

ボリビア共和国亜鉛鉱物等回収
開発技術協力事前調査団報告書

昭和51年6月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1054294[2]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 21	702
登録No. 01003	66.1
	MI

ボリビア共和国亜鉛鋳物等回収
開発技術協力事前調査団報告書

昭和51年6月

国際協力事業団

目 次

はじめに	1
事前調査団派遣の経緯と目的	3
ボリビア共和国全土地図等	5
収 録 写 真	7
I ボリビア共和国の経済事情・鉱業事情	17
1. ボリビアの経済構造	17
2. 鉱産物の輸出	17
3. 鉱山の経営形態	19
4. 金属鉱物生産量	19
II 本プロジェクトに関しての相手国との交渉経過	20
1. ボリビア政府側の協力要請の内容	20
2. それに対する事前調査団の回答と提案	21
III 本プロジェクトの今後の進め方	22
参 考 資 料	
I ボリビア共和国亜鉛鉱物等回収・開発技術協力量事前調査団行程表	27
II 主要関係政府機関機構図	28
III 調査団が持参したトーキング・ペーパー	32
IV 現地調査概要	39
V 鉱山公社5ヶ年計画の概要	59
VI 調査団が入手した主要資料リスト	67

はじめに

ボリビア共和国はわが国の約3倍に相当する109万余平方キロの面積を有しながら、総人口わずか5百万人強の発展途上国である。

経済構造は他の発展途上国と同様モノカルチャー的な色彩が強く、国土総面積の5分の2が古来錫・銀の鉱産物に富むアンデス高原地帯及び溪谷地帯、5分の3が平原地帯で占められていることからわかる通り、鉱業と農業が経済の二大基盤を形成している。なかでも石油・天然ガスを含む鉱業は輸出の約90%を占め、この国の最大の外貨収入源となっており、このため同国政府も生産鉱種の多様化・国内製錬強化・低品位錫鉱石の利用などを開発目標に掲げ、鉱業の充実化に努めている。

このような状況下において、同国はその鉱業政策の一環として、同国鉱山公社所有鉱山の複雑硫化鉱中の未利用の亜鉛・鉛・銀・錫等の回収に関し、特にわが国に浮遊選鉱技術分野での協力を強く要請してきた。

これを受けて国際協力事業団は昭和51年3月30日から30日間に亘り、森吉恒夫同和鉱業株式会社取締役を団長とする事前調査団をボリビア共和国に派遣した。調査団は同国の鉱山公社を中心に、鉱山冶金省等と協議を行ない、各地の鉱山・製錬所及び研究所等に対する調査を実施した。

本プロジェクトはわが国の同国に対する鉱業分野における技術協力の中でも本格的なもののひとつであり、これを推進することは同国鉱山の発展に貢献するところ大である。その意味からも本報告書が今後の技術協力推進上の指標となり、十分活用されるものとなることを切に願うものである。

最後に、調査団の派遣にご協力をいただいた関係各機関ならびに調査活動を進めるにあたって絶大なご協力を賜った関係各位に、この機会を借りて厚く御礼を申しあげるものである。

昭和51年6月

国際協力事業団
総裁 法 眼 晋 作

事前調査団派遣の経緯と目的

ボリビア共和国は石油・天然ガスを含む鉱産物が輸出総額の90%を占める鉱産国であるが、従来この鉱産物の過半は錫によって占有されていた。近年にいたってボリビア政府の開発目標は生産鉱種の多様化・国内製錬の比重拡大、従来の錫廃石からの錫再回収に指向され、特に国内製錬の分野では、西独・ソ連・チェコスロヴァキア等からの協力によって錫7,500金属トン/年（現在15,000トン/年に増強中）、アンチモン5,000金属トン/年の最新鋭製錬所が竣工ないし建設中で、このほか亜鉛・銅の製錬所の建設計画も、日・独の協力を得て作成中など、着々と成果を挙げつつある。一方の開発目標である生産鉱種の多様化については、ここ兩三年、オイル・ショック後の世界的不況下、銅・鉛などの価格低迷にかかわらず、価格水準が2倍に訂正され、かつ安定している亜鉛・銀の増産に着目し、マチルデ鉱山やワリワリ鉱山の増産や開発計画を作成しているほか、特にコルキリ（Colquiri）鉱山（粗鉱月産45,000トン・錫品位0.75%、亜鉛品位4%）やボリバル（Bolivar）鉱山（粗鉱月産8,000トン、錫品位1%、亜鉛品位1.4%）等、従来から亜鉛・銀等の含有がありながら設備・技術及び採算上の問題から錫のみを回収生産していた錫鉱山について、これら未利用有価鉱物の回収が切実な開発目標となってきた。

ボリビアの亜鉛の生産は1970年、マチルデ鉱山の開発により年産40,000金属トン台に達しているがその後生産の伸びは停滞している。一方コルキリ鉱山一山をとりあげても現在の錫元鉱について錫54%、亜鉛20%が回収されているが、適当な設備及び回収技術を施せば年産14,000金属トンの亜鉛が新規に回収されると見込まれるほか、山元に約800万トンに及ぶ膨大な亜鉛を含む錫廃石（品位は亜鉛4%、錫0.4%）が堆積されている。又ボリバル鉱山は近年に至ってわが国の金属鉱業事業団等による下部探鉱等によってようやく注目されるに至った開発途上の鉱山であるが採掘鉱石は錫（品位1%）・亜鉛（同1.4%）のほかに鉛（同2%）・銀（同16オンス/トン）・アンチモン（同0.15%）を含む複雑硫化鉱で、極めて多成分・高品位にもかかわらず、適当な設備及び回収技術の欠如のため、現在錫の一部（30%）が回収されているにすぎない状態である。

以上のような未利用有価鉱物資源回収の技術協力について、1976年2月10日付で、ボリビア共和国政府・鉱山公社（Corporación Minera de Bolivia: COMIBOL）から、同国鉱山冶金省、外務省経由で、日本国政府外務省に正式に協力要請があり、これを受けて本年3月30日から4月28日まで30日間に亘り、相手国側要請内容の確認及び必要な実施調査等を行なうため、国際協力事業団から事前調査団が派遣された。

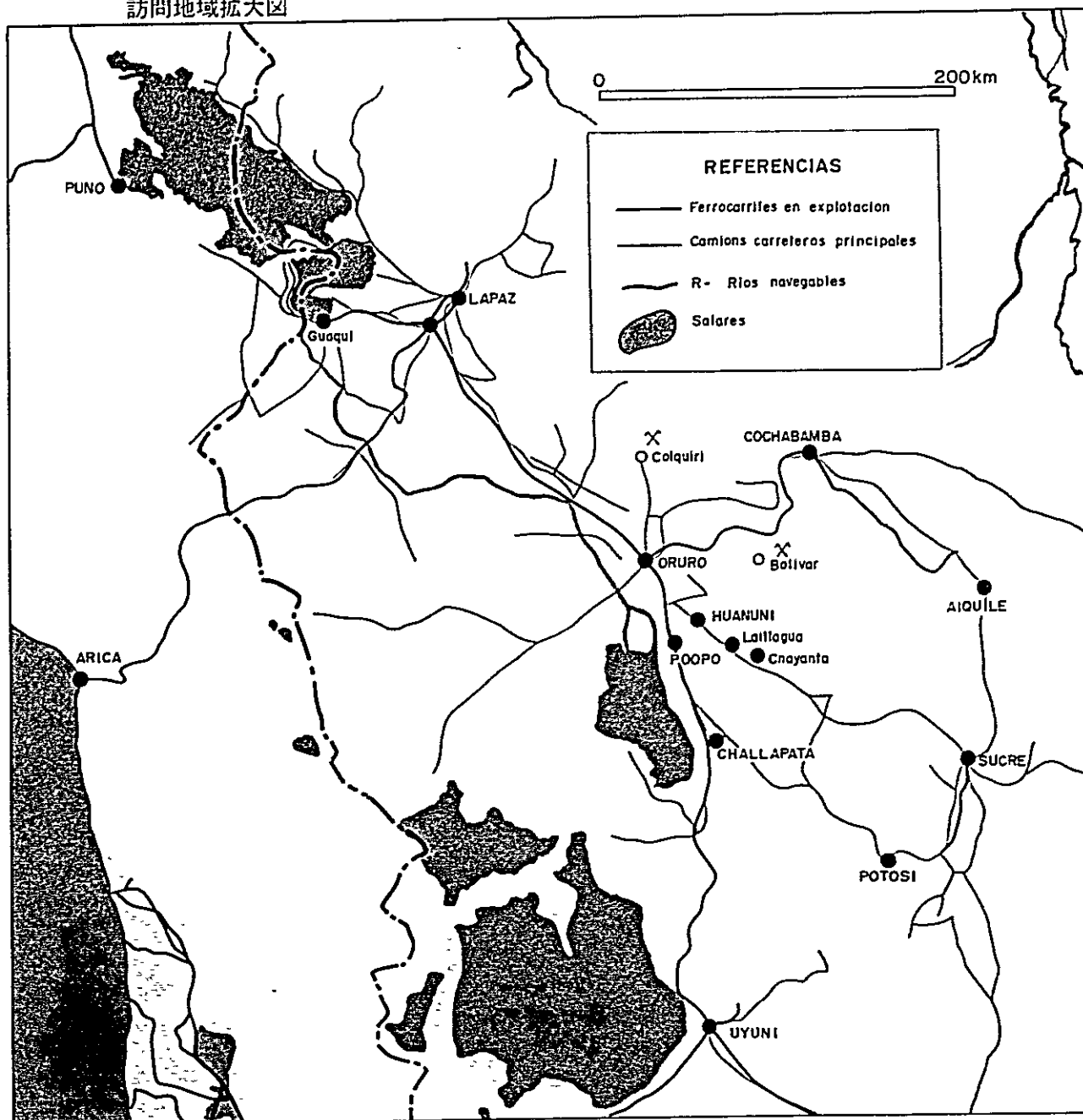
事前調査団団員リスト

団 員 名	担当業務	所 属 先
もり よし つね お 夫 森 吉 恒 夫	団長・総括	同和鉱業株式会社 取締役鉱山部長
さ はら たけし 佐 原 猛	浮遊選鉱	同和鉱業株式会社 鉱山部参与
むら かみ とも お 夫 村 上 智 夫	鉱業技術・ 鉱業行政	通商産業省・資源エネルギー庁 長官官房鉱業課
たか え こう しい 高 栄 浩 一	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

ボリビア共和国全土地図等



訪問地域拡大図





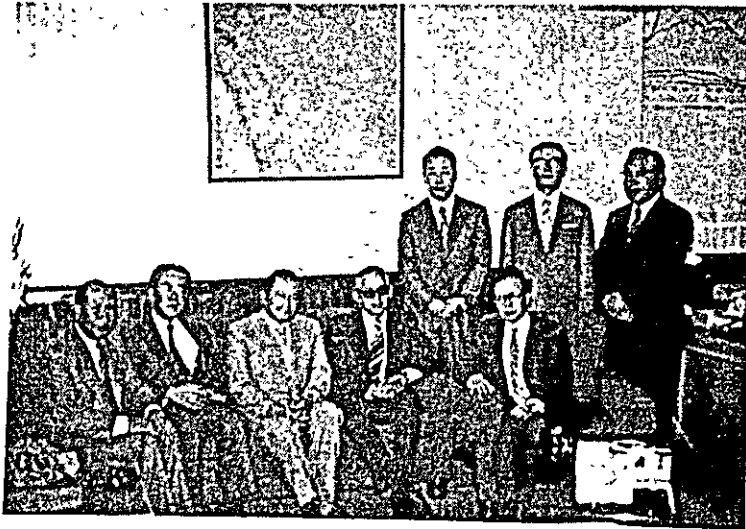
La Paz 市 全 景



La Paz 市 内 行 政 · 商 业 地 区

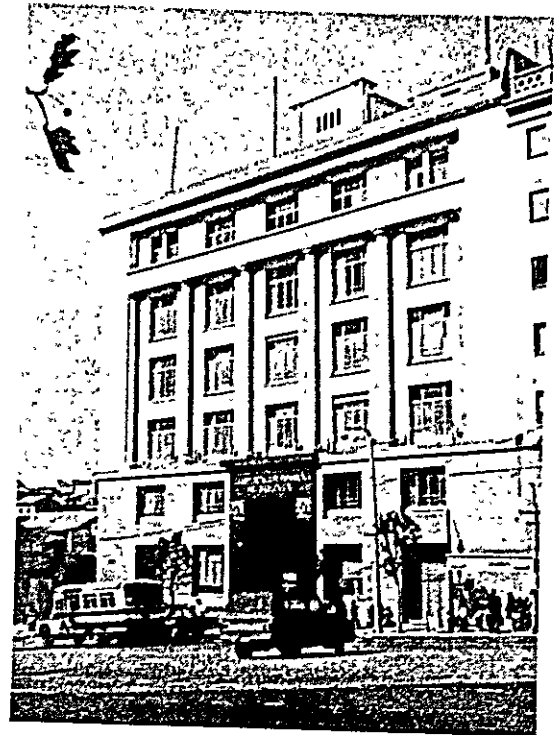


鈺 山 冶 金 省 正 面 图
- La Paz 市 内 -



鉱山冶金省首脳
と調査団

下条 通訳
高栄 団員
佐原 団員
村上 団員
ウリヨステ次官
セラヤ鉱山冶金大臣
森吉 団長
ムルギア鉱山局長



ソリス
総支配人

鉱山公社首脳

アセ
技術局長



鉱山公社 (COMIBOL)

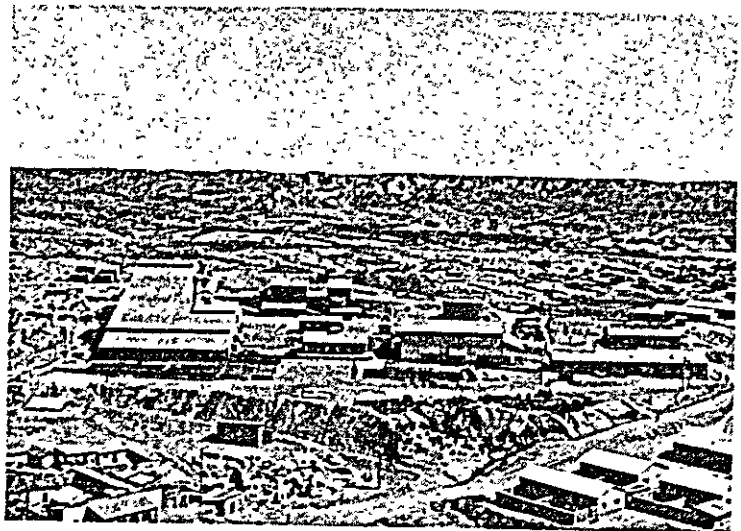
正面図

- La Paz 市内 -



鉦山公社
本プロジェクト担当者
との協議

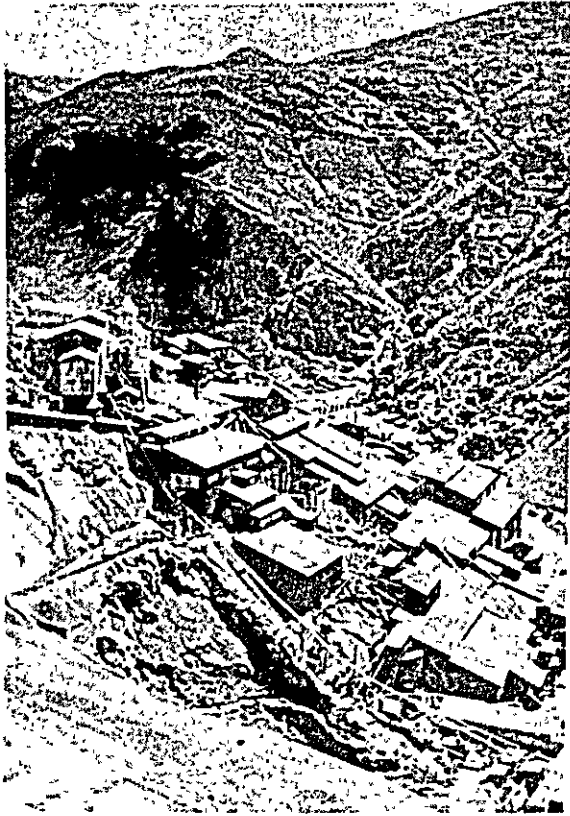
森吉 団長
ダビラ 法律部長
ウルデニネア 企画部長



日東ポリビア鉦山(株)
Chacarilla 鉦山

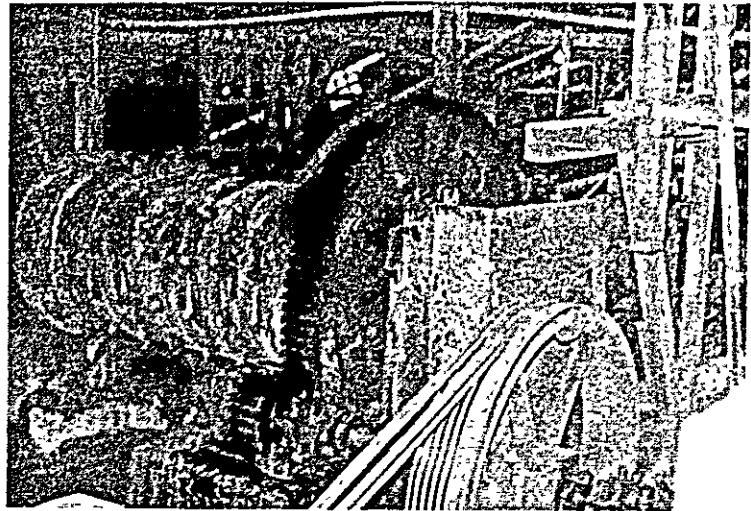


鉦山公社
Colquiri 鉦山遠景

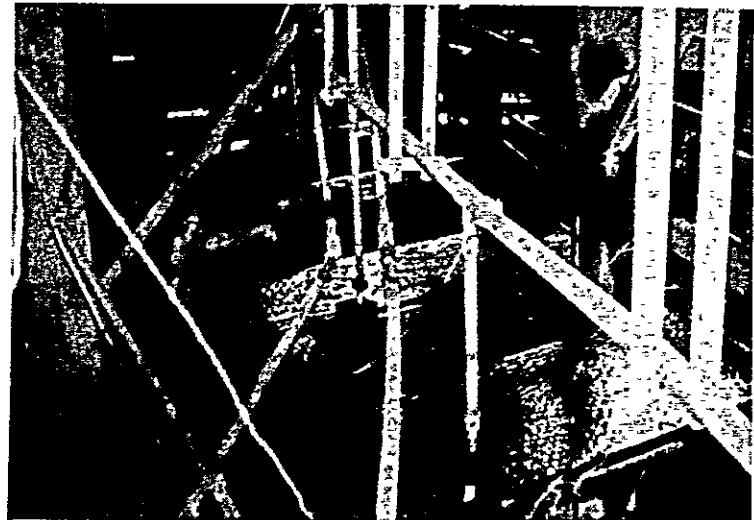


Colquiri 鉱山選鉱場全景

同選鉱場内部
(ロッド・ミル)



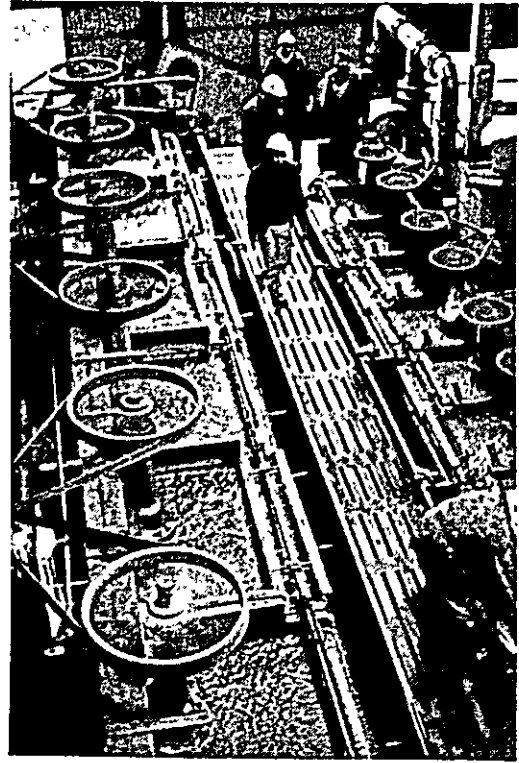
同錫選鉱場内部
(テーブル選鉱機)





Colquiri 鉱山亜鉛選鉱場全景

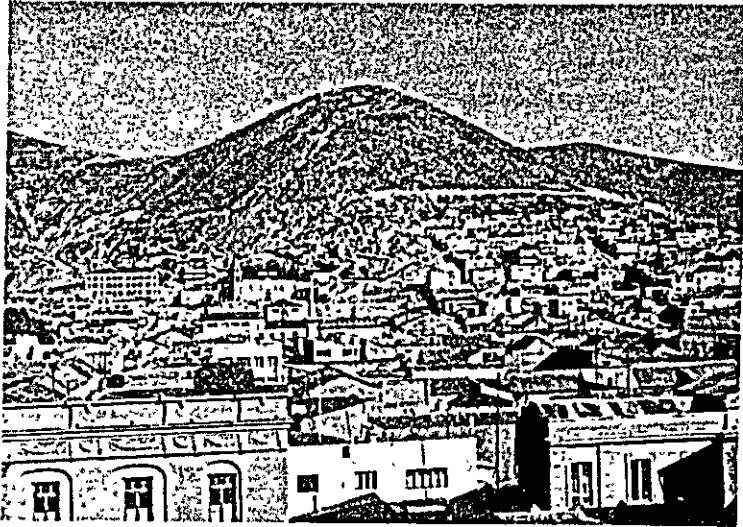
同亜鉛選鉱場内部
(浮遊選鉱機)



同鉱山廃滓沈澱池
(ダム)遠望



同上沈澱池の提体
(堆積量 約800万トン)
(品位 亜鉛 4%
錫 0.4%)

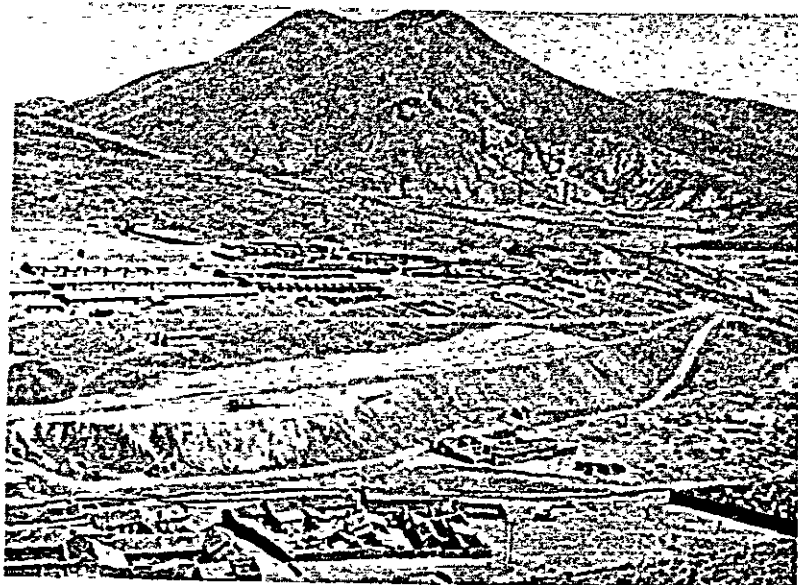


鉦山都市 Oruro 市スナップ

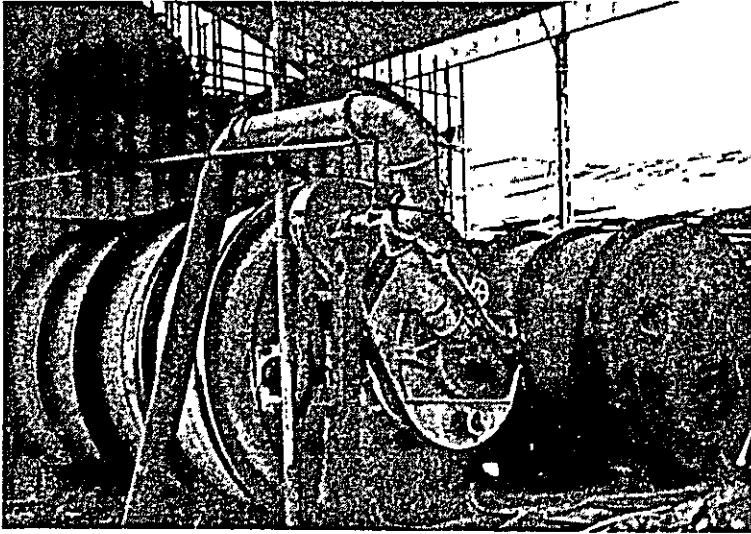
(背景の山は鉦山公社)
(San Jose 錫鉦山)



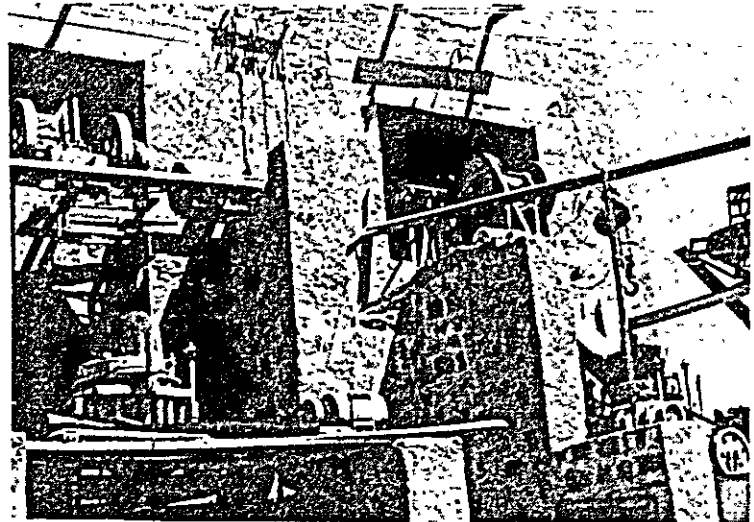
鉦山公社
Bolivar 鉦山全景



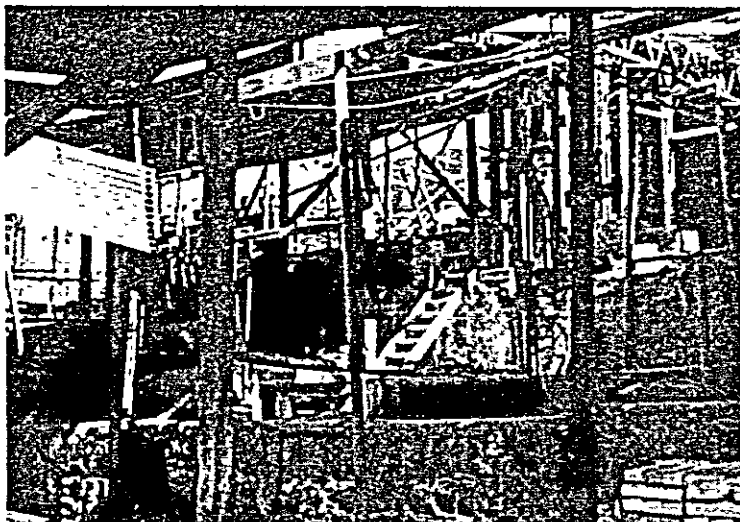
同鉦山に堆積されている
未利用鉦石の一部(ズリ)



Bolivar 鉱山揮発焙焼炉
(ポラタリゼーション)

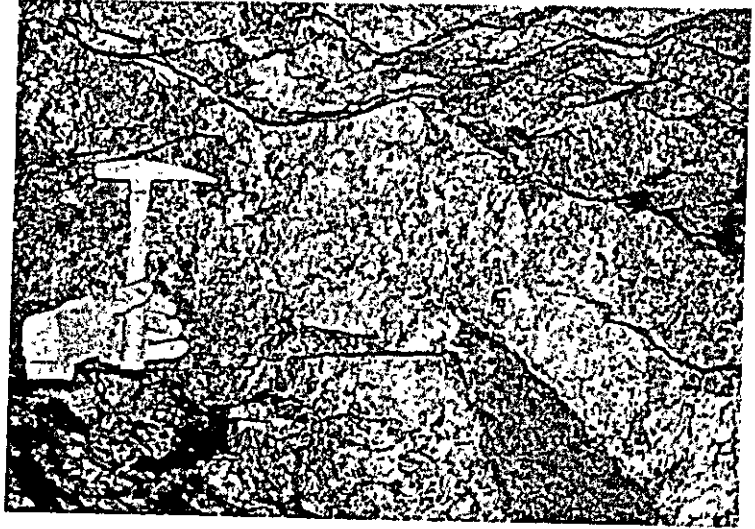


同 破 碎 設 備

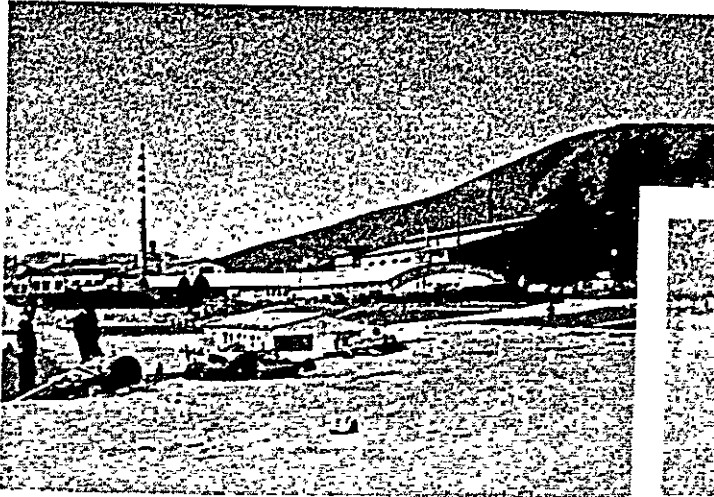


同 旧 選 鉱 場 跡

Bolivar 鉱山
ボマバンバ脈



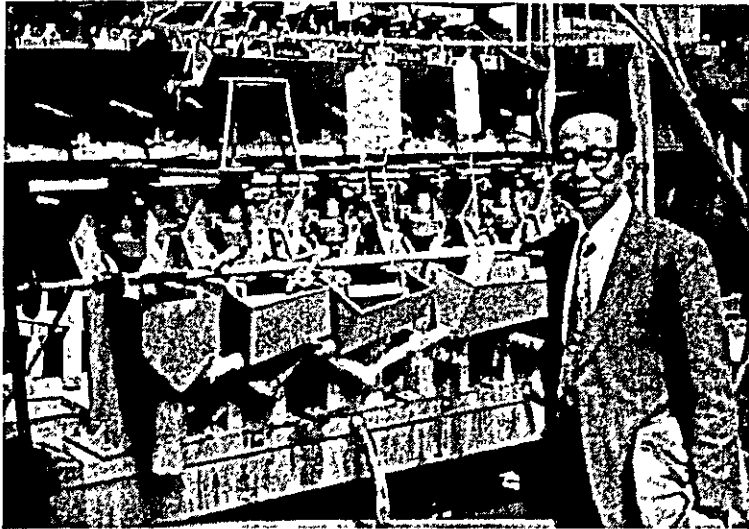
同 鉱山サイトに建
設中の職員社宅



製鉄公社 (ENAF)
Vinto 錫・アンチモニー製錬工場全景
- Oruro 市郊外 -

鉱山冶金省所属
Oruro 鉱山冶金研究所正面図
- Oruro 市内 -

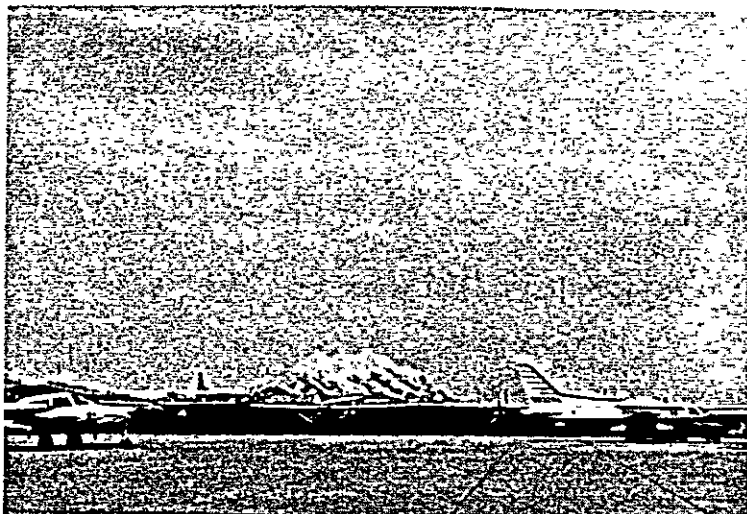




Oruro 鈇山冶金研究所
 連続浮遊選鈇実験機
 (ベンチ・スケールテスト用
 1屯/時間)

日本大使公邸における
 調査団主催の懇親会

- (白石社長)
- (日東ホリピア鈇山(株))
- (津田駐ホリピア大使)
- (佐原団員)
- (森吉団長)
- (鈇山冶金大臣)
- (鈇山局長)
- (鈇山冶金省)



La Paz 国際空港
 (遠景の山は Illimani 山)
 (海拔 6,882 米)

I ポリビア共和国の経済事情・鉱業事情

1. ポリビアの経済構造

ポリビアの経済構造は、鉱業及び農業を基盤とするモノカルチャー的色彩が強く、国内総生産（1973年推定）に占める比率は鉱業（石油・天然ガスを含む）16.8%、農業14.7%となっている。

最近5ヶ年間に於けるポリビアの輸出の状況は第I-1-A表に示すとおりである。

第I-1-A表 輸出金額構成表

（金額 百万USDル）

品 目	1971	1972	1973	1974	1975 (1月~6月)	平均構成比 %
	金額(%)	金額(%)	金額(%)	金額(%)	金額(%)	
鉱 産 物	197.3(91.3)	215.7(88.3)	292.9(86.6)	579.2(90.1)	234.4(95.1)	90.3
鉱 物 (金属・非金属)	173.4(80.2)	174.1(71.2)	225.9(66.8)	386.1(60.1)	160.1(65.0)	68.7
石 油	23.9(11.1)	31.7(13.0)	48.9(14.5)	163.9(25.5)	54.2(22.0)	11.6
天 然 ガ ス	- -	9.9(4.1)	18.1(5.3)	29.2(4.5)	20.1(8.1)	10.0
農産物・その他	18.7(8.7)	28.7(11.7)	45.4(13.4)	63.3(9.9)	12.0(4.9)	9.7
合 計	216.0(100.0)	244.4(100.0)	338.3(100.0)	642.5(100.0)	246.4(100.0)	100.0

（出所：ポリビア中央銀行）

鉱産物全体の輸出は、総輸出金額の90%にも達し、なかでも、鉱物の輸出が全体の約69%をも占めており、また、1974年に著しく伸びた石油の輸出をみても、鉱業がポリビアにおいて最も外貨収入に寄与する基幹産業となっていることが明らかである。

従って、ポリビア政府は、鉱業の振興を図るために、投資法の制定等の積極的な政策の施行によって、経済的及び技術的な体制を整備し、探鉱調査、インフラ整備、未利用資源の回収、選鉱設備の改善、国内製錬化等を推進して鉱業の合理的な開発を計画しつつあるところである。

2. 鉱産物の輸出

鉱産物の輸出は錫・亜鉛・銀・タングステン・アンチモン等の金属鉱物が主体となっており、1975年（1月～12月）における輸出実績は第I-2-A表のとおりである。

錫の輸出金額は、全体の57.8%を占めている。しかしながら、錫の輸出量の71.6%は鉱石で輸出され、僅か28.4%が地金で輸出されているにすぎない。

同様に、ポリビア国内での製錬により地金にされるのは、金属重量でビスマスの95.5%及びアンチモンの1.1%のみで、錫を含めて、国内製錬によって、地金までに商品価値を高めて輸出している金額は総輸出価格の18.78%に留まっている。この様な観点から、当国に

第I-2-A表 1975年(1月~12月)鉱物輸出実績表

鉱物	金属重量 (トン)	価格* (千USDル)	構成比 (%)
金属鉱物			
錫 (精 鉱)	18,944.1	129,730.2	a) 41.46
錫 (金 属)	7,496.9	51,378.5	b) 16.42
銅	5,988.7	7,261.8	2.32
鉛	16,795.8	7,355.6	2.35
亜鉛	48,701.7	39,631.5	12.67
タングステン	2,550.8	22,253.3	7.11
銀 (複合鉱)	203.3	28,510.6	9.11
ビスマス(精 鉱)	27.6	359.6	a) 0.11
ビスマス(金 属)	584.0	7,168.5	b) 2.29
アンチモン(精 鉱)	11,786.1	16,926.7	a) 5.41
アンチモン(金 属)	131.1	213.8	b) 0.07
カドミ	155.7	1,329.1	0.42
マンガン	371.0	18.3	0.01
小 計	-	312,137.5	99.75
非金属鉱物			
硫黄等小計	-	755.7	0.25
合 計	-	312,893.2	100.00

(*価格はCIF建)

(出所:ボリビア鉱山冶金省)

おける製錬能力の増強, とりわけ生産性の高い錫, 亜鉛, 銅などの製錬設備の建設が急務となっている。(アンチモン製錬所は年産能力5,000トン設備のものが1975年12月に完成している。)

また, ちなみに, ボリビアの経済的な結びつきをみるために同国の鉱産物の輸出地域を分類して第I-2-B表に示す。

第I-2-B表 1975年(1月~12月)鉱産物(除石油・天然ガス)輸出地域・国別表

地域及び国	輸出額 (百万USDル)	構成比 (%)
ヨーロッパ	116.41	37.20
内 イギリス	50.43	16.12
内 スイス	21.08	6.74
内 西 独	13.80	4.41
日 本	17.57	5.62
アメリカ	126.40	40.40
中米諸国	0.47	0.15
南米諸国	24.25	7.75
社会主義諸国	27.79	8.88
合 計	312.89	100.00

(出所:ボリビア鉱山冶金省)

3. 鋳山の経営形態

鋳山の経営形態は、

- (1) 鋳山公社所有鋳山 — 1952年以来、私企業鋳山財閥等から接收した鋳山を母体とし、鋳山冶金省(Ministerio de Minería y Metalurgia)下部機関である鋳山公社(COMIBOL)に経営されているもの
- (2) 私企業中鋳山 — 民間の中級鋳山で主として直接国外への売鋳により経営されているもの
- (3) 私企業小鋳山 — その他の民間の中小鋳山で鋳山銀行(BAMIN)への売鋳により経営されているもの

の区分に分けることが出来る。

鋳山数は、鋳山公社経営が16鋳山(従業員約2万5千人)、中鋳山では17鋳山(従業員約4千人)、極小規模を除いた小鋳山では57鋳山(従業員は推定で約3千人)と考えられ、合計では90鋳山(従業員総数は約3万2千人)である。

4. 金属鉱物生産量

最近10年間、すなわち1966~1975年間における金属鉱物生産量は第I-4-A表に示すとおりである。

第I-4-A表 1966-1975年間金属鉱物生産量推移表

(単位:金属重量トン)

年 度	錫	銅	鉛	亜鉛	タングステン	銀	ビスマス	アンチモン	金
1966	26,237	5,701	21,262	16,702	1,579	159	372	10,667	2,705
1967	27,411	6,342	20,288	16,697	1,950	141	531	11,476	1,349
1968	29,409	6,350	22,325	11,785	2,253	166	575	11,117	2,120
1969	29,961	8,013	25,202	26,531	2,322	192	669	13,137	1,374
1970	29,384	8,824	25,757	46,547	2,410	186	623	11,576	862
1971	20,277	7,804	23,337	45,413	2,638	172	677	11,673	654
1972	30,333	8,430	19,186	39,702	2,750	143	480	13,149	610
1973	28,410	8,230	20,192	49,568	2,708	164	569	14,800	不詳
1974	28,894	7,919	19,355	47,939	2,525	177	712	13,058	不詳
1975	26,441	5,989	16,796	48,702	2,551	203	612	11,917	不詳

(出所:ポリビア鋳山冶金省)^(注)

この表によれば、1975年は亜鉛及び銀が前年に比較して増産されているものの、錫、銅、鉛、アンチモンが著しく減産となっているのが注目される。これ等の減産は、現在の世界的不況に基づく先進工業国の買付量の削減と自主的生産制限等によるものと考えられる。

ここ数年の傾向として、錫、銅、鉛等は比較的安定した生産で推移してきたが、1975年の減産を量的にみるため、1970~1974年までの5年間の平均生産量と比較してみると、錫△10%、銅△27.3%、鉛△22.1%、アンチモン△7.3%となっていて、これらの減産がポリビア経済にもたらす影響は極めて大きかったものと思われる。

(注) 第I-4-A表1966-1975年間金属鉱物生産量のうち、1966~1974年間の9年分については、1975年国際協力事業団作成のポリビア共和国亜鉛製錬計画調査報告書より引用し、1975年分は、ポリビア鋳山冶金省鋳業統計表の鋳物輸出統計より引用した。

II 本プロジェクトに関しての相手国との交渉経過

1. ボリビア政府側の協力要請の内容

調査団は鉱山公社の要望通り、まず約10日間に亘る鉱山及び製錬所等の現地調査を行なった後、その調査結果を踏まえて鉱山公社との具体的協議に移り、相手側の協力要請内容を次の通り確認した。即ち、大別して、(1)コルキリ鉱山に対する技術協力と(2)ポリパール鉱山に対する技術協力の二つに分類される。

(1) コルキリ鉱山に対する技術協力要請の内容

コルキリ鉱山については鉱山公社の有力錫鉱山であり、現在の粗鉱1,500トン/日処理工場を粗鉱2,200トン/日まで拡張し、従来の錫の比重選鉱を主体としたプロセスに錫・亜鉛浮遊選鉱(フロテーション)系統を拡充・追加する計画があるが、これに関し、日本政府に対しては元鉱のほか廃石をも対象とした亜鉛・錫回収技術を主とした浮遊選鉱技術の開発について、①専門家派遣、②ボリビア人研修員受入という形態での技術協力を望んでいる。

鉱山公社としては廃石からの亜鉛・錫の回収技術については、①鉱質面及び②採算面よりみて楽観視していないとしながらもこの技術開発の協力成果を期待している。

(2) ポリパール鉱山に対する技術協力要請の内容

ポリパール鉱山については探鉱の進捗により鉱量の増大が期待されている有望鉱山で、現在、月産約8,000トンの鉱石を採掘しているが、このうち、①一部の高品位手選鉱(錫8%)を国外製錬所に直送しており、②一部を自山保有の乾式ボラタリゼーション設備で処理して錫鉱石を錫品位19%にグレード・アップしており、③それ以外の錫品位1%の低品位の残余鉱石は未利用のまま、坑内或いは坑外に残留させている。②のボラタリゼーション設備については錫以外の亜鉛・銀などの有価鉱物が全く回収されておらず、③については資源の有効利用という観点から極めて、不合理であり、これを改善するために鉱山公社としては前述の①から③までの全鉱石を浮遊選鉱法で処理して、亜鉛精鉱、鉛・銀精鉱、錫精鉱を採取したいと考えている。但し錫品位2~3%の錫予備精鉱は一部をボラタリゼーションの給鉱用として考えており、ボラタリゼーション・プロセスにより品位を3%から50%にまで高める計画である。

しかしこの鉱石の浮遊選鉱技術は鉱質的に極めて複雑なものであるため開発が非常に難しく、ボリビア側としては過去の操業で失敗しており、このため日本政府に対しては、この方面の技術協力を要望している。即ち、①この鉱山特有の複雑硫化鉱の浮遊選鉱技術に関する基礎試験を日本国内で行ったうえで、②当該浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材類を日本政府から供与してもらうこと、及び③その機材の設置・試験操業指導等を行なう専門家派遣、④ボリビア人研修員の受け入れという形態での協力を望んでいる。

実施時期については鉱山公社の5ヶ年計画では1979年からポリパール鉱山からの亜鉛の商業生産を見込んでいるので浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材類の供与は、おそくとも1977年中に完了し、1978年早々には試験操業を開始できるようにしてもらいたいとの要望である。

(3) (1)及び(2)に関連したボリビア側要望事項

① ボリビア研修員については、浮遊選鉱技術の分野につき理論・実地各1名ずつ、(コルキリ、ポリパール両山から各1名ずつ)計2名を、1976年度中に是非日本側で受け入れてもらいたい。

② 日本人専門家についても同じように1976年度中の早い時期に2名程度を派遣してもらいたい。

③ 本プロジェクトを実施するために必要となるR.D.(Record of Discussions)署名を1976年度中のできるだけ早い時期に実現してほしい。特にR.D.ドラフトはあらかじめポリビア側で検討したいので、R.D.署名のための調査団がポリビアに派遣される前に必ずポリビア政府にドラフトを送付してもらいたい。

2. それに対する事前調査団の回答と提案

以上の鉱山公社側の協力要請等について調査団としては次の通りコメントした。

(1) 当初日本側としてはコルキリ鉱山に、ダムサンドからの有用鉱物回収のための浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材類の供与を考えたこともあるが、鉱山公社の要請のようにポリパール鉱山にそういう必要機材を供与する方がポリビア側のニーズにも合致するうえ、有意義だと考える。但し、コルキリ鉱石は日本側で既に相当試験を進めているが、ポリパール鉱石については未だ試験をしていないうえ、鉱質も複雑なので日本国内での試験から浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材の設計・見積り迄約1年間の期間が必要でありこの点了解して欲しい。

(2) 協力の内容としては次の通り考えているので調査団が帰国次第日本政府に報告・進言する。即ち、

① コルキリ鉱山については既存の設備を活用して、錫・亜鉛の浮遊選鉱技術開発について協力を行うため、イ.日本人専門家の派遣と、ロ.ポリビア人研修員の受入を行うこと。

② ポリパール鉱山については現行処理鉱石及び未利用鉱を浮遊選鉱法に一本化し、亜鉛・錫・鉛等の精鉱を採取するための技術開発について協力を行う(但し錫予備精鉱は一部をボラタリゼーションの給鉱用として考える)。そのため、イ.浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材の供与、ロ.専門家の派遣、ハ.ポリビア人研修員受入を行なうこと。

(3) 以下のポリビア側の強い要望についてはできるかぎりその線に沿えるよう調査団帰国後、日本政府に強く進言する。

① R.D.の1976年度中の署名(調査団の派遣)及びR.D.ドラフトのポリビア側への事前送付

② ポリビア人研修員2名の1976年度中の受入れ

③ 日本人専門家2名程度の1976年度中の派遣

④ ポリパール鉱山に対する浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材の1977年度中の供与

Ⅲ 本プロジェクトの今後の進め方

本プロジェクトは鋳産国ボリビアに対する日本国政府としても最初の本格的なG-Gベースの鋳業部門技術協力といえるものである。

ボリビアは輸出総額の90%を占めるほど鋳産物(石油・天然ガスを含む)のウエイトが大きく、従って錫・亜鉛などの有価鋳物の増産は究極的に国際収支の改善につながることであり、又、本協力が生産鋳種の多様化・低品位錫鋳石の利用などのボリビア政府の鋳業政策に合致することからボリビア側の期待も大きい。

日本側としては今回のボリビア側の要望に応えるべく、特に浮遊選鋳の工業化試験に必要な機材類の早期一括供与については十二分の配慮を以て臨むことが不可欠である。また本プロジェクトの早期実施については今回調査団訪ボ中、津田在ボリビア日本大使からも特段の要請が繰り返されなされているものである。

現在事前調査団として考えている協力具体案の概略は次の通りである。

協力の具体案

対象	項目	合計年度	51年度(1976年度)	52年度(1977年度)	53年度(1978年度)	54年度(1979年度)
共通事項	1. 専門調査団派遣	3/17, 3/21, 4/1	5/1	9/1		9/1
	2. 関係内容作成・発行	5/1	7/1			
コルナカリ	3. 実施調査団派遣・且D署名	10/1	11/1			
	1. 専門調査団(計2名)					
弘山	① 調査団員による調査報告書作成 ② 及びその為に必要書類作成					
	③ 調査成果の向上指導					
弘山	④ プラントからの有用施設等の のライブラリ・スライド の整理					
	⑤ 調査報告書作成の立案・アトバイス の提供					
弘山	⑥ 調査分属機関の指導	王としてオムロ				
	⑦ 調査分属機関の指導	研究所で作業				
弘山	2. 作業員関係研修員受入					
	1. 専門家派遣(計5名)					
弘山	① 水リバーン派の派遣依頼					
	② 派遣条件・調査プログラムの決定					
弘山	③ 必要機材(バイロット・プラント) の設計・仕掛・見積り					
	④ バイロット・プラントの取組の保証					
弘山	⑤ 水リバーン派の派遣派遣					
	⑥ 必要機材設置の具申請(含現地人指導)					
弘山	⑦ 必要機材設置・上層建設の立ち合い					
	⑧ バイロット・プラントの取組					
弘山	⑨ 現地人技術者・オペレーターへの教育指導					
	⑩ 水工構築物のフィロソフィ・スケッチとその報告					
弘山	⑪ バイロット・プラントの相呼への引渡し					
	上記の川専門家の⑨から⑩までの段階について、 Dと現地地で共同作業を行なう。					
弘山	⑬ 必要機材の搬出及び上層建設の指導					
	⑭ バイロット・プラントの取組立ち合い					
弘山	⑯ その他、メインテナンス等に關する指導・ アトバイス					
	2. 作業員関係研修員受入					
弘山	3. 必要機材の供与					
	専門家数合計		2名(専門家A及びB) (予算派遣)	4名(但しAは途中で帰国) (この間断続的に1~2名派遣受け入れ)	5名(但しE及びFは途中で帰国) (この間断続的に1名受け入れ)	3名(年度末日、O・D、全員帰国)



参 考 资 料



1 ポリビア共和国亜鉛鋳物等回収・開発技術協力事前調査団行程表

日順	月日	曜日	滞在地	訪問先と内容
1	3月/30日	火		東京発
2	31	水	ラパス	ラパス着
3	4月/1日	木		在ポリビア日本大使表敬及び打合せ・現地事情聴取。
4	2	金		鋳山冶金省表敬(大臣・次官・局長)。製錬公社表敬。
5	3	⊕		調査団内部打合せ。
6	4	⊕		調査団内部打合せ。
7	5	月		鋳山公社表敬(総支配人他)と調査団来訪目的説明。
8	6	火		鋳山公社とスケジュール等の打合せ及び必要資料要求。
9	7	水		鋳山公社との技術的事項・5ヶ年計画等に関する質疑応答。
10	8	木	ウルミニ	資料整理。午後ラパス発。(移動日)
11	9	金	チャカリア	日東ポリビア鋳山(附チャカリア)鋳山視察。
12	10	⊕	オルロ	日東ポリビア鋳山(附チャカリア)鋳山視察。午後オルロへ移動。
13	11	⊕		調査団内部打合せ。
14	12	月		コルキリ鋳山視察(鋳山概要聴取・錫、亜鉛選鋳場視察)。
15	13	火		コルキリ鋳山視察(ダム・サンド調査・質疑応答と調査団コメント)。
16	14	水		ポリパール鋳山視察(錫採鋳現場・ボラタリゼーション工場)。
17	15	木		ポリパール鋳山視察(ボラタリゼーション工場・鋳石サンプル採取)。
18	16	⊕		宗教祭日(セマナ・サンタ)。調査団内部打合せ・資料整理。
19	17	⊕		製錬公社ピント製錬所(錫・アンチモン)視察。
20	18	⊕		調査団内部打合せ・資料整理。
21	19	月		ポリパール鋳山再視察(鋳石サンプル再採取・パイロットプラント予定地調査)。
22	20	火	ラパス	鋳山冶金省所属オルロ鋳山冶金研究所視察。午後ラパスへ移動。
23	21	水		鋳山公社訪問・現地調査報告と日本側協力案についての協議。
24	22	木		鋳山公社と技術的事項・便宜供与に関する協議・確認。
25	23	金		鋳山公社・鋳山冶金省各幹部及び日本大使に対する報告と帰国挨拶。
26	24	⊕		日本大使公邸での調査団主催懇親会。
27	25	⊕		調査団内部打合せ・資料整理・報告書用原稿執筆。
28	26	月	リマ	鋳山冶金大臣訪問・取りまとめ報告と帰国挨拶。ラパス発。
29	27	火		リマ発。
30	28	水		東京着。

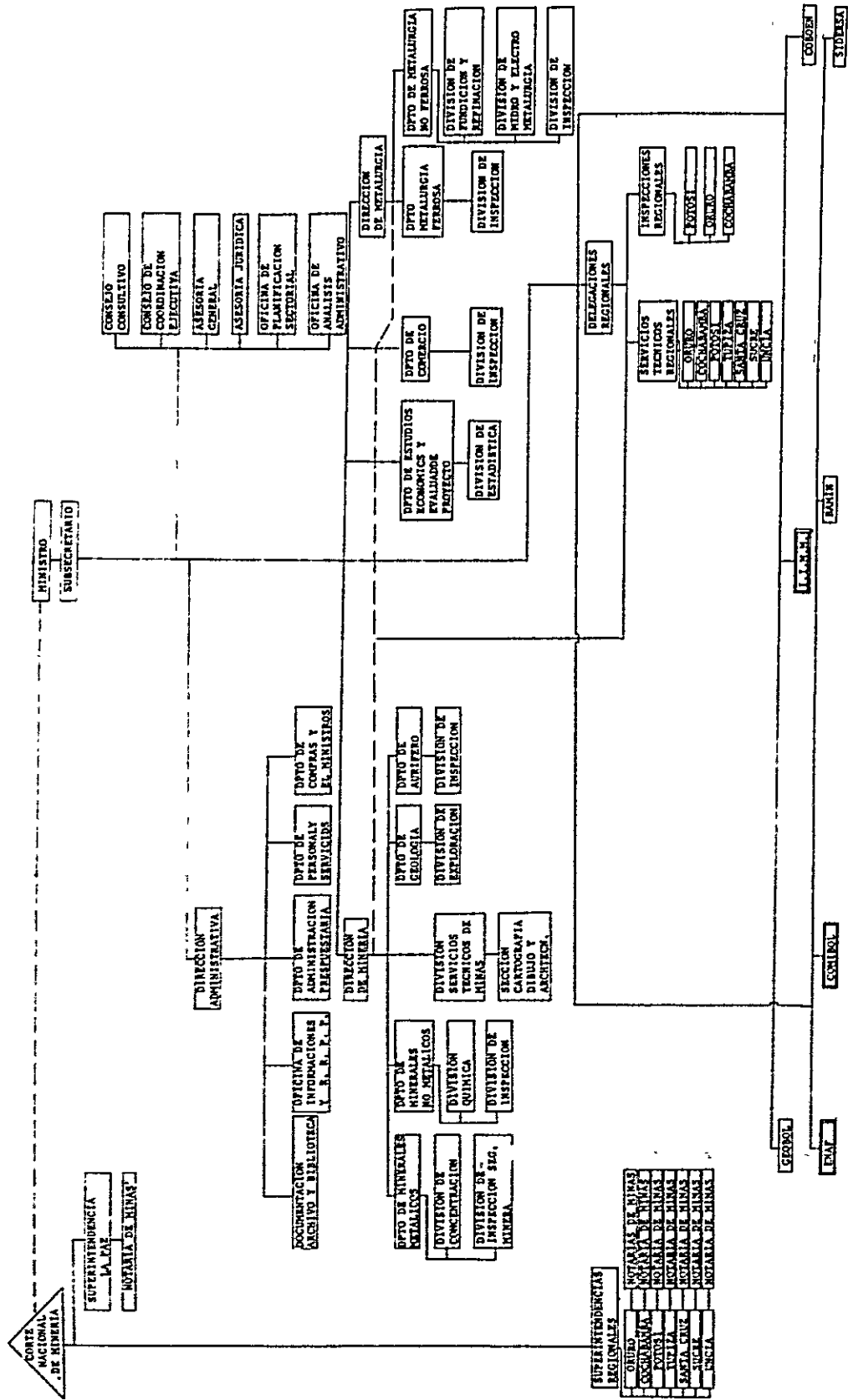
(注1:村上団員は業務の都合上、4月17日現地を発ち同19日帰国した。)

(注2:曜日の○印は現地の休日及び祝祭日を示す。)

II. 主要関係政府機関機構図

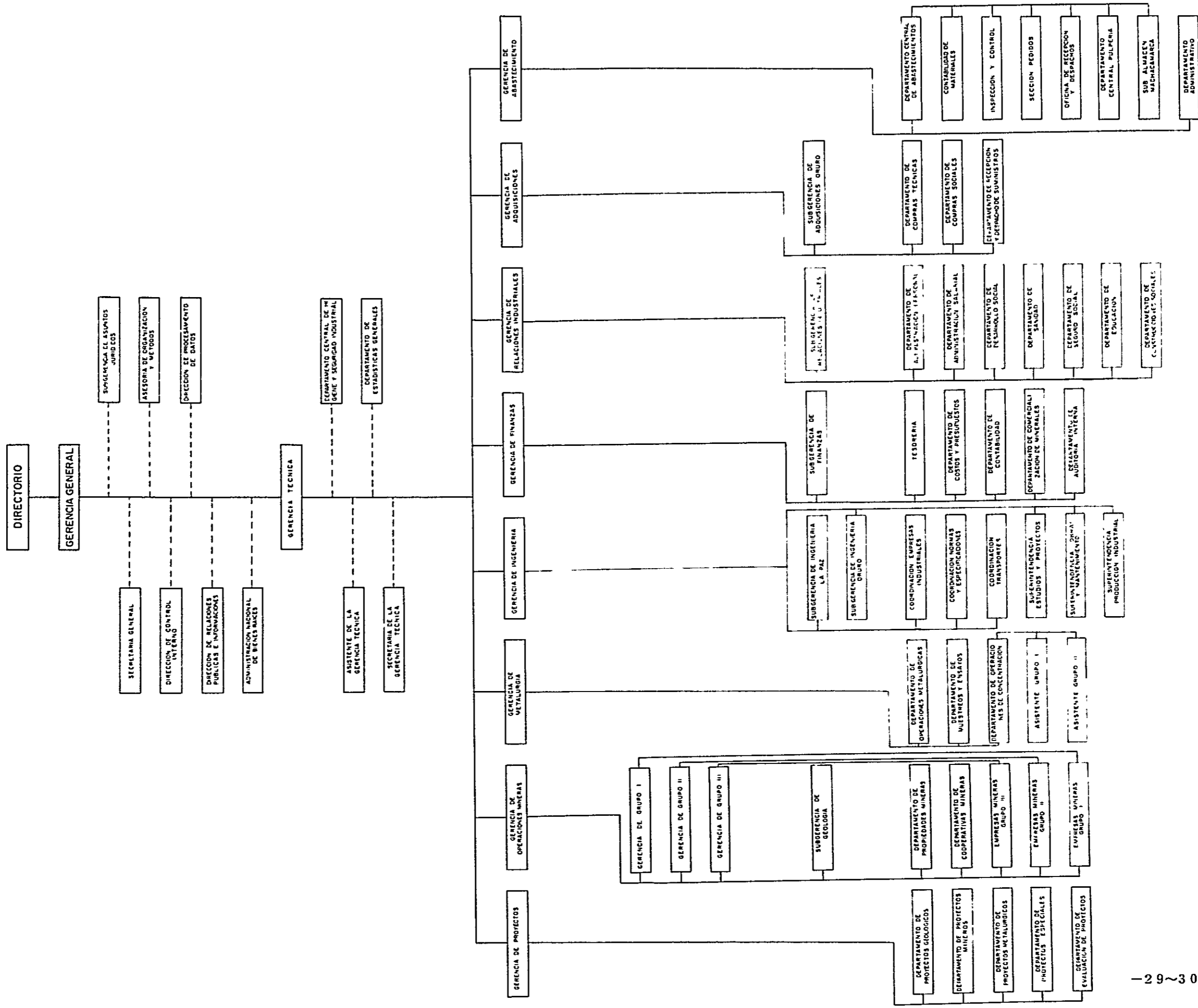
1. ポリビア共和国鉱山冶金省組織図

ORGANIGRAMA DEL MINISTERIO DE MINERIA Y METALURGIA



2. ポリビア共和国鉱山公社 (COMIBOL.) 組織図

DE ORGANIGRAMA
DE LA CORPORACION MINERA DE BOLIVIA



3. 今回調査団が表敬・交渉した主要相手国政府機関名とスタッフリスト

政府機関名	スタッフ名	地位
鉱山冶金省	Gral.de Brig. Jose Antonio Zelaya	大臣
	ING. Armando de Urioste	次官
	ING. Guillermo Murgia	鉱山局長
鉱山公社 (COMIBOL)	Gral.de Division. Jesus Via Soliz	総支配人
	ING. Eduardo Asebey S.	技術局長
	ING. Oscar Urdininea A.	企画部長
	Dr. Ricardo Davila M.	法律部長

(注：今回プロジェクトの直接の相手側スタッフは鉱山公社のUrdininea企画部長となる。)

Ⅲ 調査団が持参したトーキング・ペーパー

TALKING PAPER

March 30, 1976

The Preliminary Survey Team sent by the Japan
International Cooperation Agency (JICA)

LIST OF MEMBERS OF THE JAPANESE PRELIMINARY SURVEY TEAM FOR
TECHNICAL COOPERATION ON THE RECOVERY OF USEFUL MINERALS
FROM TIN WASTES IN THE REPUBLIC OF BOLIVIA

TSUNEO MORIYOSHI	Leader	Director, Manager of Mining Department, The Dowa Mining Co., Ltd.
TAKESHI SAHARA		Chief Metallurgical Engineer, Mining Department, The Dowa Mining Co., Ltd.
TOMOO MURAKAMI		Mining Division, Director-General's Secretariat, Agency of Natural Resources and Energy, Ministry of International Trade and Industry (MITI)
KOICHI TAKAE	Coordinator	Technical Cooperation Division, Mining & Industrial Development Cooperation Department, Japan International Cooperation Agency (JICA)

TALKING PAPER

March 30, 1976

To : The Government of the Republic of Bolivia
From : The Preliminary Survey Team sent by the Japan International
Cooperation Agency (JICA)
Subject : Technical Cooperation on the recovery of useful minerals
from Tin wastes

I. Objective of the Preliminary Survey Team

At the request of the Government of the Republic of Bolivia dated February 10, 1976, the Government of Japan has decided to collaborate in implementing the above subject matter by providing her technical cooperation program in the most appropriate manner to meet the real need of the people of the Republic of Bolivia. Japan International Cooperation Agency which is an agency of the Japanese Government, will take up and execute the program within its best possible methods and range of activities.

The Preliminary Survey Team sent by JICA aims to identify the outline of the intended plan on the above and to clarify the problems to be solved, if any, and also the appropriate methods of Japan's collaboration through some surveys and observations. The Team consisting of experts in specialized fields hopes to discuss and exchange frank opinions on the subject with the counterpart offices of the Bolivian Government and its agencies concerned so as to achieve the Team's objectives.

II. Information required for Implementing the Plan

The information required by the Japanese Survey Team is categorized in four groups:

- A. Administrative Information;
- B. Background Information;
- C. Principal Information;
- D. Supplementary Information.

Among those four A and B will be explained by the Bolivian Government, while C will be the major themes for discussions between the two delegations and D will be studied by the Japanese team with an assistance of the Government of the Republic of Bolivia. Details of each group of information are described as follows:

A. Administrative Information

1. Name of the counterpart office of the Government of the Republic of Bolivia which is responsible for administrating the implementation of the plan and the program;
2. Name and activities of the implementing agency responsible for planning and implementation of the plan;

B. Background Information

1. Importance of the plan in the national and sectoral economies
2. Urgency (priority) of the plan
3. Any problems attached to or involved in the plan
4. Effects of the plan if implemented

C. Principal Information

1. Concept plan of the Bolivian side
 - (1) Outline of the plan
 - a. Outputs of the plan
 - b. Organizations and institutions to be established or utilized
 - c. Activities of the intended organizations
 - d. Necessary hardware to be facilitated or installed
 - e. Necessary software to be utilized for detailed planning, programing and operation
 - f. Requirements of land or other space in need
 - g. Staffing for implementation of the plan
 - (2) Requirement of foreign cooperation
 - (3) Availability of domestic budget allocation
 - (4) Terms required for implementation
 - (5) Critical difficulties, if any

2. Important points for further studies and discussions for the following stage

- (1) Identification of equipment and tools required
- (2) The place where the equipment and tools are to be settled
- (3) Identification of fields and numbers of specialists and experts required
- (4) Identification of fields and numbers of Bolivian trainees required
- (5) Cost estimate

D. Supplementary Information for Reference

1. State of industrialization of the Republic of Bolivia
2. State of mining industry of the Republic of Bolivia
3. Present or previous experiences or practices of similar plans in both public and private sectors
4. Similar cases of technical or economic cooperation from foreign countries, if any
5. Present state of technologies in question which are used in practice
6. State of institutions involved or responsible for managing the technologies in question
7. Chart of organization of Ministry of Mining and Metallurgy
8. Chart of organization of COMIBOL

III, Responsibility of each Government to promote this Plan

The Government of Japan and the Republic of Bolivia share the following responsibilities in order to put the plan into implementation and to make sure that it will meet the right need of the people in the Republic of Bolivia.

A. The Government of Japan

The Government of Japan will collaborate with the Bolivian

Government in programming the intended plan and operating the made-up program. Japan International Cooperation Agency will play the leading role in making up an action program for implementation and take the following five responsibilities at its own expenses:

1. To conduct the implementation survey which aims to make up a concrete action program for implementation;
2. To appoint Japanese technical experts who will assist the implementation of the program in technically specialized fields;
3. To provide machines, equipment, and tools required for the operation of the program;
4. To train the counterpart personnel in Japan; and
5. Others, if any thing specified, on the mutual consent.

B. The Government of the Republic of Bolivia

The Government of the Republic of Bolivia will take the primary responsibility for promoting and operating the program. The following thirteen specific responsibilities are also taken by the Bolivian side at its own expenses:

1. To provide buildings as well as incidental facilities and land required;
2. To supply raw materials, equipment, machinery, tools and their spare parts including their replacement purpose, and any other materials necessary for the operation of the program which are not provided by the Japanese side;
3. To bear expenses of equipment, machinery, tools and their spare parts of Japanese provision for their transportation within the Republic of Bolivia as well as those for the installation, operation and maintenance thereof in the operation of the program;
4. To bear running expenses necessary for the maintenance and operation of the institutions, organizations involved to run the program;
5. To appoint indigenous technical and administrative staff required for operating the program;

6. To bear any other expenses incurred the program in operation;
7. To provide privileges, exemptions, benefits to Japanese experts and their families, no less favorable than those granted to the experts and their families of any third country under similar circumstances.
8. To provide offices, services of the Bolivian counterpart personnel, such as engineers, technicians, typists and clerks for Japanese experts to accomplish the plan;
9. To issue Residence Permits and Labour Permits to the Japanese experts including the former to the experts' families;
10. To provide fully furnished comfortable accommodations for the Japanese experts and their families;
11. To provide transportation facilities for the Japanese experts both in their course of duties and on private purpose;
12. To provide exemptions of custom duties, internal taxes and similar charges, if any, imposed on equipment, machinery, tools and their spare parts which are provided by the Japanese side; and
13. To take a responsibility to coordinate problematic issues arising from risk and uncertainties in the operation of the program.

IV. Procedure of Japan's Technical Cooperation Program

Japan's technical cooperation program is provided, as a rule, in the following administrative procedure:

- | | |
|------------------------|--|
| Preparation Stage : | (1) The Preliminary Survey Team |
| | (2) Appointment of Japanese Experts
for a Long-term-study |
| | (3) The Implementation Survey Team
(Signing of Record of Discussions) |
| Implementation Stage : | (1) Appointment of Japanese Experts |
| | (2) Provision of Equipment, Machinery, |

Tools and their spare parts

(3) Acceptance of "Trainees" in Japan

(4) Transfer of the Entire Program
and the hardware provided by the
Japanese Side to the Government
of the Republic of Bolivia

Evaluation Stage :

(1) The Evaluation Survey Team

(to be completed)

IV 現地調査概要

IV-1. コルキリ鉱山

(1) 位置・交通（巻頭付図参照）

鉱山はラパス市の東南235km, 東経60°08', 南緯17°25' にあり, オルロ市からは80kmの位置にあり, オルロ市—コルキリの所要時間はジープで約1時間30分である。

尚, オルロ市には製錬公社所属の錫及びアンチモン製錬所がある。

(2) 地形及び気候

付近は海拔4,000~4,600mの急峻な山地よりなり, 鉱山事務所（標高4,200m）を中心として人口約2万人の鉱山町を形成している。

尚, 主要な気候諸元は次の通りである。

月	状 態	気 温	総 雨 量
4月~11月(8ヶ月間)	乾 季	25℃~-15℃	20~30 m/m
12月~3月(4ヶ月間)	雨 季	30℃~ 5℃	400~500 m/m

(3) 沿 革

ポリビア三大財閥の一つMauricio Hoeschild のもと所有鉱山で, 当初は銀山として開発され, 1880年から錫鉱山に移行し, 1936年には本格的な錫鉱山となった。1952年国有化されて現在は鉱山公社の主要鉱山の一つとなっている。

尚, "コルキリ" は原地語で"眠れる銀" という意味である。

(4) 地質, 鉱床および鉱物

古生代の砂岩, 頁岩の互層中の鉱脈群がPampa 層中に賦存し, 主要な鉱化はDobleAnchoと称する断層に沿っている。

最近開発の進んだSan carlos 脈は亜鉛鉱に富んでいる。

鉱物は, 錫石, 鉄閃亜鉛鉱, 磁硫鉄鉱, 菱鉄鉱が主であり, 脈石には螢石が含まれている。

(5) 埋蔵鉱量

第IV-1-A表 コルキリ鉱山埋蔵鉱量（1975年12月31日現在）

部 位	鉱 量	錫 石 量 (トン)	品位 (%)	金属含有量 (トン)	備 考
錫	1) 確定鉱量	563,805	114	64040	
	2) 推定鉱量	704,721	123	86661	
	3) 予想鉱量	155,317	135	20955	
	小 計	1,423,843	121	171,676	
	4) 現 産	69,251,82	050	45,0792	
	合 計	10,352,025	060	62,2468	(注) 1号石は評価していない。 2号石は現産は賦存してない。
	5) 探査鉱量	1,099,799	066	7,2061	
亜鉛	6) 現産鉱量(1)	67,389	1.37	1,1972	
	7) 現産鉱量(2)	599,579	-	-	
	1) 確定鉱量	997,618	883	88,0897	
	2) 推定鉱量	1,093,189	705	77,0699	
	小 計	2,090,807	790	165,1596	
3) 現 産	691,4584	326	292,3984		
合 計	11,005,391	416	457,5580	(注) 2号土	
4) 現産鉱量(1)	2,128,222	561	119,3932		
5) 現産鉱量(2)	5,662,397	-	-		

(出所: 鉱山公社)

(注) 錫と亜鉛の鉱量は, 大部分電算しているが, 若干に手算に誤差・生じた。

(6) 生産

① 従業員数

2,700名(坑内1,100名,坑外1,600名[※])

※うち選鉱操業人員 210名,選鉱工作保全人員 110名,
選鉱関係人員 小計 320名

② 採掘

粗鉱約50,000トン/月(品位:錫0.75%,亜鉛品位4%)を4レベルを稼行し,
Cut and Fill方式で採掘している。充填材には一部重選廃石を用いている。

(7) 選鉱

① 原鉱の推移

下表のように最近5年間の粗鉱錫品位の変化は少ない。

第IV-1-B表 コルキリ鉱山錫鉱処理量表(1971年~1975年)

	1971年	1972年	1973年	1974年	1975年
粗 鉱 量 (トン)	485,527.10	527,947.89	499,240.86	530,996.97	522,004.42
ミル原鉱量 (トン)	327,649.10	353,194.89	342,087.86	343,026.97	347,962.42
粗 鉱 品 位 (%)	0.72	0.71	0.72	0.73	0.75
ミル原鉱品位 (%)	0.99	0.98	0.96	1.03	1.03
重 選 実 収 率 (%)	92.58	92.02	91.58	91.55	90.84

(出所:鉱山公社)

② 錫選鉱成績

比重選鉱を主体としているので,錫の実収率は55%程度で,決して高くない。

第IV-1-C表 コルキリ鉱山選鉱成績表(1976年3月)

	処理鉱量		品 位		含有量		分布率	
	トン/月	重量%	%Sn	%Zn	トン/月 Sn	トン/月 Zn	%Sn	%Zn
原 鉱	43,500	100.00	0.73	5.20	317.550	2,262	100.00	100.00
重選浮鉱(廃石)	14,503	33.34	0.19	5.00	27.556	725	8.68	32.05
ミル原鉱	28,997	66.66	1.00	5.30	289.994	1,537	91.32	67.95
Sn 精 鉱	635	1.46	27.54	4.50	174.909	3	55.08	0.13
尾 鉱	28,362	65.20	0.41	5.41	115.085	1,534	36.24	67.82

(出所:コルキリ鉱山)

③ 亜鉛選鉱成績

亜鉛選鉱系統は1976年2月に公称300トン/日で完成,調査当時は試験操業中
であり,その実績値は入手できなかった。

第IV-1-D表 コルキリ鉱山亜鉛選鉱成績表(計画値)

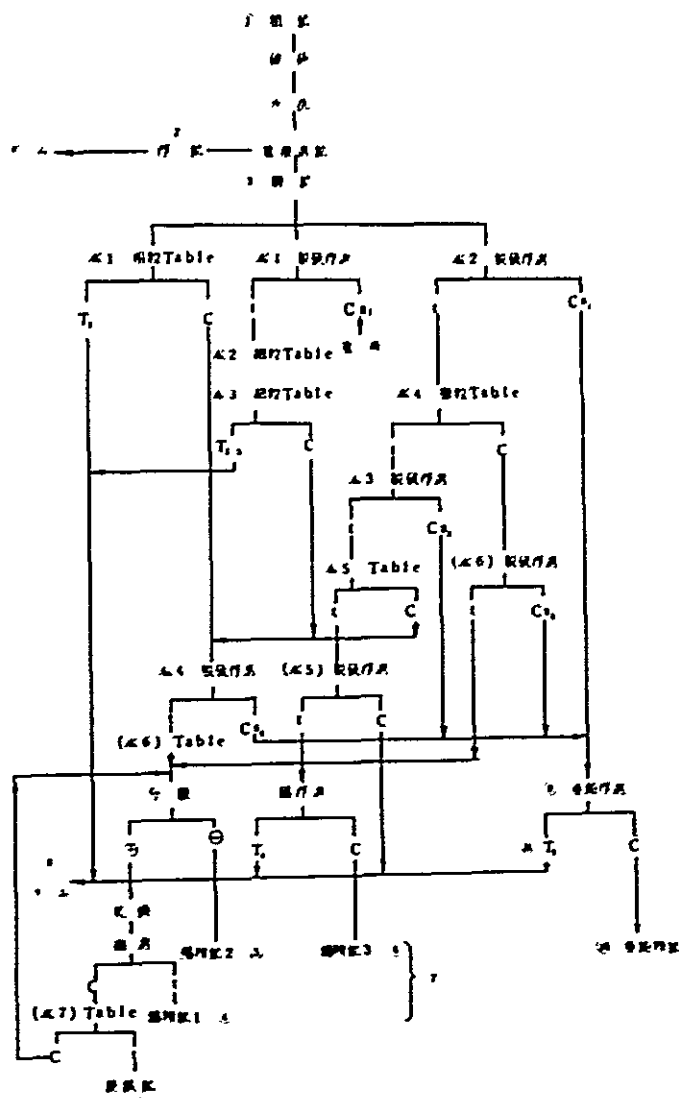
	処理鉱量 トン/月	品位 %	含有率 トン/月	分布率 %
原 鉱	7,500	10.0	750	100.0
Zn 精 鉱	1,167	45.0	525	70.0
尾 鉱	6,333	3.55	225	30.0

(出所: コルキリ鉱山)

(備考) 亜鉛精鉱分析値 1976年4月12日 1ロット=30t
 Zn: 44~45% Fe: 16~17% Od: 0.03~0.04%
 Ag: 200~300g/t Sn: 0.3%(0.1~0.75%) Cu: 0.8~0.7%
 Pb: 0.9~1.0% As: 0.10% Sb: 0.20%

④ 選鉱系統

第IV-1-E図 コルキリ鉱山選鉱系統(概略)



第IV-1-F表 コルキリ鉱山総合選鉱成績表(1976年3月現在)

鉱種	鉱量 t/M	重量 %	品位		含有量		分布率	
			Sn	Zn	Sn	Zn	Sn	Sn
① 粗 鉱	43,500	100	0.73	5.20	317,550	2,262	100.0	100.0
② 重選浮 鉱	14,503	33.3	0.19	5.00	27,556	725	8.68	32.05
③ Mill原 鉱	28,997	66.7	1.00	5.30	289,994	1,537	91.32	67.95
④ 錫精 鉱 1	557		30.55					
⑤ 2	57		4.91					
⑥ 3	21		16.55					
⑦ 錫精 鉱 計	635	1.46	27.54	4.50	174,909	29	55.08	1.28
⑧ 錫尾 鉱	20,862	48.0	0.41	3.63	115,085	758	36.24	33.51
⑨ 亜鉛原 鉱	7,500	17.2		1.00		750		33.16
⑩ 亜鉛精 鉱	1,167	2.7		4.50		525		23.21
⑪ 亜鉛尾 鉱	6,333	14.5		3.55		225		9.95

(出所: コルキリ鉱山)

(備考)

(単位 立米/分)

錫選鉱用水量 7.8

亜鉛選鉱用水量 2.4

合計 10.2 (うち新水30%)

(1976年4月13日現在)

⑤ 選鉱費用

現場での聞きとりによれば処理トン当りの選鉱費用は約5米ドルと云うことであつた。参考までに選鉱工場の資材消費量は下表の通りである。尚、ミル用ボールの山元価格は3"が0.55米ドル/Kg, 4"が0.75米ドル/Kgと日本での山元価格の約2倍となっている。

(参考)

第IV-1-G表 コルキリ鉱山選鉱工場の資材消費量表

(単位 Kg)

品名	1966年	1967年	1968年	1969年	1970年	1971年	1972年	1973年	1974年
バインオイル	11,456	11,296	11,152	10,295	8,978	9,121	11,238	11,162	14,818
ダラフロス	-	-	-	-	-	788	1,224	1,851	205
ザンセートZ-6	-	679	1,924	113	-	-	-	4,614	907
ザンセートZ-11	58,483	57,553	55,456	57,442	53,115	57,423	60,225	56,573	57,201
アエロゾール22	-	-	-	-	-	-	2,212	8,915	8,388
硫酸銅	76,275	63,500	47,375	21,788	12,739	16,612	15,908	21,950	22,130
硫酸	96,392	104,034	99,339	98,854	100,451	106,136	118,584	115,226	102,900
フエロシリコン	-	23,415	81,820	10,895	14,540	13,164	-	-	-
ミル用ボール3"	35,392	49,050	49,943	54,885	68,616	64,849	49,380	50,591	53,519
" " 4"	46,079	63,802	78,451	119,561	98,400	93,513	101,108	80,800	88,770
" ロッド3×7-10	14,322	18,662	13,226	16,492	16,776	18,618	16,415	13,315	9,310
" " 3×9-10	19,867	25,238	20,634	26,410	21,453	24,182	24,900	25,155	34,925

(出所: コルキリ鉱山)

(8) 電力事情

第Ⅳ-1-H表 コルキリ鉱山受電・発電電圧表

		受電電圧	周波数
		KV	Hz
ポリビア電力公社(ENDE)からの買電		6.6	50
		3	
		6.6	
自家発電	水力	4.4	50
		6.6	25
	火力	0.55	50
		3	25

(出所：鉱山公社)

第Ⅳ-1-I表 コルキリ鉱山電力消費量 (全山)

年度	電力消費量	KWH 粗鉱トン
1971年	38,999,394 KWH	80.3
1972	41,034,512	77.7
1973	42,600,873	85.3
1974	45,785,434	86.2
1975	45,808,638	87.8

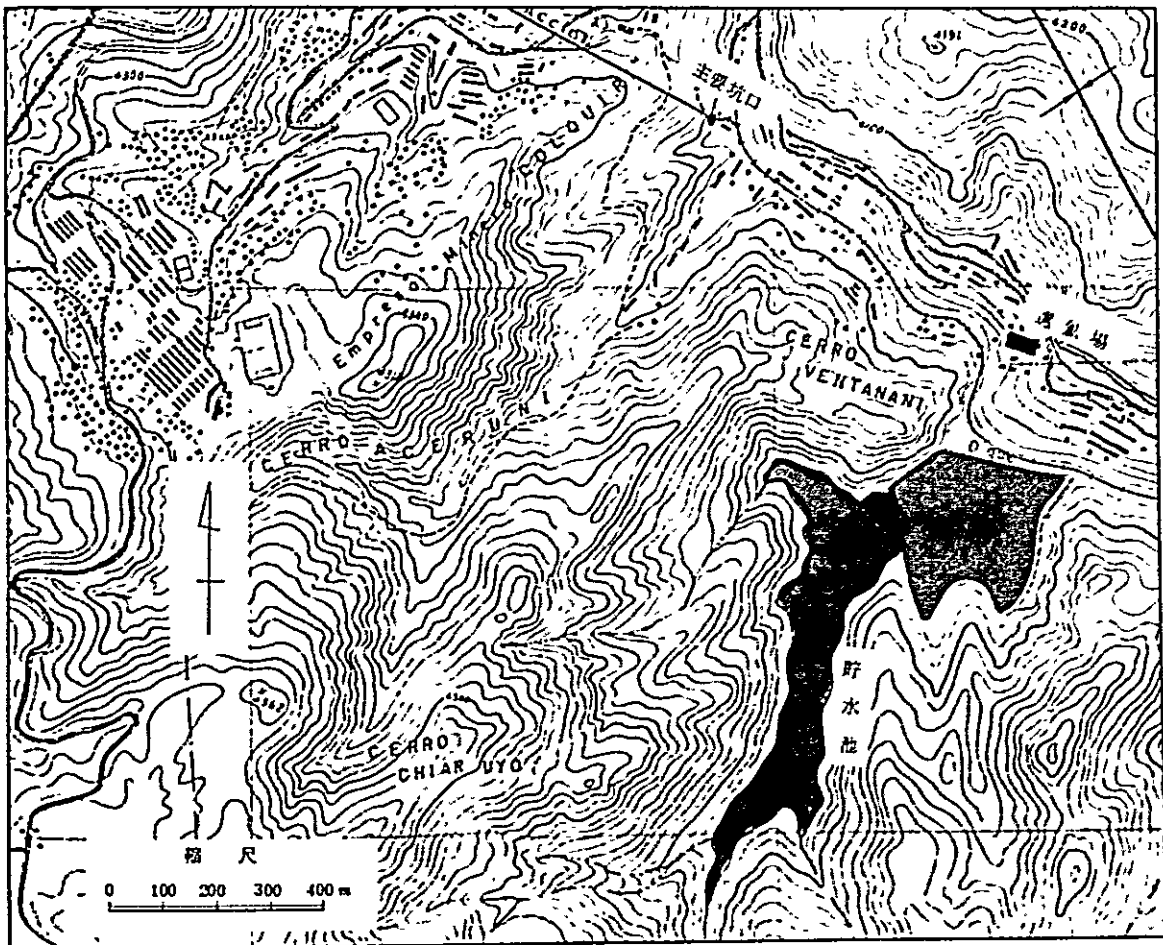
注：山元電力単価 0.25 ペソ/KWH

(出所：コルキリ鉱山)

(9) コルキリ鉱山ダム・サンドについて

① 概要

1. 第Ⅵ-1-J図 コルキリ鉱山ダム・サンド平面図



ロ. ダムは、選鉱工場横の谷にサンドで築堤されたもので、堤高約70m、堤頂での延長約250m・幅約200mの堤体の天場にポンプで廃石を流送し、上澄水を貯水したりれ繰り返し使用している。

ハ. 鉱山公社ではダムの約800万トンの鉱量を錫及び亜鉛の金属別に鉱量として重複計上している。その品位は鉱山公社によれば錫については0.5%（含有金属量約45,000トン）、亜鉛については3.28%（含有金属量約280,000トン）となっているが、なお品位の信頼性についてはダム・サンドの特性上、企業化の前にチェックすることが必要であろう。

② ダム・サンド処理

現在鉱山公社はコルキリ鉱山選鉱場の拡張合理化を計画しているが、亜鉛浮選の増強・錫浮選の強化に際し、このダム・サンドの処理も検討しようとしている。

尚、現在排出中の尾鉱は重選廃石も含むと月当たり約4万トン（錫品位0.33%、亜鉛品位4.1%）と推定される。

このダム・サンドを仮に合理的な浮選プロセスによって回収する場合、亜鉛精鉱としては品位48%、実収率70%の成績で回収されることが確実である。錫についても精鉱品位40%、実収率50%の成績が見込まれる。

⑩ 技術的改善の必要性

上記の如くコルキリ鉱山の選鉱技術については

① 現在排出中の尾鉱からの錫・亜鉛の遺利回収

② ダム・サンドからの錫・亜鉛の遺利回収 が主要な解決問題として考えられるが
そのほか

③ 現選鉱工場についても次のような技術上の問題点がある。

イ. 人員が多すぎる。

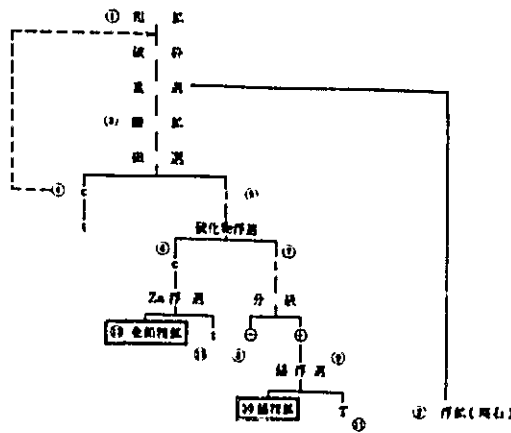
ロ. 比重選鉱系統がきわめて複雑であり、設備も老朽化している。

ハ. 微粒分級については既存のサイクロン分級機では限界があるので、それと併せて遠心力分級機の採用を検討する必要がある。

第Ⅳ-Ⅰ-K表 改造後のコルキリ選鉱予想成績

番号	鉱量	Sn	Sn量	Sn分布率	Zn	Zn含有量	Zn分布	鉱種
①	100	0.78%	78	100%	5.0	500	100%	粗 鉱
②	30	0.17	5.1	6.5	3.0	90	18	重選廃石
③	70	1.04	72.9	93.5	5.9	410	82	磨 鉱 原 鉱
④	15	0.15	2.3	2.9	0.6	9	2	磁 着 物
⑤	65	1.09	70.6	90.5	6.2	401	80	浮選原鉱
⑥	15	0.2	3.0	3.9	22.7	340	68	亜鉛原鉱
⑦	50	1.35	67.6	86.6	1.2	61	12	錫 原 鉱
⑧	10	0.2	2	2.5				脱スライム
⑨	40	1.64	65.6	84.1(100%)				錫浮選原鉱
⑩	1.01	55.0	55.8	71.5(85%)				錫 精 鉱
⑪	38.99	0.25	9.8	12.6(15%)				尾 鉱
⑫	6.73				48.0	323	65	亜鉛精鉱
⑬	8.27				2.1	17	3	尾 鉱

第Ⅳ-1-L図 同上系統図



ニ、現行の重液選鉱の重液メジュームについて現行方式を改善して、たとえば、もっぱら磁選磁着物を使用するよう合理化する必要がある。

ホ、各種ライニング、スクリーンについて耐摩耗剤の経済性の検討も望まれる。

ヘ、菱鉄鉱等の不純物が分離不良のため、錫精鉱の品位も低い。

以上の見解を踏まえて現選鉱場が理想的に改造された姿を仮定してその収支を計算してみると第Ⅳ-1-M表のようになる。ここでは錫メタル1トンを生産するのに要する費用を中心として解析を行なった。これは実際と多少離れた数値もあるが、概念を把握するための試算である。

第Ⅳ-1-M表 コルキリ鉱山選鉱工場で電気錫1トンを生産する場合の収支試算

	現 状	改 善 後 (推 定)
前 提	比重選鉱を主プロセスとし、錫精鉱品位30%、選鉱回収率55% (製錬回収率97%)、又、亜鉛については設備不足且つプロセス不備の為亜鉛精鉱品位48%、その回収率33%に過ぎない。	浮遊選鉱を主プロセスとし、且つ亜鉛処理設備を充足し、プロセスも改善すれば錫精鉱品位60%、選鉱回収率70% (製錬回収率98%)に、亜鉛精鉱品位48%、その回収率65%に改善されると推定
採 鉱	採選過程で採・選・製錬コストは近似値を用い又亜鉛精鉱収入については選別・精製条件コスト・ペナルティ等を含む。	
選 鉱	電気錫1トンを生産するのに必要な採選粗鉱量は計算により(錫品位0.75%)の場合250Ton(錫含有量1.87Ton)となる。Ton当り採鉱費を8\$USとみると採鉱費用は2,000\$USとなる。なまこの粗鉱の亜鉛品位は5%なので135Tonの亜鉛含有量が250Tonの採選粗鉱中に残存されてくる。	電気錫1トンを生産するのに必要な採選粗鉱量は計算により(錫品位0.75%)の場合195ton(錫含有量1.46Ton)となる。Ton当り採鉱費を8\$USとみると採鉱費用は1,560\$USとなる。なまこの粗鉱の亜鉛品位は5%なので97.5Tonの亜鉛含有量が195Tonの採選粗鉱中に残存されてくる。
選 鉱	粗鉱250Ton(錫品位0.75%)から344Ton(錫品位30%、錫含有量103Ton)の錫精鉱が回収率55%で主としてテール精鉱として生産されている。Ton当り選鉱費を5\$USとみると選鉱費用は1,250\$USとなる。なまこの選鉱過程で一部亜鉛浮遊により亜鉛精鉱が927Ton(亜鉛品位48%、亜鉛含有量445Ton)が回収されている。回収率は粗鉱全量の亜鉛量に対して33%である。	粗鉱195Ton(錫品位0.75%)から170Ton(錫品位60%、錫含有量102Ton)の錫精鉱が回収率70%で主として浮遊選鉱として生産されている。Ton当り選鉱費を7\$USとみると選鉱費用は1,365\$USとなる。なまこの選鉱過程で亜鉛浮遊設備・プロセスを強化し亜鉛精鉱132Ton(亜鉛品位48%、亜鉛含有量634Ton)が回収される。回収率は粗鉱全量の亜鉛量に対して65%となる。
製 錬	錫精鉱344Ton(錫品位30%、錫含有量103Ton)から製錬精製工程を経て電気錫1トンが回収率97%で生産される。Ton当り製錬・精製費は822\$USとみられるので、この費用は2,826\$US	錫精鉱170ton(錫品位60%、錫含有量102Ton)から製錬精製工程を経て電気錫1トンが回収率98%で生産される。Ton当り製錬・精製費は1,438\$USとみられるので、この費用は2,445\$US
生 産 コ ス ト	以上の直接費小計6,076\$USに間接費1,000\$USを加算して電気錫1トンの生産コストを7,076\$USとみた。	以上の直接費小計5,370\$USに間接費1,000\$USを加算すると電気錫1トンの生産コストは6,370\$USと推定される。
錫 結 晶 値	7,050\$US/錫メタルTon(1976.3.15~1976.4.13LME平均)	748\$US/亜鉛メタルTon(実取引はP.P.だがLME同期平均)
収 支	錫収支では7,050-7,076=-26\$US/Tonとなるが、亜鉛精鉱収入74\$US×927Ton=686\$USを加えて660\$US/錫メタルTon 収益となっている。	錫収支でも7,050-6,370=680\$US/Tonとなる上、亜鉛精鉱収入74\$US×132Ton=977\$USを加えると1,657\$US/錫メタルTon 収益となる見込である。
備 考	コルキリ鉱山の計画採鉱量月当り50,000Ton(現在45,000ton)では右欄の場合約250Tonの錫メタルが産出されるので現状にくらべると(1,657\$US-660\$US)×250Ton×12ヵ月	で年間約300万\$USの収益改善となると推定した。

IV-2 ポリバール鉱山

(1) 位置・交通（巻頭付図参照）

鉱山はオルロ市の東南10.5kmにある。オルロ市から主幹線道路を南下し、バスターニアで北東に向い、アビカヤ、トトラールの鉱山地帯を経てポリバール鉱山に到達する。所要時間はジープで約2時間である。

(2) 地形および気候

鉱山事務所は海拔4,014mの高所にあるが、凍結による操業のトラブルはない。近くに温泉の湧出がある。

(3) 沿革

当鉱山は1810年に発見され、1890年まではもっぱら銀鉛物を産出していた。経営者は代々変遷したのち、Mauricio Hirschfeldに移っていたが、1952年鉱山公社の経営となった。実際には1970年までは鉱山公社が租鉱権者に経営を委託していたが、1970年以降鉱山公社の直轄となり、とくにここ2年来鉱山公社が力を入れはじめている。

(4) 地質、鉱床および鉱物

附近の地質はアンデス東部山系に分布するシルリア（ゴトランド）系の砂岩と頁岩の互層から成る。

鉱化帯は広く約10kmにわたりポリバール、トトラール、アビカヤ、エスタルサ（漂砂鉱床）と連続している。

ポリバール鉱山の主脈はBolivar, NanéとPomabambaであり、他にSan Jorge, Santa Rosa, San José, Del Rey等の諸脈があり、探鉱の余地が十分にあるようである。

最近実施したわが国の金属鉛業事業団の2本のボーリングは鉱体の下部を確認している。当山の鉱石には多種類の金属鉛物が含まれているが、現在

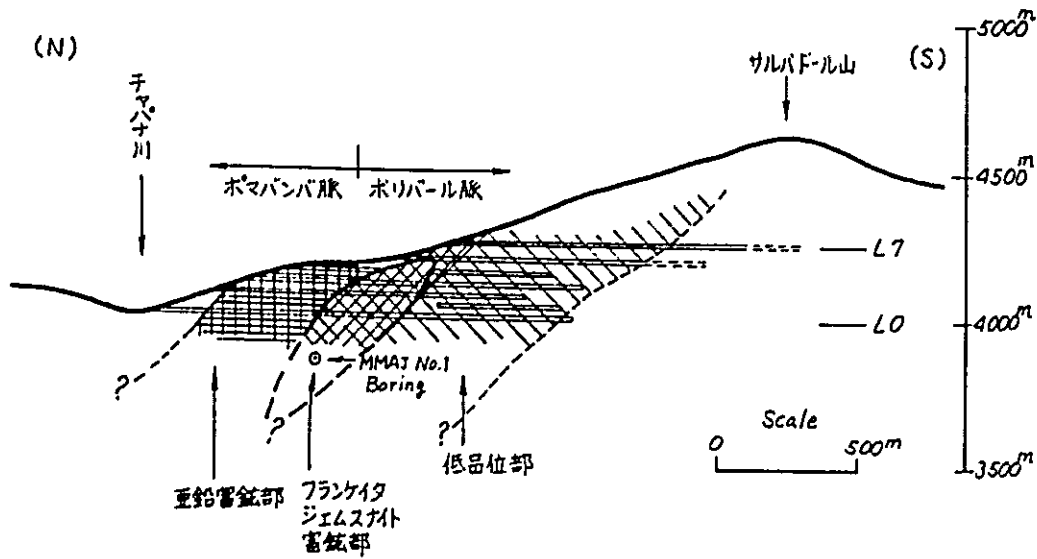
Marmatite	($x\text{FeS} \cdot y\text{ZnS}$)
Pyrite	(FeS_2)
Chalcopyrite	(CuFeS_2)
Cassiterite	(SnO_2)
Jamesonite	($4\text{PbS} \cdot \text{FeS} \cdot 3\text{Sb}_2\text{S}_3$)
Semseyite	($9\text{PbS} \cdot 4\text{Sb}_2\text{S}_3$)
Styrololypite	[($\text{Ag} \cdot \text{Cu} \cdot \text{Fe}$) ₃ Sb_2S_3]
Frankeite	($5\text{PbS} \cdot 2\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$)
Stannite	($\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{FeS} \cdot \text{SnS}_2$)
Teallite	($\text{PbS} \cdot \text{SnS}_2$)
Cylindrite	($6\text{PbS} \cdot 6\text{SnS}_2 \cdot \text{Sb}_2 \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$)

等の存在が確認及び予想されている。

当鉱山で従来からフランケイタ (Frankeite) と呼ばれているものはジェームスナイト (Jamesonite) の事らしく今回の調査ではフランケイタの確認は困難であった。

当鉱山でフランケイタと呼ばれている鉱石の存在する区域も同鉱山探鉱課長の見解によれば下記の概念図に示す通り、上部の15坑道以上では尖波し、下部も通洞以下200mの位置で着鉱したボーリングでは確認できないので、限られた範囲のものであるとのことであった。

ポリバール鉱山鉱化帯概念図



(5) 埋蔵鉱量

第IV-2-A表 ポリバール鉱山埋蔵鉱量(1975年12月31日現在)

鉱種	鉱量	鉱石 (トン)	品位 (%)	金属含有量 (トン)
錫	(1) 確定鉱量	36,406	2.93	1,068.4
	(2) 推定鉱量	170,603	2.38	4,052.0
	(3) 廃石	70,482	0.99	695.9
	(4) 廃滓	8,000	1.60	127.6
	(5) 予想鉱量	190,922	1.66	3,161.6
	(6) 期待鉱量	310,446	-	-
亜鉛	(1) 確定鉱量	82,137	19.18	15,757.3
	(2) 推定鉱量	189,634	16.33	30,970.0
	(3) 廃石	3,876	19.21	744.6
	(4) 予想鉱量	132,457	16.31	21,598.7
	(5) 期待鉱量	310,446	-	-
銀	(1) 確定鉱量	80,137	1.65	13,564
	(2) 推定鉱量	164,996	2.37	39,050
	(3) 廃石	3,876	7.53	2,919
	(4) 予想鉱量	120,136	1.62	19,458
	(5) 期待鉱量	310,446	-	-

(6) 生産

(出所: 鉱山公社)

① 従業員数

418名。部門別内訳は第IV-2-B表の通り。

第IV-2-B表 ポリバール鉱山部門別従業員数(1976年3月)

	管理者	職員	労働者	計
上級管理者	4	-	-	4
採鉱	-	13	218	231
ボラタリゼーション工場	-	2	38	40
工作, 事務等その他	-	93	50	143
計	4	108	306	418

(出所: ポリバール鉱山)

② 採 鉱

Cut and Fill 方式で、切羽長35m、レベル間隔35m、切羽数27である。

③ 生産量

1. 起砕鉱量

採鉱量は8,600 t/月 で坑道掘進、採掘切羽、追切による出鉱に分かれる。

第IV-2-C表 ポリバール鉱山採鉱量表(1975年月平均)

	採掘鉱量 (トン)	錫品位 (%)	錫含有量 (トン)
坑道掘進	4,562.0	0.42	19.0
採掘切羽	3,741.0	1.92	66.3
追切	301.4	0.13	0.41
総計	8,604.4	0.99	85.4

(注) 品位記載は錫のみ

(出所: ポリバール鉱山)

ロ. 出 産 量

起砕鉱量8,600 t/月のうち、高品位鉱を切羽で手選によりフランケイタと称する鉱石400トン及びボラタリゼーション給鉱々石800トンを出産し、残余の鉱石は充填材として採掘跡に残し、余剰分は坑外に堆積貯産している。

いわゆるフランケイタは全量英国カッパーバース社に輸出している。

第IV-2-D表 ポリバール鉱山フランケイタ生産実績表

年 度 別	項 目 フランケイタ 精 産 量 (トン)	英国カッパーバース社買入対象金属					
		錫		鉛		銀	
		品 位 (%)	含有量 (トン)	品 位 (%)	含有量 (トン)	品 位 ($\frac{g}{Tn}$)	含有量 (トン)
1975年 月 平均	409.00	7.93	32.466	12.38	50.650	2,151g/吨	0.8800
1976年 3 月	420.00	8.98	37.701	11.96	50.220	1,612g/吨	0.67720

(出所: ポリバール鉱山)

(注) フランケイタ精産には、上記の錫、鉛、銀のほかに亜鉛(品位12%)・アンチモン(品位4.18%)・砒素(品位0.41%)・硫黄(品位27.07%)等が含まれている。

(7) ボラタリゼーション(揮発焙焼法)

① 概 要

現在ポリビアの錫産石は主として比重選鉱により処理され、その選鉱実収率は低く50%前後である。この改善については以前から研究されて来っており、現在までに浮遊選鉱による方法と揮発焙焼法とが開発されている。

揮発焙焼法については鉱山公社では既にソ連の援助を得てポトシに湿式揮発焙焼法による工場を建設中で、その他マチャマルカ等にも建設を計画している。

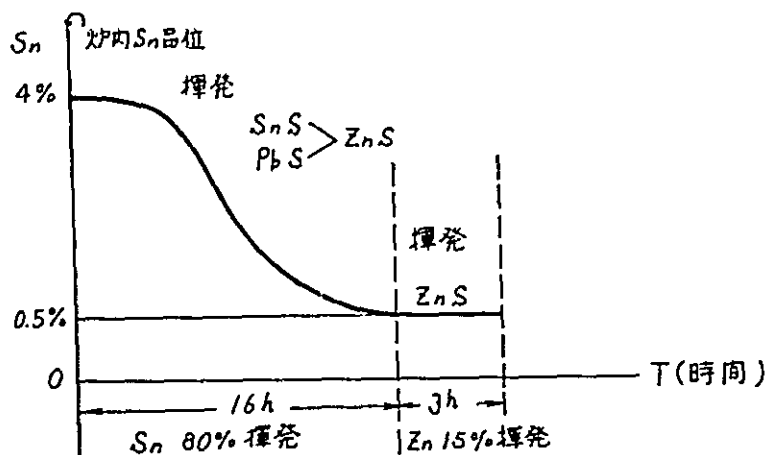
目下、低品位錫鉛石の処理方法として乾式揮発焙焼法による工場が当ポリバール鉱山において操業している。

ポリビアの錫鉛石は、硫化鉛物と共生して産出するが、錫鉛石の大部分は錫石で SnO_2 の化学成分を有する。

一般に SnO 又は SnO_2 は硫化物の存在の下に 750°C 以上で還元され硫化錫となる。硫化錫は高温において揮発するので、この性質を利用して他の成分と分離する。

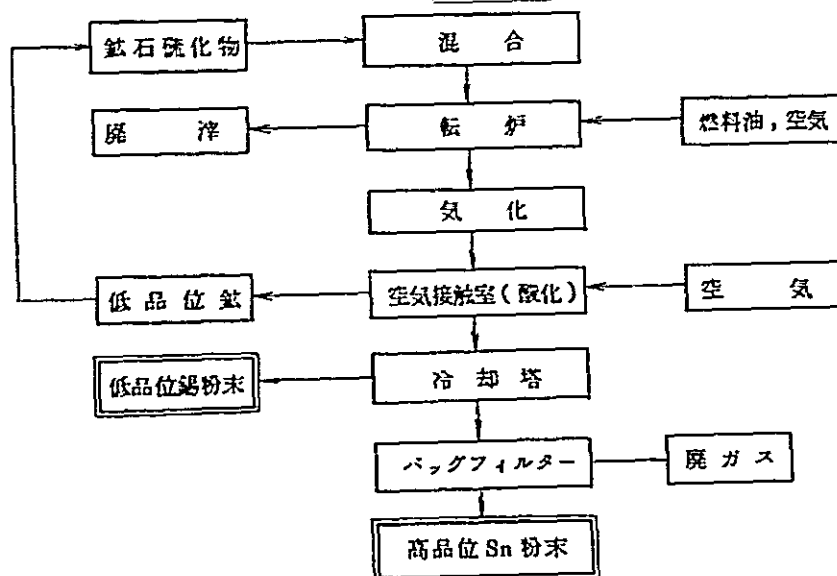
しかし、ここで問題となるのはその際 PbS 、 ZnS 等も揮発することであり SnS とこれらを分離することは難しい。しかし、 SnS の揮発は加熱した場合 PbS 、 ZnS に比し時間的に早く揮発する性質を有するので、この性質を利用して、 SnS と ZnS とを分離することが可能で一部分離販売したことがあるが経済性的の問題と市場の問題から現在は ZnS の生産は行っていない。

ポリバール鉱山においては、当初 Sn 4%、 Zn 20%の鉛石を16時間加熱し、 950°C より $1,050^\circ\text{C}$ に保持すれば、 SnS がこの間に揮発し、残留物の Sn 品位は0.5% Sn となる。この間に PbS 、 ZnS も揮発するが ZnS は少なく、更に加熱すると ZnS が揮発して Zn 量の15%前後がこの間に揮発する。



② 処理方法

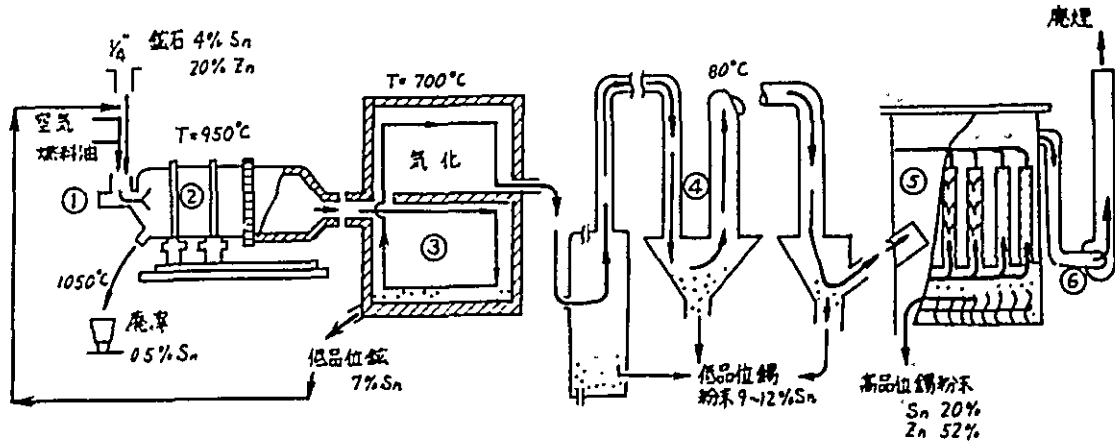
方法としては次のフローシートに示す如く、鉛石と還元剤として硫化物等を混合し、転炉に装鉛し、更に燃料油と空気を吹込み温度を上げる。フローシート



気化したSnSは空気接触室に入り酸化し、これが冷却塔に入って80°C前後に冷却され更にバッグフィルターに入って採取される。

下図はポリバール鉱山の方式を模式的に示したものである。

第IV-2-E図 ポリバール鉱山ボラタリゼーション処理方法図解



- ① 噴射室 ③ 接触室 ⑤ バッグフィルター室
 ② 焙焼炉 ④ 冷却塔 ⑥ 排気塔
- (出所: Bolwar 鉱山)

③ 換業成績

ポリバール鉱山では15t/19hの能力を有する炉を2基有し、その成績は第IV-2-F表のとおりである。

第IV-2-F表 ポリバール鉱山ボラタリゼーション実績表(1975年月平均)

	鉱量 (トン)	鉱石中の金属の品位及び含有量 (注)					
		錫		鉛		亜鉛	
		品位 (%)	含有量 (トン)	品位 (%)	含有量 (トン)	品位 (%)	含有量 (トン)
処理鉱量	806.5	3.48	28.04	4.69	37.79	20.91	168.6
精鉱量	127.98	19.07	24.41	21.46	27.46	16.37	20.95
廃滓	678.52	0.53	3.63	1.52	10.33	21.76	147.65
実収率			87.05%		(72.66%)		(12.43%)

(出所: ポリバール鉱山)

(注1) 錫以外の金属は完鉱対象外となっている。

(注2) 銀・アンチモン等の分析値の資料はないが、これらは相当量空気中に、又はスラグ中に放逸している模様である。

(8) 電力事情

第IV-2-G表 ポリバール鉱山受電・発電電圧表

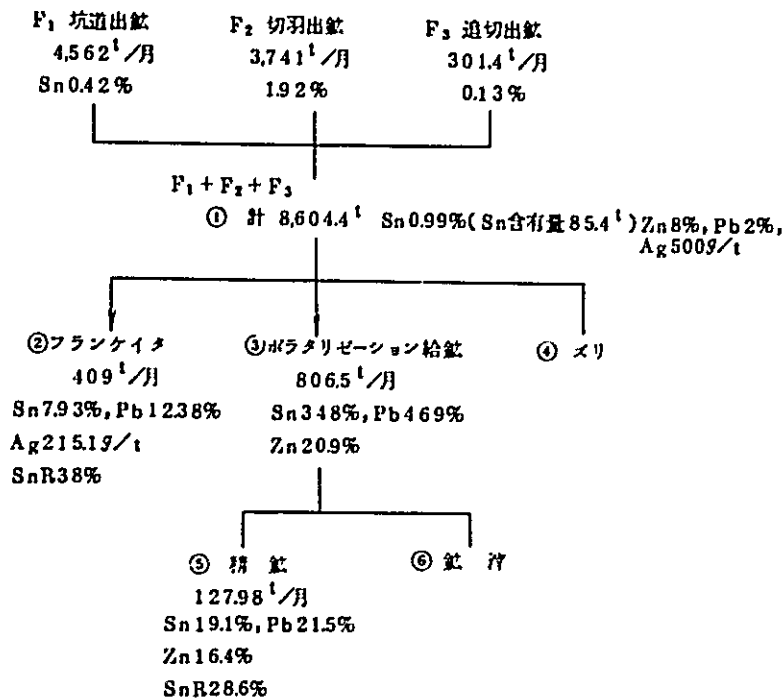
	電圧	周波数
電力会社からの買電	6.6KV	50 ~
自家発電(火力)	220V, 6.6KV	50 ~
坑内外給電	220V	50 ~

(出所: 鉱山公社)

(9) 技術改善の必要性

既述のごとくポリバール鉱山の鉱石は錫の他に、銀・鉛・亜鉛・アンチモンのような有価金属を含有しているにもかかわらず、一部がボラタリゼーション法による錫の回収に利用され、一部は未処理のまま売鉱（※それについては多額の処理費用をペナルティーとして外国の製錬会社に支払っている。）されているものの、その他の多量の鉱石は設備及び処理方法上の制約により坑内及び坑外に未利用のまま充填又は堆積されている現状である。（その数量的状況を下記IV-2-H図に示す。）

第IV-2-H図 ポリバール鉱山生産状況（1975年 月平均）



番号	鉱種	鉱量 ^t /月	品位%				含有量 t				分布率%			
			Sn	Zn	Pb	Ag ^R /t	Sn	Zn	Pb	Ag	Sn	Zn	Pb	Ag
①	粗 鉱	8,604.4	0.99	8.0	2	500	85.4	688	172	4,302	100.0	100.0	100.0	100.0
②	フランケイタ	409.0	7.93	12	12.38	2151	32.5	49	50.7	0.880	38.0	7.1	29.5	20.5
③	ボラタリゼーション	806.5	3.48	20.9	4.69	425	28.0	169	37.8	0.343	32.8	24.6	22.0	8.0
④	ゼリ	7,388.9	0.34	6.4	1.13	416	24.9	470	83.5	3,079	29.2	68.3	48.5	71.5
⑤	ボラタリ精鉱	128.0	19.1	16.4	21.5	90	24.4	21	27.5	12	28.6	3.1	16.0	0.3
⑥	鉱 滓	678.5	0.53	21.8	1.5	487	3.6	148	10.3	0.331	4.2	21.5	6.0	7.7
②+③	錫 合 計	537.0	10.6				56.9				66.6			

- アンダーライン数値は口頭説明による。

(注) ※山元で聴取した1976年3月分について具体的に記すと、当月の収入はフランケイタUS\$ 315,000 (750US\$/ton × 420ton), ボラタリゼーションSn Polvo(錫粉末) US\$ 238,000 (1,700US\$/ton × 140ton) 合計US\$ 553,000 (英国カッパーバース社渡しCIF価格) に対し、山元コストは人件費・物品費・経費・償却費込みでUS\$ 150,000にすぎぬが、製錬諸掛り (Treating Charge, Refining Charge, Penalty) はフランケイタで約US\$ 192,000, Sn Polvo(錫粉末)で約US\$ 36,000 小計US\$ 228,000に達している。尚、内陸・海上運賃は約US\$ 70,000との由。

従ってこれらの鉍石全量を浮遊選鉍法で処理することがきわめて合理的、かつ緊要と考えられる。

ポリバール鉍山ではかつて1960年代に比重選鉍及び浮遊選鉍により本鉍石を実際に処理したことがあるが、分離成績が不良で、それを十分改善しないまま操業を中止して、現行操業方法であるボラタリゼーション法に転換した。しかしボラタリゼーション法は重油の消費量が多く、コストがかさむため、より合理的なプロセスである浮遊選鉍法をわが国の技術協力によって開発し、これを適用して錫以外の亜鉛・鉛・銀などの有価鉱物についても合理的な回収をはかることが望まれる。

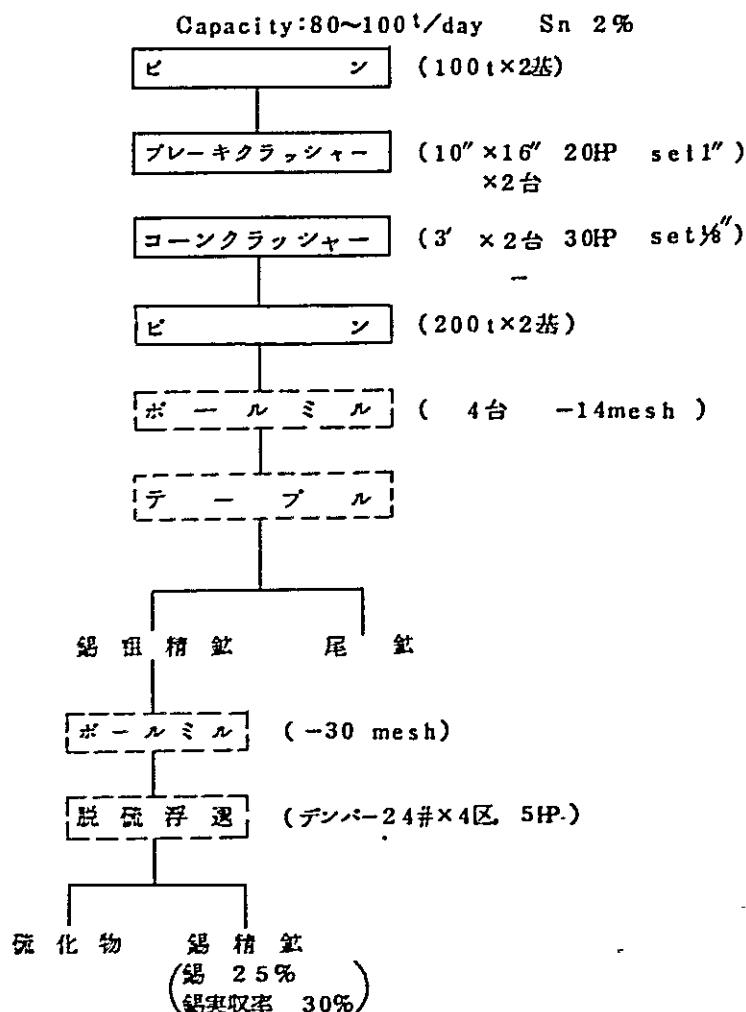
④ ポリバール鉍山の旧選鉍場について

① 概 要

ポリバール鉍山には比重選鉍を主とした選鉍場があったが、分離成績が不良であったのでこれを廃止し、現在は旧設備のうち破砕設備の一部がボラタリゼーションに転用されているにすぎない。

② 旧 系 統 (1 9 6 5 年 まで)

第IV-2-I 図
旧選鉍場系統図



(注) は現在ボラタリゼーションに転用されているもの。
 は1965年以降廃棄されたもの。

③ 成績(推定)

現場での聴取により旧選鉱場の選鉱成績を下表IV-2-J表の通り推定した。

第IV-2-J表 ポリバール鉱山旧選鉱場成績推定表

	ton/day	錫品位(%)	錫含有量(ton)	錫分布率(%)
給 鉱	100	2.0	2.0	100
テーブル精鉱	10	8.0	0.8	40
テーブル尾鉱	90	1.2	1.2	60
脱硫浮鉱	7.6	2.6	0.2	10
錫精鉱	2.4	25.0	0.6	30

旧選鉱場の成績が不良に終わった原因としては次の4項目が考えられる。

- イ. 硫化物の混入により、テーブル精鉱品位が上がらなかった。
- ロ. わずかに30 mesh(0.6m/m)サイズのRegrindingにすぎなかった。
- ハ. 菱鉄鉱の混入が錫精鉱品位を下げた。
- ニ. 円柱錫鉱が浮選分離を困難にしたらしい。

(1) パイロット・プラントについて

事前調査団はポリバール鉱山に供与する浮遊選鉱の工業化試験に必要な機材(パイロット・プラント)の機器明細及び系統を第IV-2-K表、第IV-2-L図のように策定し、それに基づく選鉱成績を第IV-2-M表のように推定した。

尚、パイロット・プラントに関連する用水事情・電力事情及び分析能力についても併せ、末尾に言及した。

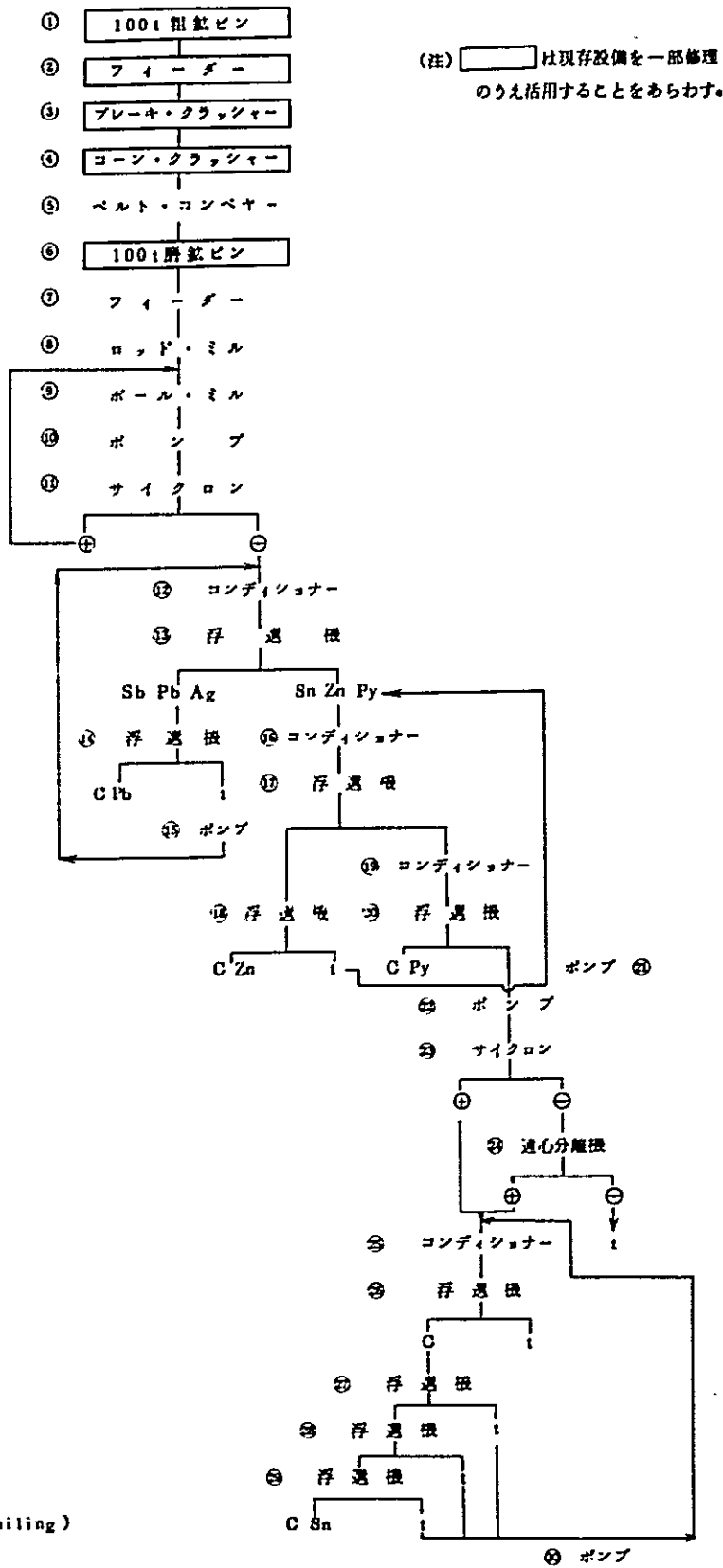
① 第IV-2-K表 パイロット・プラント機器明細表(案)

次頁系統図にもとずき必要機材をリストアップした。

系統中 番号	機器名	サイズ	台数	備 考	系統中 番号	機器名	サイズ	台数	備 考
①	粗 鉱 選 別	容量100t			①	浮 選 機	等18# FW	4区	選別機用
②	フ ィ ー ド				②	コンプレッシャー	0.5m ²	1	
③	フ レ ー ヴ				③	浮 選 機	36# フイフ	4区	脱炭化
④	フ レ ー ヴ	10" × 16"			④	イ ン プ	1-1/2 ワン	1台	
⑤	フ レ ー ヴ	2"			⑤	イ ン プ	2/3 ワン	1台	
⑥	フ レ ー ヴ	18" × 30"	1基		⑥	フ ィ ー ド	6" タイプ	2台	
⑦	フ レ ー ヴ			⑦及び⑧に同じ	⑦	浮 選 機		1台	
⑧	フ レ ー ヴ				⑧	コンプレッシャー	0.5m ²	2台	
⑨	フ レ ー ヴ				⑨	浮 選 機	36# フイフ	8区	錫選別機用
⑩	フ レ ー ヴ	4" × 6"	1台		⑩	浮 選 機	等18# FW	2区	選別機用
⑪	フ レ ー ヴ	4" × 6"	1台		⑪	イ ン プ		1区	
⑫	フ レ ー ヴ	2/3 ワン	1台		⑫	イ ン プ		1区	
⑬	フ レ ー ヴ	6"	2		⑬	イ ン プ	3" 変形	1台	
⑭	フ レ ー ヴ	0.5m ²	2						
⑮	フ レ ー ヴ	36# フイフ	8区	選別機用	⑭	フ ィ ー ド	30m ² /min	1台	
⑯	フ レ ー ヴ	等18# FW	4区	選別機用	⑮	SO ₂ 発生装置		1式	
⑰	フ レ ー ヴ	1-1/2	1		⑯	炭 酸 洗 浄 器		1式	
⑱	フ レ ー ヴ	0.5m ²	2		⑰	pH メーター	ガラス電極	4基	
⑳	フ レ ー ヴ	36# フイフ	8区	選別機用					

②

第IV-2-L図 パイロット・プラント系統(案)



③ 第IV-2-M表 パイロット・プラント選鉱成績推定(目標値)

			品位			含有量			分布率		
	1/D	重量%	Sn %	Zn %	Pb %	Sn t	Zn t	Pb t	Sn %	Zn %	Pb %
給 鉱	500	100.0	10	140	20	0.50	7.00	1.00	100.0	100.0	100.0
鉱 精 鉱	1.0	2.0	1.0	3.5	40.0	0.01	0.035	0.40	2.0	0.5	40
尾 鉱	49.0	98.0	1.0	142.1	1.22	0.49	6.965	0.60	98.0	99.5	60
重 鉱 精 鉱	11.14	22.3	0.5	5.50	0.54	0.056	5.572	0.06	11.2	8.00	10
尾 鉱	37.86	75.7	1.15	3.68	1.42	0.434	1.393	0.54	86.8	19.5	50
硫化鉄精鉱	4.56	9.1	0.55	0.5		0.025	0.023		5.0	0.3	
錳浮遊原鉱	33.3	66.6	1.23	4.11		0.409	1.370		81.8	19.2	
錳 精 鉱	0.60	1.2	50.0	1.5		0.30	0.009		60.0	0.1	
尾 鉱	32.70	65.4	0.33	4.2		0.109	1.361		21.8	19.1	

④ 用水事情・電力事情及び分析能力

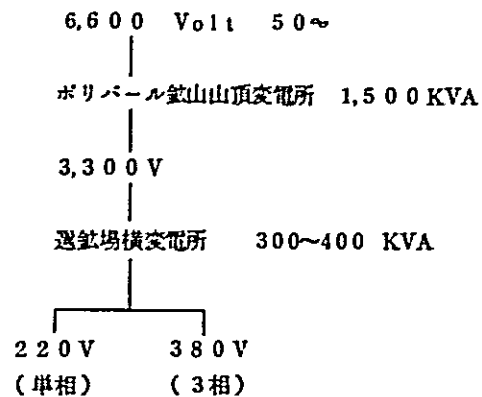
パイロット・プラントに関連する用水事情・電力事情及び分析能力についての調査団の現地調査結果は次の通りである。

イ. 水

4ℓ/sec ~ 8ℓ/sec pH 7 の旧選鉱用水がただちに利用できる。

他に坑内水 4.5ℓ/sec pH 4.5 水温 10℃のものも利用可能である。

ロ. 電力については(8)で述べた通り電力公社 (Empresa Nacional de Energia Eléctrica : ENDE) からの買電により次のように山元変電所を經由して受電できる。現在全山で 400 KVA 程度の使用量であるのでパイロット・プラント電力には余裕がある。



ハ. 分析室

分析成分 Sn, Zn, Pb, Ag, As, Sb, S, Fe, SiO₂, Cu, H₂O

分析能力 60~80 ケ/日

現在サンプル調製設備として 1.5"×2" プレーキクラッシャー, バルベライザ等がある。

選鉱試験機を持込めば試験室となり得ると観察した。

ニ. パイロット・プラント予定地

尙, 我々はパイロット・プラントは旧選鉱場跡地に設置することが最も实际的であると考えます。

Ⅳ-3 ビント製錬所:

製錬公社 (Empresa Nacional de Fundiciones : ENAF) に所属し, 現在錫及びアンチモンの二種類の製錬部門がある。オルロ市の東方7km, 標高3,705mに位置している。

(1) 錫製錬部門について

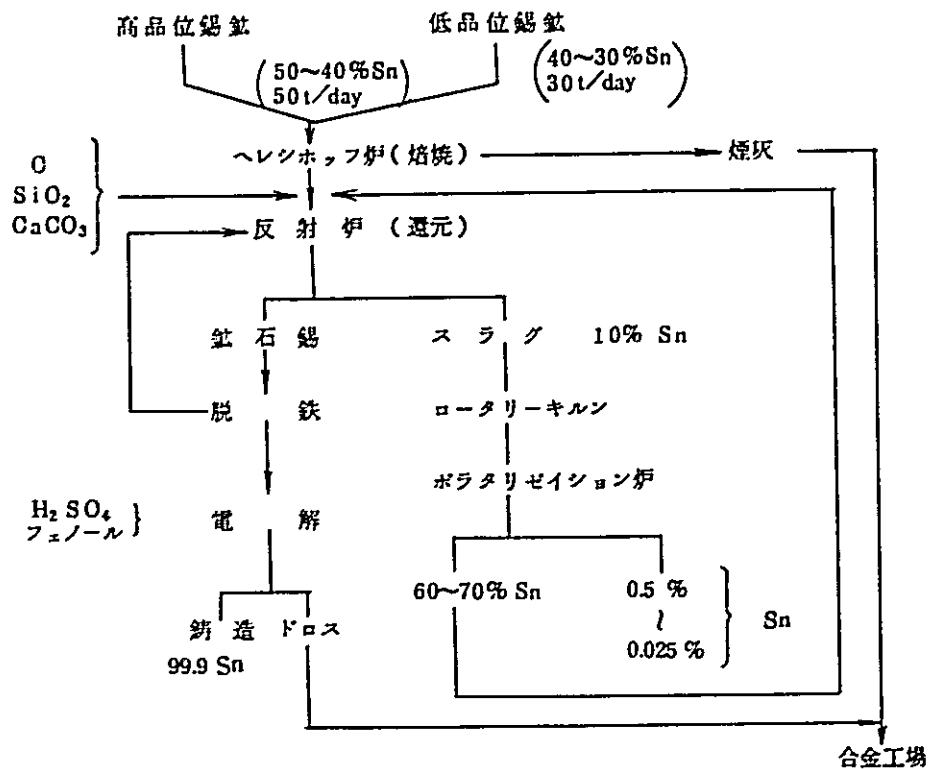
① 生産状況

錫製錬能力は7,500金属トン/年である。西独のクロックナー・フンボルト社の技術協力により1970年から生産を開始した。将来順次に製錬能力を30,000金属トン/年に拡張することを計画している。

② 製錬系統

製錬系統図は第Ⅳ-3-A図に示すとおりである。

第Ⅳ-3-A図 錫製錬系統図



(2) アンチモン製錬部門について

① 生産状況

アンチモン製錬能力は5,000金属トン/年である。

チエッコスロバキアのスコダ社と西独のクロックナー・フンボルト社の協力により1975年12月に生産を開始した。現在試験操業中で従業員は255名, 三交代操業である。尙, 酸化アンチモン及び合金工場の増強を計画中の模様。

② 原料鉍石

1. 現在中小鉍山産出の高品位輝安鉍をもらばら使用している。

9,500t/月	Sb	60~63%.....	選鉍精鉍	60%/Weight
		40~27%.....	手選精鉍	40%/Weight

ロ. 受入鉛石の所用品質及び条件については次の通りである。

- a. Pb 0.15% } < 0.5%以下 (reject point)
 As 0.25% }
 Fe 7% …… Fe量は少ないので赤鉄鉱を添加して調整している。
 SiO₂ 15%

b. 粒度 1 m/m 以下

c. 水分 2% 以下

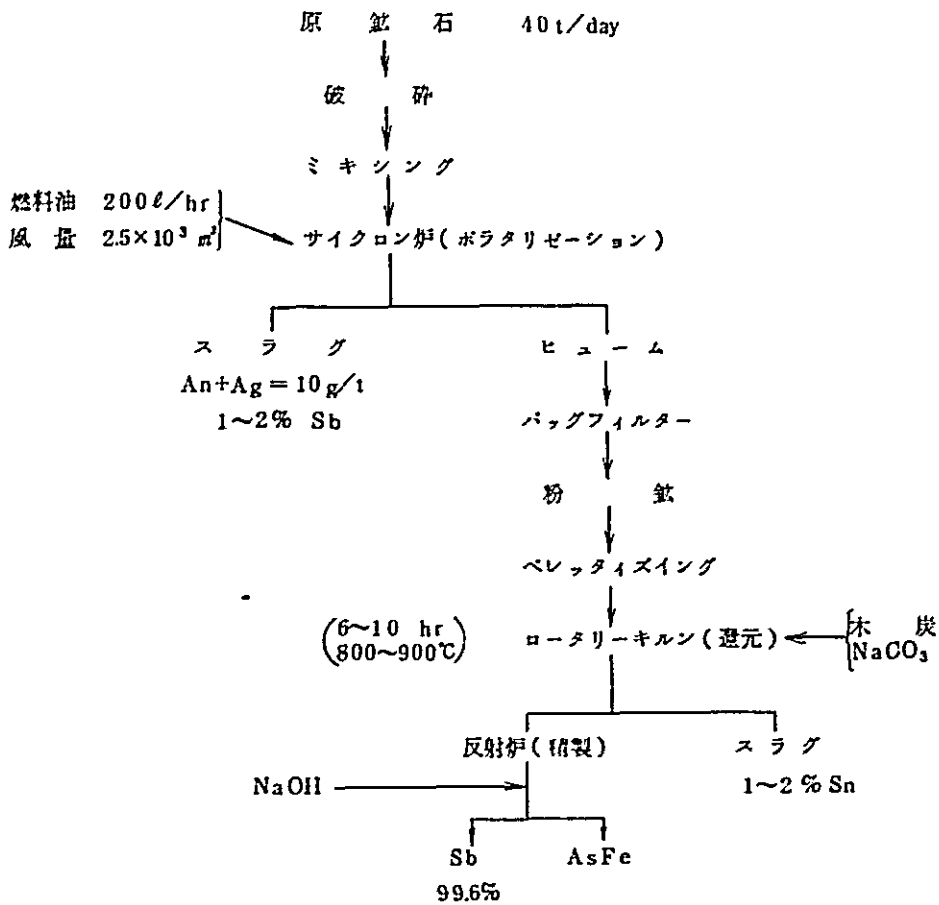
d. 「ジェームスナイト (Pb 30%) は受入れたくない。ジェームスナイトは単独に合金用として使用出来る。その場合、Znが入ってもよい。」とのことである。

e. 酸化アンチモンは望ましくないが、現在150 t入って来ている模様。

③ 製錬系統

製錬系統図は第Ⅳ-3-B図に示すとおりである。

第Ⅳ-3-B図 アンチモン製錬系統図



IV-4 オルロ鉱山冶金研究所 (Instituto de Investigaciones
Minero-Metalurgicas: I.I.M.M.)

(1) 位 置

オルロ市内にある。

(2) 組 織

鉱山冶金省に属している。組織図を第IV-4-A図に示す。

人員は、170名で大学卒は40名である。

(3) 研究装置

発光分析装置，原子吸光分析装置，分光光電光度計，蛍光X線分析装置，高感度ポーラログラフ等を有し，光学顕微鏡，化学分析設備等一通り揃っている。

選鉱関係については，比重選，磁選，浮選等の試験設備があり1 ton/hour 能力のベンチスケールテストプラントも保有している。

コンピュータについては，IBM1130 を保有している。

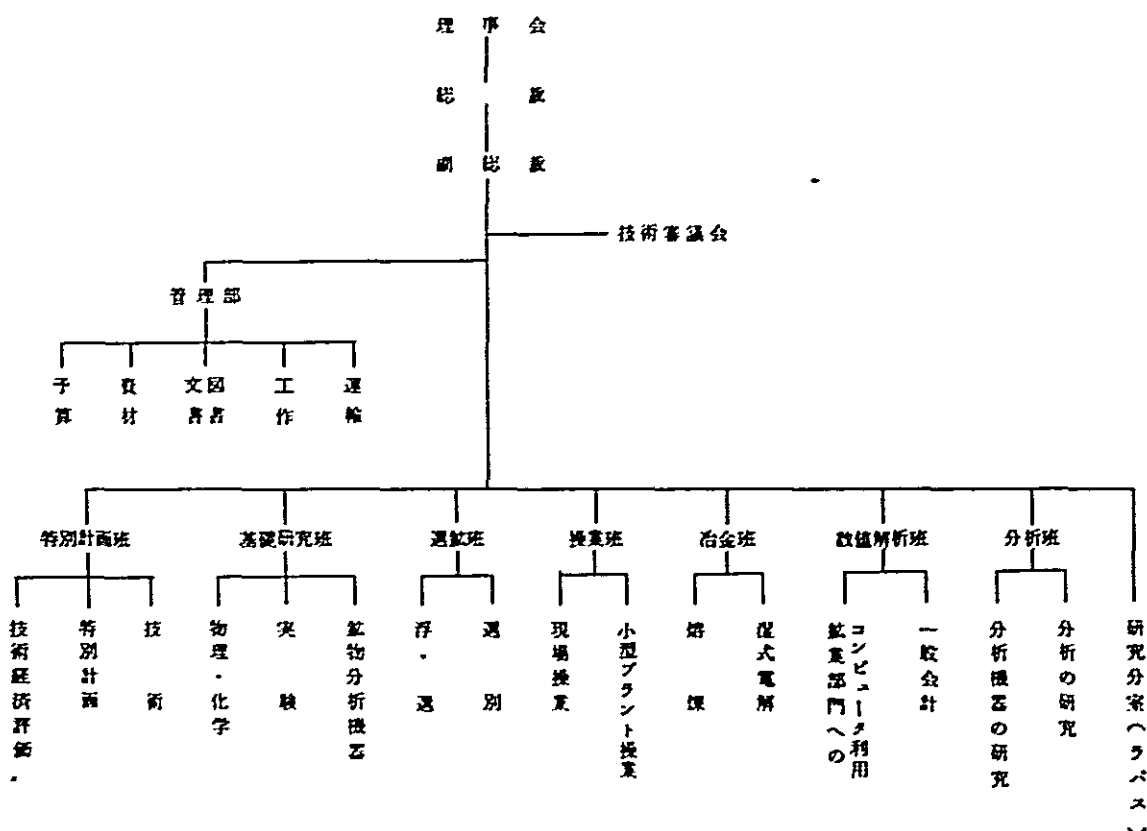
(4) 研究テーマ（見学時に説明を受けたもの）

- ① バクテリアリーチング（酸化銅鉱石）
- ② タングステンのオートクレーブ処理
- ③ ポラタリゼーション試験（主として錫鉱石）
- ④ 微粒錫回収
- ⑤ 錫浮選試験

(5) 研究費

60万米ドル/年程度（うち鉱山公社からの補助は18万米ドル/年との由。）

第IV-4-A図 オルロ鉱山冶金研究所組織図



V 鉱山公社5ヶ年計画の概要

鉱山・選鉱部門開発五ヶ年計画(1976-1980)(鉱山公社)(翻訳)

1. 国内開発基本目的

最高政治路線に準拠して政府は国内開発の長期目標と中期具体的目標を規定する。

1.1 長期の基本的目標

- 1.1.1 投資単位当りの一次産品の最大限の増産。
- 1.1.2 調和のとれた開発のために国家資源を地域的に均衡開発し、各地域の収入の均衡をはかる。
- 1.1.3 職業水準の最高度の向上。
- 1.1.4 食糧、教育、保健、住宅を充実して開発繁栄を享受する。
- 1.1.5 安定開発により現行の外国依存から脱却し国際収支の改善・均衡化を目指す。

1.2 中期の具体的目標

- 1.2.1 投資単位当りの一次産品の増産。
- 1.2.2 贅沢品消費の抑制と国民資産の形成を目的とした国民貯蓄の奨励策の採用による国内貯蓄の増強。
- 1.2.3 外国投資の選択適用による国内資産の充実。
- 1.2.4 国内外資金を後述するプログラム又はプロジェクトに優先投資させる。
 - 1.2.4.1 開発・輸送・通商部門に合理的な期間中に投資させる。
 - 1.2.4.2 優先プロジェクトとは経済採算性があること、一次産品増産刺激力のあること、新規プログラムに再投資できる蓄積力のあること、国家開発に最大の寄与をすること、と規定する。
- 1.2.5 基礎食糧の自給度の向上。
- 1.2.6 農民層の国民経済への合体。
- 1.2.7 直接・間接を問わぬ、全体のおよび部分的な国家開発目的に対する貢献。

2. 国家開発目的を希求する鉱山・冶金部門の役目

2.1 最優先部門

国家最高政策は開発を促進するプロセス且つ中期社会経済目的達成の手段として石油・鉱山冶金・農業及び工業の生産部門を最優先部門として評価する。

2.2 国家開発の基礎目的遂行に対する鉱山冶金部門の寄与。

2.2.1 一次産品の増産

鉱山冶金部門は一次産品の増産を通して、生産高の増強、生産品の多様化、質・量の向上、生産性の向上、生産品交易条件及び機構の改善、国内外市場の要求に対応した生産計画の決定と優先産品の交易条件の改善を行う。

2.2.2 地域及び個人収入の分散

鉱山冶金部門はその会議で合理的技術による未開発鉱床の開発・漂砂錫鉱床の経済的開発・銅、亜鉛、鉛、ビスマス、銀、カドミウム、タングステンの錫以外の伝統的金属鉱物の生産加重・ニッケル、アルミニウム、バナジウム、放射性鉱物のような戦略鉱物の生産の多様化及びムトンの鉄鉱開発によってこれを国家経済活動から遠隔地にある地域の開発の柱としなくてはならない。

2.2.3 雇傭能力の増大

鉱山冶金部門は雇傭機会造成についての伝統的な寄与をはかり、且つ国家経済の他部門を仲介として追加購買需要を喚起して追加雇傭力の向上をはかるべきである。

2.2.4 国民一般の福祉

国民一般の幸福に対して、鉱山冶金部門はインフラストラクチャ水準の向上、労働吸収力の強大という点からその経済機構の活動を通して貢献すべきである。

2.2.5 価格の安定と国際収支の均衡

鉱山冶金部門は外貨収入の増大をはかり、外国借款の減少をはかる可能性を函養し、ひいては国際収支の均衡に寄与しなくてはならない。

3. 鉱山冶金部門の基本的目標

3.1 非鉄金属鉱物、非金属鉱物、鉄金属鉱物と放射性鉱物の生産の多様化。

3.2 資金を効果的に使って生産性の増大をはかる。

3.3 国産資材の活用及び資本の効率的使用。

3.4 選鉱工場・揮発焙焼工場設備の建設、製錬工場建設計画の確立、原子力発電設備、輸出加工生産設備による直接・間接雇傭の増大。

3.5 精鉱及び金属の交易機構・組織の改善を通じての市場の強化 — 化学的調査と伝統的市場と新市場利用の評価。

3.6 新鉱床発見開発による供給の増大と生産垂直プロセスの集約は来るべき5ケ年に生産物の多様化と増大をもたらす。

4. 5ケ年(1976-1980)の鉱山冶金部門の目標(目的)

4.1 鉱山公社

4.1.1 資源 — 添付第1表は最近における鉱山・ズリ・堆積物・砂鉱での錫・銅・ピスマス・銀・鉛・亜鉛・タングステンの埋蔵量と5ケ年における探鉱期待量を示している。

4.1.2 5ケ年計画(生産高) — 添付第2表はCOMIBOLの76-80生産計画を示す。

4.1.3 投資対象 第3表と第4表は予定投資計画(探査・鉱山・冶金部門の1980までの内外投資計画)を示す。

4.2 製錬公社

4.3 製鉄公社

4.4 原子力公社

4.5 鉱山銀行

4.6 地質調査所

4.7 鉱山冶金研究所

4.8 中 鉱 山

4.9 小 鉱 山

4.10 Sector Cooperativas

5. 政 策(作戦 Estrategia)

5.1 鉱山冶金部門就中国家社会経済開発活動の指導に対する国家の圧倒的干渉。

5.2 国家の大目的に対して伝統的な鉱山構造の更改。

5.3 資本の圧倒的支持と進歩した且つ専門的技術の効果的適用を通じての有望鉱山の保

存と利用——Public(公社)と同様Private(私企業)の提携下。

5.4 国有鉱区の開発——国家よりPublic(公社)・Private(私企業)及びMixture(合併企業)の利益を活用調整し乍ら開発を進める。

5.5 鉱山・冶金の開発の為のプログラム遂行の為、中間及び高度技術の能力及び形成の強化。

5.6 労働勢力の社会補償を刺激。

5.7 錫開発を比重選鉱・浮遊選鉱・揮発焙焼と製錬のコンビネートしたプロセスをもって構成する。

又、錫以外の金属鉱物は浮遊選鉱、製錬及び精製のコンビネートしたプロセスをもって構成する。

5.8 鉱山公社と製錬公社に委託して銅と銀の製錬・精製設備の建設を促進する。

5.9 鉱山冶金部門は財貨の造成と、農工業、金属機械、化学及び戦略的工業の開発の為の資金の調達及び供給についての努力を継続しなくてはならない。

第1表 鉱石賦存量 1976-1980 鉱山公社

	鉱山埋蔵量(確,推,予)		その他(廃石,漂砂,堆積)		合計	
	埋蔵量	品位%	賦存量	品位%	埋蔵及び賦存量	品位%
<u>錫</u>	千t		千t		千t	
1976	19,819	1.05	184,845	0.20	204,664	0.28
1980	21,962	1.05	194,645	0.20	216,607	0.28
<u>銅</u>						
1976	910	2.80	2,096	0.77	3,006	1.38
1980	993	3.00	2,299	0.75	3,292	1.43
<u>ビスマス</u>						
1976	628	1.30	257	0.43	886	1.03
1980	697	1.32	287	0.42	983	1.05
<u>銀</u>		DM Ley (10g/t)		DM Ley (10g/t)		DM Ley (10g/t)
1976	2,071	4.80	8,329	0.81	10,400	1.60
1980	2,326	5.00	9,128	0.80	11,454	1.65
<u>鉛</u>						
1976	2,206	2.50	39	0.39	2,245	2.46
1980	2,762	2.52	44	0.40	2,806	2.49
<u>亜鉛</u>						
1976	4,995	10.00	10,274	3.00	15,269	5.29
1980	6,649	11.00	12,488	3.00	19,137	5.78
<u>タングステン</u>						
1976	616	1.10	-	-	616	1.10
1980	636	1.10	-	-	636	1.10

注) 各鉱種間に重複計上があるものと考えてよい。

第2表 1976-1980 鉬山公社生産計画

(含有金属量メートル・トン表示)

鉬種	1976	1977	1978	1979	1980
錫	21,000	23,000	24,000	23,000	27,000
銀	173	180	190	200	220
鉛	12,500	12,500	13,100	14,000	15,400
ビスマス	400	680	780	740	780
銅	3,750	4,000	4,250	8,000	11,000
タングステン	1,050	1,050	1,100	1,150	1,200
亜鉛	44,000	45,000	54,000	57,000	60,000
カドミウム	150	170	180	190	200
金 (Gms)	13,500	22,500	23,000	23,500	24,000

- a) 1976年の錫とビスマスの生産計画量は国際錫理事会 (ITC) の決定によって生産制限を余儀なくされている。
- b) 銅は3,750 tから著しい増産を計画しているが、これは1979年から酸化銅鉬のリーチングプロジェクトを含む。
- c) 亜鉛の生産は1976年からコルキリ鉬山の鉄閃亜鉛鉬選鉬工場及び1979年からのポリパール鉬山からの生産を含む。

第3表 投資計画

単位(1,000US\$)

プロジェクト名	1976		1977		1978		1979		1980		計	
	内部 資金	外部 資金	内部 "	外部 "	内部 "	外部 "	内部 "	外部 "	内部 "	外部 "	内部 外部	小計
1. 実施中のプロ ジェクト												
探査	1,279	9	530	225	345	250	65	250	-	-		
鉱山	877	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
選鉱冶金	6,903	5,056	4,490	4,455	-	-	-	-	-	-		
小計	9,059	5,065	5,020	4,680	345	250	65	250	-	-	④ 14,489 ⑤ 10,245	24,734
2. 資金手当のついで にあるプロジェクト												
探査	444	318	490	318	330	118	45	18	-	-		
鉱山	3,537	1,700	3,014	1,870	1,562	-	-	-	-	-		
選鉱冶金	399	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
小計	4,380	2,018	3,504	2,188	1,892	118	45	18	-	-	④ 9,821 ⑤ 4,342	14,163
3. 資金手当交渉中の プロジェクト												
探査	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
鉱山	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
選鉱冶金	570	3,815	9,224	15,727	15,037	5,761	11,868	10,050	3,000	7,550		
小計											④ 39,699 ⑤ 42,903	82,602
4. 調査研究段階の プロジェクト												
探査	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
鉱山	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
選鉱冶金	48	48	-	-	-	-	-	-	-	-		
小計	105	48	-	-	-	-	-	-	-	-	④ 105 ⑤ 48	153
合計											④ 64,114 ⑤ 57,538	121,652

概要	US\$
5ヶ年総投資金	121,648,700
(内部調達)	64,112,000
(外部調達)	57,536,700

注)	内部	外部	小計
1	11.9%	8.4%	20.3%
2	8.0	3.6	11.6
3	32.6	35.3	67.9
4	0.2	-	0.2
計	52.7	47.3	100.0

第4表 プロジェクト別投資計画

鉱山冶金部門のプロジェクト(単位 1000US\$)

会社名 (鉱山名)	1.1 1979年までに完了する べく実施中のプロジェクト	資金計画			目的	外部資金 調達相手国
		内部	外部	合計		
QUECHISLA	銀鉱石処理選鉱プラ ント建設	699	376	1,075	a. 銀の増産 b. 200 TPD c. 技師1名, 労働者42名 増員	ドイツ コンソーチウム
COLQUIRI	破碎, 比重選鉱, 磨 鉱部門の改造	1,094	468	1,562	a. 能力2200TPDに増強 b. 磨鉱強化 c. 人員増強せず	ドイツ コンソーチウム
	鉄閃亜鉛鉛浮選工場 の建設	214	313	528	a. 品位7n45%, Ag250 g/t 以上の精鉱生産 b. 400TPD c. 労働者20名増員	英国 クレジット
	微細な尾鉱中の錫石 浮選工場の建設	329	311	640	a. 微細尾鉱中の錫の回収増 加 b. 416TPD c. 労働者27名増員	ドイツ コンソーチウム
HUANUNI	二次, 三次破碎部門 の改善	204	96	300	a. 操業合理化のための設備機 械近代化 b. 処理能力100TPH増強 c. 人員増強せず	ドイツ コンソーチウム
	微細な尾鉱中の錫石 浮選工場の建設	278	258	536	a. 微細尾鉱中の錫の回収増 加 b. 500TPD c. 労働者27名増員	ドイツ コンソーチウム
UNIFICADA	JIGS系比重選鉱 プラントの建設	708	1,203	1,911	a. 能力1500TPDに増強 揮発焙焼亜鉛品位アップ b. 労働者30名増強	英国 クレジット
SAN JOSE	磨鉱部門の改善	61	64	125		ノ連クレジット
CARACOLES	JIGS系比重選鉱 プラントの建設	640	218	858	a. 鉛品位アップ及び増処理 b. 400TPD c. 労働者30名増強	ドイツ コンソーチウム
SANTA FE	廃滓沈降池建設及び 用水循環設備建設	59	116	175		ドイツ コンソーチウム
UNIFICADA	揮発焙焼プラント建 設	10,230	10,483	20,713		ノ連クレジット
QUECHISLA	ビスマス精製プラ ント建設	590	-	590		ベルギー クレジット
小計		15,105	13,906	29,011		

第4表 プロジェクト別投資計画(つづき1)

会社名 (鉱山名)	1.2 1976年中に着工し、年度内 に完成するプロジェクト	資金計画			目的	外部資金 調達相手国
		内部	外部	計		
COLQUIRI	給鉱プロセスの改造	21	54	75		
HUANUNI	試料乾燥システム、精鉱 袋詰機及びウエイトメ ータ設備	174	295	469		ドイツ コンソーチウム 英国 クレジット
UNIFICADA	一次破砕機改造	132	96	228		ソ連クレジット
COROCORO	廃滓置場の建設及び用 水循環設備	73	27	99		ドイツ コンソーチウム
小計		399	472	871		
	1.3 1976年以降着工し、1980 年まで完了のプロジェクト					
COLQUIRI	精鉱ドライヤ、サンブ ラ、袋詰機、ウエイト メータの設置	185	315	500		英国 クレジット
MACHACAMARCO	揮発焙焼プラント建設	15,000	30,000	45,000		ソ連クレジット
SAN JOSE	破砕及び比重選鉱プラ ント	218	226	443		
CATAVI	10,000TPDの重液選 鉱設備建設	8,000	10,000	18,000		
VILOCO	JIGS系比重選鉱プ ラント建設	652	711	1,363		英国 クレジット
SANTA FE	破砕及び比重選鉱プラ ント	934	709	1,643		
CARACOLES	精鉱ドライヤ、サンブ ラ、袋詰機、ウエイトメ ータ設備	148	252	400		
CATAVI	4,000TPD 処理に錫 石浮選工場増強	560	5,040	5,600		
ORURO	鉛・銀製錬工場建設	7,500	15,000	22,500		ベルギー、ドイツ クレジット
	銅製錬工場建設	5,000	10,000	15,000		日本クレジット
	製銅工場建設	1,500	3,500	5,000		
小計		39,693	75,752	115,450		

	内部	外部	小計
1.1	15,105	13,906	29,011
1.2	399	472	871
1.3	39,693	75,752	115,450
合計	55,197	90,130	145,332

外部調達		
ソ連	40,643	4件
ドイツ・ベルギー	16,924	11 "
日本	10,000	1 "
英国	2,837	4 "
未定	19,727	6 "
合計	90,131	26 "

(注) ドイツ及びソ連クレジットが過半を占めているのが目立つ。
なお、亜鉛・錫製錬工場建設はENAF所管の為本表には
掲載されていない。銅製錬等 ENAF との共同管理の分
が掲載されている。

第4表 プロジェクト別投資計画(つづき2)

鉱山開発プロジェクト

(単位: 1000 US\$)

会社名 (鉱山名)	2.1 実施中プロジェクト	資金計画		
		内部調達	外部調達	計
QUECHISLA	Slete Suyos 立坑開さく	145	-	145
	Nuevo 立坑追掘	50	-	50
CARACOLES	Andarivel Carsen Rosa 設置	71	-	71
	Argentina 斜坑建設	11	-	11
SAN JOSE	Itos 立坑開さく	120	-	120
	坑内排水取明	44	-	44
MATILDE	Enrique 立坑開さく	330	-	330
	Maravillas 立坑開さく	550	-	550
小計		1,321	-	1,321
	2.2 1977年度継続予定の実施中プロジェクト			
QUECHISLA	Burton 立坑開さく	3,618	-	3,618
COLQLIRI	Nueva Victoria 立坑開さく	1,500	-	1,500
UNIFICADA	Bolivar 立坑開さく	1,550	-	1,550
CATAVI	Nuevo Beza 立坑開さく	1,034	-	1,034
	San Jose 斜坑	217	-	217
COROCORO	中央立坑開さく	840	4,760	5,600
小計		8,759	4,760	13,519
	2.3 調査研究中のプロジェクト	調査費		
CATAVI	露天掘計画	64		
MATILDE	坑内トラックレス化計画	25		
小計		89		

(注) 鉱山開発プロジェクト資金計画はCOROCORO中央立坑開さくを除く鉱山会社の自己調達が特徴である。なお探査プロジェクトは内部調達4,658千ドル, 外部調達1,506千ドル, 計6,164千ドルを1979年まで使って全国的に展開する計画である。この探査部門の外部調達先はドイツ・コンソチウムとなっている。

Ⅵ 調査団が入手した主要資料リスト

1. 鉍山公社概要（1952～1975年）
2. 鉍山公社定款
3. 鉍山公社5ヶ年計画（和訳文のみ）
4. 鉍山公社の1974年1975年両年度の各山別生産実績表
5. ポリビア国投資法解説書（商工省刊行）
6. 金属及び鉍産物の生産輸出統計（鉍山冶金省発表）
7. 製錬公社概要
8. オルロ鉍山冶金研究所概要
9. ポリバール鉍山旧選鉍場区域測量図
10. コルキリ鉍山現選鉍系統詳細図

LIB