No. 3

国際協力事業団

ブラジル南部電力公社
リオグランデドスル州電力公社

ブラジル国
石炭火力発電所環境評価調査
ファイナルレポート
要　約

1997年9月

JICA LIBRARY
J 1144992 (3)

株式会社数理計画
東電環境エンジニアリング株式会社

鉱調資
JR
97—165

1144992 (3)

国 際 協 力 事 業 団

ブラジル南部電力公社
リオグランデドスル州電力公社

ブラジル国
石炭火力発電所環境評価調査
ファイナルレポート
要　約

1997年9月

株 式 会 社 数 理 計 画
東電環境エンジニアリング株式会社

鉱調資
JR
97—165

序　文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国の要請に基づき、同国の石炭火力発電所環境影響評価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しました。

当事業団は、平成７年６月から平成９年７月までの間、５回にわたり（株）数理計画の野口雅章氏を団長とし、（株）数理計画及び東電環境エンジニアリング（株）の団員から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ブラジル連邦共和国政府及び当該電力公社関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本評価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をいただいた関係各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成９年９月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁　藤田公郎

平成９年９月

国際協力事業団
総裁藤田公郎殿

伝達状

ブラジル連邦共和国石炭火力発電所環境影響評価調査の最終報告書を提出いたしますのでよろしく御査収願います。

本報告書は、ブラジル国サンタカタリーナ及びリオグランデドスルの両州に点在する石炭火力３発電所とその周辺２０ｋｍを対象に、発電所の周辺大気への環境影響を測定・評価し、必要な対策を提案しております。

本報告書は、要約と本文から構成されております。要約には調査結果の概要を、本文には調査全体の経過と結果を記載しております。なお本文には各専門分野で採取したデータとその解析・検討方法などの必要情報を添付しました。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援とご援助を賜った貴事業団、外務省、通商産業省、駐ブラジル日本大使館、駐ポルトアレグレ日本総領事館、並びにブラジル連邦共和国政府及びサンタカタリーナ及びリオグランデドスル両州の諸機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表するものであります。

本調査の結果がブラジルの石炭火力発電所ひいてはブラジル国の今後の発展のために貢献できることを切に願う次第であります。

野口雅章

JICA 調査団長
野口雅章

目　次

第１章　序 …… 1

第２章　ブラジル国の火力発電事業を巡る社会・経済状況 …… 3

第３章　大気保全に係わるブラジル国の政策 …… 5

第４章　環境大気の現状とその評価 …… 7

第５章　ばい煙の現状とその評価 …… １６

第６章　大気質へのばい煙影響評価 …… １８

第７章　大気質の将来予測 …… ２８

第８章　大気汚染防止対策の提言 …… ３５

第９章　結論 …… ３７

第1章　序

1.1　背景

ブラジル国の石炭火力は南部のサンタカタリーナとリオグランデドスルの２州に集中しており、渇水期に水力発電利用率の低下を補充するために必要である。その増設計画をもったブラジル鉱山エネルギー省は、石炭火力の周辺大気への環境影響を評価し増設計画に有効な対策を立案するよう、技術援助を日本政府に要請してきた。日本政府より担当機関と指定された国際協力事業団は、JICA 調査団を組織し、ブラジル南部電力公社(ELETROSUL)とリオグランデドスル州電力公社を相手側として、平成７年６月より本格調査を開始した。

1.2　調査概要

調査対象地域は図 1.1 に示す３発電所の周辺 20km で、環境大気及びばい煙中の硫黄酸化物、窒素酸化物、粒子状物質を対象物質とした。また、雨水と降下粉塵中の水溶性主要イオンと酸性度の分析を各発電所それぞれ一個所と、域外であるがアセグアの計４個所で実施した。対象発電所とその構成ユニットを表 1.1 に示す。

表 1.1　対象発電所と構成ユニット

発電所名 (所有者)	ユニット 記号	定格出力	建設年度
ジョルジュラセルダ (ELETROSUL)	A Ⅰ-1	50 MW	1961
	A Ⅰ-2	50	1963
	A Ⅱ-3	66	1972
	A Ⅱ-4	66	1972
	B Ⅲ-5	125	1977
	B Ⅲ-6	125	1977
	Ⅳ	350	1/1997
シャルケアーダス (ELETROSUL)	1	18	1956
	2	18	1956
	3	18	1956
	4	18	1968
	ジャクイ 1	350	12/1999
カンジオッタ (CEEE)	Ⅱ A-1	63	1974
	Ⅱ A-2	63	1974
	Ⅱ B-1	160	1986
	Ⅱ B-2	160	1986
	Ⅲ	350	(9/2003)

調査期間中に電力事業の民営化と天然ガス使用の政策が明確化され、カンジオッタの 2100MW の増設計画は 350MW に縮小された。また、ジョルジュラセルダ Ⅳ 号ユニットは調査期間中に商業運転を開始した。

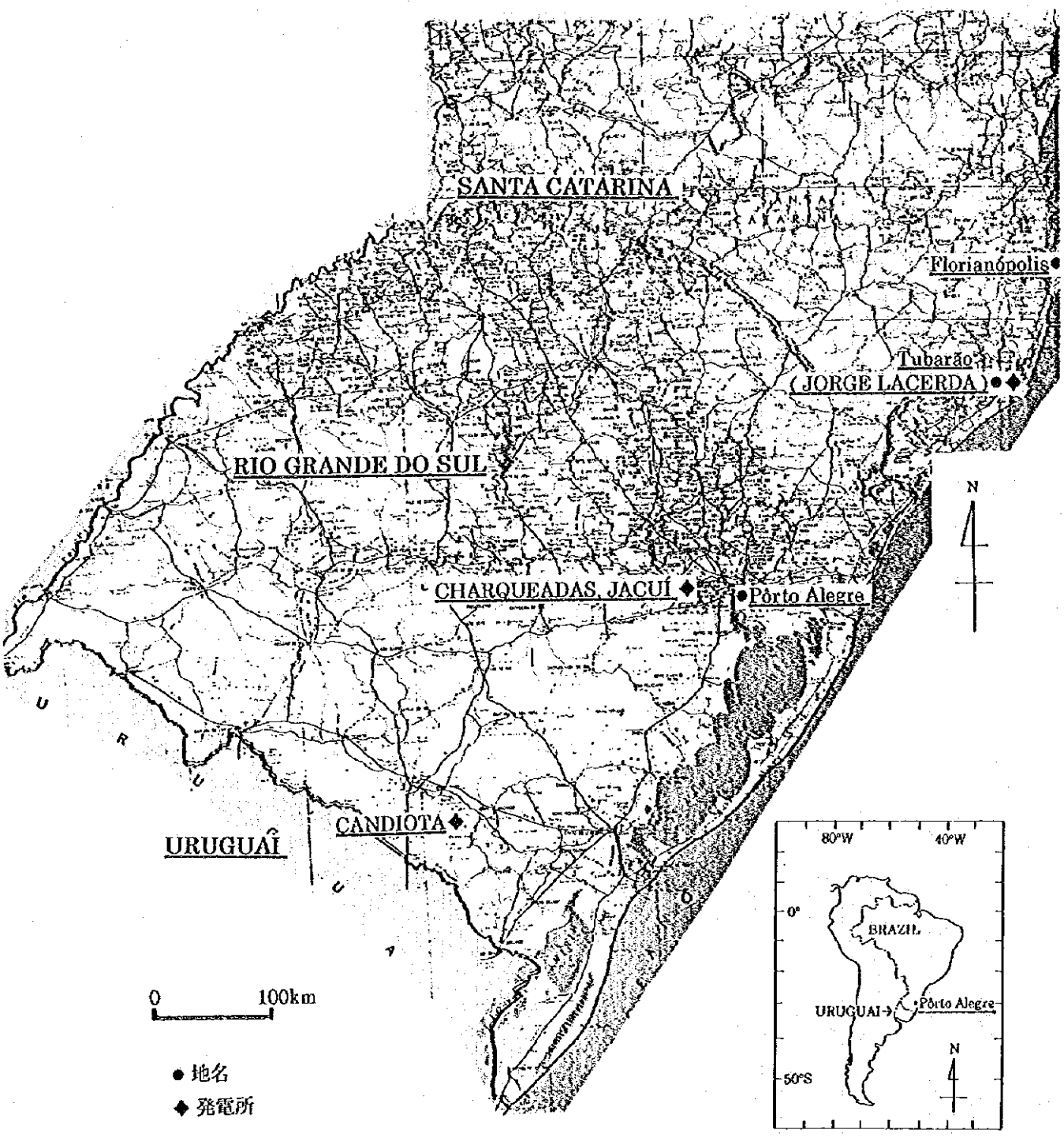

SANTA CATARINA
Florianópolis
Tubarão
(JORGE LACERDA)
RIO GRANDE DO SUL
CHARQUEADAS, JACUÍ
Pôrto Alegre
CANDIOTA
URUGUAÎ
N
0
100km
● 地名
◆ 発電所
80°W
40°W
0°
BRAZIL
URUGUAI
Pôrto Alegre
50°S
N

図 1.1　調査対象地域

主要調査業務内容を実施時期順に表 1.2 に示すように、調査団は、現地調査と国内解析業務を交互に実施した。

表 1.2　主要調査業務内容

	調査名	期間	主要業務内容
1	第 1 次現地調査	6~7/1995	着手報告書検討・業務開始の為のデータ・情報調査
2	第 1 次国内解析	7~9/1995	必要機材の調達計画書の作成
3	第 2 次現地調査	2~3/1996	大気・ばい煙測定開始
4	第 2 次国内解析	5~6/1996	中間報告書作成(IT/R)
5	第 3 次現地調査	6~7/1996	IT/R 検討・大気・ばい煙測定続行
6	第 3 次国内解析	7~10/1996	拡散モデルの作成
7	第 4 次現地調査	3/1997	JICA 機材の使用状態検査・拡散モデル使用技術移転
8	第 4 次国内解析	5~6/1997	ドラフトファイナルレポートの作成
9	第 5 次現地調査	7/1997	同上説明討論、セミナー開催予定

第 2 章　ブラジル国の火力発電事業を巡る社会・経済状況

2.1　社会・経済現況と経済開発政策

ブラジル政府は、長期間にわたる超インフレとの戦いに勝ち、1994 年 7 月 1 日新通貨リアルを導入した金融・為替政策により経済の安定をもたらした。インフレ抑制の一環として、国営企業の民営化も進行し、第 1 号としてウジミナス製鉄所が 1991 年 1 月に民営となった。

輸入自由化や開放政策により、一人当たり国民総生産は 1993 年の 2930 ドルから 1995 年には 3640 ドルを示し、2 年間で平均 11.5%の伸びを記録した。

2.2　電力セクターの現状と国家政策

ブラジルの 1994 年における燃料別発電量を表 2.1 に設備容量を表 2.2 に示す。公営と民営に分割しているが水力が圧倒的に多く、発電量では全体の 93%を占めている。石炭火力発電量は 1.3%に満たない。

電力供給管理は鉱山エネルギー省国家水利電力局管轄のブラジル中央電力公社(ELETROBRAS)に委任されている。ELETROBRAS は全国を北部・東北・中西/南東部・南部に 4 分割し、その一つが相手機関である南部の ELETROSUL である。各州には州電力公社

があり、他の相手機関 CEEE はブラジル最南端のリオグランデドスル州に属する。ELETROSUL は発電と送電を担当し消費者への売電はしないが、CEEE は ELETROSUL からの買電とともに発電、送電と消費者への売電を行っている。表 2.3 に両社の設備容量と発電量を示した。発電量にて、ELETROSUL はほぼ 10%を、CEEE は 40%を石炭に頼っている。

表 2. 1　ブラジル国燃料別発電電力量(1994)

	公営発電設備		民営発電設備	
	GWh	%	GWh	%
天然ガス	0		416	2.76
石炭	3,105	1.26	214	1.42
木	0		921	6.10
バガス	--		2,348	15.56
黒液	--		1,807	11.98
その他廃棄物	--		1,752	11.61
軽油	1,841	0.75	319	2.11
燃料油	1,389	0.57	2,017	13.37
コークス	--		543	3.60
原子力	55	0.02	--	
水力	239,203	97.40	3,714	24.61
その他	--		1,039	6.88
計	245,593	100.00	15,089	100.00

表 2.2　発電設備容量 (1994)

	火力	原子力	水力	総計 MW
公営発電設備	4,155	657	1)49,304	54,116
民営発電設備	2,900	0	624	3,524
総計 MW	7,055	657	49,928	57,640

注: 1)イタイプ水力発電所の発電設備容量の半分を含む(総設備容量は 12,600 MW)

表 2.3　対象電力公社の発電電力量

	1993 年度発電設備容量(MW)				発電量(GWh)		
	石炭	石油	水力	総計	石炭・石油	水力	総計
ELETROSUL	554	66	2602	3,222	1,787	13,469	15,256
CEEE	446	--	820	1,266	2,483	3,758	6,241

ブラジルで生産する石炭のすべては燃料用で国内で消費されている。製鉄用の石炭はほとんど輸入になった。確認石炭埋蔵量は約 171 億トンで、ほとんどは南部 2 州にあり、リオグランデドスル州にはその 89%が存在する。同州では、採掘、選炭、輸送、発電は重要産業であり、

石炭発電の割合を 40%から 55%に増大させる計画を持っている。

輸入自由化、開放政策、民営化等の国家基本政策は電力業界にも反映して来ている。アルゼンチンより輸入の天然ガスによる 316MW 発電（又は 450MW コンバインドサイクル）の民間出資による計画がリオグランデドスル州にて進行中であり、実現すれば石炭火力と競合することになる。また、民営化政策は ELETROSUL や CEEE にも達し、ジャクイとカンジオッタ III 号ユニットは参入民間資本の公募を開始している。CEEE 自身の経営へも州議会の認可を既に受けており、民間資本の導入検討が開始された。

第３章　大気保全に係わるブラジル国の政策

3.1 環境政策

ブラジルの環境政策の基本は、主催した国連環境会議での宣言した如く持続可能な開発にある。1973 年に内務省が環境保全を担当することとし、1981 年に初めて環境法を設定した。その後、体制は改変され 1984 年国家環境評議会(CONAMA)が設立され、条例の整備が開始された。1989 年新憲法の発布の直後に‘我が自然’という名で、工業化、熱帯性雨林の伐採等による自然破壊を防止する運動が開始された。

連邦政府として現在は環境省が設立され、その中に環境資源研究所（IBAMA）が国または州をまたがる開発プロジェクトの EIA 評価、建設運転許可、等を行っている。各州のプロジェクトは各州の環境機関、例えば FATMA や FEPAM が権限を持っている。

3.2　大気環境に関する法規制

表 3.1 に 1990 年３月発令のブラジル大気環境基準を示す。＊マークの付いた基準値は年に一回を超えて上回ってはならない。１次と２次の基準があり、２次が厳しく州がその選択権限をもっている。但し、今まで２次基準が適用されている所はない。

表 3.2 に記載したように発電所に対する国の汚染質排出基準がある。表中の第１種地域は国立公園等である。第 II 種は大気環境第２次基準、第 III は大気環境第１次基準地域である。

本調査対象の発電所は新増設も含めてこの基準発令前に建設許可を得ており、適用外となっている。そこで、各州は、新増設ユニットが運転開始する条件として、発電所側との交渉により合意基準値を設定した。表 3.3 にこれらの合意基準値を各対象発電所ユニット毎に纏めた。

表 3.1　大気質の環境基準

(単位 μ g/m³)

汚染物質	評価時間	第1次基準	第2次基準	測定方法
TSP	年間幾何平均	80	60	ハイボリュームエアサンプラーによる測定
	24 時間平均*	240	150	
スモーク	年間算術平均	60	40	反射率法
	24 時間平均*	150	100	
吸入性粉塵	年間算術平均	50	50	慣性分離濾過法
	24 時間平均*	150	150	
SO_2	年間算術平均	80	40	パラザニリン法
	24 時間平均*	365	100	
CO	8 時間平均*	10,000	10,000	非分散赤外線吸収法
	1 時間平均*	40,000	40,000	
O_3	1 時間平均*	160	160	ケミルミネッセンス法
NO_2	年間算術平均	100	100	ケミルミネッセンス法
	1 時間平均	320	190	

表 3.2　発電所汚染質の排出基準

施設規模	70MW 以下		70MW 以上		備考
	地域分類		地域分類		
項目・単位	第 1 種	第 II・III 種	第 I 種	第 II 種・III 種	--
全煤塵 (g/10⁶Kcal)	120	350(石油) 1500(石炭)	新規設置不許可	120(石油) 800(石炭)	--
スモーク(%)	20	25		20	リンゲルマンスケール
SO_2 (g/10⁶Kcal)	2000	5000		2000	--
燃料油消費限度	3000　t/年	---		---	--

表 3.3　州との合意排出基準

発電所		ユニット	号機	定格出力 MW	州との合意基準 (mg/m³N) TSP	NOx	SO_2	備考
ジョル ジュラ セルダ	既設	AI	1 2	50 50	全ユニット定格出力で硫黄分 2.2%の石炭を燃焼する時に発生する SO_2 量以下			1/1997 以降
		AII	3 4	66 66				
		BIII	5 6	125 125				
	増設	IV	--	350				
シャルケ アーダス	既設		1 2 3 4	18 18 18 18	80	400	400	2005 年 までに
ジャクイ	新設	I	-	350	140(280MW 時) 85(175MW 時)	680	1500	商業運転時
カンジ オッタ	既設	A	1 2	63 63	80	400	400	2004 年 までに
		B	1 2	160 160	未定	680	2100	2002 年 までに
	増設	III	-	350	265(280MW 時) 100(158MW 時)	未定	2000	商業運転時

第４章　環境大気の現状とその評価

４．１　気象

ＪＩＣＡ調査団は各地域毎の１地点で放射収支量の測定を行い、風向・風速及び日射量についてはカウンターパートが測定したデータを使用した。　測定期間は１９９６年３月から１９９７年２月の１年間とであった。

ジョルジュラセルダではカーム出現頻度が１１．５％と高く、平均風速は２．０ｍ／ｓと３地域の中で最も風が弱い。　最も風の強いのはカンジオッタであり、カーム出現頻度は３．７％、平均風速は３．４ｍ／ｓである。　シャルケアーダスの風の強さは両者の中間であり、カーム出現頻度は７．０％、平均風速は２．３ｍ／ｓである（図４．１）。

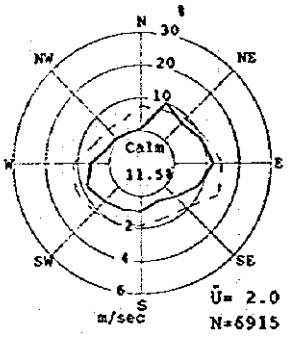
風速と日射量・放射収支量から大気安定度を推定した。　ただし、カンジオッタでは日射量データが異常値と判断されたことから風速と放射収支量による推定方法によった。　全般的な特徴としては強安定（Ｇ）や不安定（Ａ～Ｂ）の頻度が高いことが挙げられる。　これらの中、不安定の頻度が高いことは発電所等の高煙源の影響が地上に及ぶ可能性が高いことを意味する。不安定の頻度はジョルジュラセルダで１９．４％、シャルケアーダスで１８．３％、カンジオッタで１３．３％と、ジョルジュラセルダで最も高かった（図４．２）。

以上のことから、最も風が弱く、不安定の出現頻度の高いジョルジュラセルダが、大気汚染の発生しやすい気象条件であり、カンジオッタは最も風が強く、不安定の頻度が低いことから大気汚染の起こりにくい地域である。

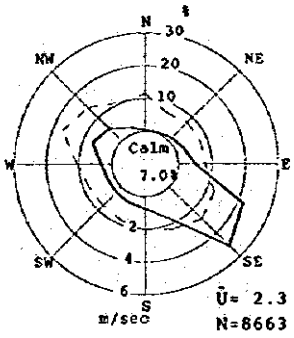
４．２　自動連続測定

各発電所周辺毎に３局の自動連続測定局を設置し、３局全てでSO_2を、中１局でNO_x（ＮＯ，NO_2）を測定した（表４．１）。

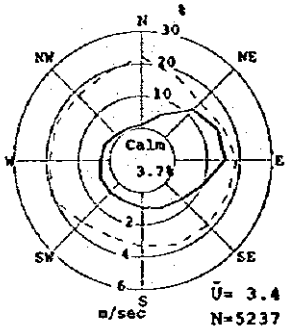
LACERDA



JACUI



CANDIOTA

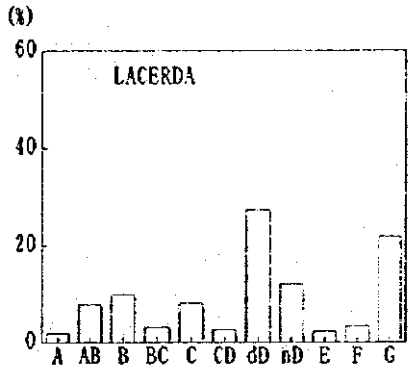


——— Frequency of Wind Direction
- - - Average of Wind Speed
Calm: Less than 0.5 m/sec
U=: Ave. of wind speed (m/sec)
N=: Number of sample

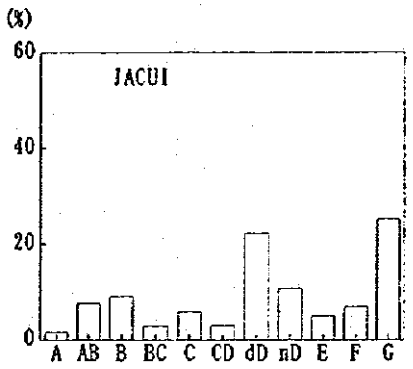
図4.1 風配図

Year: 1996 (Mar. to Feb.)

Jorge Lacerda Power Plant



Charqueadas Power Plant



Candiota Power Plant

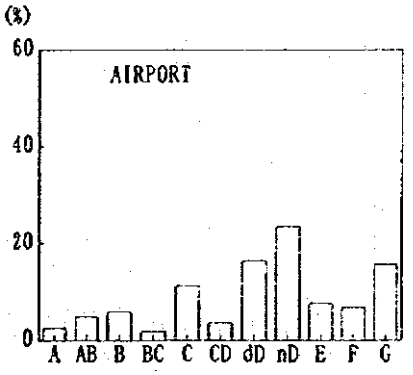


図4.2 大気安定度出現頻度 Year 1996 Mar to 1997 Feb

表4．1　自動連続測定結果

Item / Station	SO_2			NO_2		
	Average	Daily Max.	Hourly Max.	Average	Daily Max.	Hourly Max.
Capivari	6.1	35	336	5.7	11	44
Vila Moema	8.0	54	322	-	-	-
Sao Bernardo	5.2	63	438	-	-	-
DEPREC	1.9	11	120	3.0	11	37
Jacui	3.7	18	108	-	-	-
Arranca Toco	6.1	39	173	-	-	-
Airport	3.5	17	182	1.4	7	20
Candiota III	4.5	27	113	-	-	-
Tres Lagoas	4.2	16	129	-	-	-
Standard	30.56	139.44	-	53.15	-	170.08

単位：ｐｐｂ

SO_2年平均値の最も高かった局はジョルジュラセルダの Vila Moema 局の 8.0ppb であり、日平均値の最大値が最も高かったのはジョルジュラセルダの Sao Bernardo 局である。　全般的にSO_2濃度はジョルジュラセルダが最も高い傾向を示した。しかし、いずれの最高値も国の第１級環境基準、SO_2の年平均値（80 $\mu g/m^3$=30.56ppb）と２４時間値（365 $\mu g/m^3$=139.44ppb）を大きく下回っている。

NO_2年平均値と時間値の最高値の最も高かったのはジョルジュラセルダの Capivari 局である。　ジョルジュラセルダとシャルケアーダスはほぼ同じレベルの濃度であり、カンジオッタは２地域よりも濃度が低い。　NO_2の最高値も年平均値（100 $\mu g/m^3$=53.15ppb）と時間値（320 $\mu g/m^3$=170.08ppb）の第１級環境基準を大きく下回っている。

ＴＳＰのハイボリュームサンプラーによる測定は、カウンターパートによって、ジョルジュラセルダとシャルケアーダスで３地点、カンジオッタで１地点で行われた。　ジョルジュラセルダの Capivari 局では６０回の測定の中、２回の測定がＴＳＰの２４時間値の第１級環境基準（２４０ $\mu g/m^3$）を超えた。　同じくジョルジュラセルダの Vila Moema 局でも１回、基準値を超えたが、１回の超過は認められている。

SO_2の時刻変化は昼間に濃度が高くなる一山型であり、大気が不安定な昼間に濃度が高くなることから発電所などの高煙源の影響の可能性が強い（図４．３）。　NO_xの時刻変化は朝・夕にピークのある二山型であり、低煙源の影響が強いと考えられることから、相対的に発電所の影響は小さいものと推測された。

SO_2の風向別平均濃度の解析では、カンジオッタでは、濃度の絶対値は低いものの、風向別の高濃度の風向きが発電所の方向と一致していた。　この傾向はジョルジュラセルダでは明

確でなかった。　これはカンジオッタの自動連続測定局では、他の発生源に比較して、相対的に発電所の寄与が大きく、ジョルジュラセルダでは発電所以外の発生源が存在することを示唆している。

SO_2の大気安定度別平均濃度は不安定時（A～B）に高くなる傾向を示し、高煙源の寄与が高いと言える（図4．4）。　NO_xについては安定時（G）の濃度が高く、低煙源の寄与が高いが、Capivari 局では不安定時にも高くなる傾向があり、低煙源に加えて高煙源も寄与していると考えられる。

現状におけるSO_2やNO_2の濃度レベルは環境基準と比較して、かなり低いレベルにあり問題は無いと言えるが、ジョルジュラセルダのＴＳＰはやや高い濃度である。　全地域において発電所はSO_2汚染への寄与が高い可能性が強く、NO_x濃度に対する寄与は、自動車などの低煙源に比べて相対的に低いと考えられる。　ＴＳＰに対する発電所の影響についてはシミュレーションの結果に基づいて考察することとする。

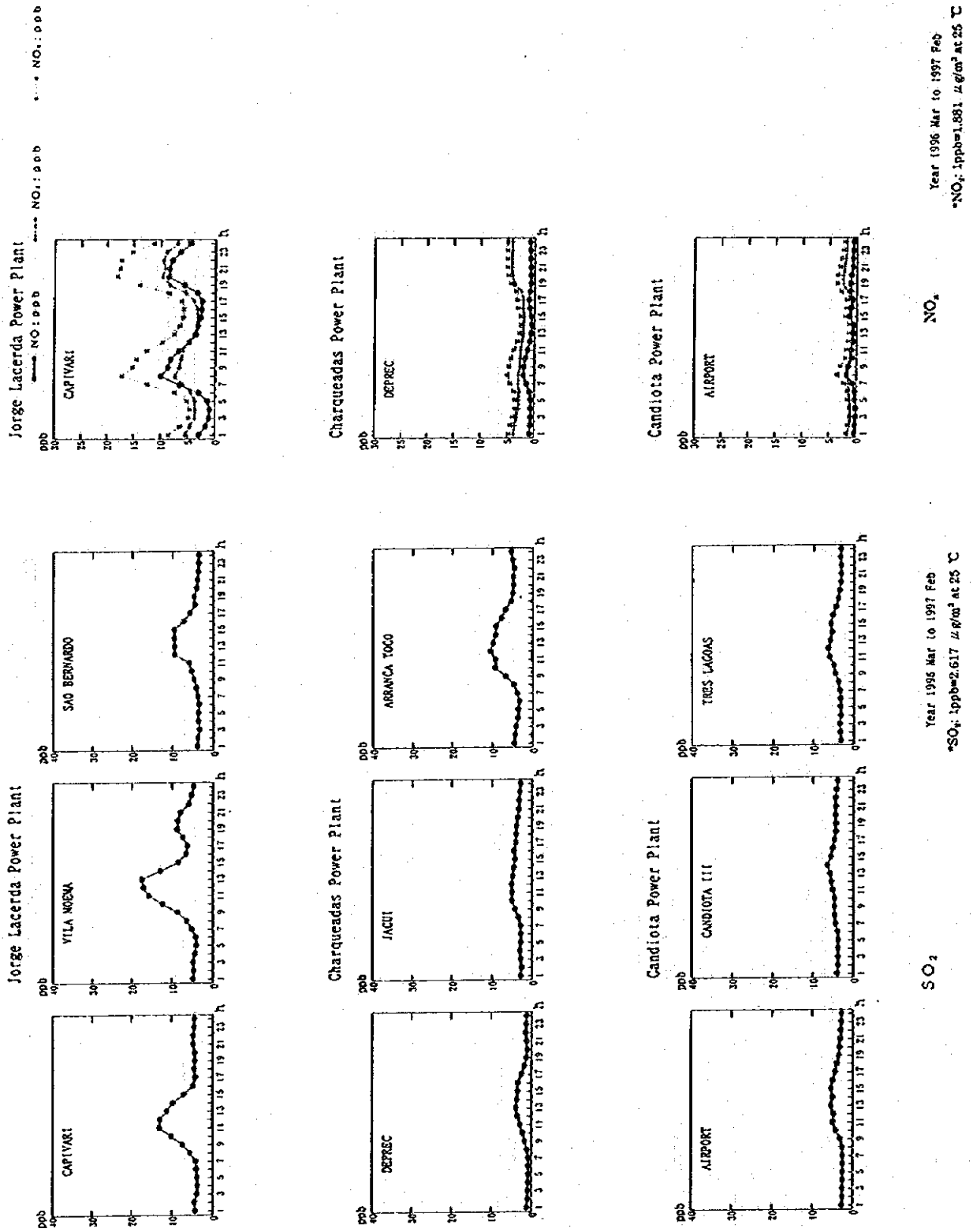
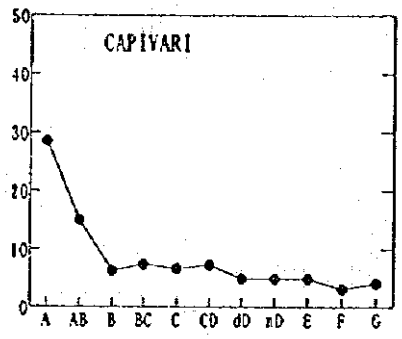
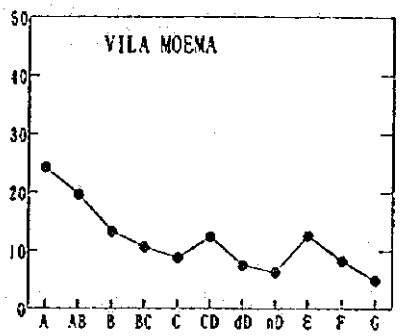
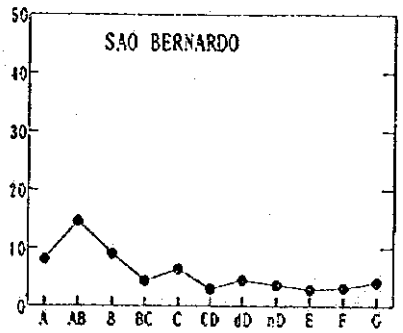


図 4.3　SO_2 と NOx 濃度の時刻変化

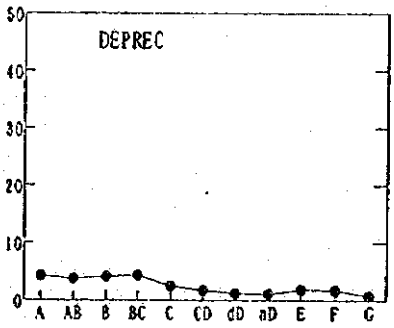
Jorge Lacerda Power Plant

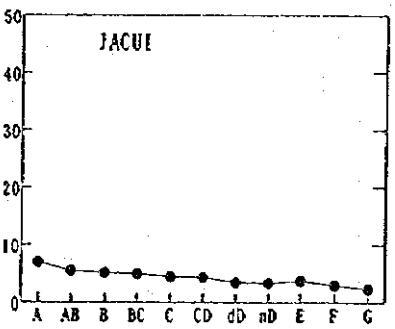


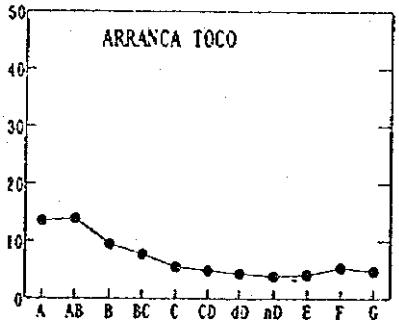




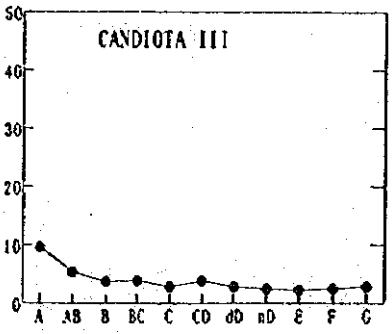
Charqueadas Power Plant

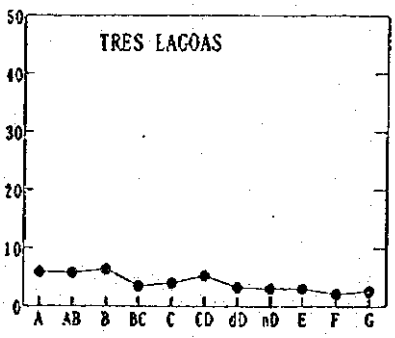






Candiota Power Plant





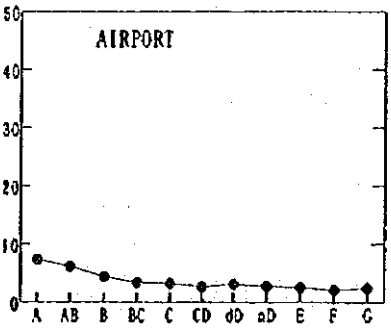


図4.4 大気安定度別平均濃度（SO_2）

Year 1996 Mar to 1997 Feb

４．３　簡易測定

自動連続測定を補完するために簡易測定を行った。 各地域毎に２０地点の測定地点を配置し、１ヶ月間の暴露の後、トリエタノールアミン－イオンクロマトグラフ法によりSO_2とNO_2の吸着量を測定した。 同時に自動連続測定を行っている測定局で、簡易測定法による吸着量と自動連続測定による濃度との間の回帰式を求め、各測定地点の吸着量を年平均濃度に換算した。 ただし、SO_2については相関が見られなかったことから、濃度への換算を行わず、年平均吸着量で評価した。

ジョルジュラセルダでSO_2吸着量が多い（０．４μｇ／月を超える）地域は、発電所の西南西～南西側の５ｋｍ～１５ｋｍに位置し、東～北北西の風向頻度が多いことから、発電所の影響を受けている可能性がある。 NO_2濃度が高い（５ｐｐｂを超える）地域は発電所の南西側と東～北北西側に位置する。

シャルケアーダスでSO_2吸着量が多い地域は、発電所の北西～西側の１０ｋｍ～１５ｋｍと東～東北東側の周辺～１０ｋｍに位置し、主風向が南東～東南東であることから、北西～西側の地域は発電所の影響を受けている可能性がある。 NO_2濃度が高いのは発電所近傍の１地点のみである。

カンジオッタでSO_2吸着量が多い地域は、発電所の南側の周辺～２０ｋｍや北西～北側の５ｋｍ～１５ｋｍと広範囲に分布しており、発電所以外に局所的な発生源が存在する可能性がある。 NO_2濃度は全般に低い。

簡易測定結果から発電所の影響が示唆される地域もあるが、他発生源からの影響の可能性もあることから測定局の配置等に当たっては周辺の発生源状況を把握することが重要である。

４．４　化学分析

簡易測定の試料の化学分析に加えて、３発電所とAceguaで採取した降水と乾性降下物の陰イオン、陽イオン、ｐＨ及び電気伝導度をシャルケアーダスの化学分析室で分析した。 また、大気中ＴＳＰと煙道ダストの元素分析（８種類）を現地調査機関に委託した。

ｐＨとイオン濃度の分析精度については、まだ疑問が残り、両測定結果で整合性が取れたサンプルは、少なかった。 このような分析結果によれば、降水のｐＨは4.5から5.9の範囲にあり、日本の郊外部で見られるような値であった。 訓練された技術者が、良く管理された測定器を使って、測定を継続することを提案する。 降水は等量のＮａとＣｌを含んでおり、海水や岩塩起源であると推測される。

現地分析機関による元素分析結果（全ての試料でＮｉが少なく、Ｐｂが多い）は、ＪＩＣＡ調査団が採取・分析した結果と異なっていた。　最後のプロジェクト研修の際に、同様の分析を日本で行い、Ｐｂよりも多くのＮｉがフライアッシュ中にあることが判明した。　大気中粒子のＰｂは発電所以外の発生源に起因すると考えられる。

第5章　ばい煙の現状とその評価

5.1　石炭火力発電所の設備概要

対象発電所はすべて微粉炭燃焼方式であり、環境対策設備としては電気集塵機が設置されている。燃料として近くで採掘された石炭を使用している。それらの石炭は表 5.1 の通り、灰分が多く発熱量の低い性状を示している。

表 5.1　使用石炭の性状

	発電所			
品目（単位）	ｼﾞｮﾙｼﾞｭﾗｾﾙﾀﾞ	ｼｬﾙｹｱｰﾀﾞｽ	ｼﾞｬｸｲ	ｶﾝｼﾞｵｯﾀ
発熱量 (Kcal/kg)	4300 - 4700	2945-3255	3600-3800	3027-3572
固定炭素 (FC) (wt%)	33-40	FC/VC＜1.2	FC/VC＜1.6	24.5-28.1
揮発成分 (VC) (wt%)	20-26	--	--	21.5-23.5
灰分 (wt%)	39-44	53-56	45-48	49.1-53.5
全炭素 (wt%)	43-50	--	--	28.0-30.0
水素 (wt%)	2.7-3.1	--	--	1.8-2.4
硫黄 (wt%)	1.8-2.3	＜1.3	0.7	0.8-1.5
窒素 (wt%)	1.0-2.1	--	--	0.4-0.7
酸素 (wt%)	3.5-8.0	--	--	6.7-10.0
水分 (wt%)	6-10	12-15	＜15	10.0-18.4

5.2　ばい煙測定

各発電所のボイラー煙道において、ばい煙測定を実施した。測定項目は硫黄酸化物、窒素酸化物、酸素、ダスト、水分などの含有量と流速、温度であった。測定値（表 5.2）には、石炭燃焼に特有のばらつきがあり、特にダストについては最大と最小値の比が 15 と大きかった。

表 5.2　ばい煙排出量　（6% 酸素換算）

	SO2 mg/m³	NOx mg/m³	Dust mg/m³
ｼﾞｮﾙｼﾞｭﾗｾﾙﾀﾞ	5,829～8,371	264～750	83～1,261
ｼｬﾙｹｱｰﾀﾞｽ	3,257～5,429	196～368	81～1,081
ｶﾝｼﾞｵｯﾀ	6,057～7,457	370～663	929～2,052

ブラジルの排出基準は既設の発電所には適用されない。しかし、各発電所が増設に当たって州と合意した基準値を遵守することになる。ジョルジュラセルダ発電所については、全ユニット

がすべて定格運転時に石炭の硫黄分を 2.2%以下に保てば良いことになった。現状でも石炭の硫黄分同程度であるので現状維持で良い。シャルケアーダス及びカンジオッタ発電所に関して測定値とリオグランドスル州との合意基準値との比を表 5.3 に示す。両発電所ではダストと硫黄酸化物の対策が必要であり、カンジオッタのA系列のみには窒素酸化物対策の必要である。

表 5.3　汚染物質排出実測濃度の FEPAM 合意基準値との比

発電所	ユニット	ダスト(TSP)	硫黄酸化物	窒素酸化物
シャルケアーダス	1	-	13.6	0.9
		5.0	9.1	0.9
		7.0	9.3	0.7
	2	--	12.7	0.6
		1.0	10.5	0.5
		1.4	11.1	0.6
		13.5	10.1	0.6
	3	6.5	12.1	0.9
		4.8	8.1	0.8
		5.7	8.2	0.8
	4	6.6	8.9	0.8
		7.9	9.9	0.8
カンジオッタ	A 1	19.1	--	1.0
		12.5	18.6	0.9
	A 2	11.6	15.1	1.2
		11.3	15.3	1.3
	B 1	--	2.9	1.0
	B 2	--	3.0	0.7
		--	3.2	0.7
		--	3.3	0.9

表 5.3 によればシャルケアーダス 1 号機では FEPAM との合意値の 13.6 倍の硫黄酸化物を現在発生している。将来には 100 x (13.6 - 1)/13.6 = 92.6%の脱硫が必要である。

第６章　大気質へのばい煙影響評価

６．１　ばい煙影響評価手法の概要

発電所から排出される大気汚染物質による周辺環境への影響を、拡散シミュレーションモデルを用いて計算した。　ここで用いた拡散シミュレーションモデルはプルーム式・パフ式に基礎を置くものであり、対象汚染物質はSO_2、NO_2及びＳＰＭ、評価時間は年平均値、日平均値及び時間値とした。　O_3濃度の測定値が無いことや地域内にNO_x測定局が１局のみであることなどから、通常のNO_2変換モデルは使用できない。　よって、NO_x濃度からNO_2濃度の推計には、各地域１局のNO_2／NO_x比率を適用した。

現状における各発電所・各ユニットの発生源条件（汚染物質排出強度、排ガス量等）は、「５．２ばい煙測定」の結果と各発電所の設備諸元・発電量データに基づいて設定した。

拡散計算に必要な気象条件は、風向・風速・大気安定度であり、ＪＩＣＡ調査団及びカウンターパートが測定した風向・風速・日射量・放射収支量に基づいて設定した。　煙突高さにおける風速は、地上風速に大気安定度毎の補正係数を乗ずることによって求めた。　大気安定度についても煙突が高いことから、推定結果を中立側に修正して用いた。

６．２　年平均濃度分布

年間を冬（５月～１０月）・夏（１１月～４月）、昼（９時～２２時）・夜（２３時～８時）の２期間・２時間帯に分類して、期別・時間帯別濃度を計算した後、加重平均して年平均濃度を求めた。

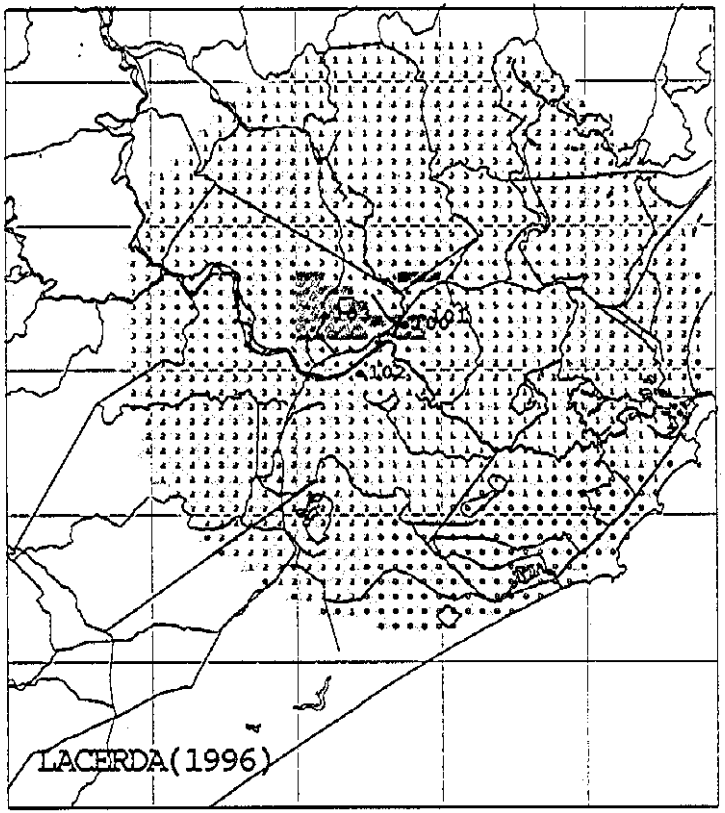
現状の汚染物質排出強度（SO_x、NO_x及びＤｕｓｔ）、湿り排ガス量及び排ガス温度は、ばい煙測定データに基づいて設定した。　年間の各時間毎の発電量とばい煙測定時の発電量の比率によって補正し、時間毎の汚染物質排出強度と湿り排ガス量を求めた後、期別・時間帯別平均値を算出した。　ここで湿り排ガス量については稼働時平均とした。

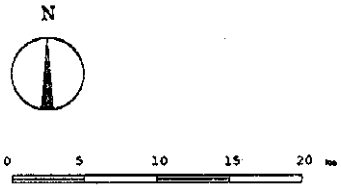
各地域内の自動連続測定局と、発電所周辺２０ｋｍ圏内の１ｋｍ格子の中央点における濃度を計算し、濃度図として示した。　図６．１Ａ，Ｂ及びＣに３地域のSO_2濃度図を示す。

ジョルジュラセルダのSO_2年平均濃度の地域内最高濃度は、８．５ｐｐｂであり、発電所の西北西、約４ｋｍの地点に出現する。　環境基準値（30.56ppb）に比べると低い濃度ではあるが、ジョルジュラセルダの実測濃度の最高値が Vila Moema の８．０ｐｐｂであることから考えると、SO_2濃度に関してジョルジュラセルダ発電所は主要発生源であると言える。　NO_2地域内最高濃度は１．０ｐｐｂであり、環境基準値（53.15ppb）に比べると問題にならない濃度である。　Capivari 局におけるNO_2濃度は５．７ｐｐｂであり、時刻変化パタンも自動車の影響を示していることなどから、NO_2濃度に関するジョルジュラセルダ発電所の影響はバックグランド的なものであると言える。　ＳＰＭの地域内最高濃度は２．２$\mu g/m^3$であり、環境基準値（50$\mu g/m^3$）に比べると問題にならないレベルである。　ＳＰＭに関しても発電所は主要な発生源ではない。

シャルケアーダスのSO_2の地域内最高濃度は３．１ｐｐｂであり、発電所の北北西、約３ｋｍの地点に出現する。　環境基準値よりも低いものの、地域内の実測濃度の最高値が Arranca Toco の６．１ｐｐｂであることから、SO_2濃度に関してシャルケアーダス発電所は主要発生源であると言える。　NO_2濃度とＳＰＭ濃度の地域内最高濃度は０．４ｐｐｂと０．９$\mu g/m^3$であり、問題にならないレベルである。

カンジオッタのSO_2の地域内最高濃度は１．５ｐｐｂであり、発電所の西南西、約８ｋｍの地点に出現する。　濃度は低いが、地域内の実測濃度が３～４ｐｐｂであることから、発電所は主要な発生源である。　NO_2濃度とＳＰＭ濃度の地域内最高濃度は０．２ｐｐｂと１．０$\mu g/m^3$であり、問題にならないレベルである。





LEGEND

	62. < x <=	100. (ppb)	0 grids
	31. < x <=	62. (ppb)	0 grids
	20. < x <=	31. (ppb)	0 grids
	10. < x <=	20. (ppb)	0 grids
	6. < x <=	10. (ppb)	31 grids
	0. < x <=	6. (ppb)	1265 grids

Monitoring Stations
- 100 LACERDA
- 101 CAPIVARI
- 102 VILA MOEMA
- 103 SAO BERNARDO

Power Plant
- 100 LACERDA

SO2 ppb Annual Average □C MAX= 8.5ppb

図6．1A　SO_2濃度分布（ジョルジュラセルダ・現状）

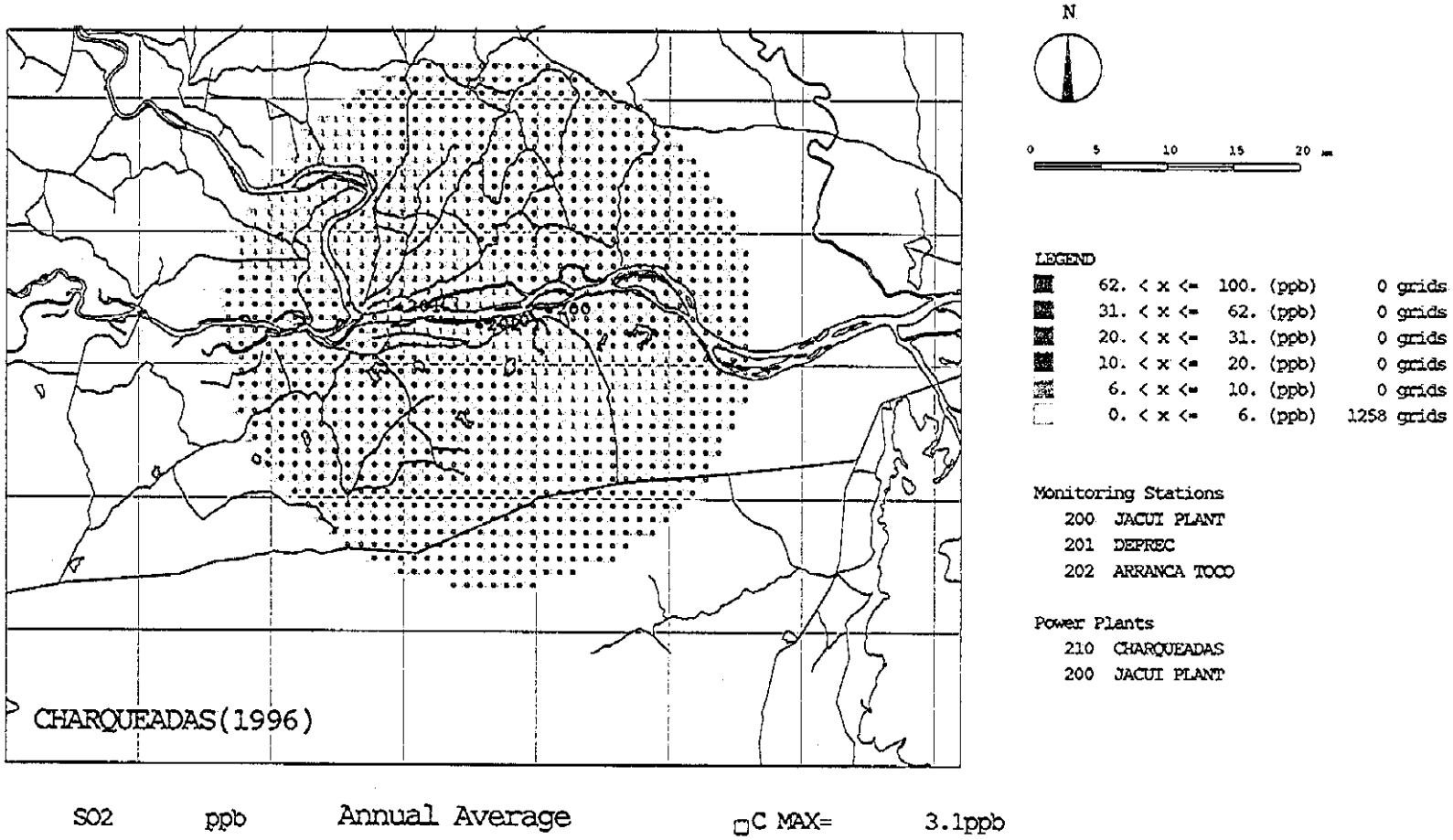
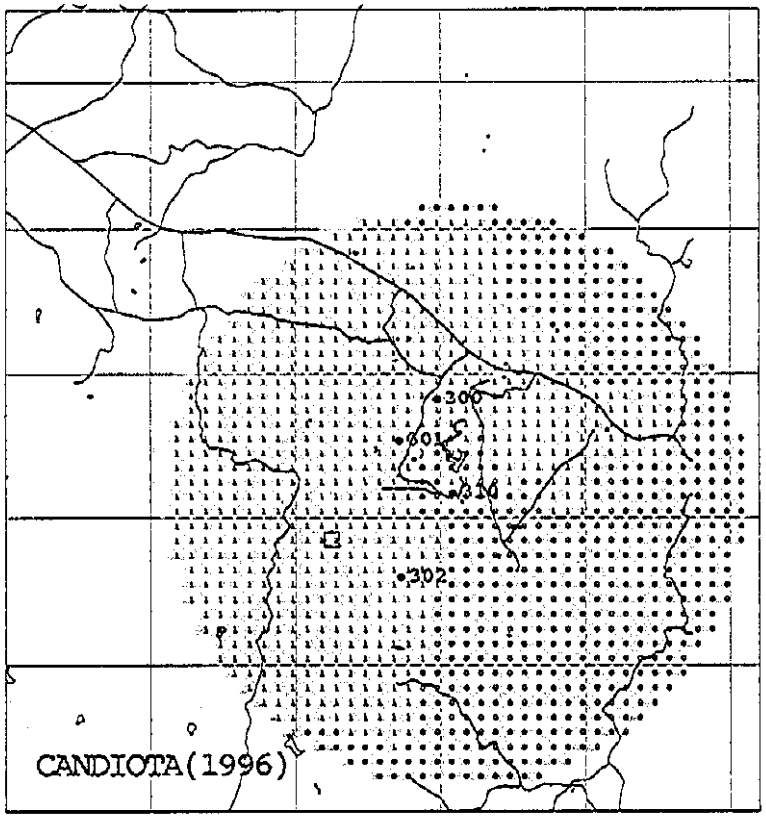
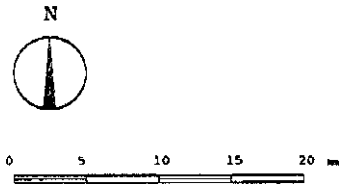


図６．１Ｂ　SO_2濃度分布（シャルケアーダス・現状）





LEGEND

62. < x <= 100. (ppb)	0 grids
31. < x <= 62. (ppb)	0 grids
20. < x <= 31. (ppb)	0 grids
10. < x <= 20. (ppb)	0 grids
6. < x <= 10. (ppb)	0 grids
0. < x <= 6. (ppb)	1259 grids

Monitoring Stations
300 AIRPORT
301 CANDIOTA III
302 TRES LAGOAS

Power Plant
310 CANDIOTA II

SO2 ppb Annual Average □C MAX= 1.5ppb

図6．1C　SO_2濃度分布（カンジオッタ・現状）

6．3　測定局における日平均濃度及び1時間濃度

各時刻毎の発生源条件・気象条件を用いて、各測定局における汚染物質の1時間濃度及び日平均濃度を計算した。　計算式等は年平均値計算と同様である。

各測定局の日平均濃度及び1時間濃度は、環境基準に比べて、かなり低いレベルにある（表6．1）。

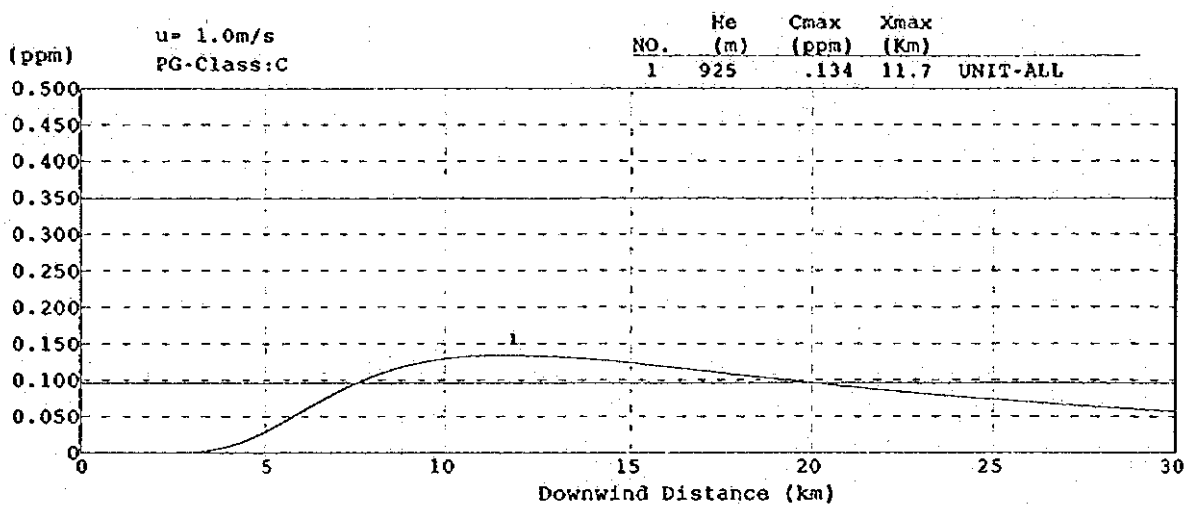
表6．1　測定局における日平均及び1時間濃度

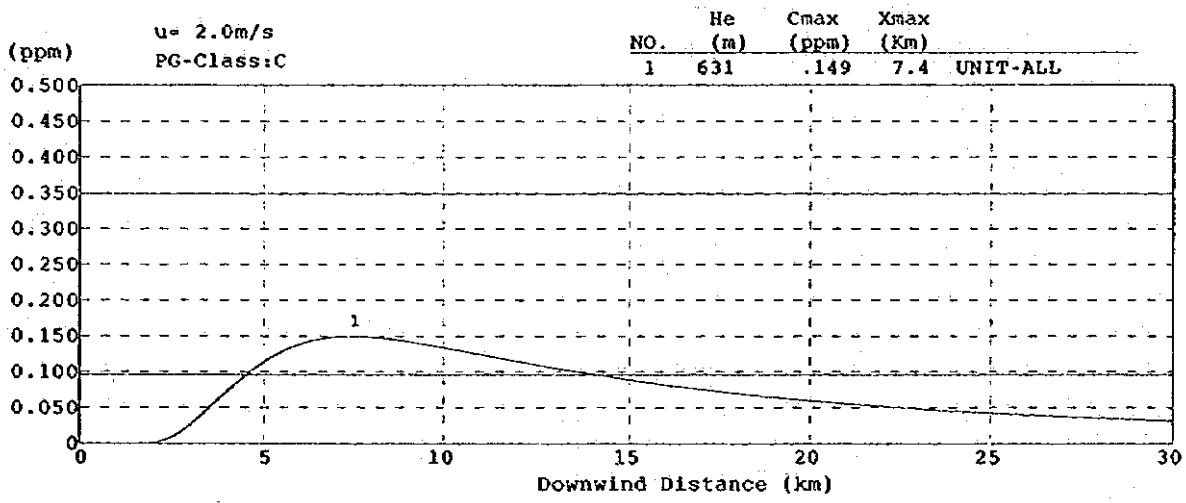
	SO_2 Daily	NO_2 Hourly	SPM Daily
Capivari	43.3	24	10.9
Vila Moema	17.7	29	4.6
Sao Bernardo	42.7	25	11.0
DEPREC	8.2	5	2.4
Jacui	5.4	6	1.6
Arranca Toco	12.0	4	3.5
Airport	14.3	9	14.7
Candiota III	19.0	9	20.3
Tres Lagoas	16.9	9	18.0
Standard	139.4	170.1	150.0
Unit	(ppb)	(ppb)	(ug/m^3)

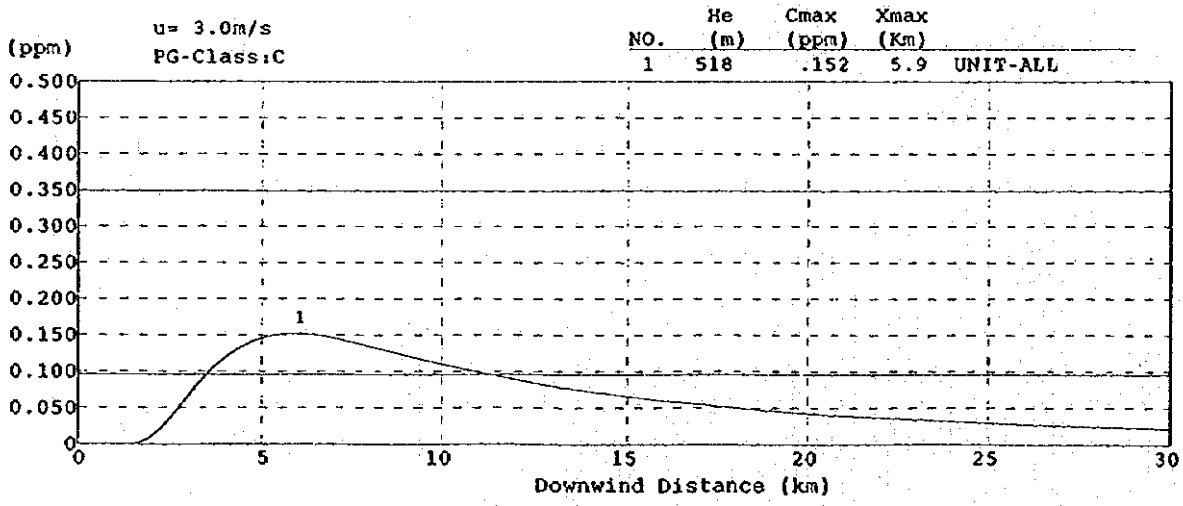
6．4　1時間値濃度プロファイル

発電所の風下方向のプルーム軸上濃度プロファイルを計算した。　全てのユニットが最大負荷で運転し、複数の煙突も同じ位置にあると仮定した。　煙突高さにおける大気安定度が中立よりであることから、拡散パラメータはC～Eを、また、風速が強いことを考慮して、風速は1．0～9．0m／sの各数クラスを設定した。

図6．2A，B及びCは3地域におけるSO_2濃度プロファイルの一部である。　各発電所の全ての汚染物質の最高濃度は、ここで設定した気象条件の中、安定度C、風速3．0m／sの場合に発生する。　SO_2の風下最高濃度は、ジョルジュラセルダで最も高く152ppbである。　SO_2の1時間値環境基準は設定されておらず、SO_2の24時間値環境基準は 139.4ppbである。　通常、1時間値環境基準は24時間値環境基準よりも緩やかであることから、問題とはならない。

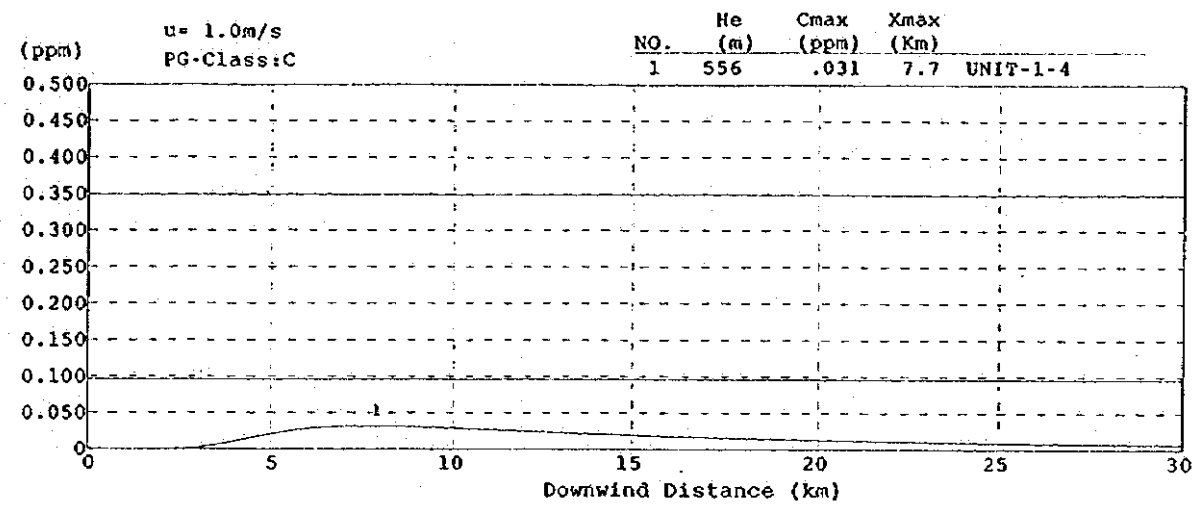


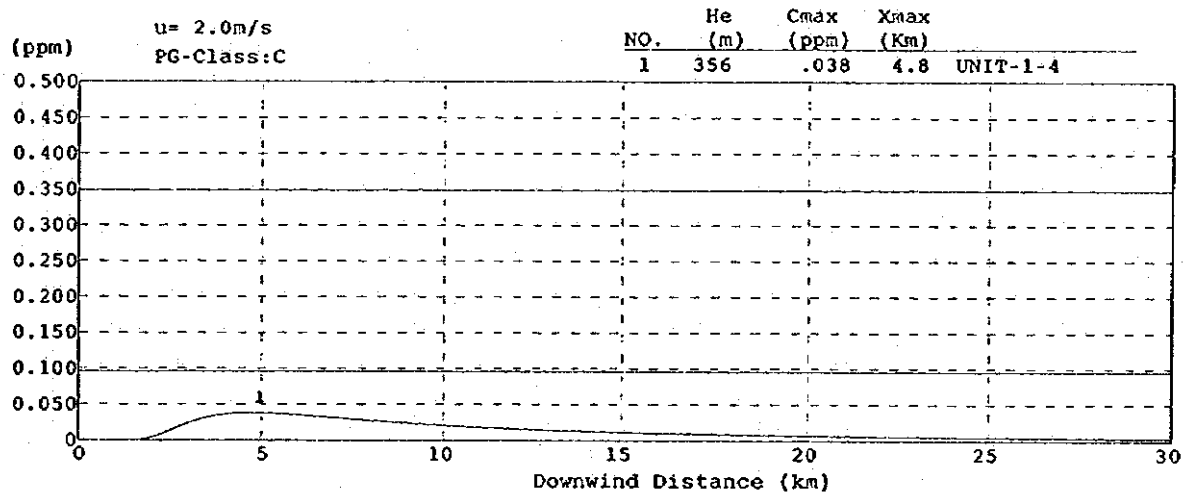


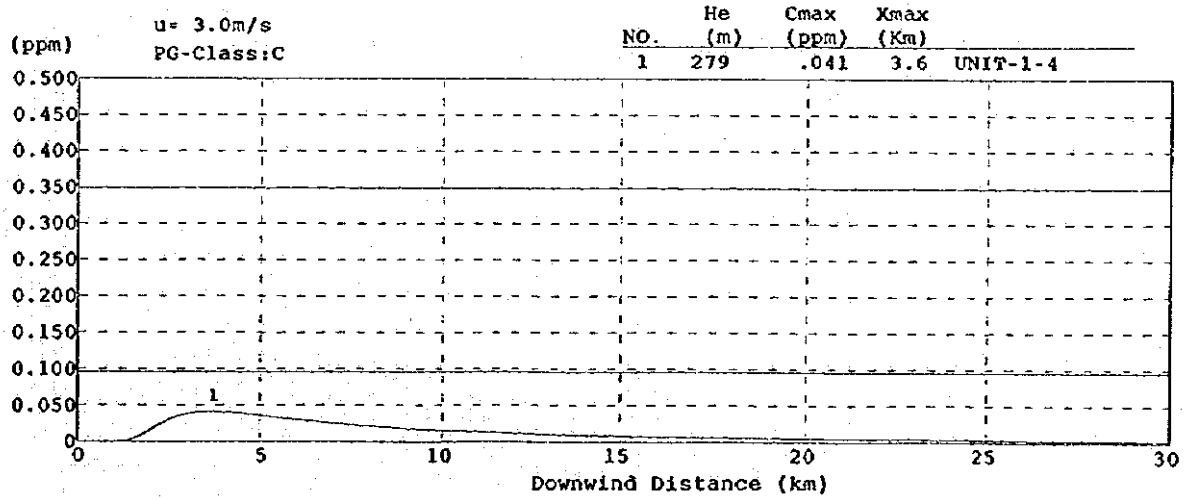


CONCAWE & Plume (SO2)

図6．2A　1時間値濃度プロファイル（ジョルジュラセルダ・現状）

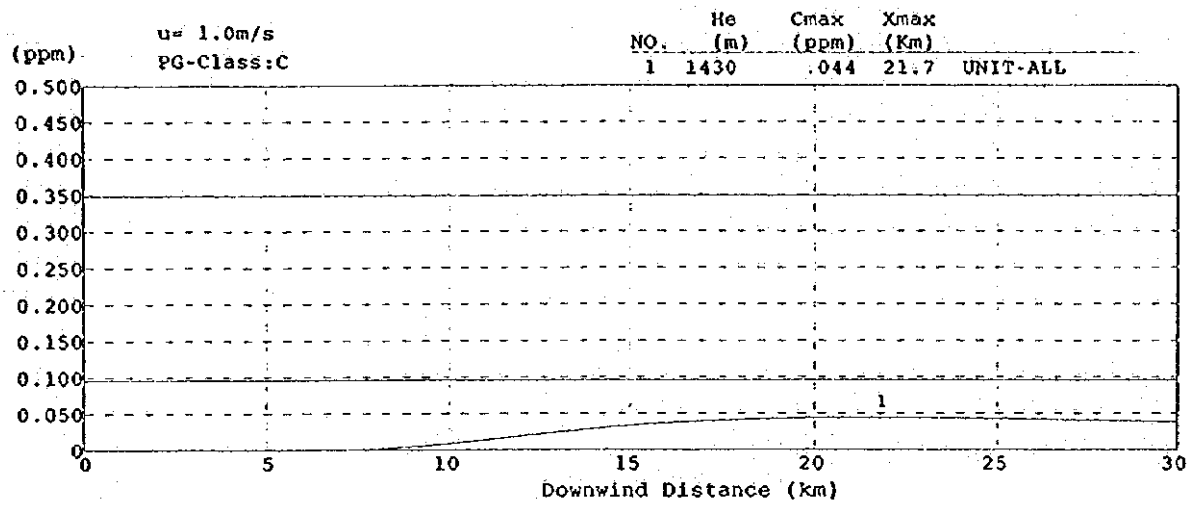


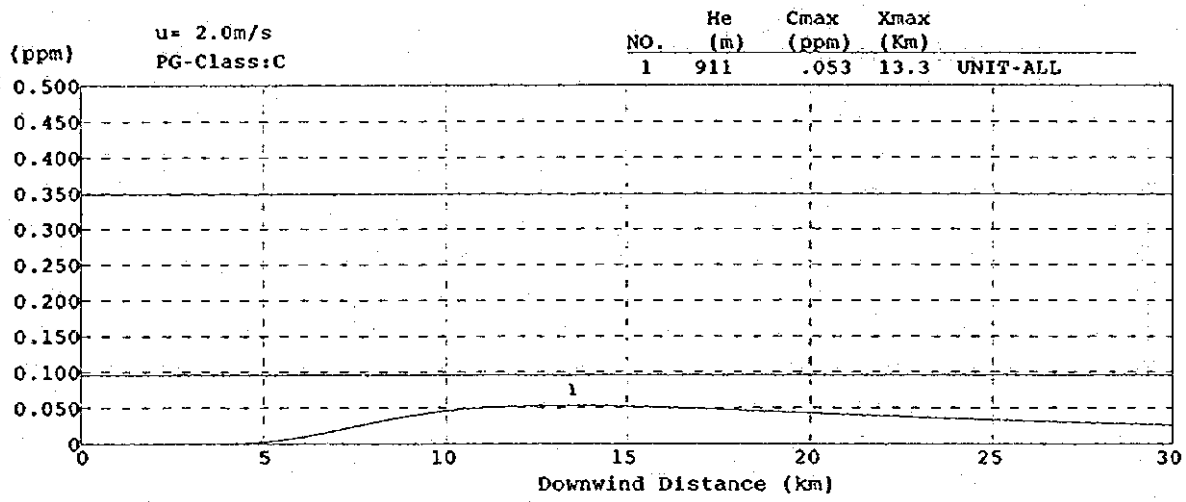


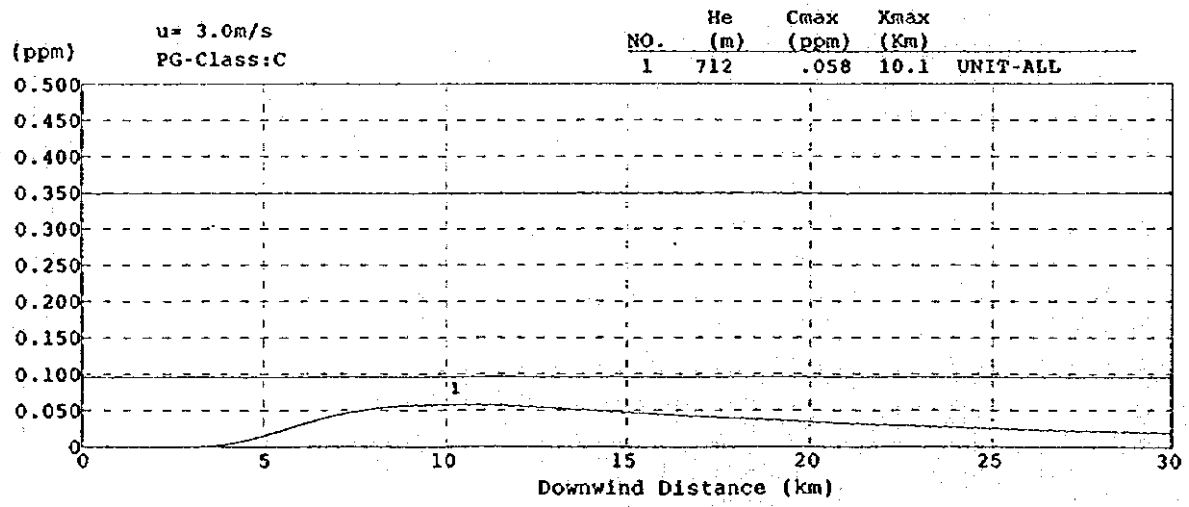


CONCAWE & Plume (SO2)

図6．2B　1時間値濃度プロファイル（シャルケアーダス・現状）







CONCAWE & Plume (SO2)

図6．2C　1時間値濃度プロファイル（カンジオッタ・現状）

NO_2とＳＰＭの風下最高濃度もジョルジュラセルダで最も高く、各々、３２ｐｐｂと４５$\mu g/m^3$であり、NO_2の１時間値環境基準は１７０．１ｐｐｂであり問題ではない。　ＳＰＭについても、２４時間値環境基準、１５０$\mu g/m^3$よりも低い（表６．２）。

表６．２　各発電所における風下最高濃度

発電所	汚染物質	最大濃度	風下距離
ジョルジュラセルダ	SO_2	152ppb	5.9km
	NO_2	32ppb	5.7km
	ＳＰＭ	45$\mu g/m^3$	6.1km
シャルケアーダス	SO_2	41ppb	3.6km
	NO_2	7ppb	3.6km
	ＳＰＭ	12$\mu g/m^3$	3.6km
カンジオッタ	SO_2	58ppb	10.1km
	NO_2	11ppb	10.1km
	ＳＰＭ	36$\mu g/m^3$	10.1km

６．５　大気質へのばい煙影響評価のまとめ

全地域ともSO_2に関しては、発電所は主要発生源であり、特にジョルジュラセルダで、その傾向が強い。　環境基準と比較した場合に最も問題となる可能性があるのは、ジョルジュラセルダのSO_2であるが、現状では、まだ問題となってはいない。

全地域ともNO_2とＳＰＭ濃度に対する発電所の寄与は低く、実測濃度も問題となるレベルではない。　３地域相互に比較すると、NO_2とＳＰＭについてもジョルジュラセルダで発電所からの寄与濃度が高い傾向となっている。

「第４章　環境大気の現状とその評価」では、Capivari 局のＴＳＰの２４時間平均値が環境基準値を超えていたが、ＴＳＰ濃度に対する発電所の寄与は低いと言える。

第７章　大気質の将来予測

７．１　発電所の増強計画

ELETROSUL は１９９６年中にジョルジュラセルダのユニット IV（350MW）の建設を終え、１９９７年１月から営業運転を開始した。　ELETROSUL は１９９１年以来、ジャクイ発電所の建設を中止している。　CEEE はカンジオッタ発電所の増強計画を2100MW から 350MW に変更した。　ジャクイ発電所とカンジオッタ発電所共に、民営化が終わった後に建設を開始する予定である。

７．２　大気質の将来予測

７．２．１　計算条件

発生源条件は現状をベースとして規制を考慮した。

ジョルジュラセルダ発電所に対しては「定格出力でＳ分２．２％の石炭を使用する」という規制が設定されているが、現状の利用率が５０％程度であることと、使用している石炭のＳ分も２．２％以下であったことから、規制の効果は無いと判断し、現状と同じ排出濃度とした。　ただし、１９９７年１月に商業運転を開始したユニット IV は１年間稼働するとした。

既存のシャルケアーダス発電所と新設予定のジャクイ発電所に対してはＤｕｓｔ、SO_x及びNO_x濃度の規制が決定されており、排出条件の中、汚染物質濃度が規制値まで下がるとして将来排出量を求めた。　規制値はO_2濃度６％で規定されており、既存施設は現状の実O_2濃度で、将来においても運転するとして、規制値のO_2濃度換算を行い、新設施設はO_2濃度６％で運転するとした。　新設施設の排ガス量や排ガス温度は定格出力時の設計値を用いた。

カンジオッタ発電所についても既存施設と新設施設に対して、Ｄｕｓｔ、SO_x及びNO_x濃度の規制値がある。　ただし、既設のＤｕｓｔと新設のNO_xに対しては規制値が決まっていないことから現状の排出濃度を用いた。　ここでも既存施設は現状の実O_2濃度で、新設施設はO_2濃度６％で運転するとした。

規制値を達成するために脱硫装置の設置が必要と考えられる設備については排ガス温度が低くなる（１００℃）と仮定した。

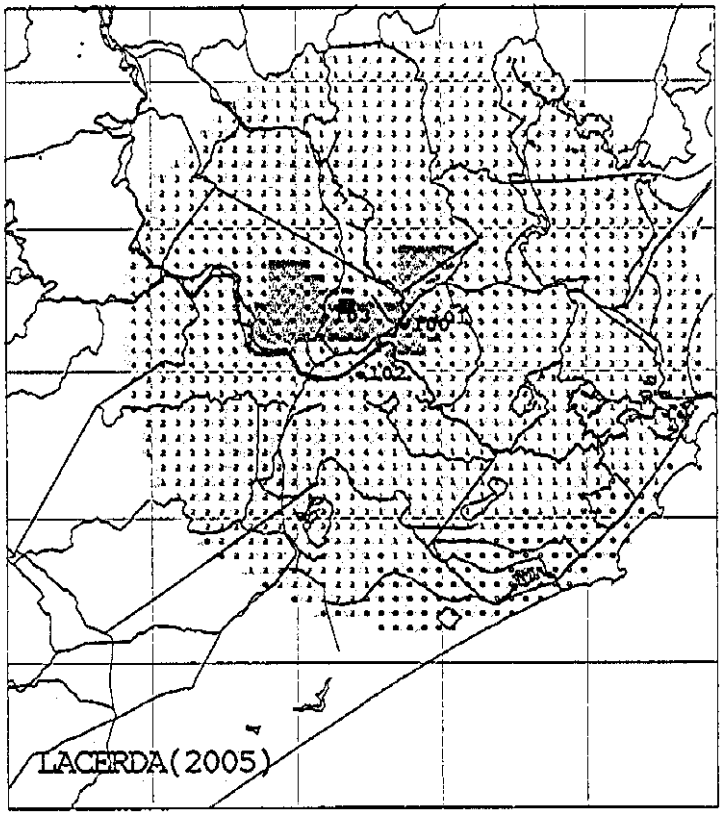
気象条件については現状と同じである。

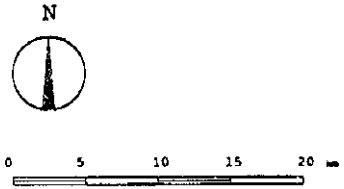
７．２．２　年平均濃度分布

ジョルジュラセルダのSO_2年平均値濃度の地域内最高値は、現状の８．５ｐｐｂから将来には１０．０ｐｐｂと高くなる。　最高濃度の出現地点は現状と同じである。　１９９６年に実施されたユニット IV の増設によっても、SO_2濃度はまだ環境基準をより低いと予測される（図７．１A）。　NO_2濃度とＳＰＭ濃度の最高値も１．２ｐｐｂと２．９$\mu g/m^3$と増加するが、現状と同様に問題となるレベルではない。

シャルケアーダスではジャクイ発電所が新設されるものの、シャルケアーダス発電所及びジャクイ発電所共に規制がかけられることから、SO_2濃度の最高値は現状の３．１ｐｐｂから１．４ｐｐｂに低くなる（図７．１B）。　規制値が緩やかであることから、ジャクイ発電所の新設によりNO_2最高濃度は高くなり１．２ｐｐｂになるが、問題とはならない。　ＳＰＭ最高濃度は０．５$\mu g/m^3$と低くなる。

CandiotaIII の増設にもかかわらず、既存・新設施設共に規制がかかることから、カンジオッタのSO_2最高濃度は、現状の１．５ｐｐｂから０．８ｐｐｂに低くなる（図７．１C）。　NO_2濃度とＳＰＭ濃度の最高値は０．４ｐｐｂと１．３$\mu g/m^3$と高くなるが、問題ではない。





LEGEND

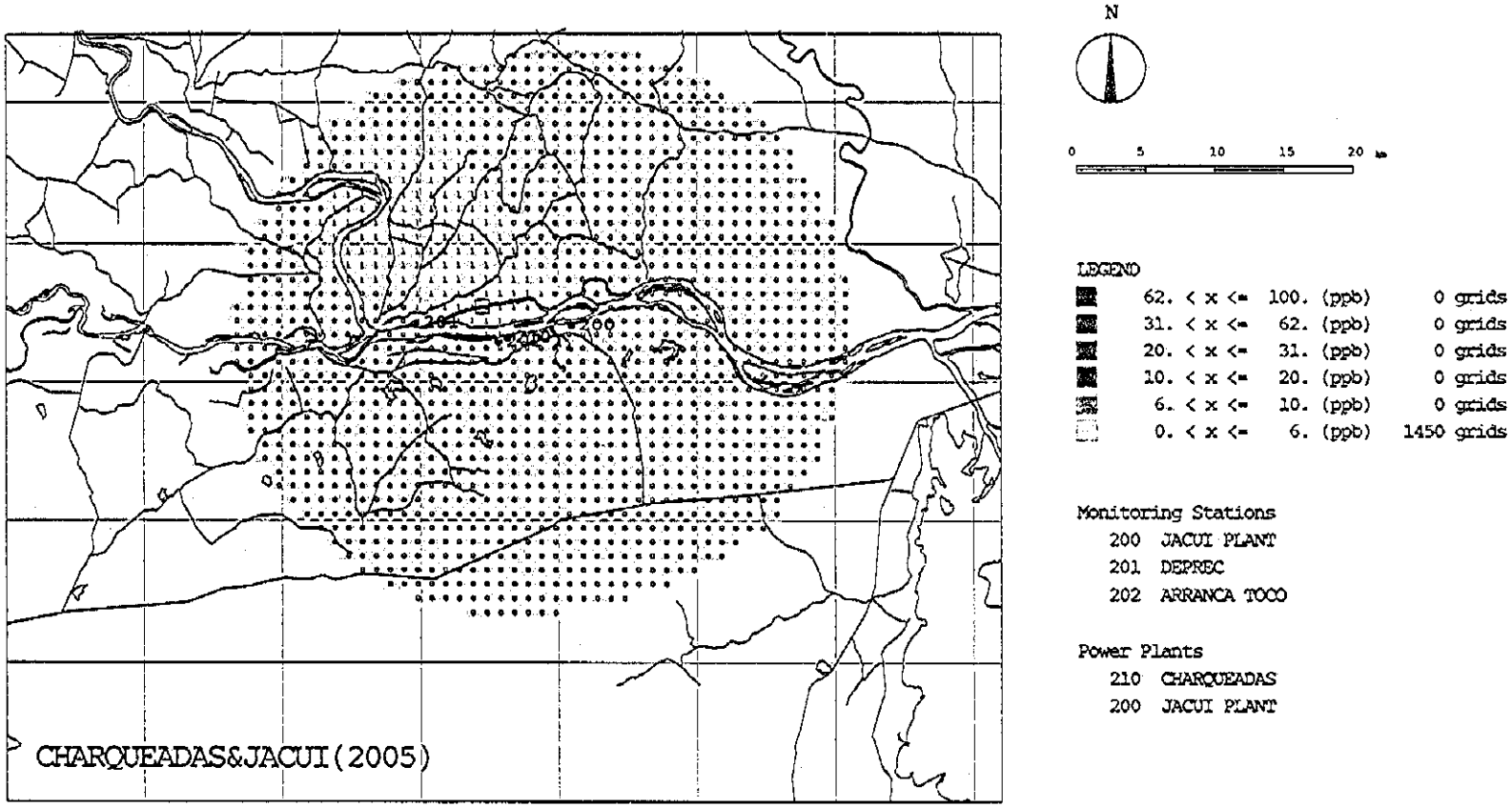
62. < x <= 100. (ppb)	0 grids
31. < x <= 62. (ppb)	0 grids
20. < x <= 31. (ppb)	0 grids
10. < x <= 20. (ppb)	1 grids
6. < x <= 10. (ppb)	70 grids
0. < x <= 6. (ppb)	1225 grids

Monitoring Stations
100 LACERDA
101 CAPIVARI
102 VILA MOEMA
103 SAO BERNARDO

Power Plant
100 LACERDA

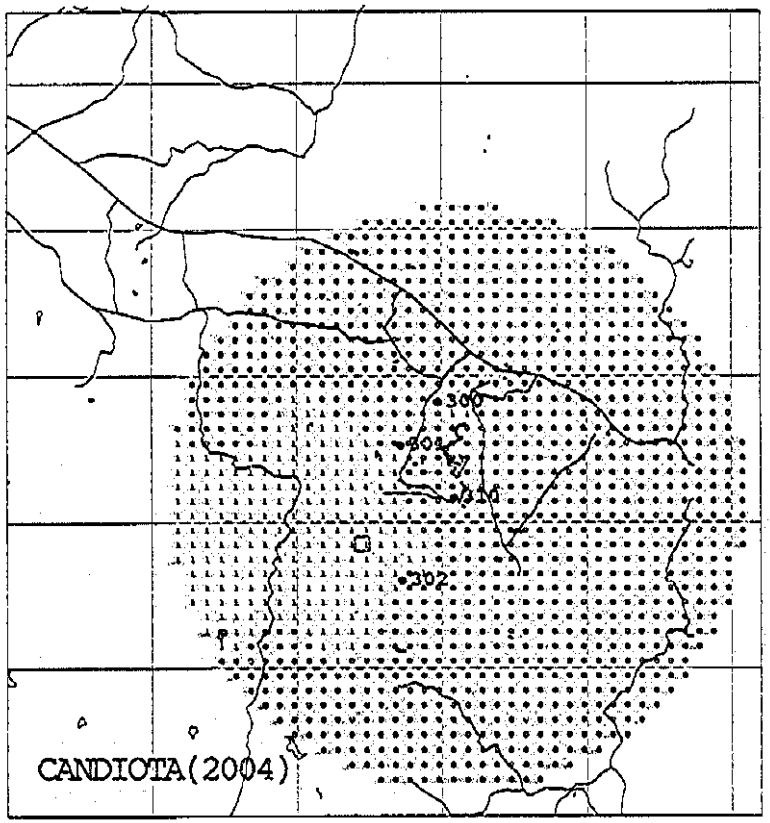
SO2 ppb Annual Average □C MAX= 10.0ppb

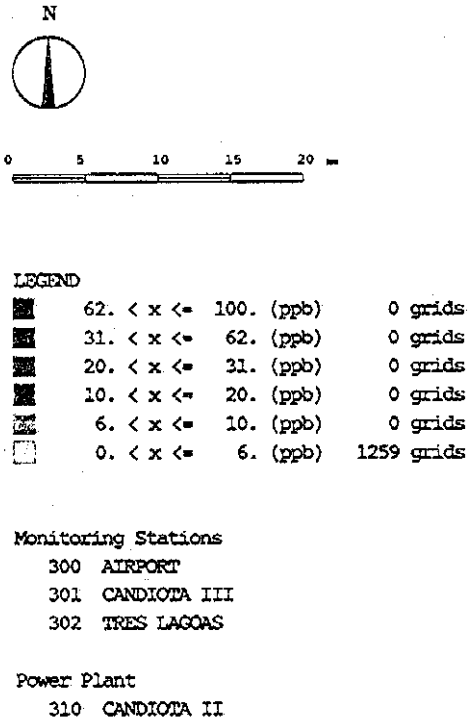
図7．1A SO_2濃度分布（ジョルジュラセルダ・将来）



SO2 ppb Annual Average □C MAX= 1.4ppb

図7．1B SO_2濃度分布（シャルケアーダス＆ジャクイ・将来）





SO2 ppb Annual Average □C MAX= .8ppb

図7．1C SO_2濃度分布（カンジオッタ・将来）

７．２．３　測定局における日平均濃度及び１時間濃度

計算方法は現状の場合と同様である。

測定局や汚染物質により濃度が高くなるものもあるが、環境基準と比べると、まだ低いレベルである（表７．１）。

表７．１　測定局における日平均及び１時間濃度

	SO_2 Daily	NO_2 Hourly	SPM Daily
Capivari	64.7	33	19.3
Vila Moema	26.0	28	8.6
Sao Bernardo	43.7	25	11.4
DEPREC	7.1	29	2.2
Jacui	14.8	33	4.0
Arranca Toco	6.2	21	2.0
Airport	6.7	18	24.9
Candiota III	10.5	18	37.5
Tres Lagoas	7.6	18	28.3
Standard Unit	139.4 (ppb)	170.1 (ppb)	150.0 (ug/m^3)

７．２．４　１時間値濃度プロファイル

計算方法は現状の場合と同じであるが、新設されるジャクイ発電所はシャルケアーダス発電所から約４．７ｋｍも離れているので、風下軸上に距離をおいて配置した。　また、この地域の風下距離はジャクイからシャルケアーダス向かう方向で設定した。

最大負荷時の発生源条件が変化しないことから、ジョルジュラセルダ発電所の濃度は現状と全く同じとなる。　現状では全ての地域で、安定度Ｃ・風速３．０ｍ／ｓの場合に風下最高濃度が発生していたが、将来のシャルケアーダス＋ジャクイ発電所では安定度Ｃ・風速２．０ｍ／ｓで最高濃度が生じた。
SO_2とNO_2濃度については、将来においてもジョルジュラセルダで最も高いが、ＳＰＭはカンジオッタが最も高くなる。　しかし、どの汚染物質も問題となる濃度ではない（表７．２）。

表７．２　各発電所における風下最高濃度

発電所	汚染物質	最大濃度	風下距離
ジョルジュラセルダ	SO_2	152ppb	5.9km
	NO_2	32ppb	5.7km
	SPM	45μg/m³	6.1km
シャルケアーダス	SO_2	25ppb	7.9km
&	NO_2	28ppb	8.0km
ジャクイ	SPM	9μg/m³	8.1km
カンジオッタ	SO_2	36ppb	7.6km
	NO_2	25ppb	7.7km
	SPM	47μg/m³	8.3km

７．２．５　大気質の将来予測結果の評価

将来において問題が発生する可能性があるのは、ジョルジュラセルダのSO_2濃度であり、ジョルジュラセルダ発電所からの単独寄与濃度（年平均）が１０ｐｐｂとなる。　この濃度は基準値（30.56ppb）に比較すれば低いものの、他発生源の寄与もあることから、引き続き環境のモニタリングを継続する必要がある。

ジャクイ発電所と CandiotaIII の増強計画の規模は、既存施設に比べて、かなり大きいが、新設施設並びに既存施設についても排出濃度規制が決定されており、この規制値を遵守する限りは将来においても問題は発生しないと予測された。　むしろ厳しい濃度規制を達成するための手段の検討が重要であると言える。

第８章　大気汚染防止対策の提言

8.1　はじめに

煙道ガス及び環境大気の現状及び将来を評価した結果、本章に於いて地域大気環境保全に関する提言を行う。煙道ガスについては、各州との合意条項を基礎に、シャルケアーダス及びカンジオッタ発電所の煙道ガスモニタリング計画を含め立案した。

8.2　火力発電所の大気汚染防止対策の概要

火力発電所の大気汚染防止対策は、基本的に燃料対策、設備対策、運用対策の３方法に大別する事が出来る。対象発電所は炭田近くに位置しその石炭を利用するのが目的であるため、汚染の少ない燃料に転換する可能性はほとんどない。

設備対策とは、排煙処理装置や低窒素酸化物バーナへの転換、集塵装置の効率増強などである。設備対策がハード面であるに対し、運用対策はソフト面であり、汚染発生量をへらす目的で燃焼管理、省エネ、モニタリングを強化するなどが含まれる。

8.3　各発電所対策

(1)　ジョルジュラセルダ

燃料、設備両対策とも不要である。ただし、電気集塵機の運転が不安定であるのでチェックするべきである。

(2)　シャルケアーダス

設備対策を実施するにはこの発電所はあまりにも小さい。ジャクイ発電所運転開始に際し、その間 ELETROSUL が同プラントを統合して大きくするか廃止するか決めるべきである。どうしてもそのまま運転続行することになれば、36MW 相当の湿式排煙脱硫装置を２基設置して SO_2 と煤塵対策に当てる。

(3)　カンジオッタ

AI 及び AII 号機は低 NOx バーナに転換して州との合意値を守る。

既存ユニットは、 AI 及び AII を一緒にして一基、BI と BII にそれぞれ一基づつ計３基の湿式排煙脱硫装置を設置し、 SO_2 と煤塵別々に除去する場所の余裕がないので、両方

を一つの装置で除去する。但し、A 系列は古く小さく排煙脱硫装置の設置は経済的負担が大きいので、III 号ユニット運転開始時に廃棄するか、B 系列で A 系列分の SO_2 を余計に除去するか検討すべきである。

カンジオッタ III ユニットは既設より高効率の電気集塵機が設置されるだろうから、信頼性ある SO_2 除去装置であればどれでも良い。運転管理と集塵の保証の面から、同一種類の装置が良いので、湿式排煙脱硫装置を提案する。

(4) ジャクイ

ジャクイは低 SO_2 除去で良い。また、多分集塵機の追加は不要であろうが、カンジオッタと同様の理由から湿式排煙脱硫装置を提案する。

8.4 大気環境監視システム計画と運用

現在の測定データも、またシミュレーションにより予想した考えられる将来も、対象発電所の周辺では SO_2 及び NO_2 の大気環境濃度は、国の基準値を超過しない。そこで、現在の自動測定局にて測定を続行し、結果を政府や市民に公表して社会責任を果たして行くことを勧める。

全浮遊粉塵がシャルケアーダス周辺で一カ所国の環境基準を超過したので、そこに 2 基と残りの発電所周辺測定局に 1 基づつ合計 4 基の自動浮遊粉塵計を設置する事を勧める。さらにジョルジュラセルダ周辺では、CMB 法による粉塵発生原因調査を、FATMA が主体となって実施することを提案する。各発電所既存の風向風速計は精度が悪いので、プロペラ型の微風向風速計に変更する方が良かろう。また、シミュレーションの結果発電所の影響濃度が高いと予想された場所に、測定局を 1 から 4km 測定局を移動させるのがよい。

シャルケアーダス発電所は、リオグランデドスル州が計画している大ポルトアレグレ大気環境測定システムの域内に含まれている。そこで ELETROSUL は、現在設置した 3 測定局をそのシステムに包含し管理するよう州に提案すべきである。

8.5 ばい煙モニタリングシステム

州との合意によれば煤煙中の SO_2、NOx、煤塵を連続的に測定することになっている。シャルケアーダスは 2005 年から、ジャクイとカンジオッタ III は運転開始時から、カンジオッタ AI と AII は 2004 年から、また、BI と BII は 2002 年からとなっている。計測器の種類、コスト、保守管理の方法についての提案を行った。煤塵については、相対濃度のみ連続測定が可能であり、絶対値を知るためには本調査で使用したバッチ測定を併用することになる。

ジョルジュラセルダに関しては、ばい煙モニタリングへの州との合意がなされていない。そこで、少なくとも年2回、あるいは、石炭種や運転条件を変更したときに、本調査で実施した方法で測定する事を提案する。

第9章　結論

ELETROSUL は 10%、CEEE は 40%と、石炭火力により発電している。そして、その運転に当たっては国及び州の汚染物質排出基準または合意値に従わねばならない。一方、環境大気濃度測定結果では、一測定局での粒子状物質を除き、発電所周辺の汚染物質の現在の大気濃度は国の環境基準を満足している。また、考えられる将来の濃度も拡散シミュレーションによれば超過することはない。これらを踏まえて、表 9.1 に提案のまとめを記載した。

州との合意を守るため、湿式排煙脱硫装置をジャクイとカンジオッタ発電所の全ユニットに設置する。また、シャルケアーダス発電所も統廃合を検討し、廃止以外の場合は、湿式排煙脱硫装置を設置する。ばい煙濃度測定は州との合意により、シャルケアーダスとジャクイ、カンジオッタにて連続測定を実施する。

環境大気濃度は自動測定局にての連続測定を継続すべきである。粒子状物質濃度について、4基の SPM 自動測定装置の設置とジョルジュラセルダ周辺にて粉塵発生原因の調査を実施することを提案した。シャルケアーダス発電所周辺の測定局は大ポルトアレグレ大気環境測定システムの域内に含まれるので、一緒にデータ処理管理をするべきである。

本調査を終了するに当たり、カーニバル期間を犠牲にして協力してくれたブラジル側担当者に、調査団全員感謝し、調査に携わることが出来たことを幸甚に思う。現在の清浄な大気がいつまでも保たれることを希望する。

表 9.1　提案のまとめ[1)]

番号	項目	提案内容	提案理由	初期投資額[2)]	代案	着手期日	完成期日	備考
1	設備対策	ジャクイに湿式排煙脱硫装置１系列設置	州との合意	42 億円	SO_2 と煤塵の個別処理	備考参照	(E/1999)	完成時期により直ちに要設計開始
2	設備対策	シャルケアーダス統廃合の検討	極小で旧式 州との合意	—	湿式排煙脱硫装置２系列設置	—	2005	代案の初期投資額　14 億円
3	設備対策	カンジオッタ A に湿式排煙脱硫装置１系列設置	州との合意	20 億円	—	2001	2004	
4	設備対策	カンジオッタ A に低 NOx バーナ設置	州との合意	—	煙道ガス循環	2003	2004	
5	設備対策	カンジオッタ B に湿式脱硫装置２系列設置	州との合意	76 億円	—	1999	2002	
6	設備対策	カンジオッタ III に湿式脱硫装置１系列設置	州との合意	48 億円	乾式	2000	(9/2003)	
7	運用対策	各発電所の燃焼設備、集塵機等の運用管理の徹底化	省エネ、煤塵対策	—	—	常時	—	
8	ばい煙測定	全ユニットで新システムの完成まで手分析の続行	社会責任	—	—	随時	—	
9	ばい煙測定	ジャクイ SO_2 と煤塵、NOx 自動連続測定	州との合意	1300 万円	—	(1998)	(E/1999)	
10	ばい煙測定	シャルケアーダス(統廃合の検討)	—	—	自動連続測定	—	2005	代案の初期投資額　5200 万円
11	ばい煙測定	カンジオッタ A SO_2 と煤塵、NOx 自動連続測定	州との合意	2600 万円	—	—	2004	
12	ばい煙測定	カンジオッタ B SO_2 と煤塵、NOx 自動連続測定	州との合意	2600 万円	—	—	2002	
13	ばい煙測定	カンジオッタ III SO_2 と煤塵、NOx 自動連続測定	州との合意	1300 万円	—	—	(9/2003)	
14	大気環境測定	ジョルジュラセルダ周辺に２基、その他に各１基、合計 SPM 計を４基追加	粉塵への注目	1400 万円	—	1998	—	
15	大気環境測定	ジョルジュラセルダ周辺にて CMB 法による粉塵発生源解析実施	粉塵発生原因追究	備考参照	—	1999	2001	担当機関 FATMA 日本での分析費を含み　0.5 億円
16	大気環境測定	ジョルジュラセルダとカンジオッタにて測定局移動；全発電所にてプロペラ型微風向風速計への切替	測定の強化	—	—	—	—	プロペラ型微風向風速計 ４セット合計 624 万円
17	大気環境測定	シャルケアーダス周辺測定局の大ポルトアレグレ大気環境測定システムへの移行	州への協力	—	—	—	未公表	担当機関 FEPAM
18	大気環境測定	各発電所周辺自動連続測定の続行と結果の公開	社会責任	—	—	常時	—	

注）　1)　実施時期が 2006 年以降と思われる提案と、新・増設発電所で仕様不明な電気集塵機や低 NOx バーナ等の提案はここから除外した。

2)　日本での参考価格；設備費のみ

JICA