

鉄鋼製品のLCI計算法の国際標準化と 同計算法に基づくLCIデータベース の整備および普及活動

2019年2月28日

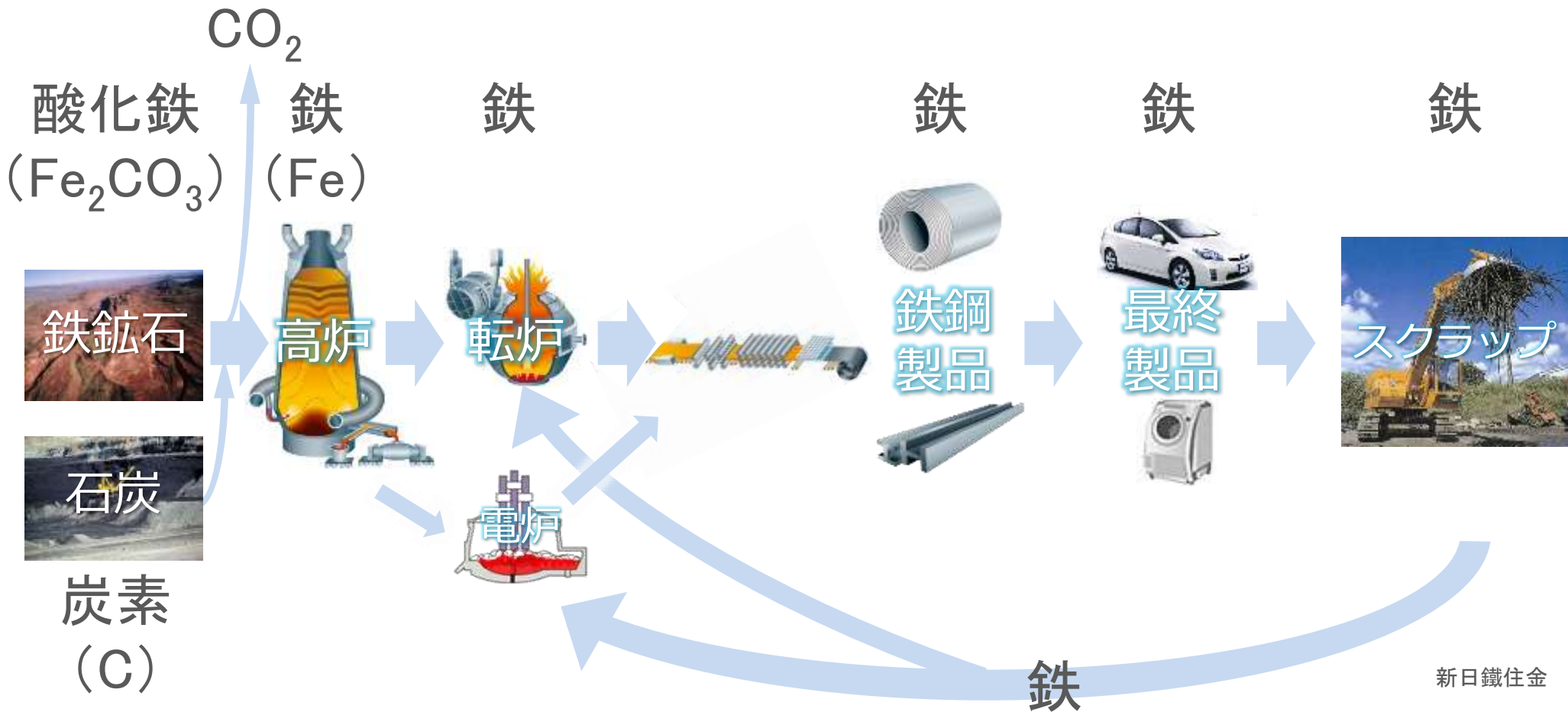
日本鉄鋼連盟



鉄鋼製品のリサイクル性



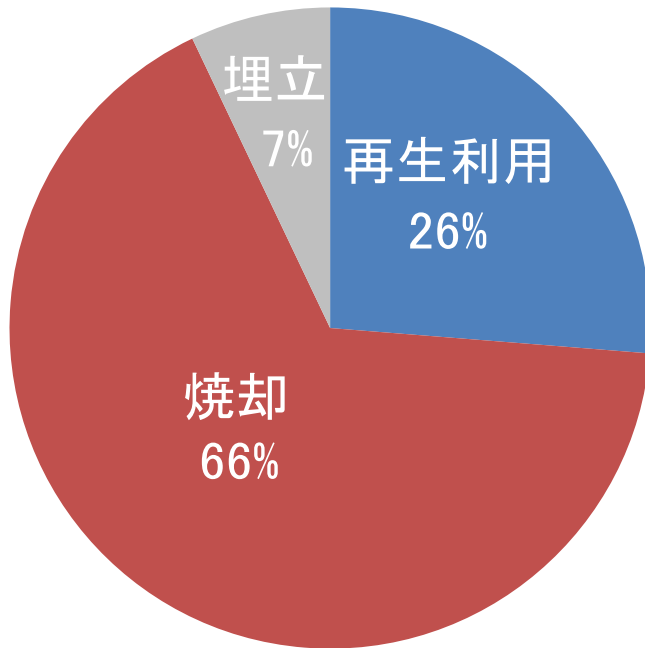
鉄鋼の製造とリサイクル



鉄が高炉で鉄鉱石を還元して作られた後は機能を維持。
電気炉や転炉で再溶解され、新しい鉄鋼製品に何度でも生まれ変わる。

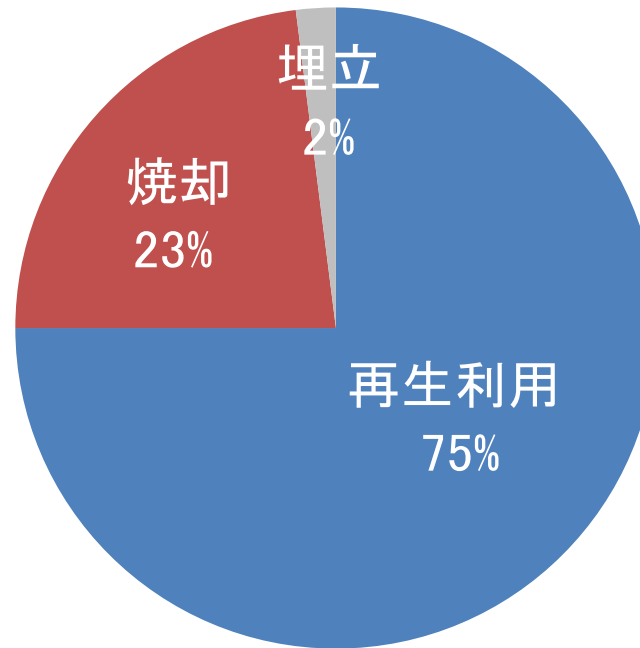
廃棄物の処理法(日本)

プラスチック
(2015年)



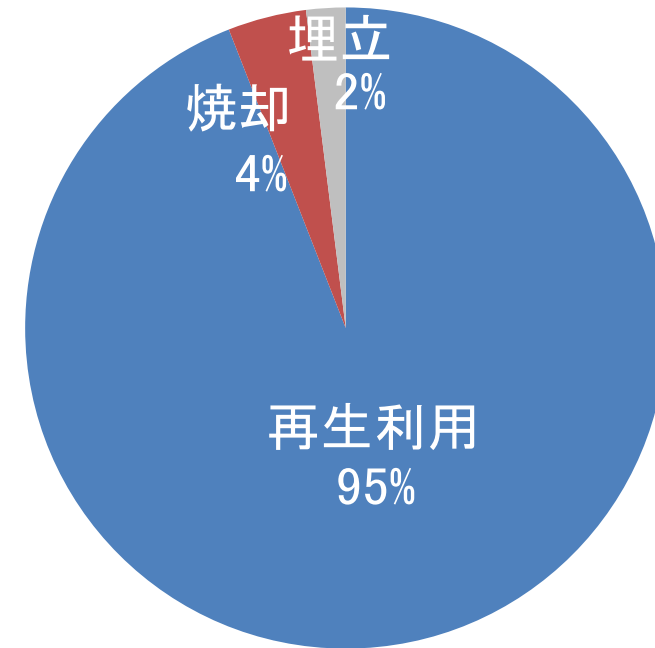
産業環境管理協会, リサイクルデータブック 2018
プラスチック循環利用協会, 「プラスチック製品の生
産・廃棄・再資源化・処理処分の状況 2016年」

紙
(2015年度)



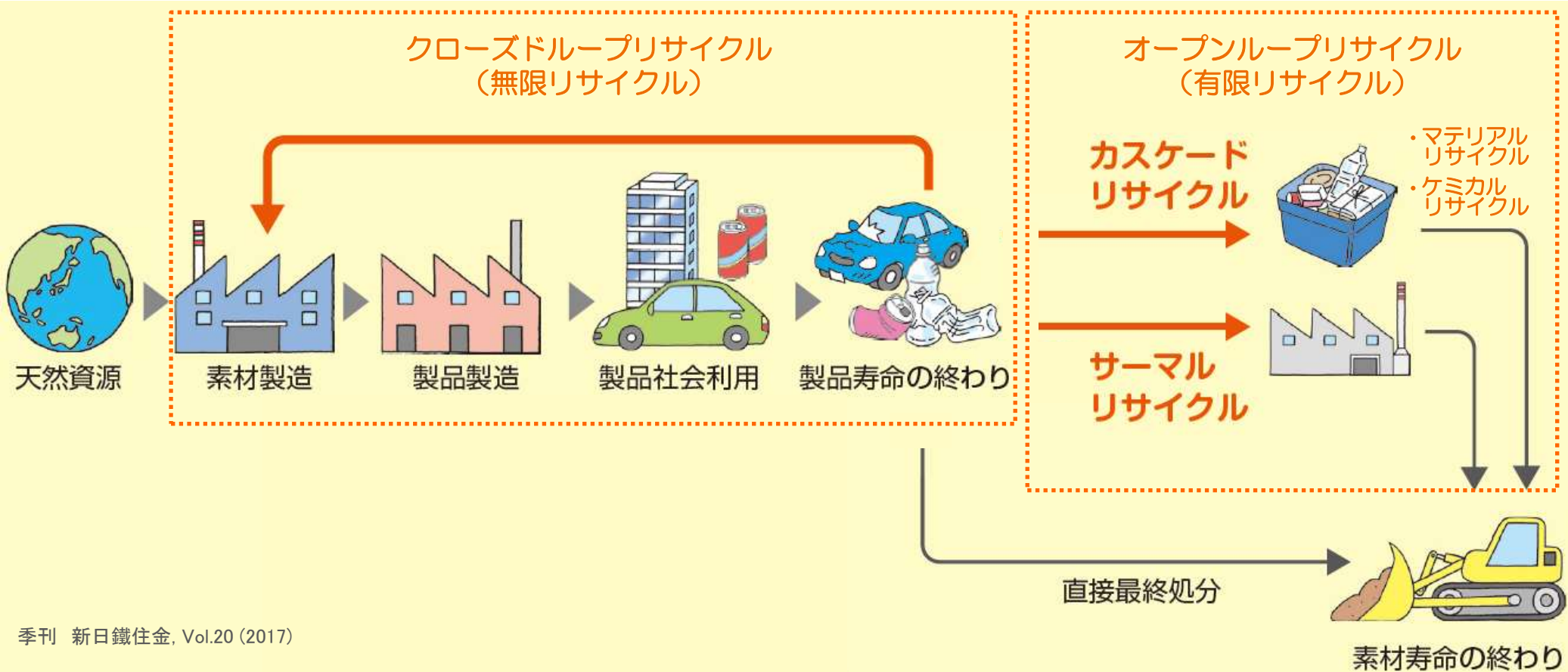
産業環境管理協会, リサイクルデータブック 2018
環境省, 「産業廃棄物排出・処理状況調査報告書 平成27年度実績(概要版)」

金属
(2015年度)



金属の9割以上を占める鉄鋼は、ほぼ全量が回収、再生されている。

リサイクルの種類

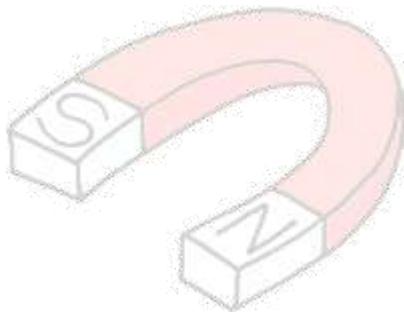


鉄鋼は、ほぼ全てが元に戻るクローズドループリサイクル。

自律的/持続可能なリサイクルの要件

①選別が簡単

鉄は磁石に付く。
鉄以外はほぼ付かない。



②再生のための環境負荷が低い

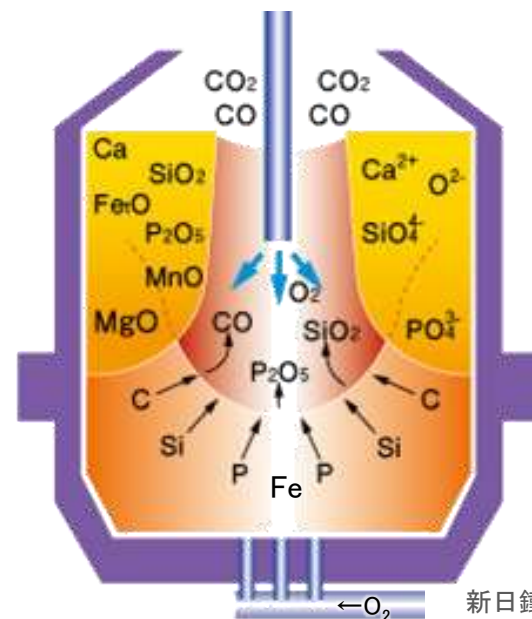
高炉・転炉は溶けた鉄の余熱で再生。
再生のためのエネルギー投入はほぼ不要。



③経済合理的なりサイクルシステムが存在 鉄鋼スクラップは有価で取引されている。

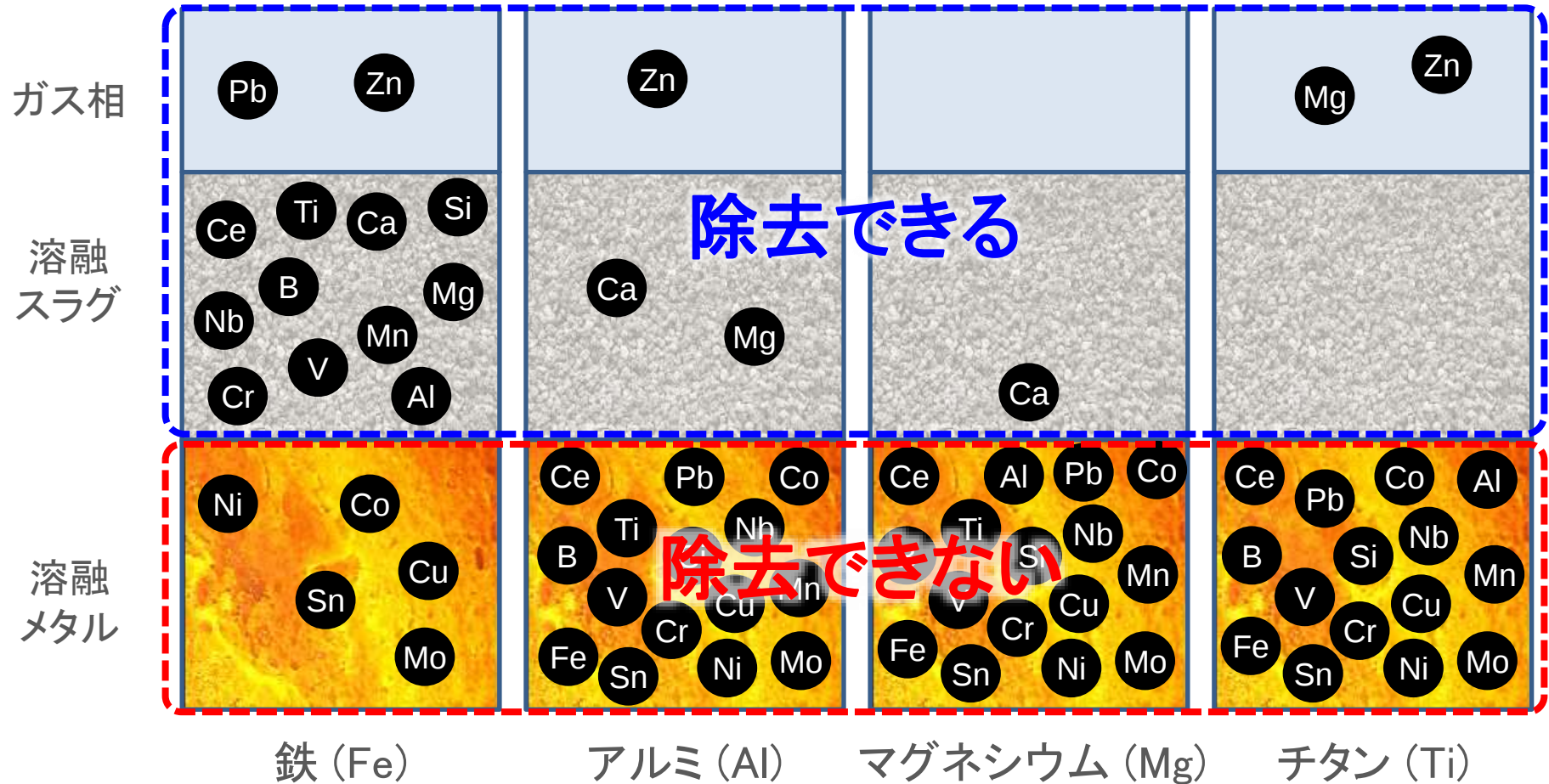
④不純物除去できる

鉄は再生で蘇り天然資源と代替。
クローズドループリサイクルが可能。



スクラップ再生時の不純物の除去

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



鉄は混入元素を酸化精錬で除去可能(鉄はじつは「錆びにくい」)。しかも、除けない金属のほとんどは回収時に磁気選別可能

リサイクルを反映した 鉄鋼製品のライフサイクル環境負荷の 考え方 (ISO 20915 規格)



鉄は無限に循環している

World Steel Recycling in Figures 2012–2016



無限循環している鉄鋼製品の環境負荷はどう考える？

循環しない素材： 初めから終わりまでの環境負荷を合計すればよい。



循環している素材： ?? →無限のライフサイクルの平均値で考える。

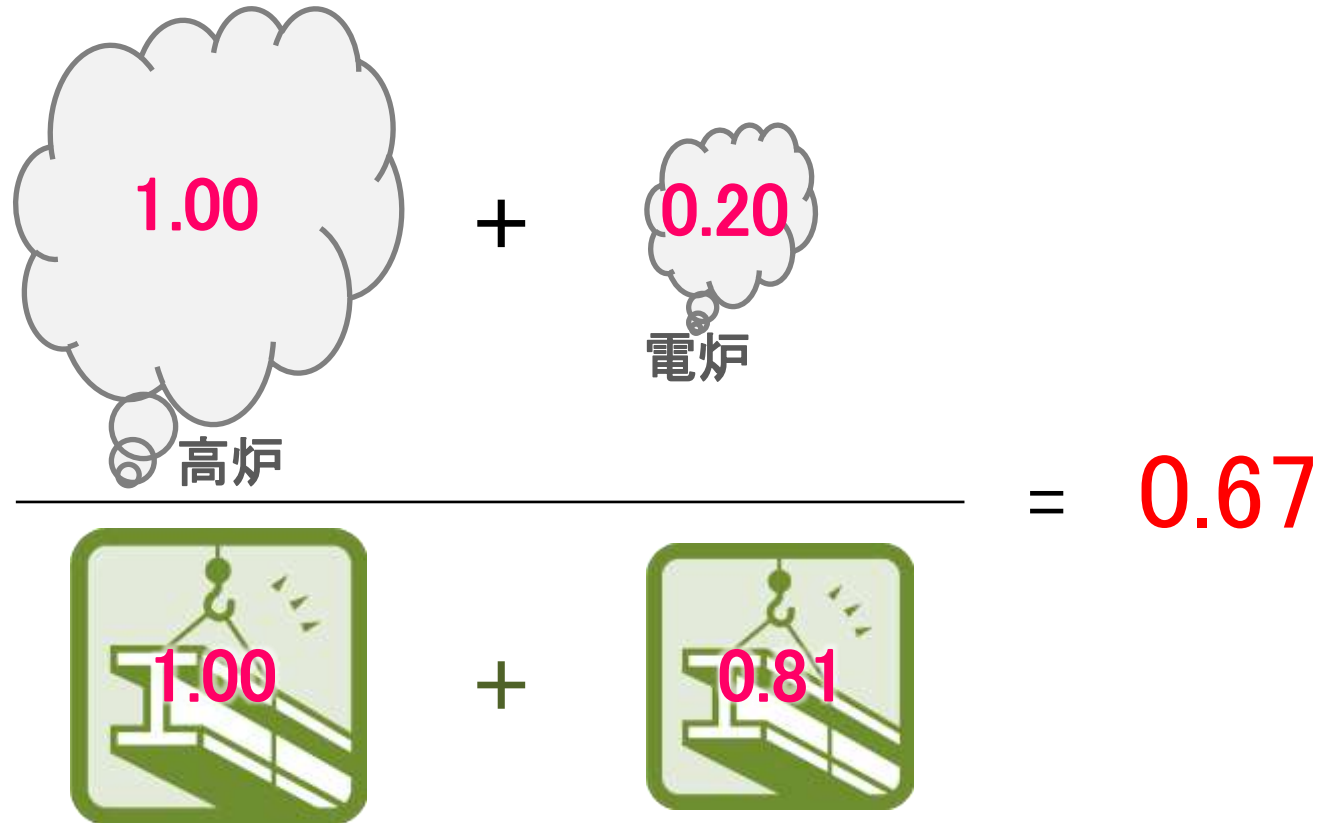


リサイクルを考慮した生涯環境負荷 (1サイクル目)



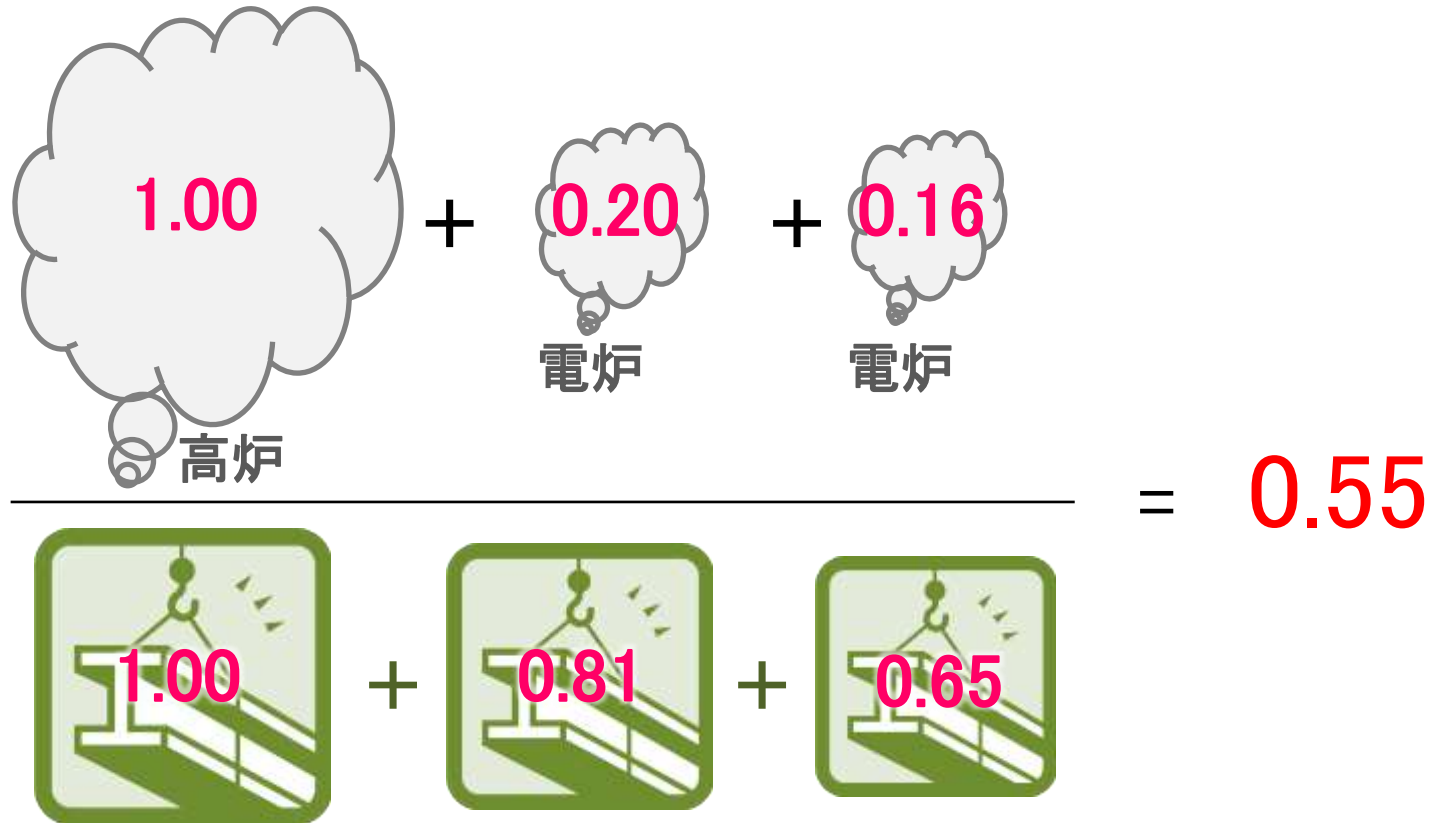
[仮定] 鉄鋼製造時CO₂排出原単位:天然資源由来=1.0、スクラップ由来=0.25
スクラップリサイクル率:0.9 再生:電炉のみ、歩留0.9

リサイクルを考慮した生涯環境負荷 (2サイクル目)



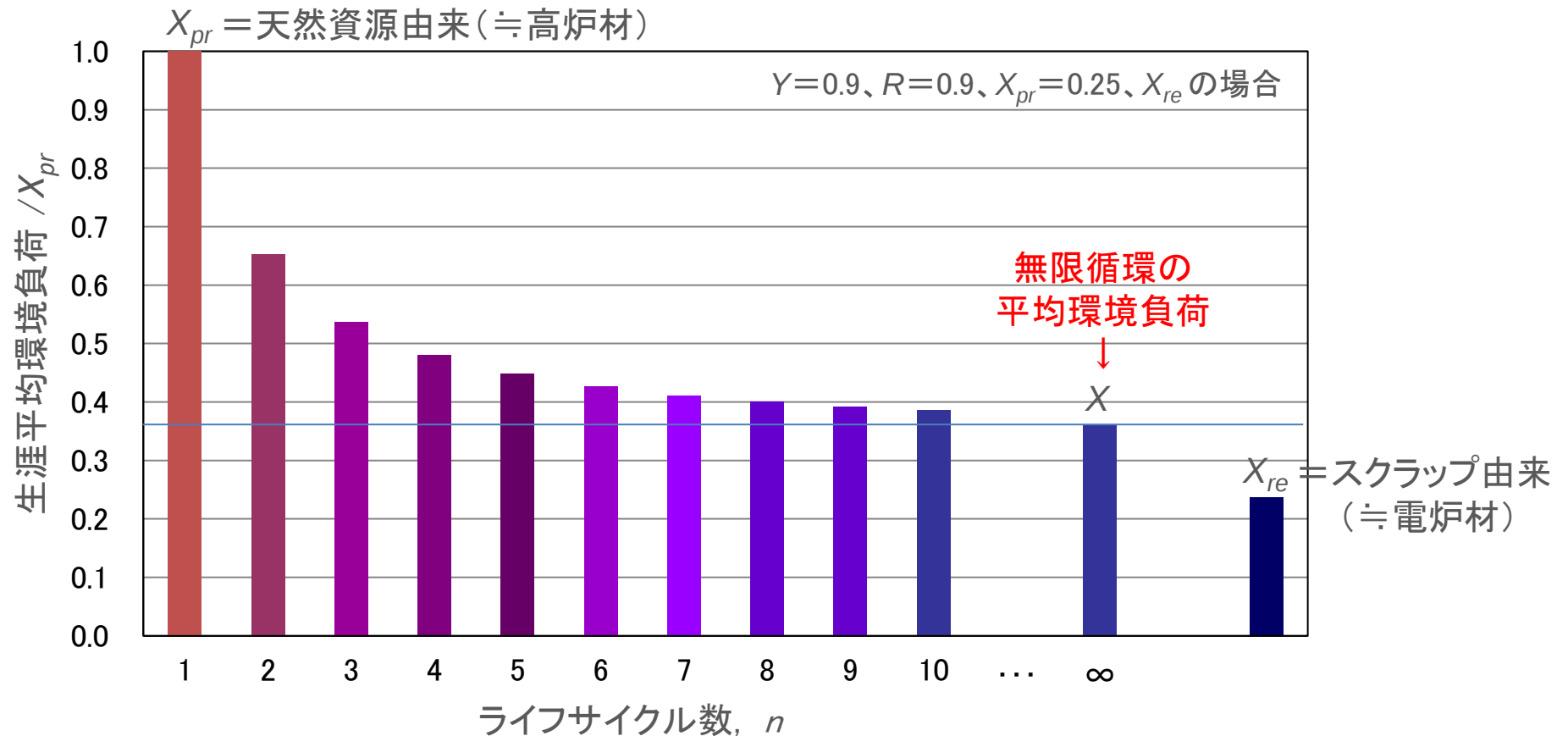
[仮定] 鉄鋼製造時CO₂排出原単位:天然資源由来=1.0、スクラップ由来=0.25
スクラップリサイクル率:0.9 再生:電炉のみ、歩留0.9

リサイクルを考慮した生涯環境負荷 (3サイクル目)



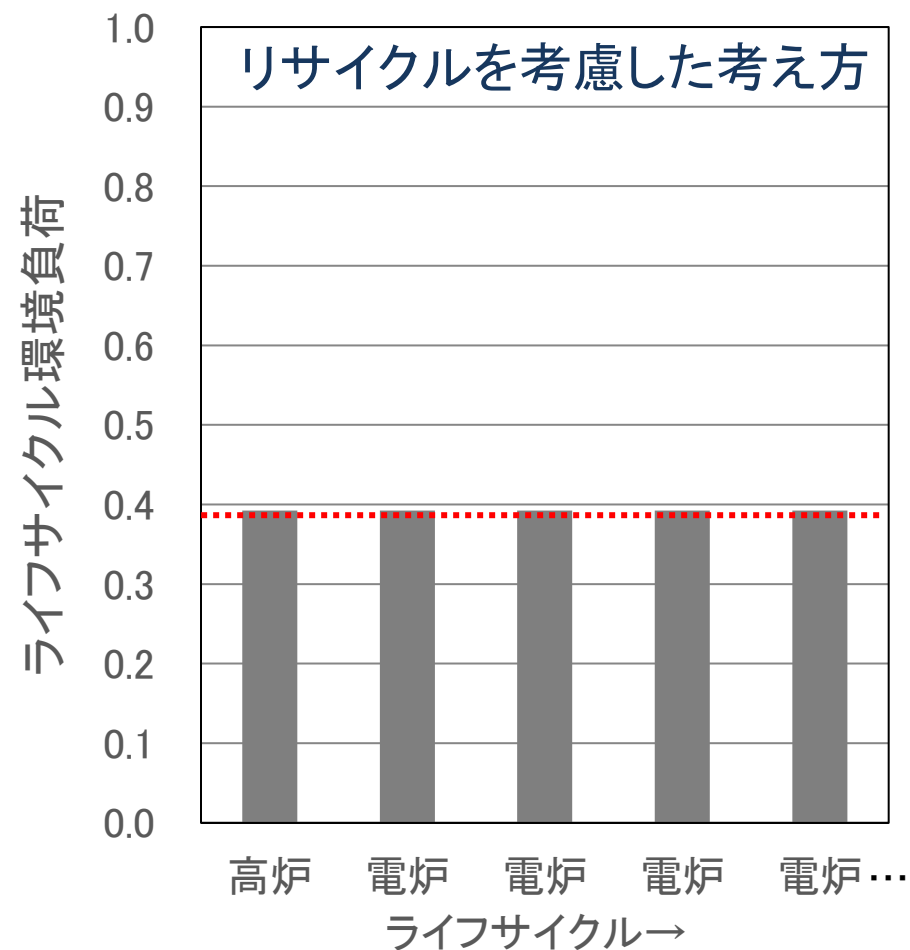
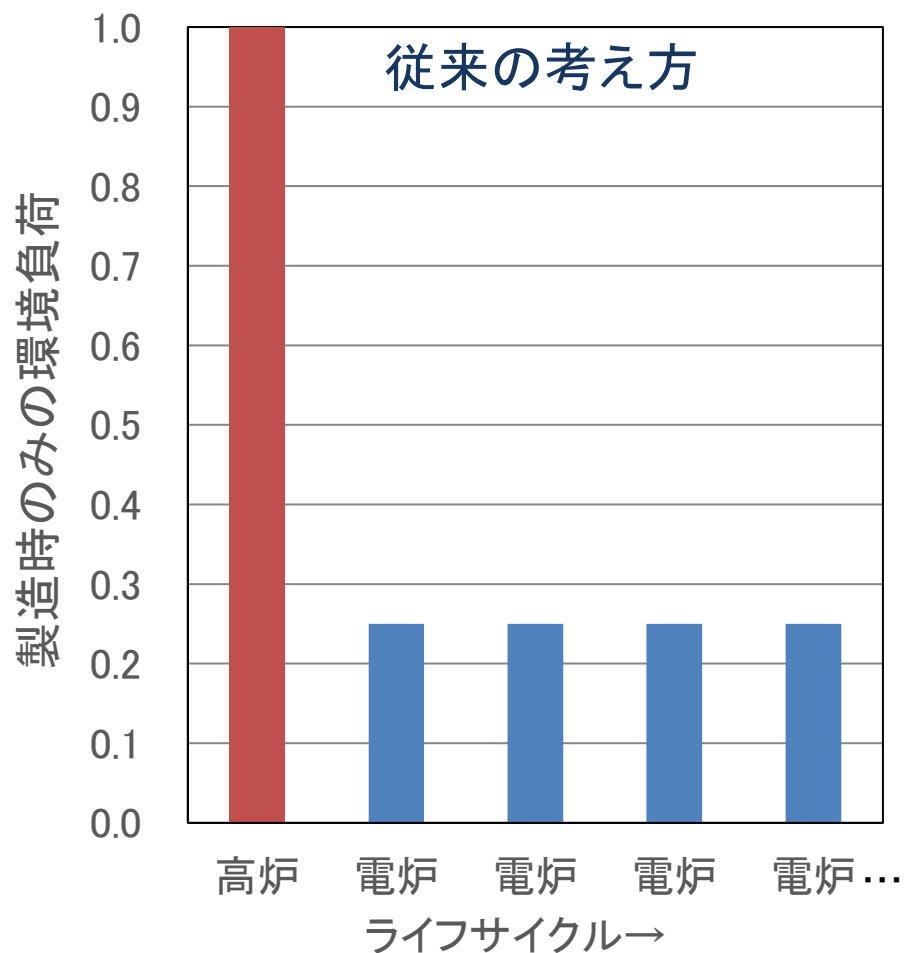
[仮定] 鉄鋼製造時CO₂排出原単位:天然資源由来=1.0、スクラップ由来=0.25
スクラップリサイクル率:0.9 再生:電炉のみ、歩留0.9

リサイクル数と生涯環境負荷



リサイクルを考慮した生涯で環境負荷を考えると、
無限の生涯では一定値に収束する。

リサイクルを考慮したライフサイクル環境負荷



今使っている鉄鋼製品は様々なリサイクル数の鉄の混合物。
高炉材も将来は電炉材、電炉材も昔は高炉材。

鉄鋼製品のライフサイクル環境負荷計算法の規格化

1997年

worldsteel(World Steel Association、世界鉄鋼協会)が、鉄鋼のスクラップリサイクルを考慮したライフサイクル環境負荷計算法をMethodology Reportとして整理。

2015年

日本が国際規格化提案。

経済産業省:社会ニーズ(安全・安心)・国際幹事等輩出分野に係る国際標準化活動「循環型社会のリサイクル特性を評価したLCA」にて、**日本が主導的に規格化実行。**

2018年

ISO 20915規格成立、発行。

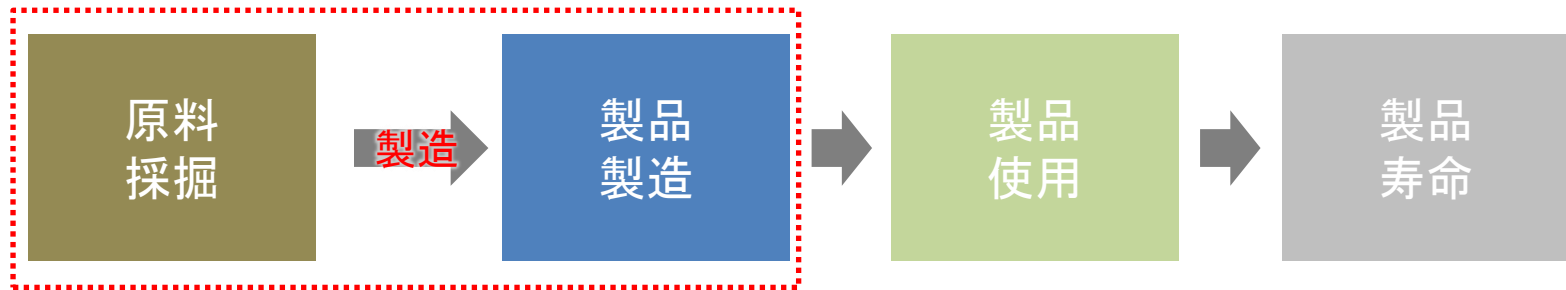
JIS(JIS Q 20915)も2019年4月に発行予定。



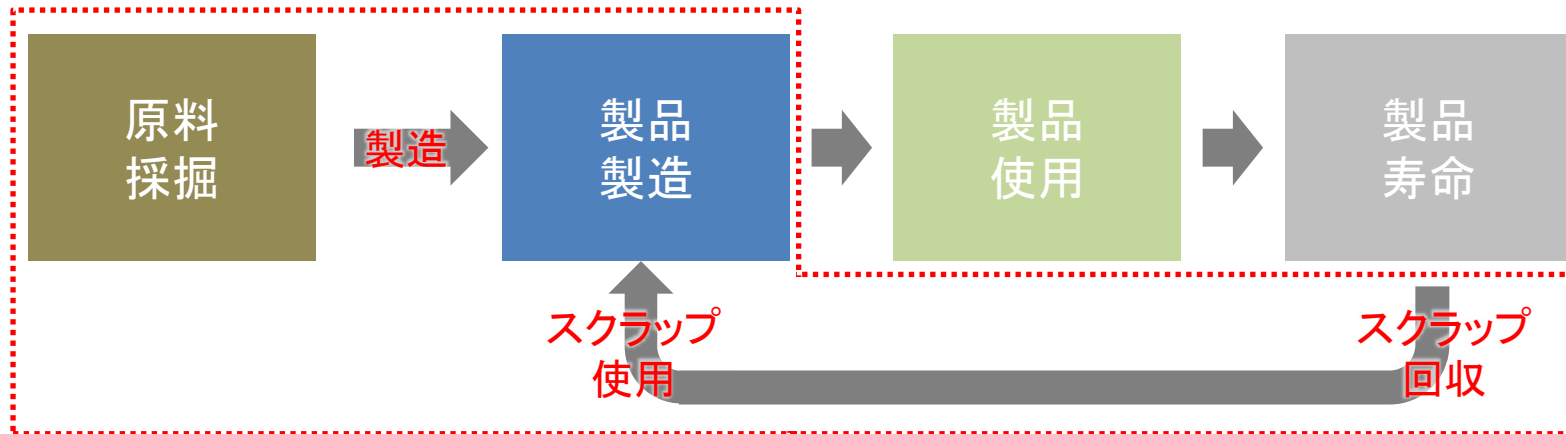
worldsteel

計算を行う範囲

従来：
原料から製品出荷まで



鉄鋼：
リサイクル効果を考慮した、原料から製品出荷まで



ISO 20915規格におけるライフサイクル環境負荷計算法

鉄鋼製品*i* のライフサイクル環境負荷 (LCI)

$$\begin{aligned} &= \text{製造時環境負荷} - \text{リサイクル効果} \\ &= X_i - (R - S_i) \cdot Y (X_{pr} - X_{re}) \end{aligned}$$

ここで、 X_i は以下に分解できる。

$$\begin{aligned} X_i &= \text{天然資源から} + \text{スクラップから} + \text{下工程} \\ &= (1 - S_i \cdot Y) X_{pr} + S_i \cdot Y \cdot X_{re} + X_{d,i} \end{aligned}$$

これを上式に代入すると、

鉄鋼製品*i* のライフサイクル環境負荷 (LCI)

$$= (X_{pr} + X_{d,i}) - R \cdot Y (X_{pr} - X_{re})$$

つまり、鉄鋼製品の環境負荷低減には以下が重要であることがわかる。

- ・製造時環境負荷 (X_{pr} 、 X_{re} 、 $X_{d,i}$) の低減
- ・スクラップ回収率 R 、スクラップ再生歩留 Y の向上 (スクラップ使用量 S_i は無関係)

R : スクラップ回収率

Y : 再生歩留 S_i : スクラップ使用原単位

X_{pr} : 天然資源からの製造時環境負荷原単位

X_{re} : スクラップからの製造時環境負荷原単位

X_i : 鉄鋼製品製造時の環境負荷原単位

$X_{d,i}$: 下工程の環境負荷原単位

$Y(X_{pr} - X_{re})$: スクラップの環境負荷原単位

リサイクルを反映した 鉄鋼製品のライフサイクル環境負荷の 集計と公開



日本鉄鋼連盟のライフサイクル環境負荷データ

日本鉄鋼連盟

■ データ収集時期

2014年度の操業実績。上流はGaBiデータ。

■ 対象製品

16鉄鋼製品(熱延鋼板、冷延鋼板、鋼管、...)

■ システム境界

スクラップリサイクルを含めたcradle to gate

■ 参加企業

16社(高炉4、電炉12)。国内粗鋼生産の85%。

■ データ形式

以下のLCIの製品毎の日本平均値

- ・スクラップリサイクルを考慮したLCI(A+B1+B2)
- ・製造時のみのLCI(A)
- ・スクラップリサイクルの負荷(B1)
- ・スクラップリサイクルのクレジット(B2)

■ リサイクル率

(加工スクラップ+老廃スクラップ)/鋼材生産量

■ 入手法

日本鉄鋼連盟にデータ請求

データ形式について

スクラップリサイクルを加味したデータを提供しますが、modularity principleを利用した用途への使用の可能性を考えたLCIを3つのコンポーネントに分けて提供します。

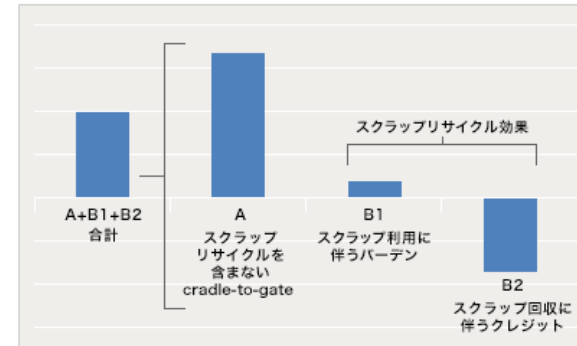


Figure 1 データ構成要素イメージ図

鉄鋼製品はそれを使った最終製品(自動車など)の寿命が尽きた後、スクラップとして回収され、再び新たな鉄鋼製品の原料として利用します(closed-loop recycling)。本LCIデータではスクラップリサイクル(回収および再利用)による効果も評価範囲としています。スクラップは鉄鋼製品製造に必要な資源を代替することから、この代替効果をスクラップのインベントリとします。

スクラップインベントリ(Scrap EI)=(天然資源100%によるインベントリ-スクラップ100%によるインベントリ)×スクラップ対製品歩留
スクラップの負荷、クレジットの算定のためのスクラップのインベントリはworldsteelによる2010年のデータコレクションプロジェクトに基づいた理論計算によって算定された値を用いました。(詳細は[worldsteel-LCA方法論](#))

A+B1+B2スクラップリサイクルを反映した鉄鋼製品LCI

A スクラップリサイクル効果を考慮しないcradle to gateインベントリ

B1 スクラップ利用に伴う負荷=スクラップEI×スクラップ利用量÷製品量

B2スクラップ回収に伴うクレジット=-スクラップEI×スクラップ回収率

なお、スクラップリサイクル効果は回収と利用が不可分であり、A+B1あるいはA+B2という評価は行いません。

	スクラップリサイクルを反映した鉄鋼製品 LCI	スクラップリサイクル効果を考慮しない cradle to gateインベントリ	スクラップリサイクル効果	
			スクラップ利用に伴う負荷	スクラップ回収に伴うクレジット
	A+B1+B2	A	B1	B2
例[kg]	60	100	20	-60



世界鉄鋼協会のライフサイクル環境負荷データ

■ データ収集時期

2012～2015年のいずれかの1年の操業実績。上流は二次データ。

■ 対象製品

16鉄鋼製品(熱延鋼板、冷延鋼板、鋼管、・・・)

■ システム境界

スクラップリサイクルを含めた原料から出荷まで

■ 参加企業

欧、亜、中東、豪、北中南米28か国の35企業(世界の25%の粗鋼を生産)の109サイト
2.5億トン分＝世界粗鋼生産の15%相当(日本データはその1/3)

■ データ形式

製品毎の以下の環境負荷データの世界平均値
および地域平均値

- ・スクラップリサイクルを考慮した環境負荷(A+B1+B2)
- ・原料採掘から製造までの環境負荷(A)
- ・スクラップ使用の環境負荷(B1)
- ・スクラップ回収のクレジット(B2)

■ 回収率

(加エスクラップ+老廃スクラップ)/鋼材生産量

■ 入手法

worldsteelにデータ請求

Access the most comprehensive and reliable steel life cycle inventory data today:

- 16 key steel products for use in multiple applications
- Global and regional (EU, Asia & Latin America) industry data, representing 250 Mt of global steel production
- Conforms to ISO 14040: 2006 and ISO 14044: 2006

16 KEY STEEL PRODUCTS

DATA AVAILABLE VIA: worldsteel.org

thinkstep
GaBi
Currently available in GaBi

SimaPro
Coming soon in SimaPro

worldsteel
ASSOCIATION

worldsteel



リサイクルを反映した 鉄鋼製品のライフサイクル環境負荷の 広報活動



ISO 20915 規格の社会への浸透に向けて

- 鉄連ホームページへの掲載
- JIS化の推進
- 鉄鋼需要分野の各種マニュアルや指針等への反映
- 当連盟主催の各種講習会等を場を通じた関係各方面への周知活動の展開



日本鉄鋼連盟



主催 一般社団法人日本鉄鋼連盟		プログラム
第8回 グリーン・スチール・セミナー		社会資本の整備・ライフサイクルについての最近の取り組み ～鋼材の優れた環境性能について～
日時：平成30年11月20日(火)13:00～17:15		会場：フクラシア東京ステーション5階 研修室
13:00～13:05		開会挨拶 日本鉄鋼連盟 建設環境研究会 委員長 加瀬 友博
13:05～13:50		～基調講演～ これからの環境制約と鉄鋼材 東京大学大学院 工学系研究科 マテリアル工学専攻 特任准教授 藤野 市朗 資源効率化の推進に貢献する鉄鋼材のライフサイクルの環境性能の向上を図ることは、持続可能な社会の実現に向けて重要な課題である。その中でも、ライフサイクルに基づく鉄鋼材の、CO ₂ 削減を促すための取り組みは、鉄鋼材のライフサイクルの環境性能の向上に大きく貢献する。本セミナーでは、鉄鋼材のライフサイクルの環境性能の向上を図るための取り組みについて、最新の動向を報告する。
13:50～14:35		グリーン購入における物品のグリーン調達：鋼材リサイクルを中心に 環境省「平成30年度特定調達品目検討委員会」委員 東京大学 工学部 客員研究員、琉球大学 工学部 客員研究員 奈良 松範 グリーン購入法が施行されてから15年以上経過する。これにより、環境負荷低減の観点から、グリーン購入の推進が図られている。特に、鋼材を中心としたリサイクルの推進に関する取り組みは、鋼材のライフサイクルの環境性能の向上に大きく貢献する。本セミナーでは、鋼材のライフサイクルの環境性能の向上を図るための取り組みについて、最新の動向を報告する。
14:35～15:20		リサイクル特性を活かした鉄鋼材料のLCA手法 日本鉄鋼連盟 建設環境研究会 副委員長 平川 智久 鋼材はリサイクル可能な材料の代表である。その特性を活かした環境負荷低減の観点から、グリーン購入の推進が図られている。特に、鋼材を中心としたリサイクルの推進に関する取り組みは、鋼材のライフサイクルの環境性能の向上に大きく貢献する。本セミナーでは、鋼材のライフサイクルの環境性能の向上を図るための取り組みについて、最新の動向を報告する。
15:20～15:35		休憩
15:35～16:20		「鉄の輪がたぐくむ地球」～鉄の環境特性と鉄鋼業界の地球温暖化対策の動向～ 日本鉄鋼連盟 建設環境研究会 幹事 松原 秀和 温暖化防止や循環型社会の構築など、地球環境問題への対応は、産業界にとって重要な課題である。リサイクルに優れた鋼材の製造プロセスと環境特性を解説するとともに、環境、日本鉄鋼連盟が中心となって取り組んでいるworldsteel（世界鉄鋼協会）のLCA手法の国際標準化について紹介する。また、地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組みとして推進している低炭素社会実現計画とその進捗について紹介する。
16:20～17:10		～特別講演～ 未来を拓くインフラ・リーディングプロジェクト BEYOND 2020 一般社団法人日本プロジェクト産業協議会 専務理事 丸川 裕之 我が国の2040年からの90年後を見据え、①国民の安全と安心、②地方の活性化、③国際的競争力の強化、に貢献する全国各地の具体的なインフラ・プロジェクト事業を紹介する。併せて、新たな成長力の向上と生活の質の向上を目的として、大規模な社会インフラを作り続けている欧州（フランス・スイス・ドイツ）の事例を紹介する。
17:10～17:15		閉会挨拶 日本鉄鋼連盟 建設環境研究会 委員長 加瀬 友博



日本鉄鋼連盟のLCAホームページ

鉄鋼製品のLCA



鉄鋼製品のLCA

～鉄は何度も蘇る～

Life Cycle Thinking

ライフサイクル
シンキングとは



リサイクルの種類

材料のリサイクル
について解説



鉄のライフサイクルと
リサイクル

持続可能な
材料リサイクルの
要件等の説明



LCA日本フォーラム

日本LCA学会

鉄鋼業界の取り組み①
国際標準化

worldsteel LCA方法論
の国際標準化について
概要を説明



鉄鋼業界の取り組み②
データコレクション

鉄鋼製品ごとのLCI
データコレクション
活動の紹介



参考情報

過去のLCA関連講演資料
や掲載記事を紹介



スチール缶
リサイクル協会

worldsteel

日本鉄鋼連盟



ISO 20915 規格の社会への浸透に向けて



世界循環経済フォーラム(2018年10月、横浜)では、講演の他、日本鉄鋼連盟の展示を行い、鉄鋼のリサイクル性を世界に紹介。



一般社団法人 日本鉄鋼連盟
The Japan Iron and Steel Federation

鉄は、 じつは軽い。



鉄は、どんどん軽くなる。

鉄はさまざまな技術開発により強度が向上し、例えば薄鋼板では同じ強さのために必要な量は3分の1で済むようになりました。鉄は強さを増すことで製品の「軽さ」を実現しており、今後もさらに進化を続ける期待の素材なのです。

鉄は、軽やかに再生する。

鉄は製品としての寿命が終わっても、またよみがえる素材です。鉄は磁石でほぼ完全に切り分けられるため、世の中の鉄のほとんどがスクラップとして回収され、ほぼ100%鉄に再生されています。鉄は、何度でも何にでも「軽やか」に生まれ変わる素材なのです。

鉄は、環境負荷を軽くする。

鉄は他の素材に比べ、じつは造る時に発生するCO₂が少ない素材です。またリサイクルも軽やかにできるので、廃棄時の負荷もかかりません。生産から、使用、廃棄・リサイクルに至るまでライフサイクル全体で見ると、鉄は環境への負荷が「軽い」素材なのです。



〒105-0025
東京都中央区日本橋茅場町3-2-10(鉄鋼会館)
TEL 03-3659-4822(受付時間: 午前9時～午後5時)
http://www.jisf.or.jp/
鉄鋼 LCA

日本鉄鋼連盟



一般社団法人 日本鉄鋼連盟
The Japan Iron and Steel Federation

謝辞

ISO 20915規格の発行と本賞の受賞は、日本鉄鋼連盟の関係者のみならず、方法論確立から規格成立まで尽力いただいた世界鉄鋼協会とISO TC17/WG24の各委員、様々な角度で支援とご助言をいただいた経済産業省、その他、大勢の皆様のご支援のおかげです。

ここに深く感謝申し上げます。

