



ヨーロッパの注目CCSプロジェクト

CO₂排出「実質ゼロ」とは



※ネット・ゼロ：CO₂を排出したのと同じ量だけ回収して正味でゼロにすること。



日本製鉄の鋼管ラインナップ

CCSの貯留プロジェクトでも、CO₂の輸送にラインパイプ、圧入に油井管が使われ、炭素鋼から二相ステンレス鋼まで、潜在的な需要があります。お客様の要望に合致する製品を幅広く提供できることが日本製鉄の強みです。

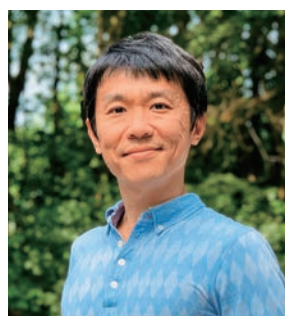
世界の累積CO₂排出 14%減を担うために

私たちは豊かな生活を築くため、長年にわたって地中に埋まっていた石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料を取り出して消費してきました。化石燃料を使用するとCO₂が発生します。直接的・間接的にCO₂排出の多い石油産業では、特にヨーロッパの大手石油各社が2050年までに温暖化ガスの排出量をネット・ゼロ※とする削減目標を発表するなど、環境問題への取り組みを強化しています。こうしたなか、ヨーロッパの大手石油各社は、実質的なCO₂排出量の削減を早期に実現するため、カーボンオフセット(排出されたCO₂をほかの場所で吸収したり、削減したりすることで埋め合わせる仕組み)の手段であるCCSの取り組みを進めています。

CCSはCO₂を単純に地中に埋める手段として用いられるほか、生産性が低下した油田にCO₂を圧入することで残っている原油の流動性を高め回収率を上げる技術も開発されています。IEA(国際エネルギー機関)報告書では、2050年までの累積CO₂削減量の14%をCCSが担うと予測されており、地球温暖化対策の切り札の1つとして期待が寄せられています。

世界の主要なCCSプロジェクトは開発初期段階のものを含めると50カ所以上で展開されています。ヨーロッパは1996年にノルウェー北海で実施されて以来、世界で最もCCSが盛んな地域の1つになっています。現在はノルウェー北海のノーザンライト、イギリス北海のエイコーン、オランダ・ロッテルダム港沖のポルトスプロジェクトが注目されています。例えばノーザンライトプロジェクトは、オスロなどの都市部発生CO₂やヨーロッパの鉄鋼会社発生CO₂を加圧液化して船で一時的に蓄基地まで運び、そこから総延長約105キロメートルの海底パイプラインで北海北部の海底まで運び、油井管で深度2・5〜3・0キロメートルの地層に半永久的に貯留する計画です。

パリ協定では、2050年に世界の平均気温上昇を2℃未満に抑えるため、CCSによるCO₂貯蔵は年間約2・4ギガトンが必要と試算されています(IEA調べ)。ノーザンライトプロジェクトの第1フェーズが年間1・5メガトン規模であり、その約1600倍以上の規模が求められる計算になります。油井管、ラインパイプともに既存の流用に加えて一部新設される事例もあり、今後さらなるCCSプロジェクトの加速に伴って、CCSが当社鋼管の新しい市場になる可能性があります。



欧州日本製鉄
松田 裕也 主幹

「海底深くの地層にCO₂を貯留する場合、その環境は過酷で、日本製鉄が得意とする高品質、高性能な鋼管が求められます。またCO₂輸送用ラインパイプから圧入用の油井管まで、お客様の要望に合致する製品を幅広く提供できることも日本製鉄の強みです。現在複数のオイルメジャーとCCSを含む温暖化対策全般を主題とした情報交換の場を積極的に設けていますが、彼らはCO₂削減達成に向けた活動と並行して、現在のサプライチェーン排出量算出に取り組んでいます。これには彼らが資材として購入する製品の製造過程で発生する温室効果ガスも対象となるため、日本製鉄では鉄鋼製品のLCAを考慮した製品種ごとのCO₂排出量を今後提示していきたいと考えています。これからもエネルギー産業のグローバルなバリューチェーンの一角を担い、環境負荷の低減に貢献していきます」(欧州日本製鉄・松田裕也主幹)

廃棄・リサイクル

使用

輸送

製造

天然資源

はこぶ ゼロエミッション化を進める

海運



写真提供：NS ユナイテッド海運(株)

大型鉄鉱石専用船

全長329メートルは東京タワーの高さ
とほぼ同じ。幅57メートルは公式用
サッカーグラウンドよりやや狭いもの
の、3面分の甲板の広さを持っています。



リチウムイオン電池搭載型内航鋼材船「うたしま」

写真提供：NS ユナイテッド海運(株)

通常はディーゼルエンジン運転で太平洋上などを航行しながら、同時に軸発電機を回転させ
リチウムイオン電池を充電。東京湾や大阪湾などの湾内ではディーゼルエンジンを停止し、
充電されたリチウムイオン電池から電動推進機へ給電し、プロペラを回転させることで、ディー
ゼルエンジンを使用しない運航を行うことができます。省エネのみならず、低振動・低騒音
により乗組員の居住環境改善を同時に実現した本船は、「シップ・オブ・ザ・イヤー2019 小
型貨物船部門賞」を受賞しました。



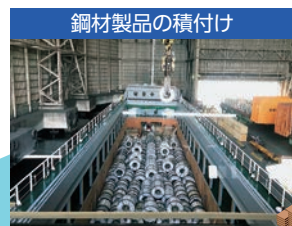
輸送手段別の輸送単位当たりのCO₂排出量

出典：ICS

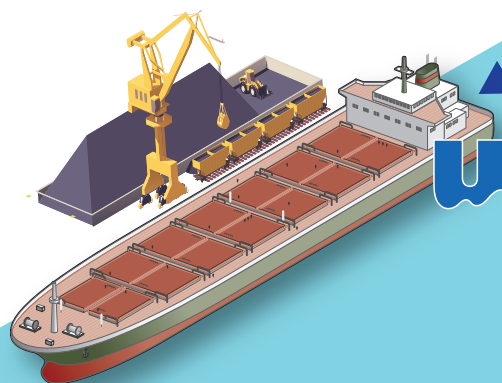
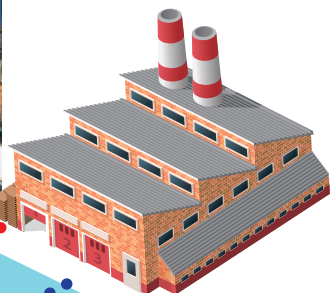
CO₂排出量70%減を
目指して

輸出入を合わせた日本の貿易量
は、年間9億トン以上。このうち約
99%以上を船が運んでいます。ま
た国内輸送量の約40%を船による
海上輸送が占めています。四方を
海で囲まれた日本では、海運なしで
持続的な経済発展は成り立ちません。
海運はトラックや飛行機などの他
の輸送手段に比べ、一度に大量の
物資を運ぶことができ、輸送単位
当たりのCO₂や大気汚染物質の
排出量が少ない、環境にやさしい
エコな輸送手段といえます。その
一方で新興国の経済成長に連動し
て、全世界の海上輸送量は増え続け、
エネルギー消費の増大によるCO₂
排出量増加が、地球温暖化などに
影響を与える要因の1つとなっ
ています。日本製鉄グループのNS
ユナイテッド海運(株)では、輸送
単位当たりのCO₂排出削減目標
として2008年比で2030年
40%減、2050年70%減を掲げ
ています。

「これまで船の大型化・省エネ装
備によって『より速く、より遠く、
より大量に』が重視されてきました。
しかし、燃料消費量は航行速度の
3乗に比例して増加することから、
リーマンショック以降のこの10年あ
まりは減速運航が一般化しました。
今後さらに『より遅く、より近く、
よりコンパクトに』といった傾向が



鋼材製品の積付け



140メートルの長尺製品輸送にも対応

製鉄のサプライチェーン対応例

- 外航(入) 鉄鉱石・原料炭・副原料を海外から
 - 使用船腹：400,000トン型超大型鉱石船
～8,000トン型近海船
- 外航(出) 鋼材製品の輸出・スラグなどのリサイクル
 - 使用船腹：60,000トン型ハンディサイズ
～8,000トン型近海船
- 内航 国内の生産拠点へ原料を転送
国内需要地へ鋼材製品を供給
 - 使用船腹：700～2,000トン型内航船

写真提供：NS ユナイテッド海運(株)

強まるかもしれません。すでに運航効率を向上させていることで、CO₂排出量の削減も図っていますが、LNGや水素などの次世代燃料へ転換、有人自律運航などによる輸送プロセスの高度化によって、さらなる脱炭素化を実現していきたいと考えています(NS ユナイテッド海運・村上悟次長)

NS ユナイテッド海運は、日本製鉄をはじめ世界各国の鉄鋼会社、資源メジャー、エネルギー関連会社向けのサービスを主軸に、独自のオペレーション能力で輸送の質と効率、そして環境性能を追求しています。例えば往航としてオーストラリアや南アフリカなどの鉄鉱石・石炭をヨーロッパに輸送し、復航としてブラジルやカナダの鉄鉱石を日本に輸送するコンビネーション輸送を展開。国内では内航貨物船として初のリチウムイオン電池を利用したハイブリッド推進システムを搭載する鋼材製品輸送船「うたしま」を就航させ、CO₂排出ゼロとするゼロカーボン・シップ実現への道筋を示しています。さらに外航と内航をカバーする国内有数の海上バルク輸送オペレーターとして、内外航一体となったサプライチェーンの提供も行っています。こうした従来の取り組みに加え、NS ユナイテッド海運は10月1日付で「環境保全推進グループ」環境保全推進チームを新設し、温室効果ガスの排出削減に向けた対策など、同社グループの環境保全活動をより一層推し進めます。

「環境保全は『ESGの一丁目一番地』にあたります。船会社としてはCO₂以外にも、SOx・NOx削減などの大気汚染防止や、バラスト水による海洋汚染防止、さらに船舶のスクラップにかかる環境汚染防止・安全確保なども、環境保全が目指すものに含まれます。究極の循環素材である鉄が持つサステナビリティにおける優位性をさらに確固としたものとするために、原料や製品の海上輸送面での環境負荷低減という役割を果たすことが、NS ユナイテッド海運の使命です。一方、海上輸送のゼロエミッション化を進めるためには、港湾設備や制度などを含めた仕組みづくりが欠かせません。船だけが進化するということはありえませんが、日本製鉄やグループ各社と共に新たな価値を生み出し、低炭素化社会の実現に貢献していきたいと考えています(NS ユナイテッド海運・関健太郎部長)



NS ユナイテッド海運(株)
船舶管理グループ
技術管理チームリーダー
村上 悟 次長



NS ユナイテッド海運(株)
企画グループリーダー
関 健太郎 部長

廃棄・リサイクル

使用

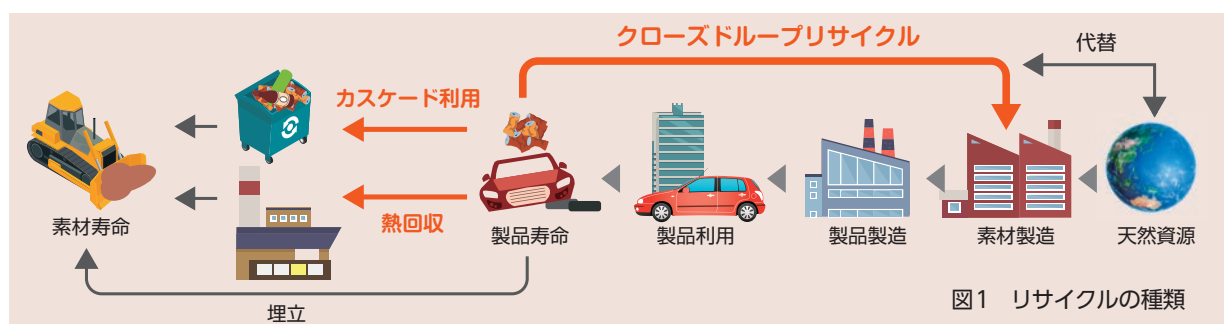
輸送

製造

天然資源

つかう・リサイクルする スチール缶

エコ容器素材ブリキの魅力



優れたリサイクル性
何度でも何にでも
生まれ変わる

ジュース、コーヒー、お茶などの飲料容器にスチール缶、アルミ缶、ペットボトルなどが使われることで、私たちは自動販売機やコンビニエンスストアで手軽にこれらを買うことができます。容器によって利便性が高まった一方、飲み終わった容器のポイ捨てや使い捨てによるごみの増加が社会問題として顕在化してきました。ポイ捨ては散乱ごみを未然に防ぐ美化活動が各地で行われ、改善されてきました。ごみの減量化についても、リサイクル率の向上によって一定の効果をあげています。2018年のリサイクル率をみると、スチール缶92・0%、アルミ缶93・6%、ペットボトル84・6%で、日本は欧米と比べても非常に高い水準に達しています。

スチール缶のリサイクル率が高い理由は、磁力選別できるため回収と選別が容易であること、スチール缶スクラップを再利用できる工場が全国各地に立地しており、近距離にインフラが整備されていることがあげられます。

しかし一口にリサイクルと言っても、実は素材別にさまざまな運命をたどっています(図1)。近年、アルミ缶もペットボトルも厳密な分別回収により、再びアルミ缶や

ペットボトルに生まれ変わるような努力がなされていますが、素材の性質上、アルミ缶は質の劣化・変化を伴うカスケード利用、ペットボトルは固形燃料化、焼却による熱回収、プラスチック製品の原料として再利用するマテリアルリサイクル、化学的に分解して化学製品の原料として再利用するケミカルリサイクルが主なりサイクル方法となっています。

一方、スチール缶の素材であるブリキはもともと不純物の少ない高純度の鉄鋼製品であり、リサイクル性に優れています(図2)。また、スクラップを溶融後に酸素を吹き込む際、ほとんどの不純物は酸化されて浮上除去されるため、鉄はきれいに戻すことができ、無限に

図2 容器材料の添加元素比較

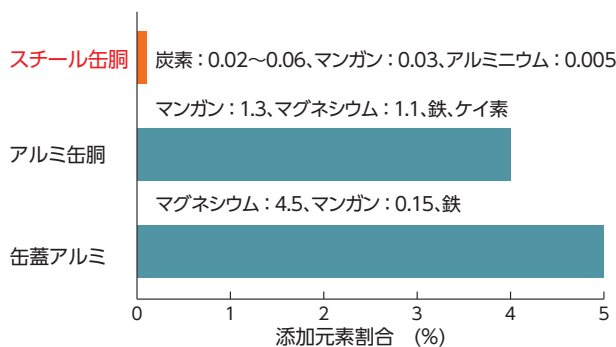


図3 精錬時の酸化しやすさ

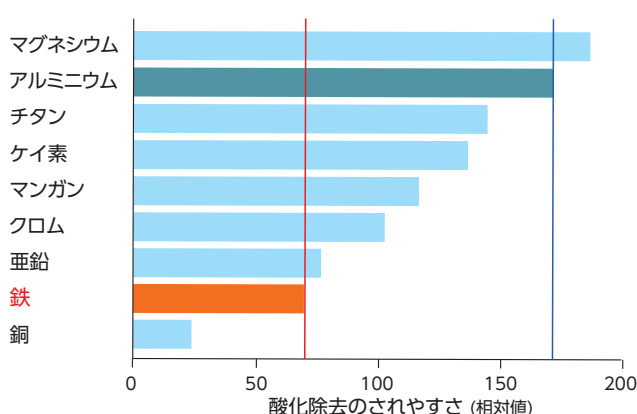
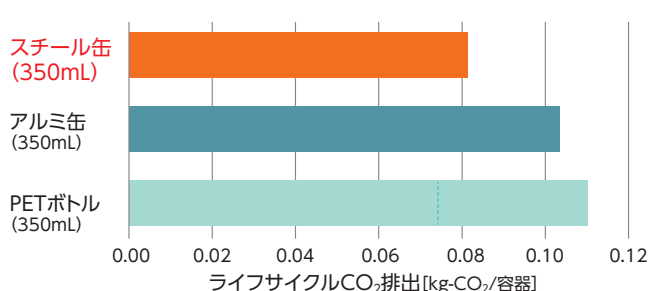


図4 ライフサイクルCO₂排出 [kg-CO₂/容器]



出典：政策科学研究所(環境省請負調査 平成16年度(2004) 容器包装ライフ・サイクル・アセスメントに係る調査事業)
*点線：ペットボトルリサイクル推進協会より参照

何度でも何にでもリサイクル(フローズンドループリサイクル)が可能です(図3)。そのため、スチール缶は、自動車やビル、橋、鉄道など、リサイクル先を選ぶことなく、さまざまな鉄鋼製品に生まれ変わることでできます。

ライフサイクル全体で低い環境負荷

スチール缶の素材である鉄は「つくる」段階の環境負荷が小さく、何度でも何にでもリサイクルが可能です。そのリサイクル性の高さから、「つくる」「使い終わったあとリサイクルする」という一連のライフサイクルでのCO₂排出量は、アルミやプラスチックなどの他素材に比べ

でも低いといえます(図4)。2018年の国際規格化により、スチール容器素材である鉄の特徴としての高度なりサイクルの効果も、環境負荷削減量の値として定量的に示せるようになりました。この動きを捉え、日本製鉄は今後、鉄素材の「つくる」「使う」「使い終わったあとリサイクルする」というライフサイクルのうち、「つくる」および「使い終わったあとリサイクルする」段階のCO₂排出などの環境負荷の値を、スチール缶用素材であるブリキ品種において、国際規格ISO14025に準拠した第三者認証に基づく「エコリーフ」プログラム(EPD)で積極的に公表し、消費者に示していきます。

資源循環システムがしっかり構築されています

日本製鉄(株)ブリキ営業部 野田 正和 主幹

熱回収やカスケード利用が不可逆的なリサイクルであるのに対して、クローズドループリサイクルは可逆的なリサイクルで、新たに投入される天然資源消費量の削減、環境負荷物質排出量の低減、廃棄物の削減を図ることができます。

ライフサイクル全体で考えると、スチール缶はアルミ缶やペットボトルよりもCO₂排出が少ない優れた容器であると自負しています。自治体で資源物として収集されると、鉄スクラップは価値ある有価物として取り引きされ、全国74カ所にのぼる製鉄所や電炉工場でリサイクルされる資源循環システムがしっかり構築されていることも大きな原動力となっています。

環境負荷の見える化でエコアクションにつなげていきたい

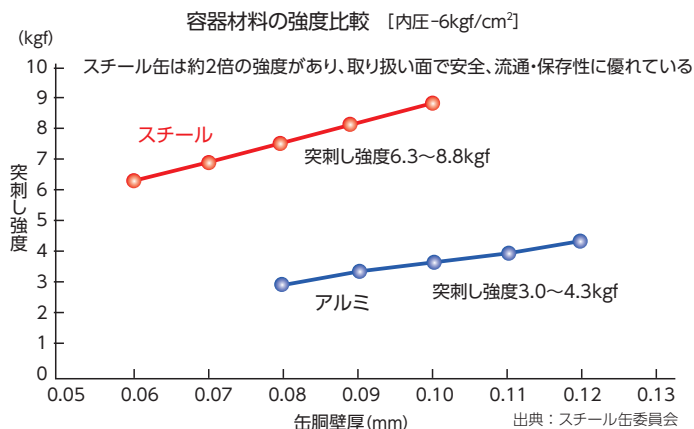
日本製鉄(株)ブリキ営業部 渡辺 利彰 主幹

日本製鉄は素材メーカーとして、スチール缶の機能性向上に貢献すべく取り組みつつ、この世界的な動向を契機として捉え、今後も積極的に素材としての「鉄」ならびに「スチール缶」の環境優位性をマーケティングに発信していきたいと考えています。その1つの手段として、エコリーフプログラムの活用し、ブリキ製品の環境負荷低減を数値で見える化することを考えています。

こういった活動を製缶メーカー様と共に取り組むことで、将来的には一人でも多くの消費者の皆さんに「スチール缶で包装された商品消費することは環境にやさしいことだ」と認識してもらい、「スチール缶」自体の競争力を向上させ、スチール缶需要の創出につながるきっかけにしていきたいと考えています。

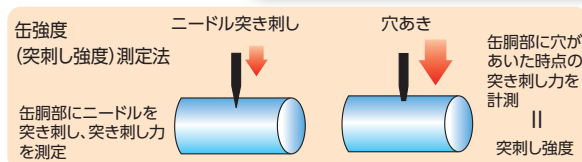
■ 高強度 食の安全・安心を守る

スチール缶は他素材容器と比較しても強くて頑丈です。輸送中の揺れや落下時の衝撃だけでなく、スープやコーヒーなどで行われる高温高圧殺菌工程に耐えることができるため、食品を安全・安心な状態で食卓へ届けることができます。



まだまだある スチール缶の特性

スチール缶はリサイクル性・LCAでの優秀性などの環境負荷面のほかにも、実はたくさんの魅力があります。



■ 密閉性・遮光性・保存性 おいしさをより長く保つ

スチール缶は素材自体の密封性が極めて高いため、外部から空気や光、菌を一切通さず、内容物が腐敗することなく、栄養分を逃がさず、風味も長持ちするため、他素材容器に比べて中身を長期間おいしく長持ちさせることができます。こういった特性からも、スチール缶は持続可能な社会の構築に向けた政府の取り組みの1つとして注目されている食品ロス削減にも貢献する製品であるとともに、防災用備蓄食品などにも適しています。

容器別賞味期限

	飲料	ごま油	液体ミルク
鉄製容器	1～2年	2.5年	1年2カ月
プラスチック製容器	半年～1年	1.5年	—
瓶容器	1年	2年	—
紙製容器	半年	—	6カ月



71年前の缶詰

写真提供：妖怪美術館

香川県小豆島で旧日本海軍の赤飯の缶詰が発見されました。日本食品分析センターで内容物を分析した結果、細菌の検出はありませんでした。スチール缶の優れた保存性が歴史的に証明されました。

液体ミルク

2019年に日本国内で液体ミルクの製造・販売が許可されると、災害時の過酷な環境も含めてミルクの品質を長期間安定に守ることができるスチール缶が包装容器に採用されました。液体ミルクは温めも調乳も不要で哺乳瓶に注ぐだけですぐ使えるので、その利便性から、働く子育て世代の日常生活にも広がっています。液体ミルク用の容器として、内容物を長期間保存させることができ、外部からの衝撃に耐え得る強度を持つスチール缶はますます重宝される見込みです。



写真提供：(株)明治

■ 意匠性 おしゃれなデザインを生み出す



写真提供：大阪製罐(株)

スチール缶は素材の硬さゆえに、加工性に限界があると誤解されがちですが、実は違います。むしろ他素材容器と比較して高強度であることから、板厚を薄くすることができるので、優れた加工性を持ちスチール缶特有の加工が可能です。また、表面のきれいな反射特性により、印刷インクを引き立たせ、麗らかなデザインも実現できることから、新しい容器デザインの可能性を持っています。

従前より世界的に注目されている地球温暖化(CO₂排出)問題に加え、近年は、マイクロプラスチックによる海洋汚染やプラゴミ処理能力不足・不法輸出・投棄といった廃プラスチック問題が深刻化し、世界的な地球環境問題への関心はさらに高まっています。また世界には栄養不足の状態にある人々が多数存在するなかで、まだ食べることができる食品が大量に廃棄されている現状もあります。持続可能な社会の構築に向けて、ここで紹介した環境性能に優れた「スチール缶」に包装された食品や飲み物などを選択(消費)することは、日々の生活のなかで直面するこうした問題に対する私たちのエコアクションといえるのではないのでしょうか。

公開中

LCA動画「鉄は、人と地球とともに」



ライフサイクル全体で見たときに、鉄が環境にやさしいことをわかりやすく紹介するツールとして、LCA動画「鉄は、人と地球とともに」をYouTubeで公開しています。柔らかなタッチのアニメーションと語り口調、軽快な音楽も特徴的です。LCAという考え方に加え、鉄の魅力を広く知っていただければという思いを込めて制作しました。



まんがでよくわかる『鉄のひみつ』

日本製鉄は、小学生向け学習書籍「まんがでよくわかるシリーズ」155作目となる『鉄のひみつ』を、学研プラスと共同で制作し、全国の小学校や公立図書館などに寄贈しました。社会になくってはならない重要な基礎素材であるとともに、環境にもやさしい鉄について、理解を深める1冊に仕上がっています。日本製鉄は、教育界とも連携し、次世代の育成に力を入れ、社会の発展に貢献していきます。



鉄のLCAがわかる 日本製鉄の環境リレーションシップ

鉄鋼製品は他の素材と比較して製造時の環境負荷が低く、自動車用高強度鋼板(ハイテン)など多くの高機能製品が、軽量化などにより使用時の環境負荷を低減させ、さらには使い終わったあともそのほぼ全量が再生利用されているなど、鉄はLCAの観点で非常に優れた素材です。日本製鉄はライフサイクル全体で考えることの重要性和、鉄がサステナブルで環境にやさしい製品であることを、子どもから大人まで幅広い世代に知ってもらうための情報発信を行っています。

必見

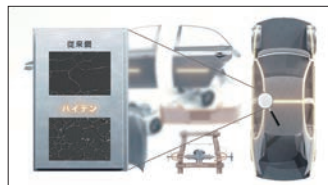
日本製鉄チャンネル

日本製鉄は技術と環境にフォーカスした企業ムービーも作成しています。



やさしい鉄(LCA)編

ライフサイクルのなかで最終廃棄物になることなく、何度でも何にでもリサイクルでき、つくるときCO₂排出量も少ない環境にやさしい素材である鉄を紹介しています。



鉄のスター(ハイテン)編

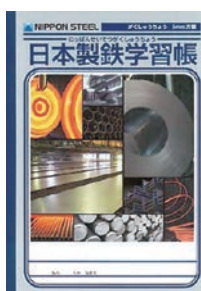
鉄は軽いことで燃費を高めてCO₂を減らしたり、強度が高いことで衝突時の安全も確保できます。「強くてやさしい鉄」を紹介しています。



LCA日本フォーラム奨励賞を受賞



日本製鉄は第16回「LCA日本フォーラム表彰」で、LCA日本フォーラム奨励賞を受賞しました。LCA日本フォーラム表彰は、LCAと環境効率にかかわる優れた活動および製品・サービスを表彰することにより、LCA手法を広く普及・定着させ、環境効率向上による技術革新を追求し、わが国の産業の発展に資することを目的とした表彰制度です。今回、ライフサイクル全体で考える重要性およびそれに基づく鉄鋼製品の環境へのやさしさに関する、子どもを含む全世代に向けた日本製鉄の普及・啓発活動が評価されました。



工場見学のノベルティ(鉄づくりを学べる学習帳)

第30回 日本製鉄音楽賞 受賞者インタビュー



フレッシュアーティスト賞
大西 宇宙氏

日本の音楽文化の発展と、将来を期待される音楽家のさらなる活躍の支援を目的として1990年に創設された「日本製鉄音楽賞」は本年で30回を迎えます。本年の受賞者は、将来を期待される優れた演奏家に贈られる「フレッシュアーティスト賞」にバリトンの大西宇宙氏、音楽文化の発展に大きな貢献を果たした個人に贈られる「特別賞」には、清里音楽祭創設および音楽監督・ゆふいん音楽祭音楽アドバイザー・ピアニスト・チェンバリストである小林道夫氏が選ばれました。

フレッシュアーティスト賞



大西
宇宙氏
(バリトン)

(プロフィール)

1985年東京生まれ。武蔵野音楽大学・大学院卒業。第62回全日本学生音楽コンクール第1位。2009年第1回 IFACジュリアード音楽院声楽オーディションにて最優秀賞を受賞し、日本人としては数少ない声楽専攻生としてジュリアード音楽院に入学。在学中、アメリカのオペラ・インデックス(2012)、リチャ・アルバーゼ＝ブッチャー国際コンクール(2013)などのコンクールで第1位を獲得し、15年モントリオール国際コンクールではファイナリストに選ばれた。18年にはプレミエ・オペラ財団国際声楽コンクール(NY)で優勝し、同時にホロストフスキー記念特別賞を受賞。19年8月セイジ・オザワ松本フェスティバルのチャイコフスキーのオペラ「エフゲニー・オネーギン」でタイトルロールの代役を務め、日本での本格デビューを果たす。現在、ニューヨークを拠点に活動続ける。

まだ山の麓に立つたばかり。
劇場に生き続けられる
歌手でありたい。

2019年8月、
セイジ・オザワ松本フェスティバルにて

音楽一家のご出身ではないそうですね。

そうですね。父は普通の会社員で、音楽家とは無縁の家庭でした。4、5歳のころに近所の音楽教室に通い始めたのですが、友人がいて楽しいから続けていた感じです。中学・高校は吹奏楽部に入っ

てチューバを担当していたのですが、楽器の演奏は確かに先輩たちもほとんどがヨーロッパに留学していました。ただ、僕の場合、高校を卒業する間際にアメリカに行き、メトロポリタン歌劇場でオペラを観た経験があって、ニューヨークへの憧れがずっとありました。大学院卒業後の進路を考えていたとき、ジュリアード音楽院声楽オーディションが日本で開催されるという機会があり、最優

ごく一般的なレベルでした。それで音大の音楽科を目指されたのは？
きっかけは2つあります。1つは高校時代、ミュージカルに心酔したこと。特に好きだったのが「ジーザス・クライスト・スーパースター」。初めてテレビで観たときに圧倒されました。それをきっかけに舞台芸術全般に興味を持つようになってオペラも観るようになりました。
もう1つは友人の一言です。楽器での音大進学は自分には難しいけれど、なにか音楽を続ける道はないかと考えていたら、友人が歌をやってみたらと言ってくれました。歌は人類最古の楽器だと言われ、その言葉に背中を押されました。

武蔵野音大からニューヨークのジュリアード音楽院に留学されました。クラシックを学ぶのにアメリカを選ぶのは珍しいのでは？
確かに先輩たちもほとんどがヨーロッパに留学して



ジュリアード音楽院、オペラ公演のリハーサル中の1コマ



2019年、殿堂カーネギーホールでの公演



シカゴ・リリック・オペラの公開オーディションにて、合格決定時の1コマ

《道化師》リハーサル風景

秀賞をいただいて留学のチャンスを得ました。

——ジュリアードでは当然、英語でのレッスンだと思えます。また、オペラはさまざまな言語で歌うわけですが、もともと語学は得意なのでしょうか？

英語自体は得意で、学生時代も好きで独自に勉強していました。留学にはさらに高いレベルが求められました。米国の大学院レベルに追いつくために、ジュリアード入学前に語学留学もしました。今でこそアメリカのラジオ番組などでインタビューがあっても、流暢に受け答えできるようになりましたが、最初はとても苦労しました。電話に出るのが億劫でしたね(笑)

オペラはこれまでイタリア語、ドイツ語、フランス語、英語、ロシア語、スペイン語、ラテン語、日本語で歌っています。フィンランド語でも1度歌いました。確かにこれだけいろんな言葉を扱う芸術はほかにはない。ジュリアード音楽院ではドイツ語をはじめ、歌に必要なさまざまな言語を習得したいと思い、その都度必要なレッスンを積極的に受けていました。

世界中を飛び回る日々

——声楽家として、ふだんはどんな生活を送っていますか？

移動が多いですね。今年は1月から3月までは週単位で移動していました。僕はまだ若手なので、公演の合間に各地でオーディションを受けることもあります。コロナ禍で国境が閉じるまで、アメリカ、中国、ヨーロッパと8カ国を移動しました。さすがにこのようなことはまれですが(笑)

——舞台では堂々とされていますが、大観衆の前で緊張はしませんか？

もちろんします。ただ、僕の場合は緊張の前借りテクニックがあって、本番前にあえて最悪のシ

ナリオを考えるようにしています。あまりあり得ないことですが、舞台上で転んだり、大事な歌詞を忘れたり、そうやって最悪の状況を想定しておけば、舞台に出たときに、冷静になることができます。ただ、これは結構度胸のいる方法で、ある友人に教えたらず計に緊張したと言われました(笑)

——これまでに一番印象に残っている公演は？

どの舞台も印象的ですが、まだシカゴの劇場の研修生だったころ、ある公演に代役として参加しました。その日はゲネプロという観客を入れた本番さながらのリハーサルで、演目の最後の場面、主役が突然、声が出ないと降板してしまったのです。一般的に、代役は若手の勉強のためであり実際に演じることはまれなのですが、突然場内アナウンスでステージに呼ばれ、訳もわからずエレベーターを降りたら、はたまた急に衣装チームから衣装を渡されました。演出助手があわてて駆け寄ってきて「You can do this, right? (できるよね?)」と言われ、その瞬間に音楽がスタート。そこは演目のなかで最も難しい場面でしたが、無事代役を務められたという経験があります。あのときの興奮はなかなかおさまりませんでした。また声楽家の卵だった自分には、この経験が大きな自信につながりました。

——最後にこれからの抱負をお聞かせください。

いつもいろんなところでお話しさせていただいているのですが、息の長い歌手になりたいです。こうした賞をいただいたことで、これまでの活動を評価していただけたこと、大変うれしく思っています。しかし今が頂点ではなく、大器晩成でありたい。まだまだやりたいことはたくさんあります。ヨーロッパの舞台にたくさん出たいし、劇場で生き続けられる歌手でありたい。自分の音楽人生が大きな山とするなら、自分はまだ山の麓に立ったばかり、そう思っています。



特別賞

小林 道夫氏

特別賞

音楽から聴こえてくるものは
人間そのもの。
知性と感性を磨き続ける
大切さを思う。



2016年12月23日、東京文化会館 小ホールにて 撮影：伊藤竜太

（音楽監督・音楽アドバイザー・ピアニスト・チェンバリスト）

小林 道夫氏

音楽家になられたきっかけをお聞かせください。

小児科医であった父は音楽好きで、家には燭台の付いたドイツ製のアップライトピアノがありました。母はごく一般的な主婦でしたが、文化学院で山田耕筰氏に音楽を習ったことがあったそうです。家ではよくクラシック音楽が流れていて、戦前の当時としては、一般家庭より音楽に触れる機会は多かったと思います。

本格的にピアノを習い始めたのは中学1年の終戦後でした。高校3年の進路を決める時期はほかに選択肢が見つからず、当時できたばかりの藝大の楽理科に入りました。そこで、高校時代から好きだった伴奏をたくさんするようになって、それが今につながっています。音楽の仕事を選んだのも、実際のところそれしかなかったからで、何か特別な決心をしたわけではありません。

演奏活動と並行して、山梨・清里や大分・湯布院など地域の音楽祭に長くかわつてこられました。

清里音楽祭は30年続きました。もともと東京・国立でレコード店を経営していた岡田

芳昭氏の企画で、私は音楽監督とは名ばかりで、人選、構成、交渉など大変なことは主催者である岡田氏がほとんど受け持ってくださいました。やはり印象に残っているのは第1回目です。巖本眞理弦楽四重奏団というプロ中のプロと共演しましたが、今も当時の緊張を思い出すと身体がこわばる感じがします。ちょっとした気配がゆるむと弦の音にピアノが弾き返され、音楽家にとって「演奏」とは、自身の全存在をかけた精神的な行為なのだ

と痛感しました。

湯布院は交通の便が決して良いとは言えないし、立派なホールもありません。予算もなく実行委員が町中を走り回って寄付を集めるなかで長く続いていたのは、地元の何人かの音楽を本当に愛する人たちの熱意と実行力、そして初代監督の岸邊百雄さんの室内楽の深いご経験とお人柄だと思います。そんなふうに地元の皆さんが心を開いて歓迎してくれ

清里音楽祭にて。安田謙一郎氏（右端）、ソプラノ歌手のカトリーン・グラーフ氏（右から2番目）、フルート奏者のペーター＝ルーカス・グラーフ氏（前列右側）と小林氏ご家族



初来日したリコーダー奏者・指揮者のフランツ・ブリュッヘン氏と

1985年4月24日、日本モーツァルト協会 例会。イノホールにて、アーリーン・オジェ氏と共演

東京藝術大学バッハカンタータクラブの皆さんと紀尾井ホールで演奏した



ゆふいん音楽祭にて、
初代監督の岸邊百雄氏と

ました。そこで生まれる心の交流に感銘を受け、病みつきになる演奏家は多かったと思います。

——ピアノ、チェンバロ、フォルテピアノ、そして指揮と多岐にわたりご活躍されていますが、ここまで広い分野を極めている方は少ないのではないのでしょうか。

確かにいろいろな方面に手を出していますが、自分としては第一義には声楽の伴奏者だと思っています。ピアノも、高齢になって体の無理がきかなくなってきたことで逆にわかってきたことが増えたとし、チェンバロも昔と今では演奏様式が違って、るのでまだまだ勉強中です。フォルテピアノや指揮も、自分なりには一生懸命やっているつもりですが、とても極めたなどとは言えません。

ただ、さまざまな楽器を極めることは、私はもちろん、誰にでもできることではないと思いますが、楽器に幅広く興味を持つことは必要なことではないでしょうか。そうでなければ楽器を操るだけで、音楽家とは言えないと思うのです。

——音楽家としてのやりがい、また、音楽家として生きる難しさとは何だとお考えですか。

どうお答えすればよいかわかりませんが、音楽から聴こえてくるのは、結局、人間そのものという気がします。そのため、自分の人としての知性・感性を磨き続けることの難しさではないのでしょうか。超一流の演奏家と仕事をさせてもらって感銘を受けるのは、彼ら

の教養の広さ、深さ、そして人としての度量の広さであったと思います。

唯一の存在、それがバッハ

——東京藝術大学バッハカンタータクラブは今年創立50周年を迎えます。バッハ演奏の第一人者として、バッハの魅力をお聞かせください。

第一人者というのは言い過ぎですが、50年も毎年ゴルトベルク変奏曲を弾く機会を与えられている幸運は例がないかもしれません。バッハという音楽家はただ一人、ほかの音楽家と違って、特に晩年の作品は、勉強すればするほど目がくらむばかりで、人体の不思議さ、霊妙さをのぞくような感じがします。構成にいろんな仕掛けを張りめぐらすことは、ひょっとしたらとんでもなく頭の良い人であればできるかもしれませんが、耳で聴いてそれが美しい音楽になっているとしたら、人間業ではないけれど、それができたのがバッハです。

カンタータクラブで数多くの演奏をし、マタイ、ヨハネの両受難曲の指揮まで体験できたことは、私の音楽人生のなかの一番の財産です。

——最後に今後の抱負をお聞かせください。

この歳になって、ピアノを弾く楽しみがだんだん大きくなってきました。高齢になって衰えてきた分、余計な力をそぎ落とすことで音がどんどん変わってくるのです。自分の楽器からこんな音が出るのだという喜びを感じながら勉強を続けています。

これからのピアノの勉強を続けたいのですが、許されるならば若い演奏家の方々、特に声楽家とその伴奏者にアドバイスをする機会を持てればと思っています。いつまで体力と気力が保てるかが問題ですが、抱負というより、今するべきだと思っていることです。

第66回大河内賞
「大河内記念生産賞」を受賞

日本製鉄は、第66回大河内賞において

「衝突安全性を確保する船体用高延性厚鋼板製造技術の開発」で「大河内記念生産賞」を受賞しました。

日本製鉄は、鋼材特性の向上による船舶の損傷軽減に向けて、製鋼工程（溶鋼のつくり込み）での不純物と介在物の極限までの低減と微細分散、そして熱加工

プロセス (TMCP : Thermo-Mechanical Control Process) を活用した金属組織の微細分割や伸びの阻害要因の排除で、理想的金属組織を達成しました。これらにより従来鋼の伸び規定値より5割以上の高い伸び値を持つ世界初の高延性鋼材 ZN-Safe[®]-Hull とその製造技術の開発に成功し、今回の受賞となりました。



「2019 スチール
サステナビリティチャンピオン」を受賞

日本製鉄は世界鉄鋼協会※より、「2019 スチール サステナビリティチャンピオン」を受賞しました。

同賞は、世界鉄鋼協会が持続可能な活動に関する顕著な努力を行った会員企業を表彰する賞で、日本製鉄の環境に



受賞楯を持つ日本製鉄 橋本英二社長

対する強いコミットメントと環境方針に基づく各種データの測定・開示、サステナビリティレポートの発行によるステークホルダーへの発信などのサステナビリティに関する行動が評価され、今回初の受賞となりました。

※ The World Steel Association：国際的な業界団体で、多様な活動を行う世界鉄鋼業のフォーラム。1967年に単一の産業活動に取り組む世界初の国際機関として創設。

ローカル5Gを見据えた 自営無線網の適用検証を開始

日本製鉄と日鉄ソリュ

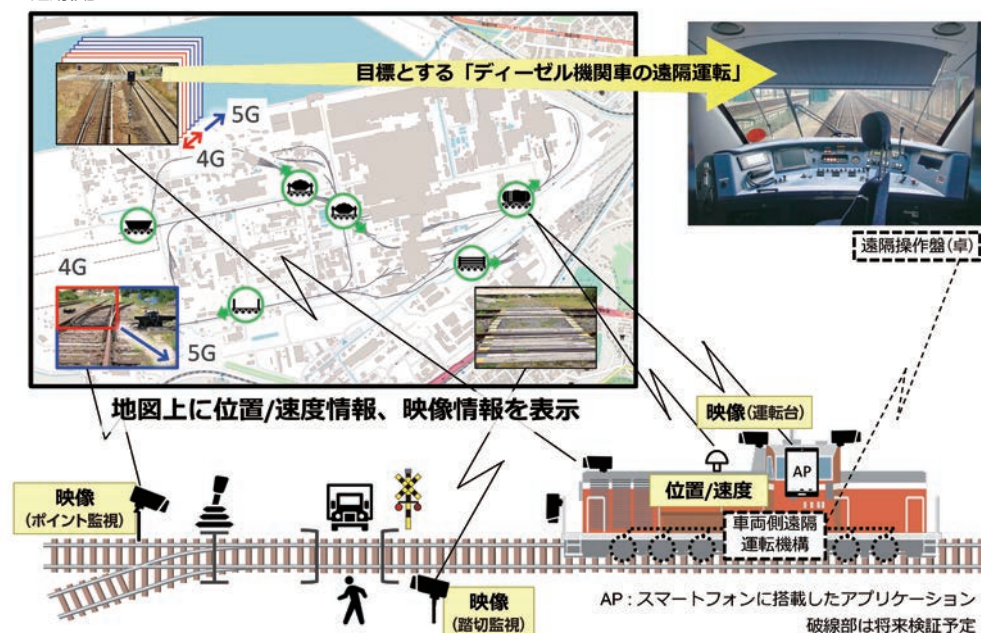
シヨンズ(株)は、室蘭製鉄所で製造現場における自営無線網の適用検証を共同で開始しました。

第1段階として、室蘭製鉄所構内に4Gベースの自営等BWA(Broadband Wireless Access)基地局を設置。ディーゼル機関車に高精細4Kカメラを搭載し、遠隔運転に必要な技術要件、4Gベースの技術限界を確認します。

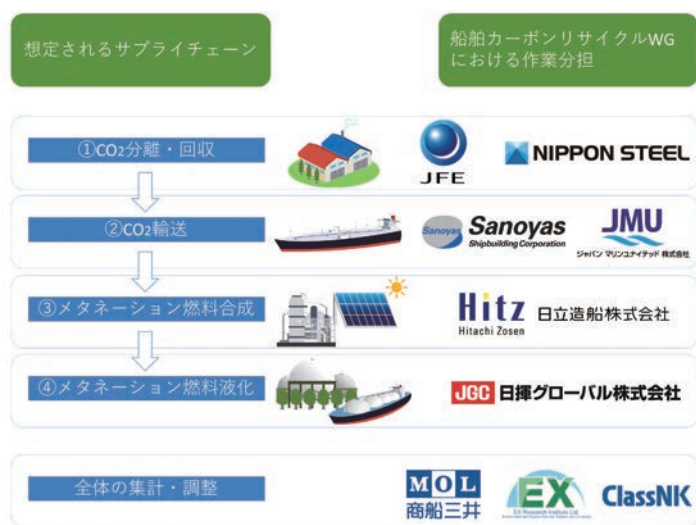
第2段階では、高速・大容量、低遅延、多数端末接続など5Gの特長を活かした遠隔運転への伝送技術の確立、工場のデジタルツイン(※)化やスマートファクトリー化の推進、製造現場における5GネットワークによるDX(デジタルトランスフォーメーション)の実現を目指します。

※ デジタルツイン：サイバー空間上に現実世界をあたかも双子（ツイン）のように再現する技術。

適用検証イメージ



本WGの活動内容



船舶カーボンリサイクルWGが始動

「Derwent Top100グローバル・イノベーター™2020」を8年連続受賞

クラリベイト・アナリティクス(株)が保有する特許データを基に、知財・特許動向を分析し世界で最も革新的な企業・機関を選出する「Derwent Top 100 グローバル・イノベーター 2020」に、日本製鉄は8年連続で選出されました。

今回は世界のトップ100社のうち日本企業が32社受賞となりました。そのなかでも2012年より8年連続でこのアワードを受賞したのは、鉄鋼業では日本製鉄が唯一です。これまで長年にわたる研究開発活動や質の高い知的財産創出活動が、世界的にイノベーター的な企業の1つとして評価されました。



写真左：日本製鉄 谷本進治副社長

CCR研究会※1船舶カーボンリサイクルWG(ワーキンググループ)は、日本製鉄を含む9社(図参照)が参加し、第1回会合を開催しました。

本WGは、メタネーション※2技術を船舶のゼロ・エミッション燃料に活用する構想の実現の可能性を探ることを目的として、2019年8月に、CCR研究会に設置されました。本WGの活動を通じ、日本による輸出入の99・6%を担う海上輸送の過程での温室効果ガス(GHG)排出をゼロにして、持続可能な社会の形成に寄与することを目指しています。

- (※1) CCR(Carbon Capture & Reuse)研究会：産業界から排出されるCO₂を再生可能エネルギー由来水素と組み合わせ、合成メタンなどの代替エネルギーを提供することで、化石燃料の使用量削減に実効的なカーボンニュートラルの対策を提案するとともに、2050年に向けた新たなエネルギー供給システム構築に寄与することを目指し、設立された。
- (※2) 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。合成されたメタンを燃焼させる際に発生するCO₂は、分離・回収したCO₂と相殺されることが考えられる。

CO₂を原料とする パラキシレン製造技術開発に着手

富山大学、千代田化工建設(株)、日鉄エンジニアリング(株)、ハイケム(株)、三菱商事(株)と日本製鉄は共同で、NEDO※1の「カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/CO₂排出削減・有効利用実用化技術開発/化学品へのCO₂利用技術開発」に応募し、採択されました。本事業では、CO₂からパラキシレン※2を製造するための画期的な触媒の改良、量産技術の開発やプロセス開発を実施するとともに、全体の経済性やCO₂削減効果を含めた事業性の検討を行い、実証段階への道筋をつくることを目指します。

新材料を利用したCO₂の 高効率分離

信州大学先鋭領域融合研究群先鋭材料研究所、京都大学大学院工学研究科、高輝度光科学研究センター、日本製鉄の研究グループは、新材料(ゲート型吸着剤※)を活用したCO₂の高効率分離システムを提案しました(Nature Communications誌オンライン版(2020年8月3日)に掲載)。

本研究は、ゲート型吸着剤がCO₂の吸着分離回収システムの高効率化・省エネルギー化に有用であることを初めて明らかにしたものであり、CO₂分離回収技術の開発への貢献が期待されます。

※ ゲート型吸着剤：ガスの圧力がある「しきい値」を超えると、構造変形し、急激にガス分子を吸着する「柔らかい」吸着剤。

※1 NEDO：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
※2 パラキシレン：芳香族炭化水素の1つ。ポリエステル繊維やペットボトル用樹脂の原料となるテレフタル酸の原料として用いられる。



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>

日本製鉄グループのSDGs

鉄づくりが担う環境負荷の低減

2030年までに地球全体で解決すべき、国連の持続可能な開発目標SDGs※の達成に寄与するため、日本製鉄グループはさまざまな課題に取り組んでいます。なかでもCO₂排出をはじめとする環境負荷の低減は、世界的に最も関心の高い課題の1つです。今号はSDGsの目標12「つくる責任 つかう責任」をテーマに、鉄づくりを通じての環境負荷低減への貢献について紹介します。

※ SDGs(エスディージーズ) : Sustainable Development Goals(持続可能な開発目標)の略称。2015年9月、ニューヨークの国連本部で国連持続可能な開発サミットが開催された際に採択された。2016~30年の15年間で世界が達成すべき目標を表したもので、17のゴール(目標)と169のターゲットで構成されている。

12 つくる責任
つかう責任



日本製鉄関連のサプライチェーン全体でのCO₂排出量(2019年度)

スコープ 1

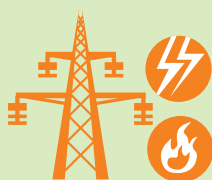
企業の直接排出



84,234 千トン

スコープ 2

エネルギー利用に伴う間接排出



9,455 千トン

スコープ 3

その他の間接排出



購入した製品・サービス
13,834 千トン



資本財
1,656 千トン



スコープ1・2に含まれない
燃料およびエネルギー
関連活動
305 千トン



輸送・配送(上流)
683 千トン



事業から出る廃棄物
5 千トン



出張
4 千トン



雇用者の通勤
13 千トン



投資
1,119 千トン

鉄づくりのあらゆるCO₂排出量を数値化

SDGsの目標12「つくる責任 つかう責任」において、環境負荷の低減を実現するためには、自社だけではなく、原材料調達から製造、輸送、使用、廃棄、リサイクルに至るまでバリューチェーン全体でのCO₂排出量削減を考えると求められているといえます。

日本製鉄グループは環境省のグリーン・バリューチェーンプラットフォームなどで紹介されている考え方を活用して、日本製鉄が直接関係するバリューチェーンを含めたCO₂排出量を算出し、国際的基準であるGHG(温室効果ガス)プロトコルに準じて、「スコープ1(企業の直接排出)」「スコープ2(エネルギー利用に伴う間接排出)」「スコープ3(その他の間接排出)」の3段階におけるCO₂排出量を開示しています。

鉄をつくるだけでなく、鉄をつくるために購入した鉄鉱石や石炭の原料サプライヤーが排出したCO₂、鉄鋼製品を運ぶために物流事業者が排出したCO₂なども含めて、日本製鉄は鉄づくりのあらゆる排出量を数値化することで、鉄のバリューチェーン全体でのCO₂排出量のさらなる削減に努め、「つくる責任 つかう責任」を果たしていきます。

スコープ1・2集計範囲は、関連電炉、日本コークス工業、サンソセンターおよび日本製鉄。
スコープ3の集計範囲は、日本製鉄。

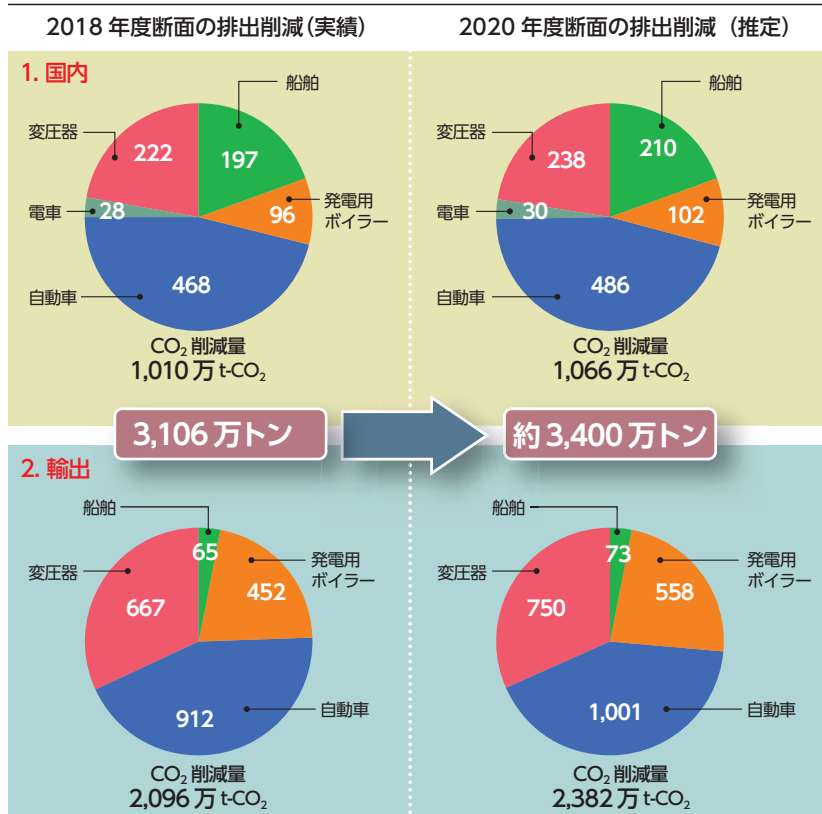
鉄を使う段階にも貢献

日本製鉄グループの「つくる責任 つかう責任」は、鉄を「つかう責任」にもつながっています。例えば自動車では、高強度鋼材であるハイテンが広く使われており、それにより車体が軽量化され、走行時の燃費向上によるCO₂排出量の低減が実現されています。2020年度には日本の鉄鋼業が供給した高機能鋼材(エコプロダクト)が使われることによって、自動車や変圧器、船、発電用ボイラー、電車の5品種だけで、国内外で、これまでに使用されているものをあわせて年間約3,400万トンのCO₂削減に貢献できる見込みです。そのうち半分以上のCO₂削減は、日本製鉄グループのエコプロダクトが担っています。エコプロダクトによるCO₂削減貢献効果は大きく、日本製鉄グループの年間CO₂排出量の2割近くの量に相当する規模です。

このように、鉄はその使う段階、さらにはリサイクルも含めたライフサイクル全体で、CO₂排出量の削減に貢献しています。

SDGsの目標12「つくる責任 つかう責任」の達成に向け、日本製鉄グループは、その広いバリューチェーン全体を考慮した鉄づくりを通じて環境負荷の低減に努めています。

日本鉄鋼業のCO₂削減量



出所: 日本鉄鋼連盟HP、日本エネルギー経済研究所

- * 自動車用鋼板、方向性電磁鋼板、船舶用厚板、ボイラー用鋼管、ステンレス鋼板の5品種。
- * 5品種の鋼材の2018年度の国内使用は353万トン、輸出344万トン、合計697万トン。
- * 2020年の排出削減については、2014年度実績を起点に2020年に向けた粗鋼生産上昇に比例して、対象5品種の高機能鋼材の需要も伸びていくとの想定のもと推定(2020年の粗鋼生産は、経済産業省基本問題委員会がマクロフレームで約1.2億トンと推定)。なお、国内の発電用ボイラーは、基本問題委員会資料で示された2020年までの石炭火力発電の開発計画に基づいて想定。

「責任のある消費と製造」を実現していきます

SDGsの目標12「つくる責任 つかう責任」とは、英語で「RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION」と表記されています。つまり「責任のある消費と製造」を実現しようという意味なのです。

これは、私たちが便利に使っている製品がライフサイクルでCO₂をたくさん出しているならば、よりCO₂発生が少ない製品を使う。便利だけれども、捨ててしまったらリサイクルできない製品ではなく、リサイクルしやすい製品を選ぶ、といったことが、責任のある消費といえます。そのことを消費者は考えましょうということが「RESPONSIBLE CONSUMPTION」です。一方、「AND PRODUCTION」はもちろん我々鉄鋼会社が責任を持って製造することで、ここでも資源採掘から製造、使用、廃棄、リサイクルに至るまでのライフサイクル全体で考えるLCAの考え方が必要になります。

日本製鉄グループは、我々のためだけでなく、我々のユーザーやサプライヤーに対しても、そのバリューチェーンの一環であることを認識して、CO₂排出量を削減する責任があると考えています。鉄鋼のCO₂排出削減は、上記のように製品の使段階での貢献も大きいのですが、やはり、最も大きくかつ重要なのは、我々自身の製造段階です。これまで、世界的にも類を見ない徹底的な省エネを極めてきて、今や日本の鉄鋼業の製品当たりのエネルギー消費は世界最小レベルです。しかしこれまでの技術の延長線上では、さらなるCO₂排出削減は不可能で、異なる減らし方をしなければ対応できません。そのため、CO₂を出さない水素を用いた鉄鋼製造技術や、出てきたCO₂を回収・利用・貯留するCCUS(Carbon Capture, Utilization and Storage)のための基本技術となる高効率のCO₂回収、利用化技術の研究開発に取り組んでいます。そして

製品の使用時におけるCO₂削減貢献をさらに高めるため、新たなエコプロダクトの開発にも力を入れています。これからも日本製鉄グループは、鉄づくりを通じて環境負荷の低減に努め、「責任のある製造」を実現していきます。



日本製鉄(株) 技術総括部
礪原 豊司雄 上席主幹

つくる、つかう、
エコをつなぐ2つの責任。



鉄の一生は、一度で終わりません。
鉄は使わなくなっても、新しい鉄製品
として何度でも何にでも生まれ変わ
り、「つくる」「つかう」を繰り返します。
環境への負荷を抑え、よりエコを追求
した技術で製品をつくる。ライフサイ
クル全体のエコを考えて素材を選び、
使用後は分別・回収する。身近な鉄
だからこそ、みんなが自然とその循
環に参加しています。これからも「つ
くる」「つかう」の力を合わせて、美しい
地球を未来につなげたい。日本製鉄
の願いであり、変わらない使命です。