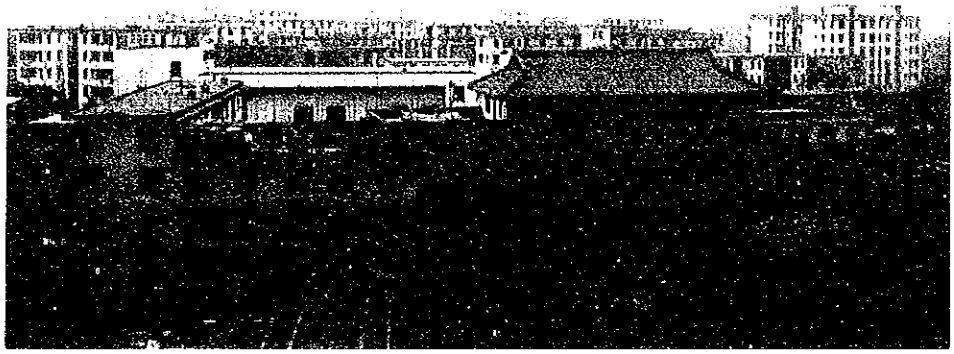


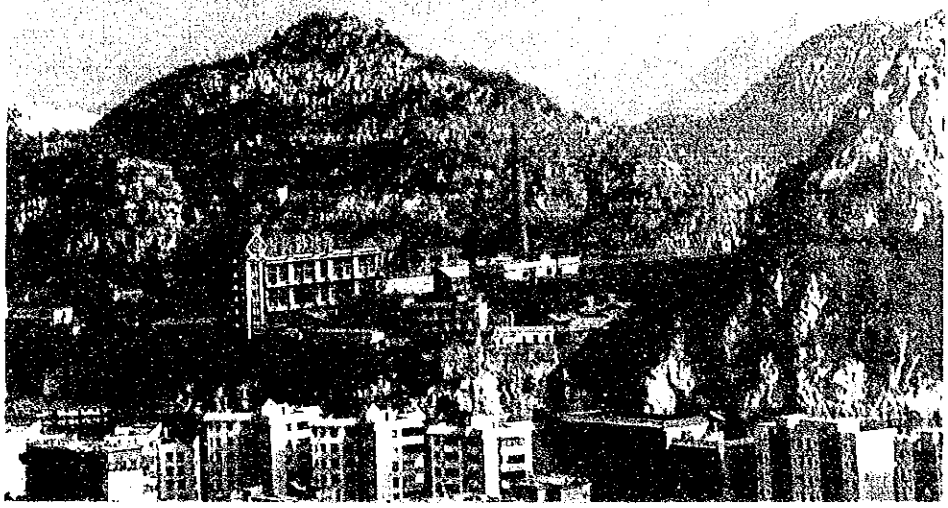
市南部の汚染状況

中央の家並の向うにかすかに見えるのが馬鞍山で、

撮影地点からの距離は約２kmである。

市の北東部の汚染状況

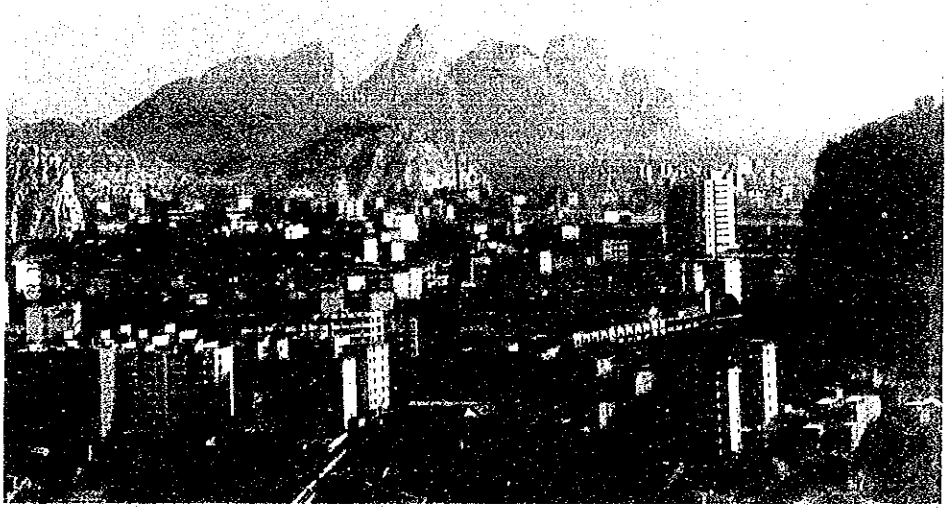
逆転層が生成し、山麓付近の大気拡散を防げている。



柳州市第三化工廠

この地域は、柳江の南東部に位置し、石灰岩の孤峰が林立している。

この孤峰群のわずかな平地に工場が立地している。



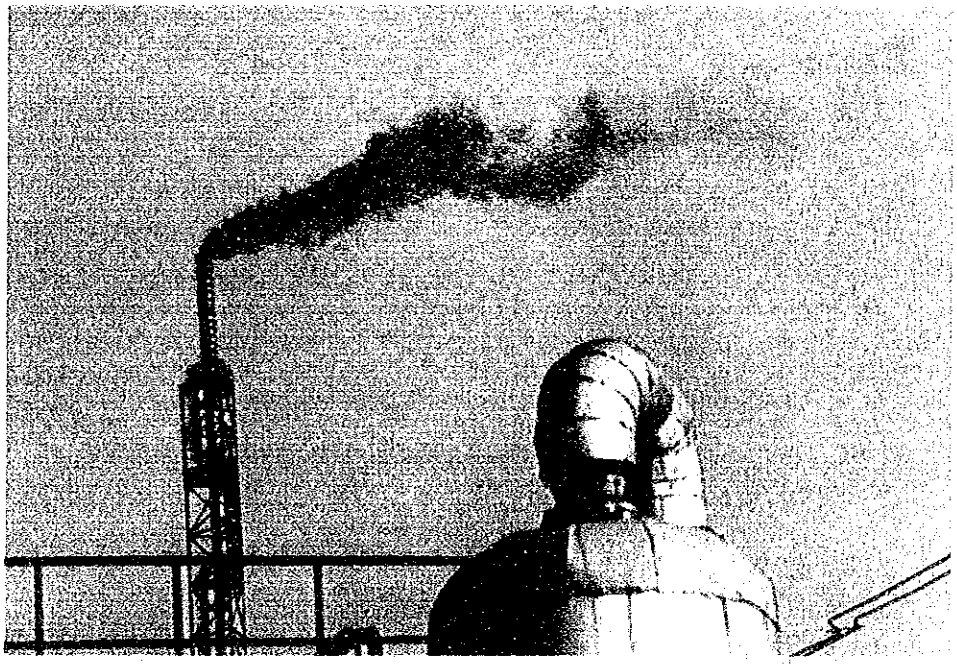
孤峰の山麓に化学・機械・電気機器・車両・冶金、

タバコ等の工場が密集している。

複雑な地形に立地する柳州市の固定発生源

地上高100mから排出されるガス

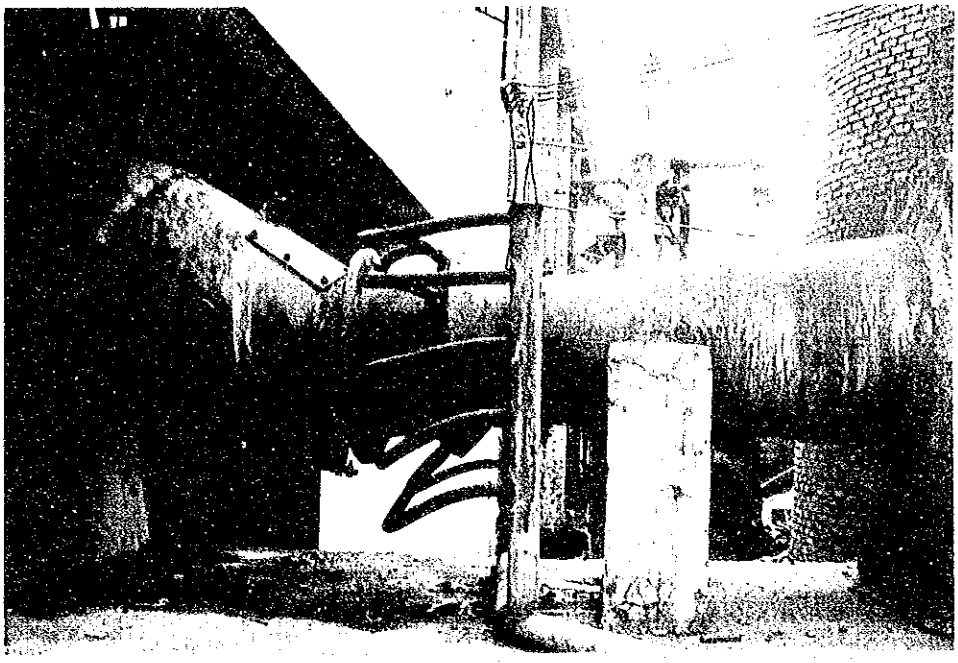
気象状況によっては、深刻な影響を与える可能性がある。



プロセスから排出される窒素酸化物のガス

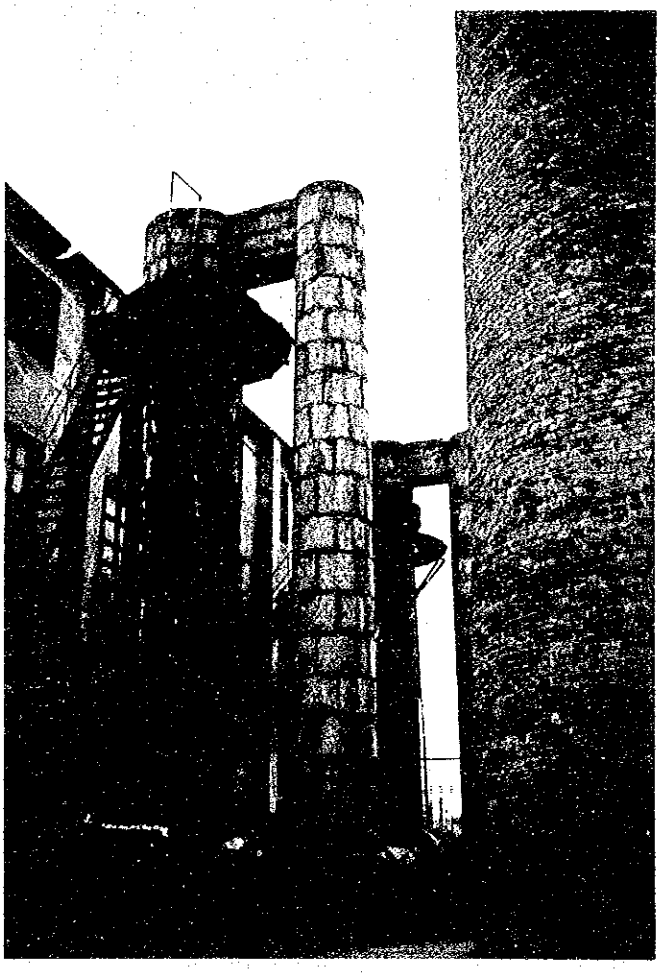
既存の煙突60mを100mに嵩上げした。

柳州化肥廠の高濃度NO_2の排ガス



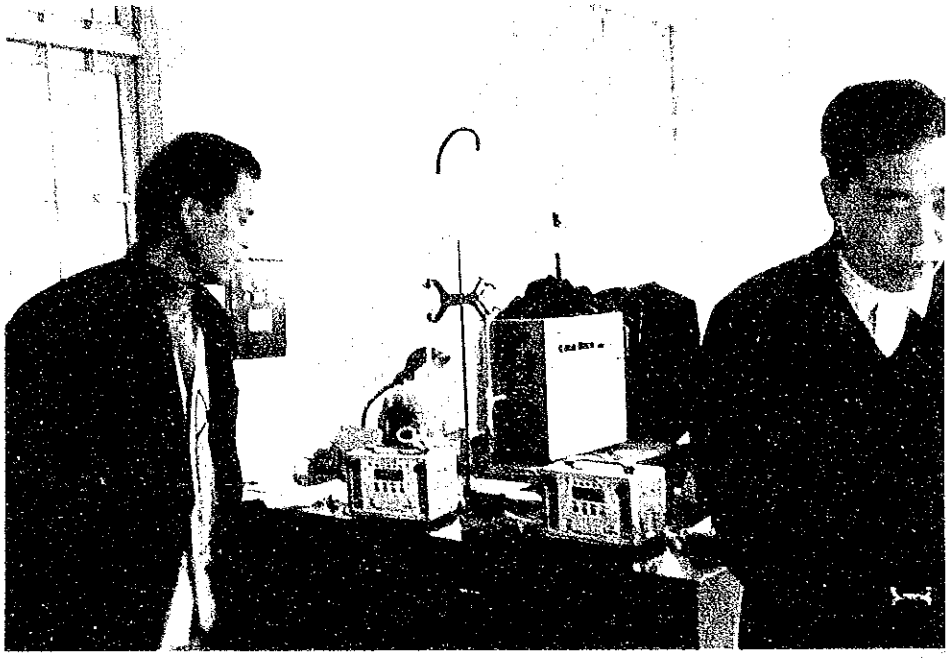
ベンチュリスクラバー

排ガスは左からベンチュリー部に入り、水洗されて水膜除じん器へ導かれる。
処理水と排ガスの比は0.3－1.5ℓ／㎥で、他の洗浄集じん装置に比し、
処理水量は少ない。50％分離限界粒子径は0.1μｍである。



花崗岩で構成された水膜除じん器
左側の太い塔が除じん器で、
処理水は頂上付近のドーナッツ状の
水盤から塔内へ落下する。
排ガスは、処理塔の下部から
接線方向に入り、旋回しながら
水洗され、右側の付属塔を通り、
煙突へ誘引される。

中国で使用されている排煙処理装置（10ｔ／ｈ流動床ボイラ用）

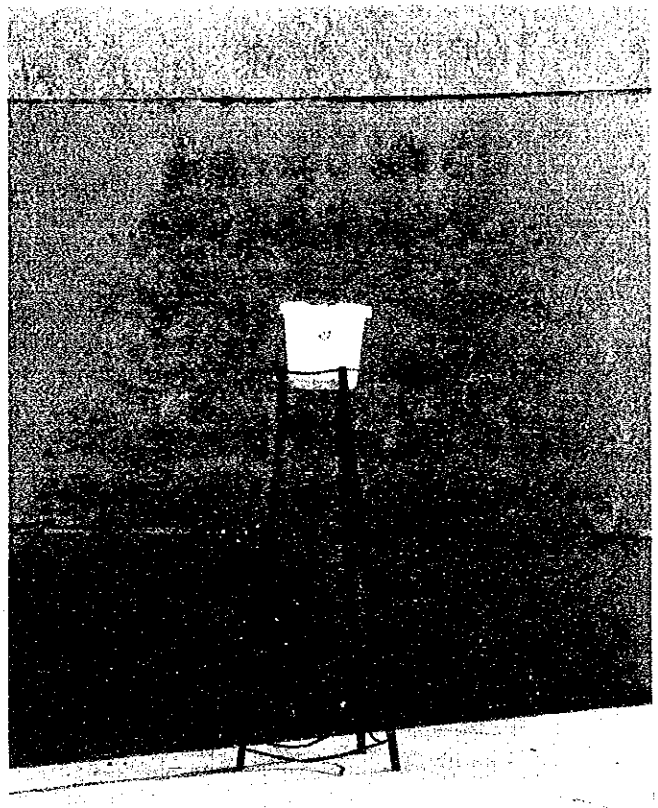


大気サンプラー

このサンプラーは中国製で、２成分（SO_2、NO_2）のサンプリングができる。

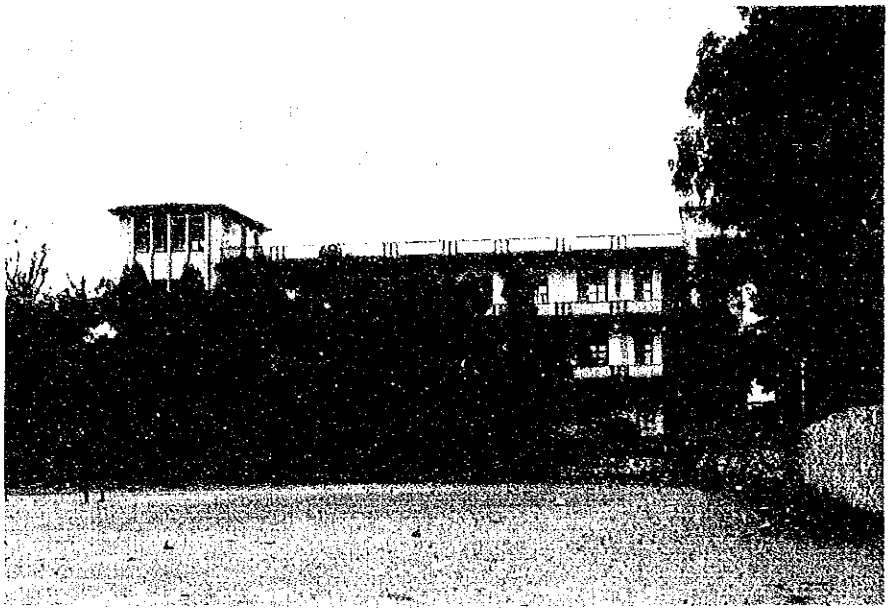
中央に見えるセッケン膜流量計でサンプラーの流量校正をしている所。

現在、環保局は32台のサンプラーを所有している。

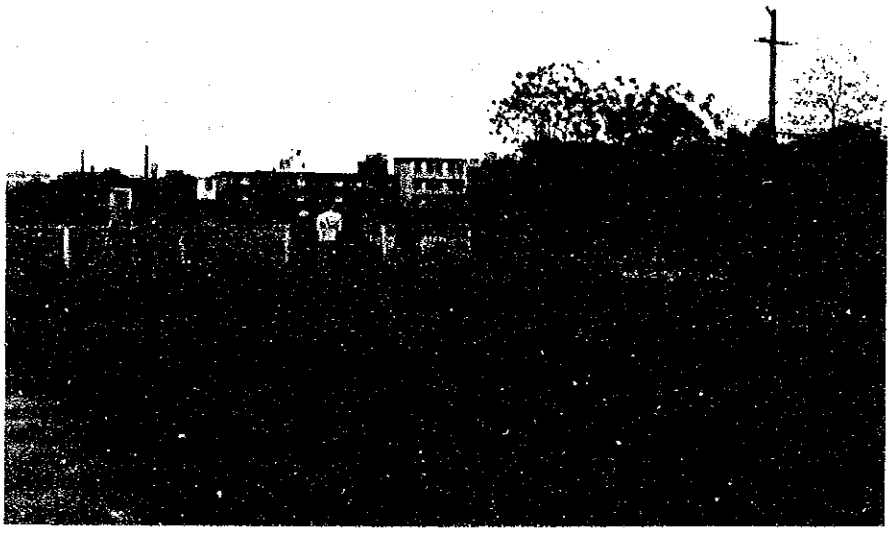


環境監視センターの屋上に設置された雨水サンプラー

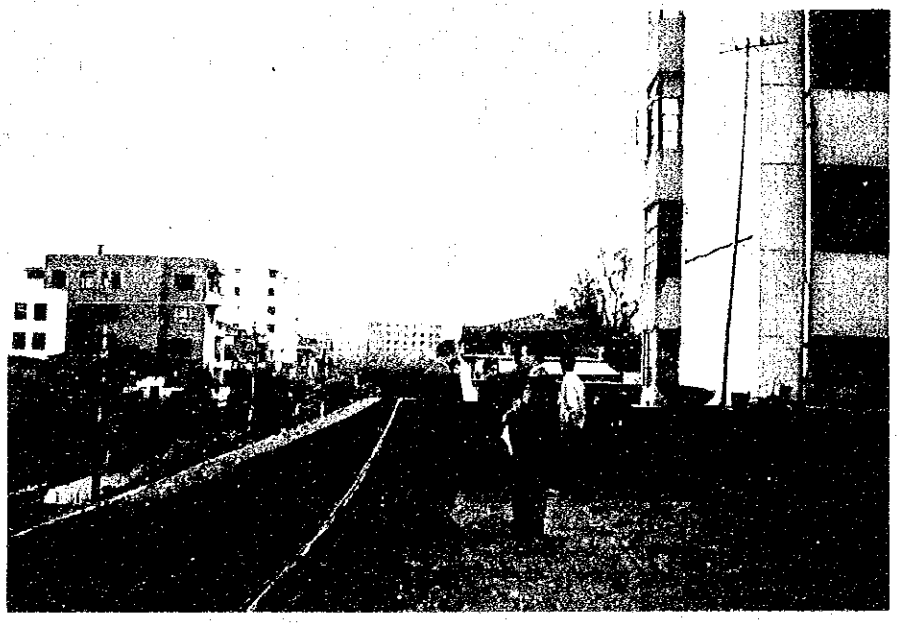
柳州市環保局の大気汚染及び酸性雨モニター



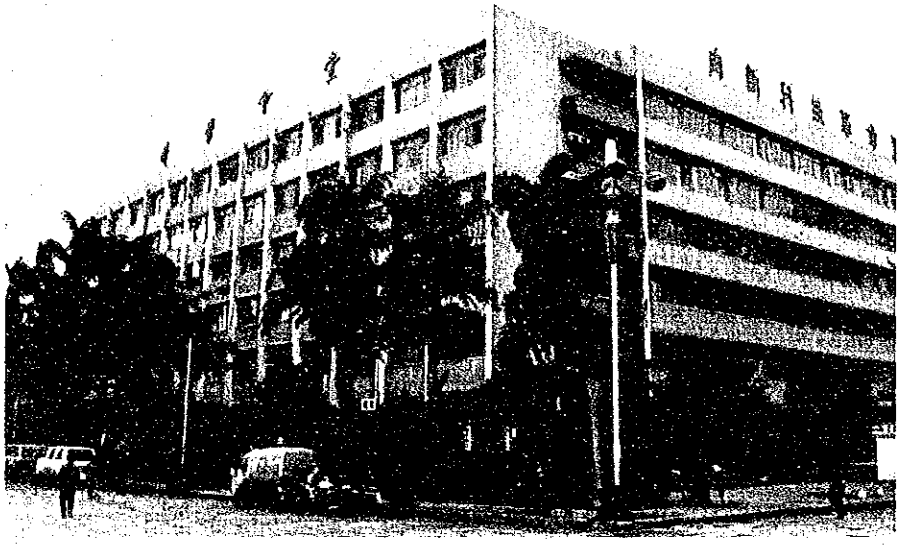
ＮＯ．１地点　第９中学
第９中学の実験棟の４階に
設置する。風向風速計は、
屋上（４階）に７ｍの
ポールを建て、設置する。



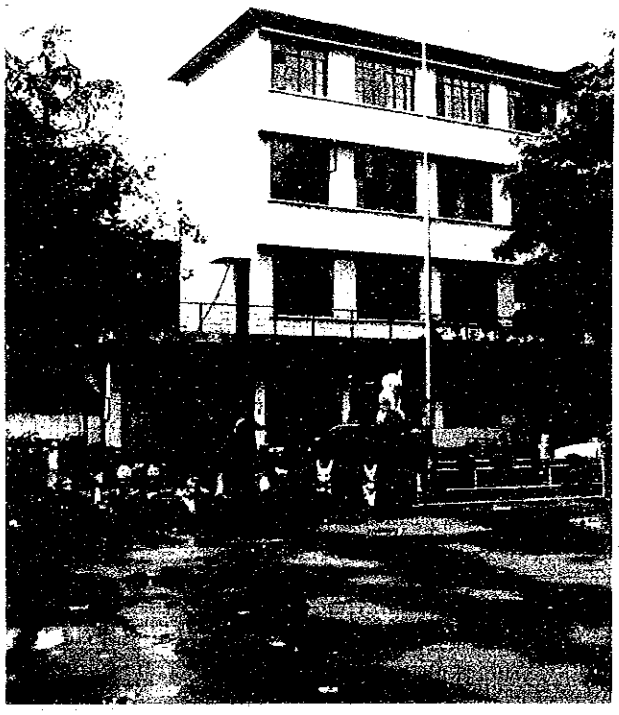
ＮＯ．２地点　気象台
気象台の露場の一角に
コンテナを設置する。
風向風速計も同様に露場に
10ｍのポールを建て、
設置する。



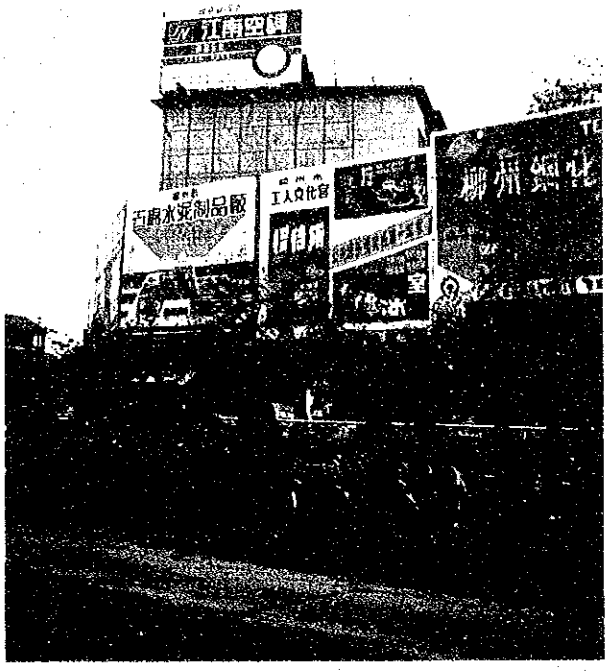
ＮＯ．３地点　環保局
環保局３階（屋上）に
コンテナを設置する。
風向風速計は屋上（８階）に
７ｍのポールを建て、
設置する。



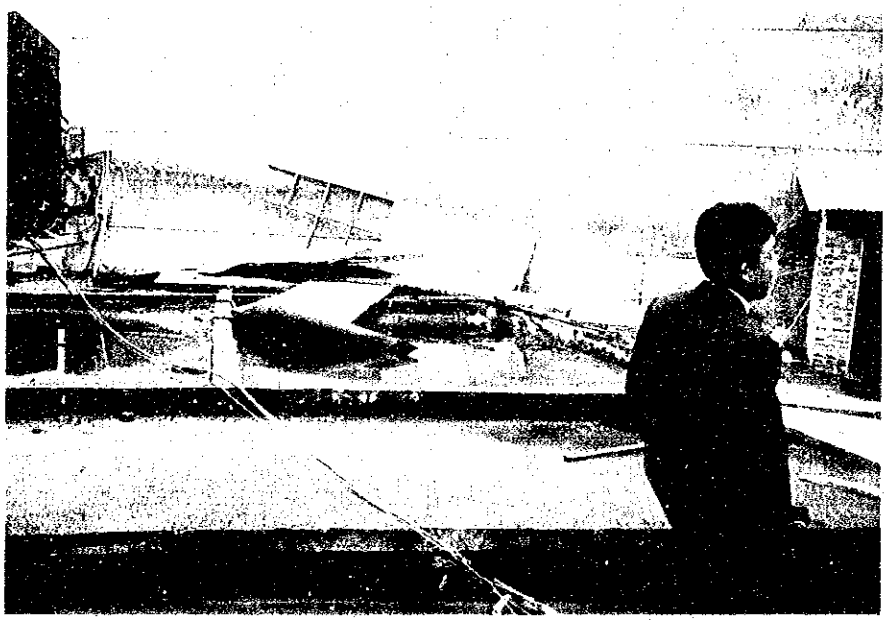
ＮＯ．４地点　科学技術委員会
科技委の北東角の部屋
（３～４階）に設置する。
風向風速計は、屋上の
中央付近に７ｍのポールを建て、
設置する。



ＮＯ．５地点　幼稚園
北側の園舎の２階屋上部分に
コンテナを設置する。
風向風速計は、
屋上（５階）に７ｍの
ポールを建て、設置する。



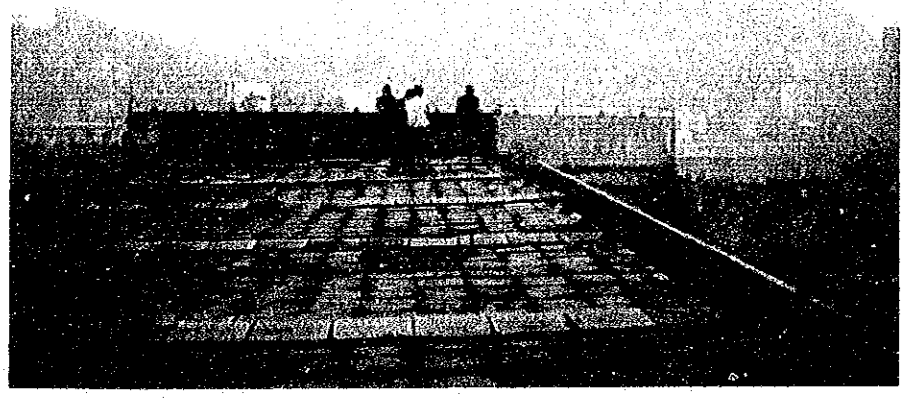
ＮＯ．６地点　工人文化宮
文化宮北側の商店の屋上に
コンテナを設置する。
（写真の看板の裏側）
風向風速計は、
４階建ての屋上部分に
７ｍのポールを建て、
設置する。
（屋上部分は若干傾斜が
あるので要注意である。）
自排局として位置付けするため、
大気吸引口は交差点側へ出す。

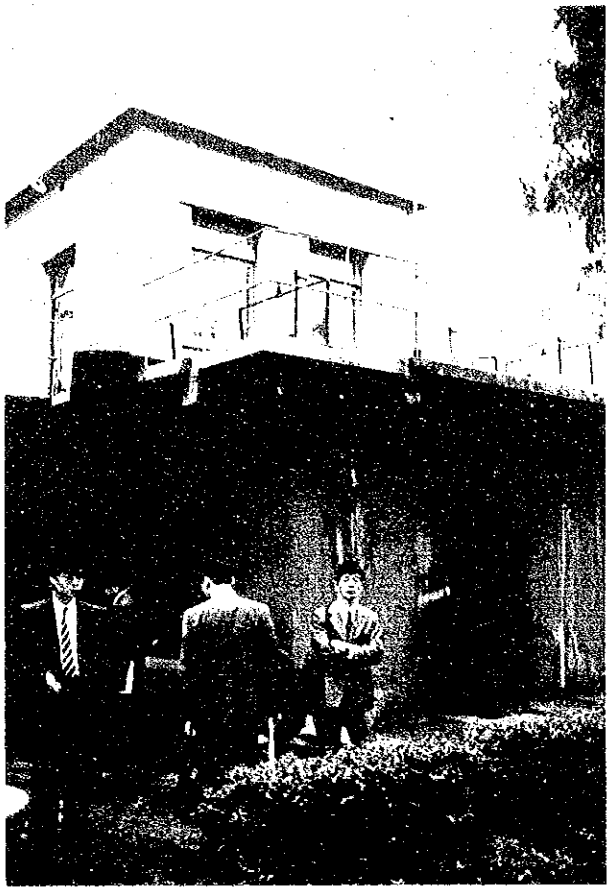


ＮＯ．６地点
コンテナを設置部分

ＮＯ．７地点　柳鉄環境部
６階建て北側の３階部分に
コンテナを設置する。
風向風速計は、
屋上部分に７ｍのポールを建て、
設置する。

ＮＯ．７地点
屋上部分
（西側に若干傾斜している。）





ＮＯ．８地点　河西浄水場
浄水場東側の処理塔近房の
地上にコンテナを設置する。
風向風速計は、
10ｍのポールを建て、
設置する。

ＮＯ．８地点
コンテナ設置場所

ＮＯ．９地点　広西工学院

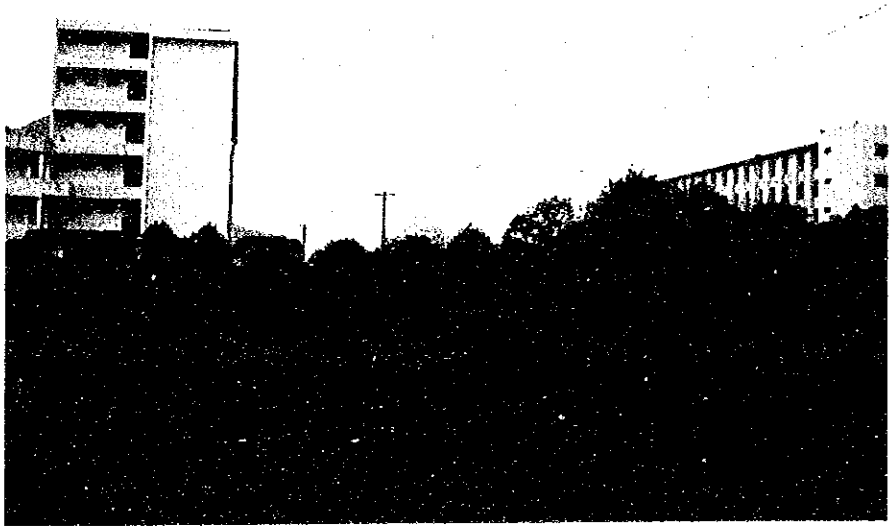
広西工学院のグランド近房に

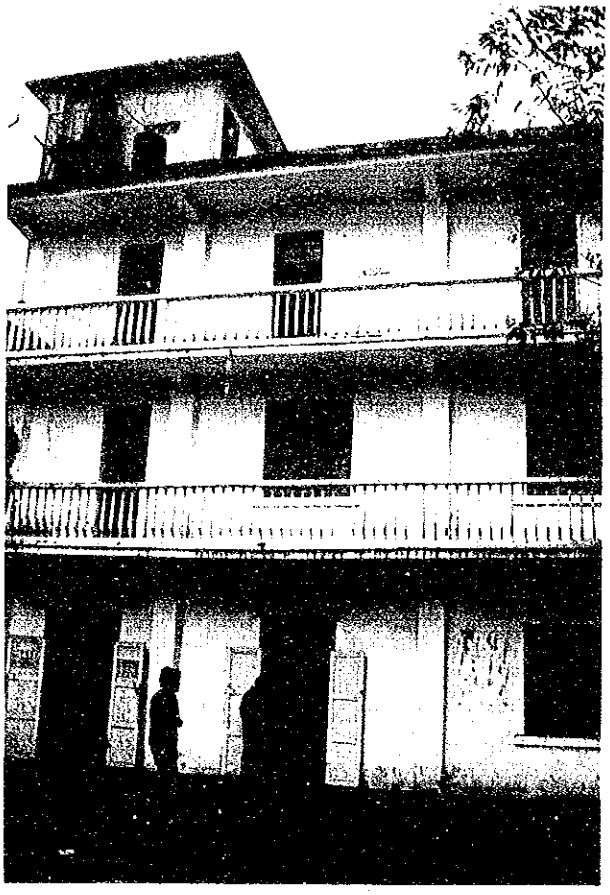
コンテナを設置する。

風向風速計は、

10ｍのポールを建て、

設置する。





ＮＯ．10地点　第３職業高級中構内西側の香料実験棟の屋上にコンテナを設置する。
同様に風向風速計も、７ｍのポールを建て、設置する。

ＮＯ．10地点
屋上の様子

目　次

序　文
地　図
写　真

1．事前調査の概要 …… 1
　1－1　要請の背景 …… 1
　1－2　調査の目的 …… 1
　1－3　調査団の構成 …… 1
　1－4　調査日程 …… 3

2．協議結果 …… 4
　2－1　要請の内容 …… 4
　2－2　S／W案の概要 …… 4
　2－3　協議結果 …… 5

3．現地踏査結果の概要 …… 8
　3－1　対象地域の概要 …… 8
　3－2　関係機関の概況 …… 9
　3－3　大気保全のための施策 …… 10
　3－4　大気汚染状況の概況 …… 11
　3－5　固定発生源の現況 …… 16
　3－6　移動発生源の現況 …… 20
　3－7　対象地域におけるモニタリングの実施状況 …… 20
　3－8　現地調査機関の調査実施体制 …… 22

4．本格調査の実施方針 …… 30
　4－1　調査の基本方針 …… 30
　4－2　調査の内容 …… 31
　4－3　調査期間 …… 36
　4－4　調査体制 …… 36
　4－5　調査用資機材 …… 37
　4－6　相手国の便宜供与 …… 41
　4－7　調査実施上の留意点 …… 41

付属資料

1．要請書（中国語、日本語） …… 45
2．質問集 …… 57
3．S／W（実施細則、日本語及び中国語） …… 63
4．M／M（協議議事録、日本語及び中国語） …… 83
5．面会者リスト …… 93
6．収集資料リスト …… 99

1．事前調査の概要

1－1　要請の背景

中国南部広西壮族自治区に位置する柳州市は、面積 651平方キロメートル、人口約 157万人の都市であり、自治区の工業総生産の 1/4を占める自治区内で最大の工業地帯を有するとともに、交通の要衝でもある。一方、柳州市は盆地に位置しているとともに低品位炭を使用していることもあり、大気汚染は深刻な状況となっており、早急な大気汚染対策が必要となっている。

また、中国南部の桂林から広州に至る地域においても酸性降下物が観測されるなど大気汚染の進行が懸念されており、この地域における酸性降下物の監視体制の強化が必要になっている。

以上の状況から、国際協力事業団は平成３年11月及び４年11月、プロジェクト形成調査を実施した結果、平成４年12月、中国政府は我が国に対し、本件調査の実施に関する協力を要請した。

1－2　調査の目的

本調査は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国広西壮族自治区の柳州市を対象とした大気汚染総合対策計画の策定及び柳州市を中心とし、桂林市、梧州市並びに広州市における酸性降下物のモニタリングをその目的としている。

今回の事前調査は、要請の背景、内容、先方政府の意向等の確認及び現地踏査、資料収集等を行い、日本側の協力の可能な範囲、中国側の負担可能な範囲を踏まえた実施調査のＳ／Ｗ協議及び署名を行うことを目的として実施された。

1－3　調査団の構成

氏　名	担当分野	所属／署名＊
海保誠治	総　括	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第二課課長
山田良春	調査企画	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第二課
佐藤康之	協力政策	外務省経済協力局開発協力課 外務事務官
関荘一郎	大気保全計画／ 移動発生源対策	環境庁大気保全局大気規制課課長補佐

中村　貢	大気質監視計画	横浜市環境保全局公害対策部大気課長
宮寺達雄	固定発生源対策	資源環境技術総合研究所 熱エネルギー利用技術部 燃焼工学研究室主任研究員
金清勝応	測定機器計画	日本環境アセスメントセンター
勝田基嗣	分析・測定法	日本環境アセスメントセンター
中幡玲尼	通　訳	日本国際協力センター

＊所属／職名は、事前調査実施時のものである。

1－4　調査日程

日順	月　日	曜　日	調査日程（宿泊地）	調　査　内　容
1	4／9	（金）	東京　→　（北京）	移動、ＪＩＣＡ事務所及び大使館で打合わせ
2	4／10	（土）	（北京）	国家科学技術委員会及び国家環境保護局表敬 国家科学技術委員会に対するＳ／Ｗ案の説明及び協議
3	4／11	（日）	北京　→　（桂林）	移動
4	4／12	（月）	（桂林）	桂林市環保局に対する調査内容の説明 現地踏査
5	4／13	（火）	桂林　→　（柳州）	桂林市内の現地踏査
6	4／14	（水）	（柳州）	柳州市環保局に対するＳ／Ｗ案の説明及び協議
7	4／15	（木）	（柳州）	現地踏査、Ｓ／Ｗ協議
4月16日から4月20日までは広州グループ（海保、佐藤、宮寺、金清、中幡）と梧州グループ（山田、関、中村、勝田）に分かれて調査を実施。				
（広州グループ）				
8	4／16	（金）	柳州→桂林→（広州）	移動
9	4／17	（土）	（広州）	広東省環保局に対する調査内容の説明 現地踏査
10	4／18	（日）	（広州）	団内打合せ、現地踏査
11	4／19	（月）	（広州）	広州市環保局に対する調査内容の説明 現地踏査
12	4／20	（火）	広州　→　（北京）	移動（北京にて梧州グループと合流）
（梧州グループ）				
8	4／16	（金）	柳州　→　（梧州）	移動
9	4／17	（土）	（梧州）	梧州市環境保護局に対する調査内容の説明 現地踏査
10	4／18	（日）	（梧州）	現地踏査 調査内容に係る検討（梧州市環保局）
11	4／19	（月）	梧州　→　（桂林）	移動
12	4／20	（火）	桂林　→　（北京）	移動（北京にて広州グループと合流）
13	4／21	（水）	（北京）	Ｓ／Ｗ協議、Ｍ／Ｍ作成
14	4／22	（木）	（北京）	Ｍ／Ｍ協議
15	4／23	（金）	（北京）	Ｓ／Ｗ及びＭ／Ｍ署名 ＪＩＣＡ事務所及び大使館へ報告
16	4／24	（土）	北京　→　（東京）	移動

2．協議結果

2－1　要請の内容

平成4年12月、中華人民共和国政府から要請のあった調査ＴＯＲ（Terms of Reference, 原文は中国語）の骨子は次のとおりである。

2－1－1　調査名

柳州市を中心とする大気汚染総合対策の策定についての開発調査プロジェクト

2－1－2　調査の目的

(1) 全面的に柳州市大気汚染の基本状況を把握する。

(2) 柳州市大気汚染防止のための総合対策と中長期計画を策定する。

(3) 柳州市の事情に適している大気汚染防止技術を選択するための根拠を提供する。

(4) 中国南部地方における都市の大気汚染防止の総合対策を策定するための経験を蓄積する。

2－1－3　調査内容

(1) 背景調査と大気汚染現状評価

(2) 大気汚染物、気象特徴並びに酸性降下物被害状況の調査と観測

(3) 固定発生源の現状調査

(4) 脱硫技術の評価と選択

(5) 酸性降下物源、被害と制御についての総合系統的分析

2－1－4　調査スケジュール

1992年：開発調査の実施可能性研究とプロジェクトの準備

1993年：本格調査の実施計画策定、研修、実態調査の準備と実施等

1994年：調査結果の解析、シミュレーションの実施、総合対策案の策定等

2－2　Ｓ／Ｗ案の概要

日本側が中国側に対してあらかじめ提出したＳ／Ｗ案の概要は次のとおりである。

2－2－1　協力の内容及び範囲

(1) 柳州市の大気汚染の基本的要因について柳州市等と協力して調査を行うとともに、2005年を目標年次とする大気汚染総合対策計画を策定する。

(2) 柳州市、桂林市、梧州市及び広州市において、関係各市等と協力して実施する。

(3) 調査に参画する中国側専門家に対し、調査業務を通じ、技術移転を行う。

2－2－2　調査の内容

1．柳州市の大気汚染総合対策計画調査の策定に係る調査

(1) 基礎調査

・　大気汚染に関連を有する事項に係る既存資料の収集・分析

・　環境大気及び発生源に係る調査

(2)　解析調査

・　大気汚染機構の解析

・　シミュレーション・モデルの作成

・　大気汚染物質の削減方法の検討

(3)　対策立案調査

2．酸性降下物モニタリング調査

(1)　モニタリング計画の策定

・　柳州市、桂林市、梧州市及び広州市におけるモニタリング地点の選定

・　モニタリング体制を含むモニタリング計画の策定

(2)　酸性降下物の測定

(3)　測定結果の整理

2－2－3　調査期間

概ね29か月間

2－3　協議結果

協議及び現地踏査のスケジュールは第1章において示したところであるが、本調査の内容に係るS／W協議または説明は4月10日に北京（S／W協議），4月12日に桂林、4月14，15日に柳州（S／W協議），4月17日に広東省、梧州、4月18日に梧州、4月19日に広州市、4月21～23日北京（S／W協議、M／M協議及び署名）で行った。

協議の概要は、以下のとおりであった。

(1)　調査実施体制について（サイナー及び協議議事録1．）

国家科学技術委員会の本件調査の担当部局として、当初、日本側はそれまでの経緯も踏まえて社会発展科学技術司を予定していたが、中国側から中国国際科学中心としたい旨提案があった。中国側からは当該中心は中国国内の専門家を集めて各種の研究を実施する機関であるという説明があった。しかしながら、日本側は、従来から本件を担当していたのは社会発展科学技術司であること並びに当該中心の機能及び国家科学技術委員会における位置付けが中国側の説明によってもなお不明確であることから、当初の予定どおり社会発展科学技術司が本件を担当すべきであると主張して中国側の同意を得、社会発展科学技術司司長甘師俊氏がサイナーとなった。

また、本件調査はその内容に応じ、広西壮族自治区及び広東省にまたがること及び調査対象地域が複数の都市となることから関係機関の間の調整が重要であるため、日本側は中国側に対し、国家科学技術委員会が柳州市をはじめとする調査対象地域内の関係都市及び関係機関の調査実施体制の確立及び調整を行うのが望ましい旨要望した。

(2) 技術移転について（協議議事録２．）

中国側は本件調査の実施に係る技術移転の内容について日本側に質問を行うとともに、日本側に対して①複数の都市において調査を行うものであるため研修受入れ人数を通常よりも増やすこと及び②技術者のみならず管理職に対しても研修を行うことを要望した。これに対し、日本側は本格調査を日本側の本格調査団と中国側のカウンター・パートが共同して作業を行うことにより技術移転が行われるものであることを説明し、本件調査に係る研修の趣旨から管理職に対する研修は実施できないが、研修受入れ人数の増加については努力する旨回答した。

(3) 柳州市の大気汚染総合対策計画の策定に係る調査の内容について

（協議議事録３．及び４．）

・ 協議議事録３．について

環境大気質の調査を実施するため、柳州市内に最大限10か所の大気汚染自動測定局を設置し、１年間にわたって測定することに合意した。その際、大気汚染自動測定局の維持管理の重要性に話が及び、中国側は大気汚染自動測定局の維持管理に必要な機材として自動車を要請した。この要請に対し、日本側は本件調査実施に際して自動測定局の維持管理の重要性を認識しているため、この要請を検討する旨中国側に回答した。

固定発生源調査の実施に必要な機材として中国側はボイラー熱効率測定器及び自動車を要請した。ボイラー熱効率測定器は設置に際してボイラーを停止する必要があるなど調査に用いる場合の制約条件もあるため、中国側の要請を検討する旨回答した。また、ここでいう自動車は固定発生源の調査に用いる移動測定車のことであるが、この移動測定車についても中国側の要請を検討する旨回答した。

・ 協議議事録４．について

大気質のシミュレーションの手法として、中国側は数値シミュレーションに加えて風洞実験を繰り返し提案した。その理由として柳州市の地形の複雑さ及び市内を流れる河川が大気の移動に及ぼす影響は数値シミュレーションだけでは再現しきれないことを挙げた。

これに対して日本側は、①風洞実験では渦についての相似性がないこと及び②風洞実験は研究的性格が強く開発調査で必要とされるレベルは数値シミュレーションで得られることを説明し、中国側もこの問題点について了解した。

なお、中国側としては、既に中国側が保有している風洞を活用したいという思惑もあったものと考えられる。

(4) 酸性降下物モニタリング調査の内容について（協議議事録５．及び６．）

・ 協議議事録５．について

調査地点数は、最大限、柳州５か所、桂林５か所、梧州２か所及び広州４か所となった。事前調査団の広州グループは広東省環境保護局を訪れた結果から広東省が酸性降下物モニタリング調査の実施を希望しているものと理解したが、国家科学技術委員会の判断により、先

述の4都市において調査を実施することとされた。さらに、国家科学技術委員会は、広州市において調査を行うことについても消極的な姿勢も示した。これらの理由としては、広西壮族自治区の外で調査を実施することにより、国家科学技術委員会による連絡、調整等の負担が増すことが挙げられよう。

・ 協議議事録6．について

酸性降下物モニタリング調査の具体的な調査方法は、

① 酸性降下物を自動サンプラーで採取する

② ｐＨ及び電気伝導率を現地で測定する

③ イオン・クロマトグラフィでイオンの分析を行う

こととなり、そのために必要な採取・測定機材を日本側が提供することとなった。また、併せて、中国側は酸性降下物のモニタリングを効率的に実施する観点から自動車を要請したが、自動車の用意は困難である旨回答した。

(5) 調査期間について（協議議事録7．）

本調査の実施に当たっては調査用機材の購送、輸送、通関、設置、調査等に9ヶ月程度必要と考えられるほか、現地における大気質監視を1年間実施（協議議事録3．で確認）した後に大気質のシミュレーションを行うことを想定しているため、調査期間は概ね29ヶ月間と考えられ、中国側もこれに合意したが、中国側はＳ／Ｗ協議の場において調査期間の短縮を強く主張しており、中国側の意見の中には、Ｓ／Ｗ案で提示されている報告書の種類を減らしても調査期間を短縮すべきであるというものもあり、調査期間短縮に対する中国側の要望の強さがうかがわれた。

(6) 中国側がとるべき措置（協議議事録8．）

Ｓ／Ｗに記述された内容は標準的なものであるが、本件調査は関係機関が多く、また、措置の内容により実施すべき機関がことなることもあるため、国家科学技術委員会が責任をもって対応することを協議議事録で確認した。

(7) その他の事項

・ 中国側は本件調査の実施に際して燃料の実態を把握することの重要性に鑑み、石炭炭分析用機材を要請したが、本件調査において必要となる試料数などから中国国内で石炭の分析を委託する等の方法によるべきであると判断されたため、日本側は当該機材を準備しないこととした。

・ 中国側は本件調査に関して中国側の専門家を全国から集めて本件調査のある部分を受託しようという意図を有していた。中国側が、国家科学技術委員会の国際科学中心が本件を担当すること及び風洞実験の実施を主張したのはこの意図によるものであると考えられる。

3．現地踏査結果の概要

3－1　対象地域の概要

(1)　柳州市

柳州市は、広西壮族自治区の中央に位置する自治区内第２の都市で、かつ、自治区内最大の工業都市である。面積 5,279㎢（管轄する県を含む）で、このうち、市域は面積 651㎢、人口157万人、市中心部に限ると、面積80㎢、人口 73.68万人である。

地形は、カルスト台地が溶け残った岩峰に囲まれた盆地で、東、北及び西側は高さ 200m程の山に囲まれ、南側は開いているラッパ状である。市街部は、中央を柳江がＵ字形に貫流し、南面には障壁のように馬蹄山が存在し、東側には孤峰が点在する盆地状の複雑な地形で、このため冬季に逆転層が発生しやすく、高濃度汚染の要因となっている。

気候は亜熱帯に属し、季節風の影響を受け、夏は多湿多雨で、冬は乾燥し少雨である。年平均気温は20.4℃、年間総降雨量は1,400～1,500㎜で、降雨日数は157～160日で雨季の降水量は年間の68～70％を占めている。年間日射時間は 1,635時間。地上風は南北風が主で、東西風は少ない。季節的には、冬は北風、夏は南風が卓越している。年平均風速は 1.1～1.9m/sと弱く、静穏の出現立は40％以上。また、逆転層の出現頻度は高く、年平均出現率は70％以上であり、接地逆転層は地上50m程度に出現することが多いといわれている。

本市は自治区最大の工業都市として発展しており、主要工業は自動車、冶金、建設、化学等。1991年の工業生産額は 84.47億元で1978年に比して 5.1倍に増加している。1991年の市内総生産（ＧＤＰ）は1980年に比して 2.3倍増加し、全国 187都市の社会発展評価では第18位に位置付けられている。

交通インフラ整備の遅れが地域発展の足かせとなっていたため、現在、空港を整備中で1994年に開港予定。また、柳州、桂林間の自動車道も整備中。

(2)　桂林市

桂林市は、広西壮族自治区の北東に位置する自治区内第３の都市（ちなみに１位：南寧市、２位：柳州市、４位：梧州市）で、東西30～40㎞、南北 115㎞と細長く、面積 4,200㎢（管轄する県を含む）、人口 120万人。このうち、市域は面積 565㎢、人口51万人で、市中心部に限ると、面積34㎢、人口35万人である。

この地域は、石灰岩から生成された世界的に有名なカルスト地形に由来する奇峰群が広がり、重要な観光資源となっている。

気候は、亜熱帯に属し、年平均気温は19℃。冬は短く、年間 307日は霜はない。しかし、歴史的には、冬場に零下の気温を記録したこともある（記録上最低は-4.9℃）。年間総降雨量は1,900㎜で、その70％は４～８月に集中している。地上風は、夏は南風、冬は北風が卓越している。平均風速は 2.5m/日。

(3) 梧州市

梧州市は、広西壮族自治区の南西部に位置し、広東省と接する内陸工業都市で、市街地面積14.2㎢、市街地人口30万人、周辺の管轄県を含めると90万人の、自治区内では第4位の都市である。

地形は、四方を山に囲まれた盆地で、桂林からの桂江、柳州からの西江が市内で合流し広州、香港と連絡している。

気候は亜熱帯気候に属し、夏は長く、また雨が多い。1986年～1990年の平均気温は21.2℃で、この間の最高年の年平均気温は26.5℃、最低年では17.6℃となっている。年間降水量は1,287㎜、年間降雨日数は 150日、湿度は78％である。地上風は北東風（15％）、東風（13％）が卓越し、平均風速は0.9m/s。また、静穏（＜0.1m/s）が43％を占め、逆転層は冬場を中心に年間 157日出現するなど大気汚染物質は拡散しにくい状況にある。

主要な産業は、造船、機械、化学、木材、食品等であるが、世界最大の蛇養殖場を有し、蛇を用いた食品や薬品も有名である。

近年、改革開放路線で広州市等が経済発展するにつれ、その影響で今後著しい発展が予想される。梧州市は、挙げて外資導入による経済開発を進めており、市西部の丘陵地帯に工業団地を造成中である。

また、1994年には、空港が開設し香港、広州等との定期便が運行し、1995年には南寧、柳州と鉄道が開通する予定である。

3－2　関係機関の概況

(1) 柳州市

柳州市環境保護局が大気汚染対策を担当している。同局には環境観測センターが付属し、大気汚染を含めた環境汚染等の監視を実施している。センターは42名の職員からなり、その8割は大卒又は専門学校卒である。

センターには、基本的な分析装置は整備されており、その主なものは分光光度計（3台）、原子吸光光度計（1台）、ｐＨ計（1台）、導電率計（1台）、直示天秤（4台）、乾燥器（1台）、ガスクロ（1台）等で、そのほとんどは中国製。

(2) 桂林市

桂林市環境保護局が大気汚染対策を担当している。同局は 125名の職員を有し、その9割は技術者。内部部局のほか、環境観測センター、管理センター及び科学研究センターが1974年に設置され、これらは1992年に国家の標準試験室に認定されている。

環境観測センターには、基本的な分析装置は整備されており、その主なものは分光光度計、原子吸光光度計、ｐＨ計、導電率計、直示天秤、乾燥器、ホットプレート等で、いずれも中国製。

(3) 梧州市

梧州市環境保護局が大気汚染のモニタリング、規制等に当たっている。環境保護局庁舎に環境観測センターを併設。同センターは1976年に設立され、1979年より正式にモニタリングを実施。職員は44名で、そのうち38名が専門技術者。

分光光度計、原子吸光光度計、ｐＨ計、導電率計、直示天秤、乾燥器等、基礎的な分析装置は整備されている。分析は滴定法又は吸光光度法で実施している。原子吸光分析装置は保有しているが、故障したままとなっている。1992年に国家の標準試験室に認定。

３－３　大気保全のための施策

(1) 柳州市

これまでに市当局が実施してきた大気汚染対策は次の通り。

① 良質炭への転換

工業用石炭の一部を、低品位の自治区内炭から良質の区外炭に転換した。

	区内炭	区外炭
発熱量	2,400kcal/kg	6,000kcal/ kg
灰分	40～50％	20％
硫黄分	４～７％	1.8％以下

② 民生用燃料のガス化の推進

民生用燃料をＬＰＧへ転換（ガス化率33％）。

③ 練炭の良質化

民生用練炭の原料炭は、1987、1988年は輸送上の問題で80％が区内炭であったが、区外炭への転換を進め、1990、1991年には10～30％に低下した。

④ 排ガス処理

ボイラー排ガス用水膜除じん器のうち、一部工場ではアルカリ注入やベンチュリースクラバーを用いてSO_2を除去。

⑤ SO_2排出課徴金制度の導入

同制度導入の試験都市に指定され、今後施行予定。課徴金の単価は自治区で決定。

これらの対策のほか、1991年２月に策定された「酸性雨対策計画」では、①民生分野でのガス化の一層の普及（2000年までに90％の普及率を達成）、②工場向けの集中熱供給の実現、③ボイラーの熱効率の向上（60％→80％）、④４t/h以下のボイラーでのブリケット（脱硫型成型炭）の利用促進、⑤排煙脱硫又は炉内脱硫の実施、などの実現を掲げている。

(2) 桂林市

桂林市は、観光都市として発展すべきことが国務院でも決定されており、市当局は観光資源を損うような開発プロジェクトを抑制する一方、既存の環境汚染の改善に力を入れるとしてい

る。

主要な大気汚染対策は、次の２点。なお、SO_2排出課徴金制度は、本市では導入されていない（自治区内では、南寧市、柳州市で導入）。

① 民生用燃料のガス化の推進

民生分野での低品位石炭の使用(練炭)を削減し、低煙源大気汚染を改善するためにＬＰＧへの転換を推進（ＬＰＧは近隣都市より購入）。

② 集じん装置の設置

工場を中心に集じん装置を設置し、ばいじんを削減。

(3) 梧州市

1979年より、市独自に大気汚染モニタリングを開始したが、1981年には国家環境保護局のガイドラインに従い、４回／年（５日／回)の測定を継続している。測定項目はSO_2、ＮＯｘ、ＣＯ、O_3、ＴＳＰ、降下ばいじん及び酸性降下物。

主な汚染対策は、次の通り。

① 民生用燃料の改善

民生用燃料に、良質炭を優先的に回すほか、ＬＰＧへの転換も推進。現在、約２万戸がガス化。1991年のＬＰＧ消費量は 1,659トン。

② 集じん装置の設置

③ 新設工場の高煙突化

３－４ 大気汚染状況の概況

本調査団は、柳州市をはじめとして、桂林市、梧州及び広州市の４市で行われている大気汚染の状況について調べた。

調査は、各市の環境保護局職員の案内のもとに現地踏査を踏まえて、市街地で行われている測定結果の説明を受け、質疑などを行いすすめていった。

広西自治区の３市のうち、柳州市及び梧州市は、地形が複雑で、周辺が山に囲まれているという条件のため風速も弱く、一方発生源が、市街地内もしくは、隣接して立地しており、煙突の高さもほとんどが50m～100m以下と低いなど、汚染物質の拡散条件は、きわめて悪いといえる。

このためSO_2、ＳＰＭの濃度は高く、特に、柳州市では改善されてきているとはいえ1991年の市内の観測地点のSO_2平均値が0.17mg/m³もあり、これをｐｐｍに換算すると0.0816ｐｐｍとなり、観測点によっては、0.1ｐｐｍを超えることも推定されるが、この濃度は年平均値であることを考えると、きわめて深刻なものといえよう。

酸性雨についてもSO_2と同様に、汚染物質の拡散が悪いことから、局地に滞留したものが、雨に溶けて、酸性雨となるため、日本における初期降雨の測定値と異なり、降雨全体のものを測定しているにもかかわらず、各都市におけるｐＨ値は、かなり低いものとなっていた。

今後、電力需要の増加や、工業生産の振興が進むが、燃料として石炭の使用量が比例して増加することから、一層の汚染が危惧される。また、公害対策の一環として、200m程度の煙突の建設が進んでいるがこれにより、酸性雨の影響範囲が拡大するものと想定される。

今回調査した4都市の中では、さきほども述べたように柳州市の汚染が特にひどいことが特徴的であった。

(1) 柳州市における大気汚染の状況

柳州市の地形は、カルスト台地が溶け残った岩峰に囲まれた盆地であり、東、北、西側は高さ 200m程度の山があり、南側は開いているラッパ状である。さらに、都市部についてみると、中央部を柳江がU字形に貫流し、南面には障壁のように馬鞍山が存在し、東側には孤峰が点在する盆地状の複雑な地形で、そのため冬季は逆転層が生成しやすく、汚染質の拡散に与える影響は極めて大きく、高濃度汚染の要因となっている。

気候区分は亜熱帯性で、季節風の影響を受け、夏は多湿多雨で、冬は乾燥し少雨である。年平均気温は20.4℃、年間降水量は1400～1500mm、降水日数は 157～ 160日である。また、雨季（4～8月）の降水量は、68～70％を占める。

風向は北風が卓越し、東西風は少ない。季節的には、冬は北風、夏は南風が主流となる。年平均風速は 1.1～1.9m/sと弱く、静穏の出現率は40％以上である。また、当地域における気温の逆転層の出現頻度は高く、年平均出現率は70％以上であり、接地逆転層は地上高50m程度に出現する事も多いと言われている。上記のような地形、気象要素及び市内で使用されている硫黄含有量の多い低品位炭の燃焼等により、当市都市部の大気汚染状況は重大な局面が続いているとみられる。

表3－1、図3－1に、柳州市都市部の大気汚染物質の年平均値の経年変化を示す。

表3－1　大気汚染物質の年平均値（経年変化）

単位：mg／Nm³

項目＼年度	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	二級基準
SO_2	0.250	0.260	0.248	0.342	0.211	0.203	0.171	0.06
NO_x	0.057	0.062	0.059	0.060	0.035	0.046	0.039	0.10
ばい塵	15.71	14.37	14.31	14.67	13.17	12.04	12.92	－
TSP	－	－	－	0.393	0.210	0.203	0.237	0.30

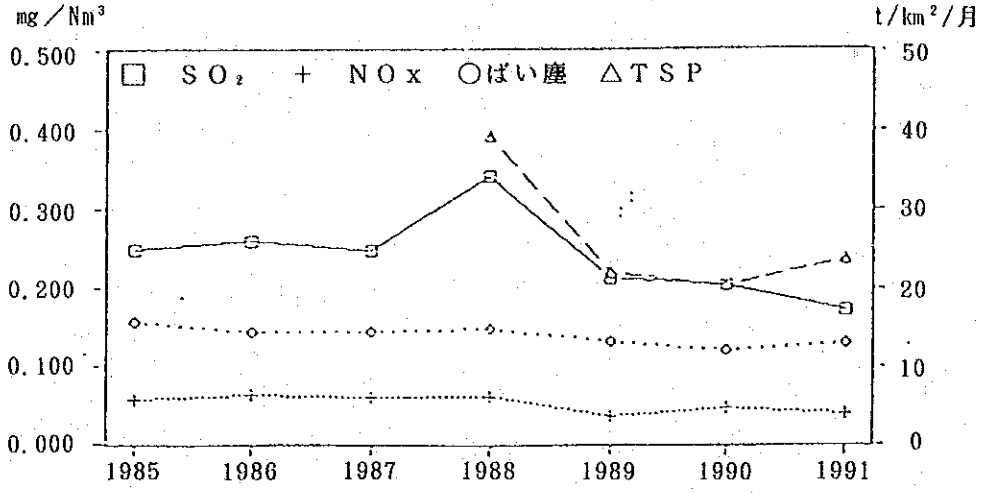


図３－１　大気汚染物質の年平均値（経年変化）

これによると、各物質ともその濃度は徐々に減少してゆく傾向にあるが、中国の大気環境質量基準（柳州市は二級基準）に比し、SO_2だけが大幅に基準を越えている。

酸性雨の概況

柳州市は、大気質と同様、地形、気象、低品位炭の使用という要因から、酸性雨に関しても深刻な状況にあり、中国の４大酸性雨地域の一つとされている。

1991年の酸性雨率をみると、ほぼ 100％であり、降れば必ず酸性雨という危機的な状況を呈し始めており、このままで推移すれば、深刻な酸性雨被害が予想される。

表３－２、図３－２に、柳州市都市部の酸性雨の年平均値の経年変化を示す。

表３－２　酸性雨の年平均値（経年変化）

項目＼年度	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
酸雨（ｐＨ）	4.76	4.25	4.18	4.21	4.36	4.36	4.29
酸雨頻率（％）	86.7	95.1	98.5	89.7	83.3	89.0	98.4

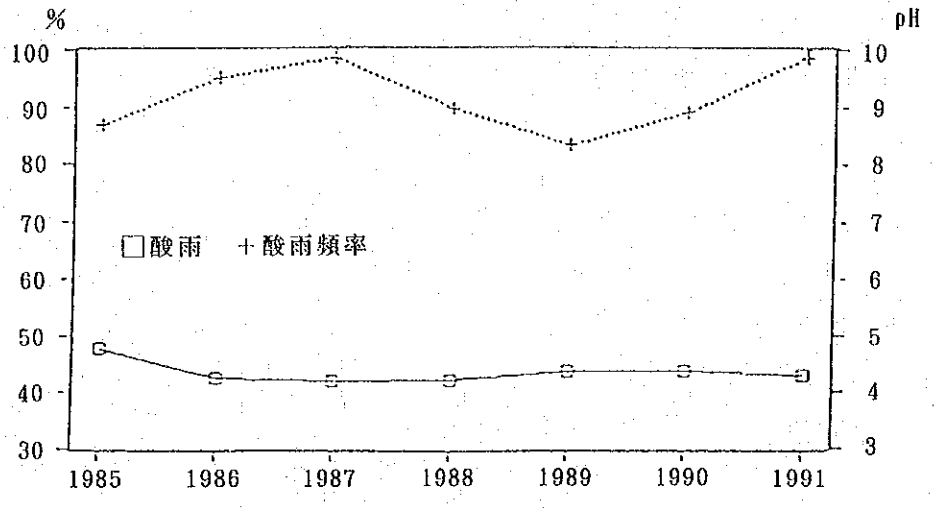


図３－２　酸性雨の年平均値（経年変化）

(2)　桂林市における大気汚染の状況

桂林市は、世界的に有名なカルスト地形に由来する奇峰群があり気候区分は亜熱帯地域に属し、年平均気温は19℃である。地上風は、夏には南風、冬は北風が卓越している。年間総雨量は1900㎜であり、その62％が５～８月の間に集中している。また、年間平均風速は、2.5m/Sとなっている。

市環保局では、1979年から正式な大気汚染のモニタリングを開始している。

SO_2の過去４年間のデータは、

1989年	0.144mg／m³
1990年	0.107mg／m³
1991年	0.085mg／m³
1992年	0.079mg／m³

ＴＳＰは、

1990年	0.21mg／m³
1991年	0.184mg／m³
1992年	0.166mg／m³

であり、SO_2、ＴＳＰはともに年々改善されてきている。

これらの汚染は、いずれも石炭燃焼によるものであり、広西産出イオウ分の高い石炭を使用していることで、汚染濃度を一層高めているものと思われる。

酸性雨については、市内３ヶ所で測定しているが、1989年から1992年までの測定結果は次のとおりである。

	酸性雨率	平均ｐＨ	最低ｐＨ
1989年	79.6%	4.34	3.18
1990年	68.0%	4.53	3.55
1991年	65.0%	4.81	3.66
1992年	64.0%	4.78	

酸性雨については、降雨の量にも関係しており、春の霜雨状況の時に濃度が非常に高くなる傾向があるとのことであった。

(3) 梧州市における大気汚染の状況

梧州市は、自治区の東端に位置し、広東省との境に接した亜熱帯に属する地域にある。

市域の周辺は、300m～500mの山で囲まれており、南側が開けている。

市街地に沿って水量の多い西江が流れており、この川に都市部を貫流している桂江が合流している。

このため地形としては、盆地に近く、柳州市と同様に接地逆転層も形成しやすい状況にあり、大気汚染の面からみると高濃度汚染になりやすいと推定される。

気候は、亜熱帯のため、年平均気温が21.2℃（1986～1990年）

年間降水量は1287mm、降水日 150日、平均湿度78%で夏季に雨が多く、冬季は、乾燥している。

風を年間でみると、風向は、北東、東が卓越しており、それぞれ15%、13%となっている。また、風速は、0.9m/Sときわめて弱く、0.1m/S以下の静穏時も43%と多い。このため、逆転層の出現頻度も 157日となっており、発生源の排出の高さが低いこともあって高濃度汚染の状況が続いている。

① 梧州市における大気汚染の状況は、次のとおりである。

1982年から1991年までの10年間における測定点の平均値でみると、

SO_2 …0.08～0.18mg／m³（全平均 0.12mg／m³）

ＴＳＰ …0.14～0.40mg／m³（ 0.276mg／m³）

降下ばいじん…7.15～11.47t／km²（ 8.84 t／km²）

② 酸性雨の状況

1986年から1991年までの６年間における酸性雨の状況は、次のとおりである。

酸性雨の降雨中に占める割合 45.5%（６年間平均）

酸性雨の年平均値 3.98～4.61（ｐＨ5.6以下のもの）

また、酸性雨の割合は、年々増加し1991年では87.5%となっており、広西自治区で最も汚染のひどい地区の一つであった。現在、新たな工業団地の造成が行われており、今後一層の工業化が進むと思われるが、公害対策について具体的なものがなく汚染が一層進むことが懸念される。

(4) 広州市における大気汚染の状況

広州市は、自動車台数の増加も極めて著しく、この地域の大気汚染は石炭燃焼による固定発生源だけではなく、自動車等による汚染も併存していることが特徴である。

広州市の大気汚染及び酸性雨の測定結果を示す。

	1987	1988	1989	1990	1991	年
SO_2	0.085	0.092	0.111	0.097	0.071	mg／m³
NOx	0.131	0.106	0.133	0.147	0.112	mg／m³
TSP	0.23＊	0.29＊	0.277＊	0.270	0.260	mg／m³
CO	3.28	2.68	2.80	3.16	2.91	mg／m³
降下ばいじん	14.19＊	13.65＊	10.04＊	9.65	8.76	t／km²月
酸性雨率	52.0	57.4	64.5	58.6	72.0	%
平均pH	4.73	4.39	4.34	4.27	4.10	pH

注)　＊印は、1989年版中国環境年鑑による。

この測定結果によると、ガス状物質は若干改善の方向にあるが、酸性雨については悪化の傾向にあり、もし、平均pH値が4.00を割込むことになれば、深刻な酸性雨被害が予想され、早急な対策が望まれる方向にある。また、柳州市に比し、NOx値が1.7～3.8倍高くなっており、移動発生源による汚染の進行が推察される。

3－5　固定発生源の現況

本項においては大気汚染総合対策計画調査の対象である柳州市及び今回JICAの調査団が初めて訪れた梧州市における固定発生源の現況について述べる。

(1) 柳州市

柳州市では、柳州市の火力発電所及び製鉄所の2箇所を調査した。

・ 柳州電廠（火力発電所）

現在の設備は、65t/hボイラー2基、70t/hボイラー1基で、発電機は12,000kwが3基ある。改造ストーカーで微粉炭を焚いている（燃焼性が悪いためにボールミルで粉砕して燃焼している)。使用燃料は広西壮族自治区内炭(硫黄分～5％、灰分～50％、発熱量～3,100kcal/kg）で、1年間に、SO_2を16,000t（平均濃度2,000mg／Nm³）、NOxを1,000t、ばいじんを4,000t（平均濃度 1,390mg／Nm³）排出している。柳州市におけるSO_2排出量の約 1/4を柳州火力発電所が占めている。ボイラーは空気比 1.5で運転しており、未燃分は約8％。排ガス温度は、除塵機入り口で約 140℃、水膜除塵機出口で約50℃で、再加熱なしで放出している。発電効率は27％とかなり低いが、劣質な石炭を燃焼しているため止むをえない面もある。

20万kw2基の増設工事中（1994年10月及び1995年末完成予定）で、完成後は古い設備は廃

棄する予定である。総投資額の10％を環境保護費に充当するということだが、具体的な公害防止対策は、電気集じん機の設置及び高煙突化(210m)、低硫黄炭の使用（硫黄分1.8％以下の石炭を使用予定）である。脱硫装置については、スペースを確保してあるが、導入の予定はない。発電効率は、中国の表示方法で1,000kwh/374kg石炭（単純計算すると、6,000kcal/kgの石炭で38％）。燃料及び発電効率の面では改善が見込まれるが、発電容量が現在の10倍以上になるため、より一層の公害防止対策の強化が望まれる。

・ 柳州鋼鉄廠（製鉄所）

主な設備は、高炉３基、転炉３基、電気炉４基、焼結炉３基、コークス炉、圧延プラント７基、ボイラー３基である。1992年の生産量は、鉄鋼54万ｔ、鋼材51万ｔで、1986年の２倍である。主要製品は、Ｈ鋼、レール、建築用棒鋼、中厚・薄板、シームレス鋼管等。現在の排出量は、SO_2が7,500t／年、ＮＯｘが3,700t／年である。石炭については、硫黄分の多い貴州炭は選炭で硫黄分を約１％に減らして使用するとともに、更に低硫黄の山西炭、山東省炭への転換を進めている。また、コークス炉ガスからのガス製造ラインに湿式脱硫装置（炭酸ナトリウム水溶液使用）を1993年中に取り付ける予定である。高炉には重力式集じん装置が取り付けてあり、焼結炉には電気集じん機を取り付け中である。その他の公害防止対策については、プロジェクト形成調査時と同じである。

次頁の表は、柳州市環保局が調べた、1992年における市の石炭消費状況である。工業燃料用には硫黄含有率の高い広西壮族自治区合山炭が大量に使用されているが、工業原料用には低硫黄炭が使用されている。貴州炭について、選炭による顕著な脱硫効果が認められるので、本格調査時に確認する必要がある。

1992年柳州市石炭消費状況統計　　（市環保局による）

分　類	年　間	産　地	年間消費量	平均Ｓ含有率（％）
工業燃料用	万ｔ １０８	広西合山	７６．４６	５（有機Ｓ） （３．７３）
		広西区内混合	１２．１６	３．５
		区内外混合	３．０３	３
		区外混合	１４．３５	１．２
		河南平頂山	２	０．６１
工業原料用	１２９	山西	５５	０．６～０．９
		貴州	２５	３．０
		貴州（選炭後）	１６	１
		平頂山焦作	１６	０．６～２．５
		山東	３	０．６１
		区内外混合	１４	３
民生用	１５	湖南	５	０．５～０．６
		山西	３	０．４～０．８
		貴州	１	３．０
		広西	２	３．５
		河南平頂山	１	０．６
		江西	０．４	３
		区内外混合	２．６	３
合　計	２５２	但し、柳江県、柳城県の分は含まれていない		

全市SO_2　出量　85,285ｔ／年間

(2) 梧州市

1992年に梧州市が実施した調査によれば、市内には280工場が立地し、そのうち大・中規模の工場は29。

ボイラーの合計は96基で、合計能力は562.2t/hr。96基のうち64基が常用で、残り32基は予備。最大のボイラーは発電所に設置されており、65t/hr（２基）及び35t/hr（２基）である。その他のボイラーは２～10t/hrのものが多く、２t/hr以下は27基。

ボイラー以外の発生源としては、レンガ、セメント、石灰等の製造用の焼成炉が62基あるが、いずれも低煙源で大気汚染への寄与は高い。

煙突は概して低く、25m以下が66本（全体の90.4％）を占め、50m以上は７本(同9.6％）で、最高は発電所の100m。

① 汚染物質排出量（1992年調査、燃料使用量より推計）

	主要25工場	発電所
SO_2	18,182.5t/年	8,491t/年
ばいじん	7,276.5t/年	2,986t/年
NOx	3,415.2t/年	
CO	349.6t/年	

② 燃料消費量	1986年	1986年
石炭	38.02万t	45.93万t
工業用	31.01万t	39.73万t
石油	4.77万t	8.88万t
電力	22,400MW	36,720MW

【梧州発電所】

1949年に建設、職員380人。梧州市唯一の発電所。自治区の電力ネットワークに組み込まれている。

発電能力は4.2万KW(1.2万KW×３基、0.6万KW×１基）で、市内の電力需要（６～７KW）に比して発電量は不足している。不足分は自治区のネットワークより供給されている（電力需要の増大に対応するため、10万KWの発電所建設が計画されている）。

石炭消費量は18～20万t/年で、発電原単位は1.1kg石炭/KW 。発電コストは0.23元/KW、売電価格は0.15元/K（工業用）、0.17元/K（民生用）と逆鞘になっている。

区内炭を使用しているため、硫黄分は高く（４～５％）、灰分も多い（40～50％）。

大気汚染対策としては、ベンチュリースクライバでばいじんを除去しており、除去効率は98％を称している。現在、３号機用に電気集塵機を建設中。ＳＯｘ対策については、除じん過程でごく一部が除去されているものの、低硫黄の区外炭への転換が経済的理由等で困難で

あり、同様の理由で排煙脱硫も実施される予定はないため、大宗が大気中へ排出されている状況は今後ともかわりはない見込。特に、設備が老朽化しているため、煙突のみならず、施設の亀裂等からＳＯｘが洩れ出しており、発電所内はＳＯｘ臭がたちこめ、極めて劣悪な環境となっている。

その他の汚染問題としては、区内炭中に弗素が多い（0.1～0.2％）ため、排水のｐＨが低く（ｐＨ４～５）、また弗素の排水基準も超過している。

３－６　移動発生源の現況

(1)　柳州市

市街地中心部で朝夕の交通渋滞が著しいが、自動車に注目した沿道大気汚染調査は実施されていないため、汚染の程度は不明。今次調査が実施されることになれば、交通が集中する交差点等の大気モニタリングが必要。

(2)　桂林市

移動発生源としては、自動車及び船舶が有るが、現時点では、固定発生源に比して問題は小さいものと考えられる。なお、移動発生源の数及び排ガス発生量は不明。

(3)　梧州市

現時点では、固定発生源に比して問題は小さいものと考えられる。なお、移動発生源の数及び排ガス発生量は不明。

(4)　広州市

自動車台数の増加も著しく、固定発生源とともに移動発生源からの汚染物質排出量が多い。

３－７　対象地域におけるモニタリングの実施状況

調査を実施した各都市におけるモニタリングに関しては、大気汚染物質と酸性雨について1970年代末から測定を開始している。

まず、大気汚染物質については、SO_2とＴＳＰが国により測定が義務づけられているが、さらに一部の都市においてはNO_2の測定も併せて行っている。

サンプルガス等の採取地点は、９～10ヶ所程度であり、汚染の著しい市街地を中心に、そのほかバックグランド地点として、郊外地にも設置している。

採取場所は、小学校や気象台の屋上などを借用し実施している例が多く、採取したサンプルは、環境監視センターに集めて、分析を行っている。

調査は、月当たり５日間、１日４回のサンプリングを年間、４季に分けて、計４ヶ月おこなっている場合と毎月年間を通じて行うなど、都市によって調査方式は異なっている。

酸性雨に関しては、各都市とも３～４ヶ月にモニタリングポストを設置し、年間にわたって、降雨ごとに採取し、ｐＨの測定を行っているがその他１ヶ月間の降雨をまとめて採取し、監視セン

ターに集めてSO_4^{--}、NO_3^-、Ca^{++}イオン等の成分分析を行っている。

また、ｐＨ等については、モニタリングポストとして設置している学校や気象台にｐＨ計と導電率計を設置し、教官や気象台の職員が測定を担当している。測定機器は中国製のもので、いずれも旧式のものであった。

気象については、環境保護局では実施しておらず、所管の異なる気象台のデータを必要に応じて入手し、解析等に用いているが、各都市とも観測を行っている気象台の数は１～２程度である。

なおデータについては、年ごとにモニタリングポストの場所をかえている場合が見られ、年平均値の比較が正確に行えない都市もあった。また、モニタリング地区ごとの詳細なデータが提示されないため、都市における地域的な汚染実態がわからなかったが、今後の総合計画策定の資料としては、提出してもらうことが不可欠であろう。

(1) 柳州市におけるモニタリングの状況

市環保局に属する環境測定ステーションは、1976年に設立され、42名の所員から構成され、内80％は大卒又は専門学校卒である。これらの陣容により、柳州市の大気質、水質、酸性雨、騒音の測定並びに交通量の測定及び分析業務を行っている。

大気汚染の測定は、１、４、７、10月に各５日間、１日４回（８、12、16、20時）実施している（降雨時は延期する）。市内に８ヶ所及び郊外に２ヶ所のバックグランド測定地点を設置し、ガス状物質はSO_2とＮＯｘを同時に採取することができるサンプラーを使用しており、市環保局では32台所有している。ＴＳＰの採取は、80㎜φのグラスファイバーろ紙を用いたろ過補集法で、ガス状物質と同一時間に試料を採取し、１日に１試料を得ている。ＴＳＰは濃度を算出するだけで、粉じんに含まれる成分の分析は行っていない。

酸性雨の測定は、市内の４ヶ所で実施しており、かつては中国製の自動サンプラーを導入したが、早い段階で自動開閉装置が故障したため（原因は酸性雨による部品の腐食と高濃度の降下ばいじんであった）、現在はすべてマンパワーに頼っている。

柳州地区の気象観測は、柳州市の市中心部の気象台と、18kmほど北の農業気象台で行っている。各気象台では、地上高10.5mに三杯式の風向風速計を設置し、観測室内の指示計を記録員が読み取る方法で観測している（風速計の起動風速は１m/s）。

(2) 桂林市におけるモニタリングの状況

市環保局では、1979年より大気汚染のモニタリングを開始し年間に４季、延べ20日間の測定を行ってきた。その後、1988年からは、南北約15km、東西約７kmの範囲に９ヶ所のモニタリング地点を設置し、毎月５日間ずつ、延べ60日間の測定を行っている。

測定項目は、SO_2、NO_2、ＴＳＰである。

一方、酸性雨は市内の３ヶ所（気象台、大村、農林小学校）でモニタリングをしており、大気質及び雨水は、いずれも採取後環境監視センターへ持ち帰り、分析を行っている。環境監視センターは、酸性降下物のうち雨水だけを取り扱っており、SO_4^{--}、NO_3^-、Ca^{++}の分析

を行っている。

このセンターには、基本的な分析装置が完備しており、主な装置は分光光度計、原子吸光光度計（グラファイト炉もあるが、現在使用していない）、ｐＨ計、導電率計、直示天びん、乾燥器、ホットプレート等、いずれも中国製である。

なお、桂林市は、広西自治区の重要な観測地域として、１級モニタリングステーションに位置づけられている。

(3) 梧州市におけるモニタリングの状況

市環保局では、1979年から大気汚染のモニタリングを開始しており、年間の測定回数は、他都市と同様に４季、延べ20日間である。

測定地点は、市街地を中心に８ヶ所、その外バックグランド地点１ヶ所の計９ヶ所においてＳＯ$_2$とＴＳＰ等を測定している。

酸性雨については、３ヶ所（気象台、小学校、監視センター）で降雨を採取し、センターに集めて、ＳＯ$_4^{--}$、ＮＯ$_3^-$、Ｃａ$_4^+$ 等の成分分析を行っている。

この監視センターは、1976年に建設され、現在職員数が44名で、大気汚染、酸性雨、河川の水の測定を行っている。

このセンターは、全国モニタリングポストの一つとして位置づけられており、1992年に国、自治区の優良センターに選ばれている。

(4) 広州市におけるモニタリングの状況

大気質に関しては、

市街地を中心とした７測定局と環境監視センターとはテレメーターで接続。自動測定機は米国製の乾式方法で、米国ＥＰＡ仕様で校正。測定データは93年よりＧＥＭＳ（地球環境モニタリングシステム）に通報予定。

酸性雨モニタリング

第７次５ヶ年計画（1986～90年）で、国家環保局の仕様に基づき柳州市と共同で統一モニタリングを実施（市内９ヶ所）。91年以降は４ヶ所に縮小。87年に日本製酸性雨半自動測定器を購入したものの、測定間隔が中国仕様に合致しなかったため使用せず。今後、雨水自動サンプリングの検討が必要。

３－８　現地調査機関の調査実施体制

本格調査団を受け入れる現地の環境行政組織は、以下のとおりである。

国レベルでの主な環境に関する政策を決定するのは環境保護委員会であり、実務を行っているのは国家環境保護局（以下、環境保護局を環保局と略す）である。

国家環保局の役割は、生産や生活活動に伴う環境汚染問題、建設開発に伴う環境影響、海洋環境、重要な自然環境の管理である。国家環保局は、直属の環境監視センターを有し、地方の監測セン

ターを有し、地方の監測センターの測定データを管理し、技術指導を行っている。一方、地方レベルでは、省、直轄市、自治区のクラス、その下の市、県、区のクラス、さらに郷、鎮のクラスごとに人民政府があり、それぞれ環境保護部局を持っている。

各環保局は、対応するレベルの政府の権限の下に存在し、下級の機関は上級の機関の指導を受け、上級の機関は下級の機関に対し責任を持っている。業務の内容は、中央と同じであるとされている。

各地方の環保局は、1976年頃から環境監測センターが設立され、1979年の環境保護法の制定により、本格的なモニタリングを開始した。国家環保局の指導のもとに近年はモニタリングの質も向上し、優良な監測センターは国及び自治区から「標準実験室」と評価・認定されている。

1．柳州市環保局

市環保局に属する環境監測站は、1976年に設立され、42名の職員から構成されており、このうち80％は大卒又は専門学校卒の技術者である。これらの陣容により、大気質、水質、酸性雨、騒音測定並びに交通量の観測及び分析業務を行っている。

環保局は、本格調査のための技術者名簿を以下のように示している。

① 原子吸光イオンクロマトグラフィーによる分析業務

分析機器	名前	学歴	専攻	業務歴
原子吸光	王　俏　玲	大専	分析化学	14年
	周　武　璇	中専	無機化学	2年
イオンクロマトグラフィー	覃　炳　佳	大学	応用化学	8年
	韋　麗　紅	大専	分析化学	4年

注）これらの人物は、中国製の機器の使用経験は豊富であるが、外国製については使用したことがない。

② 大気モニタリングステーションの管理、メンテナンス

名前	学歴	専攻	業務歴	部門
江　鴻　文	大　学	化　　学	28年	管理
泰　麗　萍	大　学	環境化学	4年	
白　志　中	大　学	薬剤化学	11年	
韋　念　志	工程師	電器原理	35年	メンテナンス
黄　　慶	大　学	物　　理	3年	
朱　　華	大　学	自動原理	4年	
鐘　守　札	中　専	電器原理	24年	

湿気分析のため、以下に示す分析関連装置を配置しており、そのほとんどは中国製である。

・原子吸光光度計　1台（ランプの種類：Cu、Zn、Pb、Cd、Fe、Mn、k、Na、Ca、Mg）

・直示天びん　　4台（感度0.1mg、内1台はメトラー社製　感度0.01mg）

・分光光度計（360～800μm）　3台　　・ｐＨ計　1台

・導電率計　1台　　・電熱器　1台

・乾燥器　1台　　・定電圧電源装置　各種

・ガスクロマトグラフィー　1台（TCD、FID検出器付）

2．桂林市環保局

環保局は、桂林市人民政府の機関で125名の職員が在籍しており、このうちの90％以上は大卒、専門学校卒の技術者である。

環保局の下部には、次の3つの研究機関がある。

① 環保局　監測站

② 環保局　管理所

③ 環保局　化学研究所

市環保局は、自治区を始め関係各機関の強力を得て、種々のプロジェクトを実施しており、特に、大気質等のモニタリングに関し、国家の要請により優良なデータを提供している。これらを国家、自治区が評価し、1992年には標準実験室の承認を得た。

本格調査における酸性雨のモニタリングのための技術者を以下のように示している。

名前	学歴	専攻	業務歴
寧　桂　林	大学	化　　学	15年
李　永　蓓	大学	環境化学	10年

3．梧州市環保局

市環保局に属する環境監測站は、1976年に設立され、44名の職員から構成されており、85％以上は大卒又は専門学校卒の技術者である。

これらの人数で、大気質、水質、酸性雨の採取・分析を行っている。

環境監測站内の実験室は、良く整備されており、桂林市と同様に、国及び自治区から「標準実験室」の承認を得ている。

本格調査における酸性雨のモニタリングのための技術者を以下のように示している。

名前	学歴	専攻	業務歴
蔵　　謹	大学	化　　学	6年
楊　少　梅	中専	工業分析	6年

4．広州市環保局

市環保局に属する環境監測センターは、中国で最も早く設立された4つの重点監測所の1つで、現在180名の職員から構成されており、このうちの90％以上は大卒、専門学校卒の技術者である。これらの陣容により、大気質、酸性雨、気象、水質、騒音の測定・分析を行っている。

中国環境監測総站（本部）が行っている技術審査とクォリティーの審査を数多く受けて実施しており、現在監視測定できる項目は3,000に近いが、一部の測定機器や設備が古いものであったり、老朽化しているために、十分に対応できない状況にある。

環境監測センターには、大気自動測定点があって、センター1局、支局10局、SO_2、NOx、NO_2、CO、TSP、ばいじん、風向、風速、温度（地点によって測定しない項目がある）を測定しており、主要データは、テレメーターでセンターのコンピューターに直結し、即時に処理されている。その他に、大型バスによる移動測定車（国産品）1台とワゴン車による煙道用測定車（日本製）1台を有している。

移動測定車による測定項目と型式、測定法は、次のようである。

SO_2	モニタラボ製	8850	FPD
NOx	モニタラボ製	8840	CLD
CO	中国製	GXH－3050	IR
TSP	中国製		ピエゾ
WV	中国製		3杯型
WD	中国製		矢羽型
O_3	修理中		

データ処理用電算機は、VICTORである。

煙道用測定車による測定項目とメーカー及び型式は、次のようである。

O_2、SO_2、NOxは、日本メーカーの高立 A MODEL KNOS 600、DUSTは岡部WORKSの ESA 302 CTZである。

また、現在実施している広州地区の酸性雨監測点の分布図及び一覧表、酸性雨監測分析項目及び分析方法一覧表、広州市環境監測センター所有機器一覧表を、それぞれ図3－3、表3－3～表3－5に示す。

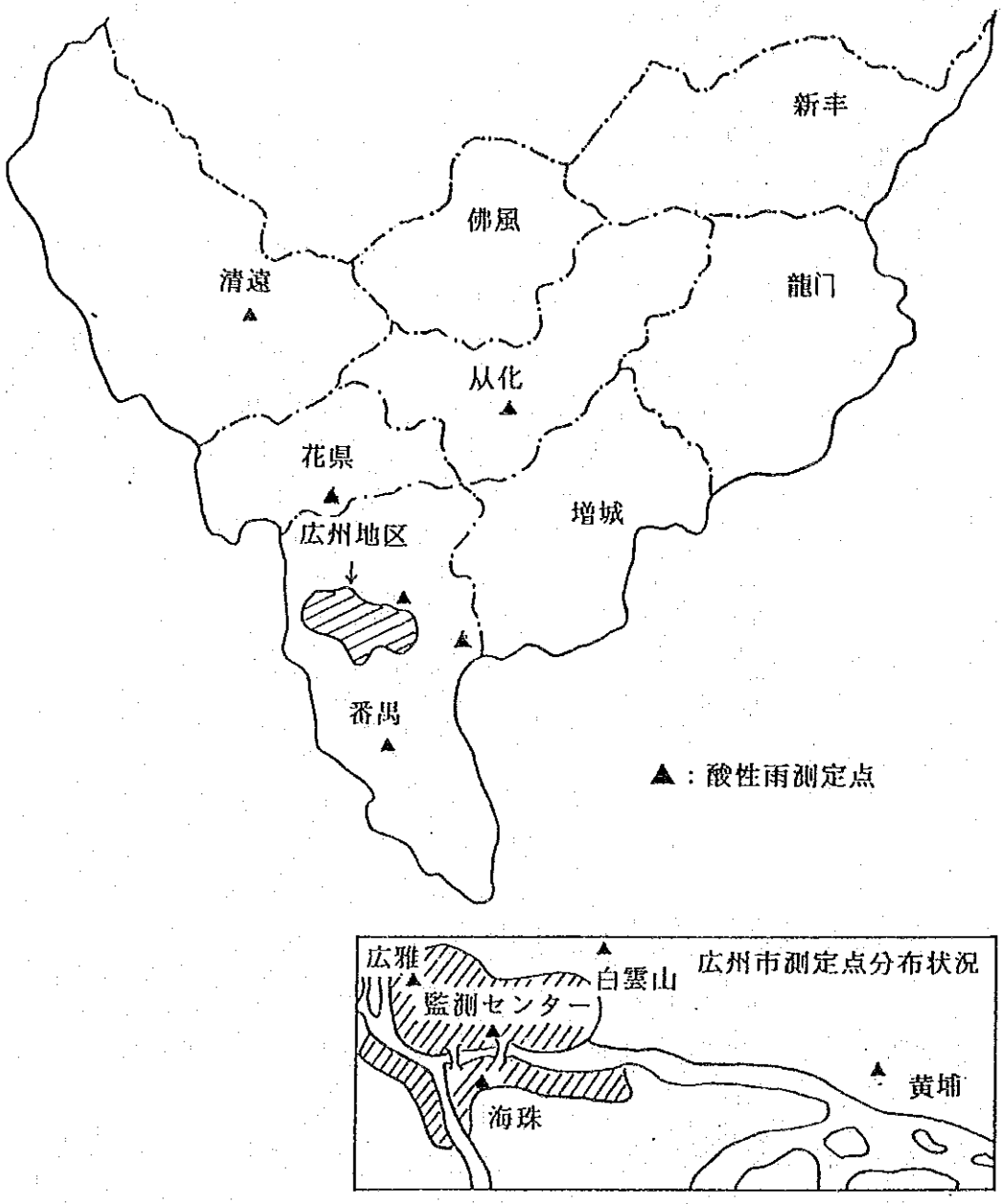


図３－３　広州地区酸性雨監測点分布図

表３－３　広州地区酸性雨監測点一覧表

番　号	名　　称	備　　考
①	広州市環境監測センター	国設（一級監測点）
2	広州市海珠区環境監測点	区設（二級監測点）
③	広州市黄埔区監測点	国設（一級監測点）
4	広州市広雅中学	区設（二級監測点）
⑤	広州市白雲山摩星岭	市設（二級監測点）
⑥	番禺市環境監測点	国設（一級監測点）
7	広州市從化県環境監測点	県設（三級監測点）
8	広州市花県環境監測点	県設（二級監測点）
9	広州市清远市環境監測点	県設（二級監測点）

（注）　○印は、本格調査時の監測点を示す。

表３－４　酸性雨監測分析項目及び分析方法一覧表

分析項目	分析方法	分析機器
ｐＨ値	電極法	ＺＤ－８４１型　数字式イオン計
電気伝導率	同上	ＤＤＳ－ＩＩＡ型　導電率器
SO_4^{2-}	イオンクロマト法	ＺＩＣ－Ｉ型　イオンクロマトグラフ
NO_3^-	同上	同上
Cl^-	同上	同上
F^-	同上	同上
Ca^{2+}	火焔原子吸光分光光度法	ＷＹＸ－４０２型　原子吸光分光光度計
Mg^{2+}	同上	同上
K^+	同上	同上
Na^+	同上	同上
NH_4^+	納氏試剤分光光度法	７２１　分光光度計

（注）　本格調査時には、日本から機器供与を受けて、火焔原子吸光分光光度法の代りにイオンクロマトグラフ法によって分析を行うことになっている。

表３－５　広州市環境監測センター所有機器一覧表

番号	機器名称	型式	機器性能	数量（台）
1	熱風循環式恒温器	PPD-216S	内寸法　600 × 600× 600 mm 容積　0.216 m^3	2
2	薬品庫	IK-1800S	外寸法　910 × 500× 1800 mm 材質　SUS-304	6
3	電子式精密長期自記温度、湿度、気圧計		測定範囲　温度：－15～40℃、湿度：0~100 %、気圧：940~1045mb	2
4	毛髪式精密温・湿度計		測定範囲：－30～50℃	6
5	自記雨量計（貯水式）		測定範囲：0~20mm、最小 0.5mm	2
6	電子分析天秤	ABU-210	最大秤量：200g、感度：0.1mg	2
7	イオンクロマト系統	LC-10AD		2
8	気相クロマト分析器	GC-16A		2
9	原子吸光分光光度計	AA-680G	測定波長範囲：　190～900 nm	2
10	トースター	9 座		2
11	自動風向・風速測定器		風向：0~360°、最小起動風速：0.5m/s	4
12	電子計算機	IBM 486		2
13	テレメーター			8
14	携帯電話			2
15	ファクシミリ			1
16	複写機			1
17	ｐＨ計			4～6
18	電気導電率器			4～6
19	電泳箱	＞0.2m^3		4～6
20	降水自動採集器			5
21	降水自動測定器			1
22	雨量計			4～6

4．本格調査の実施方針

4－1　調査の基本方針

(1) 本件開発調査は広西壮族自治区柳州市を対象とする「柳州市大気汚染総合対策調査」及び同自治区内の柳州市、桂林市、梧州市並びに広東省広州市の4つの市を対象とする「広域酸性降下物モニタリング調査」からなる調査とする。

(2) 先方中国側は、国家科学技術委員会社会発展科学技術司が担当機関であり、同委員会の総括・調整のもとに柳州市、桂林市、梧州市、広州市の各人民政府（市政府）の科学技術委員会及び環境保護局が共同で実施にあたることとなる。また広西壮族自治区政府の科学技術委員会及び同環境保護局が必要に応じ、柳州市、桂林市、梧州市を支援することとなる。なお、本件調査は国レベルでの担当機関は国家科学技術委員会であり、調査サイトのレベルでは環境保護局及び科学技術委員会の共同体制となっており、特に国レベルでの国家環境保護局との関係については、国家科学技術委員会が必要に応じ協力・支援等を依頼・調整することとなっているので、日本側としては国家科学技術委員会を窓口とすることになる。

(3) 日本側の本格調査団は柳州市に滞在し現地調査を実施することとし、「広域酸性降下物モニタリング調査」について観測・分析等の実施打合せ、実施状況のチェックのため必要に応じ対象各市を適宜巡回することで調査の実施を確保する。観測・分析データの集積・とりまとめはファクシミリを用い、日常的に行うこととする。本格調査団が不在の期間があっても中国側により同様に観測・分析業務が維持されることが必要である。

(4) 「柳州市大気汚染総合対策調査」においては、調査終了後に中国側が大気汚染対策を実施して行く際に、緊急性、即効性、効率性、経済性、実施可能性等々から総合的に判断して妥当な対策案を提示することが肝要であり、具体的な対策の例としては、既に中国において実施されてきた排放費の検討、電気集じん機の設置、良質な燃焼への転換等の対策の継続・強化、技術的に十分な検討がなされていない燃焼工程の効率改善及び地理的条件や気象条件を考慮した工場・事業場の移転、立地規制が挙げられる。なお、中国側が強く要望した簡易脱硫方法の調査研究については本件調査では実施しないことで合意しており、既存の脱硫方法の評価にとどめることとする。ただし中国側は脱硫過程での副産物の経済性も含め脱硫方法の評価を希望しているので、評価の枠組を中国側の環境、条件に則して形成する工夫が必要である。

　また、調査方法に関し、中国側は数値シミュレーションと風洞実験との併用によるシミュレーションモデルの作成を要望したが、風洞実験の技術的な困難と基本計画策定上必ずしも必要でないことから本件調査は数値モデルを採用して行うこととする。

(5) 中国側は、成都、重慶、柳州、貴陽の4都市の大気汚染対策を国家的な環境汚染対策事業と位置付け、第8次5ヶ年計画のなかで対策事業を実施する計画の由である。このため各国援助機関の協力が招致される可能性が高く、したがって本件調査も、中国側のみならず各国援助機

関も注目するところとなると思われる。モデルケースとしての調査の性格を帯びており、これに応えることが必要である。

(6) 「広域酸性降下物モニタリング調査」においては精度の高い観測・分析データの集積を目ざすことが必要である。全ての観測点において同一の基準、機器、方法により実施することが必要となるので十分な調整の上、開始すべきである。調査の結果については、中国側が将来広域発生・拡散のメカニズム等を研究・検討する際の基礎資料としての意義づけ、及び活用の方法 — 例えば「日中友好環境保全センター」技術協力プロジェクトでの活用を提案することが必要である。なお、被害調査は実施せず、中国側が実施している被害調査のファイリングを行うこととする。

(7) 観測データ、資料等の国外持出しについて中国側は相当慎重な扱いを実行しているところ、現地調査終了時には十分な協議・事前手配が必要であるので留意する。

4－2　調査の内容

調査の内容についてはＳ／Ｗで合意されたところであるが、その具体的な内容は次に示すものとなる。

4－2－1　柳州市の大気汚染総合対策計画調査

(1) 基礎調査

基礎調査は既存資料の収集及び大気汚染の現状調査等大気汚染及び大気汚染に関連する事項に関する実態の把握を目的として実施する。

a、既存資料の収集・分析を行う項目

・大気汚染に密接に関連する社会・経済指標（人口、工業出荷額、自動車の台数等）

・自然条件

・気象データ

・各種エネルギー需給の動向

石炭のＳ分は産地により大きく異なるため、産地ごとに把握する必要がある。

・将来の開発計画

・既存の大気汚染防止対策、計画及び組織制度に関する情報

・燃料価格、対策実施に必要となる資機材価格、人件費等

燃料、各種資機材等の価格変動を考慮して調査時期を決定する。

・その他必要と認められる事項

b、環境大気及び発生源調査

本調査の実施に当たっては気象条件を十分に考慮する必要があり、特に冬期の調査体制を十分に検討しておく。

・気象調査

気象台等のデータを用いるほか、柳州市内に設置される大気汚染自動測定局において風向風速等を測定する。また、ゾンデを用いて上層気象観測を行う。

・環境大気質の調査

大気汚染物質の濃度を測定し、大気質の状況を把握するとともに、シミュレーションモデルの検証のデータとしても用いる。柳州市内に最大限10ヶ所の大気汚染自動測定局を設置し、1年間にわたって測定を行うことを中国側と合意している。

具体的な調査地点は①第9中学、②気象台、③環境保護局監視センター、④科学技術委員会、⑤幼稚園、⑥工人文化宮、⑦鉄道環境部、⑧河西浄水場、⑨広西工学院及び⑩第3職業高級中学とする。

・発生源調査

工場・事業場から排出される汚染物質について排出原単位等の調査を行い、排出量を算出するとともに、シミュレーションに必要なデータを得る。

(固定発生源調査)

固定発生源の調査に当たっては、主要な発生源のほか、中規模の発生源についても調査を行う。調査項目は以下のとおり。

① 既存データの収集

② 主要工場の生産能力、施設規模、燃料使用量、現地排ガス測定、熱効率に関する調査。なお、柳州市の主要な工場においては、排ガス量の実態及び燃料効率改善の観点から、工場内の関連工程を詳細に調査、検討する必要がある。

③ 中規模の工場について、現地排ガス測定を行う。なお、中規模の工場についても、工場内の関連工程を調査、検討しておく必要がある。

④ 民生用暖房施設についての現地排ガス測定

⑤ 主要燃料の成分分析

(移動発生源調査)

これまでの調査から柳州においては移動発生源は大気汚染にあまり寄与していないものと考えられる。そのため、移動発生源については、主として、自動車登録台数、排出係数等の既存の資料に基づき、将来排出量を求める。また、調査地点のうち工人文化宮を自動車排出ガス測定局と位置付け、移動発生源による大気汚染状況を把握する。

(2) 解析調査

解析調査は将来の大気質予測及び大気質管理手法の検討を行うことを目的として実施する。

a. 大気汚染機構の解析

「(1)基礎調査」で収集した資料に基づき、大気汚染機構の解析を行う。

b．シミュレーション・モデルの作成

シミュレーション・モデルは数値モデルを用いることとし、作成に当たり、柳州の地形を十分に考慮する。

c．大気汚染物質削減方法の検討

「(1)基礎調査」で収集した資料に基づき、大気汚染物質の削減方法の検討を行う。この場合、中国側が脱硫装置の設置に興味を示しているため、硫黄酸化物の削減方法については、各種の脱硫方法及び脱硫によって得られる硫黄の有効な利用方法について十分な検討を行う。また、個々の発生源における排出負荷量の削減のみならず、地理的な条件及び気象条件を十分に配慮した工場、事業場の移転、設備の更新等についても十分に検討する必要がある。

移動発生源に関しては、現時点では大気汚染への寄与度は小さいものと考えられるが、将来の自動車等移動発生源の普及状況等を考慮して移動発生源対策を検討しておく必要がある。

d．大気質管理手法の検討

c．で検討した大気汚染物質削減方法を実行するための手法を検討する。

大気質管理手法としては中国において既に排放費の検討、電気集塵機の設置、良質燃料への転換、総量規制の検討等が既に行われているところであるが、まだ十分に実施されていない対策の強化のみならず、技術的に未検討の燃焼効率の改善及び工場の移転等の未検討の対策についても十分な検討を行い中国側に提案していく必要がある。

(3) 対策立案調査

対策立案調査は具体的な対策の検討、目標値の設定、大気質監視体制の検討を行うことにより、大気汚染総合対策計画を立案することを目的として実施する。

a．発生源対策代替案の検討

「(2)c．大気汚染物質削減方法の検討及びd．大気質管理手法の検討」の検討結果を踏まえ、柳州市において実施すべき対策の選定及び対策の強度の検討を行う。

b．目標値の設定

「a．発生源対策代替案の検討」、大気質に関する各種の基準及び想定される対策を講じた場合の将来大気質予測の結果を踏まえ、目標値の設定を行う。なお、「a．発生源対策代替案の検討」の検討結果によっては大気質の改善が不十分な場合には、再度「a．発生源対策代替案の検討」を行う。

c．大気質監視体制の検討

大気質の状況を把握し、また、将来の大気汚染対策の検討の基礎資料を得ることを目的とした大気質監視体制の検討を行う。この場合、将来的に大気質の変化をも考慮しておく必要がある。検討すべき事項としては以下のとおり。

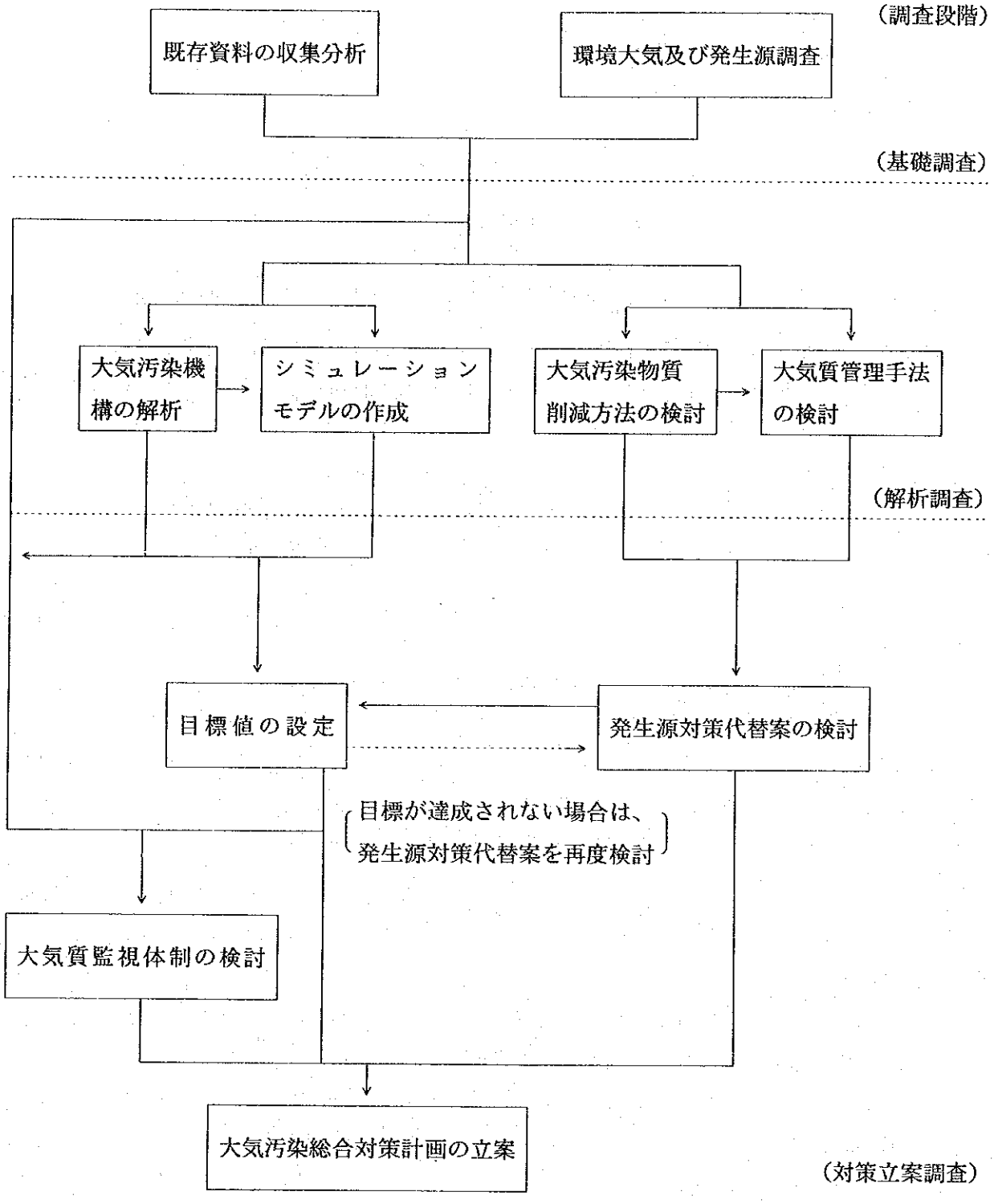


図４－１　柳州市大気汚染総合対策計画調査の概要のフロー

① 調査地点

② 調査項目

③ 調査頻度

④ 分析方法

⑤ 調査実施体制

d．大気汚染総合対策計画の立案

以上の検討結果を大気汚染総合対策計画としてとりまとめる。

(4) 調査維持体制の確保

本件調査の実施にあたっては各種の機材を用いることとなり、また、本格調査団が現地にいない期間は中国側が調査を実施することとなる。そのため、本格調査団には機材の取扱いに習熟した調査団員を含め、当該調査団員が機材の維持管理を行うほか、中国側に対して機材の維持管理について十分な技術移転を行う必要がある。なお、柳州市においても冬期に大気質が悪化するものと考えられるため、冬期に本格調査団が現地調査を実施するような工程とすべきである。

4－2－2 酸性降下物モニタリング調査の内容

(1) モニタリング計画の策定

本調査の実施に当たっては精度の高い観測・分析データの集積をめざすことが必要であり、調査の実施に際して十分な調整を行う必要がある。

a．モニタリング計画の策定

モニタリングを実施する地点は以下のとおりであり、事前調査で確認している。

柳州　5地点：農業気象台、柳州市環境観測站、河西浄水場、工人文化宮、工程機会廠西側

桂林　5地点：気象台、龍隠路小学校、桂林市環境観測站、第8中学、芦笛岩

梧州　2地点：梧州市環境観測站、旺浦中学

広州　4地点：広州市環境観測中心站、広州市黄埔区観測站、広州市白雲山摩星嶺、番禺市環境観測站

b。モニタリング体制を含むモニタリング計画の策定

モニタリングを担当することとなる技術者は第3章に示したとおりであるが、本格調査の実施に当たり、再度確認を行う必要がある。

(2) 酸性降下物の測定

モニタリング計画に基づいて酸性降下物の採取・降水量測定及び当該資料の分析を行う。なお、自動サンプラーを用いて採取し、ｐＨ及び電気導電率を現地で測定した後、イオンクロマトグラフィーを用いてイオンの分析を行うことは中国側と合意している。

(3) 測定結果の整理

モニタリングの結果を整理する。なお、本調査では酸性降下物による被害の調査は行わないが、中国が実施した調査の結果を参考としてとりまとめる。

(4) 調査維持体制の確保

広域酸性降下物モニタリング調査の実施にあたっても柳州市大気汚染総合対策計画調査と同様に各種の機材を用いることとなり、また、本格調査団が現地にいない期間は中国側が調査を実施することとなる。そのため、本格調査団には機材の取扱いに習熟した調査団員を含め、当該調査団員が機材の維持管理を行うほか、中国側に対して機材の使用及び維持管理について十分な技術移転を行う必要がある。なお、本調査対象が降水であることから、雨季に本格調査団が現地調査を実施するような工程とすべきである。

4－3 調査期間

第2章でふれたとおり調査期間は概ね29ヵ月と考えられ、中国側もこれに合意しているが、調査内容の細部の検討に際して早期に実施することが可能な調査事項の早めの実施等を併せて検討し、調査期間短縮の可能性を探る必要がある。

4－4 調査体制

1．調査団の編成

調査団は、下記の担当分野の専門家により編成する。

①総括 ②副総括（汚染対策技術全般） ③測定（気象） ④測定（環境大気）
⑤測定（固定発生源－ボイラー効率と燃焼管理） ⑥測定（固定発生源－煙道排ガス）
⑦測定（酸性雨） ⑧分析（大気・発生源） ⑨発生源解析（燃料と燃焼施設）
⑩発生源解析（汚染物排出を伴うプラントのフローチャートの作成とその改善検討）
⑪シミュレーションモデル ⑫汚染対策技術（設備計画）
⑬社会経済・産業動向 ⑭監視体制／組織制度 ⑮業務調整

（注） ③については、中国気象科学研究院・中尺度気象研究所の全面的協力が得られる。
⑤については、中国科技開発院環保技術開発所の支援が得られる。

したがって、上記③、⑤、⑩については、中国側の専門家による補強、または助手として傭人することも一策と考えられる。

2．第1次先発隊の派遣

調査用資機材の一部現地（北京並びに柳州）調達を行うため、3～4名を約3週間程度派遣する。

① 北京においては、ＪＩＣＡ中国事務所購入契約の補助業務

② 柳州においては、風向風速計のポール製作依頼、測定室用クーラー、ガラス器具・試薬

等の調査団調達業務

3．第２次先発隊の派遣

大気汚染測定機メーカー、気象測器メーカー、中国側現地技術者の協力を得て現地設置を行うとともに、機器取扱い・メンテナンスに関するトレーニングを受けるため、③、④、⑥、⑦、⑧、⑮の専門家を1.5ヶ月程度派遣する(派遣期間は、調査用資機材の現地到着時にタイミングを合わせること)。

4．調査団のうち測定関係・発生源解析関係全員の派遣

測定機のランニング終了後直ちに、総括以下⑩までと⑫の専門家（第１回は２～３ヶ月程度、その後は気象・環境大気は季節別、固定発生源測定は随時とする）

5．冬期・春期の最悪時のデータの収集終了の見込時点で、⑪、⑬、⑭の専門家を派遣する。

6．⑦の専門家は、毎年１ヶ月全地点を巡回、分析データの確認、分析に関する技術指導を行うこと。

４－５　調査用機材

本調査に必要と思われる資機材一覧表を表４－１に、柳州市大気汚染総合対策計画調査関係を表４－２、酸性雨モニタリング地点並びに機材リストを表４－３に示す。

表４－１

中華人民共和国柳州市大気汚染対策総合計画調査資機材（案）一覧表

区分	柳州市モニトリング関係										柳州市その他の機材			酸性雨関連機器				
測定点他 / 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	環保局	環保局実験室	環保局データ処理室	柳州市環保局	桂林市環保局	梧州市環保局	広州市環保局	広東省環保局
[１] 環境調査用機材																		
(1)コンテナ観測局（大）	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
コンテナ観測局（小）	－	－	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(2)ガラスマニホールド	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(3)電源安定化装置	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(4)ＮＯx 自動測定機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(5)ＳＯ2 自動測定機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(6)ＣＯ 自動測定機	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(7)ＮＭＨＣ 自動測定機	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(8)○3 自動測定機	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(9)ＳＰＭ 自動測定機	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(10)大気中Ｈｇ分析装置（移動使用）	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(11)標準ガス発生器(GPT,ﾏｽﾌﾛｰ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(12)標準ガスボンベ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(13)ボンベ用レギュレータ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(14)アンダーセンサンプラ	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2	－	－	－	－	－	－	－
(16)ハイボリュームエアサンプラ	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2	－	－	－	－	－	－	－
(17)レコーダ（濃度用）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(18)風向風速計発信機	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(19)温度湿度計発信機	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(20)湿度計発信機	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(21)全天日射量計発信機	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(22)放射収支計発信機	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(23)気象変換機											－	－	－	－	－	－	－	－
①風向風速温度湿度日射放射収支	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
②風向風速温度湿度	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
③風向風速	－	－	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(24)レコーダ（風向風速）	－	－	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(25)レコーダ（風向風速他）	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
(26)気象用ケーブル、ケーブル	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(27)風速計校正器	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(28)アスマン通風乾湿計（温湿度計の校正	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(29)エアコン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(30)データ収録システム（ロガー）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
(31)テレメータ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	－	○	－	－	－	－	－
(32)データ集計用パソコン及び周辺機器		－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－
(33)予備品、消耗品	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
[２] 上層気象（低層）調査機材																		
(1)低層ｿﾝﾃﾞ発信機(8回/日x5日/季x4季+ﾄﾚｰﾆﾝｸﾞ，予備)											168	－	－	－	－	－	－	－
(2)ソンデ受信機（航法無線により温度の他に風向風速も同時に観測する）									－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(3)受信アンテナその他附属品	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(4)HeガスまたはH2ガス(ﾚｷﾞｭﾚｰﾀ)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
[３] 固定発生源調査用機材																		
(1)排ガス中ばいじん測定装置	年間３００煙道程度																	
煙道排ガス自動等速吸引装置	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(2)排ガス中水分測定器具	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(3)排ガス中ＮＯx自動測定機	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(4)排ガス中ＳＯ2自動測定機	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2	－	－	－	－	－	－	－
(5)排ガス中O2自動測定機	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(6)排ガス中ＣＯ自動測定機	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(7)排ガス中ＣＯ2自動測定機	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(8)排ガス中ＴＨＣ自動測定機	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(9)アンダーセンスタックサンプラ	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(10)サンプリングプローブ	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2	－	－	－	－	－	－	－
(11)排ガス前処理装置	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2	－	－	－	－	－	－	－
(12)レコーダ（ﾎｲﾌﾟﾘｯﾄﾞ24打点式）	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(13)校正用標準ガス	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(14)ボンベ用レギュレータ	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(16)ボンベ架台	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
(17)ボイラ効率測定用機材（給水、燃料、排ガス、蒸気の温度、流量、圧力）										－	○	－	－	－	－	－	－	－
(18)予備品、消耗品	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－
[４] 分析用機材																		
(1)原子吸光光度計(ﾌﾚｰﾑ,Pb,Ni,Cr,Fe,Cu,Zn,Mn,Hg,Sn,Al,V,Mg,Ca,Na,K,Ti)										－	－	○	－	－	－	－	－	－
(2)硝子機器、試薬	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－
(3)石炭分析用機材（試料分取装置等、発熱量、灰分、揮発分、元素:M,C,N,S）										－	－	○	－	－	－	－	－	－
(4)消耗品	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－
[５] 酸性雨モニトリング機器																		
(1)酸性雨自動測定サンプラ（ｐＨ、ＥＣ、温度、雨量、降雨の有無の自動測定記録および雨水の採取）														5	5	5	5	(5)
(2)ｲｵﾝｸﾛﾏﾄｸﾞﾗﾌｨｰ(ｼﾝｸﾞﾙｼｽﾃﾑ、ｵｰﾄｻﾝﾌﾟﾗ、ﾃﾞｰﾀ処理装置、SO4,NO3,Cl,Ca,Na,K,Ca,Mg)	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－	－
(3)超純水器その他の周辺機器	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－	－
(4)卓上ｐＨ計（フロー分析用比較ユニット付き）				－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－	－
(5)卓上ＥＣ計	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－	－
(6)試薬、消耗品	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－	－
(7)情報伝達関連機器（例えばファクシミリ）			－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	○	○	○	－	－

注）表中の○印は、１式または１台を示す

表４－２　柳州市大気汚染総合対策計画調査
（別添地図並びに測定点写真を参照のこと）

				ポール高さ
1. 第9中学	SO_2	WS/WD	4Fの一室を間仕切り使用する	7 m
2. 気象台	SO_2 , NOx, SPM	WS/WD, T/H, N, S/R	コンテナ	10 m
3. 環保局監視センター	SO_2 , NOx, SPM, O_3 , NMHC, CO	WS/WD	大型コンテナ	7 m
4. 科技委	SO_2	WS/WD	3～4Fの一室を間仕切り使用する	7 m
5. 幼稚園	SO_2 , NOx, SPM	WS/WD	コンテナ	7 m
6. 工人文化宮	SO_2 , NOx, SPM, O_3 , NMHC, CO	WS/WD	大型コンテナ	7 m
7. 鉄道環境部	SO_2 , NOx, SPM	WS/WD	3～4Fの一室を間仕切り使用する	7 m
8. 河西浄水場	SO_2	WS/WD	コンテナ	10 m
9. 広西工学院	SO_2	WS/WD, T/H	コンテナ	10 m
10. 第3農業高級中学	SO_2	WS/WD	コンテナ	7 m

上記全室にクーラー（コンテナ及び間仕切り後の小室は 1.3 kW 、コンテナ大は 2 KW ）を取付ける。

表４－３　酸性雨モニタリング地点並びに機材

地点名		自動サンプラー	pH計	EC計	イオンクロマトグラフと超純水器等	FAX
１．桂林市	1. 気象台	1	1	1		1
	2. 龍隠路小学（原三里店小学）	1	1	1		1
	3. 桂林市環境監測站	1	1	1	1	1
	4. 第八中学	1	1	1		1
	5. 芦笛岩	1	1	1		1
２．柳州市	1. 農業気象台	1	1	1		
	2. 柳州市環境監測站	1	1	1	1	1
	3. 河西浄水場	1	1	1		
	4. 工人文化宮	1	1	1		
	5. 工程機械厰西側	1	1	1		
３．梧州市	1. 梧州市環境監測站	1	1	1	1	1
	2. 旺甫中学	1	1	1		1
４．広州市	1. 広州市環境監測中心站	1	1	1	1	1
	2. 広州市黄埔区監測站	1	1	1		1
	3. 広州市白雲山摩星~~岭~~ 峰	1	1	1		1
	4. 番禺市環境監測站	1	1	1		1

4－6　相手国の便宜供与

中国側の便宜供与の内容は、実施細則の５．中国側がとるべき措置において確認されており、その内容は、

(1)　中国側専門家、事務職員及び作業員の提供及びそれに係る全ての経費負担

(2)　現地調査を実施するに当たって実施細則の表－２(1)及び(2)（詳細については巻末資料参照）の中国側が分担する業務の実施及びそれに係る経費負担

(3)　現地調査に必要な作業所及び机、椅子等備品の無償提供及び宿舎の斡旋（但し調査サイトにおいて通常の方法で借上げ困難な場合は宿舎の無償提供）

(4)　現地調査のために必要な通訳の無償提供

(5)　現地調査のために必要な航空機、鉄道、車輌及び船舶等の手配（但し通常の方法で借上げが困難な車輌及び船舶等）については運転手等を含め無償提供）

(6)　現地調査のために必要な中国国内間電話設備の提供及びそれに係る経費負担

(7)　現地調査に必要な諸許可の手続きの実施

(8)　調査のために必要な資料及び情報の提供

(9)　調査のために必要な資料の中国から日本への移送許可

(10)　現地調査期間中、調査団員に病気、けがが発生した場合の病院の手配

(11)　現地調査期間中の調査団員の安全の確保

(12)　日本から持込む資機材の中国国内輸送費の負担

(13)　日本から持込む資機材の輸入及び再輸出に必要な手続き

(14)　その他軽微な資機材等一部経費の負担

となっている。

本調査は柳州市、桂林市及び広州市を対象として実施するものであり、また、依頼すべき便宜供与の内容が多岐にわたるものであるため、本格調査団が中国側に便宜供与を依頼する場合には、事前に、依頼の相手及びその手順を確認しておく必要があろう。

4－7　調査実施上の留意点

１．柳州市現地調査資料等の事前検討と評価

柳州市地区では、大気汚染の原因について、1986年（7.5 計画期間）より広範囲の調査が行われ、特に、ＪＩＣＡの上海市大気汚染マスタープラン策定調査の終了した翌年の1988年には、拡散気象と汚染特性について徹底した現地調査と数値シュミレーションが行われている。その後も、統計調査は継続されており、当地区の大気汚染の原因については、ある程度解明され、広範囲にわたるレベルの高い対策案も提案されている。これらについては、以下の資料・文書が存在する（柳州市環保局より入手可能）。

① 柳州市大気汚染の現状と汚染特性（ほとんど全項目）

② 柳州市大気汚染現状補充材料

③ 主要大気汚染発生源一覧表（ボイラー規格、燃料、排ガス、除じん装置等）

④ 柳州市酸雨対材量（特に金属と塗料）腐食影響

⑤ 柳州市交通量（30測定点）調査

⑥ 柳州市大気汚染物地点別（10点）観測結果（1986～91の４季別）

⑦ 柳州市酸性雨総合対策案

したがって、本格調査団は、これら資料・文書について、事前に十分検討したうえ、調査に着手すべきである。当地区は、かつて深刻な大気汚染に見舞われ、一部その対策も進行しつつあり、効果も僅かではあるが徐々に現われ始めているのが現状である。

汚染形態は、電力・鉄鋼・化学肥料を骨格とするコンビナート汚染に民生の暖房が加わる重合汚染であり、北京と地元の専門家によると、拡散場の地形が極めて複雑であるため、上海型数値シミュレーションは、実測値と全く合わないことも既に確認されているといわれている。その点十分に留意すべきである。

2．固定発生源調査

(1) ボイラー等燃焼施設周辺の環境

工場で使用されている燃料は、80％近くがＳ分４～７％、灰分40％前後、発熱量 2,500～4,000kcal/kgの広西壮族自治区（主として合山鉱）産の低品位灰と貴州省よりのＳ分３～５％、発熱量 3,500～5,500kcal/kgの高硫黄炭である。したがって、煙道排ガスは、高濃度のSO_2を含み、特に、ベンチュリースクラバーや水膜除塵機を使用しているボイラー周辺では、腐蝕が進行し、高濃度SO_2(3,000 ～7,000ppmといわれる）のリークが多く、水膜除塵機に使用されている花崗岩の割れ目から黄色い硫黄が垂れ下がっているのが散見される。したがって、現地調査に際しては、十分に測定現場の環境を事前調査して、ガスマスクを用意する等、対策を立てる必要がある。

(2) 煙道排ガス調査

当地区の煙突は、全部レンガ又はコンクリート製であり、煙突に測定口を設けることはできない。乱流域とみられるが、ベンチュリースクラバーの手前の測定口又はダンパー口を利用する以外に方法はない。そのうえ、排ガス中の水分もかなり多いので、サンプリングプローブの結露等には十分注意しなければならない。この測定作業は、危険度が高く、かつ、良好な測定値を得るためには高度の技術が必要である。

(3) ボイラー効率の測定

調査対象のすべてのボイラーについて、ボイラー効率の測定が要求されているので、現地技術者又は測定機メーカー等と事前協議が必要である。この測定は、超音波流量計（日本製）、熱効率測定機（英国との合弁－南京測定機器庁）、熱値測定機（中国製）、熱電対、

マッフル炉等を用いて行うものであるが、前述したとおり、中国人技術者の傭人を検討する必要がある。

(4) 燃焼の状況と効率

柳州市地域の石炭が、前述したように低品位であることから、燃焼効率の向上については、早くから研究されており、通常の煙管式、水管式ボイラーに加えてバブリング方式の流動床ボイラー、さらに92年にはドイツメーカーの基本設計になる循環式流動床ボイラーも導入されている。

燃焼は、いずれも空気過剰燃焼であり、循環式のものを除いては、灰分中の未燃炭素が多い。燃焼効率の議論には、灰分中の未燃炭素の分析もあわせて行うことが必要と思われる。

3．対策案の策定

対策案の策定・提案に際しては、特に、下記の点に注意すること。

(1) 既に深刻な大気汚染に見舞われている地域であるので、単に従来の環境影響事前評価手法による調査だけではなく、最悪条件出現時（季節は春・冬、時刻は朝・晩等）に特に重点を置いて調査し、各施設別に将来の増設計画も加味して、改選方法、削減率等を提案すること。

(2) 燃料転換・脱硫装置の導入の提案に当っては、中国の国状、柳州市の事情等を十分に考慮し、費用対効果の説明に重点を置くこと。

（特に、中国側は、高価な日本の脱硫装置の導入には批判的であり、経済性を優先して考えているので、副産品の利用等による脱硫コスト低減等について検討のうえ、既にドイツ国が提案して当地で採用されている循環式流動床ボイラー等との比較も行うことが望ましい。）

(3) 当地域の大気汚染は、工場からの汚染が主体であり、単なる都市環境汚染ではない。工場からの大気汚染には、燃料・燃焼によるもの以外に、プラントの効率の悪さ、老朽化による有害ガスのリーク、製造工程よりの無対策の大量放出(例えば、硝酸プラントからのNO_2)が考えられる。

したがって、固定発生源調査に際しては、プラントのフロー等についてもチェックを行い、問題のある箇所については、その改善について所要費用と共に提案すること。

(4) 調査地域内主要15工場の大気汚染対策設備の改善

市内主要15工場には、既に燃焼施設について除じん装置が設置されている（92年末現在）。除じん装置の概要は、以下のとおりである。

1) 水膜除じん（花崗岩製が主体）	17基
2) ベンチュリー・スクラバー（2段ベンチュリーを含む）	4基
3) ベンチュリーと水膜除じんの組合せ	7基
4) サイクロン	9基
5) マルチサイクロン	1基
6) バグフィルター	9基

7)　重力沈降　　3基

8)　バブリング式泡沫除じん　　1基

9)　E．P　　1基

10)　その他　　1基

除じん装置の主流は、水膜除じん機である。これは、単に除じん塔の上部から水を水膜にして自然落下させているだけである。

柳州市環保局では、企業側と共同で、アルカリ洗浄液の自然落下による脱硫テストを行い、脱硫率10～30％を得たといわれるが、気液混合を十分に行うことによって脱硫率の大幅向上は可能と考えられるので、この改善について提案することも中国の国状に合った対策として注目されるであろう。

改善の試案として提案する場合、以下の手順が考えられる。

① 水膜除じん機の設計図による事前検討（環保局経由で入手可能）

② ｐＨ7.5～10のアルカリ液によるステンレス製スプレーを用いた脱硫（多段式又はスステンレス製誘引ファンによる気液混合）

注）ｐＨ11以上にすると、SO_2 よりも CO_2 と反応しやすく、脱硫率が大幅に低下する恐れがある。

③ 激しく気液混合し、中和させた後は、ステンレス製デミスター（気液分離機）を設けて水分と排ガスを分離煙突より排出する。

④ 本体が花崗岩であることから、メンテナンス用作業窓の設置には、それなりの工夫が必要と思われるが、設置後は定期修理時にステンレス製ファイバースコープを用いてスケール等の点検を行うことが重要と思われる。