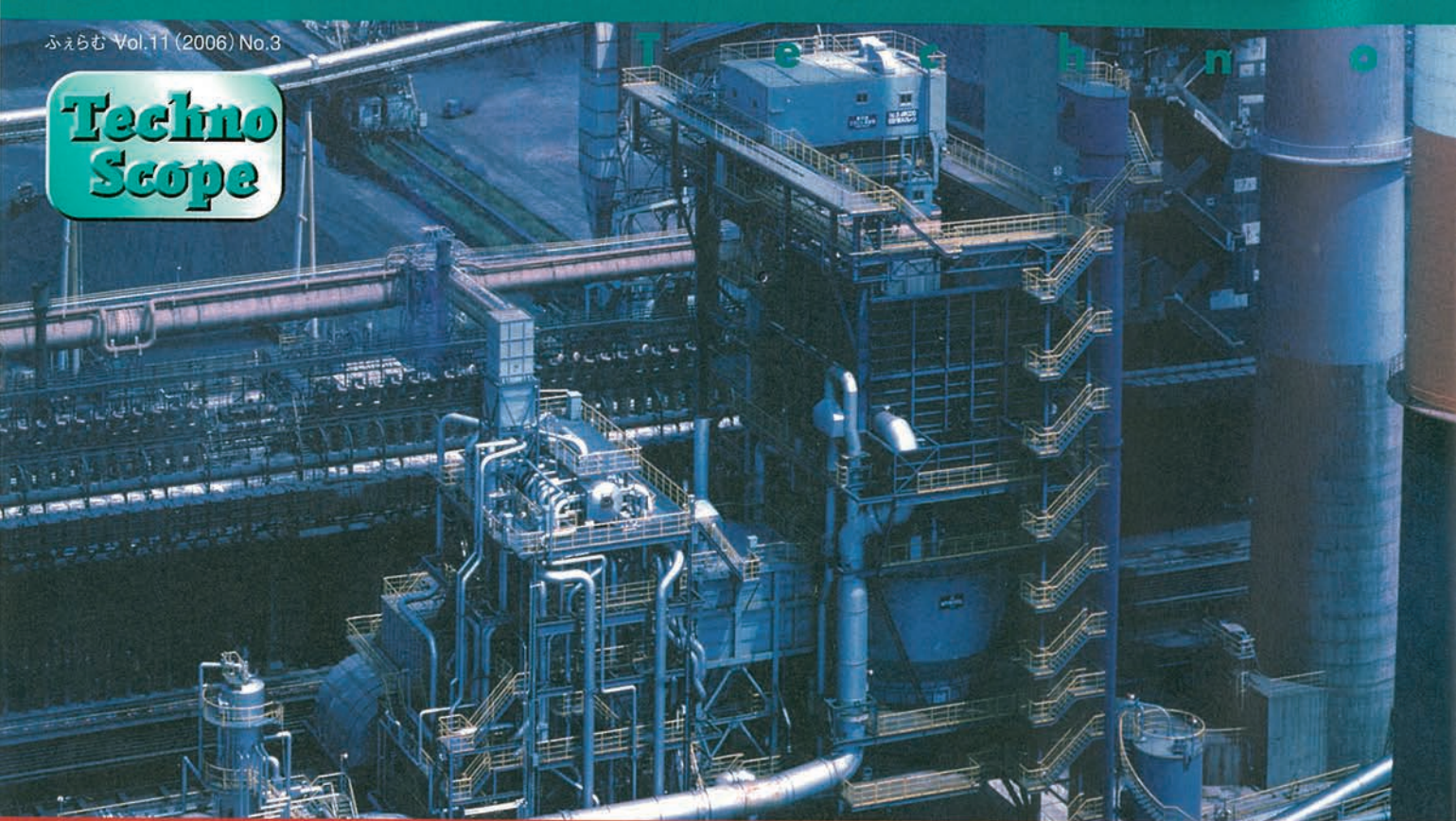




中国鉄鋼業の環境保全・省エネルギー対策への技術協力

めざましい勢いで成長を続ける中国鉄鋼業。粗鋼生産量が伸びる一方で、環境保全と省エネルギーへの対策が求められている。エネルギーの有効利用は、製造コスト低減や環境保全、CO₂排出削減につながる。日本の鉄鋼業は、世界でもトップレベルの環境対策技術や省エネルギー技術を保有し、すでに国内で大きな成果を挙げてきた。高効率で環境負荷の少ない製鉄所の操業技術や設備導入についても、今後日本と中国との技術協力が大きく期待されている。

中国の製鉄所で日本の省エネルギー技術の活用が進んでいる。(写真は中国・首钢(集団) 総公司のコークス乾式消火設備(CDQ))

エネルギーや環境への関心が高まる中国鉄鋼業

2005年7月、中国・北京で「日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術交流会」が開催された。これは(社)日本鉄鋼連盟と中国鋼鉄工業協会との共催によるもので、両国の鉄鋼業の経営首脳や政府関係者、研究者など約200人が出席した。

交流会では、日本側から鉄鋼業の環境対策の推移や省エネルギー対策などが紹介され、また環境保全と省エネルギーの分科会では、コークス炉、焼結機、高炉、転炉など個別テーマについての説明が行われた。さらに、環境保全・省エネルギー技術に関連する分野で、両国が交流を進めることが重要であるとの認識で一致し、今後継続的に情報交換や専門家交流を行うことを確認する覚書が交わされた。

中国鉄鋼業のここ数年の成長には、目覚ましいものがある。粗鋼生産量は前年比20%以上の増加を続けており、2004年の粗鋼生産量は約2億7千万t、世界全体の約26%を占めている。2005年は3億tを超えると見込まれ、世界最大の粗鋼生産国の座を当分維持するものと思われる。

一方で中国の鉄鋼業には、いろいろな問題点が指摘されている。



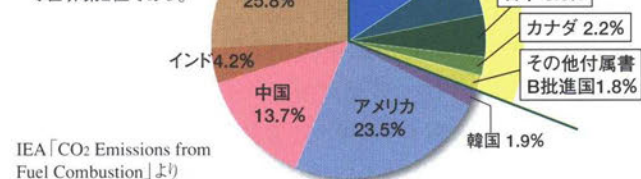
2005年7月、中国・北京で日中鉄鋼業環境保全・省エネ先進技術交流会が開催された。

国内の急激な鉄鋼需要増加に対応し生産能力を増強した結果、鉄鋼製品は供給過剰となっている。これを支えているのは大手製鉄所だけでなく、中国各地に存在する中小製鉄所である。中小製鉄所では、設備の近代化が遅れ、生産効率の向上が進まない一方で、石炭などのエネルギーが大量に消費されており、この結果大気汚染やCO₂の大量排出などが起っているのが現状である。

2003年の中国のエネルギー総消費量16.8億t標準石炭(約61.5億t-CO₂相当)のうち、鉄鋼業(関連産業含む)は2.74億t標準石炭(約10億t-CO₂相当)であり、中国エネルギー総消費量の約16%を占めている。ちなみに一貫製鉄所のエネルギー原単位は、中国は日本の約1.5倍といまだに高い。

■国別CO₂排出量(2002年)

2002年度の世界エネルギー総消費量501.5億t-CO₂に対し、中国は53.2億t-CO₂であり、世界総消費量の約14%を占め、米国に次いで世界第2位である。



中国政府は、2005年10月に採択した第11次5カ年計画の中で「節約」を重要なテーマとし、エネルギー効率を20%改善するとの目標を設定している。

エネルギーの問題については、日中交流会でも、中国政府の出席者から、「資源・エネルギーの節約なくしては、経済の持続的な発展の支持を得ることができない」との方針が示された。具体的には、一定規模以下や一定の環境保全・省エネ設備が装備されない高炉、転炉等については、新設を一切認めないという市場参入管理を行うとともに、既存設備についても適宜淘汰を進める方針であることが示された。この見解は、日中交流会後の7月20日に中国国家発展改革委員会より「鉄鋼産業の発展政策」として発表され、中国鉄鋼業が環境保全や省エネルギーに向けて大きく政策転換を図っていくことが明らかになった。いよいよ環境・省エネルギー問題に本腰を入れ始めたということになる。

オイルショック後に本格化した日本鉄鋼業の取り組み

日本の鉄鋼業は、1970年代にオイルショックを経験した後、製造プロセスの省エネルギー化に本格的に取り組み始めた。工程連続化、工程省略などを進める一方で、高炉炉頂圧発電設備(TRT: Top-pressure Recovery Turbine)、コークス乾式消火設備(CDQ: Coke Dry Quenching)などの省エネルギー設備の導入を進めた。

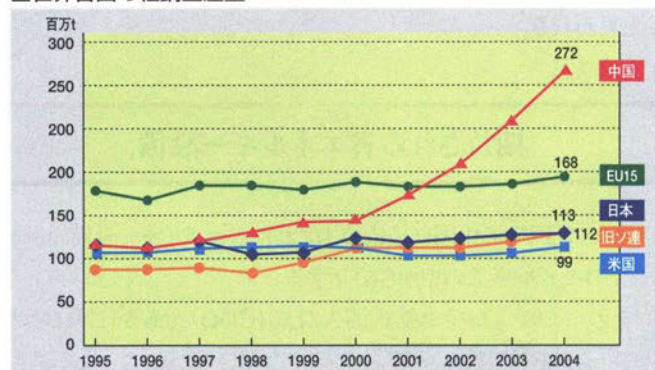
1996年、(社)日本鉄鋼連盟は地球温暖化対策と廃棄物・リサイクル対策に焦点を当てた自主行動計画を取りまとめ地球温暖化対策の柱の一つに「国際技術協力による省エネルギー貢献」を掲げ、世界各国に対しさまざまな技術協力を実施してきた。

日本から海外への国際技術協力として、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が1993年以降にエネルギー消費効率化事業のモデル事業を実施している。このうち、日本の鉄鋼メーカー(関連企業含む)が、中国を含むアジア各国で実施したモデル事業は2003年までに13件あり、これらの事業によるCO₂削減効果の合計は年間約50万t-CO₂である(日本鉄鋼連盟調査より)。また、NEDOとは別に鉄鋼メーカー各社による個別案件は7件実施され

■中国における経済・エネルギー需要の推移



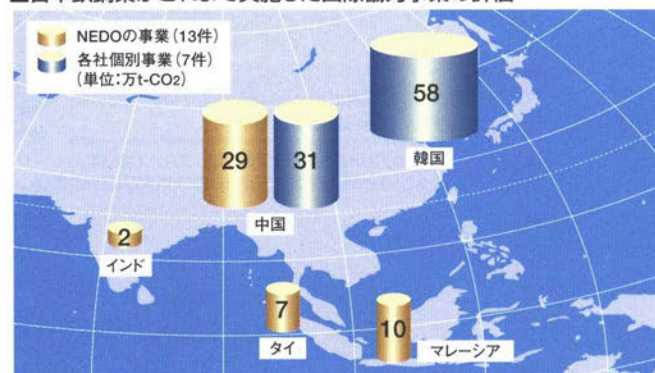
■世界各國の粗鋼生産量



■一貫製鉄所のエネルギー原単位の国際比較



■日本鉄鋼業がこれまで実施した国際協力事業の評価



ており、CO₂削減効果合計は年間約90万t-CO₂である(日本鉄鋼連盟調査より)。

これらのCO₂削減効果の合計は140万t-CO₂に達するが、このうち中国向け事業は60万t-CO₂であり、全体の約43%を占めている。

さらに、日本鉄鋼業の技術協力による今後のCO₂削減ポテンシャルについて、NEDO共同実施等推進基礎調査を元に日本鉄鋼連盟が推計したところによると、全世界でのCO₂削減ポテンシャルは年間834万t-CO₂と推計され、このうち中国向けは約16%を占めている。

世界トップクラスの省エネルギー生産体制を確立している日本鉄鋼業は、アジアの中でも先駆的存在である。日本には経験と実績を持つ鉄鋼メーカーやプラントメーカーが多く、単に地の利だけでなく、日本と中国が強固な関係を保ち続けることは、当然のことと思われる。

期待される省エネルギー設備

すでに日本から中国に技術協力された省エネルギー設備の例を、NEDOモデル事業の中から紹介する。

その一つが、コークス乾式消火設備(CDQ)である。これは、赤熱コークスを不活性ガス(窒素ガス)で冷却し、高温になった不活性ガスをボイラーにより熱交換することによって得られる蒸気を製鉄所内プロセス蒸気として活用したり、または回収蒸気を用いて発電を行い電力を回収する設備である。

コークス炉から出たコークスは約1,000℃で、以前はこれに散水し温度を下げてから高炉に運んでいた。CDQの導入により、コークスの熱を回収し製鉄所内で利用することにより、高い省エネルギー効果が得られる。これにとどまらず、散水冷却時に発生していたコークス粉塵が防止できる、コークスをガスで冷却することにより温度が均一化しコークス品質(強度など)が向上することで高炉操業が安定する、などの効果が得られる。

日本国内では、1974年に初めてCDQが設置され、その後処理量の拡大、設備のコンパクト化、熱交換効率向上などが図られた。現在、最大処理量180～200t/hのCDQが多く設置されているが、処理量200t/hでの発電量約20MWを仮に重油焚きボイラーで代用すると36t/hのCO₂排出量に相当する。

NEDOのモデル事業では、中国北京市・首钢(集団)総公司にCDQを導入し、中国主要製鉄所のコークス生産量に対し、原油24,700t/y相当の省エネルギー効果、68,300t/y相当のCO₂削減効果が得られることが実証された。

二つ目の例は、高炉炉頂圧発電設備(TRT)である。現在の高炉は高圧操業を行っており、大型高炉では通常0.25MPa程度の炉頂圧で操業を行っている。TRTは、高炉炉頂から排出される高炉ガスの圧力を利用して、タービンにより発電を行う設備である。

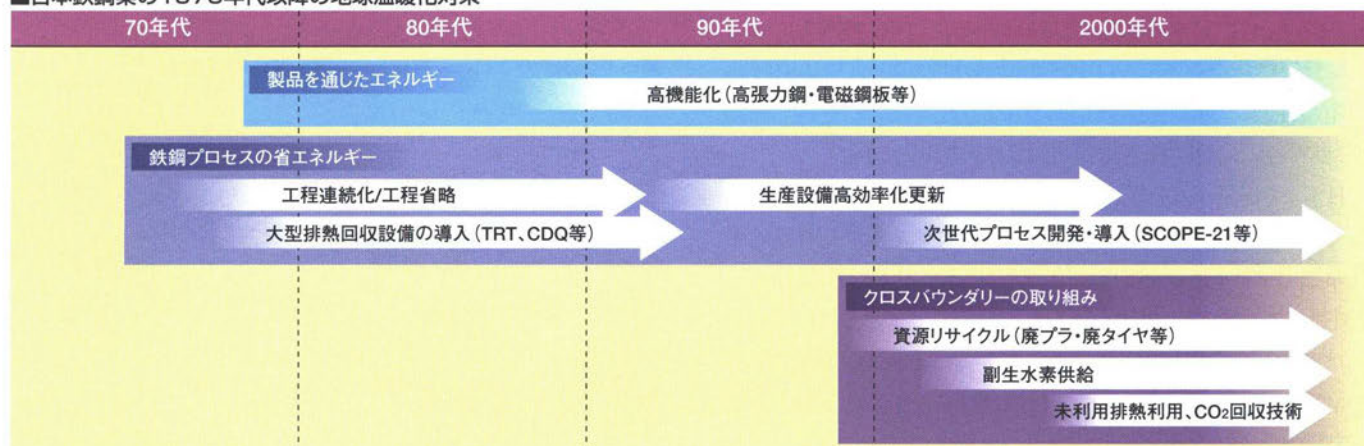
日本では1974年に国内第1号機が設置され、以後、粉塵が付着しにくく効率の高いタービン設計、炉頂圧制御の採用、ガス温度を高温に保つ乾式集塵の採用などが図られ、高効率で高い出力が得られるような設備へと進化してきた。日本の最新システムである乾式軸流TRTシステムの場合、通常の軸流式TRTシステムに対して約30%の発電量増加が可能である。現在、日本で設置されているTRTの発電量の合計は、製鉄所使用電力の約8.3%を占めている。

NEDOのモデル事業では、中国四川省・攀枝花鋼鉄(集団)公司4号高炉にTRTを導入し、容積1,350m³の高炉規模で約6,100kWhの発電が可能であることが実証され39,400t/yのCO₂削減効果が得られると評価された。

CDQとTRTは、費用対効果にすぐれた省エネルギー設備であることが評価され、すでに日本のほとんどの製鉄所で導入されている。製鉄工程におけるエネルギー消費量は、製鉄所の全エネルギー消費の約6割を占めており、この工程の省エネルギーはきわめて効果が大きい。前述のとおり、中国では国家発展計画の中でも、CDQとTRTの導入を積極的に進めており、今後の普及が期待される。

このほか、焼結工程での省エネルギーも重要である。焼結工程

■日本鉄鋼業の1970年代以降の地球温暖化対策

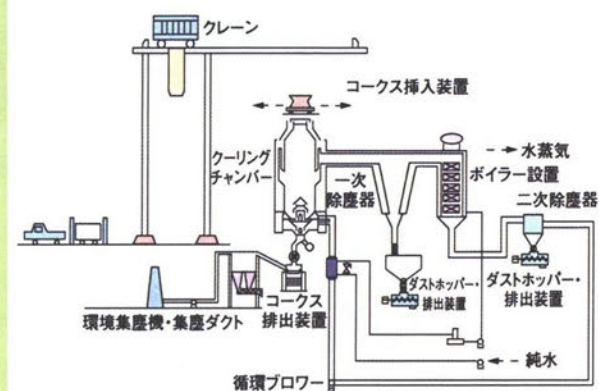


(社)日本鉄鋼連盟資料より

コークス乾式消火設備 (CDQ) の導入例



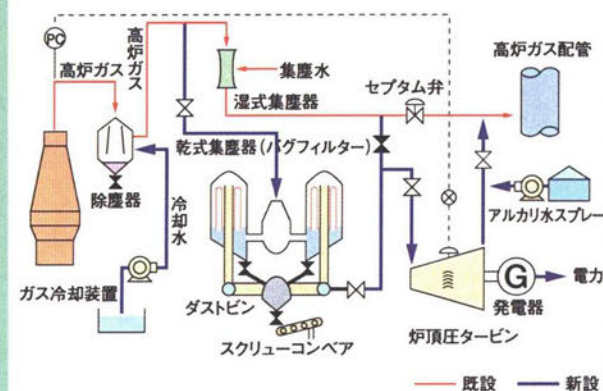
実施サイトは中国北京市・首钢(集团)総公司。蒸気回収と高炉の燃料消費量の改善により、中国主要製鉄所のコークス生産量('92)に対し、原油換算24,700t/yの省エネ効果、CO₂換算68,300t/yの削減効果が得られた。(NEDOモデル事業2001年3月終了)



高炉炉頂圧発電設備 (TRT) の導入例



実施サイトは中国四川省・攀枝花鋼鐵(集团)公司。容積1,350m³の高炉規模で約6,100kWhの発電が可能となった。また原油換算12,700t/yの省エネ効果、CO₂換算39,400t/yの削減効果が得られた。(NEDOモデル事業1998年6月終了)



における省エネルギーでは、熱エネルギー回収や電力低減、燃料低減などの細かな項目を合計することにより、焼結工程全体の消費エネルギーのおおむね3分の1程度の省エネルギーが図れる。焼結工程の省エネルギー設備の一例として、焼成された焼結鉱を冷却する焼結クーラーの排熱回収設備がある。従来は焼結クーラーから発生する熱風を冷却ファンで放熱していたが、この熱風を回収して熱エネルギーによって蒸気を発生させ、他工程で活用することができる。

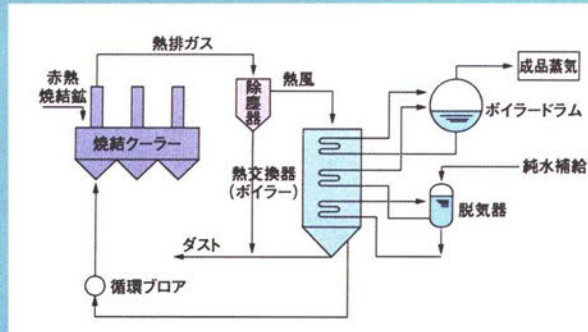
NEDOのモデル事業では、中国山西省・太原鋼鐵(集团)有限公司において、焼結機(規模約6,000t/d生産)で、蒸気15t/h(原油換算12,300t/y)を回収できることを実証し、38,100t/yのCO₂削減効果が得られると評価された。

このような設備技術にとどまらず、日本の鉄鋼業は、地球規模での温暖化対策への取り組みとして、2003年10月から、IISI(国際鉄鋼協会)の「CO₂ブレイクスループログラム」に参加している。各国の鉄鋼業が連携して、先駆的な地球温暖化対策技術に取り組むなか、日本鉄鋼業は設備の省エネルギーや熱効率改善に加え、CO₂分離・貯留や水素製造など、幅広いテーマを含めた取り組みを行っている。

焼結クーラー排熱回収設備の導入例



実施サイトは中国山西省・太原鋼鐵(集团)有限公司。生産量約6,000t/dの焼結機で、蒸気15t/hを回収し、原油換算12,300t/yの省エネ効果、CO₂換算38,100t/yの削減効果が得られた。(NEDOモデル事業1998年3月終了)



石炭ベースの直接還元製鉄技術

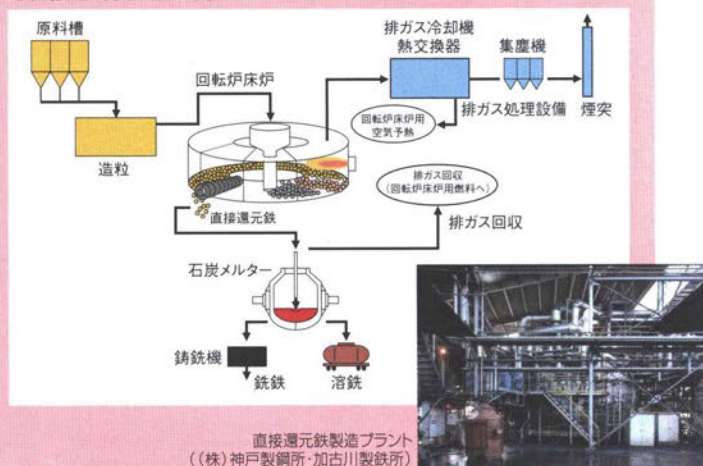
中国で生産される鉄鉄のうち1億t以上は、容量1,000m³以下の中小型高炉で生産されているという。中国政府は、経済の過熱と環境汚染対策等の理由から過剰投資抑制政策をとっており、中小高炉の新設を禁止する方針を打ち出している。このような状況にあつて、中小高炉(おおむね年産50万t以下)で、石炭を使用する直接還元製鉄法が注目されている。

これは、石炭を還元材及び溶解のエネルギー源として使用し、高炉と同じ品質の鉄鉄を製造する技術である。原料となる粉鉱石と石炭を粒状にし、これを回転炉床炉で加熱し、高速で還元する。このとき炉内ではCOが発生するが、これを発生と同時に利用し、ほぼ100%を二次燃焼させることができる。そのため燃料使用量が少なくてすみ、SO_xやNO_xなどの発生を低減できる。またコークスや焼結鉱を必要としないため、従来の中小高炉に比べ操業コストが約3割低減できるという。

直接還元鉄の生産は、世界的に見ても中南米、中近東、北アフリカ、アジアなどで多く行われている。現在のところ、日本から中国への技術協力は始まったばかりだが、比較的小規模な製鉄所でも経済性が成り立つ

うえ、省エネルギー、環境保全に役立つ点が認識されることにより、今後の普及が期待される。

●直接還元製鉄法の例



今後さらに連携を深める日本と中国

中国全体のエネルギー問題を解決するためには、省エネルギーを進めるとともに、使用できるエネルギー源の多様化を図ることが考えられている。中国では、現在の石炭中心の構造からの変化を目指し、「西気東輸」と呼ばれる天然ガスパイプライン計画や、2006年から施行される再生可能エネルギー法などへの期待が高まっている。

中国は、1997年のCOP3(地球温暖化防止京都会議)に参加しているが、京都議定書による削減目標を義務付けられてはいない。しかし地球温暖化問題に対応し、循環型経済への移行を目指した取り組みを行っている。2005年から重点分野4、重点工業7、産業化圏区13及び10省を選んで、資源節約型の循環型経済への移転を促進している。この重点工業7のうちの1つに、全エネルギー消費の16%を占める鉄鋼業が選ばれていることは当然ともいえる。

日本は、COP3で、2008～2012年の温室効果ガス平均排出量を1990年比-6%とするという削減目標を義務付けられている。また

京都メカニズムでは、CDM(クリーン開発メカニズム)、JI(共同実施)、排出権取引という手法で温室効果ガスを削減できることを決めており、日本はこれらの手法を活用して削減目標を達成することを目指している。2005年4月に日本政府が発表した京都議定書目標達成計画では、京都メカニズムの活用による削減目標が1.6%と設定された。日本では、すでにさまざまな分野で省エネルギーを進めてきており、これ以上にCO₂排出量削減を進めるために、CDMなどを活用した中国への技術協力への期待が高まっている。

今回は、省エネルギー設備技術を中心に紹介してきたが、これ以外の分野でも日本鉄鋼業と中国鉄鋼業とのかかわりは今後ますます深まっていくことだろう。当然のことながら、製鉄所の生産技術や学術研究なども、ともに世界の鉄鋼業の大きな核として、またアジアの隣人として交流を深めていくと思われる。例えば日本鉄鋼協会では、2004年度から日中における鉄鋼技術のコラボレーションについての研究グループの活動を行うなど、学術研究や技術協力などの分野での連携に取り組んでいる。

中国の粗鋼生産が世界一の座についてからもうすぐ10年を迎えようとしている。日本鉄鋼業がこれまでに培ってきた技術と経験は、今後中国鉄鋼業が目指す持続的発展にあつて大きな役割を果たすことが期待されている。

温室効果ガス削減手法を取り決めた京都メカニズム

1997年のCOP3で採択された京都議定書では、気候変動枠組条約の附属書Iに記された先進国及び市場経済移行国を対象とし、対象期間2008～2012年の温室効果ガス平均排出量を1990年比で義務付けた。日本の削減目標は-6%とされている。京都議定書には「京都メカニズム」と呼ばれる、温室効果ガス削減手法が盛り込まれ、この中には、自国より削減費用の低い国で投資を行ってその排出削減量を自国の削減実績に組み込むCDM(クリーン開発メカニズム)、JI(共同実施)や他国との排出権取引という3つの手法がある。

- 取材協力 (社)日本鉄鋼連盟、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、新日本製鐵(株)、JFEスチール(株)、住友金属工業(株)、(株)神戸製鋼所
- 取材・文 杉山 香里