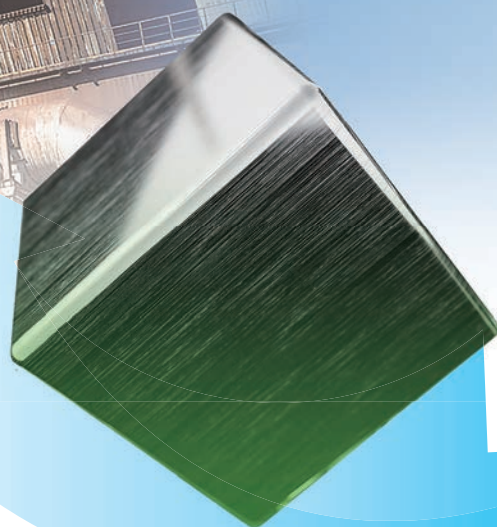


鉄のLCA

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。



何度でも

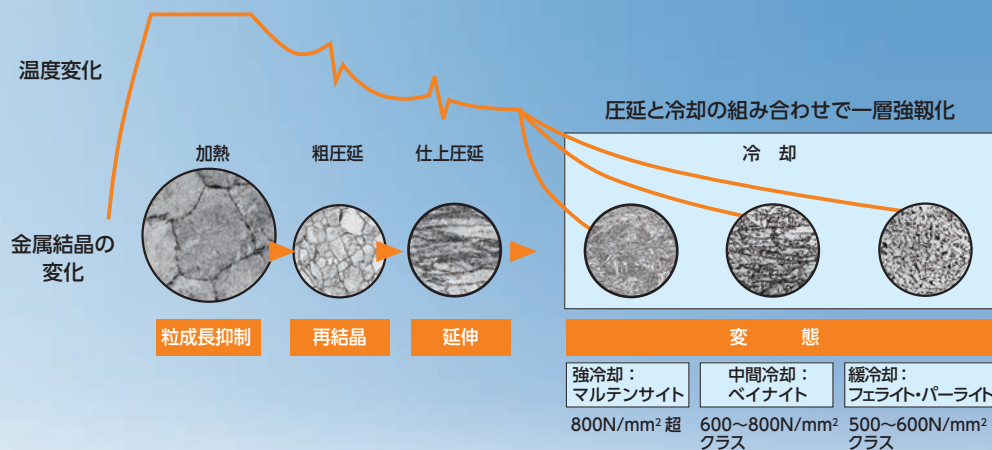
再生時の低環境負荷

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。

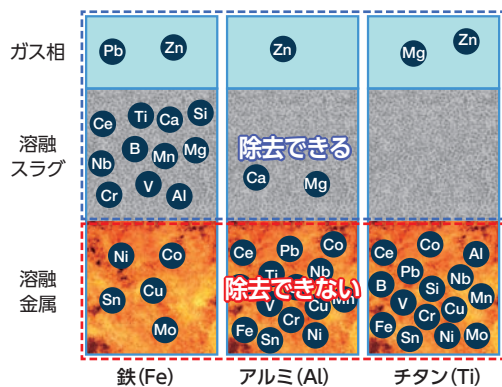


写真提供：住友重機械工業(株)

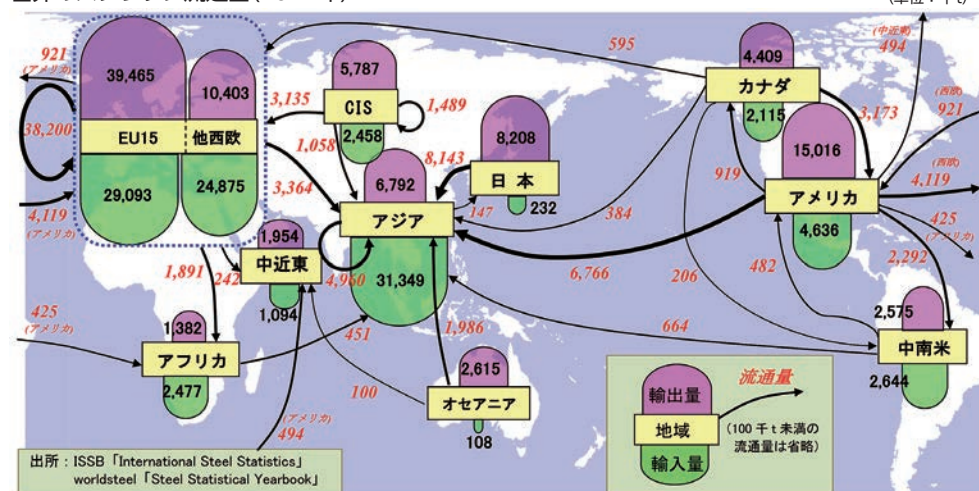
ずっと

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。



世界のスクラップ流通図(2017年)



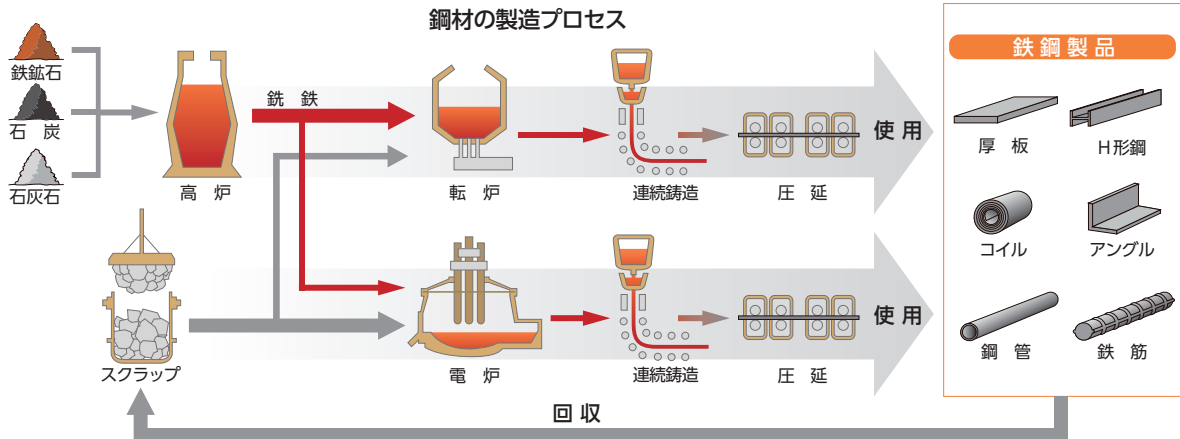
リーズナブル

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。

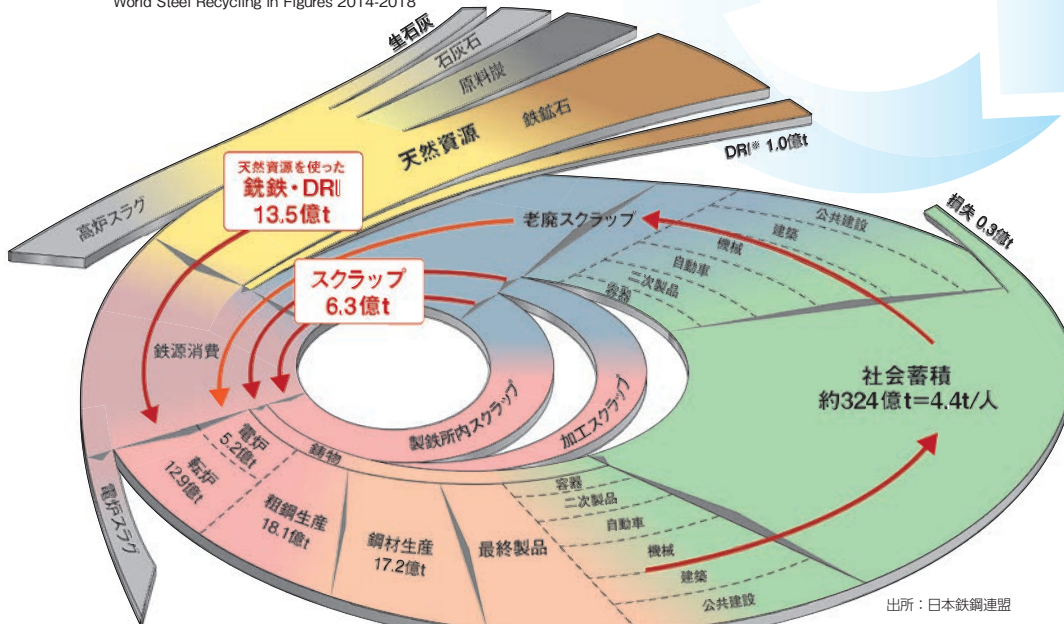
世界の鉄鋼循環と生産量

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、

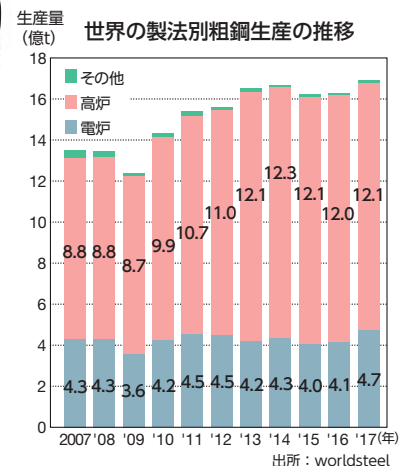
現時点の世界平均はまだ4t程度です。今後、鉄の蓄積の増加とあわせて鉄スクラップの発生量は少しずつ増加すると思われますが、当面は高炉法が生産量の牽引役を担うとともに、高炉と電炉両輪でのリサイクルが必要です。

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。

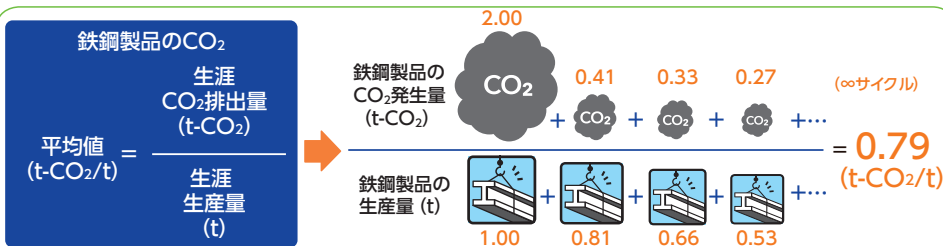


鉄の環境負荷の考え方

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、 $(2.00 + 0.5 \times 0.9 \times 0.9) / (1.00 + 0.9 \times 0.9) = 1.33$ t-CO₂/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。