


No. 1


チリ共和国  
チリ国環境センター機材整備計画  
基本設計調査報告書

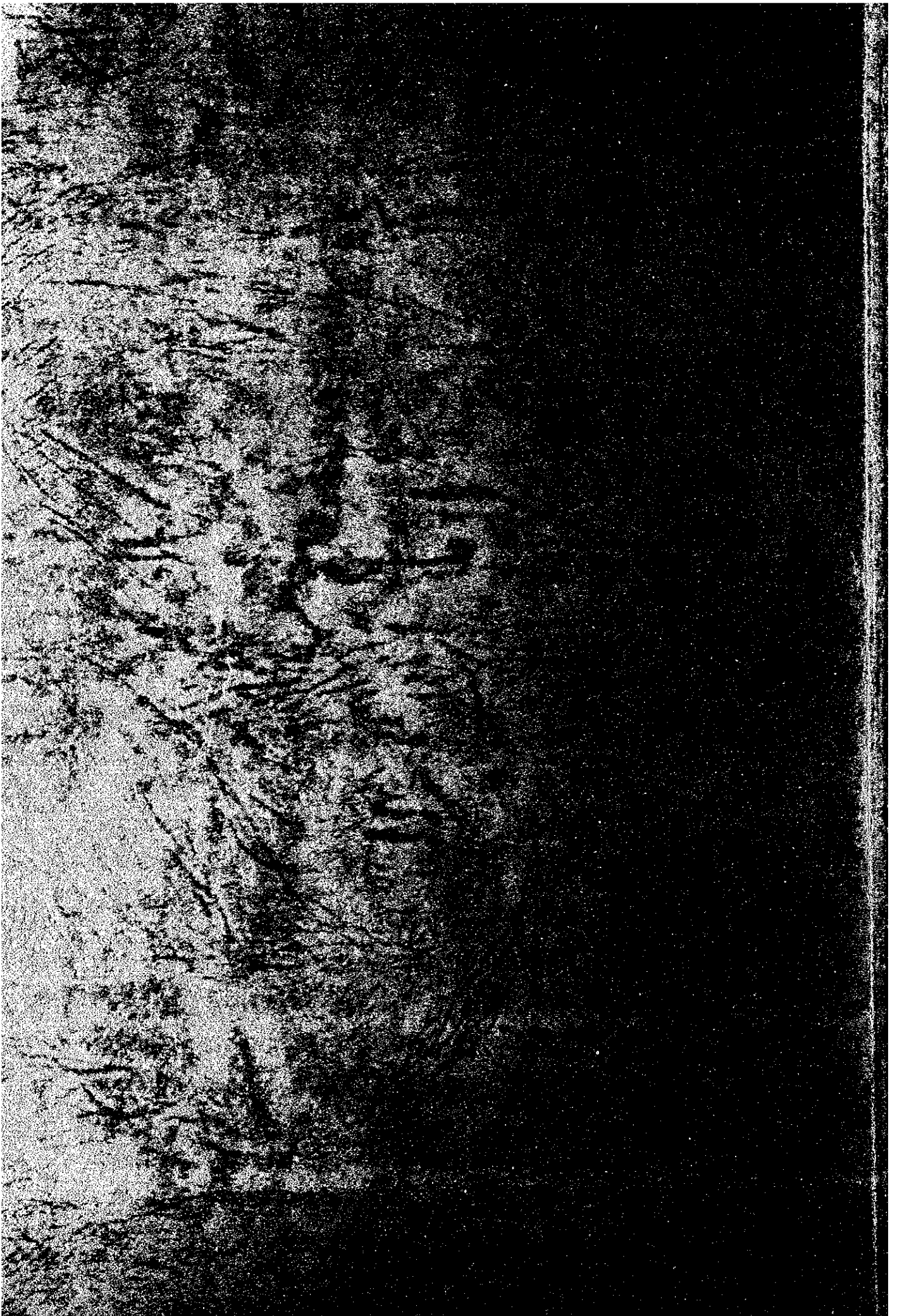
平成7年8月

JICA LIBRARY  
  
J 1127490(9)

国際協力事業団  
グリーンブルー株式会社

ARY

無調一  
  
95-249



チリ共和国

チリ国環境センター機材整備計画

基本設計調査報告書

平成7年8月

国際協力事業団

グリーンブルー株式会社



1127490 [9]

## 序 文

日本国政府は、チリ共和国政府の要請に基づき、同国のチリ国環境センター機材整備計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成7年4月16日から5月15日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、チリ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成7年7月25日から8月7日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年8月

国際協力事業団  
総裁 藤田 公郎

## 伝 達 状

今般、チリ共和国におけるチリ国環境センター機材整備計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づきグリーンブルー株式会社が、平成7年3月30日より平成7年9月24日までの6.5ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、チリの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成7年8月

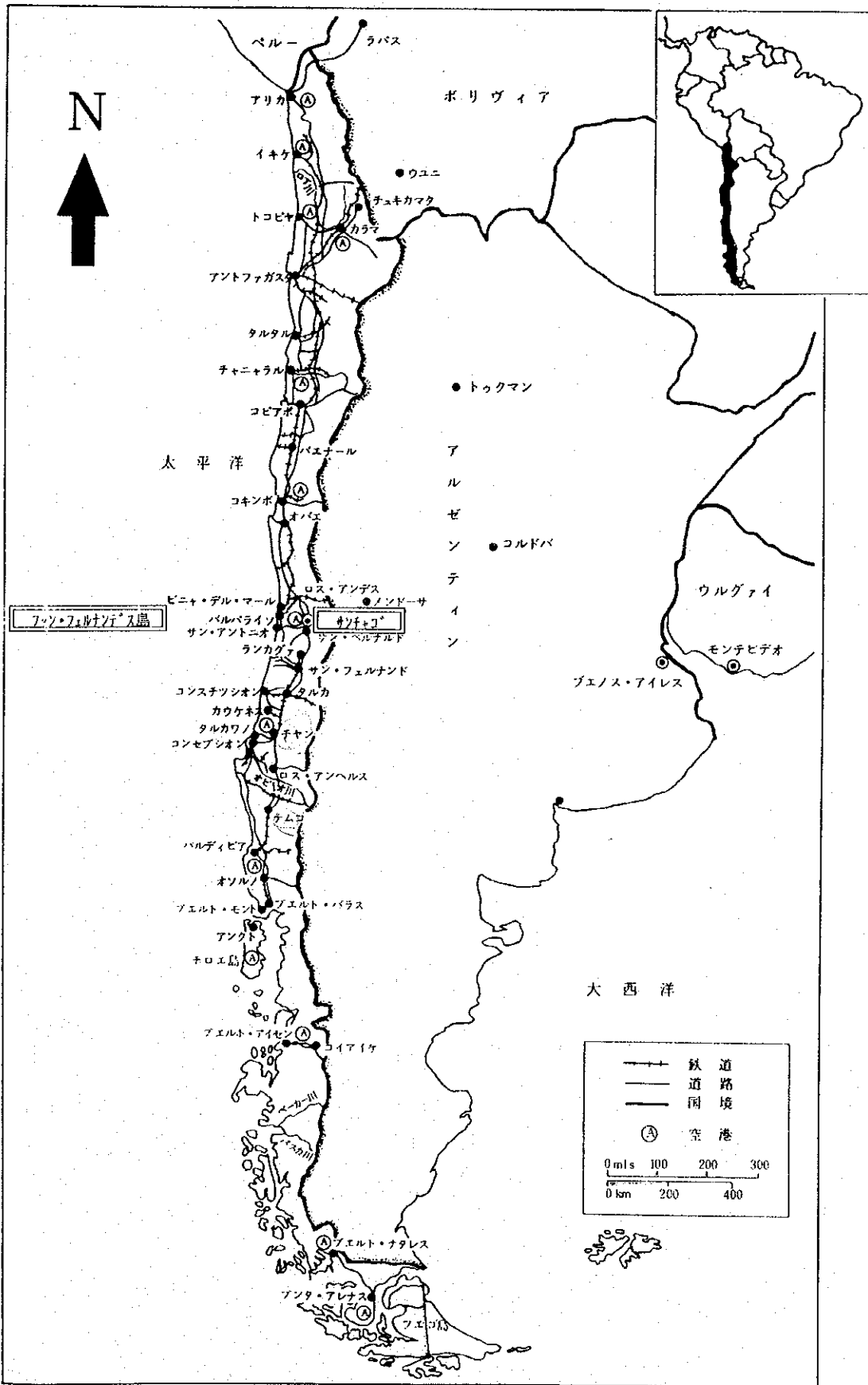
グリーンブルー株式会社

チリ共和国

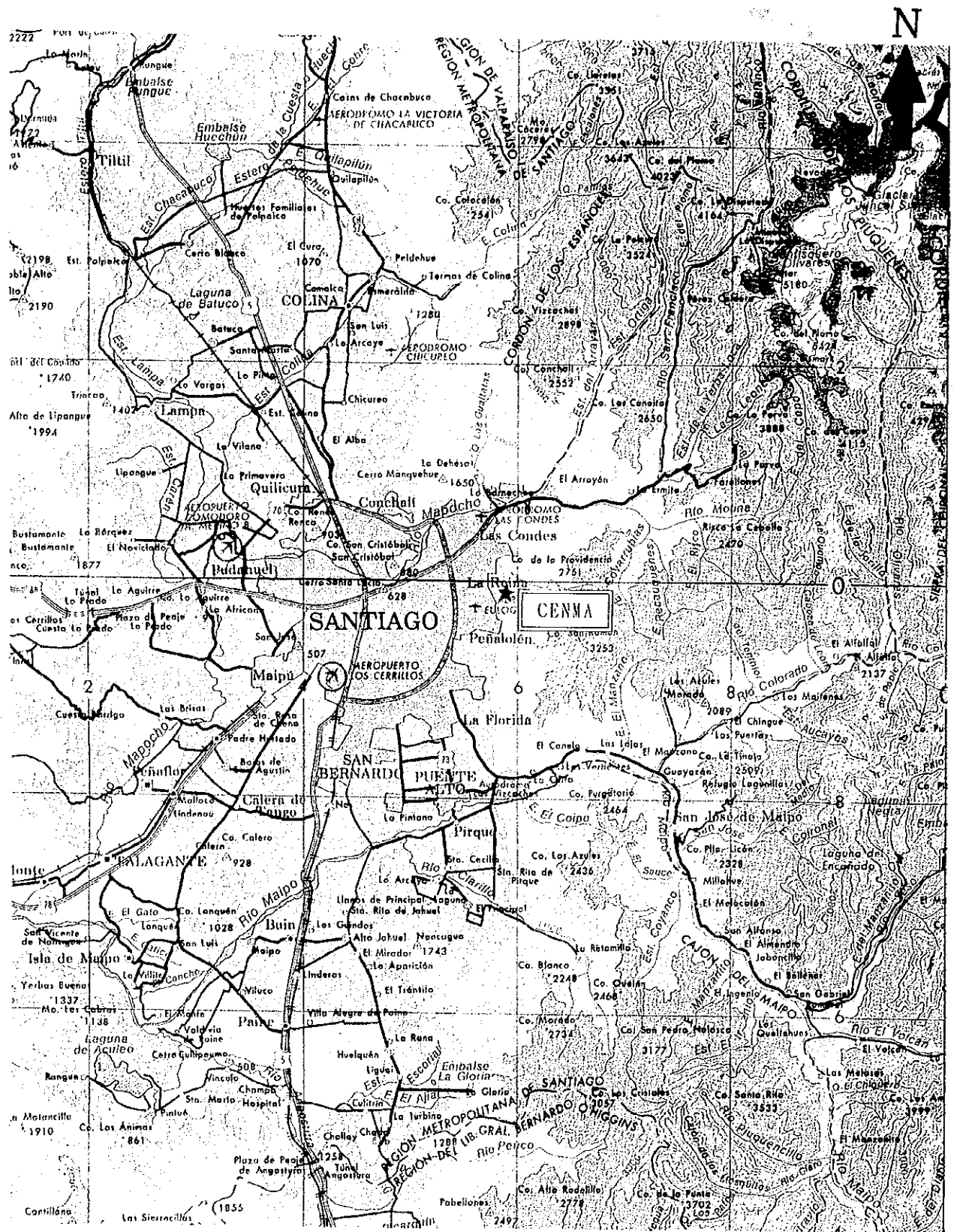
チリ国環境センター機材整備計画

基本設計調査団

業務主任 藤村 満



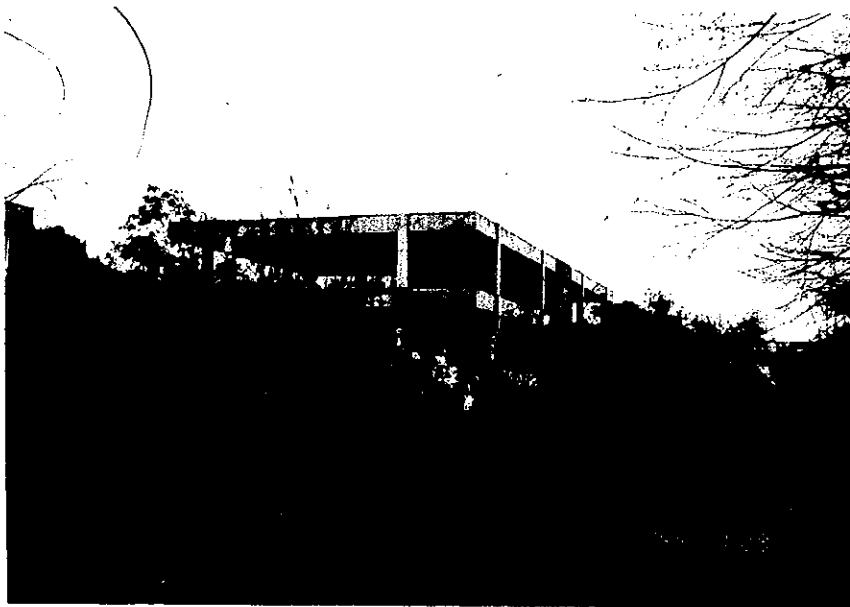
チリ国およびプロジェクト対象地域の位置



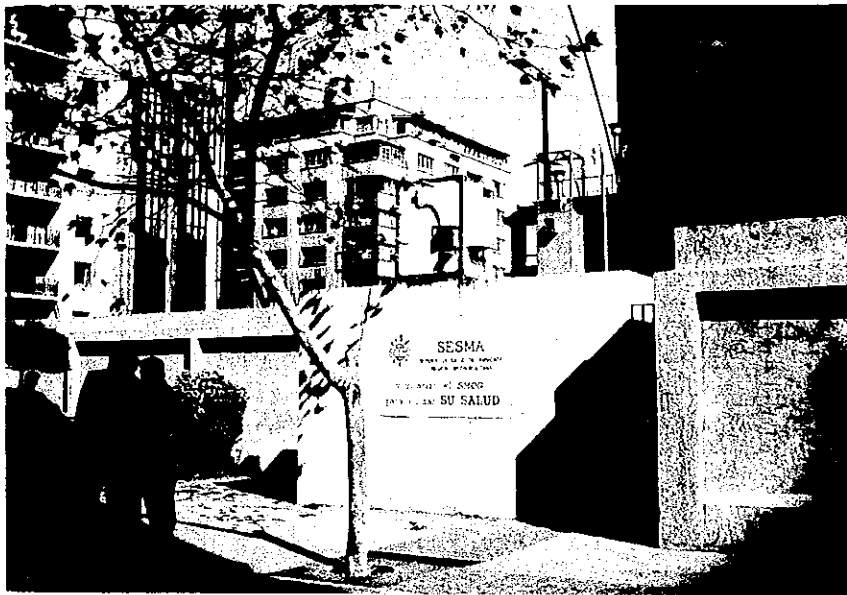
Ubicación de CENMA (antiguo campus de La Reina)

Escala 1:500,000

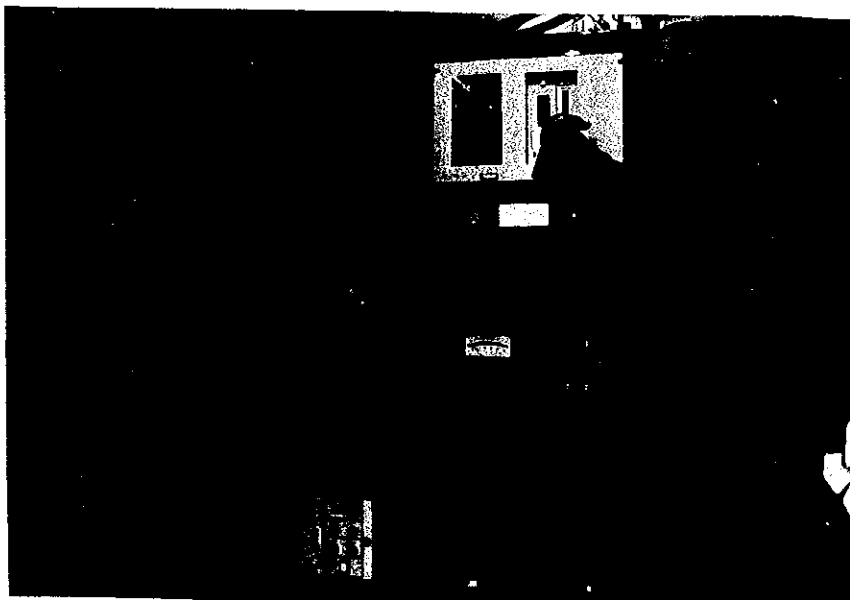




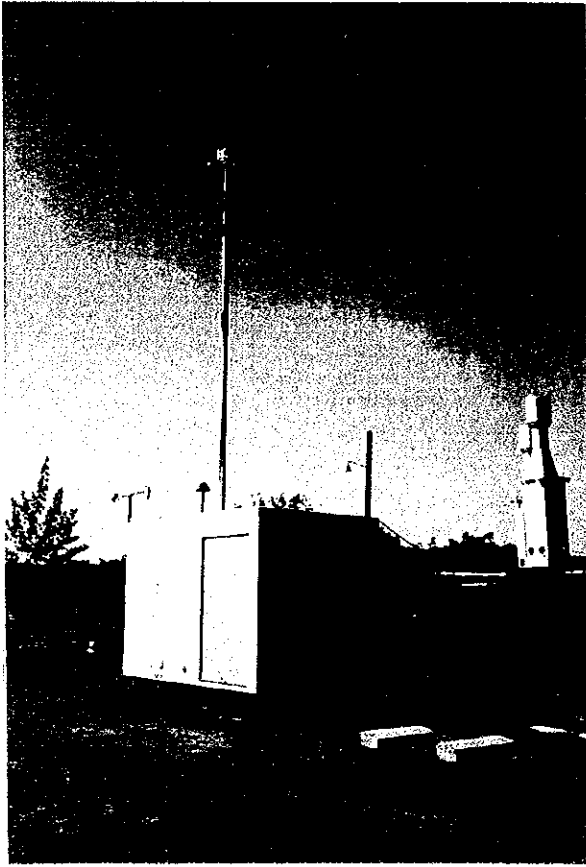
環境センターが建設される予定の、旧ラ・レイナキャンパスの現況



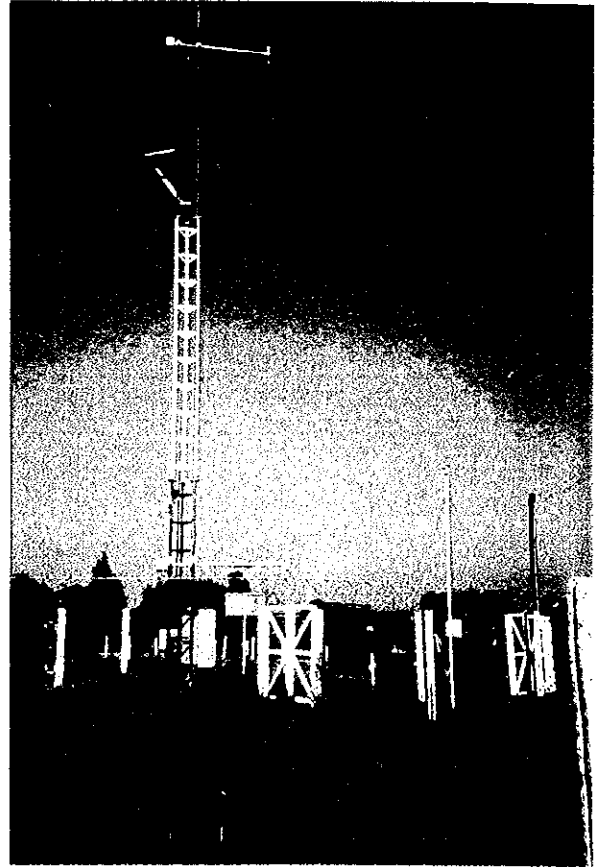
厚生省管轄の大気汚染測定局の外観  
(サンチャゴ中心地にある  
MACAM A局)



現有大気汚染自動測定装置  
(MACAM A局)  
稼働中の測定機は少ない。



オランダから供与された  
移動式大気測定局



農牧試験所にある気象観測タワー  
(スウェーデンの援助プロジェクト)



ファン・フェルナンデス島の  
集落の俯瞰

## List of Abbreviation, 略語表

---

AGCI	: AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL, 国際協力庁
B/A	: Banking Arrangements, 銀行協定
B/D	: Basic Design, 基本設計
Campus	: Campus La Reina, UNIVERSIDAD DE CHILE
CEDRM	: COMISION ESPECIAL DE DESCONTAMINACION DE LA REGION METROPOLITANA 首都圏公害対策特別委員会
CENMA	: CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 環境センター
C. I. F	: cost, insurance and freight (all included), 保険料運賃込み値段
CIMM	: 鉱山冶金研究所
CONAMA	: COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, 国家環境委員会
CORFO	: CORPORACION DE FOMENTO DE LA PROCUCCION, 産業振興公団
COREMA	: COMISIONES REGIONALES DEL MEDIO AMBIENTE, 地方環境委員会
COREMA-RM	: COMISIONES REGIONALES DEL MEDIO AMBIENTE - REGION METROPOLITANA, 首都圏地方環境委員会
D•B/D	: Draft Basic Design, 基本設計概要書
DGA	: DIRECCION GENERAL DE AGUAS, 水資源総局
DMC	: DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE, (チリ国) 気象局
EMOS	: EMPRESA METROPOLITANA DE OBRAS SANITARIAS, 首都圏公衆衛生公社
E/N	: Exchange of Notes, 交換公文
EPA	: Environment Protection Agency, 環境保護庁 (米国)
EULA	: Europe - Latin America
F. O. B.	: free on board, 本船積み込み渡し
IDB	: Inter American Development Bank, 米州開発銀行
INSP	: INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PUBLICA, 国立公衆衛生院
INTEC	: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS, 工業技術院
JICA	: Japan International Cooperation Agency, 国際協力事業団
LAN	: Local Area Network
MACAM	: MONITOREO AUTOMATICO DE LA CONTAMINACION DEL AIRE EN METROPOLITANA, 大気汚染自動連続測定網
M/M	: Minutes of Meeting
M-M	: Man Months
MOP	: MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, 公共事業省
PM10	: Particulate Matter less than 10 $\mu$ m
PROCEFF	: PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES DE FUENTES FIJAS, 固定発生源対策プログラム
R/D	: Record of Discussions
SPM	: Suspended Particulate Matter, 浮遊粒子状物質
SESMA	: SERVICIO DE SALUD METROPOLITANO DEL AMBIENTE, 首都圏環境保健事務所
TEOM	: Tapered Element Oscillating Microbalance, テーパー状素子振動マイクロ バランス法
UdC	: UNIVERSIDAD DE CHILE, チリ大学
UPS	: Un-interrupted Power Supply, 無停電電源装置
WAN	: Wide Area Network



## 要 約

チリ国政府は深刻化する環境問題に積極的に取り組むために、1990年に国家環境委員会（CONAMA）と首都圏公害対策特別委員会（CEDRM、現在CONAMAに統合）を発足させた。1994年3月に環境基本法が公布され、環境行政の体制が整いつつあるものの、環境基準や規制基準が設定されていないなど具体的な改善対策は未実施である。

現在もっとも重大な環境問題は、チリの全人口の約40%が居住するサンチャゴ首都圏の自動車排ガスによる大気汚染であり、サンチャゴ市中心部の一酸化炭素濃度は東京の約3倍、浮遊粒子状物質は東京の2倍以上の高濃度を示している。サンチャゴ市内では厚生省の首都圏環境保健事務所（SESMA）によって設けられた大気汚染監視のための自動測定局5局があるが、市域規模から見て数が不十分なうえ、測定機器も既に耐用年数を過ぎており、停止し撤去されたものも多い。

水質汚濁については下水処理施設が不備なため生活排水による汚濁が深刻で、たれ流された下水により、河川のみでなく海域まで汚染が及んでいる。また、サンチャゴ市を流れる川の下流では河川水をそのまま農業用水として利用しているため、伝染病を引き起こしている。しかし水質に関するモニタリングは十分には行われていない。

また、主要都市圏では廃棄物の収集・処分体制が追い付かず、廃棄物問題を生じている。

このような状況に対し、チリ国政府は対策の強化を目指しているが、これに携わる環境分野の人材が不足しているためその養成が急務となっている。

このため、1992年にチリ国政府は環境政策提言のため調査・研究を総合的に行い、関連する諸機関への情報提供と人材の育成を行う環境センターの設立を決定し、環境行政の中心となるCONAMAと、従来から環境研究の中心的役割を果たしてきたチリ大学とが共同して運営に当たることになった。この決定とともに1992年10月チリ国政府は、我が国に対し、プロジェクト方式技術協力と無償資金協力を要請した。

チリ国からの要請以後、1993年3月にプロジェクト方式技術協力のための事前調査が行われ、その後各種の調査を経て、1995年1月の実施協議調査でR/Dが締結され、1995年6月1日より5年間のプロジェクト方式技術協力が開始されている。その協力内容は、大気汚染予測、産業排水処理、産業廃棄物、大気汚染対策の4分野における専門家派遣、研修員受入れ、ラボ機材と研修用機材の供与が計画されている。一方、無償資金協力については、首都圏の大気汚染対策を中心とした環境モニタリング強化のための大気汚染・気象・水質モニタリング機材、環境情報システム機材、排水処理システムなどの整備が要請された。

日本国政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は平成7年4月に調査団を派遣し、チリ国側関係者との協議、現地状況の調査、資料収集等を行い、計画の背景、要請内容および先方の実施体制を確認した。その後の国内解析により、協力の範囲とその妥当性の検証を行って最適計画案を策定し、平成7年7月に基本設計概要書の現地説明を経て、本報告書を取りまとめた。

無償資金協力の要請機材は以下のように、環境センターの実験室以外の設備およびフィールド用機材が主体となっており、環境センターの活動を支援するとともに、関係する他省庁の機関の活動をも支援するものとなっている（下図）。

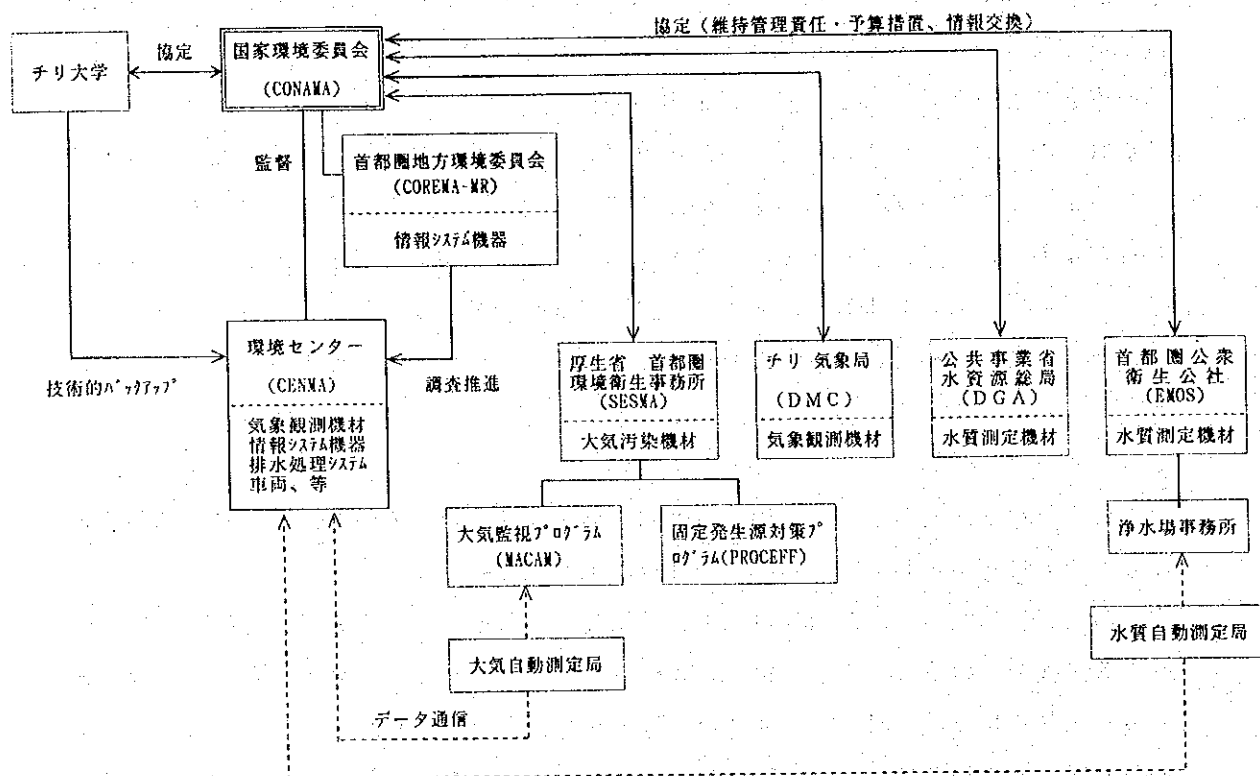


図 環境センター関連機関

①大気汚染測定機材

- ・大気汚染自動測定局（新設局、既存局の機器更新、維持管理用機材）
- ・固定発生源測定機材
- ・室内空気環境等測定機材

②気象観測機材

- ・地上気象観測機材
- ・大気境界層観測機材
- ・高層気象観測機材（フロン・フィナンテス島）

- ③水質測定機材（水質自動測定局、水質測定器）
- ④情報システム関係機材（情報センター機材、通信ネットワーク機材、ほか）
- ⑤排水処理システム
- ⑥車両

それぞれの分野ごとの目的は以下のとおりである。

#### ①大気汚染測定

サンチャゴの大気汚染を監視するネットワーク構築のため、厚生省管轄下の5カ所の自動測定局を整備する他、新たに5カ所を新設する。

固定発生源の立入検査のための必要機材、室内空気や道路沿道の大気汚染測定用機材も整備する。

#### ②気象観測

大気汚染発生の因子である気象データを的確に把握し解析を行い、大気汚染予報に役立つモデルを開発することを目的とする。このための地上気象観測網の補完・強化、リモートセンシング等を含む大気境界層観測、太平洋上のファン・フェルナンデス島における高層気象観測を実施する。

#### ③水質測定

環境基準および排水基準の設定に必要なデータ収集手法の検討のための機材のほか、今後の水質モニタリングの方向性の検討のため自動測定局を設置する。

#### ④情報システム

大気、気象、水質等の環境情報の収集と、加工情報の処理のためコンピュータを中心とするネットワークシステムを構築する。

#### ⑤排水処理システム

環境センターの活動に伴う排水を処理して環境負荷を軽減すると共に、同国における排水処理のモデルプラントとして位置づける。

#### ⑥車両

環境センターのモニタリング活動に必要不可欠な、観測機材の運搬、現場の巡回点検用に導入する。

本プロジェクトにおける各種機材の計画に当たっては、以下の点に特に留意した。

- ・適切な機種を選定： チリ側の活動およびプロ技の活動において要求される基本的性能を確保する上で、必要かつ十分な仕様であること。
- ・現地保有技術との整合： 既に現地で実施しているプロジェクトとの間で技術的な整合性があり、使用に習熟しているなど既存ノウハウを活用できること。
- ・維持管理、アフターケア： 各機材は長期にわたって継続的に使用されるものであるから、選定に当たってはアフターケア重視の観点から、スペアパーツの調達や故

障時の対応など、現地の保守サービス体制が整っていること。

- ・ 運転用資材の入手性： 使用する消耗品について、代理店等があるチリ国内にて入手が容易であること。
- ・ 現地の維持負担： チリ国側のカウンターパートは大学関係者等が多く、利用において技術上の問題は少ないが、日常の継続的利用にあたって要員およびコストの負担が大きすぎないこと。
- ・ 上記の観点から、第三国製品を含めてできるだけ現地調達可能な機材を中心に選定すること。

本事業の全体工期は、E/N締結より工事完了まで1年4ヶ月間であり、実施設計は約5ヶ月間、施工（調達、輸送、据付、検取引渡しまで）は約10ヶ月間である。

概算事業費（日本側負担）は749.73百万円であり、チリ側負担の施工経費としては約28万ドルが見込まれる。これ以外に日本側ではプロジェクト方式技術協力として約460万ドルが、チリ側の負担工事等で約996万ドル（チリ大学：約255万ドル、チリ政府：約741万ドル）が計画されている。

本計画の実施により以下のような効果が期待できる。

- ①チリの環境行政の基礎となる客観的なデータ取得のためのモニタリング体制が充実する。
- ②500万住民が集中するサンチャゴ首都圏の大気汚染問題の解決のため、継続的な気象観測と環境調査活動を通じて汚染予測モデルの開発が行われる。
- ③データベースが構築され関係諸機関の間で情報の有効利用が図られる。
- ④将来的にはこれら情報に基づいた政策、対策が実施されると共に、それらを担う環境分野の人材が育成される。
- ⑤排水処理モデルプラントや環境情報センター、モニタリングネットワークの設立と共に、環境センターの行う普及広報活動によって国民の環境意識の向上が図られる。

主管官庁である国家環境委員会（CONAMA）は、組織・体制面で年々充実しており、1994年10月に省庁に準ずる機関として位置づけられ、独自に予算申請ができるようになった。また、本計画実施後の運営・維持管理費についてもCONAMAが一括確保することとなり、より確実性の高いものとなった。技術面では環境分野の研究で長い経験を有するチリ大学がバックに控えている。このように本計画は、運営体制、予算措置、維持管理の面からも現実性が高いものとなっており、無償資金協力により実施することが妥当であると判断される。



本計画の実行に当たり、障害となるような大きな問題はないが、さらに円滑かつ効果的に実施されるために調査団は以下の点を提言した。

- ①本計画では各省庁の機関にまたがる活動が予定されているため、環境センターとの間で責任分担、データの交換等に係わる協定を交わすことになっている。調査団は9月中にこれを締結すべきことを要請した。
- ②調査団は維持管理に必要な経費の試算を行いチリ側に提示したが、さらに大気汚染自動測定局、水質自動測定局などモニタリング機器や、排水処理システムなど、常時連続稼働させるものについては専門要員の配置が不可欠である。
- ③情報ネットワーク全体の管理を、技術的サポートを含めて環境センターが一元的に行うことが望ましい。

# 目 次

序 文  
伝達文  
地 図  
写 真  
要 約  
目 次

第1章 要請の背景	1
1-1 環境センターの設立の経緯	1
1-2 要請の概要	5
第2章 プロジェクトの周辺状況	11
2-1 社会・経済事情	11
2-2 環境関連セクターの開発計画	12
2-3 他の援助国および国際機関等の計画	14
2-4 我が国の援助実施状況	15
2-5 プロジェクト・サイトの状況	16
2-5-1 自然条件	16
2-5-2 社会基盤	18
2-5-3 既存施設	19
2-6 環境への影響	21
第3章 プロジェクトの内容	23
3-1 プロジェクトの目的	23
3-2 プロジェクトの基本構想	26
3-2-1 大気汚染自動測定局	26
3-2-2 固定発生源測定機材	30
3-2-3 室内空気環境等測定機材	30
3-2-4 地上気象観測機材	31
3-2-5 大気境界層観測機材	33
3-2-6 高層気象観測機材	34
3-2-7 水質測定機材	35
3-2-8 情報システム	36
3-2-9 排水処理システム	43
3-2-10 車 両	43
3-3 プロジェクトの最適案の基本設計	44
3-3-1 各種機材計画に関わる基本設計	44

3-3-2	排水処理システムの基本設計	70
3-4	プロジェクトの実施体制	80
3-4-1	国家環境委員会 (CONAMA)	80
3-4-2	首都圏環境保健事務所 (SESMA)	81
3-4-3	チリ気象局 (DMC)	83
3-4-4	水資源総局 (DGA)	83
3-4-5	首都圏公衆衛生公社 (EMOS)	85
3-4-6	気象観測関係	86
3-4-7	情報システム関係	86
3-4-8	排水処理システム	87
第4章	事業計画	89
4-1	施工計画	89
4-1-1	施工方針	89
4-1-2	施工上の留意事項	90
4-1-3	施工区分	92
4-1-4	資機材調達計画	97
4-1-5	実施工程および施工管理計画	100
4-2	概算事業費	103
4-2-1	概算事業費	103
4-2-2	維持管理費	104
4-2-3	維持管理体制	106
第5章	プロジェクトの評価と提言	109
5-1	妥当性にかかる検証、及び裨益効果	109
5-2	技術協力・他ドナーとの関係	110
5-3	提言	111
添付資料	1 調査団の構成	
添付資料	2 調査日程	
添付資料	3 関係者リスト	
添付資料	4 要請リストと基本設計案との比較表	
添付資料	5 チリ国負担経費と維持管理費の試算	
添付資料	6 チリ国の社会・経済指標	

## 第 1 章 要請の背景

## 第1章 要請の背景

### 1-1 環境センターの設立の経緯

#### (1) 環境基本法の成立とCONAMAの誕生

チリ国は1973年の軍部クーデター以降、軍事政権が16年間継続し、その間に飛躍的な経済発展をみた。経済の発展に伴い1970年代から環境問題が表面化した。軍政下では顧みられることが少なく、その後1990年の民政化以後、国家的課題として取り組まれ始めた。

1990年6月、大統領令により環境関係省庁の調整機関として国家環境委員会（CONAMA）が設立され、省庁間の連携を取りながら環境問題に対処することが求められた。また同年4月には人口の半数近い500万人を擁するサンチャゴ首都圏に、首都圏公害対策特別委員会（CEDRM、1995年1月にCONAMAに統合）が設立されている。

CONAMAによって環境関連法令の整備・調整がなされ、1994年3月には環境基本法が公布された。CONAMAの組織、機能は環境基本法に規定され、指導部、執行部、諮問委員会、地方環境委員会から構成されている。最高意志決定機関である指導部は、大統領府大臣を委員長とする以下の11省庁閣僚レベルで構成される。

大統領府、国有財産省、経済省、文部省、公共事業省、農業省、厚生省、鉱業省、住宅都市計画省、運輸通信省、企画協力省

また、1994年11月に、CONAMAはチリ国の環境行政を所掌する一元的な政府機関として位置づけられ、長官は大蔵省に対する予算要求、国際間協定への署名者として機能することが認められた。

CONAMAの主な機能としては以下のものが挙げられている。

- 大統領への環境政策提案
- 環境関係案件の諮問、検討、伝達、調整
- 環境情報システムの確立
- 環境影響審査制度の管理

## (2) チリの環境汚染の実態

チリでは環境基本法の施行を始めとし、環境汚染防止対策が取られ始めてはいるものの、まだ緒に着いたばかりであり、環境汚染の状況はほとんど改善されていない。

### a. 大気汚染

環境問題の中で最も重大な問題は大気汚染であり、特にサンチャゴ首都圏では深刻な状況下にある。この大気汚染の原因は整備不良の自動車の排ガスで、1987年以降の自動車台数増加率は年10%を示し、1991年には50万台に達した。特にバスなどの公共輸送ディーゼル車両はその増加が著しく、カーボンを主成分とするSPMの排出が多く、スモッグの主たる原因とされている。

サンチャゴ首都圏は、チリ国中央に位置し地形上その周囲をアンデス山脈と海岸山脈に囲まれ、汚染大気が逃げにくい典型的な内陸性盆地である。サンチャゴの医療施設によると、1988年に大気汚染による30万件の気管支疾患および肺疾患が記録されている。表1-1はサンチャゴ市の中心部にある測定局(MACAM-A局、B局)と、東京の千代田測定局(交差点に隣接している)および渋谷測定局とを比較したものである。自動車、特にガソリン車から主として放出される一酸化炭素は、年平均値で東京の約3倍、最高値では3~7倍と高い。また、浮遊粒子状物質については、東京の2倍以上の高濃度であることが示されている。

表1-1 サンチャゴと東京の大気汚染状況比較

項目	サンチャゴ(1994年)		東京(1992年度)		備考	
	MACAM-A局	MACAM-B局	千代田局 <sup>1)</sup>	渋谷局		
一酸化炭素 (ppm)	年平均値	3.3	3.0	1.2	0.8	自動測定機による 1時間測定
	最高値	41.6	16.0	5.5	6.5	
粒子状物質 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	年平均値	115	107	51	47	サンチャゴは重量法による 24時間測定 東京は自動測定機による 1時間測定
	日平均の最高	367	320	158	172	

1):交差点に近い

一方、工場排出ガスによる汚染は都市圏のみならず地方でも起こっている。工場排出ガスについてはこの20年間、排出を規制する政策が十分に行われなかったことが原因の一つとされている。

現在サンチャゴ市内では、厚生省の機関である首都圏環境保健事務所(SESMA)により、大気汚染連続自動測定網(MACAMネットワーク)として自動測定局5ヶ所と気象測定局1ヶ所が設けられているほか、手動式の測定局7ヶ所にて大気モニタリン

グが実施されている。MACAMにおける自動測定データ（SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、NO、CO、O<sub>3</sub>、炭化水素、SPM、気象等）は、SESMAのビルに専用回線によって送信されデータの処理および解析が行われている。しかし、市域の規模から見て数が十分でなく、また測定機も老朽化しており既に耐用年数を過ぎて停止・撤去されたものも多い。

#### b. 水質汚濁

全国的に下水処理施設が不備なため、生活排水による河川、湖沼、海洋の水質汚濁が深刻である。下水道整備の基本計画はあるものの、資金、技術、人材の不足により実現しないまま今日に至っている。したがって、都市下水は自浄作用も受けずにたれ流され、河川の有機汚染のみでなく流出先の海域まで汚染が深刻化している。

また、サンチャゴ市を流れるマポチョ川の支流、サンフォン・デ・ラ・アグアダ川の周辺には中小工場が多数立地し、工場排水と生活排水が混入し、全く処理されないまま下流で農業用水として利用され、伝染病の発生を引き起こしている。しかし、水質規制が施行されていないため、汚濁に関する測定データが十分には無く、対策も講じられていない。早急に汚濁の実態を把握し対策につなげるべき問題として、以下のような事例が指摘されている（海外環境協力センター：平成5年度の「開発途上国環境保全計画策定支援調査」報告書）。

- ・都市および地方における下水問題
- ・サンチャゴ市のマポチョ川、サンフォン・デ・ラ・アグアダ川の汚染
- ・火力発電所、紙パルプ工場などの工場排水による水質汚濁
- ・養殖による水質汚濁と水域のモニタリング計画
- ・南部国立公園地区における湖水汚染
- ・鉱山排水による汚染、特に銅精練排水によるアントファガスタ港の汚染
- ・コンセプション市のビオ・ビオ川のパルプ工場、製材工場による汚染
- ・コロネル市アラウコ湾の魚粉工場、パルプ工場による汚染

#### c. 廃棄物の現状

廃棄物は主要都市が抱えている大きな問題で、都市圏では周辺からの人口流入が多く、発生する廃棄物の収集・処分体制の整備が追い付かないことが原因となっている。

サンチャゴ市は近代的な都市で、廃棄物収集体制は他の州と比べ比較的整っているが、周辺の都市化が進むにつれて処分地が入手しにくくなるという矛盾を生じている。

現在、JICAの開発調査によって首都圏の廃棄物処理に関するマスタープラン作りが進められている。

### (3) 環境センター設立の目的

1990年3月に発足したエルウィン政権は深刻な環境問題に積極的に取り組むため、同年4月にCEDRMを、6月にCONAMAを発足させた。このCONAMAが中心となって環境関係の法体系を整備し、1994年3月9日に環境基本法が公布された。

こうした中で環境に関する調査・研究を総合的に実施し、政策提言を行える機関の設立が望まれた。また、CONAMAおよび関係省庁において環境行政に携わる人材の育成や環境影響評価を実施し、環境情報を総合的に管理するとともに法律的措置や基準値の設定に必要なデータ・資料を作成する機関が必要とされた。

そこで、環境行政の中心となるCONAMAと、これまで環境研究の中心的役割を果たしてきたチリ大学が共同でセンターを設立し、国家的要請に応じていく計画を立案した。現フレイ大統領も、環境センターの重要性と意義を認め、その実現への熱意を示している。このような経緯で、「Study」、「Monitoring」、「Information」、「Training」、「Extension」、の5つのキーワードの機能を持つ環境センター（CENTRO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE; CENMA）が誕生することとなった。



## 1-2 要請の概要

### (1) プロジェクト方式技術協力と無償資金協力要請の経緯

チリ国政府は環境センターの設立を決定し、1992年10月、日本国に対しプロジェクト方式技術協力（以下、「プロ技」と略す）および無償資金協力を要請した。プロ技の要請に対しては、1994年3月に事前調査団が派遣され、プロ技の実施可能性が確認された。その後、同年8～9月に長期調査団が派遣され、協力分野、協力活動および双方の実施体制について確認作業がなされた。同年10月には機材計画調査員が要請機材の仕様、現地調達の可能性などの調査を行った。

これら一連の調査と両政府の協議結果をふまえ、1995年1月に実施協議調査団の派遣によりR/Dが締結され、1995年6月1日より5年間、プロ技が実施されることに決定した。協力の内容は大気汚染予測、産業排水処理、産業廃棄物、大気汚染対策の4分野で、以下のような計画がされている。

#### ① 専門家の派遣

チーフアドバイザー	1995年8月より派遣中
調整員	1995年6月より派遣中
長期専門家（4分野）	1996年3月頃より派遣予定
短期専門家（のべ25人）	順次派遣

ほかに、ラボ機材の仕様決定のための派遣も予定

#### ② 機材供与

環境センターの中核となるセントラルラボ等の分析機器、および研修用AV機器等を供与する。機材価格調査を経て、第1年次についてはセントラルラボ、水質ラボ、廃棄物ラボ、大気ラボの機材を優先して導入することを決定している。

#### ③ 研修員受け入れ

平成7年度に4名の受け入れを見込んでいる。

一方、無償資金協力に係るチリ国政府からの要請内容は、次項（(3)、p.7）のとおりである。

### (2) 実施機関と運営

本プロジェクトは実施主体であるCONAMAを始め、図1-1に示すように多くの行政機関が関与する。CONAMAとこれらの諸機関の間では、機材の移管と維持管理責任、予算措置、データ・情報の交換について協定が結ばれることとなっている。

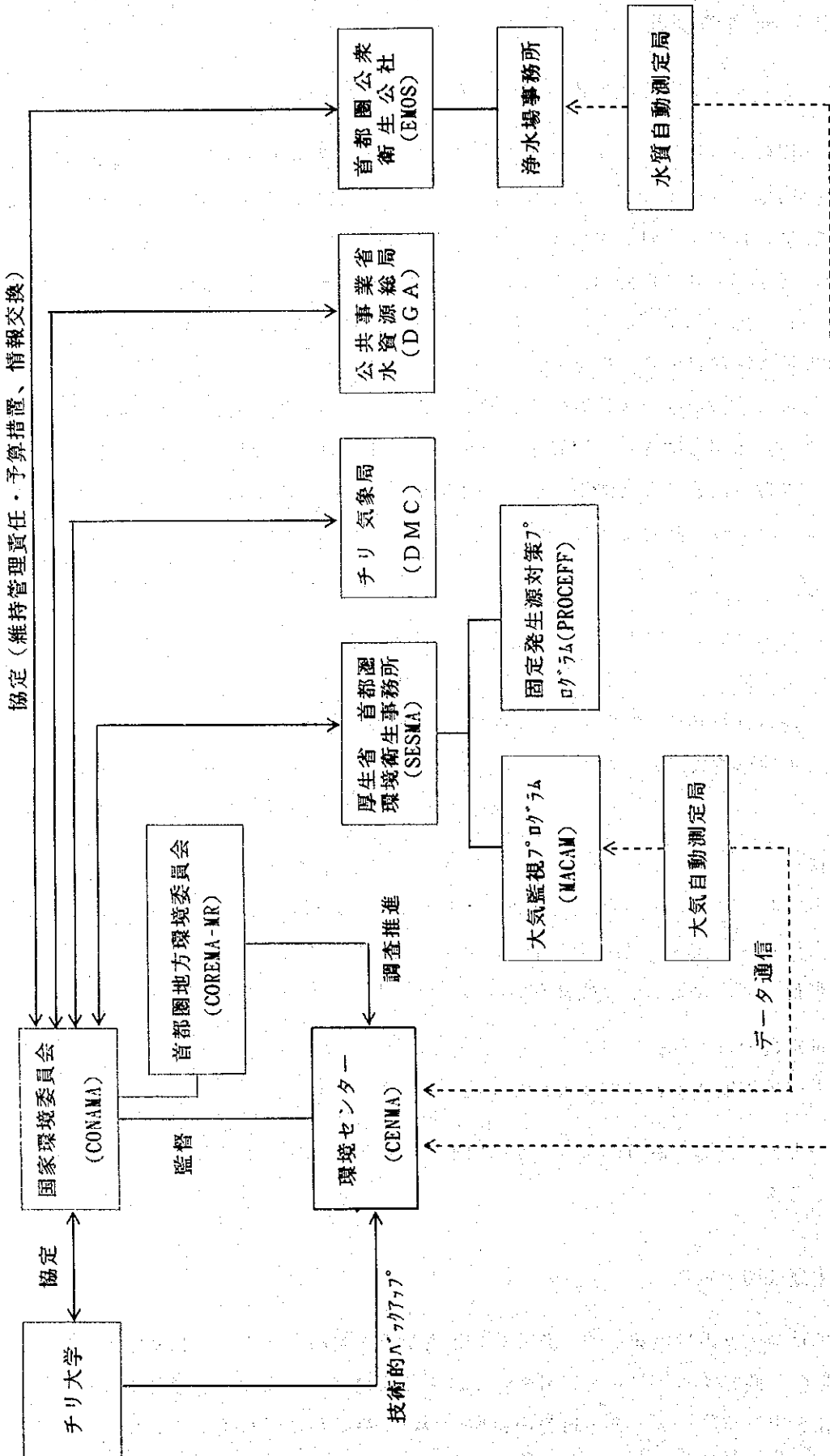


図 1 -- 1 環境センター関連機関

CENMAはチリ国の環境分野の人材をもっとも多く擁する国立チリ大学が母胎となり、必要な土地の整地、既存施設等のインフラを提供することになっている。CENMAは大学のような学術的研究機関ではなく、適切な環境管理を行うための人材養成機関、環境行政上の問題に解答を与える研究・情報の提供機関と位置づけられている。

CENMAの法的位置づけは、国立チリ大学がCONAMAとの間で取り交わした合意書に基づき、大統領の承認を得て設立される民法上の非営利公益法人として位置づけられている。このような形を取る理由は、チリ政府が小さな政府を目指していて、政府機関の増設が困難なことから、公益法人の形を取ることで政府予算を柔軟に運用できること、また給与水準を独自に決定して優秀な人材を確保できるようにするためである。

CENMAはCONAMAと国立チリ大学の両機関の代表で運営されるが、予算措置は中央政府が責任をもって管轄する。また、CONAMA長官が環境センタープロジェクト全体の総責任者に、またセンター長が環境センタープロジェクトの運営管理者となる。これらの組織を図1-2に示す。

理事会はCENMAの最高意志決定機関であり、理事長にはチリ大学の学長が予定されている。また、諮問委員会は環境分野の有識者から構成され、CENMAの活動をサポートする。計画書によれば、職員は常任46名、臨時30名が予定されている。

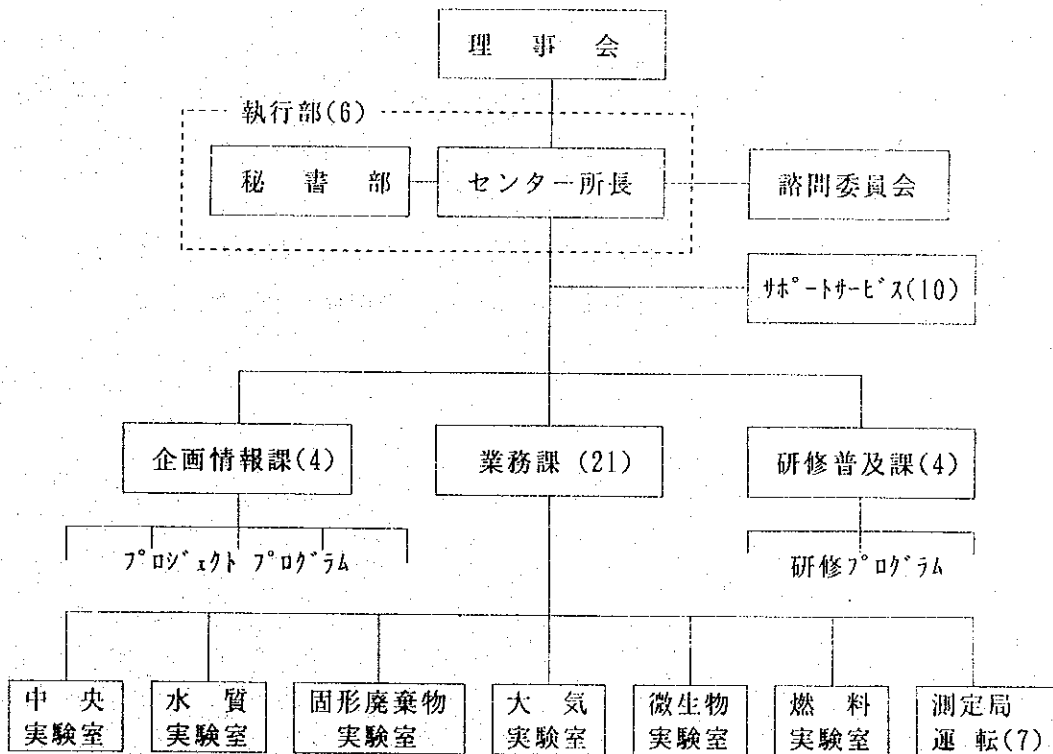


図1-2 環境センター組織図

( )内の数字は人員

### (3) 要請機材内容の概略

プロ技に伴う機材供与では、実験室機材（各種分析機器、汎用実験器具など）および研修用機材が導入される予定である。これに対し無償資金協力では、以下のとおり大気汚染測定、気象観測および水質測定などに係わるフィールド用機材を主体としており、さらに情報システム関係機材、排水処理システム、車両などを含んでいる。図1-3は、CENMAの活動計画と供与機材との関係を示している。

#### ① 大気汚染測定機材

- ・大気汚染自動測定局（新設局、既存局の機器更新、維持管理用機材）
- ・固定発生源測定機材
- ・室内空気環境等測定機材

#### ② 気象観測機材

- ・地上気象観測機材
- ・大気境界層観測機材
- ・高層気象観測機材（ファン・フェルナンデス島）

#### ③ 水質測定機材（水質自動測定局、水質測定器）

#### ④ 情報システム関係機材（情報センター機材、通信ネットワーク機材、ほか）

#### ⑤ 排水処理システム

#### ⑥ 車両

チリ側から提出された要請機材リスト（現地調査署名時）と、その後の変更要請と協議を踏まえて計画した基本設計との比較表を、添付資料4に示した。

また上記の機材は、CENMAのほかに関係機関に移管され使用される予定である。図1-4には、本プロジェクトの関係機関と対象機材との関係を示した。

無償資金協力機材

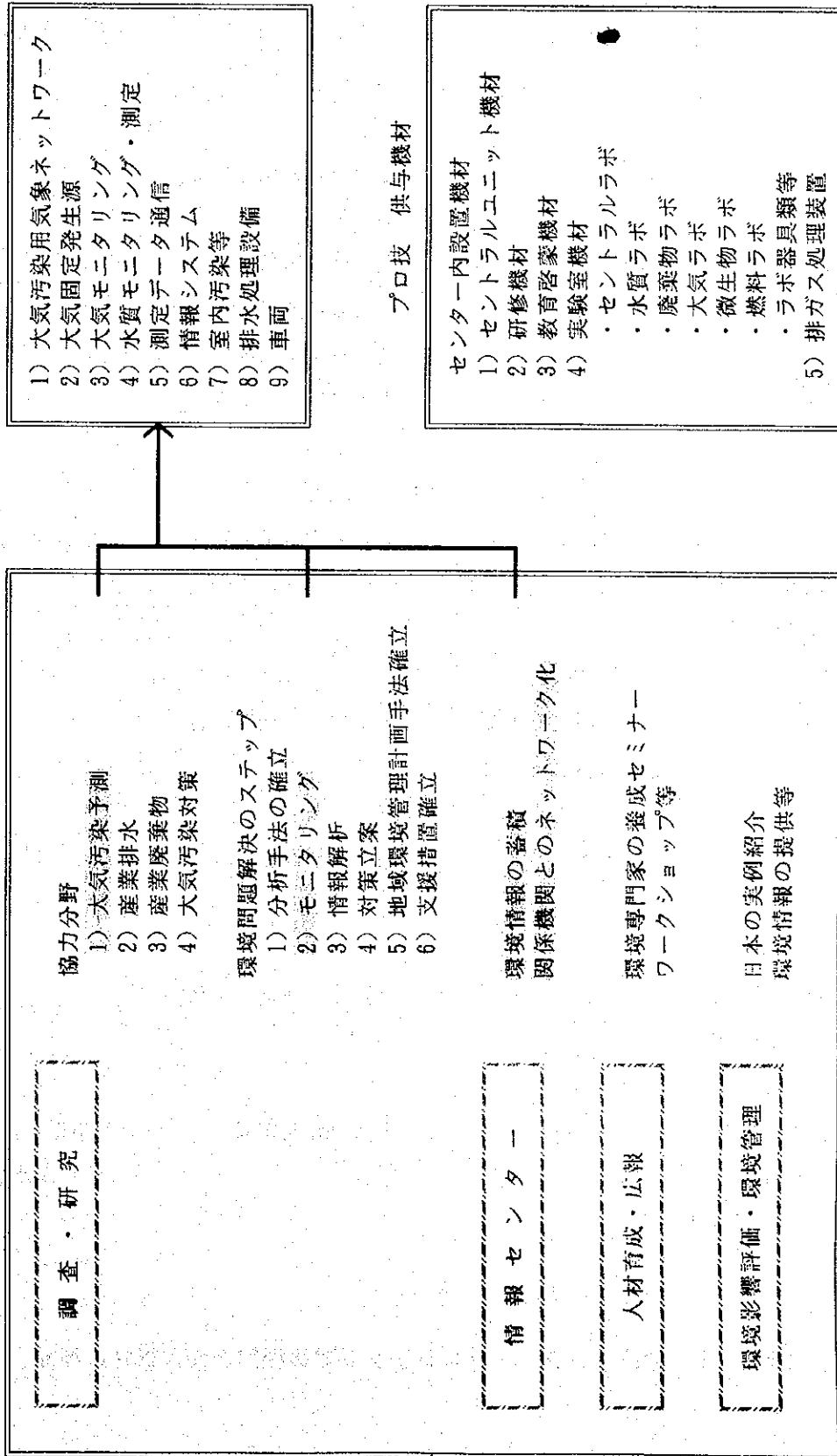


図1-3 環境センター活動計画とプロ技および無償資金協力供与機材の関係

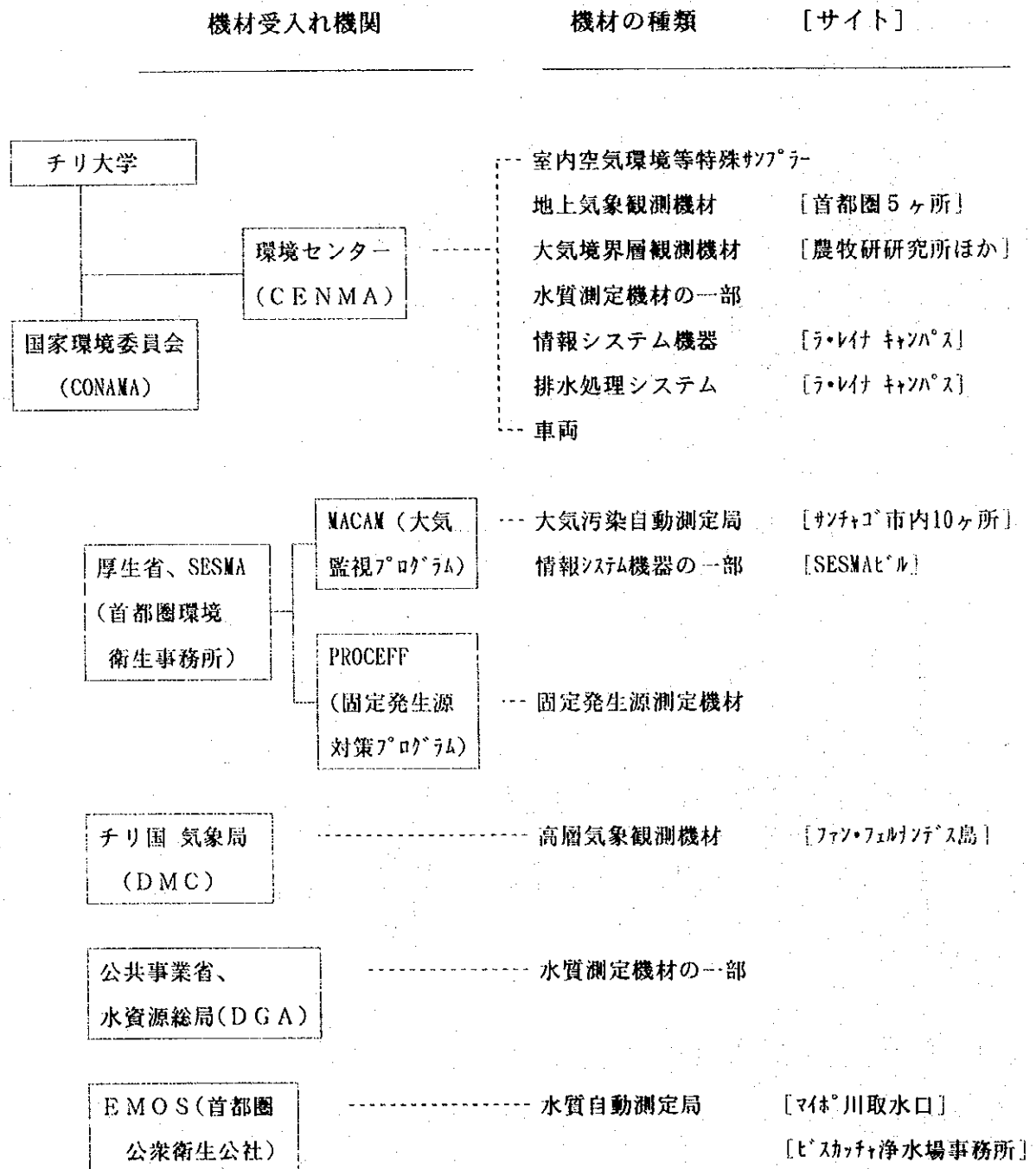


図1-4 環境センター・プロジェクト関係機関と受入機材の種類

## 第2章 プロジェクトの周辺状況





## 第2章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 社会・経済事情

#### (1) 経済成長

1970年代当初の社会主義を標榜するアジェンダ政権時代は、急速な企業国営化により生産性の低下を招き、銅市況の下落もあって経済は破綻した。1973年、軍事クーデターによって誕生したピノチェット政権が市場原理を導入した経済再建を行った結果、70年代後半から順調な回復をみた。

しかし、1980年代前半には世界不況の影響で貿易収支の悪化、国内生産力の減少などに見舞われ、1982年の経済成長率はマイナス14.1%を記録した。1984年以降は世銀からの構造調整ローンの受け入れ、金融引き締め、輸出・貯蓄投資の促進策等が功を奏し、加えて原油価格の下落、国際金利の低下、銅価格の回復等に支えられて、着実な回復基調に乗った。1990年のエルウィン政権による民政移管1年目には、成長の鈍化とインフレ率の上昇(26%)が見られたものの、その後復調し1992年および93年のGNP成長率はそれぞれ10.4%、6.0%となっている。

インフレ率は中南米諸国の中では低い水準にあるものの、1992年 12.7%、93年 12.2%を記録しているため、94年も引き続きインフレ抑制のため金融引き締め政策を実施している。

#### (2) 産業

銅を中心とする鉱業は、1992年実績で輸出総額の46.7%、国内総生産の6.6%を占めるが、生産の伸びは低下している。農林水産業は雇用の約20%を占め、近年では果樹栽培が積極的に行われ代表的輸出産品となっている。国際競争力を有する木材、紙・パルプ、魚粉、養殖サケなどの輸出も伸びている。

#### (3) 国際収支

国際収支は銅価格の高騰、果樹産品の輸出の好調な伸びと、民間・外国投資の増大に支えられ、近年その黒字幅を拡大し、外貨準備高は92年末に90億ドルを越えた。

輸出は従来的一次産品中心から最近は多様化が進んでいるが、依然として銅・銅製品が最大の比重を占めており、銅の相場動向が貿易収支を大きく左右する。

#### (4) 政治体制

チリは他の主要中南米諸国とは対照的に、経済面のほか政治面でも、社会面でも安定した国家発展の道を歩んでいる。

1993年12月の大統領選挙で、与党連合統一候補のフレイ氏が大統領に就任し、前政権の政策を継承して「自由開放経済下での経済成長の堅持」「社会主義の確立と国民参加の促進」などを主要政策目標とし、特に深刻化している貧困問題の解決に重点を置いている。

## 2-2 環境関連セクターの開発計画

### (1) 上位計画

第1章の環境センターの設立の経緯でも述べたとおり、1990年のCONAMAおよびCEDRMの設立、1994年の環境基本法の成立により、チリ国政府は環境問題を重要政策課題として取り上げている。

環境に関する政策と規定を定める行政権限は、以下のとおり多数の省にわたっている。従来、各省ごとに公布していた法規制は、しばしば関連性のないものもあり、多くの機関に与えられていた行政権限にも矛盾が生じていた。この弊害をなくす意味で、CONAMAを軸にした各省間の協調メカニズムが構築された。

- ・経済省： 水産業
- ・公共事業省： 水資源の利用
- ・農業省： 地上の天然資源、土壌の利用、殺虫剤のコントロールと農薬の使用、森林の開発と保護
- ・厚生省： 保健・衛生、環境衛生
- ・鉱業省： 鉱山開発の環境影響とエネルギー使用
- ・住宅都市計画省： 都市の土地利用
- ・運輸通信省： 移動発生源による汚染対策
- ・国防省： 湖、海岸、海上の利用
- ・内務省： 市条例

また、厚生省および公共事業省水資源総局は、既存の法律による環境行政の執行に対して独自の使命を持っており、それぞれ大気汚染モニタリングおよび水質モニタリングを担当する。

従ってCENMAの役割は当面これらの機関に対する技術的サービス業務および人材研修に重点が置かれる。環境センタープロジェクトの目標としては、「CENMAが環境に関する情報提供および人材育成が実施できるようになること」とされている。

(2) 財政事情

CONAMAの年間の予算は、以下に示すとおりである。

表2-1 CONAMAの年間予算

	1994年(千 <sup>レ</sup> ソ)	1995年(千 <sup>レ</sup> ソ)
<b>収 入</b>	<b>3,902,527</b>	<b>4,116,698</b>
他公共機関より	0	339,030
長期借入金	1,510,323	1,596,646
国庫支出	2,388,661	2,177,402
繰越金	3,543	3,620
<b>経 費</b>	<b>3,902,527</b>	<b>4,116,698</b>
人件費	433,967 (26人)	1,091,123 (129人)
一般消費財	104,322	428,544
他機関へ譲渡	1,040,843	1,423,291
私機関	0	75,613
営林公社	658,178	503,791
鉱業省	150,506	168,162
経済省	232,159	250,280
他の公共団体	0	86,415
実際投資額	2,323,295	988,835
設備投資	22,077	64,324
車輛	0	10,914
研究費	2,301,218	816,384
カンパゴ首都圏	0	97,217
公的債務	0	180,000
残高	100	4,905

(1 US\$ ≒ 390<sup>レ</sup>ソ; 1995年9月1日現在)

## 2-3 他の援助国および国際機関等の計画

- ①世界銀行： 1993～1997年の4年間、「環境行政組織強化プログラム」(融資額1,150万ドル)を実施中。行政の専門家を派遣し、環境関係組織の政策能力の強化を行っている。この一環として情報ネットワーク計画を進めており、13の地方環境委員会にパソコンを導入し、将来的にはCONAMAとの間で情報交換のためのネットワークが構築される予定である。なお、このネットワークは本無償資金協力によるCENMAのネットワークと補完し合って、全国的な環境行政のネットワークに発展することが期待されている。
- ②米州開発銀行： 流域管理計画、固形有害廃棄物管理計画の予備調査を実施した。
- ③アメリカ(USAID)： 地域レベルの環境行政能力の強化を目的。NGO組織のWRI(世界資源研究所)と連携して環境資源の基礎調査を実施した。
- ④スウェーデン： チリの環境行政に対して系統的な協力を行っている。1994年から2年半の予定で、首都圏COREMA(地方環境委員会)にストックホルム大学の顧問教授および民間のコンサルタントが常駐し、サンチャゴ首都圏の大気汚染事前予測のための気象観測網および予測システム構築のための援助プロジェクトを実施している。
- このシステムは気象観測データおよび大気汚染測定データを収集・処理し、大気汚染予測を行うもので、大気自動測定機のデータ収集のため、現在通信のテストを行っている。また、3500の固定発生源データ、230ヶ所の交通量データをベースにした道路網の移動発生源データも既に入っており、気象パラメータを入れれば、季節条件や時間帯を指定して直ちに500mメッシュ上の濃度が計算でき、地図上にコンターが表示できる。
- 本無償資金協力によるCENMAの環境センターとの間でネットワークが構築され、相互に観測データを交換することで、より大規模な観測網および予測システムとして機能することが構想されている。
- ⑤オランダ： サンチャゴ首都圏の大気汚染観測のために、移動式の自動測定局舎(トレーラー)2台を供与した。この内の1台はサンチャゴ市南西部で現在稼働中であるが、本無償資金協力による自動測定局の整備とは特に関連しない。
- ⑥イタリア： 1989年～1992年に、プロジェクト技術協力としてコンセプション大学内に、環境科学調査研究ヨーロッパ-ラテンアメリカ国際大学センター(EULA)を設立。機材供与と専門家派遣を行った。水質汚濁の調査、対策研究を中心とした環境管理プログラムを実施中である。

⑦ドイツ(GTZ)：環境統合プログラム(PROYECTO INTEGRADO DEL MEDIO AMBIENTE)を計画し、当初1992年より6プロジェクトを実施の予定であったが、その内の1つ、ウスアコ(HUSCO)流域環境管理計画策定プロジェクトのみが実施された。

また、環境アセスメント研修等の技術協力に力を入れており、住宅開発と運輸交通部門でアセスメントの導入を進めている。

## 2-4 我が国の援助実施状況

環境分野における我が国のこれまでの協力としては、具体的に以下のような案件がある。

### ①鉱山公害防止技術プロジェクト(鉱業分野)

鉱業省鉱山冶金研究所(CIMM)のプロジェクト方式技術協力が、1987~1991年に実施され、銅鉱山における大気汚染の測定とモデル化、選鉱場の水質の測定・分析、精錬過程における亜硫酸ガスの測定、分析などの技術移転が行われた。

### ②植物遺伝資源計画プロジェクト(農業分野)

輸出農作物の品種改良と生産性向上を目的とした研究協力プロジェクトで、1989~1994年に実施された。

### ③資源環境研修センタープロジェクト(鉱業分野)

鉱業省鉱業地質局のプロジェクトとして、1994年4月より4年間の予定で、首都圏より来た800kmのコピアポ市で行われるもので、鉱山公害防止技術に係わる測定・分析技術が含まれている。

### ④森林資源管理計画

1991年に実施の開発調査で、第8州と第9州の森林55万ヘクタールを対象地域として、森林資源の保全と調和のとれた開発計画を策定するために実施。

### ⑤サンチャゴ首都圏産業固形廃棄物処理計画

JICA開発調査として、産業固形廃棄物および医療廃棄物の処理施設、および最終処分等の管理計画マスタープラン作りを行うものであり、1995年から本格調査に着手している。

## 2-5 プロジェクト・サイトの状況

### 2-5-1 自然条件

#### (1) サンチャゴ市

サンチャゴ市はアンデスの山地の麓に近い平坦な盆地に位置し、旧市街の中心にあるアルマス広場は標高543m、西郊外のマイプ(474m)から東端のエル・アレジャン(800m)まで緩やかに傾斜している。アンデス山脈と市街を囲む丘陵に加えて、市街地に近接して標高880mのサン・クリストバル丘が横たわる。市街を東西にマポチョ川が横切り、雨期と融雪期に多量の水を運ぶ。

気候はいわゆる高地 地中海性気候で、年間を通じて比較的温暖な気候で四季がある。1年のうち冬季を除く300日以上が晴天に恵まれ、降雨は秋から冬(3月下旬~9月)の時期にあるが、夏(12月~3月)は非常に乾燥する。

年平均気温	14℃	
冬季平均気温	9℃	(最低気温 -2℃)
夏季平均気温	22.7℃	(最高気温 34℃)
年間降水量	384mm	

春と秋の時期(および冬の雨の降らない時)、盆地には風が無くなり、自動車の排ガスが市街の丈夫に溜まりスモッグの厚い層を形成する。

#### (2) ファン・フェルナンデス島

チリ本土より西方 450km の太平洋上に位置し、通称ロビンソン・クルーソ島と呼ばれる。火山活動により形成された総面積 47.1km<sup>2</sup>、最高峰915mのピークを有する起伏に富んだ離島であり、世界生物保護区に指定されている(図2-1)。温帯に属するため気候は穏やかであり、年間降水量は約2,000mmで日本と同程度であるが、降雨は夏期に集中している。

島民約500人の住む唯一の居住区 San Juan Bautistaは、島の北東部の湾内にあり、三方を山に囲まれている。島中央部の峰にかかる西からの雲が水や豊かな植生をもたらし居住を可能にしている。この居住区が偏西風帯よりの風を受けると、天候不順時には地表面の風向風速は激しく変化する。

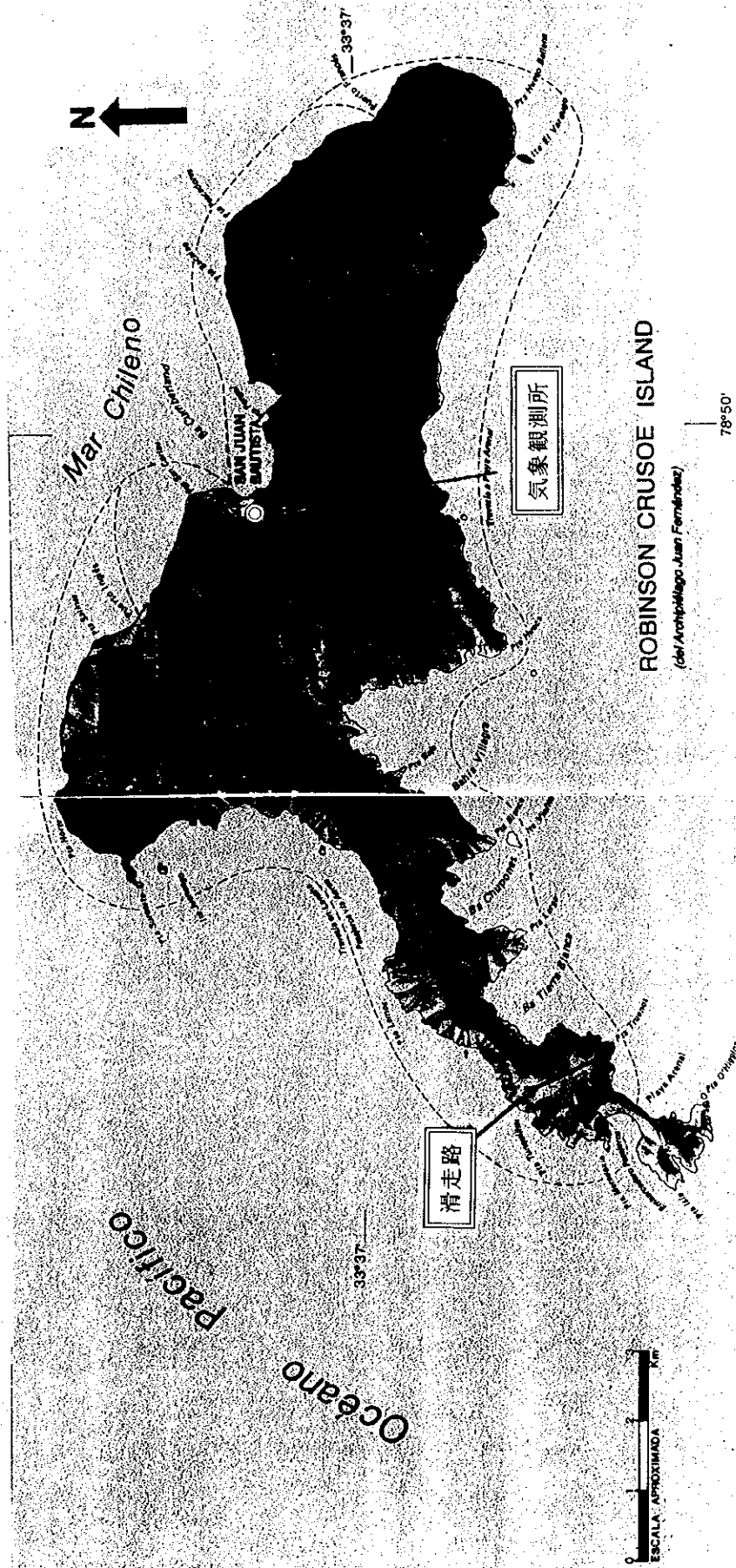


図 2-1 ファン・フェルナンデス島 気象観測所位置図

## 2-5-2 社会基盤

### (1) サンチャゴ首都圏

サンチャゴの集中的な発展は著しく、市街地は現在、南北35km、東西40kmに広がっており、首都圏全体の人口は500万人を数え、全国の約半数が集中している。チリの行政政治、産業文化の中心であり、GNPの約40%を占めている。

サンチャゴはまた交通の要衝であり、パン・アメリカン・ハイウェイが市街を横切り、ここでハイウェイは南北に分けられている。また、国道78号と68号の2本のハイウェイが、港湾・リゾート地であるサン・アントニオおよびバルパライソを結んでいる。

市は行政的に32区に分かれており、中心部は行政・業務地区、東部は高級住宅地、南部と西部、北部は工業および住居混在地区となっている。市街地のスプロールはこの10年間にもたらされ、新興住宅地、商店街とショッピングセンターが各地にでき、道路網が拡大している。主な道路建設は環状線と南北線であり、また地下鉄も重要なものである。

市内は電力、水道、電話等のインフラはよく整備されている。

商用電源は単相 220V、50Hz、動力系が三相 380V、50Hzである。電圧変動は±5～7%と比較的大きく、停電は短時間ではあるが月に2回程度発生する。

上水はマイポ川より取水し、ピスカッチャ浄水場から給水管で配水される。水道水は硬度が 290～410 mg/l、硫酸イオンが 260～320 mg/lと極めて高く、飲料には適さない。

電話はサービス競争が激しく地域によっては付加価値通信サービスが始まっており、また、全国的にデジタル化もかなり進んでいる。

### (2) ファン・フェルナンデス島

島の産業は漁業を主体とし、生活必需品の殆どをチリ本土に依存している。居住区内の道路は歩道以外は未舗装であり、車両はジープ、救急車、ブルドーザー等が数台存在するのみである。電話網が敷設され島外へは電話・FAXが使える。

毎夏、約2,000人の観光客が訪れ、ベストシーズンは10月～3月である。食事・宿泊施設は整っているが、島への交通機関としては、航空便と定期船がある。

①航空便(2社)：5～10人乗りのチャーター機で、サンチャゴ市より片道 2.5 時間。飛行場は島の西端にあり、居住区へはモーターボートでさらに 1.5 時間を要する。

なお、秋から冬季は荒れ模様の天候が多くなり、欠航となる。



- ②定期船：バルパライソ港より片道 36～48時間を要し、島にて約1週間停泊する。  
便数に制約があるほか、季節によっては利用が困難な場合もある。

### 2-5-3 既存施設

#### (1) ラレイナ・キャンパス

CENMAが設立される場所は、サンチャゴ中心部より東へ約25kmの山麓に近い住宅地にある国立チリ大学の旧ラ・レイナキャンパスである。

このキャンパスは現在遊休施設となっているが、敷地面積 15,000m<sup>2</sup>、建物床面積 2,574m<sup>2</sup>、各建物は1階が15m×15mのモジュール形式で、既存の建物を修復のうえ図2-1のような用途で使用される計画である。外壁の解体と、建設の詳細設計が既に完了しており、1996年3月には完成、供用の予定である。

#### (2) 大気汚染自動測定局

厚生省下のSESMAが所有するMACAMネットワークは、1986年に米州開発銀行の融資により5局が設置された。また、数年前にオランダから移動測定局が供与され、サンチャゴ市郊外で稼働している。しかし現在の測定局は旧市街に偏在しているため、首都圏全体を監視できるように新規に設置する地点を含めて最適配置に関する検討が進められている。

既存の測定局に設置されている機器の状態は、第3章(3-2-1)にも詳しく記すように、既に耐用年数を過ぎて修理部品が入手できないなどの理由で停止した後、撤去されたものが多く、また、稼働中のものも陳腐化しているものが多い。全ての測定項目の機器が揃っているのは1局だけという状況である。サンチャゴの冬季の大気汚染が自動車排出ガスに原因があることから、自動車の指標となる一酸化炭素および浮遊粒子状物質を重視し、それらの測定機の一部のみが更新されている。

#### (3) サンチャゴ首都圏の気象観測網

サンチャゴ市は、周囲を山々に囲まれた盆地に位置しているため、気流が複雑である。1994年7月にスウェーデンの援助により、市内に簡易観測装置6ヶ所と、高さ別の気象測定を行う観測タワーから成る観測網が設置されている。1995年中には全7局を通信化し、自動データ収録する予定となっている。

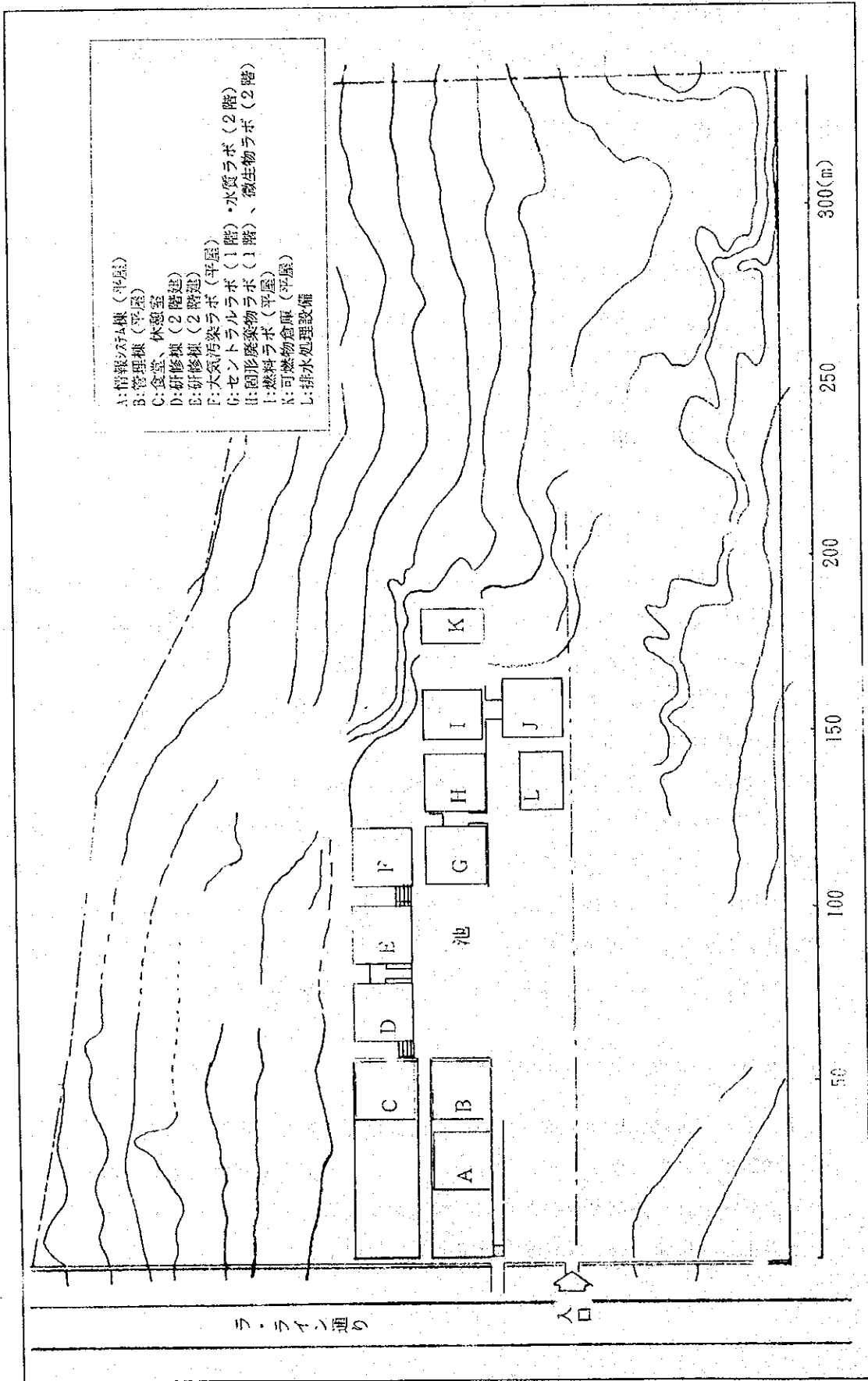


図 2-2 チリ環境センター平面図 (チリ大学ラ・レイナキャンパス)

### (3) ラ・プラチナ農牧研究所、気象観測タワー

サンチャゴ市南郊外の人家から離れた広大な農牧試験所敷地内に、前項で述べた気象観測網の中の地点として高さ24mの観測タワーがあり、風向風速、温度等のパラメーターを高さ別に測定している。

本案件では境界層レーダーの設置が予定されている。

### (4) ファン・フェルナンデス島の気象観測所

空軍の傘下にある気象局が観測所を所有しており、2名の職員を常駐させている。居住区のほぼ中央、海拔約30mの湾内を見晴らせる位置にあり、約1,000㎡の敷地内には、観測所と無線設備、タワー、自家発電装置、観測所員の住居、気象観測装置がある。

常時観測項目は、気圧、温度、湿度、雨量、日射量、日照時間で、風速は携帯式のメーターで計測しているのみである。

## 2-6 環境への影響

本プロジェクトは環境案件であり、環境改善を最終的な目標とする内容の計画であるが、プロジェクトの実施によって自らの周辺環境に対し悪影響を及ぼすことがないように、通常の案件以上の配慮を行うこととする。

例えば環境センター内に設備される排水処理システムは、自らの活動に伴う実験排水と生活排水を処理して河川に汚濁負荷を与えないようにすると共に、今後のチリ国における排水処理モデルプラントとしてシンボリックな位置づけをされている。

その他の機材の設置において、排水および排ガス等の環境への影響はない。



### 第3章 プロジェクトの内容



## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの目的

チリ国では、経済成長に伴う環境汚染が深刻な問題となっており、環境分野における基礎データの収集、各種の調査研究、環境情報の総合管理、および人材育成が課題となっている。

チリ政府はこの課題解決のため、環境センター（CENMA）の設立を決定し、1992年わが国に対してプロジェクト方式技術協力（以下、プロ技協という）および無償資金協力を要請した。数次の調査を経て、1995年1月のR/D締結により、6月より5年間の協力が実施されることとなった。チリ国側の担当するセンター施設の改修工事の後、プロ技協に伴う機材供与においては、多数の実験室機材と研修設備が導入されることが決定している。

本無償資金協力は、CENMAの活動をプロ技協と共にサポートするため、環境モニタリング機材、環境情報システム機材、排水処理システム、車両などの整備を行うものである。

それぞれの分野別の目的を以下に示す。

#### (1) 大気汚染測定

チリ国の環境問題における最重要課題はサンチャゴ首都圏の大気汚染であり、これを監視するネットワークを構築することである。現在、市内には図3-1に示すように厚生省の管轄下にA、B、F、D、Mの5カ所の大気汚染自動測定局がある。しかし、地域的に旧市街に偏っているため、新たに5カ所（固定局3局、移動局2局）を設置し、より広域的な汚染状況を把握できるように、最適配置に関する検討が進められている。また、既存の測定局は、測定機器の多くが耐用年数を過ぎて撤去され、あるいは老朽化しているため、新たな機器に更新を行い全体として10局の常時監視体制を整え、基本的な大気環境データの収集・蓄積を行うことを目的とする。

一方、固定発生源の排出規制のための立入検査等も、厚生省の管轄下にあるが、今後の施策のために必要な機材を整備し、排出基準の策定、測定手法の検討に役立つ。

さらに、室内空気環境や道路沿道の大気環境に関しても、呼吸器系への影響の観点から測定機材を整備し、基礎的なフィールドデータを得ることを目的とする。

#### (2) 気象観測

大気汚染発生の重要な因子である気象パラメータを的確に把握し、地形の複雑なサンチャゴ盆地における気象現象の解析を行って、大気汚染予報の発令に役立つ予測モ

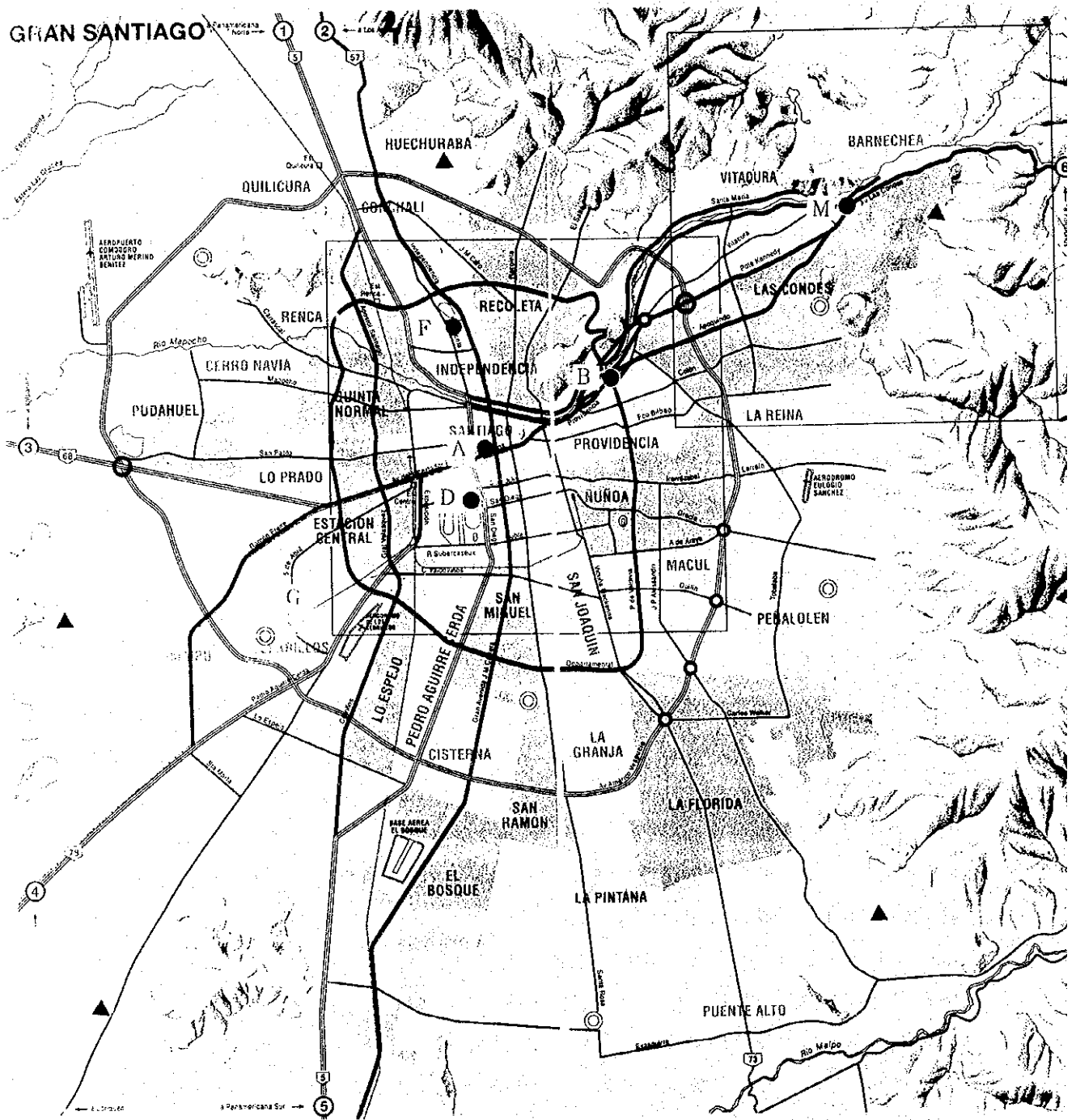


図 3 - 1 大気汚染測定局 配置図

- : 既存局地点 (A、B、F、D、M)
- : オランダ供与の移動局 (G)
- ◎ : 新設局 候補地点
- ▲ : 移動局候補地点



デルの開発を目的とする。

地上気象観測においては、スウェーデンの援助により設けられた既存の観測網をさらに補完・強化し、各測定局とセンターとの間を通信によりネットワーク化してリアルタイムによるデータ取得と省力化を推進する。

このほか大気境界層の温度および風向・風速の鉛直分布を観測し、大気汚染予測モデルの開発に欠かせない逆転層に関する知見を収集する。

また、サンチャゴ西方450kmの太平洋上に位置するファン・フェルナンデス島において、高層気象観測を実施することにより、冬季の高濃度大気汚染事象を1～2日前に予報する手法の開発を進める。

### (3) 水質測定

チリ国における深刻な水質汚濁の改善のため、水質環境基準および工場排水基準等の設定に必要な基礎データ収集の手法確立を目的とする。

CENMAの設立を機に水質自動測定局を設置し、それらの運用にかかわる経験を蓄積することで、今後のチリ国全体の水質モニタリングの方向性を検証する。

### (4) 情報システム

大気、気象および水質等の環境情報の収集と、それらの加工された情報を処理するため、コンピュータを中心としたシステムを構築する。環境情報を集中的に管理するCENMA情報センターを整備し、情報センターと他の諸機関のサブシステムとをネットワークで結び、それぞれが収集した情報の処理、交換・活用を行うことを目的とする。

### (5) 排水処理システム

チリ国においては排水規制は未整備であり、生活排水及び工場排水はほとんど未処理で公共水域に排出されている。

本排水処理システムは、CENMA自体の活動に伴う排水を処理し環境負荷を軽減すると共に、同国における排水処理のモデルプラントとしての役割を果たすものである。

### 3-2 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトの無償資金協力においては、CENMAの活動基本構想と関連諸機関の活動の現状から要請背景・内容の確認およびそれらの妥当性について調査・検討を行った。以下、その詳細を分野別に述べる。

#### 3-2-1 大気汚染自動測定局

サンチャゴの大気汚染の状況を把握し、有効な対策をとるためには大気汚染観測のネットワークを量的・質的に充実することが必要である。今回の要請では、固定測定局3局と移動測定局2局を新設、既存の測定局5局の測定機の更新・補充を行って、全10局の常時監視体制確立を目指すものである。

##### a. 新設測定局（固定測定局及び移動測定局）

新設の固定測定局については、全ての必要機器を搭載したコンテナ型キャビンを計画している。（ただし、キャビンの設置および基礎工事はチリ側負担としている）。また移動測定局については、牽引可能なトレーラー式のキャビンとし、移動に当たり市内の交通、路面状態を考慮して、牽引車と連動するブレーキ機能を備えるものとする。

各項目の自動測定機は、操作性および維持管理面を考慮して、総合的なシステムとして構築され、パソコンによるデータ収録とデータ通信が行えるシステムを構想している。

各測定局の構成アイテムについては以下のように最適化計画を提案する。

- ①炭化水素計には燃料となる水素ガスの供給に、現在ガスシリンダーが使用されている。しかし、水素ガスシリンダーは購入費の負担が大きく、また、万が一配管の接続部からガスリークが生じた場合に、危険性が大きい。そこで、水の電気分解により必要量の水素を供給する水素発生器を、アクセサリーとして付属させることにした。
- ②各測定局のオゾン計のキャリブレーションのために、希釈精度の良いマスフロー方式で、全測定ガス種に対応できる校正器を導入する。これにより、測定局維持管理用として要請されていたオゾン計1台は不要となるのでチリ側の同意のもとに、これを削除した。
- ③既存測定局で使用されている電源装置では瞬間停電後の自動復帰ができず、担当者が出向いて起動する態勢を採っている。運転・保守上の能率改善と機器の保護のため無停電電源装置（UPS）を配備すると共に、停電時の処理を考慮したデ

ータ収集システムを採用する。

- ④ 移動測定局の設置予定地点は供給電源から遠いことが予想されるため、50mの電源ケーブルが必要である。また、調査目的に応じて設置場所を移すことに伴い電話回線が利用しにくいことから、センター局との間のデータ通信はセルラーホンを利用する。
- ⑤ 巡回、保守時に測定機の稼働状況を確認するため、操作画面上にデータを表示できるシステムとする。

#### b. 既存測定局の機器更新・補充について

既存測定局5ヶ所については老朽機材の更新を行うが、現有の機材は既に供用後9年を経えており、故障が頻発し、保守費用も増大している。維持管理面及びメーカーのアフターサービス面を考慮して、原則として全面新型モデルに更新とする。ただし、昨年導入されて間もないCO計4台と、比較的新しい浮遊粒子状物質（PM10、TEOM方式）2台、及びサンプル採取管等については継続して利用する。また、気象計については新たに設置あるいは更新するが、市内中心のビル街にあるA局は除外した。

現場の調査の結果、既存5局の更新機材は表3-1に示す通りである。

既存測定局の更新機材は、取り扱い・保守の容易さの観点から、新規測定局に入れる機材と同一形式のものが望ましく、構成アイテムの内容は新規測定局と同じ方式とした。

また、浮遊粒子状物質（TEOM方式）のPM2.5（ $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質）連続測定機の追加の希望もあったが、研究目的としては十分理解できるものの、現段階では環境基準等に定められているPM10のモニタリングの整備が必須と判断した。なお、浮遊粒子状物質計測器に接続して、化学分析用の浮遊粒子状物質試料を採取できるサンプラーについて、便益性が高く保守上の負担も小さいことから要望に沿って1台のみを採用することとした。

#### c. データ収集システムについて

測定データの収集はこれまで通り厚生省のSESMA（首都圏環境保健事務所）が担当する。しかし、既存の専用回線を用いたシステムでは5局に限定され、測定局の増設に伴う拡張の余地がない。そのためシステムを更新することとし、新しいシステムは公衆回線を利用した拡張性のあるものとする。

交信方式としては、センター局から各測定局を順次呼び出して回線を接続し、データを収集するものとする。また、現在は5分毎にデータを収集しているが大気汚染の監視のためには必ずしも5分毎の必要性はなく、通信コストを下げるために自動デー

表3-1 MACAM測定局の機器更新内容

項目 \ 局	A	B	F	D	M
SO <sub>2</sub> (紫外線けい光法)	ML 9850 ↓	△ ○	— ○	— ○	— ○
NO <sub>x</sub> (NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> ) (化学発光法)	△ ○	ML 9841A ↓	△ ○	— ○	— ○
CO (NDIR-ガスフィルタ相関法)	ML9830 ↓	ML9830 ↓	ML9830 ↓	ML9830 ↓	△ ○
O <sub>3</sub> (紫外線吸収法)	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
THC (NMHC, THC) (FID法) (水素発生器付き)	△ ○	△ ○	— ○	— ○	— ○
PM10 (TEOM法)	R&P1400A ↓	R&P1400A ↓	— ○	— ○	— ○
標準ガス発生装置 (GPTおよびゼロ ガス発生機付き)	△ ○	△ ○	— ○	— ○	△ ○
風向・風速計	— — *1	△ ○	△ ○	△ ○	— ○
温度計	— — *1	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
湿度計	— — *1	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
データ処理・収集 システム (ロガー, パソコン モデムより構成)	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
無停電電源	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
試料大気導入・分配管	現存 ↓	現存 ↓	現存 ↓	現存 ↓	現存 ↓
ラックおよび排気	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
気象計用ポール	— — *1	△ ○	△ ○	△ ○	— ○

△ …… 老朽機  
 — …… 測定機なし  
 ○ …… 更新予定  
 ↓ …… 継続使用可能  
 \*1 …… ヒル街にあり気象測定には不適切な地点であるため除外

タ収集は必要最低限の頻度とし、手動でもデータ収集できるようにする。

新しいデータ収集システムでは、以下のことを重視する。

- ①測定局数の増減、項目の変更が簡単にできる。
- ②データ収集の間隔を自由に設定できる（例えば、平日の日中1時間ごと、夜間は翌朝に一括しデータ収集する）。
- ③収集データの利用、高濃度時の措置が迅速にできる。

データの管理については、SESMAによる現状の体制を活用し、データの日常的な収集・チェックの仕事とデータの管理責任をSESMAに一本化し、必要に応じてCENMAがデータを受け取れるような形とする。すなわち、SESMAでは大気汚染の監視とデータ管理、および日常的な集計処理までを行い、気象条件を考慮に入れた汚染予測はCENMAで行う。このためには、観測データはCENMAの気象モデリング・サブシステムに提供されなければならない。逆にCENMAの情報システムの業務要請は、必要時の大気監視データの利用であり、そのためには高速回線を使用したWANを構築することが最適である。

なお、システムの更新に伴って現在使用中の集計・解析用ソフトウェアの移植・改訂が必要な場合も想定されるが、これらは無償の対象とはならずチリ側の負担となる。

#### d. 測定局維持管理用の機材

MACAM測定局の精度維持に必要な機材であり、保守担当部門が保有する保守用機材の不足を補うものである。

当初の要請にあった機材の一部は、現時点ではその多くが導入済みであることから、現地調査の際に変更要請のあった機材について、チリ側と協議し用途および必要性等を査定した。

市内各測定局で採取された粉じん試料の秤量およびコンディショニングのため、分析天秤およびデシケーター（恒温恒湿チャンバー）を各1台導入する。

SESMAのリファレンスラボにあるマザー機に対し、電源の安定供給を図る目的で無停電電源を1台導入する。

各測定機のキャピラリー類の洗浄用に超音波洗浄器を、故障部位の特定および検査に、定電圧電流発生器および定電圧電源を各1台、保守用工具キットは人員数を考慮して2個とする。

測定機器の精度を保証する校正機材として、流量校正器および標準ガス分割器2台を（CO計、THC計用として）導入する。

また、夏期におけるオゾン濃度測定が特に重要視されている状況に鑑み、並行測定可能なようにSESMAのラボにオゾン自動計測器を1台導入する。

### 3-2-2 固定発生源測定機材

厚生省のPROCEFF（固定発生源監視プログラム）は、事業所への法的な立入り権限を有しており、毎年、民間測定業者と契約してこれを実行している。最近制定された「排出源届け出制度」により、現在登録の固定発生源 3,600ヶ所がさらに増加する。首都圏内の多くの固定発生源では排出記録が残っていないため、今後これらの施設で実施する計測方法を検討する必要がある。また、排出源の多くは使用燃料が変わってきているため、将来はCO、NO<sub>x</sub>、全炭化水素の排出基準を定める必要がある。

一方、民間測定業者に対する許認可権限を有しているが、自前の測定機材を持たないため技術的な検証が実施されていない。

本件は、チリ厚生省の行政施策を支援するために不足機材を補うものである。また、厚生省が測定業務を委託している民間検査会社の使用機器をチェックする目的にも用いられる。

当初の機材は、工場・事業所等の固定発生源の排ガスの自動測定機あるいはばいじん濃度計ではなく、携帯用の小型測定器を意図していることが分かった。いずれも、カウンターパートの機材不足を補う効果的な機材と判断した。

### 3-2-3 室内空気環境等測定機材

要請機材は、作業場内等の室内空気中の有害物質及び吸入性粉じんの検査機器、および道路環境等の粉じんの測定、試料採取に用いる機器である。機器の仕様はいずれも米国EPA規格に準じたものとする。これらの機器は全て可搬型で、任意の場所に設置して一定期間測定するものと、個人暴露量を調べるためのパーソナルタイプの2種類がある。

浮遊粒子状物質濃度を1時間ごとに測定し、かつ化学分析用試料を捕集する機器については、発生源の周囲に配置するため4台使用する。これらは屋外に設置できるよう空調付きシェルターを備える。

大容量の浮遊粒子状物質サンプラーは、一般環境、発生源周辺を問わず使用頻度が多いため要請どおりの台数が必要と判断した。

SPMの粒径別サンプラーについては、設置型と携行型があるが、設置型は粒径を2段階に分けて採取するもの2機種、それぞれ2台とした。また、携行型については、作業環境における人体影響を調べるため粒径を8段階に分けて採取するものを2台とした。

また、作業環境におけるガス濃度測定する機材については、携帯式モニターをガス種ごとに1台ずつ導入する。このうち、ベンゼン・トルエンについては要請に合致する適切な機器が存在しないためチリ側の同意を得て除外した。

### 3-2-4 地上気象観測機材

地上気象観測については、首都圏COREMAがスウェーデンの協力を得て7地点に機器を設置しており現在稼働中である。このため日本に対する要請としては、最終的に10台（標準装備5台、簡易装備5台）となっている。測定地点の配置については図3-2に示すとおり8地点が計画されており、残り2台は特定の地点に固定せず調査の目的に応じて移動して使用されるものとしている。

設置予定地は以下のとおりである。大部分が山岳部を含む郊外・遠隔地であることから、電源供給をソーラーパネル+バッテリーのシステムで行い、データ通信にはセルラーホン（携帯電話）を用いる。

- 1) ロ・プラド (Lo Prado) 標高 1,070 m
- 2) ロ・アギレ (Lo Aguirre) 丘 標高 800 m
- 3) ラ・ドルミダ (La Dormida) 山腹 標高 1,300 m
- 4) マイポ川 (Rio Maipo) 峡谷 標高 1,000 m コロラド川地区
- 5) カンパナ (Campana) 丘 標高 850 m タラガンテ地区
- 6) アンゴストゥラ・デ・パイネ (Angostura de Paine) 地区
- 7) チャブコ (Chacabuco) 地区
- 8) メリピージャ (Melipilla) 地区

また、スウェーデン・プロジェクトではデータ処理・解析システムが首都圏COREMAに設置され、既存の気象観測7地点とデータ通信をするため、既にテストを実施中である。

機材の選定にあたっては、首都圏の気象観測ネットワークを構築する意味で、既存のスウェーデン・プロジェクトとできる限り整合性を持ち、なおかつ維持管理の容易なものが望ましい。この意味で、価格面も含めてアメリカ製のコンパクトなシステムとする。

気象観測機材の設置については、特別な法規制はないが、公共用地の場合は、チリ側が市当局、国家当局の許可取得を実施する。当機材は電源・電話線の敷設が不要なため、チリ側の実施する設置工事としては、用地の整地、観測用マストの基礎とフェンスの設置である。

また、プロ技の活動における首都圏大気汚染シミュレーションモデルには、光化学反応を組み込むことを予定しており、パラメーターとして紫外線量の測定が必要と判断されたため、市南郊のラ・プラチナ農牧試験場の気象観測タワーを含む2ヶ所に紫外線計(UV計)を追加した。

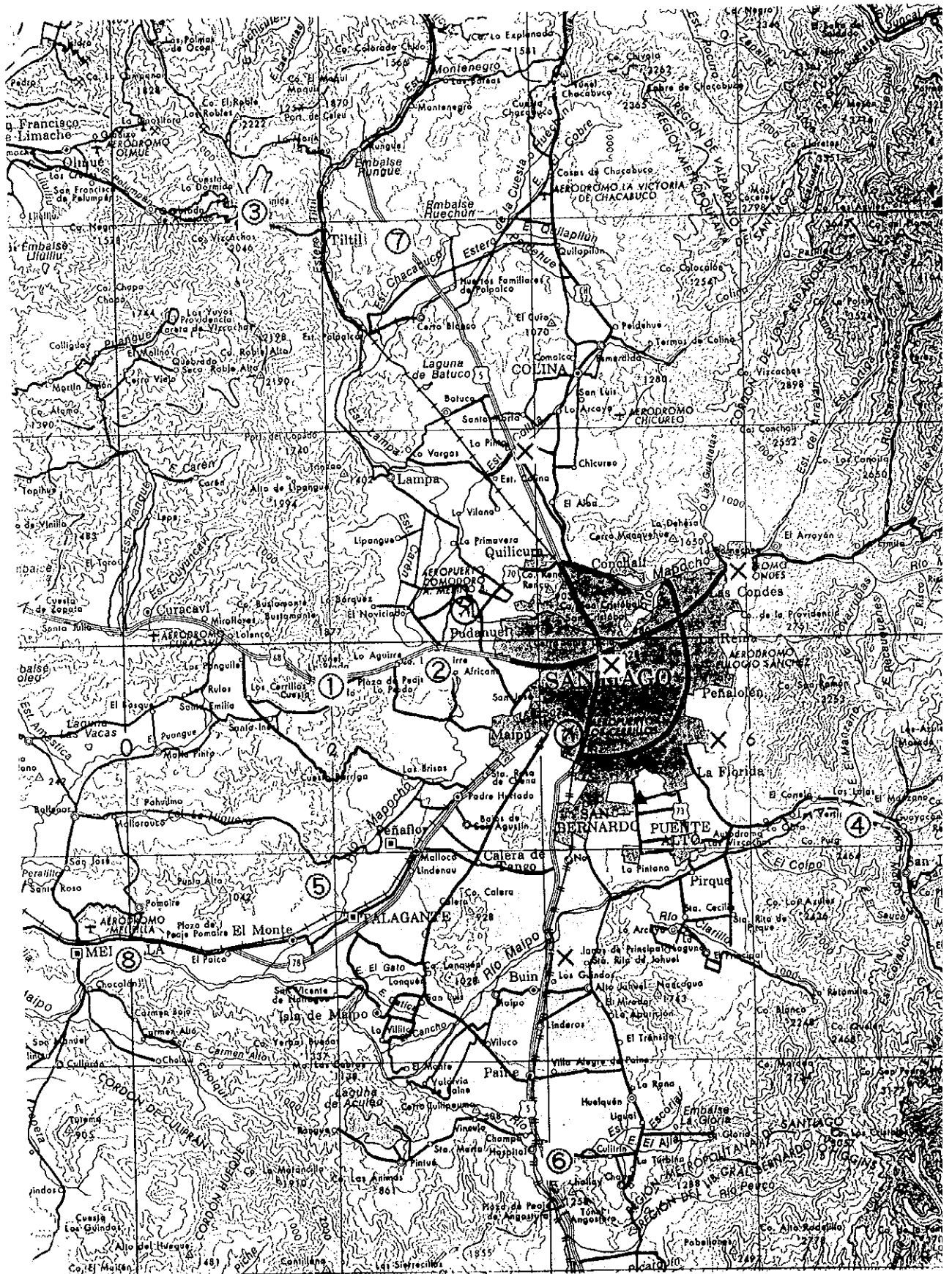


図3-2 気象観測局 設置予定地点図

- ①~⑧ : 新設予定地
- X : 既存観測局
- ▲ : 農牧試験所(タワー)



各気象観測局で測定されるデータはCENMAのコンピュータに集め、大気汚染予測のための解析、モデルの開発に用いられる。重大な大気汚染の恐れがあるときの気象データの迅速な収集、遠隔地のデータ収集の観点から通信によるデータ収集が必要となる。各測定局には10~20日間程度の測定データを記録できる収録器を設置し、センター側のコンピュータから必要な時に電話回線を利用して収録データを取り込むようにする。

データ通信にはセルラーホンをを用いることとするが、チリの電話事情はデータ通信に十分な品質であり、セルラーホンもサンチャゴ・エリアでは問題なく使用できる。収集データ内容は厚生省のSESMAが行っている大気汚染データとも対応させるため、1時間平均値および10分平均値とする。収集は特別の状況以外は必ずしも常時行う必要はない。

次に、大気汚染予測のための気象データは現在チリ大学の関係者が管理しているが、CENMAの活動開始後はCENMAの情報センターが管理することになる。大気汚染の測定データ、高層気象データ等も情報センターに蓄積され、予測モデル開発にも利用される。そのため気象観測局から収集したデータは、情報センター内のLANに接続されたコンピュータで収集するのが適切である。

また、現在首都圏COREMAで収集している気象測定局のデータは、本プロジェクトで整備する気象測定局のデータと合わせて大気汚染予測に必要な基礎パラメータとなる。したがってデータの互換性をとり、当面はネットワークを通じてデータを相互に転送することで対応するが、近い将来に一つのシステムとして統合することが望ましい。

### 3-2-5 大気境界層観測機材

境界層レーダー（低層大気観測用レーダー）については、チリ側が当初考えていた音波レーダー形のもの、電波レーダー形のものがあるが、いずれも高さ方向の風速分布の連続測定ができるメリットがある。これに、温度分布を正しく測定するために、低層ゾンデによる観測を併用する。

設置地点は、サンチャゴ市郊外の農牧研究所敷地を予定しているが、周辺に人家は無く、動作時の音波発生による周辺住民への影響はない。なお、チリ側負担の設置工事としては電源の引き込み、整地、機材設置用の基礎およびフェンスの建設、低層ゾンデを保管する倉庫、バルーン放球用建屋の建設、境界層プロファイラーの受信・発信装置の土台、データ処理装置等を収納する建屋の建設等がある。また、バルーン充填用の水素についてもチリ側負担で購入する。

係留気球は首都圏各地にて観測を行うための可搬型機材であり、設置工事は電源引き込みのみである。使用する電波周波数帯は確保されており、電波法上の問題は特に無い。

### 3-2-6 高層気象観測機材（ファン・フェルナンデス島関係機材）

天気予報および冬季のサンチャゴの高濃度大気汚染予報において、チリ西方の太平洋上での高層観測がきわめて重要であることから、供与要請がなされているものである。チリ気象局として、全球数値予報のための重要プロジェクトと位置づけている。今後のCENMAの活動、特にプロ技の大気汚染予測テーマに対して、チリ気象局の参加が欠かせないものであることから、優先度の高い機材と判断される。

ファン・フェルナンデス島の現地視察の結果、ラジオゾンデステーションとして想定されている San Juan Bautista気象観測所（図2-1）は3方を山に囲まれており、測定上多少の障害があると推測されたため、チリ側と協議し確認を行った。同時に代替案として飛行場のある地点を提案したが、電源等の設備および要員配置の問題により、当面は現観測所にて観測を行わざるを得ないこと、また8年ほど前に1年半にわたる観測の実施経験があることから、一応の適地と判断した。

チリ国内では現在5箇所が高層気象観測が行われており、本計画の機材も既存のものと同ランクのものが、取扱いおよび維持管理の両面から望ましいと判断される。一方、現在ゾンデ観測に利用しているオメガ電波の地上発信局が1997年7月に廃止されるのに伴い、気象局（DMC）では機器更新の必要に迫られている。DMCでは、方向探知方式か、衛星を利用した Global Positioning System（GPS）方式等、いずれを選択するかを現在検討中である。本計画においては、世界気象機関（WMO）の推奨するGPS方式を想定した。

また、高層ラジオゾンデ観測の付帯設備としてバルーンに充填するための水素をチリ本土からシリンダーで輸送するのは困難であるため、水素発生装置の追加要求があった。場所を取らないGIP方式のものを選定した。また、放球時の風向を確認するために記録が取れる形の風向風速計が必要と判断されたため、これを1式追加した。

なお、観測機材の倉庫の建設、並びに自家発電棟からの電源引き込み、上水管敷設の工事は全てチリ側負担とする。倉庫内には、

①消火設備／ ②防爆型照明／ ③浄水設備／ ④電源  
を備える必要がある。

### 3-2-7 水質測定機材

ポータブルの水質測定機材は、車両に積載して河川等の測定場所へ持参し、その場で水質を測定・検査する機材、または分析のための水試料をサンプリングするための機材である。これらの機材は、DGA（水資源総局）の本部およびCENMAに供与される。

DGAでは、サンチャゴ首都圏、第5州および第6州に属する165ステーションの水質分析を年3回実施しており、今回供与される予定のポータブルサンプラーと水質センサーはDGAの水質監視に十分活用されると考えられる。

CENMAでは、環境基準や排出基準の制定を目的とした活動が行われるが、DGA同様、河川水、湖水、地下水のサンプリングや水質測定に必要不可欠な機材である。

水質自動測定局は、水質を測定したい河川の近くに建屋を設け、河川水を汲み上げて自動サンプリングし分析する装置を据え付ける。要請では2台であったが、当初は6台であったものを1994年9月の長期調査時に2台に削減した経緯がある。

チリ側ではこれまでに水質モニタリングの経験がなく、自動モニタリングの知見を蓄積することが大きな目的と位置づけたうえで、維持管理の負担をできるだけ小さくする意味で水質自動測定局は1台が妥当であるとした。

測定局を設置する場所としては、浄水場取水口と下水処理場の2ヶ所が候補に上がったが、下水処理場については、手分析で充分間に合うことと、工場排水や下水には多量の懸濁物質、有機物、油分等が含まれるため、装置内のパイプの詰まりやセンサーの汚れなどが起こり、その維持に多大な人手と費用がかさむことから、自動モニタリングは不适当と判断し、チリ側も合意した。

水質自動モニタリングの項目は、水温、pH、電気伝導度、溶存酸素量、塩素イオンおよび全炭素量の6項目とした。設置場所は自動モニタリングを行う意義がもっとも大きい浄水場取水口（Vizcachas浄水場取水口）とし、水質の変化により取水停止をする必要性も考慮して20km離れた浄水場事務所に電話回線を通じて（例えば30分ごとに）自動的にデータを集めるようにテレメータを付けることとした。一方、CENMAのパーソナルコンピューターによるデータ収集は必要に応じて手動操作で行い、LANを通じて環境データベースに蓄積することができる。また、監視人の利便性を考慮し約200m離れた取水口監視所のパネルに表示するデータ出力を設ける。

両国の責任分担は、モニタリング装置、テレメータのためのモデムとPCは日本側負担、建屋、サンプリング設備、配管、電気・水道などのユーティリティ、および通信回線はチリ側負担とすることとし、その工事内容に関しても既にチリ側と合意している。