

4.8 大気汚染発生源対策の検討

4.8.1 大気汚染物質削減必要性の検討

大気拡散モデルによる計算結果に基づき SOx、NOx、TSP の排出量を環境基準値を満足する量まで削減する必要があるが、具体的な削減対策について以下に述べる。

4.8.2 大気汚染物質削減対策の検討

大連市においては、大気汚染、水質汚濁に係る環境目標値が大幅に未達成であるので、モデル地区中心街における環境汚染の甚だしい企業の移転を計画し実施中であり概ね 100 事業所の移転を 2005 年末までに完了する予定である。これらの移転事業は都市計画上からも必要であり、汚染物質の分散化には貢献するが、本質的な解決策とは言い難い。今後は経済の高度成長が期待されるので、単なる終末処理対策にとどまらず、現状の大気汚染源に関する総合的なマスタープランを作成し中長期的な視点より全市をあげて環境対策に取り組む必要がある。図 4.8.2-1 に「中心 4 区大気汚染防止マスタープラン系統図」及び表 4.8.2-1 に「大気汚染物質削減対策」の概要を示した。

これらの図表においては、固定発生源に対する大気汚染対策をソフト及びハード面より次の主要 4 分野に大別している。

- 大気監視システム
- 環境対策技術
- 制度的規制
- 財務的支援策

以下に上記の大分類に基づき表 4.8.2-1 に示した大気汚染源対策の概要を述べる。

4.8.2.1 大気監視システム

(1) 環境管理総合指令センターの設置

本センターの設置は環境管理の総合的な一元化に係わる行政組織としての基本的なニーズであり、環境対策問題の指揮系統の一元化と表裏をなしている。大連市における既存の監督権限の分散状況を急速に一元化することは望むべくもないが、中長期的にみて第 10 章「図 10-1 大連市環境管理近代化計画」に示されているモニタリング・システムの構築にむけて着実に前進していくことが望まれる。

図 4.8.2-1 中心4区大気汚染防止マスタープラン系統図

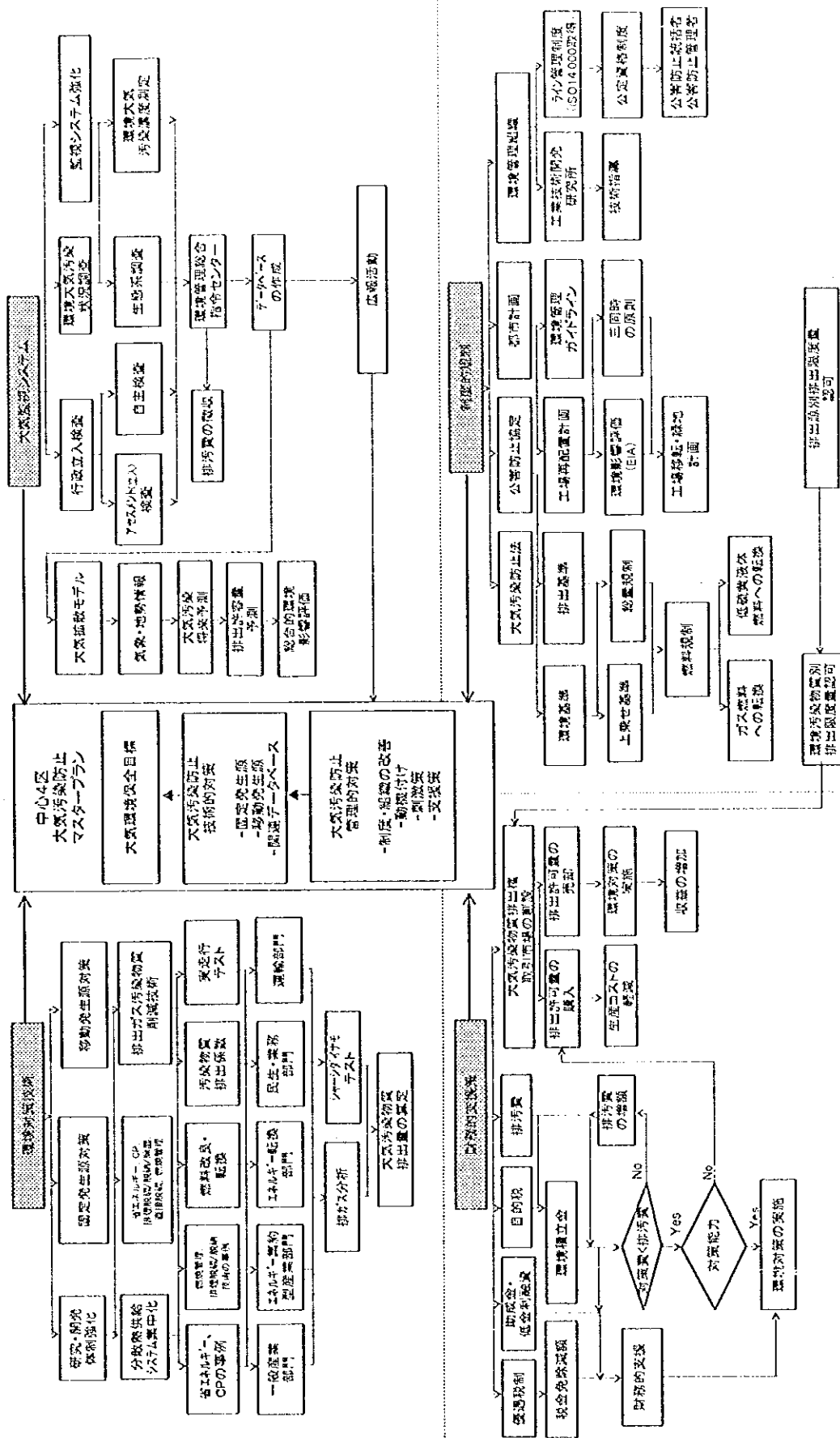


表 4.8.2-1 大気汚染物質削減対策

対象名	実施項目	実施内容
1 大気監視システム	① 環境管理総合センサの設置	環境管理総合センサの設置を目標として監視センサの機能を徐々に計画的に拡充する。
	② 監視ポイント(出入)の拡充	環境管理総合センサによる自主検査が原則ではあるが、確認のための出入検査を定期的に行うために監視点を拡大する。
	③ 監視基準の策定	環境管理総合センサの監視基準を、監視ポイント別に定め、監視基準を策定する。
	④ データベースの作成	監視ポイント別の監視データを、監視ポイント別に定め、データベースを作成する。
	⑤ 大気汚染物質削減計画	大気汚染物質削減計画は、削減目標を定めた上で、削減計画を執行し削減効果を検査する。
	⑥ 広域活動	大気汚染物質削減計画は、削減目標を定めた上で、削減計画を執行し削減効果を検査する。
	⑦ 大気汚染防止法(環境基準、排出基準等)	現在の環境及び排出基準は形骸化しており、現実的な環境基準を設定して行政指導を強化する。
	⑧ 環境管理ガイドライン	主要な汚染物質等に対して汚染防止のガイドラインを作成し、定期的に入入検査を行って実施状況を確認する。
	⑨ 公害防止協定	重点汚染工場と大連市との間の協定であり、協定に基づき工場内監視計画であり、地域の有効利用も兼ねた環境対策であり有効性が高い。
	⑩ 工場内監視計画	大連市全体の都市計画及び環境対策ガイドラインに基づき工場内監視計画であり、地域の有効利用も兼ねた環境対策であり有効性が高い。
2 制度的規制	① 環境管理組織	工業技術開発研究所の対策はデータベースの作成にとり必要不可欠である。また、環境管理は特別なスタッフではなくあくまでも職員の管理責任者(ライン)によるのが大原則であり会社経営の制約が大きい。
	② ISO14000の導入取組	環境管理制について国際的な認知をうけるにはISO14000の導入取組が重要であるので、環境局が行政をとり環境取組を促す必要がある。
	③ エネルギー	各種の事例が示されているが、ケースバイケースであり各工場独自の工夫と努力の積み重ねが必要である。
	④ クリーナープロダクトプログラム	ETA報告書の要旨は次の通りである。
	・ 大連製薬	① 900V電圧昇降機(鉛蓄電池9基廃棄)、原料・副原料処理、集塵装置増設 ② 連続洗浄機増設 ③ 750V圧延機増設 ④ 受電設備、ボイラー更新
	・ 大連セメント	① 粉砕機増設、乾燥機増設、高圧圧延機増設、高圧圧延機増設
	・ 大連化学	① 石灰石採掘用トラックの増設、ボイラー増設 ② (セパシ)の増設、ボイラー増設 ③ (セパシ)の増設、ボイラー増設 ④ (セパシ)の増設、ボイラー増設
	・ 大連染料	① (セパシ)の増設、ボイラー増設 ② (セパシ)の増設、ボイラー増設 ③ (セパシ)の増設、ボイラー増設 ④ (セパシ)の増設、ボイラー増設
	⑤ 汚染対策	① 汚染対策 ② 排煙脱硫設備 ③ 脱硝設備 ④ 集塵設備 ⑤ 燃料改良及び転換 ⑥ 燃料管理 ⑦ 分散体脱除設備等
	3 環境対策技術	① 汚染対策
・ 排煙脱硫設備		① 排煙脱硫設備 ② 排煙脱硫設備 ③ 排煙脱硫設備 ④ 排煙脱硫設備 ⑤ 排煙脱硫設備 ⑥ 排煙脱硫設備 ⑦ 排煙脱硫設備 ⑧ 排煙脱硫設備 ⑨ 排煙脱硫設備 ⑩ 排煙脱硫設備
・ 脱硝設備		① 脱硝設備 ② 脱硝設備 ③ 脱硝設備 ④ 脱硝設備 ⑤ 脱硝設備 ⑥ 脱硝設備 ⑦ 脱硝設備 ⑧ 脱硝設備 ⑨ 脱硝設備 ⑩ 脱硝設備
・ 集塵設備		① 集塵設備 ② 集塵設備 ③ 集塵設備 ④ 集塵設備 ⑤ 集塵設備 ⑥ 集塵設備 ⑦ 集塵設備 ⑧ 集塵設備 ⑨ 集塵設備 ⑩ 集塵設備
・ 燃料改良及び転換		① 燃料改良及び転換 ② 燃料改良及び転換 ③ 燃料改良及び転換 ④ 燃料改良及び転換 ⑤ 燃料改良及び転換 ⑥ 燃料改良及び転換 ⑦ 燃料改良及び転換 ⑧ 燃料改良及び転換 ⑨ 燃料改良及び転換 ⑩ 燃料改良及び転換
・ 燃料管理		① 燃料管理 ② 燃料管理 ③ 燃料管理 ④ 燃料管理 ⑤ 燃料管理 ⑥ 燃料管理 ⑦ 燃料管理 ⑧ 燃料管理 ⑨ 燃料管理 ⑩ 燃料管理
・ 分散体脱除設備等		① 分散体脱除設備等 ② 分散体脱除設備等 ③ 分散体脱除設備等 ④ 分散体脱除設備等 ⑤ 分散体脱除設備等 ⑥ 分散体脱除設備等 ⑦ 分散体脱除設備等 ⑧ 分散体脱除設備等 ⑨ 分散体脱除設備等 ⑩ 分散体脱除設備等
② 研究開発体制の強化		環境対策技術の改善には先住民の技術導入とともに自国のエネルギー事情に即した自前の技術開発が必要である。
③ 環境対策		① 環境対策 ② 環境対策 ③ 環境対策 ④ 環境対策 ⑤ 環境対策 ⑥ 環境対策 ⑦ 環境対策 ⑧ 環境対策 ⑨ 環境対策 ⑩ 環境対策
4 財政的支援策		① 優遇税制・助成金制度・低金利融資
	② 目的税・排汚費	環境対策費用は省エネ費及びCO2削減費を除き企業にとり追加的なコストとしての認識が一般的である。従って、健全な社会生活を維持していくために必要な社会的なコストとして受け入れられるには財政制度上のインセンティブが必要であり国境に即して各国とも環境税制の導入が必要である。
	③ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	大連市としても環境対策費用削減に際しては排出削減の目的税ともみ込まれるが、Pollution Pay Principleの原則にたつ合理的な税制の導入が必要である。
	④ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	環境汚染物質の排出削減を重点汚染工場別に定めて、排出削減を現貨として市場取引を促進することを目指す制度である。
	⑤ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	排出削減に際して環境基準を課して自給自足を確保し、行政側からは税制として排出削減を促進する必要がある。
	⑥ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	排出削減に際して環境基準を課して自給自足を確保し、行政側からは税制として排出削減を促進する必要がある。
	⑦ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	排出削減に際して環境基準を課して自給自足を確保し、行政側からは税制として排出削減を促進する必要がある。
	⑧ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	排出削減に際して環境基準を課して自給自足を確保し、行政側からは税制として排出削減を促進する必要がある。
	⑨ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	排出削減に際して環境基準を課して自給自足を確保し、行政側からは税制として排出削減を促進する必要がある。
	⑩ 大気汚染物質削減排出取引市場の創設	排出削減に際して環境基準を課して自給自足を確保し、行政側からは税制として排出削減を促進する必要がある。

1) モニタリング体制の整備

モデル地区では、監視センター、発生源ともに環境汚染物質の定期的測定が十分ではないので、環境局側及び発生源側における監視体制の拡充、モニタリング体制の整備を図る必要がある。

現状では監視センターには、本調査で整備された機材を含め 2 セットの煤煙測定機材があるが、モデル地区の分局には多くの人員が配置されているものの機材がない状況であり、データの蓄積と中小企業の煤煙測定が実質的には出来ない状況となっている。大規模な発生源でも、1年に1回各セクターの設計院乃至は試験院に委託し測定している状況であり、費用も SO_x、NO_x、TSP のセットサンプリング分析で 1 万 5 千円であり安価とは言えない価格である。

従って、インベントリー・データの収集を強化するためには、センターの機能として微量成分のサンプリング及び分析能力を向上させ、分局によるサンプリング分析能力の向上を計る必要がある。対策としては、4ヶ所の分局に対する以下の対処が必要である。

- SO_x 連続分析計、簡易分析計の整備
- NO_x、CO、O₂ 連続分析計、簡易分析計の整備
- 連続ダスト分析計及び光学式ダスト分析計の導入
- その他、オルザット装置、吸収法分析器具の整備
- パソコン及びその他支援機材の整備

さらに、現在のところ大連市に分局があるのは、6区2市3県のうち、4区のみであり、特に開発区の測定業務が多いので、4区以外の分局の新設を検討すべきである。

2) 発生源に於ける煤煙モニタリング機能の整備

現状では、発生源の煤煙測定は年に 1 回が義務付けられているが、第一段階としては、先の大気汚染防止協定やガイドラインの策定にリンクして、大規模排出源の月一回の煤煙測定を義務化し、徐々に測定を行う事業所を広げて行く必要がある。このためには、大連市全体として、煤煙測定技術、プロセスガス分析技術、HC、NMHC などの微量分析技術のレベルを向上させることが必要であり、人材の育成や環境汚染物質分析講習会などの技術支援体制の構築が必要である。

一方、今後とも零細企業に煤煙の測定分析を実施させる事は妥当ではないと思われるので、近い将来には先進国で見られる民間の分析センターの育成を計るとともに、大連市に分析機材のメンテナンス・ビジネスの育成が望まれる。

(2) 環境アセスメント及び立入検査

プロジェクト実施上の前提条件となる環境アセスメントは、環境保全業務の基本であり現地の実状に精通している地方自治体の責任でもある。従って、長期的な都市計画と地域の特性を十分に反映した環境アセスメント基準を早急に作成し、それが保全されているかを常時立入検査により確認する必要がある。又、環境アセスメントは官民双方に直接の利害関係を持たない第三者機関が担当する必要があるとあり専門のコンサルタント機関の育成が課題となる。

(3) 生態系調査

環境変化（異変）は生態系の変化により正確且つ迅速に捕捉できるといわれている。これら天然のリトマス試験紙を有効に利用してタイムリーで適切な環境保全対策を実施するシステムを構築する必要がある。

(4) データベースの作成

環境行政の実施に際して、正確な環境データベースを作成することは行政に対する市民の信頼を得るための大原則である。大連市では、毎年 250 事業所の環境調査表を煤煙・水質・産業廃棄物に関して収集しており、データの収集システムそのものは存在していると言える。しかしながら、本調査の目的である汚染発生源と環境濃度の解析用としての資料の収集には十分ではない面がみられ、大汚染源対策を検討するためにはデータが不十分であり、現状では排污費の決定と徴収業務に係る妥当性にも問題があると考えられるので、今後は以下の様なシステム、業務を付け加えていく必要があると思われる。

- 1) データの欠落部を含めて、収集されたデータの根拠、精度について事業所との頻繁な情報交換を通じて、調査表の信頼性を向上させる。
- 2) 排出量の等級を決め、主要な汚染事業所に関しては、排出ユニットに係るフローシート、物質及び熱収支などの追加データの提出を義務づける。
- 3) データの信頼性を向上させるため、当該事業所のマクロ的な総合的マテリアル・バランス表を作成する。
- 4) 現状では、環保局並びに事業所側ともに技術管理面の人材が不足しているので、事業所側では生産部門の人材の参画、環保局側では、製造技術の知見を有する技術者の参画が必要である。以上の体制整備については、現状ではスタッフの数が不足しており予算の増額、事務機器の整備補充などが必要と考えられる。
- 5) 大気汚染物質の着地濃度は、排出源における排出量のみでは決まらないので拡散計算を行い、着地濃度に影響が大きい排出源対策を重点的に実施するのが効果的である。

(5) 広報活動

環境対策は全市民の積極的/自発的な参加があってこそ所期の効果が発揮される。そのためには大連市の環境状況の現状に関する情報を市民に常時提供し、環境保全に対する市民の理解と協力を得るシステムを作る必要がある。

4.8.2.2 制度的規制

(1) 大気汚染防止法（環境基準、排出基準等）

現行の環境及び排出基準等は形骸化しており殆ど遵守されていない。排出規制が機能しない主要な原因としては、排出源に対し規制に従う実行可能な手段を行政側が用意できず単なるスローガンに終わっていることが考えられる。発生源側に規制を強制するには信頼性の高い現状評価データの提示と後述する環境対策技術及び財務的支援策を行政側が用意することが不可欠である。又、より高度な規制として地方自治体による国の規制に上乘せする「総量規制」、「上乘せ規制」、「燃料規制」などがあるがまずは既存の規制を遵守させることが先決である。

(2) 環境管理ガイドライン

製造業の汚染対策のマスタープランを策定する場合には、当該セクターの生産技術に係る技術レベルの実状把握が必要であるが、中国では特定事業所の診断調査、省エネ、節水などを目的としたセクター・スタディーの例はあるものの、特定セクターを対象としたセクター調査の実績は少ないものと思われる。従って、大連市単独でこのようなセクター調査を実施する事は困難であり、また大連市のみを対象とした場合は対象企業数が少なく、現実的ではないと考えられる。

しかし、大連市で現在求められている環境管理ガイドラインの重点的な対象事業所としては以下の事業所が考えられる。

- 大連製鋼
- 大連セメント
- 大連化学
- 大連ガス公司
- 大連染料
- 大連製薬
- 大規模熱電所
- 華能発電所

すでに述べた様に、大連市独自に全般的なガイドラインを策定することは必ずしも妥当とは言えないので、中央の設計院、石炭研究所などとの共同作業を進めることが望ましい。また、モデル地区における大連化学集团公司については、汚染物質の種類と排出量において多くの問題がみられ大連市における主要な環境汚染源であるので、当該事業所の環境対策について大連市としては全面的な対策を検討すべきである。

(3) 公害防止協定

大連市における環境対策上の主要企業と大連市との間で締結される公害防止協定であり、日本において北九州市をはじめとして多くの工業都市で多大の成果をあげた方式である。事業所における汚染物質排出総量の最大許容量を規定する協定そのものは法制度ではないが結果的に紳士協定として企業側は遵守するので法規制と同等の効果を持ち特に総量規制の手段として有効であるとされている。

対象とすべき事業所は、現状では例えば SO_x 排出量 1,000 トン/年以上を対象とすると、モデル 4 地区では 8 箇所（全 SO₂ 発生量の 66%）であり 500 トン/年以上とすれば 12 箇所（同 70%）となる。当然ではあるが、大気汚染防止協定の締結内容には論理的な根拠が必要であり、先のセクター・スタディー、中国における技術レベルの実状、最大可能削減量の妥当性などの技術的検討が必要である。

上記に関連して、大連市では煙突高さによる排出量の規制をしているが、大連市の拡散ポテンシャル上からは、他市と比較して相対的に拡散条件が有利とみられるので、上記 12 箇所については個別発生源別の拡散計算を行いながら協定内容を定めるべきである。

(4) 工場再配置計画

大連市は工業都市としての歴史が古く、その発展とともに公害型大企業の多くが市街地の中心部に取り残され環境汚染の元凶となっている。そのため大連市は都市計画を策定して表 4.7.1.1-15(1),(2)に示すようにこれら公害型企業の郊外移転を推進中であり、大連ガス公司一廠は移転が完了しすでに運転に入っており、大連染料、大連製薬も段階的に移転工事が進行している。しかし、大気・水質ともに実質的に最大の汚染源となっている大連化学（甘井子区）は、設備の老朽化が進行しさらに主要な環境対策もなされないうまに放置されている現状にあるものと思われ、大連市にとり大連化学対策は焦眉の課題である。調査団としては大連市は大連化学に対して特別のプロジェクトチームを編成してスクラップアンドビルドを含めた移転対策を真剣に検討すべきであると考え。移転の実施に際してはは公害再発防止のための環境影響評価（EIA）の実施は必要条件である。

(5) 環境管理組織

環境行政を効果的に機能させるには効率の良い管理組織が必要であることは言を待たない。小さな政府で効率の良い管理業務を行うには民間の機能を最大限に効果的に活用し、民間では構築が困難である機能を公的機関が補完する体制整備が必要である。

環境組織整備の詳細については第 11 章に詳述されているのでここでは「工業技術開発研究所」について述べる。

環境対策技術は生産プロセスの中での一要素技術ではあるが生産プロセス技術全体のなかに自然に融合しており省エネルギー、クリーナー・プロダクションの視点からも調和がとれコスト的にもメリットがあり、末端処理技術 (End of Pipe) のように追加コストを必要とするプロセスとして独立した違和感のある付帯設備でないことが望ましい。このためには、単に環境対策技術のみを研究対象とするのではなく生産プロセス技術全体の近代化を目的とし、その研究過程で自然に環境対策技術をプロセスに組み込んでいく試験研究センターの設置が必要である。又、海外からの導入技術の信頼性に対する自前のチェック機能と技術改良能力を育成する意味からも必要である。

大連市は、GDP も高く教育レベルが高い。これらの活用が極めて有効であることは自明である。また、大連市は、日本、韓国、香港にも近く、技術情報のアクセスに有利な地域特性を有しているため、東北 3 省をマーケットとする知的情報発信基地としての役割を果たす事が求められるべきであり、この意味でも少なくとも遼寧省全体を対象とする広域的な公的研究所の設立は有効と考えられる。

(6) ISO14,000 の認定取得

環境管理システムの整備に係る国際的な認定制度である ISO14,000 の認定を出来るだけ多数の事業所が取得できるように環保局が音頭をとって推進することが望ましい。

4.8.2.3 環境対策技術

(1) 省エネルギー

省エネルギーの主要対策は次の通りである。

- 燃料燃焼方法の改善
- 加熱、冷却、熱伝導の改善
- 輻射、伝熱などによる熱損失の防止
- 廃熱の回収
- 熱変換効率の改善
- 電力搬送損失の改善

図 4.8.2.3-1 に示すように、日本においては 1973 年以降の 20 年間に GNP 一単位に対するエネルギー消費量は 32%減少しており経済成長を達成しながらも大幅に燃料消費量を抑えることが可能であることを示している。表 4.8.2.3-1 は 1973-1995 年の日本における省エネルギーの実績値を示したものであるが、エネルギー多消費産業である紙・パルプ、化学工業、窯業・土石、鉄鋼などの省エネルギー効果が極めて大きく、特に化学工業部門においては単位生産量あたり約 48%の省エネルギーが達成されている。又、民生部門の家庭における生活用のエネルギー消費量は生活水準の急速な向上を反映して約 1.5 倍に増加している。これらの実績値は 2010 年度の大連市におけるエネルギー需要の予測に使用している（4.7.1.1 項参照）。

表4.8.2.3-1 省エネルギーの実績（日本の例）

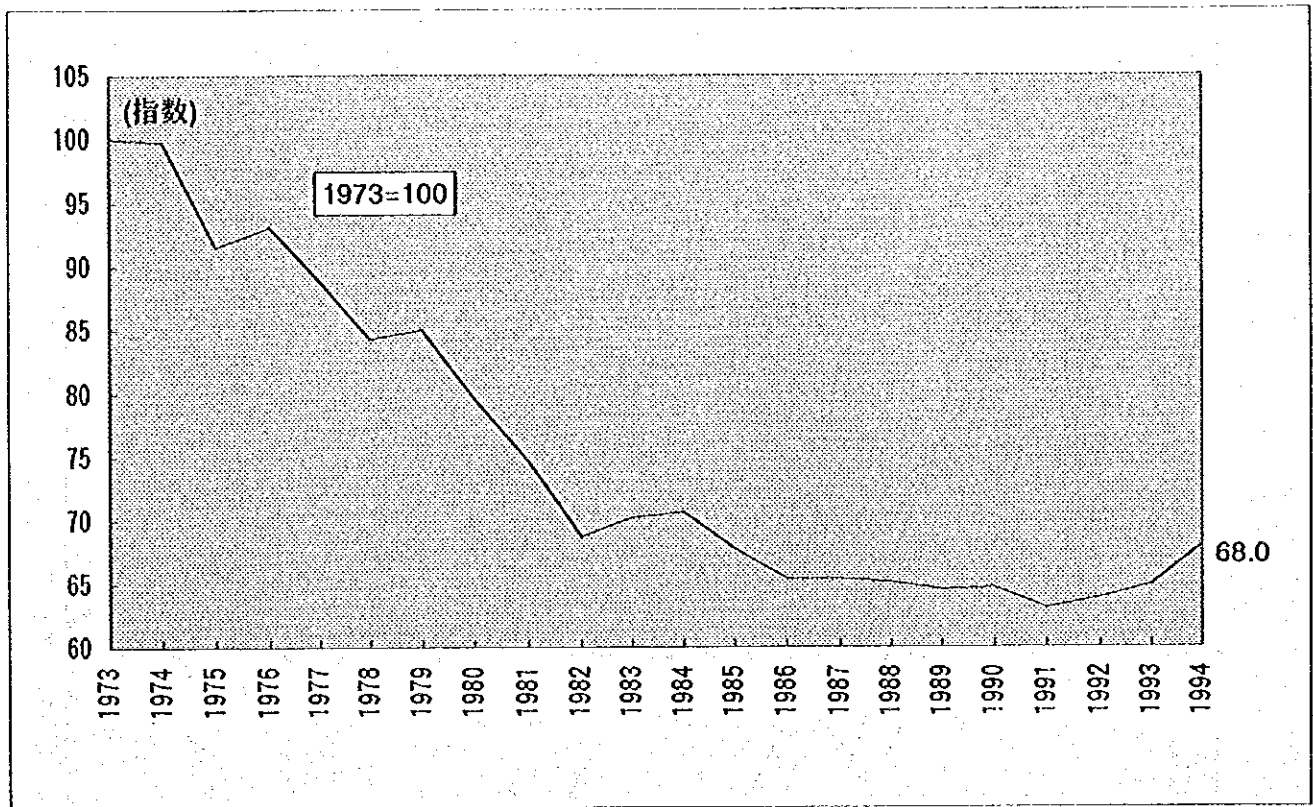
セクター	省エネルギー実績 % (94年度/73年度)	セクター	省エネルギー実績 % (94年度/73年度)
全産業	68.0	民生部門	
製造業	59.5	家庭	150.3
食料品	86.8	業務	79.4
繊維	81.1	エネルギー転換部門	
木工・家具	83.5	発電	95.0
紙・パルプ	62.9	石油精製	90.0
化学工業	51.5		
窯業・土石	78.6		
鉄鋼	71.6		
金属機械	90.5		

（出典）省エネ便覧

1) 日本における製造業のエネルギー消費の推移

図 4.8.2.3-2 は製造業におけるエネルギー消費指数の日本における動向を示したものであるが、①GDP 指数及び②生産指数が着実に増加しているにも拘わらず③エネルギー指数は横這いであり、しかも④対 HP のエネルギー指数は下がっており単位生産量当たりのエネルギー消費量が着実に減少していることがわかる。図 4.8.2.3-3 は「製造業の業種別エネルギー原単位の推移」を示しているが化学工業においては約 50%の低減がみられている。表 4.8.2.3-2 は日本におけるエネルギー多消費産業の省エネルギー対策の概要と対象設備を示したものである。又、表 4.8.2.3-3 は中小企業をも対象とした全業種共通の「省エネルギー要覧概要一覧表」（新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）編集）の目次の一部と表 4.8.2.3-4 は約 300 件記載されている省エネルギー対策事例中の一例（送風機軸動力低減装置）であり、大連市において今後省エネルギー対策を推進するに際して行政指導上必要と思われる環境対策事例集のサンプルを例示したものである。

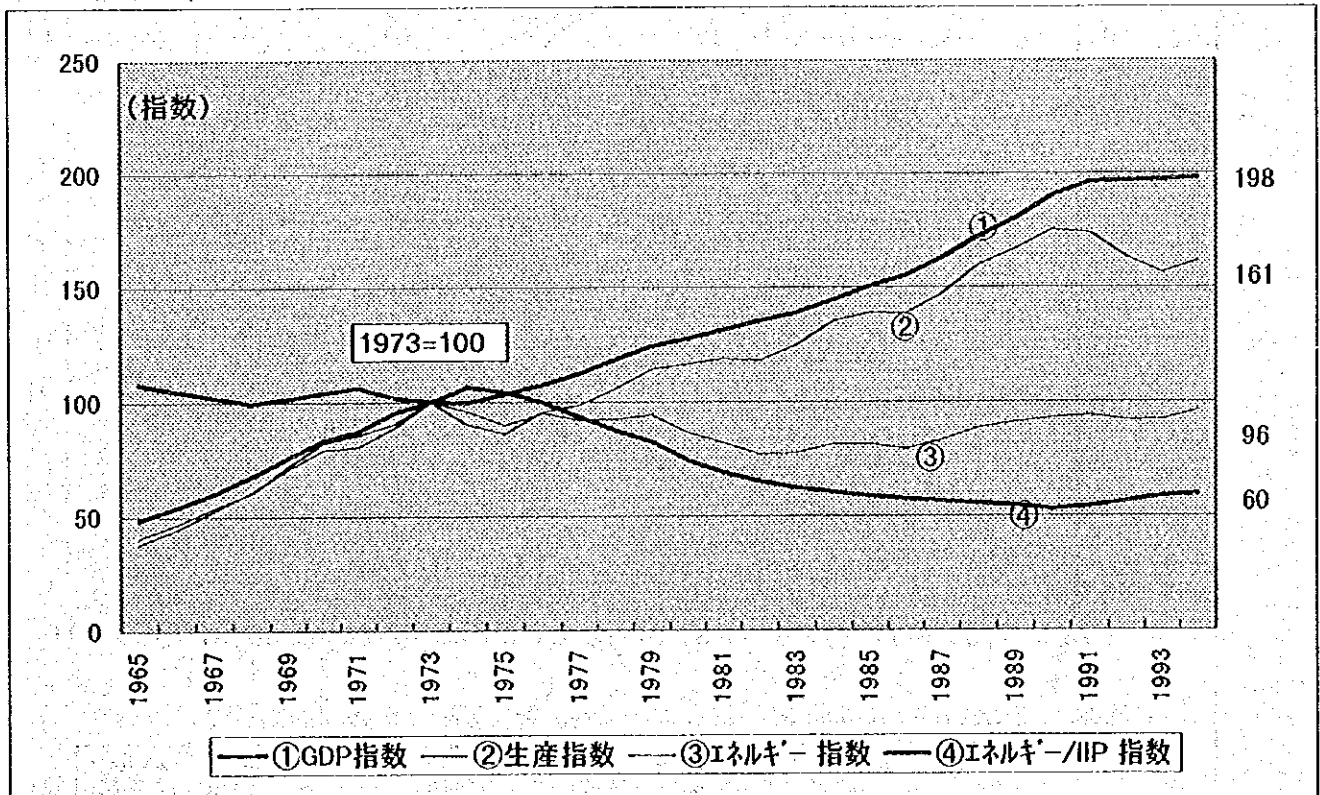
図 4.8.2.3-1 日本におけるエネルギー消費の対 GNP 原単位の推移



(出典)省エネルギー便覧

(STA-1)

図 4.8.2.3-2 日本における製造業のエネルギー消費指数の推移



(出典)省エネルギー便覧

図 4.8.2.3-3 製造業種別エネルギー原単位 (IIP) の推移

(1973=100)

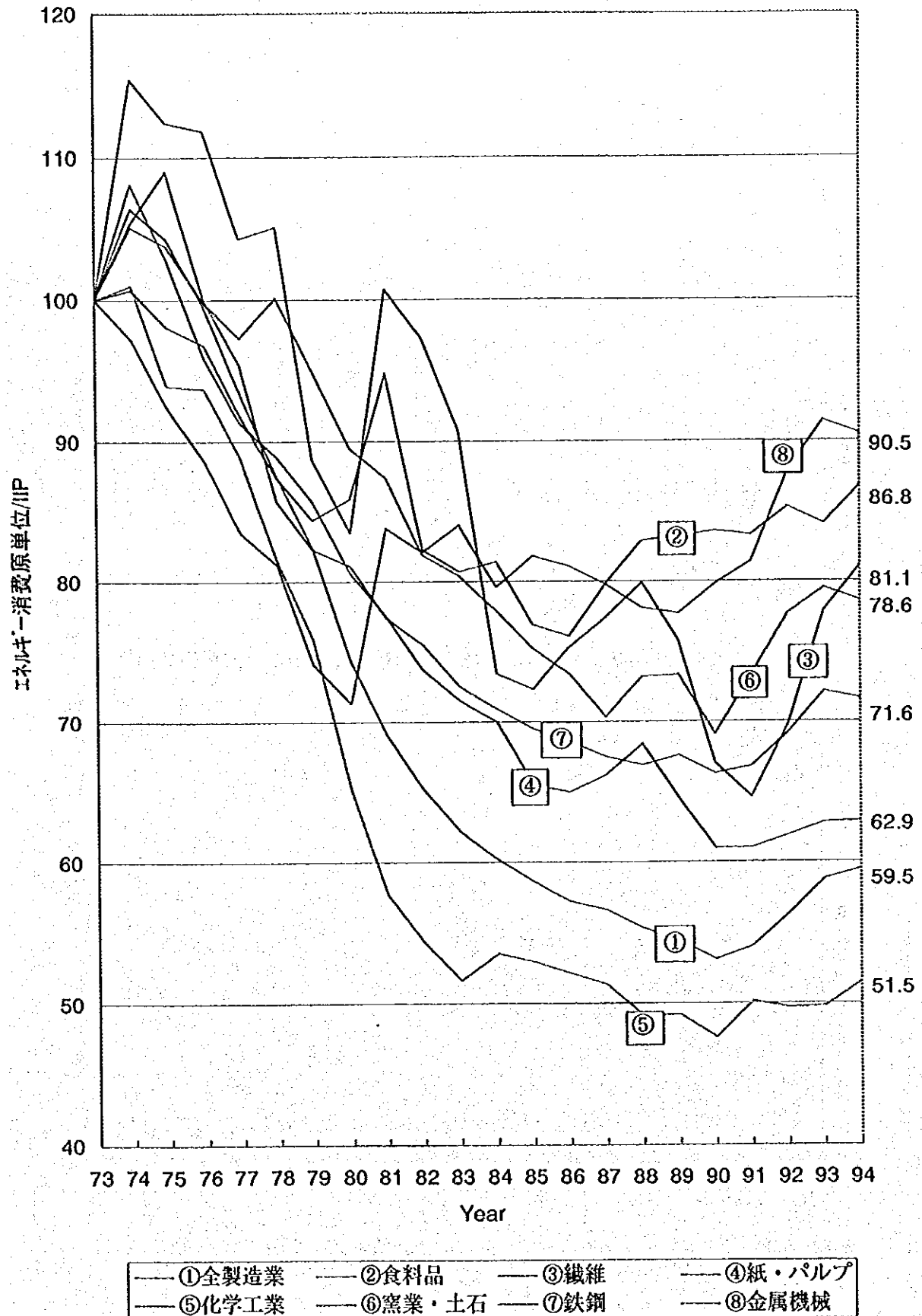


表 4.8.2.3-2 エネルギー多消費産業における省エネルギー対策の現状（日本）

種類	エネルギー 原単位低減状況 (95年度/73年度)	省エネ対策の概要	代表的な省エネ設備等	普及率 (1996/3/31日現在)
1 鉄鋼	(%) 28.5	① 操業技術の改善 ② 廃エネルギーの回収 ③ 生産工程の改善 ④ エネルギー使用効率向上	① 高温鋳片連続式鋳造設備 ② 乾式廃圧力回収装置 ③ コークス乾式消火設備	18(27基) 24(10基) 80(44基)
2 石油化学 (エチレン部門)	58.0	① 高効率機器の導入 ② プロセスの合理化 ③ 運転方法の改善 ④ 廃熱回収強化	① 高性能カチオン分解反応設備 ② 高効率圧縮機 ③ ガスタービン	100(15基) 100(15基) 100(15基)
3 セメント	64.9	① NSP転換 ② 原料ミル・仕上げミルの改善等 ③ 廃熱の利用 ④ 燃焼管理の適正化	① SP・NSP移行 ② 堅型シ・予粉砕器付ミル(原料・仕上げ) ③ 中低温廃熱利用発電	94(75基) 23(87基) 39(31基)
4 紙・パルプ	60.8	① 生産工程の連続化 ② 廃熱の回収 ③ 生産工程の効率化 ④ 古紙利用の拡大	① 向流式連続蒸解装置 ② 高性能ワイプ装置 ③ 高性能回収ボイラー	36(15基) 17(16基) 29(82基)
5 染色整理	82.3	① 低浴比染色機等省エネ設備の導入 ② 保守管理の徹底 ③ 蒸気加熱からガス加熱への変更 ④ 分散型ボイラー及びコージェネの導入	① 噴流式染色装置 ② 向流式洗浄装置 ③ 格子状コバ7-搬送乾燥機	23(410基) 3(63基) 6(31基)
6 板ガラス	62.2	① 保温材による断熱 ② 窯のシリカ改善 ③ 蓄熱効率の向上 ④ 廃熱ボイラーの設置	① 廃熱利用ボイラー	78.9(15基)

(出典)省エネ対策-概要

表 4.8.2.3-3 (全業種共通) 省エネルギー概要一覽 (1/2)

頁	要覧番号	要覧名称	要点	省エネルギー効果
1	MI-ME-F01	送風機動力低減装置	パワ、パ、ン、可変デ、回転制御などの技術	制御法により動力を10~50%に低減可能
2	MI-ME-F02	冷媒減温装置	空気を冷却して湿分をドレンとして除去する	他の除湿法に比べて30~40%の電力節減
3	MI-ME-P01	回転制御ポンプ	必要流量を回転制御で行うポンプ	回転ポンプに比べ、1/2~1/5の動力で可能
4	MI-ME-D01	オイルトラッチ	油圧を落して回転を伝達する可変速機手	送風機などの圧負荷時省エネルギー可能
5	MI-ME-D02	トルクコンバータ	作動油量の変化で出力回転数を無断変速	送風機などの圧負荷時省エネルギー可能
6	MI-ME-C01	3要素式低NOxバーナ	燃料の5~10%の水を蒸気噴霧するバーナ	3.4~5.1%の燃料節減効果あり
7	MI-ME-C02	超音波バーナ	超音波により空燃の燃焼混合を促進する	低CO2燃焼、NOx削減効果あり
8	MI-ME-C03	低O2バーナ	スワラなどに工夫をして低O2燃焼が可能	ボイラ効率を2~3%向上できる
9	MI-ME-C04	流動床燃焼装置	流動層中で排灰物を燃焼させる燃焼法	廃棄物燃焼時は100%省エネルギーとなる
10	MI-ME-C05	ラジアントチューブバーナ	内筒内でガスを燃焼させ外筒を赤熱して加熱	従来形バーナの約2倍の燃効率である
11	MI-ME-W01	凝熱ボイラ	各種炉やキルン排ガス保有熱を回収するボイラ	回収熱は100%省エネルギーになる
12	MI-ME-W02	凝気物燃焼ボイラ	木屑、都市ゴミなど廃棄物を燃焼するボイラ	100%省エネルギーである
13	MI-ME-W03	圧縮空気温水器	圧縮空気の凝熱圧縮熱で温水を加熱	熱媒体温度は一定で、低温度域が少ない
14	MI-ME-W04	凝気利用温水器	凝熱により熱媒体を加熱した後温水を加熱	間接加熱方式より10~15%省エネルギー可能
15	MI-ME-H01	蒸気直接込みみ加熱装置	水や溶液に直接蒸気を吹き込み加熱する	3~5%燃料節減可能
16	MI-ME-H02	低温度回収熱交換機	積露点以下まで熱回収できる熱交換機	30~40%の省エネルギー可能
17	MI-ME-H03	熱交換器付き換気扇	給排気を換気風量超過熱交換器で熱交換	5~10%の燃料節減効果あり
18	MI-ME-H04	空室予熱器	ボイラなど排ガスで換気用空気を予熱する装置	低温度熱の熱回収に適用する
19	MI-ME-H05	プレート型熱交換器	伝熱板を多数層にした熱交換器	蒸気凝縮潜熱であり低温度まで熱回収可能
20	MI-ME-H06	ヒートパイプ熱交換器	ヒートパイプを利用した熱交換器	熱回収率は80%前後で燃費を10%低減可
21	MI-ME-H07	対向流回転式熱交換器	各層熱効を効率良く回収できる中低温度熱交換	総燃費合計の70~75%を回収可能
22	MI-ME-H08	全熱交換器	熱交換エレメントに吸湿性を持たせた凝結潜熱交換	スケール成分や腐食性成分を含む熱源水も可
23	MI-ME-H09	多段フラッシュ式熱回収装置	多段に区切った空間でフラッシュ蒸発させる装置	ボイラ効率は2~5%向上できる
24	MI-ME-B01	小型高効率ボイラ	対流伝熱水管に特殊フィンを付けたボイラ	リークが少なく保有熱損失、動力節減可
25	MI-ME-B02	タイトダンパ	空閉度が高く流体リークが1%以下のダンパ	300hボイラで50~70リットル燃料油節減可
26	MI-ME-B03	煙道ダンパ自動閉鎖装置	ボイラの自動閉鎖で自動閉鎖するダンパ	300hボイラで200リットル燃料油節減可
27	MI-ME-B04	ドレン自動回収装置	ドレンを回収して自動的にボイラに給水	ボイラ効率は10~15%向上できる
28	MI-ME-B05	高圧ドレン回収装置	ドレンを高圧のまま回収しボイラに給水	0.8~1.0%の燃料節減効果あり
29	MI-ME-B06	ボイラ水連続フロー装置	ボイラ缶水を少量づつ連続してフローする装置	負荷変動の多いボイラで効率4~5%向上
30	MI-ME-B07	スチームアキュムレータ	蒸気使用量変動に対する蒸気貯蔵装置	3~10%の燃料節減効果あり
31	MI-ME-B08	タブレター	煙管ボイラの煙管内に挿入する伝熱促進材	過熱度50~100℃で熱交換効率を改善
32	MI-ME-B09	凝熱蒸気過熱器	小径ボイラの煙管排ガスで過り蒸気を過熱	低圧蒸気の中圧化による有効利用
33	MI-ME-S01	蒸気エゼクタ	蒸気エネルギーを運動力に変換して低圧蒸気を昇圧	外部トレースの1/2の蒸気量で加熱可能
34	MI-ME-S02	内部トレンジング	輸送配管中の発生ドレンのみ抜き出す器具	1000個設置の場合3MM/年省エネルギー可能
35	MI-ME-S03	ステアムトラップ	蒸気ドレンの発生ドレンのみ抜き出す器具	トレース蒸気を20%節減可能
36	MI-ME-S04	蒸騰トラップ	蒸気ドレンの発生ドレン温度設定可能なトラップ	(スチームトラップの効果参照のこと)
37	MI-ME-S05	スチームトラップ付減圧弁	減圧弁と一体となったスチームトラップ付き弁	蒸気暖房より20%省エネルギー可能
38	MI-ME-S06	高温水暖房装置	暖房熱源として高温水を利用する暖房法	放射熱を1/2~1/5 (厚さによる) に低減可
39	MI-ME-I01	保温材	高温部からの熱放射を抑える材料	断熱性がよく90%省エネルギー可能
40	MI-ME-I02	発熱体埋設断熱ユニット	発熱体と断熱材が一体形成された炉壁材	年間12,000円/個の燃料節減が可能
41	MI-ME-I03	放射防止保温カバー	トラップ類専用の保温内張り付きカバー	断熱度が高く軽量 (耐火煉瓦の40~60%)
42	MI-ME-I04	複合保温材	セルロックM74材質とエミタガラスの複合保温材	軽量高断熱性で乾熱不使用の保温材
43	MI-ME-I05	セラミックファイバー保温材	酸化アルミと酸化シリコンを溶かし細く繊維化する	(低CO2バーナのO2制御用)
44	MI-ME-G01	排煙温度計	燃焼排ガスの煙温度を自動連続分析する計器	

表 4.8.2.3-3 (全業種共通) 省エネルギー概要一覧 (2/2)

頁	装置番号	装置名称	要約	省エネルギー効果
45	MI-ME-G02	排ガスO2計	燃焼排ガス中のO2を自動連続分析する計器	(低CO2バーナーのO2制御用)
46	MI-ME-G03	一酸化炭素分析計	燃焼排ガス中のCOを自動連続分析する計器	燃焼管理を能率的に行うための監視計器
47	MI-ME-G04	熱流計	配管や各種熱装置の放熱熱を測定する計器	省エネルギー-気温を基準厚さに管理可能
48	MI-ME-G05	O2コントローラ	排ガスO2計の信号により空気を自動制御	燃料(数%)と通風機動力(20~30%)節減
49	MI-ME-G06	過熱防止自動循環制御弁	溜槽ポンプの過熱防止最速流量を自動バイパス	ポンプ駆動力を最大吐出時約5%節減
50	MI-ME-E01	逆相コンデンサ	エンジン発電機の排気廢熱を回収する装置	40~50%の熱回収が可能である
51	MI-ME-E02	交流電動機制御用インバータ	力率改善による電力の省エネルギー装置	特に電圧降下時の改善に効果が大
52	MI-ME-E03	照明コントローラ	回転機駆動電動機を周波数と電圧で無段階	特に低負荷時に省電力効果大(約10%)
53	MI-ME-E04	照明コントローラ	照明光を無段階で100~20%に設定できる	一定照度方式により40~50%省電力可能
54	MI-ME-E05	電球形蛍光灯	蛍光灯ランプを白熱灯と同じ電球形状にしたもの	長寿命で省電力(白熱灯の95%)である
55	MI-ME-X01	球状浮体	構内の液面上に浮かべて液面をカバーするもの	表面からの熱放散を50%以上低減できる
56	MI-ME-X02	循環ガラス	二層ガラスで間に空気層を挟んだもの	単板ガラスの50%程度の熱貫流率
57	MI-ME-X03	熱線吸収/反射ガラス	表面にチタンや錫などを薄くコーティングした硝子	放射入熱の30%を遮断し空調電力を節減
58	MI-ME-X04	液面取水装置	タンクの表面から取水する装置	タンク底部液温より3~30℃高い液面液取水
59	MI-ME-X05	真空ガラス管形太陽集熱器	集熱板を真空ガラス管内に押し込んだ集熱器	高い集熱効率で70~80℃の高温水となる
60	MI-ME-X06	メタン発酵装置	有機物を含む廃液から低コストでメタン発生	廃液1m3から0.2~1.8m3のメタンが発生
61	MI-ME-X07	不活性ガス乾燥機付装置	塗料中の有機溶剤を蒸留した熱で乾燥機付	新鮮空気希釈法より70%以上の燃費節減
62	MI-ME-X08	超運動機付機	低周波振動で液を攪拌する装置	回転機付機に比べ1/5の電力で攪拌可能
63	MI-ME-X09	超運動洗浄装置	低周波振動で液中の液洗浄物を洗浄する装置	超音波洗浄より短時間で立体的洗浄可能
64	MI-ME-F01	圧縮機運転圧力低圧化	圧縮機の吐出圧を使用先の圧力に合わせる	圧力低下率により5~10%の省電力可能
65	MI-ME-P01	圧縮機運転効率向上	圧縮機の吐出圧や使用時間を管理して運転	工場によって40%前後の省電力可能
66	MI-ME-P02	各種ポンプインベクタ	吐出圧に余裕があるパイプのインベクタをカット	カット前に比べて5~10%省エネルギー可能
67	MI-ME-C01	低O2燃焼法	誘引送風式の炉における低O2燃焼法	低負荷時の過剰空気を抑えて燃費低減
68	MI-ME-W01	スチムヒート交換熱利用法	ガスタービン排気非熱を有効利用する運転法	空燃予熱利用で15~20%の燃費低減
69	MI-ME-B01	ボイラ効率アップ運転法	排煙濃度計利用の低O2燃焼などの諸運転法	ボイラ効率を3~4% (絶対値)向上可能
70	MI-ME-S01	背圧タービン背圧変更	タービン出口蒸気圧力の変更	タービン出力を増減し、排気も有効利用

(出典) 環境省「省エネルギー推進事業」

表 4.8.2.3-4 省エネルギー要覧

MI-ME-F01																									
区分名	送風機軸動力低減装置		実用化時期	エネルギー源	主な採用業種																				
機器称			流体 1960代 インパ-1980代	電力	全業種共通																				
概要	<p>①遠心送風機、軸流送風機の風量/風圧を制御する装置。 ②部分負荷での省エネルギー効果が高い制御装置である。</p>																								
原理・動作	<p>①送風機の風量風圧制御法には吸込ダンパ、サクションベーン、回転数制御、動翼可変ピッチなどの方法がある。 ②各方法により軸動力はかなりの差がつく(下図参照) ③翼可変ピッチ法には運転中自動(油圧、空気圧、電動)方式と停止時調整方式がある。</p>																								
構造説明 形状図 系統図	<ul style="list-style-type: none"> ・吸込ダンパ制御 最も軸動力低減効果小 ・サクションベーン制御 風量低下と比例した軸動力低下は困難であるがかなり良好 ・回転数制御 インバータ、流動継手などにより回転数を制御する方式で良好な効果がある。 ・動翼可変ピッチ制御 空気量の変化に対して動翼の取付角を変化させる方式で最も軸動力の低減効果が大である。 																								
主要部材質	通風機と同程度の材質																								
省エネルギー効果	<p>部分負荷時の軸動力は100%風量時の軸動力にたいして下記ようになる。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>制御方式</th> <th>80%負荷(風量)</th> <th>50%負荷</th> <th>20%負荷</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>インレットベーン制御</td> <td>62%</td> <td>38%</td> <td>31%</td> <td></td> </tr> <tr> <td>回転数制御</td> <td>58%</td> <td>26%</td> <td>13%</td> <td>低負荷ほど</td> </tr> <tr> <td>可変ピッチ制御</td> <td>54%</td> <td>22%</td> <td>10%</td> <td>省エネ大</td> </tr> </tbody> </table>					制御方式	80%負荷(風量)	50%負荷	20%負荷		インレットベーン制御	62%	38%	31%		回転数制御	58%	26%	13%	低負荷ほど	可変ピッチ制御	54%	22%	10%	省エネ大
制御方式	80%負荷(風量)	50%負荷	20%負荷																						
インレットベーン制御	62%	38%	31%																						
回転数制御	58%	26%	13%	低負荷ほど																					
可変ピッチ制御	54%	22%	10%	省エネ大																					
寿命	<p>①可変ピッチ方式は高ダスト、タール、腐食性ガス雰囲気では可変機構の損耗点検保守必要。 ②インバータ回転数制御方式は最近の反動体技術の信頼性向上により長寿命となる傾向有。 ③ダンパとベーンは通風機と同程度の寿命である。以上いずれも10年以上の寿命がある。</p>																								
主な利用法	風量変化が多い送風機 低風量運転が多い送風機	参考文献	資源庁一庁、「省エネルギー設備総覧」, P232, (財)省エネルギーセンター, 昭62																						

2) DSMについて

以下に省エネルギー対策として、米国を中心に欧米諸国で広く展開されつつある DSM (Demand Side Management) 又は NEGAWATT と言われている手法の概要を紹介する。中国においては、最近石炭をはじめとしてエネルギー価格が徐々に上昇しているので省エネルギーのインセンティブが増加しつつあり、この手法は大連市のような行政主導型の社会には極めて良く機能するものと思われる。出典は「エネルギー経済」第17巻第7号である。

図 4.8.2.3-4 は米国カリフォルニア州で実際に行われた電力に関する省エネルギーの仕組みを示したものであるが、電力だけではなく全ての種類のエネルギーに適用可能である。

図において、階段状のグラフに付けられている番号は省エネルギーの具体的な方法を示しており、各階段の幅と高さは省エネルギー量とそのコストを示したもので、省エネ効果の計算は投資回収期間と割引率で評価されている。

この図は、総電気消費量の約 50%は現行の電気料金 (8.07¢/kWh) より安価なコストで節約できることを示しており、DSM 手法による膨大な省エネルギーの可能性を示唆している。図 4.8.2.3-5 は DSM を 1979 年に実施したカリフォルニア州と実施をしていない州との電力消費伸び率の差を示しており、1979 年以降カリフォルニアでは殆ど伸び率がゼロに近いのに対して他の州では約 19%ほどの伸び率となっている。

DSM の直接の目的は、省エネルギーの推進により将来必要となるべき電源設備の量とそれに対する投資額を減少させることにある。それがひいては電力料金の上昇圧力を緩和させる。更に、DSM は将来の電力需要を抑制し、これが化石燃料の消費低減につながるために環境へのインパクトを小さくする。

DSM で行われるメニューは以下の項目を含むものである。

- ① 省電力や負荷平準化に関する情報提供
- ② 省電力のための方策
- ③ 負荷管理の方策

図4.8.2.3-4 省エネ供給曲線

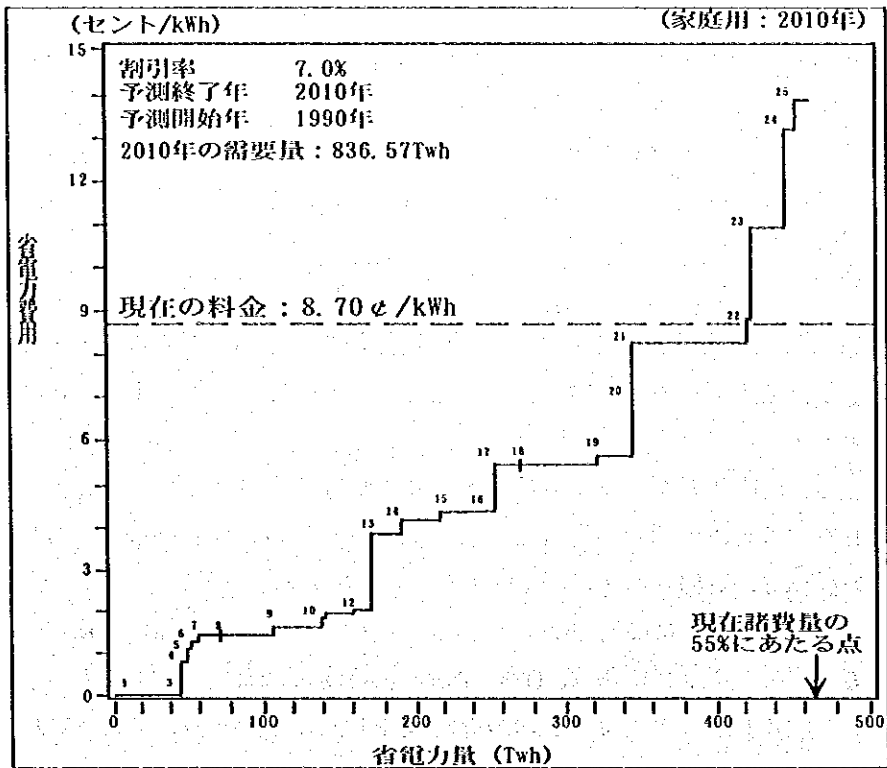
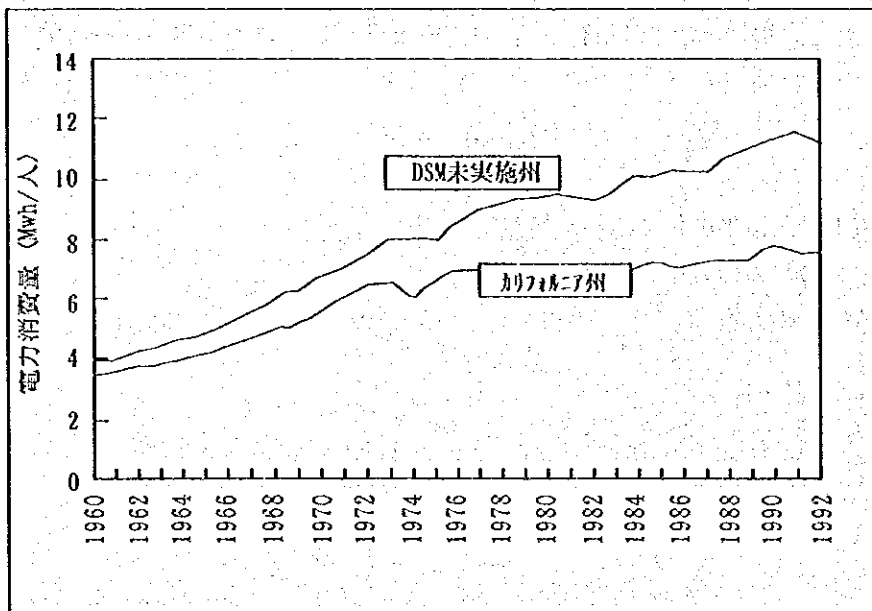


図4.8.2.3-5 カリフォルニア州とDSMを実施していない州との1人当たり電力消費量の比較



(出典) エネルギー経済第17巻

(2) クリーナー・プロダクション

(財)北九州国際技術協力協会(KITA)は、環境モデル地区における環境汚染防止対策としてクリーナー・プロダクション(CP)計画調査を実施した。又、JICA調査団はKITAの調査に加えて大連製薬、大連ガス公司、春海熱電所の調査及びIGCC適用の視点から大連化学の再調査を行った。KITAの報告書にも記載されているように企業における環境対策技術は以下の二分類に大別される。

□ 終末処理技術 (EOP: End of Pipe)

大気汚染、水質汚濁及び廃棄物などの発生した環境汚染物質を事後に如何に巧く処理するかを検討する対症療法技術であり、生産コストに上乗せされる環境対策コストを如何に吸収するかが経営上の課題となっている。

□ クリーナー・プロダクション (CP: Cleaner Production)

生産コストを引下げ、品質を向上させ、且つ汚染物質の発生を如何に抑制するかを検討する総合的技術であり、必然的に省資源、省エネルギーの方向と合致し経済性を担保した環境対策が可能となり、更には生産コストの削減も可能となる。

上記を踏まえてKITAは大連市と協議のうえ、大連市企業群のなかから環境排出量が大きく、環境改善効果の大きい4企業(大連製鋼、大連セメント、大連化学、大連染料)をCP対象企業として選定し調査報告書を作成した。

その後、JICA調査団による企業調査の進行に伴い、プレFS及び環境影響評価(EIA)対象案件として上記4企業に加えて大連製薬、大連都市ガス公司、春海熱電所が追加されることとなった。しかしながら、調査対象地域において最大のSO₂汚染負荷を有している華能発電所は大連市による企業管轄権の問題もからんでこれらの重点対象プロジェクトから結果的に除外されている。

1) CP調査対象企業における環境対策

上記の大連製鋼、大連セメント、大連化学、大連染料並びに1999年度に追加的に調査を予定している都市ガス及び春海熱電所に係わる環境影響評価及びプレFSについてはその章を参照。

2) 都市ガス問題

1997年現在のモデル地区における石炭ガス製造設備は次の通りである。

- | | |
|----------------------|---------------|
| □ 大連ガス公司一廠(都市ガス製造) | □ 大連製鋼(自家消費) |
| □ 大連ガス公司二廠(都市ガス製造) | □ 大連ガラス(自家消費) |
| □ 大連化学(都市ガス製造及び自家消費) | |

上記の事業所のうちモデル地区に約 350,000m³/日の都市ガス（石炭ガス）を供給していた大連ガス公司一廠は 1999 年 3 月に金州区に移転が完了し LPG を原料とする公害の殆どない新プロセスで操業を開始している。大連ガス公司二廠についても近い将来に一廠の敷地に移転する計画であり、この移転が完了すれば石炭を原料とする都市ガス製造に伴う都心部における大気及び水質汚染の問題が一部企業による自家消費用のガス設備を除き一挙に解決することになる。更に、自家消費用の石炭ガスを製造している大連化学、大連製鋼及び大連ガラスについても都市ガスを供給することによりこれらの石炭ガスプラントを全数停止すれば環境汚染改善効果は極めて大きいものとなる。

(3) 発生源対策

1) 排煙脱硫設備

排煙脱硫方式は一般的に表 4.8.2.3-5 ように分類されているが石灰石法が広く採用されている。

表 4.8.2.3-5 排煙脱硫方式の分類

区分	脱硫方式	回収物
湿式	①水酸化ナトリウム又は亜硫酸ナトリウム溶液	亜硫酸ナトリウム、硝酸ナトリウム、石膏
	②アンモニア水	硫酸安、石膏、SO ₂ 、S
	③石灰石又は消石灰スラリー	石膏
	④水酸化マグネシウムスラリー	石膏、SO ₂
	⑤塩基性硫酸アルミニウム溶液	石膏
	⑥希硫酸	石膏
乾式	①活性炭	硫酸、石膏
	②電子ビーム法	硫酸安、硝安
	③循環流動床炉内脱硫	石膏

(Data(表1))

2) 直接脱硫設備

石油精製工場において主として重油、軽油などの重質油に多く含まれている硫黄化合物（1-3w%）を 400℃、150 気圧の水素雰囲気中で触媒により水素と反応させて硫化水素（H₂S）とし、クラウス反応により単体硫黄として回収する方法であり、HDS（Hydro Desulfurization）プロセスとして各種のバリエーションがあるが石油系液体燃料による SO_x 汚染の根元を直接的に絶つ方策として極めて有効であり国際的に広く採用されている。

3) 脱硝設備

脱硝方法は表 4.8.2.3-6 及び表 4.8.2.3-7 に示すように、①排煙脱硝法と②燃焼管理による抑制対策に大別される。

表 4.8.2.3-6 排煙脱硝方式の分類

区分	脱硝方式	概要
乾式	①接触還元法 (SCR)	還元剤と触媒によりN2に還元
	②無触媒還元法 (SNR)	アモニアによる還元
	③吸収法	Li,Na,K等の炭酸塩溶解物を吸収剤に使用
	④吸着法	活性炭、モレキュラーシーブ等による吸着
	⑤電子ビーム法	アモニアを添加して電子ビームにより硫酸、硝酸とする
湿式	①アモニア吸収法	アモニア液による吸収
	②酸化吸収法	NOを酸化してからアモニア液で吸収
	③液相還元法	還元剤により液相でN2に還元

(注) SCR : Selective Catalytic Reduction, SNR : Selective Noncatalytic Reduction

(出典(集1))

表 4.8.2.3-7 燃焼技術による窒素酸化物の抑制対策

区分	方式	区分	方式
運転条件 の変更	①低過剰空気燃焼	低NOxバーナー の種類	①混合促進型
	②燃焼室熱負荷の低減		②火炎分割型
	③燃料転換		③自己再循環型
	④蒸気噴射		④段階的燃焼型
燃焼装置 の改造	①二段燃焼		
	②排ガス循環燃焼		
	③濃淡燃焼		
	④低NOxバーナー		

(出典)公害防止の技術と法規

(Data(集1))

燃焼技術による窒素酸化物の抑制対策の中で低NOxバーナーへの関心が高まっている。石炭・重油を燃料とする場合の低NOxバーナーの考え方は基本的には2段燃焼と同一であるが、石炭の場合、Fuel-NOx源となる燃料中に含まれるピリジン、キノリン、カルバゾール、アミド類などの窒素化合物が石油燃料よりも多く含まれ、0.5~2.5%に達し、これが燃焼中に酸素と結合して、Fuel-NOxを生成し、全生成NOx中の過半数をしめることが特徴的である。さらに、生成するFuel-NOxは、石炭中の窒素分が比較的低温で石炭から離脱するVolatile-NOxと高温にならないと離脱しないChar-NOxがあり、これらの判断を試験により把握する必要があるが、低コストのNOx低減対策として、重油専焼ボイラーには、一般的に入手可能な低NOxバーナーの導入を大規模事業所を中心に推進し、石炭ボイラーには石炭燃料分析、実機による改造試験を加えた息の長いNOx低減プログラムの実施を検討していく必要がある。

4) 集塵設備

集塵設備は表 4.8.2.3-8 のように分類されるが、排ガス及び煤塵の特性と集塵効果を良く検討して機種を選択する必要がある。

表 4.8.2.3-8 集塵設備の分類

方式	方式
①重力集塵装置	④濾過集塵装置
②慣性力集塵装置	⑤洗浄集塵装置
③遠心力集塵装置	⑥電気集塵装置

出典)公害防止の技術と法規

(Data(集))

5) 燃料改良及び転換

環境対策の観点からは、固形燃料（石炭）より液体燃料（石油系燃料）、更に気体燃料（天然ガス）に燃料転換が進むにつれて環境汚染物質の発生量が低減し燃焼管理も容易になる一般的な傾向がみられる。しかし、石炭を主体とする中国におけるエネルギー賦存量の分布からみて目標年度である2010年までは石炭を中心とするエネルギーの消費パターンは変わらないと思われるので以下に石炭に主眼をおいた燃料対策を検討した。

(a) 良質炭の導入

中国では硫黄含有量 1%以上の石炭を使用する火力発電所は排煙脱硫装置を装着するものとし、1%未満の場合は装着する必要はないものとされている。従って、華能発電所をはじめとして大規模熱電所も含めて硫黄含有量 1%未満の石炭を使用して排煙脱硫装置を設置していない。しかし、中国全体の低硫黄炭の需給バランスからみれば、低硫黄炭は脱硫設備を装着する合理性の少ない民生及び中小企業部門にまわして高硫黄炭は排煙脱硫装置を装着した大規模発電所（熱電所を含む）で使用するのが脱硫効率及び経済効率の観点からも合理的であると考えられる。現に 1997 年度のモデル 4 区においては、石炭総消費量 535 万トンの内これら大規模発電施設における石炭消費量は 310 万トンであり全石炭消費量の 61%を占めている。

(b) 選炭技術

硫黄分と灰分は大気汚染の原因物質であり、これらの物質を石炭質と分離するには通常粉砕によりおこなわれる。鉱物質の成因や混入状況により差異はあるが原炭は細かく粉砕するほど鉱物質の分離精度は向上する。選別方法には①水洗法、②重液選別法、③空気選別法、④浮選法などがあるが、一般的には山元で大量の工業用水を使用して選炭作業を行うのが普通である。

(c) 成形炭の製造

微粉炭に石灰石及び助燃剤としての植物質とバインダー剤を添加した成形炭（BIO-COAL：石炭・植物質複合ブリケット燃料）を民生及び中小企業部門で燃料として使用し SO_x の発生を防止しようとするもので、煤塵の発生量は石炭燃焼より 1/5-1/10 に減少し、硫黄の固定率は 40-60%程度といわれている。モデル 4 区にお

る練炭工場を見学したが生産能力は3万トン/年程度であり成形炭の製造は需要があればいつでも可能との由である。しかし、大連市に流通している現行の練炭は極めて品質が悪く、CO、SO_x及び煤煙の発生が甚だしい上、1個2000ccの練炭の燃焼持続時間は約30分、有効活用熱量はほぼ450kcalに過ぎない。従って、この練炭の品質改善が先行して必要である。

(d) 石炭のスラリー化

埋蔵量の豊富な石炭をスラリー化して液体燃料と同様なハンドリングを行い、燃焼効率の向上及び容易な排煙処理を狙った技術であり、微粉炭と油を混合するCOM (Coal Oil Mixture) と石炭と水を混合するCWM (Coal Water Mixture) があり国際的には実用化の段階に入りつつある。

(e) 石炭のガス化

石炭を乾留して得られる脱硫処理後の石炭ガスはSO₂及びTSPの発生の殆どないクリーン燃料であり、燃焼管理も極めて容易であるので民生部門における需要は石炭を代替して今後急速に伸び、2010年には現行需要量の2倍以上に達するものと見込まれる。石炭ガスの組成はH₂が57%、CH₄が22%、COが6.5%程度であり、発熱量は約4,000kcal/m³程度である。COは毒性があるので家庭での使用は安全面での注意が必要である。

(f) 液体燃料

大連市の急速な経済成長に伴い自動車の保有台数は2010年には1997年(232,354台)の2.5倍になるものと予測されている。自動車保有台数の急速な増加とハンドリングの利便性よりみて重油、軽油、灯油、ガソリン、LPGなどの石油系の液体燃料に対する需要は今後急速に伸びるものと予測され、これらの燃料からの大気汚染、特に自動車によるNO_x汚染問題が深刻になってくるものと思われ予防対策を今から確立しておく必要がある。

6) 燃焼管理

完全燃焼や省エネルギーをはかり燃料の節約及び汚染物質の排出量を抑制するための次の項目を含む燃焼管理基準を作成し、熱利用設備の温度分布、流量測定、排ガス分析などにより熱収支を算定して省エネルギー対策を策定する。

(a) 空気比

燃焼設備及び燃料の種類に応じた標準的な空気比を設定する。

(b) 燃焼室熱発生率

燃焼室の単位容積、単位時間あたりの適正な熱発生率を設定する。

(c) 排ガス温度

適正な排ガス温度を設定する。一般的にはボイラーで110-150℃、工業炉で200℃程度である。

(d) 炉壁温度

適正な炉壁温度を設定する。一般的には工業炉で 80-140℃程度である。

(e) 燃焼設備のメンテナンス。

適切な保全業務は燃焼設備を常時良好な状態に維持するための条件である。

7) 供熱設備の集中化

大連モデル地区では、冬季には各種の大・中・小型ボイラー、或いは発電を伴った供熱ステーションによる暖房を地域に提供しており、約 2,000 ヶ所に散在する中小ボイラーは熱効率が悪く煙源が低いこともあり地域の大気汚染の主要な原因となっている。これら中小ボイラーの集約化、暖房配管網の合理化、普及率の向上並びに暖房料金集金システムの合理化が求められている。

大連市では中長期計画に基づきモデル 4 区の供熱設備の普及率及び集中率を表 4.7.1.2-5 のように計画している。これらを実現するためには 4.7.1.2(3)項に記載しているように中小分散供熱設備を循環流動床ボイラーを備えた大規模熱電設備に集約する必要がある。これらの集約化が実現すると煙突の本数が 10 本以内に減少し排煙脱硫が極めて容易になり、熱効率も 15-30%程度改善できると試算されている。

モデル地区の中小分散ボイラーは現在、ほぼモデル地区の石炭需要量の 15%程度の約 80 万トン/年の石炭を燃焼しているとされており、これを中長期的に集約する事により、熱効率の向上、燃焼管理の改善等により大幅な SO_x、NO_x、煤塵、CO₂ の低減が可能となる。

更に、発電、化学品の生産を組み入れ、次項に記載した IGCC 技術の導入をはかれば、経済的にメリットのある総合的システムの構築が可能である。

モデル地区の供熱事業対策としては、集中供熱所の建設と分散ボイラーの運転休止を同時に平行して進めるが、2010 年までに分散ボイラーを全面的に休止して集約化を行い、平行して IGCC 技術のフォローアップの研究体制を確立して、電力セクター、供熱セクター、化学工業の再編を 2010 年以降における実施を念頭においた体制を整備することを検討したい。

(4) 研究開発体制の強化

環境対策技術の改善には 4.8.2.2(5)項でも記載しているように先進国よりの技術導入とともに自国のエネルギー事情に即した自前の技術開発が必要である。

1) IGCC (統合型ガス化コンバインド・サイクル技術)

ここで検討する研究開発プログラムは単なる石炭のガス化・燃焼に係る研究ではなく、石炭のガス化技術、燃焼技術の開発を通して、発電、供熱、都市ガスの製造、化

学品の製造を総合化した技術の集大成を目的とするものであり、これらの技術は、大連市モデル地区が直面している集中供熱事業合理化プログラム、都市ガス生産の集約化、大規模熱電所の大気汚染問題を始めとする将来の大連市における発電供熱事業の内容、大連化学の体質改善などに大きく寄与するものと考えられ、大連市ではこのような中国に特有の大型プロジェクトの統合的な推進を通じて、中・長期に亘る環境汚染問題を解決すべきであると考えられる。

本技術は、先進国で十数年前から研究されてきた技術であり、欧米では、「Integrated Gasification Combined Cycle」(IGCC：統合型ガス化コンバインド・サイクル技術)とされているもので概要は次の通りである。詳細については、第4章の補足資料-2「大連化学の合理化」を参照。

(a) プロセス概要

図 4.8.2.3-6 に概念フローシートの一例を示した。原料石炭は粉砕されてホッパーに蓄えられ、酸素とスチームの混合ガスで輸送され、ガス化装置のバーナーの対向位置に供給され約 80%以上がガス化される。1,370℃のガスは、合成ガスクーラーで冷却され、高圧スチームを回収するとともに、フライアッシュが除かれ、循環ガスラインから一部引き出された約 1ppm のフライアッシュを含むガスは塩素除去塔でクロル分を除去した後脱アンモニアされ、酸性ガスを除去した後単体硫黄が回収され、NO_x 濃度約 25ppm の精製ガスを得る。硫黄除去率は約 99.5%。この精製ガスはコンバインド・サイクルによる発電及び供熱、都市ガス、化学品の合成、などへ利用される。

(b) プロセスの特徴

IGCC の特徴は、石炭ガスプラントの下流に石炭ガスを原燃料とする各種のプラントを設置して、製品に対する市場の需要に応じて最大の収益を確保出来るようにシステムの運転モードを自在に変更し市場に対する最適な生産を行うことにある。従って、季節変化に伴う電力、供熱、肥料などの需要量の変化、並びに 1 日における昼間及び夜間における用役需要の変化などにきめ細かく運転モードを変更して企業に対して最大の利益をもたらすことを可能とするコンピューター・システム (DCS) を構築することが前提になる。

類似のシステムの構築は原油を原料とする製油所においては広く採用されていることは周知の通りである。

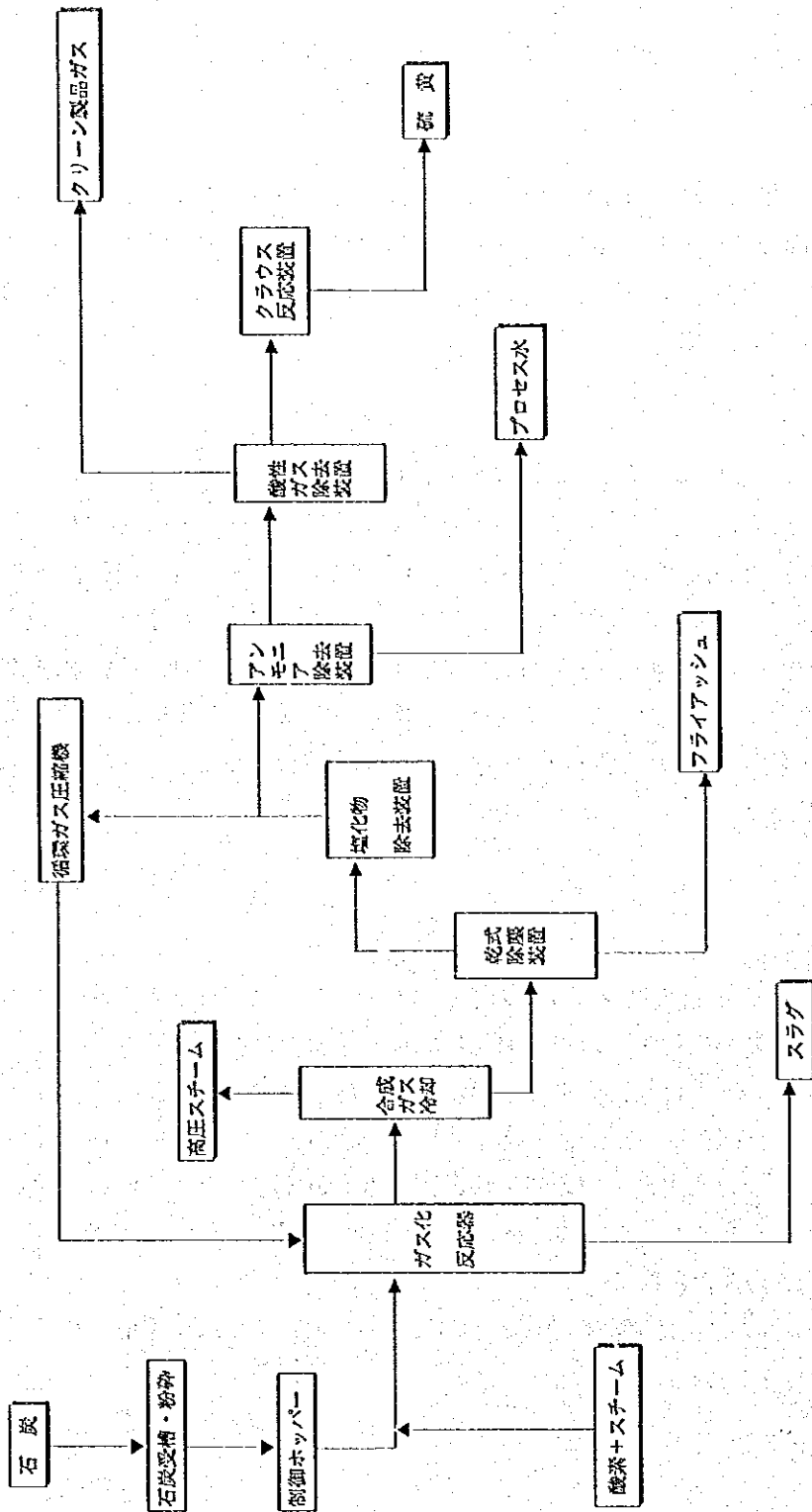


図 4.8.2.3-6 IGCC 概念フローシート

2) 供熱研究所の拡充

大連市では1993年に省エネルギー、汚染防止技術及び設備の研究、専門技術者の育成を目的として、「大連市エネルギー企画設計院」を設立し活動を行ってきたが、人材不足、研究施設の不足、資金不足によりその活動状況は沈滞し、現在では熱供給網及びボイラー室等の設計を行っている状況である。

一方、集中供熱発電所の改造や建設が行われているものの、依然として民生セクターのSO_x、煤塵の排出量はモデル地区に大きな影響を与えており、大連市としては本設計院の機能の拡充を行う必要がある。求められている研究活動の内容は次の通りである。

- (a) 小型ボイラーの集約化が大規模な資金を要し長期的計画が必要であるので、集中化までのつなぎとして小型ボイラーの効率改善に関する研究
- (b) 同ボイラーの簡易脱硫システムの開発
- (c) 並びに燃焼灰の処理対策の研究
- (d) 石炭の燃焼及び燃料転換技術の研究
- (e) 石炭燃焼施設の改良研究
- (f) 暖房熱水配管網の改良及び省エネルギーの研究
- (g) 中央政府が進めている熱量計導入システムの付帯的研究
- (h) その他、先端技術研究

以上であるが、現在の大連市に求められている①工業技術研究体制の整備、②石炭発電技術の研究開発体制の整備、③省エネ・燃焼技術の確立、④石炭燃焼・ガス化技術開発とのかねあいと中央政府電力省、化学工業省廃止に伴う化学工業局の設立等を考慮する必要があるものの、大連市においてこの分野の公的研究機関が存在していないので、主要な業務分野を②、③及び④においた研究所の拡充を行うべきと考えられる。

3) 大発生源を中心とするサブセクター・スタディー

環境対策を効果的に推進するには、単なる一企業内における検討に止まらず各産業セクターにおける個々のサブセクター（製造業における食品、繊維、紙・パルプ、化学、窯業、鉄鋼、非鉄金属、金属機械並びに発電、熱供給、石油精製、都市ガス等）による業界全体としての視点から、中国における現行技術の国際的先端技術よりの立ち後れを認識して対策を立案することが望ましい。業界全体として衆知を結集して改良技術、省エネルギーの事例、環境対策などの情報を広く交換して大連市にとどまらず中国全体の問題として取り組む姿勢が大きな成果を上げ得るものと考えられる。

4) 触媒研究機能の拡充

大気汚染防止・省エネ技術には触媒研究が欠かせないが、大連市には工業技術研究所、環境汚染防止研究機関がないため、このような研究は行われていないので次の研究機能を拡充することを検討したい。

- (a) 貴金属触媒による廃ガスのハイドロカーボン触媒燃焼技術
- (b) Pt、Al₂O₃、TiO₂、V₂O₅等の選択的接触還元触媒による乾式脱硝技術
- (c) V₂O₅等の酸化触媒によるSO₂回収技術
- (d) Pd酸化触媒によるCO酸化技術
- (e) 触媒研究ではないが、吸着体による吸着操作技術

現在、以上の研究にふさわしい公的機関は見あたらないが、大連理工大学乃至は設立を提案している環境試験研究センターが望ましいが、当面は先進国の公的研究機関との共同研究をプロモートすることが考えられる。

4.8.2.4 財務的支援策

環境対策費用は省エネルギー及びCP対策費を除き企業にとり追加的なコストとしての認識が一般的である。従って、健全な社会生活を維持していくために必要な社会的なコストとして受け入れられるには財務制度上のインセンティブが必要であり、国情に応じて各国とも優遇税制或いは助成金制度などの財務的な支援策を設けている。大連市としても、環境対策設備投資に対する大幅な減税及び低金利の融資制度の採用が必要であり、既に設定されている排污費の合理化、さらには国際的にも広く検討されている大気汚染物質排出権取引市場の創設なども視野に入れていく必要があるものと思われる。

(1) 優遇税制・助成金制度

大気汚染防止用設備などの償却資産を取得した場合に、普通償却の別枠として取得価格の一定の割合についての特別償却を認め、耐用年数の短縮を認めるなどの優遇処置を設定して大気汚染対策技術の導入を奨励することが望ましい。又、大気汚染防止用設備に対する固定資産税、土地使用税などの非課税乃至は軽減処置を設けて、環境対策に積極的な企業を支援することが望ましい。特に工場移転を促進する税制として、指定地域内の工場が地域外に移転した場合に土地・建物の譲渡に伴う利益に対する課税を減免する処置により大気汚染対策面からの工場立地の適正化を誘導する必要がある。その他低硫黄炭などの良質燃料を供給、購入する者に対して付加価値税などの軽減処置、並びに都市ガスの各家庭への引き込み、排煙処理副産物の有効利用などへの助成金の支給又は低利融資制度を設けて支援することが望ましい。

(2) 目的税・排污費

中国において既に実施されている排污費は汚染物質の排出量に応じて徴収される一種の目的税とも見なされるが、工業用水、燃料、自動車などなんらかの形で環境汚染に係わる物を対象にして排出量に応じた合理的な課税制度を創設してその税収を環境保全基金として積み立てて公害防止に対する補助金及び低利融資の資金源とすることが望ましい。

現行の制度における排污費は、SO₂及びNO_xに対しては0.4元/kgであり、1997年度のモデル4区の点源におけるSO₂及びNO_xの合計排出量である約14万トンの50%に排污費が賦課されると仮定して0.4元/kgを掛けると280百萬元（約42億円）にすぎず、この価額では排出源である企業にとり排污費のコスト削減のために汚染物質排出量削減のための設備投資を行うインセンティブは生じ難い。論理的には汚染物質単位量あたりの排污費は単位量あたりの削減コストより少し高めに設定する必要があると、試算としてSO₂削減の国際的な平均コストをUS\$500/t-SO₂と設定して中国の現行排污費（0.4元/kg-SO₂≒US\$50/t-SO₂）と比較すると排污費を10倍以上に設定する必要があるとの計算となる。

(3) 大気汚染物質排出権取引市場の創設

現在、地球温暖化防止を目的として、CO₂の排出量抑制のための取決めとしてCO₂排出権取引市場を国際的規模で創設する動きがあり、近い将来に実現するものと考えられる。同様の趣旨で対象地域を大連市市内に限定したとしても、各事業所から排出されるSO₂、NO_x及びTSP等について排出権取引市場創設を検討したい。このシステムは各企業毎に大気汚染物質の排出許容量を設定して、排出許容量と実排出量との差を他企業へ販売することを認める制度である。このシステムでは投資あたりの削減効果の高い企業は汚染物質の排出量を削減してその削減量を削減効果の少ない企業に販売して利益をあげ、削減効果の少ない企業はこの販売権を取得することによりコストの高い環境汚染防止設備の設置を回避する事が出来て双方にメリットが生ずるものであり、総量規制と同様な規制効果が期待できる。

4.8.3 大気汚染対策費の算定

環境汚染の防止には中央政府、地方政府及び民間セクターそれぞれによる応分の財務的負担が必要であることは言を待たない。ここでは政府機関による財政支出と民間企業による環境汚染防止に係わる支出についてOECD先進国の実績値にもとづいて検討する。

これら諸国の資料は原則として第一次の石油危機が発生した 1973 年以降の統計を使用した。中国における環境問題の現状と今後の推移は OECD 諸国の 1973 年以降の状況に良く近似されるとの判断からである。

(1) 産業部門における環境対策投資

表 4.8.3-1 は 1975 年の日本におけるセクター別の環境対策投資額と対 GNP 比率を示したものである。中央及び地方政府の投資は合計で民間企業とほぼ同額であり、対 GNP 比率は 1.0%となっている。ただし、これらの環境対策費には、大気・水質・その他すべての環境汚染防止関係の費用が含まれており、大気に関する対策費は総額の 60-70%程度であることに注意をする必要がある。

表 4.8.3-2 は OECD 諸国における民間企業の平均的な環境投資の比率を示しており、大連市の都市構造及び産業構造より見て日本に近い環境投資比率を維持する必要があるものと考えられる。

表4.8.3-1 日本における環境対策投資額
及び対GNP比率（1975）

セクター別	価格 (百万円)	対GNP比率(%)
中央政府	285,000	0.2
地方政府	1,200,000	0.8
民間企業	1,403,000	1.0
(合計)	2,888,000	2.0

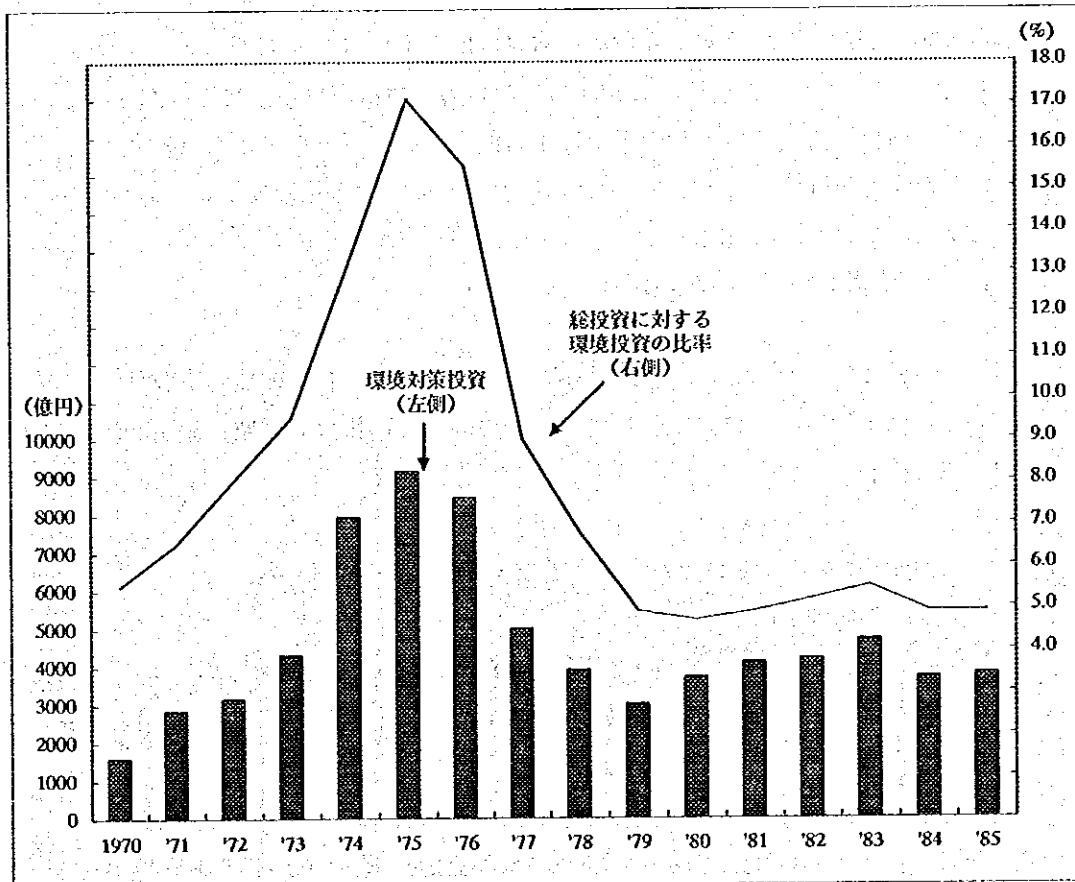
(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

表4.8.3-2 OECD諸国における民間企業の
平均的環境対策投資額

国名	総投資(A)に対する 民間環境投資の比率	A/GNP (%)
日本	5.0	1.0
米国	3.4	0.4
オランダ	2.7	0.3
スウェーデン	1.2	0.1
西独	2.3	0.3
ノルウェイ	0.5	0.1

(出典) OECD報告書

図4.8.3-1 民間企業における環境対策投資の年次的動向



(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

図 4.8.3-1 は 1970-1985 年度における日本の民間セクターにおける環境対策投資額及び総投資額に対する比率を示したものである。この図によれば、日本における民間部門の環境投資は 1975 年にピーク（総投資額の 17%）に達しその後は漸減し、中長期的には 5%程度に収斂することを示している。但し、この環境投資額には省エネルギー投資が含まれており 1973 年直後の原油価格の急騰に伴い省エネルギー活動が急速に高揚したことを示しており、エネルギー高価格政策が省エネルギー業務に多大のインセンティブを与えることが良くみてとれる。大連市としても、この程度の環境投資比率を念頭におく必要があるものと思われる。図 4.8.3-2 はエネルギー集約型産業の総投資額に対する環境投資額の中長期的な比率の推移を示したものである。この表からは次の事項が特徴的である。

- 火力発電のケースに典型的に見られるように、第一次（1973 年）及び第二次（1979 年）の石油危機直後に省エネルギー活動が急激に高揚している。
- 発電、石油精製、化学工業、鉄鋼、窯業・土石の順に環境投資率が高い。
- 産業別の環境投資比率の平均値は、1975 年にピークとなり中長期的には約 5%に収斂している。

(2) 個別プロジェクト別設備費の概略見積り

4.8.2 項に記載した環境汚染物質の削減対策は表 4.8.2-1 に示しただけでもソフト及びハード対策として 19 の大項目に分類されこれらの項目は更に小項目に分割されている。これらの全項目に対する対策費の算定は不可能に近い。従って、ここでは次の主要項目についての検討を行うこととした。大連市にとり環境対策上極めて重要であるプレ FS プロジェクトについては第 III 章、クリーナー・プロダクション対象プロジェクトについては KITA の報告書を参照されたい。

- モデル 4 区において国際的水準からみて必要とみられる環境対策費
- 大気汚染物質の削減対策として最も効果の大きい排煙脱硫及び脱硝設備に関する概略設備費

1) 国際的水準からみて必要とみられるモデル 4 区の環境対策費

（1997 年度固定価格ベース）

大連市作成の市全体の GNP の予測額（1997 年度固定価格）に対して次に示す日本及び大連市の実績値等を前提にして算定した。大気汚染対策費については全環境対策費の 70% とした。

- (a) GNPに対する政府環境予算の比率 : 1.0% (表 4.8.3-1 参照)
- (b) GNP 対す民間環境投資の比率 : 1.0% (表 4.8.3-1 参照)
- (c) 総投資に対する民間環境投資の比率 : 5.0% (表 4.8.3-2 及び図 4.8.3-1 及び 2 参照)
- (d) 大連市 GNP 成長率 8.2% (1990-2010 平均)、モデル 4 区 GNP は大連市全 GNP の 60%

表 4.8.3-3 モデル 4 区において国際的水準からみて必要とみられる環境対策予算額
(1997 年度固定価格)

年次	大連市GNP (百万元)	モデル4区GNP (百万元)	政府環境対策費 (百万元)	民間環境投資 (百万元)	(合計) (百万元)
1997	79,311	47,587	476	476	952
1998	85,815	51,489	515	515	1,030
1999	92,851	55,711	557	557	1,114
2000	100,465	60,279	603	603	1,206
2001	108,703	65,222	652	652	1,304
2002	117,617	70,570	706	706	1,411
2003	127,261	76,357	764	764	1,527
2004	137,697	82,618	826	826	1,652
2005	148,988	89,393	894	894	1,788
2006	161,205	96,723	967	967	1,934
2007	174,424	104,654	1,047	1,047	2,093
2008	188,727	113,236	1,132	1,132	2,265
2009	204,202	122,521	1,225	1,225	2,450
2010	220,947	132,568	1,326	1,326	2,651
(合計)	1,948,213	1,168,928	11,689	11,689	23,379

(注) 1997年度固定価格ベース

表 4.8.3-3 よりモデル 4 区における環境投資の目安は、1997 年度で 952 百万元(約 140 億円)、2010 年度においては 2,651 百万元(約 400 億円)程度と試算され、1997 年から 2010 年迄の総所要額は 23,379 百万元(約 3,500 億円)に達するものと算定される。

2) 排煙脱硫及び脱硝概略設備費

本報告書は環境対策のマスタープランであるので、個別設備費の詳細な見積りは行わず、概念設計に基づく概略設備費を日本で入手した資料に基づき 1997 年度の価格ベースで算定した。従って、設備の建設サイトにおける用役設備の状況など価格に大きく影響する外部条件は一切考慮しておらず、主要設備一式の概算価格の算出方法に係わる基礎的資料の提示に止めている。この種の算定価格の精度は概算算定価格を 100 とした場合、国際競争入札を実施した場合の入札価格は一般的に見て 150 から 75 の間に収まる可能性が高いといわれている。この方法で算定された価格は更に中国大連市における建設工事の費目別価格に組み替える必要があることは言うまでもない。

添付コスト資料の出典は産業環境管理協会 (JEMAI) の「Industrial Pollution Control」及び石炭技術研究所の「世界の排煙浄化技術」であり、典型的な脱硫・脱硝技術の設

備費、運転費及び単位重量当たりの SO₂ 及び NO_x の排出削減コストなどを示している
(表 4.8.3-4~4.8.3-6 並びに図 4.8.3-3~4.8.3-9)。

① 排煙脱硫装置

表 4.8.3-5(1)及び図 4.8.3-3,-5 に設備費算定の資料、図 4.8.3-7,-8 に運転コストの資料
が記載されている。

排煙脱硫は国際的には湿式法が主流であり、設置台数が最も多い湿式法の石灰石・
石膏法の概算設備費及び運転コストの例として、1 時間当たりの石炭燃焼量に対する排
煙脱硫設備費(石灰-石膏法)を図 4.8.3-3 より算出すると表 4.8.3-4 が得られる。

表 4.8.3-4 石炭燃焼量別排煙脱硫設備費

石炭燃焼量 (ton/h)	燃焼排ガス量 (1,000Nm ³ /h)	発電能力 (Mw)	建設費	
			(億円)	(億元)
10	96	23	5	0.3
50	479	113	20	1.3
100	957	227	35	2.3
200	1,914	453	60	4.0

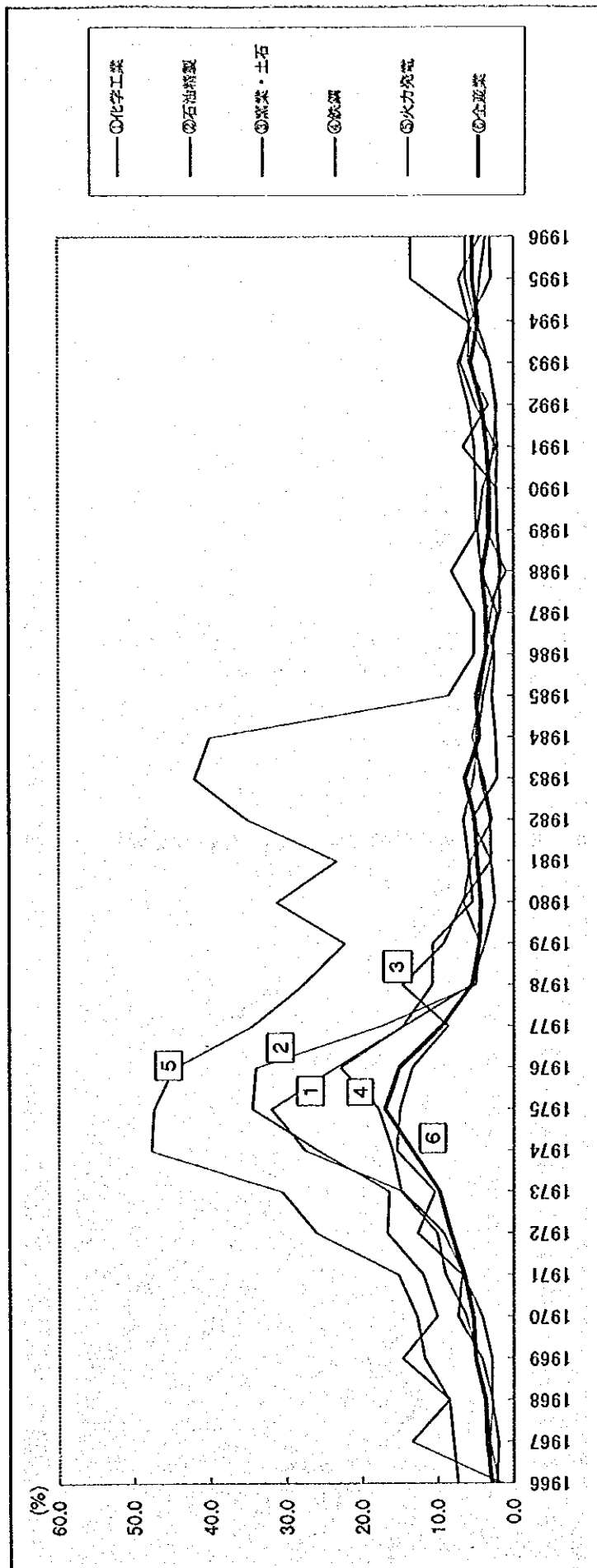
(前提条件) 石炭平均発熱量:5,000kcal/kg, 燃焼排ガス量:9.57Nm³/kg, 発電熱効率:39%

② 排煙脱硝設備

表 4.8.3-5(2)及び 4.8.3-6 に設備費算定の資料、図 4.8.3-4,-6,-9 に運転コストの資料が
記載されている。

最近では排煙脱硫及び脱硝を同一設備で同時に実施する方法も実用化されているが、
ここでは脱硫と組み合わせず脱硝設備単独のケースについて算定している。

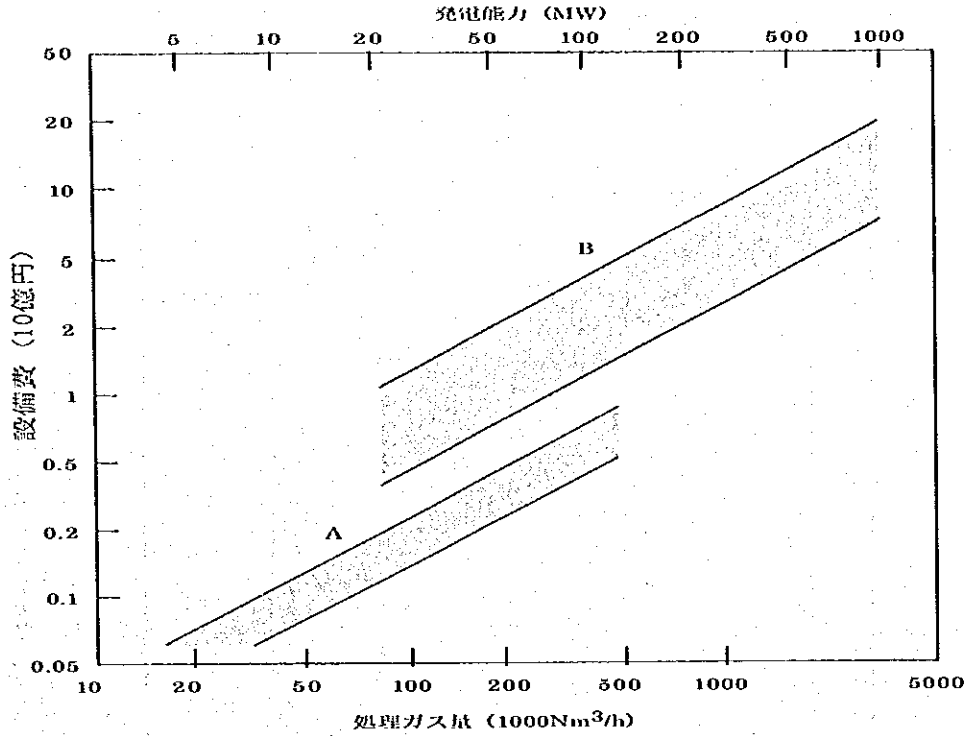
排煙脱硝法は、国際的に乾式法である触媒脱硝法(SCR)が主流であるが、例とし
て華能発電所の 350Mw×2 基のボイラーに設置した場合は、表 4.8.3-5(2)から約 45 億
円(3 億元)となり、日本で建設されたほぼ同規模の発電所における排煙脱硝設備は約
40 億円と言われておりほぼ同額となる。



(Source) 民間企業における環境投資の動向(MITI)

図 4.8.3-2 日本のエネルギー集約産業のセクター別全投資に対する環境投資の比率

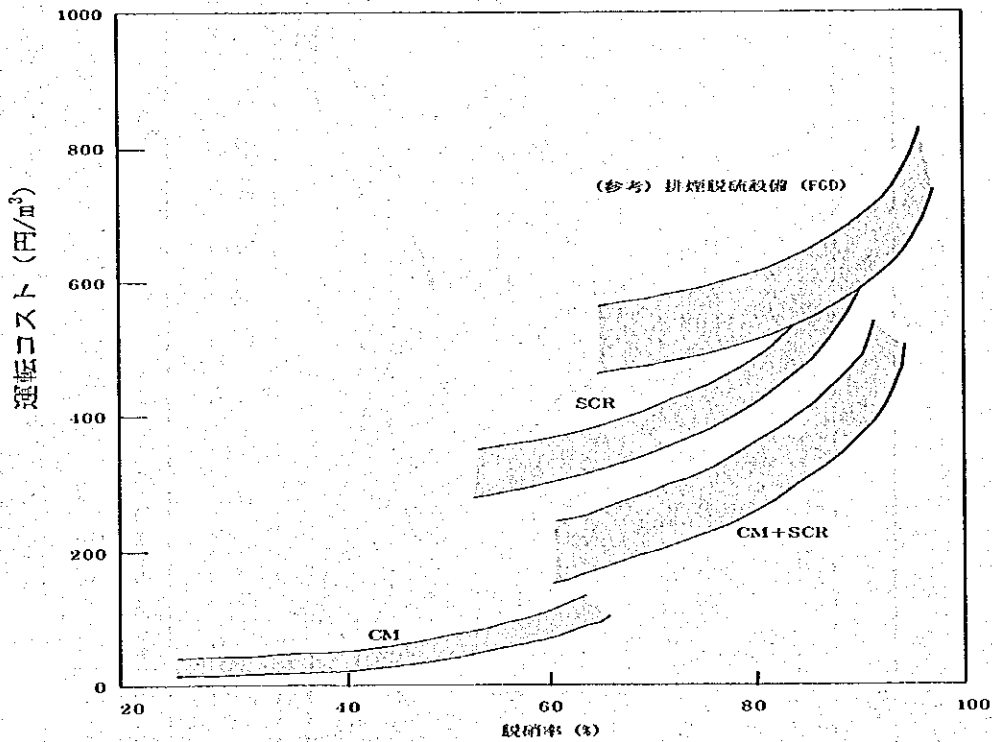
図4.8.3-3 排ガス脱硫設備の設備費



(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

A: ソーダまたはマグネシウム吸収廃棄法
 B: 石灰灰石法その他

図4.8.3-4 脱硝設備の運転コスト (償却期間7年、金利10%)

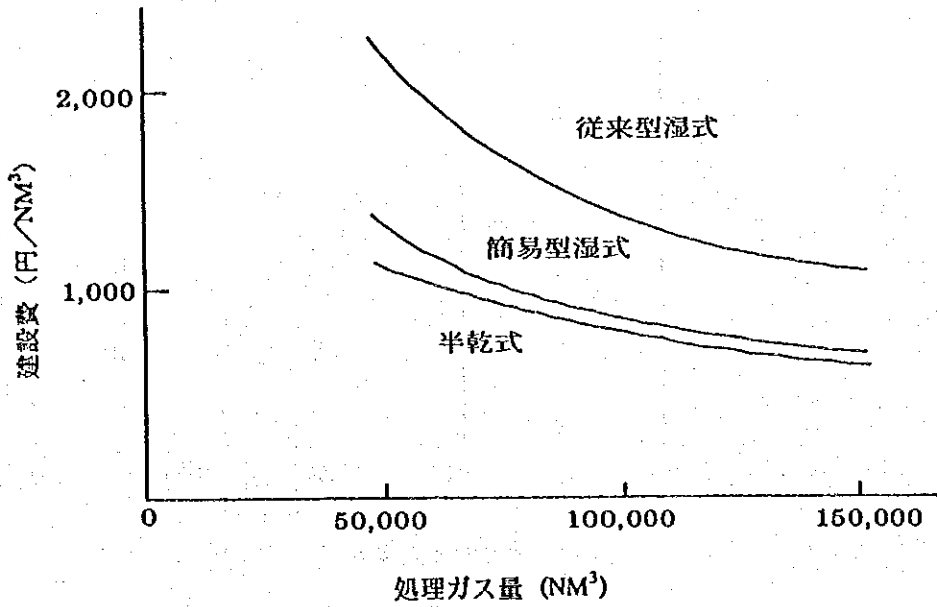


(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

FGD: 湿式石灰石-石膏法 (入口SO₂濃度1000ppm)
 SCR: 選択分解法 (Selective Catalytic Reduction)
 CM: 燃焼管理法 (Combustion Modification)

(注) 入口NOx濃度: 石灰600ppm、重油300ppm

表4.8.3-5 日本における脱硫装置の建設費



(出典) 技術協力に係る日本の石炭利用技術 (財) 石炭利用総合センター

図4.8.3-6 NOx制御技術別運転コスト

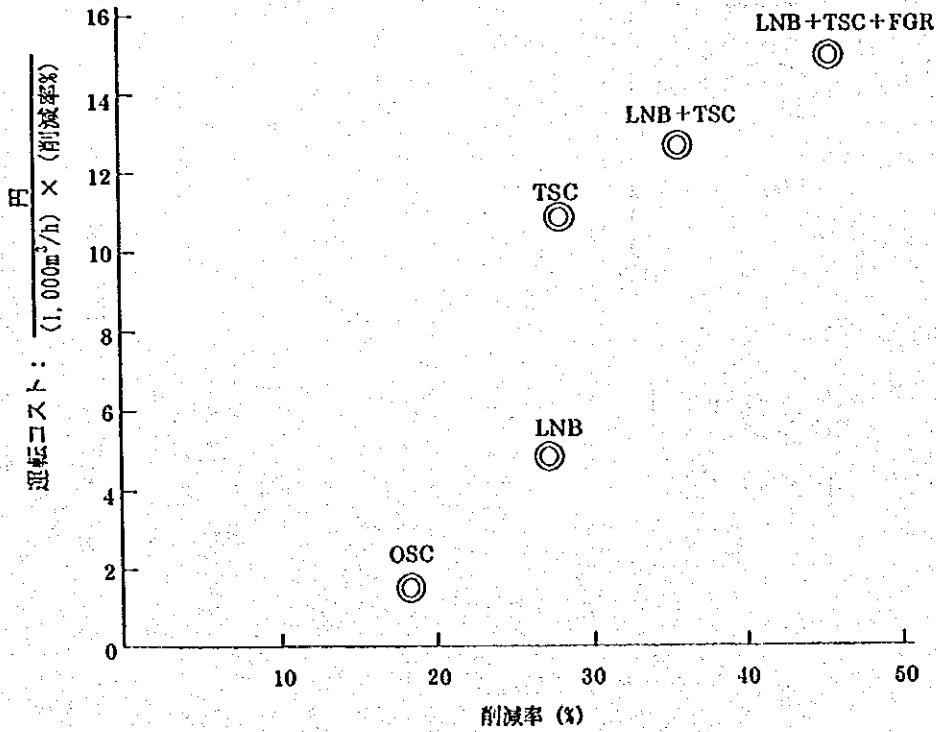
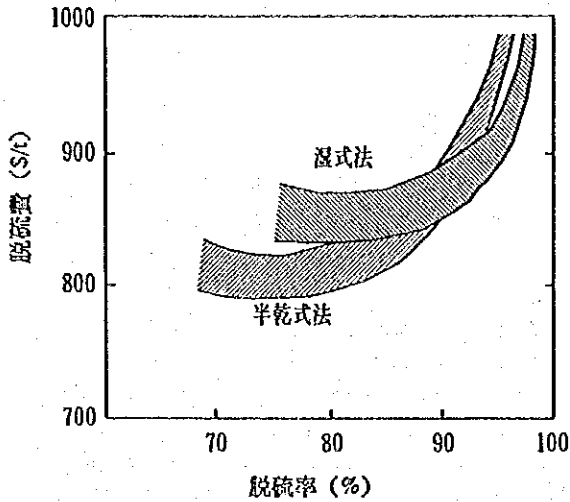
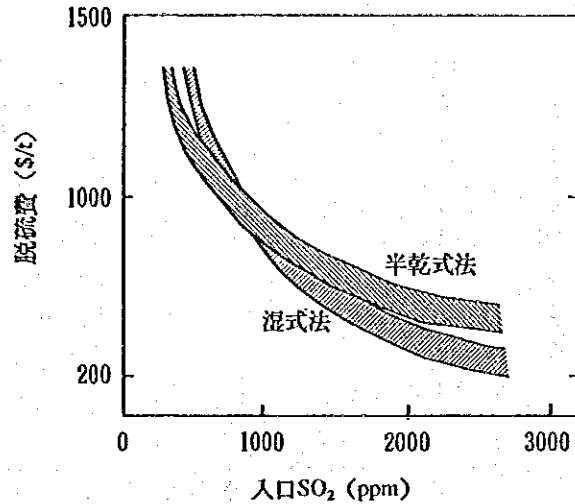


表4.8.3-7 米国でのコスト比較 (推定)
(入口のSO₂濃度1000ppm)



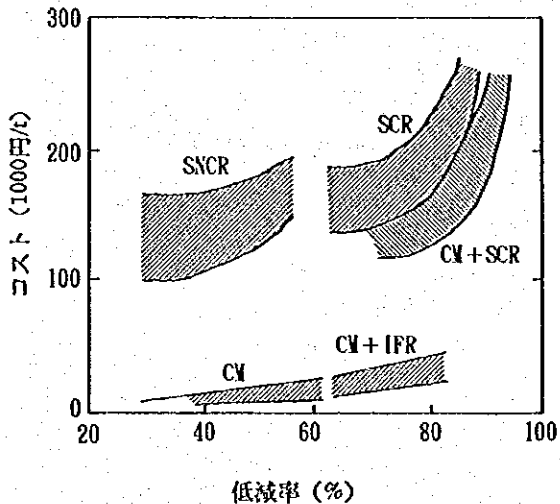
(出典)世界の排煙浄化技術(石炭技術研究所)

表4.8.3-8 米国でのコスト比較 (推定)
(脱硫率90%)



(出典)世界の排煙浄化技術(石炭技術研究所)

表4.8.3-9 NO_x低減コスト



〔重油燃焼、未対策時の NO_x400ppm
SCRは触媒脱硝、SNCRは無触媒脱硝、
CMは燃焼改善、IFRは炉内脱硝〕

(出典)世界の排煙浄化技術(石炭技術研究所)

表 4.8.3-5 エネルギー転換部門の設備投資算定参考資料

(1) 排煙脱硫設備

脱硫方式	脱硫率 (%)	US\$/kw	US\$/SO ₂ (ton)	US\$/TOE
湿式法 (石灰石/石膏)	>90%	150-280	350-600	23.4-40.1
半乾式法 (消石灰スラリー)	≈90%	140-210	360-540	24.1-36.1
乾式法 (石灰粉)	≈50%	70-120	420-750	15.6-27.9

(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

(2) 排煙脱硝設備

脱硝方式	設備費 (US\$/kw)			NO _x コスト
	100Mw	200Mw	500Mw	US\$1,000/tNO ₂
触媒脱硝 (SCR)	100	65	55	11
無触媒脱硝 (SNR)	40	30	25	8
低NO _x バーナー (LNB)	50	8	4	1

(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

表 4.8.3-6 燃焼管理法式 (CM) の設備費

技術の種類	設備費 (円/Nm ³ /hr)
LNB+TSC+FGR	657
LNB+FGR	491
TSC+FGR	475
LNB+TSC	480
TSC	292
LNB	129
OSC	26
Mean	467

(注) バーナーチップの交換を含む

(出典) Industrial Pollution Control (JEMAI)

- LNB: 低NO_xバーナー
- TSC: 2段燃焼
- FGR: 排ガス循環燃焼
- OSC: 濃淡燃焼

4.8.4 大気汚染対策スケジュール

表 4.8.4-1 は大気汚染物質削減スケジュールを示したものである。計画作成の基本的な方針は以下の通りである。

- ソフトからハードへ
設備投資が比較的少ない管理面の対策（ソフト）から着手し、多くの資金を必要とする設備対策（ハード）は後回しにする。
- 重点計画の設定
他の計画を遅らせても予定通り必ず実施する重点計画の設定
- 長期計画の選定
短期的、集中的に努力しても効果があがり難い計画は息の長い長期計画とする。
- 重点的研究開発課題の設定
大連市が遠大な長期的視野にたち積極的に取り組む研究開発課題を設定し大連市を中国における総合的な環境対策のメッカとする。

(1) 大気監視システムのスケジュール

環境アセスメント、生態系の調査などを踏まえて大気汚染源の精密な基礎的データベースを作成し維持することが環境管理の大原則であり出発点である。これがなくして大連市における如何なる環境管理の政策も議論も科学的な論拠を持ちがたい。このデータベースに基づき大気汚染物質の拡散計算を行い、重点的な管理目標を設定しこの目標達成に最も有効な環境管理総合システムを設置する必要がある。データベースの作成は短期・集中的に実施するものとし、2000年までには完成させたい。その結果に基づき2002年までに環境管理総合センターを設置する。環境管理について市民の自発的な協力を得るために広報活動を息長く実施することが重要である。

(2) 制度的規制

環境基準、排出基準などの大気汚染防止規則は単に制定したのみでは何らの意味を持たない。規制を実現させる目標管理が、明確なプロセスと根拠を伴って提示され、市民の理解と協力を得て行政側は必ず達成する強い意志を示し、必要に応じて総量規制や上乘せ基準なども制定する必要がある。実現可能な制度的規制としては、大連市では既に工場移転計画を策定して実施の過程にあり効果をあげつつある。同じ趣旨で主要な汚染源事業所に対して、環境管理ガイドラインに基づく公害防止協定を締結し、公的資格制度を含めた環境管理組織制度を導入して汚染防止対策を徹底すべきであると考えられる。公害防止協定は極めて有効な企業との協定であるが、長期的な視野にたち実現性のある

合理的な公害防止対策を協定することが重要である。年次的には 2005 年までには制度的な規制を完成させたい。

(3) 環境対策技術

全ての環境対策はそれぞれの対策に応じた技術的な強固な基盤が必要である。大連市にとり先進国からの既存技術の導入が速効的でコストも安価であると思われる。しかし、自助努力の伴う技術のインフラストラクチャーがないところには技術導入も所期の効果があがらない。以下に主要項目別に環境対策技術を述べる。

1) 省エネルギー

省エネルギー対策は環境対策の最も基礎的な業務であり、併せて企業としてはコスト節減に伴う収益を享受することができる。一般的に言って発展途上国における省エネルギーは単位 GNP 又は生産量当たり少なくとも 30% は可能であると言われている。モデル 4 区においては設備の老朽化及び不十分な設備管理の現状からみて 40% の省エネルギーも十分に可能であると考えられる。第一次石油危機（1973 年）以降の国際的エネルギー価格の急騰に伴い、先進国特に日本において省エネルギー活動が活発化し企業によっては収益が省エネルギーのみから生み出されていた時期もあった。

省エネルギーは 4.8.2.3(1)項で述べているように作業現場でのケースバイケースのきめの細かい対応が求められ各種の事例の積み重ねが必要である。そのためには今直ぐにでも現場で設備を運転管理する人達を省エネルギーのための小集団活動に組織し、職場ごとに省エネルギー競争を行い表彰制度を設けるなどの地味で息の長い努力が不可欠である。

2) クリーナー・プロダクション (CP)

省エネルギーは CP の定義の中に入ると理解されるが、ここでは省エネルギーのみでなく広い意味での環境対策、省資源、品質管理などを含めた生産技術の改善・合理化の対象プロジェクトとして、大連市と協議して KITA は大連製鋼、大連セメント、大連化学、大連染料を選定して 1992 年度を目標年度として種々の改善策を盛り込んだ CP 調査報告書を作成した。大連染料は既に計画の一部を実施中であるが、資金調達問題の解決を含めて遅くとも 1995 年までには実施を完了したい。

3) 発生源対策

発生源対策は燃焼管理を除き比較的長い計画期間と多額の設備投資を必要とするプロジェクトが多い。この中で①燃焼管理は必要とする測定機器を装備して適切な燃焼条件を求めて熱管理図を作成して熱管理の最適条件を設定するものであり、環境対策上費用も少なく特に NO_x 及び TSP の低減に効果をあげることが出来る。

燃料改良及び転換については、低硫黄炭の使用が SO_x 削減対策としては特効薬であり、大連市内で使用する石炭の硫黄含有量の上限值を例えば 2005 年までに 1.0%、2010 年までに 0.7%に制限できれば 4.7.1.2 項で算定した SO_x の排出量が得られる。石灰添加成形炭 (Bio-Coal) については、小規模な民生用の石炭燃焼設備に使用すればかなりの脱硫効果が期待できる。大連市にはすでに規模の大きい成形炭工場があるので石灰添加成形炭の生産はいつでも開始出来る体制にある。

分散供熱設備の集中化については、モデル 4 区に現存する中小規模の供熱設備は中長期計画の中で大規模供熱設備 (春海、香海、北海頭、台山、大連発電総廠等) に集約し、同時に供給配管網も近代化する必要がある。これらの処置による熱効率の改善、燃焼管理技術の向上に伴い大気汚染物質の大幅の削減が期待できる。

排煙脱硫/脱硝設備、集塵設備などは汚染物質の末端処理設備 (End of Pipe) であり効果は大きい設備投資額は巨大なものとなりコスト的には上乘せとなり節減効果は期待できない。従って、その他の相対的に安価な削減対策を講じた後の最後の手段としての大型の排煙脱硫/脱硝及び集塵設備の限界的な設置を 2008-2010 年頃とした。

4) 重点的研究開発体制の強化

大連市独自の中長期的視野にたつ研究開発テーマとしては、地域のエネルギー事情との馴染みの良い次のテーマを検討したい。出来るだけ早期に開始したい。

- IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle) : 4.8.2.3(4)項参照。
- DSM (Demand Side Management) : 4.8.2.3(1)項参照。
- 供熱設備の集中化

(4) 財務的支援策

如何なる計画も財務的裏付けがなくては画餅に過ぎない。4.8.3 項に大連市に必要なと考えられる大気汚染対策の国際水準からみた概算費用を提示している。大連市の環境対策の計画及びその進展の度合いに応じたタイムリーな財務的支援対策の発動が求められる。支援対策については 4.8.2.4 項参照。

表 4.8.4-1 大気汚染物質削減対策スケジュール

対策名	実施項目	実施年度												備考			
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		2009	2010	
1 大気監視システム	(1) 環境管理総合センターの設置																
	(2) 環境アセスメント(法人施設)																
	(3) 治整系調整																
	(4) データベースの作成																
	(5) 大気汚染物質削減対策																
	(6) 広域広域																
2 削減の規制	(1) 大気汚染防止法(国産基準、排出基準等)																
	(2) 環境管理ガイドライン																
	(3) 公害防止規定																
	(4) 工場周辺環境計画																現在進行中
	(5) 環境管理規程																
3 環境対策技術	(1) 省エネルギー																
	(2) クリーンテクノロジープロダクション																
	・大連削減																
	・大連リフト																
	・大連化学																
	・大連燃料																現在進行中
	(3) 発生源対策																
	・排煙設備改善																
	・直排設備削減																
	・脱硝設備																
・集塵設備																	
・燃料改良及び転換																	
・燃焼管理																	
・分散供給設備集中化																	
(4) 研究開発体制の強化																	
4 政策的支援策	(1) 優遇税制・助成金制度・低金利融資																
	(2) 目的税・排汚費																
	(3) 大気汚染物質削減排出権取引市場の創設																

表 4.8.4-1 大気汚染物質削減対策スケジュール

対策名	実施項目	実施年度												備考			
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008		2009	2010	
1 大気監視システム	(1) 環境管理総合計画(モニター)の整備																
	(2) 環境アセスメント(導入機材)																
	(3) 生物浄化装置																
	(4) データベースの構築																
	(5) 大気汚染物質削減対策																
	(6) 広域連携																
2 制度的規制	(1) 大気汚染防止法(環境基準、環境基準等)																
	(2) 環境管理ガイドライン																
	(3) 公害防止施設																
	(4) 工業団地規制																
	(5) 環境管理組織																
																	現在進行中
3 環境対策技術	(1) 省エネルギー																
	(2) クリーナープロダクション ・大連鋼鉄																
	・大連特外																
	・大連化学																
	・大連染料																
	(3) 発注減対策 ・非焼酎設備 ・直燃機設備 ・脱硝設備 ・集塵設備 ・燃料改良及び転機 ・燃費管理 ・分散伝熱設備集約化																
	(4) 環境関係法制の強化																
4 財源の確保	(1) 環境税制・助成金制度・低金利融資																
	(2) 目的税・附加税																
	(3) 大気汚染物質排出削減基金(市単)の創設																