

(解説)

加古川製鉄所の省エネルギーの取組み

The Energy Efficiency Challenge at Kakogawa Works



酒造 正明*
Masaaki Miki



久山 誠二*
Seiji Hisayama



坂本 克彦**
Katsuhiko Sakamoto

At Kakogawa Works and at other Japanese steel plants, Japanese companies have been independently striving to reduce energy consumption to limit the effects of global warming. This article introduces an overview the energy saving and efficiency initiatives that have thus far been introduced to iron manufacturing processes in Japan. Future challenges in relation to energy savings and efficiency, as well as recycling are also introduced.

まえがき = わが国は 1973 年の第 1 次石油危機、1979 年の第 2 次石油危機をとおして、エネルギー基盤の脆弱さを露呈した。これを機に、国をあげて石油備蓄、石油代替燃料へのシフト、省エネルギー対策などを進めてきた。1979 年には、エネルギーの合理化に係わる法律、通称省エネ法が法制化された。こうした政策と石油燃料の価格上昇などを背景に、エネルギーの利用の効率化が進められ、わが国は世界でも最高水準の省エネルギーを達成している。

しかしながら近年、日本のエネルギー消費は一貫して増加傾向にある。

1997 年 12 月に気候変動枠組条約第 3 回締約国会議 (COP3) が京都で開催され、温室効果ガスである二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素の排出量を削減する数値目標が決定された。先進国は 2008 年～2012 年の 5 年間に 1990 年度比 5.2%削減を目標とし、わが国の具体的数値目標は 6%削減と決定した。これに伴い、持続的な発展が可能な社会の構築を目指し、「地球温暖化防止対策推進法」や「循環型社会形成推進基本法」を制定するとともに、相次いでこれらの関連個別法を制・改定することにより、省エネルギーおよび廃棄物の資源化促進・適正処理を強力に推進する動きにある。産業界では、これら法制化に先駆けて、地球温暖化防止と廃棄物対策を主な課題として、その取組みの数値目標を設定した「経団連の環境自主行動計画」を発表し、現在業界ごとに具体的な展開を図っている。

日本鉄鋼連盟は 1996 年に「鉄鋼業の自主行動計画」を策定し、業界として二酸化炭素の排出量の削減数値目標を掲げて省エネルギーに取り組む計画とした。

当社においても鉄鋼業の自主行動計画に添った削減目標を掲げ、活動を展開している。本稿においては、加古

川製鉄所でこれまで行ってきた省エネルギーの成果の紹介と足元の取組み状況、そして自主行動計画達成に向けた今後の取組みについて紹介する。

1. 鉄鋼業界の動向

鉄鋼各社は石油危機を契機に石油から石炭へのシフトやエネルギーの効率化を進め、1990 年度には 1973 年度に対して粗鋼生産量当たりのエネルギー消費量を約 20%削減した。しかしながら、製品の高付加価値対応や環境対策設備の増強などにより、近年は上昇傾向にある。

1996 年に策定した「鉄鋼業の自主行動計画」では、エネルギー削減目標を、図 1 のように 1990 年度に対して、2010 年度にはエネルギー消費量を 10%削減する。また、追加的取組みとして集荷システムの整備などを前提に、高炉などにおいて廃プラスチックを有効利用することにより、さらに 1.5%の削減を図ることとした。

以降鉄鋼各社は、この「鉄鋼業の自主行動計画」の数値目標を各社の目標として省エネルギーに取り組む現在に至っている。

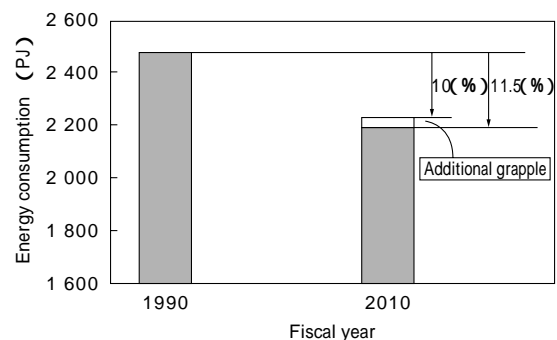


図 1 鉄鋼業の自主行動計画数値目標

Fig. 1 Voluntary action program for energy-savings by Japan's steelmakers

*鉄鋼部門 加古川製鉄所 環境エネルギー部 **鉄鋼部門 加古川製鉄所 技術研究センター

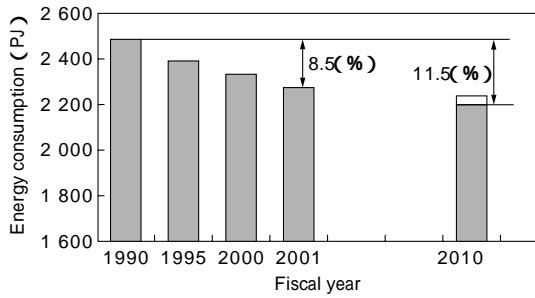


図2 鉄鋼業のエネルギー消費量中間報告
Fig. 2 Interim report of energy consumption by Japan's steelmakers

鉄鋼連盟では、毎年この行動計画に対するフォローアップを行っており、エネルギーの消費量の削減状況を確認している。2001年度のフォローアップでは、図2のように1990年度比で212 x PJの削減、削減率では8.5%となっている。

2. 加古川製鉄所のこれまでの省エネルギー

加古川製鉄所は、1968年に厚板工場の稼働により操業を開始し、1970年に第1高炉火入れにより鉄鋼一貫製鉄所としての体制を整えた。そのあと順次生産設備を拡充し、線材や薄板を含めた幅広い生産を行っている。

操業開始以来積極的に省エネルギー対策に取組み、1973年度から2001年度までにエネルギー原単位を約25%低減してきた(図3参照)。

これまでに取組んできた省エネルギー対策の主な着眼点と事例について、以下に紹介する。

2.1 副生ガスの有効利用

製鉄所では、各工程から燃料として利用可能な副生ガスが大量に発生する。この副生ガスは、各々異なった特性を有しているため、各熱設備の燃焼、伝熱特性を解析し、プロセスに最適な燃料を選択し使用している。また、製鉄所は多くの工場の集合体であり、エネルギーの需給バランスが常に変動していることから、製鉄所のユーティリティ全体の需給管理を司るエネルギーセンタを設置し、その調整機能を有した設備として自家発電所を設置している。当所の自家発電所の特色は、以下のとおりであるが、各工場の稼働状況に応じて副生ガスのホルダ調整やボイラの負荷調整を実施し、副生ガスを放散することなく有効に利用するとともに安価なエネルギーを選

択供給することで、エネルギーコストを低減している(図4, 5参照)

ボイラは副生ガスと調整用の重油、LPGが混焼可能な設備を5缶、購入系エネルギーのベース的な不足分を賄うための石炭ボイラを2ユニット、廃熱回収ボイラを2ユニット設置している。

発電用タービンは8基設置しており、この中の4基については、所内の酸素工場の運転状況に応じて原料空気圧縮機を接続できるようになっている。

高炉は還元用に多量の圧縮空気を必要とするが、発電用タービンと同じ蒸気系統にタービン駆動の高炉送風機を4ユニット設置している(通常2基運転)。

製鉄所では脱ガス設備(エゼクタ)や加熱用に多量のプロセス蒸気を使用するが、蒸気タービンからの抽気と廃熱回収ボイラから供給を行っている。

2.2 プロセスの効率化・連続化

伝熱促進や新プロセスの導入により効率化を図るとともに、バッチ処理の工程を連続化することで省エネルギーを図ってきた。連続化の例としては、製鋼工程における連铸機や加熱炉への熱片装入、冷延工程での連続焼鈍設備などがある。

新プロセスの例としては、製鋼におけるタンディッシュ熱間繰返し使用技術や高効率厚板加熱炉がある。

タンディッシュ熱間繰返し使用技術

従来、連铸機において鑄造を終えたタンディッシュは、その都度冷却し整備場にて内面の整備を行ったのち、再び加熱して鑄造に使用していた。当所4号連铸機では、図6のフローに示すように、スライドゲートバルブ(SGV)再使用技術やSGV加熱技術の実機化により鑄造開始時に全ての耐火物を熱間で使用できる操業を実現し、タンディッシュ無加熱操業技術を確立した。これによりタンディッシュ加熱の省略と耐火物コストの低減が図れるとともに、準備時間の短縮から生産能力が向上した。

高効率厚板加熱炉

加熱炉における課題の一つは、鋼材を支持・搬送するスキッドにより発生する鋼材の温度偏差(スキッドマーク)である。この対策として、厚板加熱炉では鋼材低温部を局部的に加熱できる機能を有する輻射管と、高温部の昇温を抑制する過加熱防止壁を設置し

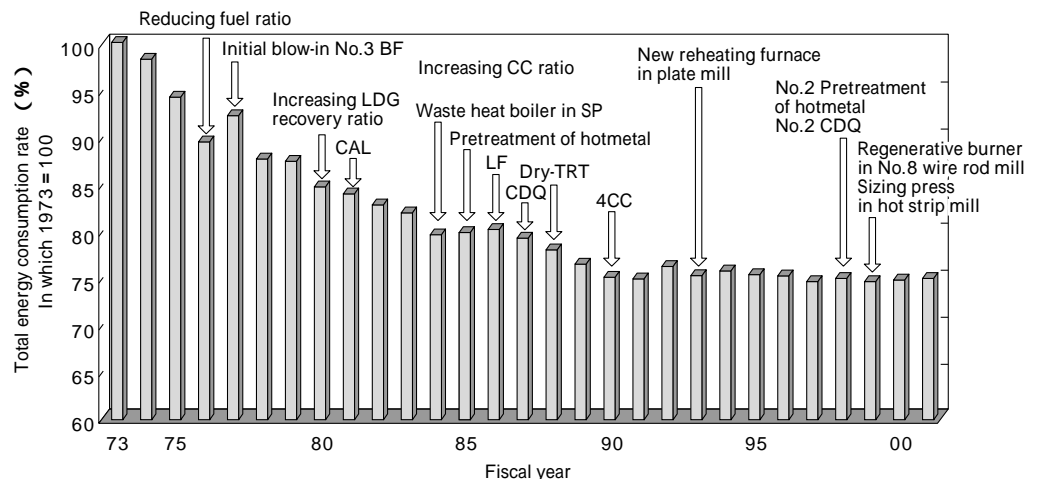


図3 エネルギー原単位推移
Fig. 3 Transition of energy consumption rate

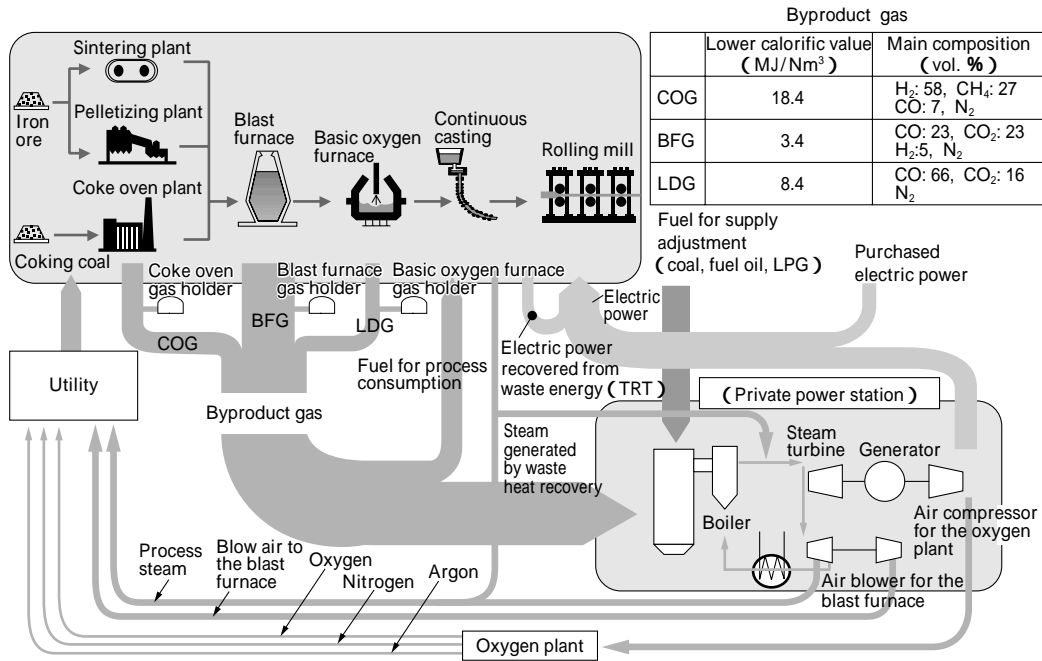


図4 加古川製鉄所の生産工程とエネルギーフロー
Fig. 4 Manufacturing process scheme and energy flow of the Kakogawa Works

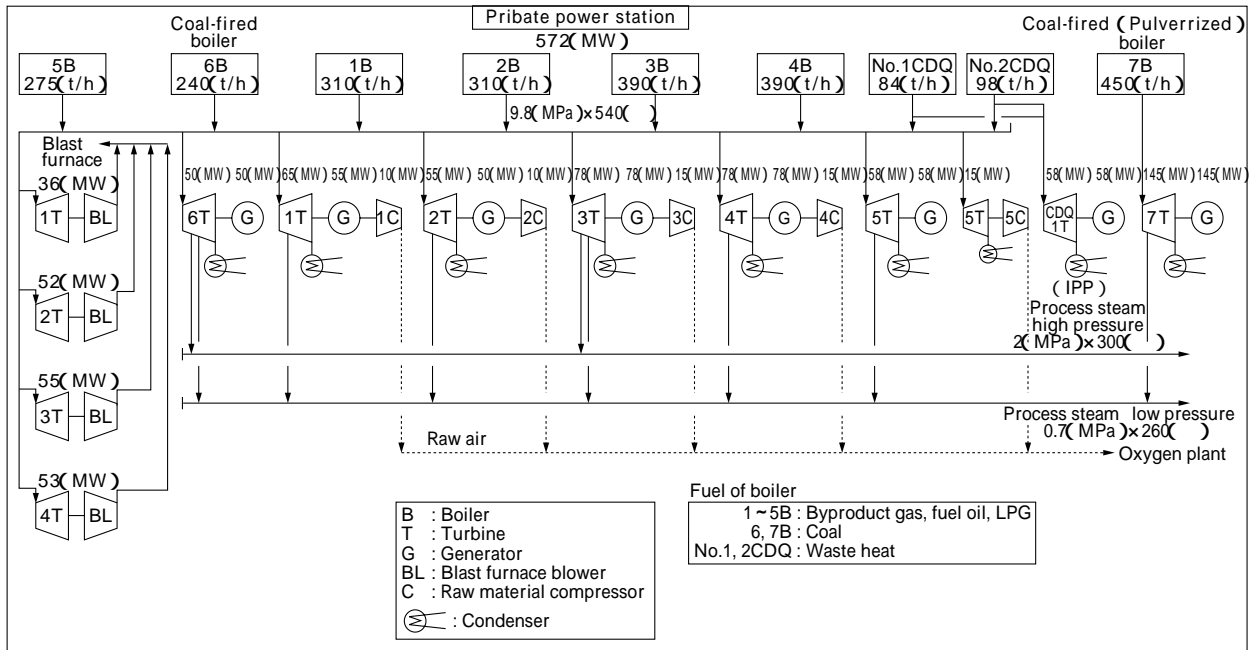


図5 自家発電所フロー
Fig. 5 Private power station flow of the Kakogawa Works

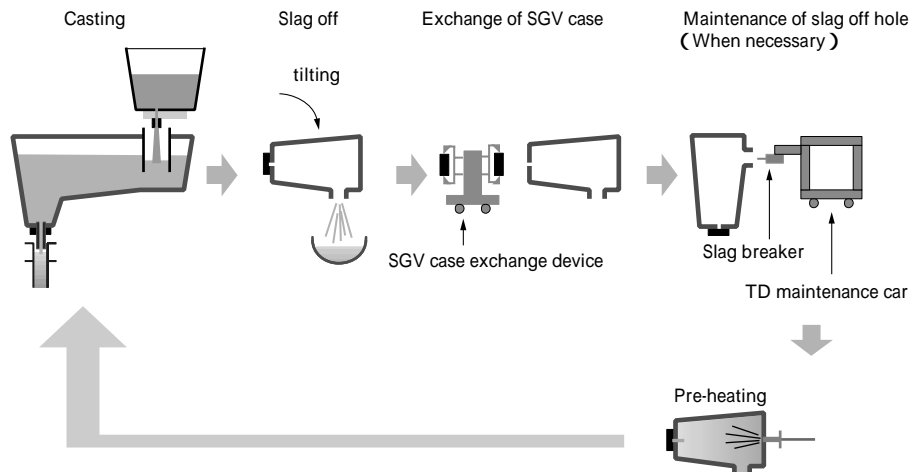


図6 No. 4CC-2st タンディッシュ熱間繰返し使用フロー
Fig. 6 Continuous recycle operation of tundish under hot condition of No. 4CC-2st

た。図7にその構成図を示す。本技術により鋼材を過分に加熱する必要がなくなり、温度偏差低減によって品質のばらつきも抑えることが可能となった。

2.3 廃エネルギー回収

廃エネルギー回収設備の代表的な例では、高炉炉頂圧力回収タービン（TRT）とコークス乾式消化設備（CDQ）があるが、当所では操業中の2基の高炉に各々TRTを設置しており、高炉から発生する高炉ガスの圧力エネルギーを回収し、製鉄所使用電力の約10%にあたる35MWの発電を行っている。

また、コークス炉で製造される約1000の赤熱コークスを冷却する際の顕熱を有効に蒸気回収するCDQ設備は、当所ではNo.1 CDQ設備を1987年に、No.2 CDQ設備を1998年に設置し、生産するコークスの全量をCDQ処理している。また回収した蒸気を利用し、約55MWの発電を行っている。

TRTやCDQ設備は電力として回収を行っているが、当所ではそのほかにプロセス蒸気として回収を行っている廃熱ボイラを計7基設置しており、約80t/hの蒸気回収を行っている。

図8に第2溶銑処理設備廃熱回収ボイラを示す。鋼の低炭化対応と脱炭処理の効率化を目的に、従来の転炉工程で脱炭処理を行うのではなく、溶銑を転炉に装入する前に事前に脱炭処理を行う溶銑処理設備を1985年に1基設置し、高炉から出銑される溶銑の約20%を脱炭処理してきた。高炉から出銑される溶銑の全量を脱炭処理す

るため、第2溶銑処理設備を1999年に設置した。これに伴い、溶銑脱炭処理時に発生する高温排ガスを冷却するとともに排熱を回収する目的で、廃熱ボイラを2基設置した。第2溶銑処理設備では、排ガスが多量のダストを含んでいることから、急勾配のボイラフードを採用し、廃熱ボイラ伝熱面でのダスト堆積防止を図っている。また、節炭器の設置による廃熱回収量の増加や間欠的に発生する回収蒸気の有効利用方法を確立し、溶銑脱炭1処理当たり約8～12tの蒸気を回収している。

3. 今後の省エネルギー

加古川製鉄所における今後の省エネルギーの視点と取り組み例を表1に示す。

これまでの“熱、電気のエネルギー使用量の削減”、“排熱回収の強化”などの視点だけでなく、新たな加熱・冷却技術の適用、製品品質改善による歩留まり向上、物流改善、廃棄物の利用まで広げた取り組みにより、省エネルギーを実施していく。

新たな加熱技術適用による省エネルギー

排熱回収強化策として、線材加熱炉と分塊均熱炉で導入している蓄熱式バーナの適用拡大を推進し省エネルギーを図っていく。

製品品質改善に基づく歩留まり向上による省エネルギー
各製品の品質改善による歩留まり向上は、自工程でのエネルギー使用量の削減だけでなく、前工程の必要生産量を減少させることが可能となるため、前工程まで

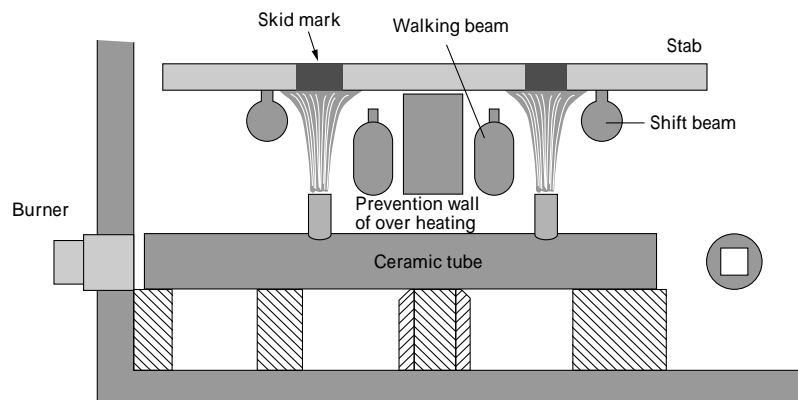


図7 均熱帯の局所加熱装置
Fig. 7 Local heating equipment of soaking zone

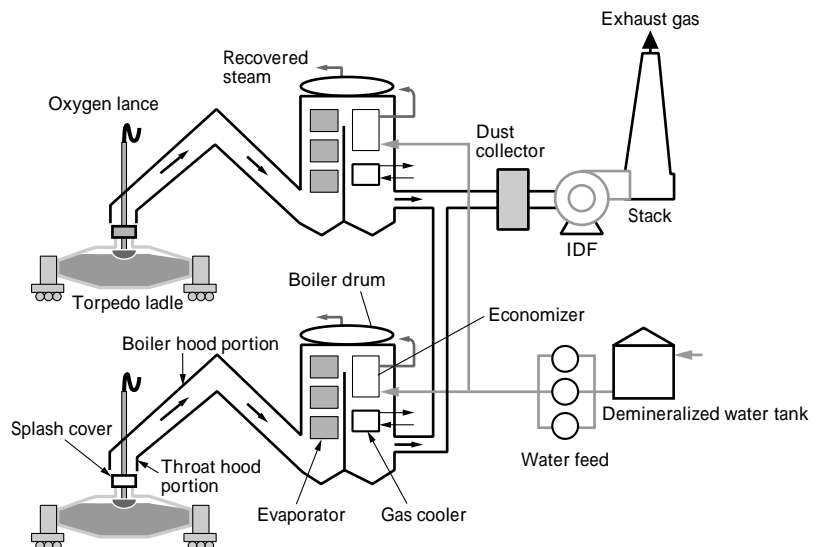


図8 第2溶銑処理設備廃熱回収ボイラ
Fig. 8 Waste heat recovery boiler of No. 2 molten iron pretreatment equipment

表1 今後の省エネルギーの視点と取組み

Table 1 Future viewpoint and future grapple of energy saving

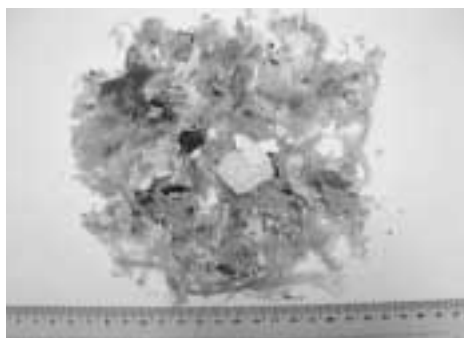
Viewpoint	Example of grapple
1. Process improvement aiming at theoretical required energy	<ul style="list-style-type: none"> Reduction of the melted steel temperature by the improvement of ladle transportation Expansion of hot charge rolling by the improvement in slab quality
2. Maintenance and strengthening of waste heat recovery	<ul style="list-style-type: none"> Expansion of regenerative burner application Functional recovery by fixed heat diagnosis
3. Deployment of all place energy-saving activities	<ul style="list-style-type: none"> Activity of power saving and air saving Energy saving by the quality control group
4. Expansion of waste use	<ul style="list-style-type: none"> Waste plastics RDF, Waste wood, RPF



RDF



Waste wood



Waste plastics



RPF

写真1 発電ボイラ用廃棄物系燃料
Photo 1 Waste product fuel for boiler

含めたエネルギー使用量の低減効果がある。

物流改善による省エネルギー

製鋼工程では、溶鋼物流を迅速化・安定化させることで、溶鋼からの放散熱が削減可能となる。その結果、出鋼温度の低減および溶鋼処理での投入エネルギーを削減できる。

廃棄物の利用による省エネルギー

発電用ボイラに1999年からRDF(Refuse Derived Fuel)と廃プラスチック、2002年から木材チップ、2003年からRPF(Refuse Paper & Plastic Fuel)を石炭代替として利用してきた(写真1参照)。

また高炉では、2000年から廃プラスチックを還元剤として利用しており、今後更に廃棄物系エネルギーの利用量を拡大していく。

むすび = 地球温暖化問題は世界的に取り組むべき事項として地球温暖化対策防止会議が開催され、具体的目標が決定された。国単位ではもちろんのこと、更にブレークダウンされた目標を個々に達成することがポイントとな

る。とりわけ、二酸化炭素の排出量の多い業界は大きな役割を果たすことが期待されていると同時に、社会的要請がますます高まっていくものと思われる。

当社加古川製鉄所の01年度エネルギー消費量は、90年度と比較して増産影響もあり増加している。鉄鋼業の自主行動計画の目標達成にあたっては、技術面と経済面でハードルは高いが、こうした社会の要請に応え目標を達成することが必要不可欠である。

参考文献

- 1) (社)日本鉄鋼連盟：鉄鋼業の地球温暖化対策への取組み 自主行動計画進捗状況報告 - 過去10年間の総括 平成14年12月。
- 2) 橋本公男：省エネルギー，Vol.49，No.10(1997)，p.52。
- 3) 西川恒明：計測技術，2000.2，p.43。