

国際協力事業団

中華人民共和国  
大連市環境保護局

社会開発調査部報告書

No. 51

中国大連市  
環境モデル地区整備計画調査  
最終報告書

サポーティング・データ集

JICA LIBRARY



J 1156294 (9)

平成12年3月

ユニコ インターナショナル株式会社  
日本工営株式会社  
財団法人 日本気象協会

社調二

SC

00-047

国際協力事業団

中華人民共和国  
大連市環境保護局

中国大連市  
環境モデル地区整備計画調査  
最終報告書

サポーティング・データ集

平成12年3月

ユニコ インターナショナル株式会社  
日本工営株式会社  
財団法人 日本気象協会



1156294 [9]

# サポーターティング

III. 環境影響評価・プレ F/S 添付資料

大連化学「環境影響評価・プレ F/S」

## 4.1.8 大連化学

### 4.1.8.1 プロジェクト実施内容

コークス炉

硝酸設備改造（触媒脱硝装置の新設含む）

硫酸製造原料転換及び設備改造

石炭ガス脱硫装置の新設

廃水処理

### 4.1.8.2 環境影響評価

現状の問題点	<p>①コークス炉からの煤塵 コークス炉は水スプレーによる湿式消火のため、多量の煤塵が水蒸気とともに大気に排出されている。また、ガス発生炉からの煤塵の発生もある。</p> <p>②硝酸製造設備からの NO<sub>x</sub> 排出量 硝酸製造設備は、常圧による吸収で効率が悪く、排ガス中には 2000~4000ppm の NO<sub>x</sub> が残っていて黄色いガスを排出している。これらの施設からの NO<sub>x</sub> 排出量は排出基準を満たしていない。</p> <p>③精製アルカリ工程から発生する廃棄物 精製アルカリ設備からの廃棄物投棄量は年間 26~28 万 t にも達する。これらの廃棄物は船舶で塩島地区にある大連化学専用廃棄場に運ばれ投棄されている。</p> <p>④硫酸製造設備から排出される SS 等を含んだ排水 硫酸製造設備では硫化鉄鋼を原料としているため、ばい焼工程で多量(12~13 万 t/y)の硫化鉄滓が廃棄物として発生する。また、精製工程からの排水は砒素などの有毒物質を含み、SS 濃度が高く、色相(赤褐色)と共に海洋汚染の原因となっている。</p> <p>⑤発電所から排出される SO<sub>x</sub> 排出量 発電所は 9 基の石炭ボイラ-からなり、大気への硫黄酸化物排出量では大連化学最大の施設となっている。また、集塵気で捕集した煤塵の処理に海水を使用しているため、煤塵はセメント等に再利用できず全量廃棄物として投棄している。また、これら煤塵を含んだ排水は処理が不十分のため、SS として排出されている。</p>
対策	<p>①コークス炉からのばいじん対策 コークス炉対策として、旧 1 系を撤去して 35 門のコークス炉を新設し、乾式消火設備を導入して煤塵の排出量をなくし、熱回収によるエネルギー使用量削減をはかる。</p> <p>②硝酸製造設備からの NO<sub>x</sub> 排出量対策 旧式(常圧のアモニア酸化法)の設備を撤去し、熱効率の高い加圧法の設備を導入する。吸収効率の向上により NO<sub>x</sub> ガスの排出量が大幅に削減できる。</p> <p>③精製アルカリ工程から発生する廃棄物対策 廃液の水分を 90%から 35%までフィルタープレスにより脱水する。</p> <p>④硫酸製造設備から排出される SS 等を含んだ排水対策 既存の設備を撤去し、原料を硫化鉄鋼から硫黄に転換した硫酸製造設備を導入する。</p> <p>⑤発電所から排出される SO<sub>x</sub> 排出量対策 旧 5~7 号炉を廃止し、新 3,4 号炉を新設する。新 3,4 号炉には循環流動床式ボイラーを導入し、炉内脱硫と電気集塵器による除塵を行う。</p>
対策効果	<p>① コークス炉からのばいじん対策 ばいじん排出量 220t/y → 0</p> <p>② 硝酸製造設備からの NO<sub>x</sub> 排出量対策 NO<sub>x</sub> 排出量 2189.3t/y → 389.3t/y</p> <p>③ 精製アルカリ工程から発生する廃棄物対策 アルカリ廃液 28 万 t/y → 12 万 t/y</p> <p>④ 硫酸製造設備から排出される SS 等を含んだ排水対策 SS 排出量 12547t/y → 1747t/y 硫化鉄滓 13 万 t/y → 0</p> <p>⑤ 発電所から排出される SO<sub>x</sub> 排出量対策 SO<sub>2</sub> 排出量 10475t/y → 4455t/y ばいじん排出量 1415.3t/y → 132.8t/y SS 排出量 1951.8t/y → 351.8t/y 集塵機ばいじん投棄量(期待値) 15 万 t/y → 0</p>

#### 4.1.8.3 財務経済評価

##### (1) 総投資額及び資金計画

表Ⅲ-4-1-8-3(1) 総投資額及び資金計画 (単位：万元)

総投資額	自己資金	借入金内訳		
		長期借入金 (国外)	長期借入金 (国内)	運転資金 (国内)
63,033	24,258	-	38,775	-

##### (2) 内部収益率及び投資回収期間

表Ⅲ-4-1-8-3(2) 内部収益率及び投資回収期間

区分	項目	税後	税前
財務評価	内部収益率 (FIRR、%)	10.71	12.90
	投資回収年数 (含建設期間)	9.83	9.16
経済評価	内部収益率 (EIRR、%)	15.33	

##### (3) 安定性の検討

借入金元利返済能力 (DSCR)  $\geq 1.26 > 1.0$  OK

##### (4) 感度分析

表Ⅲ-4-1-8-3(3) 感度分析表

区分	項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
			変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
			+10	-10	+10	-10	+10	-10
財務評価	内部収益率 (税前)	12.9	11.46	14.57	9.64	15.89	18.46	6.20
	投資回収年 (税前)	9.16	9.70	8.62	10.50	8.23	7.61	12.48
	内部収益率 (税後)	10.71	9.60	12.00	8.27	12.97	14.94	5.73
	投資回収年 (税後)	9.83	10.32	9.32	11.00	8.97	8.36	12.60
経済評価	内部収益率	15.33	13.69	17.25	12.12	18.30	21.24	8.32

## 4.2.8 大連化学（大連化学工業公司）

### 4.2.8.1 概要

大連化学は 1933 年に操業開始した大連化学会社（旧満州化学株式会社）と、大連ソーダ会社（旧満州曹達株式会社）が、1958 年に合併してできた会社である。その工場は、1996 年に形成された大化集団有限責任会社という 22 以上の子会社が属する大化集団の中心的な工場であり、中国では、吉林化学工場、南京化学工場に次ぐ大化学工場である。大連市環境モデル地区においては、煤塵、SS 排水、廃棄物の最大排出工場となっていて、KITA のクリーナープロダクション計画検討対象工場に選定されているが、本「中国大連市環境モデル地区整備計画調査」の優先案件には含まれていない。

#### (1) 所在地

大連市甘井子区

#### (2) 工場規模及び従業員数

敷地面積	180 万 m <sup>2</sup>
生産額	96,396 万元/年（1995 年）
生産利潤	3,186 万元/年（1995 年）
従業員数	10,827 名

#### (3) 工場配置図

図Ⅲ-4-2-8-1(1)の通り。

#### (4) 企業組織

図Ⅲ-4-2-8-1(2)の通り。



(5) 主要製品と生産実績 (1995 年)

アンモニア	30 万 ton/年
ソーダ灰	75 万 ton/年
苛性ソーダ	3 万 ton/年
硫酸	20 万 ton/年
硝酸	11 万 ton/年
コークス	18 万 ton/年
都市ガス	16 万 Nm <sup>3</sup> /日
蒸気	1,120 ton/h

(6) 主要原料と消費量 (1995 年)

洗浄石炭	28 万 ton/年 (コークス用)
重油	9.8 万 ton/年 (合成アンモニア用)
原塩	100 万 ton/年 (ソーダ灰)
硫化鉄鉱	15.4 万 ton/年 (硫酸用)
石灰石	40.5 万 ton/年 (ソーダ灰用)
石炭	80 万 ton/年 (燃料用)

(7) 原料/製品関連図

図Ⅲ-4-2-8-1(3)の通り。

(8) 設備の現状と生産能力

1) コークス炉

2 系列のコークス炉。1 系は、1956 年稼働開始の 35 門と 1970 年増設の 10 門で、劣化が激しく、10 門はすでに停止している。ガス漏れがひどく、操業不安定。2 系は、稼働開始 1995 年の 80 門。環境設備を備え、操業も安定。生産能力は、両系合せて、コークス 18 万 ton/年、コークスガス 16 万 Nm<sup>3</sup>/日。コークスは一部工場内で使用する他はガス発生炉でアンモニア合成原料の水性ガスとし、コークスガスは都市ガスにしている。コークスはすべて工場内使用、ガス発生を主目的にしたコークス炉である。製造フローは、図Ⅲ-4-2-8-1(4)の通り。

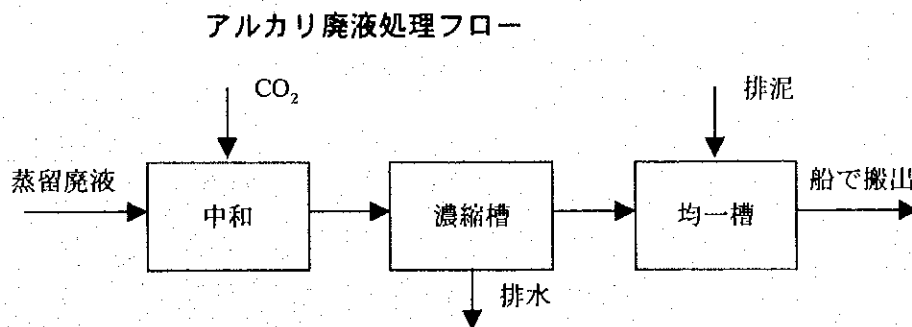
2) 硝酸製造設備

製造設備は 2 系列。1 系は、1933 年稼働開始、1958 年改造。2 系は、1958 年稼働開始。両系いずれもアンモニア酸化法で 40~50% 稀硝酸を生産している。生産能力は、1996 年当時、両系合せて 13 万 ton/年 (100% 硝酸) であったが、現在は、設備

の劣化と NOx の排出規制による生産制限で 6 万 ton/年となっている。稀硝酸は濃硝酸の製造と硝酸アンモニウム及び硝酸ナトリウムの原料として工場内使用。製造工程は、図Ⅲ-4-2-8-1(5)の通り。

### 3) アルカリ廃液処理設備

原塩を原料としたアンモニアソーダ法によるソーダ灰製造設備からの蒸留廃液と原塩精製工程からの排泥及び苛性ソーダ製造設備からの廃液を中和し、濃縮槽で沈降分離した後、船で 12km 離れた綿花島へ運搬投棄し埋立処理している。廃液処理設備のフローは下図の通り。



### 4) 硫酸製造設備

2 系列の製造設備。1、2 系ともに 1933 年稼働開始で、その後改造を重ねて現在に至っている。両系は、硫化鉄鉱を原料にして二酸化硫黄ガスを発生させ硫酸を製造する接触式のプロセスである。生産能力は、両系合せて 25 万 ton/年であるが、最近では原料事情などで 18~20 万 ton/年の生産となっている。製品の硫酸は、工場内で使用する 8 万 ton/年以外を外販している。硫酸製造フローは図Ⅲ-4-2-8-1(6)の通り。

### 5) 発電所

石炭ボイラー 9 基。7 基は 1934 年に運転開始した火格子式燃焼の石炭ボイラー、2 基は 1995 年運転開始の米国から技術導入した循環流動床式石炭ボイラー。生産能力は、

旧設 1~4 号ボイラー	120t/h×2 基、130t/h×2 基、2.5 万 kW×4 基
旧設 5~7 号ボイラー	170t/h×2 基、230t/h×1 基
新設 1,2 号ボイラー	220t/h×2 基、2.5 万 kW×2 基

旧 1、2 号ボイラーは予備、新 1,2 号ボイラーは試運転中で安定すれば旧 3、4 号ボイラーは停止の予定。電力、蒸気のほとんどは工場内で使用、余剰の約 10%を大連市へ供給している。環境設備としては、旧設ボイラーに煤塵対策として湿式集塵機が

設置されているが脱硫装置はない。新設ボイラーには、電気集塵機が設置されているが脱硫はボイラー内脱硫が行われている。

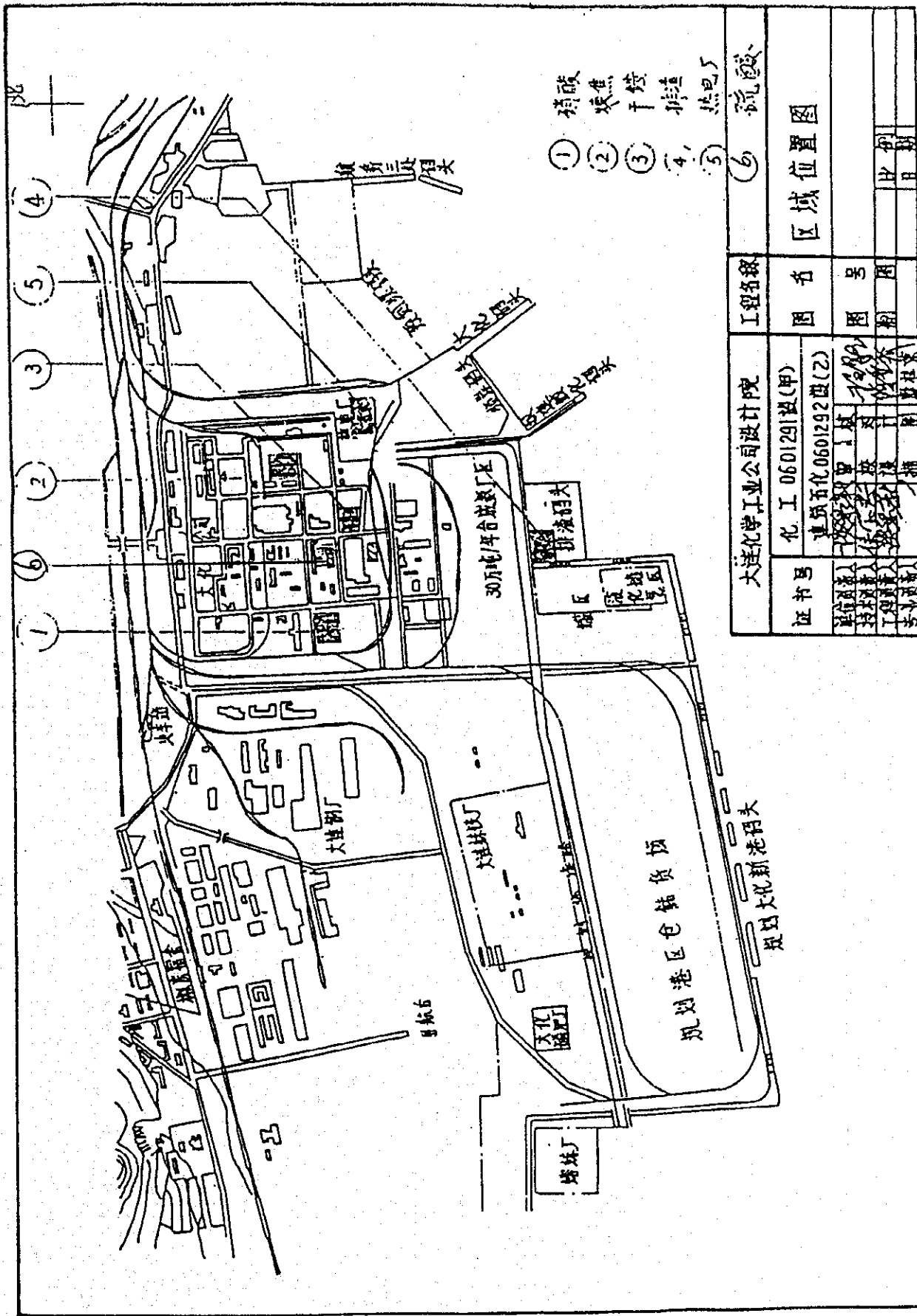
(9) 工場改善計画

表Ⅲ-4-2-8-1(1) 工場改善計画概要

No.	項目	現状の問題点	改善計画
1	コークス炉	環境面で、石炭装入時の煤塵対策として装入車集塵装置、炉出口ガス配管に水スプレーの無煙装置及びコークスガイド車集塵装置が設置され機能しているが、コークス消化塔は水スプレーによる湿式消化のため水蒸気とともに多量の煤塵が大気へ排出されている。1系は、耐用年数を越え、劣化が著しく、炉の各門からのガス漏れが激しい。また、ガス発生炉からの煤塵発生もある。次に、生産面では、旧設備の漏洩等のロスで原料の消耗率が高い。消化塔が湿式のため熱損失が大きく、設備保全費も高い。	改善案（その1）：1系を撤去し、35門の室式コークス炉を新設。1,2系合せたコークス消化塔に乾式消化（CDQ）設備を導入して、煤塵の排出をなくし、熱回収（蒸気発生）による原料使用量の削減を図る。図Ⅲ-4-2-8-1(7)参照。 改善案（その2）：コークスからのアンモニア合成と都市ガス用ガス発生炉を石炭ガス化法（テキサコ法）に転換する。老朽化した1系のコークス炉とガス発生炉全基（8基）を撤去して、石炭ガス化設備を新設し、環境問題を解消するとともに、生産面で、原料、原料の消費を減少させ、アンモニアの製造コストの低下を図る。注1)
2	硝酸製造設備	環境面で、吸収塔からのNOx濃度2.2%の排ガスを炭酸ナトリウム吸収による除害装置で処理しているが、常圧による吸収で効率が悪く、排ガス中には、2000~4000ppmのNOxが残っていて、黄色のガスを排出している。生産面では、設備が古く、制御装置もないので不安定な運転しかできず、生産性が悪い。また、常圧による製造法であるため製品の稀硝酸の濃度が40~50%と低い。NOx規制により生産制限を受けている。	旧設備を撤去、新たに加圧法アンモニア酸化による硝酸製造設備を設置して100%濃度の硝酸を15万ton/年生産する。環境改善効果としては、吸収効率向上により、NOxの排出量が大幅に削減される（削減量1800ton/年）。生産面では、廃熱回収効率向上等により原料と原料の使用量が減少する。また、製品濃度が60~65%と品質向上するので、これを原料とする硝酸アンモニア製造の生産効率上がる。最新式制御装置の導入により、安定運転ができる。
3	7カ所廃液処理	廃液の投入量は、約25万ton/年（1995）あり、工場全体の約56%を占めている。また、船での輸送のため悪天候で輸送できないときは貯留池が溢れて海洋汚染を起こしたり、それを防ぐために生産制限をしている。投棄のための輸送費も嵩み、製造コスト高の一因になっている。	現在の濃縮槽の後に脱水機を設置して、廃液の水分を90%から35%まで脱水し、投棄量を削減させ、輸送費の削減を図る。脱水にフィルターを採用することは、すでに大連化学で実機によりテストを行って良結果を得ている。改善効果としては、投棄量が1/3に減り、輸送費が制限される。海洋汚染と生産制約の機会が減る。
4	硫酸製造設備	環境面では、硫化鉄を原料としているため、焙焼工程で多量の硫化鉄滓が廃棄物として発生する。これは現在セメント工場利用されているが、赤褐色の粉状であり、周囲の環境悪化の要因となっている。精製工程からの排水は、砒素などの有毒物質を含んだSS濃度が高く、色相（赤褐色）とともに海洋汚染の原因となっている。生産面では、設備の劣化が著しく、ガス漏洩、操業の不安定等効率の悪い運転となっている。	原料を硫化鉄から硫黄に転換した製造設備を新設し、既設の設備を停止することで環境問題を解消、生産性の向上を図る。硫黄を原料とする製造工程は、大連化学が上海、無錫での技術導入の実績を基に設計した硫酸製造技術である。図Ⅲ-4-2-8-1(8)参照。環境面では、原料の転換により廃棄物である硫化鉄滓の発生量がなくなる。排水量が減少し、排水中のSS排水量も減少する。生産面では、廃熱回収の効率化等により、原料、エネルギーの使用量が減少する。
5	発電所	大気への煤塵とSO <sub>2</sub> の排出量は、大連化学全体の90%を占めている。集塵機で捕集した煤塵処理も海水使用のため煤塵中に塩分が含まれ、セメントや建材などへの利用ができずに全量廃棄物として処理場に投棄されている。また、この煤塵は素掘りの貯蔵池で沈降しているが、分離が不十分で排水中のSSとして海洋を汚染している。	旧1~4号ボイラーは新1,2号ボイラーへ更新中で、さらに新3,4号を新設して、旧5~7号を停止する計画。新3,4号には新1,2号と同様に循環流床式ボイラーを導入し、ボイラー内脱硫と電気集塵器でSO <sub>2</sub> を削減。燃料の増加で煤塵発生量は増加するが、除塵に海水を使用しないので、セメントや建材への再利用ができて投棄量が減り、沈降分離も不要でSS排水がなくなる。注2)

注1)：大連化学には改善案（その2）のテキサコ法を採用する意向はないので、プレF/Sは改善案（その1）のコークス炉により実施する。

注2)：大連化学の意向に従い、発電所はプレF/S項目に含めない。

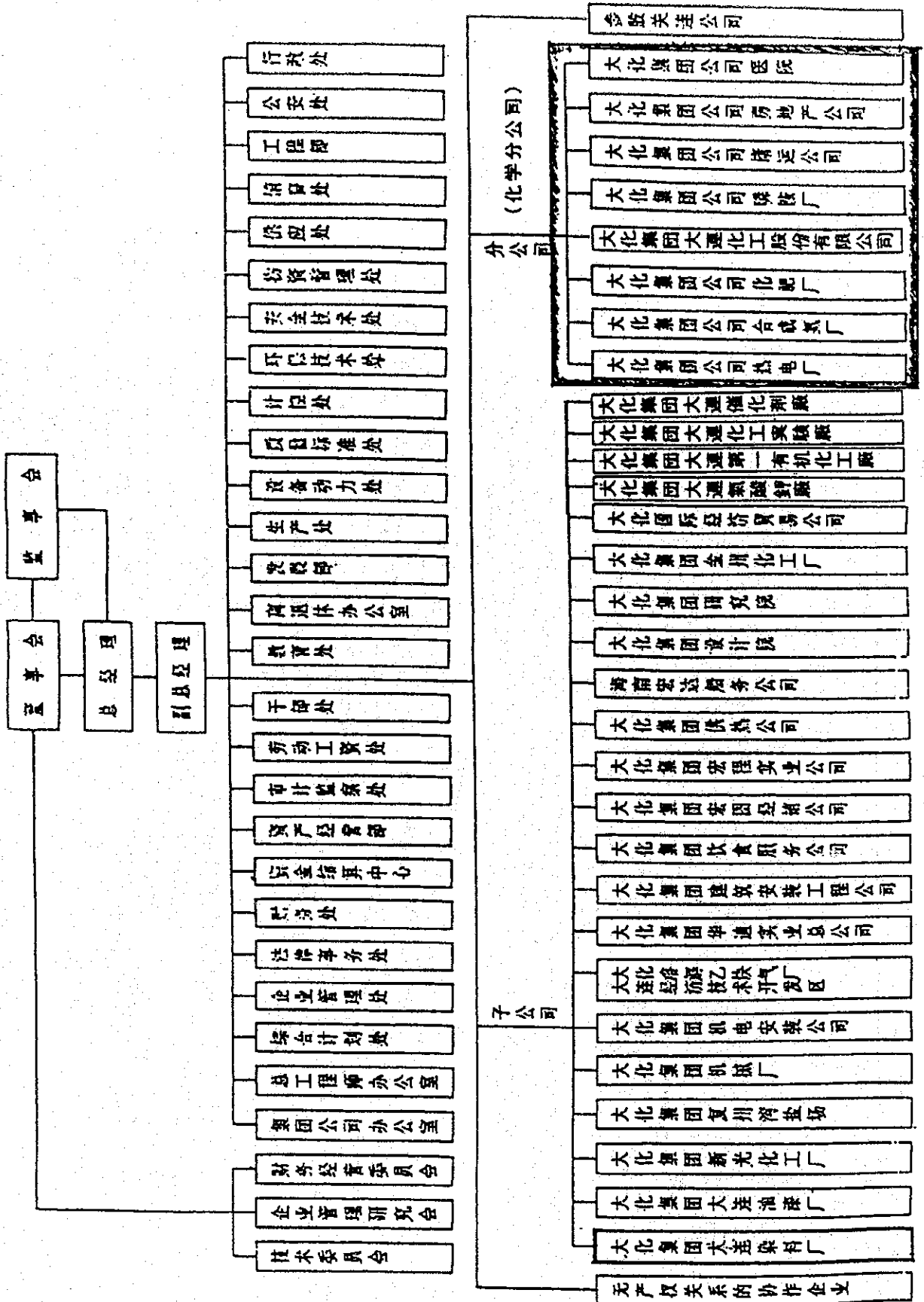


大港新港新港新港		工程名称	硫酸
证书号	化工 06012912 (甲)	图号	区域位置图
项目负责人	大连石化 0601292 四 (乙)	图期	
技术负责人	设计	比例	
工程负责人	设计	日期	
专业负责人	设计		

图三-4-2-8-1(1) 工棚配晒图

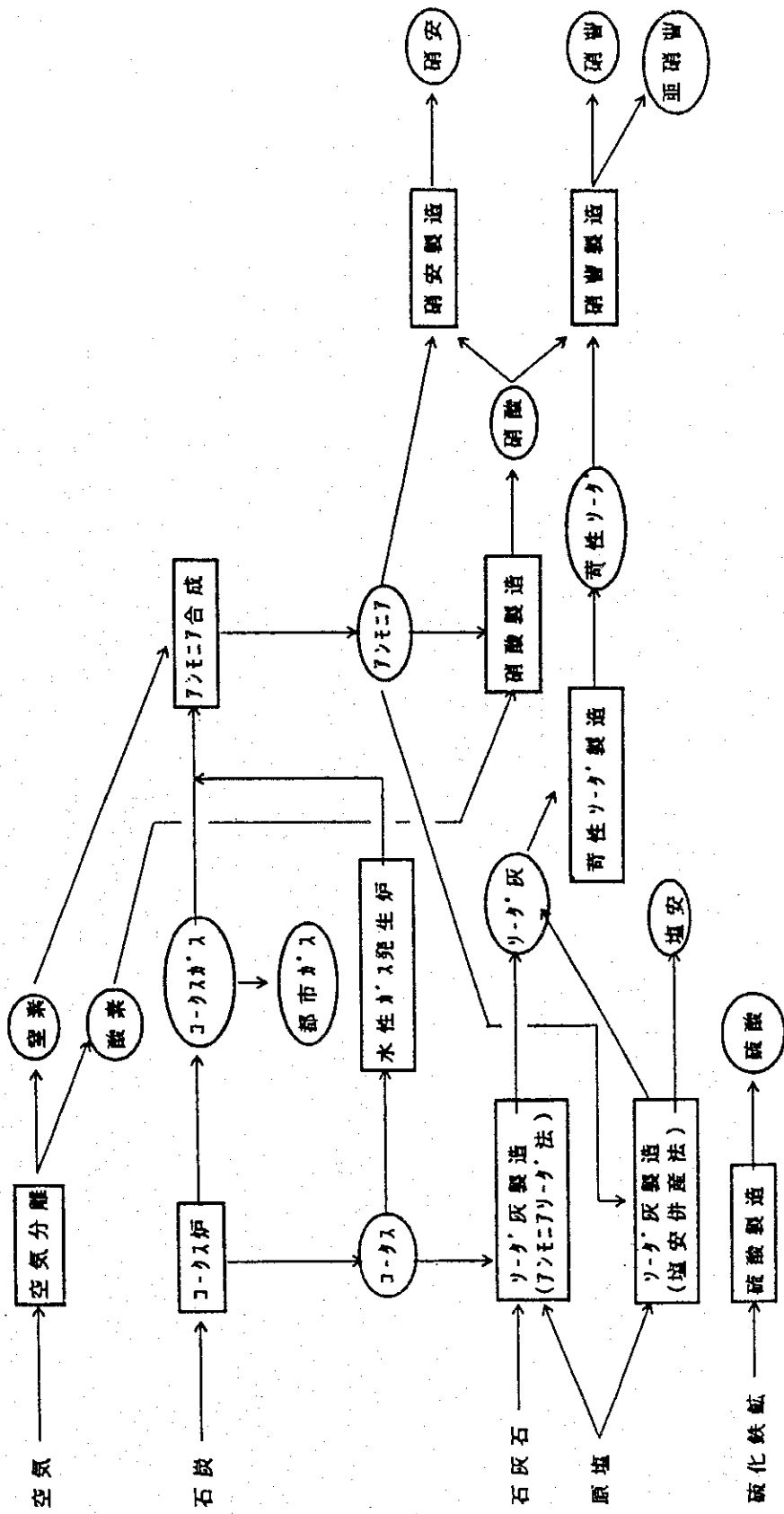
(图一3) 大化集团有限责任公司组织机构设置图

1997年10月现在



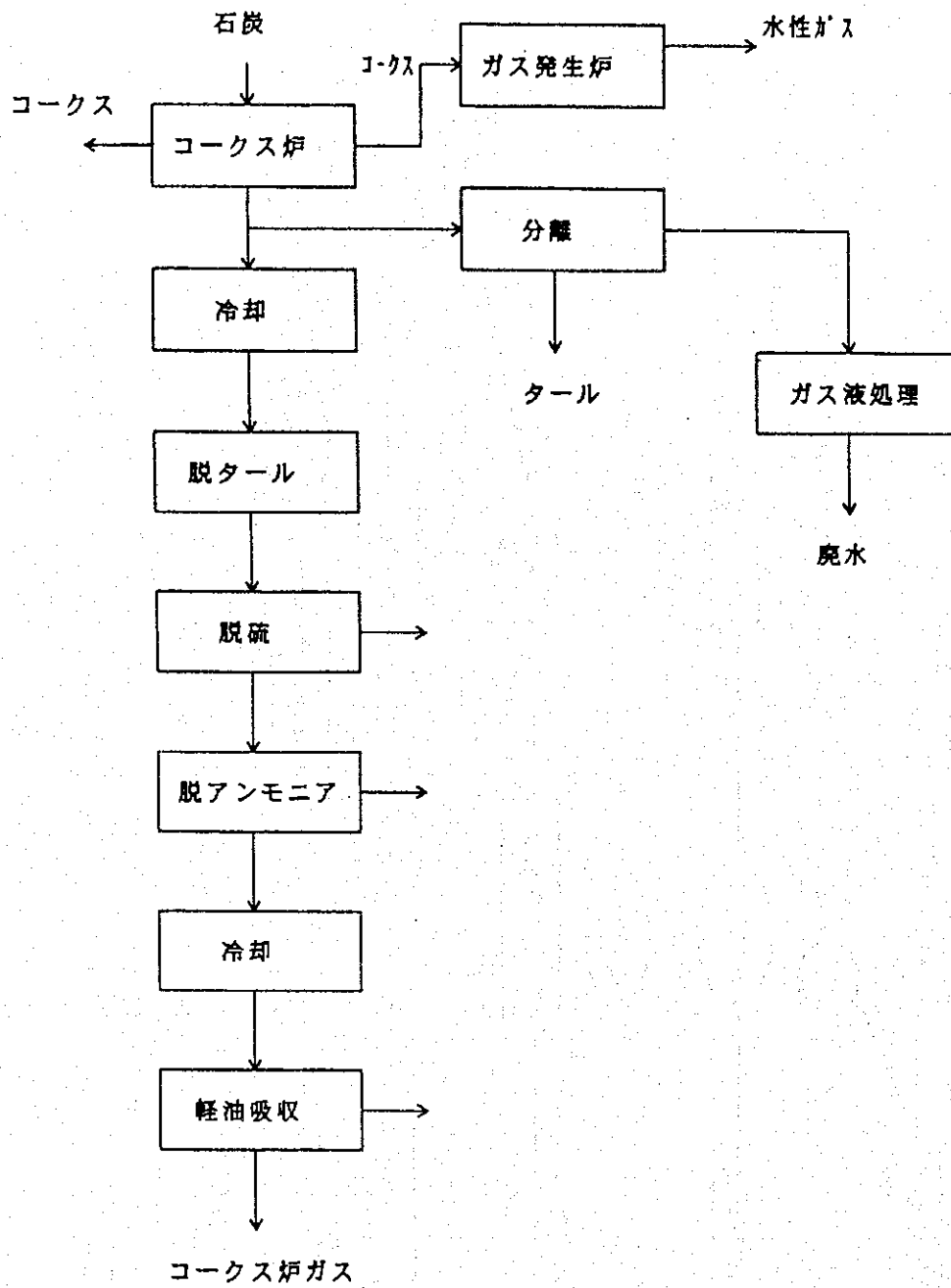
图三-4-2-8-1(2)

组织图



図三-4-2-8-1(3)

原料/製品関係図



図III-4-2-8-1(4) コークス炉ガス (COG) 製造フロー

$7\text{NH}_3$  空気  $\text{H}_2\text{O}$

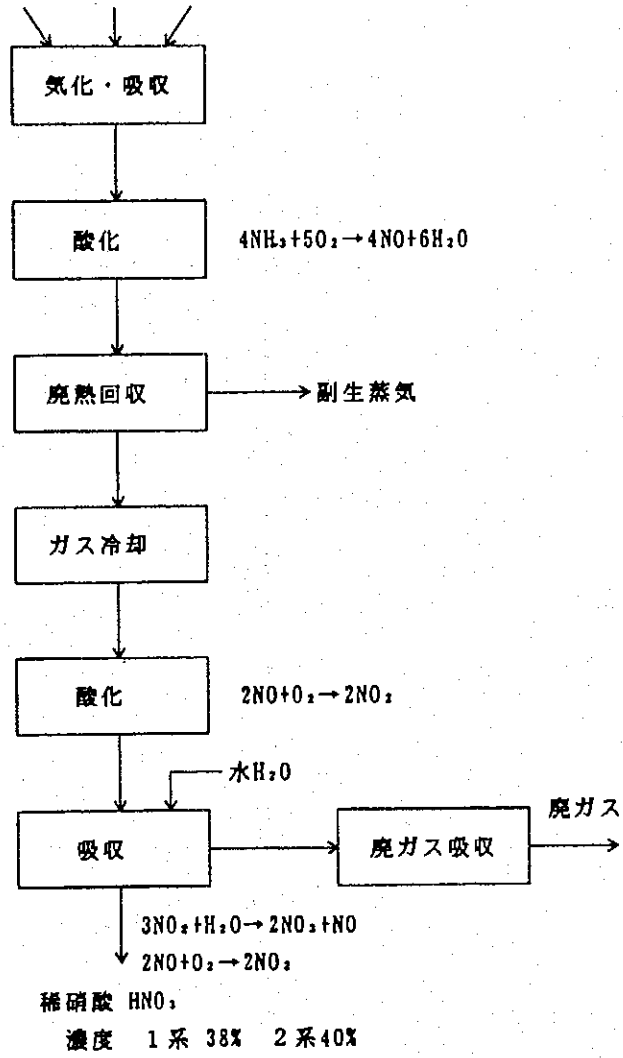


図 III-4-2-8-1(5) 硝酸製造フロー



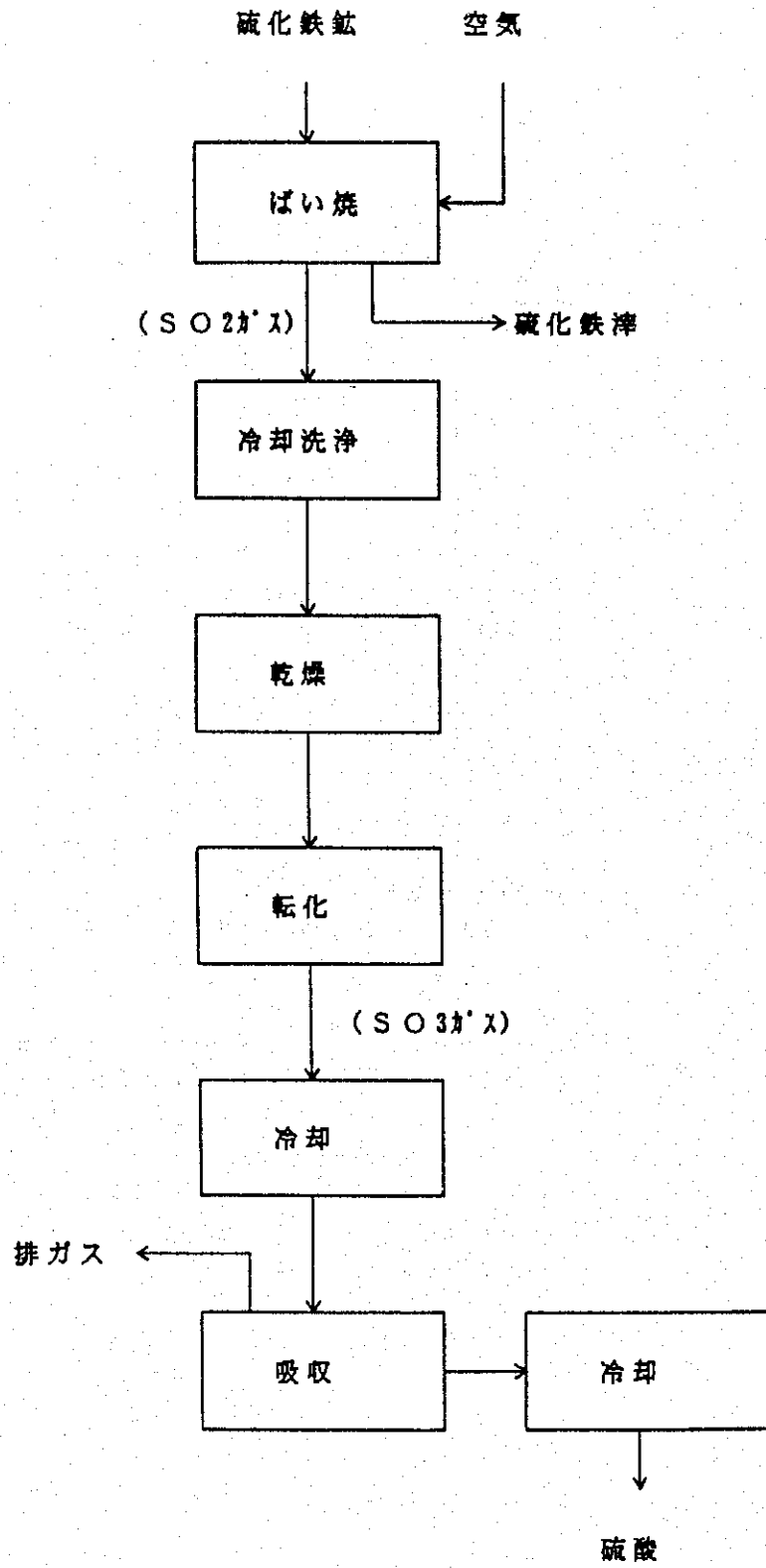
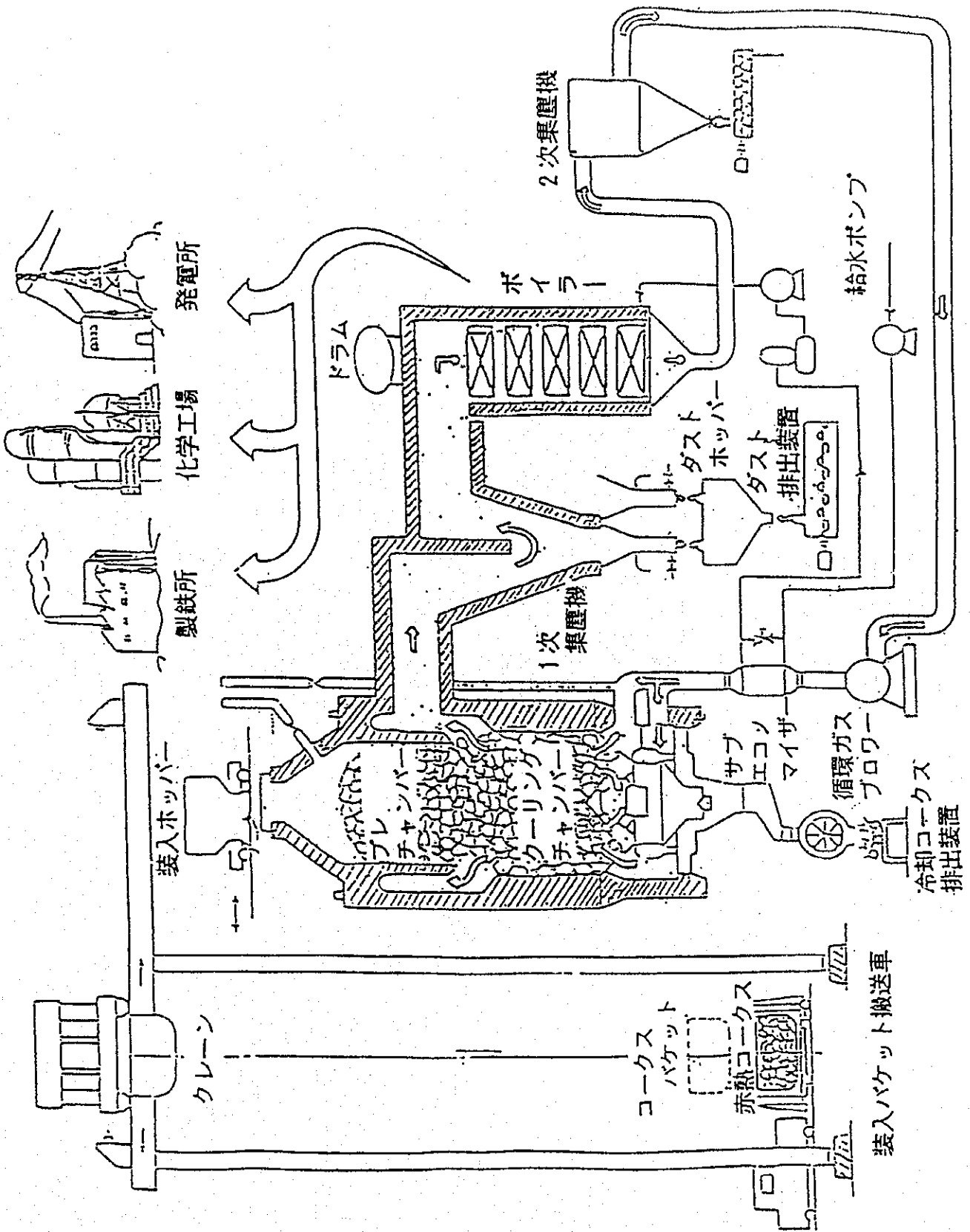


図 III-4-2-8-1(6) 硫酸製造フロー



図三-4-2-8-1(7) CDQ 設備概要

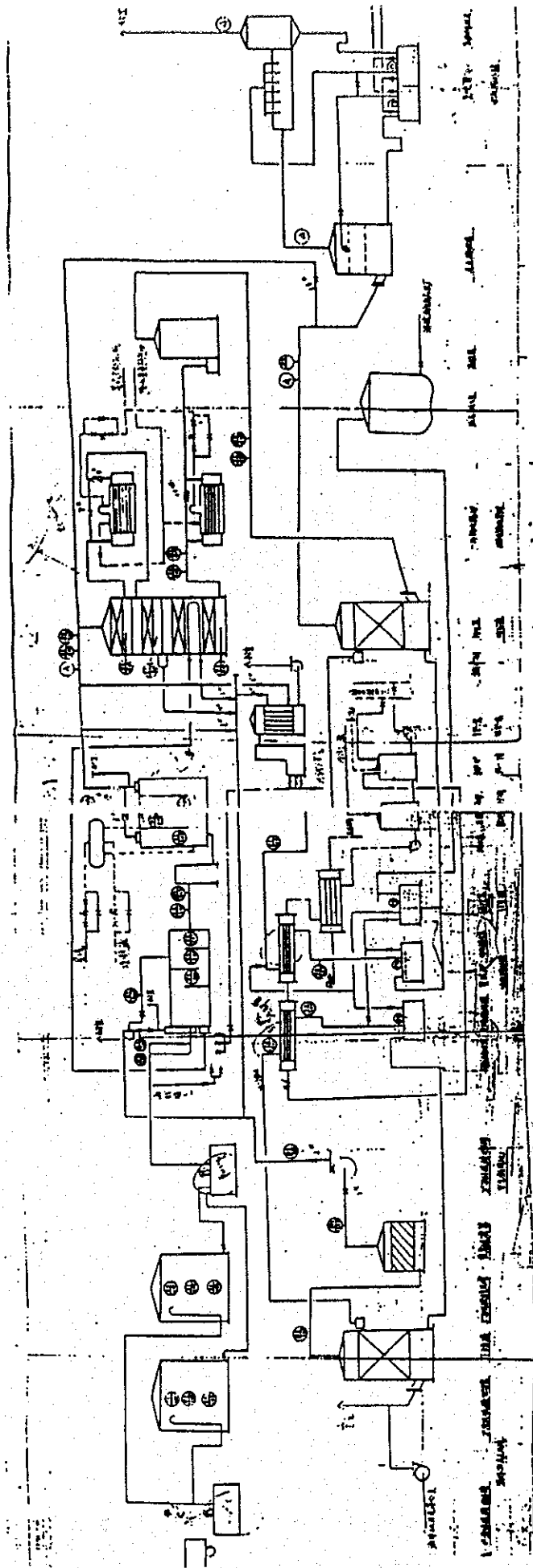


図 III-4-2-8-1(8) 硫黄を原料とした硫酸製造工程

#### 4.2.8.2 環境影響評価

##### (1) 環境の概況

大連化学工業公司（大連化学）は、1933年に設立された大連化学工場（旧満州化学株式会社）を母体に大連ソーダ工場（旧満州曹達株式会社）を合併してできた工場であり、歴史も古い。従って、現在生産している種々の生産設備は旧式のものが多いため、効率が悪く生産過程から排出される汚染物質は、周辺環境に著しく影響を及ぼしている。

特に、コークス炉からのガス漏れ、湿式消火に起因する煤塵発生。硝酸製造設備からの  $\text{NO}_x$  漏洩、硫酸製造設備からの排水中に含まれる多量の SS 排出量、また、多量に発生するアルカリ廃液廃棄物。発電所からの大気汚染物質排出量等により大連市の大気、大連湾の水質に多大な影響を与えている。

##### (2) スクリーニング結果

大連化学を現状分析し、大連化学がどの環境項目に関し影響を与えているか調査した。本調査は、クリーナープロダクション報告書、大連環境モデル都市計画案、工場ヒアリング調査、その他 JICA 調査に基づき、環境項目に関して評価を加えた。これらの評価に基づき、環境影響評価に関する重点項目の絞り込みを行った。なお、スクリーニングワークシートは JICA 環境影響配慮ガイドラインを参考に、中国での評価項目を加えた。

表Ⅲ-4-2-8(1) 大連化学スクリーニングリスト

環境項目		内容	評定	備考(根拠)	
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴う移転(居住権・土地所有権の転換)	有・無・不明	工事に伴う住民移転なし
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・無・不明	
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・無・不明	工事による交通量の増大
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・無・不明	
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有・無・不明	
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権の阻害	有・無・不明	
	7	保健衛生・健康状況	衛生環境の悪化・人の健康状況	有・無・不明	発電所からのSO <sub>2</sub> 等による環境影響
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物	有・無・不明	41~44万t/年投棄
	9	災害(リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有・無・不明	
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有・無・不明	
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有・無・不明	
	12	地下水	過剰揚水等による枯渇、造成工事による汚染	有・無・不明	127.7万t/年の揚水
	13	湖沼・河川流域	埋立や排水の流入による流量、河床の変化	有・無・不明	
	14	海岸・海域	埋立てや海況の変化による海岸侵食や海洋生物の変化	有・無・不明	
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有・無・不明	
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有・無・不明	
公害	17	景観・文化財	地形変化、構造物による調和の阻害、文化財保護	有・無・不明	
	18	大気汚染	車輦や工場からの排出ガス、有毒ガスによる汚染	有・無・不明	3-炉、発電所による大気汚染
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	有・無・不明	硫酸製造工程等からの排水汚染
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・無・不明	
	21	騒音・振動	車輦・航空機・工場等による騒音・振動の発生	有・無・不明	コブレッタからの騒音
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有・無・不明	
	23	悪臭	排気ガス・悪臭物質の発生	有・無・不明	7-モリ製造工程からの悪臭

「交通・生活施設」

大連化学は従来から建設してある古い施設を、新しい施設に建設し直す改造計画である。従って、該当項目は建設のための工事車輛の増大等による多少のインパクトがあるのみである。これらは、工事車輛が朝・夕の渋滞時間帯に乗り入れないことにより、影響を回避できる。

「保健衛生・健康状態」

大連化学ではコークス炉からのSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>の漏洩、消火塔からの煤塵排出、硝酸製造設備及び硫酸製造設備からのNO<sub>x</sub>、及びSO<sub>x</sub>、発電所からの煤塵・SO<sub>x</sub>等、種々の汚染物質

が大気に排出される。これらは、労働者の健康及び周辺住民の健康に少なからずインパクトを生じている。具体的な因果関係はデータ不足のため、不明確である。

#### 「廃棄物」

原塩を原料としたアンモニアソーダ法のソーダ灰製造設備からの蒸留廃液と原塩精製工程からの排泥、及び苛性ソーダ製造設備からの廃液を中和したアルカリ廃液の投棄量は年間 25 万 t にのぼり、大きなインパクトがある。

#### 「地下水」

大連化学の地下水の揚水は年間 127.7 万 t である。大連市の地下水は 1970 年代に過剰くみ上げによって、塩水が侵入するまでに悪化している。1993 年の大連市の水使用量は 8.4 億トンであり、大連化学の地下水使用量は 0.15% にあたり、なんらかのインパクトがあるものと考えられる。

#### 「大気汚染」

保健衛生・健康状況の項目で記述したように、大きなインパクトがあると考えられる。

#### 「水質汚濁」

硫酸製造設備における精製過程での排水は有害物質を含むとともに、SS 濃度が高く、大きなインパクトがある。

#### 「土壌汚染」

土壌汚染は、有害化学物質が河川へ排水されることが誘因となり、引き起こされることが多い。大連化学は海岸沿いに立地しており、直接海域に排出されるため、海洋汚染は発生しても、土壌汚染にまで発展する可能性は少ない。

#### 「騒音・振動」

種々の化学物質の合成過程で圧力を伴った反応が必要な場合がある。また、酸素と窒素の空気分離も高圧力の状態でおこなう必要がある。これらの状態を作り出すには、コンプレッサーによる加圧が必要となるが、コンプレッサー稼動時に騒音が発生し、多少のインパクトが生じる。

#### 「悪臭」

アンモニア合成過程、硫酸製造工程等で、刺激臭等を含んだ悪臭が発生する可能性があり、多少のインパクトがあると考えられる。

(3) 排出量の現状

1) 大気汚染物質

・1997年における大連化学工場の大気汚染物質排出量は以下のとおりである。

表Ⅲ-4-2-8(2) 大気汚染物質排出量

製造設備	排出箇所	排ガス量 万 Nm <sup>3</sup> /y	煤塵 t/y	SO <sub>2</sub> t/y	NO <sub>x</sub> t/y	アモニア t/y
発電所		541779	1415.3	10475	6019	
その他	(1)	17501		1.2	26.75	
	(2)	280880		904.6	694.9	
	(3)	13690	143	264.7	152.1	
	(4)	6088	159.1	117.71	67.64	
プロセス	第1硝酸	7387	0		528.78	
	第2硝酸	12862			1576.86	
	濃硝酸	7676			83.55	
	小計	27925			2189.19	
第1硫酸 第2硫酸	第1接硝テ-ルガス	18116				0
	第2接硝テ-ルガス	15161				0
	アモニアガス濾過アモニア浄化テ-ルガス	12356				39.42
	炭酸アモニア乾燥テ-ルガス	1087				38.03
	固形ソーダ工排気	2584				47.03
	カルシウム除去塔排気	1344				36.56
	ソーダ回収塔排気	16475				33.11
	新ソーダ濾過アモニア浄化テ-ルガス	8415				8.17
	乾燥アモニア沸騰炉テ-ルガス	68641				593.92
	精製アモニア乾燥テ-ルガス	6213				14.22
	新ソーダ濾過テ-ルガス	5005				7.51
小計	155397		2462		817.97	
コ-ガス炉	消火塔		220			

・スタックガス濃度の測定

JICA 調査団による発電所の石炭ボイラー大気汚染物質の測定結果を表Ⅲ-4-2-8(3)に示す。排出基準は遼寧省污水及び廃気排放標準 (DB21-60-89) とし、石炭ボイラー煙突高さは80mとした。データベースによると当該煙突はA-8ボイラーと同規模のボイラー (170t/h) がさらに1施設敷設されている。従って、A-8ボイラーと同様の濃度が排出されると仮定すれば、排出基準を超えないこととなる。

表Ⅲ-4-2-8(3) 発電所ボイラー測定結果

	排出基準 DB21-60-89	施設名	
		A-8ボイラー	A-9ボイラー
煙突番号		A-6	A-6
煙突高さ(m)		80	80
燃料種類		石炭	石炭
燃料使用量(t/h)		20	20
排ガス測定値 Nm <sup>3</sup> /h		57000	70000
SO <sub>2</sub> 濃度(ppm)		210	200
SO <sub>2</sub> 排出量(kg/h)	270	34.2	40
		74.2	
NO <sub>x</sub> 濃度(ppm)		260	250
NO <sub>x</sub> 排出量(kg/h)	167.4	30.4	35.9
		66.3	
煤塵濃度(mg/m <sup>3</sup> )		700	1200
煤塵排出量(kg/h)	421.2	39.9	84
		123.9	

・煙突毎の排出基準との比較

煙突毎の排出基準との比較を表Ⅲ-4-2-8(4)～(5)に示す。発電所からの排煙は 80m 煙突 1 本に集約したため、排出基準式中の重複係数は 1.0 として算出した。本計算によると発電所をはじめとして、プロセス等の施設から排出される大気汚染物質は排出基準を超える施設が多いことがわかる。

表Ⅲ-4-2-8(4) 煙突毎の排出基準との比較

	煙突高さ (m)	SO <sub>2</sub>			ばいじん			NO <sub>x</sub>		
		年間排出量(t/y)	排出基準(kg/h)	時間排出量(kg/h)	年間排出量	排出基準	基準対応排出量・濃度	年間排出量(t/y)	排出基準(kg/h)	時間排出量(kg/h)
発電所煙突	80	10475	450	<b>1495</b>	1415.3	702 (kg/h)	202.0 (kg/h)	6019	279	<b>858.9</b>
その他(1)	60	1.2	45	0.2				26.75	48	3.8
その他(2)	45	904.6	34	<b>129</b>				694.9	27	<b>99.2</b>
その他(3)	40	264.7	30	<b>37.8</b>	143	150 (mg/m <sup>3</sup> )	<b>1045</b> (mg/m <sup>3</sup> )	152.1	20	<b>21.7</b>
その他(4)	50	117.7	38	16.8	159.1	150 (mg/m <sup>3</sup> )	<b>2613</b> (mg/m <sup>3</sup> )	67.6	34	9.6



表III-4-2-8(5) 生産プロセスにおける煙突毎の排出基準との比較

	煙突高さ (m)	SO <sub>2</sub>			アンモニア			NO <sub>x</sub>		
		年間排出 量(t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出 量(kg/h)	年間排出 量	排出基準 (kg/h)	時間排出 量(kg/h)	年間排出 量(t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出 量(kg/h)
第1硝酸	40							528.8	20	<b>75.5</b>
第2硝酸	25							1576.9	8.0	<b>225</b>
濃硝酸	37							83.6	17	11.9
第1硫酸	45	83.3	34	11.9						
第2硫酸	30	129.5	21	18.5						
アンモニアダ 濾過	20				39.42	3.0	5.6			
炭酸アンモ 乾燥	20				38.03	3.0	5.4			
固形ダ 加減除去	20				47.03	3.0	6.7			
ダ 回収	40				33.11	12	4.7			
新ダ濾過 アンモニア 浄化	43.3	146.4	32.6	20.9	8.17	14.6	1.2			
乾燥アンモ 沸騰炉	25.1				593.9	4.5	84.7			
精製アンモ 新ダ濾過 浄化	20.3				14.22	3.0	2.0			
新ダ濾過 浄化	15.5				7.51	3.0	1.1			

2) 水質

1995年大連市環境部弁公室から提供されたデータベースより水質汚染物質排出量を表Ⅲ-4-2-8(6)に示す。年間排出量から年平均濃度を算出し、排出基準と比較した結果、53、63 排出口でSSが排出基準を超えている。また、表Ⅲ-4-2-8(7)はJICA調査団による測定結果であるが、63 排出口でSSが排出基準を超えている。

表Ⅲ-4-2-8(6)水質測定値 (1995年データベースより引用)

排水口 No.	52	53	55	56	57	63	合計
年間排水時間数	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	8,760	
年間排水量(万 ton/y)	881.62	1424.1	1464.3	1815.8	5495.2	681.9	11,762.79
浮遊物(ton/y)	0	6,463.0	0	0	10,281	1,704.7	18,448.70
化学的酸素要求量(ton/y)	0.0	0	0	0	0	0	0
生化学的酸素要求量(ton/y)	0	0	0	0	0	0	0
水銀(ton/y)	0	0	0	0	0	0	0
カドミウム(ton/y)	0	0	0	0	0	0	0
鉛(ton/y)	0	0	0	0	0	0	0
六価クローム(ton/y)	0	0	0	0	0	0	0
砒素(ton/y)	0	0.739	0	0	0	0	0.739
フェノール(ton/y)	0	0	0	0	4.852	0	4.852
シアン(ton/y)	0	0	0	0	25	0	25
石油類(ton/y)	5.13	8.47	0	48.18	67.01	0	128.79
硫化物(ton/y)	0	0	0		1.7	0	1.7
アンモニア性窒素(ton/y)	35.77	438.87	376.96	316.58	2,282.48	0	3450.66

表Ⅲ-4-2-8(7) JICA 調査水質負荷量測定結果

区画	工場名	排水路 No.	排水量			COD		SS		総窒素		総リン	
			淡水量 (m³/日)	海水量 (m³/日)	合計 (m³/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)
2	大連化学工業	53	1,680	40,328	42,008	5.3	222.6	150.0	6301.2	66.0	2772.5	0.01	0.42
		55	2,161	51,857	54,018	6.0	324.1	110.0	5942.0	39.0	2106.7	0.03	1.62
		56	1,935	46,442	48,377	5.8	280.6	100.0	4837.7	11.0	532.1	0.02	0.97
		57	4,941	118,587	123,528	6.0	741.2	140.0	17293.9	80.0	9882.2	0.10	12.35
		63	856	20,534	21,390	6.3	134.8	250.0	5347.5	6.9	147.6	0.74	15.83
		合計	11,573	277,748	289,321		1703.3		39722.3		15441.1		31.19
4	大連化学工業	52	814	19,530	20,344	6.4	130.2	120.0	2441.3	52.0	1057.9	0.15	3.05

3) 廃棄物

大連化学で発生する廃棄物を表-4-2-8(8)に示す。

表-4-2-8(8) 大連化学産業廃棄物発生量 (t/y)

発生工程	廃棄物種類	発生量	利用量	投棄量
精製 アルカリ	リ-ダ 廃設備の廃液	12万		12万
	原塩精製の廃泥	7~8万		7~8万
	苛性リ-ダ 設備の廃液	5万		5万
	石灰石の粒径 off 品	7万	7万	
	石灰石焼成後の未分解	2~3万		2~3万
	小計	33~35万	7万	26~28万
発電所	集塵機の煤塵	15~16万		15~16万
コ-ク炉	炉滓	3~4万	3~4万	
硫酸	硫化鉄滓	12~13万	12~13万	
	合計	63万~68万	22~24万	41~44万

#### (4) 環境濃度の現状

##### 1) 大気

##### (a) 長時間平均値の推定

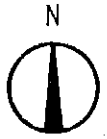
大連化学から排出される現状の大気汚染物質による年平均値の等濃度線図を図Ⅲ-4-2-8(1)～(4)に示す。大連化学からのPM10の影響は $0.004\text{mg}/\text{m}^3$ の範囲が工場南側海岸に出現し、 $0.002\text{mg}/\text{m}^3$ の範囲は、工場北側約6km程度に及んでいる。国家環境基準(GB3095-1996)によれば、PM10の年平均値二級基準は $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ である。従って、大連製鋼・大連セメントと比較すると大連化学のPM10の影響は少ないこととなるが、北側6kmの範囲では、環境基準値の5%程度を占めていることになる。同様にSO<sub>2</sub>は南側の港湾周辺及び北側3km程度の範囲で $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ の濃度区域があり、その地域ではSO<sub>2</sub>環境基準値二級の $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ の17%、NO<sub>x</sub>は北側及び南側に最大濃度 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ の地域があることから、NO<sub>x</sub>環境基準二級( $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ )の20%を大連化学で占めている。

##### (b) 短期平均濃度の推定

図Ⅲ-4-2-8(5)にPM10の1次粒子のみの計算結果(DUST)、とガス状物質からの変質も考慮した計算結果(SPM)を示す。濃度プロファイルによると、PM10は日平均の2級基準 $0.05\text{mg}/\text{m}^3$ を大幅に超えている。また、図Ⅲ-4-2-8(6)にSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、NO<sub>2</sub>の濃度プロファイルを示す。SO<sub>2</sub>に関しては日平均値の環境基準 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 及時間値の環境基準 $0.5\text{mg}/\text{m}^3$ を下回っている。また、NO<sub>2</sub>に関しては環境基準内にあるものの、NO<sub>x</sub>は1日平均値及び1時間値とも環境基準を超えている。

# CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連化学 現状



0 1 2 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

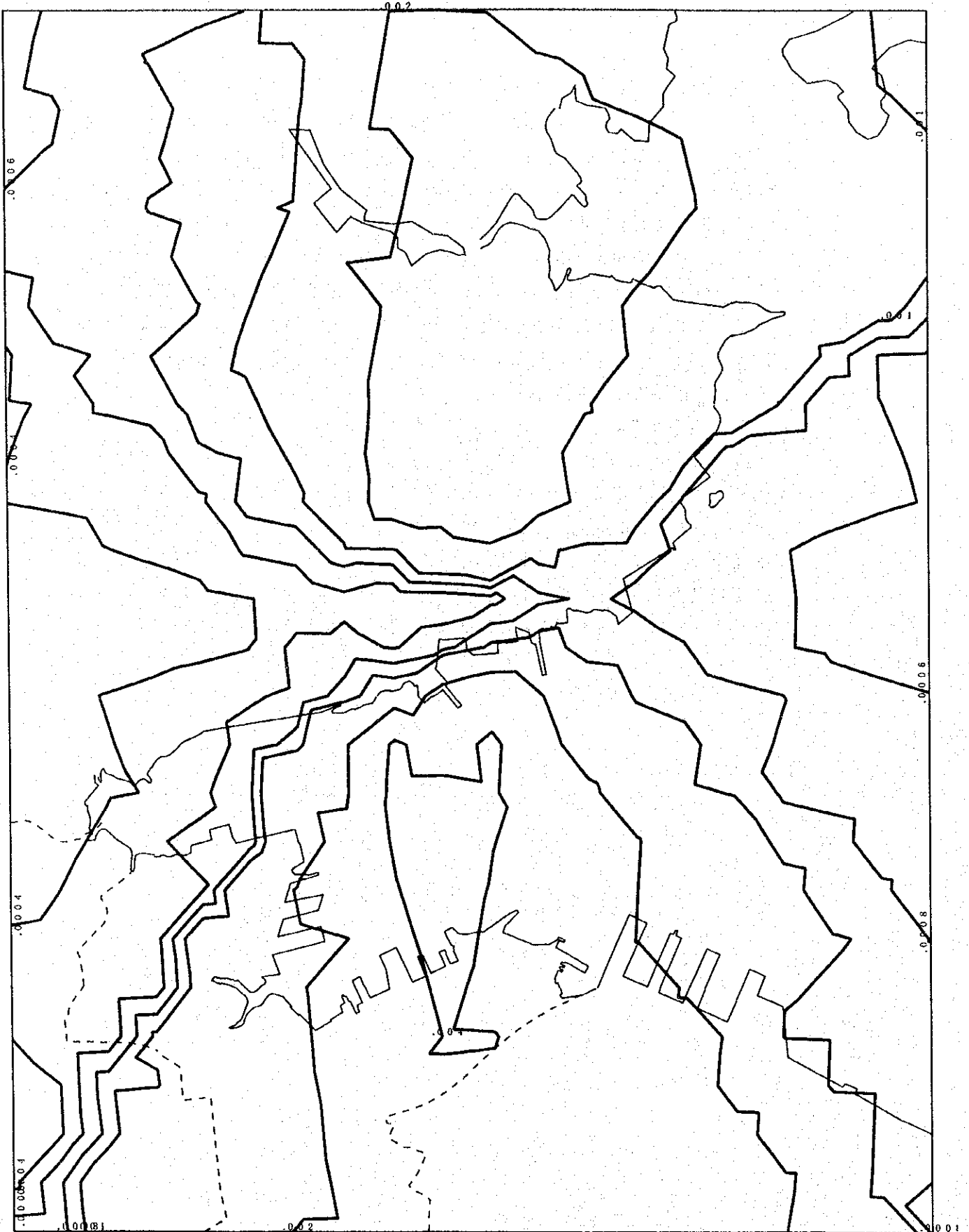
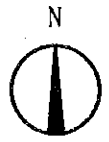


图 III-4-2-8-(1) PM10 年平均値濃度図 (現状)

CONTOUR CURVE OF SO<sub>2</sub> CONCENTRATION

大連化学 現状



0 1 2 3 km (mg/m<sup>3</sup>)

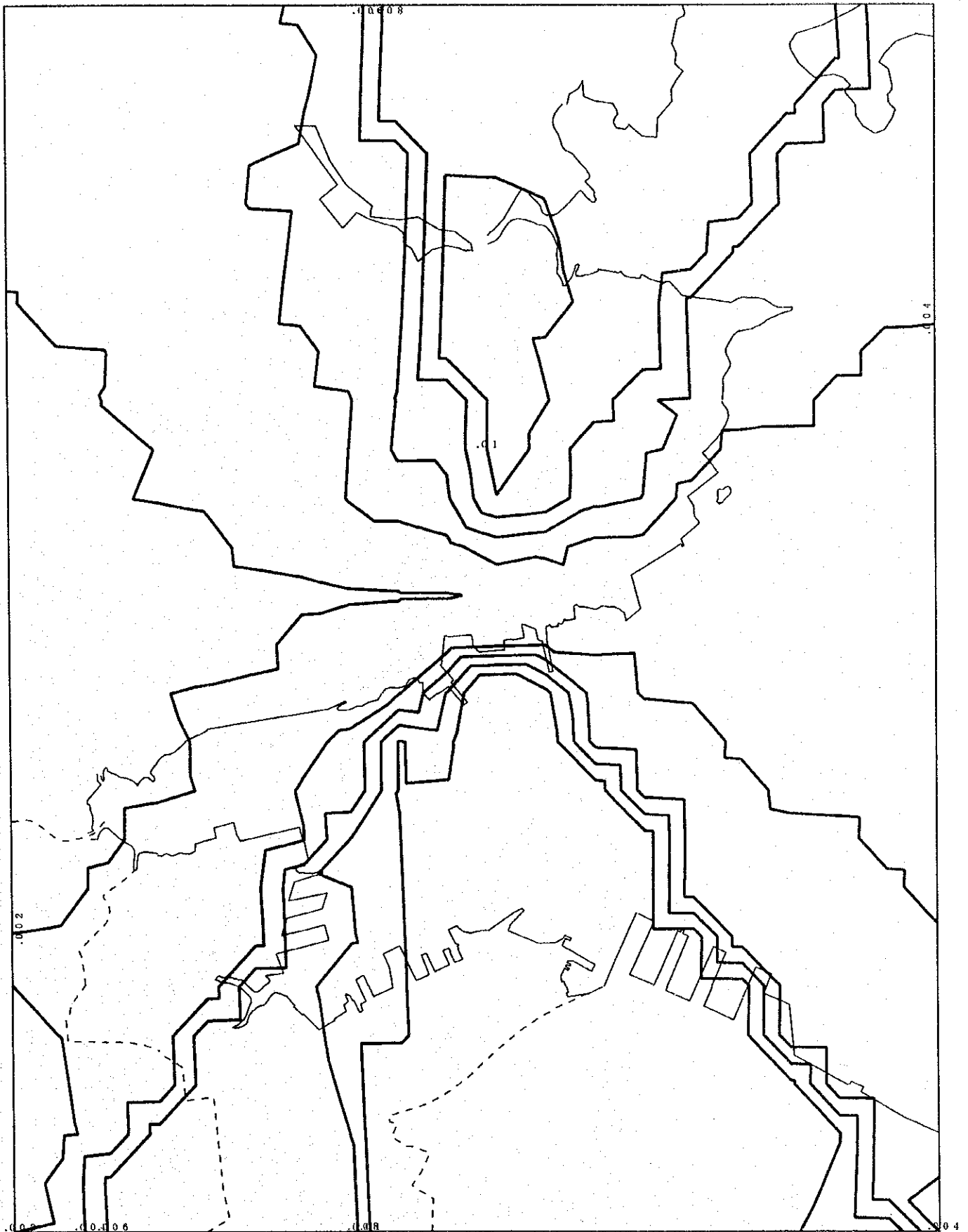
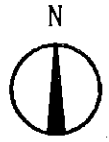


图 III-4-2-8-(2) SO<sub>2</sub> 年平均值濃度图 (現状)

CONTOUR CURVE OF NO<sub>x</sub> CONCENTRATION

大連化学 現状



0 1 2 3 km (mg/m<sup>3</sup>)

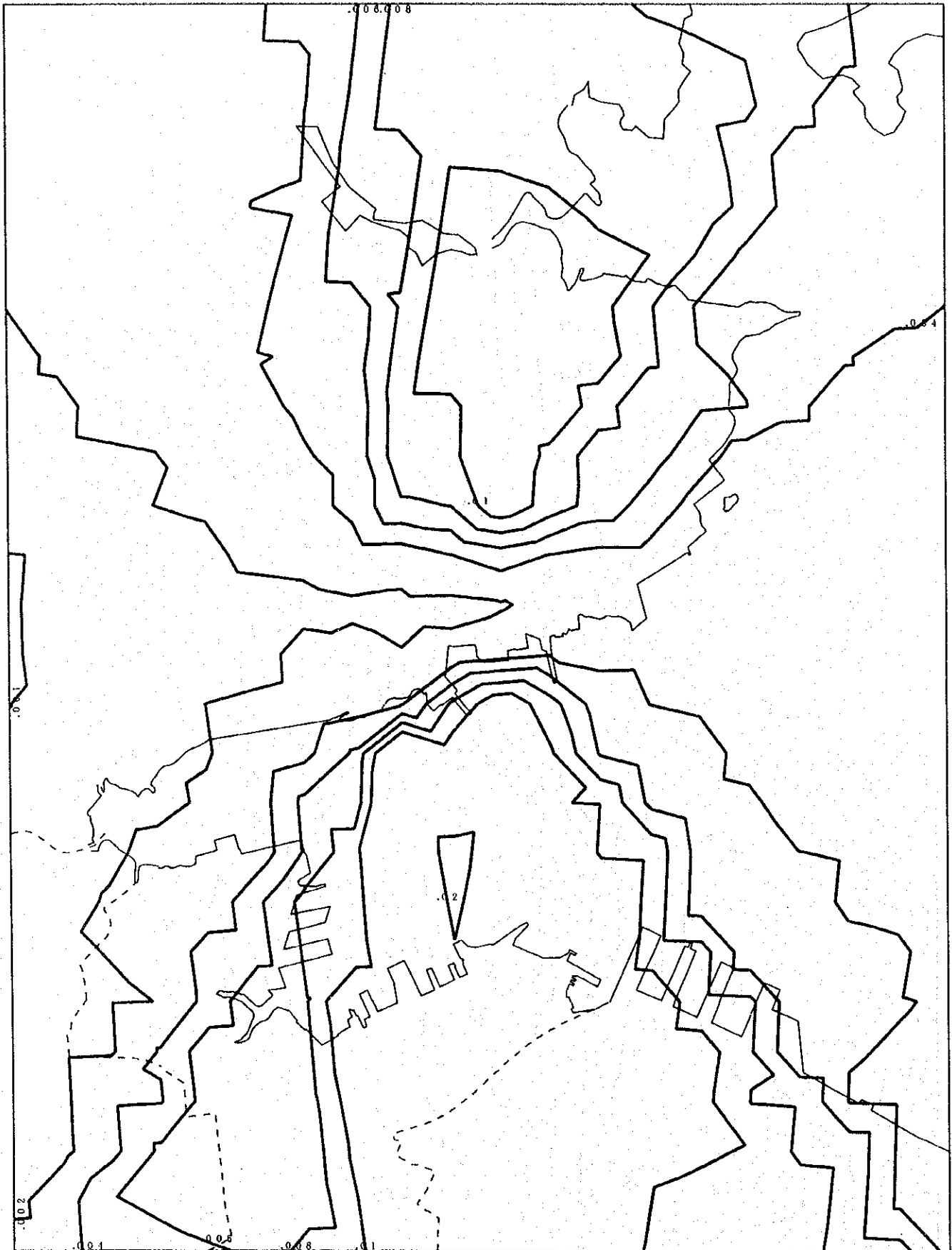
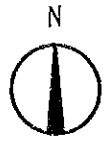


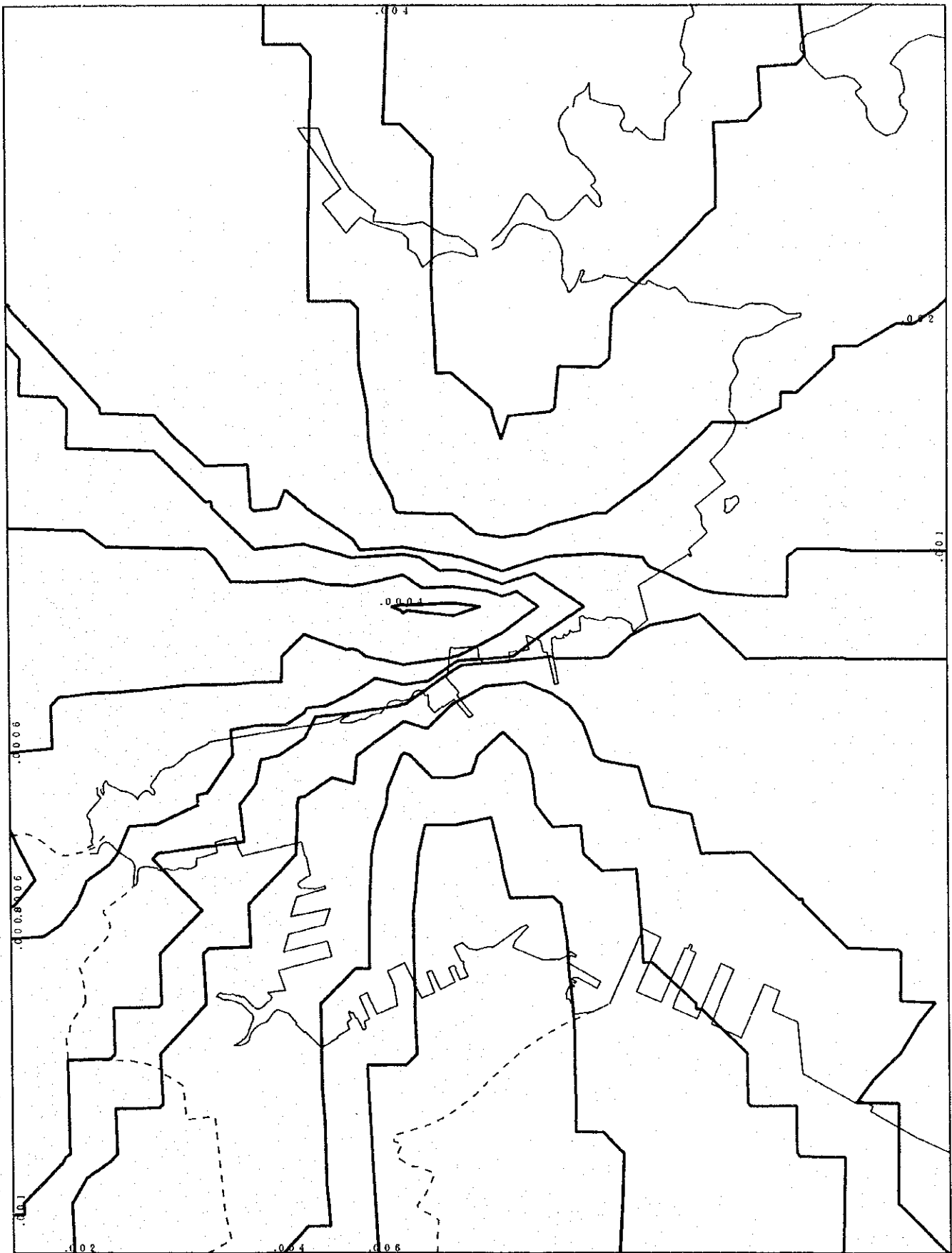
图 III-4-2-8-(3) NO<sub>x</sub> 年平均値濃度图 (現状)

CONTOUR CURVE OF NO<sub>2</sub> CONCENTRATION

大連化学 現状

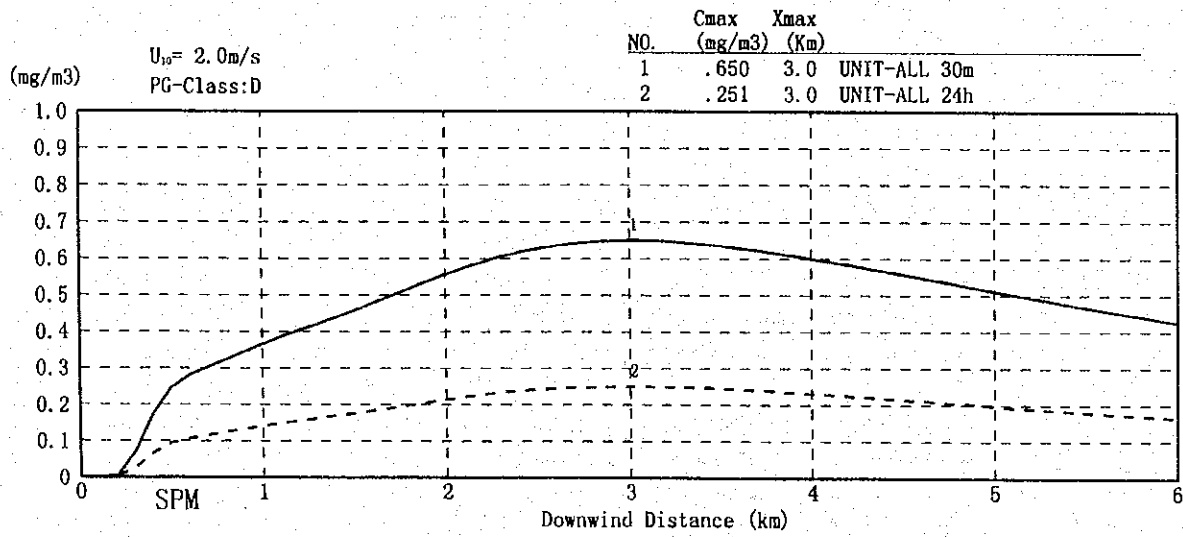
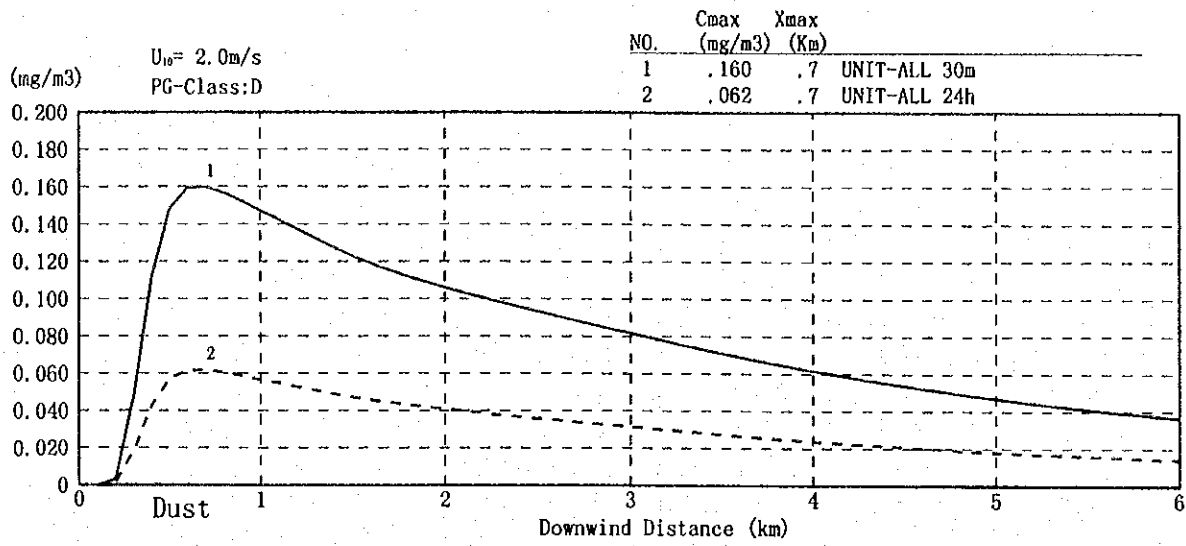


0 1 2 3 <sup>μg</sup> (mg/m<sup>3</sup>)



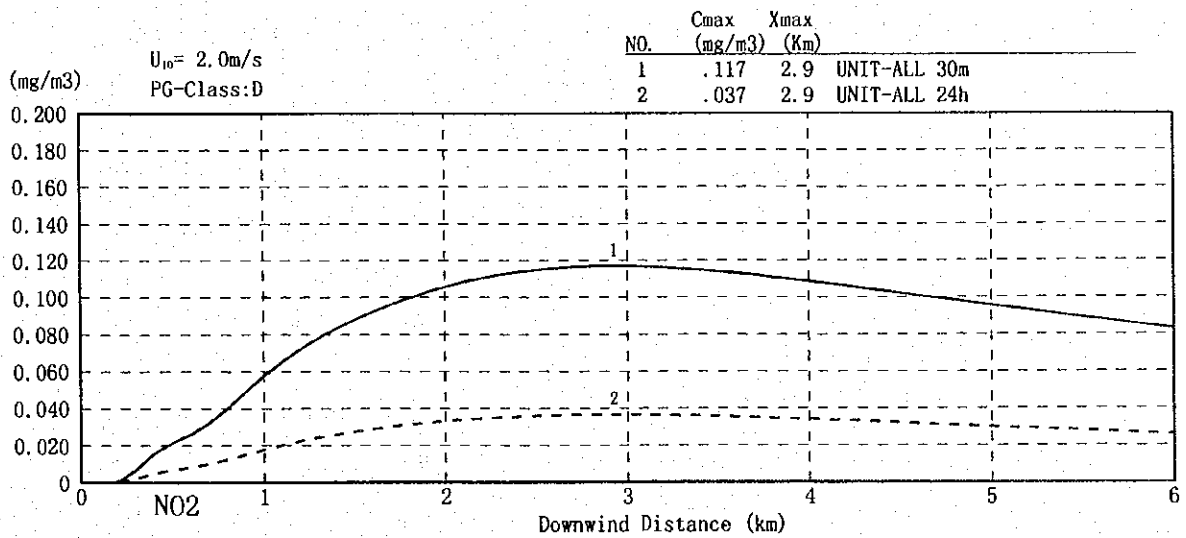
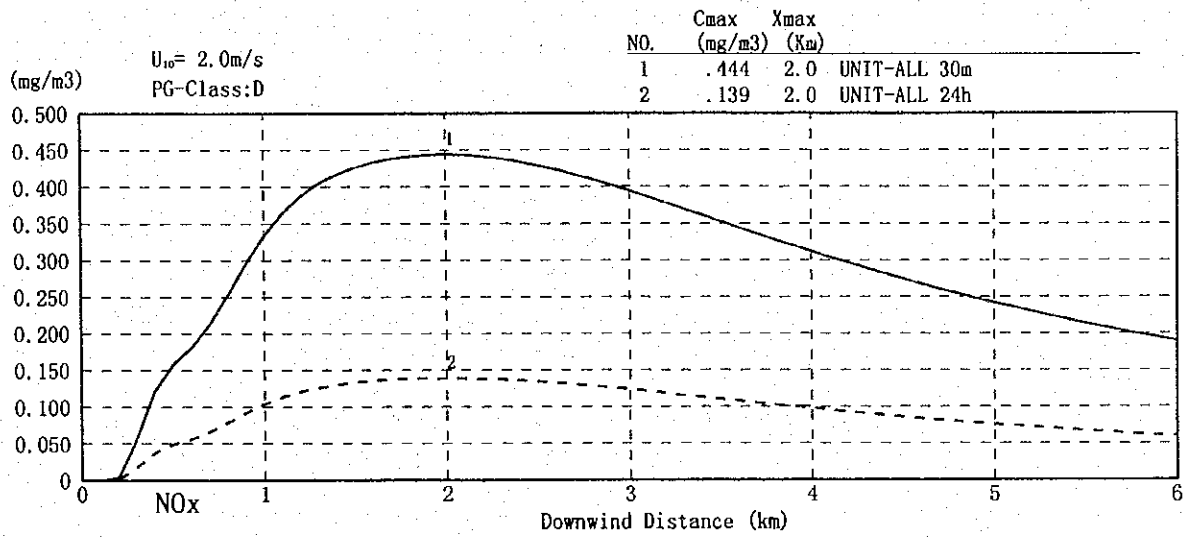
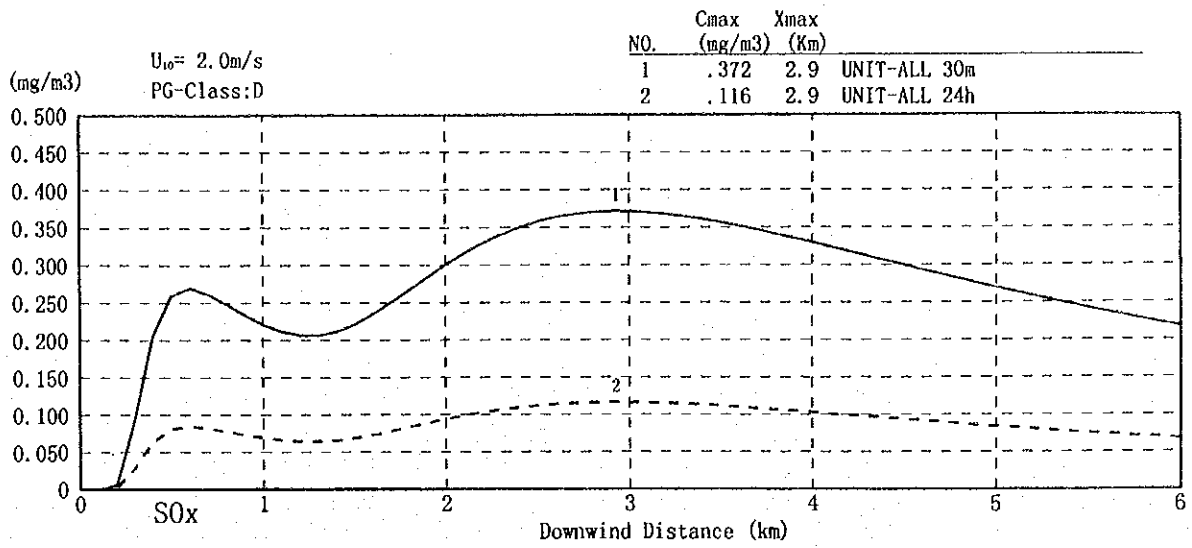
図III-4-2-8-(4) NO<sub>2</sub>年平均值濃度図 (現状)





CONCAWE & Plume

図III-4-2-8-(5) 大連化学(現状) (短時間値)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-8-(6) 大連化学(現状)(短時間値)

## 2)水質

先の表Ⅲ-4-2-8(7)の負荷量に基づき、大連化学からの水質汚濁物質（COD、SS、N、P）の臭水套水域での濃度を予測した。臭水套ブロックは大連製鋼で示した図Ⅲ-4-2-1(7)に示す区域と同一である。

表Ⅲ-4-2-8(8)に大連化学からの寄与のみの水質汚濁物質予測濃度を示す。

表Ⅲ-4-2-8(8) 水質汚濁物質寄与濃度

	COD (mg/l)		SS (mg/l)		Total-N (mg/l)		Total-P (mg/l)	
	予測値	実測地	予測値	実測地	予測値	実測地	予測値	実測地
1ブロック	0.008	1.87	0.178	5.1	0.070	2.85	0.0001	0.068
2ブロック	0.037	1.73	0.856	5.8	0.335	3.95	0.0007	0.059
3ブロック	0.037	2.15	0.848	8.5	0.332	3.10	0.0007	0.060
4ブロック	0.055	3.00	1.193	13.9	0.482	3.40	0.0011	0.120

## (5) 現状の問題点と対策

### 1) 問題点

コークス炉の煤塵対策としては、石炭送入時の送入車集塵装置、炉出口ガス配管に水スプレーの無縁送入装置及びコークスガイド車集塵装置が設置され、既に機能している。しかし、コークス炉は水スプレーによる湿式消火のため、多量の煤塵が水蒸気とともに大気に排出されている。また、ガス発生炉からの煤塵の発生もある。

硝酸製造設備では吸収塔からの NOx 濃度 2.2%の排ガスを炭酸ナトリウム吸収による除塵装置で処理しているが、常圧による吸収で効率が悪く、排ガス中には 2000～4000ppm の NOx が残っていて黄色いガスを排出している。これらの施設からの NOx 排出量は 2189t/y であり、排出基準を満たしていない。

精製アルカリ設備からの廃棄物投棄量は年間 26～28 万 t にも達する。これらの廃棄物は船舶で塩島地区にある大連化学専用廃棄場に運ばれ投棄されている。従って、運搬にかかる費用等も嵩み、製造コスト高の一因にもなっている。

硫酸製造設備では硫化鉄鋼を原料としているため、ばい焼工程で多量（12～13 万 t/y）の硫化鉄滓が廃棄物として発生する。また、精製工程からの排水は砒素などの有毒物質を含み、SS 濃度が高く、色相（赤褐色）と共に海洋汚染の原因となっている。

発電所は 9 基の石炭ボイラーからなり、大気への硫黄酸化物排出量では大連化学最大の施設となっている。また、集塵気で補集した煤塵の処理にも問題があり、水の供給事情により湿式集塵機には海水を使用しているため、煤塵はセメント等に再利用できず全量廃棄物として投棄している。また、これら煤塵を含んだ排水は処理が不十分のため、SS として排出されている。

これら現状の問題点をまとめると以下の通りとなる。

1. コークス炉からの煤塵
2. 硝酸製造設備からの NO<sub>x</sub> 排出量
3. 精製アルカリ工程から発生する廃棄物
4. 硫酸製造設備から排出される SS 等を含んだ排水
5. 発電所から排出される SO<sub>x</sub> 排出量

## 2) 対策

先の問題点を解決するために、以下の対策を考慮した。

### (a) コークス炉からのばいじん対策

2 系列のコークス炉があり、1 系は 1956 年稼働の 35 門と 1970 年に 10 門を追加した炉で設備の劣化が著しく、既に 10 門は停止している。設備からのガス漏れも激しく操業も安定していない。2 系は操業も安定している。コークス炉対策としては、1 系を撤去して 35 門のコークス炉を新設し、乾式消火設備を導入して煤塵の排出量をなくし、熱回収によるエネルギー使用量削減をはかる。

### (b) 硝酸製造設備からの NO<sub>x</sub> 排出量対策

旧式（常圧のアモニア酸化法）の設備を撤去し、熱効率の高い加圧法の設備を導入する。吸収効率の向上により NO<sub>x</sub> ガスの排出量が大幅に削減できる。

### (c) 精製アルカリ工程から発生する廃棄物対策

原塩を原料としたアンモニアソーダ法のソーダ製造設備からの蒸留廃液と原塩清々肯定からの廃泥及び苛性ソーダ製造設備からの廃液を中和し、濃縮総で沈降分離した廃棄物が発生する。これらの廃棄物は水分を多く含むことから、廃液の水分を 90% から 35% までフィルタープレスにより脱水する。

### (d) 硫酸製造設備から排出される SS 等を含んだ排水対策

既存の設備を撤去し、原料を硫化鉄鋼から硫黄に転換した硫酸製造設備を導入する。これらの新プラントには廃熱回収の効率化、装置の腐食防止、排ガスの最適な処理等を含んだ設計が必要となる。

### (e) 発電所から排出される SO<sub>x</sub> 排出量対策

旧 1～7 号炉が稼働している。このうち、旧 1～4 号炉は新 1.2 号炉への更新を進行中であるが、更に旧 5～7 号炉を廃止し、新 3,4 号炉を新設する計画である。新 3,4 号炉には循環流動床式ボイラーを導入し、炉内脱硫と電気集塵器による除塵をおこなう。

(6) 将来の改善効果

1) 大気

(a) 排出量の推定

現状の排出量より種々の対策を行った場合の削減効果を推定した結果、将来の大気汚染物質排出量は CP 調査によると以下ようになる。

- ・ コークス炉  
煤塵排出量-220t/y
- ・ 硝酸製造設備  
NOx 排出量-1800t/y
- ・ 発電所  
SO<sub>2</sub> 排出量-859kg/h(-6020t/y)  
煤塵排出量-183kg/h(-1282.5t/y)  
NOx 排出量+22~390kg/h(+154~2733t/y)

表 III-4-2-8(9) 将来の年間燃料使用量

	煙突高さ (m)	SO <sub>2</sub>			ばいじん			NO <sub>x</sub>		
		年間排出量 (t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)	年間排出量	排出基準 (kg/h)	基準対比排出量・濃度	年間排出量 (t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)
発電所煙突	80	4455	450	<b>636</b>	132.8	702 (kg/h)	18.9 (kg/h)	7463	279	<b>1065</b>
その他(1)	60	1.2	45	0.2				26.75	48	3.8
その他(2)	45	904.6	34	<b>129</b>				694.9	27	<b>99.2</b>
その他(3)	40	264.7	30	<b>37.8</b>	143	150 (mg/m <sup>3</sup> )	<b>1045 (mg/m<sup>3</sup>)</b>	152.1	20	<b>21.7</b>
その他(4)	50	117.7	38	16.8	159.1	150 (mg/m <sup>3</sup> )	<b>2613 (mg/m<sup>3</sup>)</b>	67.6	34	9.6

表 III-4-2-8(10) 生産プロセスにおける煙突毎の排出基準との比較

	煙突高さ (m)	SO <sub>2</sub>			アンモニア			NO <sub>x</sub>		
		年間排出量 (t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)	年間排出量	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)	年間排出量 (t/y)	排出基準 (kg/h)	時間排出量 (kg/h)
第1硝酸	40							94.0	20	13.4
第2硝酸	25							280.4	8.0	<b>40.0</b>
濃硝酸	37							14.9	17	2.1
第1硫酸	45	83.3	34	11.9						
第2硫酸	30	129.5	21	18.5						
アンモニアろ過	20				39.42	3.0	5.6			
炭酸アンモニア乾燥	20				38.03	3.0	5.4			
固形ろ過	20				47.03	3.0	6.7			
カルシウム除去	20				36.56	3.0	5.2			
ろ過回収	40				33.11	12	4.7			
新ろ過アンモニア浄化	43.3	146.4	32.6	20.9	8.17	14.6	1.2			
乾燥アンモニア沸騰炉	25.1				593.9	4.5	84.7			
精製アンモニア	20.3				14.22	3.0	2.0			
新ろ過浄化	15.5				7.51	3.0	1.1			

(c) 排出基準達成状況

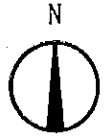
大気汚染対策を施工後の排出量を表Ⅲ-4-2-8(9)～(10)に示した。対策により一部排出基準をクリアする施設があるものの、依然排出基準を満足しない施設が多い。現在計画されている対策だけでは排出基準の観点から不十分である。

(d) 将来環境濃度

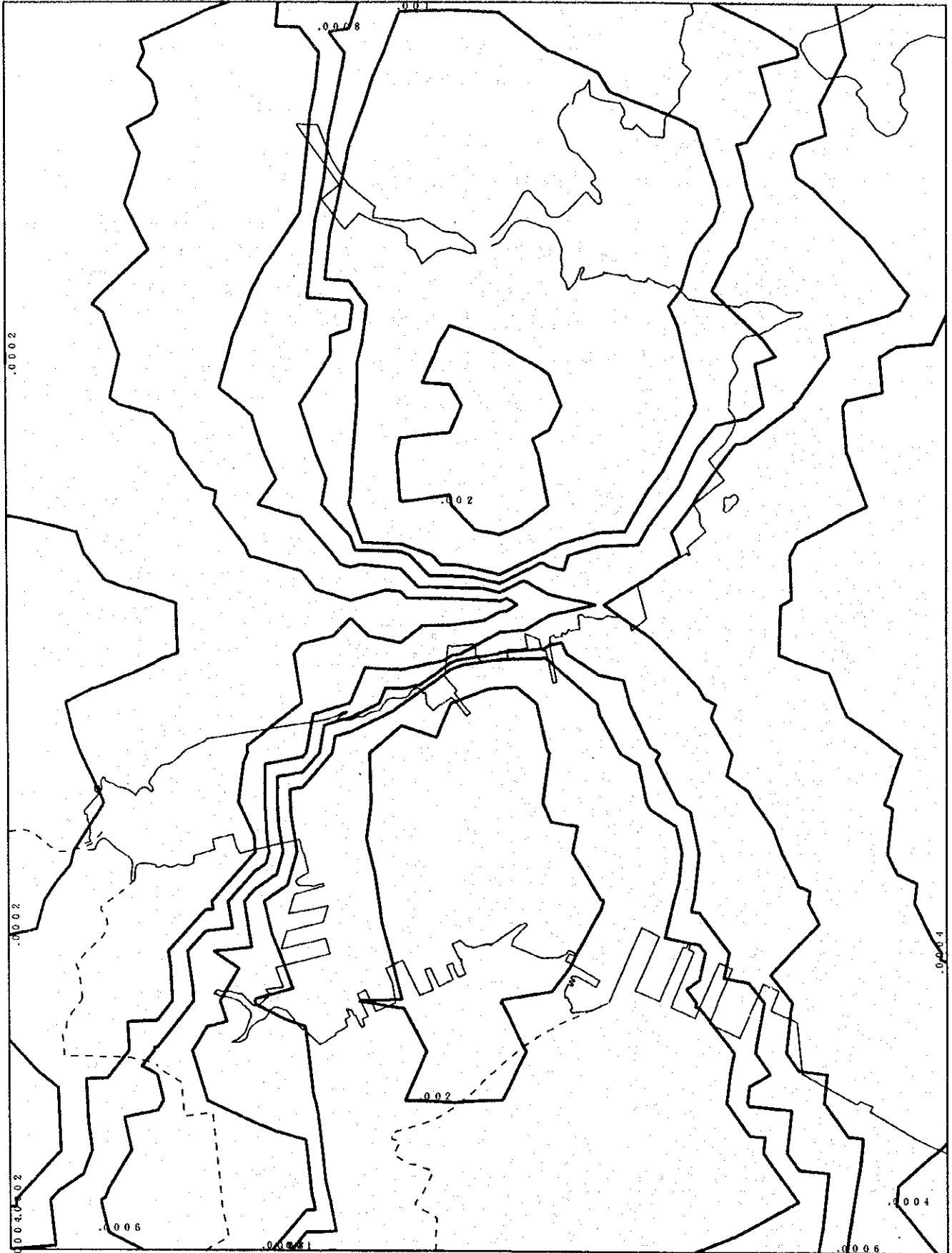
図Ⅲ-4-2-8(7)～(10)に対策後の長期平均濃度を示す。PM10 は若干濃度の減少がみられるものの、大きな変化はない。また、SO<sub>2</sub> も地域全体として 0.002mg/m<sup>3</sup> 程度の濃度減少量である。窒素酸化物は SO<sub>2</sub> と逆に増加傾向である。全体的に大きな変化はみられない。図Ⅲ-4-2-8(11)～(12)に対策後の短時間濃度を示す。SPM の日平均値、時間値ともに対策前に比べ 1/3 程度の濃度の減少が見られる。また、SO<sub>2</sub> に関しては 1/2 程度、NO<sub>x</sub> に関しても 1/3 程度の減少がみられる。

# CONTOUR CURVE OF PM10 CONCENTRATION

大連化学 将来



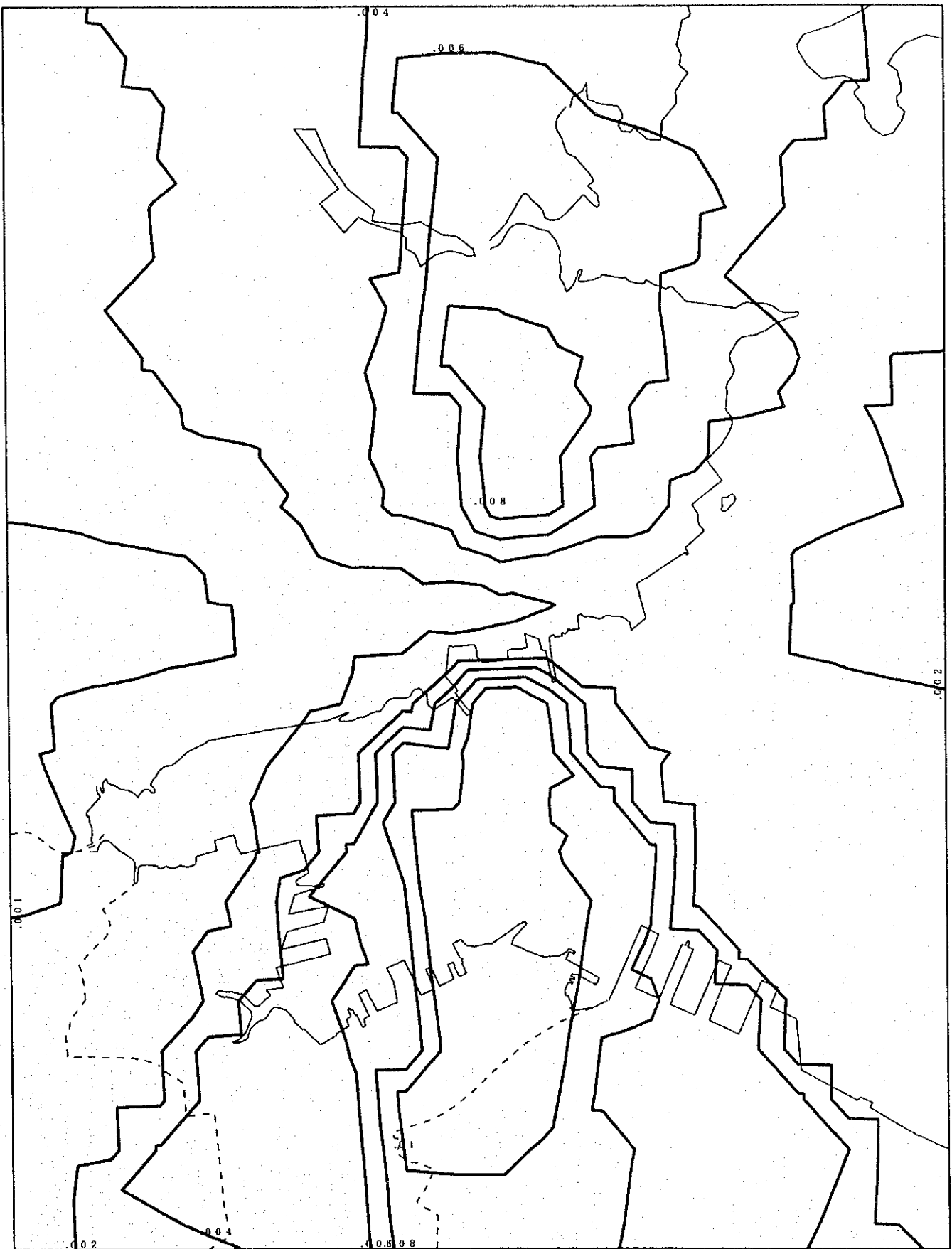
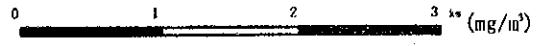
0 1 2 3 km (mg/m<sup>3</sup>)



図III-4-2-8(7) PM10年平均値濃度図(対策後)

# CONTOUR CURVE OF SO<sub>2</sub> CONCENTRATION

大連化学 将来

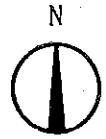


図III-4-2-8(8) SO<sub>2</sub>年平均値濃度図(対策後)



CONTOUR CURVE OF NO<sub>x</sub> CONCENTRATION

大連化学 将来



0 1 2 3 (mg/m<sup>3</sup>)

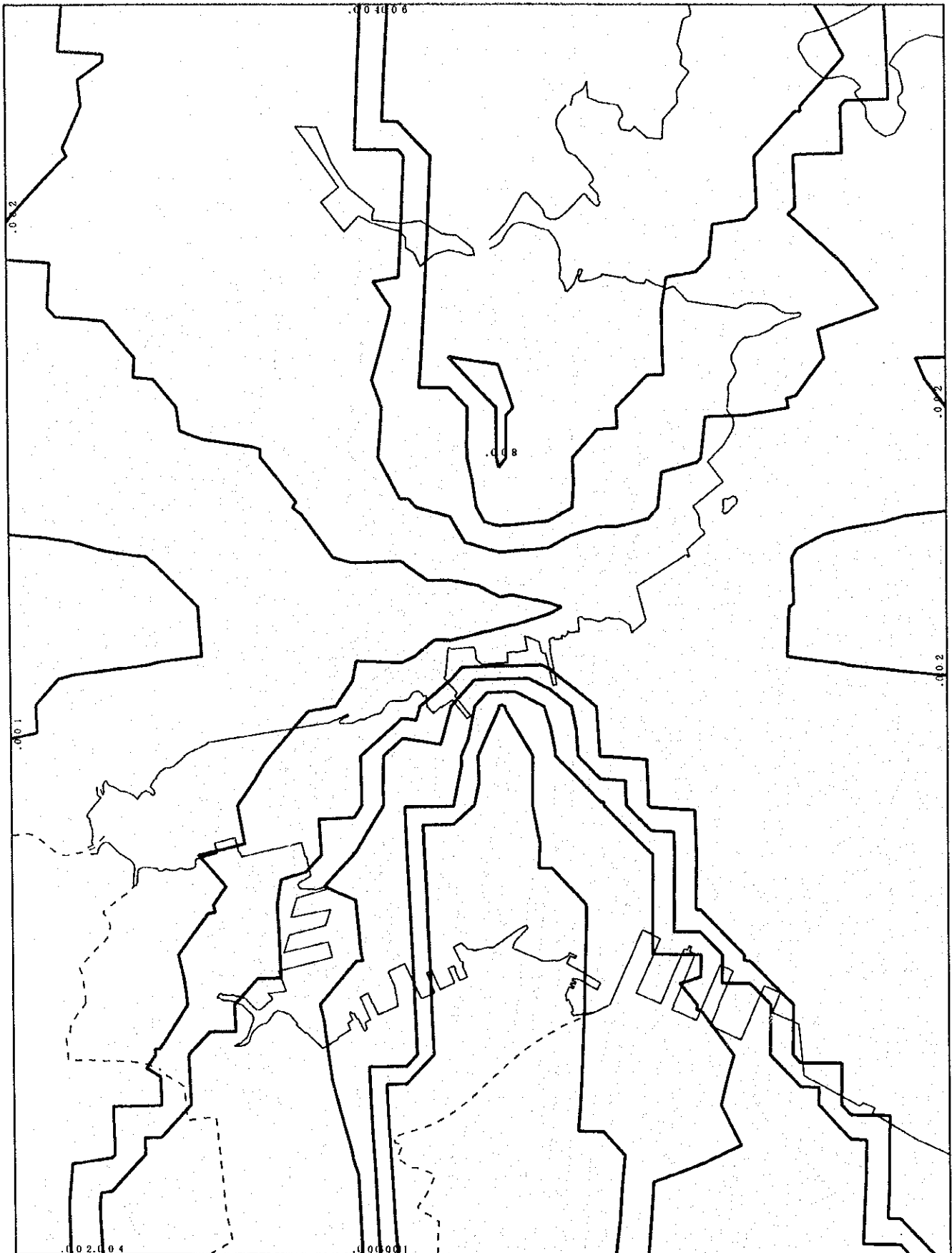


图 III-4-2-8(9) NO<sub>x</sub> 年平均値濃度図 (対策後)

CONTOUR CURVE OF NO<sub>2</sub> CONCENTRATION

大連化学 将来



0 1 2 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

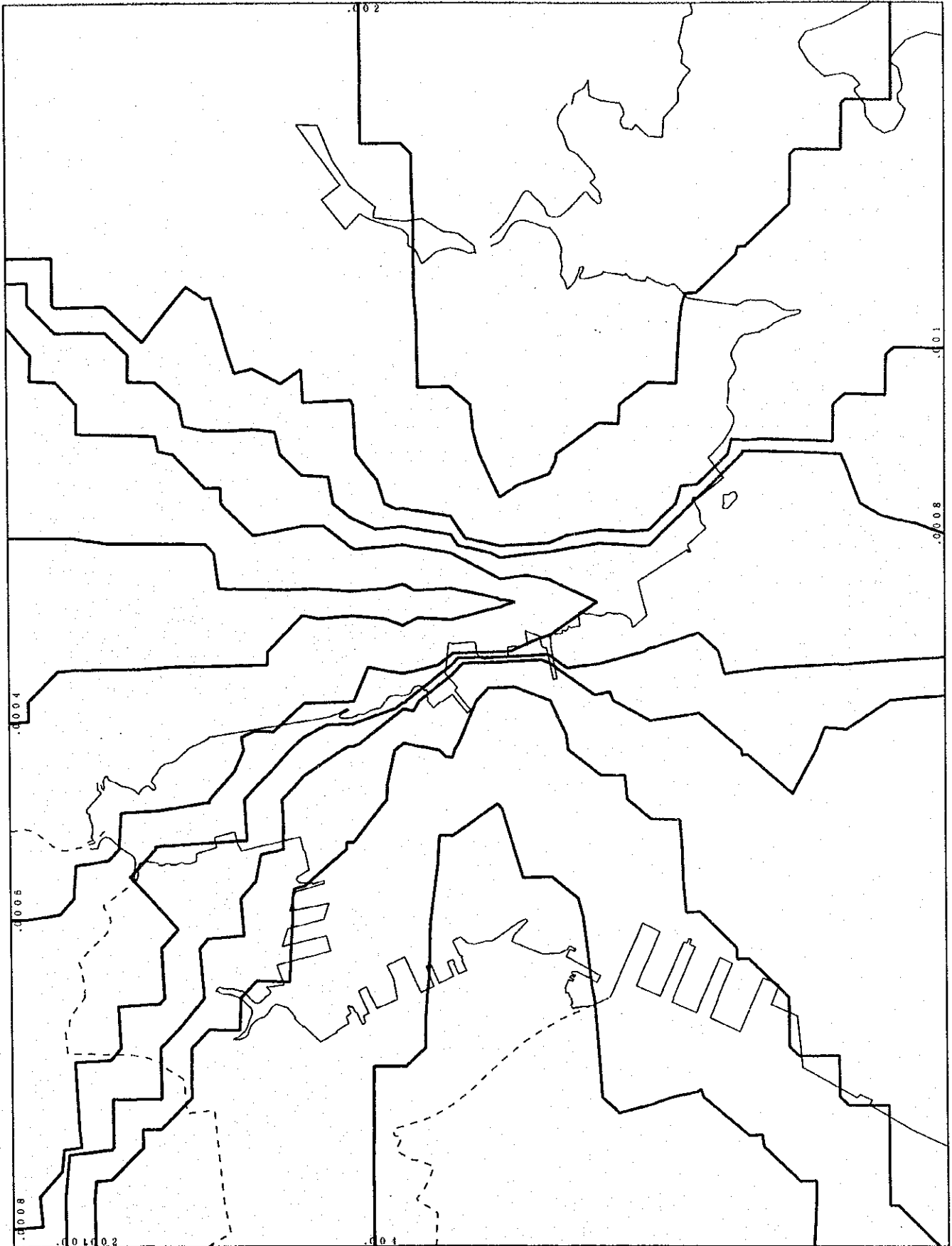
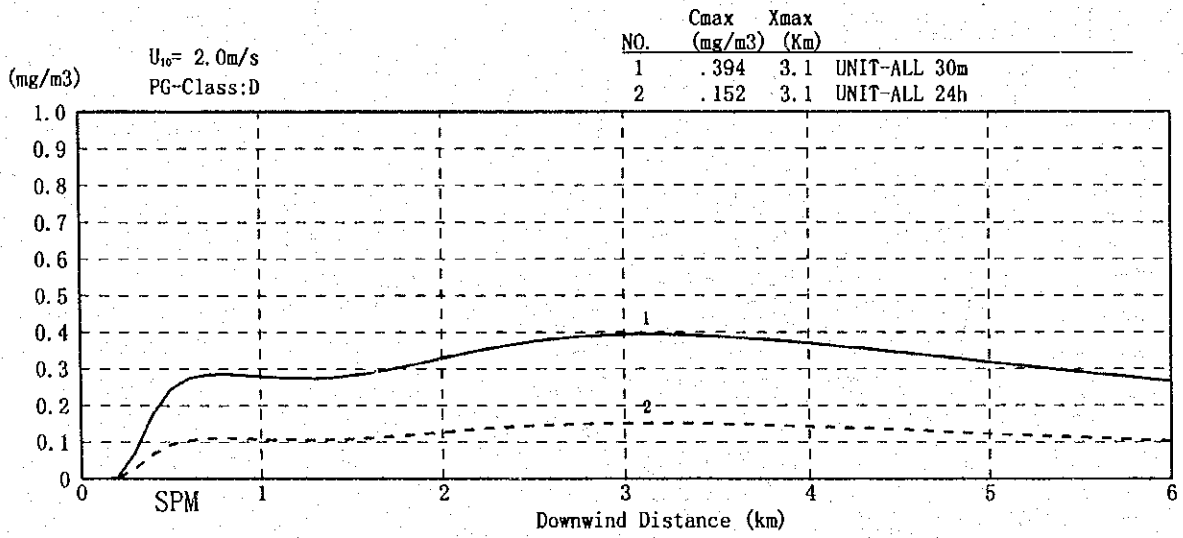
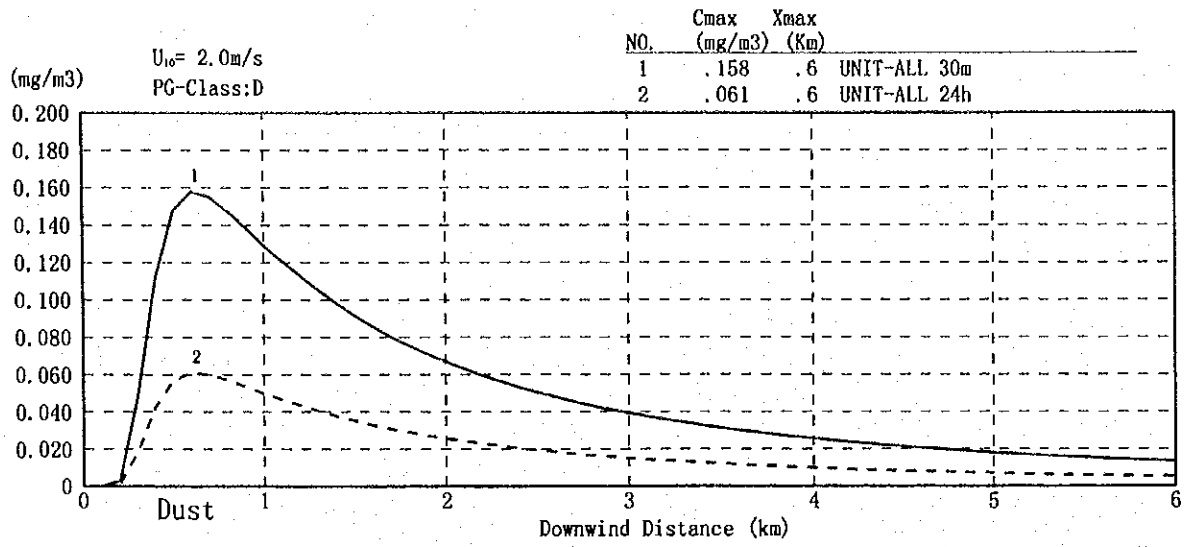
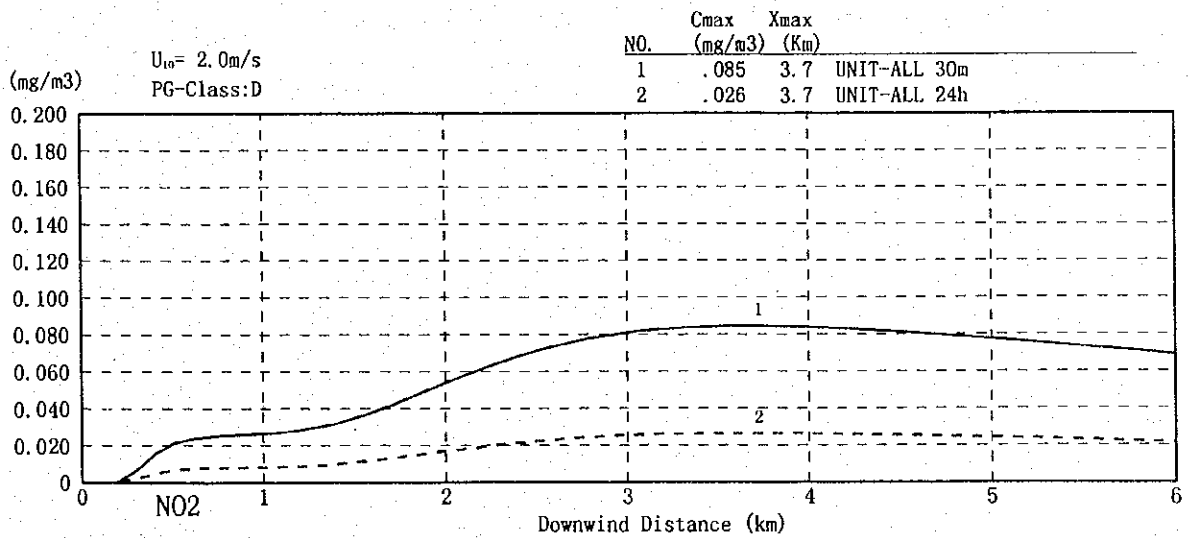
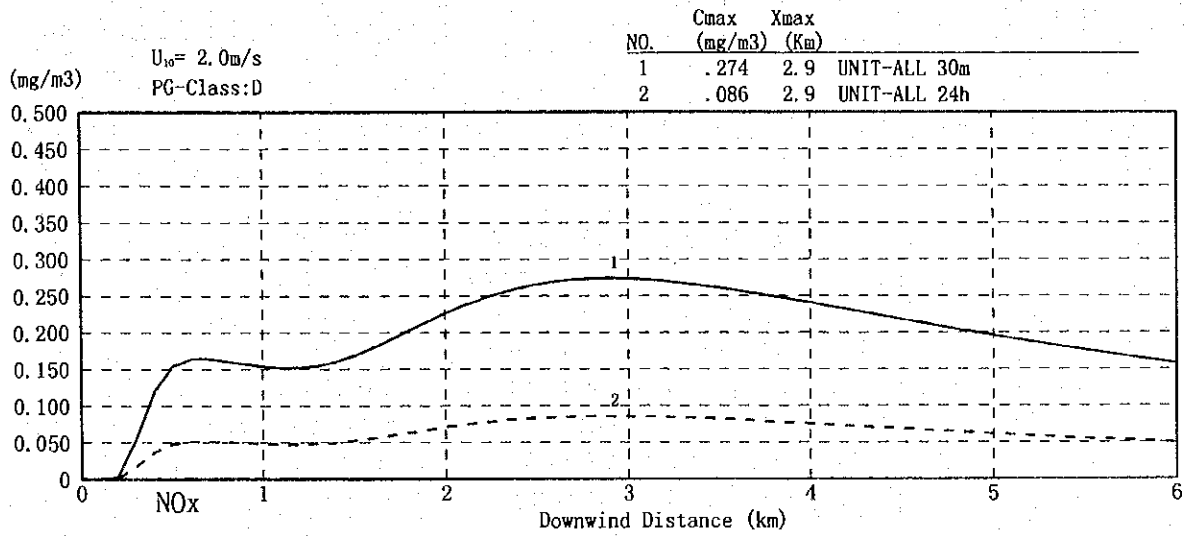
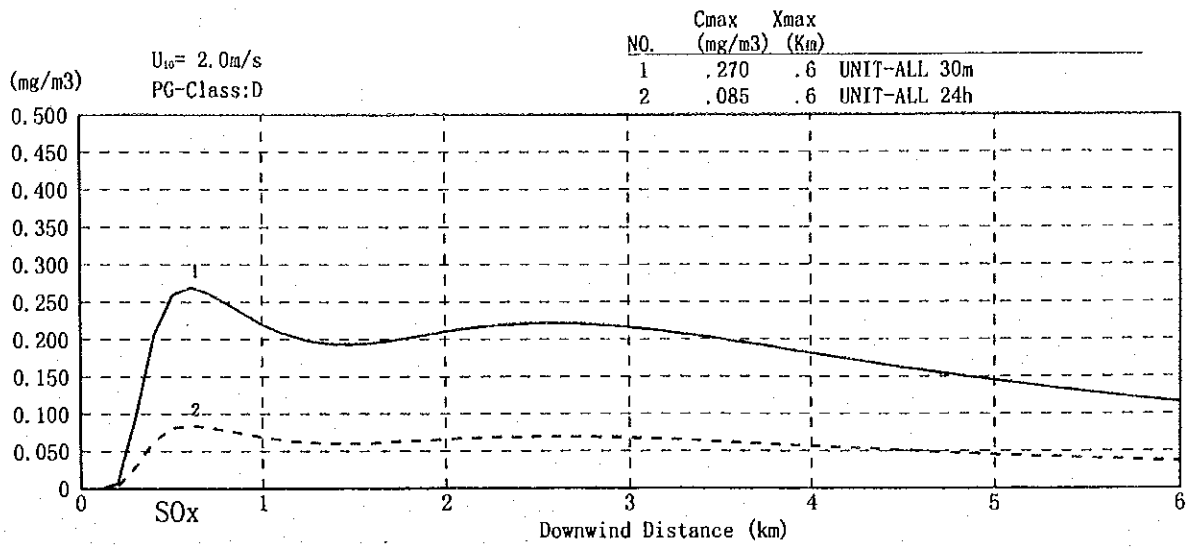


图 III-4-2-8(10) NO<sub>2</sub> 年平均值浓度图 (对策後)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-8(11) 大連化学 (対策後) (短時間値)



CONCAWE & Plume

図III-4-2-8(12) 大連化学 (対策後) (短時間値)

2) 水質

各対策を行った後の水質汚濁物質は CP 調査によれば以下の通りとなり、SS 排出量は大幅に減少する。

- ・ 硫酸製造設備

SS 排出量-10800t/y

- ・ 発電所

SS 排出量-1600t/y

表 III-4-2-8(11) 将来水質負荷量

区画	工場名	排水路 No.	排水量			COD		SS		総窒素		総リン	
			淡水量 (m <sup>3</sup> /日)	海水量 (m <sup>3</sup> /日)	合計 (m <sup>3</sup> /日)	平均濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	平均濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	平均濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)	平均濃度 (mg/l)	負荷量 (kg/日)
2	大連化学	53~57,63	11,573	277,748	289,321	5.89	1703.3	19.9	5750.3	53.4	15441.1	0.11	31.19
4	大連化学	52	814	19,530	20,344	6.4	130.2	120.0	2441.3	52.0	1057.9	0.15	3.05

また、将来の臭水套水域での大連化学の寄与による SS 濃度は以下のとおりとなる。

表 III-4-2-8(12) 水質汚濁物質寄与濃度

	SS(mg/l)		
	現状		対策後
	予測値	実測値	予測値
1ブロック	0.178	5.1	0.035
2ブロック	0.856	5.8	0.166
3ブロック	0.848	8.5	0.165
4ブロック	1.193	13.9	0.525

3) 廃棄物

対策後の産業廃棄物は CP 調査によると以下のようなになる。

- ・ アルカリ廃液処理設備

フィルタープレスによる脱水で廃棄物の投棄量が約 1/3 になる。

アルカリ廃液投棄量 -16 万 t/年

- ・ 硫酸製造設備

原料を硫化鉄鉱から硫黄に転換するため硫化鉄滓の廃棄物の発生量がなくなる。

発生量 -13 万 t/年

- ・ 発電所

海水による集塵方法を電気集塵機に変更するため、再利用が可能となる。

投棄量 -16 万 t/年

表Ⅲ-4-2-8(13) 将来廃棄物発生量

発生工程	廃棄物種類	発生量	利用量	投棄量
精製アルカリ	ソーダ 廃設備の廃液	4.3 万		4.3 万
	原塩精製の廃泥	2.5~2.9 万		2.5~2.9 万
	苛性ソーダ 設備の廃液	1.8 万		1.8 万
	石灰石の粒径 off 品	7 万	7 万	
	石灰石焼成後の未分解	2~3 万		2~3 万
	小計	17.6~19 万	7 万	10.6~12 万
発電所	集塵機の煤塵	30 万	30 万	
コークス炉	炉滓	3~4 万	3~4 万	
硫酸	硫化鉄滓	—		
	合計	50.6 万~53 万	40~41 万	10.6~12 万

(7) 結論

大連化学は、施設の老朽化に伴い、施設から漏洩する種々の大気汚染物質、水質汚濁物質が環境に影響を与えている。また、種々の製品の生産方法も旧式でエネルギー効率等の悪化を招いている。特に、石炭から製造される都市ガス、苛性ソーダ等の生産方法等も検討の必要がある。今回の環境影響評価はクリーナープロダクションを基本としたが、提案した対策だけでは不十分である。今後、各工程毎に汚染物質の排出量を精査し、工場移転をも含めた抜本的な対策が必要である。

4.2.8.3 プレ F/S (財務経済評価)

(1) 財務評価

1) 前提条件

事業開始年：	1998 年 (仮設定)
建設期間：	3 年
事業評価年数：	18 年
減価償却費：	15 年 (残存価値 5%)
年賦償還費：	15 年
販売税率：	17%
付加価値係数：	4.5%
都市維持建設税：	7%
教育費付加：	3%
所得税：	33%

2) 総投資額と資金計画

表Ⅲ-4-2-8-3(1) 総投資額

単位：万元

No	項目	建築工事費	設備費	据付工事費	その他	総計	その内、外貨
1	固定資産投資	15,930	31,740	6,240	3,540	57,450	
1.1	コークス炉	5,590	6,427	1,490	1,863	15,370	
1.2	硝酸製造設備	7,825	15,649	1,956	652	26,082	
1.3	7カ廃液処理設備	1,397	2,212	931	280	4,820	
1.4	硫酸製造設備	1,118	7,452	1,863	745	11,178	
2	建設期間中金利				3,383	3,383	
I	建設費 (1+2)	15,930	31,740	6,240	6,923	60,833	
II	運転資金				2,200	2,200	
	総投資額 (I+II)	15,930	31,740	6,240	9,123	63,033	

資金計画： 自己資金 24,258 万元 + 借入金 38,775 万元

表Ⅲ-4-2-8-3(2) 総投資額

借入金の種類	借入金額 (万元)	支払猶予期間	支払年数	年利 (%)
長期借入金 (外国)				
同上 (国内銀行手数料)				
長期借入金 (国内)	38,775	建設期間	10	8.01
運転資金				
短期借入金				

3) 販売収入

表Ⅲ-4-2-8-3(3) 100%稼働時販売収入、販売税及び付加

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	コークス炉				11,791		
2	硝酸	ton		150,000	21,543	110,000	15,798
3	7カ廃液処理	ton		12,000			
4	硫酸	ton		180,000	8,640	180,000	8,640
(1)	販売収入 (含税)				41,974		24,438
(2)	販売収入 (不含税)			(1)÷1.17	35,875	(1)÷1.17	20,887
(3)	付加価値税			(2)×0.045	1,614	(2)×0.045	940
(4)	都市維持建設税			(3)×0.07	113	(3)×0.07	66
(5)	教育費付加			(3)×0.03	48	(3)×0.03	28
	販売税及び付加				1,775		1,034

## 4) 変動費

表Ⅲ-4-2-8-3(4) 100%稼動時変動費

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費						
1.1	コークス炉				7,921		
1.2	硝酸製造設備				7,826		6,431
1.3	アルカリ廃液処理						
1.4	硫酸製造設備				3,267		5,040
	計				19,014		11,471
2	燃料及び動力費						
2.1	コークス炉				-1,243		
2.2	硝酸製造設備				370		1,106
2.3	アルカリ廃液処理				56		
2.4	硫酸製造設備				-670		1,106
	計				-1,487		1,106

## 5) 固定費

表Ⅲ-4-2-8-3(5) 固定費

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	人件費						
1.1	コークス炉	人	12,000	115	138		
1.2	硝酸製造設備	人	12,000	18	22	18	22
1.3	アルカリ廃液処理	人	12,000	16	19		
1.4	硫酸製造設備	人	12,000	60	72	60	72
	計				251		94
2	修繕維持費						
1.1	コークス炉	式		1	578	1	
1.2	硝酸製造設備	式		1	980	1	980
1.3	アルカリ廃液処理	式		1	181	1	
1.4	硫酸製造設備	式		1	420	1	672
	計				2159		1,652
3	販売費、工場管理費						
1.1	コークス炉	式		1	101	1	
1.2	硝酸製造設備	式		1	184	1	184
1.3	アルカリ廃液処理	式		1		1	
1.4	硫酸製造設備	式		1	74	1	79
	計				359		263



## 6) 減価償却費/年賦償還費

表Ⅲ-4-2-8-3(6) 減価償却費/年賦償還費

No.	項目	償却固定資産 (万元)	残存価値 (万元)	償却/償還年数	減価償却/年賦償還額 (万元)
1	減価償却費/年賦償還費	60,833	2,438	15	3,893

## 7) 製造費

表Ⅲ-4-2-8-3(7) 100%稼動時製造費

No.	項目	単位	単価 (元)	CP (W)		現設 (W/O)	
				数量	金額 (万元)	数量	金額 (万元)
1	原材料費	式		1	19,014	1	11,471
2	燃料及び動力費	式		1	-1,487	1	1,106
3	人件費	式		1	251	1	94
4	修繕維持費	式		1	2,159	1	1,652
5	減価償却費	式		1	3,893	1	
6	財務費用	式		1	2,485	1	
6.1	その内、支払利息				2,485		
7	販売費、管理費	式		1	359	1	263
8	総製造費 (1+2+3+4+5+6+7+8)				26,674		14,586
8.1	その内、固定費 (8-1-2-6.1)				6,662		2,009
8.2	変動費 (8-8.1)				20,012		12,577
9	製造原価 (8-5-6.1)				20,296		14,586

## (9) 經濟評估

## 1) 投資額調整

表 III-4-2-8-3(8) 經濟評估投資額調整計算表

單位：萬元

No.	項目	財務評估			經濟評估			經濟-財務 (±)
		元換算 外貨	內貨	合計	元換算 外貨	內貨	合計	
1	固定資產投資		57,450	57,450		57,450	57,450	
1.1	建築工事		15,930	15,930		15,930	15,930	
1.2	設備費		31,740	31,740		31,740	31,740	
1.3	掘付工事費		6,240	6,240		6,240	6,240	
1.4	その他		3,540	3,540		3,540	3,540	
2	建中金利		3,383	3,383				-3,383
I	建設費 (1+2)		60,833	60,833		57,450	57,450	-3,383
II	運転資金		2,200	2,200		2,200	2,200	
	合計 (I+II)		63,033	63,033		69,650	59,650	-3,383

## 2) 製造費調整

表 III-4-2-8-3(9) 經濟評估製造費調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	單位	財務評估			經濟評估		
			單價 (元)	數量 (單位/年)	製造費 (萬元)	單價 (元)	數量 (單位/年)	製造費 (萬元)
1	改造後 (W)							
1.1	原材料費	式		1	19,014		1	19,014
1.2	燃料及び動力	式		1	-1,487		1	-1,487
1.3	人件費	式		1	251		1	251
1.4	修繕維持費	式		1	2,159		1	2,159
1.5	その他費用	式		1	359		1	359
	計				20,296			20,296
2	現設 (W/O)							
2.1	原材料費	式		1	11,471		1	11,471
2.2	燃料及び動力	式		1	1,106		1	1,106
2.3	人件費	式		1	94		1	94
2.4	修繕維持費	式		1	1,652		1	1,652
2.5	その他費用	式		1	263		1	263
	計				14,586			14,586
3	増分 (W-W/O)				5,710			5,710

3) 販売収入調整

表Ⅲ-4-2-8-3(10) 経済評価製造費調整計算書 (100%稼動時)

No.	項目	単位	財務評価			経済評価		
			単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万円)	単価 (元)	数量 (単位/年)	製造費 (万円)
1	改造後 (W)							
1.1	コークス炉	式		1	11,791		1	11,791
1.2	硝酸	式		1	21,543		1	21,543
1.3	汚泥廃液処理							
1.4	硫酸	式		1	8,640		1	8,640
	計				41,974			41,974
2	現設 (W/O)							
2.1	コークス炉							
2.2	硝酸	式		1	15,798		1	15,798
2.3	汚泥廃液処理							
2.4	硫酸	式		1	8,640		1	8,640
	計				24,438			24,438
3	増分 (W-W/O)				17,536			17,536

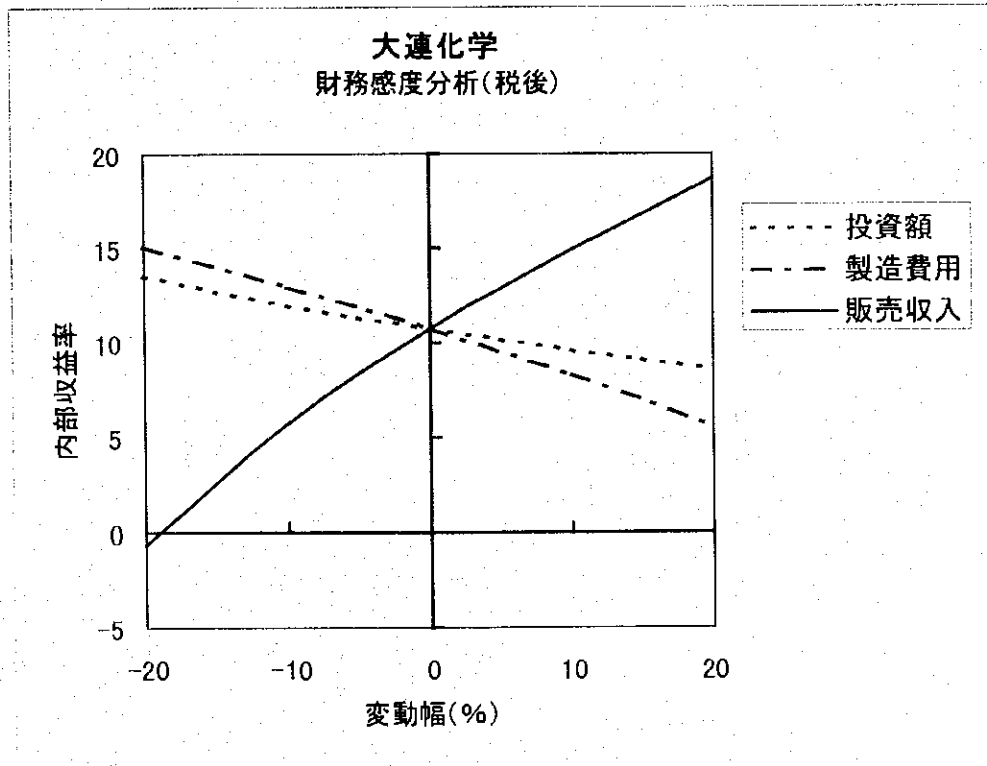
(10) 計算結果

1) 財務計算

財務内部収益率 (FIRR) : 10.71% (所得税後) 12.90% (所得税前)  
 投資回収年数 (建設開始年より) : 9.83年 (所得税後) 9.16年 (所得税前)  
 安定性の検討 : 1.26 > 1.0 OK  
 感度分析 : 表Ⅲ-4-2-8-3(10)及び図Ⅲ-4-2-8-3(1)参照

表Ⅲ-4-2-8-3(11) 財務感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入		
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)		
		+10	-10	+10	-10	+10	-10	
税前	内部収益率 (%)	12.9	11.46	14.57	9.64	15.89	18.46	6.20
	投資回収年数	9.16	9.70	8.62	10.50	8.23	7.61	12.48
税後	内部収益率 (%)	10.71	9.60	12.00	8.27	12.97	14.94	5.73
	投資回収年数	9.83	10.32	9.32	11.00	8.97	8.36	12.60



図Ⅲ-4-2-8-3(1) 財務感度分析図

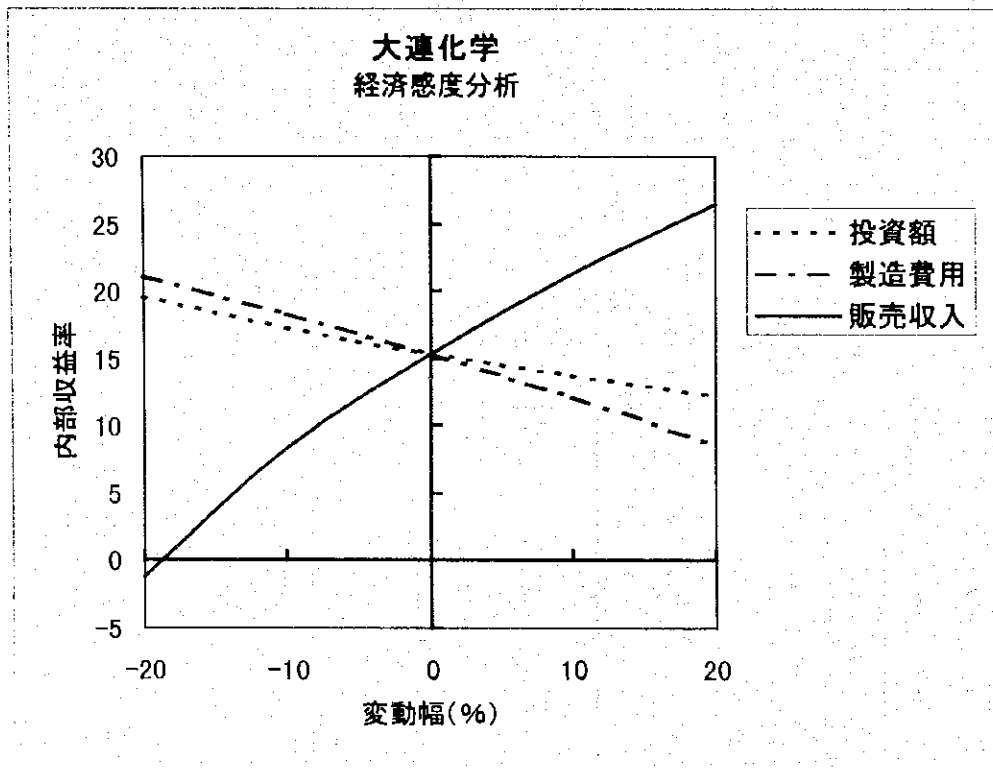
2) 経済計算

経済内部収益率 (EIRR) : 15.33%

感度分析 : 表Ⅲ-4-2-8-3(12)及び図Ⅲ-4-2-8-3(2)参照

表Ⅲ-4-2-8-3(12) 経済感度分析表

項目	基準値	投資額		製造費		販売収入	
		変動幅 (%)		変動幅 (%)		変動幅 (%)	
		+10	-10	+10	-10	+10	-10
内部収益率 (%)	15.33	13.69	17.25	12.12	18.30	21.24	8.32

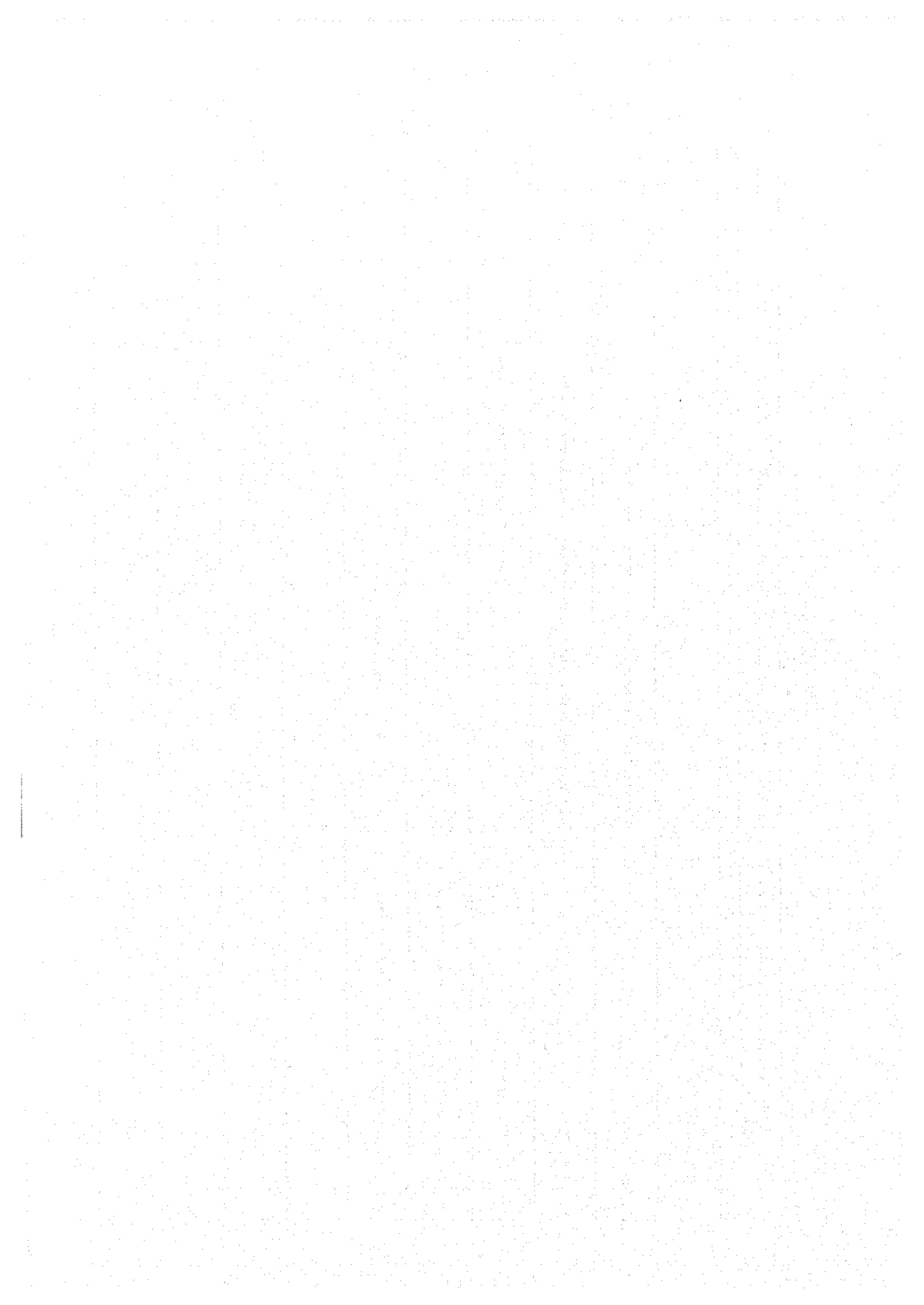


図Ⅲ-4-2-8-3(2) 経済感度分析図

大連化学増改工事  
工事工程表(案)

付図Ⅲ-4-2-8-3(1)

No.	項目	1998												1999												2000												2001											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	事業開始	▽																																															
1	コークス炉	————																																															
2	硫酸製造設備	————																																															
3	アルカリ廃液処理設備	————																																															
4	硫酸製造設備Ⅰ期	————																																															
5	硫酸製造設備Ⅱ期	- - - - -																																															
6	運転開始	▽																																															
	(備考)	- - - - - : 現有設備運転期間																																															



## 付 表

### 財務經濟諸表

1. 運転資金計算書
2. 投資計画及び資金繰表
3. 製造原価計算書 (CP 実施 : W)
4. 製造原価計算書 (現設 : W/O)
5. 販売収入、販売税及び付加
6. 損益計算書 (CP 実施 : W)
7. 損益計算書 (現設 : W/O)
8. 総投資現金流量表 (増分 : INC.)
9. 総投資現金流量表 (CP 実施 : W)
10. 総投資現金流量表 (現有設備 : W/O)
11. 債務返済計算書
12. 資金運用表
13. 貸借対照表
14. 総投資経済便益費用流量表 (増分)





















大連化学増改造工事

総投資現金流量表 (増分: INC.)

単位: 万元

附表 11-1 (1/2)

番号	項目	年度 合計	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			1	増分現金流入	252073				3510	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536
1.1	販売収入	249014				3510	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536
1.2	回収固定資産残額	2438															
1.3	回収運転資金	621															
1.4	その他収入																
2	増分現金流出	176561	6000	29857	21593	858	8138	7934	8037	8140	8242	8344	8447	8549	8652	8754	8754
2.1	固定資産投資	57450	6000	29857	21593												
2.2	運転資金	621				315	306										
2.3	製造原価	82425				2485	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710
2.4	販売税及び付加	10522				148	741	741	741	741	741	741	741	741	741	741	741
2.5	所得税	26593				-2020	1451	1553	1656	1759	1861	1963	2066	2168	2271	2373	2373
2.6	汚染物排出納付金	-1050				-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70	-70
2.7	その他支出																
3	増分現金純収支 (1-2)	75512	-6000	-29857	-21593	2652	9398	9602	9499	9396	9294	9192	9089	8987	8884	8782	8782
4	増分現在価値 ( $i_c = 12\%$ )	-----	-5357	-23802	-15369	1685	5333	4865	4297	3795	3352	2960	2613	2307	2036	1797	1604
5	累計増分現金純収支		-6000	-35857	-57450	-54798	-45400	-35798	-26299	-16903	-7609	1583	10672	19659	28543	37325	46107
6	税前増分現金純収支 (3+2.5+2.6)	101055	-6000	-29857	-21593	562	10779	11085	11085	11085	11085	11085	11085	11085	11085	11085	11085
7	税前増分現在価値 ( $i_c = 12\%$ )	2746	-5357	-23802	-15369	357	6116	5616	5014	4477	3997	3569	3187	2845	2540	2268	2025
8	累計税前増分現金純収支		-6000	-35857	-57450	-56888	-46109	-35024	-23939	-12854	-1769	9316	20401	31486	42571	53656	64741
計算指標:			税引後				税引前										
財務内部収益率 (FIRR):			10.71 %				12.90 %										
財務現在価値 (FNPV) ( $i_c = 12\%$ ):			----- 万元				2746 万元										
投資回収期間 (建設開始時より起算):			9.83 年				9.16 年										



大連化学増改造工事

付表 11-2 (1/2)

総投資現金流量表 (CP実施: W)

単位: 万元

番号	年度 項目	合計	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	現金流入	693538	24438	24438	24438	27948	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974
1.1	販売収入	688898	24438	24438	24438	27948	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974	41974
1.2	回収固定資産残額	2438															
1.3	回収運転資金	2200															
1.4	その他収入																
2	現金流出	512730	26109	48387	40123	19458	26738	26534	26637	26740	26842	26944	27047	27149	27252	27354	27354
2.1	固定資産投資	57450	6000	29857	21583												
2.2	運転資金	2200	1579			315	308										
2.3	製造原価	344973	14586	14586	14586	17071	20296	20296	20296	20296	20296	20296	20296	20296	20296	20296	20296
2.4	販売税及び付加	29134	1034	1034	1034	1182	1775	1775	1775	1775	1775	1775	1775	1775	1775	1775	1775
2.5	所得税	78973	2910	2910	2910	890	4361	4463	4566	4669	4771	4873	4976	5078	5181	5283	5283
2.6	汚染物排出納付金																
2.7	その他支出																
3	現金純流量 (1-2)	180806	-1671	-23949	-15685	8490	15236	15440	15337	15234	15132	15030	14927	14825	14722	14620	14620







大連化学増改造工事

債務返済計算書

単位: 万元

付表 12 (1/2)

番号	項目	年度	利率 (%)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				1	外国債													
1.1	年初借入元本累計額																	
1.2	当期借入金額																	
1.3	当年発生利息																	
1.4	当年返済元利																	
1.4.1	元金																	
1.4.2	利息																	
2	内国債																	
2.1	年初借入元本累計額			22857	38775	34897	31019	27141	23263	19385	15507	11629	7751	3873				
2.2	当期借入金額		22857	15918														
2.3	当年発生利息	8.01	915	2468	3106	2795	2485	2174	1863	1553	1242	931	621	310				
2.4	当年元利返済額		915	2468	6984	6673	6363	6052	5741	5431	5120	4809	4499	4183				
2.4.1	元本				3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3873		
2.4.2	利息		915	2468	3106	2795	2485	2174	1863	1553	1242	931	621	310				
3	元利返済額(外国債+内国債)			915	2468	6984	6673	6363	6052	5741	5431	5120	4809	4499	4183			
4	債務返済資金		5908	5908	5908	5699	12747	12955	13163	13371	13579	13788	13996	14204	14412	14620	14620	
4.1	未処分利益		5908	5908	5908	1806	8854	9062	9270	9478	9686	9895	10103	10311	10519	10727	10727	
4.2	減価償却費					3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893
4.3	年賦償還費																	
5	支払利息(外国債+内国債)			915	2468	3106	2795	2485	2174	1863	1553	1242	931	621	310			
6	利払前現金(4+5)		5908	6823	8376	8805	15542	15440	15337	15234	15132	15030	14927	14825	14722	14620	14620	
計算指標:																		
借入金元利返済能力(DSCR):				7.46	3.39	1.26	2.33	2.43	2.53	2.65	2.79	2.94	3.10	3.30	3.52			

大連化学増改造工事  
債務返済計算書

単位: 万元

附表 12 (2/2)

番号	項目	年度	利率 (%)	2013	2014	2015										
				16	17	18										
				1	外国債											
1.1	年初借入金元本累計額															
1.2	当期借入金額															
1.3	当年発生利息															
1.4	当年元利返済額															
1.4.1	元本															
1.4.2	利息															
2	内国債															
2.1	年初借入元本累計額															
2.2	当年借入金額															
2.3	当年発生利息															
2.4	当年元利返済額															
2.4.1	元本															
2.4.2	利息															
3	元利返済額 (外国債+内国債)															
4	債務返済資金		14620	14620	14620											
4.1	未処分利益		10727	10727	10727											
3.2	減価償却費		3893	3893	3893											
3.3	年賦償還費															
5	支払利息 (外国債+内国債)															
6	利払前現金 (4+5)		14620	14620	14620											
計算指標:																
借入金元利返済能力 (DSCR):																



## 大連化学増改造工事

## 資金運用表

単位: 万元

付表 13 (1/2)

番号	項目	年度 合計	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			1	資金源	365382	16397	39590	32879	6904	17414	17418	17729	18040	18350	18661	18972	19282
1.1	利益総額	239316	8818	8818	8818	2696	13215	13525	13836	14147	14457	14768	15079	15389	15700	16010	16010
1.2	減価償却費	58395				3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893	3893
1.3	年賦償還費																
1.4	長期借入金	38775		22857	15918												
1.5	運転資金借入金																
1.6	その他短期借入金																
1.7	自己資金	24258	7579	7915	8143	315	306										
1.8	その他収入																
1.9	回収固定資金残高	2438															
1.10	回収運転資金	2200															
2	資金運用	180781	10489	33682	26971	5083	8545	8341	8444	8547	8649	8751	8854	8956	9054	5283	5283
2.1	固定資産投資	57450	6000	29857	21593												
2.2	建中金利	3383		915	2468												
2.3	運転資金	2200	1579			315	306										
2.4	所得税	78973	2910	2910	2910	890	4361	4463	4566	4669	4771	4873	4976	5078	5181	5283	5283
2.5	汚染物排出納付金																
2.6	その他支出																
2.7	配当金																
2.8	長期借入金元本返済	38775				3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3878	3873	
2.9	運転資金借入金元本返済																
2.10	その他短期借入金元本返済																
3	当期剰余金	184601	5908	5908	5908	1821	8869	9077	9285	9493	9701	9910	10118	10326	10539	14620	14620
4	累積剰余金		5908	11816	17724	19545	28414	37491	46776	56269	65970	75880	85998	96324	106863	121483	136103



大連化学増改造工事

貸借対照表

単位: 万元

付表 14 (1/2)

番号	項目	年度	着工時	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
				1	資産		14535	51215	81184	79571	85122	90306	95698	101298	107106	113123	119348	125781
1.1	流動資産総額		8535	14443	20351	22631	32075	41152	50437	59930	69631	79541	89659	99985	110524	125144	139764	
1.1.1	売掛金		1216	1216	1216	1423	1691	1691	1691	1691	1691	1691	1691	1691	1691	1691	1691	
1.1.2	在庫		1327	1327	1327	1548	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	1855	
1.1.3	手持現金		84	84	84	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	
1.1.4	累積剰余金		5908	11816	17724	19545	28414	37491	46776	56269	65970	75880	85998	96324	106863	121483	136103	
1.2	建設費		6000	36772	60833													
1.3	減価償却費残高					56940	53047	49154	45261	41368	37475	33582	29689	25796	21903	18010	14117	
1.4	年賦償還費残高																	
2	負債と資本		14535	51215	81184	79571	85122	90306	95698	101298	107106	113123	119348	125781	132427	143154	153881	
2.1	流動負債総額		1048	1048	1048	1192	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	
2.1.1	買掛金		1048	1048	1048	1192	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	1461	
2.1.2	運転資金借入金																	
2.1.3	短期借入金																	
2.2	長期借入金			22857	38775	34897	31019	27141	23263	19385	15507	11629	7751	3873				
	負債小計 (2.1+2.2)		1048	23905	39823	36089	32480	28602	24724	20846	16968	13090	9212	5334	1461	1461	1461	
2.3	資本		13487	27310	41361	43482	52642	61704	70974	80452	90138	100033	110136	120447	130966	141693	152420	
2.3.1	資本金		7579	15494	23637	23952	24258	24258	24258	24258	24258	24258	24258	24258	24258	24258	24258	
2.3.2	資本積立金																	
2.3.3	積立剰余金																	
2.3.4	累計未処分利益		5908	11816	17724	19530	28384	37446	46716	56194	65880	75775	85878	96189	106708	117435	128162	
計算指標:																		
	資産負債率 (%)		7.2	46.7	49.1	45.4	38.2	31.7	25.8	20.6	15.8	11.6	7.7	4.2	1.1	1.0	0.9	
	流動比率 (%)		814.4	1378.2	1941.9	1898.6	2195.4	2816.7	3452.2	4102.0	4766.0	5444.3	6136.8	6843.6	7565.0	8565.6	9566.3	
	当座比率 (%)		687.8	1251.5	1815.3	1768.7	2068.4	2689.7	3325.3	3975.0	4639.0	5317.3	6009.9	6716.6	7438.0	8438.7	9439.4	



大連化学増改造工事

付表 18-1 (1/2)

総投資経済便益費用流量表 (増分)

単位: 万元

番号	年度 項目	合計	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			1	増分便益													
1.1	製品売上高	255317				9813	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536
1.2	回収固定資産残高	2438															
1.3	回収運転資金	621															
1.4	間接便益																
	増分便益合計	258376				9813	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536	17536
2	増分費用																
2.1	固定資産投資	57450	6000	29857	21593												
2.2	運転資金	621				315	306										
2.3	製造費用	82425				2485	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710
2.4	間接費用																
	増分費用合計	140496	6000	29857	21593	2800	6016	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710	5710
3	増分純便益		-6000	-29857	-21593	7013	11520	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826	11826
4	現在価値 (割引率12%)	9968	-5357	-23802	-15369	4457	6537	5991	5349	4776	4265	3808	3400	3035	2710	2420	2161
計算指標:																	
経済内部収益率 (EIRR):			15.33 %														
経済現在価値 (FNPV) (i = 12%):			9968 万元														

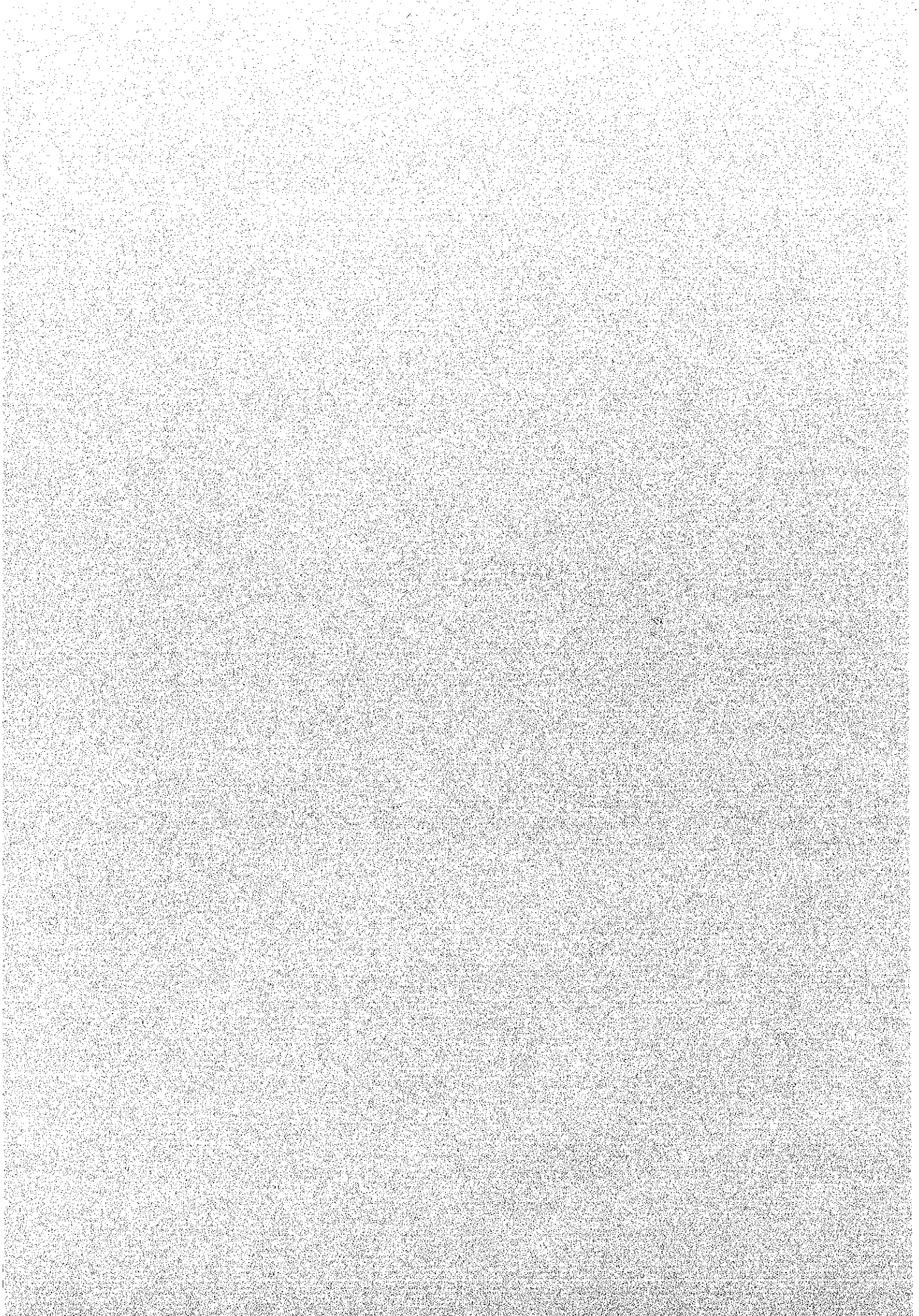




## 第4章 固定発生源 補足資料-1

### 大連春海熱電所第二期工事調査報告書





# 大連春海熱電所第二期工事調査報告書

1999年7月

大連市環境モデル地区整備計画調査団



## 大連春海熱電所第2期工事調査 目次

はじめに

### 第1章 大連市の現状

1. 大連市の概要
2. 大連市の供熱の現状と計画
  - 2.1 供熱の現状
  - 2.2 中長期の暖房熱負荷
3. 大連市のボイラー用石炭
  - 3.1 ボイラー用石炭品質
  - 3.2 石炭灰の分析結果
  - 3.3 工場のボイラー用石炭及び石炭灰の分析結果
  - 3.4 大連市の石炭消費量の予測
  - 3.5 大連市の環境状況

### 第2章 春海熱電所の現況と第2期工事計画

1. 春海熱電所の現況
  - 1.1 循環流動床ボイラーの生産工程
  - 1.2 既設ボイラーの運転状況
  - 1.3 既設ボイラー運転の問題点について
2. 春海熱電所の供熱区域
3. 春海熱電所の既設設備と第2期計画
4. 春海熱電所の稼動に伴う小規模ボイラー休止
5. 供熱システム
6. 春海熱電所の主要な経済・技術指標

### 第3章 循環流動床ボイラーと熱電の設計

1. 流動床式ボイラー
2. 第2期工事の循環流動床ボイラーの選定
  - 2.1 循環流動床ボイラー選定理由
  - 2.2 中国のCFBボイラーの開発使用状況
  - 2.3 春海熱電所導入ボイラーに関する提案

## 第4章 第2期工事の環境効果

1. 大気汚染物質排出量
2. 炉内脱硫
  - 2.1 春海熱電所の脱硫剤使用
3. 第2期工事による環境効果
4. 期待可能な実質効果
  - 4.1 石炭削減量について
  - 4.2 SO<sub>2</sub>削減量について
  - 4.3 ばいじん削減量について
5. SO<sub>2</sub>削減寄与
6. 排水・騒音対策
  - 6.1 排水対策
  - 6.2 騒音対策
7. 石炭灰有効利用
  - 7.1 春海熱電所の使用燃料石炭性状
  - 7.2 石炭灰の有効利用対策

## 第5章 経済評価

1. 春海熱電所第2期建設工事の財務・経済評価
  - 1.1 一般条件
  - 1.2 投資額
  - 1.3 資金計画
  - 1.4 販売収入・製造費用

## 第6章 総括

## はじめに

### 1. 春海熱電所調査の目的

大連春海熱電所は、大連市における中心区域の熱供給を主な目的として、1995年11月稼動開始し、翌年8月に全面的な生産を始めた。同熱電所は大連市東部の中心街に位置し、75t/h 循環流動床ボイラー4基、13.9Mw/h 発電機2基を有する集中熱供給システムにより面積2.16km<sup>2</sup>に供給している。同熱電所の稼動により153基の小規模ボイラーを休止し、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじん等の大気汚染物質の排出量が大幅に削減された。

大連市は中長期都市整備計画並びに環境保全計画を策定しており、今後、2004年を目途に同熱電所の供給面積を4.35km<sup>2</sup>まで拡張する予定である。しかしながら、既設ボイラーについては、稼動後の運転を通して出力低下、熱効率の低さなどの問題が生じており、この問題解決対策を踏まえたボイラー増設（第2期工事）を行う必要がある。

第2期工事の内容は、蒸発量130t/h 循環流動床ボイラー2基、タービン発電ユニット1基を設置し、小規模ボイラー27基を休止する計画である。

以上の状況に基づき、本調査は第2期増設工事の必要性、増設熱電設備の概要設計から環境効果及び経済性など実行性を評価考察するためものとして、以下の内容とする。

- ① 大連市の供熱計画
- ② 大連市の使用石炭に関する事情
- ③ 春海熱電所の現状
- ④ 第2期増設工事130t/h 循環流動床ボイラーの基本設計の在り方
- ⑤ 第2期増設工事による環境影響評価
- ⑥ 第2期増設工事の経済評価

## 第1章 大連市の現状

### 1. 大連市の概況

大連市は、遼東半島の南端（東経 120 度 58 分～123 度 31 分、北緯 38 度 43 分～40 度 10 分）に位置し、東は黄海、西は渤海に面して天然の良港に恵まれた水陸交通の要所である。

大連市の総面積は 12,573 km<sup>2</sup>、人口約 535 万人であるが、大連都市中心区は中山区、西崗区、沙河口区、甘井子区の 4 区面積は 217 km<sup>2</sup>、人口約 169 万人である。

大連市の気候は、中温帯の海洋性気候に属している。年間平均気温は 10℃（春：9.3℃、夏：22.4℃、秋：13.2℃、冬：-2.1℃）、年間平均降水量は 550～1000mm で夏期に 60～70% と集中している。

1978 年の改革開放政策後、大連市は 1984 年に 14 大沿岸開放都市の一つに指定され、中国北方の国際貿易港として発展している。また、中国における重要な工業都市であり、業種も機械、石油化学、紡績、造船、ディーゼル、冶金工業は全国有数の地位を占め、その他電子、食品、服飾などの工業も含めて多彩である。加えて、商業面においても金融、観光、貿易等が急速な成長を遂げている状況である。こうした経済発展とともに交通、電力、水道、ガス等の社会基盤整備も着実に進められている。

## 2. 大連市の供熱の現状と計画

## 2.1 供熱の現状

1995 年末における大連市都市中心 4 区（中山区・西岗区・沙河口区・甘井子区）の供熱の現状は第 1-2-1 表の通りである。大連市の中心 4 区における供熱の現況は 84.2%であるが、その内熱電所や大型ボイラーによる集中供熱が行われているのは約 29%となっており、現状の熱電所供熱は供熱面積全体の 19.8%にすぎない。小規模分散ボイラーによる供熱の状況は第 1-2-2 表のように、小規模供熱所数は 1,038 ヶ所と多い。大連市区の生産熱源として、企業が持つ熱電所が 8 工場と、10t/h 以上の大型ボイラー108 基、区域ボイラー105 基及び 3232 基の小型ボイラー（平均 2t/h/基）がある。

第 1-2-1 表：大連市都市中心 4 区の供熱の現状（中山区・西岗区・沙河口区・甘井子区）

	住宅	公共	工場	合計	摘要
建築面積 (万 m <sup>2</sup> )	2373.3	775.7	1367.0	4516.0	
供熱面積 (万 m <sup>2</sup> )	2010.0	626.0	1165.0	3801.0	
供熱率 (%) 注1	84.7	80.7	85.2	84.2	
集中化面積 (万 m <sup>2</sup> ) 注2	824.7	70.1	215.0	1109.8	熱電所供熱 752.8 万 m <sup>2</sup> (67.8%)
集中化率 (%) 注3	41.0	11.2	18.5	29.2	
分散ボイラー率 (%) 注4	59.0	88.8	81.5	70.8	中小型ボイラー

注 1：(供熱面積÷建築面積)×100

注 2：熱電所(含む一般企業所有)及び大型ボイラー（10t/h 以上?）による供熱

注 3：(集中化面積÷供熱面積)×100

注 4：100-集中化率

第 1-2-2 表：小規模分散ボイラーによる供熱の状況

	事業者	供熱所数	供熱面積 (万 m <sup>2</sup> )	面積比率 (%)
供熱専業者	62	373	1436	54.0
兼業供熱	65	166	355	13.3
自己供熱	144	318	509	19.1
その他		181		
分散ボイラー合計	271	1038	2300	(86.4)
ボイラー以外注1			363	13.6

注 1：ボイラー以外のいわゆる竈など



## 2.2 中長期の暖房熱負荷予測

大連市の中心区域における都市建設は、新区域の開発と現市街地の改築を6:4の比率とした統一計画に基づき実施する方針である。1995年末をベースとした2020年までの中長期の暖房熱負荷予測を第1-2-3表に示す。伸び率は暖房用が210%、クーラー用621%、熱水468%と冷房など快適性レベル向上の伸びが特に大きい。

第1-2-3表：大連市中心4区の中長期の暖房熱負荷予測

	建築面積 (万 m <sup>2</sup> )				総熱負荷 (Mw)	クーラー <sup>注2</sup> (Mw)	熱水 <sup>注3</sup> (Mw)	生産熱負荷 (t/h)
	住宅	公共	工場	合計				
1995年	2373	776	1376	4516	3215	122	60	2188
2000年	2720	1045	1731	5496	3965	370	124	2503
2010年					5386	605	201	2878
2020年	4080	2502	2802	9384	6814	758	281	3454
伸び率(%) <sup>注1</sup>	170	320	200	210	210	621	468	160

注1：(2020年÷1995年)×100

注2：冷房時期6月16日~9月15日、クーラーの熱指標110w/m<sup>2</sup>

注3：熱水供給指標18w/m<sup>2</sup>

大連市は都市規模が大きく、建築密度も高く、また工業規模の大きい企業が生産熱源として多く存在しており、近代的な大型集中供熱の実行による効率的な整備が有利である。中長期の都市計画に沿った熱源の適正な配置と供給範囲が定められ、7つの供熱区が確定している。第1-2-1図に大連市中心4区の供熱パイプラインの現況と計画を示す。

春海熱電所は7つの供熱区の第4供熱区に位置づけられている。第1-2-4表に第4供熱区の中長期熱負荷予測を示したが、中山区は大連市の中心区であり、現状の熱負荷量の比率が38%と高く、2020年までの伸び率は200%が見込まれている。

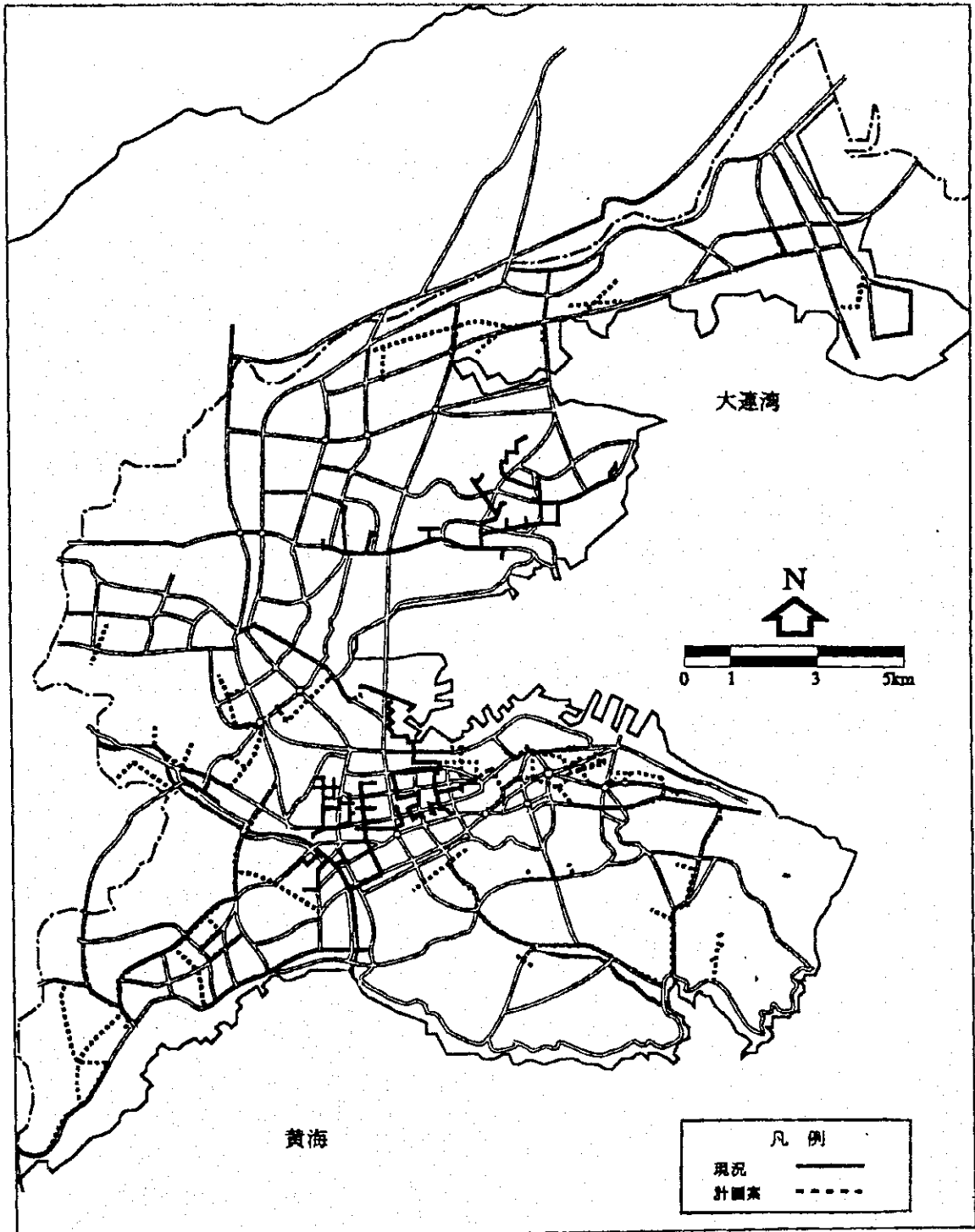
第1-2-4表：第4供熱区の中長期熱負荷予測

	暖房	空調	熱水	合計	比率 <sup>注2</sup>	生産熱負荷
	(Mw)	(Mw)	(Mw)	(Mw)	(%)	(t/h)
1995年	1224	52	27	1303	38	712
2000年	1313	233	42	1588	33	815
2010年	1717	314	68	2099	32	937
2020年	2192	378	99	2669	32	1124
伸び率(%) <sup>注1</sup>	180	730	370	200		160

注1：(2020年÷1995年)×100

注2：全市(中心4区)に対する比率

第1-2-1図：大連市供熱パイプライン現況と将来計画案



## 3. 大連市のボイラー用石炭

## 3.1 ボイラー用石炭品質

中国の工業用ボイラーの設計用代表的石炭性状を第1-3-1表に示す。

第1-3-1表：中国の工業用ボイラーの設計用代表的石炭性状

タイプ	名称	V%	A%	W%	C%	H%	O%	N%	S%	kcal/kg
無煙炭	I類	6.18	33.12	8.00	54.70	0.78	2.23	0.28	0.89	4,344
	II類	2.84	13.98	9.80	74.15	1.19	0.59	0.14	0.15	6,075
	III類	7.85	19.02	8.00	65.65	2.64	3.19	0.99	0.51	5,834
有煙炭	I類	21.91	43.10	10.50	38.46	2.16	4.65	0.52	0.61	3,233
	II類	38.50	32.48	9.00	46.55	3.06	6.11	0.86	1.40	4,226
	III類	38.48	21.37	8.85	57.42	3.81	7.16	0.93	0.46	5,305

出典：大連市における小型石炭ボイラー燃焼改善事業検討等調査報告書/(財)北九州国際技術協力協会/1997/3

一般ボイラー用石炭の購入は、山元から石炭業者を通して直接購入するルートと市内に石炭置場を持つ中間卸売業者から購入するルートがある。

大連市における貯炭、供給所は2事業者あり、その一つである大連甘井子燃料会社は大連化学等523工場及び集合住宅へ年間約10万トンを出荷しており、主要な山元は、山西省大同、吉林省遼源、遼寧省阜新などである。

大連市のボイラー使用石炭(大連甘井子燃料会社ヤードにてサンプリング)及び実際にホテル等複数ビルへの熱供給している民生ボイラー(10t/h)石炭の分析結果を第1-3-2表に示す。民生ボイラーの使用石炭は、発熱量が5,020kcalと高く、灰分は約27%と豪州炭のほぼ2倍である。全硫黄も0.77%と低い石炭で、このボイラーの使用石炭は比較的良質である。

第1-3-2表：民生ボイラー使用石炭の分析結果

石炭名	全水分	発熱量	固有水分	灰分	揮発分	固定炭素	全硫黄	燃焼性硫黄	炭素	水素	窒素	酸素
単位	(%)	Kcal/kg	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
ヤードA	9.2	5,040	6.7	25.8	27.0	40.5	0.77	0.50	58.1	3.67	0.77	9.31
ヤードB	4.9	4,660	3.3	35.6	11.4	49.7	1.29	1.03	56.6	1.55	0.80	3.21
ヤードC	8.4	3,850	7.5	37.8	23.4	31.3	1.25	1.13	45.2	2.98	0.77	9.06
豪州ワルン炭 <sup>注1</sup>	7.3	6,550	5.3	14.0	39.1	41.6	0.54	0.56	70.5	5.31	1.42	7.43
民生ボイラー-石炭	6.4	5,020	6.4	26.9	27.3	39.4	0.77	0.67	57.4	3.70	0.84	8.65

出典：大連市における小型石炭ボイラー燃焼改善事業検討等調査報告書/(財)北九州国際技術協力協会/1997/3

注1：対比のため日本で使用している豪州ワルン炭分析値を示す

注2：分析は日本にて実施

### 3.2 石炭灰の分析結果

第1-3-3表に民生ボイラーの集塵灰、石炭灰の分析結果を示す。大連市の集塵灰、石炭灰は日本のものに比べて鉄分(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が5~10倍高く、またNa<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>Oの含有率も高い。灰の溶融特性は大連市の灰がかなり低く、粘結し易いと考えられる。

第1-3-3表：民生ボイラーの石炭灰の分析結果

	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	MnO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
大連市集塵灰	3.09	59.50	18.36	10.44	1.96	1.09	2.56	0.72	1.23	0.10	<0.01
日本集塵灰	0.86	63.10	25.90	2.22	0.94	0.83	0.43	0.54	3.22	0.01	0.02
大連市石炭灰	1.70	60.50	17.06	9.20	2.06	1.40	2.99	0.50	1.04	0.20	<0.01
日本石炭灰	0.64	61.30	28.24	1.30	0.92	0.58	0.49	0.44	2.34	<0.01	<0.01

	灰 融 点 (酸化)			
	初期変形(℃)	軟化点(℃)	溶融点(℃)	溶流点(℃)
大連市集塵灰	1230	1240	1310	1330
日本集塵灰	1540	1580	>1600	>1600
大連市石炭灰	1220	1240	1320	1340
日本石炭灰	1550	1590	>1600	>1600

出典：大連市における小型石炭ボイラー燃焼改善事業検討等調査報告書/(財)北九州国際技術協力協会/1997/3

注1：対比のため日本で使用している豪州ワラン炭分析値を示す

注2：分析は日本にて実施

### 3.3 工場のボイラー用石炭及び石炭灰の分析結果

大連市環境モデル地区整備計画の固定発生源調査において行われた石炭及び石炭灰の分析結果を第1-3-4表に示す。これは大連市の主要工場が運転しているボイラーの石炭を調査したもので、この結果では、華能発電所の石炭は発熱量が高く灰分も少ない。この石炭を除いたボイラーの石炭の発熱量は約4,000kcalで灰分が約30%である。また、固定炭素、灰分、石炭灰の未燃分から単純に燃焼効率を推定すると、華能発電所が約97%に対してその他工場の平均は約87%と10%低い。

第1-3-4表：主要工場ボイラー用石炭及び石炭灰の分析結果

工場名	ボイラー能力	石炭の分析値			石炭灰	固定C%
		低発熱量(kcal/kg)	水分(%)	灰分(%)	未燃分(%)	
大連染料工場	35t/h	4,585	4.0	31.94	15.06	38.67
大連重型機器工場	10t/h	5,159	11.0	21.22	8.08	51.25
大連鉄道部機関車両工場	20t/h	5,216	13.0	19.35	23.60	55.80
大連化学工場	170t/h	3,895	9.0	38.16	12.01	36.98
	230t/h	3,692	3.0	43.94	12.01	32.53
大連塩素酸カリウム工場	35t/h	4,864	11.0	22.50	19.88	43.63
大連製鋼工場	20t/h	5,399	3.0	27.96	—	48.99
大連熱電工場	220t/h	3,121	8.0	50.54	8.68	33.37
華能発電所	1,050t/h	5,811	4.0	19.36	7.19	55.37
ビール工場	10t/h	5,271	6.0	20.63	39.90	48.14
華能発電所を除く平均		4,023		29.40	18.17	44.32
華能発電所を含む*		4,202		28.40	16.95	45.43

### 3.4 大連市の石炭消費量の予測

大連市環境モデル地区整備計画調査の中間報告書において、第1-3-5表のように大連市の1995年石炭消費量と2010年予測が示されている。この予測では中心4区の石炭消費が2010年には9百万トンとなり、このままでは大気汚染物質排出量及び石炭灰の負荷が増大する。

第1-3-5表：大連市の石炭消費予測 (千トン)

年次	大連市全体	中心4地区	伸び率
1995	8,500	5,100	
2010	15,000	9,000	3.9%

出典：中間報告書固定-51p

### 3.5 大連市の石炭灰利用の現状

第1-3-5表の石炭消費量から石炭の灰分を約28.4%として、中心4区の発生石炭灰量を推測し、第1-3-6表に示す。現状の発生量は少なくとも200万トンを越え、大部分は埋め立て処分されているており、2010年には大きく増大する。

第1-3-6表：大連市の石炭消費予測 (千トン)

年次	大連市全体	中心4地区	伸び率
1995	2,410	1,450	
2010	4,260	2,560	3.9%

現在の大連市における石炭灰の利用状況について、第1-3-7表（JODC、NEDO 研究機関能力向上支援事業：大連市の石炭灰利用状況調査報告／泊正雄/1999/2 より）に見ることができる。

現在の石炭灰利用は、発泡レンガ、空洞レンガ、石炭灰レンガ、セメント粘土源等に約34万トンが使用されている。大連市近郊にはセメント製造会社が多数の存在しているが、その多くは小規模であり、冬場は休止するなどセメント原料への利用は進んでいないようである。また、冷却や発塵防止の散水に海水が使われることも問題として指摘されている。レンガ等の製品化段階においても、石炭灰の形状・サイズ等に沿った適正処理、製造時の品質管理が不十分等の問題があり、不良製品も多い様である。

大連市では、粘土成型・焼成による赤レンガ製造については今後5年以内に約80%を削減する方針がでており、多量の石炭灰のレンガ等への有効利用が急がれている。

第1-3-8表：大連市の石炭灰利用状況

企業名	製品名	石炭灰混入率 (%)	生産実績	石炭灰量 (万 t/年)
国利新型建材会社	発泡レンガ	68	3.5 万 m <sup>3</sup>	2.4
大連火力建材会社	発泡レンガ	74	3.5 万 m <sup>3</sup>	} 3.74
	空洞レンガ	49	10 万個	
	商品灰 <sup>注1</sup>	100	1.2 万 t	
天華発泡レンガ工場	発泡レンガ	72	4.0 万 m <sup>3</sup>	2.6
	空洞レンガ	49	60 万個	0.5
大連コンクリート製品工場	発泡レンガ	68	3.0 万 m <sup>3</sup>	1.6
普蘭店石炭灰レンガ工場	発泡レンガ	75	600 万個	1.0
	空洞レンガ			
前進機械工場	石炭灰レンガ	78	2,500 万個	4.9
小野田セメント有限公司	セメント粘土源 <sup>注2</sup>	7	130 万 t	6.0
その他				11.21
合計				33.95

注1：石炭灰を粉砕しコンクリートに混入

注2：Cl、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>Oの多いものは使用制限、納入不可

## 4. 大連市の環境状況

大連市の環境状況は、降下ばいじん、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>などのばい煙型大気汚染が特徴である。近年、固定発生源に対する規制強化、集中供熱や都市ガスの普及により降下ばいじんによる大気汚染は緩和の傾向にあるが、工業化の急速な進展や自動車台数の増加もあって、降下ばいじん、TPS、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>による汚染が大きな課題である。第1-4-1表に大連市の大気環境レベルを示す。特に冬季の暖房期の汚染が顕著である。

第1-4-1表：大連市の大気環境レベル

	降下ばいじん (t/km <sup>2</sup> ・月)	TPS (mg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (mg/m <sup>3</sup> )
2級基準	9.0 <sup>注1</sup>	0.3	0.06	0.05
1993年	24.8	0.228	0.072	0.097
1994年	21.2	0.298	0.070	0.100

注1：省定基準

大連市の総排水量は、1993年4.5億m<sup>3</sup>/年と推定されており、その内4億m<sup>3</sup>が工場排水となっている。総排水量の80%は大連湾に流入しており、この汚水の2次処理率はわずか5%である。

## 第2章 春海熱電所の現況と第2期工事計画

### 1. 春海熱電所の現況

大連春海熱電有限公司は大連市の東部地区の商業、金融、住宅団地の繁華街にあり、大連ポートと一本の道を隔てた所に位置し、供熱を主として発電も併せて行う都市インフラ施設と環境保全に資する重要な役割を担って、1996年8月から全面的な生産を開始している。

当該熱電所は敷地約7.6万m<sup>2</sup>、建築面積4.3万m<sup>2</sup>で、現在75t/h循環流動床ボイラー4基(国産)、13,900kw/hタービン発電機ユニット2基(イギリス製)にて操業中で、年間発電量1.4億kwh、熱供給308万GJである。

第2-1-1図に春海熱電所の位置図、第2-1-2図に春海熱電所のレイアウトを示す。

#### 1.1 循環流動床ボイラーの生産工程

燃料石炭はボイラー供給口から炉床に投入され、炉の底から吹き込まれる燃焼一次空気により、循環する未燃石炭を含む石炭灰と共に流動状態で燃焼し、炉床上部から吹き込まれる2次空気で燃焼が促進され炉内温度も上昇する。排ガスは未燃焼石炭粒を含んで分離器に至り、固形粒は分離器で分離して炉内に戻されて再燃焼し、排ガスは熱交換により温度が低下してから電気集塵器で浄化した後、高さ132m、内径4mの煙突から放散している。

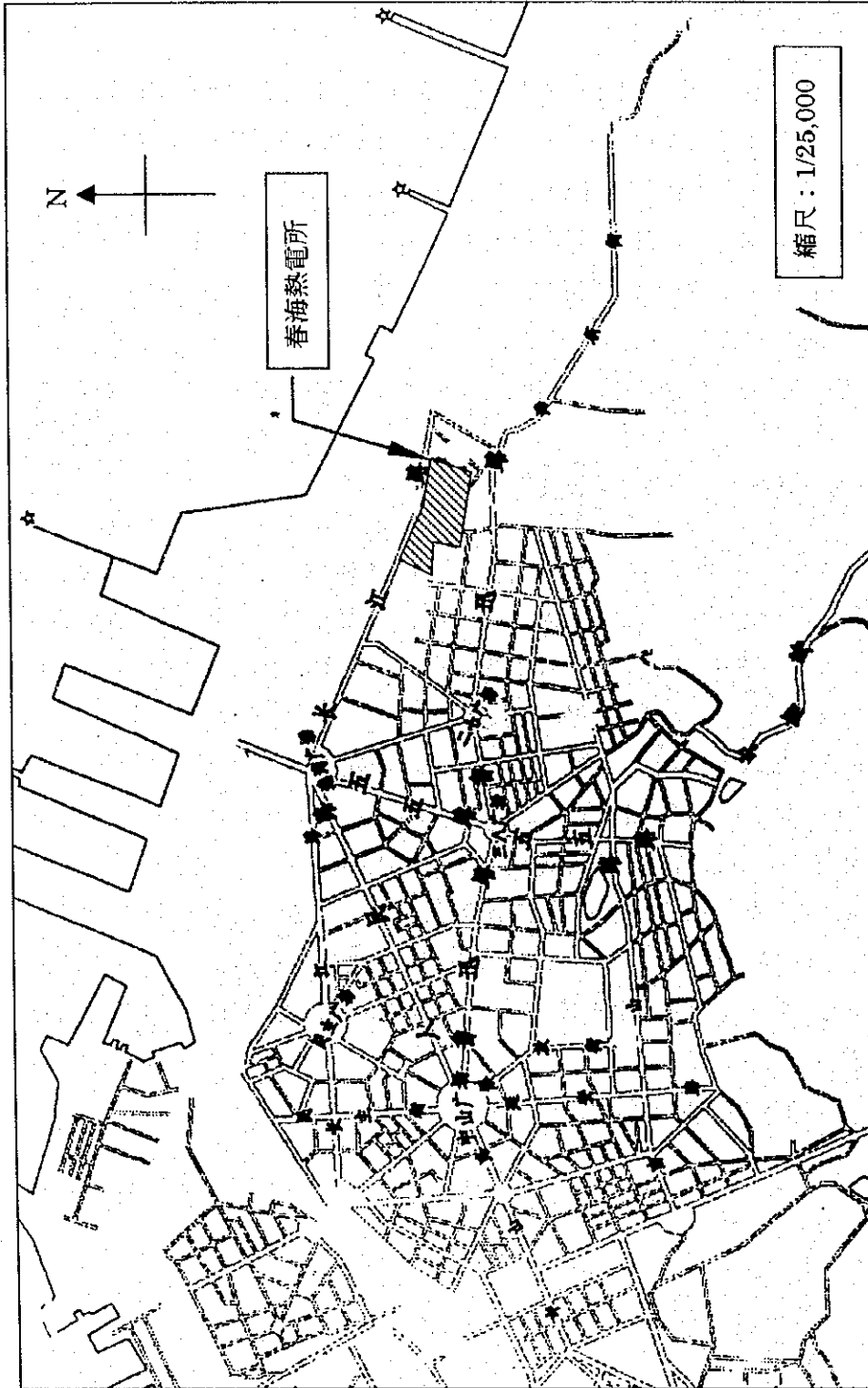
ボイラー用水は水道水を軟化処理し、脱気してからボイラーで高温高圧蒸気として生産される。高温高圧蒸気は、場内で発電に供しつつ減温減圧してから場外パイプラインを通して市内の供熱センター及び企業等に供給消費される。

また、ボイラーから排出するボトムアッシュは沈殿池に入り水冷し、フライアッシュは加湿後それぞれトラックにて搬出する。現状、石炭灰の一部は利用しているが大部分が埋立されている。

第2-1-3図に春海熱電所の生産フロー図を示す。

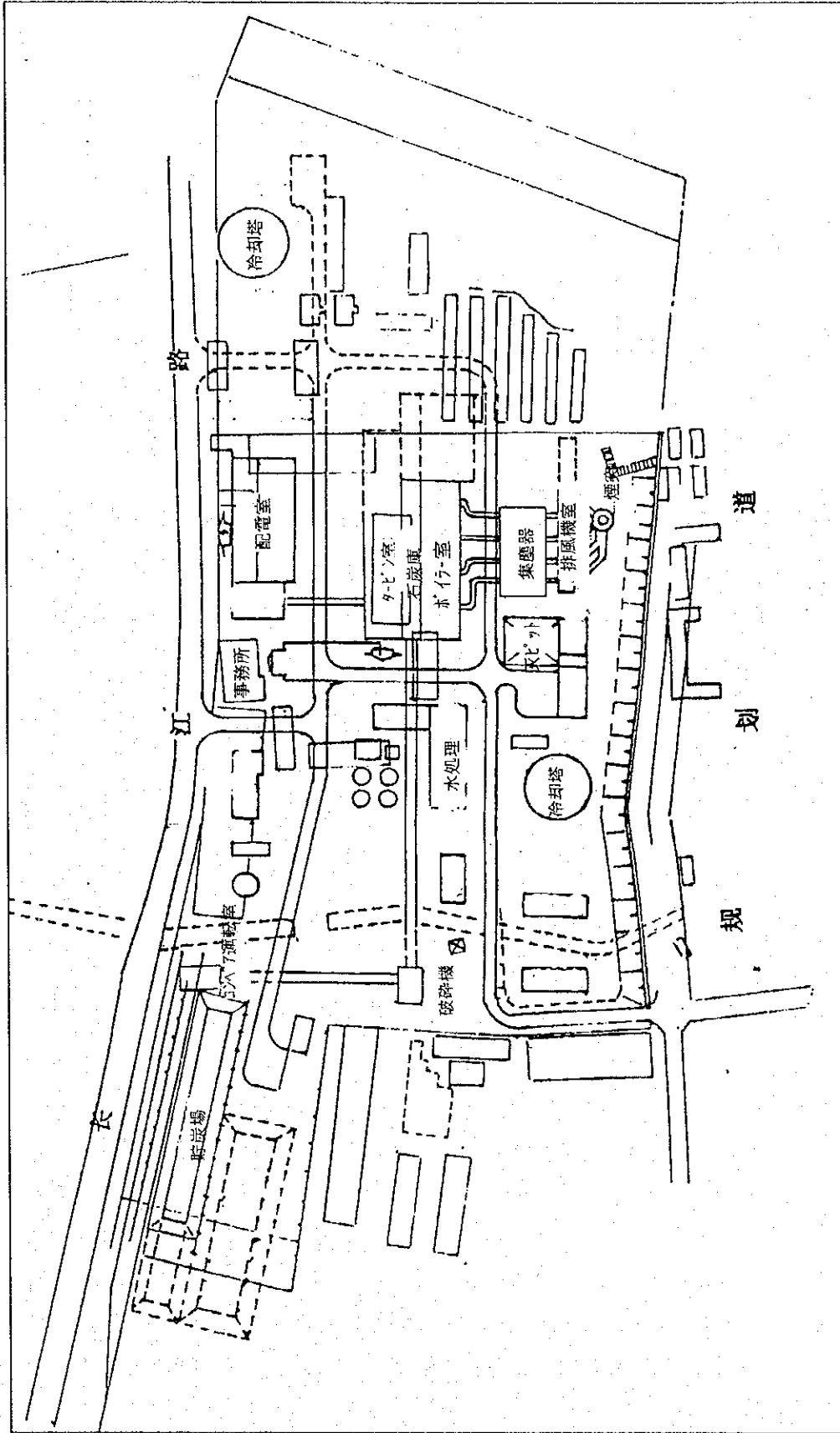


第2-1-1 図：春海熱電所の位置図

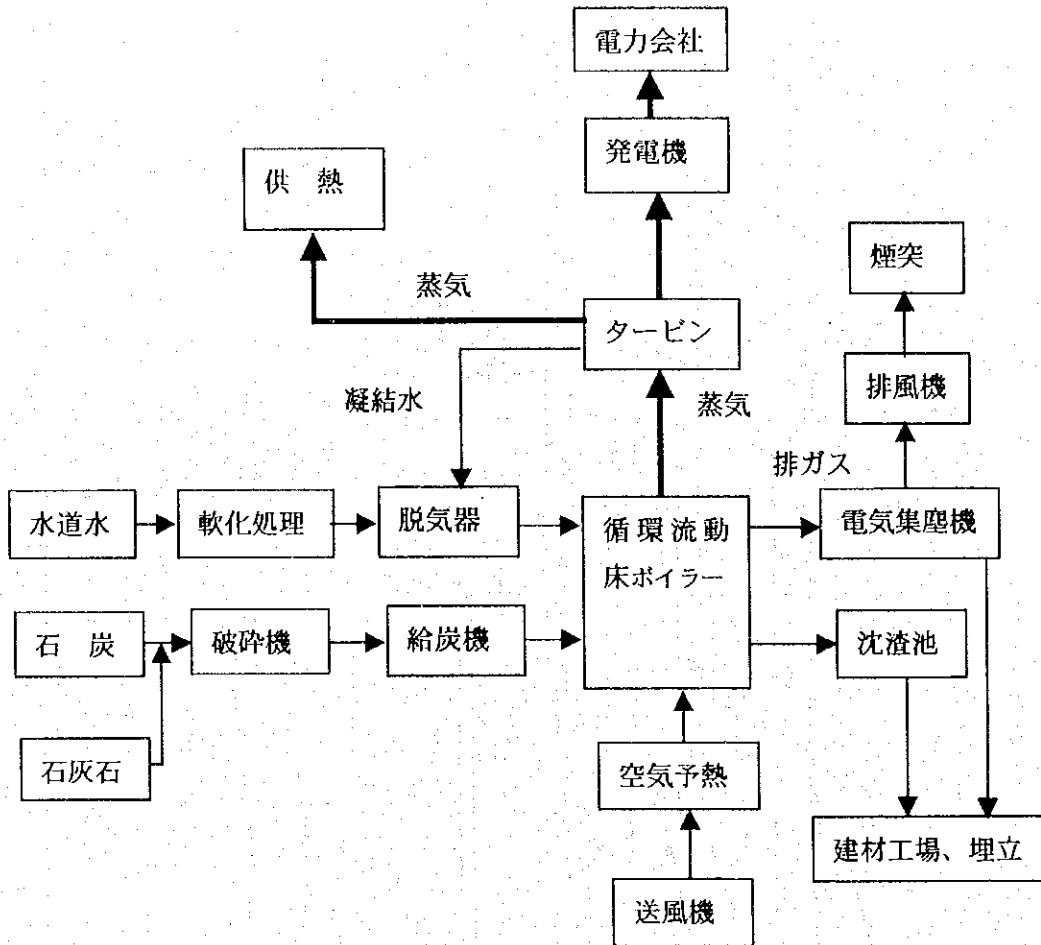


第2-1-2 図：春海熱電所レイアウト

——は既設、 ..... は2期工事



第2-1-3図：春海熱電所の生産工程フロー



## 1.2 既設ボイラーの運転状況

循環流動床ボイラーの選定は国の推薦であり、熱電所の石炭は劣質炭を使うことになっている。

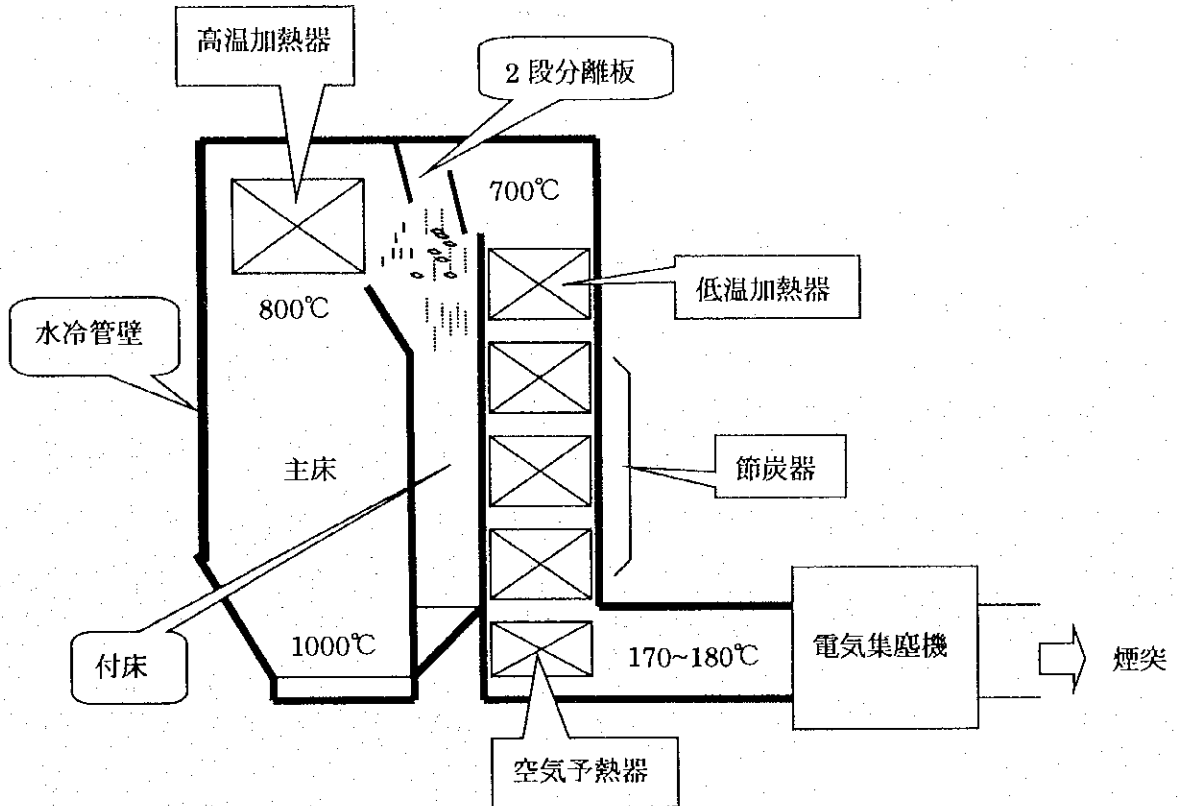
現地調査による運転の状況は以下のようなものである。

ボイラー燃焼室は 1,894m<sup>3</sup> (11.4m×6.7m×24.8m) の容積で、燃料炭の粒度は 0~10mm の範囲であるが 0~3mm サイズが 40%となっている。

ボイラー運転状況は、過剰空気率 1.8~2.0 として 1次空気 60%、2次空気 40%の比率で運転され、灰の循環回数が 10~15 回で設計されている。上部に 2 段の灰分離器が設置され、四川ボイラーであれば 1 段目が溝型板、2 段目は平板であろう。低温加熱器の上部にガス整流板が設置されている。燃焼管理は温度主体のようであり、排ガスの分析などが行われていない状況である。

第2-1-4図に現地調査から推測された既設ボイラーの概要図を示す。

第2-1-4図：既設ボイラーの概要



タービン運転はイギリス製 15,000KW タービン 2 基があり、春・秋は最も負荷が低く 20t/h、1 万 KW で運転中であった。夏は約 120t/h、2 万 KW で、冬には 150~190t/h、約 3 万 KW のフル操業となる。発電効率は 90% である。

ボイラー運転室は 7 人/組、タービン運転室には 5 人/組で、5 組の 3 交代操業である。

### 1.3 既設ボイラー運転の問題点について

現状運転では設計 75t/h に対して 60t/h の実績で設計値の 80% である。この原因は現状の受熱面積不足と低温加熱器・節炭器の摩耗による負荷調整と考えられる。受熱面積アップは、ボイラーメーカーと検討しているところである。摩耗対策については灰循環が燃焼炉内部の分離方式が適切でないためと考えられ、循環設備の外部サイクロン方式に改造する方針でありこの改造が現状では最適と思われる。ただし、サイクロン設置のための空間が十分に有るか心配であり、効率確保の点から設計上の工夫必要である。

また、摩耗問題を完全に解決することは難しいことであり、この際にチューブの材質の検討も加えることが望ましい。

石炭灰の処理はレンガ工場、セメント、路盤材など総合利用を行っているが、埋め立てを8～9万トン/年行われており、利用率は30～40%である。埋立地まで約30kmの距離があり運搬費約10元/トン、埋立費2元/トンのコストを掛けている。

## 2. 春海熱電所の供熱区域

春海熱電所は大連市東部の中山区を中心街に位置し、供熱対象地域は中山広場から東側の地域である。第2-2-1表に対象地域の供熱概要を示したが、今後2004年までに既設216万 $m^2$ の供熱面積を435万 $m^2$ として第2期工事が計画されている。

今後の対象地域の需要供熱面積は現供熱区域からの転換約86万 $m^2$ や、新增供熱区域94万 $m^2$ などを含めて民生用の増加が大きく、需要供熱総面積が435万 $m^2$ となる。集中供熱は都市建設の歩調に合わせて進められ、これに沿って熱生産能力は、まず既設ボイラー改造による能力確保を行い、第2期工事で130t/hボイラー2基を増設し新たに228t/hの蒸気供給能力を向上することでバランスさせる。現状の既設では蒸気のみ供給であるが、第2期工事後は高温熱水の供給も行う。対象地域における春海熱電所による集中化率は75%が見込まれる。

第2-2-1表：対象地域の供熱概要

			既設	第2期工事	拡大量
対象地域	面積	Km <sup>2</sup>	5	7	2
	住居者数	万人	20	30	10
	戸数	万戸	6.5	10	3.5
	建築面積(民生)	万 $m^2$	247	350	103
	建築面積(事業所)	万 $m^2$	180	230	50
	建築面積(合計)	万 $m^2$	427	580	153
需要量	供熱面積(民生)	万 $m^2$	116	267	151
	供熱面積(事業所)	万 $m^2$	100	168	68
	供熱面積(合計)	万 $m^2$	216	435	219
	民生用熱量	10 <sup>7</sup> kcal	320	737	417
	事業所用熱量	10 <sup>7</sup> kcal	360	605	245
春海熱電所による集中化率	民生	%	47.0	76.3	29.3
	事業所	%	55.6	73.0	17.4
	合計	%	50.6	75.0	24.4

注1：既設、第2期工事の数値は春海熱電所より

また、摩耗問題を完全に解決することは難しいことであり、この際にチューブの材質の検討も加えることが望ましい。

石炭灰の処理はレンガ工場、セメント、路盤材など総合利用を行っているが、埋め立てを8～9万トン/年行われており、利用率は30～40%である。埋立地まで約30kmの距離があり運搬費約10元/トン、埋立費2元/トンのコストを掛けている。

## 2. 春海熱電所の供熱区域

春海熱電所は大連市東部の中山区の中心街に位置し、供熱対象地域は中山広場から東側の地域である。第2-2-1表に対象地域の供熱概要を示したが、今後2004年までに既設216万m<sup>2</sup>の供熱面積を435万m<sup>2</sup>として第2期工事が計画されている。

今後の対象地域の需要供熱面積は現供熱区域からの転換約86万m<sup>2</sup>や、新增供熱区域94万m<sup>2</sup>などを含めて民生用の増加が大きく、需要供熱総面積が435万m<sup>2</sup>となる。集中供熱は都市建設の歩調に合わせて進められ、これに沿って熱生産能力は、まず既設ボイラー改造による能力確保を行い、第2期工事で130t/hボイラー2基を増設し新たに228t/hの蒸気供給能力を向上することでバランスさせる。現状の既設では蒸気のみ供給であるが、第2期工事後は高温熱水の供給も行う。対象地域における春海熱電所による集中化率は75%が見込まれる。

第2-2-1表：対象地域の供熱概要

			既設	第2期工事	拡大量
対象地域	面積	Km <sup>2</sup>	5	7	2
	住居者数	万人	20	30	10
	戸数	万戸	6.5	10	3.5
	建築面積(民生)	万m <sup>2</sup>	247	350	103
	建築面積(事業所)	万m <sup>2</sup>	180	230	50
	建築面積(合計)	万m <sup>2</sup>	427	580	153
需要量	供熱面積(民生)	万m <sup>2</sup>	116	267	151
	供熱面積(事業所)	万m <sup>2</sup>	100	168	68
	供熱面積(合計)	万m <sup>2</sup>	216	435	219
	民生用熱量	10 <sup>7</sup> kcal	320	737	417
	事業所用熱量	10 <sup>7</sup> kcal	360	605	245
春海熱電所による集中化率	民生	%	47.0	76.3	29.3
	事業所	%	55.6	73.0	17.4
	合計	%	50.6	75.0	24.4

注1：既設、第2期工事の数値は春海熱電所より

## 3. 春海熱電所の既設設備と第2期計画

現地調査に基づき第2-3-1表に既設設備状況及び第2期設備計画の概要を示す。

第2-3-1表：既設設備状況及び第2期設備計画の概要

		既設	第2期計画
1. 設備仕様			
ボイラー型式		CG-75/53-MX	
蒸発量	T/H	75T/H×4基	130T/H×2基
蒸気圧力	Kg/cm <sup>2</sup>	54	54
蒸気温度	℃	450	450
給水温度	℃	150	150
製作メカ		四川	北東
発電機型式		H24001603/1604 (2基)	C-25-49/0981型
発電量	MW	13.9/13.75	25
2. 運転状況			
最大送気量	T/h	152 (3基稼動)	260 (2基)
最小 "	T/h	11	43
蒸気温度変化巾	℃	420~445	
ボイラー効率	%	80	90.99
総合発電効率	%	23.95	
総合供熱効率	%	71.3	
総合熱効率	%	47.5	
原料供給方式		ベルトコンベア輸送	ベルトコンベア輸送
脱硫剤供給方式		ベルトコンベア輸送	石炭置場混合供給
燃焼室構造		膜式壁	耐摩耗耐火材吹付 膜式水冷壁
発電方式		蒸気発電	電力ネットワークとの 併用運転
集塵器方式		EP	単室三電場EP
ボトムアッシュ処理		加湿攪拌 トラック運搬	乾灰加湿攪拌 トラック運搬
フライアッシュ処理			水力洗浄 沈殿池システム
パイプライン設置			場内架空 場外直埋設
稼動年月日		1995/11/15	

既設の最大送気量は冬季 3/4 基稼動において 152t/h で、タービンも 2 基稼動するが夏季はボイラー 2 基とタービン 1 基運転となる。現在、温水給水は行っていない。第 2 期計画では 260t/h と 120℃、750t/h の温水も計画しており、将来のため管設計 3,400t/h としている。第 2 期工事の温水 1,130t/h 循環水量で、場外供給蒸気量 228t/h を計画している。

ボイラーの負荷バランス調整は電力ネットラインの負荷変化に対応して調整している。最小負荷時には合理的なボイラー稼動基数にあわせる。第 2 期では負荷調整範囲 25%～100%連続調整可能とする。

ボイラーの定期修繕について、大修繕は主としてボイラーであるが 3 年に 1 回実施する。修繕は国のマニュアルに基づき、バルブ、ボイラーチューブ、ブローアなどが対象で、メーカーを入れて行われる。

中修繕は年 1 回実施しており、春海熱電所の整備者が行う。ボイラーチューブは超音波による厚み測定をしているが、3mm の元厚が低温加熱器、節炭器は 2mm/3 年で摩耗している。

小トラブルはバルブや回転機など予測できないものが多い。予備機との周期的な切り替えは決めていない。



## 4. 春海熱電所の稼動に伴う小規模ボイラー休止

春海熱電所建設の狙いは大型ボイラー設置により供給熱と電力の生産を効率的に行い、効率の悪い小規模ボイラーを休止してエネルギー資源の節約と汚染排出物の削減を実現することである。

第1期工事による小規模ボイラーの休止効果は次の通りである。

休・廃止ボイラー：127ヶ所、153基、348.5t/h 熱量 488.686GJ/年
休・廃止による石炭量の変化：前 7.03 万トン（間欠運転） 後 15.7 万トン（連続運転）
環境改善効果：SO <sub>2</sub> 3,724 トン/年、NO <sub>x</sub> 1,103 トン/年 ばいじん 541 トン/年

既設ボイラー稼動及び第2期工事後の休止ボイラーの計画を第2-4-1表に示す。

第2-4-1表：既設ボイラー及び第2期工事後の休止ボイラー

	供熱所数	ボイラー基数	供熱 t/h	熱量 (GJ/年)
既設ボイラー	127	153	348.5 (2.7t/h/所)	488,686
第2期工事計画	21	27	119.0 (5.7t/h/所)	166,868 <sup>注2</sup>

注1：既設、第2期工事の数値は春海熱電所より

注2：既設の熱量とt/hから比例計算した

既設（第1期工事）では休止した供熱所数が多く、ボイラー基数も多い。休止供熱所当たり約3t/hで、いわゆる小型ボイラーが相当数休止されたものと考えられ、初期の狙いの実効があったと思われる。第2期工事では新築住居への供熱が増えることもあって供熱所数が大きく減少しているが、休止供熱所当たり約6t/hと中・大型ボイラークラスのものが増えていると思われる。

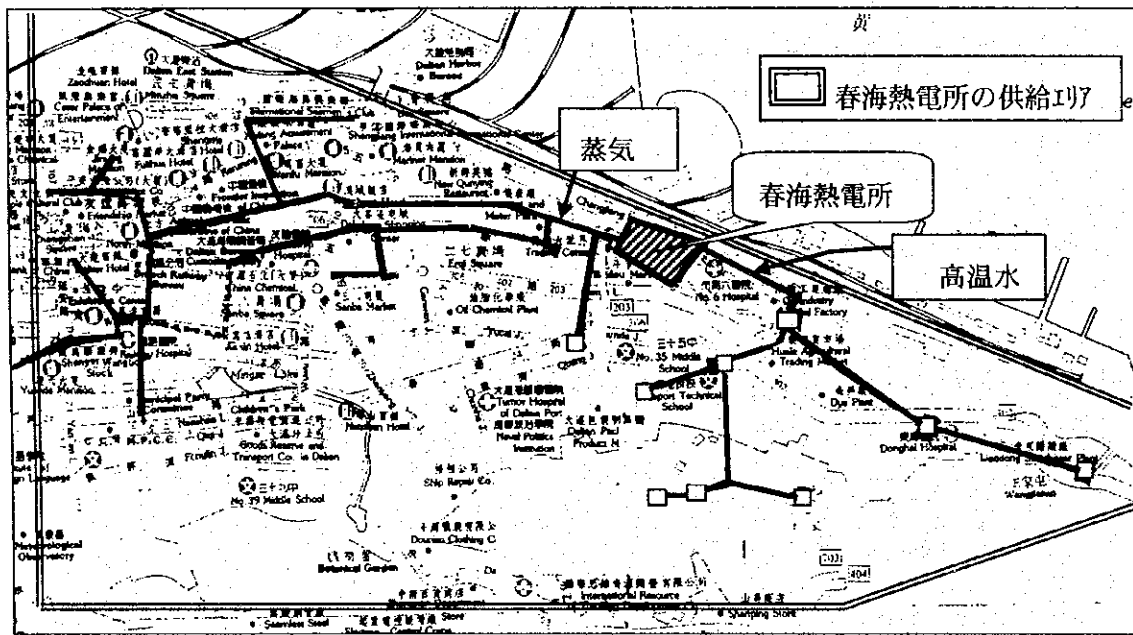
5. 供熱システム

第2-5-1図に供熱システムを示す。

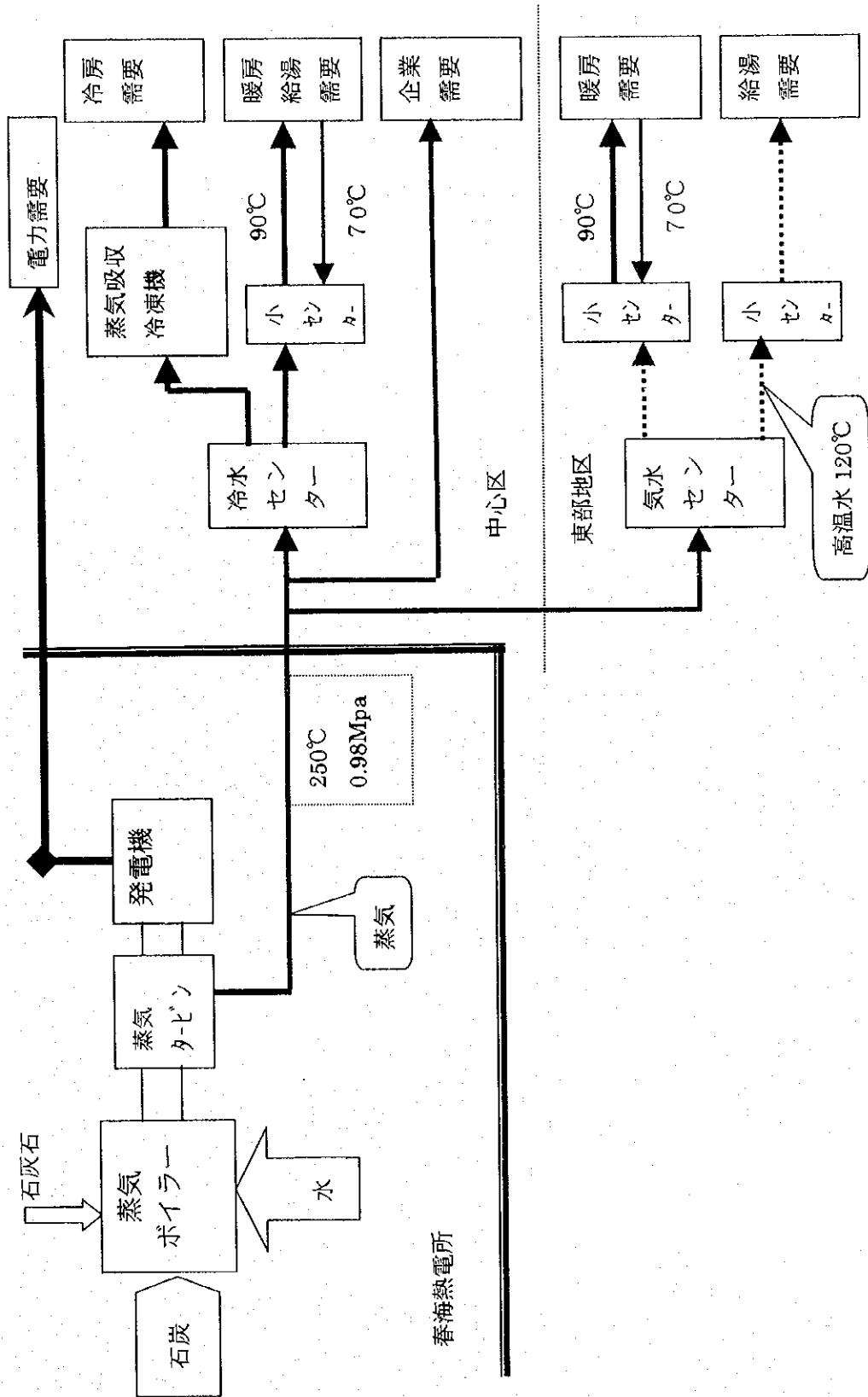
大連市中山区の東側区域を熱供給範囲として、供気量 370t/h、温度 273℃、圧力 0.8~1.3Mpa、蒸気は熱電所から蒸気網を通して事業場及び 10ヶ所の供熱センターに送られる。蒸気網の主幹線の長さは 4.5km、管線総延長 12km、最大供熱距離 6.6km で、最大供熱管径は 800mm である。供熱センターから暖房の供給・回水温度は 90~70℃である。

第2-5-2図に春海熱電所の第2期を含む配管ネットを示す。

第2-5-2図：春海熱電所の配管ネット



第2-5-1図：熱電所の供熱システム概要



## 6. 春海熱電所の主要な経済・技術指標

第2-6-1表に既設工事及び第2期工事の経済・技術指標を示す。

第2-6-1表：既設工事及び第2期工事の経済・技術指標

項目	単位	既設（第1期）	第2期計画	
年間発電量	GWh	137.49	136.93	
年間供熱量	GJ	3211000	2205703	
年間蒸気生産量	t	1522047	1221062	
年間石炭消費量（標準炭）	t	157313	123205	
年間石炭消費量	t	228510	170106	
供熱標準石炭消費率	Kg/GJ	40.3	38.94	
供熱石炭消費量（標準炭）	t	129403	80049	
発電標準石炭消費率	G/KWh	203	315.2	
発電石炭消費量（標準炭）	t	27910	43156	
ボイラ設備年間稼動時間	h	5073	4696	
熱電分担比	Σ電力	%	17.7	35
	Σ熱	%	82.3	65
全工場熱効率	%	76.8	70.6	
年間石炭節減量（標準炭）	T/a	70300	53778	
総合工場用電力率	%	17.4	18.2	

## 第3章 循環流動床ボイラーと熱電の設計

## 1. 流動床式ボイラー

流動層燃焼装置は粉粒体の重力を気流による上向き抗体によって相殺し、粉粒体を流動化して流体のようにハンドリング流動層を形成し、流動層を燃料に投入して燃焼させ、蒸気を発生させて発電等に用いる装置（FBC；fluidized bed combustor）である。

FBCの特徴は、

- ① 粒径の大きな燃料でも浮遊させて燃焼できる
- ② 燃料の滞留時間の制約が少ない
- ③ 媒体（石炭灰や石灰石）と燃料粒子との伝熱が迅速なため、急速昇温、着火、無煙燃焼が可能
- ④ 媒体と伝熱面の間の伝熱係数が大きく、効果的な抜熱が可能
- ⑤ 炉内同時脱硫により排煙脱硫を必要としない

などである。このように FBC は多様な燃料への対応能力と排ガス浄化能力を内蔵するボイラーの実現化である。FBC はバブリング形と循環形（CFBC；circulating fluidized bed combustor）に大別されるが、循環形は 1970 年代後半から 80 年代を通じて開発・普及が進められた比較的新しい技術であり、なお解決を要する課題が残されている。

循環形流動床ボイラーの特長と問題点を第 3-1-1 表に示す。

第 3-1-1 表：循環形流動床ボイラーの特長と問題点

事項	FBC の一般的特長	CFBC の特長と問題点
燃焼	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃焼可能な燃料の多様性</li> <li>・石炭の微粉砕が不要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飛び出し粒子の再循環による高燃焼効率が実現</li> <li>・炉床負荷が大きい</li> </ul>
脱硫	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炉内脱硫により排煙脱硫装置を必要としない</li> <li>・脱硫剤により層を形成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・飛び出し粒子の完全循環による高い石灰石利用率を確保</li> </ul>
脱硝	<ul style="list-style-type: none"> <li>・低温燃焼のためサーマル NO<sub>x</sub> が発生しない</li> <li>・低 NO<sub>x</sub> 化のための二段燃焼が有効</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・炉内の高チャーホールドアップ及び石灰石の高利用率により NO<sub>x</sub> が低下</li> </ul>
装置及び操作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高い伝熱係数のため伝熱面が少なくすむ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・装置構造が単純</li> <li>・給炭口数は少なくてよい</li> <li>・負荷変動やスケールアップの理論と経験が不足</li> <li>・装置の磨耗対策が必要</li> </ul>

## 2. 第2期工事の循環流動床ボイラーの選定

大連市の春海熱電所第2期建設工事に伴う環境影響報告書によると、循環流動床ボイラー選定理由は次のようであり、内容については特に問題ないが、循環流動床ボイラーの運転管理、設備管理はまだ経験不足が否めないことから、循環流動床ボイラーの型式も様々であり、大連市の燃料石炭事情を充分考慮した機種を選定する必要がある。

### 2.1 循環流動床ボイラー選定理由（大連市環境影響報告書より）

熱電所の工程汚染解析から主に汚染を発生する設備はボイラーであり、ボイラーの炉型式選択は汚染物の発生及び排出の対応上極めて重要である。

第2期工事は循環流動床ボイラーの設置を予定しており、既設4基のボイラー工程技術と全く同じとされている。中国の循環流動床ボイラーは、80年代に発展してきた新しいボイラーであり、使用できる石炭の種類が多く、脱硫効果が良く、効率も高いなどの長所を有している。

燃焼原理には2つの特徴がある。1つは、炉内に分離器及び原料回送システムが設置され、飛灰の循環燃焼が実現できる。もう1つは、燃焼温度が燃料灰分の変形し始め温度より200℃低く、約850℃～950℃に制御され、低温燃焼のためNO<sub>x</sub>の発生が抑制できる。また、脱硫効率も80%（Ca/S $\geq$ 2の場合）に設計されている。

循環流動床ボイラーのメリットは以下のとおりである。

- (1) 低温燃焼のため燃焼中にNO<sub>x</sub>などの汚染物の発生量が少ない。また、燃焼中に石灰石を添加しやすく、燃焼過程での同時脱硫ができ、排気ガスの脱硫装置が省略できる。
- (2) 適用する石炭の種類が多く、灰分の高い、硫黄含有量の高い、発熱量の低い、揮発分の低いなどの低質の石炭も使える。
- (3) 燃料設備及び石炭供給システムが簡単である。粒度0～10mm（70%）、10～25mm（30%）の石炭が使用でき、微粉炭炉と縦型サイクロン炉に設置される石炭の微粉砕部分が省略できる。
- (4) 燃焼効率が良く、微粉炭炉の水準に近い。85～90%に達する。
- (5) 排出された石炭灰は総合的に利用されやすい。低温燃焼のため、石炭灰は溶融せず、セメントまたは建築材料の製造に利用でき、石炭灰による環境への2次汚染が軽減される。

- (6) 点火をしやすく、起動が速い。
- (7) 負荷調整が容易で、負荷の変化に対する適性が良い。熱の負荷変動が激しい熱電所に適する。
- (8) 投資コストが低く、排煙脱硫装置付きの普通のボイラーより5~20%安い。
- (9) 設置する敷地面積が少ない。
- (10) 電気使用量が少ない。1基の循環流動床ボイラーは縦型サイクロン炉の電気使用量より450KW少ない。

循環流動床と比べ、粉炭炉及び縦式サイクロン炉は運転経験が成熟しているが、NOxの発生量が多く、炉内に脱硫脱硝装置が設置されていないため、排ガスの脱硫脱硝処理が行われないと環境保全の要求を満たせない。排ガス処理装置は投資及びランニングコストが高く、設置のための敷地も大きく、春海熱電所は第2期工事に循環流動床ボイラーを取り入れることが環境保全の要求に適合すると考えられる。

## 2.2 中国のCFBボイラーの開発使用状況（大連市の環境影響報告書より）

80年代から、35t/hと75t/h循環流動床（CFB）ボイラーの研究が始められ、また、近年は海外の技術を導入して75t/h、130t/h、220t/hのCFBボイラーを製造している。

中国はCFBボイラーの技術開発に対して大いに重視しており、電機工程学会熱電専門委員会は、1993年に桂林で「CFBボイラーの技術交流会」、1994年に「CFBボイラーの補助機械交流会」、1995年に「CFBボイラーの運行交流会」を開催し、CFBボイラーの発展に重要な役割を果たしている。海外CFBボイラー技術を導入するために、1978年、中国国際エンジニアリングコンサル公司（CIECC）は「410t/hCFBボイラーのプラント輸入」を提案する報告書を国家計画委員会に提出し、

四川内江発電所の410t/h CFBボイラーのプラント輸入計画が実現した。

現在、中国で製造されている中小型CFBボイラーの種類は下記のとおりである。

- (1) 中国科学院熱物理研究所が開発したタイプで、済南ボイラー工場、無錫ボイラー工場、杭州ボイラー工場が製造した75t/hボイラー及び済南ボイラー工場と合作した220t/hボイラーである。その特徴は2段分離式（1段目はシャッター式、2段目は中温サイクロン分離）循環燃焼である。

- (2) 清華大学タイプで、四川ボイラー工場が製造した 75t/h ボイラーで、その特徴は 2 段分離（1 段目は溝型板を利用、2 段目は平面流分離器）で、燃焼室から切り離された付加床は飛灰の冷却に使われる。
- (3) 北京ボイラー工場がドイツの Babcock 社の Circofluid 型ボイラー技術を輸入して製造した 75t/h と 130t/h ボイラーで、その特徴は中温分離、低倍率循環である。このタイプのボイラーは全世界に 38 基、その内中国には 26 基が製造された。すでに使用されているのは 10 基がある。
- (4) ハルビンボイラー工場がアメリカ PPC 社と合作した Pyroflow 型の 220t/h ボイラーで、その特徴は高温サイクロン分離、高倍率循環燃焼である。このタイプのボイラーは、現在中国国内では、内江発電所の輸入した 410t/h ボイラーを含めて 11 基あるが、そのうち、使用されているのが 4 基である。内江発電所で使用されている 410t/h ボイラーの状況では、このタイプのボイラーは可燃物が高く、石炭灰冷却器の冷却温度が設計を満たさない等の問題がまだ残されているため、調整試験が行われている。
- (5) 東方ボイラー工場はアメリカ Foster Wheeler 社から CFB ボイラー技術を導入して製造した 220t/h ボイラーである。その特徴は汽冷式高温サイクロン分離器、水冷一次風室及び方向フード、選択式灰冷却器である。このタイプのボイラーは、寧波の中華製紙工場には 2 基が設置され、その 1 基は試運転中である。同じタイプのボイラーはアメリカ FW 社がすでに 11 基を製造している。

現在使用されている 75t/h CFB ボイラーの稼動状況から見ると、国内で開発された設備は基礎研究が着実ではなかったため、以下のような問題が残されている。

- (1) ボイラー効率が悪く、一般的に 80~85% しかなく、微粉炭炉と競争できない。その原因は、主に炉内燃焼が不十分で、分離器の効率が低い。
- (2) 出力が不足で、出力の 80% しか出ないものもある。それは流動床内部における気体と固体の流動特性及び熱伝達特性に関する研究が不足し、流動床の温度制御がうまく行かず、燃料供給との運転バランスが悪いことが原因である。
- (3) ボイラー部品の損耗がひどく、主に燃焼室の下部及び分離器の入口に発生している。
- (4) 炉体の密閉性が悪く、粉塵漏れがひどく、ボイラー室の環境は極めて悪い。
- (5) 灰冷却器の性能が低く、赤い石炭灰が直接に排出されるものもある。
- (6) ボイラーの補助設備がきちんとセットされず、本体の正常運転に影響を与える。



以上のような問題は、次第に改善されているが、徹底的な解決まではまだ至っていない。北京ボイラー工場が導入した Circofluid 型及びハルビンボイラー工場が導入した Pyroflow 型の CFB ボイラーは、すでに海外で習熟した経験を得ているので、使用中に問題があまり起こっていない。

### 2.3 春海熱電所導入ボイラーに関する提案

春海熱電所に導入する CFB ボイラーに関する提案は以下のようなものである。

既設の CFB ボイラーの運転状況に関する調査に基づいて、

- (1) ボイラーは全負荷での連続運行時間が長く、その使用できる率は 85% 以上に達すべきである。
- (2) ボイラーの効率は 90% 以上が必要とされる。
- (3) ボイラーの本体部品の摩損が少ない。
- (4) ボイラーにセットする補助設備が必要である。
- (5) 作業操作が手軽、制御システムが簡単で信頼できる。
- (6) 設備の建造費が適当である。

以上の提案から、これを満足するために春海熱電所は国内のメーカーが海外から導入した技術を利用して製造した CFB ボイラーを取り入れるほうが最適だと考えられる。

## 第4章 第2期工事の環境効果

## 1. 大気汚染物質排出量

春海熱電所において、大連市環境監視センターが調査した大気汚染物質排出性状の既設実測と第2期工事計画値を第4-1-1表に示す。また、第4-1-2表に春海熱電所第2期工事に伴う環境影響報告書より大気汚染物質排出量の設計値を示す。

第4-1-1表：大気汚染物質排出性状の既設実測値と第2期工事計画値

		既設ボイラー実測（夏季）		第2期工事計画
		濃度	排出量 (kg/h)	濃度
窒素酸化物	mg/Ndm <sup>3</sup>	435	49.3	446.8
	ppm	212		217.6
硫黄酸化物	mg/Ndm <sup>3</sup>	2,353	266.5	837.9
	ppm	824		293.3
ばいじん	mg/Ndm <sup>3</sup>	204.9	23.2	155

注1：ppm換算はNO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>

注2：既設ボイラーの数値は1998/7/29、煙道における実測値（大連市環境観測センター測定）

排ガス量=155,400 Ndm<sup>3</sup>、空気過剰係数=2.47

第4-1-2表：大気汚染物質排出量設計値

規模	排出状況		SO <sub>2</sub> (不脱硫)	SO <sub>2</sub> (脱硫)	NO <sub>x</sub>	ばいじん
既設	時間排出量 (kg/h)	冬季	733.97	146.79	217.5	106.67
		夏季	366.99	73.40	108.75	53.34
	日排出量 (t/d)	冬季	16.147	3.229	4.785	2.347
		夏季	8.074	1.615	2.392	1.173
	年間排出量 (t/a)		3723.79	744.76	1103.47	541.21
第2期 増設	時間排出量 (kg/h)	冬季		78.70	151.19	43.06
		夏季		39.35	75.60	21.53
	日排出量 (t/d)	冬季		1.731	3.326	0.947
		夏季		0.866	1.663	0.474
	年間排出量 (t/a)			396.61	710.08	202.22
増設後 全工場	時間排出量 (kg/h)	冬季	812.67	225.49	368.69	149.73
		夏季	406.34	112.75	184.35	74.87
	日排出量 (t/d)	冬季	17.878	4.690	8.111	3.294
		夏季	8.94	2.481	4.055	1.647
	年間排出量 (t/a)		4120.4	1141.37	1813.55	743.43

注1：使用燃料炭はそれぞれの設計仕様に基づく

注2：脱硫時の脱硫率=80%計画に基づく

注3：除じん効率は 既設=98%計画、増設=99%計画に基づく

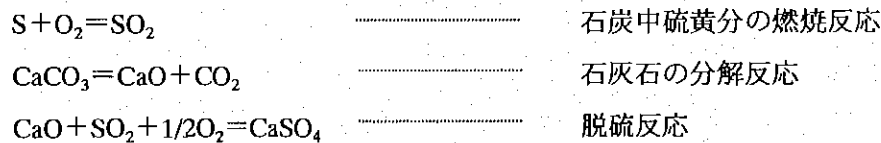
既設ボイラーの実測は夏季に行われており、排出量はSOx、NOx、ばいじんのいずれも設計値より減少しているが、ボイラー負荷及び使用石炭品質の影響であろう。

ばいじん濃度は電気集塵器の効率が99.7%に対して204.9mg/Nm<sup>3</sup>と高いことから、相当量のばいじん(68g/Nm<sup>3</sup>)が煙道ガスに含まれていると考えられる。工場周辺は住宅・商店も多くクレームの原因となる恐れもあり、また現状、エコマイザーのボイラーチューブ破損が多い原因の一つと考えられ、プレダスターの強化が必要と思われる。

循環流動床ボイラーの特長の一つは石灰石の添加による炉内脱硫であり、設計値の数値に見られるように大きな効果がある。春海熱電所の既設ボイラーにおいては、遅ればせながら1999年から石灰石7%添加を開始しているが、脱硫率効果については不明である。

## 2. 炉内脱硫

SOxの生成と脱硫のメカニズムは次の通りである。



炉内脱硫率はCaとSのモル比に関係する。日本の実験結果では、Ca/Sが2~6の間では脱硫率が約80%~95%とほぼ直線的に向上する。

また、石灰石の分解反応を伴うことから、炉内脱硫の最適温度は850℃前後であり、脱硫効率を確保するためにはこの温度に調整することが重要である。

### 2.1 春海熱電所の脱硫剤使用

春海熱電所の脱硫剤使用状況と第2期の計画を調査した結果を第4-2-1表に示す。

第4-2-1表：脱硫剤使用状況と第2期の計画

		既設(現状)	第2期計画
燃料使用量	T/h	50	36.22
燃料硫黄分	%	1.05	0.66
脱硫剤使用量	T/h	1.3	1.18
脱硫剤混合率	%	2.6	3.3
石灰石の目標混合率 <sup>注1</sup>	%	6.6	4.1
消石灰の目標混合率 <sup>注1</sup>	%	4.8	3.0

注1：石灰石・消石灰の目標混合率はCa/S=2のケース(脱硫率80%)で計算

石灰石の使用においては、脱硫剤混合率が2.6%で80%の目標脱硫率を達成することは難しい。しかし、現地での聞き取り調査において、現状は石灰石7%混合率である旨確認しているため問題ないと思われる。一方、第2期計画は脱硫剤混合率のレベルから考えると消石灰を脱硫剤として使用するものと思われる。

### 3. 第2期工事による環境効果

春海熱電所第2期工事に係る環境影響報告書に示された環境効果の考え方は、増設2基の130t/h大型ボイラー建設が行われなかった場合に、10t/hクラスの分散ボイラーを増設するケースとの対比で示されている。春海熱電所の増設工事による熱と電力の同時生産は、エネルギーの転化率が向上し、石炭エネルギーの有効利用が図られる。春海熱電所は分散小型低効率ボイラー設備の代わりに、近代的な大型高効率ボイラー設備によって石炭消費量が削減できる。第2期増設工事によるボイラー効率向上と電力生産によって、年間53,778トンの石炭（標準炭）が節約可能である。

また、大気汚染物質排出量も低効率で汚染問題を抱える小型ボイラーを、高効率の環境保全型ボイラーに変えることによって汚染物の排出量を削減し、人口密集地域の環境汚染を低減し、加えて石炭や石炭灰の保管場所も減少できることから土地利用の効率化も実現できる。

第4-3-1表に春海熱電所増設と分散ボイラーの各効率、第4-3-2表に大気汚染物質の減少量計算結果を示す。

第4-3-1表：春海熱電所増設と分散ボイラーの各効率前提

	ボイラー効率 (%)	機械未燃焼 ロス (%)	除じん機効率 (%)	脱硫効率 (%)
春海熱電所増設ボイラー	90	3	99	80
分散ボイラー	70	16	95	0

第4-3-2表：大気汚染物質の減少量計算結果

	石炭 <sup>注1</sup>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	ばいじん
減少量 (t/年)	53,778	1,157.86	771.81	404.52

注1：標準石炭ベース

増設工事により、大連市東部地域に計画されている建設予定の住宅・商業ビルの熱源問題を解決し、春海熱電所増設工事の竣工に伴う環境影響は、分散ボイラーの低い面源から高

層点源に替わることにより排ガス汚染物質の拡散移動が促進される。夏季の非暖房期の大気環境状況は現状より悪化することなく、冬季の暖房期はある程度改善できると予測されている。

全体的には地域の環境改善や汚染物排出量の削減に有効であると評価できるとされている。

#### 4. 期待可能な実質効果

環境影響報告書では、増設ボイラーに見合う分散ボイラー対比による石炭削減量から計算が行われている。実際には現在稼動している小規模ボイラーとの代替もあり、ボイラー効率の向上率は更に高く見込めると考えられる。

##### 4.1 石炭削減量について

1998年2月、日本の環境庁委託事業の中で2基の大連市暖房用ボイラーについて性能調査が行われ、この結果ではボイラー効率が約50%となっている。つまり、第4-1-1表にある今後設置する分散ボイラーの効率70%に対して差が20%と大きいことから、現在稼動している分散ボイラーの休止代替効果は大きく、削減可能な燃料石炭量は53,778トンより $+ \alpha$ トン増やした計算ができると考えられる。第4-4-1表に大連市暖房用ボイラー性能調査結果を示す。

第4-4-1表：大連市暖房用ボイラー性能調査結果（1998/2/24～25測定）

	中山区桃仙小区 10t/h ボイラー 1995年9月設置	沙河口区幸福小区 15t/h ボイラー 1997年10月設置
ボイラー効率 <sup>注1</sup>	50.0%	50.2%
集塵効率 <sup>注2</sup>	88.0%	68.7%

注1：燃料発熱量に対する温水が吸収した熱量

注2：サイクロン式集塵器

##### 4.2 SO<sub>2</sub>削減量について

SO<sub>2</sub>削減の考え方と削減量は次の通りである。

前提：増設分で使用する石炭品質と同じS%（0.66%）レベル、増設計画脱硫率80%、  
年間排出SO<sub>2</sub> 396.61t/a

石炭（標準）削減量 53,778t/a →  $53778/5063 \times 7000 = 74,352t/a$ （使用石炭ベース）

①ボイラー効率向上（70→90%）による石炭燃焼量の減少 SO<sub>2</sub>：

$$53,778\text{t/a} \times 0.0066 \times 64 / 32 = 982\text{t/a}$$

②増設分の脱硫による減少 SO<sub>2</sub>：

$$396.61\text{t/a} / 0.2 \times 0.8 = 1,586\text{t/a}$$

①+②

$$982 + 1,586 = 2,568\text{t/a}$$

さらに、+αの石炭燃焼量分及び休止対象ボイラー使用石炭との S%差分を加えることができるのでより大きな効果が期待できる。

#### 4.3 ばいじん削減量について

ばいじん削減の考え方と削減量は次の通りである。

前提：増設分で使用する石炭品質と同じ、増設の使用石炭量 170,106t/a、集塵効率 99%、年間排出量 202.22t/a、分散ボイラー集塵効率 95%、石炭削減量 74,352t/a

①ボイラー効率向上による石炭燃焼量の減少ばいじん：

$$202.22 / (1 - 0.99) / 170106 \times 74352 \times (1 - 0.95) = 442\text{t/a}$$

②集塵効率向上による減少ばいじん：

$$202.22 / (1 - 0.99) \times (0.99 - 0.95) = 809\text{t/a}$$

①+②

$$442 + 809 = 1,251\text{t/a}$$

さらに、+αの石炭燃焼量分及び休止対象ボイラーとの集塵効率差分（対 94%との差）を加えることでより大きな効果が期待できる。

#### 5. SO<sub>2</sub>削減寄与

増設による石炭削減量は使用炭ベースでは 74,352t/a と考えられ、これは第 4-5-1 表に示す 2004 年の大連市中心 4 区の暖房用石炭使用量予測に対して、3.9%の削減寄与率である。春海熱電所の供熱範囲である中山区の 2004 年予測量に対しては 15.2%と大きく寄与する。

SO<sub>2</sub>の実質的削減量は 2,568t/a + α と推測され、これは 2004 年の大連市中心 4 区の暖房用石炭使用量予測による SO<sub>2</sub> 排出量 42,807t/a<sup>注1</sup>の 6.0%削減となり、中山区のみにおいては 23.4%の削減であり極めて大きい効果である。

注1：石炭使用量×石炭燃焼率(未燃分13%で87%)×S%(1.29%)×2(64/32)

$$=1,907,107 \times 0.87 \times 0.0129 \times 64/32$$

第4-5-1表：大連市中心4区の暖房用石炭使用量予測

区域	燃料		1997年			2004年 年率3.9%伸び率
			点源	面源	計	
中山区	石炭	T/a	315,843	57,203	373,046	488,690
西岗区	石炭	T/a	122,923	8,490	131,413	172,151
沙河口区	石炭	T/a	664,957	147,375	812,332	1,064,155
甘井子区	石炭	T/a	105,334	33,682	139,016	182,111
計			1,209,057	246,750	1,455,807	1,907,107

注1：大連市環境モデル地区整備計画中間報告書 固定-58p より作成

## 6. 排水・騒音対策

### 6.1 排水対策

春海熱電所の水バランスを第4-6-1図に示す。第2期増設により排水量はほぼ倍増する。

熱電所において間接冷却水を除く排水の主なものは、化学排水、工業排水、含油排水、残渣洗浄水などの工程排水と生活排水である。

化学排水は、主にボイラー用水の軟水処理装置から発生し、酸・アルカリによる中和処理を行った後、残渣洗浄水に利用し、余剰水を放流する。

工業排水は、滑り軸受けなどの洗浄に使用された後の排水である。有毒有害物質は含まれず、少量の防錆剤、水垢防止剤を含むものでその大部分は再利用（残渣除去システムの用水等として）できる。

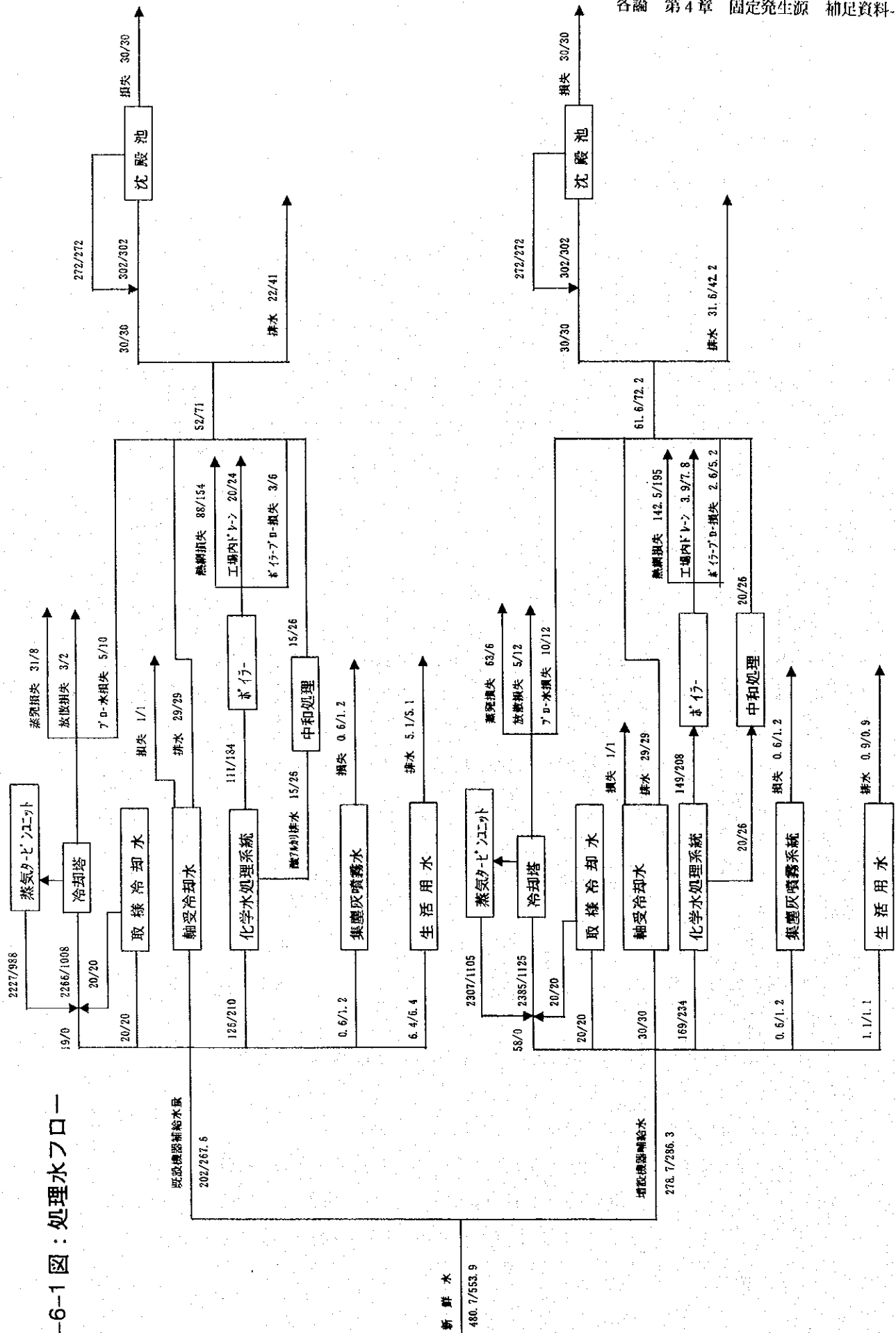
含油汚水は、点火用オイルパイプの漏れた油を洗浄した汚水で、点火時以外は発生しない。その排出量は約2t/h・回で、年間、4～5回しか点火しないため、この排水量は少ないので石炭に撒いて燃焼できる。

残渣洗浄水は、沈殿処理をしてから再利用できる。ロス部分はほかの処理排水によって補給される。

生活廃水は、春海熱電所の従業員達の日常生活汚水である。

汚濁排水の評価の基準は、「汚水総合排出基準」（GB8978-1996）の2級基準及び「遼寧省沿海地区における汚水の直接海域への排出基準」（DB21-59-89）中の新・改・増設に関する2級基準である。第4-6-1表に既設工程排水と生活排水の水質及び排水基準を示す。

第4-6-1 図：処理水フロッ-





生産工程排水は、酸・アルカリによる中和処理を行わないと、pHは省や国の基準を超えており、生活廃水のCODも省や国の基準を超える。生活污水中の油類は主に動植物油である、省及び国の基準はそれぞれ20と15mg/Lであるため、効果的な油水分離処理を行えば基準を満足できる。

第4-6-1表：既設工程排水と生活排水の水質及び排水基準 (mg/l)

項目	pH	SS	油	COD
既設工程排水	9.55	34	0.22	81
生活排水	7.44	141.5	5.75	226.5
污水総合排出基準 (2級)	6~9	150	10	150
省排水基準 (2級)	6~9	200	5.0	150

環境影響報告書においては、排水汚濁防止対策としてpH自動測定装置による計測と中和剤自動投入装置の設置が行われること、また生活排水処理装置の導入を提案している。

これにより排水汚濁問題はほぼ解決できると考えられ、適切な指導であると思われる。

冷却塔からの排水が冬季で既設を含めて24t/h、ボイラーから11t/h程度発生するが、これは温排水となる可能性があり、現状の中国では温排水の規定がないので問題ないが、将来検討の対象になるだろう。

## 6.2 騒音対策

春海熱電所の主な騒音発生源は、石炭粉砕機、ボイラー、蒸気タービン、発電機、送風機、循環ポンプなど設備稼動騒音と、蒸気放散時の騒音である。

環境影響報告書では、すでに既設の設備稼動において春海熱電所の敷地境界線外の住民に騒音影響が発生している現状であり、これまでも設備対策を実施しているが対策の難しさもあって、第2期増設に当たり継続的な対策が必要としている。

設備騒音対策として、ボイラー室・ブロー室の密閉化、吸音材の敷設、防音扉・防音壁などが提案されており、蒸気放散騒音対策では消音器及び夜間の放散禁止など厳しい措置を求めている。

春海熱電所は市街地にあり騒音問題が深刻となる可能性も大きく、対策として低騒音機器の選択と密閉化・吸音化の徹底が極めて重要である。

## 7. 石炭灰有効利用

## 7.1 春海熱電所の使用燃料石炭性状

春海熱電所の使用燃料石炭性状及び石炭灰発生量について現地調査結果を第4-7-1表、第4-7-2表に示す。

第4-7-1表：春海熱電所の使用燃料石炭性状(設計値)

			既設 (75t/h×4基)	第2期増設 (130t/h×2基)
工業分析	固有水分	%	6.92	<10
	灰分	%	39	<25
	揮発分	%	20.35	>37
	固定炭素	%	27	—
元素分析	炭素	%	53.6	54.68
	水素	%	3.48	3.65
	窒素	%	0.86	0.68
	酸素	%	7.71	9.62
	硫黄	%	1.05	0.66
粒径		mm	—	0.13
湿炭低位発熱量		Kcal/kg	4,823	5,063
産地				阜新

注1：既設、第2期増設の数値はいずれも設計値

第4-7-2表：石炭灰発生量

項目		既設 (75t/h×4基)		第2期増設 (130t/h×2基)	合計
		冬季	夏季		
ボトムアッシュ	T/h	8.27	1.64	3.18×2	
フライアッシュ	T/h	19.30	3.82	1.69×2	
計	T/h	27.57	5.46	9.74	
(年間平均)	T/h	18.69 <sup>注1</sup>		9.74	
年間発生量	T/a	94,814		45,739	

注1：既設の冬季暖房期136日、夏季冷房期92日にて荷重平均

現状の石炭灰発生量はフライアッシュ量がボトムアッシュ量の2.3倍と多い。フライアッシュが多いことは、ボイラーのエコノマイザー部及び集塵器への負荷となりトラブルの大きな要因となる。第2期計画では、石炭灰分が25%以下に改善され石炭灰量が既設の半分となる。また、フライアッシュ量はボトムアッシュ量の約半分となっている。

## 7.2 石炭灰の有効利用対策

既設ボイラーが現状の石炭を使用するとすれば、年間の石炭灰発生量は約 15 万トンと大量の残さとなり、既設を含めて第 2 期増設用石炭灰を使用しても約 10 万トンの発生量が見込まれ、有効な利用がなされないと、貯灰場の確保が必要であり、周辺への 2 次汚染防止対策が必要となる。

春海熱電所は、既設工事の段階で大連市第二セメント工場などと「灰分使用趣意書」を締結したが、灰分は可燃物の含有量が高いなどの原因で実際には利用されておらず、現在、南関嶺にある臨時の灰積出し場に置かれている。第 2 期増設工事のため、春海熱電所は大連市新型建築材料廠、大連市不動産管理局建材廠、大連市華僑煉瓦廠と年間 6.5 万トンの「灰分使用趣意書」を締結している。

また、石炭灰の有効利用については、春海熱電所独自に大連市建築材料科学研究所が開発した「フライアッシュの支持型中空造塊」技術を利用し、フライアッシュ総合利用工場を設立する意向を持っている。第 4-7-1 図に石炭灰レンガ製造フローを示すが、この技術はすでに大連市科学技術員会に認定されている。

いずれにしても、石炭灰の有効利用を図るためには、石炭灰に係る処理及び品質管理を充分に行う体制を整備し、石炭灰の使用者が満足できるようにしておくことが重要である。

大連市における石炭灰の有効利用は、赤レンガ製造量の削減方針のもとで技術的には完成域には達していない状況と判断され、喫緊の課題である。春海熱電所の有効利用の取組みは評価できるが周辺及び海外の技術を含めて検討を行う必要が有る。

ちなみに売上高と埋立費用削減から投資財源を推測すると 453 万元/年である。

### 財源の超概算

埋立費用：12 元/トン（運搬 10 元+埋立 2 元）

レンガの売値：0.23~0.25 元/個

石炭灰発生量：10 万トン/年（内 6.5 万トンは場外で有効利用）

処分量（独自レンガ工場用）：3.5 万トン

前進機械工場は石炭灰 4.9 万トンで 2,500 万個のレンガを製造しているので、

春海熱電所の場合のレンガ個数： $3.5/4.9 \times 2500 = 1786$  万個

①レンガの売上げ： $1786 \times 0.23 = 411$  万元/年

②埋立費減： $3.5 \times 12 = 42$  万元/年

①+②=453 万元/年



日本の石炭灰の有効利用率（1992年）は約58%で、利用分野はもっとも大量に利用されているのはセメント分野で約70%にのぼり、土木7.5%、農業水産7.5%、建材4.5%、その他8.0%となっている。

参考までにフライアッシュ JIS 規格 (JIS A6201) 及びフライアッシュセメントを第1表、第2表に示す。

第1表：日本のフライアッシュの JIS 規格

	湿分 (%)	比重	比表面積	不溶残分	Ig.Loss	SiO <sub>2</sub>
規格値	1%以下	1.95 以上	2,700cm <sup>2</sup> /g 以上	25%以下	5%以下	45%以上

第2表：日本のフライアッシュセメントの JIS 規格

	フライアッシュ混合割合	比重	比表面積
	(%)		
A 種	10 以下	2.9 以上	2,700 以上
B 種	10~20	2.75 以上	"
C 種	20~30	2.65 以上	"

## 第5章 経済項目

## 1. 春海熱電所第2期建設

## 1.1 春海熱電所第2期建設の投資額

総投資額は建設費3億5千7百万元と運転資金1.5百万元で3億5千8百万元である。土地の費用については、土地所有権は市政府に有り、使用権料を事業者が払う仕組みであるが、既設工事の時に第2期分まで1千4百万元を支払い済みである。第2期工事範囲は1次供熱センターまでである。

第5-1-2表に総投資額について示す。

第5-1-2表：総投資額 (単位：万元)

	項 目	建築工事費	設備費	据付工事費	その他	投資合計	内外資
1	固定資産投資	4,618	14,812	4,484	10,906	34,820	19,958
1.1	c25-4.9/435型抽気式ユニット		1,961	111		2,072	
1.2	130t/h循環流動床ボイラー		6,699	856		7,555	
1.3	付属設備		3,652	2,717		6,369	19,958
1.4	供熱設備及びパイプライン		2,500			2,500	
1.5	土木工事その他	4,618		800	8,748	14,166	
1.6	予備費				2,158	2,158	
2	固定資産投資調節税				60	60	
3	建設期間中金利				795	795	242
I	建設費(1+2+3)	4,618	14,812	4,484	11,761	35,675	20,200
II	運転資金				151	151	
	総投資額 (I+II)	4,618	14,812	4,484	11,912	35,826	20,200

## 1.2 資金計画

資金計画は自己資金1億元、借入金2億5千8百万元としている。借入金のうち2億元を海外借款とし、5千8百万元は国内銀行等の借款としている。春海熱電公司の大株主は大連市の不動産管理局で、既設建設時は約50%、第2期時点で約37%程度となる。

第5-1-3表に借入金計画を示す。

第5-1-3表：借入金計画

	種 類	借入金額 (万元)	支払猶予期間 (年)	支払年数	年率 (%)
1	長期借入金 (外国借款)	20,200	10	30	1.2
2	長期借入金 (国内借款)	5,475	建設期間	7	8.01
3	運転資金	151		1	8.01
4	短期借入金				

## 1.3 売収入・製造費用

供熱販売単価は大連市政府により決定されており、現状の民生は18元/m<sup>2</sup>で、事業者については物価局が製造コストを勘案して決められ130元/蒸気tである。つまり政府の管理単価で販売されている。事業者は蒸気流量計を設置して使用量に応じて徴収する。

事業者との販売契約は開発行為の建物建築申請の一環で行われ、民生関係も住居建築行為の中で、建築事業者が建築申請時に契約される。

第2期の蒸気製造コストは50.63元/t(17元/GJ)で、既設の98元/tの約半分となる。

水は新鮮水を使用、燃料石炭は銘柄の選択を含めて春海熱電所が決定でき、運搬費を含めた単価となっている。

春海熱電所の従業員は現状約400人で暖房期間は臨時雇用を行っている。交代勤務は5組編成で実施されている。

第5-1-4表に販売収入、付加価値税等を、第5-1-5表に製造費用を示す。

第5-1-4表：販売収入、付加価値税等 (単位：万元)

	項目	単位	単価(元)	数量	金額	税率(%)	販売/収入税	税込金額
1	販売収入							
1.1	熱供給	GJ	44.07	2,056,000	9,061	13	1,178	10,239
1.2	電力	MWh	0.3932	104,000,000	4,089	17	695	4,784
	計				13,150		1,873	15,023
2	原材料及び燃料費							
2.1	原材料費							
2.1.1	水		1.5		195	13	25	220
2.1.2	その他(酸・灰・油)				299	17	51	350
	小計				494		76	570
2.2	燃料費							
2.2.1	石炭		318	123,243	3,919	13	510	4,429
	小計				3,919		510	4,429
2.3	修理費				892	11.9	106	998
	計(2.1+2.2+2.3)				5,305		692	5,997
3	販売収入税及び付加価値税							
3.1	付加価値税						1,181	
3.2	都市維持建設税					7	83	
3.3	教育費付加					3	35	
	計(3.1+3.2+3.3)						1,299	

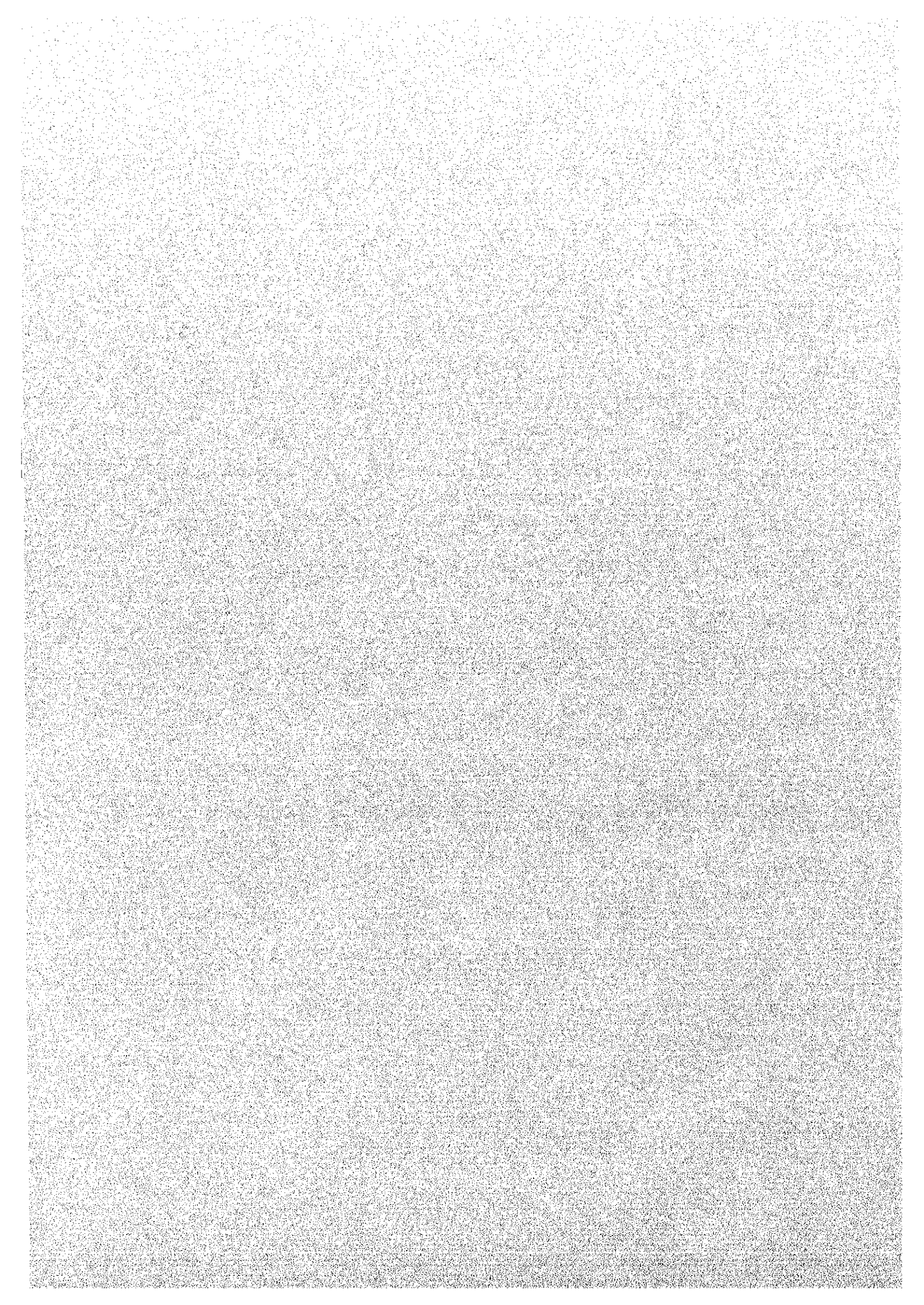
第5-1-5表：製造費用

No.	項目	単位	単価(元)	数量	価格(万円)
1	原材料費				570
2	燃料及び動力				4,429
3	人件費				118
4	修理費				998
5	減価償却費				1,695
6	支払利息				305
7	その他費用				399
8	総原価(1+2+3+4+5+6+7)				8,514
9	経営原価(8-5-6)				6,514



## 第4章 固定発生源 補足資料-2

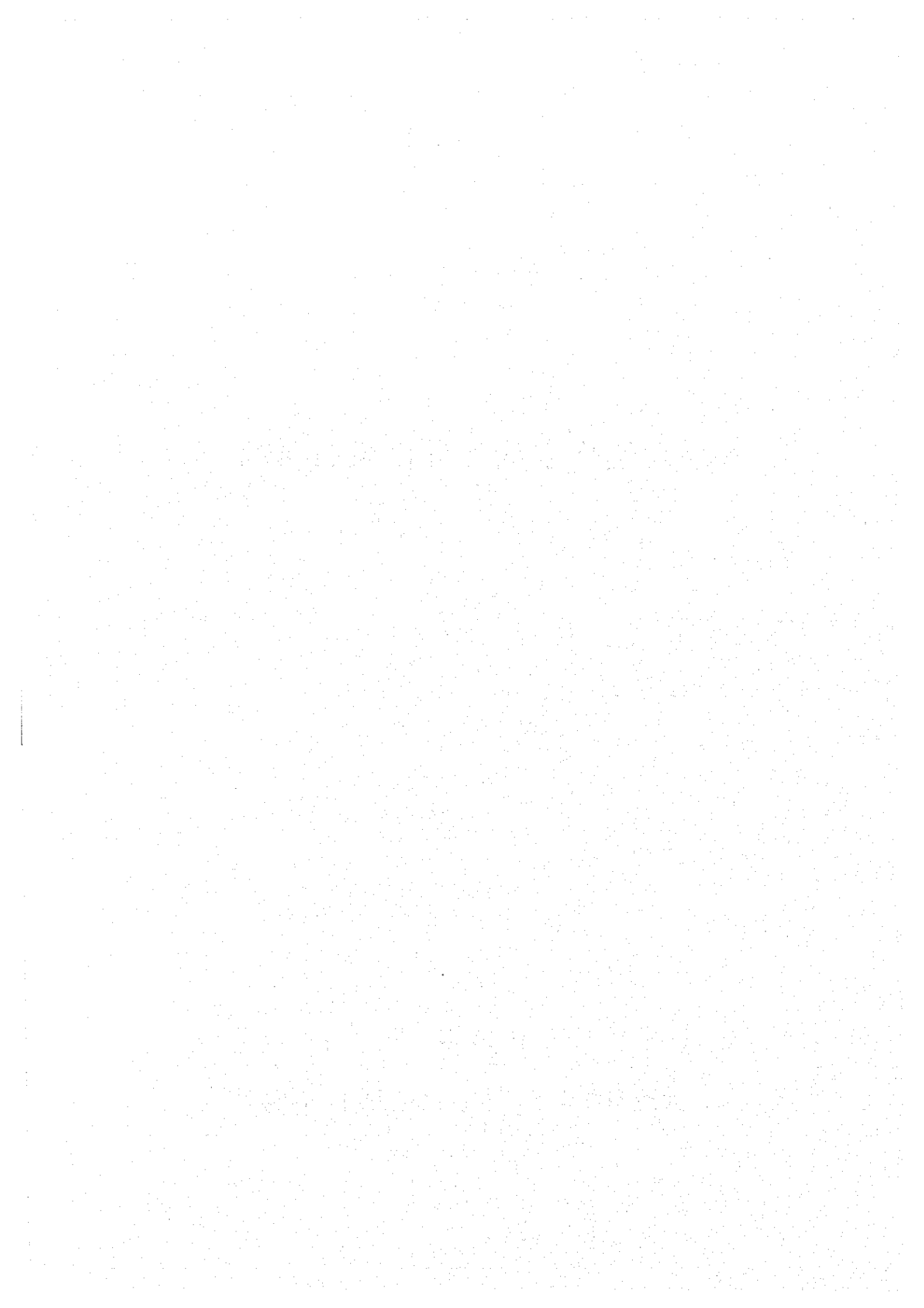
# 新都市エネルギー案改善計画案報告書



# 大連化学改善計画案報告書

1999年8月

大連市環境モデル地区整備計画調査団



大連化学改善計画案報告書  
(大連市環境モデル地区整備計画調査)

目次

第1章 要約

第2章 改善計画の背景

- (1) 大連市大気環境根本的改善策作成の背景
- (2) 改善計画の基本となる石炭高温ガス化とガスタービン利用 (IGCC 技術) の発展の歴史

付録 A IGCC 技術の実施例 (世界・商業規模)

第3章 改善計画の内容

- (1) 大化発電所と蒸気供給ボイラーに IGCC 技術を適用する
- (2) 大連市の寒冷期の大気汚染の主要源の一つである北海頭熱電所の IGCC-燃料メタノール技術による改善

第4章 改善計画による改善効果

- (1) 大気汚染防止に対する改善
- (2) 本計画の投資分析  
LNG 導入との対比

第5章 改善計画実現のための実施計画案とプロジェクト実現における問題点

- (1) 計画実現へのステップ
- (2) 考えられる問題点

第6章 IGCC 技術の中国における将来展望

付録 A 2010 年を望んだ大連の重要大気汚染源

- B 大連市電力需要の予測
- C 大連化学ソーダ灰生産コストとソーダ灰国際価格
- D 液相法メタノール技術について

略語表

ACC	Advanced Combined Cycle
BOO	Built Own Operate
Cool Water	First IGCC Project
D.O.E.	Department of Energy
FOB	Free on Board
GTG	Gas Turbine Generator
H.H.V.	High Heat Value
IGCC	Integrated Coal Gasification Combined Cycle
KNOT	Nautical Mile per Hour
LHV	Low Heat Value
LNG	Liquefied Natural Gas
M.E.D.A.	Methyl Ether Polyethylene Glycol
MMBTU	Million British Thermal Unit
O & M Cost	Operation & Maintenance Cost
ONCE THROUGH	No Recycle
ROI	Return on Investment
STG	Steam Turbine Generator
TVA	Tennessee Valley Authority

## 第1章 要約

### (1) 緒言

中国の進めている中央計画経済から市場指向型解放経済へのステップバイステップの改革は、大幅な経済成長を実現し今もその成長は継続している。しかしながら経済成長に伴う自然環境の劣化は増大し、特に成長の牽引車となっている工業の発展しつつある地域で問題を起こしている。中国政府はその問題解決のため国内及び国際的なリソースを活用し積極的な努力を続けている。その一環として本調査団は、大連市地区の環境モデル地域の環境状況の詳細な調査とその改善案の作成に従事している。現在までの調査の過程で、モデル地区内で操業しているいくつかの工場の根本的な改善が地区全体の環境向上に必須と考えられるようになり、大連製鋼、大連セメント、大連染料、大連医薬局、大連都市ガス、春海発電所増築、大連化学改善に関する調査を実施した。本報告書は大連化学に関連した調査の結果から導き出された環境モデル地区の大気環境改善の計画について述べるために作成された。改善計画の軸となる技術は現在国際的に環境に優しい石炭利用技術であると認められている IGCC とその関連技術である。この計画書の内容は調査団自身の判断で作成されたが、大連での調査は大連市環境示範区弁公室及び大化集団有限責任公司より、種々御援助を戴き、調査団として深く感謝致している。

### (2) 改善の早急な実施の求められる対象工場

調査団の試算によると 2010 年の重要汚染源の冬期の全体に対する寄与を推定すると次のようになる（新設ボイラーは脱硫設備を設置 80%程度脱硫すると考える）。図 1-(2)-1、表 1-(2)-1 参照。

この発生源の中で華能発電所は最大であるが、使用石炭中の硫黄分が少ないことと高い煙突により広く拡散されるため地表付近での影響は少ないとされている。このことから第 2、第 3、第 4 の重要発生源である北海頭熱電所、大連化学、春海熱電所についての改善を考える。この改善が実施されるならば冬期に発生される硫黄酸化物の約 1/3 が減少できることになる。

## (3) 大連市大気汚染源の根本的改善策

改善策として次の3ケースを考える。

## 1) CASE I (参照 図1-(3)-1)

大連市において硫黄酸化物及び浮遊物質の重要発生源の一つと考えられている大連化学の自家発電 100MW (特に旧式ボイラー) を停止し、最小経済規模と考えられる 150MW の IGCC 設備を建設し、自家及び周辺需要家に供給する。

設備	a. 石炭ガス化精製設備	石炭 49.8T/Hr
	b. ガスタービンと発電機	101MW
	c. スチームタービンと発電機	69MW
	d. 空気分離装置	30,000NM <sup>3</sup> /Hr
	e. その他附属設備	

## 2) CASE II (参照 図1-(3)-2)

上記 IGCC 発電に加え、大化及びその周辺に対するスチーム供給を IGCC 技術により、環境影響最小なスチーム発生と熱の有効利用を計る。需要があれば、ガス燃料 2,200kcal/NM<sup>3</sup> の (クリーンフェーエル) 製造供給を行うことも可能

設備	a. 石炭ガス化精製設備	石炭 125T/Hr
	b. ガスタービンと発電機	195MW
	c. スチームタービンと発電機	75MW
	d. 空気分離装置	82,000NM <sup>3</sup> /Hr
	e. その他附属設備	

## 3) CASE III (参照 図1-(3)-3)

上記 CASE II に加えて、大連化学に石炭ガス化設備を増設し、且つ北海頭熱電所に ACC 設備を建設する。

現在、北海頭熱電所は大連化学と同様に大連市中央部で大気汚染物質の大量放出源となっている、大連熱電公司 (北海頭) のボイラーの石炭を石炭ガス化 (大化地区で行う) ガスで (冬期のピーク負荷の 70%) を置換し、硫黄酸化物等の汚染物質の大幅削減を行う。同時に熱供給負荷の少ない夏期に遊びとなる石炭ガス化能力により、燃料メタノールを製造貯蔵し、冬期に大気汚染レベルの高い期間、春海、香海等で利用することで、ピーク汚染の削減を計る。(この場合は、石炭ガス供給の石炭ガス化設備と大化地域のスチーム供給設備はインテグレートする。)

設備	a. 石炭ガス化設備 (増設分) (大化サイト)	石炭 125T/Hr
	b. ガスタービンと発電機	
	大化サイト	78MW
	北海頭サイト	3×90MW/Hr



- c. スチームタービンと発電機  
 大化サイト 60MW  
 北海頭サイト 現設利用
- d. 空気分離装置 (増設) 82,000NM<sup>3</sup>/Hr
- e. その他附属設備  
 場合により; 石炭揚陸設備  
 石炭ガスパイプ (大化サイト-北海頭サイト)

(4) 改善効果

	CASE I (冬期)		CASE II (冬期)		CASE III (冬期)	
	硫黄酸化物	粉塵	硫黄酸化物	粉塵	硫黄酸化物	粉塵
	Ton/y・冬		Ton/y・冬		Ton/y・冬	
現状	3,890	3,130	2,154	1,739	1,200	692
改善後	40	Nil.	21	Nil.	12	Nil.
削減効果	3,850	3,130	2,133	1,739	1,189	202

冬期平均における寄与 (1日量) (硫黄酸化物 Ton)			
*全市 (294t/d)	29	16	35 (70%ケース)

\* : 華能 66t/d を含む

(5) 必要投資額 (単位: Million US\$)

	Case I	Case II	Case III
石炭処理	6.73	16.89	17.0
石炭ガス化	60.18	151.00	151.0
空気分離	21.24	53.31	53.3
ガス T.G.	30.44	58.77	58.5 (北海頭)
スチーム T.G.	48.85	46.88	7.8 (ボイラ-改造)
エンジニアリング	9.56	30.00	30.0
メタノール プラント タンク	-	-	60.0 7.0
総計 (1997US\$)	177	355	384.9

注: ガス T.G.、スチーム T.G.、エンジニアリングは各々のサプライヤーが担当  
 Case III Pipe line cost と石炭揚陸設備については詳細検討が必要である。(大略 10Million US\$前後)

Standalone IGCC

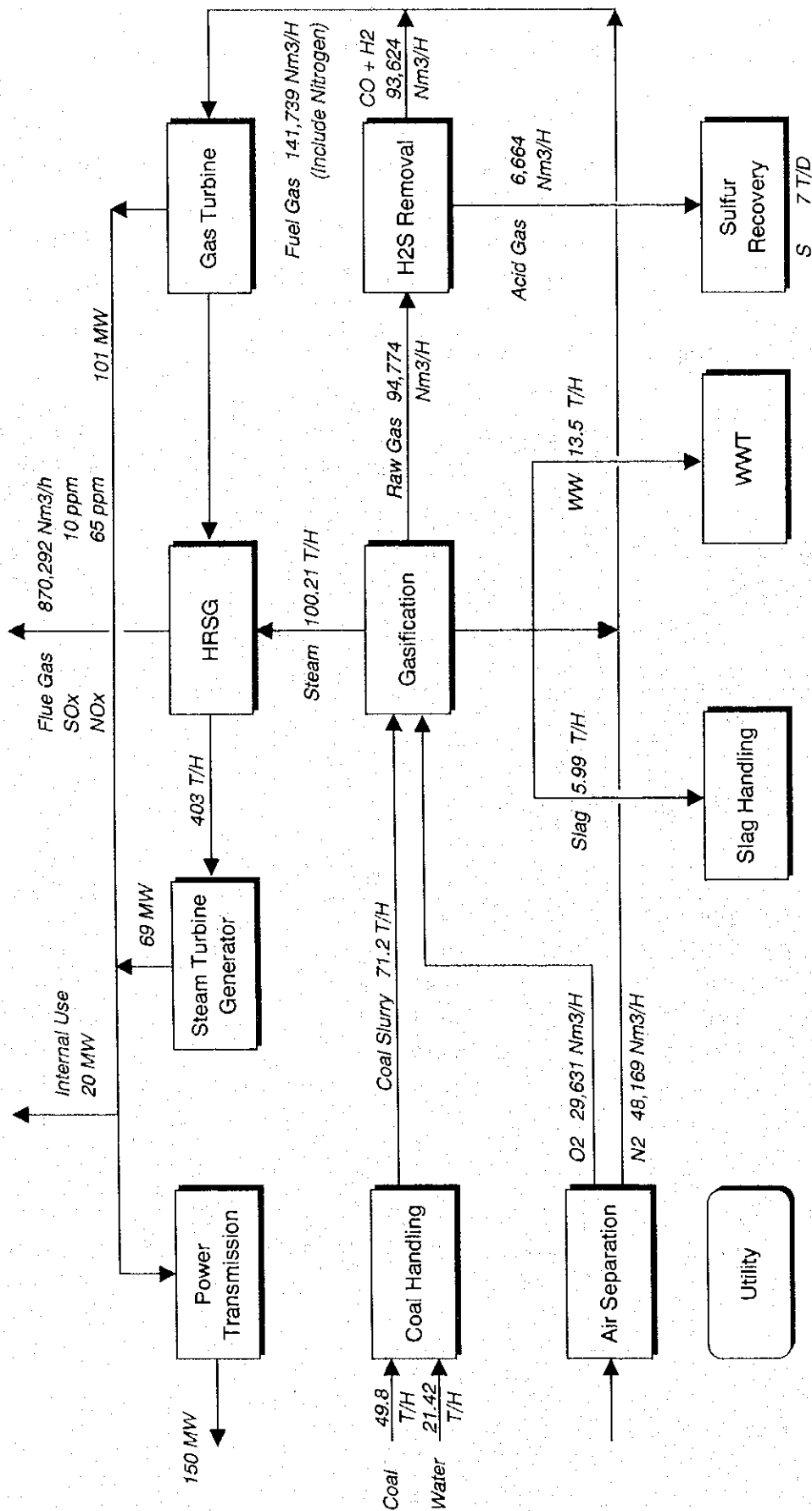


図 1-(3)-1 CASE I - IGCC Blockwise Flow Diagram <Day time> (Power Generation)

IGCC for Steam Supply

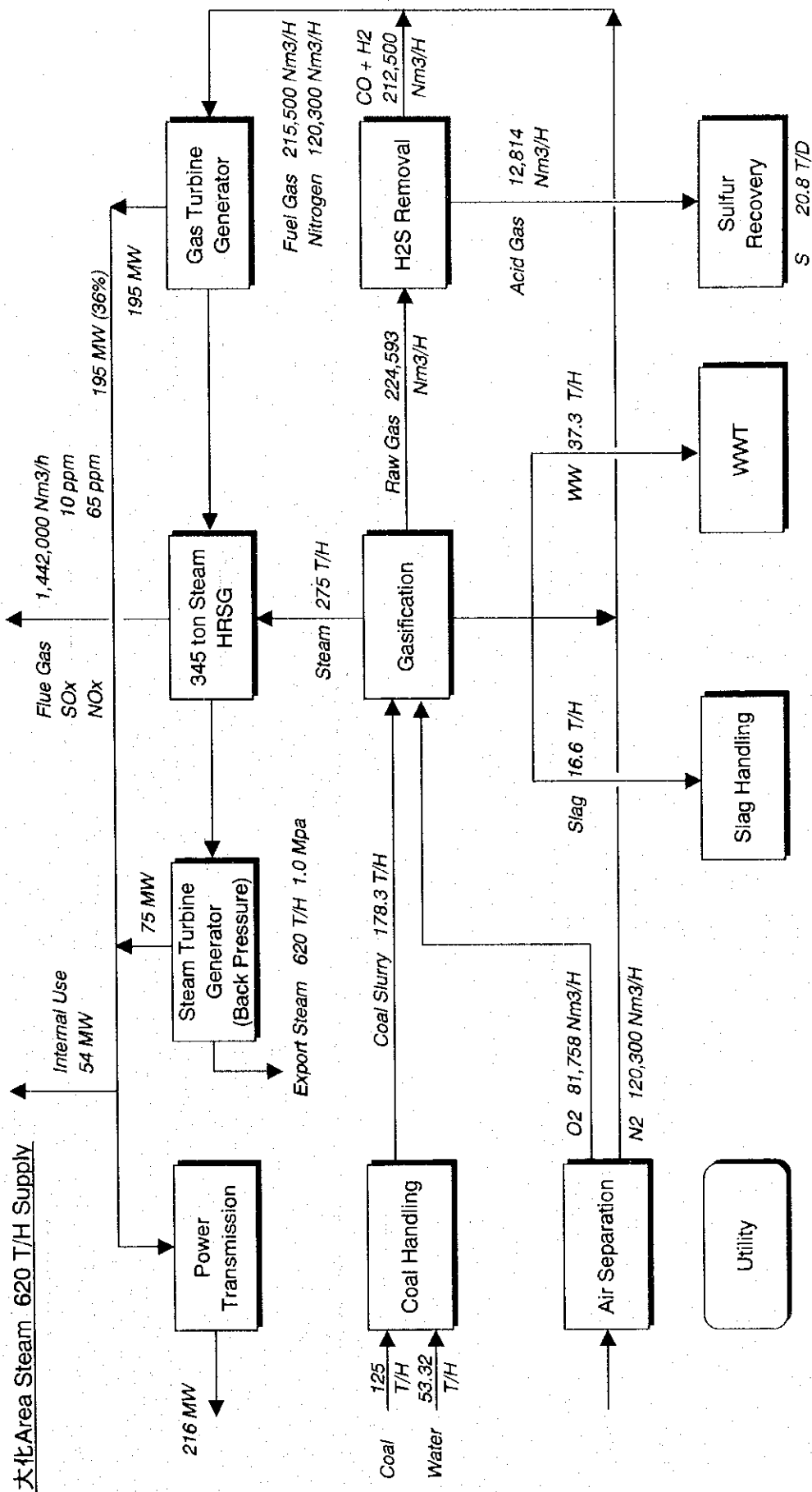


図 1-(3)-2 CASE II - IGCC Blockwise Flow Diagram (Steam Supply)

大化Area Steam 620 T/H Supply and 北海頭Gas Supply

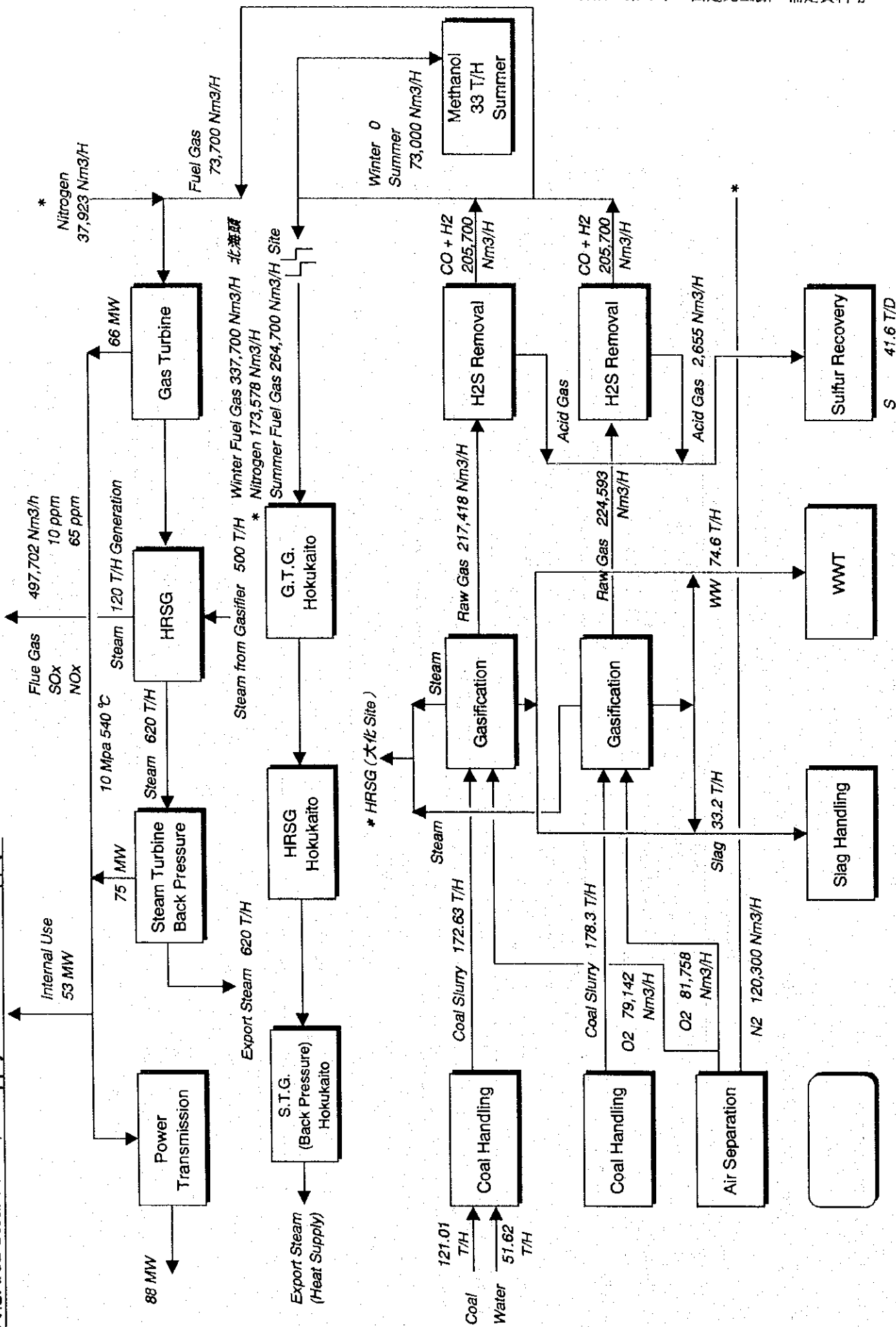


図1-(3)-3 北海頭Gas Supply Methanol Integration

S 41.6 T/D

## 2) 熱電ガス燃料供給公社の設立 (案)

大化の現状

大連化学工業会社は大化集団有限責任会社という 22 以上の子会社が属する大化集団の中心的な工場で 1995 年生産額 96,396 万元、従業員 10,827 名という中国内で 3 大化学工場に入るといふ規模を誇っているが、現在進められている市場経済導入の荒波の元ではその主力製品である炭酸ソーダの国際的コスト競争力の弱さから将来の見通しは明らかでない。特にこの所の窒素肥料価格の国際的な低迷が、大化の主要な副産物である塩化アンモニアの価格に影響し収益力の低下に苦しんでいる。このような状況下で、エネルギー利用効率の向上によるコスト削減は期待できるといふ、環境対策のための巨額の投資を大化の自己資金源から行うことは困難と推察される。この事は大化が以前計画していた、旧式ボイラーNo.3~No.7 を新規の流動層ボイラー（硫黄酸化物の放出を 70~80%削減可能）に置き換える計画が中止されている事実からも伺える。

国際的資金の利用

一般論として、環境汚染の対策を充分に行う（21 世紀の国際水準）ことを前提とした発電及び熱供給設備を建設し、しかも供熱する電力や熱のコストを国際的な水準に保つためには、大型化のメリットと最新技術の採用が不可避となる。このためプロジェクトの実現のための資金の調達とプロジェクトの運転開始後の数年間の資金コストの負担は重く大化一社が全面的負担できる範囲を超えると想定される。

このプロジェクトの持つ地球環境汚染防止、特に炭酸ガス放出削減の効果を考えれば、国際的な資金の利用の可能性は高い（世界銀行政府間、政府間経済協力）。そのような国際的な資金の活用のためにも、本プロジェクトは大連市という公的機関が中心となることが望まれる。

熱電ガス燃料供給公社の設立 (案)

新しい合弁会社は、大連市が中心となり、大化及び甘井子地域で、電力、熱、ガス燃料の大口消費者の資本参加を求める。プラントの運転保守については、大化の用役部門を独立させ、そこを新会社の実務部門とするか、または運転保守については、大化に契約で委嘱することも可能と考えられる。

## 新会社

資本金； (20%投資)

業務； 発電、スチーム供給、ガス供給、燃料メタノール製造

構成会社； 大連市（電力局、集中熱供給局、都市ガス会社）、大連化学、大連鉄鋼、その他

図1-(2)-1 硫酸酸化物排出源

(2010年対象を離さない場合)

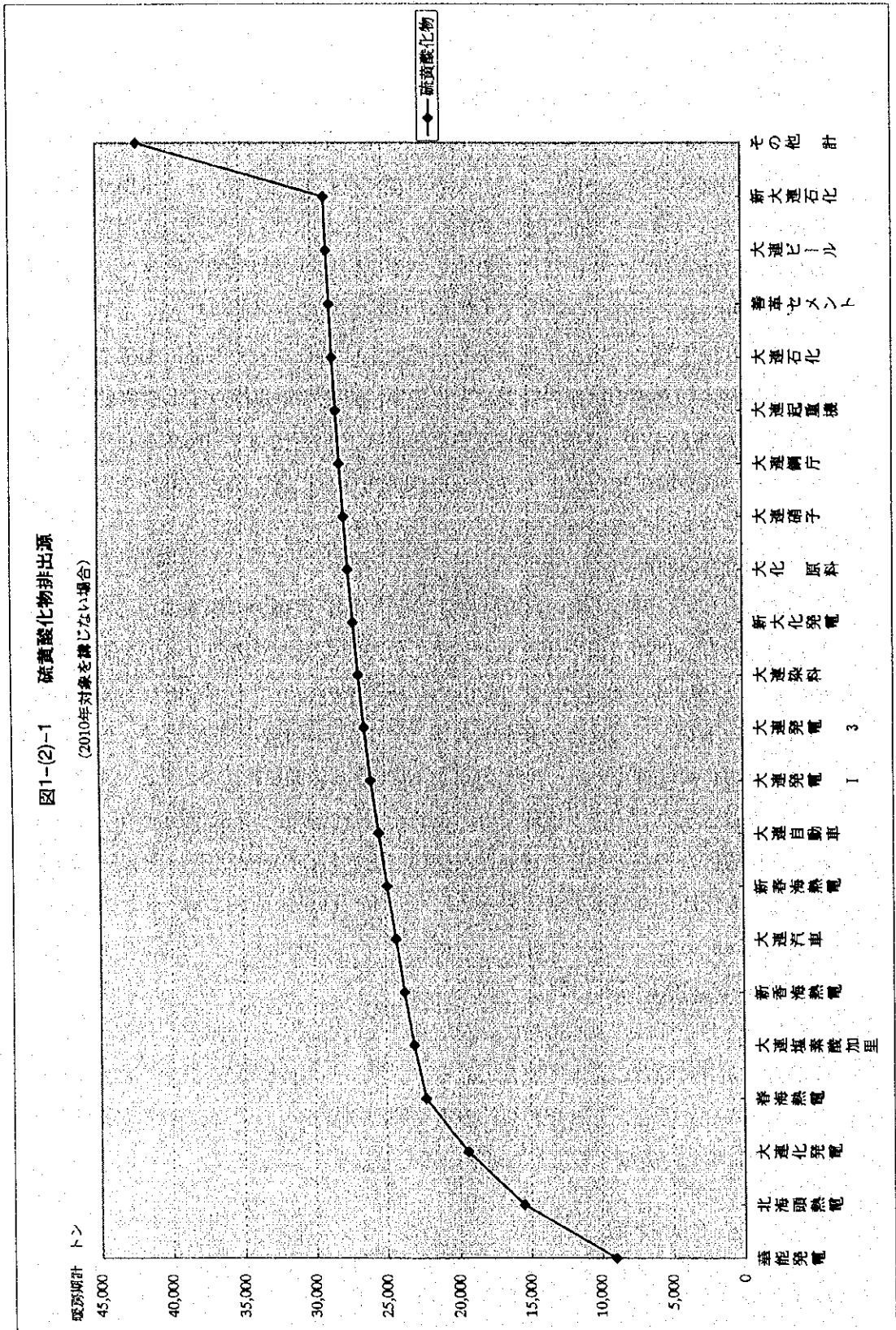


表1-(2)-1

事業所	大量放出現		F.O. 硫黄酸化物		SUMMER		TOTAL		AGGREGATED WINTER	
	年間：トン	年間：トン	年間：トン	年間：トン	暖房期：トン	夏期：トン	年間：トン	年間：トン	暖房期：トン	年間：トン
華能発電	1,668,000		9,017	15,006	24,023	21.41%	9,017	21.41%		
北海頭熱電	564,450		6,493	2,539	9,031	15.42%	15,510	36.83%		
大連化発電	566,122		3,932	6,543	10,475	9.34%	19,442	46.17%		
春海熱電	230,000		2,847	1,016	3,864	6.76%	22,289	52.93%		
大連塩素酸加里	80,000	4,346	765	600	1,365	1.82%	23,054	54.75%		
新香海熱電	282,225		649	254	903	1.54%	23,703	56.29%		
大連汽車	53,432		586	269	855	1.39%	24,289	57.68%		
新香海熱電	230,000		570	203	773	1.35%	24,859	59.03%		
大連自動車	49,581		548	252	800	1.30%	25,407	60.34%		
大連発電1		36,000	518	202	720	1.23%	25,925	61.57%		
大連発電3		30,832	443	173	617	1.05%	26,368	62.62%		
大連染料	67,000		402	670	1,072	0.95%	26,770	63.57%		
新大化発電	440,470.6		372	744	1,116	0.88%	27,142	64.46%		
大化 原料		226,151	339	565	905	0.81%	27,481	65.26%		
大連硝子	57,416		311	424	735	0.74%	27,792	66.00%		
大連鋼片	59,100		284	473	757	0.67%	28,076	66.67%		
大連起重機	38,076		256	354	610	0.61%	28,332	67.28%		
大連石化		149,251	225	375	598	0.53%	28,557	67.82%		
善革セメント	10,000		180	300	480	0.43%	28,737	68.24%		
大連ビール	27,710		166	277	443	0.39%	28,903	68.64%		
新大連石化		121,129.4	159	320	480	0.38%	29,062	69.02%		
その他 計			13,047	6,374	19,421	30.98%	42,109	100.00%		
総計			42,109	37,933	80,043	100%	-	-		
AD2010	根本改革なし		42,109	37,933	80,043					
	改善実施 減少		13,272	10,098	23,370					
新設分			1,750	1,521	3,272					
98現在			40,359	36,412	76,771					
中小			13,047	6,374	19,421					
大規模			29,062	31,559	60,622					

## 第2章 改善計画の背景

### (1) 大連市大気環境根本的改善策作成の背景

大連化学は大気・水質・固形廃棄物の全てにおいて、大連市中心4区の中で最大の汚染源グループに入り、この工場の環境改善対策がとられることが、大連市環境改善にとり重要であるとの認識で、事業団の了解のもとに大連化学の環境改善計画を取り上げた。大連化学は従来調査においては、コークス炉ガス及びコークスからの水性ガスをベースにアンモニアの生産ラインと重油分解によるアンモニア生産ラインを有し、さらに大気汚染源である石炭焼きボイラーによる火力発電所を有する外に、世界市場や技術革新の時代に立ち後れた製品の生産やプロセスを採用しているとの認識があり、これら改善の為に、IGCCの導入が極めて有意義であるとの認識が調査団にあった。

今回調査において、大連化学はコークス炉ガス及びコークスからのアンモニア生産を全面的に中止、重油分解によるアンモニア生産が今年3月からフル運転に入ったことが確認された。競争力を失ったと考えられる製品とプロセスに関しては、大連化学では判断できないとのことで十分な討議が出来なかった。

これら事情から、大連化学の持つ高圧ガス発生炉、アンモニア合成に代表される合成技術、石炭ハンドリング技術をベースとしてIGCCプロセスを導入し、そこで発生するガス・メタノール・電気スチームを大連市の都市エネルギーの改善に役立て、大連市の大気汚染を総合的に改善する計画を行った。

### 二酸化硫黄の汚染の状況

当地域における二酸化硫黄濃度の測定は、1998年には一般環境測定局5ヶ所で実施された。環境基準2級（年平均値 $0.06\text{mg}/\text{m}^3$ ）については4ヶ所（80%）が適合しているが（表2-(1)-1）、本計画の環境目標値（年平均値 $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ ）については全ての測定局が不適合である。冬期の測定結果を示す（参照 図2-(1)-1）。



表 2-(1)-1 二酸化硫黄濃度の推移

(単位: mg/m<sup>3</sup>)

測定局	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
甘井子	0.058	0.055	0.057	0.072	0.065 0.056		0.055	
周水子	0.091	0.085	0.082	0.079	0.064		0.057	
星海三站	0.121	0.084	0.117	0.072	0.056 0.060		0.060	
青泥窪橋	0.132	0.089	0.083	--	0.060 0.056		0.070	
付家庄	0.039	0.046	0.046	0.054	0.060 0.060		0.047	
二七工場								
平均	0.082	0.072	0.070	0.060	0.060	0.058	0.058	

\* 上段: 佐伯氏1月27日作成の大気汚染物質濃度一覧表  
 下段: 大連市環境質量簡報 (1996、1998)

単位: 0.01mg/m<sup>3</sup>

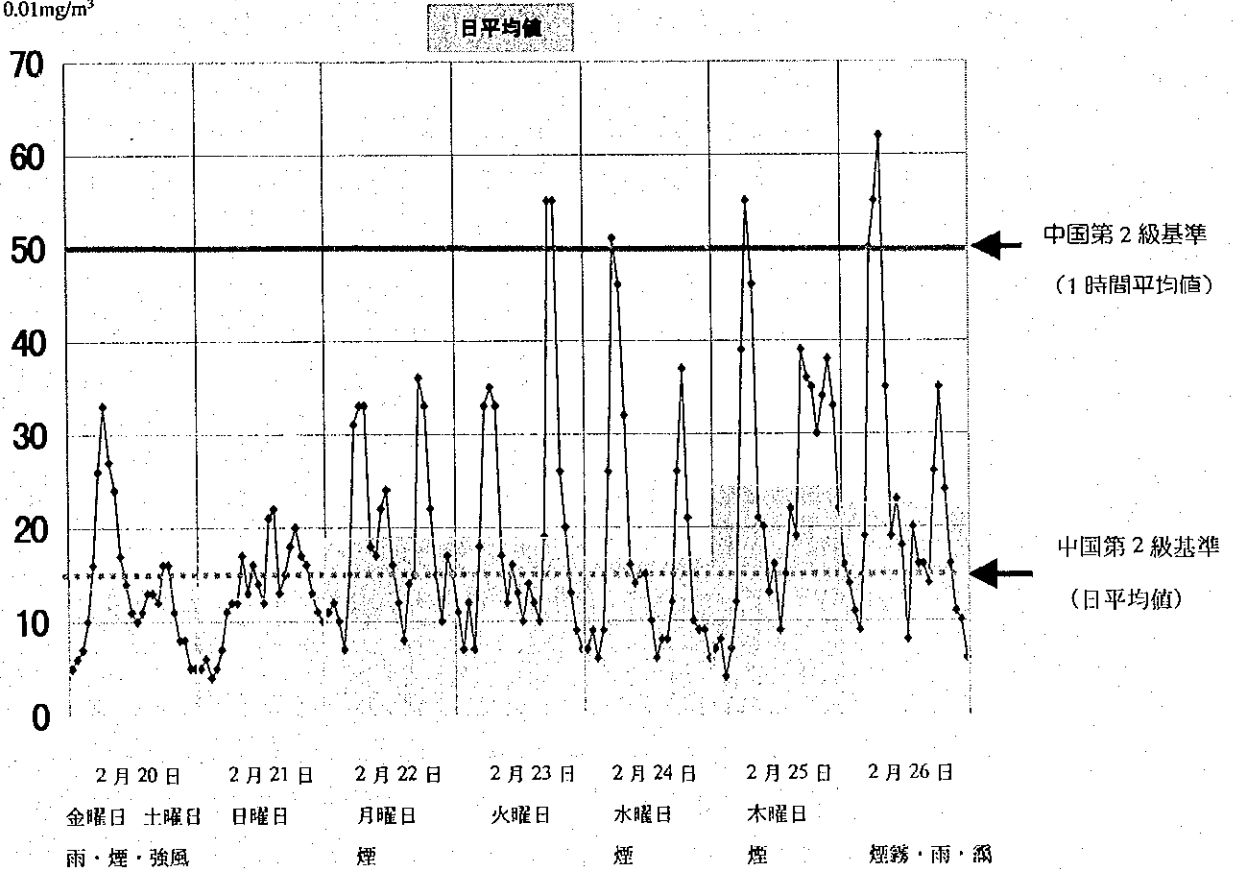


図 2-(1)-1 二酸化硫黄冬季測定結果 (1998年2月)

(2) 改善計画の基本となる石炭高温高压ガス化とコンバインドサイクル (IGCC) 技術の発展の歴史

石炭のエネルギー源としての利用の歴史は長く、蒸気機関用スチームの発生や、蒸気機関車の燃料として広く利用されてきた。石炭利用に伴う粉塵、硫黄酸化物による問題も大都会での気象条件の極端に悪い場合などを除くと社会的な問題とは考えられなかった。

しかしながら国民生活における電力利用の急速な増加と工業の発展に伴うエネルギー消費の増大は化石燃料の使用量の飛躍的な増加即ち、石炭、重油利用の増大を招き大気環境の劣化が国民生活に影響を及ぼすこととなった。20 世紀の中ごろは安価な石油が世界のエネルギー供給の主流を占めるようになり、豊富な石炭資源に恵まれている国を除き石炭から石油、天然ガスへの転換が行われた。

ところが 1970 年代の中東戦争に端を発した二度に亘る石油危機による石油価格の大幅な上昇は上記の現象に終止符を打ち、石炭の積極的な利用の努力が開始された。一方世界的な地球の環境保全に対する関心の高まりから石炭の利用による環境汚染を防止するための努力が強く求められ、特に米国では、将来のエネルギーの国内自給度のある程度の維持と、石油・天然ガスの価格の高騰対策として、国内に豊富で、しかも安価に算出する石炭の活用が国家的必要と判断され、石炭による天然ガス、重油の代替がナショナルプロジェクトとして推進された。その一つが、T.V.A.を中心にして進められた石炭の高压ガス化（テキサコ、シェルプロセス）によるアンモニア製造で、その技術は確立され、商業規模として、当時日本の宇部アンモニアの工場が実証工場として稼働された。また、この時期 1990 年代末には、米国（ノースダコタ）では、石炭ガス化による天然ガス製造の商業規模の工場が建設され運転された。

さらに米国政府の強力な援助により、石炭のエネルギー源としての近代的な利用技術開発（高エネルギー効率、環境汚染少ない）として進められたのが、Cool Water における石炭ガス化コンバインドサイクル（100MW）発電プロジェクト（IGCC）で、1981年に建設開始、1984年に完成し、最近までデモンストレーションプラントとして運転された。

この Cool Water Project に参画した Electric Power Research Institute (EPRI) は、IGCC プロジェクトの経済性を高める手段（電力需要のアップダウンによる発電時間の低下によるコスト増を防ぐ）として T.V.A.と協力して、IGCC と Ammonia 製造のインテグレーションの技術を開発し、1994年に公表した。

1980年代の後半に至り、原油価格の低迷により、更に天然ガス価格も低く安定していたため、石炭からアンモニアへの動きは、中国を除き停滞してきた。しかしながらIGCCによる発電については、Cool Waterに続いて、オランダでIGCCが1996年に運転開始し、米国でも二工場が商業運転に入り、技術的には充分立証されている。現在、米国、欧州では、石油精製から出る石油コークスをIGCCで電力とするプロジェクトがいくつか実現されつつある。

IGCCに関しては、中国電力省はオランダ政府、アジア開発銀行の援助により、1997～1998年F/Sを実施した。その結果により、実現の可能性が出てきている。

IGCC及び石炭からのメタノール製造は、近年実現した米国D.O.Eの援助によるAir Product社のデモンストレーションプラントの運転により技術的には確立しており、インテグレーションも根本的には技術的問題なしとされており、経済性の確認が最大の問題になっている。

附録A IGCC技術の実施例(世界・商業規模)

海外IGCCプラント開発状況

プロジェクト名	プナム	プエルターノ	ワッシュリバー	タンパ	ピノンバイン
発電所位置	オランダ	スペイン	アメリカ	アメリカ	アメリカ
設置形態	新設	新設	既設リブリング	新設	新設
プラント容量 (送電端/発電端)	284MW /253MW	335MW /300MW	296MW /262MW	322MW /250MW	107MW /100MW
石炭処理量	2000t/日	2570t/日	2544t/日	2300t/日	880t/日
ガス化炉型式	Shell炉 加圧1段噴流床	Prenflo炉 加圧1段噴流床	Dow炉 加圧2段噴流床	Texaco炉 加圧1段噴流床	KRW炉 加圧流動床
ガス化剤	酸素吹き	酸素吹き	酸素吹き	酸素吹き	空気吹き
給炭方式	ドライフード	ドライフード	スリ-フード	スリ-フード	ドライフード
脱硫方式	湿式法	湿式法	湿式法	湿式法 (+乾式移動床)	乾式流動床
脱塵方式	セリミックフィルタ	セリミックフィルタ	サイクロン	湿式スクラバ	セリミックフィルタ
ガスタービン型式	シメンス社V94.2	シメンス社V94.3	GE社7FA	GE社7FA	GE社7FA
実証試験開始年	1994/1	1996/9	1995/8	1996/7	1996/8
現在の状況	商用運転中	実証運転中	実証運転中	実証運転中	試運転中

海外の開発

状況を表2に示す。

(1) プナム・プロジェクト

- ・オランダ電力庁の全額出資
- ・デモコレック社がプナムにあるマース中央発電所に発電端出力284MW・送電端出力253MWの実証プラント
- ・1990年 建設着手
- ・1994年1月 実証運転開始
- ・1998年1月 商用試験運転開始
- ・酸素吹き噴流床方式Shellガス化炉、湿式サルフィアノ脱硫設備、及びジーメンス社V94.2ガスタービン
- ・天然ガスによる複合発電での運転も可能
- 1997年に最長609時間の連続運転を行い、ガス化炉では10炭種以上の石炭が使用されている。実証運転を1997年末で終了し、1998年は商用試験運転と位置付けている。

(2) プエルターノ・プロジェクト

- ・スペインのEndesas、フランスのEDF及びイタリアのENELなどが出資・設立したElcogasコンソーシアムがスペインのプエルターノに発電端出力335MW・送電端出力300MWの実証プラント
- ・1993年4月 建設着手
- ・1996年9月 LNG焚試運転開始
- ・1997年12月 石炭ガス化開始
- ・1998年4月 石炭ガス化発電開始
- ・酸素吹き噴流床方式Prenfloガス化炉、アミン方式

(3) ワッシュリバー・プロジェクト

- ・米国エネルギー省の資金援助
- ・デステック社及びPSIエネルギー社が共同でPSI社インディアナ州ワッシュリバー発電所1号機を発電端出力296MW・送電端出力262MWの石炭ガス化複合発電プラントにリブリングする実証プラント

・1993年9月 建設着手

- ・1995年8月 ガス化運転開始
- ・1995年12月 実証運転開始

・酸素吹き噴流床Dowガス化炉、アミン方式湿式脱硫設備、及びGE社7FAガスタービン  
本プロジェクトは既設のインフラストラクチャを使用することで、総建設費を抑制すると共に、既設火力に比べて環境特性の向上及び発電効率の向上をはかっている。

(4) タンパ・プロジェクト

- ・米国エネルギー省の資金援助

・タンパ電力がフロリダ州ボーク発電所に発電端出力322MW・送電端出力250MWの実証プラント

- ・1994年7月 建設着手
- ・1996年7月 ガス化運転開始
- ・1996年9月 実証運転開始
- ・酸素吹き噴流床Texacoガス化炉、100%容量のアミン方式湿式脱硫設備と10%容量の乾式移動床脱硫設備、及びGE社7FAガスタービン
- ・累積ガス化発電運転時間約7500時間

(5) ピノン・バイン・プロジェクト

- ・米国エネルギー省の資金援助
- ・シエラバシフィック電力がネバダ州トレシー発電所に発電端出力107MW・送電端出力100MWの実証プラント
- ・1995年2月 建設着手
- ・1996年8月 LNG焚試運転開始
- ・1998年1月 石炭ガス化開始
- ・空気吹き流動床方式KRWガス化炉、ガス化炉炉内脱硫と乾式移動床脱硫による脱硫、及びGE社6FAガスタービン

### 第3章 改善計画の内容

#### (1) CASE I 及び CASE II

Ref: 図 1-(3)-1, 2 Page4, 5

#### 大化発電所と蒸気供給ボイラーに IGCC 技術を適用する

現在世界各国で商業運転に入った IGCC 発電プラントで採用されている技術は種々あるが、大連での採用に適していると考えられる技術は以下ようになる。

IGCC プラントは石炭ガス化部、ガス精製（熱回収）部と複合発電部から成立する。

##### 1) ガス化炉

石炭のガス化は 20 世紀の初頭から現在まで合成石油、アンモニア、メタノール等の原料となる水素 ( $H_2$ ) と一酸化炭素 ( $CO$ ) を製造する技術として継続して改良が続けられてきた。現在の最新技術として実用化された技術の特徴は次の点にある。

- (a) 高温高圧のガス化でエネルギーの利用率がよく、メタン ( $CH_4$ ) 以外の有機物が完全に分解され  $H_2$ 、 $CO$ 、 $N_2$ 、 $CO_2$  に転換される。
- (b) ガス化の圧力が必要に応じて 50~60 気圧に上げられるので、ガスタービンの利用やメタノール合成に必要な圧縮に必要な動力がゼロまたは非常に少なくて済む。
- (c) 粉碎された石炭はガスに伴われ流れ、灰は溶解した状態 (1400~1500℃) でガスと分離された後、冷却されガラス状に固められ系外に取り出されるため、水に対して溶出物が少なく、埋立などに利用された場合も二次的な環境汚染を起こす可能性は少ない。
- (d) エネルギー利用効率を高めかつ装置の大きさを減らすため、ガス化反応に必要な熱を酸素と石炭の反応により供給している。しかし、一方酸素を使うために設備費が割ほど増えるので代わりに空気を使う場合もある。
- (e) 高圧のガス化炉に石炭を供給するために、粉碎し水と混合し泥状で圧入する方式と加圧ホッパーから固体で供給する二つの方法がある。
- (f) ガス化炉から出た高圧ガスを直接水で冷やす方式と熱交換器によりスチーム発生させ、冷却する方式がある。

##### 2) ガス精製部

ガス中の不純物はガスタービンの運転に適した水準に合うためと排気中の硫黄酸化物などを低い水準に下げる目的で必要な精製を行う。各種のプロセスが利用されているが、アンモニア製造で確立されたレクテイゾール、セレクスノール、MEDA 等湿式洗浄が多く受け入れられている。

## 3) 複合発電部

従来のスチームサイクルの発電のエネルギー利用効率の向上は、ボイラーの圧力を水蒸気の臨界圧条件を超す高圧高温（316kg/cm<sup>2</sup>、566℃、再熱）を利用する超々臨界圧方式が求められてきたが、このところ技術の進歩が目覚ましいガスタービンを利用して（入口温度（1,300～1,500℃）高い温度の熱を利用し、さらに排気から（約600℃）蒸気として回収されるエネルギーによりスチームタービンを駆動し全体熱効率として38～42%（H.H.V.）が得られるような技術が確立され実用化が進んでいる。

（表4-(2)-1、図1-(1)-1及び1-(1)-2参照。）

注：CASE I と CASE II の差はコンバインドサイクル部分のスチームタービンがコンデンス（発電主体）とバックプレッシャー（スチーム供給）が違う点である。

現在の大化自家発電設備は旧来技術（排気の脱硫なし）の No.3～7 と流動層ボイラー（炉内脱硫 70～80%）の新 No.1、No.2 により 80MW の発電能力と 1000ton/hr のスチーム供給能力を所有しているが、大気汚染物質の放出量も大連で最大級となっている。そこでこの自家発電設備を IGCC 技術によるプラントと代替すると同時にスチーム供給を石炭ガス化の副産スチームに切り換えることにより、少なくとも No.3～7 は停止し、新 No.1 と No.2 をピーク及び予備能力とし現在の大化の用役（電力、スチーム）からの大気汚染物放出を大幅に低下させることとする。

## (1) CASE III

Ref:図1-(3)-1、Page6

大連市の寒冷期の大気汚染の主要源の一つである北海頭熱電所の IGCC-燃料メタノール技術による改善

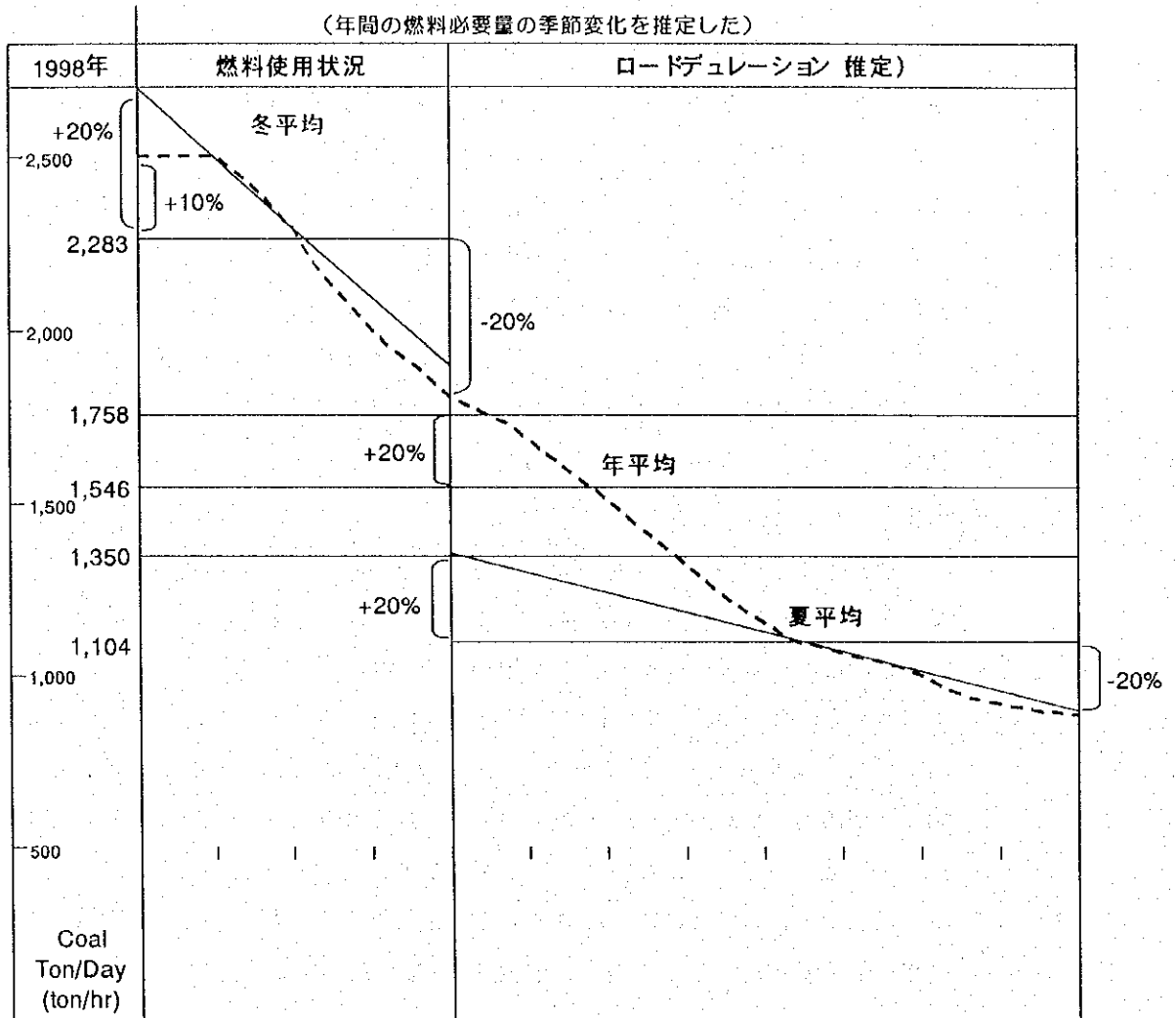
## 1) 北海頭熱電所 IGCC による発電と地域熱電供給

地球規模の環境対策の一環として工業先進国にて実施段階に入っている（エネルギー効率向上による炭酸ガス発生減少、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> の完全除去）IGCC 発電技術を軸としての発電所の効率化（コンバインドサイクル応用）と同時に周辺地域における無公害型熱電供給システムを構築する。近年の世界的な傾向として消費生活の電化の結果として世界の各地特に中進国での電力需要の急速な増加と同時に年間負荷率の低下が進んでいる。特に中国では暖房期の熱供給量は大きく、非暖房期の負荷率は極めて低い。また、大気環境の保護及び持続的発展のためのエネルギー政策の面から燃料の利用効率の増加とクリーンエネルギーの開発及び燃料ガスの脱硫脱硝の

ための投資が行われている。このような状況下で世界各国はエネルギー供給源の多様化（クリーン化）とコンバインドサイクルとコジェネレーションの推進を行っている。水力、天然ガスに恵まれた特異な国を除くと多くの国では原子力と石油・石炭がエネルギー消費の中心となっている。特に石炭多量産出国では発電及び地域・家庭のエネルギーもその大部分を石炭に頼ることになる。工業の発展が急速に進んでいる中進国ではほとんどが資金の不足に悩んでおり、また発電設備の能力増強に追われ環境対策は後手に回っている場合が多い。特に中小のボイラーによる石炭の使用はエネルギー効率の低さと生活環境の大気汚染を引き起こしている。このような地域を対象としてクリーンコール技術である IGCC による発電所の建設とこの発電所の発電熱供給負荷のオフピーク時のガス化設備の遊び能力を生かし燃料ガス、燃料メタノール等を製造しこれらのクリーンフューエルを周辺地域での分散型熱電供給センターに供給しクリーンなコジェネレーションを可能にする。

現在の大連の市の中央にある熱電供給プラントは、北海頭熱電所にみられるごとく、寒冷期の負荷と温暖期の負荷に大幅な差がある。大連市の 1998 年の記録では年間の石炭使用量 564,450ton の内暖房用が 310,448ton となっており、期間の長さの差から考えると暖房期の平均負荷 100 に対して非暖房期は 50 となっている。暖房期間内でのピークを考えると設備能力（ピーク対応）に対して平均的な能力利用率は 50%を切ることになる。一方大連市の大気汚染が規定水準を上回る時期は暖房期であり、環境対策としては北海頭の現設備の全能力をクリーンフューエルに切り換えることが望まれる。そのためのコストを最小に抑えるために暖房の不要な時期に石炭ガス化設備の能力をメタノール製造に当てることとする。

北海頭熱電所 燃料転換 (ベース)



冬平均 2,283 x 110%を実際的な最大負荷と考え、その石炭の 70%をクリーンガス燃料とする。

$$\text{Coal } 2,283 \text{ ton/day} \times 1.1 = 2,511 \text{ t/d}$$

$$70\% \quad 2,511 \times 0.7 \quad 1,758 \text{ t/d} = 73.25 \text{ ton/hr}$$

2) 春海熱電所の冬期燃料転換

前述の通り、大連市の冬期の大気汚染のピークを解消するために、重要汚染源の一つである春海発電所（旧設備排煙脱硫設備なし）の石炭をクリーン燃料である燃料メタノールに切り換え可能なボイラーに改造する。この燃料メタノールは暖房期の低負荷時と非暖房期の北海頭の石炭ガス化設備の能力を利用して製造供給する。

次に、IGCC メタノールインテグレーションについては付録 D を参照。



## 第4章 改善計画による改善効果

### (1) 大気汚染防止に対する効果

提案された CASE III（大化の発電・ボイラー、北海頭熱電所の燃料転換（IGCC+メタノール）とメタノールによる冬期の春海（現設）の燃料転換）を計った場合に 2010 年時の大連中央地区の冬期の硫黄酸化物の放出量は以下の図 4-(1)-1 と表 4-(1)-1 に示される様に改善されると予想される。

注：2000年～2010年に建設されるボイラーは簡易脱硫により、80%程度の脱硫は行われると想定した。

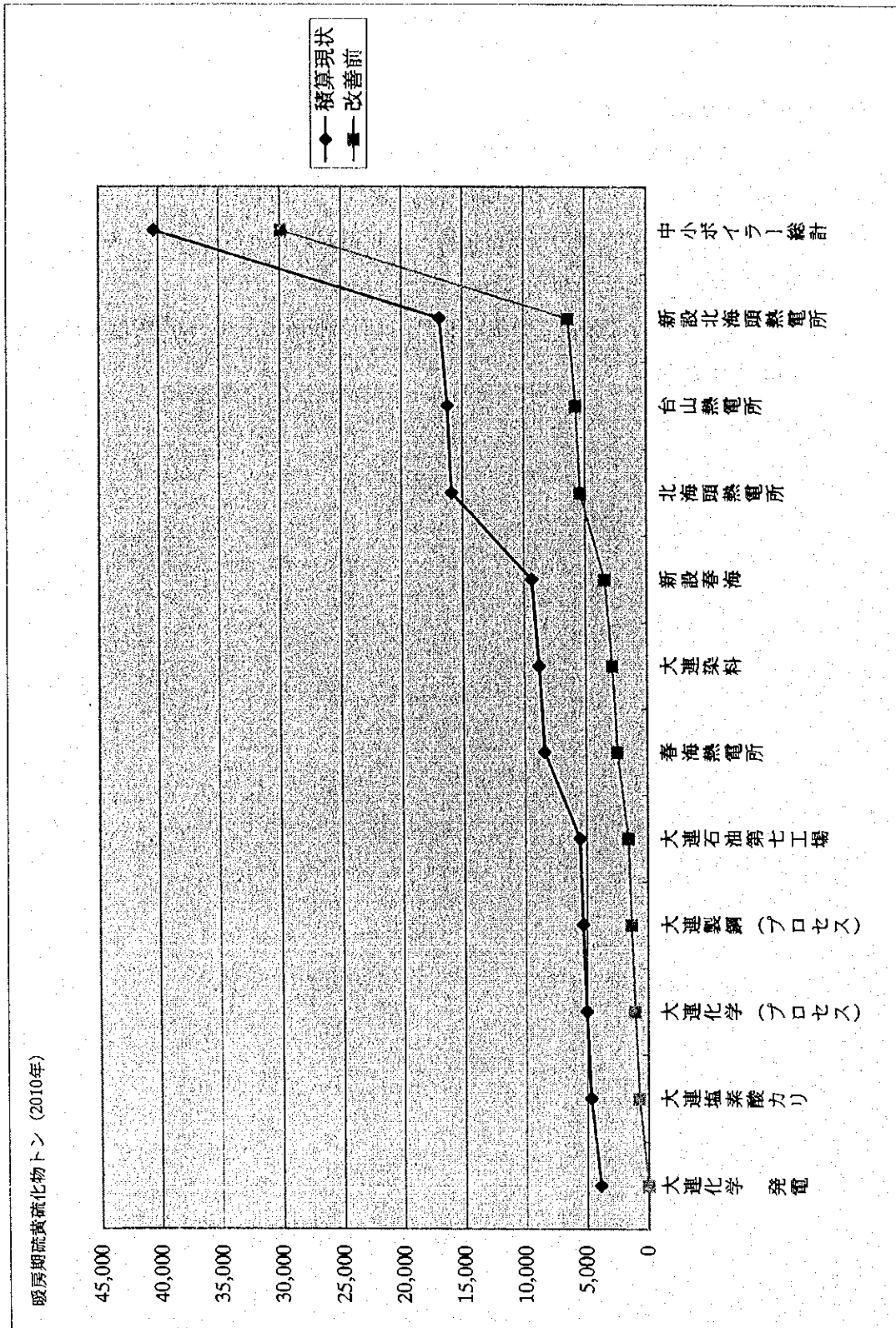


図4-(1)-1 硫黄酸化物の減少量

表4-(1)-1 硫黄酸化物の減少量

		硫黄酸化物		改善後	(単位: Ton/年)
事業所		石炭	硫黄酸化物	改善後	
53	5.4 大連化学 発電	566,122	3,931.7	3.4	3,931
57	5.4 大連塩素酸カリ	80,000	765.3	765.3	4,696
51	5.4 大連化学 (プロセス)	0	339.5	339.5	5,036
173	5.6 大連製鋼 (プロセス)	59,100	283.9	283.9	1,108
263	9.0 大連石油第七工場	0	224.7	224.7	1,392
414	7.0 春海熱電所	230,000	2,847.9	854.4 30%	5,544
346	5.4 大連染料	67,000	402.4	402.4	8,392
	新設春海	230,000	569.6	569.6	2,471
1033	1.0 北海頭熱電所	564,450	6,493.0	1,947.9 30%	8,795
1034	7.0 台山熱電所		350.0	350.0	9,364
1134	10.0 新設北海頭熱電所	282,225	649.0	649.0	15,857
	中小ボイラー総計		23,502	23,502	16,207
	総計	40,359	16,857	33,761	16,856
	大型ボイラー計	1,512,775	10,467	6,390	40,358
					積算現状
					改善後

## (2) 本計画の投資分析

第1章でも述べたが、中国の企業はそのほとんどが、環境汚染の削減の早急な実現とまた市場経済への構造改革（コストダウン）の二つの場合によっては相反する目標の達成の努力を計っている。この二つを同時に可能とする手段として、現在利用できる最善（環境への影響を含め）の技術によって、効率の悪い、また環境への考慮が充分払われていない技術を利用している各種プラントを置換える近代化が長期的な根本的解決に有効と思われる場合が多い。中国のようにエネルギー源としての石炭の利用が重視される場合、最新の技術を活用することは長期的に見れば必然と言えるが、現状ではほとんどの場合、投資資金の入手難、コスト高から、最善の策と言えなくとも、当面の投資の少ない方策が優先されることが見受けられる。今回我々の提案するIGCC技術についても、投資が極めて多いという印象を持つ関係者も居られるので、どのような場合にその投資が収益につながるかについて解析を試みる。

表4-(2)-1の計算が示すごとく、石炭価格が近年の国際価格（豪州、米国から日本その他のアジアに輸出されている価格：FOB33～38%US\$/T、5,800～6,000Kcal/kg）に対して中国のフレートの優先を考えた価格（中国 FOB40\$/T、6,000kcal/kg/HHV）で考えると、報告されているIGCCプラントの投資額が実現するならば、IGCCによる電力価格は充分従来の石炭火力に競争し得るといえる。また環境対策の面のみから言えば、石炭を天然ガスで代替する事が考えられるが、近年のLNGのCIF価格3.5US\$/MMBTUと利用地で必要な再ガス化コスト0.4US\$/MMBTU（IEAレポート）を考えると大連市内での価格は4.0US\$/MMBTU以下になるとは考えられない。このことは最新のコンバインドサイクルを利用しても効率48%kw/hr当たりの燃料費は2.9¢/kw/hrになり、IGCCの1.5¢に比較し約倍となり、資本コストの差を考えても高い上、ほとんど全てを外資で支払う事となるので、石炭IGCCはその点でも充分競争力があると考えられる。

表 4-(2)-1 発電コスト分析

火力形式	旧式ボイラー (石炭)	新技術石炭ボイラー	IGCC 発電
	サブクリティカル	スーパークリティカル	IGCC
スチーム条件	100~140kg/cm <sup>2</sup>	160~240kg/cm <sup>2</sup>	ガスタービン利用
"	260~320℃	520~540℃	
発電熱効率 (%) (送電端 L.H.V.)	30	36	42
排煙処理	E.P.のみ	脱硫、脱硝、E.P.	ほとんど完全
二酸化硫黄 (石炭硫黄 1.0%)	1,000ppm	80~100mg/NM <sup>3</sup> 30~40ppm	100ppm 以下
電力出力	250MW	250MW	250MW
石炭供給 (6,000Kcal/kg)	119 T/H	100 T/H	86 T/H
エネルギー/kWh	2,890Kcal	2,390Kcal	2,047Kcal
Kw 当たりプラントコスト	880US\$/kw	1,000US\$/kw	1,183US\$/kw <sup>注</sup>
投資総額 Million\$	220	250	296
年間資本費 US\$/kw	0.29	0.33	0.40
ROI 10%/Y	22 (1)	25	30
ROI 15%/Y	(33)	(37)	(45)
O&M Cost (million US\$/Y)	8.4 (2) (33.5\$/kw/Y)	9.2 (36.7\$/kw/Y)	9.4 (37.5\$/kw/Y)
Fuel Cost (7,500hr:million\$) (B.L. 40US\$/ton)	35.7 (3)	30.0	25.8
合計 (Million\$/年)			
(ROI 10%)	66.1(1)+(2)+(3)	64.2	65.2
(ROI 15%)	(77.1)	(76.7)	(80.2)

注：EPRI Report Coal Gasification、Technology Conference '98

## プロセス別 IGCC 建設費資料 (kw base)

建設費 US\$/kw	Shell-HR	Texaco-HR	Destec-HR
石炭取扱い処理	45	45	68
ガス化、高温ガス冷却	318	235	176
低温ガス冷却、ガス精製	26	61	45
硫黄回収	20	27	27
ガス化関係雑設備その他	93	84	73
空気分離装置	121	130	125
ガスタービン設備	214	207	202
スチームタービン設備	299	326	283
フィールドコスト	1,135	1,115	999
エンジニアリング	75	68	59
総計	1,210	1,183	1,058

出典：EPRI '98 ガス化技術会議 (米国ベースでは 12%の予備費が考えられているが中国では不要とする)

### LNG 導入との対比

CASE I, II, III を実現するための投資は約 900 million US\$が必要と推定されるが、今クリーン燃料として日本や韓国などで利用されている液化天然ガスの利用を考えた場合のコストはその次になる。

OECD/IEA の報告 WORLD ENERGY OUTLOOK 1995/Oil, Gas, Coal Supply Outlook によれば、現在の LNG プロジェクトの経済規模は 50 億  $\text{NM}^3$ /年と考えられており、その液化プラントの建設費は 14~20 億ドル、再ガス化設備は 5 億ドルで、さらに輸送用 LNG タンカー (12 KNOT) 2.5 億ドルが輸送距離 2,000KM とした場合でも 2 隻必要となる。即ち総計で 27 億 US\$必要となる。

50 億  $\text{M}^3$  は熱量換算するならば  $7.3 \times 10^6 \text{ton}$  (5,500kcal/kg) の石炭に等しい。今改善計画では時間当たり約 300ton で、年間 (7,500hr.) の LNG 設備能力で考えるとガス量で 15 億  $\text{M}^3$  になる。上記の LNG プロジェクトを他国/他都市と共同で実施するとすれば、附属設備を除いたとしても、8.4 億 US\$が必要となり、揚陸設備と夏期の負荷低下などの点を考えると IGCC と同様な投資が必要となろう。一般に LNG プロジェクトに関する投資はほとんど全てが、中国外に出てしまうこと、さらに将来共エネルギーコストとして MMKcal 当たり 14US\$を国外に支払い続けることを考えると、中国の石炭をクリーンなエネルギーとして利用できる IGCC プラントに投資することは有意義と考えられる。

## 第5章 改善計画実現のための実施計画案とプロジェクト実現 における問題点

### (1) 計画実現へのステップ

大連市とその周辺部の環境問題の多くは、エネルギー多消費型産業が限定された地域内で急速に発展し、その産業を維持するための都市機能、住居が都市と其の周辺に密集して設置され、しかも産業及び市民生活を支えるエネルギーが石炭を中心とする固体燃料が唯一の選択肢であった、多くの都市で経験された問題と考えられる。このような場合の根本的な対策は、可能であれば、代替エネルギーの導入と産業構造転換、土地利用の長期的政策による改善にあるといえるが、どの一つを取り上げて個人や一つ一つの企業の手余るテーマで、長い時間が必要となる。現実的には、一つ一つの汚染発生源一つ一つを特定し、官民の協力により改善すると同時に上述の根本的長期改善計画を作成し、個別の対策優先度の評価の基礎とし、個々の改善策を将来のプランに沿う方策とすべきである。現在進められている大連市と JICA の協力による環境モニタリングシステムの確立は、長期的な計画の基礎を固め対策の効率を上げ得る点で良い効果を挙げると期待されている。

今回調査の結果から、急速な対策が必要と判断されている汚染源として、大連化学を中心とする甘井子地区の工場群と中山区、西崗区の発電及び集中熱供給プラントが見出されている。これらは必要エネルギーの量が極めて多く、石炭換算して年間数十万トンに達し、全体の 10%、15%と個別の改善としても取り上げ易い面があるが、同時に将来の地域のエネルギー政策と重要な関連を持つてくる。今回は大連地区では当面液化天然ガス、パイプラインによる天然ガスの遠距離輸送は実現性が乏しいと言う前提から、現在する最善の石炭利用技術と考えられる石炭の高温ガス化技術 (IGCC) により、火力発電、熱供給ボイラーの環境問題の根本的改善策を提案したが、実現のステップとして次の諸点についての検討を行うことを勧告する。

#### 1) 大連市環境対策投資基礎調査

- a) AD2020 を想定した大連地区 (中国東北地区) エネルギー需要調査、電力、都市ガス、天然ガス、地域熱供給、LNG 導入の可能性調査
- b) エネルギー多消費産業の動行調査
  - 電解 (クローラルカリ、カーバイト、金属精錬、製鉄、製鋼、ソーダ灰、etc.)

## c) 住宅、商業地区のエネルギー市場

以上のような基礎的調査に基づき、大連化学その他甘井子地区の発電、スチーム供給、ガス燃料供給の詳細フィージビリティ調査 (F/S) 及び中山区その他の熱電供給工場の IGCC 採用 (メタノール ) の詳細フィージビリティ調査 (F/S) を行う。

この F/S 報告書の作成の目的は次の通りである。

- a) 大連市及び関係政府機関の実施認可取得
- b) 国際機関、日本政府機関に対する経済協力申請
- c) 炭酸ガス大気 (温出効果ガス) 放出権スワップに対する可能性調査 (民間投資の可能性)

## 2) 改善計画実施担当組織の設立

要約でも触れたが、大連化学の発電所・ボイラーの根本的な改善のための大規模な投資は大連化学の主製品のソーダ灰製造の採算性の悪化 (塩安の販売価格の下落が原因) からくる会社全体の将来性の不透明感により、大連化学の独力で大規模な投資を環境対策として早急に実施することは困難と見られる。そのことは計画されていた大型二基の発電所の建設 (新 No.3、No.4 各 50MW) が延期され、硫黄酸化物・粉塵発生の原因となっている旧式発電所の No.4~No.7 の停止が当分見送られる公算が大きいことにも現れている。

この様な状況下で IGCC 利用による根本的な改善を進める方策として次の提案をしたい。

大連化学の経営の合理化と将来に備えた近代化を容易にすると同時に環境改善の根本的対策の早期実施のために、大連市が指導して大連化学の発電・熱供給部分を独立会社と分離し、この会社に対して周辺の電力、スチーム、ガス燃料を必要とする各社、例えば大連製鋼、大連熱電公司、大連地区送配電公司等の出資または協同経営参加を求め大型の新式火力 (IGCC 採用) 発電と地域の熱供給を集中して進めることとする。

この方法により多くの効率の悪い、環境汚染の原因となっている各社の自家発電、中小のボイラーを休止することによって、電力、スチームのコストの低減と地域の環境改善を早急に実現する。また IGCC とメタノールの製造を組込むことによって、クリーンな燃料を製造し、分散型の中型ボイラーの燃料として燃料メタノールを使



用することが可能になり都市中心部の地表面での大気汚染の根本的な改善も可能となる。

本計画に大連化学の参加が必要な点は、IGCC は部分酸化による石炭ガス化、ガスの精製といった一般の火力発電所には不慣れな技術が必要なので、大連化学のテキサコ法によるアンモニア製造の技術力が有効に利用できることにある。

本改善計画は、電力、熱、ガス燃料という公共用役の発生、流通に係る事業となるため、その収益性の確保と公共性確保といった点が複雑になる可能性があると同時に現中国政府の基本的な方針である公共事業の解放、民営化を考えると全面的に政府に頼ることも困難と考えられる。従って、実施機関は半官半民という形を採用する事で、中央電力機構、大連市集中供熱公司、大連市営電力公司等の組織と電力、スチーム、ガス燃料の受益者の間の調整と権利確保を可能とする。同時に国際的な同種のプロジェクで見られる酸素、窒素の長期供給契約を結び、空気分離器の建設運転を将来の供給会社に委嘱し、プロジェクトの必要資金量を削減する事を可能とする組織を設立する。また GTG/STG のリースなどの形体を採用する事で、最も困難な資金調達を容易にする。この点では、近時各国で実現している国際ジョイントベンチャー、BOO (Build Over Operation) 式契約を研究し、実施機関の構成、プロジェクトの運営手法を固める事が必要と考えられる。

## (2) 考えられる問題点

### 1) 関係政府機関との調整

上述のごとく、電力(余剰)の販売、質的供電量確保とそれに関連した、タリフ、フィーなどを巡り中央電力機構及び市の電力機構、集中供熱機構との調整は複雑で困難となる可能性はあるが、これらは全て現在進められている公共事業の民営化の流れの中で形作られている、電力の独立供給者と電力の中央管理機構の取り決めが適用可能であり、この公共事業の改革は大連市としても避けて通れない問題であると考えられる。

### 2) パイプラインの敷地問題

ガス化プラントと北海頭熱電所その他のガス燃料の消費者のパイプラインの敷地が、コストや工事で取得困難な場合、この場合はガスプラントのサイトの分散が必要となり、建設費や運営費が増加する可能性があり、詳細 F/S では主要テーマとなる。

3) 石炭の運搬問題

現在大連化学は70～80万トン/年の石炭を取扱っているが、今回の改善計画で、石炭ガス化プラントを甘井子地区に集中して考えると年間100万トン程度石炭の取扱量が増加することになる。これが、現存の揚陸設備の増強では解決できない場合（港湾のオペレーションの問題利用可能な石炭の揚陸地の位置によっては石炭ガス化プラントのサイトの選定が問題になる。そのため計画決定の早い時期に港湾管理当局と明確な合意が必要と考える。

4) プロジェクト資金の調達

先にも述べたごとく、公共的な性格の強い用役供給に係る環境汚染を削減することと主な目的のプロジェクトであり、その上省エネルギーによる温室効果ガス放出削減を計る目的で最新の高度技術を採用した新設備の建設が必要なことから、商業的な資金コストでは、財務上の採算が難しい。そこで、自然環境の保持、市民生活の質の向上のための社会的インフラストラクチャーの整備を担うプロジェクトとして、国内外の公的な資金の活用の利用を積極的に計るべきで、通常技術に比較し単位電力発生にともなう炭酸ガス発生量が、20～30%削減可能なことから、IPCC（Inter Government Panel for Climate Change）の活動の一つである国際的協力を求めて行くことが重要と考えられる。

## 第6章 IGCC技術の中国における将来展望

IGCC技術の核である、石炭利用に伴う環境汚染（温室効果ガス発生を含め）を最小に止めるための高温高压下の石炭ガス化技術は、中国でも旧式の常圧石炭ガス化によるアンモニア工場の近代化の手段として実用化されており、また着々と進行中である。また硫黄の含有量の多い石炭火力に関しても、他の排煙脱硫方式では、環境水準の維持が経済的に成立しない地域でIGCC技術を利用するプロジェクトについてF/Sが電力省の手で完了している。さらに21世紀の半ばには、起こり得る世界的な石油価格の上昇、中国内での輸送用燃料の消費の増加を考えると、重油ベース発電、重油によるアンモニア生産の石炭による代替（同時に環境汚染の改善維持）が必要となってくる。このような将来の必要に対してIGCC関連機器の国内製造によるコスト削減と保全、運転技術の普及を進める事は、少なくとも環境モデル地区のプロジェクトとして早急に実施することは早過ぎることはないと思える。



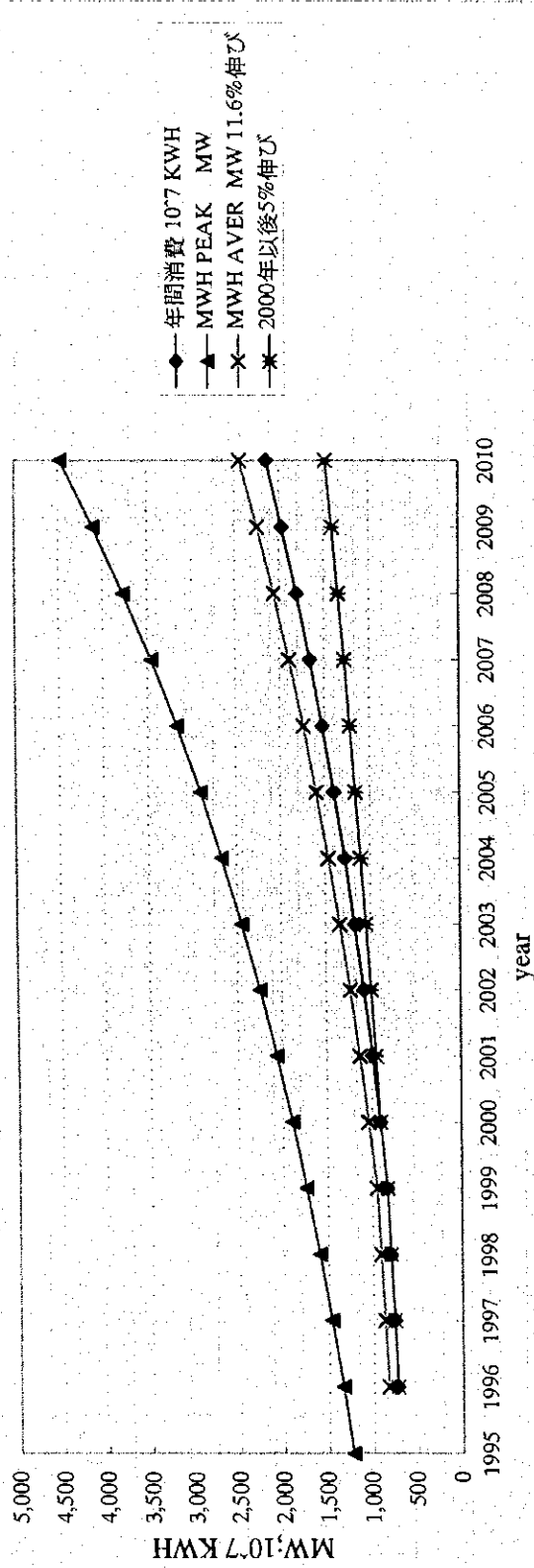
【付録A】2010年を望んだ大連の重要大気汚染源 (2)

	AREA 4			AREA 5			AREA 6			AREA 7					
	番号	UNIT	CAPACI	事業所名	番号	UNIT	CAPACI	事業所名	番号	UNIT	CAPACI	事業所名	番号	UNIT	CAPACI
95 既存	115	2*220	440	七賢冷ボイラー	123	5*10	50	第一発電	125	2*130	260	石葵街ボイラー	129	3*10	30
	116	1*220	220	高新元区ボイラー	124	3*10	30	台四ボイラー	126	4*15	60	興隆電ボイラー	130	4*10	40
	117	2*35	70					東公ボイラー	127	3*10	30	呂家屯ボイラー	131	5*10	50
	118	3*10	30					机車ボイラー	128	2*20	40	景山ボイラー	132	3*10	30
	119	1*20	20												
	120	4*10	40												
	121	4*10	40												
	122	3*10	30												
			890				80				390				150
建設	211	4*75	300	理工ボイラー	220	3*20	60	桃山小区ボイラー	222	3*15	45	付家庄46ボイラー	228	4*10	40
96-2000	212	2*10	20	海事ボイラー	221	2*20	40	白云新村ボイラー	223	3*20	60	桃花園ボイラー	229	3*10	30
	213	2*10	20					第一発電	224	改造		欧並花園ボイラー	230	2*10	20
	214	2*10	20					台山熱電	225	3*220	660	老虎灘ボイラー	231	4*10	40
	215	2*110	220					西公ボイラー	226	2*10	20	老虎灘2ボイラー	232	3*10	30
	216	2*75	150					淨南ボイラー	227	2*20	20	東北路ボイラー	233	3*20	60
	217	1*220	220									韓山小区ボイラー	234	3*20	60
	218	2*220	440									青云勾ボイラー	235	3*40	120
	219	4*20	80				100				805				220
			1470												
建設	307	2*220	440	凌水ボイラー	310	3*40	120	馬祥子ボイラー	311	4*40	160	青云勾ボイラー	314	3*40	120
2001-10	308	4*20	80					孫家勾ボイラー	312	4*20	80	西山包ボイラー	315	4*40	160
	309	4*40	80					由家村ボイラー	313	5*20	100	韓山区ボイラー	316	2*40	80
			600				120				340				360
建設	405	2*410	820	七賢冷低溫	407	2*140	280	台山熱電	408	3*220	660	八一路ボイラー	409	3*80	240
2010-20	406	4*40	160									韓山ボイラー	410	2*40	80
			980				280				660				320

【付録B】大連市電力需要の予測

電力需給予測		DAIREN BOILER DATA															
年度		AVERAGE=ANNUAL/24*365 7.27E+09															
年間消費 10 <sup>7</sup> KWH		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
MWH PEAK	MW	1230	1341	1461	1593	1736	1893	2063	2248	2451	2671	2912	3174	3460	3771	4110	4480
MWH AVER	MW 11.6%伸び	830	869	909	950	1034	1127	1229	1339	1460	1591	1735	1891	2061	2246	2448	2648
2000年以後5%伸び		727	761	796	832	872	906	951	999	1049	1101	1156	1214	1275	1339	1406	1476

電力需要予測



【付録C】大連化学ソーダ灰生産コストとソーダ灰国際価格

炭酸ソーダコスト推定 (国際価格ベース)  
(重灰)

コスト要素	原単位		単価 \$	kg	ソルベール法		塩安併産法		ソルベール法		塩安併産法		塩安併産法	
	ソルベール法	塩安併産法			ベース	ケースA	ベース	ケースA	ベース	ケースA	ベース	ケースB		
原料塩 (100%) kg	1500	1220	0.03		45		36.6							
石灰石 kg	1420		0.03		42.6									
コークス (炭素83%)	120		0.02		2.4									
アンモニア	3	335	0.22		0.66		73.7						60.3	
炭酸瓦斯 (100%)		320												
スチーム (kg)	3400	1800	0.009		30.6		16.2							
重油 (リター)		20	0.11				2.2							
電力 (KWh)	200	350	0.06	0.033	12		21					11.55		
工業用水 (プロセス)	7	9	0.22		1.54		1.98							
冷却水	110	150	0.003		0.33		0.45							
副産物 (塩安)		1000	-0.07	-0.11			-70							
ベース					135.13		152.13					102.53		138.73
比例費														
ケースA														電力3.3cent/kwh
ケースB														NH3 180\$
国際中国輸出入 ton					in 164\$	out 131\$	日本 167\$							

### 【付録 D】液相法メタノール技術について

テキサコ/シェルのような石炭の高圧部分酸化で製造される CO と H<sub>2</sub> を主成分とするガスは熱回収、ダスト除去、精製工程を経て大部分はコンバインドサイクルのガスタービンに送られ、残りがメタノール工場に送られる。

液相法メタノール法 (LPMEOH) の場合には IGCC と組合わされる場合は合成ガスの循環のない ONCE-THROUGH 方式も可能である。(図参考) 此の場合はガス化炉の余裕能力または予備炉の合成ガスを利用して、連続ベースロードとして設計する事も可能である。また代替案としてはメタノールプラントは電力の非ピーク時だけ発電力の低下に伴い生じる余剰の合成ガスをメタノールに変わる様に設計できる。この場合ガス系統は常時 100% 負荷で運転されることとなり、IGCC の設備投資の多い部分が有効に活用可能となる。

#### 液相法メタノール法 (LPMEOH)

上記の LPMEOH は次のような特徴を持っている。

LPMEOH 法は図 D-2 のような泥しょう気泡塔反応器である。この液状 (スラリー) の反応媒体が通常のメタノール合成法と相違している所である。通常の反応器は固体の触媒粒の固定層 (床) で気相で反応するが、LPMEOH は粉状の触媒を反応に係わらない鉱物油に懸濁して利用する。

この鉱物油は温度の調整機能と熱除去機能を持つ。即ち触媒表面の反応熱がスラリーを介して内部に有る管式熱交換器内の熱水を蒸発する事によって取り除く。

熱交のスラリー側の伝熱係数が比較的大きいので熱交換器は反応器の断面積の小さな部分を占めるだけである。このようにして一回のパスで高い転化率が達成できる条件である熱を急速に取り除き一定の温度を反応器の全長にわたり保つ事を可能にする。

またこの反応器の特徴である温度制御の能力は炭酸ガス成分の多い原料ガスを直接反応器に入れる事を可能にする。普通的气体相反応器の場合は CO 転化と CO<sub>2</sub> 除去の組合せによってガス組成の調整が必要となる。(H<sub>2</sub>が増加し CO+CO<sub>2</sub>の量を減少させる)

通常のガス相の反応器では多量の循環ガスを反応器に通す事によって、主として H<sub>2</sub> の顕熱として熱を系外に取り出す様にし、かつ入口ガスの CO 成分を 16% に押さえる事によって一回のパスの転化率を押さえ又反応熱の発生量を適当に保つ。

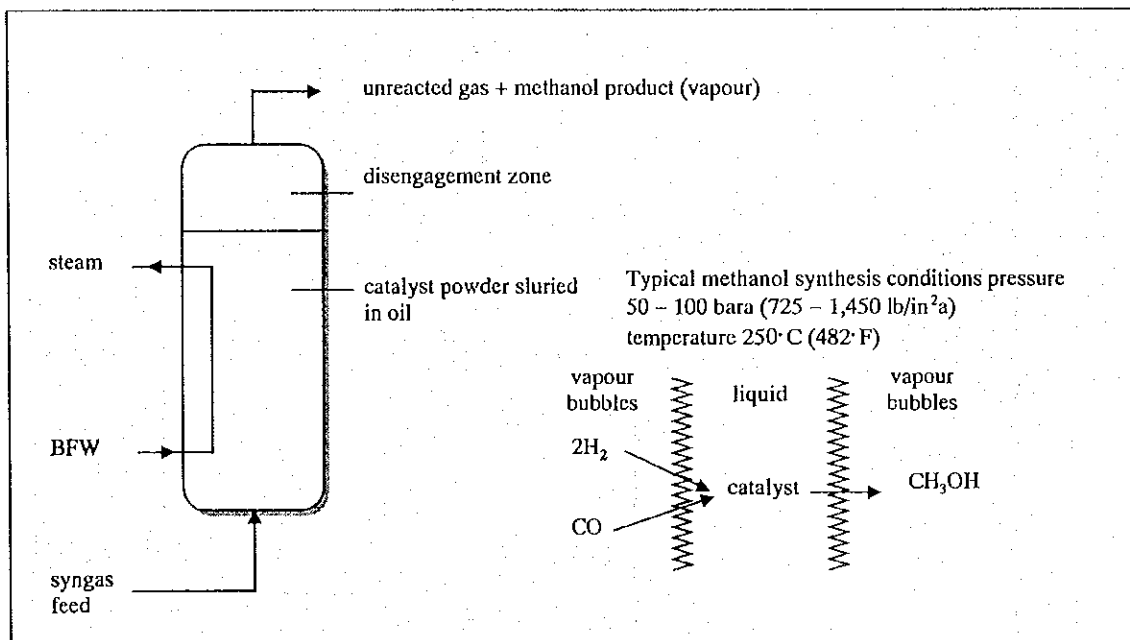
ところが液相の反応器 (LPMEOH) では、入口組成の CO が 50% を超えても、特に触媒の活性を害する事がないと試験で示されている。

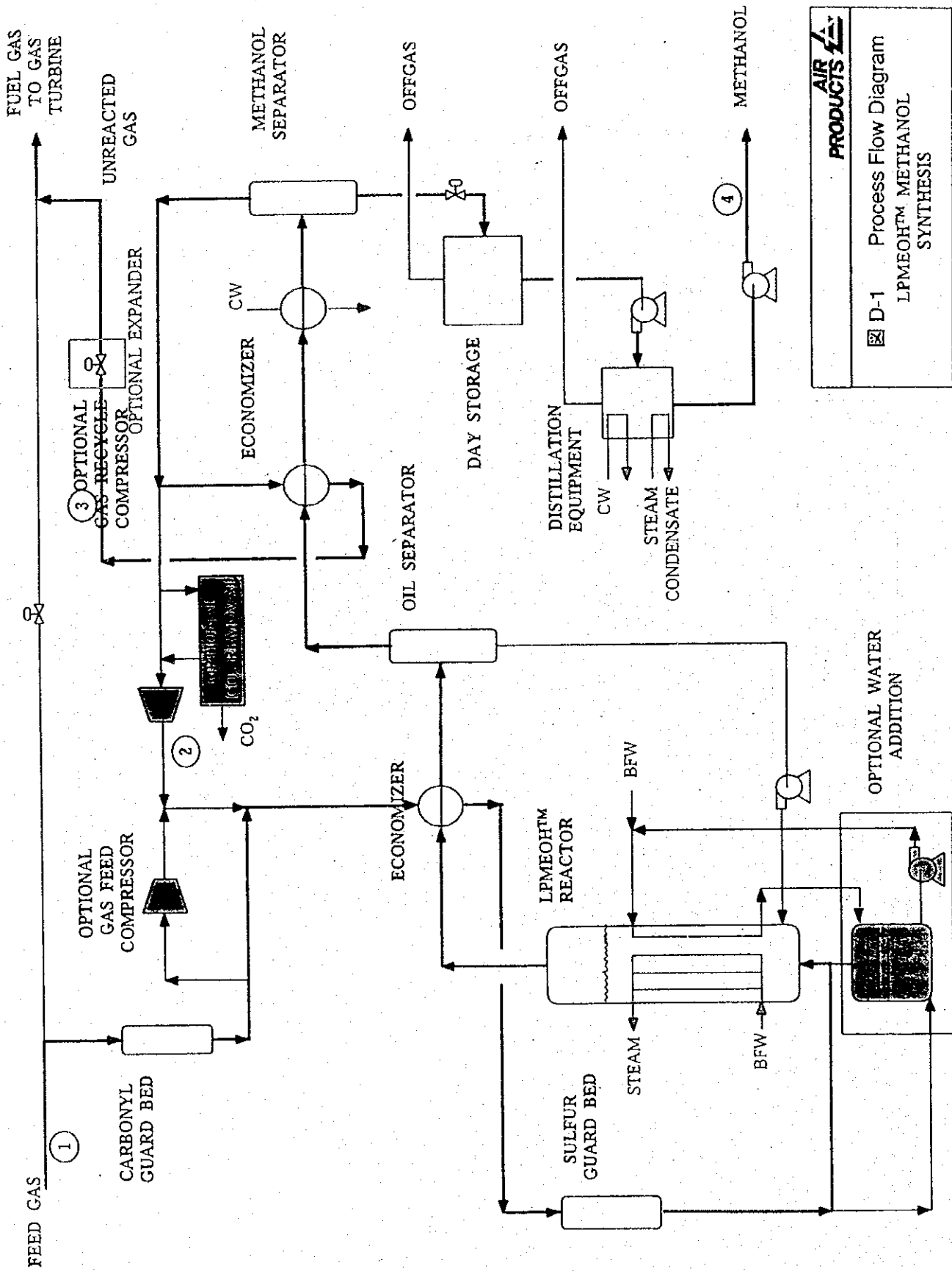


また液相反応器はその強健な事が特徴で、この事は急速な負荷の変動、起動、停止等の操作に充分対応できる事となる。反応器内に保持されるスラリーによる温度の変化の調節作用は通常ガス相反応器では許容不可能な急激な運転条件の変動を緩和出来る事になる。

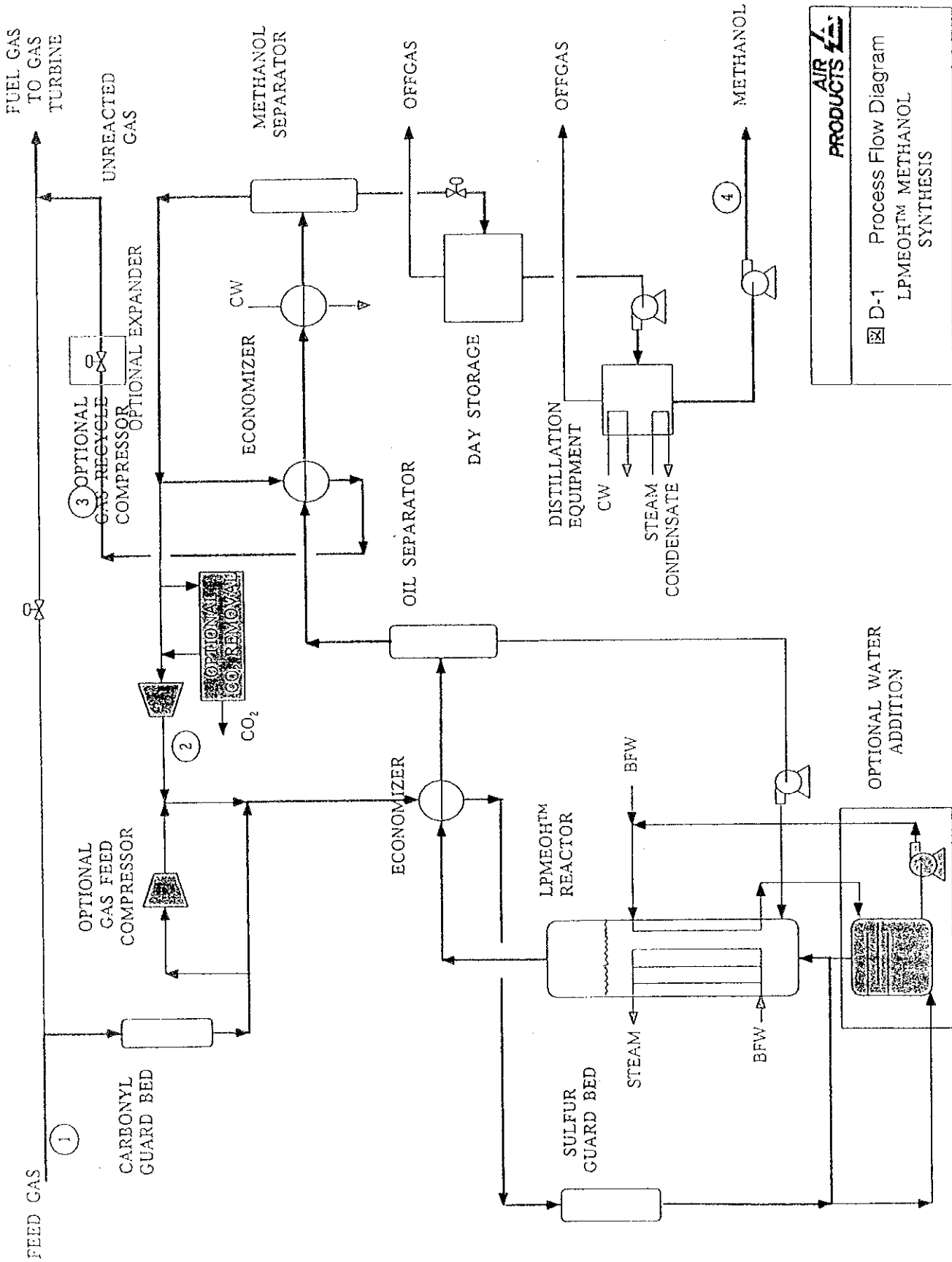
以上の LPMEOH の特徴は IGCC の発電側の状況の変化に対してメタノール工場が適切に対応出来る様に全体を設計する事を可能にする。(参考図 D-1)

図 D-2 LPMEO™ reactor and reaction schematics





**AIR PRODUCTS**  
 D-1 Process Flow Diagram  
 LPMEOH™ METHANOL  
 SYNTHESIS



**AIR PRODUCTS**  
 □ D-1 Process Flow Diagram  
 LPMEOH™ METHANOL SYNTHESIS

第 4 章 固定発生源 補足資料-3

大連市都市ガス調査報告書

# 大連市都市ガス調査報告書

1999年6月

大連市環境モデル地区整備計画調査団

## 目 次

1. はじめに	1 頁
2. 現在状況	2 頁
2-1. ガス生産、供給の概況	
2-2. ガス工場の位置、現況	
3. 既設工場設備能力及び設備概要	6 頁
3-1. 既設設備能力(全)	
3-2. 第一工場設備別能力及び生産工程(フロー図)	
3-3. 第二工場設備別能力及び生産工程(フロー図)	
4. 新設工場設備能力及び設備概要	17 頁
(1) ガス生産能力	
(2) 新工場主要設備概要	
(3) 生産工程(設備フロー)概要	
5. 需用予測	20 頁
5-1. 現状における需用予測	
5-2. 將未需用(長期計画)における考慮	
6. 環境改善効果	22 頁
6-1. 新旧ガス工場汚染物排出比較	
(1) 大気汚染物	
(2) 水質汚染物	
(3) 固形廃棄物	
(4) 騒音	
6-2. 環境改善効果	
6-3. 環境汚染物排出量(検討・内訳)	
7. 新設工場設備投資	30 頁
7-1. 新工場計画規模及び工期	
7-2. 新工場投資予算	

## 1. はじめに

今回調査(当担当)は、大連市の環境改善を目的として、石炭を原料とする各企業のうち、大連市ガス会社の現状調査、並びに液化ガス(LPG)に原料転換する改善二次計画の状況を確認すべく調査した。

大連市ガス会社は、市の要請に沿って環境改善に向けて早くから取り組み、他企業に先立って現在改善計画の第一期工事を終了し、既設第一工場を停止した。

第一工場は、市の中心市街区にあり、稼動停止によって周辺の煙害、炭塵飛散は無くなり、目視にても改善効果があり模範になるものと考えられる。

しかし、全体的にみて、大連市の上空にはまだ煤煙状のものが漂っており、中山地区(市中央部)から見ると北西部からの煤煙が多いように見られ、他企業の改善がまだまだ必要といえる。

市ガス当局の説明、また各工場の運転状況を現地視察し確認を行った。

・調査期日 1999年5月11日～5月18日

・打合関係者

大連市ガス会社

総 経 理 譚 業軍

総 工 程 師 蔡 方平

技術所々長 ② 逢新

大連市環境保護局

市環境示範辦公室

副 主 任 隋 振階

工 程 師 楊 華

国際協力事業団(JICA)

団 長 三上 良悌

調 査 団 藤岡 弘

調 査 団 粉 康則

調 査 団 三橋 香織

## 2. 現在状況

### 2-1. ガス生産、供給の概況

大連市ガスは、石炭を原料とする第一工場、第二工場の二工場にて約 56 万 / 日のガスを生産し、約 41 万戸の需用家に供給している。その一部は大連化学工業から石炭を原料としたガス 8 万 / 日を受入れ供給している。

今回、原料転換改善計画における新設工場の一期工事が終了し、液化ガス (LPG) を原料とする都市ガス (28 万 / 日) の生産、供給が開始され、それによって既設第一工場が 4 月 22 日に停止された。

一方、LPG の容器による燃料供給需用家は、およそ 15 万戸あり、そのまま継続されている。

なお、大連化学工業からの受入ガスは、新工場二期工事が終了し、生産能力が 70 万 / 日となり、需用量を賄える時は受入れを停止する予定である。

### 2-2. ガス工場の位置、現況

#### (1) 既設第一工場

第一工場は、市の中心街区 (西嵐区) 内にあり、4 月 22 日稼働停止した。但し、工場内ガスホルダーは当面使用する。

工場の稼働停止による周辺への環境改善効果は著しいといえる。しかし、工場内には石炭、コークス等の粉炭及び炭塵が多量に残っており、解体処理時に飛散しないよう十分な配慮が必要である。

#### (2) 既設第二工場

第二工場は、同じく市街区 (沙河口区) 内にあり、生産は継続され、新工場二期工事が完了後 (2002 年 1 月) に停止される。

#### (3) 新設工場

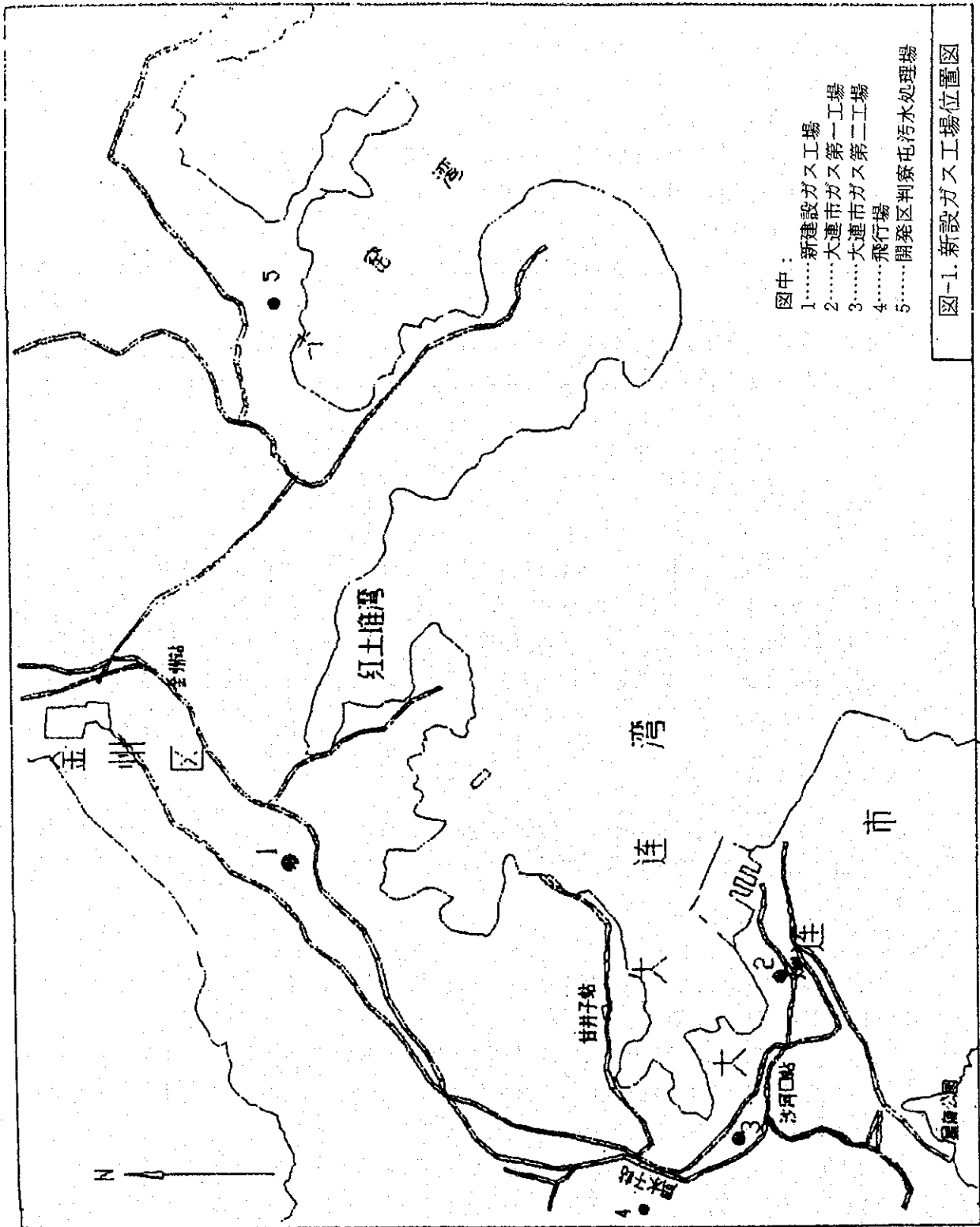
新工場は、市北方郊外区域 (全太 区) 内に位置し、既設市街区 (中央部) よりおよそ 25km 離れた場所である。

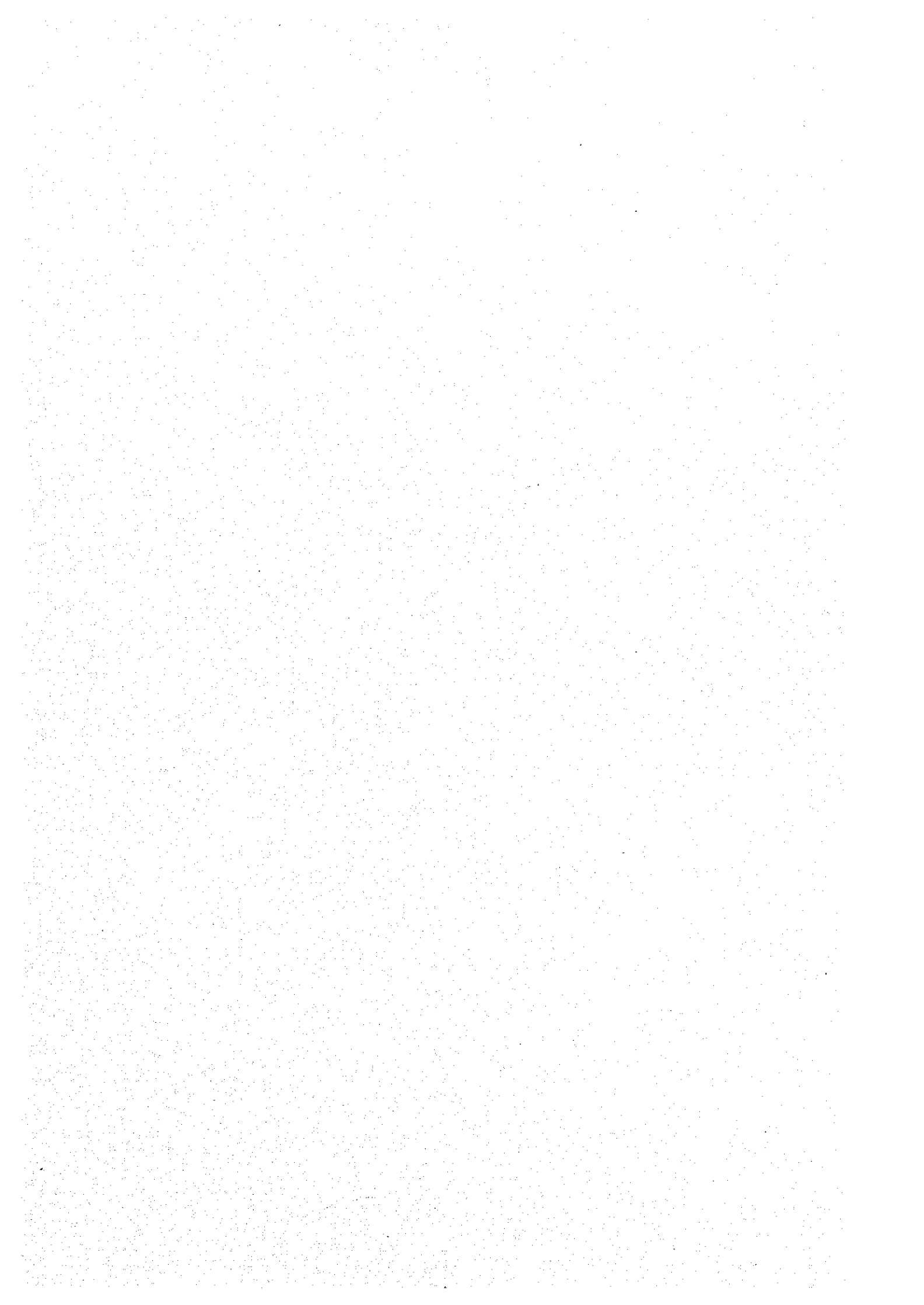
新工場の用地は、将来の増設に対応できる十分な敷地を有し、設備の配置、事務所、緑地など適切な計画、設計がなされている。(増設は、三期工事、ガス生産能力 105 万 / 日まで計画されている。)

現在一期工事完了にて 28 万 / 日 (最大能力 35 万 / 日) のガスを稼働・生産している。

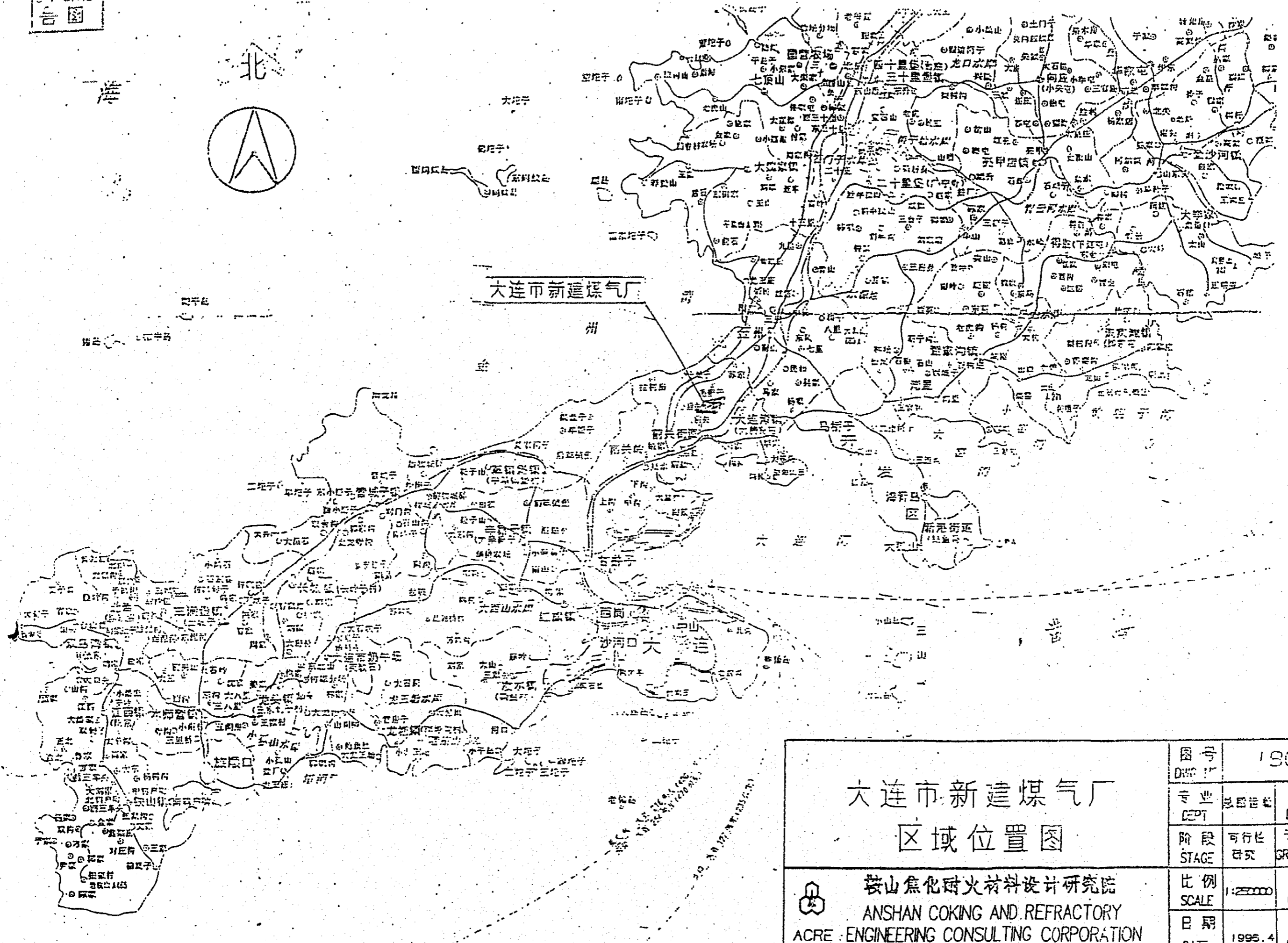
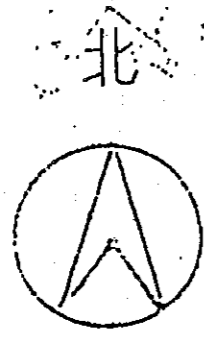
[各工場の位置並びに新工場レイアウトは、添付図 1~3 の通り]





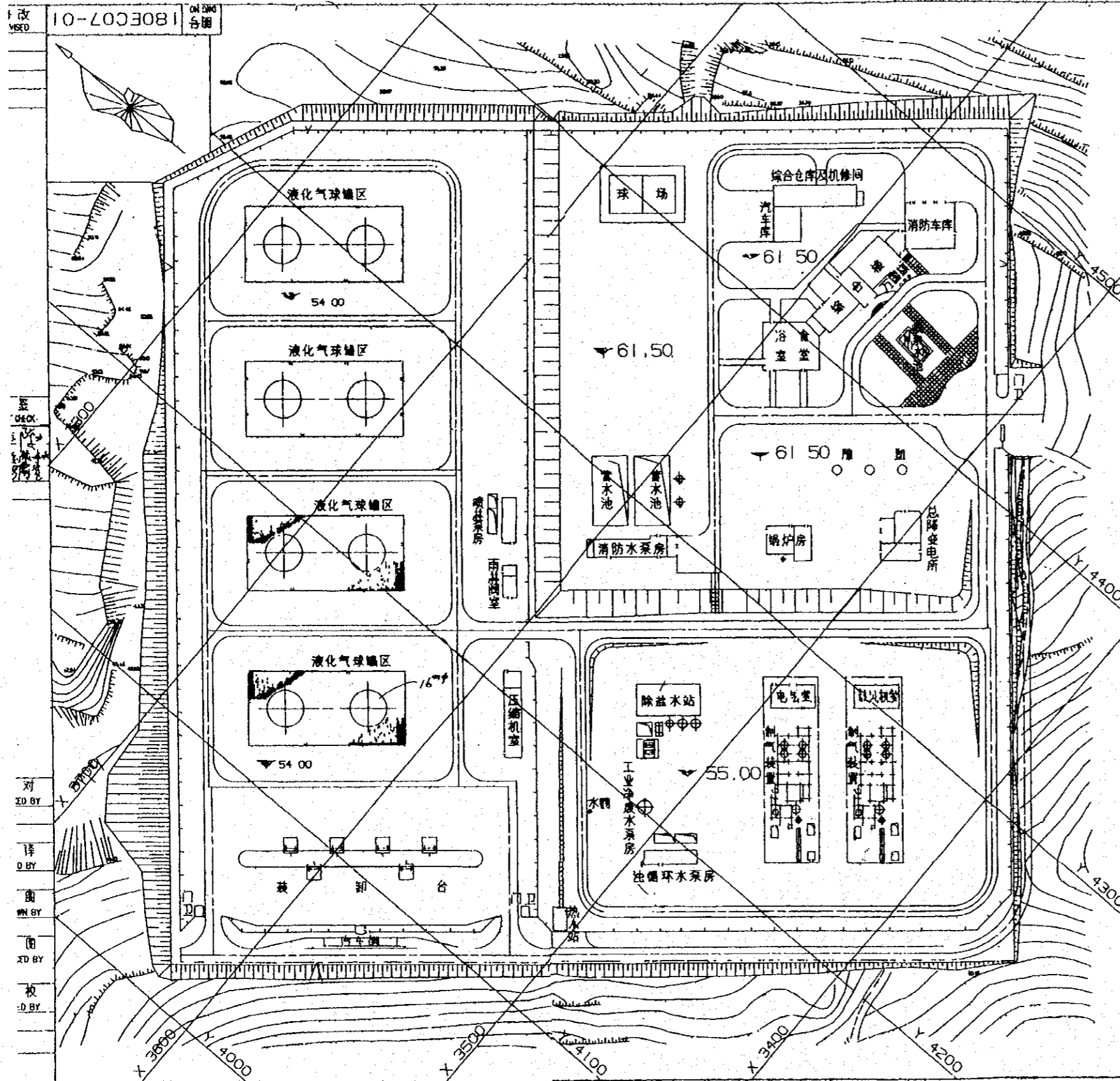


圖



大连市新建煤气厂 区域位置图		图号 DRAWING NO.	150EC05-1	
		专业 DEPT.	总工程师 DETECTOR	设计 DESIGN
阶段 STAGE	可行性研究	专业组长 GROUP CHD.	倪庆	
比例 SCALE	1:25000	审核 CHECKED	设计 DESIGN	
		日期 DATE	1995.4	22

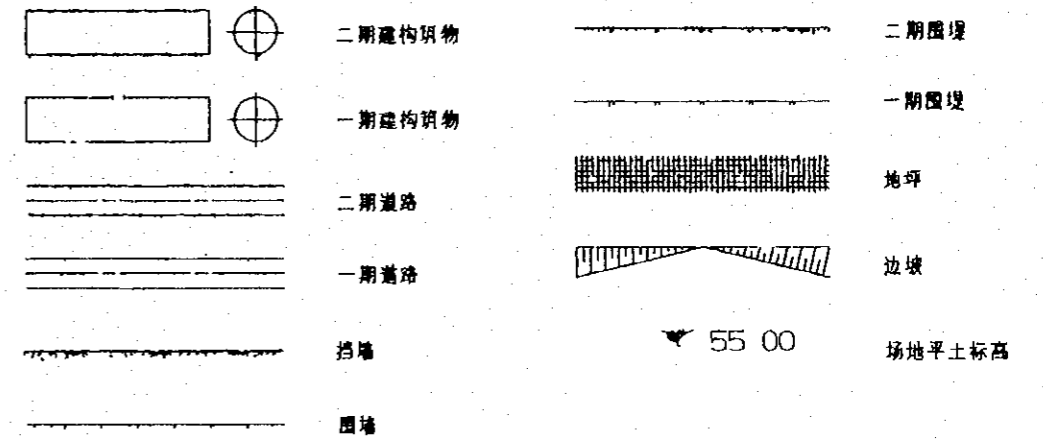
鞍山焦化耐火材料设计研究院  
 ANSHAN COKING AND REFRACTORY  
 ACRE ENGINEERING CONSULTING CORPORATION



总图运输主要技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	二期工程用地面积	m <sup>2</sup>	28000	已包括在一期指标内
2	道路及回车场面积	m <sup>2</sup>	2500	
3	绿化用地面积	m <sup>2</sup>	6500	已包括在一期指标内
4	绿化用地率	%	25	

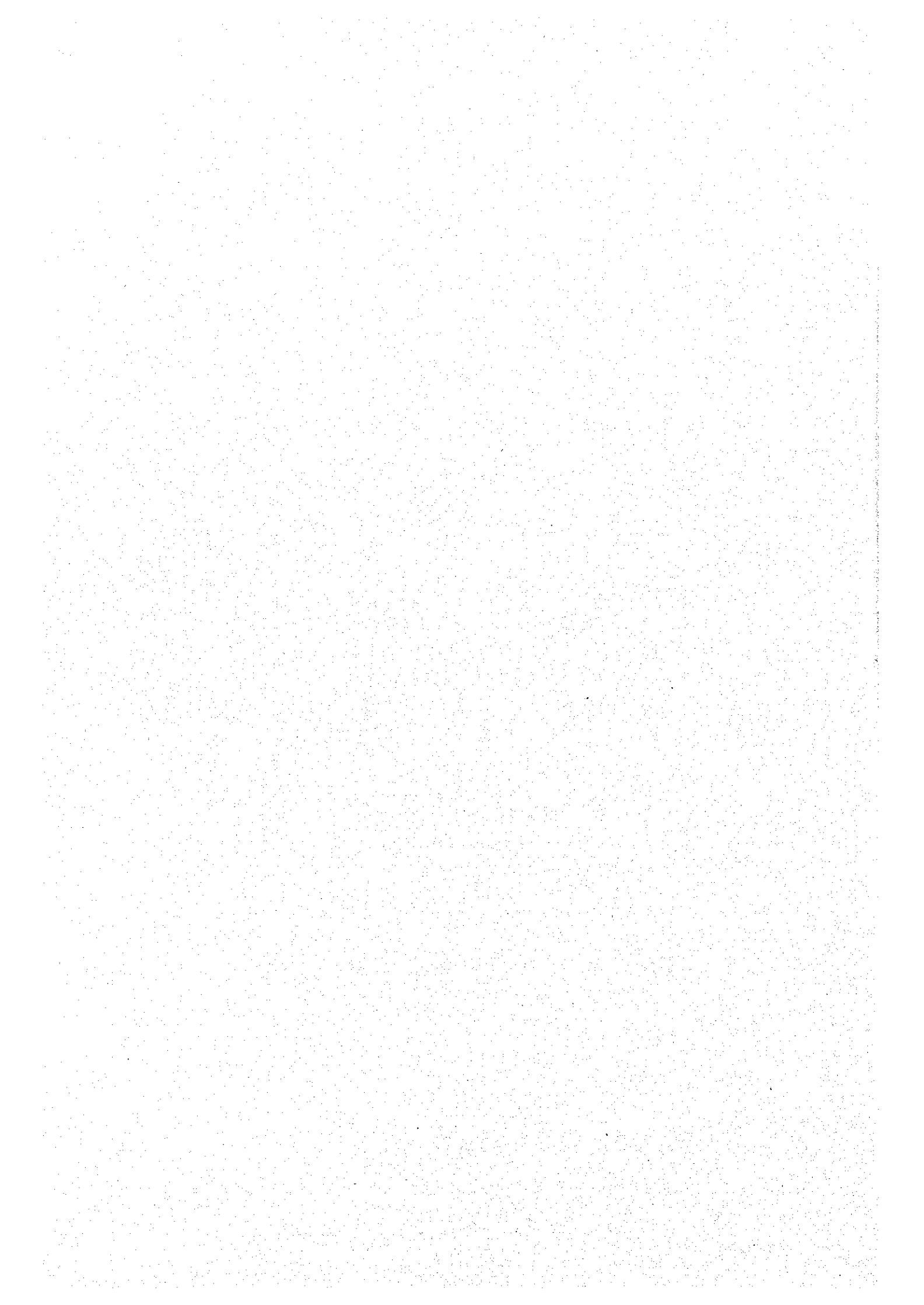
图例



说明

- 1 本图是根据建设单位提供的1980年3月测绘的1:500地形图及有关协议和意见进行绘制的。
- 2 本图坐标系统与提供的地形图相一致，任意直角坐标系。高程系统为1985年国家高程基准。
- 3 图中数字计量单位除注明者外均以m计。

主任 DEPT CH	专业 DEPT	绘图 DRAWING	中国鞍山焦化耐火材料设计研究院 ANSHAN COOKING AND REFRACTORY ENGINEERING CONSULTING CORPORATION OF WAI CHINA
设计 DESIGN	阶段 STAGE	比例 SCALE	ACRE
组长 GROUP BY	比例 SCALE	1:1000	大连煤气新厂二期工程 总平面图
审核 CHECKED BY	设计日期 DESIGN DATE	1989.9.3	
设计 DESIGNED BY	共1页第1页 TOTAL 1 NO 1	图号 DWG NO	180EC07-01



## 3. 既設工場設備能力及び設備概要

第一工場は、4月22日に停止されたが、比較上既設現況として記述する。

## 3-1. 既設設備能力(全)

## (1) 設備能力

	設備生産能力		ガス発熱量	
	通常生産	最大能力	MJ/	kcal/
第一工場	25万 /日	25万 /日	16.07	3,839
第二工場	24万 /日	31万 /日	16.36	3,908
既設工場計	49万 /日	56万 /日	(平均値) 16.25	3,882
大連化学購入ガス	8万 /日	8万 /日	17.17	4,102
生産ガス能力合計	56万 /日	64万 /日		
実供給ガス量	50~55万 /日	60万 /日	標準発熱量 3,600 kcal/	

注. 1) 実供給ガス量は、市ガス公司の実績説明値

2) 発熱量は98年測定値年報による。換算は  $4.186 \times 10^3 \text{J/L kcal}$

## (2) 原料使用量及び生産量(1997年実績)

種別		第一工場	第二工場	合計
原材料	石炭	9.37万 t/年	18.70万 t/年	28.27万 t/年
	重油	29,214 t/年	193 t/年	29,407 t/年
製品	都市ガス	9,297万 /年	9,024万 /年	18,321万 /年
	コークス	5.77万 t/年	8.97万 t/年	14.74万 t/年
	粗ベンゼン	0.25万 t/年	0.14万 t/年	0.39万 t/年
	コールタール	0.36万 t/年	0.48万 t/年	0.84万 t/年

注. 資料によって原料使用量が異なる。表は環境評価検討資料の数値である。

## 3-2. 第一工場設備別能力及び生産工程(フロー図)

## (1) 設備別能力

設備名	大きさ 基数	能力	発熱量 (MJ/ )	使用 原料	建設 年月
直立式コークス炉 (煤焦炉)	1座・30孔 (レトルト)	25万 /日	10.21 MJ/ (13.15~7.02)	石炭 212t/日	1933
水平炉 (煤焦炉)	3座・156孔 (レトルト)				1910
発生炉 (機械発生炉)	1基			石炭・ コークス	早期に 停止
水性ガス発生炉 (水煤气炉)	3基 (2260φ形)	9万 /日	7.31 MJ/ (9.50~5.16)	コークス 128t/日	
接触分解油ガス炉 (油催化裂解炉)	2基	5万 /日	27.75 MJ/ (34.47~21.26)	重油 80t/日	
	2基	10万 /日			
供給ガス生産能力 及び発熱量	25万 /日 (過去最大 30万 /日)		16.07 MJ/ (18.87~15.70)		

- 注. 1) 各設備の発生ガスの一部は、コークス炉(煤焦炉)の加熱用燃料として消費する。
- 2) コークス炉からのコークス(焦)の大部分は水性ガス発生炉用の原料として消費されている。

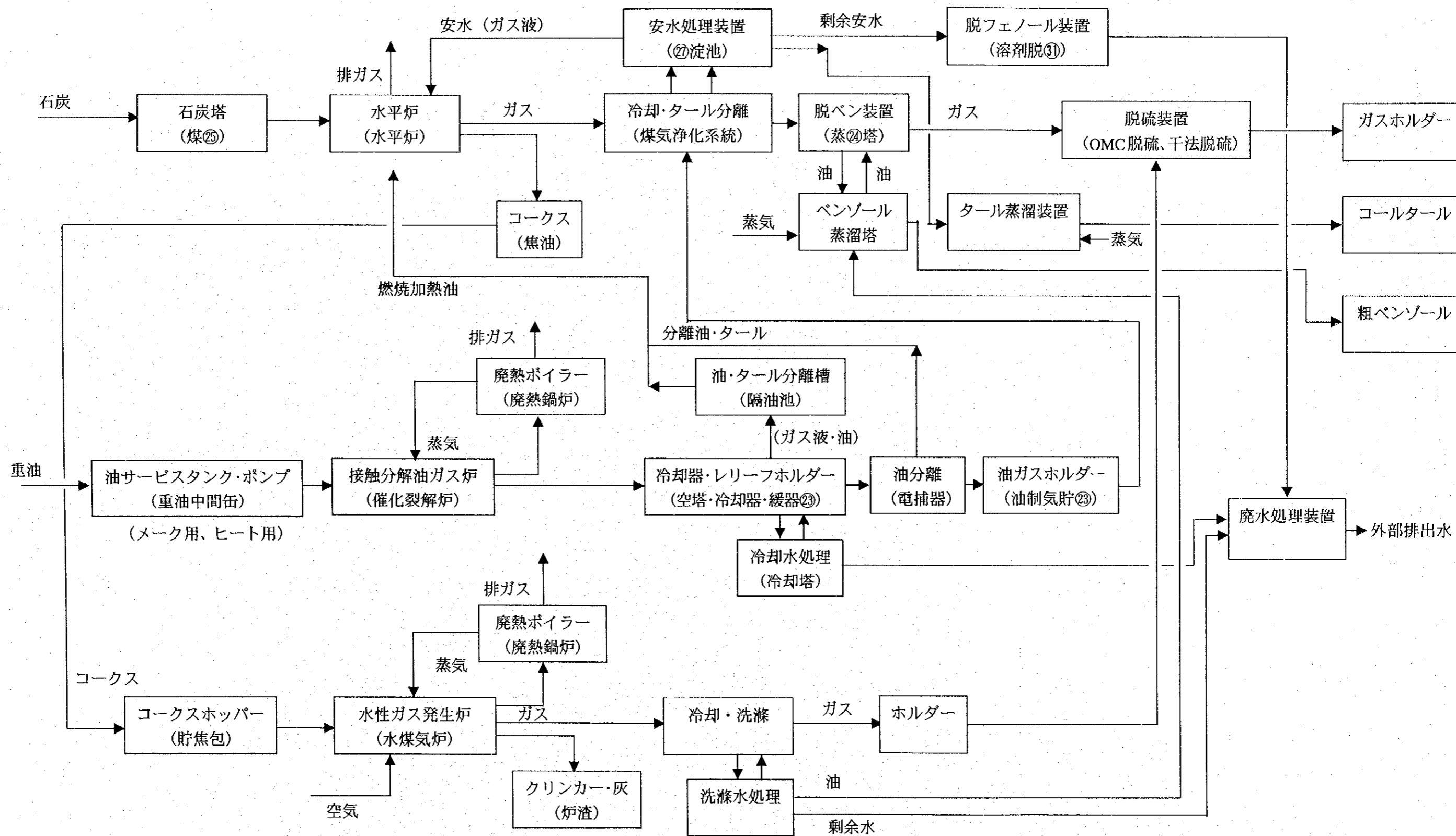
## (2) 生産工程(設備フロー)概要

- A) 第一工場生産フロー図・・・・・・(図3. 参照)
- B) 水平炉生産フロー図・・・・・・(図3-1. 参照)
- C) 接触分解油ガス炉生産フロー図・・(図3-2. 参照)
- D) 水性ガス発生炉生産フロー図・・・・(図3-3. 参照)
- E) ガス精製装置処理フロー図・・・・(図3-4. 参照)





図3.第一工場フロー図



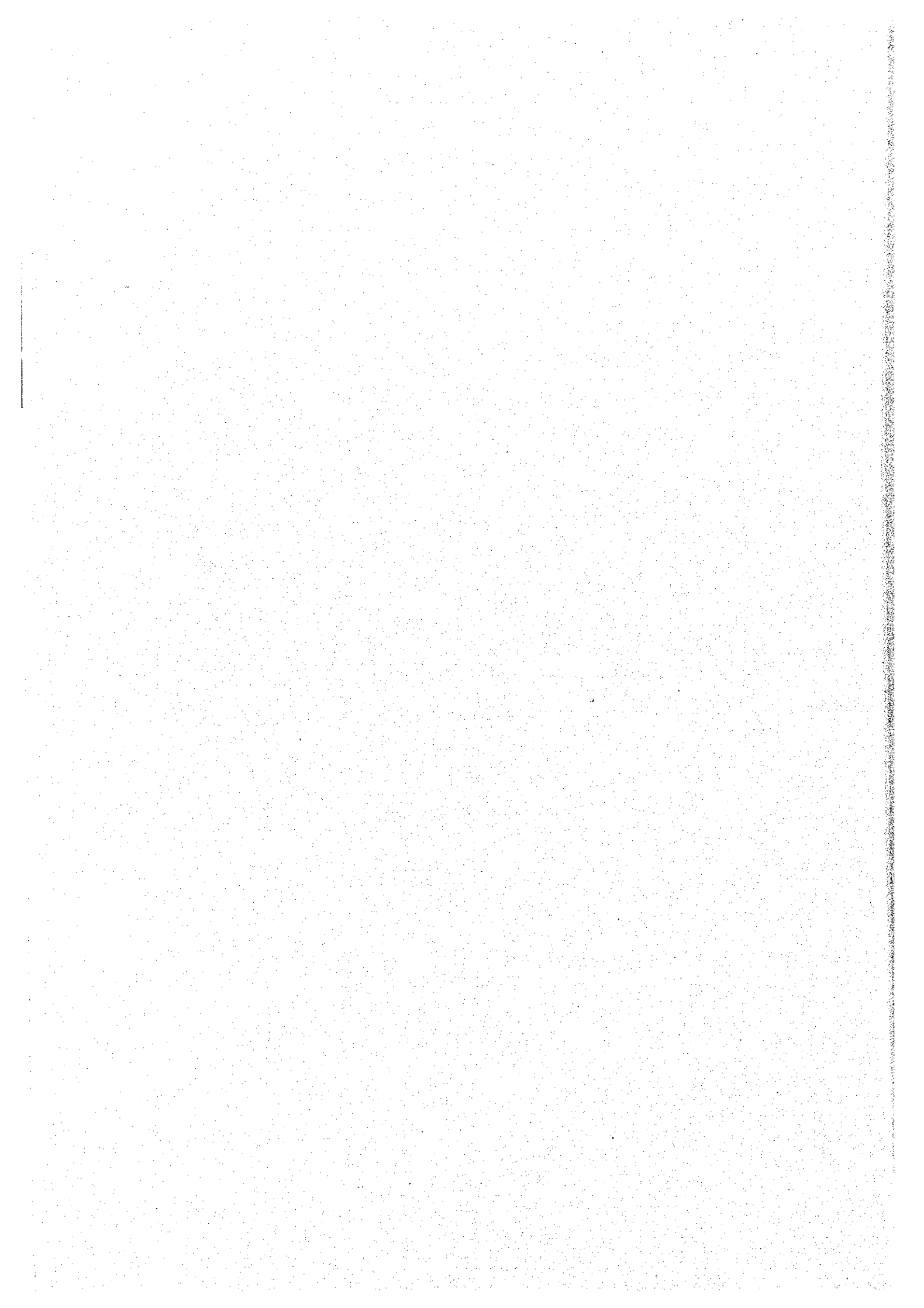


図 3-1. 水平炉生産フロー図

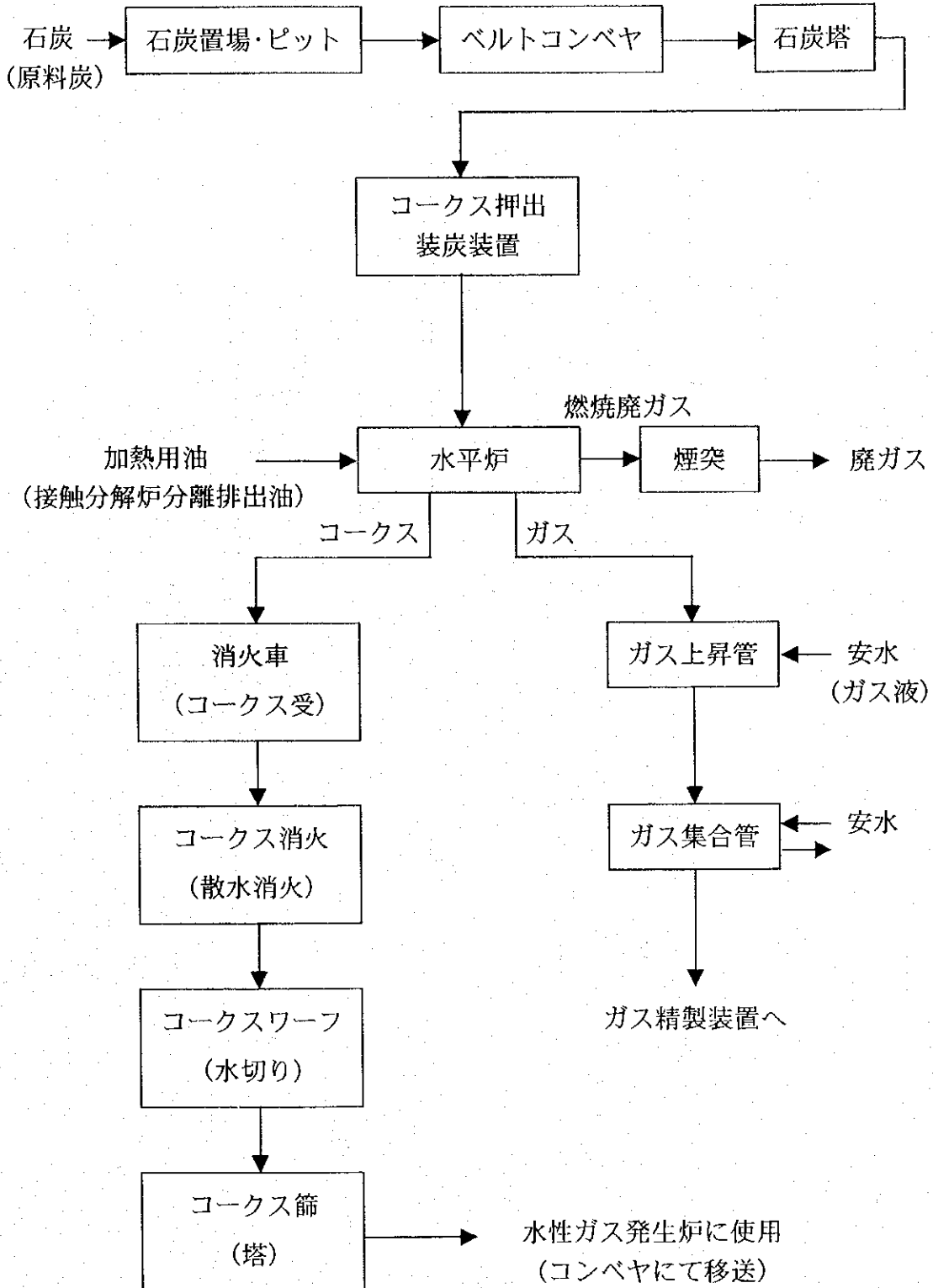


図 3-2. 接触分解油ガス炉生産フロー図

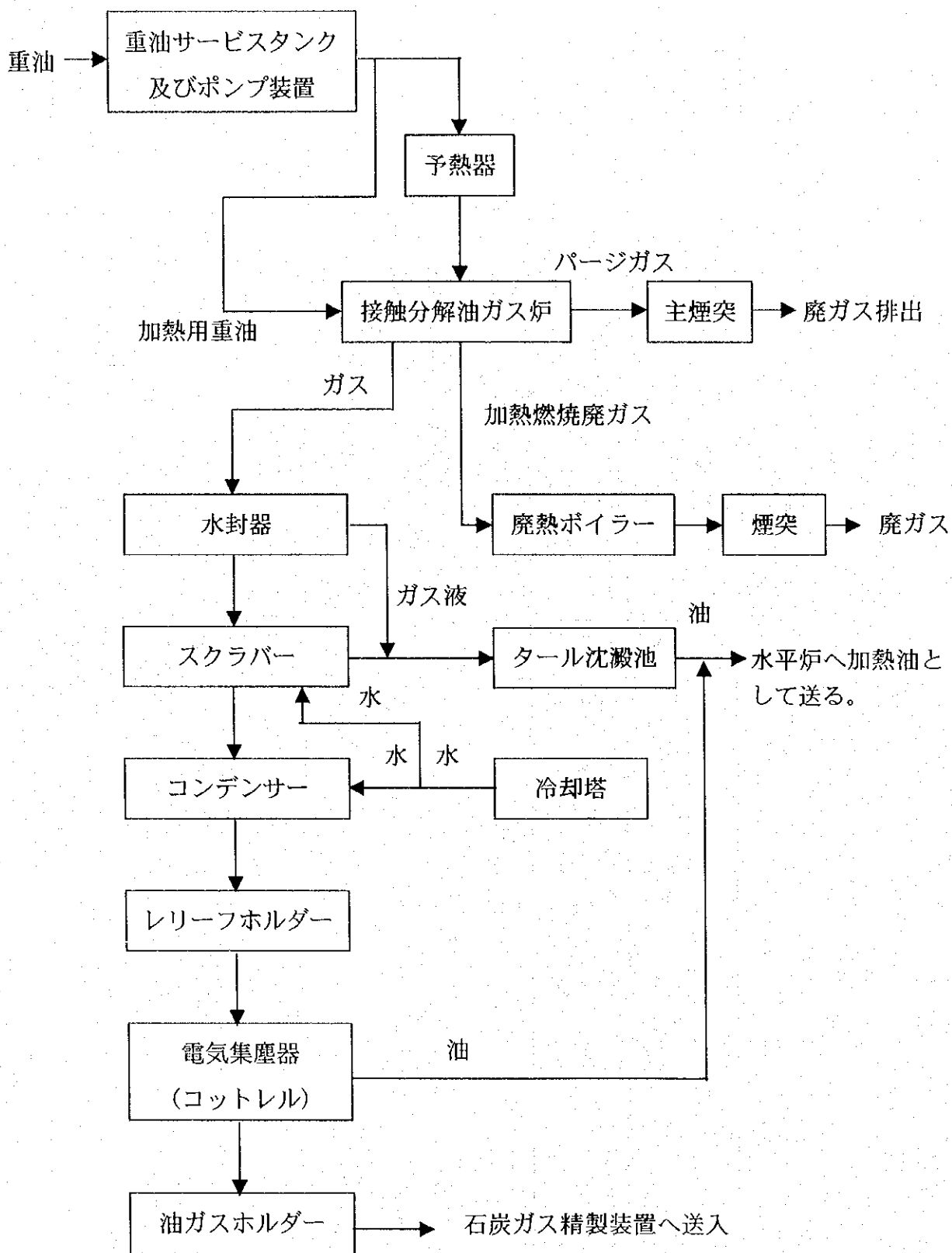


図 3-3. 水性ガス発生炉生産フロー図

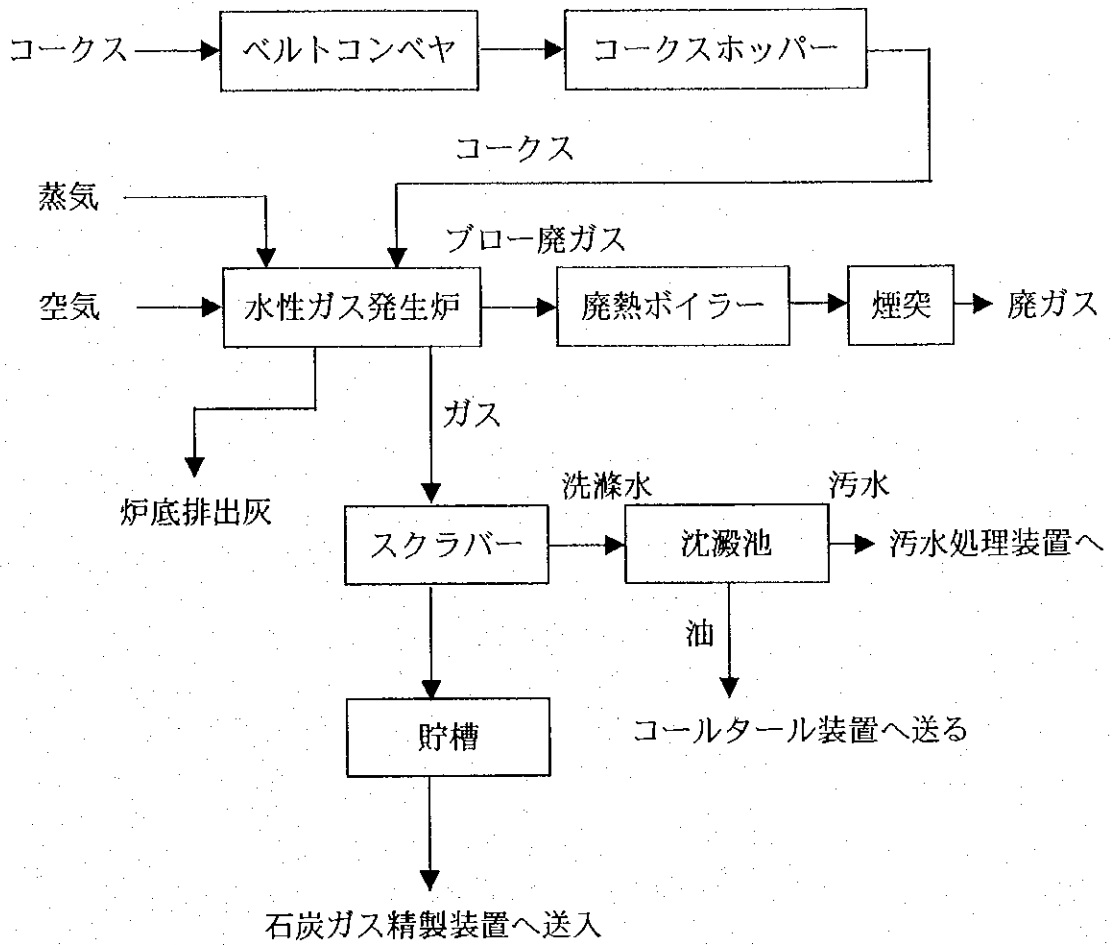
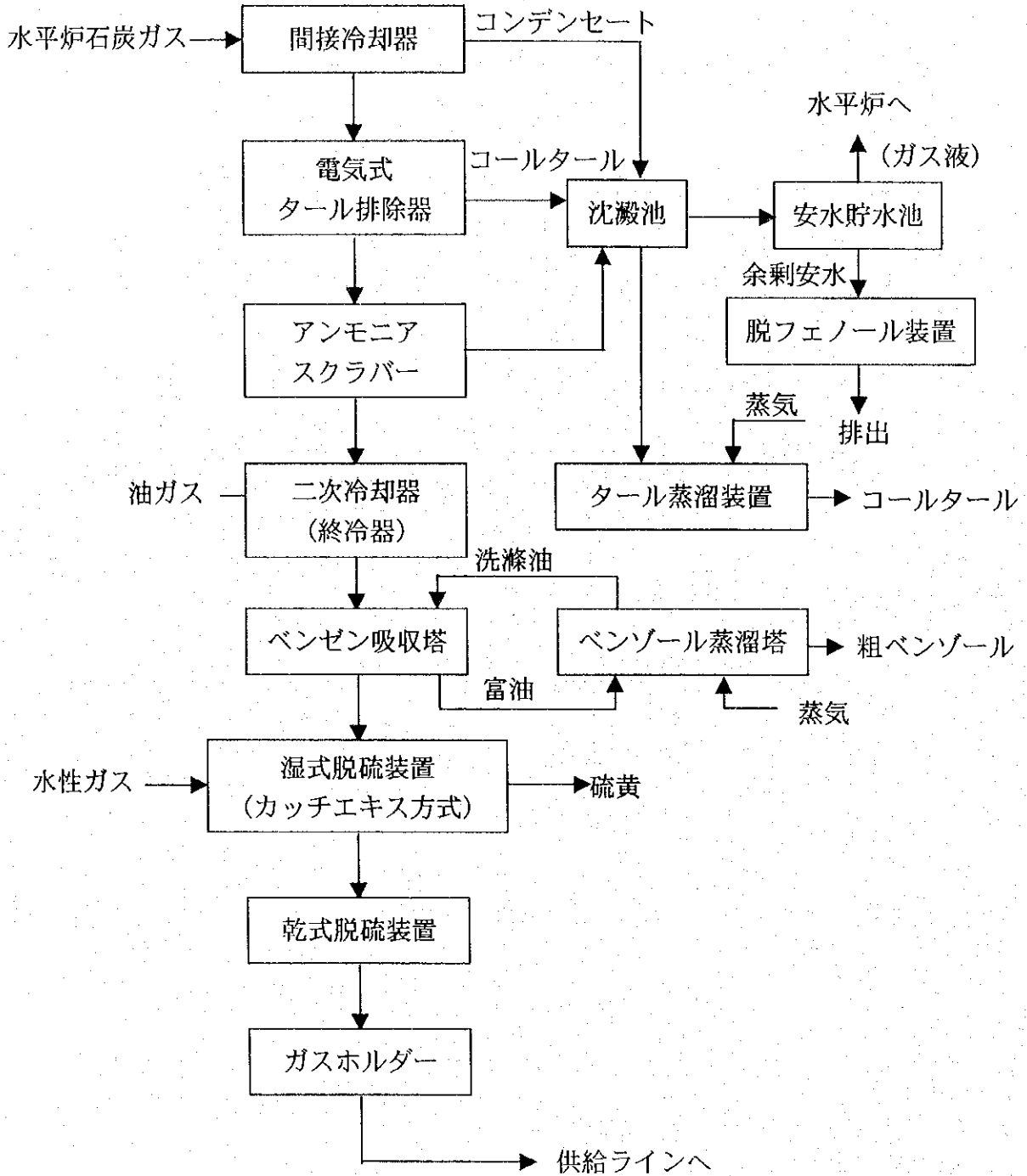


図 3-4. 第一工場ガス精製装置処理フロー図



注. カッチエキス式湿式脱硫 (OMC 式) は、中国で開発した湿式脱硫法であり、石炭ガスの脱硫性能は良好との事。

## 3-3. 第二工場設備別能力及び生産工程(フロー図)

## (1) 設備別能力

設備名	大きさ 基数	能力	発熱量	使用 原料	建設 年月
コークス炉 (焦炉)	2座・48孔	31万 /日	22.29 MJ/ (25.31~18.86)	石炭(煤) 577t/日	1970
コッパース式コークス炉(考伯斯炉)	1座・18門		20.04 MJ/ (22.75~17.86)		1988
水性ガス発生炉 (水煤气炉)	2基 (2260φ形)	9万 /日	9.72 MJ/ (11.55~8.04)	コークス t/日	
発生炉 (機械発生炉)	4基 (2260φ形)	58万 /日	5.50 MJ/ (7.14~4.30)	t/日	
供給ガス生産能力 発熱量	25万 /日 (最大 31万 /日)		16.36 MJ/ (18.49~14.39)		

注. 1) 水性ガスは、供給ガスの熱量調整用並びに炙増用に使用される。

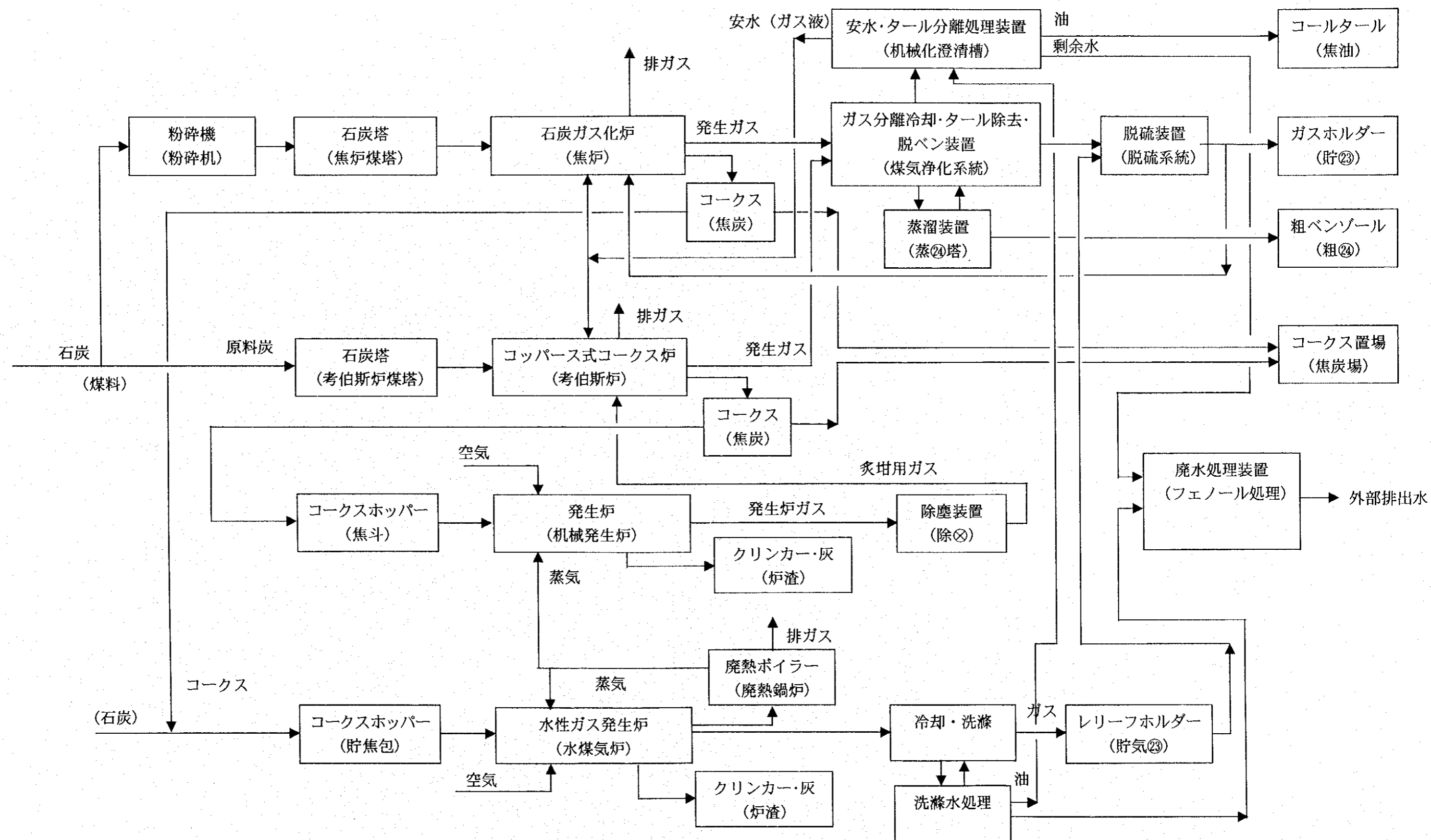
2) 発生炉ガスは、コッパース炉の加熱用(炙増用)燃料に使用される。

3) コークス炉の排出コークスは、大部分が各水性ガス発生炉及び発生炉用に使用され、他は販売されている。

## (2) 生産工程(設備フロー)概要

- A) 第二工場生産フロー図・・・・・・(図4. 参照)
- B) コークス炉生産フロー図・・・・・・(図4-1. 参照)
- C) 発生炉生産フロー図・・・・・・(図4-2. 参照)
- D) 水性ガス発生炉生産フロー図・・・・(図3-3. 参照)  
第一工場の水性ガス発生炉と同一
- E) ガス精製装置処理フロー図・・・・(図4-3. 参照)

図4.第二工場フロー図





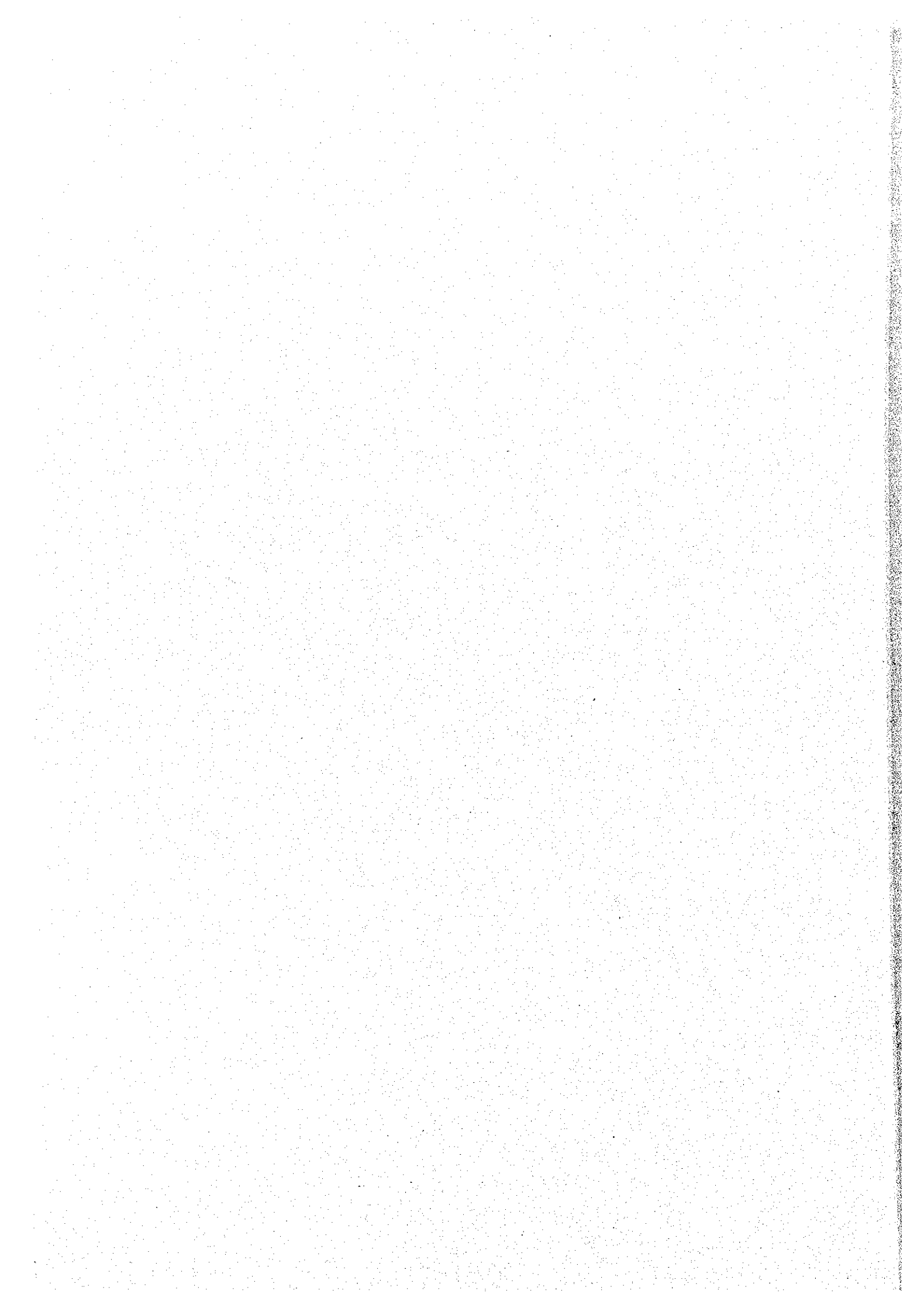


図4-1. コークス炉生産フロー図

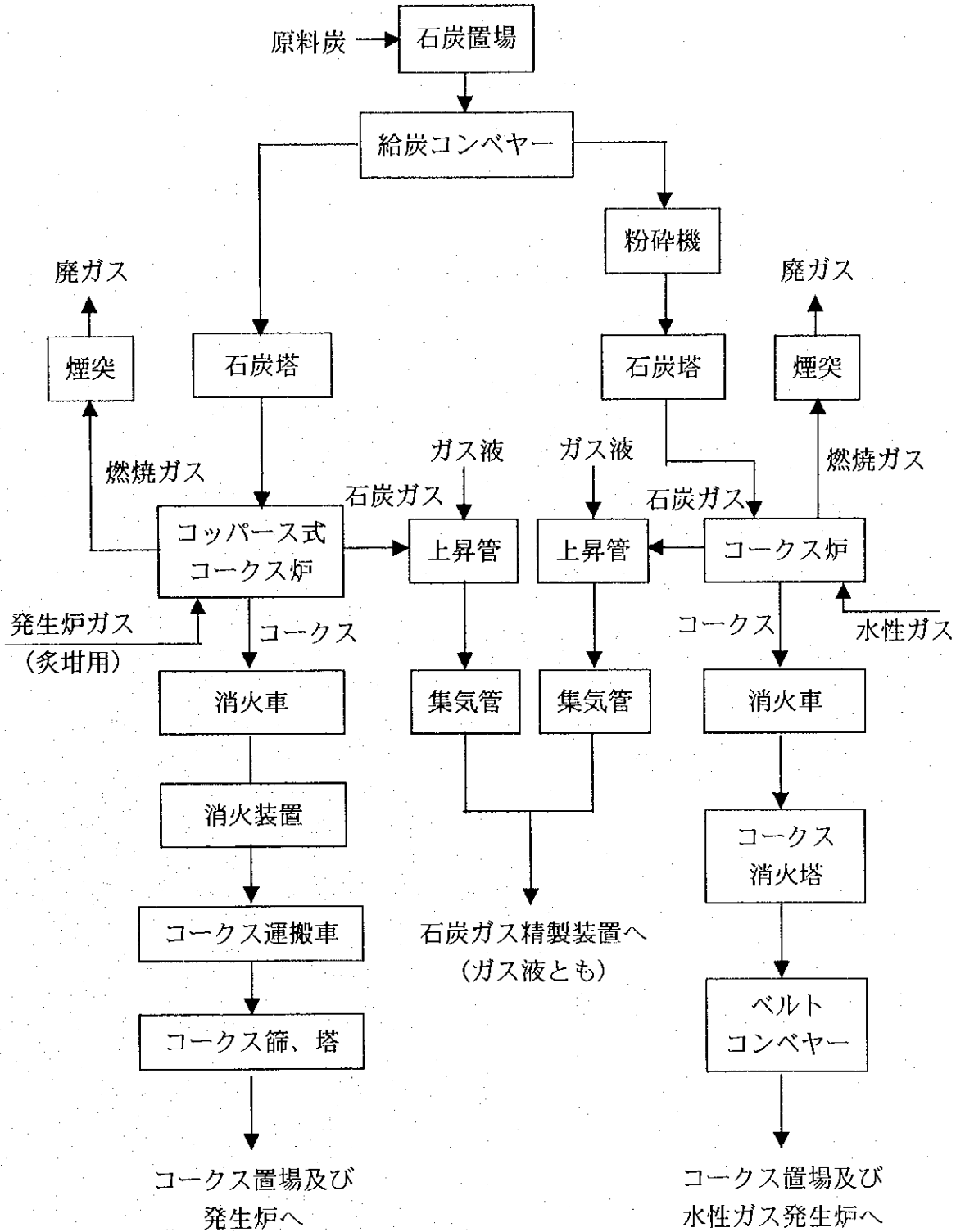


図 4-2. 発生炉生産フロー図

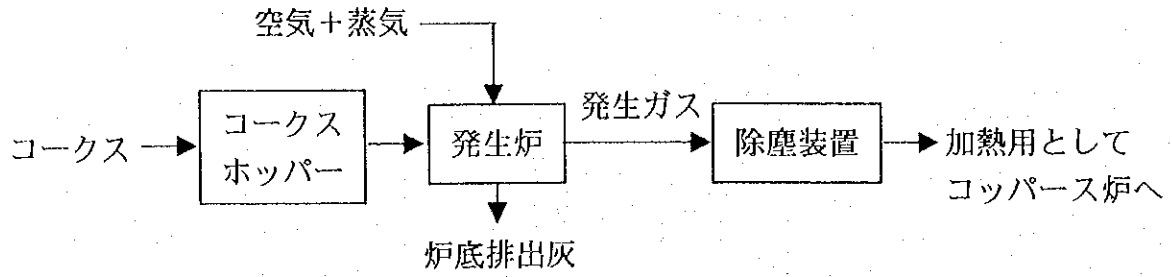
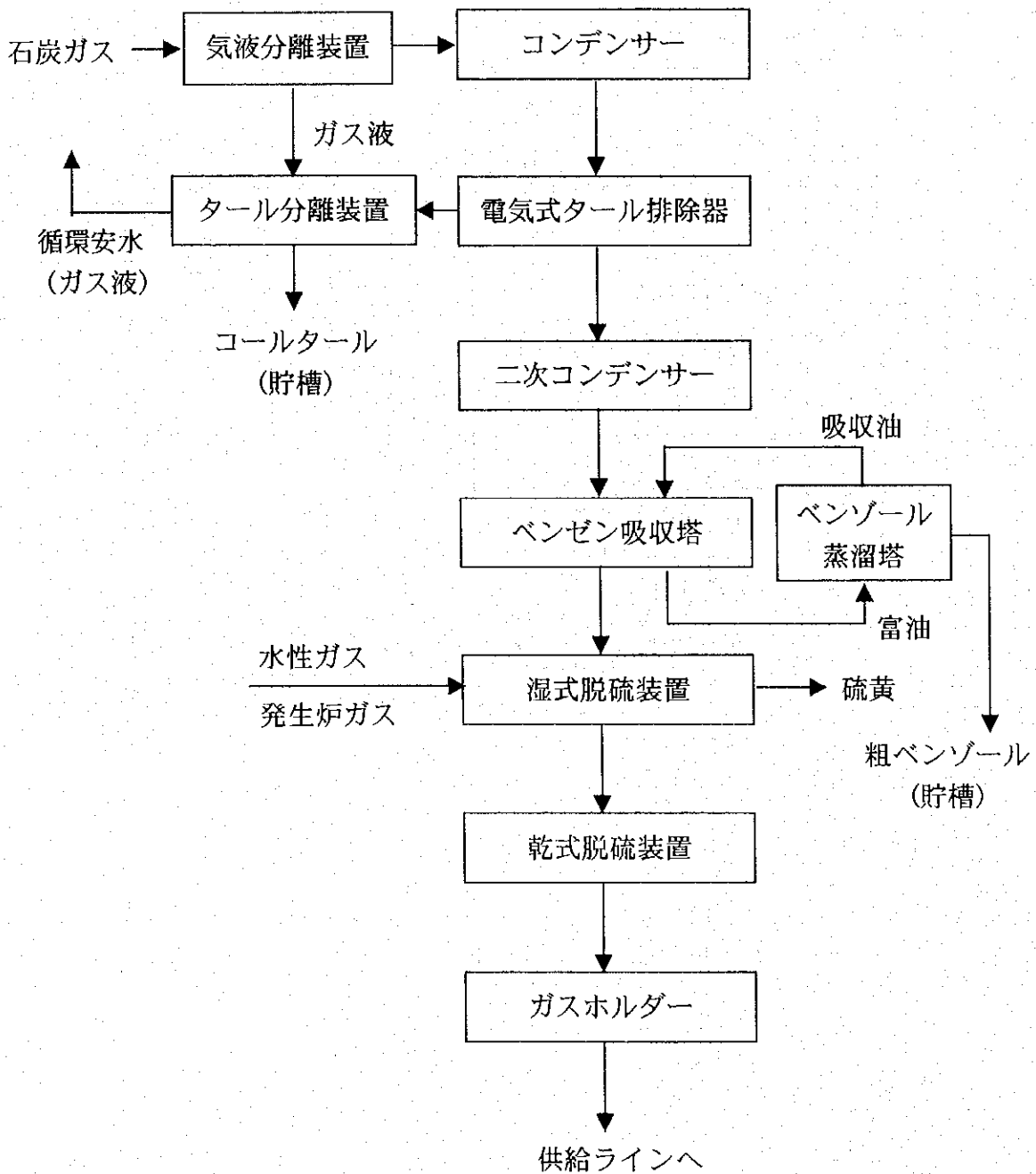


図 4-3. ガス精製装置処理フロー図



## 4. 新設工場設備能力及び設備概要

## (1) ガス生産能力

		基数	能力	ガス発熱量	使用原料	建設年月
1 期 工事	低圧 2 筒式 変成装置 (常圧改質炉)	1 式	稼動 28 万 /日 最大 35 万 /日	稼動平均 3895kcal/ (4090~3760)	LPG 134.3 t/日	完工 1998.11
2 期 工事	低圧 2 筒式 変成装置 (常圧改質炉)	1 式	最大 35 万 /日	設計値 16863KJ/ (4028kcal/ )	設計値 LPG 134.3 t/日	完工予定 2001.12
合計		2 式	通常 56 万 /日 最大 70 万 /日		LPG 268.6 t/日	

注. 1) 使用原料 LPG の使用量は、冬期用ボイラー分は含まず。

(ボイラー使用量は、1200t/年)

2) 2 期工事は、現計画にて未着工である。

## (2) 新工場主要設備概要

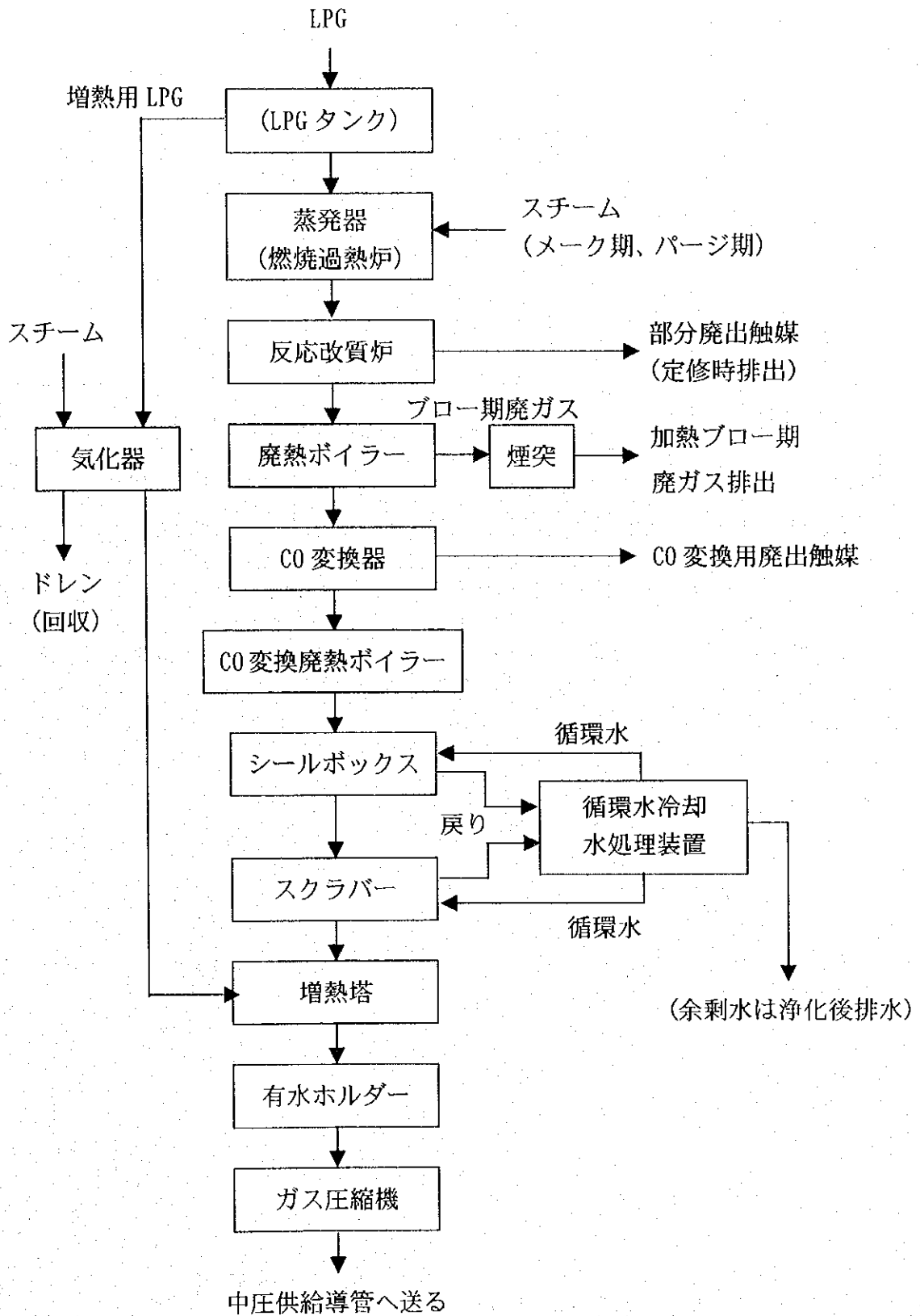
設備名	1 期工事	2 期工事	合計
ガス製造設備 (低圧 2 筒式変成装置)	35 万 /日×1 式	35 万 /日×1 式	2 式・70 万 /日
原料用 LPG 球形タンク	2000 ×4 基	2000 ×4 基	8 基・16000
LPG 加圧設備(ポンプ) (球形タンク送込用)	50 /h×4 基	50 /h×4 基	8 基・400 /h
都市ガス用低圧ホルダー (3.0KPa・有水ホルダー)	10 万 ×1 基	10 万 ×2 基 (1 基は市街内)	3 基・30 万
LPG 圧縮機	90 万 /h×4 基	0	4 基
ガス供給用圧縮機 (送出圧力 2.0kgf/ G)	230 /min×4 基	230 /min×2 基	6 基
(ユーティリティ)ボイラー	4t/h×2 基	0	2 基
ボイラー用純水装置	30t/h×2 基	0	2 基

設備名	1期工事	2期工事	合計
ガス供給用中圧導管 (新工場～市内導管間)	2kgf/ G×700φ 18 km	700φ 25 km	43 km
市内導管敷設	15 km	80 km	95 km
原料LPG輸送導管 (湾精油基地～新工場間)	0 (タンクローリー受入)	導管 24 km	24 km
LPG輸送用ポンプ	0	80～100 /h ×2基	2基
中央電気室 (受変電・配電室)	1棟	(建設済)	
中央制御室	1棟	(建設済)	
事務所	1棟	(建設済)	

## (3) 生産工程(設備フロー)概要

A) 新工場ガス生産フロー図・・・・・・・・(図5.参照)

図 5. 新工場ガス生産フロー図



## 5. 需用予測

## 5-1. 現状における需用予測

大連市ガス会社の現在ガス需要予測、計画は次の通り。

## (1) 需用予測

年度	ガス需用戸数			ガス需用量	
	都市ガス	LPG(直)	全需用戸	都市ガス量	全戸都市ガス量
1999年4月	現状	現状		54万 /日 (50~55)	
2000年	41万戸	15万戸	56万戸	57万 /日	
2001年	43万戸	15万戸	58万戸	59万 /日	
2002年	45万戸	15万戸	60万戸	63万 /日	※1 84万 /日
2010年 ※2	61万戸	15万戸	76万戸	85.4万 /日	※1 106万 /日

注. 1) ※1の全戸都市ガス量は、LPG需用戸も都市ガス系に切替えた場合の予想量。

(市の計画にはないが、可能な場合は行うものとした場合)

2) ※2の2010年は、需用戸数が毎年2万戸と想定した場合。(現在、市の計画にはない)

3) 表のガス需用量は、年平均値であり、冬期のピーク日と夏期のオフピーク日との変動巾を約10万 /日(現実績)とすると、設備の生産、供給能力はおよそ次のガス量となる。

2002年	ガス供給量 58~68万 /日
-------	-----------------

4) 大連市ガス会社の需要予測は、ガス需用戸数の増加を、年2万戸と計画し、現在目標は、60万戸を100%として98%以上の達成を予測している。

## (2) 需用予測とガス供給能力

年度	ガス需用量		都市ガス供給可能量			
	都市ガス量	全戸都市ガス量	既設第二工場	新設工場	大連化学購入ガス	合計
1999年4月	54万 /日 (50~55)		31万 /日	28万 /日 (最大35万 /日)	8万 /日	67万 /日 最大74万 /日
2000年	57万 /日		31万 /日	28万 /日 (最大35万 /日)	8万 /日	67万 /日 最大74万 /日
2001年	59万 /日		31万 /日	28万 /日 (最大35万 /日)	8万 /日	67万 /日 最大74万 /日
2002年	63万 /日	84万 /日	0	56万 /日 (最大70万 /日)	0~8万 /日	64万 /日 最大70~78万 /日

注. 1) 大連化学からの購入ガスは、新工場二期工事完成後には量的には不要となるが、コスト面など商用ベースにおいて利用可能となれば、供給量は78万 /日となる。

## 5-2. 将来需用(長期計画)における考慮

## (1) 新工場三期工事について

当初提出された資料(1998. 3. 10. 貸付材料)には、金州区、旅順口区などを対象として三期工事が計画されていたが、現在は、将来天然ガスを使用することを政府当局が検討しているため、長期の計画は中断している。

長期計画は、政府当局の決断待ちとの事である。

従って、現在は二期工事完了の70万 /日にて供給できる需用戸範囲まで拡販する考え方である。

なお、大連化学のガスが商用ベースで購入可能となれば、需用戸数は78万まで拡販が可能となる。

## (2) 環境改善に関する都市ガス使用の拡販について

現在、石炭を使用してる大口需用家への都市ガス拡販は、上記の如く長期計画が中断しており考えていない。また、可能性があるとしても、検討には消極的である。今後は前向きに行う事項と考えられる。

## (3) 冬期暖房用の都市ガス利用

一般民家における冬期暖房エネルギーは、未だ石炭が多いと聞く。(石炭使用別のデータは確かめていない)

大連市環境改善の一環としては、冬期の石炭を他の燃料に切替える事も必要と考えられ、都市ガスもその燃料として拡販できるのではないかと考えられる。

市ガス会社としては、必要性は認められるが二期工事完了後の生産、供給能力70万 /日の範囲までは行う考えである。これも今後は前向きに行う事項と考えられる。



## 6. 環境改善効果

## 6-1. 新旧ガス工場汚染物排出比較

既設工場の汚染物排出量は、1998年3月の大連市ガス会社の作成資料に基づく。  
新工場の汚染物排出量は、1999年4月に営業運転を開始したが、記載データは設計予測値である。

以下、新旧の汚染物排出量の比較を表6-1.～6-3.にまとめた。

## (1) 大気汚染物

表6-1. 大気汚染物排出量比較

区分	項目	排ガス総量 ( /年)	汚染物排出量(t/年)				
			TSP (全ばいじん)	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CmHn
既設工場	第一工場		348	3008	266	1559	
	第二工場		561	1882	157	2955	
	旧合計	7.3×10 億	909	4890	423	4515	ベンゾ-ル系 若干有
新工場合計		1.68×10 億	14	41	92	102	LPG系 23
減少量(差)			895	4849	331	4413	
減少率(%)			98.4	99.1	78.2	97.7	

注. 1) 資料は小数点以下切捨。そのまま記載。

2) 新工場の排ガスは、改質装置の加熱サイクル時の燃焼排ガスとユーティリティ用ボイラー燃焼排ガスの推定計算値である。(LPG 燃焼分)

3) 加熱サイクルの燃焼ガス量からみると、硫黄分の多いLPGの割にSO<sub>2</sub>排出量が少ない。LPG組成は次の通り。

LPG 組成	プロパン	C <sub>3</sub>	30~40% (Vol)
	ブタン	C <sub>4</sub>	60~70% (Vol)
	ペンタン	C <sub>5</sub>	} ≤3% (Vol)
		C <sub>5</sub> 以上	
		全硫黄	
	オフフィン系含有量		≤15% (Vol)
LPG 密度			0.56kg/L
蒸気圧(37.8℃)			≤1.380KPa

## (2) 水質汚染物

表 6-2. 水質汚染物排出量比較

項目 区分	総排出量	汚染物排出量(t/年)					
		浮遊物質 (SS)	化学的酸素 要求量 (COD)	フェノール	シアン化物	酸化物	アンモニア態 窒素
既設工場 合計	84万 t/年	46	687	51	9.6	63	103
新設工場	32万 t/年	微量	9.6	微量	—	—	—

注. 1) 新工場の COD 量は、30 mg/L (以下) とし、365 日/年分として算出。

## (3) 固形廃棄物

表 6-3. 固形残渣廃棄物量

項目 区分	廃棄物量	主な廃棄物
既設工場 合計	15,524t/年	炉排出灰類、精製化工残渣廃油、タール類 (約 43%) (約 2%) (約 55%)
新設工場	4.9t/年	廃出触媒(毎年劣化入替廃出分)

## (4) 騒音

既設工場の各機器騒音は、80～105dB(A)であるが、消音処置を行い、境界において国の基準を満たしている。

新工場の騒音は、主にガス圧縮機、ブロー、蒸気放散管等であるが、消音装置、他処置を行う等、総合的に設計考慮され、境界において基準を満足できる。

## 6-2. 環境改善効果

## (1) 工場の改善効果

大連市ガス会社の環境改善対策は、基本的にガス製造の原料を石炭から液化ガス(LPG)に原料転換すること。また、製造工場を郊外に移転することであり、この転換・移転対策にて環境改善の効果は著しいといえる。

旧第一工場は、新工場の営業運転開始により4月22日に停止され、それのみにも周辺へのばい煙はなく、目視にても効果が大きいとみられた。

また新工場は、工場環境における緑化及び保安上の安全等、工場全般の環境配慮が十分になされており、より良い環境改善に向けて各関係者が意欲的に取り組み、実施されている事が理解できた。

大連市ガス会社の環境改善は進んでいるが、大連市全体からみると、まだ大気中にはばい煙が多く漂っており、多くの企業が各々の企業条件に適合した改善が必要だと思われる。

## (2) 改善効果の程度

大気汚染並びに水質汚染の改善効果内容は、前記の「新旧工場汚染物排出量比較」に示す通り、総排出量、排出種類、いずれの場合も大きく減少している。汚染物排出量の数値は、各条件の綿密な測定値ではないようであり、また変動巾があるとしても、基本的には石炭からLPGに原料転換することによる効果が大きいといえる。

## (3) 今後の改善要望(可能事項)

## a) 石炭使用民生戸のガス化転換推進

大連市内の一般住居又は事務所等の冬期暖房用燃料は、まだ石炭を使用している家が多いようであり、大連市ガス会社として環境改善の側面協力として需用転換・拡大が望ましいと考えられる。

## b) 大口需用家のガス化転換

市内の病院、官公事務所及び中小企業、工場等、石炭を使用している場合、都市ガスに転換し、総エネルギー効率を良くすることにより、環境改善への効果は更に広がり良くなると考えられる。この場合は、単にガスに転換するとしては費用が増加するので、転換は旧設備の劣化更新時期又は新設時などに合せて進める必要がある。又は、転換改造の費用補助、一定期間の減税処置等、公的な推進援助制度も必要かと考えられる。

この場合、大連市ガス会社としては、ガス供給の導管能力、配管網など技術的に導管の整備検討を行う必要があり、長期計画検討が必要となる。

c) 長期計画の必要性

当調査は、新設工場の完成時に合せ、2002年までの計画と、その環境改善検討であり、当面の環境改善は大いに目的を達成できる。また、2002年以後も、ガスの使用拡大による環境改善余地は十分にあり、原料をLPGとした場合、また天然ガスとした場合の検討を各々行い、現在可能性のある転換ケースを進めることが望まれる。

天然ガスを原料とする場合は、既設のガス供給エリアは、改質炉で改質したガスを供給する方法と、器具転換による天然ガスの直接供給方式とが考えられる。新設導管エリアは天然ガスが当然優利となる。いずれにしても既設導管網は利用できるので長期計画を進めることが望ましいといえる。

## 6-3. 環境汚染物排出量(検討・内訳)

## 6-3-1. 大気汚染物排出量

## (1) 大気環境基準(国家基準 GB3095-82 二級基準)

表 6-1. 大気評価基準

	制限基準(mg/ )	
	一時間値	一日平均値
全ばいじん (TSP)	1.00	0.30
炭化水素 (CmHn)	5.0	2.0
重硫酸ガス (SO <sub>2</sub> )	0.500	0.150
窒素酸化物 (NO <sub>x</sub> )	0.150	0.100

## (2) 既設第一、第二工場排出量

表 6-2. 第一工場、第二工場汚染物排出量一覧表

設備	汚染物	汚染物排出量(t/年)							合計 (t/年)	
		TSP	BaP	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NO <sub>x</sub>	CO	HCN		NH <sub>3</sub>
第一工場	石炭・コーク設備関連	153.7								153.7
	水平炉設備関連	163.34	0.1914	32.32	2.32	7.20	7.47	0.1573	8.98	222
	油接触分解炉関連	8.925		20.56		76.48	2.12			116.08
	水性ガス発生炉関連	7.4		34.52	5.52		1544			1591.4
	暖房用ボイラ-関連	14.4		46.08		181.4	5.76			247.64
	ガス精製装置関連	0.10		0.366	7.971	1.22	0.002	0.554	8.862	19.075
第二工場	石炭・コーク設備関連	306.4								306.4
	コーク炉設備関連	200.57	0.2495	169.73	28.96	32.68	19.075	0.22	11.44	463
	コーク-ス炉設備関連	9.45	0.0275	21.38	0.0368	122.16	2.032	0.0143	1.185	156.28
	水性ガス発生炉関連	11.12		51.77	8.28		2879			2950.7
	発生炉ガス装置関連	34.4		4.58		2.49	55.6			97.07
	ガス精製装置関連			0.324	7.05			0.489	7.84	15.703
	汚水処理施設				0.52			2.10	45.99	48.61
合計(t/年)		909.80	0.4684	389.63	60.668	423.79	4515.1	3.5346	84.297	6307.4

## (3) 新工場排出量

表 6-3. 新工場大気汚染物排出量

設備	汚染物	排出量(t/年)				
		TSP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	CmHn
改質炉加熱時 廃熱ボイラー出排ガス		7.25	7.39	81.28	18.39	3.51
ガスホルダー設備関連					5.5	18.99
ユーティリティ ボイラー排ガス		7.01	33.96	10.81	79.10	
計		14.26	41.35	92.09	102.99	22.50
排出基準 kg/h			16	8.0	120	69

注. 1) 排出基準は、排気筒出口、高さ 30m における汚染物排出量制限値とする。

## 6-3-2. 水質汚染物排出量

## (1) 汚染排出基準(遼寧省基準 DB21-60-89)

表 6-4. 水質基準

項目	制限基準値(mg/l)	備考
PH	7.5-8.4	
水温 (°C)	その土地のその時期に 4°C を超過してはならない。	
高マンガン酸カリ指数	< 3	
シアン化物	0.02	
揮発性フェノール	0.005	
油類	0.05	
浮遊物質量 (SS)	10mg/L を超えてはなら ない。	
溶存酸素量 (DO)	5mg/L 以下であってなら ない。	

## (2) 既設第一、第二工場廃水排出量

表 6-5. 第一、第二工場排出状況表

		化学的酸素 要求量 (COD)	揮発性 フェノール	シアン 化物	油	アンモニア態 窒素 (NH <sub>3</sub> -N)	浮遊物 質量 (SS)	硫化物
第一 工場	排出水水質 (mg/L)	1954.0	132.46	1.34	10.4	338.97	175	7.34
	汚染物量 (t/年)	797.4	52.89	0.535	4.14	135.35	69.9	2.93
第二 工場	排出水水質 (mg/L)	478.4	11.5	0.2	2.0	278	125	3.2
	汚染物量 (t/年)	216.8	5.21	0.09	0.91	125.99	56.6	1.45
汚染物総量 (t/年)		1014.2	58.1	0.625	5.05	261.34	126.5	4.38
基準 (mg/L)		200	1.0	0.5	10	35	250	2.0

注. 1) 基準は「遼寧省沿岸地区污水直接排入海域基準」の二級基準による。

## (3) 新工場廃水排出量

表 6-6. 廃水水質及び排水量

污水類別	排水量 ( /h)	廃水 (mg/L)			
		化学的酸素要求量 (COD)	フェノール	油	浮遊物質量 (SS)
生産設備廃水	36.0	<30	微量	微量	微量
生活污水廃水	0.5	<70	微量	微量	微量
総排水量	36.5	<30	微量	微量	微量

## 6-3-3. 騒音

## (1) 騒音基準

表 6-7. 騒音基準

(単位 dB(A))

類別	環境騒音基準		境界騒音基準	
	昼間	夜間	昼間	夜間
時間別基準	60	50	60	50

## (2) 既設工場騒音

既設工場の機器騒音は次に示す通りであるが、各々遮音等の処置を行い、基準はクリアしている。

(単位 dB(A))

設備	騒音値
水性ガス用排送機	97~98
2.5万 /日油ガス用ブロワー	92~93
5万 /日油ガス用ブロワー	97~100
5万 /日油ガス用ポンプ	85~90
粗ベンゾール用ポンプ	95~96
発生炉用排送機	66~68
発生炉用送風機	97
石炭粉砕機	105
石炭ガス用ブロワー	94
コッパース炉用空気圧縮機	82
汚水処理場ブロワー	105
ボイラー用ブロワー	95
各所ポンプ類	80~100

(3) 新工場は全て処置され、基準をクリアしている。



## 7. 新設工場設備投資

## 7-1. 新工場計画規模及び工期

## (1) 計画規模及び工期

区分 \ 項目	ガス製造規模			計画工期	
	能力	ガス発熱量	LPG 使用量	開始予定	竣工予定
一期工事	35 万 /日	3600kcal/	134.25t/日	1996.10	1998.11
二期工事	35 万 /日	3600kcal/	134.25t/日	1999.12	2001.12
合計	70 万 /日	3600kcal/	268.5 t/日		

注. 1) 一期工事は完了。1999.4月より営業運転に入る。

2) ガス発熱量は、次の計画値。

H. H. V=16690KJ/ (4028kcal/ )

L. H. V=15048KJ/ (3600kcal/ )

3) LPG 使用量はボイラー分を含め次の通り。

原料用 LPG . . . 98000t/年(268.5t/日)

ボイラー用 LPG . . . 1200t/年

4) 運転計画

ガス生産量 年平均 56 万 /日

設備稼働 年間 330 日 1 日 22 時間

## (2) 新工場主要設備

設備及び概略仕称	1期工事	2期工事	合計
1. ガス製造設備 能力 ガス 35万 /日 形式 低圧2塔式変成装置 原料 LPG	1式	1式	2式 70万 /日
2. 原料用LPG球形タンク 容量 2,000 圧力 設計1,765KPa	4基	4基	8基 16,000
3. 都市ガスホルダー 容量 10万 圧力 3.0KPa 形式 有水ホルダー	1基	2基	3基 30万
4. 原料用LPG圧縮機 容量 90 /時 圧力 形式 空冷式油潤滑型	4基	0	4基
5. 都市ガス圧縮機 容量 230 /min 吐出圧力 2kgf/ 形式 両列対向形水冷式1段 圧縮機 電動機容量 800kw	4基	2基	6基 15,000 /min
6. ガス供給導管 新工場～既市内への中圧導管 口径 700mmφ	18 km	25 km	43 km
7. 市内導管網 市内配管(各種)	15 km	80 km	95 km
8. LPG輸送導管 LPG製造工場から新工場まで 導管口径能力 LPGポンプ能力	(24 km) (二期工事へ 変更)	導管 24 km ポンプ 2基 (80~100 /h)	24 km 2基
9. LPG輸送加圧設備 加圧ポンプ容量 50 /時 加圧ポンプ圧力	4基	4基	8基 400 /h
10. ボイラー設備(ユティリティ用) 能力 4.0t/時 圧力 7.0kgf/	2基	0	2基 8t/時
11. ボイラー用純水装置 能力 30t/時 形式	2基	0	2基 60t/時
12. 中央電気室 (受変電及び給電室)	建築済		
13. 中央制御室	建築済		

## 7-2. 新工場投資予算

## (1) 新工場投資金額表(一期、二期)

No.	項目 工事名称	1 期工事 投資額 (万元)	2 期工事			全工事 投資総額	
			總予算 (万元)	中国方 投資 (万元)	外国借款		
		人民幣 (万元)			米ドル (万\$)		
1	建設工事費	3,551.12	217.0				
2	据付工事費	3,276.06	775.0				
3	設備購入費	8,847.48	7,212.0				
4	其他設備費	3,100.21	1,236.0				
5	予備費	938.74	820.0				
6	変動予備費	534.26	940.0				
工場設備小計		20,247.87	11,200.0	2,744.0	8,456.0	1,019.0	
7	水・及び 供給設備	8,049.88	10,600.0				
8	ガス供給導管	4,000.00	8,700.0				
供給設備小計		12,049.88	19,300.0	9,456.0	9,844.0	1,187.0	
合計		32,297.75	30,500.0	12,200.0	18,300.0	2,206.0	62,797.75

注. 1) 米ドルの変換レートは、1998.8 時 1\$=8.28 元

2) 予備費は工事費の約10%とした。

3) 物価変動予備費は、年率3%と予定した。

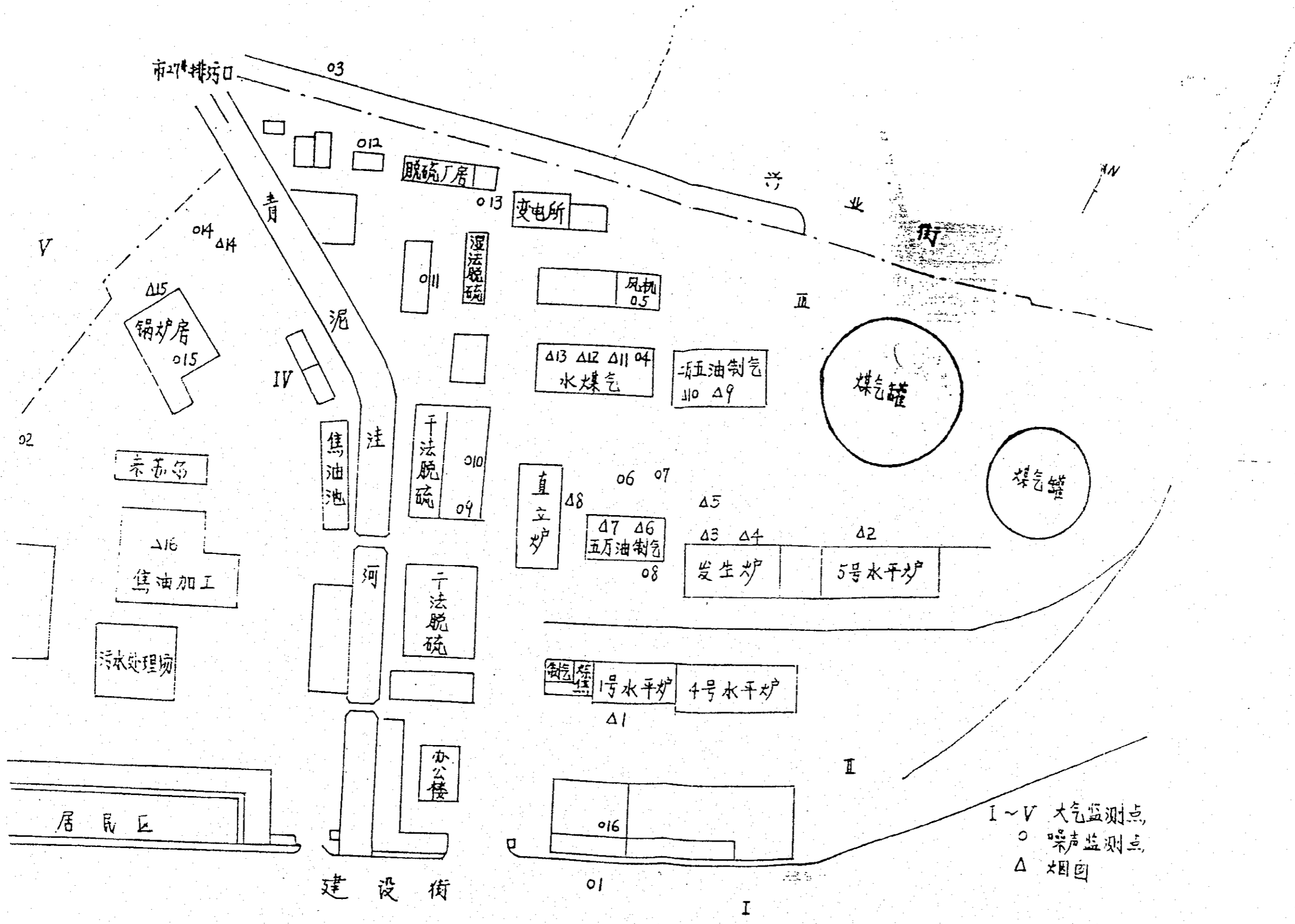
## (2) 二期工事予算表(設備別)

設備項目		総予算 (万元)	中国方 投資 (万元)	外国借款		備考
				(万元)	(万\$)	
1	導入設備	5,600		5,600	675	LPG 受入導管及び LPG ポンプ等関連設備
2	生産設備	2,600	1,274	1,326	160	改質設備、ガス圧縮機等 関連設備
3	LPG タンク	3,000	1,470	1,530	184	LPG 球形タンク付帯設備 等
4	工場内ホルダー	2,500	1,225	1,275	154	供給用有水ホルダー、供 給用付帯設備関係
5	供給ガス導管	8,700	4,262	4,438	535	中圧導管、市内導管関係
6	工場外ホルダー 及び固定設備	8,100	3,969	4,131	498	市街地有水ホルダー及び 供給所内設備関係
二期合計		30,500	12,200	18,300	2,206	

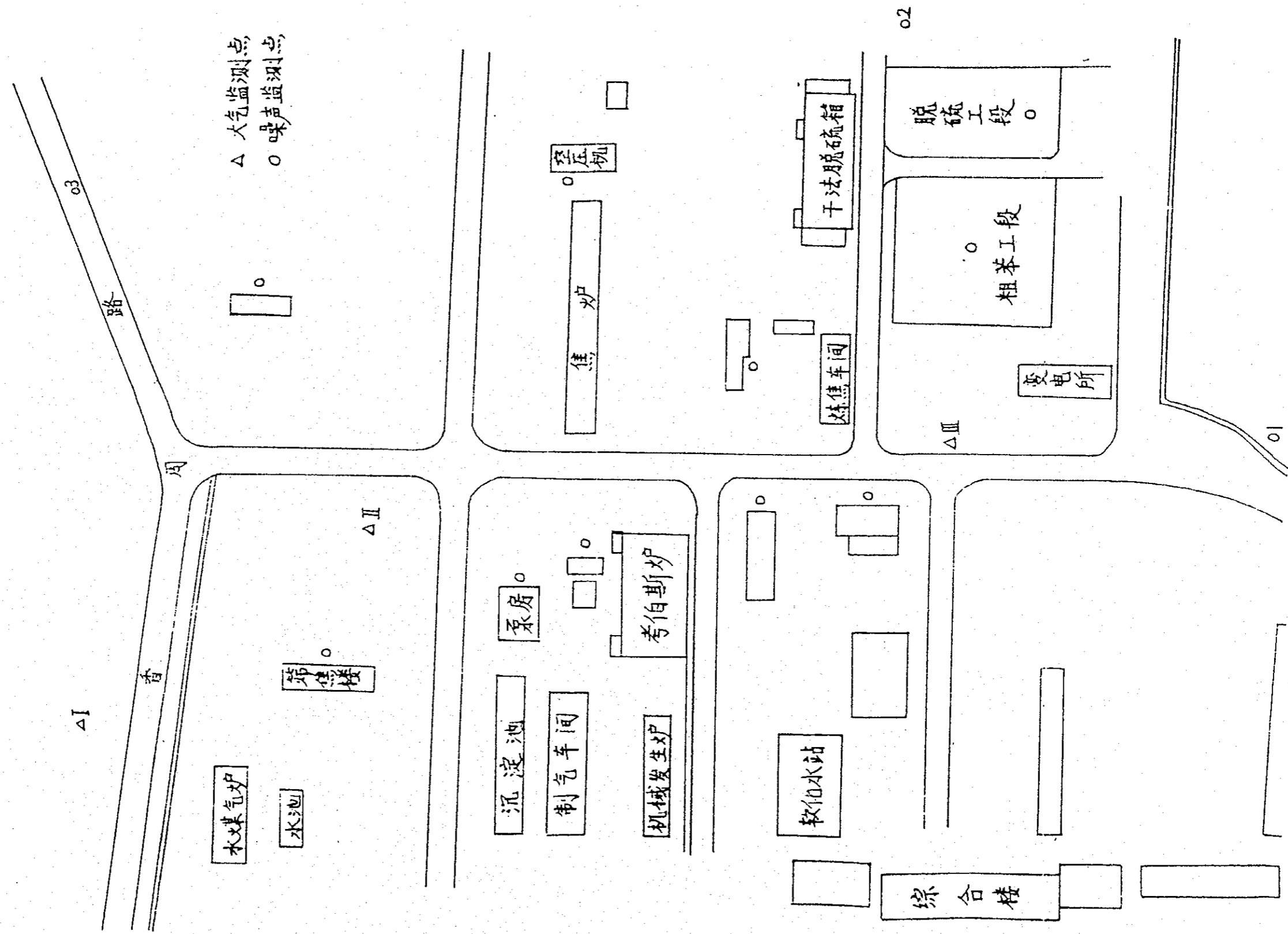
注. 1) 1期工事とは、若干金額の差異がある。(項目分別による差)

2) 日中借款は、規定の償還開始11年より、毎年1.19億円、40年返還(但し財務評価は23年返還で計算)。

3) 当開発投資の回収期間は14年、内部収益率は5.73%と予想できる。



煤气一厂平面布置及监测点位示意图



煤气二厂平面布置及监测点位置示意图

第 4 章 固定発生源 補足資料-4

大連製薬廠調査報告書

# 大連製薬廠調査調査報告書

2000年2月

大連市環境モデル地区整備計画調査団





## 目 次

## 大連製薬廠調査調査報告書

1.	大連製薬廠の移転計画の概要	1
(1)	企業の概況	1
(2)	移転計画の概況	2
2.	中国に於ける抗生物質のマーケット情報	3
3.	移転に伴うプロセス改造項目とその内容	4
(1)	製品構成と能力	4
(2)	生産プロセス：	5
(3)	主要生産設備：	5
4.	移転・改造に伴う付帯施設の建設仕様	5
5.	移転スケジュール	5
6.	移転費と資金調達計画	5
(1)	プロジェクトのコンポーネントと投資額	5
(2)	資金調達計画	6
7.	経済効果	6
8.	移転プロジェクトの計画進捗状況	7
9.	環境汚染対策	7
10.	移転計画内容の検討	7
(1)	計画内容	7
11.	移転計画のコンポーネントの検討	8
(1)	増産計画	8
(2)	エネルギー合理化計画	8
(3)	溶剤密封・回収システムの導入	10
(4)	菌体残渣の飼料・肥料化計画	10

## 大連製薬廠調査報告書

## 1. 大連製薬廠の移転計画の概要

## (1) 企業の概況

大連医薬グループの前身である大連市医薬会社は1948年に創立されて、1992年に大連市経済体制改革委員会の大体改委発(1992)129号令に「大連医薬グループ」として認可され、1996年末に大連製薬工場が本医薬グループに参加することによって、医薬に係る研究活動、製造及び販売・貿易機能が一体になった国有企業グループとして展開される事となった。

近年、大連医薬グループは成長を続け、国家医薬局と遼寧省医薬局に認知されたモデル企業であり、大連市十大企業グループ会社の一つでもある。1996年末まで医薬集団グループの総資産は8億元、営業売り上げは6億元を越え、現在5,149人の従業員を雇用し、その中、大卒と専門学校卒、1,060人、医学と薬学分野の専門技術資格保持者、1,275人を占めている。

敷地面積は10.4万平方メートル、建築面積は12.6万平方メートルであり、30余の企業と30余の小売り薬局、本大型製薬工場、三つ星ホテルを擁し、薬品、医療器械、化学製剤、ガラス機材、漢方薬、保健薬品と機材など7種類の製品の生産・販売を手掛け、販売網は全国と外国までに至り、アメリカ、日本、ドイツ、フランスと香港など多くの海外との業務関係を結んでいる。

大連医薬グループが生産する主要製品は省級認定基準を超える優良製品と認定され、その中には、ラクトビオン酸エリスロマイシン(注射用)、ベンジルペニシリンナトリウム原末、ベンジルペニシリンナトリウム注射用が国家品質認定で銀メダルを受賞し、販売製品の市場シェアも高く、種類は10,000種類以上になっている。

医薬グループに所属する本大連製薬工場は1951年に創立され、抗生物質の原料及び製剤を生産する大型総合企業で、中国の医薬製造業中、総販売額で、17位となっている。工場の敷地は66,000平方メートルで、建築面積は78,000平方メートルである。1997年9月末現在の固定資産総額、20,718万元、純資産は12,499万元、1996年に工業総生産は19,415万元、売り上げは24,666万元、税前利益は1,168.7万元である。

現在、生産している主要製品はエリスロマイシン塩基原末、ラクトビオン酸エリスロマイシン、ステアリン酸エリスロマイシン、ベンジルペニシリンナトリウム原末、ペニシリンカリウム末、ストレプトマイシン原末、ジヒドロストレプトマイシン原末である。これらの抗生物質の年間生産量は約 600 トンで、その中、ステアリン酸エリスロマイシンの年間生産量は 20 トン、エリスロマイシンは 50 トン、ストレプトマイシンは 250 トン、ペニシリンは 250 トンで、ラクトビオン酸エリスロマイシンは 30 トンである。抗生物質の注射薬は約 5 億本で、錠剤は 5 億枚である。

近年、本大連製薬工場は製品構成の調整および技術改造を加速中で、特にエリスロマイシンおよびそのシリーズ製品は生産量も品質は全国のトップレベルとなっている。ペニシリンとストレプトマイシンなど幾つの主要製品は世界各国で高く評価され、60 年代から東南アジアとヨーロッパなどに輸出されている。

## (2) 移転計画の概況

### 1) 移転の必要性

(a) 大連市政府は大連市工業発展計画と大連市都市全体発展計画に基づいて、大連製薬工場を当市の重点移転改造企業と指定した。

(b) 大連製薬工場は抗生物質の原末を生産する工場で、住宅地区の中に位置し、敷地面積が限られているため、工場用地は非常に狭く、「三種の廃棄物」の排出によって、環境汚染をもたらしている。これまで、本工場は、長期にわたって対策を講じてきたが、工場用地が非常に狭い上、資金不足などの原因で、「三種の廃棄物」の排出は基準を超え、周辺環境を汚染する状況となっている。

毎年、高額な汚染排出費の上納を余儀なくされており、工場の規模拡張も大きく制限され、大連市の環境保護機関が作成する「環境アセスメント報告書」では、「環境保護の面から見ると、大連製薬工場のデメリットが致命的であり、最終的に根本的な解決方法は可及的速やかに、土地を確保し、段階的に移転することである。」と指摘されている。

(c) 本工場の主力製品であるペニシリン、エリスロマイシン、ストレプトマイシンは、中国でトップレベルの水準にある為、国家医薬管理局が、8-5 計画で策定したポリシー「各工場のレベル高い製品は技術開発にさらに注力し、経済規模まで能力がアップし、国内の市場シェアの拡大に尽力する」方針に立って、これら主要製品の増産を計り、最近開発した世界的レベルの新薬「ロキスロマイシン」、「半合成ペニシリン」、「セファロスポリン」などの新薬の製造に注力する。

2) 移転に伴うプロジェクトの主要内容：

- (a) 解放広場にある現工場を敷地面積は 9 万平方メートルの大連市甘井子区革鎮堡棋盤磨倉庫地区に移転する。
- (b) 移転期間は 2~3 年間とし、段階的に実施し、全工場を新しい工場敷地に移転する。

3) 移転スケジュール

(a) 第一期：

- a) 新工場敷地にエリスロマイシン合成生産部門と総合製剤生産部門を建設する。(建築面積は合計 10,000 平方メートルで、敷地面積は 2,500 平方メートルである)；
- b) 新しい工場敷地に年間 150 トンのアイロタイシン発酵と精練生産部門を建設する。(建築面積は合計 12,800 平方メートルで、敷地面積は 3,200 平方メートルである)；
- c) 自家発電所の建設とスチームタービンによるプロセス空気圧縮機の建設
- d) 用水、ガス等ユーティリティー施設の建設
- e) 廃水生物処理プラントの建設
- f) 工場廃棄物乾燥・焼却プラントの建設
- g) プロセスガス回収プラントの合理化

(b) 第二期：

- a) 新工場敷地に年間 500 トンのストレプトマイシン発酵と精製部門を建設する。(建築面積は合計 3,200 平方メートルで、敷地面積は 12,800 平方メートルである)；
- b) これらの補助設備としての公共施設(水、プロセス空気、電力、ガス)；
- c) 煤煙、水質汚濁、産業廃棄物処理施設。

2. 中国に於ける抗生物質のマーケット情報

世界のエリスロマイシンと同半合成品マーケットは、毎年 200 トン伸び、1996 年で年間、3,000 トンであり、免疫能力に優れ、副作用が少ない為に、市場が急速に伸びている。

米国のヤーペイ社他、スペイン、ポルトガル、インド、中国が主生産国である。

中国の需要量は、1995 年と 1996 年はそれぞれ、330 トン、360 トンで、1997 年には、500 トンに達するものと予測されているが、今年は供給が追いつかない為、100 トンを輸入に頼る事になっている。メーカー数は、以前は 13 社あったが、現在では、7 社であって、大連製薬では、50 トンを生産し、中国の需要量の 20%のシェアを有しており、中でも、ラクトビオン酸エリスロマイシン及びステアリン酸エリスロマイシンは、大連製薬が国内で始めて開発した製品であり、これらのセ氏酸生産量は国内で 40%のシェアを誇っている。

中国の生産上の課題は、コストが高い事、エリスロマイシン菌種の少ない事で、大連製薬廠では、技術レベルを向上させる事、工程内のロス量を減少せしめる事が目標である。

価格については、10億 BU 当たり、8角 (8/10 元) で、コストは6角である。1瓶は、100錠、1錠は12.5万 BU として流通している。

コスト構成は、燃料、原料がそれぞれ、45%、40%で、残りの15%は固定費、人件費、販売費となっている。エリスロマイシン売上げは、350百万元で利益は、7000万元となっている。

ストレプトマイシンはのメーカー数は、国内で数社しかなく、生産量、技術レベルともに、国内でトップレベルにあるが、輸出割合が、40%を占めているため、現在の250トンの生産量では、不足気味の為、500トンに生産量の増産する必要がある。

### 3. 移転に伴うプロセス改造項目とその内容

#### (1) 製品構成と能力

##### 1) 第1期計画

- (a) エリスロマイシン原料薬品 150 トン/年；
- (b) ロキシロマイシン (Roxithromycin) 原料薬品 30 トン/年；
- (c) ラクトビオン酸エリスロマイシン原料薬品 30 トン/年；
- (d) ステアリン酸エリスロマイシン原料薬品 20 トン/年；
- (e) ラクトビオン酸エリスロマイシン注射用 5,700 万本/年；
- (f) ロキシロマイシン錠剤 1.2 億枚/年；
- (g) ロキシロマイシンカプセル 1,000 万個/年；
- (h) プロピオン酸・ジョサマイシン・ドライシロップ 1,000 万個/年。

##### 2) 第2期計画

- (i) ストレプトマイシン原料薬品 500 トン/年；  
ストレプトマイシン注射用 2.1 億本/年。
- (j) 採用プロセスに係る生産技術、生産プロセスと主要設備  
プロジェクト実施後には、生産能力と技術レベルを国内トップレベルに引き上げる。

##### 3) 生産技術

- (a) エリスロマイシンの高効率の誘導体および発酵技術を導入する；
- (b) マクロポラス樹脂—ラクトビオン酸プロセスによるエリスロマイシンの精製技術

- (2) 生産プロセス：
- (3) 主要生産設備：

#### 4. 移転・改造に伴う付帯施設の建設仕様

- (1) 主要原材料の使用量：
- (2) ユーティリティー使用量：

表1 所要ユーティリティー仕様

	単位	第一段階	第二段階	合計
蒸気	トン/日	500	250	750
水	トン/日	2,500	3,000	6,000
電力	万 Kwh/日	15	10	25
冷凍量	万 Kcal/時間	440	220	640
空気量	m <sup>3</sup> /min	1,000	1,000	2,000

- (3) 燃料となる石炭は国内供給とし、水、電力について新規の増設は必要としない。運搬用の車両は、移転前の車両を使用する。
- (4) 第一期と第二期実施時、煤煙、排水処理、汚泥処理の対策を実施する。
- (5) 第一期に先行し、自家発電施設の建設を行うと同時に、プロセス用空気圧縮機のスチームタービンの新設を行う。

#### 5. 移転スケジュール

第一期移転は、1998年12月末までに、製剤と合成生産部門および補助ユーティリティー施設を完成し、生産を開始し、1999年1月～1999年12月末までに、エリスロマイシン発酵、精製部門および補助ユーティリティー施設、汚水処理施設を完成し、運転開始する。

第二期では、2000年～2001年6月末までに、ストレプトマイシン発酵、精製および補助ユーティリティー施設、汚水処理施設を完成し、生産を開始する計画で図-xxとする。

#### 6. 移転費と資金調達計画

- (1) プロジェクトのコンポーネントと投資額  
プロジェクトの総投資額は46,750万元である。

表2 移転費用

単位：万元

No.	コンポーネント	第一期	第二期	計
1	建家	5,700	6,700	12,400
2	設備費	5,200	6,000	11,200
3	据え付け費	2,000	2,000	4,000
4	ユーティリティー費	6,000	2,599	8,599
5	電気機械	800	1,000	1,800
6	コンピューター	250	250	500
7	技術移転費	1,000		1,000
8	環境対策費	3,000	1,750	4,750
9	設計費	200	300	500
10	コンテンツエンジニア	1,000	1,100	2,100
11	合計	25,150	21,699	46,849

## (2) 資金調達計画

## 1) 自己資金調達

- (a) 大連製菓工場が保有する株式会社輝瑞製菓の株譲渡により、5,000 万元を確保し、準備金に充当する。
- (b) 工場の移転改造の初期着工プロジェクトは国家経済貿易委員会の「双加」プロジェクト計画に入っており、中央政府の技術改造専用ローン5,600 万元を充当する。
- (c) 企業の内部資金を充当金の他、旧工場敷地は、大連市秀月街青溪南街 15 号の包装工場と解放広場旧工場敷地を売却する予定であって、これにより、工場側は 16、400 万元余相当の土地売却金と補償費を充当する。

## 2) 外部からの調達

残りの 19,750 万元は、借款を申請する予定である。

## 7. 経済効果

表3 財務収支

	第一期	第二期	計
売上高	41,488	33,802	75,290
税金	2,489	3,050	5,539
利潤	7,965	7,107	15,072
利潤と税金	10,611	10,157	20,768

投資の回収年限は三年半である。(その中に一年の建設期が含まれる。)



大連製薬工場の移転改造プロジェクトの実施によって、工場からの「三種の廃棄物」が解放広場の周辺環境に対する不利な影響を解消するほか、大連市の投資環境を改善し、大連市で環境モデル地区の建設に有益な役割を果たすことができる。

## 8. 移転プロジェクトの計画進捗状況

大連製薬工場の移転改造による環境汚染対策プロジェクトはすでに国家医薬管理局、遼寧省、大連市政府の都市総合開発の改造計画に組み込まれているが、第一段階の80万トンのロキスロマイシンはすでに国家貿易委員会の審査に入り、F/S報告書は担当部門に提出し済みで、認可を受ける段階にある。

## 9. 環境汚染対策

大連製薬廠の主要原料は、トウモロコシ粉、でんぷん、水飴など食料作物と精製の有機溶剤であって、排水中に重金属など有毒物質は含まれていない。主な汚染物質は生産工程排水および発酵、精製の工程で発生する有機ガスの漏れであり、処理対策は下記の対策を計画する。

- (1) 製薬工場は甘井子区革鎮堡棋盤磨倉庫地区に移転し、現在、垂れ流しの排水は、大型生物污水处理場を建設し、工程排水を全量処理する計画である。一部の排水は高度処理を行って再利用し、その他の排水は污水处理システムにより処理され、国家二級排出基準まで処理し、直接に大連湾の三類海域に排出する。
- (2) 工場は、移転に際し、国内外の先端的抗生物質生産技術を導入し、プロセス改造を行って、有機溶剤の原単位の向上、溶剤密閉システムの導入を行い、空気中の有機溶剤の濃度はTJ30-70「工業企業設計衛生基準」に準拠せしめる。
- (3) 現在、投棄しているフィルタープレスの濾滓は、全量乾燥、焼却施設を建設し、現在、研究中である有効利用対策の実施に備える事としている。
- (4) また、今般の移転先は住宅地区と離れているので、都市の住民生活に影響を与えない状況となる。

## 10. 移転計画内容の検討

### (1) 計画内容

計画内容は以下のコンポーネントに要約される。

- 1) 発酵工程では、現在の発酵槽 35m<sup>3</sup>、8基を 100m<sup>3</sup>、10基にスケールアップし、生産能力の拡充を行い、同時に、コンピューター制御導入による品質向上を計り、生物活性指数を現状の 5,000 ユニットから 7,500 に向上にさせ、増産を図る。

- 2) 精製工程では、溶媒法から、密閉方式・溶媒回収、イオン交換法を含む新技術を導入し、溶媒の回収率を現状の66%から、76%に向上させ、溶媒原単位の向上を図る。
- 3) 現工場のエネルギー原単位の低減を目的として、石炭ボイラー新設による自家発電を行い、大型空気圧縮機のスチームタービン駆動、スチームの回収を実施し、電力、エネルギーの大幅削減を図る。
- 4) 環境対策としては、現在垂れ流しの排水、埋め立てているフィルタープレス濾液を、それぞれ、生物処理施設、乾燥・焼却施設を導入する。

## 11. 移転計画のコンポーネントの検討

- (1) 増産計画
- (2) エネルギー合理化計画
  - 1) プロジェクトの目的

大連製薬工場は抗生物質の原料を生産する工場であり、大量エネルギーを消費している。近年、エネルギーコストが上昇し、工場の電力コストは同類の先進工場と比べて高く、市場競争が激化しつつある現状、電力コストの低減は、当工場の焦眉の課題となっている。従って、移転に伴い、エネルギーの総合的対策を実施することは、抗生物質の製薬企業が生き延びて行くためには、必須の合理化対策である。

中国では、1980年代から製薬業界では、ハルピン製薬工場、四川長征製薬工場、コージェネレーションシステムの導入を実施して、工場の総電気代は0.2元/Kwhで、当工場の40%となっており、当工場も移転に際し、新規工場の電力の総合化を行うものとしている。

### 2) 改造の主な内容

大連製薬工場の工程では、大量の蒸気とプロセス用圧縮空気が必要であるが、この空気圧縮機は、電力で駆動され、現状では、13万Kwh/日で、その電力消費量は全工場の51%を占めており、全工場の蒸気消費量は660トン/日である。

本計画では、工場の電力を新設の石炭ボイラーによる自家発電を行うと同時に、余熱スチームによるスチームタービンによる空気圧縮機を稼働せしめ、エネルギーの総合化を計るものである。

### 3) 改造案

改造の基本方針：プロセス用空気の所要量により、スチームの所要量をコントロールするとともに、以下の様な対策を取る。

- (a) 現在の工業低圧ボイラー(1.3Mpa)を中圧ボイラーに変更する。
- (b) 後圧式の蒸気タービンで空気圧縮機を駆動する。
- (c) 蒸気タービンの排ガス(過熱蒸気)を生産用スチームとして有効利用する。

(d) 夏期には、臭化リチウムによる冷凍機を可動せしめ、システムのガス使用負荷バランスを取る。

(c) 冬期には、現状の温水暖房をスチーム暖房とし、スチームバランスをとる。

#### 4) 投資額

現在検討中の積算額は以下の様になっている。

表4 エネルギー合理化プロジェクトの投資額

単位：万円

No.	項目	金額	備考
1.	建築費	700	
2.	設備費	1,750	ボイラー、スチームタービン、圧縮機等
3.	工事費	400	
4.	設計費	80	
5.	コンテインジェンシー	50	
6.	合計投資額	2,980	

#### 5) 経済効果

省エネメリットとしては、1)発酵用プロセス空気圧縮機のタービン駆動による省電力メリット、2)同回収スチームによるスチーム価格低減メリット、3)回収熱源による冷凍容量補完メリットがあり、これを表に示した。

表5 省エネ対策の経済効果

No	項目	単位	省エネ対策		
			タービン駆動コンプレッサ	タービン回収蒸気	冷凍機運転
1	運転時間	日/年	300	300	180
2	省エネ電力量	kWh/hr	1,515		
3	公定価格	元/kWh	0.5		
4	自家価格	元/kWh	0.2		
5	現スチーム使用量	トン/日		600	
6	現在価格	元/トン		100	
7	スチーム価格	元/トン		75	
8	冷凍容量	kWh/日			500
9	省エネメリット	万円/年	327.24	450	108
10	総省エネメリット	万円/年			885.24

(3) 溶剤密封・回収システムの導入

硬脂肪酸エリスロマイシン設備

ステアリン酸 (28%NaOH+純粋)

攪拌↓攪拌 (2時間) ↓

(エリスロマイシン) → (アセトン) → (エリスロマイシン+アセトン) →→→→攪拌 (2時間)

攪拌 (2時間)

(結晶液) →→ (遠心分離) →→ (ウェット結晶) →→ (製粒) →→ (ドラム乾燥) ↓

↓↓

↓←←←

↓↓

↓↓

(アセトン回収) ←← (アセトン母液) (入庫) ← (包装)

原料・副原料・溶剤のロス対策を実施するもので、現状のロス量は、

硫酸亜鉛 (ZnSO<sub>4</sub>) : 500 トン/年 : 焼却後、焼却灰から回収

酢酸ブチルエステル (CH<sub>3</sub>COO・C<sub>4</sub>H<sub>9</sub>) : 120 トン/年 : 遠心分離による抽出率の向上

アセトン : 170 トン/年 : 密閉システムと蒸留回収

各々の価格は、2400 元/トン、7 元/トン、5800-6200 元/トン、

現在のスチーム価格 : 0.12 元/kg、石炭による自家発生 : 0.06 元/kg

(4) 菌体残渣の飼料・肥料化計画

フィルタープレス濾過の菌体残渣を乾燥後、農業用肥料・飼料添加剤として利用する計画であるが、いずれも、ユーザー側での立証テストが甘く、将来テーマとの事で今回は断念をリコメンドした。

処理菌体残渣は、第1期 : 2500 トン/年 (7 トン/日)、第2期 : 8000 トン/年 (22/トン日)、焼却、埋め立て、総合利用案の中、乾燥+焼却案を採用する。

プロセス ; (フィルタープレス) → シュート → ベルトコンベアー (2 段) → 傾斜コンベアー (2 段) → シュート → 回転乾燥機 (または、パドル乾燥機) とする。

設計条件 ; 入口水分 : 90%、出口 : 5%

以上を医薬設計院で積算する。



第 8 章 下水道処理計画 添付報告書

大連市生活排水実態調査報告書



(添付報告書)

## 大連市生活排水実態調査報告書

大連環境モデル地区整備計画調査において、下水道処理計画調査の基礎検討資料を得ることを目的として、第2次現地調査時に以下の調査を実施した。

### (1)調査地点

調査地点は、第1次現地調査において確認したように、住民の平均的な生活レベルが標準的な世帯と比較的高級な世帯(マンション等)、また、污水管が比較的最近布設され排水ルート等が確認可能で、かつ不明水の混入の恐れが少ないところなどを選定対象として現地確認を行った結果、最終的に以下の5ヶ所について調査を実施することとなった。

No	調査箇所	所在地	区分
1	科学家公寓	沙河口区	高級
2	林茂	西岗区	標準
3	教師大夏	//	高級
4	山塀	中山区	標準
5	侯二小区	沙河口区	//

なお、これらの調査箇所の位置については、図-1”生活排水実態調査箇所”参照のこと。



## (2)調査方法

上記5ヶ所について、あらかじめ選定した浄化槽出口マンホールもしくは集合排水マンホールについて、それぞれ排水量及び排水水質を測定し、最終的に1人1日当たりの生活排水排出負荷量を算定することとした。なお、排水量に関しては、給水量の実測をもって推定することとし、給水量の測定が不可能な箇所については、大連市における標準的な排水量原単位を用いて計算することとした。また、教師大夏については、浄化槽出口の他に浄化槽入口についても同時に調査することとした。

## (3)分析項目及び分析方法

最終的に下記項目を分析することとした。なお、水質分析に関しては、作業負荷の低減を目的として、1日のサンプリング試料を排水量比で混合した試料を作成し、この混合試料を分析することで平均値とすることとした。

項目	分析方法	備考
水温	水温計法	
pH	ガラス電極法	
BOD	5日間培養法	
COD	KMnO <sub>4</sub> 法	
SS	ガラス繊維濾紙法	
NH <sub>3</sub> -N	ネスラー試薬法	
T-N	紫外吸光光度法	JIS K-0102
T-P	モリブデン青吸光光度法	
LAS	吸光光度法	

## (4)サンプリング

1997年9月2日より同9月17日にかけて、上記測定箇所それぞれについて、朝6:00～夜12:00の間、2時間毎に2日間連続でサンプリングを行った。

サンプリングは、あらかじめ調査・確認したマンホールの排水落ち口より人力にて排水を直接採取し、容量500mlのポリエチレン製サンプル瓶に収納し、1日分のサンプル採取完了後、排水量比で1,000mlの代表サンプルを作成し、水質分析に供した。

この際、採取サンプルの経時水質変化を極力防止するため、サンプルは採取後、クーラーボックスに氷詰めして保存した。

サンプリングに当たっては、同時に排水水温を測定するとともに、全体の給水メーターが設置されている科学家公寓、林茂、教師大夏の3ヶ所については、同時に給水量の測定を行った。

サンプリング及び現地測定作業は、調査団員及びカウンターパートの指導のもとに補助要員を備え、3交代にて実施した。

給水量/排水水温の測定結果については、次ページに、また、各測定箇所毎のサンプリング実施状況については、表-1”生活排水調査箇所一覧表”参照のこと。

## 給水量等調査結果 (1/3)

調査箇所：科学家公寓

調査年月日：1997年9月2日

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
6 - 8	37	19.3	190	26.0 - 6	
8 - 10	13	6.7	70	24.6 - 8	
10 - 12	34	17.7	180	24.6 - 10	
12 - 14	7	3.6	30	25.0 - 12	
14 - 16	20	10.4	100	26.0 - 14	
16 - 18	21	10.9	110	25.2 - 16	
18 - 20	24	12.5	130	25.2 - 18	
20 - 22	21	10.9	110	25.0 - 20	
22 - 24	15	7.8	80	25.2 - 22	
計	192	100.0	1000	25.0 - 24	

調査年月日：1997年9月3日

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
0 - 6	54	-	-	24.0 - 6	
6 - 8	13	7.8	80	25.8 - 8	
8 - 10	29	17.3	170	25.8 - 10	
10 - 12	9	5.4	50	26.0 - 12	
12 - 14	14	8.4	80	26.2 - 14	
14 - 16	19	11.4	110	24.2 - 16	
16 - 18	24	14.4	150	25.4 - 18	
18 - 20	23	13.8	140	25.8 - 20	
20 - 22	31	18.5	190	26.0 - 22	
22 - 24	5	3.0	30	25.6 - 24	
計	221	100.0	1000		

2日間平均値

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
0 - 6	(58)	24.4	-	25.0 - 6	(62+54)/2
6 - 8	25	10.5	-	25.2 - 8	
8 - 10	21	8.9	-	25.2 - 10	
10 - 12	21.5	9.1	-	25.5 - 12	
12 - 14	10.5	4.4	-	26.1 - 14	
14 - 16	19.5	8.2	-	24.7 - 16	
16 - 18	22.5	9.5	-	25.3 - 18	
18 - 20	23.5	9.9	-	25.4 - 20	
20 - 22	26	10.9	-	25.6 - 22	
22 - 24	10	4.2	-	25.3 - 24	
計	237.5	100.0	-		

## 給水量等調査結果 (2/3)

調査箇所：林茂小区

調査年月日：1997年9月4日

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
6 - 8	60	15.3	150	24.2 - 6	
8 - 10	43	11.0	110	24.8 - 8	
10 - 12	37	9.4	100	25.0 - 10	
12 - 14	36	9.2	90	25.0 - 12	
14 - 16	26	6.6	70	25.0 - 14	
16 - 18	52	13.3	130	25.0 - 16	
18 - 20	64	16.3	160	25.2 - 18	
20 - 22	47	12.0	120	24.8 - 20	
22 - 24	27	6.9	70	24.6 - 22	
計	392	100.0	1000	24.6 - 24	

調査年月日：1997年9月5日

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
0 - 6	48	-	-	24.5 - 6	
6 - 8	68	17.4	170	25.0 - 8	
8 - 10	54	13.8	140	25.0 - 10	
10 - 12	37	9.5	90	25.0 - 12	
12 - 14	26	6.6	70	24.8 - 14	
14 - 16	41	10.5	110	25.0 - 16	
16 - 18	37	9.5	100	24.8 - 18	
18 - 20	55	14.1	140	25.0 - 20	
20 - 22	44	11.2	110	24.6 - 22	
22 - 24	29	7.4	70	24.5 - 24	
計	439	100.0	1000		

2日間平均値

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
0 - 6	(48)	10.9	-	24.35 - 6	(48+48)/2
6 - 8	64	14.6	-	24.9 - 8	
8 - 10	48.5	11.0	-	25.0 - 10	
10 - 12	37	8.4	-	25.0 - 12	
12 - 14	31	7.1	-	24.9 - 14	
14 - 16	33.5	7.6	-	25.0 - 16	
16 - 18	44.5	10.1	-	25.0 - 18	
18 - 20	59.5	13.5	-	24.9 - 20	
20 - 22	45.5	10.4	-	24.6 - 22	
22 - 24	28	6.4	-	24.55 - 24	
計	439.5	100.0	-		

## 給水量等調査結果 (3/3)

調査箇所：教師大夏

調査年月日：1997年9月8日

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
6 - 8	45	15.0	150	25.0 - 6	
8 - 10	34	11.3	110	24.0 - 8	
10 - 12	11	3.7	40	25.6 - 10	
12 - 14	43	14.3	140	25.3 - 12	
14 - 16	22	7.4	80	25.2 - 14	
16 - 18	23	7.7	80	25.3 - 16	
18 - 20	57	19.0	190	25.4 - 18	
20 - 22	55	18.3	180	25.8 - 20	
22 - 24	10	3.3	30	25.2 - 22	
計	300	100.0	1000	25.0 - 24	

調査年月日：1997年9月9日

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
0 - 6	54	-	-	25.2 - 6	
6 - 8	57	14.8	150	25.6 - 8	
8 - 10	12	3.1	30	25.6 - 10	
10 - 12	20	5.2	50	25.4 - 12	
12 - 14	37	9.6	100	25.3 - 14	
14 - 16	34	8.9	90	25.0 - 16	
16 - 18	26	6.8	70	25.2 - 18	
18 - 20	31	8.1	80	25.0 - 20	
20 - 22	139	36.2	360	25.0 - 22	
22 - 24	28	7.3	70	24.6 - 24	
計	438	100.0	1000		

2日間平均値

時間帯	給水量 (m <sup>3</sup> )	比率 (%)	混合試料量 (ml)	排水水温 (°C)	備考
0 - 6	(48)	12.3	-	25.1 - 6	(42+54)/2
6 - 8	51	13.1	-	24.8 - 8	
8 - 10	23	5.9	-	25.6 - 10	
10 - 12	15.5	4.0	-	25.35 - 12	
12 - 14	40	10.2	-	25.25 - 14	
14 - 16	28	7.2	-	25.15 - 16	
16 - 18	24.5	6.3	-	25.3 - 18	
18 - 20	44	11.3	-	25.4 - 20	
20 - 22	97	24.9	-	25.1 - 22	
22 - 24	19	4.8	-	24.8 - 24	
計	390	100.0	-		

表-1 生活排水調査箇所一覧表

	科学家公寓	林 茂	教師大夏	山 塀	侯二小区
所在地	沙河口区	西崗区	西崗区	中山区	沙河口区
棟 数	4 棟	40 棟	5 棟	185 棟	89 棟
戸 数	376 戸	1,800 戸	1,250 戸	5,200 戸	6,709 戸
住民数	1,130 人	5,500 人	3,750 人	15,800 人	23,470 人
敷地面積		4.98 万m <sup>2</sup>		44.98 万m <sup>2</sup>	21.35 万m <sup>2</sup>
竣工時期		1990 年 4 月		1989 年頃	
サンプ リング 実施日	9/2 ~ 9/3	9/4 ~ 9/5	9/8 ~ 9/9	9/10 ~ 9/11	9/15&9/17
サンプ リング 箇所	1 号棟 M/H	集合 M/H	7 号棟 M/H	集合 M/H	63 棟 M/H
場 所	浄化槽入口	—	○	—	—
	浄化槽出口	○	○	○	○
水道元メーター	○	○	○	—	—
水量経時変化	○	○	○	—	—
1 日使用水量	237.5 m <sup>3</sup>	439.5 m <sup>3</sup>	390 m <sup>3</sup>		
排水量原単位*	200 l/人日	76 l/人日	99 l/人日		53 l/人日

注) 侯二小区の水量に関しては、今年7~8月2ヶ月間の給水量実績ヒヤリング結果(44,735 m<sup>3</sup> / 4,030 戸分)に基づき、同様に計算した。

\* 排水量 = 使用水量 × 0.95 、M/H : マンホール

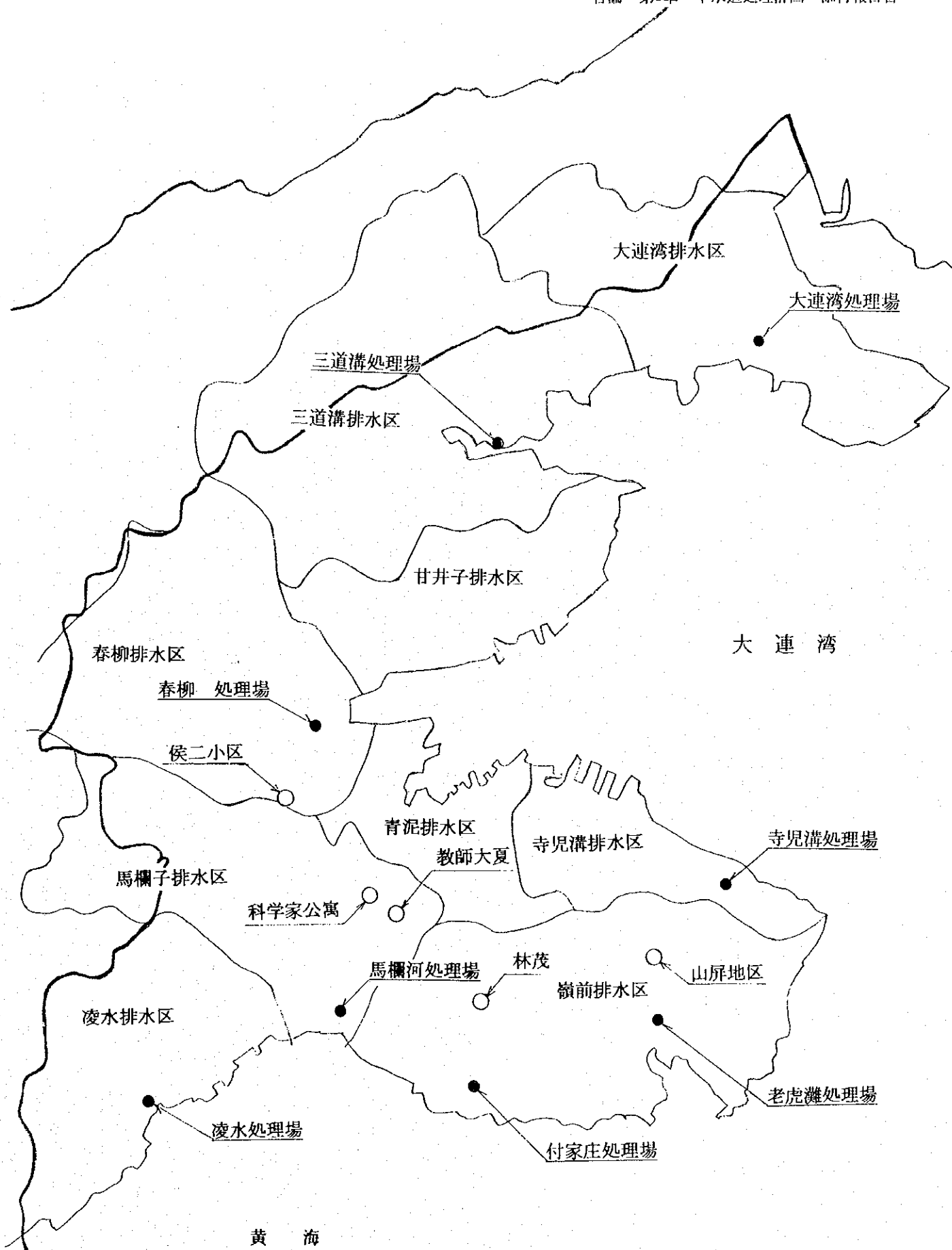


图 1 生活排水実態調査箇所

表 1-2 生活排水水質測定結果

(単位：pH以外はmg/l)

	COD <sub>mn</sub>	BOD <sub>5</sub>	LAS	NH <sub>3</sub> -N	SS	pH	T-N	T-P
9月2日 科学家公寓	55	140	1.2	83	150	7.5	100	8.2
9月3日 科学家公寓	82	130	1.4	66	160	7.4	83	7.2
9月4日 林茂	87	220	2.4	95	290	7.4	120	13
9月5日 林茂	53	200	1.5	98	200	7.4	120	13
9月8日 教師大夏 浄化槽入側	70	170	2.0	75	140	7.6	97	8.6
9月8日 教師大夏 浄化槽出側	72	240	1.3	82	240	7.4	100	10
9月9日 教師大夏 浄化槽入側	72	190	1.3	80	120	7.8	100	9.6
9月9日 教師大夏 浄化槽出側	76	200	1.6	84	150	7.5	110	10
9月10日 山 塀	12	14	0.11	7.6	32	7.8	15	1.1
9月11日 山 塀	14	15	0.045	7.1	56	7.8	18	0.73
9月15日 侯二小区	100	250	2.9	76	140	7.5	93	16
9月16日 侯二小区	110	260	2.6	73	110	7.6	120	16
排水基準*	** 100	40	5.0	15	100	6~9		1.0

注) \* 遼寧省沿海地区の汚水を直接に海域に排出する基準

\*\* COD<sub>cr</sub>

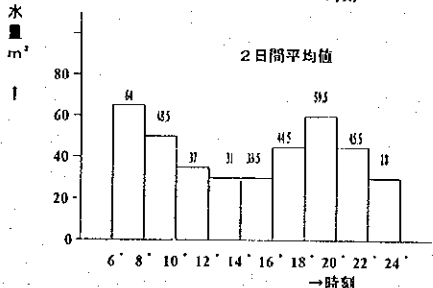
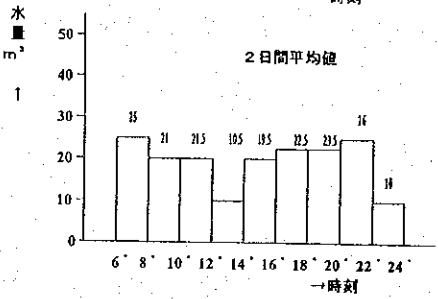
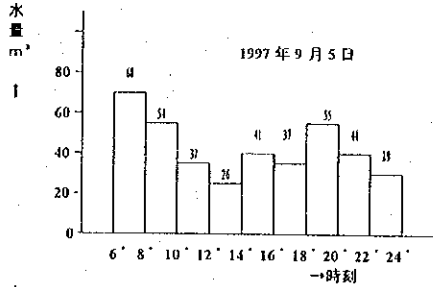
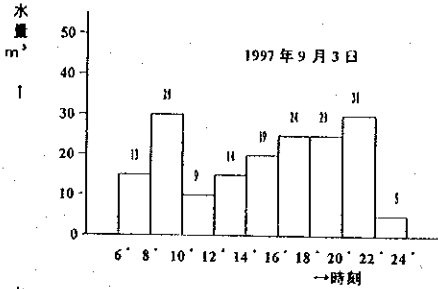
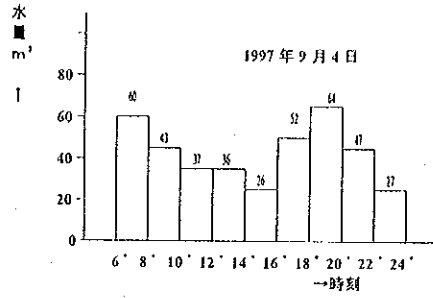
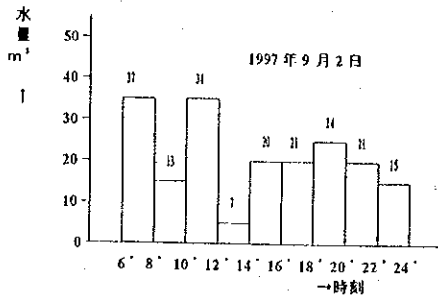


Fig-1 給水量経時変化 一科学家公寓

Fig-2 給水量経時変化 一林茂小区

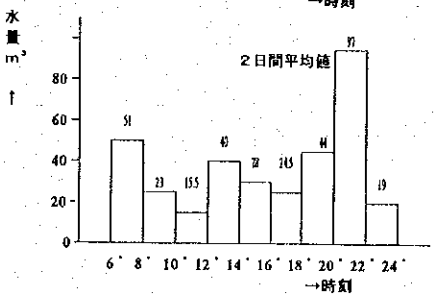
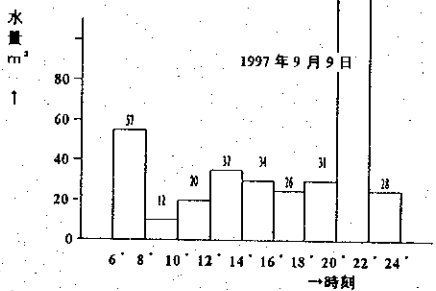
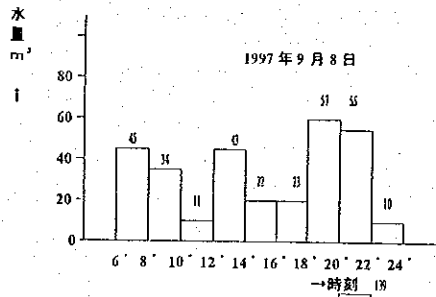
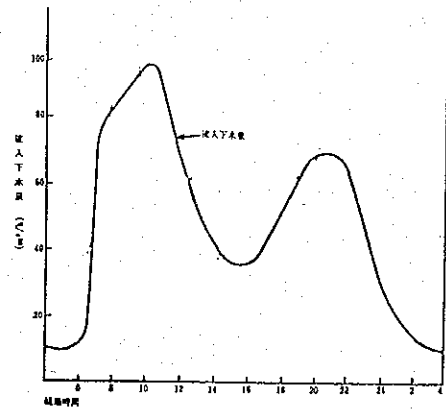


Fig-3 給水量経時変化 一教师大厦



(参考) 日本の住宅団地汚水処理場  
への流入下水道量変化  
出典: 尿尿浄化槽の構造基準

図一 2 生活排水排出量時間変化



## 2) 水質分析結果

水質測定結果は、表-2”生活排水水質測定結果”に記載の通りであるが、これらを含め要約すると以下の通りである。

### (1) 排水量原単位

2日間の平均値として、科学家公寓- 200 l/人・日、林茂- 76 l/人・日、  
教師大夏- 99 l/人・日、侯二小区- 53 l/人・日

### (2) 生活排水排出量の時間変化について

測定結果に多少のバラツキは見られるが、今回、実測を行った科学家公寓、林茂、  
教師大夏の3ヶ所のいずれも、朝と夕にそれぞれピークがあり、昼間及び深夜の時間  
帯は排出量が少なくなっている。(図-2”生活排水排出量時間変化”参照のこと)

### (3) 排水水質について

以下の数値は、いずれも今回測定した2日間の平均値である。

#### ① BOD<sub>5</sub>

科学家公寓- 135mg/l、林茂- 210 mg/l、教師大夏浄化槽入口- 180mg/l  
教師大夏浄化槽出口- 220mg/l、山塀- 14.5mg/l、侯二小区- 255mg/l

#### ② COD<sub>mn</sub>

科学家公寓- 69mg/l、林茂- 70 mg/l、教師大夏浄化槽入口- 71mg/l  
教師大夏浄化槽出口- 74mg/l、山塀- 13mg/l、侯二小区- 105mg/l

#### ③ S S

科学家公寓- 155mg/l、林茂- 245 mg/l、教師大夏浄化槽入口- 130mg/l  
教師大夏浄化槽出口- 195mg/l、山塀- 44mg/l、侯二小区- 125mg/l

#### ④ NH<sub>3</sub>-N

科学家公寓- 74.5mg/l、林茂- 96.0 mg/l、教師大夏浄化槽入口- 77.5mg/l  
教師大夏浄化槽出口- 83mg/l、山塀- 7.35mg/l、侯二小区- 74.5mg/l

#### ⑤ T-N

科学家公寓- 91.5mg/l、林茂- 120 mg/l、教師大夏浄化槽入口- 98.5mg/l  
教師大夏浄化槽出口- 105mg/l、山塀- 16.5mg/l、侯二小区- 106.5mg/l

#### ⑥ T-P

科学家公寓- 7.7mg/l、林茂- 13 mg/l、教師大夏浄化槽入口- 9.1mg/l  
教師大夏浄化槽出口- 10mg/l、山塀- 0.915mg/l、侯二小区- 16mg/l

#### ⑦ pH

各箇所とも7.4～7.8の範囲に収まっている。

### ⑧LAS

科学家公寓— 1.3mg/l、林茂— 1.95 mg/l、教師大夏浄化槽入口— 1.65mg/l  
教師大夏浄化槽出口— 1.45mg/l、山塚— 0.0775mg/l、俣二小区— 2.75mg/l

## (3) 考察

### ①全般

今回調査を行った5ヶ所のうち、上記のごとく山塚地区の水質データが他の箇所と比べ非常に低い数値となっている。この地区の生活排水のみが、このように他所と比べ、低い値を示す理由は考えにくく、この主原因としては、雨水、地下水、雑排水等の不明水が混入した疑いが濃厚である。従って、以下の考察には、この「山塚地区」のデータは用いず、残り4ヶ所のデータを使用することとした。

### ②浄化槽の処理性能

今回、浄化槽で生活排水がどの程度浄化されているかをマクロ的に把握するため、教師大夏7号棟浄化槽の入口及び出口の両側において同時にサンプリングを行い、水質を比較した。

その結果は、表-2「生活排水水質測定結果」に示す通りである。

すなわち、2日間とも浄化槽入/出側で水質に大差はなく、SSなどにいたってはむしろ浄化槽処理水のほうが水質が悪化する結果となっている。

これは、浄化槽が滞留時間半日～1日程度の容量の1次発酵+沈殿型の簡易な処理方式であることと、浄化槽中の堆積汚泥やスカムの除去等のメンテナンスが十分行われていない結果、これらの一部が処理水中に流出する、等の原因によるものではないかと考えられる。

### ③既往調査結果との比較

1996年6月及び9月に西岗区環境観測所が実施した林茂地区の生活排水調査結果と今回の同地区調査結果を比較すると、下表のようになる。

表-4 林茂地区調査結果の比較 (濃度数値: mg/l)

	排水量	BOD	COD	SS	NH <sub>4</sub> -N	T-N	T-P	LAS
今回	76%	210	70	245	96.5	120	13	1.95
前回	48%	274	646.3	61.6	83.2	—	(4.88)*	—

注) 数値はいずれも平均値である。又、排水量は1人1日当りの数値である。

\*無機態リン

前回の調査結果と比べると、今回、排水量がかなり増加しているが、これは今回夏場

表一 3 生活排水原単位計算表

注) 濃度単位: mg/l

	給水量 (m <sup>3</sup> /日)		排水量 × 0.95	住民数 人	水量原単位 m <sup>3</sup> /人・日	BOD <sub>5</sub>		COD		SS		NH <sub>4</sub> -N		T-N		T-P		LAS		備考
	実測	補正				濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	濃度 g/l	
科学家公寓 1 日目	192	254	241.3	1,130	0.214	140	29.96	55	11.77	150	32.1	83	17.76	21.4	8.2	1.75	1.2	0.26		
科学家公寓 2 日目	221	221	210.0	"	0.186	130	24.18	82	15.25	160	29.76	66	12.28	83	7.2	1.34	1.4	0.26		
科学家公寓 平均		237.5	225.6	"	0.200	135	27.07	68	13.51	155	30.93	74	15.02	82	7.7	1.55		0.26		
林茂 1 日目	392	440	418	5,500	0.076	220	16.72	87	6.61	290	22.04	95	7.22	120	13	0.99	2.4	0.18		
林茂 2 日目	439	439	417.1	"	0.076	200	15.2	53	4.03	200	15.2	98	7.45	120	13	0.99	1.5	0.11		
林茂 平均		439.5	417.5	"	0.076	210	15.96	65	5.32	245	18.62	96	7.34	120	13	0.99		0.15		
教師大夏 1 日目	300	342	324.9	3,750	0.087	240	20.88	72	6.26	240	20.88	82	7.13	100	10	0.87	1.3	0.11		
教師大夏 2 日目	438	438	416.1	"	0.111	200	22.2	76	8.44	150	16.65	84	9.32	110	10	1.11	1.6	0.18		
教師大夏 平均		390	370.5	"	0.099	220	21.54	74	7.35	195	18.77	83	8.23	105	10	0.99		0.15		
俣二小区 1 日目	-	-	-	23,470	-	250	-	100	-	140	-	76	-	93	16	-	2.9	-	-	
俣二小区 2 日目	-	-	-	"	-	260	-	110	-	110	-	73	-	120	16	-	2.6	-	-	
俣二小区 平均	-	-	-	"	0.053	255	19.62	105	8.57	125	18.68	74.5	8.53	106.5	16	0.88	2.75	0.15	-	
平均値					0.107	182	19.52	74	7.94	175	19.74	80.7	8.74	102	10.3	1.10	1.68	0.18		
(参考)日本の平均					0.318	57		28		43				12		1.2				

注) 1. 山册については不明水の混入等が考えられるため、上記計算より除外した。  
 2. 教師大夏については、他と同様、浄化槽出側のデータを使用した。  
 3. 各箇所とも1日目の給水/排水量については、2日目のデータ(0°~6°の1日に占める水量比)をもちいて24時間分に補正した。

表 3 生活排水原水質汚濁指数

(注) 濃度単位 : mg/l

	給水量 (m <sup>3</sup> /日)		排水量 × 0.95	住民数 人	水損原単位 m <sup>3</sup> /人・日	BOD <sub>5</sub>		COD		SS		NH <sub>3</sub> -N		T-N		T-P		LAS		備考
	実測	補正				濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	濃度 g/人	
科学家公寓 1 日目	192	254	241.3	1,130	0.214	140	29.96	55	11.77	150	32.1	83	17.76	100	21.4	8.2	1.75	1.2	0.26	
科学家公寓 2 日目	221	221	210.0	"	0.186	130	24.18	82	15.25	160	29.76	66	12.28	83	15.44	7.2	1.34	1.4	0.26	
科学家公寓 平均		237.5	225.6	"	0.200		27.07		13.51		30.93		15.02		18.42		1.55		0.26	
林茂 1 日目	392	440	418	5,500	0.076	220	16.72	87	6.61	290	22.04	95	7.22	120	9.12	13	0.99	2.4	0.18	
林茂 2 日目	439	439	417.1	"	0.076	200	15.2	53	4.03	200	15.2	98	7.45	120	9.12	13	0.99	1.5	0.11	
林茂 平均		439.5	417.5	"	0.076		15.96		5.32		18.62		7.34		9.12		0.99		0.15	
教師大夏 1 日目	300	342	324.9	3,750	0.087	240	20.88	72	6.26	240	20.88	82	7.13	100	8.7	10	0.87	1.3	0.11	
教師大夏 2 日目	438	438	416.1	"	0.111	200	22.2	76	8.44	150	16.65	84	9.32	110	12.21	10	1.11	1.6	0.18	
教師大夏 平均		390	370.5	"	0.099		21.84		7.35		18.77		8.23		10.46		0.99		0.15	
俵二小区 1 日目	-	-	-	23,470	-	250		100		140		76		93		16		2.9		
俵二小区 2 日目	-	-	-	"	-	260		110		110		73		120		16		2.6		
俵二小区 平均	-	-	-	"		255		105		125		74.5		106.5		16		2.75		0.15
平均値						182		74		175		80.7		102		10.3		1.68		0.18
(参考) 日本の平均					0.318		57		28		43				12		1.2			

(注) 1. 山形については不明水の混入等が考えられるため、上記計算より除外した。  
 2. 教師大夏については、他と同様、浄化槽出力のデータを使用した。  
 3. 各箇所とも 1 日目の給水/排水量については、2 日目のデータ (0° ~ 6° の 1 日に占める水鼠比) をもちいて 24 時間分に補正した。

の暑い時期の測定であったため、シャワーや散水等季節的要因に基づく差ではないかと思われる。これはBOD濃度は排水量に逆比例して今回低下していることから裏付けられる。ちなみに、1人1日当たりのBOD排出負荷原単位で比較してみると、今回15.96g/人日、前回13.15g/人日となり、約18%の差が生じている。

CODの値が今回、大幅に低下した原因は、BOD濃度が下がったことにもよるが、主原因としてはCOD分析法の変更「前回：重クロム酸カリ法、今回：過マンガン酸カリ法」によるものと考えられる。

SS濃度が今回大幅に上昇しているが、これは浄化槽の清掃周期と関係している可能性がある。

④日本における類似調査結果との比較

今回の調査結果より計算した4ヶ所平均の1人1日当たり負荷量と日本の平均的な数値とを比較すると、下表のようになる。

表-5 1人1日当り汚濁負荷量の比較

項目	科学家公寓	林 茂	教師大夏	侯二小区	平均*	日本標準**
排水量	200	76	99	53	107	318
BOD	27.07	15.96	21.54	13.52	19.52	57
COD	13.51	5.32	7.35	5.57	7.94	28
SS	30.93	18.62	18.77	6.63	18.74	43
T-N	18.42	9.12	10.46	5.64	10.91	12
T-P	1.55	0.99	0.99	0.85	1.10	1.2

注) 数値単位：排水量はℓ/人・日、その他はg/人・日

\* 算術平均

\*\* 出典：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説

今回測定の平均値を日本の標準値と相対比較すると右図のようになる。すなわち、排水量、BOD、COD、SSの4項目に関しては、いずれも日本の標準の1/3前後の値となっている。

一方、T-N、T-Pについては日本の9割程度で大差がない。

T-N、T-Pの相当部分は尿尿によるものと考えられる。

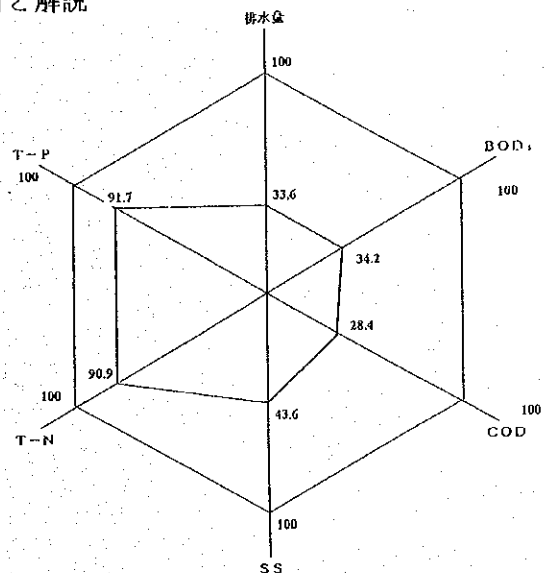


図-3 負荷原単位比較

——— : 今回測定値  
 - - - - : 日本における標準値

## 生活排水調査箇所及び実施状況 (1 / 4)

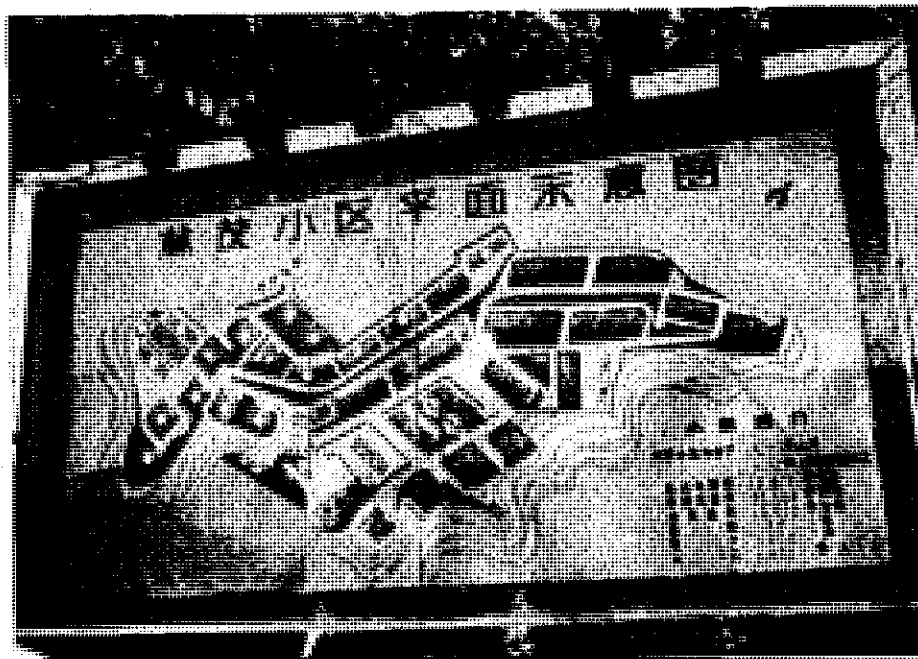


科学家公寓



給水メーター測定「科学家公寓」

## 生活排水調査箇所及び実施状況 (2 / 4)

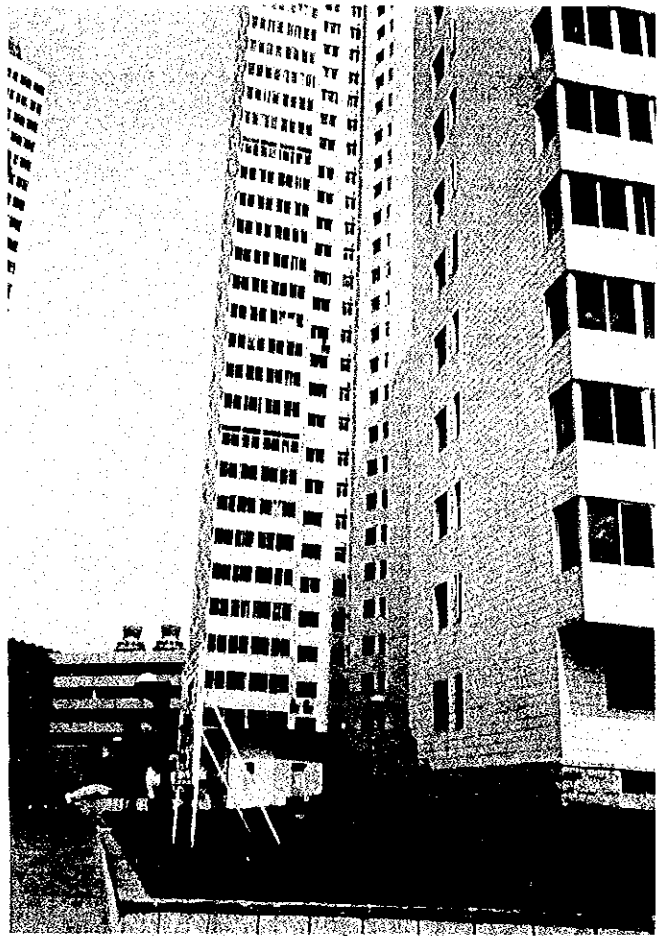


林茂



生活排水サンプリング状況「林茂」

## 生活排水調査箇所及び実施状況 (3 / 4)



教師大夏



生活排水水温測定状況「教師大夏」



## 生活排水調査箇所及び実施状況（4 / 4）



生活排水サンプリング状況「山塚地区」

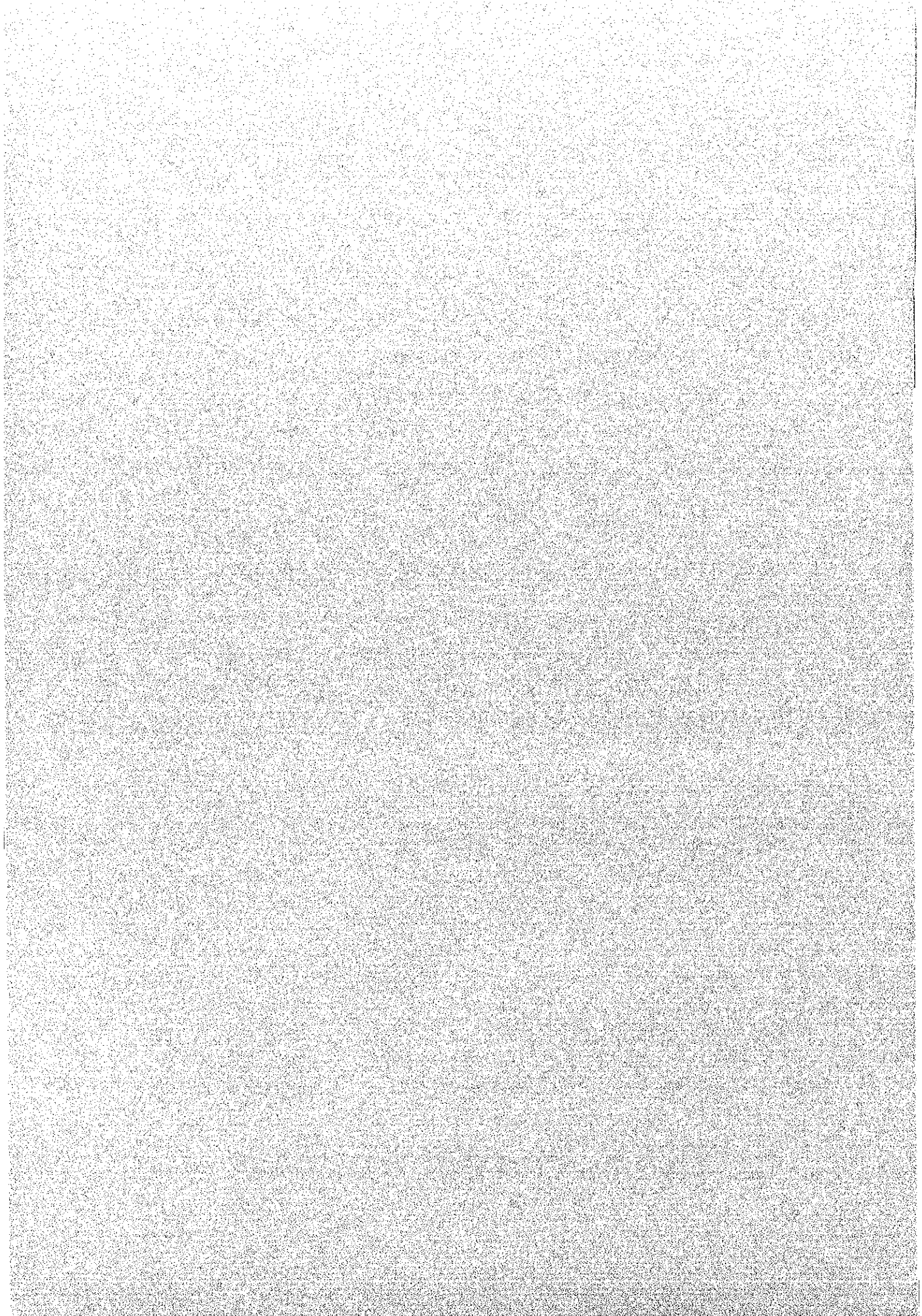


生活排水サンプリング状況「俣二小区」



第 10 章 環境管理近代化 添付資料-1

大連市策定の「大連市環境管理近代化計画案」の概要



## 大連市策定の「大連市環境管理近代化計画案」の概要

大連市が1995年10月30日付けで策定した「大連市環境管理近代化計画案」の概要をまとめた。

大連市の環境管理の近代化を実現する目的は、環境質（大気、騒音、水質）や工業汚染源の変化を随時把握し、管理することにおいて、先進国のレベルに到達することである。

環境管理の近代化には、まず環境管理システムを整備し、次に進んだ技術や設備、方法を用いて情報化、ネットワーク化を行う必要がある。これにより、環境管理に必要な情報収集、及び環境法の執行過程の高度情報伝達を実現することができる。

環境モニタリングの近代化は、主にモニタリング方法の近代化と自動化を含む、環境情報処理のコンピューター化である。具体的計画内容は次のような構成となっている。

環境管理総合ビルの建設

環境情報収集・処理・指令センターの設置

一般大気質モニタリング体制整備

煤煙濃度自動監視体制整備

水質自動モニタリング体制整備

環境騒音自動モニタリング体制整備

交通騒音・振動・自動車排ガス自動モニタリング体制整備

移動観測車によるモニタリング体制整備

分析・実験室近代化計画

### 1. 全体計画

大連市が1995年10月30日付けで策定した「大連市環境管理近代化計画案」は図10-添付1-1に示す内容であり、環境モニタリングおよび情報伝達・管理計画である。総経費は表10-添付1-15に示すとおり18,888万元と見積もられている。

### 2. 環境管理総合ビルの建設

総合ビルは環境管理指令センターを中心として、以降で述べる全ての機構が集合する環境管理の中核となる建物である。具体的計画は表10-添付1-1に示すとおり、総床面積9,300m<sup>2</sup>である。総建設費は4,650万元と見積もられている。

### 3. 環境情報収集・処理・指令センター

中央情報処理システムで必要となる機材は表 10-添付 1-2 に示すとおりである。主な機材は小型コンピュータ 2 台、コンピューター端末 3 台、無線通信局 2 局などであり、総費用は 256 万元と見積もられている。

環境情報分析及びモニタリング管理センターで必要となる機材は表 10-添付 1-3 に示すとおりである。主な機材は小型コンピュータ 2 台、コンピューター端末 20 台、テレビモニター 2 台、作図プリンター 1 セット、映像周波数システム 1 セット、文字ディスプレイ 2 台、有線電話 5 台、無線電話 2 台、その他事務用品であり、総費用は 404 万元と見積もられている。

環境管理指令センターで必要となる機材は表 10-添付 1-4 に示すとおりである。主な機材は大型 TV ディスプレー 2 台、作図プリンター 1 セット、映像システム 1 セット、文字データディスプレイ 2 セット、有線電話 20 台、無線電話 15 台及び事務用品であり、総費用 156 万元と見積もられている。

### 4. 一般大気質および気象自動監視体制

一般大気質および気象モニタリング体制整備計画は表 10-添付 1-5 に示すとおり、大連市中心区 13 ヶ所、新市区 5 ヶ所の合計 18 ヶ所に、SO<sub>2</sub>、TP、TSP、NO、CO、O<sub>3</sub>、紫外線、風向・風速、温度・湿度、気圧の測定器を配置する計画である。測定地点及び観測項目は地域の機能別に、工業地区、住宅地区、交通密集地区、混在地区、文化地区、商業地区、衛生地区に大別し、それぞれの代表となる地区を重要度に応じて選定している。観測機材は表 10-添付 1-6 に示すとおりであり、機材費 2,342 万元、観測局設置工事費 900 万元で、総費用としては 3,242 万元と見積もられている。

### 5. 煤煙濃度自動監視体制

現在、重点工業汚染源の排出するダストだけで、市全体のダスト排出量の 60%以上を占めている状況である。煤煙濃度自動監視体制整備計画は表 10-添付 1-7 に示すとおり、発生源が密集している工業地帯を中心に、中心区で 4 地点、新市区で 2 地点に監視機材を設置する計画である。機材費 160 万元、監視ステーション建設工事費 60 万元で、総費用は 220 万元と見積もられている。

## 6. 水質自動監視体制

水質自動モニタリング体制整備計画は表 10-添付 1-8 に示すとおり 3 つのシステムからなっている。一つ目は、重点工業汚染源排水自動モニタリングシステムで、大連湾に直接排水する、汚染のひどい 13 工場の各排水口に自動モニタリングステーションを設置するものである。二つ目は、都市污水自動モニタリングシステムで、大連市都市マスタープランに建設が計画されている 12ヶ所（中心区 8ヶ所、新市街区 4ヶ所）の污水处理場に自動モニタリングステーションを設置するものである。三つ目は、碧流河流域水質自動モニタリングシステムである。碧流河ダムは、大連市の主要水源となっており、水質の好し悪しが経済発展を左右することになるため、水質自動モニタリングステーションを設置することが重要視されている。設置地点は、ダムの入口と出口の 2ヶ所である。同計画では、上記の計 27ヶ所に、pH、SS、COD、BOD、アンモニア性窒素、DO、油膜、有機物、濁度、沈殿の測定器を設置するよう計画されている。設置する設備の詳細は表 10-添付 1-9 に示すとおりであり、機材費 1,709 万元、機材設置工事費 405 万元で、総額 2,114 万元と見積もられている。

## 7. 騒音及び自動車排ガス自動監視体制

環境騒音自動モニタリング体制整備計画は表 10-添付 1-10 に示すとおり、市中心区の各種機能区に 6ヶ所、新市区に 2ヶ所の計 8ヶ所に観測局を設置する計画である。機材費 236 万元、機材設置工事費 80 万元で、総費用は 316 万元と見積もられている。

交通騒音・振動・自動車排ガス自動モニタリング体制整備は表 10-添付 1-11 に示すとおり、市中心区 7ヶ所、新市区 4ヶ所に、IP、NO、NO<sub>2</sub>、CO、CH、車流量、騒音、振動測定器を重要性に応じて設置し、自動観測する計画である。設置する機材の詳細は表 10-添付 1-12 に示すとおりであり、機材費 1,094 万元、設備設置工事費 110 万元で、総費用は 1,204 万元と見積もられている。

## 8. 巡回監視体制

移動観測車によるモニタリング体制整備計画は表 10-添付 1-13 に示すとおり、陸上大気質観測車 2 台、煤煙測定用車両 2 台、400 トン級の海上観測船 1 艘、及び 20 トン級のモーターボート 1 艘であり、陸上車両には、大気及び水質サンプリング・測定機材を搭載し、

海上観測船には海洋サンプルの採取機材と分析設備一式を搭載する計画である。総費用は2,368 万元と見積もられている。

#### 9. 分析・実験室近代化計画

環境分析・実験室近代化計画は表 10-添付 1-14 に示すとおり、高分解能ガスクロ、同被クロ、ICP、赤外および紫外分光光度計、SEM、TEM、蛍光 X 線、海洋生物分析機材など将来新たな環境問題が顕在化すると予測される項目の分析体制を整えるための機材が上げられている。総費用は2,141 万元と見積もられている。



表10-添付1-1 大連市環境管理センタービル建設計画

番号	機器設備	面積 (m <sup>2</sup> )	経費 (万元)
1	環境管理指揮センター	2,000	1,000
2	環境情報分析及びモニタリング管理センター	400	200
3	セントラルプロセッサシステム	200	100
4	大気自動モニタリングシステム (QC、補修)	200	100
5	水質自動モニタリングシステム (QC、補修)	200	100
6	騒音、振動、煙の黒さ及び自動車排ガス自動モニタリングシステム (QC、補修)	300	150
7	移動観測システム (QC、補修)	200	100
8	モニタリング分析センター実験費 (QC、補修)	2,000	1,000
9	生態モニタリング実験室	600	300
10	物理モニタリング実験室	200	100
11	行政管理、総務保障	1,500	750
12	地下駐車場	1,500	750
合計		9,300	4,650

注) 基礎建設費は新設の場合であり、既存建物を活用すれば安価となる。

表10-添付1-2 中央処理システム設備計画

番号	機器設備	数量 (台)	経費 (万元)
1	小型コンピューター	2	240
2	コンピューター端末	3	6
3	電話	5	4
4	デジタル無線通信局	2	4
5	無線通信局アンテナ	1	2
合計		13	256

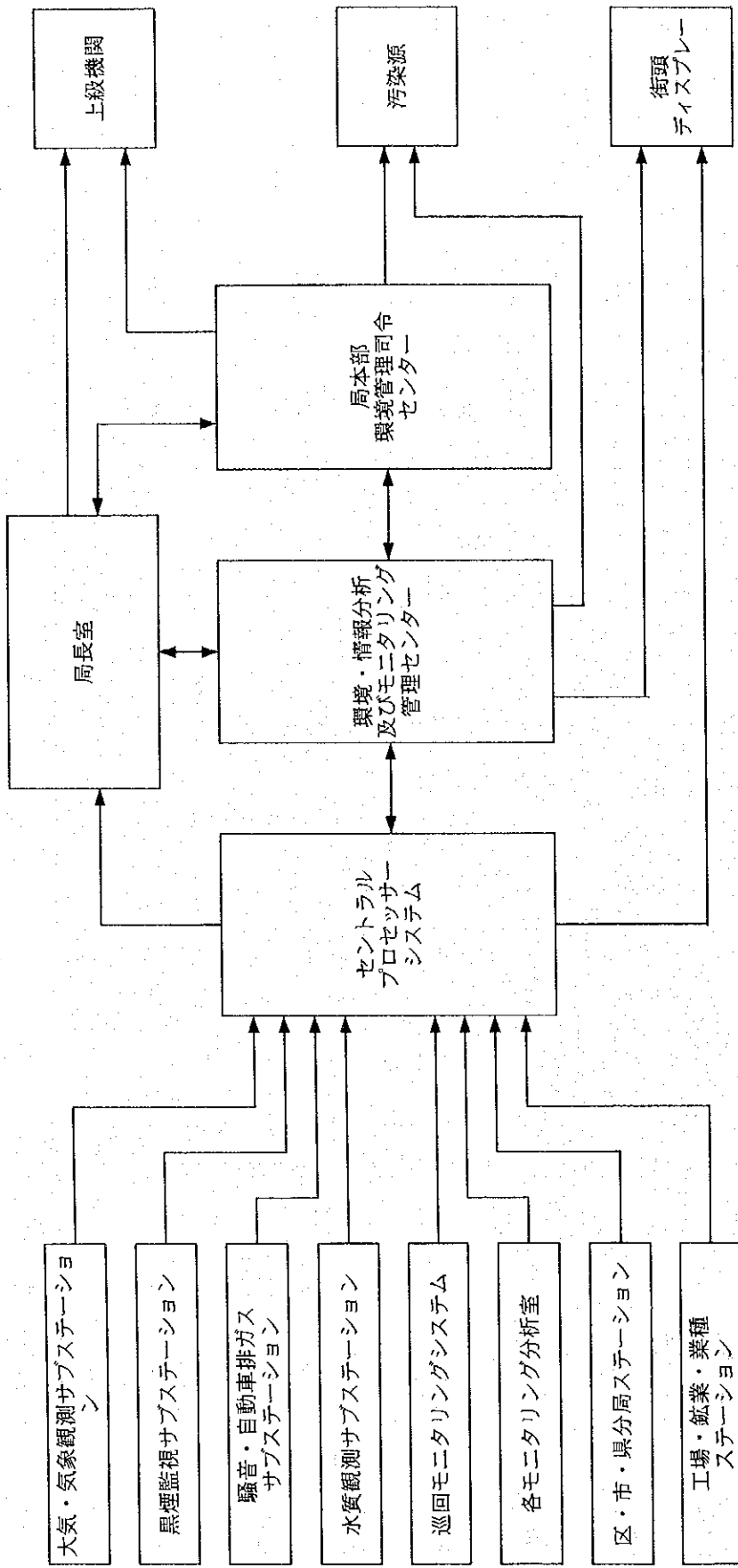


図10-添付1-1 大連市環境管理近代化計画図

表10-添付1-3 環境情報分析とモニタリング管理センター設備計画

番号	機器設備	数量 (台)	経費 (万元)
1	小型コンピューター	2	240
2	コンピューター端末	20	40
3	テレビモニター (大)	2	40
4	ワープロ	2	10
5	コピー機	1	6
6	作図プリンター、プリンター等	1	30
7	映像周波数システム	1	10
8	有線電話	5	4
9	無線電話	2	4
10	文字データディスプレイ	2	20
合計		38	404

表10-添付1-4 環境管理指令センター設備計画

番号	機器設備	数量 (台)	経費 (万元)
1	テレビ (大) モニター	2	40
2	ワープロ	2	10
3	コピー機	1	6
4	作図プリンター、プリンター等	1	30
5	映像システム	1	10
6	有線電話	20	10
7	無線電話	15	30
8	文字データディスプレイ	2	20
合計		44	156



表10-添付1-6 大気自動モニタリングシステム設備計画

機器名称	配置数量 (台・セット)			単価 (万元)	合計 (万元)
	地上ステーション	備品	合計		
SO <sub>2</sub> 測定器	18	9	27	18	405
IP測定器	18	9	27	10	270
TSP測定器	10	5	15	10	150
NO測定器	18	9	27	15	405
NO <sub>2</sub> 測定器	18	9	27		
O <sub>3</sub> 測定器	18	9	27	15	405
CO測定器	7	3	10	17	170
紫外線測定器	4	2	6	91	55
風向・風速測定器	18	9	27	7	189
温度・湿度・気圧計	5	2	7	1.3	9
デジタル通信機	18	9	27	4	108
コンピュータコントロールシステム	18	9	27	4	108
通信機アンテナ	18	4	22	2	44
無線通信中継ステーション	4	2	6	4	24
合計	192	90	282		2,342

表10-添付1-7 煤煙黒度自動監視ステーション設置計画

	番号	ステーション地点名称
中心区	1	塩島化学工業区
	2	泡崖建材工業区
	3	甘井子石油化工冶金工業区
	4	沙東総合工業区
	5	南沙機械工業区
	6	寺兒溝総合工業区
新市区	7	大孤山総合工業区
	8	金馬工業区

表10-添付1-8 水質自動モニタリングステーション設置計画

地区	番号	項目 ステーション地名	pH	SS	COD	BOD	アモニア性窒素	DO	油膜	有機物	濁度	沈殿
都市 污水 処理場	1	春柳污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	2	馬欄河污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	3	老虎灘污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	4	付家庄污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	5	寺兒溝污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	6	凌水污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	7	三道溝污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	8	大連湾污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	9	転家屯污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	10	刘家屯污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	11	湾污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
	12	蛇子污水处理場	○	○	○	○	○				○	○
汚 染 源	13	大連化学工業公司	○	○	○		○		○		○	○
	14	大連石油化工石油第7工場	○	○	○				○		○	○
	15	大連有機合成工場	○	○	○				○		○	○
	16	大連塩素酸ナトリウム工場	○	○	○				○		○	○
	17	大連製鋼工場	○	○	○				○		○	○
	18	大 湾港	○	○	○	○	○		○		○	○
	19	金州重型機器工場	○	○	○				○		○	○
	20	大染石化分工場	○	○	○				○		○	○
	21	大連石炭ガス第1工場	○	○	○						○	○
	22	大連石炭ガス第2工場	○	○	○						○	○
	23	大連造船工場	○	○	○				○		○	○
	24	大連造船新工場	○	○	○				○		○	○
	25	大連製紙工場	○	○	○						○	○
水 源	26	碧流河水 入口	○	○	○	○	○	○		○	○	○
	27	碧流河水 出口	○	○	○	○	○	○		○	○	○

表10-添付1-9 水質自動モニタリングシステム設備計画

機器名称	配置数量 (台・セット)			単価 (万元)	合計 (万元)
	地上ステーション	備品	合計		
BOD測定器	15	7	22	4	88
pH測定器	27	13	40	0.5	20
SS測定器	27	13	40	4	160
COD測定器	27	13	40	4.2	168
アンモニア性窒素測定器	16	8	24	6.5	156
DO測定器	2	1	3	2	6
濁度測定器	27	13	40	6	240
流量計	27	13	40	10	400
油膜測定器	10	5	15	5	75
有機物測定器	2	1	3	10	30
デジタル通信機	27	13	40	4	160
コンピュータコントロールシステム	27	13	40	4	160
通信局アンテナ	27	5	32	2	64
合計	261	118	379		1,727

表10-添付1-10 環境騒音自動モニタリングステーション設置計画

	番号	ステーション設置点名称	機能区種類
中心区	1	棒垂島	0類
	2	幹部庁	1類
	3	山水楼飯店	2類
	4	大連起重機工場	3類
	5	中山路沙区環保局	4類
	6	東北路華岳飯店	4類
新市区	7	東山小区	1類
	8	大孤山	3類

表10-添付1-11 交通騒音・振動・自動車排ガス自動モニタリングステーション設置点及び項目

地区	番号	項目 行-ソシ地名	IP	NO	NO <sub>2</sub>	CO	CH	車流量	騒音	振動
2	西南路	○			○	○	○	○	○	
3	華北路	○			○	○	○	○	○	
4	疏港路	○			○	○	○	○	○	
5	中山路	○	○	○	○	○	○	○	○	
6	東北路	○	○	○	○	○	○	○	○	
7	解放路	○			○	○	○	○	○	
新市区	8	長春路	○			○	○	○	○	○
	9	竜江路	○			○	○	○	○	○
	10	東北大橋	○	○	○	○	○	○	○	○
	11	新開路	○			○	○	○	○	○

表10-添付1-12 交通騒音・振動・自動車排ガス自動モニタリングシステム設備計画

機器名称	配置数量 (台・セット)			単価 (万元)	合計 (万元)
	地上行-ソシ	備品	合計		
IP測定器	11	5	16	10	160
NO測定器	3	1	4	15	60
CO測定器	11	5	16	10	160
CH測定器	11	5	16	10	160
車の走行量測定器	11	5	16	5	80
騒音計	11	5	16	10	160
振動測定器	11	5	16	10	160
デジタル通信機	11	5	16	4	64
コンピュータ-コントロールシステム	11	5	16	4	64
通信局アンテナ	11	2	13	2	26
合計	102	43	145		1,094



表10-添付1-13 移動モニタリングシステム設備計画

項目		設備	経費(万円)
陸上観測車	大気	設備は大気自動モニタリング地上ステーションと同じ。	548
	水質	設備：サンプル運搬用のアイスボックス、現場でのスピード測定、ex)pH、DO、CN、及び現場で分析・化学実験をする設備。2台	240
	工場排ガス	ボイラー、キルン等工場排ガスモニタリング機材 2台	280
	電磁幅射	全周波数強度測定器 1台	100
	事故現場	水・大気・生物等現場スピード測定設備及びクロマトグラフィー等 1台	300
海上監察モニタリング船	モニタリング船	400トンの観測船1艘中に60m <sup>2</sup> の海上水質検査実験室を設置。海水の水質項目が全てモニタリングできるようになる。また自動サンプリング設備を取り入れる。	800
	監察レポート	20トンのモーターボート	100
合計			2,368

表10-添付1-14 モニタリング分析センター設備計画

番号	機材設備	経費 (万元)
1	液体クロマトグラフィー - 高分解能 - コンピューターシステム	300
2	ガスクロマトグラフィー - 高分解能 - コンピューターシステム	300
3	ICP発射分光器	200
4	フーリエ変換赤外分光器	200
5	赤外分光光度計	60
6	紫外分光光度計	40
7	電子スキャニング顕微鏡	300
8	電子透射顕微鏡	300
9	海藻類培養装置	20
10	多機能恒温振動培養装置	12
11	X線蛍光分光光度計	100
12	超薄切器 (顕微鏡で見るための道具)	30
13	顆粒状物質分析器	50
14	電磁場強度測定器	50
15	TOC測定器	50
16	TN測定器	60
17	降雨自動サンプリング器	10
18	水銀測定器	15
19	微生物スピード測定器	4
20	放射性測定機器	40
合計		2,141

表10-添付1-15 大連市環境管理近代化建設総経費予算

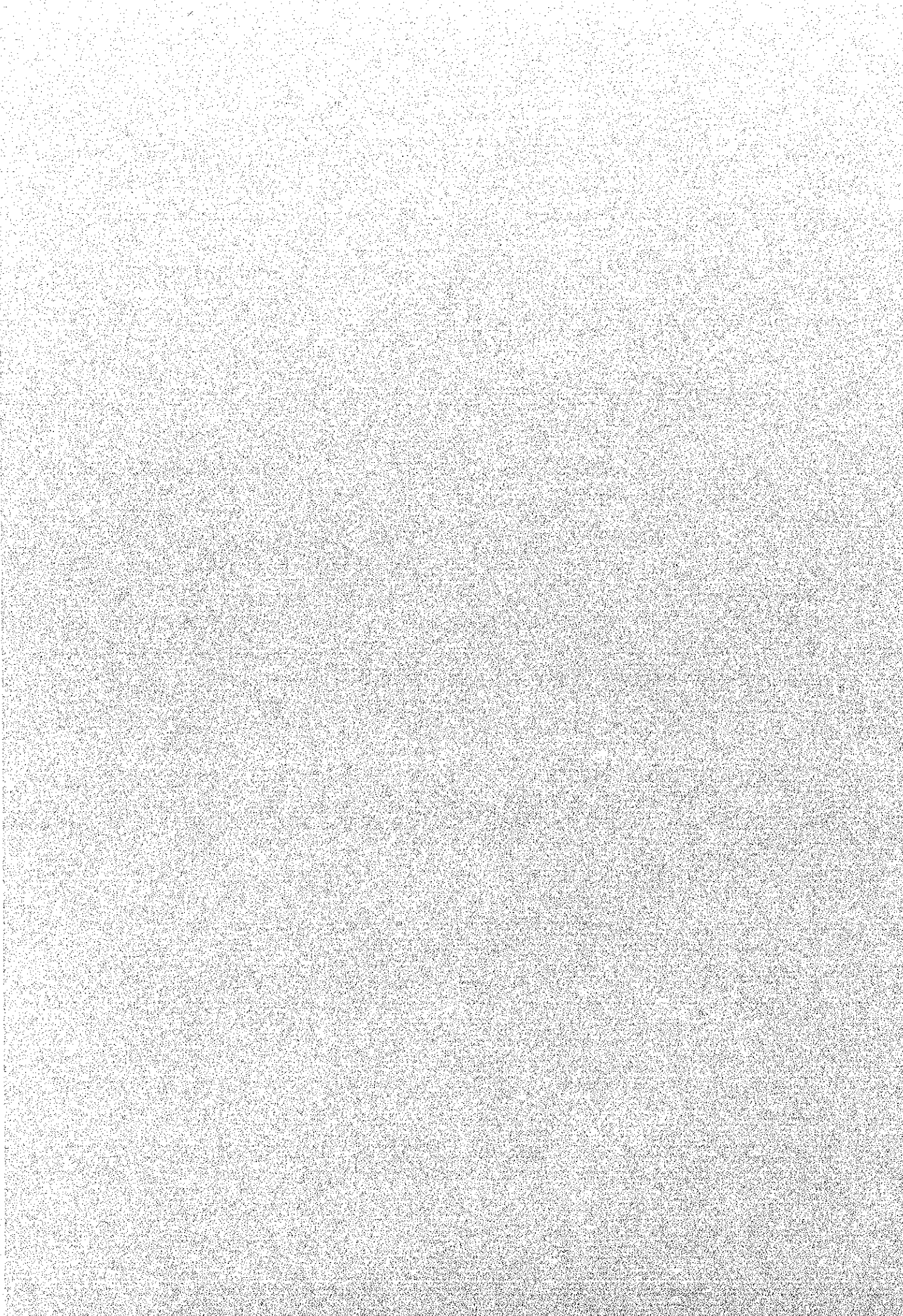
番号	機器設備	基礎建設費 (万元)	機材設備 (万元)	合計 (万元)
1	交通騒音・振動及び自動車排ガスモニタリングシステム	110	1,094	1,204
2	環境騒音自動モニタリングシステム	80	236	316
3	水質自動モニタリングシステム	405	1,709	2,114
4	大気自動モニタリングシステムと気象自動観測システム	900	2,342	3,242
5	煙の黒さの自動監視システム	60	160	220
6	自動モニタリングセントラルプロセッサシステム		256	256
7	環境情報分析及びモニタリング管理センター		404	404
8	環境管理指揮センター		156	156
9	移動モニタリングシステム		2,368	2,368
10	環境モニタリング分析センター実験室		2,141	2,141
11	環境管理センタービル	4,650		4,650
12	視察・トレーニング		100	100
13	予測不可能な費用	621	1,097	1,717
合計		6,826	12,063	18,888

注) 基礎建設費は新設の場合であり、既存建物を活用すれば安価となる。



## 第 10 章 環境管理近代化 添付資料-2

### リモートセンシング技術の活用結果



## リモートセンシング技術の活用結果

モニタリングのひとつのツールとして、人工衛星ランドサット TM 画像（96年10月、12月、97年4月及び7月）の解析を行った。解析画像は、次の項目の基礎資料とした。

### (1) 大気汚染機構解析/シミュレーションモデルの検討

工場の熱源の位置を TM の Band6 により検出した。また、時期によっては、工場からの排煙の拡がりが見られた。

### (2) 水質汚濁機構の検討

大連湾・南部沿岸等の海域水質調査は、4月、7月及び10月に行われており、測定地点は既設の24地点と新設の14地点からなっている。これを補うため、濁りを表す TM の Band1 と温度を表す Band6 により、工場排水、温排水、生活排水等の汚染源と面的な拡がり求めた。面的には、大連湾奥部と馬欄川河口付近に汚染水の滞留が見られた。

### (3) 都市緑化・景観調査

TM の Band1、2、4 を合成した画像（フォールスカラー）は、土地利用状況を表すので、とくに都市緑化ゾーンの最新の分布を正確に把握できる。結果は、市街地で緑が乏しいことを示している。

大連では大連海事大学航海学院リモートセンシング実験室（代表者：李教授）で、油汚染事故時の拡散パターンの検出を目的とした研究が行われている。監視センターが、将来、リモートセンシング画像解析技術を環境モニタリングに活用することになれば、同大学から様々な面で協力をうることが可能である。

## 1. リモートセンシング活用の目的

本開発調査におけるリモートセンシングの活用目的は、1)別途行われる「大気汚染機構解析/シミュレーションモデルの検討」、「水質汚濁機構の検討」及び「都市緑化・景観調査」に対して最新の画像データを提供すること、および 2)カウンターパートに画像解析法の技術移転を行うことである。

## 2. リモートセンシング活用の方法

ランドサット衛星画像データは、宇宙開発事業団地球観測センターで受信処理されたものを配布窓口の（財）リモートセンシング技術センター（RESTEC）で、検索し、フロッピーディスクの形で入手した。画像処理ソフトは、パソコン用に NEC 社が開発した LODIA (Low Cost Digital Image Analyzer) を使用した。

また、監視センターがリモートセンシング技術を環境モニタリングに活用する上で様々な面で協力が得られるよう、大連におけるリモートセンシング研究機関の一つである大連海事大学航海学院リモートセンシング実験室を訪問し、同研究室の活動状況を調査した。

### 3. ランドサット衛星画像活用結果

#### (1) ランドサット衛星画像データの入手

(財) リモートセンシング技術センター (RESTEC) は、ユーザの注文によりデータを磁気テープ、写真、フロッピーディスク等の形で販売している。RESTEC では、画像の取得日、受信状態、雲量等の情報について FAX によるサービスを行っている。

データの 1 シーンは、横 185km、縦 170km の広さに相当している。大連地区はランドサットの軌道番号のパス 119、パスの分割番号ロウ 33、およびパス 120、ロウ 33 の 2 シーンに含まれている。画像はランドサット回帰周期の 16 日間に 2 回取得できており、今回の解析に使用するために入手したランドサット画像データは表 10-添付 2-1 のとおりである。

表 10-添付 2-1 ランドサット画像データ

衛星	センサ	年月日	曜日	パス	ロウ	緯度	経度	雲量
ランドサット5号	TM	1996年10月15日	火	120	33	N38° 55′	E121° 01′	3
ランドサット5号	TM	1996年12月18日	水	120	33	N38° 54′	E121° 01′	2
ランドサット5号	TM	1997年 4月25日	金	120	33	N38° 55′	E120° 59′	0
ランドサット5号	TM	1997年 7月 7日	月	119	33	N38° 54′	E122° 31′	5

表 10-添付 2-1 に示す画像を選んだ理由は、次の通りである。

- 1) 環保局による大連湾・南部沿岸等の海域水質調査は、4 月、7 月及び 10 月に行われており、同時期の画像入手が環境汚染解析の上で有効である。
- 2) 一部の工場は、土、日曜日の操業を停止している可能性があるため、土日以外の曜日の画像を入手する必要がある。

また、雲量が 0 以外の画像は、大連地区が雲で覆われているおそれがあるため、RESTEC の画像検索システムで実際に画面上にディスプレイして、雲がないことを確認した。



(2) フロッピーディスクの入手

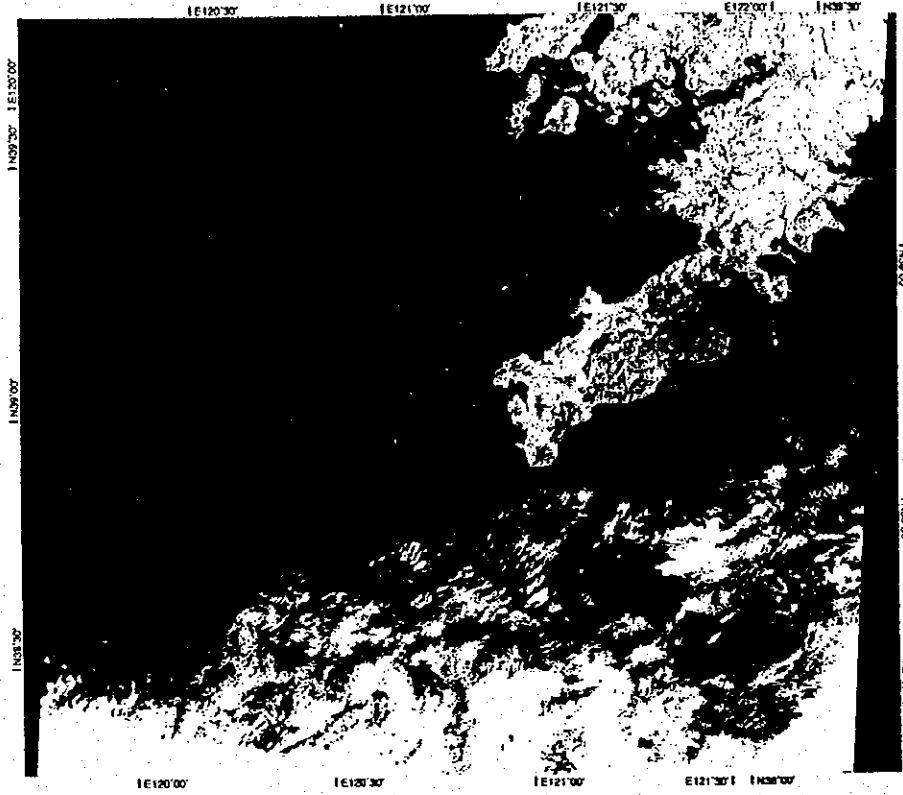
RESTECでは、画像データの1シーン（横185km、縦170km）から目的の範囲を切り出してフロッピーディスク（横14km、縦11km）で提供するサービスを行っている。今回は、目的とする場所が限られているため、全シーンが収められた磁気テープを入手するよりも、安価にパソコンで画像処理可能なフロッピーディスクを入手することにした（図10-2）。さらに、時系列的に現象の変化を把握するため、4季にわたってフロッピーを入手し解析した。

+

+

**NASDA**  
NATIONAL SPACE DEVELOPMENT AGENCY OF JAPAN

**LANDSAT-5 TM Oct 15/1996 D120-033**  
Correction: BK UTM CC Full Band: 4



C N38°53'/E121°00' SUN EL37° AZ147' HEOC ID: 19961015-015440 ALT: 705km  
 processed by NASDA processed on Oct 6/1997 Georeferenced exposed on Oct 13/1997

+

+

写真 10-添付 2-1 ランドサット画像 (1996年10月15日バンド4)

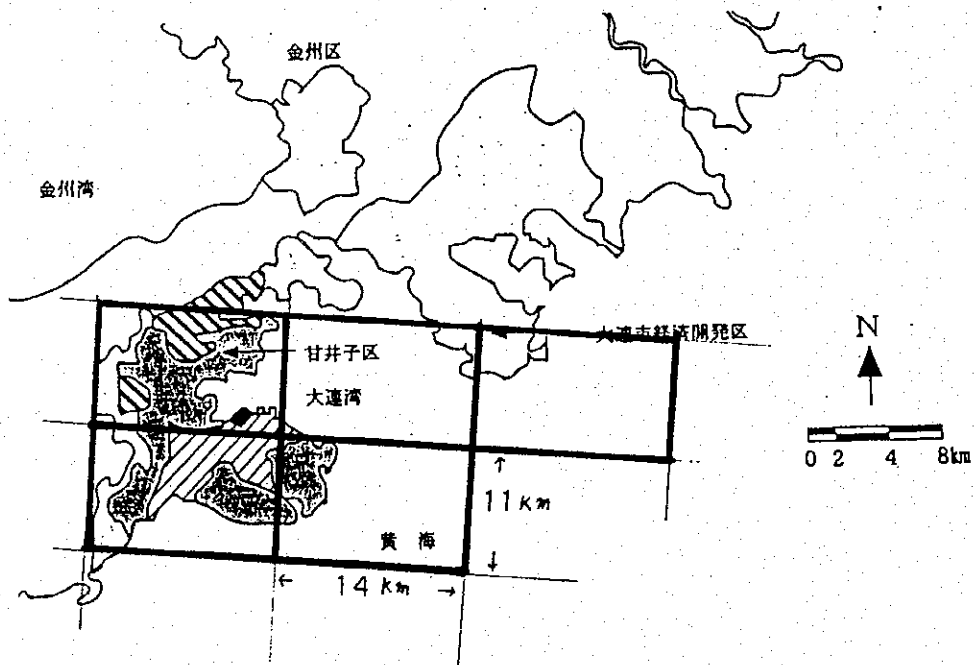


図 10-添付 2-1 ランドサット TM 画像解析範囲図

## (2) 画像処理

画像処理解析ソフトとして、NEC 日本電気航空宇宙システム（株）が開発した LODIA は地球観測衛星データをマイクロソフト Windows が動作するパソコンであれば、機種を問わず使用可能である。同ソフトの主な機能は、ヒストグラム表示、ナチュラルカラー表示、フォールスカラー表示、マルチスペクトル分類、アフィン変換等の各種表示や統計、分類処理である。表 10-添付 2-2 にランドサット TM 画像の分解能を示す。

表 10-添付 2-2 ランドサット TM の分解能

バンド	観測波長帯	分解能
BAND1	0.45～0.52 $\mu$ m	30m
BAND2	0.52～0.60 $\mu$ m	30m
BAND3	0.63～0.69 $\mu$ m	30m
BAND4	0.76～0.90 $\mu$ m	30m
BAND5	1.55～1.75 $\mu$ m	30m
BAND6	10.40～12.50 $\mu$ m	120m
BAND7	2.08～2.35 $\mu$ m	30m

## (4) 環境モニタリングへの応用

## 1) 大気汚染機構解析/シミュレーションモデルの検討

大気汚染発生源の内、主な工場等はその稼働状況、位置が把握されているが、中小の発生源は不明確な点も多く、聞き取り調査のみですべての発生源の詳細な位置を把握することは困難である。ランドサット TM の Band6 は熱源を検知できるので、これらの未把握の発生源について、稼働状況、正確な位置（緯度、経度）が把握でき、より精度の高いシミュレーションモデルを構築できる。今回入手した TM 画像から、発生源を特定し、漏れの無い発生源データベースを作成した（詳細は各論 第 2 章 大気、および同第 4 章 固定発生源に記載）。

また、この TM 画像と標高データを利用して、テクスチャードマッピング手法により、大連地域の鳥瞰図を作成した。この鳥瞰図は各論 第 2 章 大気 に示したように、気流状況を同時に記入するなど、ビジュアルな図表として提示でき、環境モニタリングの道具として有効に活用が可能である。

## 2) 水質汚濁機構の検討

大連湾・南部沿岸等の海域水質調査は、4月、7月及び10月に行われており、測定地点は既設の24地点と新設の14地点からなっている。これらは汚染の程度を点として把握できるものの、面的に把握できない。しかし、ランドサット TM 画像を併用することにより、工場排水、温排水、生活排水等の汚染源の位置や拡散範囲を容易に求めることができる。

今回入手した TM 画像を解析した結果、大連湾奥部と馬欄川河口付近に汚染水が滞留していることが確認できた（詳細は各論 第3章 水質 に記載）。

## 3) その他（都市緑化・景観調査）

ランドサットの TM 画像解析により、土地利用状況が把握できるので、とくに都市緑化ゾーンの分布を正確に把握し、環境保全の観点から改善すべき事項、計画策定における環境配慮等の提言に同画像を活用することができる。

## (5) 大連におけるリモートセンシング活用研究の現状

大連において環境モニタリング分野でどのようにリモートセンシングが活用されているかを調査した。

- 1) 大連海事大学航海学院リモートセンシング実験室（代表者：李教授）では、油汚染事故時の拡散パターンの検出を目的とした研究を行っている。
- 2) 油汚染事故は、中国全土では年に大規模なものが平均3件、小規模なものは100件以上発生している。大連近くでは、90年8月9日に遼東半島沖合で衝突沈没事故があった。8月10日に撮影されたランドサットとNOAA衛星画像の解析によると、大量の流出油が海面に拡がっている様子がわかる。また、NOAA衛星画像でも他の油汚染事故の様子が調べられている。
- 3) NOAA衛星画像データは、省レベルの受信局、または北京の中央気象局から入手できる。確実なのは、米国から技術導入された後者からの方がよい。ランドサット衛星画像は中国科学院衛星受信局で受信され、ここではフロッピーディスクでも提供されている。
- 4) 日本の衛星JERS-1のSARデータは全天候型であるため、油汚染事故に有効であり、同データの活用の研究が今後の課題である。
- 5) 現在、大連海事大学航海学院リモートセンシング実験室は「海洋船舶油流出防治示範工程（防止モデルプロジェクト）」に参加している。このプロジェクトは、予算

700 万ドルで、監視モニタリング、通信システム、油回収システム及びシミュレーションシステムの開発からなっている。監視モニタリングのなかには、21 万ドルの予算で、山東省煙台に NOAA 画像データ受信局が建設される計画が含まれている。このプロジェクトでは、画像処理ソフトは、NOAA に関しては中央気象局から、ランドサットに関しては北京受信局から購入したものが使用されている。また、油汚染解析用のソフトを独自で開発している。

- 6) 大連港監督局では海洋汚染の監視が行われており、同大学から提供されたりリモートセンシング画像を活用している。
- 7) 監測センターが将来環境モニタリングにリモートセンシング技術を導入することになれば、同大学から様々な面で協力を得ることが可能である。



第 12 章 法制度 別紙-1、-2

公害防止の技術と法規〈大気編〉

公害防止の技術と法規〈水質編〉





## 公害防止の技術と法規〈大気編〉

### 1. 公害概論

#### 1.1 大気汚染の現状

##### 1.1.1 概要

##### 1.1.2 汚染物別の大気汚染の状況

#### 1.2 大気汚染の発生機構

##### 1.2.1 大気汚染物質発生の原因

##### 1.2.2 大気汚染物質の発生源

##### 1.2.3 大気汚染物質と製造業

##### 1.2.4 汚染物質発生源の種類

#### 1.3 大気汚染による影響

##### 1.3.1 大気汚染による健康影響

##### 1.3.2 植物に与える影響

##### 1.3.3 その他に与える影響

#### 1.4 国又は地方公共団体の大気汚染対策

##### 1.4.1 概要

##### 1.4.2 法規制の主な動き

##### 1.4.3 硫黄酸化物対策

##### 1.4.4 窒素酸化物対策

##### 1.4.5 ばいじん対策その他

##### 1.4.6 産業公害防止活動に関する助成

##### 1.4.7 公害防止技術開発

##### 1.4.8 調査指導に基づく公害の未然防止

##### 1.4.9 産業立地政策

##### 1.4.10 監視測定体制の整備

##### 1.4.11 その他の対策

##### 1.4.12 国際協力の推進

### 2. 燃焼・ばい煙防止技術

#### 2.1 燃料

##### 2.1.1 燃料の概要

##### 2.1.2 気体燃料

##### 2.1.3 液体燃料

- 2.1.4 固体燃料
- 2.2 燃焼計算
  - 2.2.1 燃焼計算の意義
  - 2.2.2 燃焼計算方法
  - 2.2.3 燃焼に要する空気量
  - 2.2.4 燃焼ガス量
  - 2.2.5 理論空気量、理論燃焼ガス量の概略値
  - 2.2.6 排ガス分析と空気比
- 2.3 ばい煙の発生防止
  - 2.3.1 燃焼管理の意義
  - 2.3.2 燃焼装置の容量
  - 2.3.3 ガス燃焼とその装置
  - 2.3.4 油燃焼とその装置
  - 2.3.5 微粉炭燃焼とその装置
  - 2.3.6 火格子燃焼とその装置
  - 2.3.7 流動層燃焼とその装置
  - 2.3.8 ディーゼル機関、ガスタービン、コージェネレーション
  - 2.3.9 ばい煙発生とその防止
  - 2.3.10 燃焼に伴う障害対策
  - 2.3.11 通風及び通風装置
- 2.4 排煙脱硫
  - 2.4.1 湿式
  - 2.4.2 乾式
- 2.5 窒素酸化物防除技術
  - 2.5.1 概要
  - 2.5.2 窒素酸化物の生成機構
  - 2.5.3 窒素酸化物の抑制技術
  - 2.5.4 排煙脱硝
- 3. 大気中におけるばい煙の拡散
  - 3.1 汚染濃度の推定と煙の拡散
  - 3.2 排煙拡散の一般的特性
    - 3.2.1 煙突出口周辺での拡散とダウンウォッシュ
    - 3.2.2 排煙の上昇と有効煙突高さ

- 3.2.3 着地濃度
- 3.3 拡散の基礎的扱い
  - 3.3.1 平均風と拡散濃度
  - 3.3.2 乱流拡散
  - 3.3.3 拡散係数と拡散微分方程式
- 3.4 拡散と気象条件
  - 3.4.1 気温こう配、大気安定度と自由対流
  - 3.4.2 風速こう配と強制対流
  - 3.4.3 風向変動と気流の蛇行
  - 3.4.4 大気境界層
  - 3.4.5 海陸風、都市のヒートアイランド
- 3.5 拡散濃度の計算法
  - 3.5.1 煙突排ガスの上昇式
  - 3.5.2 拡散式
- 3.6 拡散モデルと汚染シミュレーション
  - 3.6.1 汚染シミュレーションと防止対策
  - 3.6.2 総量規制のための拡散モデル
  - 3.6.3 ボックスモデル
  - 3.6.4 複雑地形上での拡散モデル
- 4. 大気汚染関係有害物質処理技術
  - 4.1 有害物質の発生過程
    - 4.1.1 カドミウム及びその化合物
    - 4.1.2 鉛及びその化合物
    - 4.1.3 フッ素、フッ化水素及びフッ化ケイ素
    - 4.1.4 塩素及び塩化水素
  - 4.2 有害物質処理方式
    - 4.2.1 ガス吸収及び吸収装置
    - 4.2.2 ガス吸着及び吸着装置
    - 4.2.3 フッ素、フッ化水素及び四フッ化ケイ素
    - 4.2.4 塩素及び塩化水素
  - 4.3 特定物質の事故時の措置
    - 4.3.1 特定物質の性状と有害性
    - 4.3.2 事故時の措置

## 5 除じん・集じん技術

### 5.1 ダストの粒度と集じん性能

- 5.1.1 概要
- 5.1.2 ダストの特性、粒度
- 5.1.3 ダストの粒径分布と平均粒径
- 5.1.4 集じん性能
- 5.1.5 直列運転と総合集じん率

### 5.2 集じん装置の原理と機能

- 5.2.1 集じん装置の分類
- 5.2.2 重力集じん装置
- 5.2.3 慣性力集じん装置
- 5.2.4 遠心力集じん装置
- 5.2.5 洗浄集じん装置
- 5.2.6 ろ過集じん装置
- 5.2.7 電気集じん装置

### 5.3 ばい煙・粉じんの性状とその対策

- 5.3.1 石炭・重油・黒液燃焼ボイラー
- 5.3.2 製鋼用焼結炉、転炉、電気炉及び鑄鉄用溶銑炉
- 5.3.3 セメント製造炉と骨材乾燥炉
- 5.3.4 非鉄金属精錬
- 5.3.5 非鉄金属溶解炉
- 5.3.6 ディーゼル機関及びガスタービン
- 5.3.7 粉じん発生源
- 5.3.8 アスベスト粉じん発生源

### 5.4 集じん装置の選定と維持管理

- 5.4.1 集じん装置の選定
- 5.4.2 集じん装置の維持管理

### 5.5 集煙、ダクト、送風機

- 5.5.1 発生源ダストの集煙
- 5.5.2 ダストの輸送
- 5.5.3 送風機の選定

## 6. 測定技術

### 6.1 燃料試験方法

- 6.1.1 固体燃料試験方法
- 6.1.2 液体燃料試験方法
- 6.1.3 気体燃料試験方法
- 6.1.4 液化石油ガス試験方法
- 6.2 燃焼管理用計測器
  - 6.2.1 ガス分析計
  - 6.2.2 温度計
  - 6.2.3 流量計
- 6.3 排ガス中の硫黄酸化物分析方法
  - 6.3.1 化学分析方法
  - 6.3.2 連続分析法（自動計測器）
  - 6.3.3 分析値のまとめ方
- 6.4 排ガス中の窒素酸化物分析方法
  - 6.4.1 化学分析法
  - 6.4.2 連続分析法（自動計測器）
  - 6.4.3 分析値のまとめ方
- 6.5 ばいじん量の測定
  - 6.5.1 測定目的と測定方法
  - 6.5.2 ばいじん濃度を規格表と比較して定める方法
  - 6.5.3 JIS Z 8808 “排ガス中のダスト濃度の測定方法”に規定する方法
  - 6.5.4 JIS による測定方法の要領
  - 6.5.5 特殊な選定方法
  - 6.5.6 排ガス中のダスト量自動測定器
- 6.6 有害物質の測定
  - 6.6.1 排ガス中のフッ素化合物分析方法
  - 6.6.2 排ガス中の塩素分析方法
  - 6.6.3 排ガス中の塩化水素分析方法
  - 6.6.4 排ガス中のカドミウム及び鉛の分析方法

## 公害防止の技術と法規<水質編>

### 1. 公害概論

#### 1.1 水質汚濁の現状

- 1.1.1 水質汚濁の歴史的背景
- 1.1.2 最近における水質汚濁の概況
- 1.1.3 閉鎖性水域の水質の現状
- 1.1.4 海洋汚染の現況
- 1.1.5 水質汚濁の要因

#### 1.2 水質汚濁と発生源

- 1.2.1 水質汚濁の原因物質と水質指標
- 1.2.2 化学物質による汚染
- 1.2.3 水質汚濁の発生源

#### 1.3 水質汚濁の機構

- 1.3.1 汚濁の計量化
- 1.3.2 自然界での物質変化
- 1.3.3 汚染物質の挙動
- 1.3.4 富栄養化
- 1.3.5 生物濃縮

#### 1.4 水質汚濁の影響

- 1.4.1 人の健康に及ぼす影響
- 1.4.2 農業に及ぼす影響
- 1.4.3 水産業に及ぼす影響
- 1.4.4 工業用水その他

#### 1.5 国及び地方公共団体の水質汚濁防止対策

- 1.5.1 概要
- 1.5.2 法律による規制
- 1.5.3 水質汚濁防止に関して講じた施策
- 1.5.4 助成措置等
- 1.5.5 公害防止事業費の事業者負担
- 1.5.6 工場における公害防止体制の整備
- 1.5.7 健康被害の現況と対策
- 1.5.8 国際協力の推進

## 2. 汚水等処理技術一般

### 2.1 汚水等処理計画

- 2.1.1 概説
- 2.1.2 工場内処理
- 2.1.3 排水処理計画の手順
- 2.1.4 処理プロセスの選定

### 2.2 物理・化学的処理法

- 2.2.1 汚水処理法の概要
- 2.2.2 沈降分離
- 2.2.3 凝集分離
- 2.2.4 浮上分離
- 2.2.5 清澄ろ過
- 2.2.6 pH調整操作
- 2.2.7 酸化と還元
- 2.2.8 活性炭吸着
- 2.2.9 イオン交換
- 2.2.10 電気透析
- 2.2.11 逆浸透圧法
- 2.2.12 汚泥の処理

### 2.3 生物学的処理法

- 2.3.1 生物学的処理法の概要
- 2.3.2 活性汚泥法
- 2.3.3 曝気式酸化池法（曝気式ラグーン）
- 2.3.4 生物安定池法
- 2.3.5 生物膜法（Biofilm process）
- 2.3.6 散水ろ床法
- 2.3.7 回転板法（回転板接触法）
- 2.3.8 接触曝気法
- 2.3.9 土壌処理
- 2.3.10 嫌気性生物処理法
- 2.3.11 高度処理法
- 2.3.12 脱窒法
- 2.3.13 リンの生物学的除去法

2.4 汚水等処理装置の管理

2.4.1 物理化学的処理装置の管理

2.4.2 生物処理装置の管理

2.5 処理水の再利用

2.5.1 水使用合理化と再利用計画

2.5.2 水回収のための処理技術

2.5.3 再利用、循環利用の実施例

3. 水質関係有害物質処理技術

3.1 有害物質処理の計画

3.1.1 有害物質の性格と処理目的

3.1.2 有害物質処理計画

3.2 カドミウム、鉛排水の処理

3.2.1 カドミウム及び鉛化合物の排出源と排水水質

3.2.2 カドミウム及び鉛化合物の化学的性質

3.2.3 いろいろな処理法とその原理

3.3 六価クロム排水の処理

3.3.1 六価クロム化合物の排出源と排水水質

3.3.2 六価クロム化合物の化学的性質

3.3.3 いろいろな処理法とその原理

3.4 水銀排水の処理

3.4.1 水銀化合物の排出源と排水水質

3.4.2 水銀及びその化合物の化学的性質

3.4.3 いろいろな処理法とその原理

3.5 ヒ素排水の処理

3.5.1 ヒ素化合物の排出源と排水水質

3.5.2 ヒ素化合物の化学的性質

3.5.3 いろいろな処理法とその原理

3.6 シアン排水の処理

3.6.1 シアン化合物の排出源と排水水質

3.6.2 シアン化合物の化学的性質

3.6.3 いろいろな処理法とその原理



3.7 有機リン排水の処理

3.7.1 有機リン化合物の排出源とその化学的性質

3.7.2 有機リン排水の処理方法

3.8 ポリ塩素化ビフェニル（PCB）排水の処理

3.8.1 PCBの排出源とその化学的性質

3.8.2 PCB排水の処理方法

3.9 トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン排水の処理

3.9.1 トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの排出源とその化学的性質

3.9.2 トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン排水の処理方法

4. 測定技術

4.1 試料採取

4.1.1 試料の採取

4.1.2 採取方法

4.1.3 試料の保存方法

4.1.4 工場排水の試料採取

4.1.5 試薬と試験用の水

4.2 流量測定

4.2.1 流量と負荷量

4.2.2 せきによる測定

4.2.3 容器による測定

4.2.4 流速計による測定

4.2.5 流量計による測定

4.3 分析の基礎

4.3.1 吸光光度法

4.3.2 原子吸光法

4.3.3 ICP発光分析法

4.3.4 ガスクロマトグラフ法

4.3.5 薄層クロマトグラフ法

4.3.6 イオン交換クロマトグラフ法

4.3.7 イオン電極法

#### 4.4 測定各論

##### (一般項目)

- 4.4.1 水素イオン濃度 (pH)
- 4.4.2 生物学的酸素要求量 (BOD)
- 4.4.3 化学的酸素要求量 (COD)
- 4.4.4 浮遊物質 (SS) (懸濁物質)
- 4.4.5 ヘキサン抽出物質
- 4.4.6 大腸菌群数

##### (金属成分)

- 4.4.7 重金属定量における前処理
- 4.4.8 銅 (Cu)
- 4.4.9 亜鉛 (Zn)
- 4.4.10 溶解性鉄 (Fe)
- 4.4.11 溶解性マンガン (Mn)
- 4.4.12 クロム (全クロム、Cr)
- 4.4.13 カドミウム (Cd)
- 4.4.14 鉛 (Pb)
- 4.4.15 クロム (VI)
- 4.4.16 ヒ素 (As)
- 4.4.17 全水銀 (Hg)
- 4.4.18 アルキル水銀化合物

##### (非金属成分)

- 4.4.19 フェノール類
- 4.4.20 フッ素化合物 (F)
- 4.4.21 全窒素
- 4.4.22 全リン
- 4.4.23 シアン化合物 (CN)
- 4.4.24 有機リン化合物
- 4.4.25 PCB (ポリ塩素化ビフェニル)
- 4.4.26 トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン

#### 4.5 計測機器

- 4.5.1 pH 計
- 4.5.2 電気伝導率計 (導電率計)

- 4.5.3 酸化還元電位計 (ORP 計)
- 4.5.4 溶存酸素計 (DO 計)
- 4.5.5 BOD 計
- 4.5.6 COD 計
- 4.5.7 TOC 計
- 4.5.8 TOD 計
- 4.5.9 UV 計
- 4.5.10 コンポジットサンプラー
- 4.5.11 油分計
- 4.5.12 濁度計
- 4.5.13 その他の計測器