

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

(要約)

1995年2月

JICA LIBRARY



J 1126812 (5)

株式会社神戸製鋼所  
新日本製鐵株式會社

鉦調工

JR

95-008

JICA  
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 (要約)

1995年2月

国際協力  
JICA

925

664

MPI

LIBRARY







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

(要約)

1995年2月

株式会社神戸製鋼所  
新日本製鐵株式會社



1126812 (5)

## 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1部が、モデルとして適切でない状態(稼動停止)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、代わりに同種、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（要約版）目次

略号一覧表 .....	(1/1)
<b>I. 背景調査 .....</b>	<b>I-1</b>
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
<b>2. SIDEXの現状と将来計画のレビュー .....</b>	<b>I-13</b>
2.1 SIDEXの現状 .....	I-13
2.2 SIDEXの将来計画 .....	I-17
2.2.1 中期生産計画 .....	I-17
2.2.2 設備稼働計画 .....	I-22

## ファイナルレポート(要約版)目次

2.2.3 近代化計画.....	I-24
2.3 SIDEXの主要改善事項 .....	I-25
II. 省エネルギー対策 .....	II-1
1. ルーマニア及びSIDEX全般に対する分析 .....	II-1
1.1 エネルギー需給の現状 .....	II-1
1.2 将来の予想 .....	II-2
1.2.1 省エネルギー対策前.....	II-2
1.2.2 省エネルギー対策後.....	II-2
2. モデルプラントについての分析調査.....	II-5
2.1 コークス工場 (No.5 コークス炉及びNo.2 CDQ) .....	II-5
2.2 焼結工場 (No.7 焼結機) .....	II-7
2.3 高炉 (No.6 高炉) .....	II-9
2.4 加熱炉 (熱延No.3 加熱炉) .....	II-11
2.5 エネルギー供給設備 .....	II-12
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 環境基準、規制 .....	III-1
1.2 環境対策設備投資に係わる減税措置 .....	III-2
1.3 排ガス・排水のモニタリング .....	III-2
1.4 環境保全実施体制 .....	III-2

## ファイナルレポート(要約版) 目次

2. SIDEXの現状と対策 .....	III-6
2.1 排ガス及び粉塵 .....	III-6
2.1.1 排ガス及び粉塵の現在の排出状況.....	III-6
2.1.2 問題点と対策.....	III-8
2.1.3 対策実施による周辺地域への効果予測.....	III-9
2.2 排水 .....	III-14
2.2.1 排水の排出状況.....	III-14
2.2.2 問題点と対策.....	III-15
2.2.3 対策実施による周辺地域への効果予測.....	III-15
2.3 廃棄物 .....	III-18
2.3.1 廃棄物の排出の現状.....	III-18
2.3.2 問題点と対策.....	III-18
2.4 2次汚染対策 .....	III-19
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-4
3. No.6 高炉 (熱風炉を含む) .....	IV-6
4. 熱延工場 No.3 加熱炉.....	IV-9
5. エネルギー供給設備.....	IV-11
6. 操業指導による改善策.....	IV-14
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-15
7.1 コークス炉 (CDQ含む) 及び化成工場 .....	IV-15

## ファイナルレポート(要約版) 目次

7.2 焼結工場 .....	IV-15
7.3 高炉 .....	IV-16
V. 対策実施工程 .....	V-1
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



## ファイナルレポート(要約版) 目次

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
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 Effective 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

## ファイナルレポート（要約版）目次

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
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
Appendices	
Appendix-1.調査関連主要面談者 .....	AX1-1
Appendix-2.JICA調査団員表 .....	AX2-1

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にするとするものである。このオークションには海外からも参加出来ることされている。

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スタンプ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、そのための基本的方針としては、

- (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) ダニユ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 <sup>3</sup> /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鋳比率がそれぞれ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と言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

製鉄所	単位：Million US\$				
	必要投資金額	自己調達資金	政府予算	銀行融資	増資助分
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、出鉄比=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) 溶鉄脱硫
- (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

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。

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、鉄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 (鉄鋼、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	1700m <sup>3</sup>	Romania
No. 2 BF	1050	1969	1700m <sup>3</sup>	Romania
No. 3 BF	1050	1972	1700m <sup>3</sup>	Romania
No. 4 BF	1200	1975	1700m <sup>3</sup>	Romania
No. 5 BF	1850	1978	2700m <sup>3</sup>	Romania
No. 6 BF	2500	1981	3500m <sup>3</sup>	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 TOM No. 1	1020	1970		Germany (DEMAG )
Mill TOM 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 <sup>2</sup>	Romania
	No. 2 1400	1968	156m <sup>2</sup>	Romania
	No. 3 1400	1978	156m <sup>2</sup>	Romania
	No. 4 1400	1978	156m <sup>2</sup>	Romania
	No. 5 1800	1978	200m <sup>2</sup>	Romania
	No. 6 1800	1978	200m <sup>2</sup>	Romania
	No. 7 5000	1981	500m <sup>2</sup>	Romania

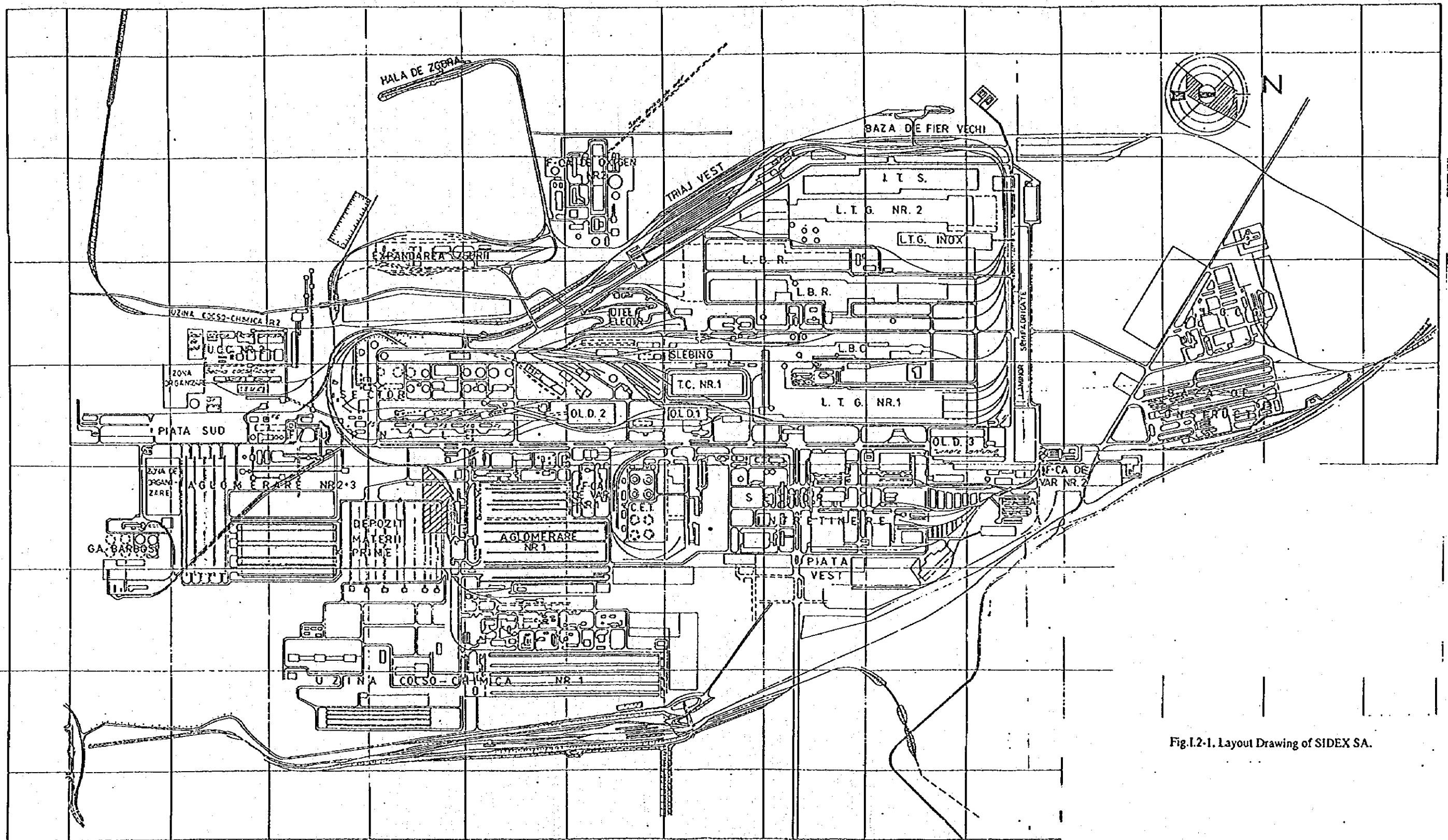


Fig. I.2-1. Layout Drawing of SIDEX SA.



## 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 に基づいて産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.2-3. 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.2-3. 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
溶銑	477 万トン

SIDEXの過去および中期の工程別生産量をTable I.2-4. 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 1.2-5. 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 I.2-4. 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	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	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	1055	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	969	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

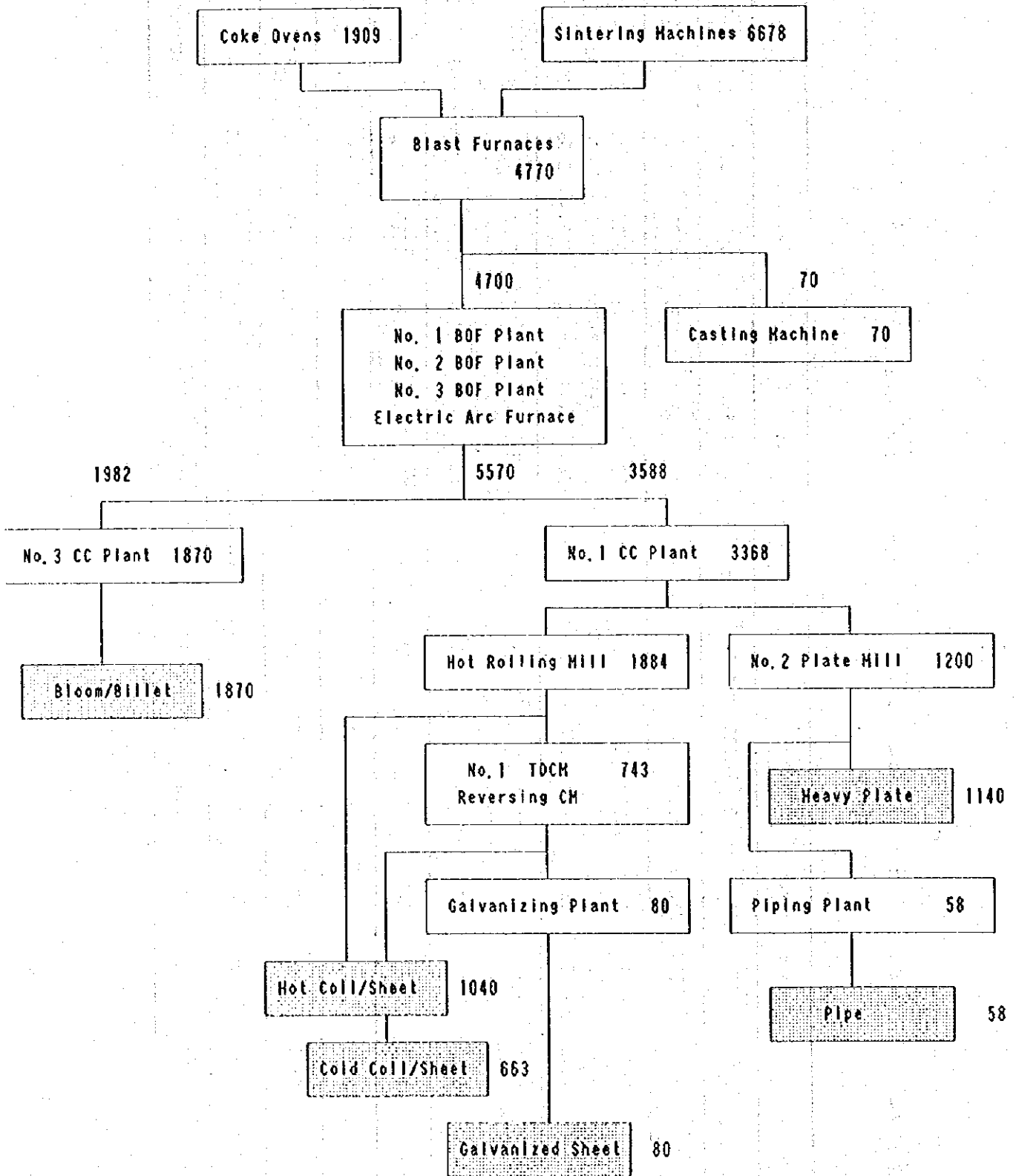


Fig. 1. 2-2. Material Flow in the Year 2002

Table I.2-5. 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 1.2-6. 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、スラブ連続鋳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年までにスラブ連鋳機の増強によりスラブ圧延機が休止し、ピレット連鋳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。



### 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.2-7. 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.2-7. SIDEX近代化計画概要

対象設備	内容	目的
<u>1993～1995</u> 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
<u>1995～1997</u> 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
<u>1998～2002</u> 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.2-8に示す。いずれの指標についても両者の間に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.2-8. 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. ルーマニア及びSIDEX全般に対する分析

#### 1.1 エネルギー需給の現状

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。その中で鉄鋼業のエネルギー消費は全体の約12%を占めており、中でもSIDEXのエネルギー消費は鉄鋼業全体の約73%をしめていることから、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。

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。

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。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。

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/ts 程度高い状況にある。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、燃料消費の削減がもっとも優先される事項であろう。

## 1.2 将来の予想

### 1.2.1 省エネルギー対策前

SIDEX の 92 年度のエネルギー原単位 8.45 Gcal/t-s は、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。

### 1.2.2 省エネルギー対策後

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

今回のモデルプラントについては、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

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、合計で粗鋼ト

ン当り 990 Mcal/t-s の省エネルギー効果が見込まれる。また、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、LDG recovery 180 Mcal/t-sを含んで合計で 610 Mcal/t-s の省エネルギー効果が見込まれる。一方、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、合計 70 Mcal/t-s の増加エネルギーが見込まれる。

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  $940 \text{ MNm}^3/\text{y}$  から  $171 \text{ MNm}^3/\text{y}$  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  $2,300 \text{ GWh}/\text{y}$  から  $2,170 \text{ GWh}/\text{y}$  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、連铸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Table II.1-1 に示す。

Table II.1-1 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

## 2. モデルプラントについての分析調査

### 2.1 コークス工場 (No.5コークス炉及びNo.2 CDQ)

モデルプラントでの省エネルギーの課題は以下である。

- (1) 現在炉温の設定を高くせざるを得ない状況にある。
- (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。
- (3) 過剰空気燃焼となっている。
- (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。
- (5) 現在のCOGのみの燃料を Mix gas 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。

これを改善するための省エネルギー対策とその効果予測をTable II.2-1に示す。

Table II.2-1 コークス炉の省エネルギー対策とその効果予測

	目的	対策項目	効果予測
操業改善	燃焼管理の強化	燃焼異常窯の摘出及び調整	HCの低減 30 Mcal/t-coal COGの使用量 $\Delta 5,900 \times 10^3 \text{ Nm}^3/\text{y}$
	コークス炉の操業管理の強化による燃料ガスの低減	・コークス炉煉瓦・作業機械の故障低減 ・操業条件の適正化	HCの低減 5 Mcal/t-coal COGの使用量 $\Delta 1,000 \times 10^3 \text{ Nm}^3/\text{y}$
設備改善	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	BTXの回収量 + 3,500 t/y
	BFGとCOGのミックスマスへの燃料転換	BFG配管及びガスミキサーの設置	HCの低減 3.5 Mcal/t-coal COGの使用量 $\Delta 3,800 \times 10^3 \text{ Nm}^3/\text{y}$
設備増強・更新	コークス炉の燃焼制御のセミ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/量等のマニュアル化	HCの低減 31.5 Mcal/t-coal COGの使用量 $\Delta 6,200 \times 10^3 \text{ Nm}^3/\text{y}$
	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	
	CDQの全面更新による蒸気回収量のアップ	145 t/h x 1 基 高効率CDQ設置の付随効果としてコークス強度のアップが得られる。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。	Steam recovery + 363 kt/y 置き換え石炭分 = 58kt/y

## 2.2 焼結工場 (No.7焼結機)

モデルプラントでの省エネルギーの課題は以下である。

- (1) 粉コークス消費量の低減を行うこと。
- (2) COG消費量の低減を行うこと。
- (3) シンターケーキ顕熱の低減を行うこと。
- (4) 電力消費量を低減すること。
- (5) 排熱回収を行うこと。

省エネルギー対策とその効果予測をTable II.2-2に示す。効果は操業対策で、5 Mcal/t、設備の改造で、16 Mcal/t、設備の増強等で、90 Mcal/tとなり、合計111 Mcal/tの省エネルギーが期待でき、2002年におけるエネルギー消費原単位は、約485 Mcal/tになると推定される。又、この効果は、1992年度の生産ベースであっても2002年の生産ベースであっても、ほぼ同様に期待できる。

Table II.2-2 焼結機の省エネルギー対策とその効果

目的		対策項目	効果予測
操業改善	焼成改善	・パレットサイド部過剰空気回避 ・粉コークス粒度粗粒回避	歩留り 0.2%増 (△Coke 0.1 kg/t) (△電力 0.1 kWh/t)
	漏風防止	・パレット周辺漏風防止  ・EP周辺漏風防止	漏風 3%減 (△電力 0.6 kWh/t) 歩留り 0.5%増 (△Coke 0.2 kg/t) (△電力 0.3 kWh/t) 漏風 2%減 (△電力 0.4 kWh/t)
設備改善	焼成改善	パレットサイド部過剰空気回避	歩留り 0.5%増 (△Coke 0.2 kg/t) (△電力 0.3 kWh/t) 漏風 1%減 (△電力 0.2 kWh/t)
	点火炉改善 漏風防止	点火炉冷風侵入防止  ・パレットシール機構の改造 ・各種弁類の改造	COG減 (△COG 2.0 Nm <sup>3</sup> /t) 漏風 5%減 (△電力 1.0 kWh/t) 漏風 5%減 (△電力 1.0 kWh/t)
設備増強・更新	操業管理システムの強化	・冷間強度測定による品質管理システムの強化 ・各秤量機の部分更新による秤量精度の向上	歩留り 2.0%増 (△Coke 1.0 kg/t) (△電力 1.2 kWh/t) 粉コークス減 (△Coke 2.0 kg/t)
	焼成改善	・新型装入装置導入による装入分布の改善 ・粗粒コークス再破碎装置設置による粉コークス整粒強化	歩留り 3.0%増 (△Coke 1.5 kg/t) (△電力 1.8 kWh/t) 粉コークス減 (△Coke 3.5 kg/t)
	点火炉改善	小型点火炉に更新	COG減 (△COG 4.0 Nm <sup>3</sup> /t)
	クーラ廃熱回収	・原料予熱及び点火炉燃焼用空気予熱装置の設置 ・No.6 焼結機については、約 300℃の排ガスの顕熱を蒸気にて回収する設備の新設	歩留り 0.5%増 (△Coke 0.2 kg/t) (△電力 0.3 kWh/t) COG減 (△COG 0.5 Nm <sup>3</sup> /t) (蒸気 15 kg/t)
	生産増	・稼働率の向上のための焼結鉄成品のヤード受入、払出設備の設置 ・通気性の改善のための生石灰添加設備の設置	生産増 (△電力 1.4 kWh/t) (△Coke 0.6 kg/t) 歩留り 1%増 (△Coke 1.0 kg/t) 生産増 (△電力 2.0 kWh/t)

### 2.3 高炉 (No.6 高炉)

モデルプラントでの省エネルギーの課題は以下である。

- (1) 高炉燃料比の低減を行う。
- (2) 微粉炭吹込みを実施する。
- (3) 微粉炭多量吹込みに対応した操業技術を確立する。
- (4) 高炉送風機を更新する。
- (5) 熱風炉の熱効率を改善する。

省エネルギー対策とその効果予測をTable II.2-3に示す。

高炉においては、設備改善だけでなく操業の適性化も省エネルギーに重大な影響を与えているので、高PCI操業、高ペレット操業等に係わる、トレーニング/操業技術導入で、最適な操業方法の確立を行うことが必須である。省エネルギー対策を実施することによって、以下に示す操業が期待できると思われる。

高炉の操業予想

	現状レベル	対策後 2002 年レベル
高炉投入熱	4.6 Gcal/t	4.2 Gcal/t
出銑比	1.0	1.8
燃料比	580 kg/t	520 kg/t
コークス比	580 kg/t	370 kg/t
BFG 発生量	2,000 Nm <sup>3</sup> /t	1,570 Nm <sup>3</sup> /t
HS 投入熱	630 Mcal/t	460 Mcal/t
HS 効率	78 %	85 %
TRT 回収電力	-	29 kWh/t



Table II.2-3 高炉の省エネルギー対策とその効果予測

	目的	対策項目	効果予測
操業改善	高炉燃料比の低減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 装入物分布の改善による炉内ガス分布の最適化</li> <li>・ 衝風条件の適正化による炉内ガス分布の最適化</li> <li>・ 原料の被還元性の向上</li> <li>・ 炉内通気性の向上</li> <li>・ 熱風炉の高温送風の実施</li> <li>・ 溶銑中のSi低減</li> <li>・ 設備稼働率の向上</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 低湿分送風の実施</li> <li>・ スラグ比の低下</li> </ul>	△41.4 kg/t (高圧操業ベース)  +17 kg/t (日本との比較上) △29 kg/t △10 kg/t
	熱風炉送風量の低減	燃料比低下による溶銑トン当たり送風量の低下	1500 → 1200 Nm <sup>3</sup> /tレベルへ
設備改善	HS使用エネルギーの低減	HS制御システムの導入	排ガス中酸素濃度、現状の4~5%を1~2%へ
	高炉稼働率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 羽口寿命のアップ</li> <li>・ 羽口冷却能の向上</li> </ul>	△7.6 kg/t
設備増強・更新	高炉エネルギーコスト低減	PCIの設置	4, 5, 6 高炉でPC比150kg/t コークス比370kg/t となり、コークス1 炉団の休止が可能
	炉頂圧力の回収	TRTの設置	8600 kW (炉頂圧2.0 bar) 出銑量8000 t/dで29 kWh/t
	出銑比の向上	高圧操業の実施	
	HS効率のアップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 燃料ガス予熱器の設置</li> <li>・ 燃焼空気予熱器の設置</li> </ul>	熱風炉効率 78 → 83% へ △25 Mcal/t

## 2.4 加熱炉（熱延No.3加熱炉）

モデルプラントでの省エネルギーの課題は以下である。

- (1) Heat lossが多い。中でも冷却水と過剰空気による損失が大半を占めている。
- (2) 排熱回収量が少ない。
- (3) 鋼材のヒートパターンが適切でない。

省エネルギー対策としては、

- (1) 既設の2基の加熱炉を改造する。
- (2) 新しく1基の加熱炉を設置する。

の2つが考えられる。それぞれ長所、短所はあるが、総合的に判断して、新しく1基の加熱炉を設置することを推奨する。その場合の省エネルギー対策とその効果予測をTable II.2-4に示す。

Table II.2-4 加熱炉の省エネルギー対策とその効果予測

目的	対策項目	効果予測
設備増強・更新 高性能加熱炉への更新による熱原単位等性能の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 炉長延長も含めたプロフィールの最適化による伝熱性能の向上</li> <li>・ 加熱方式・バーナ形式及び仕様の最適化による加熱性能の向上</li> <li>・ ウォーキングビーム化と配置・仕様の最適化による均一加熱と冷却水損失の低減</li> <li>・ 炉体の断熱強化による炉壁放散の低減</li> <li>・ 高効率空気レキュペレータの設置</li> <li>・ 燃料ガスレキュペレータの設置 (排熱ボイラーの廃止)</li> <li>・ 計装制御系の更新               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 温度燃焼制御</li> <li>- 炉圧制御</li> </ul> </li> </ul>	能力 200 t/h 新型加熱炉 熱原単位 282 Mcal/t

## 2.5 エネルギー供給設備

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して必須である。主たる問題点のうち、モデルプラントの省エネルギー対策を実施するにはガス供給設備の安定化とNo.6 高炉用送風機の更新が必須である。そのための対策とその効果予測をTable II.2-5に示す。

Table II.2-5 エネルギー供給設備の省エネルギー対策とその効果予測

	目的	対策項目	効果予測
設備増強・更新	ガス供給設備の安定化と副生ガスの利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>・BFG及びCOGラインにガスホルダーを設置し、副生ガスの圧力変動を小さくする</li> <li>・ガスミキシング装置を集中化して設置し、安定したガスを各工場に供給する</li> </ul>	ガス放散量の減少 (5% → 0.5%) $\Delta NG = 56 \times 10^6 \text{Nm}^3/\text{y}$
	No.6 BF用のプロアーの吐出圧力及び熱効率の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プロアーを駆動する蒸気タービン及びボイラをNo.6 BFの改修に併せて設置する</li> <li>・発電所を段階的に更新する</li> </ul>	送風蒸気原単位の改善 635 → 290 kg/t 発電所燃料効率の改善 4,060 → 2,650 - 2,950 kcal/kWh (送風電力原単位 0.12 → 0.07 kWh/Nm <sup>3</sup> )

### III. 環境対策

#### 1. ルーマニアの環境対策の全体動向

ルーマニアでは1989年の自由化後、自国における環境汚染を改善し、EU諸国と足並みを揃えた環境対策の戦略策定を目的とした調査事業が行われ、1992年7月にRomania Environmental Strategy Paperとしてまとめられた。それによる提言を受けて、新しい施策が環境省 (Ministry of Water, Forestry, and Environmental Protection) を中心に打ち出されており、現在、審議及び策定中である。

#### 1.1 環境基準、規制

国の環境対策の根幹を示す環境基本法は1973年に制定されたもの (Law of the Environmental Protection)があるが、新たに "Romanian Environmental Protection Law" が国会で継続審議中である。大気、水質の環境基準は既に定められており、Table III.1-1, III.1-2 に主要項目の基準値を示す。

排ガス規制に関しては、これまで規制の無かった煙道排ガス中のSO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, ばいじん等の排出について、'93年9月に規制値が制定され発効している。Table III.1-3 にSO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, ばいじんに係わる規制値を、Table III.1-4 にこれら規制値のEU基準値 (Directive) との比較を示す。今回定められた規制値はEU (Directive) の数値と比較しても遜色のないものであり、若干の例外を除けば、この基準を満足することでEU諸国と同等の環境保全体制が確保されるものと考えられる。

排水規制に関しては、排ガスと異なり、全国一律の排水基準は制定されていないが、環境省の水資源保護局及びLocal AgencyとのAgreementにより、規制が行われている。

産業廃棄物の埋め立て処分等に関する規制は、有害廃棄物の越境移動を規制するバーゼル条約に係わるものがあるのみで、廃棄物の性状に応じた保管・運

撤・処分に関する細かな規則を定めたものではなく今後に期待される。

生産設備の新增設等を行う際の環境影響を事前に予測・評価し、所管の行政機関から建設及び操業の許可を得るための環境アセスメント制度が92年に発効している。

## 1.2 環境対策設備投資に係わる減税措置

'91年に制定された法律 No.12には、生産設備の投資に対する減税措置を行うと同時に環境対策設備の設置を促す次のような規定がある。「生産設備の拡大や近代化等に対する投資は環境汚染対策を目的とした設備投資と同様に、その投資額に応じた税金の50%が控除される。」すなわち、環境対策設備については、投資額の50%が控除される。

## 1.3 排ガス・排水のモニタリング

環境状態については、環境省が全国ベースの一般環境モニタリング体制の整備計画を推進中である。排出状態については、新環境基本法の施行に伴って、事業者自らが測定を行い、行政に報告する義務を受けようになる予定である。

## 1.4 環境保全実施体制

ルーマニア全体では環境省が活動を統括しており、施策の実施にあたっては、全国を40地域+特別地域(ブカレスト)に分け、各地域に設置された環境省の支所(Local Environmental Control Agency)によって法の執行、監督・監視及びモニタリングがおこなわれている。各支所は企業との折衝により、国の規制値に加えて個別の規制値をAgreementとして取り交わす権限を有している。

Table III.1-1. 大気環境基準 (主要項目)

項目	許容濃度 (mg/m <sup>3</sup> )		
	短期評価	長期評価	
	30分値	24時間値	年平均値
SO <sub>2</sub>	0.75	0.25	0.06
NO <sub>2</sub>	0.3	0.1	0.04
浮遊粉塵	0.5	0.15	0.075
CO	6.0	2.0	—
アンモニア	0.3	0.1	—
フェノール	0.1	0.03	—
オキシダント	0.1	0.03	—
鉛	—	0.0007	—
.....			
降下ばいじん	17g/m <sup>2</sup> /month		

Table III.1-2. 水質環境基準 (主要項目)

項目	カテゴリー別許容濃度 (mg/l)		
	水質1種	水質2種	水質3種
CBOD <sub>5</sub>	5	7	12
CCO-Mn	10	15	25
溶存酸素	6	5	4
7ヶ所カイロ	1	3	10
硝酸イオン	10	30	—
フェノール	0.001	0.02	0.05
全鉄	0.3	1	1
.....			
pH	6.5 ~ 8.5		
油分	0.1		
遊離残留塩素	0.005		
シアン	0.01		
カドミウム	0.003		
鉛	0.05		
6価クロム	0.05		

Table III. 1-3. ルーマニア排ガス規制値 (主要項目)

## ANNEX I (一般排出源に対する規制値)

項目	規制値 (mg/Nm <sup>3</sup> )
SO <sub>x</sub> (as SO <sub>2</sub> )	500
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	500
ばいじん	50

## ANNEX II (特定の燃焼設備に対する燃料別の規制値)

液体燃料	単位	熱量 MW/t			
		<100	100 - 300	300 - 500	>500
ばいじん	mg/Nm <sup>3</sup>	50	50	50	50
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	170	170	170	170
SO <sub>x</sub> (as SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	1700	1700	400	400
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	450	450	450	450
酸素濃度	% vol	3	3	3	3

固体燃料 (石炭、木材)	単位	熱量 MW/t			
		<100	100 - 300	300 - 500	>500
ばいじん	mg/Nm <sup>3</sup>	100	100	100	100
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	250	250	250	250
SO <sub>x</sub> (as SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	2000	2000-400 (熱量に応じ直線的に変化)		400
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	500	400	400	400
Total Carbon(C)	mg/Nm <sup>3</sup>	50	50	50	50
酸素濃度	% vol	6	6	6	6

天然ガス	単位	熱量 MW/t			
		<100	100 - 300	300 - 500	>500
ばいじん	mg/Nm <sup>3</sup>	5	5	5	5
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	100	100	100	100
SO <sub>x</sub> (as SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	35	35	35	35
NO <sub>x</sub> (as NO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	350	350	350	350
酸素濃度	% vol	3	3	3	3

(注) 燃料を混合使用の場合の規制値Cは次式で決める。  $C = \sum(C_i + Q_i) / \sum Q_i$

Table III.1-4. 排ガス規制値のEUとの比較 - 熱量500MW/t以上 -

対象物質	ROMANIA			E.C. Directive(新設)		
	燃料の種類		濃度基準(mg/Nm <sup>3</sup> )	燃料の種類		濃度基準(mg/Nm <sup>3</sup> )
SO <sub>2</sub>	気体燃料	天然ガス	35, O <sub>2</sub> : 3%	一般気体燃料		35, O <sub>2</sub> : 3%
		液化ガス		液化ガス		5, O <sub>2</sub> : 3%
		低カロリーガス ;コークスガス, 高炉ガス		低カロリーガス ;コークスガス, 高炉ガス		800, O <sub>2</sub> : 3%
		石炭気化ガス		石炭気化ガス		未定
	液体燃料	400, O <sub>2</sub> : 3%	液体燃料		400, O <sub>2</sub> : 3%	
固体燃料 : 石炭、木材	400, O <sub>2</sub> : 6%	固体燃料		400, O <sub>2</sub> : 6%		
NO <sub>x</sub>	気体燃料 : 天然ガス		350, O <sub>2</sub> : 3%	一般気体燃料		350, O <sub>2</sub> : 3%
	液体燃料		450, O <sub>2</sub> : 3%	液体燃料		450, O <sub>2</sub> : 3%
	固体燃料 : 石炭、木材		400, O <sub>2</sub> : 6%	固体燃料	一般固体	650, O <sub>2</sub> : 6%
		揮発性<10%			1300, O <sub>2</sub> : 6%	
DUST μm	気体燃料	天然ガス	5, O <sub>2</sub> : 3%	気体燃料	製鉄所ガス	50, O <sub>2</sub> : 3%
					高炉ガス	10, O <sub>2</sub> : 3%
					一般気体燃料	5, O <sub>2</sub> : 6%
	液体燃料		50, O <sub>2</sub> : 3%	液体燃料	灰分>0.06%	100, O <sub>2</sub> : 3%
					500MW 未満	50, O <sub>2</sub> : 3%
固体燃料 : 石炭、木材		100, O <sub>2</sub> : 6%	固体燃料	500MW 以上	50, O <sub>2</sub> : 6%	
				500MW 未満	100, O <sub>2</sub> : 6%	
CO	気体燃料		100, O <sub>2</sub> : 3%			
	液体燃料		170, O <sub>2</sub> : 3%			
	固体燃料		250, O <sub>2</sub> : 6%			



## 2. SIDEXの現状と対策

### 2.1 排ガス及び粉塵

#### 2.1.1 排ガス及び粉塵の現在の排出状況

1993年9月にOrder462/1993が発効しているが、SIDEX に対する規制値については適用猶予期間が7年間であり、中期の生産計画年度が2002年であることから、この時点での環境対策の目標値を Order 462/1993 による規制値と同じ数値とした。

調査団が行った排ガス濃度の測定に使用された機器と測定方法をTable III.2-1に、また、モデルプラントの排ガス測定結果をTable III.2-2に示す。

将来の規制値との比較からみて問題となるのは、コークス炉のSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじん、焼結のSO<sub>x</sub>、ばいじん及び熱風炉のばいじんと考えられる。コークス炉のばいじんについては実測定ができなかったが、調査期間中、ほぼ常時、煙突からの黒煙が観察されたことから、ばいじん濃度は規制値の50 mg/Nm<sup>3</sup>を超えていることは明らかであり、対策が必要であると推定した。

また、粉塵に関しては、コークス炉における石炭装入、窯出し時の発塵、焼結工場の排鉱部の発塵及び高炉出鉄時の発塵が特に目についた。集塵機が設置されていないこと及び設置されていても所定の能力が出ていないことが原因である。

Table III. 2-1. 測定方法と機器

対象物質	測定方法	測定機器
SO <sub>x</sub> , CO, CO <sub>2</sub>	非分散型赤外線吸収法	堀場VIA-510
NO <sub>x</sub>	常圧化学発光法	堀場CLA-510S
O <sub>2</sub>	磁気圧力法	堀場MPA-510
ばいじん	JIS Z8808	-

Table III. 2-2. モデル工場排ガス濃度測定結果と規制値

モデル工場	項目	排出濃度		排ガス O <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> 3% 換算後	SIDE X規制値	
		ppm	mg/Nm <sup>3</sup> (as SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> )			mg/Nm <sup>3</sup> (as SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> )	O <sub>2</sub> (%)
No. 5 コークス炉	SO <sub>x</sub>	70~80	200~230	} 8	280~320	500	} 3
	NO <sub>x</sub>	170	350		480	500	
	ばいじん	-	測定不可		-	50	
No. 7焼結	SO <sub>x</sub>	75~100	215~290	} 18	430~580	500	15
	NO <sub>x</sub>	100~130	205~270		410~540	500	15
	ばいじん	-	280~330		280~330	50	-
No. 6高炉 熱風炉	SO <sub>x</sub>	30~60	86~172	} 5	97~194	500	} 3
	NO <sub>x</sub>	1~2	2~4		2~5	500	
	ばいじん	-	65		73	50	
No. 3熱延 加熱炉	SO <sub>x</sub>	10以下	29	} 13	65	500	} 3
	NO <sub>x</sub>	50	103		232	500	
	ばいじん	未測定	-		-	50	

Note: 熱風炉のばいじんは、BFG中のばいじん濃度(105mg/Nm<sup>3</sup>)からの推定値である。  
 また、コークス炉の煙突からは黒煙の排出が散見でき、燃焼改善が必要と思われる。  
 焼結のSO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>の補正值及び規制値は酸素濃度=15%とし、ばいじんの補正值及び規制値は酸素濃度による換算を行わないことにした。

## 2.1.2 問題点と対策

現在の生産及び操業状態における汚染物質の排出状況から判断して、現状体制のまま生産量が計画通りに拡大した場合、2002年においてOrder 462/1993の規制値への不適合が予想される項目は以下の通りである。それに対する主要な対策項目をTable III.2-3に示した。

- 1) コークス工場のSOx      420 ~ 460 mg/Nm<sup>3</sup> ≒ 500 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)
- 2) コークス工場のNOx      665 ~ 810 mg/Nm<sup>3</sup> > 500 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)
- 3) コークス工場のばいじん 100 ~ 150 mg/Nm<sup>3</sup> > 50 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)
- 4) 焼結工場のSOx              950 mg/Nm<sup>3</sup> > 500 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 15%)
- 5) 焼結工場のばいじん      280 ~ 330 mg/Nm<sup>3</sup> > 50 mg/Nm<sup>3</sup> (実ガス)
- 6) 熱風炉のばいじん            73 mg/Nm<sup>3</sup> > 50 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)

Table III.2-3 主な大気汚染防止対策

工場	対策項目
コークス炉 及び化成工場	(1) 稼働炉の変更 (No.5, 6, 7 炉による操業) (2) ミックスガスによる燃焼 (3) 燃焼の自動コントロール (4) COG 脱硫設備の設置 (No.7 炉 COG 対象) (5) 硫酸製造設備の設置 (6) コークス炉ガイド車及び CDQ 挿入時共用の 集塵機の設置 (7) 高圧安水ポンプの設置 (8) アセッションパイプのシーリング改善
焼結	(1) コークスブリーズの低減 (2) 移動電極型電気集塵機の設置 (3) 主排気脱硫設備の設置 (4) 排鉱部集塵の強化
高炉	(1) RSW の操業改善 (2) 鋳床集塵機の新設及び更新

これらの対策の結果は、以下の通りと予想される。

- 1) コークス工場のSOx      120 ~ 150 mg/Nm<sup>3</sup> < 500 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)
- 2) コークス工場のNOx      400 ~ 490 mg/Nm<sup>3</sup> < 500 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)
- 3) コークス工場のばいじん < 5 mg/Nm<sup>3</sup>      < 50 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)
- 4) 焼結工場のSOx              250 mg/Nm<sup>3</sup> < 500 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 15%)
- 5) 焼結工場のばいじん      < 50 mg/Nm<sup>3</sup>      < 50 mg/Nm<sup>3</sup> (実ガス)
- 6) 熱風炉のばいじん      < 50 mg/Nm<sup>3</sup>      < 50 mg/Nm<sup>3</sup> (O<sub>2</sub> 3%)

### 2.1.3 対策実施による周辺地域への効果予測

#### 1) 大気関係

前述したようなモデルプラントにおける諸対策を類似の工場にすべて実施することによって2002年には、排ガス規制値の遵守が可能になることはもとより、SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>の排出負荷量についても、相当の削減が可能になる。すなわち、2002年の生産計画における対策前に比べて、対策後のSO<sub>x</sub>は66%、NO<sub>x</sub>については約20%の削減が可能となる。また集塵機の新増設により、市街地での降下ばいじん量及び浮遊粉塵濃度の改善も期待できる。

排ガス対策前後のSIDEXによるSO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>の寄与濃度について拡散計算による予測を行なった。その結果をFig.III.2-1., Fig.III.2-2., Fig.III.2-3., およびFig.III.2-4.に示す。

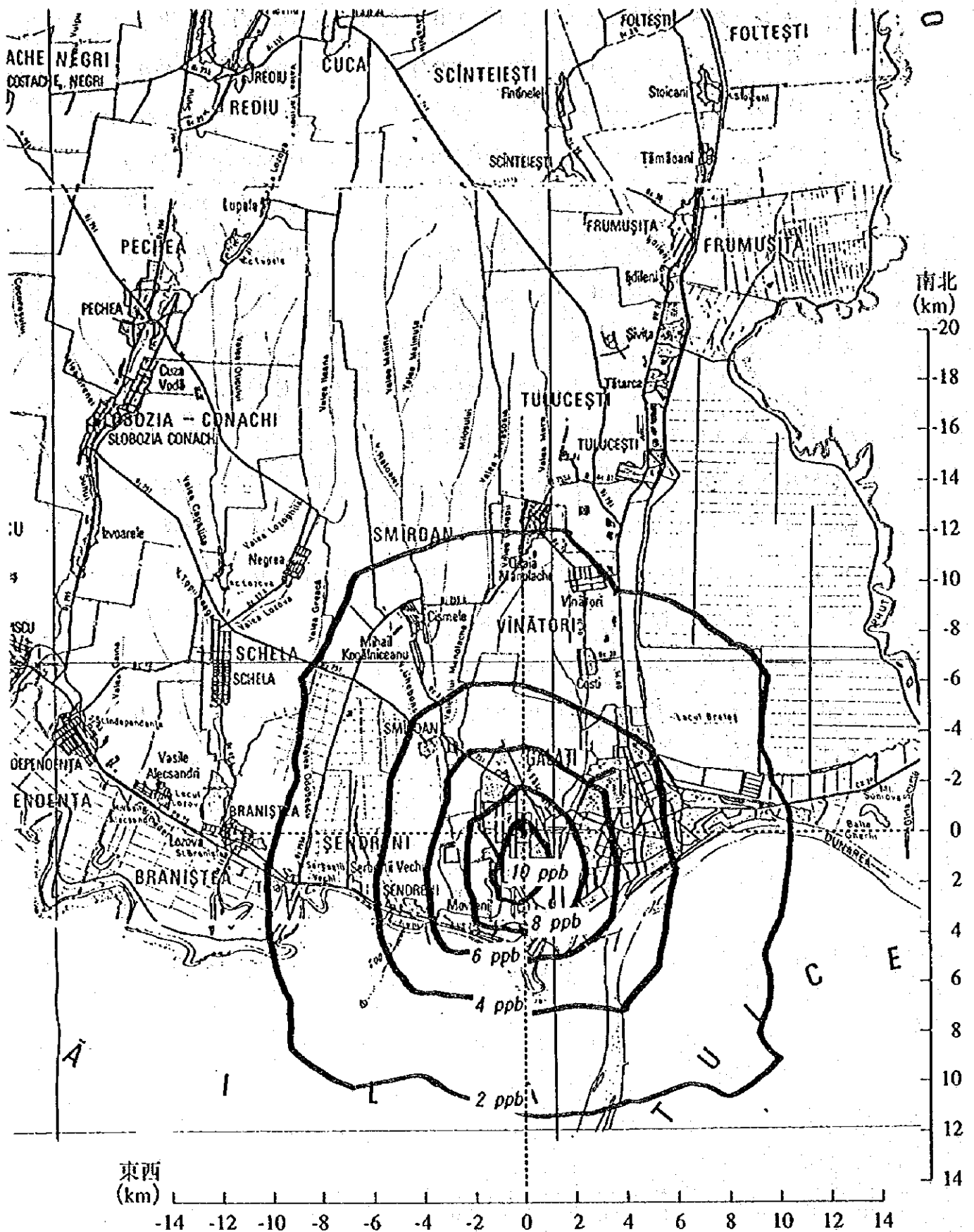


Fig.III.2- 1. SIDEX によるSO<sub>2</sub>寄与濃度  
(2002年対策前；等濃度線図；平面)

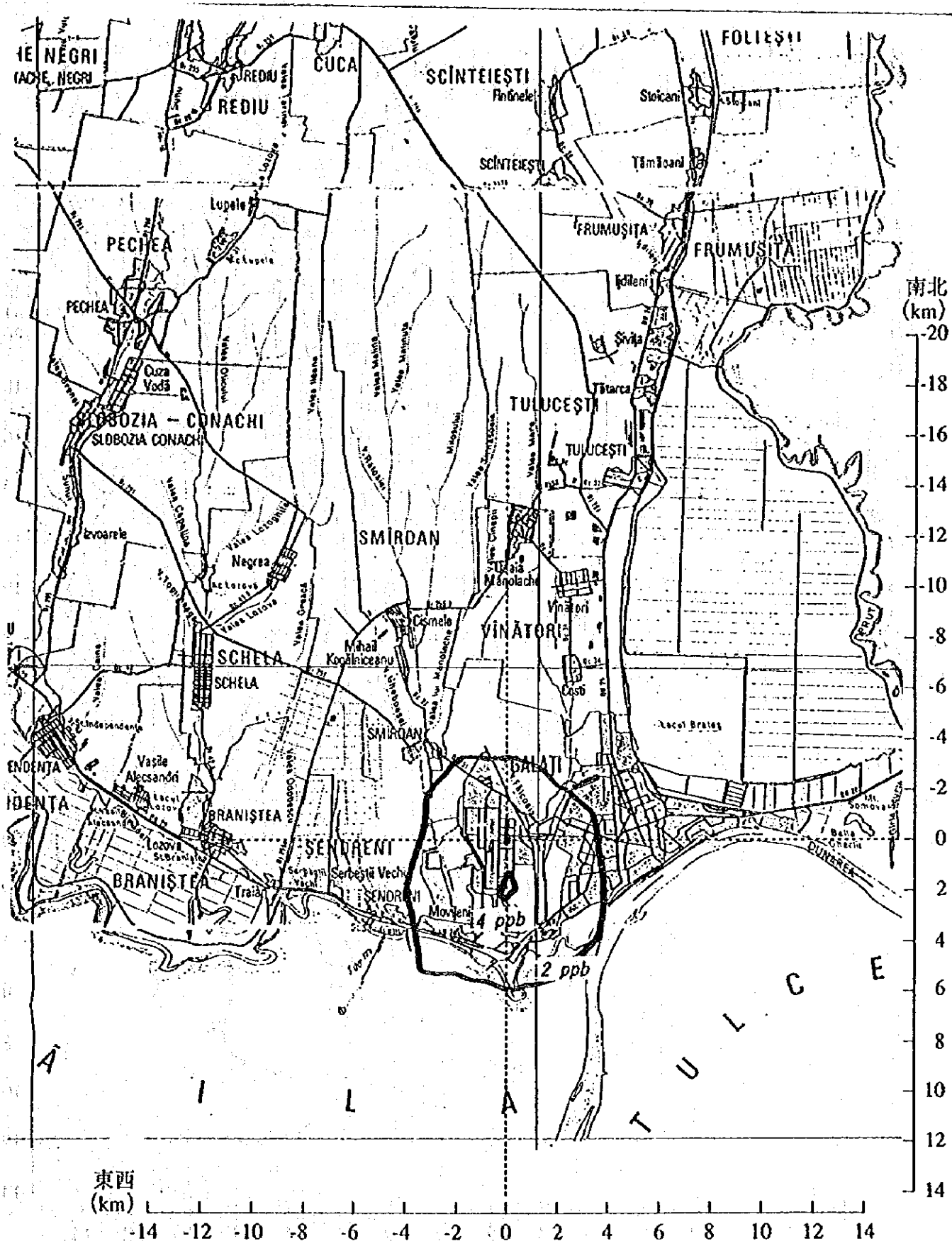


Fig.III.2-2. SIDEX によるSO<sub>2</sub>寄与濃度 (2002年対策後：等濃度線図：平面)

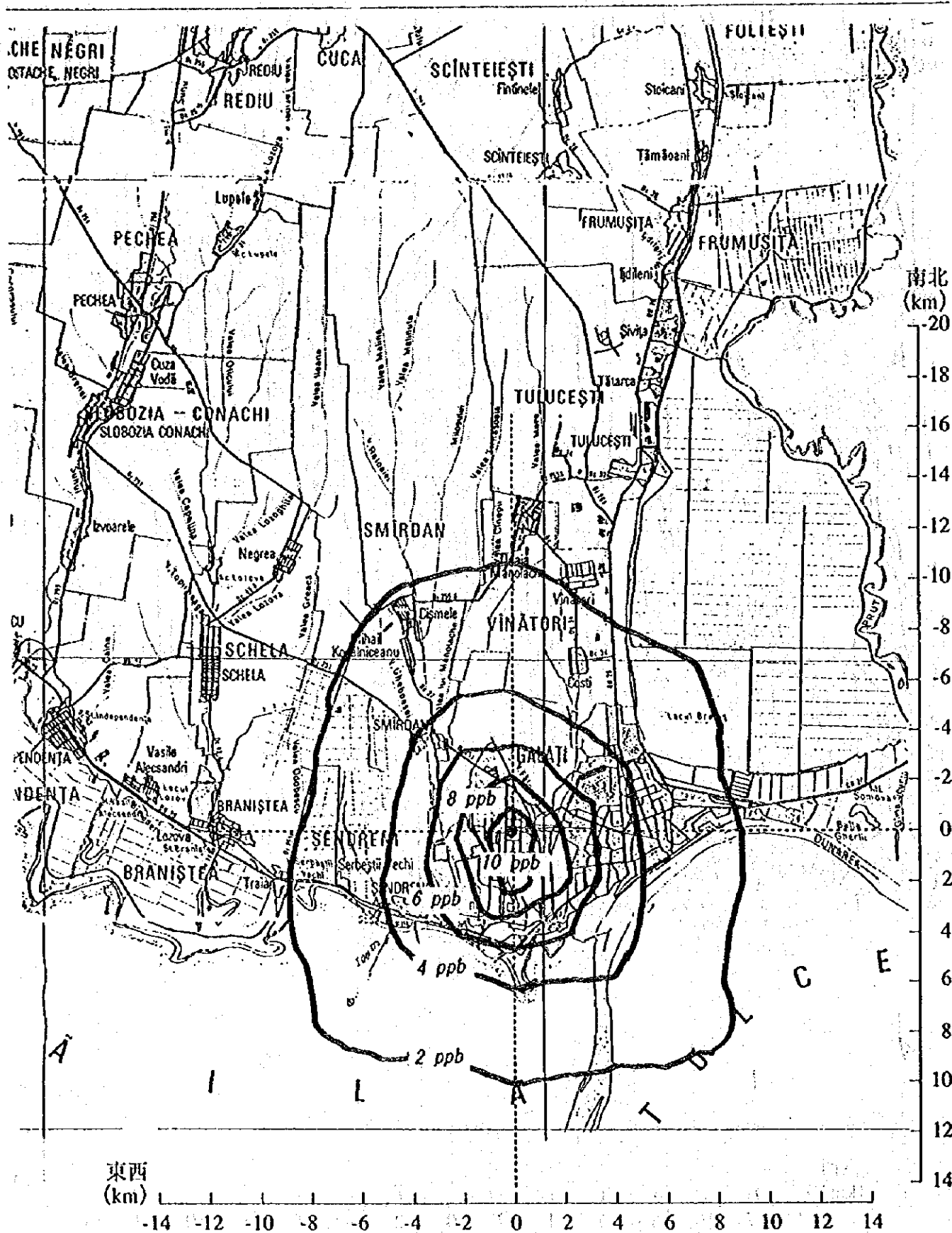


Fig.III.2-3. SIDEXによるNO<sub>2</sub>寄与濃度  
(2002年対策前：等濃度線図：平面)

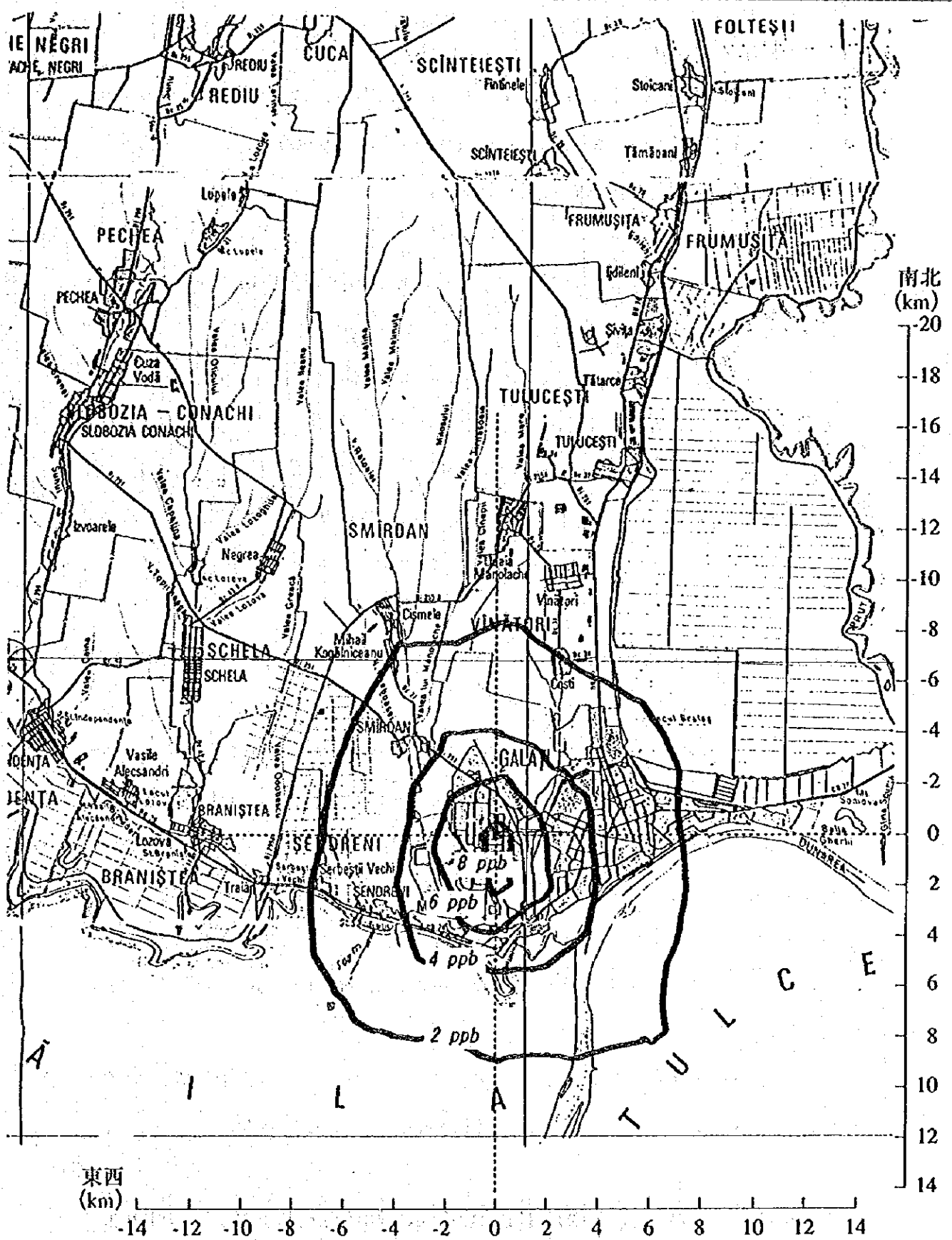


Fig.III.2-4. SIDEX による NO<sub>2</sub> 寄与濃度 (2002年対策後：等濃度線図：平面)



## 2.2 排水

### 2.2.1 排水の排出状況

SIDEXには3ヶ所の最終排水口(C8, C4, C7)があり、現状の生産レベルでの排水量は、C8排水口で45,900 m<sup>3</sup>/day、C4排水口で29,900 m<sup>3</sup>/day、C7排水口で3,200 m<sup>3</sup>/day、総計79,000 m<sup>3</sup>/dayである。

排水については排ガスと異なり、全国レベルでの規制は現状、制定されていない。SIDEXの排水に対しては、各排水口別に最大18項目にわたって濃度及び負荷量の両方について排出基準値(Agreement)が設定されている。Agreement値を、EU諸国、日本等と比較すると、全般的により排出を制限する規制となっており、この基準が守られれば、排水の排出については問題ないと言えるであろう。なお、現在の操業状況とAgreement締結当時の状況(生産量)とに大きな差が生じていることから、Agreement No.18/1986は近く改訂が予定されている。

Table III.2-4に1992年の排水濃度の測定値とAgreement値を、またTable III.2-5に基準負荷量と実績を示す。

排水濃度を平均濃度でみた場合、C8においては溶解鉄、硫酸イオン、アンモニア、シアン、フェノールの5項目で基準値を超過している。C4では溶解鉄、アンモニア、シアン、フェノール、SS(懸濁物質)、全イオウの6項目でAgreement値を超過している。アンモニア、シアン、フェノール及び全イオウについてはコークス工場のガス液(コークス安水)の影響と想定される。C7排水口は、接続している工場の稼働率が低く排水量も3,200 m<sup>3</sup>/dayと少なく、汚濁物質の濃度も低く特に問題はない。

排出負荷量の超過項目はアンモニア、シアン、フェノール、溶解鉄、全イオウの5項目であり、フェノールが全体の約60%を占めている。

有機汚濁の程度を示すCOD又はBODの排水規制は行われておらず、SIDEXで

も測定は行っていない。しかし、水質環境基準の項目に指定され、ガラチ支所もシレット川、ドナウ川で調査していることから、今後は規制対象に入ることにも予想される。SIDEXにおいても自主測定し状態を把握しておく必要がある。

### 2.2.2 問題点と対策

2002年でのSIDEXとしての目標は、Agreement値を越える濃度の排水を排出しないこと及び排出負荷量の超過による罰金をできる限り減らすことである。特に、シレット川、ドナウ川に影響を及ぼしていると考えられるコークス化成工場からのフェノールの低減については早急に対策の実施が必要である。排水の汚濁防止対策を Table III.2-6 に示す。

Table III.2-6 水質汚濁防止対策

工場	対策項目
コークス化成工場	(1) 脱アンモニア設備の pH 制御の自動化 (2) 活性汚泥処理設備の改造 (3) 凝集沈澱設備の新設

これらの対策の結果、Agreement値を満足することができると予想される。

### 2.2.3 対策実施による周辺地域への効果予測

#### 1) 水質関係

前述したような対策による汚濁物質の排出量の削減結果を Table III.2-7. に示す。特に現状においてシレット、ドナウ川に影響を与えているフェノールについては、99 % 以上の削減が予想される。これにより、両河川的环境改善に大きく寄与するものと思われる。

Table III.2-4. 排水濃度とAGREEMENT 値 (mg/l)

項目	C 8排水口		C 4排水口		C 7排水口 C 7	
	基準値	測定値 (最大)	基準値	測定値 (最大)	基準値	測定値 (最大)
排水量(m <sup>3</sup> /day)	102,384	45,894	120,096	29,856	239,328	3,166
1. pH	7~8	7.9 (8.9)	7~8.5	7.9 (9.6)	6.5~8	
2. Caイオン	207	144 (198)	155	59 (100)	134	59 (80)
3. Mgイオン	26	21.2 (58.4)	36	26 (51)	20	27 (48)
4. 溶解性鉄	0.3	0.96(3.9)	0.5	2.2 (13)	0.3	
5. 塩素イオン	320	166 (248)	296	184 (320)	80	
6. 硫酸イオン	198	274 (379)	152	137 (172)	104	94 (145)
7. 硝酸イオン	18	7.1 (14.5)	5	3.6 (10)	5	4.6 (5.6)
8. アンモニア	3	3.6 (11.1)	3	31.2 (197.5)	-	1.6 (3.3)
9. シアン	0.08	0.23(3.02)	0.03	0.58 (2.24)	-	0 (0)
10. フェノール	0.15	0.87(4.16)	0.14	20.03 (99.1)	-	0.048 (0.099)
11. SS	30	26 (155)	40	43 (84)	41	26 (62)
12. 全イオウ	0.3		0.27	1.9 (3.54)	-	
13. Naイオン	128		124		25	
14. 全クロム	-		-		2.8	
15. 6価クロム	0.006		-		-	
16. 亜鉛イオン	0.009		0.12		-	
17. 遊離塩素	0.004		0.016		-	
18. 油分	0.5		0.4		0.3	

注) 各測定項目のブランクは、測定されていないことを示す。

Table III.2-5. 基準負荷量と排出実績 (kg/day)

超過項目	C 8排水口		C 4排水口		C 7排水口	合計		単価 (Lei/kg)
	基準量	実績	基準量	実績	基準量	基準量	実績	
4. 溶解性鉄	35	124	57	129	5	97	253	57.77
6. 硫酸イオン	20,100	35,249	18,300	8,014	1,740	40,100	43,263	4.35
8. アンモニア	300	464	340	1,823	-	640	2,287	173.30
9. シアン	8	30	4	34	-	12	64	1,733.70
10. フェノール	15	112	17	1,172	-	33	1,284	2,889.52

Table III.2-7SIDEX全体の排水対策効果 (2002年生産ベース)

	単位	対策前	対策後	
フェノール	lY	84.1	0.5	△99%
	g/t	15	0.1	
アンモニア	lY	1,009	168	△83%
	g/t	181	30	
シアン	lY	25.2	1.7	△93%
	g/t	5	0.3	

## 2.3 廃棄物

### 2.3.1 廃棄物の排出の現状

産業廃棄物の埋め立て処分等に関する規制は、前述のように有害廃棄物の越境移動を規制するバーゼル条約に係わるものがあるのみで、廃棄物の性状に応じた保管・運搬・処分に関する細かな規則を定めたものはない。このため現状、SIDEXの廃棄物についても特別の規制はない。廃棄物の再資源化を促進するための制度の導入が望まれる。

SIDEXから発生するスラグ、ダスト、廃レンガ等の固型廃棄物の処分は、基本的には製鉄所の西側にある専用の処分場（スラグヤード）に投棄する方法を採っている。SIDEXでは、日本の製鉄所に比べ処分場に余裕があるためか、廃棄物・副産物はスラグ、ダスト類の一部を除き、そのほとんどが投棄処分されている。

### 2.3.2 問題点と対策

広大な処分地を有しているが、自然環境保全の観点から現在の処分地やポンドの拡大を抑え、使用の延命化を図ることが望ましい。具体的な課題としては以下の点が考えられる。

- (1) 高炉及び転炉の徐冷スラグは道路、土木工事等の用材として利用可能である。  
高炉水砕スラグは、高炉スラグセメント及び土木工事用材として利用可能である。
- (2) ダスト、スラッジ類については、焼結原料として利用の拡大を図ることが必要である。また、スラリーポンドの延命化を図る意味からも脱水設備の導入が必要であろう。
- (3) 安易な投棄をさせないため、発生部署の責任において再資源化・利用先を検討させるような管理システムの整備が必要である。現在、スラグヤードに持ち込まれる廃棄物に対しては、その種類・量・発生源・所管部署・回収

コスト等をカードに記載させ、環境部門に提出させるシステムが既にあるので、これを拡充することが考えられる。

## 2.4 2次汚染対策

2002年を目指した集塵機の増設、脱硫設備の設置及び水処理設備の改造等の環境対策によって、これらの設備から副次的にダスト、硫黄及びスラッジが発生する。個々の発生品と処分方法を Table III.2-8 に示す。

Table III.2-8 2次汚染対策

工場	環境対策設備	発生品	年間発生量	処分方法
コークス工場	No.2, 3 CDQ 集塵機, No.5, 7 コークス炉 ガイド集塵機 (コークス炉、CDQ 共用)	コークスダスト	14,500 t/y	焼結原料として再利用
	No.7 コークス炉 COG 脱硫設備	硫黄	2,200 t/y	硫酸製造設備にて回収 (硫酸 6,300 t/y)
	No.5 & 6 コークス炉, No.7 コークス炉 ガス液処理余剰汚泥	脱水スラッジ	含水率85% 5,400 t/y	石炭と混合し、コーク ス炉で焼却処分
	No.5 & 6 コークス炉, No.7 コークス炉 ガス液処理凝集沈澱汚 泥	脱水スラッジ	含水率 85 % 5,600 t/y	
焼結工場	No.5, 6 & 7 焼結主排気脱硫設備	SO <sub>x</sub> ガス	3,335 kNm <sup>3</sup> /y	No.7 コークス炉COG 脱硫設備用硫酸製造設 備に送り、硫酸として 回収
	No.5, 6 & 7 焼結主排気EP	集塵ダスト	13,600 t/y	EP の第3フィールド から発生する高アルカ リダスト約1,000 t/y は 投棄。12,600 t/y は焼 結原料とし再利用
高炉	No.5 & 6 高炉 鑄床集塵機	集塵ダスト	36,500 t/y	加水して高炉のシク ナーに送り沈澱処理



## IV. モデルプラントの概念設計とその応用

II, III 章で述べた各モデルプラントに対する省エネルギー及び環境対策の内容を、より具体的に示すために概念設計を行ったのでその結果を以下に示す。またこれらの概念設計が、モデル以外のプラントにも適用できるかどうかについても検討したので、その結果も本章に示す。尚、加燃炉において既設の2基を改造する対策は1基新設するより費用対効果が劣るため、概念設計としては、新設する場合についてのみ行った。

### 1. No.5 コークス炉 (No.2 CDQ 含む) 及びNo.1 化成工場

Fig.IV.1-1. に No.5 コークス炉 (No.2 CDQ 含む) の省エネルギー及び環境対策の全体概要を、また Fig.IV.1-2. に No.1 化成工場の環境対策の全体概要を示す。コークス炉及び化成工場に対する概念設計は次ぎのもので構成されている。

#### (1) 省エネルギー設備及び技術

Item No	設備名
111.	ガスクロマトグラフィの設置
121.	BFG 配管の新設および BFG/COG ガス混合装置の設置
131.	燃焼半自動制御装置の設置
141.	No.2 CDQ の全面更新

#### (2) 環境対策設備及び技術

Item No	設備名
151.& 152.	石炭装入時の粉塵対策設備の設置
161.	窯出し時集塵用及びCDQ用の集塵設備の設置
171.	活性汚泥設備の改良
181.	アンモニア蒸留塔入ガス液の pH自動制御
193.	凝集沈澱装置の設置



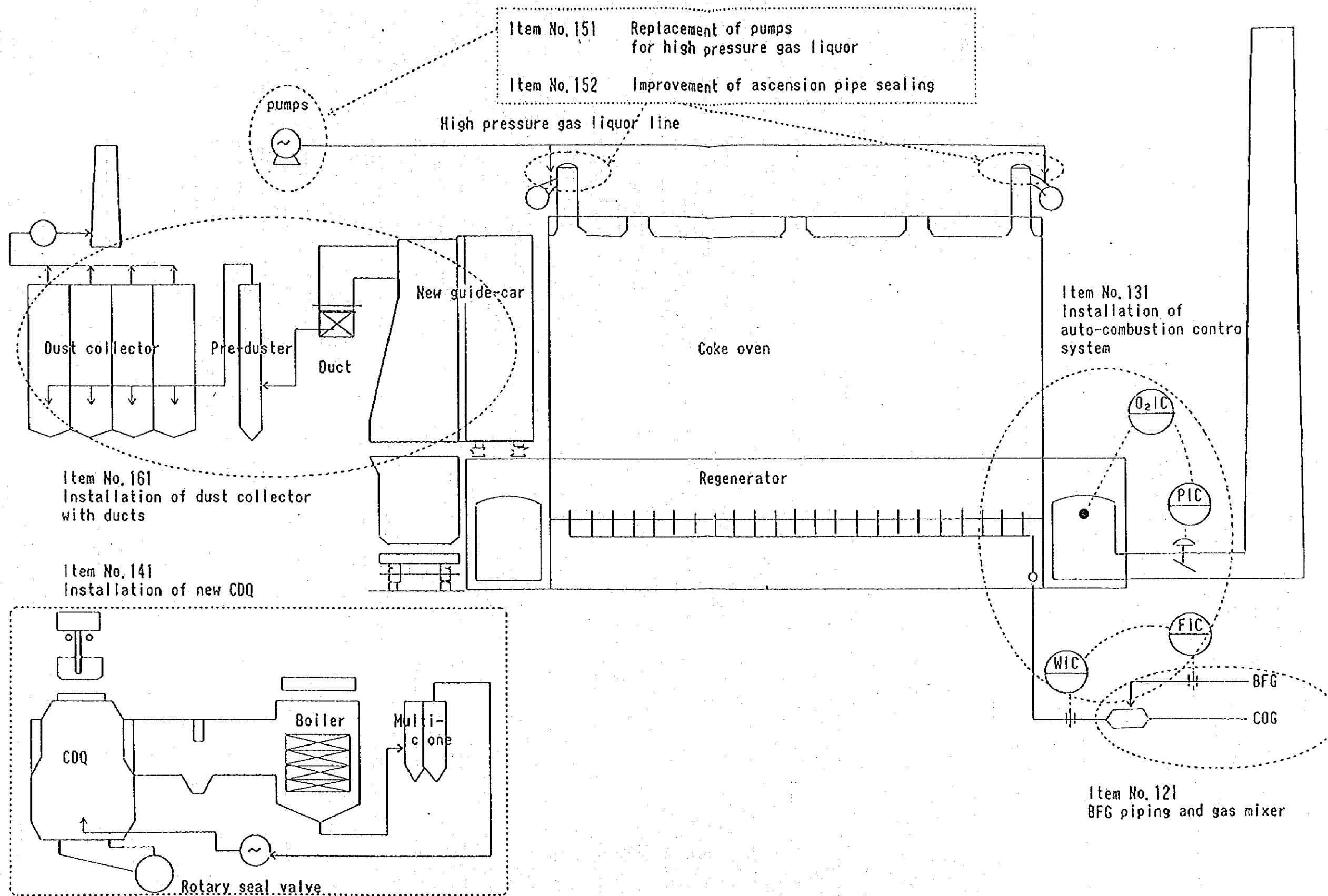


Fig. IV. 1-1. OVERALL VIEW OF ENERGY-SAVING & ENVIRONMENTAL PROTECTION IN No. 5 COKE OVEN BATTERIES



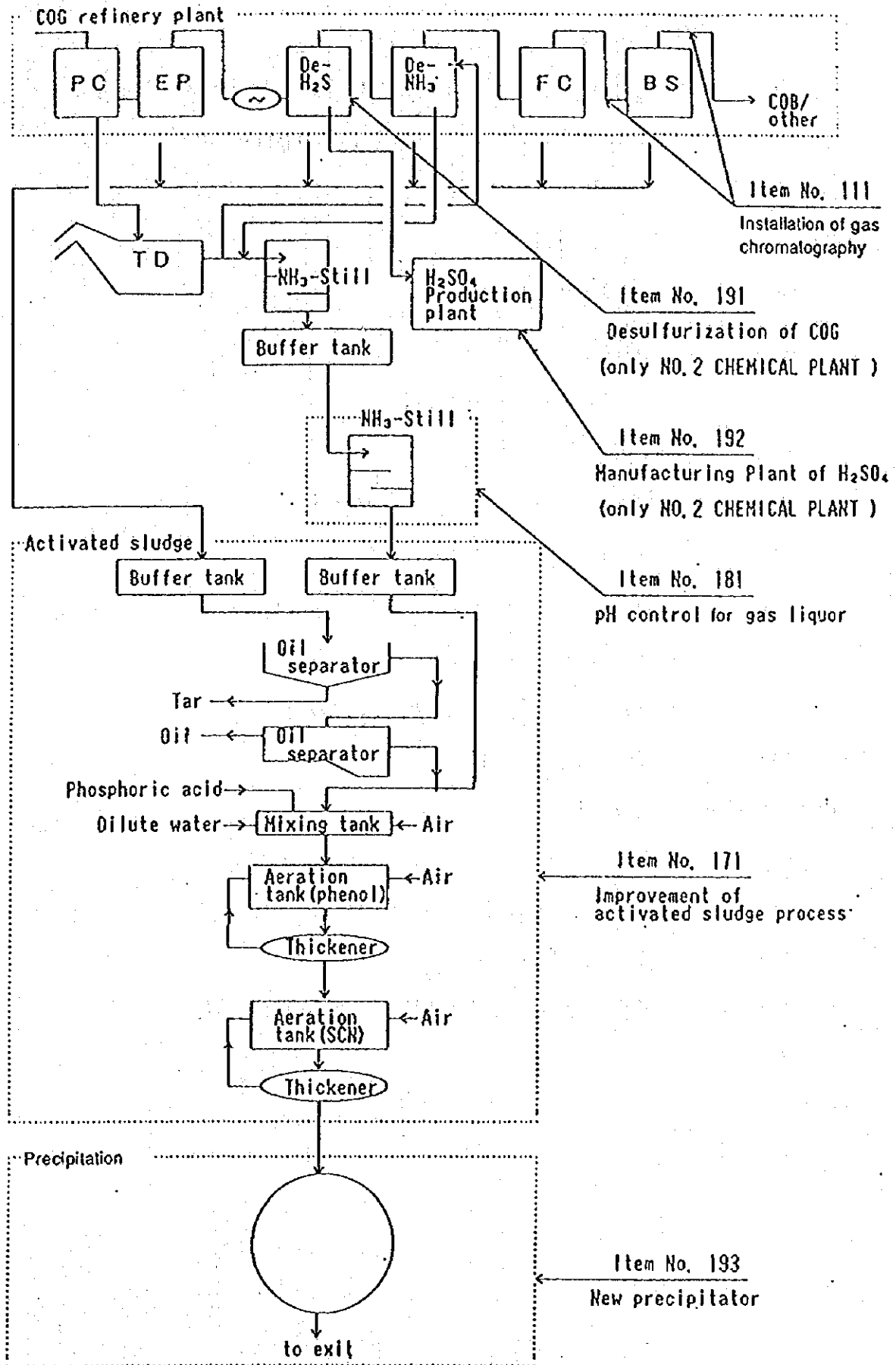


Fig. IV.1-2. Overall view of Environmental Protection No.2 Coke Chemical Plant

## 2. No.7 焼結工場

Fig.IV.2-1. にNo.7焼結機の省エネルギー及び環境対策の全体概要を示した。  
尚、設計に当っては基本条件として生産能力を 15,000 t/d (30 t/d/m<sup>3</sup>) とした。  
概念設計は以下のもので構成されている。

### (1) 省エネルギー設備及び技術

<u>Item No</u>	<u>設備名</u>
211.	冷間強度測定装置の設置
213.	安定供給秤量装置への改造
221.	新型装入装置の導入
224.	粗粒粉コークスの再破碎装置の設置
231.	コンパクト点火炉の導入
241.	原料予熱及び燃焼用空気への排熱回収装置の設置
242.	排熱回収ボイラーの設置
271.	焼結鉍ヤード受入れ、払出し設備の設置
272.	生石灰添加設備の設置

### (2) 環境対策設備及び技術

<u>Item No</u>	<u>設備名</u>
251.	移動電極式EPの設置
252.	排ガス脱硫装置の設置
261.	焼結機の原料供給部と焼結鉍排鉍部の集塵強化



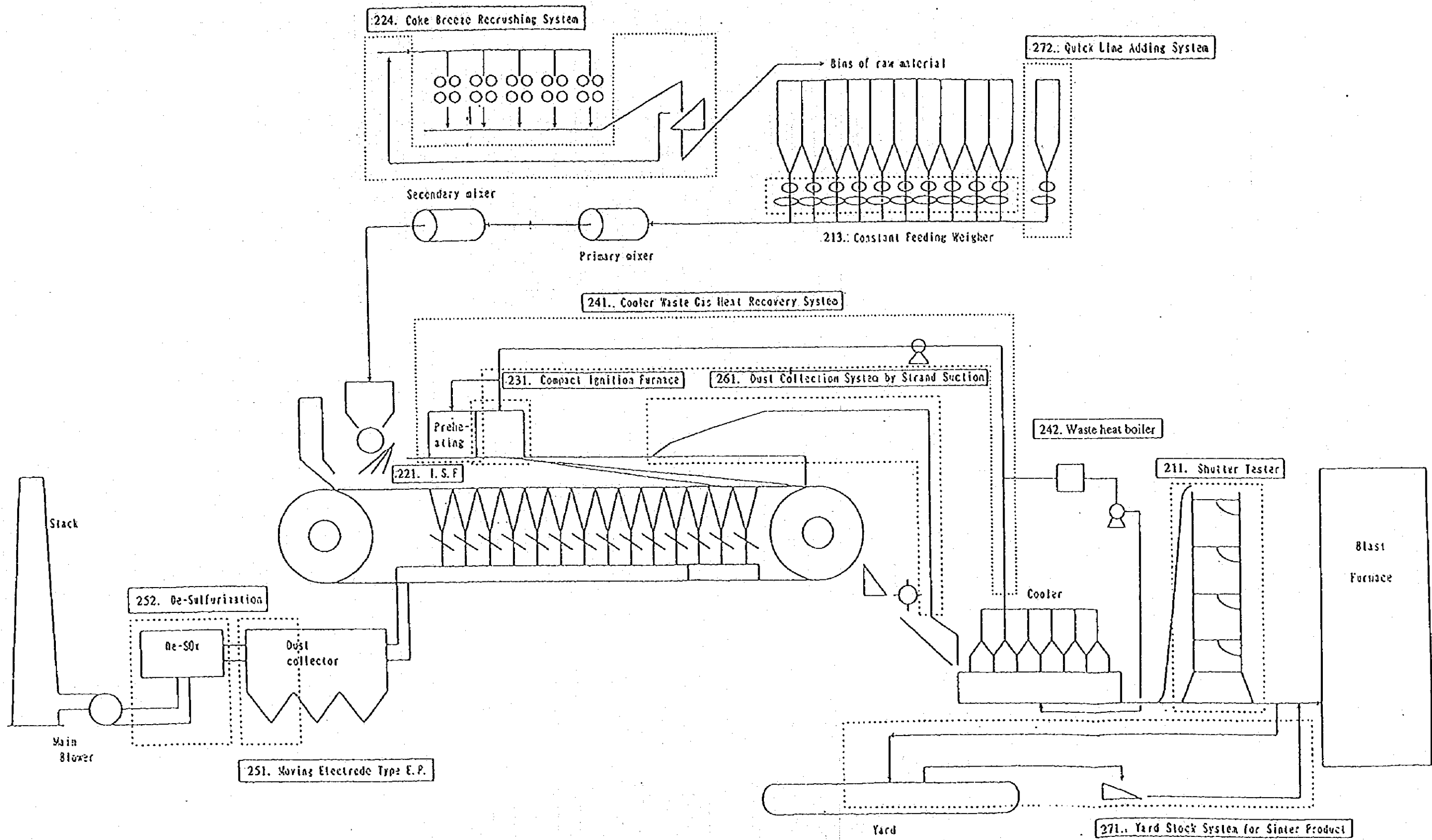


Fig.IV.2-1. Schematic diagram of Energy Saving and Pollution Control Measures for No.7 Sintering Plant

### 3. No.6 高炉（熱風炉を含む）

Fig.IV.3-1.にNo.6 高炉及び熱風炉に関するに省エネルギー対策の全体概要を、またFig.IV.3-2. に環境対策の全体概要を示す。概念設計は以下のもので構成されている。

#### (1) 省エネルギー設備及び技術

<u>Item.No.</u>	<u>設備名</u>
311.	熱風炉制御システム導入
321.	羽口の更新
331.	PCI設備の設置
332.	コークス中心挿入技術の適用
341.	TRT 発電設備の設置
361.	燃料予熱器の設置
362.	燃焼空気予熱器の設置

#### (2) 環境対策設備及び技術

<u>Item.No.</u>	<u>設備名</u>
371.	鋳床用集塵設備の強化





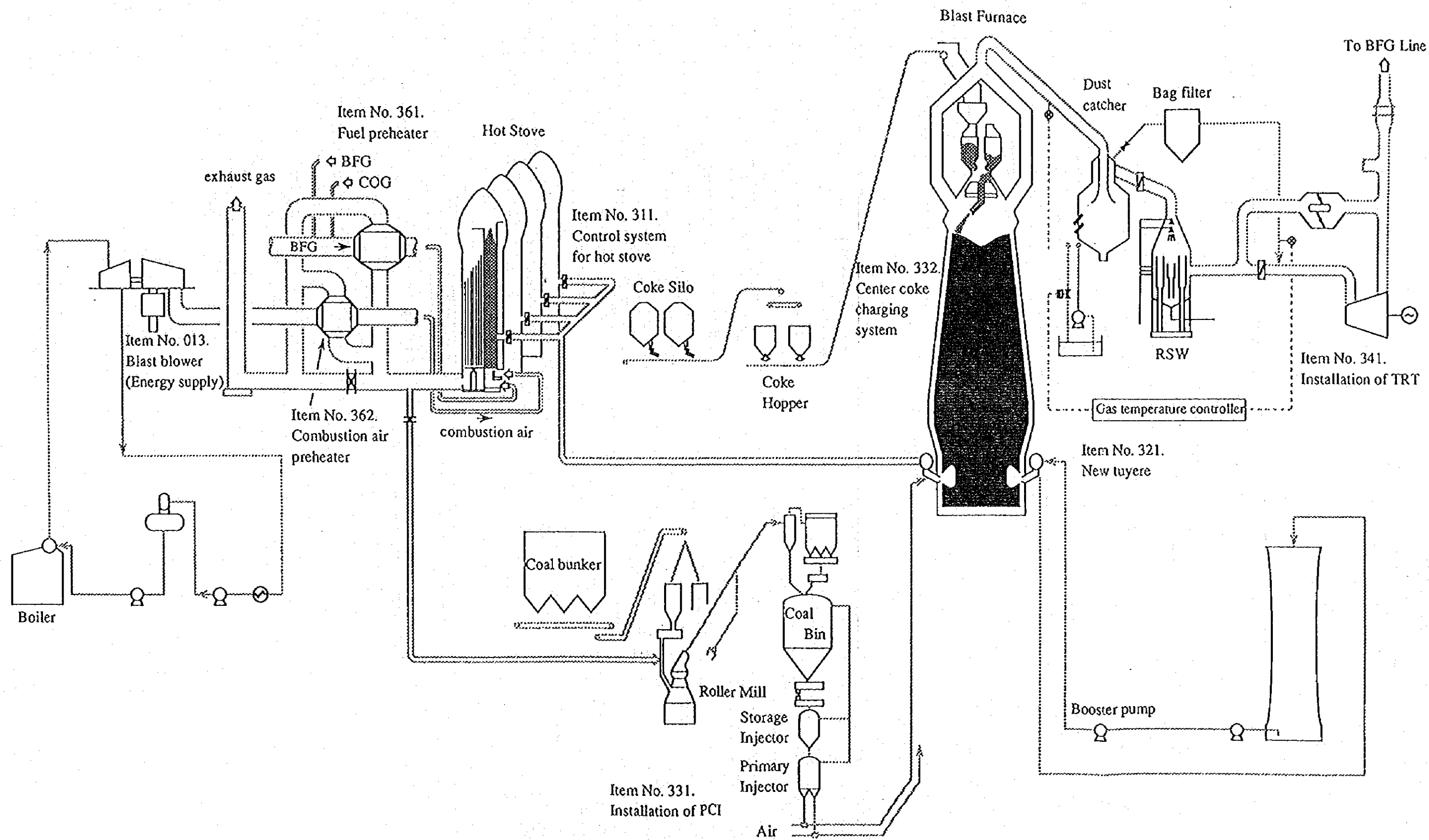


Fig. IV.3-1. Overall view of energy saving in blast furnace



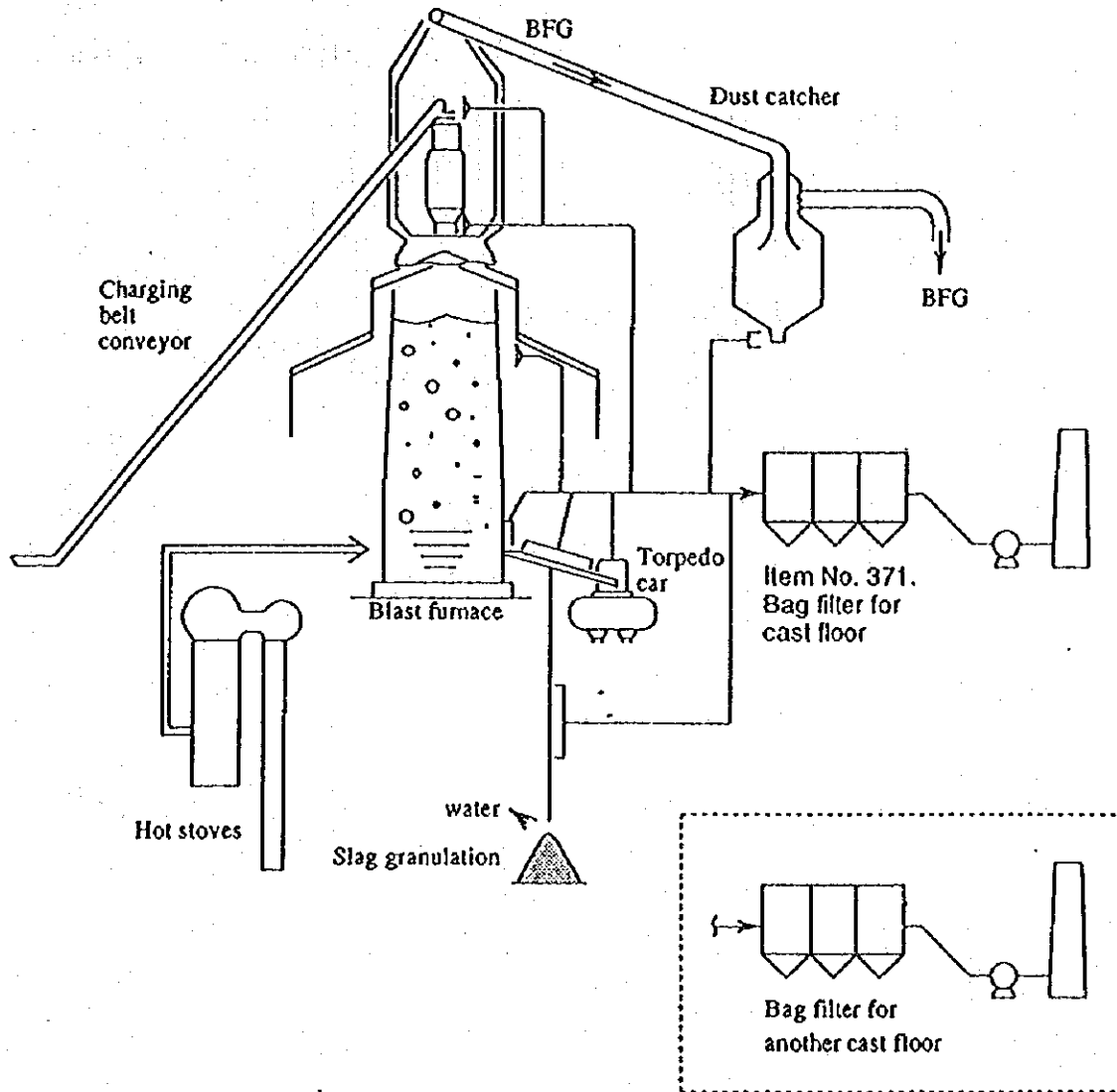


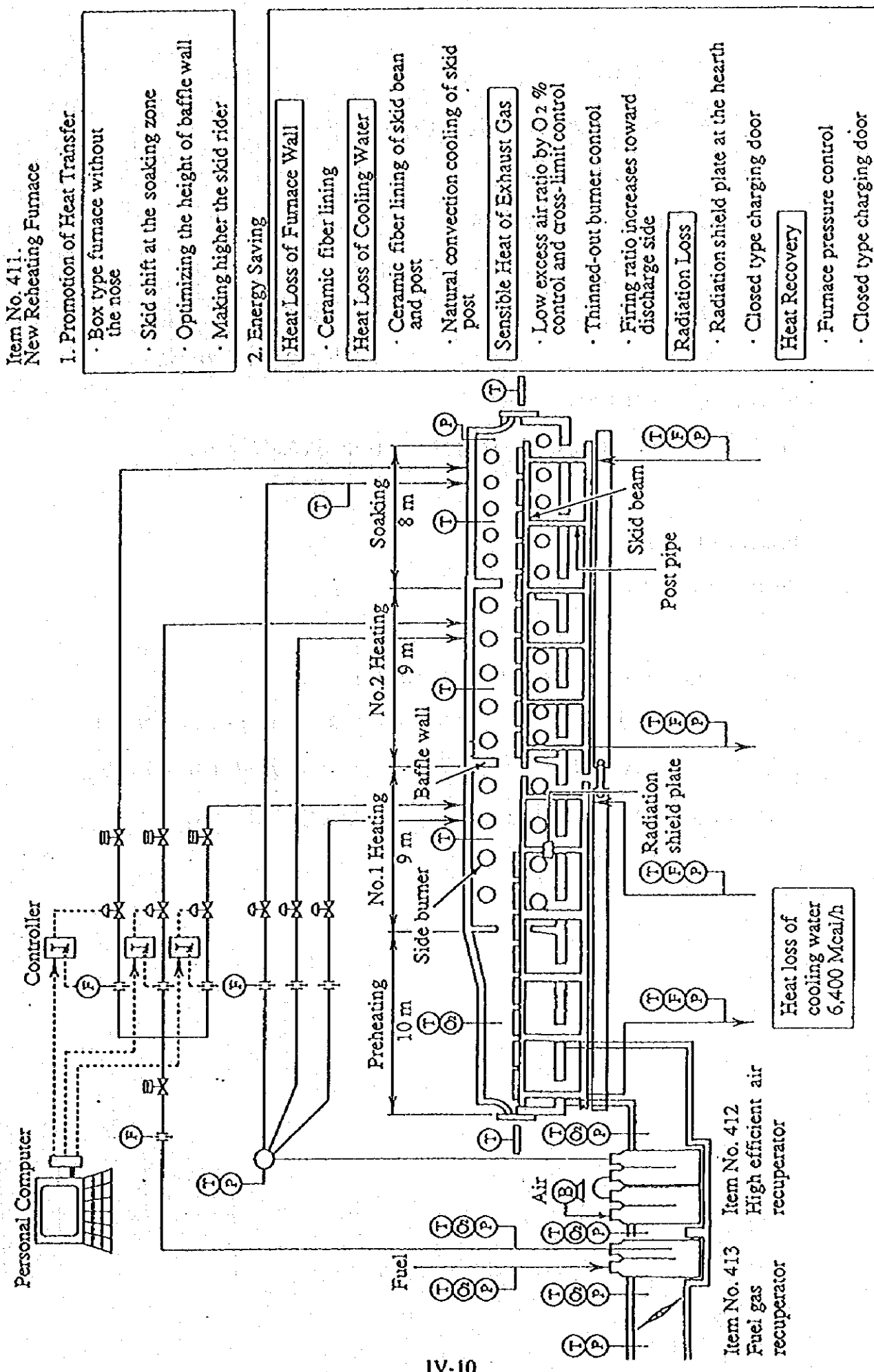
Fig.IV.3-2. Overall view of environmental pollution control in blast furnace

#### 4. 熱延工場No.3 加熱炉

Fig.IV.4-1. にNo.3 加熱炉の全体概要を示した。これは現在2基稼働している加熱炉を1基の新鋭加熱炉に更新し、2002年の生産量（1,880,000 t/y）に対応しようとするものであり、大幅な省エネルギー効果が期待出来る。設備対策は次ぎのもので構成されている。

##### ・省エネルギー設備及び技術

<u>Item.No.</u>	<u>設備名</u>
411.	新鋭加熱炉設備の設置
412.	高効率空気レキュペレータの設置
413.	燃料ガスレキュペレータの設置



Item No. 411.  
New Reheating Furnace

1. Promotion of Heat Transfer

- Box type furnace without the nose
- Skid shift at the soaking zone
- Optimizing the height of baffle wall
- Making higher the skid rider

2. Energy Saving

Heat Loss of Furnace Wall

- Ceramic fiber lining

Heat Loss of Cooling Water

- Ceramic fiber lining of skid beam and post
- Natural convection cooling of skid post

Sensible Heat of Exhaust Gas

- Low excess air ratio by O<sub>2</sub> % control and cross-limit control
- Thinned-out burner control
- Firing ratio increases toward discharge side

Radiation Loss

- Radiation shield plate at the hearth
- Closed type charging door

Heat Recovery

- Furnace pressure control
- Closed type charging door

Heat loss of cooling water 6,400 Mcal/h

Item No. 413 Fuel gas recuperator  
Item No. 412 High efficient air recuperator

Fig.IV.4-1. Outline of New Reheating Furnace

## 5. エネルギー供給設備

以下のエネルギー供給設備の概念設計を行った。

### ・省エネルギー設備

<u>Item No.</u>	<u>設備名</u>
011.	ガスホルダーの設置
012.	ガスマキシング装置の設置
013.	ブロワー、タービンおよびボイラの更新

#### ・Item No. 011 ガスホルダー

ガスホルダーの容量はBFG用100,000m<sup>3</sup>、COG用50,000m<sup>3</sup>とする。

#### ・Item No. 012 ガスマキシング装置

Fig IV.5-1.にガスマキシング装置のフローシートを示す。

#### ・Item No. 013 ブロワー、タービンおよびボイラ

Fig. IV.5-2.にブロワー、タービン、ボイラーのイメージを示す。ブロワーはNo.6 高炉用に1台で送風することとするが、万一ブロワーがトリップした時には、No.5 高炉用ブロワー（旧No.6 高炉用）から分割送風する。

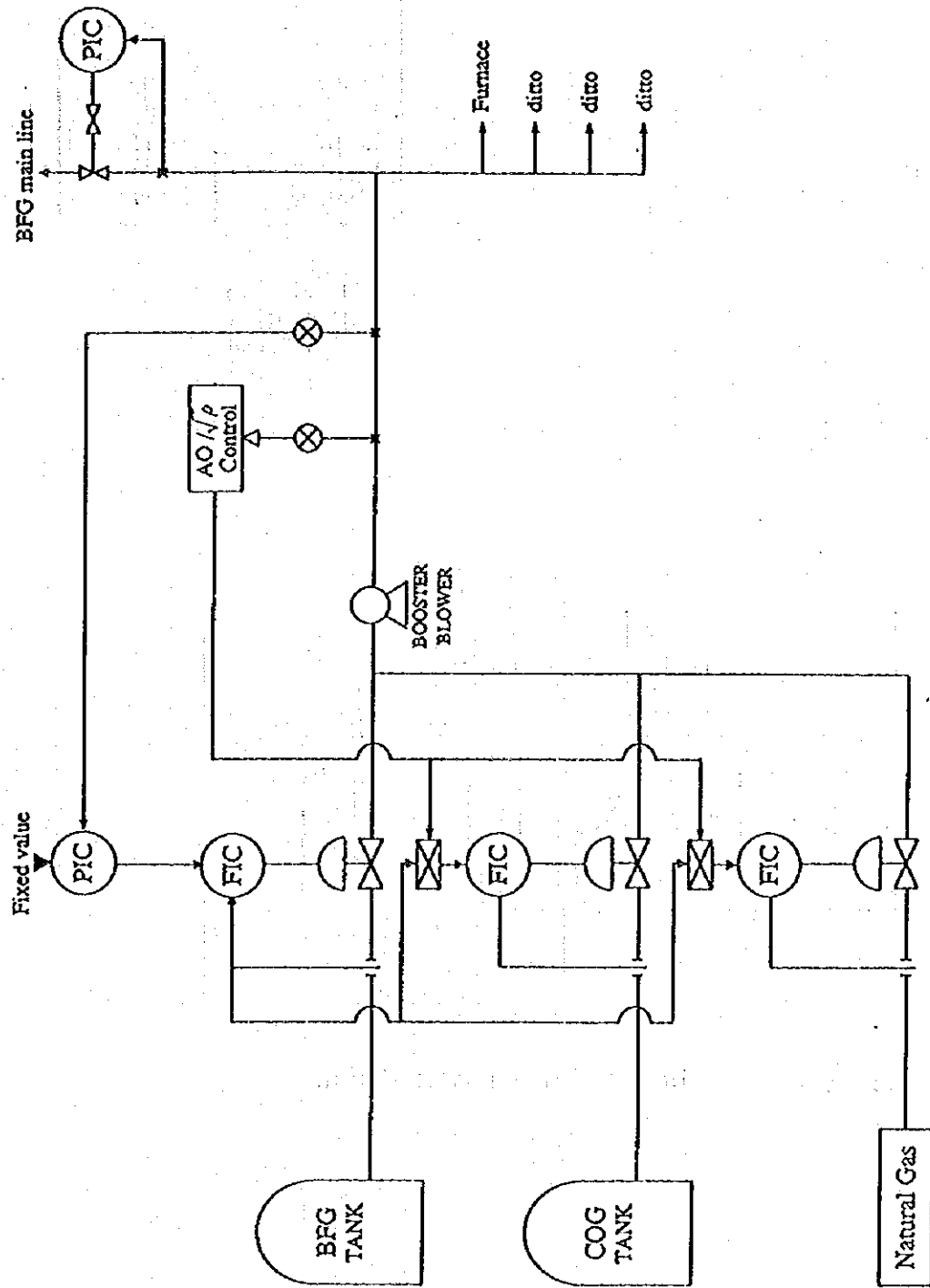


Fig.IV.5-1. Schematic flow of gas mixing system

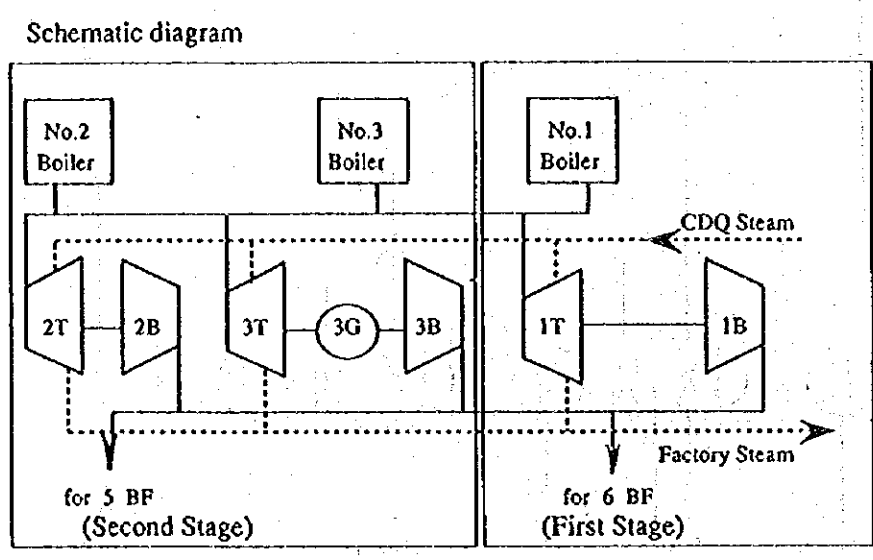
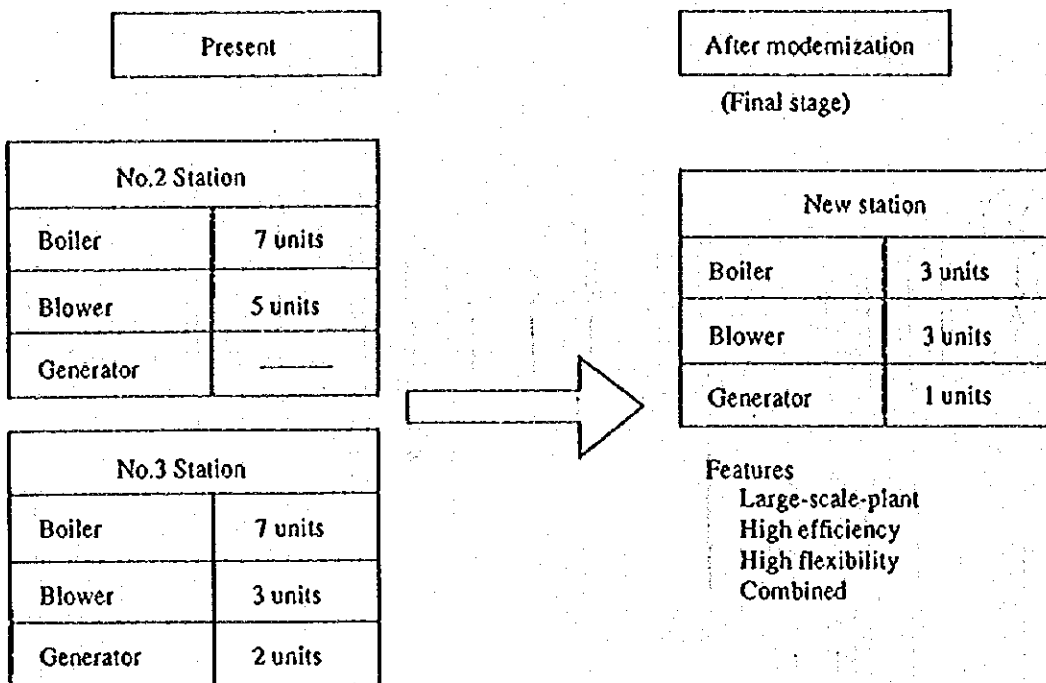


Fig.IV.5-2. Image of new power station



## 6. 操業指導による改善策

省エネルギー対策の中には、大きな設備投資を伴わず、操業指導のみで省エネルギーが可能な項目がある。この中で特に海外からの技術指導を受けるべき項目としてはTable VI.6-1. に示す項目が上げられる。

尚、ここに示す省エネルギー効果は、操業指導の受手が100%の技術移転を受けた場合を示している。また技術指導期間も、十分な知識と経験を積んだ、熱意のある受手が相手であるとの条件に基づく値である。

Table VI.6-1. Technical transfer items by Operation assistance from outside

工場名	技術指導項目	予想される省エネルギー効果	予想される技術指導期間
No.5 コークス	(1) 操業管理および燃焼管理の強化による燃料原単位の低減 (2) 窯出し・装入時の粉塵発生低減 (3) 炉体補修法改善による突発故障の低減	35 Mcal/t-coalの低減 $\Delta\text{COG}$ $= 6.88 \times 10^6 \text{ Nm}^3/\text{y}$	6.2 Man-month
No.6 高炉	(1) 炉内装入物分布及び炉内ガス分布の最適化による高炉燃料比の低減	コークス比 41 kg/tの低減 $\Delta\text{Coke}$ $= 110,987 \text{ t/y}$	5 Man-month

## 7. 関連工場へのモデルプラント対策適用の可能性調査

前述した、モデルプラントに対する対策が、モデル以外の各工場（コークス炉（CDQ含む）及び化成工場、焼結工場、高炉）に適用できるかどうか、もし適用できるとすると、どの程度の対策修正が必要で、またどの程度の効果が得られるのか、について概略の調査を行った。結果を以下に示す。

### 7.1 コークス炉（CDQ含む）および化成工場

2002年における稼働計画から、コークス工場におけるモデルプラント対策の適用調査対象は下記の通りとなる。

	モデル工場	適用可能性調査対象工場
コークス炉	No.5	No.6, No.7
CDQ	No.2	No.3
化成工場	No.1	No.2

関連工場については、同様な対策が適用でき、かなりの効果も期待できる。モデルプラントと大きく異なるのは、No.2 化成工場（No.7 コークス炉用）で脱硫設備や硫酸製造設備の更新が必要なことである。

### 7.2 焼結工場

2002年における稼働計画から、焼結工場でのモデルプラント対策の適用調査対象は下記の通りとなる。

	モデル工場	適用可能性調査対象工場
焼結工場	No.7	No.5, No.6

関連工場については、環境および省エネとも同様な対策が適用でき、ある程度の効果も期待できる。焼結工場においてはモデルプラントにて設置した下記の設備が共用可能である。

- (1) 冷間強度測定装置
- (2) 粗粒コークスの再破碎装置
- (3) 焼結鉄成品のヤード受け入れ、払出し設備

またクーラーの排熱回収については、効率がいいため全量蒸気にて回収できる。

### 7.3 高炉

2002年における稼働計画から高炉でモデルプラント対策の適用調査対象は下記の通りとなる。

	モデル工場	適用可能性調査対象工場
高炉工場	No.6	No.5

No.5 高炉には同様な対策が適用できるが、モデルとの相違は高炉のタイプが異なるためにコークス中心装入設備が必要なことである。尚、No.5 高炉の省エネ対策後の操業諸元を生産バランスから推定すると以下のようになる。

操業項目	No.5 高炉
内容積 (m <sup>3</sup> )	3,128
出鉄量 (t/y)	2,063,000
出鉄量 (t/calender day) , (t/operation day)	5,652 6,000
PC比 (kg/t)	150
コークス比 (kg/t)	370
燃料比 (kg/t)	520
送風量原単位 (Nm <sup>3</sup> /t)	1,220
送風量 (Nm <sup>3</sup> /min)	4,910
炉頂圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	2.0
ブロー圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	3.75



## V. 対策実施工程

第2次調査においてSIDEXの近代化プランとリンクした、無理のない省エネルギーおよび環境汚染防止対策のスケジュールを策定し、ルーマニア産業省およびSIDEXと合意に達した。TableV.1-1.にその実施工程を示す。

尚、省エネ・環境防止対策の実施は、SIDEXのみならずルーマニア国全体に多大な好影響を与えることが予想され、出来るだけ早い対策の実現が望まれる。

Table V.1-1. Implementation schedule

Purposes	Countermeasures	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
I. ENERGY SAVING									
I.1 Coke oven & Coke chemical plant									
To increase BTX recovery rate	111. Installation of gas chromatography								
To change fuel gas from COG to Mixed gas	121. Installation of BFG piping and gas mixer								
To decrease COG consumption by semi-automatic combustion control	131. Installation of control system								
To increase recovery of steam by overall revamping of CDQ	141. Installation of a new CDQ								
I.2 Sintering plant									
Enhancement of the operational control system	211. Measurement of the cold strength of sinter product								
Improvement of burning coke breeze	213. Improvement of weighing accuracy of raw material and coke breeze								
	221. Installation of intensified sifting feeder								
Ignition furnace	224. Coke breeze recrushing system								
	231. Installation of compact furnace								
Recovery of cooler waste heat	241. Reusing system of cooler waste gas								
	242. Installation of waste heat boiler								
To increase productivity	271. Yard stock system for sinter product								
	272. Quick lime adding system								

Table V.1-1. Implementation schedule

Purposes	Countermeasures	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
		I.3 Blast furnace							
Decrease the fuel consumption of hot stove To increase the operational availability of blast furnace To lower BF energy cost & to integrate COBs	311. Employment of control system for hot stove		█						
	321. Replacement of tuyeres		█						
	331. Installation of PCI system			█					
	332. Center coke charging system			█					
	341. Installation of top gas recovery turbine (TRT)				█				
	361. Installation of fuel preheater			█					
To recover top gas pressure To decrease the fuel consumption of hot stove	362. Installation of combustion air preheater			█					
	I.4. Reheating furnace								
	To improve performance such as heat unit consumption by replacing with high performance reheating furnace	411. Installation of new reheating furnace		█					
412. To install highly efficient air recuperator			█						
413. To install fuel gas recuperator			█						
I.5 Energy supply equipment For stable supply of fuel gas Improvement of blast air supply									
	011. Installation of gas holders				█				
	012. Installation of gas mixing equipment				█				
	013. Replacement of blast blower, boiler & turbine				█				

Table V.1-1. Implementation schedule

Purposes		Countermeasures									
II. ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002		
II.1 Coke oven & Coke chemical plant											
To decrease dust from COB & CDQ											
	151. Replacement of pumps for injection of high pressure gas liquor										
	152. Improvement of sealing of ascension pipes										
	161. Installation of dust collector with ducts										
To decrease the pollutants in waste water											
	171. Improvement of activated sludge process										
	181. Employment of pH control for gas liquor										
	191. Installation of new precipitator										
II.2 Sintering plant											
Pollutants control in main waste gas											
	251. Improvement of dust collector										
	252. Installation of desulfurization system										
De-dusting of surrounding area											
II.3 Blast furnace											
De-dusting of cast floor											
	371. Enhancement of dust collection for cast floor										



## VI. 設備費用の積算

### 1. 基本方針

今回の省エネ環境設備についてはできるだけルーマニア国内での機器調達、設計、工事能力等を活用するように考える。一方、ルーマニア国内で対応できない機器調達・設計については、全て、国際入札によって調達されることを原則とする。

また、第IV章「モデルプラントの概念設計とその応用」との関連から具体的な概念設計を行ったモデルプラントに焦点をあて設備費用を積算したが、モデルプラント以外の各工場にモデルプラントと同様の省エネ・環境対策を適用した場合に関しても概念的な調査を実施したので、その概算設備費用も積算した。

### 2. 業務の分担

上記方針に基づき、先ずルーマニア国内の自製能力の評価を行った。そしてこの評価を踏まえ、第2次調査時において、今回の省エネ・環境設備の業務分担を具体的に検討し、ルーマニア側と合意した。積算はこの合意に基づいている。

### 3. 積算の条件

#### (1) 使用通貨及び為替レート

設備資金はUSドルで表示するものとし、海外調達およびルーマニア・レイによる国内調達は下記の通貨交換率により換算されるものとする。ルーマニア・レイのドルに対する為替レートは下記のように1994年第1四半期のものを用い、円のドルに対する為替レートは1994年6月末からの円高を考慮し、1994年9月直近のものを用いる。

Currency	Rate / 1 US\$
Romanian Lei	1,650.0
Japanese Yen	100.0

(2) 輸入関税

機器および資材の輸入に対する関税は、ルーマニア国税法に基づき免税されると前提する。

(3) 物価上昇

物価上昇（エスカレーション）に関しては、1994年9月より建設期間中の物価上昇をドル通貨評価で年率3%と前提し算定する。

注）OECD Economic Outlook, 1993年によればOECDメンバー諸国の1991-1993の物価上昇率は3.0%/年と予想されている。

(4) 設備建設期間

モデルプラントの設備建設期間は、1995年度より4年間とし、モデルプラントを関連工場に適用した場合の建設期間も同じく4年間とする。モデルプラントの詳細のスケジュールに関しては第V章「対策実施工程」を参照方。

Plant and Equipment Construction for Model Plants

Effective date of contract: January 1, 1995

Completion of the commissioning: December 31, 1998

(5) エンジニアリング費用

エンジニアリング費用には以下が含まれる。

- ・ Basin engineering fee
- ・ 一部のDetail engineering fee