

# みんな 鉄鋼材料は エコ素材！

平成27年2月12日  
新日鐵住金株式会社  
小野 透

## 「エコ素材って、何だ？」

- 天然素材？
- リサイクルされた素材？
- 地球にやさしい素材？



- 誰に使われるのか？
- どのように使われるのか？



# 「自動車にとってのエコ素材とは」

- ①環境負荷低減や省エネに貢献する素材
  - ②製造に伴う環境負荷が低い素材
  - ③リサイクル性に優れた素材
- \* 量産性、加工性、経済性は必要条件

## 自動車に関するFacts

### 自動車生産台数(万台)

出典: 日本自動車工業会

地域	2011年	2011年	2012年
日本	840	994	963
アメリカ	866	1,033	1,105
中国	1,842	1,927	2,212
世界	8,005	8,422	8,725

### 自動車保有台数(2012年末)

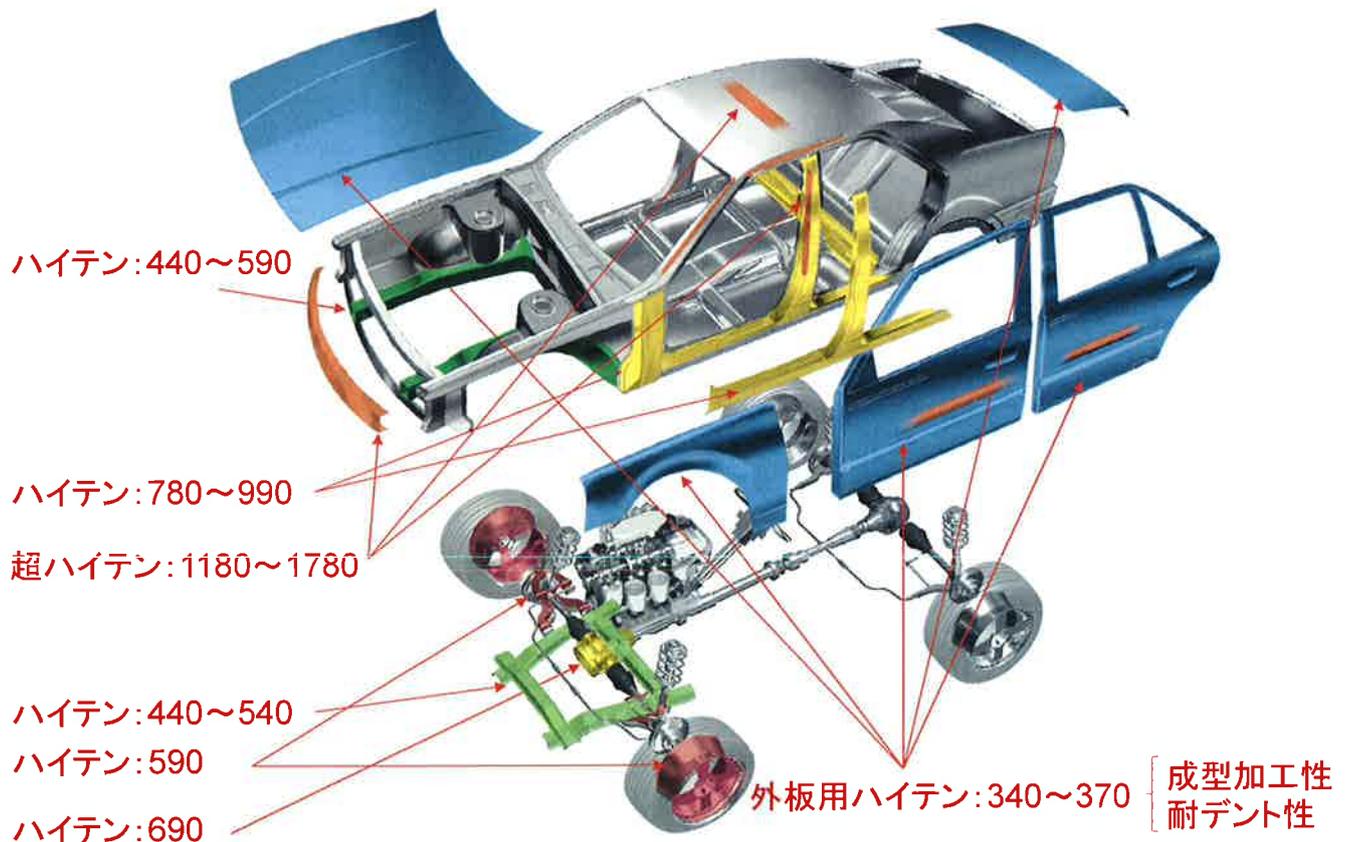
出典: 日本自動車工業会、WHO

地域	総数	1000人当たり(うち乗用車)
日本	7,613万台	597 (466)
アメリカ	2億5,150万台	801 (385)
中国	1億944万台	79 (38)
世界	11億1,146万台	158 (110)

# ①環境負荷低減や省エネに貢献する素材

## 自動車軽量化を実現するエコ素材

環境負荷低減や省エネに貢献する素材



# 自動車用鋼板に求められる特性



ハイテン~超ハイテン  
(780~980メガパスカル級)

部 品		必要特性				
		張り剛性 <sup>※1</sup>	耐デント性 <sup>※2</sup>	部材剛性	耐久強度	動的圧潰強度
外板	ドアアウター など	◎	○			
内板	フロアー など	◎		○	○	○
構造部材	フロントレール リアピラー など			◎	○	○
	フロントサイドメンバー サイドシル など			◎	○	◎
	ドアガードバー など			○	○	◎
床下部材	サスペンションアーム ホイールディスク など			◎	◎	
板厚以外で特性を支配する材料因子		ヤング率 <sup>※3</sup>	降伏強度 <sup>※4</sup>	ヤング率	強度	強度

## 車両軽量化への挑戦



**鋼板の常識を覆す高成形性超ハイテン**  
従来材を超える高強度と優れた成形性を同時に実現

従来材: 1.2ギガパスカル級超ハイテン材		開発材: 1.2ギガパスカル級高成形性超ハイテン材(代表例)	
組織写真		組織写真	
		開発材: 1.2ギガパスカル級 高成形性 超ハイテン材の組織	
凡例		硬質相A             軟質相             硬質相B	



超ハイテンを使用した  
センターピラーインナー  
©ユニプレス(株)

# 自動車を支える先端商品・技術

環境負荷低減や省エネに貢献する素材

### ①内・外板パネル

1) 軽量化材料  
外板用ハイテン 440BH CR/GA  
2) 高品質鋼板上材料 (軽量化化材)  
高耐食性処理鋼板 (GA)  
3) ボデー骨格  
1) 軽量化材料  
良成形性超ハイテン  
2) 高品質鋼板上材料 (軽量化化材)  
高耐食性処理鋼板 (GA)  
3) ホットスタンプ用鋼板  
4) 加工ソリューション技術・設備  
超ハイテン島成形技術  
連続フランジ成形技術  
ホットスタンプ高速冷却技術  
SPOT溶接解析技術  
超ハイテン溶接技術  
3D解析

### ②サスペンション

1) 軽量化材料  
高入ハイテン  
高強度ホイール用ハイテン  
高強度懸架ばね鋼  
スチールタイヤコード用線材  
トーションビーム用鋼管  
スタビライザー用鋼管  
加工エアドロフォーム技術

### ③サスペンション

4) 加工ソリューション技術・設備  
コンパクトHF加工設備  
コンパクトHF加工設備  
5) パワートレイン・ドライブシャフト  
1) 軽量化材料  
高強度非調質鋼  
高強度クラッキングコンロッド用鋼  
高強度弁ばね用線材  
高強度曲車用鋼  
高強度CVTプリー用鋼  
低圧高耐久軟化鋼  
高強度高周波焼入れ用鋼  
高強度ボルト用鋼  
マフラー用チタン合金  
高強度重畳クランク軸

# 自動車を支える先端商品・技術

環境負荷低減や省エネに貢献する素材

### ④パワートレイン・ドライブシャフト

1) 軽量化材料  
高排温エキマニ鋼  
EGRクーラー用フェライト系鋼種  
2) 高品質鋼板上材料 (軽量化化材)  
高皮膜鋼板 (ハイカーボン)  
高強度コモンレール用鋼  
クリーン・ディーゼル用燃料噴射管  
高疲労強度ガasket用ステンレス鋼  
低歪高強度ガasket用ステンレス鋼  
低歪高強度熱処理ステンレス鋼  
エンジンバルブ用チタン合金  
永久磁石式リターダ  
SiC半結晶基板  
薄板メタル担体

### ⑤パワートレイン・ドライブシャフト

1) 軽量化材料  
エアバッグ・インフレーター用鋼管  
スーパーダイヤモンド  
非磁性ステンレス鋼  
⑥HV・電気自動車・燃料電池車専用部品  
1) 軽量化材料  
ハイライトコア  
リチウムイオン電池巻部リード形ニッケル箔  
燃料電池セパレータ材  
LAMINELIGHT®

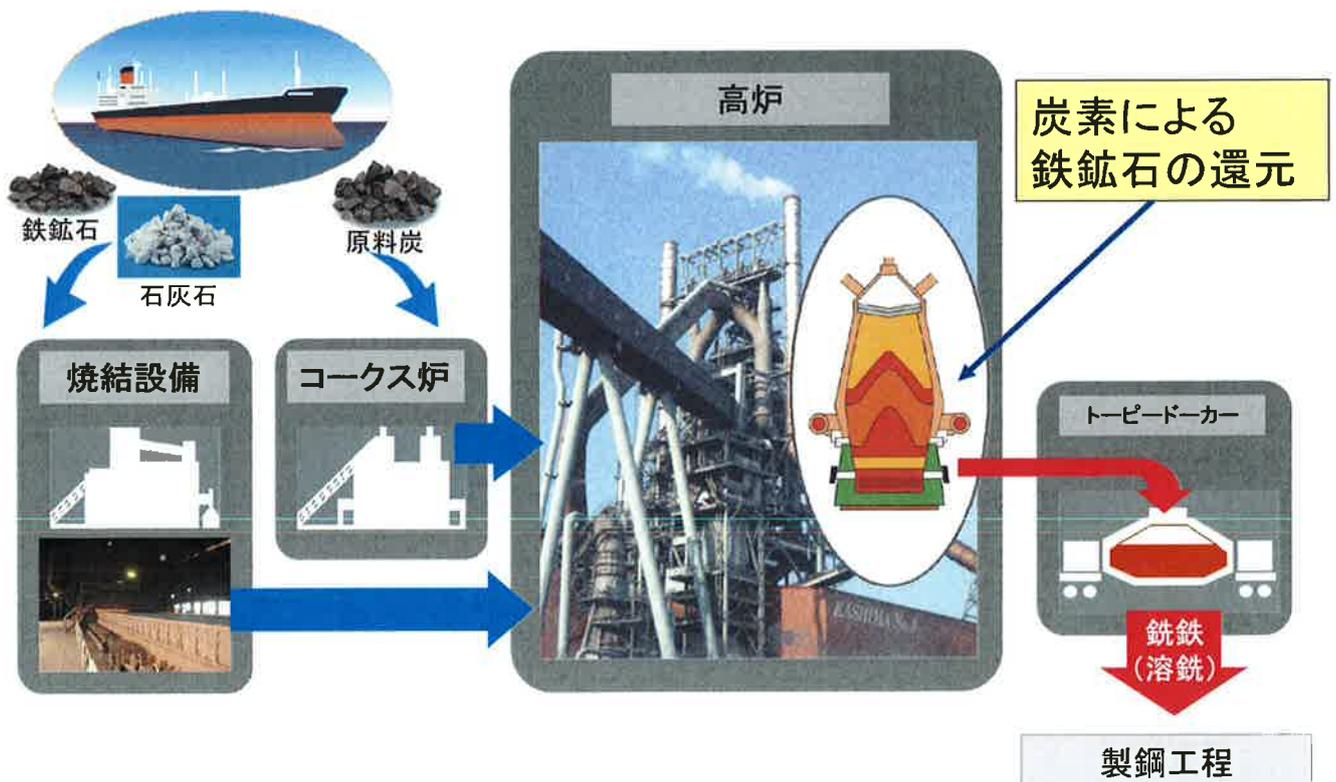
### ⑦HV・電気自動車・燃料電池車専用部品

⑧加工ソリューション技術・設備  
二次電池充放電検査技術  
高圧水素ガス中での水素脆性評価試験  
リチウムイオン電池の安全性・環境試験  
LIB炭素材料  
リチウムイオン電池巻部用SUS箔  
急速充電技術  
⑨その他  
1) 軽量化材料  
トラック・バス用高強度アルミホイール (製品名: タフプライド)  
シムプラス  
⑩加工ソリューション技術・設備  
PLM (Product Design) ソリューション

## ②製造に伴う環境負荷が低い素材

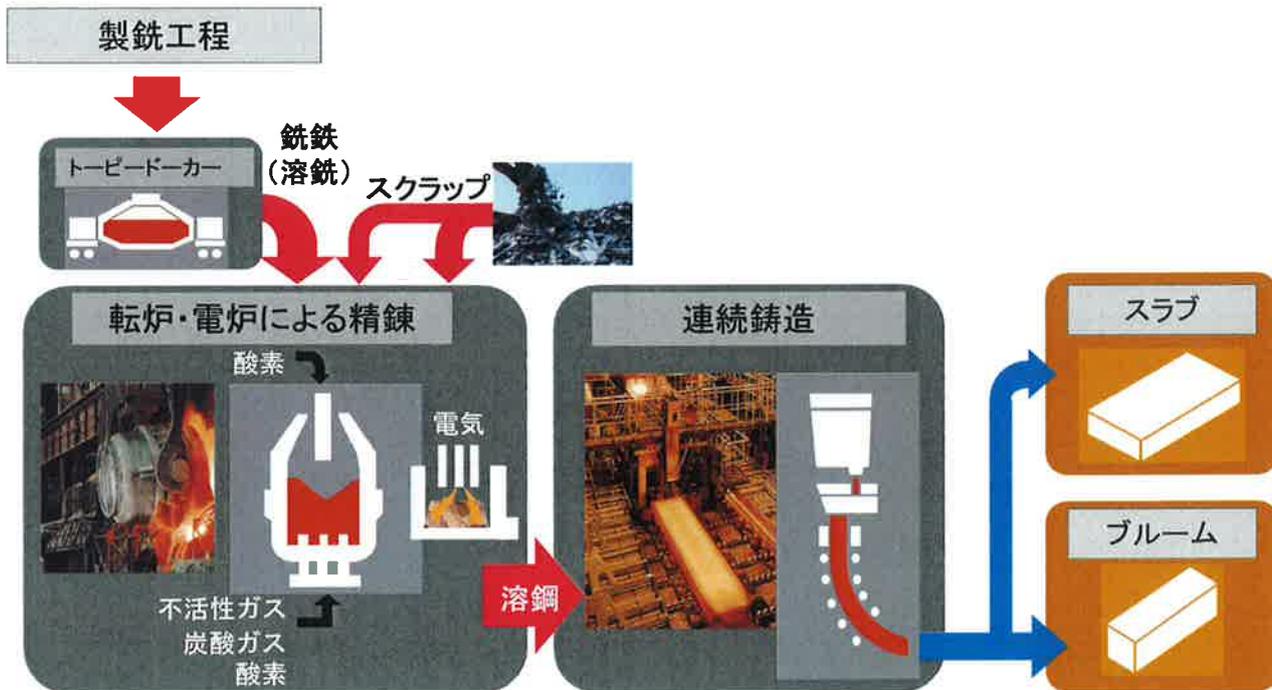
### 鉄鋼製造プロセス: 製鉄工程

製造に伴う環境負荷が低い素材



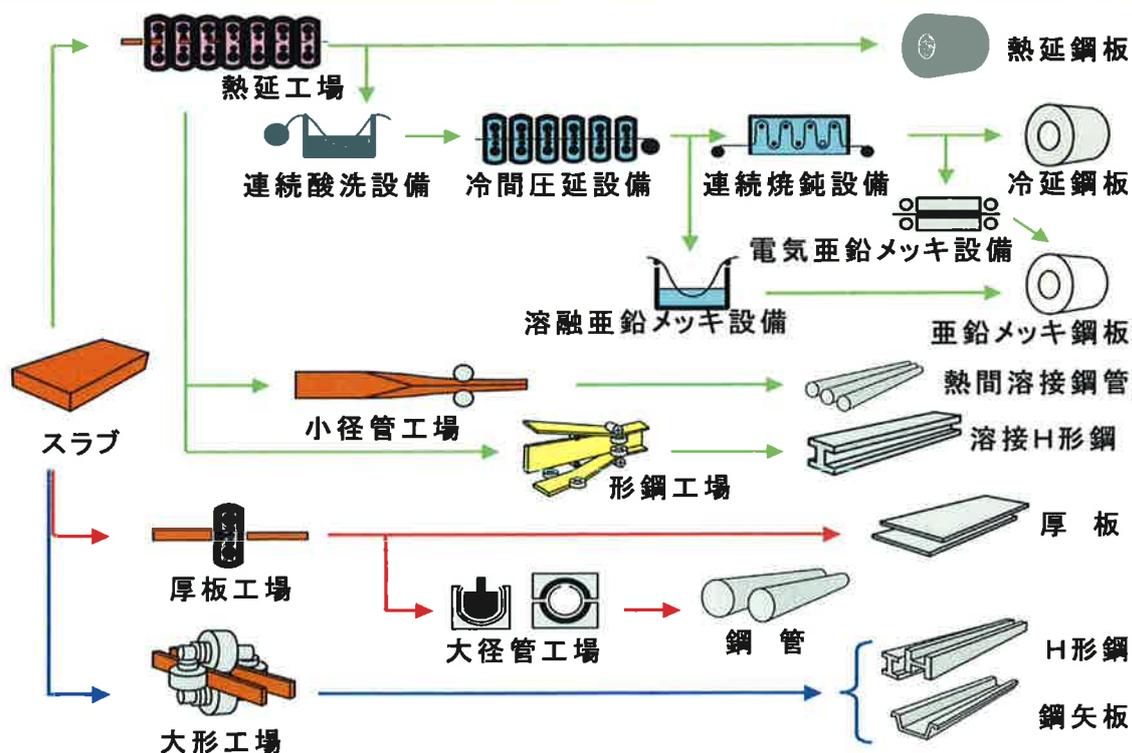
# 鉄鋼製造プロセス: 製鋼工程

精錬工程: 銑鉄+スクラップ → 不純物除去・成分調整 → 溶鋼  
 鑄造工程: 溶鋼 → 連続鑄造 → スラブ・ブルーム・ビレット(半製品)



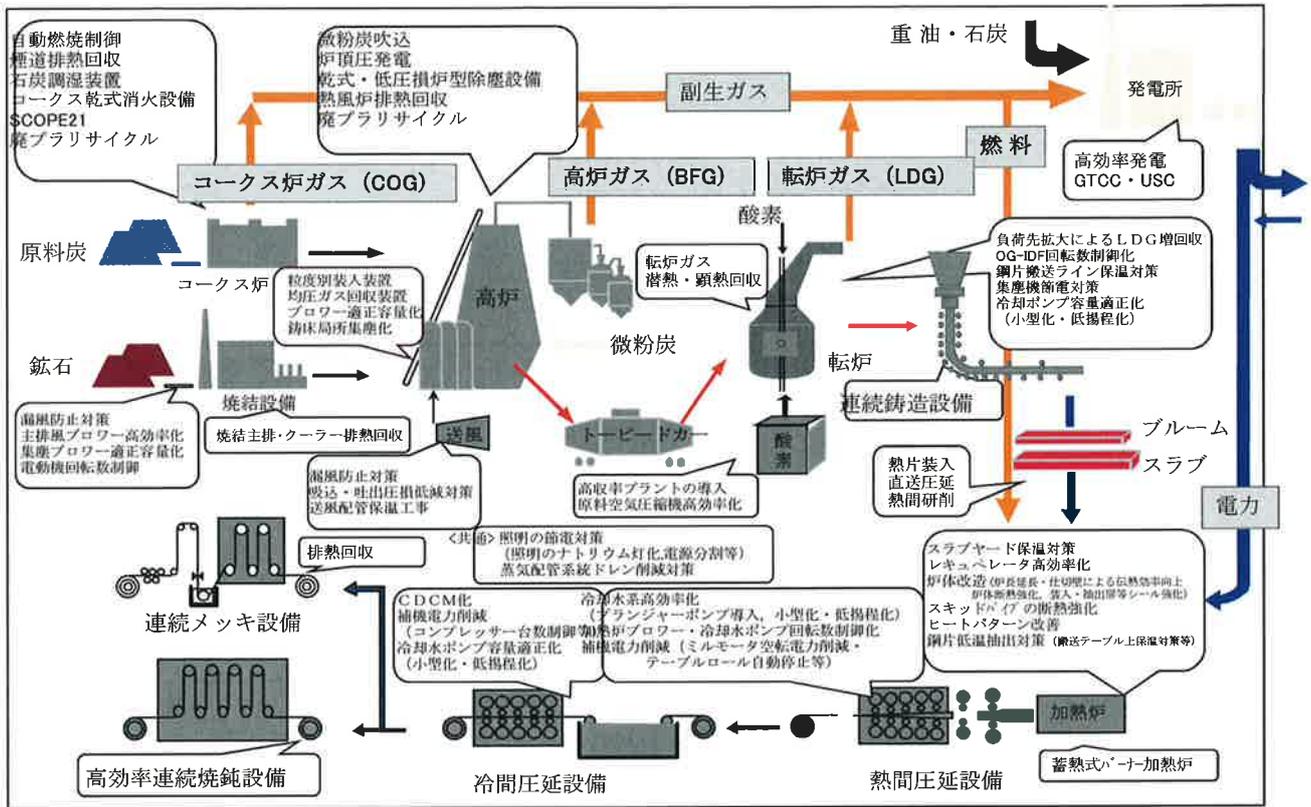
# 鉄鋼製造プロセス: 製品製造

圧延、表面処理、熱処理、溶接等により、様々な製品に加工



# 開発・導入された省エネルギー技術

製造に伴う環境負荷が低い素材



## コークス乾式消火設備 (CDQ:Coke Dry Quenching)

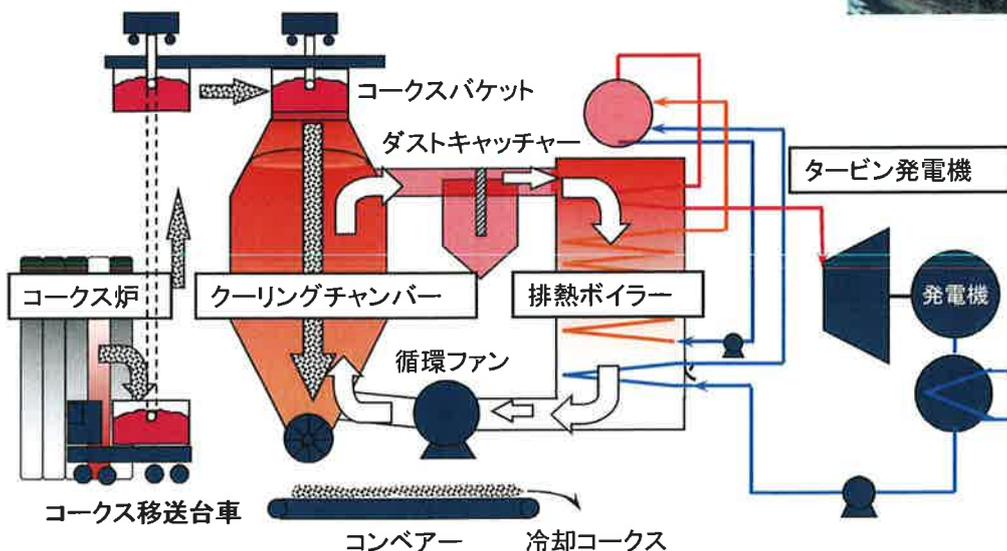
製造に伴う環境負荷が低い素材

従来水により消火していた赤熱コークスを、不活性ガスで消火すると共に顕熱を蒸気として回収する設備。排熱回収の他、コークス品質向上、環境改善の効果もある。

現在国内で稼働中の鉄鋼メーカーの全コークス炉に設置済み。

2010年度の回収蒸気量は約1894万 t (CO2削減量約▽370万 t/年)

中国等における重要な省エネルギー対策



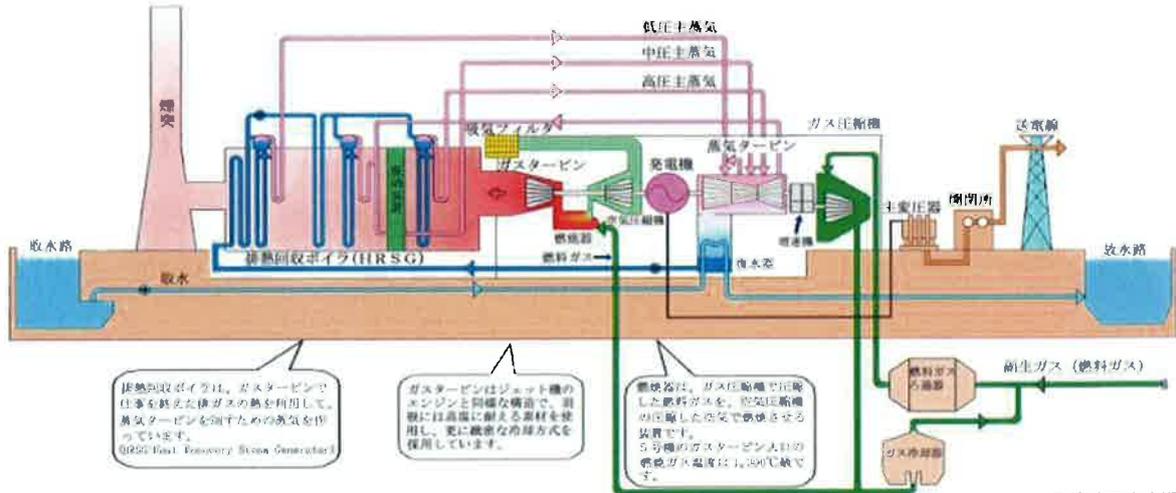
# 副生ガス専焼高効率ガスタービン複合発電

GTCC: Gas Turbine Combined Cycle

2004年に稼動した世界最大最高効率の副生ガス専焼発電設備。

天然ガスの約1/10という低発熱量の副生ガスを燃料とし、極めて高い発電効率を実現。現在生産拡大が続く中国でも導入が進められている。

発電出力: 300MW  
 燃料: 増熱BFG (4.4MJ/Nm<sup>3</sup>)  
 タービン入り口ガス温  
 1300℃熱効率: 47.5%



\* 君津共同火力HPより抜粋

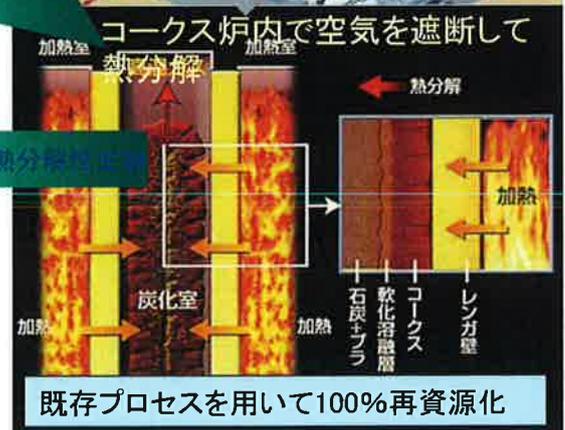
# コークス炉による廃プラスチックリサイクル



自治体から搬送されたプラスチック



造粒物



40% コークス炉ガス  
 発電所・燃料電池(将来)

40% 炭化水素油  
 プラスチック原料・塗料等

20% コークス  
 高炉還元材

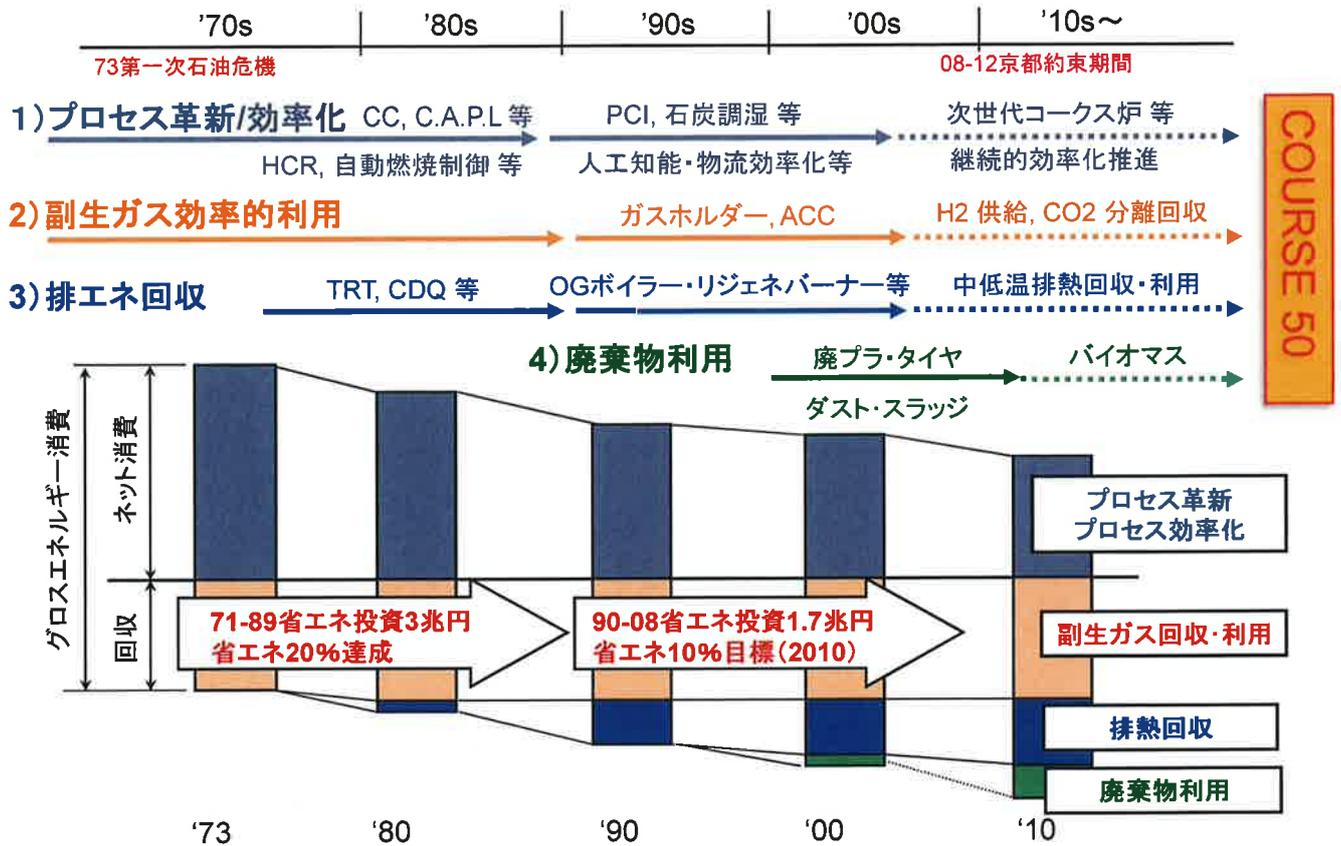
既存プロセスを用いて高効率利用

プラスチックの熱分解による

既存プロセスを用いて100%再資源化

# 日本鉄鋼業の省エネルギーの歴史

製造に伴う環境負荷が低い素材



COURSE 50

# 鉄鋼業のエネルギー効率国際比較

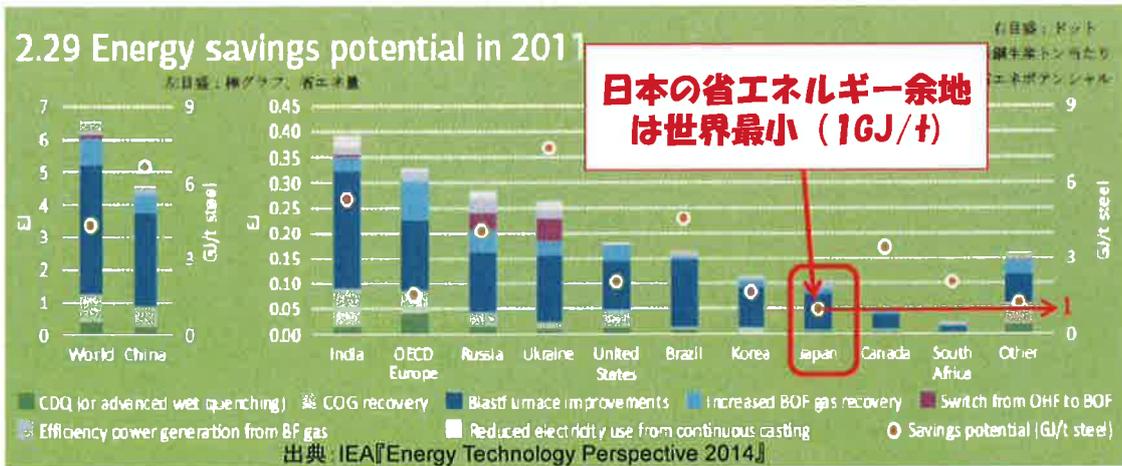
製造に伴う環境負荷が低い素材



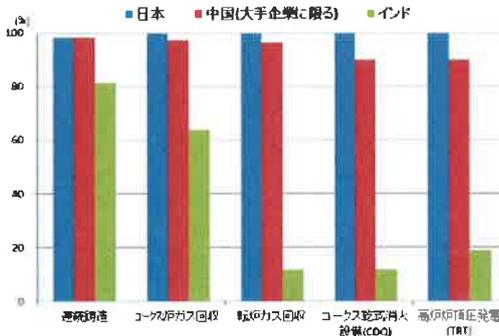
出所: RITE『2010年時点のエネルギー原単位の推計』(指数化は日本鉄鋼連盟)

# BATによる省エネ余地の国際比較

製造に伴う環境負荷が低い素材



## 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)	87	1,533
TRT(高炉炉頂圧発電)	58	1,073
副生ガス専焼GTCC	45	1,492
転炉OGガス回収	21	792
転炉OG副焼回収	7	85
焼結排熱回収	6	88
<b>削減効果合計</b>		<b>5,062</b>

※CDQ: Coke Dry Quenching(コークス乾式消火設備)  
 TRT: Top Pressure Recovery Turbines(高炉炉頂圧発電)  
 GTCC: Gas Turbine Combined Cycle system

(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、2013年時点)。その他の設備については、日本は2013年度時点、中国のコークスガス回収と転炉ガス回収は2013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: コークスガス/転炉ガス回収→中国鋼鉄工業協会(CISA)『中国鋼鉄工業発展報告2014』、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

# 日本がリードするセクトラルアプローチ

製造に伴う環境負荷が低い素材

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~)

2国間・地域連携

日ASEAN鉄鋼官民協力会合(2013~)

多国間連携

APP鉄鋼TF  
(2006~2010)  
APP: Asia Pacific Partnership

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

“CO<sub>2</sub> Breakthrough Program”: COURSE50として参画(2003~)

CO<sub>2</sub> data collection (2007~)

国際連携(worldsteel)

ISO14404\*の開発(2009~2013)

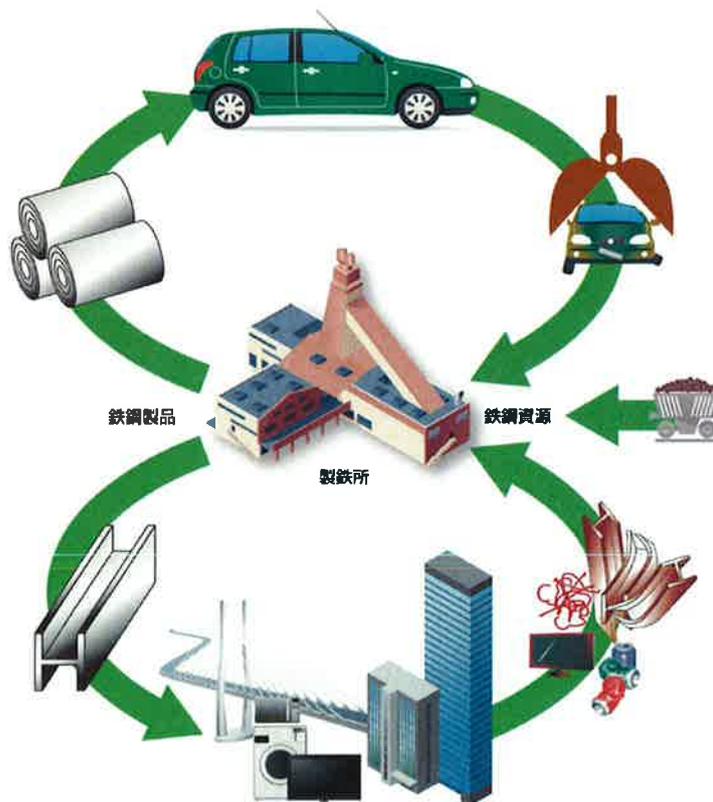
2013年3月に発行

※「鉄鋼CO<sub>2</sub>排出量・原単位計算方法」を記述したISO規格

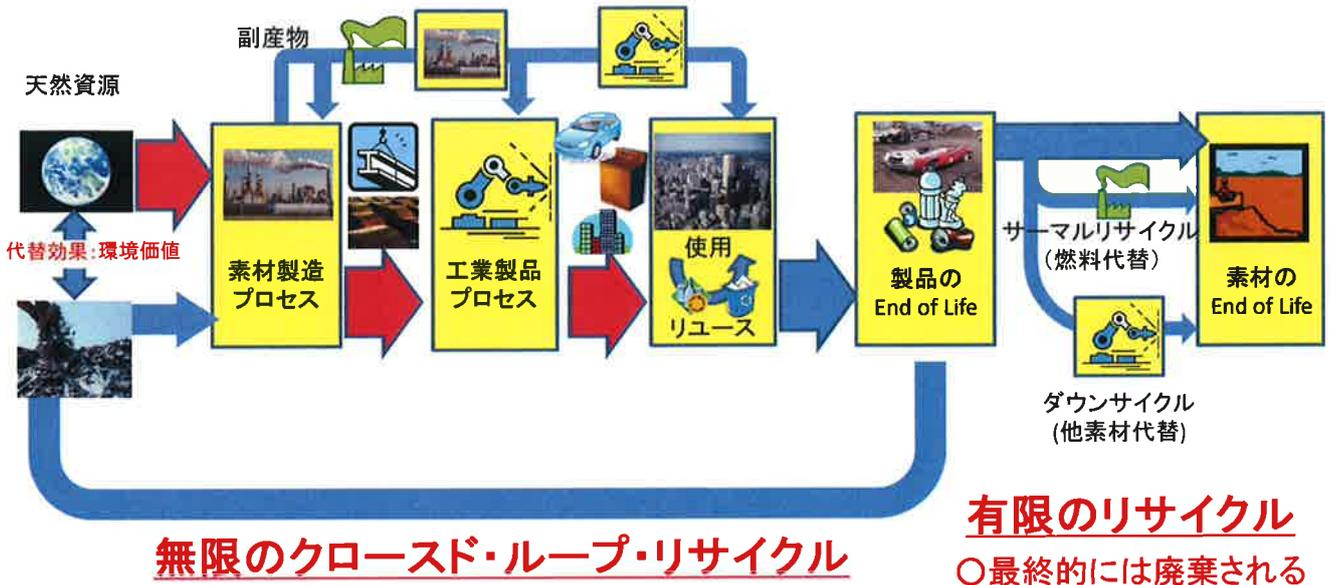
### ③リサイクル性に優れた素材

## マテリアルリサイクルの重要性

リサイクル性に優れた素材

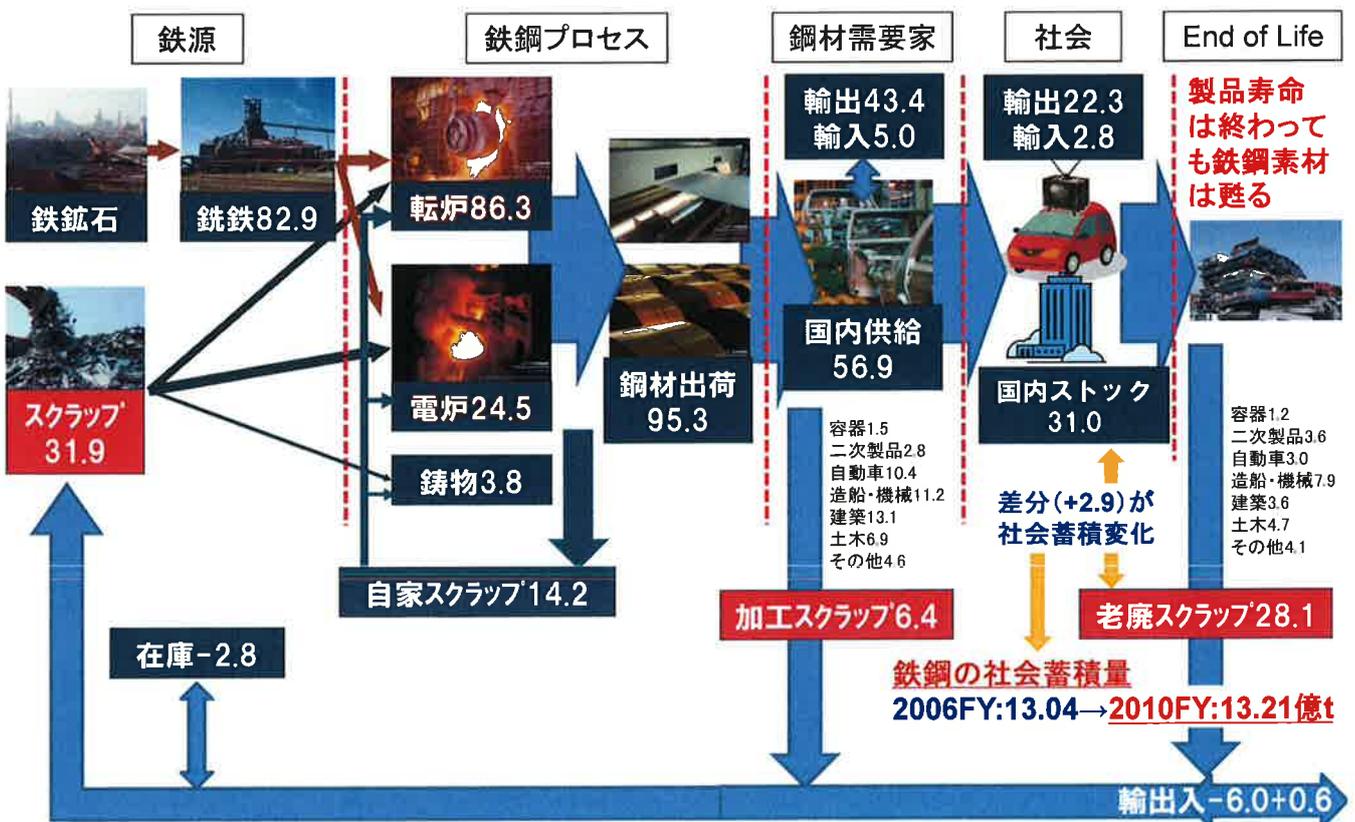


# 鉄鋼製品のリサイクルの特徴 「無限のクローズド・ループ・リサイクル」



○製品がEnd of Lifeを迎えても、鉄の命は終わっていない → (環境)価値を有する  
 ○スクラップは再び鉄鋼プロセスに帰り、新たな鉄鋼製品に蘇る…何度も。

## 鉄鋼フロー (2010年度実績)

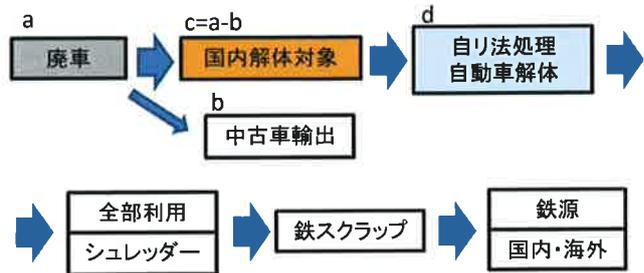


# 鉄鋼材料のリサイクル率

年度	国内鉄鋼製品供給(百万t) 国内鋼材供給±鋼材輸出入ー加工スクラップ	老廃スクラップ 発生/回収(百万t)	リサイクル率 (スナップショット)	鉄鋼社会蓄積 (億t)
2006	39.0	28.2	79%	13.03
2007	37.8	29.6	83%	13.11
2008	33.9	30.1	90%	13.15
2009	35.5	22.5	90%	13.18
2010	31.0	28.1	92%	13.21
2011	33.0	26.1	83%	13.28

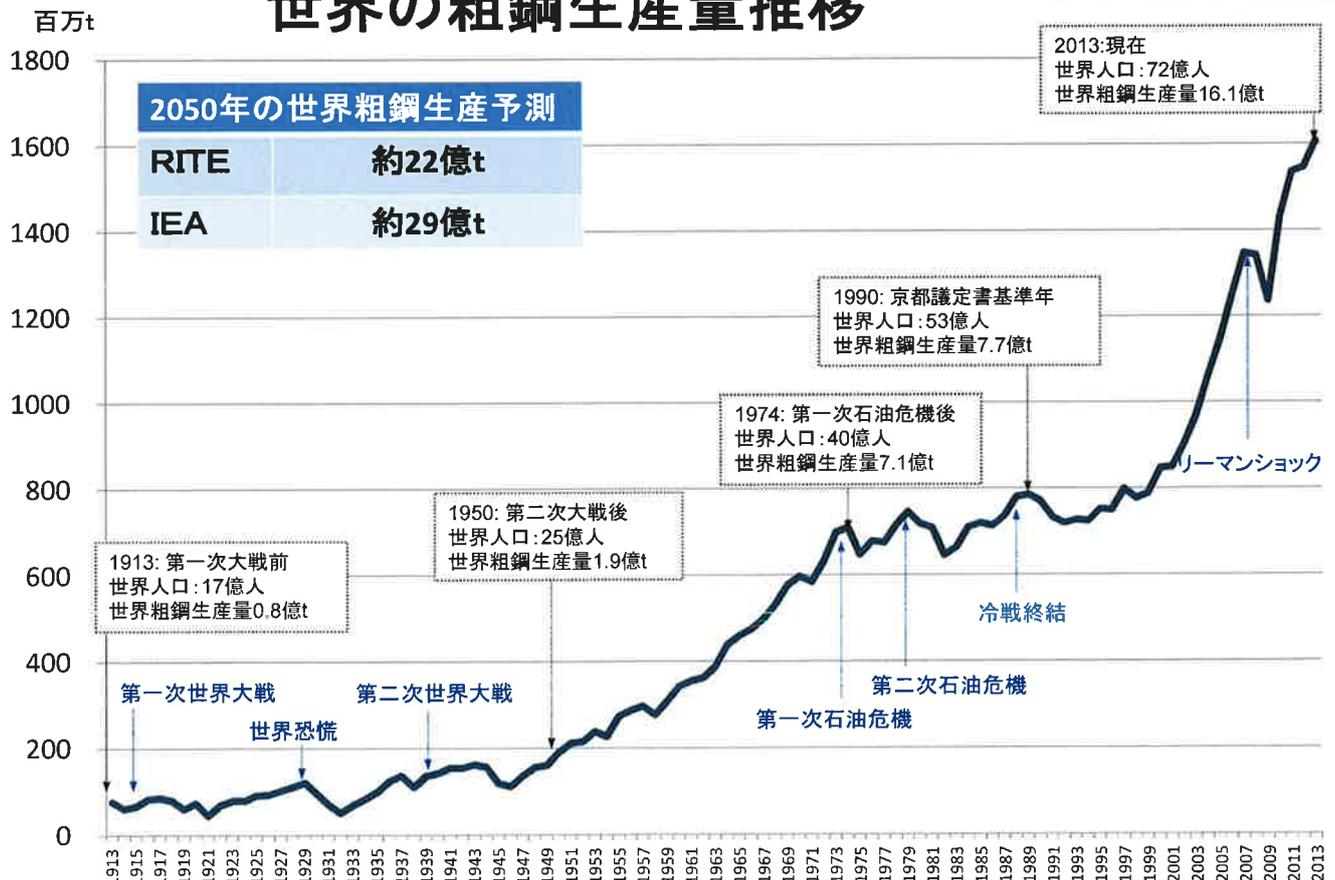
自動車用鋼材のリサイクル率(台数ベース) 単位:千台

	2008年	2009年	2010年	2011年
前年末保有台数	75,720	75,530	75,300	75,360
当年新車販売	5,080	4,610	4,960	4,210
当年末保有台数	75,530	75,330	75,360	75,670
廃車台数a	5,270	4,810	4,930	3,900
中古車輸出b	1,450	730	838	858
国内解体対象c=a-b	3,820	4,080	4,092	3,042
自り法処理台数d	3,720	3,575	3,970	2,860
乖離c-d	100	505	122	182
リサイクル率%	97.4	87.6	97.0	94.0

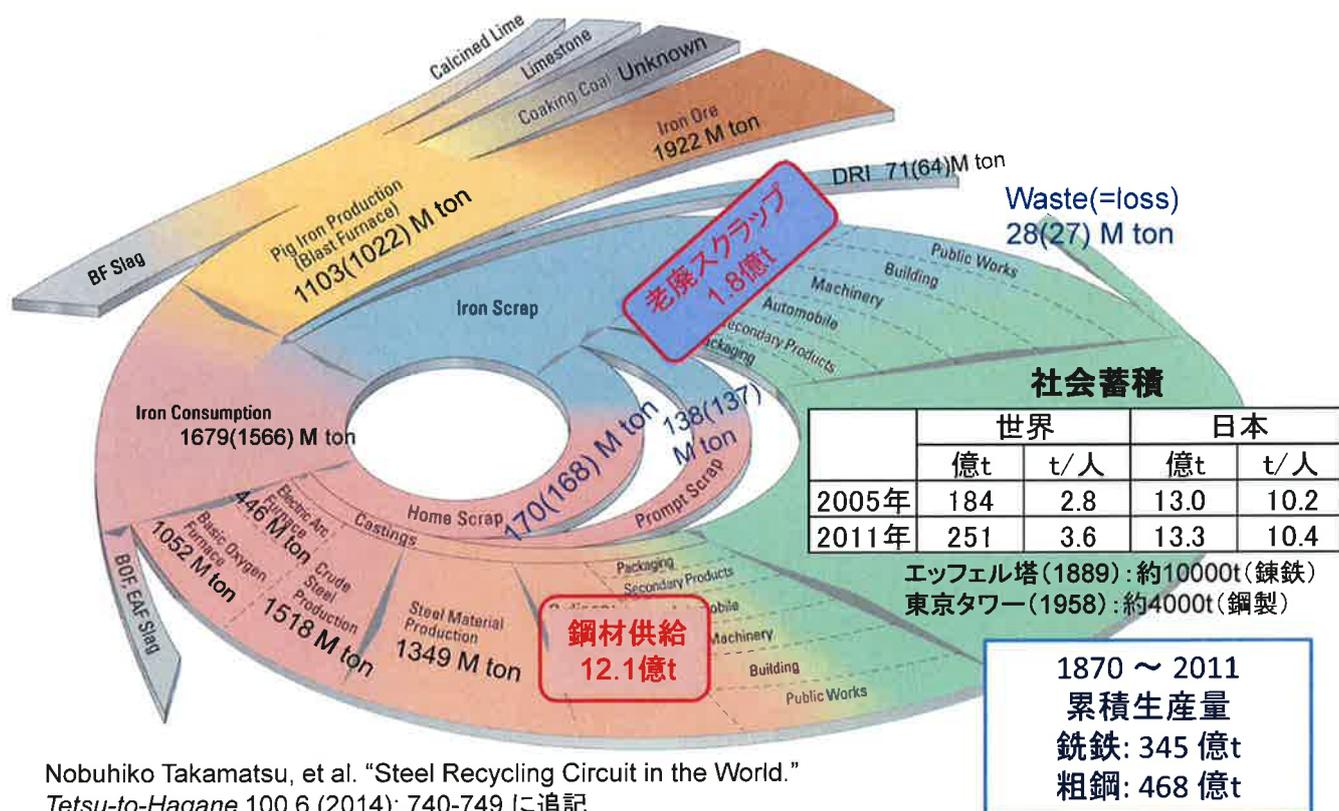


データ出典: 自工会、貿易統計、自動車リサイクル促進センター

# 世界の粗鋼生産量推移

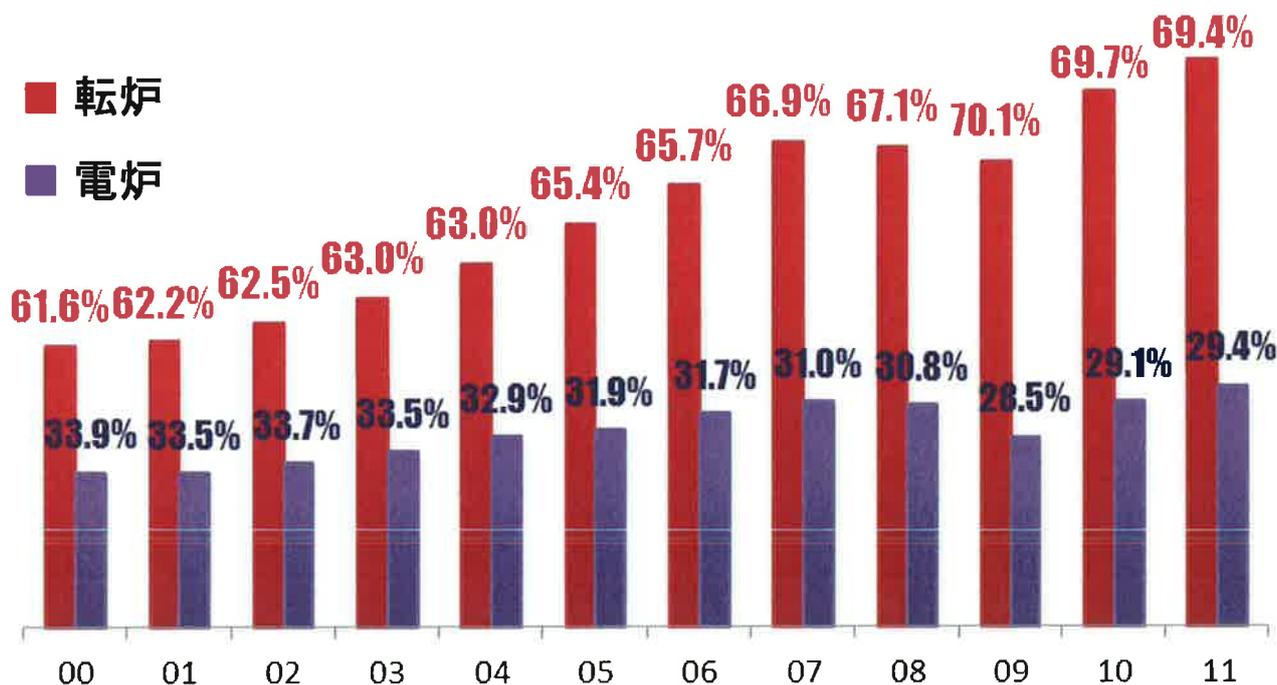


# 世界の鉄鋼循環と鉄鋼蓄積(2011年)



Nobuhiko Takamatsu, et al. "Steel Recycling Circuit in the World."  
Tetsu-to-Hagane 100.6 (2014): 740-749.に追記

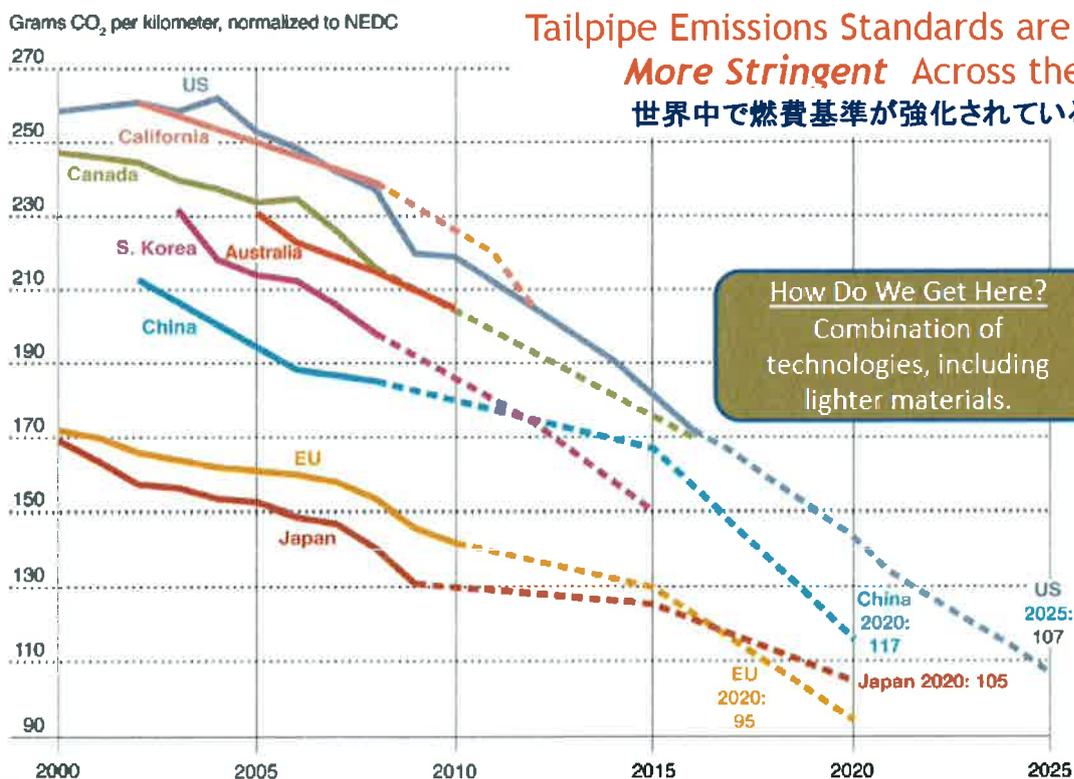
# 世界の製法別粗鋼生産の推移



出所: worldsteel ※数値は生産量に占める割合

# Life Cycle Thinkingの重要性

## ライフサイクル1断面のみによる評価例：自動車燃費



# 環境規制による軽量素材の採用拡大(樹脂)

## 低燃費車、新素材で道

### 三井化学 鋼板より7割軽く

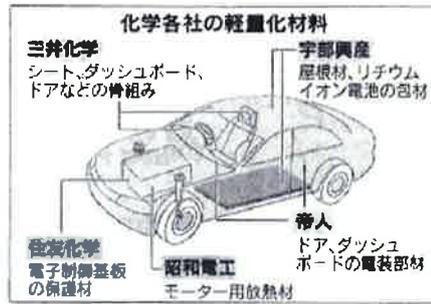
三井化学は合成樹脂と金属を組み合わせた鋼板より7割軽い自動車向け材料を開発した。2017年度に実用化する。世界で燃費規制の強化が予定される中、自動車の軽量化の要望に応える。宇部興産や住友化学も樹脂を使い、金属に代わる材料の開発を進めている。自動車が軽くなれば、利用者の燃料費の負担軽減にもつながりそうだ。

### 樹脂と金属を一体成型

新材料を2017年度に市場投入する(車のシート用部材の試作品)

三井化学が開発した材料はまずアルミなどの金属の表面にナノ(10億分の1)メートル単位の穴を多く開ける。そこにバンパーなどに用いるポリプロピレンなどの樹脂を流し一体成型する。異なる素材を組み合わせたとき、強度が確保しにくくなる。極めて高い強度が求められる骨格部材や、一度のプレスで生産できる工程が簡単なものを除き、樹脂を用いた複合材の利用が進む可能性がある。

今後、自動車への採用が進むには、異なる素材を組み合わせた部材の耐久性などの評価や基準作りが課題になりそうだ。



欧州では20年に乗用車などからの二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量を13%比で25%減らすことが求められる。米国でも乗用車の燃費規制が16年から強化され、20年には中国や東南アジアでも先進国並みの燃費規制が一斉に導入される見通しだ。車の燃費を良くするには、強度が高いが重い鋼板に代わり、アルミや炭素繊維、合成樹脂の利用

2014年9月13日 日本経済新聞

## BMW invests in carbon fiber for use beyond i and M models



Auto blog  
By Jonathon Ramsey  
Posted May 13th 2014

Admittedly, this was always the plan from the beginning, the i brand communications manager telling *AutoblogGreen* "Every idea, every technology, every revolution or new material that we came up with for BMW i eventually had to enable the rest of the BMW Group. Which means, yes, **there is a plan to bring carbon fiber reinforced plastic (CFRP) to the rest of our fleet.**" This latest investment previews a road map to those carbon fiber parts like wheels, seat frames and steering wheels that BMW showed off at its Innovation Days earlier this year, those CFRP wheels potentially hitting the market in a year or two.

# Life Cycle Thinking の重要性

○使用時の環境負荷

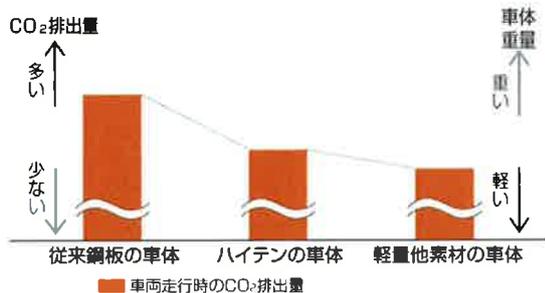
+

○製造時の環境負荷

○リサイクルによる環境負荷軽減効果

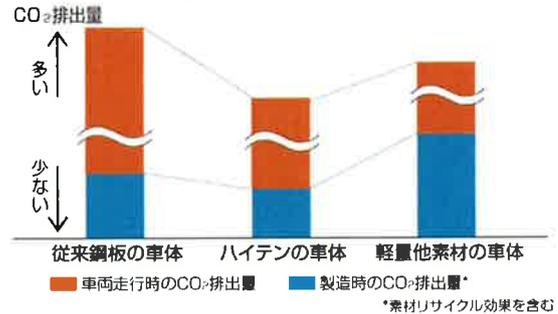
車両燃費規制のみの考え方

車体を軽くすれば走行時のCO<sub>2</sub>は削減できる  
→素材製造やリサイクルによるCO<sub>2</sub>は?



製造～素材リサイクルまでを考慮

走行段階(車両燃費)に加え、素材の製造やリサイクルを含むライフサイクル全体で考えることが必要



走行時のみのCO<sub>2</sub>排出量の比較(左)と自動車LCAでの排出量の比較(右)

WorldAutoSteel (世界鉄鋼協会の自動車分科会)公表データに基づき作成

## Are Steel Products Eco-materials?

[エコマテリアルとは by エコマテリアル・フォーラム]

優れた特性・機能を持ちながら、より少ない環境負荷で製造・使用・リサイクルまたは廃棄でき、しかも人に優しい材料(または材料技術)で、以下のどれか一つまたは複数にあてはまる材料

- ・有害物質の拡散が抑えられる
- ・温暖化物質などの排出が減らせる
- ・汚染を防止して浄化できる
- ・資源・エネルギー消費が減らせる
- ・埋立・焼却量が減らせる
- ・循環利用がしやすくなる



鉄鋼材料は「エコ素材」の  
必要条件を満たす

**Yes, they are!**

[汎用製品にとってのエコマテリアルの条件]

- ・環境負荷低減や省エネに貢献
- ・製造に伴う環境負荷が低い
- ・リサイクル性に優れる
- ・量産性、加工性、経済性に優れる



鉄鋼材料は汎用製品用  
「エコ素材」の必要条件  
を満たす

**Perfect!**