

# ニペルー共和国酸化鉍処理プロジェクト 計画打合せチーム報告書

昭和59年9月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '85. 3. 27	709
登録No. 11315	06 MIT

## は し が き

ペルー共和国政府は、同国の鉱業の発展に資することを目的として、酸化銅鉱開発に関する技術協力を要請してきた。

我が国は、この要請に応じることとし、当事業団は、昭和58年2月、ペルー側関係当局と本件実施に係る討議議事録（R / D）に署名、交換を行い、同年7月から昭和63年6月までの5年間に亘る技術協力を開始した。

現在同国には4人の長期専門家が派遣されており、技術協力の本格的実施段階に入ってきている。

そこで、当事業団では、R / D署名から今日までの本プロジェクトの実施状況を調査するとともに、昭和59年度の具体的な協力内容についてペルー側関係当局と協議する目的の計画打合せチーム派遣を企画し、昭和59年6月9日より、同年6月23日までチームを派遣した。

本報告書は、計画打合せチームの現地における調査及び協議事項をとりまとめたものである。ここに、本チーム派遣に際し、ご協力を頂いた在ペルー共和国日本大使館をはじめとする日・秘両国の関係各位に対して、深甚なる謝意を表するとともに、今後とも本件技術協力の成功のために一層のご協力をお願いする次第である。

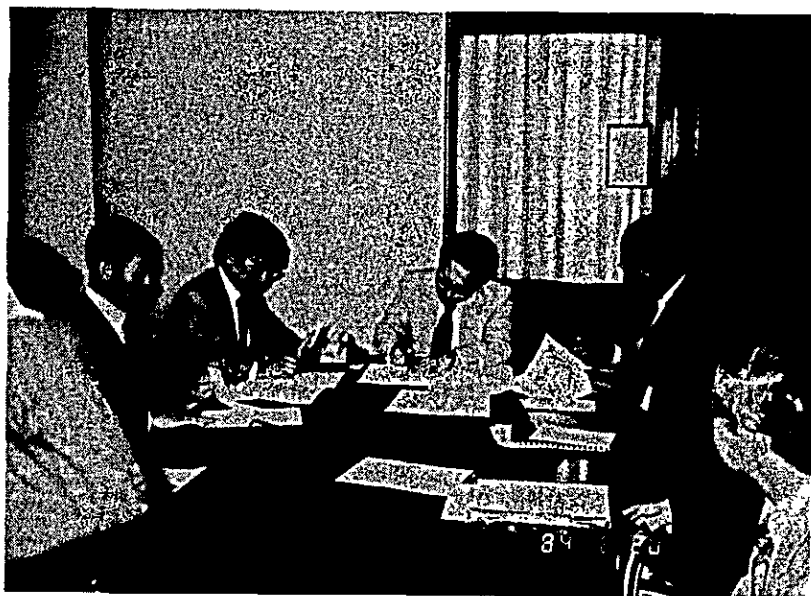
昭和59年 9月

国際協力事業団

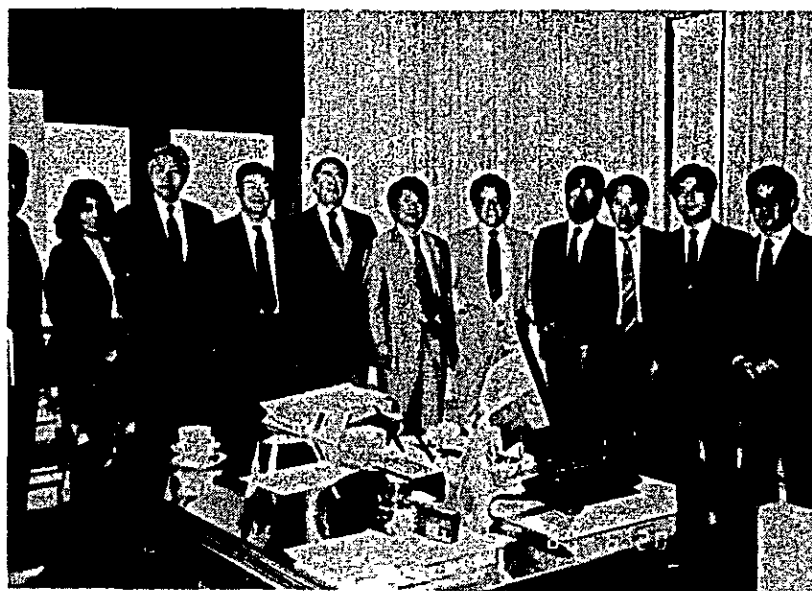
鉱工業開発協力部

部長 角 南 平



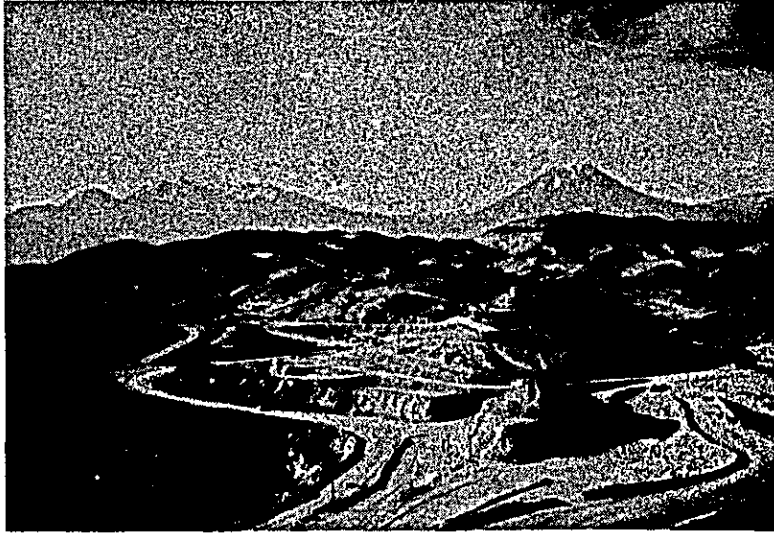


角南団長 Cacho MEM 鉦山総局長 Sotillo INGMET 所長  
(年次計画書サイン)



(署名を終えて)





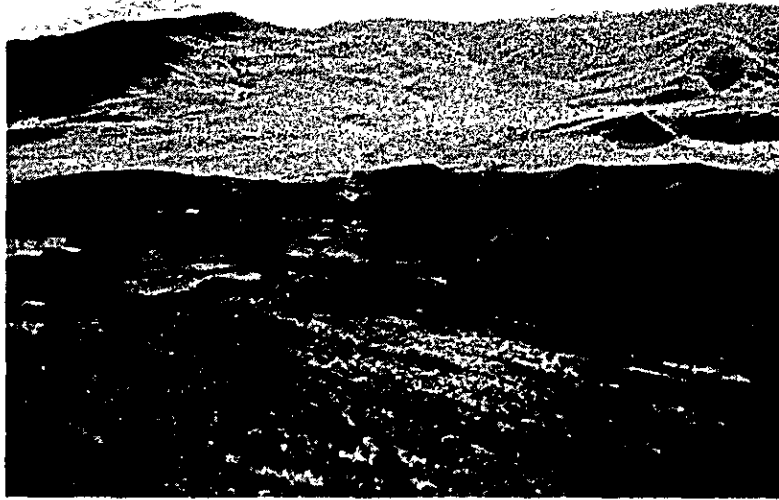
セロ・ベルデ鉱山 露天堀



セロ・ベルデ鉱山 酸化鋳リーチングの現場







ベレンゲーラ鉱山 手前左は鉱石の露頭



ベレンゲーラ鉱山 アヤバッカ石灰層



# 目 次

## は し が き

I	計画打合せチーム派遣の経緯と目的	1
1.	本プロジェクトの概要	1
2.	プロジェクトの経緯	2
3.	計画打合せチーム派遣の目的	2
4.	計画打合せチームの構成	2
5.	計画打合せチームの日程	2
II	計画打合せチーム調査結果	3
1.	プロジェクト実施体制整備状況	3
(1)	カウンターパート	3
(2)	予算状況	4
(3)	秘側提供の専門家事務室	5
(4)	基礎試験室及び提供機材	6
(5)	試料分析	7
(6)	パイロットプラント据付準備	8
(7)	技術交換の実施	10
2.	昭和59年度年次協力計画の協議、策定	10
(1)	専門家派遣	10
(2)	研修員受入	11
(3)	機材供与	11
3.	昭和59年度技術移転内容	11
4.	計画打合せチーム所感	12
5.	プロジェクト推進上の今後の問題	13
III	昭和59年度年次計画	14
IV	現地鉱山調査結果	24
V	資 料	59



# I 計画打合せチームの派遣の経緯と目的

## 1. 本プロジェクトの概要

### (1) プロジェクトの背景

世界の銅鉱物資源は鉱質上、硫化鉱物と酸化鉱物に大別され、現在開発されているのは殆ど前者である。後者は比較的浅部に豊富に存在し、その採掘も容易で品位も高いが、効果的な回収法がないため、放置されているのが現状である。

ペルー国には酸化鉱物資源が多量に存在することが確認されており、この開発にはセグレゲーション法が適していることから、同国より動力鉱山省地質鉱山冶金研究所 (INGEMMET) を本件の推進機関として協力要請に及んだ。

### (2) プロジェクトの目的、内容

ペルー国の主産業たる鉱業の発展に資するため、酸化鉱物処理の新技術の開発、普及を目的とし、INGEMMET においてセグレゲーションの実験室レベルの炉と新規パイロットプラントを使用して、以下の技術指導、人材の養成を行う。

(1) 酸化鉱物に関する試験研究

(2) セグレゲーションパイロットプラント設置、運転による処理技術

(3) 酸化鉱物処理技術に関するセミナー

## 2. 本プロジェクトの経緯

(1) 昭和55年12月12日付、公信第955号にて「セグレゲーションによる酸化鉱物処理」に関する技術協力要請がなされた。これは、既に終了した「鉱山保安技術育成プロジェクト(協力期間昭和52年10月～昭和58年6月、含フォローアップ1年半)を高く評価したペルー側が、鉱業分野で引き続き我が国の協力を希望し、多くの案件のうち、本件を選定し、要請に及んだものである。

(2) これに対して、我が国は昭和57年3月に事前調査団を派遣し、要請内容確認、我が方協力の可能性等の調査を実施した。更に同年8～9月に技協内容の具体的調査のために長期調査員2名を派遣した。

(3) 昭和58年2月、上記事前調査の結果に基づき、技術協力の具体的内容について秘側と協議し、技術移転計画を作成し、これを実施機関相互の討議議事録(R/D)としてとりまとめ署名するために、実施協議チームを派遣した。

(4) 昭和58年2月25日、R/D署名交換を行い、同年7月1日から、5年間に亘る協力が開始されることとなった。

(5) 昭和58年10月 長期専門家(鉱物技術と冶金技術)2名を派遣した。

(6) 昭和59年3月 長期専門家(チーフアドバイザー)を派遣した。

(7) 昭和59年4月 長期専門家(冶金技術)を派遣した。

### 3. 計画打合チーム派遣の目的

これまでに先方が実施した協力体制整備状況の確認及び実績の把握を行うとともに、過去の技術協力実績を踏まえ我が方で作成した昭和59年度年次協力計画(案)をベースに相手方実施機関と協議を行い、これをAnnual Work Planとして取りまとめ、署名を行うことを目的とする。

### 4. 計画打合チームの構成

団 長 角南 平(総括) 国際協力事業団鉱工業開発協力部長  
団 員 竹田 英夫(鉱物) 工業技術院地質調査所主任研究官  
河合 敬(冶金) 元三井金属資源開発(株)参与  
林 紀夫(浮選) 日本鉱業協会技術部部長代理  
佐野 隆(業務調整) 国際協力事業団鉱工業開発協力部鉱工業開発技術課

### 5. 計画打合チームの日程

日順	月 日	行 程	調 査 内 容
1	6. 9(土)	東京 ~	移動日
2	10(日)	~ リマ	
3	11(月)	リマ	INGEMMET、日本大使館、JICA事務所表敬、 専門家と打合せ
4	12(火)	〃	動力鉱山省(MEM)表敬、INGEMMETと協議
5	13(水)	〃	INGEMMETと協議
6	14(木)	リマ→アレキバ Ceero Verde	鉱山調査
7	15(金)	アレキバ→フリアカ Berenguela	鉱山調査
8	16(土)	フリアカ→クスコ	移動日
9	17(日)	クスコ→リマ	〃 資料整理
10	18(月)	リマ	INGEMMET と協議
11	19(火)	〃	合同委員会開催、年次計画書署名、日本大使館報告
12	20(水)	リマ~	INGEMMET、専門家と打合せ、帰途
13	21(木)	~メキシコシティ	移動日
14	22(金)	メキシコシティ~	
15	23(土)	~東京	

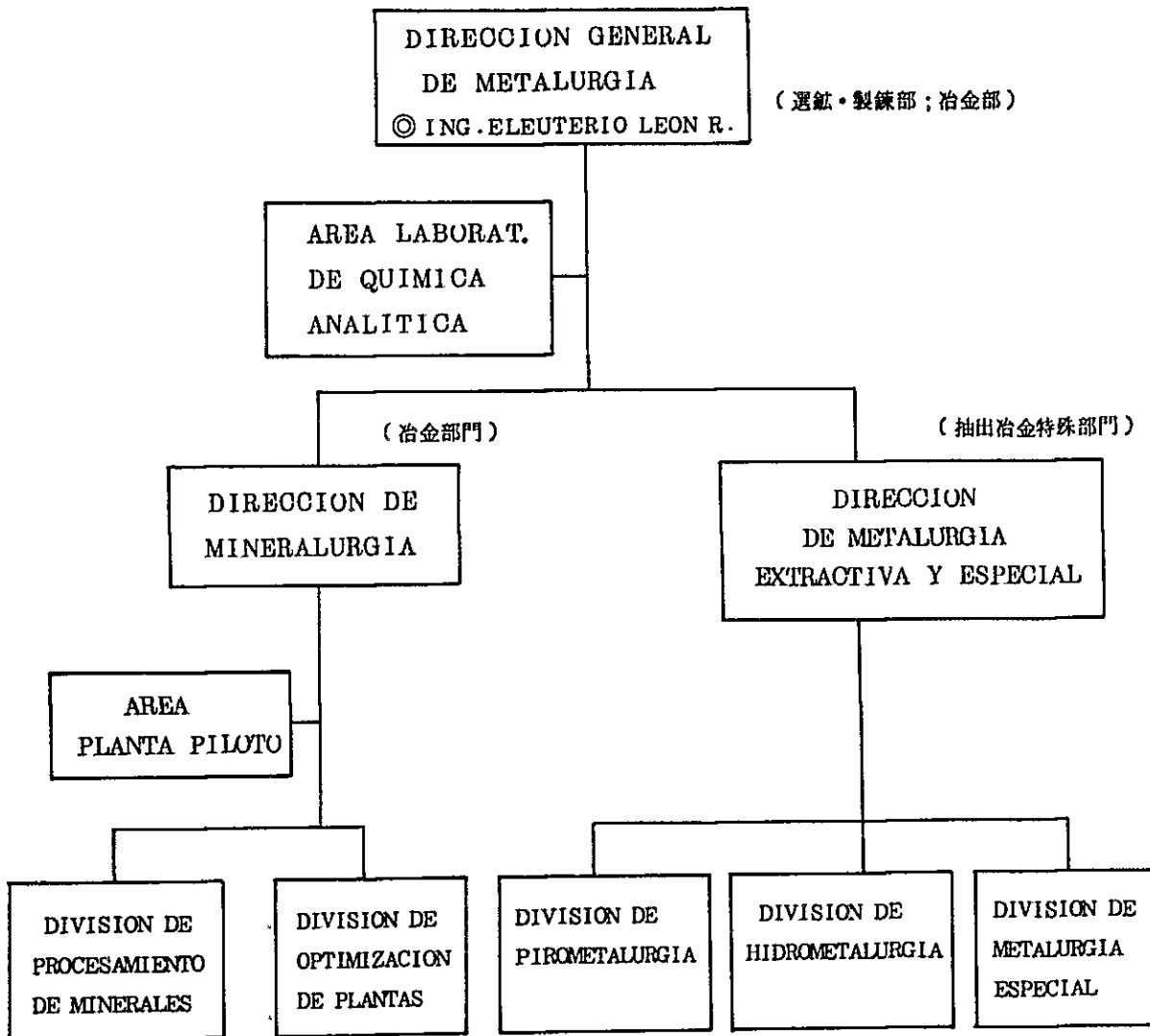
## II 計画打合チーム調査結果

### 1. プロジェクト実施体制整備状況

#### (1) カウンターパート

1) 本件プロジェクトの秘側の直接の担当は INGEMMET の選鉱・製錬部（又は、冶金部ともいう。）であり、その組織図は、次の通りである。

#### ESTRUCTURA ORGANICA DE LA DIRECCION GENERAL DE METALURGIA DEL INGEMMET



(注) ©印 日本人専門家カウンター・パートの責任者

- 2) 現在4人の長期専門家に対しペルー側はプロジェクトチームを組成し、INGEMMET 所長 (Francisco Sotillo Palomino) を総責任者とした以下の職員が、カウンターパートとして配置されている。

担 当	名 前	所属先職位
総括	Eleuterio Leon	選鉱製錬部 部長
セグレ責任者	Saul Cardenas	" 技師
研究員 (冶金)	Jorge Quispe	" "
(化学)	Mercedes Misari	" "
(鉱物)	Manuel Paz	地質部 "

この他に、秘書2名、運転手、助手等も配置されている。また、今年度は、更に3名 (検査技師、鉱物技師、秘書) 増員の予定である。

(2) 予算状況

- 1) 1984年度のINGEMMETの予算は次の通りである。

(単位：百万ソール)

本部	1 8 4 7
地質部門	8 5 9
鉱山部門	3 2 8
◎冶金部門	3 5 8
その他	4 5
総 合 計	3, 4 3 7

(1ドル = 2,400ソール)

上記のうち、給料は2,370百万ソール (総額の約8割) である。(1ドル = 2,400ソール、84年1月現在)

- 2) このほか、西ドイツのKFW基金 (Kreditanstalt für Wiederaufbau) より、の無償援助も310百万ソール予定されている。これは、主として分析経費にあてられるが、セグレゲーション研究にも使用可能である。

(注)

この基金の分配は、セグレゲーション部門120百万ソール、脱砒部門190百万ソールとなっている。

(注) OEA-ベルギーの技術協力協定成立 (1981年) 今年度パイロットプラント建設予定

(OEA: Organizacion de Estados Americanos 米州機構)

- 3) 上記INGEMMET予算の中から、本プロジェクトに対し、1984年度は、348百万ソールが充てられることになっている。

なお、この予算の中には、パイロット・プラント据付のための用地整地等のインフラ



整備費用が計上されている。

### (3) 秘側提供の専門家事務室の開設

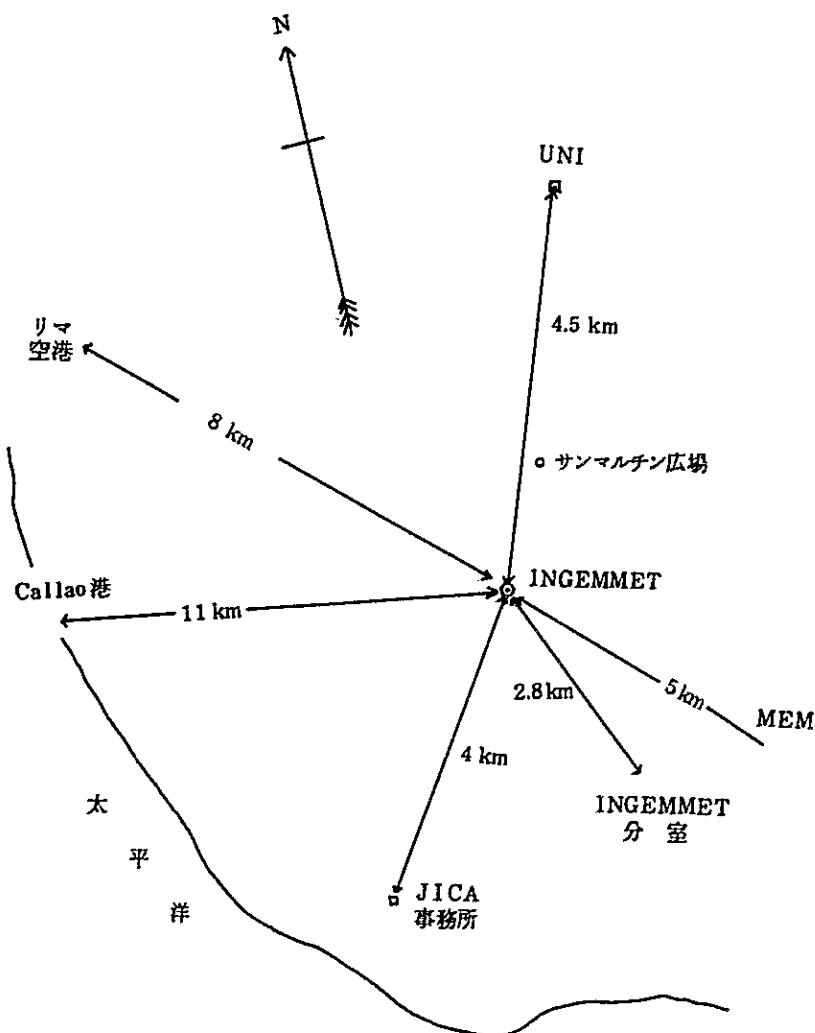
日本人専門家のために、リマエ科大学（UNI）構内に約35㎡の事務室が用意されている。此は元々はUNIの物置で小さな窓が一つあるのみで通風が悪く、環境は極めて不良。しかし、全般的に手狭なINGEMMETとしての誠意と努力を認め、専門家は不満ながらも納得している。

上記事務室は4名の専門家が使用するには狭すぎ、又INGEMMET本部にも余裕がないため、SAN、ISIDROにある、INGEMMET分室の二室をも提供され、現在4名の専門家は2ヶ所に分散している。

同一プロジェクトの専門家は本来は1ヶ所に居るべきだが、現地事情よりやむをえないものと認め、毎朝一度は全員顔を揃え連絡事項を話し合った上で夫々の事務所に向うようにしている。なお、各事務室の位置は第1図の様な地理的關係にあり、電話連絡も非常に困難な模様である（チーフアドバイザー及び鉱物専門家は分室を利用して居る）。

第1図 LIMA 市内各事務所関係位置

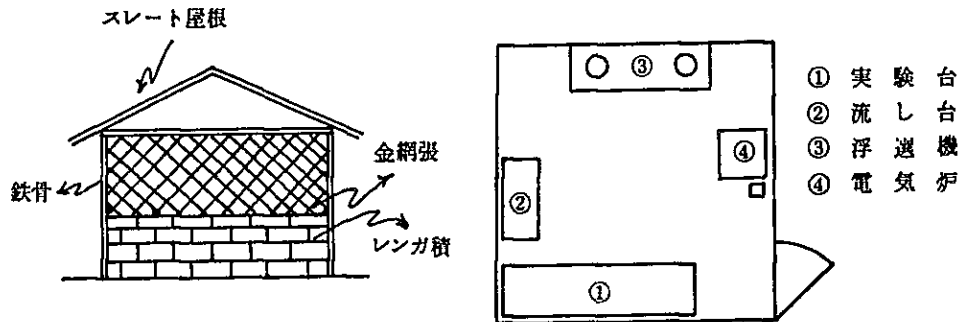
(kmは直線距離)



#### (4) 基礎試験室及び秘側提供機材

UNI構内INGEMMET研究所の一隅に約75m<sup>2</sup>の鉄骨スレート葺き試験室一棟を新規に造り、セグレゲーション基礎試験室としている。(第2図参照)試験室としては十分とはいえないが、ピーカースケールの試験を行うには然したる不自由はない。

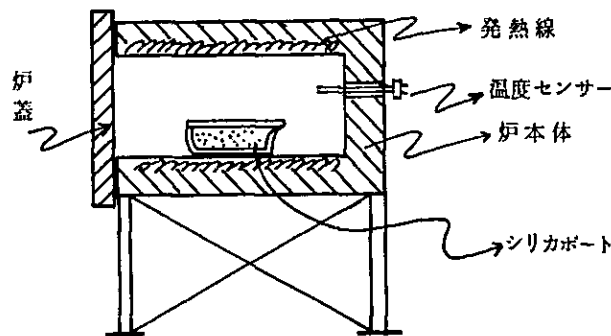
第2図 基礎試験室



秘側提供機材は電気マッフル炉と浮選機2台である。マッフル炉の略図を第3図に示す。セグレゲーション基礎試験は粉碎した酸化銅鉱に少量の食塩とコークスを混合し、シリカポートに装入し、約800℃で数十分間保持して反応を行う。反応条件としては、温度、雰囲気などが非常に重要である。

当該炉は数十年前に製造したもので、発熱線の断線は屢々で、温度調整器も不良、その上炉内の気密性も悪く、とうていセグレゲーション試験を行えるような代物ではない。

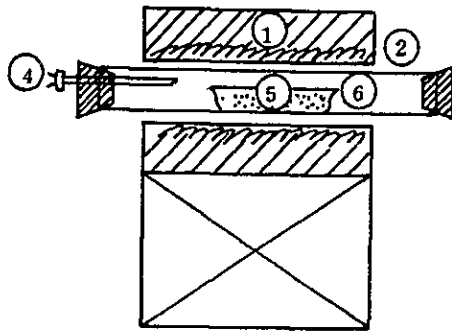
第3図 INGEMMET 電気炉



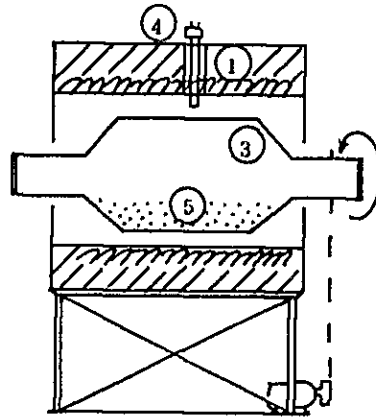
この様な不完全な電気炉であるにも拘らず過去数ヶ月に亘るセグレゲーション試験結果は第1表に示す通りで、銅(Cu)、銀(Ag)とも、採取率が90%に近い値を示していることは、高く評価される。従って供与機器としての電気炉が設置され、利用できる様になれば、90%以上の採取率は望めるし、技術移転は一層効果的になるものと期待できる。

なお、試験炉の略図を第4図、第5図に示す。

第4図 100 gr 試験炉



第5図 2 kg 試験炉



- ① 加熱炉
- ② シリカチューブ
- ③ ステンレス炉芯管
- ④ 温度センサー
- ⑤ 試験サンプル
- ⑥ シリカボード

第1表 実験結果の1例

鉱種	重量比	Cu%	Ag g/t	Au g/t	Fe %	Mn %	分布率(%)	
							Cu	Ag
原鉱	100	1.10	251	0.8	5.9	9.9	100	100
精鉱	6	15.1	3588	-	-	-	83.5	87.2
尾鉱	94	0.16	30	-	-	-	13.5	11.2
揮発ロス	-	-	-	-	-	-	3.0	1.6

秘側から提供された浮選機は既に終了した鉱山保安プロジェクトでJICAより供与された、FW式100 gr、500 grの2台であるが、此のタイプはセグレーション精鉱の分離用としては不適當である。しかし間もなくMS式浮選機3台が到着する事になっており、今後の基礎試験には問題は無い。

(5) 試料分析

試料分析は冶金部長ING、LEON(本プロジェクトCounter part)管轄下の分析室が担当し、原子吸光分析機(日立170型、鉱山保安プロジェクト供与)を用いている。

しかし分析結果にバラツキが非常に大きく信頼性が持てない。分析精度は今後本プロジェクトを推進して行く上で大きな問題となる、従って早急に分析専門家を派遣し、分析方法の指導改善が必要である。

なお日立170型原子吸光分析機はデジタル標示の数字を読み取り、分析値を計算で求めている。分析の正確を期するためにはレコーダー1台を購入しデジタル標示を記録に残すことが望ましい。

(6) パイロットプラント据付準備

パイロットプラント据付けの為に整地、建物、機械基礎、配電及び給排水工事はベルギー側の負担である。その状況調査の結果を以下に記す。

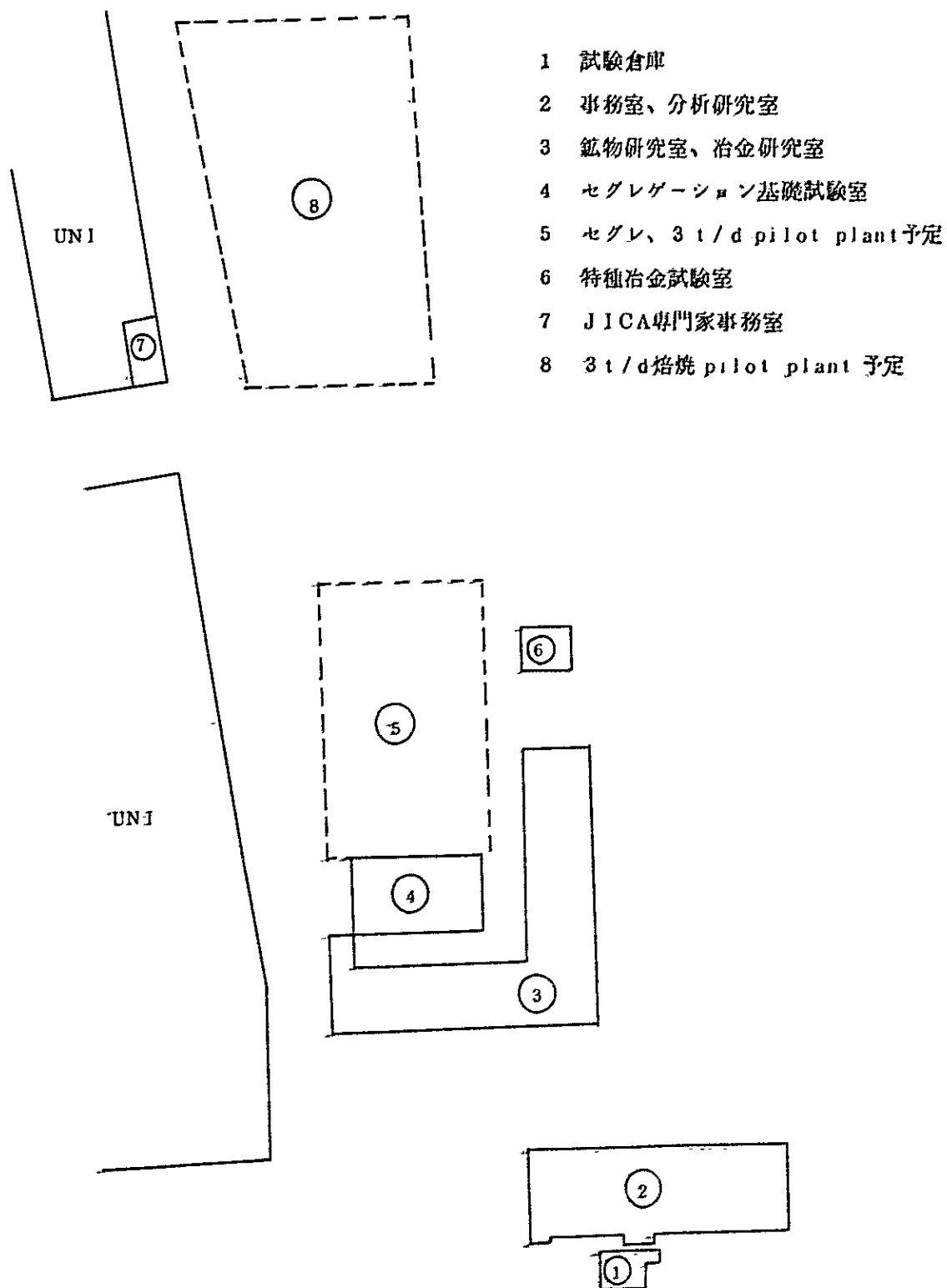
プラントの位置は第6図に示すように、今の基礎試験室に隣接した250㎡を予定している。ここは現在サッカー練習場となっているが、労働組合とも話合いが出来ている模様で、特に問題はない。また、プラント建屋の配置は第7図の通り予定している。工事予定については、電気配線計画、給排水計画も既に検討は終わった(資料3参照)。他のプロジェクト工事との兼ね合より、昭和59年10月より一部工事に取り掛かる予定である。

パイロット、プラントの運転開始は昭和60年度よりの予定である。その為には据付け工事期間を3ヶ月見込み、各種準備は昭和60年12月末には完了しなくてはならない。R/Dのスケジュールに合わせる様に、据付け準備工事を進める様に話し合はつけた。しかし、賑々工事の進捗状況をチェックし、ベルギー側への督促が必要である。

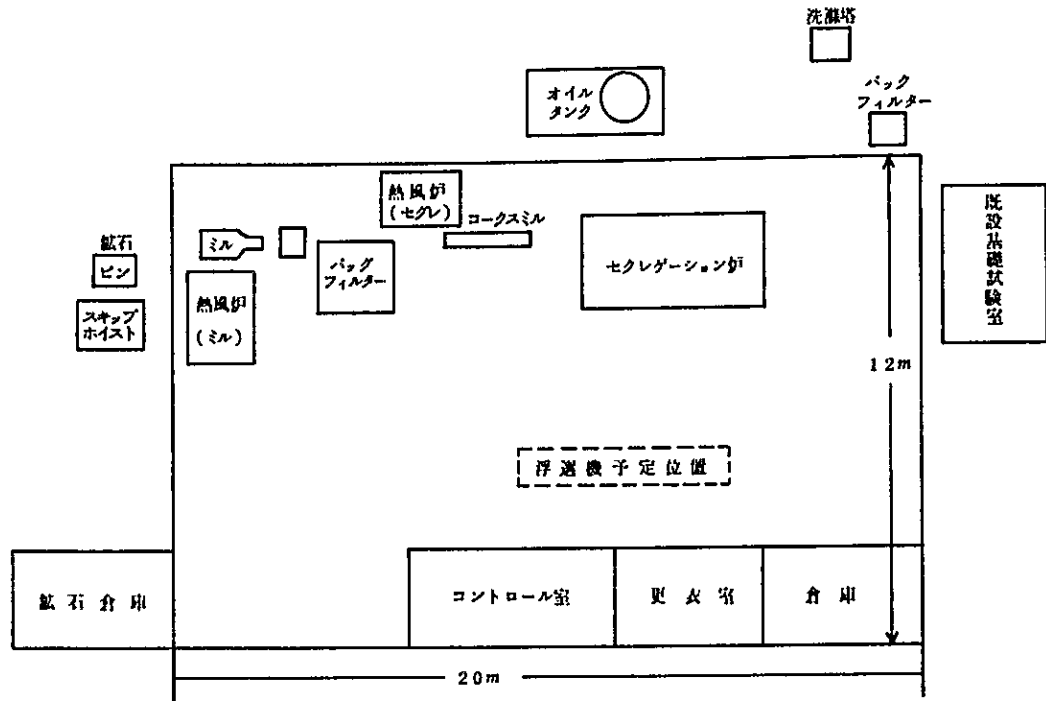
※ 脱砒プロジェクト

銅精鉱の脱砒を目的とした焙焼試験(ベルギーの技術協力)

第6図 INGEMMET 研究室配置図(UNI構内)



第7図 パイロットプラント建家内配置図



(7) 技術交換の実施

国際協力事業団では、プロジェクト方式技術協力をより効果的に実施するため、従来より各プロジェクト毎に蓄積されてきた技術体系、技術開発の成果、技術問題解決のための諸方策及びプロジェクト運営上の諸方策に関し、近隣諸国における同種プロジェクト及び補完的プロジェクトとの間で技術交換を行い、蓄積された技術の有効的活用を図っていくことを目的として「技術交換費」を新設した。本年度は、本プロジェクトと、メキシコ選鉱製錬プロジェクトとの間で、実施を予定している（昭和59年10月）、この成果を期待したい。

2. 昭和59年度年次協力計画の協議、策定

我が方より提示した計画（案）をもとに、INGEMMET側と協議した結果、ほぼ原案通り合意したことから、昭和59年6月19日開催された第1回の合同委員会において Annual Work Plan の署名交換が行われた。

なお、昭和59年度年次計画の主要点は次の通りである。

(1) ベル側

パイロットプラント建設のための土地造成、資機材調達、配電、給排水工事、原燃料の確保、並びに適切なカウンターパートの配備を行う。

(2) 日本側

1) 専門家派遣

現在赴任している4名の長期専門家を継続派遣し、第3四半期には分析分野の短期専門家を派遣する(期間2カ月間)。

## 2) 研修員受入

冶金技術指導のため、2名の研修員を受け入れる。候補者は以下の通り内定していた。

E. LEON 期間1カ月

S. CARDENAS 2カ月

## 3) 機材供与

昭和58年度は、実験室用基礎試験機とパイロットプラントの一部(予熱炉、燃焼設備、給鉱設備等)並びに車輛(ランドクルーザー)等の供与を行った。昭和59年度は、基礎試験機の一部と、パイロットプラントのうち、反応炉、電気計装設備一式の供与を計画している。

なお、今年度供与機材が到着すれば、3ヶ月の据付期間を経た後、プラントの試験的操業が可能となる。(但し、磨鉱は秘側で他処に依頼して実施することを前提とする。)

## 3. 昭和59年度技術移転内容

専門家チームは今年度、以下の技術移転を計画している。

### (1) 鉱物部門

- 1) 地質鉱床の野外調査
- 2) 鉱物実験室試験
- 3) 文献の翻訳
- 4) 情報サービス

本部門での具体的作業は次の通りである。

- ① ベルー酸化銅資源の資料調査、野外調査、サンプリング、実験室試験
  - ・南部海岸山脈に賦存するQuajone 等ポーフィリーコッパー上部酸化鉱
  - ・南部アンデス高原地帯に賦存するFerrobamba, Chalcobamba(除Berenguela)等の酸化鉱
- ② ベルー政府が特に注目しているBerenguela 鉱床の基礎調査、サンプリング及び検鏡調査等
- ③ セグレ試験に於ける原鉱、予熱産物及び反応産物、浮選試験に於ける原鉱(セグレ反応産物)精鉱及び尾鉱、スライム試験に於ける原鉱(セグレ反応産物)精鉱及び尾鉱について、検鏡試験とセグレ・プロセス条件に対するリコメンド

### (2) 冶金部門

- 1) ベルー機器によるBerenguela 鉱の予察試験
- 2) 100g及び2kg炉による同上試験
- 3) その他鉱山産鉱物のセグレ基礎試験

- 4) 試験法に関する指導
- 5) 化学分析の技術指導
- 6) 小型セルによるセグレ産物の浮遊選鉱バッチ試験

本部門での具体的作業は次の通りである。

- ① セグレゲーション
  - ・予熱反応工程に於ける温度時間の選定
  - ・コークス、食塩の添加量と粒度の選定
  - ・原鉱の粒度等の選定
  - ・水蒸気その他ガスの影響の調査
- ② 浮遊選鉱
  - ・試薬種類、添加量、浮選時間及びクリーニング段数の選定
  - ・スライム浮選に於ける同上条件の選定
- ③ 全般
  - ・適正フローシートの選定と条件の選定
  - ・含 Sulphide 鉱の適正処理法の選定
  - ・分析上の問題点の解決

### (3) その他

パイロット・プラント設置（建設、据付）準備

- ① パイロット・プラント基礎（コンクリート）の打設指導
- ② インフラ（用水、電力、下水及び沈澱池等）の整備指導
- ③ 建設グループに対する指導

必要機材の調達、機器の据付け、調整等

## 4. 計画打合せ調査団所感

### (1) 現状

プロジェクトは昭和58年7月にスタートし、専門家の赴任は同年10月に2名（鉱物、セグレ）、59年3月1名（リーダー）、4月1名（浮選）と、若干R/Dより遅れたが、彼我の人員配置（日本側専門家4名、ペルー側6名）に関する限りは、一応整っている。

また、昭和58年度供与機材も到着し基礎試験レベルの技術移転も本格稼動が期待される。

### (2) ペルー側の状況

専門家チームとINGEMMET側との人間関係は極めて良好との印象を受けた。

またSotillo 所長はしっかりしている人と見受けられ、動力鉱山省（MEM）のGonzales 総局長（現政権の若手の実力者）との関係も非常に良好である。（大学の師弟関係）



ただし、85年の総選挙を控え、ペルーの政局は極めて流動的である。政治的変革があれば、それがプロジェクトにどう影響するか注目したい。

(3) Berenguela 鉱石

ペルー側はセグレの対象鉱石として、本鉱石を第一に考えているが、今回の調査の結果、技術的にもなかなか手強いという意見もある。今後の専門家の活躍並びに、後方支援（技術研究開発費の運用等）を期待するとともに、その他の鉱床、鉱石も前広に採り上げたら良からう。

(4) 経済性、企業性の評価

現在は、実験室レベルであるが、将来この点の評価、検討が必要と思われる。

(5) MINERO PERU、MEM とのタイアップ強化

資料や鉱石サンプル調査のためにも、本機関との協力関係の強化が重要と思われる。

( Joint Committee のメンバー化 etc )

## 5. プロジェクト推進上の今後の問題

- (1) 3 ton/day のパイロットプラントの完成をもって本格的にペルー産鉱石のセグレーション技術移転が図られることになるが、予算的制約から、すべての機器装置が出揃うのは、現時点では1986年末（プロジェクトは1988年6月終了）とかなり後期になる見通しである。この点に関しては、全体の供与計画を再チェックし、出来るだけ予算を前倒しにつける必要がある。
- (2) 昭和59年度予算の供与機材（反応炉、電気計装設備等、85年2月にCallao 港着予定）の据付により、プラントの試験的操業が可能である。しかしながらこれは鉱石の磨鉱を、秘側で他処に依頼して実施することを前提としているので、この点につき、再確認する必要がある。
- (3) また、これに先立ち、プラント用地の整地や、給排水、電源設備の整備等は秘側が負担することとなっているが、現在の秘側の財政事情等に鑑み、予定通り進展されるか十分なフォローを行い、必要に応じ当局に積極的な働きかけをすることも必要である。

III 昭和59年度年次計画

ANNUAL WORK PLAN  
FROM APRIL 1984 TO MARCH 1985

THE TECHNICAL COOPERATION FOR THE PROJECT  
ON THE RECOVERY OF VALUABLE MINERALS  
FROM COMPLEX OXIDE ORES  
IN THE REPUBLIC OF PERU

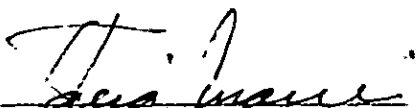
Lima, June 19th, 1984

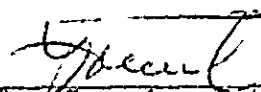
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA), JAPAN  
AND  
INSTITUTE OF GEOLOGY, MINING AND METALLURGY (INGEMMET)  
MINISTRY OF ENERGY AND MINES  
REPUBLIC OF PERU

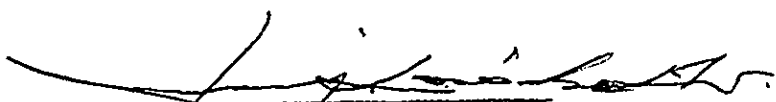
CP

In accordance with the Record of Discussions signed on -  
February 25, 1983 at Lima, the Japanese Consultation Team sent by  
the Japan International Cooperation Agency (JICA) and the represen-  
tatives of the Institute of Geology, Mining and Metallurgy (INGE-  
MMET), mutually agreed upon the Annual Work Plan from April 1984  
to March 1985 as attached hereto, in order to promote the Techni-  
cal Cooperation for the Project of the recovery of valuable mine-  
rals from complex oxide ores in the Republic of Perú

Lima, June 19th, 1984

  
Mr. Taira Sunami  
Leader,  
Japanese Consultation Team,  
Japan International Cooperation  
Agency (JICA)  
JAPAN

  
Ing. Francisco Sotillo Palomino  
Executive Director of INGEMMET

  
Ing. Luis González Cacho  
General Director of Mining of  
the Ministry of Energy  
and Mines and President of the  
Joint Committee Peruvian-Japanese

(B)

Scope of Technical Cooperation	CALENDAR YEAR		Japanese Fiscal Year			
	1983	1984	1984	1985		
<p>A. Peruvian Side</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arrangement of Peruvian Counterpart Personnel</li> <li>2. Preparation for the Acceptance of Japanese Experts.</li> <li>3. Preparation for the Training of Peruvian Counterpart Personnel</li> <li>4. Selection of Equipment and Machinery</li> <li>5. Preparation for the Installation of Pilot Plant                             <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) <u>Specific</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>i) Land Readjustment</li> <li>ii) Preparation for Platform</li> <li>iii) Preparation for Building Materials</li> </ol> </li> <li>(2) <u>General</u> <ol style="list-style-type: none"> <li>i) Installation of Electric Power Network</li> <li>ii) Installation of Water Supply, Drainage Network and Mine Tailing Pond</li> </ol> </li> </ol> </li> <li>6. Acquisition of Mineral and Fuel (Coke, Salt)</li> <li>7. Installation and Maintenance of provided Equipment and Machinery.</li> </ol>	4/4	1/4	2/4	3/4	4/4	

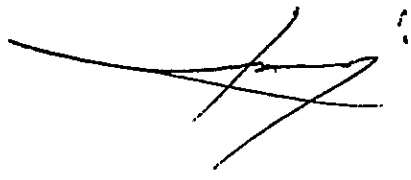
*[Handwritten signature]*

CALENDAR YEAR		1964			
Japanese Fiscal Year		1963	1964	1964	1964
Scope of Technical Cooperation	1963				
	1964				
<p>4. Japanese Side</p> <p>1. Dispatch of Survey Team</p> <p>(1) Consultation</p> <p>(2) Technical Guidance</p> <p>2. Dispatch of Japanese Experts</p> <p>(1) Long Term Experts</p> <p>(i) Team leader (Chief Advisor)</p> <p>(ii) Mineralogy</p> <p>(iii) Metallurgy</p> <p>(iv) Metallurgy</p> <p>(2) Short Term Experts</p> <p>(i) Analysis</p> <p>3. Training of Peruvian Counterpart Personnel in Japan</p> <p>4. Provision of Equipment and Machinery</p>					

*[Handwritten mark]*

NOTE: (1) This schedule is subject to conditions that necessary budget will be acquired for the implementation of the provisions.  
 (2) This Scope of Technical Cooperation is subject to change within the scope of the provisions in the Record of Discussions.

*[Handwritten signature]*



ANNEX II

TECHNICAL COOPERATION PROGRAM FROM  
APRIL 1984 TO MARCH 1985

1. *Transfer of Geological and Mineralogical Technology*
  - (1) *Field Survey of Geology and Mineral Deposits*
  - (2) *Laboratory work of Mineragraphy and Mineralogy*
  - (3) *Systematic interpretation of above items*
  - (4) *Information Services*
  
2. *Transfer of Segregation Technology*
  - (1) *Preliminary test on Berenguela Minerals with Peruvian Machinery*
  - (2) *Guidance on Testing and Experimental Method*
  - (3) *Basic Test on Berenguela Minerals with the 100 grams and 2 Kilograms Segregation Furnace*
  - (4) *Basic tests on Oxide Minerals of other Mines*
  - (5) *Technical Guidance on Chemical Analysis*
  
3. *Transfer of Flotation Technology*
  - (1) *Batch Flotation Tests of Segregated Product with small cells*
  
4. *Pilot Plant*
  - (1) *Preparation for the installation of Pilot Plant*
  - (2) *Construction and Installation of provided equipments.*

昭和59年度年次計画書(西文)

PLAN ANUAL DE TRABAJO  
DESDE ABRIL 1984 HASTA MARZO 1985

LA COOPERACION TECNICA PARA EL PROYECTO SOBRE LA  
RECUPERACION DE MINERALES VALIOSOS A PARTIR DE  
MENAS OXIDADAS COMPLEJAS EN LA REPUBLICA DEL PERU

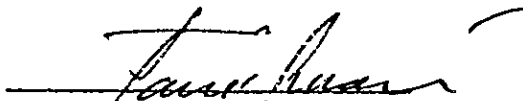
Lima, 19 de Junio de 1984

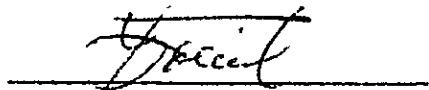
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL JAPONESA (JICA), JAPON  
INSTITUTO GEOLOGICO MINERO Y METALURGICO ( INGEMMET ) ,  
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS  
REPUBLICA DEL PERU


TCD

De conformidad con el Acta de Discusiones firmado en 25 de Febrero de 1983 en Lima, el Grupo de Consulta Japonesa enviado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y los representantes del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), mutuamente de acuerdo sobre el Plan Anual de Trabajo desde Abril 1984 hasta Marzo de 1985, que se adjunta al presente, a fin de promocionar la Cooperación Técnica para el Proyecto de la recuperación de minerales valiosos a partir de menas oxidadas complejas en la República de Perú.

Lima, 19 de Junio de 1984

  
Mr. TAIIRA SUNAMI  
Jefe del Grupo de Consulta  
Japonesa.  
Agencia de Cooperación Interna-  
cional Japonesa (JICA) Japón.

  
Ing° FRANCISCO SOTILLO PALOMINO  
Director Ejecutivo del Instituto  
Geológico Minero y Metalúrgico  
(INGEMMET)

  
Ing° LUIS GONZALES CACHO  
Director General de Minería  
del Ministerio de Energía y  
Minas y Presidente del Comité  
Mixto Peruano-Japonés.



PLAN ANUAL DE TRABAJO DESDE ABRIL 1984 HASTA MARZO 1985

(15)

AÑO CORRIENTE	AÑO FISCAL JAPONES				
	1983	1984	1985	1986	1987
ALCANCE DE LA COOPERACION TECNICA	10/3	3/4	2/3	1/4	1/4
	4/4				
<b>A. PARTE PERUANA</b>					
1. Disponibilidad de personal de la Contraparte Peruana.					→
2. Preparación para la aceptación de Expertos japoneses.		→	→		
3. Preparación para el entrenamiento de personal de la Contraparte Peruana.		→	→		
4. Selección de equipos y maquinarias					→
5. Preparación para la Instalación de la Planta Piloto . <u>Preparación Especifica :</u>					→
i) Nivelación del Terreno					→
ii) Preparación para la plataforma					→
iii) Preparación para los materiales de construcción.					→
<u>Preparación General :</u>					→
i) Instalación de Red de Potencia Eléctrica					→
ii) Instalación de Suministro de Agua, Red de Drenaje y Cancha de Relave.					→
6. Adquisición de Mineral y combustible (coke, sal)					→
7. Instalación y Mantenimiento de equipos suministrado y maquinarias.					→

15

ALCANCE DE LA COOPERACION TECNICA	AÑO CORRIENTE		AÑO FISCAL JAPONES	
	1963	1964	1963	1964
B. PARTE JAPONESA				
	1. Despacho de Grupos de Inspección			
	(1) Consulta	→		
	(2) Guía Técnica			→
2. Despacho de Expertos				
	(1) Expertos de Largo Plazo			
	i) Jefe de Grupo (Jefe Consultador)			
	ii) Mineralogista			
iii) Metalurgista				
iv) Metalurgista				
(2) Expertos de Corto Plazo				
i) Análisis				
3. Entrenamiento de la Contraparte Peruana en Japón				
4. Suministro de Equipos y Maquinarias				


Nota : (1) Esta lista está sujeta a las condiciones del presupuesto necesario que será obtenida para la implementación del proyecto.

(2) Este alcance de la Cooperación Técnica está sujeta a cambio, dentro de las previsiones en el Record Of Discussions.

*[Signature]*



PROGRAMA DE COOPERACIÓN TÉCNICA  
DESDE ABRIL 1984 HASTA MARZO DE 1985

1. Transferencia de Tecnología Geológica y Mineralógica
  - (1) Investigaciones geológicas de campo y yacimientos de minerales.
  - (2) Trabajo de Laboratorio de Minerografía y Mineralogía
  - (3) Interpretación sistemática de los ítems arriba mencionado
  - (4) Servicio de Información .
  
2. Transferencia de Tecnología de Segregación
  - (1) Pruebas preliminares sobre el mineral de Berenguela con maquinaria peruana.
  - (2) Asesoría en la realización de pruebas y método experimental.
  - (3) Pruebas fundamentales sobre el mineral de Berenguela en hornos de segregación de 100 gramos y 2 kilogramos.
  - (4) Pruebas básicas sobre mineral oxidado en otras minas
  - (5) Asesoría Técnica en análisis químico
  
3. Transferencia de Tecnología de Flotación
  - (1) Pruebas de Flotación "Batch" del producto segregado en pequeñas celdas.
  
4. Planta Piloto
  - (1) Preparación para la instalación de la Planta Piloto
  - (2) Construcción e instalación de equipos suministrados 



## IV 現地鉱山調査結果

### セロ・ベルデ (Cerro Verde) 鉱山

#### 1. 位置・交通

本鉱山はペルー南部のポーフイリー・カッパー鉱床の一つであり、アレキパ (Arequipa) 市の南西約 20 km に位置する。行政上アレキパ県アレキパ郡コンガータ (Congata) 地区に属し、海拔約 2,200 m の付近にあり、同市より舗装道路約 24 km にてセロ・ベルデ鉱山事務所に到着する (第1図)。

#### 2. 沿革

1868年チリーのビクーニャ (Vicuña) 兄弟により鉱区権の申請が行われ、当初銅の酸化鉱を採掘した。その後、数人の鉱区主により小規模の採掘が断続したが、1905年以降1915年までカルロス・ローマン (Carlos Lohman) が鉱区権を借用して採掘を続けた。

1916年世界的に有名な大手鉱山会社の一つであるアナコンダ (Anaconda) 社が地質調査を実施し、同社の支社であるアンデス探鉱会社 (Andes Exploration Co. of Maine) が鉱区権を取得して64本 (延べ9,855 m) の試錐と試掘を行ったが、1919年探鉱活動を中止した。

その後、再びアナコンダの別の支社であるアンデス・デル・ペルー (Andes del Peru) が1964年から探鉱を再開し、131本のボーリング (延べ32,000 m) を実施してポーフイリー・カッパーとしての経済的評価を試みたが、その結果サンタ・ロサ (Santa Rosa) 鉱体はセロ・ベルデ (Cerro Verde) 鉱体に比べて経済的価値は低いと報告されている。

1970年ペルーの鉱業法の大幅な改正により、鉱区権はペルー政府に返還され、その後ミネロ・ペルー (MINERO PERU) の所有となった。これまで、露天掘による開発が進み、大半の酸化鉱が採掘されたため、今後は硫化鉱の開発に移行する段階を迎えようとしている。

#### 3. 選 鉱

Cerro Verde 鉱山の選鉱処理は、酸化銅鉱を対象とした破碎→酸によるヒープ・リーチング→溶媒抽出→再抽出→電解の工程である。

##### 破碎、ヒープ・リーチング工程

処理能力は、二次クラッシャーの能力により制限される25千t/日である (一次クラッシャーの能力は40千t/日)。

100t積トラックで運ばれた鉱石は60"×89" Allis - Chalmers 製ジャイレイトリー・クラッシャーで20"から6"に破碎される。一次破碎された鉱石はコンベヤーで運

搬され、30千t容量のストック・パイルに貯鉱される。次に8' × 20' の振動篩で2" に篩分けられ、+2" は7' φサイモンズ・コーン・クラッシャーで1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ~ 2" 以下に破碎され、トラックにより11千m<sup>2</sup>の広さを有するヒープ・リーチングの堆積場に堆積される。堆積場は4カ所に設置され、底部はアスファルト舗装がなされている。堆積された鉱石に対し、酸濃度12g/lの希硫酸を圧カスプレーにより散布する。散布量は0.19l/分/m<sup>2</sup>であり、最初の24時間はこの強酸で処理するが、その後酸の濃度を下げ4~5日間浸出した後、更に酸の濃度を下げ合計55日間浸出する。浸出された液は銅1.9g/l、酸2.5g/lを含む。この浸出液は、他の堆積場で浸出用に繰り返し使用され、最終的に銅5g/l、酸2g/lになったところで次の溶媒抽出工程へポンプで流送される。

鉱石中の銅分の酸による浸出率は、55日間の処理で48~49%、一年間で51%、6~7年経過して80%に達するといわれている。このことから当鉱山の鉱石は硫酸浸出の比較的困難な鉱石といえよう。鉱石中の銀の含有は0.6g/tと低い。堆積場における鉱石の積み上げは、55日間浸出処理された鉱石の上に厚さ4mの新しい鉱石をブルドーザーで積み上げ、引続き前記の硫酸浸出を繰返す。

#### 溶媒抽出、再抽出工程

硫酸により浸出された液は、有機溶媒Lix-64Sにより溶媒抽出され、次いで電解工場へ送られる。Lix-64Sは二倍の容量のケロシンに希釈されて使用され、その消費量は0.035lbs/Cu1bであり、1日当り40ガロンに相当している。

#### 電解工程

電解槽は208槽(104槽×2系)で、電流は22千Aである。電解槽には47枚のアノード、46枚のカソードが4"の間隔で入れられている。アノードは種板用に作られた5.5kg/枚の電解銅で、カソードは米国より輸入されたPb-Ca合金であり、約半年毎に取替えられている。電解用の種板は、別途設置された18槽の電解槽で作られる。

製品の電解銅の品位は99.98%で、不純物として3~8ppmのPb、1.25ppmのAs、150ppmのUを含み、一日の産出量は、92t-銅金属である。

#### 4. 地質一般

セロ・ベルデ鉱山は西部山岳地帯(Cordillera Occidental)の南部地域の太平洋側斜面に位置し、この付近にはクアホーネ(Cuajone)、トケバラ(Toquepala)およびケジャベコ(Quellaveco)等の世界でも有数のポーフィリー・カッパーが集中して分布する。この付近は乾燥性気候に支配された砂漠地帯であり、このため鉱床中酸化帯の発達が著しい。

セロ・ベルデ鉱山付近の構成岩類は先カンブリア紀から第三紀に及ぶ変成岩、堆積岩、火成岩等が分布する(第2図、第1表)。

#### チャラカニ(Chacarani)片麻岩

セロ・ベルデ鉱山の北部と南部に分布する基盤岩で、主に石英、カリ長石および黒雲母か

ら成る片麻岩であり、その時代は先カンブリア紀に属するとされている。この片麻岩は鉱床の中心部に近付くと、種々の貫入岩や熱水変質作用のため、もとの組織を失う様になる。

チャラカニ片麻岩の上には、中生代に属する火山岩類と堆積岩類が広く分布する。

#### チョコレート (Chocolate) 火山岩類

先に述べた片麻岩を不整合に覆い、玄武岩および安山岩質の熔岩と凝灰岩を主とする非常に厚い火山岩類から成る。これらの中に石灰岩と頁岩が挟まれ、含有される化石からその時代はジュラ紀早期と判定されており、ペルー南部の中生代では最も古い火山岩である。これらの火山岩類はセロ・ベルデ鉱山の北方および西方約 1.5 km 付近に分布する。

#### ソコサニ (Socosani) 層

石灰岩、頁岩、砂岩および珪岩等の堆積岩類から成り、軽度の不整合でもってチョコレート火山岩類の上に載っており、その時代はジュラ紀中期-晩期に属する。この中に含まれる石灰岩と珪岩は近い将来セロ・ベルデ精錬所での石灰と珪石の原料として採掘される予定である。

#### ユラ (Yura) 層

炭質物を含んだ暗色の頁岩を主とし、下部に暗青色の珪岩、上部に塊状の珪岩と石灰岩を挟在する。ソコサニ層を不整合に覆い、その時代はジュラ紀晩期-白亜紀早期に属しており、本鉱山の南方約 2 km 付近に広く分布する。

#### トケバラ (Toquepala) 火山岩類

流紋岩、安山岩および粗面岩等の熔岩と角礫岩から成り、トケバラ、ケジャベコ (Que-Ilaveco)、クアホーネ (Cuacone) 等のポーフィリー・カッパー 鉱床地域にもこれらの分布が見られる。ユラ層の上に不整合に載り、その時代は白亜紀晩期-第三紀早期に相当する。

#### 現世堆積物

上記の構成岩類の他、現世の河川および風成堆積物が河川や峡谷の岸壁に露出する。

#### 貫入岩類

セロ・ベルデ鉱山付近には第三紀に入ってヤラバムバ (Yarabamba) 花崗閃緑岩、ティアバヤ (Tiabaya) 花崗閃緑岩および石英安山岩質-モンゾニ岩質珪岩の 3 回の火成活動が報告されている。これらの貫入岩体はこの付近の地質構造の方向とほぼ平行して北西-南東方向に伸びを示している。

#### ヤラバムバ花崗閃緑岩

この貫入岩体は岩株状をなし、トータル岩質-モンゾニ岩質で、灰白色中粒の完晶質貫入岩であり、主成分鉱物は斜長石、石英、黒雲母、角閃石、カリ長石から成る。ユラ層群との接触部に近付くと、同化作用により成分変化が生じ、また石英モンゾニ岩の貫入の影響により熱水変質作用と鉱化作用が見られる。K-Ar 法により測定した絶対年代の値は  $(58 \pm 2) \times 10^6$  年 (暁新世末期) を示し、3 回の火成活動中最も古い年代に相当する。

### ティアバヤ花崗閃緑岩

本鉱床の東側に分布し、岩質上ヤラバムバ花崗閃緑岩に類似するが、ヤラバムバ花崗閃緑岩を切って貫入しており、また同岩に比べてやや粗粒である。K-Ar法による絶対年代は $(56 \pm 2) \times 10^6$ 年を示し、始新世初期に相当することが知られている。

### 石英安山岩質-モンゾニ岩質珩岩

主にヤラバムバ花崗閃緑岩体中に分布し、地下火山活動に由来した小岩脈の産状を示している。一般に斜長石の斑晶の他、石英、黒雲母を伴い、石基には石英およびカリ長石が見られ、一部で著しくカリ長石が晶出する部分もある。鉱床の中心部にこの貫入岩体があり、その周囲に鉱化作用と変質作用が著しく、鉱化作用と密接な関係を示すことが判明している。貫入時期については、前記のものよりも若い、絶対年代を測定したデータは見当たらない。

### 角礫岩

セロ・ベルデおよびサンタ・ロサの両鉱体では、それらの中心部付近に北西-南東方向に並ぶ角礫岩が認められる。この角礫中には、これまで述べた貫入岩類および片麻岩や珩岩が含まれ、基質はデユモルティエライト、電気石、石英および硫化鉱物から成る。これらの角礫岩では、セロ・ベルデの方がサンタ・ロサよりも角礫が大きく、また深部では漏斗状の形を示すことが判明している。角礫岩の形成時期は前3者の貫入岩類よりも若く、角礫や基礎の性質の変化が著しいが、サンタ・ロサの方がやや変化に乏しい傾向が見られる。また、角礫岩の活動は2回以上あったと推定されている。

以上の火成活動は大構造に一致した方向性を示すが、セロ・ベルデ地域には北西-南東方向の断層が発達しており、これらの貫入岩体は先に形成された断層に沿って活動したとされている。

## 4. 鉱 床

セロ・ベルデ鉱山にはセロ・ベルデおよびサンタ・ロサの2大鉱体が接近して分布しており、両者共にポーフイリー・カッパーの特性を備えている(第3図)。

### 形態と規模

初生硫化鉱の分布を基準にして形態を見た場合、全体として北西-南東に伸びた形を示し、長軸方向の延長約3km、幅は平均1kmで、深部に向かい鉱化帯が1000m続いている。

セロ・ベルデとサンタ・ロサの両鉱体間には狭い貧鉱帯があり、両者は連続していないが、ミネロ・ペルーの計画では両鉱体を同時に採掘することになっている。

### 鉱化作用

セロ・ベルデ鉱床の鉱化作用は石英安山岩質-モンゾニ岩質珩岩に関係したポーフイリー・カッパー型に属し、初生硫化帯はセロ・ベルデ鉱体ではチャラカニ片麻岩、ヤラバムバ花崗閃緑岩、石英安山岩質-モンゾニ岩質珩岩および角礫岩中に拡っているが、一方サンタ・ロサ鉱体では片麻岩中に鉱染は認められない。

鉱化作用は地表から下部に向かって溶脱帯、酸化帯、二次富化帯、初生硫化帯に分帯される(第2表)。

溶脱帯：一般に硫化鉱物は酸化して溶脱され、褐鉄鉱やジャローサイトが形成されるが、鉱業的価値の無い不毛帯である。その厚さは地表からサンタ・ロサで60-70m、セロ・ベルデでは0-300mに及んでいる。サンタ・ロサの溶脱帯の底面はセロ・ベルデに比べて起伏が緩やかであり、ほぼ均質に酸化溶脱作用が選んだことを示している。また、一部に鉄マンガン重石や明礬石が見られるが、明礬石はセロ・ベルデ鉱体の初生硫化帯中にも存在することから、必ずしも酸化溶脱作用により生じたとは限らない様である。

酸化帯：銅の酸化鉱物を主とし、上部は不毛の溶脱帯に覆われる。酸化鉱物としては、ブロンアン銅鉱および銅ピッチと呼ばれる、銅、鉄、マンガンの混じった酸化鉱物が多く、この他少量のアントレライト、珪孔雀石、孔雀石、黒銅鉱、赤銅鉱が伴われ、二酸化マンガン鉱も認められる。セロ・ベルデ鉱体では酸化帯が発達して厚さの変化も著しいが、サンタ・ロサでは顕著な酸化帯は見られず、厚さも最大10m程度であり、分布範囲も数10平方mに及ぶに過ぎない。

二次富化帯：主として天水の作用により生じた富化帯であり、二次硫化鉱物として輝銅鉱の他、少量のダイジュナイト、斑銅鉱および銅藍を伴っている。興味のある事実としては、サンタ・ロサ鉱体では酸化帯の代わりに二次富化帯が発達し、その厚さも45mに及び、下部の初生硫化帯との境界は明瞭である。一方セロ・ベルデ鉱体は二次富化帯に乏しく、初生硫化帯との境界も漸移的で明らかでは無い。

初生硫化帯：初生の硫化鉱物から成り、黄鉄鉱、黄銅鉱、輝水鉛鉱、磁鉄鉱が晶出し、微量の閃亜鉛鉱、方鉛鉱、磁硫鉄鉱、硫砒銅鉱が鉱染する。また、サンタ・ロサ鉱体の南部では鉄マンガン重石が濃集するところもある。初生硫化帯の鉱化作用はセロ・ベルデおよびサンタ・ロサ両鉱体共にほぼ同じ性質を示し、ペルー南部の他のポーフィリー・カンパーとも共通性が見られる(第3表)。鏡下の観察では黄銅鉱に富み、輝水鉛鉱の晶出も認められることから、将来初生硫化帯の開発に移行した場合、銅およびモリブデンの生産に相当貢献することが予想される(顕微鏡写真1、2)。

#### 変質作用

本鉱床の変質帯はプロピライト帯、絹雲母-石英帯、カリ変質帯の3帯に分けられているが、一部に粘土化帯の伴うところも見られる。これらの変質帯は同心円状に配列して、鉱化作用とも密接に関連する。

プロピライト帯：変質帯の最も外側に分布し、鉄苦土鉱物は緑泥石、緑簾石に変化するが、変質作用は余り著しく無い。プロピライト化作用はヤラバムバ花崗閃緑岩中で特に顕著に認められる。

絹雲母-石英帯：普通フィリック帯(Phyllic Zone)と呼ばれ、プロピライト帯とカリ変質帯の中間に位置する。構成鉱物は絹雲母と石英を主とし、変質作用により原岩の組織が



失われることが多い。チャラカニ片麻岩、ヤラバムバ花崗閃緑岩および石英安山岩質－モンゾニ岩質珩岩の一部がこの変質帯に属する。

カリ変質帯：鉍化作用の中心部に位置し、カリ長石と熱水性黒雲母が晶出する。この黒雲母はときに石英の細脈の両端に並んで配列することがある。一般にはカリ変質帯は地表では露出が少なく分布範囲も限られており、試錐により地下の分布状況が判明することが多い。セロ・ベルデ鉍体では深度 50 m でカリ変質帯が確認されたが、サンタ・ロサ鉍体では深度 250 m でその存在が判明している。

#### 鉍化作用と変質作用の関係

プロピライト帯と絹雲母－石英帯の境界付近を中心として黄鉄鉍を主とする鉍化作用が幅 300 m に及んで見られるが、この中黄鉄鉍と黄銅鉍の比率が 6 : 1 であり、全岩に対して硫化鉍物の占める割合はサンタ・ロサで 7 %、セロ・ベルデで 6 % である。黄鉄鉍鉍化帯の外側では、硫化鉍物の含まれる割合は低下すると共に、黄銅鉍に対する黄鉄鉍の比率が増大する傾向が顕著となる。

黄鉄鉍鉍化帯の内側の絹雲母－石英帯からカリ変質帯の境界までの黄鉄鉍と黄銅鉍の比率は、1 : 1 か、または黄銅鉍の方が多くなり、銅の品位は上昇するが、硫化鉍物の全岩に対する量比は 3 - 4 % である。

次に、カリ変質帯の内側では黄鉄鉍と黄銅鉍の比率は 1 : 2 または 1 : 3 となり、黄銅鉍の晶出が黄鉄鉍を上回るが、全岩に対する硫化鉍物の量比はさらには 2 - 3 % に低下する。カリ変質帯の中心部では硫化鉍物の量は著しく減少し、黄銅鉍も少なくなり、銅品位は低下する。

一方、輝水鉛鉍と磁鉄鉍の分布状態は余り明らかではないが、鉍化帯の中心部で多く晶出する傾向が指摘されている。

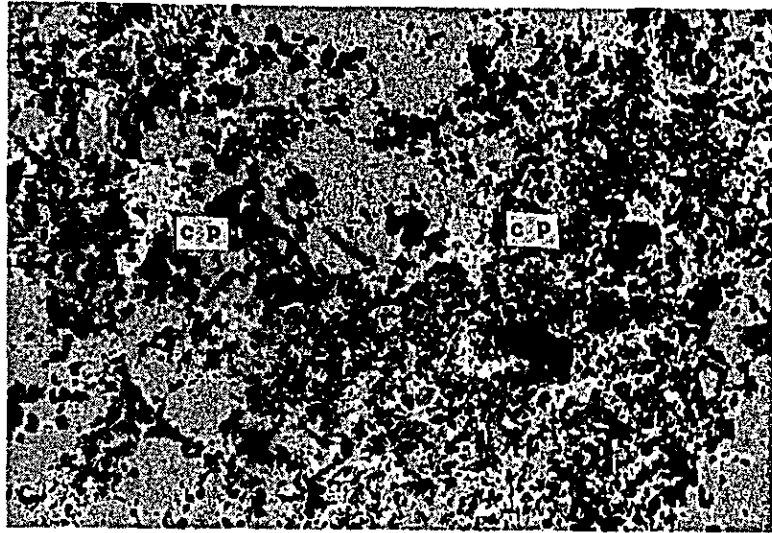
#### 埋蔵鉍量

	埋蔵鉍量(千トン)	平均 Cu 品位(%)
酸化鉍 ※	6 1, 3 6 6	1.0 1
硫化鉍	8 1 2, 2 9 8	0.6 6
	8 7 3, 6 6 4	0.6 8

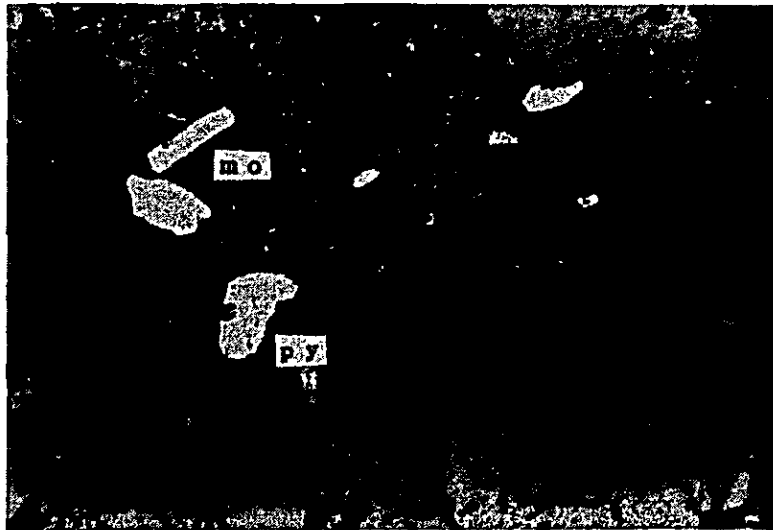
( Cut off 品位、酸化鉍 0.20 % Cu、硫化鉍 0.35 % Cu )

※ 但し、現在は酸化鉍の採掘がほぼ終了し、硫化鉍の採掘段階に移行する過程にある。





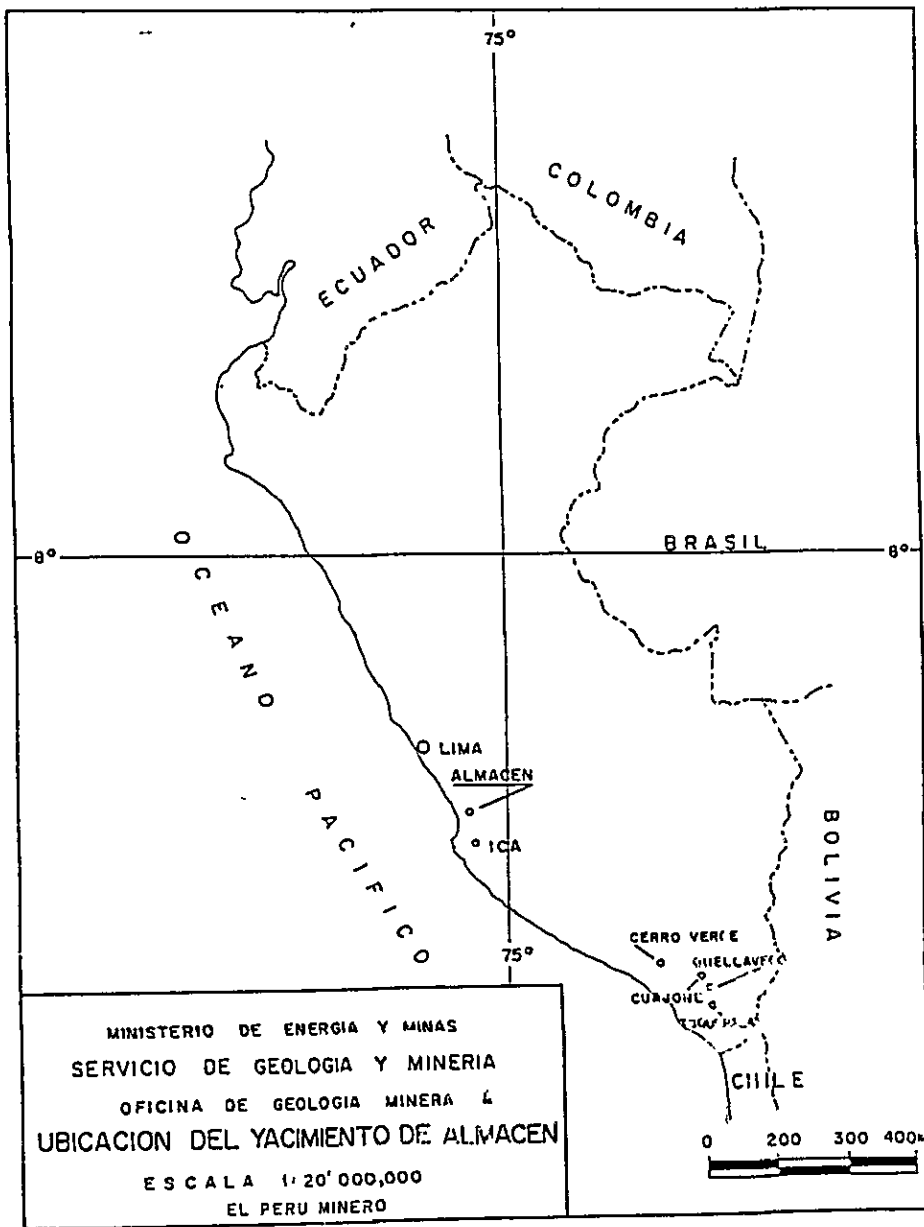
顕微鏡写真 1. セロ・ベルデ鉱山の初生硫化鉱物  
X 9 7  
cp : 黄銅鉱



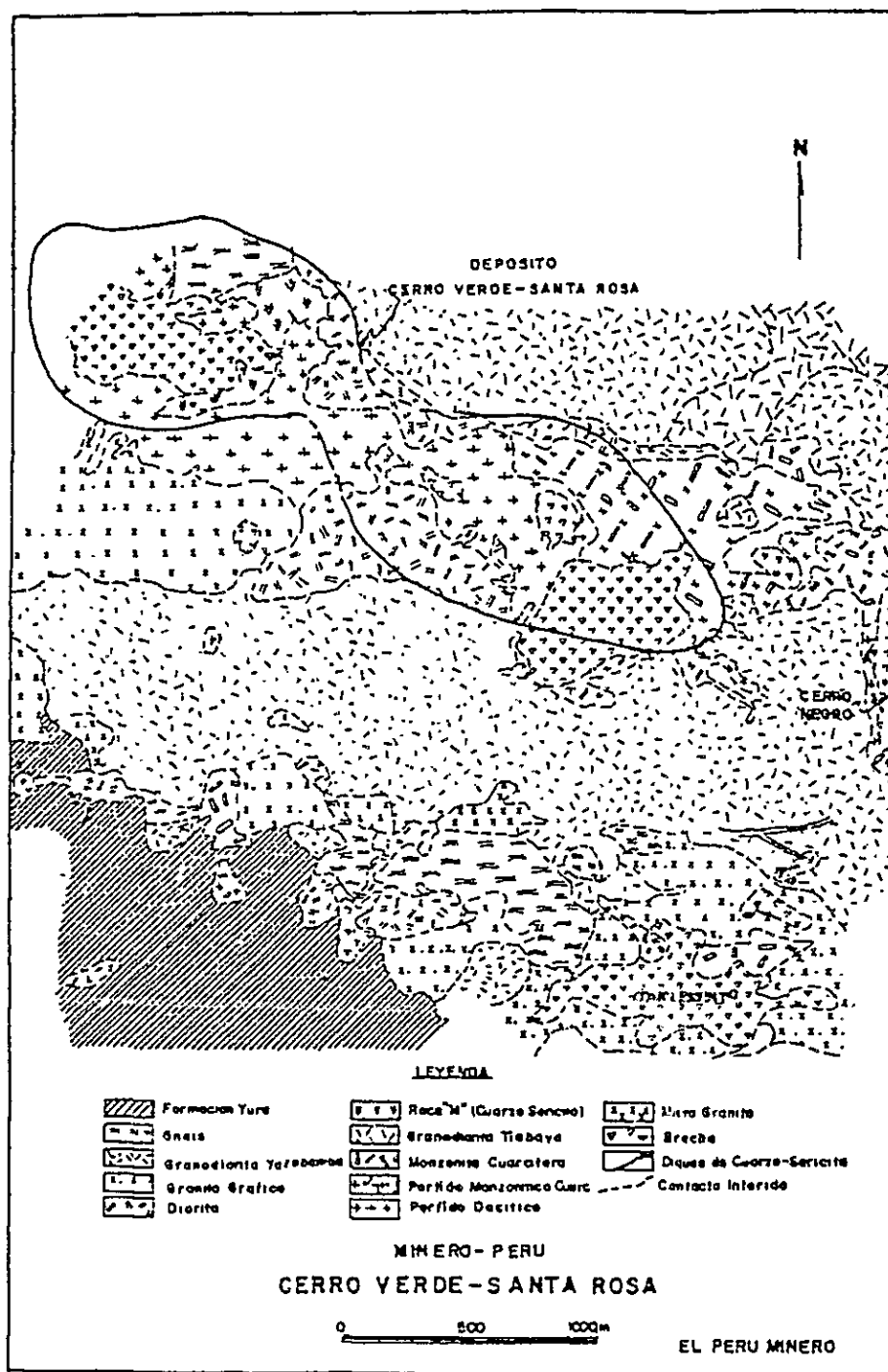
顕微鏡写真 2. 同上、但し、輝水鉛鉱を含む X 9 7  
py : 黄鉄鉱    mo : 輝水鉛鉱



第1図 ペルー南部ポーフイリー・カッパー分布図



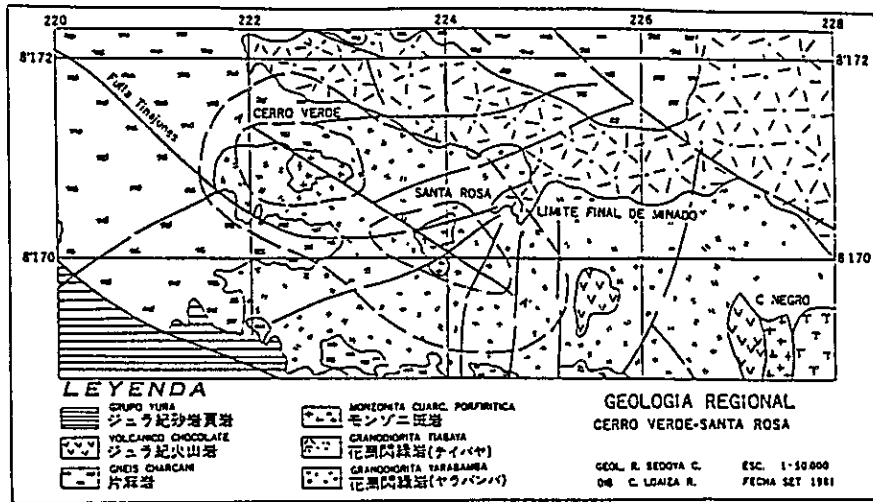
第2図 セロ・ベルデ鉱山付近地質図



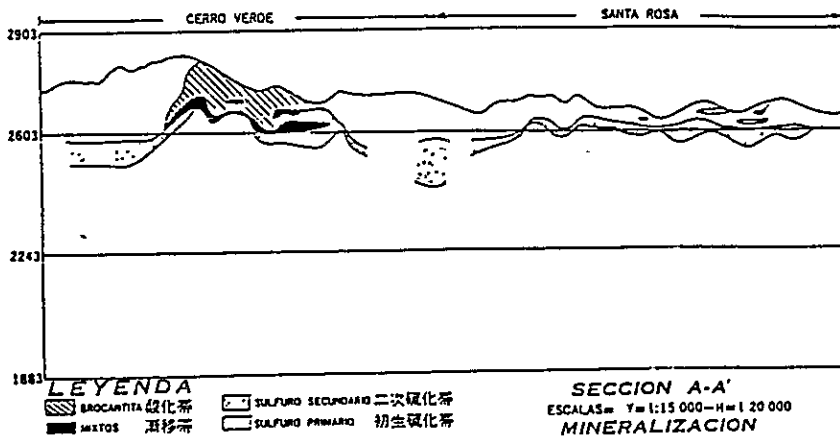
LEYENDA 凡例

- Formacion Yura ヌラ層 Gneis 片麻岩  
 Granodiorita Yarabamba ヤラバムバ花崗閃緑岩  
 Granito Grafica 文象状花崗岩 Diorita 閃緑岩  
 Roca "M" 絹雲母-石英岩 Granodiorita Tiabaya ティアバヤ花崗閃緑岩  
 Monzonita Cuarcifera 石英モンゾニ岩  
 Porfido Monzontico Cuarcifero 石英モンゾニ珸岩  
 Porfido Dacitico 石英安山岩質珸岩 Micro Granito 細粒花崗岩  
 Brecha 角礫岩 Diques de Cuarzo-Sericita 絹雲母-石英岩脈  
 Contacto Inferido 推定した境界

第3図 セロ・ベルデ鉱山周辺の地質図および断面図

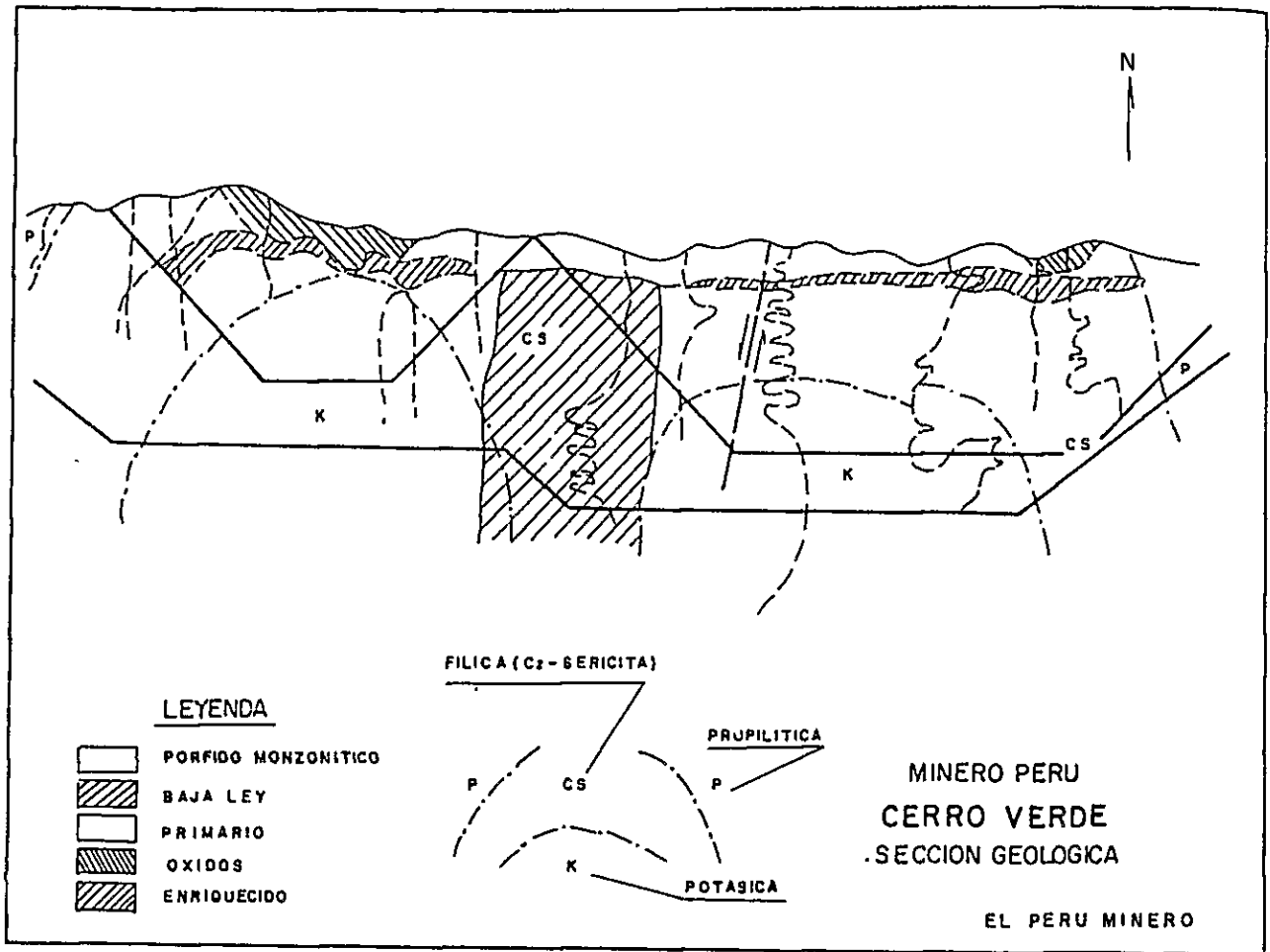


( 平面図 )



( 断面図 )

第4図 セロ・ベルデ鉱山鉱床断面図



LEYENDA 凡例

- |                     |         |          |         |
|---------------------|---------|----------|---------|
| PORFIDO MONZONITICO | モンゾニ珩岩  | BAJA LEY | 低品位鉱    |
| PRIMARIO            | 初生硫化率   | OXIDOS   | 酸化鉱     |
| ENRIQUECIDOS        | 二次富化鉱   |          |         |
| PROPILITICA         | プロピライト帯 | FILICA   | 絹雲母-石英帯 |
| POTASICA            | カリ変質帯   |          |         |



第1表 セロ・ベルデ鉱山付近の層序表

現世	現世堆積物	河川および風成堆積物
第三紀	トケバラ火山岩類	流紋岩、安山岩、粗面岩等の熔岩と角礫岩
白亜紀	ユラ層	含炭質頁岩、下部に珪岩、上部に珪岩と石灰岩を挟む
ジュラ紀	ソコサニ層	石灰岩、頁岩、砂岩、珪岩等の堆積岩類
	チョコレート火山岩類	玄武岩-安山岩 石灰岩と頁岩を挟む
先カンブリア紀	チャラカニ片麻岩類	

第2表 セロ・ベルデ鉱山の鉱化帯

溶脱帯	褐鉄鉱 鉄マンガン重石
酸化帯	ブロシャン銅鉱 銅ピッチ アントレライト 珪孔雀石 孔雀石 黒銅鉱 赤銅鉱
二次富化帯	輝銅鉱 ダイジェナイト 斑銅鉱 銅藍 特にサンタ・ロサ鉱体で発達
初生硫化帯	黄鉄鉱 黄銅鉱 輝水鉛鉱 磁鉄鉱 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 磁硫鉄鉱 硫砒鉄鉱 (微量)

第3表 ペルー南部の主要ポーフアイリリー・カッパー 一覽表

Toquepala	Cuacone	Quellaveco
<p>西径 70°38' 南緯 17°14' Southern Peru Copper Corp. (アサルコ系) 1956年 露天掘開始 Overburden 除去 1959年 選鉱場完成 30,000トン/日 Cu 1% 110 銅精錬所 1.2 万吨/月</p> <p><b>GEOLOGY</b> Alta Series (welded tuff) 1,000m Toquepala Series (dolerite-rhyolite) 450m Quellaveco Q-P (rhyolite porphyry) 150m Andean batholith Dacite porphyry 貫入 --- Mineralization</p> <p><b>ORE DEPOSIT</b> Mineralization Sheared zone 幅 1km (Micalaco fault) Ore minerals pyrite, chalcocopyrite, bornite, molybdenite, sphalerite Oxide zone oxide Cu-minerals thickness 150m Secondary zone chalcocite Ore Reserve 4 億トン Cu-content 1% (+)</p>	<p>西径 70°45' 南緯 17°02' Southern Peru Copper Corp. 1955-59年 Feasibility study 1970年 採掘作業開始 5 億 5千万ドル 1976年 採掘開始 40,000トン/日</p> <p><b>GEOLOGY</b> Chuntacala Fm. (lava, tuff) --- Plio-Pleistocene Huayllillas Fm. (aggl., tuff, vitrified, congl.) Toquepala dolerite (andesite) 230m Quellaveco Q-P (rhyolite porphyry) 255m Cuacone andesite 240m Basalt Andean batholith quartz-monzonite quartz latite porphyry --- Mineralization andesite</p> <p><b>ORE DEPOSIT</b> Mineralized area 1.2 x 0.9 km (漏斗状) Lixiviated zone 100m Oxide zone 15m Secondary enriched zone 20m Primary sulphide zone Ore minerals pyrite, chalcocopyrite, bornite, molybdenite, enargite, galena, sphalerite py : cp = 1 : 1 - 2 : 1 Alteration Phyllic - Argyllic Ore reserve 4.7 億トン Cu-content 1%</p>	<p>西径 70°39' 南緯 17°06' 1939年 Cerro de Pasco Corp. Exploration 1947-52年 Northern Peru Mining &amp; Smelting Co. Boring 15,649m 1970年 ペルー政府鉱区返還命令 1972年 鉱区権 MINERO PERU 所屬 1972-73年 MINERO PERU I.P. &amp; Boring 実施 (15,331m)</p> <p><b>GEOLOGY</b> Huayllillas Fm. (ignimbrite) Quellaveco breccia --- Upper Tertiary Upper --- andesite &amp; rhyolite Alta Series Lower --- rhyolite</p> <p><b>ORE DEPOSIT</b> Mineralization related with brecciated zone Ore minerals pyrite, chalcocopyrite, bornite, molybdenite, pyrrhotite, cubanite, sphalerite Lixiviated zone --- 80m Oxide zone --- 40 - 50m Secondary zone --- 50 - 60m (2,500万トン) Alteration propylite zone Phyllic zone 400 x 1,100m (鉱床の60%) Cp : Py = 1 : 1 - 1 : 3 Cu-content 0.35 - 1.00% (鉱床の10%) K - zone Cp : Py = 1 : 2 - 1 : 3 Cu-content 0.5 - 1.20% Mo-content 0.015 - 0.04% Ore reserve 3.85億トン Cu-content 0.85% (Average)</p>

## ベレンゲーラ ( Berenguela ) 鉱山

### 1. 位置・交通

ベレンゲーラ ( Berenguela ) 鉱山はペルー南部のプノ ( Puno ) 県、ラムバ ( Lampa ) 郡、カバニージャスーサンタ・ルシア ( Cabanillas-Santa Lucia ) 地区に属し、フリアカ ( Juliaca ) 市の南方約 60 km に位置する ( 第 1 図 )。本鉱山は海拔 4,150 - 4,290 m の高度にあり、11 月から 3 月まで雨期、7 月から 8 月は寒期で結氷することも珍しくない。

交通はアレキパ ( Arequipa ) 市より未舗装道路 220 km、アレキパー — フリアカ 鉄道を利用すれば、サンタ・ルシア 駅まで 238 km、同駅より 鉱山事務所まで 6 km の距離にある。

本鉱山を開発するには、単に 2 km の道路を開設すれば、鉄道に達すると言う利点と共にリオ・ベルデ ( Rio Verde ) と呼ばれる水量の豊富な河川がすぐ傍にあり、水力発電が可能な条件を備えている。

### 2. 沿革

ベレンゲーラ 鉱山は既に植民地時代から銀を対象とした採掘が行われてきたが、1903 年以降 1957 年までイギリス系のラムバ 鉱山会社 ( Lampa Mining Co. ) の経営の下に採掘が続けられた。この会社では、1955 年までに原鉱石として約 50 万トン、金属量にして銀 391,500 kg、銅 7,023 トンを産出した ( 第 1 表 )。

当時の品位としては、銀 33 オンス / トン、銅 2 % の高品位鉱を出鉱してきたが、その後 サンタ・ルシア の北 2 km に精錬所を建設し、本鉱山の 鉱石とサン・ラファエル ( San Rafael ) 鉱山の珪質銅鉱とを混合して直接精錬し、銅品位 30 - 35 %、銀品位 7 - 13 kg / トンの地金を生産した。

その後、品位が低下して 1955 年から 1957 年まで、銀 55,761 kg、銅 2,101 トンを産出したが、さらに出鉱品位が低下したため操業中止の状態に立ち至った。

この原因の一つとして、ベレンゲーラ 鉱山の 鉱石がマンガン酸化物を主とし、銀と銅は大半が二次 鉱物の状態で存在するため、これらの抽出が通常の選鉱・冶金の方法では容易でないと言った性質によるためである。

また、1940 年から 1950 年にかけてマンガン 鉱物の回収を試みたが、そのための設備費に比べてマンガン 鉱の価格が低く、しかも不安定であったことから、マンガン 鉱の回収の努力は放棄せざるを得なかった。この他、1958 年には浮遊選鉱もテストしたが、当初予期した成果が得られず、改良を重ねた結果、銀の回収に有効であると言う目安を得たに止まった。

ベレンゲーラ 鉱山の操業は 20 世紀前半が最盛期であり、休山以降種々の 鉱山会社のアプローチはあったが、再開発の状況には至っていない。すなわち、1965 年 8 月より

1966年9月までアサルコ社(ASARCO: American Smelting and Refining Co.)はオプション契約の下に探鉱活動を行い、初めて同鉱山付近の地質図の作成、また52本の試錐(延べ3,241m)を実施した。これと共に、アメリカアリゾナ州の鉱山局(Bureau of Mines)や他の民間会社に鉱石の処理方法について検討を依頼し、セグレーションと浮遊選鉱による銀・銅・マンガンの回収テストを実験室規模で行ったが、feasibleではないと言う結論に達して契約を解消した。

続いて、1966年11月より1968年11月までの2年間セロ・デ・バスコ社(Cerro de Pasco Corporation)がアサルコ社と交代して調査し、鉱量を算定すると共に、オロヤ(Oroya)の実験室で浮遊選鉱や溶脱法による銀と銅の回収を試みたが、期待した成果は得られなかった。

さらに、1968年12月より1970年12月まで、チャーター鉱山会社(Charter Minera, S. A.)により56本の試錐(総延長3,386m)が追加され、鉱石の処理についての検討と共にprefeasibility studyも行った。この場合、300トンの鉱石がイタリーのミラノに送られてアングロ・アメリカン企業体(Anglo-american Corporation)により、パイロット・プラントでセグレーションによる鉱石処理の検討が試みられたが、銀の実収率は68%に止っている。その後、チャーター社は開発から生産までの予定が完遂出来なかったため、鉱業開発促進法により鉱区権をペルー政府に返還せざるを得なかった。

1972年1月ペルー政府はミネロ・ペルー(MINERO PERU)に対し、ベレンゲラ鉱山の鉱区権を付与したため、ミネロ・ペルーもまたprefeasibility studyを実施し、鉱石処理の検討をスダミン社(SUDAMIN: Sud American Des Minerias et Metaux, S. A.)に依頼した。この他、1978年にはソ連の技術協力機関からモスコのパイロット・プラントでベレンゲラの鉱石処理を検討することの申し入れがあり、この件に要する費用について125,000ドルを提案して来たが、実現には到らなかった。

以上が本鉱山の沿革であるが、鉱石中から銀と銅を有効に回収する方法が種々検討され、結局セグレーション法が効果的であると言う結論に達したと判断される。

### 3. 地質一般

ペルー南部の海岸地帯を除くアンデス地域は地形上西から東に向かって西部山岳地帯(Cordillera Occidental)、高原地帯(Altiplano)および東部山岳地帯(Cordillera Oriental)の3帯に分けられており、これらはペルーの海岸線に平行に北西-南東方向に走っている。

#### 西部山岳地帯

主に白亜紀の堆積岩類と第三紀の火成岩類から成り、貫入岩の多くはカルク・アルカリ岩系に属し、地下火山の特性を持つと言われている。この分水嶺の西側の太平洋に面する

斜面は火山岩が卓越し、一方東側では堆積岩が多い。

#### 高原地帯

別名チチカカ堆積盆地（Cuenca de Titicaca）とも呼ばれ、西部山岳地帯の東縁の構造的沈降帯に相当する。古生層およびジュラ系等が断層運動により地塊化している。

#### 東部山岳地帯

主に古生層から成るが、一部に白亜系が分布する。火成岩としては、東に向かってカルク・アルカリ岩からアルカリ岩に移化する傾向がみられる。

#### ペレンゲーラ鉱山付近の地質

本鉱山付近は西部山岳地帯の東端に位置し、白亜紀のモーオ（Moho）層群に属するアヤバッカ（Ayavaca）層の苦灰質石灰岩を主とする。また、赤色の珪質頁岩が分布し、石灰岩中にも同質の砂岩と頁岩が挟まれており、一部にはノジュール状の珪質頁岩も存在する。石灰岩の上盤には相当厚い石膏層を伴っており、特に鉱床の東端で肥大する傾向が認められる。これらの堆積岩類はN70°W方向の褶曲軸をもつ背斜と向斜を繰り返しており、著しい部分では倒れた同斜構造を示している。特に頁岩層はインコンピートであるため、褶曲に伴って剪断作用を受けているところも見られる。またこれらの他、NW方向の大きな断層、NEおよびNS方向の落差数m程度の直立した断層群があり、鉱床の南端には褶曲軸に平行な衝上断層もみられる。

本鉱山の北東2km付近には白亜系とデボン系を境する大規模の衝上断層の存在が報告されており、地質構造をより複雑化している。

後で述べる様に、ペレンゲーラ鉱床付近の堆積環境は非常に浅い海であり、マンガン酸化物の堆積中も一部陸化して剝された可能性があり、また周辺からも碎屑物が流入していた形跡が残されていることが判明した。

これらの白亜系の上に第四紀の水河堆積物が載っており、融氷流水堆積物の氷礫土が凹所や割れ目を充して分布する。この氷礫土の礫は主に第三紀の火成岩類からなり、珪岩や鉄鉱石なども伴うが、火成岩の礫の多くは熱水変質作用を受けており、鉱化作用の認められるものもある（第2図）。

#### 4. 鉱 床

先にも述べた様に、ペレンゲーラ鉱床は白亜紀中期のアヤバッカ石灰岩中に挟まれた銀および銅を含んだ酸化マンガン鉱床であり、ペルーでは唯一のマンガン酸化物を主とする鉱床と言われている。

本鉱床は標高4,200m付近の小高い丘の上に露頭が分布しており、鉱体は褶曲軸に平行にN70°W方向の伸びを示している。鉱化帯の総延長は約1,500m、幅は約500m、その厚さは最大100m近くに達するが、平均25m前後であり、部分的に厚さの変化が著しい。

・

鉱石は一般に黒色のマンガン酸化物を主とし、硬マンガン鉱と軟マンガン鉱から成ると言われてきたが、その大半は非晶質の鉄を含んだマンガン酸化物である。これらの鉱石は一見大洋底のマンガン団塊に似ているが、鏡下では層理やコロフォーム組織を示し、コロイド状の沈澱により生成したと推定される。これらと共にマンガン鉱自体が砂粒となって堆積した部分も見られ、浅い海盆中で海水面が上下することにより、マンガン鉱体の一部が水面上に突出して削剥されたか、または底層流の動きにより削られたかの可能性が考えられる。マンガン鉱の沈澱中も炭酸塩鉱物の破片が取り込まれており、周辺から碎屑物が供給されていた模様である。この様な堆積環境は下盤の石膏層が硫黄の同位体比からみて蒸発残留岩起源であることにより裏付けられている（顕微鏡写真1-4）。次に銅鉱物としては、野外ではマンガン鉱中に酸化銅鉱の細脈が層理に平行か、または若干斜交しているが、中には直交するものもある。しかし、これらのいずれも余り連続性が良くない。二次銅鉱物としては、孔雀石が目立つが、珪孔雀石、銅藍、輝銅鉱も存在する。興味ある事実としては、鏡下でマンガン鉱に伴う砂質部の石英中に黄鉄鉱と黄銅鉱が含まれており、また二次銅鉱物に富む鉱石では輝銅鉱の集合体が円礫に近い形を保つと共に、その中に黄銅鉱が残っていることが判明した（顕微鏡写真5-12）。この様な産状は一次銅鉱物が砂粒や小礫として堆積盆の外側から流入し、マンガン鉱の中に他の炭酸塩鉱物と共に取り込まれて堆積したものと推測される。

銀鉱物は現地で採取したサンプルからは発見することが出来なかったが、これまで報告された産状やベレンゲーラ鉱山の生産統計からみて、恐らく銅鉱物に密接して産する可能性があり、銀と銅の起源は同一ではないかと考えられる。

また、生産統計では、1916年から1919年まで金の採取した実績があるが、今後金についても注目して探査を進める必要があろう（第3図）。

脈石鉱物としては、方解石、ドロマイト、石英が主要構成鉱物であるが、これらの他少量のカオリン、カリ長石、絹雲母などが報告されている。

銀と銅の起源については、氷河堆積物中の鉱化作用を受けた氷礫から溶け出したこれらの有用元素が下にあるマンガン鉱石中に吸着されたとして、ベレンゲーラから3.5 km離れたリモン・ベルデ（Rimon Verde）鉱山から運ばれてきたと言うユニークな意見もあるが、鉱石中の一次硫化銅の存在はこの成因説に矛盾している。

問題はマンガン鉱物の酸化による汚れが著しいため、肉眼による銅や銀の品位の判定が困難であり、少なくとも鉱石顕微鏡による観察と、正確な分析値とを対応させることが探査する上で絶対必要条件となろう。

いずれにしても、この様な類の少ない鉱床は成因的にも経済的にも極めて興味があり、今後さらに詳細な研究が必要と思われる。

#### 鉱量および品位

母岩の複雑な構造に支配されるため、鉱体は不規則な形態を示しており、鉱量の算定は困

難であるが、次の様な数値が報告されている。

	(トン数)	銅(%)	銀(Oz/T)
確定鉱量	1 3,7 9 6,0 0 0	1.3 1	4.0 8
指示鉱量※	2,0 0 0,0 0 0	0.9 4	5.6 3
全鉱量	1 5,7 9 6,0 0 0	1.2 6	4.2 8

※ 指示鉱量 = (推定鉱量 + 予想鉱量)

この中高品位鉱(銅: 1.6%、銀10オンス)の分布範囲は延長1,000m、幅は40-100mであることが知られており、鉱量として300万トン期待される。

##### 5. セグレーションとH. G. M. S. について

ベレンゲーラ鉱山の鉱石の処理については、セグレーション法を適用することが有効であると言われて来た。また、このためのテストを日本チームが実施しており、将来本鉱床の開発に貢献すべく努力していることは周知の事実である。

しかしながら、近年の石油の高騰によりセグレーション法がよりコスト高になることは否定出来ない。このため、この方法を実施するに当たり、具体的な省エネ対策が必要になることは避けられない様に思われる。

一つの試みとして、これまで余り議論されていないマンガン鉱の回収と利用について検討してみたが、この過程で種々のことが判明してきた。先にも述べた様に、ベレンゲーラ鉱山のマンガン鉱は非晶質の鉄を含むマンガン酸化物であり、マンガンの炭酸塩鉱物は予想に反して全く存在していない。従って、セグレーション法により焼鉱した場合、炭酸塩鉱物に比べてマンガンの品位が上昇しないことが指摘される(第4図)。

次に、原鉱石について示差熱分析を行ったが、1,000℃まで温度が上昇する間に810℃付近で方解石、928℃付近でドロマイトの吸熱反応が見られるが、マンガンの炭酸塩鉱物の存在を示す反応は見出されなかった。上記の反応の結果、両鉱物から失う炭酸ガスなどから全体で重量比にして27.2%のlossを生じることが判明した。セグレーションで加熱する場合、850℃まで温度が上昇するが、脈石鉱物として含まれる方解石とドロマイトの吸熱反応に相当大量の熱エネルギーが消費される可能性がある。

また、X線回折により850℃まで加熱した鉱石を同定した結果、マンガン鉱物としてヤコブ鉱の生成していることが明らかとなった。しかし、ヤコブ鉱はフェライトの原料としての用途に限定され、しかも不純物の少ないことが要求されている。ヤコブ鉱のX線回折像はピークも低く明瞭さを欠くことから、不純物を含む可能性が高く、その利用は困難であることが予想される(第5図、第6図)。

当初、セグレーションにより生成したマンガン鉱物について、高勾配磁力選鉱法の適用により回収出来るのではないかと期待したが、ヤコブ鉱が強磁性鉱物であるため、その適用は難しいことが判明した。さらに、ベレンゲーラ鉱床の焼鉱して生じたヤコブ鉱は経済的価値

値に疑問があり、現時点でマンガン鉱の回収利用は極めて困難と判断せざるを得ない。

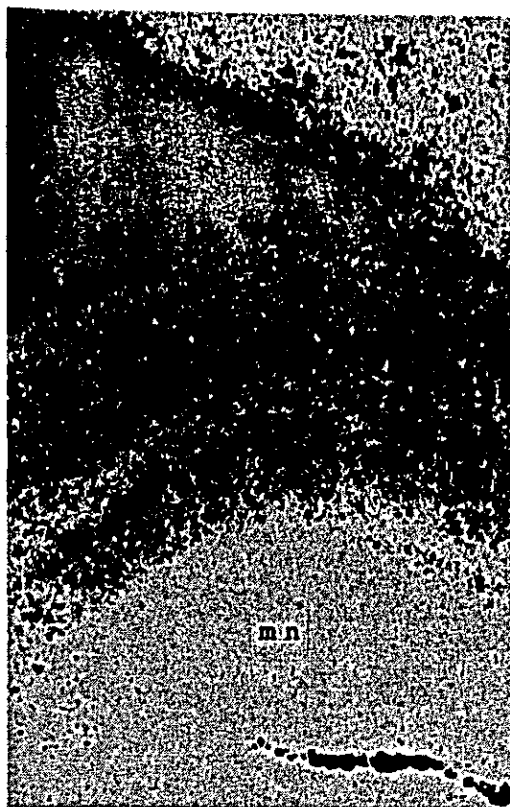
一方、日鉄鉱業(株)中央研究所の御厚意により、高勾配磁選機(SALA-H. G. M. S.)を用いてベレンゲーラ原鉱石を60メッシュ以下に粉碎した試料を選別する予備的な実験が行われた。その結果、鉱石鉱物と脈石鉱物との分離がH. G. M. S.により可能であることが明らかとなった。

この事実はセグレゲーション以前にH. G. M. S.により脈石鉱物を分離して除去すれば、焼鉱する場合の燃料の大幅な節約が期待出来る見通しが成立することになる。すなわち、方解石やドロマイトの減量が吸熱反応の制御になり、セグレゲーションの燃料節約に重要な役割を果すことになる。

従って、今後セグレゲーションのテストと共に、H. G. M. S.を併用して経済性を高めるよう努力することはベレンゲーラ鉱山開発を促進する具体的な方策の一つとして挙げられる。

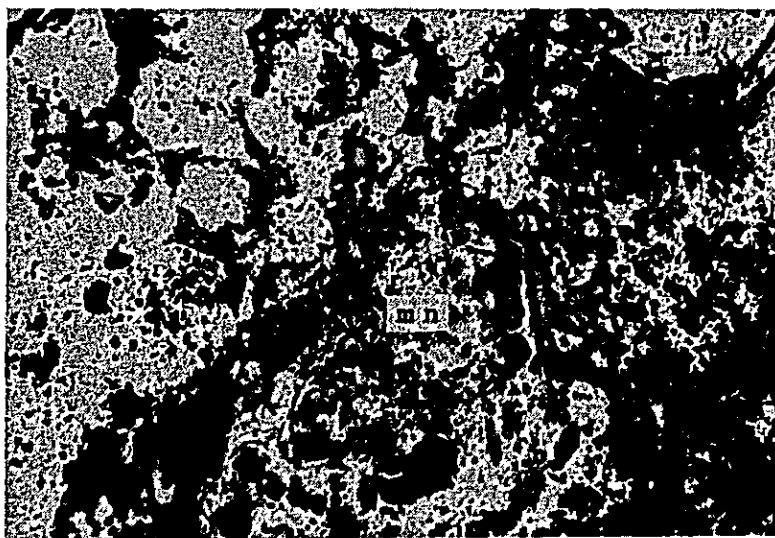
また、以上の地質、鉱床および鉱物の諸性質を総合した結果を考慮すれば、ベレンゲーラ鉱床の銅・銀・金等の分布状態は均質では無くて偏在する可能性が高く、マンガンの回収を考慮しなければ、先に鉱床の項で述べた高品位鉱(埋蔵鉱量約300万トン)のみを対象とした採掘計画を検討することが優先するのではないかと思われる。





顕微鏡写真 1. マンガン鉱の褶曲したラミナ構造 X 47

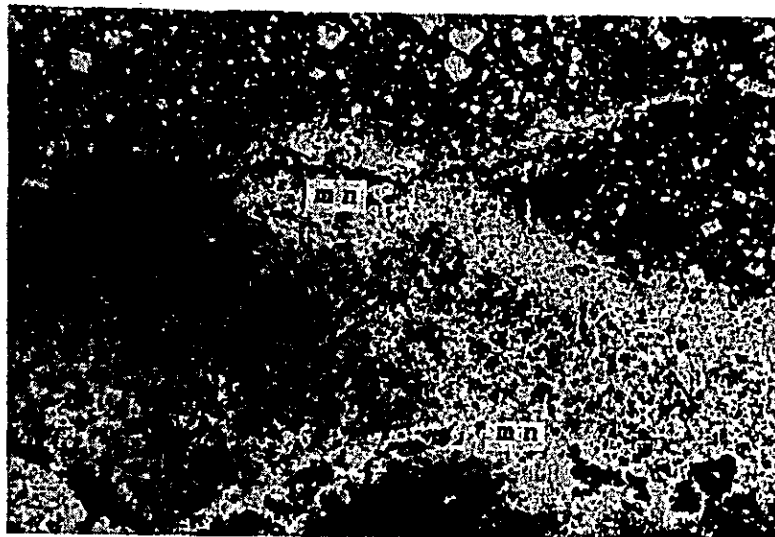
mn : マンガン鉱



顕微鏡写真 2. マンガン鉱のコロフォーム組織 X 47

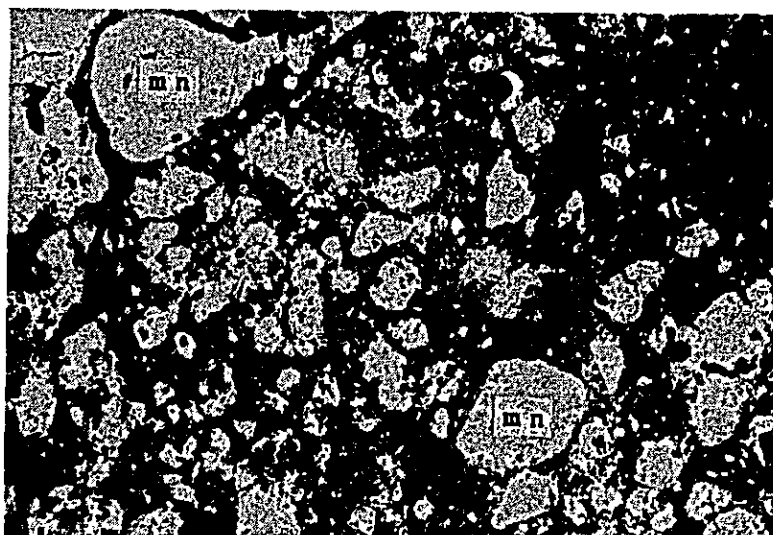
mn : マンガン鉱





顕微鏡写真 3. マンガン鉱中の鉱石と石灰質砂状部との互層 X47

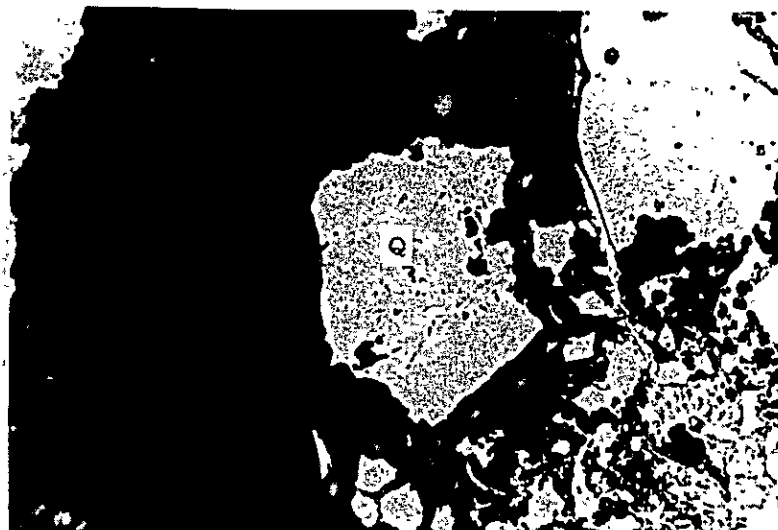
mn : マンガン鉱



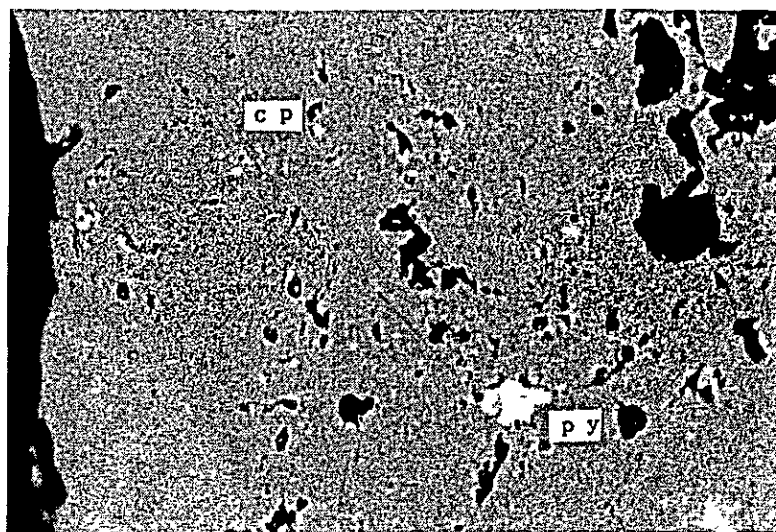
顕微鏡写真 4. マンガン鉱自体が碎屑物となる砂質部 X47

mn : マンガン鉱





顕微鏡写真 5. 砂質部の石英中に見られる初生硫化鉱物 X 9 7  
Q : 石英

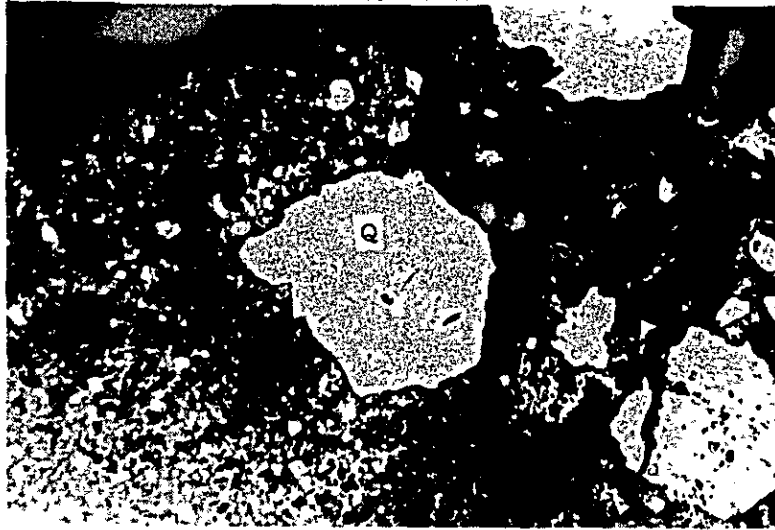


顕微鏡写真 6. 同上部拡大 X 3 6 6  
py : 黄鉄鉱 cp : 黄銅鉱

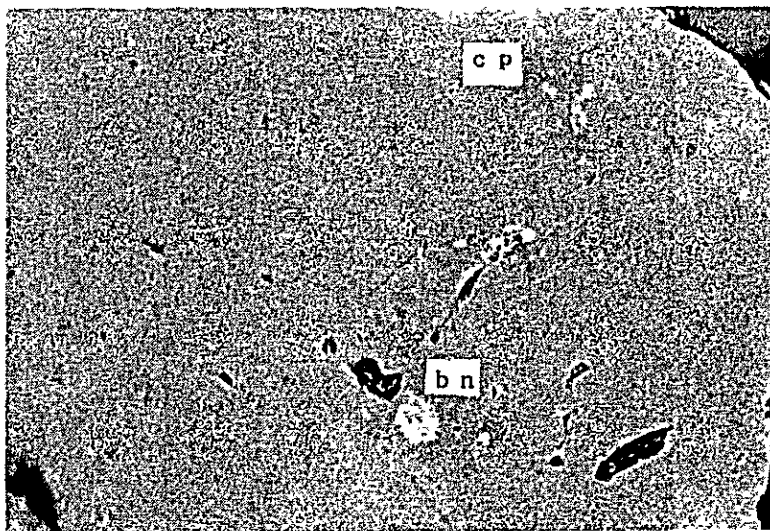
7 2 4 6

8

9



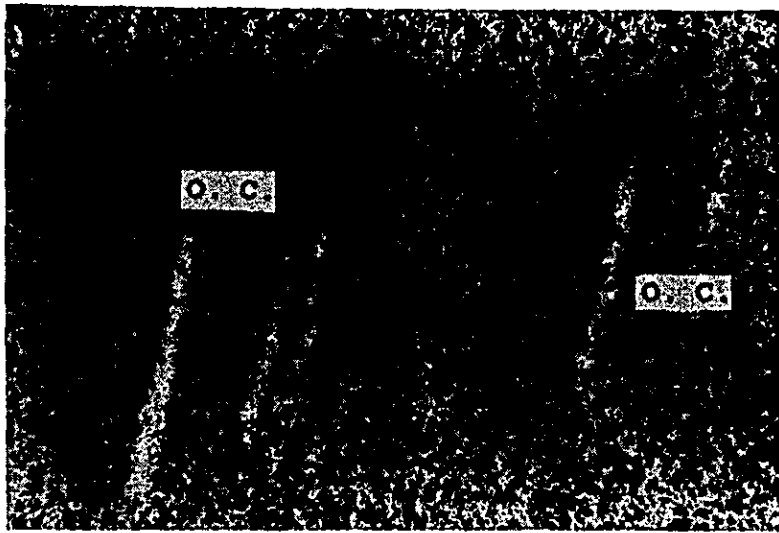
顕微鏡写真 7. 他の石英粒中に見られる初生硫化鉱物 X 9 7  
Q : 石英



顕微鏡写真 8. 同上部拡大 X 3 6 6  
cp : 黄銅鉱 bn : 斑銅鉱

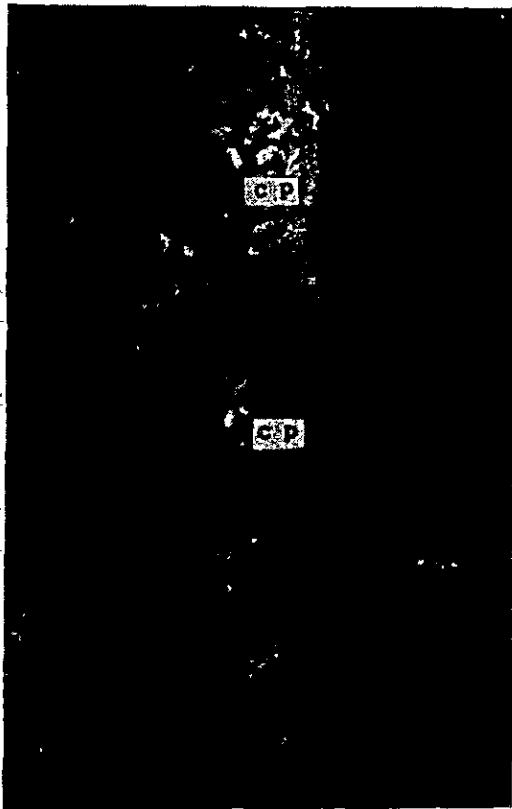






顕微鏡写真 9. 酸化銅鉱の伸びた形状を示す破屑片 X 9 7

O. C. : 酸化銅鉱



顕微鏡写真 10. 同上部拡大 X 3 6 6

cp : 黄銅鉱

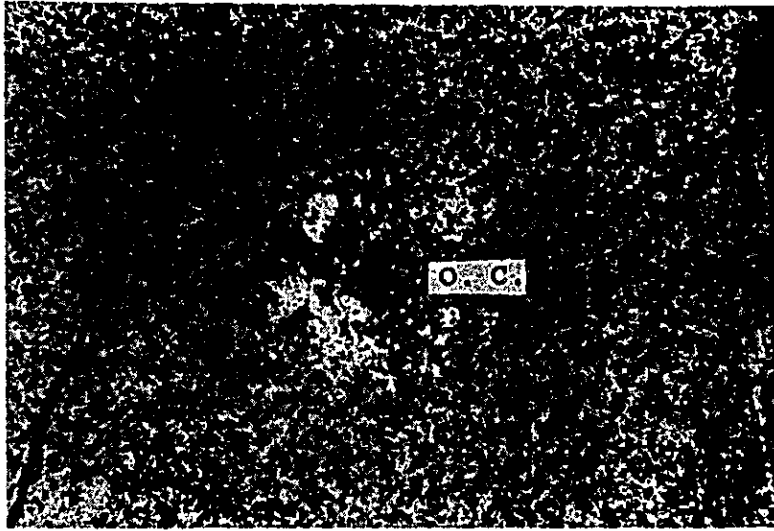
3

4

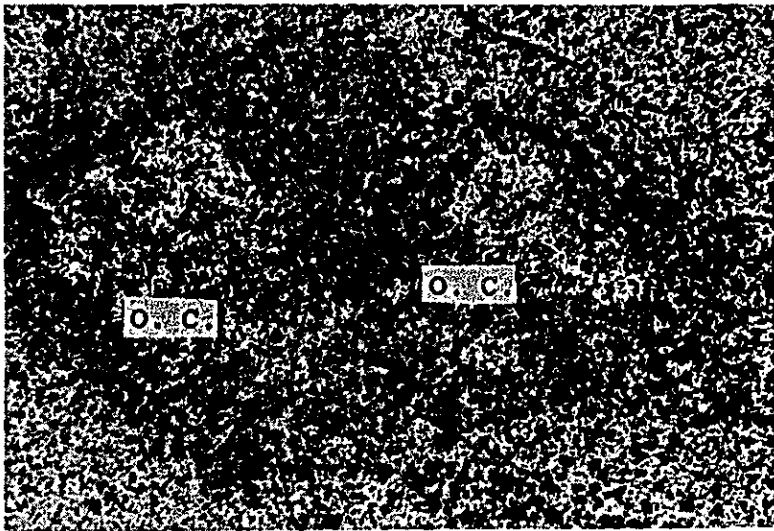
5

6

7

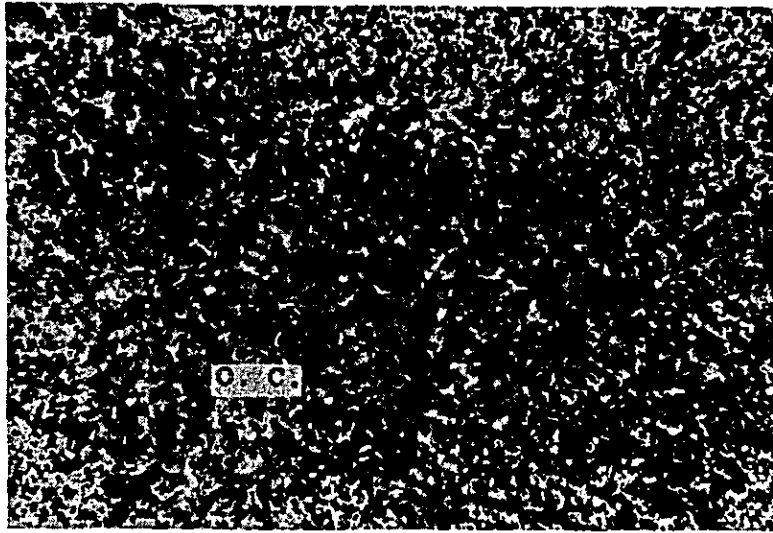


顕微鏡写真 11. 亜円礫状の酸化銅鉱 X 97  
O. C. : 酸化銅鉱

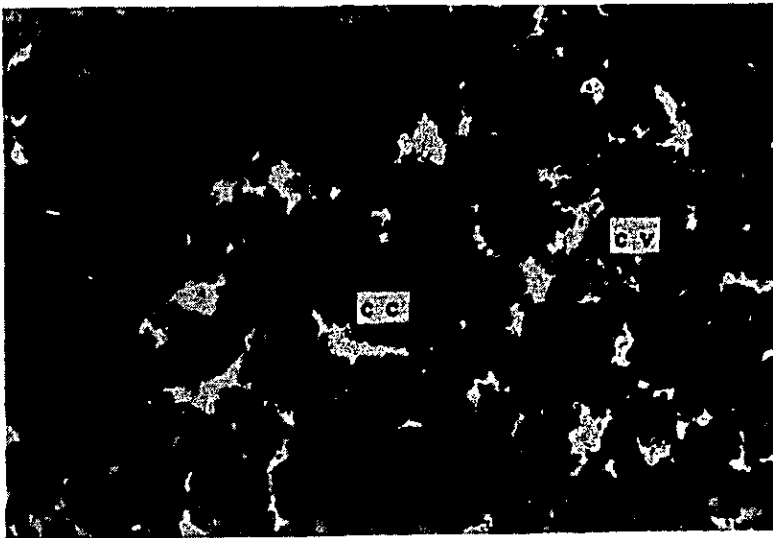


顕微鏡写真 12. 同 上 X 97  
O. C. : 酸化銅鉱





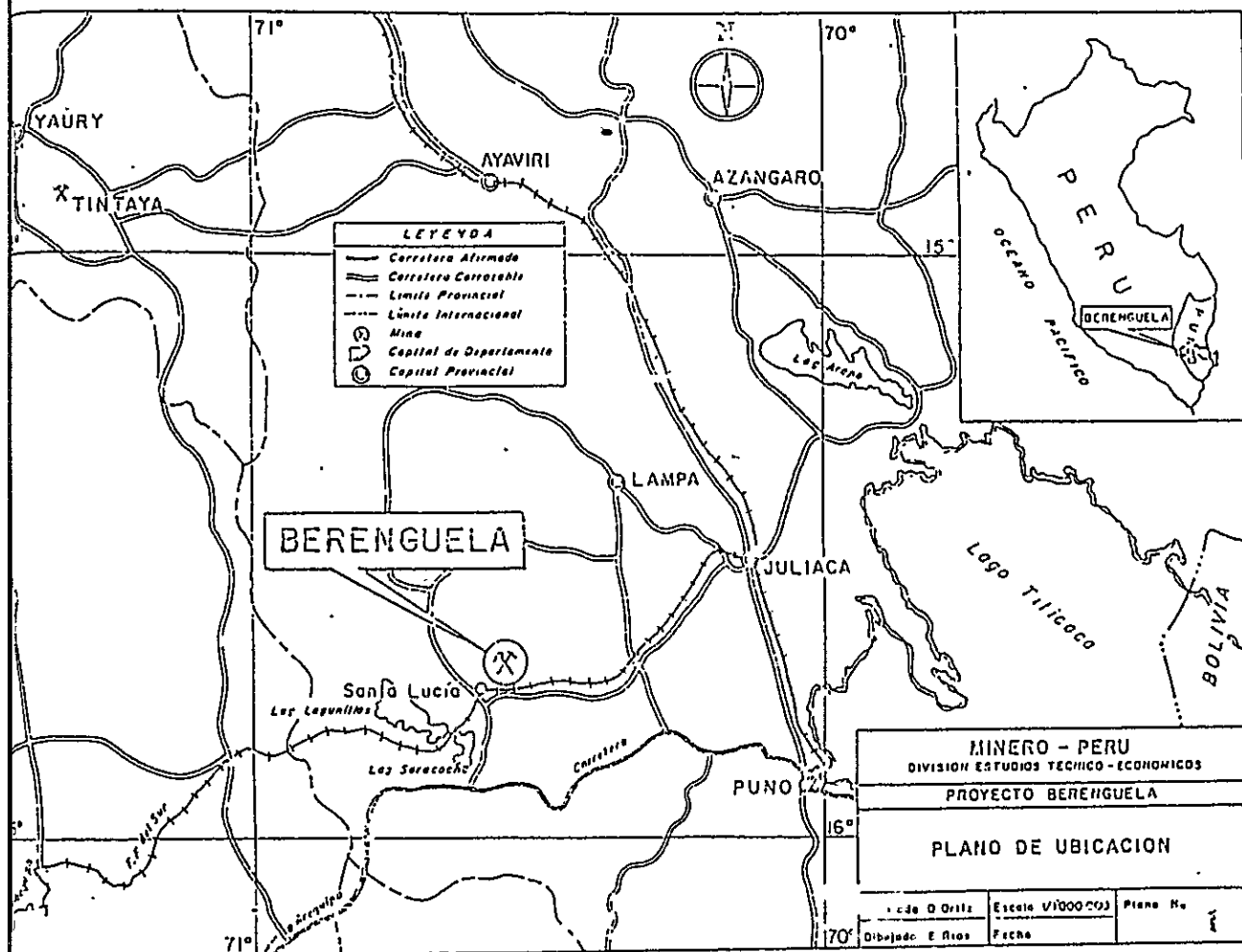
顕微鏡写真 13. ベレンゲーラの酸化銅鉱に富む鉱石 X 9 7  
O. C. : 酸化銅鉱



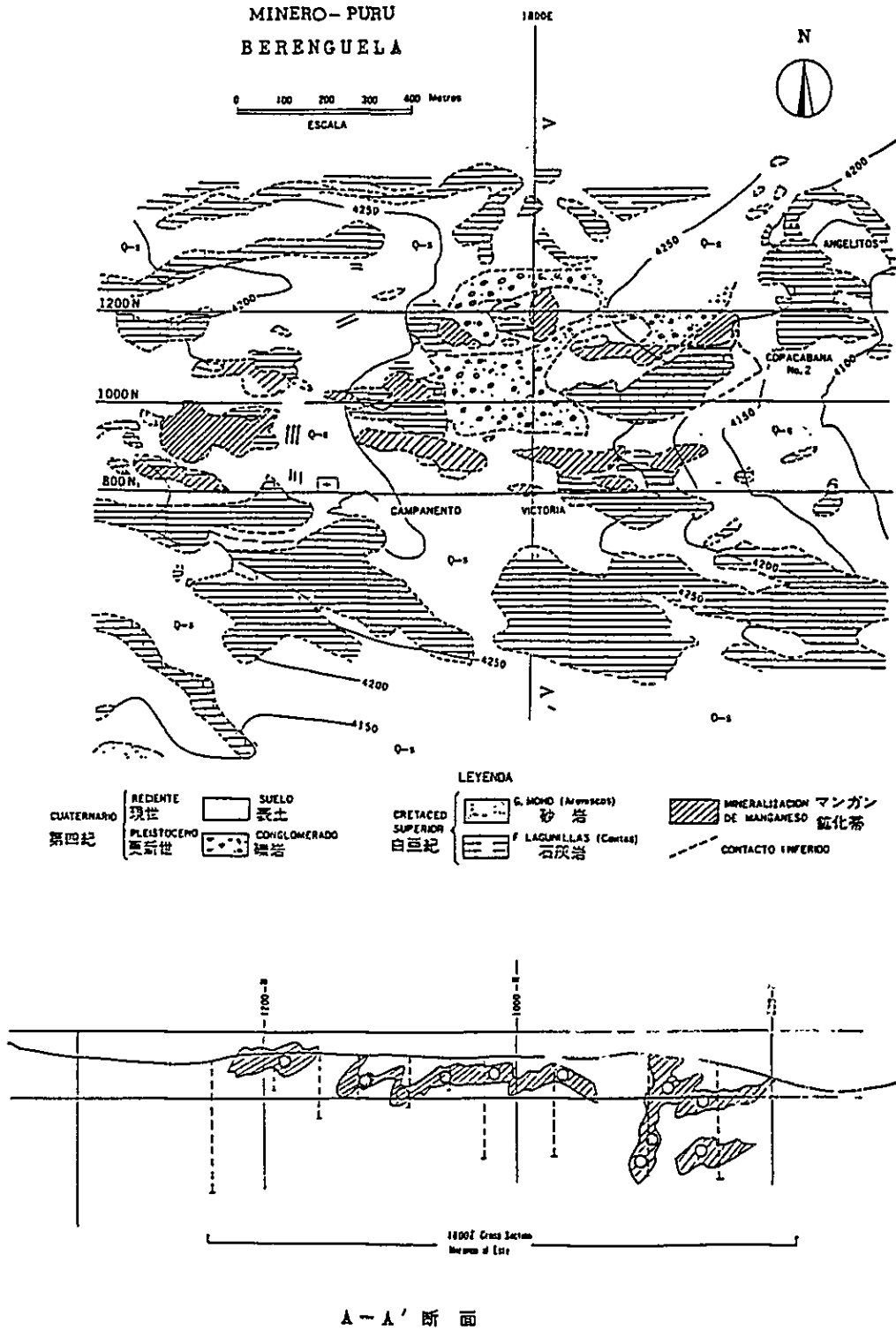
顕微鏡写真 14. 同上部拡大 X 3 6 6  
cc : 輝銅鉱 cv : 銅藍



第1図 ベレンゲラ鉱山位置図

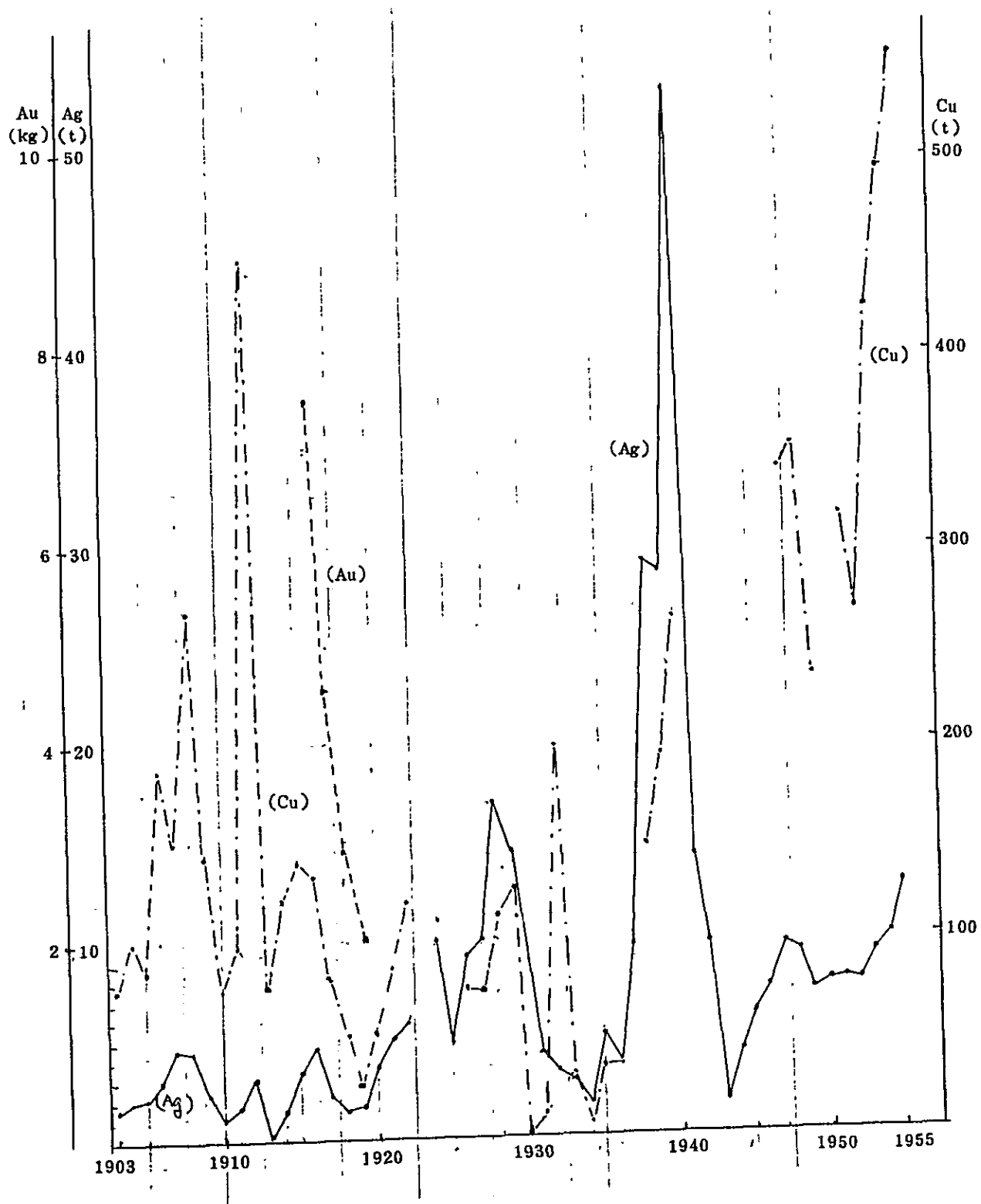


第2図 ベレンゲーラ鉱山付近地質図および鉱床断面図

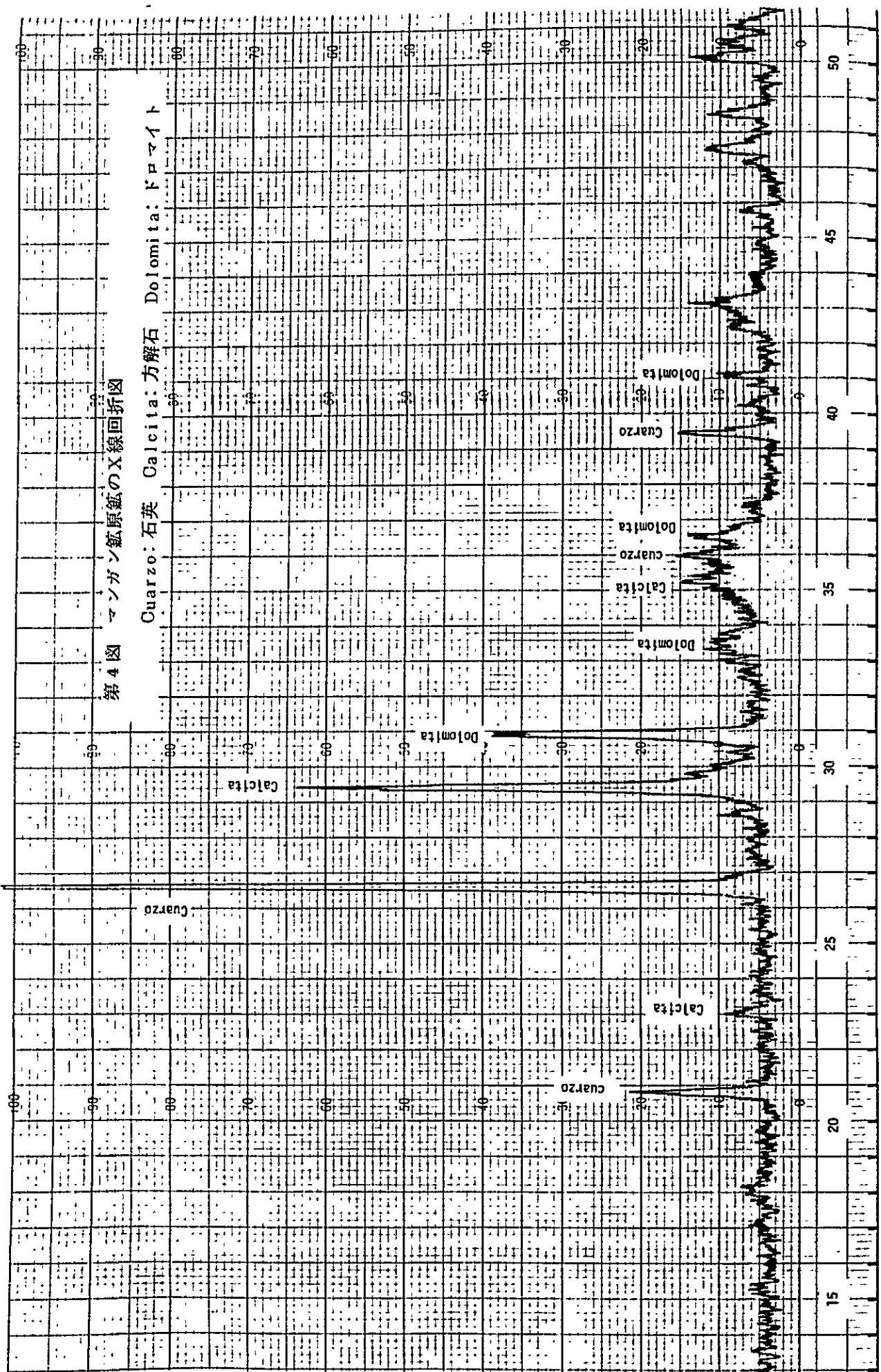




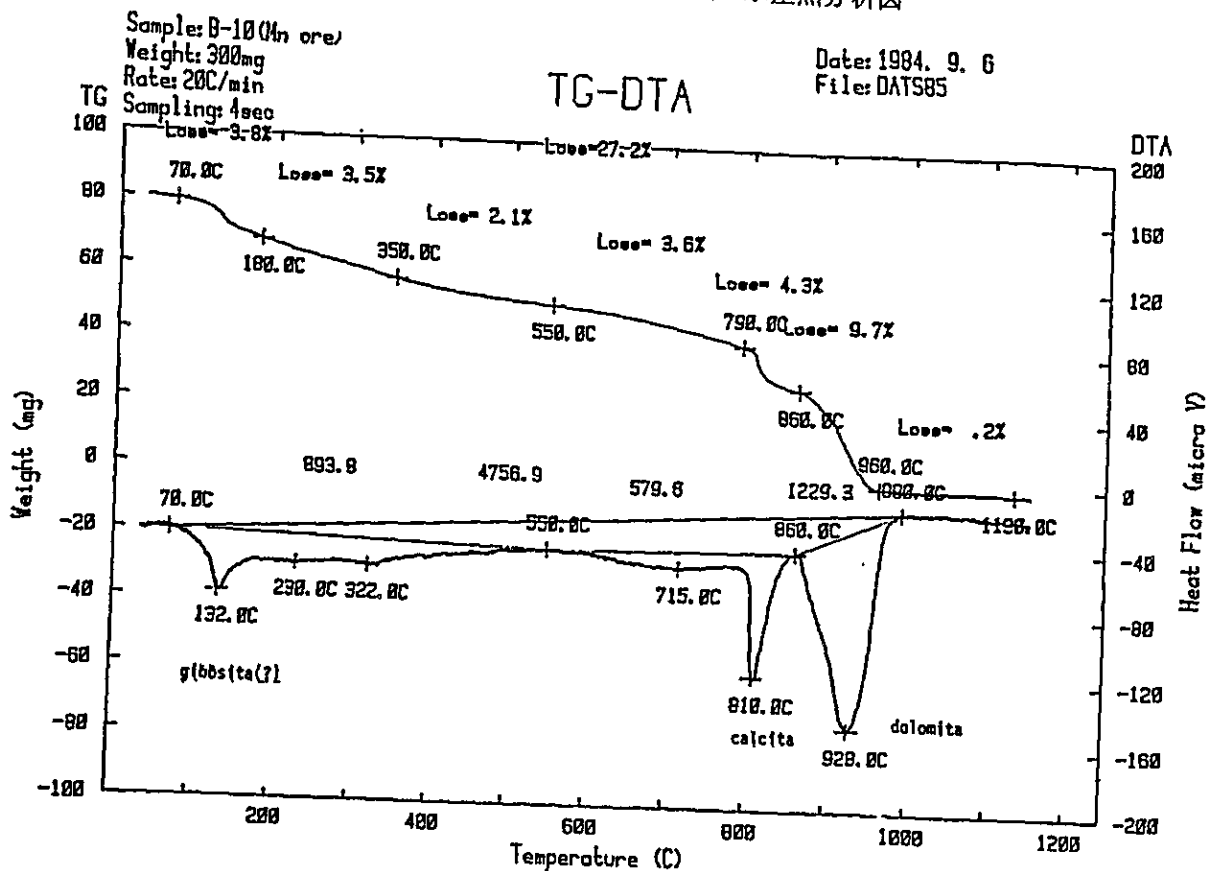
第3図 ベレンゲーラ鉱山の金、銀、銅（金属量）の生産実績図



第4図 マンガン鉱原鉱のX線回折図



第5図 マンガン鉱原鉱の示差熱分析図



```

*****
* THERMAL ANALYSIS - TG-DTA *
*****
DATE      1984. 9. 6
NAME      S Sudo
SAMPLE    B-10 (Mn ore)
WEIGHT    300mg
TG-RANGE  100mg
DTA-RANGE 250uv
START TEMP 30C
FINAL TEMP 1150C
RATE      20deg/min
SAMP TIME 4sec
TEMP SCALE 1245deg/10uv
DATA FILE DATS85

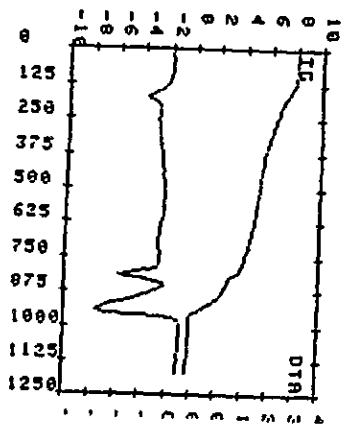
COMPENSATION---BLANK2
TG-SCALE FACTOR= 1
TG-SHIFT FACTOR= .8
DTA-SCALE FACTOR= .4
DTA-SHIFT FACTOR=-.2
    
```

```

*** THERMAL ANALYSIS - DTA ***
TEMP(1) TEMP(2) AREA(muV*min/g)
70.0     350.0     893.78
550.0     860.0     579.56
860.0     960.0     1229.53
70.0     990.0     4756.89
    
```

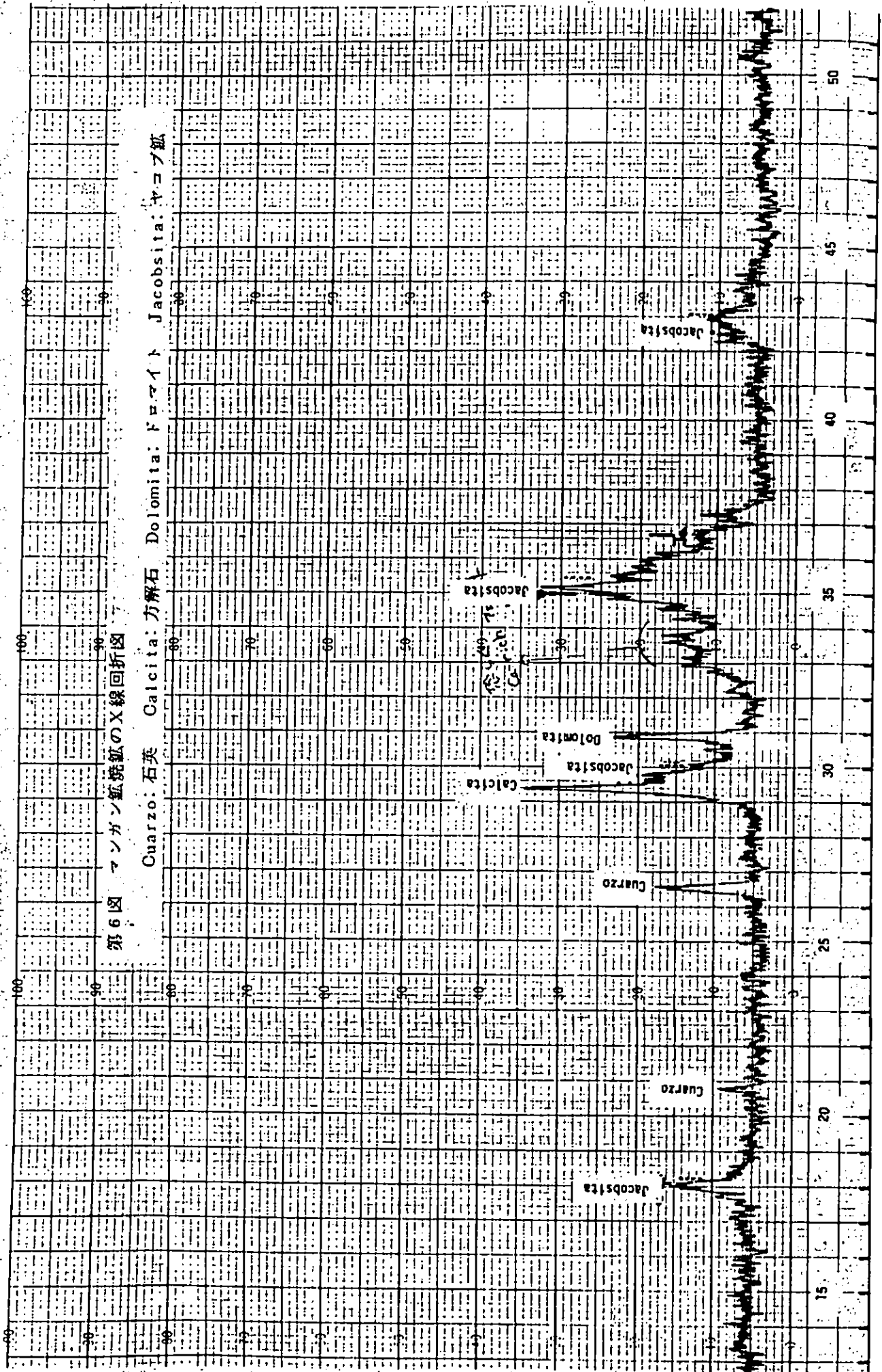
```

*** THERMAL ANALYSIS - TG ***
TEMP(1) TEMP(2)  ΔW  LOSS
70.0     180.0     11.48  3.8
180.0     350.0     18.68  3.5
350.0     550.0      6.28  2.1
550.0     790.0     10.78  3.6
790.0     860.0     12.82  4.3
860.0     960.0     29.89  9.7
960.0     1130.0     .71   .2
70.0     1130.0     81.68  27.2
    
```



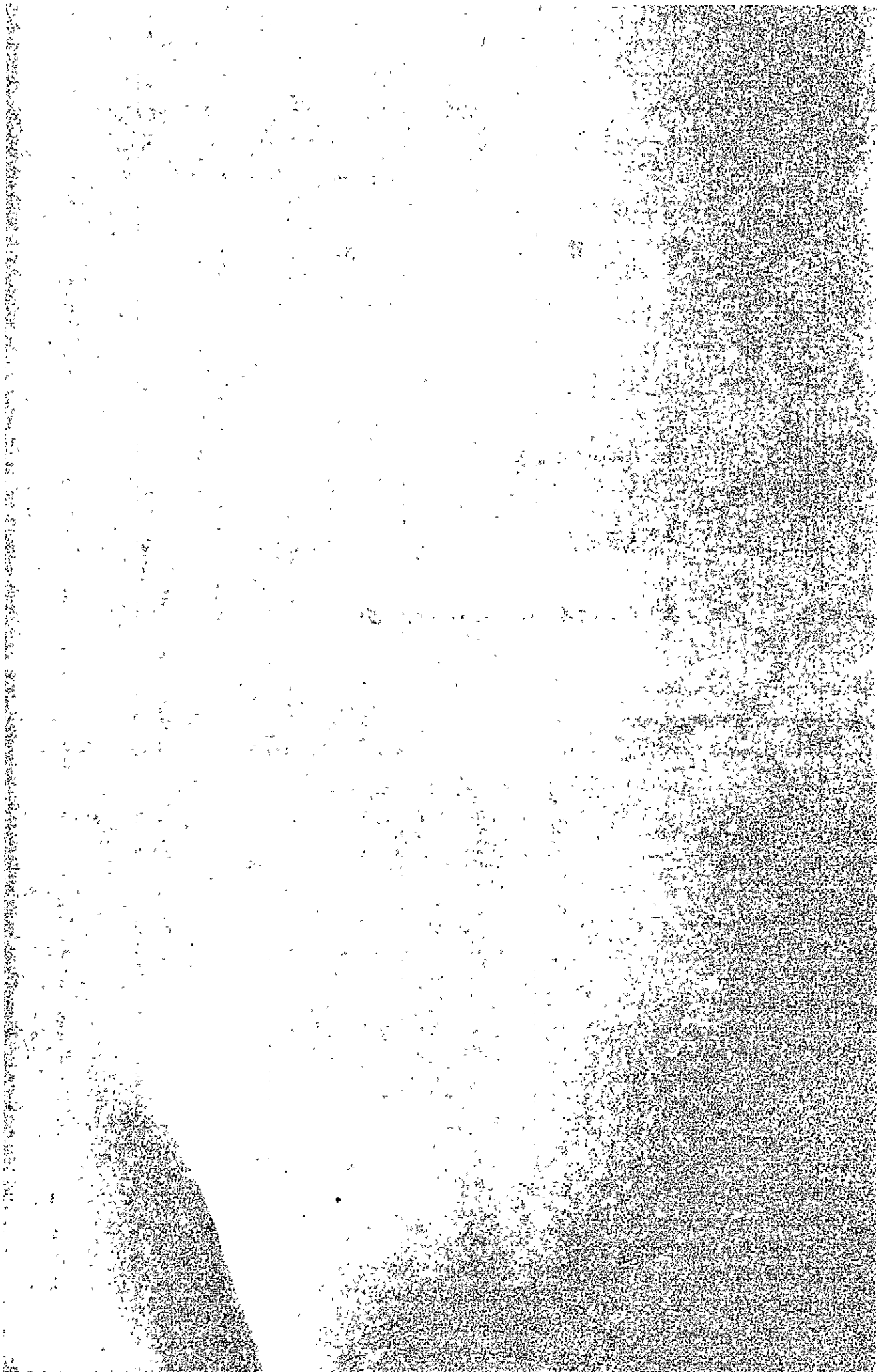
第6図 マンガン鉱床のX線回折図

Quarzo: 石英 Calcita: 方解石 Dolomita: ドロマイト Jacobsita: ヤコブ鉱



## V 資 料

1. ベルーの紙業事情
2. ミニッツ
3. プラント敷地の配電、給排水計画図



## 1. ペルーの鉱業事情

### (1) 概 況

ペルーは豊富な鉱物資源に恵まれており、古くからの鉱業国として知られている。現在採掘されている主要鉱物は、金、銀、銅、鉛、亜鉛、鉄鉱石などの金属13種類、石油、石炭など非金属25種類にのぼっている。生産量は、銀が世界第3位、鉛が第5位、亜鉛が第4位、銅が第8位、ビスマスが第2位の生産国となっている(1983年実績)。

国内総生産に占める鉱業部門(石油を含む)の比率は9.2%(82年)に達し、また鉱産物輸出は輸出総額の45.5%と高いシェアを占めている。

1968年以降の軍事政権が行った国有化政策によりペルーの鉱業も大きな影響を受けた。70年4月に制定された鉱業基本法には国家収益の優先と労働者の経営参加の原則の上になら、①鉱区の国家所有、②ペルー資本の最低25%の参加、③国家による銅製錬、④鉱産物取引の国営化、⑤政府の販売価格決定権の確立、⑥ MINERO PERUの設立などが規定された。これにより、それまで外国資本と特定のグループに支配されていた鉱業は、国家による一部および100%の資本参加によって行われることとなった。その結果、鉱業生産の80%を占めていた外国資本は70年代前半に次々と撤退し、現在ペルーで生産を行っている外資は大企業としてはSouthern Peru Copper Corp (SPCC) 1社となっている。MINERO PERUの他に新たにCENTROMIN PERU、HIERRO PERUが設立され、3大国営企業によりそれぞれ国有化が進められた。

このような国有化、外資規制さらには高率の鉱業関連諸税といった状況の中でペルーの鉱業は1976年頃まで停滞期が続き、数多くの開発計画がありながら、実際に鉱山開発が行われたのは、Cuajone(SPCC)とCerro Verde I (Minero Peru)の2件だけであった。鉱業の中では、鉱山部門よりもIlo銅製錬所、Cajamarquilla亜鉛製錬所のような金属製錬部門の発展が顕著であった。

80年7月に誕生した現ペラウンデ政権は、軍政下で委縮していた開発意欲を回復させるため、外資導入の必要性を強調しており、また国家財政収支改善のため鉱山開発、拡張を重要課題の1つに掲げている。そのため、具体的な企業援助策として、①輸出税の軽減、②国内税の軽減、③鉱産物の国営企業(MINEPECO)による独占販売の撤廃、④中小鉱山への特別融資基金の設置などの措置を講じている。

何れにしても、ペルーの鉱業は最近、①長期に亘る価格低迷による国内鉱山の体力低下、②ペルー経済の悪化に伴う大型プロジェクトの遅延傾向、③国営鉱山企業の業績悪化、④鉱山ストの多発、などの難問をかかえているのが現状である。

MINERO PERU (EMPRESA MINERIA DEL PERU)

1970年10月設立

国家を代表する鉱業実施期間

CENTROMIN PERU

1974年1月設立

株式会社に相当する法制度と形態を備えた国家所有の総合鉱業会社

図-1 ペルーの非鉄金属鉱山の位置

図-2 MINERO PERU 関連全プロジェクト位置図

図-3 CENTROMIN PERU の事業所

図-1 ペルーの非鉄金属鉱山の位置



Map of principal non-ferrous metal mines in Peru



図-2 MINERO PERU 関連全プロジェクト位置図

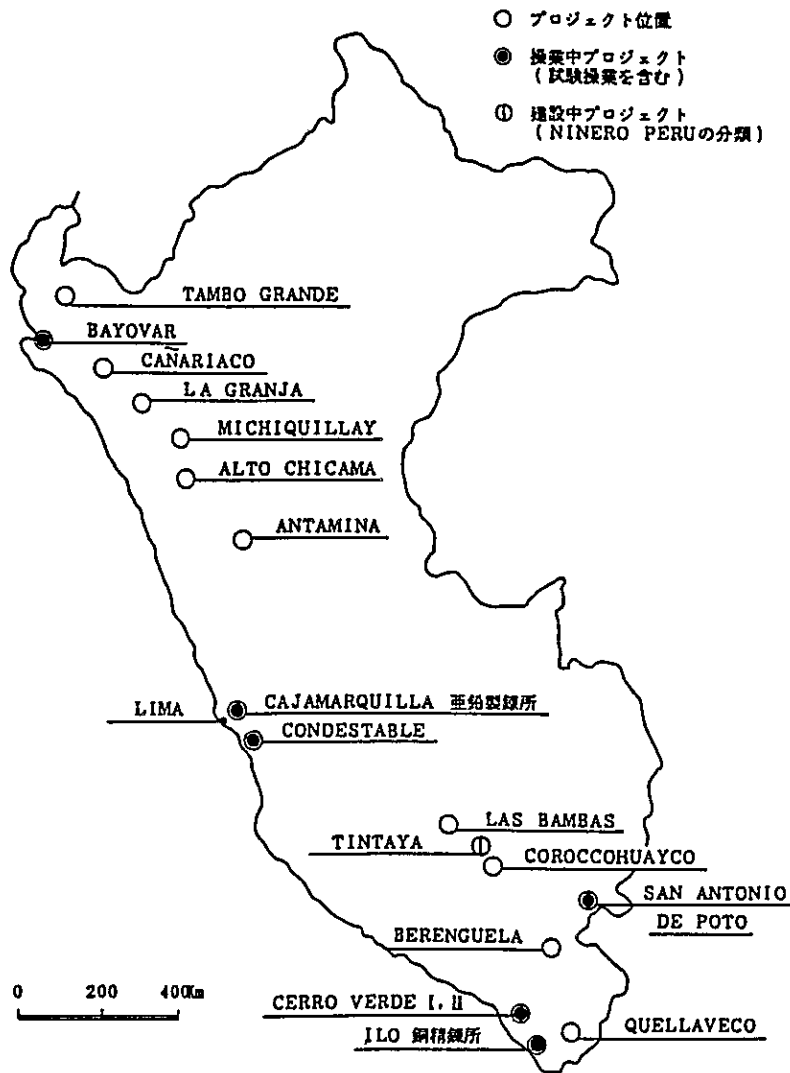
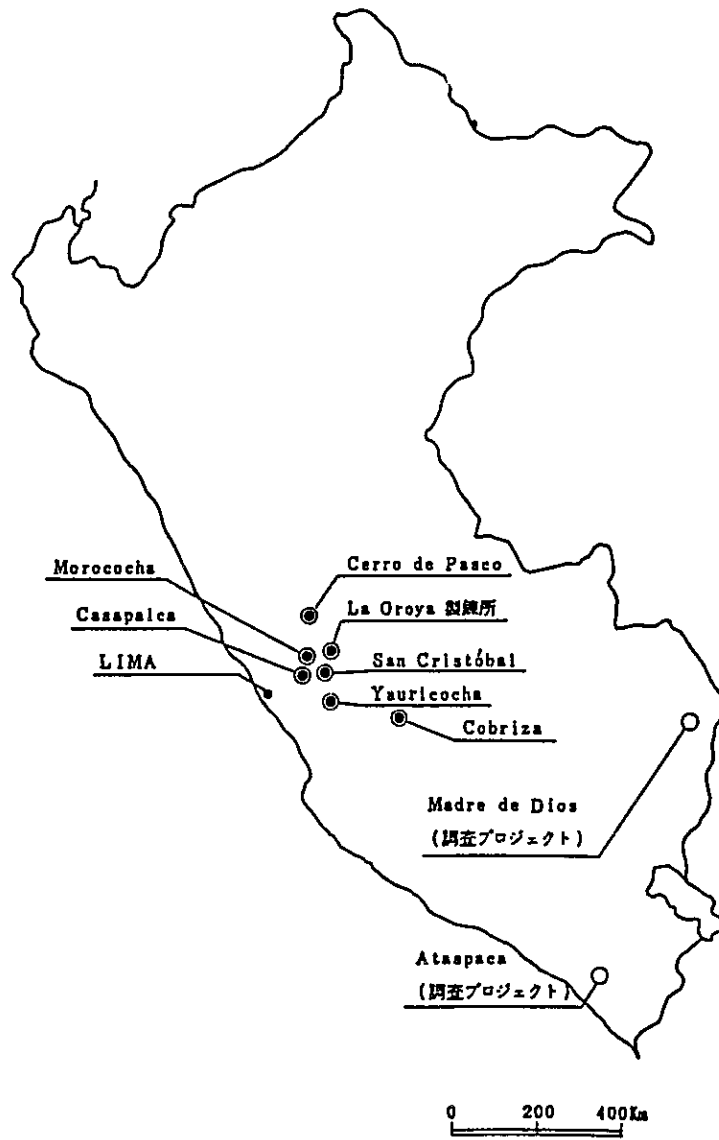


図-3 CENTROMIN PERU の事業所



(2) 最近の生産動向

現在、ペルーの鉱業生産事業体は約210社あり、大鉱業がCentromin、Minero Peru、Hierro Peru およびSPCCの4社、中鉱業が35社（うち5社は外資系）、小鉱業が約170社に分類されている。ここで、中鉱業とは、粗鉱生産が5,000T/日を下回る生産規模の鉱山で、小鉱業（350T/日以下）の規模を上回るものとされている。主要鉱種のそれぞれの生産比率（1982年）は第1表のとおりである。

第1表 企業規模別生産比率

	大 鉱 業	中 鉱 業	小 鉱 業
銅	89%	10%	1%
鉛	35	54	11
亜鉛	39	55	6
銀	30	67	3
鉄 鉱 石	100	0	0

このうち、銅生産は、SPCC社（Toquapala 鉱山およびCujone 鉱山）だけで全体の73%を占め、また大鉱業に鉛、亜鉛の全量および銀の大半はCentromine の生産である。鉄鉱石は全量Hierro Peru が生産している。

最近の鉱業生産実績は第2表のとおりである。

第2表 最近の鉱業生産実績

鉱 種	単 位	1981年	1982年	1983年
銅	1,000トン	327.6	356.3	322.0
鉛	"	186.7	175.8	205.1
亜鉛	"	496.7	507.1	526.7
銀	1,000オンス	44.6	53.2	50.8
鉄 鉱 石	1,000精鉱トン	5,983	5,597	5,981*
タングステン	ト ン	657	825	700*
モリブデン	"	3,054	2,873	2,800
アンチモン	"	235	296	225
スズ	"	1,519	1,672	1,672*

\* 見込

(注) 1. 鉄鉱石以外は精鉱含有量

鉱産物の国内精錬では、銅が290千トン(82年精銅ベース)、鉛地金が80千トン、亜鉛地金が160千トンの生産水準に達しており、国内で生産された鉱石のうち、銅については約90%、鉛については50%、亜鉛については30%が国内で精錬品に加工されている。

第3表 地金の国内生産 (単位1,000トン)

種類(企業名)	1982年実績	1983年見込
粗銅	290	321
Centromin (La Oroya)	54	61
SPCC (Ilo)	236	260
電気銅	225	236
Centromine (La Oroya)	50	57
Minero Peru (Ilo)	141	146
" (Cerro Verde)	34	33
鉛地金	76	86
Centromin (La Oroya)	76	86
亜鉛地金	158	167
Centromin (La Oroya)	66	69
Minero Peru (Cajamanquilla)	92	98

(注) 粗銅は、一部はそのまま輸出され、また一部は、電気銅まで加工された後、輸出されている。

現在ペルーで進展中、または進展させるべく準備が行われている大型開発プロジェクトとしては「Tintaya」および「Cerro Verde (第Ⅱ期)」の銅プロジェクトがあり、前者は1984年には55,000トン、後者は同じく1984年に60,000トンの生産が見込まれている。

また、ペルーには酸化銅鉱物が多量に存在することが確認されており、これの開発に鋭意努力している。

埋蔵量を見ると、銅は世界第5位、鉛が第6位、亜鉛が第4位、銀第4位に位置しており開発が期待される。

ペルーの輸出に占める鉱産物の割合は非常に大きい。第4表に銅、鉛、亜鉛の輸出の推移を示す。

第4表 銅・鉛・亜鉛の輸出 1,000 T

種 類	1978	1979	1980	1981	1982
銅 鉱石(含有金属量)	12.1	17.5	17.5	25.0	38.4
粗 銅	45.8	139.5	125.7	104.5	97.1
地 金	122.1	172.5	208.7	192.4	204.1
鉛 鉱石(含有金属量)	98.0	98.8	86.3	56.3	116.3
地 金	66.7	68.2	59.3	80.4	64.8
亜鉛 鉱石(含有金属量)	394.0	362.4	409.0	320.9	335.0
地 金	50.9	58.4	32.8	112.9	144.5

銅、鉛、亜鉛とも日本にとってペルーは主要輸入国である。