

# 鉄鋼部門における省エネルギー

桜田 利雄\*

## 目次

1. まえがき
2. 日本鉄鋼業のエネルギー消費の規模と構造
3. 日本鉄鋼業の省エネルギーの現状
4. 当社の省エネルギーの現状と課題
5. むすび

### 1. まえがき

エネルギー多消費産業である鉄鋼業は、オイルショック以降、厳しいエネルギー環境に置かれ、その対応策として、省エネルギーおよびエネルギー源の多様化に取り組んできた。

本稿では、鉄鋼業のエネルギー消費の規模・構造および省エネルギーの現状を概説する。

### 2. 日本鉄鋼業のエネルギー消費の規模と構造

鉄鋼業のエネルギー消費規模は、1977年度は  $62 \times 10^6 \text{kl}$  (石油換算) で、製造業の約28%と最大規模を占め、鉄道、運輸、民生部門を含めた国内最終需要量に対しても約16%と大きなウエイトとなっている (図-1)

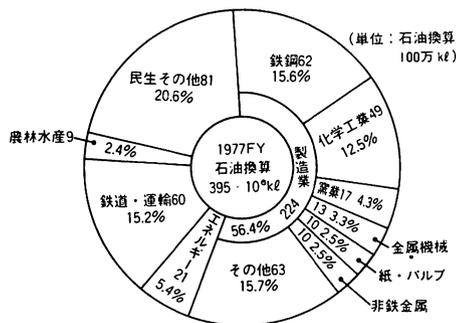


図-1 部門別エネルギー最終需要量<sup>1)</sup>

\* (株) 神戸製鋼所エネルギー管理室室長

鉄鋼業のエネルギー消費構造の特徴をあげると、次の2点に大別できる。

第1は、エネルギー消費をソース別にみると、1978年度において石炭系燃料が約60%を占め、石油系が16%程度のウエイトしかないことである。石油系燃料の消費規模は国内需要量の3%以下にすぎない。しかも図-2にあるように、1973年度から1978年度にかけて石炭系のウエイトは2%増加しているのに対し高炉を中心として脱石油化を図ってきた結果石油系は5%減少している。なお、電力系のウエイトが3%増加しているのは、集塵機等の設置といった環境対策や、製品の高度化に伴う圧延工程での使用増のためである。

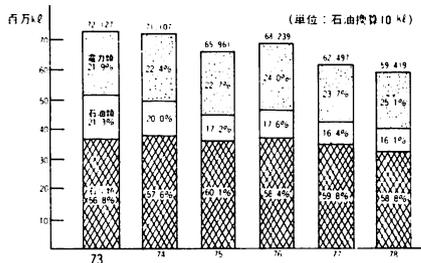


図-2 鉄鋼業エネルギー消費実績<sup>2)</sup>

第2の特徴は、鉄鋼業のエネルギーのうち70%が消費される製鉄工程 (図-5 参照) で多量の高炉ガス、コークス炉ガス、タール等を副生し、加熱炉用もしくは発電用燃料として利用されるというエネルギー変換産業的性格をもっていることである。

### 3. 日本鉄鋼業の省エネルギーの現状

鉄鋼の省エネルギー対策は、操業努力によるものと、設備の導入・改善によるものとに大別できる。操業面では、各種技術開発とその積極的な導入は世界の中でも最高のレベルにあり、特に製鉄プロセスの中で最もエネルギー消費量の大きい高炉におけるエネルギー指標である燃料比 (鉄鉄1トンを製造するのに必要な(重

油+コークス)量kgで表示される)が1973年度の498kgから1978年度の465kgへと33kg低減し,そのうちコークス比の低減量が14kg,重油比の低減量が19kgである。また,排ガスエネルギーの回収に関しても,転炉ガス回収原単位の向上にみられるように,操業努力の成果が顕著である。これは制御技術の進歩によるもので,回収原単位は1973年度の25Nm<sup>3</sup>/転炉鋼tから1978年度には66Nm<sup>3</sup>/転炉鋼tへと飛躍的に増大している。これを低硫黄重油に換算すると1978年度で約122万kℓの節約に相当することとなる(図-3)。

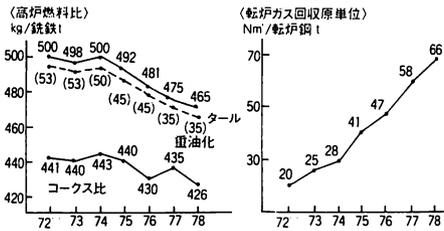
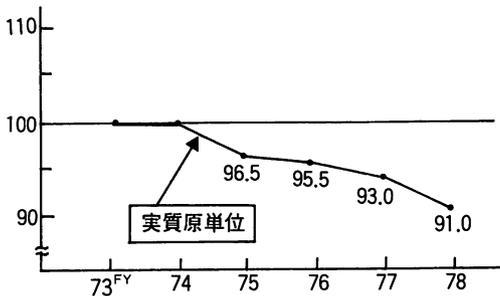


図-3 エネルギー関連指標の推移<sup>3)</sup>

設備面では,プロセスの改善として,省エネルギーに多大な貢献をしている連続鋳造法の普及も見がせないが,高炉炉頂圧回収発電設備,高炉送風除湿装置,熱風炉排熱回収設備,転炉ガス回収設備,ホットチャージ,ホットダイレクトローリング等(図7~11)の設置による省エネルギー効果は大きい。

鉄鋼業のこれら省エネルギー努力の結晶は,日本鉄鋼連盟の試算によると,粗鋼トン当りのエネルギー消費原単位の低下となり,1973年度を100とした実質エネルギー原単位は過去5年間一貫して低下し,1978年度には91と,1973年度にくらべると9%の省エネルギーを達成している(図-4)



(注) 実質原単位: 実際に消費したエネルギー量を粗鋼生産で除して得られた名目原単位を, 基準年度の73年度の生産条件で補正した数字

図-4 粗鋼トン当りエネルギー原単位指数<sup>4)</sup>

#### 4. 当社の省エネルギーの現状

鉄鋼業の製造工程は,大きく分けて,製鉄,製鋼,圧延の3段階からなり,その間でエネルギーの投入と消費を行うことによって,鉄鉱石を有用な鉄鋼製品にかえ,市場に送り出す。図-5は当社の加古川製鉄所の例を示している。

また,この製造工程に沿って,投入,使用されるエネルギー自体のフローを示したのが図-6である。

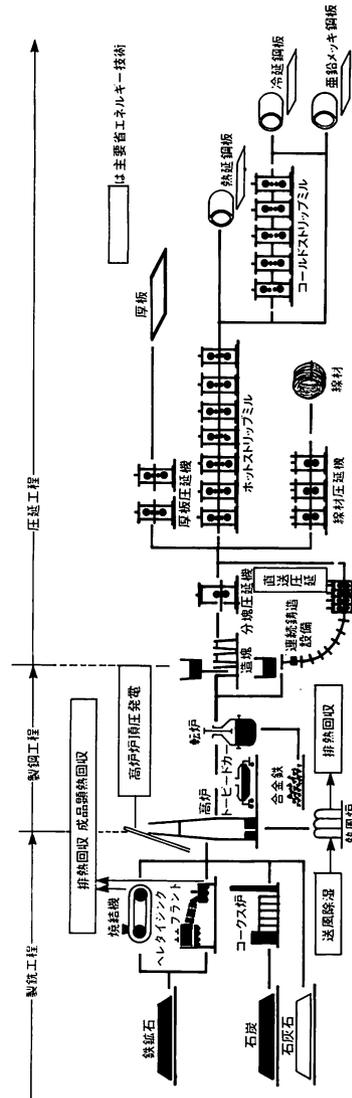


図-5 加古川製鉄所の主要プロセス

表1は、当社における省エネルギー対策の具体例について部門別、項目別にまとめたもので、日本の鉄鋼業界の省エネルギー対策をおおむね代表するものとみてよい。さらに、工程別にみると、

製鉄部門では、高炉の炉況安定化が最も重要な課題で、生産量の安定確保は当然のことながら、製鉄部門のエネルギー使用比率は極めて高く、操業の安定化による高炉燃料比の低減は製鉄所全体のエネルギー使用量の減少につながる。当社で実施している設備対策と

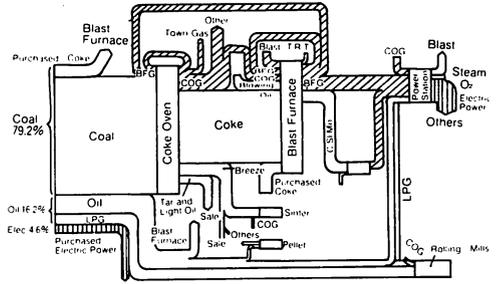


図-6 製鉄所エネルギーフロー (加古川製鉄所 1979年下期)

表1 加古川製鉄所の主要エネルギー対策

		省 エ ネ ル ギ ー 対 策		
		原 料 ・ 製 鉄	製 鋼 ・ 分 塊 ・ 圧 延	公 害 対 策 ・ ユ ー テ ィ リ テ ィ ・ そ の 他
操 業 改 善	操業管理基準の見直し	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ペレット工場傾斜生産体制</li> <li>○装入物分布制御</li> <li>○熱風炉燃焼管理</li> <li>○熱風炉スタッカードパラレル送風</li> <li>○ヤードコンベアの適正稼動</li> <li>△ペレット熱改善</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○均熱炉最適燃焼制御</li> <li>○トラックタイムの短縮</li> <li>○加熱炉軽負荷操業</li> <li>○低酸素燃焼</li> <li>○ホットダイレクトローリング</li> <li>○ホットチャージローリング</li> <li>○連続比率のアップ</li> <li>○転炉ガス回収基準、回収設備増強</li> <li>○合金焼結ホットチャージ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○副生ガス利用率向上</li> <li>○酸素利用率</li> <li>○燃料中S%の自動制御</li> <li>○プロセス空気供給システム</li> <li>○プロセス蒸気漏洩放熱防止、ドレン利用</li> <li>△副生ガス需給自動制御</li> </ul>
	製造工程の変更、省略			
設 備 改 善	設備の改善・更新・見直し	<ul style="list-style-type: none"> <li>○焼結点火シール強化</li> <li>○焼結クーラー排熱回収</li> <li>○ペレットクーラー排熱回収</li> <li>○炉頂圧回収タービン発電機</li> <li>○熱風炉排熱回収空気予熱器</li> <li>○排熱利用湿ダスト乾燥</li> <li>×排熱利用コークス乾燥</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○加熱炉スキッド2層断熱</li> <li>○加熱炉侵入空気防止対策</li> <li>○レキュペレータ高効率化</li> <li>○断熱方法改良</li> <li>○スキッドボタン改良</li> <li>○レキュペレーター設置</li> <li>○排熱ボイラ</li> <li>△排ガス冷片予熱炉</li> <li>△酸洗槽放熱防止</li> <li>×排温水利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○小容量ポンプ・ファンへの切換</li> <li>○ファン・ポンプの回転数制御</li> <li>○脱硫後再加熱に成品顕熱利用</li> <li>○軸流ファン等高効率ファンの採用、更新</li> <li>○オイルフレックスの採用</li> <li>○放風圧空利用プロセスブスター</li> </ul>
	排エネルギーの回収			
技 術 改 善	新技術の開発導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ドロマイトペレットの開発</li> <li>○成形炭</li> <li>○熱風炉排ガス循環制御</li> <li>△ガス燃料ウオッペ制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>△スラブ熱間疵見、疵取り</li> <li>△自動燃焼制御</li> <li>×スキッド蒸発冷却法</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○冷却式除湿装置</li> <li>○ルーフEP</li> <li>○酸素プラント全自動制御</li> <li>×低温排熱回収トータル・フロータービン</li> <li>×高温高圧乾式集塵</li> </ul>

○実施済、実施中のもの    △建設中、進行中のもの    ×計画、実験段階のもの

しては、高炉送風除湿装置(図-7)、高炉炉頂圧回収発電設備(図-8)、熱風炉排熱回収設備(図-9)などである。また高炉炉頂圧回収発電の出力向上対策として高炉ガス乾式集塵設備の開発にも取り組むと同時に、高炉スラグの顕熱回収についても検討している。

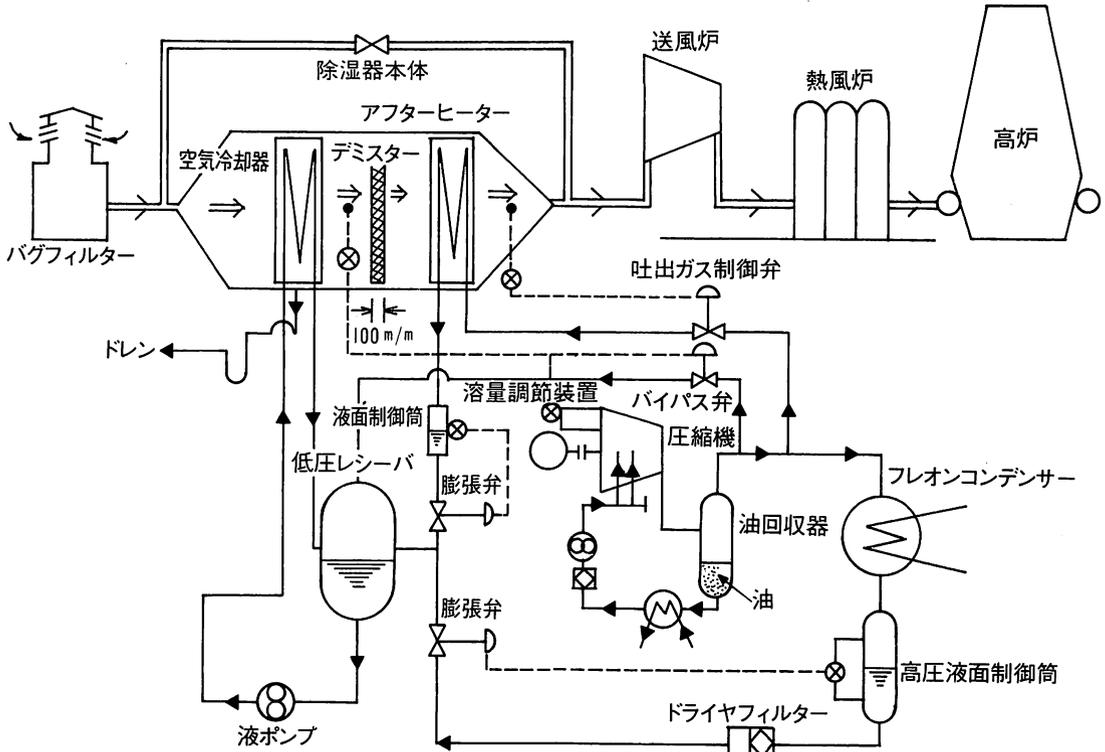
製鋼部門では、設備の近代化をめざして、連続製造設備の導入を実施している。その効果としては省エネルギー面でも大きな効果を有し、同時に歩寄り向上に

より省資源効果がある。例えば、連続比率を10%向上させると、製品トン当たり3~4万kcalの節減が可能といわれている(粗鋼1000万トン/年モデル製鉄所の場合)。また、転炉吹錬中に副生ガスとして転炉ガスが発生するが、転炉ガス回収設備の設置とその管理強化を行いガス回収率の向上をはかっている。

圧延部門では、均熱炉排熱回収(図-10)のほかに、加熱炉での鋼片の再加熱工程を省略する直送圧延が大

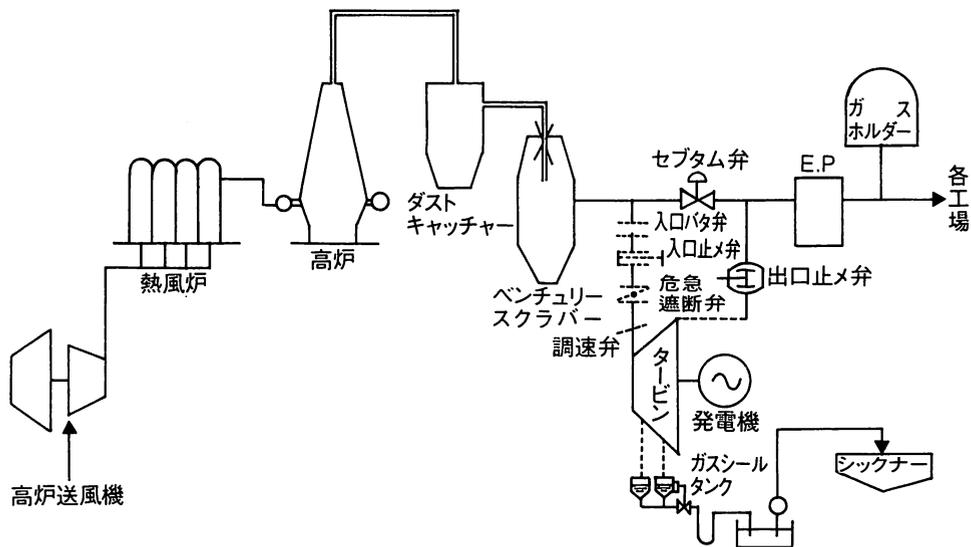
きなテーマである。分魂，連鑄工程と成品圧延工程とを直結して熱鋼片の顕熱を有効利用するホットチャージや，ホットダイレクトローリング（図-11）を実施している。この技術は品質面での熱鋼片の疵検出とそ

の除去，生産工程管理などに多大の改善を必要とした。また，加熱炉の断熱強化，ヒートパターンの改善などに取組んでいる。



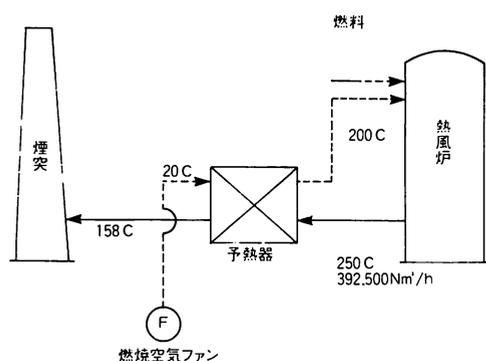
	第3高炉用	第1高炉用
型式	吸込側設置 冷凍機冷却式	同左
処理空気量 $\text{NH}^3/\text{分}$	7,200	5,200
入口空気温度 $^{\circ}\text{C}$	35	35
入口空気湿度 $g/\text{NM}^3$	26.0	27.9
出口空気温度 $^{\circ}\text{C}$	2.5	2.5
出口空気湿度 $g/\text{NM}^3$	6.0	6.0
冷凍能力 $\times 10^3 \text{kcal}$	9,719	7,383
冷媒	R-22	R-22
冷凍機型式	スクリュウ型 KS 31L $\times 3$	スクリュウ型 KS 31L $\times 2$
電動機出力 kw	1250 $\times 3$	1250 $\times 2$
製造	神戸製鋼	同左
稼動日	'78.5.18	'77.5.23

図-7 除湿装置フローシートと仕様(加古川製鉄所)



	第 3 高 炉 用	第 2 高 炉 用
型 式	湿式 輻 流 型	湿式 軸 流 型
タービン出力 (既許可出力) kw	14,500 (14,500)	14,000 —
タービン入口ガス圧力 kg/cm <sup>2</sup> G	2.61	2.51
タービン出口ガス圧力 "	0.11	0.11
タービン入口ガス流量 NH <sup>3</sup> /H	650,000	430,000
タービン入口ガス温度 °C	55	60
回 転 数 rpm	1800	3600
発 電 気 KVA	17,600	17,500
製 造 タ ー ビ ン 発 電 機	川崎重工業 富士電機製造	三井造船 東京芝浦電機
稼 動 日	'78. 5. 20	'79. 3. 20 予定

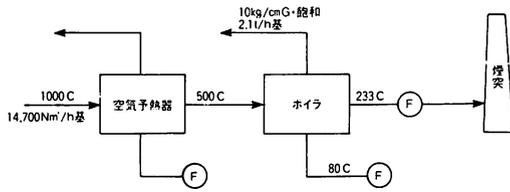
図 - 8 炉頂圧回収タービン発電機設備概略フローシートとタービンの仕様 (加古川製鉄所)



		第 3 高 炉 用
型 式		回 転 再 生 式 コ ン グ ス ト ロ ー ム 型
伝 熱 面 積 m <sup>2</sup>		5230 (ガス側)
ガ ス 量	排ガスNH <sup>3</sup> /H	473,000
	空 気 "	267,000
入 口 ガ ス 温 度 °C		270
出 口 ガ ス 温 度 "		169
入 口 空 気 温 度 "		15
出 口 空 気 温 度 "		200
製 造		ガデリュウス社
稼 動 日		'78. 4. 15

(第 3 高炉用)

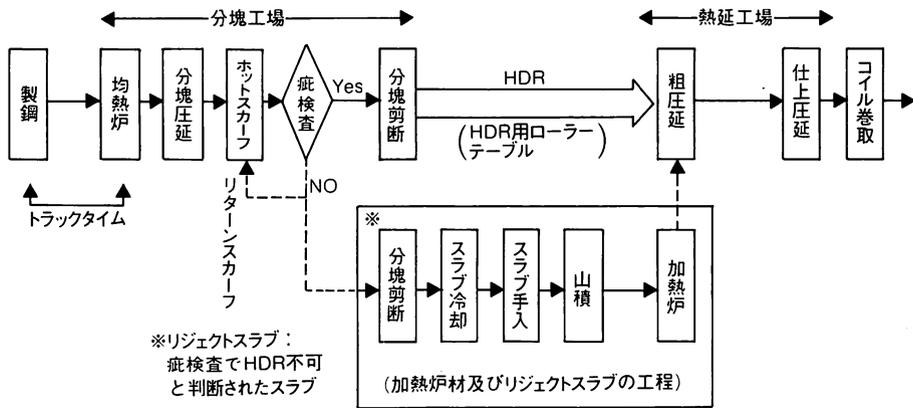
図 - 9 熱風炉排熱回収 (空気予熱) フローシートと空気予熱器仕様 (加古川製鉄所)



項目	設計値	実測値
蒸気流量 (T/H)	8.5	8.9
排ガス量 (Nm³/H)	65,000	65,000
排ガス入口温度 (°C)	520	528
排ガス出口温度 (°C)	240	213
蒸気圧力 (kg/cm²・g)	12	12
蒸気温度 (°C)	300 ± 20	350
圧力損失 (mm H₂O)	28	25
給水温度 (°C)	20	22.2

(2分塊均熱炉用)

図-10 均熱炉排熱回収プロセスとボイラーの仕様 (加古川製鉄所)



(HDR工程略図)

区分	対象項目	備考	
歩留	1分塊	ホットスカーフロス ▲ 1.5%	重溶剤のため
		切断ロス ▲ 1.0%	スラブ厚が厚くかつ断面品質保証のため
		手入ロス + 0.5%	手入なしのため
	熱延	スケールロス + 1.0%	再加熱なしのため
		小計 ▲ 1.0%	—
燃料	1分塊	燃料ロス ▲ 5万 kcal/T	温度および時間調整のため
	熱延	燃料セーブ + 35.3万 kcal/T	保温のため
		小計 + 30.3万 kcal/T	—
その他	製鋼	鑄型原単位 —	使用制約あるも廃却限は変わらず
	1分塊	スラブ手入 なくなる	直送のため
		ホットスカーフ燃料 COGがやや多い	重溶剤のため
	熱延	電力原単位 —	—
		小計 —	—

HDR実施効果

図-11 ホットダイレクトローリングフローシートと実施効果 (加古川製鉄所)

以上のような省エネルギー対策に取り組んだ結果、1973年度上期を基準として1978年度上期時点までの5年間で11.5%削減を達成した。この内訳は、操業努力によるもの60%、設備投資によるもの40%である。さらに1978年上期を基準として4年間で5.5%削減を目標としているが、操業努力によるものはほぼ限界に近づいているといえる。したがって今後省エネルギーを推進していくためには、従来以上に設備対策に比重をおかざるを得ないと思われる。

一方、省エネルギー対策と併行して従来より脱石油化の努力を進めているが、今回のオイル価格の急騰と量的な制約という事態に直面し、中長期的に需給が逼迫すると予想され、今後も脱石油と代替エネルギーの活用を進めねばならない。例えば、高炉操業における重油の кокс への置換、加熱炉・均熱炉用燃料へのLNGの導入などをはかる必要がある。さらに、原料炭にくらべて割安な一般炭の利用拡大をはかる必要

があり、一般炭の кокс 化技術の開発についても、成型炭装入法、予熱炭装入法に加え、成型 кокс 製造法などの新技術についても検討をしている。

## 5. むすび

このように、石油問題を中心に、鉄鋼業はきびしい環境におかれていて、省エネルギー対策をさらに進めると同時に、脱石油をめざしたエネルギー資源の多様化を可能とする各種技術開発にとりくまなければならないことなどエネルギー問題への対応が重要課題の一つである。

## 参 考 資 料

- 1) 鉄連資料
- 2) "
- 3) "
- 4) "

