

付 属 資 料

- 1 . 要請書
- 2 . 短期調査（第 1 次）報告書
- 3 . 短期調査（第 2 次）報告書
- 4 . 短期調査（第 3 次）帰国報告会資料及び協議議事録
- 5 . R / D 及び協議議事録

1. 要請書

中日政府間プロジェクト方式技術協力案件
(JICA) に係わる要請書

プロジェクト名：冶金燃焼省エネルギー環境保護技術センター

提出部門：中華人民共和国国家冶金工業局

実施機関：鋼鉄研究総院

2000年6月

目 次

1. プロジェクト名
2. 申請部門
3. 実施機関
4. 実施場所
5. プロジェクト申請の目的と背景
6. 協力の内容
7. 協力期間
8. 日本側の供与機材
9. 日本側専門家の招聘
10. 中国側研修生の派遣
11. 日本側との資金協力関係
12. 第三国・国際機関との協力の有無
13. 本プロジェクトの国家発展計画における位置付け
14. 中国側の投入
15. 協力場所の施設等
16. 中国側の管理体制と人員配置
17. 関係添付資料
18. その他の部門・領域への影響
19. プロジェクト終了後の運営管理
20. 協力地域の治安状況

添付資料1 鋼鉄研究総院の概要

添付資料2 プロジェクトの背景

1. プロジェクト名：冶金燃焼省エネルギー環境保護技術センター

2. 申請部門：中国国家冶金工業局

3. 実施機関：鋼鉄研究総院

4. 実施場所：北京市海淀区鋼鉄研究総院冶金プロセス研究所

所在地：北京市海淀区学院南路 76 号

郵便番号：100081

電話番号：0086-10-6218-2662、2664

FAX 番号：0086-10-6218-2664

E-Mail : zhengcj@yahoo.com

代表者：殷 瑞鈺

5. プロジェクト申請の目的と背景

中国はエネルギー消費大国であり、1997 年中国全体のエネルギー消費量は 14 億 t 標準炭 (t_{ce}) で、世界第二位である。そのうち、一次エネルギーは石炭が主体で約 70% を占めている。石炭の硫黄含有量は平均 1.72% で、毎年 SO₂ を 2000 万 t 排出し、中国国土面積の 30% が酸性雨の被害を受けているだけではなく、アジア地域の大气環境にも深刻な影響を及ぼしている。

世界保健機関 (WHO) が 1998 年発表した 54 カ国 272 都市の大气汚染評価で最も深刻な 10 都市のうち、7 都市が中国であった。中国では大气汚染による直接経済被害が年間 200 億元にも達している。

現在、中国では各種工業炉が合計 12 万台あり、年間エネルギー消費量が中国全体の 25% を占める。そのうち、燃料炉は数量で工業炉の 55%、エネルギー消費量で工業炉の 92% を占める。鉄鋼業のエネルギー消費量は中国全体の約 10% を占め、年間石炭消費量は約 1 億 t であり、年間 SO₂ 排出量は約 79 万 t で、中国全体の SO₂ 排出量の 4.3% を占める。

中国の深刻な環境汚染の主な原因は以下の通りである。

(1) エネルギー消費量が多く、利用率が低い。

中国のエネルギー利用率は平均約 30% (工業炉の熱効率は平均で僅か 22%) で、先進国と比べて 10~28% 低い。また、中国のエネルギーの経済的効率も低く、国民総生産当たりのエネルギー消費量は世界平均の 3 倍である。

(2) 重要な技術の面で遅れている。

排ガスの物理的熱量が十分に利用されていない。冷空気燃焼であるため再生可能なエネルギーが十分に利用されていない。推計によれば、中国の排煙熱損失は毎年 5000 万 t 標準炭に相当する。従って、工業炉の空気予熱温度を 100°C アップすれば、生産量を 2% 増加し、燃料を 5% 節約することができ、省エネの潜在力が極めて大きい。

(3) 必要な環境保護の整備が遅れている。

現在、中国の工業炉の大部分は排煙に対する汚染防止を実施するに至っていない。建材製造業と鉄鋼業を例にすると、SO₂ 脱硫処理率は前者は 5.3% で、後者は 9.9% である。

中国政府の発布した『大気汚染防止法』に従って、「エネルギー利用率が高く、汚染物質の排出量が少ない生産技術」を優先的に採用し、「大気環境を著しく汚染する旧式の生産技術・設備」を淘汰するのが中国の環境汚染を解決するカギである。

従って、ゼロ汚染の先端的燃焼技術を積極的に研究開発し、中国の工業炉の熱効率を向上させ、エネルギー消費量を低減し、さらに排ガス（特にSO₂）の処理プロセス・技術を開発・普及するのが、中国の深刻な大気汚染を改善する根本的措置である。

日本は先進国として、燃焼の省エネ技術と環境管理技術などの分野において豊富な経験と優れた技術を有する。例えば、日本は工業炉のエネルギー利用率が40～50%に達し、国民総生産当たりのエネルギー消費量は中国の1/4.9しかなく、冶金加熱炉の平均エネルギー消費量は中国より40%低い。従って、日本の優れた高効率クリーン燃焼技術、冶金炉総合省エネ技術及び大気汚染コントロール・処理技術などの技術移転を中心として中日技術協力をを行う。

中国の冶金燃焼環境保護技術の発展に応じて、以下の新技術を優先的に開発すべきである。

- 高効率クリーン燃焼技術。
- 排熱の総合利用省エネ技術。
- 大気汚染コントロール技術。

当面、中国は「第十次五ヵ年計画」（以下「十・五計画」と略す）期間（2001～2005年）中、合計4億t標準炭のエネルギーを節約するという全体省エネ目標を定めた。この目標を実現するにあたって、燃焼技術の研究開発を推進することが極めて重要な意義と切迫性を有する。国家計画発展委員会と経済貿易委員会は「十・五計画」に項目を設定して、冶金燃焼省エネルギー環境保護技術を促進することにしている。これを受けて鋼鉄研究総院は「冶金燃焼省エネルギー環境保護技術センター」とそれに所属する燃焼試験室と環境保護試験室を現在建設中である。中国国内の技術開発に立脚して高効率クリーン燃焼技術を開発するとともに、国際協力によって海外の先端技術を導入、消化して国内の技術開発を促進する。

本プロジェクトは中日技術協力を通して、日本の優れた技術の移転を主体として、「冶金燃焼省エネルギー環境保護技術センター」をさらに整備し、燃焼試験室・環境保護試験室の設備水準を向上させる。さらに中日専門家の共同研究によって冶金燃焼省エネ環境保護技術を開発し、中国の技術人材を養成し、先端的省エネ環境保護技術を推進普及する。このプロジェクトは、中国政府の「十・五計画」省エネ目標の実現を加速させ、中国の省エネ燃焼と環境保護技術の進歩を促進し、中国の大気汚染を改善するうえで極めて重要で切迫的なプロジェクトである。

鋼鉄研究総院「冶金燃焼省エネルギー環境保護技術センター」は、優れた高効率燃焼技術と冶金炉の省エネ・環境保護技術を研究開発し、中国の冶金業において多くの燃焼省エネ環境保護技術人材を養成し、冶金業へ高効率燃焼技術と省エネ環境保護技術を推進普及する基地となるのがその目標である。センターの燃焼試験室と環境保護試験室を利用して、中日専門家は中国の実状に適するクリーン燃焼技術と排煙浄化処理技術を共同開発する。日本側は中国へ長期・短期専門家を派遣し、中国へ高効率燃焼・環境保護の先端技術を移転する。中国側は研修コースを設けて先端的燃焼・環境保護の専門技術者を養成する。中国鉄鋼業の現場巡回を通して日本の先端的燃焼技術を普及し、さらに1, 2箇所の省エネ環境保護型のモデル製鉄所を設定し、冶金燃焼環境保護技術の進歩を促進する。中国の製鉄所の遅れた燃焼技術と深刻な大気汚染を改善し、中国「十・五計画」の省エネ目標の達成に貢献するとともに、燃焼環境保護技術分野における中日技術交流と協力を促進する。

6. 協力の内容

本プロジェクトは日本の優れた省エネ燃焼と大気汚染コントロール技術の移転を中心として、中国の現状に基づいて、省エネと環境保護のダブル効果を目指して、中日専門家が下記の分野において共同研究を行う。

(1) 高効率クリーン燃焼技術

- 高効率省エネ石炭燃焼の新プロセス技術
- 冶金炉の総合省エネとクリーン燃焼プロセス・装備技術
- 各種燃焼加熱と加熱炉の省エネ・クリーン燃焼プロセス技術
- 冶金炉現場診断技術及び技術改造

(2) 排熱総合利用技術

- 燃焼空気高効率予熱技術
- 冶金炉排煙総合利用技術
- 排煙オンラインモニター・測定技術

(3) 大気汚染コントロール技術

- 排煙の SO₂ 除去プロセス技術
- 排煙の低 Nox 化燃焼技術

7. 協力期間：2001 年から 5 年間

8. 日本側の供与機材

工業炉燃焼診断機器設備、排煙処理小型実験設備、燃焼測定設備と燃焼解析ソフトシステム、燃焼実験設備及びコントロールシステムなどで、詳細は次の表を参照のこと。

日本側供与機材リスト

番号	設備用途
1	工場燃焼診断用機器・設備
2	分析測定用設備
3	燃焼伝熱評価用ソフト・装置
4	排煙処理小型実験設備
5	燃焼実験炉
6	事務・研修用設備

9. 日本側専門家の招聘

(1) 長期（5 年間）専門家 6 名

分野：冶金燃焼省エネ環境保護技術、燃焼伝熱評価、排熱総合利用技術、分析測定、冶金炉。

(2) 短期専門家 15 名

分野：燃焼工学、熱流体可視化技術、工業計測、燃焼装置、高効率低 NOx 燃焼技術、工業炉、工場燃焼診断技術、燃焼伝熱評価技術、排煙処理技術、環境管理技術、環境保全型プロセス技術、石炭利用技術、大気汚染防止関連環境保護技術、地球温暖化対策・省エネルギー対策。

10. 中国側研修生の派遣

(1)人数：20名

(2)期間：3～6ヵ月（研修分野によって決める）

(3)分野：大気汚染防止関連環境保護技術、地球温暖化対策・省エネルギー対策、工業計測、燃焼工学、燃焼装置、冶金炉、熱流体可視化技術、燃焼伝熱評価技術、高効率低NOx燃焼技術、工場燃焼診断技術、排煙処理技術、環境保全型プロセス技術、石炭利用技術、環境管理技術。

11. 日本との資金協力関係

(1)日本への無償資金協力要請の有無
無し。

(2)日本からの協力の有無

JICAは1998年10月から指導科目「製鉄及び環境保全」で個別長期専門家1名を鋼鉄研究総院へ派遣している。

12. 第三国／国際機関からの協力の有無

無し。

13. 本プロジェクトの国家発展計画における位置付け

中国政府の2001～2005年国家省エネ計画によって、全体で4億t標準炭に相当するエネルギーを節約する目標が定められている。この目標を実現するために、工業炉の熱効率を向上させ、30%の省エネを実現し、さらに大気汚染をコントロールする必要がある。従って、本プロジェクトは国家の発展計画において極めて重要な意義を有し、すでに冶金科学技術開発計画に組み入れられており、政策及び財政上においても支援される。現在、本プロジェクトは自然科学基金プロジェクトと科学技術部「科学技術研究機構技術研究開発特別資金」プロジェクトとして既に確定している。さらに国家経済貿易委員会と国家発展計画委員会の「十・五計画」科学技術重点プロジェクトとして申請中である。

14. 中国側の投入

センターの基本施設の建設費として約1000万元、センターの研究開発及びその他の活動費として約1000万元、合計2000万元を投入する。

15. 協力場所の施設など

(1)実験室は鋼鉄研究総院冶金プロセス研究所内に既に設置済みであり、小型試験施設を現在建設中である。

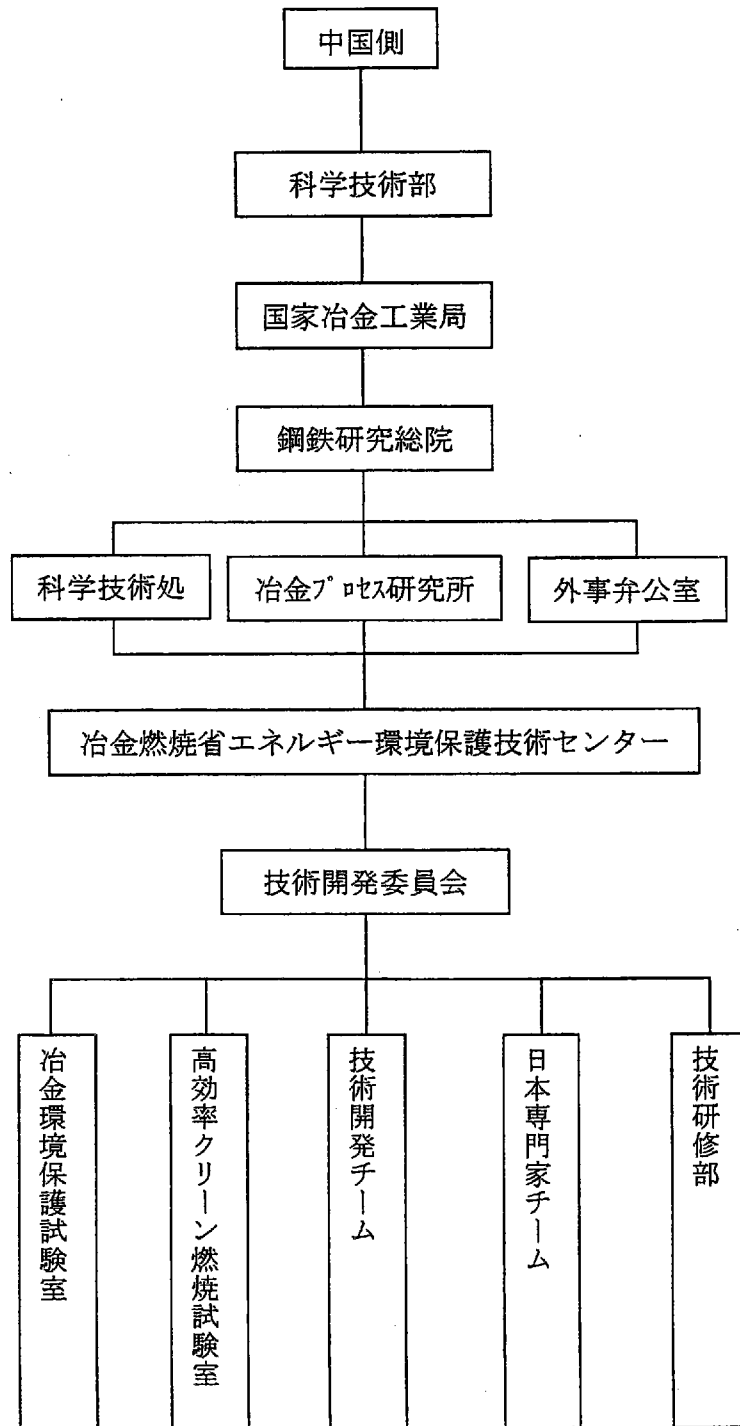
(2)日本側長期・短期専門家の事務室、実験室及びその他の必要な事務施設（閲覧室、会議室など）を提供する。

16. 中国側の管理体制と人員配置

(1)中国側の管理体制を次頁に示す。

(2)協力に必要な専門技術者、通訳などの人員配置が確保済み。

プロジェクトの管理体制



17. 関係添付資料

- (1) 鋼鉄研究総院の概況
- (2) プロジェクトの背景

18. その他の部門・領域への影響

本プロジェクトの目標達成によって、冶金業による汚染源を効率的にコントロールし、エネルギー利用率を向上させるだけでなく、建材製造、石油化学、紡織、機械製造などその他の業界における工業炉の省エネと環境汚染防止処理を行う上でモデル機能を果たすことができる。統計によると、建材製造用工業炉による SO₂ 排出量は合計 127 万 t に達し、全国の排出量の 9.8% を占めるのにも関わらず、その脱硫処理率はわずか 5.3% である。化学工業では SO₂ 排出量が 109 万 t で、全国の 8% を占めるのに対し、脱硫処理率は 22.4% である。本プロジェクトによる環境・経済面での直接・間接的な効果は以下の通りである。

(1) 環境保護の効果

1) 直接受益者：2800 万人

年間生産量 200 万 t 以上の製鉄所（計 14 ヶ所）を対象に高効率燃焼技術を普及し、研修教室への参加や工場巡回を通して燃焼に起因する大気汚染の防止活動を行う。その結果、大気汚染が改善され、これらの製鉄所が所在する都市の人口が直接受益する。

2) 間接受益者：2000 万人

年間生産量 100～200 万 t の製鉄所（計 20 ヶ所）を対象に「冶金燃焼省エネ環境保護技術センターニュース」を定期的に発行することにより、燃焼に起因する大気汚染の改善活動を行う。その結果、大気汚染が改善され、これらの製鉄所が所在する都市の人口が間接受益する。

(2) 直接経済利益

センターの開発した各種新プロセス技術が全国の 12 万台の工業炉へ普及し、すべて 30% 省エネを実現することができれば、年間 1.065 億 t 標準炭相当のエネルギーを節約することができる。

(3) 社会的効果

全国の 12 万台の工業炉に先端な燃焼環境保護技術を応用することにより、CO₂ 排出量は 7.5% 低減し、SO₂ 排出量は年間 89.6 万 t 低減し、NO_x 排出量も大幅に低減する。これは中国の大気汚染を改善し、酸性雨の面積を減らし、土壌の酸化傾向を抑制し、国民の生活環境を改善するのに極めて重要な意義がある。

19. プロジェクト終了後の運営管理

鋼鉄研究総院冶金プロセス研究所は製鋼、連続鋳造、圧延などの領域において長年研究を行って来た。燃焼、冶金炉、自動化制御及びプロセス設計などの分野において多くの研究成果と豊富な経験を有し、中国の冶金企業と広く連携しており、単独でエンジニアリングプロジェクトを請け負う能力が有る。日本側との協力で高効率クリーン燃焼プロセス技術、大気汚染コントロール技術及び冶金炉総合省エネプロセス・設備などを研究開発した結果得られた研究成果は、エンジニアリングプロジェクト請負によって中国の鉄鋼業へ広く普及させる。これによりプロジェクト終了後独立的経営管理能力を確保することができる。

20. 協力地域の治安状況

鋼鉄研究総院のある北京市海淀区は北京市のハイテク産業文化地区である。住民の教育水準は高く、都市の美化活動が盛んで、治安状況は良好である。鋼鉄研究総院の付近には高級ホテル、外国人用マンション、医療施設、デパート、スーパーマーケット、銀行、郵便局、図書館、書店などの施設が整っており、専門家の生活環境は良好である。首都空港或いは北京駅まで車で40分前後であり、専門家の日本との往来や地方への工場巡回に便利である。

鋼鉄研究総院の概要

鋼鉄研究総院は 1952 年に設立された総合的鉄鋼冶金研究開発機構である。研究分野が広く、人材が揃い、装備水準が高い、鉄鋼業の科学研究・開発の基地である。研究領域は鉄鋼製造に関するあらゆるプロセス（原料、製鉄から、圧力加工、鋼管まで）、さらに冶金新材料をはじめとして材料科学、エンジニアリング及び分析測定・品質コントロールなどを包括している。また、機能材料、構造材料、複合材料、生物医学エンジニアリング材料、高炉微粉炭吹き込み、球団焼結技術、連続鑄造技術、複合精錬、電炉技術、圧力加工及び特殊鋼管技術などの多分野において国際的レベルに達している。

鋼鉄研究総院は設立以来、技術研究成果が 3000 件を超え、そのうち、国家発明賞 73 件、国家技術進歩賞 62 件、省庁科学技術進歩賞 712 件が含まれる。また、国家特許 303 件を獲得している。

鋼鉄研究総院には 2033 人の職員が在籍し、そのうち、研究技術者 1400 人、中国科学院・工程院メンバー（アカデミー会員）5 人、政府特殊手当を受ける専門家 204 人、国家の重大貢献研究者として選ばれた中・青年専門家 18 人を擁するほか、大学院を有し博士授与分野 3 つと修士授与分野 7 つの資格をもち、さらにポストドクターの研修ステーションを設置している。

鋼鉄研究総院には、国家ファインメタラジー工業試験基地、連続鑄造技術国家エンジニアリング研究センター、国家アモルファス合金エンジニアリングセンター、国家鉄鋼製品品質監督検査センター、国家鉄鋼材料測定センター、国家鉄鋼材料輸出入商品検査室、中国冶金品質システム認証センター、北京生物材料エンジニアリングセンター、国家 863 計画新材料領域専門家弁公室などが設置されている。

鋼鉄研究総院は主要な施設が北京市にあるほか、鋼鉄研究総院南方分院（海南省海口市）、青島海洋腐蝕研究所、舟山海洋腐蝕研究所、成都大気腐蝕試験ステーションなどの研究施設がある。

鋼鉄研究総院の図書館は、蔵書 24 万部、科学技術文献約 1 万件を有し、国内外の学術誌 1000 種類を購読している。鋼鉄研究総院は『鉄鋼』、『鋼鉄研究学報』、『金属機能材料』、『鋼鉄圧延』、『スペクトルとスペクトル分析』、『冶金物理測定』、『冶金分析』など 16 種類の新聞・雑誌を発行し、そのうちの 8 種類を国内外で公開発行し

ている。

鋼鉄研究総院は科学技術と経済利益との効率的結合を積極的に探求し、技術研究成果の実用化を促進するにあたって、「利益を中心に、市場動向に従って、科学技術を基礎として産業化・エンジニアリング化・国際化・総合化を実現し、科学技術の最高峰に挑戦する」との方針に従って、ハイテク産業企業グループ化を目指す。技術研究成果の譲渡、技術コンサルティング・サービス及びエンジニアリングプロジェクトの請負などを幅広く展開し、国際間の技術協力と学術交流を積極的に行い、対外経済貿易業務を展開する。すでに一定の規模を有する企業、産業、合併経営企業、中外合資企業などを擁し、著しい経済利益と社会的成果を遂げた。国家科学技術部が最近全国工業界研究機構を対象に行った評価の結果、鋼鉄研究総院は総合技術力と経済効率で全国第一位を占めている。

プロジェクトの背景

1. 中国の環境汚染概況

中国はエネルギー消費大国であり、1997年中国全体のエネルギー消費量は14.2億t_{ce} (t標準炭)、世界の第二位で、世界エネルギー消費量全体の約11%を占める。そのうち、原炭13.7億t、石油1.6億t、天然ガス227億m³、それぞれ世界の第1、5、21位を占める。

中国のエネルギー構成は石炭が70%以上を占め、原炭生産量6.2億tのうち、89%が燃料として利用されている。民間燃料用石炭は1.5億tに達し、そのうち2040万tが成型炭で、これ以外は全てそのまま直接利用している。中国の原炭は灰分の平均含有量が23%で、硫黄の平均含有量が約1.721%であり、即ち、6.2億tの原炭生産量のうち、約1.5億tの灰分と1000万tの硫黄(2000万tのSO₂に相当)が含まれる。燃焼の過程で硫黄は一部燃焼灰に入るほかは、ほとんどが大気中へ排出されてしまう。図1に中国の粉塵とSO₂排出量の推移状況を示す。

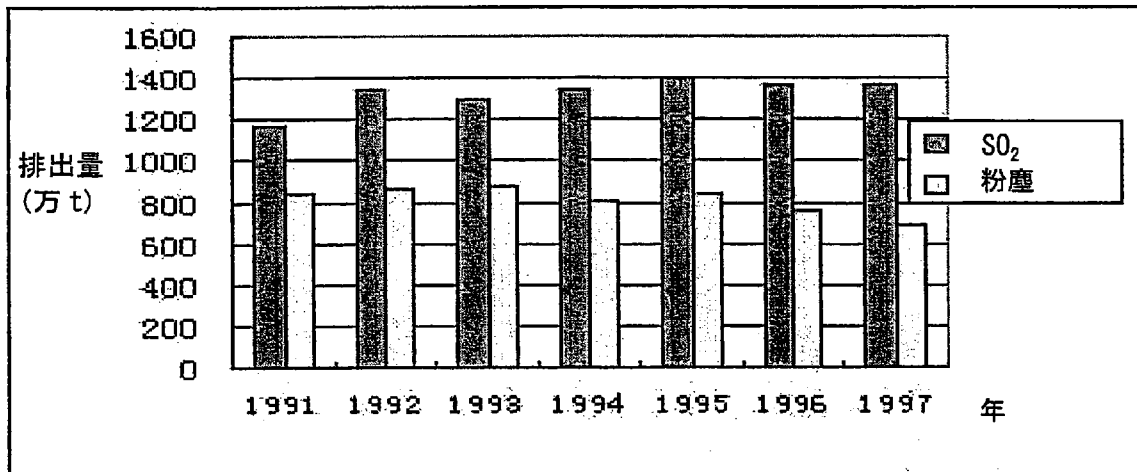


図1 中国の粉塵とSO₂排出量の推移状況

(出典：国家環境保護総局発行「1997年中国環境状況公報」)

図2に1998年の中国地域別SO₂の排出量を示す。そのうち、山東省、貴州省、山西省、四川省、河北省、江蘇省、河南省などが最も多い。SO₂の大量排出によって、中国の酸性雨面積は30%にも達している。図3に示すように、1997年中国降水の平均PHは3.74~7.79である。酸性雨が農業、林業及び建築物にもたらす経済損害は毎年200億元にのぼり、国民の健康も深刻な被害を受けている。

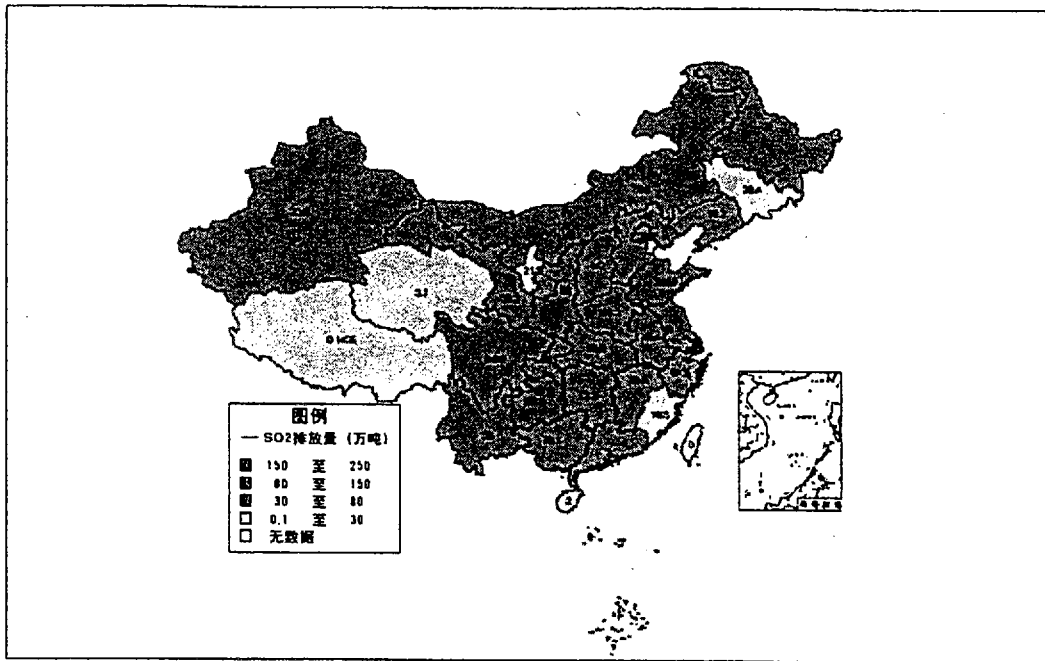


图2 中国地域別 SO₂ 排出量 (1998 年)

(出典：国家環境保護總局發行「1998 年環境統計年報」)

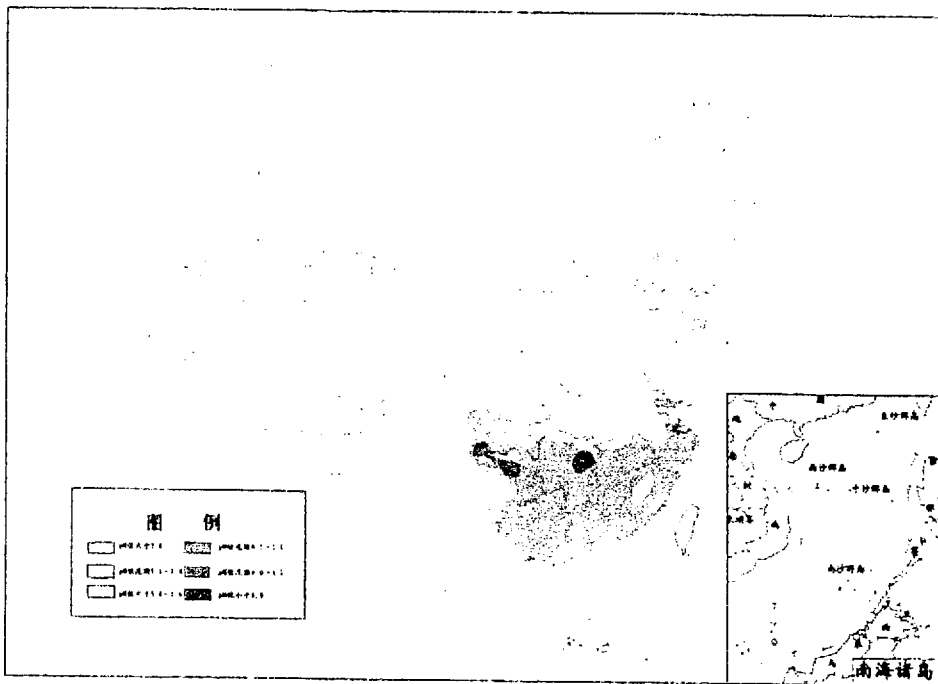


图3 中国地域別降水年平均 PH の分布

(出典：国家環境保護總局發行「1997 年中国環境狀況公報」)

図4に1999年の中国都市部の空気汚染総合指数を示す。その内訳は以下の通り。SO₂は年平均値3~248 μg/m³、全国平均値66 μg/m³；NO_xは年平均濃度4~140 μg/m³、全国平均値45 μg/m³；浮遊粒子状物質は年平均濃度32~741 μg/m³、全国平均値291 μg/m³。

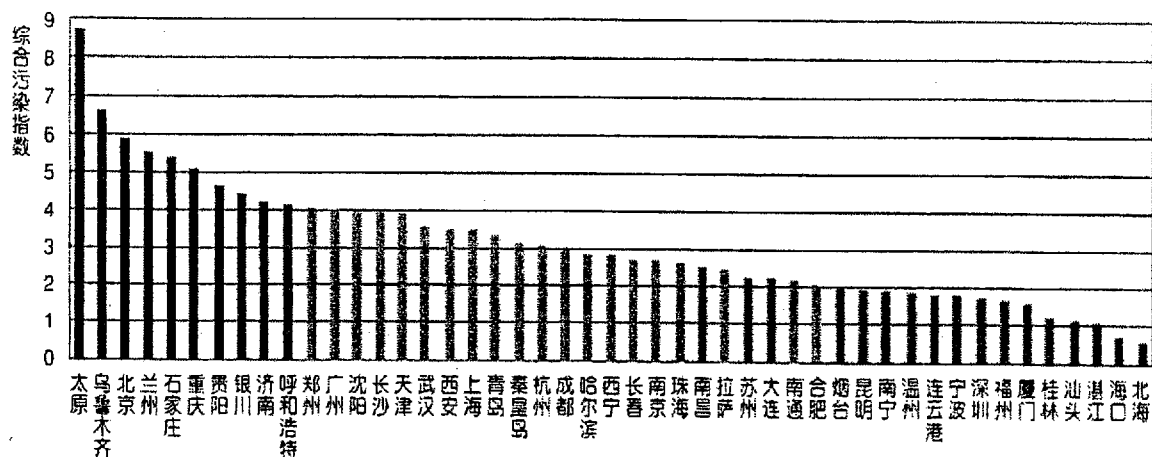


図4 中国都市部の空気汚染総合指数

(出典：国家環境保護総局発行「1999年中国環境状況公報」)

世界保健機関(WHO)が1998年発表した54カ国272都市の大気汚染評価で最も深刻な10都市のうち、7都市が中国であった。大中都市、特に超大型都市の大気汚染がひどく、人々から強い不満が出ている。環境統計をとっている中国の300都市のうち、70%は人の居住に適する環境基準(2級)以下の3級かそれ以下だった。

図5に中国の338都市について国家環境空気品質標準の達成状況を示す(出典：国家環境保護総局発行「1999年中国環境状況公報」)。

大気汚染防止法は2000年4月に改正され、2000年9月から施行される。

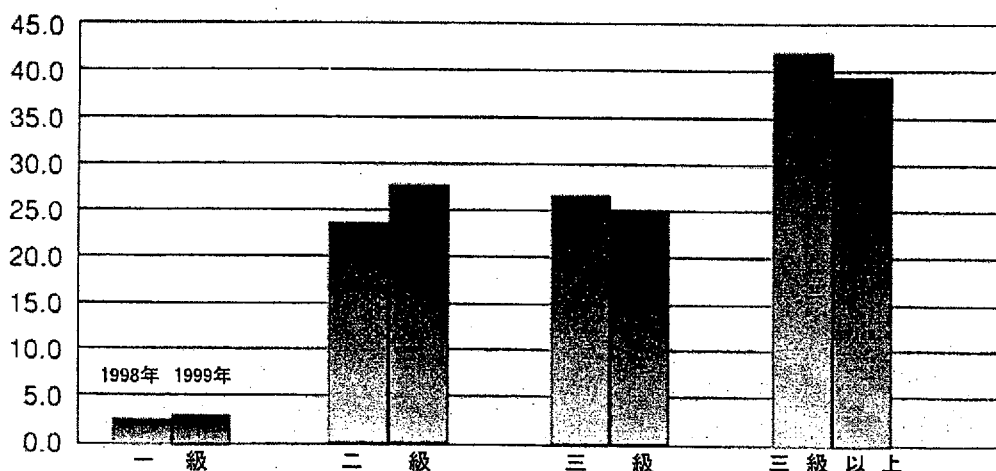


図5 中国各都市の国家環境空気品質標準達成状況

(出典：国家環境保護総局発行「1999年中国環境状況公報」)

2. 環境汚染の要因

中国の深刻な環境汚染の主な原因は以下の通りである。

(1) エネルギー消費量が多く、利用率が低い。

図 6、図 7 に示すように、中国のエネルギー利用率は約 30% で、先進国に比べて 10~28% 低く、約 20 年遅れている。

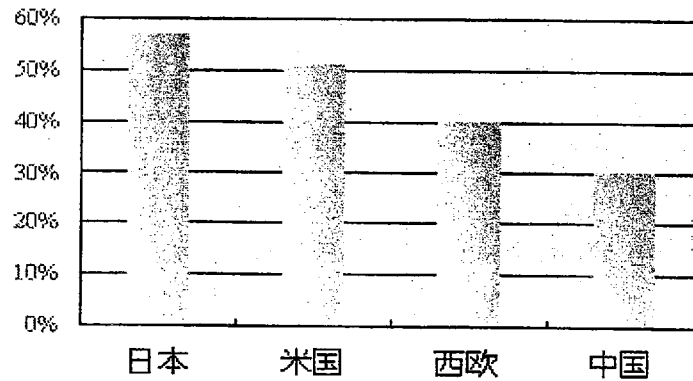


図 6 各国のエネルギー利用率の比較

(出典：国家環境保護総局発行「1998年中国環境状況公報」)

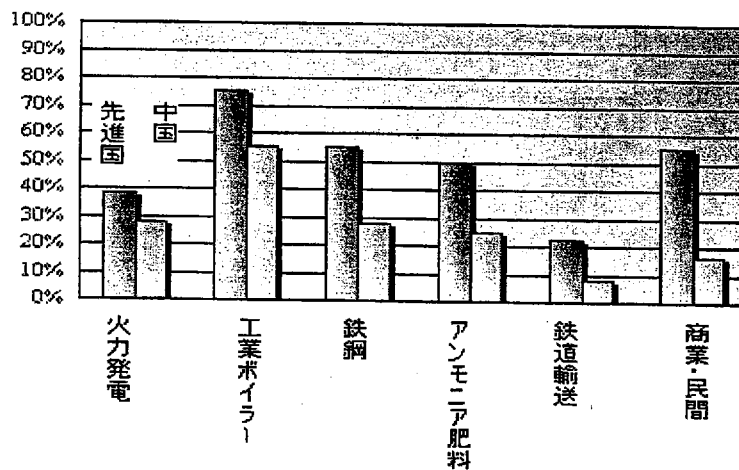


図 7 中国と先進国の部門別エネルギー利用率の比較

(出典：国家環境保護総局発行「1998年中国環境状況公報」)

中国ではエネルギー利用率が低いため、図8に示すように、国民総生産当たりのエネルギー消費量が先進国の平均水準の約3倍で、日本の4.9倍、また、ブラジル、インドなどの発展途上国と比べても大幅に上回っている。

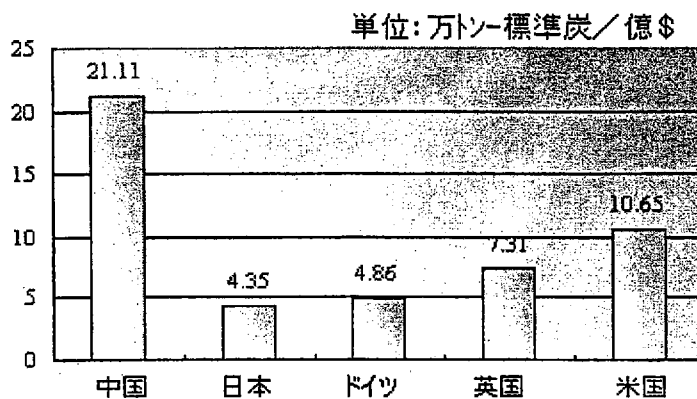


図8 各国の国民総生産当たりエネルギー消費量の比較

(出典: 国家環境保護総局発行「1998年中国環境状況公報」)

中国の単位生産高のエネルギー消費量は高く、主要工業製品のエネルギー消費率は先進国と比べて20~60%上回っている。エネルギー利用率が低く、単位製品または単位生産高のエネルギー消費率が高いため、企業の生産コストが増加するだけではなく、CO₂の排出量も増加し、深刻な大気汚染をもたらしている。

1980年から1995年までの期間、国民総生産が約4倍増加したのに対し、エネルギー消費量は倍増しただけであるので、省エネルギーの面で成果があったと言える。統計分析で分かったことは、技術上可能で、経済的な省エネルギープロジェクトは年間約1.5~2.0億t_{ce}を節約できるが、省エネルギー1t_{ce}当たりの投資額がおおよそエネルギー開発投資額の2/3しかなく、即ち省エネルギーのコストはエネルギー生産コストの約40%である。以上からみると、中国の省エネルギーは潜在力が大きく、省エネルギーの前途が大いに期待できる。

(2)重要な技術の面で遅れている。

中国のエネルギーの消費量が多く、エネルギー利用率が低く、その結果深刻な環境汚染をもたらしているのは、技術の面で遅れているのがその重要な原因である。特に燃料燃焼技術の分野において、以下のいくつかの肝心な技術が遅れている。

①燃料構成は固体石炭が主体で、質が悪く、硫黄含有量が高い。石炭の硫黄平均含有量で見ると、中国は日本の3倍もある。

②排煙の物理的熱量が十分に利用されていない。ほとんどの工業炉が直接排煙を採用しており、排煙に含まれる大量の高温物理熱量が十分に利用されていない。

③冷空気燃焼技術がまだ多く利用されている。冷空気を加熱するために多くの熱量が消耗されている。

④燃料を十分燃焼させるために高酸化燃焼方法が利用されることによって大気汚染に深刻な影響を及ぼしている。

⑤再生可能なエネルギーが十分に利用されていない。

(3)必要な環境保護施設の設置が遅れている。

現在、中国の基盤工業による環境汚染防止は、ほとんどが脱塵または排ガスの粉塵含有量を減らすのを主体としている。一方、大気汚染の処理には、巨額の投資が必要であるため、ほとんどの業界において排煙の総合処理によって大気汚染を防止するに至っていない。1993年の統計数字によると、中国建材製造用工業炉によるSO₂の排出量は合計127万tに達し、全国の排出量の9.8%を占めるのにも関わらず、その脱硫処理率はわずか5.3%である。化学工業ではSO₂排出量は109万tで、全国の8%を占めるのに対し、脱硫処理率は22.4%である。鉄鋼業では、エネルギー消費量は全体の約10%を占め、石炭消費量は約9315万tで中国石炭消費量全体の8.2%を占める。1993年、鉄鋼業のSO₂排出量は79万tで中国全体の4.3%を占めるが、脱硫処理率はわずか9.9%である。総じて言えば、大気を保護するために、主要基盤工業において大気汚染の環境保護措置を行い、排煙の脱硫率を向上させなければならない。

3. 冶金、工業炉のエネルギー消費と環境汚染の現状

統計資料によると、90年代半ば頃、中国の各工業炉施設は合計12万台に達しており、年間エネルギー消費量が中国全体の25%を占める。そのうち、燃料炉は数量で工業炉の55%、エネルギー消費量で工業炉の92%であり、中国エネルギー消費量全体の23%を占める。図9に示すように冶金業（注：鉄鋼と有色金属）の排煙排出量は中国の排煙総排出量の18%を占める。明らかに冶金業と燃料工業炉が最大級のエネルギー消費者であり、深刻な大気汚染源である。

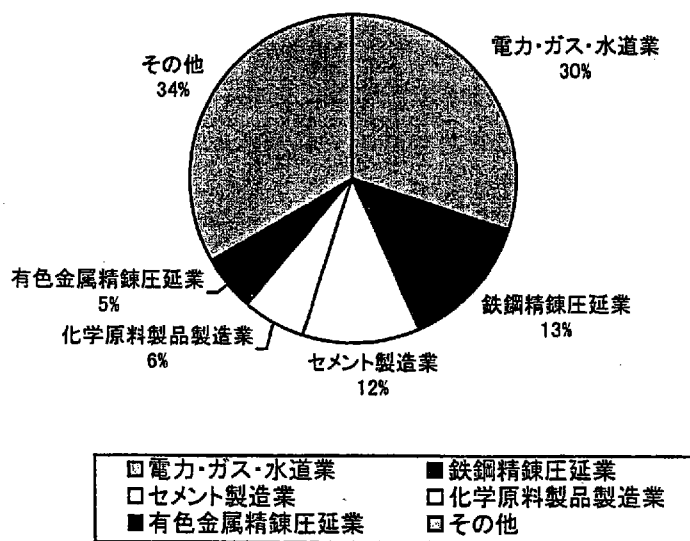


図9 中国の産業部門別排ガス排出量の割合
(1999年中国環境年鑑から作成)

表1 典型的工業炉の熱効率

圧延加熱炉	鍛造加熱炉	熱処理炉	金属溶解炉	ガラス陶磁窯	焼成窯	平均
30~55	5~12	3~15.5	15~41	6.3~23	23~47	22.9

表2 中国の工業炉のエネルギー消費率の概況

分類	エネルギー消費率				
	単位	最大値	最小値	平均	国外平均値
製鋼平炉	標準炭/t 鋼	0.409	0.106	0.174	0.121 (米)
製鋼電気炉	標準炭/t 鋼	0.522	0.270	0.331	0.23 (米)
鍊鉄高炉	標準炭/t 鋼	0.707	0.469	0.529	0.44 (日)
コンクリート窯	標準炭/t 原料	0.392	0.104	0.175	0.114 (日)
平板ガラス窯	標準炭/t 重量箱	0.171	0.023	0.032	0.01 (米)
圧延加熱炉	標準炭/t 鋼	0.356	0.039	0.076	0.059 (日)
溶鉄炉	標準炭/t 鋼	0.240	0.097	0.132	0.12
可搬式加熱炉	標準炭/t 鋼	0.920	0.16	0.520	0.28 (日)
可搬式熱処理炉	標準炭/t 鋼	0.930	0.40	0.440	0.108 (日)
室型加熱炉	標準炭/t 鋼	1.0	0.30	0.50	0.30
沙型乾燥炉	標準炭/t 製品	1.0	0.20	0.53	
アルミ溶解炉	標準炭/t 製品	0.63	0.26	0.42	
レンガ窯	標準炭/万個/c	2.50	1.16	1.32	
日用陶磁窯	標準炭/t 部品		1.40	2.08	
石灰窯炉	標準炭/t 製品	0.45	0.107	0.179	

表1に中国の典型的工業炉の熱効率を示し、表2に中国の工業炉のエネルギー消費率の概況を示す。二つの表に示すように、中国の工業炉はプロセス及び設備技術が遅れているため、平均熱効率が22.9%にとどまり、中国の平均エネルギー利用率を下回っている。さらに先進国、例えば日本の工業炉(30~40%)と比べるとその格差が一段と大きくなる。中国の工業炉はエネルギー消費量が大きく、熱効率が低い原因は主に排煙による大量の熱損失にあり、推測によれば中国全体では毎年5000万t_{ce}以上損失している。

表3 工業炉の汚染物排出の状況

	石炭燃焼炉	軽油燃焼炉	ガス燃焼炉
熱効率 (%)	18.2	30.8	50.5
過剰空気率 (採用されるべき適正值)	2.97 (1.2~1.4)	3.56 (1.2~1.4)	1.9 (1.1~1.3)
排煙濃度基準超過(mg/m ³)	2331	445.7	321 (未清浄ガス燃焼時)
NOx (ppm)	404	429	287
SO ₂ (ppm)	345	48	242 (未清浄ガス燃焼時)

表3に中国の工業炉の汚染物質排出状況を示す。中国の工業炉による汚染は主に石炭の燃焼による汚染であるが、その防止措置は粉塵と燃焼効率を対象範囲にするに止まっている。SO₂とNOxなどの大気汚染物質の排出防止は未だ対象となっていない。工業炉の粉塵排出量は基準を大幅に超えているほか、NOxの排出量も大きい。

4. 中国の環境汚染を解決する根本的措置

中国の深刻な環境汚染問題を解決するためには、1987年に発布され、1995年に改定された『大気汚染防止法』の第15条「企業はエネルギー利用率が高く、汚染物質の排出量が少ないクリーンな生産技術を優先的に採用し、大気汚染物質の発生を減少させるものとする。国は大気環境を著しく汚染する旧式生産技術及び大気環境を著しく汚染する旧式の設備の淘汰制度を実施する」を徹底するのがその根本的措置である。

従って、無公害の先端的燃焼技術を積極的に研究開発し、中国の工業炉の熱効率を向上させ、エネルギー消費量を低減し、さらに排ガスの総合利用技術を開発・普及し、大気への汚染をなくすよう努めなければならない。老朽化した伝統的プロセス・設備を新プロセス・新技術及び新設備に更新することが中国の深刻な大気汚染を防止する根本的措置である。

中国の冶金燃焼環境保護技術の発展に応じて、以下の新技術を優先的に開発すべきである。

(1)高効率クリーン燃焼技術。中国では燃料（石炭、石油、天然ガス）のほとんどが直接燃焼に利用されているため、高効率クリーン燃焼技術が最も重要な燃焼技術であり、早急に効率の高い燃焼装置などの技術を開発すべきである。

(2)排熱の総合利用技術。中国のエネルギー利用率を大幅に向上させるために、各種の排煙排熱利用技術を開発し、排煙の物理熱を最大限に回収する必要がある。この技術だけでも中国全体で毎年約5000万t_{ce}のエネルギーを節約できる。

(3)汚染コントロール技術。主に排煙の清浄化技術、排煙脱硫技術及び低Nox高効率燃焼技術である。