

煤塵とSO₂の測定を1年に2回測定する事が義務づけられているが、自社の測定は皆無で環保局が測定しているが実績は少ない。

1 km メッシュごとの汚染物質の濃度を算出して汚染状況を監視する。

(9) 技術者の養成

1) ボイラー技術者

ボイラーは有資格者で無ければ運転はできない。資格は全国統一の養成制度により市の労働局が行う講習会を受けて試験に合格すれば与えられる。

資格には初、中、高の3種類があり初期の資格期間は4年間で、それ以後は講習会と試験を経て順次に上がっていく。有資格者は職が保証され待遇も一般より高い。講習の内容は日本の熱管理士とほぼ同様に講義と実習からなる。

講義科目……熱工学、ボイラー構造、運転管理、安全管理、保守点検、水質管理

実習……発電所や工場などの現場で行う

講習人数……一回50名程度

講習日数……30日

2) 排ガス処理関係講習会

環保局が年一回排ガス処理法の講習会を行っている。ボイラー新設時には労働局と共同で環境保護法、省エネルギー、熱効率向上、排ガス処理法、騒音対策について講習を行っている。

7.3 大気汚染物質の削減技術

柳州市の対策の現状を踏まえ将来とも実施可能な削減方法について技術的な検討を行った結果を以下に記述する。

7.3.1 概論

大気汚染物質の発生源に対しては、通常、排出基準等の法的規制があり、それを遵守するために必要な種々の削減対策が実施される。排出基準のみで環境基準を達成できないときは、排出基準を強化するか総量規制を実施することにより汚染物質の排出量を削減する対策が必要となる。

汚染物質の削減は一般に高価な経費を伴うものが多く、その都市の事情に応じた実施可能な削減技術を選定しなければならない。

柳州市が行っている汚染防止対策は主として煤塵の削減に重点をおいたものであり煤塵についてはある程度の効果はあがっているが十分とはいえない。硫黄酸化物については早急な対策が必要な状況にある。

本調査では2級の環境規準を2005年に達成することを目標として対策の緊急性、対策の容易性、対策効果、実用性などを重視した対策および柳州市の対策との整合性を取った汚染物質の削減方法を検討した。検討した各種対策技術を次表に示した。

表 7.3.1 削減方法と対策技術の概要

項目	削減方法	対策技術
1. 燃料対策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 良質炭の導入 2. 貯炭場の整備 3. 選炭技術 4. 成型炭製造法 5. 都市ガス化 6. 石炭液化 7. 石炭ガス化 8. 石炭スラリー 9. 石油系燃料転換 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Jig選炭法 (2) 微生物脱硫法 (1) コークス炉ガス (2) 増熱ガスの製造 (1) COM (2) CWM (1) 小型ボイラー
2. 設備対策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 循環流動層 2. 炉内脱硫法 (循環流動層) 3. 選炭と循環流動層の組み合わせ法 4. 高効率発電技術 5. 生産設備 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 気泡型流動層 (2) 循環型流動層 (3) SO_xの除去 (4) NO_xの抑制 (5) 経済性向上 (1) 石炭ガス化複合発電 (2) 加圧流動ガス化複合発電 (1) 化学工場等 (2) 鉄鋼
3. 燃焼管理対策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 燃焼管理機器の整備 2. 燃焼管理基準 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 空気比の管理 (2) 熱発生率 (3) 標準排ガス温度 (4) 設備の保守管理
4. 排煙処理	<ol style="list-style-type: none"> 1. 排煙脱硫 2. 煤塵対策 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 石灰石石膏法 (2) 簡易石灰石膏法 (3) 半乾式排煙脱硫法 (4) NH₃脱硫法 (5) 硫化水素脱硫法 (1) 旋回式除塵法 (2) ベンチュリ・水膜式除塵法 (3) 濾過式除塵法 (4) 電気式除塵法 (5) その他の法
5. 省エネルギー	<ol style="list-style-type: none"> 1. 省エネルギー対策 2. 集中供熱 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 燃焼管理 (2) 空気予熱 (3) ドレン回収 (4) 業種ごとの対策法 (5) エネルギーフロー管理
6. その他	<ol style="list-style-type: none"> 1. 工場移転 2. 粉塵対策 3. 活性炭製造法(脱硝剤、吸着製造) 4. 石炭灰の利用 5. 煙突の適正化 	<ol style="list-style-type: none"> (1) セメントへの利用 (2) 高流度コンクリート製造 (3) 煉瓦への利用 (4) 人工軽量骨材 (5) 流動層灰の利用 (1) 局地汚染の改善
7. 移動発生源対策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自動車対策 	<ol style="list-style-type: none"> (1) 渋滞対策他

7.3.2 対策技術

(1) 良質炭の導入

中国北西部に産する低S分、低灰分炭を導入し、SO₂及び煤塵の低減を図る。そのためには柳州市での供給の可能性と輸送手段を考慮する必要がある。

(2) 貯炭場の整備

工場立入り調査結果によると、貯炭場の殆どが屋根が無く、床面は土間で雨が降ると排水が悪く水浸状態になっており、工場の規模が小さいほどこのような貯炭場が多い傾向にある。とくに合山炭を使用している工場では水分蒸発に要する熱量が多くなり、3,500 kcal/kg程度の低品炭をさらに悪くしている。

貯炭場の具体的な改造案としては、異物の混入や水浸を防ぐために、床面をコンクリートまたは簡易舗装とし、床表面は 1/100～ 1/150 の勾配をつけた構造とする。さらに貯炭場は屋根付きのものとする。

(3) 選炭技術

1) ジグ選炭法

灰分と硫黄分は大気汚染物質発生の原因物質であり、これらの物質を石炭質と分離するには通常、粉碎によって行われる。鉱物質の成因や混入状況によって大きな差異があるが、原炭を細かく粉碎する程、鉱物質の分離精度が向上する。

簡単な選別法としては鉱物質と石炭質の外観・色調の差を利用して人手によって分ける方法があるが一般に石炭の選炭に利用される方法には次のようなものがある。

- a) 水選法
- b) 重液選別法
- c) 空気選別法
- d) 浮選法

2) 微生物脱硫法

微生物脱硫法には 1) 無機硫黄の浸出法 2) 有機硫黄の浸出法 3) 表面処理による硫化鉄の除去法などがあり現在、研究ないしは開発中のものが多い。

- a) 無機硫黄の浸出法 (培養菌利用)
- b) 有機硫黄の浸出法 (")
- c) 表面処理による硫化鉄の除去法 (表面酸化法)

(4) 成型炭製造技術

石灰石を添加した成型炭 (石炭・植物質複合固形燃料 (BIO-COAL)) の使用で家庭用及び工業用ボイラーの燃料として用いSO_xを除去する。

原料炭には褐炭、亜瀝青炭、無煙炭など広い炭種を用いることができる。特に灰分

が多く低発熱量の低品位炭にも適用でき、家庭用、小型ボイラーなどのクリーン燃料として期待できる。

煤塵発生量は石炭燃焼より1/5 ~ 1/10 に減少し、硫黄の固定率は一般的には40~60 %である。

(5) 都市ガス化

石炭を乾留して得られるガスは大気汚染物質の排出量の少ない良質の燃料を用いるとSO₂と煤塵の削減率は95 %以上であり、民生対策として積極的に活用すべきである。

石炭ガスの組成はH₂が57 %、CH₄が22 %、COが6.5 %で発熱量は約4,070 kcal/m³である。COは毒性を持っているため家庭での使用は安全面での注意が必要である。

石炭ガスを都市ガスとして利用する場合は、生産工程において硫黄化合物を除去し市内に供給する必要がある。

2005年における都市ガスの供給は現在の計画の2倍に増加する必要がありその対策としてCOの含有量を低減し、増量を図るため炭化水素を主体としたガスとLPGによる増熱法と重油のガス化の2方法を検討した。

LPGは硫黄分はほとんど無く、発熱量は20,000 ~ 30,000 kcal/m³と非常に高く加圧下では液体であるため輸送や貯蔵が簡単であり、郊外などでの使用に適している。

(6) 石炭液化

原油と石炭の埋蔵量の差は大きく、やがて原油の枯渇時代が到来することは間違いなく、不足する石油の代替として現代社会に適合させるためには液体化が必要である。石炭液化は石炭から石油を製造する技術で各国で石炭を液化する技術開発が行われている。

(7) ガス化

石炭のガス化には乾留、水性ガス化、水添ガス化などがあり、乾留によるガス化はコークス炉と同様で、技術的には完成されたものである。水性ガス化は水蒸気を用いてCO、H₂を製造してNH₃などの合成原料とする。水添ガス化は瀝青炭または褐炭を原料とし、水素雰囲気中で揮発分や炭素分をメタンの他、ベンゼン、トルエン、キシレン(BTX)などを生成させる方法である。

水添ガス化には通常の熱分解速度と急速熱分解速度があり、通常の熱分解速度では褐炭の水添ガス化に適しており生成ガスの発熱量は4000 kcal/m³以上である。

これらの技術は将来において導入することを検討する。

(8) 石炭スラリー燃料

埋蔵量の豊富な石炭を利用拡大するには、固体燃料であるがゆえにハンドリングデミリットと燃焼灰の処理、排煙処理上の不利などが障害となっている。

石炭利用技術にはいろいろあるがボイラーの燃焼効率の向上や排煙処理の容易さなどから石炭のスラリー燃料化は有力な利用技術である。

石炭のスラリー化には石炭と油を混合するCOM (Coal Oil Mixture) と石炭と水を混合するCWM (Coal Water Mixture)がある。これらはいずれも石炭のハンドリングを容易にすることを目的としたものであり、さらには経済性と油に近い代替燃料としての期待もある。スラリー燃料は比較的早い時期に実用化される技術である。

(9) 石油系燃料転換

中国の原油埋蔵量は豊富であるが採掘および製油所設備不足のため、油価の低下とあいまって昨年あたりから石油輸入国に転じている。

石油は石炭に比べ高価であるが市街地のホテルやレストランなどの燃料として利用を導入して汚染物質の低減を図る。

(10) 流動層燃焼装置

流動層燃焼装置の形式には気泡型と循環型の二通りの方式があり、実用化は気泡型が先行している。

しかし、最近は循環型が多用されるようになってきている。

循環流動層では、ループを循環する粒子の種類は気泡型の場合と変わらないが、粒径は小さく平均で 200 ~ 300 μ 程度である。通常、低NO_x化のため二段燃焼方式をとるので一次燃焼域には濃厚な粒子層が形成され、二次空気の供給で燃焼して炉内を上昇し排出される。

石灰石を炉内に供給してSO₂を吸収・除去する場合の吸収反応の温度は 800~850 °Cの範囲にあり、脱硫効率は 40%が見込まれる。

窒素酸化物の抑制もでき、NO_xの生成レベルは 100 ~ 50 ppmである。

循環炉で炉内脱硫を組合わせた場合の設備費は 20 ~ 45 元/m³で良質の石炭に転換しても設備費は変わらない。

(11) 選炭法と流動層との組合せ

この方法は、山元で選炭を行って脱硫脱灰し、消費地では石灰石を添加して流動層で燃焼するものである。選炭による脱硫、脱灰の程度は石炭によって効果が異なるので一概に効果を数字で現しにくい。一般的には 50 %程度で、低い場合は 30 %程度の場合もある。

(12) 高効率発電技術

1) 石炭のガス化複合発電

技術開発中の石炭のガス化複合発電は発電効率が高い、多種多様な石炭が利用できるなどの特徴があり、石炭をガス化し、ガスタービンで発電すると共にガス化炉及びガスタービンの廃熱を利用して蒸気を発生させ蒸気発電も同時に行い送電端での熱効率は 43 %に達する。

日本における石炭のガス化複合発電の開発目標は実用化期待を 2000 年とし、熱効

率 43 %以上ことを重点課題としている。

世界の石炭のガス化複合発電の開発計画を見ると、米国は 100~400 MWh の規模でガス化はTEXACO噴流層ガス化方式で実証試験が行われ、オランダは SHELL方式で実証試験が行われ、ドイツでは 1995 年に試験開始を予定している。

いずれの国も実用化の目標を 2000 年頃に置いている。

2) 加圧流動層複合発電

加圧流動層複合発電はガス化炉に流動層方式を採用し、蒸気発生用熱交換器を加圧容器内に組込むことで比較的コンパクトな装置で石炭ガスによる発電を行う方法である。

この方式は流動媒体として石灰石を用いることでガス化と同時に脱硫ができ、しかも脱硫・脱硝装置が小型化できる特徴がある。

このシステムでは石炭と石灰石をスラリーとして供給し、ガス化剤に 6~20気圧の空気を用い加圧下で石炭は効率良く燃焼する。

発電後の燃焼排ガスは脱硫装置、熱回収装置を経て煙突から放出される。

脱硫剤として石灰石またはドロマイトを用いるが層温度が 950℃までは温度が高くなる。またガスの滞留時間が長いほど脱硫率は向上する。

脱硫率はモル比 1 の場合 40~70 % 程度である。

(13) 生産設備

柳州市における主要 15 工場について生産設備の生産効率やエネルギー原単位を調査し、先進国に比べて著しく悪い設備については先進国並にする必要がある。

対象となる設備は石炭ガス化炉、アンモニア設備、尿素設備、塩化ビニール設備、苛性ソーダ設備などでエネルギー原単位の改善を図る。

鉄鋼関係では省エネルギーや新製品製造設備の設置を重点とし生産性の向上を図る。

(14) 燃焼管理機器の整備

燃焼管理を行うために必要な最低限の測定器として Orsatガス分析計、温度計、流量計などが必要である。

日常の燃焼管理は燃焼排ガス成分や温度によって良否を判定すると共に、製品に与える影響を解析して、最も効率が良く、公害防止の諸条件に合った燃焼操作を行わなければならない。

鍋炉や熱利用設備の温度分布、流量測定、排ガス分析などを行って熱収支を算出しどこに無駄な熱が流れているかを明らかにして改善を行う。

(15) 工場・事業場における燃焼管理基準

工場・事業場において燃焼管理を合理的かつ有効な実施を図り完全燃焼や省エネルギーなどによる燃料の節減及び汚染物質の排出を抑制するためにこの管理基準を活用する。

1) 空気比の管理

燃焼管理は燃焼設備および燃料の種類に応じて標準空気比を設定して行う。

2) 燃焼室熱発生率

燃焼室の熱発生率は燃焼室の単位容積、単位時間当たりの発生熱量をもって熱発生率とし適正值で管理する。

3) 標準排ガス温度

排ガス温度はボイラーでは110～150℃、工業炉では200℃程度とする。

4) 標準炉壁温度

工業炉の標準炉壁温度は140～80℃程度とする。

5) 燃焼設備の保守・管理

(16) 排煙脱硫

排煙脱硫法の方式及び概要を表 7.3.2 に示す。

(17) 除塵対策

除塵装置は小規模の設備には洗浄式、旋回式が、大型設備には濾過式や電気除塵装置が利用されているが、中国では洗浄式や旋回式が多く用いられている。

一般的に行われる除塵装置の選定は以下の通りである。

1) 石炭燃焼ボイラー

石炭燃焼ボイラーでは石炭中の灰分が未燃分とともに排出されるため排ガス中の煤塵が非常に多くなる。このように煤塵が多い場合には旋回式(cyclone)などで一次除塵を行い、二次除塵装置としてベンチュリーか電気除塵装置を用いる。

2) 製鉄工場施設

鉄鋼業では、原料の輸送設備、鉄鉱石置き場での飛塵各製造工程での発塵などがあり、原料の輸送設備、原料置き場については散水、防風板の設置、ベルトコンベアの覆いなどによってかなり効果を挙げることができる。

コークス炉ではコークスの消火作業について濾過除塵方法、窒素による消火方法などがある。

転炉での熔鋼の出し入れのときはガス回収フードを用いて濾過除塵を行う。

3) セメント製造施設

セメント製造装置では煤塵や粉塵を発生するものについては製品袋詰工場、輸送経路では遮蔽することで煤塵や粉塵の飛散を防止し、乾燥炉や焼成炉、クリンカー冷却炉などの煙突から排出されるものは一般の除塵方法が用いられる。

4) 肥料工場施設

工場には硫酸製造施設や硝酸製造設備が併設されているため、これらの設備からミストが発生するので湿式洗浄装置を設置する必要がある。

5) その他の工場施設

柳州市における煤煙発生施設のほとんどがボイラーであることから石炭燃焼ボイラーの煤塵対策で対処できる。それ以外の工場については対象とする設備の状況や粒子の物理性などを考慮して旋回式か洗浄式のいずれかを選定する。

柳州市ではベンチュリーと水膜除塵器を組み合わせる方法が実用性がある。

表7.3.2.(1) 排煙脱硫方法

方法	方法の概要	長	短	所	経	備
		所	所	性	考	
石灰石-石膏法	<ul style="list-style-type: none"> 排ガス中の重碳酸ガスは吸収塔内で石灰石を含む吸収剤スラリーと気液接触させ、重碳酸カルシウムとし、これを空気で酸化後、水分を分離し副生石膏として取り出す。 	<ul style="list-style-type: none"> 安価な石灰石（吸収剤）として利用でき、セメント用、石膏ボード用の商品価値の高い石膏（副生品）が回収可能、大量安定貯蔵が容易である。 →設備費は高いがランニングコストは強式法の中で最も安価 ・高い脱硫効率（85%以上） ・技術的信頼性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> ・固形物の堆積、付着対策などが必要、メンテナンスでの手間がかかる ・対策 <ol style="list-style-type: none"> 1) 吸収塔中への石膏の種類結晶の添加 2) 吸収塔内面形状の単純化 3) 吸収塔内のスラリー流動性の向上 	設備費（万円/kw）2～3 電力消費（%）1.8～2.5 脱硫費（円/kwh）1～1.3		
簡易石灰石石膏法	<ul style="list-style-type: none"> プロセスは石灰石石膏法と同様、吸収塔内と酸化塔一併型 	<ul style="list-style-type: none"> ・設備がコンパクトで運転が容易。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高脱硫率とする場合は石灰石石膏法と経済性は変わらなくなる。 	設備費（万円/kw）1～1.5 電力消費（%）1～1.5 脱硫費（円/kwh）0.7～0.8		
ソーダ吸収法	<ul style="list-style-type: none"> ・吸収剤としてNaOHを用いSO_xを吸収し重碳酸ソーダさらにSO_xを吸収し重硫酸ソーダ(NaHSO₄)とする。 ・NaHSO₄の処理 <ol style="list-style-type: none"> 1) NaOHを添加後 Na₂SO₃を空気に酸化して無公害なNa₂SO₄にし排水とともに放流（小規模処理用） 2) Na₂SO₃を水浴液のまま回収→紙パルプの蒸解用利用（紙パルプ工場用） 	<ul style="list-style-type: none"> ・最も簡単な方法 NaHSO₄の処理設備が簡便である。 ・脱硫率は90%以上 	<ul style="list-style-type: none"> ・吸収剤が高価であり副生品が利用できる場合のみ有効である ・製紙工場に適する 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費：安価 1) ソーダ吸収法：石灰石石膏法の80%程度 2) 重硫酸ソーダ回収法：石灰石石膏法の40%程度 		
アンモニニア吸収法	<ul style="list-style-type: none"> ・吸収剤は水酸化アンモニウムを用いSO_xを吸収して重硫酸アンモニウム((NH₄)₂SO₄)となり、さらにその一部がSO₃を吸収しNH₄HSO₄となる。この吸収液を処理し硫酸、硫酸、石膏の形で回収可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・硫酸や石膏の利用先がある場合に有利。 ・硫酸は肥料の需要のある地域には比較的安価で運転が容易であり適する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・脱硝プロセスが複雑。 ・濃厚な白煙を生じやすい。 	[石灰石石膏法（設備費1.5万円/kw電力消費1.5%と比較）] <ul style="list-style-type: none"> ・積算回収法では石膏回収法よりランニングコストが約1.8倍となる 		
半乾式法一般	<ul style="list-style-type: none"> ・スプレードライヤー型の吸収塔で消石灰を噴射し、反応乾燥して生成する粉状の重碳酸石灰、未反応石灰、フライアッシュの混合物をE.P.P又はバグフィルターで捕集。 	<ul style="list-style-type: none"> ・比較的安価な設備費（SO₂濃度低い時） ・費用に比べ比較的高い脱硫率：70～85% ・再加熱不要 ・排水以外排水なし 	<ul style="list-style-type: none"> ・スプレー不調あるいはガス量不安定時に吸収塔や集じん装置に堆積物がたまやすい。 ・廃棄物処理の問題がある。 ・スプレーノズルの磨耗 ・吸収剤として石灰石より消石灰が適している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・低脱硫率（70～80%）人口SO₂濃度が低い時（800ppm以下）は湿式法より安価 ・消石灰費は湿式法石灰石膏費の4倍以上 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガスの温度や湿度を飽和（露点）に近づけると脱硫率が高くなるが、ガス量や湿度の変動の際の制御が十分でないとは逆側で選んだ反応時にバグの温度が低い時にスプレーするとバグが湿って詰まる。 	
水スプレー法	<ul style="list-style-type: none"> ・乾式石灰（石）法の後で排煙に水をスプレーし箱形近くまで温度を下げて脱硫率を高める。 	<ul style="list-style-type: none"> ・経済的 ・スプレードライヤー法に較べて操業容易 ・スプレーノズルの磨耗なし。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実績少 ・応急的な効果しか望めない ・脱硫率は20%程度向上 	[湿式石灰法との比較] <ul style="list-style-type: none"> ・設備費：1/3程度 ・脱硫率：30～50%程度 		

表7.3.2.(2) 排煙脱硫方法

方法	方法の概要	長所	短所	経済性	備考
循環流動炉内脱硫法	<ul style="list-style-type: none"> 排煙を水スプレーして冷却し消石灰粉流動層にてSO₂を吸着。飛散粒子はESPで除去し流動層へ返す。一翼は副生として取り出し廃棄する。石灰石を流動層内に投入しSO₂と反応させSO₃を固体として集塵器で捕集する。 	<ul style="list-style-type: none"> 高SO₂濃度の場合には高い脱硫率が得られるが、一般には40~60%の低脱硫率である 沸騰炉の更新に適しているため横浜市対策に好都合である 	<ul style="list-style-type: none"> 消石灰の使用量多い。 固体流動による脱灰の恐れあり 副生物は埋立用に投棄。 	<ul style="list-style-type: none"> 半乾式法に較べて設備費、脱硫費が安値である。 	
酸化水素脱硫法	<ul style="list-style-type: none"> この方法はNH₃法と同様にNH₃のほか(C₂H₅COO)、CSO₂Na)を用いガス中のH₂Sを処理する。 	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼炉やコークス炉ガスの脱硫に適している 脱硫率は94~97%と高い。 副生品は碎砕である。 	<ul style="list-style-type: none"> 安価なNH₃が近くにないと利用できない 製鉄所での実績が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 湿式石灰法より設備がやや高く運転はほぼ同程度 	
炉内脱硫法	<ul style="list-style-type: none"> 循環流動炉に石灰石の粉末を添加し循環炉内脱硫法として応用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 改造が簡単 	<ul style="list-style-type: none"> 循環法に準ずる。 脱硫率が40%と低いため横浜市に不適 	<ul style="list-style-type: none"> 循環法に準ずる。 	
消石灰ダクト吹き込み法	<ul style="list-style-type: none"> 150~200℃のダクト内に消石灰の粉末を吹き込んでSO₂を取着除去集じん機で捕集。 	<ul style="list-style-type: none"> 乾式石灰石法(石灰石吹き込み法)よりは性能は良く、脱硫率は40%程度 ボイラーの改造不要 	<ul style="list-style-type: none"> 消石灰を用いるのでSO₂濃度の高いガスには高価 	<ul style="list-style-type: none"> 脱硫コストはわりと高価 	

(18) 省エネルギー対策

1) 一般工場

基本的な省エネルギーとしては燃焼管理、廃熱回収、効率の向上などが一般的に実施される。

*エネルギー多消費業種における省エネルギー対策：()内は関連設備

- 鉄鋼……………操業技術の改善、廃エネルギーの回収、生産工程の改善、エネルギー使用効率の向上
(高温連続铸造設備、高炉頂発電、コークス乾式消化設備等)
- 石油化学……………廃熱回収強化、プロセスの合理化、蒸留系の還流比の低減化
(加熱炉用廃熱回収設備、分解設備用廃熱回収設備、高効率圧縮機等)
- セメント……………NSPへの転換、原料ミル・仕上げミルの改善、廃熱利用、燃焼管理の適正化
(SP・NSPキルン、堅型ミル、廃熱利用発電設備)
- 紙・パルプ……………生産工程の連続化、廃熱回収、生産効率の向上、古紙利用の拡大
(浸透型連続蒸解装置、高性能パルプ洗浄装置、高性能プレス)
- 染色……………保守管理の徹底、温廃水及び廃熱の回収利用、省エネ型染色機の導入、加工条件の改善
(噴流式染色装置、染液低付与装置、向流式洗浄装置)
- ガラス……………断熱の強化、漏洩防止、蓄熱効率の向上、廃熱ボイラーの設置
(廃熱利用ボイラー)

2) 集中供熱

柳州市が計画している集中供熱方式は市内の3地域において各工場へ蒸気または電気を供給するもので各工場の鍋炉を廃止して発電用大型鍋炉から蒸気を供給するため煙突の数を集約でき1～2本でよく、燃料の使用量も20%程度節約できる。さらに、燃焼方式を石灰石添加の循環流動層に変えればSO₂を80%、NO_xも100ppm程度に抑制することができる。

(19) 工場移転

工場移転を必要とする理由には汚染物質の高濃度汚染地区にあって、生産設備の老朽化、低生産効率などにより大気汚染のみならず水質汚濁、騒音、振動、悪臭に多大な影響を与えている事などがある。このような条件に合う工場が柳州市には幾つか存在しており、早急に移転を検討する必要がある。また、移転先においても完全な公害防止対策を実施すること、移転すべき用地の開発・整備も必要である。

(20) 粉塵対策

一般にの粉塵発生施設において次のような対策がとられる。

- a：散水設備で散水する
- b：防じんカバーで覆う

- c : 飛散防止剤の散布
- d : 表層の締固め
- e : 除塵器の設置

(21) 活性炭製造

活性炭は優れた吸着材であり排煙脱硫法として使用された場合、脱硫効率は一般的には 80 % である。

排煙中の SO_x や水質汚濁防止に活用しようとするれば大量に必要となる。

大量生産には石炭を原料とする活性炭製造法があり、吸着能や機械的強度が低下せず、安価でしかも安定して供給できる方法が開発され実用化されている。

(22) 石炭灰の利用

柳州市における石炭灰を大量に発生するのは発電所であり、 $200\text{MWh} \times 2$ 基が稼働すれば年間に約 21 万トンの石炭灰が発生すると推測される。

このような大量の石炭灰を処理する方法としてつぎのような方法が柳州市に適している。

- a) セメントへの利用法
- b) 石炭灰配合の高流動度コンクリート製造法
- c) 煉瓦への利用
- d) 人工軽量骨材製造法
- e) 流動層ボイラー灰の利用法

(23) 移動発生源対策

柳州市において現在、問題である大気汚染物質は、硫黄酸化物と煤塵である。本調査結果によると、これらの汚染物質は主として固定発生源からのものであり、主要移動発生源の自動車からの汚染物質排出量は、現状では非常に少ないものとなっているが、窒素酸化物 (NOX) 濃度が既に基準レベルになっていることや、自動車登録台数の伸び率、道路計画などから見て将来において高濃度になる恐れがある。その為、今後の窒素酸化物、一酸化炭素などの事前対策を検討する必要があるが、本調査では現時点で問題点についての対策を検討した。

道路沿道での粉塵の飛散が SPM への影響が大きいことがわかっており、道路清掃や散水などの道路管理も重要な対策の一つである。交通渋滞による汚染物質の低減対策として、市が計画している道路や橋梁増設計画に加えて次のような対策が必要である。

- a) 交通渋滞対策 : 道路整備の促進 (車線拡幅、交差点整備)、道路網整備
信号制御の系統化、交通規制の強化
- b) 道路環境の改善 : 道路清掃、緑地帯
- c) 排ガス規制 : 実態調査の実施、規制強化の検討
- d) 交通量抑制 : ジェル車の抑制、交通規制の強化

7.4 実施可能な対策案の選定

前節の削減技術の中から実施可能な対策案を選定した結果を下記に示す。

7.4.1 対策案選定の基本方針

柳州市の工場・事業場から排出されるSO_xの排出量は約6.9万トンで2005年には約16万トンに、煤塵は約2.7万トンから5.1万トンに増加すると本調査では推定されている。

柳州市は、現在大気2級基準適用都市(TSP, SPM, SO₂, NO_x, CO, O₃)として指定されており、現状でもSO₂が年平均などで環境基準が未達成であり、SPMも日平均値で超過している。

このような状況から柳州市ではSO₂とSPM対策が重点課題となっており、対策案の選定もこの方針に沿って検討を行った。

具体的な削減方法としてはつぎの3ケースについて検討した。

- a) 緊急を要し2000年までに実施可能な対策
- b) 2005年に環境基準を達成可能な対策
SO₂及びSPMについて、2級基準達成を目標とする
- c) 上記(2)の対策が費用その他の条件で目標達成が不可能になった場合を想定し、2005年に実施可能な対策(代替案)

さらに主要工場でエネルギー原単位が先進設備と比べて特に劣る設備の生産工程の変更、鉄鋼廠の生産設備の改善と省エネルギー対策についても検討を行った。

実際の削減方法の選定に際しては、工場立地状況、設備の老朽化、エネルギー事情および柳州市の対策などを考慮し実施の緊急性・容易性、実施効果、費用などを中心課題とした。

また、市民への影響を減らすことが急務であることから、民生用燃料の都市ガス化などの燃料転換対策、SO_xの大量排出源である火力発電所などの対策が優先されるべきものと考え、以下の様な発生源対策を重点項目として優先的に実行することとした。

- | | |
|-------------|-----------------------|
| ① 都市ガス化 | : コークス炉ガス、増熱ガス、LPGの普及 |
| ② 燃料転換 | : 良質炭の導入、中小ボイラーの石油使用 |
| ③ 柳州電廠の排煙脱硫 | : 高効率脱硫の実施 |
| ④ 設備改善 | : 沸騰炉の循環流動層への更新 |
| ⑤ 柳州化肥廠の脱硝 | : アルカリ液による吸収除去 |
| ⑥ 燃焼管理 | : 低空気比燃焼等による省エネルギー |
| ⑦ 工場移転 | : 亜鉛工場等の新開発区への移転 |

SO_xと煤塵の削減方法には各種の方法があるが本調査で適用する方法の削減率を表7.4.1に示した。

表 7.4.1 削減方法と削減率

番号	削減コード	削減方法	削減率	
			SO ₂	煤塵
1	01	湿式石灰石石膏法	98	—
2	02	簡易湿式石灰石石膏法	70	—
3	04	石灰石液洗浄法	70	—
4	05	苛性ソーダ吸収法	80	—
5	07	ガス精製装置 (COG, ガス化)	80	—
6	08	触媒還元法 (脱硝法)	85	—
7	09	炉内脱硫法 (石灰石)	40	—
8	10	水噴霧法	20	—
9	11	炉内脱硫・水噴霧法	60	—
10	12	循環流動炉・炉内脱硫法	75	—
11	13	精炭 (選炭処理 S 2%)	60	—
12	14	LPGへ転換	100	100
13	16	石灰石添加成型炭	60	20
14	17	燃焼管理	5	—
15	18	省エネルギー	10	—
16	19	集中熱電供給法	95	—
17	20	電気除塵器	—	95
18	21	旋回除塵器	—	80
19	22	濾過除塵器	—	95
20	24	油燃料へ転換 (軽・灯油)	96	100

7.4.2 工場対策

(1) 2000年の対策

1) 主要工場対策

主要 15 工場からの SO_xの排出量は、2000年に約 8.8 万トン、2005年に約12万ト
ンで工場全体から排出する SO_x量の78% を占め、煤塵も全体の 58%を排出している。

このような状況から、主要工場に対しては大幅な削減対策が要求され、本調査で
は主に以下に示す対策方法を選定した。

各工場に対する削減対策は、拡散計算から算出された施設ごとの必要削減量に対
応できる削減方法を選択し、一つの方法で達成できない場合は 2 ~ 3 の削減方法
を組み合わせることとした。

設備対策	①現用の沸騰炉を循環流動層に更新 ②中小ボイラーを廃止し集中供熱方式を導入 ③中小規模の老朽ボイラーを循環流動層ボイラーへ更新
燃焼改善	④燃焼管理の強化で燃焼効率の向上させ燃料節約 (省エネ)
排煙処理	⑤都市ガス用コークス炉ガスの脱硫 ⑥火力発電所に高除去率湿式排煙脱硫法による脱硫 ⑦煤塵は ベンチュリ・水膜除塵器、電気除塵器等による除塵 ⑧柳州化肥廠の硝酸プラント排ガスの湿式法による脱硝
工場移転	⑨設備が老朽化した汚染負荷量の大きい工場を新開発区に移転

2) 中小工場対策

設備対策	①現用の沸騰炉を循環流動層に更新 ②中小ボイラーを廃止し集中供熱方式を導入
燃料対策	③医院及び飯店で石油系燃料に転換
燃焼改善	④燃焼管理を強化し燃焼効率の向上による燃料節約
排煙処理	⑤煤塵は ベンチュリ・水膜除塵器による除塵
工場移転	⑥設備が老朽化した汚染負荷量の大きい工場は新開発区へ移転

主要工場及び中小工場の施設ごとに、2000年に実施する削減方法を表 7.4.2と表 7.4.3 に示した。

これらの削減方法は実現性の高い方法であるが、2級環境基準達成の目標には及ばないものとなっている。

この他、柳州化肥廠の硝酸製造排ガスの処理もSO_x対策と並行して実施する。湿式石灰石膏法を採用する場合は廃水設備を完備し、2次汚染が発生しないよう配慮することが必要である。

(2) 2005年の対策

1) 主要工場対策

主要工場に対する 2005年の対策は、2000年の対策より対象工場を増加し以下の項目を追加し、2 級環境基準達成を図った。

- ①焙焼炉に石灰液洗浄法を適用する。
- ②一部にS分 2% の精炭及び成型炭を使用する。
- ③鉄鋼廠のガス炉、微粉炭炉に石灰液洗浄法を、焼結炉に簡易石灰石膏法を適用する。

2) 中小工場対策

中小工場の対策では主要工場の場合と同様に対象工場を増加すると共に以下の項目を追加した。

- ①ガラス溶解炉に苛性ソーダ吸収法を適用。
- ②成型炭及びLPGの使用。
- ③柳州造紙廠のボイラーに苛性ソーダ吸収法を適用。

主要工場及び中小工場の施設についての 2005年に実施する削減方法を、表 7.4.4 と表 7.4.5 に示した。

(3) 2005 年の代替案

代替案は削減方法の簡易化により削減率と経費の低減を図り、少なくとも3級基準を確保できることを目的とした。

1) 主要工場対策

表 7.4.4 のうち、有色冶煉廠、鉄鋼廠、市水泥廠での石灰液による脱硫を取り止め燃焼管理による燃料の節約を図る対策に変更した(表 7.4.6)。

また、柳州電廠に予定していた石灰石膏法を簡易石灰石膏法を代替案とした。変更理由は廃棄する排水量を減らすこと、装置の運転を容易にすることである。脱硫率低下分を硫黄分 1.4 %の石炭を使用することでカバーする対策をとった。

2) 中小工場対策

代替案では中小規模での排煙脱硫は設備費、運転操作などを考慮して、2005年以降に実施することにして削除した。また、比較的規模の小さい設備での成型炭の使用と燃焼管理によるSO_xの削減を2005年以降に延期した。

具体的にはガラス廠、柳江造紙廠、柳州煉瓦廠、辛品有限廠で排煙脱硫を延期し、電盞廠、電気綫廠、中葉綫廠、肉連加工廠、皮革集團、自行車廠で成型炭の使用と燃焼管理の実施を延期した(表 7.4.7)。

表 7.4.2 主要工場の削減方法(2000年)

NO	1st	工場名	施設名	削減方法	除塵	備考
1	2	4紡績印染	4沸騰炉	循環炉脱、	ベンチュリ水膜	設備更新
2	3	"	"	"	"	"
3	4	"	"	"	"	"
4	5	"	3織床炉	廃止	"	"
5	6	"	1固定炉	"	"	"
8	27	35味精廠	3織床炉	燃焼管理	"	"
9	35	48東風化工	4沸騰炉	循環炉脱、	ベンチュリ水膜	設備更新
14	52	77辛品廠	3織床炉	ガス燃焼、燃焼管理	"	工場移転
15	53	"	"	"	"	"
16	54	"	53焙焼炉	"	"	"
17	55	"	31硫酸製造	"	"	"
18	56	"	"	"	"	"
19	57	"	3織床炉	"	"	"
20	59	80毛布廠	4沸騰炉	"	"	集中供熱
21	62	85針織綫廠	"	"	"	"
22	63	"	"	"	"	"
24	66	88木材廠	4沸騰炉	"	"	"
25	68	91化肥廠	6微粒炭炉	"	"	"
26	69	"	"	"	"	"
27	70	"	4沸騰炉	"	"	"
28	71	"	"	"	"	"
29	72	"	"	"	"	"
30	73	"	"	"	"	"
31	68	"	硝酸製造	脱硝装置	"	"
32	"	"	"	"	"	"
44	86	98鉄鋼廠	312-7ス炉	ガス精製	"	"
48	92	"	34転炉	"	濾過除塵	"
49	93	"	"	"	"	"
50	94	"	"	"	"	"
54	108	155市印染	4沸騰炉	"	"	紡印と合併
55	109	"	"	"	"	"
56	110	"	"	"	"	"
57	111	"	"	"	"	"
58	112	"	"	"	"	"
63	123	92床單廠	4沸騰炉	"	"	集中供熱
64	124	"	"	"	"	"
65	134	70辛品芳公	62溶解炉	"	"	工場移転
66	137	99柳州電廠	6微粒炭炉	湿式石灰石膏法、	電気除塵	"
67	138	99	6	"	"	"
68	"	柳北地区	循環炉	炉脱、燃焼管理	電気除塵	"

表 7.4.3 中小工場の削減方法 (2000年)

NO	リスト	工場名	施設名	削減方法	除塵	備考
1	1	2血液中心	3鎖床炉	燃焼管理		
6	13	10造紙廠	4沸騰炉	循環炉脱、燃焼管理		設備更新
7	14	11ゴム廠	"	"		"
8	15	"	"	"		"
9	16	13糖果一廠	"	"	ベンチュリ水膜	"
10	10	"	"	"	"	"
11	17	14制約廠	2往復炉	循環炉脱、燃焼管理	"	"
12	18	"	"	廃止		
19	25	32鑄造廠	123乾燥炉	燃焼管理		工場移転
20	26	"	"	"		"
24	31	45冶煉廠	52焙焼炉		旋回除塵	"
25	32	"	"		"	"
26	33	"	"		"	"
27	"	"	82反射炉			"
32	42	61人民医院	3鎖床炉	油転換		
33	43	65灯泡廠	"	燃焼管理		工場移転
34	44	"	61溶解炉	"		"
35	45	"	21ガス炉	炉脱・水噴、燃管	ベンチュリ水膜	"
36	46	69縫貝家具	4沸騰炉	循環炉脱、燃焼管理、		設備更新
37	47	70糖果二廠	5循環炉	"		"
38	"	"	4沸騰炉	"		"
39	48	73啤酒総廠	"			集中供熱
44	60	82靴下廠	2往復炉	循環炉脱、燃焼管理、		設備更新
45	61	83二靴下廠	3鎖床炉			
46	65	87針織総廠	4沸騰炉	循環炉脱、燃焼管理、	ベンチュリ水膜	設備更新
47	67	90華循化織	2往復炉			集中供熱
48	"	207棉紡	"			"
49	74	93第二棉紡	4沸騰炉			"
50	75	94地区医院	2往復炉	油転換		
51	101	100化学纖維	3鎖床炉			集中供熱
52	103	104皮革集团	3鎖床炉	燃焼管理		
53	104	123水泥圧管	"	"		
56	106	129機車車両	6微粉炭炉	廃止		
57	107	137自行車廠	3鎖床炉	燃焼管理		
58	113	164微型汽車	6微粉炭炉	鎖床炉、成型・燃管		
59	114	"	2往復炉	"		設備更新
63	122	106柳州飯店	3鎖床炉	油転換		
64	125	108柳東針織	4沸騰炉	循環炉脱、燃焼管理		設備更新
65	126	83圧縮机廠	2往復炉	"		
67	128	157林業紙箱	2往復炉	"		
68	129	75日用化工	4沸騰炉			集中供熱
71	132	132三門江林	2往復炉	燃焼管理		
72	133	166雅連針織	1固定炉	"		
73	135	188第二化工	"	循環炉脱、		設備更新
74	136	189化東針織	3鎖床炉	"		
75	"	衣車台板	4沸騰炉	循環炉脱、	ベンチュリ水膜	設備更新
76	"	161中医院	2往復炉	油転換		
77	"	8第二水泥	121乾燥炉			工場移転
78	"	151ネジ廠	111加熱炉			"
79	"	29工人医院	2往復炉	油転換		
80	"	3龍泉医院	"	"		

表 7.4.4 主要工場の削減方法 (2005 年)

NO	リスト	工場名	施設名	削減方法	除塵	備考
1	2	4紡績印染	4沸騰炉	循環炉脱、精炭、	ベンチュリ水膜	設備更新
2	3	"	"	"	"	"
3	4	"	"	"	"	"
4	5	"	3鎖床炉	廃止	"	"
5	6	"	1固定炉	"	"	"
6	11	9有色冶煉	51焙焼炉	石灰液洗浄法、	ベンチュリ水膜	
7	12	"	5循環炉	循環炉脱・水噴、精炭、	ベンチュリ水膜	
8	27	35味精廠	3鎖床炉	成型炭、燃焼管理	ベンチュリ水膜	設備更新
9	35	48東風化工	4沸騰炉	循環炉脱、精炭、	ベンチュリ水膜	移転更新
10	40	56巻烟廠	"	"	"	"
11	40	56"	"	"	"	"
12	41	56"	"	"	"	"
13	41	56"	"	"	"	"
14	52	77辛品廠	3鎖床炉	ガス燃焼、燃焼管理	"	工場移転
15	53	"	"	"	"	"
16	54	"	53焙焼炉	石灰液洗浄法、	"	"
17	55	"	31硫酸製造	"	"	"
18	56	"	"	"	"	"
19	57	"	3鎖床炉	成型炭、燃焼管理	"	"
20	59	80毛布廠	4沸騰炉	"	"	集中供熱
21	62	85針織綵廠	"	"	"	"
22	63	"	"	"	"	"
23	64	86第二造紙	5循環炉	循環炉脱、燃焼管理	ベンチュリ水膜	
24	66	88木材廠	4沸騰炉	"	"	集中供熱
25	68	91化肥廠	6微粉炭炉	"	"	"
26	69	"	"	"	"	"
27	70	"	4沸騰炉	"	"	"
28	71	"	"	"	"	"
29	72	"	"	"	"	"
30	73	"	"	"	"	"
31	68	"	硝酸製造	脱硝装置	"	"
32	"	"	"	"	"	"
33	76	96鉄鋼廠	8微粉炭炉	石灰液洗浄法、精炭、	ベンチュリ水膜	
34	77	"	7ガス炉	"	"	"
35	78	"	"	"	"	"
36	79	"	"	"	"	"
37	80	"	35加熱炉	石灰液洗浄法、燃焼管理	"	"
38	81	"	"	"	"	"
39	82	"	"	"	"	"
40	83	"	"	"	"	"
41	84	"	31コークス炉	"	"	"
42	85	"	"	"	"	"
43	86	"	"	"	"	"
44	"	"	"	ガス精製	"	"
45	87	"	32焼結炉	簡易石灰石膏法、	電気除塵	"
46	89	"	"	"	"	"
47	91	"	"	"	"	"
48	92	"	34転炉	石灰液洗浄法、	濾過除塵	"
49	93	"	"	"	"	"
50	94	"	"	"	"	"
51	95	"	92焼成炉	"	"	"
52	96	"	"	"	"	"
53	97	"	"	"	"	"
54	108	155市印染	4沸騰炉	"	"	節印と合併
55	109	"	"	"	"	"
56	110	"	"	"	"	"
57	111	"	"	"	"	"
58	112	"	"	"	"	"
59	115	186市水泥廠	91焼成炉	簡易石膏法、省エネルギー	電気除塵	"
60	116	"	"	"	"	"
61	117	"	"	"	"	"
62	118	"	"	"	"	"
63	123	192床单廠	4沸騰炉	"	"	集中供熱
64	124	"	"	"	"	"
65	134	170辛品労公	62溶解炉	"	"	工場移転
66	137	99柳州電廠	6微粉炭炉	湿式石灰石膏法、	電気除塵	"
67	138	99"	6"	"	"	"
68	"	柳北地区	5循環炉	炉脱、燃焼管理	電気除塵	"

表 7.4.5 中小工場の削減方法 (2005 年)

No	リスト	工場名	施設名	削減方法	除塵	備考
1	1	2血液中心	3鎖床炉	成型炭、		
2	7	5硝子	61溶解炉	奇性吸、		
3	8	"	"	"		
4	9	"	"	"		
5	10	"	3鎖床炉	ガス燃焼、		
6	13	10造紙廠	4沸騰炉	循環炉脱、		設備更新
7	14	11ゴム廠	"	"		"
8	15	"	"	"		"
9	16	13糖果一廠	"	"	ベンチュリ水膜	"
10		"	"	"	"	"
11	17	14制約廠	2往復炉	循環炉脱、		
12	18	"	"	廃止		
13	19	15三柳版紙廠	92焼成炉	水噴霧	ベンチュリ水膜	
14	20	19銅版紙廠	3鎖床炉	水成型炭、		
15	21	20電線廠	"	"		
16	22	25電氣総廠	"	"		
17	23	"	"	"		
18	24	"	"	"		
19	25	32鋳造廠	23乾燥炉	"		工場移転
20	26	"	"	"		"
21	28	40中薬総廠	2往復炉	"		
22	29	"	"	"		
23	30	43麦乳精廠	3鎖床炉	"		
24	31	45冷煉廠	52焙焼炉	石灰液洗浄法、	旋回除塵	工場移転
25	32	"	"	"	"	"
26	33	"	"	"	"	"
27	34	"	82反射炉	"		
28	36	50食品総廠	2往復炉	成型炭、		
29	37	"	"	"		
30	38	52肉連加工	2往復炉	"		
31	39	55絹織廠	1固定炉	"		
32	42	61人民泡	3鎖床炉	油転換		工場移転
33	43	65灯	"	成型炭、		"
34	44	"	61溶解炉	炉脱・水噴、	ベンチュリ水膜	"
35	45	"	21ガス炉	循環炉脱、		設備更新
36	46	69縫製家具	4沸騰炉	"		"
37	47	70糖	4沸騰炉	"		"
38		"	"	"		集中供熱
39	48	73呻酒総廠	"	"		
40	49	76躍進化工	4沸騰炉	循環炉脱、	ベンチュリ水膜	
41	50	"	"	"	"	
42	51	"	5循環炉	炉内脱硫、		
43	58	79化工設備	94焼成炉	LPガス転換、		設備更新
44	60	82靴下廠	2往復炉	循環炉脱、		
45	61	83二靴下廠	3鎖床炉	成型炭、		
46	65	87針織總廠	4沸騰炉	循環炉脱、	ベンチュリ水膜	設備更新
47	67	90華僑化	2往復炉	"		集中供熱
48		07棉紡	"	"		"
49	74	93第二棉紡	4沸騰炉	"		
50	75	94地区醫院	2往復炉	油転換		集中供熱
51	101	100皮革業	3鎖床炉	"		
52	103	104皮革業	3鎖床炉	成型炭、		
53	104	123水泥管	"	"		
54	106	129機車	6微粉炉	廃止		
55	107	137自行車	3鎖床炉	成型炭、		
56	113	164微型	6微粉炉	石灰液洗浄、		設備更新
57	114	"	2往復炉	成型炭、	ベンチュリ水膜	"(鎖床炉)
58	119	187柳江造紙	6微粉炉	奇性ソダ法、	"	
59	120	"	"	"	"	
60	121	204行政公署	2往復炉	油転換、		
61	122	206柳州	3鎖床炉	"		
62	125	208柳庄機織	4沸騰炉	循環炉脱、		設備更新
63	126	183庄機織	2往復炉	成型炭、		
64	127	119柳林紙	93焼成炉	石灰液洗浄、		
65	128	57林業	2往復炉	成型炭、		
66	129	75日用化工	4沸騰炉	"		集中供熱
67	134	81辛州機械	71精製	石灰液洗浄法、	濾過除塵	
68	131	109柳州門江	102往復	成型炭、		
69	132	132雅連	2往復	"		
70	133	166雅連	1固定	"		
71	135	188第二	"	循環炉脱、		設備更新
72	136	189化東	3鎖床炉	成型炭、		
73		161中衣	4沸騰	炉脱、	ベンチュリ水膜	設備更新
74		8第二	"	油転換		工場移転
75		29工	"	"		
76		151ネ	"	"		
77		29工	"	"		
78		3龍	"	"		

表 7.4.6 主要工場の削減方法 (2005 年の代替案)

NO	リスト	工場名	施設名	削減方法	除塵	備考
1	2	4新緑印染	4沸騰炉	循環炉内脱硫、	ベンチュリ水膜	設備更新
2	3	"	"	"	"	"
3	4	"	"	"	"	"
4	5	"	"	廃止	"	"
5	6	"	"	"	"	"
6	11	9有色冶煉	51焙焼炉	循環炉内脱硫、	ベンチュリ水膜	設備更新
7	12	"	"	管理	"	"
8	27	35味精風化	53焙焼炉	循環炉内脱硫、	ベンチュリ水膜	設備更新
9	35	48東巻	3鎖床炉	循環炉内脱硫、	"	移転更新
10	40	56巻	4沸騰炉	"	"	"
11	"	"	"	"	"	"
12	41	"	"	"	"	"
13	"	"	"	"	"	"
14	52	77辛品	3鎖床炉	ガス燃焼、燃焼管理	"	工場移転
15	53	"	"	"	"	"
16	54	"	53焙焼炉	石灰液洗浄法	"	"
17	55	"	31硫酸製造	"	"	"
18	56	"	"	"	"	"
19	57	"	3鎖床炉	成型炭、燃焼管理	"	"
20	59	80毛布	4沸騰炉	"	"	集中供熱
21	62	85針織	"	"	"	"
22	63	"	"	"	"	"
23	64	86第二材紙	5循環炉	循環炉内脱硫、燃管	ベンチュリ水膜	集中供熱
24	66	88木材	4沸騰炉	"	"	"
25	68	91化肥	6沸騰炉	"	"	"
26	69	"	"	"	"	"
27	70	"	4沸騰炉	"	"	"
28	71	"	"	"	"	"
29	72	"	"	"	"	"
30	73	"	"	"	"	"
31	"	"	硝酸製造	脱硝装置	"	"
32	"	"	"	"	"	"
33	76	96鉄鋼	8微粉炭	石灰液洗浄法、	ベンチュリ水膜	"
34	77	"	7ガス	"	"	"
35	78	"	"	"	"	"
36	79	"	"	"	"	"
37	80	"	35加熱炉	燃焼管理	"	"
38	81	"	"	"	"	"
39	82	"	"	"	"	"
40	83	"	"	"	"	"
41	84	"	313-1入炉	"	"	"
42	85	"	"	"	"	"
43	86	"	"	"	"	"
44	"	"	"	"	"	"
45	87	"	32焼結炉	ガス精製石灰石膏法、	電気除塵	"
46	89	"	"	"	"	"
47	91	"	"	"	"	"
48	92	"	34転炉	"	濾過除塵	"
49	93	"	"	"	"	"
50	94	"	"	"	"	"
51	95	"	92焼成炉	"	"	"
52	96	"	"	"	"	"
53	97	"	96	"	"	"
54	108	155市印染	4沸騰炉	"	"	紡印と合併
55	109	"	"	"	"	"
56	110	"	"	"	"	"
57	111	"	"	"	"	"
58	112	"	"	"	"	"
59	115	186市水泥	91焼成炉	省エネルギー	電気除塵	"
60	116	"	"	"	"	"
61	117	"	"	"	"	"
62	118	"	"	"	"	"
63	123	192床単	4沸騰炉	"	"	集中供熱
64	124	"	"	"	"	"
65	134	170辛品	62溶解炉	"	"	工場移転
66	137	99柳州	6微粉炭	簡易石灰石膏法、	電気除塵	"
67	138	"	"	"	"	"
68	"	集中供熱	循環炉	炉脱、燃焼管理、	電気除塵	"

(4) 削減量

1) 2000年の削減量

緊急を要する対策を重点とした 2000年対策案を実施した場合のSO₂と煤塵の削減量を表 7.4.8 に示した。

表 7.4.8 2000年の削減量

(単位： t/y)

	硫黄酸化物			煤 塵		
	対策前	削減量	放出量	対策前	削減量	放出量
主要工場	102,507	76,648 (74.8)	25,859	20,703	11,466 (55.4)	9,237
中小工場	25,654	7,632 (29.8)	18,022	14,660	1,202 (8.2)	13,458
集中供熱	0	-1,951	1,951	0	-733	733
合計	128,161	82,329 (64.2)	45,832	35,363	11,935 (33.7)	23,428

2000年における工場全体からのSO₂の量は約12.8万トンで対策をとることで約8.2万トン削減して排出量は集中供熱設備から発生する量を加えて約4.6万トンにすることができる。

削減方法は設備更新、工場移転、集中供熱を中心とし主要工場で約7.7万トン中小工場で約0.76万トン削減している。

2000年対策での工場からのSO₂の大気中への排出量は約4.6万トンとなる。

煤塵の排出量は全体の排出量は約3.5万トンで対策による削減量が約1.2万トン、大気中に放出される量は約2.3万トンとなる。

2) 2005年の削減量

2級環境基準の達成を目標とした対策を実施した場合のSO₂と煤塵の削減効果を表 7.4.9 に示した。

表 7.4.9 2005年の対策効果

(単位： t/y)

	硫黄酸化物			煤 塵		
	対策前	削減量	放出量	対策前	削減量	放出量
主要工場	123,771	110,086 (88.3)	13,685	30,020	20,771 (69.2)	9,250
中小工場	36,705	23,909 (65.1)	12,796	21,053	10,647 (50.6)	10,406
集中供熱	0	-2,751	2,751	0	-1,034	1,034
合計	160,476	131,244 (81.8)	29,232	51,073	30,384 (59.5)	20,690

2005 年における対策前の SO_x の量は約 16 万トンで対策をとることで約 13.1 万トン削減して大気中への排出量を約 2.9 万トンにすることができる。

2005 年の対策は対象工場を 68 工場に拡大し 2000 年の削減方法に石灰液洗浄法や成型炭の利用などを導入して主要工場では約 11 万トン、中小工場で約 2.4 万トン削減して大気中への排出量は約 2.9 万トンとなる。この排出量にするためには柳州電廠での S 分を設計値の 1.4 % を守る必要がある。

煤塵については対策前の約 5.1 万トンから約 3 万トン削減して大気中への排出量を約 2 万トンに低減する。

3) 2005年の代替案の削減量

表 7.4.10 2005年の代替案の削減量

(単位: t/y)

	硫黄酸化物			煤塵		
	対策前	削減量	放出量	対策前	削減量	放出量
主要工場	123,771	99,068 (80.0)	24,703	30,020	20,429 (68.1)	9,591
中小工場	36,705	17,351 (47.3)	19,354	21,053	10,550 (50.1)	10,503
集中供熱	0	-2,751	2,751	0	-1,034	1,034
合計	160,476	113,668 (70.8)	46,808	51,073	29,945 (58.6)	21,128

代替案による削減量は、表 7.4.10 からわかるように、 SO_x の削減量は主要工場で約 9.9 万トン、基本案より 1.1 万トン少なく、柳州電廠の排煙脱硫方式を脱硫率の低い簡易法に変更したことで削減量が減少している。

中小工場では基本案も代替案もあまり大きな差にはなっていない。煤塵では基本案の場合とほぼ同程の削減量である。

7.4.3 民生対策

1994年に民生から排出される硫黄酸化物 (SO_x) は 0.77 万トン、煤塵の排出量は 0.08 万トンで 2005 年にはそれぞれ 1.34 倍に増加することが推算されている。

民生は煙源が低く環境への影響が大きいいため民生対策が重要である。柳州市としても民生対策として都市ガス化を推進しているが、市の対策のみでは目標とする 2 級の環境基準達成は困難であると推定されたので、次のような対策を検討した。

(1) 対策内容

対策は、工場対策の場合と同様に 2000年、2005年、代替案の 3 ケースについて表 7.4.11 に示した内容とした。その主な対策内容は、コークス炉ガスによる都市ガス化、LPG の利用拡大、石灰石添加成型炭の普及することで汚染物質の低減を図る。特に柳州市中心部については都市ガスと LPG の使用で石炭の使用を中止することにした。

表 7.4.11 民生の対策内容

対象年	対策案	対策内容	備考
2000年	基本案	①第3期都市ガス供給計画	家庭 10.08万戸
		②LPG供給基地	供給能力 3000t/年→10000t/年
		③成型炭の普及と脱硫	脱硫率 40%
2005年	基本案	①2000年対策	対策①、②、③
		②完全都市ガス、LPG化地域の設定(広域)	54メッシュ (54 km ²)
	代替案	①2000年対策	対策①、②、③
		②完全都市ガス、LPG化地域の設定(中心地域)	24メッシュ (24 km ²)

(2) 重点対策地域

柳州市が計画している都市ガス供給地域を含め 2005 年に実施する基本案及び代替案の強化地域を図 7.4.1 と 図 7.4.2 に示した。

図は白抜き数字が完全ガス化地域を示している。この地域は柳江を挟んだ中心地域で発生源としては住宅密集地と推定される。

20	0	2	3	0	0	0	0	2	0	0	0
19	9	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
18	0	2	32	6	37	9	26	16	0	0	0
17	0	0	0	3	18	78	19	1	0	0	0
16	0	20	0	4	0	42	67	2	0	0	0
15	0	39	7	10	46	46	35	0	0	0	0
14	0	92	82	69	30	62	84	2	4	28	0
13	0	48	72	92	96	66	54	12	31	0	0
12	0	60	63	110	101	119	47	1	20	12	0
11	0	5	66	62	170	314	183	25	64	52	0
10	0	5	4	106	171	187	65	91	24	15	0
9	0	8	30	61	0	0	25	4	20	0	0
8	0	10	8	0	0	0	12	7	34	80	0
7	0	33	137	0	0	0	0	0	1	48	0
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

図 7.4.1 基本案の強化地域

(2005年：メッシュは図 4.2.1に対応)

20	0	2	3	0	0	0	0	2	0	0	0
19	9	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
18	0	2	32	6	37	9	26	16	0	0	0
17	0	0	0	3	18	78	19	1	0	0	0
16	0	20	0	4	0	42	67	2	0	0	0
15	0	39	7	10	46	46	35	0	0	0	0
14	0	99	89	69	30	62	84	2	4	28	0
13	0	48	72	92	96	66	54	12	31	0	0
12	0	60	63	110	101	119	47	1	20	12	0
11	0	5	66	68	170	314	183	25	64	52	0
10	0	5	4	106	171	187	65	91	24	15	0
9	0	8	30	61	0	0	25	4	20	0	0
8	0	10	8	0	0	0	12	7	34	80	0
7	0	88	137	0	0	0	0	0	1	48	0
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

図 7.4.2 代替案の強化地域

(2005年：メッシュは図 4.2.1に対応)

(3) 対策に必要な燃料使用量

民生全体で対策に必要な都市ガス、LPG及び石炭の使用量を試算した結果を表 7.4.12 に示した。

表 7.4.12 民生対策用の燃料使用量

	対 策	石炭 (t/年)	都市ガス (万m ³ /年)	LPG (t/年)
1994年		200,809	1,696	7,184
2000年	無	229,384	2,886	8,404
	基本案	146,882	9,443	23,945
2005年	無	269,413	2,886	9,585
	基本案	27,635	9,443	67,315
	代替案	76,021	9,443	57,404

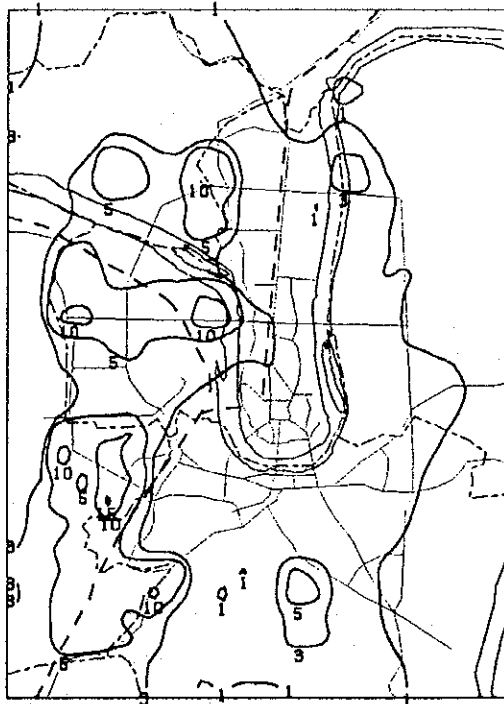
(4) 対策後の排出量と濃度

表 7.4.13 に対策を実施した時のSO_xと煤塵の排出量を示した。表中の括弧の数字は対策を実施した場合の削減率でSO_xでは 2005 年の基本案では合計で 94%、代替案では 83% 削減する。

従って、未対策時のSO_xの排出量が約 1 万トンあったものが対策をとることで約 1/16の 636 t/yに低減し、民生の寄与率を小さくすることができる。

煤塵については同じく 2005 年の対策で基本案で 90%、代替案では 72%削減する。対策後の濃度を図 7.4.3 に示した。

対策将来 2005年 群小 面源 SO₂濃度 (ug/m³)



対策将来 (代替案) 2005年 群小 面源 SO₂濃度 (ug/m³)

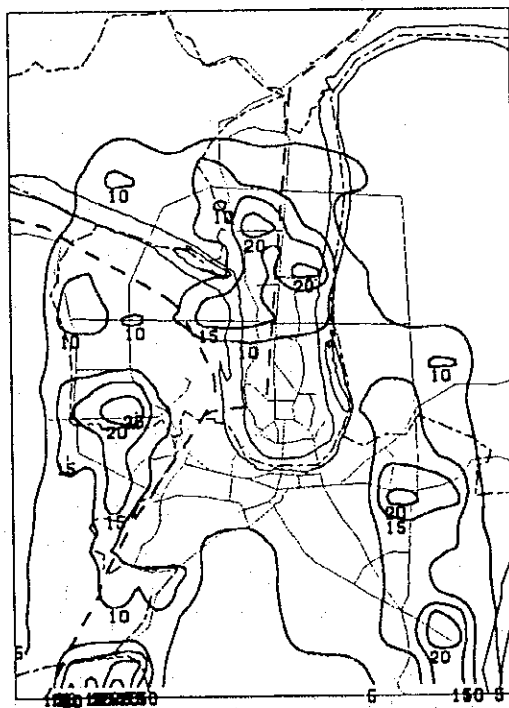


図 7.4.3 SO₂等濃度線図

表 7.4.13 民生の排出量

	対 策	硫黄酸化物			煤 塵		
		家庭	飲食店	合計	家庭	飲食店	合計
1994年		5,234	2,477	7,711	570	270	840
2000年	無	5,878	2,930	8,808	640	319	959
	基本案	1,725(71)	1,658(43)	3,383(62)	313(51)	301(6)	614(34)
2005年	無	6,974	3,372	10,346	759	367	1,126
	基本案	330(95)	306(91)	636(94)	60(92)	56(87)	116(90)
	代替案	1,231(82)	521(85)	1,752(83)	223(71)	94(74)	317(72)

注：() 内は削減率 (%)

7.4.4 対策項目別の削減量

(1) 硫黄酸化物の削減量

対策項目別に削減量を整理した結果を表 7.4.14 に示した。項目の分類は、汚染負荷量の大きい工場を対象として優先するものとそれ以外のものとに設定した。

表から分かるように、2005年の基本案では柳州電廠での削減量は全体の36%で最も多く、次いで鉄鋼廠、集中供熱、設備更新の順となっている。

2000年の対策と代替案の場合もほぼ同じ傾向を示し、大発生源以外では集中供熱や設備更新が対象施設が多いこともあって、削減には有効であることを示している。

民生の場合はいずれも2%程度の削減割合である。

表 7.4.14 対策項目別の硫黄酸化物削減量

対象発生源		2000年	削減量 (t/年)	
			2000年	2005年
			基本案	代替案
工場・事業場	発電所	50,936(58.0)	50,936(36.1)	45,738(37.4)
	製鉄所	0	14,113(10.0)	10,549(8.6)
	集中供熱	16,104(18.4)	21,802(15.5)	21,802(17.8)
	設備更新	8,711(9.9)	14,056(10.0)	13,418(11.0)
	工場移転 (*1)	299(0.3)	3,721(2.6)	3,058(2.5)
	廃止	5,687(6.5)	7,219(5.1)	7,219(5.9)
	その他対策 (*2)	593(0.7)	19,397(13.8)	11,883(9.7)
	小計	82,330(93.8)	131,244(93.1)	113,667(93.0)
民生	都市ガス・LPGの普及	3,170(3.6)	3,270(2.3)	3,270(2.7)
	石灰石添加成型炭の普及	2,255(2.6)	2,830(2.0)	2,830(2.3)
	石炭使用禁止地域の設定	-	3,609(2.6)	2,494(2.0)
	小計	5,425(6.2)	9,709(6.9)	8,594(7.0)
合計		87,755(100)	140,953(100)	122,261(100)

*1 移転に伴う設備更新を含む

*2 主として中小施設対策(燃料転換、燃焼管理、排ガス処理対策等)

() 内は削減寄与割合 %

(2) 煤塵の削減量

煤塵について対策項目別に整理した結果を、表 7.4.15 に示した。

柳州電廠ではすでに電気除塵器を設置済みとして扱っているため、削減量は 0 になっている。

したがって、基本案では鉄鋼廠の削減量が約1.1万トンで最も多くなっており、ついで集中供熱、設備更新となっている。代替案でもほぼ同様な傾向を示している。

民生では都市ガスとLPGの使用による削減量が殆どを占めている。

表 7.4.15 対策項目別の煤塵削減量

対象発生源	2000年	削減量 (t/年)		
		2005年 基本案	2005年 代替案	
工場・事業場	発電所(*1)	0	0	0
	製鉄所	6,156(50.1)	11,152(35.5)	11,036(35.9)
	集中供熱	2,345(19.1)	3,124(10.0)	3,124(10.2)
	設備更新	1,415(11.5)	2,258(7.2)	2,101(6.8)
	工場移転(*2)	54(0.4)	626(2.0)	557(1.8)
	廃止	1,773(14.4)	2,277(7.3)	2,277(7.4)
	その他対策(*3)	192(1.6)	10,946(34.9)	10,850(35.3)
	小計	11,935(97.2)	30,383(96.8)	29,945(97.4)
民生	都市ガス・LPGの普及	345(2.8)	356(1.1)	356(1.2)
	石灰石添加成型炭の普及	0	0	0
	石炭使用禁止地域の設定	-	655(2.1)	452(1.5)
	小計	345(2.8)	1,011(3.2)	808(2.6)
合計	12,280(100)	31,394(100)	30,753(100)	

*1 柳州電廠については電気除塵器の設置が計画されており、それによる削減量は22,248t/年である。

*2 移転に伴う設備更新等を含む

*3 主として中小施設対策（燃料転換、燃焼管理、排ガス処理対策等）

() 内は削減寄与割合(%)

7.5 対策効果

ここでは、本調査において提案する2000年対策案、2005年基本案および2005年代替案によるSO₂とSPMの削減効果をまとめた。

7.5.1 対策後の排出量

(1) 硫黄酸化物

発生源としては工場・事業場、民生、自動車があり、1994年での発生量はそれぞれ6.9万ト、0.77万ト、0.0027万トであり、工場・事業場が90%を占めている。この傾向は2005年においても同様である。

工場・事業場と民生発生源を合わせた総排出量を整理して、表7.5.1に示す。

表 7.5.1 対策後SO_xの排出量

		t/年			
	対策	工場・事業場	民生	自動車	合計
現状(1994年)		69,205	7,711	27	76,943
将来(2000年)	無し	128,161	8,808	42	137,011
	有り	45,832 (64.2)	3,383 (61.6)	42	49,257(64.0)
将来(2005年)	無し	160,476	10,345	61	170,882
	基本案	29,232 (81.8)	637 (93.8)	61	29,930(82.5)
	代替案	46,808(70.8)	1,752 (83.1)	61	48,560(71.6)

注：()内は削減率(%)

2000年における無対策時のSO_xの総排出量は、約13.7万トンでそのうちの約94%が工場・事業場から排出し残りの約0.88万トンが民生と自動車から排出される。

2000年の対策で削減されるSO_xの量は工場・事業場で約64%、民生で約62%削減して、対策後の総排出量を約4.9万トンに低減することができるが3級環境基準を達成ことはできない。しかし、緊急性や実現性の観点から考えれば是非実施する必要がある対策である。

2005年の対策では工場・事業場で約82%、民生で約94%削減する。その結果、総排出量は約2.99万トンとなり、2級環境基準を達成することができる。

2005年の対策に変わる代替案では、工場・事業場での削減率が70%に下がり民生では83%に低下するため、総排出量は基本案の約3万トンから4.9万トン増加するが3級環境基準は達成できる。

(2) 煤塵

対策後の煤塵の排出量を表7.5.2に示す。工場事業場からの排出量は、2000年で34%削減の2.3万t、2005年基本案で60%削減の2.1万t、代替案が59%の2.1万tとなっている。また、民生発生源の排出量は2000年で36%削減、2005年で90%と大きな削減率となっている。

表 7.5.2 対策後煤塵の排出量

		t/年			
	対策	工場・事業場	民生	自動車	合計
現状 (1994年)		27,573	839	-	28,412
将来 (2000年)	無し	35,363	959	-	36,322
	有り	23,428 (33.7)	614 (36.0)	-	24,042 (33.8)
将来 (2005年)	無し	51,073	1,126	-	52,199
	基本案	20,690 (59.5)	116 (89.7)	-	20,806 (60.1)
	代替案	21,128 (58.6)	318 (71.8)	-	21,446 (58.9)

注：() 内は削減率 (%)

本調査における工場・事業場、民生、移動発生源に対する対策効果をまとめると
 図 7.5.1, 図 7.5.2 のようになる。

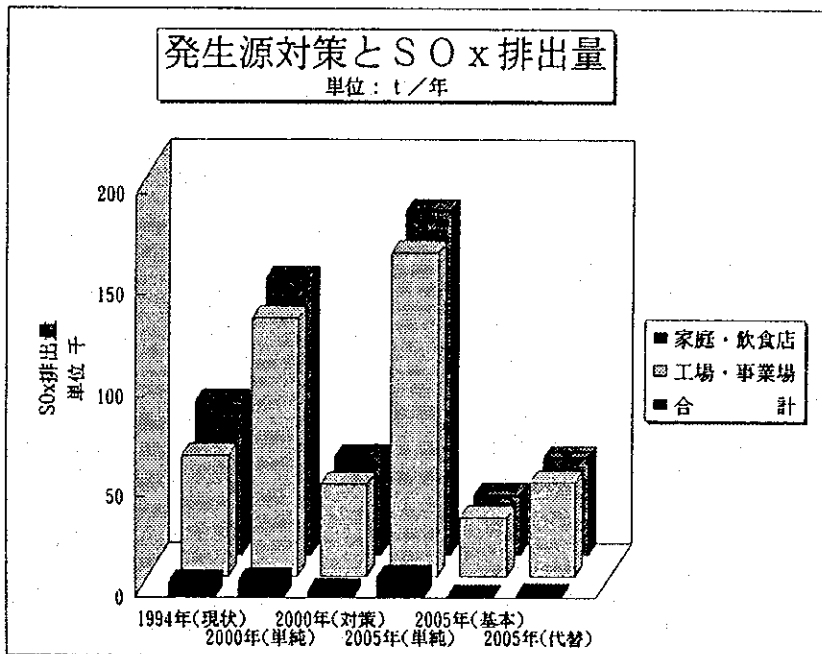


図 7.5.1 対策後のSOxの排出量

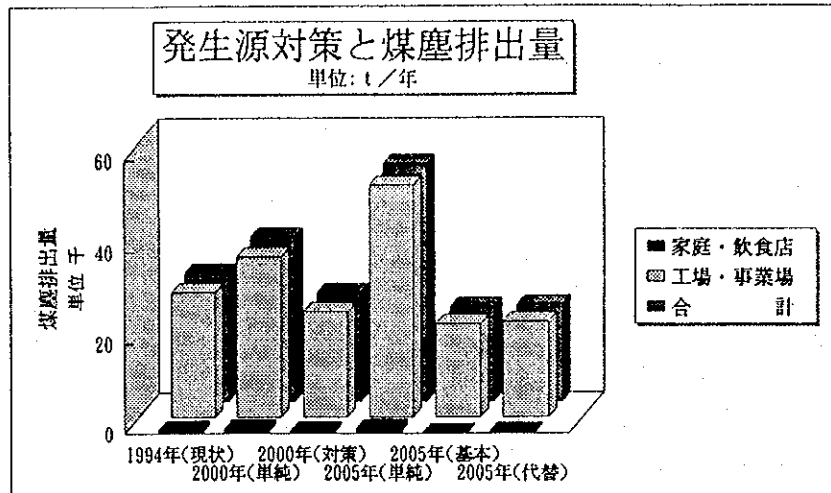


図 7.5.2 対策後の煤塵の排出量

7.5.2 対策後の濃度および目標達成の見込み

未対策及び対策時のメッシュ濃度を予測した結果は、図 7.5.3 ~ 図 7.5.14 のようになる。

これらの結果によると、二酸化硫黄 (SO_2) の目標達成の見込みは、表 7.5.3 の様に 2005 年の基本案では、当初目標の 2 級基準 ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) を達成できるが、代替案では 2 級基準を達成できず 3 級 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 達成にとどまった。

浮遊粒子状物質 (SPM) については、2 級基準 ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 達成を目的として工場・事業場に対して実施可能な対策を検討したが、2 級基準を達成できず 3 級基準 ($92 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 達成にとどまった。

2 級基準を達成できなかった原因は、工場・事業場や民生以外の道路沿道での粉塵の巻き上げ、ビル建設、砕石などから発生する粉塵の影響が大きいことが推定される。このような事情から SPM の改善のために、今後さらにこれらの詳細な調査・解析と防止対策の検討が必要である。

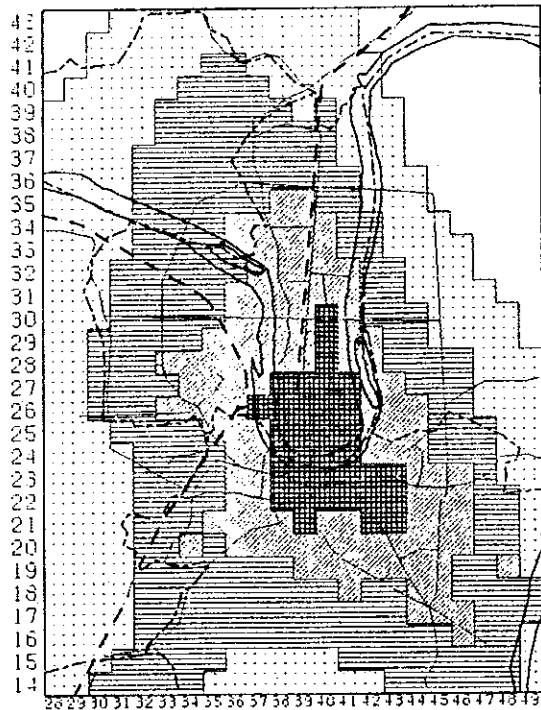


図 7.5.3 現状のSO₂の濃度

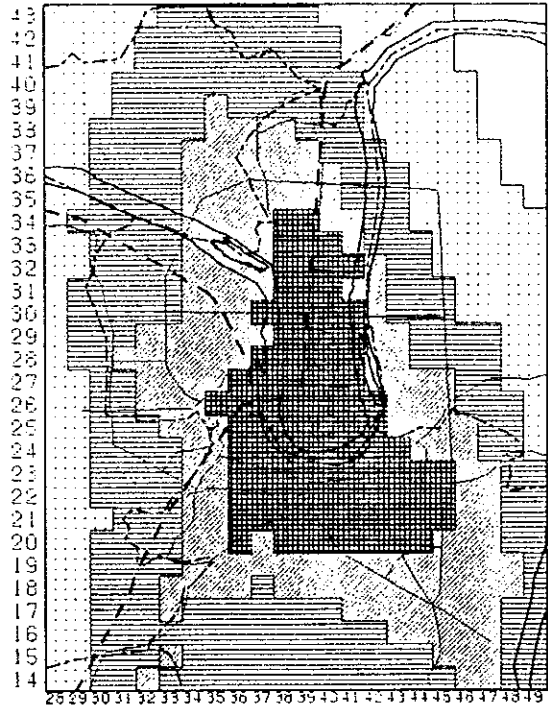


図 7.5.4 2000年の未対策濃度

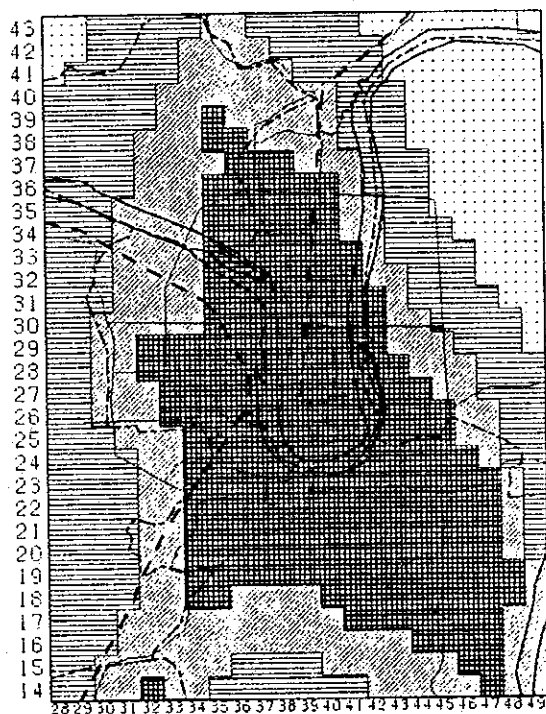


図 7.5.5 2005年の未対策濃度

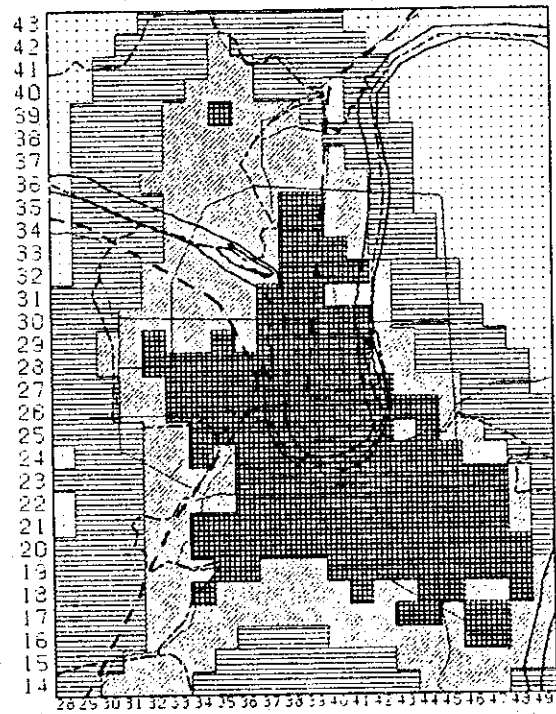
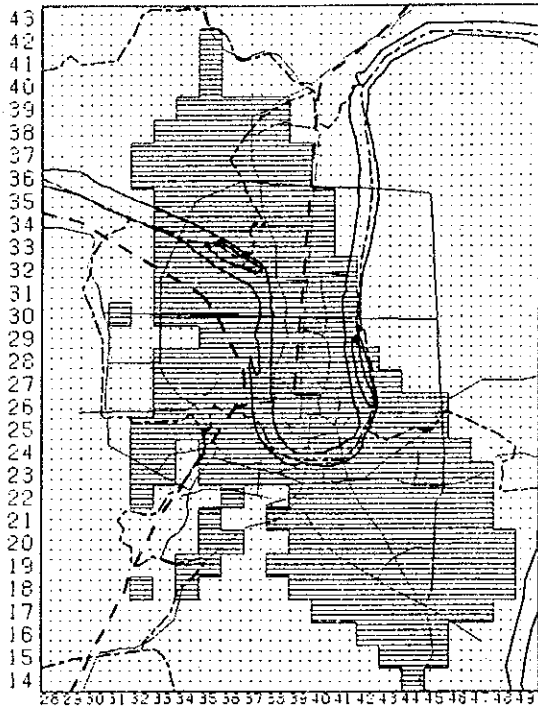


図 7.5.6 2000年の対策後の濃度

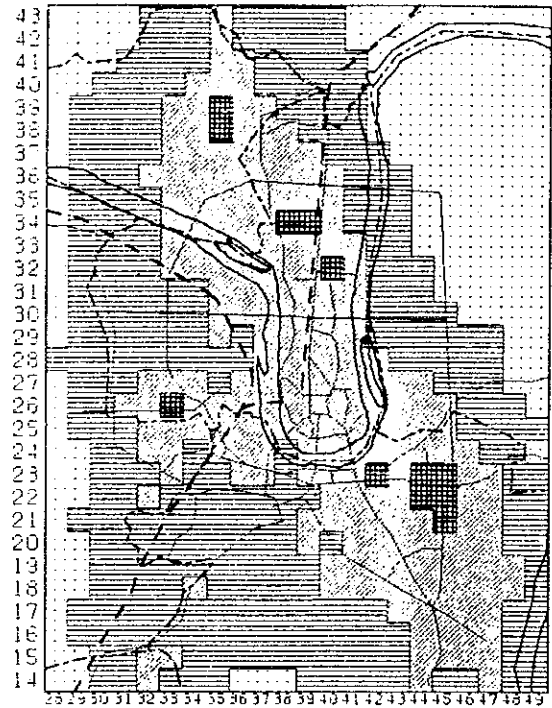


(凡例) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SO₂濃度

	80超過～
	60超過～ 80以下
	40超過～ 60以下
	～ 40以下

図 7.5.7 2005年の対策後の濃度

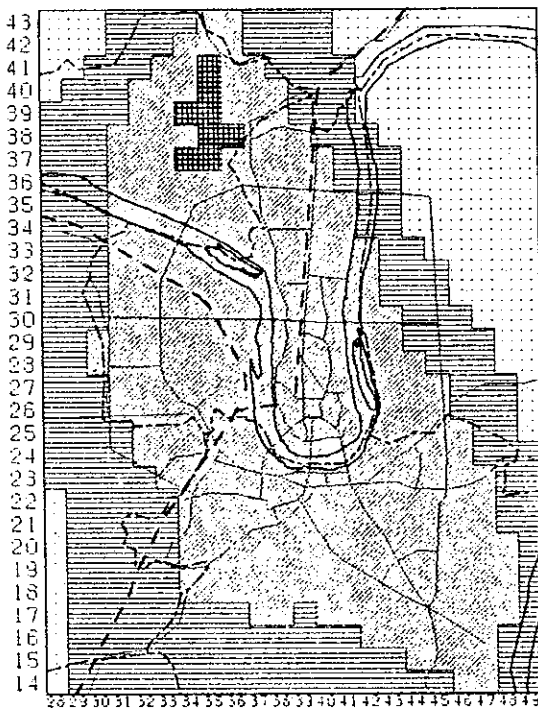


(凡例) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SO₂濃度

	80超過～
	60超過～ 80以下
	40超過～ 60以下
	～ 40以下

図 7.5.8 代替案による対策後の濃度

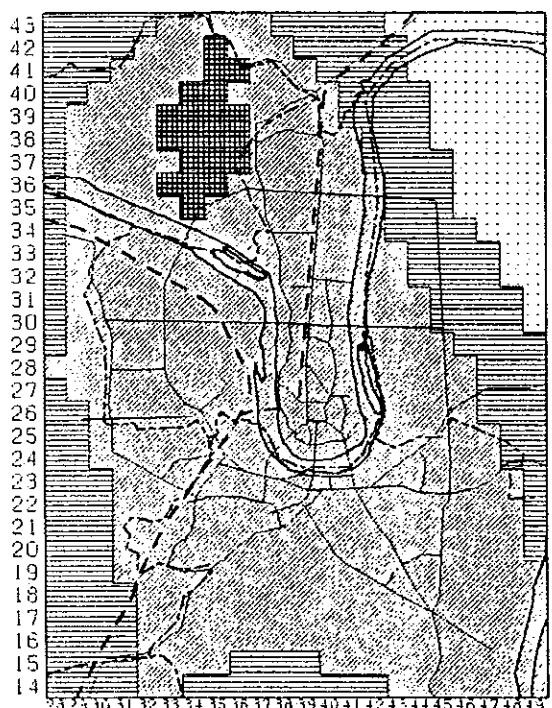


(凡例) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SPM濃度

	150超過～
	92超過～ 150以下
	74超過～ 92以下
	55超過～ 74以下
	～ 55以下

図 7.5.9 現状のSPMの濃度



(凡例) $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SPM濃度

	150超過～
	92超過～ 150以下
	74超過～ 92以下
	55超過～ 74以下
	～ 55以下

図 7.5.10 2000年の未対策濃度

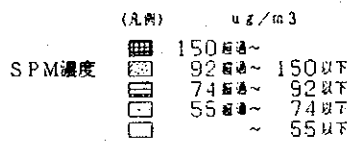
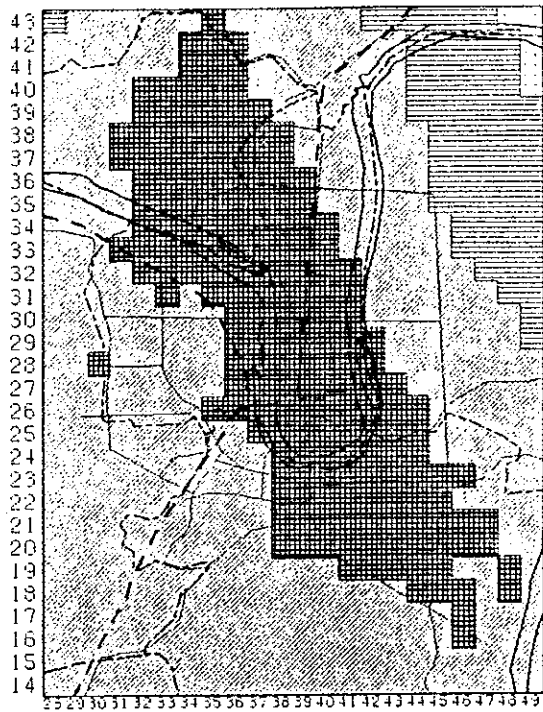


図 7.5.11 2005年の未対策濃度

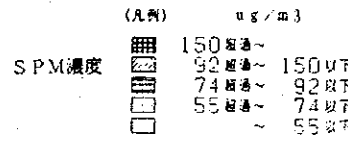
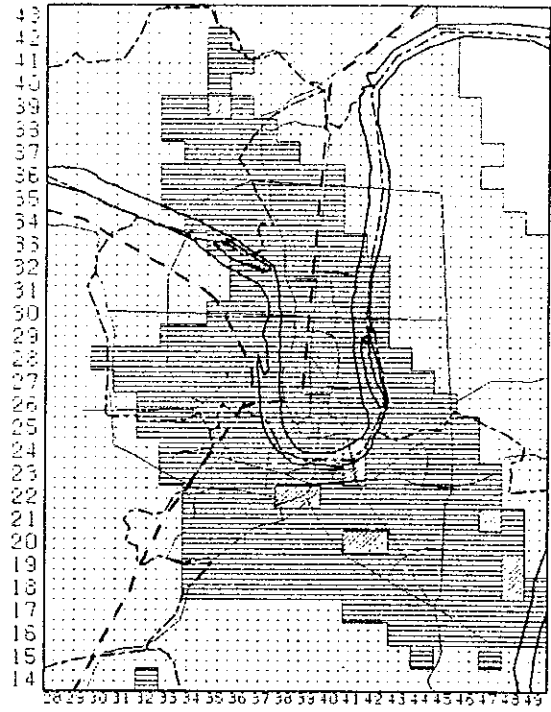


図 7.5.12 2000年の対策後の濃度

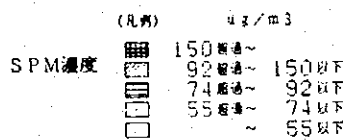
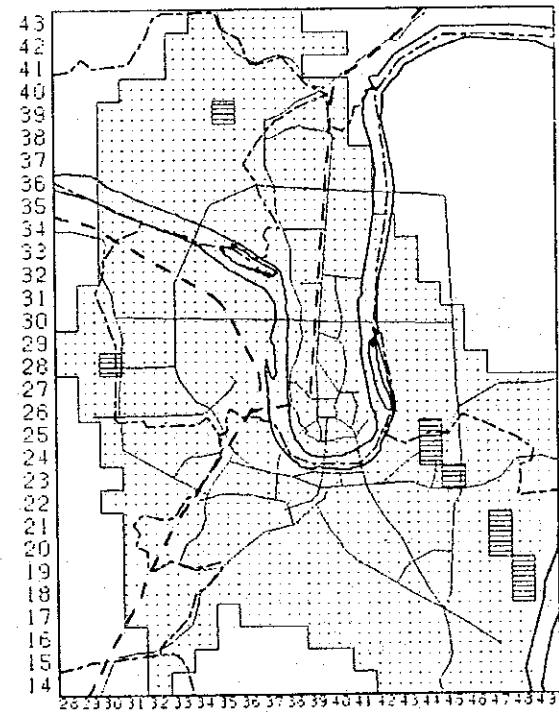


図 7.5.13 2005年の対策後の濃度

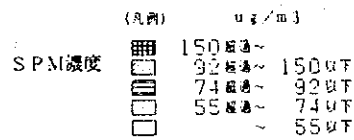
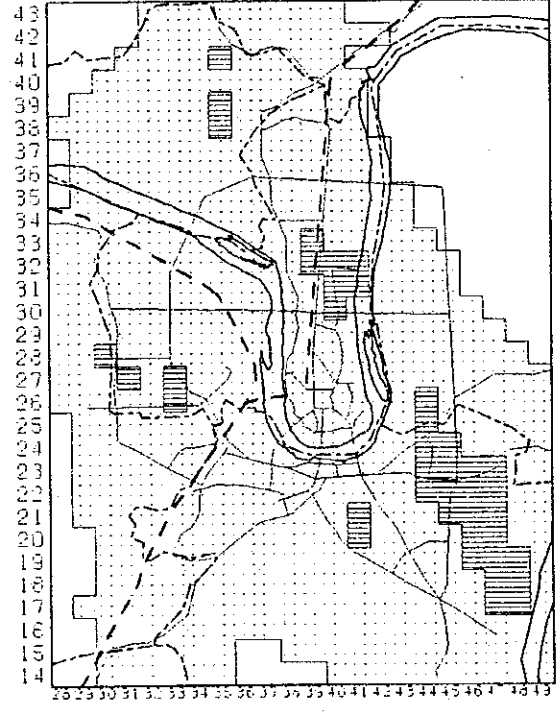


図 7.5.14 代替案による対策後の濃度

表 7.5.3 目標達成見込み

対象物質	目標基準濃度	対 策		評 価
二酸化硫黄 (SO ₂)	60μg/m ³	将来	2000年 有	「現状より大幅に改善」達成
			2005年 基本案	2級基準(60μg/m ³)達成
			2005年 代替案	「現状より大幅に改善」達成 (3級基準(100μg/m ³)達成)
浮遊粒子状 物質 (SPM)	55μg/m ³	将来	2000年 有	「現状より改善」達成
			2005年 基本案	2級基準(55μg/m ³)未達成 ただし、3級基準(92μg/m ³)達成
			2005年 代替案	「現状より改善」達成 (3級基準(92μg/m ³)達成)

7.5.3 柳州発電所の対策効果

柳州発電所の対策は汚染物質の負荷量が大きいことから、硫黄酸化物については排煙脱硫で、煤塵は電気除塵器（既設）を適用する対策とした。排煙脱硫効率は98%と70%の二種類を選定した。発電所の石炭使用量や汚染物質の排出量、対策条件などを表7.5.4に示す。

基本案での硫黄酸化物の削減量は、約 51,000 t/年と削減効果が大きく、40万キロワットの運開に合わせて基本案を実施することにより大気汚染の悪化を軽減させる。

また、発電所単独で 40万キロワットの発電設備が稼働した場合のSO₂及びSPMの濃度分布の計算結果では次のような値が得られている。

SO₂の年平均濃度は、2005年の未対策時の最大濃度 25μg/m³が基本案による対策後は 0.4μg/m³に低減する。

煤塵については、当初から電気除塵器による除塵が計画されており、そのSPM濃度は 0.6μg/m³と予測されている。

表 7.5.4 柳州発電所の対策と排出量

	対策	石炭使用量	排出量		備 考
			硫黄酸化物	煤塵	
現状 (1994年)		428,121	14,289	3.747	
将来 (2000年)	無	900,000	51,975	1.112	S分：3.4%
	有		1,040		S分：1.4%、脱硫率：95%
将来 (2005年)	無		51,975		S分：3.4%
	基本案		1,040		S分：1.4%、脱硫率：95%
	代替案		6,237		S分：1.4%、脱硫率：70%

7.6 対策費用

ここでは、本調査において柳州市が実施可能と考えられる各対策の費用を算定したものである。

7.6.1 設備費の見積

発生源対策案の設備費の見積については、現地調査、日本国内の中国の各種Plant建設に実績のあるEngineering会社等からの聴取等から得た情報に基づいて以下の条件で設備費の推算を行った。

- a) 設備の構成機器については出来るだけ中国製の機器を調達する。ただし、性能保証上重要な機器で中国国内で実績のないものは国外調達とする。
- b) 見積範囲について
 - ・脱硫Processに含まれるすべての機器（但し、Utility設備は除く）及び必要な建屋の設計、調達、製作、輸送及び工事（機器の基礎工事も含む）
 - ・脱硫装置周辺からのUtility引き込み配管
- c) 対策内容
 - ・対象工場：主要17工場、中小57工場
 - ・対策内容：設備更新、排煙脱硫、燃料転換、都市ガス化、集中供熱、工場移転等

設備費の見積結果を表 7.6.1 に示す。見積結果の詳細については資料編の7章5節に記載した。

表 7.6.1 対策費用の設備費の見積

	2000年(万元)	2005年(万元)	備考
主要工場	83,500	107,338 (75,273)	17工場
中小工場	746	6,500 (1,530)	57 "
合計	84,246	113,838 (76,803)	74 "

- 注：1) 主要工場には柳北地区熱電集中供給設備及び石灰石添加成型炭設備を含む
2) 括弧内は代替案
3) 中小工場には医院、飯店を含む

7.6.2 設備の運転費の見積

設備の運転費の見積については、次の条件のもとで行った。

(1) 固定費推算条件

- | | |
|-----------|-----------------------------|
| 1) 償却年数 | 15年 |
| 2) 償却方式 | 複利償却法 |
| 3) 年間稼働日数 | 300日（但し、鉄鋼廠：365日、柳州電廠：250日） |
| 4) 固定資産税 | 設備費の1.4% |
| 5) 損害保険料 | 設備費の0.6% |
| 6) 保全費 | 設備費の1%、年上昇率10% |
| 7) 直接労務費 | 8000 元 / (人・年) 年上昇率 5% |
| 8) 工場管理費 | 設備費の1%、年上昇率 5% |
| 9) 借地料 | なし |

(2) 変動費積算条件

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| 1) 電気 | 5.4角/KWh |
| 2) 水 | 3 角/m ³ |
| 3) 蒸気 | 80元/t |
| 4) 石灰石 | 50元/t |
| 5) 石膏（湖南省産、純度62%） | 120元/t |
| 6) NH ₄ OH（18～28%） | 65元/t |
| 7) NaOH（14～16%） | 55元/t |

運転費の見積結果は表 7.6.2 に示す。尚、見積結果の詳細については資料編の 7.5 に記載しているので参照されたい。

表 7.6.2 対策費用の運転費の見積

	2000年（万元）	2005年（万元）	備考
主要工場	18,009	23,366 (16,930)	17工場
中小工場	257	1,481 (448)	57 "
合計	18,266	24,847 (17,378)	74 "

- 注:1) 主要工場には柳北地区熱電集中供給設備及び石灰石添加成型炭設備を含む
 2) 括弧内は代替案
 3) 中小工場には医院、飯店を含む

7.6.3 経済評価

(1) 設備費

脱硫装置の設備費については、図 7.6.1 に示すものが公表されており、その特徴をまとめると以下のとおりである。

- 1) 装置のコストは処理ガス量によってほぼ決まる。(構成主要機器は処理ガス量によってコストに影響する仕様が決まるため)
- 2) 処理ガス量がある量以下になると急激に装置のコストが上昇する。これは装置を建設する際のプロジェクト運営・設計・据付指導等の人件費が装置本体価格に比べ大きな比率となる為、割高となる。

中国用に試算した脱硫装置の建設費は図 7.6.2 になり、

- a: 炉内脱硫、苛性ソーダ法、循環炉・炉内脱硫および石灰石液洗浄法については処理ガス量が 50,000Nm³/h 以下になると設備費が急激に上昇する。
- b: 簡易湿式石灰石膏法及び湿式石灰石膏法については処理ガス量が 200,000Nm³/h 以下になると設備費が急激に上昇する。

したがって、設備費については上記の処理ガス量以下のものはあまり経済的でなく、成型炭・燃焼管理等の削減対策が望ましい。

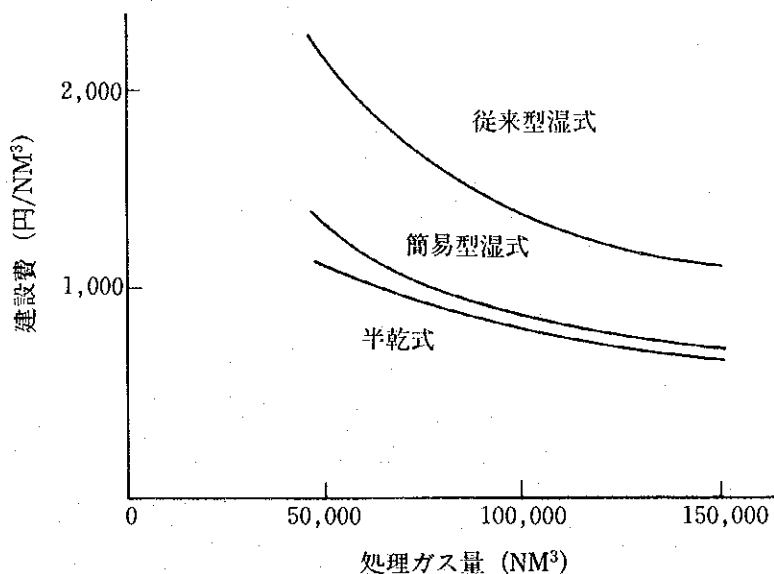


図 7.6.1 日本における脱硫装置の建設費
(「技術協力に係る日本の石炭利用技術」(財)石炭利用総合センター)

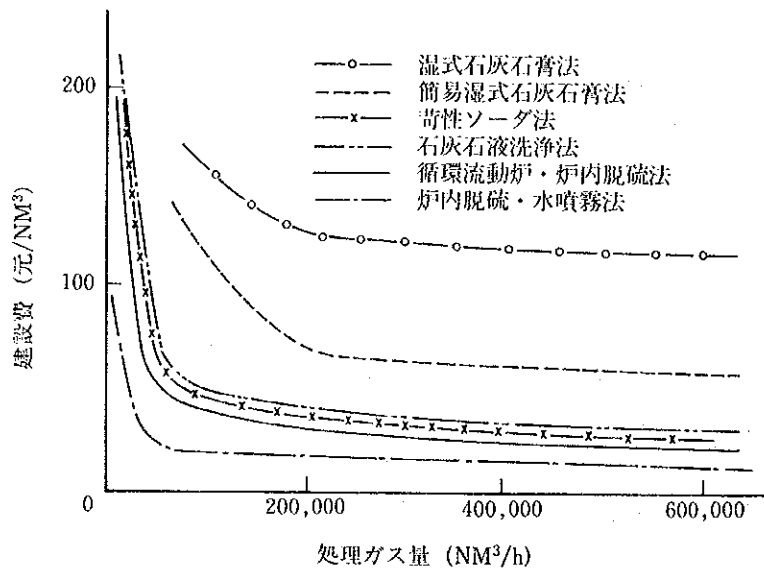


図 7.6.2 中国における脱硫装置の建設費

(2) 経済評価

脱硫費の目安として図 7.6.3が公表されている。

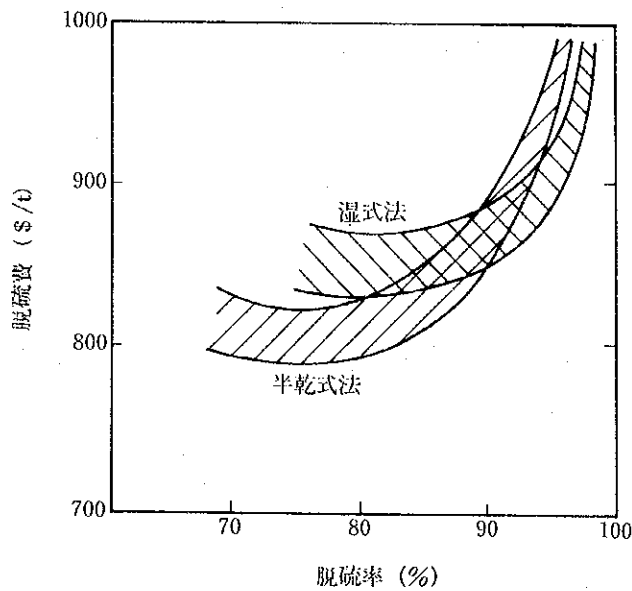


図 7.6.3 米国でのコスト比較 (推定)

(入り口SO₂濃度1000ppm)

出典：「世界の排煙浄化技術」(財)石炭技術研究所)

備考：脱硫費単位(\$/除去SO_x 1t)

経済評価の方法として脱硫費も考えられるが、ここでは最近国際入札で採用されている次の方法を採用する

$$SO_x\text{処理費}(\text{円}/SO_x\text{-ton}) = (\text{設備費} + \text{償却年間の運転費}) / (\text{償却年間の}SO_x\text{処理量})$$

ただし、償却年数は15年とする。

この方式で計算した結果を資料編の表 7.7.1および表 7.7.2に示す。ただし、この表において削減対策が成型炭・燃焼管理や燃料転換のものに対しては削減した SO_2 1トンあたりの燃料自体のコスト増加分を加えて補正する必要がある。この結果から次のことが言える。

- ① 脱硫プロセスでの運転費では固定費に比して変動費の占める割合が小さい。
- ② ①から石膏や芒硝の回収をしても余り SO_x 処理費の低減にはならない。
- ③ ①から SO_x 削減量が同じであれば処理ガス量が大きいほど SO_x 処理費は小さくなる。逆に処理ガス量が同じであれば SO_x の削減量が大きい程 SO_x 処理費は小さくなる。
- ④ 脱硫率が高いほど SO_2 処理費は高くなる。
- ⑤ プロセスの種類からみれば炉内脱硫、循環炉・炉内脱硫、苛性ソーダ法、石灰石液洗浄法、簡易石灰石膏法、湿式石灰石膏法の順になるが90%以上の脱硫率が必要な場合は簡易石灰石膏法、湿式石灰石膏法の採用となり、 SO_x 処理費が高くなる。

以上の結論から本調査で採用した排煙脱硫プロセスは特殊な事情から一部 SO_2 の異常に高いものを除けばおおむね妥当な選択であると考えられる。

なお、処理ガス量と方式、処理費用の関係を、図7.6.4に示す。

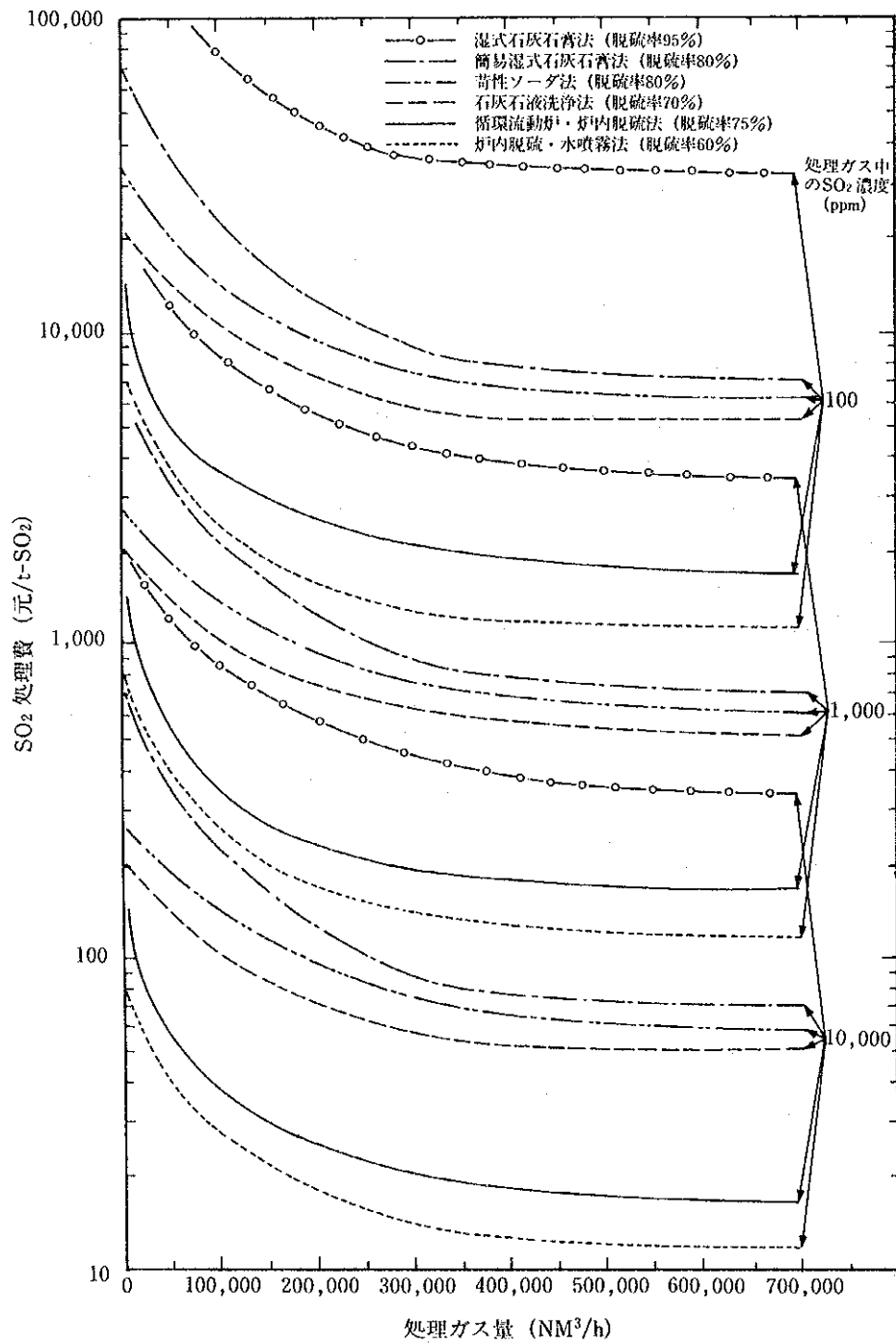


図 7.6.4 処理方式と処理費用の関係

7.7 追加対策

主要工場に対する2005年の対策を強化するため、生産工程面からの削減対策及び都市ガス化拡大対策を検討した。

7.7.1 化学工場の生産工程対策

(1) 対策内容

化学工場については、下表に示す生産工程についての現地調査結果から表7.7.1に示す製造設備について対策を検討した。

表7.7.1 生産工程における大気汚染対策

設備名	対策案
石炭ガス化炉・アンモニア (柳州化肥廠)	1) 省エネ改造：コンプレッサー、ポンプ等回転機器のリプレースによる 2) 設備の更新
尿素 (柳州化肥廠)	1) 省エネ改造：コンプレッサー、ポンプ等回転機器のリプレースによる 2) 設備の更新
ポリ塩化ビニル樹脂(東風化工廠)	1) 設備の更新
苛性ソーダ(東風化工廠)	1) 省エネ改造：既存隔膜法設備のイオン交換膜法への改造転換。

(2) 対策の効果

表7.7.2に検討結果をまとめた。直接効果は蒸気と燃料について柳州市の現設備と先進設備と比較し、間接効果は直接効果に電力削減効果を加えたものである。

表7.7.2 対策効果

設備名	対策案	SO ₂ 年間削減量 (t/y)	
		直接効果	間接効果
石炭ガス化炉 アンモニア	省エネ改造	0	15,425
	設備更新	-5,088 *	10,336
尿素	省エネ改造	0	1,110
	設備更新	524	2,256
ポリ塩化ビニル樹脂 苛性ソーダ	省エネ改造	510	538
	設備更新	1,389	1,170

(注) * 燃料量の増加のため負となっている。

本調査の結果では電力消費の低減による大気汚染対策はないが、市全体としては対策効果は大きくなる。

これは、先進設備は柳州化肥廠の設備と比較して、原料及びスチーム消費は少なくて済むものの、燃料消費が多いことが原因である。しかしながら、電力消費の比較を含めた間接効果で見ると、設備更新により年間10,336tのSOxを削減できる。また間接効果で見ると、省エネ改造により削減できるSOxは15,425tと、設備の改造による削減量を上回っており、大気汚染対策上は省エネ改造の方が効果があるとの結果を得た。

(3) 対策費用の算定

表7.7.3に各設備の対策費用を試算した結果を示した。SOx 1 t当たりの削減コストからみると石炭ガス化・アンモニア及び尿素設備においては、設備更新より省エネ改造の方が環境対策上はコストパフォーマンスが高いことが分かる。

表7.7.3 対策費用の算定

設備名	対策案	対策費用 (億元)	SOx年間削減量(t)		費用/削減量 (万元/t)
			直接効果	間接効果	
石炭ガス化炉・ アンモニア	省エネ改造	3.0	0	15,425	1.94
	設備更新	13.3	- 5,088	10,336	25.34
尿素	省エネ改造	0.24	0	1,110	2.16
	設備更新	1.4	524	2,256	5.04
ポリ塩化ビニル樹脂	設備更新	0.69	510	538	6.58
イオン交換法 苛性ソーダ	設備更新	0.76	1,389	1,170	2.97

生産設備の改善は、現用の設備の老朽化のため部分的な改善では目的を達成することが困難で、設備更新が最良の対策と考えられる施設を対象とするものである。

設備の更新には多大の費用を必要とするため、環境対策とは切り離して実施することを検討すべきものとする。

7.7.2 製鉄所における生産工程対策

(1) 生産工程における省エネルギー対策

製鉄所における大気汚染対策は、直接的な対策と間接的な生産工程における省エネルギー対策に分けられる。直接的な大気汚染対策方法については、7.3, 7.4 において既に説明されているので、生産工程における省エネルギー対策について以下に述べる。

柳州鋼鉄廠と日本国内の製鉄所における各設備及び鋼（製品）のエネルギー原単位の実績値の比較を表 7.7.4 に示す。

表 7.7.4 柳州鋼鉄廠と日本国内の製鉄所における各設備及び鋼（製品）のエネルギー原単位の実績値の比較

設備・原単位名	単 位	柳州鋼鉄廠	日 本
1. コークス炉			
1) 乾留熱量	Mcal/t- 石炭	653.6	530 - 600
2) コークス炉 ガス発生原単位	Mcal/t- 石炭	1072.78	1500 - 1550
3) コークス炉ガス発熱量	Kcal/Nm ³	3888	4200 - 4800
2. 焼結機			
1) 電力原単位	KWh/t- 焼結鉱	40.69	25 - 33
2) 点火炉燃料原単位	Mcal/t- 焼結鉱	18.58	4.5 - 8
3) コークス原単位	Kg/t- 焼結鉱	99.54	40 - 50
3. 高炉設備			
1) 燃料比（焦炭比）	Kg/t- 銑鉄	581	450 - 550
2) 高炉瓦斯発生原単位	Kcal/t- 銑鉄	2036.7	2100 - 2200
3) 高炉瓦斯熱量	Kcal/Nm ³	900	900 - 950
4) 熱風炉燃料原単位	Mcal/t- 銑鉄	1034.6	350 - 450
4. ガス精製設備 ボイラー燃料原単位	Mcal/t- 蒸気	900	720 - 860
5. 熱間圧延用加熱炉 燃料原単位	Mcal/t- 鋼板	665	250 - 320
6. 鋼製品 (高炉-転炉方式)	MKcal/t- 鋼製品	9.31	5.6 - 5.9

注) M = 1,000,000

生産工程における省エネルギー対策は、大別すると、エネルギー消費量の低減と副生エネルギーの回収率の向上がある。

それらの対策、効果および必要な対策費用をまとめて表 7.7.5 に示す。

表 7.6.5 省エネルギー対策

NO.	設備名	対 策	効 果	対策費用
1	コークス炉	<p>1) 乾留熱量 日本で実施されているコークス炉カスをコークス炉の燃料とする場合、発生コークス炉カスの40%の使用で済むを目安として次の対策を立てる。</p> <p>a. 炉体表面温度の測定を行い燃焼状況の把握、炉体環境の改善を計り消費熱量の低減を行う。</p> <p>b. 各炭化室及び各燃焼室の均一加熱状況を調査し消費熱量の低減策を立てる。</p> <p>c. 適切な炉熱管理が必要であると考えられる。例えば、日本では世界に優れたコークス炉自動燃焼システムを採用している。</p> <p>d. 押し出し燃焼コークスの燃熱を回収し、省エネルギーを計る。このために日本ではコークス乾式消火設備を採用している。</p> <p>2) コークス炉カス発生原単位 コークス炉カスの回収率の向上のためには炉壁、炉蓋の密着性の不良によるカスの漏洩が考えられるので、適切な炉壁補修法及び炉蓋の清掃法、必要であれば炉蓋の改良策を立てる。</p> <p>3) コークス炉カス発熱量 コークス炉カス発熱量の次の向上対策を立てる。</p> <p>a. 発生コークス炉カスの発熱量が低い場合には炉壁、炉蓋の密着性の不良によるカスの漏洩に起因することがあるので調査し修理する。</p> <p>b. 装入炭の配合技術、炉温、稼働率の見直しを行う。</p>	<p>a, b, cで 乾留熱量の 5%削減</p> <p>乾留熱量の 10%削減</p> <p>発生量20% 増加</p> <p>a, bで 発熱量20% 増加</p>	<p>a, b, c に対して 20万円/年 (運転員のレベルアップ用) cの設備費として 20万円</p> <p>dの設備費として 3億円</p> <p>10万円/年 (運転員のレベルアップ用)</p> <p>a, bに対して 10万円/年 (運転員のレベルアップ用)</p>
2	焼結炉	<p>次の対策により各原単位の減少を計る。</p> <p>a. 焼結炉まわりの熱い込み空気量の削減</p> <p>b. 高温焼結炉の冷却時の廃熱利用(ホィラー、廃熱の点火炉利用)</p> <p>c. 主鉄カス、クーラー鉄カスからの熱回収</p> <p>d. 燃焼管理</p>	<p>a, c, dにより コークス原 単位25%上昇 bで点火炉燃 料原単位が50 %上昇</p>	<p>a, cの設備費 800万円 bの設備費400 万円 dに対して10 万円/年(運 転員のレベル アップ用)</p>
3	高 炉	<p>次の対策により省エネルギーを計る。</p> <p>a. 操業技術によりコークス消費量が変わるのでコークス消費量低減技術の確立</p> <p>b. 熱風炉の燃焼管理</p> <p>c. 高炉炉頂圧回収用発電機の設置</p>	<p>aで燃料費が 15%削減 bで熱風炉原 単位の50~ 100%削減 cにより新た に1.1KW/レ ー鉄のエネル ギー回収</p>	<p>a, bに対して10万 元/年(運転員 のレベルアップ 用) cの設備費として 1.25万円/KW</p>
4	ガス精製設備	燃焼管理による省エネルギーを計る。	ホィラー燃料原単位を10%減	10万円/年(運転員のレベルアップ用)
5	熱間圧延用加熱炉	燃焼管理による省エネルギーを計る。	燃料原単位の30%の削減	

(2) 生産工程の近代化

生産工程の近代化対策として、a) 生産工程のリフレッシュ、b) 副生ガスの有効利用、c) エネルギーの有効利用、d) 水資源の有効利用が挙げられる。

1) 生産工程のリフレッシュ

一般に薄板製品は消費指向型の用途に向けられるものが多く、厚板・形鋼等が建設用に多く使用されるものと、所得向上による生活水準の向上にともなうものであり、先進国化途上にある中国では今後各種薄板の需要が更に大きくなると考えられる。そのためこの分野の生産工程を新設することが望ましい。

その生産工程は図 7.7.1 に示すように、ホットストリップミルで冷延製品の素材を製造し、この素材をコールドストリップミルを通して製造された冷延コイル（厚さ0.25~2.3mm）は、一部圧延されたまま製品として販売し、大部分のものは焼鈍・調質の工程を通して板またはコイルとして販売する。冷延鋼板は自動車・電気製品等に使用されるほか、亜鉛鉄板となって建材や電気製品に、錫メッキをしたブリキとなって容器用にも大量に使用される。また、カラー塗装したカラー鋼板も需要が伸びつつある。

したがって、生産工程としてホットストリップミル設備一式（付属機器も含む）、亜鉛メッキ設備、カラー塗装設備、錫メッキ設備を増設して需要に備えることが望ましい。さらに、近代製鉄所の中核の設備であるホットストリップミルを最新のものにリプレースし、圧延可能な板厚の範囲、板幅、および生産能力の拡大と効率化による省エネルギーを計る。

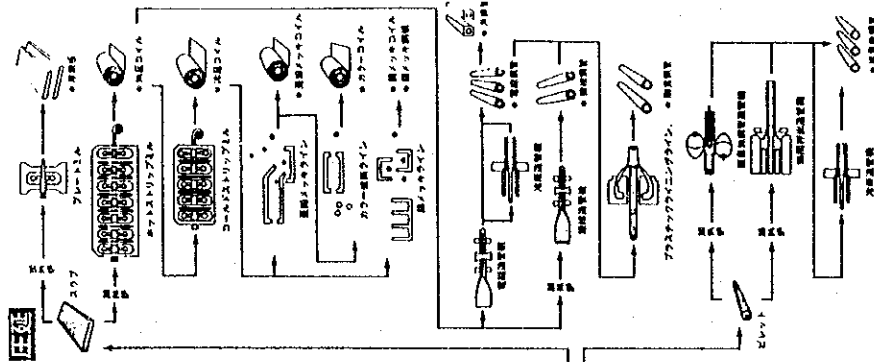
しかしながら、生産工程の増設にともなってエネルギー（電気）の消費が予想されるので後述するようにエネルギーの管理が必要である。

2) 副生ガスの有効利用

製鉄所で発生するガスは、コークス製造時に発生するコークス炉ガス（COG）、高炉から発生する高炉ガス（BFG）、転炉で銑鉄を脱炭精練する工程で発生する転炉ガス（LDG）、電気炉から発生する電気炉ガス（EFG）がある。粗鋼100万トンの製鉄所を例にとると、大雑把にいてCOG 23万Nm³/h、BFG 170万Nm³/h、LDG 10万Nm³/hが発生する。表 7.7.6 に各ガスの組成例を示す。

表 7.7.6 副生ガスの種類と組成例

種 類	CO	H ₂	CH ₄	CmHn	N ₂	O ₂	発熱量 (Kcal/Nm ³)
高炉ガス(BFG)	23.0	3.0	0.0	20.0	54.0	0.0	780
コークス炉ガス(COG)	7.0	55.5	27.0	2.4	5.0	-	4,400
転炉ガス(LDG)	66.0	2.0	0.0	16.0	15.9	0.1	2,050
電気炉ガス(EFG)	73.0	5.0	0.0	20.0	1.8	0.2	2,300



シート、プレートなどの鋼材になります。
また、部は溶接に流し入れ、鋼構となります。
圧延
さまざまな鋼材は、さまざまな種類の圧延
機で加工され、形鋼、熱延鋼板、冷延鋼板、
異径パイプ鋼材、形鋼、形鋼、形鋼などの各種鋼
材が、鋼材、鋼材、鋼材製造となります。

製鉄
水素還元された各種原料は、空気に入れられ
ます。下流の炉から約1300℃前後の熱風を吹
き込んでコークスを燃焼させ、鉄を還元
し、溶解して鉄液を作ります。

製鋼
鉄液はゆっくりとろくので、そのままでは加工
できません。そのための炉で不純物を取り除
いて、加工しやすい「鋼」に作り変えられま
す。これが製鋼という工程です。溶けた鋼の
大部分は、連続鋳造機で固められ、スラブ、

鉄は、鉄液が流れる、有酸素を主成分
として作られます。製鋼時にはその成分
を調整する必要があります。鋼は酸素含有
量の低い鋼材を作り出すためには空気を抜い
ていきます。その過程をご説明します。

原料処理
原料は高炉に入らる前に、選別を行います。
鉄液の大部分は、有酸素、コークス含有
量は低減が求められる鋼材です。また、有酸素
コークスには、炭素含有率を高め、炭素含有率を
上げます。

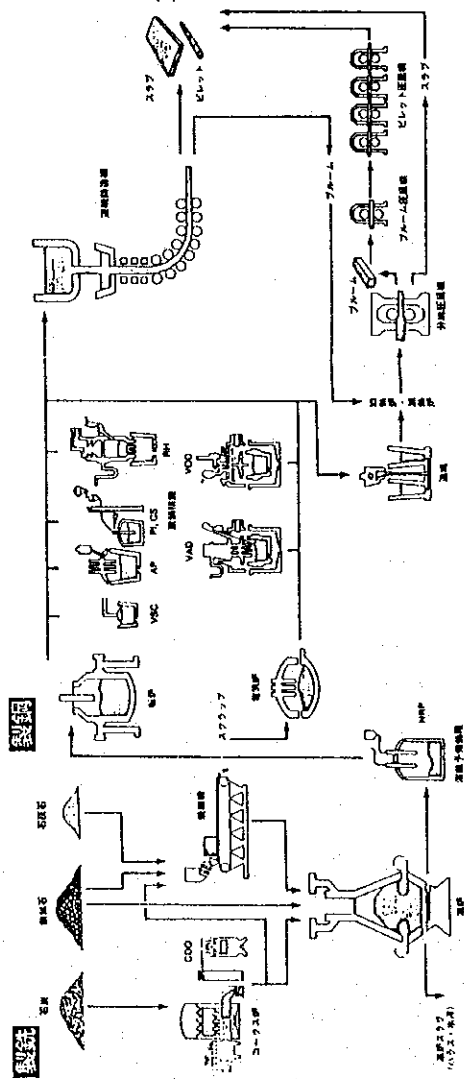


図 7.7.1 鉄鋼製品の製造工程

これらのガスは製鉄所内の燃料として使用されるが、柳州市では、特に、COGは脱硫して都市ガスとして第三期終了後 9,000Nm³/hの使用が予定されている。さらに先進製鉄所ではLDGよりCOのシフトコンバージョンにより水素ガス炭酸ガスを製造し、所内の需要に応じると同時に外販している。今後、必要に応じて各プロセスの副生ガスを有効利用することが望ましい。また、都市ガスとしてのCOGは、LPG等で増熱することにより供給能力をアップすることができる。

3) エネルギーの有効利用

製鉄所は複数の工場の集合体である。単に生産工程の上流、下流という意味だけでなく、各工場はエネルギー面においても有機的に結ばれており、他のプロセスで発生する例えば燃料、電気、蒸気(熱)などをいかに利用するかがエネルギーコストひいてはコストの低減につながる。燃料は能力の範囲内で貯蔵できるが、電気や熱は長期間保存できないため発生したら速やかに使わなければならない。そのためには、供給があってもそこに需要がなければ有効利用はできない。

製鉄所において発生するエネルギーの代表的なものは、高・コークス炉・転炉の操業に伴って発生する副生ガスである。これらが一定または周期的に発生するのに対し、使用するエネルギーは工場の操業により大きく変動する。

したがって、

①工場操作に必要な電力、燃料、蒸気、用水などをコスト面で最小限に抑える
需給管理

②製鉄所に点在する多くのエネルギー関連部署の完全集中監視制御

等を行って、

①エネルギーの発生と使用の複雑な需給構造のバランス化

②副生ガスを無駄なく効率的に使用

③外部からの購入エネルギーの削減、コストミニマムの追求

することが必要である。そのためにはこれらの業務を行う管理部署を新設することが望ましい。

4) 水資源の有効利用

製鉄所では大量の水を必要であり、それらの利用後の排水としては安水(コークス炉ガス液)、湿式集塵機排水、圧延工場からの酸、アルカリおよび含油排水等である。これらの排水の工場外への排出量を低減し、また、水資源の節約を図るために再循環やカスケード利用を行って循環率を96%以上(最新製鉄所では99%)にすることが望ましい。

安水の処理については石炭から出る各種有機成分を含んでいるため、物理・化学的な方法では処理しきれないので、活性汚泥による生物処理を行った後、凝集沈殿、砂濾過および活性炭処理を行い汚染物質をほぼ完全に除去し再利用することが望ましい。

その他の排水については、性状に応じて活性汚、中和、油水分離、沈殿等の処理を行い、再利用することが望ましい。

5) 効果と費用

各項目について効果と費用をまとめて表 7.7.7 に示す。

表 7.7.7 近代化の効果と費用

近代化項目	対 策	効 果	費 用
生産工程の リフレッシュ	1. ホットストリップ ミルおよび 関連機器一式の導入 (5万t/月) 2. コールドミル、 (2万t/月) 亜鉛メッキ設備 (1万t/月) カラー塗装設備、 (1万t/月) 錫メッキ設備の新設 (1万t/月)	延製品の原単位の低 減効率アップによる 省エネ 熱延製品の種類拡大 各種薄板の商品化に よる増益	1,200(百万元) 3,200(百万元)
副生ガスの有 効利用	都市ガスの増熱 増熱剤：LPG 発熱量：8,000～ 8,500Kcal/Nm ³ 供給量：18,000Nm ³ /h	供給能力 2倍に アップ	300(百万元)
エネルギーの 有効利用	エネルギー管理センタ ーの設立(技術員 50名)		22(万円/年)
水資源の有効 利用	排水処理設備の設置	水の循環率 965以上 水資源の有効利用	550(百万元)

7.7.3 都市ガスの増熱

製鉄所のコークス炉からの副成ガスであるコークス炉ガスを都市ガスとして使用する予定になっているが、需要が増加してくると、供給量が不足することが予想されるのでその対策として増熱することで供給能力の増強を検討する。

条件として、コークス炉ガスの供給能力を18,000Nm³/h(第3期都市ガス化終了時点のコークス炉ガスとしての供給能力9,000Nm³/hであるが設備は2倍の容量を持っていると考える)とし、柳州鋼鉄廠のコークス炉ガスの発熱量は現在は3,888 Kcal/Nm³と低い在今后改善され、4,000 Kcal/Nm³になるものとし、増熱後の都市ガスの発熱量はコークス炉ガスの発熱量の2倍の8,000 Kcal/Nm³とする。

都市ガスの増熱設備は、単純なLPGによる増熱設備と、複雑な重質油(重油、原油等)のガス化による増熱設備の2つの方法について検討する。この検討結果を表 7.7.8 に示す。

表 7.7.8 増熱設備概要

項目	LPGによる増熱設備	重質油による増熱設備
1. 計画条件	供給能力 増熱ガス 18000 Nm ³ /h 必要LPG 供給量 3046 Nm ³ /h	供給能力 増熱ガス18000 Nm ³ /h 必要重油供給量 156 K1/d (ガス発生量7200 Nm ³ /h , 発生ガス発熱量10000Kcal/Nm ³)
2. 設備仕様	LPG受入設備 LPG貯蔵用球形タンク (3800m ³ ×2基) LPG 気化装置 (1500 Nm ³ ×3基) 冷凍設備、再液化設備 増熱ガス貯蔵タンク (2000Nm ³ ×6基) ガス混合設備 消火設備、排水処理設備 フレアースタック 管理・保守用建屋	ガス化方式 (Hall式、U.G. I式 相当) 重油受入設備 重油貯蔵用コーンルーフトank (4000K1×3基) 熱分解反応炉 (内壁煉瓦ばり) と付属設備 ガス精製設備、廃熱ボイラー 増熱ガス貯蔵タンク (2000Nm ³ ×6基) 消火設備、排水処理設備 フレアースタック 管理・保守用建屋
3. 設備費	3億円	4.5億円
4. 運転費	2000万元/年 (LPG購入費は除く)	2500万元/年 (重油購入費は除く)
5. その他	このガス増熱基地へのLPGの 輸送は柳江を航行するロー カルタンカー (建造費 3億 元) によるものとし、増熱 基地は柳江江岸に設置する ことが望ましい	ガス増熱基地への重油の輸送は 柳江を航行するローカルタンカ- (建造費1.5億円) によるもの とし、増熱基地は柳江々岸に設置 することが望ましい

反応炉によって製造されるガスは、現在の技術では上限の発熱量は12,000Kcal/Nm³であるから、12,000Kcal/Nm³以上の増熱は反応炉ガスでは不可能であるが、LPGを増熱剤にすれば可能である。したがって、表 7.7.8 の両設備を備えれば、更に増熱することが可能となる。なお、両設備を設置する場合の費用は5.5億円程度、運転費は2,500万元/年となる。

7.8 対策実施のための措置

前節では、柳州市の大気汚染防止計画を実行するための技術的対策を提案したが、本節ではこれら技術的対策を効率よく進めるための制度面の整備ならびに各工場・事業場で対策技術を導入する際の動機付け、刺激策、資金面の支援などの非技術的対策について提案する。

非技術的対策は、法・規則を基礎とした規制的手段と経済的動機に基づき対策技術の採用を誘導する経済的手段とに大別され、さらにこれらの手段を効率的かつ合理的に運用していくために、環境保護関連組織の強化ならびに大気汚染監視体制の強化が不可欠となる。これらの手法の概要とその連関については、図7.8.1に示すとおりである。

7.8.1 規制的手段

(1) 排出規制

広西壮族自治区では、上乘せ排出基準設定の権限は与えられているものの、現段階ではこれらが適用された事例はみられない。環境行政側としては、少なくとも現行の排出基準を遵守させることを目標としているが、それにより操業不可能に追い込まれる工場が多数出現する可能性が強く、汚染物質排出量を監視して排污費を徴収し、必要な措置を勧告する範囲に止まっている。

一方、工場側は大気汚染防止設備へ投資する資金力に欠ける上、排污費を納めた方がより安価であることから、環境保護当局が強制力を発揮しない限り、自ら積極的に大気汚染防止対策を講じることなく済ませる傾向がみられ、上乘せ排出規制の適用以前に、排出規制による大気汚染対策が暗礁に乗り上げているのが現状と考えられる。

しかし、柳州市においては、硫黄酸化物に関しては現行の排出基準だけでは大気環境基準が達成されない可能性があるため、総量規制の導入が必要とされる。すでに、柳州市においては、西暦2000年までに環境基準（2級）を満足することを目標として、国家標準に規定されている総量規制の適用を検討しており、1993年より段階的に大気汚染物質排出量を削減することを試行しているが、本調査で検討した結果、着地濃度で評価した場合、2005年に環境基準（2級）を達成するためには、さらなる大気汚染物質の削減努力が必要であることが予測された。いずれにしても、昨今の中国における社会・経済情勢の変化は激しく、将来の大気汚染状況の予測は絶対的なものではないため、今後も予測条件の見直しは避けられない。このため、本調査で技術移転した大気汚染監視技術と大気汚染予測評価技術を活用・強化し、激動する社会・経済状況に柔軟に対応していける、合理的で高精度の総量規制を推進していくことが望ましい。

また、燃料使用の規制による大気汚染物質の削減手法が効率的であるため、排煙処理などの設備的対策の導入が困難な中小発生源に対しては、総量規制の一環として、燃料の転換・改質を指導していく必要がある。

(2) 燃料使用基準

石炭については、1995年8月の法改定で低硫黄分の生産と使用が促進されることになり、大気汚染対策計画に資することが期待される。二酸化硫黄対策としては、石炭の硫黄分含有量の基準を地域の特性に基づいて、総量規制の排出許容量と石炭使用量との関係から設定できるような法整備が望ましい。

柳州市市街地では、ホテルなどの中小発生源について石炭から石油への燃料転換が図られつつあるが、二酸化硫黄ならびにばいじんに関して高い削減効果が期待できるため、今後の燃料転換の適用対象区域の拡大および適用対象事業所の増大が望まれる。

着地濃度については、民生発生源による寄与が無視できないため、本調査の解析結果に基づき、影響の大きい区域については燃料転換促進区域とし、重点的に都市ガス化、LPG化を推進することが必要である。

(3) 公害防止協定

総量あるいは平均値として環境基準が満足されても、たとえば工場の周辺等では大気汚染が深刻になるという局地的・一時的汚染の問題が残る。集積した発生源による汚染のように汚染源の特定が比較的容易な場合には、個別の発生源ごとに排出許容量を設定し、これを規制当局が厳しく監視する直接的規制が効果的である。法規制の対象外となる場合には、柳州市と各企業との間で公害防止協定を締結し、大気汚染防止に関して必要な取り決めを行うことが有効である。

公害防止協定では、個々の発生源における汚染物質の発生量の監視方法や汚染物質を削減するための設備や使用燃料の内容等が協定の対象とされ、総合的な大気汚染監視体制の下で、煙道における排出濃度と大気中の汚染濃度がチェックされ、高濃度発生などの緊急時における操業の抑制などの必要な措置が迅速にとられるよう取り決めを行うことが必要である。

公害防止協定は、環境管理行政側にとって、当該地域社会の地理的、社会的状況に応じたきめ細かい対策を適切に行うことができるだけでなく、企業側からみても、立地・操業に際して地域の同意を得ることにより円満な企業活動を実施していくことができるという利点がある。

公害防止協定については、既存企業については随時締結していくことが望ましいが、現行制度の下で課せられる生産設備の新設・改造時の環境影響評価に対する審査段階で、認可条件の一つとして協定の締結を約束させることが有効と考えられる。

7.8.2 経済的手段

環境政策の主な手法としては、前述の罰則を含む伝統的な規制的手段のほかに、環境への負荷に対して経済的負担を課すことによって、自ら環境への負荷の低減に努めるよう誘導する経済的手段が考えられる。経済的手段は、今日、時間的・空間的に拡大し、メカニズムも複雑化する傾向にある環境汚染に対し、従来の規制的手段のみでは対応が困難な場合が生じてきたこと、ならびに将来に向けて環境保全型の持続可能な経済発展をめざす必要があることから考え出されてきた手法である。

環境問題とは、人間の経済活動が環境に対しその受容量を超える負荷を与え、その結果、環境の劣化・破壊が生じている現象であり、それは環境が多くの場合公共財であり、使用の多寡を問わず無償で手に入るものとして扱われているために生じる問題である。従って、その解決には、環境保全を経済活動の中に組み込んでいくこと、すなわち個人や企業等が合理的な意志決定を行えば、環境負荷に対する費用を負担し、結果的に環境保全への配慮が適切に組み込まれるような経済・社会システムを構築することが必要である。

このような環境と経済との統合に向けて取り組んでいくための政策手段として、環境汚染防止対策に対する支援（補助金、低利融資、優遇税制）、税・課徴金、環境汚染権市場の創設（排出許可証取引制度）などが考えられている。

(1) 補助金、低利融資

以下に示すような大気汚染対策に対して、補助金、低利融資による支援が必要である。

- 良質燃料の生産設備等の公害予防施設の新設・改善
- 排煙脱硫装置、集じん装置等の公害防止施設の新設・改善
- 良質燃料への転換
- 都市ガスの各家庭への引き込み
- 排煙処理副生物の資源化等の有効利用
- 公害発生原因工場の移転

このうち、施設・設備の新設、改善、移転に関わる対策については、必要となる資金支援の規模が大きいことから、国・自治区レベルの財源に頼らざるを得ず、国・自治区レベルの環境基金のような財源の確保が急務である。また、個別の企業の力では適切な大気汚染防止対策を実施できない中小企業に対しては、組合組織等により事業の共同化、協業化、集団化等を促し、共同で公害防止を図るための事業に支援を行うことが効果的である。これらの資金援助は、長期低利融資を中心として、補助金は利子補給程度とし、発生源側の自助努力を促すと共に、環境基金等の財源の維持・拡大に努める必要がある。

柳州市のレベルでは、以下に示すような資金規模の比較的小さい非技術的対策に関する項目の支援に、排污費を主要財源とした市レベルの環境基金を重点的に当てることが望ましい。

- 大気汚染監視体制の整備・強化
- 環境保護関連組織の強化
- 大気汚染防止の適正技術の研究・紹介・指導

(2) 優遇税制

国税では、大気汚染防止用設備等の償却資産を取得した場合に、普通償却の別枠としてその取得価格の一定の割合について特別償却を認めるほか、通常の耐用年数に比較して相当程度の耐用年数の短縮を認めるなどの優遇措置を設け、大気汚染対策技術の導入を奨励することが必要である。

地方税では、大気汚染防止設備等に対する固定資産税、土地使用税等の非課税または軽減等の措置を設け、汚染対策に積極的な企業を支援することが望ましい。また、汚染が発生している、もしくは発生が予測される指定地域内の工場が指定地域外に移転した場合、土地・建物等の譲渡に伴う利益に対する課税（土地増値税）を減免する等の措置により、大気汚染対策面からの立地の適正化を誘導する必要がある。

その他、良質燃料を供給、購入する者に対しては、増値税（付加価値税）や資源税などの軽減措置を設けて支援することが望ましい。

(3) 課税

国家政策として経済発展と環境保護との両立を図っているものの、地方レベルでは公害防止対策費用に対する資金の手当てができず、計画が実施されないことが多いのが現状である。このため、国家ならびに自治区レベルで環境汚染に係る税（例えば、硫黄税等）を新設、あるいは燃料税、自動車税等の既存の消費税に上乗せするなどし、その税収を資金として積み立てて環境基金という形の特定財源を確保し、公害防止に対する補助金および低利融資等の資金援助の実施体制の基礎を固める必要がある。

(4) 課徴金

現行の排污費制度では、排出基準を満足した時点でそれ以上の大気汚染物質削減の意欲は消えてしまうので、基準の超過分にはなく、柳州市で試験的に実施している二酸化硫黄に対する排污費制度のように排出総量に応じて課金する方が望ましい。後者を採用した場合、たとえ排出基準を満足しても、対策（削減）能力のある工場は排污費というコスト削減の目的のために、さらに汚染物質削減の意欲が持続すると考えられる。この場合、汚染物質単位量当たりの排污費は、単位量当たりの削減コストよりも少し高めに設定することが重要である。すなわち、「7.6 対策費用」の項で示したように現行の二酸化硫黄排污費 0.2 元/kgについては、おおよそ数倍から数十倍の値に設定する必要がある。

(5) 環境汚染権市場の創設

直接の排出規制のみでは、企業は与えられた規制基準を一旦満足すると、それ以上の大気汚染物質の削減意欲を失うのに対して、排出許可証の取引が加わった場合には、排出量を減らすことによって余分となった許可証は市場で売却できるので、対策能力のある企業は利潤動機に従って排出量削減の努力をすることで大気汚染防止のための技術革新が促される。このような技術革新が汚染排出量の少ない生産技術への代替、汚染排出量の少ない産業構造への転換をもたらし、持続可能な経済成長を支えることになる。

一方、対策能力のない企業は、排出許可証の買い取り価格が対策費用より安い場合には、排出許可証を買い取るにより、排出規制によって決められた量の汚染物質の削減を代行してもらうため、自ら対策技術を新規に導入して削減する場合に比べ、生産コストの削減が可能となる。その逆に、対策費用の方が安い場合には、対策技術を新規に導入するか、もしくは汚染の少ない製品や業種への転換を図ると考えられる。

この場合にも、企業が利潤動機に従って意志決定を行えば、汚染排出量の少ない生産技術への代替、汚染排出量の少ない産業構造への転換が図られることになる。なお、排出許可証の売買価格は、理論的には市場原理に基づいて自動的に決まることになる。

ただし、こうした手法は、総量では削減目標を達成できるものの、環境行政側が計画した地区ごとの削減目標が達成できず、環境大気の汚染濃度分布の偏りを生じ、目標とする全域についての環境基準の達成が困難になる可能性が高い。また、人命を損なうような有害物質による汚染に対しては効果が得られず、緊急状態に対しては即効性がないほか、前提となる汚染の総排出量ならびに汚染が削減されている状況を正確に監視できなければ、この市場メカニズムを応用した環境政策手段は無効となるという短所がある。

しかし、経済利益を追求しながら大気汚染対策を促進するという面では、急速な経済発展をすると同時に今後の持続的成長を旨とする中国に適した手法の一つであることに違わず、排出許可証の売買をどの企業間で行うと環境大気の汚染濃度が偏りなく低減できるかという問題などについて、市環境保護局のような環境行政当局が介入し、合理的な調整をすれば効力を発揮できるものと考えられる。なお、この場合、完全な自由取引でなくなるため、排出許可証の売買価格が市場原理では決まらないため、売買価格についても調整する必要がある。

7.8.3 組織強化

(1) 環境保護関連組織の強化

柳州市において、地域の実態に即した大気汚染管理行政をより一層進めるためには、環境関連行政当局の横断的な連携と、管理手法に関わる知識・技術に習熟した人材を広範に配置することが不可欠である。しかし、一方では、人員を増加させることなく、組織の強化を図るのが国家の指導方針であり、現有の人材の質の向上を図り、量の不足を補う工夫が求められている。このため、組織の強化と人材の養成を効率よく行わなければならない。

1) 適正技術の研究・紹介・指導體制の強化

柳州市では、地域の実態に即した適正技術の研究、紹介あるいは指導を自治区レベルに依存しているが、よりきめ細かい技術指導を図るために、これらの指導ができる研究体制を市環境保護局の科研所内に設け、大気汚染防止対策を計画している中小工場等に対しても技術指導・技術移転が実施できる体制の確立が必要である。

2) 大気汚染監視体制・技術の強化

本調査で提案している大気汚染監視体制を実現するためには、現在の市環境保護局観測所の強化が不可欠となり、以下に示すように少なくとも合計7名のそれぞれ良く訓練された専任技術者の配置が必要となる。

①環境大気監視局の維持・管理（1名）

②環境大気監視データの管理・分析（1名）

- ③固定発生源監視機器の維持・管理（1名）
- ④固定発生源監視データの管理・分析（1名）
- ⑤移動発生源の監視およびデータの管理・分析（1名）
- ⑥酸性雨の監視およびデータの管理・分析（1名）
- ⑦大気汚染予測評価手法の運用（1名）

3) 人材の教育・養成制度の確立

高いレベルの環境行政担当者の教育・研修は、中央の人材養成機関で行うことになろうが、一般の環境行政担当者あるいは発生源に配置されている公害防止管理責任者の教育・訓練は、その人数の大きさや地域特有の課題を扱う必要などから自治区、柳州市における機関で実施する必要がある。

このため、既存の行政組織や学術研究組織を基礎として、地域における人材の養成機関を一元化して整備することが急務である。養成機関の設立については、現在の市環境保護局の組織形態および人材を基礎として、全般的には広西工学院等の学術研究組織との連携を図り、燃焼管理、移動発生源対策、産業立地政策、健康被害等については、工業部局、公安交通管理部局、都市計画部局、衛生部局等との連携を図る必要がある。

この養成機関の一例として、以下のような6部門程度の組織形態が考えられ、常勤職員を各部門に1名（技師）ずつ、全体の事務担当1名の合計7名程度の職員構成として、柳州市環境保護局内の技術監督課大気保全係（仮称）のような形態で発足するのが現実的である。これらの常勤職員は、教育・訓練の計画策定、それに必要な講師の選定と連携機関への人材派遣要請、受講生の募集・選定、講習会の開催などの調整を主任務とする。

- ①燃 焼 管 理 部 門 : 燃料・燃焼の管理に関する技術者の養成
- ②固定発生源対策部門 : 排煙処理設備等の操作・保守に関する技術者の養成
- ③移動発生源対策部門 : 自動車排ガス処理装置等の操作・保守に関する技術者の養成
- ④大気汚染監視部門 : 大気汚染測定技術、測定データの処理・管理技術、環境影響予測・評価技術に関する技術者の養成
- ⑤大気汚染管理部門 : 法規運用、制度的支援（資金援助等）の運営、土地利用の適正化、環境影響評価の審査、公害紛争処理等の環境管理 行政官の養成
- ⑥人 材 登 録 部 門 : 燃焼管理者、公害防止管理責任者等の免許の発行、有資格者の登録・斡旋等を扱う

(2) 大気汚染監視体制の強化

汚染発生源監視、環境大気監視いずれの監視体制においても、重要な目的は、大気汚染物質濃度を高い精度で測定・予測し、総量規制などの規制的手段や排出許可証を基にした経済的手段を有効に適用していくことである。監視技術については、発生源および

環境大気ともに本調査で実施した技術移転と他の人材の教育・養成制度とを組み合わせ、早急に柳州市における大気汚染監視技術・体制を強化・確立することが必要である。

なお、柳州市環境保護局では、柳州市域における環境大気の保全目標を、表7.8.1に示す環境基準の2級基準としており、陽和開発区等の新規工業開発区についても管轄区域内は一律2級基準を満足することを保全目標とする考えである。

1) 発生源

柳州市では、大気汚染防止法に基づいて、大気汚染物質を排出する工場・事業場に対して、使用燃料の質・量を定期的に報告させて汚染物質排出量を推計するほか、重点発生源については市環境保護局がSO₂、NO_x、ばいじんについて濃度測定を実施して汚染物質排出量を算定して監視しているのが現状である。

しかし、工場・事業場の数に対して市環境保護局の測定能力には限界があり、汚染物質排出量がほとんど燃料の使用量からの推計からなり、精度の問題が残る。このため、燃料の使用量ならびに品質（硫黄分、灰分等の含有量）については、工場・事業場の規模にかかわらず、今までどおり定期的に申告することを徹底させるのみならず、一定規模以上（例えば、ボイラー10t/h以上）の施設を有する工場・事業場については専任の公害防止管理責任者の配置を義務付け、簡易な手法（手分析によるSO₂の測定等）にせよ直接煙道測定を実施・報告させる必要がある。発生源側での直接測定によって、汚染物質排出量を効率的に精度良く把握することができるだけでなく、発生源側に自らの排出する汚染物質量がどの程度なのかを認識してもらう効果がある。

いずれにしても、汚染物質排出量の監視は発生源側の自己申告に頼らざるを得ないので、工場・事業場に配置されている公害防止管理責任者の資格審査を厳しくする一方で、有資格者に対する手当等の優遇制度を設けるなどして、公害防止管理責任者の質の向上と中立性の確保ならびに責任の増大に伴う社会的地位と報酬の向上を図ることが必要である。さらに、これら公害防止管理責任者に対しては、自治区および市の環境保護局が煙道測定等に関する知識および技術の教育・訓練を実施し、発生源監視・報告データの品質管理を図る必要がある。

本調査で技術移転を実施した発生源監視技術については、市環境保護局が発生源側からの申告データの精度をチェックするための抜き打ち検査や発生源側の測定には含まれていない汚染物質の監視に優先的に用いられることが望ましい。

また、発生源監視データは、環境管理面で多様な利用が図られるよう、発生源の名称、所在地、業種、生産量、煙突高、大気汚染防止装置の諸元、汚染物質発生量・排出量、排出基準値、排污費の納付実績等の属性を基にデータベース化し、パーソナル・コンピューターでの入力・検索・加工を可能にして、大気汚染予測評価手法や総量規制などの環境管理面への応用が容易なように整理する必要がある。

移動発生源については、柳州市においても近い将来、経済の発展に伴ってその大気汚染物質排出量が急増することが予想されるため、路上での車種別・車令別の自動車排ガス測定を実施し、登録台数および幹線道路の交通量等の資料から市内における移動発生源による大気汚染物質排出量を監視できるよう体制を整備して、発生源別の監視精度を高める必要がある。

2) 環境大気

環境大気監視の主な目的は、以下に示すとおりである。

ー 環境基準適合状況の把握

測定地点の環境濃度が環境基準に適合しているかどうかを判定すると共に、広く地域全体の大気が環境基準を満足しているかどうかを把握する。

ー 短期高濃度の把握

特異な気象条件等による急激な大気汚染の把握ならびにその地域内にある特定発生源が周辺環境に与える短期的な影響の把握を行う。

ー 大気汚染防止対策の効果確認

各種発生源対策を実施する場合に、地域の汚染物質濃度の時間的・空間的な変動パターンを的確に把握し、その地域にあった最も効果的な対策を行う。

ー 大気環境管理の推進

公害防止計画、都市計画、開発計画の策定にあたって、事業実施地域および周辺地域の監視データを基に環境影響の予測評価を行う。

以上の観点から、適正配置を考慮して測定局を目的に応じて定義すると、以下のよう分類される。

- ① 一般環境大気監視局
- ② 高濃度汚染監視局
- ③ 自動車排出ガス監視局
- ④ バックグラウンド測定局

この分類および柳州市の土地利用等を考慮して、本調査で設けた連続自動測定局を中心に今後も維持することが望ましい監視局および監視項目について、以下のようにまとめた。

a) 一般環境大気監視局

[設置場所]: ①市街中心地区にあり、観測網の親局(柳州市環境保護局など)

②市街中心かつ商業地区(東門幼稚園など)

③住宅および近隣商業地区(南疆飯店など)

[監視項目]: SO_2 (全局), SPM (全局), TSP (全局), NO_x (2局), O_3 (1局), $NMHC$ (1局)

風向・風速 (全局), 気温 (1局), 日射量・放射収支量 (1局)

b) 高濃度汚染監視局

[設置場所]: ①工業地区の周辺地域(第3職業高級中学など)

②新規開発計画地区(陽和開発計画区周辺などに新設)

[監視項目]: SO_2 , SPM , 風向・風速 (いずれも全局)

c) 自動車排出ガス測定局

[設置場所]: ①市街地で交通量の多い道路沿線(工人文化宮など)

[監視項目]: NO_x , SPM , CO , 風向・風速

なお、市環境保護局が従来より定期的(非自動、非連続)に実施してきた大気環境監視(特に TSP について)は、濃度の変遷を監視する目的から、今後も継続す

ることが望ましい。

また、大気汚染が人体、建造物、農林畜水産物に及ぼす影響についても、持ち込まれる苦情内容の分析およびアンケート、聞き取り調査等により体系的に監視するほか、被害額などの資料を整理し、大気汚染の経済的なインパクトを貨幣価値で表して公表することにより汚染対策への意識を高めるなどの広報活動が必要である。

3) 大気汚染予測評価手法の確立

本調査では、大気汚染予測評価手法として、拡散シミュレーションに基づく長期平均濃度評価モデルと短時間高濃度評価モデルを紹介したが、いずれも人体等への影響を評価する目的のため、着地濃度の予測モデルである。このうち、長期平均濃度評価モデルについては、柳州市の既存機材で操作が可能なプログラムの提供と技術移転を実施したが、このモデルは、現状と現時点で予測される将来条件を基に作成されているものの、予測困難な社会・経済条件の激変に対応して、今後とも適宜、設定条件の見直しを行って、モデルの精度の維持に努める必要がある。

このモデルを利用することにより、多くの予見情報が得られる。将来の大気汚染状況と発生源の排出許容量および必要削減量の予測結果は、総量規制を推進していく上で欠かせない情報であるほか、講じられる対策の効果を時間的・空間的に予測し、評価できる。また、環境大気監視網により発見された重大な大気汚染の原因の推定とその対応方法などに関しても、貴重な情報が得られる。このため、大気汚染監視体制の強化の一環として、手法の習熟、精度の維持、大気汚染管理への広範な利用などを図る必要がある。

表 7.8.1 大気環境基準

汚染物質 名称	平均化 時間	限度値 (mg/m ³)		
		1級基準	2級基準	3級基準
浮遊粉塵 (TSP)	日平均	0.15	0.30	0.50
	任意時1回	0.30	1.00	1.50
浮遊粒子状物質 (SPM)	日平均	0.05	0.15	0.25
	任意時1回	0.15	0.50	0.70
二氧化硫 (SO ₂)	年平均	0.02	0.06	0.10
	日平均	0.05	0.15	0.25
任意時1回	任意時1回	0.15	0.50	0.70
	日平均	0.05	0.10	0.15
窒素酸化物 (NO _x)	任意時1回	0.10	0.15	0.30
	日平均	4.00	4.00	6.00
一酸化炭素 (CO)	任意時1回	10.00	10.00	20.00
	光化学オキシダント (O ₃)	1時間平均値	0.12	0.16

- 注) 1. 日平均とは、どんな時の一日の平均濃度値でも超えてはならない限度値である。
 2. 任意時1回とは、どんな時に取られたサンプルの測定値で超えてはならない限度値である。
 3. 年平均とは、どんな年の日平均の濃度平均値でも超えてはならない限度値である。
 4. 浮遊粉塵 (TSP) は、100ミクロン以下の微粒子を指す。
 5. 浮遊粒子状物質 (SPM) は、10ミクロン以下の微粒子を指す。
 6. 光化学オキシダント (O₃) は、1時間平均値が毎月1回上を超えてはならない限度値である。

7.9 総合対策計画

以上の検討結果に基づき、柳州市で取るべき対策の総合計画をまとめた。

7.9.1 計画の目標

(1) 目標

- ① 2005年において、二酸化硫黄の大気環境質基準の濃度上限値2級を達成、維持する。なお、中間年としての2000年において、現状濃度より大幅な改善をする。
- ② 2005年において、浮遊粒子状物質の大気環境質基準の濃度上限値2級を達成、維持する。なお、2000年（中間年）において濃度上限値3級を達成する。

目標年	対策	SO ₂	SPM
2000年	中間対策	現状より大幅な改善	現状より改善
2005年	基本案	2級達成	2級達成
	代替案	3級達成 (現状より大幅な改善)	現状より改善

2000年中間対策：緊急を要し、2000年までに実施可能な対策

2005年基本案：2005年までに環境基準を達成可能な対策

2005年代替案：経済性等を考慮した代替案

目標値（年平均：大気環境質基準の濃度上限値に相当）

基準レベル	SO ₂	SPM
2級基準	60 μg/m ³	55 μg/m ³
3級基準	100 μg/m ³	92 μg/m ³

(2) 目標排出総量

上記目標を達成するため、対象地域の大気汚染物質排出総量を、工場事業場と民生発生源を対象に総合的な対策を行うことにより、2005年に汚染物質排出総量を硫酸化物は2.99万(トン/年)、煤塵は年間2.08万(トン/年)とする。

また、中間目標年としての2000年に硫酸化物を4.93万(トン/年)、煤塵を2.4万(トン/年)とする。

表 7.9.1 硫黄酸化物の排出総量

単位：千t/年（削減率：％）

目標年	対策	工場事業場	民生	自動車	合計
現状（1994年）		69.2	7.7	0.03	76.9
将来（2000年）	中間案	45.8(64)	3.4(62)	0.04	49.3(64)
将来（2005年）	基本案	29.2(82)	0.6(94)	0.06	29.9(83)
	代替案	46.8(71)	1.8(83)	0.06	48.6(72)

表 7.9.2 煤塵の排出総量

単位：千t/年（削減率：％）

目標年	対策	工場事業場	民生	自動車	合計
現状（1994年）		27.6	0.8	-	28.4
将来（2000年）	中間案	23.4(34)	0.6(36)	-	24.0(34)
将来（2005年）	基本案	20.7(60)	0.1(90)	-	20.8(60)
	代替案	21.1(59)	0.3(72)	-	21.4(59)

7.9.2 総合対策計画

対策の内容は、直接削減に結びつくような技術的対策（ハード面）と、直接削減に結びつかないが間接的に削減に寄与する非技術的対策（ソフト面）とに分けて実施する。具体的な対策内容については、前者は図7.9.1に、後者は図7.9.2にまとめたとおりである。

また、柳州市発生源の大気環境と対策の実状に即した対策を、上述の対策方針のもとに各発生源に対し選定した主要対策及び発生源別対策は以下のとおりである。

(1) 主要対策

- ① 都市ガス化促進 : コークス炉（柳州鉄鋼）ガスの脱硫、増熱ガス、LPGの普及
- ② 燃料転換 : 市街地の中小規模ボイラーの石油使用、良質炭の導入
- ③ 排煙脱硫 : 柳州電廠ボイラー排煙の高効率脱硫
- ④ 設備改善 : 沸騰炉の循環流動層型への更新
- ⑤ NO₂ガスの脱硝 : 化肥廠のNO₂放出ガスのアルカリ液による吸収除去
- ⑥ 燃焼管理 : 低空気比燃焼による省エネルギー化
- ⑦ 工場移転 : 市街地内工場（亜鉛廠等）の郊外移転

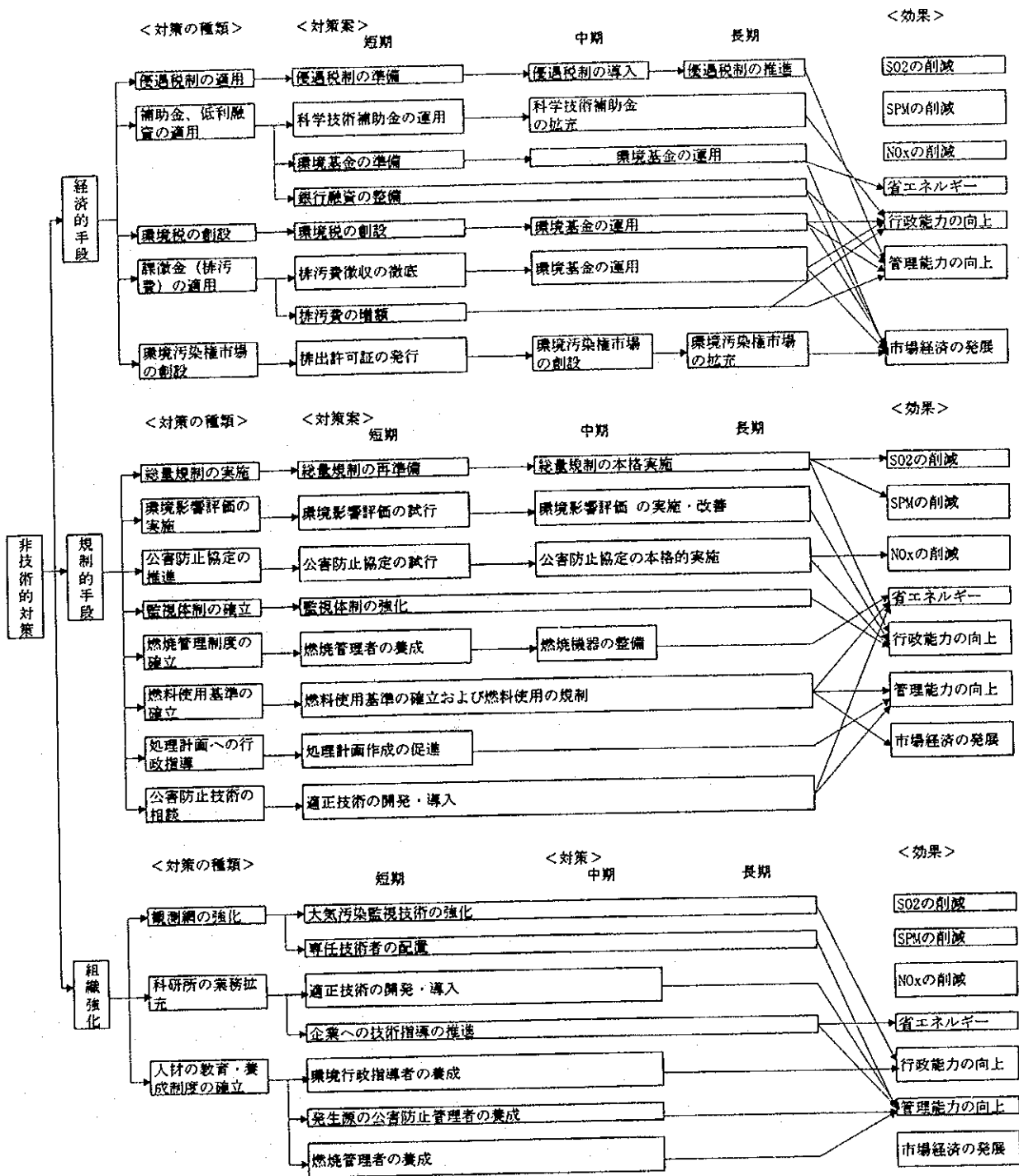


図 7.9.2 非技術的対策の概要

(2) 発生源規模別、目標年別対策

表 7.9.3 発生源規模別、目標年別対策

発生源	2000年までの対策	2005年までの対策(2000年対策の強化、追加), 代替案
主要工場	①沸騰炉などを循環流動層炉 ②集中供熱 ③コークス炉ガス脱硫 ④電力排煙脱硫(高効率排煙脱硫) ⑤除塵設備(ベンチュリー水膜式、電気式) ⑥硝酸プラント排ガスの脱硝 ⑦工場移転 ⑧燃焼管理	①良質炭、成型炭の利用 +②焙焼炉に排煙脱硫(石灰液洗浄法) *③電力排煙脱硫(簡易石灰石膏法) ④煤気炉、焼結炉に排煙脱硫(簡易石灰石膏法) ⑤沸騰炉の対策対象の拡大 ⑥転炉に高効率除塵
中小工場	①沸騰炉を循環流動層炉 ②集中供熱 ③工場移転 ④事業場燃料の石油系への転換促進 ⑤除塵設備(ベンチュリー水膜式) ⑥燃焼管理	①成型炭、LPGの使用 #②ガラス溶解炉に排煙脱硫(苛性ソーダ吸収法) #③一部のボイラーに排煙脱硫(同上) #④石灰焼成炉に水噴霧脱硫
民生	①第3期都市ガス供給計画 ②LPG供給基地 ③成型炭(脱硫剤混入)の普及	①都市ガス化促進 ②LPG基地の拡大 ③成型炭(脱硫剤混入)の普及

(注) 2005年代替案 + :一部の炉の脱硫を中止
* :脱硫方式を簡易型に変更
:2005年先に実施を延期

また、上記対策を確実なものにする為に、図 7.9.2に示すような規制的手段、経済的手段、環境保護関連組織及び監視体制の強化などの非技術的な対策などの他に、エネルギー対策(燃料転換の促進、燃料の改質、発生源対策新技術の開発)、工場立地条件の改善(開発区の整備、工場再配置、土地利用計画の見直し、新産業の開発、インフラの整備)などの条件整備が必要である。

(3) 目標達成見込み

本調査において、2000年、2005年基本案と代替案の対策による大気環境濃度を予測した結果、

2005年の基本対策案では、浮遊粒子状物質(SPM)は当初の目標を達成できず、3級基準を達成するに留まっているが、二酸化硫黄(SO₂)は2級基準を達成できる。

その他の「現状より大幅な改善」などの目標は達成の見込みである。

浮遊粒子状物質については、煤煙処理効率および対象施設の拡大などの対策のレベル向上、土壌起源物質割合の精度向上などの調査対策を実施していくことが必要である。

また、本調査における「2005年の目標達成見込み」は、現時点での既存資料、調査データに基づき10年先を予測した結果であることから、緊急対策の効果がでてくる2000年頃に大気環境濃度の確認を含めた「総合対策計画の見直し」を行うことにより、大気汚染改善を確実に実効していくことが大事である。

表 7.9.4 目標達成の見込み

目標年	対策	達成見込み	
		二酸化硫黄 (SO ₂)	浮遊粒子状物質 (SPM)
将来2000年	中間案	「現状より大幅な改善」達成	「現状より改善」達成
将来2005年	基本案 代替案	2級基準達成 3級基準達成	2級基準 未達成 ただし、3級基準達成 「現状より改善」達成 (3級基準達成)

7.9.3 実施時期

提案する対策の実施のタイミングについては緊急性、容易性、実施主体、費用、効果及び計画の成熟度等総合的に判断し、3期に分けて表 7.9.5のように実施するのが適当である。

表 7.9.5 対策の実施時期

対策種類	①2000年まで	②2005年まで	③2006年以降
非技術的対策	<ul style="list-style-type: none"> ・総量規制の実施 ・環境影響評価の実施 ・燃焼管理制度の確立 ・補助金、低利融資の適用 ・人材の教育、養成制度の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・優遇税制 ・環境税の創設 ・排污費の適用 ・環境汚染権市場の創設 ・公害防止協定の推進 ・監視体制の確立 ・燃料使用基準の確立 ・処理計画への行政指導 ・公害防止技術の相談 ・観測所の強化 ・研究所の業務拡大 ・工場立地条件の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・監視体制の強化
技術的対策	<ul style="list-style-type: none"> ・低硫黄炭への転換 ・都市ガス化の拡大 ・LPG利用の拡大 ・石油類の利用拡大 ・成型炭の導入 ・脱硫石膏の利用 ・発電所対策 ・鉄鋼工場対策 ・肥料工場対策 ・セメント工場対策 ・繊維工場対策 ・採石場対策 ・工場再配置の促進 	<ul style="list-style-type: none"> ・非鉄工場対策 ・窯業工場対策 ・洗炭法の導入 ・燃焼灰の利用 ・新鉱山の探査・開発 ・天然ガスの開発利用 ・油ガスによる増熱 ・道路の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ・新産業の開発 ・鉄道の整備 ・港湾の整備 ・空港の整備 ・無鉛揮発油の利用拡大 ・原油精製量の拡大

7.9.4 実施体制

対策計画の実施にあたり必要な行政側と企業側の双方の体制は、以下に示す体制について補強、または新設することにより、対策を実効あるものにする。

(1) 発生源監視体制と組織

- ・行政側：行政の組織体制 — 発生源監視、企業への技術指導・財政支援、公害防止協定の推進、その他の環境管理、調査研究、技術研究、環境統計の公開
- ・企業側：現場の管理体制 — 技術者の配置、機器の維持管理、技術者の養成、環境管理・測定、測定データの報告、公害防止協定の遵守

(2) 環境監視体制と組織

- ・環境汚染監視部門：大気汚染測定体制（測定・処理技術、報告）、技術者の養成
環境予測・評価技術者の養成
- ・環境汚染管理部門：法律の運用、制度支援、環境管理行政官の養成など

7.9.5 費用

本調査で提案するプロジェクトに関する硫黄酸化物の削減量と費用について検討したものを、表 7.9.6に示す。この結果によると、2000年に8億元、2005年までに11.4億元の設備費が必要である。また、代替案は基本案に比べ対策効果は低減するものの、設備費、運転費ともに大幅に低いものとなっている。

削減量当たりの対策費用（費用単価）は、2000年までの対策が最も高く、続いて2005年までの「基本案」の順で、2005年までの「代替案」が最も低くなっている。

これら対策のための資金については、柳州市が日本政府の円借款による資金援助計画に加え、独自に予算化を計画しており、少なくとも2000年までに実施することを提案している緊急対策のための資金調達が目途が立っている。さらに、2005年の目標に向け追加対策として実施しなくてはならない対策資金については、今後、柳州市および工場事業場の早急な予算化が必要である。

表 7.9.6 硫黄酸化物削減量と費用

2000年対策・発生源		SO ₂ 削減量	設備費	運転費	費用単価
工場・事業所	発電所	50,936	27,000	5,264	1,032
	製鉄所	0	0	0	0
		(959)	(30,150)	6,030	(62,878)
	集中供熱	16,104	23,982	5,050	3,136
	設備更新	8,711	709	396	455
	工場移転(*1)	299	122	26	870
	廃止	5,687	0	0	0
	その他対策(*2)	593	205	30	506
	(*3)		1,278	235	
民生	都市ガス・LPGの普及	3,170	0	0	0
	石灰石添加成型炭の普及	2,255	800	1,235	5,477
	石炭使用禁止地域の設定	0	0	0	0
合計	硫黄酸化物除去関係	87,755	52,818	12,001	1,368
	硫化水素除去関係	(959)	(30,150)	(6,030)	(62,878)
	窒素酸化物・ダスト除去関係		1,278	235	
	総計	88,714	84,246	18,266	

2005年対策・発生源(基本案)		SO ₂ 削減量	設備費	運転費	費用単価
工場・事業所	発電所	50,936	27,000	5,264	1,032
	製鉄所	14,113	13,953	2,991	2,119
		(959)	(30,150)	(6,030)	(62,878)
	集中供熱	21,802	23,982	5,050	2,316
	設備更新	14,056	1,259	523	372
	工場移転(*1)	3,721	1,014	253	680
	廃止	7,219	0	0	0
	その他対策(*2)	19,397	14,383	2,951	1,521
	(*3)		1,180	235	
民生	都市ガス・LPGの普及	3,270	0	0	0
	石灰石添加成型炭の普及	2,830	917	1,549	5,473
	石炭使用禁止地域の設定	3,609	0	0	0
合計	硫黄酸化物除去関係	140,953	82,508	18,581	1,318
	硫化水素除去関係	(959)	(30,150)	(6,030)	(62,878)
	窒素酸化物・ダスト除去関係		1,180	235	
	総計	141,912	113,838	24,847	

2005年対策・発生源(代替案)		SO ₂ 削減量	設備費	運転費	費用単価
工場・事業所	発電所	45,738	8,180	1,708	373
	製鉄所	10,549	8,919	1,925	1,825
		(959)	(30,150)	(6,030)	(62,878)
	集中供熱	21,802	23,982	5,050	2,316
	設備更新	13,418	1,259	523	390
	工場移転(*1)	3,058	751	197	644
	廃止	7,219	0	0	0
	その他対策(*2)	11,883	1,179	161	135
	(*3)		1,466	235	
民生	都市ガス・LPGの普及	3,270	0	0	0
	石灰石添加成型炭の普及	2,830	917	1,549	5,473
	石炭使用禁止地域の設定	2,494	0	0	0
合計	硫黄酸化物除去関係	122,261	45,187	11,113	909
	硫化水素除去関係	(959)	(30,150)	(6,030)	(62,878)
	窒素酸化物・ダスト除去関係		1,180	235	
	総計	123,220	76,803	17,378	

注) 主要工場には集中供熱、民生を含む。

設備費=万元

運転費=万元/年

年間費用=万元

費用単価=元/t

*1 移転に伴う設備更新等を含む。

*2 主として中小施設対策(燃料転換、燃焼管理、排ガス処理対策等)

*3 窒素酸化物・ダスト除去関係

() 硫化水素除去関係

おわりに

柳州市の大気汚染は、本調査によると二酸化硫黄、浮遊粒子状物質濃度の長時間濃度（年平均）だけではなく、短時間濃度（日平均値、1時間値）についても環境基準値の数倍の非常な高濃度が出現するなど相当に深刻であり、将来においても適切な対策が採れなければ更に深刻になることは容易に推察され、本調査においても現状の約1.5倍の濃度になると予測された。これに対して基本案として提案した対策を着実に実施し、また、その効果を継続監視して確認することにより、内陸型の重工業都市である本市においても、2000年に大気汚染の大幅な改善が為され、2005年には環境基準を達成することが出来るであろう。

本市では、本調査で提案した対策を市の酸性雨対策計画に取り込むと共に、調査の最終段階において市街地の事業場ボイラーの燃料転換、一部の工場移転など、市の指導の下に具体的な対策を始めており、また第4次円借款よび市独自の対策資金の準備も順調に進んでいることから、将来において大気汚染の改善が着実に為されることが見込まれる。

しかしながら、最終目標である2005年基本案を完全に実施するには、行政、技術、経済、エネルギー面において柳州市、自治区、国および工場事業場と市民の官民一体の努力無しには達成し得ないものである。

最後に、本調査では本格的に調査検討していないが、柳州市の産業経済は2005年以降も順調な発展が予想されることや、自動車社会への変革などを考えると、将来に向けて次に示すような課題について予め検討することが望まれる。

- エネルギー問題：石炭使用率の低減のための政策
設備更新による省エネルギーの推進
- 規制：工場排ガス規制の強化
自動車排出ガスの規制強化
- 対策技術：NO_x低減対策(工場、自動車)
公害防止産業の育成
- 都市計画：低公害型産業への転換および促進

Ⅲ。 広域酸性降下物モニタリング調査



III. 広域酸性降下物モニタリング調査

1. 調査概要

1.1 調査地点

広域酸性降下物モニタリング調査は、表1.1.1に示す柳州市、桂林市、梧州市及び广州市の4都市を対象に延べ16地点で1994年7月より1年間実施した。

測定地点の位置関係は、図1.1.1に示すとおりである。

表1.1.1 広域酸性降下物の採取地点

省・区	都市名	地点名
广西壮族自治区	柳州市	①柳州市環境監測站 ②第四人民病院 ③西鵝郷派出所 ④河西浄水場 ⑤魚峰区人民政府
	桂林市	⑥桂林通信電纜廠 ⑦龍隱路小学 ⑧桂林市環境監測站 ⑨第八中学 ⑩桂林市气象台
	梧州市	⑪梧州市環境監測站 ⑫旺浦中学
广东省	广州市	⑬广州市環境監測中心站 ⑭番禺市環境監測站 ⑮广州市黄埔区環境監測站 ⑯广州市白雲山摩星嶺

1.2 調査項目

調査項目は、表1.2.1に示すとおり、湿性・乾性別に採取された試料のうち湿性降下物及び乾性降下物の可溶性成分についてはpH、導電率及びイオン成分、また乾性降下物の不溶性成分については総重量を計量した。

表1.2.1 酸性降下物の調査項目

調査対象	調査項目		調査頻度	調査期間
湿性降下物	pH、導電率(EC)、降水量		降水日毎1日間	1年間
	イオン成分 (Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺)			
乾性降下物	可溶性	湿性降下物と同様	1回/月	
	不溶性	総重量		

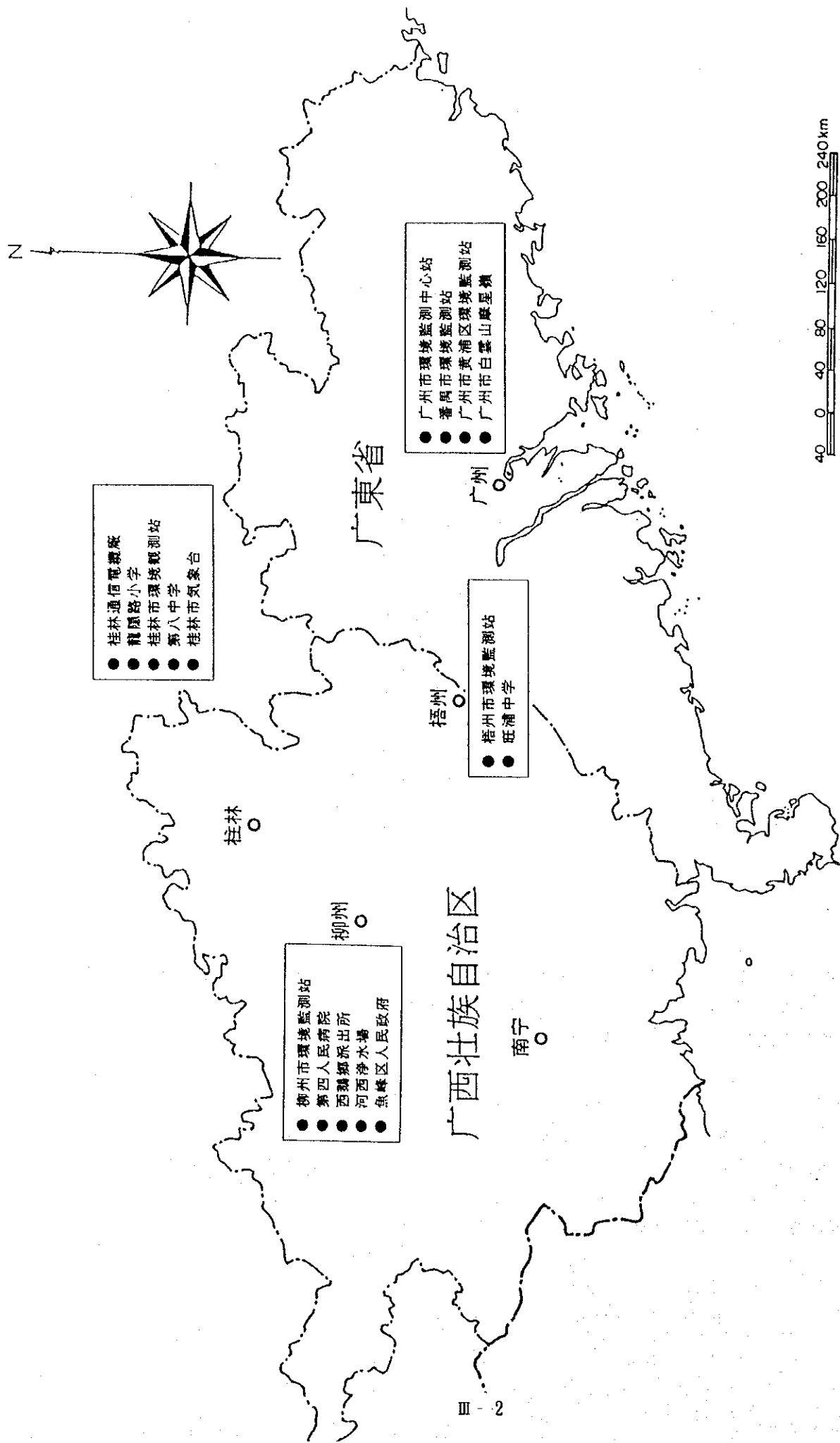


图1.1.1 広域酸性降水物モニタリングの調査地点

1.3 調査方法

1.3.1 採取方法

酸性降水物は、表1.3.1に示す方式の自動採取装置を用いて、降雨センサーの降雨判別により湿性・乾性別に採取した。降雨時は、降水量を測定すると同時に湿性降水物の1日分の試料を1サンプルボトルに入れ、採取装置内蔵の冷蔵庫で4℃にて保存した。日降水量が30mmを超過した場合はオーバーフロー分として一週間分を別の貯水タンクに捕集し、同様に冷蔵保存した。これらの湿性試料は週1回の頻度で回収し、各市の環境監視（中心）站においてpH、導電率及びイオン成分を測定・分析した。

また、非降雨時は、ダストジャー型採取容器に乾性降水物を採取し、月1回の頻度で回収し、測定・分析した。

表1.3.1 酸性降水物の採取装置

採取方式	型式	製造会社
湿性・乾性分別式自動採取装置	DRS-800型	電気化学計器（株）

1.3.2 分析方法

湿性及び乾性試料の可溶性成分については、試料回収後に分取し、一部は濾過してイオンクロマトグラフによるイオン成分の分析に、一部はpHや導電率の測定に用いた。

また乾性試料の不溶性成分については、乾燥（105℃で1時間）後に総重量を秤量した。なお、降水量の少ないときの湿性試料については、必要試料量の関係から、pH及び導電率のみを分析した。

分析に用いた機器は、表1.3.2に示すとおりである。

表1.3.2 酸性降水物の分析機器

分析項目	分析機器
pH	pH計 HM-30V型 東亜電波（株）製
導電率	導電率計 CM-30S型 東亜電波（株）製
イオン成分	イオンクロマトグラフ DX-100型 DIONEX Co.,Ltd. 製

1.4 技術移転

本調査は、广西壮族自治区の柳州市、桂林市、梧州市及び广东省の广州市を含む2省4市の広域にわたっているため、同一手法による精度の高い採取・分析が求められている。本格調査団では、調査の準備段階から装置の設置、試料の採取及び分析についてカウンターパートに技術移転を行うとともに、調査期間中、合計7回にわたる現地巡回により試料の採取と分析及びそれに係るデータの品質管理について技術移転を行った。

これにより、各市では酸性降下物の採取・分析技術に加えて、データスクリーニングによる精度管理・保証が実践的に行われており、国際的に評価されるデータを提供できるモニタリング体制が確立されたと考えられる。今後、このモニタリング体制を継続していくことによって、中国における酸性降下物モニタリングネットワークの核になると期待される。

2. 調査結果

2.1 データのスクリーニング

4都市で採取、分析した酸性降下物モニタリングのデータは、週報及び月報の形で整理された後、本格調査団に送付され、日中双方によるデータの確認が行われた。調査団側では、さらにデータの品質を確保するために東アジア酸性雨モニタリングネットワークに関する専門家会合で検討されたガイドライン（ドラフト）に基づき、イオンバランスの検討及び導電率の計算値と実測値の比較により、異常値の有無を確認し、データの信頼性を高めることに努めた。

データのスクリーニングに当たっては、分析試料量が少ないこと等によりイオン成分の何れかに欠測がある場合は当該データを処理対象から外した。またイオン濃度の単位を当量（当量とは、酸、塩基及び塩の化学当量のこと、1モルのH⁺と反応する物質の相当量）濃度で表示した。

各イオン成分の当量（重量）及び導電率の算出に用いる極限当量導電率は、表2.1.1に示すとおりである。

この報告書で扱ったデータは1994年7月から1995年6月の湿性降下物のデータである。

表2.1.1 イオン成分の当量重量及び極限当量導電率

	H ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
当量重量 (g)	1.00	35.45	62.01	48.03	22.97	39.10	18.04	20.04	12.15
極限当量導電率(S・cm ² /eq)	349.80	76.35	71.46	80.02	50.10	73.50	73.55	59.50	53.50

2.1.1 スクリーニングの方法

(1) イオンバランスによる検討

酸性降下物のイオン成分が、先に示した主要イオンで構成され、しかも採集・分析に大きな誤差がないとすれば、陰イオンと陽イオンのそれぞれの濃度合計値はバランスし、その比率は1に近い数字となるはずである。図2.1.1に示した全16測定地点における全陰イオン濃度と全陽イオン濃度の相関図をみると、一部の測定地点を除けばイオン間の相関関係は概ね良好である。ただし、柳州市環境監視站においてはデータのバラツキが大きいことに加え、陰イオンが陽イオンより大きい傾向がみられる。

(2) 導電率の計算値と実測値の関係

各測定地点における導電率の計算値は、実測イオン濃度を用いて次式より求めた。各イオンの極限当量導電率は、前述した表2.1.1のとおりである。

$$\text{計算導電率(EC)} = \sum_{i=1}^9 \lambda_i \cdot C_i$$

- λ_i : 極限当量導電率 ($S \cdot cm^2 / eq$)
 C_i : 当量濃度 ($\mu eq / L$)
 i : 成分

実測導電率と計算導電率の相関関係を図2.1.2に示した。柳州市と广州市の一部の地点でバラツキがやや大きい以外は概ね良好な関係であった。また柳州市ではイオンバランスに比べて導電率のバラツキが比較的小さい。これは導電率の値に大きいウェートを占める水素イオンの濃度が比較的正確に測られているためと考えられる。

2.1.2 スクリーニングの結果

東アジア酸性雨モニタリングガイドラインでは、「試料中のイオン濃度に関して全陽イオンと全陰イオンの濃度比(C/A比)、及び実測導電率と計算導電率の比が0.8~1.2の範囲を外れるサンプルについては再検討すべきである」という考えが検討されている。主要イオンの測定データが完備しているサンプルについて上記の基準を適用した場合、表2.1.2に示すとおり65%のサンプルがスクリーニングされてしまう。この原因は、自動測定器の初期不良、未測定イオンの影響、導電率及びイオン濃度が低いことによる測定誤差、及び冬期の低温分析などによるものと思われる。

表2.1.2 湿性降下物測定データの地点別状況(東アジア酸性雨対応基準)

対象期間：1994年7月～1995年6月

測定地点	試料サンプル						オーハーフローサンプル					
	合計	+	A	B	C	○ (%)	合計	+	A	B	C	○ (%)
① 柳州市環境監測站	85	22	38	17	13	21(25)	7	0	3	2	1	3(43)
② 第四人民病院	120	36	66	40	37	32(27)	7	0	4	2	2	3(43)
③ 西歸郷派出所	55	23	17	6	6	15(27)	4	1	3	1	1	0(0)
④ 河西淨水場	130	29	45	13	11	27(26)	7	2	4	0	0	1(14)
⑤ 魚峰区人民政府	74	27	26	11	10	20(27)	9	4	2	0	0	3(33)
⑥ 桂林通信電纜廠	141	37	50	9	8	53(38)	9	0	4	2	1	4(44)
⑦ 龍隱路小学	153	41	46	4	4	66(43)	11	0	5	0	0	6(55)
⑧ 桂林市環境監測站	147	52	42	5	4	52(35)	12	2	4	1	0	5(42)
⑨ 第八中学	131	44	32	4	3	54(41)	7	2	2	1	1	3(43)
⑩ 桂林市气象台	134	44	44	11	10	45(34)	8	1	3	1	0	3(38)
⑪ 梧州市環境監測站	103	36	32	7	5	33(32)	7	2	4	3	3	1(14)
⑫ 旺甫中学	60	15	26	13	9	15(25)	4	1	3	1	1	0(0)
⑬ 广州市環境監測中心站	92	3	19	23	2	49(53)	9	1	2	2	1	5(56)
⑭ 番禺市環境監測站	84	2	36	44	18	20(24)	9	2	3	2	1	2(22)
⑮ 广州市黄埔区環境監測站	79	2	24	13	6	46(58)	4	1	1	1	0	1(25)
⑯ 广州市白雲山摩星嶺	75	5	15	15	4	44(59)	8	1	5	2	1	1(13)
合計	1636	418	558	235	150	592(36)	122	21	52	21	13	41(34)

- (注) 1. + : イオン成分に欠測がある。
 A : $0.8 \leq \text{陽イオン}/\text{陰イオン} \leq 1.2$ の範囲を超えたサンプル。
 B : $0.8 \leq \text{計算導電率}/\text{実測導電率} \leq 1.2$ の範囲を超えたサンプル。
 C : AかつBであるケース。 ○ : A、B、C以外のサンプル。
 但し、A、B、C、○は、イオン成分が完備しているサンプルを対象とした。

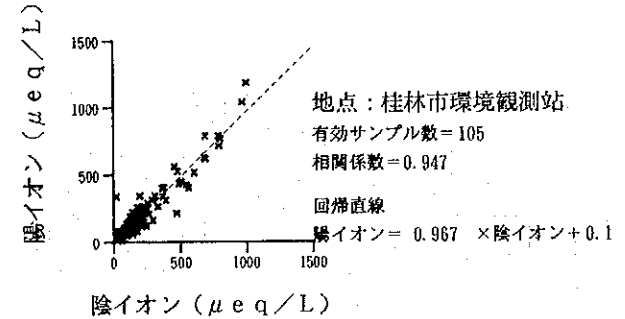
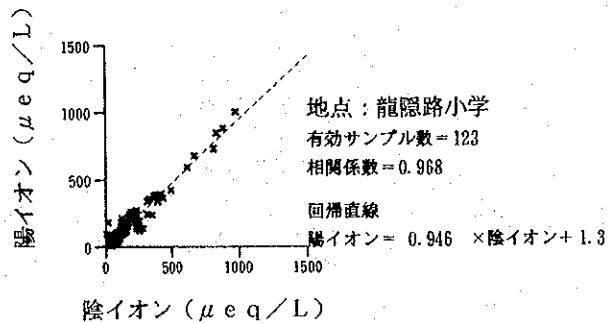
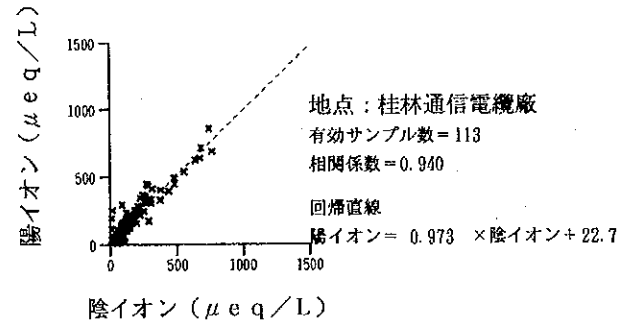
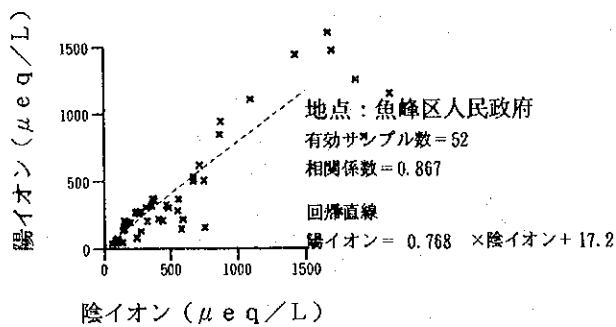
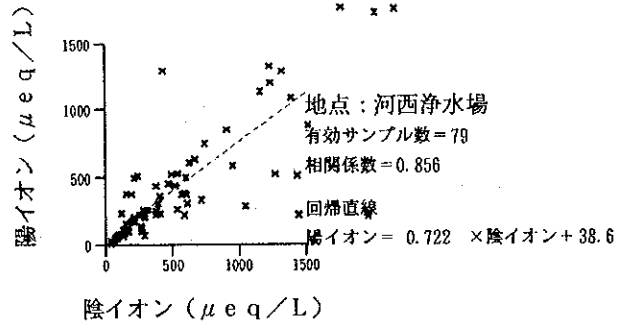
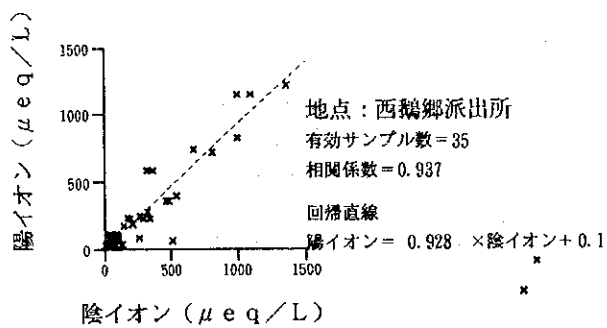
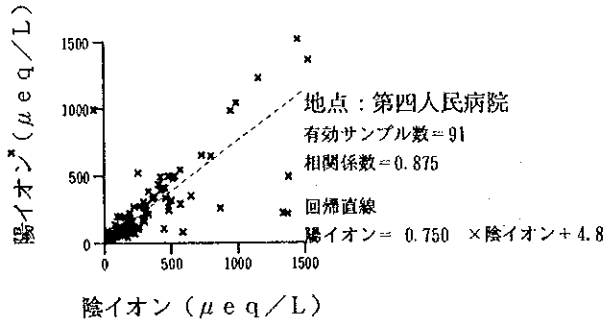
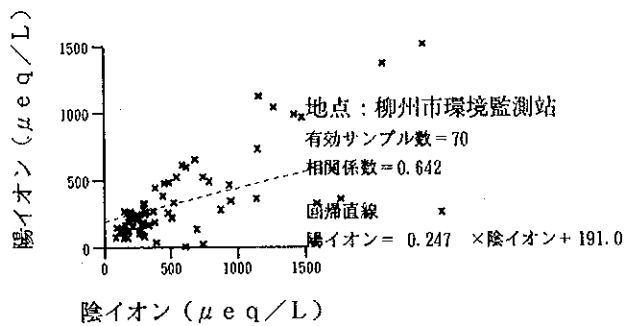


図2.1.1 全陰イオン濃度と全陽イオン濃度の相関関係(データスクリーニング前)

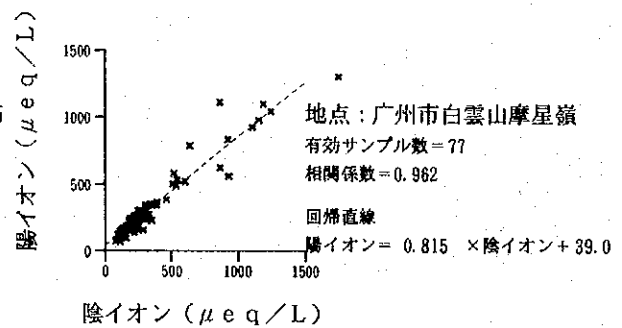
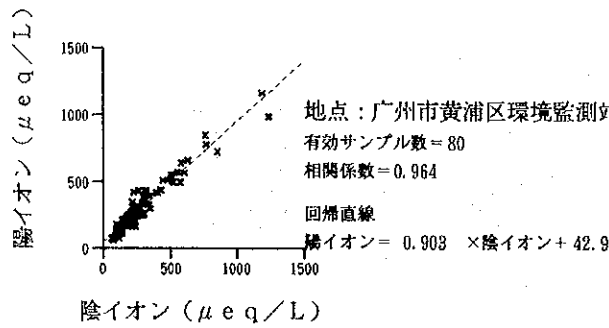
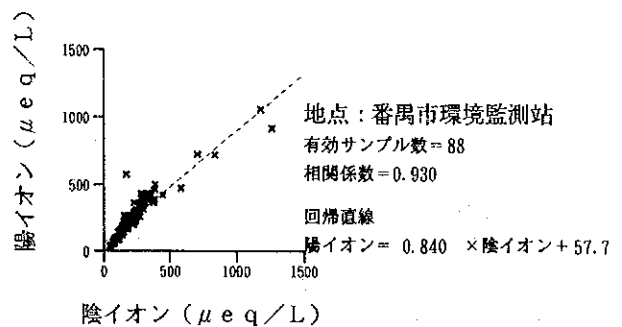
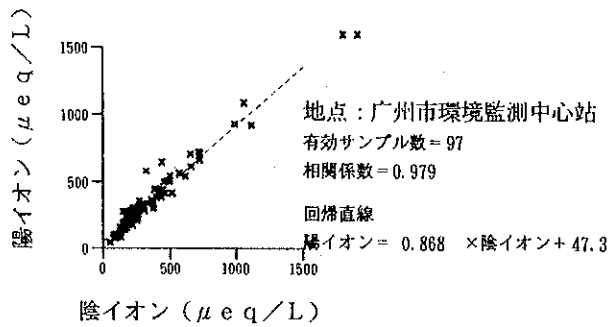
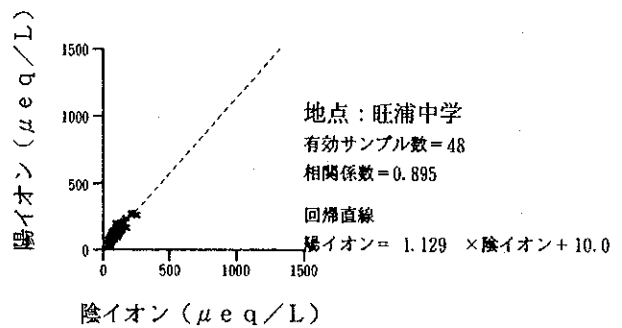
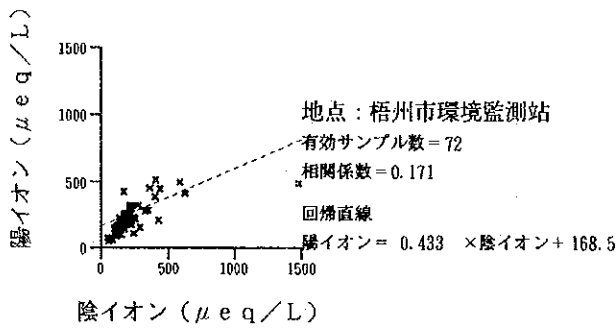
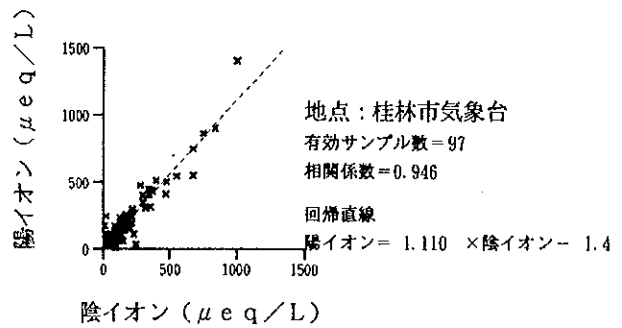
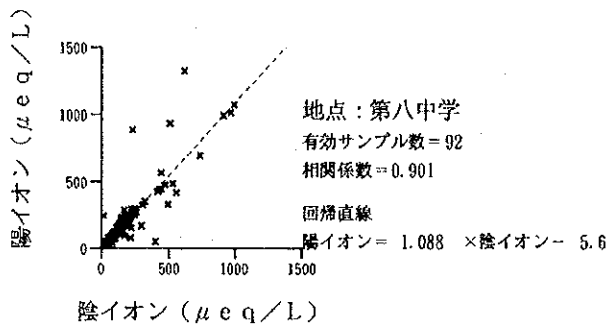


図2.1.1 全陰イオン濃度と全陽イオンの相関関係(データスクリーニング前、続き)

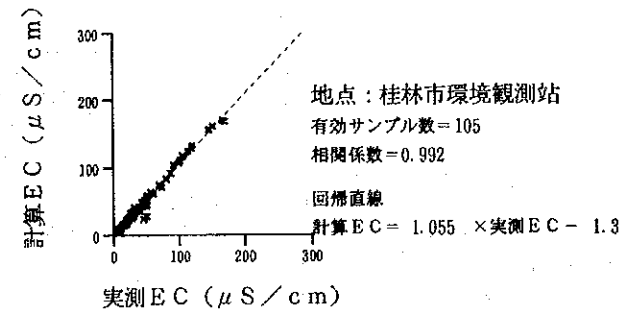
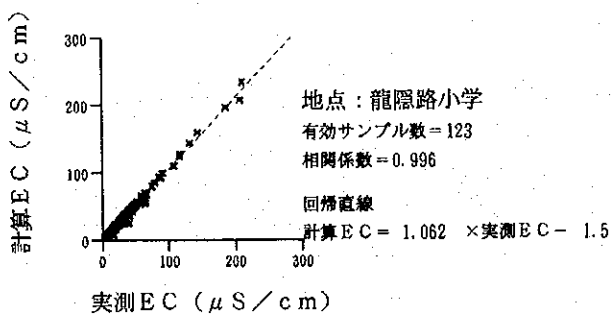
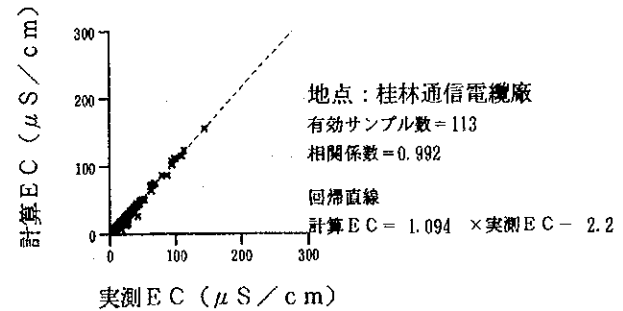
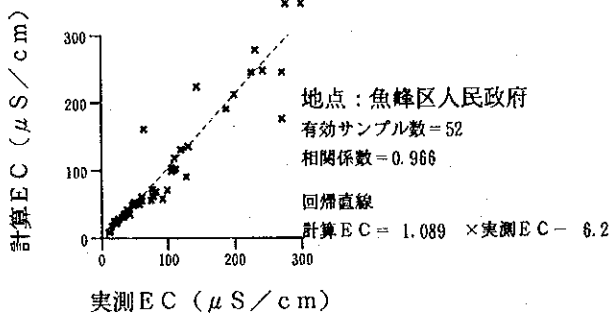
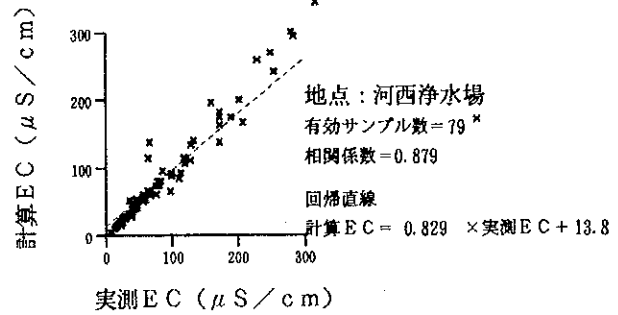
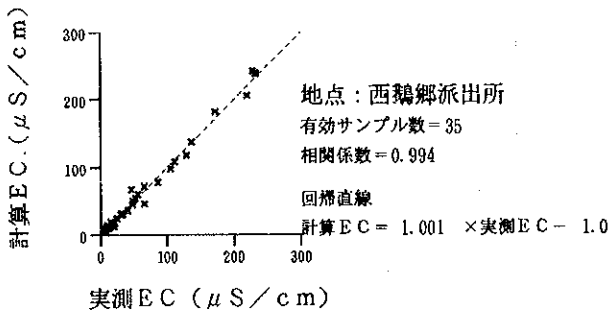
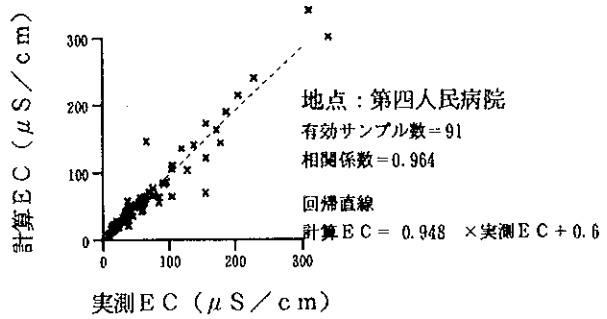
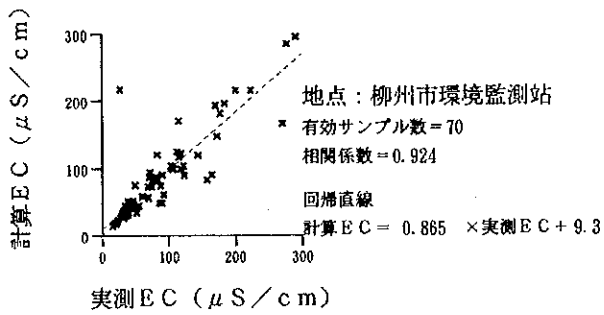


図2.1.2 実測導電率と計算導電率の相関関係(データスクリーニング前)

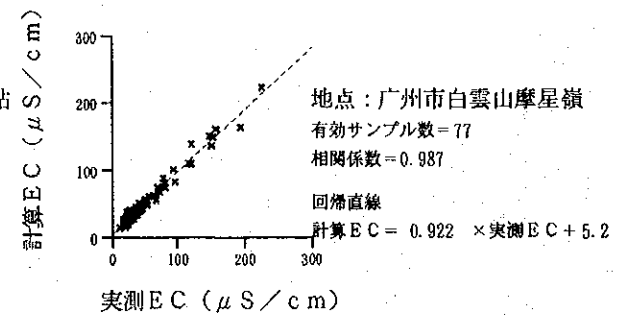
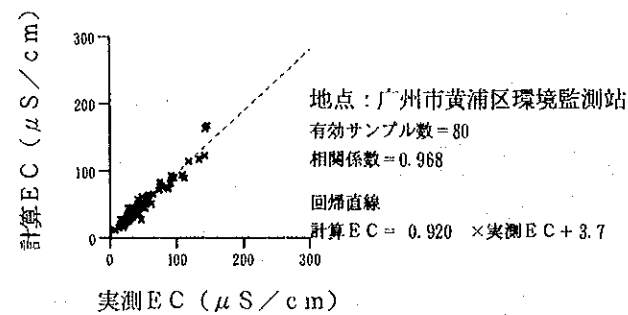
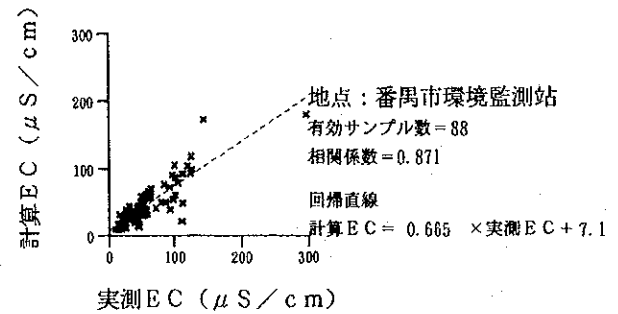
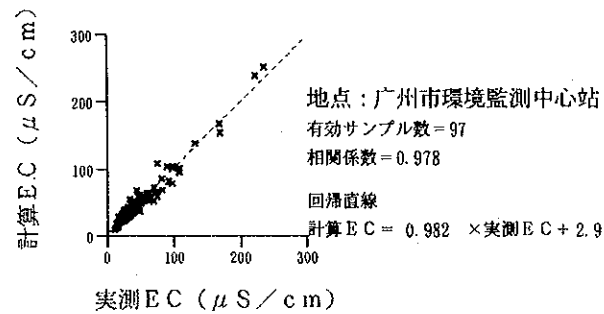
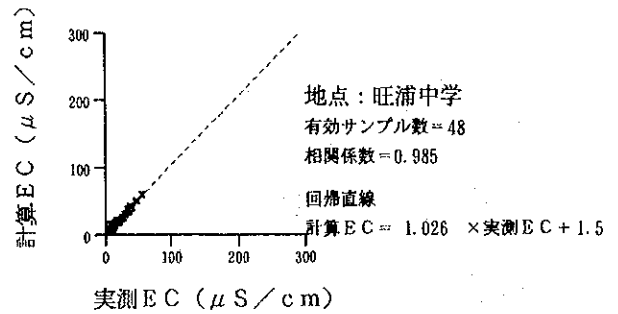
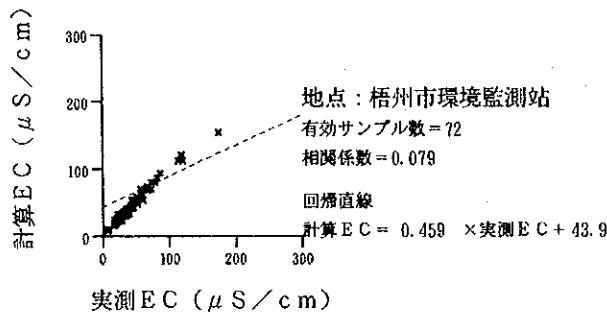
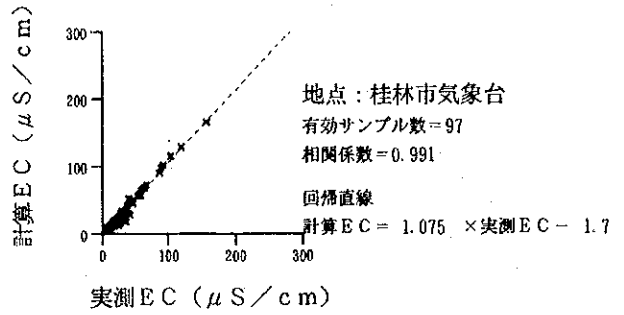
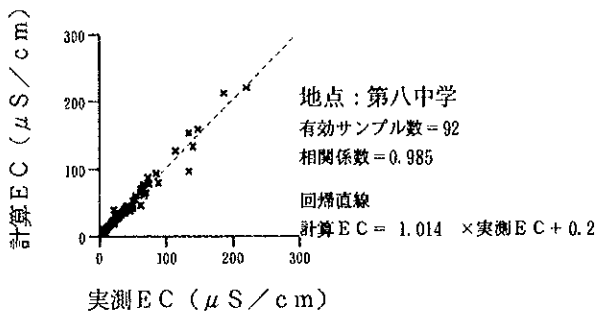


図2.1.2 実測導電率と計算導電率の相関関係(データスクリーニング前、続き)

前述の基準はデータを棄却するためのものではなく、むしろデータの精度管理及び精度保証のためのものである。本調査では、イオンバランス及び導電率バランスが大きく外れた、明らかに異常なサンプルについては除去するものの、広域酸性降下物モニタリングの主旨を外さない範囲内で有効測定データを確保する採用基準を表2.1.3のとおり設定した。これにより異常サンプルの大部分を除去すると共に、有効なサンプルを確保することが期待できる。この基準に該当しないデータについては、期間中の平均濃度及び降下量の計算から除外した。

スクリーニング後の結果をみると、表2.1.4に示すとおり平均で65%の有効測定値を確保することができた。

表2.1.3 酸性降下物に係る測定データの採用基準

	採用基準
①イオンバランス基準	$0.5 \leq C/A \leq 2.0$
②導電率バランス基準	$0.5 \leq EC(\text{計})/EC(\text{観}) \leq 2.0$

(注) C/Aは、陽イオン/陰イオンの濃度比、
EC(計)/EC(観)は、導電率の計算値/実測値の比を示す。

表2.1.4 湿性降下物地点別測定データの状況(本調査採用基準)

対象期間：1994年7月～1995年6月

測定地点	試料サンプル						オーバーフローサンプル					
	合計	+	A	B	C	○ (%)	合計	+	A	B	C	○ (%)
①柳州市環境監測站	85	22	19	1	1	44(52)	7	0	1	0	0	6(86)
②第四人民病院	120	36	34	19	18	66(55)	7	0	1	0	0	6(86)
③西陂鄉派出所	55	23	5	1	1	27(49)	4	1	1	0	0	2(50)
④河西淨水場	103	29	17	2	2	57(55)	7	2	0	0	0	5(71)
⑤魚峰区人民政府	74	27	9	1	1	38(51)	9	4	1	0	0	4(44)
⑥桂林通信電機廠	141	37	11	2	2	93(66)	9	0	1	0	0	8(89)
⑦龍隱路小学	153	41	13	1	1	99(65)	11	0	2	0	0	9(82)
⑧桂林市環境監測站	147	52	11	0	0	84(57)	12	2	0	0	0	10(83)
⑨第八中学	131	44	6	0	0	81(62)	7	2	0	0	0	5(71)
⑩桂林市气象台	134	44	10	0	0	80(60)	8	1	1	0	0	6(75)
⑪梧州市環境監測站	103	36	5	1	1	62(60)	7	2	0	0	0	5(71)
⑫旺涌中学	60	15	4	2	1	40(67)	4	1	0	0	0	3(75)
⑬广州市環境監測中心站	92	3	0	0	0	89(98)	9	1	0	0	0	8(89)
⑭番禺市環境監測站	84	2	1	5	1	77(92)	9	3	0	1	0	5(56)
⑮广州市黄埔区環境監測站	79	2	0	0	0	77(97)	4	1	0	0	0	3(75)
⑯广州市白雲山摩崖	75	5	0	0	0	70(93)	8	1	0	0	0	7(88)
合計	1636	418	145	35	29	1084(65)	122	21	8	1	0	92(75)

(注) 1. + : イオン成分に欠測がある。
 A : $0.5 \leq \text{陽イオン}/\text{陰イオン} \leq 2.0$ の範囲を超えたサンプル。
 B : $0.5 \leq \text{計算導電率}/\text{実測導電率} \leq 2.0$ の範囲を超えたサンプル。
 C : AかつBであるケース。
 ○ : A、B、C以外のサンプル。
 但し、A、B、C、○は、イオン成分が完備しているサンプルを対象とした。