

ブラジル連邦共和国、
リベイラ地域開発計画調査

調査報告書

昭和60年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

ブラジル連邦共和国
リベイラ地域開発計画調査

調査報告書

JICA LIBRARY



1030088[7]

昭和60年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85. 7. 17	703
登録No. 11738	66.1
	MPN

は し が き

日本国政府はブラジル連邦共和国政府の要請に応え、同国の南部に位置するVale do Ribeira地域の鉄山開発計画の可能性を確認し、既存鉄山の操業改善に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質・採鉄・選鉄・インフラストラクチャー調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉄業事業団に委託することとした。

本調査は昭和59年度に実施され、ブラジル連邦共和国政府関係機関、特に鉄山動力省鉄産局の協力を得て予定通り完了した。

本報告書はその調査結果をまとめたものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力いただいたブラジル連邦共和国政府関係機関ならびに日本国外務省、通商産業省、在ブラジル連邦共和国日本大使館及び関係各社の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

昭和60年3月

国際協力事業団

総 裁 有 田 圭 輔

金属鉄業事業団

理事長 西 家 正 起

謝 辞

本報告書は財団法人国際開発センターが国際協力事業団、金属鉱業事業団から委託を受けて行った調査を取りまとめたものである。

調査の目的は、ブラジル連邦共和国の南部に位置する Vale do Ribeira 地域の鉱山の開発計画を立案し、その経済的妥当性を分析することである。

本調査が鉱山周辺の地域開発及びブラジル連邦共和国の経済発展に寄与することを願うものであり、ブラジル連邦共和国と日本国との友好的な協力関係の強化につながることを期待するものである。

調査団のメンバー及び詳しい日程は別表のとおりであるが、訪問先において受けたブラジル政府関係機関の積極的な支援及び日本大使館の御指導に対し、深く感謝するものである。特にブラジル鉱山動力省鉱産局からは貴重な助言と協力を賜った。また、選鉱試験については、大手開発株式会社の協力を得た。

最後に、本調査の実施にあたり、調査上の御指導と御便宜を下さった、外務省、通商産業省、国際協力事業団、金属鉱業事業団、関係各位に対して、深く謝意を表するものである。

昭和60年3月

財団法人 国際開発センター
理事長 河 合 三 良

要 約

1) 今回の調査目的

1984年度、ブラジル連邦共和国政府の要請に応え、前年度までのAnta Gorda地域の協力調査によりPerau地域に確認された約100万tと推定される新鉱床の開発の可能性を検討した。更にこの地域の既存5鉱山の操業改善を提案することとした。

2) 現地調査は1984年11月2日から同年12月5日まで、国際協力事業団・金属鉱業事業団が派遣した各分野の専門家6名と、ブラジル側カウンターパートとの協力により実施した。

3) Perau地域の新鉱床は次のような埋蔵量と品位をもつと推定される。

鉱 量(t)	Pb(%)	Zn(%)	Ag(g/t)	BaO(%)
1,000,000	4.0	2.0	80	18

4) 採掘計画：可採鉱量を924,000tとし、鉱山ライフを最低10年として、年間90,000t、月産7,500tの操業を計画した。開発方法としては、Perau鉱山G-2レベル坑口附近から、400mの立入を入れその350mの位置に立坑300mを掘下げる。開発坑道は立坑を基点として20m間隔に9坑道を掘さくする。採掘は厚層部では残柱式上向採掘法を、薄層部では打柱支保又は部分研充墳による上向採掘法を計画した。人力による操業を多く採用した結果、計画案では、採掘原価t当り平均13.00US\$以下で仕上げることができた。

5) 選鉱計画：選鉱は全量を浮遊選鉱で処理することとし、鉛、亜鉛そして重晶石の優先浮選を実施する系統を採用した。鉛精鉱はPb品位67%、実収率94%、Ag品位1,200g/t、実収率85%、亜鉛精鉱はZn品位53%、実収率83%、重晶石精鉱はBaO品位63%、実収率40%を目標とした。設備費は処理量t当り3.73US\$、処理費はt当り7.3US\$（減価償却費を含まず）となった。選鉱場の公害防止についても、排水処理場、尾鉱処理のための積場を計画した。

6) インフラストラクチャー

輸送計画：鉱山建設および操業にともなう道路の使用については、基本的には既存の道路の使用が可能であるが、一部、排水施設・砂利敷設による補修が必要である。

水 資 源：Perau川の河川水の使用で問題はない。

電 力：既存の送電施設、受電施設では不足であるので、新たな電力を求める必要がある。1986年に南方18kmのTunasまで69kVの送電線が引かれ、さらにAdrianópolisまで延長されるとして、約4kmの引込線と受電設備を鉱山側が負担すれば使用可能となろう。

鉱山従業員：操業時、採鉱115名、選鉱25名、補助管理部門16名、計156名である。

鉱山キャンプ：鉱山に徒歩で通勤できる位置におき、学校、教会、診療所などを備える。

- 7) 既存の5鉱山の操業改善：既存の5鉱山Furnas, Panelas, Barrinha, Rocha, Perauの操業改善については、各鉱山とも今後探鉱を強化して埋蔵量の確保を計り、組織的な技術を探鉱・選鉱に導入して鉱山操業の安定化をめざした経営をすることが必要である。
- 8) 新鉱床の開発、そして既存5鉱山の安定的操業は、この地域住民に雇用を促進し、更に機器、資材の購入を促す。また、インフラストラクチャーの整備は、住民生活を豊かにし、他産業の振興を促すなどの利益をもたらすと考えられる。
- 9) 総合評価：経済分析の結果によれば、生産される精鉱中の金属の国際価格が調査時点より10%下がったとしても輸入する場合よりは国民経済的には有利であり、本計画は実行する価値を持っている。しかし、財務分析によれば、精鉱の価格が現行の20%増程度に上昇しなければ民間開発投資の気運は動かないと云える。現在の精鉱価格において、本計画を実行に導くためには、現行の制度、政策を投資者に有利にするため、たとえば資機材への間接税の払い戻し、鉱産税(IUM)の軽減、あるいは政府融資の利子低減、限度額の拡大などの措置が必要とされよう。

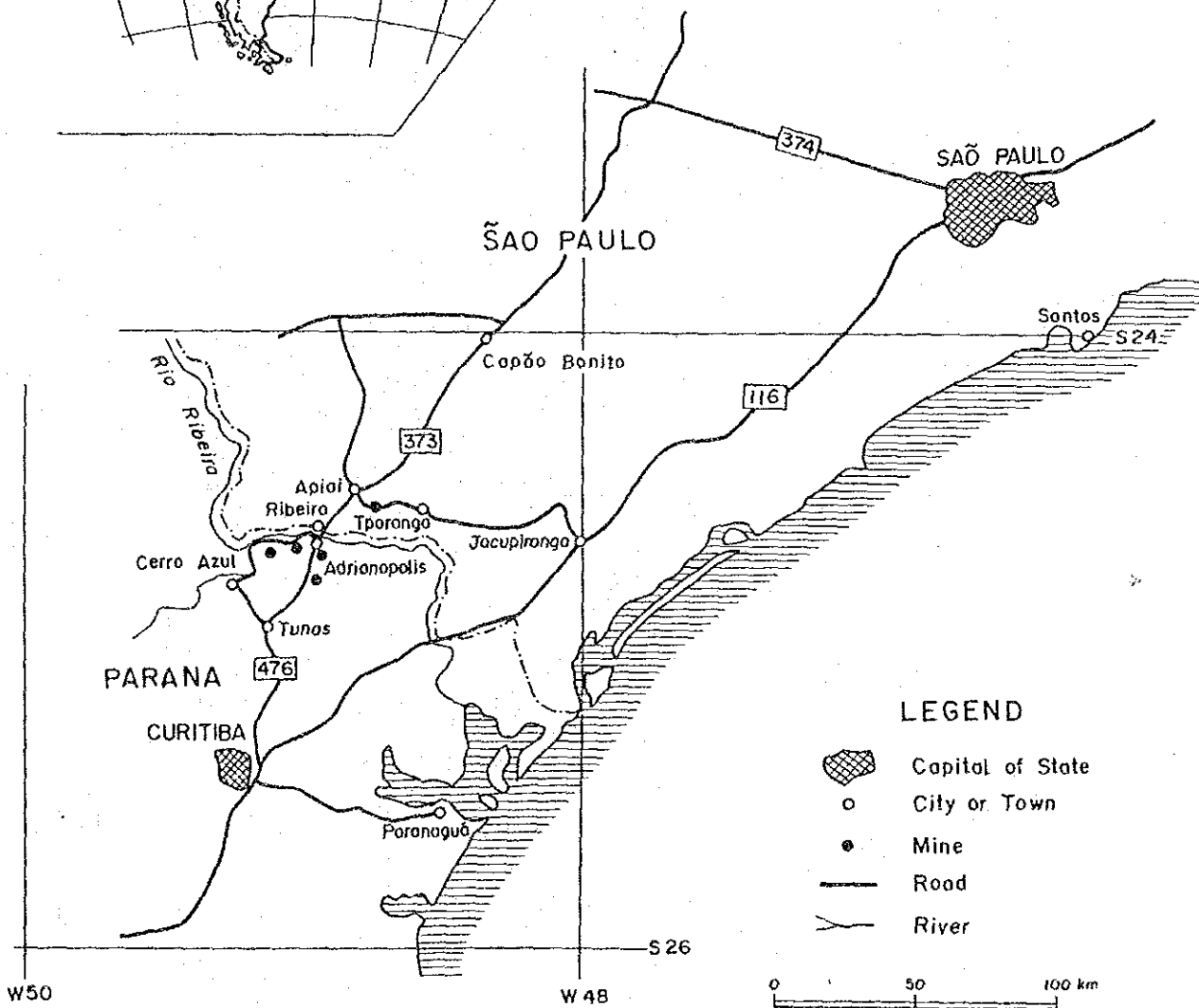
既存諸鉱山が操業縮少の傾向にあり、失業問題が顕著になりつつあるRibeira地域において、新鉱床の開発は同地域の経済と社会に大きな貢献をもたらす。



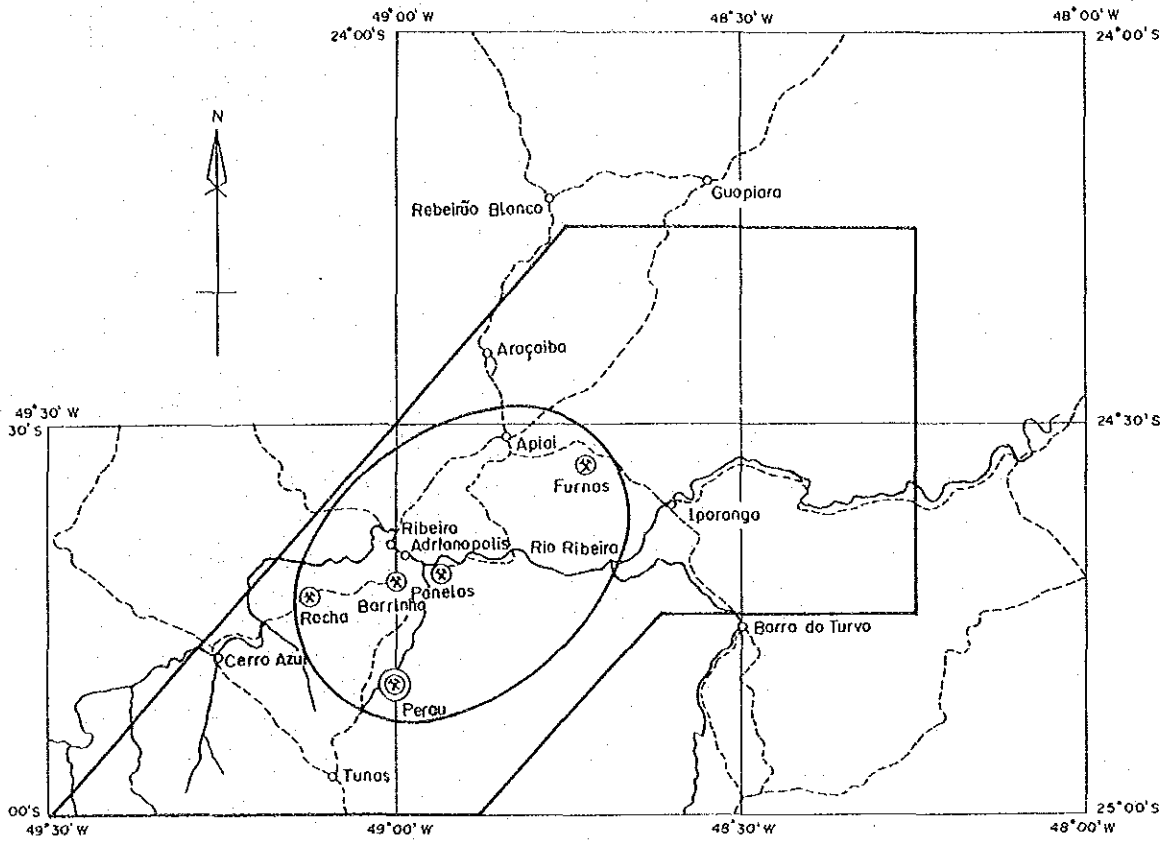
Proposed area for new dressing plant



Proposed adit mouth for new deposit

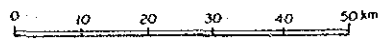


プロジェクト地域図

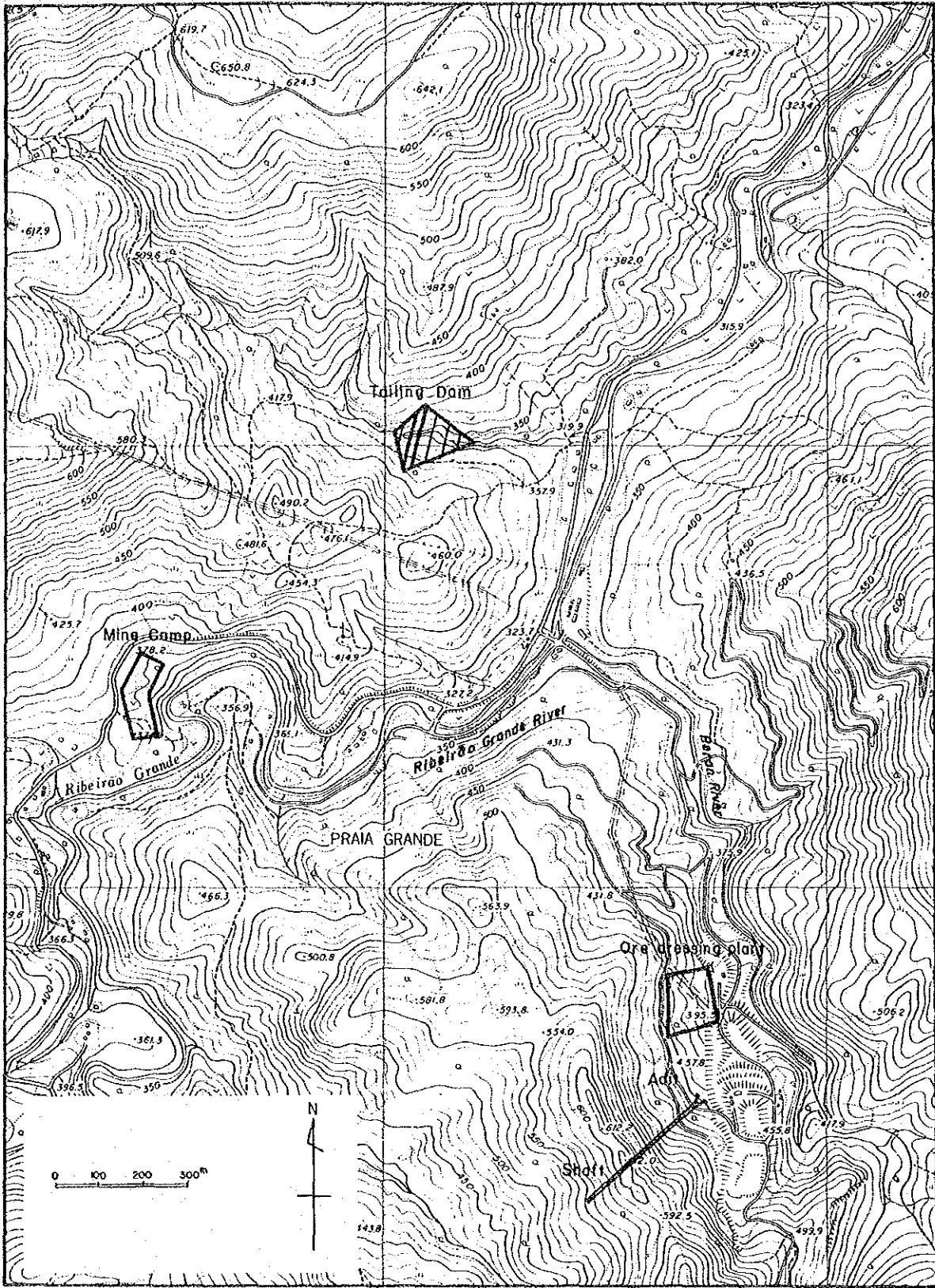


LEGEND

- | | | | |
|-----|--------------------|---|---------------------------------------------------|
| ○ | City or Town | ⊗ | Survey area of new deposit |
| --- | Road | ▭ | Area of Anta Gorda
(Investigated in 1980 ~ 83) |
| ~ | River | ○ | Area of Vale do Ribeira
(Investigated in 1984) |
| ⊗ | Mines for studying | | |



調 査 地 域 図



開發設備配置圖

目 次

は し が き

謝 辞

要 約

選鉱場、坑口予定地の写真

プロジェクト地域位置図

第 I 章 序 論	1
第 1 節 調査経緯	1
第 2 節 調査目的と範囲	4
2-1 調査目的	4
2-2 調査範囲	4
第 3 節 調査地域概要	5
3-1 位置及び交通	5
3-2 地形及び水系	7
3-3 気候及び植生	7
第 4 節 調査手法の概要	9
第 5 節 調査関係者及び日程	10
5-1 調査関係者	10
5-2 調査日程	12
第 6 節 ブラジルの鉛・亜鉛・銀の需給状況および鉛・亜鉛鉱床	15
6-1 需給状況	15
6-2 鉛・亜鉛鉱床	16
第 7 節 ブラジルにおける鉛・亜鉛鉱山および製錬所一覧	21
第 II 章 鉱山開発	23
第 1 節 地質・鉱床及び埋蔵鉱量	23
1-1 地 質	23
1-1-1 広域地質概説	23
1-1-2 Perau 地域の地質概説	27
1-2 鉱 床	27

1-2-1	Perau 鋳床及び新鋳床	27
1-2-2	鋳床のポテンシャル	29
第2節 探 鋳		39
2-1	前提条件	39
2-1-1	可採粗鋳量及び品位	39
2-1-2	操業規模と鋳山ライフ	39
2-1-3	出鋳品位	39
2-1-4	就業時間と操業方数	39
2-2	開発計画	39
2-2-1	計画の概要	39
2-2-2	捲揚機及びワイヤーロープ	40
2-2-3	立坑開さく	43
2-2-4	坑道開さく	49
2-2-5	開発工事量	49
2-2-6	開発期間	49
2-3	操業計画	49
2-3-1	探鋳計画	49
2-3-2	採鋳計画	55
2-4	部門別計画	57
2-4-1	支 保	57
2-4-2	運 搬	59
2-4-3	圧 気	59
2-4-4	通 気	60
2-4-5	排 水	60
2-4-6	電 力	62
2-4-7	用 水	62
2-4-8	附属設備	63
2-4-9	保安衛生	63
2-5	人員計画	63
2-5-1	開発時の組織	63
2-5-2	人 員	63
2-6	投資費用	66

2-6-1	投資機器	66
2-6-2	開坑費	66
2-6-3	人件費	66
2-6-4	施設工事費	66
2-6-5	電力費	66
2-6-6	投資費用総括	66
2-7	操業費用	66
2-7-1	物品費	66
2-7-2	人件費	66
2-7-3	電力費	66
2-7-4	償却費	67
2-7-5	操業費用総括	67
2-8	技術的問題点	67
2-9	総括	67
第3節	選 鉱	86
3-1	選鉱設備	86
3-1-1	設計基準	86
3-1-2	主要機械設備	86
3-2	処理系統	91
3-3	操業見込成績	91
3-4	初期投資費用	91
3-5	操業費用	91
3-6	総括	91
第4節	たい積揚	102
4-1	たい積場の位置	102
4-2	たい積場の設計	102
4-3	その他の施設	102
4-4	たい積場の工事費	102
第5節	補助・管理	111
5-1	補助施設	111
5-2	人員計画	111

第Ⅲ章 インフラストラクチャー	115
第1節 輸 送	115
1-1 輸送施設の現状	115
1-2 輸送需要	119
1-3 費用の算定	120
第2節 水 資 源	120
2-1 水利用の背景	120
2-2 鉾山の水需要	125
2-3 用水供給施設費用	127
第3節 電 力	128
3-1 電力供給の背景	128
3-2 鉾山の電力需要	132
3-3 電力供給施設費用	132
第4節 通 信	133
第5節 鉾山キャンプ	133
5-1 周辺の労働力	133
5-2 鉾山キャンプの必要性	134
5-3 鉾山キャンプ施設費用	134
第Ⅳ章 総合評価	139
第1節 総合評価の意義と諸前提	139
第2節 財務分析・経済分析の手法	140
2-1 財務分析	140
2-2 経済分析	141
第3節 便 益	144
3-1 財務便益	144
3-2 経済便益	145
第4節 費 用	147
4-1 財務費用	147
4-2 経済費用	153
第5節 内部収益率の推計	153
5-1 内部財務収益率	153
5-2 内部経済収益率	153

第6節 感度分析	156
第7節 総合評価	157
追記 ブラジルの税制	158
第V章 Ribeira地域における既存の5鉱山	161
第1節 Ribeira地域における鉛/亜鉛鉱床	161
第2節 各鉱山の調査結果	161
2-1 鉱山別調査結果	164
2-1-1 Perau鉱山	164
2-1-2 Furnas鉱山	164
2-1-3 Panelas鉱山	165
2-1-4 Barrinha鉱山	165
2-1-5 Rocha鉱山	166
第3節 当該プロジェクトが地域開発・地域住民に及ぼす影響	166
第VI章 結論と将来展望	169
6-1 結 論	169
6-2 将来への展望	169
付録(1) 調査写真集	
(2) 参考文献	
(3) Ribeira地域・鉛鉱石年度別出坑量	

図 表 一 覧

第 I 章

- 表 I - 1 鋳物埋蔵量 (1982)
- 表 I - 2 主要鋳物産出量
- 表 I - 3 1980 ~ 1983 年における鋳床探査
- 表 I - 4 主要都市の気温と降水量 (1980)
- 表 I - 5 亜鉛および鉛鋳石の生産量
- 表 I - 6 亜鉛および鉛金属の生産量
- 表 I - 7 亜鉛および鉛の消費量
- 表 I - 8 亜鉛および鉛の輸入量
- 表 I - 9 亜鉛および鉛の輸出量
- 表 I - 10 銀の生産量
- 表 I - 11 銀の消費量
- 表 I - 12 銀の輸出入量

- 図 I - 1 鋳山開発のフローチャート
- 図 I - 2 ブラジルの平均気温
- 図 I - 3 ブラジルの雨量
- 図 I - 4 ブラジルにおける鉛・亜鉛生産地域

第 II 章

- 表 II - 1 - 1 Anta Gorda 地域地質総括表
- 表 II - 1 - 2 ボーリングコア品位
- 表 II - 1 - 3 Perau 新鋳床の埋蔵鋳量

- 図 II - 1 - 1 ブラジル地質構造図
- 図 II - 1 - 2 Anta Gorda 地域地質概略図
- 図 II - 1 - 3 Perau 地域地質及び地質断面図
- 図 II - 1 - 4 新鋳床のアイソバック図及び鋳面位置図
- 図 II - 1 - 5 Perau 地質鋳床断面図
- 図 II - 1 - 6 Perau 鋳床截面図

表Ⅱ-2-1	可採粗鉄量及び品位
表Ⅱ-2-2	立坑開さく機器
表Ⅱ-2-3	立坑開さく人員表
表Ⅱ-2-4	立坑開さく工程表
表Ⅱ-2-5	坑道開さく機器
表Ⅱ-2-6	開発工事量
表Ⅱ-2-7	開発工事量(運搬坑道)
表Ⅱ-2-8	採掘能率試算
表Ⅱ-2-9	圧気消費機器
表Ⅱ-2-10	圧縮機仕様
表Ⅱ-2-11	電力消費量
表Ⅱ-2-12	附属設備
表Ⅱ-2-13	人員表
表Ⅱ-2-14	投資機器
表Ⅱ-2-15	開発費用
表Ⅱ-2-16	開坑費単価(主要坑道)
表Ⅱ-2-17	開発工事工程表
表Ⅱ-2-18	開発工事工程表(立坑掘上)
表Ⅱ-2-19	開発工事工程表(立坑掘下)
表Ⅱ-2-20	開発工事工程表(掘上)
表Ⅱ-2-21	採鉄費単価
表Ⅱ-2-22	人件費
表Ⅱ-2-23	施設及び建家建設費
表Ⅱ-2-24	開発電力費
表Ⅱ-2-25	電力原単位
表Ⅱ-2-26	投資費用総括
表Ⅱ-2-27	操業物品費
表Ⅱ-2-28	操業人件費
表Ⅱ-2-29	操業電力費
表Ⅱ-2-30	償却費

表 II - 2 - 3 1	操業費用総括
図 II - 2 - 1	開発断面図
図 II - 2 - 2	立坑開さく図
図 II - 2 - 3	立坑構造図
図 II - 2 - 4	堀上げ開さく法
図 II - 2 - 5	残柱式採掘法
図 II - 2 - 6	関連施設配置図
表 II - 3 - 1	取扱粗鉱の分析値・他
表 II - 3 - 2	操業仕様
表 II - 3 - 3	主要機器設備一覧
表 II - 3 - 4	人員配置及び人件費
表 II - 3 - 5	主要物品の単位，原単位，使用量および費用
表 II - 3 - 6	操業見込
表 II - 3 - 7	選鉱場初期投資費用
表 II - 3 - 8	選鉱操業費
図 II - 3 - 1	選鉱関係設備位置図
図 II - 3 - 2	選鉱場機械配置図
図 II - 3 - 3	選鉱フローシート
表 II - 4 - 1	堤体の仕様
表 II - 4 - 2	捨石たい積場工事予定
図 II - 4 - 1	たい積場平面図
図 II - 4 - 2	流域図
図 II - 4 - 3	堤体断面図
図 II - 4 - 4	たい積場の尾鉱たい積計画図
図 II - 4 - 5	本流暗渠計画図
図 II - 4 - 6	非常排水路隧道，支流暗渠計画図
図 II - 4 - 7	山腹水路断面図

- 表Ⅱ-5-1 各種建築物建設費
- 表Ⅱ-5-2 補助部門の主要機材費
- 表Ⅱ-5-3 補助管理部門の人件費

図Ⅱ-5-1 鉦山会社組織

第Ⅲ章

- 表Ⅲ-1 精鉦の輸送量
- 表Ⅲ-2 精鉦輸送の年経費
- 表Ⅲ-3 Adrianópolis (Capela da Ribeira) の降水統計
- 表Ⅲ-4 Rio Ribeira do Iguape (Capela da Ribeira) の流量統計
- 表Ⅲ-5 用水供給施設の初期投資費用
- 表Ⅲ-6 Ribeira 地域の電力消費
- 表Ⅲ-7 電力需要
- 表Ⅲ-8 電力供給施設の初期投資費用
- 表Ⅲ-9 通信施設の初期投資・他の費用
- 表Ⅲ-10 鉦山キャンプ建設の初期投資費用

- 図Ⅲ-1 Ribeira 地域の輸送施設
- 図Ⅲ-2 Adrianópolis 郡の道路網
- 図Ⅲ-3 Rio Ribeira do Iguape と Rio do Perau の流域
- 図Ⅲ-4 Ribeira 地域の送電線網
- 図Ⅲ-5 鉦山キャンプの位置

第Ⅳ章

- 表Ⅳ-1 年間財務・経済便益 (第6年度より第15年度まで)
- 表Ⅳ-2 採鉦部門の年別財務費用
- 表Ⅳ-3 選鉦部門の年別財務費用
- 表Ⅳ-4 年別財務費用のまとめ
- 表Ⅳ-5 減価償却, 借入れ, 返済, 利子支払いの予定額
- 表Ⅳ-6 損益計算書と資金繰り表
- 表Ⅳ-7 年別経済費用のまとめ
- 表Ⅳ-8 内部財務収益率

表Ⅳ - 9 内部経済収益率

表Ⅳ - 10 営業収入に対する感度分析

第Ⅴ章

表Ⅴ - 1 鉱山調査一覧表

図Ⅴ - 1 Ribeira地域鉱山地図

図Ⅴ - 2 Ribeira地域開発フローチャート

第 1 章 序 論

第 1 章 序 論

第 1 節 調 査 経 緯

21世紀はブラジルの時代と云われる。その理由の一つに、ブラジルの広大な国土と、そこに生産される豊かなる鉱物資源の存在があげられる。

特に埋蔵量の多いものに鉄鉱石、ボーキサイト、マンガン、燐鉱石、マグネシウム、ニッケル、ウラニウム、カリウム等があげられる(表1-1)。

1981年の鉱産物産出量では、金属部門では鉄鉱石が圧倒的に多く1億2,300万tで、鉱物輸出の7割を占めており、総輸出額の8%を占めている(表1-2)。

政府は、鉱物資源開発計画(1981~1990)を策定し、アルミニウム、鉄鉱石を中心として、この10年間に7,000万US\$を投資することを予定している。

このプロジェクトでとりあげた、鉛、亜鉛、鉛、亜鉛については、第5節でくわしく解説するがブラジルにおける産出量は少ない。1983年におけるブラジルでの鉛、亜鉛の産出量は精鉛(60.5% Pb)で2万t、亜鉛の産出量は精鉛(18.0%)で12万tである。

これはブラジルにおいて鉛、亜鉛の埋蔵量が少ないことを意味するものではなく、ブラジルという広大な国土において、未探鉱地域の大きいことを意味するものであろう。

本調査の対象となるRibeira地域は、ブラジルの主要産鉛地域として古くから知られている。ブラジル連邦共和国政府鉱山動力省鉱産局(Departamento Nacional da Produção Mineral-DNPM)は、当地域の鉛、亜鉛床のポテンシャル性に注目し、新鉱床の発見と効果的な探査手法の把握を目的として、1980年8月4日付で当地域における協力調査を日本側に要請した。これに対し、国際協力事業団、金属鉱業事業団は、1980年に調査計画のための調査団を派遣し、対象地域の選定を行った。その現地調査及びその後の折衝により、対象地域をAnta Gorda地域としてScope of Workの同意が得られ、1980年から4年間にわたり調査が実施された。

その調査には、地質調査、地化学探査、物理探査及びボーリング調査が段階を追って実施され、各年次における調査量は、表1-3に示すとおりである。これらの調査の結果は、次に示す事項である。

- (1) 地質層序、地質構造の解明を行い、特にAçungui層群が細分された。
- (2) 既存鉱床がPerau型層状鉛、亜鉛床とRocha型脈状~不規則塊状鉛、亜鉛床に分類された。
- (3) 地化学探査によりFurnas地域に1箇所、また、物理探査(IP, SIP法)により2箇所の有望な異常域を把握した。
- (4) Perau地域において実施したボーリング調査により、亜鉛と重晶石を伴う鉛の新鉱床を確

表 I - 1 鈦物埋藏量 (1982)

	Ore reserve (million ton)
Metallic ore	
Bauxite	3,268
Iron ore	16,694
Manganese ore	208
Copper ore	13
Non metallic ore	
Kaolin	998
Phosphorous ore	218
Limestone	594
Magnesium ore	168

Source : Ministério das Minas e Energia,
Sumário Mineral 1983

表 I - 2 主要鈦物產出量

		(unit: ton)		
		1979	1980	1981
Non metallic	Asbestos	2,422,420	2,602,501	1,992,766
	Sand	17,958,925	24,743,536	35,876,151
	Clay	3,900,119	5,581,826	21,601,433
	Limestone	45,055,723	50,170,037	52,065,725
	Kaolin	1,343,005	1,156,447	1,063,480
	Doromite	1,711,612	1,354,042	1,960,783
	Phosphorous ore	12,477,699	16,532,858	16,441,359
	Granite	42,684,237	47,031,817	49,225,056
	Bauxite	2,883,745	6,688,015	6,969,140
Metallic	Copper ore	599,687	3,699,735	4,345,195
	Chromium ore	891,543	833,935	926,413
	Iron ore	117,502,304	139,699,735	122,709,441
	Manganese ore	2,809,167	3,044,320	3,165,744
	Titanium ore	6,688,748	-	2,910,420
	Zinc ore	545,142	1,153,114	721,041

Source: Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional da Produção Mineral

表 1 - 3 1980~1983年における鉱床探査

Item	Phase I (1980)	Phase II (1981)	Phase III (1982)	Phase IV (1983)
Period	Jan. 12 ~ Apr. 4, 1981	Jul. 3 ~ Oct. 22, 1981	Jul. 2 ~ Oct. 21, 1982	Aug. 26, 1983 ~ Feb. 7, 1984
Geological Survey (km ²)				
Reconnaissance Survey	5,800	-	-	-
Semi-detailed Survey	-	1,200(Southern Part)	1,000(Northern Part)	-
Detailed Survey	-	10(Perau) 4(Rocha)	2(Perau) 8(Barrinha)	10(Furnas)
Photo-interpretation (km ²)	5,800	-	-	-
Topographic Mapping (km ²)	-	1,200(1 : 25,000) 100(1 : 10,000)	1,000(1 : 25,000)	-
Geochemical Survey				
Interpretation of Existing Data	5,800 km ²	-	-	-
Detailed Survey	-	On the Perau ore Horizon	-	-
Geophysical Survey				
Aeromagnetic Interpretation	6,750 km ²	3,250 km ²	-	-
Gravity Survey	-	100 km ²	-	-
IP Method	-	30.2 km (Perau)	10 km (Perau) 14 km (Barrinha)	12 km (Furnas)
Spectral IP Method	-	5 km (Perau)	6 km (Barrinha)	4.5 km (Furnas)
Drilling	-	-	912.20m (3 holes)	931.6m (3 holes in Perau)
Laboratory Work				600m (2 holes in Barrinha)
Thin Section	61	100	90	26
Polished Section	51	50	53	32
Assay (ore)	108	52	81 (37)*	44 (22)*
do. (rock)	12	51	120	-
X-ray	54	56	-	-
Soil	-	113	-	-
Pb Isotopic Analysis	-	4	20	-
Fossil	11	-	-	-
Physical Property Measurement	Magnetic susceptibility 56	Density 58 PFE. Resistivity 30	PFE. Resistivity 49	-

* Samples from Drilling

認した。

(5) 当該地域の鉛鋳床に対する、SIP法による物理探査の有効性が判明した。

上記の成果のうち、(4)のPerau地域における新鋳床の確認は特筆に値すべきものであり、推定鋳量100万t、平均品位はPb；4.0%、Zn；2.0%、Ag；85g/t、BaO；14%と見込まれる。

ブラジル政府は、これらの成果を踏まえてRibeira地域における、Perau新鋳床のインフラストラクチャアの整備を含む、鋳山開発計画とその経済評価を中心とする予備的可能性の調査の実施について日本政府に協力を要請した。

国際協力事業団と金属鋳業事業団は、ブラジル鋳山動力省鋳産局と協議し、昭和59年9月27日付けで本件に関するScope of Workを締結した。本協力調査は名称を「Ribeira地域開発計画」とし、上記Scope of Workに基づいて実施されたものである。

第2節 調査目的と範囲

2-1 調査目的

本調査は、São Paulo州、Parana州にまたがるRibeira地域内Perau地域に存在することが確認された推定鋳量約100万tの含銀鉛—亜鉛—重晶石の層状鋳床について、現時点での最適の条件でその開発の可能性を検討する。さらにこの地域に存在する、Perau、Rocha、Panelas、Furnas、Barrinhaの各鋳山を包含する地域全体を総合的に調査解析することにより、この地域の鋳山開発と地域開発の方向を提案することを目的とする。

主要な調査課題としては、次の3項である。

- (1) Perau鋳山周辺の推定鋳量100万tに及ぶ含銀鉛—亜鉛—重晶石鋳床を企業ベースの収支採算と、国家ベースの最適利用計画をたてて、その妥当性を検討する。
- (2) Ribeira地域におけるPerau鋳山、Rocha鋳山、Barrinha鋳山、Panelas鋳山、更に北方のFurnas鋳山を調査し、埋蔵量、採鋳の生産性、採掘法、選鋳法などの検討を行い、再開発のため改善すべき問題点を提起する。
- (3) 鋳山開発を実施することによる周辺地域開発及び住民への影響を予測し、開発の方針を提案する。

2-2 調査範囲

(1) 鋳山開発

当地域、鉛—亜鉛—重晶石鋳床の採掘計画、さらに選鋳計画の設定に必要な資料を集め、同鋳床の開発の可能性を検討し、最適な開発計画を立案する。

(2) 交 通

交通施設，特に道路関係の整備について調査し，資材の搬入，精鉱の搬出，労働者の通勤等について適切な整備計画をつくる。この計画は鉱山開発のみならず，地域住民の利便をも考慮する。

(3) 電 力

Ribeira 地域の電力需給状況を調査し，鉱山開発に伴う必要電力の供給源及び最適の供給方法を計画する。

(4) 用 水

鉱山に必要な工業用水，及び生活用水の最適な用水供給計画を立てる。

(5) 従 業 員

鉱山周辺における労働力の調査，政府の労働政策，労働慣習，賃金形態等を調査し，労働力の確保計画を立てる。又，従業員及びその家族の住む鉱山キャンプの計画にもふれる。

(6) 総合評価

国家ベース判断のための内部経済収益率と民間企業ベース判断のための内部財務収益率を求め，開発の規模，開発の期間を検討し鉱山開発計画案を提出する。

以上の項目をまとめて，鉱山開発のフローチャートを図1-1に示す。

第3節 調査地域概要

3-1 位置及び交通

本調査地域は，ブラジル最大の大都市 São Paulo（人口約1,000万人）の南西約300 kmに位置し，Ribeira河を挟んでSão Paulo州とParaná州の両州にまたがっており，Ribeira地域とよぶことにする。

調査地域のほぼ中央を州道（São Paulo州道373号線，Paraná州道476号線）が通っており，今回の現地調査のベースキャンプとなったApiaí（アピアイ，人口8,000人）は，調査地域内の最大の町で，São Paulo市から約320 km離れており，車で5時間を要し，又Paraná州の州都Curitiba市（人口100万人）からはTunas経由で170 km，車で4時間で達する。Adrianópolisと上記Apiaí間は40 km離れており，車で1時間を要す。ただしAdrianópolis～Curitiba間は未舗装道路である。

調査地域の東側には，São Paulo市～Curitiba市間の幹線道路（州道116号線）が通っており，途中のJacupirangaからIporanga経由でApiaíまで未舗装道路（115 km）が通り，車により3時間で達する。

なお，São Paulo州とParaná州の州境のRibeira町から，São Paulo市及びCuritiba市行きの定期バスが1日数便運行されている。São Paulo～Curitiba間の航空便も1日数便

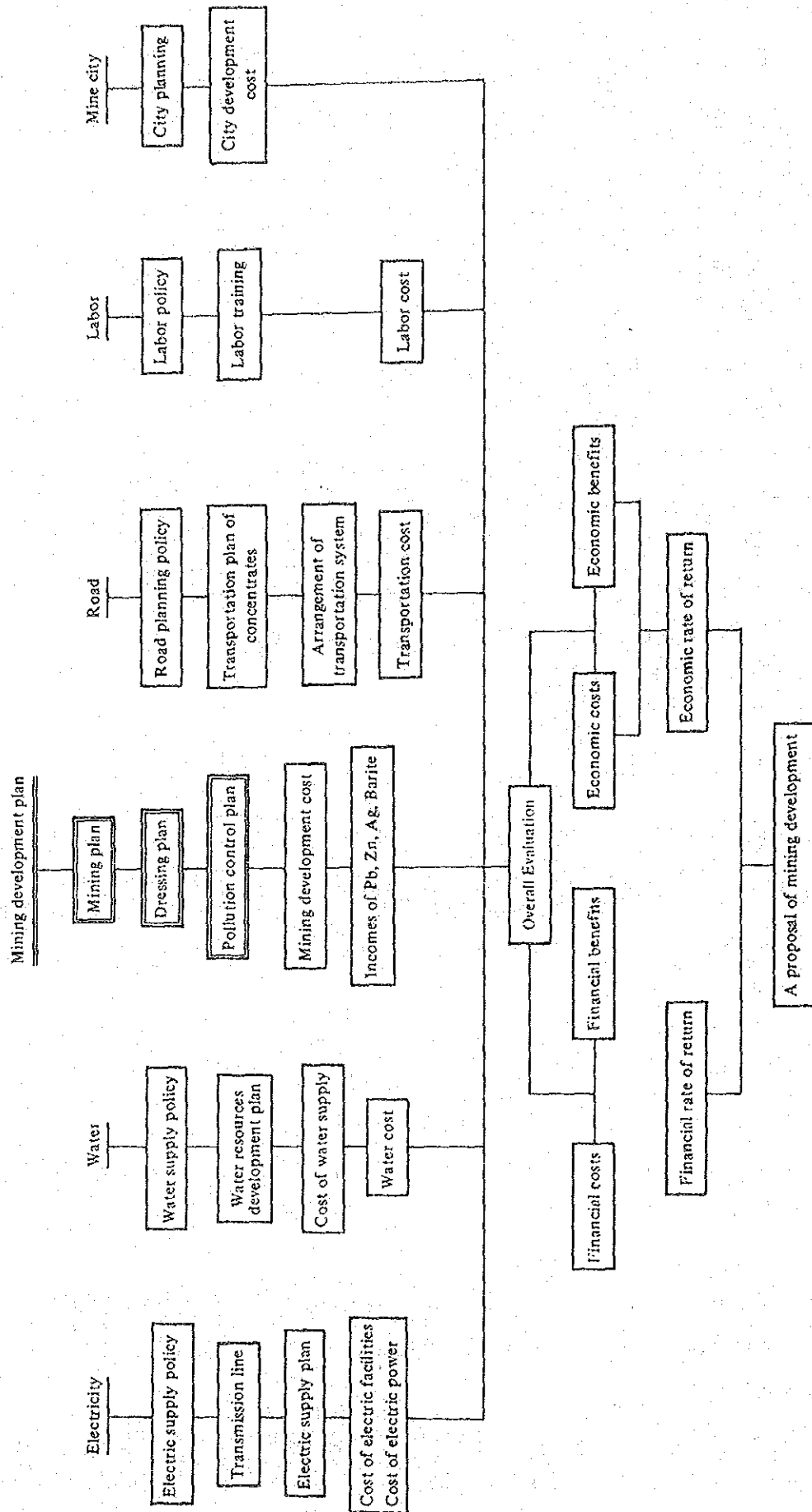


図 1-1 鉱山開発のフローチャート

運行されている。

3-2 地形及び水系

ブラジルの東側の先カンブリア系褶状地には、東海岸線に平行する地質構造線が卓越している。調査地域付近にもこのNE-SW系の構造が発達し、それがよく地形に反映されている。すなわち、調査地域の東側には、1,000~1,500 mのMar山脈（海岸山脈）があり、西側にもParanapiacaba山脈が走っているが、いずれも花崗岩類がNE-SW系の地質構造に支配されて貫入したものである。

調査地域は、この2山脈にとり囲まれた盆状をなす山地塊（標高600~1,000 m）で、標高は、西側が高く、東側に向かって低くなる傾向がある。

水系はすべてRibeira河に属しており、本流が蛇行しながら、地域の中央を東流している。この付近では、本流の標高が100~200 mであるので、標高差は500~1,000 mに及んでいる。

調査地域の西端に分布する花崗岩地帯（Paranapiacaba山脈の東縁）は、比較的なだらかな地形が多く、樹枝状の水系が発達しており、これに東接する石灰岩地帯では、カルスト地形をもつ台形となり、深いV字谷を形成している。更に東側の千枚岩~片岩地帯では構造線に関連してできた格子状谷~平行谷が発達し、南東部の珪岩の分布する地区では、NE-SW系の褶曲山脈が特徴的に並走している。

3-3 気候及び植生

ブラジルの国土はその大部分が熱帯、亜熱帯に属する南緯23°半の南回帰線はSão Pauloの上を通過している。

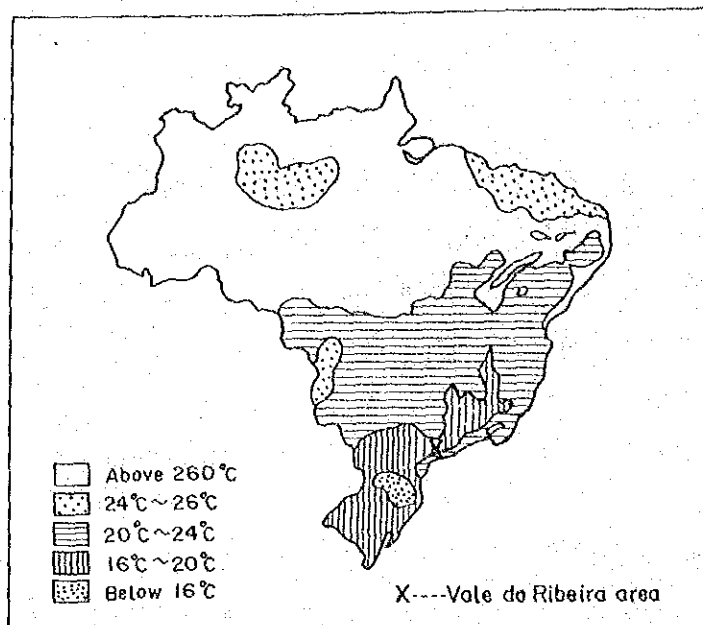
地図の上で温帯に属するのは南端のSanta CatarinaとRio Grande do Sulの二州だけである。

ブラジルの平均気温（図1-2）と、年間雨量（図1-3）とに示されるように、高温、多雨のAmazon流域から降雨のある南部山岳地帯に及んでいる。

Ribeira地域は、São Paulo州とParaná州との境にあるが、この両州とも6~8月には気温が氷点下にさがることがあり何回か降霜をみる。北Paraná州のコーヒー農場は、大霜がくると霜害をうける。この地区の平均気温は16~20℃ぐらいである。

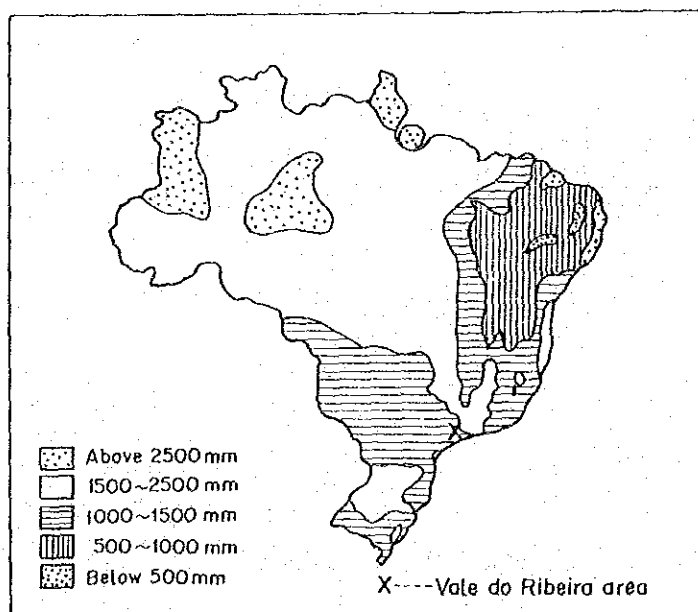
雨量は、Amazon河流域で2,500 mmを越えるところもあるが、大部分は1,500~2,000 mmぐらいである。南部のSão Paulo州で1,300 mm内外で、この地区は12月~3月までの夏季に雨量が多く、6月から8月までの冬期には少ない。

Ribeira地域から170 km南にParaná州の州都Curitibaがあるが、表1-4によれば、気



Source:Dr. Saito , New Brazil

図 1-2 ブラジルの平均気温



Source:Dr. Saito , New Brazil

図 1-3 ブラジルの雨量

温は、最高気温平均 22.7℃，最低気温平均 12.9℃，年平均 18.9℃，年間降水量は 1,600 mm である。

植生は多く、松柏類や雑木が密生するが、多くの地域は山頂付近まで伐採されて畑や牧場に利用されている。これらの松柏類や雑木のほかに小灌木や羊歯類 (Samambaias) が密生するが、特に羊歯類は花崗岩や変成岩類の分布する所で繁茂し、石灰岩類の分布する所ではほとんど成長しない。

表 1-4 主要都市の気温と降水量 (1980)

Main city	Temp. (°C)			Rainfall (mm)
	max.	min.	average	
Belem	31.5	22.3	26.0	3,281
Recife	28.8	21.0	25.4	2,253
Bahia	28.0	23.4	25.2	1,563
Belo Horizonte	27.5	16.9	21.5	1,543
Rio de Janeiro	27.6	21.3	24.2	1,055
São Paulo	25.4	15.6	19.6	1,302
Brasilia	26.6	15.9	20.5	1,796
Curitiba	22.7	12.9	18.9	1,607
Porto Alegre	24.7	15.5	19.5	1,330

第 4 節 調査手法の概要

(1) 既存資料による事前検討 (東京)

(2) Brasilia, São Paulo, Curitiba 等の都市における官庁、関連機関からの情報収集

(3) Ribeira 地域の調査

1) Perau 地域の調査

Perau 鉱山及び新鉱床 (鉛-亜鉛-重晶石鉱床) の開発計画調査

2) Barrinha 鉱山, Furnas 鉱山の調査

これら鉱山の埋蔵量, 生産性, 出鉱量, 粗鉱品位, 従業員, などについて調査する。

3) Pannels 鉱山・Rocha 鉱山の調査

Pannels 鉱山では採鉱に加えて特に選鉱及び鉛製錬の実情を, Rocha 鉱山でも採鉱のほかに選鉱の実情を調査する。

4) 亜鉛製錬所調査

新鉱床から産出されると思われる亜鉛精鉱の製錬のため実情を調査する。

(4) Perau 鉱山では選鉱試験用サンプルを採取し、日本で各種選鉱試験を行う。

(5) 開発計画のため下記の項目を調査する。

1) 埋蔵量, 可採粗鉱量の推定

2) 採鉱計画

3) 選鉱計画

4) 年度別生産量

5) 精鉱産出量

6) 電力

7) 用水

8) 輸送

9) 労働力

10) 鉱山キャンプ計画

11) 内部財務収益率

12) 内部経済収益率

13) その他

(6) 現地での検討会(ブラジル)

毎日, 仕事の終了後, その日のまとめ, 検討を行う。

(7) 帰国後の検討会(東京)

レポート作成のため, 帰国後は週1回の会合をもちデータの整理, 意見の調整を行う。

第5節 調査関係者及び日程

5-1 調査関係者

(1) 調査計画・折衝

日本側

逆瀬川 敏 夫

安 食 恒 和

上 木 隆 司

上 田 英 之

MMAJ [金属鉱業事業団]

MMAJ "

MMAJ "

JICA [国際協力事業団]

ブラジル側

Carlos Oiti Berbert	D N P M
Frederico Lopes Meira Barboza	"
Manoel da Redenção e Siloa	"
Kiomar Oguino	"
Maria Helena P. Teixeira Mendes	D N P M São Paulo
Roberto Mamiti Akinaga	"

(2) 調査団

1) 日本側

担当業務	担当者	所属
団 長	石 原 透	I D C J (財)国際開発センター)
地 質	鈴 木 強	I D C J "
採 鉱	和 沢 秀 保	I D C J "
選 鉱	楠 本 隆 成	I D C J "
インストラクター調査	中 島 正 博	I D C J "
経済評価	井 上 裕	I D C J "

2) ブラジル側 (カウンターパート)

担当業務	担当者	所 属
Leader	Elias Carneiro Daitx	D N P M São Paulo
geology	Fernando Mendes Valverde	"
	Luis Eraldo de Mattos	"
	Glovis Celestino de SA	"
Mining	Carlos Eduardo R. Simoes	"
Dressing	Salvador Luiz Matos de Almeida	C E T E M
Economics	Milton Akira Kiyotani	D N P M São Paulo

5-2 調査日程

Date	Journey and Object of Visit	Participant	Content
Nov. 2 Fri.	Lv. Narita	Ishihara, Suzuki, Inoue	Over night
3 Sat.	Ar. Rio de Janeiro	"	
4 Sun.	MMAJ	"	Courtesy Call
5 Mon.	Rio → Brasilia	"	
	Japanese Embassy	"	Courtesy Call
	JICA	"	"
	DNPM	"	"
	Lv. Narita	Wasawa, Kusumoto, Nakashima	
6 Tue.	Ar. São Paulo	"	Meeting
	Brasilia → Sao	Ishihara, Suzuki, Inoue	
7 Wed.	DNPM São Paulo Branch	All Members	Courtesy Call Chief of Branch Introduction of Survey Team Consultation of Survey Plan
	Consulate General Japan	"	Courtesy Call
	JETRO	"	"
8 Thu.	DNPM São Paulo	"	Consultation of Survey Plan
9 Fri.	São Paulo → Apiai	"	Move for Mine Survey
10 Sat.	Furnas Mine	"	Survey of Mine
11 Sun.		"	Meeting
12 Mon.	Perau Mine	"	Survey of Mine
13 Tue.	"	"	"
14 Wed.	Rocha Mine	"	"
15 Thu.		"	Meeting
16 Fri.	Barrinha Mine	"	Survey of Mine
17 Sat.		"	Meeting
18 Sun.		"	Visit Old Apiai Gold Mine
	Apiai → Curitiba	Nakashima	Move

Date	Journey and Object of Visit	Participant	Content
Nov.19 Mon.	Panelas Mine Apiai → Curitiba DNPM Curitiba Branch MATER COPEL DNAEE	All Members (except Nakajima) Inoue Nakajima " " "	Survey of Mine Move Survey of Infrastructure " (Construction) " (Electric Power) " (Hydrology)
20 Tue.	Panelas Mine DNPM Curitiba Branch DER DNER TELEPAR PARANAGUE PORT OFFICE BADEP Headman of Adrianopolis	All Members (except Nakashima and Inoue) Nakashima, Inoue Nakashima " " " " Inoue All Members (except Nakashima and Inoue)	Survey of Mine Survey of Infrastructure " (Road) " (") " (Communication) " (Port) " (Finance) "
21 Wed.	Apiai → Curitiba Curitiba – São Paulo SUREHMA. ITC PLANE JAMENTO DNPM Curitiba Branch COPEL	All Members (except Nakajima and Inoue) Inoue Nakajima " All Members (except Inoue) "	Move " " (Water Environment) (Land) Survey of Infrastructure (Regional Plan) Courtesy Call Survey of Infrastructure
22 Thu.	Curitiba → São Paulo DNPM São Paulo Branch	"	Move Meeting for Survey
23 Fri.	"	All Members	Collection of Information
24 Sat.	"	"	"
25 Sun	"	"	Arrangement of Information
26 Mon.	DNPM São Paulo Branch HOECHST	" Kusumoto	Collection of Information " (Dressing Reagent)
27 Tue.	DNPM São Paulo Branch VILLARES ATLAS. COPCO	All Members Wasawa, Kusumoto Wasawa	" " (Mining Equipment) " (")

Date	Journey and Object of Visit	Participant	Content
28 Wed.	DNPM São Paulo MINERAL MAQ CESP JETRO, TOKYO BANK Consulate General Japan JETRO	All Members Kusumoto Nakashima Inoue Ishihara, Suzuki "	" " (Dressing Equipment) Survey of Infrastructure (Electric Power) Collection of Information (Tax, Finance) Greeting "
29 Thu.	São Paulo → Brasilia Japanese Embassy JICA DNPM	All Members " " "	Move Greeting " Greeting and Report
30 Fri.	Brasilia → Rio de Janeiro CETEN	" "	Move Visit and
Dec. 1 Sat.	Inga Zinc Smelter	"	"
2 Sun.	Lv. Rio de Janeiro	"	Over Night
3 Mon.	Ar. Los Angeles	"	
4 Tue.	Lv. "		
5 Wed.	Ar. Narita		Return Home

NOTES: DNPM	; MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL	連邦鉱山動力省鉱産局
JETRO	; JAPAN EXTERNAL TRADE ORGANIZATION	日本貿易振興会
MMAJ	; METAL MINING AGENCY OF JAPAN	金属鉱業事業団
JICA	; JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	国際協力事業団
MATER	; COMPANY NAME	—
COPEL	; COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA	パラナ州電力公社
DNAEE	; DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS DE ENERGIA ELÉCTRICA	連邦水資源電力局
DNER	; DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM	連邦水道局
DER	; DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	パラナ州道路局
TELEPAR	; TELECOMUNICAÇÕES DO PARANA	パラナ州電話公社
SUREHMA	; SUPERINTENDÊNCIA DOS RECURSOS HÍDRICOS E MEIO AMBIENTE	パラナ州水資源環境管理局
ITC	; INSTITUTO DE TERRAS E CARTOGRAFIA	地理公社
PLANEJAMENTO	; SECRETARIA DO PLANEJAMENTO	地域計画公社
BADEP	; BANCO DE DESENVOLVIMENTO DO PARANÁ S.A.	パラナ州開発銀行
HOECHST	; COMPANY NAME	—
VILLARES	; COMPANY NAME	—
ATLAS COPCO	; COMPANY NAME	—
MINERAL MAQ	; COMPANY NAME	—
CESP	; COMPANHIA ENERGETICA DE SÃO PAULO	サンパウロ州電力公社
INGA	; COMPANY NAME	—
CETEN	; CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL	鉱物探鉱公社

第6節 ブラジルの鉛・亜鉛・銀の需給状況および鉛・亜鉛鉱床

6-1 需給状況

このプロジェクトは、鉛・亜鉛・銀をその対象にしているので、ブラジルにおけるこれら金属及び鉱石の需給についてしらべた。この項における資料の出典は下記に基づいた。

Samario Mineral : 1982~1984

Annual Report DNPM : 1983

6-1-1 ブラジルの鉛・亜鉛の生産・消費・輸出入の状況

(1) 鉛・亜鉛鉱石の生産高

ブラジルにおける鉛鉱、亜鉛鉱の生産量は表1-5に示すように、鉛鉱、亜鉛鉱とも安定した生産を続けている。

(2) 金属鉛・金属亜鉛生産高

表1-6にブラジルにおける金属鉛、金属亜鉛の生産量を示す。1983年、鉛で5万t/年、亜鉛で11万t/年の生産量がある。

(3) 鉱石処理及び金属消費量

表1-7にブラジルにおける鉛・亜鉛の精鉱（輸入鉱を含む）の処理量と各金属の消費量とを示す。1983年の鉛・亜鉛の金属の消費量は鉛で50,143t（生産49,520t）、亜鉛で112,479t（生産110,958t）となり、国内生産は鉛で98%、亜鉛で99%をカバーしている。

(4) 鉱石・金属の輸出入量

表1-8と表1-9にブラジルの鉛・亜鉛の輸出入の状況を示す。鉛、亜鉛とも輸入量はあまり多くない。

以上の表から、1983年のブラジルにおける鉛・亜鉛の需給状況は、鉛が年間金属鉛にして約5万t、亜鉛が金属亜鉛にして約11万tと生産と消費とがバランスしている。従って輸入は、亜鉛では、精鉱量で3万t、金属で3,600t、鉛では精鉱量で4,000t、金属で3,500tを輸入している。

6-1-2 ブラジルの銀の生産・消費・輸出入状況

(1) 銀の生産高

表1-10にブラジルにおける銀の生産高を示す。1983年の全生産高は約55t/年である。

(2) 銀の消費量

表1-11にブラジルに於ける銀の消費量を示す。

1983年には150 t/年位の消費量が見込まれる。

(3) 銀の輸出入

1983年のブラジルの生産高が55 t/年、消費量が151 t/年であるので、表1-12に示すようにその差約100 t/年の銀を輸入している。

6-2 鉛・亜鉛鉱床

ブラジルにおける鉛・亜鉛鉱の生産地は、図1-4に示すように比較的限られた地域に存在する。

- (1) Bahia州のBoquira 鉱山
- (2) São Paulo州とParana州境のVale do Ribeira地域
- (3) Minas Gerais州の北西部Vazante, Paracatu, Unai, Morro Aquadoなどの鉱山
- (4) その他Rio Grande do Sul州Camaquã鉱山附近, Goiás州中東部Palmeiropolis附近に有望鉱床を探索中。

表 1-5 亜鉛および鉛鉱石の生産量

	Zinc (t/y)		Lead (t/y)	
	RUN OF MINE	CONS ORE	RUN OF MINE	CONS ORE
1980	1,153,114	105,000 ⁶	327,515	21,754 ⁵
1981	721,041	96,582 ²	334,450	21,650 ¹
1982	738,958	111,882 ³	305,953	19,360 ¹
1983	861,965	119,843 ⁴	311,091	18,821 ¹

Notes 1) 60.5 % Pb 4) 18 % Zn
 2) 24 % Zn 5) 60.0 % Pb Samario mineral : 1982 - 1984
 3) 19 % Zn 6) 20 % Zn Annual Report DNPM: 1983

表 1-6 亜鉛および鉛金属の生産量

	Zinc (t/y)		Lead (t/y)	
	PRIM. METAL	SECON. METAL	PRIM. METAL	SECON. METAL
1980	78,303	17,666	44,519	40,431
1981	91,944	19,000	34,657	31,100
1982	95,528	14,400	21,943	26,299
1983	99,913	11,045	20,581	28,939

Samario mineral : 1982 - 1984
 Annual Report DNPM : 1983

表 1-7 亜鉛および鉛の消費量

	Zinc (t/y)		Lead (t/y)	
	CONS. ORE	METAL	CONS. ORE	METAL
1980	155,243	90,000	46,115	84,138
1981	122,582	126,662	31,665	67,242
1982	140,830	114,944	19,360	48,850
1983	150,364	112,479	23,002	50,143

Samario mineral : 1982 - 1984
 Annual Report DNPM : 1983

表 1 - 8 亜鉛および鉛の輸入量

	Zinc (t/y)		Lead (t/y)	
	CONS. ORE	METAL	CONS. ORE	METAL
1980	18,500 2)	59,580	24,361 3)	1,422
1981	26,000 2)	27,510	10,015 1)	1,925
1982	28,948 2)	7,609	-	0,617
1983	30,521 2)	3,675	4,181 1)	3,504

Notes 1) 63.5 % Pb 2) Average 52 % Zn 3) 65 % Pb
 Samario mineral : 1982 - 1984
 Annual Report DNPM : 1983

表 1 - 9 亜鉛および鉛の輸出量

	Zinc Metal (t/y)	Lead Metal (t/y)
1980	0.230	2.230
1981	11.792	0.440
1982	2.593	0.009
1983	2.154	0.032

Samario mineral : 1982 - 1984
 Annual Report DNPM : 1983

表 1 - 10 銀 の 生 産 量

	Lead Metallurgy (t)	Gold Metallurgy (t)	Secondary (t)	Total (t)
1980	22,432	0.487	18,600	41,519
1981	23,249	0.531	39,300	63,080
1982	19,303	0.500	33,000	52,803
1983	14,718	0.508	40,000	55,426

Samario mineral : 1982 - 1984
Annual Report DNPM : 1983

表 1 - 11 銀 の 消 費 量

	Appearance Consumption (t)	Estimated Consumption (t)
1980	145,373	--
1981	103,994	131,000
1982	136,995	132,500
1983	151,644	112,560

Samario mineral : 1982 - 1984
Annual Report DNPM : 1983

表 1 - 12 銀 の 輸 出 入 量

	Imported (t)	Exported (t)
1980	41,519	4,328
1981	45,438	4,524
1982	87,477	3,285
1983	97,229	1,011

Samario mineral : 1982 - 1984
Annual Report DNPM : 1983

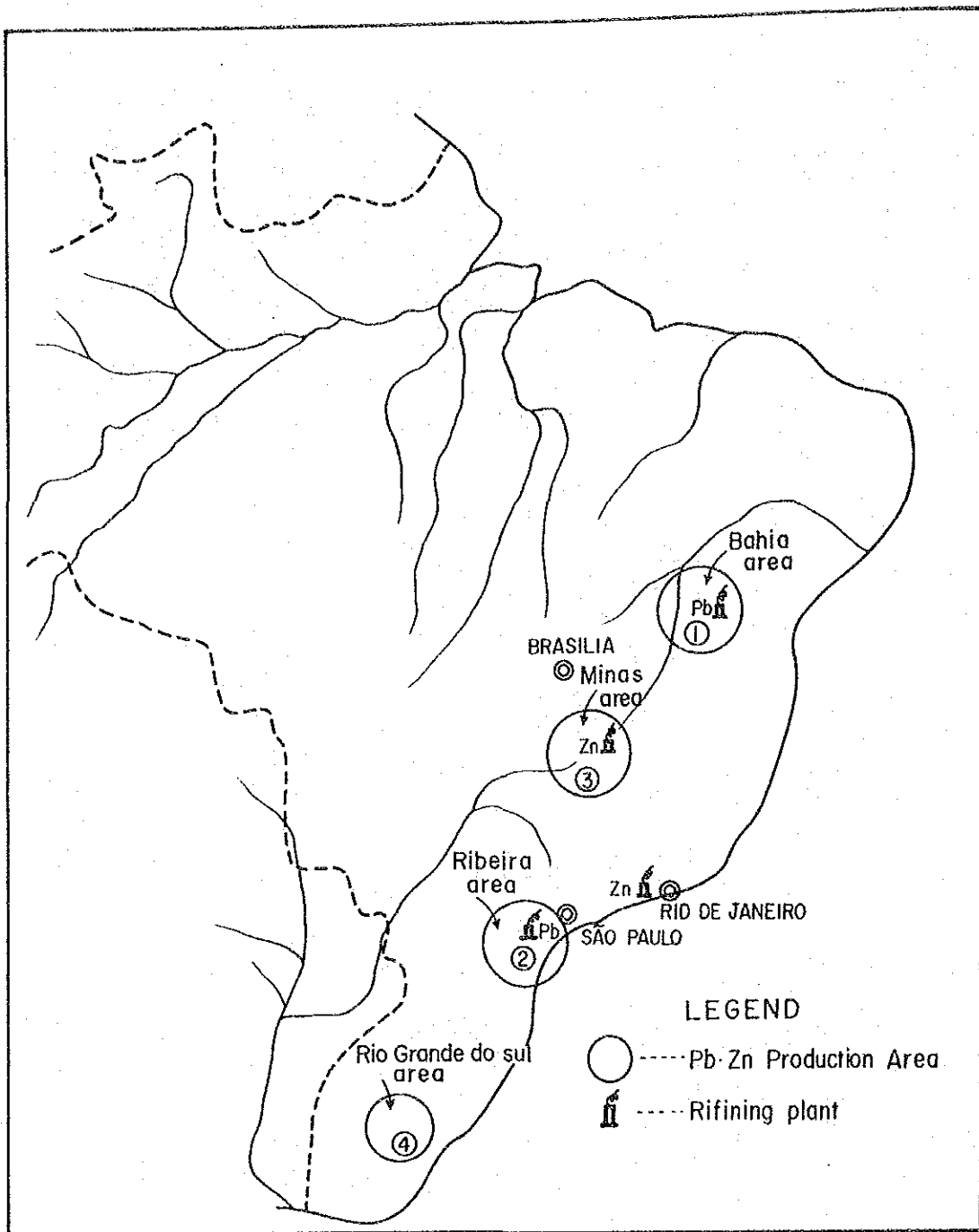


図 1-4 ブラジルにおける鉛・亜鉛生産地域

第7節 ブラジルにおける鉛・亜鉛鋳山および製錬所一覧表

(1) Lead ore production company

- Vale do Ribeira area (Panelas, Perau, Rocha · Parana state)
- Mineração Boquira S/A (Boquira · Bahia state)
- Cia Minera de Metais (Vazante · Minas Gerais state)
- Mineração Jussara Ltda. (Hacaranbi · Minas Gerais state)
- Mineração Morro Aqudo S/A (Paracatú · Minas state)
- João Ricardo de Souza (Lavas do sul · Rio Grande do sul)

(2) Zinc ore production company

- Cia Mineira de Metais (CMM) (Vazante · Minas Gerais state)
- Mineração Areiense S/A (Vazante · Minas Gerais state)
- Mineração Boquira S/A (Boquira · Bahia Gerais state)
- Mineração Jussara Ltda (Itacaranbí · Minas Gerais state)
- Mineração Morro Agudo S/A (Vazante · Minas Gerais state)
- Mineração São Barz S/A (Barrinha · Paraná state)
- Plumbum SA industria Brasileira de Mineração (Panelas · Paraná state)
- Rocha Exploração e Comércio de Mineração Ltda. (Cerro Azul · Paraná state
: Rocha · Paraná state)

(3) Zinc refining plant

- Cia Minera de Metais (CMM) (Barreiro Grande · Minas Gerais state)
Capacity 72,000 t/y (1983)
- Cia Paraibuna de Metais (Juiz de Fora · Minas Gerais state)
Capacity 34,000 t/y (1983)
- Cia Mercatil e Industrial Inga (Itaguaí · Rio de Janeiro state)
Capacity 13,000 t/y (1983)

(4) Lead refining plant

- Mineração Boquira (Santo Amaro · Bahia state)
Capacity 22,000 t/y (1983)
- PLUMBUM (Panelas · Paraná state)
Capacity 19,000 t/y (1983)
- Mineração Morro Velho (Morro Velho · Minas Gerais state)
- Caraiba (Project) Caraiba · Bahia state

- Eluma Metais (Project)

(Rio Grande · Rio Grande do Sul state)

Silver refining plant

- PLUMBUM
- Mineração Morro Velho
- Caraiba Metal (Project)
- Eluma Metais (Project)

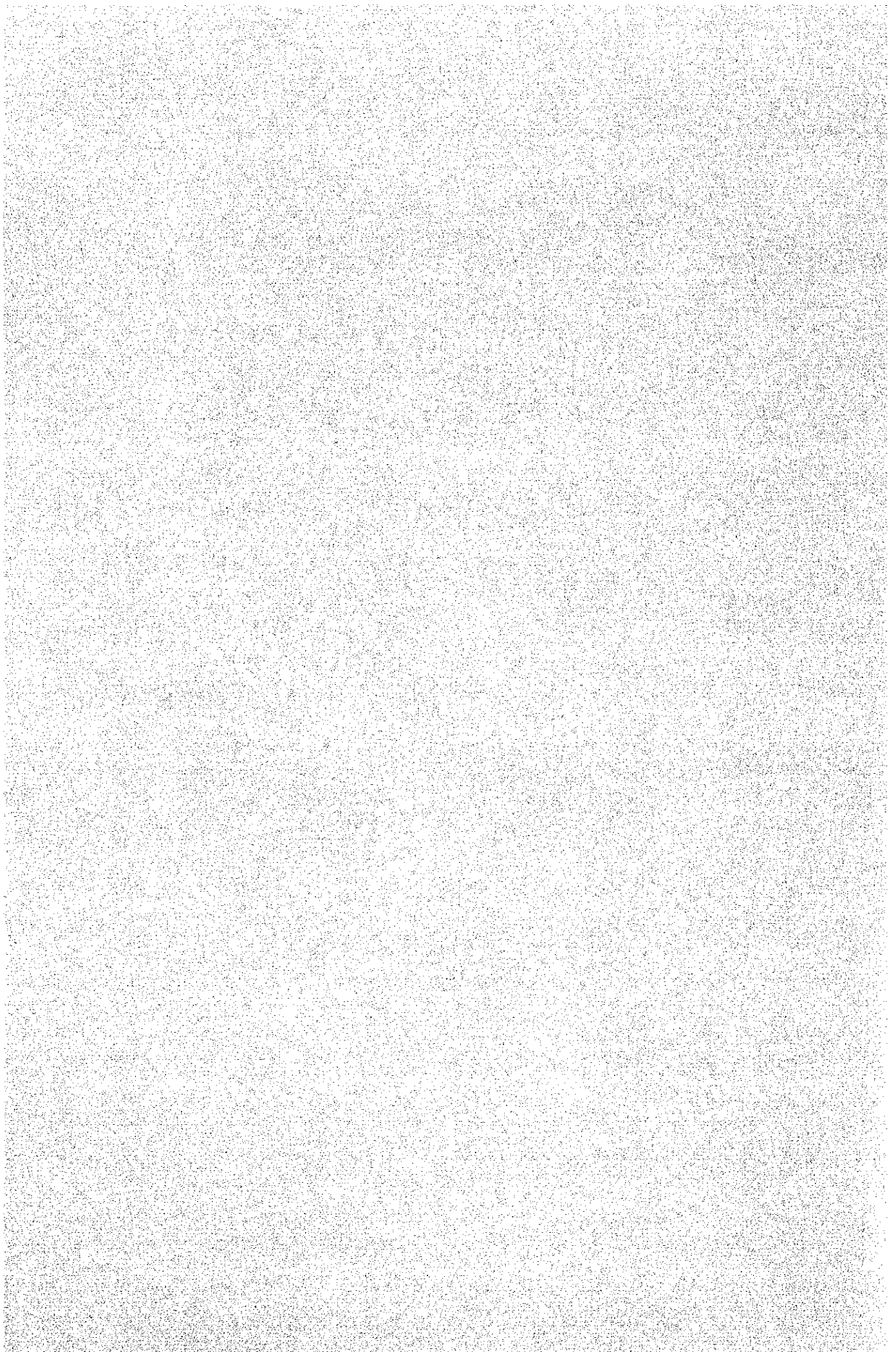
(Panelas · Paraná state)

(Morro Velho · Minas Gerais state)

(Caraiba · Bahia state)

(Rio Grande · Rio Grande do Sul state)

第Ⅱ章 鉦山開発



第Ⅱ章 鋳山開発

第1節 地質・鋳床及び埋蔵鋳量

1-1 地質

1-1-1 広域地質概説

ブラジルにおける先カンブリア時代の地層は、ブラジル全土の約3分の2の面積を占めると推定され、その分布は、図Ⅱ-1-1に示すように、Guianas、Brasil Central及びAtlanticoの3地区に大別できる。今回の調査地域は、このうちAtlanticoの南部山塊に属するが、東側にトランスアマゾン造山輪廻(2,200~1,800m.y.)に形成されたと考えられる結晶複合岩類からなる海岸山脈がそびえている。

調査地域は上記海岸山脈の西側に位置し、下位より先カンブリア系のSetuva層及びAçungui層群の変成岩類で構成され、これらにブラジル造山輪廻期(750~500m.y.)の変塩基性岩類、花崗岩類及び白亜紀の輝緑岩類などの岩脈が貫入している。

地質略図(図Ⅱ-1-2)及び地質総括表(表Ⅱ-1-1)に示すように、Setuva層は主として片麻岩から成り、調査地域南部に、背斜構造のコアとしてNE-SW方向に細長く露出する。

Açungui層群は雲母変岩~千枚岩を主とし、角閃岩類及び石灰岩類を伴っており、調査地域のほぼ全域に広く分布している。本層群は岩相の違いから、Açungui I層、II層及びIII層に区分できるが、I層及びIII層中には、多数の鉛鋳床及び鋳徴地が存在する。

鋳床はその産状からPerau型とRocha型に分けることができる。

Perau型鋳床はAçungui I層下部にレンズ状に発達する石灰岩~石灰・珪酸塩岩中に胚胎する層状鋳床である。現在稼行中のPerau鋳山(Pb-Ag)、協力調査ボーリングで捕捉されたPerau鋳山西部の新鋳床(Pb-Zn-Ag-Ba)、休山中のAgua Clara(Pb-Cu-Ba)、開発準備中のPrezinho鋳山(Ba)及び探鋳中のCanoas鋳山(Pb-Zn-Ag-Ba)などがこのタイプに属する。

Rocha型鋳床は、Açungui III層の石灰岩類に胚胎する脈状~不規則塊状鋳床である。代表的な稼行鋳山は、Rocha鋳山、Barrinha鋳山、Furnas鋳山及びPanelas鋳山で、ほかに休山中のLageado-Serra鋳床群、Espírito Santo鋳山、Paqueiro鋳山、Bueno鋳山及びDiago Lopes鋳山などや多数の鋳徴地が知られている。主要鋳床及び鋳徴地はAçungui III層の石灰岩類のうちA III L₂及びA III L₃中に集中して胚胎する。

鋳床の成因については、Perau型鋳床は塩基性火山活動による低温溶液から、Açungui I層の石灰・珪酸塩岩中に還元環境で同生的に硫化鋳物が沈澱したと考えられ、Rocha型鋳床はAçungui III層の石灰岩類中に沈積した硫化鋳物が後のブラジル造山輪廻によって形成された鋳

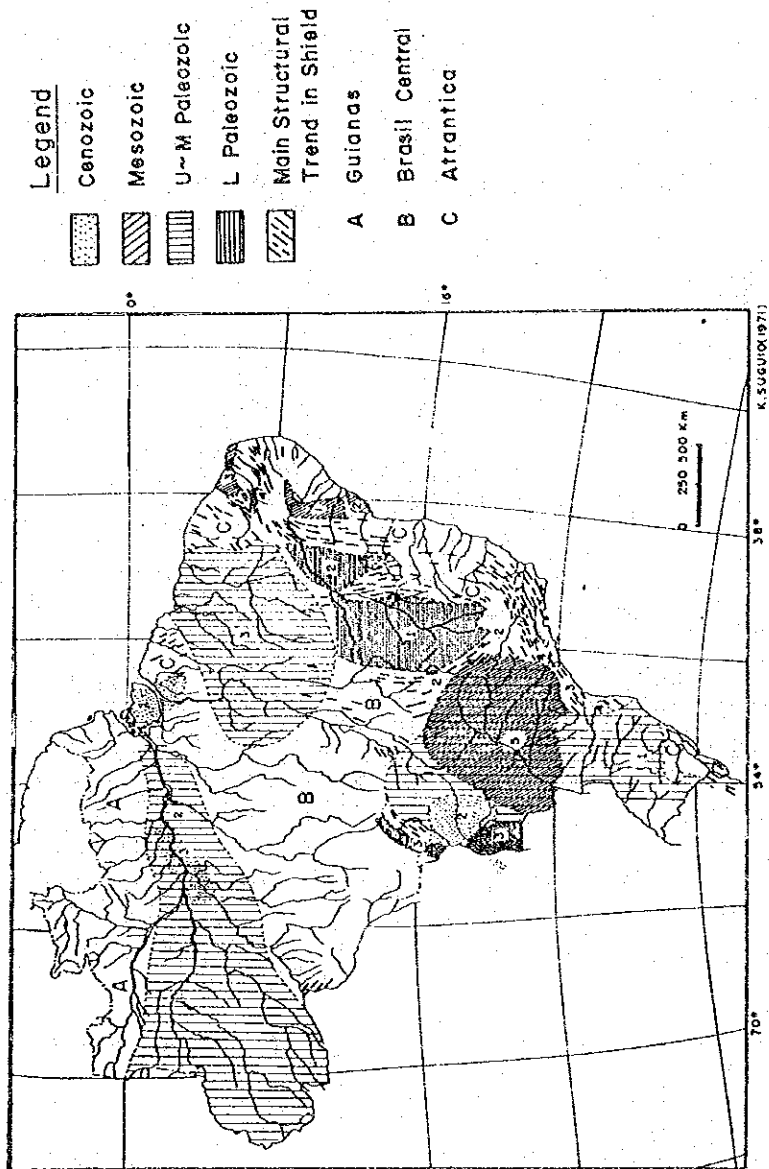


図 II-1-1-1 ブラジルの地質構造図

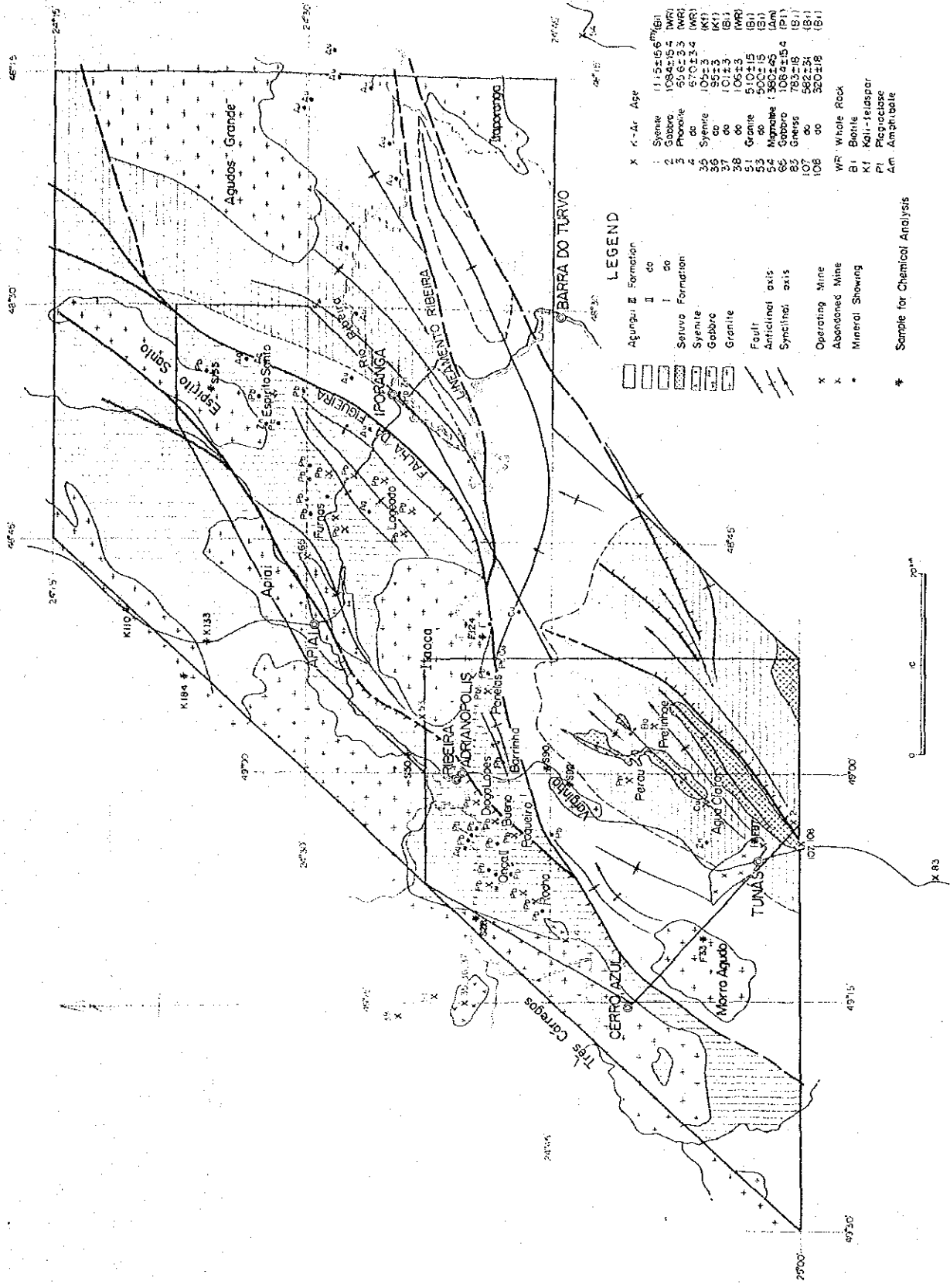


图 II-1-2 Anta Gorda 地域地质概略图

表 II - 1 - 1 Anta Gorda 地域地質總括表

Geological Age	Group, Formation & Member	Columnar Section	Lithology	Tectonic Movement	Igneous Activity	Mineralization					
Quaternary			gravel, sand								
Cretaceous											
Jurassic											
Cambrion											
Pre - Cambrian	Açungui Group	Upper member	AIII S ₃ meta sandstone - quartzite with mica schist	Brazilian Orogeny	gabbro, diabase syenite	Rocha type					
			AIII L ₃ limestone - calc - schist								
			AIII L _{ps} intercalation of mica schist								
		Middle member	AIII S ₂ phyllite ~ mica schist				Urucuan Orogeny	gabbro			
			AIII S _{2&3} intercalation of limestone ~ calc - schist								
		Lower member	AIII L ₂ limestone, dolomite & calc - schist								
			AIII S ₁ mica schist								
		AII F	3,500 ± m						AIII L ₁ limestone ~ calc - schist	?	granite
									AII S ₅ intercalation of meta sandstone		
									AII ps phyllite ~ mica schist		
AII S ₅ intercalation of meta sandstone											
AII cs intercalation of calc - schist											
AII am intercalation of amphibolite ~ amphibole schist											
AII ps phyllite ~ mica schist											
AII S ₅ intercalation of meta sandstone											
AII S ₅ meta sandstone ~ quartzite											
AII F	3,500 ~ 4,000 m			AII ps mica schist	?	basalt					
		AII cs calc - schist ~ limestone									
		AII am amphibolite ~ amphibole schist									
		AII ps mica schist									
		AII S ₅ intercalation of calc - schist									
		AII ps mica schist									
AII S	500 m ±	AII S limestone, dolomite & calc - silicate rock (Perou horizon)	?	Perou type							
		AII qt quartzite									
	Setuva F		Sgn gneiss ~ mica schist								
			Sqt quartzite								

(Phase II)

脈裂か系に再移動・濃集したと考えられる。

1-1-2 Perau 地域の地質概説

今回調査の対象となった Perau 鉱山周辺の地質は、下位より Setuva 層と Açungui I 層からなる (図 II-1-3)。Setuva 層は片麻岩類 (Sgn) からなり、Perau 背斜及び Agua Clara 背斜の軸部に分布する。

Açungui I 層は Setuva 層を整合に被い、下位より、珧岩 (Alqt)、石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩 (Alis) (Perau 鉱床、石墨片岩薄層 (Algp)、苦灰岩薄層 (Alido) を挟在)、雲母片岩 (Alps)、角閃岩～角閃石片岩 (Alam)、石灰片岩 (Alcs) 及び石墨片岩 (Algs) からなる。これらのうち Perau 鉱床が胚胎する石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩は Perau 鉱山を中心に“S 字”状に分布する。鉱床下盤の石墨片岩薄層と鉱床上盤の“Magnetite Zone”は鉱床層準の有効な鍵層となっている。

Perau 鉱山周辺の主要な地質構造は NE-SW 系の Perau 背斜及び Faria 向斜に支配されている。断層構造は Perau 鉱山北西部の Ribeirão Grande 断層の存在が知られている。

Perau 背斜及び Faria 向斜は $N30^{\circ}\sim 50^{\circ}E$ 方向の軸を有してほぼ平行に分布し、褶曲軸は SW 方向にブランチする。Perau 背斜及び Faria 向斜の影響により Perau 鉱床胚胎層 (Alis) とその上下盤は“S 字形”を示して分布し、南部で Perau 鉱床胚胎層準は尖滅する。Perau 鉱山は Perau 背斜の北西翼部に位置しており、坑内では小褶曲構造及び微褶曲構造が観察され、かつ鉱床の富鉱部の落しとこれらの小褶曲構造軸のブランチの方向と調和的であることが知られている。

ボーリングコアの雲母片岩や炭酸塩岩片岩中にしばしば小褶曲～微褶曲構造が観察されるが、Perau 鉱床胚胎層準はほぼ同斜構造を示して分布し、地質構造の乱れは認められない。

1-2 鉱 床

1-2-1 Perau 鉱床及び新鉱床

(1) Perau 鉱床

Perau 鉱床は Açungui I 層の石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩 (Alis) 中の層状に形態を示してこれらと調和的に胚胎する鉛鉱床である。それまでに鉱山の坑道探鉱及びボーリング探鉱によって走向方向に約 800 m、傾斜方向に約 120 m の範囲に鉱化作用の存在が確認されている。“主鉱体”は G1～G2 レベル間に分布し走行延長約 350 m、傾斜延長約 120 m の規模を示す。この主鉱体は、その膨縮によりいくつかの富鉱部を形成しているが、その下限は地表下約 120 m の G2 レベル付近である (図 II-1-4, II-1-6)。

現在稼行中の Perau 鉱床の鉱石鉱物の組合せの特徴は、方鉛鉱、黄鉄鉱を主とし、少量の黄銅鉱・閃亜鉛鉱を随伴しているのが肉眼で観察されるほかに、磁硫鉄鉱、白鉄鉱及び四面

銅鉛などが鏡下で認められる。方鉛鉛及び黄鉄鉛は、層状を呈して母岩の層理に調和的に配列するが、方鉛鉛は母岩や黄鉄鉛の割れ目に流動化して充填し、しばしば鉛層や母岩の構造を切って粗粒の方鉛鉛からなる「はねこみ」現象が認められる。

(2) 新鉛床

協力調査によって確認した新鉛床は、Açungui I層の石灰岩・苦灰岩～炭酸塩片岩(AI 1s)中に胚胎する重晶石-硫化鉛物(方鉛鉛, 閃亜鉛鉛, 硫化鉄鉛)の層状鉛床(傾斜25~30°)で、Perau鉛床の西側に分布する(図II-1-4)。

この新鉛床は、Perau鉛床とほぼ同一層準内に分布する層状鉛床と考えられるが鉛物組合せの特徴は重晶石を多量に伴い、閃亜鉛鉛の割合が多いことから、Perau鉛床とは異なる性質の鉛液から晶出沈積したものと考えられる。この鉛化帯の層序的位置は、大局的に同一層準とみなされるが、AG-01孔で重晶石-硫化鉛物帯の直下に重晶石、閃亜鉛鉛を伴わないPerau鉛床型の鉛化帯が捕捉されていることや、Perau坑内G2レベルでPerau鉛床の数m上盤に重晶石-方鉛鉛帯が存在することから、この重晶石-硫化鉛物帯の鉛化作用はPerau鉛床の鉛化作用よりも若干遅い時期で、層序的にやや上位に位置するものと考えられる。

新鉛床を捕捉したボーリングのデータから作成した地質断面図を図II-1-5に示す。各孔の着鉛状況は下記のとおりである。

AG-01孔では255.95m~263.45mまで重晶石-硫化鉛物帯でBaO品位が15~27%を示し、更にPb4%前後、Zn3%前後、Ag100g/t前後、Cu100~500ppmを示す。重晶石-硫化鉛物帯の下盤の重晶石のない鉛化帯(263.45~269.90m間)では、Pb品位2.3~5.0%が示すがZn、Cuは非常に少ない。又、Ag品位は60~100g/tを示し、Perau鉛床に似たパターンを示す。

AG-02孔では重晶石-硫化鉛物帯は242.85~247.85mと251.40~253.60mの2層存在する。上位の鉛化帯はPb5%前後を示すが、Znは1%以下と低い。Agは90g/t前後を示し、又、Cuは45~480ppmと変化が大きい。なおCuはこの鉛化帯より上位の炭酸塩岩中に強く、局所的に1.2%Cuを示す。251.40~253.60m間の鉛化帯ではPb品位及びZn品位がほぼ同じ値を示し、上位の鉛化帯よりZn品位が高い。

AG-03孔では鉛化帯は劣化し、鉛床末端部の様相を呈す。Zn品位やBaO品位が低く、この鉛化帯はPerau鉛床パターンに似る。

AG-04孔では更に鉛化帯が劣化し、196.95~197.15m、199.80~199.90m及び200.65~200.75mにおいてのみ鉛化帯が捕捉された。最前者は重晶石-硫化鉛物帯、後2者は方鉛鉛のみの鉛化帯である。

AG-05孔では354.65~358.35m間に重晶石-硫化鉛物帯が捕捉された。このうち良

好部は 354.65~355.65 m 間及び 357.85~358.35 m 間であるが、AG-01 孔及び AG-02 孔に比べて鉍化帯の厚さが減少し、鉍床周縁部に近いことを示している。

AG-06 孔では、327.55~329.40 m 間で重晶石-硫化鉍物帯が捕捉された。本孔はほかの孔に比べると磁硫鉄鉍が多量に認められる。この鉍化帯は、品位、層厚共に AG-01 孔及び AG-02 孔に比べる著しく劣化しており、鉍床の末端部と考えられる。

1-2-2 鉍床のポテンシャルティ

(1) Perau 鉍床のポテンシャルティと鉍量

現在稼行中の Perau 鉍床の規模は走向延長約 350 m、傾斜延長約 120 m である。鉍床は局部的に膨縮をくり返し、いくつかの富鉍部 (Bonanza) に区分される。これらのボナンザの最下底を結ぶボナンザの下限線は地表にほぼ平行している (図 II-1-6)。

DNPM に報告された 1983 年度 Perau 鉍山の鉍量は次の通りである。

確定鉍量	383,056 t
推定鉍量	315,462 t
予想鉍量	91,020 t

これらの鉍量の算定基礎となるべき資料として継続的なサンプリング、分析及び坑内スケッチを組織的に実施する必要がある。しかし Perau 鉍山ではこの様な基礎資料の作成を実施して居ない。

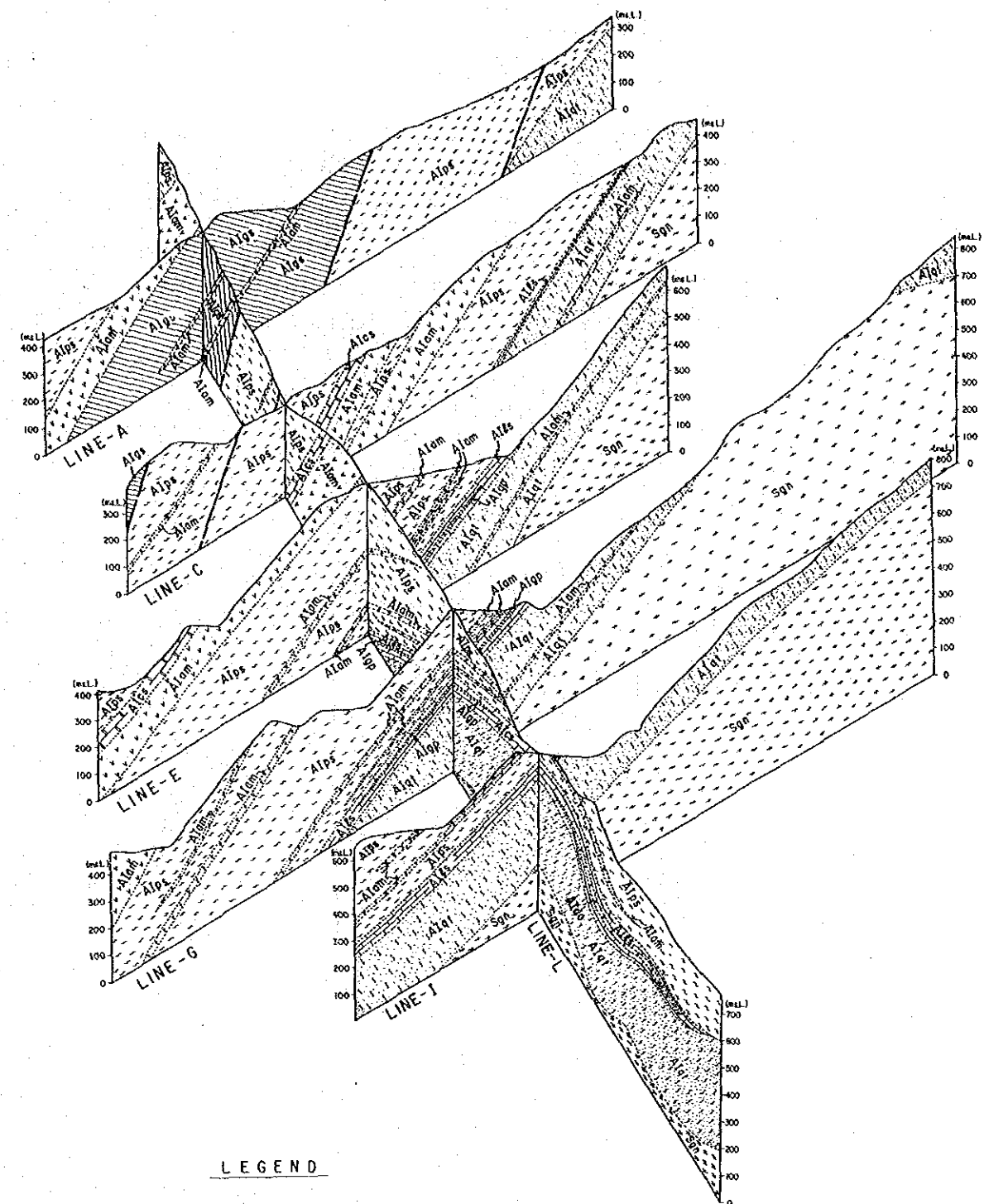
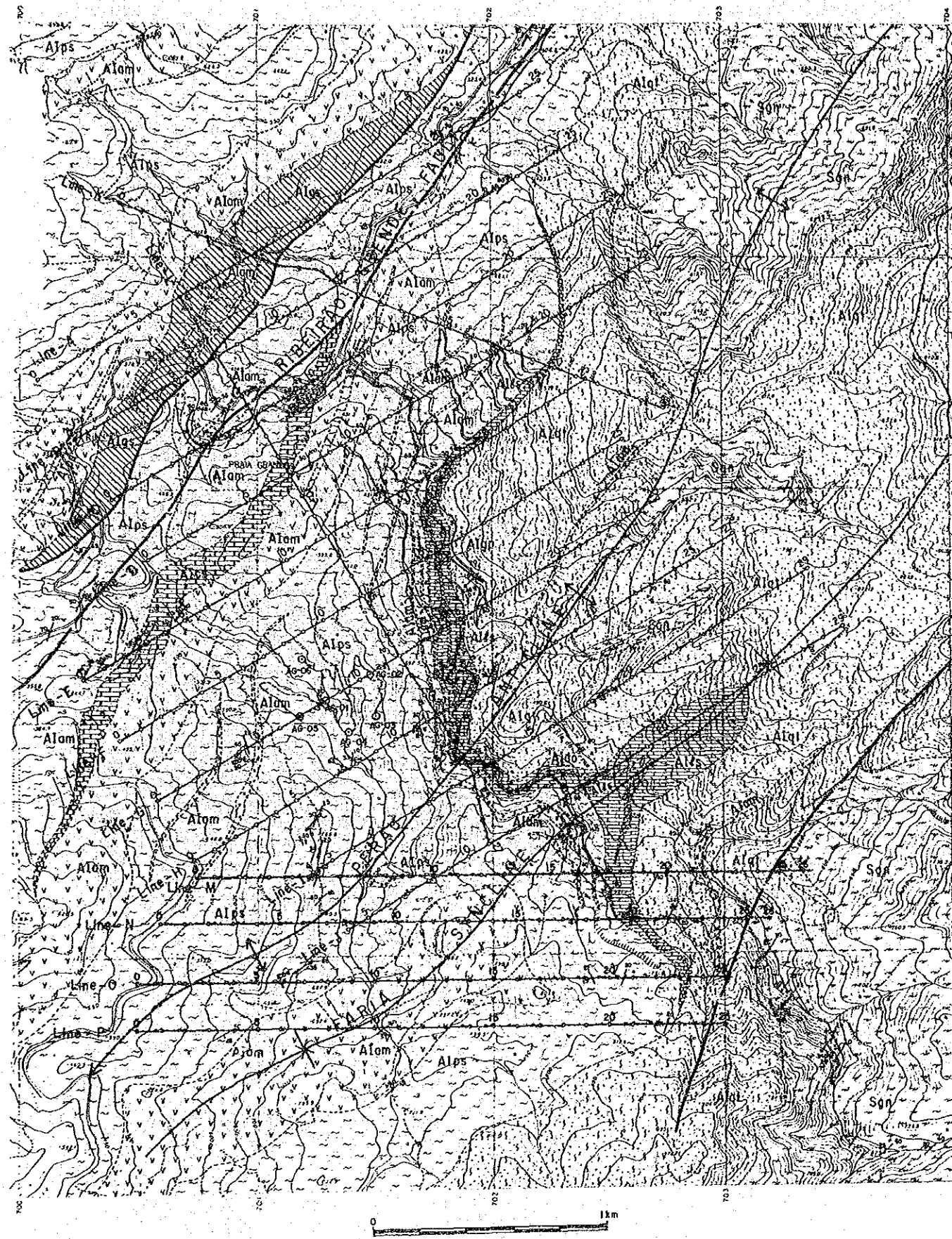
鉍量計算は年 1 回 Panelas 鉍山の地質技師により実施しているが、上記の様な資料不足から精度の高い鉍量計算は困難で上記の鉍量は信頼度が低いと考えられる。

G2 レベルから上の鉍床の主要部分は既に採掘済で、採掘可能鉍量の残存する個処は、鉍床の南端部と G2+20 レベル北部である。上記の確定鉍量は、これらの箇処に残存する鉍量と考えられるが Over estimate の可能性がある。

鉍床の下限は図 II-1-6 で明らかな様に今後 G2 レベル以上で新たな確定鉍量の増加は期待し難い。従って Perau 鉍山が今後も安定操業を続ける為には速急に下部鉍床の開発を実施する必要がある。

G2 レベルの坑口から約 300 m 北で G4 レベル (図 II-1-4) の坑道探鉍が既に開始されているが有望鉍床に達着しないまま現在中断している。

この付近では Perau 鉍山が過去に試錐探査を実施して居り、SP-4、SP-17 及び SP-8 の各孔で鉍化帯を捕捉している。しかしこれら試錐孔の間隔は 50~100 m で、Perau 鉍床のボナンザの規模 30~50 m に比較すると間隔が広く鉍床のボナンザを逃している可能性がある。今後坑内外から 20~30 m 間隔で精密試錐探鉍を実施してボナンザの位置を正確に把握する必要がある。又 G4 レベルの坑道探鉍を継続する場合、坑内地質調査を実施し、鉍



LEGEND

- | | | | |
|-------------------|--|------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Açungui Formation | | Algs | Graphite schist |
| | | Alcs | calc-schist |
| | | Alom | Amphibolite, amphybole schist |
| | | Alps | Mica schist |
| | | Aldo | Dolomite layer |
| | | Alqp | Graphite schist, phyllite layer |
| | | Alts | Limestone, dolomite, calc-silicate rock, barite and sulphides. "Perau horizon" |
| | | Alqt | Quartzite, with amphiolite |
| Setuva Formation | | Sgn | Gneiss with minor amphiolite |
| | | | Anticlinal axis |
| | | | Synclinal axis |
| | | | Fault |
| | | | Bedding |
| | | | Schistosity |
| | | | Lineation |
| | | | Plunge of fold |

図 11-1-3 Perau地域地質及び地質断面図

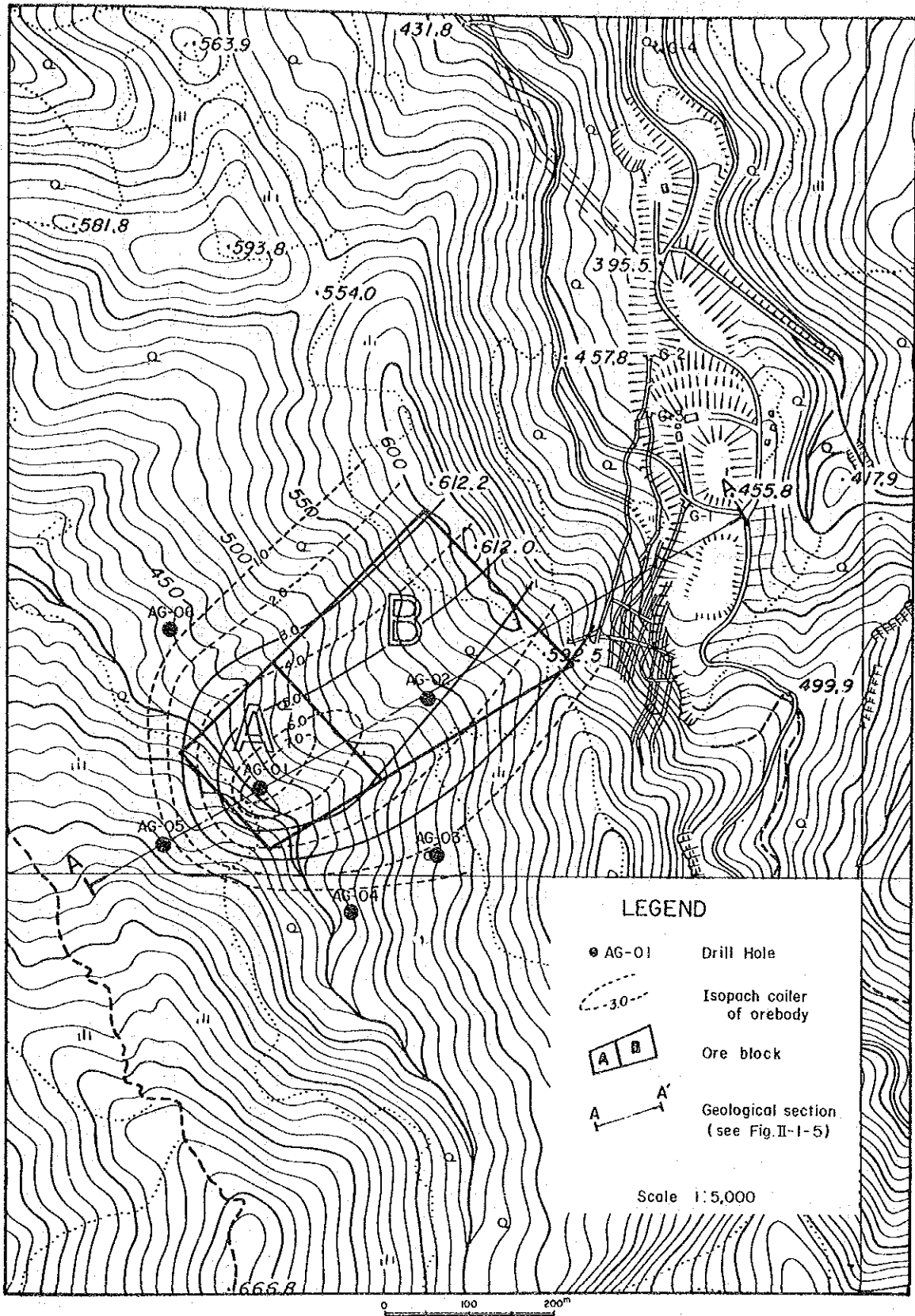


図 II-1-4 新鉄床のアイソパック図及び鉄画位置図

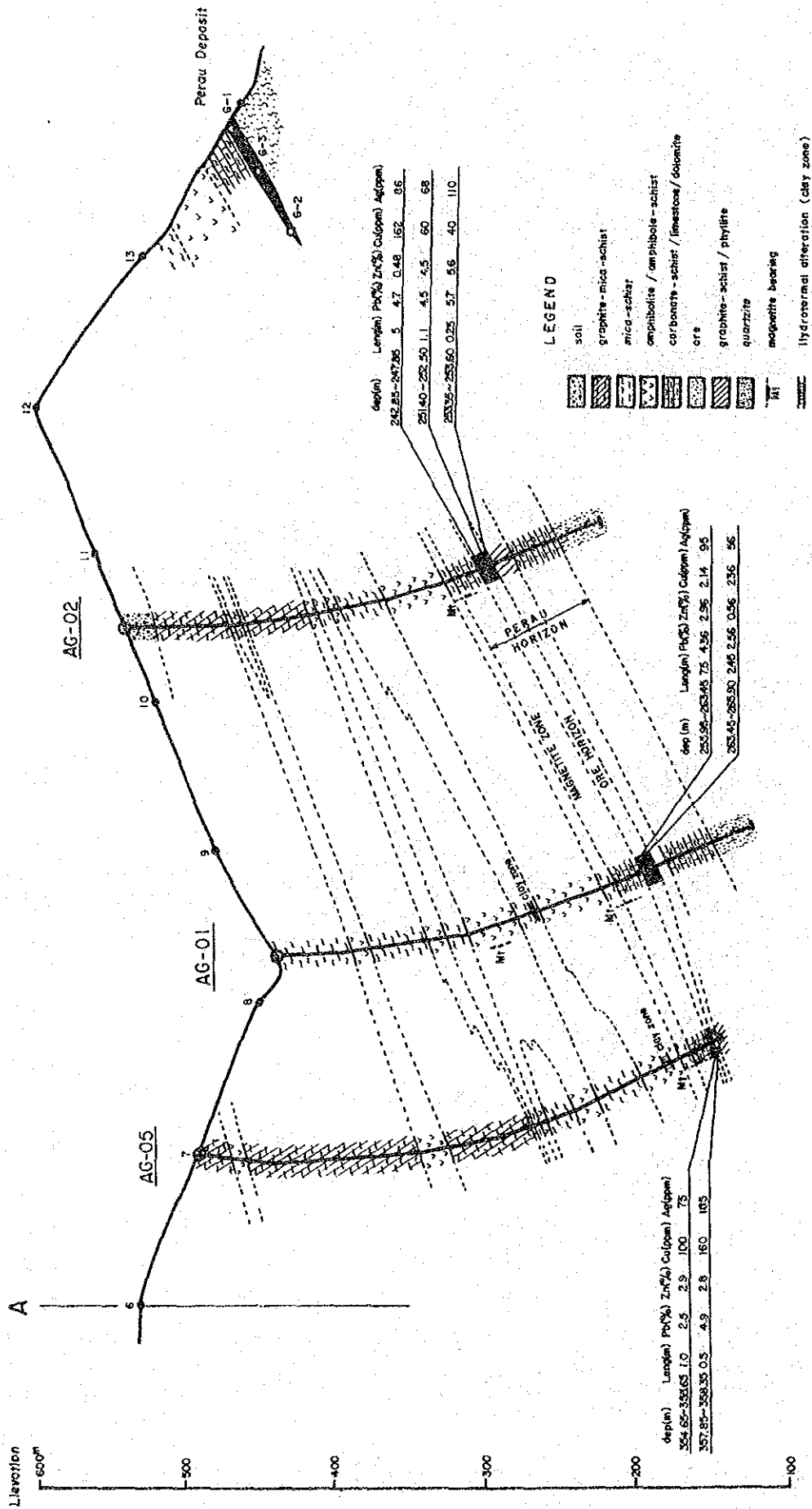


图 II-1-5 Perau 地质钽床断面图

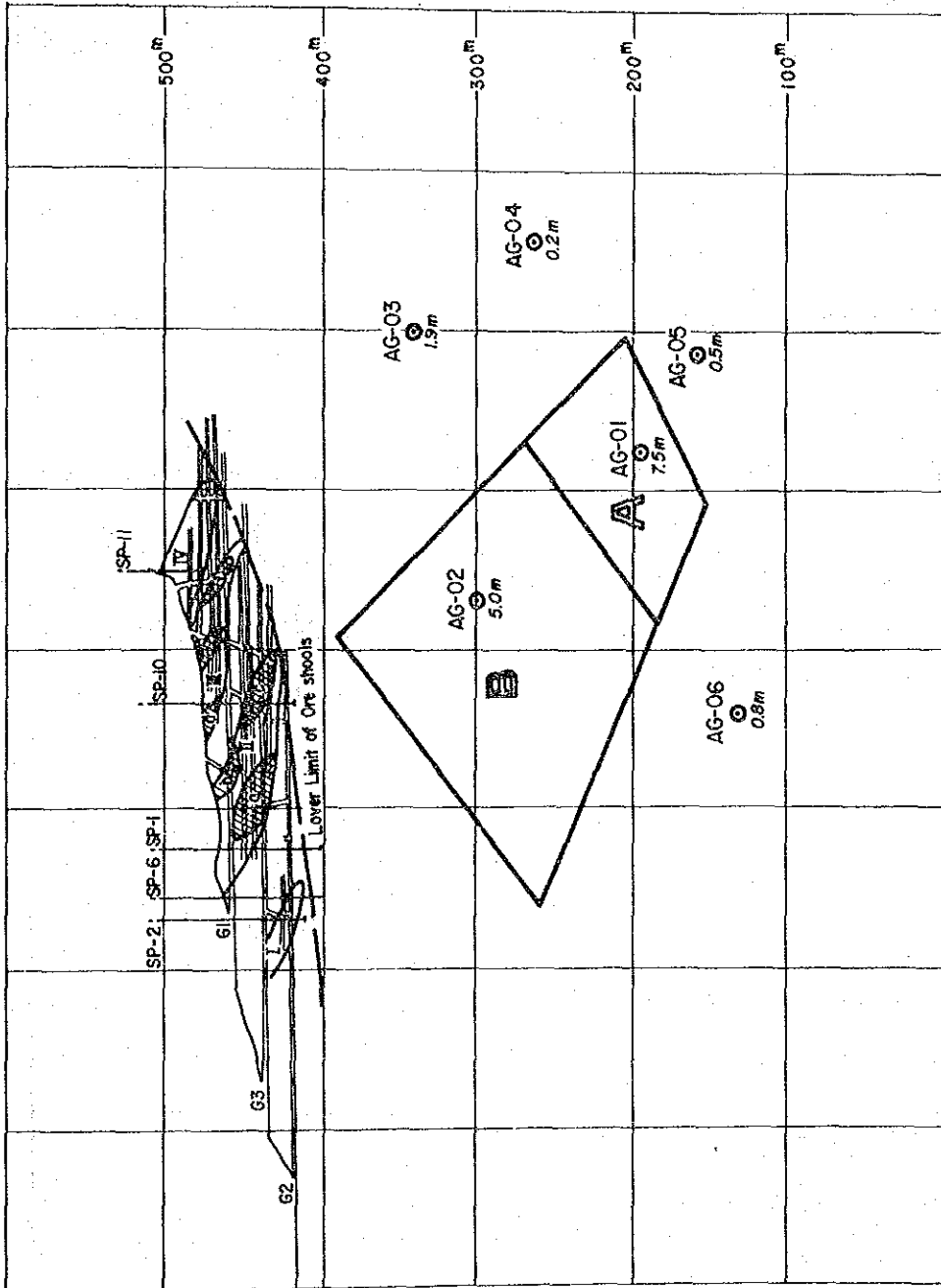


图 II-1-6 perau 砬床截面图

床層準を正確に把握してから掘進することが大切である。

以上の様な探鉱を実施することにより確定鉱量、推定鉱量の増加と鉱量の精度の向上が期待される。

(2) 新鉱床のポテンシャルティと鉱量

Perau 鉱山の新鉱床につき、既存のボーリングデータを基にして暫定的に鉱量計算を実施した。新鉱床は、1980～1983年の4ヶ年の協力調査により、6本のボーリングが実施された結果確認されたものである。6本のボーリングは全て着鉱しているがAG-01孔及びAG-02孔が鉱床の中心部に達し、他の4孔は鉱床の末端部に達している。

これらのボーリングデータから、鉱床のアイソバック図を描くと図Ⅱ-1-4となり、AG-01孔及びAG-02孔を中心に北東に向って連続し、ほかの孔に向かって品位及び層厚共に劣化する傾向を示している。

これらのボーリングの位置の間隔は、150～200mと広く、この鉱床が層状鉱床で連続性に富んでいても、鉱床の評価及び鉱量計算を実施するには、もっと数多くのボーリングデータが必要であり、従って今回の鉱量計算はあくまで暫定的試算の域を出ない。

計算の手順は次のとおりである。

A. 鉱 画

アイソバック図(図Ⅱ-1-4)を参考にして、鉱床の厚さがほぼ3m以上の範囲に設定し、比較的確度の高いA鉱画(レベル差60m)と確度の低いB鉱画(レベル差120m)に分割した。

鉱量計算に使用したデータは、各ボーリング孔で確認している鉱床の厚さ及び品位のうち、それぞれ良好と思われる部分を選んだが、その詳細は表Ⅱ-1-2のとおりである。

表Ⅱ-1-2 ボーリングコア品位

孔番号	孔 深 m	厚さ m	Pb %	Zn %	Agg/T	BaO %
AG-01	255.95～263.45	7.5	2.36	2.96	95	18.9
AG-02	242.85～247.85	5.0	0.70	0.48	86	20.5
AG-03	190.70～196.20	1.9	0.50	0.90	25	4.8
AG-04	196.95～197.15	0.2	0.60	0.46	26	—
AG-05	358.35～359.50	0.5	2.90	2.80	185	—
AG-06	328.60～329.40	0.8	4.80	4.40	38	—

B. 厚 さ

アイソバック図上で測定した鉱面の4隅における厚さ (tx) と鉱面内ボーリングで確認した厚さ (h1 又は h2) の平均値を相加平均する (厚さ, 品位の添字はボーリングの孔番号を示す)。

$$W = 1/4 \sum_{i=1}^4 \frac{tx + h1 \text{ (又は } h2)}{2}$$

このようにして, A 鉱面の厚さ = 5.7 m, B 鉱面 = 4.3 m が得られる。

C. 品 位

鉱面内のボーリング品位 (V1 又は V2) を2倍加重した値と他のボーリング品位 (V3~6) から算出する。

$$A \text{ 鉱面品位} = 1/5 \left(\frac{2V_1 + V_2}{2} + \sum_{x=3}^6 \frac{2V_1 + V_x}{3} \right)$$

$$B \text{ 鉱面品位} = 1/3 \left(\frac{2V_2 + V_1}{2} + \sum_{x=1,6} \frac{V_2 + V_x}{2} \right)$$

但し, BaO については, AG-01 孔, AG-02 孔及び AG-03 孔のみデータがあるので, これらの加重平均値を用いた。

D. 比 重

過去の比重測定によると, 母岩の石灰・珪酸塩岩類が 2.91 ~ 2.94, 鉱石比重は, Pb 2~5% で 2.92 ~ 3.10 であった。理論値では, Pb 4% + Zn 2% 程度で, 3.15 であるので, 多少安全をみて鉱量計算用として 3.0 を採用した。

E. 鉱 量

以上のデータを基礎とし, 鉱床賦存率 90% を乗ずれば, 埋蔵鉱量は次表のようになる。

表 II - 1 - 3 Perau 新鉱床の埋蔵鉱量

鉱面	レベル m	面 積 m ²	厚 さ m	比 重	賦 存 率 %	鉱 量 t	品 位			
							Pb %	Zn %	Ag g/t	BaO %
A	230 ~170	190 × 130	5.7	3.0	90	380,000	3.95	2.49	87.69	17.60
B	350 ~230	215 × 250	4.3	3.0	90	620,000	3.96	1.59	73.83	17.60
計	350 ~170	78,450	4.74	3.0	90	1,000,000	3.96	1.93	79.60	17.60

一方, 各孔の品位に鉱体中加重を行って算出した平均品位は,

Pb = 4.0.9%, Zn = 1.97%, Ag = 84.09%, BaO = 17.60% となるので, 表 II - 1

- 3 中の品位を切り上げて、最終的な埋蔵鉱量を次のように推定した。

鉄量 (t)	Pb (%)	Zn (%)	Ag(g/t)	BaO(%)
1,000,000	4.0	2.0	80	18

第2節 採 鋳

2-1 前 提 条 件

2-1-1 可採粗鋳量及び品位

可採粗鋳量計算の基礎となる、可採率及び研混入率はPerau鋳床の形状、岩質採掘方法（後述）等から判断し、下記の数値を採用する。

可採率 84% 研混入率 12%

推定埋蔵鋳量1,000,000tを基礎として上記条件を適用すれば可採粗鋳量及び品位は表Ⅱ-2-1のようになる。

表Ⅱ-2-1 可採粗鋳量及び品位

	Tonnage (t)	Grade			
		Pb(%)	Zn(%)	Ag(g/t)	BaO(%)
Ore Reserves	1,000,000	4.00	2.00	80	18
Minable Crude Ore	924,000	3.64	1.82	72.7	16.36

2-1-2 操業規模と鋳山ライフ

可採粗鋳量924,000tを出鋳の対象鋳量とし、鋳山ライフを最底10年間とすれば年間90,000t、月産7,500tの操業規模となる。

2-1-3 出鋳品位

切羽設定のバランスをはかり出鋳品位は各年度とも同一品位とする。

2-1-4 就業時間と操業方数

就業時間は8時間とし、歩行、昼食時間を除く実労働時間6時間とする。

操業方数は投資機器の効率化をはかるため1日3交替操業とする。

2-2 開 発 計 画

2-2-1 計画の概要

(1) 鋳体が地表下150～300m間の深部に賦存しており、開発方法としてトラックレス、

斜坑捲、立坑捲等3方法が考えられる。トラックレス法は、坑道延長が長くなり更に一本の通気坑を掘る必要があるため経費がかさみ、斜坑法は工期が長くかかり、出坑と材料搬入とを交互にするために能率がわるい。従って現地の状況、開発の経費及び工事期間、操業の点で優れている立坑捲による開発を計画した。

- (2) 立坑捲は Perau 鉱山G-2 坑口附近より NE45° の方向に 400 m の立入を開さく 350 m 位置に設置する。立坑延長は掘下 300 m、掘上 25 m、総延長 325 m である（図 II-2-1 参照）。
- (3) 開発坑道は立坑を基点とし、20 m 間隔に 9 坑道を開さく、又立坑より 20 ~ 25 m 位置に、鉱石及び研坑井を 2 本開さくする。
- (4) 環境改善をはかるため通洞坑より坑外に、上部坑道より通洞坑にそれぞれ通気坑を開さくする（図 II-2-1 参照）。

2-2-2 捲揚機及びワイヤーロープ

(1) 捲揚機の所要能力

1) 捲揚能力は出鉱量 7,500 t/月、開坑研 1,000 t/月の 8,500 t/月、1日当り 340 t の能力が必要である。

2) 1日当り捲上げ可能な時間は、

- 人員昇降時間 (3 方) 2 時間
- 材料運搬時間 3 時間
- 昼食時間 (3 方) 3 時間
- その他時間 1 時間

を見込むと捲上時間は 15 時間である。

3) 1時当り 23 t (340 t ÷ 15 hr) 捲上げるに必要なロープスピードは、

$$\begin{aligned} \text{捲上時間} &= \frac{320 \text{ m}}{V} \times 60 \text{ sec} \\ & \hspace{15em} \text{とすると} \\ \text{加減速時間} &= 7 \text{ sec} \times 2 \\ \text{操車時間} &= 40 \text{ sec} \\ \text{ロープスピード} &= 195 \text{ m/min} \text{ である。} \end{aligned}$$

2) 捲揚機の所要馬力

捲揚機の所要馬力 $HP = \frac{PV}{4,500 \times \eta}$ 式により求める。

- P ; 捲揚機にかかる最大荷重 3,046 kg
 ・ ケージの重量 900 kg

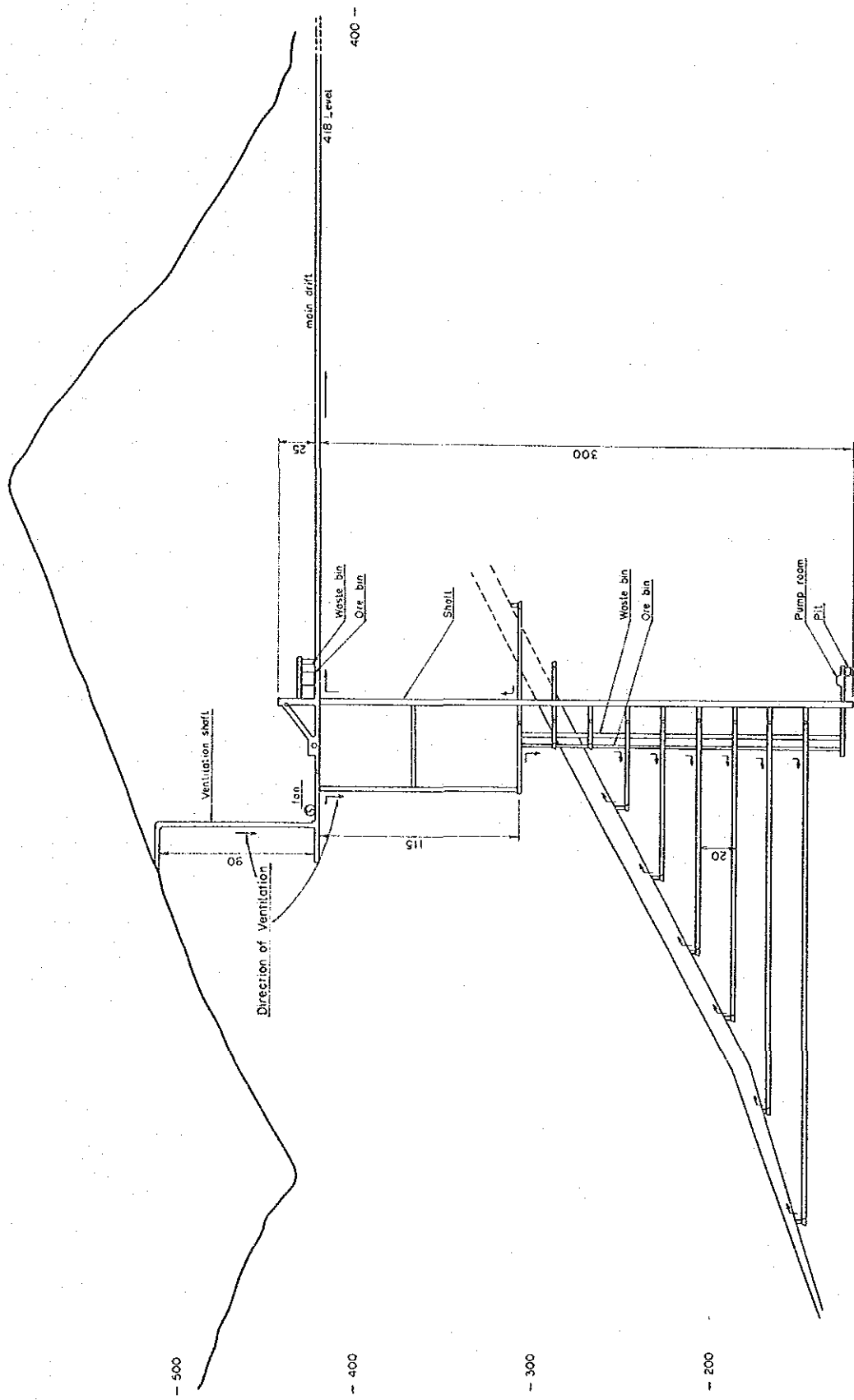


图 II-2-1 開發断面图

- ・ 鉄車の重量 450 kg
- ・ 積載荷重 1,000 kg
- ・ ロープの重量 (24 mm) $2.14 \text{ kg/m} \times 325 \text{ m} = 696 \text{ kg}$

V ; ロープ速度 200 m/min (前項)

η ; 捲揚機の総合効率 0.8

$$HP = \frac{3,046 \times 200}{4,500 \times 0.8} = 169.2$$

捲揚機の大きさは若干余裕をみて200馬力とする。

(3) ワイヤロープと安全率

人員昇降を行う捲揚機のワイヤロープの安全率は最大静荷重に対し1.0, 最大動荷重に対し5以上の安全率が必要である。

前項24 mmのワイヤロープの安全率は,

1) 最大静荷重に対する安全率 $F_1 = \frac{S_r}{W_1} > 1.0$

S_r ; 保証破断荷重 3,490 kg

W_1 ; 最大静荷重 3,046

$$F_1 = \frac{3,490}{3,046} = 1.14 > 1.0 \quad \text{となり最大静荷重に対し充分な安全率である。}$$

2) 最大動荷重に対する安全率 F_2

$$F_2 = \frac{S_r}{W_1 + W_1 \frac{a}{g} + E \frac{\sigma}{D} A} > 5$$

a ; ロープの加速度 (m/sec^2) 0.476 m

g ; 重力の加速度 (m/sec^2) 9.8 m

E ; 弾性係数 (kg/mm^2) 10,000 kg

A ; ロープの有効断面積 (mm^2) 230 mm^2

σ ; 素線の直径 (mm) 2.66 mm

D ; シープ又はドラムの最小径 (mm) ... 2,000 mm

$$F_2 = \frac{3,490}{3,046 + 3,046 \frac{0.476}{9.8} + 10,000 \frac{2.66}{2,000} 230} = 5.58 > 5 \quad \text{となり}$$

最大動荷重に対し充分な安全率である。

従ってワイヤロープは24 mm ラングZ捻りを使用する。