

国際協力事業団

No. 8

ルーマニア
産業省

ルーマニア

ガラチ製鉄所環境・省エネ対策計画

調査報告書

1995年2月

JICA LIBRARY

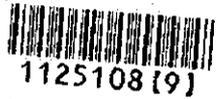


1125108(9)

株式会社神戸製鋼所
新日本製鐵株式會社

鉦調工

95-007



1125108 [9]

国際協力事業団

ルーマニア
産業省

ルーマニア

ガラチ製鉄所環境・省エネ対策計画

調査報告書

1995年2月

株式会社神戸製鋼所
新日本製鐵株式會社

序文

日本国政府は、ルーマニア国政府の要請に基づき、同国のガラチ製鉄所環境・省エネ対策計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成5年11月から平成6年12月までの間3回にわたり、株式会社神戸製鋼所の堤洋志氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ルーマニア政府関係者と協議を行うと共に、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。この報告書が、本計画の推進に寄与すると共に、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

ここに調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年2月

国際協力事業団

藤田公郎

総裁 藤田 公郎

大要

ルーマニアではかつて、計画経済のもと徹底した重工業優先政策が取られ、旧ソ連・東欧諸国の中でも最も急速な発展を遂げてきた。しかし一方で、環境保全対策が工場の成績として評価されなかったこと、環境影響評価を含む防止対策が軽視されたこと、石油・天然ガス等のエネルギー資源の価格が政策的に極めて低く設定されていたこと等の理由により、資源を多量に消費し、環境破壊を招きやすい状況が継続され続け、結果として環境汚染は深刻な状況まで進んだ。

本件調査の対象であるガラチ製鉄所は、粗鋼生産能力約1千万トンの東欧最大の製鉄所であるが、原料・エネルギー不足等により生産量は近年減少傾向にある。また、環境汚染防止対策設備の能力不足のため、ガラチ地域の住民（人口約40万人）及びドナウ川に対して悪影響を与えていることは否定できず、早急な対策立案が必要となっている。

このためルーマニア政府は問題改善のための環境・省エネ対策計画の策定を日本に要請してきた。これを受けて1992年10月26日～11月12日にかけて、ルーマニア・チェコ・スロヴァキア鉱工業プロジェクト選定確認調査を実施した結果、ガラチ製鉄所に対する環境・省エネ対策の重要性及びルーマニア国内の他の3つの製鉄所への波及効果が期待できることが確認された。さらに1993年3月20日～3月29日にかけて予備調査団を派遣し、要請内容の詳細及び同製鉄所に起因する環境汚染及びエネルギーの利用状況全般を調査した。そして、本件に対する本格調査実施の必要性、規模、人的・技術的实施可能性等を総合的に考慮し、最終的に協力可能と判断されたため1993年6月に事前調査団を派遣し、本格調査の内容・範囲等についての協議を行い、双方合意に達し、6月21日に Scope of Work の署名を行った。

以上の経緯を踏まえて今回の本格調査は実施された。調査の対象は以下の通りであり、エネルギー消費と環境汚染の現状を把握し、効率的なエネルギーの利用と環境汚染物質発生量の削減のためのプログラムを作成することが最終目的である。

(1) 省エネルギー対策（燃料・電力・蒸気・回収エネルギー等）

- (a) コークス炉（CDQ含む。）
- (b) 焼結炉
- (c) 高炉（熱風炉を含む。）
- (d) 加熱炉

(2) 環境対策（粉塵・硫黄酸化物・窒素酸化物・廃水・廃棄物等）

- (a) コークス炉と化工プラント
- (b) 焼結炉
- (c) 高炉

調査の進め方としては、「ガラチ製鉄所には複数同種の設備がありその中には生産計画上稼働させる必要がない設備や対策立案上類型化できる設備が存在するため、それぞれの設備から1つのモデルケースを選び出し、それについてのみ概念設計を行い、それを他の設備に応用する」という方法を採用することが、ルーマニア国側と予備調査の段階で合意されており、その手順に従って本格調査は実施された。選定されたモデルケース（モデルプラント）は以下の通りである。

- (a) No.5 コークス炉（No.2 CDQ含む。）及び対応する化成工場
- (b) No.6 & 7 焼結炉
- (c) No.6 高炉（熱風炉を含む。）
- (d) 熱延工場 No.1 加熱炉

注) ガラチ製鉄所の生産計画の結果、上記プラントの一部が、モデルとして適切でない状態(稼働停止)になっていることが、本格調査の段階で判明した。よってルーマニア側との合意を踏まえて、変わりに同種、同様のプラントがモデルとして選定され調査された。また、ルーマニア側の要求により、若干のプラントが調査対象として追加された。詳細は、レポート本文に示す。

本調査の進め方、調査態勢、スケジュール、及び質問票をとりまとめたインセプションレポートを作成し1993年11月8日にルーマニア政府に提出した。

第1回目の調査は、1993年11月22日より12月18日まで実施され、先ずインセプションレポートの説明を行ない調査の進め方についてルーマニア側に理解を頂き承認をえた上で主にモデルプラントを対象として調査を開始した。その結果と対策案はインテリムレポートとしてまとめられ、1994年6月16日にルーマニア政府に提出された。また、インテリムレポート内容の協議とモデルプラントの補足調査及びモデルプラント対策の他プラントへの波及効果の調査を目的とする第2回目の調査は、1994年7月6日より、8月10日まで実施された。

これまでの調査の結果を集大成し、現状の問題と原因、問題解決のための対策、投資金額、実施スケジュール等を示したものが、ドラフトファイナルレポートとして1994年11月16日にルーマニア政府に提出された。またドラフトファイナルレポートの要約版も11月22日に同様に提出された。第3回目調査は1994年11月26日より12月13日まで実施されドラフトファイナルレポートの内容についてルーマニア側に説明を行ない承認された。(1994年12月6日にルーマニア政府及びJICAの双方が議事録に署名を行なった。)

上記に基づき、ファイナルレポートを作成し1995年2月にルーマニア政府に提出する。

ファイナルレポート目次

略号一覧表	(1/1)
1. 背景調査	I-1
1. ルーマニアの経済動向及び鉄鋼産業	I-1
1.1 ルーマニアの経済動向概況	I-1
1.2 民営化への動向	I-2
1.3 工業生産	I-3
1.3.1 工業生産全般	I-3
1.3.2 金属産業の操業率	I-3
1.3.3 鉄鋼産業の生産量の推移	I-4
1.4 鉄鋼産業の動向	I-4
1.4.1 鉄鋼行政	I-4
1.4.2 鉄鋼産業の将来戦略	I-5
1.4.3 需要と生産計画	I-5
1.4.4 原料状況	I-7
1.5 プロセスの近代化と必要投資額	I-9
1.6 SIDEXの背景	I-10
1.7 産業省による政府施策としての提案	I-11
2. SIDEXの現状と将来計画のレビュー	I-13
2.1 SIDEXの現状	I-13
2.1.1 SIDEXをとりまく環境	I-13
2.1.2 SIDEXの運営管理	I-17

ファイナルレポート目次

2.2	SIDEXの将来計画	I-22
2.2.1	中期生産計画	I-22
2.2.2	設備稼働計画	I-27
2.2.3	近代化計画	I-29
2.3	SIDEXにおける経営面からのレビュー	I-30
II	省エネルギー対策	II-1
1.	ルーマニアにおけるエネルギーの全体動向	II-1
1.1	エネルギー構成と推移	II-1
1.2	エネルギー需給状況	II-2
1.3	鉄鋼業のエネルギー消費	II-2
1.4	省エネルギーに関する政策及び制度の状況	II-2
2.	SIDEXにおけるエネルギーの需給状況	II-5
2.1	製鉄所のエネルギー構成	II-5
2.1.1	1次エネルギー構成	II-8
2.1.2	2次エネルギー構成	II-9
2.2	製鉄所のエネルギー原単位	II-10
2.2.1	生産量とエネルギー原単位の関係	II-10
2.2.2	製鉄所全体でのエネルギー原単位の比較	II-11
2.2.3	主要工場のエネルギー原単位の比較	II-12
2.3	省エネルギー対策	II-14
2.3.1	各製造工程での省エネルギー	II-14
2.3.2	エネルギー供給管理の充実	II-14

ファイナルレポート目次

2.3.3	排エネルギーの回収と効率的な利用.....	II-15
2.4	省エネルギー対策実施後の効果予想.....	II-17
2.4.1	省エネルギー未実施の状態.....	II-17
2.4.2	省エネルギー対策後の状態.....	II-19
3.	選定されたモデルケースについての分析調査.....	II-25
3.1	コークス工場.....	II-25
3.1.1	設備概要と省エネルギー設備の現状.....	II-25
3.1.2	操業状況.....	II-28
3.1.3	生産バランス.....	II-28
3.1.4	モデルプラントの現状の解析.....	II-31
3.1.5	省エネルギー対策と効果.....	II-39
3.2	焼結工場.....	II-43
3.2.1	設備概要と省エネルギー設備の現状.....	II-43
3.2.2	操業状況.....	II-43
3.2.3	生産バランスと課題.....	II-50
3.2.4	モデルプラントの現状の解析.....	II-50
3.2.5	省エネルギー対策と効果.....	II-55
3.3	高炉.....	II-58
3.3.1	設備の概要と省エネルギー設備の現状.....	II-58
3.3.2	操業状況.....	II-58
3.3.3	生産バランス.....	II-64
3.3.4	モデルプラントの現状の解析.....	II-67
3.3.5	省エネルギー対策と効果.....	II-71

ファイナルレポート目次

3.4	加熱炉	II-85
3.4.1	設備の概要と省エネルギー設備の現状	II-85
3.4.2	操業状況	II-85
3.4.3	生産バランス	II-88
3.4.4	モデルプラントの現状の解析	II-88
3.4.5	省エネルギー対策と効果	II-92
3.5	エネルギー供給設備	II-99
3.5.1	Mix gas 及び副生ガス供給の改善	II-99
3.5.2	高炉送風機の更新	II-100
3.5.3	省エネルギー対策のまとめ	II-103
III	環境対策	III-1
1	ルーマニアの環境対策の全体動向	III-1
1.1	全般	III-1
1.2	新環境基本法及び環境基準	III-2
1.3	排ガス規制	III-3
1.4	排水規制	III-4
1.5	産業廃棄物規制	III-4
1.6	環境アセスメント制度	III-4
1.7	環境対策設備投資に係わる減税措置	III-4
1.8	排ガス・排水のモニタリング	III-5
1.9	環境保全実施体制	III-5

ファイナルレポート目次

2. SIDEX及び周辺地域における環境の現状と対策.....	III-10
2.1 排ガス及び粉塵.....	III-10
2.1.1 排ガス及び粉塵の現在の排出状況.....	III-10
2.1.2 問題点と対策.....	III-17
2.2 排水.....	III-20
2.2.1 排水の排出状況.....	III-20
2.2.2 問題点と対策.....	III-26
2.3 廃棄物.....	III-28
2.3.1 廃棄物の排出の現状.....	III-28
2.3.2 問題点と対策.....	III-30
2.4 2次汚染対策.....	III-35
2.5 環境管理.....	III-36
2.5.1 環境管理体制.....	III-36
2.5.2 モニタリング体制.....	III-36
2.6 SIDEX周辺地域への影響.....	III-41
2.6.1 SIDEX周辺の環境の現状.....	III-41
2.6.2 対策実施による周辺地域への効果の予想.....	III-49
3. 選定されたモデルケースについての分析調査.....	III-88
3.1 コークス工場.....	III-88
3.1.1 コークス工場における環境汚染物質発生の概況.....	III-88
3.1.2 大気関係の問題点の分析.....	III-88
3.1.3 水質関係の問題点の分析.....	III-94
3.1.4 対策と効果の予測.....	III-100

ファイナルレポート目次

3.2 焼結工場	III-104
3.2.1 焼結工場における環境汚染物質発生概況	III-104
3.2.2 環境測定とモニタリングシステム	III-104
3.2.3 汚染物質測定結果	III-106
3.2.4 問題点と対策	III-106
3.2.5 対策と効果予測のまとめ	III-112
3.3 高炉	III-114
3.3.1 高炉からの汚染物質排出概況	III-114
3.3.2 問題点と対策	III-114
IV. モデルプラントの概念設計とその応用	IV-1
1. No.5 コークス炉 (No.2 CDQ含む) 及びNo.1 化成工場	IV-1
2. No.7 焼結工場	IV-29
3. No.6 高炉 (熱風炉を含む)	IV-64
4. 熱延工場 No.3 加熱炉	IV-98
5. エネルギー供給設備	IV-110
6. 操業指導による改善策	IV-128
7. 関連工場へのモデルプラント対策適用の可能性調査	IV-129
7.1 コークス炉 (CDQ含む) 及び化成工場	IV-129
7.2 焼結工場	IV-131
7.3 高炉	IV-134
V. 対策実施工程	V-1

ファイナルレポート目次

VI. 設備費用の積算.....	VI-1
1. 基本方針.....	VI-1
2. 業務の分担.....	VI-1
3. 積算の条件.....	VI-1
4. 設備費用の総括.....	VI-3
VII. 費用効果分析.....	VII-1
1. 全般.....	VII-1
1.1 費用効果分析の範囲.....	VII-1
1.1.1 省エネルギー投資の分析.....	VII-1
1.1.2 環境投資の分析.....	VII-1
1.1.3 操業指導の分析.....	VII-2
1.2 費用効果分析の前提条件.....	VII-2
2. 省エネルギー投資に関する財務及び経済費用便益分析.....	VII-5
2.1 対象ケース.....	VII-5
2.2 効果の算定.....	VII-5
2.2.1 省エネルギー効果算定条件.....	VII-5
2.2.2 エネルギーコストの算定.....	VII-6
2.2.3 省エネルギー効果の算定結果.....	VII-8
2.3 所用資金.....	VII-8
2.3.1 投資額.....	VII-8
2.3.2 操業中の費用.....	VII-9
2.4 資金調達.....	VII-11

ファイナルレポート目次

2.4.1	資本金.....	VII-11
2.4.2	長期借入金.....	VII-11
2.4.3	資金調達の要約.....	VII-11
2.4.4	長期借入金に係る為替変動回避策.....	VII-12
2.5	内部収益率手法に基づく費用便益分析.....	VII-12
2.5.1	内部財務収益率（FIRR）手法の定義.....	VII-12
2.5.2	内部財務収益率.....	VII-13
2.6	感度分析.....	VII-13
2.7	省エネルギー投資に関する経済評価.....	VII-14
2.8	関連プラントへの波及評価.....	VII-15
2.8.1	全般.....	VII-15
2.8.2	財務評価用資料.....	VII-15
2.8.3	モデルプラントの関連工場に対する波及効果に係る分析.....	VII-15
3.	環境投資に関する分析.....	VII-17
3.1	費用効果分析（Cost Effectiveness Analysis）.....	VII-17
3.1.1	全般.....	VII-17
3.1.2	設備資金.....	VII-18
3.1.3	操業中の費用.....	VII-18
3.2	環境投資の評価.....	VII-19
4.	操業指導に関する分析.....	VII-20
4.1	所用資金.....	VII-20
4.2	操業指導に係る定量的効果.....	VII-20
5.	経済効果.....	VII-21

ファイナルレポート目次

5.1	外貨節約効果	VII-21
5.2	環境改善とその技術的・教育的波及効果	VII-21
5.3	省エネルギー技術の向上と資源の有効利用	VII-21
5.4	省エネ環境投資による他産業への波及効果	VII-22
VIII.	結論	VIII-1
IX.	勧告	IX-1

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table I.1-1.	工業生産成長率推移……………	I-3
Table I.1-2.	'89年との比較における操業率推移……………	I-3
Table I.1-3.	ルーマニアの鉄鋼生産推移（単位：千トン）……………	I-4
Table I.1-4.	ルーマニアの経済成長予測……………	I-6
Table I.1-5.	生産及び需要構造予測……………	I-6
Table I.1-6.	2002年に於ける粗鋼生産分担と操業率……………	I-7
Table I.1-7.	2002年の原燃料状況予測……………	I-8
Table I.1-8.	主要製鉄所の近代化の為の必要投資金額……………	I-10
Table I.2-1.	Outline of SIDEX Plant Facilities……………	I-15
Table I.2-2.	各Instituteの概要……………	I-14
Table I.2-3.	Management Organization of SIDEX……………	I-18
Table I.2-4.	SIDEX主要会議体……………	I-17
Table I.2-5.	SIDEX中期生産計画……………	I-22
Table I.2-6.	Production Amount at Each Process……………	I-24
Table I.2-7.	Delivery Amount of Steel Products……………	I-26
Table I.2-8.	Facility Operation Plan in 2002……………	I-28
Table I.2-9.	SIDEX近代化計画概要……………	I-29

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table I.2-10.	Comparison of Major Operational indices.....	I-31
Table II.1-1.	Resources of Primary Energy in Romania.....	II-1
Table II.1-2.	Energy Balance in Romania in 1992.....	II-3
Table II.1-3.	Energy Consumption in Iron & Steel Industry (1992)	II-4
Table II.2-1.	SIDEX Purchased Energy in Detail.....	II-8
Table II.2-2.	Comparison of Energy Rate in Each Plant.....	II-13
Table II.2-3.	Main Energy Saving Measures for the Model Plant.....	II-19
Table II.2-4.	Energy Saving Effect on Model Plants.....	II-20
Table II.2-5.	Energy Saving Effect on Relating Plants.....	II-21
Table II.2-6.	Energy Saving Effect Out-Side of Model Plant.....	II-21
Table II.2-7.	増加エネルギーの想定.....	II-22
Table II.2-8.	Resources of Primary Energy of SIDEX in 2002.....	II-24
Table II.3-1.	COKE PLANTS IN SIDEX.....	II-26
Table II.3-2.	Specification of Model Plant.....	II-27
Table II.3-3.	Heat Balance for No.5 Coke Oven Battery.....	II-33
Table II.3-4.	Comparison between SIDEX's Coke Chemical Plant	II-34
	and Japanese One	
Table II.3-5.	Main Specification of Sintering Plant.....	II-45

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table II.3-6.	焼結鉱の年間生産量推移	II-46
Table II.3-7.	MAIN OPERATION DATA (COMPARISON OF SIDEX WITH JAPAN BY ANNUAL DATA IN 1992)	II-47
Table II.3-8.	Unscheduled Shutdown* of No.7 Sintering Plant	II-48
Table II.3-9.	Monthly Operation Results of No.7 Sintering Plant in 1993	II-49
Table II.3-10.	Sinter Product Balance	II-52
Table II.3-11.	Heat Balance for Sintering Process(1992)	II-53
Table II.3-12.	焼結の省エネルギー対策と効果	II-56
Table II.3-13.	Heat Balance for Sintering Process(2002)	II-57
Table II.3-14.	Specifications of Blast Furnaces	II-60
Table II.3-15.	Comparison Table among SIDEX, JAPAN, and KOBE STEEL in 1992 (Average Value).	II-61
Table II.3-16.	Production Conditions in 1992 and 2002	II-64
Table II.3-17.	BLAST FURNACE & HOT STOVE ENERGY BALANCE (SIDEX JAPAN)	II-69
Table II.3-18.	Blower of Blast Furnace	II-73
Table II.3-19.	高炉の操業予想	II-81
Table II.3-20.	Specification of Reheating Furnace	II-86
Table II.3-21.	Heat Balance for Reheating Furnace	II-87

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table II.3-22.	Operation Status in 2002.....	II-88
Table III.1-1.	大気環境基準（主要項目）.....	III-7
Table III.1-2.	水質環境基準（主要項目）.....	III-7
Table III.1-3.	ルーマニア排ガス規制値（主要項目）.....	III-8
Table III.1-4.	排ガス規制値のEUとの比較—熱量 500 MW/t 以上—.....	III-9
Table III.2-1.	測定方法と機器.....	III-14
Table III.2-2.	モデル工場排ガス濃度測定結果と規制値.....	III-14
Table III.2-3.	排ガス濃度の比較.....	III-15
Table III.2-4.	粗鋼トン当りのSO _x , NO _x 排出原単位.....	III-16
Table III.2-5.	主な大気汚染防止対策.....	III-17
Table III.2-6.	排水濃度と AGREEMENT 値.....	III-25
Table III.2-7.	基準負荷量と排出実績.....	III-25
Table III.2-8.	水質汚濁防止対策.....	III-26
Table III.2-9.	主要廃棄物の発生・利用の状況（1992年実績）.....	III-32
Table III.2-10.	2次汚染対策.....	III-35
Table III.2-11.	排ガス、排水のモニタリング及び廃棄物分析の事例.....	III-39
Table III.2-12.	大気環境測定データ（1993年）.....	III-46

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table III.2-13.	拡散計算排出条件	III-57
Table III.2-14.	風速区分と代表値	III-59
Table III.2-15.	風速区分ごとの風向出現頻度 (%)	III-59
Table III.2-16.	パスキルの安定度階級分類表	III-59
Table III.2-17.	無風時 ($\leq 4\text{m/s}$) に係わるパラメーター	III-60
Table III.2-18.	SIDEX全体の排水対策効果 (2002年生産ベース)	III-87
Table III.3-1.	Comparison of Activated Sludge Process	III-94
Table III.3-2.	日本に於ける焼結機主排ガスの環境管理体制	III-105
Table III.3-3.	MEASUREMENT RESULT AT No.7 SINTERING PLANT	III-109
Table III.3-4.	Sulfur Balance	III-110
Table III.3-5.	Estimation of NO ₂ Emission	III-111
Table IV.2-1.	概念設計を行なった設備項目	IV-29
Table IV.6-1.	Technical transfer items by Operation assistance from outside	IV-128
Table IV.7-1.	モデル・プラントでの検討結果の他プラントへの適用の可能性	IV-130
Table IV.7-2.	No.5,6 焼結機に対するモデルプラント適用範囲と効果	IV-132
Table IV.7-2-1.	No.5,6 焼結機に対するモデルプラント適用 (環境対策)	IV-133

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table IV.7-2-2.	主排気汚染物質濃度予測.....	IV-133
Table IV.7-3.	No.5高炉へのモデルプラント対策適用の調査結果.....	IV-135
Table V.1-1.	Implementation schedule.....	V-2
Table VI.1-1.	Summary of Capital Cost for Model Plants and Other Related Plant	VI-5
Table VII.3-1.	Sorted Capital Cost for Environmental Pollution Control.....	VII-18
Table VII.3-2.	Variable Cost on Investment for Environmental Pollution Control.....	VII-19
Table VII.3-3.	Financial Internal Rate of Return on Total Project.....	VII-19
Table VII.4-1.	Cost on Operation Assistance.....	VII-20
Table VII.4-2.	Effect of Operational Assistance.....	VII-20
Table VII.2-1.	Energy Price of SIDEX.....	VII-23
Table VII.2-2.	Summary for Saving Amounts	VII-25
Table VII.2-3-1.	Summary for Capital Cost,Preoperation Cost ,and IDC(without Escalation).....	VII-26
Table VII.2-3-2.	Summary for Capital Cost,Preoperation Cost ,and IDC(with Escalation).....	VII-27
Table VII.2-4-1.	Summary for Annual Project Costs(without Escalation)	VII-28
Table VII.2-4-2.	Summary for Annual Project Costs(with Escalation)	VII-29
Table VII.2-5.	Salaries Levels for Operators in SIDEX.....	VII-30
Table VII.2-6-1.	Summary for Annual Operation Costs(without Escalation)	VII-31
Table VII.2-6-2.	Summary for Annual Operation Costs(with Escalation).....	VII-32

List of Tables

<u>Table</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Table VII.2-7.	Required Funds.....	VII-33
Table VII.2-8-1.	Summary of IRR on Energy Saving of Model Plants (without Escalation).....	VII-34
Table VII.2-8-2.	Summary of IRR on Energy Saving of Model Plants (with Escalation).....	VII-35
Table VII.2-9.	Base of Calculation for Related Plants.....	VII-43
Table VII.2-10-1.	Summary of IRR on Energy Saving of Related Plants (without Escalation).....	VII-44
Table VII.2-10-2.	Summary of IRR on Energy Saving of Related Plants (with Escalation).....	VII-45
Table VII.5-1.	Balance of Saved Foreign currencies	VII-46

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. I.2-1.	Layout Drawing of SIDEX SA.....	I-16
Fig. I.2-2.	Material Flow in the Year 2002.....	I-25
Fig. II.1-1.	Structure of Consumption in 1992 (Data from RENEL).....	II-3
Fig. II.2-1.	Energy Flow Chart of SIDEX in 1992.....	II-7
Fig. II.2-2.	Comparison on Purchase Energy Ratio in 1992.....	II-8
Fig. II.2-3.	Comparison of 2nd Energy Supply Source.....	II-9
Fig. II.2-4.	2nd Energy Balance at SIDEX in 1992.....	II-10
Fig. II.2-5.	Relation on Energy Unit Consumption, Total Energy Consumption, and Production in SIDEX ('89 - '92)	II-10
Fig. II.2-6.	Comparison of Total Energy Consumption between SIDEX and Japan	II-12
Fig. II.2-7.	Image Diagram of Energy Supply and Control System for SIDEX	II-16
Fig. II.2-8.	Energy Flow Chart of SIDEX in 2002 Before Taking Energy Saving Measures	II-18
Fig. II.2-9.	Energy Flow Chart in 2002 After Taking Energy Saving Measures	II-23
Fig. II.3-1.	Experience of coal utilization in 1992.....	II-29
Fig. II.3-2.	Production Balance.....	II-30

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. II.3-3.	Comparison of Heat Loss.....	II-35
Fig. II.3-4.	Relation between Coking Time & Coke Oven Temp.....	II-36
Fig. II.3-5.	Operation Rate of CDQ.....	II-37
Fig. II.3-6.	Equipment maintenance in 1992.....	II-38
Fig. II.3-7.	Change in Unit Consumption of Electric Power.....	II-54
Fig. II.3-8.	燃料比とBFG.....	II-62
Fig. II.3-9.	燃料比とblast - air.....	II-62
Fig. II.3-10.	Relation on Production and Top Pressure.....	II-63
Fig. II.3-11.	92年の日本の高炉における出銑比と燃料比の関係.....	II-66
Fig. II.3-12.	Rist Diagram.....	II-70
Fig. II.3-13.	Flow to judge the furnace condition.....	II-75
Fig. II.3-14.	Change of Blast Furnace Operation with high PCI Rate and Countermeasures.....	II-76
Fig. II.3-15.	Control of in-furnace process using center coke charging method.....	II-77
Fig. II.3-16.	Characteristics in single-blowing operation.....	II-78
Fig. II.3-17.	Characteristics in staggered-parallel operation.....	II-78
Fig. II.3-18.	Relation between blast temperature and thermal efficiency.....	II-79

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. II.3-19.	Fundamental characteristics and improvement flow	II-80
Fig. II.3-20.	Comparison of Heat Loss between SIDEX and Kobe Steel Kakogawa Works in 1992	II-90
Fig. II.3-21.	Analysis of Heating Pattern on Reheating Furnace of Hot Strip Mill (Data from SIDEX dated Dec. 09 93)	II-91
Fig. II.3-22.	Image of new power station	II-101
Fig. II.3-23.	Typical heat balance of new power station	II-103
Fig. III.1-1.	環境アセスメントフロー	III-6
Fig. III.2-1.	SOx, NOx排出原単位 (日本との比較)	III-16
Fig. III.2-2.	SIDEXの排水状況	III-24
Fig. III.2-3.	日本の高炉スラグの利用状況	III-33
Fig. III.2-4.	日本の転炉スラグの利用状況	III-33
Fig. III.2-5.	日本の集塵ダスト、スラッジの利用状況	III-34
Fig. III.2-6.	SIDEXの環境管理体制	III-38
Fig. III.2-7.	モデルプラントにおける排ガス、排水モニタリング事例	III-40
Fig. III.2-8.	ガラチ市における風向頻度と平均風速	III-44
Fig. III.2-9.	ガラチ市における風速分布	III-44
Fig. III.2-10.	風速 5 m / sec 以上時の風向分布	III-44

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. III.2-11.	Local Agencyによる環境モニタリング定点	III-45
Fig. III.2-12.	ガラチ市の降下ばいじん量 (1993年)	III-46
Fig. III.2-13.	シレット川の水質	III-47
Fig. III.2-14.	ドナウ川の水質	III-48
Fig. III.2-15.	2002年でのSIDEKのSO _x , NO _x 排出原単位	III-50
Fig. III.2-16.	2002年における各部門でのSO _x , NO _x 排出量	III-50
Fig. III.2-17.	予測計算フロー	III-51
Fig. III.2-18.	Pasquill-Giffordの σ_y (水平拡散幅) 及び σ_z (鉛直拡散幅) : A~Fは安定度	III-58
Fig. III.2-19.	SIDEKによるSO ₂ 寄与濃度 (1992年: 等濃度線図: 平面)	III-61
Fig. III.2-20.	SIDEKによるSO ₂ 寄与濃度 (1992年: 等濃度線図: 立体)	III-62
Fig. III.2-21.	SIDEKによるSO ₂ 寄与濃度 (2002年対策前: 等濃度線図: 平面)	III-63
Fig. III.2-22.	SIDEKによるSO ₂ 寄与濃度 (2002年対策前: 等濃度線図: 立体)	III-64
Fig. III.2-23.	SIDEKによるSO ₂ 寄与濃度 (2002年対策後: 等濃度線図: 平面)	III-65
Fig. III.2-24.	SIDEKによるSO ₂ 寄与濃度 (2002年対策後: 等濃度線図: 立体)	III-66
Fig. III.2-25.	SIDEKによるNO ₂ 寄与濃度 (1992年: 等濃度線図: 平面)	III-67

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. III.2-26.	SIDEXによるNO ₂ 寄与濃度…………… (1992年：等濃度線図：立体)	III-68
Fig. III.2-27.	SIDEXによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策前：等濃度線図：平面)	III-69
Fig. III.2-28.	SIDEXによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策前：等濃度線図：立体)	III-70
Fig. III.2-29.	SIDEXによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策後：等濃度線図：平面)	III-71
Fig. III.2-30.	SIDEXによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策後：等濃度線図：立体)	III-72
Fig. III.2-31.	SIDEX + RENELによるSO ₂ 寄与濃度…………… (1992年：等濃度線図：平面)	III-73
Fig. III.2-32.	SIDEX + RENELによるSO ₂ 寄与濃度…………… (1992年：等濃度線図：立体)	III-74
Fig. III.2-33.	SIDEX + RENELによるSO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策前：等濃度線図：平面)	III-75
Fig. III.2-34.	SIDEX + RENELによるSO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策前：等濃度線図：立体)	III-76
Fig. III.2-35.	SIDEX + RENELによるSO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策後：等濃度線図：平面)	III-77
Fig. III.2-36.	SIDEX + RENELによるSO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策後：等濃度線図：立体)	III-78
Fig. III.2-37.	SIDEX + RENELによるNO ₂ 寄与濃度…………… (1992年：等濃度線図：平面)	III-79
Fig. III.2-38.	SIDEX + RENELによるNO ₂ 寄与濃度…………… (1992年：等濃度線図：立体)	III-80

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. III.2-39.	SIDEX + RENELによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策前：等濃度線図：平面)	III-81
Fig. III.2-40.	SIDEX + RENELによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策前：等濃度線図：立体)	III-82
Fig. III.2-41.	SIDEX + RENELによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策後：等濃度線図：平面)	III-83
Fig. III.2-42.	SIDEX + RENELによるNO ₂ 寄与濃度…………… (2002年対策後：等濃度線図：立体)	III-84
Fig. III.2-43.	拡散計算の手順……………	III-85
Fig. III.3-1.	Pollutants from Coke Plant and Coke Chemical Plant……………	III-88
Fig. III.3-2.	Outline of SIDEX's COG Refinery Lines…………… in Coke Chemical Plant in No.1 area	III-92
Fig. III.3-3.	Relation of NO _x & coke oven temperature…………… (An example of Japanese COB)	III-93
Fig. III.3-4.	Flow Sheet of Waste Water Treatment Plant…………… for Coke Chemical Plant in No.1 area	III-97
Fig. III.3-5.	Schematic View of Wastewater Treatment Process…………… in Coke Chemical Plant	III-98
Fig. III.3-6.	Analysis of Phenol……………	III-99
Fig. III.3-7.	Analysis of NH ₄ ……………	III-99
Fig. III.3-8.	Pollutants from Sintering Plant……………	III-104
Fig. III.3-9.	Pollutants from Blast Furnace……………	III-114

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. IV.1-1.	OVERALL VIEW OF ENERGY SAVING & ENVIRONMENTAL PROTECTION IN No.5 COKE OVEN BATTERIES	IV-2
Fig. IV.1-2.	Overall view of Environmental Protection No.1 Coke Chemical Plant	IV-3
Fig. IV.1-3.	System flow of semi-automatic combustion control	IV-9
Fig. IV.1-4.	Overall view of new No.2 CDQ	IV-12
Fig. IV.1-5.	Plot plan of new No.2 CDQ	IV-13
Fig. IV.1-6.	Overall view of smokeless charge	IV-16
Fig. IV.1-7.	Cleaning device for bent portion and water circulation system for top cover water sealing	IV-17
Fig. IV.1-8.	Overall view of the bag filter equipment	IV-20
Fig. IV.1-9.	System flow of the activated sludge process	IV-23
Fig. IV.1-10.	Plot plan of the activated sludge process	IV-24
Fig. IV.1-11.	Overall view of the new precipitator	IV-28
Fig. IV.2-1.	Schematic diagram of Energy Saving and Pollution Control Measures for No.7 Sintering Plant	IV-32
Fig. IV.2-2.	Flow sheet of measurement of the cold strength of sinter product	IV-35
Fig. IV.2-3.	Typical drawing of shutter tester and skip elevator	IV-36
Fig. IV.2-4.	Flow sheet of improvement of the weighing-out accuracy of raw material and fuels	IV-38

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. IV.2-5.	Typical drawing of constant feed weigher.....	IV-39
Fig. IV.2-6.	Outline of the equipment.....	IV-42
Fig. IV.2-7.	Typical drawing of new type charging device.....	IV-43
Fig. IV.2-8.	Outline of recrushing screen for coke breeze.....	IV-45
Fig. IV.2-9.	Flow sheet of a compact furnace.....	IV-47
Fig. IV.2-10.	Typical drawing of compact furnace.....	IV-48
Fig. IV.2-11.	Flow sheet of preheaters for raw materials and combustion air.....	IV-51
Fig. IV.2-12.	Flow sheet of waste heat boiler for cooler.....	IV-51
Fig. IV.2-13.	Schematic view of preheaters.....	IV-52
Fig. IV.2-14.	Schematic view of waste heat boiler.....	IV-53
Fig. IV.2-15.	Rotary electrode type EP.....	IV-55
Fig. IV.2-16.	Desulfurization system.....	IV-57
Fig. IV.2-17.	Flow sheet of the dust collection in the ore feeding and sinter discharge part.....	IV-59
Fig. IV.2-18.	Typical drawing of dust collection in ore feeding and sinter discharging part.....	IV-60
Fig. IV.2-19.	Flow sheet of Yard Stock System for Sinter Product.....	IV-63
Fig. IV.2-20.	Flow sheet of burnt lime suppling equipment.....	IV-63

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. IV.3-1.	Overall view of energy saving in blast furnace.....	IV-65
Fig. IV.3-2.	Overall view of environmental pollution control..... in blast furnace	IV-66
Fig. IV.3-3.	Hot-stove control diagram.....	IV-68
Fig. IV.3-4.	Time table of hot-stove operation.....	IV-69
Fig. IV.3-5.	Typical view of tuyer.....	IV-71
Fig. IV.3-6.	SIDEX No.6 BF PCI Plant flow sheet.....	IV-75
Fig. IV.3-7.	SIDEX BF PCI Plant sectional drawing.....	IV-76
Fig. IV.3-8.	SIDEX No.6 BF PCI Plant plot plan.....	IV-77
Fig. IV.3-9.	Transition of TRT in Japan.....	IV-81
Fig. IV.3-10.	Progress of TRT system in Kobe Steel Kakogawa.....	IV-82
Fig. IV.3-11.	Flow sheet for recovery turbine generator system of..... blast furnace gas	IV-83
Fig. IV.3-12.	TRT drawing.....	IV-84
Fig. IV.3-13.	SIDEX TRT plot plan.....	IV-85
Fig. IV.3-14.	Hot stove heat recovery system.....	IV-89
Fig. IV.3-15.	SIDEX BFG heater drawing.....	IV-90
Fig. IV.3-16.	SIDEX Air preheater drawing.....	IV-91
Fig. IV.3-17.	Schematic flow of dust collection system..... at casting floor of No.6 blast furnace	IV-95

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. IV.3-18.	SIDEX bag filter image.....	IV-96
Fig. IV.3-19.	SIDEX bag filter plot plan.....	IV-97
Fig. IV.4-1.	Outline of New Reheating Furnace.....	IV-99
Fig. IV.4-2.	Heat pattern optimization	IV-103
Fig. IV.4-3.	Basic idea of double-cross-limit combustion control	IV-104
Fig. IV.4-4.	New reheating furnace plot plan	IV-105
Fig. IV.4-5.	Waste Heat Recovery System in New Reheating Furnace	IV-108
Fig. IV.4-6.	SIDEX recuperator drawing	IV-109
Fig. IV.5-1.	Flow sheet of BFG Line with gas holder.....	IV-114
Fig. IV.5-2.	Flow sheet of COG Line with gas holder.....	IV-115
Fig. IV.5-3.	Overall view of BFG gas holder.....	IV-116
Fig. IV.5-4.	Schematic flow of gas mixing system.....	IV-120
Fig. IV.5-5.	SIDEX Blower heat balance diagram.....	IV-124
Fig. IV.5-6.	SIDEX Blower drawing for No.6 Blast furnace.....	IV-125
Fig. IV.5-7.	SIDEX Steam turbine drawing.....	IV-126
Fig. IV.5-8.	SIDEX Boiler drawing.....	IV-127

List of Figures

<u>Figure</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
Fig. VII.2-1-1.	Case A:Sensitivity analysis(without escalation)	VII-36
Fig. VII.2-2-1.	Case B:Sensitivity analysis(without escalation)	VII-37
Fig. VII.2-3-1.	Case C:Sensitivity analysis(without escalation)	VII-38
Fig. VII.2-1-2.	Case A:Sensitivity analysis(with escalation)	VII-39
Fig. VII.2-2-2.	Case B:Sensitivity analysis(with escalation)	VII-40
Fig. VII.2-3-2.	Case C:Sensitivity analysis(with escalation)	VII-41
Diagram. VII.2-1	コークス価格の算定.....	VII-24
Diagram. VII.2-2	International Energy Price for EIRR	VII-42

Appendices

<u>APPENDIX</u>	<u>Description</u>	<u>Page</u>
APPENDIX-1	ルーマニアの自製能力評価.....	AX1-1
APPENDIX-2	財務諸表.....	AX2-1
APPENDIX-3	Split of work.....	AX3-1
APPENDIX-4	調査関連主要面談者.....	AX4-1
APPENDIX-5	JICA調査団員表.....	AX5-1
APPENDIX-6	議事録.....	AX6-1

略号 一覽表

BF	(Blast Furnace)
BFG	(Blast Furnace Recovery Gas)
BTX	(Benzene, Toluene, Xylene)
CDQ	(Coke Dry Quenching System)
COB	(Coke Oven Battery)
COG	(Coke Oven Recovery Gas)
EP	(Electric Precipitator)
HC	(Heat Consumption)
HS	(Hot stove of Blast Furnace)
LDG	(LD Convertor Recovery Gas)
PCI	(Pulverized Coal Injection System)
RF	(Reheating Furnace)
RSW	(Ring Slit Washer type Scrubber)
SIDEX	(Integrated Iron & Steel Complex SIDEX S. A. Galati)
TRT	(Top Pressure Gas Recovery Turbine)

1. 背景調査

1. ルーマニアの経済動向及び鉄鋼産業

1.1 ルーマニアの経済動向概況

1989年12月の革命後、それまでの社会主義計画経済から市場経済への移行が始まり、市場経済への漸進的改革が行われてきたが、それでも各部の機構が順応できず、価格自由化にともなう補助金の段階的廃止による物価上昇と失業者の増大を招いてきた。

以下に主要経済指標の経緯を示す（Anualul Statistical Romaniei 他）。

(1) 国内総生産（Gross Domestic Production）成長率

'90	-5.6 %
'91	-12.9 %
'92	-13.5 %
'93	1.0 %*1

(2) 消費者物価上昇率推移

'90の前年比	105.1 %
'91 同	274.5 %
'92 同	310.9 %
'93 同	355.1 %*1

注) これまでは上記のような推移をしてきたが'94年1～5月の平均月間消費者物価上昇率は、6.0%と、昨年同期の平均値の約半分程度にまで落ち着きを見せてきている。

(3) 失業率数推移:

'90	
'91	3.0 %
'92	8.4 %
'93	10.2 %*1
'94	10.9 % (登録失業者数：1,243,813人)*2

注) *1 暫定値

*2 '94/6 のデータ

1.2 民営化への動向

経済改革調整戦略評議会 (Council for Coordination Strategy and Economic Reform) によれば、今ルーマニアは市場経済への移行を背景として、産業の民営化を優先課題とした種々の政策を打ち出している。その1つが'90年8月に制定された「国営企業の公社及び会社への再編に関する法律」である。これによって旧国営企業は、公社あるいは会社に形態を変更されることになり、その具体的なProcedureは、'91年8月に制定された「企業民営化法」によって定められた。それによれば会社の株式の70%はState Ownership Fundに、30%はPrivate Ownership Fundに移される。18歳以上のすべてのルーマニア国民は、将来会社の株式が公開された時はいつでも、このPrivate Ownership Fundに移された30%の株式と交換出来るクーポン券を、無償で配布される。

もう一つの民営化促進対策は、Management Contract Lawと言われる法律の制定である。従来国営企業の経営者には、所定の経営目標を達成しても報いられるものが無く、インセンティブの不足が指摘されてきた。この法律は達成すべき経営目標をオークションにかけマネジャーを募り、その経営目標達成時にはその会社のOwnerにすると言うものである。このオークションには海外からも参加出来るとされている。

このようにあらゆる民営化促進手段を興じているが、未だ利益を出している投資適合会社は少なく、仮に利益配当があったとしても高いインフレ率のため実質は目減りしてしまい、投資家の投資意欲を促進させるレベルには至っていないのが現状である。しかしながら1993年12月のIMFスタンドバイアグリーメントに基づく通貨政策、金融引き締めにより、インフレはこのところ鎮静化傾向にあり国外を含め投資意欲が上向く事が期待出来る環境になりつつあるといえる。

1.3 工業生産

1.3.1 工業生産全般

従来のバーター取引という生産勘定方式に依ったコメコン域内貿易市場の崩壊に伴い、域内原燃料供給ネットワークも崩壊し、取引が外貨決済方式へ移行していったことが、それまで十分な外貨を持たなかった産業の原燃料の入手を困難にした。これは、Table I.1-1. に示すように '89 年以降の工業生産を著しく低下させてきた。現在、未だこの後遺症からは解放されていないが、'94 年 8 月の第 2 次調査時の実績によると '94 年 5 月の工業生産の対前月比は、100.1 % と微増、対前年同月比ではマイナス 1.9 % と、通貨引締政策の影響により減少はしているものの全体としてこれまでのような大幅な落ち込みは緩和されつつあるといえる。

Table I.1-1. 工業生産成長率推移

'90 の前年比	-19 %
'91 同	-19.7 %
'92 同	-21.8 %
'93 同	0.8%*1

注) *1 暫定値

1.3.2 金属産業の操業率

非鉄を含む金属産業全体を見ると、ピークの '89 と比較した操業率 (Capacity Utilization) の推移は Table I.1-2. に示す結果となっておりピーク時の半分の操業率である。

Table I.1-2. '89 年との比較における操業率推移

'90	65 %
'91	55 %
'92	57 %

Note: '89 = 100%

1.3.3 鉄鋼産業の生産量の推移

鉄鋼産業の実態は革命以前の粗鋼生産量約 1,400 万トンに対し Table I.1-3. に示す通り '92 年の生産量は実にピーク時の約 37 % と言う状況である。

Table I.1-3. ルーマニアの鉄鋼生産推移 (単位：千トン)

	1989	1990	1991	1992
粗鋼生産量	13,414	9,106	6,638	5,029
製品合計	10,263	6,787	5,163	3,816
(内訳)				
冷間シームレス管	823	590	288	251
冷間鋼板	1,108	755	659	441
冷間引抜ワイヤー	545	410	315	198
表面処理鋼板	76	64	35	40
溶接棒	63	65	35	40
中空鋼	200	159	145	70
(Calibrated Steel)				
鋼策	39	27	22	19
硬鋼線材	10	5.6	4	3.5

1.4 鉄鋼産業の動向

1.4.1 鉄鋼行政

フランスのSOFRES-CONSEILが中心となり 1992 年を起点とし以降 10 年間の 2002 年に向けてのルーマニア鉄鋼産業全体の再編戦略のためのスタディーを行っており、この結果に、産業省の傘下のIPROMETを始めとする Institute がそれぞれ独自に企画した鉄鋼産業の近代化計画を集約させたものが、ルーマニアの鉄鋼産業のリストラクチャリング戦略として取りまとめられた。これは閣僚会議 (Inter-Ministrial Committee) の最終承認を経て '94 年 2 月にルーマニア鉄鋼業全体戦略として議会で承認された。

これまでのルーマニア鉄鋼産業のリストラクチャリング計画はやや具体的数値の裏付けに欠けるものであったが今回の戦略は将来の鉄鋼の消費及び需要構成の変化予測をある程度数値的に裏付けている。

1.4.2 鉄鋼産業の将来戦略

鉄鋼産業将来戦略の詳細は、資料 "Strategy for Restructuring of Romanian Iron and Steel Metallurgy" にまとめられている。

要約すれば、ルーマニア鉄鋼産業を効率的かつ競争力あるものにするためには先ず再編と近代化を真っ先に行わねばならず、そのための基本の方針としては、

- (1) 不要資産を圧縮し生産能力と需要を調和させ操業率 (Capacity Utilization) が 80 % 程度の設備構成とすること。
- (2) 製造コスト及び品質面での競争力を得るために世界の先進鉄鋼業との技術格差を漸減していくこと。

であるとしている。

一方 2002 年のルーマニア鉄鋼産業構造の戦略骨子は、

- (1) ダニューブ沿岸に位置し原料輸送及び製品出荷の有利性を発揮できる SIDEX 及び CALARASI 製鉄所をそれぞれフラット製品及びロング製品及びそれらの半製品供給の為の拠点とする。
- (2) 国内中央部に位置する HUNEDOARA 製鉄所は鉄鉱石、石炭の産出地に近くその優利性を活かしたロングプロダクト生産工場とする。
- (3) その他国内に分散する小規模鉄鋼産業は電気炉・連铸・圧延プロセスのいわゆるミニミルとして編成する。

である。

1.4.3 需要と生産計画

2002 年にむけての国内市場成長予測は Table I.1-4. の各成長率予想をベースとするが '90 年～'92 年の国内総生産 (GDP) 値は世銀数値を若干上方修正したものである。

Table I.1-4. ルーマニアの経済成長予測

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997~2002
(1) 国内総生産 (GDP)	-6.2	-13.0	-5.2	-1.8	1.0	2.9	3.5	4.7
(2) 成長率								
農業生産	-12.5	-1.6	-5.0	-1.0	2.5	4.0	4.0	3.7
工業生産	-19.2	-20.0	-7.9	-3.0	-0.7	2.0	3.0	4.6
サービス業 (含建設、運輸)	6.4	-8.2	-2.0	-2.0	2.0	3.4	3.7	5.4
輸出	-46.8	-18.3	5.4	5.0	5.5	5.8	5.8	6.4
輸入	-10.0	-25.1	-4.6	1.5	2.3	2.9	2.9	4.8
(3) GDP Index	93.8	81.6	77.3	76.0	76.7	78.9	81.7	102.0
(4) 工業生産指数	80.8	64.2	59.1	59.1	56.9	58.1	59.8	74.9

これに基づく 1996 年から 2002 年にいたる需要構造を Table I.1-5. に示す通りとしている。

Table I.1-5. 生産及び需要構造予測

(1) 国内消費 (千トン)

	1996	2002
1) 国内生産	4,475	5,506
a) 鍛造用半製品	255	320
b) シームレスパイプ	320	351
c) ロングプロダクト	1,900	2,333
d) フラットプロダクト	2,000	2,502
2) 輸入	155	190
a) ロングプロダクト	100	120
b) シームレス	25	30
c) 特殊半製品	30	40
合計	4,630	5,696
(2) 輸出		
a) ロングプロダクト	760	1,000
b) フラットプロダクト	1,070	1,410
c) シームレスパイプ	220	315
合計	2,050	2,735

Table I.1-5. に示す通り、国内消費及び輸出合わせて2002年の生産量は製品ベースで8,241千トン、粗鋼ベースで9,500千トンとなり操業率80%とすれば、必要生産能力は約12,000千トンとなり現状上位5製鉄所だけで能力17,700千トンといわれる設備を30%強、廃棄集約することが必要となる。

上記生産では前述の通りダニユーブ沿岸の立地条件を活かしたSIDEX（能力6,950千トン）及びCALARASI製鉄所への集約が進み両製鉄所のシェアが72.2%を占めることになる。

再編後の主要製鉄所の2002年の生産分担と操業率（Capacity Utilization）は、概略Table I.1-6. のようになる。

Table I.1-6. 2002年に於ける粗鋼生産分担と操業率

	能力 (kt)	生産量 (kt)	操業率 (%)
SIDEX	6,950	5,570	80.1
HUNEDOARA製鉄所	1,550	1,210	78
CALARASI製鉄所	1,700	1,400	82
その他	1,785	1,320	72

1.4.4 原料状況

ルーマニアの原料状況は旧ソ連依存度が高かったため、COMECON体制の崩壊によって大きな混乱を受けることになった。ルーマニアにおける1991年の鉄鉱石生産は約1,460千トン、1992年で1,300千トンあり自給率約16%程度である。70年代の3,200万トンから年々下降し続け2002年では鉄鉱石及びペレット必要量10,400千トンのほとんど全量が輸入となる。

1996年から2002年の原燃料調達方針としてTable I.1-7. に示す計画が策定されている。

Table I.1-7. 2002 年の原燃料状況予測

	1996	2002
(1) 鉄鉱石、ペレット必要量 (千トン/y) :	7,200	10,400
ロシア、ブラジルより輸入 :	6,900	10,100
国産 :	300	300
(2) スクラップ必要量 (千トン/y) :	3,550	4,195
(3) コークス用石炭必要量 (千トン/y) :	3,600	4,600
輸入 :	2,450	2,980
国産 :	1,150	1,620
(4) PCI用石炭必要量 (千トン/y) :	300	800
(全量輸入)		
(5) 天然ガス (百万Nm ³ /y) :	2,090	2,180
(6) 電力 (百万MWh/y) :	5.23	5.46
(7) 燃料オイル (千トン/y) :	49	47

現状、各鉄鋼産業は生産活動継続の為、製品を原燃料とパートナー取り引き又はTriangle Operation することによりその確保に努めている。例えばSIDEXは輸出製品代金の約95%を原燃料とのパートナーで、残り5%を外貨で受取り予備品等の購入に当てている状況である(例えば、厚板を中心に、約15万トンを日本に輸出し、この代金をオーストラリア炭で受け取るといったTriangle Operationを行っている)。Table I.1-5. に示す輸出製品がトン当たり330ドルで販売できればTable I.1-7. に示す原燃料輸入に必要な外貨の70%は獲得出来るとしているが、言い換えれば、原燃料輸入の70%は製品の33%を輸出することによって賄うことができるということである。

1.5 プロセスの近代化と必要投資額

経済改革評議会も指摘する通り、民営化のためにはまず近代化が必要であり、2002年に向けての近代化のためには、先進国の技術導入だけでなく、現状の旧式の生産プロセスの更新も必要とされる。すなわち、1993年実績予想で転炉製鋼比率及び連铸比率がそれぞれ55.4%及び42%である状態を、2002年にはそれぞれ72.2%、97%にすることが目標とされている。一方、その財源措置については各々のStrategyに基づいて処理されるべきものと考えられており、通常、下記の資金調達源が考えられる。

(1) State Ownership Fund (議会の承認が必要)

(2) Bank Credit

(3) Escrow Account

State Ownership Fund はSocial Protection というコンセプトに適用されるものであり鉄鋼産業の環境対策と言う点では今回の調査への適用も考えられ無くもないが、実際の適用にあたっては、相当の議論を呼び、この活用は容易ではないと考えられる。尚、経済改革評議会によれば、SIDEXの環境・省エネルギー対策は日本等の諸外国の制度金融で処理されることが望ましいとしている。

産業省の鉄鋼産業リストラクチャリング戦略において、2002年に向けてのリストラクチャリングの為に必要な投資金額は、Table I.1-8. に示すように約26億4千万ドルと見積もられており (Institute による)、この内約10億1千万ドルは外貨分とされている。これら必要投資金額はその42%を各産業の自己資金、38%を銀行融資、20%を増資でまかなうものとされている。しかしながら鉄鋼産業においては原燃料購入外貨にも逼迫している状態であり近代化投資は容易ではない。

Table I.1-8. 主要製鉄所の近代化の為の必要投資金額

単位：Million US\$

製鉄所	必要投資金額	自己調達資金	政府予算	銀行融資	増資贈分
SIDEX	1,378	700	10	598	70
テイルゴビシュテ	130	70	5	35	20
フネドアラ	300	150	5	95	50
カララシ	222	30	120	20	52
レシーツア	62	17	10	10	25
その他一貫製鉄所	553	115	15	149	274
合計	2,645	1,082	165	907	491

1.6 SIDEXの背景

ルーマニアの鉄鋼業は、旧コメコン分業体制のなかでも独自の路線を歩んできた。このSIDEXもいわばコメコンの意図とは別に建設されたものであり、それ故に技術はむしろ西欧依存型の製鉄所である。しかしながら、この製鉄所も社会主義計画経済下の重工業生産優先の政策のもとに、

- (1) 環境問題は顧みられなかった。
- (2) コメコン域内の比較的安いエネルギー価格故に省エネルギー施策にもそれほど大きな注意が払われなかった。
- (3) 1980年代の先進技術から隔離された期間があり、その導入が不十分であった。

等の問題を内在し、いまやその後遺症に悩む結果となっている。

'92年の粗鋼生産は290万トンであり、操業率(Capacity Utilization)はたかだか30%である。特にこの製鉄所はクリボイログからの原料供給を前提に建設されたが、COMECON崩壊とともにここからの原料供給が充分でなく、またマーケットの減少、操業技術上の問題等により高炉について言えば、出銑比=1程度の低出力操業をしいられている。

一方で、環境・省エネ対策を含む近代化の計画は進行しており、製鉄分野で

はNo.4 及びNo.5 高炉へのPCI（微粉炭吹き込み装置）を装備して改修中である。
また将来主力となる第一製鋼工場（スラブ連铸と直結）については、

- (1) 溶銑脱硫
- (2) 転炉底吹
- (3) RH, VAD等溶鋼処理能力アップおよびRHの改造

等が計画されており、下工程においては、

- (1) ホットストリップミル仕上最終スタンドにおけるワークロールシフトによる形状制御およびレベル2制御の適用
- (2) コールドストリップミルのタンデムミル及び酸洗ラインの統廃合等の近代化計画が策定されている。

1.7 産業省による政府施策としての提案

ルーマニア鉄鋼業リストラ戦略の中で産業省は、政府施策として以下の提案を行っている。すなわち、現在ルーマニアにおいては鉄鋼産業は国有企業であり、ここ数年のうちにルーマニア及び外国投資家がこれら鉄鋼企業に投資をする状況にはおかれていない。従い、ルーマニア国家としてはこれら鉄鋼産業が次ぎの使命が達成出来るように法的及び系統的な助成措置をする立場にある。

その使命とは、

- ・国内需要対し、世界の価格より安い良品質の鋼材を供給すること。
- ・原燃料及び近代化のための先進技術入手に必要な外貨獲得のため、輸出を行なうこと。

である。このため産業省としては、鉄鋼産業リストラ戦略のなかで、今緊急に必要とされている国レベルの措置として以下の各項目を政府に提案するとしている。

- (1) 17.7 百万トンの能力を有する設備を 2002 年の国内、輸出需要に見合う能力にダウンサイジングする。
- (2) プライムレートでの国家資金による投資援助及び国際金融機関から

の融資段取りのための政府保証の付与。ここ数年、12 億ドル相当の増資を必要とし、その内約 4 億ドルは先進技術及び機器を調達するのに必要な外貨である。

- (3) 道路、鉄道、住宅、文化事業等社会基盤の整備のための公的投資プログラムの策定。このプログラムはルーマニア経済の活性化、ルーマニアの欧州または、世界経済への早期の参画を促し、同時に人々の活性化への動機付けを促すものでなければならない。尚、このプログラムは結果として年間百万トン以上の鋼材消費をもたらし、これは2002年の国内消費の20%に相当する量と見込まれている。
- (4) リストラ及び近代化プログラム達成のために必要な輸入機器もしくは設備に対する関税免除措置。
- (5) 鉄鋼産業のリストラ及び近代化が、社会的動揺を招くことなく推進できるように国家のみならず地方レベルの職務開発、雇用開発等の社会保護政策プログラムの適用を行う。このために社会保護政策のためのファンドが必要である。
- (6) 屑、老廃鉄源の収集・利用戦略の策定。
- (7) 鉄鋼主要各社間の価格調整。
- (8) 資源保護の観点からのエネルギー政策と保証システムの策定。
- (9) 国外及び国内市場に於けるルーマニア製鋼材の市場占有率増大のためのリストラ実行過程での国内生産者保護。
- (10) 鉄鋼市況の不況期における金融政策の改訂。
- (11) 本ルーマニア鉄鋼産業リストラクチャリング戦略の政府承認。

2. SIDEXの現状と将来計画のレビュー

この章で述べるテーマについての調査は、SIDEXから提供を受けたデータおよび関係者とのインタビューに基づいて行った。

2.1 SIDEXの現状

2.1.1 SIDEXをとりまく環境

SIDEXは1968年に稼働した東欧において最大の能力を有する一貫製鉄所である。同製鉄所は黒海に近いドナウ川流域にあり、ウクライナ等諸外国からの原料の調達、国内外の需要家への製品出荷に利便な位置に立地している。

Table I.2-1. にSIDEXの設備概要を、またFig.I.2-1. にSIDEXのレイアウトを示す。SIDEXはルーマニアにおける唯一の鋼板製品の一貫製鉄所であり、同時に国内圧延ミルに対して長物半製品を供給している。主要鉄鋼製品は厚板（4～14 mm）、熱延製品、冷延製品（0.2～3 mm）、亜鉛メッキ製品、溶接鋼管（直径500 mm以上）および半製品（ブルーム、ピレット）である。

SIDEXの生産は1989年に最大量の766万トン記録したが、その後の経済活動の低迷を反映して1992年には291万トンまで落ち込んだ。しかし1993年から再び回復傾向にある。（Table I. 2-6.）

鉄鉱石は全量輸入で、主要ソースはウクライナ、インド、ブラジル、南アフリカ等である。石炭輸入先はロシア、豪州、北米であり、国内炭は現在若干量使用されているが、近い将来全量輸入する見込みである。外貨不足のため、原料の90%以上はバーター方式による調達に依存しており、このことは、大型一貫製鉄所の安定操業を維持する重要な条件である質、量両面での原料の長期的な安定確保を困難にしている。

1990年以降国家による計画経済から自由経済に移行した結果、顧客との販売契約、価格の交渉はSIDEXが直接行うようになった。また、製品の売上によって挙げた収益利益から租税、配当、基金への拠出金を差し引いた残りをSIDEXの利益として得ることができるようになった。

SIDEXをはじめルーマニアの各製鉄所は設備の新設や改造を行う場合、ルーマニア工業省の傘下にあるエンジニアリング機関 (Institute) によって、企画から建設にいたる各段階で支援を受けることができる。SIDEXには外国の設備技術が導入されているものの、ルーマニア自製比率も相当高く、SIDEXおよび関連Institute が製鉄設備技術に豊富な経験をもっていることをうかがわせる。Table I.2-2. に各エンジニアリング機関の概要を示す。

また、SIDEXは大規模な予備品製作工場を有しており、今後の設備近代化をすすめる上でこれを有効に活用することが期待される。なお、ルーマニアにおける設備自製力についてはAppendix-1に示される。

Table I.2-2. 各Institute の概要

名 称	人員規模	機 能
IPROMET	750 人	製鉄所全般の企画、調整、経済評価、銑鋼エンジニアリング、耐火物、コークス
IPRORAM	670 人	圧延エンジニアリング、線材、環境
ICEM	550 人	鉄鋼研究 (銑鋼、耐火物、コークス、化成等)
ICPPAM	725 人	薄板設計・研究、詳細設計
IACMSG	8,000 人	建設工事

Table 1.2-1. Outline of SIDEX Plant Facilities

	Designed Capacity (Kt/Y)	Started from	Main Specifications	Supplier
No. 1 BF	1050	1968	1700m³	Romania
No. 2 BF	1050	1969	1700m ³	Romania
No. 3 BF	1050	1972	1700m ³	Romania
No. 4 BF	1200	1975	1700m³	Romania
No. 5 BF	1850	1978	2700m³	Romania
No. 6 BF	2500	1981	3500m ³	Romania
Total	8700			
No. 1 BOF Plant	3200	1968	180T/heat, LD×3 RH + VAD	Romania
No. 2 BOF Plant	3500	1975	180T/heat, LD×3	Germany (GHH)
No. 3 BOF Plant	3000	1980	180T/heat, LD×3	[Russia 2 Romania
EAF	250		50T/heat×3 AOD + VAD	
Total	9950			
No. 1 CC Plant	3000	1975	SL Caster (2 Strands) ×4	CONCAST 3 Romania 1
No. 3 CC Plant	2605	1981	BL Caster (5 Strands) ×5	CONCAST 1 Romania 4
Slabbing Mill	4300	1968		
Blooming Mill	2500	1982		Russia
Total	12405			Romania
Hot Rolling Mill	3500	1971	t 1.5-12 w 700-1550	Russia
No. 1 Plate Mill	1200	1966	t 4-100 w 800-3200	England+France
No. 2 Plate Mill	1500	1978	t 6-100 w 1000-4000 Low Alloy	U. S. A. + ABB
TOTAL	2700			
Cold TDM No. 1	1020	1970		Germany (DEMAG)
Mill — TDM No. 2	540	1987		Russia
Reversing	84	1988		Romania
Galvanizing Plant	100	1971	t 0.3-2.5 w 600-1550	VAI+S. HEURTEY+Romania
Piping Plant		1987	d 610-1420 150000m/year	Romania
Coke Oven No. 1-4	1320	'73-75	3.8 ×12.85 ×0.46	Poland
No. 5-6	1200	'76-77	5.5 ×14.25 ×0.41	Russia
No. 7-8	1700	1982	7.0 ×15.16 ×0.41	Russia + Romania
Sintering Machine No. 1	1400	1968	156m ²	Romania
No. 2	1400	1968	156m ²	Romania
No. 3	1400	1978	156m ²	Romania
No. 4	1400	1978	156m ²	Romania
No. 5	1800	1978	200m ²	Romania
No. 6	1800	1978	200m ²	Romania
No. 7	5000	1981	500m ²	Romania

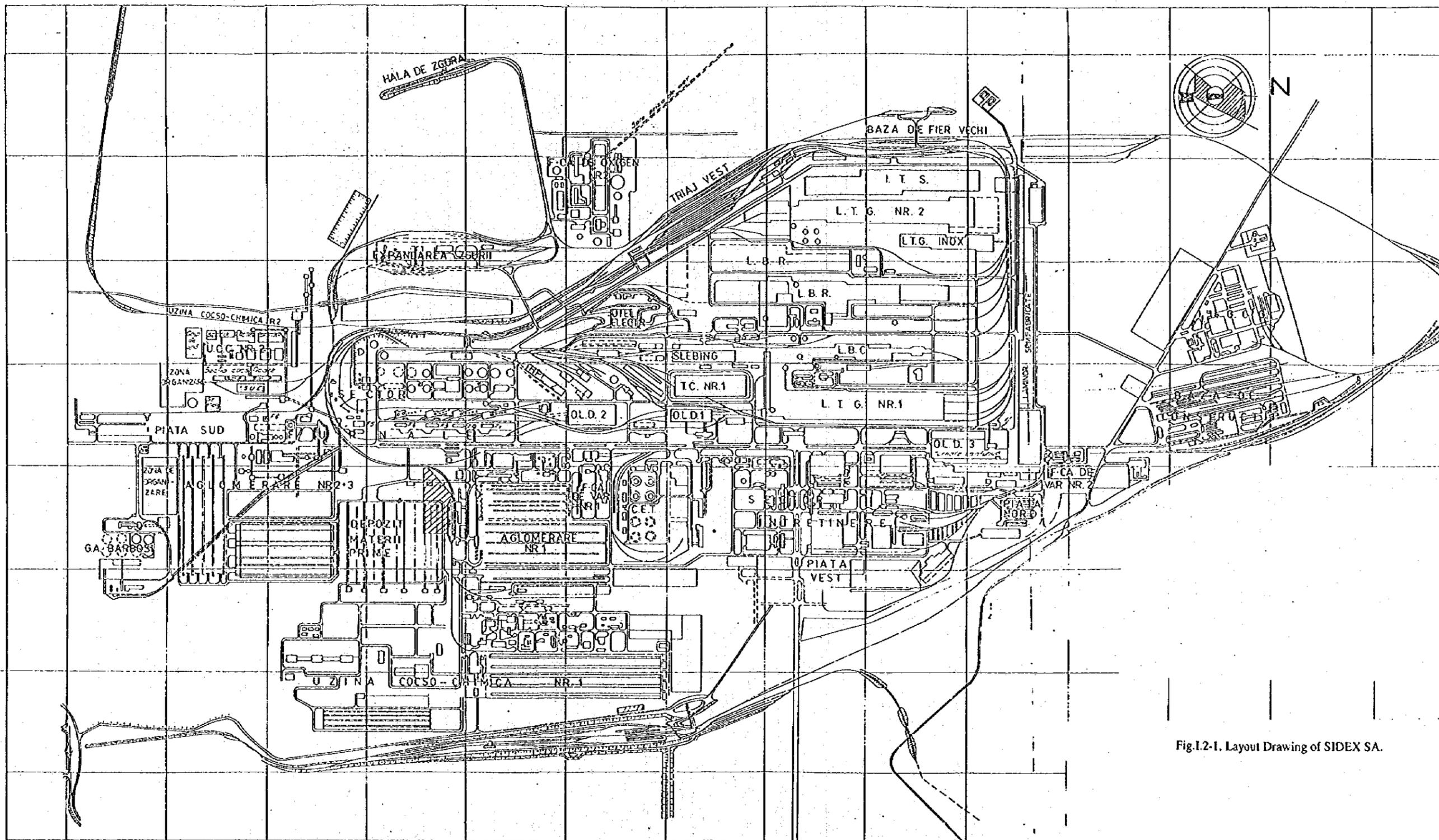


Fig.1.2-1. Layout Drawing of SIDEX SA.

2.1.2 SIDEXの運営管理

1) 管理組織

SIDEXの管理組織は、Table I.2-3. に示すように、3つの主要な部門からなり3人の副所長がそれぞれの部門長をして管掌している。

「経営部門」(Economic Division)には、販売部、総務部、人事部、経理部、販売部および経済分析、販売備の検討、生産計画の機能をもつ総合企画部その他の機能が属している。

生産および技術の分野は「開発・改造・近代化部門」(Developing, Revamping & Modernization Division)と「製造部門」(Production division)の2つからなっている。「製造部門」は製鉄から圧延にいたる各工場および生産計画を実行監理する生産管理部を擁しており、「開発・改造・近代化部」は設備計画、技術開発、大規模修繕、予備品工場、環境管理、エネルギー管理の分野をカバーしている。

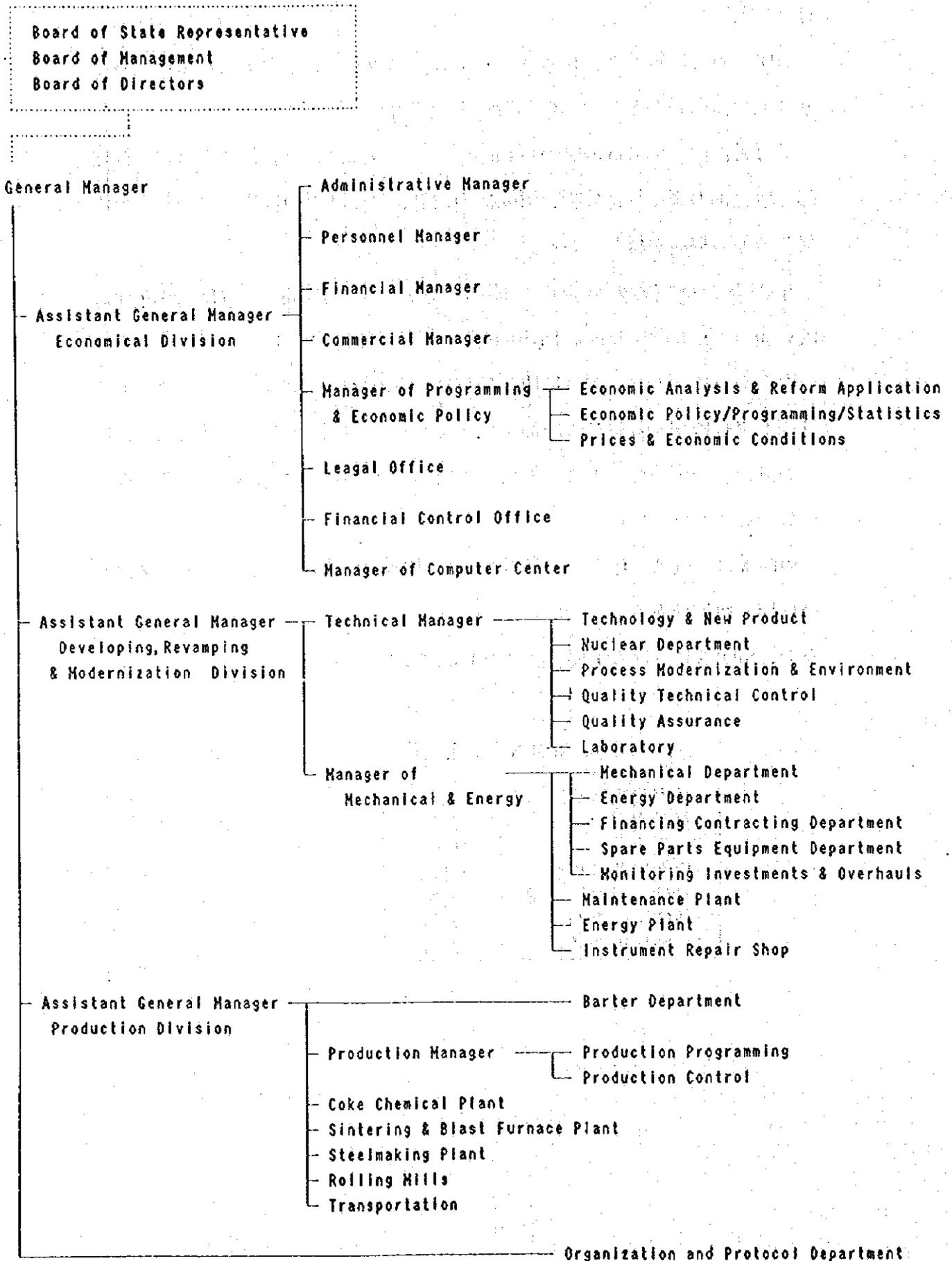
SIDEXの組織は全体として日本の一貫製鉄所におけるラインスタッフ制とほぼ同じ組織である。

なお、SIDEXにおける主要会議体をTable I.2-4. に示す。

Table I.2-4. SIDEX主要会議体

政府代表者会議	期毎
経営委員会	月毎
重役会	月2回
生産出荷分析会	日毎
設備・エネルギー会議	週毎
技術・販売会議	週毎
生産技術会議	週毎

Table 1.2-3. Management Organization of SIDEX



2) 製鉄所の運営

(1) 生産計画

国内の自動車、造船、建設、機械等の大口顧客との間では、SIDEXが直接契約して販売量を取り決める。また小口の需要家については国内各地域に設置されている問屋が注文をとりまとめSIDEXに発注する。輸出については、SIDEX傘下の商社をはじめとする数社の商社を経由して受注する。これらの受注量にもとづいて四半期毎に月次生産計画が策定され、実行管理がおこなわれている。

なお、国内における販売価格については政府の承認が必要であるが、国際価格を上回らない範囲でSIDEXと顧客間の交渉により決められる。

(2) 予算管理

各部門で検討した予算基準値をもとに四半期毎に予算を編成し、毎月実行状況を管理している。各製造工場には操業主任と同格の経理主任が配置されており、工場内での原価管理が行われるとともに、コストセンター毎および製品毎に集計されてマネジメントに報告される。

(3) 品質管理

品質管理部が下記のような幅広い機能と強い権限をもっている。

- ・ 購入する原燃料、予備品の検収
- ・ 各工場における標準遵守状況のチェックと品質上のアクション指示
- ・ 標準類の整備、ISO 9000 準備
- ・ 製品の検査とミルシートの発行
- ・ 顧客からのクレーム処理

品質管理部に所属する検査員が工場に配置され、その遵守状況をチェックするとともに、品質保証の観点から操業に対する指示命令の権限を与えている点が特徴的である。

(4) MIS (Management Information System)

SIDEXの現状の情報システムは下記の機能を具備している。

- ・生産計画
- ・資材管理
- ・人事・給与
- ・予備品の製造管理
- ・経理、予算管理
- ・整備記録

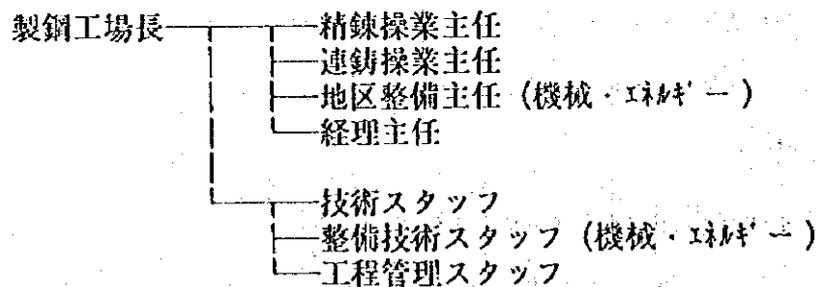
各システムとも事務計算が主体でオンラインの機能はなく、たとえば生産計画についての中央計算機での出力帳票は、各生産工場へ人力で運搬している。現在メインフレーム計算機の更新とともに、各工場の端末との結合によるデータや情報の交換機能の改善が進められている。

(5) 設備管理

工場設備の日常整備は、工場に属する地区整備課が行っている。各地区整備課は同時に中央の設備部との間で、整備部門共通の技術、予算等の面で統制をうける関係にある。設備部は高炉の改修のような大修繕工事の計画実行、製鉄所全体の整備予算を管理している。

(6) 工場管理

製鋼工場を代表例に工場の管理組織を以下に示すが、日常の生産・整備に責任をもつラインと、生産・整備計画、実績収集と技術・コスト評価を行いラインを支援するスタッフにより運営されている。



(7) 能力開発

SIDEXは独自の大きな教育訓練機関を有している。すなわち、将来の

SIDEX技能作業者の養成、再教育、職種転換教育を目的とした附属高校（昼間、夜間）、技能学校（各鉄鋼プロセスに関連する専門教育）、Qualification School および作業長養成コースがあり、約 3,500 人が在籍している。エンジニアや管理者については、大学への短期派遣によるテーマ研究等により、年間 1,300 人を再教育している。

2.2 SIDEXの将来計画

2.2.1 中期生産計画

1) 将来の生産見通し

SIDEXの生産見通しについては、前述のPHARE Report に基づいて工業省がつくったルーマニア鉄鋼生産のリストラ計画の中に示されている。

SIDEXではこのリストラ計画をもとに、独自の市場における見通しに基づく具体的な生産計画を作成している。SIDEXの中期生産量はTable I.2-5. に示す通りである。従って、本調査団による諸検討の前提条件としてこの生産量を用いることとした。

Table I.2-5. SIDEX中期生産計画

	2002年
粗鋼	557万トン（設備能力695万トン）
製品	485万トン
溶鉄	477万トン

SIDEXの過去および中期の工程別生産量をTable I.2-6. に、また2002年における生産フローをFig. I.2-2. に示す。

2002年の計画生産量は過去最大であった1989年の73%水準であり、1993年から2002年までの10年間の平均増加率は4.7%である。ルーマニアの経済活動は1990年以降大幅に落ち込み停滞していたが、現在国内の鉄鋼需要は既に回復しており、今後も順調な回復が期待できるとの見通しである。輸出についても、旧共産国の市場向けの大幅な減少分は現在既に他地域への振り替えでこれをカバーすることができており、将来の新たな市場開拓にも明るい展望をもっている。

なお、製品の輸出は国内需要を満たす上で必要な原料を確保する手段と位置づけられている。

2) 製品構成

SIDEXの生産する製品構成および国内、輸出向け出荷量をTable I.2-7. に示す。2002年におけるSIDEXの製品構成は薄板 36 %、厚板 25 %、半製品 39 %である。SIDEXの国内における主要な向先は、車両、農業機械、家電、造船、パイプ製造、鉄道車両であり、国内のほとんど全ての鋼板の需要を満たしている。

製品のうち厚板については、ロイド船級協会、APIの認定を得ており、造船向け、油送用大径管向けとして特に自信をもっており、輸出製品の約 70 %を占めている点に特徴がある。

またSIDEXのうち 39 %は半製品で、中期では生產品種を拡大してシームレスパイプ用のピレットも製造する計画であり、長物の素材供給基地として一層重要な役割を担うことになる。

Table 1.2-6. Production Amount at Each Process

Unit:1000t

	Production Result										Production Plan																				
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002			
Hot Metal	6567	4736	3521	2508	3037	3336	3760	3896	3991	4120	4182	4287	4412	4770																	
Molten Steel 80F	7458	5267	3867	2826	3471	3813	4157	4478	4588	4763	4835	4986	5131	5400																	
EAF	204	109	68	80	94	120	164	160	160	160	170	-170	170	170																	
Total	7662	5376	3935	2906	3565	3933	4321	4638	4748	4923	5005	5156	5301	5570																	
Slab	2660	2028	1627	1425	1726	1950	2400	2400	2400	2400	2800	3000	3364	3368																	
by CC																															
by IC	2582	1697	1070	692	800	917	737	984	984	984	584	364	—	0																	
Total	5242	3725	2697	2117	2526	2867	3137	3384	3384	3384	3384	3364	3364	3368																	
Billet & Bloom	1434	806	684	392	598	600	720	720	820	1020	1220	1420	1620	1870																	
Heavy Plate	2162	1501	1120	976	1002	1065	1180	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200																	
Hot Rolled Coil	2385	1700	1205	854	1287	1540	1668	1880	1880	1880	1880	1880	1880	1884																	
Cold Rolled Coil	909	655	591	396	375	385	500	740	740	740	740	740	740	743																	
Galvanized Coil	64	52	27	30	28	35	50	60	65	70	75	75	80	80																	

Note: The figures of 1994 partly include actual amount

Unit:1000t/Y

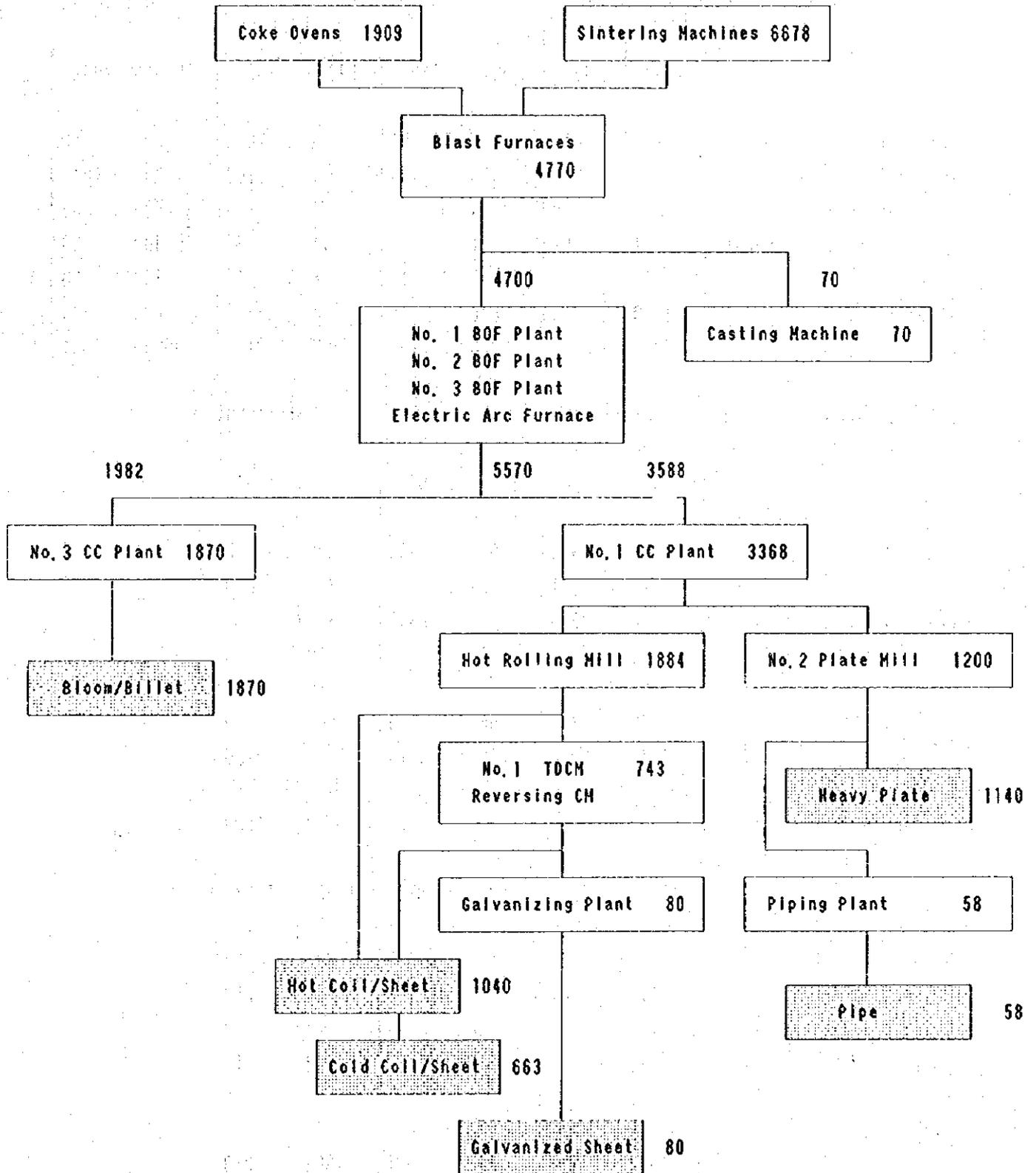


Fig. 1. 2-2. Material Flow in the Year 2002

Table 1.2-7. Delivery Amount of Steel Products
 Total Delivery Amount of Steel Products Unit:1000t

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	2002
Heavy Plate	2123	1440	1075	954	992	1050	1150	1140
Hot Coil & Sheet	1360	988	580	433	859	1100	1100	1040
Cold Coil & Sheet	885	590	554	357	347	350	450	663
Galvanized Coil & Sheet	64	52	27	30	28	35	50	80
Pipe	27	46	30	11	10	15	30	58
Bloom & Billet	1300	745	640	365	598	600	720	1870
Total	5759	3861	2906	2150	2834	3150	3500	4851

Delivery Amount for Domestic Demand Unit:1000t

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Heavy Plate	1185	695	574	336	385	400
Hot Coil & Sheet	990	924	524	326	725	850
Cold Coil & Sheet	750	530	504	317	325	340
Galvanized Coil & Sheet	23	35	19	6	19	20
Pipe	24	45	27	4	10	10
Bloom & Billet	1300	745	640	330	568	600
Total	4272	2974	2288	1319	2032	2220

Delivery Amount for Export Unit:1000t

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Heavy Plate	938	745	501	618	607	650
Hot Coil & Sheet	370	64	56	107	134	250
Cold Coil & Sheet	135	60	50	40	22	10
Galvanized Coil & Sheet	41	17	8	24	9	15
Pipe	3	1	3	7	-	5
Bloom & Billet	-	-	-	35	30	-
Total	1487	887	618	831	802	930

(Note) 1989 -1993 Actual amount
 1994 Planned amount and actual amount
 1995 -2002 Planned amount

2.2.2 設備稼働計画

前述のように今後のリストラにより中期のSIDEXの設備能力は、年産1,000万トンから695万トンに縮小する計画である。これに対応した各製造工程の設備稼働計画をTable I.2-8. に示している。

1) 製鉄部門

高炉3基（2基操業）、焼結3基、コークス炉2炉団を稼働させる態勢をとる。休止させる設備は、高炉3基、焼結3基、コークス炉1炉団である。なお、コークス炉については、現在稼働中のNo.1、2、4炉を休止させ、補修したNo.8炉を再稼働させる予定であるが、No.8炉の損傷が大きく2000年までにはNo.7炉の更新を行う必要があるとみられている。

2) 製鋼部門

3つの転炉工場の稼働形態については、スラブ連続铸造設備の能力増強のしかたによって、第2転炉工場を休止させる場合と稼働させる場合とがありうるが、現時点ではまだ決定していない。

3) 圧延部門

2002年までにスラブ連続機を増強によりスラブ圧延機が休止し、ビレット連続機の新設によりブルーム圧延機が休止する。

厚板ミルは2基のうち1基を休止し、熱延ミルおよび冷延ミルは現状と同じでそれぞれ1基および2基稼働である。

Table 1.2-8. Facility Operation Plan in 2002

Facility	Designed Capacity (kt/Y)	Main Specifications	Operation Plan in 2002
No. 1 BF	1050	1700m²	Not in operation
No. 2 BF	1050	1700m²	Not in operation
No. 3 BF	1050	1700m²	Not in operation
No. 4 BF	1200	1700m ²	To be in operation
No. 5 BF	1850	2700m ²	To be in operation
No. 6 BF	2500	3500m ²	To be in operation
No. 1 BOF Plant	3200	180T/heat, LD×3 RH + VAD	To be in operation
No. 2 BOF Plant	3500	180T/heat, LD×3	Not decided at this moment
No. 3 BOF Plant	3000	180T/heat, LD×3	To be in operation
EAF	250	50T/heat×3 AOD + VAD	To be in operation
No. 1 CC Plant	3000	SL Caster(2 Strands) ×4	To be in operation
No. 3 CC Plant	2605	BL Caster(5 Strands) ×5	To be in operation
Slabbing Mill	4300		
Blooming Mill	2500		
Hot Rolling Mill	3500	t 1.5-12 w 700-1550	To be in operation
No. 1 Plate Mill	1200	t 4-100 w 800-3200	Not in operation
No. 2 Plate Mill	1500	t 6-100 w 1000-4000	To be in operation
Cold Tandem No. 1	1020		To be in operation
Mill-Tandem No. 2	540		Not in operation
Reversing	84		To be in operation
Galvanizing Plant	100	t 0.3-2.5 w600-1550	To be in operation
Piping Plant		d 610-1420	To be in operation

Coke	No. 1-4	1320	3.8 × 12.85 × 0.46	Not in operation
Oven	No. 5-6	1200	5.5 × 14.25 × 0.41	To be in operation
	No. 7-8	1700	7.0 × 15.16 × 0.41	Either No. 7 or No. 8 will be in operation
Sintering Machine	No. 1	1400	156m²	Not in operation
	No. 2	1400	156m²	Not in operation
	No. 3	1400	156m²	Not in operation
	No. 4	1400	156m²	Not in operation
	No. 5	1800	200m ²	Either two machines of No. 5, 6, 7 will be in operation
	No. 6	1800	200m ²	
	No. 7	5000	500m ²	

2.2.3 近代化計画

SIDEXは近代化の狙いとして、品質およびコストについての市場競争力の維持、省エネ、環境改善を挙げている。

各プロセスにおける主要な設備近代化案件とその実施時期をTable I.2-9. に示しているが、現在これらを実現する上で最大の障害である資金調達の問題を含めて検討の過程にあり確定したものではない。

Table I.2-9. SIDEX近代化計画概要

対象設備	内容	目的
1993～1995 No.5, 6 コークス炉 No.7 焼結機 No.4, 5 高炉 No.3 転炉工場 No.1 転炉工場 No.1 連铸工場 熱延工場	COG 脱硫、窯出集塵、CDQ クーラー熱回収、排ガス集塵 微粉炭吹込 溶銑脱硫、二次精錬 溶銑脱硫、複合吹錬化 ガス、スラグ防止、電磁攪拌 等、HCR 加熱炉近代化 RF (3基) 板厚・プロフィール 制御	環境対策 省エネ、環境対策 省エネ 品質改善 品質改善 品質・歩留改善、省エネ (HCR) 省エネ (HCR)、品質・歩 留改善
1995～1997 No.6 高炉 No.1 冷延ミル No.2 厚板ミル メッキライン 亜鉛メッキライン	改修、微粉炭吹込、検出装置 電気系更新、板厚 プロフィール制御 加熱炉改造、自動化、板厚 プロフィール制御 塗装ライン新設 亜鉛メッキ目付量制御	省エネ、環境対策 品質・歩留改善 品質・歩留改善 品種拡大 品質改善、環境対策
1998～2002 No.7 コークス炉 半製品工場	コークス炉新設 レール、パイプ用Billet CC 新設 ピレットミル、ブルームミル 休止	省エネ、環境対策 品種拡大 省エネ

2.3 SIDEXにおける経営面からのレビュー

設備の稼働および生産上のパフォーマンスの代表的な指標について、SIDEXと我が国の製鉄所との間で比較した結果をTable I.2-10 に示す。いずれの指標についても両者の間にはかなり大きな差がみられ、これはII章において示すようにSIDEX全体のエネルギー消費量、各工場の操業レベルに関しても同様である。

これらの結果に関係していると思われる主要な要因について以下に述べる。

(1) 原料の安定確保

長期的な原料の安定供給は一貫製鉄所の安定操業の条件ともいえるが、SIDEXの現状は原料の量的および質的安定維持が困難で、各工程の安定稼働を阻害している。

(2) エンジニアリング力

設備の性能、効率、耐用度が日本に比し劣っており、操業結果のフィードバックをはじめとする設備評価を十分に行って、設計上の改善点を明確にし経済設計、最適設計を実現する必要がある。

(3) 操業管理能力

プロセスを安定的に稼働させ、競争力のある品質、コストを維持するためには、設備の近代化のみならず高い操業・整備技術と管理能力に依るところが極めて大きく、これらのレベルアップが必要。

(4) 参加型マネジメント

SIDEXの管理組織は、一貫製鉄所を管理運営する上で必要とする機能を具備しており、また実際にも良く機能しているように見受けられる。一社一製鉄所のため生産活動が経営に直結しており、社内のマネジメントチームのコミュニケーションは良好である。今後、ラインの自主性を尊重した目標による管理、あるいは従業員の自主性を尊重した参加型マネジメントといった新しい管理思想を導入することで一層の改善が期待できる。

Table I.2-10. Comparison of Major Operational indices

[Workability]

Process	SIDEX in 1989		NIPPON STEEL OITA WKS. 1992
	Hot Strip Mill	Hot Strip Mill	80.2 %
Plate Mill	No.2 Plate Mill	78.5 %	93.1 %

[Remarks]

$$\text{Workability (\%)} = \frac{\text{Operating Time (h)}}{\text{Calendar Time (h)} - \text{Schedule Shut Down Time (h)}} \times 100$$

[Yield of Each Process]

	Unit	SIDEX 1989	NIPPON STEEL OITA WKS.1992
Molten Steel	%	91.5	95.8
CC Slab	%	91.3	97.1
Plate Mill	%	86.6	94.7
Hot Strip Mill	%	94.5	99.3

[Relining Interval of Ovens and Furnaces]

	Unit	SIDEX	JAPAN
Coke Oven	Years	10~12	25~30
Blast Furnace	Years	4~5	10~15
Hot Stove	Years	4~5	15~20

II. 省エネルギー対策

1. ルーマニアにおけるエネルギーの全体動向

1.1 エネルギー構成と推移

ルーマニア国全体での 1 次エネルギーの構成と最近の 3 年間の推移を Table II.1-1. に示す。ルーマニアの 1 次エネルギー総量は 89 年以降の大幅なマイナス成長の影響を受けて 92 年度では、76 Mt(石炭換算)と 2 年間で約 30 %の大幅な減少となっている。中でも全体の約 70 %を占める石油系エネルギーの減少が顕著である。

Table II.1-1. Resources of Primary Energy in Romania

Resources of Primary Energy		Structure of Primary Energy (kt)		
		1990	1991	1992
Coal	Coking Pit Coal	5,265	3,366	1,023
	Pit Coal & Anthracite	7,291	5,254	7,966
	Lignite & Brown Coal	10,302	8,801	9,421
	Imported Coke	999	803	186
Petroleum	Natural Gas	40,960	34,299	30,117
	Crude Petroleum	34,330	21,914	19,112
	Others	2,041	3,851	3,186
Electric Power	Hydroelectric Power	4,019	5,215	4,274
	Imported Electric Power	3,468	2,579	1,615
Others		113	76	57
Total		107,906	86,158	75,934

Data from RENEL, (Coal Equivalent = 7,000 kcal/kg)

1.2 エネルギー需給状況

ルーマニア国の92年度における1次エネルギー供給の生産及び輸出入のバランスを Table II.1-2. に示す。ルーマニア国には国内に石炭、石油等のエネルギー資源があり、1次エネルギー供給に占める国内生産比率は石炭系及び石油系ともに70%弱に達している。また92年度のエネルギーの最終消費構成を Fig. II.1-1. に示す。ルーマニアでは重工業優先政策をとり続けてきた結果、製造業でのエネルギー消費率は、最近のマイナス成長下においても71%の高水準にある。(日本の製造業の比率はおよそ45%である)

1.3 鉄鋼業のエネルギー消費

ルーマニアの鉄鋼業のエネルギー消費は全体の約12%を占めている。中でもSIDEXのエネルギー消費は鉄鋼業全体の約73%をしめており、SIDEXにおける省エネルギーの推進はルーマニア国での重要な課題といえる。Table II.1-3. にルーマニア国全体の鉄鋼業における92年度のエネルギー消費を示す。92年度における電気炉を含めた粗鋼生産量は5,029 ktであり、ルーマニア国全体での粗鋼トン当たりのエネルギー原単位は6.68 Gcal/t-sとなり、日本の全体での平均値(4.85 Gcal/t-s)に比し約38%高いレベルにある。

1.4 省エネルギーに関する政策および制度の状況

ルーマニアの国レベルでの省エネルギー推進機関としては、ARCE (Agency Romania Conservation Energy) が State Agency として設置されている。ARCEの業務内容は省エネルギーに関するコンサルタントや支援業務が中心となっているが、活動資金の制約もあり残念ながら活発な活動が行なえない状況にある。

Table II.1-2. Energy Balance in Romania in 1992

Resources of Primary Energy		Energy Balance (kt)			
		Total	Domestic	Imports	Others
Coal	Coking Pit Coal	1,023	877		146
	Pit Coal & Anthracite	7,966	2,297	5,389	280
	Lignite & Brown Coal	9,421	8,200	156	1,065
	Imported Coke	186		186	
Petroleum	Natural Gas	30,117	25,175	4,942	
	Crude Petroleum	19,112	9,176	9,115	821
	Others	3,186	828	2,340	18
Electric Power	Hydroelectric Power	4,274	4,274		
	Imported Electric Power	1,615		1,615	
Others		57	57		
Total		75,934	50,007	23,743	2,184

Data from RENEL, (Coal Equivalent = 7,000 kcal/kg)

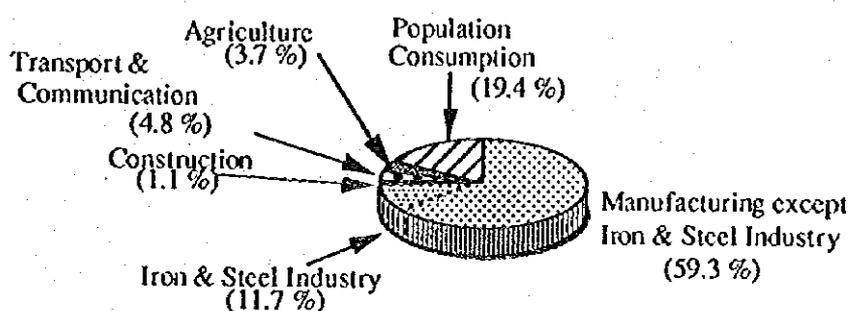


Fig. II.1-1. Structure of Consumption in 1992 (Data from RENEL)

Table II.1-3. Energy Consumption in Iron & Steel Industry (1992)

	Total	Fields (Tcal/y)		
		Ironmaking	Steelmaking	Others
Used Energy	38,510	16,790	3,870	17,850
Recovery Energy	-4,920	1,430		3,590
Net Consumption	33,590	Energy Ratio 6.68 Gcal/t-s		

Data from Ministry of Industries

2. SIDEXにおけるエネルギーの需給状況

SIDEXのエネルギー需給状況を以下に示す。尚、本書では以下に示す換算値を用いて計算している。

Purchased Power : 2,450 (Calculated) kcal/kWh

Natural Gas : 8,050 kcal/Nm³

Raw Material Coal : 7,000 kcal/kg

Purchased Coke : 6,300 kcal/kg

Coke : 6,300 kcal/kg

PCI Coal : 6,300 (Estimated) kcal/kg

COG : 4,250 * kcal/Nm³

BFG : 800 kcal/Nm³

LDG : 2,000 (Estimated) kcal/Nm³

Steam (High Pressure) (Calculated) : 978 kcal/kg

Steam (Low Pressure) (Calculated) : 830 kcal/kg

* : 第1次調査までにSIDEXより入手した資料では、COGの発熱量は、3600 kcal/Nm³程度であったが、低すぎる可能性があったため、第2次調査で、日本よりガスクロマトグラフィを持込んで測定を行なった。その結果、4,350 ~ 4,400 kcal/Nm³ (測定数 20) との値が得られた。よって、誤差を見込んで本書ではCOGの発熱量としては4,250 kcal/Nm³を採用する。

2.1 製鉄所のエネルギー構成

エネルギーバランスを Fig. II.2-1. に示す。大きな特徴は以下の通りである。

(1) 副生ガス不足のため燃料系エネルギーに占める天然ガスの比率が 42 %

と非常に高い。

- (2) 蒸気系エネルギーでは、一般工場用蒸気や高炉送風用蒸気の使用量が多いことから、蒸気を供給している送風発電所での天然ガス消費は、全天然ガス消費の20%にも達している。
- (3) 自家発電比率が6%以下となっており、外部からの購入電力は量・比率とも高くなっている。

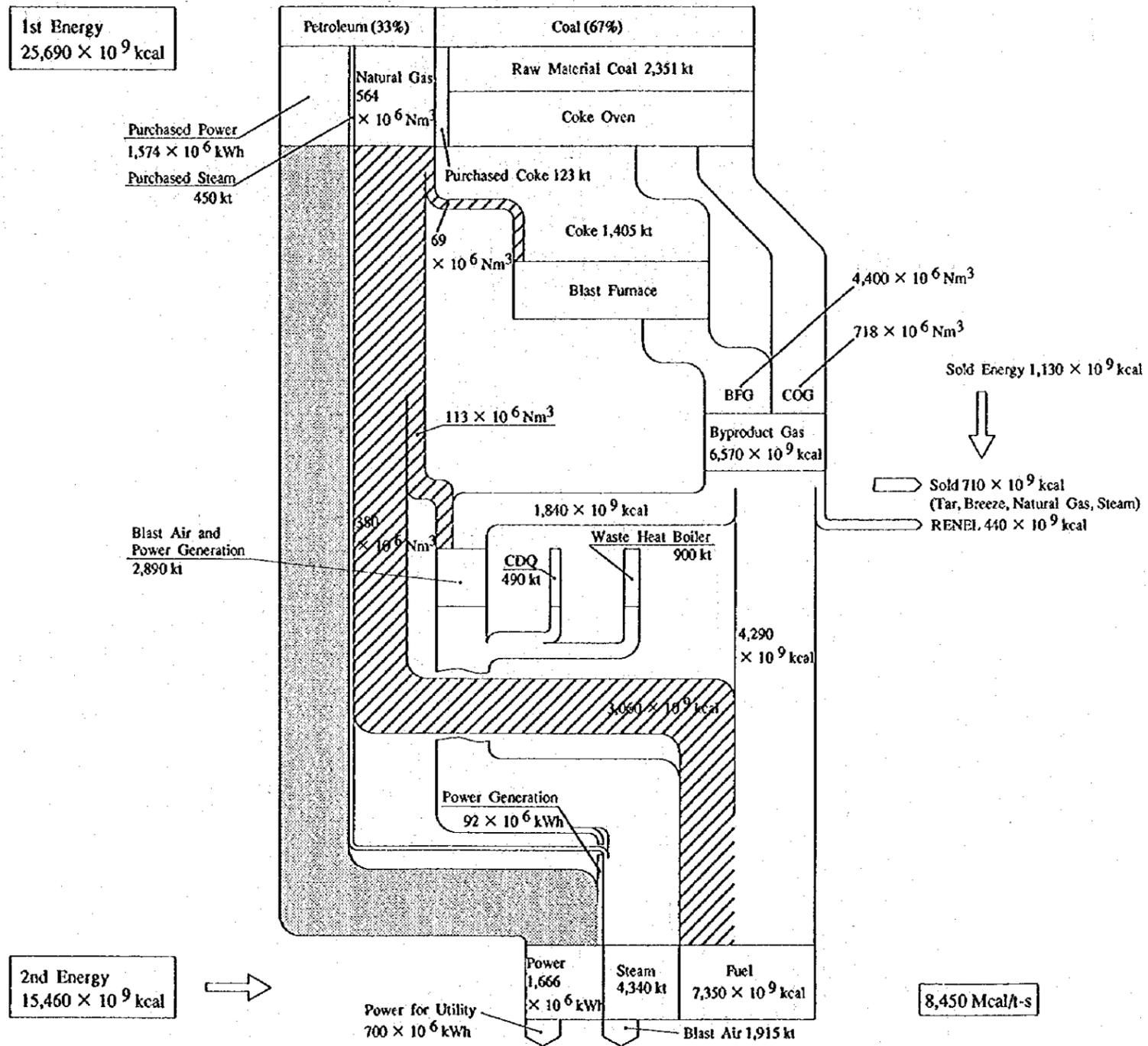


Fig. II.2-1. Energy Flow Chart of SIDEX in 1992

2.1.1 1次エネルギー構成

Fig. II.2-2. にSIDEXと日本の一貫製鉄所の1次エネルギー構成の比較を示す。SIDEXの1次エネルギー構成は、石炭系（購入コークスを含む）が67%、石油系（天然ガス及び購入電力含む）が33%であり石炭系占有率が日本（=93%）に比べて非常に低い。すなわちエネルギー原単位が高い分、副生ガスで消費エネルギーをカバーできず、外部からの補充エネルギー（天然ガス及び電力）が多い構造となっている。その一方で補充エネルギーの主体である天然ガスの供給が季節的に不安定なため、天然ガス不足により工場の稼働が制約を受ける事態も発生している。よって天然ガスの削減がもっとも重要な課題である。

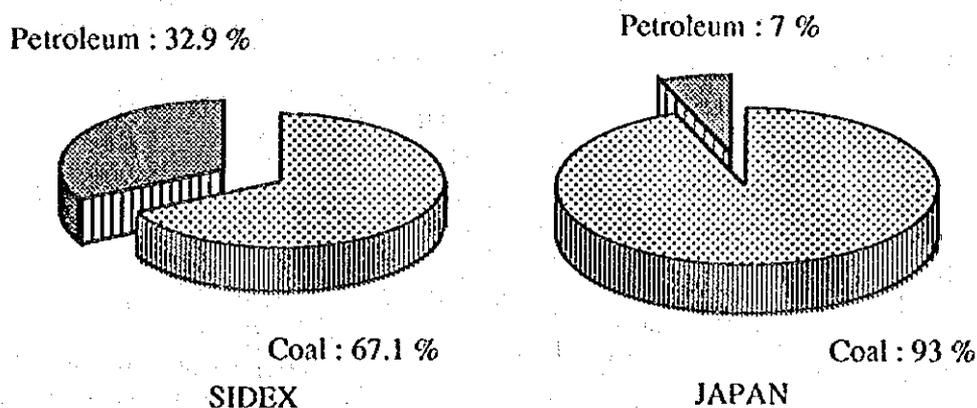


Fig. II.2-2. Comparison on Purchase Energy Ratio in 1992

SIDEXの1次エネルギーの内訳をTable II.2-1. に示す。

Table II.2-1. SIDEX Purchased Energy in Detail

Coal (67.1 %)		Petroleum (32.9 %)		
Coal	Purchased Coke	Natural Gas	Purchased Power	Purchased Heat
2351 kt/y	123 kt/y	564 MNm ³ /y	1574 GWh/y	450 kt/y
64.1 %	3.0 %	17.7 %	15.0 %	0.2 %

2.1.2 2次エネルギー構成

製鉄所内の一般エネルギー（2次エネルギー）である燃料、電力、蒸気等の2次エネルギーの需給バランスをFig. II.2-3. に示す。ここに示すように2次エネルギーの製造において、所内発生エネルギー（副生ガス、回収エネルギー等）の占める割合は、50%程度であり所内発生エネルギーで殆ど賄う日本のレベル（85-90%）に比べ大きく下回っている。(Fig. II.2-4. 参照) 特に燃料においては、ガス混合装置が十分に機能していないためCOGやBFGを有効に活用出来ずに天然ガスを単体で使用している工場が多く、またLDGの回収利用もされていない。以上のようにSIDEXの2次エネルギーも、供給が不安定な天然ガスや購入電力等の外部購入エネルギーへの依存度が高い体質となっている。

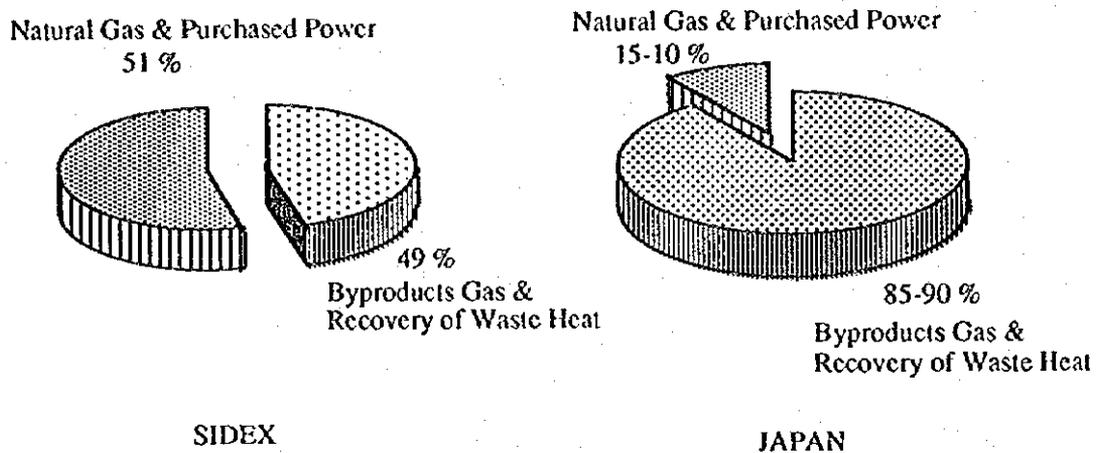


Fig. II.2-3. Comparison of 2nd Energy Supply Source

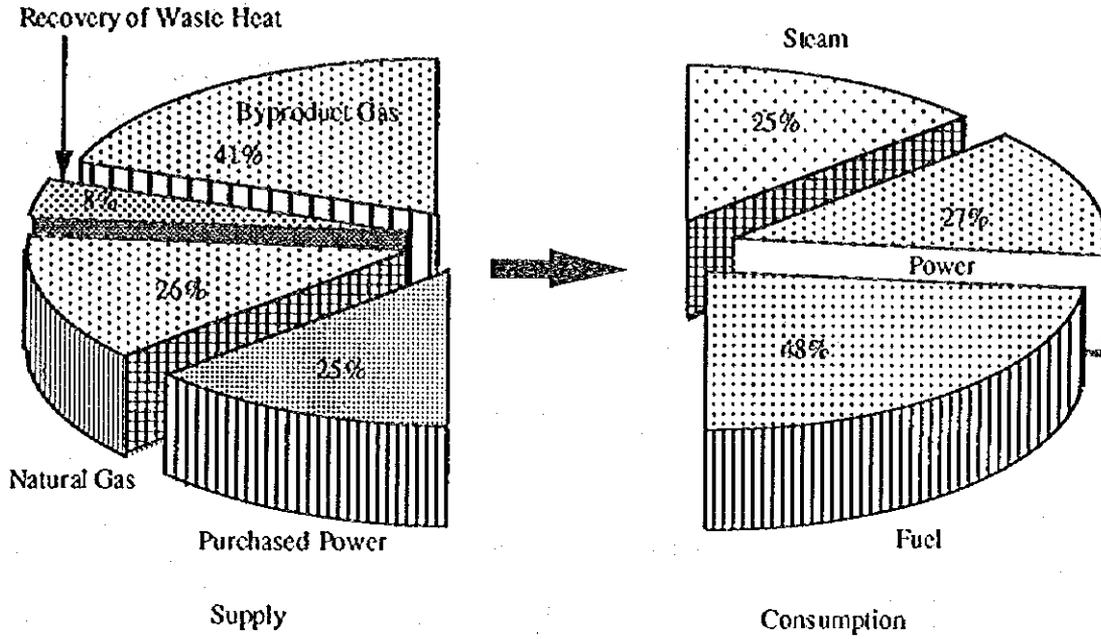


Fig. II.2-4. 2nd Energy Balance at SIDEX in 1992

2.2 製鉄所のエネルギー原単位

2.2.1 生産量とエネルギー原単位の関係

SIDEXにおける最近4年間の粗鋼トン当たりのエネルギー原単位と粗鋼生産量の関係をFig. II.2-5. に示す。

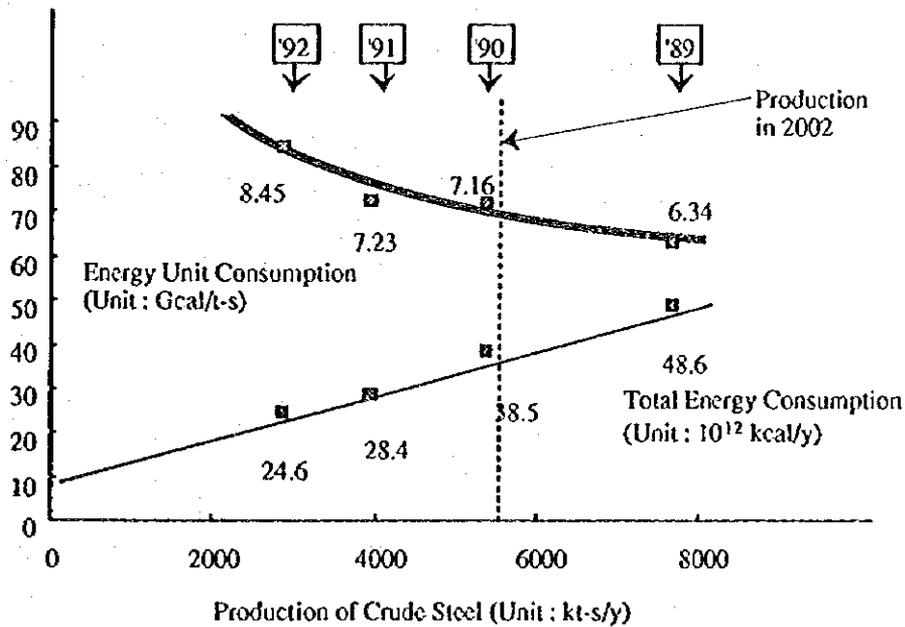


Fig. II.2-5. Relation on Energy Unit Consumption, Total Energy Consumption, and Production in SIDEX('89-'92)

上記のカーブは日本のオイルショック以前（省エネルギー実施以前）における臨海製鉄所の傾向とよく一致している。SIDEXにおいても生産量の増加に伴いエネルギー使用量も増加する。（生産比例要素）しかし、エネルギー原単位は増産に伴い減少するものの反比例の形にはならない。これは生産量とは関係なく消費されるエネルギー（固定要素）が含まれているためと考えられる。

固定要素に相当するものとしては、蒸気、圧縮空気等のユーティリティ、炉の冷却水損失や炉壁からの放散熱等の固定熱損失、工場内照明等の電力が上げられる。

現状、92年のエネルギー原単位は 8.45 Gcal/t-s であるが、中期生産量ベース（2002年、5,570 kt-s）では、今までの実績からみて増産効果により 7.0 Gcal/t-s まで低下するものと予測される。

2.2.2 製鉄所全体でのエネルギー原単位の比較

SIDEXの92年度のエネルギー原単位は 8.45 Gcal/t-s（粗鋼トン当たり）と日本の一貫製鉄所の92年度の成績 5.0-6.5 Gcal/t-s、平均 6.0 Gcal/t-s に比べて平均で 2.45 Gcal/t-s 程度高い状況にある。Fig.II.2-6. に示すように、この差を部門別に分析すると、差の約 75 % は製鉄部門と圧延部門でのエネルギー原単位の差であり、これらの部門での改善がまず必要とされる。一方、この差をエネルギー種類別に分析すると、燃料が約半分を占め、電力の占める割合は大きくない。すなわち、燃料消費の削減がもっとも優先される事項であろう。

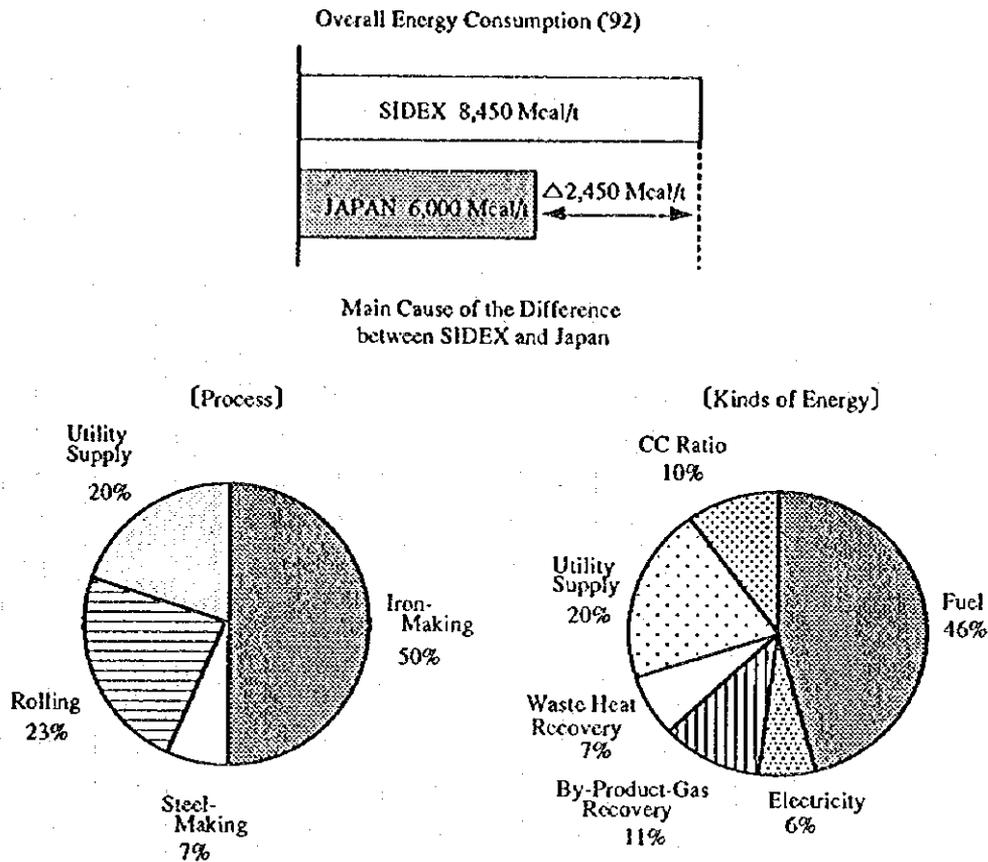


Fig. II.2-6. Comparison of Total Energy Consumption between SIDEX and Japan

2.2.3 主要工場のエネルギー原単位の比較

主要工場のエネルギー原単位の日本との比較をTable II.2-2. に示す。SIDEXでは高炉での燃料比が高いため、BFG回収が日本より多く、コークスでの集塵機等の設置が少ないため電力消費が少ない他は、日本の製鉄所の平均値を大きく上回っている。また、各工場の燃料原単位の改善が省エネ対策として効果が最も大きいといえる。SIDEXの値の中には、減産によるエネルギー原単位の悪化要素も含まれているが主要な差異要因は以下の通りである。

- (1) 各工場での燃料原単位（特に高炉や加熱炉）が非常に高い。
- (2) 製鉄所全体におけるユーティリティ供給効率も低い。
- (3) 副生ガス及び排エネルギーの回収率、回収量が少ない。

Table II.2-2. Comparison of Energy Rate in Each Plant

	Item	Unit	SIDEX	JAPAN
Recovery of Indigenous Gas	COG Recovery	Nm ³ /t	270	300
	BFG Recovery	Nm ³ /t	1,753	1,592
Fuel Consumption Rate	Coke Oven Battery	Mcal/t	669	555
	Sinter Ignition Furnace	Mcal/t	50	9
	Sinter Breeze	kg/t	72	44
	Blast Furnace	kg/t	588	516
	Hot stove	Mcal/t	608	433
	Heavy Plate Mill	Mcal/t	944	335
	Hot Strip Mill	Mcal/t	1,059	266
Power Consumption Rate	Coke Oven Battery	kWh/t	32.3	28.0
	Coke Chemical Plant	kWh/t		18.2
	Sinter	kWh/t	47.4	38.1
	Blast Furnace	kWh/t	37.1	31.9
	Heavy Plate Mill	kWh/t	132.4	94.6
	Hot Strip Mill	kWh/t	193.9	98.3
	Compressed Air	kg/t-s	34.0	16.1
Oxygen Gas	kg/t-s	72.1	50.1	
Power Generation Efficiency		kcal/kWh	4,060	2,658
Steam Consumption	Total	kg/t-s	484	262
Recovery of Waste Heat	CDQ	Mcal/t	150	260

Data from SIDEX in 1992

Note : t = Product in each shop, t-s= Crude steel, JAPAN=Average value in Integrated Iron & Steel

2.3 省エネルギー対策

SIDEXの省エネルギー対策は、供給に不安のある外部購入エネルギーの天然ガス量をできるだけ削減するように、以下のように進めることが効果的である。

- (1) 日本と比べて大幅なエネルギーを消費している各工場のエネルギー原単位
単位の低減（特に高炉、加熱炉）
- (2) エネルギー供給管理の充実
- (3) 未利用の排エネルギーの回収

2.3.1 各製造工程での省エネルギー

日本の製鉄所との各製造工程毎のエネルギー原単位の比較（Table II.2-2. 参照）からみて、まず燃料原単位の低減（特に高炉、加熱炉）を図り、その後電力、ユーティリティ等の製造原単位の低減を図っていくことが重要である。

今回のモデル工場については、以下の観点からの省エネ対策を検討している。

- (1) 熱ロス、エネルギーロスの低減
- (2) 熱効率、伝熱性能の向上
- (3) 排エネルギーの回収と有効利用

詳細はモデル工場の章で後述しているので参照されたい。

2.3.2 エネルギー供給管理の充実

日本の製鉄所と比べてSIDEXでは、エネルギー供給管理面でも大きな差異が生じている。エネルギーの安定かつ効率的な供給は、SIDEXの省エネルギー対策を進める上で、各プロセスでの省エネルギーの推進と合わせて、最も基本的な対策と言える。Fig. II.2-7. はSIDEXのエネルギー供給面での改善策を概念的に示したものである。主たる改善策としては、以下が上げられ、このうち (1)と(3)については、II.3.5 章で詳述されている。

- (1) ガスの安定供給
- (2) 転炉ガスの回収

(3) 高炉送風発電所の更新

(4) エネルギーガスセンターでの需給調整機能の向上

(2) の転炉ガスの回収についてであるが、現在、転炉ガスのエネルギーは、燃焼式排熱ボイラにて低圧蒸気として一部利用されているものの、日本で実施している非燃焼式の転炉ガス回収方式に比べ、熱回収率が極めて低い状況にある。従ってLDG回収設備を付加するとともに、LDG ガスホルダーを設置しLDG の回収を行なうことが望まれる。ガスホルダーの容量については日本の実績からみると 30,000-50,000 Nm³ 程度が必要であろう。また転炉の稼働情報からLDG発生量の予測を行うとともに、各生産工場の稼働計画等からガスホルダーのレベル制御や需給調整を行なうことも重要である。

(4) のエネルギーセンターでの需要調整機能の向上については、現状、エネルギーセンターでは、主要系統の流量および圧力監視を主体としたエネルギー管理を行なっているものの、エネルギー潮流監視と予測機能が不十分なため燃料ガスの放散などエネルギーの安定供給と有効利用を阻害している状況である。今後、SIDEXのローカル条件を考慮したエネルギーの潮流監視、需給予測、需給調整、制御等一連の機能の検討を行ない、エネルギーセンターの機能充実を図って行くことが肝要である。

2.3.3 排エネルギーの回収と効率的な利用

日本の製鉄所と比べて、未利用あるいは回収率の点で大きく異なり、大きな改善が期待できるものとしては以下が挙げられる。

(1) 高炉の高圧操業を前提としたTRTの設置

(2) CDQの稼働率向上と性能向上

(3) 各排熱ボイラーの改善による回収蒸気量の増加

これらの解析は各モデル工場の章にて後述している。

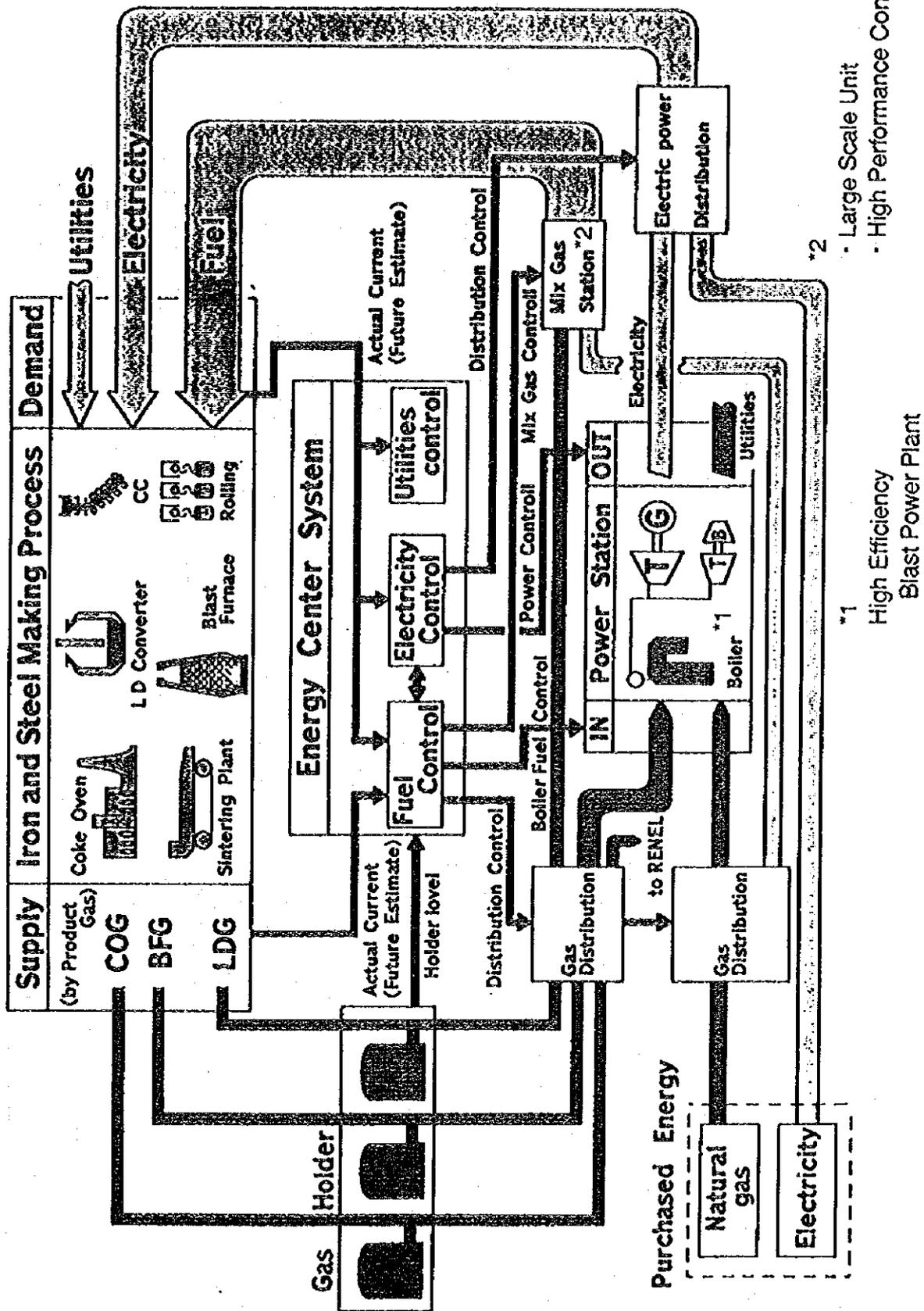


Fig. II.2-7. Image Diagram of Energy Supply and Control System for SIDEX

2.4 省エネルギー対策実施後の効果予想

現地調査結果に基づく省エネルギー効果の予測を以下に示す。効果算出のベースは2002年における粗鋼生産量 (Fig. I.2-2. 参照) としている。

2.4.1 省エネルギー未実施の状態

省エネルギー対策を実施しない場合のエネルギーフローをFig. II.2-8. に示す。それによると省エネルギー実施前では、SIDEXのエネルギー原単位は7 Gcal/t-sまで低下するものの多量の天然ガス ($940 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{y}$) が必要となり、石油系エネルギーへの依存率も35%と依然として高位なレベルにある。

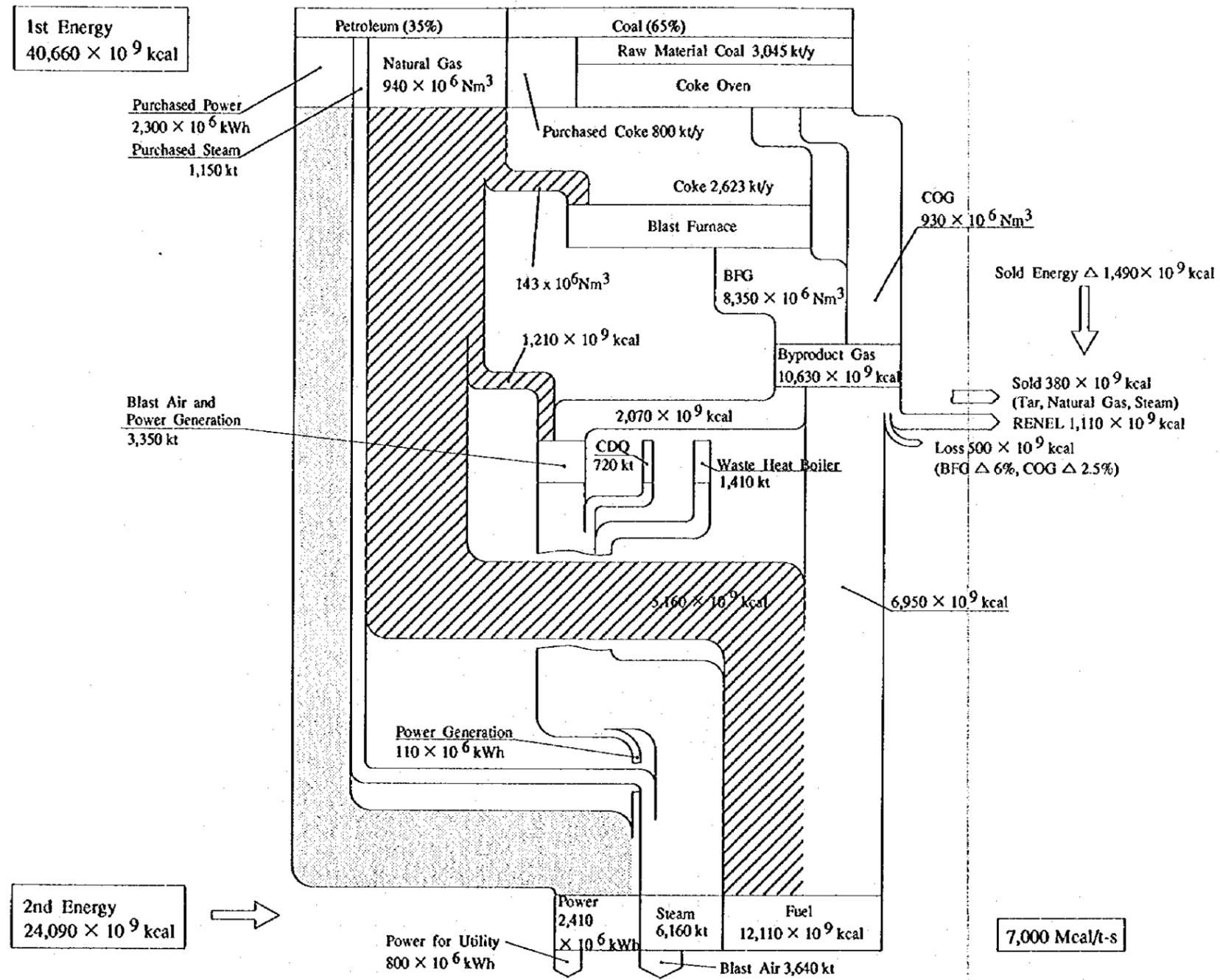


Fig. II.2-8. Energy Flow Chart of SIDEX in 2002 Before Taking Energy Saving Measures

2.4.2 省エネルギー対策後の状態

1) モデルプラントにおける省エネルギー効果

モデルプラントを対象に、熱ロス、エネルギーロスの低減や伝熱性能の向上及び排エネルギーの回収と有効利用の観点から、省エネルギー対策を検討した結果、Table II.2-3. に示す主要な対策が考えられ、これらの対策を実施した時の省エネルギーとしては、Table II.2-4. に示す改善が見込まれる。

Table II.2-3. Main Energy Saving Measures for the Model Plant

The model plant	Main energy saving measures
Coke oven battery (No.5)	<ul style="list-style-type: none">• Improvement of combustion control• Automatic-combustion control• replacement with large-scale new CDQ
Sinter (No.6 and 7)	<ul style="list-style-type: none">• Improvement of coke breeze burning• Replacement with small-size ignition furnace• Recovery of cooler waste heat
Blast furnace (No.6)	<ul style="list-style-type: none">• Improvement of the operational performance• Installation of PCI system• Installation of TRT and recuperators
Reheating furnace (Hot. No.3 RF)	<ul style="list-style-type: none">• Installation of high-performance furnace• Installation of recuperators for air and gas• Installation of new control system

Table II.2-4. Energy Saving Effect on Model Plants

Plant	Item	Unit	Without Energy Saving	After Energy Saving
Coke Oven Battery (No.5)	Fuel Rate	Mcal/t	740	670
	CDQ Steam Recovery	kg/t	199	416
Sintering Plant (No.7)	Breeze	kg/t	67	57
	COG	Mcal/t	38	10
	Power	kWh/t	40	34
Blast Furnace (No.6)	Coke Ratio	kg/t	550	370
	PCI Ratio	kg/t	0	150
	BFG Recovery	Nm ³ /t	1,750	1,570
	Blast Supply	Nm ³ /t	1,500	1,250
	Hot Stove Fuel	Mcal/t	628	460
	TRT Recovery	kWh/t	0	29
Reheating furnace (Hot Strip Mill No.3 RF)	Fuel Rate	Mcal/t	830	292

2) モデルプラントを全対象工場に拡大して対策を行なう場合

モデルプラントの省エネルギー対策を全ての工場に同様に適用できるとすると、各工場毎の省エネルギー対策の製鉄所全体への効果寄与は、以下のTable II.2-5. に示す通りと想定され、合計で粗鋼トン当たり 990 Mcal/t-s の省エネルギー効果が見込まれる。

Table II.2-5. Energy Saving Effect on Relating Plants

	Energy Saving Effect
Total Coke Oven Batteries	150 Mcal/t-s
Total Sintering Plants	130 Mcal/t-s
Total Blast Furnaces	510 Mcal/t-s
Total Reheating Furnaces in Hot Strip Mill	180 Mcal/t-s
Total of Coke Producing Energy by installation of PCI System	20 Mcal/t-s
Total	990 Mcal/t-s

3) エネルギー供給管理の充実による効果

II.2.3. 章に示すような、エネルギーセンターでの需給調整機能の向上を含むエネルギー供給管理の充実による効果としては、合計で 610 Mcal/t-s の省エネルギー効果が見込まれる。(Table II.2-6. 参照) 尚、LDG recovery については参考値である。

Table II.2-6. Energy Saving Effect Out-Side of Model Plant

	Without Energy Saving	After Energy Saving	Effect
Reduction of Gas Bleeding	5 %	0.5 %	80 Mcal/t-s
Improvement of Blast Blower Plant	0.12 kWh/Nm ³	0.07 kWh/Nm ³	350 Mcal/t-s
LDG Recovery (for reference)	0	90 Nm ³ /t	180 Mcal/t-s
Total			610 Mcal/t-s

4) 環境対策等の実施による増エネルギー分の想定

省エネルギー対策及び環境対策の実施をすると、装置の付加等により一部電力、ユーティリティ等のエネルギー使用が増加することが予想される。

Table II.2-7. は、これら対策による増エネルギー分を示す。集塵機の環境装置の増強や、PCI等省エネルギー装置の関連ユーティリティの増大及び熱回収、蒸気の減少(転炉、加熱炉)により、合計 70 Mcal/t-s の増加エネルギー

が見込まれる。

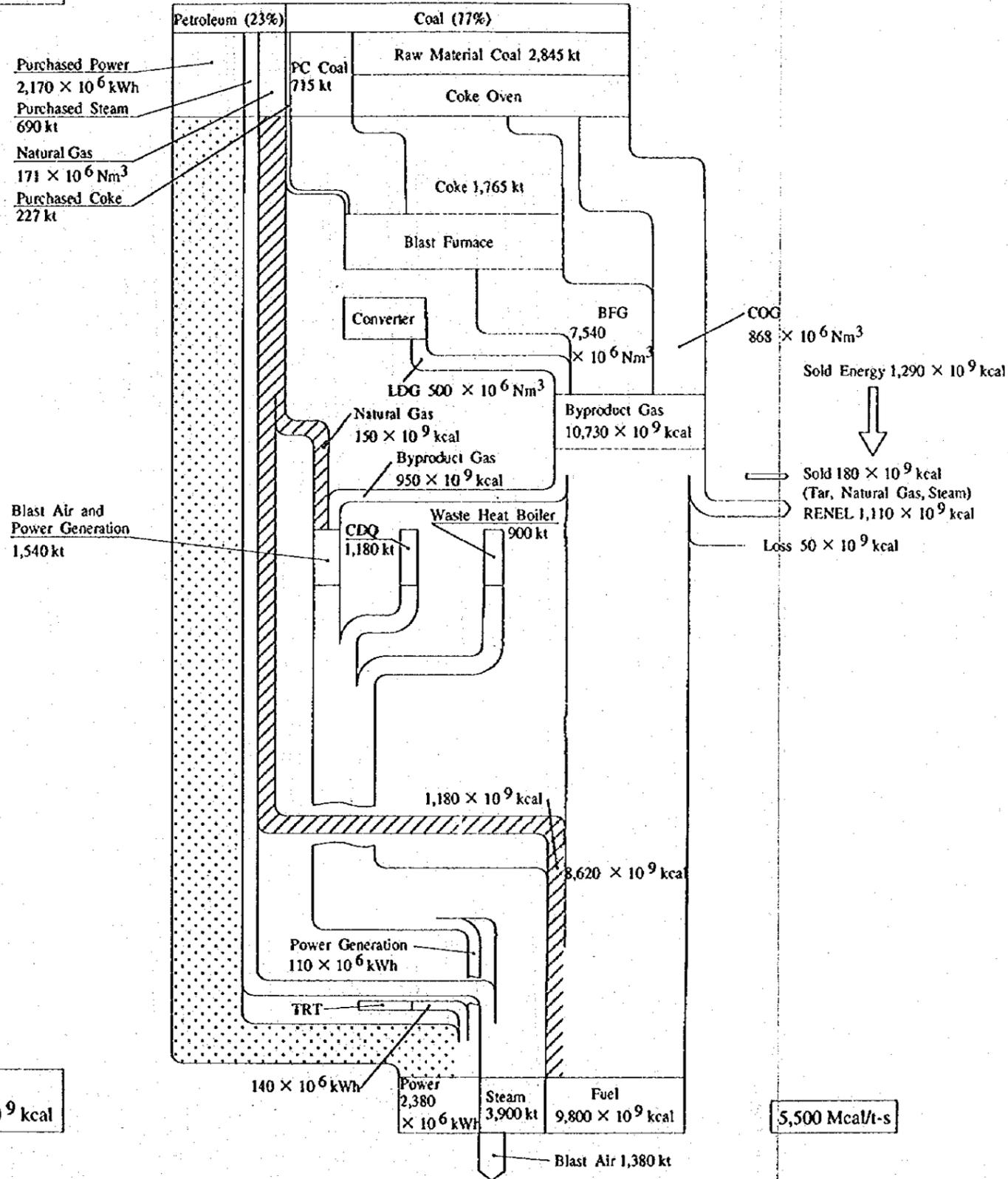
Table II.2-7. 増加エネルギーの想定

項目	内容	増エネルギー分
環境対策	集塵機設置	15 Mcal/t-s
省エネ対策付帯	PCI 装置用ユーティリティ	5 Mcal/t-s
排熱回収蒸気の減少	LD ボイラ、熱延ボイラ減	50 Mcal/t-s
合計		70 Mcal/t-s

5) 効果予想のまとめ

上述の省エネルギー対策を実施した場合、SIDEXの粗鋼エネルギー原単位は 7.0 Gcal/t-s から 5.5 Gcal/t-s と 21 % の低減が予想される。一方日本における高炉メーカー（92 年度）の平均粗鋼エネルギー原単位は 6.0 Gcal/t-s であるがこれをSIDEXの生産バランスに合わせて補正すると 5.35 Gcal/t-s に相当しSIDEXの 2002 年の原単位は概ね、日本の平均レベルに近いところまで低減される。また、大幅な増産にも係わらず、天然ガスの購入量は省エネ前の 940 MNm³/y から 171 MNm³/y と 81 % の大幅な低減が可能となるため、天然ガスの供給に左右されない安定操業が期待出来る。一方、購入電力は 2,300 GWh/y から 2,170 GWh/y になると予想される。将来、省電力対策（操業停止時の空転防止、操業に合わせた回転数制御、回転機の効率アップ等）の強化、連鑄及び圧延プロセスの歩留り向上対策による鉄原の節約、総合的なエネルギー管理の徹底等を行なう事により更なる省エネルギー効果が期待出来る。以上をまとめてFig. II.2-9. 及びTable II.2-8. に示す。

1st Energy
 $31,910 \times 10^9$ kcal



2nd Energy
 $19,440 \times 10^9$ kcal

5,500 Mcal/t-s

Fig. II.2-9. Energy Flow Chart in 2002 After Taking Energy Saving Measures

Table II.2-8. Resources of Primary Energy of SIDEX in 2002

	Unit	Energy Saving	
		Before	After
Purchased Energy			
Coal			
Coking Pit Coal	kt/y	3,045	2,845
Purchased Coke	kt/y	800	31(*)
PC Coal	kt/y	0	715
Sub Total	Tcal/y	26,355	24,615
Petroleum			
Natural Gas	Mm3/y	940	171
Purchased Power	GWh/y	2,300	2,170
Others	Tcal/y	1,125	675
Sub Total	Tcal/y	14,328	7,369
Total	Tcal/y	40,683	31,984
Sold Energy	Tcal/y	1,490	1,290
Net Consumption of Energy	Tcal/y	39,193	30,694
Crude Steel Production	kt-s/y	5,570	5,570
Energy Unit Rate per Crude Steel	Gcal/t-s	7.03	5.51

(*) This value = Purchased coke - Sold coke

3. 選定されたモデルケースについての分析調査

3.1 コークス工場

3.1.1 設備概要と省エネルギー設備の現状

SIDEXのコークス工場の設備概要を Table II.3-1. に示す。

1) コークス炉

第1地区に No.1-4 コークス炉及び No.5-6 コークス炉が、また第2地区に No.7-8 コークス炉が設置されている。1992年度は第1地区の5炉団316門が稼働し、第2地区は全面的に休止中であったが、'94年6月より熱間補修を終えた No.8 コークス炉も稼働を始めた。

2) CDQ

省エネルギー設備として次ぎのCDQ設備が設置されており、中圧蒸気を回収している。

No.1-4 コークス炉 設備用として	No.1 CDQ
No.5-6 コークス炉設備用として	No.2 CDQ
No.7 コークス炉 設備用として	No.3 CDQ
No.8 コークス炉 設備用として	No.4 CDQ

またCDQ設備の故障時に備えて、CDQと1対1に対応する湿式消火装置を持っている。現在稼働しているのは No.1、No.2 及び No.4 CDQ の3工場である。

3) モデルプラント

モデルプラントである No.5 コークス炉、及び No.2 CDQ 設備の概要を Table II.3-2. に示す。

Table II.3-1. COKE PLANTS IN SIDEX

(Note: model plant)

Plant	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7	No. 8
Commissioning (restarting)	1973 ('83)	1973 ('89)	1975 (-)	1974 ('92)	1976 ('85)	1977 ('87)	1982 (-)	1982 ('94)
Dimensions (HxLxW) (m)	3.8 x 12.58 x 0.46				5.5 x 14.2 x 0.41		7.0 x 15.16 x 0.41	
No. of ovens	62	62	62	62	65	65	65	65
Type & Name of designer	PTU STE (Single type) KOKSOPROJECT				PVR 30.3 (Single) GIPROKOKS		PVR 416(Compound) GIPROKOKS	
Production cap. (1000 t/y)* ¹	330	330	330	330	600	600	850	850
Operation status* ²	⊙	⊙	△	⊙	⊙	⊙	×	○
Corresponding CDO PLANT	○ No. 1 CDO				○ No. 2 CDO		○ No. 3 CDO	○ No. 4 CDO
Corresponding Chem. plant	○ No. 1 C. P. (Chemical plant)				○ No. 2 C. P.		○ No. 3 C. P.	○ No. 4 C. P.

*1 Coke production capacity (including 5 % moisture)

*2 ⊙: in operation ○: waiting for start after completion of hot repair
 △: stoppage for replacement ×: stoppage

Table II.3-2. Specification of Model Plant

<p>1. No .5 coke oven battery</p> <p>Type</p> <p>Dimensions per oven</p> <p>Commissioning Year</p> <p>Production capacity (design base)</p> <p>Heating System</p> <p>Fuel</p> <p>Stack Height(m)</p> <p>Charging Machine, 3 sets</p> <p>Coke Pusher, 2 sets</p> <p>Coke Guide & Door Extracting Car, 2 sets</p> <p>Wet Quenching Car, 2 sets</p>	<p>PVR -Ghiprokoks 30.3 type (65 ovens) Single type (rich gas only) with 2 ascension pipes/oven 5,500 H x 14,200 L x 410 W (effective volume: 31.6 m³) Sept.1976 (Latest overhaul 1985) 600,000 t/y (size of coke >25mm, including 5% moisture) Brick (Silica/Fire-Clay), Heating Flues (30) COG (4,000 kcal/Nm³) 100 Type (Ghiprokoks-IPROMET), Bin (30.6t) Ascension pipe Cleaning (Mechanically Operated) 103 Ovens Per Day Type (Ghiprokoks-IPROMET) Position Check Up (Operator Visuality) 105 Ovens Per Day Equipped Dedusting Cyclons 105 Ovens Per Day</p>
<p>2. No. 2 CDQ (coke dry quenching facility)</p> <p>Number</p> <p>Type</p> <p>Quenching Capacity per set (t/h)</p> <p>Steam Production per set (t/h)</p> <p>Steam Pressure (atm)</p> <p>Steam Temperature (°C)</p>	<p>5 (3 operating + 2 stand-by) GHIPROKOKS 46-50 25 35-40 380-420</p>

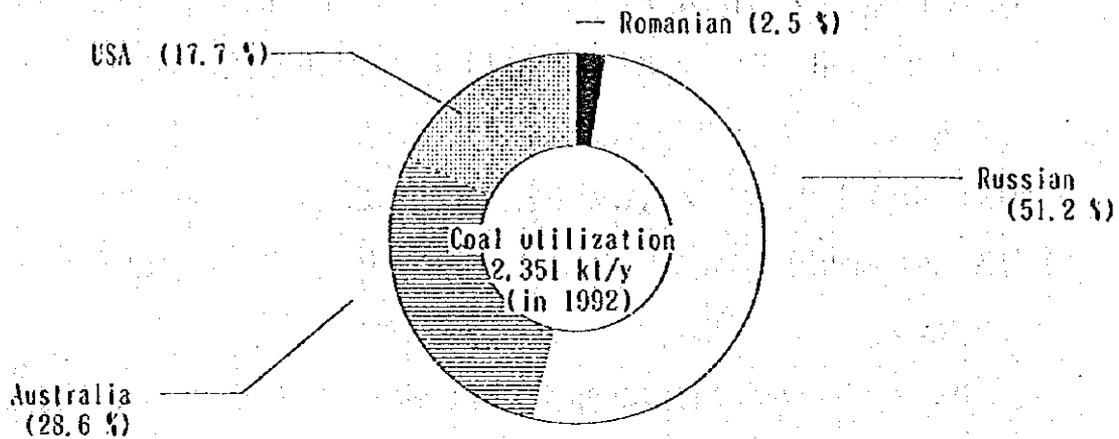
3.1.2 操業状況

- 1) 最近3年間の原料炭及びコークス生産状況を Fig. II.3-1. に示す。この表によると、使用石炭の90%以上を輸入に頼っており原料炭需給バランスが不安定なことはコークス炉の稼働率にも影響を与えていると推察される。
- 2) ダウンストリームでの消費が不安定なこと及び装炭車、押出車、消火車等を2-3日の周期で修理していること等により、生産量が一定に維持できていない。
- 3) コークス炉の寿命は日本の35年に対し平均10年程度と、約1/4の短周期で蓄熱室(regenerater)を含む煉瓦・金物をオーバーホールしている状況にある。原因としては、設計、材料及び操業条件等が関係していると考えられるが、まず、操業管理を強化する対策から実施すべきである。

3.1.3 生産バランス

Fig. II.3-2. に、省エネルギー対策のベースとなる1992年度及び省エネ対策後の予想生産バランスを示す。2002年には、コークス生産量は2,121 kt/yと現状より増加するものの、大型コークス炉の生産能力からみて設備の稼働率を上げることにより大型炉のみで供給可能である。すなわち、大型コークス炉(No.5-7)へ設備を集約し、熱効率も悪く、環境防止設備も不十分である小型のNo.1-4コークス炉は停止すべきである。

(1) Experience record of coal utilization in 1992



(Note)

Romanian coal	
Russian coal	
Australia	
USA	
Other countries	

(2) Reference: coal utilization (from 1990 to 1992)

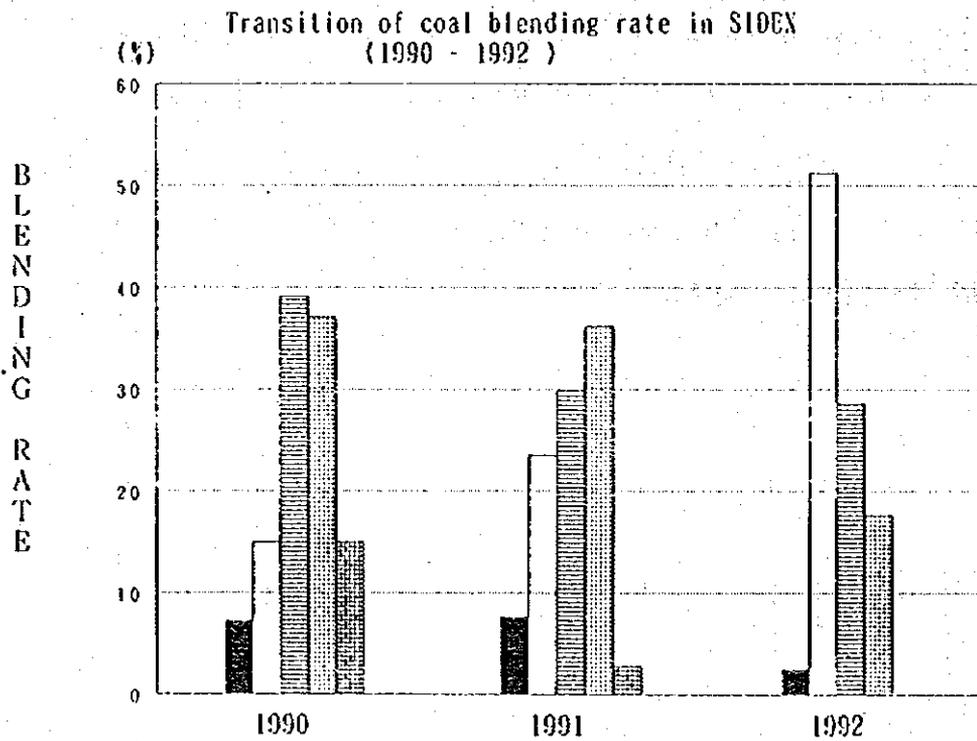
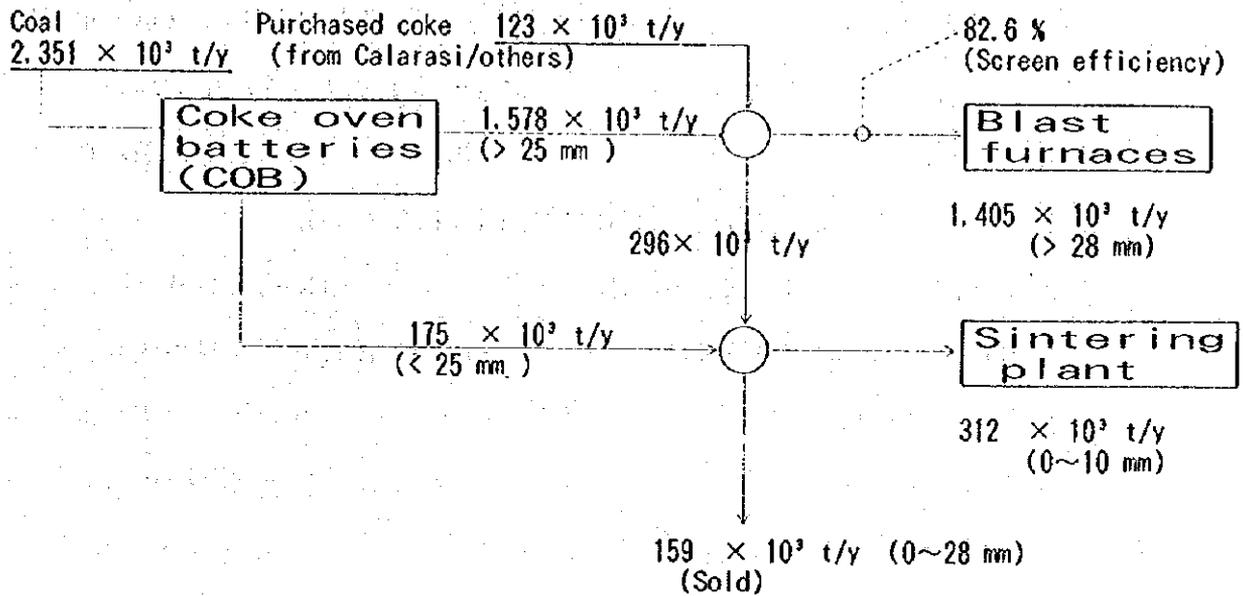
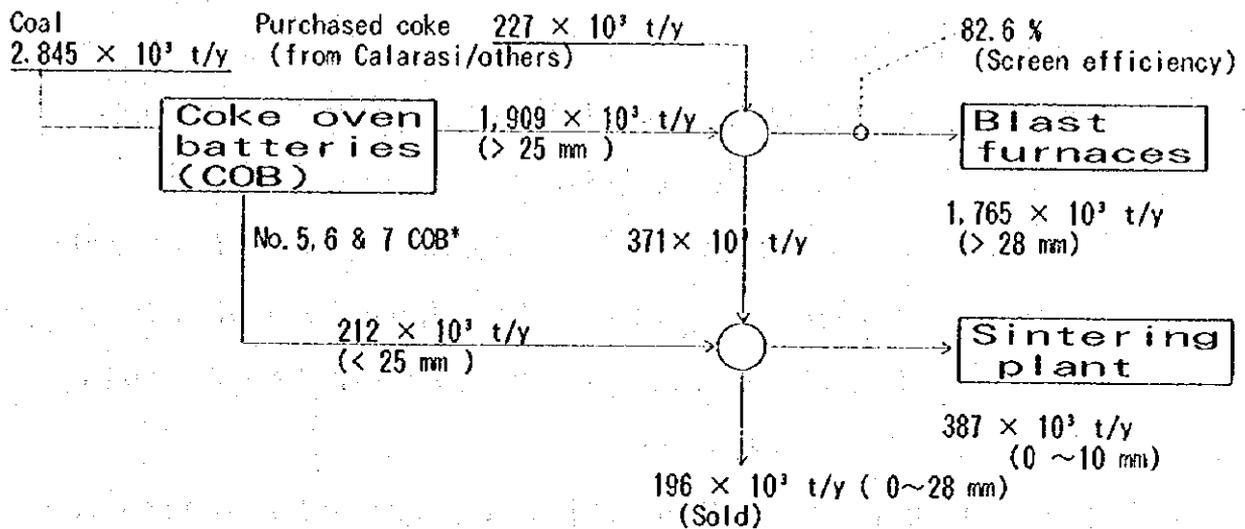


Fig. II.3-1. Experience of coal utilization in 1992

YEAR 1992



YEAR 2002



* SIDEX can meet the coke demand by three COBs (No. 5, 6 & 7 COB).

Fig. II.3-2. Production Balance

3.1.4 モデルプラントの現状の解析

1) エネルギーバランスとエネルギー回収状況

Table II.3-3、II.3-4. 及びFig. II.3-3. を参照方。これによるとNo.5 COBの単位当たり入熱量は 662 Mcal/t と、日本 (592 Mcal/t) と比較して約 10 % 高い。CDQボイラーによる回収熱量については、stand-by が 2 基あるにもかかわらず、日本の約 60 % でしかない。(日本では stand-byはない)

注) 第 1 次調査までにSIDEXより入手したデータでは、COGのカロリーは、3,500-3,700 kcal/Nm³ と異常に低かった。No.5 COB は現場を見る限り、炉蓋も self sealing type の新炉蓋に更新された直後で、炉蓋からのガス洩れや空気の侵入も少ない状況であり、これからすると現状のCOGカロリーは、20 ~30 % 低めに出ている可能性があった。このための、第 2 次調査で日本よりガスクロマトグラフィを持ち込み確認を取った。その結果 COG のカロリーは 4,350 ~4,400 kcal/Nm³ であることが判明した。

2) 省エネルギーの課題

(1) 現在炉温の設定を高くせざるを得ない状況にある。(Fig. II.3-4. 参照)

これは以下の原因によると推定される。

- ・ノズル詰まり(BTX等による)、ガス流量調整不良、およびレンガ損傷等により能力の低下が起きている炉があるが、細かい調整や整備が十分なされない状況のままで、生産量確保のためやむなく炉温を上げて操業が行なわれている。
- ・COBの炉内温度に応じた入熱制御が充分出来ていない。このため低いカロリー時でも十分な温度、すなわち流量を確保するように調整すると、カロリーが上がると炉温が上がりすぎてしまう。炉温が過剰に高いことは、燃料が無駄であるだけでなく、放散熱量を多くすることにもつながる。

(2) 設備のトラブルが多いことから、効率的な点での安定操業ができない。

これは又、放熱等の熱損失が多い原因のひとつでもある。

- (3) 過剰空気燃焼となっている。(SIDEX 空気比=1.35、日本 空気比=1.28) 一方で煙突前での測定で、CO = 0.1-0.2 % の検出結果が出ており不完全燃焼も発生している。これは煉瓦損傷によるCOGの燃焼室側への漏れ込み、各炉の燃焼バランスの乱れ、COGのカロリー変動に対する空気量の追従不足によるものと考えられる。
- (4) CDQの蒸気回収量が 202-258 kg/t-coal と、日本 (376-411 kg/t-coal) に比し少ない。これはコミッショニング後 20 年を経過し、全般的に設備の老朽化が進んで修理に時間を要し、処理率が著しく低下しているためと推定される。(Fig. II.3-5. 参照。SIDEXでは stand-by が 2 基あるにもかかわらず、稼働率は stand-by のない日本よりも低い。) 故障は圧倒的にボイラーが多く (Fig. II.3-6. 参照) ボイラーの構造上に問題がありコークス粉が蓄積しやすい上にボイラー管の摩耗や粉詰まりによるトラブルが多発しているためと予想される。
- (5) 現状COGのみを燃料として使用しているが、これを Mix gas (3,800-4,000 kcal/Nm³) にできれば、削減できたCOGが加熱炉等に使用でき、結果としてNatural gas の削減につながる。

Table 11.3-3. Heat Balance for No.5 Coke Oven Battery

Items		Remarks	Mcal/t-coal (%)
I N P U T	Fuel latent heat	Flow rate 150.7 Nm ³ /t-coal Calorie 4,250 kcal/Nm ³	636.6 (96.2)
	Fuel sensible heat	Fuel temp. 60 °C	3.0 (0.4)
	Coal sensible heat	Coal temp. 26 °C	8.3 (1.3)
	Combustion air sensible heat	Air temp. 51 °C Flow rate 865.2 Nm ³ /t-coal (excess air rate 1.35)	13.7 (2.1)
	Total		661.6 (100.0)
O U T P U T	Coke sensible heat	Coke yield 74.73 % Coke temp. 1030 °C	274.0 (41.4)
	COG sensible heat	COG yield 305.4 Nm ³ /t-coal COG temp. 410 °C	133.5 (20.2)
	Chemicals sensible heat	Chemicals yield 5.12 % Temp. 410 °C	13.1 (2.0)
	Waste gas sensible heat	Waste gas temp. 288 °C Flow rate 797.5 Nm ³ /t-coal (excess air ratio 1.35)	95.4 (14.4)
	Heat loss & others		145.6 (22.0)
	Total		661.6 (100.0)

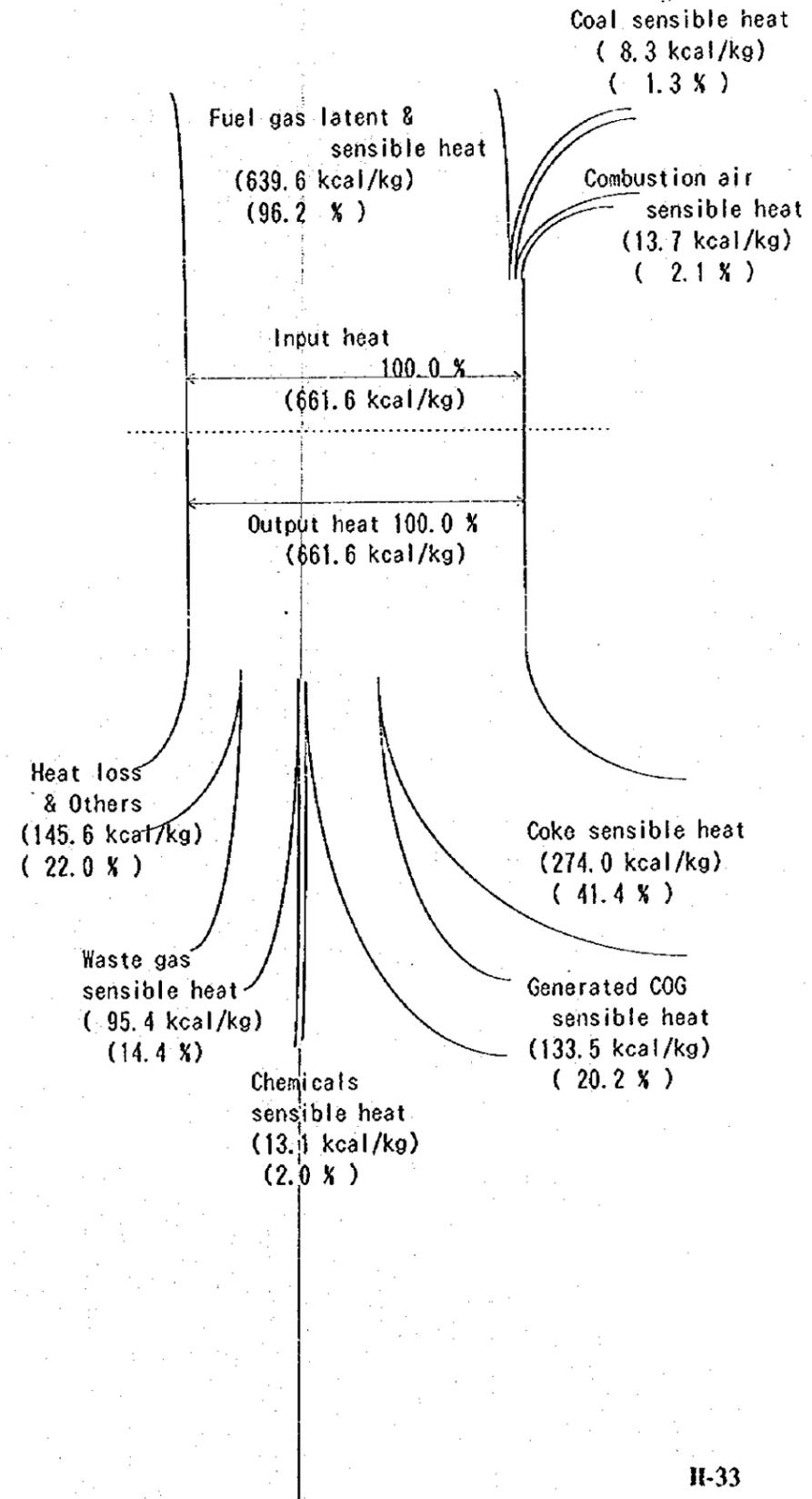
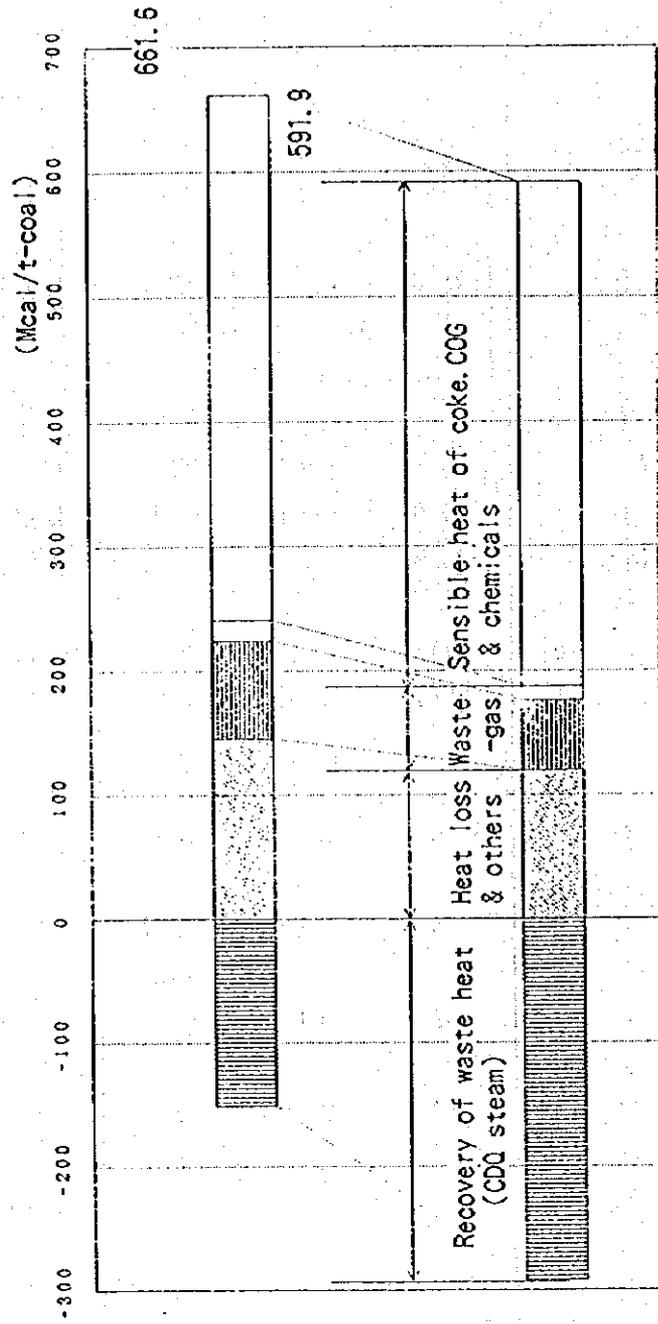


Table II. 3-4. Comparison between SIDEX's Coke Chemical Plant and Japanese One

Item	Unit	SIDEX			Kakogawa	
		'90	'91	'92	'92	'93
Coke except the very small size	%	76.6	75.7	71.5	75.4	76.4
		Av. 74.57 %				
Y I E L D	COG(generated state) Nm ³ /t	305.4	303.5	305.4	322.6	327.3
	[calories] [kcal/ Nm ³] (4,800 kcal base) (Nm ³ /t)	[3,579] (228.9)	[3,579] (227.4)	[3,579] (228.9)	[4,377] (294.2)	[4,289] (292.4)
Recovery steam from CDQ (No. 1 & 2 CDQ 平均)	kg/t-coke (kg/t-coal)	371 (258)	371 (254)	316 (202)	498 (376)	538 (411)
Tar(with 5% mois.)	%	3.49	3.82	3.35	3.37	3.13
Light oil(BTX)	%	0.85	1.05	0.84	1.14	1.11
NH ₃ in (NH ₄) ₂ SO ₄	%	0.02	0.01	0.02	—	—
NH ₃ in NH ₃ aqu.	%	0.12	0.19	0.15	—	—
Liq. NH ₃ (at 100%)	%	—	—	—	0.23	0.22
S in H ₂ SO ₄	%	—	—	—	0.13	0.12
Total chem. yield	%	4.48	5.07	4.36	4.87	4.57



① '92 SIDEX
(from operation data)

② '92 KAKOGAWA
(from operation data)

Fig. 11.3-3. Comparison of Heat Loss

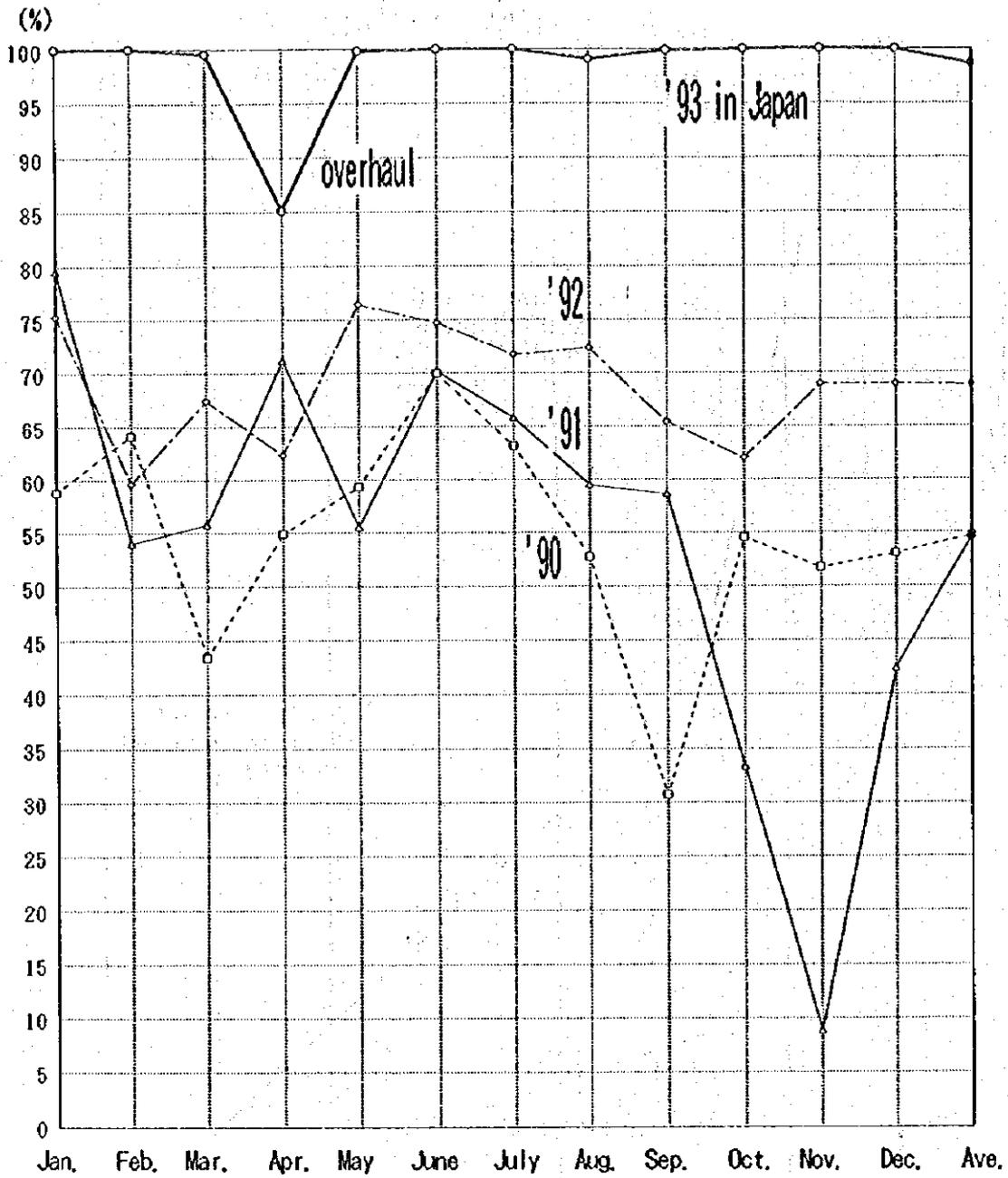
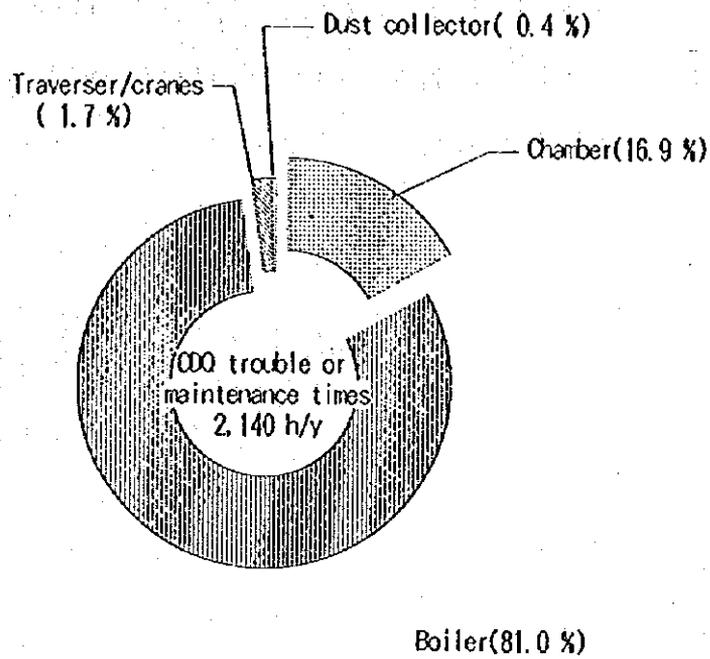


Fig. II.3-5. Operation rate of CDQ



Div.	Facility	Major troubles
000	Chamber	Discharging equipment : gate blocking malfunction
	Boiler	Breaking of boiling system pipes
	Traverser/cranes	Brake's coil
	Dust collectors	Breaking of multiclone battery

Fig. II.3-6. Equipment maintenance in 1992

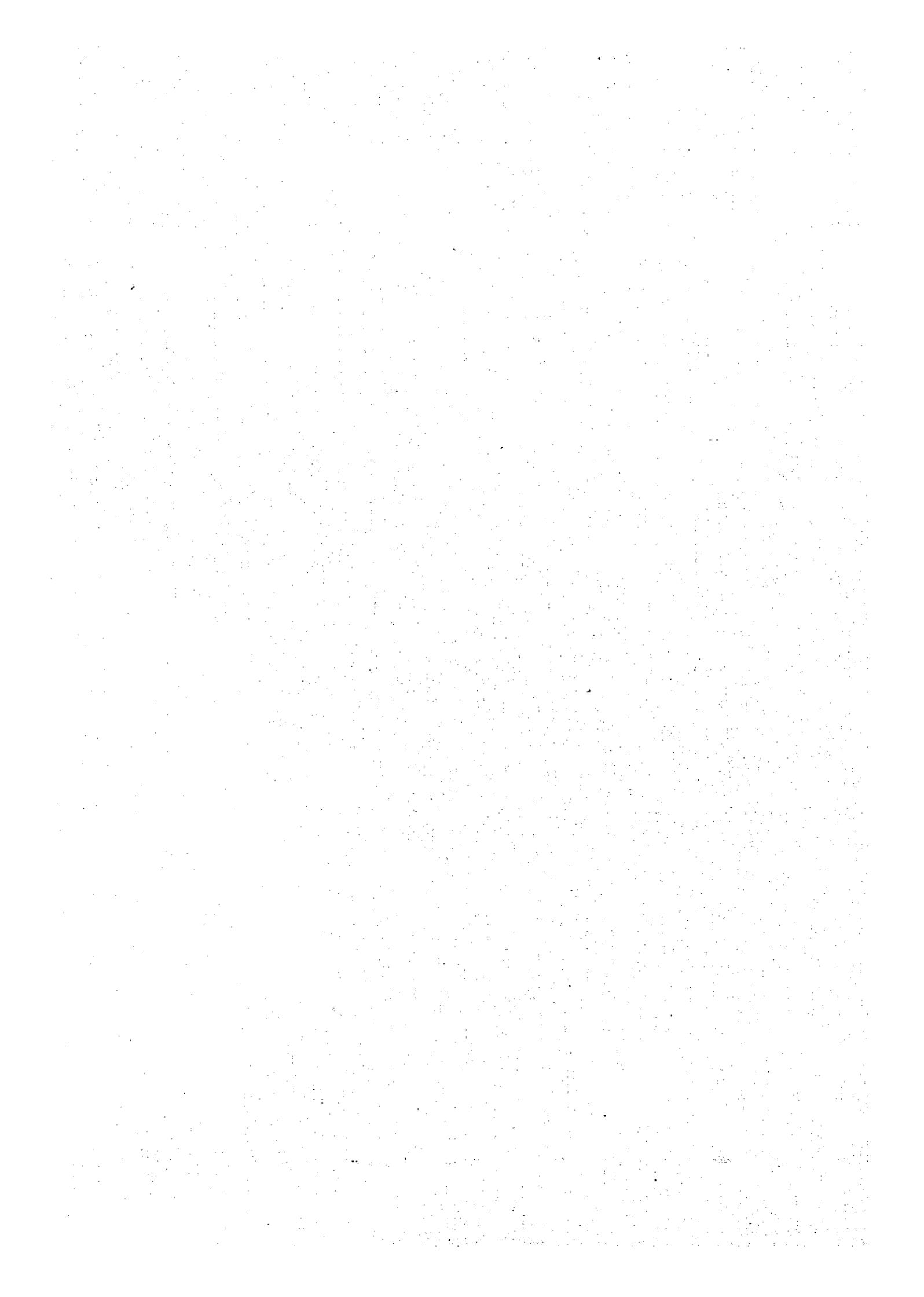
3.1.5 省エネルギー対策と効果

以下にモデルプラントの省エネルギー対策とその効果を示す。

中期生産ベースでは、消費熱量原単位は70 Mca/t-coal分改善され、363kt/y (No.5 & 6 COBs) の回収蒸気の増加が期待できる。詳細は次頁以降参照方。

目 的		対策項目	対策の内容	効果予測
				中期生産ベース
操業改善 (含む操業・ 保全管理の 強化)	燃焼管理の強化	燃焼異常窯の摘出及び調整	<p>横方向 (Horizontal) 温度分布の異常窯の改善</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ フュー- 毎の流量の調整不良のものについて 分配支管の orifice 径と 空気孔 (air hole) 開度の調整。 ・ ノズル詰まり、煉瓦損傷によるものについては、空気スカ-7イン補修によって COG の漏洩・空気吸込みの低減を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ HC の低減 30 Mcal/t-coal ・ COG 使用量 $\Delta 5.900 \times 10^3 \text{Nm}^3/\text{y}$
	コーク炉の操業管理の強化による燃料ガスの低減	<ul style="list-style-type: none"> ・ コーク炉煉瓦・作業機械の故障低減 ・ 操業条件の適正化 	<ul style="list-style-type: none"> ・ コーク炉補修方法の改善による補修頻度・間隔の延長 ・ 作業機械の定期修理等、補修方法改善による作業機械の突発故障の低減及び故障時のコーク炉操業調整の改善 ・ 低負荷時等のコーク炉操業の改善 	<ul style="list-style-type: none"> ・ HC の低減 5 Mcal/t-coal ・ COG 使用量 $\Delta 1.000 \times 10^3 \text{Nm}^3/\text{y}$
設備改善・ 改良	BTXの回収量アップ	軽油捕集設備の自動制御システムの導入	ガレキ・ガスを活用した軽油捕集設備入・出のBTX の濃度測定による管理強化	<ul style="list-style-type: none"> ・ BTX 回収量 + 3.500 t/y
	高炉ガス (BFG) と COG のミックス・ガスへの燃料転換	BFG 配管及び ガス・ミキサーの設置	カロリー調整 (3,800-4,000kcal/ Nm ³) によるノズル詰まりの減少 (これにより、排ガス中 NO _x の低減による環境改善も図れる。)	<ul style="list-style-type: none"> ・ HC $\Delta 3.5 \text{Mcal/t}$ ・ COG 使用量 $\Delta 3.800 \times 10^3 \text{Nm}^3/\text{y}$ (ノズル詰まり減少分 = $700 \times 10^3 \text{Nm}^3/\text{y}$ BFG代替分 = $3.100 \times 10^3 \text{Nm}^3/\text{y}$) ・ Demand BFG $18.7 \times 10^6 \text{Nm}^3/\text{y}$

目 的		対策項目	対策の内容	効果予測
				中期生産ベース
新機能の付加・設備更新	コークス炉の燃焼制御の自動化による燃料ガスの低減	制御用計測機器の設置及び自動制御系の作成 パソコンによる調整対象・量等のManual化	<ul style="list-style-type: none"> Wobbe計設置による入熱制御 O₂計, 煤塵計設置による空燃比の自動制御 放射温度計と測定データ処理 (Personal computer) <ul style="list-style-type: none"> 温度-操業度の相関からの燃料流量, 空燃比設定値のガスアウト 温度分布・火落時間と異常蒸の摘出と調整量のガスのアウト 	<ul style="list-style-type: none"> H₂Oの低減 31.5 Mcal/t-coal COG 使用量 △ 6,200 × 10³Nm³/y
	コークス炉の熱管理強化による熱損失の低減	操業監視計器の設置・活用による熱管理及び傾向管理の強化	燃料ガス熱量計 (Wobbe計) ・排ガス分析計 (O ₂ 計, CO計, 煤塵計) の設置による燃焼管理の強化 <ul style="list-style-type: none"> 入熱- 炉温の管理強化 空気過剰率の低減と未燃焼損失の防止 	
	COQ の全面更新による蒸気回収量のアップ		145 T/H × 1 式 高効率COQ 設置の付随効果としてコークスの強度アップが得られる。この為原料の粘結炭の一部を一般炭に置き換えることが可能となる。	<ul style="list-style-type: none"> Steam recovery +363 kt/Y 置き換え石炭分 = 58 kt/y



省エネ対策の効果予測 (まとめ)

	現状(石炭処理量: No.5 炉 627.0 k-dry coal)	2002年の生産ベース (石炭処理量: 835.0 k-dry coal)
①No.5 炉の燃料原単位 (BFC: Mcal/t-coal)	現状の平均 稼働稼働時 650	改善前 (PCIあり) 740
②No.2 CDQ の蒸気回収原単位 (kg/t-coal: 775 kcal/kg)	198.7*	198.7*
③COG 消費量 (x10 ⁶ Nm ³ /y)	95.9	128.5 (- 16.9)
④Demand BFG (x10 ⁶ Nm ³ /y)	0	18.7 (+18.7)
⑤BTX 回収量 (t/y)	249.2	694.9 (+3.500)
⑥CDQ steam recovery (x10 ³ t) (No.5 & 6 COB)		694.9 (+363.1)

* : No.2 CDQ のみの原単位であり、また処理率 60 % の時の値である。
 ** : No.2 CDQ のみの原単位であり、また処理率 95 % の時の値である。

省エネ対策内訳

省エネの領域	採 取 改 善	設 備 改 造	設 備 更 新
省エネの領域 (内容)	燃焼管理・改善管理の強化	BTX の回収率アップ 高炉ガス(BFG)とCOGのミキサへの燃料転換	No.2炉の燃焼制御の自動化による燃焼プロセスの最適化 計器監視による燃焼管理の強化
省エネの領域 (内容) Heat consump. COG consump. BFG require. BTX	35 Mcal/t-coal -6,900 x 10 ³ Nm ³ /y ± 0 x 10 ³ Nm ³ /y 0 t/y	3.5 Mcal/t-coal -3,800 x 10 ³ Nm ³ /y +18,700 x 10 ³ Nm ³ /y +3,500 t/y	31.5 Mcal/t-coal -6,200 x 10 ³ Nm ³ /y ± 0 x 10 ³ Nm ³ /y 0 t/y
省エネの領域 (内容) Steam			CDQの全面更新 (145 t/h × 1 set) CDQ steam recovery (No.5 & 6 COB) 694,900 t (+363,100 t)
省エネの領域 (内容) 原料コスト 削減			CDQ の全面更新の蒸気、一酸化炭素の一部、原料に使用できる。 58,000 t/y