

... ..

...

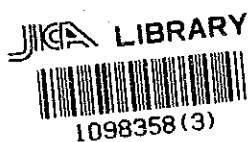
...

...

Y

ブラジル連邦共和国 クライスノボス地域
資源開発協力基礎調査報告書

第 3 年 次



23842

平成 4 年 3 月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団

23842

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、同国の北東部に位置するクライスノボス地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査及び地化学探査等の鉱床探査に関する緒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及び鉱物資源の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鉱業事業団に委託することとした。本調査は平成元年度を第1年度とする3年次にあたり、金属鉱業事業団は5名の調査団を編成して平成3年7月6日から平成3年9月25日まで現地に派遣した。

現地調査は、ブラジル連邦共和国政府機関である鉱山動力省鉱産局及び鉱物探鉱公社の協力を得て予定どおり完了した。

本報告書は、本年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告書の一部となるものである。

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、外務省、通商産業省、在ブラジル日本大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表するものである。

平成4年3月

国際協力事業団

総 裁 柳谷 謙介

金属鉱業事業団

理事長 福原 元一

要 約

本調査は、ブラジル連邦共和国政府と日本国政府の間で 1989 年 7月11日に取り決められた作業協定 (Scope of Work)に基づき、ブラジル連邦共和国リオグランデドノルテ州クライスノボス地域において実施されているものである。全体の調査面積は $5,910\text{km}^2$ (Figure 1), 調査期間は3年である。本年度はその第3年次にあたる。

本年度調査の内容は大きく3つに分けられる。まず、一昨年及び昨年度の調査で鉱床賦存有望地とされたA地域内 (A-I及びA-II地区; Figure 2)での物理探査とトレンチ調査であり、3年間の調査の最終段階として地表下の金の鉱化作用を直接確認しようとするものである。次に昨年度の調査の結果有望として抽出されたB地域南西端 (B-I地区; Figure 2)の土地地化探であり、A地域と同様に直接地下の鉱化作用を確認するの前段階のポテンシャルの評価である。そしてさらに南方のC地域における広域的な地質調査及び河川堆積物地化学探査である。いずれも金鉱床賦存のポテンシャル評価を目的としている。B、C地域の調査面積はそれぞれ 6km^2 、 500km^2 である。

A地域の物理探査はIP法であり、トレンチからの試料は Au, Ag, Wについて分析した。B地域の土地地化探に用いた元素は、Au, As, Sbの3元素である。C地域の沢砂地化探に用いた元素は Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, As, Sbの13元素である。C地域の一部では沢砂のパンニングにより金粒の有無を調べるとともに Au, Ag, Mo, W, Sn, Ta, Nbの7元素の濃度も調査した。

(1) A地域

A-I地区においてはトレンチ調査を、A-II地区においては物理探査及びトレンチ調査を実施した。A-I地区におけるトレンチは6本、合計200mである。A-II地区の物理探査は長さ2kmの測線5本(測線間隔は200m)、合計10kmにわたり双極子法で実施した。A-II地区のトレンチは4本、合計200mである。さらに、参考のためサンフランシスコ鉱山で掘削したトレンチより試料を採取、分析した。

A-I地区では土地地化探の結果よりトレンチの位置を決定したが、いずれのトレンチにおいても土壌中の金異常点の地下には鉱化作用は見出だされなかった。

A-II地区では、土壌及び植物地化探の結果と物理探査の結果からトレンチの位置を決定した。物理探査の異常は西部、中央部及び東部の3つにまとめられ、そのいずれにおいてもトレンチを掘削した(Figure 3)。その結果中央部でしかも植物地化探の異常が重なる地区において金含有量が低いながらも鉱化作用(0.6ppb~19ppb Auが60m間連続する)と考えられる部分を検出した。他の3本のトレンチでは金を検出したものの含有量(0.5ppb~10ppb)が少なく、しかも金を含有する部分が散点的なので、鉱化作用によるものではないと考えられる。

以上の調査結果よりA地区における金の鉱化作用は、サンフランシスコ鉱床(鉱量計算された部分が平均2.5ppm~4.3ppm Au; A-II地区内のトレンチでは約50mにわたり最高500ppbに

達する高金含有を示す)に比較し、相当劣勢であるといえる。従って、サンフランシスコ鉱床を除けば、経済的に採掘可能な鉱量を持つ金の鉱化作用が見出だされる可能性はない。

(2) B地域

B-1地区において土壌地化探及び精密地質調査を実施した(Figure 4)。土壌地化探の金の異常値は低く(1点で160ppb Au, 他は0.6ppb~43ppb Au), しかもその異常点は散在する。金と他の元素の異常域は相関がなく、金の探査には金のみが有効であると判断される。昨年度調査を実施したB-I地区中央東部の含金石英脈周囲の土壌には異常は検出されなかった。これらのことから本地区の金の鉱化作用は劣勢で、経済的に採掘可能な鉱量を持つ鉱床が発見される可能性は低いと考えられる。しかしながら、ウンブラナ山の北麓に検出された異常は、精密地質調査の結果発見された硫化物を伴う石英脈の走向延長上に位置するので、将来の他地域での同種鉱床の探査のためにも、さらに詳細な調査を実施し、鉱床の賦存状況を把握しておくことが必要である。調査手法は精密地質調査及び本年度の調査により有効とされた物理探査を提案する。

(3) C地域

本地域には、一昨年、昨年度の調査域と同様、主として先カンブリア紀の地層が分布し、その上に極く小規模に第三紀と第四紀の地層が載る。先カンブリア紀の地層は始生代のカイコ岩体と原生代セリド層群のエクアドル層及びセリド層からなる。C地域では第1年度及び第2年度調査地域に露出していたジュクルトゥ層は露出していない。カイコ岩体は片麻岩で代表され、エクアドル層は珪岩、そしてセリド層は黒雲母片岩で代表される。カイコ岩体は本地区の東端に、エクアドル層は本地区の西部に、セリド層は中央部に広く分布する。

調査地域にはN-S及びWNW-ESE~ENE-WSW方向の断層が多い。N-S方向の断層はいずれも本地域を含めた広域的な断層の一部であり、C地域全体を貫いている。特に東端のカイコ岩体とセリド層を境する断層はブラジル北東部の広域地質構造区分上重要なピクイ断層である。WNW-ESE~ENE-WSW方向の断層も調査地域全体に分布する。これはN-S方向の断層より小規模で、第三紀の塩基性岩が貫入している所もあり、新しい時期のものである。調査地域の中央部セリド層の中にはN-S方向の断層と並行する幅約3kmの褶曲帯がある。この褶曲帯も広域的なもので、C地域全体を貫いている。

C地区にはペグマタイトに関連するNb, Ta等の鉱床が数多く認められるが、金に関連する鉱床は本年度の調査では認められなかった。

沢砂地化探では、いずれの元素でも顕著なまとまった異常域は検出されなかった。特にAg及びSbはすべての試料で検出限界に満たなかった。金の異常は、調査地域北西部のエルモ川(Riacho do Ermo)とカサド川(Riacho do Casado)でかこまれた地区にややまとまり(Figure 5; 1.0~14ppb Au), 中央北部に一点ではあるが最高値63ppbが検出された。他の元素はいずれも岩石本来の成分あるいはペグマタイトに関連する鉱化作用を表したものと判断される。

分析値の統計処理により、Fe-Mn、Ta-Nbの元素間に正の相関が示され、因子分析でも抽出された。いずれも岩石の成分及びペグマタイトの鉍化作用に関連すると考えられる。

以上のようにC地域では河川堆積物地化学探査による金異常値が低く、しかも強く集中していないことから、鉍床が存在したとしても極く小規模のものと推定され、経済的に採掘可能な鉍量を持つ鉍床が賦存する可能性は極く低いと考えられる。

以上の結果からさらに調査を実施するとすれば次のことが考えられる。

(1) A地区

A-II地区サンフランシスコ鉍床の北部の詳細な調査。調査の手法は物理探査及びトレンチ調査等の鉍化作用を具体的に解明できる方法を用いる。

(2) B地区

南東端のウンブラナ山に沿い、詳細な地質調査及び物理探査を実施して、Au鉍化作用の状況を把握する。

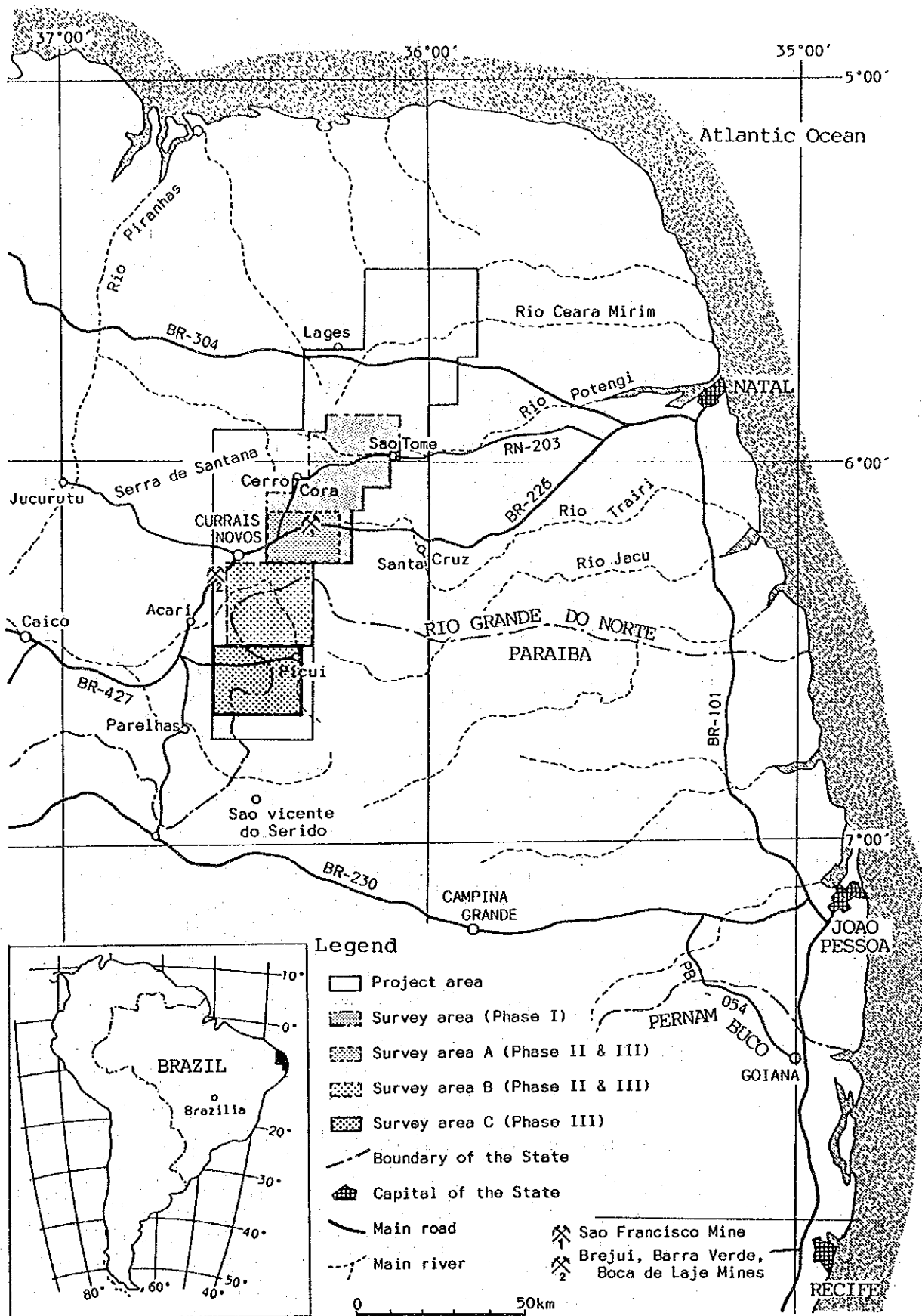


Figure 1 Location of the survey area (1)

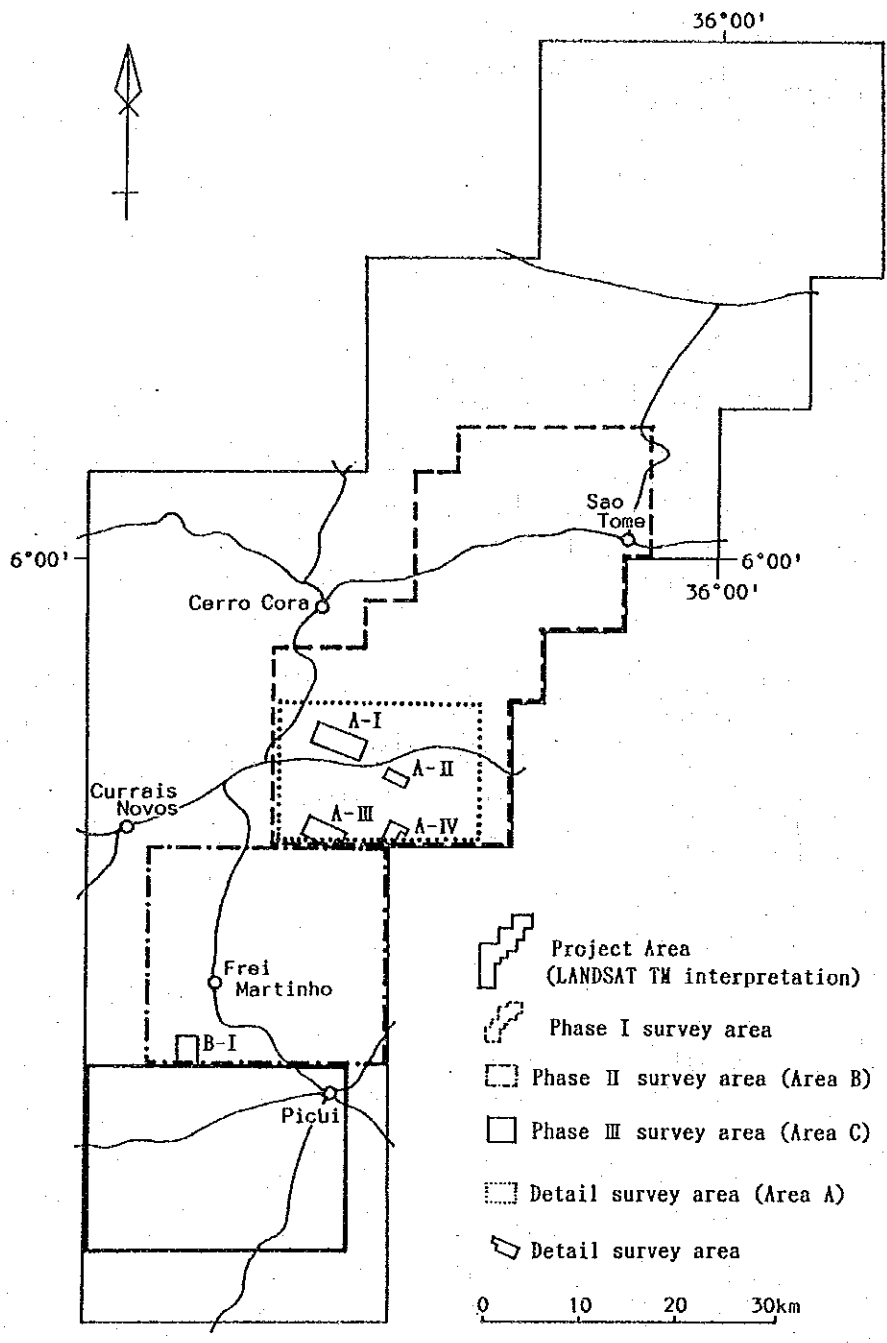


Figure 2 Location of the survey area (2)

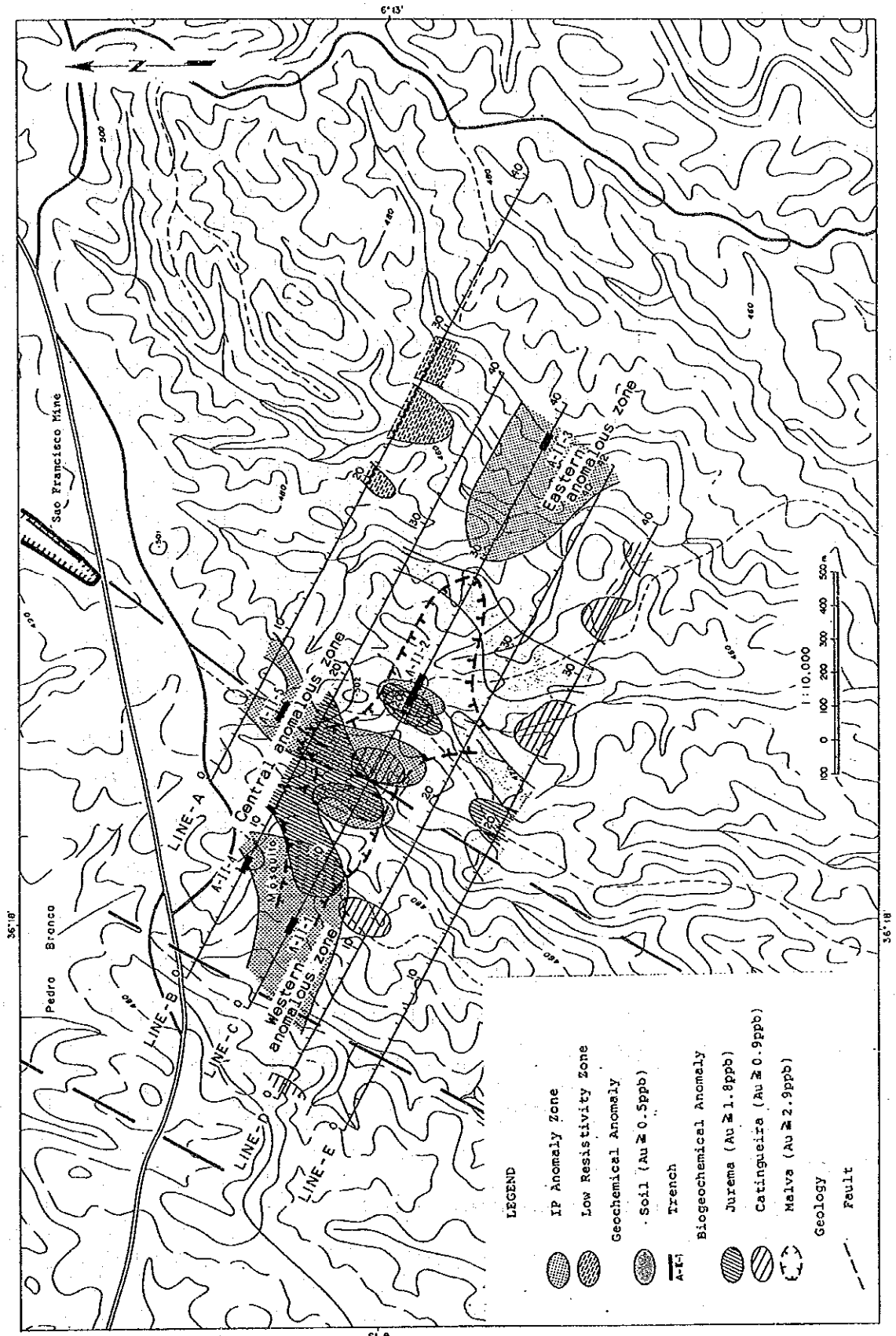
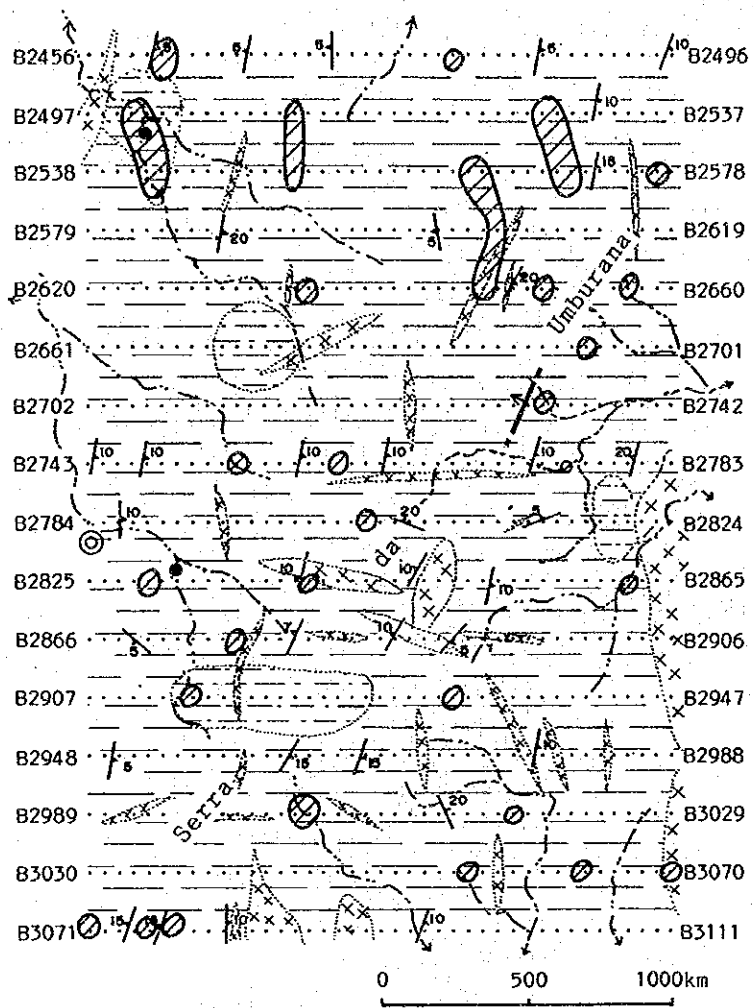
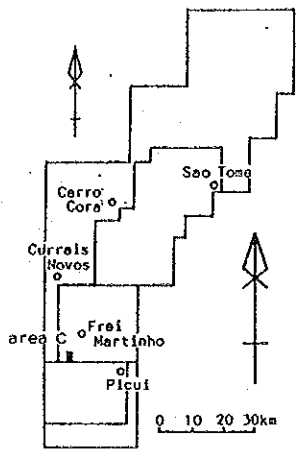
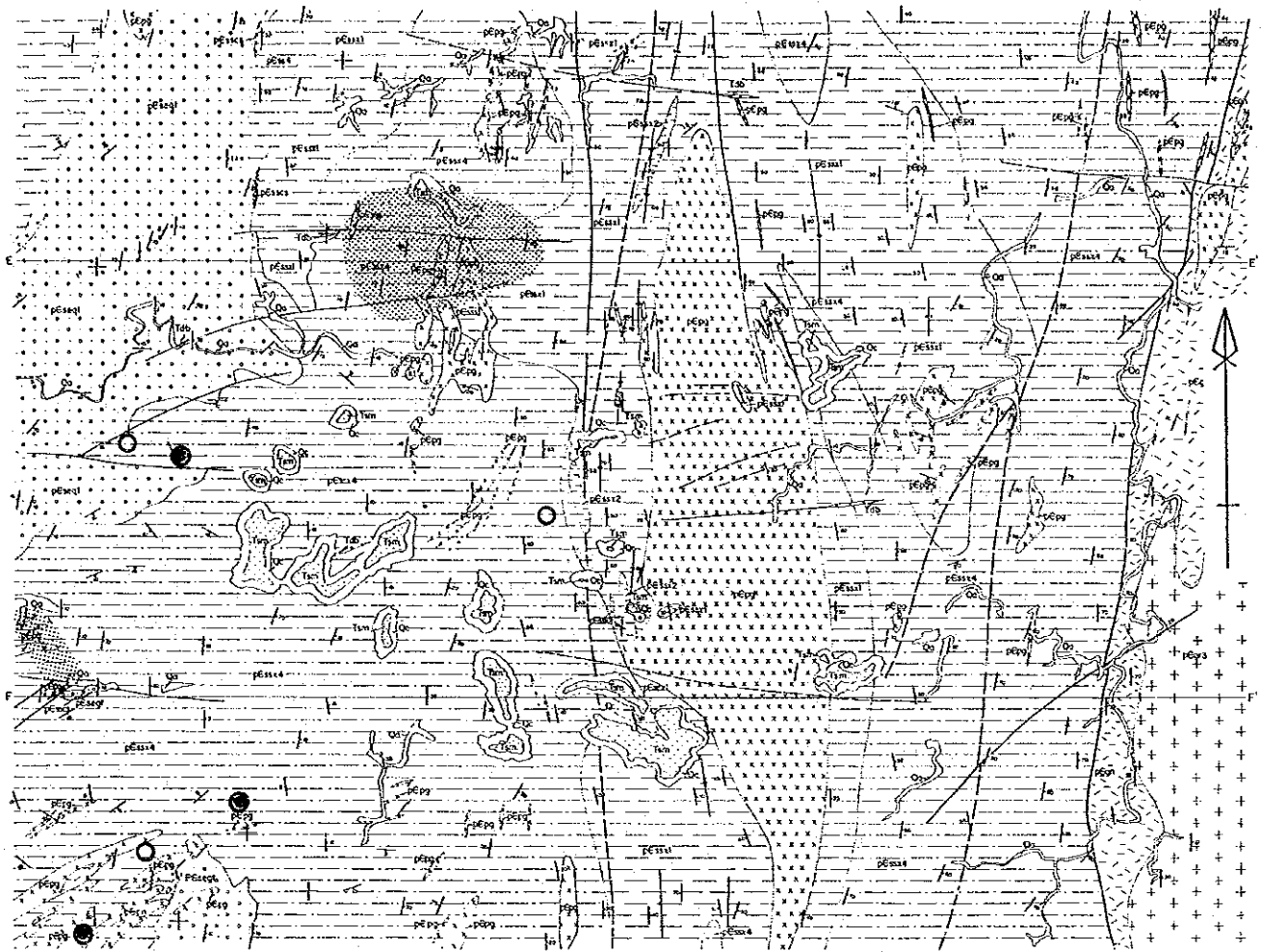


Figure 3 Compilation of the survey in area A-II



- ⊗ ≥ 1 ppb Au in soil
- $\geq 10,000$ ppb Au in pan concentrate
- $\geq 1,000$ ppb Au in pan concentrate
- ⊙ Point where gold particle was found
- ↗ Auriferous quartz vein (Au, 0.2ppm; Ag, 103ppm)
- B3112 Soil sampling point & number

Figure 4 Compilation of the survey in area B-I



0 1 2 3 4 5 10km

LEGEND

CENOZOIC	Quaternary	Aluvium	Qa	Sand & gravel
		Colluvium	Qc	Sand & gravel
	Tertiary	Serra dos Martins Fm	Tsm	Conglomerate & sandstone
		Dykes	Tdy	Basalt & diabase
PROTEROZOIC	Brasilian Plutonics	Pegmatite	pEg	
		Granite	pGr	
	Serido Group	Bi-schist, gt-bi-schist, mu-bi-schist	pSs1	
		Siliceous schist	pSs2	
		Alteration of bi-schist, gt-bi-schist, ct-gt-bi-schist & mu-bi-schist	pSs3	
		Calc silicate rocks	pSs4	
Equador Fm	pEq	Mu-quartzite		
ARCHEAN	Caico Complex	pCg	Bi-quartz, ortho-quartz, anfic dykes	

LEGEND

- Stream sediment Au anomalous area (Au ≥ 1ppb)
- Location of Au particles
- High Au value in pan concentrate (Au ≥ 1,000ppb)

- Boundary of formations & rock types
- Strike & dip of foliation
- Anticline
- Syncline
- Fault

Figure 5 Compilation of the survey in area C

目 次

はしがき
要 約
目 次

第 I 部 総 論

第 1 章 序 論	1
1-1 調査の経緯	1
1-1-1 調査の経緯	1
1-1-2 第 2 年次調査の結論	1
1-1-3 第 3 年次調査への提言	2
1-2 第 3 年次調査の概要	2
1-3 調査団の編成	4
1-4 調査期間	4
第 2 章 調査地域の地理	5
2-1 位置及び交通	5
2-2 地形及び水系	5
2-3 気候及び植生	6
第 3 章 調査地域の地質的位置づけ	9
第 4 章 調査結果の総合検討	13
4-1 A 地域における地化学探査結果及び 物理探査結果と鉱化作用について	13
4-2 B 地域における精密地化学探査について	15
4-3 C 地域における地質及び地質構造の特性	15
4-4 C 地域における鉱化作用の特性と鉱化規制について	15
4-5 C 地域における地化学異常と鉱化作用との関係について	15
4-6 期待鉱床賦存のポテンシャルについて	16
第 5 章 結論及び提言	17
5-1 結 論	17
5-2 将来の調査への提言	18

第Ⅱ部 各論

第1章 A地域の物理探査	19
1-1 探査目的及び調査方法	19
1-1-1 探査目的	19
1-1-2 探査方法	19
1-1-3 解析方法	19
1-2 探査結果	22
1-2-1 見掛比抵抗及びPFE断面の解釈	22
1-2-2 見掛比抵抗及びPFE平面の解釈	27
1-2-3 岩石物性の測定	31
1-3 考察	35
1-3-1 地質及び鉱化作用と物理探査結果	35
1-3-2 地化学異常と物理探査結果	36
1-3-3 トレンチ掘削位置の選定	38
第2章 A地域のトレンチ調査	39
2-1 調査目的及び方法	39
2-1-1 調査目的	39
2-1-2 調査方法	39
2-2 調査結果	41
2-2-1 A-I地区のトレンチ	41
2-2-2 A-II地区のトレンチ	44
2-3 考察	47
2-3-1 地化学探査結果と鉱化作用について	47
2-3-2 物理探査結果と鉱化作用について	48
第3章 B-I地区の地化学探査	51
3-1 B-I地区の地質鉱床概要	51
3-2 土地化学探査	51
3-2-1 探査目的	51
3-2-2 探査方法	51
3-2-3 探査結果(元素別地化学異常)	53
3-3 考察	58
第4章 C地域の地質調査	59

4-1	調査目的及び方法	59
4-1-1	調査目的	59
4-1-2	調査方法	59
4-2	調査結果	59
4-2-1	地質	59
4-2-2	地質構造	77
4-2-3	鉱化作用及び変質作用	78
4-3	考察	81
4-3-1	地質及び地質構造について	81
4-3-2	地質と鉱化作用について	82
第5章	C地域の地化学探査	83
5-1	河川堆積物による地化学探査	83
5-1-1	探査目的	83
5-1-2	探査方法	83
5-1-3	探査結果	91
5-2	河川堆積物パンニング試料による地化学探査	101
5-2-1	探査目的	101
5-2-2	探査方法	101
5-2-3	探査結果	105
5-3	考察	110

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章	結論	113
第2章	将来の調査への提言	115

参考文献

図表一覧

付録

第 I 部 総 論

第1章 序 論

1-1 調査の経緯

1-1-1 調査の経緯

本調査は、ブラジル連邦共和国政府と日本国政府の間で1989年7月11日に取り決められた Scope of Work に基づき、ブラジル連邦共和国リオグランデドノルテ(Rio Grande do Norte)州 クライスノボス(Currais Novos) 地域において実施されているものである。調査の目的は地質状況を解明することにより金の賦存状況を把握することである。地域全体の調査範囲は5,910 km² であり、予定の調査期間は3年である。

本年度は第3年次にあたり、調査は日本側及びブラジル側からそれぞれ人員を派遣して実施された。

第1年次には、調査範囲全体の地質構造の外観を得るためランドサット画像(TM画像)の解析を実施するとともに、調査範囲全体から鉱床、特に金鉱床賦存の有望地域を抽出するために既存資料の解析によって現地調査範囲を1,000km² に絞り、地質調査、河川堆積物地化学探査(以後、沢砂地化探と略する)を実施した。その結果、調査地域南部のサンフランシスコ鉱床から南方に異常が集中したため第2年次以降さらに詳細な調査を実施することを提言した。

第2年次には第1年次調査の結果をうけ、第1年次調査地域南部の異常地域(25km²)において有望地域をさらに絞るために、植物及び土地地化探を実施するとともに、南方のB地域(500m²)において地質状況及び金鉱化作用の解明を目的にして、地質調査及び沢砂地化探を実施した。

第3年次には、第2年次の植物及び土地地化探によりさらに絞られた地域で物理探査及びトレンチ調査を実施、また第2年次の地質調査及び沢砂地化探により抽出されたB地域南西部(B-I地区)で土地地化探を実施した。また、さらに南部の新地域(C地域: 500km²)において地質状況及び金鉱化作用の解明を目的にして地質調査及び沢砂地化探を実施した。

1-1-2 第2年次調査の結論

A地区(A-I, A-II)における土壌及び植物地化探の結果、いずれの中でもAu, As, Sbの3元素間には相関がないことが判明し、Au元素のみが金の探査に有効であろうとした。土壌中のAuと植物中のAuの異常の相互の位置及びその付近の地形等から判断すると、両者は互いに関連のある場所に現れているとし、A-I地区の南東部、及びA-II地区のサンフランシスコ鉱床の南延長部及びそれから約500m東が有望であるとした。

B地区南東端のウンブラナ山の中央部に幅0.3~2m、走向延長が200mの含金銀石英脈があり、熱水性鉱脈鉱床であると判断した。この石英脈は断層とは関係がないが、母岩の片岩の片理の傾斜等周囲とは明らかに異なった位置に賦存しているので、本地区のさらなる調査が必要であるとした。

1-1-3 第3年次調査への提言

A地区においては、A-I地区南東部での詳細な土壌及び植物地化学探査、あるいは物理探査を提言し、A-II地区のさらに南方及びサンフランシスコ鉱床の北方での植物及び土壌地化学探査あるいは物理探査を提言した。

B地区ではウンブラナ山の石英脈周辺での詳細な地質調査及び物理探査を提言した。

1-2 第3年次調査の概要

第3年次調査は3つに分けられる。調査地域は、第1、2年次と引き継いで調査を実施してきたA地区（A-I、A-II地区）、第2年次の調査により有望地として抽出されたB-I地区（ウンブラナ山周辺）、そしてさらに南の新たなC地域である。

A地区の調査の目的は、沢砂地化探、土壌及び植物地化探により絞られた地区における岩盤中の金の賦存状況の把握と地下における金の鉱化作用に関連する異常の連続性の解明である。A-I地区では南東部の特に土壌中のAuの値が高かった地区においてトレンチを掘削し、地質と鉱化作用の関係を詳細に調査することである。A-II地区では、本地区全体をカバーする物理探査（IP法）により地下における金の鉱化作用に関連する異常の連続性を解明して有望地を抽出し、さらにトレンチを掘削することにより地質と鉱化作用を詳細に調査することである。トレンチからは1mごとに試料を採取し、Au、Ag、Wを分析した。

B-I地区の調査の目的は、地質調査により含金銀石英脈が確認され、沢砂地化探によりAuの異常が検出された地区でのさらに詳細な異常部の追跡である。この目的を達成するために、含金銀石英脈を含みさらにAuの異常を示した河川の流域全体をカバーする地域で土壌地化探を実施した。土壌地化探に使用した元素はAu、As及びSbの3元素である。

C地域の調査の目的は地質を解明するとともに、特に金の鉱化作用を把握することである。第1、2年度と同様の地質調査及び沢砂地化探を実施した。本地域の地質調査では、踏査密度0.8km/km²程度の調査をすることにより地層の分布、地質構造及びそれらと鉱床との関連を明らかにすることを目的とした。沢砂地化探では、沢砂を採取密度約1.6個/km²で採取し、金を含む13元素（Au、Ag、Fe、Mn、Mo、W、Sn、Nb、Ta、Be、Li、As、Sb）の地域全体における分布状況、及びそれらの間の関連性を解析し、金に関する地化学特性を明らかにすることを目的とした。また、過去の調査で金の異常が報告されている所、及び今年度の地表調査で金の異常についての情報が得られた所で、沢砂中の重鉱物をパンニングによって採取し、金粒の有無を肉眼で確認するとともに、7元素（Au、Ag、Mo、W、Sn、Ta、Nb）について化学分析をし、各採取場所の元素の濃集について検討した。

野外調査の調査量、室内作業における化学分析及び各種試験の件数をTab. I-1-1に示す。

Table I-1-1 Summary of field works and laboratory tests

Area A

Field works						Laboratory tests	
IP Geophysical survey 5 lines (10km) , 556 measurements						Resistivity measurements	20
						Polarization measurements	20
						Chemical analysis (sulfur)	20
Trench survey Trenching (459m) Rock samples(501)							
Area A-I			Area A-II				
No.	Length	Number	No.	Length	Number		
A-I-1	25m	25	A-II-1	50m	50	Chemical analyses	
A-I-2	82m	76	A-II-2	100m	97	Rocks(Au, Ag, W) 501	
A-I-3	25m	25	A-II-3	50m	50		
A-I-4	26m	26	A-II-4	50m	50		
A-I-5	26m	26	A-II-5		53		
A-I-6	25m	23					

Area B

Field works		Laboratory tests	
Survey area	6km ²	Chemical analyses	
Geochemical samples		Soil(Au, As, Sb)	660
Soil samples	660		

Area C

Field works		Laboratory tests	
Survey area	500km ²	Chemical analyses	
Geological Traversing	498	Stream sediments(Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn Nb, Ta, Be, Li, As, Sb)	807
Geochemical sampling		Rocks(SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO, Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , LOI, Au, Ag, Fe, Mn, Mo, W, Sn, Nb, Ta, Be, Li, As, Sb)	30
Stream sediments	807	Pan concentrates(Au, Ag, Mo, W, Sn, Ta, Nb)	83
Pan concentrates	83	Thin section observation	30
		Ore assay (Au, Ag)	3
		X-ray diffractometry	10

1-3 調査団の編成

第3年次の現地調査に参加した調査団員は以下のとおりである。

日本側	ブラジル側
川上 和夫 大手開発㈱	Alarico A.F. Mont Alverne DNP
小野寺政勝 大手開発㈱	Jose Robinson A. Dantass DNP
後藤 求 大手開発㈱	Roberto Batista Santos DNP
田中 富雄 大手開発㈱	Mauro Caldas Mendes DNP
松久保和人 大手開発㈱	Luis Barbosa Barros DNP
	Antonio Honorio de M. Junior DNP
	Cicero Alves Ferreira CPRM
	Jorge Luis da Costa DNP

1-4 調査期間

第3年次調査の期間は以下の通りである。

現地調査 平成3年7月6日 ~ 平成3年9月25日 (日本出発日~帰国日)

報告書作成 平成3年9月26日 ~ 平成4年1月31日

第2章 調査地域の地理

2-1 位置及び交通

調査範囲はブラジル連邦共和国東北部のリオグランデドノルテ州の中央南部からパライバ州の中央北部わたり、ほぼ南緯 $5^{\circ}30' \sim 6^{\circ}45'$ 、西経 $35^{\circ}50' \sim 36^{\circ}35'$ の中に位置する (Figure 1)。第1年次の調査地域は、その中の南緯 $5^{\circ}52' \sim 6^{\circ}14'$ 、西経 $36^{\circ}04' \sim 36^{\circ}25'$ の中にあり、第2年次調査B地区はほぼ南緯 $6^{\circ}17' \sim 6^{\circ}29'$ 、西経 $36^{\circ}18' \sim 36^{\circ}31'$ の中にある。第3年次調査のC地区はほぼ南緯 $6^{\circ}29' \sim 6^{\circ}40'$ 、西経 $36^{\circ}19' \sim 36^{\circ}34'$ の中に位置する。

A地区の西方、またB地区の北西方に本地域最大で、人口約2万5千のクライスノボス市があり、C地区の北東端にはピクイ (Picui) 市がある (Fig. 1)。クライスノボス市を調査基地とした。

クライスノボス市に至るには2つの経路がある。ひとつは、ペルナンブコ (Pernambuco) 州の州都レシフェ (Recife) まで空路、そこから自動車を利用する経路であり、もうひとつはリオグランデドノルテ州の州都ナタル (Natal) まで空路、そこから自動車を利用する経路である。レシフェ-クライスノボス間は、国道 BR-101, 230, 427 を通り、約 420 km、ナタル-クライスノボス間は、国道 BR-226 を通り、約 190 km である。

A地区のほぼ中央を BR-226 が東西に横切る。B地区では地区内の西部を南北方向に未舗装道が通っており、それを經由するとクライスノボスから南隣のパライバ (Paraíba) 州のフレイマルティーニョ (Frei Martinho) を通り、ピクイに至ることができる。また、クライスノボス市から BR-226 を南下し、アカリ (Acari) 市を經由してピクイにいたることも出来る。調査期間中は主として後者を利用した。

C地区内には車輛通行可能な未舗装道が発達している。作成した地形図は 1967 年に撮影された空中写真を基本にしているため、現在の道路の状況は地形図とは相当異なっている。

2-2 地形及び水系

調査範囲全体の地形は第1年次報告書に述べたように、その特徴から大きく3つに分けられる。まず、北端部の平坦地、調査範囲の大部分を占める標高 300m ~ 600m の起伏のある山岳地形、そして中央西部の標高約 700m のサンタナ山脈 (Serra da Santana) である。

このなかで第1、2年次の調査地域は標高 300m ~ 600m の山岳地形に入る (既に第1、2年次報告書で詳細に述べた)。

C地区は上記の範疇では標高 300m ~ 600m の起伏のある山岳地形に入るが、さらに小さく4つに分けられる。ひとつは標高 700m 付近で不規則な平面形態のメサ状を呈する地形であり、調査地域の中央部に散在する。いずれもその面積は小さい。メサの頂部は第3系のセハドスマルティンス (Serra dos Martins) 層が占める準平原である。次は、C地区の北西部でほぼ NS

方向に延びる標高320m～660mの深く刻まれた山岳地形であり、エクアドル層の珪岩の分布と一致する。残りの地域は、標高400m～600mの起伏の緩やかな山岳地形である。これはセリド層の雲母片岩の分布に一致する。もうひとつはC地域の中央部及び東端に見られる丸みを帯びた緩やかな起伏を持つ山岳地形である。これは中央部ではペグマタイトの分布に一致し、東部では花崗岩及び片麻岩の分布と一致する。

その他地形図上にはかならずしも現れていないが、微小地形としてペグマタイトの存在による幅数m、高さ数m～10m程度の回廊状の凸出地形が調査地域全体に見られる。ペグマタイト岩脈の方向はC地域北部では主としてNSであるが、C地域南西部ではNE-SW方向が卓越し、中央東部ではNE-SW方向及びNW-SE方向が混在する。

C地区の水系は、東部及び北部がピクイ川(Rio Picui)の流系に入り、大局的に南から北へ向かって流れ、B地域を経由し、西方のピラハス河(Rio Piranhas)に至る。西部ないし南西部は西方及び南方に流下し、調査地域の外側のアカリ市西方でピクイ川と合流する。調査地域中央部および東部のペグマタイト、片麻岩の分布域は岩相を反映し水系の発達が良い。

C地区の流系をさらに細かくみると、その方向性が明瞭に判別される(Fig. I-2-1)。調査地域全体にE-W方向およびNE-SW方向が卓越する。NE-SW方向はAおよびB地区にはほとんど認められなかった方向で、C地域に特徴的な方向である。調査地区中央部にはN-S方向が見られ、これはB地域から延長するもので、褶曲帯に一致する。いずれの方向も断層、褶曲、ペグマタイト岩脈、塩基性岩脈の方向等に一致する。

2-3 気候及び植生

本地域の気候は、気候帯から半乾燥(Semi-arido)地域に位置づけられ、ケッペンの気候帯区分ではBSHwに対応する。

本地域の1年間の気候は大きく2つに分けられる。2月～5月の雨季、他の乾季である(Tab. I-2-1, 第1年次報告書)。雨季には断続的に雨が降り、乾季になれば雨量は極端に少なくなる。気温は1年間を通じて大きな変化はなく、高い時には40°Cに達し、低い時で20°C程度である。

調査地域の水系には、雨季には水流があるが、乾季にはなくなる。乾季には沢底が表面に現れ、涸沢となる。第3年次の野外調査期間中は7月上旬、9月中旬に若干の雨量があったが、ほとんどの沢が涸沢のままであった。

C地域の植生は、A、B地域同様ブラジル東部の乾燥地帯に特有なカチンガ(Caatinga)である。調査地域全体に高さが2～4mの灌木が生え、沢沿いには10mに達する喬木が生える。カチンガの代表的な植物種はジュレマ(Jurema)、カチンゲイラ(Catingueira)、マウバ(Malva)、ペレイロ(Pereiro)、マルメレイロ(Marmereiro)、モレキドゥロ(Morequiduro)、キシキシ(Xique-xique: サボテン)等である。

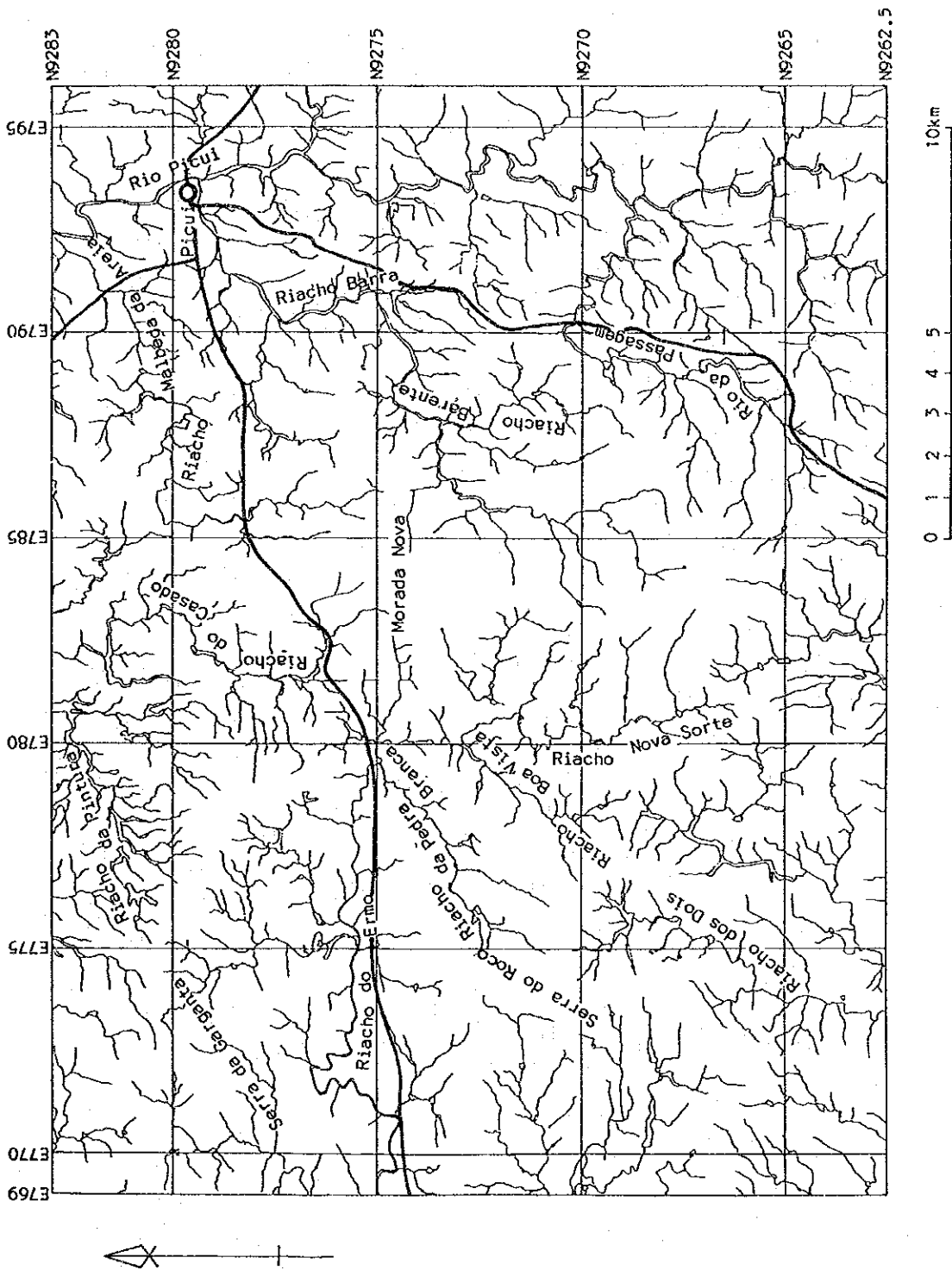


Figure I-2-1 Drainage system in the survey area C

第3章 調査地域の地質的位置づけ

本調査範囲は、ブラジル北東部を占める大きな地質構造单元の一つに含まれ、その地質单元は、ボルボレマ地区と称されている。ボルボレマ地区は、先カンブリア紀層を中心に片麻岩-ミグマタイト-花崗岩からなる地塊と、主として変火山岩-変堆積岩からなる褶曲帯に分けられている (Brito Neves, 1975, 1983; Almeida et al., 1976)。本調査範囲はこのうち主として変火山岩-変堆積岩が分布する褶曲帯にある。Brito Neves(1983)は褶曲の程度や変成の程度に基づき、ボルボレマ地区を5つの地質領域 (Geologic domain)に区分した。この区分によれば、調査範囲はセントラル領域内のセリド地区に位置する (Figure I-3-1)。

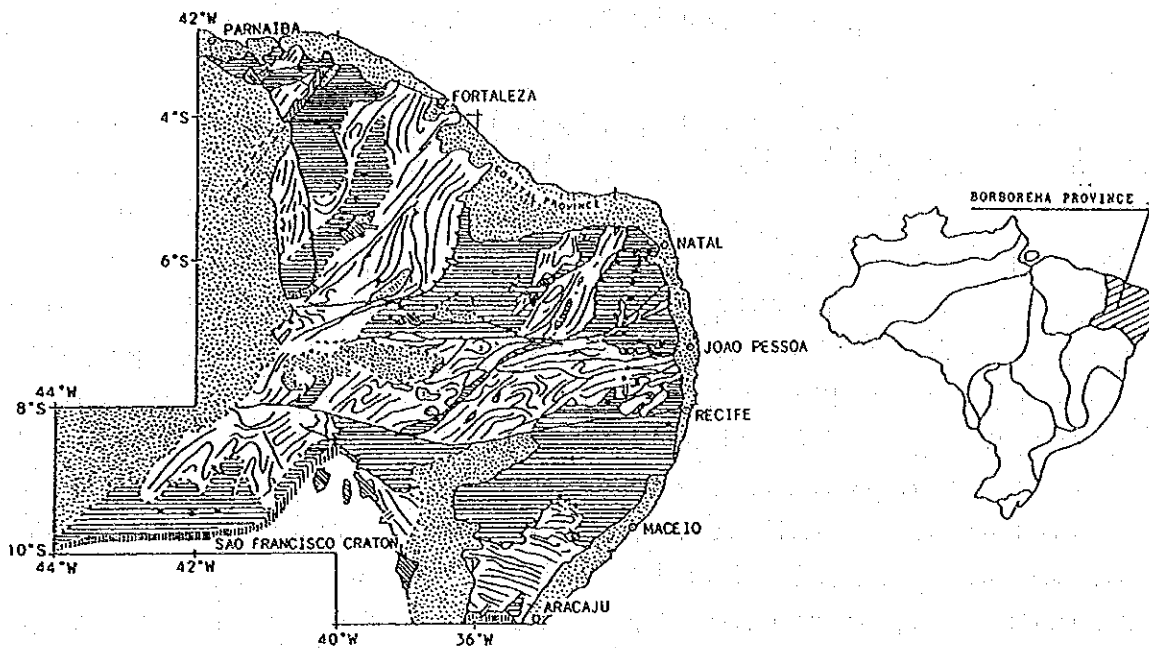
セリド地区の先カンブリア系の層序は、下位より始生代のカイコ岩体、及び原生代のセリド層群からなる (Jardim de Sa & Salim, 1980)。カイコ岩体は片麻岩-ミグマタイト-花崗岩からなる地塊に相応し、セリド層群は変火山岩-変堆積岩からなる褶曲帯に相応する。セリド層群はさらに下位よりジュクルトゥ層、エクアドル層、そしてセリド層からなる。これらの先カンブリア系の上位は白亜系のジャンダイラ層、アス層、第三紀のセハドスマルティンス層、第四紀の崩積成堆積物及び河川堆積物である。







本調査範囲全域には、白亜紀のジャンダイラ層を除き上記すべての層準が分布する。カイコ岩体と上位のセリド層群、セリド層群とその上位のアス層、アス層とその上位のセハドスマルティンス層の間はいずれも不整合である。セリド層群の中のジュクルトゥ層、エクアドル層、セリド層の間はいずれも整合である。これら3層は場所により互いに接する (Figure II-3-2)。

ボルボレマ地区はジェキエ造山輪廻 (2,900 ~ 2,600 Ma)、トランスアマゾン造山輪廻 (2,100 ~ 1,800 Ma)、及びブラジル造山輪廻 (700 ~ 450 Ma)の影響を受けている。特にセリド地区ではトランスアマゾン造山輪廻による2段階の造構運動とブラジル造山輪廻による3段階の造構運動が識別されている。トランスアマゾン造山輪廻による造構運動は低角度の破砕帯で代表され、ブラジル造山輪廻による造構運動は高角度の破砕帯で代表される (Jardim de Sa et al., 1988)。いずれの造構運動においても変成作用における変成度は角閃岩相に達した。これらの破砕帯に沿って様々な貫入岩が存在している。大きな構造としては各地質領域を分割する構造線があるが、本調査範囲ではセリド地区が入るセントラル領域と東隣のセントローオリエンタル領域を区分する構造線 (ピクイ断層)がある (Fig. I-3-2)。

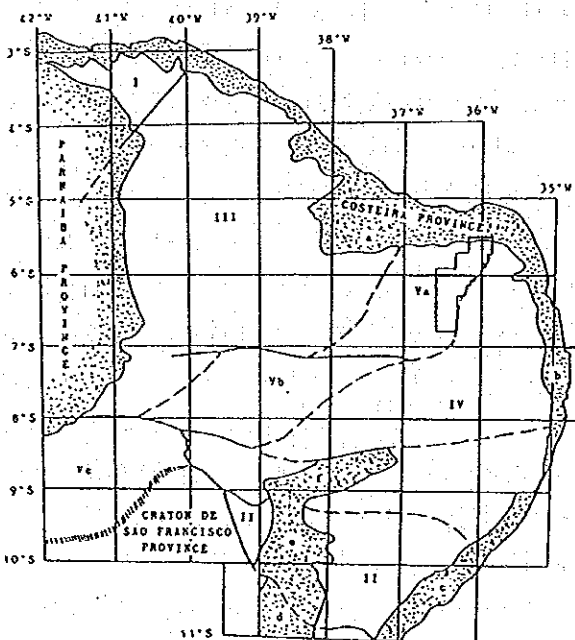
調査範囲全体の構造的な特徴としてはFig. II-3-1、及びFig. II-3-2から分かるように、東端及び西端にカイコ岩体が分布し、セリド層群はそれらの間で NNE-SSW方向に延長して分布することである。全調査範囲の北半分にはいずれも NNE-SSW方向に延びるカイコ岩体とセリド層群が交互に配列する。

セリド層群のうちではセリド層が最も広く分布し、次にエクアドル層、ジュクルトゥ層の順である。エクアドル層は全調査範囲の南西部にやはり NNE-SSW方向に延びて分布する。ジュクルトゥ層は調査範囲の南西端及び中央やや北部のカイコ岩体の周囲に小分布するにすぎない。岩相上カイコ岩体は片麻岩-ミグマタイト-花崗岩で特徴づけられ、ジュクルトゥ層は石灰岩



-  PHANEROZOIC SEDIMENTARY COVER
 -  MOLASSES OF BRASILIANO CYCLE
 -  SEDIMENTARY COVERS ASSOCIATED WITH THE FOLDED BELTS
 -  PROTEROZOIC FOLD BELTS (BRASILIANO STRUCTURES)
 -  GNEISS MIGMATITIC MASSIFS
 -  SAO FRANCISCO (CRATON) PROVINCE
- * ISOCHRONS CONVENTIONAL Rb/Sr OR K/Ar AGES OF THE TRANS-AMAZONIAN CYCLE-EARLY PROTEROZOIC
 ** CONVENTIONAL Rb/Sr AGES OF THE JEQUIE CYCLE-ARCHAEOAN (SOME FEW ISOCHRONS AND K/Ar AGES)

(a) Principal geologic elements, modified by Brito Neves in 1983



- | | | |
|---|---|----------------------|
| I - Rio Coreau Domain
II - Sergipano Domain
V - Central Domain
Va - Sorido
Vb - Planco-Alto Brigida
Vc - Riacho Pontal-Rio Preto | } CONVENTIONAL SYSTEMS (OROGENIC BELTS) | } SEDIMENTARY BASINS |
| III - Jaguaribano Domain
IV - Centro-Oriental Domain | } VESTIGIAL SYSTEMS and "MASSIFS" | |
- PARNAIBA PROVINCE
 COSTEIRA PROVINCE
 a-Apodí
 b-Pernambuco-Paraíba
 c-Sergipe-Alagoas
 d-Tucano Sul
 e-Tucano Centro
 f- Jatoba

(b) Geologic domains after Brito Neves, 1983

Figure I-3-1 Principal geologic elements (a) and geologic domains (b) in the Borborema Province

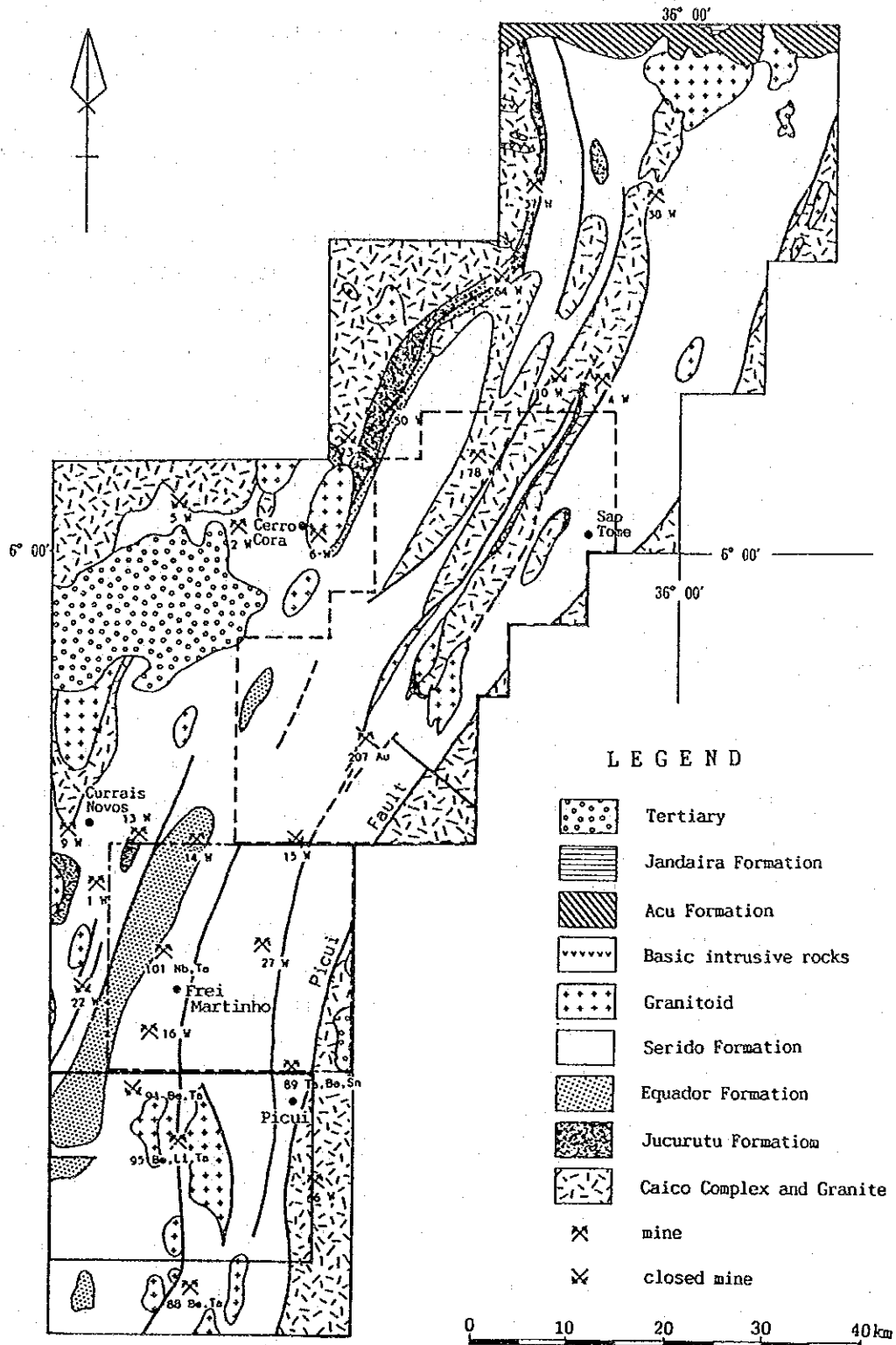


Figure I-3-2 General geology and known mineral deposits in the project area

及び石灰珪酸塩岩を伴う片麻岩。エクアドル層は（白雲母）珪岩、セリド層は（白雲母、堇青石、ザクロ石）黒雲母片岩で特徴づけられる。セリド層の中にはジュクルトゥ層と同様の石灰珪酸塩岩が小規模に分布する。

鉱床としては、本調査地域内にはスカルン型のタングステン鉱床、鉱脈型金鉱床、ペグマタイトのニオブ・タンタル鉱床がある（Fig. I-3-2）。

以上の一般的地質鉱床の背景の中で、第3年次調査地域にはFig. I-3-2に示す通り、東端にカイコ岩体が、そのほかの地域にセリド層群が露出分布する。地層の一般的な分布方向は初年度調査地域では NE-SW～ NNE-SSW方向、B地域では NNE-SSW方向であり、C地域はほぼ N-S方向である。調査地域内の東端にはセリド地区を含むセントラル領域とセントロ・オリエンタル領域を区分するピクイ断層がほぼ N-S方向に走る。

第4章 調査結果の総合検討

4-1 A地域における地化学探査結果および物理探査結果と鉱化作用について

(1) 地化学探査結果と鉱化作用について

A-I地区ではトレンチ掘削の位置は土地地化探による土壌の分析値を指標として決定した。しかしながら、トレンチ掘削後実施した岩石の分析によれば、土壌中の金の含有量とその下の母岩中の金の含有量はほとんど対応しなかった。トレンチA-I-1、A-I-2及びA-I-3でごく低い金量(最大 17ppb Au)が検出されたに過ぎない。

また、トレンチ試料の分析の結果実際に鉱化作用が認められたサンフランシスコ鉱化ゾーンでは、地表の土壌中に金の異常は認められなかった。

土壌中の金と地下の鉱化作用が対応しなかった理由は、ひとつは土壌の発達が悪いことが上げられる。土壌は一般に薄く 20cm 程度で、砂質の部分が多く、断面をみると風化した基盤上に異種礫が濃集している部分が見られる。ペグマタイト等に起因する異種礫及びトレンチを掘削した位置の地形からみて、これらの礫は遠距離から搬送された可能性は少ないにもかかわらず、土壌中の金と地下の鉱化作用が対応しないのは、やはり雨季にこの土壌が部分的に移動することと、それゆえに土壌が十分に発達しないという問題があると考えられる。

A-II地区のサンフランシスコ鉱化帯の南端では、鉱化帯の直上では土地地化探の金の異常は出ず、そこからはずれた両側に異常が検出された。この場合は鉱化帯が尾根を通過しているので地形的な影響が考えられる。しかしその金含有量は低く 0.6~2.6ppbで、A-I地区の土壌中の金含有量(最高 208ppb に達する)には比較することもできない。サンフランシスコ鉱化帯では砒素の異常が検出されており、鉱化帯の位置を明瞭に現わしている。しかしながらサンフランシスコ鉱化帯の東方 500m にも砒素の異常が検出され、これは金の異常とも重複したが、物理探査ではなんらの異常も検出されなかった。A-II地区で実施した植物地化探の結果では、植物種ジュレマプレタの金及び砒素の重複部がサンフランシスコ鉱化帯に対応することが判明した。

以上のように、植物地化学探査あるいは土地地化学探査で得られた金の異常部で実施したトレンチ調査によれば、サンフランシスコ鉱床の鉱化帯を除けば金含有量はごく低く、しかもその異常を示す範囲もほとんど点在といっても良い程狭いので、経済的に採掘できる鉱量を持つ鉱床が賦存する可能性はないと考えられる。

(2) 物理探査と鉱化作用について

物理探査により検出されたIP異常帯(周波数効果異常帯)は西部、中部及び東部の3つに分けられる。

これらそれぞれの異常帯中から最も有望とされた位置でトレンチ調査を実施した。西部異常帯中に2か所、中部異常帯中に1か所、そして東部異常帯中に1か所である。中部異常帯中の

サンフランシスコ鉱化帯からはずれた位置でのトレンチ（A-II-2）にのみ鉱化作用の影響と推定される金の異常（0.6~19ppb Auが60m間連続する）が検出された。他のトレンチでも金が検出されたが、その値が低く（9ppb Au以下）しかも連続しないので、岩石中に本来含有されている金の量と区別することができず、鉱化作用を受けたのかどうかは不明である。

中部の異常帯では地表部では連続性が明瞭ではないが、150m程度の地下深部にいたり異常帯がNNE-SSW方向に連続伸長し、サンフランシスコ鉱化帯に一致することを明瞭に表している。しかしながら、西部及び東部の異常帯ではいずれも地表から地下深部までその形を変えずスポット的である。東部異常帯の上でのトレンチ調査では確かに金は検出したが、値が低いため鉱化作用によるものかどうか判定できなかった。この異常は地下深部まで同じ形態及び強度で連続するので、さらに深部を確認することが望まれる。もし、東部及び西部のスポット状の異常帯が鉱化作用によりもたらされたものとすれば、さらに詳細な規模でのトレンドを知ることが重要である。このためにはさらに間隔を狭めた測線上での物理探査が必要である。

本地域における物理探査の結果を見当する場合には、対象とする鉱床（これはサンフランシスコ鉱床で代表されるが）の賦存特性、即ち、黄鉄鉱等の硫化物を伴うこと、NNE-SSW方向の断層沿いに連続すること、しかも深部まで連続することを考慮しなければならない。中部以上帯では硫化物の存在を表すIP異常と同時にNNE-SSW方向の断層も推定されており、深部まで連続するので、この異常は正にサンフランシスコ鉱床を把握したものであるといえる。以上のことから、探査対象とする鉱床の特性とIP異常の分布状態はサンフランシスコ鉱床の上に置いてよく一致しており、IP法物理探査は効果的に鉱床を把握できたと考えられる。

4-2 B地域における精密地化学探査について

B地域南西端のB-I地区で土壌地化探を実施した。その結果北東部に金の異常（最高116ppb）がやや集中する。しかしながら、ここには精密調査では含金石英脈等の鉱化作用は見出だされていない。しかしながら、この地域はウンブラナ山（Serra do Umburana）の尾根近くであり、場所は異なるがこの山の西麓に走向NNE-SSWの硫化物を伴った石英脈が発見されているので、本地域の構造がNNE-SSWであることを鑑みると、同様の石英脈が土壌の金異常の点まで延長する可能性がある。昨年度の調査で確認した含金石英脈はウンブラナ山の東麓に位置するが、この石英脈の近傍では土壌中に金の異常は検出されなかった。また、同石英脈付近では砒素の異常も見出だされず、鉱化作用に砒素が伴うにもかかわらず、金の鉱化作用と砒素の異常との関連も裏づけられない。

以上から、本地域においては小規模石英脈等の鉱化作用は必ずしも土壌地化探では見出だされるものではないことが判明した。また、金の異常値は特に高くもなく、異常点は散在するので、小規模の金の鉱化作用は存在するかもしれないが、経済性見合いの鉱量を持つ鉱床が賦存する可能性はごく低いと考えられる。

4-3 C地域における地質および地質構造の特性

C地域の層序は、下位より始生代のカイク岩体、原生代セリド層群のエクアドル層、セリド層、新生代第三紀のセハドスマルティンス層、それに第四紀の沖積層、崩積成堆積物であり、第三紀より前のいずれの層準にも貫入するペグマタイト、そして第三紀の塩基性岩脈も分布する。大規模なペグマタイト岩体がC地域中央部の褶曲帯の東端に貫入している。

第三紀の塩基性岩脈を除いた各地層・岩体の分布形態、断層・褶曲等の構造は第1年度及び第2年度の調査地域と同様に NNE-SSW 及び N-S方向に連続する。第三紀の塩基性岩脈も第1年度及び第2年度の調査地域と同様に WNW-ESE～ENE-WSW方向である。本地域で特徴的なのは南西部ではペグマタイト岩脈の方向が他地域の N-S～NNE-SSW と異なり、NE-SW方向であることである。

4-4 C地域における鉱化作用の特性と鉱化規制について

C地域にはペグマタイトに付随するコロンバイト-タンタライト鉱床及びスカルンに付随するタングステン鉱床がある。金については、河川堆積物中に金粒が見出だされるものの母岩中の鉱化作用は発見されていない。

スカルン中のタングステン鉱床は第1年次及び第2年次調査地域の鉱床と同様に、セリド層中のエクアドル層に近い所に胚胎する小規模な鉱床である。

コロンバイト-タンタライト鉱床はペグマタイトに付随するが、河川堆積物地化学探査によれば NNE-SSW～N-S 方向のペグマタイトの分布地域にニオブ-タンタルの異常が集中し、NE-SW方向のペグマタイトが分布する地域には異常はほとんど検出されない。このことが確かにペグマタイト中のニオブ-タンタル含量に起因するものとすれば、地質構造上からも重要な意味を持つ。

4-5 C地域における地化学異常と鉱化作用との関係について

C地域における鉱化作用は記述のとおりである。ペグマタイトは調査地域全体にわたり分布するので、地化学異常も全体にわたり広く検出された。タングステンの鉱床に関連する位置では明瞭な地化学異常は検出されない。

水系上、地形上からややまとまる金の異常が河川堆積物地化学探査により調査地域北西部のエルモ川(Riacho do Ermo)とカサド川(Riacho do Casado)に囲まれた地区で検出された。これらの水系の上流にはペグマタイト岩体があるが、これまでの調査ではペグマタイトには金は伴わないことが分かっているので、金は何に由来するのか不明である。

河川堆積物地化学探査の金の異常はその異常値が最高 63ppb Au と低く、しかも 10ppb以上の値は6か所で散点状に検出されているに過ぎないので、全体的に金の鉱化作用は非常に劣勢

である。経済的に採掘可能な金鉱床が発見される可能性はほとんどない。

4-6 期待鉱床賦存のポテンシャルについて

A-II地区では物理探査の結果異常を検出しているものの、トレンチ調査では鉱化作用を把握していない所が残っている。いずれの異常も地下深部まで連続するが、地表でトレンチ調査により鉱化作用の有無が確認されたに過ぎない。サンフランシスコ鉱床が地下数10mまでしか探査されていないことを鑑みれば、いずれは地下深部100m台まで探査し確認する必要があると考えられる。

さらに、サンフランシスコ鉱床の北部については物理探査等を利用する総合的な探査が実施されていないため鉱化帯の連続性についてはいまだ不明なところが多く、ポテンシャルについても未知である。

B-I地区では硫化物を伴う含金石英脈がある。本脈は十分に探査されていないためそのポテンシャルについては未知であるが、土地化探では石英脈のごく周辺でも、また石英脈の走向延長部でも異常が検出されなかったことから、本石英脈の金の鉱化作用は弱いと考えられる。

この含金石英脈は既述のように硫化物を含有し、ウンブラナ山の東側でNNE-SSW方向に延長している。ウンブラナ山の西側にも金は検出されなかったものの硫化物を伴う石英脈が発見されている。本山を含む一体は金の品位の検討を含むより詳細な鉱床調査等を行う価値が在る。

C地域は地化探における異常の規模が小さく、しかも弱い異常のため、現時点では特にポテンシャルが高いとは言えない。

第5章 結論及び提言

5-1 結論

(1) A地区

A-I地区では地化学探査で土壌の金異常が検出されたにもかかわらず、トレンチでは金の異常は検出されなかった。A-I地区では金鉱床胚胎の可能性は低く、今後の調査の必要はない。

A-II地区では、中央部の地化学探査と物理探査の異常が重複する場所で、しかもサンフランシスコ鉱床の東部 200m で金の鉱化作用を検出した。金の鉱化作用はサンフランシスコ鉱化ゾーンから離れた位置にも存在すると考えられる。この2つの鉱化作用は、物理探査の結果によれば深部で連続するのかも知れない。サンフランシスコ鉱床東部 200m の金の鉱化作用は植物地化探の異常の集中度及び物理探査の異常の集中度からほとんど点状のものであり、鉱化帯はごく小規模であると判断される。以上から、A-II地区では、サンフランシスコ鉱床を除けば、金鉱床胚胎の可能性はほとんどなく、今後の調査は必要ない。

トレンチ調査の結果、物理探査は本地区の含金石英脈の探査に有効であることが判明した。土壌地化探は土壌の発達が悪いため本地区の金探査にはあまり有効ではないと判断される。

(2) B地区

B-I地区で Au, As及び Sb を指示元素として土壌地化探を実施した。Sb は全て検出限界未満であった。他の2元素はそれぞれ異常点を示すが、2元素に相関関係がないために金鉱床の探査には Au のみが有効であると考えられる。

土壌の金の異常点は散在する。北東方のウンブラナ山の西麓にはこの山に沿うように土壌の異常点が存在する。ウンブラナ山の西麓にはまた硫化物を伴う石英脈があり、その走向延長部に前述の土壌の異常点が存在する。ウンブラナ山東麓には硫化物を伴った含金石英脈があるので、ここから 300m 程度しか離れていないウンブラナ山の西麓の硫化物を伴う石英脈には金を含有する可能性があり、それがさらに土壌の金異常点の所に延長している可能性がある。

しかしながら、これらの硫化物を伴う石英脈はいずれも小規模であり、土壌地化探による異常も金の値が低く、局部的なので、大規模な含金石英脈が発見される可能性は低い。従って、経済的に採掘可能な鉱量を持つ鉱床が発見される可能性は低い。

(3) C地区

C地区には広く先カンブリア紀の地層が分布し、その上に小規模に第三紀と第四紀の地層が載る。先カンブリア紀の地層は始生代のカイク岩体と原生代のセリド層群からなる。セリド層群はさらに下位よりエクアドル層及びセリド層に細分される。C地区にはジュクルトゥ層は露出していない。カイク岩体は花崗岩及び片麻岩で構成される。エクアドル層及びセリド層はそ

れぞれ珪岩と黒雲母片岩で代表される。カイク岩体は東端に、エクアドル層は西部に、そしてセリド層は中央部に広く分布する。中央部のセリド層中には大規模なペグマタイト岩体がある。東部のカイク岩体とセリド層はピクイ断層で分けられる。セリド層中の中央部には南北に延びる褶曲帯があり、A及びB地域より連続する。全体にNE-SW～NNE-SSW方向、及びWNW-ESE～ENE-WSW方向の断層が発達する。

本地域にはペグマタイトに付随するニオブ・タンタル鉱床及び小規模のタングステン鉱床が賦存する他には明瞭な鉱徴はない。

13の指示元素を利用した沢砂地化探の結果、Auの探査にはAuしか有効ではないことが判明した。金の異常点は数少なく、しかも地形・水系上まとまる所も少ない。比較的まとまる所はC地域北西部のエルモ川とカサド川にはさまれた地区である。調査地域中央北部では最高の63ppb以上の異常点が一点検出された。

以上のようにC地域では河川堆積物の金含有量が低く、異常点もまとまらない。しかも地質調査によって基盤中の金の鉱化作用も発見されていないので、金鉱床が発見されるポテンシャルは低いと考えられる。

5-2 将来の調査への提言

本調査地域には大規模な金鉱床が胚胎する可能性は極めて少ないが、さらに調査を進めるのであれば、以下のことを提言する。

(1) A地区

サンフランシスコ鉱床南端の鉱化帯の状況は物理探査の結果よりほぼ判明したが、北端については未だ不明である。できれば北部についても鉱化の状況を物理探査及びトレンチあるいは試錐により解明し、将来のこの種の鉱床の探査に役立てることが望ましい。

(2) B地区

中央部のウンブラナ山に沿い、精密な地質鉱床調査及び物理探査（IP法）を実施し、鉱化の状況を把握すること。

第Ⅱ部 各 論

第1章 A地区の物理探査

1-1 探査目的及び方法

1-1-1 探査目的

物理探査の目的は、地表の金の地化学異常域において地下の異常を検出し、トレンチ調査実施位置の選定に資するとともに、A-II地区における含金石英脈に対するIP法電気探査の有効性を検討することである。

1-1-2 探査方法

探査手法は上記のようにIP法電気探査である。測線は、想定される含金石英脈の構造が出来るだけ良く現れるように、第2年次の地化学探査の測線と同一方向とし、1/10,000の地形図(1/50,000の地形図を拡大)をもとに簡易測量により設定した。測線数は5本、測線の延長はいずれも2km、合計測線長は10kmである。各測線の間隔は200mである(Figure II-1-1)。

測定は双極子法(Dipole-Dipole法)で実施した。測線上の測点の間隔は50m、電極隔離係数は $n = 1 \sim 3$ である。

流電電極として、アルミニウムの薄片を用い、50cm×100cm×50cmの穴を掘削し、埋設した。この電極の接地抵抗は400~600Ωである。電位電極には素焼きの壺中に硫酸銅を溶解させたものを用いた。測定に使用した主な機器は以下の通りである。

発電機; GX-140/GPU-2000

送信機; CH-T7802 (Bishimetal/Chiba)

受信機; CH-89A (Bishimetal/Chiba)

電極切替装置; CH-90A (Bishimetal/Chiba)

1-1-3 解析方法

解析は現地および国内で実施した。現地解析では、次頁に示す解析手順にしたがって見掛比抵抗(Aparent Resistivity: AR)断面図及び周波数効果(Percent Frequency Effect: PFE)断面図を作成し、各断面図から比抵抗異常域とPFE異常域を検出した。これらの異常域を、硫化物を伴う鉱化作用の面から解析検討し、地化学探査の結果を加味してトレンチ掘削位置を選定した。国内解析では、本調査地域における今後の探査に資することを目的とした総合解析を行った。

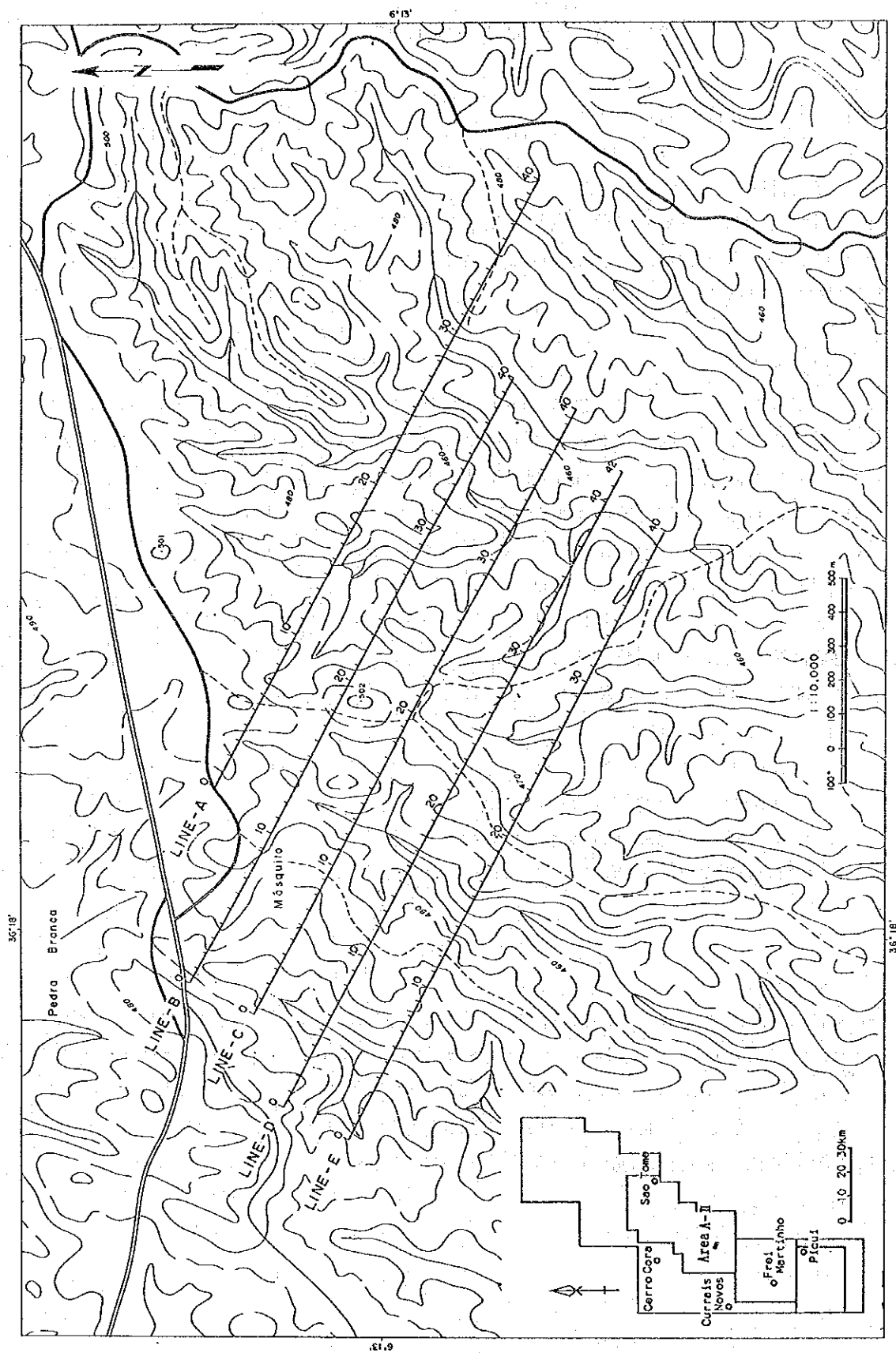
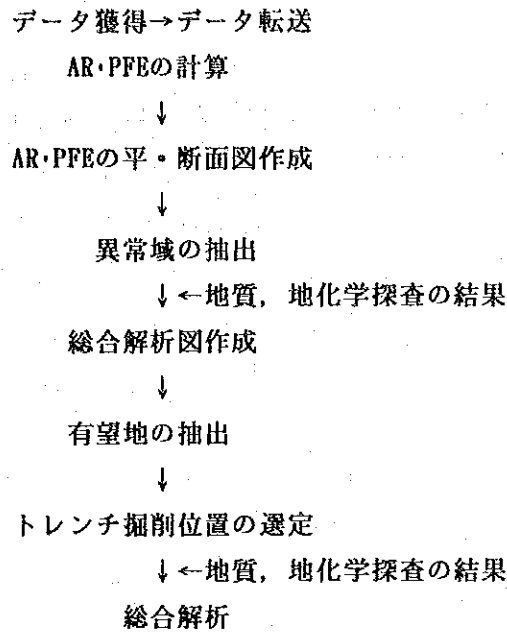


Figure II-1-1 IP survey area



AR及びPFEの算出

一対の流電電極(C₁，C₂)より大地に3.0Hzの電流(I_{AC})を流し，他の一対の電位電極(P₁，P₂)で電位(V_{AC})を測定する。このときの大地のAR(見掛比抵抗)は，次式により算出される。

$$AR = \rho_{AC} = K \frac{V_{AC}}{I_{AC}} \quad (\Omega \cdot m)$$

Kは各電極の配置により定まる係数で次式から計算される。

$$K = 2\pi / \left(\frac{1}{C_1 P_1} + \frac{1}{C_1 P_2} + \frac{1}{C_2 P_1} + \frac{1}{C_2 P_2} \right)$$

また，PFEは3.0Hzの電流を大地に流し，受信機により電位V_{AC}を測定した後，電流値一定にして周波数を0.3Hzに切り替えることにより受信機で直読することができる。即ち，見掛比抵抗の周波数による変化率として，次式により計算する。

$$PFE = \frac{\rho_{DC} - \rho_{AC}}{\rho_{AC}} \times 100 \quad (\%)$$

以上の式によって求めたAR値およびPFE値は，便宜上，各電極系の中点を結ぶ直線を底辺とする直角二等辺三角形の頂点に表示される。これにより，断面図を作成する。しかし，この表示は必ずしも表示点に異常源が存在することを示すものではない。

1-2 探査結果

調査地区では PFE値は0.0%~3.6%, 見掛比抵抗値は $2\Omega\cdot\text{m}$ ~ $1,770\Omega\cdot\text{m}$ の範囲である。それぞれの値をこれからの検討のため便宜上以下の通りに分類した。

(1) AR 値 (見掛比抵抗値)

- 100 $\Omega\cdot\text{m}$ 未満 : 低 AR 帯
- 100 ~ 300 $\Omega\cdot\text{m}$ 未満 : 中 AR 帯
- 300 $\Omega\cdot\text{m}$ 以上 : 高 AR 帯

(2) PFE 値

- 1.5 ~ 2.0% 未満 : 低 PFE 帯
- 2.0 ~ 3.0% 未満 : 中 PFE 帯
- 3.0% 以上 : 高 PFE 帯

1-2-1 AR 及び PFE 断面の解釈

断面図は、各測線における AR 値および PFE 値の深度方向への分布を把握するために作成した。AR 断面図では AR 値のコンターは 3, 5, 10, 30, 50, 100, ... $1,000\Omega\cdot\text{m}$ であり、PFE 断面図のコンターは 1.0% 間隔とした。また、PFE 断面図では異常の形態をより明瞭に表現するために、0.5% 間隔の補助線も使用した。

(1) AR (見掛比抵抗) 断面図 (Figure II-1-2)

(a) 測線 A (Line-A)

AR 値は $2\Omega\cdot\text{m}$ ~ $822\Omega\cdot\text{m}$ の範囲であり、顕著な低 AR 値が測点 20~29 間にみられる。これらの低 AR は、測点 19~20 間、測点 24~25 間および測点 28~29 間に分布する地表浅部の低比抵抗層を反映している。500 $\Omega\cdot\text{m}$ 以上の高 AR は、主に深部に分布するが、局部的である。

(b) 測線 B (Line-B)

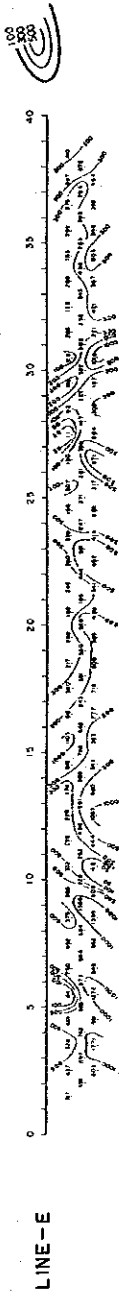
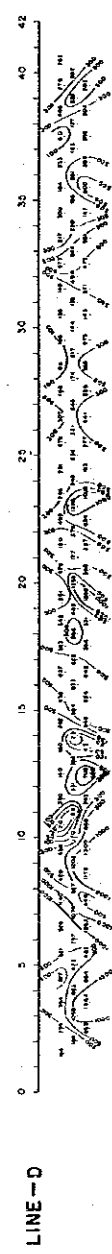
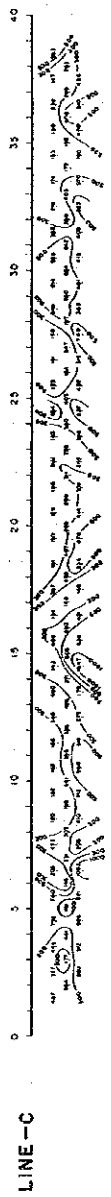
AR 値は $6\Omega\cdot\text{m}$ ~ $1,026\Omega\cdot\text{m}$ の範囲である。AR 値は測点 10 以西では変化が大きいが、それ以东では中~高 AR が広く分布するものの、顕著な AR 値の変化は認められない。

50 $\Omega\cdot\text{m}$ 未満の低 AR 帯は、測点 3~5 間および測点 8~10 間にみられる。高 AR 帯は測点 17 以西および測点 23~26 間では東傾斜するが、測点 21~23 間および測点 31 以东では西傾斜を示す。この傾向は測線 A の断面に類似する。

(c) 測線 C (Line-C)

AR 値は $120\Omega\cdot\text{m}$ ~ $1,847\Omega\cdot\text{m}$ の範囲であり、低 AR 値はみられない。

中 AR 値は、測点 24~25 間、測点 28~31 間および測点 38~40 間を除く、測点 6 以东の地表浅部から中部 ($n=1\sim 2$) に断続的に分布する。1,000 $\Omega\cdot\text{m}$ の高 AR 帯は測点 5~7 間および測点 14~15 間にみられ、地区南部ほど AR 値が高くなる傾向を示している。

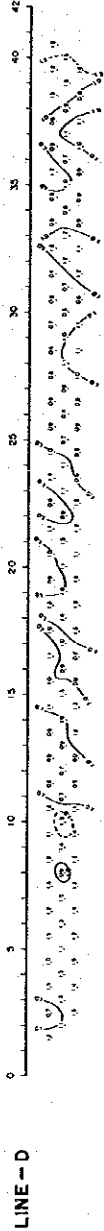
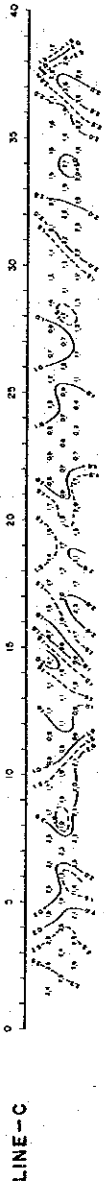


LEGEND

AR Contour
 *AR : Apparent Resistivity
 *Unit : Ω.m



Figure II-1-2 Apparent Resistivity section



LEGEND

PFE Contour
 *PFE : Percent Frequency
 Effect
 *Unit : %

Figure II-1-3 Percent Frequency Effect section

SÃO FRANCISCO MINE

LEGEND

High PFE Zone (PFE \geq 1.5%)

PFE Contour

*PFE : Percent Frequency Effect

*Unit : %

Fault

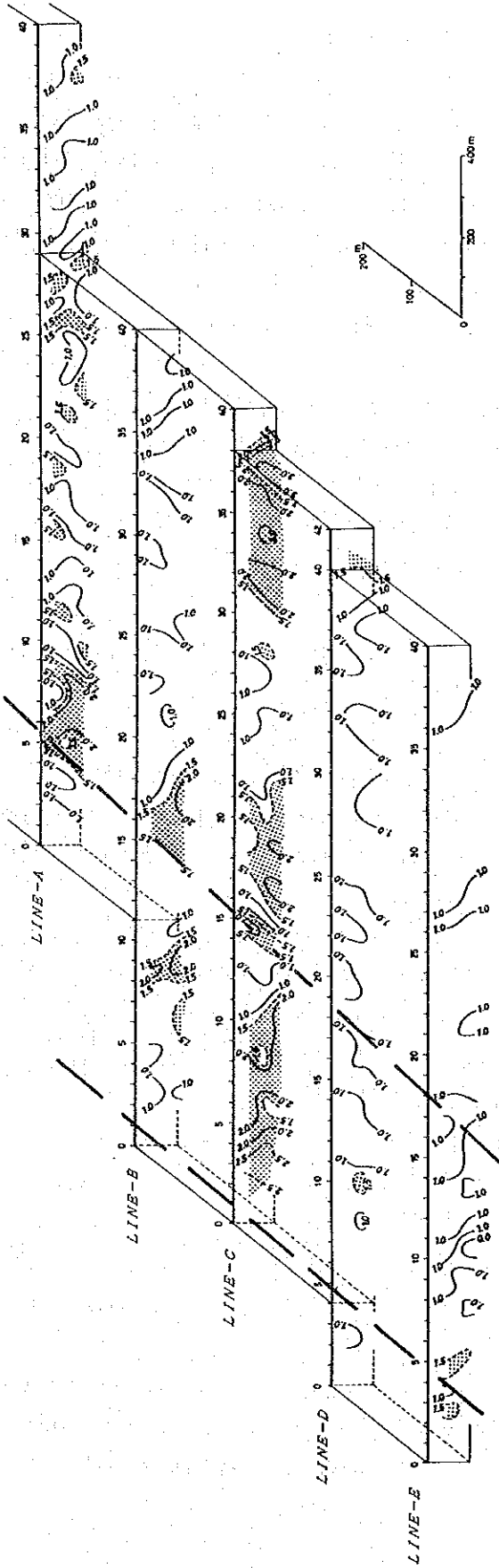
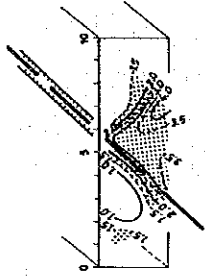


Figure II-1-4 Percent Frequency Effect diagram (Plate II-1-2)

(d)測線 D (Line-D)

AR値は $20 \Omega \cdot m \sim 1,856 \Omega \cdot m$ の範囲であり、測点15以西ではAR値の変化が強い。低AR帯は測点10~14間、測点28~29間および測点37にみられる。測点10~14間では東傾斜と西傾斜の2つの低AR帯よりなるが、測点28~29間および測点37では地表付近に局部的に分布する。500 $\Omega \cdot m$ 以上の高AR帯は、測点 2~10間、測点15~21間、測点19~21間、測点32~34間、測点36付近の深部および測点38~39間に分布する。

(e)測線 E (Line-E)

AR値は $11 \Omega \cdot m \sim 1,771 \Omega \cdot m$ の範囲であり、断面図の西側には500 $\Omega \cdot m$ 以上の高AR帯が広く分布する。

低AR帯は測点 5~6 間、測点10~11間、測点27~29間および測点30~31間にみられる。測点10~11間を除く他の 3箇所では $n=1$ に分布し、地表付近の低比抵抗層を反映しているが、いずれも小規模である。500 $\Omega \cdot m$ 以上の高AR帯は、測点10以西、測点11~24間、測点26~27間、測点29~31間、測点34~35間および測点37付近にみられるが、測点21以西ではその分布範囲は局部的である。

(2) P F E 断面図(Figure II-1-3, Figure II-1-4)

(a)測線 A (Line-A)

PFE 値は 0.2% ~ 2.4% の範囲にあり、中 PFE帯が測点 5~ 9間にみられる。

測点 5~ 9間の中 PFE帯は、測点 5~6 間および測点 9付近に分布するそれぞれ西傾斜と東傾斜の異常源よりなる。東傾斜の異常の西側には西緩傾斜の低 PFE帯が約100mの範囲でみられる。測点10以东には低 PFE帯が局部的に分布する。

(b)測線 B (Line-B)

PFE 値は 0.1% ~ 2.4% の範囲にあり、測点17以西の測点 8~10間及び測点15~17間には中 PFE帯が分布する。測点17以东では PFE値は 1.0% 未満で、PFE異常は認められない。

中 PFE帯は、測点 8~10間では東に緩傾斜する。測点15~17間では「ハ」の字型に分布し、垂直方向に伸びる異常源が考えられる。

(c)測線 C (Line-C)

PFE 値は 0.2% ~ 3.6% の範囲にあり、高~中 PFE帯が測点21以西および測点30以东に分布する。分布範囲は、本地区最大である。

測点21以西では、測点 4以西、測点 5~ 9間、測点15付近、測点18付近、および測点21付近に異常源が推定される。測点30以东では異常の中心が測点32~33間では西傾斜し、測点37~38間では「ハ」の字型をしている。

(d)測線 D (Line-D)

PFE 値は0.3%~1.9%の範囲にあり、低 PFE値が測点40以东にみられる。

本断面には顕著な PFE異常がみられず、測線 C と測線 D の間で PFE値が極端に減少する。しかしながら、測点11以西および測点13~25間には北側の測線 C から連続してくる南北系

の弱い PFE異常帯(1.0% ~ 1.5%)が認められ、この測点付近がサンフランシスコ鉍化ゾーンの南延長部にあたる。

(e) 測線 E (Line-E)

PFE 値は0.0%~1.7%の範囲にあり、測点11以東には1.0%未満の値が広く分布する。

低 PFE帯が測点 2~3 間および測点 4~5 間にみられるが小規模である。しかし、1.0%~1.5%の低 PFE帯が測点10以西にみられ、サンフランシスコ鉍化ゾーンの伸長方向から見て、この PFE値は鉍化ゾーンを反映していると推定され、さらに南方へ伸長していると考えられる。

本測線付近ではサンフランシスコ鉍化帯の硫化鉍物の量は、PFE 値が小さいことから微量であると判断される。

1-2-2 AR及びPFE平面の解釈

(1) AR平面図

(a) $n = 1$ (Figure II-1-5)

本図は地表下50m付近のAR値の分布を表す。本図には100~300 $\Omega \cdot m$ 未満の値(中AR: 中見掛比抵抗)が広範囲に分布する。100 $\Omega \cdot m$ 未満(低AR: 低見掛比抵抗)の値は局部的に分布し、方向性は認められない。300 $\Omega \cdot m$ 以上(高AR: 高見掛比抵抗)の値は、NNE-SSW ~ N-S 方向に伸長分布し、中AR値分布域の中に狭在する。主な低AR値は、測線Aの測点20~30間、測線Bの測点3~5間、測線b Bの測点7~9間、測線Dの測点10~11間、測線Eの測点26~28間にみられる。

(b) $n = 2$ (Figure II-1-6)

本図は地表下75m付近の見掛比抵抗値の分布を表す。本図では $n=1$ の平面図に比べ、中AR値の分布域は減少しているが、高AR値の分布域は拡大している。西部、中部および東部においては高AR値はNNE-SSWの方向性が顕著になる。

低AR値は、測線Aでは測点17~32間に4箇所、測線Bでは測点4~11間に2箇所、測線Dでは測点10~15間に2箇所みられる。低AR値には連続性は認められない。

(c) $n = 3$ (Figure II-1-7)

本図は地表下100m付近の見掛比抵抗値の分布を表す。高AR値は、 $n=1$ および $n=2$ の平面より広範囲に分布する。

中~高AR値はNNE-SSWに伸長し、地質構造の方向と一致する。特に、西部では変化が大きく、 $n=2$ の平面図でみられた低AR値のほとんどは本図上では消滅している。低AR値は測線Aの測点22~29間および測線Eの測点10付近にみられる。測線Aの測点22~29間のは、 $n=1$ の平面図から連続する。

(2) PFE平面図

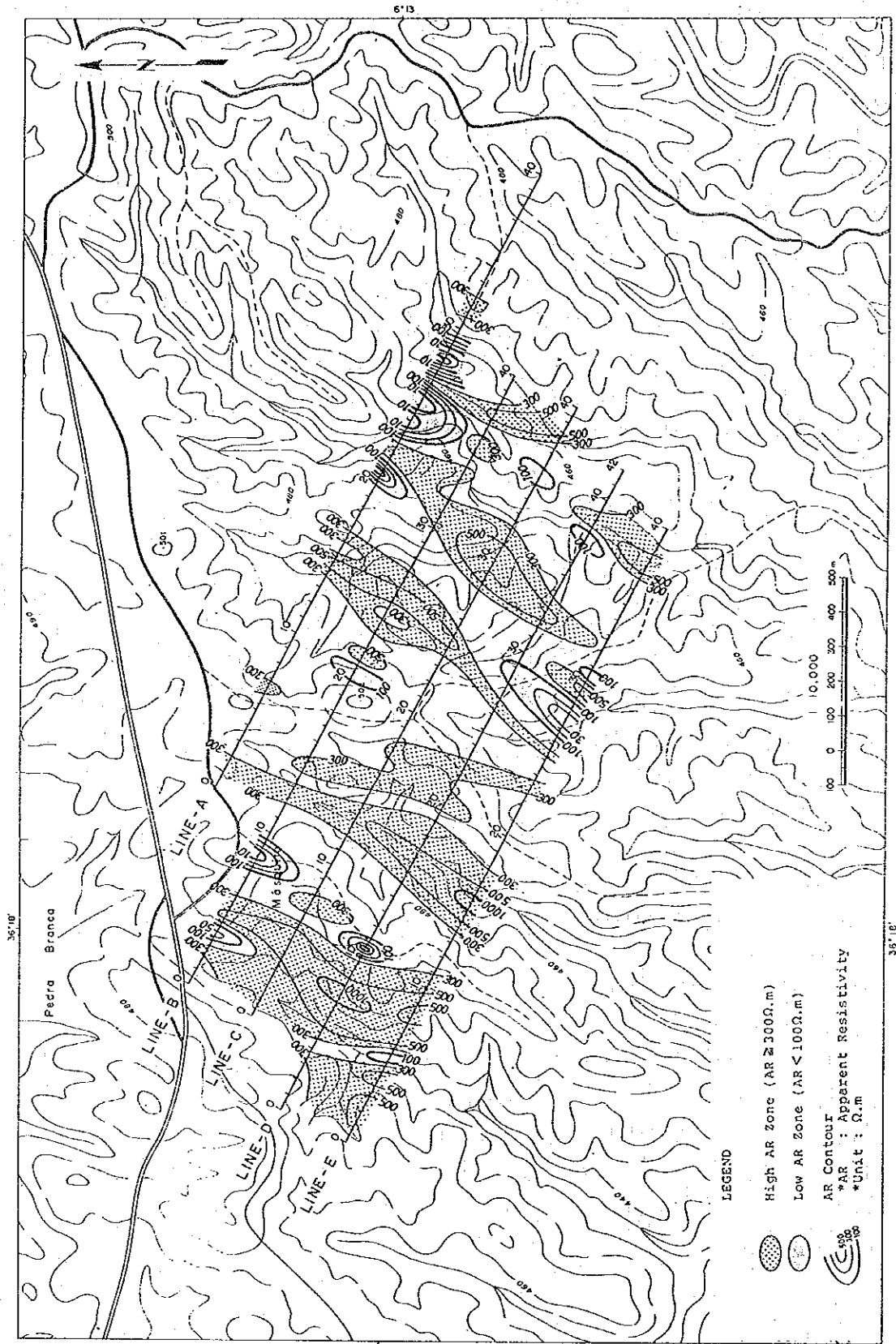


Figure II-1-5 Apparent Resistivity plane, $n = 1$

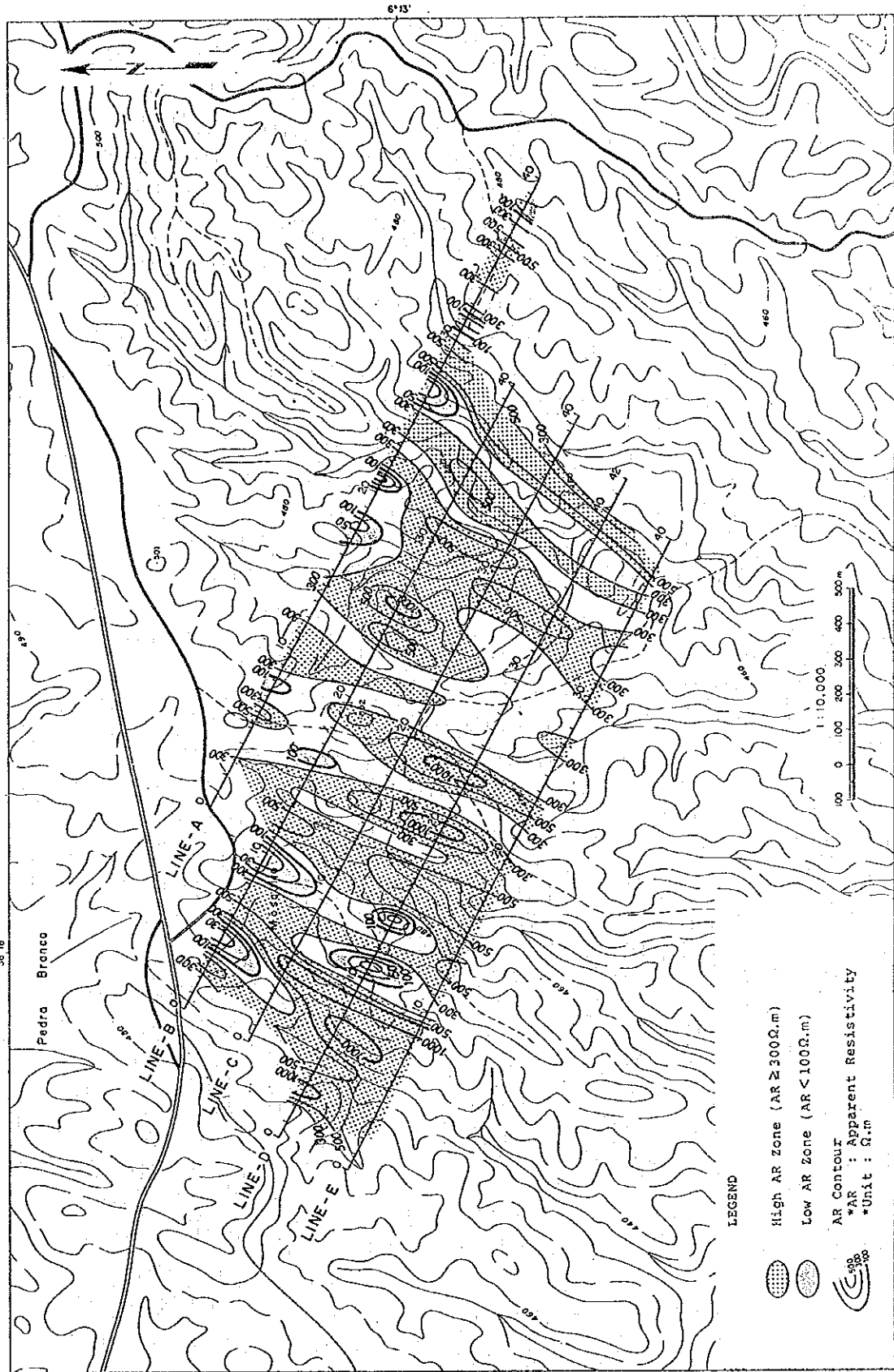


Figure II-1-6 Apparent Resistivity plane, n=2

(a) $n = 1$ (Figure II-1-8)

低～中PFE帯が西部，中部，東部にみられるが，いずれも測線C以北である。西部の異常帯は西方および北方へ，東部の異常帯は南東へ，中部の異常帯は北方へそれぞれ伸長する。この3箇所の異常帯には異常の中心と思われる2つの中PFE帯がみられる。測線Aの測点8以東には小規模な低PFE帯がある。

(b) $n = 2$ (Figure II-1-9)

PFE異常は西部，中部および東部の3箇所にみられる。これらは， $n=1$ の平面とほぼ同位置に分布するが，西部の低～中PFE帯は2つに分離している。中部のものは「く」の字に変化し，2つに別れている。東部のものは $n=1$ 面よりPFE値が高く，その異常域は拡大している。

(c) $n = 3$ (Figure II-1-10)

PFE異常は西部，中部および東部の3箇所にみられる。これらは， $n=1$ の平面図とほぼ同位置であるが，PFE値はより高い。西部の異常は，分布範囲および伸長方向が $n=1$ 面にほぼ類似する。中部の異常は $n=1$ 面および $n=2$ 面より分布範囲が広い。東部の異常は $n=1$ 面に類似し，PFE値は $n=2$ とほぼ同値を示す。

以上に述べたAR及びPFE値の断面および平面から以下のことが解明された。

- ① 顕著な異常は西部，中部および東部の3箇所にみられる。これらは，中AR帯・中PFE帯であり，深部へ連続する。
- ② 3箇所のいずれの異常帯も測線C以南には伸長しない。
- ③ 西部および中部の異常帯は，N-S方向に伸びるが，東部異常帯には方向性がない。
- ④ 中～高AR帯は水平方向に連続するが，低AR帯は局部的に分布する。
- ⑤ 中～高PFE帯は連続しない。PFE異常は硫化物の分布状況を反映しているが，これから硫化物は鉍化帯中に一様に分布しているのではないと推定される。
- ⑥ 測線C以南では硫化物は激減するが，サンフランシスコ鉍化帯は連続していると考えられる。

1-2-3 岩石物性値の測定

調査地域より岩石試料20件を採取し，それぞれについて比抵抗値，PFE値を測定しさらに硫黄(S)の分析を実施した。結果はTable II-1-1の通りである。

試料のPFE値と硫黄含有量には相関はないが，試料番号C-33ではPFE値，硫黄含有量ともに他よりも高い値を示している。この試料は東部異常帯から採取されたものであり，PFE，ARがサンフランシスコ鉍床のそれと類似していることから，硫化鉍物を伴った鉍化作用を現しているのかも知れない。試料番号A-25，C-5等も物理探査の異常帯から採取した試料であるが，異常でない所から採取した試料と比較しても特に高いPFE，比抵抗値を示すわけではない。

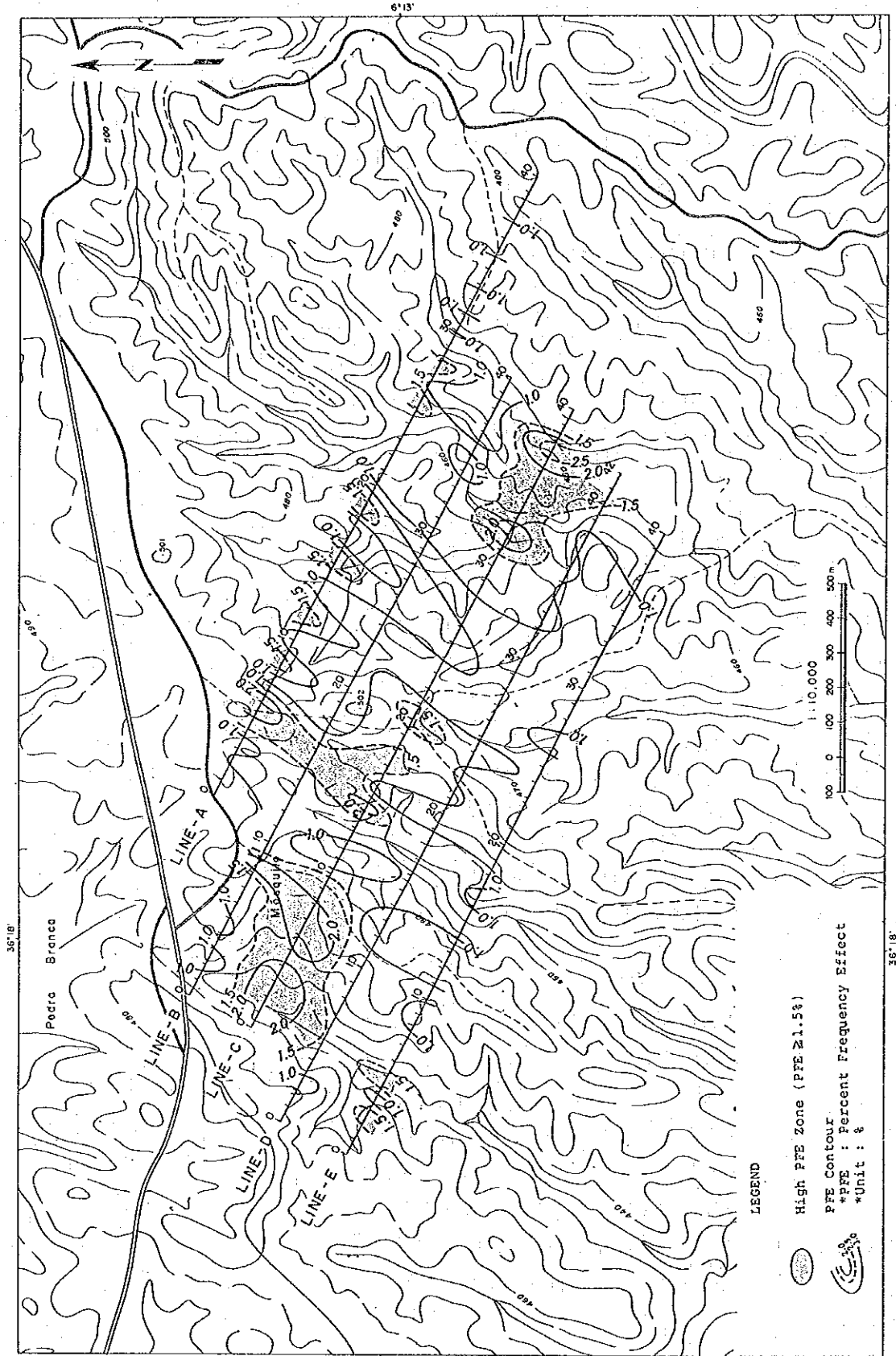


Figure II-1-8 Percent Frequency Effect plane, n=1

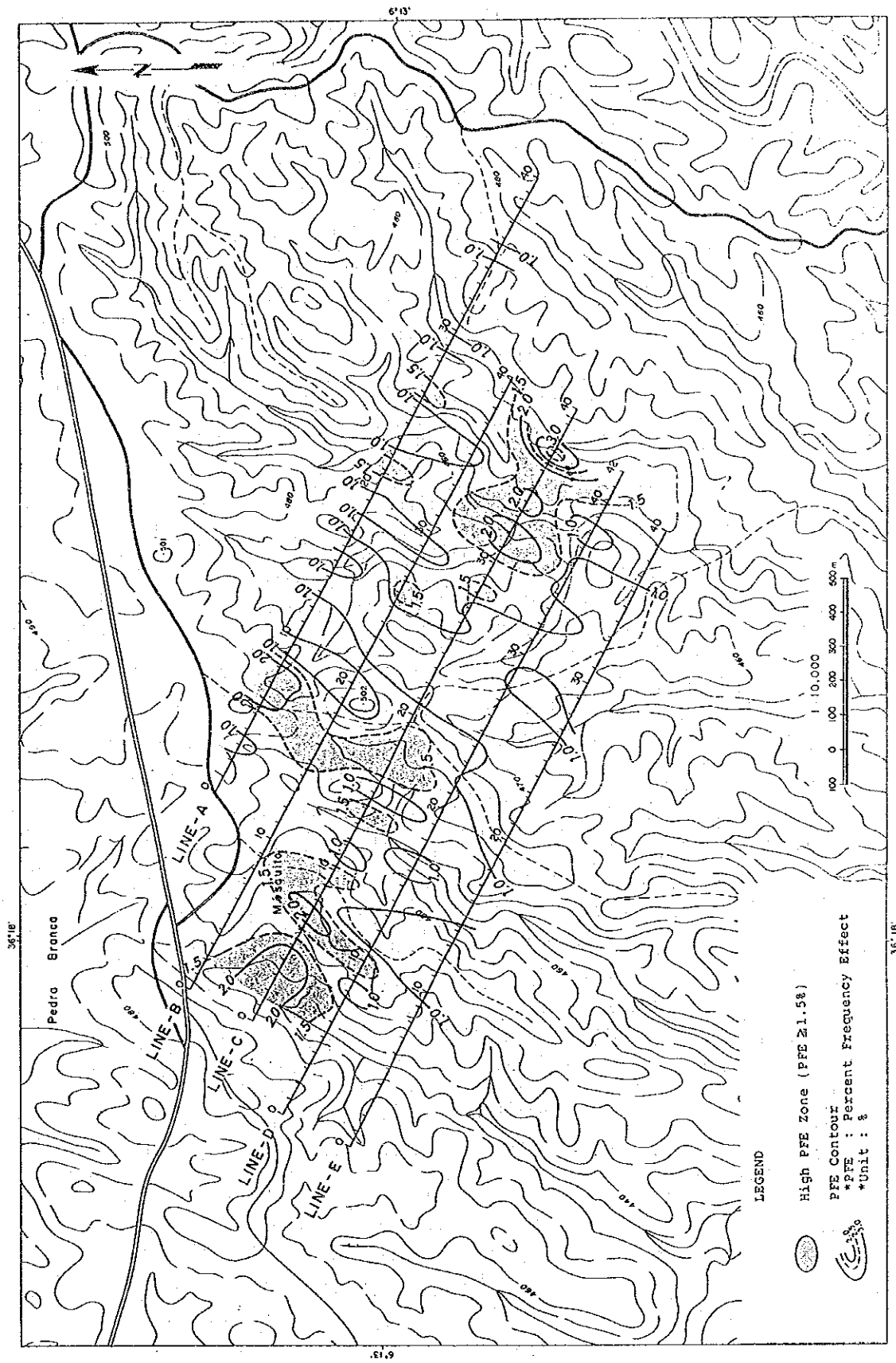


Figure II-1-9 Percent Frequency Effect plane, n=2

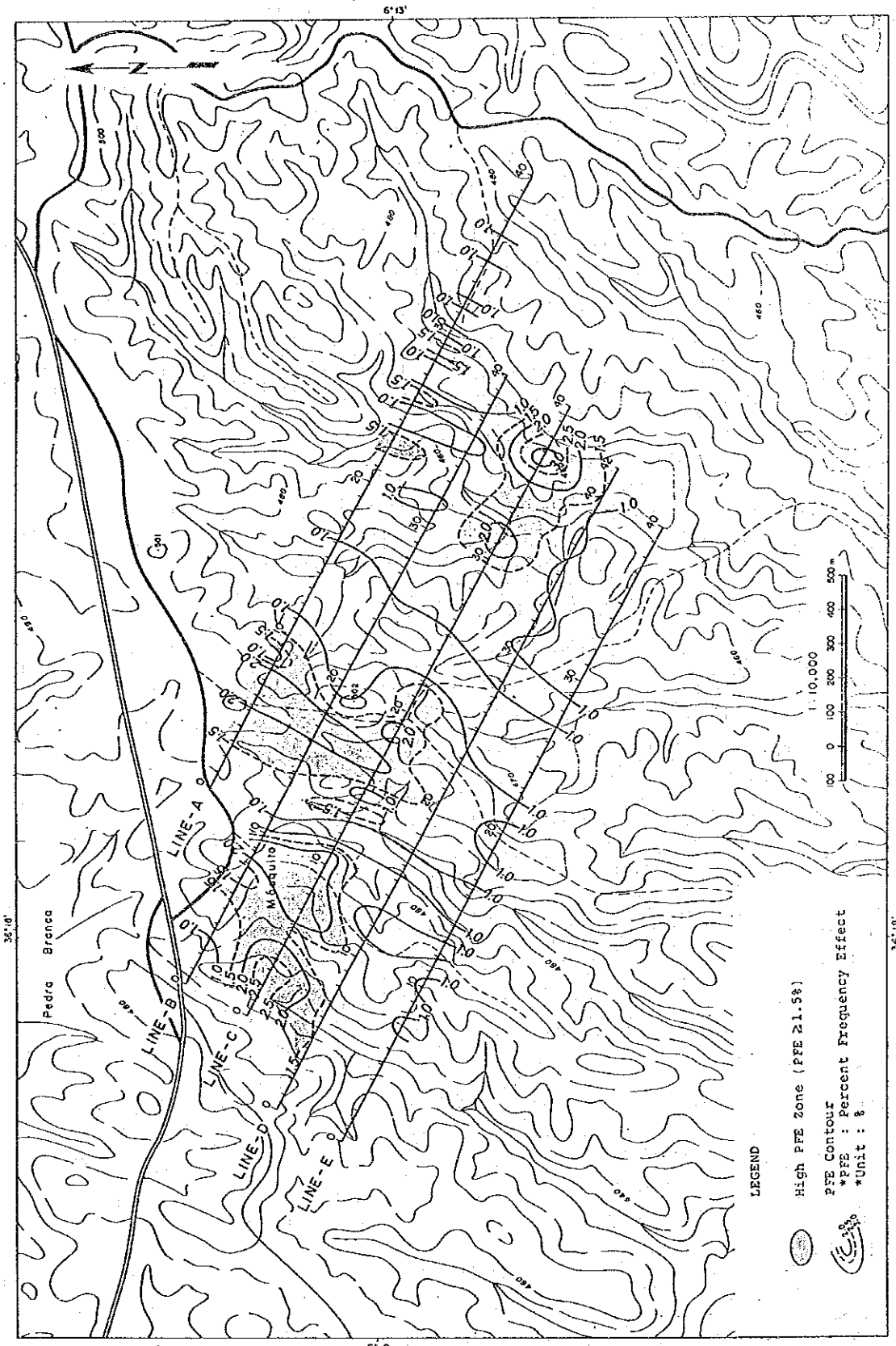


Figure II-1-10 Percent Frequency Effect plane, n = 3

Table II-1-1 AR, PFE values and sulfur contents of rock samples in area A-I

Sample	AR(Q·m)	PFE(%)	S (%)	Rocks and their features
A-13	725	0.4	0.010	bi Sch. with qtz boudin, strong foliated
A-23	7,214	1.5	0.063	qt-bi Sch. stained by Fe oxide
A-25	2,606	1.3	0.011	gt siliceous Sch. stained by Fe oxide
A-29	20,460	2.0	0.008	bi Sch. qtz segr, stained by Fe oxide, band
A-31	101	0.5	0.012	gt-bi Sch. rich in bi, stained by Fe oxide, foliated
B-1	7,989	1.1	0.008	bi Sch. stained by Fe oxide, foliated
B-5	190	0.2	0.008	gt-bi Sch. rich in bi, foliated, Fe oxide, qtz segr.
C-5	265	1.2	0.012	gt-mu-bi Sch. rich in bi, foliated, weathered
C-11	5,575	2.3	0.010	gt-bi Sch. rich in bi, qtz boudin, weathered, Fe oxide
C-13	2,474	2.0	0.014	gt-ct-bi Sch. banded, weathered, Fe oxide
C-33	6,690	3.1	0.167	bi siliceous Sch. Fe oxide, sulfide(?)
D-3	4,091	0.1	0.008	Peg. mu, K-feld, qtz, tourmarine
D-8	906	0.2	0.007	Qtz boudin. with gt bi, open fracture with Fe oxide
D-39	115	0.8	0.010	gt-bi Sch (pelitic). foliated, weathered
E-7	858	0.2	0.007	gt-bi Sch (pelitic). foliated, microfolded
E-10	1,439	1.6	0.008	gt-bi Sch. foliated, fracture, Fe oxide, siliceous
E-20	361	0.6	0.010	Peg. mu, qtz, K-feld, Fe oxide
E-27	198	0.6	0.012	mu-gt-bi Sch (pelitic). foliated, open fract, Fe oxi
E-29	569	1.1	0.008	gt-bi Sch. siliceous, foliated, open fracture, Fe oxide
E-37	2,276	2.3	0.008	gt-bi Sch. siliceous, banded, Fe oxide

1-3 考察

1-3-1 地質および鉱化作用と物理探査結果

本地区の地下の岩石の見掛比抵抗値は 2Ωm ~ 1,856Ωm と変化し、深部ほど高くなる傾向がある。また、岩石試料の物性測定によれば、風化した試料では比抵抗値が低く、風化していない試料及び石英塊を含む試料では比抵抗値が高い。このことから地表浅部で見掛比抵抗値が低いのは主として風化を反映し、深部でそれが高いのは新鮮な岩石あるいは石英が多量に存在することを反映している可能性がある。高見掛比抵抗域は一般に NNE-SSW 方向に伸長する。

北方の低見掛比抵抗域は連続性に欠けることや PFE 異常の分布と一致しないことから局部的に強い風化変質を受けた箇所と考えられる。一方、西部の低～中見掛比抵抗帯は高見掛比抵抗域

帯中に存在し、かつ PFE異常が重なるので、鉍化作用による比抵抗の低下であると判断される。この低～中見掛比抵抗帯は深部へ連続する。

地下の比抵抗値の変化が風化等の二次的要因によるものではないこと、及びその比抵抗値が変化する場所と高い PFE値 (2%以上) を示す場所が重なること、そして高い PFE値を示す部分の断面が硫化物を伴う浅熱水性鉍脈鉍床で得られるパターンと類似することなどから判断すると、鉍床賦存の可能性が高い地域は次の3つにまとめられる(Figure II-1-11)。

- ① (測線Aの測点 5～6間)～(測線Bの測点 15～16間)～(測線Cの測点 16～20間)……中部異常帯と呼ぶ
- ② (測線Bの測点 7～8間)～(測線Cの測点10以西)……西部異常帯と呼ぶ
- ③ (測線Cの測点 30 以東)…東部異常帯と呼ぶ

東部異常帯は NW-SE方向に延長し、西部異常帯はE-W 方向、中部異常帯は NNE-SSW方向に延長する。NNE-SSW 方向は本地区の地質構造と同じである。特に、中部異常帯は推定断層沿いにみられ、鉍化帯と断層線との相関を示している。しかし、断層はさらに南方へ連続することが推定されているが、PFE 異常は測線D以南に認められない。このことから、測線D以南では鉍床賦存の可能性は低いと考えられる。東部異常帯中にある測線Cの測点 37～38 間では PFE・ARの異常帯の形態及び強さがサンフランシスコ鉍床のそれに類似するものであり、有望な地域と考えられる。さらに興味深いのはこの異常帯がサンフランシスコ鉍床ゾーンの方角と交差する方向であり、新たな方向の鉍化帯の存在を示唆しているのかも知れない。

いずれの異常帯についても、測線方向の AR 及 PFE値の変化が明瞭に把握されるのに対し、測線に直交する方向ではそれらの値の変化が明瞭に把握できない。これは測点の間隔にたいし測線の間隔が広すぎるためである。従って、異常帯の性格を明瞭に把握するためには測線の間隔をさらに狭くし、異常源の位置及び異常帯がどのような分布をするのかさらに解明する必要がある。

1-3-2 地化学異常と物理探査結果

土壌地化学探査による Au と As の異常はA-II地区の東部と中央部の2箇所に認められ、いずれも NNE-SSW方向に伸長する。中央部ではサンフランシスコ鉍化ゾーンに沿って Au の異常が、また同鉍化ゾーンの北と南に Au の以上が検出されており、これらは中部IP異常帯と重なる。地区東部では土壌の Au と As の異常が重なるが、IP異常帯は認められない。

植物地化探における植物種ジュレマの Au と As の異常域はサンフランシスコ鉍床ゾーンの西部において物理探査の中部異常帯及び西部異常帯の一部と概ね一致する。また、マウバのAu異常域はサンフランシスコ鉍化帯の西部において物理探査の中部異常帯及び西部異常帯とほぼ一致する(Figure II-1-11)。

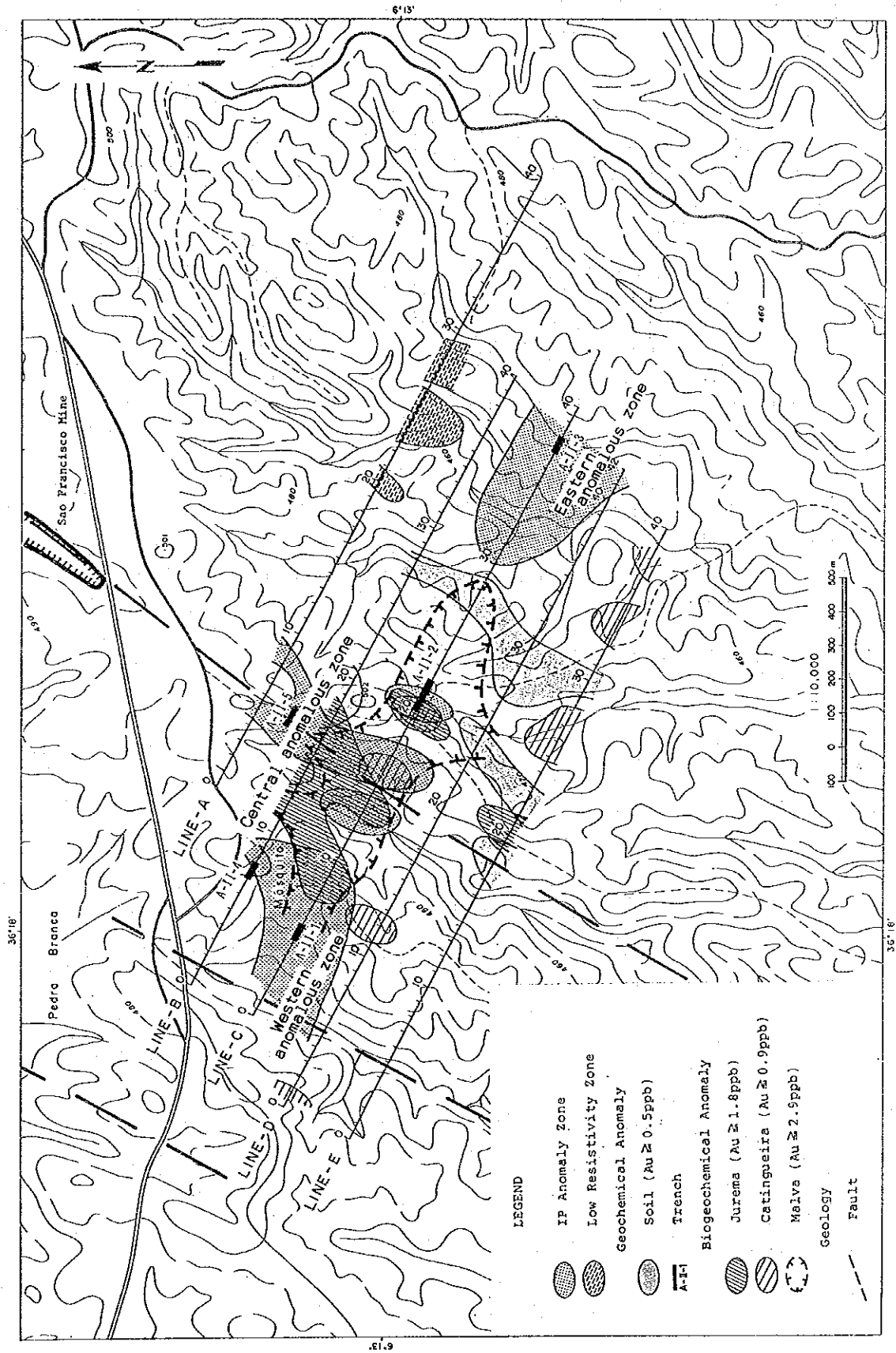


Figure II-1-11 Compilation of geochemical and geophysical surveys

物理探査の東部異常帯では地化学探査による異常は認められない。

1-3-3 トレンチ掘削位置の選定

トレンチ掘削位置の選定にあたっては、物理探査の異常帯が地化学探査の Au 及び As 異常と重複し、かつ、未調査地域であることを基準とした(Figure II-1-11)。

- (1) トレンチ A-II-1 : 測線 C の測点 6 ~ 7 間は AR 値が 500 $\Omega \cdot m$ 未満, PFE 値が 2 ~ 3% であり, 植物種 マウバ の Au 異常が重複する。
- (2) トレンチ A-II-2 : 測線 C の測点 20 ~ 22 間は AR 値が 300 $\Omega \cdot m$ 未満, PFE 値が 1.5 % であり, 植物種 Malva と Catingueira の Au の異常が重複する。
- (3) トレンチ A-II-3 : 測線 C の測点 37 ~ 38 間は AR 値が 300 $\Omega \cdot m$ 未満, PFE 値が 2 ~ 4% である。ここには地化探の異常は認められていないが, PFE の異常の形態及び AR 値がサンフランシスコ鉱床に類似する。
- (4) トレンチ A-II-4 : 測線 B の測点 7 ~ 8 間は AR 値が 100 $\Omega \cdot m$ 以下, PFE 値が 1.1 ~ 2.4% であり, 土地地化探の Au 異常が重複する。

第2章 A地区のトレンチ調査

2-1 調査目的及び方法

2-1-1 調査目的

第1年次及び第2年次の調査により有望地区として抽出したA-I及びA-II地区において地下の鉱化作用の状態を具体的に調査することが目的である。

2-1-2 調査方法

A-I地区においては、第2年度に実施した植物及び土壌地化探の結果をふまえ、特に土壌中の金含有量の高い場所においてトレンチを掘削し、岩石試料を採取、分析することにより、地質と鉱化作用の関連を調べる。

A-II地区においては、第2年度に実施した植物及び土壌地化探の結果のうえに、さらに物理探査を実施することにより地下の情報も加え、有望地を絞ってトレンチを掘削、岩石試料を採取分析することにより地質と鉱化作用の関連を調べる。

トレンチの位置の選定は下記の基準によった。A-I地区、A-II地区の順である。

トレンチ番号	土壌中の金の含量	土壌中の銅素の含量	地質	掘削方向及び延長	備考
A-I-1	142ppb	—	pE sxx1	N70w, 25m	
A-I-2	48, 11ppb	—	pE sxx2	N70W, 75m	
A-I-3	190ppb	—	pE sxx1	N70W, 25m	
A-I-4	20ppb	—	pE sxx1	N70w, 25m	A-I-3 と同層準
A-I-5	13ppb	—	pE sxx4	N70W, 25m	
A-I-6	208ppb	13ppm	pE sxx4	N70W, 25m	

トレンチ番号	物理探査結果			地化学探査結果	地質	掘削方向及び延長
	異常位置	比抵抗値	PFE値			
A-II-1	測線C測点6-7	≤500Ωm	2~3%	植物金異常 *1	pE sxx4	N65W, 50m
A-II-2	測線C測点20-22	≤300Ωm	1.5~2%	植物金異常 *1	pE sxx4	N65W, 100m
A-II-3	測線C測点37-38	≤300Ωm	2~4%	無	pE sxx4	N65W, 50m
A-II-4	測線B測点7-8	≤300Ωm	1.1~2.4%	土壌金異常 *3	pE sxx4	N65W, 50m
A-II-5					pE sxx4	N65W, 50m

*1: Catingueira=2.4ppb, Malva=4.0ppb

*2: Jurema preta=2.2ppb, Catingueira=1.0ppb, Malva=6.6ppb

*3: 1.1ppb

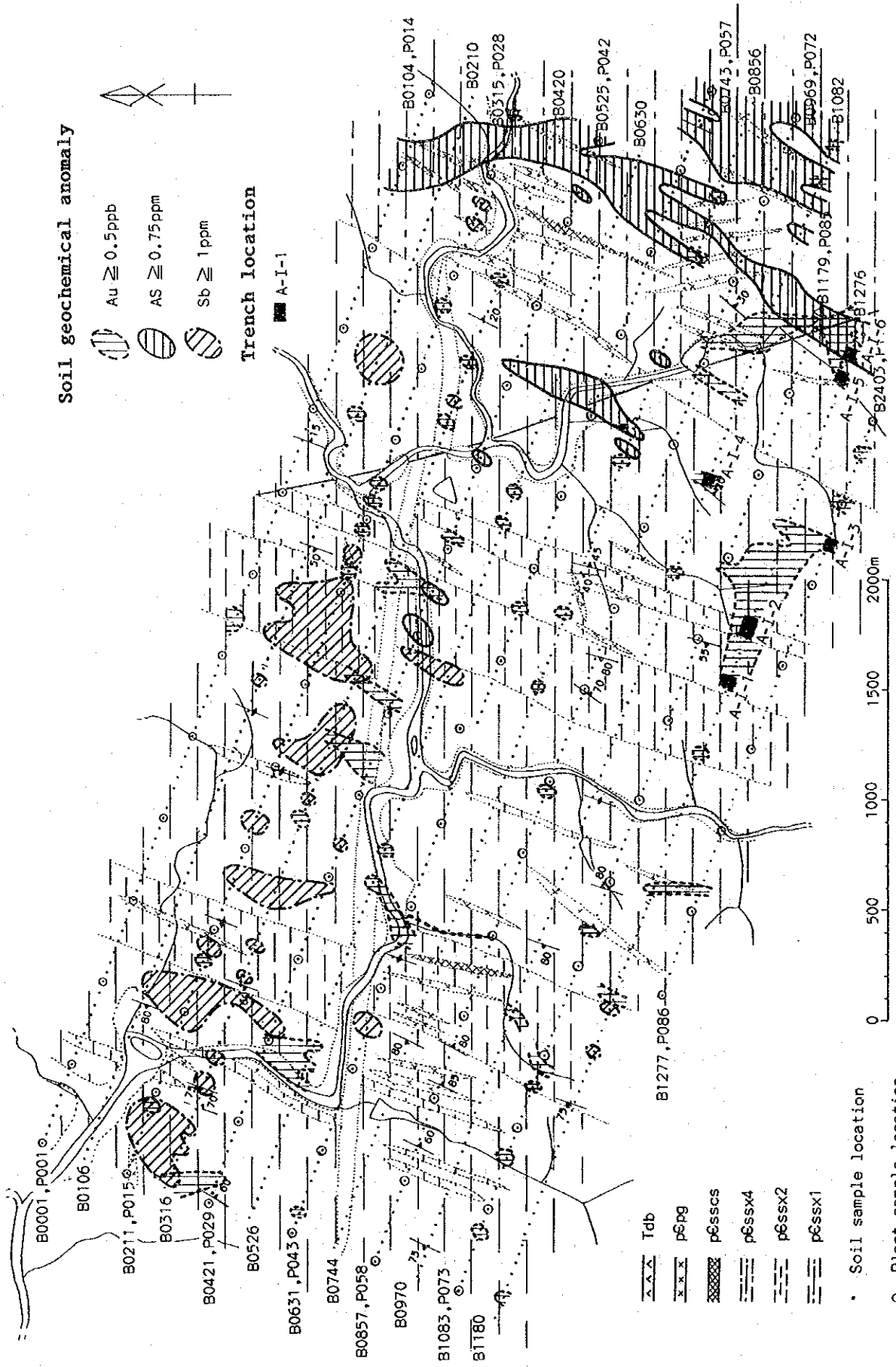


Figure II-2-1 Soil geochemical anomalies and trench locations in area A-I

ここで、A-II-5は本年度の調査で掘削したものではなく、サンフランシスコ鉱山の探鉱開発の際に掘削されたものであり、参考のためここから岩石試料を採取した。

A-I地区のトレンチの位置は Figure II-2-1に、A-II地区のトレンチの位置は Figure II-1-11に示す。

トレンチの掘削法はツルハシ、スコップ等を用いた人手による。また、分析試料としてトレンチ延長方向に沿い、幅約7cm×深さ約2cm×長さ1m分を一試料としてトレンチ全体の長さ分を採取した。

2-2 調査結果

2-2-1 A-I地区のトレンチ

(1) トレンチA-I-1 (Plate II-2-1)

1) 位置

A-I地区の南東部の平坦な山頂。方向はN65°W。長さは25m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層のpE ssx1内である。全体的に細粒な黒雲母片岩からなるが、黒雲母の多い部分と少ない部分が互層状を呈する。細かいところでは数cmから10cmのオーダの互層である。白色～淡褐色の粘土を伴う石英脈が数多い。これらの細脈の幅は1cm未満から10cmにいたるまで様々である。いずれも片理・葉状構造にはほぼ平行である。トレンチの北西端より8.1mの地点から粘土を伴った石英脈の粘土の部分を採取し、X線粉末回折を実施した(Table II-4-3)。これによれば、石英、斜長石、緑簾石、絹雲母、緑泥石が同定されている。

3) 構造

広域的にみれば、セリド層中央部をNNE-SSW方向に縦断する褶曲ゾーンの中に入る。葉状構造の傾斜は非常に変化に富む。場所によっては微褶曲状を呈する所もある。

4) 鉱化作用

金の分析値はトレンチ北西端で8ppbが得られたに過ぎない。銀は全て0.2ppm未満である。これにたいし、タングステンの含有量は高く、トレンチの西側半分では70～388ppmと特に高い値を示す。本調査で分析を実施した片岩中のタングステン含有量が一般に10ppm未満であること(Table II-4-1)と対比すると、鉱化作用があったと考えることが出来る。高タングステン含有量を示す所には概して粘土を伴った石英脈が存在しており、これとの関係があるかも知れない。

(2) トレンチA-I-2 (Plate II-2-2)

1) 位置

A-I 地区南東部の緩い北傾斜面。方向はN65' W。長さは 75m。

2)地質・岩相

広域的にはセリド層の p \cap ssx1内に入る。岩相は主として白雲母-黒雲母片岩及び黒雲母片岩からなり、これらを一貫してペグマタイト岩脈がある。全体に白色の石英細脈が散在する。いずれも葉状構造とほぼ平行で、その幅は数cm単位である。トレンチ北西部には角閃岩の細脈、カリ長石、角閃石、緑簾石からなる細脈も見られる。

3)構造

広域的にはセリド層内の褶曲ゾーンに入る。葉状構造の走向は NE-SWであるが、その傾斜は多様である。

4)鉍化作用

金の分析値はトレンチ北西端より 29m地点で 12ppb、53m 地点で 17ppbを示す。他に 1 ~ 9ppb を示す点が数点あるが、これらはいずれも鉍化作用を受けていない片岩自体が含有する金の量と同様である。従ってこれらの低金含有量は鉍化作用によるものかかどうかは不明である。タングステンは、トレンチの西半分に 10ppm以上の値が、東半分に 2~ 9ppm の値が分布する。トレンチ A-I-1 よりは低含量であるものの、やはり岩石自体の含有量よりは高く、鉍化作用を受けた可能性がある。

(3) トレンチ A-I-3 (Plate II-2-3)

1)位置

A-I 地区南東部の緩い北西傾斜~平坦面。方向はN65' W。長さは 25m。

2)地質・岩相

広域的にはセリド層の p \cap ssx1内に入る。岩相は細粒の黒雲母片岩を主とする。場所により黒雲母の量が増減し、黒雲母の多い部分と少ない部分が互層状を呈する所がある。また、場所により白雲母を含有する部分、より珪質な部分もある。

トレンチ全体にわたり幅が 2cm以下程度の石英脈があり、所により白色~淡褐色の粘土を伴う。ブーディン状の石英塊も見られる。これらは概して葉状構造に平行であるが、一部交差するものもある。

3)構造

広域的にはセリド層を縦走する褶曲ゾーンの東端に位置する。葉状構造の走向は NE-SWで、傾斜は 40 ~ 70' SEである。

4)鉍化作用

金はトレンチの北西端から 20m及び 21mの地点にそれぞれ 6ppb、2ppbが検出された。これらは石英細脈、ブーディン状石英塊がある位置に相応するが、値はいずれも岩石自体の金含有量の範囲内であり、鉍化作用によるものであるかどうかは不明である。

銀はすべて 0.2ppm の検出限界未満である。

タングステンはトレンチの北西端から 6~ 10m付近で 37 ~ 135ppm の高い値が得ら

れ、他では 3~ 21ppmが検出された。高含有量の所は他の所に比較し特に岩相上の差もなく、石英細脈も極少量しか見られない。しかしながら、これらの高含有量岩石自体の平均含有量より高く、鉍化作用による富化が考えられる。

(4) トレンチ A-I-4 (Plate II-2-4)

1) 位置

A-I 地区南東部の平坦~西緩傾斜面。方向は N65° W。長さは 25m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層の p \mathcal{D} ssx1内に入る。岩相は柘榴石-黒雲母片岩で安定している。葉状構造に平行な石英細脈が集中するゾーンが2か所ある。

3) 構造

広域的には既述の褶曲ゾーンの東端にあたる。葉状構造の走向は N10~25° E、傾斜は 20~30° Eである。

4) 鉍化作用

金はすべて検出限界の 1ppb 未満、銀もすべて検出限界の 0.2ppm 未満である。タングステンは 3~ 32ppmで、トレンチ A-I-1, A-I-2 に比較すると全体的に低くなる。10ppmを越える地点は 12 点あり、これらは前記同様の理由で鉍化作用による可能性がある。

(5) トレンチ A-I-5 (Plate II-2-5)

1) 位置

A-I 地区南東部のほぼ平坦地。方向は N65° W。長さは 25m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層の p \mathcal{D} ssx4の西端に位置する。岩相は黒雲母片岩と白雲母片岩の互層である。葉状構造に平行な石英細脈、ブーディン状石英塊が北西部と南東部に集中する。北西部には smokey quartzの細脈もある。

3) 構造

広域的には既述褶曲ゾーンの東外側に位置する。葉状構造の走向は N25~50° E、傾斜は 45~55° Eである。

4) 鉍化作用

金はすべて検出限界の 1ppb 未満、銀もすべて検出限界の 0.2ppm 未満である。タングステンは北西側半分が 8~86ppm と高く、南東側半分は 4~ 9ppm と低い。高含有を示す部分は鉍化作用を受けた可能性がある。北西側半分には石英細脈及びブーディン状石英塊があるが、これらとタングステンの鉍化作用との関連性は明らかでない。

(6) トレンチ A-I-6 (Plate II-2-6)

1)位置

A-I地区南東部の平坦地。方向はN65°W。長さは25m。

2)地質・岩相

広域的にはセリド層のpDssx4内の西端に位置する。トレンチA-I-5も含め、このゾーンには広域的にみてpDsscsが多く分布する。岩相は全体が柘榴石-黒雲母片岩で安定している。他に大小のペグマタイト岩脈がある。葉状構造に平行な石英細脈が集中する4つのゾーンがある。

3)構造

葉状構造の走向はN10~20°E、傾斜は20~50°Eである。

4)鉍化作用

金はすべて検出限界の1ppb未満、銀もすべて検出限界の0.2ppm未満である。タングステンは2~8ppmであり、A-I-1~A-I-5に比較して全体的に低い。本調査の分析によれば岩石のタングステン含量は10ppm未満なので、これは岩石自体の含量を表わしているのか鉍化作用があったのか特定できない。本トレンチの位置は土壤地化探によって砒素の異常が検出された所であるが、金、銀、タングステンの3元素に関する限りでは、砒素を伴うような鉍化作用は考えられない。

2-2-2 A-II地区のトレンチ

(1) トレンチA-II-1 (Plate II-2-7)

1)位置

A-II地区北西部の西傾斜地。西端は東傾斜で、沢を横切る。方向はN70°W。長さは50m。

2)地質・岩相

広域的にはセリド層のpDssx4内に入る。岩相は、西端が黒雲母片岩、他は柘榴石-黒雲母片岩である。全般的に岩相は安定しているが、西部の一部では黒雲母の多い部分と少ない部分が互層を成している。葉状構造に平行な石英細脈及びブーディン状石英塊が全体に散在する。東部には葉状構造に平行な裂かを充填するような形態で暗灰色の珪化部が見られる。東端には角閃岩脈も見られる。41.7m及び46.3m地点の白濁した粘土様鉍物を伴う石英脈を採取し、X線回折を実施した(Table II-4-3)。その結果、石英、斜長石のほか、黒雲母、緑泥石、絹雲母及びドラバイトが同定された。

3)構造

葉状構造の走向はN20~55°E、傾斜は40~65°Eである。トレンチの西部及び中央部付近に葉状構造を切る裂かがある。それらは西部ではN65°E、80°N、中部ではN70~80°E、80°Nである。

4)鉍化作用

金は東端で 4ppb が検出された他はすべて検出限界の 0.5ppb 未満である。銀もすべて検出限界の 0.2ppm 未満である。タングステンは 1~9ppm で、全体的に低い。特に鉍化作用によるとは考えられない。

(2) トレンチ A-II-2 (Plate II-2-8)

1) 位置

A-II 地区中央部の南~南東傾斜の山麓。方向は N70° W, 長さは 100m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層の p3 ssx4 内に入る。岩相は全般的に柘榴石-黒雲母片岩で安定している。石英細脈及びブーディン状石英塊が東側に多い。ペグマタイト岩脈が片岩中に貫入している。68m 地点から白濁した粘土様鉍物を伴う石英脈を採取し、X線回折を実施した (Table II-4-3)。その結果、石英及び斜長石の他に絹雲母/モンモリロナイト混合層鉍物が同定された。

3) 構造

葉状構造の走向は N30~60° E, 傾斜は 20~70° E と変化する。傾斜は東に向かって急になる。

4) 鉍化作用

金は西部には 1 点 9ppb が検出されているものの、他は大部分 0.5ppb 未満である。東側では一部の 0.5ppb 未満を除き、0.6~19ppb の値が続く。これらの値は岩石自体の含有量に匹敵するが、A-II-1 等に比較しても、本トレンチのように約 60m 間も連続することはなく、鉍化作用の可能性が考えられる。高金含有部は石英細脈が多いゾーンと対応する。銀はすべて検出限界の 0.2ppm 未満である。タングステンは全体的に 1~13ppm であり、10ppm 以上の点は 2 か所のみである。これについても特に鉍化作用は考えられない。

(3) トレンチ A-II-3 (Plate II-2-9)

1) 位置

A-II 地区南東部の東傾斜地。東端は沢。方向は N70° W, 長さは 50m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層の p3 ssx4 内である。岩相は白雲母-黒雲母片岩、柘榴石-白雲母-黒雲母片岩、及び柘榴石-堇青石-黒雲母片岩の互層よりなる。葉状構造に平行な石英脈及びブーディン状石英塊は他のトレンチに比較して少ない。トレンチ内の試料番号 23 の地点には断層に沿って 30~40cm の幅で珪化し、暗灰色を呈している所がある。試料番号 33~34 にかけては、葉状構造と低角で交差する裂かに沿って白色の粘土鉍物が見られる。試料番号 23m 及び 43m の地点にも裂か中に白色の粘土鉍物が認められ、X線回折を実施した (Table II-4-3)。その結果は、大部分が石英、斜長石及び黒雲母で、

23m点には一部に緑泥石が同定された。葉状構造に交差する開口裂かで、泥ないしは粘土が充填しているものもある。

3) 構造

葉状構造の走向は N25~35° E, 傾斜は 50 ~70° Eであり、安定している。上記のように葉状構造に斜交する開口裂かが見られると共に、幅が 10cm 程度のキンクバンドも認められる。キンクバンドは変成作用最後の構造運動によるものである。

4) 鉍化作用

金は試料番号 3, 4, 5, の地点で 2~ 4ppb の値が、試料番号 22, 23, 24, 25の地点で 2~ 9ppb の値が検出された。後者は暗灰色珪化岩が断層沿いに見られるところにあたり、分析値はごく低いものの弱い鉍化作用を現しているのかも知れない。タングステンは全体的に 2~ 6ppm が検出されているが、他のトレンチに比較しても特に高いものではなく、特に鉍化作用は考えられない。

(4) トレンチ A-II-4 (Plate II-2-10)

1) 位置

A-II 地区北西部の東緩傾斜地。方向は N70° W, 長さは 50m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層の p \cap ssx4内である。岩相は黒雲母片岩で特に変化はない。葉状構造に平行な石英細脈及びブーディン状石英塊が全体に分布する。トレンチの西端にはこの石英細脈が濃集するゾーンがある。

3) 構造

葉状構造の走向は N25~40° E, 傾斜は 40 ~50° Eで安定している。走向 E-Wあるいは N-S の裂かがいくつか見られる。

4) 鉍化作用

金は試料番号 9 の地点で 10ppb が検出されたのみで、他はすべて検出限界の 0.5ppb 未満である。この点は黒雲母片岩中で、石英脈等はない。銀はすべて検出限界未満の 0.2 ppm 未満である。タングステンは全体にわたり 1~ 6ppm が検出されているが、どのトレンチに比較しても高いものではなく、鉍化作用は考えられない。

(5) トレンチ A-II-5 (Plate II-2-11)

1) 位置

南北に伸びる尾根から西傾斜面にかけて。サンフランシスコ鉍床探査の一環として採掘されたトレンチであり、サンフランシスコ鉍床トレンドの南延長部にあたる。方向は N65° W, 長さは 66m。

2) 地質・岩相

広域的にはセリド層の p \cap ssx4内に入る。岩相は柘榴石-黒雲母片岩で変化はない。

後述する3つの破砕帯中には多くの石英細脈(幅1cm未満~10cm)がある。この破砕帯を除けば、葉状構造に平行な石英細脈は全体に散在する。

3) 構造

試料番号 51 ~ 53, 16~24, 35~45間はいずれも破砕帯である。これらの破砕帯は地質概査及び物理探査で推定された断層に対応する。葉状構造の走向は N30~35° E, 傾斜は 45 ~ 70° Eであるが、破砕帯中ではこれらは乱れる。

4) 鉱化作用

金含有量は全体にわたり高い。特に試料番号 10 ~ 12, 21, 24, 30~31, 34~44, 48では 100ppb 以上の値が連続する。これらのうち 21, 24, 30~31, 35~44は破砕帯中である。最高値は試料番号 40 の 500ppb である。これらの値は明らかに一般の片岩の金含有量よりは高く、第1年次調査時に実施したサンフランシスコ鉱山ピット中の鉱床母岩の分析値が 635ppb であったことを考慮すると、本トレンチ中で断続的に出現する高金含有量は鉱化作用によるものと判断される。高金含有が断続的に現れるゾーンは約 50m である。

銀も上記のゾーンではじめて検出限界以上の値が得られた。最高値は試料番号 31 の 1.9ppm である。第1年次調査で実施したサンフランシスコ鉱床の鉱石の分析によれば、金の8倍以上の銀が含まれていたことを考慮すると、銀もサンフランシスコ鉱床と同様の鉱化作用によりもたらされたものと判断される。

タングステンは全般的に低く、本トレンチで初めて検出限界の 0.2ppm 未満の値が検出された。最大値は 5ppm である。

2-3 考察

2-3-1 地化学探査結果と鉱化作用について

A-I 地区ではトレンチの位置は土地地化探による土壌の分析値を指標として決定した。しかしながら、トレンチ掘削後実施した岩石のチャンネル試料の分析によれば、土地地化探により検出した土壌中の金含有量とその下の母岩中の金の含有量はほとんど対応しなかった。トレンチ A-I-1, A-I-2 及び A-I-3 で極低い金含有量が検出されたに過ぎない。検出された土壌中の金と母岩中の金をまとめると以下のようなになる。

トレンチ番号	土壌中に検出された金量	母岩中に検出された金量
A-I-1	142ppb	8ppb 一点のみ
A-I-2	11ppb 及び 48ppb	82m 間に 14 点散在, 最高 17ppb
A-I-3	190ppb	6ppb, と 2ppb の 2 か所のみ
A-I-4	20ppb	検出されない
A-I-5	13ppb	検出されない
A-I-6	208ppb	検出されない

また、トレンチ試料の分析の結果実際に鉍化作用が認められたサンフランシスコ鉍化ゾーンでは、地表の土壤中に金の異常は認められなかった。

土壤中の金と地下の鉍化作用が対応しない理由は、ひとつには土壤の発達が悪いことが上げられる。土壤は一般に薄く 20cm 程度で砂質の部分が多く、断面をみると風化した基盤上に異種礫が濃集している部分が見られる。ペグマタイト等に起因する異種礫およびトレンチを掘削した位置の地形から見て、これらの礫は遠距離から搬送された可能性は少ないにもかかわらず、土壤中の金と地下の鉍化作用が対応しないのは、やはり雨季にこの土壤が部分的に移動すること、それゆえに土壤が十分に発達しないと言う問題があると考えられる。

A-II地区のサンフランシスコ鉍化ゾーンの南端部では鉍化ゾーンの幅が 50m以上に達すること、金含有量の最大値が 500ppb であること、しかもこの試料はバルクではなく 1m のチャンネル試料であることなどから、この地表に土壤が発達していれば金の異常がでていいはずである。ところが、鉍化ゾーンの直上では異常は出ず、そこからはずれた両側に異常値が検出された。この場合は鉍化ゾーンが尾根を通過しているので、地形的な影響があるのかも知れない。しかしその異常値は低く、A-I地区の土壤の異常とは対比することもできない。これと比較する場合、A-I地区の土壤に検出した 100ppb 以上の濃度はどのようにして生じたのか疑問が残るところである。また、本サンフランシスコ鉍化ゾーンでは砒素の異常が出ており、鉍化ゾーンの位置を明瞭に現している。しかしながらサンフランシスコ鉍化ゾーンの東方 500 m にも砒素の異常が検出され、これは金の異常とも重複したが、物理探査ではなんらの異常も検出されなかったので、トレンチ調査は実施していない。

A-II地区で実施した植物地化探の結果では、植物種ジュレマプレタの金および砒素の異常の重複部がサンフランシスコ鉍化ゾーンに対応することが判明した。

2-3-2 物理探査結果と鉍化作用について

物理探査により検出された異常は西部、中部および東部の3つに分けられる。このうち中部異常帯はサンフランシスコ鉍化帯にほぼ対応する。西部および東部の異常帯はいずれも NW-SE 方向に伸長し、細かく見ればこれらの異常帯はいくつかのスポット的異常点の集まりであることがわかる。これらそれぞれの異常帯中から最も有望とされた位置でトレンチ調査を実施したが、中部異常帯中のサンフランシスコ鉍化帯からははずれた位置でのトレンチ (A-II-2) にのみ鉍化作用の影響と推定される金の異常が検出された。他のトレンチでは金が検出されたにもかかわらず値が低くしかも連続しないので、岩石中に本来含まれている金の量と区別することができず、鉍化作用を受けたのかどうかも判別できない。

中部異常帯では地下深部 (150m 程度) に至り異常帯が RNE-SSW 方向に連続伸長し、サンフランシスコ鉍化帯に一致することを明瞭に現しているが、西部および東部の異常帯ではいずれにおいても地表から地下深部までその形を変えずスポット的である。しかも特に東部異常帯の東側における異常は、その PFE の強さにおいてもパターンにおいてもサンフランシスコ鉍床を

横切る測線上で得られたものと良く類似する。この東部異常帯の上でのトレンチ調査では確かに金は検出したが、値が低いため鉱化作用によるものかどうか判定ができなかった。この異常は地下深部まで同じ形態および強度で連続するので、さらに深部を確認することが望まれる。

また、もし東部および西部の異常帯が鉱化作用によりもたらされたものとするればそのトレンドを知ることが重要である。本調査では測線の間隔が 200m であったので、これをさらに小さく、例えば 50m程度にすれば異常帯のトレンドはさらにはっきりすると推定される。

第3章 B-I地区の地化学探査

3-1 B-I地区の地質鉱床概要

本地区は、セリド層の片岩類（pE sss1）から構成される。岩相は柘榴石-黒雲母片岩を主体とし、局部的に董青石-柘榴石-黒雲母片岩を挟在する（Figure II-3-3）。この中に数多くのペグマタイト岩脈が貫入している。ペグマタイト岩脈の走向は NNE-SSW, NNW-SSE として E-W である。特に E-W 走方ものはこの地域に特徴的である。

本地区内の鉱床としては、中央やや東部（土壤試料点 B2731 と B2732 の間）に金及び黄鉄鉱を伴う石英脈がある。他に二次鉱物として孔雀石、赤鉄鉱、褐鉄鉱を伴っている。石英脈の幅は 0.3~2m、走向延長は 200m 以上、走向傾斜は N 5° E, 70° E である。昨年度の化学分析結果によれば Au:0.2ppm, Ag:103ppm, Cu:3.76%, As:5ppm である。この石英脈は深度 7m 程度のピットにより過去に調査されている。

今年度の調査ではさらに 2 か所で硫化物を伴う石英脈を確認した。ひとつは中央やや北部（土壤試料採取点 B2803 と B2402 の間）に位置し、もうひとつは南端部やや西（土壤試料採取点 B3042 付近）に位置する。これらの石英脈の幅、傾斜は不明であるが、走向はほぼ N20° E である。任意の位置から試料を採取し、化学分析を実施したが、いずれの石英脈でも金銀の含有量は 0.1ppm 未満である。

以上の金に関する鉱床の他にペグマタイト岩脈に伴うニオブ、タンタル、ベリリウム等の鉱床が数多く存在する。

3-2 土地化学探査

3-2-1 探査目的

第2年次の地質調査及び河川堆積物地化学探査により有望地区として抽出された B-I 地区において、有望地をさらに絞り込むことが目的である。

3-2-2 探査方法

(1) 試料採取及び試料調整

東西方向の 16 本の試料採取線を設定し、合計 660 個の土壤試料を採取した（Pl. II-1-1）。それぞれの試料採取線の長さは 2km、間隔は 200m、試料採取点の間隔は採取線上 50m である。中央やや北部の含金石英脈がある所では採取点の間隔を 25m とした（Figure II-3-1）。

本地区では土壤そのものの発達が悪く、基盤までの深さは平均 20cm ~ 30cm 程度である。土壤の A 層はほとんどなく、試料は土壤 B 層及び C 層から採取した。採取深度は平均 15~20cm である。



•B3117 Sample location & number

Figure II-3-1 Soil sample location in area B-I

採取した試料は自然乾燥後、80メッシュアンダーに調整した。さらに、四分法により1試料につき50グラムを分析用とした。また、各試料の採取点情報として、地質層序、土壌層位、採取深度、土壌の色・構成物質・粒径、地形の傾斜、土壌湿潤状態及び植生等を記録した。

(2) 化学分析

試料は、現地にて概略秤量調整した後に、ブラジルのGEOSOL(Geologia e Sondagens Ltda)へ送付し、化学分析を行った。対象元素は、Au、As及びSbの3元素である。

各元素の化学分析法と検出限界値をTab. II-3-1に、化学分析の結果は、Appendix 1に示す。

(3) データ処理

得られた分析値をコンピューターに入力し、統計処理を行った(Table II-3-2)。この際、処理の都合上検出限界値に満たないものは、Auでは0.2ppb、Asでは1ppm、Sbでは0.5ppmとして入力した。また、本地区はすべてセリド層で構成されているので、岩相で分けることをせず一括して処理した。いずれの3元素間においても相関はない。

地化学異常を求めるしきい値の決定には、Kurzul, H. (1988) のEDA法を使用した(Figure II-3-2, Table II-3-3)。

3-2-3 探査結果(元素別地化学異常)

各元素の異常値の分布は、以下のとおりである。

(1) 金 (Au)

Auの濃度は、最小値が0.5ppb(検出限界)未満、最大値は116ppbである。検出限界未満の値を示す試料数は全体の93.9%と非常に多いので統計的な処理は意味をなさなく、検出限界(0.5ppb)以上の値を全て異常値として取り扱った。

0.5ppb以上の値の異常域はFigure II-3-3に示すように、全体に点在する。このなかで10ppb以上の値を示す所は北東部及び南部に集中する。本地域最高の116ppbはB2497とB2537を結ぶ測線上の一番東の異常である。

(2) 砒素 (As)

Asの濃度は、最小値が1ppm(検出限界)未満、最大値は37ppmである。検出限界未満の試料数は全体の62.4%である。EDAのupper fence 1.75ppm以上を異常値とした。

1.75ppm以上の値の異常域はFigure II-3-3に示すように、北半部に集中する。地層は全てpE s s x 1内である。昨年度調査を実施したA地区ではupper fenceが6.75ppmと非常に高く、しかも異常域はNNE-SSWのトレンドを持っていた。しかしながら、本B-I地区では異常値も低く、その異常域に明瞭なトレンドはない。

Table II-3-1 Methods and detection limits of chemical analyses

Sample media	Elements	Analytical methods	Detection limits
Soil	Au	Emission spectrometry	0.5 ppm
	As	Atomic absorption spectroscopy	1 ppm
	Sb	ditto	1 ppm
Stream sediment	Au*	Emission spectrometry	0.5 ppb
	Ag*	ditto	0.2 ppm
	Fe	X-ray fluorescence analysis and wet determination	10 ppm
	Mn	X-ray fluorescence analysis	5 ppm
	Mo*	Emission spectrometry	1 ppm
	W *	X-ray fluorescence analysis	10 ppm
	Sn*	Emission spectrometry	2 ppm
	Nb*	X-ray fluorescence analysis	10 ppm
	Ta*	ditto	10 ppm
	Be	Emission spectrometry	0.5 ppm
	Li	Atomic absorption spectroscopy	1 ppm
	As	ditto	1 ppm
	Sb	ditto	1 ppm

* Au of pan concentrate is analyzed by atomic absorption spectroscopy when the value is more than 500 ppb.

* Detection limit of W is 1ppm for trench sample analysis.

Table II-3-2 Statistical studies of soil analytical data

Elements	Mean	Variance	Standard deviation	Minimum	Maximum	Below detection limit (%)
Au (ppb)	0.749	26.373	5.135	0.200	116.000	93.9
As (ppm)	1.526	7.729	2.780	0.500	37.000	62.4
Sb (ppm)	0.500	0.000	0.000	0.500	0.500	100.0

Table II-3-3 EDA analysis of soil analytical data

Elements	Median	Lower fence	Lower whisker	Lower hinge	Upper hinge	Upper whisker	Upper fence	Upper fence or more (%)
Au (ppb)	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	6.1
As (ppm)	0.500	-0.250	0.500	0.500	1.000	1.000	1.750	18.0
Sb (ppm)	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	100.0

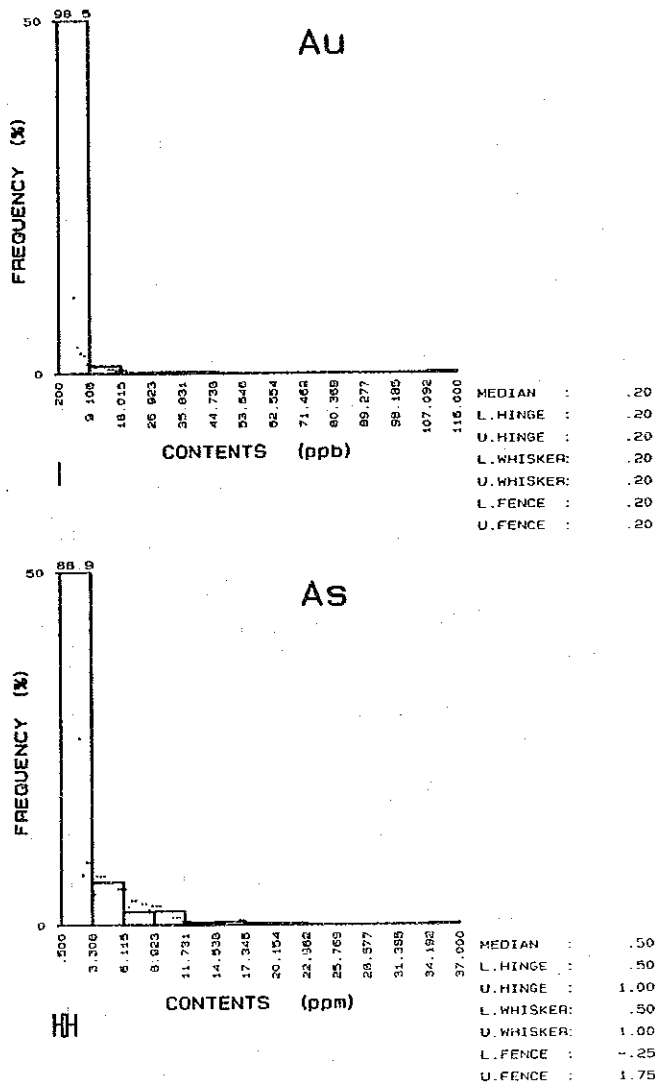


Figure II-3-2 Histograms and EDA boxplots for Au and As in soil

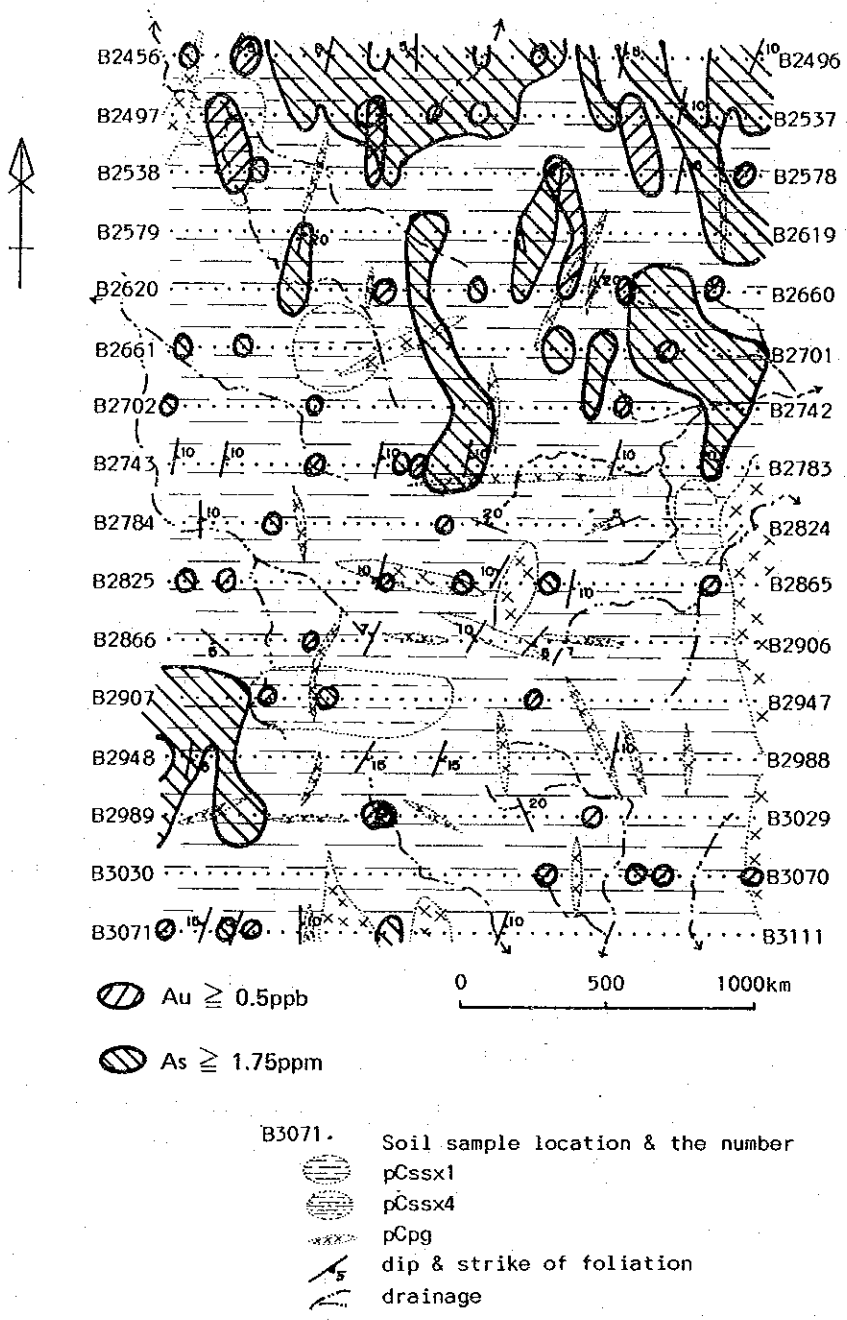
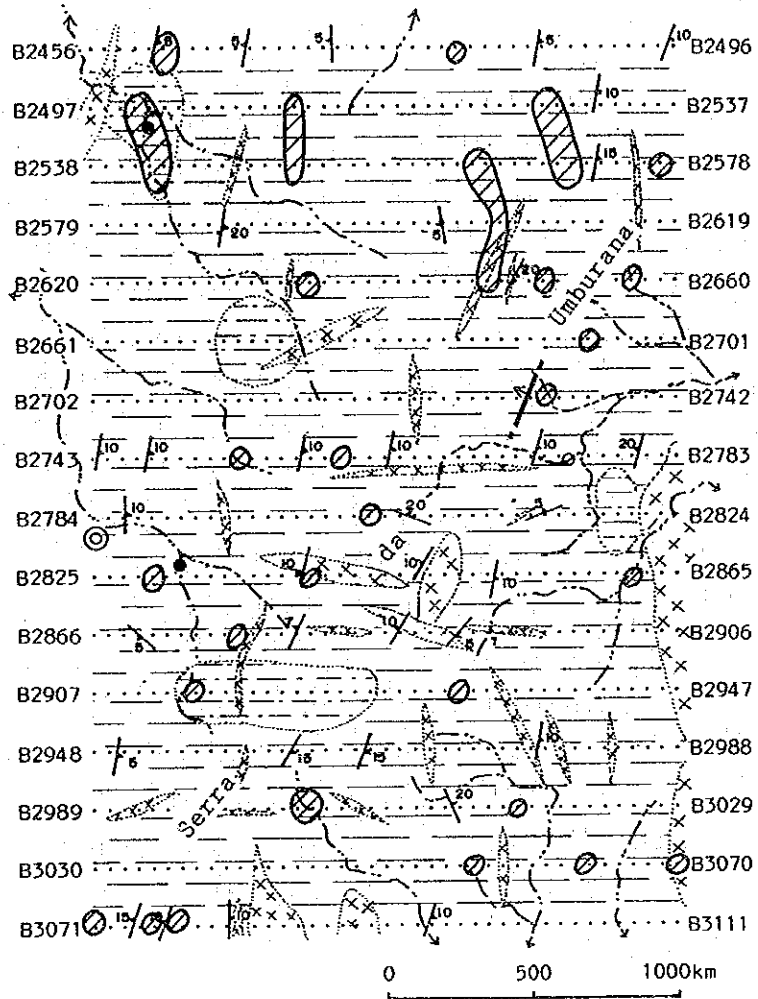
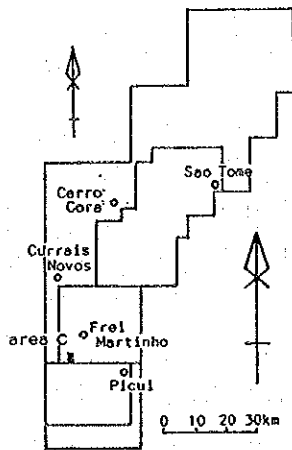


Figure II-3-3 Au and As anomalies in soil



- ⊙ $\geq 1\text{ppb Au in soil}$
- $\geq 10,000\text{ppb Au in pan concentrate}$
- $\geq 1,000\text{ppb Au in pan concentrate}$
- ⊙ Point where gold particle was found
- ↗ Auriferous quartz vein (Au, 0.2ppm; Ag, 103ppm)
- B3112 Soil sampling point & number

Figure II-3-4 Compilation of Au anomalies in area B-1

(3) アンチモン (Sb)

アンチモンは全て検出限界未満のため、異常は検出できない。昨年度調査のA地区でもアンチモンは極く低い値しかもたなかったが本地域でもおなじである。

3-3 考察

金の異常点が集中する北東部には精密調査では含金石英脈等の鉍化作用は見出だされていない。しかしながら本地区はウンブラナ山(Serra do Umburana)の尾根近くであり、本山の西麓に走向 NNE-SSWの硫化鉍物を伴った石英脈が発見されているので、これと同様の石英脈が賦存しているのかも知れない(Figure II-3-4)。

昨年度の調査で確認した含金石英脈は B2702と B2742を結ぶ測線上の東部に位置するが、この石英脈付近では金の異常は見出だされず、この石英脈の東に 1ppb が得られたに過ぎない。また B3030と B3070を結ぶ測線の西部に今年度の調査で硫化鉍物を伴う石英脈を発見しているが、この付近では金の異常は得られなかった。B2642 地点の酸化鉄に富む石英脈を採取し、硫化鉍物等が残存しているかどうかを確認するため、X線回折を実施した(Table II-4-3)。その結果、赤鉄鉍及び針鉄鉍が同定されたのみで、硫化鉍物は確認されなかった。B3040 及び B3042からも暗色の石英脈試料を採取し、硫化鉍物等の存否を確認するためX線回折を実施したが、石英の他に多量のドラバイトと微量の緑泥石が同定されたのみであった。

また上記の含金石英脈付近にも砒素の異常域は見出だされず、鉍化作用に砒素が伴うにもかかわらず、金の鉍化作用と砒素異常との関連も裏づけられない。

本地区においては、既知の金の鉍化作用は小規模であり、土壤地化探でも金の高い異常あるいは広い金の異常域は検出されなかった。前年度までに実施された河川堆積物による地化学探査でも金の異常が集中する結果は出ていない。従って、本B-I地区には経済性見合い鉍量を持つ金鉍床が胚胎する可能性は低いと考えられる。

第4章 C地域の地質調査

4-1 調査目的及び方法

4-1-1 調査目的

本調査の目的はC地域(500 km²)の地質状況を解明することにより、金鉱床の賦存状況を把握することである。

調査においては、上記の目的を達成できるように下記を主眼点とした。

- ①調査地域の岩石の分布の把握、及び層序の確認
- ②調査地域の地質構造の把握
- ③鉱床とその胚胎岩との関係の把握
- ④含金石英脈の把握、及びその追跡
- ⑤広域的観点からの鉱床と地質構造との関係の把握

4-1-2 調査方法

野外調査における踏査ルートは調査地域全域を平均的にカバーするようにし、ルート密度を0.8 km²以上とした。調査ルートは河川沿いに選定した。後述するが、地質調査と同時に、地化学探査用の河川堆積物及び河川堆積物中の重鉱物(パンニング試料)も採取した。

現地調査を開始する前に、C地域を含めた調査範囲約530km²につき1/60,000の空中写真(1967年ブラジルが撮影)から1/50,000の地形図を日本で作成した。現地調査にあたっては、この地形図をさらに1/25,000に拡大してルートマップ用に使用した。調査結果は1/50,000にまとめ、地質図を作成した(Plate II-4-1, Figure II-4-1)。

4-2 調査結果

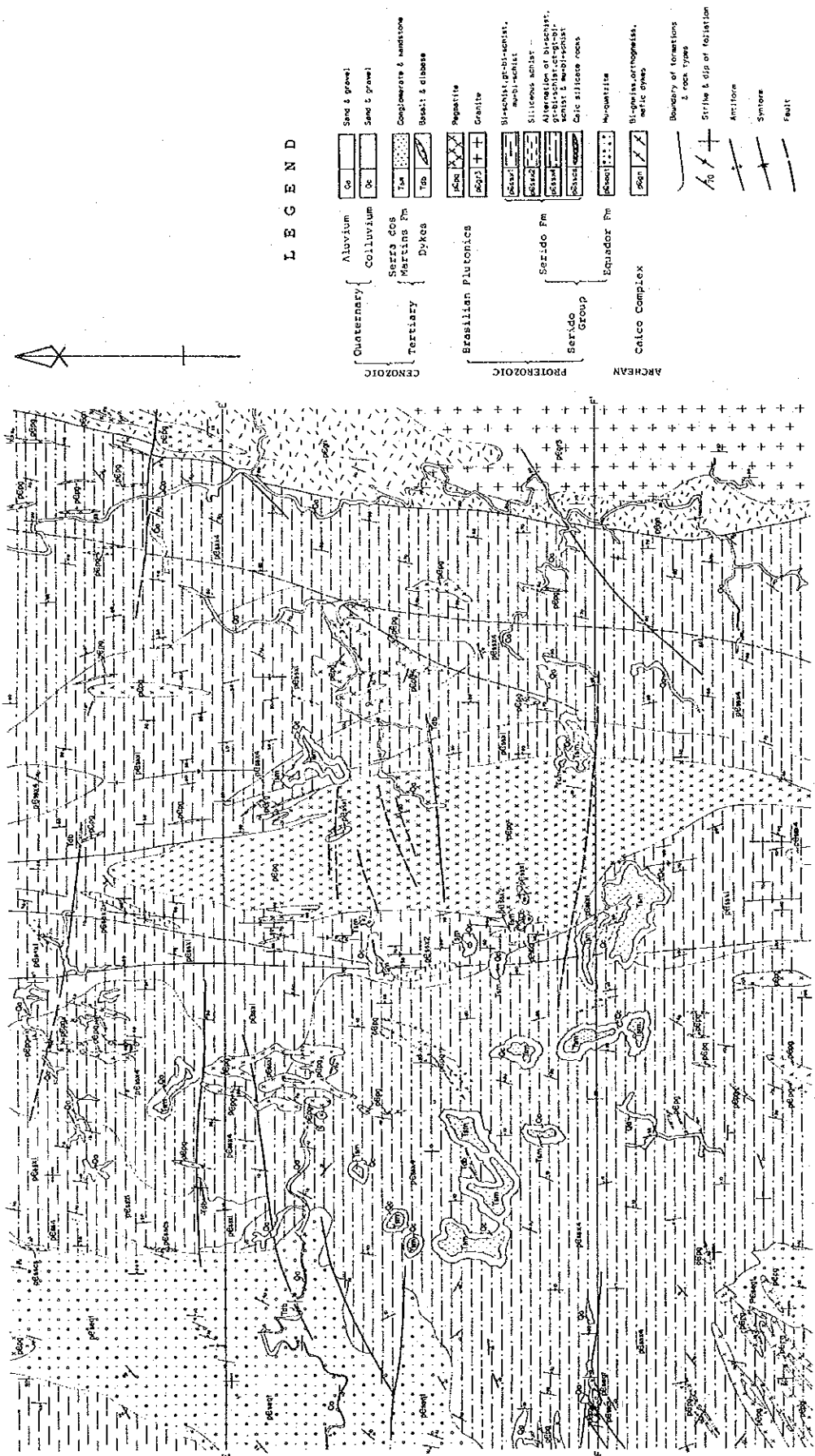
4-2-1 地質

本地域には始生代のカイコ岩体、原生代のセリド層群、そして新生代第三紀のセハドスマルティンス層が分布する。セリド層群は下位よりエクアドル層、そしてセリド層に区分される。本地域にはジュクルトゥ層は露出していない。本調査においても、昨年、一昨年と同様に Jardim de Sa and Salim (1978), Jardim de Sa (1982) の層序を適用している (Figure II-4-2)。

(1) 先カンブリア系

(a) カイコ岩体

1) 分布



LEGEND

Quaternary	Aluvium	Co	Sand & gravel
	Colluvium	Qc	Sand & gravel
Tertiary	Serra dos Martins Fm	Tm	Complements & sandstone
	Dykes	Td	Basalt & diabase
CENOZOIC	Brazilian Plutonics	gpc	pegmatite
		gpr	granite
PROTEROZOIC	Serra do Fm	gpc	Basalt, gneiss, schist, multi-schist
		gpc	Siliceous schist
		gpc	Quartzite, calc-schist, schist & multi-schist
		gpc	Calc siliceous rocks
		gpc	Mica-schist
		gpc	Biopelites, orthoquartzites, metic dykes
ARCHEAN	Equador Fm	gpc	Mica-schist
		gpc	Biopelites, orthoquartzites, metic dykes
Calço Complex		gpc	Biopelites, orthoquartzites, metic dykes
Boundaries of formations & rock types		—	
Strike & dip of foliation		—	
Anticline		—	
Syncline		—	
Fault		—	

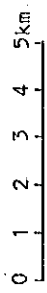
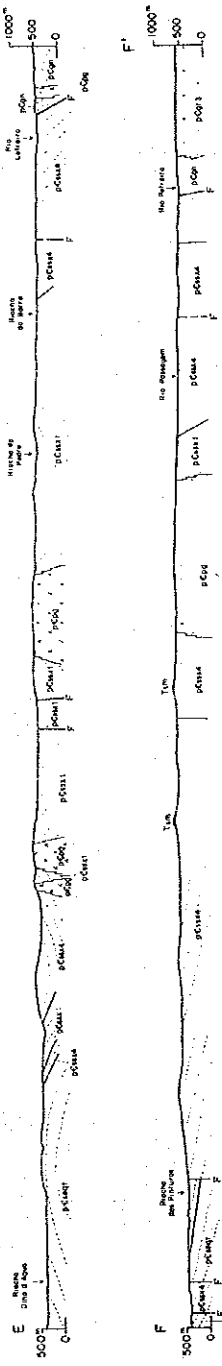


Figure II-4-1 Geologic map of area C



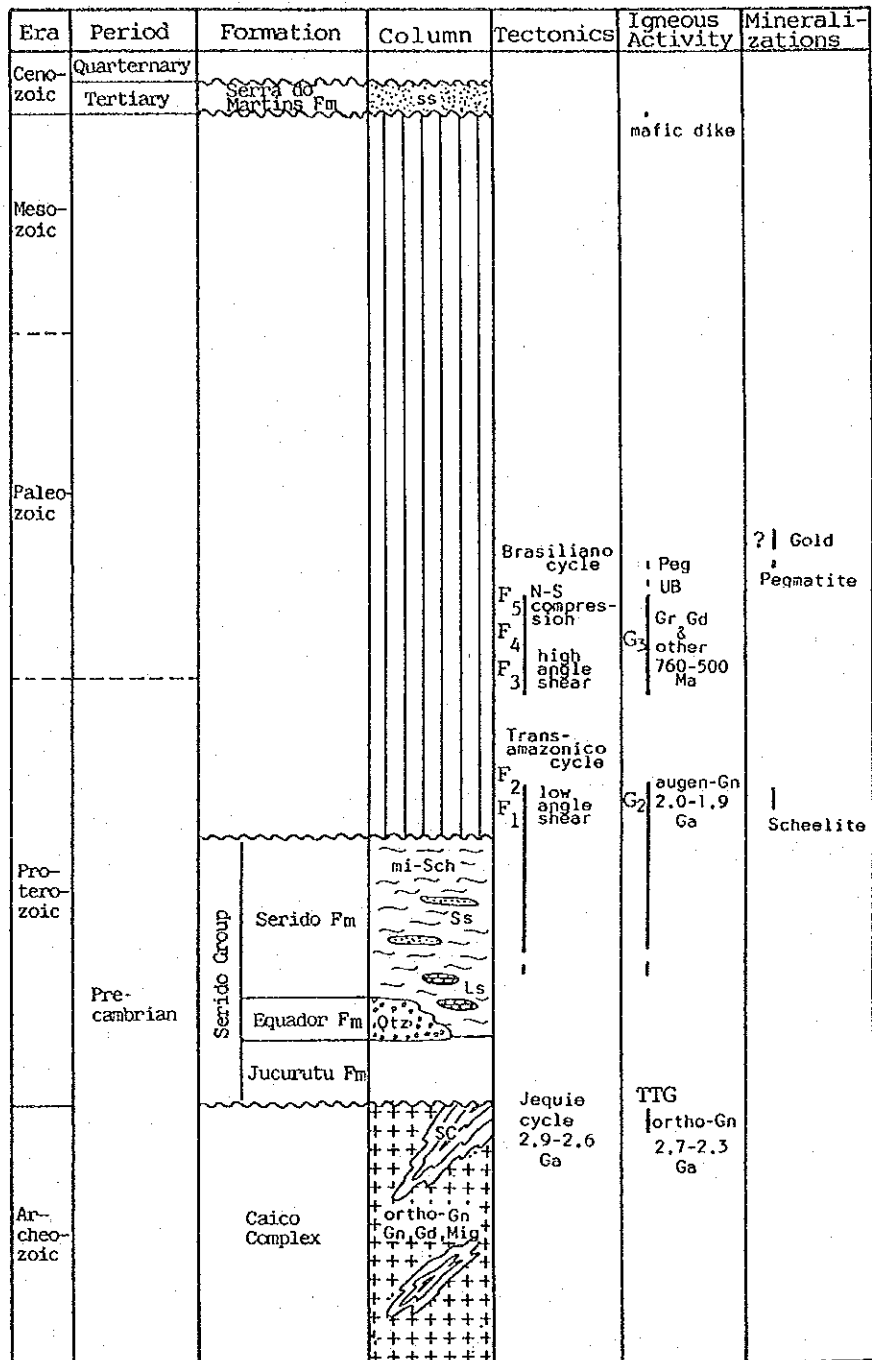


Figure II-4-2 Generalized columnar section of area C