

国際協力事業団 (JICA)

No. 2

ブラジル連邦共和国  
サンタカタリーナ州都市開発環境局 (SDM)  
技術環境保護協会 (FATMA)

ブラジル連邦共和国サンタカタリーナ州南部

石炭鉱害復旧計画調査

主報告書

平成10年3月

JICA LIBRARY



J 1141632 (8)

三菱マテリアル株式会社

千代田デイルス・アンド・ムーア株式会社

鉱調資

JR

98-020

The following text is a scan of a document page. It contains several lines of text, some of which are partially obscured or cut off. The text appears to be a list or a series of entries, possibly related to a technical or scientific study. The entries are numbered and include various details, such as dates and locations. The text is somewhat blurry and difficult to read in some places, but the general structure is clear.

1. ...

2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. ...

8. ...

9. ...

10. ...

11. ...

12. ...

13. ...

14. ...

15. ...

16. ...

17. ...

18. ...

19. ...

20. ...

21. ...

22. ...

23. ...

24. ...

25. ...

26. ...

27. ...

28. ...

29. ...

30. ...

31. ...

32. ...

33. ...

34. ...

35. ...

36. ...

37. ...

38. ...

39. ...

40. ...

41. ...

42. ...

43. ...

44. ...

45. ...

46. ...

47. ...

48. ...

49. ...

50. ...

51. ...

52. ...

53. ...

54. ...

55. ...

56. ...

57. ...

58. ...

59. ...

60. ...

61. ...

62. ...

63. ...

64. ...

65. ...

66. ...

67. ...

68. ...

69. ...

70. ...

71. ...

72. ...

73. ...

74. ...

75. ...

76. ...

77. ...

78. ...

79. ...

80. ...

81. ...

82. ...

83. ...

84. ...

85. ...

86. ...

87. ...

88. ...

89. ...

90. ...

91. ...

92. ...

93. ...

94. ...

95. ...

96. ...

97. ...

98. ...

99. ...

100. ...





国際協力事業団 (JICA)

ブラジル連邦共和国

サンタカタリーナ州都市開発環境局 (SDM)

技術環境保護協会 (FATMA)

## ブラジル連邦共和国サンタカタリーナ州南部

### 石炭鉱害復旧計画調査

### 主報告書

平成10年3月

三菱マテリアル株式会社

千代田ディムス・アンド・ムーア株式会社

### 為替レート

Currency Unit	=	Real (\$R)
US\$1.00	=	R\$1.08 (October 1997)

注) 調査は1996年後半から1997年前半にかけて実施されたため、本報告書で使用した交換レートは当時の実勢レートである US\$1.00=R\$1.00 を使用している。

### 重量及び面積

1 meter (m)	=	3.28 feet (ft)
1 kilometer	=	0.6214 mile (mi)
1 square meter (m <sup>2</sup> )	=	10.7639 square feet (ft <sup>2</sup> )
1 square kilometer (km <sup>2</sup> )	=	0.3861 square mile (mi <sup>2</sup> )
1 cubic meter (m <sup>3</sup> )	=	35.3147 cubic feet (ft <sup>3</sup> )
1 hectare (ha)	=	2.4711 acres (ac)
1 liter	=	0.2642 US gallon (gal)
1 metric ton	=	2,205 pounds (lb)

### 会計年

1月1日から12月31日



## 序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国の要請に基づき、同国のサンタカタリーナ州南部石炭鉱害復旧計画調査を行なうことを決定し、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8年2月から平成10年2月までの間、8回にわたり三菱マテリアル株式会社の相田康雄氏を団長とし、三菱マテリアル株式会社及び千代田ディムス・アンド・ムーア株式会社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並びにサンタカタリーナ州政府関係者と協議を行なうとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与すると共に、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頂いた関係者各位に対し、心から感謝申し上げます。

平成10年3月

国際協力事業団

総 裁 藤 田 公 郎





平成10年3月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

### 伝達状

今般、ブラジル連邦共和国サンタカタリーナ州南部石炭鉱害復旧計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。本報告書には、日本国政府ならびに貴事業団の関係者各位のご助言およびご提案と、フロリアノポリスにて実施した協議で交わされたサンタカタリーナ州技術環境保護協会（FATMA）からの意見も盛り込まれています。

本調査は、同地域の石炭採掘が環境法規の不遵守によって引き起こした鉱害を、将来二度と繰り返さないように、包括的環境保護計画を策定するとの観点も含めて、実施されています。本報告書は、要約と主報告書で構成され、主報告書にはつぎの内容が記載されています。

- ⇒ 第1編 石炭産業界調査
- ⇒ 第2編 技術調査
- ⇒ 第3編 費用便益調査
- ⇒ 第4編 採掘跡の復旧戦略と計画

第1編では、石炭産業界の分析とFATMA・サンタカタリーナ州の環境保護執行機関の強化対策を述べています。第2編では、鉱害の代表的例として指定された4ヶ所の詳細復旧計画、汚染河川のモニタリングシステムおよび全体復旧概案が記載されています。第3編では、鉱害による被害状況、復旧による便益の計量化および費用便益分析に関して検討されています。第4編では、復旧戦略と復旧実施計画を提案しています。

特に第3編に記載の支払意思調査 (Willingness to Pay Study) の結果は、この鉱害被災地域の大多数の住民が、復旧実現に非常に大きな関心を示していることを明らかにしています。このことに鑑み、サンタカタリーナ州政府が、極力早期に本報告書に示した復旧実施計画の提案を、実行に移されんことを推奨致します。

本調査の実施に当たりまして、貴事業団、外務省、通商産業省の関係者各位の貴重なご指導、ご支援を頂きましたことに心より感謝いたします。また、FATMAをはじめ、ブラジル連邦政府鉱物生産局（DNPM）等の多くの関係者各位のご協力とご支援に深くお礼申し上げます。

国際協力事業団

ブラジル連邦共和国 サンタカタリーナ州南部

石炭鉱害復旧計画調査団 団長

三菱マテリアル株式会社

相田康雄

## 略語及び頭字語

AMREC	Associação dos Municípios da Região Carbonífera, (産炭地域自治連合体)
AMUREL	Associação dos Municípios da Região de Laguna, (ラグーン地域自治連合体)
AMESC	Associação dos Municípios dos Extremo Sul Catarinense, (サンタカタリーナ最南端自治連合体)
ARD	Acid Rock Drainage, (酸性鉱石排水)
BADESC	Banco de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, (サンタカタリーナ州開発銀行)
BOD	生物的酸素要求量
BOM	米国鉱業局
CAEEB	ブラジル電力援助公社
CASAN	サンタカタリーナ州上下水道公社
CCC	Conta de Consumo Combustível, (発電用化石燃料消費機構)
CE	Carvão Energético, (熱量 kcal/kg)
CELESC	Central Elétricas de Santa Catarina, (サンタカタリーナ中央電力会社)
CEPAN	Comissão Executiva do plano do Carvão Nacional, (連邦国内炭計画実行委員会)
COD	化学的酸素要求量
CONAMA	Cobselho Nacional do Meio Ambiente, (連邦環境評議会)
CONSEMA	Conselho do Meio Ambiente, (サンタカタリーナ州環境評議会)
CEPCAN	Comissão do Plano do Carvão Nacional, (連邦国内炭計画委員会)
CPL	Carvão Pré-lavado, (予洗炭)
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, (鉱物資源探査会社)
CSMA	Conselho Superior do Meio Ambiente, (連邦環境上級評議会)
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional, (国営製鉄会社)
DO	溶存酸素
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral, (連邦鉱物生産局)
EC	電気伝導率
EIA	Estudo de Impacto Ambiental, (環境影響調査)
EPAGRI	サンタカタリーナ州農業公社
FATMA	Fundação de Meio Ambiente, (サンタカタリーナ州技術環境保護協会)
FCE	Formulário de Caracterização do Empreendimento, (プロジェクト内容記載様式)
FEPENA	Fundo de Proteção Especial ao Meio Ambiente, (サンタカタリーナ州環境保全特別基金)

FUCRI	Fundação Educacional de Criciúma, (クリシウマ大学)
FUNDEMA	Fundação Municipal do Meio Ambiente, (Joinville 市環境局)
GDP	Gross Domestic Product, (国内総生産)
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, (ドイツ国際技術協力機関)
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, (ブラジル環境・再生可能資源協会)
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development, (国際復興開発銀行)
INPE	国立宇宙研究所
IPH/FRGS	リオグランデ・ド・スル州連邦大学水理学研究所
JICA	Japan International Cooperation Agency, (国際協力事業団)
LAVACAP	Lavador de Capivari, (Capivari 選炭工場)
MERCOSUR	南米共同市場
MINFRA	Ministério de Infra-Estrutura, (インフラストラクチャー省)
MME	Ministério de Minas e Energia, (鉱山エネルギー省)
MIS	Management Information System, (マネージメントインフォメーションシステム)
MPN	最確数
NNP	正味の中和能力
NUPSE	社会経済調査・研究所
NUPEA	環境研究所
NGO	Non-Governmental Organization, (非政府組織)
OB	Orientação Básica, (プロジェクト詳細書類)
ORP	酸化還元電位
PATS	バツシブ嫌気処理システム
P-M	Particulate Material, (微粒物質)
PME	Programa de Mobilização Energética, (エネルギー流通計画)
PROVIDA	サンタカタリーナ州南部生活改善計画
RCA	Relatório de Controle Ambiental, (環境管理計画書)
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental, (環境影響評価報告書)
ROM	Run of Mine, (原炭)
SATC	Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão, (石炭労働者組合)
SEMA	Secretaria Especial do Meio Ambiente, (連邦環境特別部)

SDM	Secretária de Estudo do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, (サンタカタリーナ州都市開発・環境部)
SIECESC	Sindicato das Industria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina, (サンタカタリーナ州石炭採掘業組合)
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente, (連邦国内環境システム)
SNIEC	Sindicato Nacional das Indústrias de Extração de Varvão, (国内石炭採掘業組合)
SRB	硫酸還元菌群
SS	懸濁物質
TDS	全溶存物質
TVA	テネシー溪谷局
UNESC	南サンタカタリーナ大学
UTE	Usina Termelétrica, (火力発電所)

# 目次

## 緒言

### 第1編 石炭産業界の状況

1.	経済と一般状況.....	3
2.	サンタカタリーナ州の石炭業界.....	6
2.1	ブラジルエネルギー供給における石炭の重要性.....	6
2.2	ブラジルの今後の石炭鉱業政策.....	7
2.3	サンタカタリーナ州経済における石炭の重要性.....	9
2.4	展望.....	9
2.5	石炭鉱業の技術的特徴.....	12
2.6	石炭採掘に係る環境面の問題.....	15
2.7	炭鉱操業の経済面の問題.....	17
2.8	結論及び提言.....	19
3.	石炭鉱業関連機関と法体系.....	23
3.1	Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM.....	23
3.2	鉱業法.....	25
3.3	Sindicato da Indústria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina - CIECESC.....	25
3.4	Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão - SATC.....	26
4.	炭鉱の環境規則.....	26
4.1	機関.....	26
4.2	規則.....	29
4.3	施行.....	30
5.	FUNDACÃO DO MEIO AMBIENTE - FATMA.....	30
5.1	設立目的.....	30
5.2	組織と要員.....	30
5.3	運営と主な業務.....	32
5.4	資金源.....	37
5.5	主な課題.....	38
5.6	強化案の提言.....	39

## 第2編 技術調査

### A. 現在の汚染問題

A-I.	ボタ山調査.....	43
1.	データベース.....	43
2.	ボタの概要.....	44
A-II.	環境保護管理に係わる石炭鉱業の諸活動.....	54
1.	資料調査.....	54
2.	選炭工場実地調査.....	55
3.	ZETA/IESA ガイドラインの評価.....	61
3.1	ZETA/IESA ガイドライン.....	61
3.2	現行の鉱山廃棄物処分方法の評価.....	62
3.3	提案.....	63
A-III	稼動鉱山廃水中性化の投資コスト積算.....	66

### B. 水質モニタリング

1.	緒言.....	69
2.	調査方法.....	69
2.1	既存資料の収集.....	69
2.2	現地調査.....	69
2.3	水質自動モニタリング機器.....	72
2.4	分析精度.....	72
3.	調査結果.....	72
3.1	水質目標値の検討.....	72
3.2	水質汚染機構の検討.....	78
3.3	酸性水汚染の実態.....	84
4.	水質改善効果の予測・評価.....	92
4.1	Fiorita および Rocinha における水質改善効果の予測・評価.....	92
4.2	Carvão における水質改善効果の予測・評価.....	102
4.3	Capivari における水質改善効果の予測・評価.....	105
5.	全体域における水質改善効果の予測・評価.....	107
5.1	シミュレーションモデルの概要.....	107
5.2	負荷量の設定.....	116
5.3	沈殿仮定のモデル化.....	117
5.4	水質改善効果の予測・評価.....	118
6.	環境モニタリングシステム.....	130
6.1	機能.....	130
6.2	水質モニタリング.....	130
6.3	汚染源の水質監視.....	132

## C. 鉱山排水処理

### C-I 酸性水汚染緩和対策

1.	技術の選択.....	133
2.	全区域における酸性水処理計画の検討.....	133
3.	酸性水生成緩和対策の詳細.....	136
3.1	キャピラリーバリアまたは湿式被覆システムの設計と施工.....	136
3.2	乾式被覆システムの設計および施工.....	142
3.3	パッシブウェットランドシステムの設計および施工.....	144
3.4	パッシブな好氣的ウェットランドによる処理システムの設計及び施工..	151
3.5	表土浸食制御施設の設計及び施工.....	156
3.6	清浄水の迂回施設の設計及び施工.....	158
3.7	水路及び河川流路の浸食制御施設の設計及び施工.....	158
4.	参考.....	160

### C-II FSサイト調査

1.	鉱害の特徴.....	161
1.1	FSサイトの特徴.....	161
1.2	鉱石の化学的評価.....	165
1.3	処理試験結果.....	169
2.	FSサイトの復旧代替案.....	173
2.1	Fioritaの復旧代替案.....	173
2.2	Rocinha 復旧代替案.....	177
2.3	Carvão 復旧代替案.....	181
2.4	Capivari 復旧代替案.....	184
3.	FSサイト調査の結論.....	188

## D. 土木設計・積算

1.	FSサイト復旧コスト積算.....	189
1.1	基本方針.....	189
1.2	設計基準.....	190
1.3	設計数量.....	190
2.	全体復旧コスト積算.....	201
2.1	全体復旧計画の方法.....	201
2.2	全体復旧計画コスト積算.....	219



## E. 水 文

1.	資料調査.....	223
1.1	降水量.....	223
1.2	蒸発量.....	223
1.3	日降水量の最大値.....	223
1.4	設計降水量.....	226
1.5	地表水.....	228
1.6	地下水.....	228
2.	現地調査.....	230
2.1	雨量調査.....	230
2.2	表流水調査.....	230
2.3	地下水観測.....	233
2.4	掃流土砂・浮遊土砂調査.....	237

## F. 土質及び地質調査

1.	緒言.....	243
2.	地質図.....	243
3.	土質調査.....	246
3.1	必要とされる土質.....	246
3.2	開発.....	246
3.3	FS 地域復旧の為の土取り場開発.....	249
3.4	全体復旧地域の為の被覆土.....	258
4.	IEE (初期環境調査).....	265
5.	石灰岩及び貝殻灰.....	265

## G. 微生物と植生

1.	植生調査.....	269
1.1	目的.....	269
1.2	調査方法.....	269
1.3	各調査地点の概要.....	270
1.4	調査結果および考察.....	271
1.5	植生修復地調査.....	271
1.6	植物種の検討.....	277
2.	微生物.....	281
2.1	環境微生物数調査.....	281
2.2	調査方法.....	281
2.3	調査結果.....	286
2.4	鉱山廃水処理試験.....	286
2.5	調査方法.....	289
2.6	テストケース.....	289
2.7	測定項目.....	291
2.8	実験結果.....	292

## H. ボタの有効利用

1.	緒言.....	297
2.	日本でのボタ利用の実績.....	297
2.1	背景.....	297
2.2	日本のボタの利用状況.....	298
3.	サンタカタリーナ州のボタ利用の可能性.....	302
3.1	ボタの再選炭.....	302
3.2	セメント副原料.....	312
3.3	流動床燃焼燃料.....	312
3.4	道路建設材料（黒ボタ）.....	313
3.5	土木工事用材料（白ボタ）.....	314
3.6	耐火原料.....	314
4.	サンタカタリーナ州の今後のボタ利用の方向性.....	314

## 第3編 費用便益分析

### A. 費用便益分析方法論

1.	環境プロジェクトの費用便益分析手法.....	317
2.	主な便益について.....	319
2.1	土地改良に起因する便益.....	319
2.2	水質の改善による便益.....	320

### B. 復旧計画による便益の算定

1.	地価の減少.....	324
1.1	土地価格.....	324
1.2	土地利用.....	331
2.	水質汚濁.....	338
2.1	飲料水の不足.....	338
2.2	米作用水の不足.....	344
2.3	健康への影響.....	347
2.4	河川における漁業.....	348
2.5	専業漁業に対するインパクト.....	349
3.	観光開発の制約.....	351
4.	便益の要約.....	353

### C. 復旧プログラムとプロジェクトコスト

1.	復旧対象地域の性格.....	355
2.	復旧にかかる戦略.....	356
3.	コスト計算の基礎.....	357
3.1	市場価格.....	357
3.2	フォース・アカウントの考え.....	357

4.	ベースケース.....	358
----	-------------	-----

#### D. 経済評価

1.	評価方法.....	359
2.	評価の前提条件.....	360
3.	評価結果.....	361
4.	感度分析.....	361

付属書 1

付属書 2

### 第4編 採掘跡復旧の戦略と計画

1.	復旧のための戦略.....	371
1.1	技術評価の結論.....	371
1.2	復旧のための戦略提言.....	371
2.	復旧費用と便益.....	373
2.1	費用の推定.....	373
2.2	便益の推定.....	374
2.3	プロジェクトの経済的評価.....	375
3.	第一フェーズ：採掘操業の環境対策改善と稼働炭鉱区域の復旧.....	375
3.1	プロジェクトの概要.....	375
3.2	第一フェーズの費用推定と資金の手当て.....	376
3.3	機構・管理及び実施.....	377
4.	第二フェーズ：放置採掘跡の復旧.....	379
4.1	基本原則.....	379
4.2	プロジェクトの概要.....	380
4.3	第二フェーズの費用推定と資金の手当て.....	381
4.4	機構、管理及び実施.....	381
	結 言.....	383

## 表 一 覧

### 第 1 編 石炭産業界の状況

表 I-1 1125MW 発電所建設コスト.....	11
表 I-2 ブラジルの国内炭による火力発電能力 (MW).....	12
表 I-3 サンタカタリーナ州の火力発電拡張計画 (石炭: 1,000 トン).....	12
表 I-4 鉱山排水: 環境基準と現状.....	14
表 I-5 選炭歩留及灰分.....	15
表 I-6 選炭プラント排水: 環境基準と現状.....	17

### 第 2 編 技術調査

#### A. 現在の汚染問題

表 A-1 ブラジルの原炭生産.....	45
表 A-2 ポタの概要.....	46
表 A-3 水系別ポタ山分布.....	47
表 A-4 土地所有および土地状況.....	48
表 A-5 汚染当事者.....	49
表 A-6 予備的鉱山廃水処理費用の推定.....	66
表 A-7 パッシブウェットランド建設費用.....	67
表 A-8 稼働炭鉱パッシブウェットランド建設費用内訳.....	68

#### B. 水質モニタリング

表 B-1 水質モニタリング計画.....	70
表 B-2 水質モニタリングタイムスケジュール.....	71
表 B-3 重回帰分析結果.....	83
表 B-4 FS9 および FS10 における実測値と計算値の比較 (Fiorita).....	100
表 B-5 RS10 および RS11 における実測値と計算値の比較 (Rocinha).....	101
表 B-6 負荷源の設定条件.....	109
表 B-7 流量シミュレーション結果 (Rio Tubarão).....	113
表 B-8 流量シミュレーション結果 (Rio Urussanga).....	114
表 B-9 流量シミュレーション結果 (Rio Araranguá).....	115
表 B-10 稼働鉱山排水の設定水質.....	116
表 B-11 黒ポタおよび白ポタ廃棄鉱山からの設定流出水質.....	117
表 B-12 シミュレーション結果の現況再現状況 (Rio Tubarão).....	120
表 B-13 シミュレーション結果の現況再現状況 (Rio Urussanga).....	121
表 B-14 シミュレーション結果の現況再現状況 (Rio Araranguá).....	122
表 B-15 ケーススタディ結果 (Rio Tubarão).....	124
表 B-16 ケーススタディ結果 (Rio Urussanga).....	125
表 B-17 ケーススタディ結果 (Rio Araranguá).....	126
表 B-18 対策に伴う酸性水質改善効果.....	127

## C. 鉱山排水処理

### C-I 酸性水汚染緩和対策

表 C-I-1	FS サイトの酸性水処理対策.....	134
表 C-I-2	酸性水緩和対策.....	135
表 C-I-3	湿式被覆システムの設計基準.....	141
表 C-I-4	パッシブ嫌氣的ウェットランドシステム設計基準.....	150
表 C-I-5	パッシブ好氣的ウェットランドシステムの設計基準.....	155

### C-II FS サイト調査

表 C-II-1	Fiorita 復旧費用と効果.....	177
表 C-II-2	Rocinha 復旧費用と効果.....	181
表 C-II-3	Carvão 復旧費用と効果.....	184
表 C-II-4	Capivari 復旧費用と効果.....	187

## D. 土木設計・積算

表 D-1	護岸工の形状.....	194
表 D-2	水路工の形状.....	200
表 D-3	粘土価格の推定.....	202
表 D-4	砂利価格の推定.....	203
表 D-5	Rio Fiorita FS サイトの積算結果 (復旧対策案 1) .....	204
表 D-6	Rio Fiorita FS サイトの積算結果 (復旧対策案 2) .....	205
表 D-7	Rio Fiorita FS サイトの積算結果 (復旧対策案 3) .....	206
表 D-8	Rio Fiorita FS サイトの積算結果 (復旧対策案 4) .....	207
表 D-9	Rio Fiorita FS サイトの積算結果 (復旧対策案 5) .....	208
表 D-10	Rio Fiorita FS サイトの積算結果 (復旧対策案 6) .....	209
表 D-11	Rio Rocinha FS サイトの積算結果 (復旧対策案 1) .....	210
表 D-12	Rio Rocinha FS サイトの積算結果 (復旧対策案 2) .....	211
表 D-13	Rio Rocinha FS サイトの積算結果 (復旧対策案 3) .....	212
表 D-14	Rio Carvão FS サイトの積算結果 (復旧対策案 1) .....	213
表 D-15	Rio Carvão FS サイトの積算結果 (復旧対策案 2) .....	214
表 D-16	Rio Carvão FS サイトの積算結果 (復旧対策案 3) .....	214
表 D-17	Rio Capivari FS サイトの積算結果 (復旧対策案 1) .....	215
表 D-18	Rio Capivari FS サイトの積算結果 (復旧対策案 2) .....	216
表 D-19	Rio Capivari FS サイトの積算結果 (復旧対策案 3) .....	217
表 D-20	全体計画復旧工事単価.....	219
表 D-21	全体復旧コスト積算.....	220
表 D-22	土地利用別全体復旧コスト積算 (Wet Cover System).....	221
表 D-23	土地利用別全体復旧コスト積算 (Dty Cover System).....	222

## E. 水 文

表E-1	Urussangaにおける降水量・蒸発量の年変化.....	224
表E-2	Urussangaにおける日降水量の月最大値.....	225
表E-3(1/2)	流量観測結果.....	234
表E-3(2/2)	流量観測結果.....	235
表E-4	井戸設置状況.....	236
表E-5	地下水位観測成果.....	237
表E-6(1/3)	浮遊流送土砂量の観測成果(Araranguá).....	239
表E-6(2/3)	浮遊流送土砂量の観測成果(Urussanga).....	240
表E-6(3/3)	浮遊流送土砂量の観測成果(Tubarão).....	241

## F. 土質及び地質調査

表F-1	サンタカタリーナ州の炭田.....	243
表F-2	サンタカタリーナ州炭田の層序.....	245
表F-3	掘削可能粘性土と掘削可能表土.....	249
表F-4	粘土および表土の分布地 (FSサイト).....	251
表F-5	粘性土の一般的特性.....	257
表F-6(1/3)	粘土および粘性土(運搬料及び距離).....	259
表F-6(2/3)	粘土および粘性土(運搬料及び距離).....	261
表F-6(3/3)	粘土および粘性土(運搬料及び距離).....	263
表F-7	現稼動採石場とその状況.....	267
表F-8	石灰石の品質と化石石灰石.....	268

## G. 微生物と植生

表G-1	遷移の初期段階における侵入種(パイオニアプラント).....	276
表G-2	一般的に植栽に利用されている代表種.....	278
表G-3	再植林に適した種(木本性).....	279
表G-4	再植林に適した種(草本性).....	280
表G-5(1/2)	環境微生物数調査 サンプルング地点 (1996年11月).....	283
表G-5(2/2)	環境微生物数調査 サンプルング地点 (1997年2月).....	284
表G-6	環境微生物数調査結果(1996年11月).....	287
表G-7	環境微生物数調査結果(1997年2月).....	288

## H. ポタの有効利用

表H-1	再選可能黒ポタ.....	305
表H-2	ポタの成分分析.....	307
表H-3	浮沈試験結果 (Rio Rocinha).....	308
表H-4	浮沈試験結果 (Naspolini).....	309
表H-5(1/2)	選炭工場一覧.....	310
表H-5(2/2)	選炭工場一覧.....	311

### 第3編 費用便益分析

表 III-1	土地の区分.....	325
表 III-2	汚染された土地の経済的区分.....	328
表 III-3	汚染された土地の所有者.....	328
表 III-4	復旧予定地の市場価格.....	333
表 III-5	動植物の復旧に対する支払い意志額.....	335
表 III-6	汚染地域の住民に対する復旧の価値.....	336
表 III-7	汚染地域のレクリエーションの用途の可能性汚染地域のレクリエーションの用途の可能性.....	336
表 III-8	汚染地域住民に対するレクリエーション地復旧の価値.....	338
表 III-9	AMREC及びTubarãoにおける水消費量及び水の価格.....	343
表 III-10	年間の水輸送コスト.....	344
表 III-11	灌漑による米作適地.....	344
表 III-12	シナリオ I:耕地拡大、生産性向上便益(養殖を含まない).....	346
表 III-13	シナリオ II:耕地拡大、生産性向上便益(養殖を含む).....	347
表 III-14	河川における漁業の開発.....	348
表 III-15	河川における漁業による便益.....	349
表 III-16	水産資源の復活による便益.....	351
表 III-17	サンタカタリーナ州南部における観光収入(1995).....	352
表 III-18	石炭鉱害が解消された場合の観光による便益.....	353
表 III-19	便益の要約.....	354
表 III-20	復旧対象地域の汚染形態.....	355
表 III-21	生産活動区域および放置採掘跡からの汚染負荷量.....	356
表 III-22	プロジェクトコストおよび内訳.....	359
表 III-23	経済コスト.....	360
表 III-24	コスト・便益フロー.....	363

# 図 一 覧

## 第1編 石炭産業界の状況

図 I-1 サンタカタリーナ州南部地域.....	4
参考 FATMA の組織図.....	31

## 第2編 技術調査

### A. 現在の汚染問題

図 A-1(1/2) 土地利用.....	50
図 A-1(2/2) 土地利用.....	51
図 A-2(1/2) 地下水源.....	52
図 A-2(2/2) 地下水源.....	53
図 A-3(1/2) 炭鉱位置図.....	56
図 A-3(2/2) 炭鉱位置図.....	57
図 A-4(1/2) 選炭施設およびコークス製造施設位置図.....	58
図 A-3(2/2) 選炭施設およびコークス製造施設位置図.....	59

### B. 水質モニタリング

図 B-1 水質モニタリング地点.....	73
図 B-2 Capivari サイトのモニタリング地点(Rio Tubarão 下流).....	74
図 B-3 Fiorita サイトのモニタリング地点.....	75
図 B-4 Rocinha サイトのモニタリング地点.....	76
図 B-5 Carvão サイトのモニタリング地点.....	77
図 B-6 Capivari サイトのモニタリング地点.....	77
図 B-7 鉱山域における水質汚染機構.....	79
図 B-8 水質の pH と硫酸イオンとの相関.....	80
図 B-9 水質の pH と全鉄との相関.....	81
図 B-10 水質の pH とアルミニウムとの相関.....	82
図 B-11 水質モニタリング結果(pH).....	85
図 B-12 水質モニタリング結果(全鉄).....	86
図 B-13 水質モニタリング結果(硫酸イオン).....	87
図 B-14 水質モニタリング結果(アルミニウム).....	89
図 B-15 地下水の水位、水質の変化.....	90
図 B-16 シミュレーションのボックス区分.....	94
図 B-17 Fiorita 最終流出地点における流量計算結果.....	95
図 B-18 Rocinha 最終流出地点における流量計算結果.....	96
図 B-19 流量実績値と流量計算との比較(Fiorita).....	97
図 B-20 流量実績値と流量計算との比較(Rocinha).....	98
図 B-21 ボックス内の物質収支概念図.....	99
図 B-22 最終流出地点における水質予測結果(Fiorita).....	103



図 B-23	最終流出地点における水質予測結果(Rocinha).....	104
図 B-24	Carvão 最終流出地点における各削減ケース毎の水質改善効果.....	106
図 B-25	Capivari 最終流出地点における各削減ケース毎の水質改善効果.....	106
図 B-26	シミュレーションモデルにおけるボックス区分.....	108
図 B-27	最終合流地点での流量シミュレーション結果(Rio Tubarão).....	110
図 B-28	最終合流地点での流量シミュレーション結果(Rio Urussanga).....	111
図 B-29	最終合流地点での流量シミュレーション結果(Rio Araranguá).....	112
図 B-30	実測値とモデル計算値との比較.....	119
図 B-31	pH 実測値とシナリオ 1 に基づく予測値結果との比較.....	128
図 B-32	環境モニタリングシステム測定点.....	131

## C. 鉱山排水処理

### C-I 酸性水汚染緩和対策

図 C-I-1	ウェットカバーシステム・キャピラリバリア.....	138
図 C-I-2	ドライカバーシステム.....	145
図 C-I-3A	パッシブウェットランドシステム.....	147
図 C-I-3B	パッシブウェットランドシステム.....	153
図 C-I-4	地表侵食防止と排水.....	157
図 C-I-5	地表水排水.....	159

### C-II FS サイト調査

図 C-II-1	Fiorita FS サイトサンプリング箇所.....	167
図 C-II-2	Rocinha FS サイトサンプリング箇所.....	168
図 C-II-3	Carvão FS サイトサンプリング箇所.....	170

## D. 土木設計・積算

図 D-1	白ボタ地域の整形.....	191
図 D-2	道路の標準断面.....	192
図 D-3	護岸工の標準断面.....	193
図 D-4	開水路の標準断面.....	195
図 D-5	ボックスカルバートの標準断面(タイプA).....	196
図 D-6	ボックスカルバートの標準断面(タイプB).....	197
図 D-7	フローボックスの標準断面(タイプA).....	198
図 D-8	フローボックスの標準断面(タイプB).....	199

## E. 水 文

図 E-1	比流量と流域面積との関係.....	229
図 E-2	自記雨量計設置位置.....	231
図 E-3	降水量時間変化の例.....	232

## F. 土質及び地質調査

図 F-1	サンタカタリーナ州炭田.....	244
図 F-2(1/2)	土取場および運搬経路.....	247
図 F-2(2/2)	土取場および運搬経路.....	248
図 F-3	粘土採取候補地 (Rio Rocinha).....	252
図 F-4	粘土採取候補地 (Rio Fiorita 1).....	253
図 F-5	粘土採取候補地 (Rio Fiorita 2).....	254
図 F-6	粘土採取候補地 (Cativari 1).....	255
図 F-7	粘土採取候補地 (Cativari 2).....	256

## G. 微生物と植生

図 G-1(1/4)	Rocinha FS サイトにおける現存植生図.....	272
図 G-1(2/4)	Carvão FS サイトにおける現存植生図.....	273
図 G-1(3/4)	Fiorita FS サイトにおける現存植生図.....	274
図 G-1(4/4)	Cativari FS サイトにおける現存植生図.....	275
図 G-2	環境微生物数調査 サンプルング地点.....	282
図 G-3	鉱山廃水処理試験 試験方法.....	290
図 G-4(1/3)	鉱山廃水処理試験結果 (Total Iron, Sulfate).....	293
図 G-4(2/3)	鉱山廃水処理試験結果 (Conductivity, ORP).....	294
図 G-4(3/3)	鉱山廃水処理試験結果 (pH).....	295

## H. ポタの有効利用

図 H-1(1/2)	黒ポタ分布.....	303
図 H-1(2/2)	黒ポタ分布.....	304
図 H-2	選炭曲線 (Rio Rocinha).....	308
図 H-3	選炭曲線 (Naspolini).....	309

## 第3編 費用便益分析

図 III-1	汚染地域.....	326
図 III-2	汚染地域の経済的区分.....	327
図 III-3 (1/2)	汚染地域の土地所有(北部地域).....	329
図 III-3 (2/2)	汚染地域の土地所有(南部地域).....	330
図 III-4	AMREC 地域の土地利用状況.....	332
図 III-5	汚染地域のレクリエーション利用.....	337

図 III-6	河川水系の石炭鉱害汚染状況.....	339
図 III-7	AMREC 地域河川の石炭鉱害汚染状況.....	340
図 III-8	地域の河川が浄化された場合の農業適地分布.....	345





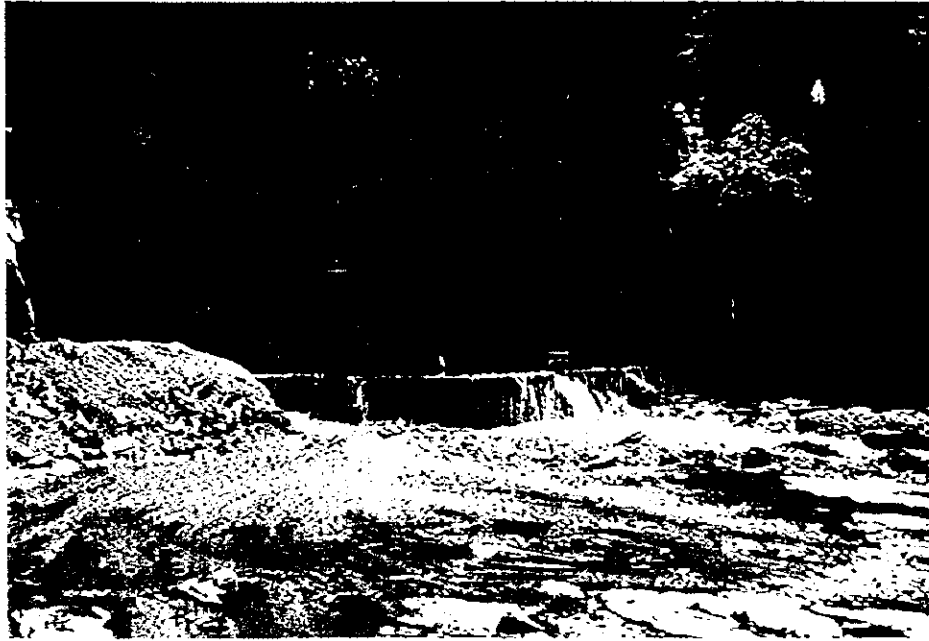




Rio Fiorita FS サイト  
(露天掘採跡)



Rio Rocinha FS サイト  
(選炭ボタ堆積地)



Rio Carvão FS サイト  
(廃止炭鉱坑口)



Capivari FS サイト  
(選炭ボク堆積・酸性水湖)



## 緒 言

01                   ブラジル連邦共和国（以下ブラジルという）は、19世紀末以来石炭採掘が続けられ最初は鉄道用燃料として、その後発電用としてサンタカタリーナ州及びRio Grande do Sul州で生産されている。これら両州はブラジルの確認石炭埋蔵量の99%を占めている。サンタカタリーナ州の埋蔵量は全体の確認埋蔵量の10%未満であるが、生産量は開発が容易であるため南側に隣接するRio Grande do Sul州とほぼ同程度である。

02                   サンタカタリーナ州の石炭は高灰分(47%-58%)で、3,700から4,500 kcal/kgと比較的低品位であり(ポーランド、米国炭は6,400kcal/kg～6,700kcal/kg)、高硫黄分(1.0%～4.7%)である。更に選炭歩留りは35%未満と極めて低い。つまり1トン採掘する毎に最大350Kgの製品炭が得られ、残りの650Kgは廃石として捨てられる。

03                   これら石炭の特徴と、1980年代までの曖昧な環境法・規則が厳しきのない執行体制とあいまって、サンタカタリーナ州の石炭開発は環境破壊に繋がっていった。採掘跡の復旧は行われず、4,700 ha以上の土地が如何なる目的にも使用できなくなった。問題を難しくしているのは、廃石中の高含有の黄鉄鉱であり、これらは何年にもわたって溶出し、殆どすべてのサンタカタリーナ州南部地域の河川、地下水系を汚染している。石炭鉱業に関わる多くの市町村は、その河川、地下水を利用出来ず、近隣の市町村に水源を依存している。そのため、汚染の影響を受けた地域は生活及び産業のコストが増大している。又、この地域の河川の汚染は、農業、特に水田稲作の発展を制約し、レクリエーションやその他の目的への使用を妨げ、当地域に悪いイメージを与え、観光発展を抑制している。連邦政府は1980年にこの地域を第14国家危険地域に認定、過去の鉱山活動により受けた環境被害の修復に政府の特別な援助を与えることとなった。

04                   サンタカタリーナ州政府は1991年4月に、石炭鉱業による汚染地域の復旧、及びサンタカタリーナ州南部の生活改善を目的とした包括的プログラム立案のためのワーキンググループを設置した。このプログラムはサンタカタリーナ州南部生活改善計画(PROVIDA)と呼ばれ、合計382百万US\$の投資が必要と見積もっている。内訳は、(i) 緊急的なインフラストラクチャーに94百万US\$、(ii) 道路網整備に90百万US\$、(iii) 排水・下水道改善に102百万US\$、(iv) 採掘跡復旧に96百万US\$である。この計画は1992年に連邦政府に認可された。

05                   しかし、この計画の遂行のための融資を得ることは困難であった。ブラジル政府の要請を受けて、国際協力事業団（JICA）は PROVIDA 計画の実施方法のアドバイスのための専門家を 1993 年 10 月からサンタカタリーナ州で環境規制の施行の責務をもつ環境協会（FATMA）に派遣した。この専門家は PROVIDA 実施のためのフィージビリティスタディの実施を提言し、1994 年 2 月にブラジル側はそのスタディの実施を JICA に要請した。JICA は 1994 年 8 月から 1995 年 11 月に調査団を送り、調査内容を検討し、調査範囲についてブラジル側と合意した。調査は全 PROVIDA 計画を対象とするのではなく、採掘跡の復旧を優先的にを行うことをブラジル側と合意した。

06                   この調査の目的は二つあり、第一は、(i)サンタカタリーナ州南部の特定された採掘跡の復旧のフィージビリティスタディ、(ii)過去の石炭露天掘及び選炭により汚染された河川の地域の全体復旧計画、環境測定・モニタリングシステムの立案、(iii)調査過程においてブラジル側カウンターパートへの関連技術の移転である。第二は、2 国間或いは多国間の国際融資機関からの採掘跡復旧資金融資の導入を促進することである。第二の目的を考えると、石炭採掘及び環境規則の不遵守による深刻な汚染を将来再び発生させない体制の確立を目指し、調査範囲をサンタカタリーナ州炭鉱の操業改善及び環境保護行政の強化を含めた包括的な計画に広げる必要があると考えられる。

## 第1編 石炭産業界の状況

### 1. 経済と一般状況

01. サンタカタリーナ州南部はブラジルの最南端の Rio Grande do Sul 州に接し、Uruguay からは 500Km 未満に位置している。行政的には、1970 年代から 1980 年代初頭にかけて、3 つの市町村の連合体に再編された。

- ◇ AMREC(*Associação dos Municípios da Região Carbonífera* - 産炭地域自治連合体)は、1983 年に設立された。人口は地域全体の総人口の 45% に当たる 335,155 人で最も人口密度が高い。面積は 22% 弱の 212,050 ha で、全ての炭鉱はこの地域にある。
- ◇ AMUREL(*Associação dos Municípios da Região de Laguna* - ラグーン地域自治連合体)は 1970 年に設立された。この連合体は最も古く、サンタカタリーナ州南部地域のおよそ 48% に当たる 463,990 ha で最も広い。AMUREL には炭鉱はないが、サンタカタリーナ州南部で最大の選炭プラントがかつて存在し (Capivari de Baixo)、現在は石炭の最も重要な消費である Eletrosul 社の Jorge Lacerda 発電所がある。1980 年代初頭の石炭産業全盛の頃、Imbituba 港はサンタカタリーナからブラジル各地への石炭の主要積出港であった。
- ◇ AMESC(*Associação dos Municípios dos Extremo Sul Catarinense* - サンタカタリーナ最南端自治連合体)は全体の 20% 弱の人口の最も小さい地域である。AMESC は石炭鉱業との如何なる関わりもないが、主要河川の Araranguá 川の甚大な汚染の影響を受けている。

02. これら 3 連合体は 43 市町村からなり、合計 750,000 人の人口である (州人口の 15% - 1996 年国政調査による)。面積は約 9,700 Km<sup>2</sup> (州全体の 10%) である。43 市町村からなるサンタカタリーナ州南部の位置を図 I-1 に示す。

03. この地域は鉱物その他の天然資源に恵まれている。土壌は肥沃で、殆どがイタリア系とドイツ系からなるヨーロッパ系の住民は勤勉である。人口の約 3 分の 2 が高等学校以上の学歴と教育水準は高い。識字率はほぼ 100% 近くである。最も重要なのは、所得

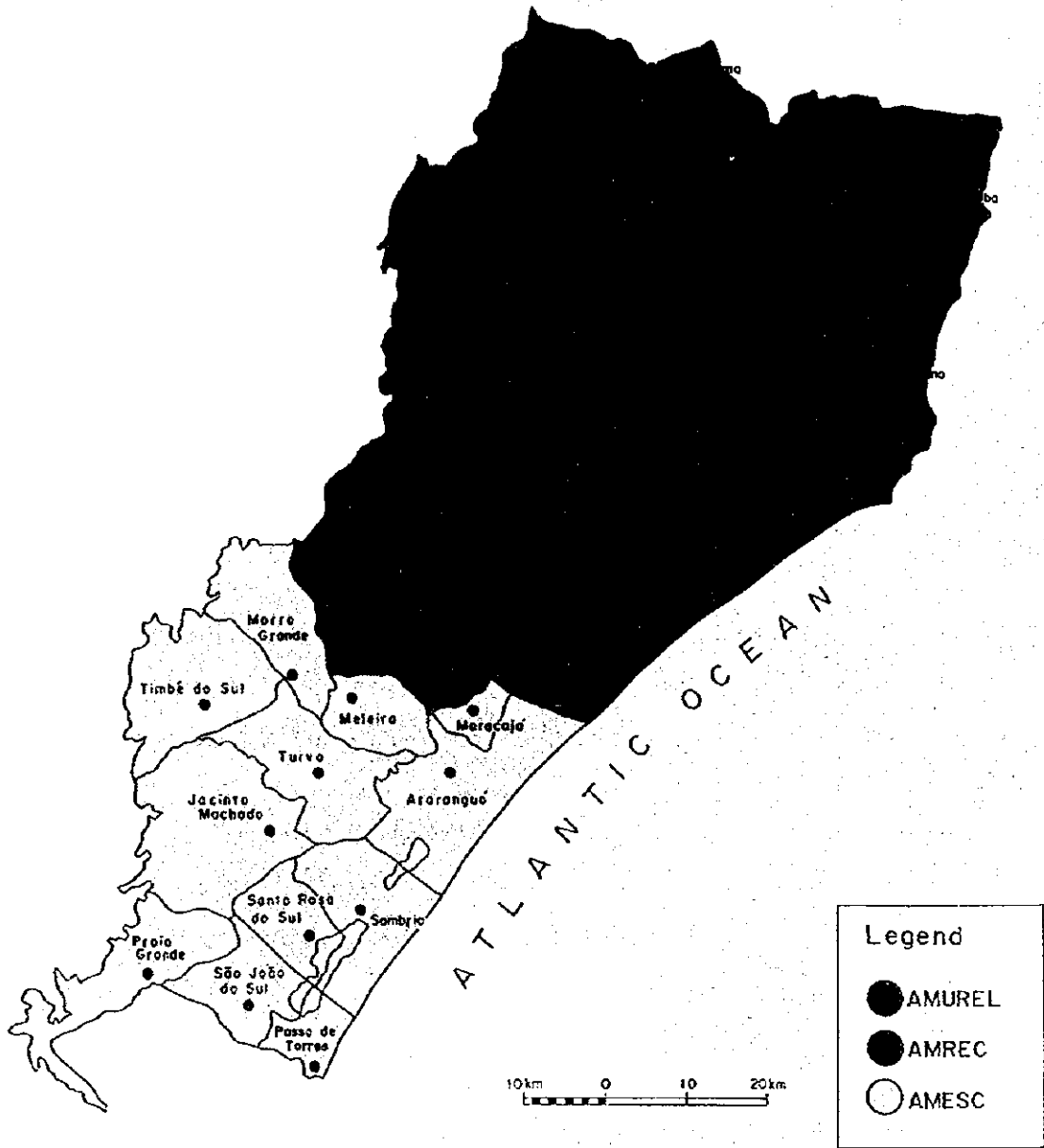


図 I-1

サンタカタリーナ州南部地域

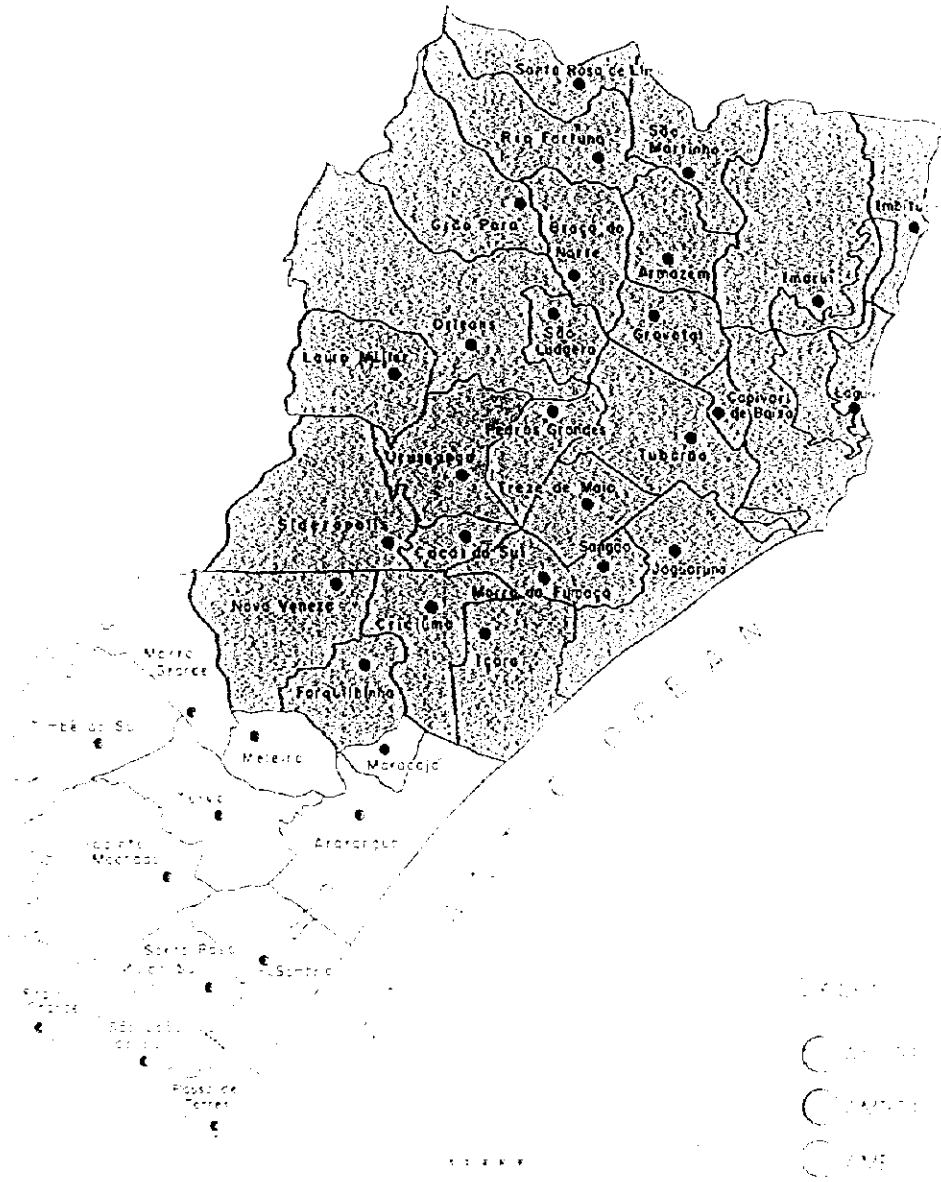


図 1-1 サンタカタリーナ州南部地域

の再配分が良好であることである。サンタカタリーナ州南部は、所得再配分においてサンタカタリーナ州で第3位（ブラジル全体で上位5地域）にランクされることは誇れるものである。

04. 住民の88%は都市部に住み、いくつかの比較的大きな都市に集中している。Criciúma、Araranguá、Tubarãoは3地域のそれぞれの中心都市であり、全人口の42%以上を占める。1980年代には、この地域の人口は年2.5%増加した。これは州平均より約30%も高い。AMRECが4.1%と人口増加率は最も高かったが、石炭鉱業の発展に促されたものである。それ以降、人口増加率は著しく鈍化し、1991年から1996年には年平均1.2%であった。それは、1990年からの石炭産業危機の結果として人口増加が沈滞したAMRECの特殊事情による。事実、Lauro Müller、Nova Veneza、Urussangaの主な鉱業都市の人口はそれぞれ年平均0.85%、0.79%、0.29%と減少している。

05. この地方はセラミックタイルで有名だが、1980年代後半までは国内石炭需要の約75%を賄うブラジルの主要な石炭生産地でもあった。その他の工業としては、衣料、プラスチック、金属、家具製造などがある。1980年代、鉱工業生産はこの地方のGDPの3分の1の割合を占めていた。それ以降、石炭産業危機とセラミック、衣料の両産業の停滞により、その割合は約20%まで減少している。

06. 農業はこの地方のGDPの20%を占める重要な産業である。この地方は主要な米の生産地で、農業生産物を他の州へ出荷している。又、牛飼育、養豚業もよく知られており、利益をあげているが、多大な環境汚染産業でもある。観光は経済活動としては未だ取るに足りないものであるが、多くの未開発の観光資源、特にエコツーリズムがある。サンタカタリーナ州南部は19世紀のヨーロッパ移民まで溯る豊富な文化的遺産がある。多くの人々が、祖先の人々が住んだ土地について学ぼうとして、この地方を訪れている。

07. これらの長所にも拘わらず、サンタカタリーナ州南部は州内でも貧しい地方の一つである。サンタカタリーナ州全体の一人当たり年収は\$5,500/年であるが、サンタカタリーナ州南部は\$3,600/年である。経済コストは水の高コストのため、他の地方に比べ高い。過去50年の環境を顧みないで行われた石炭開発による主要河川及び地下水の極度の汚染の結果、飲料水を始め鉱業用水、農業用水、商業用水を他地区に頼っているところが多い。

08. この地方は石炭産業危機による経済沈滞から抜け出していない。1990年連邦

政府は石炭産業界の統制を撤廃した。石炭価格維持と助成を撤廃し、輸入炭及び石油などの他のエネルギー資源と競合させた。石炭生産は1985年のピーク時の5百万トンから1994年には約2百万トンに減少した。多くの中小鉱業会社が閉鎖に追い込まれ、1980年代中頃にはおよそ11,000人の労働者を雇用し、関連分野では30,000人の雇用を生んでいた石炭産業は、1994年には3,275人を雇用するのみである。現在炭鉱会社は6社からなるが、数社は経営的に微妙な状況にある。石炭産業界の発展と展望に関する調査は以下に述べる。

## 2. サンタカタリーナ州の石炭産業界

### 2.1 ブラジルエネルギー供給における石炭の重要性

09. ブラジルのエネルギー需給のなかで、石炭は長期的に第二位ではあるが非常に重要なエネルギーとしての役目を果たしている。国内の膨大な水力の潜在能力及びその開発のために投じられた莫大な投資のため、水力発電は今後とも主要なエネルギーである。しかしながら、石炭の役割は以下の理由により将来にわたり重要であり続けるであろう。

- a) ブラジルの殆どの水力の潜在能力は、国内の主要消費地である南部及び南東部から遠く離れたアマゾン地方に位置している。
- b) 水力発電プロジェクトのコストは高く、投資の大半が開発の初期に集中し、短期間に大量の建設資金・資材を準備しなければならない。
- c) ダム建設を含む水力発電プロジェクトの環境に対する影響が大きいことが明らかとなるとともに、環境対策の大きな投資コストを必要とした。
- d) 水力発電所建設のリードタイムは非常に長期間に及ぶ。

10. ブラジルでは、石炭は主に Rio Grande do Sul 州とサンタカタリーナ州に賦存し、これら2州で323億トンの全国確認埋蔵量の99%を占める。1980年代後半の石炭ブームの頃は、石炭生産量はほぼ9百万トンに達していた。サンタカタリーナ州は確認埋蔵量の10%しかないが、開発し易い石炭賦存状態のため、生産量は南に隣接する Rio Grande do Sul 州と同程度であった。その後は、約2百万トンで、ブラジルの全生産量の約40%である。

11. サンタカタリーナ州は主に 3,700 から 4,500<sup>1</sup> kcal/kg の比較的低位カロリーの発電用石炭を生産している（ポーランド、米国ではそれぞれ 6,400, 6,700 である）。サンタカタリーナ州の石炭は高灰分（47%～58%）、高硫黄分（1.0%～4.7%）である。更に、地理的、石炭特性及び堆積条件により、他の石炭生産国と比べ困難な採掘条件下にある。これらの問題点のため、ブラジルの石炭は比較的優遇された価格、需要条件のもとでのみ競争出来る。

12. 現在、火力発電はブラジルの発電量のわずか 5% である。しかし、Eletrobras（電力公社）は国内の力強い経済成長によるエネルギーの高需要に応えるため、2015 年までにこの比率を 15% まで引き上げる計画である。火力発電はまた、代替エネルギー源、需要のピーク時及び供給の危機時に重要な役割を引き続き担うことを期待されている。

13. 火力発電業界を維持する必要性は Conta de Consumo Combustível-CCC-（発電用化石燃料消費機構）の存在によっても明らかである。このシステムは、公共電力会社は強制的な出資で基金を設け、Eletrobras がそれを管理し、発電のための化石燃料（石炭や石油）調達の基金として使用する。その理由は、水力発電の危機に対する保障としての火力発電の継続的利用を確保することにある。

## 2.2 ブラジルの今後の石炭鉱業政策

14. 1990 年代初頭の、同時に行われた統制撤廃、民営化の市場政策改革の波が石炭鉱業を襲うまでは、石炭鉱業政策により、連邦政府が探査、開発から生産・市場に至るすべてにおいて直接的に関わっていた。

15. 1990 年連邦統制撤廃計画（法令 第 99.179 号）は政府の離脱を法律で定めた。1995 年には、鉱山エネルギー省(MME)は石炭鉱業代表者とともに国家石炭鉱業政策制定のための以下の 12 の基本指針を定めた。

1. 政府は石炭開発、市場に干渉しない。
2. 石炭の代替燃料（例えば石油）への価格補助はしない。
3. 露天採掘、坑内採掘の改善のための技術開発計画を立てる。

<sup>1</sup> サンタカタリーナ州はまた灰分 17%、硫黄分 1.7% のコークスを生産しているが、1991 年の石炭産業の自由化による低価格のコークス輸入（主に中国から）との競争のため生産を中止した。



4. 政府は石炭クリーン燃焼の技術開発を支援する。
5. 採掘権認可に関する 1990 年 12 月 6 日議決第 08/90 号を、環境保護要件を満たした上で更新する。
6. 労働契約は安全・衛生に関する法律と矛盾しないものとする。
7. 石炭火力発電プラントへの投資実行、及び CCC による生産・販売の保護は、電力システムの最適化の条件として継続する。
8. MME は科学・技術省に対し、石炭の生産、選炭、利用の発展を目的としたプログラムを優先するよう要求する。
9. MME は、生産性向上を目的とした石炭企業からの融資の要請、または財政的支援の要請をする。
10. MME は、南米共同市場(MERCOSUR)各国の石炭燃焼火力発電促進の可能性調査を行う。
11. MME は、サンタカタリーナ州の採掘跡復旧のための国外からの資金調達に対する活動を支援する。
12. MME は、IPP（独立電力生産）業界、並びに電力業界の法令の中に石炭燃焼火力発電も包含することに配慮する。

16. 政府は、上述のように石炭生産及び市場からの関わりを絶ったが、工業用燃料として石炭と直接的に競合するディーゼル油価格補助の打ち切りは、インフレーションの影響が大きいため実行していない。その結果、石炭生産会社は、財務的に困難な状況に陥っている<sup>2</sup>。

17. 1997 年 10 月、連邦政府はブラジルの電力民営化を決定した。新しい民間のオーナーが、今後数年間は国産の石炭を使う保証の規定が残る（或いはできる）であろうが、サンタカタリーナ州の石炭鉱業は、長期にわたって生き残るために早急に能率を高める必要がある。現行のブラジル火力発電プラントは、3 分の 2 を国内炭に頼っており、輸入炭との競合に勝てるなら、今後とも国内炭の使用が継続されるであろう。能率向上はサンタカタリーナ州の石炭産業界が直面する課題である。

---

<sup>2</sup> 例えば、1995 年 CE-4500 を Ekstrosul に R\$39.8 で販売し、工業向けには CE-5200 と CE-5400 を約 R\$30/ton で販売した。一方、Getúlio Vargas 財団の調査によれば、SIECESC（サンタカタリーナ州石炭採掘業組合）会員の平均生産コストは R\$37.3 である。税と適正利益を含めると、利益をあげ続けるためには R\$46.5 で売らねばならない。

## 2.3 サンタカタリーナ州経済における石炭の重要性

18. 石炭鉱業はサンタカタリーナ州南部経済において支配的な役割を演じていた。特に1970年代には、地域のGDPの30%以上であった。1980年代、地域経済は多様化し、セラミック、衣料産業、プラスチック、家具製造などの工業が現れ、それらが地域生産高のシェアを増加させた。しかしながら、石炭鉱業は、その他の経済分野への間接的な波及効果が大きく、引き続き重要性を維持している。Fundação Getúlio Vargas (ジェツリオバルガス財団)のO Carão Nacional na Indústria Brasileira (国内産業連関表)によれば、サンタカタリーナ州南部の経済における石炭鉱業は3.49の乗数効果がある。つまり、石炭鉱業の経済的総効果は直接効果の3.49倍である。この係数をGDPに適用すると、1980年代、石炭鉱業はサンタカタリーナ州南部経済の28.7%から33.3%に相当する。1990年代初頭の停滞の時期でさえ、石炭業界のこの地方のGDPに対する寄与は20.4%から25.6%である。最近のFUCRIによる調査によれば、AMREC内の2市であるLauro MüllerとSiderópolisのいずれも経済の多様化に成功していないために、石炭鉱業は工業生産高の85%と73%を占めているが、その他のAMRECの市町村の平均は10%である。

19. 雇用に関しては、石炭鉱業が繁栄していた時代には、11,000人を雇用し、66,000人以上の生計を確保していた。運搬(鉄道、道路)、海上輸送、積み下ろし、その他の港湾作業、市場、その他の関連サービス業務を含めると、石炭鉱業の総効果は更に大きくなる。これらのサービスも鉱業と同様に労働集約産業であると仮定すれば、石炭鉱業の総雇用効果は、38,000人の雇用と220,000人以上の扶養と推定される。

## 2.4 展望

20. エネルギー源(特に火力発電用)としての石炭の展望は、多分にその使用に関わる環境問題の解決にかかっている。採掘、選炭の環境問題は比較的簡単な技術で容易に解決できるが、燃焼の際に放出されるSOx、Nox、P-M(微粒物質)などのコントロールは、欧州や米国で最近開発されたより進んだ技術の適用が必要である。それらの国では、電力生産の使用燃料の50%以上が石炭である。日本でも同様の技術を使っている。

### (a) 適用可能技術

21. 現在、適用可能な技術は以下のものがある。(i)石炭燃焼前処理又は燃焼後

処理法、(ii)石炭燃焼過程反応法、(iii)石炭液化又はガス化。

22. 前処理法は、鉱石の中に含まれる黄鉄鉱などの不純物を取り除く技術で、燃焼過程での汚染ガスの発生を防止する。燃焼過程で直接的処理を行う技術は従来法と進歩的方法を併用する。主な処理技術を以下に述べる。

(i) 粉炭バーナー火力発電プラント

1. 従来型原炭燃低 NO<sub>x</sub> 燃焼法
2. 従来型燃焼前脱硫・低 NO<sub>x</sub> 燃焼法
3. 従来型低 NO<sub>x</sub> 原炭燃・燃焼ガス脱硫法

(ii) 流動床燃焼火力発電プラント

(iii) トッピングサイクル火力発電

1. 加圧流動床
2. トッピングサイクルガス化流動床

23. 種々の処理法の中で、最もクリーンで一般的なものは流動床燃焼法である。それはまた、ブラジルの石炭に最も適している。この処理方法は、適度に温度管理された炉内の石炭を、炉の床面に設置されたノズルから空気を噴射して、炉内で浮遊燃焼させる。脱硫処理は炉床内での反応という簡単な方法で行われ、発生した硫酸カルシウムは燃焼灰とともに抜き出される。

24. 流動床での反応は、灰の融点（約 850°C）以下の温度で行われるため、塊まりを作らず、灰は炉床の内側近くに堆積するため、燃料が完全燃焼される。この火力発電新技術の広範な採用は、水分、灰分、硫黄分の高含有の低品位の燃料もクリーンに燃焼出来ることによる。現行稼働中の流動床プラントは効果的に、ガス放出規制値以内で運営されている。次頁表 I-1 に 4 種類の 125MW 発電所建設コストの比較を示す。

表 1-1  
125MW 発電所建設コスト

発電プロセス	(1,000\$/Kw)				
	CE1800 Waste	CE3300 Candiota	CE3300 Bonito	CE3700 B.Jacui	CE6500 Colômbia
粉炭	--	46.7	51.6	55.1	56.9
脱硫粉炭	--	58.6	63.6	67.2	69.1
トッピングサイクル	--	--	--	69.8	71.4
流動床	46.6	53.8	58.8	62.4	64.2

出典：Eletrobras

25. サンタカタリーナ州で、流動床燃焼に最も適している石炭は Bonito 層 (CE-3300 又は CE-2800) である。微粉炭燃焼法は安価であるが、燃焼時に高 P-M(微粒物質)含有の排ガスが多量にでることから不適當と考えられる。流動床技術の採用は、火力発電の経済性と公害防止との両立という観点からの解決策である。

#### (b) ブラジル鉱物資源ポテンシャル

26. MINFRA (インフラストラクチャー省) の 1990 年国内エネルギー調査によれば、石炭埋蔵量はブラジルの再生不能資源の 3 分の 2 を占めている。エネルギー資源に関しては、石油埋蔵量の 10 倍、原子力の 3 倍、オイルシェールの 10 倍で、発電の信頼出来る資源ということが出来る。Eletrobras の 2015 年の計画ではこのシナリオを真剣に考慮し、将来優勢な水力発電プログラムから水力-火力発電システムへのスムーズな移行のために更なる探査、調査、火力発電への投資を提言している。

27. 表 1-2 に Eletrobras のブラジルの火力発電能力の 2015 年計画を示す。表 1-3 には、サンタカタリーナ州の Bonito 層の CE-4500 (精炭 4,500kcal/kg) は既存プラントに、ROM-2800 (原炭 2,800kcal/kg) は流動床燃焼を採用した設備に使用を想定した 14 の各 125MW 火力発電設備の増設計画を示す。これによると、サンタカタリーナ州は 2015 年までに 2,582MW の発電能力を持ち、14.7 百万トン/年の石炭を使用する。これは、現在の年産の 7.3 倍である。

表 I-2

## ブラジルの国内炭による火力発電能力 (MW)

	現状	計画	2015年能力		
			確定/推定	予想	合計
R G Sul	538	700	27,200	29,500	56,700
S.C	482	350	1,750	450	2,200
Paraná	20	--	260	--	260
合計	1,040	1,050	29,210	29,950	59,160

表 I-3

## サンタカタリーナ州の火力発電拡張計画 (石炭: 1,000 トン)

	1996	2000	2005	2010	2015
Jorge Lacerda					
-MW/h	482	832	832	832	832
-CE-450	1,320	2,900	2,900	2,900	2,900
NEW TEU*					
-MW/h	--	(2)250	(3)375	(3)375	(6)750
-ROM-2800	--	1,686	2,530	2,530	5,060
合計					
-MW/h	482	1,082	1,457	1,832	2,582
-Coal	1,320	4,586	7,116	9,646	14,706

出典: Eletrobras - 2015年計画、SIECESC

\*Thermoelectric Unit(流動床燃焼使用)

## 2.5 石炭鉱業の技術的特徴

28. サンタカタリーナ州では露天掘と坑内掘が行われている。1980年代初頭までは、露天掘が優勢であった。しかし、現在は露天掘の出来る地域は殆ど採掘済みで、露天掘の生産量は全体の15%である。このタイプの採掘は、川の近辺の平らな地域で行われ、剥土が30mに達するものはまれであった。発破後ショベルで剥土された。その後ドラッグラインが導入され、剥土はすぐそばに積まれた。この露天掘法では復旧は行われず、数千ヘクタールの肥沃な土地を破壊した。露天掘は現在 Treviso 社1社だけが行っている。

29. 坑内掘は、Gondwana 堆積層中の Paraná 堆積盆の東部で行われている。炭田はおおよそ長さ 60km、幅 20km である。地質的構造は南側は比較的単純であるが、堆積盆の北東部は複雑である。この堆積構造により、重機械化は必ずしも可能とは限らない。

(a) 採掘と運搬法

30. 現在の採掘法は、“炭柱採掘なしの柱房式採掘法”である。石炭採掘は、完全機械化と Bobcat と称する運搬機による準機械化が採用されている。6 炭鉱のうち 5 炭鉱で Bobcat を使用し、他の 1 炭鉱が完全機械化設備を使用している。Metropolitana 社の Fontanella 炭鉱ではローダー、シャトルカーの代わりにローヘッドダンプでの生産を開始予定である。

31. 完全機械化設備は高い生産性で経済的方法であり、Barro Branco 層の採掘に良く適合している。しかし、設備の組み合わせによるオペレーションが複雑なため、会社自体の十分な組織化、技術的習熟が必要である。

32. Bobcat による準機械化法は、それまで人力操業であった炭鉱の生産性向上に貢献した。しかし、これは採掘の完全機械化へ向けての第一歩にすぎない。完全機械化は、資金の不足と、機械化技術の習得の困難性から、多くの会社が達成できなかった。

33. 準機械化炭鉱の生産性が 120t/h であるのに対して、機械化炭鉱では 250t/h を達成している。1986 年、機械化炭鉱の労働者一人当たりの原炭生産性は、6.2~9.9t/人/方であり、準機械化炭鉱では 2.6~7.1t/人/方であった。

(b) 排水と排水処理

34. 1990 年に生産を開始した CBCA 社の No.3 Mine を除く現在の全ての稼働炭鉱では、過去にピラー採掘による地盤沈下を経験している。これにより多量の水が地下に流れ込み、地下水が汚染された。炭鉱からの排水量は、採掘跡の広さ、ピラー採掘範囲など各炭鉱によって様々である。その範囲は、2,000 から 9,400m<sup>3</sup>/日である。

35. 排水の一部は選炭や粉塵抑制に利用されているが、残りは（これが大部分であるが）採掘切羽から、坑内の作業区域付近に設置されていることが多いローカルポンプステーションに送られ、そこからメインポンプステーションに集められて、地表に送られ放流される。

36. 排水の水質は、FATMA 交付の環境操業許可 (Licenças Ambientais de Operação) に基づき、基本的に月に 1 回測定している。表 1-4 に会社から直接入手した測定

値の例を示す。

表 1-4  
鉱山排水：環境基準と現状

	測定値		環境基準
pH	2.44	-	5.52
固形物 (mg/l)	1925	-	1965
酸度 (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	102	-	905
硫化物 (mg/l)	1056	-	1126
鉄分 (mg/l)	36.87	-	89.82
マンガン (mg/l)	5.11	-	5.83
銅(mg/l)	0.059	-	0.19
鉛(mg/l)	0.00	-	2.85
亜鉛(mg/l)	0.00	-	0.00

<sup>a</sup> "Imhoff cone"法による沈殿固形物の1時間測定

<sup>b</sup> 溶解Mn<sup>2+</sup>

### (c) 選炭

37. 長年、選炭は生産過程の中で、二次的なものと思われていた。採掘された石炭はCPL(予洗炭)として集められ、Cativariの選炭プラントに送られて、鉄鋼用、発電用とに分けられた。粉炭の回収はやっと1973年からスタートした。50年以上の間、粉炭は適切に処理されることなく放棄され、この地域の河川を汚染してきた。

38. 現在、微粉炭の回収を含めた選炭は、各炭鉱それぞれの主要な生産活動の一つである。稼行中の炭鉱の選炭の他、古い選炭ボタの再選炭を専門に行う多くの企業がある。それら企業はボタから石炭を回収し、利益をあげている。

39. サンタカタリーナ州で行われている選炭技術は、ジグによる比重選別である。この地方には、能力100~200 t/hの木製の選炭機があり、これはMcNally社製の複製である。更に大型の(500~600 t/h)鉄製で、ポーランドのKOPEX社の選炭機もある。これらのプラントはいずれもBaum jigである。CBCA社の炭鉱には、ドイツのHumboldt-Wedag社製の能力500 t/hのBatac jigもある。

(d) 生産及び歩留

40. ブラジル鉄鋼業の国内炭使用義務が解除された後は、炭鉱会社は Capivari de Baixo にある Jorge Lacerda 発電所向けの CE 4500 炭 (灰分 42%) の生産に転換し、この地方の鉱山の主要生産物となった。その他はセメント、セラミック、食品工業向けの、灰分 32% から 35% の石炭 (CE 5200) である。

表 1-5  
選炭歩留及び灰分

	th	歩留(%)	灰分 (%)
原炭	3500	100.0	64
供給	1166	33.3	81
ボタ R1	808	23.1	81
ボタ R2	424	12.1	58
CE 4500	1102	31.5	42
微粉炭			
供給	424	12.1	58
ボタ	126	3.6	--
CE4500 に混合	56	1.6	45
再選	161	4.6	--
微粉製品炭	81	2.3	--

2.6 石炭採掘に係る環境面の問題

(a) 固形廃棄物 (ボタ)

41. 炭鉱会社はボタを平らな土地に山積みしたり、採掘跡や選炭機の近くに捨てたりする。ボタ山の管理、ボタの処理方法、リクレーション、植栽の方法に関する規定は、1984年に作られた。この規定は、炭鉱会社と契約したコンサルタントの ZETA 社及び International Engineering SA 社 (IESA) により作成された。これは固形廃棄物と排水処理に関する SEMA(連邦環境特別部)の規則に従ったものである。

42. しかし、その報告書の奨励する規定の実行は不十分である。いくつかの重要な処置が実施されていない。例えば、(i) ボタ山からの排水処理義務 (底部排水)、(ii) 不透性のための粘土の使用、(iii) コンパクターによるボタ堆積層の締め固めなど。地表水排水の規定は特に簡素化されている。一方、ボタ山の堆積及び各ベンチ高 10m は遵守されている。いくつかのケースでは、沈殿池から回収した粘土混じりのボタを、粘土の代わりにボタ山の



防水材として使用している。ボタ山のコンパクションは、ボタ運搬時のトラックの運行のみにより行われている。ボタ山の斜面角は特にきめられていない。いくつかの炭鉱ではブルドーザーにより 24 度以下で形成されている。その他は自然安息角（約 40°）で積まれている。この方法は“ponta de aterro”（尖った盛土）と呼ばれている。

43. 最終処理は粘土による斜面復旧である。ある場所では草を植えてあるが、他の場所では、単に斜面に根と種子混じりの表土を被せただけで、自然植生にまかせただけのところがある。いくつかの炭鉱では、崩壊防止にユーカリを植樹している。しかし DNPM（連邦環境特別部）はユーカリの深い根が粘土の不透水層を破壊するため、ユーカリの使用を止めるよう指導している。また、斜面の雨水の主排水システムとして、コンクリート水路等が設置される。

44. ボタ山の監視は、主にその会社の環境スタッフの支援のもとで選炭プラントの技術者により行われることになっている。しかし、どの会社も環境専門員は雇用されていない。管理は殆ど行われておらず、単に排水状況に関心を示しているのみである。ボタ山の構造や安定性に関しては、管理や監視はなされていない。

#### (b) 排水

45. 選炭機からの排水は、貯炭場、ボタ山（雨水によるもの）からの水と共に、選炭機そばの沈殿池に送られる。炭鉱では多くの目的（選炭、穿孔時の粉塵抑制など）に水は使用されているが、上述の水の全ては消費出来ない。残りの水は、各炭鉱によってその量は 40m<sup>3</sup>/h から 600m<sup>3</sup>/h と様々であるが、坑内採掘による水と同様に、殆どは処理せず放流され、Urussanga 川、Araranuá 川などのように深刻な汚染の原因となっている。

46. 地下や河川への排水の水質は環境の操業許可条件にもとづいて定期的に測定されている。

47. 選炭プラントからの排水は、沈殿池に送られて微粉炭が回収される。排水中の固形物は川への放流の前に処理される。いくつかのケースでは、沈殿池に固形物のみを残し、これをフィルターとして水を透過させている。またある炭鉱では、沈殿池に残った固形廃棄物を浚渫してボタ山に捨てている。他の炭鉱では、沈殿池にそのまま残し、その上を植生のため粘土で覆い、新しい沈殿池を造っている。しかし、新しいボタ捨て場確保が困難

なため、既存の沈殿池を浚渫する傾向にある。

表 1-6

選炭プラント排水：環境基準と現状

	測定値		環境基準
pH	2.940	-	3.390
固形物 (mg/l)	3,457	-	4,895
酸度 (mg/l CaCO <sub>3</sub> )	452.2	-	1,470
硫化物 (mg/l)	2,159	-	3,044
鉄分 (mg/l)	108.1	-	311.6
マンガン (mg/l)	11.16	-	16.86
銅 (mg/l)	0.054	-	0.120
鉛 (mg/l)	0.000	-	3.429
亜鉛 (mg/l)	0.000	-	9.220

\*"Imhoff cone"法による沈殿固形物の1時間測定

\*\* 溶解 Mn<sup>2+</sup>

2.7 炭鉱操業の経済面の問題

48. サンタカタリーナ州の石炭はその地質学的特性（特に高灰分含有量）により、炭鉱の近くで消費される必要がある。原炭中の硫黄分の含有量は、Barro Branco 層では最大 4.5%、Bonito 層では 6%である。選炭により石炭の灰分は 62%から 35~42%に減少する。一方、全硫黄含有量は、4.5%から 1.8~2.5%に減少する。このような特性より、この地方の石炭は選炭後、主に発電所、衣料産業、食品産業、石油化学工業に使用されている。次いで、セラミック産業でのガス化、セメント産業でのエネルギー源としての使用されている。

(a) 主要消費者

49. この地方の石炭は、主に Capivari de Baixo にある Eletrosul 社（ブラジル南部の発電会社）の Jorge Lacerda 火力発電所で使用されている。このプラントの能力は 482MW で、年間約 1,320,000 t の石炭(CE4500)を消費している。事実、火力発電は石炭産業が持続発展するための代表的な消費者である。発電用石炭の展望は、Jorge Lacerda IV の 350MW の発電プラントの 1997 年始めの稼働開始により良好なものがあり、計画では、最大毎月 125,000 t の石炭(CE4500)の消費が予定されている。その他の可能性としては、強いエネルギー需要があつて、現在の発電所の稼働率が現在の 40%から 80%に徐々に上昇すれば、石炭消費は現在の 120,000 t/月から 170,000 t/月に増加するであろう。

50. 他石炭の使用は、過去数年間にかえって減少傾向にある。セメント産業は1991年に石炭生産量の45%を消費したが、1995年はわずか19%である。セラミックス産業と食品産業は3.7%から3.8%とそのシェアを維持しているが、コークス産業は主に中国からの輸入コークスによる強力な競争相手の出現により、1991年の7.1%から1995年の1.3%に減少している。1991年の全石炭消費量は2.7百万トン/年に達していたが、1992年以來2.0百万トン/年に減少している。

(b) 火力発電の環境面の問題点

51. 高灰分、低カロリー、高硫黄分と選炭歩留の低さの結果、この地方の石炭は他のエネルギー源との競争において非常な困難に直面している。高灰分と高硫黄分が最大の問題である。運搬費の高騰に加え、高灰分は粉塵発生と灰処理の問題を発生する。硫黄分は益々厳しくなる環境規則のため、重要な制限要素となる。結局、低選炭得率（Barro Branco層で約30%）のため石炭産業の経済的・財務的生き残りのためには、原炭採掘レベルでの生産性の向上が必要不可欠である。また現在の炭鉱業界の平均稼働率は50~60%であり、これを80~90%に引き上げれば15%から25%のコストダウンとなる。

52. Bonito層は約50%の選炭得率があるため、良好な展望にある。しかしながら、採掘に影響する地質学的特性などの要素が完全に知られていないため、将来調査する必要がある。

53. 他のサンタカタリーナ州の石炭にとって明るい展望としては、選炭なしで使用出来る流動床技術の採用の可能性がある。これは現在、Metropolitana社、CELESC社(サンタカタリーナ州電力会社)及びSiderópolis市において調査中である。

54. 結論として、サンタカタリーナ州の石炭産業の生き残りは、以下の要素に掛かっている。

- ◇ 炭鉱の生産性の向上と一般管理費の削減
- ◇ 高稼働率による規模の経済性
- ◇ 炭鉱近辺での高灰分石炭の消費
- ◇ 流動床法などの高灰分・硫黄分含有石炭のクリーン燃焼技術の発展
- ◇ Bonito層の開発による高選炭得率の達成
- ◇ 石炭産業の投資能力の改善

◇ 環境・健康面に対応した生産・利用技術の適用

2.8 結論及び提言

55. 石炭鉱業の展望は比較的明るい。ブラジルの力強い経済成長継続の結果、エネルギー需要は引き続き高い。Eletrosul社は、Jorge Lacerda 発電所に4番目のユニットを増設し、一方20年間計画(1995~2005)では、2000年から2005年間にサンタカタリーナ州に新規の14ユニット・総能力1750MWを増設する計画である。その結果、石炭需要は1996年の1.3百万トンから2015年の14.7百万トンと11倍に増加する。世界銀行の推定によれば、現在のUS\$36.9/ton(US coal)の低価格から、2005年にはUS\$49/tonと石炭価格の上昇が予測されている。

56. この有望な価格傾向と構造改革<sup>4</sup>があれば、サンタカタリーナ州の石炭鉱業は、経済的に持続出来る産業となる。ある条件下では、この業界は輸入と競争出来、Eletrosul社の石炭需要に対応出来る。しかしながら、採掘・環境の規則の改善、石炭採掘活動の監視・環境保護の強化のための公的機関の相当な強化がなされなければ、石炭採掘活動の増加は環境破壊の結果を招くであろう。この地方は既に1980年連邦布告で国家危険地帯に指定されている。この布告は、過去の石炭採掘活動による環境被害の修復に政府からの特別な援助を得られるものである。

57. 石炭業界がブラジルの火力発電需要を満たしつつ、一方で環境保護を行うために、ブラジルの石炭関係当局が以下の事項を同時に行うことを提言する。

(1) 政策体制の改善

58. MME、DNPM、Eletrobras、及びSNIEC(国内石炭採掘業組合)、SIECSESC(サンタカタリーナ州石炭採掘業組合)を含む炭鉱会社の代表者よりなるブラジル石炭鉱業政策の委員会は、民間と政府の役割を明確にしている。石炭の探査、生産及び市場は政府の干渉なしに民間が行う。公的機関は効率的でクリーンな生産技術の促進、労働者の安全と環境保護の確保を行う役割に限定する。これらの原則は適切であり、ブラジル石炭資源の開発

<sup>4</sup> Santa Catarina 州石炭会社の生産コストは、業界内の会社数が多く、規模の経済性を妨げているため、高い。これらは個人営業の会社も非効率であることを示している。いくつかの改革は、タイトな価格と競争のため、より非効率な会社を困窮させるであろう。

を効率的なものに導いてくれよう。

59. 政府の公約の一部として、政府は石炭生産と石炭市場から撤退した。ブラジルの全ての石炭流通に責任を有していた CAEEB(ブラジル電力援助公社)を廃止し、石炭の価格を生産者とユーザーとの交渉にまかせた。政府はまた CSN(国営製鉄会社)とその石炭生産会社の Carbonifera Prospera 社も民営化し、石炭生産から完全に撤退することをはっきりと示した。

60. しかし、政府はインフレへの影響を惧れて、工業用燃料として石炭の直接的ライバルであるディーゼル油の価格の助成は続けてきた。この処置は石炭価格を低下させる傾向に働き、多くの炭鉱会社が競争困難となり、損失を被っている。いくつかは操業を停止した。燃料価格の補助を停止すればどこか特定の産業活動に悪影響を与えらるるので、政府はブラジルの長期的エネルギー価格の改善を目標として、本問題に関しての総括的スタディを行うべきであると提言する。

## (2) 法的枠組みの改善

61. 鉱業(探査及び開発)は連邦政府により法制化されている。基本的法律は1967年鉱業法で、全ての鉱業活動をカバーしている。石炭鉱業の特殊性と環境に与える影響があるにも拘わらず、石炭鉱業に対する特別法はない。近い将来、石炭鉱業の飛躍的な生産増大が見込まれることを前提とすると、石炭鉱業を良く規制するための石炭採掘に関する特別法の導入を提言する。

## (3) 健康・安全基準の改善

62. サンタカタリーナ州の坑内掘炭鉱の作業条件は不健康で、安全性にも問題がある。騒音、温度、粉塵レベルは、しばしば最大受容限界値を超えるている。ほとんどの炭鉱会社は、他の国では義務的な、例えば救護隊、一酸化炭素用自己救命器、救護隊酸素呼吸器、防爆電気機器などの機器や設備を持っていない。

63. 既存の法律は、ある分野では非常に厳しく、その他の分野では完全に抜け落ちていたりして、一貫性がない。例えば、通気の色度は規定されているが、新鮮な空気的最小供給量は規定されていない。又は、吸入空気中の  $\text{SiO}_2$  粉塵の含有量制限は定められてい

るが、炭塵爆発、引火性についての記載はない。石炭鉱業の魅力を高めるためにも、鉱山労働者の健康・安全保護のために早急に既存規則の強化を図る必要がある。

#### (4) 環境法の改善

64. 既存の環境法は、連邦及び州政府レベルにおいても基本的には適切である。EIA の手順、公的機関の助言・参加と同様に鉱山会社の環境義務が詳細に記されている。しかし、規則は法の実施について十分ではなく、特に跡地復旧、ボタの処理について欠落している。

65. 1984年に、サンタカタリーナ州の炭鉱会社は SEMA の指示に従うため、ボタの処理法、復旧、再植生を含め、法規の解釈とボタ山の管理規定を作るために、2社のコンサルタントと契約した。しかしながら、実施に移されたものは少なく、また法規に取り入れられたものもわずかである。いくつかの重要な事項が実施されていない。例えば、(i) ボタ山からの排水（底部排水）処理義務、(ii) 不透水層のための粘土の使用、(iii) コンパクターによるボタ層の締め固めなどである。これらは今すぐに復活させるか、必要であれば、規則に盛り込むべく更新すべきである。

66. 排水に関する規則は概して適切であるが、炭鉱会社は守っていない。彼らは、周辺の環境が河川中で pH レベルで 2~3 と汚染されているため、法律で要求されているような放流前の中和は必要ないと主張している。このことは過去の過ちを修復する必要性を強調している。即ち、過去の修復なしでは、石炭業界の環境保護におけるいかなる進展もあり得ないことを示している。

#### (5) 取締りと法の執行機関の強化

67. 鉱山は連邦政府によって規制されているため、石炭鉱業は DNPM (技術面) と FATMA (環境面) の両者に監督されている。両機関とも有能で献身的なスタッフを抱えているが、彼らはオーバーワークでしかも十分な給料が支払われていない。DNPM は 32 人のスタッフがあり、このうち 18 人が大学卒で、サンタカタリーナ州では大きな存在感がある。しかし彼らの大部分が州都である Florianópolis にいる。Criciúma の南部地域事務所（そこで全ての炭鉱を監督している）には、CPRM (鉱物資源探査会社) から派遣されたわずか 4 人 (地質技術者 2 名と補助 2 名) がいるだけである。この状況は FATMA も同様で、全スタッ

フ 212 人中わずか 17 人が南部地域 (Criciúma, Tubarão) にいるだけである。DNPM と FATMA の地方事務所強化は、サンタカタリーナ州南部の環境保護の推進のために必要不可欠なことである。技術、資金面を含めた FATMA 強化プログラムは、ブラジル関係当局が協議・承認すべくすでに準備している。これと同様な努力を DNPM に対しても提言する。

68. もう一つの解決せねばならない事項は、炭鉱操業の監視に関して、これら 2 機関の間の責任の明確化と線引きである。法的には、両機関とも責任はある。実際には DNPM のほとんどの業務は、その場その場の状況に応じて行われ、環境面よりむしろ採掘技術面からの視点でなされている。2 機関は、責任区分を明確にして、環境面での見落しのない様な、炭鉱会社に対する定期的監督プログラムを作成し、合意すべきである。他の代替案は、FATMA が DNPM に炭鉱会社の環境監視義務を委任し、DNPM が環境面も含めた全ての監督作業を行う。この解決策は技術的見地から意味あるものである。2 機関が違った目的で同じ会社を監督すれば、必然的に起こりうる重複作業を防止出来る。最後に、石炭産業に対する技術的素地のない FATMA のオーバーワークな状況にあるスタッフが監督業務をしなくすむ。FATMA は環境影響調査や鉱山会社への環境許可に関する権限を保持し続けなければよい。

#### (6) 鉱山会社の操業改善

69. 取締りと環境法規執行機関の強化と平行して、炭鉱会社が効率的で、環境面も適切に配慮した操業が出来るように、彼らの能力の改善も必要である。本章で炭鉱会社の操業状況を論じてきたが、結論は全炭鉱とも正当な手続きで得た環境許可に基づいて操業しているが、概して、環境規則を守っていないことである。いくつかの会社は、環境影響を緩和するために、夜間のトラック運行の制限、発塵防止のための道路散水、汚濁水の滴下を防止するためのカバー等を行っている。しかし、彼らは一般に適切なボタの処理を行わず、排水は基準 (6.0~9.0) の 2~3 倍低い値である pH3~4 で放流し、重金属濃度は、しばしば基準の 10 倍以上である。

70. 隣の州の Rio Grande do Sul 州は、環境基準はサンタカタリーナ州と同じであるが、炭鉱会社は基準遵守になんらの困難も感じていない。ほとんどの会社が遵守するための技術的能力も有している。いくつかの炭鉱では、露天掘によって乱された土地の見事な復旧を行っており、採掘前の状態に回復している。排水基準についても同様に遵守している。炭鉱や選炭機での再使用のために中和さえ行っており、地下や河川への放流はほとんどない。

71. サンタカタリーナ州の炭鉱会社が環境規則を遵守出来ない理由はどこにもない。多くの会社は実施できる技術的能力もある。彼らが遵守しない理由は、一つには既に周囲の環境が汚染されており、かつ遵守するという企業文化がないためであり、また遵守するようにとの圧力も受けておらず、更に、それは余計な仕事であり、生産コストを上昇させると考えているからである。

72. 特に多くの会社が財務的に苦しい状況にあり、この状況を変えるには時間かかる炭鉱会社の会社規模が比較的小さいことから<sup>5</sup>、サンタカタリーナ州関係当局は、個々の会社の必要性に対応できる特別のプログラムを作り、ある期間を定めて、その期間内彼らが遵守するための計画を策定し、個別協議を行うべきである。必要であれば、炭鉱会社が従来の不遵守を止めて、改善計画を実行することを援助するために、州政府からの技術的、財務的支援を、特別プログラムに含めることは可能である。

### 3. 石炭鉱業関連機関と法体系

73. 石炭鉱業はMMEの管轄下にあり、MMEは(i)地質と鉱物資源、(ii)水と水力エネルギー源、(iii)石油鉱業、電力・原子力エネルギー、(iv)鉱業及び製鉄業、にも責任を持っている。鉱山エネルギー省は主にDNPMにその業務の遂行を委ねている。

#### 3.1 Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM

74. DNPMはMMEに所属し、ブラジルの全てのタイプの鉱業に直接的に責任を負っている。DNPMは自主性のある機関として機能し(法第8.876/1994年5月2日)、(i)鉱物資源の探査・開発の計画実行の促進、(ii)鉱業法、鉱泉法、その他関連法・規則に基づき、国内の地質調査、鉱山操業監視の監督、(iii)鉱業法、関連法・規則、の遵守の確保、の責務をもつ。

75. 特にDNPMは、以下に責任を持つ。

⇒ 鉱物資源の探査、開発に対する許可の交付

---

<sup>5</sup> 現在操業中の炭鉱は6山である。



- ⇒ ブラジル（外国を含む）の鉱業界の発展の分析、鉱業生産物の生産及び貿易の統計的資料と情報の保持。
- ⇒ 探査、採掘、選炭、鉱物生産物市場の監視。DNPMは鉱業法を守らない者に対して懲罰を科すことが出来る。
- ⇒ 衛生・安全基準に関する他の公的組織と共に、衛生・安全基準のほか、環境規則の遵守の確保
- ⇒ 小規模鉱山企業の発展援助
- ⇒ 個人組織、小規模鉱山会社のための区域の設定および条件の定義
- ⇒ 責任ある組織とともに、環境・安全・衛生規則の遵守確保に関する補充基準の発布

76. DNPMは法的な人格を持ち、管理上・財務上は自主性を持っている。現在の機構は、鉱業開発計画が1993年9月に国会で承認されてからである。DNPMを自主性のある機構とした他に、その計画は、CPRMを官営企業とし、鉱業法を修正し、国家基本的地質調査計画(Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil)を新設した。また、ブラジルの鉱業界発展のための多年度計画を検討するためのワーキンググループを設立した。

77. DNPMの原資は主に連邦予算からである。しかし、わずかながら鉱山会社に対する罰金、鉱業規則の立案、刊行物の販売、監視・監督、寄付、補助金などからの収入があり、それは法、規則や契約によって定められている。

78. 1990年にDNPMは行政改革で多くの地方事務所を失い、多くの機能が現在の鉱山エネルギー省の前身のインフラストラクチャー省鉱業部に移管された。しかしDNPMはサンタカタリーナ州で依然強力な存在である。その事務所のスタッフは32名（12名の地質技術者と2名の鉱山技術者）で、内18名が大学卒である。その業務計画は膨大で、350件の採掘鉱区の監視、300件の許可、1300件の探査許可と3800件の探査申請がある。事務所は、鉱山開発に関する州や市町の部署と同様、顧客に近接しておく必要があり、またスタッフの生産性向上のための訓練、生涯プランを含むインセンティブプログラムも実施している。南部地域事務所はCriciúmaにあり、CPRMからの出向者の4名の専門家（2名の地質

技術者と2名の補助員)がいる。

### 3.2 鉱業法

79. 現在の鉱業法は、法第227号1967年2月28日により制定され、それは1940年の鉱業法を改正したものである。この法は、鉱業全般を網羅している。石炭鉱業に関する特別な法はない。

80. この法には、“連邦政府は国家の天然資源と鉱物生産物に関する生産、市場、分配の管理に責任を持つ”と定められている。

81. ブラジルで鉱業を行うためには、会社はDNPMを通じて鉱山エネルギー省よりの認可を得なければならない(鉱業法第80項、第84項)。採掘前に、会社は探査計画を鉱山エネルギー省に提出しなければならない。鉱山エネルギー省はDNPMの提言を基に試掘許可を発行する。技術的、経済的に試掘と開発に値する鉱物の存在が確認され、会社が開発段階へ進むことを決定すれば、採掘許可が必要となり、会社のプロポーザルをDNPMが検討した後、採掘許可が発行される。開発要請が受理されれば採掘許可が、鉱業法36-59項に基づき大統領の署名の書類とともに発布される。鉱区は期限なしである(手数料、税なし)。しかし、会社はDNPMによる操業監視に合意し、法に基づく報告書提出に従わなければならない。会社はまた、政府や操業している州の環境規則に従わなければならない。

82. DNPMは法によりブラジルの全稼動鉱山を監視する権限を与えられている。しかし、その役割をより効果的に行うためには更なる技術的、人的な増強が必要である。

### 3.3 Sindicato da Industria da Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina -SIECESC

83. 民間鉱山会社の企業行動を調整し、業界を代表すると共に、鉱業の権利を擁護するために設立されたSIECESCは、鉱山業界と政府当局との間の公的連絡機関となっている。さらに、Eletrosulや他の石炭のユーザーとの価格交渉に際しては、サンタカタリーナ州の炭鉱会社を代表して行なう。

84. SIECESCは、発電用石炭の重要性を高めるのに非常に積極的に活動しており、SIECESCの会員会社がよりクリーンな技術を採用したり、環境保護策を操業に取り入れたりする手助けをしてきた。

85. 1990年の炭鉱危機以来、安価な輸入石炭との競争の状態で多くの会社が閉鎖したことから、SIECESCはその社会的な重みをいく分か失ってしまった。石炭鉱業界は、1980年代半ばでの直接労働力11,000名に対して、現在では同3,500名しか擁しない6社にまで減っている。サンタカタリーナの石炭の将来は、Eletrosulが高灰分・高硫黄含有の石炭のクリーンな燃焼技術を採用することにより、SIECESCの主な仕事はこうした技術をブラジル内で広げることがを支援していくことである。

#### 3.4 Sociedade de Assistência aos Trabalhadores do Carvão - SATC

86. 1959年に炭鉱労働者を支援すべく設立されたSATC(石炭労働者支援協会)は、技術系学校を運営、石炭採掘技能を訓練し、炭鉱労働者の子供たちに対しては高等学校レベルの教科を指導する。管理はSIECESCが行なう。同SATCは分析室も持っており、採掘した製品をTbarãoにあるEletrosulの発電所に送炭する炭鉱会社に対し石炭の品質分析を行ったり、SIECESCの会員会社に対しては選炭工場内の水質分析なども行なう。

### 4. 炭鉱の環境規制

#### 4.1 機関

87. ブラジルでは、環境規制を施行するのは州政府および地方政府の責任下にある。連邦の環境局は主として規範や規制を發布するが、これら規範や規制は州自体の環境政策に従って州令達により補遺されることが多い。石炭鉱業の場合、これが連邦の責任下にあることから、連邦および州の双方の関連局が石炭採掘活動の規制および管理に関わることになる。その主なものを以下に記す。詳細については報告書を参照されたい。

##### (a) 連邦機関

88. ブラジルの基本的な環境立法措置は、1981年8月31日付けNo.6938法律(Ley do Meio Ambiente と呼称)に基づいている。この法律がブラジルの環境政策を定め、国家の環境システムSISNAMA(連邦国内環境システム)を設立し、三つの政府領域(連邦、州、都市自治体)間の環境保護に対する責任の配分を行なっている。連邦レベルでは、SISNAMAを作り上げている機関に次のものがある。

- (i) Conselho Superior do Meio Ambiente - CSMA CSMA (連邦環境上級評議会) は共和国ブラジルの大統領に対し、環境および資源管理に関する国の政策および連邦のガイドラインにつき助言する。
- (ii) Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA CONAMA (連邦環境評議会) は CSMA の行政支援機関である。CONAMA は、連邦の環境政策令達や規範試案、規制案などを作制したり、決定事項や実施ガイドラインを発行して環境法を明確化したり 適用したりする。
- (iii) Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República  
水・環境省が CONAMA の行政事務局およびその技術委員会を支援する期間である。
- (iv) Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA IBAMA (ブラジル環境・再生可能資源協会) は政府の環境政策の執行体であり、1989年 2月 22日付け No.7735 法律による自治統一体として設立されている。
- (v) Fundo Nacional de Meio Ambiente この組織は、資源の理性ある持続可能な使用を助成するプロジェクトに対し資金を調達する目的で設立されたもので、その資金は連邦予算、寄付、法律で定められたその他の資金源から得る。

(b) 州の機関

89. 州レベルにおいては、環境政策および環境管理は通常、州の法律によって定められる。サンタカタリーナ州では、1980年 10月 15日付 No.5793 法律が州の環境政策につき目標やその重要事項を設定しており、同法が実行されるよう制度的な体制を設定している。同法により FATMA を設立し、州の環境政策を実施する責務を FATMA に委託している。FATMA については別の報告で説明する。その他の主な環境関連の協会を簡単に記せば以下の通りである。

- (i) Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM SDM (サンタカタリーナ州都市開発・環境部) は、生態維持性を擁護する諸計画やプログラムを統制的に整合したり、系統立てて説明し実行したりする責務を委託されている。また、特殊な組織を経由して、州政府の環境方策を連邦政府および都市自治体のそれらと統合することも担当する。
- (ii) Conselho de Meio Ambiente - CONSEMA CONSEMA は、サンタカタリーナ州の環境政

策を指揮することを主な目標とする一つの諮問機関である。CONSEMA は SDM の中に組織されている。

- (iii) Fundo Especial de Proteção ao Meio Ambiente 本組織は、環境への損害に対し企業体やその他事業体に FATMA が課した科料や違約金を受け取る機関として設立されたもので、SDM に統治されている。

(c) 都市自治体の機関

90. 環境問題に対する解決を強く求める地域社会の圧力を最初に実感するのは、自治体レベルである。しかし、自治体の機関がもっとも弱いという課題もある。ブラジルの4千の自治体のうち、環境問題に専任する公的機関あるいは行政局はわずかしか存在しない。

91. Criciúma 市のみならずサンタカタリーナ州南部では、十分な職員を配置した環境管理部をもつ都市自治体は全くない。例えば、Siderópolis 市の自治体は、大きな環境問題を抱えておりながら環境担当の職員は1名のみである。州に委託することのできないような次に示す環境問題を少なくとも取り扱うよう、環境管理の観点から自治体を強化する差し迫ったニーズがある。

- ⇒ 土地使用計画：自治体の当局のみがその地域の土地の使用法を決定できるのであって、公園、生態保護、リクレーションなど用途に向け確保しておくべき地域や、商業・工業活動に切り開く場所など自治体が決める。憲法に従えば、20,000 人を越える自治体にはマスター・プランが求められるが、同プランをもつ自治体は数少ない。
- ⇒ 環境影響評価報告書：環境影響評価を必要とするプロジェクトは一般に、同プロジェクト地域に住む全住民に大きな影響を及ぼすことから、環境影響評価は自治体が関与しなければならない一つの分野である。
- ⇒ 汚染の管理と監視：環境と生活の質に影響を与えないよう企業の諸行動を管理し監視することも、自治体当局が委託し得ない責任である。
- ⇒ 鉱業開発：地域社会への環境に大きな悪い影響を与えること、是認されたプロジ

エクト内に記されたような廃坑域を開発会社が確実に回復させる必要性があることから、自治体の関与は避けて通れないものである。

## 4.2 規則

92. 環境の観点から、鉱業活動を規制する主な法律文は次のようなものである。

- ⇒ 1986年1月23日付 CONAMA 決議 No.01 及び 1989年4月10日付連邦法令 No.97.632: 1981年環境法の第2項に記述されているように、これら法令には鉱山会社の環境に関する義務を詳細に明確に説明されている。同法令は、新しい鉱山会社に対し該当環境当局に次の2項を作成し、提出して認可を求めることが必要としている。(1)環境影響評価とそれに相応するレポート(環境影響評価報告書)、(2) 鉱業活動により汚染された地域を回復させるための計画。現存の鉱山会社の場合は180日以内に同計画を提出する必要がある。CONAMA 決議には環境影響評価が必要であるような産業活動を列挙しており、それを準備するための標準や規範を立て、環境影響評価の最小限の技術条件を定義している。しかし、州や自治体当局は、それら自体の規範を補遺或いは設定することができる。これが紛争或いは重複や混乱の起きる可能性のある領域である。一般的には州や自治体当局は、その地域の状況に合うように連邦の規範を適合させているだけである。
- ⇒ 1987年12月3日付 CONAMA 決議 No.09: これは、環境当局が必要とみなした場合、あるいは国民50人以上により求められた場合、環境影響評価の手順にある義務的な公開諮問および参画(Audiência Pública)を義務付けている。
- ⇒ 1990年12月6日付 CONAMA 決議 No.09: これは、全ての鉱業研究や採掘(建設材料の採取のための採石は除外)に対する認可必要条件(Licenciamento)を明確に述べている。鉱業活動の進展の段階如何で三つのタイプの認可がある。(i) Licença Previa は環境影響評価認可の後の研究段階で交付されるもの。(ii) Licença de Instalação は、鉱山会社が環境管理計画(Plano de Controle Ambiental)を提出後、採掘権が容認が与えられる時に DNPMにより求められるもの。(3) Licença de Operação は採掘権が与えられ環境管理計画が認められる時に環境当局により交付されるもの。本決議は実際には、DNPMの責務である採掘認可に関連する技術的業務と、FATMAが応諾事項を守らせなければならない環境上の要件との両者間の業務上での相互関

係を、うまく明確に表現している。

#### 4.3 施行

93. サンタカタリーナ州では、FATMA が環境規制の施行の責務を引き受けていて、主に環境上の認可や EIA に焦点を絞り、採掘の領域やその他汚染の可能性のある産業活動を監視し管理している。FATMA の仕事や効果を以下に述べる。

### 5. FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA)

#### 5.1 設立目的

94. FATMA の主な目的は次のようなものである。

- a) サンタカタリーナ州における環境規制を施行すること。
- b) 環境関連の許認可システムを管理し、汚染原因者自身が承認した汚染防止対策を自ら実行しているかどうかの確認を行なうこと。特に次に示す汚染源からくる固形廃棄物（都市廃棄物、工業廃棄物、病院廃棄物）に重点を置く。(i) 例えば石炭採掘や養豚業など汚染の可能性の高い生産活動のリストに分類された工業、(ii) ホテルやキャンプ場、(iii) 病院や療養所、(iv) 公共用水の下水設備系統。
- c) 州の海岸の清浄さを維持し、水質標準を履行させること。
- d) 連邦政府に代わって漁業活動を監視すること。
- e) 公園、保安林を作る計画の実行。
- f) 生態保護のための科学的、技術的調査を含む特殊プロジェクトの実行。
- g) 合理的な開発を推進する観点から、州の潜在的資源の分析に参画すること。

#### 5.2 組織と要員

95. FATMA は三つの主要な部門で組織されている (Ex-1)。それは、(i) 行政管理と財務、(ii) 汚染管理（工業、田園、都市）、(iii) 環境研究、の各部門である。また、8つの地方事務所もあり、監視や法律施行の業務のほとんどを実行している。

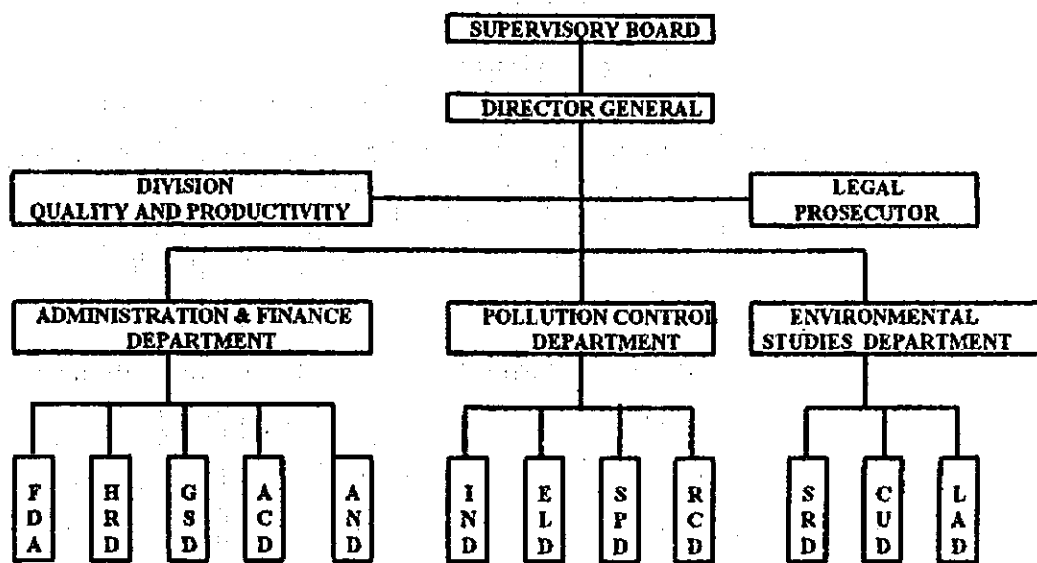
96. FATMA は全部で 212 名のスタッフを擁し、その内の 16 名が Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit -GTZ-(ドイツ国際技術期間) プロジェクトに専属

的に働き、13名が他の組織から FATMA を支援し、13名が休暇不在である。FATMA スタッフの詳細は以下の通り。

- ⇒ 休暇不在の13名と GTZ プロジェクトに専属的に補充している16名を除き、183名のスタッフのうち59名(39%)のみが法律施行業務が行なわれている地域事務所に所属する。残り124名(約3分の2)は Florianópolis 本局に就いている。
- ⇒ 活動スタッフ183名のうち90名(約50%)は環境管理技術者<sup>7</sup>であり、基本的に環境許認可に関する業務に就いていて、残りのわずか93名(支援スタッフを含む)が視察監督、環境規制の法律施行、調査研究などその他活動に従事している。

Ex-1

FATMA の組織



FDA: Finance and Administration Division  
 HRD: Human Resources Management Division  
 GSD: General Services Division  
 ACD: Accounting Division  
 AND: Administration and Cadastre Division  
 IND: Inspection Division

ELD: Environmental Licensing Division  
 SPD: Special Projects Division  
 RCD: Regional Coordination Division  
 SRD: Studies and Research Division  
 CUD: Conservation Units Division  
 LAD: Lab Analysis Division

<sup>7</sup> 環境管理技術者90名の専門分野別の数は次の通りである。生物学13名、地理11名、土木技術8名、生化学6名、工業化学専門6名、公衆衛生技術者5名、化学5名、農学4名、行政官4名、法律家4名、森林専門家3名、測量技師2名、司書2名、会計士2名、教育家2名、化学技術2名、機械技術2名、建築2名、獣医1名、経済学2名、社会学1名、編纂者1名、海洋学1名、芸術教育専門家1名。



### 5.3 運営と主な業務

#### (a) 環境関連の認可

97. FATMA の主な業務は環境関連の認可であり、これは「環境に対して有害の可能性があると見て、リストされた活動を実行する新企業および業務拡大を図る既存企業」のすべてに対し、法律（1980年10月15日付け No.5793 法）で求められている環境認可である。求められている環境認可を取得するためには、企業は次のステップを踏むことになる。

- 第1ステップ： プロジェクトに関する基本的情報、例えばプロジェクトの詳細、地域の限定、活動のタイプ、生産、使用物などを含むプロジェクト内容記載様式（Formulario de Caracterização do Empreendimento - FCE）を完成すること。FCEは、それを認可する立場の FATMA の再審を受け、プロジェクトは第2ステップに進められる。
- 第2ステップ： プロジェクト詳細書類（*Orientação Básica-OB*）の作製。これには、発起人の自己証明、認可を求めるプロジェクトの詳細、認可のタイプ、行政手続き（自治体に求められている書類、DNPM の認定、1986年1月24日付 CONAMA 決議 006/82 法に関する認可請求の発行など）を全うすること、環境影響評価、FATMA のガイドラインに従って作製した汚染管理計画、などが含まれる。採掘、選炭、および石炭の使用を包含する石炭関連プロジェクトは、*Instrução Normativa IN 01* 法にも従わなければならない。同法には次のことが詳細記述されている。すなわち、(i) 地下水汚染のリスクを査定するのに役立つ地質年代学的かつ地質工学的な調査、(ii) プロジェクトに使用される地表水排出システム、(iii) 坑内水の回収、除去、処理のための提案事項、(iv) 廃棄物の運搬とその処分、の各項である。
- 第3ステップ： 環境認可の授与。要請事項や関連書類を精査し、プロジェクト域の現場検査の後、FATMA により環境認可が授与される。FATMA による検査や管理には自治体や他の州、連邦の組織体の検査・管理を排除するものではない。認可は常に、承諾した工事予定に従って、企業がプロジェクトを実現化しているか、環境対策を行っているかによって左右される。

98. 環境認可は疑うことなく重要ではあるものの、例えば都市汚染の管理など等しく重要な他の業務を犠牲にして、スタッフの半数を占有させるわけにはいかない。環境認可の必要条件に従っているかどうかの監視が必要な地域において、FATMA の存在を強調する必要もあるのである。

#### (b) 環境影響評価

99. 環境に悪影響を及ぼす可能性のあるような生産活動や経済活動の場合は如何なるものに対しても、1988 年ブラジル国家基本法により 環境影響評価が求められる。この 環境影響評価は、認証作業が開始される前に実行され、承認を受けなければならない。この 環境影響評価は、その承認を受ける過程で公の協議や参画を含めた公開されたものでなければならない。しかし、この公開された協議や参画の過程で、プロジェクト実施会社の工業的、商業的の秘密事項を侵害することがあってはならない。ブラジルの環境影響評価システムは次のような特徴がある。

- 性質： 環境影響評価はブラジル国家環境政策のひとつの法的手段である。プロジェクトを認めるべきか拒絶すべきかの決定がなされるために、環境影響評価は用いられる。
- 責任： 汚染の可能性のある諸活動に対し認可を与えるための規範や標準を設定するのは CONAMA の責務である。しかし、州や自治体当局は、それら自体の規範を補遺し或いは制定することができる。これが不一致或いは重複や混乱の起る可能性の元である。一般的に、州や自治体当局は、その地域の特別な状況に合うように連邦の規範を適合させているだけである。
- 範囲： CONAMA 決議 No.001/86 は、ダムや道路の建設、危険廃棄物の処理設備、採掘のような大きな基本的開発プロジェクトで 環境影響評価が必要となるような諸活動を特定している。なかんずく、環境影響評価には次のような要素を含めなければならない。これらは 環境影響評価報告書にまとめられる。

⇒ 現存の科学文献や適切な司法書類、現場作業と作業検討、および詳細な実験室分析などの総合的調査。

- ⇒ プロジェクトが直接的・間接的に影響を及ぼす地理学上の限界値の定義付け。いずれの場合も、それにはプロジェクトが位置する川の流域全てが含まれなければならない。
- ⇒ プロジェクトと政府計画やプログラムとの両立性と整合性（CONAMA 決議 No.001/86）。
- ⇒ 物理学的、生物学的（自然生態系）、社会経済学的（地域の環境的徴候）の各面からのプロジェクト地域事前調査（プロジェクト設定前）（法令 No.88-351/83 および CONAMA 決議 No.001/86 の部門 No.6）。プロジェクト現場に関する最初の記述事項は、プロジェクトが「ある」か「ない」かの状態比較をすることで、プロジェクトのメリットを客観的に査定するのに重要な要素となる。
- ⇒ 可能性のある影響力すべての検証と評価（正・負、直接的・間接的、短期・中期・長期、一時的・永久的、可逆可能性の程度、累積特性あるいは相乗特性など）。
- ⇒ 環境への負の影響への矯正或いは軽減を狙った対策についての記述。制御設備と排水処理システムおよびこれらシステムの効率評価に関する説明を含め、環境影響評価は矯正対策案を明確に説明しなければならない、と CONAMA 決議 No.001/85 は規定している。
- ⇒ 保障対策の提案を含めること。
- ⇒ 災害防止対策を含めること。
- ⇒ 社会的費用と便益の概算。得をする者と損をする者とを鑑定することは社会的見地からは特に重要なことである（プロジェクトの結果として利益を受けることになる人と、損を受けることになる人の区分）。

**EIA チーム：** プロジェクト実施会社から独立した、多分野にわたる学問領域のチーム編成によって 環境影響評価が実行されるべきである。同チームはチームが果たした作業での結論には技術的な責任を負うことになる。

公的な参加：一般の人は、プロジェクト実施会社の企業秘密に影響のないような範囲内で環境影響評価チームの作業に従事したり、或いは支援したりすることができる。加えて、環境影響評価報告書は州の公報や地域の新聞に広く宣伝・公布されなければならない。環境影響評価情報の入手は憲法によって認められたブラジル市民の権利である。環境影響評価は二つの面で評価が行なわれる。論評の段階では、いかなる人、協会、環境関連の団体或いは公的機関も、チームが実行中の作業についてチームに対し書面によるコメントを行なうことができる。公的聴取の段階では、FATMA が組織した会合で一般大衆に対して環境影響評価作業の一次結果が提出される。公式に記録されたコメントは環境影響評価報告書と合わせて、FATMA のプロジェクトに関する決定に用いられる。一般聴取は環境影響評価手続きでの最後の段階である。

100. FATMA は、影響を受ける地域社会との協議が必要な大プロジェクトに対してのみ EIA を要求する。石炭採掘に対しては規模とは無関係に、全てのプロジェクトで EIA を求めることも、FATMA の方針である。

(c) 汚染活動に関する監視と規制施行

101. サンタカタリーナ州での主な汚染源は、(i) 工業および市の固形廃棄物、(ii) 豚と鶏の飼育、(iii) 危険廃棄物（石油副産物と病院廃棄物）である。州南部における汚染源は殆どが石炭の採掘と選炭である。

102. 石炭採掘に伴う主な環境問題には次が含まれる。(i) 不適切な排水処理、(ii) 不適切な堆積、輸送、利用或いはボタの処理、(iii) 大気汚染、(iv) 森林や植物への被害、(v) 騒音公害、(vi) FATMA 認可のない装置の設置や設備操業、(vii) 環境への被害の可能性がある事故に関して FATMA への直接連絡の不履行。

103. 環境規制施行において、FATMA は次の処罰を課すことができる。

- 違反が初めての反則行為で、軽く、公衆衛生に危険の可能性がない場合には警告。
- 警告で注意された違反を汚染原因者が改めず、指定された期間内に事態の改善をしなかった場合、或いは公衆衛生に危険の可能性がある場合には罰金。罰金には

軽度（動物群、植物群、有形物に何らの被害もない場合）、重度（公衆衛生に負の影響があったり、動物群、植物群或いは他の資源に被害のある場合）、非常に重度（人間の生活に危険のある場合）の三つがある。罰金の額は、軽度罰金で1日につき R\$8.35～R\$338.5、重度で同 R\$164.5～R\$677.2、非常に重度で R\$420.8～R\$1,025 である。罰金を支払うことで汚染原因者を事態の改善から免除されることはない。

- 当人が罰金を支払わない場合、或いは3年に3回も常習的に違反行為をとる場合、資金供給を拘束。
- 活動を継続する場合に公衆衛生に重大な危険がある場合、活動の閉鎖。
- 認可なしに建設が行なわれた場合、或いは是認されたプロジェクトに規定された協約や規範に違反して建設が行なわれた場合、差し押え或いは取り壊し。
- 環境の改善。罰金に加えて、当人が事態改善するという義務が課せられる。

104. 1995年にFATMAは171件の警告と49件の罰金を課した。もし差し押えや取り壊しの決定がなされた場合、行政手順に従って警察力により制裁が加えられる。

105. 現在の組織構造では効果的な飲害を監視できないとFATMAは考えており、環境関連の認可を含み同領域の活動を管理するのに全てを向けた特別な一団を設けることを提案している。この一団はスタッフ6名（5名の技術者と1名の訓練を受ける人）で構成、車3台、適当なコンピュータ、化学分析設備を与える。その財源は飲業活動の認可手数料から得る。

#### (d) 特別プロジェクト

##### (i) クリーン海岸プロジェクト

106. FATMAは、州の最も価値ある自然資産の一つである海岸の質を保存しようとの狙いから、プログラムを展開してきた。同プログラムでは、FlorianópolisやCriciúma (FUCRI)にあるFATMAの実験室で主要な海岸の水質を分析し評価、1985年6月18日付

No.20 の CONAMA 決議に定義された基準を用いて、優秀、良好、満足、不適當の 4 種類に分類している。その結果は新聞にも掲載され、州内の人々に海岸の実情を報せている。これが実際に、都市自治体に対して主要な収入源の一つ（観光旅行）を保護する強い動機を与えているのである。

#### (ii) Mata-Atlântica プロジェクト

107. このプロジェクトはサンタカタリーナ州に残存する Floresta Atlântica（海岸線沿の貴重動植物存在遅滞）を保護するのが目的であり、地域を区分して監視し、州保護団体の設立、統合検査システムの導入、環境教育や科学研究計画の設定などを通じて州の生物圏保存を強化する。しかし、同プロジェクトは立往生している状態にある。

108. また FATMA は、海外からの資金提供を受けて数多くのプロジェクトを委託されている。例えば、GTZ からの資金提供によるサンタカタリーナ州プロジェクト内の水資源管理がその一つであり、水資源を管理するための技術的・法的基盤を強化し、工業汚染を管理するため FATMA の能力向上を図る点に GTZ の目的がある。また、世銀はマイクロ・ベースン（微小堆積盆地）プロジェクトに資金を提供し、土壌の生産性を回復させ保護して田園地域の汚染を低減し、微小堆積盆地で食物の生産を行なう小規模生産者の生産性向上と収益改善を図るのが狙いである。同プロジェクトは、土壌・水質管理を適切に実行して、農作・森林・田園の土地の持つ特質に従って土地の使用を再検討する点にその目的がある。

#### 5.4 資金源

109. FATMA の資金源は、主に州の予算からきている。1996 年ではその配分は R\$640 万であり、スタッフの報酬、保守、設備購入、投資などの費用に支出した。しかし、資金は州の大蔵省により月単位で特別用途に割り当てられる。現在 FATMA の費用（予算で理論上賄われる額）が月当たり R\$100,000 を越えているのに対して、実際の割り当て額は約 R\$30,000 である。

110. 資金不足を埋め合わせるために FATMA は、州の環境保全特別基金 (FEPEMA) の中で利用できる環境認可からの手数料や、FATMA が提供したその他サービス（例えば RIMA や実験室分析）からの収入を使っている。しかし、これら資金はスタッフの報酬や操業コストなど不可欠な費用を辛うじて賄う程度のものである。FATMA の資金状態は早急

に改めるべきである。

## 5.5 主な課題

111. FATMA は、その効率を阻害するような数多くの重要な課題に直面している。それらを以下に記す。

- ⇒ 制度上の問題： 以下の3点に起因する。(i) 環境保護に関与する種々の公的機関、協会、連合体のそれぞれの間の調整の欠落； すなわち、FATMA、IBAMA、DNPM、都市自治体、州機関、連邦機関、非政府組織（NGO）など。(ii)法律、制令、決議事項が多数存在し、それらの解釈と適用を困難にしている点。(iii) 規定や法を施行する政府機関の間の重複した責任体制。
- ⇒ 組織上の問題： 本局におけるスタッフ数と、取り締まり業務や法施行业務の殆どが行なわれている地方事務所のスタッフ数との不均衡により明らかである。スタッフのさらなる地方分権化や、権限の地方事務所への分散化の必要性は明らかである。
- ⇒ 操業上の問題： 方針や手順が一樣でなく、その結果 FATMA 内での同様の状況に対する取り扱い方が異なることになる。FATMA 内での情報交換を促進するために MIS(マネージメントインフォメーションシステム)の最新化も急ぐ必要がある。さらに、多くの地方事務所は実験室や車輛など、適切な業務遂行のための基礎設備が不足している。
- ⇒ 管理上の問題： 業務計画が十分ではないようである。例えば、作業の影響力を評価するシステムがないし、基本的な指針や課題の順位付けもない。その結果、FATMA は課題を処理するというより、問題に対して反応しているだけである。
- ⇒ 人的資源の問題： スタッフの数は十分でなく、質も低い。全体として、過度に働かされており、動機づけがないようにみえる。スタッフの専門的知識を広げる訓練がまず必要である。さらに、報酬の改善や職能向上計画の強化も必要とみられる。
- ⇒ 資金上の問題： 予算の割り当て問題は急いで解決すべきである。FATMA は機能を果たすべく十分な資金源を必要としている。

## 5.6 強化案の提言

112. FATMA の Criciúma 地方事務所の協力を得て、サンタカタリーナ州の当局が検討できる様に、次に示す強化プログラムを提案した。同計画は FATMA の全体を取り扱っているが、強調点は石炭採掘が位置する南部地方の事務所に対してである。

113. 前記第 5 節で述べたように FATMA のもつ問題点は数多い。そのいくつかはそれ自体の内部組織や管理の仕方によるものであり、環境保護や予算実務に対するサンタカタリーナ州の法や機関の設定そのものに起因するものがある。これらは FATMA の管理範囲を越えているものであるが、FATMA の行動に影響を与えるものとして処理する必要がある。

### (1) FATMA の役割と責任および省庁間調整の改善

114. SDM が議長役となり、FATMA、CONSEMA、DNPM、都市自治体連合、IBAMA およびその他連邦当局で構成するワーキング・グループを設立し、同グループが環境保護におけるこれら異なる各機関の役割の分担を明確に描くという観点から、現存の法律や指令を見直すことを提案する。特に、石炭採掘活動を監視し、環境規制を施行する場合の FATMA、DNPM、自治体の責任の分担に重点を置く必要がある。

115. その作業に続き、FATMA、DNPM、AMREC が、石炭採掘による汚染の監視・管理に関してそれぞれの活動を調整するよう合意すればよい。FATMA の強化については、ここに本提案しているが、自治体や DNPM の法施行力を改善することも同時に提言する。

### (2) 作業計画や作業順序立ての強化

116. サンタカタリーナ州の環境に関する公的機関としての FATMA の責任は重大である。従って、作業の優先順位を設定したり、数少ないスタッフ源を効率的に配置する必要がある<sup>8</sup>。FATMA の上層部は、での組織的な作業計画の設定を取り入れるべきであ

<sup>8</sup> 第 5 節 (操業と主要な仕事) に、FATMA のスタッフの仕事の約 50% は主に環境認可に関するものであることを示した。この仕事は疑いもなく重要であるが、同様に重要な他の仕事、例えば環境規制の施行や水質監視などを犠牲にするべきではない。



る。地方事務所、局 (Gerências)、部(Diretorias)のそれぞれが年間作業計画を作成し、上層管理者と議論し同意を得るような方法を推奨する。同意を得た作業計画を達成する過程での進展状況は、管理者の仕事を査定するのに重要な要素となる。

117. 各局・部の作業順序が統合され、FATMA 全体の総合的作業計画を作り上げる。これら作業計画を情報として使い、機関の優先すべき重要な仕事や年間で予想される仕事について、SDM と話し合いをしたり、合意するための年間「ビジネス計画」を作成することができる。他の国においても、重要な責任を伴い資金源の少ない FATMA に類似するような機関は、こうした方法で、優先事項につき政府当局と合意し、時間や資金源に関する過度の切迫感や意見の食い違いを避けている。厳格な計画を立てておくことは、環境保護を取り扱っている際に必然的に起きる重大局面に対応するのに役立ち得る。

### (3) 内部方針や手順の改善

118. FATMA の内部方針や手順は一定ではなく、時には逆の場合もある。これらを標準化する目的で、FATMA 内にワーキング・グループを設定し、FATMA の方針や慣例を見直すべきである。操業マニュアルを作成し、スタッフに対して作業のあり方を示し、矛盾した慣例を排除することが推奨される。

### (4) 地方事務所の強化

119. 上記第2節（組織とスタッフ配置）で述べたように、環境規制の施行作業の殆どが8つの地方事務所が管轄している。しかし、地方事務所はその仕事を効率的に実行するには人も設備も少ない。現在、FATMA の3分の1のスタッフが地方事務所に配置されていて、残りの3分の2が Florianópolis 本局で働いている。使えるスタッフ源をうまく配置する目的で、本局と地方事務所で行なわれている仕事の量を FATMA が見直すことを推奨する。予備的な分析でも、現在の比率をおそらく逆にすることが可能である。すなわち、地方事務所にスタッフの3分の2、本局に3分の1を配置する。

120. スタッフ移動に加え、地方事務所の法施行の業務責任を効率的に遂行するために、地方事務所は必要な資源と権限を持つべきである。そのためには、FATMA 本部の地方調整部は業務報告を直接、長官に行なうべきである。その調整部は、専門知識が不足している特別な分野、例えば司法上の問題や汚染原因者の起訴、特殊な試験分析などにおいて、

地方事務所の調整担当者に対し、技術的な支援もできるようにする。

121. 石炭鉱業に関し環境規制を施行する責任を受け持つ南部の地方事務所では、多くの仕事を抱えているのに加えて、石炭鉱業活動の監視と管理（上記の 105 項を参照）に専任する特別な一団を作ることを地方調整担当者が提案している。FATMA を強化するという総括的な努力目標のなかで、この提案はさらに検討する価値がある。

#### (5) 第一にスタッフの育成に重点

122. 公的サービス機関としての FATMA の資産は、そのスタッフの質である。第 5 節（主な課題）で述べたように、スタッフは働き過ぎであり、動機づけがないようにみられる。この点を改善するには、FATMA は次の行動を採る必要がある。

- ⇒ スタッフの熟練、特に技術的スキルを向上させるために、総括的訓練計画を導入する。
- ⇒ スタッフの職能を発展させる観点で、現存の新人雇用・要員管理の方針を評価する。
- ⇒ 貴重なスタッフを保留し動機づけするよう財務的なインセンティブ（刺激）を導入する観点から、現存の給与体系を見直す。仕事の分野と給与とをさらに密接に結びつけるために、報酬に関する全体的な方針を再構築する必要がある。同様組織体でうまく運用されているボーナス制度を導入することを FATMA も検討してもよい。

#### (6) FATMA のイメージの引き上げ

123. 多くの他の国の環境当局と同様に、FATMA の仕事は一般大衆にほとんど知られておらず、経済発展に対して迷惑なもの或いは邪魔なものとして見られることが多い。機関を強化するために上記に提案した対策、特に FATMA スタッフの専門技術の向上は、機関のイメージを改善するのに大いに役立つ。しかし、FATMA はその成果を宣伝し、FATMA の仕事に対する支援を住民から得るための広報運動に乗り出すことを考えるべきである。

#### (7) 資金源の増加

124. FATMA の仕事を適切に実行するためには 予算が十分ではない。1996 年では、FATMA は R\$ 640 万 (US\$ 630 万) の予算が配分されたが、FATMA のもつ優先的なニーズ全てをカバーするには、資金配分は少なく不十分である。地方事務所は汚染の可能性

のある企業を適切に検査するための基本的な設備（車、実験室、その他監視用機器）が不足している。スタッフの給与も低く、その結果、仕事に対する士気が低い。

125. 2 国間或いは多国間の金融機関からのローンを期待しているサンタカタリーナ州環境及び石炭鉱業管理改善プロジェクトの中に、FATMA を強化するため、次のアクションに資金を提供することが必要である。

- ⇒ FATMA の仕事を遂行するための設備（車、実験室、コンピュータなど）を強化し近代化するための資金支出。
- ⇒ 上記に述べた強化策を FATMA が実行することを支援するための技術援助。これに含まれるのは FATMA の組織構造の再検討、内部方針と手順の改善、スタッフに対する総括的訓練計画の展開、報酬制度の方針の改善、一般大衆のもつ FATMA イメージを改めるための広報計画への取り組み（上記の(a)から(f)まで）。
- ⇒ FATMA 内の情報の流れを早め、地方事務所との情報交換を改善するための MIS (cm) の確立。
- ⇒ FATMA が専門知識を欠いている分野における熟練者の短期補充や、特殊テストおよび分析への資金調達のための基金の創設。

126. しかし、外部からのローンは、スタッフの給料や FATMA の保守・操業コストなど FATMA が適切に機能することができるために必要な経常的費用としては使用できない。従って、サンタカタリーナ州の行政部が FATMA の予算を増やすことに同意することが肝要である。予算割当の問題も解決する必要がある。プロジェクトの資金を国際機関から調達しようとするならブラジル側は、この様な取組を示す必要がある。予算問題を吟味して、予算の財源に関する推奨策を作るような SDM/FATMA ワーキング・グループを設立し、創設した FATMA の元来の機能を全うするよう十分な資金源を供給することを提案する。