



サステイナブルな素材、 鉄鋼

日本製鉄 磯原 豊司雄

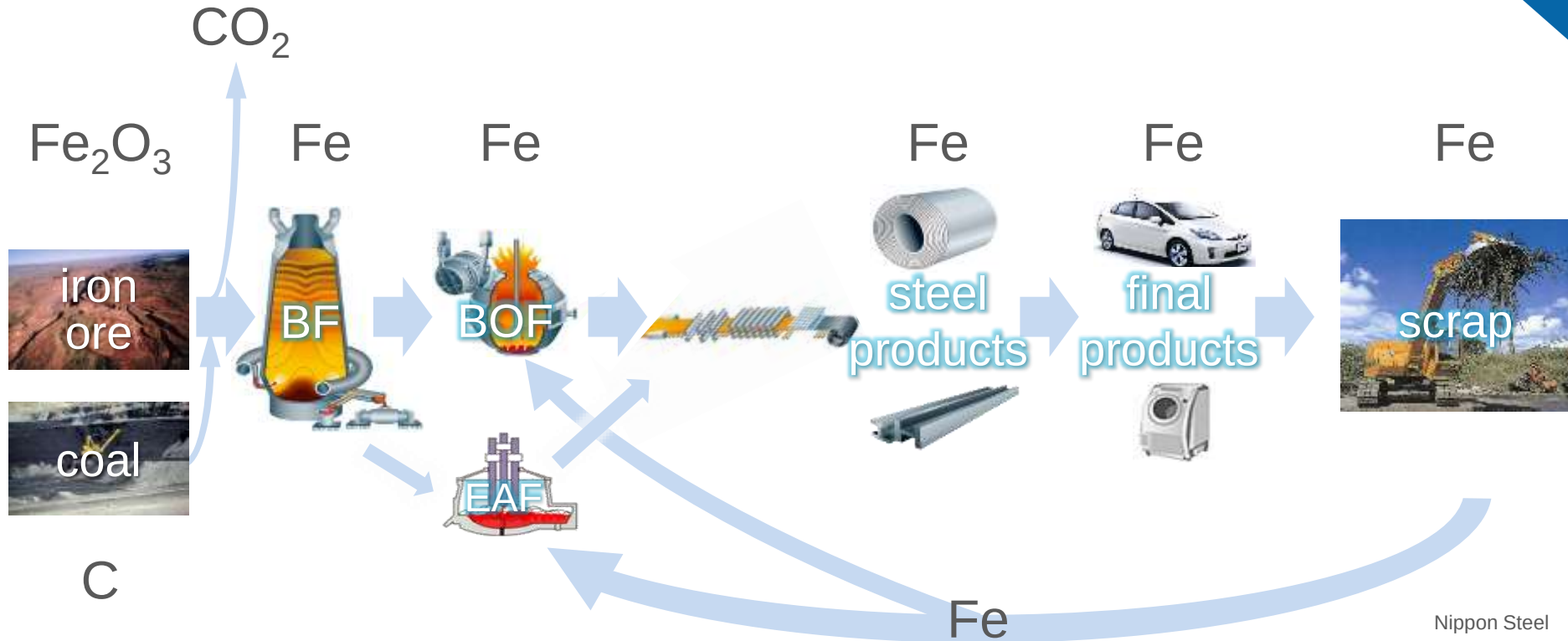
The 9th Asia Steel Forum in Year 2019

September 19, 2019

NIPPON STEEL CORPORATION

鉄鋼の循環：製造とリサイクル

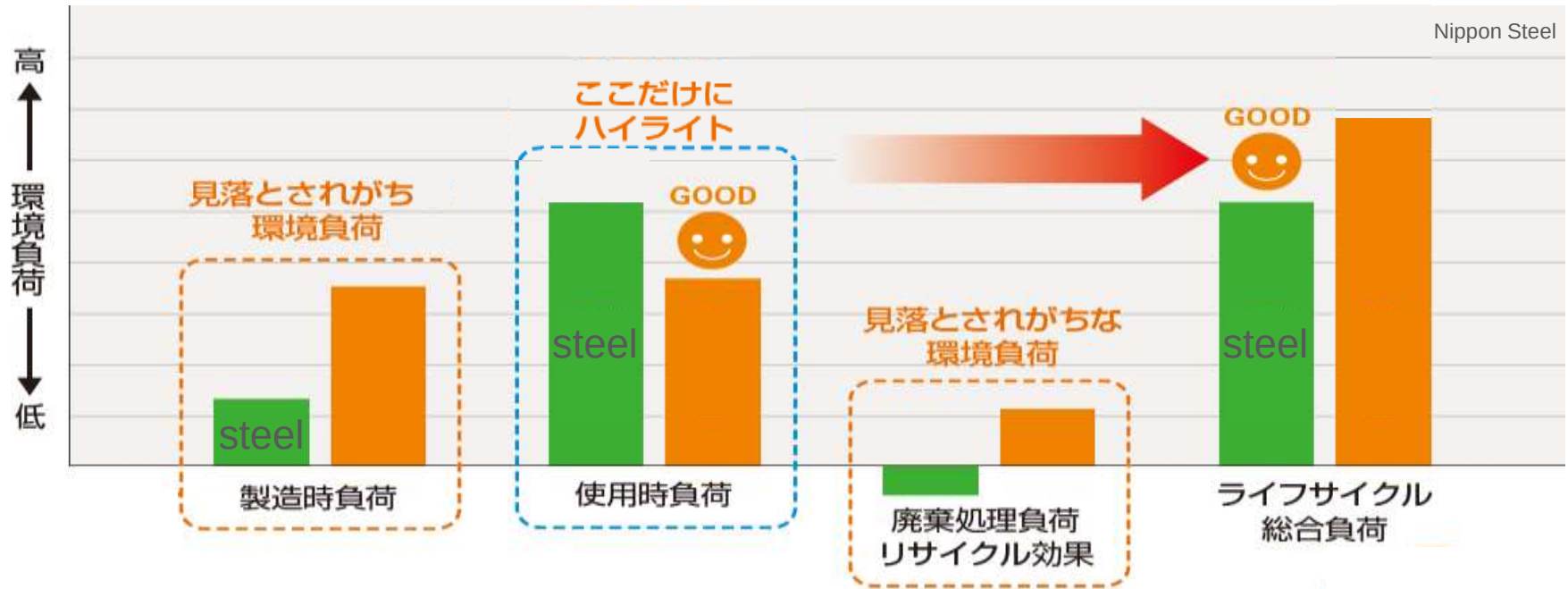
2



鉄鉱石が石炭で還元されて鉄(鉄鋼)と CO_2 になる。
一度鉄になると、リサイクルされてもその性質を変えない。

ライフサイクル全体での考え

3



ライフサイクル全体での考え方はとても重要。
ライフサイクル全体で考えると、鉄は通常最善の選択。

素材製造時の環境負荷

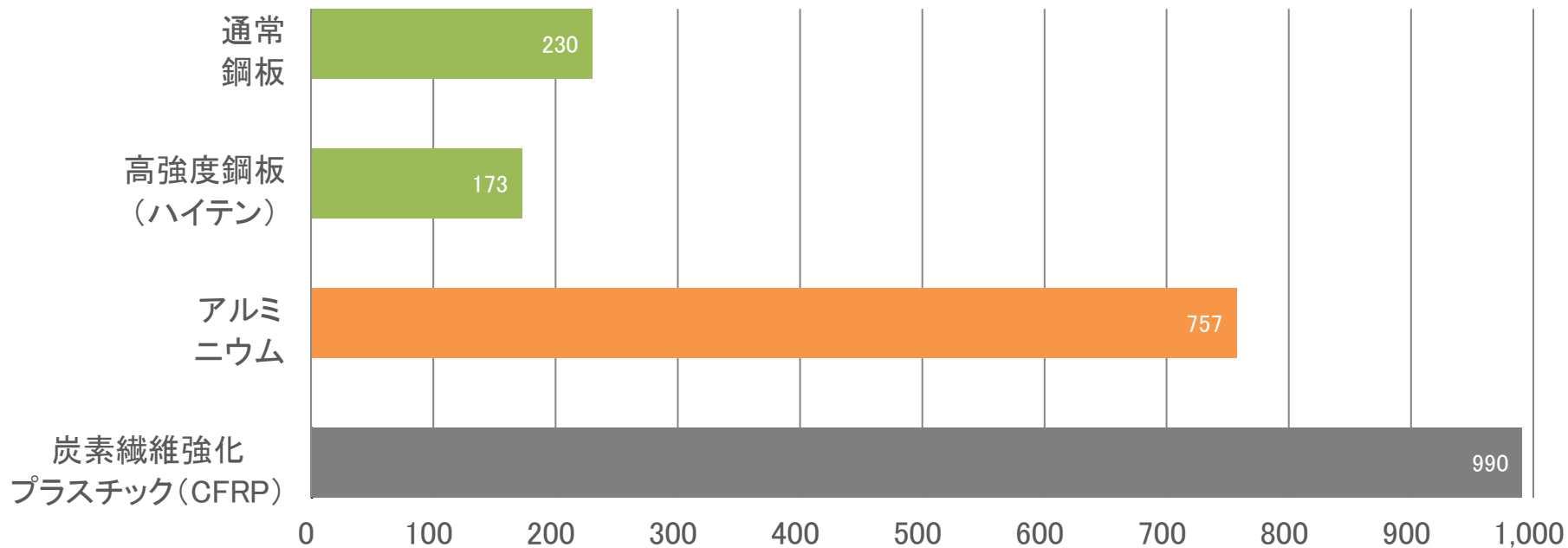
鉄鋼製造時のCO₂排出



Carbon Trust: International Carbon Flows (2011)

鉄鋼製造において、製鉄(鉄鉱石還元)工程が温暖化ガスを最も排出する。

製造時の環境負荷(強度あたり)



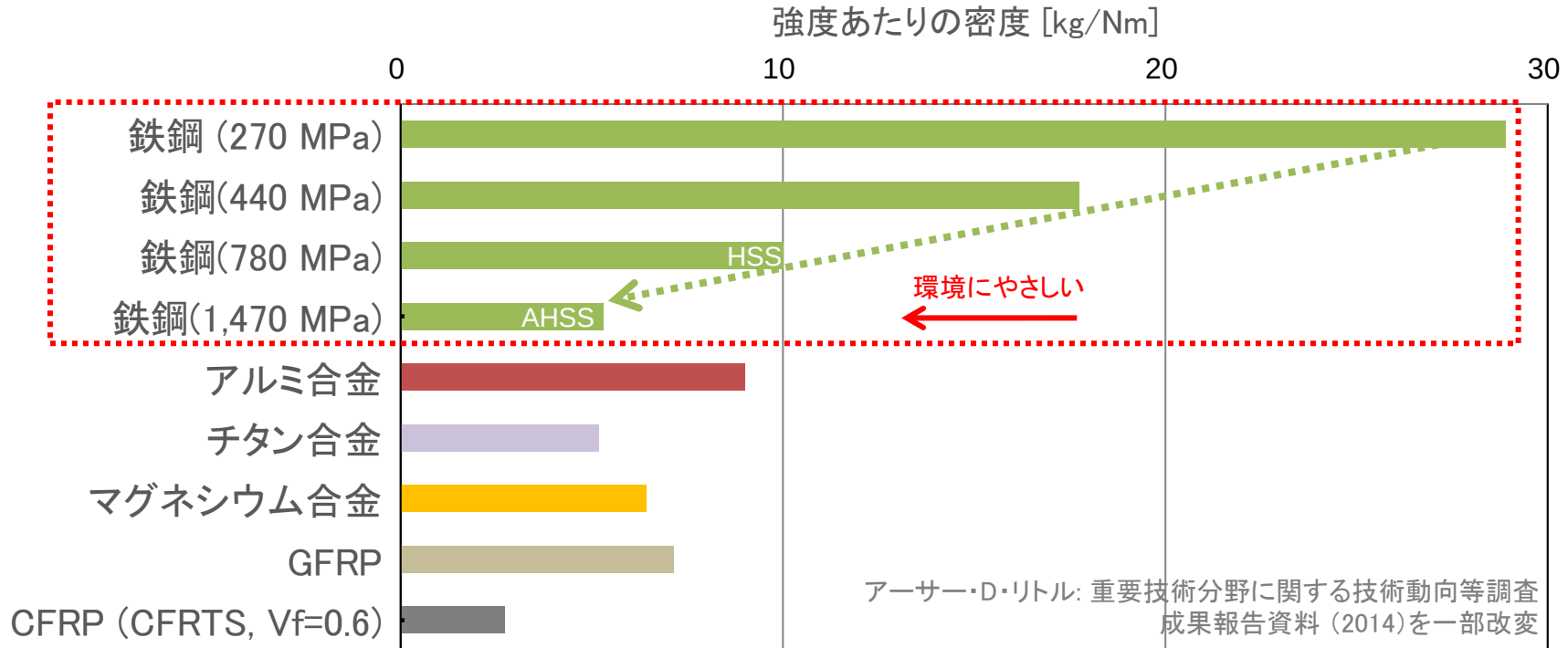
等価部品あたりの温室効果ガス発生量[kg-CO₂当量/機能単位]

等価部品で比較すると、鉄鋼は他の軽量素材と比べて製造時の環境負荷が低い。

素材使用時の環境負荷

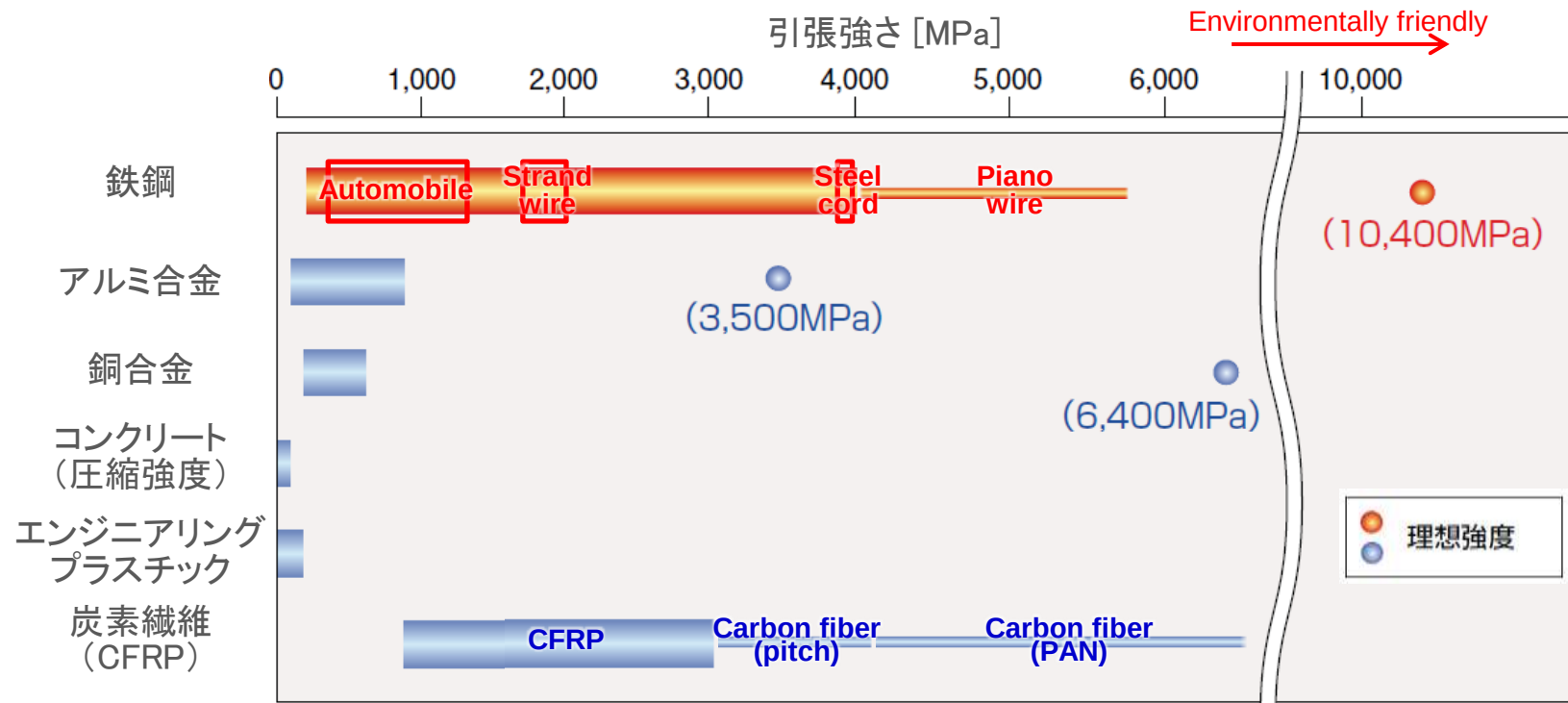
強度あたりの軽さ(自動車用素材)

8



鉄鋼はどんどん軽くなっている。
今や、鉄鋼は強度あたりではアルミニウム合金よりも軽い。

素材の強度

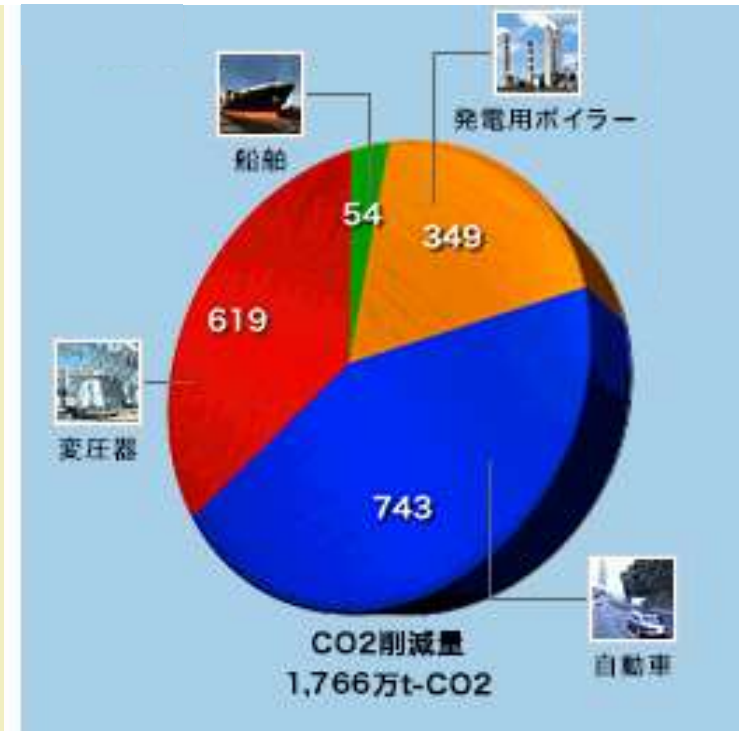


新日鐵住金, Nippon Steel Monthly, 2009
東邦テナックス、エーシーエム、東レKP、炭素繊維協会HP、三協製作所HP
田代均: までりあ, 35(11), 1177 (1996)

鉄鋼の理論強度は非常に高い。
将来の鉄はまだまだ強くなる可能性を秘めている。

高機能鉄鋼製品は使用時のCO₂排出を低減

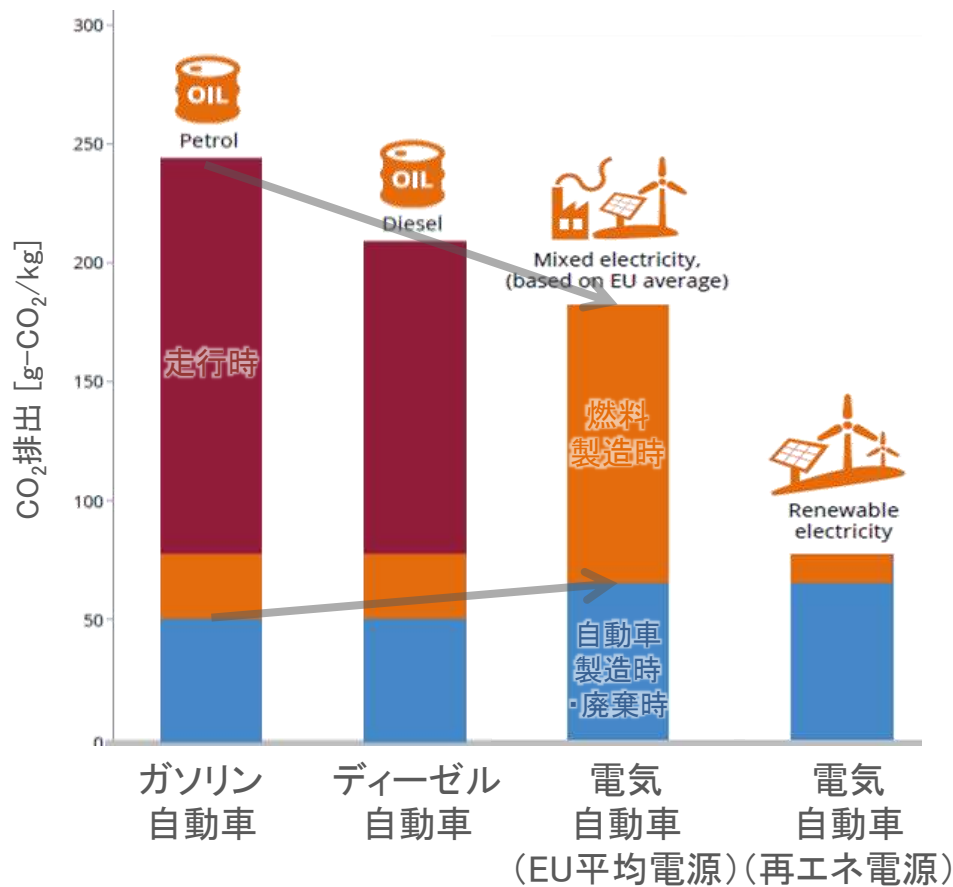
10



Japan Iron and Steel Federation

高機能鉄鋼製品でCO₂削減効果がある。

自動車のライフサイクルにおけるCO₂排出



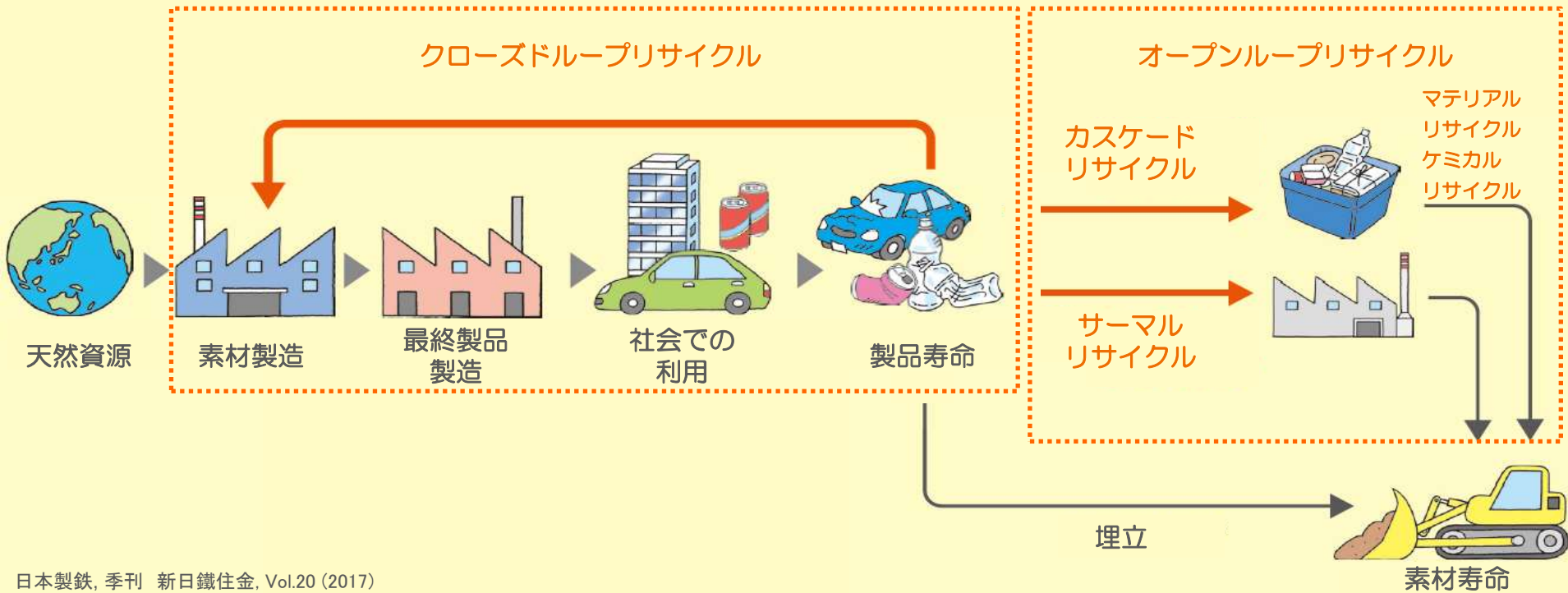
EEA Signals 2017

次世代自動車では、自動車製造時の素材選択の影響がますます大きくなっていく。

素材のリサイクル

クローズドループリサイクル

13



日本製鉄, 季刊 新日鐵住金, Vol.20 (2017)

多くの素材のリサイクルはオープンループで、リサイクルに伴い品質が低下していく。
鉄鋼のリサイクルはクローズドループ。鉄鉱石からの製造を完全に置き換えられる。

1. 選別が容易

鉄は磁石に付く。他素材のほとんどは付かない。

2. 再生時の環境負荷が低い

鉄鋼スクラップは溶解するだけで再利用できる。

3. 経済的なリサイクルシステムが世界中で確立している

鉄鋼スクラップは鉄鋼素材として世界中で取引されてる。

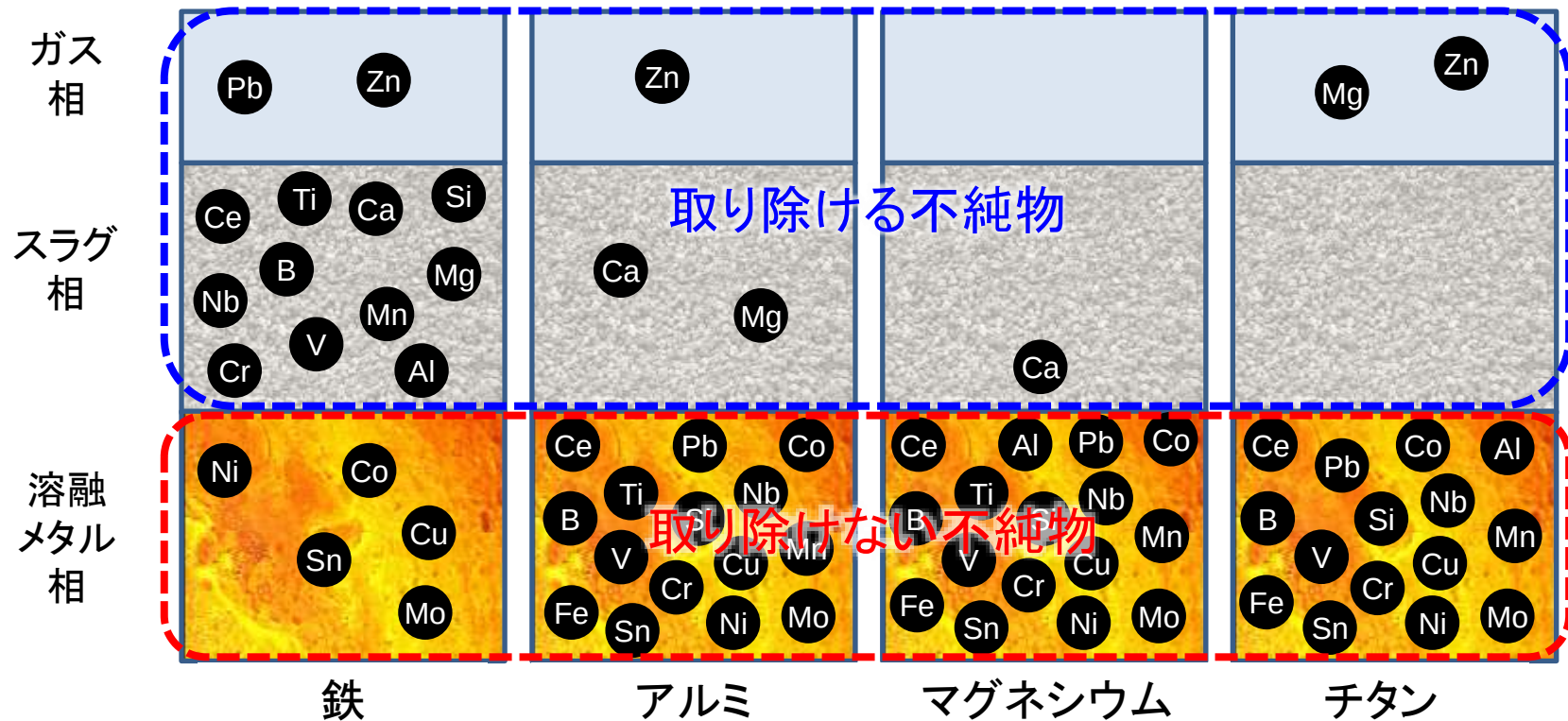
4. リサイクル時に精製できる

鉄鋼スクラップ中の多くの不純物は容易に除去できる。

鉄鋼はこれらのクローズドループリサイクルの要件をすべて満たしている。

金属中の不純物除去

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



鉄は不純物と比べて酸化しにくいので、スクラップ中の不純物のほとんどは酸化で除去できる。酸化除去できない不純物も、磁気選別では除去できる。

建設におけるリサイクル(英国)

16

建築物が解体されたら骨格はどうなる？



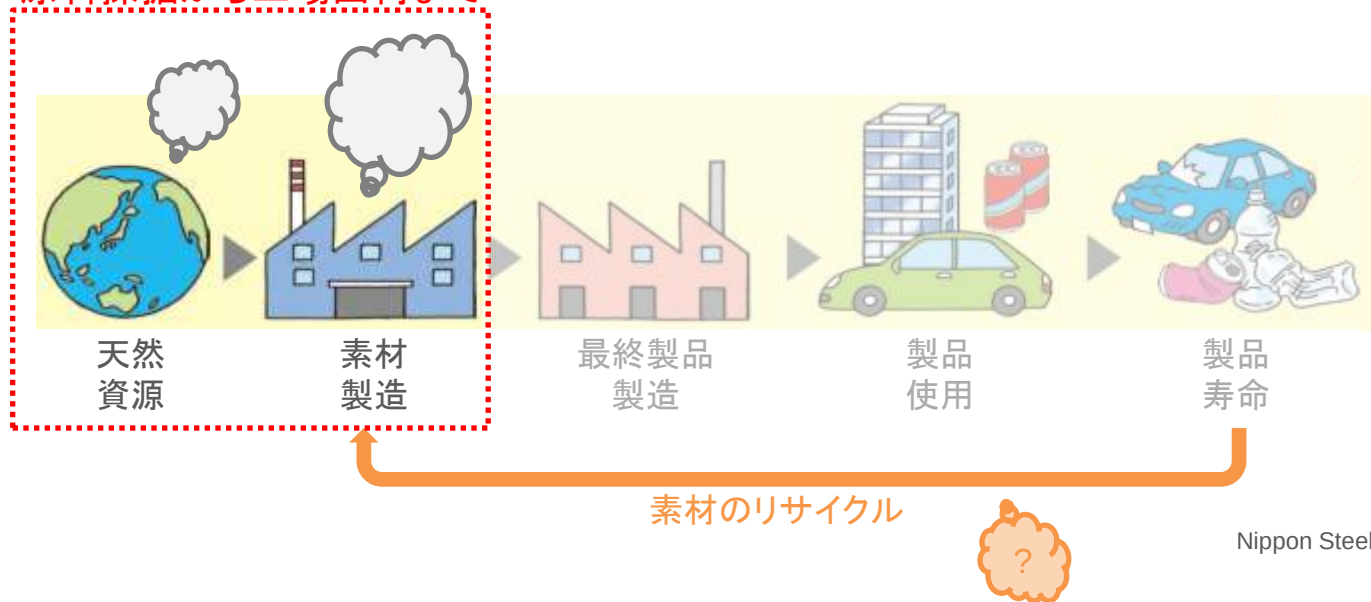
SteelConstruction.info, https://www.steelconstruction.info/File:B_Fig10_2013.png#filelinks

建設素材において、鉄鋼はほとんどがリサイクルされている。

リサイクル効果をどう計算するか？

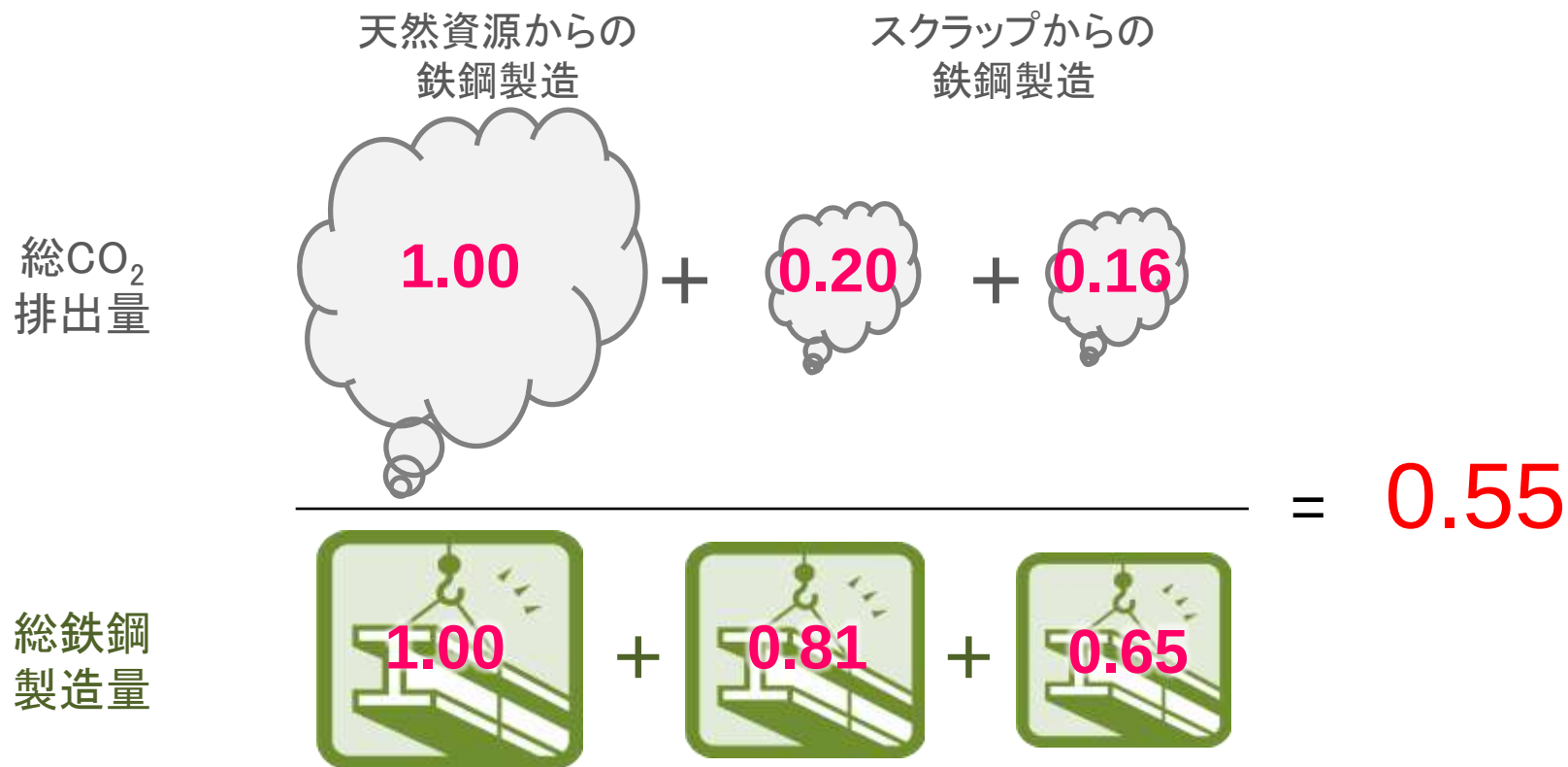
素材のリサイクル効果

原料採掘から工場出荷まで



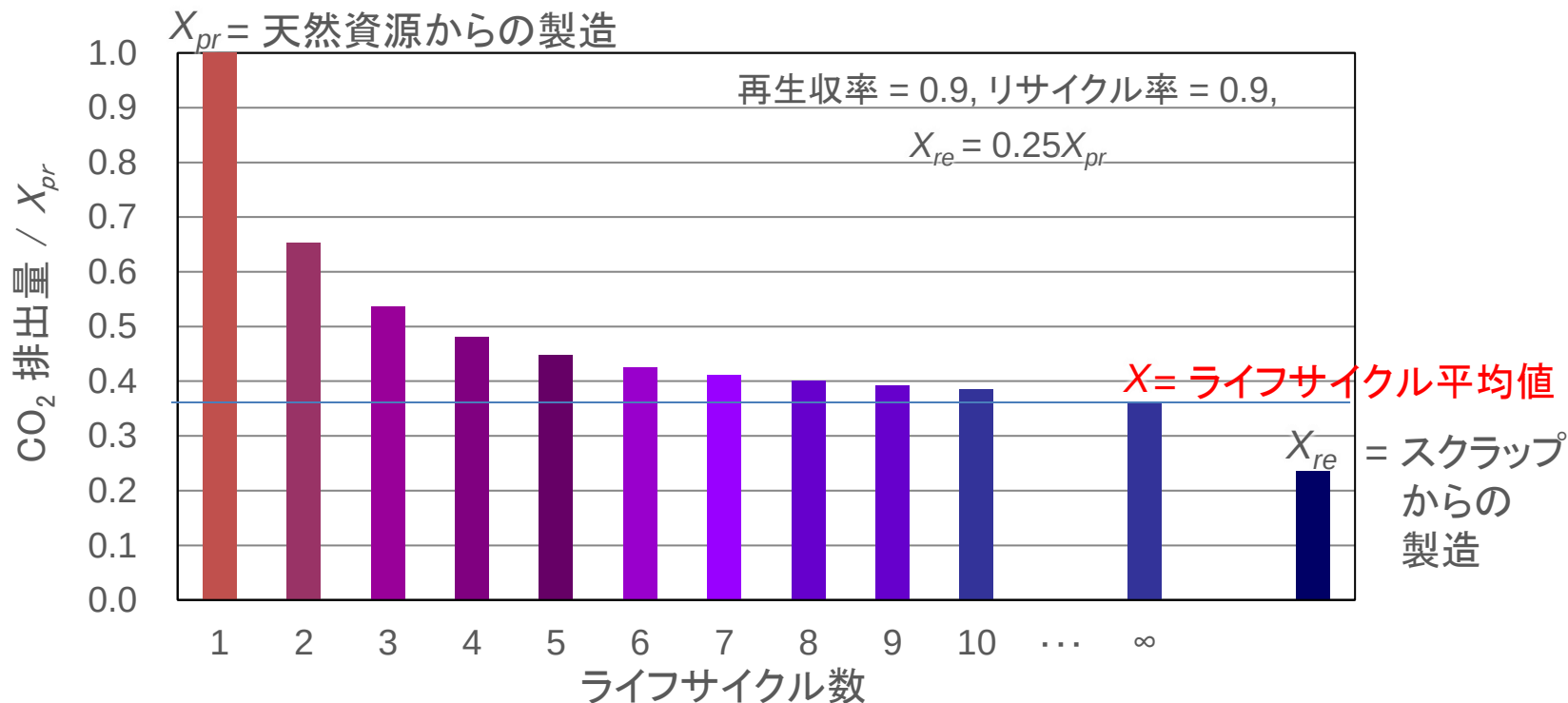
多くの素材は原料採掘から工場出荷までのCO₂ 排出量で計算すればよいが、
クローズドループリサイクルされている鉄鋼の場合は同計算すればよいか？

複数回リサイクルがある場合の計算法（3サイクルまでの場合）²⁰



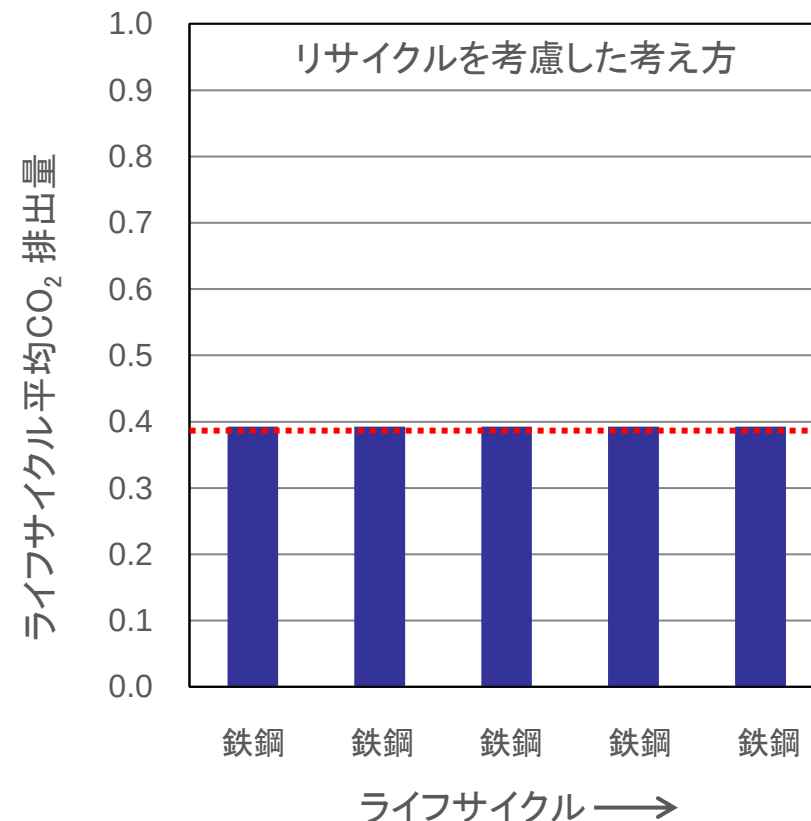
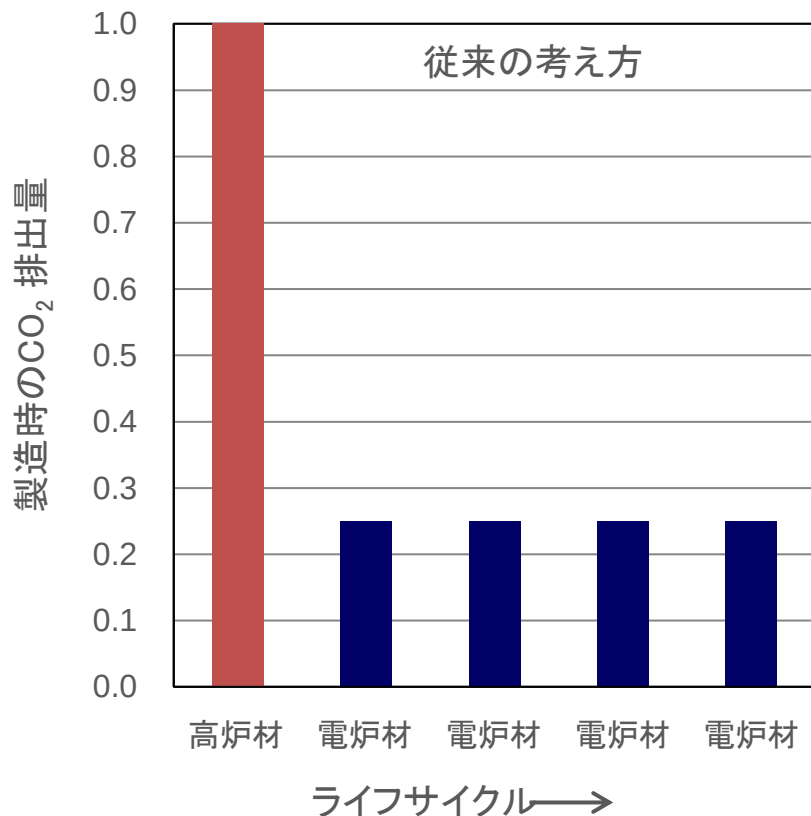
CO₂ 排出量 = 1.0 (鉄鉱石から), 0.25 (スクラップから)
R(リサイクル率) = 0.9, Y(再生収率) = 0.9

複数回リサイクルがある場合のライフサイクル平均CO₂ 排出 ²¹



CO₂ 排出量を複数回リサイクルのライフサイクルの平均で考えると、一定値に収束する。

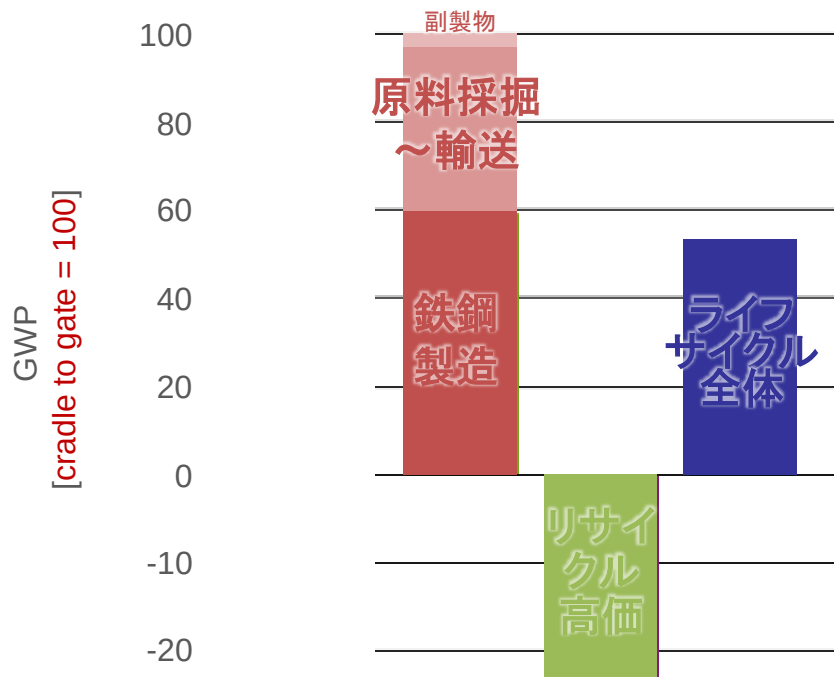
複数回リサイクルがある場合のCO₂ 排出量



クローズドループリサイクルでは、高炉材、電炉材の区別はない。

リサイクルを考慮したCO₂ 排出量

溶融亜鉛めっき鋼板の地球温暖化係数(世界平均値)



worldsteel, Life cycle inventory study, May 2018, P23

リサイクル効果は大きい。
リサイクル効果を考慮するとCO₂ 排出量はかなり小さくなる。

長期温暖化対策ビジョン

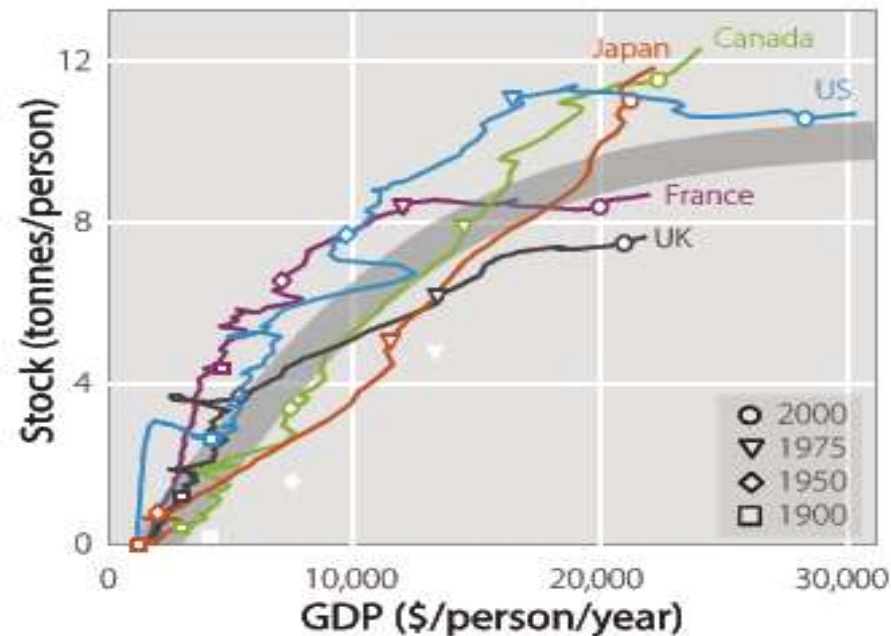
ゼロカーボン・スチールへの挑戦

2018年11月19日

日本鉄鋼連盟

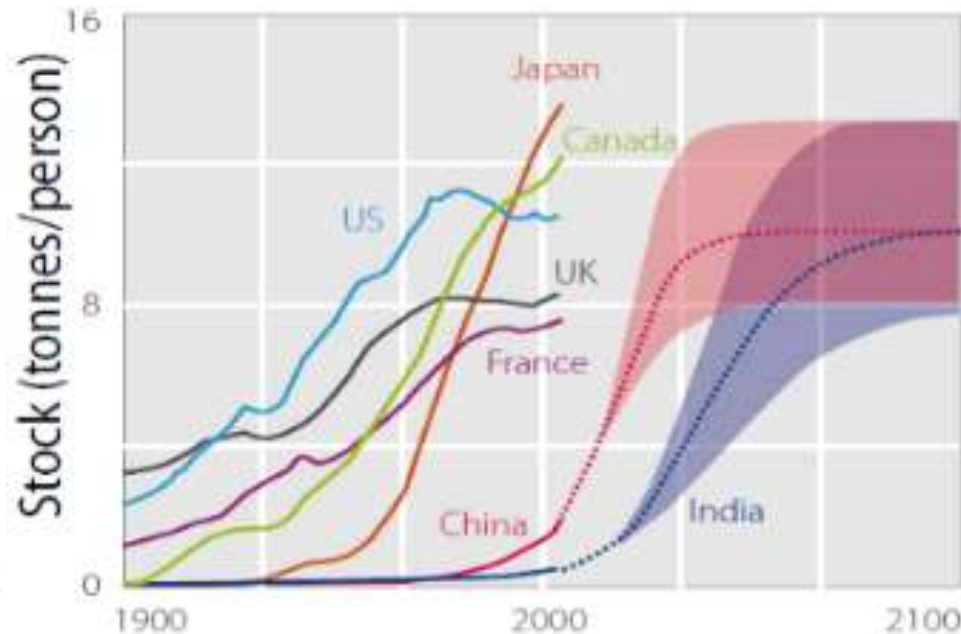
鉄鋼蓄積の推移

一人あたりGDPと一人あたりの鉄鋼蓄積



Muller, et.al, "Patterns of Iron Use in Societal Evolution",
Environ. Sci. Technol. 2011, 45

一人あたりの鉄鋼蓄積の推移

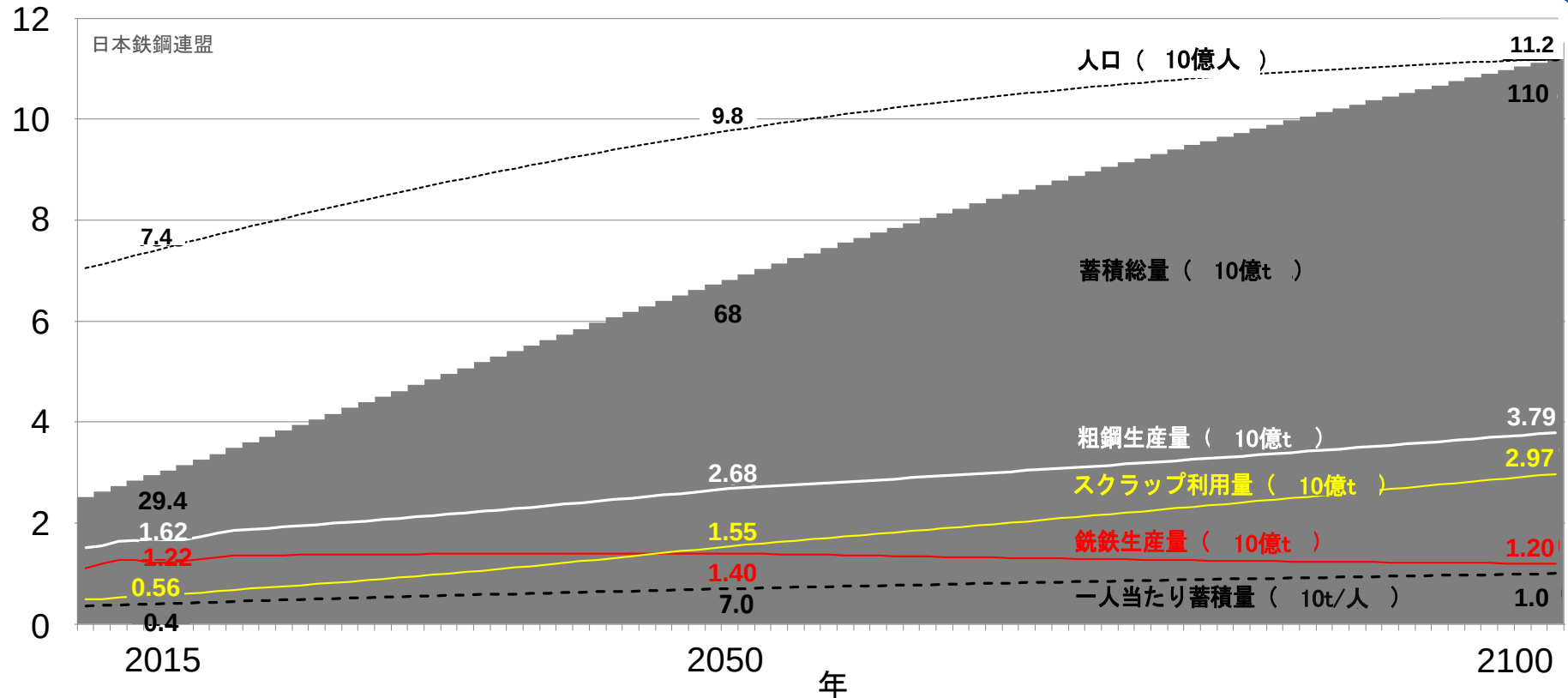


"Sustainable steel: at the core of a green economy",
World Steel Association, 2012

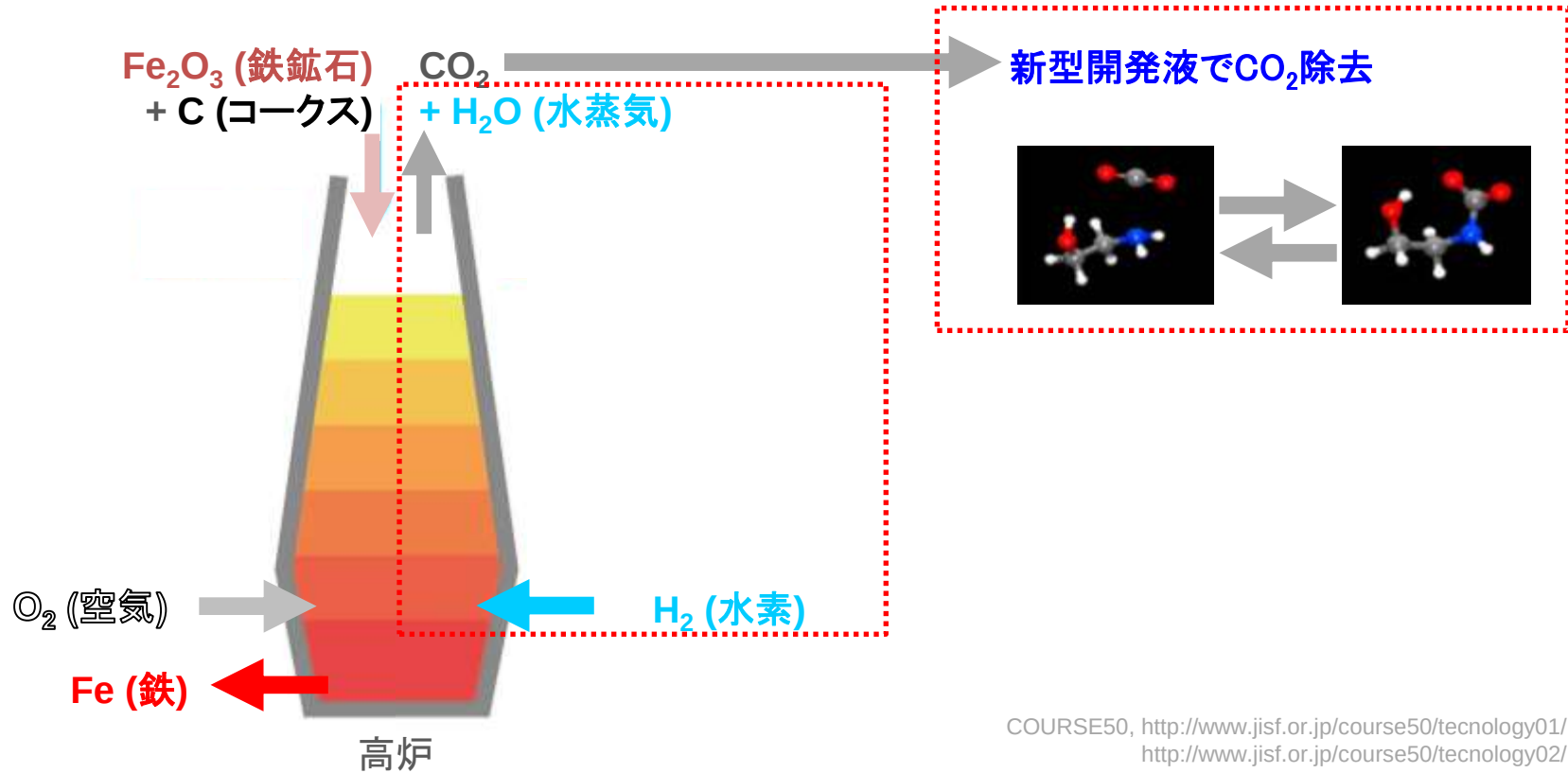
一人あたりの鉄鋼蓄積は約10 t/人で飽和する。

鉄鋼需要と鉄鋼製造

26



天然資源からの鉄鋼製造は今後も必要。どうやって作っていくか？



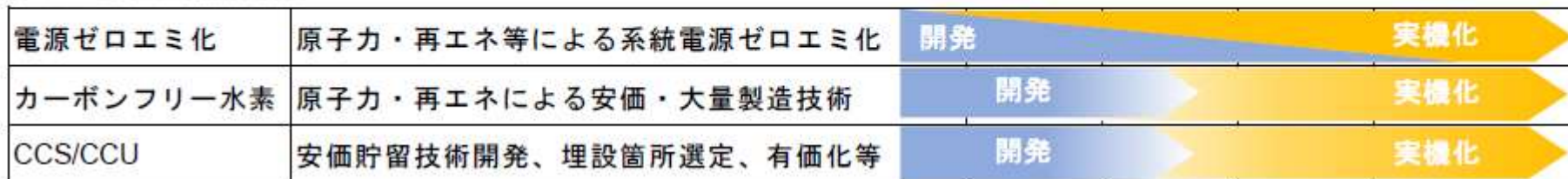
COURSE50では、鉄鉱石の一部を水素で還元するとともに、 CO_2 を新開発の吸収液で取り除く。

COURSE50, <http://www.jisf.or.jp/course50/tecnology01/>
<http://www.jisf.or.jp/course50/tecnology02/>

ゼロカーボン・スチールへの道のり



社会共通基盤技術開発



日本鉄鋼連盟 (2018)

COURSE50はゼロカーボン・スチールへの第一歩となる。

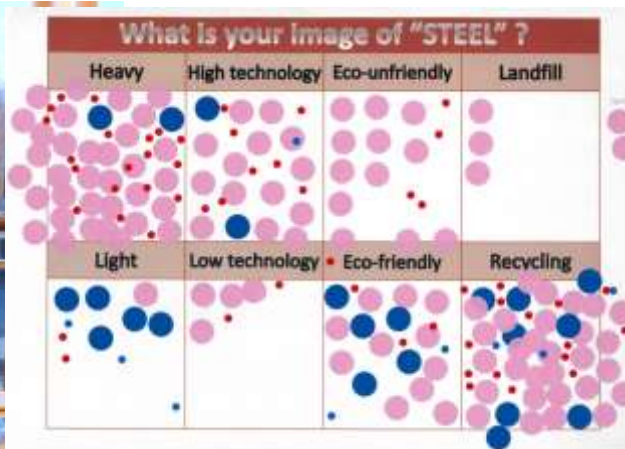
日本鉄鋼連盟による 鉄鋼のサステナビリティ に関する広報活動

日本鉄鋼連盟の活動

1. ISO 20915規格、JIS Q 20915等の発行
2. ISO 20915に準拠(リサイクルを考慮)したEPD用PCRの策定
3. ライフサイクルインベントリデータの収集と日本平均値の公開
4. ビデオでの周知、講演会、セミナー等での発表



Japan Iron and Steel Federation



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取り分けられるため、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、じつは通る時に発生する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、廃棄時の負担もかかりません。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。



Japan Iron and Steel Federation

ご清聴ありがとうございました！