

エコプロセス（製鉄革新技術）

日本鉄鋼業の地球温暖化問題への取組み

【参考：総合資源エネルギー調査会答申資料】

長期エネルギー需給見通し(再計算)(案)における想定

約5百万tCO2 約1兆円

設備の更新時に、実用段階にある最先端の技術を最大限導入。

エネルギー効率が世界一の我が国の鉄鋼部門について、更に以下のような最先端技術を導入し、CO2削減を図っていく。

主要な技術導入想定

製鉄

- 自家発・共同火力発電設備の高効率化更新 42万kL
自家発電及び共同火力における発電設備を、高効率な設備に更新する。 → 将来の最適設備構成を考慮し、更新を迎える設備を順次高効率設備に入れ替え
- 廃プラスチックの製鉄所でのケミカルリサイクル拡大 47万kL
容器リサイクル法により回収された廃プラスチック等を活用し、石灰の使用量を削減する。 → 100万トンの廃プラスチック等を集荷・使用
- 電力需要設備効率の改善 12万kL
製鉄所で電力を消費する設備について、高効率な設備に更新する。
- 省エネ設備の増強 51万kL
高炉炉頂圧回収発電、コークス炉の顕熱回収等の、廃熱活用省エネ設備を増強する。 → 設備の効率を、更新時に現状回収等の、最高水準とする
- SCOPE21型コークス炉 31万kL
石灰事前処理工程等の導入による、コークス製造の省エネ化。 → コークス炉の設備更新時にすべて導入(2020年までに6基)

これまでの主な関連政策

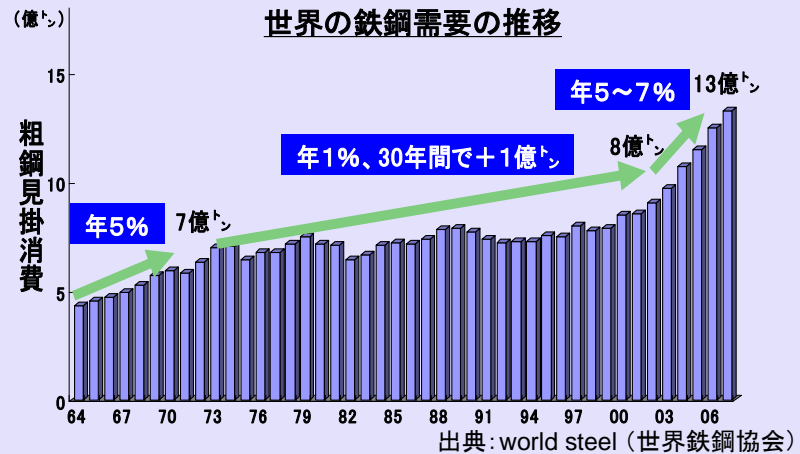
- 省エネルギー型で生産効率の高い革新的なコークス製造プロセス技術(SCOPE21)の開発(1994年度～2003年度:82億円)

【課題】

- 最先端技術の導入側の課題
 - ・設置スペースの制約
 - ・既存インフラ(エネルギー供給等)とのマッチング
 - ・工事タイミング制約(生産計画との調整、工事ロス制約)
- 最先端技術の供給側の課題
 - ・メーカー対応力(技術開発・設計・生産能力)
 - ・エンジニアリング能力
- その他の制約
 - ・廃プラスチック等の集荷・供給制約

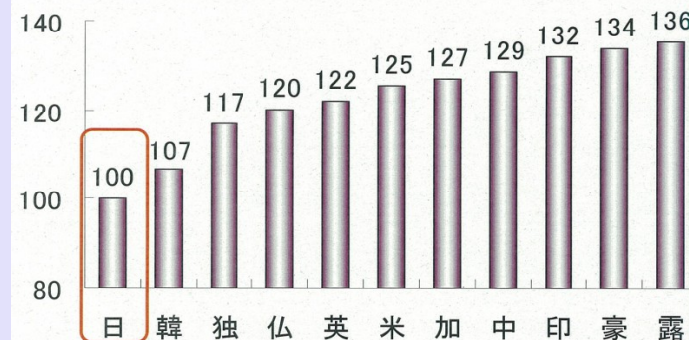
※本資料は、モデル計算上の仮の前提を提示するもの

途上国での需要の増加等により、世界の鉄鋼需要は急増。



日本鉄鋼業のエネルギー効率は、世界最高水準。世界の鉄鋼需要が増す中で、日本の生産を減少させ、他国での生産を増やすことは、世界全体でのCO2増加に繋がる。

鉄鋼業(高炉・転炉法)のエネルギー原単位の国際比較



出展:「エネルギー効率の国際比較(発電・鉄鋼・セメント部門)」RITE

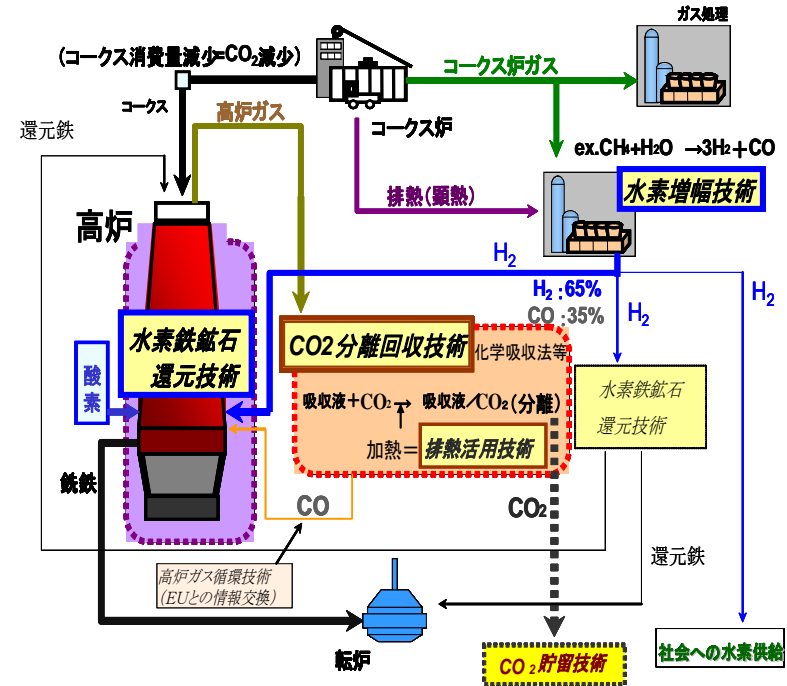
革新的製鉄プロセス技術開発 (COURSE50) の推進

(※COURSE50: *CO2 Ultimate Reduction in Steelmaking process by Innovative technology for cool Earth 50*)

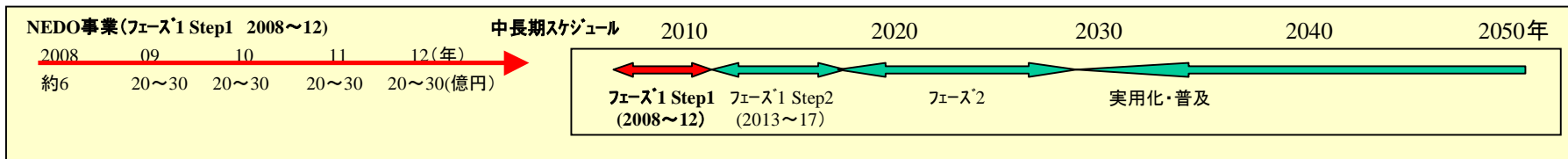
- 鉄鉱石の還元プロセスでは石炭を使用することから、CO2の排出は不可避。
- 水素による鉄鉱石の還元と高炉ガスからのCO2分離回収により、総合的に約30%のCO2削減を目指す。
- 2030年頃までに技術を確立し、高炉関連設備の更新タイミングを踏まえ、2050年頃までの実用化・普及を目指す。

【プロジェクト概要】

1. 事業費総額：約100億円（予定）
2. 研究内容(技術開発)
 - ①未利用のコークス炉ガス顕熱（800℃）を活用した水素増幅技術開発
 - ②水素による鉄鉱石還元技術開発
 - ③製鉄所の未利用排熱を活用した高炉ガス(BFG)からのCO2分離回収



【開発スケジュール】



2.中長期ロードマップについて

日本鉄鋼業の実態を踏まえた検討の必要性

- 日本鉄鋼業のエネルギー効率は世界最高水準にあり、既存技術による削減余地は極めて小さいことから、今後の削減のためには、最先端技術の最大導入と革新的な技術開発を行う必要がある。
- 一方、鉄鋼業は炭素集約型産業であることから、諸施策*による負担は極めて大きく、国内での事業継続が危ぶまれるのみならず、高機能鋼材を共同開発している多くの需要家産業の国際競争力や雇用にも大きな影響を与えるばかりか、炭素リーケージにより地球温暖化対策に逆行する。

* 高炉、電炉における粗鋼1トンあたりの当たりの経常利益(1990～2009年度平均4,500円)に対し、排出量取引制度における増産による排出権負担コストは3,500～7,000円(上記経常利益の80～160%)、地球温暖化対策税、再生可能エネルギー全量買取制度による負担額は476～1,195円(上記経常利益の10～30%)、と比較して極めて大きな負担となる。

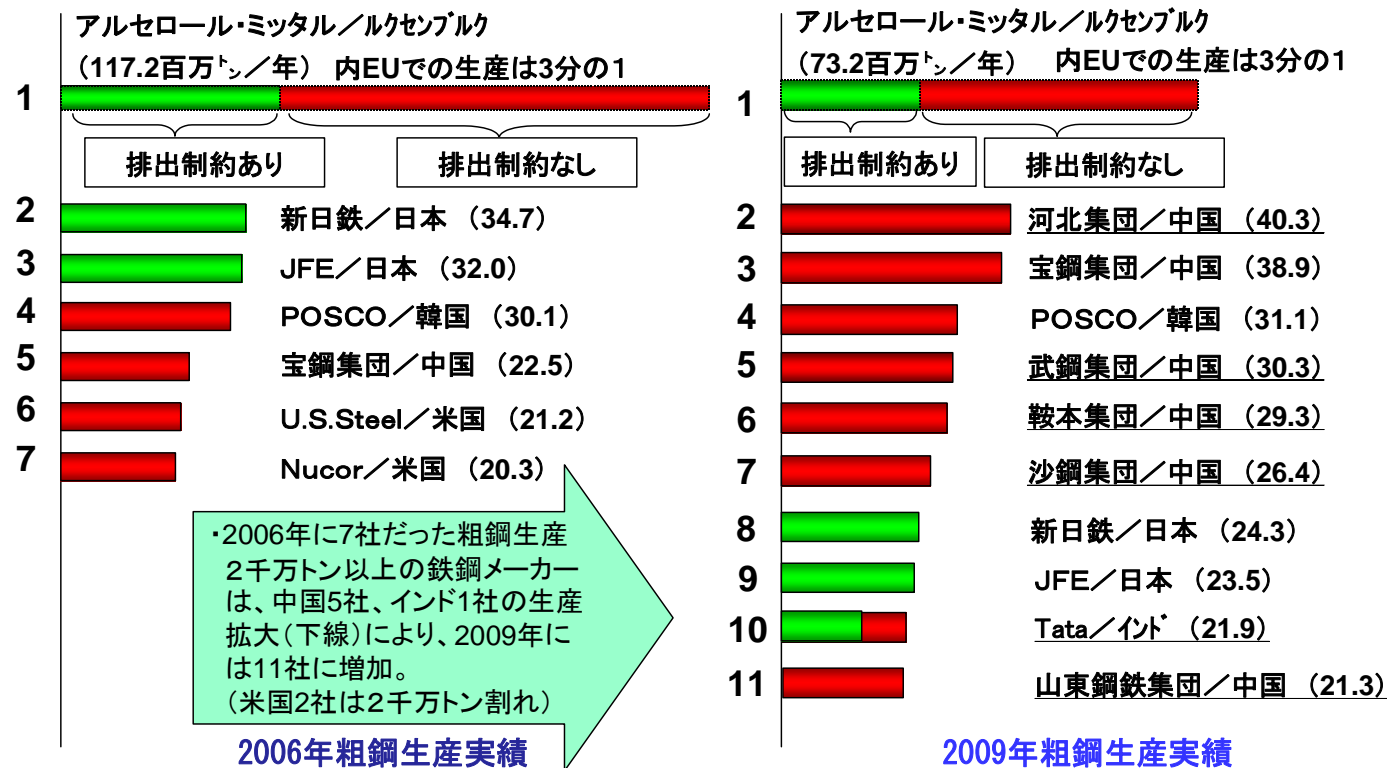
- ロードマップや諸施策の検討に当たっては、3つのエコ（プロセス、プロダクト、ソリューション）と革新的な技術開発で地球温暖化対策に貢献している日本鉄鋼業の実態を十二分に踏まえ、国際競争力が損なわれることのないようにすることが不可欠である。

(参考) 京都議定書における日本鉄鋼業への影響

- 世界の主要な鉄鋼メーカーのうち、実質的なCO2排出制約を負っているのは**日本のみ**。
- 鉄鋼業は**炭素集約型産業**であり、**オフセット負担が極めて大**。
技術的な裏付けのない排出規制は**事実上の生産規制**となる。

※増産による排出権負担コストは3,500～7,000円(*)となり、高炉、電炉における粗鋼1トンあたりの経常利益(90～09年度平均で約4,500円)と比較しても極めて大きな負担。

(*)粗鋼1トン当たりのCO2排出原単位:1.74。排出権価格:15～30ユーロ。1ユーロ=130円前提



出所:(社)日本鉄鋼連盟 ※2009年はMy Steel社推計

(参考) 地球温暖化対策税・再生可能エネルギー全量買取制度による鉄鋼業への影響

●地球温暖化対策税と再生可能エネルギー全量買取制度による鉄鋼業全体の負担額は約650～1,670億円となる。(2007年度消費実績ベース)

(地球温暖化対策税の負担額:約410億円。全量買取制度の負担額:約240～1260億円)

●高炉、電炉における粗鋼1トンあたりの経常利益と比較すると、高炉・電炉を合わせて、経常利益に対して 10～30%のインパクト、このうち電炉業界においては30～80%ものインパクトとなる。

地球温暖化対策税・全量買取制度による負担のインパクト

(単位：円/粗鋼1t)

| | 高炉・電炉計 | | (内、電炉計) | |
|-----------|-----------|---------|-----------|---------|
| | 負担額 | vs 経常利益 | 負担額 | vs 経常利益 |
| 地球温暖化対策税① | 303 | 7% | 516 | 14% |
| 全量買取制度② | 173～893 | 4～20% | 470～2,423 | 13～65% |
| ①+② | 476～1,195 | 11～27% | 986～2,939 | 26～78% |
| 経常利益 | 4,500 | | 3,800 | |

※ 金額は粗鋼1トンあたりのもの。
負担額は2007年度のエネルギー消費ベースで算出。
経常利益は1990～2009年度の平均値。

中長期ロードマップの検討の進め方について

- 地球温暖化対策は、将来に亘りわが国の経済や雇用に大きな影響を及ぼす極めて重要な課題であり、とりわけロードマップは、国際公約としての中期目標や国内での諸施策の検討のベースとなるものである。環境省のみならず関係省庁を含めた政府全体として、エネルギー基本計画や新成長戦略と整合するものを国民や産業界に提示し議論すべきではないか。
- 省エネの進んだ日本において、更なる削減を推進するためには、国民各層や各産業界の理解・納得とやる気が不可欠である。しかしながら、今回示されたロードマップにおいては、実現可能性、国民負担レベルの妥当性、国際的な公平性等について十分な説明がなく、的確に評価することができない。
- また、経済や雇用への影響に関する分析については、他の研究機関や諸外国の分析と大きく異なるものや、産業の実態を反映していないものがある*。タスクフォースに参加したメンバーからもいろいろな問題指摘があるところであり、日本の英知を結集し、モデルの前提や諸条件について情報公開の上、科学的・専門的な見地からの検証が早急に行われることを望む。

* 中長期ロードマップに記載されている「温暖化対策の需要が、2020年時点で118兆円の市場規模、345万人の雇用規模の波及効果を誘発する」との分析に、「実際には、新市場創出の結果として、ある程度、従来型の産業が縮小することが考えられる。上記の値は、このようなマイナスの影響を含んでいない。」と明記されている。

(参考) 経済影響に関する各研究機関・各国の分析結果

- 各研究機関による分析では、限界削減費用とGDPの関係について、いずれもGDPを押し下げる結果であるが、ロードマップで引用された伴教授の分析では、限界削減費用の見方については大差がないのに対して、GDPへの見方について大きく乖離している。
- 主要国における分析においても、それぞれの中期目標を達成するためには、GDPを押し下げることが示されている。

限界削減費用とGDPロスの関係

| | 限界削減費用 | GDPロス |
|-----------|---------|-------|
| KEOモデル | 87,667円 | ▲5.6% |
| 日経センター | 63,180円 | ▲3.1% |
| 国立環境研究所 | 52,438円 | ▲3.2% |
| 伴教授分析 | 55,635円 | ▲0.4% |
| 伴教授分析(促進) | 52,459円 | +0.4% |

※真水25%削減ケースのもの

(出所)

環境省「中長期ロードマップ検討会」の分析について/TFメンバー有志

「中長期ロードマップ検討会」における国立環境研究所試算に関するコメント/日本エネルギー経済研究所

他国における経済影響分析の事例

| | GDPの押し下げ効果 (2020年時点) | (参考)限界削減費用※2 |
|-----------------------------------|-------------------------|--------------|
| EU (中期目標:90年比 ▲20%) | ▲0.35% | \$48~135 |
| 米国:下院法案 (排出量取引部分: 05年比▲17%) | ▲0.13%~ ▲0.57% | \$60 |
| カナダ (中期目標:06年比 ▲20%)※1 | ▲0.4% | \$111 |
| 豪州 (中期目標:00年比 ▲-5%) | ▲1.1% | \$45~92 |

※1 カナダは1月の国連事務局への報告前の目標についての分析。

※2 追加的にCO2を1トン削減する努力に要する費用(RITE試算)。

各国の限界削減費用は数十ドルであり、日本と同程度の数百ドルの費用を負荷した場合はさらに経済影響は大きくなると考えられる。

(参考) 鉄鋼業のモデル分析について

- 日本鉄鋼業は、世界最高水準のエネルギー効率にあり、技術による既存削減余地が極めて小さいことは、IEA等の分析からも明らか。
- 伴モデルは、日本鉄鋼業の実体や削減ポテンシャルを反映せず、設備投資をすればCO2が大幅に削減され、生産が減少する中でも雇用が増加するとの内容であるが、その妥当性については、専門家による検証が必要と思われる。

伴モデルにおける鉄鋼業の分析

25%削減&イノベーション促進シナリオ・鉄鋼業の場合

| | 生産額 | 就業者数 | 資本ストック | CO2発生源(化石燃料・石炭製品等) |
|------|------|------|--------|--------------------|
| 2005 | 0.6 | 0.7 | 0.3 | 0.6 |
| 2006 | 0.6 | 0.7 | 0.5 | 0.7 |
| 2007 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.8 |
| 2008 | 0.2 | 1.2 | 1.3 | -3.8 |
| 2009 | 0.1 | 1.6 | 1.8 | -6.7 |
| 2010 | -0.1 | 2.1 | 2.4 | -9.9 |
| 2011 | -0.3 | 2.6 | 3.1 | -13.1 |
| 2012 | -0.4 | 3.2 | 4.0 | -16.2 |
| 2013 | -0.6 | 3.9 | 5.0 | -19.2 |
| 2014 | -0.6 | 4.6 | 5.8 | -22.1 |
| 2015 | -0.8 | 5.3 | 6.7 | -24.8 |
| 2016 | -0.9 | 6.0 | 7.4 | -27.4 |
| 2017 | -1.1 | 6.7 | 8.2 | -29.9 |
| 2018 | -1.2 | 7.4 | 8.8 | -32.1 |
| 2019 | -1.3 | 8.1 | 9.4 | -34.0 |
| 2020 | -1.3 | 8.7 | 10.0 | -35.7 |

1. CO2発生源となる化石燃料・石炭製品価格の上昇

2. CO2発生を抑制するための高効率設備(資本ストック)の増加

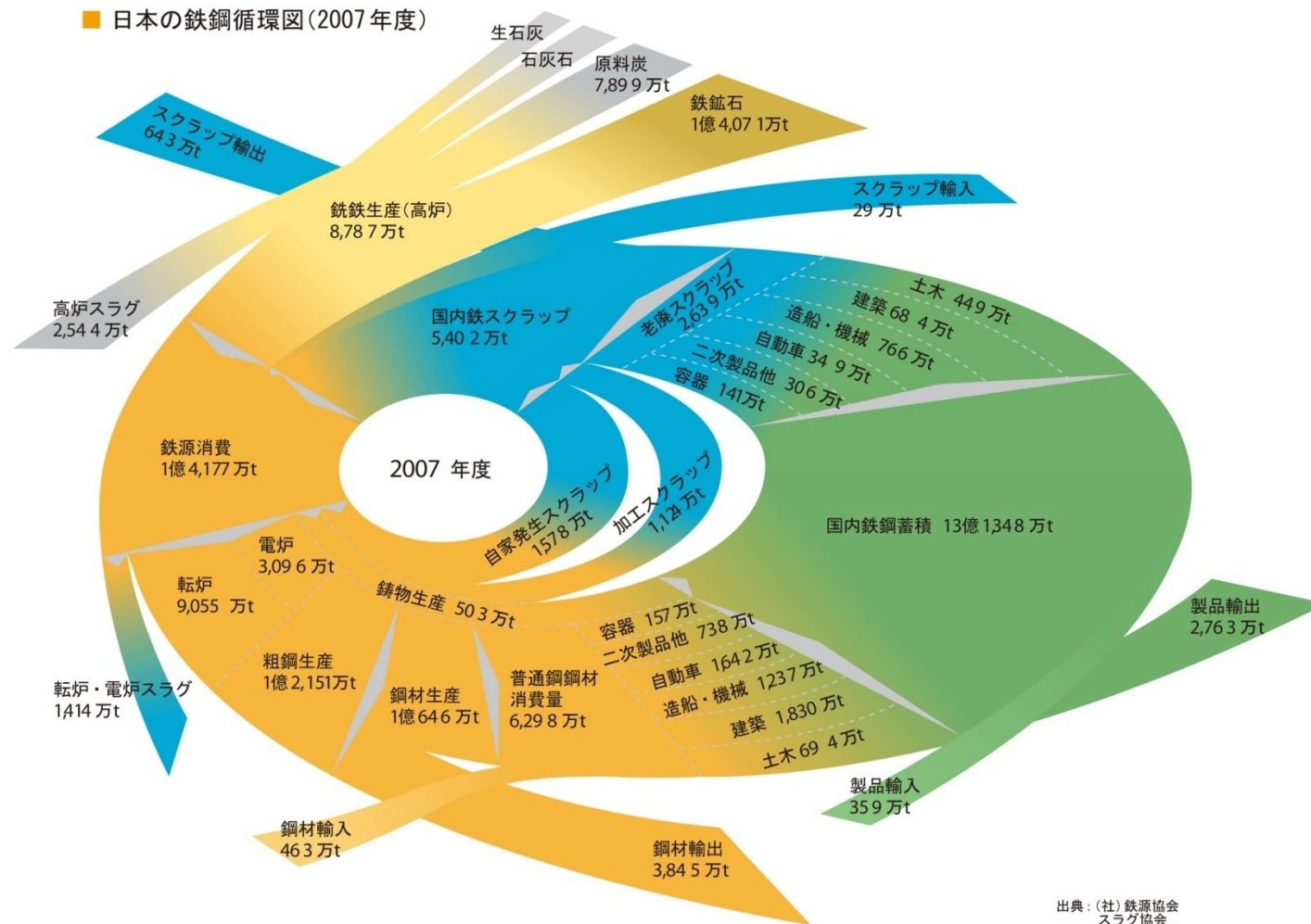
3. 資本ストックの増加による雇用の増加

Baselineからの乖離(単位:%)

3.世界の鉄鋼需要と高炉/電炉の役割について

鉄鋼の循環システム

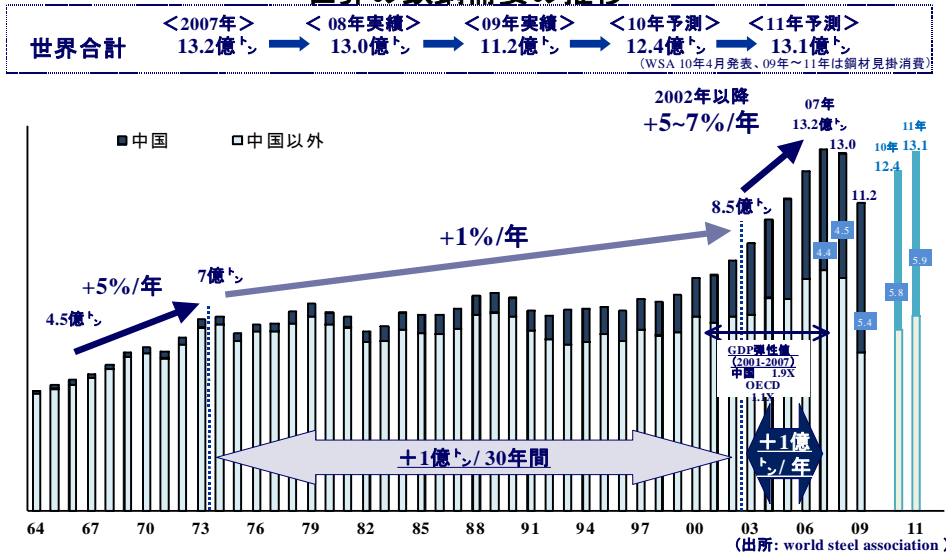
- 鉄鋼製品は社会で使用され、廃棄された後も、スクラップ原料として再び鉄鋼製品に生まれ変わる循環素材である。
- 繰り返し再生利用され、長期にわたり資源・エネルギーの節約に貢献するもので、高炉、電炉それぞれが特徴を活かした役割を果たすことが不可欠である。



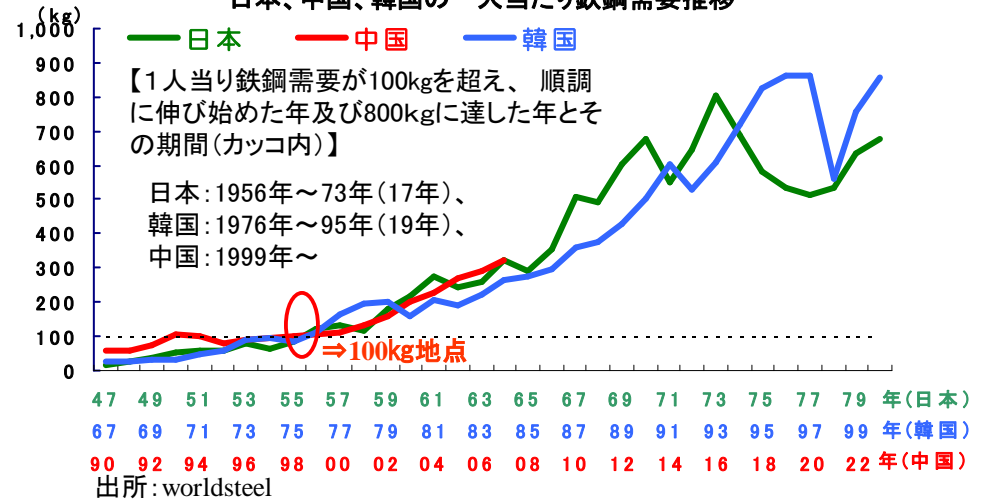
世界の鉄鋼需要動向

●世界の鉄鋼需要は、70～90年代末までに約30年間かけて1億トン増の緩やかな伸びに留まっていたが、2000年代に入ると、中国を中心とする新興国の急激な需要増により、年間約1億トン(年率5%超)ペースの増加、リーマンショックによる一時的な減少はあったものの、引き続き増加が見込まれる。日本においても、08年度下期に一時的に急減したものの、足元では、年率1.1億トンレベルに達している。

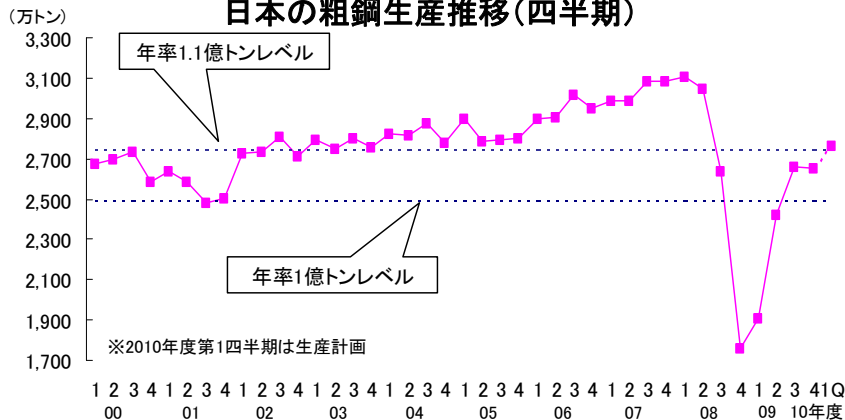
世界の鉄鋼需要の推移



日本、中国、韓国の一人当たり鉄鋼需要推移



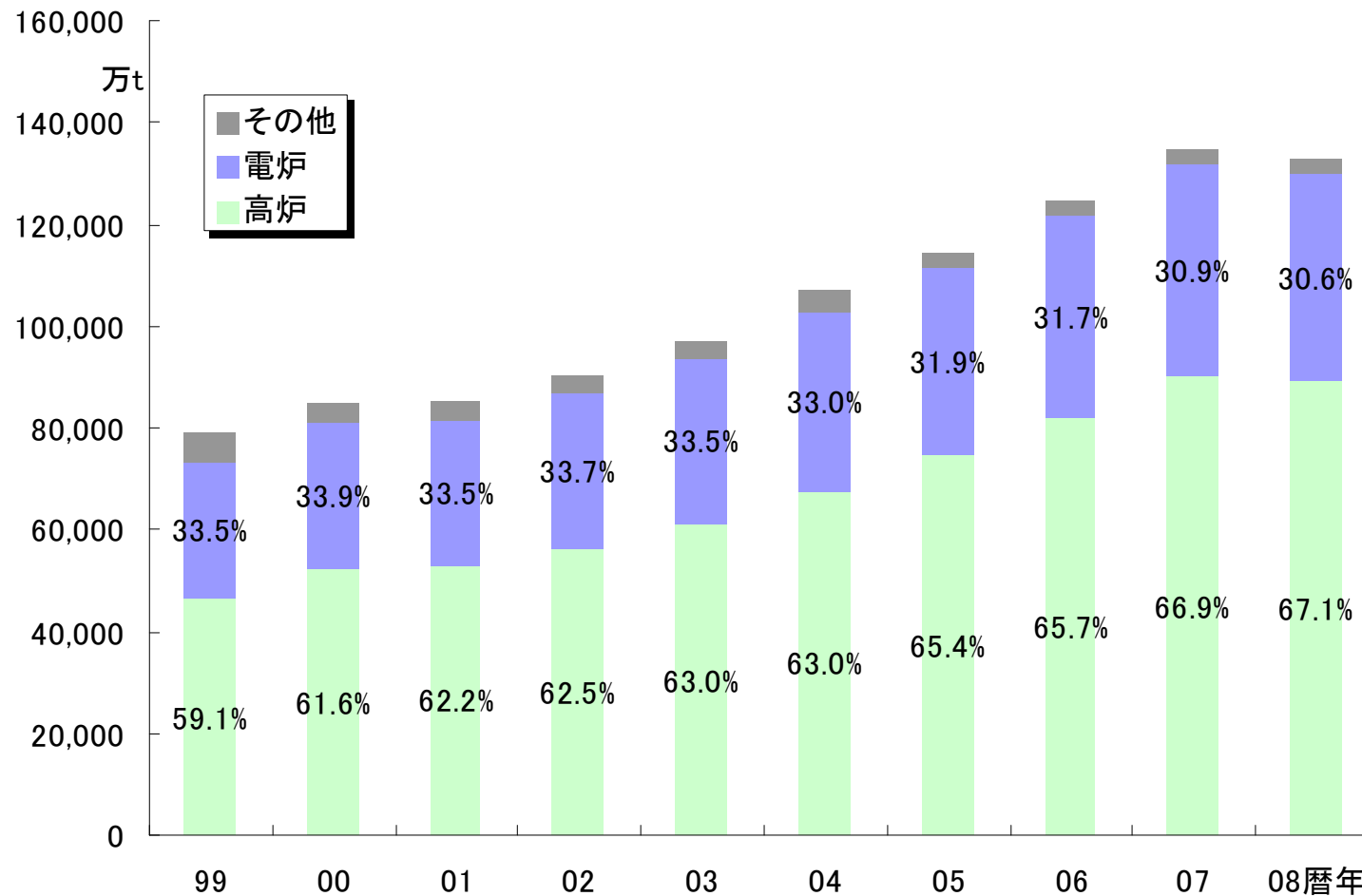
日本の粗鋼生産推移(四半期)



- 経済成長の発展初期段階においては、鉄鋼需要は極めて高い伸びを示す傾向が見られる。そのような傾向は、戦後の高度成長期の日本や、70年代後半から90年代にかけての韓国において顕著であった。今後、中国及び他の新興国も同様の経路を辿るものと予測される。
- 一人当たり鉄鋼需要は、100kgを超えた辺りから急激に伸びる傾向が見られ、中国も正にこの段階にある。インド等の新興国が同様の傾向を辿る場合、その人口規模を踏まえると、世界の鉄鋼需要は、今後とも大幅な拡大が見込まれる。

世界の製法別粗鋼生産の推移

- 世界の鉄鋼需要が拡大する中、粗鋼生産を製法別にみると、高炉の比率が拡大している。
- 今後とも世界の鉄鋼需要の増加が見込まれる中、高炉による鉄鋼生産は増加するものと想定されている。



出所: worldsteel

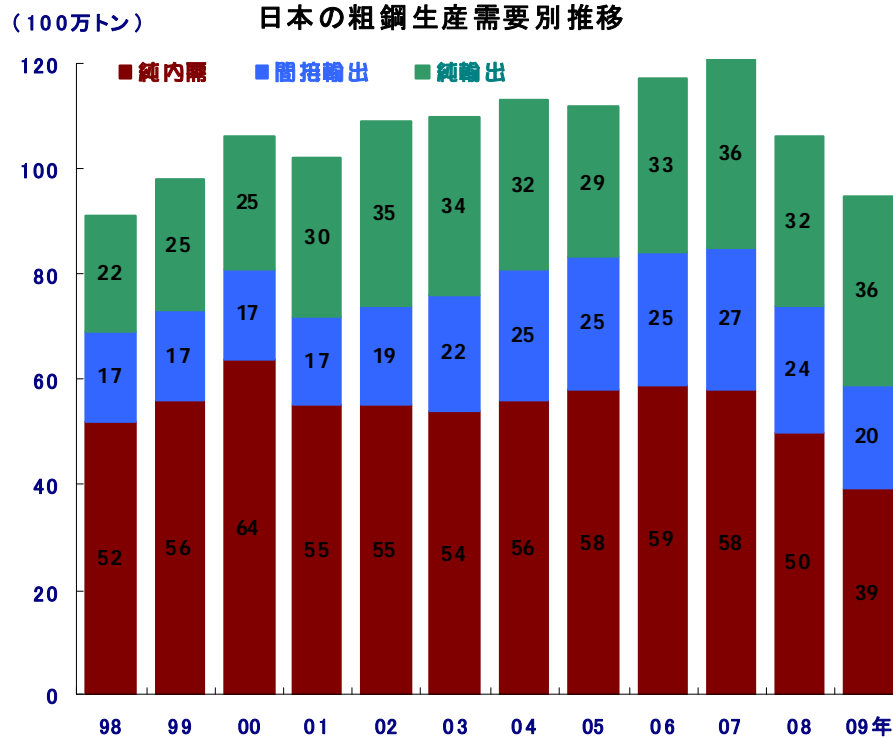
日本における鉄鋼生産の特徴

●日本の近年の需要動向をみると、間接輸出・純輸出が着実に増加している状況にある。その背景には、日本の鉄鋼業が得意とし、国際競争力を持つ高級鋼材の需要の増加がある。

- 最大の製鉄国である中国においては、世界各地に対して輸出が輸入を超過するが、日本については輸入超過となっており、高級鋼材については日本からの供給に依存しているものと考えられる。
- 国内需要(純内需+間接輸出)は、純内需主体の建設向けから間接輸出を含む製造業向けにシフト(建設向け中心の条鋼類から鋼板類、特殊鋼といった高級鋼材にシフト)している。

●一般的に、スクラップには不純物が含まれることから、製造される鋼材の品種は制限される。

粗鋼の需要項目別では、海外需要(純輸出+間接輸出)が増加



純内需は建築物や国内販売される自動車など専ら国内で使用されるもの。
 間接輸出は、自動車等が輸出される際に、製品を構成する素材として輸出されるもの。
 純輸出は、輸出から輸入を引いたもの。

出所: 日本鉄鋼連盟

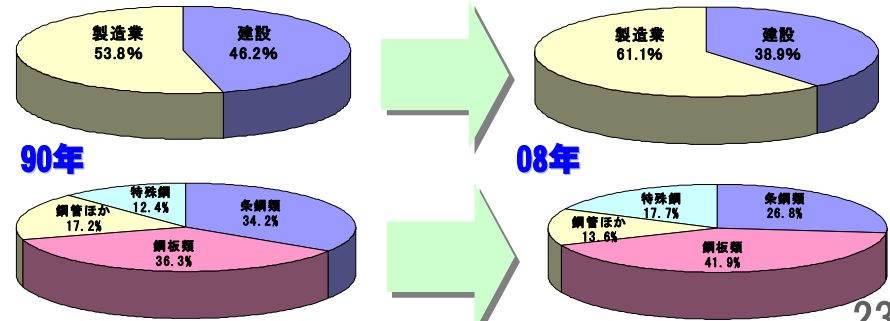
中国では、世界各地に対して輸出超過であるが、日本については輸入超過。

中国の鋼材貿易動向(2009年) (単位: 万トン)

| | 輸出 | 輸入 | 純輸出 |
|------|-------|-------|-------|
| 日本 | 36 | 638 | ▲ 603 |
| 韓国 | 546 | 472 | 74 |
| EU27 | 141 | 102 | 40 |
| 米国 | 87 | 21 | 66 |
| 豪州 | 44 | 9 | 34 |
| その他 | 1,453 | 978 | 475 |
| 世界計 | 2,307 | 2,220 | 87 |

出所: 中国税関総署

内需(間接輸出含む)は、建設向け(条鋼等の建材中心)から製造業向け(鋼板・特殊鋼中心)にシフト



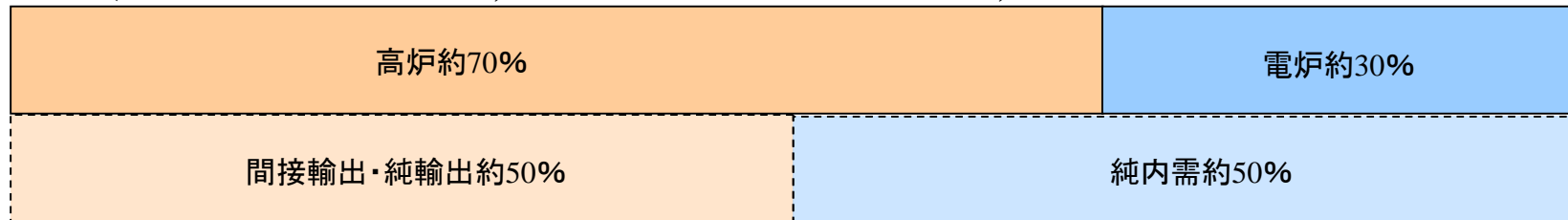
出所: 日本鉄鋼連盟

日米の粗鋼生産に関するマクロイメージ

- 高炉と電炉の比率については、日本が7対3であるのに対して、米国は4対6と大きく異なる。
- これは、内需主体の米国に対して、日本においては、高炉を中心とした国際競争力のある高級鋼材を中心に間接輸出・純輸出の比率が約50%と高いためと想定される。

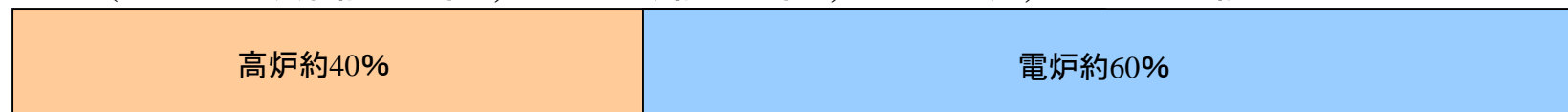
➤ 日本は間接輸出・純輸出の比率が高い。

(2008年の鉄鋼輸出は約3,800万トン、輸入は約800万トン、3,000万トンの輸出超過)



➤ 米国は内需主体。

(2008年の鉄鋼輸出は約1,400万トン、輸入は約4,100万トン、2,700万トンの輸入超過)



大手電炉メーカーの高炉への進出の例

- 高級鋼分野への進出のため、韓国最大の電炉メーカーである現代製鉄は高炉による一貫製鉄所を建設中であり、世界最大の電炉メーカーである米国ニューコアは既に高炉建設計画を公表している。

○現代製鉄 (HYUNDAI STEEL)

現有

製鋼能力:1,150万t(全て電炉)

09年粗鋼生産:845万トン・世界第34位、韓国最大の電炉

計画(高炉一貫製鉄所)

唐津新製鉄所

- 1号5,250m³高炉(2010年1月稼動済み)、年産400万トン
- 2号5,250m³高炉(2010年11月稼動予定)、年産400万トン
- 3号高炉(2015年稼動予定)、年産400万トン
- 新熱延ミル、350万トン(※)

※グループ企業である現代・起亜/現代ハイスコ向けに自動
車用鋼板の一貫供給体制を確立

○ニューコア (NUCOR CORP.)

現有

製鋼能力:2,237万t(全て電炉)

09年粗鋼生産:1,268万トン・世界第19位、世界最大の電炉

計画

高炉建設計画(2008年発表、年産300万トン)

- 米国・ルイジアナ州に建設予定、2010年5月に環境当局より認可を取得。政府の温暖化規制を見極めつつ、ブラジルでの建設も選択肢として検討。
- 計画の目的は①スクラップ市況変動リスク回避による経営体質の改革、②建材以外の需要分野の開拓(同社製鋼板の最終用途の殆どが建材向け)