No. 39

中華人民共和国工場省エネルギー計画調査報告書(要約)

中華人民共和国
工場省エネルギー計画調査
報　告　書

——要　約——

昭和61年10月

国際協力事業団

JICA
105
60
MPI
LIBRARY

鉱計工
[redacted]
86−126

JICA LIBRARY
1034061[0]

中華人民共和国
工場省エネルギー計画調査
報　告　書

——要　約——

昭和61年10月

国際協力事業団

国際協力事業団
受入月日 '86.10.29
登録No. 15563
105
60
MPI

目　　次

1．調査の概要 …………………………………………………………… 1

2．調査対象機関の概要 …………………………………………………… 4

3．エネルギー管理の状況 ………………………………………………… 6

4．エネルギー使用上の問題点 …………………………………………… 10

5．改善方策と期待効果 …………………………………………………… 15

6．所要投資額と経済評価 ………………………………………………… 18

7．大連市工業部門に対する省エネルギー推進施策の提言 ……………… 21

1．調査の概要

(1) 調査の背景・経緯

中国は今世紀末までの20年間に，農工業生産を4倍に増やす一方，これを支えるエネルギー生産は2倍増に止まる見込みとなっている。

従って，この間に全体のエネルギー消費効率を2倍に向上させる必要が生じている。

このため，中国は現在，エネルギーの開発とエネルギー節約という二つの重点課題に平行的に取組む必要に迫られているが，短期的には，まずエネルギーの浪費を改善し，節約を優先する方針がとられている。

この方針の下で，すでに第6次5ヶ年計画（´81～´85年）期間中に，当初の目標を上回る標準石炭換算1億2000万t以上のエネルギー節約が達成されているが，引続き第7次5ヶ年計画（´86～´90年）においても，1億tの節約目標が掲げられており，この目標達成に向かって，中国政府は省エネルギー基本法（節約能源管理暫行条例）の制定をはじめ，各種の省エネルギー施策を進めつつある。

こうした状況の下で，１９８４年9月に中国国家経済委員会から我が国政府に対し，省エネルギーモデル都市に指定された大連を具体的事例として，工場の省エネルギー化を進めるための実行計画の策定について，協力要請がなされた。

これを受けて，国際協力事業団は，１９８５年3月に事前調査団を中国に派遣し，国家経済委員会はじめ関係機関と協議した結果，3月21日に日中両当事者間で本調査のための「実施細則（中国人民共和国工場省エネルギー計画実施細則）」が締結され，本調査の実施が決定した。

(2) 調査の目的

本調査の目的は，上記の「実施細則」に基づき，中国側と協力して工場省エネルギー計画について技術的，財務的実行可能性調査を実施することである。

具体的には，後述の大連市の4工場について，原則として生産技術の変更を伴わない範囲で，既存設備を対象に行なう改修，または設備付加による省エネルギー改善対策を作成するとともに，熱及び電気の取扱い面で改善すべき事項の指摘を行ない，併せて，調査結果を基礎として工業部門に対する大連市省エネルギー推進施策の提言を行なうものである。

(3) 調査対象機関

本調査の対象機関は次のとおりである。

① 大連市節能技術服務中心

② 大連搪瓷工業総廠

③ 大連鋼廠

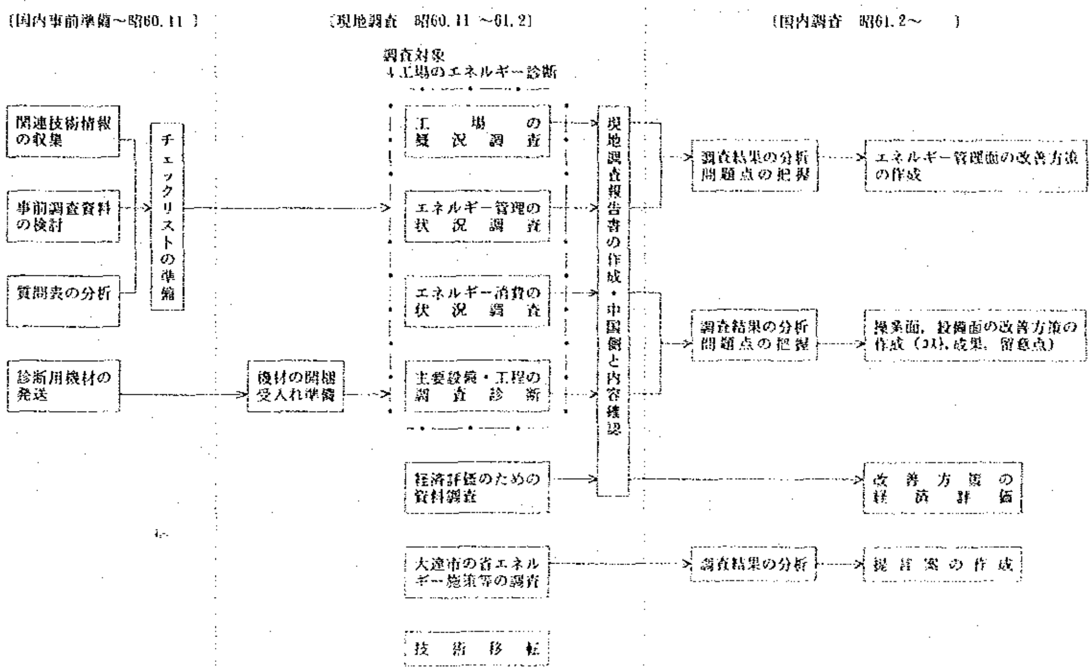
④ 大連水泥廠

⑤ 大連染料廠

(4) 調査の内容

本調査の概要は図１－１に示すとおりである。

図１－１　中華人民共和国工場省エネルギー計画調査の概要



現地調査の実施項目は次のとおりである。

A）省エネルギーモデル都市大連についての中国側の考え方及び大連市における省エネルギー推進施策の把握

B）調査対象４工場のエネルギー診断

a．工場の概況調査

b．エネルギー管理の状況調査

c、エネルギー消費の状況調査

d．調査対象設備の調査診断

e．経済評価に必要な資料調査

(5) 現地調査の実施概況

中国における現地調査は，中国側の協力を得て，計画どおり順調に進行し所期の成果をあげることができた。

その実施概況は次のとおりである。

A）１９８５年11月から１９８６年２月にかけて，二次に亘り大連に調査団を派遣した。

現地調査の日程は，添付資料－１のとおりである。

B）調査団の編成

調査対象工場別に班編成を行なった。調査団員名簿は，添付資料－２のとおりである。

C）診断機材

工場のエネルギー診断においては，チェックリストによる聞きとり調査，工場側の図面・実績データの調査，視察のほか，診断機材による実測を通じて，操業状態や設備性能の実情，問題点の正確な把握に努めた。

なお，これら診断機材は，中国側の希望により，工場調査終了後，国際協力事業団から中国側に寄贈された。

D）現地調査報告書

各工場の調査が終了した時点で，工場側関係者との間で報告会を開催し，調査結果をとりまとめた「現地調査報告書」を作成し，調査団帰国の際に各工場分を取りまとめ，国家経済委員会と大連市経済委員会にそれぞれ提出した。

2． 調査対象機関の概要

(1) 調査対象工場の概要は表1－1のとおりである。

表1－1 調査対象工場の概要

工場名	大連搪瓷工業総廠	大連鋼廠	大連水泥廠	大連染料廠
主要製品名	ほうろう製品 コップ，洗面器 電気洗濯機	構造鋼，軸受鋼 高速度工具鋼 不銹鋼 合金鋼等の鋼材 鋼板，鋼管，棒鋼	#425, #525 ポルトランドセメント 油井セメント	か性ソーダ 塩素，各種染料 染料中間体
従業員数	1,700 人	14,000 人	2,700 人	4,600 人
年間生産量	4千屯	26万屯	52万屯	10万屯
エネルギー消費量				
石炭 屯	1,662	87,408	159,800	37,000
重油 屯	5,415	59,486	——	21,000
電力 千kWh	1,580	249,700	68,420	77,000

選ばれた工場はすべてエネルギー多消費型の業種に属している。このうち3工場は大規模，1工場は中規模であるが，すべて全民所有制企業である。

燃料の主なものは石炭と重油であるが，大連水泥廠を除いて調査対象設備ではいずれも重油が使用されていた。

(2) 大連市節能技術服務中心の概要

A）沿　革　　　1982年12月設立

B）所　属　　　大連市経済委員会

C）任　務　　　①工場のエネルギー消費量，熱効率調査，測定器の手配

②工場の技術改善指導，可能性調査，設計

③管理者，技術者養成

④技術交流の推進，新技術等の情報紹介

⑤国，市からの依頼事項処理

⑥科学研究所，大学との協力

D）組　　織　　総合管理室，熱測定室，技術設計室，情報室，事務室

E）職員数　　計画　50～60名，現在　23名，うち技術者15名

（電気３，計測２，化学分析２，熱管理３，機械４，管理１）

F）活動状況　　①工場調査

石炭１万屯以上の工場の調査を完了

既に，14基の工業炉の熱勘定を完了

②技術者養成研修

③情報提供　160 の工場を含む連絡網を形成

G）設　　備　　①新事務所建設計画

工費 470万元で4000㎡の敷地に研修会場，試験室を備えた新事務所を建設する計画があるが，予算は未決定

②計測器　総額12万元の国産計器を保有

③図書　図書資料2000冊，定期刊行物30種

H）予　　算　　６万元／年　収入の一部は企業に依存している

I）他の組織との連絡　　①全国節能技術服務中心会議，１回／年，150 人／回

②市能源協会会議　1985年２月 220人，12月 350人参加

③能源情報会議，1985年４月15人参加

④東北地方節能中心会議 1985 年12月　於長春

⑤研究会議1986年３月予定

トランス，ブロア，ボイラ，モータ，ポンプ，炉，工場廃熱の実態調査

3. エネルギー管理の状況

エネルギー管理状況の概要を表1－2に示す。

表1－2　エネルギー管理状況の概要

工場名	大連搪瓷工業総廠	大連鋼廠	大連水泥廠	大連染料廠硫酸濃縮工程
工場目標設定	有 5％／年	有 1～3％／年	有 500 ～1000屯	無
工程目標設定	有	有	有	有
予算	件別判定 20％	100 万元／年	1.3 ％の一部	件別審査
組織				
能源処	担当者	有	有	有
委員会	有，月1回	有，週1回	有 年4回	
班組	有	有，週1回	有	有
使用量計測	重要設備毎	重要設備毎	電力工程毎	実施 3回／日
原単位計算	実施 毎月	実施 毎直	実施 毎月	実施 毎月
実績解析	実施	実施	実施	実施
成績周知	ボーナスに反映	ボーナスに反映	会議，黒板	計画対比
工場診断	副廠長，外部	能源処	生産技術科	
効率測定	ボイラ	加熱炉，電気炉	焼成窯，ボイラ	実施
従業員教育				
技術者	3日×2回	数ヶ月×2回		4時間×10回
運転員	15日×1回	×15回	有 不定期	2時間×2回
外部研修	技術者派遣	技術者派遣	技術者派遣	無
作業標準	有	有	有	無
技術資料整備	有	有	有	有
技術交流	有	有	有 見学，資料	無
宣伝活動	有 班組会議	有20回，新聞等	有 放送，看板	有 看板
改善提案制度	有	無	無	無

(1) 省エネルギーに対する工場の姿勢

各工場とも省エネルギーに対する工場幹部の関心は強く，本調査にも積極的に対応した。

各工場とも年度のエネルギー使用計画の他に省エネルギーのための重点設備や項目，改善目標値を決めている。工場全体の省エネルギー目標を設定し，それを達成するための設備対策の案を作成している工場もある。

エネルギーの使用効率は設備・機器の良否によって差を生ずるだけでなく，その運転や保守等に関与する人の行動によっても大きく影響される。従って省エネルギーを効果的に推進するためには，従業員全員が心を合わせて努力するような体制にする必要があり，まず工場幹部が省エネルギーを重要な仕事として位置付け，真剣に取り組む姿勢を従業員に示すことが大切である。

次に，具体的な数値で省エネルギーの目標値，達成期限，投資基準等を提示し，従業員が共通の認識を持てるようにする。さらに，この全体目標に合わせ各部門・職場毎にそれぞれの責任範囲で処理し得る項目についての努力目標を設定することによって，より明確に各人の意識付けをはかることができる。

今回の調査工場では，各職場のエネルギー原単位を計画値と対比してその達成の度合いを給料に反映させており，従業員はエネルギー原単位に対する関心が深い。ただ，いずれの工場においても，長期的な目標や重点項目が工場の全従業員まで周知徹底されておらず，一部の管理者だけに知らされているに過ぎない状況が見られた。省エネルギーを進めていく段階では，年々より厳しい目標値に挑戦していくことになるので，これら目標や重点項目を織り込んだ全体計画を作成して広く工場全体に周知徹底し，長期的な方向について従業員の十分な理解を得ておく必要がある。

(2) 組　　織

大連市の指導により，各工場とも省エネルギーに関する組織が確立されていた。廠長を長とする工場省エネルギー委員会，職場毎の班組織，推進事務局としての能源処があり，それぞれ活発に活動している。

このような組織的な活動は次のような点から省エネルギー推進に有効である。

a．幹部の出席する会議で承認された計画は実行が担保される。

b．職制の上下左右の意思疎通がはかれ，全体の共通認識が得られる。

c．他部門の活動状況を知ることは刺激になる。

d．各工程を通じて対策相互間の整合性が得られ，利害の調整もはかれる。

e．異なった観点からの助言，示唆が得られる。

f．日常エネルギーを取扱っている運転員の改善提案が得られやすい。

(3) エネルギー消費状況の把握と管理

各工場とも生産量，エネルギー消費量について毎月記録をしており，エネルギー原単位の算出も行われていた。

しかし，エネルギー消費量の把握の状況には次のような問題点が認められる。

a．全般に計測装置の設置が少なく，また設置されていても精度が悪い。

b．燃料分析の頻度が少なく，発熱量が正確に把握されていない。

計測装置がないと物量，エネルギー量は推定値にならざるを得ず，エネルギー消費の実態を正確に把握できない。このため，省エネルギーの努力をしてもその成果が正当に評価されないし，逆に浪費してもとがめられないという結果になり，省エネルギーに対する従業員の意欲が減退する。計測装置は直接的な省エネルギー機器ではないが，計測装置を設置しただけで省エネルギーが進んだという例は多い。また，正確なエネルギー消費量の値が得られないと，その変動原因を解析して適切な処置を行なったり，設備改善の手掛かりを得たりすることができない。このため，今後計画的に重点個所から計測装置を設置する必要がある。

なお，エネルギー原単位はエネルギーの使い方だけでなく，稼動率や原材料の違い，製品構成等によっても変化するので，それらの因果関係を予め分析して省エネルギー努力の成果を正しく評価できるようにしておくことが望ましい。

(4) 従業員教育

今回の調査工場では技術者を対象とするエネルギー管理技術研修は概ねよく行なわれていた。市の行なう研修会に技術者を派遣したり，工場内研修会を開催したりしている。ただ，その内容にはかなり差があるようで，延べ20時間程度のものから数ヶ月にわたるものまであった。これはそれぞれの研修の目的に差が有るためかと思われるが，一般の技術者を対象とする研修，より専門的な技術を習得する研修など目的別にコースを設定する必要がある。

運転員に対する研修は各班の中心となる能管員についてはある程度時間をかける必要があるが，一般運転員については余り多くの時間をかけることができないので，職場会議の場を活用して、それぞれの職場の実態に即して基礎的な教育を反復実施するべきであろう。

できれば，運転員が自発的に学習を始めるような雰囲気を形成していくことが最も望ましい。教育内容としては省エネルギーだけでなく，省エネルギーと密接な関係がある製品品質や歩留まりの向上に関する項目も加えるべきである。

(5)　作業標準や技術資料の整備

作業の目安となる温度・圧力等の指示値は現場の看板等に示されていた。しかし，前述のように計測装置が不備な現状では運転員が指示通りの作業をすることは困難であろう。

エネルギー関連設備の図面は揃っていたが，建設時そのままのものが殆どでそれ以後の変更についての修正が行なわれていない。

(6)　従業員に対する宣伝活動

新年や省エネルギー月間に社内報，放送，看板等を通じて工場幹部から省エネルギーの呼び掛けを行っているとのことであった。たまたま今回の調査時にはこれらのものは見かけられなかったが，エネルギー原単位の実績と計画の対比表を職場に掲示している例は何個所かで見うけられた。

(7)　燃料管理

重油の受入れに当たって発熱量の把握や比重，受入れ温度の測定がなされていない。重油は温度によって容積が変化するし，発熱量にも変動があるので受入れの都度，これらの値を測定して重量基準で正確な量及び熱量管理をしなければならない。

また，受入れ後の保管に当たって貯槽に加熱用蒸気の凝縮水が流れ込んでいる例が見られたが，安定的な燃焼を乱す原因になるので注意する必要がある。

4．エネルギー使用上の問題点

今回の調査で指摘された問題点を整理すると表1－3のとおりである。

個々については本報告書各章に譲るとして，共通的に見られる問題点を以下に述べる。

(1) 設備の空転が多い。

設備の空転時間が多く，これがエネルギー原単位を悪化させる大きな要因になっている例が目立った。このため稼動時のエネルギー原単位はそう悪くないのに，年間を通じてみると相当原単位が悪化している。

空転時間が多くなっている原因には次のようなものがある。

a．生産計画の組み方が不適当なため手待ち時間が多い。

b．吊り具等の交換のための時間が長い。

c．前の工程で故障を生じたりして原料切れになる。

d．休憩等

空転中は生産が行なわれなくてもエネルギーだけは消費されるので，生産時間に対する空転時間の比率をできるだけ低くする必要がある。

また，空転中のエネルギー消費を最小限に抑制するように努めなければならない。軸受けの摩擦が大きいため空転電力が多く消費されている例や，空炉時に空気が炉内を通過して炉を冷却している例も見られた。

(2) 計測制御装置の不備

エネルギー管理の項でも述べたとおり一般に計測制御装置が不備であった。最初から設置されていない場合，設置されていても精度が悪い場合，故障したまま放置されている場合の何れもが見られた。

計測装置の不備は操業実態の正しい把握を不可能にし，改善の手掛かりを掴むのに支障となる。温度，圧力，電力等の指示計が設置されていなかったり，指示が不正確であったりする個所を往々見かけた。このような設備では運転員は目視による状況判断によって調節しなければならず，個人の熟練度による成績の差が大きくなる。

自動制御装置は1設備のみ設置例が見られたが，それも破損して使用されていなかった。自動制御装置が不備であれば操業を精度よく安定させることができない。操業の変動が大きいとエネルギー原単位が悪化するだけでなく，製品品質の変動も大きく

なる。また，自動制御装置がないときは，どうしても安全側に調節しがちになり，結果的にエネルギー消費を増加させることになる。

(3) 品質に対する配慮の不足

製品の取扱いが手荒い例，必要な仕様を満足していない例が見うけられた。不良品の発生がエネルギーの浪費につながるのは云うまでもないが，現在販売可能であり問題なく引き取られている製品でも，将来は顧客からのより厳しい要求に耐えなければならなくなるので，品質向上のための努力を着実に続けていく必要がある。品質を向上させるためには現在より多くエネルギーを消費する場合も生じるが，現状の品質に満足することなく，品質管理と省エネルギーを並行的に進めなければならない。

(4) 設備の保全不良

設備機器の保全が悪いため，故障が多発し工程全体の稼動率を低下させている例，断熱材が剥離したまま放置され放熱量が増加している例，装置が傾斜して据付けられ熱交換効率が悪化している例等が見うけられた。

(5) 燃焼の状況

全般的に燃料の燃焼状況が良くなかった。燃料重油が十分霧化しないまま炉床で燃焼したり，花火状で燃焼したり，不完全燃焼物が堆積したりしている例が認められた。

その原因としては設備的にはバーナ構造の不良，制御装置の不備が，運転面ではノズルの掃除・手入れ不良，重油温度の不足，重油量・空気量・噴霧用蒸気の調節不良等が挙げられる。

(6) 炉内への空気侵入

全般的に加熱設備が開放的で外気の遮断が不十分であった。例えば加熱品の装入口，抽出口には殆ど扉が設置されていないし，バーナの周辺や覗き孔も開放されていた。炉の目地やシール部からの空気侵入も多く，また，炉内圧を調節するためのダンパー調整も実施されていなかった。

炉内への空気侵入は次のようにエネルギー使用効率に悪影響を及ぼす。

a．火炎温度を低下させ伝熱効率を悪くする。

b．排ガス量が増加して排ガス損失を増加させる。

c．作業休止時にも冷風が通過して炉を冷却する。

d．排ガスの温度が低下して廃熱の回収率を低下させる。

e．排ガス量が増加して排風機の消費電力を増加させる。

f．排ガス量が増加して電気集塵機の集塵効率を低下させる。

(7) 廃熱回収

電気炉や加熱炉の中には排ガスの廃熱を回収利用できる余地を残しているものがあった。また，すでに廃熱回収設備が設置されていても，十分機能していないものもあった。その他，鋳屑等固体の保有している熱を利用できる可能性も残されていた。

(8) 設備構造，材質

加熱設備が全般的に密閉不良であることは既に述べたが，形状，バーナ配置，使用耐火物の材質，内部構造等に問題のあるものがあった。

また，使用している設備の型式そのものが適当でないと見られる場合もあった。

表1－3　エネルギー使用上の問題点

大　項　目	小　項　目
計測制御装置不備	計量装置 　原料，重油流量，復水，蒸気 自動制御装置 　原燃料計量供給，温度，空燃比，水位，炉圧，蒸気量 計測装置 　温度，圧力，電力
計測制御装置整備不良	全般　　指示不正確，故障不作動
空気侵入	開口部扉不備，扉気密不良，設備隙間・目地からの侵入 炉圧調節不良 炉保熱時の空気遮断不良
燃焼不良	バーナ構造，燃焼方式，バーナタイル角度不適 空気量調節機能不備 燃焼制御装置不備 重油温度不足 燃料量，空気量，噴霧用蒸気量調節不良，変動大 バーナ手入れ不良，据付不良
断熱不良	保温未施工，脱落 断熱不足（スキッド，炉壁） 水冷部構造改善必要（ローラー，水冷扉，スキッド）
熱容量大	台車，焼成用治具
設備構造材質不良	炉型（予熱帯・徐冷帯，エアーカーテン不備） 耐火物，ミルボール，ミル裏板材質不良 バーナ配置不良，通風力不足 粉砕機（室長比，ボール径，裏板形状，通風機構） 分級機構造 リフター不足（クリンカクーラ，乾燥炉，焼成炉） 圧延機軸受形式，送風機効率不良

大　　項　　目	小　　　項　　　目
運転条件不適当	生産量不安定 圧縮空気圧設定 電気炉酸素吸込時期，方法，屑鉄装入法， 　　　電力投入量，力率設定 加熱炉炉内温度分布，昇温速度 セメント原料品質変動大，乾燥炉使用法 粉砕原料温度 給水処理 供給電圧高
設備空転，低利用率	焼成炉，圧延機，加熱炉空転時間 材料装入法 休止設備冷却水，休止バーナ蒸気放出
廃熱回収余地	電炉排ガス，鋳屑，圧延屑，濃縮炉排ガス 既設廃熱回収設備回収効率不良
設備保全不良	圧縮空気漏洩，ドレン抜き 継手磨耗 設備故障頻度大 ダスト付着，伝熱管汚れ，タービン翼汚れ 据付不良

5. 改善方策と期待効果

今回の調査で提案した改善方策とその期待効果をまとめたものを表１－４に示す。

合計で年間石炭24千ｔ，重油 2.2千ｔ，ガス6.5千Ｎ㎥，電力36百万kWh の節約が期待できる。

調査した設備は全体の一部のみであり，工場全体のエネルギー消費量に対する節減比率は計算していないが，各単位設備毎には13～38％の原単位改善となる。

表1－4　改善方策と期待効果

工　場	改善項目	期待効果（年間節減量）			原単位改善	
		石炭	重油	電力	現状	改善後
大連搪瓷			t	千kWh	kcal/kg	
工業総廠	焼成炉形状改善		289.0	△ 16.8	513	381
	焼成治具改善		24.7			
	燃焼装置改善		150.0			
	小　計		463.7			
	圧縮空気漏洩減			175.3		
	圧縮空気圧力			33.4		
	小　計			191.9		
大連鋼廠	20t電　気　炉				kWh/t	kWh/t
	酸素吹込量増加			2316		
	溶解期電力増加			2339		
	屑　鉄　予　熱			3555		
	小　計			8210	600	458
	10t電　気　炉					
	酸素吹込量増加			3088		
	溶解期電力増加			556		
	屑　鉄　予　熱			1478		
	小　計			5122	580	456
	圧　延　機					
	軸受部改善			2065		
	空転時間管理			868		
	ｾﾙﾋﾞｳｽ 方式採用			105		
				3038	40	25
	第一圧延加熱炉				kg/t	kg/t
	水冷管二重断熱		1332			
	抽出扉設置		290			
	小　計		1622		65	56
	送風機					
	回転数制御			321.6		
	進相ｺﾝﾃﾞﾝｻ 設置			40.8		
	小　計			362.4		

大連鋼廠	鋼管台車式	ガス				
（続）	熱処理炉	千Nm³			Nm³/t	Nm³/t
	炉体断熱強化	409.2				
	台車軽量断熱化	523.8				
	小計	933.0			1269	958
	鋼管ローラーハース式					
	熱処理炉					
	新型炉導入	6,400			1200	580
	間接水冷ローラ	3,778				
	装入抽出扉設置	100				
	計測制御強化	1,670				
	小計	5,548			1200	640
	石灰焼成炉					
	排風機vvvf適用			42.4		
	合計	ガス千m³				
		6,481	1622	16,774.8		
大連水泥廠	原料乾燥法改善	2,000				
	焼成炉操業改善	21,860			千kcal/t	千kcal/t
	小計	23,860			1645	1400
	原料ミル設備改善			1,250		
	仕上ミル設備改善			3,120		
	窯尻ファン更新			4,700	kWh/t-cl	kWh/t-cl
	小計			9,070	144.8	125.9
	余熱発電効率化			10,410	131	135
	合計	23,860		19,480		
大連染料廠	燃焼装置改善		55.9			
	精留塔据付改善		7.9			
	精留塔保温		18.4			
	多管式熱交設置		7.9	△ 11		
	排ガス熱回収		31.6	△ 6	kg/t	kg/t
	合計		121.7	△ 17	61.5	38.4
	不要海水停止			(15)		
	総合計　石炭	23,860t	2,207t	千kWh		
	ガス	6,481千m³		36,430		

6. 所要投資額と経済評価

改善方策の経済性は投資額を年間改善効果額で除した「単純資本回収期間」の長短によって評価することにした。

また，評価に使用するエネルギー価格としては中国国内価格と国際価格の両方を用いた。中国の国内エネルギー価格は国際価格に比べて割安であるが，節減量は輸出に引当可能と考えれば国際価格で評価することも国民経済の観点からは意味がある。

表１－５　エネルギー価格

エネルギー	単　位	中国国内価格	国際価格
電　　力	元/kWh	0.06　＊１	0.23　＊２
石　　炭	元/t	70　＊１	97　＊３

＊１：大連市節能技術服務中心から提示された価格

＊２：大連市の電力は主として石炭火力発電所により供給されているので，日本及び米国における石炭火力発電のコスト例をもとに15円／kWh ≒0.23元／kWh とする。

＊３：１９８５年度の中国大同一般炭対日輸出船積価格（40.44 米ドル/t）をもとに熱量に基づく補正を行って算出した。

$$40.44\ \text{米ドル/t} \times \frac{5,500\ \text{kcal/kg}}{6,900\ \text{kcal}} = 32.23\ \text{米ドル/t} \fallingdotseq 97\ \text{元/t}$$

（5,500 kcal/kg：中国国内使用炭熱量，6,900 kcal：大同一般炭熱量）

個々の改善方策の経済性については本報告書の各章を参照されたい。ここでは，投資額を横軸に，期待効果を金額表示したものを縦軸にしてその関係を図示した。図１－２は中国国内価格を用いた場合，図１－３は国際価格を用いた場合である。図中の直線は投資回収期間を示す。中国国内価格を用いた場合は投資回収年数が５年以上の案件が12件あるのに対し，国際価格を用いた場合は３件に減少し，一方１年以内の件数が11件から20件に増加している。

投資回収年数別の件数は次のようになっている。

	中国国内価格を用いた場合	国際価格を用いた場合
1年以内	11件	20件
1～2年	5	5
2～5年	9	9
5年以上	12	3

図１－２　経済評価（中国　国内価格）

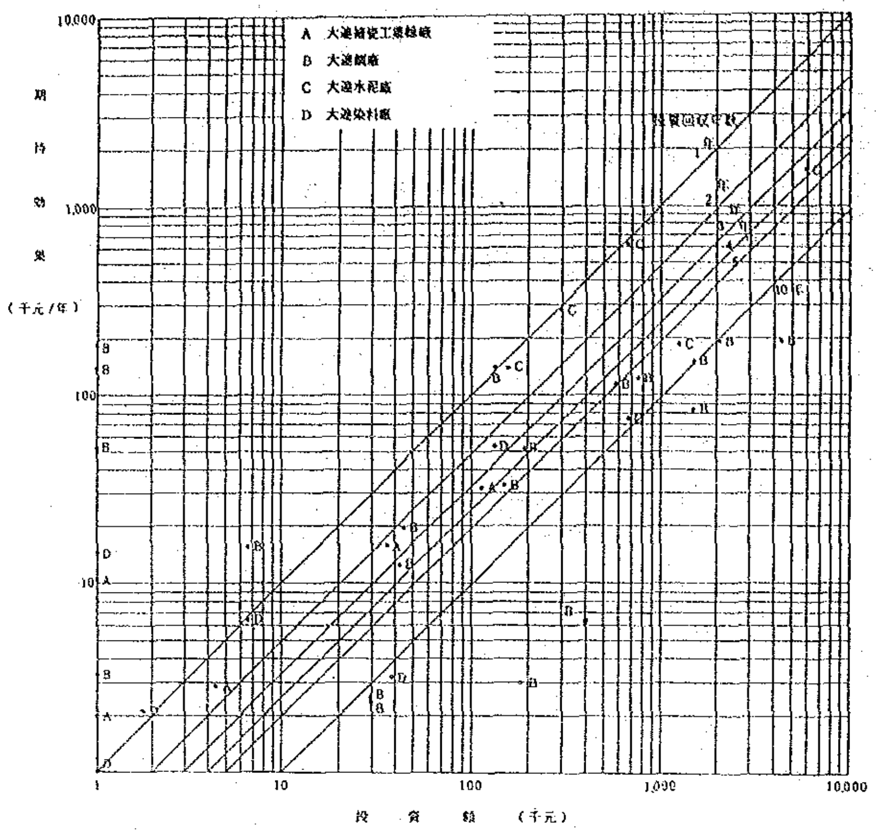
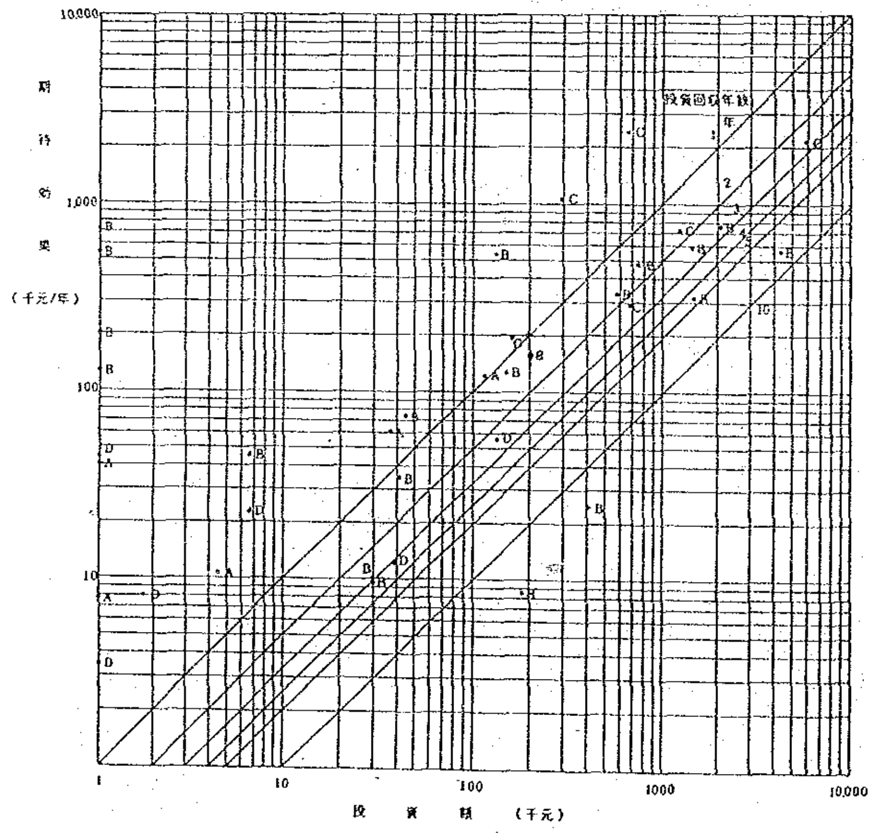


図１－３　経済評価（国際価格）



7．大連市工業部門に対する省エネルギー推進施策の提言

１９８６年１月に発布された節約能源管理暫行条例では中国の省エネルギー政策が体系的に示され，その中で市の役割も明らかにされている。市は中央政府の方針に従って，より地方に密着した形で具体的に施策を実施する立場にある。

大連市は省エネルギー施策を積極的に進め，省エネルギーの成果も挙がってきている。さらに施策の実効を高めるため，これまでの日本の経験も踏まえ若干の提言を行なうこととする。

1．省エネルギー目標の設定

現在，大連市では国の政策に従いエネルギーの開発と節約の両方を並行して推進する方針で各種の施策を進めているが，市としての省エネルギー目標はまだ設定されていない。省エネルギーは一部の人々の努力だけでは成果を挙げることは難しく，関係者全員の参加を必要とするものであるから，明確に目標を示し，これによって関係者全員が省エネルギーの重要性と進むべき方向を共通に認識するように導くことが効果的である。

大連市においても工業部門の目標を早急に設定されることが望ましい。設定に当たっては挑戦的な水準であるとともに，その実現の可能性について工場側の納得が得られるような水準のものにしなければならない。そのためには各工場ごとに目標とそれを達成するための実施計画の提出を求め，その内容を審査して工場と協議しながら全体として市の期待する水準に達するよう指導してまとめるという手順を踏む必要がある。

この過程を通じて，計画の優先度，所要資金等の明確化された中期的なマスタープランをつくることができる。

2．省エネルギー進捗状況の管理

大連市は毎月工場に報告を求めているほか，必要に応じて工場の立ち入り調査やエネルギー監査を実施し，エネルギー原単位改善状況，エネルギー管理の状況，改善対策の実施状況を調査しているが，次の点で施策を強化する必要がある。

(1) 工場における計量装置の整備

今回の調査では一般的に計量装置・試験装置の不備が目立った。省エネルギーの進捗状況を管理するためにはエネルギー消費量を正しく把握することが第一に必要であるが，そのためには計量装置等が必要個所に設置されていなければならない。このようにして初めて工場全体のエネルギー消費量の変動があった場合に，工程別にエネルギー消費量の変化やその要因分析，さらには改善対策の効果を定量的に把握できるようになり，成績を正しく評価することができるようになる。

計量装置の整備には多額の資金を必要とするので，重要度に応じて計画的に設置を進めるように指導されたい。

(2) 評価基準の明確化

省エネルギー成績の評価は一般的にエネルギー原単位の変化によることが多い。しかし，使用原料，製品構成，稼動率，気温等エネルギー原単位に影響する因子は多い。従ってエネルギー原単位の低減が本当に省エネルギー活動によるものか，あるいは他の要因によって偶然そうなったのかを判定できるよう，評価基準を明らかにしておくことが必要である。

(3) 成績の公表

各工場の省エネルギー努力に対しては表彰や優遇措置により一層意欲を喚起することが大切である。市全体としての進捗状況を新聞やテレビを通じて発表し，各人の努力がどのような成果にまとまったかを知らせることによって参加意識を高め，刺激を与えることも必要である。

3．工場に対する指導・援助と条件整備

(1) 工場幹部の動機付け

工場における省エネルギー活動が成功するためには工場の幹部自らが省エネルギーの必要性を十分認識し，実行しようとする強い意思を持ち，且つ従業員に明確にその意思を示すことがまず必要である。工場の幹部に対する動機付けには優遇策や規制だけでなく，省エネルギーについて適切な情報を与え，政策の背景について十分理解できるようにすることが必要である。

大連市では工場の幹部やエネルギー管理担当者に国や市の方針，政策，施策を伝達する会議を開催しているが，このような会議は有効であり工場側の意見，希望を把握して施策に反映させることも可能にする。

工場幹部の動機付けのためにはエネルギー情勢やエネルギー政策のほか，次のような情報を与えることが必要である。

① 省エネルギーの効用

省エネルギーは生産活動を阻害するものでなく，むしろ工場の収益性を高め，競争力の強化に役立つものであることを成功事例等を通じて知らせる。

② エネルギー管理手法

工場における省エネルギー活動を成功させるための管理手法を成功例，失敗例を通じて研修する。

(2) 研修，特に工場内研修の充実強化

工場において省エネルギー対策を進めるには，省エネルギー技術の専門知識を持ち実行し得る能力のある技術者の存在が必要であるが，このような技術者の数を増やすためには市も工場に対して指導・援助を行なう必要がある。

大連市では技術者を対象にした長期研修会を開催している。しかし，大連市の技術者数は多く，技術も年々進歩するので今後もこれを充実していくことが必要である。

さらに運転員にも基本的な知識を与えるため，市の研修と並行して工場内研修を計画的に進めるよう指導する必要がある。

(3) 工場間技術交流の強化

大連市では事例紹介や問題解決を通じて技術者間の技術交流をはかる集会が年に十数回開催されているが，実務能力の向上をはかるために見学会や業種毎の研究会をさらに拡充することが必要である。

(4) 工場に対する診断・指導

大連市では工場の省エネルギー技術改善を進めるため節能技術服務中心の職員を派遣して可能性調査や設計の指導を行なっているが，今後ますますこの種の業務の増加が予想され，職員のみで対応することが困難になるおそれがある。

従って，市内の工場の技術者のなかで省エネルギー技術に通じた人達を組織し，問題に応じて臨時の班を組織して解決に当たるという方法を検討すべきであろう。大連市節能技術服務中心では市内の 160の工場の技術者の連絡網をすでに形成ずみであると聞いている。この組織を基にして診断指導や研修会の講師に有能でかつ適切な人を派遣できるような体制に発展させることができれば一層効率的に業務の推

進をはかることができよう。

次に，工場の計測装置が十分整備されていない現状では，節能技術服務中心が保有する計測機器を活用して行なう計測サービスを先ず進め，工場の技術者と一緒になって対策の検討を行なうようにする必要がある。

また，設備設計や製作を行なう企業に対する省エネルギー技術の指導も大切である。

(5) 情報収集と提供

大連市の節能技術服務中心では季刊雑誌による改善例や新技術の紹介や，雑誌や市販の技術書の閲覧サービスを行なっている。今後さらに新聞，雑誌，集会等を通じてこれら省エネルギー技術情報サービスの強化をはかることが必要である。さらに，諸物性値，装置機器の性能等についても問い合わせに応じられるようデータを整理しておく必要がある。

現地調査日程

調査・訪問先	場所	日程
調査準備	大連	1985年11月4日～11月9日
国家経済委員会	北京	1985年11月9日
大連市経済委員会	大連	1985年11月11日
大連搪瓷工業総廠	〃	1985年11月12日～11月21日
大連鋼廠	〃	1985年11月23日～12月19日
大連水泥廠	〃	1986年1月11日～1月25日
大連染料廠	〃	1986年1月27日～1月31日
大連市経済委員会	〃	1986年1月29日
国家経済委員会	北京	1986年2月3日

現地調査団員名簿

団長	新倉　隆	団長
技術総括	井口　光雄	技術総括
(塘瓷工業 総廠班)	中川　暉雄	熱管理
	山崎　定徳	〃
	杉山　利夫	電気管理
	日生下　薫	プロセス管理
〔鋼廠A班〕	山崎　定徳	熱管理
	岡崎　誠一	電気管理
	沼田　弘二	〃
	金子　祐次	プロセス管理
〔鋼廠B班〕	野崎　幸雄	熱管理
	野田　敏夫	〃
	栗田　賢一	電気管理
	北山　英夫	プロセス管理
	瀬川　和宏	〃
〔水泥廠班〕	細田　豊	熱管理
	末繁　哲雄	〃
	岡田　信行	電気管理
	矢寺　啓二	プロセス管理
〔染料廠班〕	五十嵐啓夫	熱管理
	山本　俊郎	電気管理
	尾川　武志	プロセス管理
〔経済評価〕	乙竹　英夫	経済評価

JICA