

鉄鋼業の温暖化対策とセクトラル・アプローチ

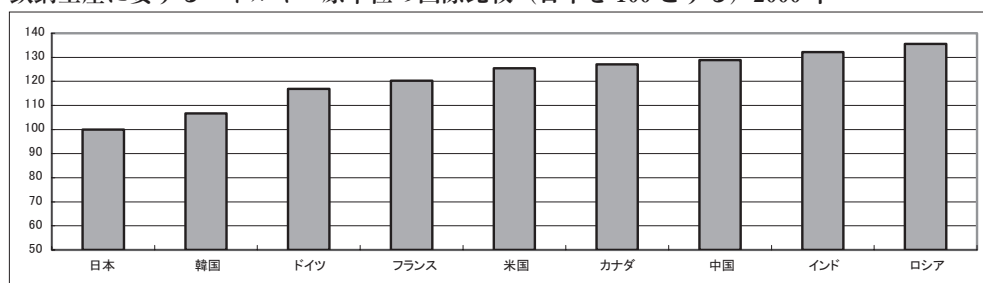
我が国の鉄鋼業は1970年代から省エネルギーに取り組み、鉄鋼生産単位当たりの温室効果ガス排出原単位は各国と比較して低くなっている。日本の鉄鋼業は、1996年から自主行動計画を作成して対策を実施し、鉄鋼生産工程における省エネルギーなどで着実な成果を挙げてきた。2010年に向けてさらなる排出削減に加え、京都議定書に基づくクリーン開発メカニズム（CDM：Clean Development Mechanism）も活用した目標の達成を考え、また、長期的視野から抜本的革新技術の開発にも着手している。

一方、世界の鉄鋼生産は、2000年以降、中国など新興国の生産が急増し、温室効果ガス排出が増大している。京都議定書が想定しているCAP&TRADE方式の規制では、競争条件の違いにより規制の緩い国で鉄鋼生産が増大するため、世界全体としては排出ガス量の増大を招くことが指摘されている。

そうした中、我が国では排出量の大きな産業セクターを中心として、利用できる最適な技術の世界全体へ広め、生産活動単位当たりの排出量を世界全体で削減し、排出総量を抑える方式（セクトラル・アプローチ）を提唱している。すでに国際協力によるCO₂排出削減は進められ、アジア太平洋地域の7カ国が国際協力を進め、セクトラル・アプローチがモデルとすべきものとされている。一方、世界鉄鋼協会ではGlobal Steel Sectoral Approach（GSSA）が推進されており、世界的な規模でセクトラル・アプローチが進められようとしている。

今後は、長期的な革新的技術開発促進という意味でもセクトラル・アプローチを実証的に分析していくことが求められよう。

鉄鋼生産に要するエネルギー原単位の国際比較（日本を100とする）2000年



参考文献⁸⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

鉄鋼業の温暖化対策とセクトラル・アプローチ

小島 彰
客員研究官

1 はじめに

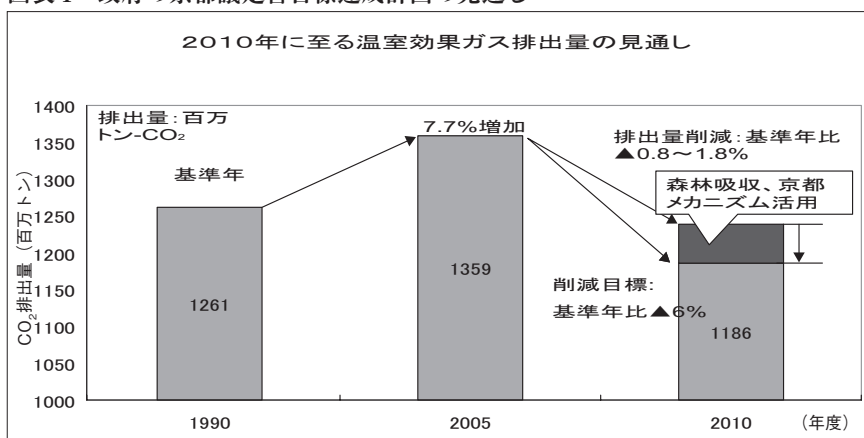
2008年から5年間にわたって、1996年に締結され2005年に発効した気候変動枠組み条約京都議定書に基づく第一約束期間に入った。2008年3月28日に全面改定されたわが国政府の京都議定書目標達成計画によると、我が国の温室効果ガスの排出は、基準年である1990年度に比べて2005年度には7.7%増加した¹⁾。このため、政府では、森林によるCO₂吸収や京都メカニズムによるCDM^{注1)}や共同実施を活用するとしても、2010年度に向けて排出量を基準年対比で0.8～1.8%削減する必要があるとしている(図表1)。

日本でのCO₂排出状況は図表2の通りであり、産業部門では減少しているものの、運輸、業務、民生部門で増加しており、全体としても増加している。日本としては増加している部門からの排出削減が大きな課題となっている。

産業部門(エネルギー転換部門および産業部門)における排出量は図表3のとおりであり、鉄鋼業からの温室効果ガス排出量は44%²⁾と大きなウェイトを占めている。従って鉄鋼業としての温室効果ガ

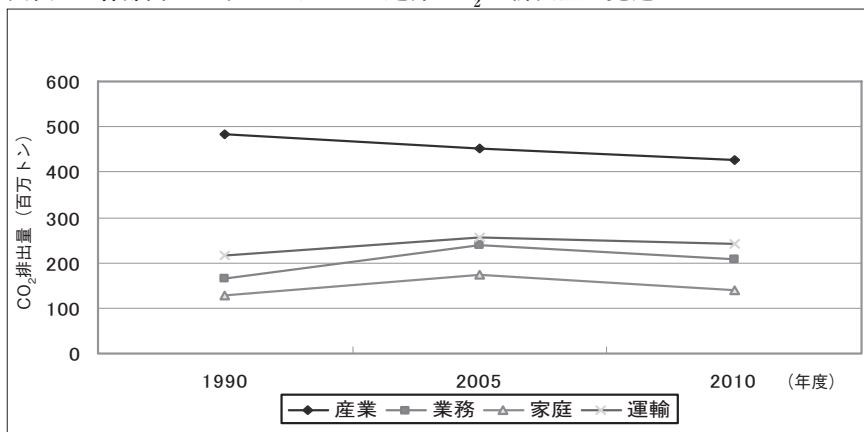
ス排出削減は我が国の温室効果が有する。ス対策を考える上で大きな意味を

図表1 政府の京都議定書目標達成計画の見通し

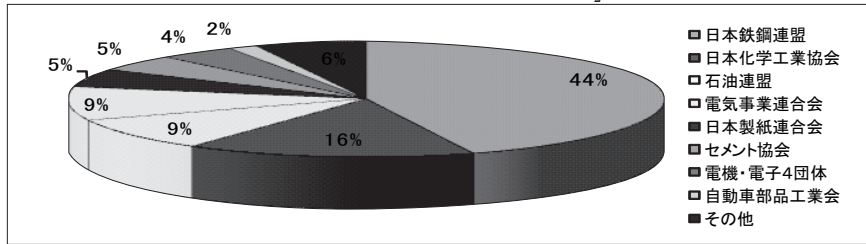


参考文献¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表2 各部門におけるエネルギー起源CO₂の排出量の見通し



参考文献¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表3 エネルギー転換部門および産業部門からのCO₂排出比率

参考文献²⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

2

鉄鋼生産と温室効果ガス排出

鉄鉱石から鉄鋼材料を生産する一貫製鉄プロセスは、還元反応により、金属鉄を生成し、圧延、熱処理等の加工を材料に加え、多様な特性を有する鉄鋼製品を生産するプロセスである。鉄鉱石の還元反応は、 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ で示され、還元反応に伴いCO₂を発生する。純粋に還元反応だけで発生するCO₂は鉄鋼1トン当たり0.59トンであるが、実際には鉱石中の鉄分は60%程度であるため、鉱石中の不純物成分も含めて溶融し、還元反応を推進させるための熱源が別途必要である。さらに鉄鋼製品を作り出すまでには、鉄鋼

材料の精製、加工など多くのプロセスが必要で、この間の加熱等に要する燃料消費などを加味すると、概ね鉄鋼製品1トン当たり2トン程度のCO₂を発生している。

実際の鉄鋼生産においては、原料として鉄スクラップが相当量利用されている。我が国全体としては、粗鋼生産に占めるスクラップ利用率は42% (2007年)である。鉄スクラップは還元済みの鉄源で貴重なものである。その利用割合を高めることは排出削減に有効な手段であるが、原料となるスクラップの発生量は地域における鉄鋼蓄積量や鉄鋼加工産業等の活動に依存し、また、スクラップに含有される不純物等のため、利用面での制約もある。特に、自動車用鋼板、継ぎ目なし鋼管など我が国が得意とする高級鉄鋼製品では、原料の

成分基準が厳しく、スクラップを使うとしても成分が明確なものでないと利用できないという事情がある。

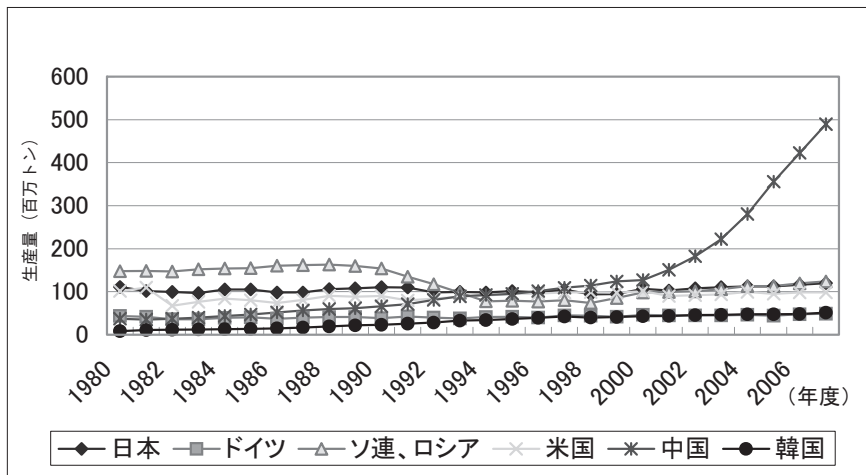
一方、鉄鋼は国民生活、経済活動を支える基盤的資材として我が国のみならず、各国において広範な分野で利用されており、鉄鋼なしでは近代的生活が機能しないと言われるほどポピュラーな材料であり、世界の経済活動と比例してその需要は増大してきた。

最近の主要国における鉄鋼生産の推移は図表4に示すとおりである³⁾。2000年以降、いわゆるBRICs諸国を中心とする経済発展の影響を受けて、世界的に生産が増加しているが、特に中国における爆発的な鉄鋼生産の増大は大きな注目を集めている。最近の中国における年間増大量5000万トンは、我が国における代表的な一貫製鉄所が1年に5カ所建設されるに等しい数量である。

3

京都議定書とセクトラル・アプローチ

図表4 主要国の鉄鋼生産の推移



参考文献³⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

用語説明

注1 CDM：クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism)：発展途上国の温室効果ガス排出削減に協力した主体に対してその排出削減効果に対応した排出権枠が与えられる仕組み

京都議定書締結以降、温室効果ガスをめぐる状況は大きく変わった。それは最大の排出国であった米国が1998年に京都議定書から離脱したことおよび中国をはじめとする新興国からの排出が急激に増大し、排出ガス削減の数値目標のかかった国とそうではない国との格差が大きくなったことである。図表5に示すとおり、気候枠組み条約を批准した192の国・地域において、京都議定書による数値約束の拘束を受けるのは、付属書Iに規定される39カ国である。

世界最大の排出国である米国や鉄鋼生産が急増している中国は上記の数値規制の枠外である。数値目標が課された国・地域のCO₂排

出量は、世界の28%（2005年）と推計されている⁵⁾。世界排出量の28%を数値規制しても残りの72%の排出量に当たる部分が規制を受けず、これらが増加するようでは、世界全体の排出削減は期待できない。影響力の大きい国を取り込まない数値規制は、効果が低いと指摘されており、公正でないとの意見も多い。

鉄鋼による排出量の場合、世界の鉄鋼生産に占める中国をはじめ温室効果ガスの規制を受けない国のシェアは急激に増大しており、これらの国々を抜きにした対策の有効性には限界があると考えられる。また、鉄鋼は図表6にも示すとおり、世界で幅広く貿易される製品である。特定の国における鉄鋼生産には排出削減のためのコストがかかり、他の国ではそれが不要であることは、鉄鋼の世界貿易全体を歪める恐れがある。また、競争条件の差異により規制の緩い国で相対的に排出ガス量の多い鉄

鋼生産が増大する懸念もあり、世界全体としては排出ガス量が増大する結果を招くと予想されている。こうした現象は炭素リーケージと呼ばれている。

このような問題の存在は、京都議定書が想定しているCAP & TRADE方式^{注2)}の課題である。とりわけ、数量規制を受ける国の排出量割合が世界全体の一部にとどまる場合、この点は大きな制度面での課題である。

これを是正する方策として、鉄鋼をはじめ、火力発電、セメントなど排出量の大きな産業セクターが国際的に協力し、現在でも利用できる最適な技術(Best Available Technology : BAT)を世界全体へ広めることにより、生産活動などに伴う単位当たり排出量を世界全体で削減し、地球規模での排出を抑える方式(セクトラル・アプローチ)の関心が高まっている。

セクトラル・アプローチは、対象となる産業分野において先進的

な省エネルギー・環境技術を世界的に採用することで当該産業からの排出量を削減し、炭素リーケージを回避しつつ、世界全体の温室効果ガスの排出削減を目指すものである。2008年の洞爺湖サミットで当時の福田総理大臣から主要国に提案されたほか、地球温暖化問題にかかる世界的な協議の中でも我が国代表から提案されている。セクトラル・アプローチは利用可能な技術の普及を中心に据えた現実的なアプローチである。利用可能な環境技術・省エネルギー技術が世界に広く普及することは、先進国はもとより世界全体の技術進歩をも促進させる。鉄鋼業の場合、世界の主要鉄鋼企業が加盟する世界鉄鋼協会(World Steel Association)でセクトラル・アプローチが進められており、他の業種の参考となろう。

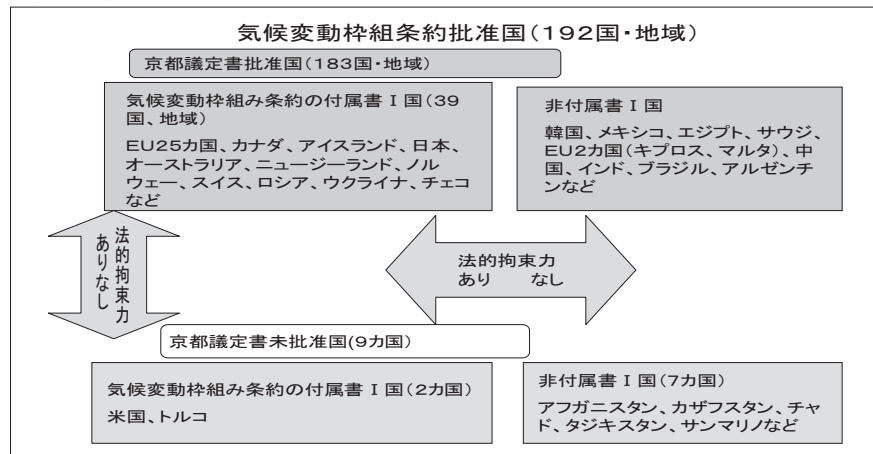
セクトラル・アプローチの議論の前に、次章では我が国の鉄鋼業のこれまでの取り組みを紹介する。

4

CO₂ 排出削減に向けた日本の鉄鋼業の取り組み

1996年、産業部門における排出削減に向けて、(社)日本経済団体連合会が主だった29の業種(現在では36)の参加を得て、環境自主行動計画を作成した。鉄鋼業については(社)日本鉄鋼連盟が自主行動計画を作成し、それに従い、加盟企

図表5 京都議定書の構造



参考文献⁴⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表6 主要国・地域の鉄鋼輸出量 (2007年)

単位：百万トン									
国・地域	中国	日本	EU25国	ロシア	ウクライナ	ドイツ	ベルギー*	フランス	韓国
輸出量	51.7	34.6	32.4 **	31.5	30.6	29.2	24.6	18.8	18.0

* ベルギーおよびルクセンブルグの合計 **EU25カ国内での域内輸出量を除く

参考文献³⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

業が対策を実施している。各産業界の自主行動計画は政府の京都議定書目標達成計画でも重要な項目として位置づけられ、各産業の進捗状況が毎年、政府の審議会の場で検証されている。

我が国鉄鋼業の自主行動計画の内容は以下のとおりである⁶⁾。

①鉄鋼生産工程における省エネルギーへの取り組み

- ・粗鋼生産量1億トンを前提として、2010年度の鉄鋼生産工程におけるエネルギー消費量を、基準年の1990年度に対し、10%削減する。
- ・ただし、粗鋼生産が1億トンを上回る状況においても京都メカニズムの活用等も含め目標達成に最大限努力する。
- ・上記目標は、2008～2012年度の5年間の平均値として達成する。

②社会における省エネルギーへの貢献

- ・集荷システムの確立を前提に、廃プラスチック等を100万トン活用する。
- ・製品・副産物による社会での省エネルギーに貢献する。
- ・国際技術協力により省エネルギーに貢献する。
- ・未利用エネルギーを近隣地域で活用する。
- ・民生・業務・運輸における取り組みを強化する。

③革新的技術開発への取り組み

- ・高炉ガスからのCO₂分離回収技術に取り組む。
- ・コークス炉ガス改質水素による鉄鉱石の還元技術に取り組む。

(社)日本鉄鋼連盟のエネルギー消費量削減目標値10%は、CO₂ガス排出削減目標値9%に概ね相当する。2008年10月に発表された当連盟資料によると、2007年度(2007年4月～2008年3月)は実績として、CO₂排出量が1990年度

対比で1.8%の削減となっている。この数値は、粗鋼生産量が112百万トンから122百万トンへ増加した(8.9%)にもかかわらず、エネルギー原単位(単位当たりの鉄鋼生産に投入されたエネルギー)の削減で達成したものである。

日本の鉄鋼業は、今後、一層の省エネルギー化を図ることにより、2010年度の10%エネルギー削減を達成することを目標としている。また、CO₂排出量の削減については、生産工程からの排出削減に加えて、京都議定書に基づくCDMも活用し、目標を達成することを考えている。

図表7 要因別エネルギー増減項目

1990年度エネルギー消費量 (PJ: ペタジュール)		2,527	変化率
2006年度エネルギー消費量		2,394	
2006年度(1990年度比)		-133	-5.2%
減少	排エネルギー回収	-47	-1.9%
	設備高効率化	-101	-4.0%
	省工程・連続化	-25	-1.0%
	操業改善	-111	-4.4%
	廃プラスチック有効利用	-14	-0.6%
	その他省エネ対策	-80	-3.2%
	小計	-377	-14.9%
増大	高付加価値化	50	2.0%
	環境対応措置の強化	14	0.6%
	副生物・資源リサイクル	8	0.3%
	鉱石等原料品位の低下	95	3.8%
	設備の老朽化	18	0.7%
	その他増エネ要因	16	0.6%
	小計	201	8.0%
条件差(粗鋼変動、生産構成等)		43	1.7%

参考文献⁷⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

■用語説明■

注2 CAP&TRADE方式: 国ごとに排出削減量を定め、こうした枠組みをベースとして、割り当てられた削減量を達成するため、排出権の取引や発展途上国との協力や共同実施による排出削減量を加えることができる方式

それによると、省エネルギーは各工程における地道な努力の積み重ねにより、改善が達成されている。

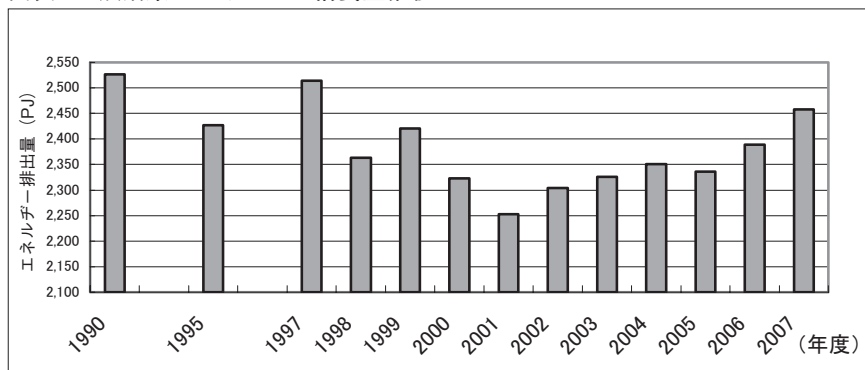
具体的には、2006年度は1990年度との比較で、電力・高圧空気・蒸気・燃料の消費削減のための操業改善で111PJ(29.4%)、高効率バーナーの設置、自家発電設備の効率化、酸素圧縮機の効率化など設備のエネルギー効率向上で101PJ(26.8%)、CDQ注3)・TRT注4)・副生ガス回収強化・蒸気回収強化など排エネルギー回収で47PJ(12.5%)、直送圧延など工程の省略や連続化で25PJ(6.6%)が削減されている。さらに廃プラスチックの有効活用による効果として、14PJ(3.7%)のエネルギー削減が図られている(図表7)。

日本の鉄鋼生産のエネルギー消費量の推移は図表8の通りである。なお、エネルギー消費量は鉄鋼生産量により大きく変動するため、鉄鋼生産単位当たりの数量(原単位)で見ると、その推移がよくわかる。鉄鋼業のエネルギー消費原単位を1990年度を100として示すと図表9の通りであり、2007年度には89.5と大幅に低下している。

この期間に細かな努力の積み重ねでこれだけの結果を出したことは注目に値する。なぜならば、日本鉄鋼業の1990年のエネルギー原単位は、すでに世界の最先端にあったからである。

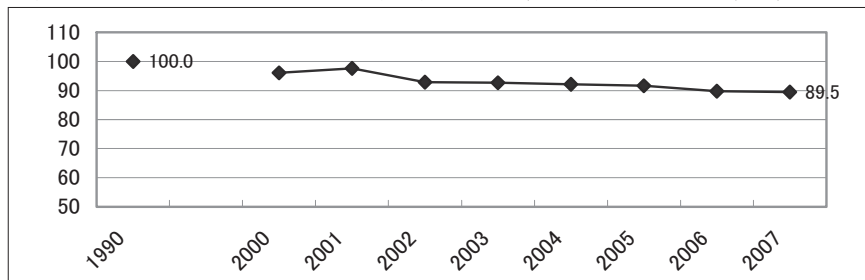
日本の鉄鋼業は資源エネルギーを最大限活用することを特質としている。第二次世界大戦後、川崎製鉄(株)(現JFEスチール(株))の初代社長西山弥太郎が千葉に臨海一貫製鉄所を企画し、これを成功させて以来、多くの臨海製鉄所が建設され、日本の鉄鋼業は発展した。そのキーワードは、国内資源に乏しい日本の鉄鋼業が発展するために海外からの貴重な原料を最大限有効に使うことであった。日本の鉄鋼業が資源制約をさらに強く意識したのは1973年の石油危機

図表8 鉄鋼業のエネルギー消費量推移



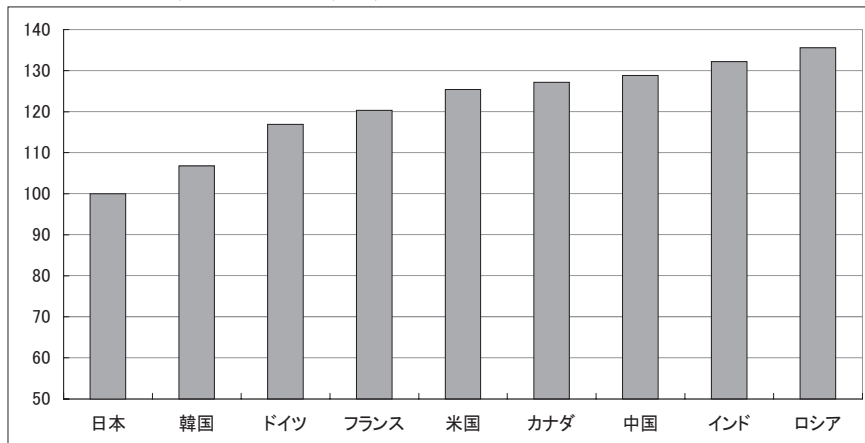
参考文献⁶⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表9 鉄鋼生産のエネルギー消費原単位推移(1990年度を100とする)



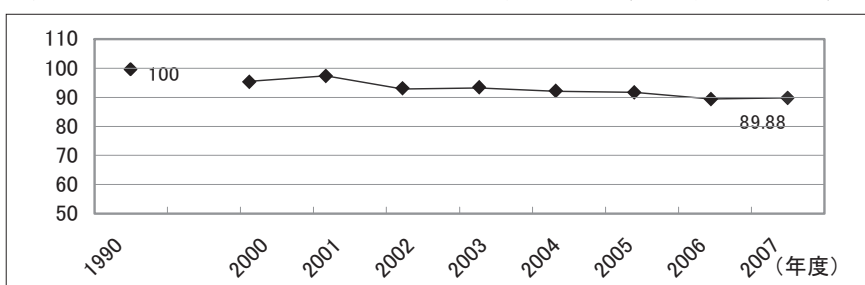
参考文献⁶⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表10 主要国の鉄鋼生産(高炉一貫製鉄プロセス)エネルギー消費原単位量の比較(日本を100とする) 2000年



参考文献⁸⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

図表11 鉄鋼生産のエネルギー起源CO₂排出原単位の推移(1990年度を100とする)



参考文献⁶⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

であり、1980年の二度目の石油危機に資源価格が急上昇した時、省エネルギーにより体質改善を図る

活動がいつそう強化された。省エネルギーと温室効果ガス排出対策とは表裏の関係であり、その意味

で、日本の鉄鋼業は1970年代から温室効果ガス問題に取り組んできたと言える。種々の努力の結果、図表10に示すように、海外各国に比べて日本の鉄鋼業のエネルギー消費原単位は低い⁸⁾。

鉄鋼生産のエネルギー消費量の低減に伴い、日本の鉄鋼生産のエネルギー起源CO₂排出原単位も低減している。その推移は図表11に示すとおりである。

6

今後の日本の鉄鋼業の対策

日本の鉄鋼業界は2010年に向けて引き続き省エネ対策、排出削減対策を検討している。前記の(社)日本鉄鋼連盟の資料によると、高炉における還元材比低減、鋼材温度管理の強化などプロセスの操業改善、TRT増強、CDQ新設、ガス回収強化、転炉顕熱回収など排エネルギー回収の強化、高効率酸素設備、自家発電設備の効率化、モーターの効率向上、焼結炉、高炉および熱風炉などの改修による設備効率の効率化、さらには廃プラスチック活用設備の増強などが検討されている。2007年3月時点でTRTについては普及率100%である。CDQについては普及率85%で、2010年3月時点で93%に達すると予想されている。

現在検討されている諸対策の効果は、2010年で1990年対比3.2%のエネルギー消費削減効果があると計算されている。これらのうち、2007年10月時点で約65%の案件が予算の裏付けがされている。

また、日本の鉄鋼業界は、京都

メカニズムに基づくクレジットの取得を補助的手段と位置付け、中国でのCDQ排熱回収、フィリピンでの焼結炉からの排熱回収など海外の鉄鋼業への省エネ技術協力、中国でのフロン処理プロジェクトなどCDMプロジェクトを推進している⁶⁾。これまで、日本の鉄鋼業界は5,900万t(1,180万t/年)のクレジットを購入契約済みであり、このうち国連CDM理事会に登録されたクレジット数量は4,100万t(820万t/年)に達している。購入済みの5,900万tは、1990年のCO₂排出量の5.7%に相当し、4,100万tは4.0%に相当する。

このように鉄鋼業では省エネルギー技術の適用により大幅な原単位削減を図っており、今後もさらなる努力を続ける。しかし、生産量により変動する排出量に対しては、京都メカニズムの最大限活用なども含めて、京都約束期間における自主行動計画の達成へ向けて努力を継続することとなる。

7

さらなる排出削減に向けた革新的技術開発

鉄鋼業においてCO₂排出削減の短期的な対策としては、BAT(Best Available Technology)の改善、改良、普及が実効性を期待できる。ただ、これらによる効果は次第に限界的に近づくことから、長期的には鉄鋼生産プロセスの抜本的革新技術の開発が必要とされる。

日本の鉄鋼業の自主行動計画においては、①高炉ガスからのCO₂分離回収技術、②コークス炉ガス

改質水素による鉄鉱石の還元技術、が記述されている。最近の動向を踏まえ、2008年度から着手された革新的鉄鋼生産プロセス技術開発(COURSE50)計画および2008年に実機開発された次世代コークス製造技術(SCOPE21)の2つの事例を取り上げて、以下に紹介する。

鉄鋼業は、他産業と比べると概して既存プロセスを代替するのに慎重である。製品についてユーザーから高い信頼性を要請されることなどにより、代替には時間を要するのが一般的である。したがって、革新技術開発は息の長い計画になる。日本の鉄鋼業界は以下のSCOPE21を実用化させた実績を持ち、世界から注目されている。

①革新的鉄鋼生産プロセス技術開発(COURSE50)計画

これは政府のCool Earth 50計画のひとつにも位置づけられた計画で、2008年度から開始されたCO₂排出削減を図る革新的鉄鋼生産プロセス技術開発である(図表12)。コークス炉ガスの水素増量改質、鉄鉱石還元プロセスでの水素利用、CO₂分離技術などが主な内容である。CCS(Carbon Dioxide Capture & Storage: CO₂の分離貯留)技術と組み合わせ、製鉄プロセスからのCO₂排出を削減する。第1フェーズとして5カ年計画の研究が始められた。第2フェーズ以後の研究開発を経て、2030年までに工業規模での技術確立を目指す。2030年以降の実用化段階では30%のCO₂削減が期待されている。

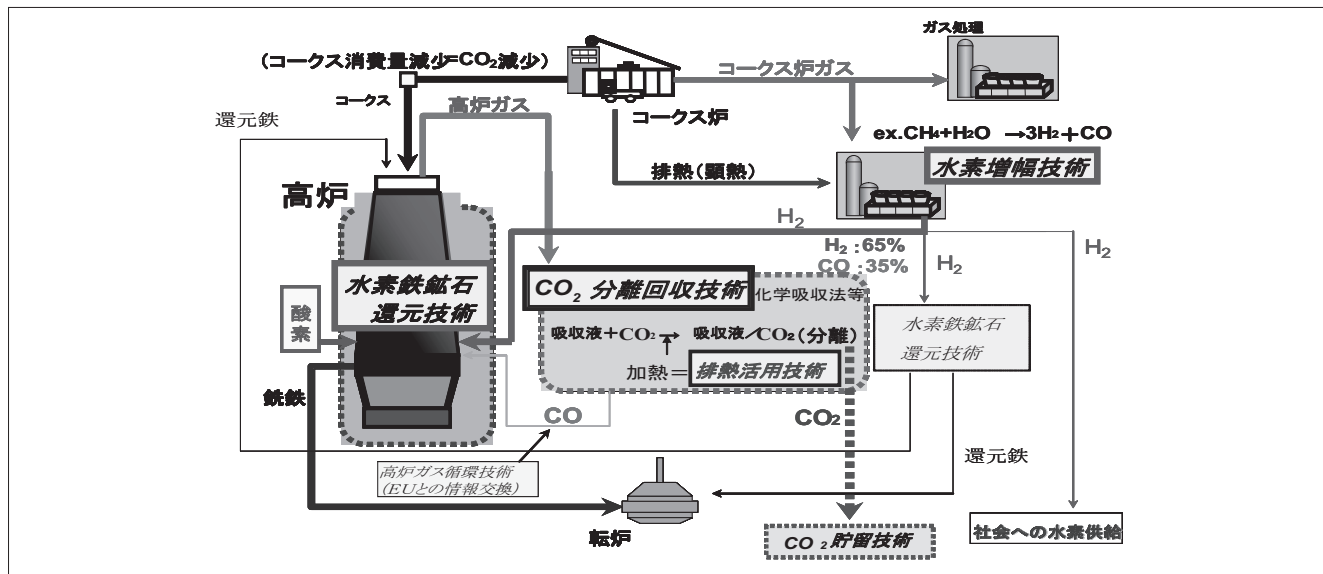
製鉄プロセスにおける革新的技術開発はわが国のみならず、世界各地域の鉄鋼業により取り

■用語説明■

注3 CDQ: コークス乾式消火設備(Coke Dry Quenching): 不活性ガスで赤熱コークスを消火し、高温のガスで蒸気回収、発電を行う装置

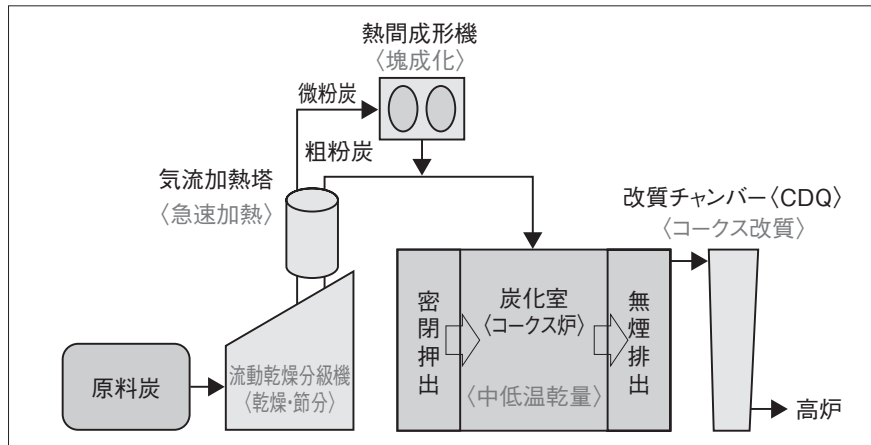
注4 TRT: 高炉炉頂圧回収タービン(Top-pressure Recovery Turbine): 高炉に掛けられた圧力を炉頂部で減圧し、その際の圧力差で発電する装置

図表12 革新的鉄鋼生産プロセス技術開発 (COURSE50) 計画概念図



出典：参考文献⁹⁾

図表13 次世代コークス製造技術 (SCOPE21) プロセス概念図



出典：参考文献¹⁰⁾

8

間接的なCO₂排出削減

産業の基礎資材として鉄鋼製品は幅広い領域で利用されている。高性能な鋼材を利用することにより、間接的に社会においてCO₂排出の削減を図ることが可能となる。

(財)日本エネルギー経済研究所および(社)日本鉄鋼連盟の試算によると、1990～2007年度までに生産された高機能鋼材^{注5)}が我が国社会で利用されることにより、2007年度において812万トンのCO₂排出削減が達成されたとしている。

また、鉄鋼業の副産物であるスラグを原料とする高炉セメントは、セメント生産に必要な焼成プロセス(石灰石CaCO₃を焼成するとCO₂が発生する)を省略できる。したがって高炉セメントの活用により、セメント製造プロセスからのCO₂排出削減効果が期待できる。2007年度における効果を試算すると、国内セメント産業で4,390千トン、

組まれている。それらについて世界鉄鋼協会の場合を通じて情報交換、技術交流が図られ、世界的に効率的な開発が企画されている。

② 次世代コークス製造技術 (SCOPE21)

1996年から2005年まで経済産業省からの支援を得て実施したプロジェクトで、石炭を急速加熱することにより原料の軟化溶解性を向上させ、設備のコンパ

クト化、生産性の向上(24倍)、省エネルギー化、非微粘結炭の混合比率向上(20%→50%)を狙った技術開発である(図表13)。10年間の技術開発の成果により、実機プラントが2008年5月新日本製鐵(株)大分製鉄所に完成し、稼働した。この設備により、従来より21%の省エネルギー化、年間のCO₂排出削減40万トンが図れるものと期待されている。

注5：高機能鋼材

ボイラ用耐熱鋼板：蒸気温度向上による発電効率向上、自動車用高強度鋼板：自動車軽量化による燃費向上、船舶用高張力鋼板：船舶の軽量化、トランス用電磁鋼板：電磁変換効率の向上、電車用ステンレス鋼板：塗装のメンテナンス・フリー化および軽量化

輸出されている高炉セメントによる削減効果(4,720千トン)も加えると、9,110千トンのCO₂排出削減に寄与したと考えられる。

さらに鉄鋼業では、廃プラスチックおよび廃タイヤを受け入れ、還元材の代替材料として活用している。これらにより、石炭由来の還元材消費量を減らし、エネルギー消費量、CO₂排出削減を図ることができる。しかし、廃プラスチック等の利用実績は、2005年度は450万トン、2007年度は370千トンにとどまっている。このうち容器包装リサイクル法による廃プラスチック等の利用については400千トンの処理能力に対して、自治体による集荷システムが未確立であることや集荷された廃プラスチックがマテリアルリサイクルに廻されるため、処理能力を大幅に下回る200千トン程度の量しか鉄鋼業に供給されていない。このような国内での制度設計の問題が残っている。この点は今後の環境問題を考える上で重要な点である。

2003年頃から、鉄鋼業で排出される低温排熱を化学産業や食品産業などの他産業が利用し、他産業からの排出物を鉄鋼業が引き受ける産業間連携により社会全体としてのエネルギー有効活用を図り、CO₂排出削減を図る構想(エコ・コンビナート)が検討されてきた。しかし、現時点ではエネルギーのセーフティーネットなどの問題があり、この構想は十分機能を発揮していない。製鉄所発生蒸気を酒造企業が活用するなど小規模なもののみが実現されている。今後は熱の輸送・貯蔵技術等の技術開発に加え、社会システム上の制約を解決してこのような構想を実現していくことが望ましい。

9

国際協力による排出削減

日本の鉄鋼業は自ら蓄積した省エネ技術やそのノウハウを世界へ普及することにより、世界全体での鉄鋼業からのCO₂排出削減を図るための国際協力を進めている。

二国間の協力としては、例えば中国との間で、2005年7月に「日中鉄鋼環境保全・省エネ先進技術交流会」が開催され、その合意を受けて、技術協力を推進するためのワークショップがその後開催されている。

APP^{注6)}はアジア太平洋地域におけるCO₂削減に関する技術協力を効果的に進めるため、日本・中国・

インド・韓国・米国・オーストラリア・カナダの7カ国の官民代表の参加を得て、活動を進めている。APPでは鉄鋼を含む7分野が対象領域として選定され(鉄鋼分野は日本が議長国)、技術協力を進めるための現実的な取り組みが進められている。

APP参加国の鉄鋼生産は世界の60%を占め(京都議定書付属書I国の鉄鋼生産は世界の40%)、これらの国における省エネ環境技術利用による削減効果は極めて大きい。

日本が議長国を務める鉄鋼タスクフォースでは、参加国が協力し、CO₂削減に資する鉄鋼技術を網羅する“State-of-the-Art Clean Technologies (SOACT) Handbook”をとりまとめ、技術応用のための境界条件、技術協力により可能とされ

図表14 SOACT Handbook で取り上げられた日本提案の技術一覧

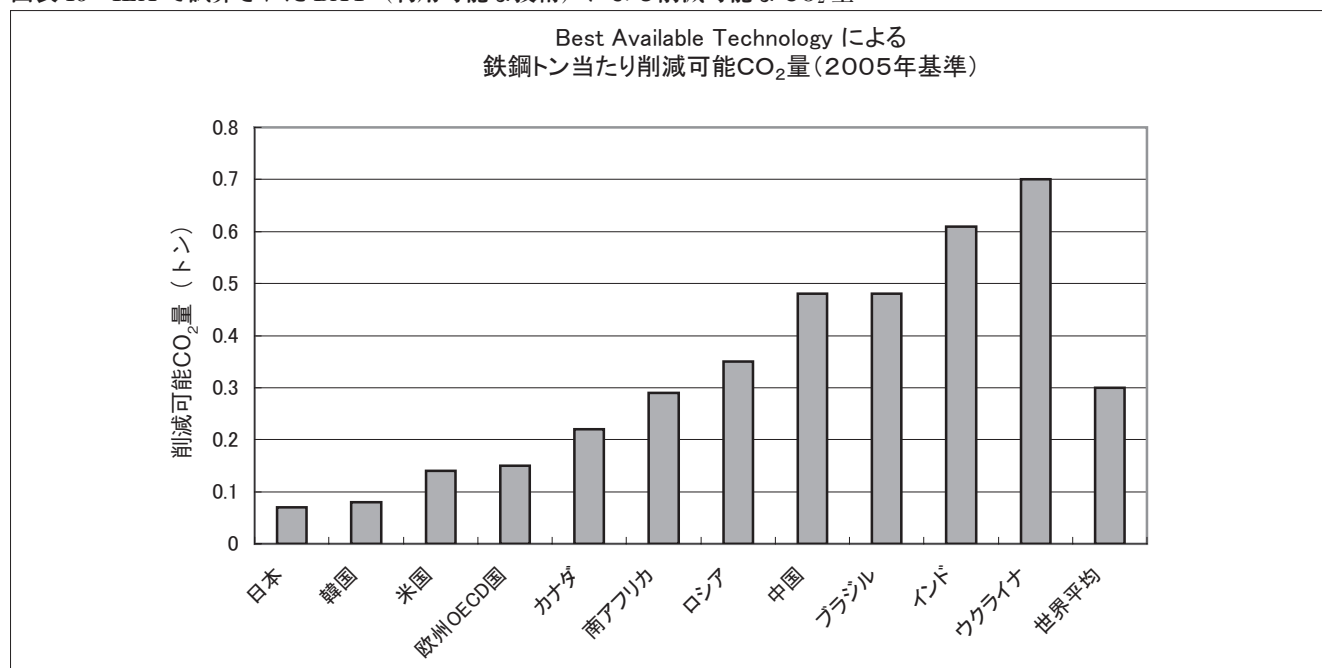
1 原料予備処理(焼結)技術 焼結排熱熱回収技術、焼結主排ガス集塵、活性コークス充填層(主排ガス脱硫、脱硝) 改良原料供給、原料調整、マルチスリット・バーナー、造粒装置
2 コークス製造技術 新コークス製造技術(SCOPE21)、コークス乾式消火(CDQ)、石炭調湿(CMC)
3 製鉄(高炉・直接還元)技術 炉頂圧回収タービン(TRT)、微粉炭吹き込み(PCI)、高炉ガス(BFG)集塵、 鑄床集塵、スラグ脱臭、直接還元
4 製鋼技術 転炉操業自動化、転炉ガス冷却システム、転炉ガス熱回収
5 リサイクル、廃棄物削減 スラグ・リサイクル、回転路床法によるダストリサイクル
6 共通利用技術 リジェネ(熱回収)バーナー
7 一般的省エネ・環境計測技術 エネルギーモニタリングと管理システム、コジェネレーション、 スラグ効率利用技術、水素製造、製鋼スラグ炭酸化

参考文献¹¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

用語説明

注6 APP：クリーン開発と気候に関するアジア太平洋パートナーシップ(Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate)

図表 15 IEA で試算された BAT (利用可能な技術) による削減可能な CO₂ 量



出典：参考文献¹²⁾ を基に科学技術動向研究センターにて作成

る潜在的 CO₂ 削減量を算定し、今後の協力の指針としている。また、日本の専門家による他の参加国の工場への設備診断も実施されている。SOACT Handbook では、鉄鋼生産の各プロセスにわたる広汎な技術が取り上げられている。環境、エネルギー関連技術で 64 技術のうち 27 技術は我が国から提案されたものである(我が国からの提案技術は図表 14 表参照)¹¹⁾。

鉄鋼分野における BAT を活用した場合の削減可能な CO₂ の量は前述の APP の場で討議され、年間 1.27 億トンと試算されている。APP の検討の方法はセクトラル・アプローチの 1 つのモデルになると考えられている。

また、IEA (世界エネルギー機関) では、世界全体の鉄鋼分野における BAT 活用による国別の鉄鋼生産トン当たりの削減可能 CO₂ 量を試算している。世界全体で鉄鋼トン当たり 0.3 トンの CO₂ 排出削減が可能としている¹²⁾。単純に生産量による比例計算をすれば、2005 年レベルの世界鉄鋼生産量を 11.4 億トンとして、34 億トンの CO₂ 排出削減が可能だったことになる。2007 年の世界鉄鋼生産量は 13.4 億

トンであるので、2007 年の生産技術レベルが 2005 年と同一の技術レベルと考えると、BAT 活用により 2007 年には、4 億トンの削減可能性があることとなる(図表 15)。

なお、IEA では BAT についても分析しているが、特に効果のある鉄鋼生産技術は、高炉操業技術の改善、コークス炉ガスの回収、CDQ、高炉ガス回収の改善、高炉ガスによる発電効率の向上、圧延工程の改善等の技術であると分析している。

10

世界鉄鋼協会 (World Steel Association) による取り組み

世界の主要製鉄企業約 180 社が加盟する世界鉄鋼協会(加盟企業の鉄鋼生産シェアは中国を除く世界全体では 75%、中国国内では 20%)では、地球温暖化問題に積極的に取り組んでいる。世界鉄鋼協会は、鉄鋼生産における排出量原単位の改善が現実的な方策であるとし、グローバルなセクトラル・アプローチを提唱している。

2007 年 9 月に世界鉄鋼協会が出したコメント概要は以下のとおりである¹³⁾。

- ・世界の鉄鋼業の経営者は、地球温暖化対策の推進にはグローバルなアプローチが最善と考え、世界共通の方法論を確立し、世界主要製鉄所の CO₂ 排出量のデータ収集・報告を行う。
- ・CAP&TRADE 政策は、CO₂ 排出量削減には効果的でない。排出原単位の低い、優れた製鉄所での生産抑制は、世界で競争している鉄鋼産業にとっての解決策とはならない。
- ・鉄鋼業にとって有効な方法は、世界の全主要鉄鋼生産国の参加と、生産量当たりの排出原単位の改善であり、このため、短期的には、現在の最善の操業技術を世界的に適用し、長期的には、革新的な鉄鋼生産技術を開発していくことである。

こうした方針により、世界鉄鋼協会では、Global Steel Sectoral Approach (GSSA) による鉄鋼業からの CO₂ 排出量削減を目指し、2008 年 4 月からデータ収集作業を開始している。

11 今後の地球温暖化問題の議論とセクトラル・アプローチ

2009年は地球温暖化問題の京都議定書後の枠組みを決める重要な年である。6月のボンでの関係国会合、夏のイタリアでの先進国サミット会合、12月のコペンハーゲンでのCOP14会合など重要な会合が予定されている。そうした中で、2008年の洞爺湖サミットでの福田総理(当時)による議長総括でも「セクター別アプローチは、各国の排出削減目標を達成する上で、とりわけ有益な手法である¹⁴⁾。」とされた。我が国が世界に提唱しているセクトラル・アプローチの有用性は世界にもっと認識される必要がある。

鉄鋼業における内外の取り組み状況は前述の通りであるが、鉄鋼業は大量のCO₂を排出するがゆえに、この問題に真剣に取り組まざるを得ない。一方で世界鉄鋼協会も指摘するように、鉄鋼は世界で幅広く取引される商品であり、公

平な世界貿易を歪めない配慮が必要である。

進んだ技術の普及により主要セクターでのCO₂排出を削減させるというセクトラル・アプローチは現実的かつ有効な方法である。特に、温暖化対策に果たす技術の役割が重要になる局面において、今後の排出削減のための制度設計においては、技術の開発、向上に努力した者が報われるということが世界共通の原則の1つであるべきだろう。また、そのことが今後のさらなる技術向上を促すことになる。このような枠組みのもとであれば世界の鉄鋼研究者、技術者による世界鉄鋼業からのCO₂排出削減を図るための今後の取り組みも活性化されよう。短期的なBATによるCO₂排出削減だけでなく、長期的な革新的鉄鋼生産技術の開発は究極的な解決策として全世界の鉄鋼技術の総力を挙げて取り組

むべき課題である。鉄鋼先進国として特に日本の役割は大きい。

本稿では鉄鋼業における地球温室効果ガス排出削減への取り組みの状況、セクトラル・アプローチとりわけ世界鉄鋼協会が提唱している「グローバルなセクトラル・アプローチ(Global Sector Specific Approaches)」を紹介した。今後、技術開発促進の枠組みという意味でもセクトラル・アプローチを実証的に分析していくことが求められよう。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、環境省、経済産業省、外務省、(社)日本鉄鋼連盟、世界鉄鋼協会のホームページに掲載された資料を多数活用させていただいた。改めて感謝する。

参考文献

- 1) 日本政府の京都議定書目標達成計画 (2008年3月28日全面改定)
- 2) 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会 (2008年12月16日)配布資料
- 3) Steel in figures in 2008, World Steel Association
- 4) 環境省ホームページ <http://www.env.go.jp/earth/ondanka/cop.html>
- 5) CO₂ Emission from Fuel Combustion, IEA 2005
- 6) 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会鉄鋼ワーキンググループ (2008年10月27日開催)配布資料
- 7) 産業構造審議会環境部会地球環境小委員会鉄鋼ワーキンググループ (2008年度第1回、2008年7月1日開催)配布資料
- 8) エネルギー効率の国際比較 (発電、鉄鋼、セメント部門) (財)地球環境産業技術研究所 2008
- 9) (社)日本鉄鋼連盟ホームページ
<http://www.jisf.or.jp/business/ondanka/joukyo/index.html>
- 10) 経済産業省プレスリリース (2008年5月23日)
- 11) State-of-the-Art Clean Technologies (SOACT) Handbook
- 12) エネルギー技術展望 2008, IEA
- 13) Media Release: International Iron and Steel Institute, 8 October 2007
- 14) 外務省ホームページ: 洞爺湖サミット議長総括仮訳 (2008年7月9日)
http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/summit/toyako08/doc/doc080709_09_ka.html

執筆者プロフィール



小島 彰

客員研究官
社団法人日本鉄鋼協会 専務理事
<http://www.isij.or.jp/>

1915年に産学連携による鉄鋼技術の発展を目的に設立された日本鉄鋼協会専務理事。
鉄鋼行政や中小企業技術行政に携わる。
人材育成、技術研究の双方について産と学の連携協力が日本の発展のために不可欠。
地味だが日本の産業を支える世界トップの日本鉄鋼業の技術力をアピールしたい。