



「鉄の輪がつなく人と地球」 地球環境問題と鉄鋼業界の対応

一般社団法人 日本鉄鋼連盟 建設環境研究会

2016年11月29日



本日の講演内容

1. 鋼材の環境特性

2. 鋼材のLCA

3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み

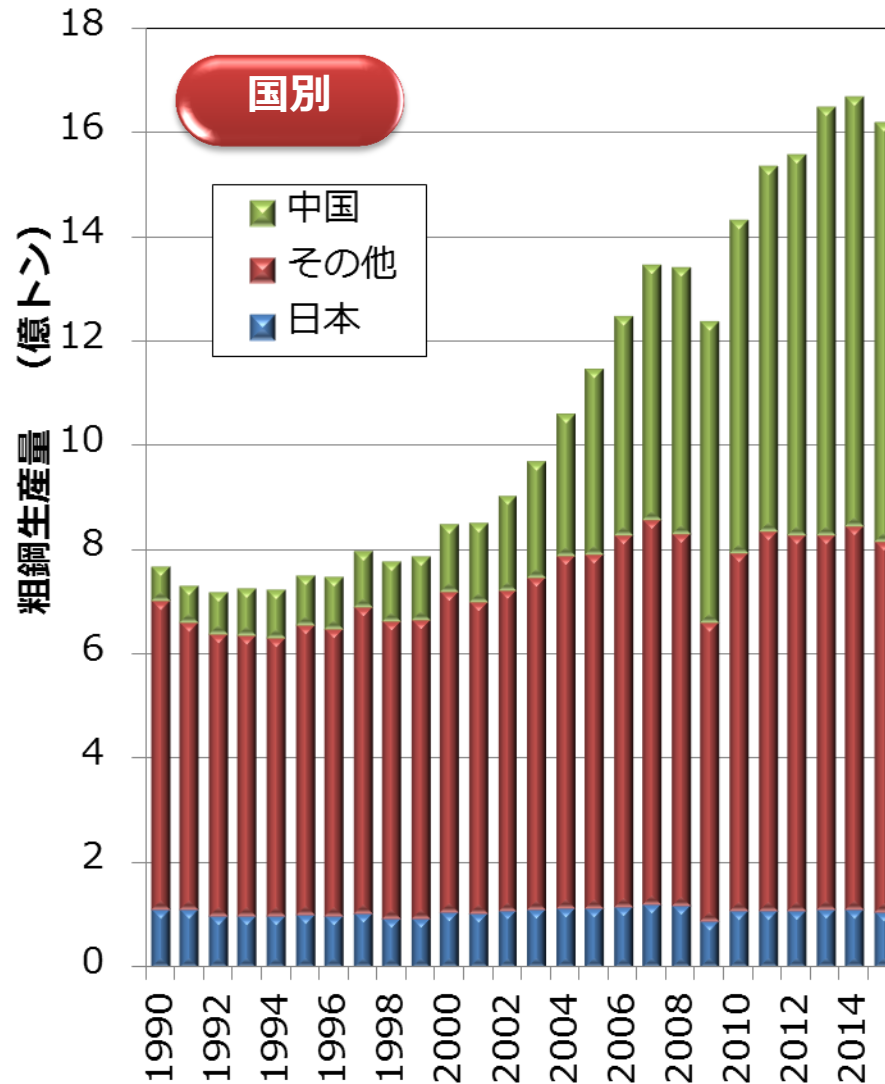


1. 鋼材の環境特性

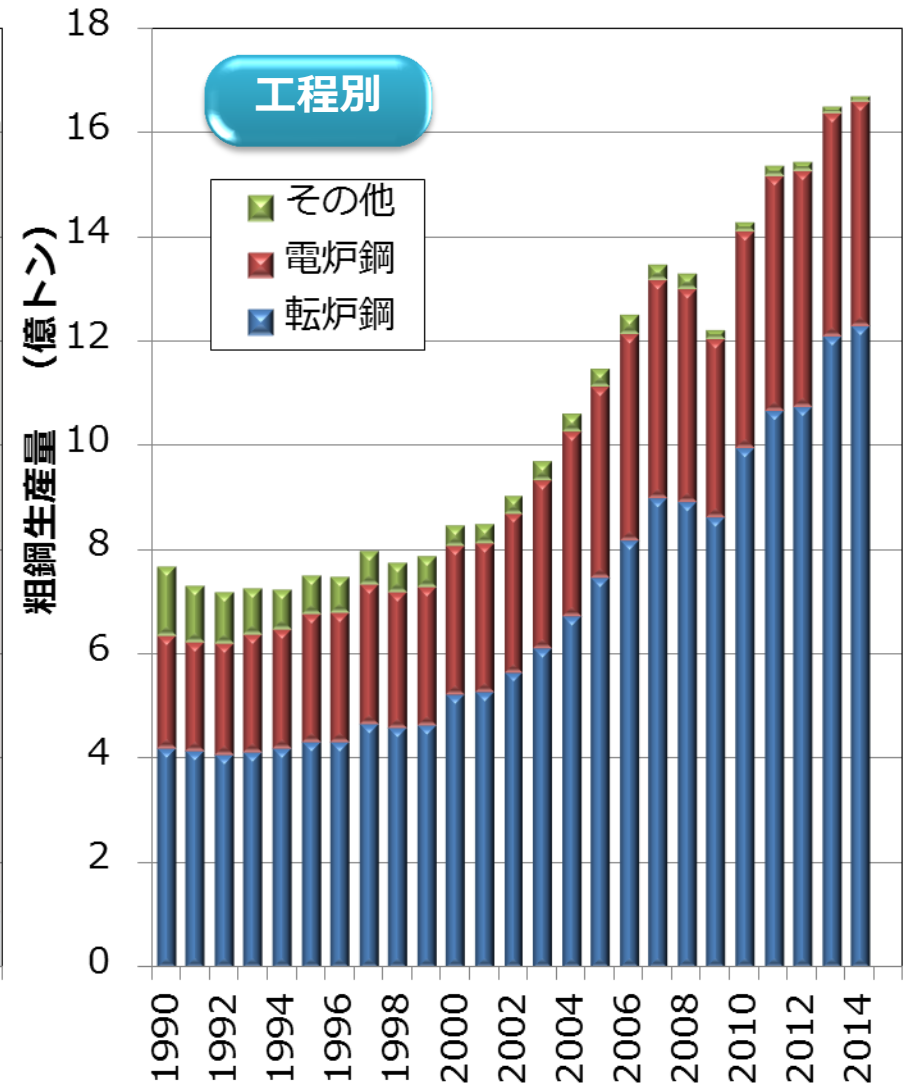
- (1) 世界の鉄鋼生産
- (2) 鉄ができるまで
- (3) 材料のリサイクル
- (4) 鋼材のリサイクル

(1) 世界の鉄鋼生産

粗鋼生産量の推移



出展: Steel Statistical Yearbook



出展: Steel Statistical Yearbook

(2) 鉄ができるまで

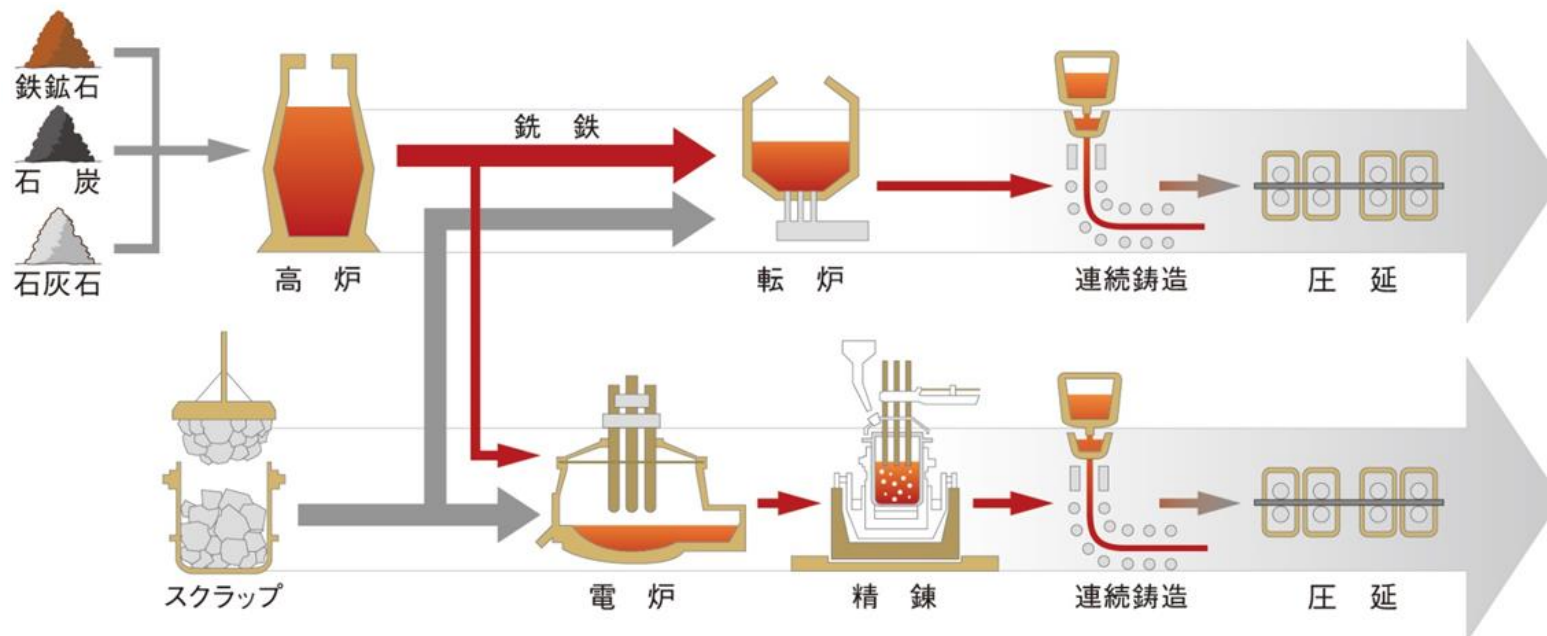
鋼材の製造プロセス

高炉法

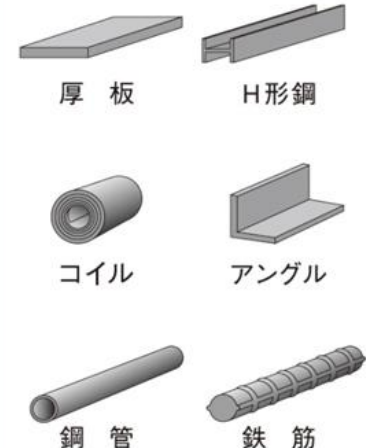
高炉で鉄鉱石を石炭で還元して銑鉄を作り、転炉で炭素を除去して鋼にする。転炉ではスクラップも活用する。

電炉法

電炉でスクラップをアーク熱で融解し、成分を調整する。品質保持のために銑鉄も使用する場合がある。

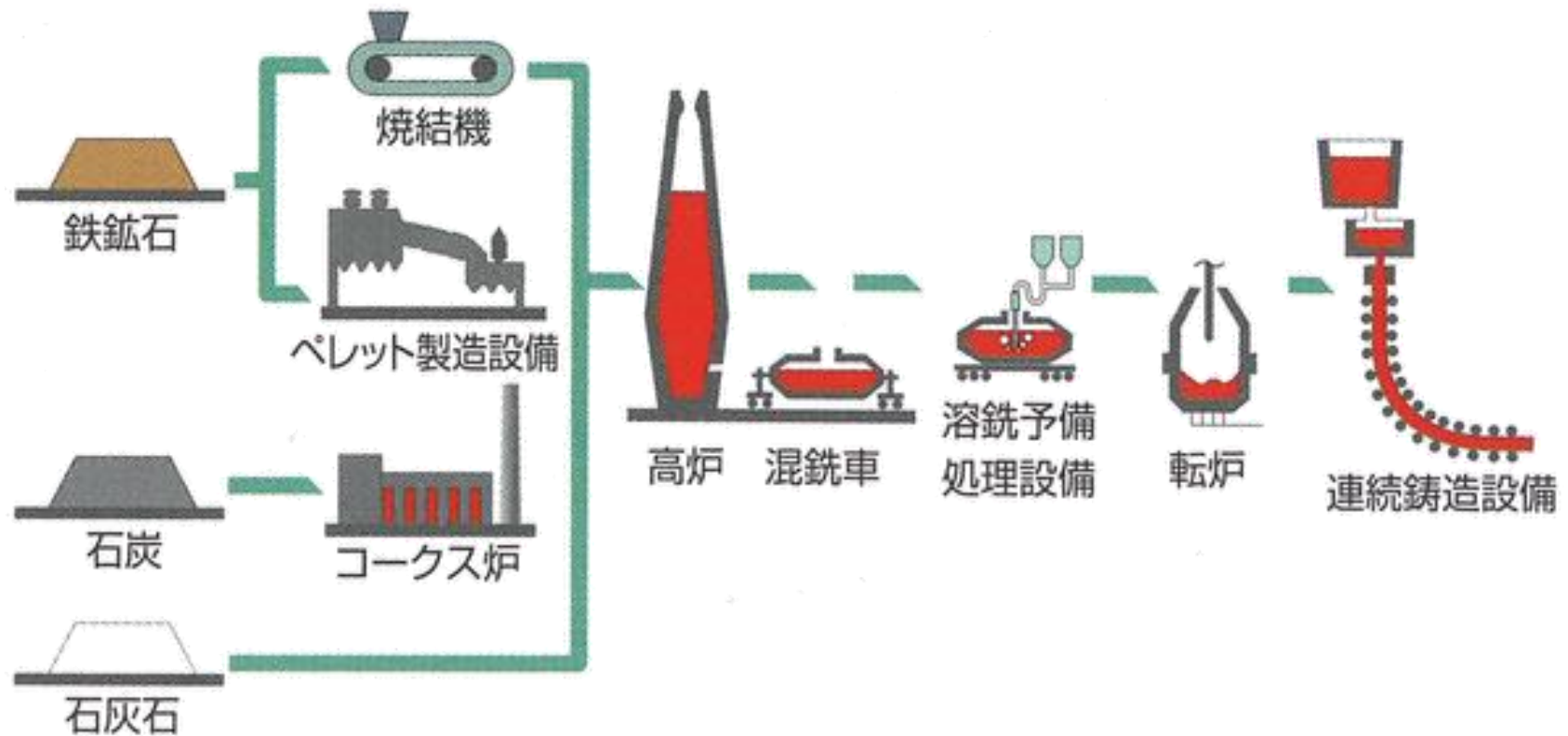


製品



(2) 鉄ができるまで

上工程 : 鋼を作り出す工程

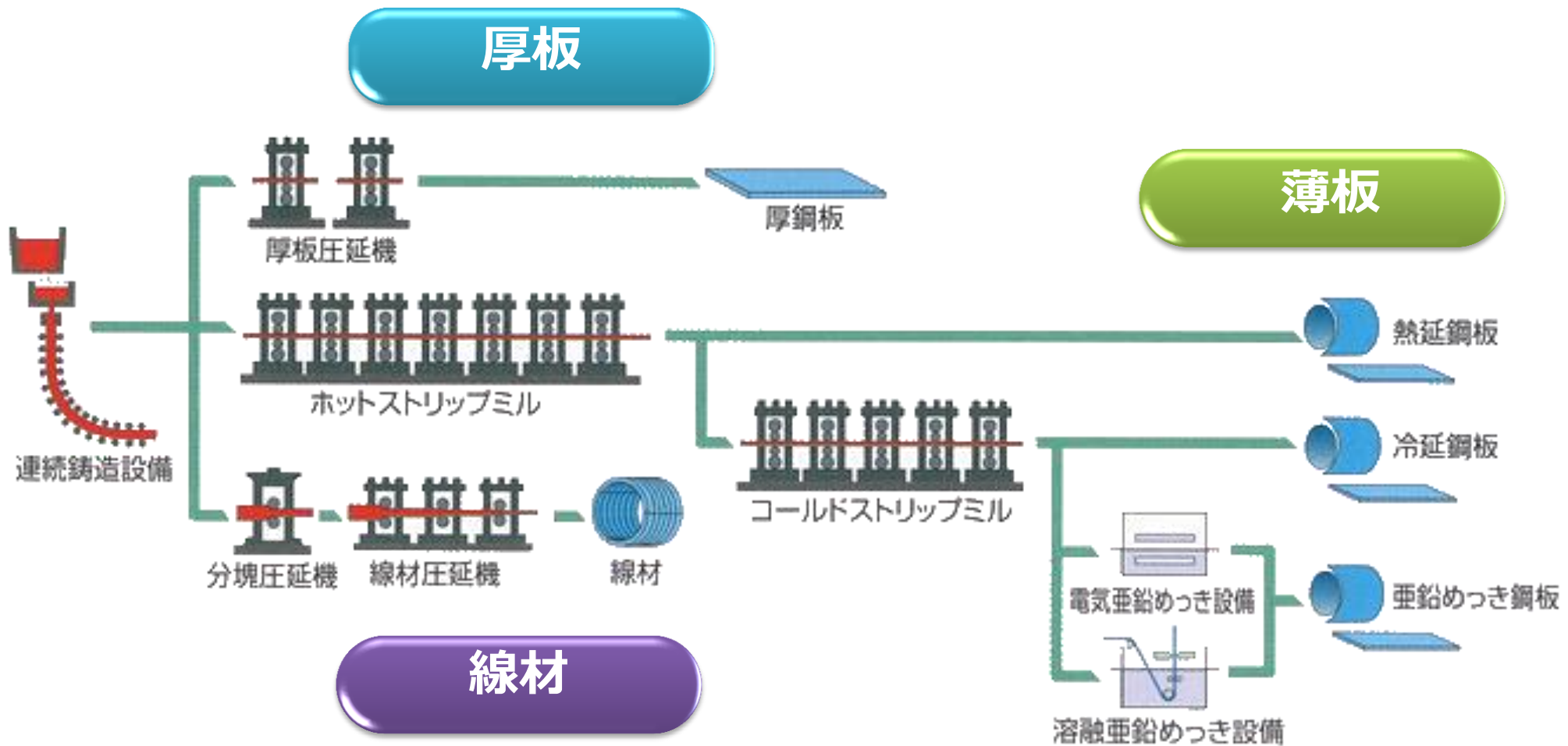


鉄1トンの製造に必要な原料

- 鉄鉱石 1.6トン (鉄の酸化物 Fe: 約65% その他は不純物 (スラグ))
- 石炭 1.0トン (鉄鉱石を炭素 (C) で還元)
- 石灰石 0.2トン (鉄以外の成分 (スラグ) の融点を下げる)

(2) 鉄ができるまで

下工程：製品に加工する工程





1. 鋼材の環境特性

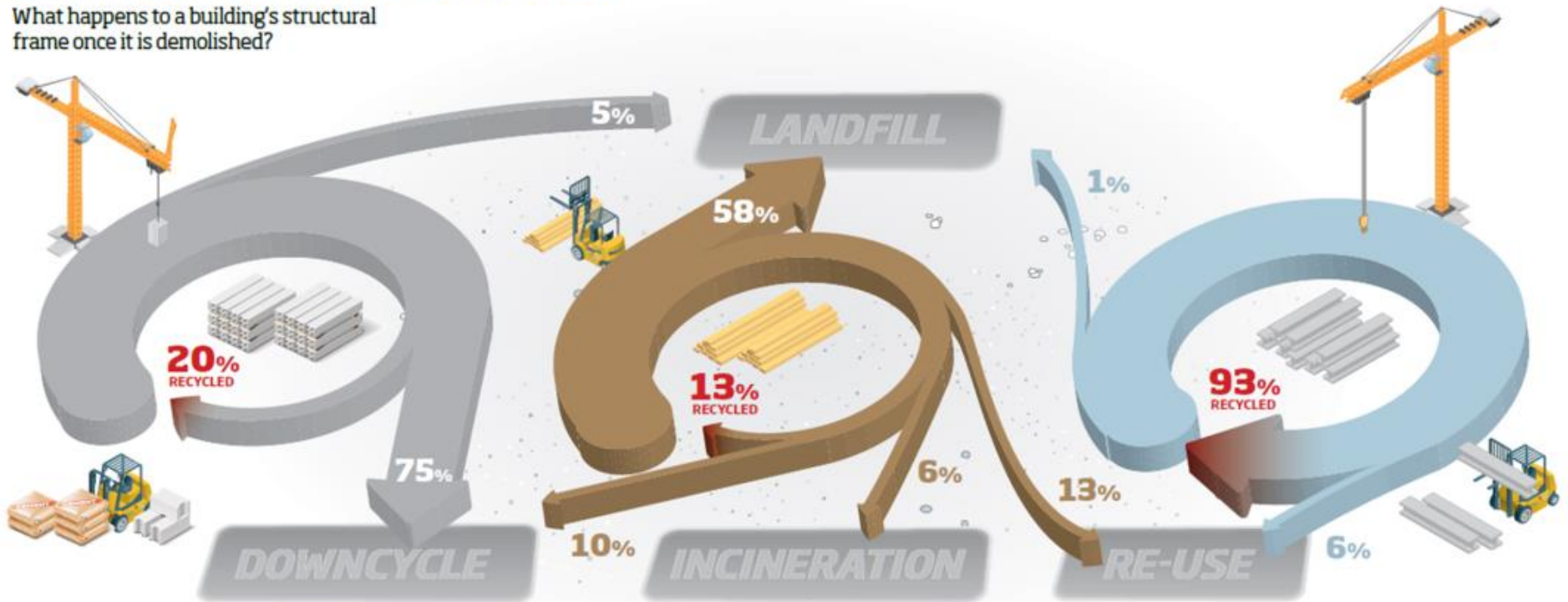


P8

(3) 材料のリサイクル

END-OF-LIFE SCENARIOS

What happens to a building's structural frame once it is demolished?



CONCRETE

TIMBER

STEEL

何度でも
生まれ変わる鉄

容易に
リサイクルが可能

リサイクルされたものは
全て有効活用



(3) 材料のリサイクル

建材（躯体）ごとのリサイクルの違い

マ テ リ ア ル リ サ イ ク ル	クローズド ループ リサイクル (水平リサイクル)	リサイクルのうち、ある素材がリサイクルの前と 同じ用途に利用される場合を示す。 例) 鉄骨・鉄筋（躯体）→鉄骨・鉄筋（躯体）
	カスケード リサイクル (ダウン サイクル)	リサイクルのうち、ある素材がリサイクルの前とは 別の用途に利用される場合を示す。 例) コンクリート（躯体）→コンクリート（路盤材）
サーマル リサイクル		スクラップや廃棄物等を焼却して、熱エネルギーを 回収すること。熱回収ともいう。 (マテリアル リサイクルと区別) 例) 製材・合板（躯体）→燃料



(3) 材料のリサイクル

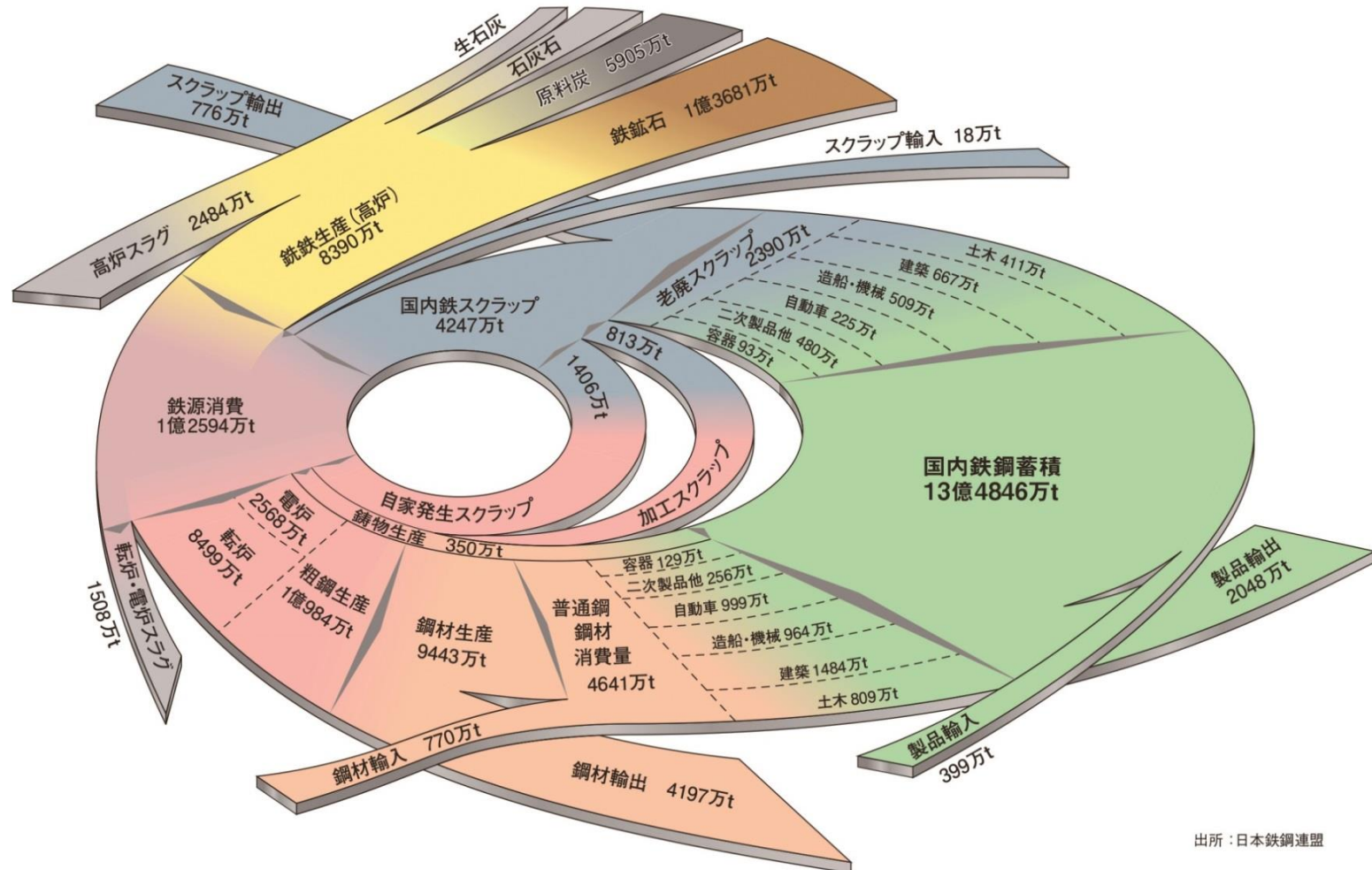
持続可能な材料リサイクルの要件

- (1) 分別が簡単にできること
- (2) 再生利用のための負荷が低いこと
- (3) 経済合理性がありリサイクルシステムが整備されていること
- (4) 多様な製品に再生可能であること
- (5) リサイクルによる材料品質低下が生じにくいこと

(4) 鋼材のリサイクル

我が国における鉄の循環

■ 日本の鉄鋼循環図（2014年度）



出所：日本鉄鋼連盟

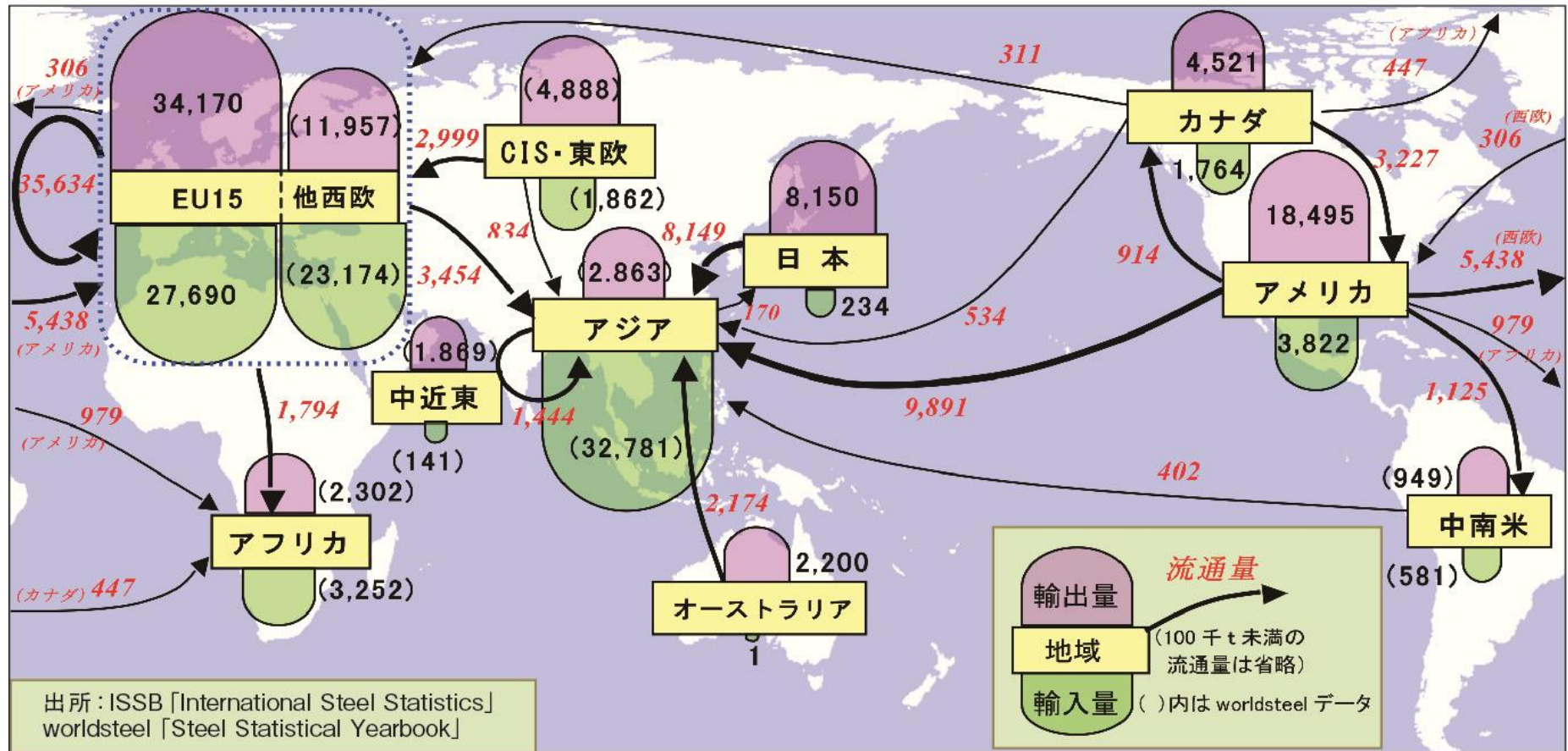
- ・ 鉄鋼スクラップは市場原理に基づき、無駄なく循環している（国内）

(4) 鋼材のリサイクル

世界における鉄の循環

[世界のスクラップ流通図(2013年)]

(単位:千トン)



出所: 日本鉄源協会

・ 鉄鋼スクラップは市場原理に基づき、無駄なく循環している (世界)



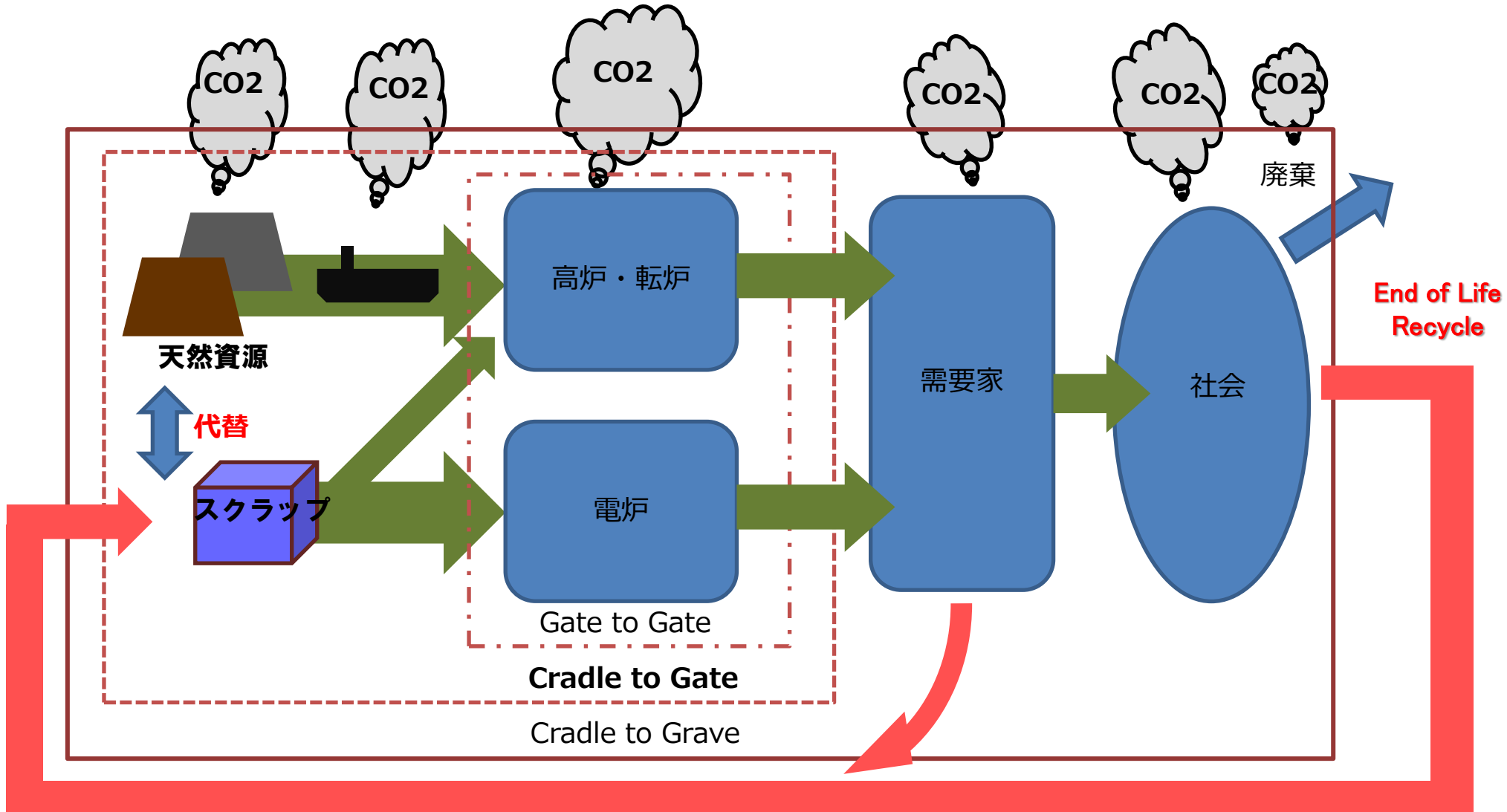
2. 鋼材のLCA

(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

(2) worldsteel のLCA方法論

(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

End of Life Recycle の境界条件





2. 鋼材のLCA

(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

鉄鋼（老廃）スクラップの環境負荷**Scrap LCI**をどう考えるか

1 kg のスクラップを用いて電炉法で作られる**Y kg** の鋼材の環境負荷は、
高炉法で作られる**Y kg**の環境負荷と同等である・・・と考える

Xpr : 高炉法による鋼材のLCI (0%スクラップ前提の理論値)

Xre : 電炉法による鋼材のLCI (100%スクラップ前提の理論値)

Y : 電炉法における鋼材の生産効率 (歩留まり)

Scrap LCI : 鉄鋼スクラップのLCI

とすると、

$$\text{Scrap LCI} + Y \cdot Xre = Y \cdot Xpr$$

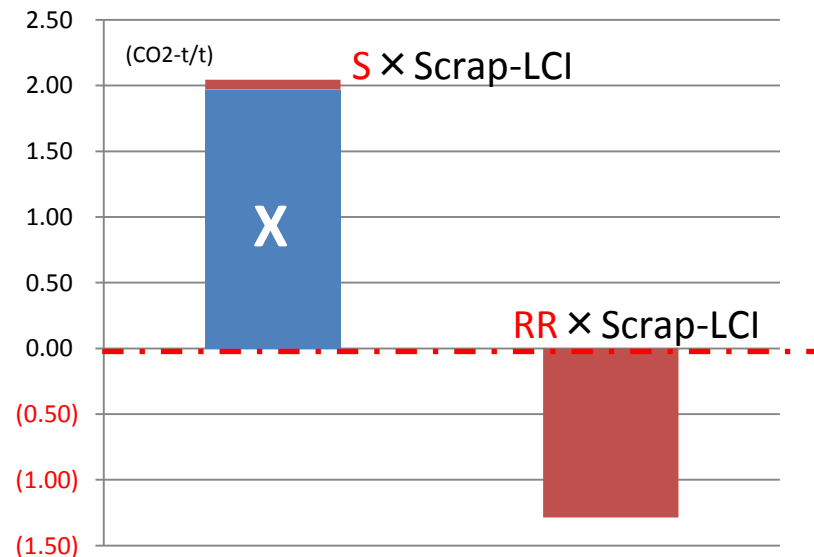
$$\text{Scrap LCI} = (Xpr - Xre) \cdot Y$$

(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

リサイクル効果を考慮した鋼材のLCI E_{ol} は・・・

鋼材の**LCI (X)** (Cradle to Gate) から、スクラップの回収率(**RR**)を考慮した**Scrap LCI**を控除し、かつスクラップ使用率(**S**)に応じた**Scrap LCI**を加算する。

$$LCI_{E_{ol}} = X - RR \cdot \text{ScrapLCI} + S \cdot \text{ScrapLCI}$$



(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

$$LCI_{EoI} = X - RR \cdot \text{Scrap LCI} + S \cdot \text{Scrap LCI}$$

又は、 $\text{Scrap LCI} = (X_{pr} - X_{re}) \cdot Y$ であるから

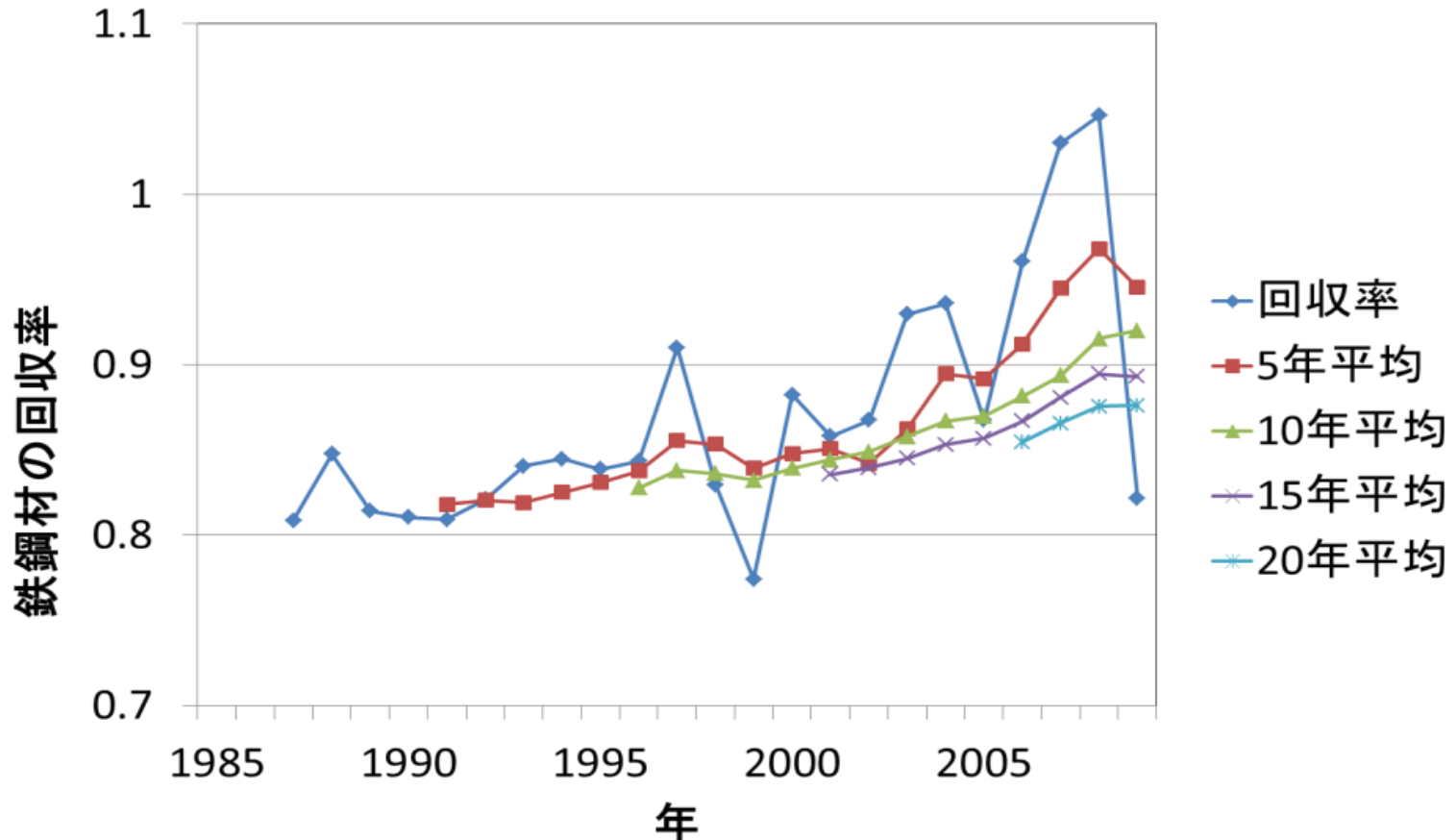
$$LCI_{EoI} = X - (RR - S) \cdot (X_{pr} - X_{re}) \cdot Y$$

LCI_{EoI}	リサイクリング効果を考慮したLCI($\text{CO}_2\text{-kg/kg}$)
Scrap LCI	老廃スクラップのLCI($\text{kg-CO}_2/\text{kg}$)
X	Scrap LCIを考慮しない鉄鋼製品のLCI($\text{kg-CO}_2/\text{kg}$)。
X_{pr}	高炉法による鋼材のLCI。0%老廃スクラップ前提($\text{kg-CO}_2/\text{kg}$)
X_{re}	電炉法による鋼材のLCI。100%老廃スクラップ前提($\text{kg-CO}_2/\text{kg}$)
RR	老廃スクラップの回収率(Recycling Rate kg/kg)
Y	電炉法の生産効率(歩留まり kg/kg)
S	鉄鋼生産過程で使われる老廃スクラップの使用率(kg/kg) ここでは、加エスクラップや自家発生スクラップは対象としない。

(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

回収率 (RR) について

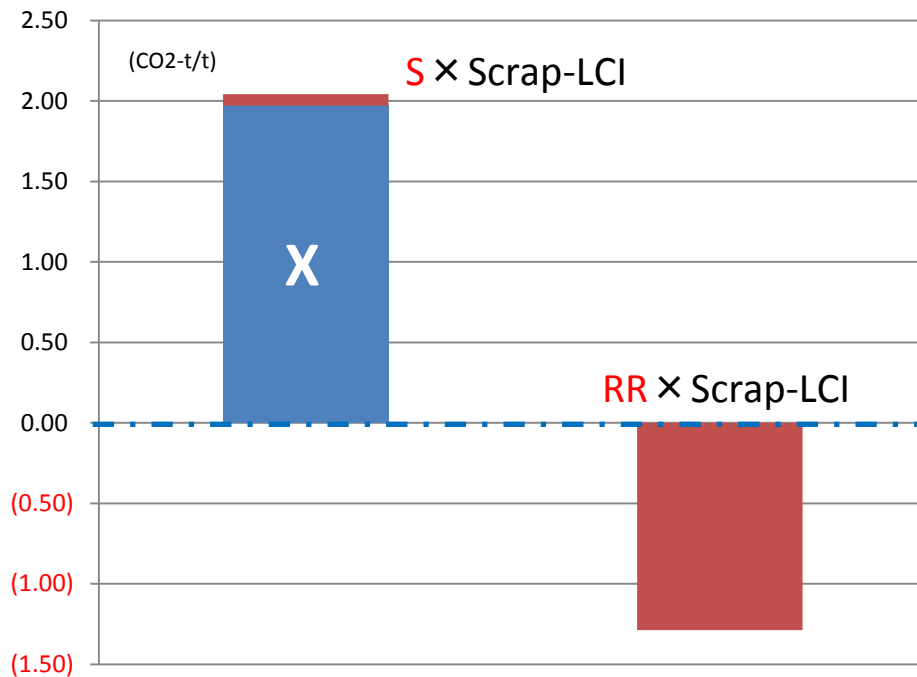
老廃スクラップの発生ポテンシャル (kg/年) に対する老廃スクラップの回収量 (kg/年) の割合 (kg/kg) で示す。回収率は、回収後に老廃スクラップを用いて製鋼される時の歩留まりを含まない。



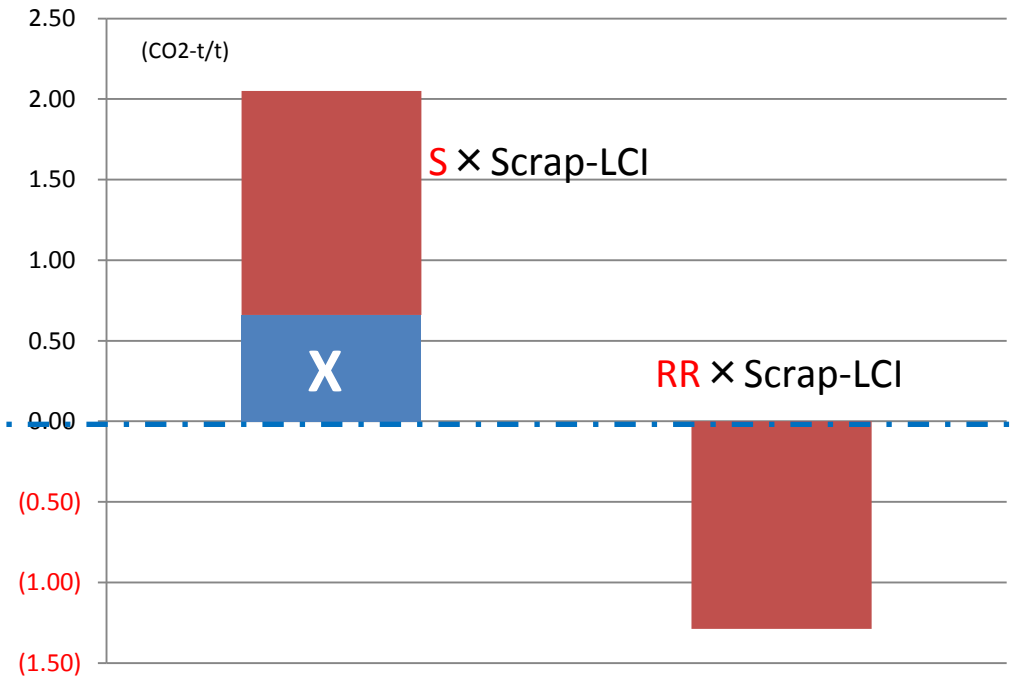
(1) リサイクル効果を考慮した鋼材のLCA

$$LCI_{EoI} = X + S \times \text{Scrap-LCI} - RR \times \text{Scrap-LCI}$$

製鉄所 I (高炉イメージ)



製鉄所 II (電炉イメージ)



	X	RR	X _{pr}	X _{re}	Y	S	LCI _{EoI}
製鉄所 I (高炉イメージ)	1.97	0.88	2.04	0.47	0.93	0.05	0.76
製鉄所 II (電炉イメージ)	0.66					0.95	0.76

Scrap-LCI 1.463



(2) worldsteel LCA方法論

worldsteel LCA方法論の国際規格化

ISO WD 20915: LCI calculation methodology for steel products

■ 経緯

2014年4月 worldsteel LCA-EGにて日本GrよりISO化提案

2015年7月 日本からNWIP(New Work Item Proposal:新規規格提案)提出

2015年10月 NWIP採択

2016年2月 第1回 TC17WG24会議

TC17WG24: 12カ国25エキスパート

コンベナー: IEEJ工藤拓毅研究理事

エキスパート: 日本(3)、ドイツ(3)、オーストリア(1)、英国(1)、フランス(3)、豪州(1)、スウェーデン(1)、韓国(3)、中国(1)、米国(4)、アルゼンチン(3)、イタリア(1)、

リエゾンISO/TC207/SC5

2016年9月 第2回 TC17WG24会議

※ 平成27年度経済産業省予算: 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」にて実行

(2) worldsteel LCA方法論

worldsteel LCA方法論 ISO化へ..

ライフサイクル・アセスメント評価

鉄連提案の鉄鋼製品規格案

ISO、賛成多数で承認

製品や素材のライフサイクル全体を対象に環境負荷度を評価するLCA（ライフサイクル・アセスメント）の考え方を使った鉄鋼製品の評価方法について、ISO（国際標準化機構）の技術委員会は、このほど、日本鉄鋼連盟が提案していた規格案を賛成多数で承認した。同委員会は年明け以降、専門委員会を設置する予定。ISOでの規格化の動きが本格化する。

ISOで鉄鋼の規格を扱う技術委員会「TC17」が先月末、鉄連などが提案していた規格案（新作業項目「N P」提案）について投票を行い、賛成多数で可決した。

LCAに関するISO規格はすでに

リサイクル過程まで網羅

あるが、個別製品を対象とした規格は初めてとなる。また、鉄連が今回提案したのは製品廃棄後のリサイクルまでを網羅する評価手法。こうしたLCA手法のISO化も珍しい。

ISOで承認されたのは「鉄鋼製品

規格化加速、専門委設置へ

2015.11.5
鉄鋼新聞

(2) worldsteel LCA方法論

worldsteel-LCI Data Collection (LCIデータの公表化)

- worldsteelは、同方法論を用いたLCIデータの収集並びに公表を5年ごとに実施
- 日本鉄鋼連盟でもLCIデータの公開を決定（複数社の平均値）
 - 参加事業者：16社（一貫製鉄所4、特殊鋼電炉3、普通鋼電炉9）
 - 参加事業所：26事業所（一貫製鉄所14、特殊鋼電炉3、普通鋼電炉9）
 - 工程数：166工程、16品種（+ステンレス）
 - 鉄源工程：66工程（コークス、ペレット、焼結、高炉、転炉、電炉）
 - 品種工程：100工程（熱延、酸洗、冷延、焼鈍、EGL、CGL、TFS、ブリキ、厚板、UO、ERW、塗装鋼板、形鋼、棒鋼、線材、特殊鋼）
- 日本鉄鋼連盟では、日本の鋼材平均データを、worldsteel LCA方法論と共に積極的に公表していく方針



3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み

- (1) 低炭素社会実行計画
- (2) エコプロセス
- (3) エコソリューション
- (4) エコプロダクト
- (5) 環境調和型製鉄プロセス開発/COURSE50
- (6) 低炭素社会実行計画 フェーズⅡ



3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P24

(1) 低炭素社会実行計画

- これまでの自主行動計画で培ってきた3つのエコとCOURSE50を4本柱とする温暖化対策を、低炭素社会実行計画として推進していく

エコプロセス

それぞれの生産量において想定されるCO₂排出量（BAU排出量）から最先端技術の最大限の導入により2020年度に500万トン-CO₂の削減を目指す

エコソリューション

エコプロセスで培った世界最高水準の省エネ技術を途上国を中心に移転・普及し、地球規模での削減に貢献（2020年度に推定約7,000万トン-CO₂の削減貢献）

エコプロダクト

低炭素社会の構築に不可欠な高機能鋼材の供給を通じて、最終製品として使用される段階において排出削減に貢献

（2020年度に代表的な高機能鋼材により約3,400万トン-CO₂の削減貢献）

革新的製鉄プロセスの開発（COURSE50）

水素による鉄鉱石の還元と高炉ガスからのCO₂分離回収により、生産工程におけるCO₂排出量を約30%削減。2030年頃までに1号機の実機化※、高炉関連設備の更新タイミングを踏まえ、2050年頃までに普及を目指す。

※ CO₂貯留に関するインフラ整備と実機化に経済合理性が確保されることが前提

2020年←2013年

2030年←

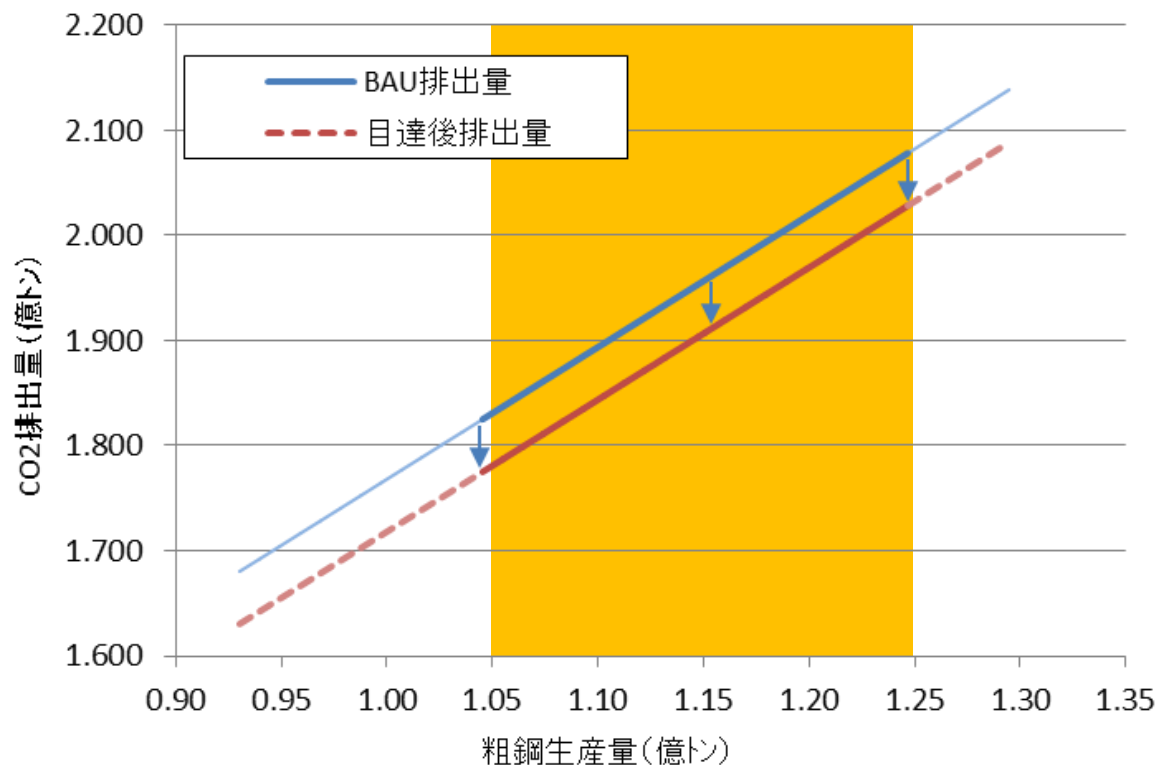


3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P25

(2) エコプロセス

削減目標 (2013 年1 月策定)

2020年に、それぞれの生産量において想定されるCO₂ 排出量 (BAU 排出量) から最先端技術の最大限の導入により500 万 t -CO₂ 削減 (電力係数の改善分は除く)。



※本目標は全国粗鋼生産1.2億トンを基準に±1,000万トンの範囲で約束するもの。上記の着色部分の範囲は、全国粗鋼生産1.1～1.3億トンの時に想定される低炭素社会実行計画参加会社の生産範囲。

※B A Uラインの設定に当たっては、2005年度の製品構成を横這いと想定。

※生産量が大幅に変動した場合は、想定範囲外である可能性があり、その場合にはB A Uや削減量の妥当性については、実態を踏まえて検証する必要がある。



3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P26

(2) エコプロセス

2014年度における取組の結果

【目標の進捗評価】 ※低炭素社会計画参加会社合計

- 粗鋼生産量：1億651万トン（05年度比▽1.5%）
- 14年度粗鋼生産におけるBAU排出量：1億8,644万トン-CO₂ -①
- CO₂排出量（05年度電力排出係数を固定）：1億8,745万トン-CO₂（05年度比▽0.5%） -②
- BAU排出量からの削減実績（②-①）：+101万トン-CO₂（目標比+601万トン）

【2014年度エネルギー消費量・CO₂排出量実績】

- エネルギー消費量：2,264PJ（05年度比▽1.0%）
- CO₂排出量（2014年度のクレジット反映後の電力係数使用）：1億9,180万トン-CO₂（05年度比+1.8%）

【参考：鉄鋼業全体】

- 粗鋼生産量：1億984万トン（05年度比▽2.5%）
- エネルギー消費量：2,340PJ（05年度比▽0.8%）
- CO₂排出量（2014年度のクレジット反映後の電力係数使用）：1億9,655万トン-CO₂（05年度比+2.0%）

※鉄鋼業全体のエネルギー消費量、CO₂排出量は石油等消費動態統計から推計して集計。



3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P27

(2) エコプロセス

2014年度実績の評価

- 2014年度実績は、自助努力による削減は着実に進展しているものの、目標設定において想定できなかった増加要因により、BAUを上回る形となった。

1. 目標策定時に想定した対策の進捗（単位：万トﾝ- CO2）

	目標想定	2014年度	
自助努力による削減 ・コークス炉効率改善 ・発電設備の高効率化 ・省エネ強化	▲300	▲211	・2005年度～2014年度までの9年間で約7割強まで進捗。 ・今後6年間で90万トンの削減を目指す。
・廃プラ等の使用拡大	▲200	0	・▲200万トンは集荷システムの確立を前提としたもの。 ・集荷システム等の問題により、2014年度は2005年度比で集荷量がほぼ横ばいとなったため、CO2削減効果はゼロと整理した。
合計－①	▲500	▲211	

2. 目標策定時に想定できなかった増加要因等（単位：万トﾝ- CO2）

	目標想定	2014年度	
需要構造変化	－	+243	・RITEの生産構成差指数による評価。 ・最終製品の使用段階においてCO2削減に貢献しているものと考えられる。
コークス炉の耐火煉瓦の劣化影響	－	+127	・コークス炉の耐火煉瓦の劣化による原単位悪化が見られる。この要因としては、経年に伴うもの（特に一定の齡超えた炉に顕著な傾向）と、東日本大震災の影響が考えられる。 ・会員各社とも、順次炉の更新に着手をしている。
その他		▲58	・完全な要因解析は困難であるが、操業努力等の要因が考えられる。
合計－②	未織込	+312	

(2) エコプロセス

2005年度以降に実施した主な対策について

1. 次世代型コークス炉（SCOPE21）の導入

新日鐵住金(株)大分製鐵所（2008年）

新日鐵住金(株)名古屋製鐵所（2013年）

2. 発電設備の高効率化

神鋼加古川発電所 1号

ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）（2011年）

君津共同火力発電所 6号機

アブバンスコンバインドサイクル（ACC）（2012年）

鹿島共同火力発電所 5号機

アブバンスコンバインドサイクル（ACC）（2013年）

和歌山共同火力発電所 1号機

アブバンスコンバインドサイクル（ACC）（2014年）

大分共同火力発電所 3号機

アブバンスコンバインドサイクル（ACC）（2015年）

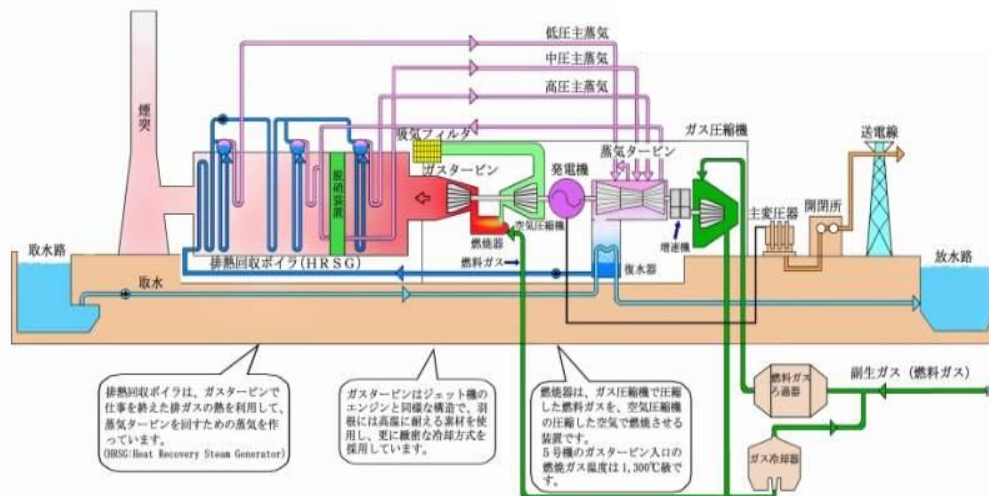
神戸製鋼所加古川発電所 2号機

ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）（2015年）

JFEスチール千葉発電所 西4号機

ガスタービンコンバインドサイクル（GTCC）（2015年）

【アブバンスコンバインドサイクル（ACC）の概要】

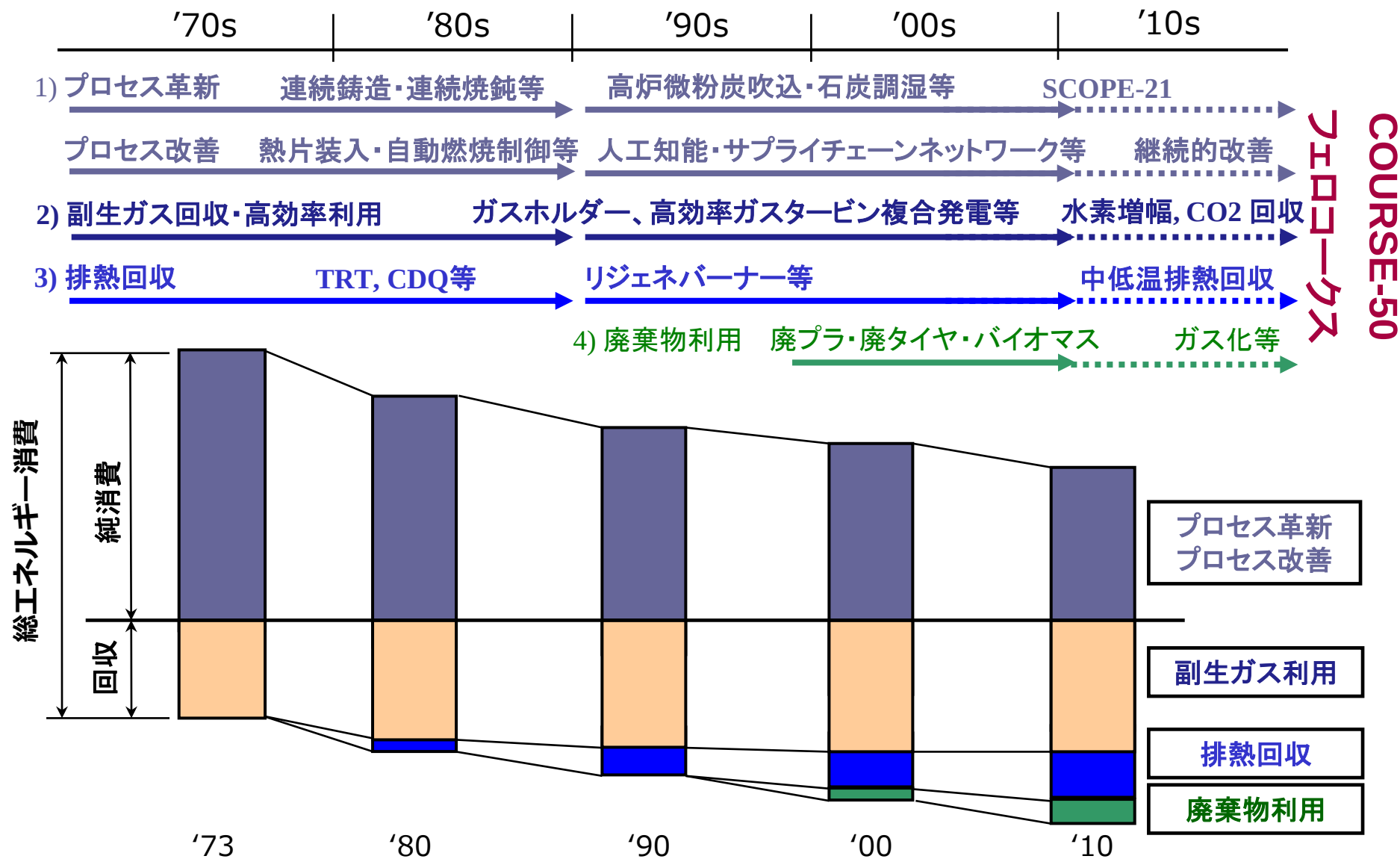




3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P29

(2) エコプロセス

鉄鋼業の省エネルギーへの取組の推移





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P30

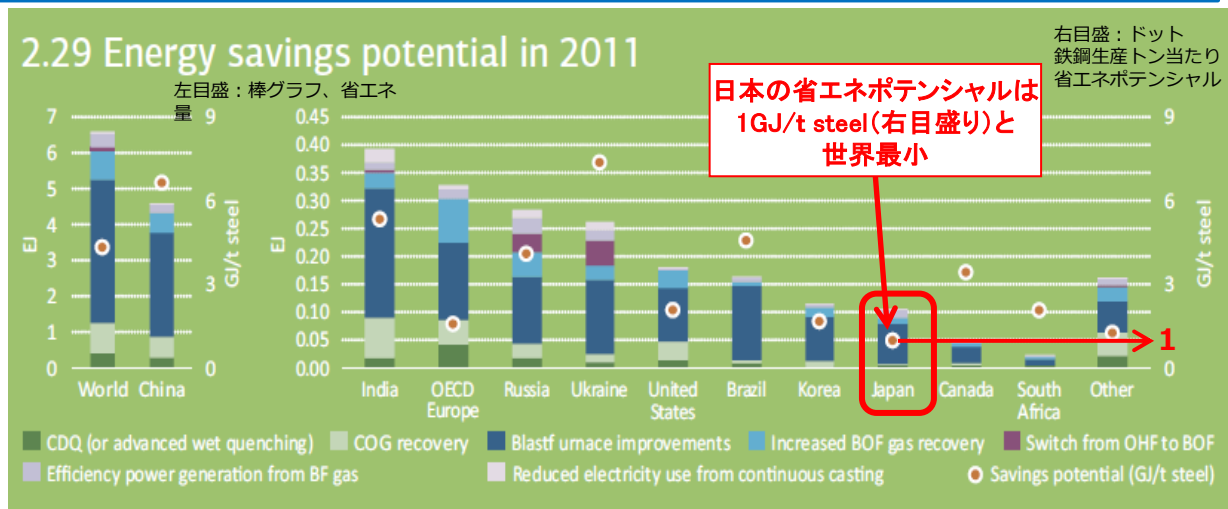
(2) エコプロセス

鉄鋼業のエネルギー効率に関する国際比較

- I E Aの分析では、日本の粗鋼当たりの省エネポテンシャルが世界最小であることが、また、R I T Eの分析では、日本鉄鋼業のエネルギー効率が世界最高水準であることが報告されている。これらの分析は、日本鉄鋼業において、既存技術はほぼ全ての製鉄所で設置され、省エネ対策の余地が少ないことを示している。

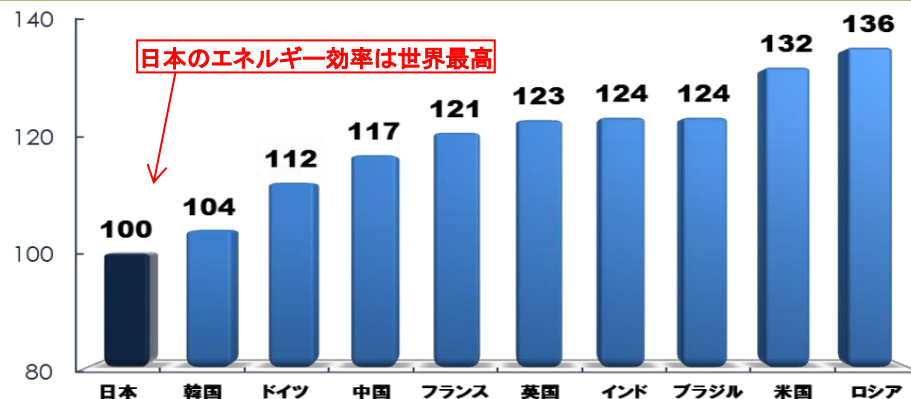
鉄鋼業の省エネポテンシャル国際比較 (2011年時点)

出所：IEA『Energy Technology Perspective 2014』



鉄鋼業のエネルギー効率国際比較 (2010年時点)

出所：RITE『2010年時点のエネルギー原単位の推計』
(指数化は日本鉄鋼連盟)



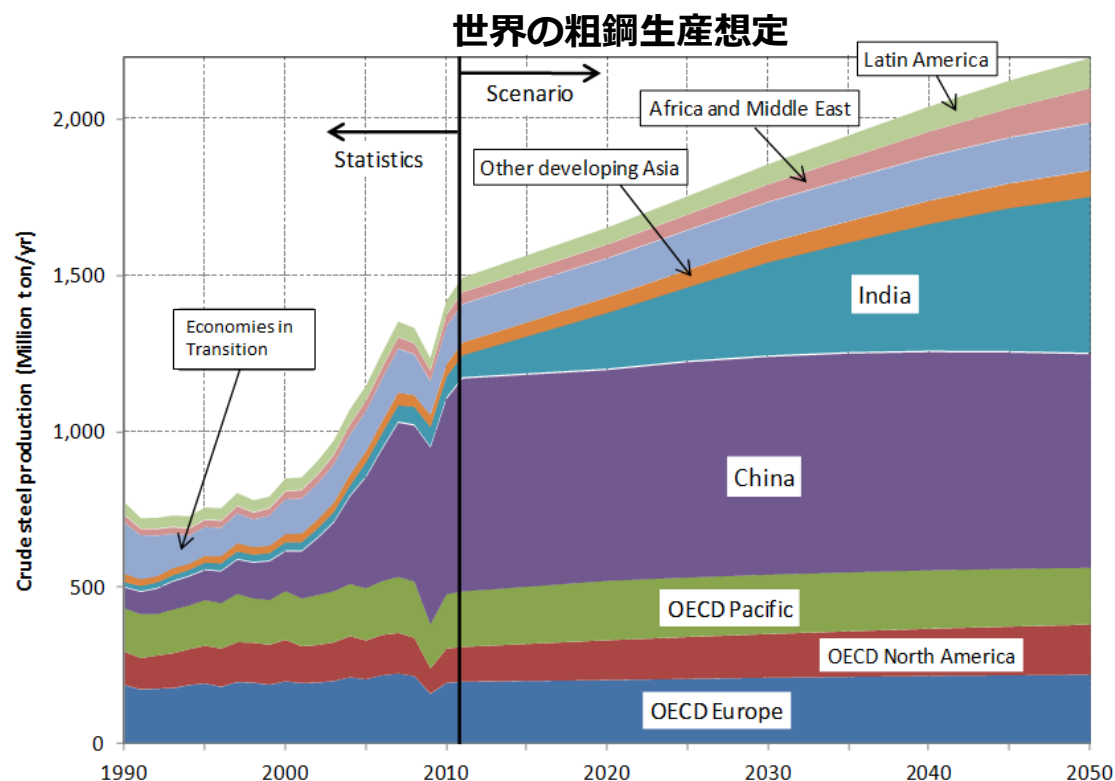


3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P31

(3) エコソリューション

エコソリューション拡大の重要性

- 世界の鉄鋼需要は今後、新興国を中心に伸びるとみられ、それに伴い鉄鋼生産も増加し、RITEによれば、2050年における全世界の粗鋼生産量は22億トンと想定されている（2014年実績16.7億トンの約1.3倍）。
- 鉄鋼需要が拡大する中で、CO₂排出量をミニマム化する方法は技術以外にはなく、世界最高水準のエネルギー効率を達成した日本からの省エネ技術の移転・普及の取組みは、実効性のある地球温暖化対策として益々重要である。



出所：RITE『脱地球温暖化と持続発展可能な経済社会実現のための対応戦略の研究—ALPS7°プロジェクト』（2011年4月）より抜粋



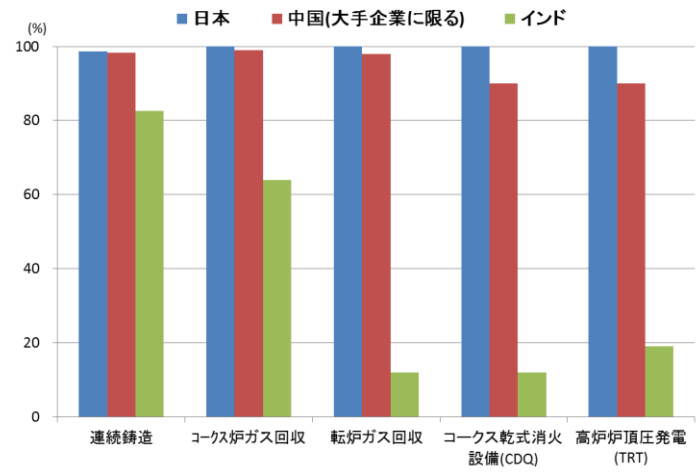
3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P32

(3) エコソリューション

技術の移転普及による削減効果

- 世界の粗鋼生産の5割弱を占める中国や、更なる生産拡大が見込まれるインドにおいて、主要省エネ設備の普及の余地は十分ある。
- 日本鉄鋼業において開発・実用化された主要な省エネ技術について、これまでに日系企業によって海外に普及された技術のCO₂削減効果は、CDQ、TRTなどの主要設備だけでも、中国、韓国、インド、ロシア、ウクライナ、ブラジル等において、合計約5,300万t-CO₂/年にも達している。

高炉メーカーにおける主要省エネ設備の普及率



各国が導入した日本の省エネ設備による削減効果
(万t-CO₂/年)

	設置基数	削減効果
CDQ（コークス乾式消火設備）	90	1,671
TRT（高炉炉頂圧発電）	59	1,071
副生ガス専焼GTCC	47	1,634
転炉OGガス回収	21	792
転炉OG顕熱回収	7	85
焼結排熱回収	6	88
削減効果合計		5,340

(注)連続鋳造は3か国とも高炉・電炉メーカー等を含む(連続鋳造生産の合計÷粗鋼生産の合計、2014年時点)。その他の設備については、日本は2014年度時点、中国のコークス炉ガス回収と転炉ガス回収は2014年時点、CDQとTRTは2010年時点、インドは2000年時点。

(出所) 日本: 日本鉄鋼連盟

中国: コークス炉ガス/転炉ガス回収⇒中国鋼鉄工業協会(CISA)、CDQ⇒冶金報(2012/11/27)、TRT⇒王維興(中国金属学会)「2010年重点鉄鋼企業能耗述評」『世界金属導報』(2011/3/8)

インド: Diffusion of energy efficient technologies and CO₂ emission reductions in iron and steel sector(Oda et al. Energy Economics, Vol.29,No.4, pp.868-888,2007)より、鉄連編集



3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P33

(3) エコソリューション

エコソリューションを支える国際連携の活動推移

2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 →

日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術交流会 (2005~)

日印鉄鋼官民協力会合 (2011~)

日ASEAN鉄鋼官民
協力会合 (2013~)

2 国間・地域連携

多国間連携

APP鉄鋼TF (2006~2010)
APP: Asia Pacific

GSEP鉄鋼WG (2010~)
GSEP: Global Superior Energy Performance Partnership

ENCO (~2009)
Environment Committee

EPCO (2010~2013)
Environmental Policy Committee

ECO (2014~)
Environment Committee

“CO2 Breakthrough Program” : COURSE50として参画 (2003~)

CO2 data collection (2007~)

国際連携(worldsteel)

ISO14404※の開発 (2009~2013)
2013年3月に発行

※「鉄鋼CO2排出量・原単位計算方法」を記述したISO規格



3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P34

(3) エコソリューション

日本鉄鋼業の省エネ分野における国際貢献

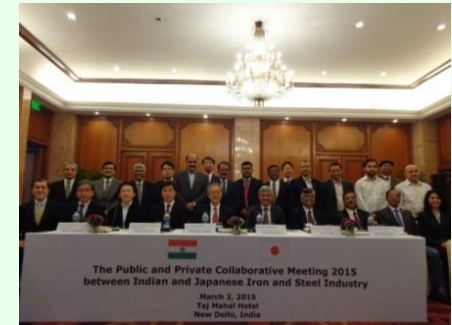
1. 中国 – 日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術交流会 (2005年～)

- 鉄鋼業における国際連携の礎であり、2005年7月に日中トップで覚書締結以降、定期的に専門家による技術交流会を実施。
- 2015年10月に、4年ぶりに第7回交流会を北京にて開催。日中両国から関係者100名以上の参加を得て、両国の省エネの経験や最新の省エネ設備等につき、意見交換を実施。



2. インド – 日印鉄鋼官民協力会合 (2011年～)

- 2011年より日印鉄鋼業の官民の省エネ専門家が集う「日印鉄鋼官民協力会合」を計5回実施。
- ISO14404を用いた製鉄所診断、インドにふさわしい省エネ技術を網羅した技術カスタマイズドリストの策定、日本の省エネ技術メーカーによる技術セミナー等を実施し、インドへの日本鉄鋼業の省エネ技術導入を支援。



3. アセアン – 日アセアン鉄鋼官民協力会合 (2013年～)

- 2014年5月に、日本鉄鋼連盟とASEAN鉄鋼評議会(AISC)との間で、環境・標準化・通商の3分野における交流促進に関する覚書を締結。
- 環境分野では、これまで官民協力により、製鉄所省エネ診断、技術カスタマイズドリスト作成、官民ワークショップ等を実施。





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P35

(3) エコソリューション

ISO50001の取得

- ISO 50001は、2011年6月に発行されたエネルギーマネジメントシステムの国際規格。
- 当連盟は2014年2月20日、自主行動計画/低炭素社会実行計画における地球温暖化対策、省エネへの取り組みにより、産業団体として世界初のISO 50001認証を取得した。
- 今回の認証取得によって、産業界の自主的取組みが国際規格の要求事項に照らしても「透明性、信頼性、実効性」を有していることが改めて証明された。

日本鉄鋼連盟におけるエネルギーマネジメントシステム

ISO50001登録証





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P36

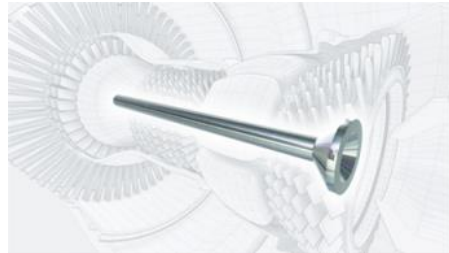
(4) エコプロダクト

省エネ・CO₂削減に貢献する日本の工業製品

- 我が国の製造業が先頭に立って開発し、実用化してきた、低燃費自動車や高効率発電設備・変圧器をはじめとする多くの工業製品は、その高いエネルギー効率により、これまで国内外において、省エネやCO₂削減に大きく貢献してきた。
- これらの開発・実用化において、日本鉄鋼業は製造業との間に、さまざまな機能を備えた鋼材の開発・供給を通じた密接な産業連携を構築し、これら高機能鋼材は、製品の機能向上に不可欠なパーツとして、需要家から高い信頼を得ている。

▶ 航空機用部品

高強度かつ靱性に優れたジェットエンジンシャフトにより最大推力UP⇒航続距離向上・燃費向上



▶ ハイブリッドカー/電気自動車用モーター

高効率無方向性電磁鋼板による燃費向上・高出力・小型軽量化



▶ 自動車・産業機械部品

高強度歯車用鋼による変速機の多段化・小型軽量化⇒燃費向上



▶ ボイラーチューブ

高温・腐食に強い鋼管により発電効率が向上



▶ サスペンションギア (懸架バネ)

過酷な環境で使用される弁バネ・懸架バネの強度向上により、自動車の軽量化、低燃費化に貢献



▶ 発電機用部品

高温・高速回転の過酷な条件下で活躍する高効率発電用タービンの要





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P37

(4) エコプロダクト

低炭素製品・サービス等による他部門での貢献

低炭素製品・サービス等	当該製品等の特徴、 従来品等との差異など	削減見込量 (2020年度)
自動車用高抗張力鋼板	従来鋼板より鋼板の板厚を薄くすることにより 車体の軽量化が可能	1,487
船舶用高抗張力鋼板	従来鋼板より鋼板の板厚を薄くすることにより 船体の軽量化が可能	283
ボイラー用鋼管	従来鋼管より高温強度が上がるため、 高温高圧での発電が可能	660
方向性電磁鋼板	従来鋼板より鉄損が減少するため、 送電ロスの低減が可能	988
ステンレス鋼板	普通鋼鋼板より 車体の軽量化が可能	30
		3,448

算定根拠、データの出所など

- 日本エネルギー経済研究所による、高機能鋼材の製造段階から、それを利用した製品の使用段階までを対象としたLCA 的評価に基づく算定。

(4) エコプロダクト

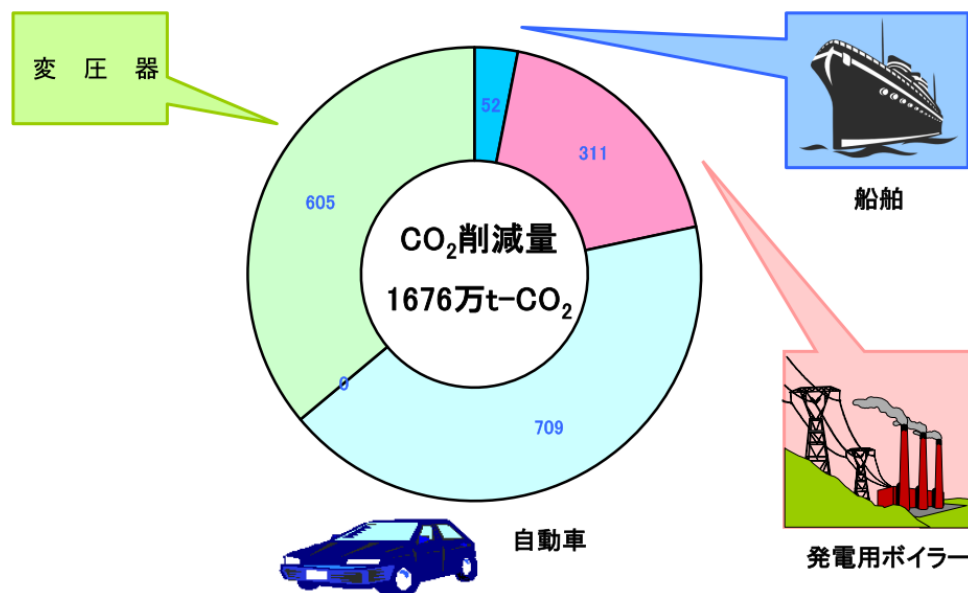
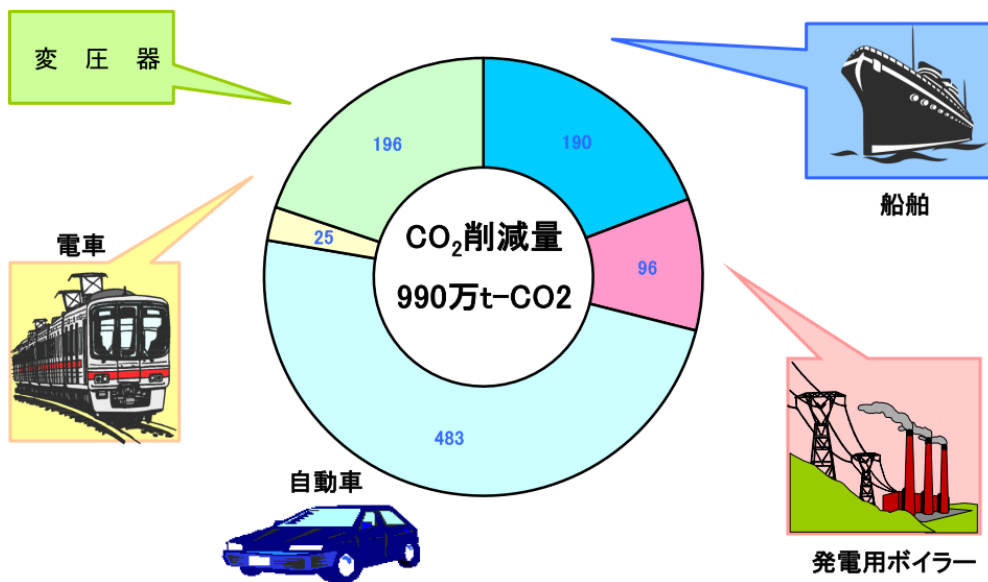
代表的高機能鋼材の貢献に関する定量評価

- 高機能鋼材の定量的な貢献については、2001年度に鉄連内に、ユーザー産業団体、日本エネルギー経済研究所、政府が参加する委員会を設置し評価手法を確立、以降、毎年の実績をフォローしている。
- 定量的に把握している代表的な5品種（2014年度生産量730万トン、粗鋼生産比6.6%）に限定した国内外での使用段階でのCO₂削減効果は、2014年度断面において国内使用鋼材で990万トン-CO₂、輸出鋼材で1,676万トン-CO₂、合計2666万トン-CO₂に達している。

代表的な5品種によるCO₂削減効果（2014年度断面）

国内：990万トン

海外：1,676万トン





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P39

(4) エコプロダクト

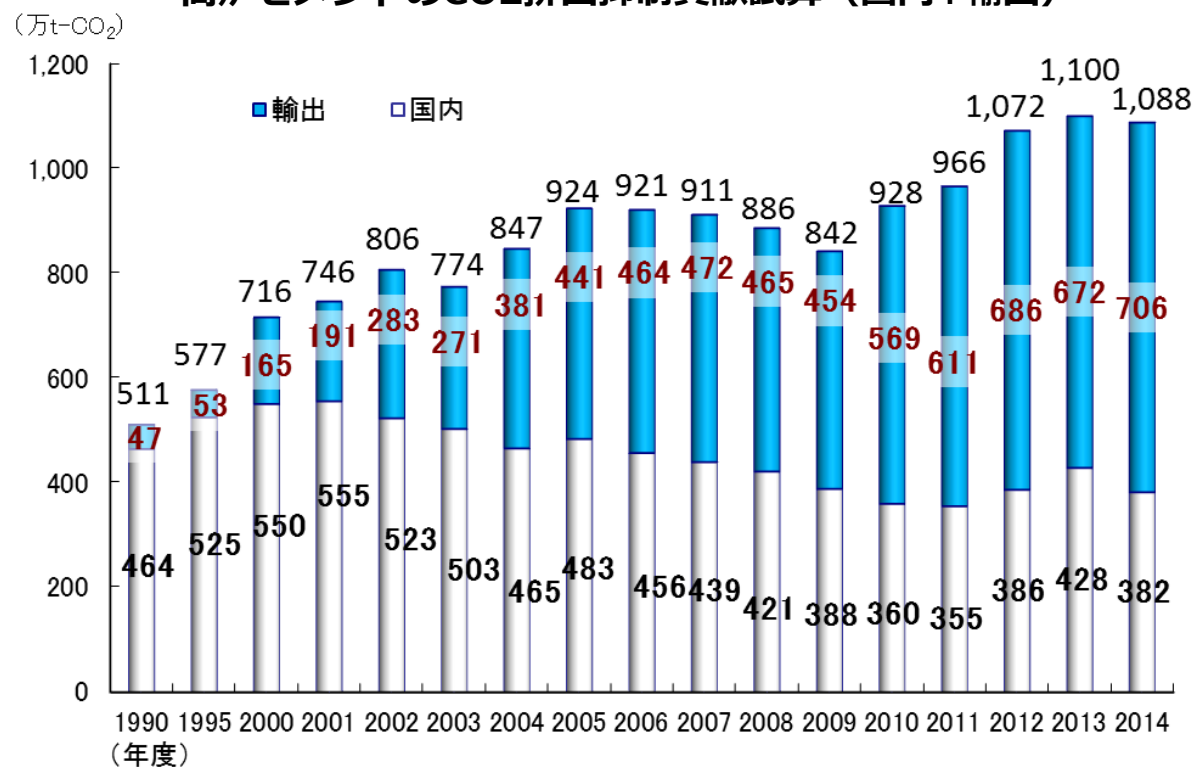
セメント用高炉スラグの活用によるCO2排出抑制効果

- 非エネルギー起源CO₂削減対策の一つである混合セメント（＝主に高炉セメント）の利用拡大があり、混合セメントの生産比率が増加すれば大幅な省CO₂が可能となる。

- 原料焼成過程でCO₂を発生する一般のセメント（ポルトランドセメント）をCO₂を発生しないスラグセメントに代替することによるCO₂削減効果は、▽1,088万トン-CO₂/年相当（2014年度）。

- ・ 国内：▽382万トン-CO₂/年相当
- ・ 輸出：▽706万トン-CO₂/年相当

高炉セメントのCO₂排出抑制貢献試算（国内+輸出）



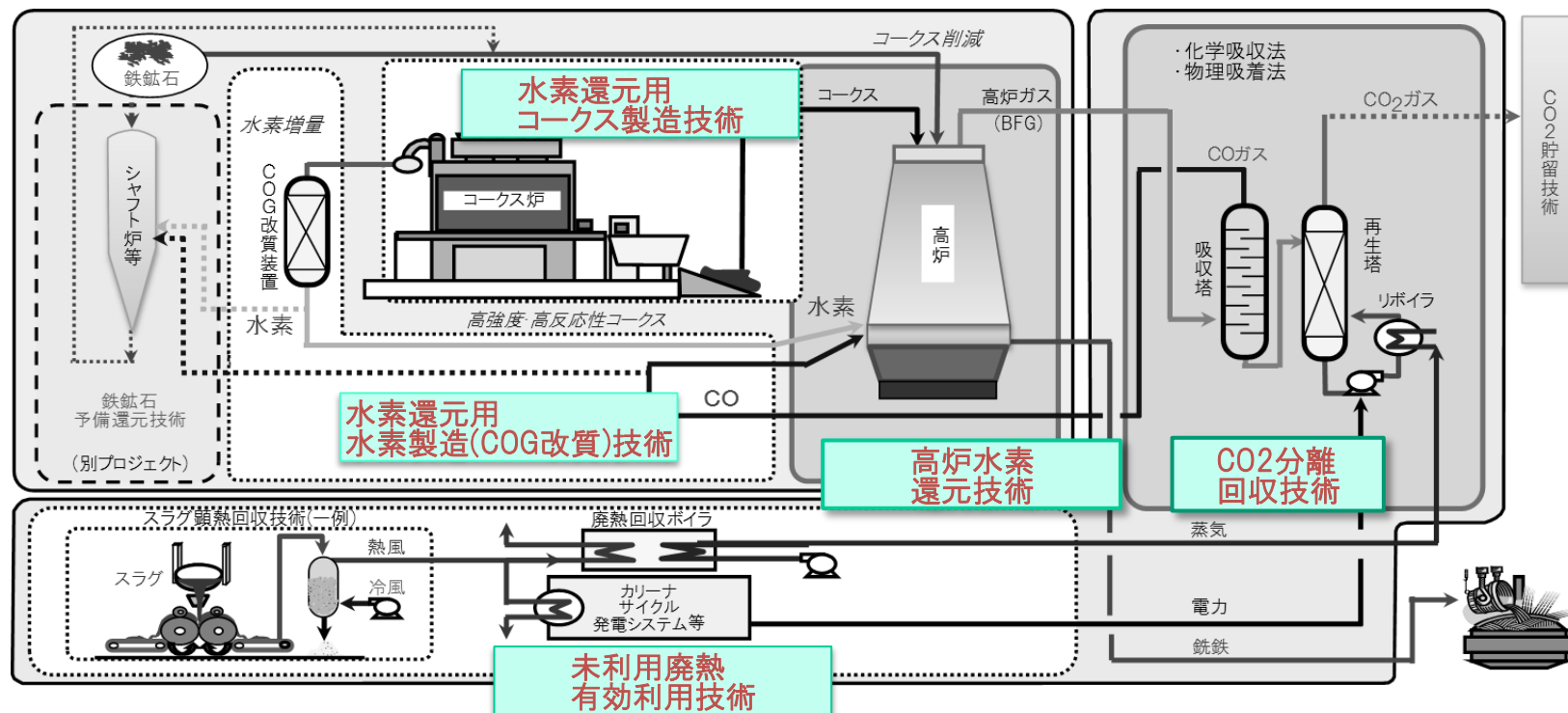
<削減効果算定の前提>

セメント量の換算：450kg-スラグ/t-セメント、CO₂削減効果：312kg-スラグ/t-セメント

出所：セメント協会、鉄鋼スラグ協会

(5) 環境調和型製鉄プロセス技術開発 COURSE50

- コークス製造時に発生する高温のコークス炉ガス（COG）に含まれる水素を増幅し、コークスの一部代替に当該水素を用いて鉄鉱石を還元する技術（高炉からのCO₂排出削減技術）を開発する。
- 高炉ガス（BFG）からCO₂を分離するため、製鉄所内の未利用排熱を活用した革新的なCO₂分離回収技術（高炉からのCO₂分離回収技術）を開発する。
⇒ CO₂排出量の約3割削減を目標に、低炭素製鉄を目指す（NEDO委託事業）。





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P41

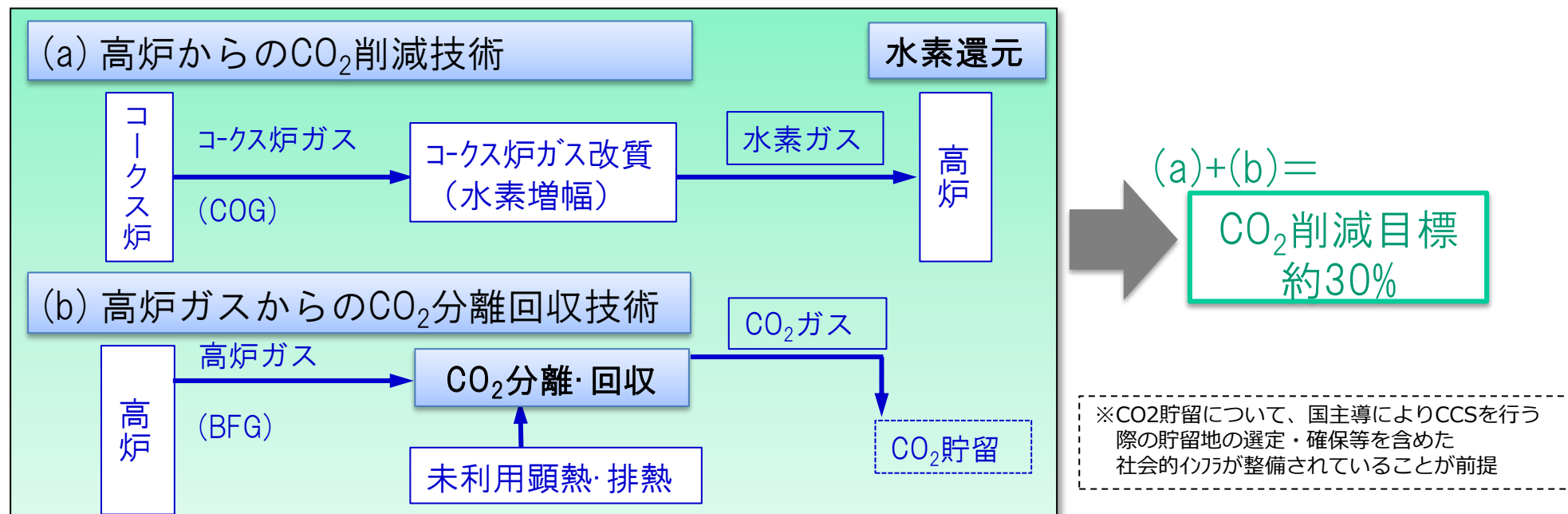
(5) 環境調和型製鉄プロセス技術開発 COURSE50

【開発項目(a)：高炉からのCO₂排出削減技術】

本技術開発においては、10m³規模の試験高炉を建設し、フェーズ1STEP 1 で得られたラボレベルでの検討結果を総合的に検証、水素還元の効果を最大化する反応制御技術確立させ、その後のフェーズ2の実証試験高炉へのスケールアップデータの取得を目指す。

【開発項目(b)：高炉からのCO₂分離回収技術】

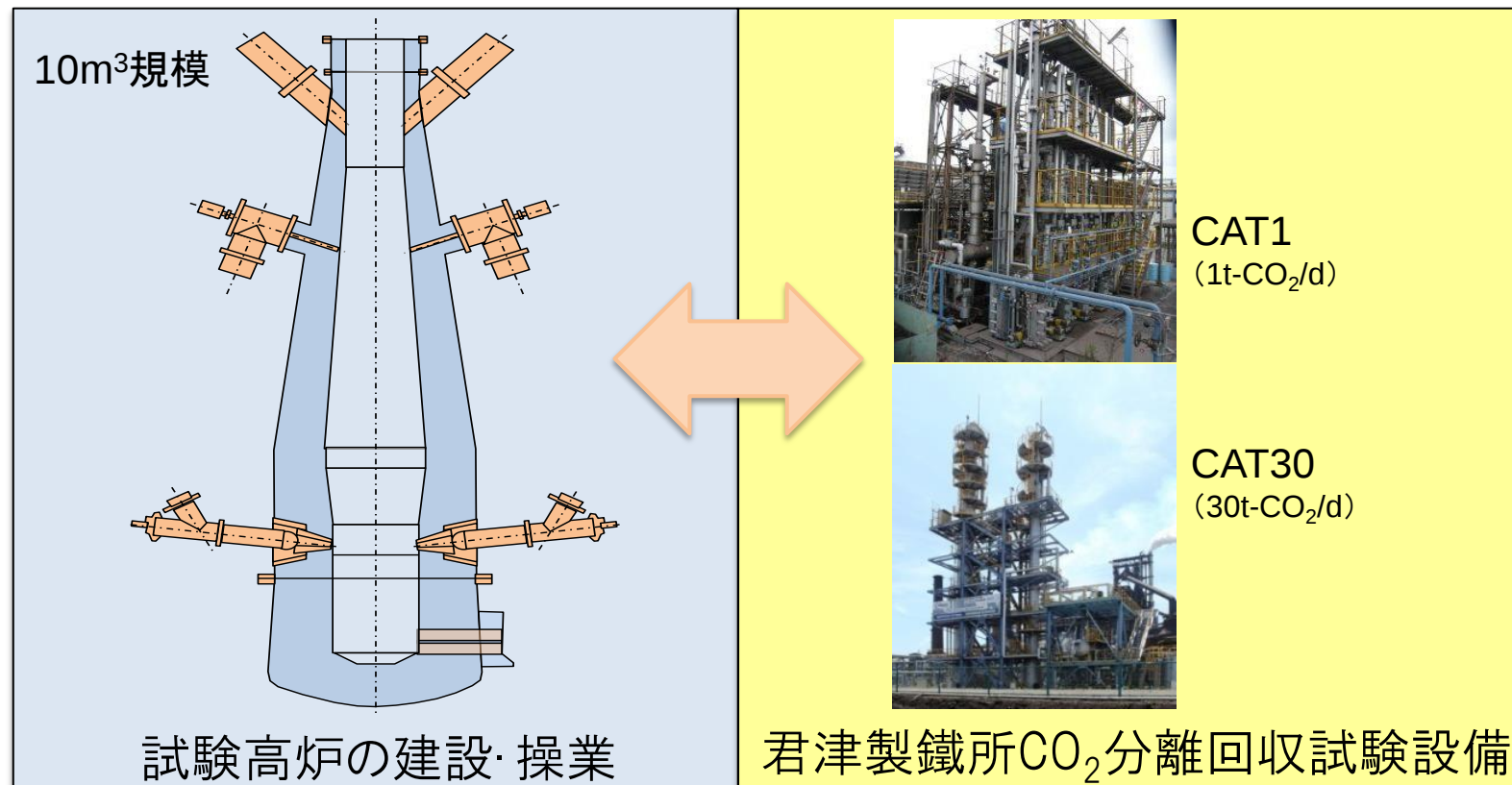
本技術開発においては、実証試験高炉とマッチングできるCO₂分離回収コスト2,000円/t-CO₂を可能とする技術を開発するため、高性能化学吸収液等の開発、物理吸着法の更なる効率化、未利用排熱活用技術の適応研究を実施し、更なるコスト低減技術の構築を図る。



(5) 環境調和型製鉄プロセス技術開発 COURSE50

試験高炉の建設について

- フェーズ1STEP2において、試験高炉との連動試験が可能なCO₂分離回収試験設備 (CAT30) を有する君津製鐵所に10m³規模の試験高炉を建設。
- 試験高炉は2015年9月に建設を完了し、本年度より実験を開始。





3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P43

(6) 低炭素社会実行計画 フェーズⅡ

エコプロセス

それぞれの生産量において想定されるCO₂排出量（BAU排出量）から最先端技術の最大限の導入により2030年度に900万トン-CO₂の削減を目指す

エコソリューション

エコプロセスで培った世界最高水準の省エネ技術を途上国を中心に移転・普及し、地球規模での削減に貢献

（2013年度約5,000万トン-CO₂の削減貢献、2030年度に推定約8,000万トン-CO₂の削減貢献）

エコプロダクト

低炭素社会の構築に不可欠な高機能鋼材の供給を通じて、最終製品として使用される段階において排出削減に貢献

（2013年度約2,600万トン-CO₂の削減貢献、2030年に推定約4,200万トン-CO₂の削減貢献）

革新的製鉄プロセスの開発（COURSE50）

水素による鉄鉱石の還元と高炉ガスからのCO₂分離回収により、生産工程におけるCO₂排出量を約30%削減。2030年頃までに1号機の実機化、高炉関連設備の更新タイミングを踏まえ、2050年頃までに普及を目指す。

革新的製鉄プロセスの開発（フェロコークス）

高炉内還元反応の高速化・低温化機能を発揮するフェロコークス及びその操業プロセスを開発し、製鉄プロセスの省エネルギーと低品位原料利用拡大の両立を目指す革新的技術開発を行う。

2030年←2020年

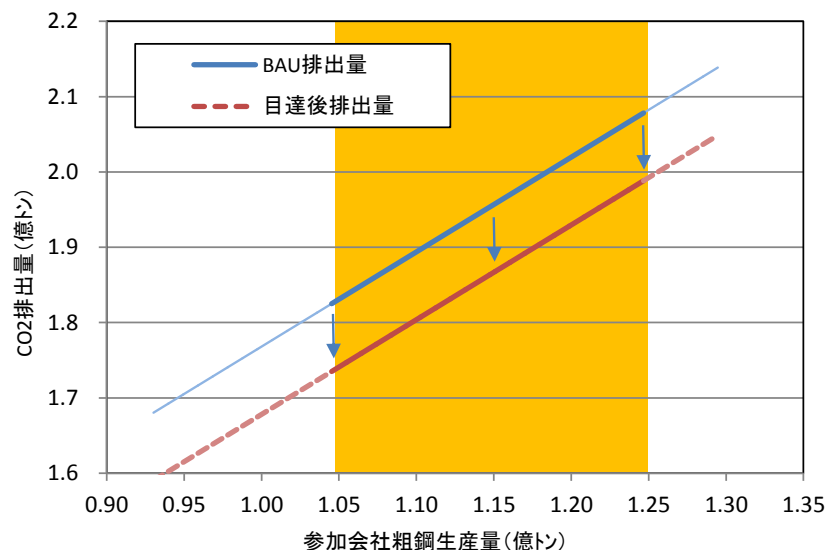


3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み P44

(6) 低炭素社会実行計画 フェーズⅡ

エコプロセス（国内での生産工程における削減目標）

- 2030年の鉄鋼生産プロセスにおける削減目標として、「それぞれの生産量※1において想定されるCO2排出量（BAU排出量）から最先端技術の最大限の導入により900万トン-CO2削減（電力係数の改善分は除く）」を目指す。



対策メニュー	フェーズⅡ 2030年	フェーズⅠ 2020年
①コークス炉効率改善	130	90
②発電設備の効率改善	160	110
③省エネ強化	150	100
④廃プラ※2	200	200
⑤革新的技術の開発・導入※3	260	—
合計	900	500

2030年度想定

全国粗鋼 生産量(万トン)	参加会社 粗鋼生産量(万トン)	BAU排出量 (万トン-CO2)	目標達成後排出量 (万トン-CO2)
12,000	11,508	19,675	18,775

※1：本目標が想定する生産量は、全国粗鋼生産の水準1.2億トンを基準ケースとし、生産増減±1,000万トンの範囲とする。生産量が大幅に変動した場合は、想定範囲外である可能性があり、その場合にはBAUや削減量の妥当性については、実態を踏まえて見直しを行う。

※2：廃プラ等の利用拡大に関して、

a. 政府による容器包装プラスチックリサイクル制度の見直し等に関する検討結果を見極めることとし、2030年度において2005年度実績対比に見合う鉄鋼業界の処理可能量増加が見込めない場合には見直し（目標引下げ）を検討

b. 併せて、2020年度目標に織り込んだ削減目標に関しても、政府による同制度に関する検討結果を見極めることとし、2020年度に上記目標に見合う処理可能量増加が見込めない場合は見直し（目標引下げ）を検討

※3：革新的技術の開発・導入に際しては、a. 2030年断面において技術が確立すること、b. 導入に際して経済合理性が確保されること、を前提条件とする。加えて、COURSE50については、国際的なイコールフットINGが確保されること、国主導によりCCSを行う際の貯留地の選定・確保等を含めた社会的インフラが整備されていることも前提条件とする。これらの前提が成立しない場合には、目標内容の見直しを行う。



まとめ

1. 鋼材の環境特性

回収が容易であるだけでなく、水平リサイクルが可能であり、循環型社会に貢献する素材である。

2. 鋼材のLCA

worldsteel は、鋼材の持つ無限のリサイクル可能性を適正に評価するLCA方法論を提唱。本方法論の国際標準化に取り組市中。

3. 地球温暖化対策への鉄鋼業界の取り組み

鉄鋼業界では、3つのエコ（エコプロセス・エコソリューション・エコプロダクト）と COURSE50を4本柱とする温暖化対策を、低炭素社会実行計画として推進している。