

100-4-1

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

1966

1966

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

LIBRARY

704  
66.1  
MPN

100-4-1

チリ共和国セロネグロ地域  
資源開発協力基礎調査報告書  
地域開発計画調査

中間報告書



24775

平成5年3月

国際協力事業団  
金属鉱業事業団

国際協力事業団

24775

## はしがき

日本国政府はチリ共和国政府の要請に応え、同国の北部に位置するセロネグロ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、ボーリング調査・物理探査及び選鉱についての調査を実施することとし、その実績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4年度を第1次とし、金属鉱業事業団は8名の調査団を編成して平成4年11月7日から平成5年3月8日までに現地に派遣した。

現地調査は、チリ共和国政府関係機関、チリ共和国鉱山公社（EMPRESA NACIONAL DE MINERIA: ENAMI）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ご協力いただいたチリ共和国政府関係機関ならびに外務省、通商産業省、在チリ共和国大使館及び関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成5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 石川 丘



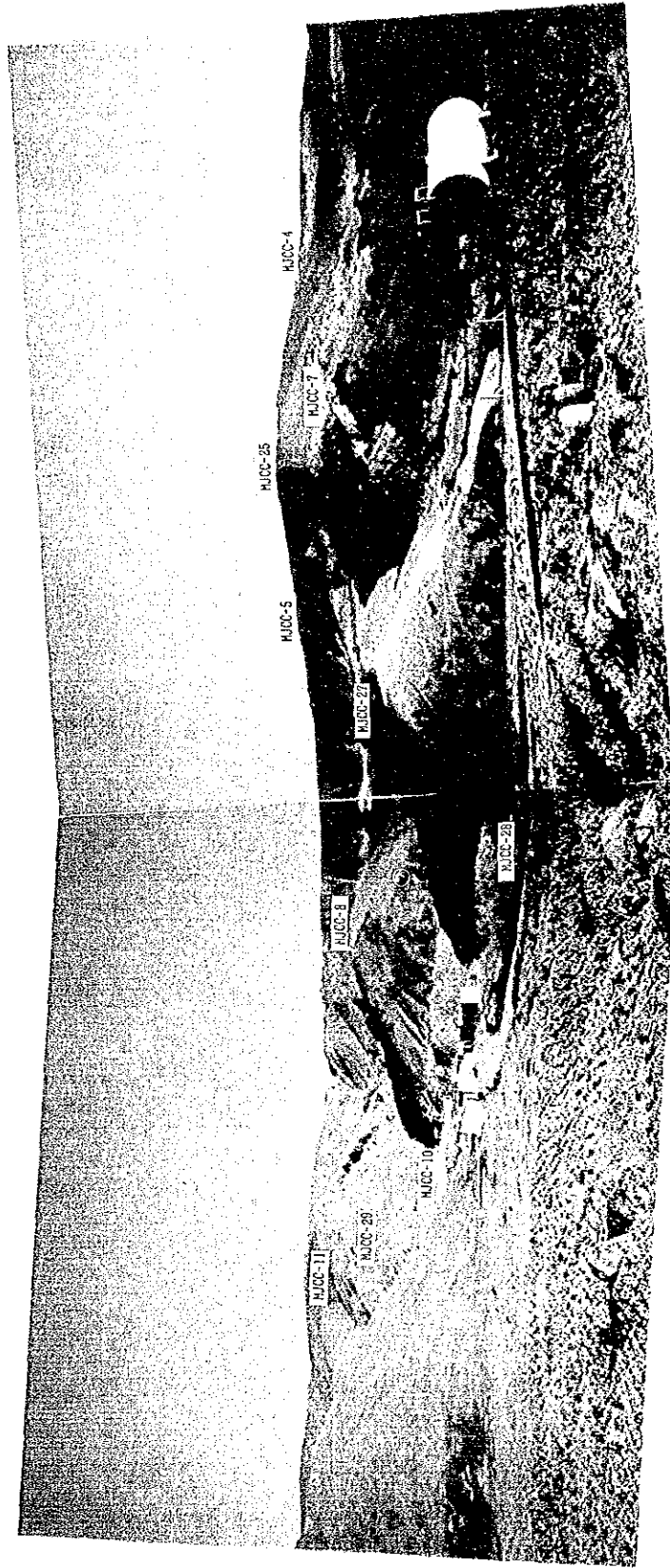


写真1 調査地域 Cerro Florida (東方視)





写真2 調査地域 Cerro Florida (北方視)

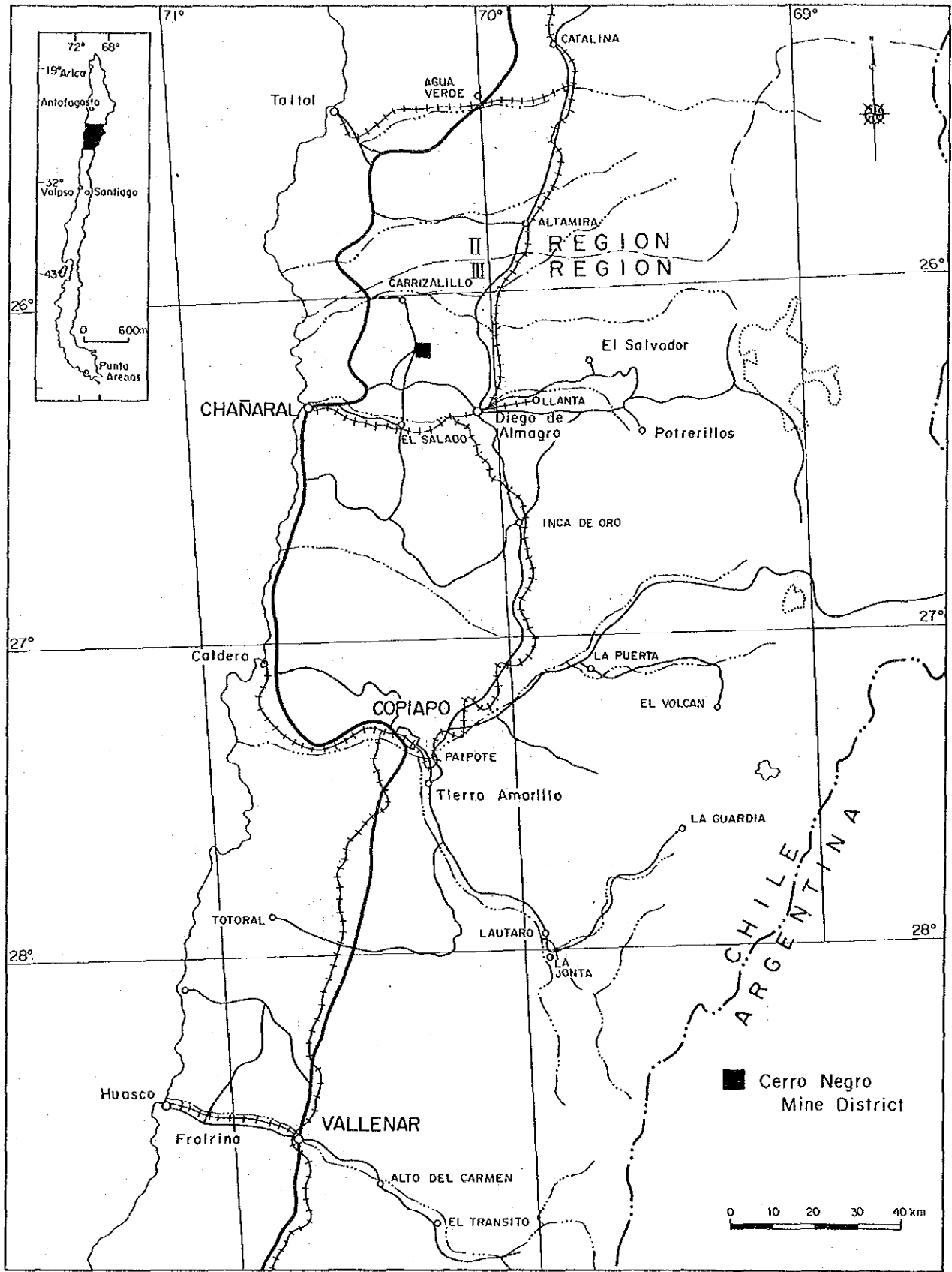






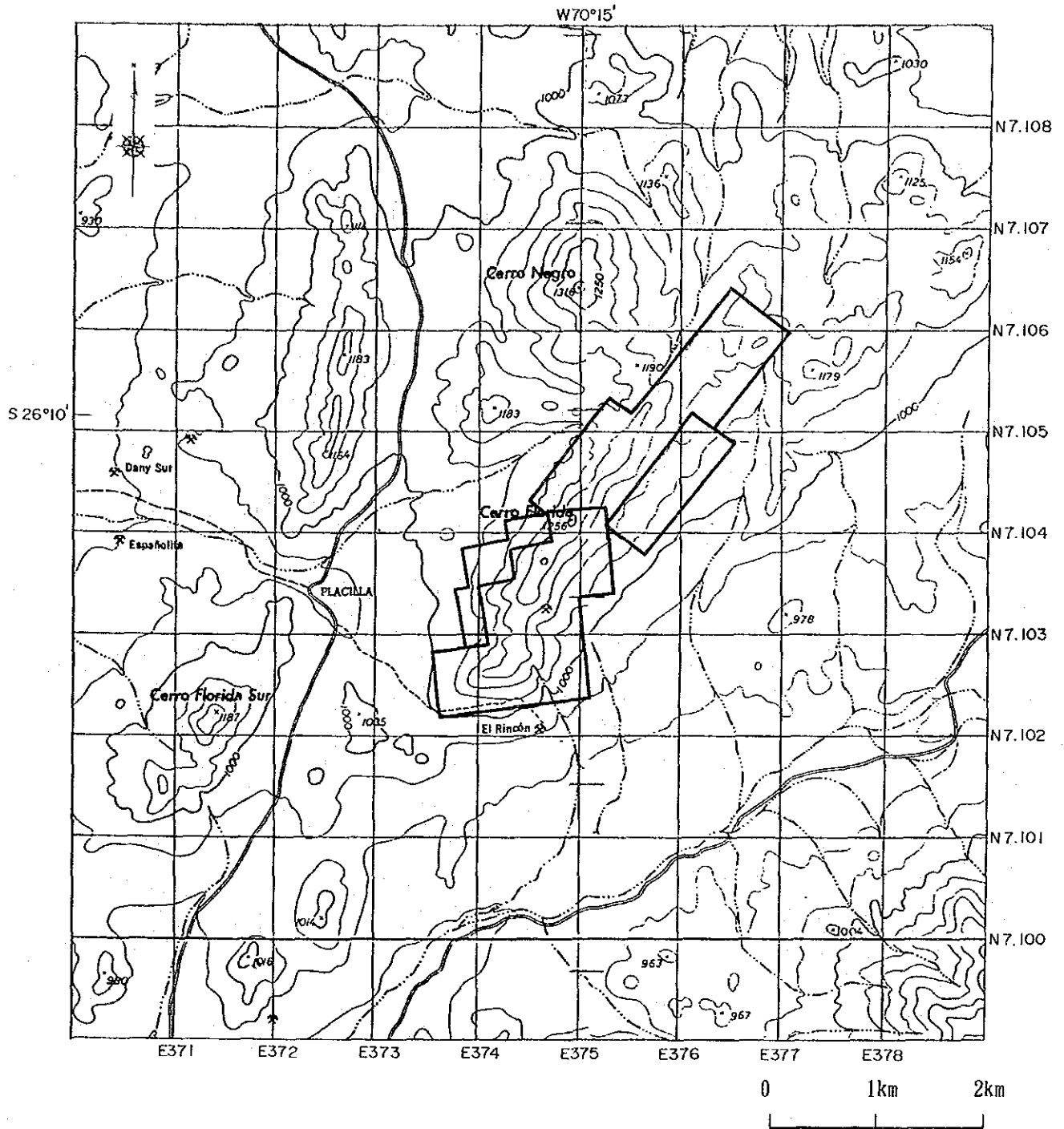
写真3 調査地域 Cerro Florida (南方視)





調査地域位置図





ボーリング調査・物理探査位置図



## 要 約

本調査は、チリ共和国セロネグロ地域において、地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床の存在を確認し評価することを目的とする。

### 1. 重点課題

#### (1) ボーリング調査

銅の酸化鉱床及び硫化鉱床の規模及び品位を確認する。

#### (2) 既存データ解析（選鉱）

銅の硫化鉱及び酸化鉱の選鉱に関する既存データを収集及び解析し、第2年次に実施する選鉱試験の計画策定に資することを目的とする。

#### (3) 物理探査

物理検層及び物性測定を実施して母岩と鉱床の物性を把握し、今後の鉱床探査に指針を与える。

### 2. 調査結果

#### (1) ボーリング調査

今回の検討対象とした12孔の中で捕捉した主要な鉱化帯は下表のとおりであった。このうち、最大規模の鉱化帯は酸化銅鉱体では深度幅25m（平均品位1.023%Cu）、硫化銅鉱体では深度29m（平均品位1.021%Cu）である。

ボーリング孔	深 度 範 囲	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
MJCC-7	0m- 15m ( 15m)	0.673	0.536	0.137	32.23	酸化鉱帯
MJCC-7	15m- 40m ( 25m)	1.023	0.917	0.106	29.23	酸化鉱帯
MJCC-7	46m- 54m ( 8m)	0.692	0.492	0.200	31.93	酸化鉱帯
MJCC-7	125m- 154m ( 29m)	1.021	0.046	0.975	34.07	硫化鉱帯
MJCC-8	0m- 21m ( 21m)	0.458	0.208	0.250	27.12	酸化鉱帯
MJCC-10	0m- 45m ( 45m)	0.750	0.532	0.218	30.01	酸化鉱帯
MJCC-10	45m- 50m ( 5m)	0.748	0.218	0.530	38.06	中間帯
MJCC-10	50m- 105m ( 55m)	0.689	0.037	0.652	36.13	硫化鉱帯
MJCC-11	30m- 32m ( 2m)	1.030	0.945	0.079	32.42	酸化鉱帯
MJCC-11	38m- 39m ( 1m)	0.910	0.800	0.110	28.44	硫化鉱帯
MJCC-11	57m- 59m ( 2m)	0.740	0.580	0.160	51.21	中間帯
MJCC-11	163m- 164m ( 1m)	1.750	0.150	1.600	24.63	酸化鉱帯
MJCC-12	38m- 40m ( 2m)	0.875	0.810	0.065	7.70	酸化鉱帯
MJCC-12	57m- 68m ( 11m)	0.409	0.294	0.115	7.43	中間帯
MJCC-12	79m- 107m ( 28m)	0.409	0.065	0.344	6.43	硫化鉱帯



ボーリング孔	深度 範囲	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
MJCC-12	115m- 148m ( 41m)	0.697	0.014	0.683	12.12	硫化鉱帯
MJCC-13	9m- 17m ( 8m)	1.089	0.848	0.241	23.68	酸化鉱帯
MJCC-13	20m- 37m ( 17m)	0.744	0.335	0.408	24.13	中間帯
MJCC-13	45m- 51m ( 6m)	1.168	0.312	0.857	38.10	中間帯
MJCC-13	59m- 74m ( 15m)	0.472	0.014	0.458	28.78	硫化鉱帯
MJCC-16	50m- 93m ( 44m)	0.548	0.249	0.299	15.58	中間帯
MJCC-16	93m- 111m ( 18m)	0.451	0.008	0.443	11.83	硫化鉱帯
MJCC-17	0m- 8m ( 8m)	0.464	0.201	0.263	13.69	酸化鉱帯
MJCC-17	11m- 22m ( 11m)	0.531	0.253	0.278	20.53	酸化鉱帯
MJCC-17	33m- 41m ( 8m)	0.464	0.258	0.206	20.21	酸化鉱帯
MJCC-17	41m- 55m ( 14m)	0.911	0.573	0.338	22.81	酸化鉱帯
MJCC-20	6m- 38m ( 32m)	0.454	0.208	0.246	21.63	中間帯
MJCC-20	55m- 126m ( 71m)	0.407	0.127	0.281	30.35	硫化鉱帯

以上の銅鉱化帯の胚胎母岩は、いずれも酸化鉄鉱物の含有量が非常に多く、“熱水角礫岩”の多くは準鉄鉱石と呼べるものである。このような酸化鉄鉱物と銅鉱床の関係については、さらに多くのデータが揃った時点で検討するべきものであろう。

## (2) 鉱量計算

今回、予察的に鉱量計算を行った結果、信頼度の高い鉱量推定を実施することはできず、以下の問題点が明らかになった。

- ① 地形データとして各ボーリング孔の位置データの標高値を使用しているため、ブロック形状の誤差が大きい。
- ② ボーリングデータが少なく、またその間隔も200mと粗いため、鉱量計算の誤差が非常に大きい。
- ③ 地質構造や鉱床形態に関するデータがほとんどないため、トレンドを加味した計算手法の検討ができない。

(3) 既存データ解析 (選鉱)

今回の現地調査の結果を要約すると、選鉱試験にかかわる各機関の研究設備能力と選鉱場の技術及び鉱石処理能力は下表のようにまとめられる。

研究設備 (まとめ)

名称	ベンチスケール		パイロットプラント		技術スタッフ		装置		実績		その他		総合順位
	FL	LIX	FL	LIX	FL	LIX	FL	LIX	FL	LIX	CH	MIN	
CIMM	○	○	○	△	○	○	○	△	◎	◎	○	○	1
UDATAC	○	○	○	△	○	○	△	△	○	○	△	△	2
INTEC	○	○	○	×	○	△	○	×	○	○	○	○	3
UDCHILE	○	×	△	×	○	△	○	×	○	×	△	○	4

註) CIMM; 鉱業冶金研究所, UDATAC; アタカマ大, INTEC; 技術研究所, UDCHILE; チリ大, FL; 浮選, LIX; リーチング, ◎優良, ○良, △やや良, ×不良。

選鉱場調査結果 (まとめ)

選鉱場	適用技術				鉱石処理能力	
	浮選	LCH/SX/EW	LCH/PREC	FLOT/AGIT	FLOTATION	LEACHING
MANTO VERDE	無し	有り	無し	無し		10t/d
EL SALVADOR	有り	無し	無し	無し	33,000t/d	
MARTINEZ	有り	無し	有り	無し	400t/d	600t/d
FLORIDA	無し	有り	無し	無し		200t/d
MATTA	有り	無し	有り	無し	2,500t/d	200t/d
VALENAR	有り	無し	有り	有り	670t/d	600t/d
PUDAHUEL	無し	有り	無し	無し		2,740t/d

(4) 物理探査

物性測定とIP検層及びIP・磁気異常の再解析を行った結果、高IP・低抵抗異常の原因は塊状磁鉄鉱に伴われる黄銅鉱の鉱化帯であると推定した。また、高磁気異常の原因は、黄銅鉱の鉱化作用を随伴する塊状磁鉄鉱の鉱化帯であると推定した。

次に、磁気異常の再解析により高磁化率帯の分布が明らかになり、その中心部に発達するパイプ状の高磁化率帯は磁鉄鉱の鉱化中心である可能性が考えられる。

### 3. 第2年次調査への提言

#### (1) ボーリング調査

今年度の調査により当地域における銅鉱化帯の母岩は、Los Cerros Florida層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類であることが多く、また優勢な酸化銅鉱帯は深度60m以浅の地表付近に、また優勢な硫化銅鉱帯は深度50m以深に賦存することが多いということが明らかになった。

このような知見と、今回の検討対象である12孔のボーリングのうちのM J C C - 7, 10で鉱化状況が最も良かったことを考慮に入れると、第2年次調査へのプロポーザルとして以下の点が指摘できる。

- ① M J C C - 7, 10付近を中心とした地域において精密ボーリングを実施し、優勢な銅鉱化帯の分布を明らかにする。
- ② Los Cerros Florida層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類の分布と銅鉱化帯及びアタカマ断層帯との関係をさらに詳細に検討し、銅鉱化帯の深部への連続性を明らかにする必要がある。

#### (2) 鉱量計算

今回の予察的な鉱量計算の結果、第2年次への提言として次の2点が指摘される。

- ① 将来、当鉱床の経済的評価を含めた鉱量計算のためには、少なくともさらに30~40孔のボーリングデータが必要である。
- ② 地質構造・鉱床形態に基づいた異方性を考慮した鉱床品位分布モデル化が必要であり、高能力のコンピュータ及び各種周辺機器の十分な使用も必要となるであろう。

#### (3) 既存データ解析(選鉱)

既存データの解析結果をもとにして検討した結果、今後の選鉱試験のスケジュールは下表のようにまとめられる。

選鉱試験計画の骨子(提案)

試験項目	SAMPLE	期間									
		0	2	4	6	8	10	12	14	16MONTH	
1. MINERALOGICAL STUDY	200~500kg 2~6 ton	—									
2. FLOTATION(BENCH SCALE)		—	—								
3. LEACHING(COLUMN TEST)		—	—								
4. FLOWSHEET DEVELOPMENT	100 ton			—							
5. PRE-FEASIBILITY STUDY					—						
6. PILOT PLANT TEST						—	—				
7. FINAL F/S								—	—		

#### (4) 物理探査

当地域の探査ターゲットである黄銅鉱の鉱化帯は高IP・低抵抗を示すことから、

- ① ボーリング孔を利用したBHIPにより鉱化帯の連続性を調べる。
- ② CSAMT法により地下深部における鉱化帯賦存の可能性を調べる。

の2点を提案した。

次に、この種の鉱床を他地域で探査する場合の物探手法として、以下の3段階方式を提案した。

##### 第1段階

磁鉄鉱と硫化物の鉱化作用を広域的な調査範囲から抽出するため、空中磁気もしくは空中電磁法により、高磁気異常帯と低抵抗異常帯の分布を把握する。

##### 第2段階

第1段階で抽出した高磁気・低抵抗異常帯の評価のため、グラントルースとして、ダイポール・ダイポール法によるIP概査を実施する。

##### 第3段階

第2段階の評価結果にもとづき、有望な異常についてIP精査を実施。その結果から最終的に抽出した有望箇所について、地質状況その他を考慮にいたしたボーリングによるチェックを行う。ボーリングコアについては、異常源の確認のためコアの物性測定（IP，磁化率）を行うことが肝要である。

# 目 次

はしがき	
調査地域位置図	
ボーリング調査・物理探査位置図	
要約	

## 第 I 部 総 論

第1章 序 論	1
1-1 調査目的	1
1-2 調査方法及び調査量	1
1-3 調査団の編成及び調査期間	4
第2章 調査地域の地理	6
2-1 位置及び交通	6
2-2 地形及び水系	6
2-3 気候及び植生	6
第3章 調査地域の既存地質情報	8
3-1 既往調査の概要	8
3-2 調査地域の一般地質及び地質的位置付け	10
3-3 調査地域の鉱業略史	16
第4章 調査結果の総合検討	18
4-1 鉱化作用の特性と構造規制について	18
4-2 ボーリング調査と鉱化作用について	20
4-3 鉱量計算結果について	26
4-4 選鉱試験について	26
4-5 物理探査異常と鉱化作用について	27
第5章 結論及び提言	28
5-1 結 論	28
5-2 第2次調査への提言	31

## 第 II 部 各 論

第1章 ボーリング調査 .....	35
1-1 目 的 .....	35
1-2 作業状況 .....	39
1-3 調査結果 .....	39
1-3-1 MJCC-6 .....	46
1-3-2 MJCC-7 .....	48
1-3-3 MJCC-8 .....	51
1-3-4 MJCC-10 .....	54
1-3-5 MJCC-11 .....	57
1-3-6 MJCC-12 .....	60
1-3-7 MJCC-13 .....	63
1-3-8 MJCC-14 .....	66
1-3-9 MJCC-16 .....	69
1-3-10 MJCC-17 .....	72
1-3-11 MJCC-18 .....	75
1-3-12 MJCC-20 .....	77
1-3-13 その他のボーリング孔 .....	80
1-3-14 調査結果のまとめ .....	80
1-4 考察 .....	81
第2章 鉍量計算 .....	89
2-1 鉍量計算基準 .....	89
2-2 埋蔵鉍量計算 .....	89
2-3 計算結果 .....	91
第3章 既存データ解析 .....	103
3-1 チリ共和国の銅選鉍・精錬の現状 .....	103
3-2 適用が予想される選鉍法 .....	105
3-3 予想される問題点と対策 .....	108
3-4 チリ共和国の銅選鉍・精錬技術の現状調査結果 .....	109

第4章 物理探査 .....	145
4-1 IP検層 .....	145
4-1-1 測定方法 .....	145
4-1-2 測定装置及び機材 .....	149
4-1-3 測定結果 .....	149
4-2 物性測定 .....	151
4-2-1 測定方法 .....	151
4-2-2 測定装置及び機材 .....	151
4-2-3 測定結果 .....	168
4-3 解析及び考察 .....	168
4-3-1 標準試料の物性の特徴 .....	170
4-3-2 IP検層と地表IP異常との対応 .....	171
4-3-3 地表IP異常の再解析結果 .....	182
4-3-4 各孔ごとの物性値相互の関係 .....	195
4-3-5 各孔の物性値の比較 .....	210
4-3-6 物性データから推定される地表IP異常の原因 .....	214
4-3-7 磁気異常の再解析結果 .....	214

### 第 III 部 結論及び提言

第1章 結 論 .....	223
1-1 ボーリング調査 .....	223
1-2 鉍量計算 .....	224
1-3 選鉍試験 .....	225
1-4 物理探査 .....	226
第2章 第2年次への提言 .....	227
2-1 ボーリング調査 .....	227
2-2 鉍量計算 .....	227
2-3 選鉍試験 .....	227
2-4 物理探査 .....	228
参考文献 .....	231
付 録	
付帯資料	
・ボーリング調査	
岩石及び鉍石サンプル, 岩石薄片, 鉍石研磨片, 孔別作業状況記録写真, 全コアカラー写真	
・物理探査	
測定値一覧表, 作業状況記録写真	



## List of Figures

- Fig. I - 3 - 1 一般地質関係図
- Fig. II - 1 - 1 ボーリング調査位置図
- Fig. II - 2 - 1 コア分析品位断面図 (NS-4)
- Fig. II - 2 - 2 コンポジット品位図 (NS-4)
- Fig. II - 2 - 3 Cu品位バリオグラム (MJCC-7)
- Fig. II - 2 - 4 Cu品位バリオグラム (MJCC-10)
- Fig. II - 2 - 5 ブロック品位断面図 (N4000)
- Fig. II - 2 - 6 ブロック品位断面図 (1100m Level)
- Fig. II - 3 - 1 ヒープリーチングのフローシート
- Fig. II - 3 - 2 浮遊選鉱のフローシート
- Fig. II - 3 - 3(1) 研究施設位置
- Fig. II - 3 - 3(2) 鉱山施設位置
- Fig. II - 3 - 4 MANTO VERDE 鉱石処理フローシート
- Fig. II - 3 - 5 EL SALVADOR 選鉱場のフローシート
- Fig. II - 3 - 6 OSVALDO MARTINEZ 選鉱場 硫化鉱処理のフローシート
- Fig. II - 3 - 7 OSVALDO MARTINEZ 選鉱場 酸化鉱処理のフローシート
- Fig. II - 3 - 8 PLANTA DE MINERA LA FLORIDA 鉱石処理フローシート
- Fig. II - 3 - 9 MANUEL ANTONIO MATTA 選鉱場 硫化鉱処理のフローシート
- Fig. II - 3 - 10 MANUEL ANTONIO MATTA 選鉱場 酸化鉱処理のフローシート
- Fig. II - 3 - 11 HERNAN VIDE LA LIRA FUNDACION のフローシート
- Fig. II - 3 - 12 MINERA VALLENAR 選鉱場 浮選工場のフローシート
- Fig. II - 3 - 13 MINERA VALLENAR 選鉱場 酸化鉱処理のフローシート
- Fig. II - 3 - 14 PLANTA DE PUDAHUEL 鉱石処理フローシート
- Fig. II - 4 - 1 物理検層実施孔位置図
- Fig. II - 4 - 2 IP検層概念図
- Fig. II - 4 - 3 IP検層測定系概念図
- Fig. II - 4 - 4 時間領域と周波数領域の比較測定
- Fig. II - 4 - 5 時間領域と周波数領域の相関図
- Fig. II - 4 - 6 MJCC-6 総合柱状図
- Fig. II - 4 - 7 MJCC-7 総合柱状図
- Fig. II - 4 - 8 MJCC-8 総合柱状図
- Fig. II - 4 - 9 MJCC-10 総合柱状図
- Fig. II - 4 - 10 MJCC-11 総合柱状図

Fig. II - 4 - 11	M J C C - 12	総合柱状図
Fig. II - 4 - 12	M J C C - 13	総合柱状図
Fig. II - 4 - 13	M J C C - 14	総合柱状図
Fig. II - 4 - 14	M J C C - 16	総合柱状図
Fig. II - 4 - 15	M J C C - 17	総合柱状図
Fig. II - 4 - 16	M J C C - 18	総合柱状図
Fig. II - 4 - 17	M J C C - 20	総合柱状図
Fig. II - 4 - 18		サンプル測定概念図
Fig. II - 4 - 19		I P 分布図 (検層)
Fig. II - 4 - 20		I P 分布図 (コアサンプル)
Fig. II - 4 - 21		比抵抗分布図 (検層)
Fig. II - 4 - 22		比抵抗分布図 (コアサンプル)
Fig. II - 4 - 23		金属係数分布図 (検層)
Fig. II - 4 - 24		金属係数分布図 (コアサンプル)
Fig. II - 4 - 25		不溶性銅品位分布図
Fig. II - 4 - 26		全鉄品位分布図
Fig. II - 4 - 27		磁化率分布図
Fig. II - 4 - 28	P - 2 測線	I P 異常再解析結果図
Fig. II - 4 - 29	P - 3 測線	I P 異常再解析結果図
Fig. II - 4 - 30	P - 4 測線	I P 異常再解析結果図
Fig. II - 4 - 31	P - 7 測線	I P 異常再解析結果図
Fig. II - 4 - 32		I P, 磁気再解析結果図
Fig. II - 4 - 33	M J C C - 6	物性相関図
Fig. II - 4 - 34	M J C C - 7	物性相関図
Fig. II - 4 - 35	M J C C - 8	物性相関図
Fig. II - 4 - 36	M J C C - 10	物性相関図
Fig. II - 4 - 37	M J C C - 11	物性相関図
Fig. II - 4 - 38	M J C C - 12	物性相関図
Fig. II - 4 - 39	M J C C - 13	物性相関図
Fig. II - 4 - 40	M J C C - 14	物性相関図
Fig. II - 4 - 41	M J C C - 16	物性相関図
Fig. II - 4 - 42	M J C C - 17	物性相関図
Fig. II - 4 - 43	M J C C - 18	物性相関図
Fig. II - 4 - 44	M J C C - 20	物性相関図
Fig. II - 4 - 45		検層データとサンプル測定結果の比較図

Fig. II - 4 - 46	I Pと不溶性銅品位の相関図
Fig. II - 4 - 47	I Pと磁化率の相関図
Fig. II - 4 - 48	I Pと全鉄品位の相関図
Fig. II - 4 - 49	比抵抗と不溶性銅品位の相関図
Fig. II - 4 - 50	比抵抗と全鉄品位の相関図
Fig. II - 4 - 51	全鉄品位と不溶性銅品位の相関図
Fig. II - 4 - 52	磁化率と不溶性銅品位の相関図
Fig. II - 4 - 53	磁気異常平面図
Fig. II - 4 - 54	磁気異常解析プロファイル図
Fig. II - 4 - 55	磁気異常解析モデル断面図
Fig. II - 4 - 56	磁気異常解析モデル平面図
Fig. III - 1 - 1	物性測定総合結果図

## List of Tables

Table I - 1 - 1	調査数量一覧表
Table I - 1 - 2	調査員
Table I - 1 - 3	調査期間
Table I - 3 - 1	既往調査一覧表
Table I - 3 - 2	既往ボーリング調査一覧表
Table I - 3 - 3	セロネグロ地域の地質層序表
Table I - 3 - 4	セロネグロ地域の鉱床一覧表
Table I - 4 - 1	銅鉱化作用の特徴一覧表
Table I - 4 - 2	孔別鉱化帯品位一覧表
Table II - 1 - 1	掘進実績一覧表
Table II - 1 - 2	掘進使用機器一覧表
Table II - 1 - 3	掘進使用消耗品一覧表
Table II - 1 - 4	掘進工程表
Table II - 1 - 5	掘進実績表 (M J C C - 6)
Table II - 1 - 6	掘進実績表 (M J C C - 7)
Table II - 1 - 7	掘進実績表 (M J C C - 8)
Table II - 1 - 8	掘進実績表 (M J C C - 10)
Table II - 1 - 9	掘進実績表 (M J C C - 11)
Table II - 1 - 10	掘進実績表 (M J C C - 12)
Table II - 1 - 11	掘進実績表 (M J C C - 13)
Table II - 1 - 12	掘進実績表 (M J C C - 14)
Table II - 1 - 13	掘進実績表 (M J C C - 16)
Table II - 1 - 14	掘進実績表 (M J C C - 17)
Table II - 1 - 15	掘進実績表 (M J C C - 18)
Table II - 1 - 16	掘進実績表 (M J C C - 20)
Table II - 3 - 1	世界の銅の埋蔵量・生産量・消費量
Table II - 3 - 2	チリの主要銅鉱山
Table II - 3 - 3	チリの主要銅製錬所と処理能力
Table II - 3 - 4	MANUEL ANTONIO MATTA 選鉱場の拡張
Table II - 3 - 5	硫化鉱買鉱先
Table II - 3 - 6	酸化鉱買鉱先
Table II - 3 - 7	研究設備 (まとめ)
Table II - 3 - 8	選鉱場調査結果 (まとめ)

Table II - 3 - 9	選鉱試験計画の骨子 (提案)
Table II - 4 - 1	作業量一覧表
Table II - 4 - 2	I P 検層測定装置及び機材一覧表
Table II - 4 - 3	各孔の物性平均値一覧表
Table II - 4 - 4	物性測定装置及び機材一覧表
Table II - 4 - 5	標準試料の物性測定結果

## Appendix

- A-1 地質柱状図 (MJCC- 6 縮尺: 1/1,000)
- A-2 地質柱状図 (MJCC- 7 縮尺: 1/1,000)
- A-3 地質柱状図 (MJCC- 8 縮尺: 1/1,000)
- A-4 地質柱状図 (MJCC-10 縮尺: 1/1,000)
- A-5 地質柱状図 (MJCC-11 縮尺: 1/1,000)
- A-6 地質柱状図 (MJCC-12 縮尺: 1/1,000)
- A-7 地質柱状図 (MJCC-13 縮尺: 1/1,000)
- A-8 地質柱状図 (MJCC-14 縮尺: 1/1,000)
- A-9 地質柱状図 (MJCC-16 縮尺: 1/1,000)
- A-10 地質柱状図 (MJCC-17 縮尺: 1/1,000)
- A-11 地質柱状図 (MJCC-18 縮尺: 1/1,000)
- A-12 地質柱状図 (MJCC-20 縮尺: 1/1,000)
  
- B-1 分析値結果グラフ (MJCC- 6)
- B-2 分析値結果グラフ (MJCC- 7)
- B-3 分析値結果グラフ (MJCC- 8)
- B-4 分析値結果グラフ (MJCC-10)
- B-5 分析値結果グラフ (MJCC-11)
- B-6 分析値結果グラフ (MJCC-12)
- B-7 分析値結果グラフ (MJCC-13)
- B-8 分析値結果グラフ (MJCC-14)
- B-9 分析値結果グラフ (MJCC-16)
- B-10 分析値結果グラフ (MJCC-17)
- B-11 分析値結果グラフ (MJCC-18)
- B-12 分析値結果グラフ (MJCC-20)
  
- C-1 ボーリング地質断面図 (EW-3 縮尺: 1/5,000)
- C-2 ボーリング地質断面図 (EW-4 縮尺: 1/5,000)
- C-3 ボーリング地質断面図 (EW-5 縮尺: 1/5,000)
- C-4 ボーリング地質断面図 (EW-6 縮尺: 1/5,000)
- C-5 ボーリング地質断面図 (EW-7 縮尺: 1/5,000)
- C-6 ボーリング地質断面図 (NS-4 縮尺: 1/5,000)

C-7 ボーリング地質断面図 (NS-6 縮尺: 1/5,000)

D-1 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-6)

D-2 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-7)

D-3 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-8)

D-4 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-10)

D-5 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-11)

D-6 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-12)

D-7 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-13)

D-8 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-14)

D-9 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-16)

D-10 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-17)

D-11 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-18)

D-12 室内試験結果一覧表 (化学分析結果 MJCC-20)

E-1 岩石薄片鑑定結果一覧表

E-2 研磨片鑑定結果一覧表

## Plate

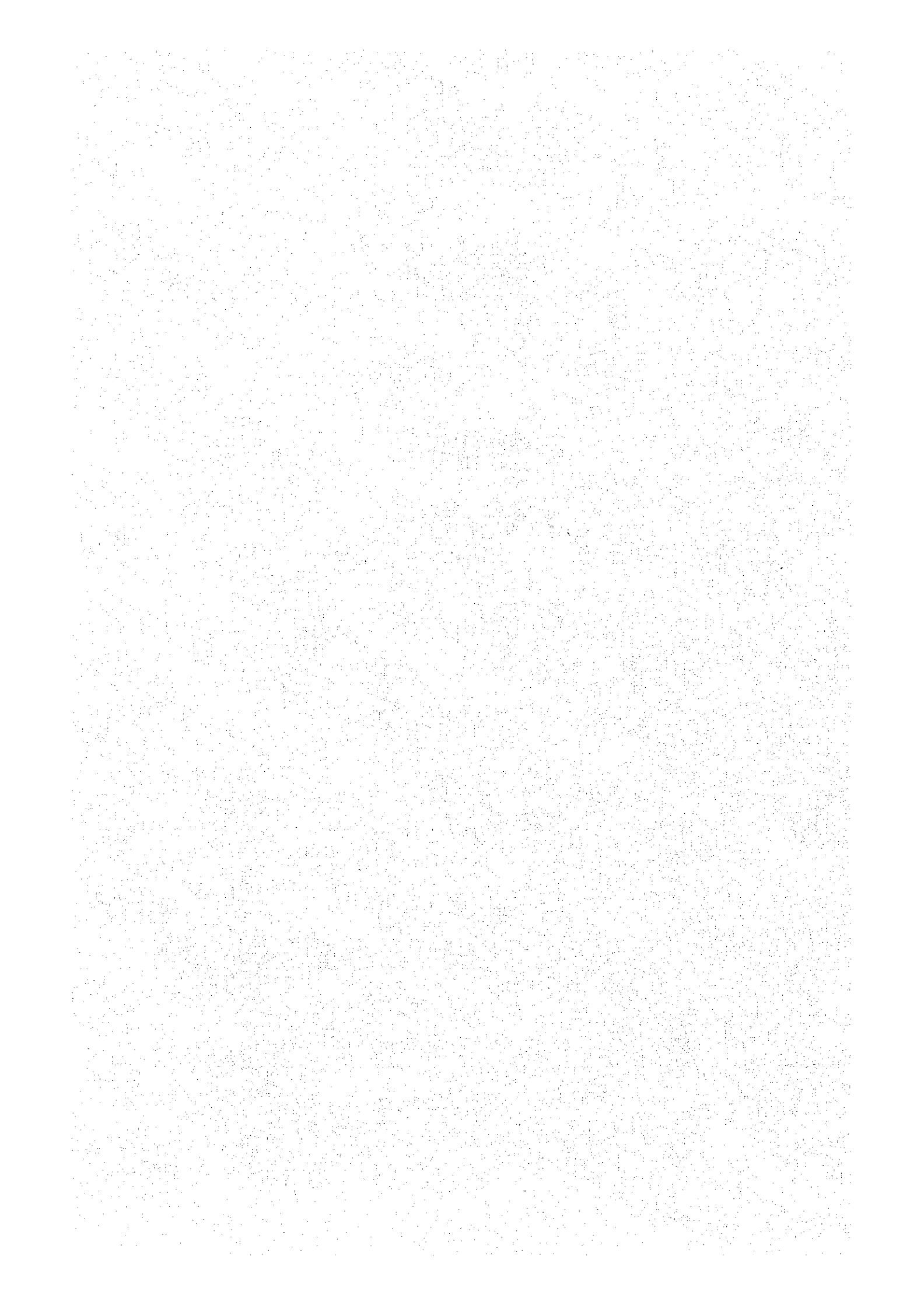
PL. I - 3 - 1	地質図(1/5,000)
PL. II - 2 - 1	ボーリング地質断面図 (EW-3 1/2,000)
PL. II - 2 - 2	ボーリング地質断面図 (EW-4 1/2,000)
PL. II - 2 - 3	ボーリング地質断面図 (EW-5 1/2,000)
PL. II - 2 - 4	ボーリング地質断面図 (EW-6 1/2,000)
PL. II - 2 - 5	ボーリング地質断面図 (EW-7 1/2,000)
PL. II - 2 - 6	ボーリング地質断面図 (NS-4 1/2,000)
PL. II - 2 - 7	ボーリング地質断面図 (NS-6 1/2,000)
PL. II - 4 - 1	物理検層実施孔位置図
PL. II - 4 - 2	M J C C - 6 総合柱状図
PL. II - 4 - 3	M J C C - 7 総合柱状図
PL. II - 4 - 4	M J C C - 8 総合柱状図
PL. II - 4 - 5	M J C C - 10 総合柱状図
PL. II - 4 - 6	M J C C - 11 総合柱状図
PL. II - 4 - 7	M J C C - 12 総合柱状図
PL. II - 4 - 8	M J C C - 13 総合柱状図
PL. II - 4 - 9	M J C C - 14 総合柱状図
PL. II - 4 - 10	M J C C - 16 総合柱状図
PL. II - 4 - 11	M J C C - 17 総合柱状図
PL. II - 4 - 12	M J C C - 18 総合柱状図
PL. II - 4 - 13	M J C C - 20 総合柱状図





# 第 I 部

## 總 論



## 第1章 序論

### 1-1 調査目的

本調査は、チリ共和国セロネグロ地域において、地質状況及び鉱床賦存状況を解明することにより、新鉱床の存在を確認し評価することを目的とする。

また、相手機関に対して技術移転を図ることを目的とする。

### 1-2 調査方法及び調査量

#### (1) ボーリング調査

##### ① 重点課題

銅の酸化鉱床及び硫化鉱床の規模及び品位を確認する。

##### ② 現地調査

1) ボーリング調査はTable I-1-1 (計画) のとおりとする。

2) ボーリング機械の能力は、予定深度が延長されても十分に対応ができるように、予定深度に対して十分な掘進能力のあるものを用いる。

3) ケーシングパイプは最小口径で予定深度の60%以上を準備する。

4) コアの最小口径は、BQ以上とする。

5) コアの採取とその採取率

イ) 表土を除き、全コア採取を原則とする。

ロ) 全コア採取が困難な場合でも、採取率は80%以上とする。特に、鉱微部、孔底部及び岩石の境界部などについては全コア採取に努める。

6) コアの扱い

イ) 採取したコアは、上下を明確にしてコア箱に収納し、乾燥した場所に保管する。

ロ) コアに代わるスライムは、透明なビニール袋に入れ、コアに準じてコア箱に保管する。

ハ) コア及びスライムの採取深度は、コア箱の内部及び外部に正確に表示する。

ニ) 掘進完了の際は、相手国機関の指定した場所に保管する。

7) コア鑑定及び分析

イ) コアを詳細に鑑定し、縮尺200分の1の柱状図を作成する。

ロ) 必要に応じコアの顕微鏡観察を行う。

ハ) コアは着鉱した部分ごとに化学分析を行う。

ニ) 必要に応じ、地表露頭の調査を行い、着鉱部との精密な対比を行う。

ホ) 室内試験試料の数量は、Table I-1-1 (計画) のとおりとする。

8) 地質主任技師は、現地調査が終了するまで現地に常駐するものとする。その他の地質調査員は現地調査の期間中であっても、国内解析に必要な日数分だけ先に帰国し、国内解析

を実施する。

## (2) 物理探査

### ① 重点課題

物理検層及び物性測定を実施して母岩と鉱床の物性を把握し、今後の鉱床探査に指針を与える。

### ② 現地調査

1) 物理検層は重点課題を達成するのに適切と判断されるボーリング孔10孔を選択し、原則としてその孔の裸孔部分について実施する。

2) 測定回数は原則として2回とするが、再現性が乏しい場合には再測を実施する。

3) 測定成分は比抵抗及び周波数効果とする。

4) 測定は3極法で行い、電極間隔は原則として5 mとする。

5) ボーリング・コアについて磁化率とIPを測定する。

## (3) 既存データ解析(選鉱)

### ① 重点課題

銅の硫化鉱及び酸化鉱の選鉱に関する既存データを収集及び解析し、第2年次に実施する選鉱試験の計画策定に資することを目的とする。

### ② 現地調査

相手国機関の関連施設において5日間実施するものとする。

作業の内容はTable I-1-1に示すとおりである。

Table I-1-1 調査数量一覧表

孔番号	計 画			実 績		
	掘進長(m)	掘進方位	傾 斜	掘進長(m)	掘進方位	傾 斜
MJCC- 1	160		-90°	160.00		-90°
MJCC- 2	185		-90°	164.00		-90°
MJCC- 3	180		-90°	180.00		-90°
MJCC- 4	240		-90°	240.00		-90°
MJCC- 5	240		-90°	191.15		-90°
MJCC- 6	160		-90°	161.35		-90°
MJCC- 7	200		-90°	200.10		-90°
MJCC- 8	150		-90°	190.20		-90°
MJCC- 9	160		-90°	215.10		-90°
MJCC-10	190		-90°	160.40		-90°
MJCC-11	160		-90°	191.15		-90°
MJCC-12	150		-90°	169.30		-90°
MJCC-13	190		-90°	240.00		-90°
MJCC-14	170		-90°	204.00		-90°
MJCC-15	160		-90°	160.00		-90°
MJCC-16	215		-90°	216.75		-90°
MJCC-17	180		-90°	160.05		-90°
MJCC-18	200		-90°	184.85		-90°
MJCC-19	150		-90°	150.00		-90°
MJCC-20	220		-90°	187.65		-90°
MJCC-21	250	122°	-50°	300.00	122°	-50°
MJCC-22	250	122°	-50°	175.00	122°	-50°
MJCC-23	250	122°	-60°	175.00	122°	-60°
MJCC-24	210		-90°	388.30		-90°
MJCC-25	220		-90°	225.50		-90°
MJCC-26	180		-90°	184.20		-90°
MJCC-27	280		-90°	500.00		-90°
MJCC-28	180		-90°	198.90		-90°
MJCC-29	330		-90°	230.00		-90°
MJCC-30	340		-90°	298.00		-90°
合 計	6434			6424.00		
室内試験	① 岩石薄片作成	30件		30件		
	② 鉍石研磨片作成	30件		30件		
	③ 化学分析 鉍石分析 (T, Cu, S, Ca, Au, Ag, Fe)	6, 4 3 4件 3 2, 1 7 0成分		6, 4 3 4件 3 2, 1 7 0成分		

(2) 物理探査

調査項目	計 画	実 績
物理検層	10孔	10孔
コアサンプル 磁化率測定	200件	458件
コアサンプル IP測定	0件	424件

(3) 既存データ解析 (選鉱)

1-3 調査団の編成及び調査期間

本調査推進のため、調査計画、協定の折衝及び調査に参加した調査団員をTable 1-1-2に示す。また、本調査期間をTable 1-1-3に示す。

Table 1-1-2 調 査 員

第 1 年 次		
調 査	日 本 国 側	相 手 国 側
計 画 及 び 折 衝	野口 晏男 金属鉱業事業団 森川 市参 金属鉱業事業団 両角 春寿 金属鉱業事業団 佐藤 健一 金属鉱業事業団	Gaston Fernandez M. チリ鉱山公社 Silvio Girardi Morales チリ鉱山公社 Julio Chazarro Ortiz チリ鉱山公社 Mario Serrano Cavierces チリ鉱山公社 Peoro Iliabaca Ugarte チリ鉱山公社
現 地 調 査 団	両角 春寿 金属鉱業事業団 和田 富美雄 (団長) 同和工営株式会社 芳沢 浩文 [ホーリング(地質)] 同和工営株式会社 菊地 豊 [ホーリング(地質)] 同和工営株式会社 内山 幸二 [ホーリング(地質)] 同和工営株式会社 棚橋 道郎 (物理探査) 同和工営株式会社 椿田 利家 (物理探査) 同和工営株式会社 狩野 嘉昭 (物理探査) 同和工営株式会社 久恒 政幸 [既存データ解析(選鉱)] 同和工営株式会社	

Table 1-1-3 調査期間

項 目	第 1 年 次	
	期 間	日 数
国内準備	平成 4年10月30日～平成 4年11月 6日	8日
現地調査(ボーリング)	平成 4年11月 7日～平成 5年 3月 8日	122日
現地調査(物理探査)	平成 4年11月28日～平成 5年 1月27日	61日
現地調査[既存データ解析(選鉱)]	平成 5年 1月 5日～平成 5年 1月24日	20日
解析報告書作成	平成 5年 1月25日～平成 5年 3月11日	46日
全調査期間	平成 4年10月30日～平成 5年 3月11日	133日



## 第2章 調査地域の地理

### 2-1 位置及び交通

本地域は、チリ共和国北部の第3州に含まれ、首都サンチャゴからは北へ約800kmに位置し、州都のコピャポ市からは約100kmにあるエルサラドから直線で北へ25km（陸路道程：35km）、同じチャニヤラルからは北西に40km（陸路道程：52km）に位置し、交通は至便である。

### 2-2 地形及び水系

調査地域の地形は広域的にみた場合、ほぼ南北系の伸びをもつ次の3帯に分類できる。セロネグロ地域はこれらのうち①に属す。

- ① La Cordillera de la Costa（海岸山脈）
- ② La Deprecion Central（中央低地）
- ③ La Cordellera de Domeyko（ドメイコ山脈）

セロネグロ地域の山系はこの広域的な傾向にやや斜交するNNE-SSW系の連なりをなし、平均標高は850~1,300mであり、最高峰は調査地区の10km南に位置するCerro Saladito（1,332m）である。これはLos Cerro Florida層の安山岩類から構成されている。この地域の山体の形状は、構成岩石の種類により変化に富み、Los Cerro Florida層の安山岩類が最も急峻かつ標高の高い山体を形成し、一方、花崗岩類及び堆積岩類はより緩傾斜の山系を形成する傾向が明瞭である。ちなみに、本年次の調査対象となったCerro Florida Surの標高は1,253mである。

また、この地域の水系は山形に支配されて、その上流部ではNNE-SSW系であるが、中流部から下流部では東に流下方向を変えて、太平洋に注ぐ。これらの水系に実際に水が流れることは平均して1回/5年である。

### 2-3 気候及び植生

調査地域の気候は上記の地形区分①、②、及び③では大きく違う。セロネグロ地域の含まれる①は典型的沿海性の砂漠気候を示す。

すなわち、

- ① 年間を通じてほとんど雨量のないこと。
- ② 低湿度であること。
- ③ 晴天日数の多いこと。
- ④ 一日の寒暖の差が激しいこと。
- ⑤ 霧の発生が多いこと。
- ⑥ 風の強いこと。

等である。気温は夏（12月~2月）でも25~27℃と快適であり、また、冬は（6月~8月）は最低気温2~5℃に低下する。雨量については、5年に1度程度（約20mm）の降雨パターンであるが、沿海性のために霧の発生回数が年間を通じて多く、これがこの地域の湿度の維持に貢献して

いる。このような気候のために植生は極めて限定され、サボテン類及び霧から水分補給の機能をもった少数の丈の低い植物が辛うじて繁茂するのみである。植生が僅少のために、動物も極めて少なく、草食性のもんとしてはguanaco（野生のリャマーの一種）が少数認められるだけである。

第3章 調査地域の既存地質情報

3-1 既往調査の概要

セロネグロ地域は以前から地表部の銅鉱化作用が注目されていたが、本格的な探鉱活動は行われていない。しかし、1990年のBOTT(1990)の提言に基づき、鉱山公社(ENAMI)は以来、航空写真による地形・地質解析、物理探査及び予察的ボーリング調査を行った。

これらの調査の時期と調査内容を示せば下記のとおりである。

Table 1-3-1 既往調査一覧表

報告書の提出時期	調査内容	報告書名
1990/06	①地表調査 ②今後の調査への提言	1. H. BOTTO HERRERA(1990):EL YACIMIENTO CERRO NEGRO-ENAMI UN PROSPECTO DE COBRE ATRACTIVO PARA UNA ACTIVIDAD DE MEDIANA MINERIA METARICA.
1991/04	①航空写真による地形解析 (1:13,900)	1. HERNAN VALENZUELA NOVILLO(1991):ESTUDIO FOTOGEOLOGICO DEL DISTRITO MILLRO CERRO NEGRO (EL SALADO III REGION).
1991/06	①航空写真による地質解析 (1:13,900)	1. HERNAN VALENZUELA NOVILLO(1991):ESTUDIO FOTOGEOLOGICO DEL DISTRITO MILLRO CERRO NEGRO (EL SALADO III REGION).
1991/08	①磁気及びI.P.探査	1. GEODATOS(1991):ESTUDIO MAGNETICO TERRESTRE Y POLARIZACION INDUCIDA SECTOR CERRO NEGRO DISTRITO (EL SALADO III REGION).
1991/09	①LOS NEGROS鉱区の鉱化帯の地質調査(1:500地質図) ②NEGRITA鉱区の地質調査(1:2,000地質図) ③LOS NEGROS鉱区の地質調査(1:5,000地質図) ④坑内地質調査(1:250地質図) ⑤鉱化帯調査(1,200個)及び岩石地化学探査(650個) ⑥物理探査(磁気及びIP探査)の解析 ⑦鉱量計算 ⑧試錐候補地の選定	1. EGM SERVICIOS GEOLOGICOS MINEROS LTDA.: EVALUACION GEOLOGICA YACIMIENTO CERRO NEGRO (EL SALADO III REGION).
1992/02	①試錐7孔,(計845m)の結果 ②今後の試錐計画(20孔,2,470m)	1. ENAMI:EXPLORACION GEOLOGICA DEL YACIMIENTO CERRO NEGRO DEL DISTRITO EL SALADO-III REGION

これらの調査のうち、この度の地域開発計画調査に最も関連が深い、ボーリング調査の結果は以下のように要約される。

Table 1-3-2 既往ボーリング調査一覧表

試錐番号	座 標	掘進長(m)	方位・傾斜	着鉱深度(着鉱長)	品位(T. Cu %)
DTH-1	X:E 373,922.97	1 1 2	0 ・ -90	36-41 ( 6m )	0.635
	Y:N7,102,769.29			56-5 1 ( 2m )	0.825
	Z: 1,099.48				
DTH-2	X:E 373,953.59	1 5 8	N90E ・ -70	49-58 ( 10m )	1.030
	Y:N7,102,741.58			75-80 ( 6m )	0.710
	Z: 1,111.32				
DTH-3	X:E 374,009.22	1 3 0	N90E ・ -70	12-21 ( 10m )	0.512
	Y:N7,103,070.16			26-43 ( 18m )	0.719
	Z: 1,067.67			44-56 ( 13m )	1.090
				104-109 ( 6m )	0.738
DTH-4	X:E 374,097.96	1 0 8	N90E ・ -70	7-12 ( 6m )	0.536
	Y:N7,103,111.66			39-56 ( 18m )	0.933
	Z: 1,088.39				
DTH-5	X: Y: Z:	実 施		さ れ ず	
DTH-6	X:E 374,137.73	1 0 5	N90E ・ -70	18-35 ( 18m )	0.564
	Y:N7,103,300.08			36-48 ( 13m )	1.461
	Z: 1,099.48			62-91 ( 30m )	1.705
DTH-7	X:E 374,063.22	1 0 2	N90E ・ -70	3-7 ( 5m )	0.504
	Y:N7,102,894.81			22-36 ( 15m )	0.559
	Z: 1,088.57			41-69 ( 29m )	0.930
DTH-8	X:E 375,201.98	1 3 0	N60W ・ -80	79-91 ( 13m )	0.650
	Y:N7,104,365.09				
	Z: 1,084.65				

また、上記のボーリング結果及び物理探査の解析結果から鉱量計算を行っている。

ただし、鉱量計算に適用できるデータが少ないので、酸化鉱や硫化鉱の賦存深度、鉱画の推定には大胆な推定を行っている。適用した鉱石の比重は2.7である。算出結果は下記のとおりである。

推定鉱量 (酸化鉱)	12,215,205 t
予想鉱量 (硫化鉱)	70,029,968 t
合 計	82,245,173 t

### 3-2 調査地域の一般地質及び地質的位置付け

#### 3-2-1 アンデス山脈 (ANDEAN CORDILLERA) の地質構造

広義の Andean Cordilleraは西から

- ・ Cordillera de la Costa
- ・ Cordillera de los Andes
- ・ Precordillera

の並走する3帯からなる。

調査地域のセロネグロ地域は、これらのうちのCordillera de la Costaに位置している。

Andean Cordilleraは、これまでは以下に示すような単純な山脈形成の一例と考えられてきた。その形成史及び地理的特徴の概略は下記のとおりである。

Andean Cordillera は南北大陸の西縁に沿い南北延長約9,500km、幅300~700kmの規模をもつ、新生代後期に隆起した褶曲山脈である。最高峰は中部Cordillera de los AndesのAconcaguaで標高7,021mに達する。Cordillera de los Andes では西・中央・東の3帯を認めることができる。しかし、北部及び南部 Cordillera de los Andesではその幅も高度も劣勢となり、必ずしもこのように区分は明瞭ではない。

Andean Cordilleraの地質構造史は、概略以下のように考えられてきた。すなわち、Paleozoic以降少なくとも2回の主要な地向斜時代を経て形成された。

- ① Cambrian紀末からDevonian紀中期にかけて現在のAndean Cordilleraの東側に Pre-Andean geosynclineが生じ、厚さ10kmにおよぶ海成層を堆積させ、Permian中期に陸化した。
- ② 更に、引き続きその西にTriassic末から激しい火山活動を伴って Andean geosynclineが生じた。この地向斜は Cretaceous~Paleogeneにかけてgranodioriteを主体とするAndean batholithの進入を受け、Pliocene以降は急速に上昇に転じた。

一方、Cordillera de la Costaはhorst-gravenによる標高の低い山脈であり、主にPrecambrian~Paleozoicの地層を基盤とし、2回のPaleozoicの造山運動を覆っている。

Pliocene~QuaternaryにはAndean Cordillera全域にカルクアルカリ岩系のhornblend andesiteを主体とする火山活動が生じた。

しかし、Andean Cordilleraは、最近の地質構造発達史の詳しい解析の結果、より複雑な形成史をもつことが解ってきた。例えば、Mpodosis & Ramos(1989)は、「・・・Paleozoic初期には、Gondwana大陸の南西端は現在のArgentineのSierras Pampeanasの西端付近にあった。現在のPrecordilleraの位置は、当時は炭酸塩岩類からなる大陸棚であり、その西方の海洋により、Chilenia TerraneとGondwana大陸とに分断されていた。

Devonian後期には、この海盆がSierras Pampeanasの下部に向かって東傾斜するSubduction帯に消費されるにつれ、Chilenia Terraneは東へ移動し、Gondwana大陸に付加された。この時期に、付加体の西側に新しいsubduction帯が形成されるとともに、現在のCordillera de la Costaの位置に巨大な付加prism帯が置き去りにされた。Paleozoic後期~Mesozoic初期の弧状magma活動

は、付加prism体及びそれに隣接する地域でgranitoidとrhyoliteの形成をもたらした。

大陸縁の側方への発展はPaleozoic後期には終了し、Mesozoic初期には古生層を基盤として弧状magma盆や背弧盆 (Back arc basin) が発達した。また、引き続き進行するsubductionによる侵食や走向移動断層の活動により、Paleozoicの島弧前縁部アツセンブレッジの多くは消し去られた。チリ北部では、このプロセスが最も盛んであったために、Jurassicの弧状magma活動の産物が現在の大陸縁部を形成することになった。」

更に、Mpodosis & Ramos(1989)は、特にMesozoicのmagma活動について言及し、チリ・アルゼンチンのAndean Cordilleraの進化の際だった特徴として、segment A(21° ~27° S)~segment E(41° ~49° S) の5 segmentsに区分し、これらのsegments間でJurassic~Cretaceous挙動により特徴づけられ、その相違点をもとに、各segmentを明瞭に定義することができると指摘している。

例えば、これらの地質構造史の発展に関連してセロネグロ地域の地質的な位置付けをみると、本地域は、segment A (21° -27° S) に含まれ、この地域ではJurassic~Cretaceous前期の弧状magmaの活動がCordillera de la Costaの構成岩石の形成に大きく関与し、その証拠は現在のチリ北部のCordillera de la Costaに保存されている。その東側には、Tarapaca海盆があり、これは、大陸地殻にできた伸長性の背弧盆であり、炭酸塩岩及び砕屑物の堆積により埋没されている。

このように最近の地質構造史の解析は、「凡地球的な地質イベント」に基づく説明が試みられている。従って、セロネグロ地域の鉱化作用も当然にこのような「凡地球的な地質イベント」に関連付けて考察されるべき性格のものであろう。

### 3-2-2 セロネグロ地域の地質

セロネグロ鉱床地帯を取り囲む地域に分布する岩石は、古生代から第四紀までの年代の層準を含んでいる。年代順には、以下のとおりである。

- a) 基盤変堆積岩類 : (Ordovician~Devonian)主に珪岩、千枚岩、変成石灰岩
- b) Pan de Azucar層 : (Jurassic後期) 石灰岩・礫岩
- c) La Negra 層 : (Jurassic後期) 安山岩・陸成堆積物
- d) Los Cerros Florida層 : (Cretaceous前期) 安山岩・火山砕屑岩類
- e) Atacama砂礫層 : (Neogene, Miocene) 崖錐堆積物礫・砂礫層
- f) 沖積層 : (Quaternary) 泥流堆積物及び崖錐堆積物

さらに、以下の三種の貫入岩コンプレックスが認められている。

- a) Cerros del Vetado Batholith : (Permian)

花崗岩を主体とし、トータル岩質・花崗閃緑岩質・アダメライト質の岩相を伴い、基盤の変堆積岩類に貫入する。

- b) Sierra Minillas Batholith : (Jurassic~Cretaceous)

閃緑岩質・花崗閃緑岩質及びトータル岩質の岩相を伴い、La Negra層に貫入する。

c) Sierra Pastenes Batholith: (Cretaceous前期)

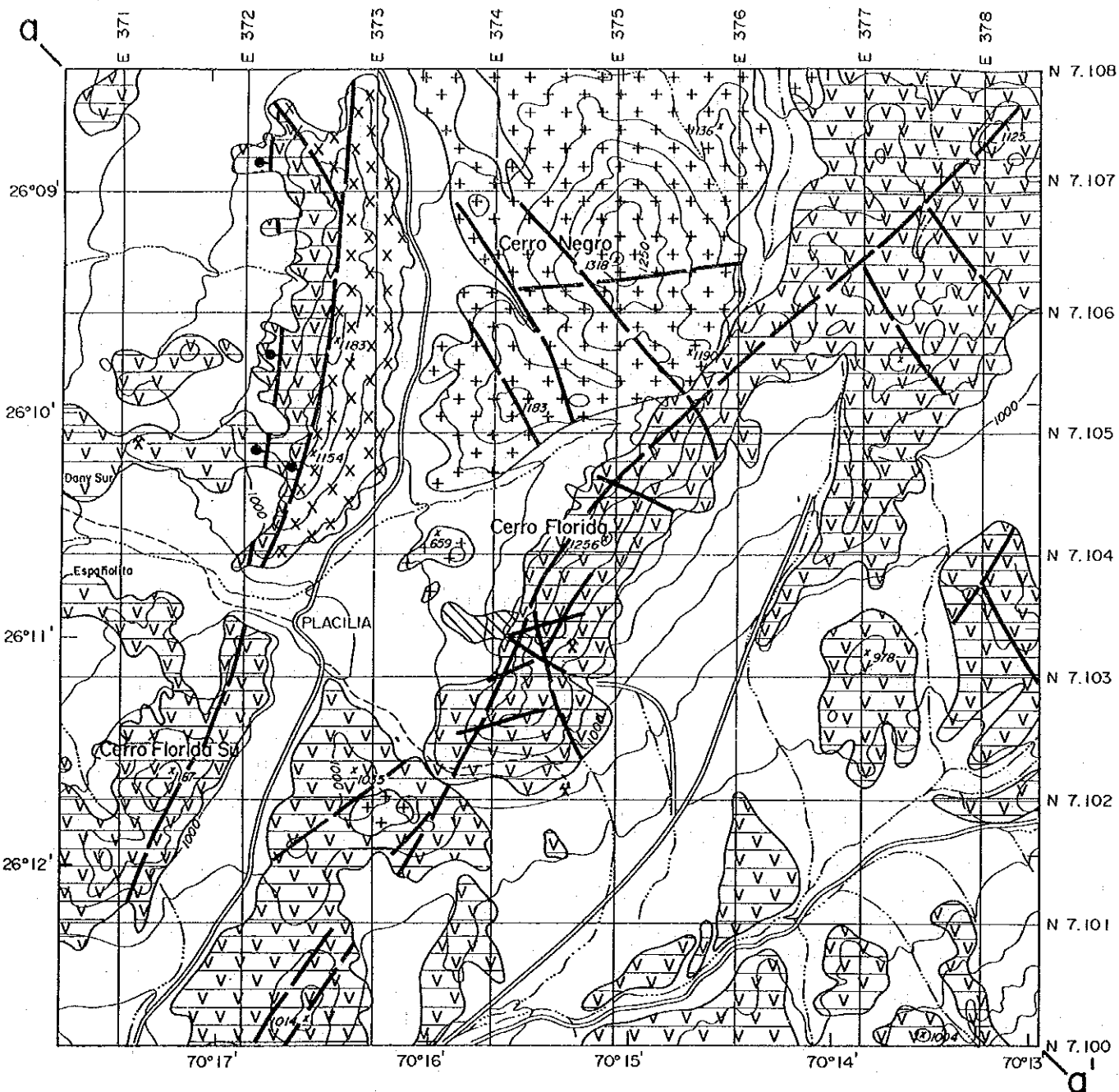
花崗閃緑岩質-はんれい岩質・モンゾニ閃緑岩質・トータル岩質の岩相を伴い、Los Cerros Florida層に貫入する。

上記の各層により、Cordillera de la Costaは構成されている。鉱床の形成に大きく関与したと考えられる安山岩の火山活動はLa Negra層及びLos Cerro Florida層に認められ、それらの各層の概要は以下のとおりである。

La Negra層は概略N-S走向で東傾斜を示す。安山岩及び同質の火山砕屑岩とそれらに挟在される砂岩で構成される。安山岩は班状で、暗褐色～暗赤色を呈し、溶岩流の境界を認め難い塊状である。斜長石は全般に絹雲母と粘土鉱物に、苦鉄鉱物はほとんど完全に不透明鉱物に変化している。砂岩は褐色～赤色を呈し、5～20mの単層から構成される。本層の層厚は3,000mに達するものと推定され、下位のPan del Azucar層を整合的に被覆する。

Los Cerro Florida層は不整合面をもってLa Negra層を被覆するが、その走向・傾斜は大方はLa Negra層のそれに類似しており、20°E傾斜の単斜構造を示す。本層は、緑色～灰色の班状安山岩及び角礫安山岩から構成されるが、Cerro Floridaの南には5～10mの厚さをもつ石灰岩層が上記の安山岩類中に挟在されるのが認められる。変質作用については、斜長石は絹雲母へ、また苦鉄鉱物(輝石類)は不透明及び角閃石に部分的に変質している。本層の層厚は2,000mに達するものと推定され、下位のLa Negra層を不整合で被覆し、本層はセロネグロ鉱床の鉱床母岩である。

セロネグロ地域の地質構造の最大の特徴はアタカマ断層(Falla Atacama)の存在である。この断層は700Km以上にわたり北はAntofagasta(南緯:quimbo24°)からCopiapo地域を經由しCoquimbo(南緯:30°)に達する“Left-lateral”のセンスをもつ大構造線である。幅は所により変化に富むが、平均して3～4Kmあり、構造線は地殻深部まで達すると推定されている(Instituto de Investigaciones Geológicas)。また、その活動はCretaceous初期から始まり、Quaternaryに至る間活動を繰り返し、これらの活動により多くの派生断層を生じさせている。セロネグロ地域では、La Negra層、Los Cerro Florida層及びBatholithに変位を与えている。アタカマ断層(Falla Atacama)は、このような卓越した構造線であるために、セロネグロ鉱床の生成に関連して、その胚胎場所の決定に重要な役割を果たした可能性が強い。



# Regional Geologic Map

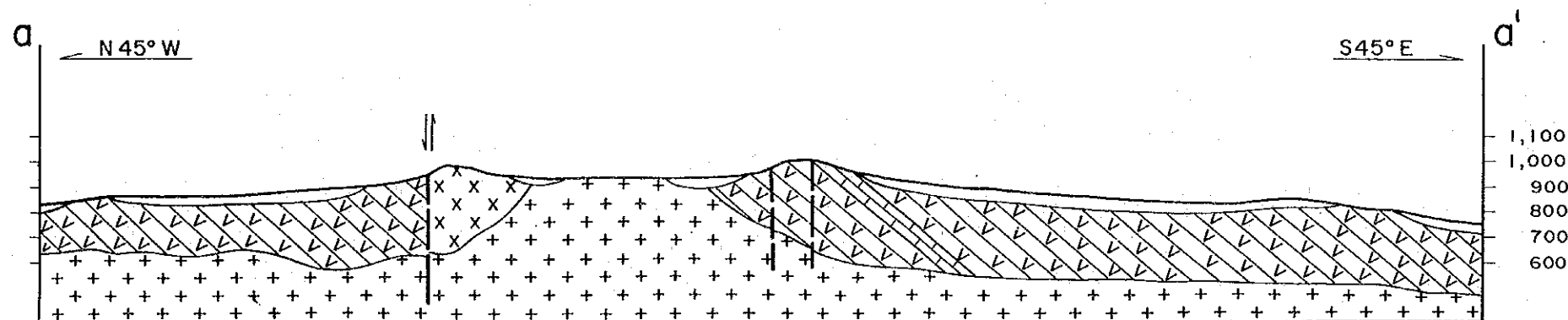
Scale 1:50,000

## Legend

Quaternary		Alluvial Deposit
Upper Paleozoic Neocomian	Hauterivian	Sierra Pastenes Batholith (Quartz bearing Monzonite)
	Valanginian	Los Cerros Florida Formation (Andesite with intercalation of limestone)
Permian		Cerros del Vetado Batholith (Pegmatitic monzogranite with tourmaline)

## Symboles

	Structural system of the Atacama fault, indicating sunken blocks a — a' Geologic profile N45° W
	Mines
	Hydrothermal alteration
	Unconsolidated sediments
	Quartz bearing Monzonite
	Brecciated andesite, partly amingdaloidal
	Lime stone
	Pegmatitic monzogranite with tourmaline







セロネグロ地域の地質層序を示せば下表のとおりである。

Table 1-3-3 セロネグロ地域の地質層序表

A G E	F O R M A T I O N	I N T R U S V E S
CENOZOIC QUATERNARY	ALLUVIAL DEPOSITS(Qal): Mud flow & terrace deposits.	
	TERTIARY	
MESOZOIC CRETACEOUS	LOS CERROS FLORIDA FORMATION(Kcf): Principally andesitic lava & volcanic sediments.	SIERRA PASTENES BATHOLITH (Ksp): Diorite-gabbro & granodiorite.
	JURASIC	SIERRA MINILLAS BATHOLITH (Jksm): Diorite, granodiorite, monzonite & tonalite.
	TRIASSIC	LA NEGRA FIRMATION(Jln): Principally andesitic lava & continental sediments in its lowest part  PAN DE AZUCAR FORMATION(Jpa): Principally fossiliferous limestone, conglomerate in its lowest part.
PALEOZOIC	B A S E M E N T(Pzms): Principally quartzite, phyllite & slate.	CERRO DEL VETADO BATHOLITH (Pzcv): Granite

After CARTA GEOLOGICE DE CHILE, zona interior de la conrdillera de la costa entre los 26° 00' y 26° 20' (1978).

チリ鉱山公社 (ENAMI) (1989) によれば、セロネグロ鉱床の鉱床母岩は、数mm~cmに角礫化した安山岩であり、これはLos Cerros Florida層に属する。この安山岩は、主に赤鉄鉱-磁鉄鉱集合体からなる鉄鉱物により交代され、角礫化した。また、金属鉱物の濃集より、veliformes構造が形成された。鉱床は、角礫化の激しい割れ目を充填して形成されたために、層理面とは不調和な不規則な形態を呈している。その厚さは変化に富み、2~5mの間で変動する。このような金属鉱物の濃集は、明らかに割れ目や節理面に選択的に起こっているように考えられる。これら鉱化作用が認められる割れ目は、白亜紀前期のAtacama断層の走向移動により生じたものであろう。

酸化銅鉱物からなる鉱体は、天水と初生硫化銅物が反応することにより水溶液中に溶出した銅が割れ目に沈澱したものである。セロネグロ鉱床の胚胎母岩は、安山岩質火山岩類であり、一般の走向・傾斜は N65°E 40°SEの同斜構造を示している。地表で観察される銅石鉱物は、銅の酸化物を主体としており、出現する鉱物を示すと下記のとおりである。

緑塩銅鉱 (atacamita) :  $Cu_2(OH)_3Cl$

孔雀石 (malachite) :  $Cu_2(CO_3)(OH)_2$

珪孔雀石 (crisocola) :  $CuSiO_3 \cdot 2(H_2O)$

藍銅鉱 (azurita) :  $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

また、初生鉱物としては、黄銅鉱-黄鉄鉱-赤鉄鉱-磁鉄鉱-石英が確認されている。低温の熱水変質帯では、緑れん石-緑泥石-方解石-粘土鉱物-褐鉄鉱の鉱物が形成されている。

### 3-3 調査地域の鉱業略史

調査地域には多数の鉱徴及び鉱山(旧鉱を含む)の分布が知られている。これらは主として Los Cerros Florida層とLa Negra層の火山岩類を母岩としている。これらの鉱山は総じて小規模のためにこれまでの鉱業活動の記録を残すものは稀である。ただし、この地域で最も重要な鉱床であるCarrizalillo de Las Bombasは、銅量20,000~200,000トンの潜在的規模をもつ鉱床 (Instituto de Investigaciones Geologicas ; 1968) と評価され、1950年代から一貫した操業を続けている。しかし、現在までの産出量についての信頼できる記録はない。また、調査対象のセロネグロ鉱床についても、これまでの鉱業活動はすべて零細規模の採掘に留まり、中規模以上の稼行の実績は報告されていない。採掘は断続的かつ零細ながら1930年代に遡ると云われ、主として地表部の酸化銅帯が採掘の対象となった。しかし、一部ながら硫化銅帯の採掘もCerro Floridaの南部及び南東部で行われた模様である。採掘量及び品位についての記録はない。セロネグロ鉱床が含まれる、Carta Geologica de Chile(26° 00' -26° 20')の被覆範囲925Km<sup>2</sup>内の主な鉱床の分布位置と鉱床の形態及び母岩他を示せば下記のとおりである。

Table 1-3-4 セロネグロ地域の鉱床一覧表

NAME OF MINE	LOCATION	FORM/ORIENTATION	COUNTRY ROCK	TYPE OF ORE MINERALS
ROSARIO	26° 01.0' 70° 15.5'	vein /20° E/90°	diorite	Cu oxides
CARRZALILLO DE LA BOMBAS	26° 01.6' 70° 19.0'	brecciated chimney	monzonite	Cu sulphides Cu/Fe oxides
TONA	26° 05.7' 70° 24.6'	vein /20° W/90°	metaandesite	Fe oxides
ELIANA	26° 05.8' 70° 15.5'	vein /20° E/80° E	metaandesite -granite	Cu sulphides Fe oxides
LA SUERTE	26° 10.0' 70° 15.5'	vein /65° E/90°	metaandesite	Cu oxides/sulphides
DISTRITO MINERO CERRO NEGRO	26° 10.0' 70° 15.2'	veins with various orientation	andesite	Cu oxides/sulphides Fe oxides
DANNY SUR	26° 10.5' 70° 15.5'	irregular form with extension to N/E	metaandesite	Fe oxides
ESPAÑOLITA	26° 10.7' 70° 18.0'	irregular form with extension to N/S	andesite	Fe oxides
FRESIA	26° 13.5' 70° 17.2'	irregular form	limestone/ andesite	Cu/Fe oxides
COMPADRE	26° 18.3' 70° 16.5'	irregular form	andesite	Fe oxides

## 第4章 調査結果の総合検討

### 4-1 鉱化作用の特性と構造規制について

#### (1) 広域地質的な特徴

本調査地域の銅鉱床は、白亜紀Los Cerros Florida層及び酸化鉄鉱物を多量に伴う“熱水角礫岩”中に胚胎する酸化銅鉱床及び硫化銅鉱床であり、鉱床の賦存形態は胚胎母岩に規制された“マント型”銅鉱床と考えられている(ENAMI, 1992)。本鉱床の特徴としては第一に多量の酸化鉄鉱物を伴うことが挙げられ、その産状のみから見ればむしろ含銅鉄鉱床と言い替えるべきものかもしれないが、その成因については統一された見解は持たれていない。すなわち銅鉱床が酸化鉄鉱物の生成と如何なる関係を持っているかについては、詳しい解析が成されていないのが実状である。

チリ海岸山脈には層準規制型(マント型)銅鉱床及び脈状銅鉱床が分布しており(Fuller, C. R. & Peebles, F. L., 1988)、本調査地域はこの鉱床区の一員と考えることができる。一方、海岸山脈には南北600km以上にわたる鉄鉱床区が存在し、本調査地域はその北端に位置することから鉄鉱床区の一員とも考えることができる。実際に本調査地域の周辺には数多くの脈状～不規則形状鉄鉱床が分布しており(第3章参照)、本調査地域の鉱床とも何らかの関連性があるものと考えられる。

#### (2) 胚胎母岩の地質構造

先に述べたとおり本地域の銅鉱床は“マント型”と言われている。したがって、ここでは本調査地域の鉱床胚胎母岩であるLos Cerros Florida層の地質構造について検討を行う。

まず最初に既存情報を整理し以下にまとめた。

##### ① アタカマ断層による構造運動

アタカマ断層はチリ海岸山脈を南北数百kmにわたって縦断する平均幅3～4kmの左横ズレ断層帯であり、地殻深部にまで達する大構造線であると考えられている(Instituto de Investigaciones Geologicas, 1976)。

本調査地域はこのアタカマ断層帯の東端に位置し、NE-SW系の主断層構造とNS系及びEW系の派生断層構造が推定されている(ENAMI, 1992)。

##### ② 閃緑岩類

本調査地域の北西部には主として閃緑岩～花崗閃緑岩からなる白亜紀Sierra Pastenesバソリスが隣接しており、上記のアタカマ断層帯により変位を受けている(Instituto de Investigaciones Geologicas, 1976)。

##### ③ “熱水角礫”化作用

“熱水角礫岩”及び酸化鉄鉱物の地表分布は、主として上記のNE-SW系の主構造に規制されている(ENAMI, 1992)。

これらの各要因は、いずれも本調査地域の地質構造に係わる大構造であり、本調査地域の銅鉛床胚胎母岩となっているLos Cerros Florida層の構造は複雑な変形作用及び変質作用を被っていることが推定される。

次に本調査地域の鉛床胚胎母岩の地質構造は下記のように解釈される。

#### ① Los Cerros Florida断層破砕帯

M J C C - 12及びM J C C - 16にはアタカマ断層から派生した50m～100mの破砕帯を有する西傾斜の走向移動断層が推定され、本調査地域の地質構造を規制する最大の構造線と考えられる。

#### ② その他の断層

本調査地域には上記断層以外にも多数の断層が存在し(ENAMI, 1992)、特にCentral断層から北に分岐する推定断層(ここではCentral分岐断層と呼ぶことにする)を境界として岩相が著しく変化することから、本調査地域の地質構造形成に大きく関与しているものと考えられる。

#### ③ ブロック構造

本調査地域の地質構造は、上記の各断層により小ブロックに分断されているものと考えられるが、その中でも特に3大ブロックすなわち中央ブロック・西部ブロック・東部ブロックに区分される。

3大ブロックはLos Cerro Florida断層破砕帯とCentral分岐断層により境界され、いずれのブロックもNE-SW方向に伸長した細長い構造ブロックである。ブロック内部は小断層によりサブブロック化されているものと推定されるが、本調査では確認できなかった。

#### ④ ブロック内の地質構造

中央ブロック内では比較的連続して岩相の対比が可能である。

中央部に産する塊状玄武岩質安山岩溶岩に特徴的なアミグダル組織や斜長石斑状組織を鍵として対比することが可能であり、北部延長および南部延長も観察される。

安山岩質凝灰岩類はLos Cerro Florida山体上部に南緩傾斜で連続して分布しているものと推定される。

西部ブロックの一部は断層破砕帯に位置するため岩相對比は非常に困難である。また安山岩類及び閃緑ひん岩類が複雑な貫入関係で産することも対比を困難なものとしている。

東部ブロック内ではサブブロック化に伴う移動及び傾動運動が推定される。

### (3) “熱水角礫岩”と銅鉛化作用

本調査地域には既存調査結果(ENAMI, 1992)に示されているように、地表部に多数の“熱水角礫岩”や酸化鉄鉛物(鏡鉄鉛、塊状赤鉄鉛及び磁鉄鉛)が分布する。これらの分布域はNE-SW方向に連続しており、上記の断層構造に規制されているものと考えられる。

このような酸化鉄鉛物の分布形態は、硫化銅鉛帯を検討する上で極めて重要であると考えなくてはならない。すなわち、酸化鉄鉛物の鉛物組成は周辺の岩石における酸化状態に大きく関与して

おり、硫化物の生成時の酸素活動度及び硫黄活動度と大きな関連性を有していると考えられるからである。以上のように酸化鉄鉱物の分布は、硫化銅鉱帯の主要構成鉱石鉱物である黄銅鉱・黄鉄鉱の生成を規制した重要な要因の一つと考えられる。

#### ① “熱水角礫岩”の形態

“熱水角礫岩”は大略的にはボーリング調査範囲中央部を中心とし、周辺部では地表付近で地層と調和的に広がった形状、すなわちロート型の“熱水角礫帯”として分布しているものと解釈出来そうであるが、現時点ではロート型“熱水角礫帯”のネックの所在は明かではない。また北部では断層の構造と調和的な脈状“熱水角礫岩”の形態を示すものと推定される。

一方、“熱水角礫岩”周辺では玄武岩質安山岩溶岩のアミグダル組織を示す部分に磁鉄鉱鉱染が顕著に認められることから、“熱水角礫”化作用にともなう活動により、アミグダル組織を有する様な透水率の比較的大きな場所において鉄鉱染作用があったことが示唆される。

#### ② 酸化鉄鉱物の鉱物組成

“熱水角礫岩”及びその周辺母岩中における酸化鉄鉱物は、その酸化状態の違いにより赤鉄鉱（鏡鉄鉱）、磁鉄鉱またはそれらの組み合わせとして産し、酸化鉄鉱物の分布形態には下記の様な共通点を見いだすことができる。

“熱水角礫帯”中心部（緻密質鉄鉱石）	赤鉄鉱（鏡鉄鉱）脈
“熱水角礫帯”周縁部（石質角礫を伴う）	磁鉄鉱＋赤鉄鉱脈または磁鉄鉱脈
周辺母岩（玄武岩質安山岩溶岩）	磁鉄鉱鉱染
周辺母岩（安山岩質凝灰岩類）	赤鉄鉱鉱染

実際には上記の“熱水角礫帯”中心部は量的には周縁部よりも少ないことが一般的であると考えられる。

### 4-2 ボーリング調査と鉱化作用について

#### (1) 銅鉱化帯の分布とその特徴

セロネグロ鉱床の特性と鉱化規制については、Table I-4-1に示した特徴が指摘できる。以下に鉱化帯分布の特性とそれに関連する規制要因について述べる。

鉱化帯は、酸化銅鉱帯、中間帯及び硫化銅鉱帯に分かれる。

酸化銅鉱帯はその成因からoxides(1), (2), (3)に分けられる。

それぞれの特徴の概要は下記のとおりである。

##### oxides(1)

酸化銅鉱がoxotic起源のもので、母岩の選択性はない。MJCC-7及びMJCC-17の上部に認められる。

##### oxides(2)

酸化銅鉱が硫化銅鉱を起源とし、in situに位置するものでこの下位に連続して中間帯あるいは硫化銅鉱帯がくることが特徴となっている。MJCC-10及びMJCC-13の上部でこの帯が

観察される。

#### oxides(3)

酸化銅鉱の生成がtectonicによると考えられるもので、この特徴は深度に関係なく、しばしば酸化銅鉱が破砕帯と調和的に出現する。このタイプの酸化銅鉱帯の品位は一般的に低品位である。MJCC-8等の4孔で認められ、セロネグロ鉱化帯が予想以上に構造運動の影響を蒙っていることを示唆している。

また、中間帯もその成因から、transition(1), (2), (3)に分けられる。

それぞれの特徴は下記のとおりである。

#### transition(1)

酸化銅鉱がexotic起源のもので、oxides(1)と同様に母岩の選択性はない。この帯の厳密な認定は難しいが、多分、セロネグロ鉱化帯にはこれに相当する帯は存在しないと考えられる。

#### transition(2)

酸化銅鉱が硫化銅鉱を起源とし、in situに位置すると同時に相当の割合の硫化銅鉱が存在している帯であり、この下位に硫化銅鉱帯が連続してくることが特徴となっている。MJCC-\*\*及びMJCC-7他でこの帯が観察され、atacamiteのようにその生成が地表条件を必要とするような酸化銅鉱が出現しないのが特徴である。安山岩類及び安山岩質“熱水角礫”帯ともに母岩となり得る。

#### transition(3)

この帯の基本概念と産状はoxides(3)に準ずる。つまり酸化銅鉱の生成がtectonicによるために深度に関係なく酸化銅鉱が出現し、しばしばその酸化銅鉱化が不十分のためにこれとその起源となった硫化銅鉱が共存するものである。MJCC-8及びMJCC-11などセロネグロ鉱化帯では極めて普遍的な現象として認められる。

硫化銅鉱帯も上述の帯と同じく、その成因から、sulphides(1), (2-1), (2-2), (2-3), (3)に分けられる。その概要は下記のとおりである。

#### sulphides(1)

硫化銅鉱帯がexotic起源のものを意味し、これに相当する帯はセロネグロ鉱化帯には存在しない。

#### sulphides(2-1)

硫化銅鉱の産状が安山岩質“熱水角礫”帯の存在に密接に関係しているもので、経済的観点から考慮の対象となる孔の多くはこのタイプであり、硫化銅鉱は主として黄銅鉱からなり、鉱染及び細脈として産する。

#### sulphides(2-2)

この帯の基本概念と産状は、sulphides(2-1)に準ずる。つまり、母岩が安山岩類であることだけが両者の違いであるが、この帯では銅鉱化作用の程度はsulphides(2-1)に劣り、水平的な広がりには卓越するが、その濃集程度は希薄という特徴をもつ。MJCC-6やMJCC-8等のsub



economicalな孔にこのタイプを示すものが多い。黄銅鉱と黄鉄鉱の量比は、黄銅鉱>黄鉄鉱あるいは黄鉄鉱>黄銅鉱の両方の場合がある。

#### sulphides(2-3)

アタカマ断層からの派生断層と考えられるLos cerros Florida断層(NNE-SSW系)沿いのM J C C-12及びM J C C-16等で認められるミロナイト化安山岩を母岩とする硫化銅鉱の鉱化作用であり、鉱化作用に伴う変質作用も軽微であり、また、ほとんどの場合量比は黄銅鉱>黄鉄鉱であることが特徴である。これまでのボーリング調査結果では銅品位は中程度である。

#### sulphides(3)

硫化銅鉱帯の生成がtectonicの要因に主として支配された鉱化帯は、セロネグロ鉱化帯には存在しない。

また、より広域的に見た場合、セロネグロ鉱化帯は分布も成因もアタカマ断層の存在と密接に関係しているとみなされる。当然のことながら、このような大構造線の影響範囲に位置していることは、火山活動の場に位置していることも意味し、この観点から次年度はセロネグロ鉱化帯の詳細な賦存状況の解明を行うこととしたい。

Table 1 - 4 - 1 銅鉱化作用の特徴一覧表

MINERAL ZONING	MODE OF OCCURRENCE	EXPLACEMENT	COPPER MINERALOGY	COPPER GRADE	COUNTRY ROCK	COMMENTS
Oxides(1)	veinlet	exiotic	mal., chrys., atac., etc	high-low	various	MJCC- 7. -17
Oxides(2)	diss/veinlet	in situ	mal., chrys., atac., etc	medium-low	andesites/HIB	MJCC-10. -13
Oxides(3)	diss/veinlet	in situ /tectonic	mal., chrys., etc	low	andesites/HIB	MJCC- 8. -11. -12 -20
Transition(1)						
Transition(2)	diss/veinlet	in situ	mal., chrys., /cp., (br., cc.)	medium-low	andesites/HIB	MJCC- 6. - 7. -13
Transition(3)	diss/veinlet	in situ /tectonic	mal., chrys., /cp., (br., cc.)	low	andesites/HIB	MJCC- 8. -11. -12 -14. -16. -18. -20
sulphides(1)						
sulphides(2-1)	diss/veinlet	in situ	cp., (br., cc., cv.)	high-low	HTB	MJCC-10. - 7. -13 -20
sulphides(2-2)	diss/veinlet	in situ	cp., (br., cc., cv.)	low	andesites	MJCC- 6. - 8. -11 -14. -18
sulphides(2-3)	diss/veinlet	in situ /tectonic	cp., (br., cc., cv.)	medium	aylonitic andesites	MJCC-12. -16
sulphides(3)						

addeviation:

diss. : dissemination      cp. : chalcopryrite      HTB : 'hydrotermal breccia'  
mal. : malachite      br. : bornite      MJCC- : drilling No.  
chrys. : chrysocolla      cc. : chalcocite      / : and  
atac. : atacamite      cv. : covellite

(2) 銅鉍化帯の鉍石品位

ボーリング調査では採取された全てのコアについて品位分析を実施した。その結果として捕捉された鉍化帯の範囲及び平均品位を以下に示した。詳細については各論の柱状図記載の項目で述べた。

Table 1 - 4 - 2 孔別鉍化帯品位一覧表

MJCC-6						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	39m- 46m ( 7m)	0.423	0.081	0.341	8.45	中間帯
MJCC-7						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0m- 15m ( 15m)	0.673	0.536	0.137	32.23	酸化鉍帯
B	15m- 40m ( 25m)	1.023	0.917	0.106	29.23	酸化鉍帯
C	46m- 54m ( 8m)	0.692	0.492	0.200	31.93	酸化鉍帯
D	76m-107m ( 31m)	0.306	0.080	0.226	25.89	中間帯
E	125m-154m ( 29m)	1.021	0.046	0.975	34.07	硫化鉍帯
鉍化帯計	A~E (108m)	0.744	0.359	0.385	30.19	
上部合計	0m-154m (154m)	0.544	0.250	0.294	32.23	
MJCC-8						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0m- 21m ( 21m)	0.458	0.208	0.250	27.12	酸化鉍帯
MJCC-10						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0m- 45m ( 45m)	0.750	0.532	0.218	30.01	酸化鉍帯
B	45m- 50m ( 5m)	0.748	0.218	0.530	38.06	中間帯
C	50m-105m ( 55m)	0.689	0.037	0.652	36.13	硫化鉍帯
鉍化帯計	A~C (105m)	0.706	0.256	0.499	33.12	
MJCC-11						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	30m- 32m ( 2m)	1.030	0.945	0.079	32.42	酸化鉍帯
B	38m- 39m ( 1m)	0.910	0.800	0.110	28.44	硫化鉍帯
C	57m- 59m ( 2m)	0.740	0.580	0.160	51.21	中間帯
D	163m-164m ( 1m)	1.750	0.150	1.600	24.63	酸化鉍帯
鉍化帯計	A~D ( 6m)	1.031	0.666	0.365	34.18	
MJCC-12						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	38m- 40m ( 2m)	0.875	0.810	0.065	7.70	酸化鉍帯
B	57m- 68m ( 11m)	0.409	0.294	0.115	7.43	中間帯
C	79m-107m ( 28m)	0.409	0.065	0.344	6.43	硫化鉍帯
D	115m-148m ( 41m)	0.697	0.014	0.683	12.12	硫化鉍帯
鉍化帯計	A~D ( 82m)	0.564	0.088	0.476	9.61	
上部合計	38m-148m (110m)	0.412	0.079	0.333	8.10	

MJCC-13						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	9m-17m ( 8m)	1.089	0.848	0.241	23.68	酸化鉍帯
B	20m-37m (17m)	0.744	0.335	0.408	24.13	中間帯
C	45m-51m ( 6m)	1.168	0.312	0.857	38.10	中間帯
D	59m-74m (15m)	0.472	0.014	0.458	28.78	硫化鉍帯
鉍化帯計	A~D (46m)	0.770	0.317	0.454	27.39	
上部合計	0m-74m (74m)	0.616	0.252	0.363	27.11	
深部合計	115m-172m (57m)	0.114	0.002	0.111	18.64	硫化鉍染帯

MJCC-14						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0m-125m (125m)	0.227	0.089	0.138	26.95	酸化鉍帯
B	125m-199m (74m)	0.148	0.012	0.137	19.14	硫化鉍帯
上部合計	0m-199m (199m)	0.198	0.061	0.137	24.04	

MJCC-16						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	50m-93m (44m)	0.548	0.249	0.299	15.58	中間帯
B	93m-111m (18m)	0.451	0.008	0.443	11.83	硫化鉍帯
鉍化帯計	A~D (62m)	0.520	0.179	0.341	14.49	

MJCC-17						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0m- 8m ( 8m)	0.464	0.201	0.263	13.69	酸化鉍帯
B	11m-22m (11m)	0.531	0.253	0.278	20.53	酸化鉍帯
C	33m-41m ( 8m)	0.464	0.258	0.206	20.21	酸化鉍帯
D	41m-55m (14m)	0.911	0.573	0.338	22.81	酸化鉍帯
鉍化帯計	A~D (41m)	0.635	0.353	0.282	19.91	
上部合計	0m-68m (68m)	0.479	0.240	0.240	19.00	

MJCC-18						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	57m-185m (128m)	0.060	0.021	0.039	8.72	酸化鉍帯

MJCC-20						
鉍化帯	深 度	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0m- 3m ( 3m)	1.170	0.887	0.283	26.67	酸化鉍帯
B	6m-38m (32m)	0.454	0.208	0.246	21.63	中間帯
C	55m-126m (71m)	0.407	0.127	0.281	30.35	硫化鉍帯
D	136m-142m ( 6m)	0.238	0.045	0.194	16.25	硫化鉍帯
E	154m-188m (34m)	0.149	0.030	0.120	15.39	硫化鉍帯
鉍化帯計	A~E (146m)	0.366	0.134	0.232	24.30	
上部合計	0m-126m (126m)	0.392	0.146	0.246	26.61	

#### 4-3 鋳量計算結果について

埋蔵鋳量の計算はボーリングデータ（Total Cu品位）をもとに、20mごとのレベルに分け、この間のコンジット品位を計算し、これを用いて行った。手法は、距離逆二乗法を採用、鋳画ブロックの大きさは50m（南北）×50m（東西）×20m（深度）とした。

本計算にあたっては、ボーリングデータが非常に少ない（対象地域内に12孔）こと、地質、構造のトレンドに関するデータが十分でないこと、地形データを12孔の標高データから便宜的に作成せざるを得なかったことなど、その精度に関して重大な影響を与える要素が多いことから、品位分布の推定に関しては、精度、信頼性の点また方法論の上からも多くの課題、問題点を残している。

ブロック品位推定結果には、これらの問題を反映した特徴が顕著に現れている。現時点ではこのような状況下での品位推定結果から鋳量を集計する段階ではなく、試みに行った集計でも鋳床評価に結びつく値は得ることができなかった。

Cu品位分布特性を把握するために求めた深度方向のバリオグラムのレンジは、TCu(5-50m)、SCu(5-25m)、ICu(5-60m)であり、水平方向のレンジがこの4倍としても20m～250mである。したがって地球統計的手法を用いた鋳量計算を行うには、水平方向に50m～100m間隔の品位データが必要であろう。

一般的には、埋蔵鋳量をある程度の信頼性で評価するには、少なくとも100mグリッドでのボーリングデータが要求され、さらにピット設計を行い鋳床の経済的評価を行うには、鋳床の高品位部などのトレンド方向を中心に50m程度の間隔でのグリッドボーリングが必須の条件となろう。

#### 4-4 選鋳試験について

以下に、今回調査した選鋳場の概要を示す。今回の調査対象にも見られるように、セロネグロのように酸化鋳、混合鋳、硫化鋳が並存する場合の、各種処理法の組み合わせは数種が考えられるので、今後十分な選鋳試験を行うことが望ましい。

選鋳場調査結果（まとめ）

選鋳場	適用技術				鋳石処理能力	
	浮選	LCH/SX/EW	LCH/PREC	FLOT/AGIT	FLOTATION	LEACHING
MANTO VERDE	無し	有り	無し	無し		10t/d
EL SALVADOR	有り	無し	無し	無し	33,000t/d	
MARTINEZ	有り	無し	有り	無し	400t/d	600t/d
FLORIDA	無し	有り	無し	無し		200t/d
MATTA	有り	無し	有り	無し	2,500t/d	200t/d
VALLENAR	有り	無し	有り	有り	670t/d	600t/d
PUDAHUEL	無し	有り	無し	無し		2,740t/d

#### 4-5 物理探査異常と鉱化作用について

地表IPによって検出された高IP・低抵抗異常と磁気調査によって検出された高磁気異常の原因について、IP検層及びコアサンプルの物性測定結果をもとに検討を行った。その結果、以下の点が明らかになった。

- ① 高IP・低抵抗異常の原因は、黄銅鉱と磁鉄鉱の濃集した鉱化帯の存在による。
- ② 高磁気異常の原因は、磁鉄鉱の濃集に起因したものである。
- ③ 地表IP異常のシミュレーションモデルによって推定された高IP・低抵抗異常帯の分布は、ボーリングによって明らかになった黄銅鉱の鉱化帯の範囲とよく一致している。
- ④ 地表IP異常の再解析によれば、全体の傾向は既解析結果とほぼ同じであるが、北側で東西の巾が狭くなる傾向を示す。
- ⑤ 磁気異常の再解析によれば、高磁化率帯はMJCC-10, 13付近を中心としてほぼ円形に広がっており、パイプ状を示すその中心部の範囲は磁鉄鉱の鉱化中心である可能性が考えられる。

以上に指摘したように、地表IPの高IP・低抵抗異常源としてはMJCC-7付近を中心として発達するストックワーク状の熱水角礫岩中の硫化銅による鉱化帯が考えられ、その上面深度は酸化帯深度によって規制されていると見ることができる。また、この高IP・低抵抗帯は、その周囲に磁鉄鉱の鉱化帯からなる高IP・高抵抗帯を伴っており、鉱床成因上両者には密接な関係があると推定される。

今回の再解析によって推定された高IP・低抵抗帯の範囲と従来の結果を比較すると、P-4測線において高IP・低抵抗帯の範囲が約1/3に縮小したこと及びMJCC-8が高IP・低抵抗帯の外側に、MJCC-11が内側に入ったことが指摘される (Fig. II-4-32)。

断面解析の結果からは、探査ターゲットである高IP・低抵抗帯の東西方向の連続性はMJCC-10付近で最大300m前後と推定された。また、セロネグロの山体の尾根から東側では高IP・低抵抗帯の連続が期待できないため、探鉱ポテンシャルは低いと判断せざるをえない。

## 第5章 結論及び提言

### 5-1 結 論

チリ共和国セロネグロ地域における地域開発計画調査の初年度にあたる本年次の結論は以下のとおりである。

#### (1) ボーリング調査

本年次のボーリング調査は、既存調査結果を検討し銅鉱床の賦存ポテンシャルの高いと考えられる範囲において、合計30孔、総掘進長 6,424.00m（深度：160.00～500.00m/孔）の調査を実施した。各ボーリング孔の実施位置の選定には以下の項目に注目した。

- ① 地表調査で確認されている鉱床・鉱化変質帯
- ② 物理探査（IP法）による高IP異常域
- ③ 物理探査（IP法）による低抵抗異常域
- ④ 物理探査（磁気探査）による中～高異常域
- ⑤ 既存ボーリング調査による鉱化帯

これらの選定理由に基づき実施したボーリング調査の結果、予想されたとおりほとんどのボーリング孔において程度の差はあるものの、酸化銅鉱帯及び硫化銅鉱帯が捕捉された。これらの銅鉱化帯の母岩はLos Cerros Florida層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類であることが多く、しばしば優勢な銅鉱化帯を胚胎することがある。一般に優勢な酸化銅鉱帯は深度60m以浅の地表付近に賦存することが多く、逆に優勢な硫化銅鉱帯は深度50m以深に賦存することが多い。また酸化銅鉱帯と硫化銅鉱帯の間にはしばしば中間帯が存在する。

詳細なデータが得られているのは上記の30孔のうち12孔分であり、残りのボーリング孔の詳細な記載及び検討は次年度の報告書で行うことにする。

詳細なデータを記載した12孔の中で捕捉された主要な鉱化帯は下記のとおりであり、最大規模の鉱化帯は酸化銅鉱帯では深度幅25m（平均品位 1.023%Cu）、硫化銅鉱帯では深度幅29m（平均品位1.021%Cu）である。

ボーリング孔	深 度 範 囲	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
M J C C - 7	0m- 15m ( 15m)	0.673	0.536	0.137	32.23	酸化鉱帯
M J C C - 7	15m- 40m ( 25m)	1.023	0.917	0.106	29.23	酸化鉱帯
M J C C - 7	46m- 54m ( 8m)	0.692	0.492	0.200	31.93	酸化鉱帯
M J C C - 7	125m- 154m ( 29m)	1.021	0.046	0.975	34.07	硫化鉱帯
M J C C - 8	0m- 21m ( 21m)	0.458	0.208	0.250	27.12	酸化鉱帯
M J C C - 10	0m- 45m ( 45m)	0.750	0.532	0.218	30.01	酸化鉱帯
M J C C - 10	45m- 50m ( 5m)	0.748	0.218	0.530	38.06	中 間 帯
M J C C - 10	50m- 105m ( 55m)	0.689	0.037	0.652	36.13	硫化鉱帯

ボーリング孔	深度 範囲	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
M J C C - 11	30m- 32m ( 2m)	1.030	0.945	0.079	32.42	酸化鉱帯
M J C C - 11	38m- 39m ( 1m)	0.910	0.800	0.110	28.44	硫化鉱帯
M J C C - 11	57m- 59m ( 2m)	0.740	0.580	0.160	51.21	中間帯
M J C C - 11	163m- 164m ( 1m)	1.750	0.150	1.600	24.63	酸化鉱帯
M J C C - 12	38m- 40m ( 2m)	0.875	0.810	0.065	7.70	酸化鉱帯
M J C C - 12	57m- 68m ( 11m)	0.409	0.294	0.115	7.43	中間帯
M J C C - 12	79m- 107m ( 28m)	0.409	0.065	0.344	6.43	硫化鉱帯
M J C C - 12	115m- 148m ( 41m)	0.697	0.014	0.683	12.12	硫化鉱帯
M J C C - 13	9m- 17m ( 8m)	1.089	0.848	0.241	23.68	酸化鉱帯
M J C C - 13	20m- 37m ( 17m)	0.744	0.335	0.408	24.13	中間帯
M J C C - 13	45m- 51m ( 6m)	1.168	0.312	0.857	38.10	中間帯
M J C C - 13	59m- 74m ( 15m)	0.472	0.014	0.458	28.78	硫化鉱帯
M J C C - 16	50m- 93m ( 44m)	0.548	0.249	0.299	15.58	中間帯
M J C C - 16	93m- 111m ( 18m)	0.451	0.008	0.443	11.83	硫化鉱帯
M J C C - 17	0m- 8m ( 8m)	0.464	0.201	0.263	13.69	酸化鉱帯
M J C C - 17	11m- 22m ( 11m)	0.531	0.253	0.278	20.53	酸化鉱帯
M J C C - 17	33m- 41m ( 8m)	0.464	0.258	0.206	20.21	酸化鉱帯
M J C C - 17	41m- 55m ( 14m)	0.911	0.573	0.338	22.81	酸化鉱帯
M J C C - 20	6m- 38m ( 32m)	0.454	0.208	0.246	21.63	中間帯
M J C C - 20	55m- 126m ( 71m)	0.407	0.127	0.281	30.35	硫化鉱帯

以上の銅鉱化帯の胚胎母岩は、いずれも酸化鉄鉱物の含有量が非常に多く、“熱水角礫岩”の多くは準鉄鉱石と呼べるものである。このような酸化鉄鉱物と銅鉱床の関係については、さらに多くのデータが揃った時点で検討するべきものであろう。

一方、本調査地域がチリの大構造線（アタカマ断層帯）に隣接していることから推定される鉱床生成との関連についても、今後のデータを待って検討することとする。

## (2) 鉱量計算

① 今回の鉱量計算にあたっては、試錐密度の粗さや地質、構造などの方向性に関するデータの少なさなど多くの課題を残している。

② ブロック品位推定結果には、これらの問題を反映した特徴が顕著に現れている。

③ 現時点ではこのような状況下での品位推定結果から鉱量を集計する段階ではなく、また試みに行った集計でも鉱床評価に結びつく値は得ることができなかった。

④ 深度方向に求めたバリオグラムレンジは、TCu(5-50m)、SCu(5-25m)、ICu(5-60m)であり、水平方向のレンジがこの4倍としても20m~250mである。したがって地球統計的手法を用いた鉱量計算を行うには、水平方向に50m~100m間隔の品位データが必要であらう。

⑤ 将来、当鉱床の経済的評価を含めた鉱量計算のためには、少なくともさらに30~40孔のボーリングデータが必要である。



### (3) 選鉱試験

現地調査の結果を簡単にまとめると、以下のようになる。CIMMは、本部内にSX/EW 装置を保有していないという問題点を除けば、実績も他を抜いて優れており、世界的に見ても高水準の施設と技術を備えており、今後セロネグロ関係の選鉱試験を依頼する場合の第1候補と考える。ただし、現地のいずれの研究施設で試験を実施する場合も、日本でも重要な部分の試験を行い、結果のチェックを行うことが重要である。

研究設備 (まとめ)

名 称	ベンチ スケール	パイロット プラント	技術 スタッフ	装 置	実 績	そ の 他	総合 順位
	FL LIX	FL LIX	FL LIX	FL LIX	FL LIX	CH MIN	
CIMM	○ ○	○ △	○ ○	○ △	◎ ◎	○ ○	1
UDATAC	○ ○	○ △	○ ○	△ △	○ ○	△ △	2
INTEC	○ ○	○ ×	○ △	○ ×	○ ○	○ ○	3
UDCHILE	○ ×	△ ×	○ △	○ ×	○ ×	△ ○	4

註) UDATAC;アタカマ大、UDCHILE;チリ大、FL ; 浮選、  
LIX ; リーチング、◎優良、○良、△やや良、×不良。

### (4) 物理探査

物性測定とIP検層及びIP・磁気異常の再解析を行った結果、高IP・低抵抗異常の原因は磁鉄鉱を伴う黄銅鉱の鉱化帯であると推定した。また、高磁気異常の原因は、黄銅鉱の鉱化作用に随伴した磁鉄鉱の鉱化帯であると推定した。

次に、磁気異常の再解析により、高磁化率帯の分布が明らかになり、その中心部に発達するパイプ状の高磁化率帯が磁鉄鉱の鉱化中心である可能性を指摘した。

## 5-2 第2年次調査への提言

本年度の調査結果とその検討によって得られた結論に基づき、下記のことを第2年次への提言としたい。

### (1) ボーリング調査

今年度の調査により当地域における銅鉱化帯の母岩は、Los Cerros Florida層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類であることが多く、また優勢な酸化銅鉱帯は深度60m以浅の地表付近に、また優勢な硫化銅鉱帯は深度50m以深に賦存することが多いということが明らかになった。

このような知見と、今回の検討対象である12孔のボーリングのうちのM J C C-7, 10で鉱化状況が最も良かったことを考慮に入れると、第2年次調査へのプロポーザルとして以下の点が指摘できる。

- ① M J C C-7, 10付近を中心とした地域において精密ボーリングを実施し、優勢な銅鉱化帯の分布を明らかにする。
- ② Los Cerros Florida層の安山岩類及び“熱水角礫岩”類の分布と銅鉱化帯及びアタカマ断層帯との関係をさらに詳細に検討し、銅鉱化帯の深部への連続性を明らかにする必要がある。

### (2) 鉱量計算

- ① 将来、当鉱床の経済的評価を含めた鉱量計算のためには、少なくともさらに30~40孔のボーリングデータが必要である。
- ② 地質構造・鉱床形態に基づいた異方性を考慮した鉱床品位分布モデル化が必要であり、高能力のコンピュータ及び各種周辺機器の十分な使用も必要となるであろう。

### (3) 選鉱試験

今後必要な選鉱試験の概要は、以下の表に示すとおりである。

第1に必要なのは鉱物学的研究である。これは地質調査の一環として実施されるものではあるが、通常選鉱処理の立場からの研究は内容的にさらに細部にわたるものであり、別途専門的な研究が必要である。

次に、浮選試験の基礎試験が必要である。主として硫化銅鉱石を対象に、最適な選鉱成績を得るための選鉱試薬の選定、磨鉱粒度の選定、その他の浮選条件の選定を行う。混合鉱についてはさらに広範な研究が必要とされることが多い。このテストと4番目のテストとに必要な、鉱床を代表する鉱石サンプルの量は、200~500kgである。このサンプルとしては、ボーリングコアの残試料と、数孔の大口径ボーリングで採取する試料の利用が考えられる。

3番目は、酸化銅鉱石を対象としたリーチングテストである。サイズと浸出率の関係、酸消費量の測定、リーチング液の繰り返しに伴う不純物の蓄積の評価等を行う。カラムの大きさにもよるが、必要な鉱石サンプル量は2~6トンであろう。このサンプルとしては、鉱床上部から採取

することが最も望ましいが、十分な鉱物学的検討結果に基づいて、隣接する小鉱山から採取することも考えられる。

4番目に、以上の結果に基づき総合的な選鉱処理フローシートを検討し、確認するためのテストが必要である。この段階で、例えば混合鉱石を先に浮選で処理し、尾鉱をアジテーションリーチングで再処理するなどのアイデアの検討を行い、総合的に最も有利なフローシートの基本的設計を行う。

5番目は、以上に基づきPRE-F/Sを実施する。この段階で重要な機械装置（ミル、シクナー、フィルター）の設計用データを得るためのテストも行う必要がある。この段階までに必要な時間は、最低10箇月であろう。

6番目には、PRE-F/Sを実証するために必要な規模のパイロット・プラント・テストを行う。この場合、現地にパイロット・プラントを建設する場合と、研究所などの既存の施設を利用する場合が考えられる。既存の施設を利用する場合、最終F/Sまでに必要な時間は順調に行って16箇月程度と予想する。

選鉱試験計画の骨子（提案）

試験項目	SAMPLE	期間													
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	MONTH				
1. MINERALOGICAL STUDY	200~500kg 2~6 ton	—													
2. FLOTATION (BENCH SCALE)		—	—												
3. LEACHING (COLUMN TEST)		—	—												
4. FLOWSHEET DEVELOPMENT	100 ton				—										
5. PRE-FEASIBILITY STUDY						—									
6. PILOT PLANT TEST	100 ton						—								
7. FINAL F/S									—						

(4) 物理探査

今後の探査指針としては、探査対象である当地域の黄銅鉱の鉱化帯が顕著な高I.P・低抵抗を示すことから、

- ① ボーリング孔を利用したBHIPにより鉱化帯の連続性を調べる。
- ② CSAMT法により地下深部における鉱化帯賦存の可能性を調べる。

の2点を提案した。

次に、セロネグロ地域の鉱床は、酸化銅を主体とする表層部の酸化鉱とその下部に存在する黄銅鉱及び磁鉄鉱を主体とする鉱化帯からなっているため、今後この種の鉱床を新地域で探査する場合には以下の物理探査手法が考えられる。

### 第1段階

磁鉄鉱と硫化物の鉱化作用を広域的な調査範囲から抽出するため、空中磁気もしくは空中電磁法により、高磁気異常帯と低抵抗異常帯の分布を把握する。

### 第2段階

第1段階で抽出した高磁気・低抵抗異常帯の評価のため、グラントルースとして、ダイポール・ダイポール法によるIP概査を実施する。

### 第3段階

第2段階の評価結果に基づき、有望な異常についてIP精査を実施する。その結果から最終的に抽出した有望箇所について、地質状況、その他を考慮に入れ、ボーリングによるチェックを行う。ボーリングコアについては、異常源の確認のためコアの物性測定（IP、磁化率）を実施することが肝要である。



第Ⅱ部  
各論



# 第1章 ボーリング調査

## 1-1 目的

本調査は、既存調査資料の総合解析結果から、銅鉱床賦存の可能性が高いと考えられる地区においてコアリングボーリングを実施し、酸化銅鉱床及び硫化銅鉱床の規模並びにその品位を把握することを目的とした。

既存調査資料によれば、Los Cerros Florida山体の地表部に分布する二次富化による酸化銅鉱化帯は、第1鉱化帯～第6鉱化帯に区分される(ENAMI, 1992)。一方、地表物理探査(Geodatos, 1991)ではLos Cerros Florida山体西翼部を南北に延長する低抵抗・高IP異常域が確認されており、Los Cerros Florida山体の下部に硫化銅鉱床が賦存する可能性を示唆している。本調査のボーリング孔は、これらの異常域を包有する形で東西及び南北に配列された(Fig. II-1-1)。

各孔のボーリング座標位置、方向、傾斜及び掘進長は下表のとおりである。

Table II-1-1 掘進実績一覧表

Drill Hole	N	E	H	Dir.	Dip	Depth
MJCC-1	7,103,00.00	374,00.00	1,82.92	-	-90°	221.70m
MJCC-2	7,102,400.81	373,999.82	1,082.92	-	-90°	164.00m
MJCC-3	7,102,620.04	373,799.97	1,081.72	-	-90°	165.00m
MJCC-4	7,102,620.00	373,999.99	1,142.72	-	-90°	191.35m
MJCC-5	7,102,619.68	374,199.78	1,188.66	-	-90°	191.15m
MJCC-6	7,102,770.31	373,799.28	1,057.86	-	-90°	161.35m
MJCC-7	7,102,770.44	373,995.12	1,110.42	-	-90°	200.10m
MJCC-8	7,102,771.62	374,199.88	1,151.26	-	-90°	190.20m
MJCC-9	7,102,920.00	373,899.99	1,057.00	-	-90°	215.10m
MJCC-10	7,102,920.69	374,088.68	1,090.64	-	-90°	160.40m
MJCC-11	7,102,917.18	374,298.81	1,166.16	-	-90°	191.95m
MJCC-12	7,103,070.58	373,899.45	1,052.07	-	-90°	169.30m
MJCC-13	7,103,072.74	374,099.28	1,090.70	-	-90°	240.00m
MJCC-14	7,103,080.40	374,309.22	1,166.74	-	-90°	204.90m
MJCC-15	7,10,00.	37,00.	1,064.38	-	-90°	200.35m
MJCC-16	7,10,00.	37,00.	1,123.45	-	-90°	216.75m
MJCC-17	7,10,00.	37,00.	1,178.85	-	-90°	160.05m
MJCC-18	7,10,00.	37,00.	1,000.	-	-90°	184.85m
MJCC-19	7,10,00.	37,00.	1,000.	-	-90°	165.10m
MJCC-20	7,10,00.	37,00.	1,000.	-	-90°	187.65m
MJCC-21	7,10,00.	37,00.	1,000.	122°	-50°	300.30m
MJCC-22	7,10,00.	37,00.	1,000.	122°	-50°	165.00m
MJCC-23	7,10,00.	37,00.	1,000.	122°	-60°	165.00m
MJCC-24	7,102,538.73	373,954.15	1,113.56	-	-90°	388.30m
MJCC-25	7,102,620.00	374,099.93	1,181.42	-	-90°	225.50m
MJCC-26	7,102,770.12	373,910.36	1,082.43	-	-90°	184.20m
MJCC-27	7,102,770.00	374,099.99	1,126.57	-	-90°	500.00m
MJCC-28	7,102,920.00	374,000.06	1,070.74	-	-90°	198.90m
MJCC-29	7,102,920.00	374,199.96	1,130.81	-	-90°	230.00m
MJCC-30	7,103,075.06	374,200.10	1,144.76	-	-90°	298.00m
計						6,436.45m





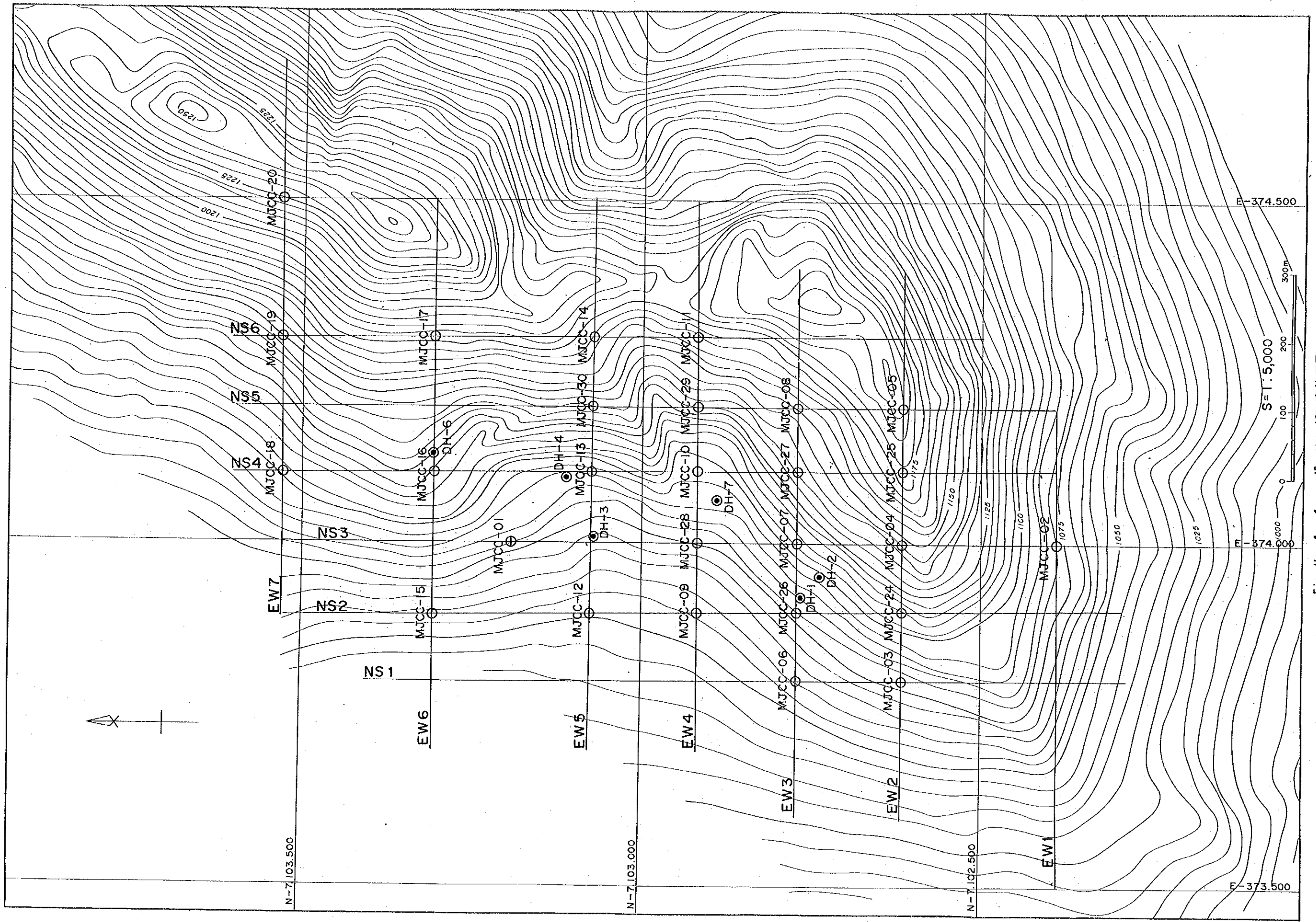


Fig. II-1-1 ボーリング調査位置図



## 1-2 作業状況

ボーリング調査の現地調査期間は平成4年11月7日より平成5年2月26日である。そのうち掘進作業期間は平成4年11月23日より平成5年2月26日であった。掘進作業に使用したボーリング機及び消耗品をTable II-1-2及びTable II-1-3に、掘進作業に使用したボーリング機別の掘進工程表及び掘進実績表をTable II-1-4及びTable II-1-5～Table II-1-16に、それぞれ示した。

ボーリング工事は掘進実績表に示したように孔径NXで実施され、表土・崖錐も含め90.5%～99.7%(平均96.7%)のコア採取率が達成された。掘進能率は地質状況、特に破砕帯及び断裂系付近での逸水により大きく変動し、孔別平均掘進能率は16.96～37.00(m)/(total working day)、全孔の平均は26.07(m)/(total working day)であった(以上は12孔分の統計)。

## 1-3 調査結果

上述したとおりボーリング掘進によるコア採取率は良好であった。これらの採取されたコアについては、全コアのカラー写真撮影及び肉眼鑑定を実施し、さらに物理探査用試料採取及び鉍石分析用試料採取を行なった。試料採取後の残試料は4mごとに蓋付き木箱に収納し現地倉庫に保存した。

ボーリングコアの肉眼鑑定では、縮尺1/200のボーリング柱状図を作成した。さらに要約として縮尺1/1,000ボーリング柱状図を作成し、巻末付図Aに示した。各ボーリング孔の地質状況・鉍化変質状況については孔別記載の項目で詳細に述べる。

ボーリングコア観察に際しては、必要と思われる鉍石及び岩石試料を採取し、薄片観察及び研磨片観察を行うことにより、ボーリング柱状図並びにボーリング断面図の解析の参考とした。

鉍石分析に際しては、全コアを1m単位で半砕し分析試料とした。分析結果の一覧表を巻末付表Dに、分析結果グラフを巻末付図Bに図示した。

Table II - 1 - 2 掘進使用機器一覽表

ITEM	SPECIFICATION	QUANTITY	COMMENT
DRILLING MACHINE	ONRAM-1000	1	
	JOY-22	1	
	LY-34	1	
	DIAMEC-260	1	
	LY-44	1	
DRILLING PUMP	ROYAL BEANS	6	
BOWSER		2	
SHEAR LEGS		6	
DRILL RODS	NX	450	@-300metres
CORE BARREL	NX	21	
CASING	NX	90	@-300metres

Table II - 1 - 3 掘進使用消耗品一覽表

ITEM	SPECIFICATION	QUANTITY	COMMENT
DIAMOND BIT	NX	36	
REAMING SHELL	NX	6	
CORE SPRING	NX	85	
BASKET	NX	53	
CEMENT		72	SACKS
BENTHONITE		415	SACKS
C. M. C.		34	Kg
POLY-PLUS		48.5	Kg
DIESEL		13,615	Litres
GASOLINE		1,561	Litres
OIL		390	Litres
GREASE		113	Kg



Table II-1-5 掘進実績表 (MJCC-6)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	DEC. 02	0.5	0.5	0	1.5
DRILLING	DEC. 03-DEC. 07	4.5	4.5	0	27
DEMOBILIZATION	DEC. 07	0.5	0.5	0	1.5
T O T A L	DEC. 02-DEC. 07	8.0	8.0	0	30
DEPTH PLANNED	160.00m			DEPHT DRILLED	161.35m
OVERBURDEN	6.00m				
CORE LENGTH	159.75m			CORE RECOVERY	99.0 %
C A S I N G	NX 6.20m				
DRILLING SPEED	35.94m /DRILLING DAY				
	29.33m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-6 掘進実績表 (MJCC-7)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	NOV. 30	0.5	0.5	0	2
DRILLING	NOV. 30-DEC. 10	10.0	10.0	0	40
DEMOBILIZATION	DEC. 10	0.5	0.5	0	2
T O T A L	NOV. 23-NOV. 29	11.0	11.0	0	44
DEPTH PLANNED	200.00m			DEPHT DRILLED	200.10m
OVERBURDEN	0.00m				
CORE LENGTH	195.75m			CORE RECOVERY	97.8 %
C A S I N G	NX 3.10m				
DRILLING SPEED	20.01m /DRILLING DAY				
	18.19m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-7 掘進実績表 (MJCC-8)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	JUN. 09	0.5	0.5	0	1
DRILLING	JUN. 11-JUN. 16	7.0	7.0	0	24
DEMOBILIZATION	JUN. 17	0.5	0.5	0	1
T O T A L	JUN. 09-JUN. 17	8.0	8.0	0	26
DEPTH PLANNED	150.00m			DEPHT DRILLED	190.20m
OVERBURDEN	12.00m				
CORE LENGTH	175.51m			CORE RECOVERY	92.3 %
C A S I N G	NX 12.35m				
DRILLING SPEED	27.17m /DRILLING DAY				
	23.78m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-8 掘進実績表 (MJCC-10)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	JUN. 13	0.5	0.5	0	2
DRILLING	JUN. 13-JUN. 19	4.5	4.5	0	27
DEMobilIZATION	JUN. 19	0.5	0.5	0	1
T O T A L	JUN. 13-JUN. 19	5.5	5.5	0	30
DEPTH PLANNED	190.00m			DEPHT DRILLED	160.40m
OVERBURDEN	0.00m				
CORE LENGTH	158.95m			CORE RECOVERY	99.7 %
C A S I N G	NX 0.00m				
DRILLING SPEED	26.73m /DRILLING DAY				
	22.91m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-9 掘進実績表 (MJCC-11)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	JAN. 06	0.5	0.5	0	2
DRILLING	JAN. 06-JAN. 13	7.0	7.0	0	42
DEMobilIZATION	JAN. 13	0.5	0.5	0	4
T O T A L	JAN. 06-JAN. 13	8.0	8.0	0	48
DEPTH PLANNED	160.00m			DEPHT DRILLED	191.95m
OVERBURDEN	6.00m				
CORE LENGTH	182.95m			CORE RECOVERY	95.3 %
C A S I N G	NX 6.00m				
DRILLING SPEED	27.42m /DRILLING DAY				
	23.99m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-10 掘進実績表 (MJCC-12)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	NOV. 23	1.0	1.0	0	4
DRILLING	NOV. 23-DEC. 02	8.5	8.5	0	51
DEMobilIZATION	DEC. 02	0.5	0.5	0	2
T O T A L	NOV. 23-DEC. 02	10.0	10.0	0	57
DEPTH PLANNED	150.00m			DEPHT DRILLED	169.30m
OVERBURDEN	12.00m				
CORE LENGTH	153.15m			CORE RECOVERY	90.5 %
C A S I N G	NX 12.30m				
DRILLING SPEED	19.91m /DRILLING DAY				
	16.96m /TOTAL WORKING DAY				



Table II-1-11 掘進実績表 (MJCC-13)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	NOV. 23	0.5	0.5	0	2
DRILLING	NOV. 23-NOV. 29	6.0	6.0	0	24
DEMobilIZATION	NOV. 29	0.5	0.5	0	2
T O T A L	NOV. 23-NOV. 29	7.0	7.0	0	28
DEPTH PLANNED	190.00m			DEPHT DRILLED	240.00m
OVERBURDEN	0.00m				
CORE LENGTH	233.32m			CORE RECOVERY	97.2 %
C A S I N G	NX 3.00m				
DRILLING SPEED	40.00m /DRILLING DAY				
	34.28m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-12 掘進実績表 (MJCC-14)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	DEC. 08-DEC. 09	1.5	1.5	0	9
DRILLING	DEC. 10-DEC. 17	7.5	7.5	0	45
DEMobilIZATION	DEC. 18	1.5	1.5	0	6
T O T A L	DEC. 09-DEC. 18	10.5	10.5	0	60
DEPTH PLANNED	160.00m			DEPHT DRILLED	204.90m
OVERBURDEN	6.00m				
CORE LENGTH	200.95m			CORE RECOVERY	98.1 %
C A S I N G	NX 6.00m				
DRILLING SPEED	27.32m /DRILLING DAY				
	19.51m /TOTAL WORKING DAY				

Table II-1-13 掘進実績表 (MJCC-16)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	DEC. 17	0.5	0.5	0	4
DRILLING	DEC. 17-JUN. 10	6.0	6.0	18	36
DEMobilIZATION	JUN. 10	0.5	0.5	0	2
T O T A L	DEC. 17-JUN. 10	7.0	7.0	18	42
DEPTH PLANNED	215.00m			DEPHT DRILLED	216.75m
OVERBURDEN	3.00m				
CORE LENGTH	208.30m			CORE RECOVERY	96.1 %
C A S I N G	NX 3.00m				
DRILLING SPEED	36.13m /DRILLING DAY				
	30.96m /TOTAL WORKING DAY				

Table II - 1 - 14 掘進実績表 (MJCC-17)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	DEC. 11	0.5	0.5	0	2
DRILLING	DEC. 12-DEC. 16	4.5	4.5	0	27
DEMobilIZATION	DEC. 16	0.5	0.5	0	1
T O T A L	DEC. 11-DEC. 16	5.5	5.5	0	30
DEPTH PLANNED	200.00m			DEPHT DRILLED	160.05m
OVERBURDEN	0.00m				
CORE LENGTH	159.45m			CORE RECOVERY	99.6 %
C A S I N G	NX 3.00m				
DRILLING SPEED	35.57m /DRILLING DAY				
	29.10m /TOTAL WORKING DAY				

Table II - 1 - 15 掘進実績表 (MJCC-18)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	DEC. 05	0.5	0.5	0	6
DRILLING	DEC. 05-DEC. 09	4.0	4.0	0	24
DEMobilIZATION	DEC. 10	0.5	0.5	0	3
T O T A L	NOV. 22-NOV. 29	5.0	5.0	0	33
DEPTH PLANNED	200.00m			DEPHT DRILLED	184.85m
OVERBURDEN	6.75m				
CORE LENGTH	179.40m			CORE RECOVERY	97.1 %
C A S I N G	NX 6.75m				
DRILLING SPEED	46.20m /DRILLING DAY				
	37.00m /TOTAL WORKING DAY				

Table II - 1 - 16 掘進実績表 (MJCC-20)

	PERIOD	NO. OF DAYS	WORKING DAY	DAY OFF	NO. OF WORKERS
MOBILIZATION	DEC. 11	0.5	0.5	0	2
DRILLING	DEC. 11-DEC. 17	6.0	6.0	0	24
DEMobilIZATION	DEC. 10	0.5	0.5	0	2
T O T A L	NOV. 22-NOV. 29	7.0	7.0	0	28
DEPTH PLANNED	220.00m			DEPHT DRILLED	187.65m
OVERBURDEN	8.55m				
CORE LENGTH	182.70m			CORE RECOVERY	97.4 %
C A S I N G	NX 8.55m				
DRILLING SPEED	31.28m /DRILLING DAY				
	26.81m /TOTAL WORKING DAY				

## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔はMJCC-7の西方200mに位置する。MJCC-7周辺では地表物理探査 (Geodatos, 1991) により鉍化帯3 (ENAMI, 1991) が西方に連続する事が推定される。この鉍化帯の西方延長を把握する事を目的とした。

## (2) 結果概略

本孔は赤鉄鉍・磁鉄鉍礫からなる崩落層 (深度: 0m~11m)、安山岩質溶岩・角礫岩・凝灰岩 (深度: 11m~54m)、安山岩質”熱水角礫岩” (深度: 54m~78m) 及び無斑晶質安山岩溶岩 (深度: 78m~161.15m) から構成され、深度40m以深に連続して微弱な銅鉍化が認められる。

本孔の座標及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N	7,102,770.31	方向:---
E	373,799.28	傾斜:-90°
H	1,057.86	深度:161.35m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 安山岩質溶岩・凝灰角礫岩・凝灰岩 (深度: 11m~54m)

安山岩質溶岩は無斑晶質及び斜長石斑状のものであり、凝灰角礫岩・凝灰岩は同質と考えられるが、強度の破碎と熱水変質を受けており、原岩の同定は困難であることが多い。

## ② 安山岩質”熱水角礫岩” (深度: 54m~178m)

本岩は安山岩を石質角礫とし、角礫の間隙を鉄酸化鉍物が網状脈~細脈状に充填した産状を呈し、周辺母岩にも鉄鉍染を及ぼしている。安山岩は帯緑灰色~帯褐灰色で塊状~角礫状を呈する。鉄酸化鉍物は赤鉄鉍であるが、二次的に褐鉄鉍化している部分も見られる。また熱水溶液の通路と考えられる小孔も観察される (深度: 65m±)。

## ③ 無斑晶質安山岩溶岩 (深度: 78m~161.15m)

本岩は灰色塊状の無斑晶質溶岩であり、石基には余り磁鉄鉍を伴わない。溶岩流の境界部ではアミグダル組織を呈する (深度: 79m±, 148m±, 159m±)。また熱水溶液の通路と考えられる小孔が多数観察される (深度: 110m±, 130m±, 140m±, 150m±)。

## (2) 変質・変形

地表からの酸化作用は割れ目沿いに多くみられ、深度約70mにまで達する。また地表付近の割

れ日には石膏が多く観察される。熱水による変質は白色粘土化変質（深度：10m～50m）及び珪化変質（深度：30m～55m）の他に、割れ目沿いの小範囲の褐色変質も認められる（深度：75m～150m）。

### 3. 鉍化作用

#### (1) 全般

銅鉍化作用は深度40m以深に認められるが、全般に微弱である。鉄鉍化作用は深度55m以深に見られる。その特徴は下記のとおりである。

深 度	酸化銅鉍	硫化銅鉍	赤 鉄 鉍	磁 鉄 鉍	黄 鉄 鉍
0.00～39.00m					粘土化
39.00～46.00m	・ 割れ目	△ 鉍 染			珪化
46.00～55.00m		・ 鉍 染			
55.00～78.00m		・ 鉍 染	◎ 網状脈		
78.00～161.00m		・ 鉍 染	△ 細 脈	△ 細 脈	・ 鉍 染

#### (2) 各論

##### ① 酸化鉍帯

深度39m～46m(1015mL)には孔雀石を主とする酸化銅鉍が存在する。孔雀石は熱水変質した安山岩質凝灰角礫岩の割れ目に細脈状に鉍染しているが、角礫の内部には鉍染しない。

##### ② 硫化鉍帯

特に硫化銅鉍帯と呼べる鉍化作用は認められない。ただし深度125m±及び160m±では、黄銅鉍・黄鉄鉍の微弱な鉍染が安山岩石基・アミグダル・磁鉄鉍細脈中に認められる。

### 4. 鉍石分析結果

Cu品位に基づき1箇所の鉍化帯が捕捉された。その区間深度・平均品位及び鉍化タイプは下記のとおりである。

鉍 化 帯	深 度 (区 間)	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	39.00～46.00m(7.00m)	0.423	0.081	0.341	8.45	中間帯
合 計	37.00～133.00m(97.00m)	0.140	0.023	0.117	17.83	

## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔は鉍化帯3 (ENAMI, 1992) に位置し、周辺の地表部には多量の赤鉄鉍を伴う“熱水角礫岩”が分布する。また地表物理探査 (Geodatos, 1991) では、低抵抗・高IP帯に分類され、また高磁気異常帯の東縁にあたる。これらのことから二次富化酸化銅鉍帯及び硫化銅鉍帯の賦存状況を確認することを目的とした。

## (2) 結果の概略

本孔は安山岩質“熱水角礫岩”(深度: 0.0m~156.4m)及び無斑晶質安山岩溶岩(深度: 156.4m~200.1m)から構成され、“熱水角礫岩”上部(深度: 0m~55m)に酸化銅鉍体(品位: 最大1.6%Cu)が、同下部(深度: 125m~160m)に硫化銅鉍体(品位: 最大1.4%Cu)が確認された。

本孔の座標及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N:	7,102,770.44	方向: ---
E:	373,995.12	傾斜: -90°
H:	1,110.42	深度: 200.00m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 安山岩質“熱水角礫岩”(深度: 0.0m~156.4m)

本岩は安山岩を石質角礫とし、角礫の間隙を鉄酸化鉍物が網状脈~細脈状に充填する産状を呈する。部分的には(例えば深度: 42m±)、緻密質の鉄鉍石様の産状を呈する。安山岩角礫は緑灰色の無斑晶質安山岩を主体とし、斑状斜長石安山岩(深度: 35m±, 100m±)や安山岩質層状凝灰岩(深度: 60m±)を伴う。

鉄酸化鉍物は上部(深度: 85m以浅)では赤鉄鉍(鏡鉄鉍)、中部(深度: 85m~130m)では赤鉄鉍+磁鉄鉍、下部(深度: 130m以深)では主として磁鉄鉍である。上中部では赤鉄鉍化作用により角礫岩片が赤色~赤褐色に変色している。

## ② 無斑晶質安山岩溶岩(深度: 156.4m~200.1m)

本岩は暗灰色塊状の無斑晶質溶岩であり、石基に微粒の磁鉄鉍を多く含むことが特徴的である。溶岩流の境界部ではアミグダル組織を呈する(深度: 160m±, 181m±)し、厚さは23m及び20m

+のフローユニットが識別される。また熱水溶液の通路と考えられる小孔も観察される（深度：165m±）。

## (2) 変質・変形

地表からの酸化作用は、割れ目沿いに多くみられ、深度約60mにまで達する。鉍化変質後の特記すべき変形作用は認められない。

## 3. 鉍化作用

### (1) 全般

銅鉍化・鉄鉍化作用は、地表部より孔底まで連続して観察される。その特徴は下記のとおりである。

深 度	酸化銅鉍	硫化銅鉍	赤 鉄 鉍	磁 鉄 鉍	黄 鉄 鉍
0.00～ 55.00m	◎ 割れ目		◎ 網状脈		
55.00～ 85.00m	△ 鉍 染	△ 鉍 染	◎ 網状脈		
85.00～125.00m	△ 鉍 染	△ 鉍 染	○ 網状脈	○ 網状脈	・ 鉍 染
125.00～160.40m		◎ 鉍 染		◎ 網状脈	○ 鉍 染
160.00～200.00m		△ 鉍 染		○ 鉍 染	△ 鉍 染

### (2) 各論

#### ① 酸化鉍帯

地表部から深度55m(1050mL)間には孔雀石を主とする酸化銅鉍体が存在する。孔雀石は、安山岩質角礫の割れ目に細脈状に鉍染しているが、角礫の内部には鉍染しない。共存する鉄鉍物は鏡鉄鉍である。

#### ② 硫化鉍帯

深度125m～160m(975 - 940mL)間には黄銅鉍を主とする硫化銅鉍体が存在する。黄銅鉍は、黄鉄鉍と共存し、磁鉄鉍を主とする網状脈中に胚胎するが、安山岩質角礫中には鉍染しない。鉍物組み合わせは中心部では（黄銅鉍＞黄鉄鉍）＜＜（磁鉄鉍＞＞赤鉄鉍）であるが、上下の周縁部に向かって（黄鉄鉍＞黄銅鉍）＜＜＜（赤鉄鉍＞＞磁鉄鉍）に移行する。

## 4. 鉍石分析結果

Cu品位に基づき5箇所の鉍化帯が捕捉された。それらの区間深度、平均品位及び鉍化タイプは下記のとおりである。

鉍化帯	深 度 (区 間)	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0.00~15.00m(15.00m)	0.673	0.536	0.137	32.23	酸化鉍帯
B	15.00~40.00m(25.00m)	1.023	0.917	0.106	29.23	酸化鉍帯
C	46.00~54.00m(8.00m)	0.692	0.492	0.200	31.93	酸化鉍帯
D	76.00~107.00m(31.00m)	0.306	0.080	0.226	25.89	中間帯
E	125.00~154.00m(29.00m)	1.021	0.046	0.975	34.07	硫化鉍帯
鉍化帯計	(鉍化部) (108.00m)	0.744	0.359	0.385	30.19	
全孔計	0.00~154.00m(154.00m)	0.544	0.250	0.294	32.23	

## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔の実施理由もMJCC-11と類似しており、本孔周辺の地表での赤鉄鉱（鏡鉄鉱）を伴う“熱水角礫”の分布と、かつ地表物理探査（Geodatos, 1991）で捕捉された低比抵抗・高IP帯の東縁部に位置していることから、下部での酸化銅鉱帯及び硫化銅鉱帯の賦存状況の確認を目的とした。また、MJCC-11と同様に、本年度の調査対象となっているCerro Florida西部の鉱化帯と東部のそれとの連続・発展についての調査の意義も大きい。

## (2) 結果の概略

本孔は主として安山岩質“熱水角礫”帯（深度：0.00m～13.50m）、無斑晶質安山岩（深度：13.50～50.60m他）及び班状斜長石安山岩（深度：50.60m～111.50m他）と細粒の安山岩質凝灰岩・角礫凝灰岩（深度：50.60m～58.60m）から構成される。本孔の上部から孔底にわたって鉱化作用は認められるが、その程度は一部を除き弱い。また、本孔はほとんど酸化銅帯及び中間帯からなり、その分布は多分MJCC-11と同様に本孔を通る構造線に影響を受けた可能性が強い。

本孔の座標及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N:	7,102,771.62	方向：---
E:	374,199.88	傾斜：-90°
H:	1,151.26	深度：190.20m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 安山岩質“熱水角礫”帯（深度：0.00m～13.30m）

安山岩（細粒の安山岩質凝灰岩あるいは無斑晶質安山岩）を母岩とした鉄酸化鉱物の網状帯である。角礫化の強い箇所では、ほとんどが赤鉄鉱（鏡鉄鉱）から構成され、暗褐色を呈している。本孔でも安山岩の角礫の種類は、班状斜長石安山岩は一部で認められるに留まり、灰色の無斑晶質安山岩を主体としている。酸化作用が顕著である。

## ② 無斑晶質安山岩（深度：13.50m～50.60m）

暗灰色～暗褐色を呈し、破碎化を蒙っているが初生的には塊状の無斑晶質安山岩である。破碎化により発達した亀裂沿いに弱い赤鉄鉱化作用が認められ、この赤鉄鉱化作用のためか本岩の磁性は弱い。また、本岩の上部（深度：14.60m～18.00m）にはアミグダル組織が認められ、溶岩



流の単元の存在を示唆している。

③ 斑状斜長石安山岩（深度：50.60m～111.50m）

灰色～暗灰色、塊状で本岩の上部にアミグダル組織（深度：60.00m～70.00m）を有し、これから推定される一単元の溶岩流の厚さは数m程度と薄く、一部に無班晶質安山岩も挟在される。稀に、本岩の割れ目を充填した孔雀石のほか、アミグダル組織中に微量の孔雀石が生成されることもある。本岩でも、破碎部では赤鉄鉱化作用が散見される。

④ 無班晶質安山岩（深度：115.50m～128.00m）

本岩は上記の②と基本的には同じ岩相を示すが、本岩の方が角礫化した部位が目立つ。特に、本岩の上半分でその傾向が強い。

⑤ 班状斜長石安山岩（深度：128.00m～168.00m）

本岩も基本的には③と同質の岩相を示す。ただ、③で認められたようなアミグダル組織は本岩中では認められない。また、本岩の深度137.00m～140.50m間には注目すべき破碎帯が存在し、これの上下でのやや大きい岩層の変移が推定できる。

⑥ 無班晶質安山岩（及び班状斜長石安山岩）（深度：168.00m～190.20m）

②、④及び③、⑤にそれぞれ類似の岩相を示す。ただ、無班晶質安山岩では、黄鉄鉱や黄銅鉱で充填されるアミグダル組織が特徴的である。

⑦ 変質・変形

本孔を特徴づける変質作用はM J C C - 11と同様に地表から断続して認められる酸化作用である。これは、しばしば破碎化と一緒に認められ、深部では弱化する傾向はあるが、孔底（深度：190.20m）まで達する。しかし、特記される鉱化・変質作用後の変形作用の形跡は認められない。

3. 鉱化作用

(1) 全般

鉱化作用はほぼ全孔にわたって認められるが、M J C C - 11と同様にその程度は弱い。しかし、銅鉱のタイプにより各深度における鉱化作用の産状を区分すると、下記のとおりである。

深 度	酸化銅鉱	硫化銅鉱	赤 鉄 鉱	磁 鉄 鉱	黄 鉄 鉱
0.00～24.00m	△ 鉱 染	△ 鉱 染	◎ 網状脈	・ 網状脈	・ 鉱 染
24.00～106.00m	・ 割れ目	・ 鉱 染	◎ 網状脈	○ 網状脈	・ 鉱 染
106.00～190.20m	・ 割れ目	・ 鉱 染	○ 網状脈	◎ 網状脈	・ 鉱 染

本孔の上部（深度：0.00m～21.00m）で弱い酸化銅鉱帯を認められたが、それ以深では微弱のまま孔底（深度：190.20m）に至る。

## (2) 各論

### ① 酸化鉍帯

深度0.00～21.00m(1,150 - 1,130mL)間には、少量の孔雀石を主とする酸化銅鉍帯が存在する。孔雀石は安山岩質“熱水角礫”帯及び無班晶質安山岩に弱い鉍染状で生じている。他の孔と同様に、これと共存する鉄鉍物は鏡鉄鉍である。この酸化銅鉍帯は、本孔の各所で認められる破碎化を伴う酸化作用と併せ考えると、その出現する深度から多分に構造線に規制された性格の強いものと考えられる。

### ② 中間帯

深度21.00～190.20m(1,130 - 960mL)間には、その程度は弱いながら、酸化銅鉍と硫化銅鉍の混合からなる中間帯が発達している。この中間帯も深度に関係なく酸化銅鉍が出現することから、M J C C - 11と同じく構造線の規制を受けて生成された可能性が強い。認められた硫化鉍物の量比は本孔全般にわたり、黄銅鉍<黄鉄鉍であり、黄鉄鉍が卓越している。本孔では硫化銅鉍帯の発達範囲は狭く、かつその程度も微弱に留まる。

## 4. 鉍石分析結果

注目すべき銅鉍化帯の捕捉には至らなかったが、孔の上部で捕捉された酸化銅鉍帯の区間、平均品位及び鉍化タイプを示せば下記のとおりである。

鉍化帯	深 度 (区 間)	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	0.00～ 21.00m( 21.00m)	0.458	0.208	0.250	27.12	酸化鉍帯
鉍化帯計	( 21.00m)	0.458	0.208	0.250	27.12	
全 孔 計	0.00～190.20m(190.20m)	0.152	0.045	0.106	18.10	

## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔の周辺の地表には赤鉄鉱（鏡鉄鉱）を伴う“熱水角礫”が分布し、また、地表物理探査（Geodatos, 1991）では、低抵抗・高IP帯のほぼ中心部に位置している。これらのことから、二次富化酸化銅鉱帯及び硫化銅鉱帯の賦存状況を確認することを目的として実施した。

## (2) 結果の概略

本孔を構成する岩石は安山岩質角礫岩（深度：0.00m～51.90m）、安山岩質“熱水角礫”岩（深度：51.90m～119.70m）及び局部的にアミグダルを含む無斑晶質安山岩溶岩（深度：119.70～160.40m）である。

安山岩質角礫岩（深度：0.00m～51.90m）では酸化銅鉱帯（品位：0.750%Cu）が、下位の安山岩質“熱水角礫”岩（深度：51.90m～119.70m）では硫化銅鉱帯（品位：0.698%Cu）が確認された。また、酸化銅鉱帯と硫化銅鉱帯が混合する中間帯（品位：0.748%Cu）も認められた。

本孔の座標及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N:	7,102,920.69	方向：---
E:	374,088.68	傾斜：-90°
H:	1,090.64	深度：160.40m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 安山岩質角礫岩（深度：0.00m～51.90m）

本岩は、無斑晶質安山岩を主体とし、部分的にアミグダル組織を有する同質の角礫を伴う灰色～暗灰色の角礫岩である。一部に鏡鉄鉱-磁鉄鉱±石英の網状脈が発達する。

本岩の中部（深度：13.30m～16.00m）及び下部（深度：37.20m～46.40m）では赤鉄鉱化作用を蒙り、褐色～赤褐色を呈し、ほぼ全般に酸化銅鉱が亀裂に生成されている。特に深度37.50m付近では鉱染状の濃集部が認められる。

黄鉄鉱の鉱染は本岩の最下部に少量認められるのみである。

## ② 安山岩質“熱水角礫”岩（深度：51.90m～119.70m）

無斑晶質安山岩及び同質のアミグダル組織を有する角礫岩の間隙を鏡鉄鉱-磁鉄鉱-黄鉄鉱±黄銅鉱が充填している。基質部の量比は変化に富み、その量を減じて安山岩質角礫岩に漸移する箇所（深度：64.00m±, 110.00m±）や、またその逆の箇所（深度：88.00m付近）も認められる。

黄銅鉱は本岩、全般にわたり岩片及び基質部に鉱染状に認められる。

③ 無斑晶質安山岩（深度：119.70～160.40m）

本岩は灰色～暗灰色を呈する塊状の無斑晶質安山岩溶岩で、アミグダル組織が各所に認められる。このアミグダル組織の発達部位を溶岩流の上部及び下底部と仮定すると、本岩は数m～10数mの厚さの溶岩流から構成されていることになる。

本岩には、ほぼ全般に少量の黄鉄鉱及び黄銅鉱の鉱染が認められる他、アミグダル組織を充填する二次鉱物として、黄鉄鉱－黄銅鉱－石英が形成されている。

(2) 変質・変形

表層部の酸化作用（赤鉄鉱化作用）は①安山岩質角礫岩の中部及び下部に局所的に発達しており、深度約50mに達する。また、硫化銅鉱帯に随伴して特記されるような変質作用は認められず、また、鉱化作用後の大きな変質作用を覆った形跡も認めることはできない。

3. 鉱化作用

(1) 全般

銅鉱化作用は地表部から孔底までその程度は変動するが、連続している。

各深度における鉱化作用の産状は下記のとおりである。

深 度	酸化銅鉱	硫化銅鉱	赤 鉄 鉱	磁 鉄 鉱	黄 鉄 鉱
0.00～ 45.00m	○ 割れ目		◎ 網状脈		
45.00～ 50.00m	△ 割れ目	△ 鉱 染	◎ 網状脈	△ 網状脈	・ 鉱 染
50.00～105.00m		◎ 鉱 染	○ 網状脈	◎ 網状脈	△ 鉱 染
105.00～160.40m		△ 鉱 染	・ 網状脈	○ 網状脈	△ 鉱 染

(2) 各論

① 酸化鉱帯

地表部から深度45m(1,045 mL)間には、孔雀石を主とする酸化鉱化帯が発達する。

孔雀石は安山岩質熱水角礫帯の割れ目に細脈状で産するが、角礫の内部には存在しない。共存する鉄鉱物は鏡鉄鉱である。

② 硫化鉱帯

深度50.00～105m(1,040 - 985 mL)間には、黄銅鉱を主とする硫化銅鉱体が存在する。黄銅鉱は黄鉄鉱と共存し、磁鉄鉱を主とする熱水角礫中に鉱染状に胚胎する。しかし、安山岩質角礫中には産しない。構成鉱物の量比は（黄銅鉱>黄鉄鉱）<<（磁鉄鉱）>>赤鉄鉱）であるが、下部

の周辺に向かって（黄銅鉱<黄鉄鉱）<<<（磁鉄鉱>>赤鉄鉱）に移行する。

①及び②の間には酸化銅鉱と硫化銅鉱の混合からなる中間帯（深度：45.00～50.00m）が存在する。

#### 4. 鉱石分析結果

捕捉された鉱化帯は生成機構及び構成鉱物にもとづき、4区分できる。

その区間深度、平均品位及び鉱化タイプは下記のとおりである。

鉱化帯	深 度 (区 間)	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
A	0.00～45.00m(45.00m)	0.750	0.532	0.218	30.01	酸化鉱帯
B	45.00～50.00m(5.00m)	0.748	0.218	0.530	38.06	中間帯
C	50.00～105.00m(55.00m)	0.689	0.037	0.652	36.13	硫化鉱帯
D	105.00～160.40m(55.40m)	0.155	0.011	0.144	21.93	(硫化鉱帯)
鉱化帯計	0.00～105.00m(105.00m)	0.706	0.256	0.449	33.12	
全孔計	0.00～160.40m(160.40m)	0.513	0.171	0.342	29.09	

## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔の周辺の地表には赤鉄鉱（鏡鉄鉱）を伴う“熱水角礫”が分布し、かつ、地表物理探査（Geodatos, 1991）で捕捉された低抵抗・高IP帯の東縁部に位置していることから、下部での酸化銅鉱帯及び硫化銅鉱帯の賦存状況の確認を目的とした。また、本年度の調査対象となっているCerro Florida西部の鉱化帯が東部へ如何に連続・発展するか調査でも実施の意義の大きい孔である。

## (2) 結果の概略

本孔は安山岩質“熱水角礫”帯（深度：0.00m～13.30m）、無班晶質安山岩（深度：13.30m～65.00m）及び安山岩質角礫岩（深度：65.00m～191.95m）から構成される。本孔の上部から孔底にわたって鉱化作用は認められるが、その程度は一部を除き弱い。また、本孔には酸化銅帯、中間帯及び硫化銅帯が認められるが、その分布は本孔を通る構造線の影響を大きく受けた可能性が強い。

本孔の座標系及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N:	7,102,917.18	方向：---
E:	374,298.81	傾斜：-90°
H:	1,166.15	深度：191.95m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 安山岩質“熱水角礫”帯（深度：0.00m～13.30m）

安山岩を母岩とした鉄酸化銅物の網状～細脈帯である。角礫化の強い箇所ではほとんどが鉄酸化銅物（鏡鉄鉱）から構成される。安山岩の角礫の種類は、灰色の無班晶質安山岩を主体とし、副次的に班状斜長石安山岩や安山岩質凝灰岩を伴う。

## ② 無班晶質安山岩（深度：13.30m～65.00m）

暗灰色～暗褐色、塊状の無班晶質安山岩であり、石基に多量の微粒赤鉄鉱（磁鉄鉱後か）を含むことを特徴としている。しばしば、細粒の安山岩質凝灰岩の薄層（厚さ：～3m）と“熱水角礫”を伴う。本岩は全般に中程度の破碎化と酸化作用を蒙っている。

## ③ 安山岩質角礫岩（深度：65.00m～191.95m）

緑灰色～暗灰色を呈し、構成岩石は主として無班晶質安山岩の角礫化したものであるが、班状

斜長石安山岩の角礫も部分的に認められる。また、細粒の安山岩質凝灰岩及び安山岩質角礫凝灰岩も挟在され、これらの火山碎屑岩はしばしば酸化作用をうけて赤鉄鉱の生成を伴うことが多い（例えば、深度：136.60m～142.10m）。さらに、本岩中には赤褐色の安山岩質“熱水角礫”も挟在され（例えば、深度：156.00m～163.20m）、その割れ目に孔雀石を伴うこともある。

#### ④ 変質・変形

本孔を特徴づける変質作用は地表から断続して認められる酸化作用である。これはしばしば破砕化と一緒に認められ、孔底（深度：191.95m）まで達する。また、弱珪化帯も安山岩質角礫岩の深度125.00m付近に確認された。しかし、特記される鉱化・変質作用の変形作用は認められない。

### 3. 鉱化作用

#### (1) 全般

鉱化作用はほぼ全孔にわたって認められるが、その程度は弱い。深度30.00～60.00mまでは酸化銅鉱が孔底まで連続している。しかし、経済観点からは考慮の対象となる箇所は局部的に留まる。

各深度における鉱化作用の産状は下記のとおりである。

深 度	酸化銅鉱	硫化銅鉱	赤 鉄 鉱	磁 鉄 鉱	黄 鉄 鉱
0.00～ 30.00m		・ 鉱 染	◎ 網状脈	・ 網状脈	・ 鉱 染
30.00～ 58.00m	△ 割れ目	・ 鉱 染	◎ 網状脈	△ 網状脈	・ 鉱 染
58.00～104.00m		△ 鉱 染	○ 網状脈	○ 網状脈	△ 鉱 染
104.00～191.95m	・ 割れ目	・ 鉱 染	・ 網状脈	◎ 網状脈	・ 鉱 染

#### (2) 各 論

##### ① 酸化銅帯

深度30.00～58.00m (1,170 - 1,100mL) 間には、孔雀石を主とする酸化銅帯が存在する。孔雀石は無斑晶質安山岩の割れ目に細粒状で産するが、角礫の内部には存在しない。共存する鉄鉱物は鏡鉄鉱である。この酸化銅帯は、本孔の各所で認められる破砕化を伴う酸化作用と関連して認められ、また、その出現する深度からも多分に構造線の規制を受けて生成された可能性が強い。

##### ② 中間帯

深度104.00～191.95m (1,060 - 975mL) 間には、酸化銅帯と硫化銅帯の混合からなる中間帯が発達している。しかし、その鉱化作用の程度は弱い。この中間帯も上記の酸化銅帯と同様に本

孔の各所で認められている破碎化を伴う酸化作用と併せて考えると、その出現する深度からも多分に構造線の規制を受けて生成された可能性が強い。

### ③ 硫化鉱帯

地表部から30.00m (1,170 - 1,140mL) 間及び58.00~104.00m間 (1,100 - 1,060mL) 間には酸化銅鉱の生成はほとんど認められず、黄銅鉱からなる弱い硫化銅鉱帯を形成している。黄銅鉱は黄銅鉱は黄鉄鉱と共存し、母岩の無班晶質安山岩と安山岩質角礫岩及び部分的に伴われる磁鉄鉱を主とする熱水角礫中にも鉱染状に胚胎する。本孔の硫化銅鉱帯では、構成鉱物の量比は基本的には(黄銅鉱<黄銅鉱)<<(磁鉄鉱>>赤鉄鉱)である。全孔を通じて、黄銅鉱<黄鉄鉱の関係が特徴となっている。

### (3) 鉱石分析結果

注目すべき鉱化帯の捕捉には至らなかったが、部分的ながら下記の4箇所を抽出してその区間深度、平均品位及び鉱化タイプを示した。

鉱化帯	深 度 (区 間)	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉱化タイプ
A	31.00~ 32.00m ( 2.00m)	1.030	0.954	0.079	32.42	酸化鉱帯
B	39.00~ 39.00m ( 1.00m)	0.910	0.800	0.110	28.44	硫化鉱帯
C	58.00~ 59.00m ( 2.00m)	0.740	0.580	0.160	51.21	漸 移 帯
D	164.00~164.00m ( 1.00m)	1.750	0.150	1.600	24.63	酸化鉱帯
鉱化帯計	6.00m	1.031	0.666	0.365	34.18	
全 孔 計	0.00~191.95m(191.95m)	0.172	0.052	0.120	28.38	



## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔の周辺では地表部は崩落層に覆われており、地表物理探査 (Geodatos, 1991) から外れているので、地下情報は乏しい。しかし、鉱化帯 2 の北西延長部に位置し、深部に銅鉱化の延長が期待される。

## (2) 結果の概略

本孔は閃緑斑岩質の完晶質中粒中性岩およびカタクラスティックな破碎岩から構成される。銅鉱化作用は破碎部に集中してみられ、中部に酸化銅鉱 (深度: 38 m ~ 100 m)、中下部に硫化銅鉱 (深度: 79 m ~ 148 m) が確認された。

本孔の座標及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N:	7, 103, 070. 58	方向: ---
E:	373, 899. 45	傾斜: -90°
H:	1, 052. 07	深度: 169. 30m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 閃緑斑岩 (深度: 5 m ~ 54 m)

本岩は粗粒の斜長石斑晶 (1 × 2 mm) を有し、淡緑灰色に変質している。破碎作用により角礫状を呈し、石英・方解石・石膏の細脈を伴う。

## ② 破碎岩 (深度: 54 m ~ 107 m)

本岩は橙色を帯びた珪長質岩 (閃緑岩類?) と緑色凝灰岩がカタクラスティックな破碎 ~ 圧碎作用により混在化したものである。破碎面は 20° 前後の低角を示し、淡黄色の粘土を破碎面に伴う。

## ③ 強破碎岩 (深度: 107 m ~ 147 m)

本岩はカタクラスティックな破碎 ~ 圧碎作用により形成された岩石であり、原岩組織は完全に破壊されている。原岩は上位の緑色凝灰岩と同質のものと考えられる。一部に珪長質岩が確認される。鉱化変質部では磁鉄鉱の鉱染 ~ レンズを少量伴う。

## ④ 閃緑斑岩 (深度: 147 m ~ 169 m)

本岩は粗粒の斜長石斑晶 (2 × 4 mm) を多数有する暗緑灰色塊状岩であり、高角度の白色細脈と緑泥石・磁鉄鉱細脈を伴う。

(2) 変質・変形

地表からの酸化作用は割れ目沿いに多くみられ、深度約40mにまで達する。

低角度の破碎作用による鉱石鉱物の変形は認められないが、高角度の走向移動すべり面では磁鉄鉱が鏡肌状の産状を呈している。

3. 鉱化作用

(1) 全般

銅鉱化作用は深度38m～150m(1015 - 900mL)の間に連続して見られる。その特徴は下記のとおりである。

深 度	酸化銅鉱	硫化銅鉱	赤 鉄 鉱	磁 鉄 鉱	黄 鉄 鉱
38.00～ 79.00m	△ 割れ目				
79.00～112.00m	・ 鉱 染	△ 鉱 染		・ 鉱 染	△ 鉱 染
112.00～148.00m		○ 鉱 染		△ 鉱 染	△ 鉱 染

(2) 各論

① 酸化鉱帯

深度38m～85m(1015 - 965mL)間には銅硫酸塩を主とする酸化銅鉱が存在し、割れ目に生成した石膏と共存する。深度90m～100m(955mL)では、孔雀石が割れ目に認められる。これらの酸化鉱は磁鉄鉱とは共存しない。

② 硫化鉱帯

深度79m～148m(970 - 900mL)間には硫化銅鉱が認められる。黄銅鉱は磁鉄鉱・黄鉄鉱と共存し、破碎岩中に鉱染している。硫化鉱物は、上部では黄鉄鉱>黄銅鉱であるが、下部では黄銅鉱>黄鉄鉱であり、破碎面を埋める小レンズ状の産状を示す箇所も認められる。

#### 4. 鉍石分析結果

Cu品位に基づき4箇所の鉍化帯が捕捉された。それらの区間深度・平均品位及び鉍化タイプは下記のとおりである。

鉍化帯	深 度 (区 間)	TCu%	SCu%	ICu%	TFe%	鉍化タイプ
A	38.00～40.00m( 2.00m)	0.875	0.810	0.065	7.70	酸化鉍帯
B	57.00～68.00m( 11.00m)	0.409	0.294	0.115	7.43	中間帯
C	79.00～107.00m( 28.00m)	0.409	0.065	0.344	6.43	硫化鉍帯
D	115.00～148.00m( 41.00m)	0.697	0.014	0.683	12.12	硫化鉍帯
鉍化帯計	( 82.00m)	0.564	0.088	0.476	9.61	
全孔計	38.00～148.00m(110.00m)	0.412	0.079	0.333	8.10	

## 1. 概要

## (1) 実施理由

本孔は鉱化帯1と鉱化帯2(ENAMI, 1992)の中間に位置し、周辺の地表部には少量の赤鉄鉱・磁鉄鉱を伴う“熱水角礫岩”が分布する。また、地表物理探査(Geodatos, 1991)では、低抵抗・高IP帯及び高磁気異常帯に分類される。これらのことから二次富化酸化銅鉱帯及び硫化銅鉱帯の賦存状況を確認することを目的とした。

## (2) 結果の概略

本孔は安山岩質“熱水角礫岩”(深度: 0m~78m)及び玄武岩質安山岩溶岩(深度: 78m~240m)であり、“熱水角礫岩”上部に酸化銅鉱体(品位: 最大1.35%Cu)、同下部に硫化銅鉱体(品位: 最大1.70%Cu)が存在し、さらに微弱な銅鉱化が深部にまで連続することが確認された。

本孔の座標及び掘進実績は下記のとおりである。

	座標	掘進実績
N:	7,103,071.74	方向: ---
E:	374,099.28	傾斜: -90°
H:	1,090.70	深度: 240.00m

## 2. 地質

## (1) 岩相・層序

## ① 安山岩質“熱水角礫岩”(深度: 0m~78m)

本岩は安山岩を石質角礫とし、角礫の間隙を鉄酸化鉱物が網状脈~細脈状に充填した産状を呈する。一部の強角礫部(深度: 45m±)では緻密質の鉄鉱石を産する。安山岩角礫は、緑灰色の無斑晶質安山岩を主体とし、斑状斜長石安山岩(深度: 35m±)や安山岩質層状凝灰岩(深度: 68m±)を伴う。

鉄酸化鉱物は角礫岩帯の中心部(深度: 40m~51m)では赤鉄鉱(鏡鉄鉱)>磁鉄鉱であるが、上下盤に向かうにつれて磁鉄鉱>赤鉄鉱へと変化する。中心部では赤鉄鉱化作用により角礫岩片が赤色~赤褐色に変色している箇所が観察される。

## ② 玄武岩質安山岩溶岩(深度: 78m~240m)

本岩は暗灰色塊状溶岩流の繰り返しからなり、石基に微粒の磁鉄鉱を多く含むことを特徴とする。溶岩流の境界部ではアミグダル組織及び自破碎組織を呈し、その溶岩流の厚さは10m~30m程度である。本岩の上部では無斑晶質であるが、中部では斜長石斑晶を伴い、下部では粗粒斜長