

技術移転手法事例研究

地域	中 南 米	分野	鉱 工 業
	ボリビア		3130

鉱山開発に関する専門家活動報告

(ボリビア)

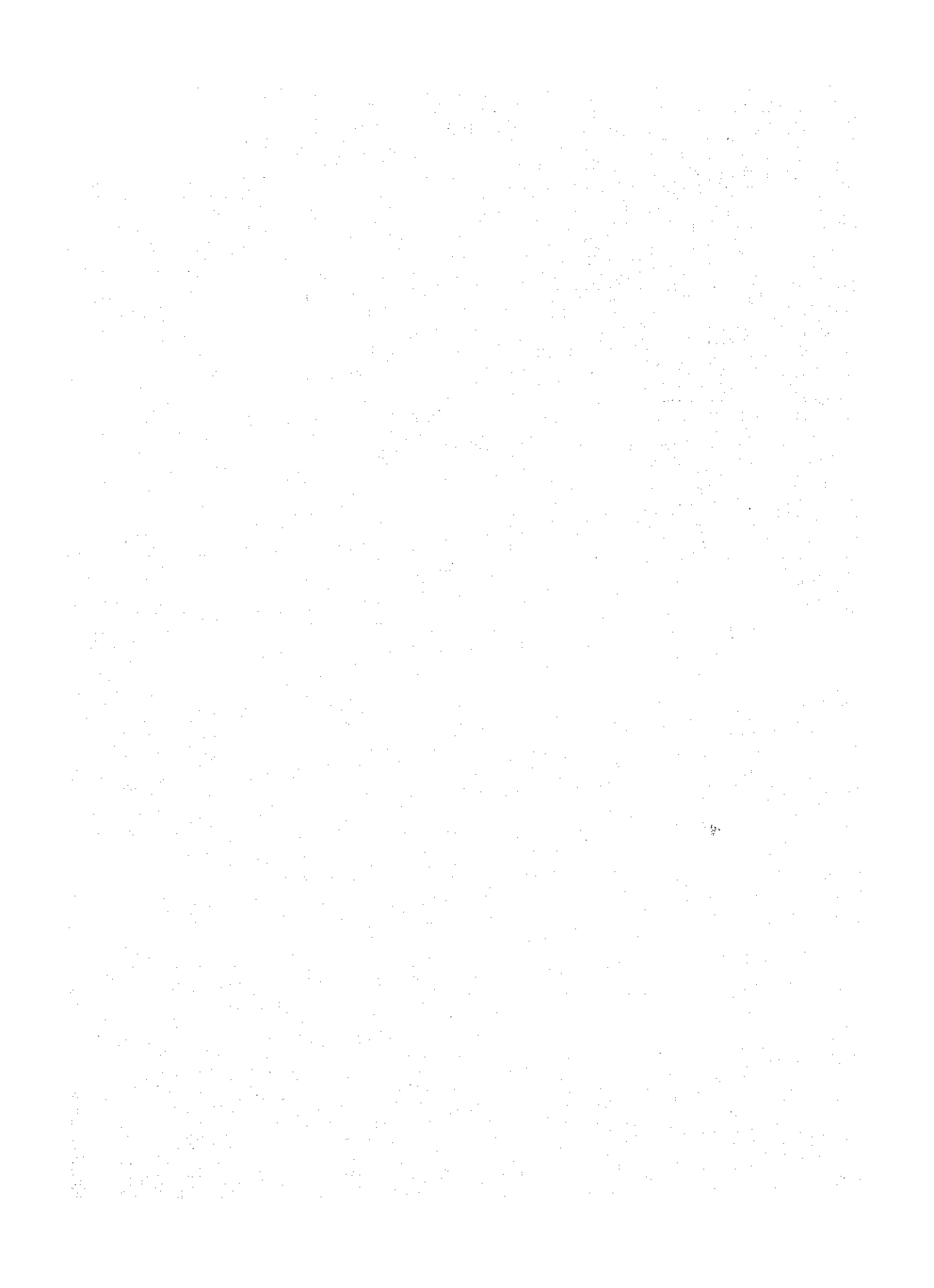
個別派遣専門家活動報告シリーズ —86—

昭和 61 年 3 月

国際協力事業団
国際協力総合研修所

総 研
J R
86 - 29

12
6
10
RARY



地	中	南	米	分	鉬	工	業
域	ボリヴィア		3130	野	鉬	業	401010

鉬山開発に関する専門家活動報告

(ボリヴィア)

個別派遣専門家活動報告シリーズ —86—

専門家氏名：サハラ タケシ 佐原 猛

担当分野：鉬山開発

派遣期間：昭和55年12月23日～昭和59年4月30日

派遣国：ボリヴィア共和国

派遣機関：鉬山公社

本邦所属先：同和工営(株)

本シリーズは、国際協力総合研修所の調査研究活動の一環として実施している技術移転手法事例研究のうち個別派遣専門家の現地活動について、要請の背景、業務の範囲と内容、業務の達成と具体的成果及び技術移転手法の実際例をとりまとめたものである。

なお、作成に当っては、専門家本人による執筆原稿を統一的な記入要領に基づき多少筆修正した。

JICA LIBRARY



1054278[5]

国際協力事業団

受入 月日	'86. 6. 30	702
		66
登録No.	12870	IIC

目 次

序 文	1
1. 要請の内容と背景	4
1. 1 要請の背景	4
1. 2 要請の内容	4
1. 3 赴任時以前の日本の援助	5
1. 4 鉱業に対する外国の援助	7
1. 5 要請についての問題点	7
2. 業務の範囲と内容	9
2. 1 要請業務と実施業務との差異	9
(1) プランニング分野について	9
(2) データプロセス分野について	10
(3) マイニングプロジェクト分野について	10
2. 2 要請に対する専門家派遣対応	12
2. 3 業務及び技術環境条件	12
(1) 勤務機関の概要	12
(2) 技術者について	13
(3) 日本の研修生	13
3. 業務の達成と具体的成果	15
4. 技術移転の実例	17
4. 1 ポリール鉱山 F/S 作成	17
(1) ポリール計画の経緯	17
(2) F/S 作成の組織と日程	19
(3) 作成上留意した点	21
(4) 早期作成に成功した原因	21
(5) 真の技術移転	21
(6) F/S の概要	23
4. 2 ケチスラ鉱業所選鉱の改善計画	23
4. 3 総合開発計画	26
(1) 問題点の把握	26
(2) COMIBOL の経営の現状と改善	27

(3) 新たな開発プロジェクト	30
(4) プロジェクトの効果予想	31
5. 提 言	32
5.1 派遣事業について	32
5.2 専門家について	32
5.3 研修制度について	32
5.4 留学生について	33
5.5 JICA活動の広域化・国際化	33
5.6 自主的・指導的援助	33
5.7 援助の基本政策の確立	34
5.8 経済援助について	34
参 考 資 料	35
ボリヴィア鉱業の問題点と対策	37

序 文

(1) 筆者の略歴

a. 学・職歴

大正12年 静岡県沼津市に生れる。
昭和17年 群馬県立前橋中学校卒業
昭和22年 山形高等学校理科甲類卒業
昭和26年 京都大学工学部鉱山科卒業
同和鉱業株式会社入社
秋田県花岡・小坂鉱山、岩手県・赤金鉱山、本社勤務
昭和52年 日選化学工業（選鉱試薬製造）出向
昭和55年 同和鉱業㈱退社
同年12月 国際協力事業団派遣専門家としてボリヴィア共和国鉱山公社勤務
昭和59年 帰国
昭和60年 同和工営株式会社 嘱託

b. 海外経験

昭和43年 ソ連 国際選鉱会議出席
フィンランド・スウェーデン 鉱山見学
昭和49年 ボリヴィア : 亜鉛鉱山調査
米 国 : 錫選鉱技術についてニュージャージー・ジンク社と
打合せ
コルキリ 亜鉛・錫鉱山開発計画作成
ボルネオ 鉱山
ペルー : アギラ鉱山開発計画技術援助
ベネセラ : パイラドレーズ鉱山調査
昭和51年 ボリヴィア : 「亜鉛鉱物等有価鉱物回収開発」JICA調査
団に参加
昭和52年 パナマ : ベタキージャ鉱山調査、選鉱場設計担当。
(三井・三菱・同和3者の共同)
メキシコ : サクラメント鉱山調査
昭和55年 ボリヴィア : JICA 派遣専門家として鉱山公社に勤務

c. 専門分野について

同和鉱業在籍期間中、選鉱工場の現場管理20年、本社スタッフとして7年を勤務した。主な活動と業績は次のとおりである。

(イ) 現場管理にQ・C即ち品質管理を導入して操業改善につとめた。また統計的手法を用いて、実験および諸データの解析を明確にした。硫化鉄鉱サンプリングのJIS委員となる。

(ロ) 鉱山調査・鉱山評価等地質探査の仕事に従事した。(大学時代地質鉱床学分野を卒論のテーマとした。)

(ハ) 選鉱工場操業の自動制御(オンライン分析とコンピューターによる)の官・学・民共同の国家プロジェクトに民間代表として参加した。

(ニ) 選鉱技術の改善

i) 複雑鉱石(黒鉱)分離の新プロセスの確立に尽くした。鉱業協会賞受賞

ii) 重晶石(バリウム)珪酸鉱等未利用資源の採取を行った。

なお技術士試験には昭和38年に合格した。

日選化学工業㈱では液体ハイヤーザンセート、高純度イソプロピルザンセートの新薬の製造に成功した。また営業分野の多角化を行った。

(2) 派遣に当たっての準備

a. 心の準備と身辺整理

現職(日選化学工業株式会社取締役)を辞して、派遣専門家の業務に徹する覚悟を決めた。

b. 研 修

昭和55年度第4回派遣前集合研修並びにスペイン語の中級・上級の講習会(JICA実施)を夫妻で受講した。

c. 前ボリヴィア派遣専門家の報告書によって、問題の本質が何処にあるかを検討した。鉱山関係の資料が乏しい事と、前派遣者の携行機材等の資料が不足していた。また鉱工業開発部、社会開発部等鉱山関係の援助に関連性がないのに奇異を感じた。

d. A-1フォームの疑問点の確認

要請の意図する処、内容が不明であり、JICAから現地連絡をして貰った。結果等については次の要請の内容および協力の背景の項で述べる。

e. ポリヴィア駐日大使、金属事業団、錫協会等関係機関へ挨拶

f. 資料用意

予想される必要資料の収集

g. 携行コンピュータの操作、プログラミングの速成講習を受けた。

語学研修も大変であったが、現業に終止符を打って、何年か日本を離れるとなると、整理にも時間を取られて、準備期間は幾日あっても不足のように感じられた。

1. 要請の内容と背景

1.1 要請の背景

A1フォームでは、要請の背景について簡単に、「1980年2月12日附書翰と、日本大使並びに日本政府と鉱山公社総裁との話合に要請は基づくものであり、専門家には鉱山公社再編に於いて国のトップマネジメントへの助言が要求される」、となっている。

1.2 要請の内容

A1フォームによると要請の内容は次のようであった。

① 必要な専門家

Planning	1名
Mining Project	1名
Data Processing	1名

② 職 名

鉱山公社総裁顧問

③ 専門家の職務

Study of the Organization, work-flow and infrastructure of the correspondent departments to determine the appropriate and optimum organization

と書かれていたが、内容がわかりかねたので原文を此処に記載した。

④ 資 格

大学卒、5年以上の経験者、年齢35才以上、スペイン語の能力がある者。

⑤ 人 員

3名

⑥ カウンターパート

公社顧問と、公社の関係各部の長

⑦ 任 期

必要に応じて6～12ヶ月

⑧ 任 地

ラパス市

以上に対して問い合わせた結果次のような事が判った。

① 要請の背景

生産性の向上が急務である事と、JICAのプロジェクトの成功による信頼度の向上から本要請となったとしている。

② 職 名

案件名が鉱山公社顧問となり、総裁顧問とニュアンスが異って来た。

③ 職 務

対日要請中の鉱山近代化調査とも関連し、経営的側面について総裁に助言する。日本が実施した選鉱プラントの各鉱山への適用等鉱山プロジェクトの立案或いは審査を行う。

データプロセスについては現在の活用システムを評価し、計画立案レベルまで活用するためのシステムを開発する。

となっていて、相当内容に変化があった。しかし、国家財政の支柱である鉱業の要にある鉱山公社への協力は是非実施する必要がある。小生の赴任を待って業務内容を見極め、他2名について効果的協力を実現したいとの回答であった。任期2年と変更された。

派遣専門家として、職務内容が広範であり、重大案件であるので、3名が力を合せて当たれる顧問団が作れるよう他2名の人選をJICAにお願いして赴任した。

1.3 赴任時以前の日本国のボリヴィア鉱業に対する援助

ボリヴィア鉱業に対する関係は民間鉱業会社を主とした鉱山開発に始まり、経営進出失敗の苦杯をいくつか嘗めさせられ、チャカリヤ銅鉱山のみが開発されたが、これも損失を蒙って1976年に閉山した。

金属(探鉱)事業団による新鉱体開発のための調査が1971年来続けられていたが、全額政府出資による探鉱に切り替った。

1975年亜鉛製錬所建設のF/S作成のJICAミッション以来、総ての援助がJICAによるものとなった。亜鉛製錬所建設の為の亜鉛精^{注)}の不足を補うために、亜鉛等有価鉱物の開発回収プロジェクトが開始され、パイロットプラ

注) 精鉱は鉱山の選鉱した産物で、製錬所の原料である。

ントの供与と共に選鉱技術が移転され大きな成果を挙げた。これと平行して採掘鉱石の増加の可能性を鉱山省派遣の採鉱と探査の専門家によって検討された。

鉱山省派遣の後を受けて現業を持つ鉱山公社の活性化のための顧問派遣に継いだ。

注)

別途にカタビ鉱山近代化ミッションの派遣等エンジニアリング指向の援助と教育に関するラパス大学における鉱床学研究のプロジェクトが展開されつゝある。下図のようになっている。

図1. ボリヴィア国鉱業に対する日本の協力援助

昭和		46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
民間 鉱山 経営		チャカリヤ銅銅山・閉山														
金属事業団調査		中部地区			西部			サンビセンテ			グランチョカヤ			リパス		
亜鉛製錬所 ミッション		F/S作成														
亜鉛等有価鉱物回 収工鉱業プロジェクト		パイロットプラント														
派遣 専 門 家	鉱 山 省	4名														
	探 鉱 基 金	2名														
	鉱 山 公 社	佐原 吉川 古徳 本間 和田														
近代化ミッション		カタビ鉱山														
鉱床学研究社会開 発プロジェクト		ラパス大学														

注) カタビ鉱山：ボリヴィア最大の鉱山であり、大きな赤字鉱山となっている。以前は世界最大の錫鉱山として知られた。

1. 4 鉱業に対する外国の援助

諸外国の援助が長い年月にわたってあったようであるが実績は掴みづらく、現在進行中の援助案件も判然としなかった。国連関係は表1のように計画されていた。

表1. 国連の援助計画(1977~1981年)

	件名	予算ドル	期間
(1)	複雑鉱探査	1,529,360	3年間
(2)	鉱山保安	201,428	3年間
(3)	鉱山公社援助	225,000	4ヶ月
(4)	モロコカラ地区探鉱	410,000	17ヶ月

(3)の鉱山公社援助は鉱山公社の再建計画で、1981年末1800ページの膨大な報告書が提出された。

COMIBOL^{注)}内ではO. E. A. (Organización de los Estados Americanos)アメリカ援助機構。西独のコロコロ銅山のリーチング、ベルギーによる留学等の援助が行われていた。

1. 5 要請について問題点

ボリビアのように政変の多い国で、大統領の代る度に、COMIBOLの総裁、技師長が交代しては要請内容にずれが生ずる。現に赴任してみて、総裁顧問、(公社顧問に変更)を誰が要請し、本気で何処が受け入れて何を展開するつもりなのか疑問を感じた。

着任時の総裁は軍人で、鉱山の事は余り分かりそうもなく、総裁の椅子に座っているのみであった。次総裁は技術者であり、人格、識見ともに優れていたが約半年で交代し、以後半年の総裁空白時期(技師長代行)を経てIng. Mirandaが任命された。4代の総裁に接した事になるが、A-1の要請状が出てから6代目の総裁となるわけである。部課長・鉱山長の交代も約1年ぐらいいであり、小生3年半の勤務でCOMIBOL本社では最古参の数名の中には入る存在となった程異動が激しい。

注)COMIBOLはCorporacion Minera de BOLiviaの略で鉱山公社と訳す。

援助側も日本大使、JICA事務所長、東京と人事の交替が激しく、此の中で真に何が要請され何を援助すべきかを見出して行くのが一番大きな問題である。専門家としても、色々とわかって来るに従って考え方も変化して来る。援助の意義とともに内容について最後迄疑問があった。しかし底に流れる不変のものが存在している事も確かである。

2. 業務の範囲と内容

要請業務の内容に当初から問題があったが、結局表 2. のように、要請内容に従って更に積極的な実施を行う方向に進んだ。残念であり、申し訳ない事であるが、任期延長後 1 年を残して病気のため早期帰国となった。

表 2. 要請業務と実施業務

要請業務	変更項目	実 施			
		1981年 1年目	1982年 2年目	1983年 3年目	1984年 4年目
プランニング	総合開発 計画作成			長期計画 組織再編 計画に参加	
マイニング プロジェクト	可能な限り新規プロジェクトの展開に努めた	現状調査と 簡別プロジェクトの展開	① 採鉱専門家(病気帰国)病気帰国 ② ←→ 選鉱専門家 専門家増員	③ ← 採鉱専門家	④ 後任専門家
データ プロセス	パーソナル コンピューターの 活用 YPII-85	技術 } 計算 給与 }	データ解析 NEC 8001型 増加	プランニングにも活用	

2. 1 要請業務と実施業務との差異

(1) プランニング分野について

此の部門は敬遠せざるを得ないと判断した。其の理由として

① 機が熟していない。

政変が続いて不安定な事は今にはじまった事ではないが、真に COMIBOL の再建のプランニングをしようとする人がいない。

② 言葉も不自由な状態で、ボリビアの情勢も分からなくては、いきなり

手の下せる問題ではない。

- ③ 鉱業の急速な合理化を行って来た日本人には適した業務であるが、専門家を要請しても適格者の派遣は困難と考えられる。
- ④ 国連が調査を開始しようとしていた。後に COMIBOL からカウンターパートが専任されて、事務所も新設され、組織的活動が行われた。
- ⑤ 日本の国鉄以上に、国営の企業であり、人員の整理は出来ない。(他に産業がないので、配置転換など全く出来ない。)計画しても実施は困難である。

等々の理由から箇々のプロジェクトの援助に専門家を向けるべきだと考えて、プランニング部門への専門家の派遣は見送るべきだと考えた。

しかし3年を経過しようとした1983年10月に、計画部長から正式な合理化計画への小職の参加を要請された。国連の調査報告が1982年末に提出され、其の後、調査事務所に同案検討委員会が結成されていた。小職も総合開発プランを作成する事で一致するので、1週間のうち2日間、同事務所へ出勤する事とした。コンピュータのカウンターパート (Ing. Guanca) と共に参画した。

(2) データ・プロセス分野について

本分野への専門家派遣は日本においても困難視されていた。

- ① コンピューターの専門家は海外派遣が困難である。鉱山会社関係のコンピュータのソフトは簡単に持ち出せない。コンピュータ会社は大量に機器の販売予定がない限り派遣しない。メンテナンスも困難である。
- ② 使用目的とか、使用分野も不確定であってはなお更に困難である。
- ③ コンピューターの大型化は電話線も事業所と本社間がない状態では不可能である。

以上の状況から携行して来た横河・ヒューレッドパッカーの活用により合理的なコンピュータの活用の可能性を探る事とした。

結局プランニング分野、データプロセス分野の2分野の業務を小生が負う結果に進展した。

(3) マイニングプロジェクト分野について

マイニングプロジェクトとして最初に要求されたのはポリール鉱山開

発のための F/S 作成であった。最重要案件である事は承知していたので、これに参画しながら他の案件を考えて行く事とした。既に一応の F/S の終わったプロジェクトと進展中のプロジェクトの審査検討が要請された。追加要請と専門家が必要と考えるプロジェクトを加えてプロジェクト化を計って行く事とした。其の範囲は表 3 の通りであった。

表 3. マイニングプロジェクトの要請業務と追加業務

要請業務 項目	変更追加 項目	実 施			
		1981	1982	1983	1984
		1年目	2年目	3年目	4年目
①ポリーバル鉱山 F/S 作成		---			
②サンミゲール	F/S 審査				
③カ タ ビ	JICA 近代化 ミッションの 支援に変更				
④コ ル キ リ	F/S 審査				
⑤アンチモニ リーチング計画			----- -----		
⑥鋸浮選指導 複雑鉱浮選		イトス選鉱場 } 古徳 } ケチスラ鉱業所 } 佐原 }	----- ----- ----- -----		
⑦選 鉱 試 薬				-----	
⑧硫化鉄利用		----- -----			
⑨金浮選計画					
⑩リチウム計画				-----	
⑪パソコン活用				-----	
⑫総合開発				-----	プランニング(合理化)
		問題点の把握・現状解析			

2. 2 要請に対する専門家派遣対応

前述のごとく、3名の要請人員に対して、取敢えず小生1名の派遣となり、他2名の派遣は協力して顧問団となり得る人選をJICAをお願いした。第2表に示したように、1年半を経過して採鉱1名・選鉱1名が着任した。しかし、採鉱の1名はボリビアの特別な高地4,000mに順応出来ず早期帰国となった。具体的な技術指導の要請が強よいのでイトス選鉱工場とケチスラ選鉱工場の改善計画を新任の古徳専門家と小生で平行して進める事とした。両選鉱工場も錫・銀を主体とする複雑鉱の分離で、ポリール・亜鉛等有価鉱物回収開発プロジェクトの延長であり、日本の技術の優れた分野である。

小生の任期の延長もきまった。1983年8月に再び採鉱の専門家が着任した。JICAの指導で専門家を夫々簡別の業務に着く事となった。これはCOMIBOLの要請でもあるが、1マンパワーとして使われて終りとなり易い。

2. 3 業務及び技術環境条件

(1) 勤務機関の概要

鉱山公社 (COMIBOL) は鉱山冶金省に属している。冶金公社 (ENAF)、鉄公社 (SIDRSA)、鉱山冶金研究所 (IIMM)、地質調査所 (GEOBOL)、探鉱基金 (FNEM)、鉱山銀行 (BAMIN)、核エネ委員会 (COBOEN) と並んでいる。

COMIBOLは1952年鉱山国有化によって設立された国営企業である。従業員約25,000名の国内最大の企業である。また鉱山会社 (製錬所を含まない) として、12鉱業所を持ち、売上高3億5千万ドル (1980年) は世界でも大きな鉱山会社である。しかし業績急低落の事態に直面している。老朽化した動きの取れない巨大産業となりつゝあつて、「伏魔殿」との声も聞かれる現状である。

組織は図2.に示すように複雑である。所属は③の企画部で⑦の特別冶金顧問 (Ing. Cardozo) と同室した。後半①の企画調整室を兼務した。

(2) 技術者について

COMIBOLの技術者は、ポトシ、オルロ、ラパスの3大学の出身者が多く、外国留学の経験者も多い。理解力は優れているが、自ら手を下す事が少なく、所謂経験不足である。指導してやらせればやる能力と、責任を持って時間を無視してまでやる勤労意欲を持っている。日本の技術者を信頼して、よくついて来る。

(3) 日本への研修生

各部門に配属されていて、非常に好意的に仕事が進む場合が多い。そのリストを表4. に示す。

図2. COMIBOLの組織図(本社)

() オルロ市所在

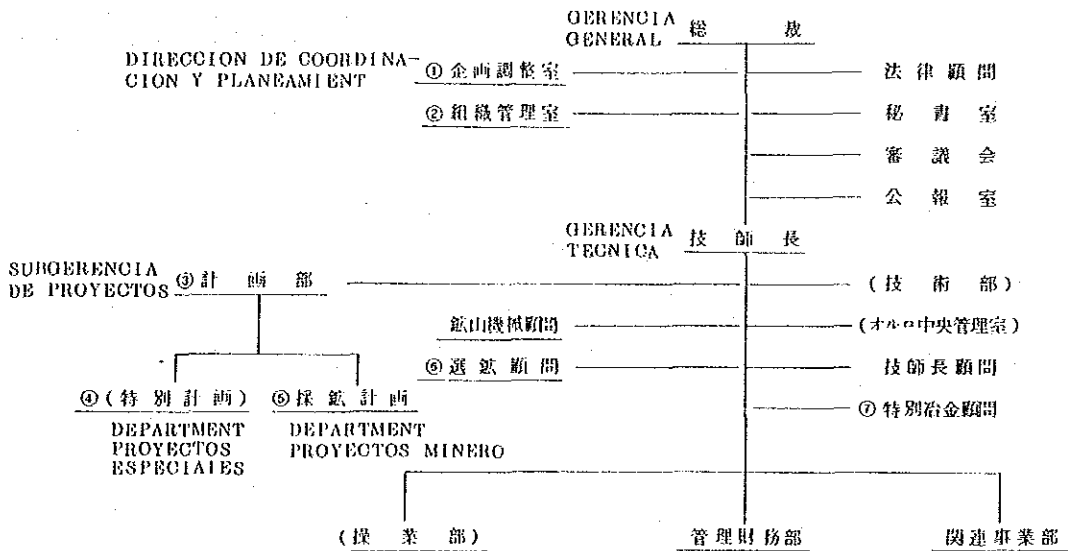


表 4. COMIBOL からの日本研修者名簿

Nº	N O M B R E	E S P E C I A L I D A D	T I E M P O	A N O	O B S E R V A C I O N E S
1	Ing.Armando Arce Gómez	Ingeniería de Fundiciones	6 meses	1974	Retirado
2	Ing.Francisco Bermudez Lafuente	Tratamiento de Minerales	3 meses	1977	
3	Ing.Juan Escalera Vasquez	Tratamiento Minerales	3 meses	1977	
4	Ing.Lizandro Urquidi Rocabado	Flotación Minerales	3 meses	1978	Retirado
5	Ing.Armando Encinas Pérez	Flotación Minerales	3 meses	1978	
6	Ing.Roberto Pinedo Vidaurre	Ingeniería Minas	2 meses	1979	
7	Ing.Rodolfo de la Barra	Procesamiento Minerales	48 días	1979	Retirado
8	Ing.José Murillo Velasco	Exploración Minera	30 días	1981	Retirado
9	Ing.Juan Mayta Arce	Concentracion y Beneficio Minerales	30 días	1981	
10	Ing.Armando Apaza Mamani	Exploracion Minera y Proc.Minerales	3 meses	1982	
11	Ing.Augusto Vasquez Romay	Preservacion Minas	3 meses	1982	
12	Ing.Sergio Escalera Antezana	Tecnicas Modernas en Minería y Metalurgia	30 días	1982	
13	Ing.Victor Arrázola Zabala	Tecnicas Modernas en Minería y Metalurgia	30 días	1982	
14	Ing.Gilberto Hurtado Chumacero	Relaciones y Asistencia Campo Minero	30 días	1982	復 帰
15	Dr. Victor Arano Espiritu	Control de Tuberculosis	4 meses	1983	

3. 業務の達成と具体的成果

項目別目標設定と達成状況は表5の通りである。

表5. 業務項目別達成状況

項目と達成目標	目標達成状況
①ポリーバル鉱山F/S作成 1981年5月完成	予定通り完了した。
②サンミゲール計画 既成のF/S審査	技術に問題あり、正式意見は差し控えた。
③カタビ近代化計画	JICAミッションが2年間に亘って計画を策定した。支援した。
④コルキリ廃滓処理計画 F/S審査	西独がF/S作成を行った。 起業化順位が低い。
⑤アンチモニーリーチング計画 1982年末迄にF/S作成	完了。 [COMPLEMENTACION ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PROYECTO LIXIVIACION DE ESPUMAS Pb-Ag-Sb SAN JOSE]
⑥錫・複雑鉱浮選指導 ケチスラ鉱業所選鉱改善	[TRATAMIENTO DE MINERALES COMPREJOS DE BOLIVIA] 報文 [EXPERIMENTACION METALURGICA CON CENTRIFUGADORA EN RLANTA JICA "BALANCE METALURGICO" INGENIO TELAMAYU"] 報文
① 現状調査	現状調査を完了した。
② 試験（設備強化も含む）	準備段階で終わった。
③ 改善計画作成	
⑦選鉱試薬製造計画 ① 原料調査 ② 製造試験 ③ 工場建設計画	苛性ソーダ、二硫化炭素製造計画を先行させなければならなく、日時を必要とする。手が出せぬまゝで終わった。

項目と達成目標	目標達成状況
⑧ 硫化鉄鉱利用計画 ① 硫化鉄鉱調査 ② 純度高上試験 ③ 計画粗案作成 ④ JICAのプロジェクトとする。	オルロ地区の産出量を調査 浮遊選鉱で黄鉄鉱の 純度が上り得る事を試験確認 完了「硫化鉄利用計画」報告書提出
⑨ 金浮選計画 ① 金について調査 ② 浮選試験 ③ 採取計画作成	ティプワニ地区原地調査 予備テスト終了
⑩ リチウム計画 ① データ集収 ② 採取試験 ③ パイロット試験 ④ 苛性ソーダ製造計画	ボリヴィア・チリのデータ入手 JICAに依頼を想定した。
⑪ パソコン利用計画 ① 事務 ② 技術 ③ データ処理 ④ 組織改善と結ぶ	売鉱条件のプログラム 実験計画法の計算を計画、未完 経営解析に使用
⑫ 総合開発計画 ① 問題点の調査・考察 ② 現状解析 ③ 対応 ④ 総合計画	「ボリヴィア鉱業の問題点と対策」 報文 「CALCURO DE LA SITUACION DE COMIBOL 1982」 報文

4. 技術移転の実例

4.1 ポリーバル鉱山F/S作成

(1) ポリーバル計画の経緯

本F/S作成プロジェクトへの要請を着任早々に受けた。JICA鉱山計画専門家として、また本プロジェクトにスタート時点から関係していた技術者として喜んで参画する事とした。其の重要性を知り過ぎる程知ってもいたからである。

ポリーバル鉱山開発計画の経緯を画くと図3. のようになる。

1974年、同和鉱業鉱山部佐原、チャカリヤ鉱山勤務黒沼地質技師とCOMIBOL Ing. Murillo。地質技師との調査結果、其の有望性に着目した。

1975年～1976年に金属事業団と同和鉱業による構造調査が行われた。地質調査、物理探鉱の後3本のボーリングが下部400mに1kmの距離を置いて高品位鉱に着鉱した。

一方、ボリビア鉱山の複雑鉱処理の浮選試験を日本において開始し、錫浮選について国際特許を得た新プロセスが開発された。

これに着目したJICAはボリビアに「亜鉛等有価鉱物回収開発」プロジェクトの展開を進めた。

亜鉛製錬所建設F/S作成JICAミッションの結論であった亜鉛鉱石不足を解消しようとの意図もあった。

JICAプロジェクトとして、オルロ研究所の確認試験後パイロットプラントがポリーバル鉱山に設置され、其の運転指導と技術移転が行われた。

其のJICA評価ミッションに続いて、F/S作成のための大日方技師が1956年5月迄JICAから派遣されていた。

一方COMIBOLは米国に依頼して下部の47本に及ぶボーリングの実施と同時に選鉱試験を依頼し、「ウルトラフローテーション」なる特許プロセスでF/Sを作成した。

JICAのパイロットプラントの操業が全面的にボリビアに移管されて、結果が判明して来るに従って、其の結果を用いてF/Sを作り直す機運に至った。

図3. ポリバーバル鉱山開発の経緯

西暦	昭和	同和鉱業㈱	金属事業団	JICA	ポリヴィア	米國
1974	49年	ポリバーバル鉱山調査(佐原)			COMIBOL	
1975	50	錫浮選特許(佐原共同)出願	構造調査ボーリング実施(3本)			
1976	51		高品位鉱着跡	JICA調査団(佐原参加)		
1977	52			JICA調査団調印		
1978	53			パイロットプラント供与	下部ボーリング	47本
1979	54			パイロットプラント運転	下部ボーリング	
				技術移転完了	鉱量確認	F/S作成
1980	55			JICA評価調査団		
				フォローアップ(大日方)	COMIBOLグループ	
1981	56			JICA派遣専門家(佐原)	F/S作成	米國との開発 契約 破棄
					ポリヴィア企画庁へ説明	
1982	57				日本へ経済協力要請	
1983	58				国際入札(日本応札せず)	
1984	59				(日本輸出入銀行→CAF)ステップ融資→国際再入札(選鉱工場のみ応札)	

1980年12月、其の時点に小職がボリヴィアに赴任した。以上が大筋の経緯である。

本件は金属事業団による日本の技術の成果であると共にJICA鉱工業プロジェクトの大成功例でもある。日本の鉱業技術援助の模範事例とも成り得るので、其の後の経過も鉱山計画専門家として触れてみる。

F/S作成はボリヴィアとしては異例の4ヶ月の短期間に予定通り終了した。米国のF/Sと日本-ボリヴィアのF/Sと2つのF/Sが出来上ると何れを採用すべきか政府関係者も迷い、COMIBOLの中も割れて検討が1年間に亘って行はれた。

此の間、ボリヴィア政府の調査ミッションがポリーバル鉱山を訪れた。此のミッションに対する説明委員に要請されて、彼等に自国ボリヴィアの技術としてパイロットプラントの技術の優秀さを認めさせた。

両F/Sを比較検討の結果、反対派も納得して、日本-ボリヴィアのF/Sの優秀さを認めた。其の結果、米国と結んだ開発計画の破棄を進めた。米国側も技術の優劣は認めざるを得なかった。

そして本プロジェクトは技術援助から経済援助の問題に移行した。日本にファイナンスを要請するに及んだが、円借款は不可能の一言であった。国際入札にもファイナンス無しでは日本側は全く応札を行なえなかった。再度の入札に漸く輸銀のCAF(アンデス共同体)へのステップ・ファイナンスをもって、プロジェクトの半分の選鉱工場建設のみに応札した。結果はフルファイナンス付きのオートクンプ社(フィンランド)に決まったと伝えられているが、問題が残っている様子である。

技術援助が成功しても経済協力の基にプロジェクトが展開され、経済的な効果を挙げてはじめて国際協力が成功したと云えるのではないかと思うが誤であろうか。

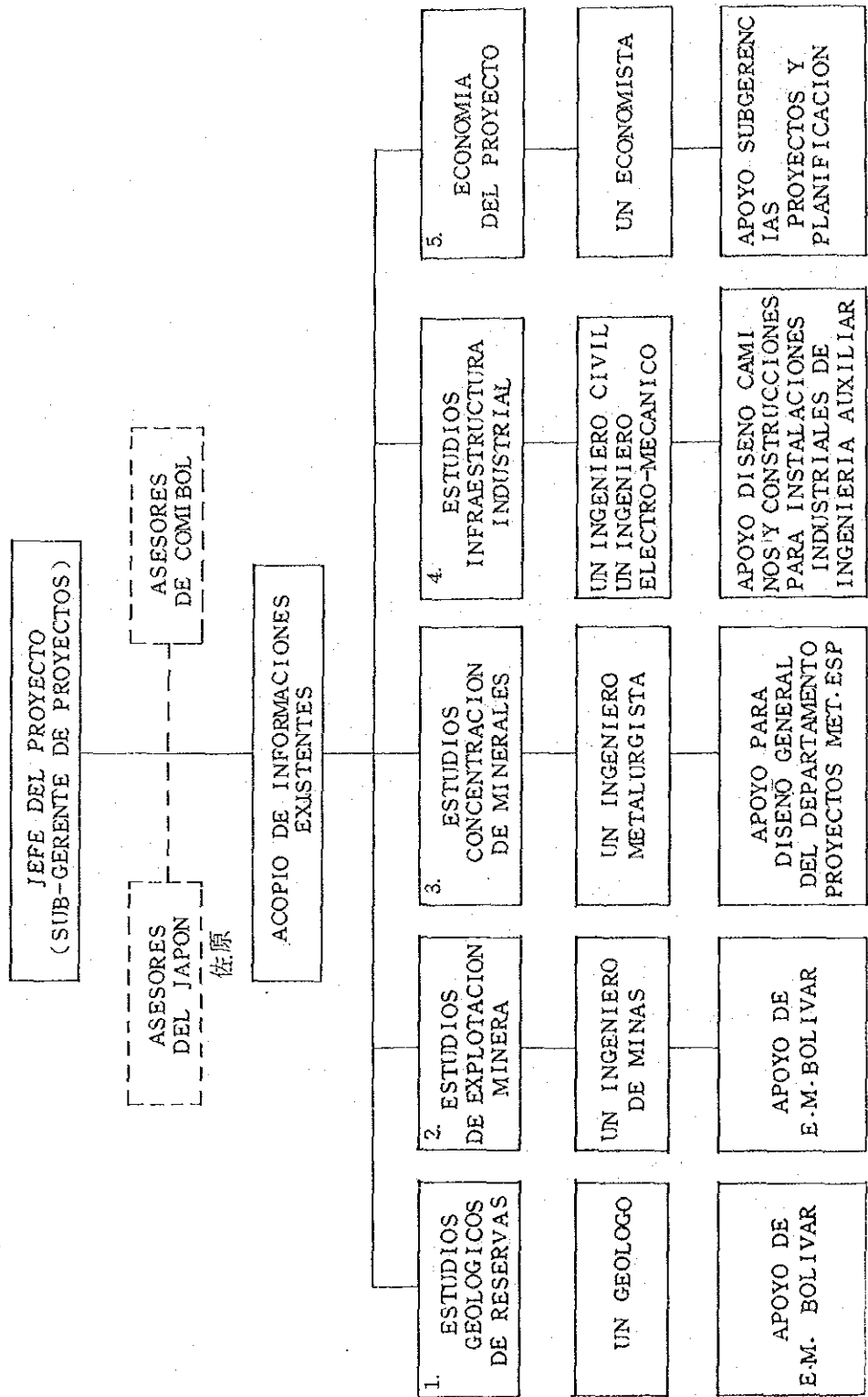
(2) F/S作成の組織と日程

① 組 織

図4.に示すようにCOMIBOLは5部門に最も優秀な人材を選抜して当てた。そして彼等の支援体制を整えて予算化を行った。

工業プロジェクト派遣の大日方氏は選鉱部門の主役となり、小職は顧問として参画した。

図 4. ポリマーバルプロジェクトチームの組織図



② 日 程

表 6. に其の日程を示す。

日程は厳しく、採鉱担当技師は吐血入院し、病院で指揮をした程であった。

(3) F/S 作成上留意した点

① 速い完成を第一とした。実際の建設に際して再度のチェックがあるとして、特に選鉱分野においては助言を控えた。

② 探査部門では最も価値の高い銀品位について、米国並びに COMI BOL は銀のパラツキを考慮してなくて、高い品位を計算している。鉛品位との相関からしてもあり得ぬ高品位であり、本 F/S に決定的な誤を与える事を指摘したが受入れられなかった。

③ 採鉱については採掘方式をトラックレスにするか堅坑方式にするか^{注)}ポイントになり、此の日本のノウハウを教えて、堅坑方式が 400m の深部採鉱に優れているとの決論を出した。(浅部トラックレス、深部堅坑の折衷案の検討迄には至らなかった。)

④ ファイナンス条件は日本からの融資を前提に計算をした。

⑤ 選鉱部門は全面的に大日方氏によって米国の設計と入れ替へた。

(4) F/S 作成の成功した理由

① プロジェクトのメンバーが優秀であった事

② 重要性の認識が深かった事

③ 責任分担が明瞭で各人分を尽した事

④ 相互の信頼感が厚かった事

⑤ 日本の技術への信頼があった事

⑥ ボリヴィアへの技術移転が選鉱について完了していた事

⑦ 作成に当って全資料を提供した事

⑧ 日本の経験を十分に伝えた事

(5) 真の技術移転

真の技術移転は開発、工場建設、附帯設備の構築と其の後の運転、そして収益を得る、総合的な技術にある。此の総合的な技術を移転してやる事が必要である。そして次の F/S 作成にと進歩して行くべきではなからう

注) トラックレス: 軌道(レール)とトロッコを使わないで直接斜坑から鉱石を搬出する方法、通常ダンプトラックが運搬する。

表 6. ポリーバル鉱山総合開発F/S作成行程表(1981)

ACTIVIDAD	FEBRERO (2月)				MARZO (3月)				ABRIL (4月)				MAYO (5月)			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. 地質 Revisión de estudios geológicos y Complementación.																
2. 採鉱 Revisión estudios de explotación minera y Modificaciones posibles																
3. 選鉱 Cálculo y dimensiones de maquinaria y equipos Para la planta concentradora.																
4. 土木建築 Cálculo y dimensiones de obras civiles industriales.																
5. 設計 Diseño general y semidetalles de la instalación industrial.																
6. 附帯施設 Revisión y complementación de estudios de infraestructura industrial.																
7. 経済計算 Estudio y evaluación socio-económica de la economía del proyecto.																

か。

(6) F/S の概要

JICA援助の成果なので概要を参考迄に記載する。ボリヴィアで最も有利な起業とも云える。

埋蔵 鋳量	Sn %	Zn %	Pb %	Ag g/t	
3,125,054 t	0.91	15.19	1.21	5,250	(ズリ混入)

選鋳処理鋳量	750 トン/日
売 上	56,875,440 ドル/年
費 用	△ 19,903,761 ドル/年
税	△ 5,920,304 ドル/年
利 益	31,051,375 ドル/年
投資額	56,935,117 ドル (2年で償却可能)

4.2 ケチラス鋳業所改善計画

ボリヴィアの選鋳成績特に複雑鋳石の成績が低く、JICAパイロットプラン
トで実績をあげた日本の選鋳技術者に改善が要請された。

新たに派遣された選鋳技術者の為のプロジェクト「イトス選鋳場の改善計
画」と併列して本プロジェクトは計画した。

表7のように1982年6月に私の業務計画の一部に2.PROYECTO
POLIMET (複雑鋳プロジェクト、SANTA ANA 鋳山)として正式に
承認された。

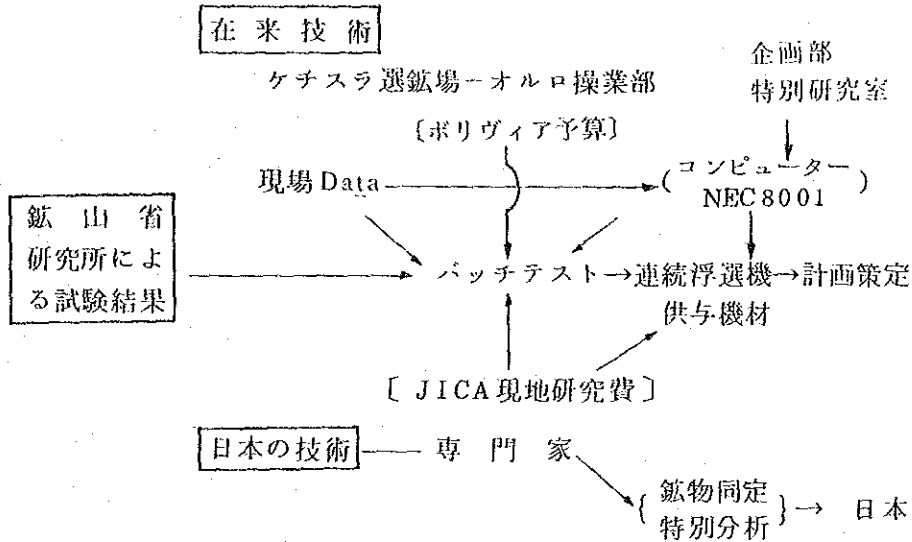
SANTA ANA 鋳山はQuechisla 鋳業所に属し、TELAMAYU 選鋳
場と鋳種を分けて処理していて、本質的問題はケチスラ鋳業所の問題である。

本プロジェクトにはJICAの単独供与機材のコンピューター(NEC-8001
型)及び連続浮選試験機の使用を予定した。またJICAの現地研究費の承認
を得た。オルロの企画部特別試験室に専任カウンターパートを定めて、日本
の複雑鋳処理技術を移転しながら改善案を策定する事とした。其の機構は図
5.のとおりである。

表 7. 業 務 計 画
1982年6月

No	ACTIVIDAD	1982												1983												1984					1985		
		J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	E	F	M				
1.	MEJORAMIENTO PLANTAS FLOTACION CAST.																																
2.	PROYECTO POLIMETAL. (SANTA ANA)	古徳専門家に看																															
a)	ANALISIS PRELIMINAR																																
b)	ASESORAMIENTO PRUEBAS METALUR- GICAS																																
c)	EVALUACION PRUEBAS METALURG- ICAS Y DISEÑO PLANTA METAL.		ケチラス現地調査																														
3.	PROYECTO REACTIVOS FLOTACION																																
a)	ANALISIS PRELIMINAR Y BUSOU- EDA MATERIAS PRIMAS																																
b)	INVESTIGACION EN LABORATORIO																																
c)	DISEÑO FABRICA REACTIVOS																																
4.	INFORME FINAL ASESORAMIENTO																																
5.	ANALISIS INTEGRAL METALURGIA COMIBOL																																
	(USO MINI COMPUTADOR)																																

図5. ケチスラプロジェクトの機構



現状を見ると、ボリヴィアの試験結果は不完全で改善の為の試験結果が、現場の操業成績より悪い事と、単独のバッチ試験では不完全なのでJICAの供与機材の小型連続浮選機を使用した試験が是非必要であった。

また現場の操業成績も不完全なのでNEC-8001 コンピューターと日本のメタルバランス作成のソフトプログラムを使用して現状を解析する事とした。

原鉱石品位のバラツキに問題がありそうなのでサンプリングを指示して、膨大な分析が行われた。

本プロジェクトは計画の遅延の連続であった。10月に政変の交代があり、COMIBOL 内部も左系の若手部長・課長の昇格就任で混乱に陥った。

此のプロジェクトのカウンターパートの特別試験室がはずされて、操業、現場重視の政策変更に伴って、一時オルロの操業部に此のプロジェクトが属す事となり、混乱で業務が一時停止した。

政情は不安で道路封鎖で出張は困難を極めた。ケチスラ鉱業所はラパスから車で2日の行程にあった。11月現地調査を強行して、約10日間鉱山に封じ込められ動けなくなった。

それとJICAの現地研究費がペソ支給となり、大きく目減りして使用の意味が無くなった。

NEC8001型のコンピューターの操作は、オルロ市から技術者を招集して、私の部屋で私のコンピューターのカウンターパートのIng. Guancaに2ヶ月間の講習を行わせた。

結局第一次の報告書「BALANCE METARUGICO "INGENIO TELAMAYU" E.M. QUECHISLA」が出来上ったのは1984年2月で、私の病氣帰国後となった。本報告書は〔業務報告資料№13-4〕としてJICAの派遣事業部に提出した。

本プロジェクトは日本からの若手選鉱専門家の派遣を予定して計画した点もあり、小職が受け持つには範囲が広過ぎた。加えて消化器系の病気で2度に亘る入院と、早期帰国のため途中で終らざるを得なかった。

カウンターパートが実に真面目に立派な報告書を作った事を以って、技術協力・移転の成果とする。コンピューターによるメタルバランス作成技術も完全に移転された。

4. 3 総合開発計画(パソコン活用を含む)

計画策定の技術移転は考え方の移転である。

(1) 問題点の把握

先づボリヴィア鉱業の問題点を把握して、其の対策を見出そうとした。参考資料として添付した「ボリヴィア鉱業の問題点と対策」を参照していただきたい。

これはJICA事務所によりスペイン語に翻訳されてCOMIBOLにも提出した。

ボリヴィア国の経済は全く鉱業に依存しており、ボリヴィア鉱業生産の70%がCOMIBOLに依る。ボリヴィア国経済の正常化はCOMIBOLの活性化がなくては成立しない事を知った。

しかし、鉱業重点政策など全く国内では聞かれない。聞えて来るのはCOMIBOLの悪口ばかりである。COMIBOL内にも危機感が全くない。これは添付参考資料の第9図に於て、COMIBOLの損益を見ると1975年を除いて、1979年迄赤字の年がない。1979年には錫・銀のメタル価格の高騰により最高の売上を記録している。確かに1970年代にはCOMIBOLは国家経済を支えていたのである。此の好調期の収益を投資して次の対応を怠った点には、問題がある。

不況の兆が1980年から現れて現在の收拾のつかぬ経済状態となった。

対策として方向づけを行いく(参考資料参照)優先度の高そうなプロジェクトから計画を策定して行く事となった。表5.も参照。

① ポリール鉱山の開発(高品位複雑鉱石)

② ポリール型鉱床の探鉱

③ COMIBOL各鉱業所の現状検討

④ 複雑鉱石浮選技術の向上

サンホセ・ケチスラプロジェクト

⑤ 未利用資源の活用

アンチモニーリーチング計画

硫化鉄鉱利用計画

金採取計画

⑥ 化学工業・金属工業への多角的展開

選鉱試薬の製造計画

リチウム計画

即ち箇々のプロジェクトの選定をも行いつつ、COMIBOLの了解を得てプロジェクト化を行こなった。

プロジェクト選定についてポリヴィアは廃滓利用計画に重点を置き過ぎていた。(此の点は本総合開発計画と異なる。)

歴史年代的に、各鉱山に膨大な錫と他鉱物を含んだ廃滓がある。此の埋蔵鉱量に期待しているが、経済的に回収出来なければ鉱石ではなくて鉱物なのである。

此の回収技術は研究すべきであるが、回収が可能ならば、先づ現在の操業中の尾鉱中に鉱物を逃がさないようにしなければならない。捨てた物は、たゞで回収出来るような気がするのも誤りで、回収率が非常に低い。

カタビの廃滓の0.3%の錫を対象として、世銀もプロジェクトを展開しているが、恐らく起業化は困難であろう。アメリカは20年前にカタビのケンロー廃滓回収プラントを建設して失敗もしている。本総合開発計画では廃滓処理は取り上げなかった。

(2) COMIBOL 経営の現状と改善

[COMIBOLの現状1982年]を作成した。これの7頁の表を

COMIBOLの現状として添付した(表8.)。概略を説明するとCOMIBOLの各山の総計が表8.の最下段に集計されている。

④ 原鉱価値	⑤ 経済収率	⑥ 収入	⑦ 費用	⑧ 収益	⑨ 収益金額
ドル/トン		ドル/トン	ドル/トン	ドル/トン	ドル/年
98.81	30.85%	30.49%	51.33	-20.84	-80,405,831

こゝで経済収率なる新概念を用いた。これは採掘された鉱石の価値の何%が鉱山で回収されたかを表現している。何%で売れたかである。④は原鉱石の品位と金属建値による。⑤の経済収率は選鉱成績と売鉱条件による。収入⑥は④×⑤=⑥である。⑦の費用は粗鉱トン当りであるから処理鉱量に大きく左右される。収益⑧=⑥-⑦である。⑨の金額は収益(赤字)の絶対額を示す。

COMIBOLの経営は大きな赤字で1982年度現在黒字の山はHuanuni 1山のみである。

此の赤字を解消するには④を上げるか⑤を上げるか⑦を下げるかの3手段しかない。例えば⑤の経済収率を20%上げて50%とすれば収入は

$$\text{⑥} = 98.81 \text{ドル/トン} \times (30.85\% + 20\%) = 50.24 \text{ドル/トン}$$

⑦の費用を差し引いて、収益は

$$50.24 \text{ドル/トン} - 51.33 \text{ドル/トン} = -1.09 \text{ドル/トン}$$

⑦の費用を1.09ドル/トン節約出来れば収支トントンとなると、明快に経営の解析が出来る。

経済収率即ち選鉱成績が20%向上する事が可能かに問題が集約する。これが可能だとしても金属建値が10%下がれば経営は成り立たなくなってしまう。

そこで当然現状打破を考えなければならなくなる。例えば費用が77ドル/トンのCorocoro鉱山と老朽化したCatavi鉱山を閉山すれば赤字の絶対額は80,405,831ドル-6,609,702-24,688,269=49,000,000ドルになるとか、対策が樹つ。

更に新規開発のBolivar鉱山の開発を行えば約31百万ドル収入が増加する(21頁参照)。

赤字は49百万ドル-31百万ドル=18百万ドルとなる。

表 8. COMIBOL の現状 (1982)

Cotizaciones: 金属健値

Sn = 1208063 Ag = 283,83512 Zn = 78431 Pb = 494

Cu = 1,440,90 WO₃ = 9,974,34 Cd = 1,526 Sb = 1,607,84

鉱業所	A 重量 ton/Año	B 品位					C 原鉱健値 Sus/ton	D 經濟収率 %	E 收入 Sus/ton	F 費用 Sus/ton	G 収益 Sus/ton	H 収益 Sus	J 錫品健 換算	K ペーリミット 錫品健
		Sn	Ag	Zn	Pb	Cu								
Quechisla	662,935	0.27	158	1.52	.60	.02	102.61	51.67	53.02	65.69	-12.67	-8'397,066.27	0.85	1.05
Catavi	1'052,351	0.41					49.53	23.72	11.75	35.21	-23.46	-24'688,269.50	0.41	1.23
Huanuni	205,255	1.97					237.99	48.34	115.04	107.38	7.66	1'571,265.30	1.97	1.84
Colquiri	486,238	0.77	70	4.85			150.93	17.21	25.97	48.51	-17.54	-8'528,981.57	1.25	2.09
Unficada	329,883	0.73					88.19	11.28	9.95	36.19	-26.24	-8'656,058.84	0.73	2.66
San Jose	378,732	0.22	110		0.85		74.08	23.81	17.63	38.01	-20.37	-7'715,313.40	0.61	1.32
Caracoles	138,136	0.73					88.19	24.20	21.34	49.87	-28.52	-3'939,998.98	0.73	1.71
Viloco	73,013	1.50					181.21	33.40	60.52	89.11	-28.59	-2'087,598.43	1.50	2.21
Santa Fe	225,334	0.56					67.65	23.08	15.62	38.71	-23.10	-5'204,213.56	0.56	1.39
Corocoro	85,754					3.13	45.10	74.32	33.52	110.60	-77.08	-6'609,702.01	0.37	1.23
Bolivar	54,051	1.71	500	13	2.5		462.81	17.29	80.01	115.32	-35.31	-1'908,531.73	3.83	5.52
Colquechaca	39,548	0.32	45	3.24	4.2		77.83	32.66	25.42	73.24	-47.82	-1'891,271.72	0.64	1.86
Matilde	126,617			8.25	.85		68.90	55.14	37.99	56.55	-18.56	-2'350,090.31	0.57	0.85
TOTAL COMIBOL	3'857,847	0.57	53	1.36	.25	.07	98.81	30.85	30.49	51.33	-20.84	-80'405,831.02	0.82	1.38

此の程度ならば経済収率の改善でCOMIBOLは黒字化する。

以上は単なる計算であるが遊びではない。COMIBOLもスクラップアンドビルドで日本が多くの金属鉱山を閉山して来たように決意しなくてはならない。其処で何れの鉱山からか時期を見て新規鉱山に、また新規産業に人員を配置換して行かなければならない。

本計画は Ing. Guanca^{注)} にプログラミングさせて計算したものである。1984年1月小職が帰国入院した後、此の計算を進めて「VARIACION DE LA SITUACION DE LAS EMPRESA DE COMIBOL CON RELACION A 1982」の論文を送って来た。此の種の考え方はコンピューターを介して技術移転が速やかに行はれる事例となる。

(3) 新たな開発プロジェクト

COMIBOLの改善がなかなか進まない中に情勢は更に悪化し、展開の速い計画が望まれるようになった。其処で金の開発について調査計画作成に取りかゝった。

現在ボリビアの産金量は1~2トン/年と公式に発表されているが10~20トンが採掘されて密輸出されているとも云われている。若し30トンの金が鉱山銀行(金の買付、技術指導も行っている)に入るとすれば概算 $30 \text{トン} \times 10 \text{ドル/g} = 300,000,000 \text{ドル/年}$ のドルが、ボリビア政府の手にわたった事となる。金は利息の不要なドルである。累積債務440,000,000ドルの返済の重要財源ともなり得る。

今砂金地帯では採取率30%位で、70%は細粒な金として流失している。細粒の金回収の浮選技術を展開するプロジェクトを作る事と、高品位金鉱床の探査が最も速度のある経済援助となるであろう。

また日本とボリビア間での貿易はボリビアの大きな輸入超過である。(参考資料第13図を参照)。即ち日本は何も買わずに輸出だけしているのである。日本が欲しい資源でボリビアの売りたいもの、開発が考えられる。それがリチウムである。

現在リチウムは電池、合金等に約500トン/年日本で使用され、年率10%近く使用量が増加している。リチウム資源は日本では零である。対してボリビアはウユニの塩湖を代表として世界一の埋蔵量を持ち開発が待

注) Ing. Guanca: コンピューターのプログラマーである。小職のカウンターパートを希望し1年を経過して正式に部下として任命された。

たれている。また将来核分裂のウランのように、リチウムは核融合の燃料となる。日本の資源政策として確保の必要があるものである。

JICAとしても、政府の政策として、技術援助経済援助とともに、リチウムの資源確保を計らなければならない。

(4) プロジェクトの効果予想

ボリビアの鉱山開発計画として取り上げたプロジェクトの利益を金額で推定すると次表のとおりである。

表9. プロジェクトの効果

プロジェクト	売 上	利 益
ポリーバル 鉱山		30,000 千ドル/年
選 鉱 技 術 改 善		40,000
黄 鉄 鉱 利 用		10,000
金 採 取 計 画	300,000 千ドル/年	60,000
リ チ ュ ー ム 計 画	50,000 千ドル/年	10,000
		150,000 千ドル/年

以上が開発計画の考え方でプロジェクトの技術移転が完了すれば期待される効果である。

此の総合開発計画の考え方が移転されプロジェクトとして開発を願うものである。

5. 提 言

5. 1 派遣事業について

単に金や物を与えても、乞食に施すに等しく、まともなものを与えても、援助される事になれた人々は依頼心を増すだけである。

専門家を長期に派遣する JICA の制度はすばらしいもので、まして日本人は現地人と共に働くために、直接彼等の自助努力を起こさせる事も可能である。

此の専門家達が国の予算のもとに送り出されてしまうと、途中意志の疎通も殆んど無く、定められた任期を消化して帰ると、後に僅かな報告書が残るだけと云う事になってしまう。

専門家の得た情報と、体験して得た識見が生かされる制度が必要である。真剣に援助に身を挺した専門家達も居る筈である。

5. 2 専門家について

適材・適所の派遣が当然考慮される筈だが、日本国内の事情によって、人選される場合があるようだ。端的に云えば、余された職種の余された人が出されたりもする。

民間企業からの専門家委嘱には給与補填の制度があるが、必要な優秀な専門家を得るにはアブセンスフィーを支払う制度が必要な時期に来たのではなからうか。

予算の問題であるなら派遣人員を半減しても、優秀な専門家を選ぶ方が援助効果が上がるのではなからうか。派遣専門家は数ではない。

5. 3 研修制度について

鉱業関係の研修は昔は半年集合研修で、後の半年は民間企業に於ける現場実習であったと聞いている。今は現場研修を引き受ける企業の余裕も無くなり、期間も短縮されて単なる見学に終る事となった。鉱山公社内で「我々の研修は観光旅行を望んでいるのではなくて、実際の技術を習得する事である」と日本での研修への批判の声が聞かれる。

鉱山技術について民間企業で研修所を持っているところがある。費用を J

ICA が負担の上研修を委託する方法が考えられる。其の場合予算が不足するならばやはり研修生の数を減らしても内容を高いものにすべきである。

5. 4 留学生について

日本への留学についての問い合わせを受ける事が非常に多かった。鉱業関係でも若い人達が留学して日本語で教育を受けて来るようになれば、協力は容易に進む事となる。逆に留学生受入の窓口を拡げれば日本語を学習する人が増加するのではなからうか。

JICAとして留学生を受け入れる制度が出来ないものであろうか。さし当っては枠の拡大が望まれる。

5. 5 JICA活動の広域化・国際化

定められた任国に専門家の活動範囲が限定されるのは当然の事であるが、南米が活動の共通の場である事がある。チリ国で選鉱製錬の国際会議が開催されて、主として南米各国から約100編の論文の発表が行われた。アメリカ援助機構・ドイツ大使が主催して、援助も行っていた。JICAも国際協力の立場から学会の開催とか講習会を開くとか積極性を持つべきである。

たまたま小生もボリビアから論文発表の機会を得て、技術援助の成果を発表する予定であったが、JICAは任国外の出張は認めないとの事であった。私のカウンターパートが米国の援助で講演を行った。

今後、援助に国際協調が必要となって来るであろうが例えばCAF(CORPORACION ANDINA DE FOMENTO)等へ専門家をJICAから派遣するような事は考えられないであろうか。

5. 6 自主的指導的援助

各発展途上国の夫々の国情に照らして如何なる援助をどのように行うべきかの基本政策の設定を要望する。

要請国の求めに応じて散発的にまた総花的に援助をばら播くのみでは我々専門家も納得がいかない。外面的な援助ごっこの連続では、いづれ日本国民の批判をも免れなくなるであろう。

第二に援助は自主性を持ちつゝ途上国政府を指導して行くものであって欲

しい。援助を要請する国が必ずしも国の事を考えているとも限らないし、また自分自身を見失っている場合があるからである。

5.7 援助の基本政府の確立

上記基本政策について、ボリヴィア国では経済の安定化を援助の基本とすべきである。それには基礎産業、特に外貨の獲得が容易な産業に援助を集力しなければならない。

ボリヴィアは産油国で、ガスまた水力とエネルギー資源に恵まれ鉱産物、農産物等の豊かな資源国である。指導のよろしきを得れば、累積債務の44億ドルも大きな金額ではなくなる。

当面鉱産物の増産を計るべく、こゝへ援助の焦点も合わせて行くべきである。

5.8 経済援助について

技術援助、特にプロジェクト援助が成功すれば、発展途上国では経済援助が必要となる。円借款の道が閉ざされては何の技術援助かと云う事になる。技術援助が成功した優良なプロジェクトでも、特に鉱山には前例がないとか、インフラでなければ円借は出ないと断られている。

返還の当てのない道路とか空港整備、鉄道とかに貸しても経済援助の効果は極めて低い。最も外貨を稼ぐ収益性の高いプロジェクトが優先されるべきだ。インフラは後廻しで、基礎産業の発展をはかるべきである。JICAの円借への発言力の高まる事を望む。

参 考 資 料

ボリヴィア 鋳業の問題点と対策

1981年12月

目 次

1. ま え が き	37
2. ボリヴィア鉱業の問題点	37
(1) ボリヴィアにおける鉱業の位置	37
(2) ボリヴィア鉱業の国際的位置	38
(3) COMIBOLについて	38
3. 対 策	39
(1) 銀・錫・鉛・亜鉛鉱床の開発	39
(2) 銀・錫・鉛・亜鉛床の探査	40
(3) 非採算鉱山の切捨	40
(4) 複雑鉱石の浮選技術の向上	40
(5) 附加価値の増加	41
(6) 未利用資源の活用	41
(7) 化学工業・金属工業への多角的展開	41
4. 日本との関係	42
5. あ と が き	42

1. まえがき

「ボリヴィア鉱業は如何にあるべきか」「そして如何なる展開をはかるべきか」を検討してみると同時に日本との関係にも少し触れてみた。此の報告は中間報告であり、具体的な展開については更に検討を重ねて行く予定である。

2. ボリヴィア鉱業の問題

(1) ボリヴィア鉱業の問題点

ボリヴィア国の総人口約650万人中、経済就労人口は150万人と見做されている。其の中の鉱業従事者は約6万人で割合は4%である。農業46%が大半を占めている。

国民所得に占める鉱業生産額は6%で、農業16%、サービス業57%等々となっている。鉱業の割合は大きな数字ではない。

しかし、ボリヴィアは輸出出来る産物が少なく、輸出額の殆んどを第1図に示すように鉱産物と石油(天然ガス)に依存している。

外貨獲得には鉱産物輸出に頼るしかなく、また此処数年其の額を拡大しつつ、鉱業はよく其の要望に応へて、其の責を果して来た事を図は示している。

石油、天然ガスの産額を第2図に示した。石油は減産傾向を示しているが、ガスは漸増を示している。アルゼンチンへパイプで輸出しているが、額には限度があると推定される。農牧生産物の主なものは砂糖、木材、コーヒーであるが、隣接するブラジル、アルゼンチン、パラグアイ等の農業生産国を持つボリヴィア東南部からの農産物の輸出もまた限度がある事は明らかである。

したがって、鉱産物に対する期待は過大にならざるを得ない。

鉱産物輸出額の内訳は第3図に示すように錫が主で其の約70%近くを占めている。錫製錬所の稼働によって近年錫輸出は精鉱から金属輸出に代って来つつある。また最近銀の台頭が顕著である。

各金属の輸出金属量をみると、第4図のごとく'78'79'80年と何れ

の金属量も減量傾向を示している。しかるに輸出金額の増加をもたらしているのは、第5図に示すように金属建値の上昇によっている事は歴然としている。特に錫と銀の高騰が目立っている。

此の事は、今後建値が下降したとき如何なる悲劇が起るかを暗示している。現に錫、銀共に建値が下がり'81年'82年以降ボリヴィア経済に問題が起る事を示している。

ボリヴィア鉱業ならびにボリヴィア国の経済は危地に立たされている事を強よく認識しなければならない。

これを逃れるには、単純に考えれば早急の増産をする以外には手がない。しかし、それは可能であろうか。

(2) ボリヴィア鉱業の国際位置

ボリヴィア鉱業の世界における位置を錫についてみると、第6図に示すように、マレーシアとボリヴィアが生産額を減らし、タイとインドネシアが増量して、総生産を維持している。ボリヴィアの錫生産額は2位から4位に転落した事を示している。また最近の情報ではブラジルに錫の新鉱床が発見されつつある事を伝えている。ボリヴィアにとってはこれも一つの新たな脅威でもある。

一方世界の錫消費量をみると、第7図のように、増加の方向にはなく、生産量が消費量を上廻っている現状を示している。此の傾向が続けば錫建値の下落は必然の事となるであろう。

錫建値の問題は国際錫会議の関与するところのものであろうが、若しボリヴィアが増産に走るならば、建値に影響する事も必然であり、ボリヴィアとしても不用意な増産は賢明ではないであろう。

(3) COMIBOLについて

第8図に示すようにCOMIBOLの直接、精鉱として販売する量は逐年減少して、反対に金属(ENAF所属のピント製錬所産出)としての輸出量が増加している。

製錬所に鉱石を販売している大部分はCOMIBOL産出なので、包括的に見れば両者の合計がCOMIBOLの量と見做される。即ち全輸出金属量

の約70%はCOMIBOLが産出している事となる。ボリヴィア鉱業の問題は即COMIBOLの問題なのである。

COMIBOLの現状の説明として第7図に売上高と各年の損益を示した。売上高の下降とともに'75'80が赤字を計上している。売上高は延ばして行かなければならない事を示している。

COMIBOLも前述したように此処数年間は金属建値の高騰に支えられて販売量金額の上昇を維持して来た。しかし生産量そのものは減産傾向にあって、今後建値の下落に遭遇すると、一層の苦境に立たされる事も明らかで、やはり増産を余儀なくされる事となるであろう。

3. 対 策

少し具体的に話を進めるために、COMIBOLの対策について述べて行く事とする。

問題点としてボリヴィアが錫に関して増産が必要であるが単純な増産には問題が出そうな事を述べた。

増産する場合には、たとえ建値が下っても国際競走に打勝って経営の維持が出来る必要がある。即ち国際錫会議で設定される下限価格でも収益の出し得る高収益性の鉱山の開発が望ましい。

(1) 銀・錫・鉛・亜鉛鉱床の開発

BOLIVAR 鉱山が開発されたとすれば、最もはやい増産が可能である。各金属量の増加は下表のようになる。

第1表 Bolivar 鉱山産出金属量

COMIBOL年間産出量	増 産 分	増加分%
Ag 150 t	130 t	85 %
Zn 30,000	37,600	125 %
Sn 20,000	1,500	7.5 %
Pb 10,000	2,500	25 %

収益も錫建値を $5.85 \text{ \$us/Lb}$ で計算して $35,000,000 \text{ \$US/年}$ が見込まれて、此の額は 1980 年 COMIBOL の赤字 $29,968,440 \text{ \$US/年}$ を消して余りのあるものである。

ボリヴィア国は如何なる起業にも優先して Bolivar 開発を実施すべきである。

本件では錫はむしろ随伴鉱物と見做されて、極端な表現をすれば Ag, Pb, Zn, Sb, Pr を生産した廃滓から Sn を採取する事となるので、錫の生産費は極めて安く仕上がった事となる。更に大量の硫化物が採られる (約 50%) ので原鉱 1% の錫は約 2% となり、錫選鉱としては高品位な鉱石を取扱う事となる。即ち錫の方から見て高品位錫鉱石を処理する事となる。複雑鉱物として比重選鉱時代に嫌われた鉱石がボリヴィアの救世主となるわけである。

(2) 銀・錫・鉛・亜鉛鉱床の探査

探査の焦点を高価値鉱石の Bolivar, Huari Huari, San José 型の鉱山に絞るべきである。

(3) 非採算鉱山の切捨て

第 10 図に示すように処理鉱石の枯渇して来る鉱山は縮小均衡をはかるか切捨て、新規鉱山開発と置き換える必要がある。

(4) 複雑鉱石の浮選技術の向上

一般的にボリヴィアの選鉱成績は高くはない。第 2 表に実績を示し、若し 10% 実収率が向上したら、どのくらいになるかを示した。そして 10% 実収率が向上したならば

$\text{COMIBOL 売上高 } 400 \text{ 百万 } \$ \text{u/年} \times 10\% = 40 \text{ 百万 } \$ \text{/年}$
の売上増が推定される。

第2表 ボリヴィア選鉱成績（主要鉱物実収率）

現状は80年度実績

	現状実収率	10%upを仮定
Sn	55.78%	61%
Ag	74.13%	82%
Pb	80.52%	89%
Zn	70.33%	77%
Cu	79.84%	88%
Bi	76.99%	85%
Sb	33.43%	37%
WO ₃	73.25%	81%
平均	68%	75%

(5) 附加価値の増加

亜鉛製錬所の建設。此のプロセスはボリヴィア亜鉛精鉱に適したもの、即ち含有する銀・インジウム・ガリウム・錫等の採取のし易さで決定すべきである。

(6) 未利用資源の活用

ボリヴィア鉱山は多量の黄鉄鉱を持っている。選鉱課程で浮選精鉱として採取しながら、また沢山の有価鉱物Ag, Zn等を持ち出して放棄されている。黄鉄鉱から硫酸を取り、各金属を採取後鉄を利用し、公害をも少くする。

(7) 化学工業・金属工業への多角的展開

金属鉱業と天然ガス工業と食塩電解の三つを軸とした展開を第11図に示した。水力、火力（ガス）発電が安価な電力をボリヴィアでは供給し得る。電力需給関係を第12図に示した。化学品は自家消費を中心に展開し、

余力の出た時は輸出も可能である。輸入品の国産化だけでも大きな効果が生まれる。

4. 日本との関係

(1) 日本は鉱石の輸入も殆んどなく、一方的な輸出超過で、第13図に示すように際立った存在である。此のバランス上、日本は技術、経済援助を行わなくてはならない。

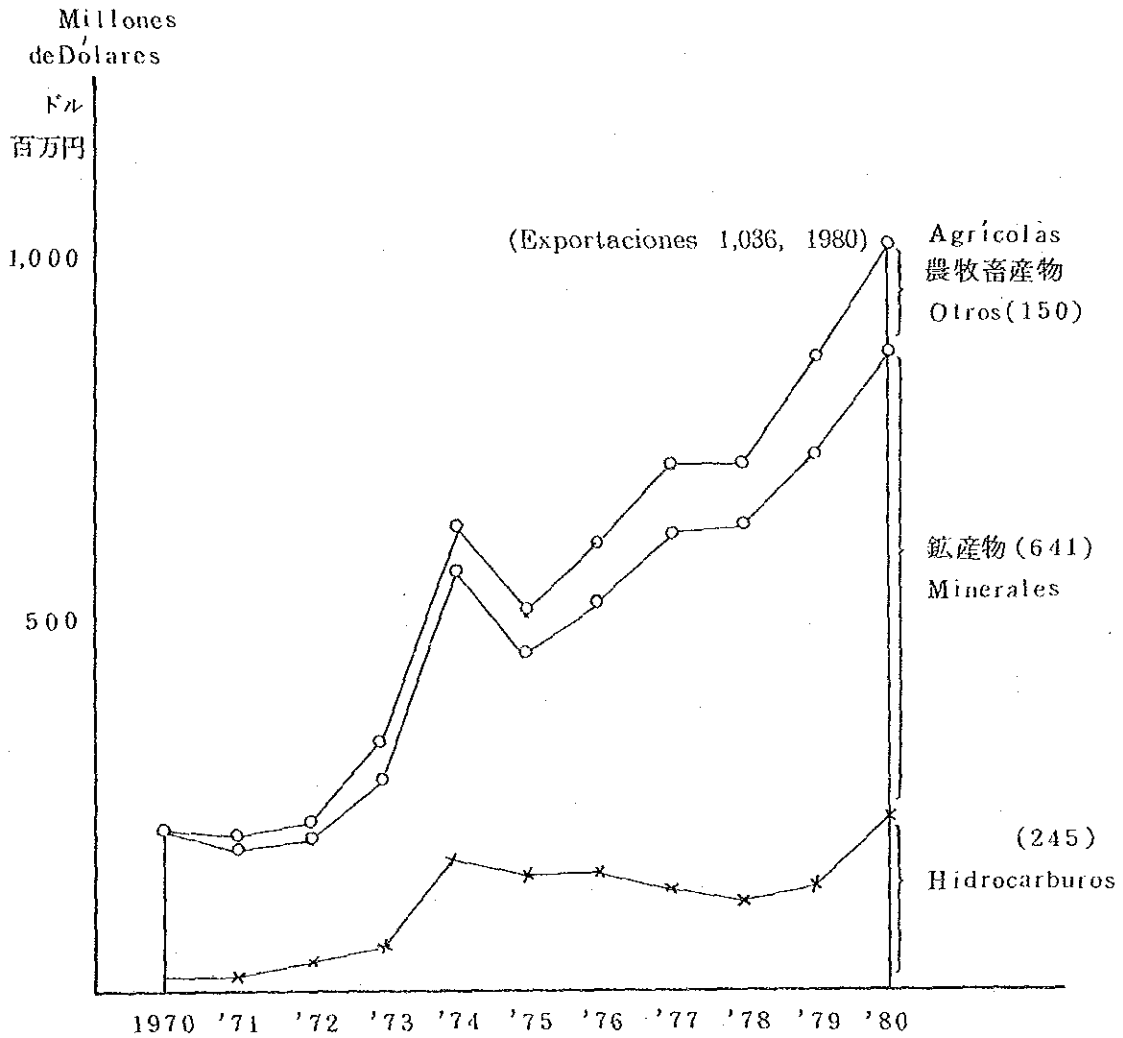
(2) 特にボリヴィアへの援助は金属鉱業に向けるのが最もボリヴィア経済に効果的であり、ボリヴィア側COMIBOLも望んでいる事なので、積極的な展開をはかるべきである。ボリヴィア錫鉱山の増産は日本の錫価格の安定に直接響く事でもあり、留意する必要がある。

5. あとがき

ボリヴィアは豊かな資源国であり、不足している技術と資金を投入して、国内工業の展開をはかって行くならば、其の将来は明るい結論したい。

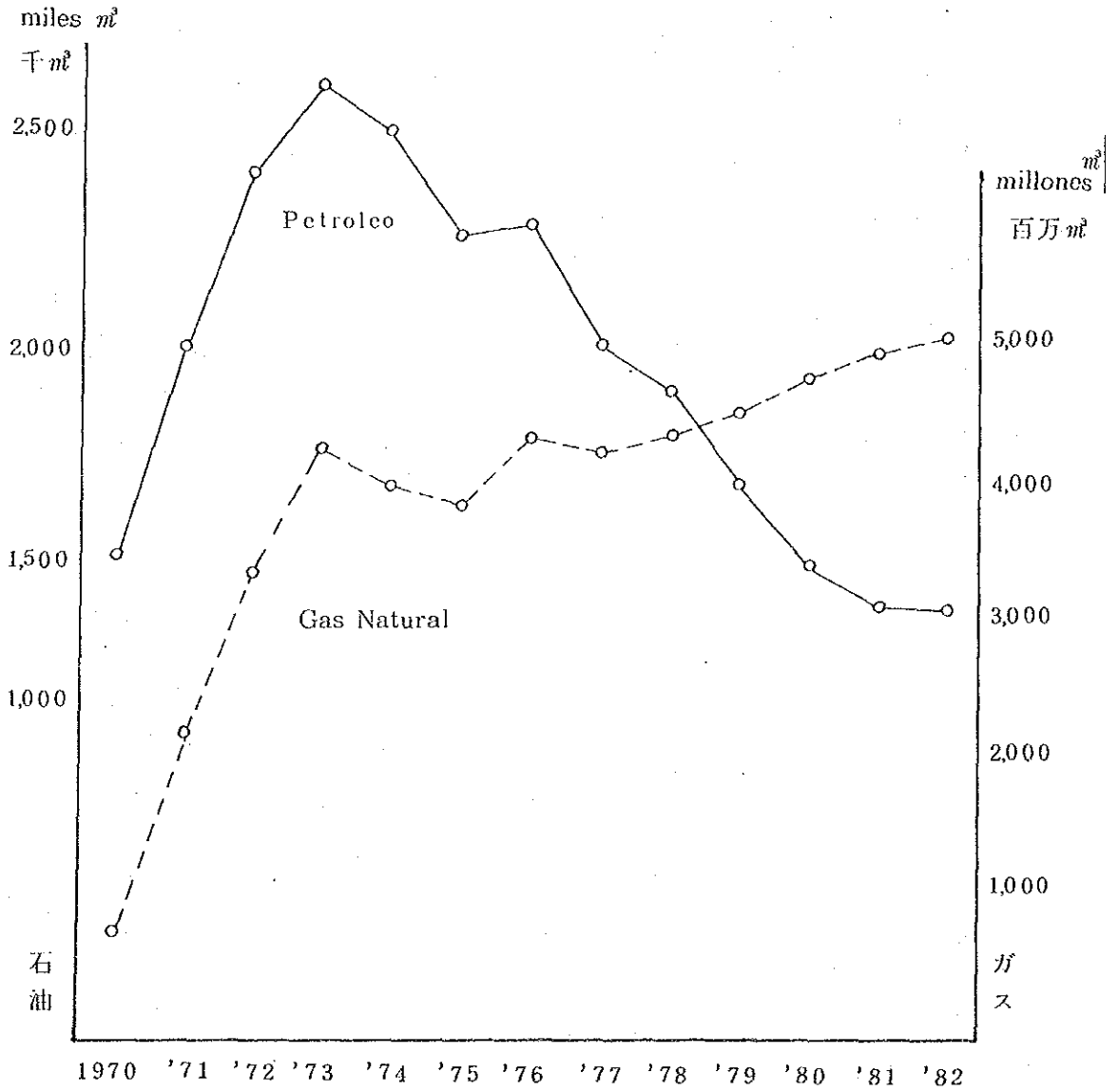
日本としても技術経済援助を行いながら友好関係を持続して行く価値があるのではなかろうか。

第1図 輸出額 (Millones de Dólares. u. s)

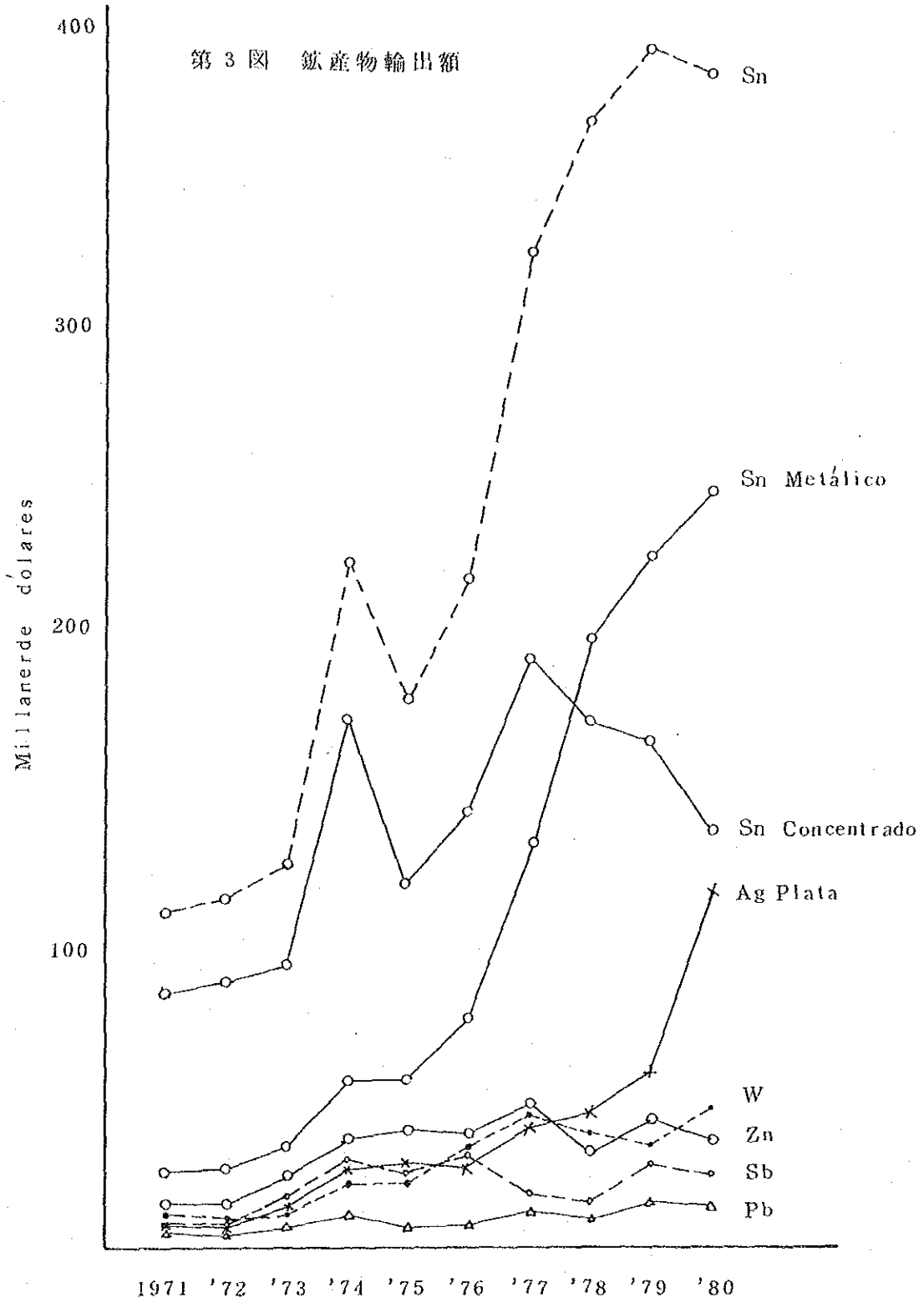


Fuente : Banco Central de Bolivia P42

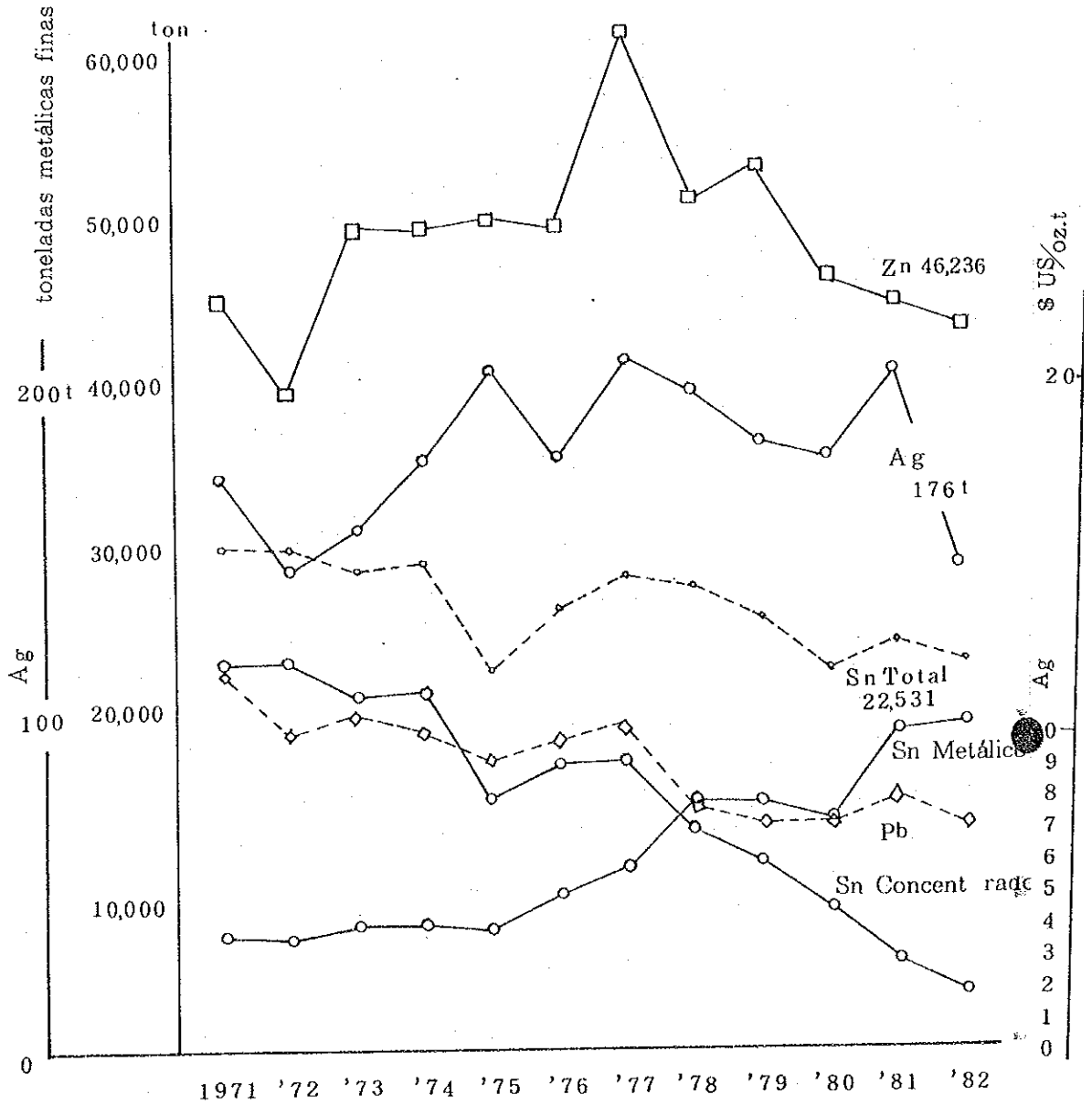
第2図 石油、天然ガス生産量



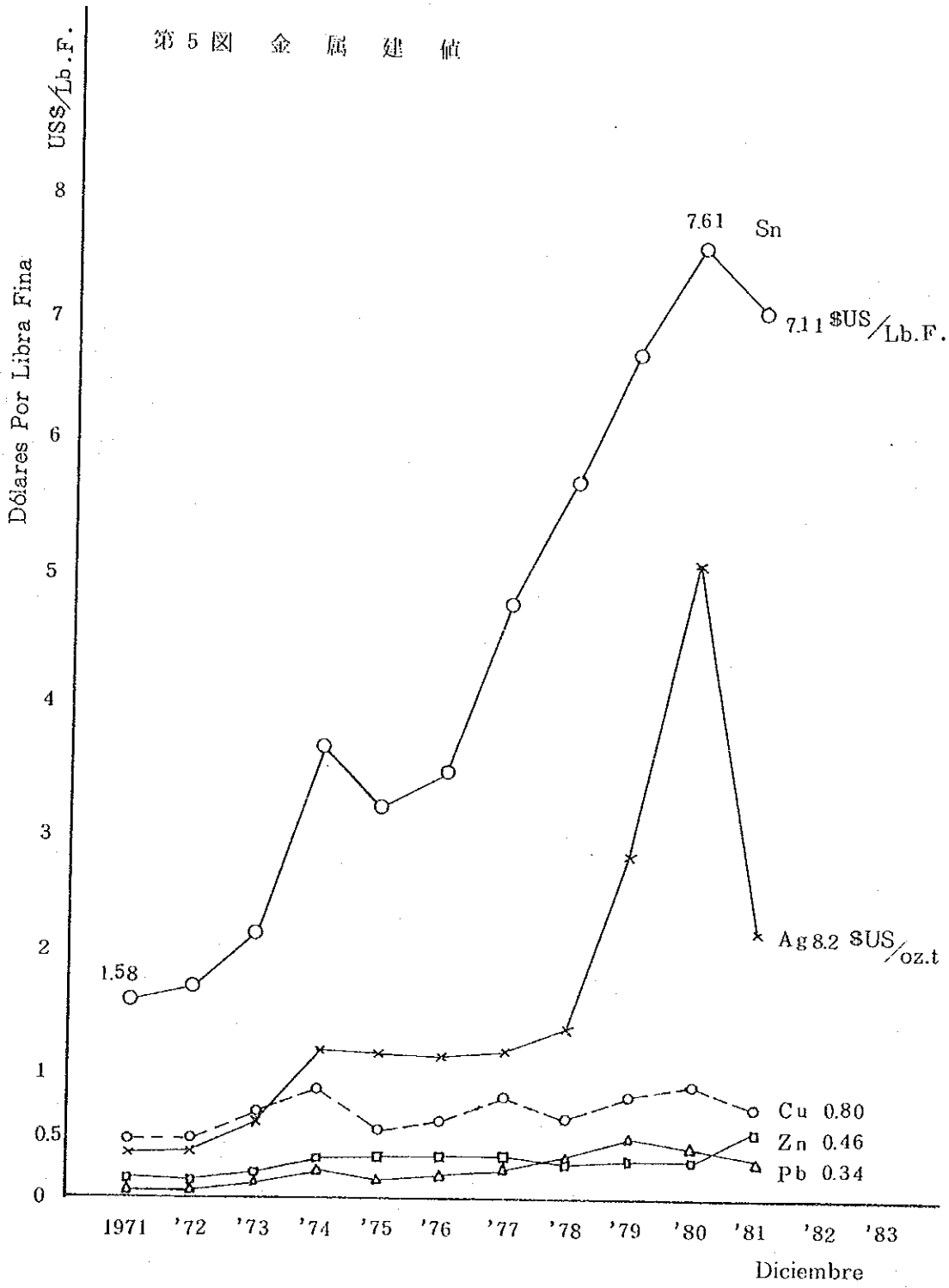
第3図 錫産物輸出額



第4図 鈦産物輸出金属量

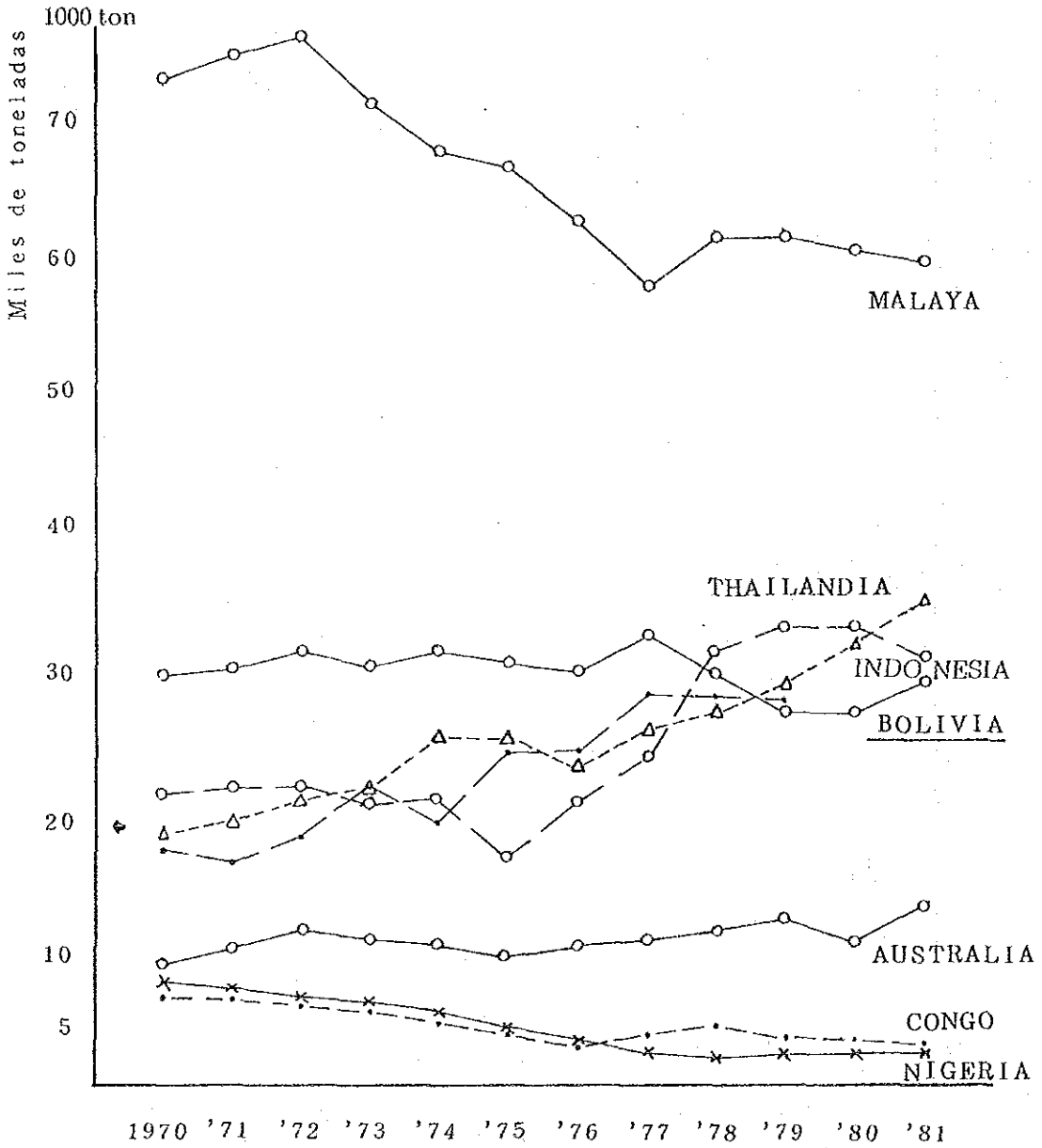


第5図 金属建値

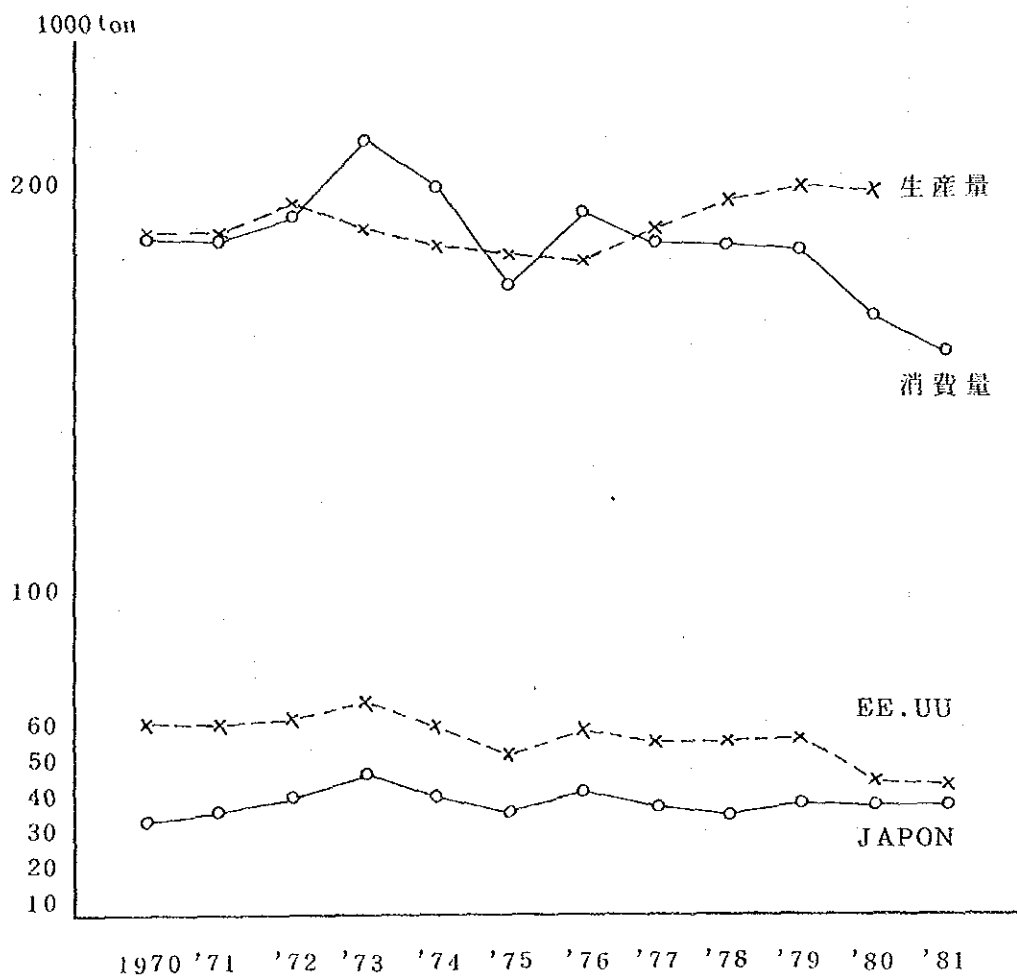


Banco Central de Bolivia 69-A, 1981 : Diciembre en E&MJから

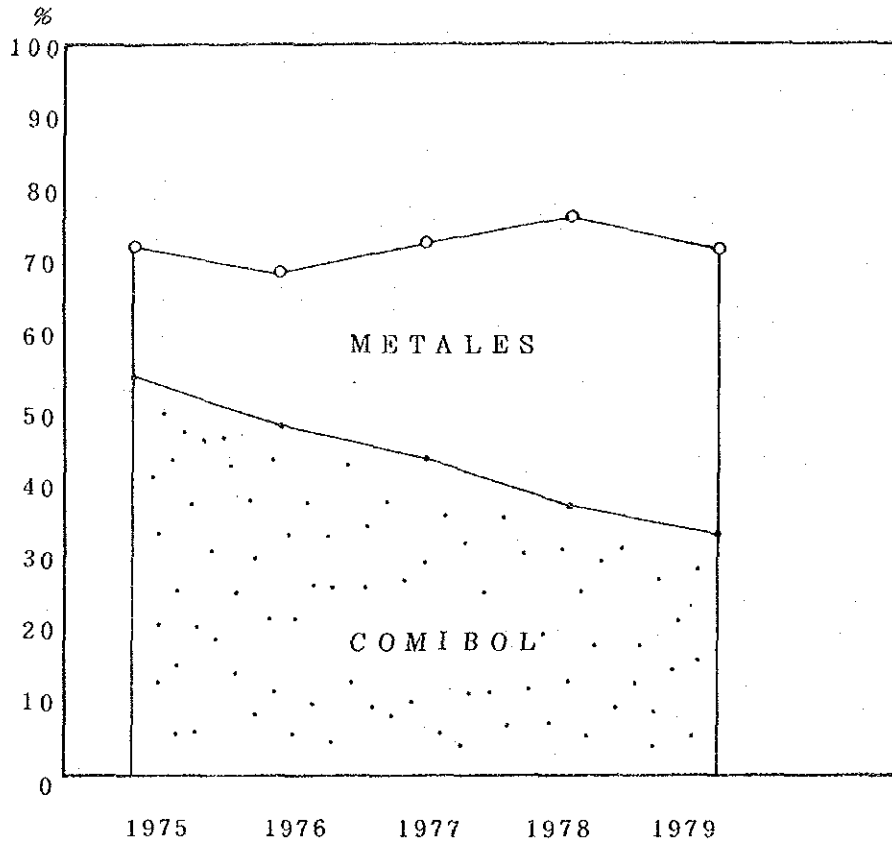
第6圖 世界錫生產量



第7図 世界錫消費量

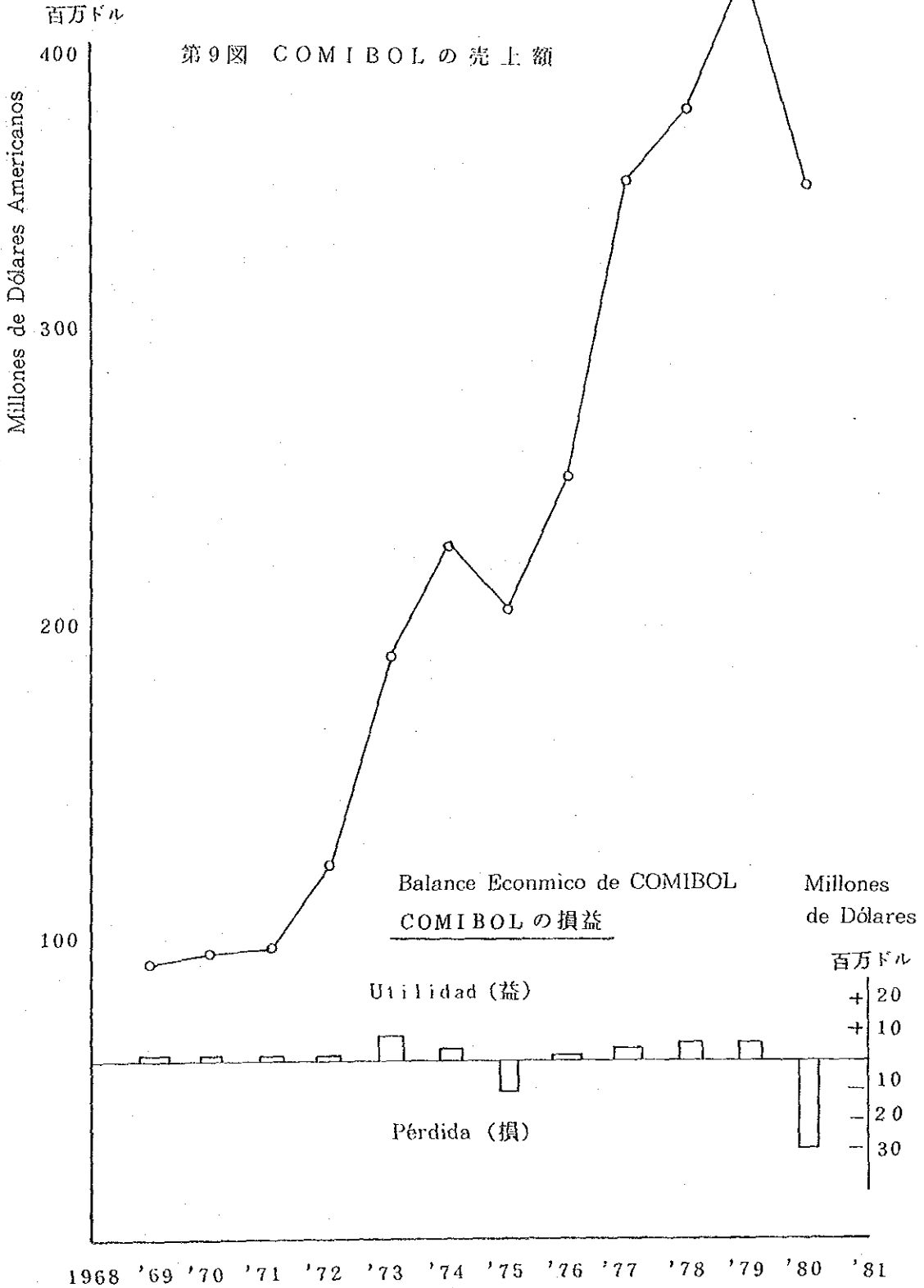


第8図 鈦産物輸出割合

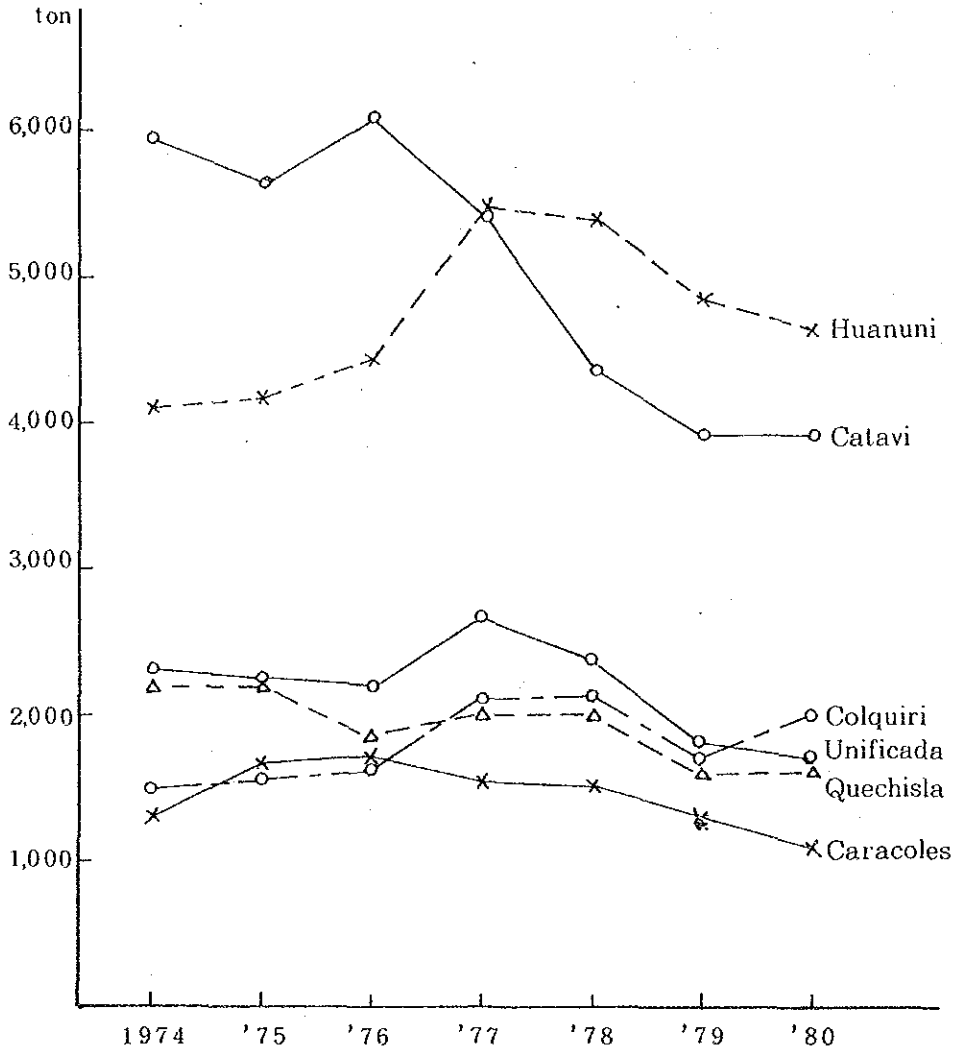


BOLIVIA EN CIFAS 1980, CUADRO NO73, P153

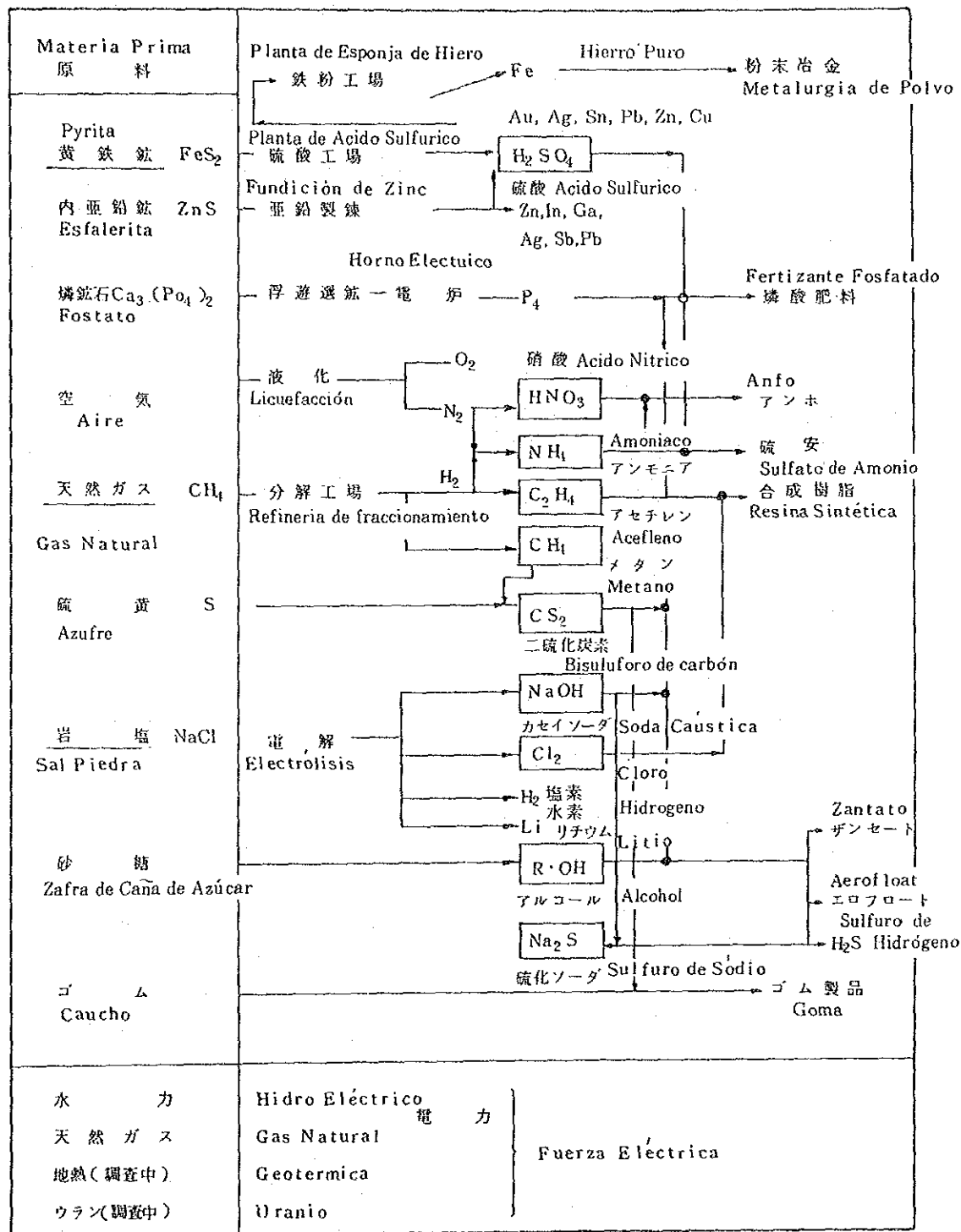
第9図 COMIBOL の売上額



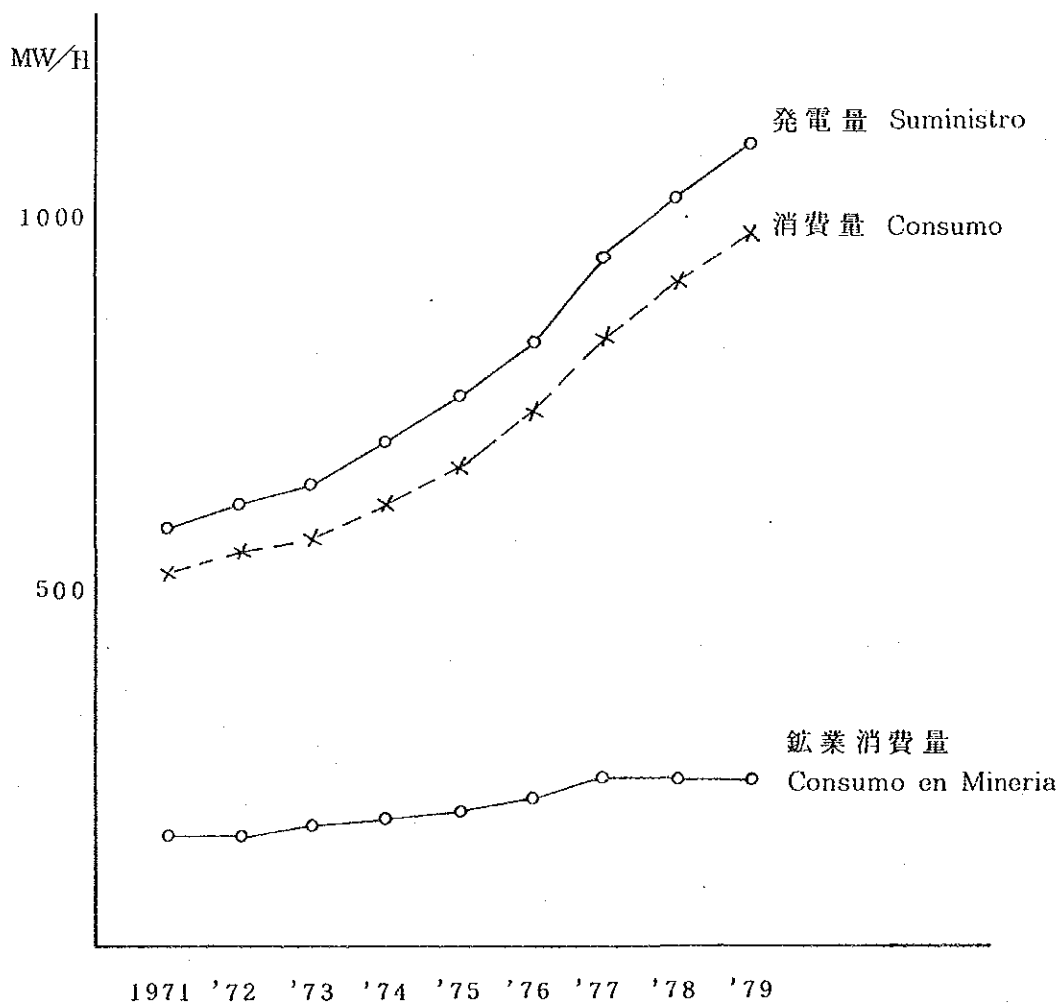
第 10 圖 COMIBOL 各山錫產出量



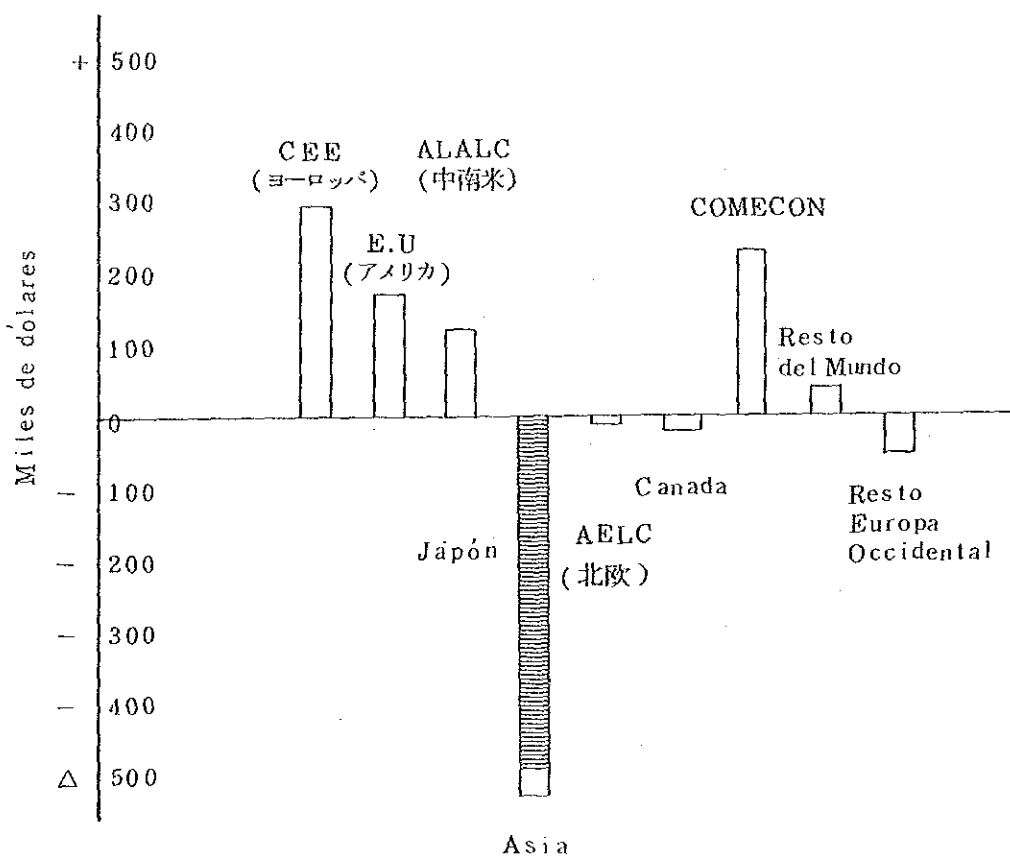
第11図 化学工業への展開



第 1 2 圖 電 力 需 給



第 1 3 図 輸出入差額 (地域別)
最近 5 ケ年間累算



JICA