

メキシコ合衆国選鉱・製錬技術育成 プロジェクト事前調査団報告書

昭和54年1月

国際協力事業団

製鋼技

J-R

79-01

RY



メキシコ合衆国選鉱・製錬技術育成
プロジェクト事前調査団報告書

昭和54年 1 月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1052673[9]

国際協力事業団	
学入 月日 '84. 1. 11	615
	66.1
登録No.03367	MIT

はじめに

メキシコ合衆国は日本のおよそ5倍の国土を有し、鉱物資源が極めて豊富な国である。金、銀、銅、鉛、亜鉛、鉄、硫黄、螢石、石炭、コークス、マンガンなど、多種の鉱産物を豊富に埋蔵し、ラテンアメリカではチリ、ペルーと並ぶ鉱業国である。

1961年には鉱業のメキシコ化を図る新鉱業法が公布され、金属および非金属の鉱業における外国企業のメキシコ化が進められ、資本および経営におけるメキシコ化は前進したが、技術面では停滞を続けている。

一方、メキシコは1960年代に入って重化学工業化の段階に入り、これに伴い金属および非金属材料の消費が増加し、これら需要に対応して豊富な国内鉱物資源の利用促進が要求され、そのための技術力、特に研究開発力が必要とされるに至った。

このような背景の下において同国はわが国に対し、非鉄金属の選鉱・製錬部門における技術協力を要請してきた。

これを受けて国際協力事業団は、昭和53年10月18日から30日間にわたり事前調査団を派遣し、メキシコ合衆国における鉱業の実情を調査し、技術協力の可能性および日本が実施する技術協力の範囲と分野の検討を行った。

本調査団の実施に際してご協力をいただいた先方メキシコ合衆国鉱業振興局および鉱業関係機関、ならびにわが方メキシコ大使館、外務省、通商産業省、金属鉱業事業団および関係業界に対し深く感謝する次第である。

昭和54年1月

国際協力事業団
理事 吉川佐吉

•

—



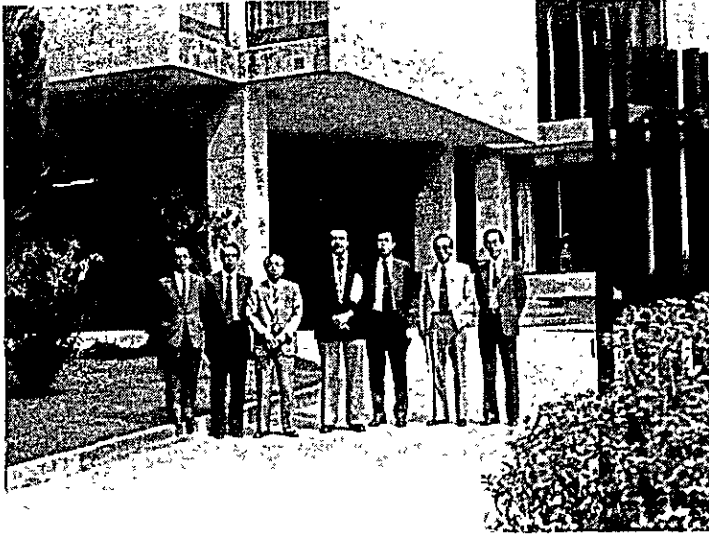
<写真1>

- (上) CFM 正面において
Tecamachalco 研究所
長と調査団
- (下) Tecamachalco 研究所
正面



<写真2>

- 左から
CFM局次長
Ing. Manuel Torón
CFM局長
Lic. Francisco Aparicio
Tecamachalco 研究所長
Ing. Homero Monjardin



<写真3>

CFM正面にて

左より

中村団員

岩俣団員

黒子団長

Tecamachalco 研究所長

原田金属鉱業事業団メキシコ事務所長

飯田同和鉱業(株)メキシコ事務所長

下道団員

<写真4>

国有財産・工業振興省

鉱業・エネルギー担当

次官

Ing. Fernando Hiriart

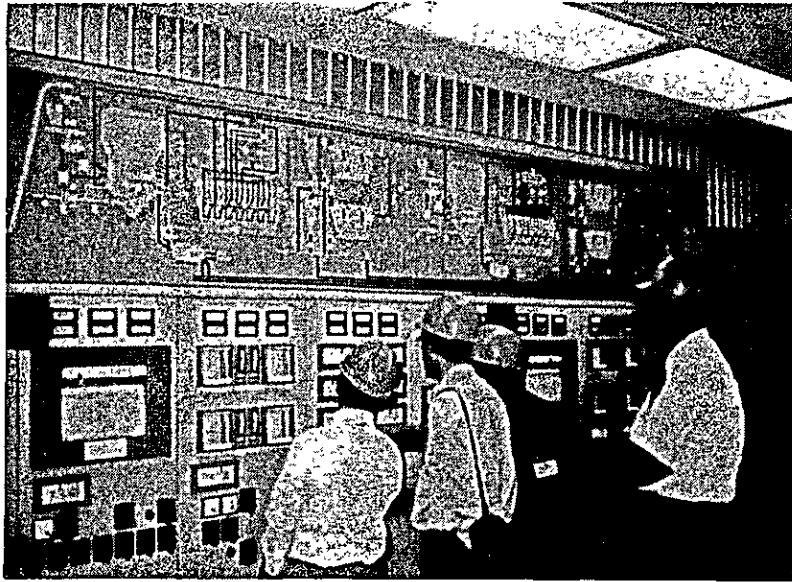
と会見



<写真5>

Tecamachalco 研究所

顕微鏡室

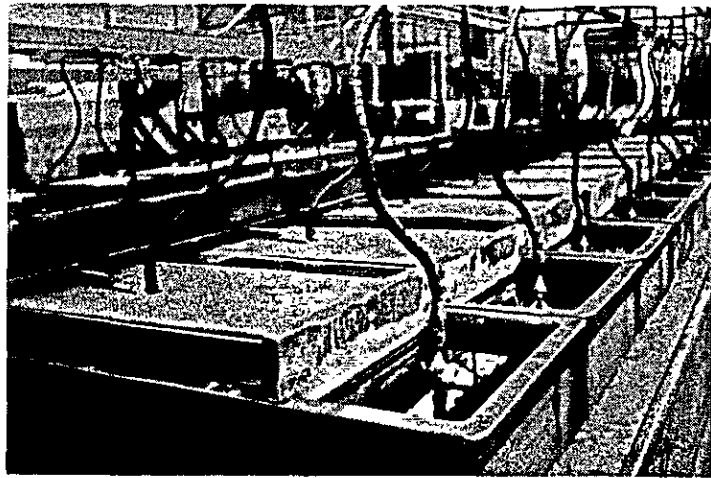


<写真6>

Met-Mex Peñoles, S.A.
にて

<写真7>

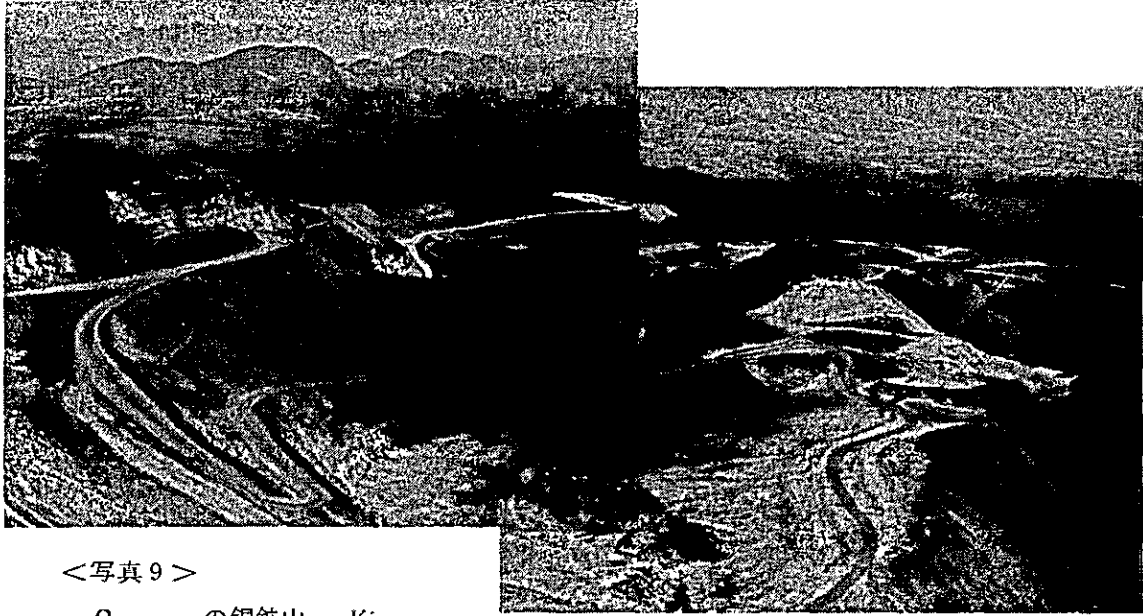
Met-Mex Peñoles の
銀電解槽



<写真8>

Real del Monte y
Pachuca の銀貯蔵庫



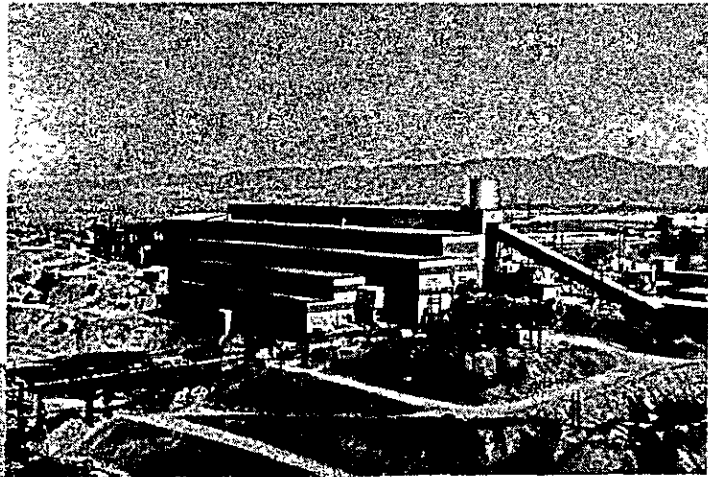


<写真9>

Cananea の銅鉞山 - Kino
露天掘

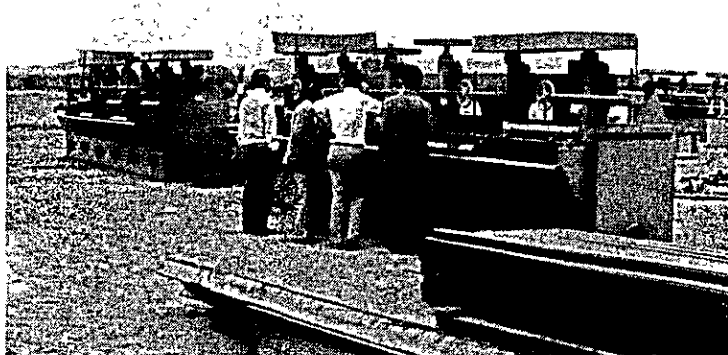
<写真10>

Compañía Minera de
Cananea, S.A.の選鉞工場



<写真11>

Cananea の銅鉞山と製錬所

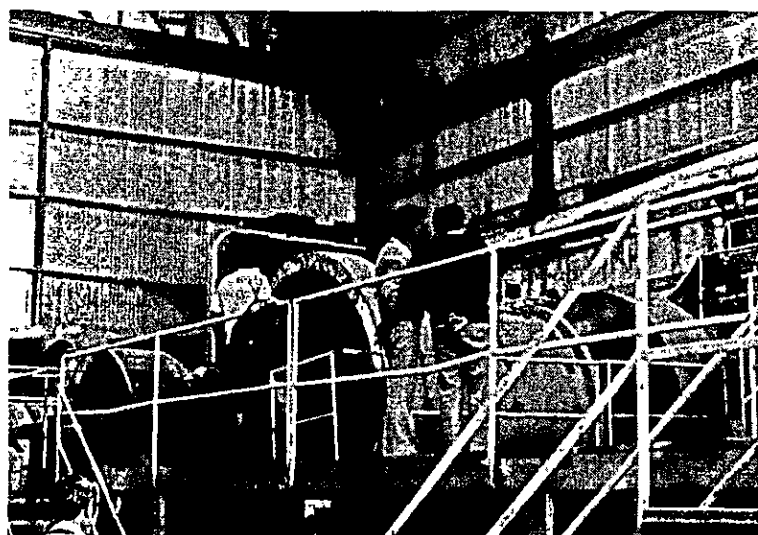


<写真 12 >

CFM Hermosillo 支所に
おいて建設中の選鉱工場
の選鉱機

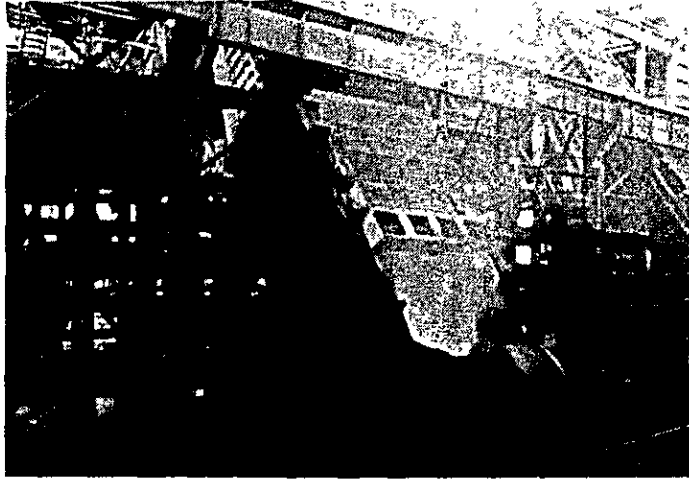
<写真 13 >

Real del Monte y Pachuca
で製作したポータブル選鉱機



<写真 14 >

CFM El Bote 買鉱選鉱工場

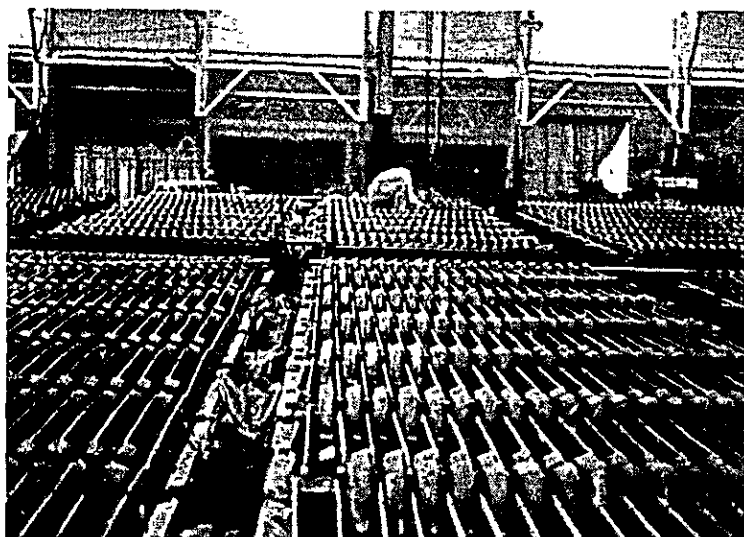
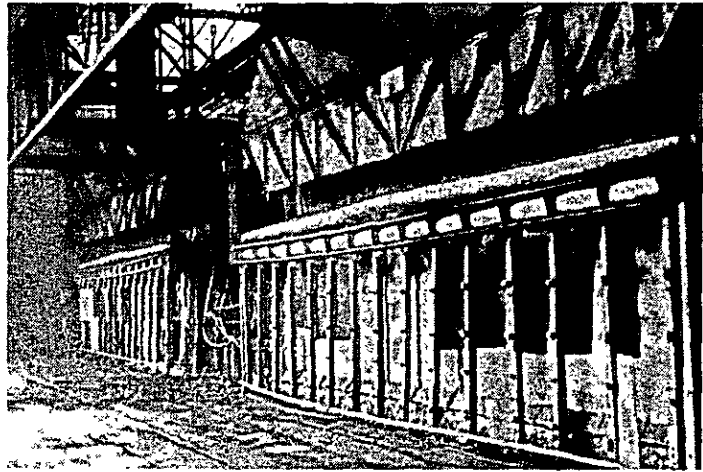


<写真 15>

Compañía Minera de Cananea
の熔鋅炉

<写真 16>

Zincamex, S.A. の亜鉛水平
蒸溜炉



<写真 17>

Cobre de México の銅電解槽

目 次

はじめに

I 調査団派遣の経緯と目的	1
1. 派遣に至る経緯と目的	1
2. 事前調査団の任務	1
3. 調査団の構成と日程	2
(1) 調査団の構成	2
(2) 調査団の日程	2
II 協力要請の背景	5
1. メキシコ合衆国における鉍工業経済事情	5
2. メキシコ合衆国の鉍業事情	9
3. メキシコ合衆国の鉍業政策	16
4. メキシコ合衆国における鉍山・選鉍工場・製錬所	20
5. メキシコ合衆国における鉍山・製錬分野の現状と技術レベル	23
6. 選鉍・製錬分野における教育状況	24
III メキシコ合衆国における鉍業行政, および鉍山・製錬所の実情	25
1. 鉍業関係機関	25
(1) 国有財産・工業振興省	25
(2) 鉍業振興局	26
(3) Tecamachalco 研究所	28
2. 鉍山・選鉍工場・製錬所の実情(現地調査)	33
(1) Compañía Minera de Cananea, S.A.	34
(2) Valencia 鉍山	42
(3) CFM 買鉍・選鉍工場	43
(4) El Bote 選鉍工場	44
(5) Patronato 選鉍 青化工場	47
(6) Compañía Real del Monte y Pachuca	51
(7) Cobre de México, S.A.	55
(8) Met-Mex Peñoles, S.A.	58
(9) Zincamex, S.A.	68
(10) 現場事業所における問題点	72

IV	要請内容に関するメキシコ側との協議	74
1.	メキシコ側の要請意図	74
2.	メキシコ側の要請意図についての調査団の所見	74
3.	技術協力の分野と課題についての討議	75
4.	供与機材についての検討	76
V	今後の技術協力の進め方に対する提言	78
1.	技術協力の分野と範囲	78
2.	技術協力の手法	79
3.	当面のスケジュール	80
4.	本プロジェクト実施計画(案)	81
参 考 資 料		
1	メキシコ政府の要請書	83
2.	調査団からメキシコ政府にあてた Talking Paper	95
3	Tecamachalco 研究所平面図と増設計画	101
4	参考文献一覧	105

1 調査団派遣の経緯と目的

1 派遣に至る経緯と目的

メキシコは古くから鉱物資源の保有国として知られ、金、銀、銅、鉛、亜鉛、鉄、硫黄、螢石等多種の産物を豊富に埋蔵し、生産量でも黒鉛、螢石、セレン、ビスマス、銀、重晶石、ヒ素、アンチモン、鉛、亜鉛および硫黄は世界でも5位内に入り、極めて豊富な鉱物資源国である。

メキシコ政府は、国有財産・工業振興省傘下の鉱業振興局（C. F. M. … Comision de Fomento Minero）を通じ、鉱業振興を推進してきており、特に技術面においては鉱業振興局の付属機関である Tecamachalco 研究所を通して技術開発、技術指導等を行ってきた。

メキシコにおいて鉱産物は国内工業部門のための主要な原材料であり、かつ外貨獲得のための主要な部分であり、メキシコ経済発展の重要な要素となっている。

しかしながら、これらメキシコの鉱物資源を活用するためには高度の技術が一段と要求され、また輸出の形態としても付加価値を高めて輸出することが必要となってきた。

そこで鉱業振興局は Tecamachalco 研究所を拡充し、技術開発力を強化し、これにより生産現場への技術指導力を強化し、もって鉱物資源をより高度に活用し、鉱業の振興に資する必要性を認識するに至った。

上記背景の下、1977年8月国際協力事業団より中南米技術協力調査団が派遣された際、メキシコ政府より非鉄金属の選鉱・製錬部門における技術協力の要請が鉱業振興局よりあり、次いで1978年6月2日公信第448号をもって正式要請があった。

本件事前調査団は上記要請を受け、1978年10月18日より11月16日まで、メキシコ側提出の要請書の内容について確認すると共に、具体的ニーズを把握し、協力の可能性について調査し、日本が実施しうる技術協力の範囲と分野を検討することを目的として派遣された。

2 事前調査団の任務

事前調査団の任務は下記事項についてメキシコ政府と協議し、調査および確認することである。

- (1) メキシコ側要請内容についての詳細ヒヤリングと確認
- (2) メキシコにおける鉱業事情および鉱業政策
- (3) 鉱業振興局、Tecamachalco 研究所等の協力相手機関の概要と役割
- (4) メキシコ国内における鉱山、選鉱・製錬所の視察調査
- (5) メキシコ鉱業の技術レベルおよび技術上の問題点の把握、および必要とされる技術内容の探索

(6) 日本が実施しうる技術協力の分野と範囲の検討

(7) 日本側技術協力手続の説明

3. 調査団の構成と日程

(1) 調査団の構成

	(氏名)	(担当)	(所属)
団長	黒子 孟夫	総括・製錬	金属鋳業事業団 海外部長
団員	中村 明	選 鉱	国際協力事業団 鋳工業開発協力部
"	岩 崎 昌 二	製 錬	同和鋳業株式会社 中央研究所
"	下 道 晶 久	企画・調整	国際協力事業団 鋳工業開発協力部

(2) 調査日程

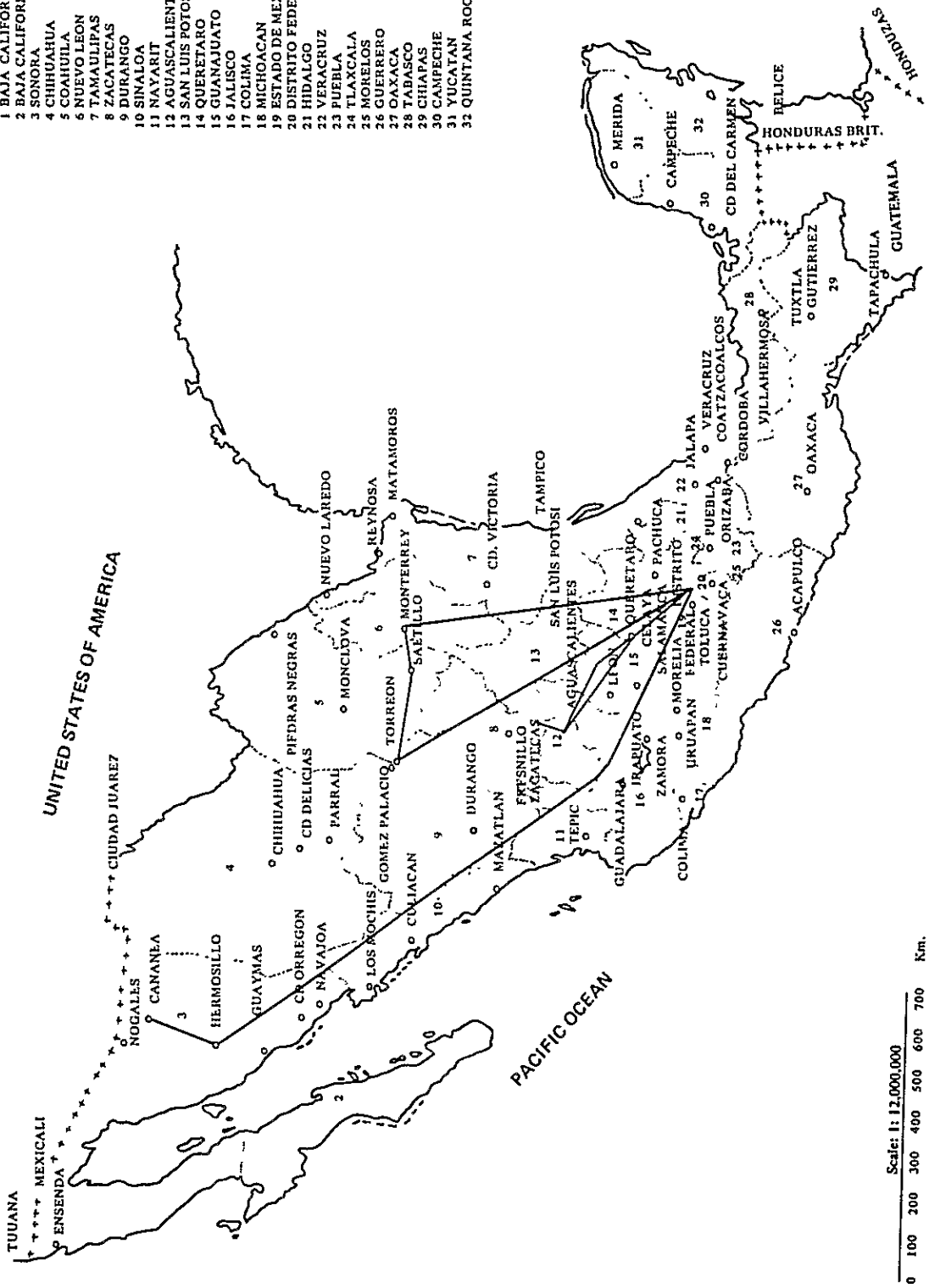
日順	月日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	10/18	水	東京 — ^{JL012} — Mexico City	移動
2	19	木		日本大使館, JICA事務所と打合せ, C.F.M 訪問
3	20	金		Tecamachalco 研究所と討議, 金属鋳業事業団, 同和鋳業訪問
4	21	土		チーム内打合せ
5	22	日		休日
6	23	月		Tecamachalco 研究所と討議, 国有財産・工業振興省次官と会見
7	24	火		Tecamachalco 研究所と討議, 金属鋳業事業団, 同和鋳業訪問, 鋳業事情聴取
8	25	水	Mexico City — Torreón	Met-Mex Penoles, S.A. 調査
9	26	木	Torreón — Saltillo — Monterrey	Zincamex, S.A. 調査
10	27	金	Monterrey — Mexico City	移動
11	28	土		休日
12	29	日	Mexico City — Hermosillo — Cananea	Compañía Minera de Cananea, S.A. 調査

日順	月日	曜日	行 程	調 査 内 容
13	10/30	月	Cananea — Hermosillo	Compañía Minera de Cananea, S.A. 調査
14	31	火	Hermosillo — Mexico City	C. F. M. Hermosillo 事務所訪問, 建設中の選鉱プラント調査
15	11/1	水		Tecamachalco 研究所と討議
16	2	木		チーム内打合せ
17	3	金	Mexico City — Pachuca — Mexico City	Compañía de Real Del Monte y Pachuca 調査
18	4	土		JICA 事務所, 金属鉱業事業団と打合せ
19	5	日	Mexico City — Aguascalientes	移動
20	6	月	Aguascalientes — Zacatecas	C. F. M. "Unidad El Bote" 調査
21	7	火	Zacatecas — Guanajato	C. F. M. "Patronato" 調査
22	8	水	Guanajato — Queretaro	La Valencia 調査
23	9	木	Queretaro — Mexico City	移動
24	10	金		Cobre de Mexico 調査, Tecamachalco 研究所と討議
25	11	土		チーム内打合せ
26	12	日		休日
27	13	月		Tecamachalco 研究所と討議, 同和鉱業訪問, 鉱業事情聴取
28	14	火	Mexico City <u>MA900</u> Los Angeles	移動
29	15	水	Los Angeles <u>JL061</u>	"
30	16	木	—— 東京	帰国

(注) C. F. M. …… Comision de Fomento Minero の略

(国有財産工業振興省・鉱業振興局)

- STATES
- 1 BAJA CALIFORNIA NORTE
 - 2 BAJA CALIFORNIA SUR
 - 3 SONORA
 - 4 CHIHUAHUA
 - 5 COAHUILA
 - 6 NUEVO LEON
 - 7 TAMAULIPAS
 - 8 ZACATECAS
 - 9 DURANGO
 - 10 SINALOA
 - 11 NAYARIT
 - 12 AGUASCALIENTES
 - 13 SAN LUIS POTOSI
 - 14 QUERETARO
 - 15 GUANAJUATO
 - 16 JALISCO
 - 17 COLIMA
 - 18 MICHOACAN
 - 19 ESTADO DE MEXICO
 - 20 DISTRITO FEDERAL
 - 21 HIDALGO
 - 22 VERACRUZ
 - 23 PUEBLA
 - 24 TLAXCALA
 - 25 MORELOS
 - 26 GUERRERO
 - 27 OAXACA
 - 28 TABASCO
 - 29 CHIAPAS
 - 30 CAMPECHE
 - 31 YUCATAN
 - 32 QUINTANA ROO



Scale: 1: 12,000,000
 0 100 200 300 400 500 600 700 Km.

II 協力要請の背景

1 メキシコ合衆国における鉱工業経済事情

メキシコ経済は長年にわたり高成長率を保ち、中南米地域の GDP（国内総生産）成長率も、ブラジルと共に高く、先進諸国の中に数えられる程である。鉱工業生産の伸びは、国内総生産として、1960～1970年には7.0%、1970～1974年で61%を保って来たが、その後オイル・ショックの影響を受け、1976年には2.2%台に低下したものの、1977年には再び64%と回復し、78年上期は5%の経済成長は達成されると見られている。これを支える主な工業生産品は表1、表2に見られるごときのものであるが、特に石油のウエイトが大きく、将来もこの国の主要収入源となろう（表3）。これは1973年頃からの石油確認埋蔵量が飛躍的に増加したことを裏付けとしており、1977年10月現在、確認埋蔵量150億バレル、推定埋蔵量300億バレル、潜在埋蔵量、1200億バレルの数字がある。また豊富な天然ガス資源も知られている。

このような明るい将来が見られるとはいえ、この国の貿易収支は連続赤字をつづけ（表4）78年も約22億ドルの赤字が予想されており、公的対外債務は77年で230億ドルを超えている。これにインフレ（現120%の物価上昇率）、年率3.5%の人口増加率、15%にお

表1 メキシコ工業生産の推移（1～5月）

	単 位	1977年	1978年	伸び率
トラック・商用車	台	33,559	56,953	69.7
自 動 車	台	70,268	108,293	54.1
鋼 線	1,000t	338.3	474.9	40.3
無 縫 鉄 管	1,000t	85.7	107.1	24.9
合 機	1,000t	87.1	108.8	24.9
肥 料	1,000t	1,320.6	1,575.1	19.4
紙	1,000t	384.0	444.6	15.8
カラー・テレビ	台	37,744	42,348	12.2
セメント	1,000t	5,183.9	5,676.7	9.5
板 ガ ラ ス	1,000t	38.5	38.7	0.6
電 気 銅	1,000t	32.4	30.4	△6.4
ブ リ キ	1,000t	82.1	71.5	△13.0

（予算企画省統計局）

表2 メキシコ工業生産成長見通し

	1977年(実績)	1978年(5月現在)
製造業総計	23	80
石油・石油化学品	211	25.0
金属鉱業	△23	3.0
鉄 銅	20	8.0
建築材料	2.1	8.0
紙	4.5	6.0
基礎化学品	8.2	7.0
自動車	△116	80
繊維・衣類	△0.1	5.0
食品・飲料	73	60
家庭用電気製品	△25	70

(Banco Nacional de México)

よぶとされる失業率、等で示される伝統的な経済問題が加わる。

1976年12月に就任した Lopez Portillo 大統領は、前 Echeverria 政権の「ナショナルリズム」および「第3世界の交流」を提唱し、中南半のリーダーとして処した政策に代って、金融危機の克服、メキシコ経済に対する対外的信頼感の回復、経済成長の安定維持といった政策を実施しており、米国との関係を密にし、世銀、IMF、連邦銀行等の意見を聞き、その勧告を受けて経済の正常化に努力している。

メキシコ経済において、貿易収支が赤字となった理由を見てみると、次のようにいえる。

輸出 -- ①石油、②コーヒー、③エビ、④綿花、⑤トマト、⑥螢石、⑦亜鉛、⑧砂糖。

輸入 -- ①工作機械、②電気機器、③有機化学品、④石油製品、⑤自動車部品、⑥プラスチック資材、⑦メーター類、⑧無機化学品。

表3 石油収入の見通し

(単位：100万ドル)

1974	1975	1976	1977	計 (以上実績)	1978	1979	1980
128	460	557	916	2,061	2,200	3,800	6,900
1981	1982	1983	1984	1985	1978年価格による		
8,000	8,900	9,700	10,600	11,400	(Pemex Banco de Mexico)		

表4 貿易収支

(単位：100万ドル)

	輸 出	輸 入	収 支
1974	2,800	6,100	△3,200
1975	2,900	6,600	△3,700
1976	3,297.8	6,029.6	△2,731.8
1977	4,092.9	5,487.5	△1,394.6
1978 (第1 4半期)	1,217.3	1,402.4	△ 185.1

この輸出輸入のバランスで、メキシコの発展のために必要な機材が輸入されており、一方この国の輸出品として、石油が重要視されていることが判る。ただメキシコの場合他の中南米諸国より恵まれているのは、アメリカ・カナダ等より年間54億ドルの「観光収入」があり、また米国との国境が自由貿易地帯であるためメキシコ人が米国に季節労働者等として稼いだ「国境取引」が4億ドルあり、更に国境の両側では、賃金格差の大きいため、人手を要するプロセスをメキシコ側で行ってコストを下げるアメリカ側の政策により生ずる「保税加工区の収入」が5億ドルあり、約14億ドル程の収入が加味される点が他国より有利である(表5)。

表5 国際収支(1977年)

(単位：100万ドル)

1. 経常収支	△1,779.7	運 賃	218.0
収 入	8,009.7	観 光	326.7
商 品 輸 出	4,092.9	国 境 取 引	1,059.9
保 税 加 工	502.7	投 資 関 係 支 出	2,185.9
金 銀	185.3	そ の 他	459.8
運 賃	216.8	移 転	20.9
観 光	863.3	2. 資本収支(純)	2,462.3
国 境 取 引	1,453.8	長 期(純)	3,987.4
投 資 収 益	150.2	公 的 部 門	3,901.1
そ の 他	350.2	民 間 部 門	86.3
移 転	194.1	短 期(純)	△1,525.1
支 出	9,789.4	3. 誤差脱漏	△ 212.0
商 品 輸 入	5,487.5	4. 収 支	470.7
金	30.9		

(Banco de México より)

ともかく、メキシコは工業化はかなり進んでいるに拘らず、工業化を進めるために必要な資本財の購入もあって、国の収支は赤字をつづけており、このため輸出しうるものを増し、輸入するものは出来るだけ国産化してこれを減そうと努力している現状である。

メキシコ政府は、積極的な工業化政策を進めており、表6の公共投資に見るように、石油開発・精製を最重要視しているが、鉄鋼・基礎化学工業製品・ガラス・セメント・電力等重要工業原料・エネルギー生産にも力を入れており、これらはほぼ国内自給できる水準になっている。

表6 メキシコ1976～77年公共投資

(単位：100ペソ)

	76年実施額	構成比%	77年8月承認額	構成比%
総計	108,610.8	100.0	170,924.4	100.0
農牧・林業	14,134.5	13.0	26,537.9	15.5
水産	960.3	1.7	3,223.9	1.9
工業	49,954.9	46.0	88,133.7	51.6
エネルギー	32,792.8	30.2	60,679.8	35.7
電力	15,537.0	14.3	22,517.7	13.2
石油・ガス	17,087.9	15.7	38,043.1	22.3
原子力	1,679	0.2	4,190	0.2
化学	4,363.3	4.0	12,692.2	7.4
肥料	599.1	0.6	2,641.7	1.6
鉄	7,694.2	7.1	4,527.9	2.6
鉱業	369.6	0.3	1,286.3	0.8
飲料・食料	2,636.1	2.4	3,380.3	2.0
木, 紙, 印刷	490.4	0.5	1,587.2	0.9
投資・振興	144.4	0.1	1,829	0.1
運輸・通信	20,826.1	19.2	30,920.3	18.1
商業	982.5	0.9	937.3	0.5
住宅等	7,178.1	6.6	9,552.4	5.6
教育	5,045.7	4.6	6,145.8	3.6
観光	1,372.0	1.3	1,475.5	0.9
社会保障	3,535.5	3.3	3,290.3	1.9
行政・軍	4,621.2	4.2	2,621.1	1.5

このような工業化の中で鉱業の国全体に占める寄与率は少い（13%程度）とはいえ、メキシコは昔から鉱物資源の保有国として知られており、鉱産物の輸出に占める割合は相当に高い（14～15%程度）。従ってメキシコにとって鉱業の振興は、経済安定化施策の重要な一環と考えられているのである。

2. メキシコ合衆国の鉱業事情

メキシコは、豊富な鉱産国として知られ、銀の生産量は世界第1～3位、螢石（セレサイト）は世界第1位であり、その他世界生産量の5～10位に位するものとして、鉛（5位）、亜鉛（7位）、水銀（7位）、アンチモン（6位）、重晶石、セレン（5位）、ピスマス、硫黄、ヒ素（4位）、黒鉛（4位）、天然ガス（10位）等があり、石油の埋蔵量は恐らく世界第1位でないかとの情報もある。

しかしながら鉱産物の生産は、1960年代に行われたメキシコ化政策のため、外資の導入が排除され、また資源を温存しようとする政策が災して余り伸びてない。最近雇用の促進と外貨獲得のため、鉱業の再開が検討され、国が主導する形で積極的な開発が進められるようになった。最近の鉱業生産の推移を表7に示す。最近の生産増は著しい。

またメキシコ全国の輸出入高に占める鉱山冶金産物輸出入高を表8に示す。1976年では鉱山冶金産物の輸出高は、メキシコ全国輸出高の13.4%をしめる。鉱山冶金産物の輸出入バランスをとれば、常に黒字で、特に1976年は33億ペソになっており、メキシコにおいて鉱業が重要な役割をもつことが判る（表9、10）。

図1にメキシコの主要鉱山分布図を示す。

一般に鉱産物は、アメリカ国境に近いChihuahua, Coahuila, Sonoraの3州に多く産出し、ついで中央部のSan Luis Potosi, Zacatecas州等がこれにつぐ。Au, Agは中央部Durango, Guanajuato州などが歴史的産物である他、Chihuahua州にも小選鉱場がある。Cuは北部東地区のSonora州が銅産州として知られ、Camanea, Caridad等の大工場がある。Pb・ZnはChihuahua, Zacatecas, Coahuila, San Luis Potosiの各州に多い。螢石はCoahuila州に集中し、また水銀はQueretaro, Zacatecas州に多い。MnはHidalgo州に大鉱山があり、磷酸塩はBaja California Sur州に産する。各州別の主要鉱種生産量を表11に示した。

なお、メキシコにおける主要鉱山会社の概要を表12に、またメキシコの鉱山労働者数について表13に示した。

表7 メキシコにおける最近の鉱業生産量の推移(1971~1977)

生産	生産高 (百万ペソ)							生産量 (千t)						
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
合計	6772.2	7241.8	9104.1	13286.9	13128.4		25,214							
貴金属	788.4	900.7	1394.0	2497.2	2394.2	3324.3		(t)						
金	77.7	107.1	161.0	268.2	293.3	331.3		4.7	4.5	4.1	4.2	4.5	5.1	6.6
銀	710.7	793.6	1232.9	2229.0	2100.9	2993.0		1100.0	1100.0	1200.0	1200.0	1200.0	1326	1463
非鉄工業金属	3067.3	3349.3	4230.2	6708.1	5220.5									
鉛	598.3	665.9	788.3	1295.4	1089.6	1515		156.9	161.4	179.2	218.0	178.6	164.8	163.5
銅	836.9	1013.1	1613.8	2191.4	1159.9	1678		63.1	78.7	80.5	82.7	78.2	89.0	89.7
亜鉛	1164.1	1320.0	1477.5	2475.3	2459.2	3061		265.0	271.8	271.3	262.7	228.9	259.2	265.5
アンチモン	65.4	46.1	48.0	145.8	138.5	134.0		3.4	3.0	2.3	2.4	3.1	2.5	2.7
ヒ素	15.6	8.0	7.0	24.8	25.9	29.0		8.7	4.5	3.8	7.2	4.6	4.2	4.4
ビスマス	87.3	62.0	74.6	161.5	84.9	117		0.6	0.6	0.5	0.7	0.4	0.6	0.7
錫	22.0	17.3	17.5	42.7	36.6	-		0.5	0.4	0.2	0.4	0.4	0.5	0.2
カドミウム	97.3	116.6	145.8	219.0	134.5	157		1.7	1.8	1.4	2.0	1.6	1.8	1.8
水銀	133.0	58.3	20.3	96.8	33.4	26		1.2	0.8	0.1	1.0	0.5	0.5	0.3
セレン	12.8	10.9	10.0	20.8	21.7	-		0.05	0.04	0.03	0.05	0.06	0.06	0.05
タンタム	30.9	27.4	25.6	30.8	32.4	32		0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
セリウム	3.7	3.7	1.9	2.2	1.2	1		0.1	0.08	0.04	0.04	0.01	0.02	-
ニッケル	-	-	-	1.2	2.7	-		-	-	-	0.02	0.05	-	-
インジウム	-	-	-	0.4	-	-		-	-	-	-	-	-	-
製鉄業・金属鉱物	1405.8	1557.1	1718.0	1967.7	2855.2	437.7								
炭素	18.4	15.7	16.1	19.9	27.4			167.5	143.2	147.1	181.3	176.8	-	-
コークス	489.0	540.3	595.3	637.3	1179.7	1260		1588.7	1775.5	1934.4	2070.6	2088.0	2187.9	2437.2
鉄	739.0	824.4	888.9	1069.6	1392.1	1900		2818.7	3053.4	3113.4	3338.3	3369.3	3644.3	3587.2
マンガン	159.5	176.7	217.5	240.9	256.0	317		96.1	106.4	131.0	145.1	154.2	163.2	175.2
非鉄金属鉱物	1446.3	1363.9	1621.2	1945.4	2455.8									
硫酸	454.2	363.9	619.7	895.0	1248.7	1805		1178.5	944.2	1603.2	2322.3	2164.3	2149.7	1866.2
黄鉛	31.6	34.1	40.5	38.8	37.7	37.0		50.9	55.1	65.3	62.6	60.8	60.3	58.4
重晶石	72.1	67.8	56.2	68.7	94.9	94.0		279.7	261.4	255.2	271.7	300.00	270.0	270.7
ドロマイト	27.2	29.2	24.6	25.6	20.9	21		453.4	486.0	410.1	426.7	348.7	347.0	433.4
螢石	733.3	730.7	736.8	754.8	887.0	855		1181.0	1042.4	1085.8	1112.2	1088.8	895.5	660.1
カオリ	5.8	5.8	7.5	7.5	9.6	-		72.6	71.9	94.3	93.4	120.4	-	-
珪酸	59.0	60.0	61.7	77.1	77.8	-		393.4	404.6	411.4	514.0	519.0	500.0	626.7
石灰	58.4	67.4	68.1	62.4	56.5	64		1298.2	497.7	1514.4	1386.8	1255.9	1414.2	1495.7
石炭	4.7	5.0	5.7	15.5	22.6	18.0		58.3	62.7	71.5	194.1	282.5	224.4	285.5
その他の非金属鉱物	64.4	70.8	140.7	168.5	202.7									
不純結土	n.d.	n.d.	4.2	4.1	3.2			n.d.	n.d.	141.2	138.4	106.3		
ベントナイト	n.d.	n.d.	4.5	6.1	8.3			57.6	37.9	45.7	61.2	82.5		
石灰石	n.d.	n.d.	0.4	0.6	0.8			7.7	3.9	4.3	5.5	7.6		
石英	n.d.	n.d.	51.2	70.6	69.8	71		3000.0	4068.4	3418.6	4706.8	4651.8	4762.6	4749.6
天然石膏	n.d.	n.d.	3.5	5.7	2.8			35.0	24.4	18.2	29.5	14.7		
珪藻土	n.d.	n.d.	2.3	2.9	2.7			21.8	9.0	19.5	23.6	22.7		
長石	n.d.	n.d.	12.6	24.1	18.7			99.3	98.3	97.1	185.3	143.8	73.2	114.3
マグネサイト	n.d.	n.d.	10.9	8.4	15.0			13.0	20.8	28.7	22.1	39.5		
大理石	n.d.	n.d.	0.8	1.3	0.6			8.6	5.8	3.7	5.7	2.7		
雲母	n.d.	n.d.	0.4	0.4	0.3			0.7	0.8	0.8	0.8	0.6		
バーライト	n.d.	n.d.	0.6	0.6	1.0			11.1	12.8	13.4	12.1	19.1		
芒硝	n.d.	n.d.	45.4	37.1	75.0			132.6	127.8	173.9	148.3	300.1		
タフラー	n.d.	n.d.	0.6	0.8	0.5			1.7	3.1	2.1	2.6	1.5		
フラー	n.d.	n.d.	0.3	0.4	0.1			20.2	30.3	50.3	53.9	38.2		
珪灰	n.d.	n.d.	0.3	0.4	0.1			3.2	0.6	1.5	2.0	0.5		

出所：鉱山・石油総局 - 統計総局
- CRNNR 年統計

表 8 - 1 輸出鉱山・冶金産物

(百万ペソ)

産 物	1971	1972	1973	1974	1975	1976
輸出合計(全国)	17875.0	20815.8	25880.8	35275.0	35732.8	51088
鉱山冶金輸出合計	2543.1	2683.0	4656.8	6094.3	6516.3	6835.6
部 分 計	1944.8	2085.5	4351.6	5923.2	5312.4	
精 錬 銀	—	—	2232.7	1266.4	1708.5	1782.9
精 錬 亜 鉛	146.9	171.2	53.6	996.9	821.9	1792.2
螢 石	524.5	516.1	477.8	606.3	617.7	598.0
硫 黄	197.7	136.1	225.2	532.7	555.2	750.0
精 錬 鉛	215.3	228.0	251.5	750.2	540.8	582.4
棹 銅	136.0	242.9	287.6	238.0	276.7	187.9
亜 鉛 精 錬	243.3	296.6	291.7	617.7	265.6	—
食 塩	122.7	194.0	151.4	221.7	232.0	376.4
鉛 酸 化 物	139.8	131.9	208.8	313.2	144.0	—
ピスマス 棒	28.3	31.4	28.4	147.4	75.2	92.0
不 純 銀 棒	26.8	32.0	32.9	41.4	30.4	—
重 晶 石	28.0	31.6	28.0	28.8	23.5	27.1
金 属 水 銀	110.1	53.4	63.0	85.8	20.4	11.1
粉末カドミウム	19.5	14.6	12.6	26.8	0.5	—
精錬カドミウム	5.9	5.7	6.4	49.9	n.d.) 25.2

表 8 - 2 輸入鉱山・冶金産物

(百万ペソ)

産 物	1971	1972	1973	1974	1975	1976
輸入合計(全国)	28130.2	33971.1	47668.0	75708.9	82251.9	90989
鉱山冶金輸入合計	1244.1	1330.8	2386.2	4218.0	5492.3	3495
部 分 計	956.4	1084.7	2091.2	3823.2	5032.5	1780.2
鉄	361.6	345.5	922.9	1728.5	2515.8	1030.9
燐 灰 土	99.2	113.5	146.5	544.0	990.4	—
コ ー ク ス	93.9	179.7	210.8	223.8	350.7	—
カ ー ボ ン	76.3	117.2	92.0	176.2	338.2	—
ア ス ベ ス ト	118.2	124.1	171.3	255.8	329.9	—
ニ ツ ケ ル	75.1	65.3	56.8	64.3	165.7	146.7
ア ル ミ ナ	—	—	96.9	129.1	160.0	—
アルミニウム	5.9	52.8	231.1	294.5	127.0) 214.5
ク ロ ム	26.2	11.9	15.1	26.4	34.3	46.5
チ タ ニ ウ ム	20.5	18.5	22.4	29.8	12.5	42.1
錫	66.9	44.3	112.6	189.5	5.5	154.6
銅	12.6	11.9	12.8	161.3	2.5	9.2

表9 鉱山・冶金産物の輸出入バランス

(百万ペソ)

年	輸 出	輸 入	残 高
1971	2,543.1	1,244.1	1,299.0
1972	2,683.0	1,330.8	1,352.2
1973	4,656.8	2,386.2	2,270.6
1974	6,094.3	4,218.0	1,876.3
1975	6,516.3	5,492.3	1,024.0
1976	6,835.6	3,495.0	3,340.6

表10 メキシコの輸出入バランス

(百万ペソ)

年	輸 出	輸 入	差 引
1971	17,875.0	28,130.2	△10,255.2
1972	20,815.8	33,971.1	△13,155.3
1973	25,880.8	47,668.0	△21,787.2
1974	35,275.0	75,708.9	△40,433.9
1975	35,732.8	82,251.9	△46,519.1
1976	51,088.0	90,989.0	△39,301.0

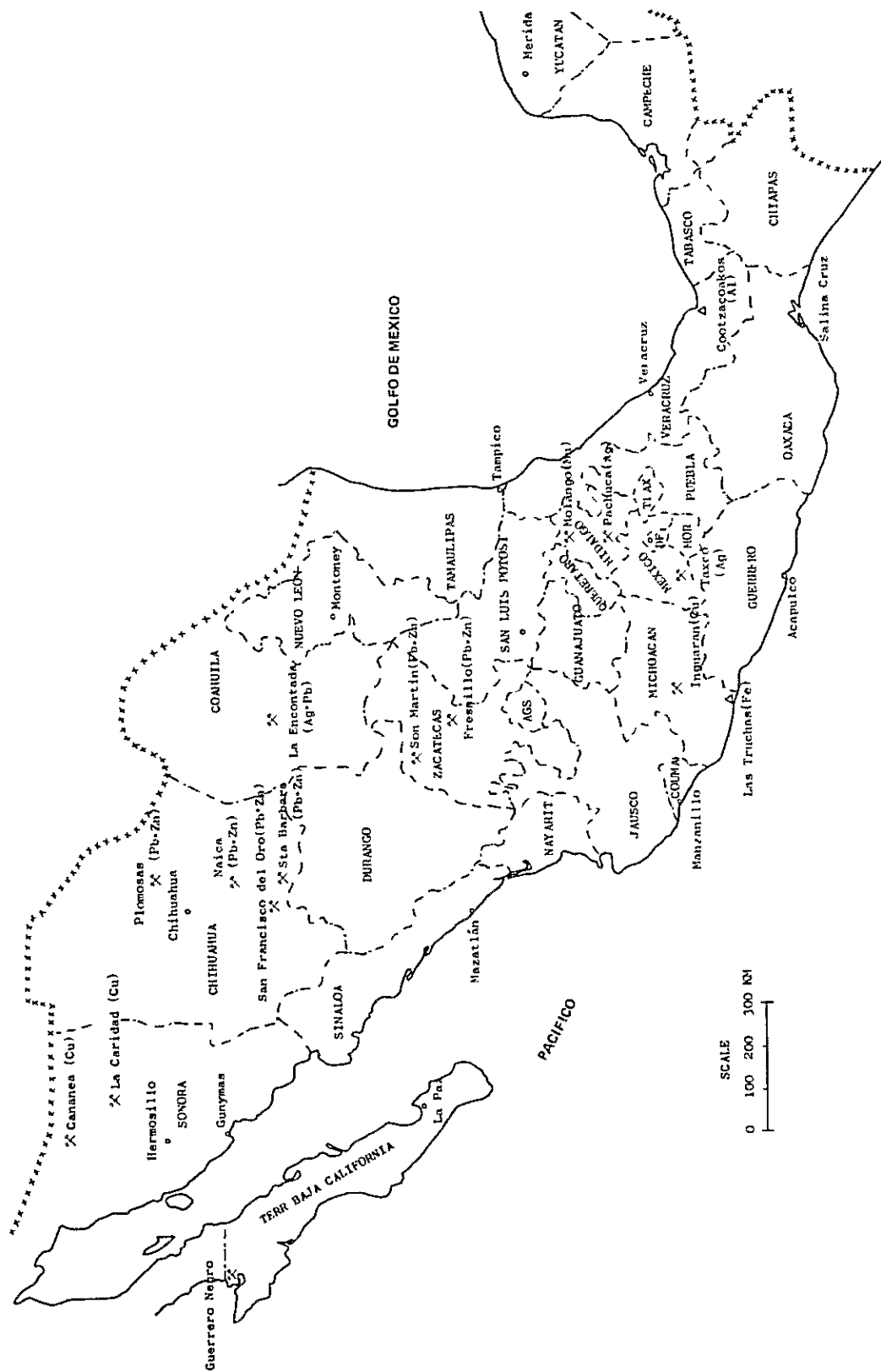


図1 メキシコの主要金属鉱山分布図

表 11 各州別の主要鉱種生産量（1973年）

州 名	Au(kg)	Ag(t)	Cu(t)	Pb(t)	Zn(t)	螢石(t)
(1) Chihuahua	529	378	1,250	110,800	145,800	164,800
(2) Zacatecas	531	160	6,000	19,400	43,600	180
(3) Sonora	261	27	41,700			2,000
(4) Coahuila	28	31	430	12,900	3,860	273,300
(5) San Luis Potosi	249	86	4,340	7,300	17,200	330,500
(6) Guerrero	68	21	490	2,500	14,000	
(7) Durango	1,254	120	410	5,600	2,450	27,000
(8) Hidalgo	538	136	670	6,500	13,200	28,500
(9) Guanajuato	383	38	55	15		256,100
(10) Sinaloa	21	18	440	2,950	13,100	
(11) Oaxaca	168	11	96	470	475	
(12) Baja California			1,648			
(13) Nuevo Leon		109		75	708	
(14) Jalisco	52	32	501	2,260	4,920	2,800
そ の 他	98	6	11,300	173,940	2,667	
計	4,180	1,173	77,330	3,160	261,980	1,085,180

表12 主要鉱山会社の概要

鉱山会社名	資本金 百万ペソ	資本構成	所属鉱山
Industrial Minera Mexico, S.A.	840	アサルコ 34% メキシコ 資本 66%	Inguaran, Plomosas, Sta. Barbara, Sn Martin
Industrias Peñoles, S.A de C.V.	549	メキシコ 資本 93% 外資 7%	Fresnillo, Naica, La Encarrtada
Cia Minera Frisco, S.A.	160	メキシコ 資本 69.5% 米資本 30.5%	Sn, Francisco del Oro
Cia Minera de Cananea, S.A.	660	Anaconda 49% NAFIN 5% CFM 13%	Cananea (1971.8 国有化)
Mexicana de Cobre, S.A de C.V.	300	メキシコ 資本 56% NAFIN 38% CFM 6%	La Caridad
Cia Minera AuTRAN, S.A de C.V.	300	メキシコ 資本 55.5% NAFIN 29% CFM 5% 住商N.Y. 10.5%	Molango

(金属鉱業団メキシコ事務所資料)

表13 鉱山労働者数

(千人)

	鉱工業全体	鉱業	%
1974	3,924	133	3.38
1975	4,095	141	3.44
1976	4,268	150	3.52

3. メキシコ合衆国の鉱業政策

メキシコは植民地時代より、鉱山の開発が進められ、また諸外国が自国のため投資を行いメキシコは鉱物供給者となっても、メリットを得られない時代が長かった。このため1961年、鉱業のメキシコ化が行われ、「メキシコ人、およびメキシコの法律に基づいて設立された会社およびメキシコ人によってその登録資本金の大部分が所有されている会社のみが、鉱物資源の採掘と精製について法律の規定するコンセッションを獲得する権利を享受すること」が規定された。1963年に最後の国有化を行ない、多国籍企業の手にあった石油を国の手に回収した。

1975年12月、新鉱業法が公示され、1976年2月より発効した。上記の考えの下に「国が与える各種の刺激策が、少数の大企業に集中しない様にし、又鉱山を開発・近代化し、その完成により各鉱産物が国際水準での競争力をもつように転換させ、鉱山労働者の生活水準および生活環境を向上せしめ、且つ雇用の機会を与えること」をその目的としている。

鉱業の振興は、国有財産・工業振興省の所管であり、この傘下の部局である鉱業振興局（CFM）が鉱業行政一般を管理し、鉱物資源局（CRM）が鉱山地質調査等を扱い、鉱山局が石油天然ガス等を担当する。

新鉱業法では、鉱業の振興のため、CFMに機能付与することをうたっており、CFMは中小の企業に直接資本参加して強力に技術援助・育成を行っており、参加企業30数社、参加比率数%～100%におよぶ（表14）。

メキシコ鉱業の構造は、表15に示すように、国家が資本投資している鉱山が生産高で約 $\frac{1}{2}$ を占め、私企業の所有する大鉱山が $\frac{1}{2}$ 、中小の鉱山がその残りを占める。特に燐硫黄・カリ等の探鉱採掘および精製には、国による独占、鉄および石炭に対する探鉱・採掘・精製には、国の介入が強化される措置がとられている。

メキシコ鉱業は、前述のようにメキシコ経済発展の一翼を担っており、このため強大な投資を必要とする大型プロジェクトの遂行が望まれている。従来の資源保全を主としていた態度から、積極的な取組みへの変換が見られるが、メキシコ国内での投資では不足するので外資の導入を必要とする。

1973年5月、メキシコの投資を促進し、外国投資を規制するための法律が成立した。この法律では、殆んど分野について、出資比率を外資49%までとし、経営面でも主導権を他国に渡さないように、石油・基礎石油化学・電力・電信等を政府独占事業とするといったメキシコ化と共に、「外資を歓迎し、必ずしもメキシコ化を強制せず、柔軟な態度で対処する」といった弾力的運営をも考え、輸出可能な余力をもつ産業、効率的な輸入代替産業、最近技術の導入、新規雇用促進、地方開発に役立つ産業のような資本財生産のための外資を特に歓迎するように見受けられる。

鉱業に対する投資は活発化するものと思われ、現政権中鉱業関係全体で行われる投資総額は

表 1 4 CFM の資本参加企業

(各企業に参与した金額と全資本に対する%)

単位 ペン

EMPRESA	1971	1976	%
Total:	278,739,358.80	798,185,917.79	
1. Zincamex, S.A.	156,192,000.00	168,192,000.00	95.62
2. Cia. Exploradora del Istmo, S.A.	28,641,165.15	28,641,165.15	51.00
3. Azufres Nacionales Mexicanos, S.A. de C.V.	19,800,000.00	19,800,000.00	66.00
4. Azufre Panamericana, S.A.	18,850,993.45	143,225,993.45	36.01
5. Mexicana de Cobre, S.A.	18,000,000.00	18,000,000.00	6.00
6. Azufera Nacional, S.A. I/	8,517,000.00	--	--
7. Azufres Moralar, S.A. de C.V.	5,940,000.00	5,940,000.00	33.00
8. Fosforitas Mexicanas, S.A. de C.V.	4,999,000.00	4,999,000.00	33.33
9. Azufre Limonta, S.A. de C.V.	3,960,000.00	3,960,000.00	33.00
10. Minera Lampazos, S.A. de C.V.	3,920,000.00	3,920,000.00	32.00
11. Quimica Fluor, S.F. de C.V.	3,570,000.00	52,700,000.00	17.00
12. Cia. Minera Santa Rosalia, S.A.	1,950,000.00	5,550,000.00	39.64
13. Cia. Nacional Explotadora de Asbestos, S.A. 2/	1,600,000.00	--	--
14. Impulsora Minera de Anganguero, S.A. de C.V.	1,500,000.00	1,500,000.00	33.33
15. Cia. Minera Cedros, S.A. de C.V.	900,000.00	900,000.00	15.00
16. Mineralea Submarinos Mexicanos, S.A.	399,000.00	399,000.00	11.01
17. Roca Fostórica Mexicana, S.A. de C.V.	399,000.00	86,644,000.00	91.07
18. Cia. Minera de Cananea, S.A.	--	78,000,000.00	13.00
19. Exportadora de Sal, S.A.	--	40,471,650.00	25.00
20. Refractarios Mexicanos, S.A.	--	29,484,283.87	33.34
21. Cia. Cuprifera La Verde, S.A.	--	21,580,034.00	26.00
22. Jalumex, S.A. de C.V.	--	20,000,000.00	100.00
23. Expiomin, S.A. de C.V.	--	15,180,000.00	33.00
24. Cia. de Real del Monte y Pachuca	--	13,916,019.42	100.00
25. Consorcio Minero Benito Juárez-Pena Colorada	--	12,000,000.00	4.76
26. Cia. Minera Atlán, S.A. de C.V.	--	9,375,000.00	6.87
27. Cia. Minera La Pimuita, S.A.	--	5,220,000.00	99.81
28. Exportadora e Importadora de Mineralea, S.A. de C.V.	--	5,047,571.70	100.00
29. Macozzac, S.A.	--	4,795,000.00	99.97
30. Cia. Minera Corzo, S.A. de C.V.	--	3,770,000.00	100.00
31. Impulsora Minera e Industrial de Baja California, S.A.	--	3,750,000.00	99.97
32. Cia. Minera Comonfort, S.A.	--	3,150,000.00	45.00
33. Cia. Minera Nacozari, S.A. de C.V.	--	2,500,000.00	15.00
34. Estudios Mineros Japon-México, S.A. de C.V.	--	1,650,000.00	66.00
35. Exmex, S.A. de C.V.	--	1,125,000.00	15.00
36. Barreras de Acero y Aguces, S.A.	--	500,000.00	27.77
37. Asesoría Técnica Industrial, S.A. de C.V.	--	200,000.00	20.00
38. Comercial Carbonera, S.A.	--	200,000.00	20.00
1/	Liquidada en 1975		
2/	Liquidada en 1976		

表15 1975年におけるメキシコ鉱山の構造

(百万ペソ)

	国の関与 した鉱山		民間 大 鉱 山		民間 中 小 鉱 山		計
		%		%		%	
生産高	4,795.2		6,054.0		2,073.3		12,923.0
同 %	37.1		46.8		16.1		100.0
金	733	25.0	79.2	27.0	140.8	48.0	293.3
銀	1,113.5	53.0	283.6	13.5	703.8	33.5	2,100.9
鉛	14.2	1.3	762.7	7.0	312.7	28.7	1,089.6
銅	742.3	64.0	348.0	3.0	69.6	6.0	1,159.9
亜鉛	61.5	2.5	2,250.2	91.5	147.5	6.0	2,459.2
アンチモン			137.1	9.9	1.4	1.0	138.5
ヒ素			25.9	100.0			25.9
ビスマス			84.9	100.0			84.9
カドミウム	27	2.0	94.1	7.0	37.7	28.0	134.5
セレンウム			21.7	100.0			21.7
炭素・コークス	512.2	42.4	457.5	37.9	237.4	19.7	1,207.1
鉄	800.0	57.5	556.8	4.0	34.8	2.5	1,392.1
マンガン	225.3	8.8	—	—	30.7	12.0	256.0
黒鉛			37.7	100.0			37.7
ドロマイト			20.9	100.0			20.9
螢石			742.4	83.7	144.6	16.3	887.0
珪酸			77.8	100.0			77.8
石こう			56.8	100.0			56.8
硫黄	1,248.7	100.0					1,248.7
燐灰石	1.5	7.0	17.0	75.0	4.1	18.0	22.6
錫					36.6	100.0	36.6
水銀					33.5	100.0	33.5
タングステン					32.4	100.0	32.4
モリブデン					1.2	100.0	1.2
重晶石					94.9	100.0	94.9
カオリン					9.6	100.0	9.6

(注) 中鉱山：純徴収月額75,000\$以上～30万以下，純売上額年間150万\$～600万\$の鉱業者

小鉱山：純徴収月額75,000\$以下，純売上額年間150万\$以下の鉱業者

500億ペソの巨額に達する予定といわれ、77年には70億ペソ以上が鉱業に投資された。1962年メキシコ化が進められて以来の経済社会的前進として、次のようなことが指摘される。

- 1) 1960年の各種鉱産物の確認埋蔵量は僅か2億34百万tであったが、77年には18億36百万tに達している。
- 2) 1960年からの17年間に17州にわたり、35の新鉱脈・鉱山が発見された(表16)。
- 3) 選鉱工場数は1960年の82から77年に332となった。
- 4) 同期間銅熔錬・鉛熔錬能力はそれぞれ63%、53%の伸びを示している。
- 5) また、電気銅、鉛地金、電気亜鉛(または蒸留亜鉛)の生産量はそれぞれ、150%、33%、225%の大巾な伸びを示している。
- 6) 鉱業関係就業者数は6万人から15万人に増加した。

表16 1960～1977年に発見された鉱脈

- 1) 銅…ラ・カリダ、ロスベルデス(ソノラ州)、イングラン、ラ・ベルデ(ミチョアカン)、エル・アルコ(バハ・カリフォルニヤ州)
 - 2) 銀・鉛・亜鉛…レフォルマ(チワワ州)、ラ・ネグラ(ケレタロ州)、ラス・トレスラ・ルス(グアナファート州)、レアルデアンヘレス、ベタグランデ(サカテカス州)、ラムパソス、エル・テコロテ(ソノラ州)、ベラルデーニヤ、ラ・シェネガ(ドラongo州)、ラ・エンカンターダ(コアウイラ州)、ウアウトラ(モンロス州)、アマルチア、クアレ(ハリスコ州)、レアル・デ・カトルセ(サン・ルイス・ポトシ州)
 - 3) 金…ピンサン、モラド(ゲレロ州)
 - 4) モリブデン…クモバデイ(ノノラ州)
 - 5) 鉄鉱石…ヘラクレス(コアウイラ州)、ベーニヤ・コロラダ(コリマ州)、ラス・トルーチヤス(ミチョアカン州)
 - 6) 石炭…カルボニフェラ・デ・メヒコ、リオ・エスコンデイド(コアウイラ州)
 - 7) マンガン…モランゴ(イダルゴ州)
 - 8) 螢石…リオ・コロラド、リオ・ベルデ(グアナファート州)
 - 9) 燐…ラ・ネグラ(イダルゴ州)、サン・イラリオ(南バハ・カリフォルニヤ州)
 - 10) 重晶石…ラ・ミニータ(ミチョアカン州)
 - 11) アスベスト…プロジェクト・ペガソ(オアハカ州)
 - 12) 硫酸ナトリウム、酸化マグネシウム…ラグーナ・デ・レイ(コアウイラ州)
- 註) アンダー・ラインのあるものは後にふれる。

4. メキシコ合衆国における鉱山・選鉱工場・製錬所

メキシコにおける主要鉱山の一覧を表17に、1976年における鉱業関係の新規開発計画を表18にそれぞれ示す。

また製錬・製鉄所を表19に示す。

表17 主要鉱山一覧

鉱山名	所在	採掘法	操業の規模	生産鉱
Avino	Durango	U	E	Ag, Cu, Au
La Encantada	Chihuahua	U	E	Ag, Pb
Las Torres	Guanajuato	U	C	Ag, Au
Cananea	Sonora	P	A	Cu
Inguaran	Michoacan	U	C	Cu, Ag, W
La Negra	Queretaro	P	E	Cu, Ag, Pb, Zn
Charcas	San Luis Potosi	U	D	Pb, Zn, Ag
Fresnillo	Zacatecas	U	C	Pb, Zn, Ag, Cu
San Martin	"	U	E	Zn, Cu, Ag
Santa Barbara	Chihuahua	U	C	Pb, Zn, Cu, Ag
Santa Eulalia	"	U	E	Pb, Zn, Ag
Taxco	Guerrero	U	D	Pb, Zn, Cu, Ag
Plomosa	Chihuahua	U	E	Pb, Zn
Reforma	Sonora	U	D	Pb, Zn
Minera Frisco	Chihuahua	U	C	Pb, Zn, Ag, Cu, CaF
Santa Maria de la Paz	Zacatecas	U	E	Pb, Zn
Cerro de Mercado	Durango	P	B	Fe
Ei Encino	Jalisco	P	B	Fe
Hercules	Coahuila	P	C	Fe
Pena	Colorado	P	B	Fe
Tezintla	Hidalgo	U/P	D	Mn
註) メキシコ内主要選鉱場数等				
◎ Ag, Au 選鉱場	Durango, Guanajuato		約50鉱山	
	Chihuahua			
◎ Cu, Pb, Zn 選鉱場	Chihuahua		15	} その他共 計 98
	Durango		19	
	Sonora (Cu)		15	
◎ Hg	Queretaro, Zacatecas に集中			
◎ 鉱石	Coahuila に集中		18	

U: 坑内掘 A ~ 300 万 t / 年
 P: 露天掘 B 100 万 ~ 300 万 t / 年
 C 50 万 ~ 100 万 t / 年
 D 30 万 ~ 50 万 t / 年
 1976⁽²⁾ E 15 万 ~ 30 万 t / 年

表 18 1976年における鉱業関係新規開発計画

出所: Mining Magazine, March, 1978

会社名	所在地	生産計画	開始年	投資	採集の型	備考
① Placer/Govt.	Real de Angela, Zacatecas	7,500 t/d Ag, Pb, Zn	1978	\$ 68 m		廃止、研究検討中。
② Penoles/Lacana	La Encantada, Coahuila Ocampo	1,200 t/d Ag, Pb	1977	\$ C15 m		鉱山、運転時300tからの拡張、6月に完了予定。
③ Cia Cuprifera La Verde	Urupan, Michoacan	15,000 t/d Cu (33,000 t/y Cu Conc)		\$ 121 m	露天掘 (選鉱工場)	HUMSはメッキ用、バートナーを採しており、1977年 末に閉坑プランを満ちねばならない。
④ Cia Minera de Cananea	Cananea, Sonora	140,000 s.t/y Cu metal	1982		選鉱工場	今年約80000tから拡張
⑤ Cobre de Sonora	Santa Rosa/Pilares	15,000s.t/d Cu (37,000 t/y Cu Conc)		\$ 130 m	選鉱工場	新鉱山/工場 (Santa Rosa/Pilares Mines)
⑥ Industrial Minera Mexico (Aserco)	Santa Barbara, Chihuahua	4,800 t/d Cu/Ag/Au/Pb/Zn	1979	\$ 40 m	坑内掘	3000t/dからの拡張
⑦ Industrial Minera Mexico	San Martin, Zacatecas	1,350 t/d Cu, Pb, Ag	1977	\$ 3 m		700t/dからの拡張
⑧ Mexicana de Cobre	La Caridad, Sonora (Nacoazari)	72,000 s.t/d Cu	1978/9	\$ 500 m	露天掘 (選鉱、製錬)	鉱山は既にEmpalmeでの(225,000t/y Cu 採出量) を含む生産計画を建設する様進行中である。
⑨ Industrial Minera Mexico	San Luis Potosi	114,000 t/y Zn 1,400 t/y Cd Zn, Cu	1979	\$ 130 m	(採 掘)	完成に近い電解精製所 (Luzas) 投資
⑩ State/Japanese	Hanzilto, Colima				(製 錬)	120000t/年Zn(8000t/年Cu)製錬所考慮中。
⑪ Alumino SA de CA	VernCruz	90,000 t/y Al	1977	\$ 46 m		45,000tから採掘90000tに製錬所拡張。
⑫ Govt./Jamican Govt.	Coahuilaicos, VeraCruz	150,000 l/y Al (採掘 100,000 t/y)	1983	\$ 200 m	(製 錬)	Jamicanの鉱脈を用い、製錬所計画中、バートナー採す。 Al can Fによる可能性検討中。
⑬ Penoles	Rio Colorado	275,000 t/y 鉛亜鉛	1977	\$ 10 m		100000tから拡張。
⑭ Rofomex	San Juan Baja California	5 m t/y 磁鉄鉱	1980	\$ 184 m		試験工場稼働中。
⑮ Penoles	Oaxaca		1978			1億t貯蔵量のもの開発中。
⑯ Union Miniere	Velardence, Durango	2,000 t/d Zn, Pb, Ag			露天掘 (選鉱工場)	バートナー閉坑に加わるメッキ用バートナーを採している。

表 19 主要製鍊所・製鉄所等

製鍊所	製鉄所	製鍊所 (スチール製鉄所を含む)								
No.	製鍊所所在	州名	能力 T/D	工 程	所 属 企 業 名	所 在 地	州 名	能 力 T/D	工 程	所 属 企 業 名
1.	Nacozari	Sonora.	1,500	Cu 製鍊	Mexicana de Cobre, S.A.	Honclaya	Coah.	7,500	製 鉄	Altos Hornos de Mexico, S.A.
2.	Chihuahua-Avelos	Chihuahua	1,400	Au, Ag, Pt, Cu 製鍊	Aerco Mexicana, S.A.	Monterrey	N. Leo.	3,000	"	Fundidora de Hierro Acero de Monterrey
3.	Turroón	Coahuila	1,000	Pb 精鍊	Mex-Mex Pómpiles, S.A.	Gomez Palacio	Dgo.	800	製鉄, 鋳鉄	Ferromexicana de Mexico, S.A.
4.	Cananea	Sonora	750	Cu 製鍊	Minera de Cananea, S.A. de C.V.	Monterrey	N. Leo.	750	還元, スチール	Hojalata y Lamina, S.A.
5.	San Luis Potosi	S. L. P.	670	Au, Ag, Pt, Cu 製鍊	Aerco Mexicana, S.A.	Tejeria	Ver.	650	製鉄	Tubos de Acero de Mexico, S.A.
6.	Monterrey	N. Leo.	520	Pb 製鍊	Aerco Mexicana, S.A.	"	"	500	還元, Fe	Sidururgica Tansa, S.A.
7.	San Luis Potosi	S. L. P.	450	Zn 精鍊 電気製鍊	Industrial Minera Mexico, S.A.	Piedras Negras	Coah.	250		Altos Hornos de Mexico, S.A.
8.	Guaymas	Sonora	450	Cu 電気精鍊	Mexicana de Cobre, S.A.					
9.	Monterrey	N. Leo.	400	Pb 精鍊	Mex-Mex Pómpiles, S.A.	アルミ電解工場				
10.	San Juande Sabinos	Coah.	350	Zn 製鍊	Aerco Mexicana, S.A. - Nueva Rosita	Tejeria	Ver.	500	Al 電解	Aluminio, S.A.
11.	Saltillo	"	200	Zn 製鍊	Zincmex, S.A.					
12.	Azcapotztlco	D. F.	200	Cu 精鍊	Cobre de Mexico, S.A.	マンガン製鉄	Ver.	150	鋼電気製鉄	Autlán, S.A. de C.V.
13.	Mulejé-Santa Rosalia	B. Cal.	150	Cu 製鍊	Minera Santa Rosalia, S.A.					
14.	Ocampo	Coah.	150	Pb 製鍊	Minera Los Angeles, S. de R.L.	マンガン製出				
15.	Morales	S. L. P.	150	Pb 精鍊 製鍊	Aerco Mexicana, S.A.					
16.	Huizquil	Coah.	100	Pb 製鍊	Minera Metalurgia Mexicana, S.A.	Molango	Hgo.	192	鋼電気	Minera Buenavista, S.A.
17.	Monterrey	N. Leo.	100	Zn 精化	Zinc Nacional					
18.	Tlalpantla	Mex.	22	Zn 精鍊	Zinc Industrial, S.A.					
19.	Cuatro Ciencas	Coah.	20	Pb 製鍊	Nor de la Garza-Santa Maria					
20.	Pachuca	Hgo.	15	Au 電気製鍊	Real del Monte y Pachuca					

5. メキシコ合衆国における鉱山・製錬分野の現状と技術レベル

一説によると、メキシコの領土総面積の75%に鉱物賦存の可能性があるが一般的には25%が、詳細には4%だけが調査されているだけだとのことである。従ってやっと鉱物資源が利用され始めたばかりであるともいえ、開発活動を生む大きな可能性があり、国際収支の改善に鉱物の工業への利用が役立つと考えられる。具体的な鉱業振興の目標は次のとおりである。

- (1) 国内鉱山が生産する一次産品に対し付加価値を高めること。
- (2) 鉱業・製錬業に関する探鉱および開発のために必要な技術的・科学的能力を発展させること。
- (3) 短期間で輸入鉱産物を国内に賦存する鉱物資源に代替し、かつ鉱産物の輸出を発展させること。
- (4) 労働の新しい機会を創り出し、かつ鉱山労働者の生活水準を引上げ、同時に鉱業が唯一の、もしくは主要な活動となっている地域の発展を助長すること。

このような目標に沿って技術協力がなされるべきであるが、メキシコにおける一般的技術レベルは、後述の各工場の視察報告に見られるように、相当高度の技術内容をもっているが、具体的な詰め段階になると、やや甘さが目立ち、更に深く検討を必要とすると考えられる。

今回の調査で視察した鉱山の選鉱工場および製錬工場を見た印象からであるが、一般的に言って、メキシコの民族資本化政策が採られた時点から、技術の進歩ないしは技術の開発能力のペースが極端に落ちこんだ感じが持たれる。さらに、外資系資本から引継いだ民族企業における技術レベルと、政府直轄ないし直営に近い企業との実態の差は歴然としている。すなわち、大企業では米国等の企業がかって強かに経営していた遺産が残っており、この設備は一応高いレベルにあって順調に動いているので、その後メキシコ人が引継いで操業努力を行った所は、可成りの高レベルをもち、特に Cobre de México の Cu 電解工場等は現在における世界の技術レベルとそれ程大きな差を感じさせない状態にあるものすらあるが、新しい装置の導入ないし選定を良好に行っていない箇所も一般に目につく。一方、国の直営する企業は、主体となる技術者の流動が多いため、技術者層が若く、経験に欠け、また人数も割合に少ない等の原因もあろうが、技術的な遅れが目立つ。

今後我々が技術協力を実施する過程で、このような面の原因の究明と解決への努力、特にメキシコ人自体で新しい技術の開発を計りうるような能力の賦与が必要と考えられる。

また製錬での環境問題について、各現場共ダストが多く、また SO₂ 等空气中に散布されていたが、今日以上に生活レベルが改善されていく状況では、日本程でないにしても遠からず環境衛生的な面からの公害規制がより強化されてゆくであろうし、その面からも現在の技術水準の見直しが始まるに違いないと思われる。

6 選鉱・製錬分野における教育状況

メキシコにおける鉱山・冶金技術者の教育機関は、次の様なものが主体をなす。

- A) Universidad Nacional Autonoma De Mexico
 - 1) Mining Faculty … (Metallurgy, Mining, Geology)
 - 2) Faculty of Chemistry
- B) Instituto Politecnico Nacional (Mining, Geology)
- C) Guanajuato School of Mines (Mining, Metallurgy)
- D) Zacatecas School of Mines (" ")
- E) Chihuahua Universidad (" ")
- F) Sonora Universidad (" ")
- G) San Luis Potosi School (Metallurgy, Geology)

これらを卒業したものが、鉱業を支える技術者となるが、年間300～400名程度と思われる。またCFMの研究所等でも、給費による短期または長期の研修制度を採用しているようであるが、その詳細は明かでない。

Ⅲ メキシコ合衆国における鉱業行政および鉱山・製錬所の実情

1. 鉱業関係機関

(1) 国有財産・工業振興省

国有財産・工業振興省が国の天然資源の管理、鉱業の振興を担当しており、その傘下には、鉱業振興局、鉱物資源局および鉱山局がある。

鉱業振興局は中小鉱山に対する技術および資金の援助、国営鉱山の開発・経営および政府が民間資本（国内・外国共）との合併事業で鉱山開発を行う場合の出資等を行っている。

鉱物資源局は調査探鉱、技術指導、鉱物資源の統計作成および政府に対する探鉱、開発、資源保護、経済性に関する法的、技術的アドバイス等を行っており、鉱山局は鉱業権の付与審査および鉱業開発事業実施に関する検査、監督を行っている。

図2にその組織図を示す。

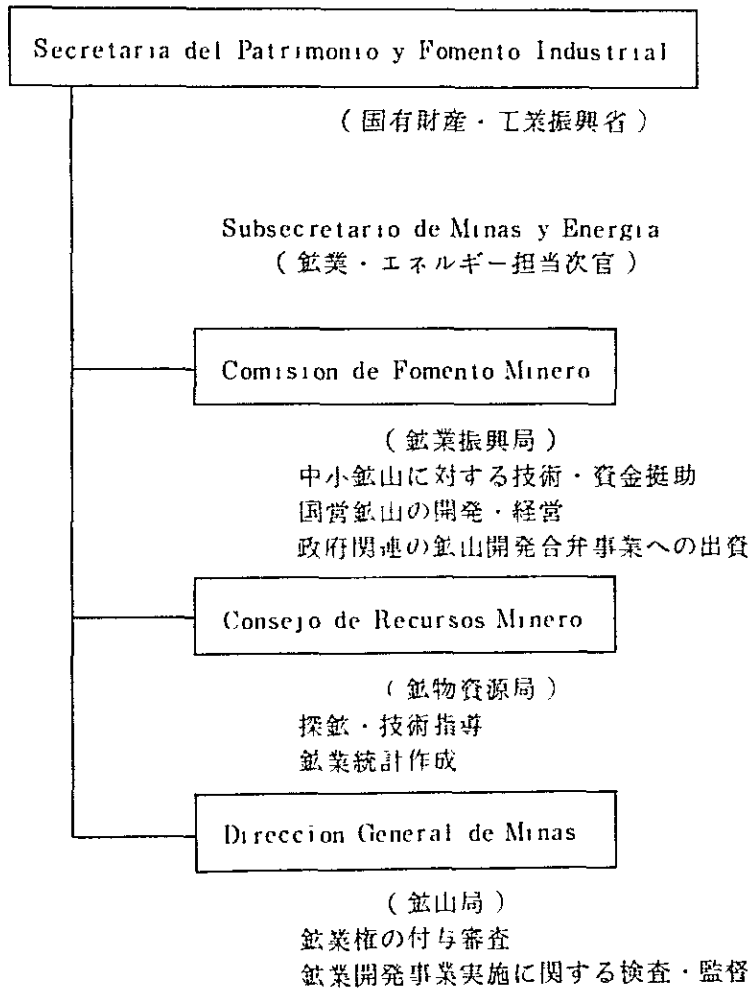


図2 国有財産・工業振興省組織図

(2) 鉱業振興局 (C. F. M. … Comision de Fomento Minero)

国有財産・工業振興省の下部機構である鉱業振興局は、大統領令により1934年創設されたメキシコにおける鉱工業発展を直接または間接に援助する法人格の政府機関である。

本局の担当業務は

I) 中小鉱山に対する技術援助および資金援助

II) 国営鉱山の開発、経営

III) 政府が民間資本(国内・外国共)との合併事業で鉱山開発を行う場合の出資等であり、鉱業のメキシコ化および鉱山への投融資の中心機関として重要な位置を占めている。

また、技術面では付属機関としてテカマチャルコ研究所を有しており、ここを通して技術援助を行い、メキシコにおける鉱業の発展に寄与してきた。

メキシコ鉱物資源を活用するためには高度の技術が一段と必要となっており、そのためにも鉱業振興局は同研究所の拡充強化を進めている。

図3にその組織図を示す。

(Comision de Fomento Minero C. F. M.)

(理事会メンバー)

国有財産工業振興省長官、次官
大蔵省長官
商工省長官
国营金融公社総裁 (NAFINSA)
中小鉦山全国連合会理事長

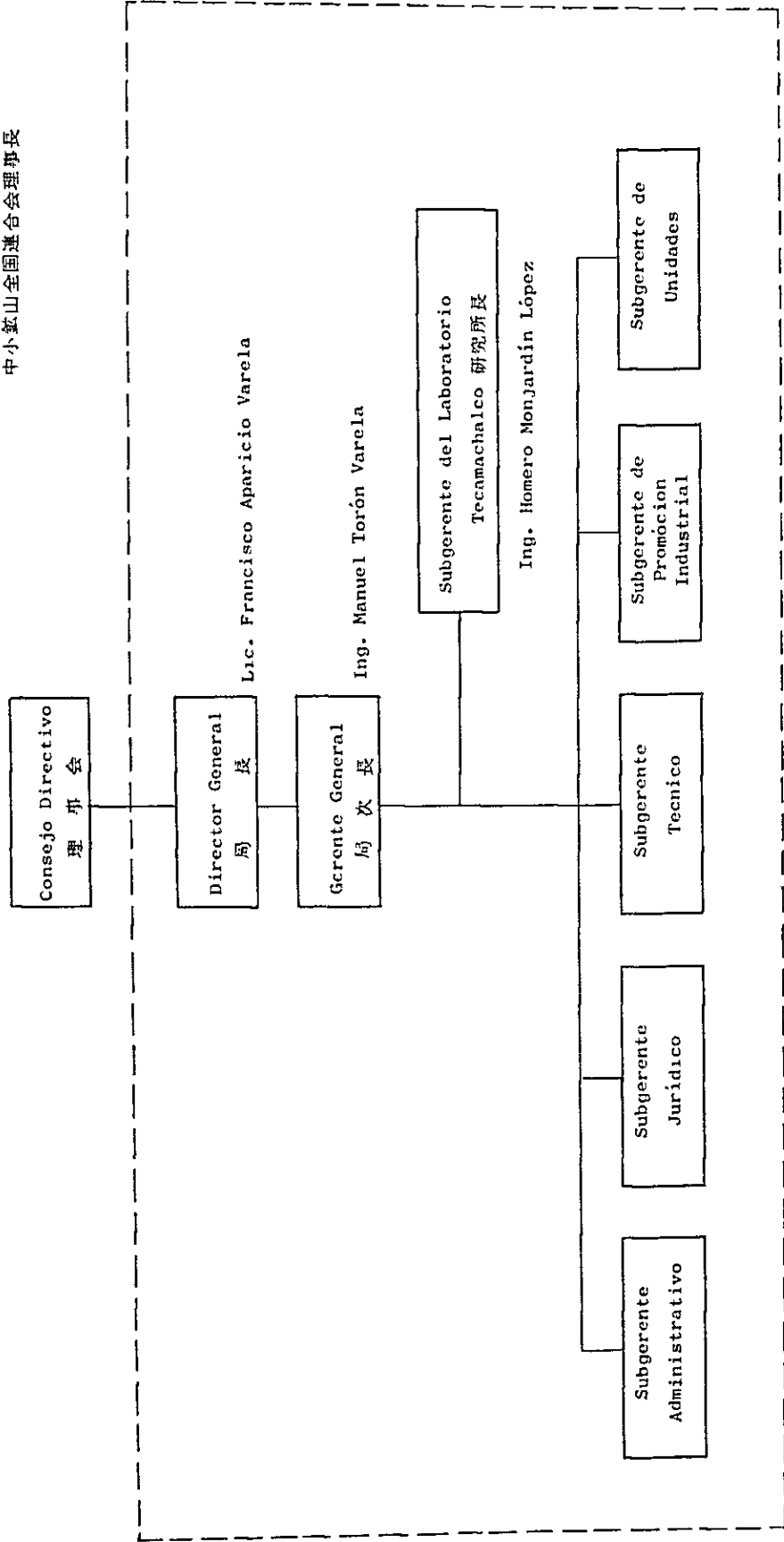


図3 鉦業振興局 (Comision de Fomento Minero... C. F. M.) 組織図

(3) Tecamachalco 研究所 (Laboratorio de Tecamachalco)

a) 研究所の役割

国有財産・工業振興省の下部機関である鉱業振興局 (CFM) は、小鉱山・冶金業の発展・促進を主な役目としているが、CFM は適切な技術援助を実施する目的で、1934年に Tecamachalco 冶金研究所を設立した。その後1943年に現在の場所に移され、鉱山・冶金産業の要請に従って増強されて、現在既存の建物 1,576 m²、床面積 1,760 m²に達している。技術援助の対象は小鉱山・冶金業のみでなく、全国の有力鉱山をも含んでおり、実験作業のみでなく、国際的に新しい技術の調査検討をも行っている。

b) 人 員

全員で 87 名、うち Ing. 18 名である。

所長 Ing. Homero Monjardín López

研究所管理 一般職員 7, 補助員 10 計 18 (含所長)

冶金研究・実験 (技術相談含む) 計 17

Ing. 10 (実習社員級 3), 研究員 7

固体研究 計 9

Ing. 5 (実習社員級 1), 研究員 4

化学分析 計 19

化学管理 計 11

Ing. 1, 化学分析員 10

試料調整・乾式分析 計 8

職員 6, 補助員 2

保全工場 計 24

Ing. 1, 職員 10, 補助員 13

以 上

c) 組 織

Tecamachalco 研究所の組織を図 4 に示す。しかし現在組織は改組中とのことである。

i) 管理部門

所長・部長以下で次の業務を分担・管理する。

a) 出納, b) 人事, c) 会計, d) 記録, e) 倉庫, f) 図書・技術記録, g) 報道・電話交換等。

ii) 冶金研究・実験部門

次の 3 区分がある。

a) 実験, b) Pilot 工場, c) 研究

従来から行われていた工程では、次のようなものがあり、具体的に上記区分は何を規準にするか判らないが、恐らく必要度に応じてこれらの工程の組合せによる検討を行うのであろう。

1) 浮選, 2) 磁選・静電選鉱, 3) 比重選, 4) 湿式冶金-膏化・Percolation・浸出・ion 交換・溶媒抽出・Bacteria 浸出等一, 5) 粘土研究, 6) 中試験

iii) 固体研究部門

次の2区分がある。

- a) 光学および電子顕微鏡
- b) 試料の切出と研磨 (Spectrum 分析, 熱分析)

ここで行われる検討は次のようなもので、地質関係の技師もおり、物性関係の高度な研究も行っている。

1) 回折・蛍光 X 線, 2) 放射による Spectro-graphy, 3) 電子顕微鏡, 4) 走査型電子顕微鏡, 5) 光学顕微鏡, 6) 熱分析

VI) 化学分析部門

次のような区分をしている。

- a) 化学管理
 - i) 化学機器分析
 - ii) 化学 (湿式) 分析
- b) 試料調整・分析
 - i) 乾式分析
 - ii) 試料調整

ここで化学機器分析は、1) 原子吸光, 2) 電解, 3) 蛍光計測, 4) 熱量計測, 5) 蛍光測定, 6) 比色測定, 7) 放射測定等であり、乾式分析は Au, Ag, Pb および C の分析であらう。

V) 技術相談部

極く最近出来た組織であり、具体的な人事等もはっきりせず、具体的にどのような動きをするのか明らかでないが、現場への指導を考慮したものと思われる。

IV) 保守・管理部

a) 電気, b) 機械, c) 金工, d) 大工等であるが、塗装, コンクリート工事, ダクトその他の用務も含まれる。

なお、これら各部に設置された設備については、中南米技術協力調査団報告書 (53年2月) に詳細にふれているので、ここでは省略する。

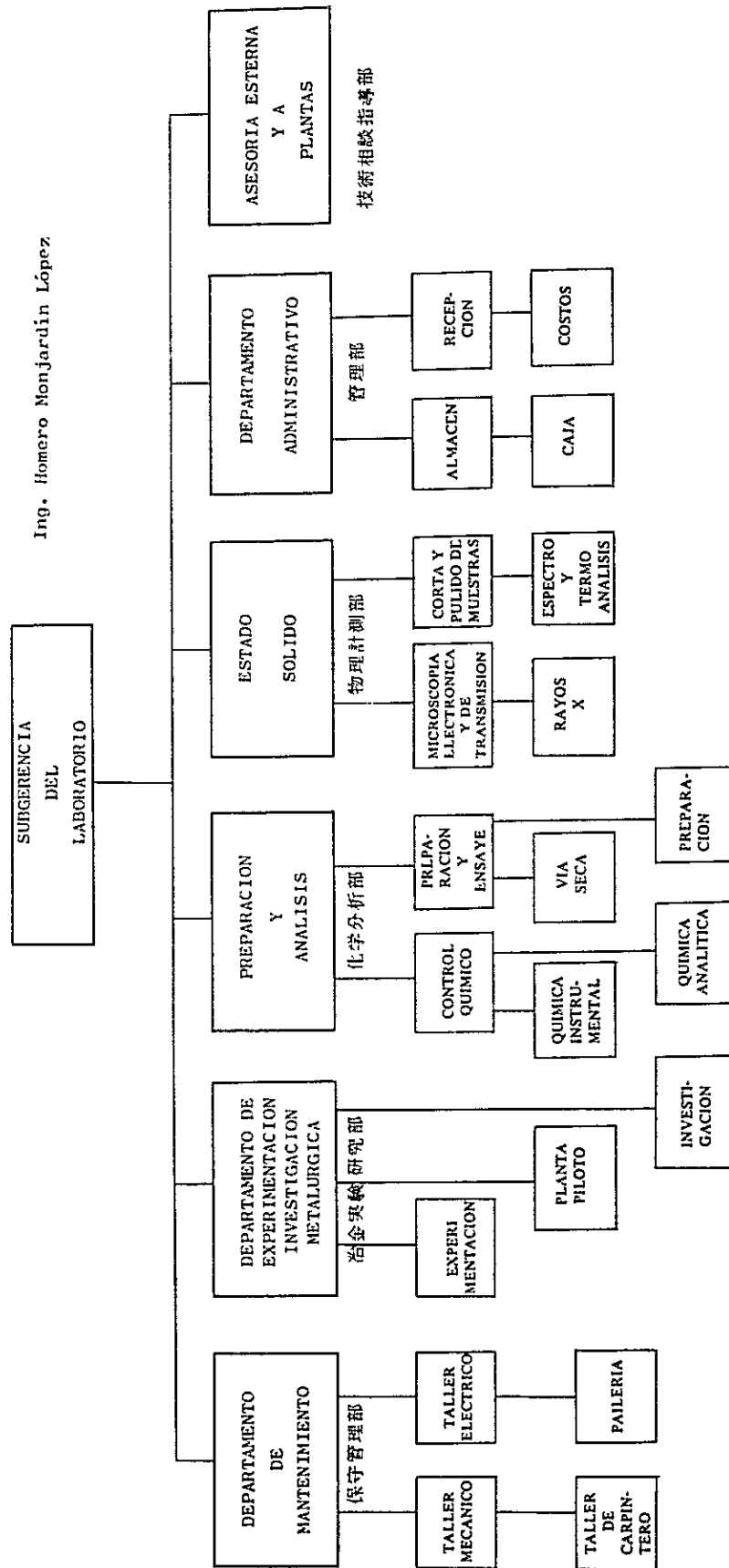


图 4 Tecamachalco 研究所組織図

d) 研究成果

最近6年間に研究所で行われた平均実績として、表20のような仕事の研究が発表されている。

また、最近行われた試験として、特に著しいものを挙げると次のごとくである。

i) 銅

① Baja California州, Santa Rosalia 鉱の湿式冶金研究

② 銅鉱石の湿式冶金とバクテリア・リーチング

ii) 燐鉱石

Raca Fosfórica Mexicanas, S.A. の浮選湿式冶金焙焼の組合せ工程による商業的性
格の精鉱を得るための研究

iii) アルミ

ギブサイト処理の冶金プロセス

VI) 鉛 - 方鉛鉱のリーチング

V) 金・銀 - 金・銀の改良湿式冶金法

IV) 鉄

Peña Colorada および Las Truchas に対する検討

表20 Tecamachalco 研究所実績

冶金学的研究	1 6 4
" 試験	4, 6 8 1
種々の化学分析	2 5, 7 2 5
金・銀分析	3, 4 6 0
スペクトル分析	1, 5 1 0
X線による研究	3 4 6
電子顕微鏡	4 3
光学 "	4 7 7
コンサルタント・巨視的研究	2, 3 6 5
熱分析	1 7 5

e) 研究所に対する所感

同研究所を視察した上での所感を思いつくまゝ列記する。

1) 研究所の所在地は、メキシコ市の西の境をメキシコ州側へ僅かに越えた所で、最近高

- 級住宅地として開発されている場所の一角にあり、また、同じ構内の CFM の事務所に近接している。相当に広い敷地があり、緑化されており、極めて環境の良い所である。
- II) 人員は 90 名足らずであり、Ing. とされるものは 18 名で約 $\frac{1}{5}$ である。冶金研究・実験部門、固体研究部門に力点が置かれているようであるが、化学分析部門に人材・人員が少なく、まだ力点が置かれてない感がある。
- III) 一口にいて、中試験設備も含めて、選鉱分野の設備は割合に良く整備されているが、分析器機関係は、占い多数の器機を大切に良く整備して使っていると感じた。また製錬部門の設備は中試験等の設備を考慮すると貧弱であると考えられる。
- VI) 最近の組織改組で技術相談部門が出来たが、中試験設備までの一連の試験を行って現場への移管を計る方式は極めて好ましいものと思われた。
- V) 技術的レベルについては、十分に検討する余裕がなく、明確に言及することは出来ないが、発表されている研究の内容ならびに話合の過程で見聞された所より見て、かなり高度の内容をこなしており、また国際的にも興味あるテーマを研究題目として選定しており、意欲的な検討を行っている様に思われた。たゞ国の鉱業部門の指導的役割という立場から、全体的に設備・人員を含めて強化が望まれ、また研究内容も今一步踏み込んだ形での取組みが必要であると判断する。
- IV) 分析部門に関する討議の中に、機器分析、例えば吸光光度分光分析の分析精度を危ぶむ発言があった。この装置の稼動状態は充分であるとは思えなかったから、一般に、機器分析への取組みが余り積極的になされていないものと考えられる。特にこの部門での Ing. が少なく、分析精度にもや 疑いの余地がある。この部門の強化・育成が望まれる。
- VII) 電子顕微鏡・電子微小分析計の鉱物研究への適用は最近着手したばかりのように思われる。電子顕微鏡写真は、装置が旧式であるためか極めて不鮮明であり、電子微小分析計の適用例があまり多くないように思われた。この分野の有効活用は、同研究所の評価に対する有力な要素の一つと考えられる。
- VIII) 人員の割に取組むテーマが多く、作業が分散しているのではないかと懸念する。もっと集中的に精力を集中、深化する必要があるのではなからうか。
- IX) 技術的情報については、米国でのダイジェスト資料が活用されており、米国との距離の近さを感じさせられた。
- X) 研究所だけの問題であろうか、一般に事務的な能力が不足しているように考えられ、今後打合せ結果に対する文章化、また相手から貰う回答の確認等、日本側関係者の負担となりうる要素が多い様に考えられる。

2 鉱山・選鉱工場・製錬所の実情（現地調査）

調査行程と関係機関の視察箇所については、I-3にふれたが、この調査箇所について見聞した情報と我々の所感について記載する。

これらの箇所を調査対象に選んだ理由は次の事情による。

- a) 当初の計画として、メキシコ全地域について代表的な箇所と思われるものを選んだが、現地事情もあり、またCFM側と打合せする必要もあるので、具体的には現地で決める方針とした。
- b) 現地事情として、丁度空港における管制官のスト等も予定され、国内の飛行機の運航見通しの立たぬこともあった。またCFM側として、Zacatecas地区のEl Bote, Patronato等の調査を推奨し、調査団もCFMの指導する工場の実態を知りたい旨希望したので、この推奨に従った。またCFM側として、Cananea, Zincamex, Pachucaの調査を薦め、調査団もその旨希望してあったので、これらを考慮して前記スケジュールになったものである。
- c) CFM側としては、今回の協力テーマの一つとなったBaja California州Santa Rosalia鉱山の調査も薦めたが、時間的余裕がなく、またやゝ時間をかけて調査すべきものと思われたので、次回の実施調査団による現地調査にゆだねる事とした。
- d) また大中規模のPb・Zn鉱山、またChihuahua州やCoahuila州地区、あるいは海岸に近い地区の事情について調査が出来なかった。研究テーマ該当地区と共に、機会があれば、これらの地区の情報を求めて、メキシコ全般に対する認識を得る事を実施調査に当って希望したい。

今回の調査箇所を、鉱山・選鉱工場・製錬工場の順に、次の順序に従って説明することとしたい。

- (1) Compañía Minera de Cananea, S.A. (Cananea, Sonora)
銅；露天採掘，浮選工場，浸出，製錬工場
- (2) Valencia 鉱山 (Guanajuato City)…銀
- (3) CFM 買鉱・選鉱工場 (Hermosillo)
- (4) El Bote 選鉱工場 (Zacatecas City)…銅・鉛・亜鉛
- (5) Patronato 選鉱・膏化工場 (Zacatecas City)…銅・鉛・亜鉛，金・銀
- (6) Compañía de Real del Monte y Pachuca (Pachuca, Hidalgo)
金・銀膏化工場・付属工作工場
- (7) Cobre de México, S.A.(México City)…銅電解工場
- (8) Met-Mex, Peñoles, S.A. (Torreón) 鉛・亜鉛製錬所
- (9) Zincamex, S.A. (Saltillo) 亜鉛製錬所

(1) Compañía Minera de Cananea, S.A. (Cananea, Sonora)

24,000 t/日 (30,000 t/日に拡張検討中) Cu

調査日時 : 1978年10月29, 30日

面会者 : Ing. Gorge Acedo Damaniego (Secretario General)

Ing. J. Ruben Velasco (Secretario General)

Ing. Sergio O. Bañuelos (Metalurgista)

Ing. Rafael Ayala F. (Lixiviacion y Precipitation)

Ing. A. Lenus Sanchez (Pgro-Metalurgista)

a) 概要

メキシコ北部・米国国境の南40哩, Hermosillo から北東185哩の所にあるメキシコで最も重要な銅鉛山であり, 世界でも第6番目とされる大銅鉛床である。今回は Hermosillo からセスナ機をチャーターし, 45分程で Cananea の飛行場に到着した。同鉛山は, 1900年頃より高品位鉛を地下探掘し, 150万t以上の銅が生産されたと云われる。近くにある La Caridad などと共に, アメリカ・アリゾナ州につゞく斑岩銅鉛床の延長部に当り, 現在の埋蔵量17億t (0.65% Cu, 0.1~0.4% Mo) を有し, メキシコの生産銅の過半を産出する。1日24,000t処理であるが, 30,000t/日に現在増設中であり, 年7万t Cuのブリストア産出は, 将来10~14万t/年に達する計画と言われる。

b) 地質

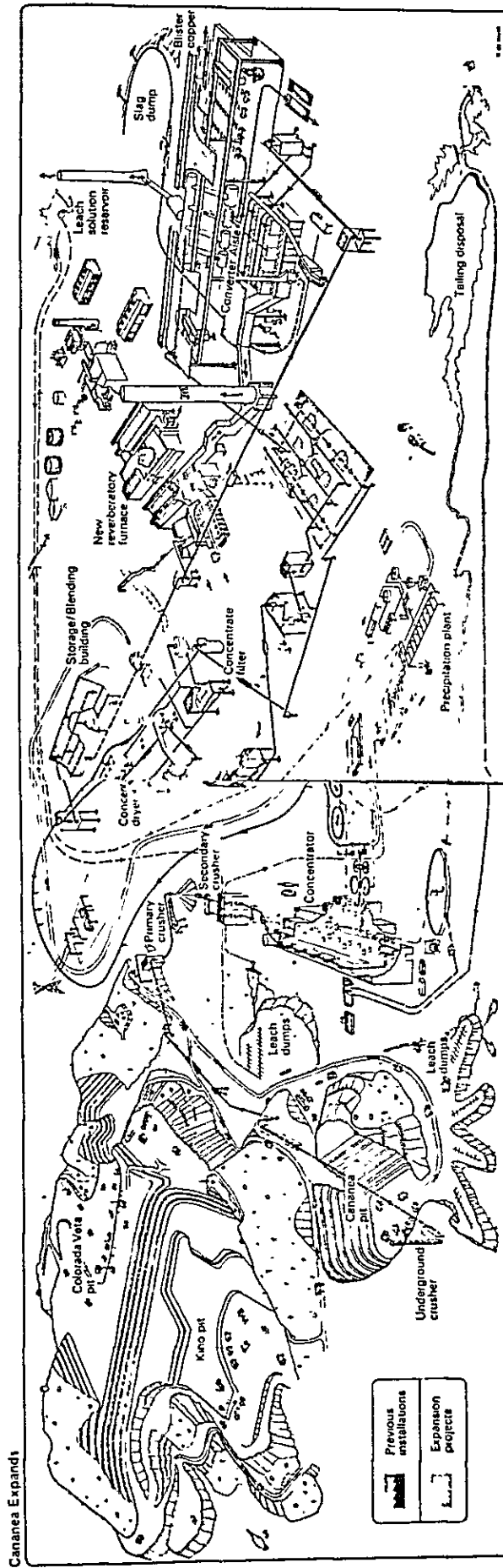
斑岩の基盤層上に厚い石灰岩層, その上に流紋岩, 凝灰岩, 安山岩等の火山岩があり, 花崗岩質または斑岩質貫入岩が貫入し, 母岩を強く交代し, また銅の鉛染がもたらされた。角礫岩管状型の鉛化が行われ, 貫入岩接触部に近い所が銅の鉛染状鉛化が進んでいる。現探掘中の Cananea, Kino, Colorado-Veta pit は1次黄鉄鉛と少量の黄銅鉛を, 2次の輝銅鉛ならびに少量の銅藍で置換えた2次鉛化部であるとされている。深さ, 北西部, 西部方向に2次富鉛拡大の可能性があり, また, 現在知られているものの中に一部, 1,000万t規模のPb・Zn鉛床があるといわれるが稼行されていない。

c) 採鉛

現在の24,000t/日の出鉛中, 21%は Cananea pit より, 79%は Kino pit より探掘されている。Cananea pit は1963年より探掘され, 1979年で探掘完了となる。これに代る Kino, Colorado-Veta pit は3×2.5km深さ600mに及ぶ大鉛床であり, Kino pit の開発が若干遅れ気味であり, Colorada-Veta pit は1979年より出鉛されるという。(図5 Cananea Operations 参照)

露天探掘は, Tricone bit により9" 径の孔を鉛石の場合には, 26ft間隔で1列目,

Cananea Operations



23 ft 間隔で2列目を掘り、(廃石の場合は更に20 ft の間隔で3列目をいれる)、高さ12 m (廃石の場合14 m 高さ) のベンチを壁傾斜65°でつくる。2.5 kg, 3回のDu-pont Tovex の火薬と、硝酸アンモニウムを用いて発破する。火薬消費量は破砕鉱1 t 当り0.2 kg である。Kino pit の剝土比は1.386~1.0 であり、Kino, Colorado-Veta pit 開発のため43億 t を除去したが、その中の20億 t は、700万 t のCu を含む浸出可能鉱であった。現在の採掘速度でこれらのpit は約50年の寿命があるといわれる。

採掘の量は毎日15万 t を動かしているが、3万 t は平均0.7% Cu (Cut off 0.4% Cu) の浮選対象鉱石、5万 t は平均0.3% Cu (Cut off 0.15% Cu) の浸出対象鉱である。Tecamachalco 研究所資料によると、Cananea 浮選原鉱の分析ならびに鉱物構成は、表21のごとくである。

表21 Cananea 鉱原鉱分析結果 (Tecamachalco 研究所分析)

Au	Ag	Cu	Fe	S	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	K ₂ O	Na ₂ O
0	1 nd	066	400	430	331	63,28	140	080	1 nd	2.89	0.16

Cananea 鉱原鉱鉱物組成

Calcopirita	1.25%	Covelita	0.35%	Pyrita	4.16%
Magnetite	2.44	Anatase	0.80	Feldspatos	1.36
Alunite	120.2	Sericita	128.8	Caolin	100.6
Cuarzo	514.3			Todos	97.65

採鉱関係機械:

- ④ Bucyrus Erie Diesel 40 R drill ;
- ④ Bucyrus Erie electric 60 R drill ;
- ③ Chicago Pneumatic 750 drill ;
- ③ P & H 180C 8' yd³ shovel ;
- ③ Bucyrus-Erie 280 B 15 yd³ shovel
- ② P & H 2300 16 yd³ shovel ;
- ① P & H 2800 25 yd³ shovel ;
- ② 150t Wabco Haulpak Truck ;
- ④ 170t Wabco Haulpak Truck ;

④ 120t Wabco Haulpak Truck ;

d) 選 鉱

Cananea pit から 3.8 km を, Kino, Colorado-Veta pit から 1.6 km をトラックで運び, 地下一次破砕機に投入する。また Cananea pit には pit の底のグローリー・ホールから, 地下の jaw Crusher と一次 Crusher の間を運ぶコンベヤ・システム (1,200 t/h, 24hr 運転, 1200mm巾コンベヤ, 全長 7,000 ft) が稼動している。(調査団も 15° 勾配の斜坑を 880 m 入り, この破砕設備を調査した。) 以下主要選鉱設備につき記載する。選鉱処理能力, 現 24,000 t/日から, 30,000 t/日へ拡大起業中であつた。

[破 砕]

Jaw Crusher : 84" × 66" Canadian Allis Chalmers 製, 400HP
モーター, (地下に設置)

Link-felt Pan Feeder :

Vibrating Screen : 10" 目

1次 Crusher : 54" Traylor Gyratory Crusher, 400HP モーター, セット 5"

4½" 目 Grizzly : 1000 t bin に日給鉱

60" Pan Feeder : 48"巾 680 ft Stacker Conveyor

37,500 t 粗鉱貯鉱パイルへ

④ 48"巾 13 ft Pan Feeder :

2次 Crusher : ① Standard Symons 7' Cone Crusher ; セット 1½"

拡張時更に 1台増設予定

3次 Crusher : ② Symons Short Head Crusher ; セット 5/8"

Tyler Tamrock Vibrating Screen : ① 6' × 14', ④ 5' × 10'

③ 48"巾 Belt Conveyor で Fine Ore bin へ

[磨 鉱 ・ 浮 選] 各 4 区あり, 各区とも次の設備をもつ。(5区に増設予定中である)

(図 6 参 照)

① Rod Mill : 9' × 12' Marcy, 450HP, $n_c = 65\%$ の回転数 4"φ × 11' 11" rod をミル容積の 40~45% 挿入, ① 8 mesh 30% に砕く。

② Ball Mill : 10' × 10' marcy ; 800HP, $n_c = 73.8\%$ の回転数 2" fall, ミル容積の 50% 挿入

2 × ② 26"φ Cyclone と閉回路とし, ① 65 mesh 82%, ① 200 mesh 65% まで砕く。

Rougher Flotation : 32 × 4 区 Agitair 120 (5区増設予定)

Cyclone : ② × 2 Krebs 10" Cyclone

2次 Mill : ④ 6½' × 12' Allis Chalmers Ball Mill ; 300HP (5区増設予定)

$n_c = 788\%$ で回転, 1" fall, ミル容積の50%挿入

④ Krebs 20" Cyclone と閉回路, ⊖200mesh 95%とす。

Cleaner Flotation : ④ × 4 Agitair 48" cells

Recleaner Flotation : ④ × 4 " "

Scavenging Flotation : ④ × 6 Agitair 48" + ② × 12 Agitair 120"

精鉱処理 : ② 75' Thickener

② Dorr Oliver Disc-filter 8' 6"φ, 6枚 ; (Truck 輸送で製錬)

また一部 Smelter へ pump 輸送 (3" pipe, 2.9km, 70~75% pd)

⑨ Disc-filter (Denser 型) 12~15%水分とする。

廃石処理 : ② 230', ① 400' Thickener ;

② 100' Thickener (Scavenger Tailing 用)

水繰返使用, 濃縮物 10km 流下沈殿池へ。

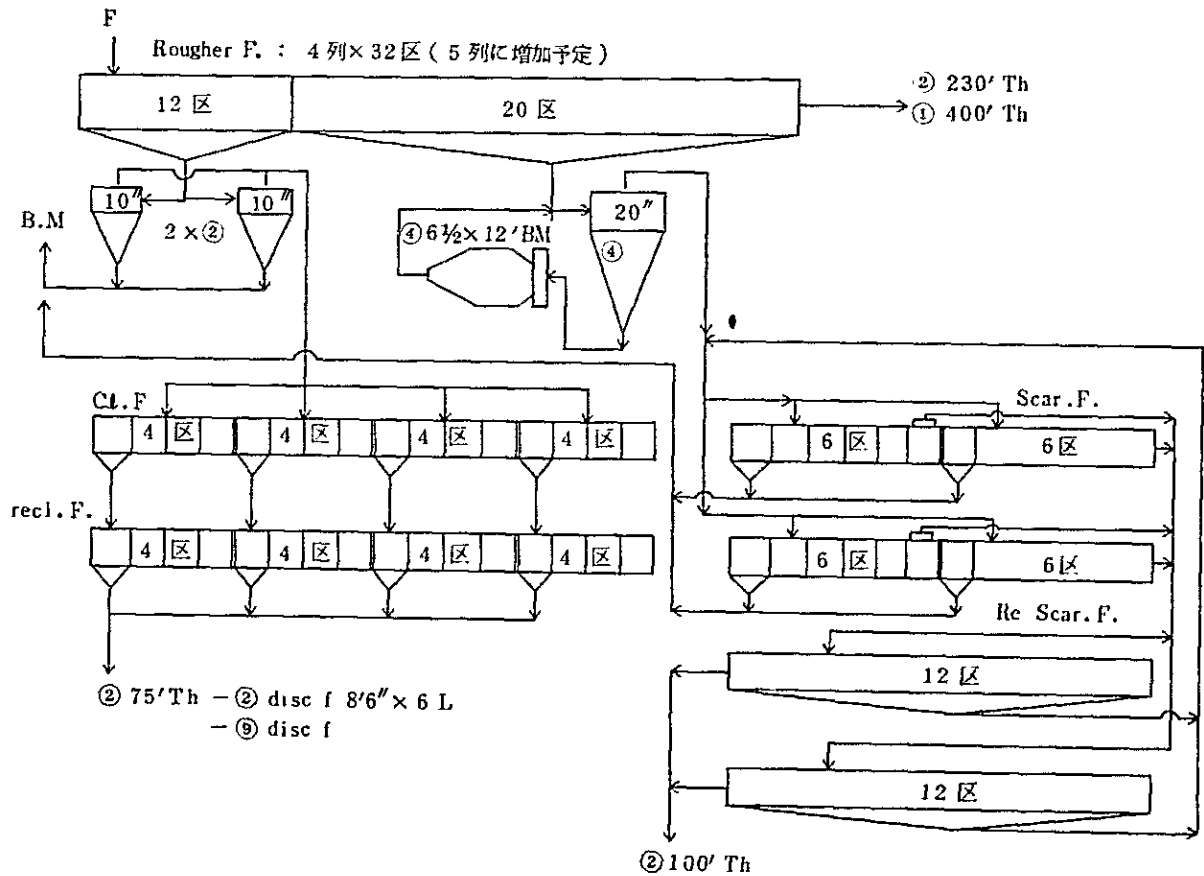


図 6 浮選系統略図

選鉱成績を表 2 2 に、浮選条件を表 2 3 に示す。

表 2 2 Cananea 鉱選鉱成績

産物	鉱量	重量%	Cu %	Cu 実収率	備考
給 鉱	24,000 t/日	1000	078	100.0	精鉱生産 1221 t/日 Cu 3663 t/月 Cu
精 鉱	483	20	2900	7488	
尾 鉱	23,517	980	020	25.12	

表 2 3 浮 選 条 件

粒度： \ominus 200 メッシュ 65%，濃度 45% \rightarrow 25%

銅浮選：Aerofloat #238 30g/t pH 10.5

Dowfloth #250 30

Isopropyl Xanthote 7g/t

精選： pH 12.0

なお、転炉燐の一部を 1 区ミルに定期的に入れ、中性 pH で浮選して 32%Cu の精鉱を 97% の実収率で回収しているといわれ、この系統を将来、Fagergren 66" 浮選機を用い、別途に建設する予定がある。

e) 浸 出

前述のごとく、平均品位 0.27% Cu の浸出対象鉱が、ダンプ・リーチングされており、これから産出する銅は Cananea 産出銅の 25% を占めている (40 t/日 Cu, 1200 t/月 Cu)。堆積される地区と生産情況は表 2 4 のごとくである。

表 2 4 堆積地区と浸出銅生産情況

地区名	対象鉱石	浸出さるべき t 数	現生産寄与率
Garage area	初期堆積鉱	14,716,000	2%
Mexicana area	Cananea pit 浸出対象鉱	39,912,310	79%
Kino area	Kino, Colorada-Veta "	—	19%
計		約 58,000,000	

5万t/日の浸出対象鉱が堆積場に運ばれる。検討の結果、硫化物の酸化を高めるためには、堆積の高さの限界を最大70mとし、指状に浅く堆積を配置することが望ましいとされ、また堆積中を浸出液が通る溝の形を、ダンプ表面を連続的に掘りかえすことで、時々変えてやる必要があるという。

堆積区には36t/minの水が注がれる。各区は1月浸出した後、6～8ヶ月休止するようなスケジュールで、5年間浸出した後捨てられる。初期堆積鉱たる garge area のものは、浸出率が低いため、これを増すよう方式を検討中であり、浸出の主体は Cananea pit 鉱である。浸出工程データは、コンピューター・シミュレーションを行い、浸出サイクルを決定、安定な含銅水を得るように、給鉱を保証している。

ダンプより浸出される浸出液は、Cu 2.5g/l, Fe 15g/l ($Fe^{++}/Fe^{+++}=6/11$) で、空缶による沈殿銅回収後の尾水は、Cu 0.3g/l, Fe 25g/l である。スクラップ使用量は 3kg Fe/1kg Cu で高い。1日70～80tの沈殿銅(65% Cu)が、コンクリート製14区の沈殿槽により採取される。鉱石よりの銅浸出率は50～54%とされる。

新たに35t/日の溶媒抽出-電解工場を建設、経済的収銅を検討の予定といわれる。

f) 製 錬

鉱山部門の開発が進めば粗銅10～14万t/年の生産規模まで増設する計画であるが、現在は過渡期とあって、原料鉱石と製錬の生産とが必ずしも一致せず、製錬の能力に対し鉱石が不足気味の現状にある。粗銅生産量は現在7万t/年となっている。製錬の操業系統を図7に示す。

〔 溶 錬 〕

原料として銅精鉱とダンプ・リーチングからの沈殿銅がある。湿過後水分12～15%のものは、10'φ×60'ロータリー・キルン型乾燥機で、6～8%まで乾燥され、1万t貯鉱舎に運ばれ、ここで転炉燬反射炉滓などの反鉱と共に調合されて反射炉へ装入される。

調合割合：銅精鉱	60%
沈殿銅	10%
珪石類	30%
反鉱(Cu 20%)	若干

反射炉仕様：72'W×100'L×27'H(1976年新設)

Cr-Mgレンガ内張、バナー口6ヶ、天井は懸垂式の吊天井方式

反射炉は灯油を燃料(52セントボ/l≒4円/l)とし、空気予熱装置で427℃に加熱された空気を吹込み、炉内温度1,350℃で操業、1200℃の排気ガスは冷却室を通し、そのまま大気中に放出される。

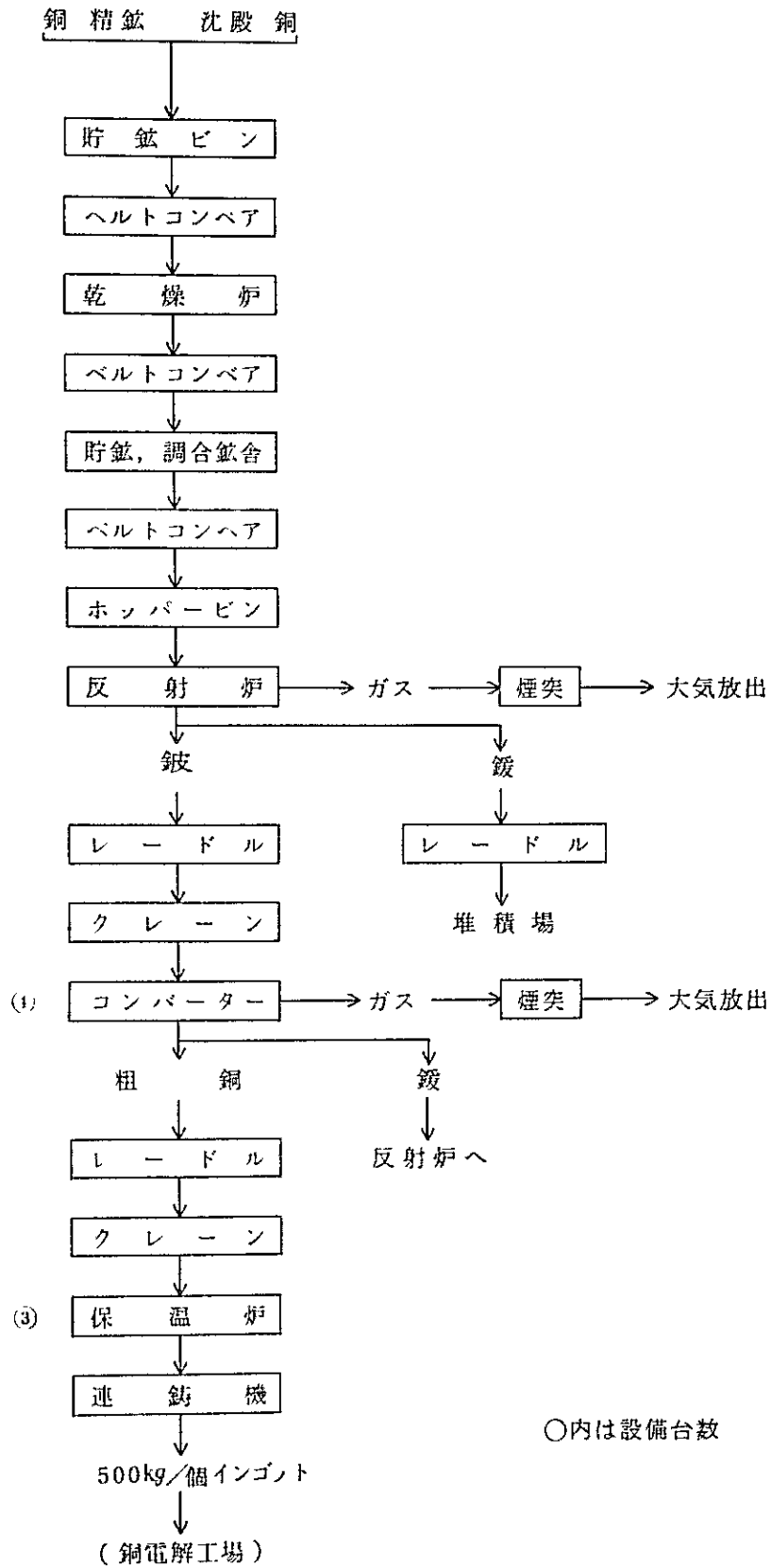


図 7 Cananea 鉍製錬系統図

装 入 量	900 t/日
鉸 品 位	Cu 36~40%
鍍 品 位	Cu 0.6~0.7%

鍍出しは、底から30'の中にある二つの孔から4時間毎にレードルに受け、鍍堆積場へ運ばれる。

[精銅・鑄造]

反射炉から流し出した鉸はレードルに受けクレーンで吊って向い側の転炉まで運び投入する。

転炉操業は4炉を2炉交互に操業し、1サイクル9時間で仕上り、造鍍期は2~3時間を見込んで鍍かき出しを行う。転炉鍍は、銅分回収のため、反射炉に繰返す。

転炉仕様：Pierce Smith	12' φ × 25' L	3基
" "	13' φ × 30' L	1基

Cr-Mg 煉有内張り、羽口2ヶ 38~52"φ

転炉鍍品位 Cu 6~7%

転炉で精製された粗銅はレードルに受け、クレーンで運び、均熱炉に入れ、連続鑄造機で500kg/ヶのインゴットにされる。

粗銅品位 Cu 99.4~99.5%

g) 所 感

メキシコの誇る大鉸山であり、米國 Anaconda より経営を引継いだこともあり、経営的にも技術的にもしっかりとしたものを持っていると感じた。

Cananea および Kino, Colorada-Veta の露天掘はさすがに大きく、効率的に稼行されているように思ったが、Cananea 鉸が殆んど掘り尽くされ、今後 Kino 鉸床の開發に期待されるのだが、同鉸床の出鉸は幾分遅れ、鉸石が不足気味であった。選鉸能力24,000 t/日から30,000 t/日に起業中であるが、選鉸実収率が78~75%とかなり低い。磨鉸の程度が低い事によると思われるが、実収率を更に高めることが望ましいと感じた。浸出工程では、スクラップの使用量が多いように思われ、この低下の検討が必要である。製鍊部門の操業も割合に良好であると考えられる。しかし、全般に日本的に見ると、大味な操業であり、実収率の向上・マテリアル・ハンドリングの自動化等操業改善の余地が多く見られるが、現状程度で充分採算がとれている事を思うと、潜在的な力を知って驚かされるのである。

(2) Valencia 鉸山 (Guanajato City) …銀

調査日時：1978年11月8日

Guanajato 市内にある古い銀山であり、約400年間稼行している小鉸山である。居城の

中央に堅坑があり、現在も地下800mの坑道から銀鋳を掘出しているが、昔の銀山の稼行の有様を伺わせる。

Guanajato 地区には、銀山が多くあり、例えば、今回は立寄らなかったが、最近 CFM の援助している Cedroa 鋳山 (CFM 資本参加率 15%, 90 万ドル関与) では、1975 年 3 月より稼行しはじめたが、年産 Ag 900 万 OZ を産出する。2,000 t/日の能力をもつ選鋳工場 (5 億 \$ の投資) で、付近の La Peregrina, La Cebada 等小鋳山 500 と固定鋳石 1,500 t を処理している。このように Guanajato 付近の銀は甚だ多く、メキシコにおける銀賦存の多量さに一驚させられた。

(3) CFM 買鋳・選鋳工場 (Hermosillo)

調査日時：1978年10月31日

面会者：Ing. Ramón Fernández González D. (Director Sucursal)

Ing. Heraclio Ochoa R.

Cananea の帰途、CFM Hermosillo 支所を訪れた。同所は 10 名程の人員で、Sonora 地区全般の鋳業振興に当っており、構内に簡単な分析ならびに選鋳試験設備を備えている。また鋳石の標本より、Sonora 地区には灰重石の賦存の多い事を知らされ興味をもった。

また、同支所所管の建設中の買鋳工場を同所の案内により訪問することが出来た。同工場は、Hermosillo 市から 23 km 離れた鉄道沿いの地区にあり、付近に水・電気の便があるため、工場敷地としてこの地が選ばれた。

150 t/日処理 Cu・Pb・Zn 浮選工場として計画されており、200m × 850m の土地に貯鋳場・選鋳建屋を建設する予定である。浮選建屋は、565m × 13.3m の区画を基礎工事中であった。機械の大部分は既に運びこまれており、その殆どは Mexico で国産されたものであった。

設置機械仕様：Black Crusher

Cone Crusher：Queretaro Mexico Compacto 製

Ball Mill：Denver 製

Flotator：6区 Denver 型 3台

Screen：Fabrica de Implements Minera S.A. 製

Classifier：2基

Wilfrey Table：

American Disc Filter：Denver 製 2基

来年6月までに稼働の予定であり、建設費は約2億円(9,900千\$)とされる。各鋳物の実収率は75%を予定している。

このような選鋳工場は、メキシコの国内各所に設置計画であり、例えば、

Cuanhtemoc (Chihuahua 州) Pb·Zn·Ag 100~125 t/日	1910 万 \$
Ixpalino (Sinaloa 州) Pb·Zn·Ag·Cu 100~125 t/日	1940 万 \$
Madero (Durango 州) Pb·Zn·Ag·Cu 100~125 t/日	2270 万 \$
Chalchiluites (Zacatecas 州) Pb·Zn·Ag·Cu 100~125 t/日	1320 万 \$
Sierramojada (Coahuila 州) ZnO 磁選 100 t/日	880 万 \$

なお、このような可動選鉱工場の建設中のものを我々は Cia de Real Monte y Pachuca の付属工作工場で見学した(写真13参照)。

(4) El Bote 選鉱工場 (Zacatecas) …銅・鉛・亜鉛

調査日時：1978年11月6日

面会者：Ing. Gilberto Ayala

Ing. Armando Mendoza Valdovinas

Zacatecas 市の街はずれにある小選鉱工場で、CFM のもつ4つの生産単位 (Unidades de Production) の一つである。

1977年度の実績としては、次の数値が発表されている。

鉱山全体の従業員	373 人
生産量	160,515 t
生産価値	42,643 t
賃金	17,405 千 \$
税金	12,393 千 \$
埋蔵量	2,346 千 \$

1978年には、180,000 t 処理を目標とし、将来30,000 t/月処理まで倍増を考えている。工場は1968年に建設されたが、昨年1部改修されたため、比較的新しい設備である。

1971年まで、San Bartolo 地区のみで稼行していたが、1972年よりこれに Purisima 地区が加わり、両者の鉱石を同一選鉱工場て1日交替で処理している。現在 San Bartolo 鉱12,000 t/月、Purisima 鉱6,000 t/月処理であるが、将来30,000 t/月処理時には、San Bartolo 鉱30%(9,000 t/月)、Purisima 鉱70%(21,000 t/月; 120g/t Ag 希望)としたいとしている。

San Bartolo 鉱には酸化帯と硫化帯があり、酸化帯は Ag が高いが、現在硫化帯のみが処理対象となっている。San Bartolo 鉱と Purisima 鉱を混合処理せぬ理由は、鉱質の差によるといわれ、Purisima 鉱の Zn は Marmatite を多く含むという。

両鉱石の選鉱成績は25表のごとくであるが、Purisima 鉱の場合、12%Cu、23%Pb のごとき、Cu·Pb 混合精鉱を産出しており、前述のごとく将来 Purisima 鉱に重点が置か

表 25 EI Bote 鉛選鉱成績

San Bartolo 鉛

	t/月	品 位 %					実 收 率 %								
		Pb		Zn	Cu	Au g/t	Ag g/t	Fe	重 量	Pb	Zn	Cu	Au	Ag	Fe
原 鉛	12,000	1.00	200	0.20	1.0	60	5.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
鉛 精 鉛	160	55.0	120	3.50	32.0	1,400	120	133	(78-81) 73.3	80	233	42.7	31.1	3.2	
亜鉛精鉛	350	0.40	520	0.80		1,023		292	12	(76) 75.8	11.7		497		
尾 鉛	11,490	0.27 (0.10)	0.34 (0.30)	0.14 (0.05)		12		95.75	255	16.2	650		192		

Purisima 鉛

	t/月	品 位 %					実 收 率 %								
		Pb		Zn	Cu	Au g/t	Ag g/t	Fe	重 量	Pb	Zn	Cu	Au	Ag	Fe
原 鉛	6,000	0.40	(1.80) 1.30	0.30	1.0	80	6.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
鉛 精 鉛	70	23.0	50	1.20	44	2,900	160	1.15	(78) 67.1	45	467	167	423	3.1	
亜鉛精鉛	120	0.60	490	1.00				200	30	(72) 75.4	15				
尾 鉛	5,810	0.12 (0.10)	0.25	0.14 (0.05)				96.85	299	20.1	518				

()の数字は EI Bote 側の数字。

表 26 El Bote 操業条件

人 員:	1 直 7 人 × 3 交替
磨 鉱:	⊖ 200 mesh 43%
浮選条件:	パルプ濃度 118~202kg/ℓ
Pb 浮選:	ZnSO ₄ 150g/t
	Dow 250 25g/t
	NaCN 30g/t
	Xanthate 20g/t (#301~350)
	Ca(OH) ₂ 300g/t
Zn 浮選:	CuSO ₄ 200~250g/t
	Ca(OH) ₂ 500g/t
	Xanthate 30g/t (#343)

れる関係上、このような産物の産出は疑問と考えられた。

同選鉱工場の系統図は、図 8 のごとくであり、浮選機は Denver の大型機を用いている関係上、Cu・Pb 分離のような微妙な管理を要する浮選には、この様な大型機は不向きであるので、今後数列の小型浮選機と二次磨鉱用の小型ミルの設置が必要であると感じた。

同工場の管理者は、各精鉱の分離成績を良く記憶しており、計算結果も実情と良く合っている点感心した。鉛精鉱は Minera de Mexico へ、亜鉛精鉱は Zincamex へ搬出される。

同選鉱工場の今後の検討課題は次の事項であろう。

- a) San Bartolo, Purisima 混合処理の検討
- b) Cu・Pb 混合精鉱の分離
- c) Au・Ag の合理的回収

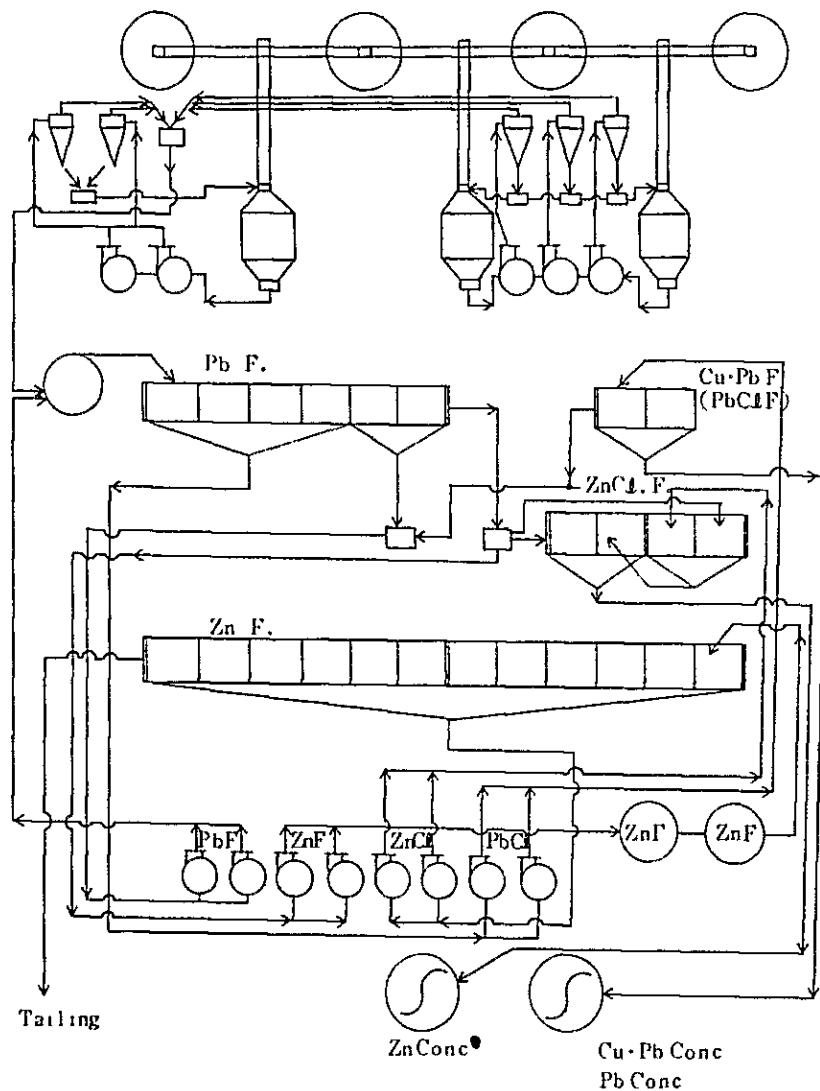


図8 El Bote 選鉱工場の系統図

(5) Patronato 選鉱・青化工場 (Zacatecas) …銅・鉛・亜鉛、金・銀

調査日時：1978年11月7日

面会者：Ing. Roberto Acuña

Ing. Sergio Martínez Elizondo

Zacatecas 市の El Bote 選鉱工場から近い (約 3 km 離れた) 選鉱および青化工場であり、CFM が経営している。硫化鉱については、付近 4 鉱山より買鉱して選鉱し、また酸化鉱については、付近の 4 5 鉱山より買鉱し青化処理している。この酸化鉱の大部分は、古い鉱山の廃石であり、Ag を多く含むので、400 t を 1 ロットとして買入れている。

現在の処理系統は、各系統共200t/日の規模をもつが、処理量は硫化鉱80t/日、酸化鉱250t/日といわれる。系統図は図9のごとくであり、破碎関係は共通している。同工場の選鉱成績は同所技師から聞いた数字では、満足できるバランスを得ることは難しかったが、一応考えられる成績を表29に算出して見た()内数字は先方の発表したもの)。

銅は黄銅鉱を主体とし、亜鉛はMarmatiteが多い。黄鉄鉱を含むので、亜鉛精鉱中のFe 12%以下であることが買鉱の条件とされている。鉛精鉱はSan Luis Potosiへ、亜鉛精鉱はZincamexへ、銅鉛精鉱もSan Luis Potosiへ送られる。

一方青化製錬では、表30に示すような成績を与え、戸過・乾燥した沈殿物は、TorreónのPenolesに送られる。

この工場は、1966年に建設され、人員は75名、技師・管理者25名、操業者50名である。

青化工場では、NaCN使用法の無神経さに驚ろかされた。

この工場での問題点は、

- a) トラック秤量・金銀乾式分析等を行っているが、買鉱工場であるので、鉱石のブレンディング、品質管理を良く行わねばならぬ。

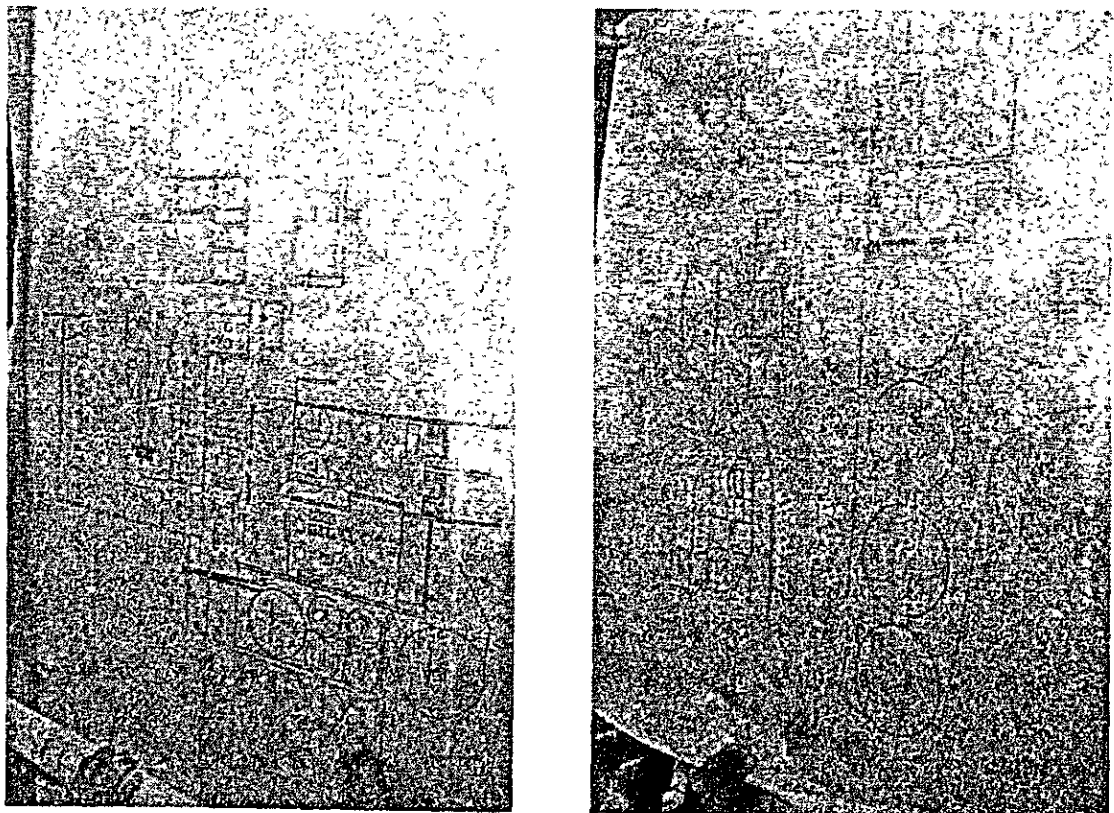


図 9

- b) 選鉱・膏化の成績がはっきりしないのは、現場管理の不充分さを示すものと思われ、管
現者自体が、自己の工場の成績を充分認識出来るよう考えねばならないであろう。
- c) 浮選において Cu 28%、Pb 22% といった銅鉛精鉱の産出がある。この相互分離が検討
されるべきであろう。

表 27 Patronato 選鉱操業条件

磨 鉱 :	6' × 5' および 7' × 5' mill,	⊖ 200 Mesh	60~65%
浮 選 :	鉛 浮 選 :	ZnSO ₄	400 g/t ; pH 7~8
		Isopropyl Xanthate	10 g/t
		起 泡 剤	8 g/t
亜鉛浮選	CuSO ₄	500 g/t	; pH 9.5~10
	Amyl Xanthate	40 g/t	
	起 泡 剤 #70	10 g/t	
	NaCN	15 g/t (1区に)	

表 28 Patronato 膏化处理操業条件

磨 鉱 :	5' × 6' mill, (2次 4' × 10' mill),	⊖ 200 mesh	75~80%
膏化处理 :	NaCN	12kg/t	給 鉱
	Ca(OH) ₂	1kg/t	"
	Zn 粉	20kg/24 hr	

表 29 Patronato 選鉱工場推定選鉱成績 (硫化鉱)

	鉱量 t/月	品位 %					分布率 %							
		g/t Ag	g/t Au	Pb	Zn	Cu	Fe	重量	Ag	Au	Pb	Zn	Cu	Fe
原 鉱	(2,000) 5,000	60	(0.5) 1	(1.0) 2	45	1.5	(6~7) 6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
鉛 精 鉱	(140) 70	1,200	(15~18) 15	60	4	—	—	14	28	21	42	1.2	—	
亜鉛精鉱	(250) 325	60	—	0.1	52	—	12	65	65	—	03	75.1	130	
銅・鉛精鉱	(140) 190	900	(13~14) 13	(22~25) 22	4	28	—	38	570	49.4	41.8	34	70.9	
尾 鉱	4,415	(0.20) 0.58	(0.1) 0.03	(0.1) 0.35	(0.7) 0.01	(0.1) —	—	88.3	8.5	29.6	15.9	20.3	—	
		綜 合		(90)			綜 合		(90)	70.4	(80~85)	(75~80)	(70~75)	
		実収率		85			実収率		85	83.8	75.1	—	—	

表 30 同上苛化成績 (酸化鉱)

	鉱量 t/月	品位		分布率	
		g/t Ag	g/t Au	Ag	Au
原 鉱	5,000 ~7,500	170 (250)	4~5	75~80 (82~88)	90
溶 液		55g/m ³	5g/m ³		
尾 鉱	5,000 ~7,500	43~34 (30)	0.4		

註) 銀沈殿物は次のごとくである。

6 t/月? Ag 20% Au 0.7%

(6) Compañía de Real del Monte y Pachuca (Pachuca, Hidalgo)

調査日時：1978年11月3日

面会者：Ing. Heraldo Cadiani

Ing. Roberto Esperza Contreras

Ing. Seoraio Estrada Pinto

a) 概要

CFM直属の工場であり、昔から続いている古い青化製錬工場60,000t/月があるほか、付属の工作工場がある。

b) 付属工作工場

企業の選鉱工場や鉱山の機械設備の保全を目的としてつくられた工作工場であるが、最近8t/hのキューボラをもつ鑄造工場が設置され、ボールミル用ギヤ、ボールミル・ライニング、コーン・クラッシャー、サンド・ポンプ等の各種選鉱機械やさく岩機の外に一部自動車部品等の鑄造を行っている。実績によれば、1971年～1976年の6年間に灰・白鉄の熔融2,863t、鍛鉄球2,030t、さく岩機660台が製造され、旋盤・フライス盤の鑄造部品、鉱車、鍛鉄鋼ボール、ミル・ライナー、ディーゼル・モーター部品等が各企業に（例えば、Industrial Minera México, El Bote, Cia Minera de Cananea, S.A. Moler Equipos, S.A. 等）売られた。350名程の人員がおり、その機械工作技術は相当高度のものであるように考えられた。

特に注目に値するのは、ポータブル選鉱工場で、大型トラック3台に分割して、破碎機・ミル・浮選機等を積み込み、直ちに現場に設置稼働出来るものが製作済みであった。

c) 青化製錬工場

古い鉱山であるため、1972年頃には鉱石の枯渇が見られたが、CRNの関与により探鉱が促進され、昔からの開発地域の周辺4ヶ所に多くの資源が発見された（Purísima地区 Dicste Gute；San Juan Pachuca 地区 Valenciana, Santa Ana；Alamo 地区 Los Lobos No3, No5；Rica 地区 San José 等）。現在考えられている埋蔵量は250万t、165g/t Ag、11g/t Auである。この外昔からの尾鉱1500万tは40～45g/t Ag、0.3g/t Auが存在するとされ、最近一部のダム廃石を再処理している。（400t/日の能力）

Loreto 選鉱工場は以前浮選により、Au・Agを回収していたが、1975年10月にTecamachalco 研究所の援助により、全部青化処理に切りかえ好結果を得た。60,000t/月処理、165g/t Ag、0.9g/t Auであるが、尾鉱は25～30g/t Ag、0.15g/t Auとなり、Au、Ag実収率80～82%とされる。生産量はAg8t/月、Au42kg/月であるが、6倍程度の処理能力がある。

操業条件：

⊖ 200 mesh 65% 給鉱

NaCN 800 g/m³

Ca(OH)₂ 700 g/m³

Zn 未 1,300 g/m³ (1.2kg/1kg Ag)

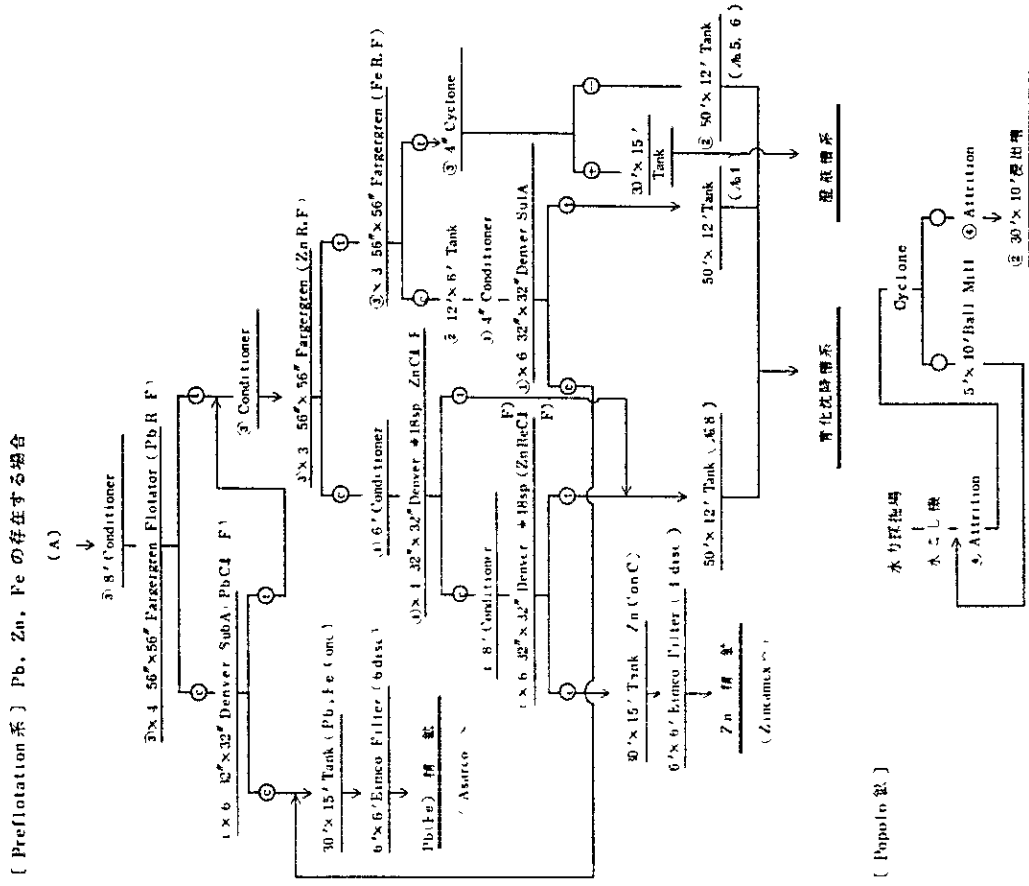
母液 20 g/m³ Ag, 0.1 g/m³ Au (Au/Ag = 1/160)

沈殿物 75% Ag

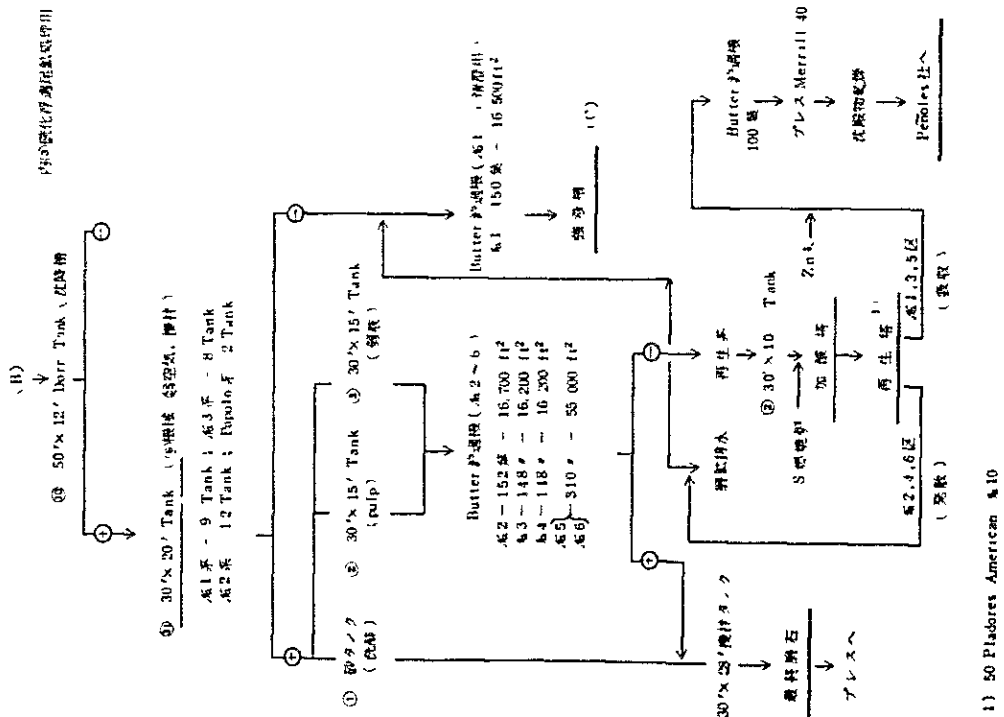
ピリオン・ドール 99% Ag, 0.5% Au

Au・Ag 熔錬工場も見学したが、42 t と 18 t の熔銀炉があり、電解の上 35kg の Ag インゴット、125kg の Au インゴットをつくっており、約 400 ヶの Au インゴットのある倉庫を見学した。Ag の電解工場の大きいのに感心した。Au・Ag は Mexico 銀行におさめられる。以下提供された系統図により、破碎・磨鉱、前浮選処理系統、青化系統、製錬工程を図 10 に示す。

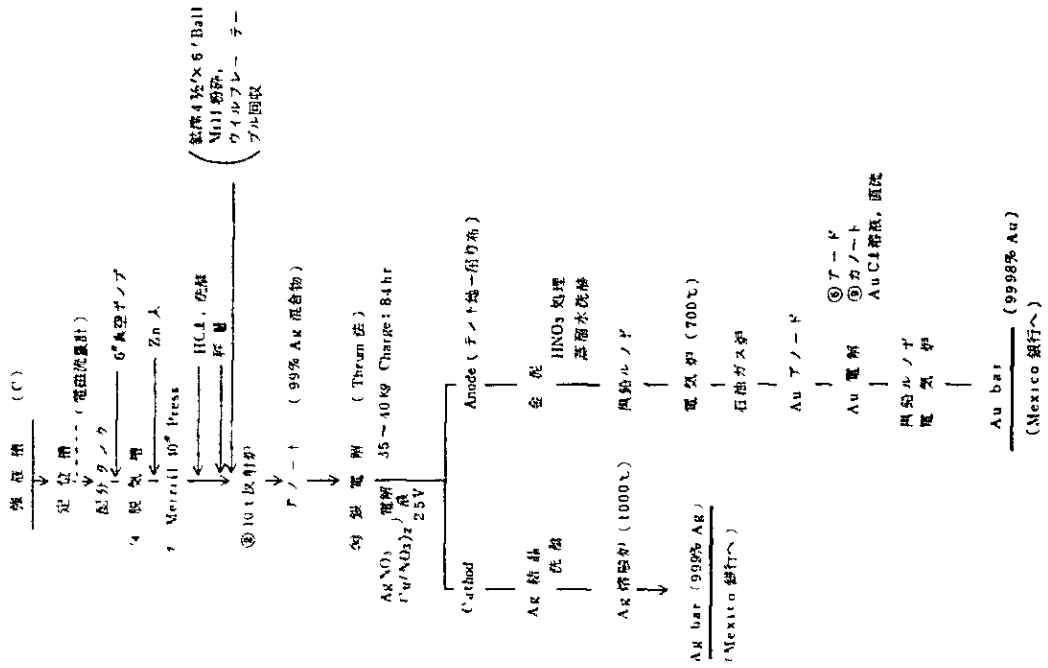
図 10 Real del Monte y Pachnca 膏化工場系統図



〔算化系統〕



〔製 鉛〕



(7) Cobre de México, S.A. (México City) 銅電解工場

調査日時：昭和53年11月11日

面会者：Ing. Ulises Siloa Cota (Sub Gerente General)

a) 概要

メキシコ市内北東部工業団地の一隅にあり隣接地は道路を距て、住居地域、工場など散在しているだけに、一見工場管理には相当神経を使いそうな感じの工場であった。それだけに事務所正面玄関から内部事務所までの内庭の緑の庭園造りは見事とゆう外はない。

この工場は民間企業でありメキシコ国内産出粗銅の殆んどすべてを受入れ電解精製している。電気銅は棹銅として又電解殿物はセレンを回収した後金銀回収のためモンテレーあるいはトレオンの鉛精製工場へ送っている。

生産量は能力10,000 t/Mにするための工事中(殆んど完成)であるが、粗銅の生産量の関連もあって80,000~90,000 t/Yの生産実績になっている。

なお、今後の拡張余地は市街地の中であり敷地に余裕がないことから120,000 t/Y生産が限度と思われる。

操業系統図は図11に示す。

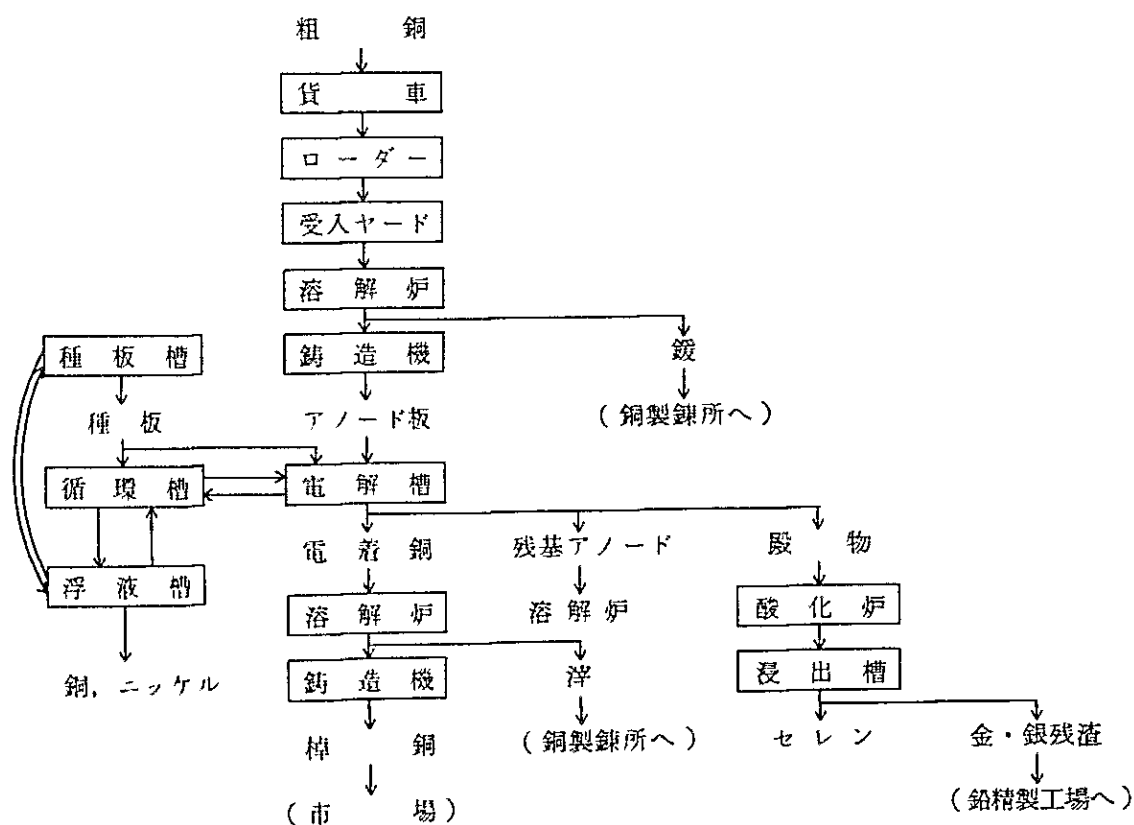


図11 Cobre de México 操業系統図

b) アノード精製

受人粗銅は貨車で構内側線でヤードに横づけになりローダーで堆積される。

Cananea 産	4,500 t/M	San Luis 産	2,500 t/M
Santa Rosalia 産	50~60 t/M	その他屑銅	500 t/M

程度、計 7,500 t/M が主要原料となっている。

San Luis 産粗銅は不純物が多く、これのみで単独に電解操業をすることは技術的に難しい点があるので、Cananea 産粗銅との混合比を 1 : 2 にして厳重な原料管理の下でアノード造りを行い、Cananea 産の粗銅が不足気味のときは屑銅を輸入して品位調整を行っている。

粗銅成分例

	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb g/t	As g/t	Sb g/t	Se g/t
サンルイス産粗銅	40	8,000	97	2,000	2,000	2,000	2,000
カナネア産粗銅	5~6	500	99.5	-	-	-	-

粗銅は 120 t/D/基の反射炉 2 基で溶解し、鋳出し、風掛け、鋳出し、松丸太ポーリング、鋳造と 1 日 1 回のサイクルで操業している。

アノードはショルダー型 350kg/枚の大きさがあり、仕上り精度は可成り良好で、操業管理面でのキメの細かい注意が良く行きわたって居り技術水準の高さを思わせた。

精製アノード品位	Cu	99 %
	Ag	0.2~0.3 %

c) 電 解

電槽は鉄骨で枠を作り内側に木板を張りその内側に FRP 製 10%厚のボックスが入れている。電槽はウェルカ型の 1 段で新旧 1.321 槽からなる。アノードは 20 枚/槽、カソードは 1,000 × 1,000 mm の大きさのもの 21 枚/槽で縦 20mm、横 10mm の銅の角棒をカソードビームとして使用している。

アノード在槽日数 36 日、カソードは 3 回揚げ (12 日揚げ) をして居りアノードの残基率 15% になっている。

電 解 条 件

電 解 液 組 成	Cu 40 g/l, H ₂ SO ₄ 165 g/l
液 温 度	65℃
還 流 量	18 l/min/vat
電 圧	0.32 V
電 流 密 度	20 A/ft ² (計算では 14 A/ft ² = 157 A/m ²)
通 電 流	6,900 A (20 A/ft ² = 216 A/m ² → 9,500 A 相当)

電 流 効 率	93%
電 力 原 単 位	250kWh/t Cu
添 加 剤	膠, アビトン etc.
陽極間中心距離	100mm

電着状態は極めて良好で粒も見当らなかつた。アノード精製により粗銅中の不純物は相当除去された結果とは言へ、電解精製の仕上がりからして原料の配合管理と電解管理に相当留意して操業している結果と判断される。又各電槽の表面には保温効果を目的とした浮子類はなにもなく、室内は液温の割に日本のようなむし暑さは感じなかつた。

種板製作は母板にチタン4%板が用いられ両端には樹脂製のサポーターがはめてあつた。製作に従事している人が一寸多い感じがしたが仲々仕上がり状態も良く特に変形防止のためのしま状ひだもなく板そのままの仕上がりで使用しているのか目についた。

その他、自家発電用の高圧ボイラーを持ち全工場の約10%相当(600kWh)をカバーして、なお低圧蒸気は電解液温の昇温に利用している。電力単価は27¢/kWh、2.2円/kWhといわれ、日本との差が大きいのが気になつた。

d) 鑄 造

電着した銅は90t/D/基の反射炉で溶かされ250lb/本、300lb/本の棹銅を4本鑄ぎの鑄型12ヶで生産している。

アノード精製棹銅用の反射炉から出た鍍類は粗銅量比率で夫々の送り先へ返送している。棹銅の出荷はトラック輸送がその大半を占めている。

e) 廢物処理

廢物はステンレス皿に入れて酸素富化した空気を送って約300℃で焙焼し、廢物中のセレンが酸化したところで投出する。金銀を含む残渣は金銀回収のためにモンテレーあるいはトレオンの鉛精製工場に送り、ガ液はSO₂を吹き込んでセレン廢物はオートクレーブで加圧処理して安定なセレン廢物として出荷する。当日は増処理のため焙焼炉は改造工事中であつた。

銅電解廢物品位例

Au	2kg/t
Ag	250kg/t
Cu	30%
水分	7~10%

f) その他

特筆すべき事項として最後に銅の精製加工費については、

受託加工費	6,000tまで	130\$/t Cu
-------	----------	------------

6,000 t以上 115 \$/t Cu
 平均 120 # (24,000円/t Cu)
 1 \$ = 200円換算

との発言あり、アノード精製から棹銅までという実態を勘案するならば日本の銅製錬の加工原価と対比して考えると相当安いことがうかがえる。

(8) Met-Mex Pénates, S.A. (Torreón) 鉛 - 亜鉛製錬所

調査日時：昭和53年10月25日

面会者：Ing. Caroz I. Gonzales (Gerente)

Ing. Fernando Cerrantes (Gerente Técnico)

Ing. S.A. Peabody (Sub-Director Técnico)

a) 概要

トレオンの市街地から南東部10km程離れた丘陵に近く製錬所があり、鉛と亜鉛の製錬所が一つの敷地内に混然と配地され、又道路を距てた丘陵側に新しく鉛の精錬工場と金銀の電解工場がある。

生産量としては鉛はメキシコ第2位の製錬所であり、亜鉛はメキシコ唯一の湿式製錬方式で電気亜鉛の生産をしている。

主要生産品

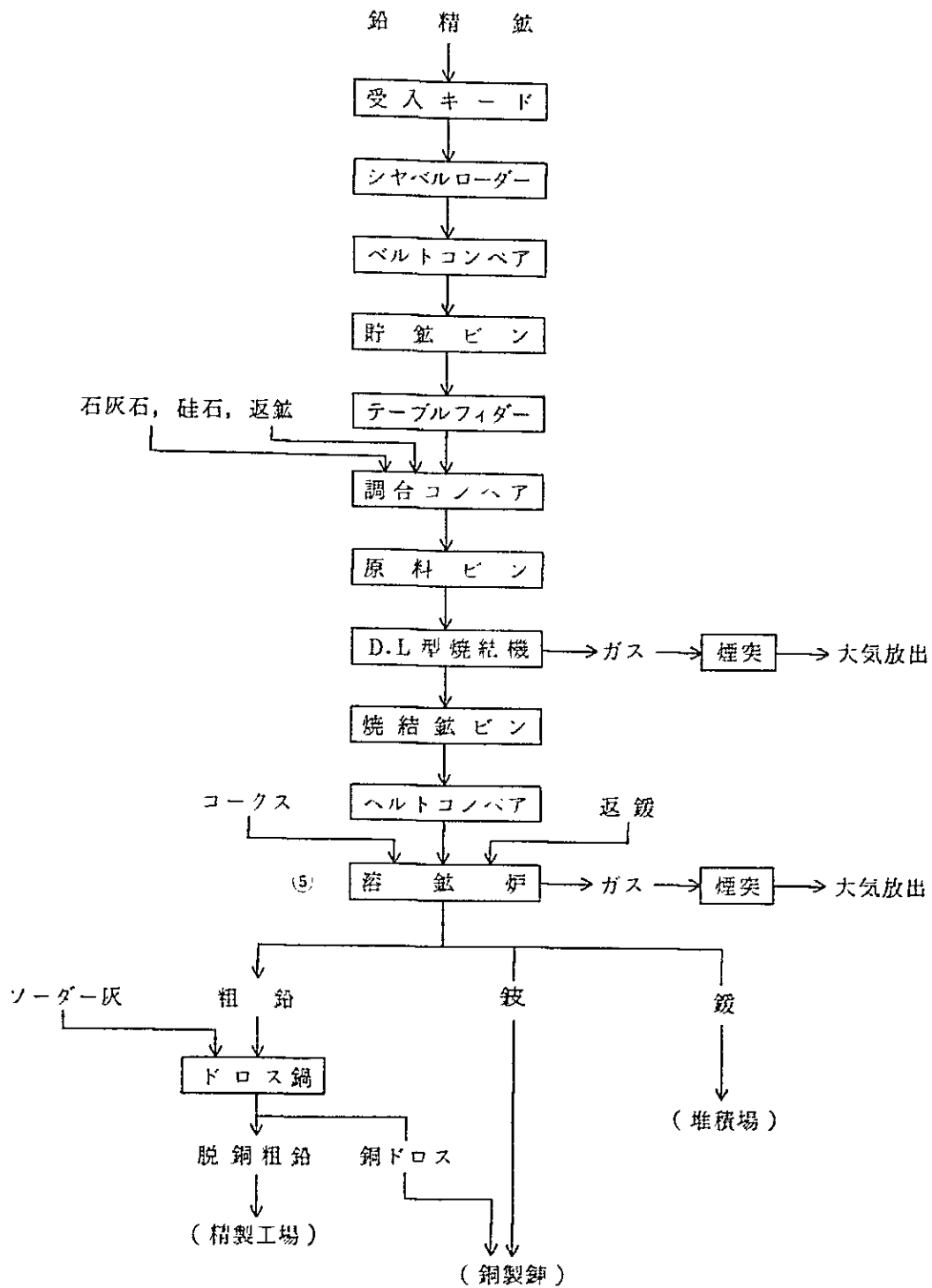
鉛	180,000 t/Y
亜鉛	105,000 #
銅	10,000 #
カドミ	620 #
ビスマス	500 #
硫酸	330,000 #
金	5~10 #
銀	1,000 #

b) 鉛製錬

鉛の製錬については溶鍾・精鍾とも乾式方式であり、日本に於ける溶錬・電解精製と根本的な相異がある。

また製錬工程全般について言えることであるが環境衛生面での配慮が日本とかなり異っていることを強く感じた。

製錬の操業系統図は図12, 13に示す。



○内は基数を示す。

図 1 2 Met-Mex Peñoles の鉛焼結・溶錬作業系統図

1) 焼 結

受入鉛種は中小鉛山含み360余におよぶ。従って品位変動もあり品位確認の必要性もあって鉛種別に受入ヤードを区分して使用している。

調合は割合ラフな感じのフィーダーで切り出し混合して直線型上向送風ドワイトロイド焼結機へ給鉛処理している。処理量2,500 t/D。

調 合 鉛 品 位

Pb	20～45%
S	8～12%
SiO ₂	10～20%
水 分	8～10%

焼 結 鉛 品 位 例

Pb	20～40%
S	2～4%

II) 溶 鉛

焼結鉛は5基の溶鉛炉に投入され装入物の10～15%程度のコークスを混入し還元溶解反応によって粗鉛・鉛皮・鉛・As・Sbの多い場合にはスパイスなどを生成する。

溶鉛炉から出た粗鉛にはまだCu,As,Sbなどの不純物を含んでいるので精製処理が必要であるが、この工場では脱銅処理を行って約30 t程度のシャノボ型粗鉛塊にして次の精製工場へ送っている。

溶鉛工場は現在拡張工事中でドロス鍋など5基(容量70～100 t位)を据付け中であった。

III) 精 製

溶鉛工場で脱銅した粗鉛はなお精製するため道路を距だてて山側に新しく作られた精製工場へ運び処理している。

以前には処理能力の不足から一部を旧アサルコ系のモンテレーの鉛精製工場で精製していた。

脱銅粗鉛はまず反射型の柔鉛炉にクレーンで吊り上げられ投入される。投入方法は約30°程度のノット台があり、粗鉛はこの上に乗せられ下部から溶体内に溶けるに従って滑り落ちるように工夫されている。先ず残っているCu次いでSn,As,Sbの順に700～900℃に加熱された炉内への空気吹込みで酸化除去する。

柔鉛は溶体ポンプで次の保温炉へ送り十分に緩分離してから次の脱銀鍋に移す。溶体の移動は全部溶体ポンプによっている。

脱銀鍋(パークス鍋)ではZnのPbよりAu,Agに対する親和力の差を利用し温度

520℃程度に保ちAu,AgとZnの合金として分離除去する。

銀・亜鉛合金の品位例

Pb	20 %
Zn	64 %
Ag	13.5 %
Au	0.01~0.02 %

脱銀した鉛にはなおZnが0.5%程度は残るので温度を780℃程度と高めて空気を吹込み酸化除去の操作で精製する。

精製鉛は貯蔵鍋に移し変へた後直線型鋳造機で型鉛としている。

なお精製鍋の容量は略々同じで70~100t程度と思われた。

粗鉛から精製鉛までの不純物含有量変化の参考例を表30に示す。

表30 粗鉛から精製鉛までの不純物含有量

	溶鉍炉粗鉛	脱銅粗鉛	柔鉛	脱銀鉛	精製鉛
Cu %	11	0.004	0.004	0.0005	0.0004
As %	0.25	0.14	0.001	0.001	0.0001
Sb %	0.93	0.90	0.025	0.02	0.0037
Ag g/t	1290	1290	1350	14	19
Au "	112	112	112	—	—
Zn %	—	—	—	0.56	0.0002
Bi %	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002

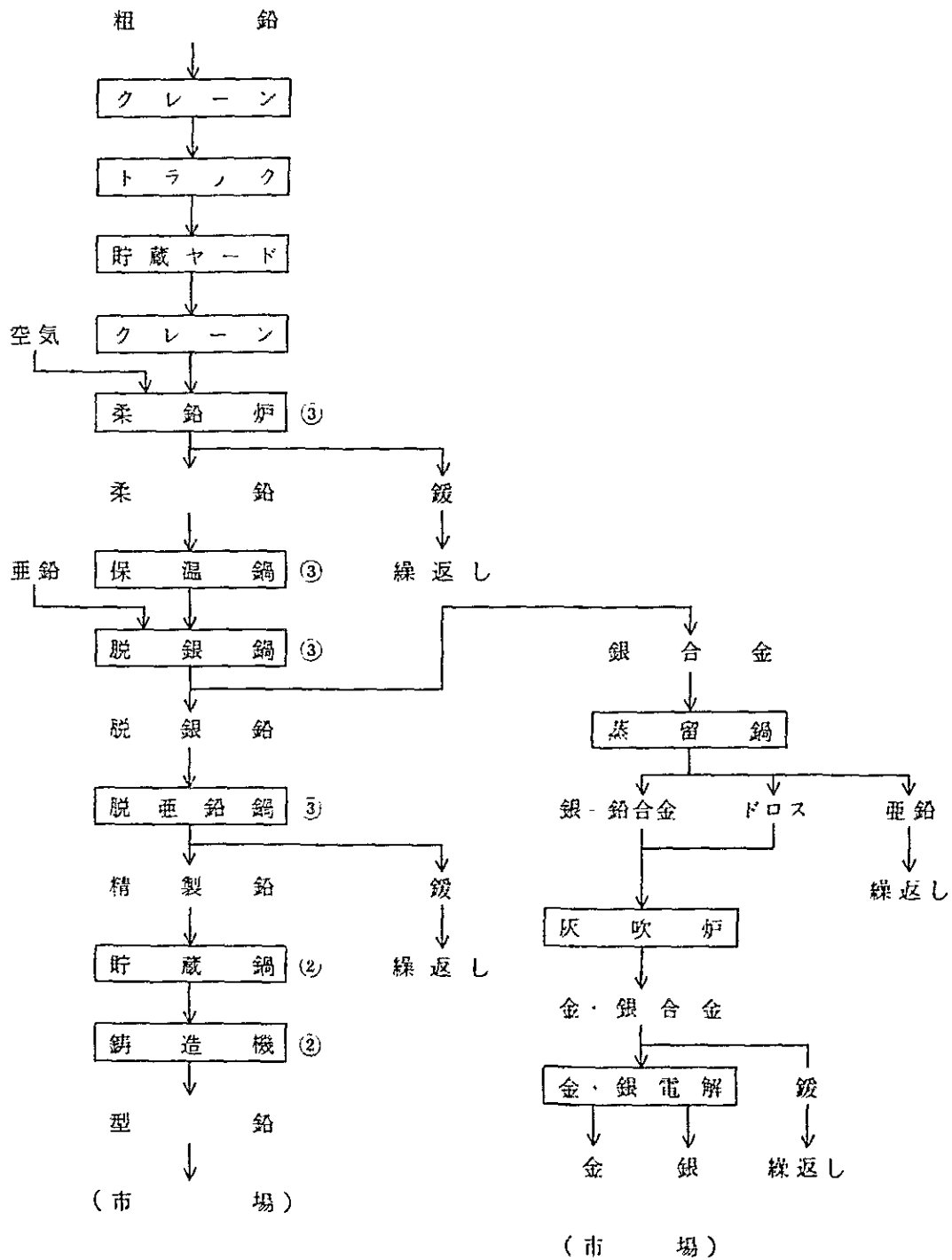
VI) 金・銀電解

鉛の精製工場で分離した銀・亜鉛合金は蒸留鍋で亜鉛を回収し残った貴鉛は精銀炉（反射炉）で分銀操作され粗銀を得て15H×125W×300Lの平板に鋳込まれる。

銀電解は日本では殆んど見られないBalbach-Thum法と言う方法が行われていた。即ち底面にステンレスの板を置きこれを負極としてこれに相対するようにステンレス網の籠を吊下げこれに厚手のキャンバスを敷いてその上に粗銀板を2枚重なるように並べて入れこれを正極として電解している。

電解銀は負極のステンレス平板上に析出し、粗銀中の不純物はスライムとしてキャンバス上に残るので電解終了後残基銀を取り出しスライムはスライム処理に回し粗金を得る。銀電解液は真青で組成は硝酸酸性でCu60g/l, Ag100g/lになっている。

金電解も日本の銀電解に近い程のスケールで金のアノードは15kg/枚もある大きい形のもので電解が行われていた。



○内は箇敷

図13 Met-Mex Peñoles の鉛精製操業系統図

c) 亜鉛製錬

1973年に操業を開始したメキンコ 唯一の湿式の亜鉛製錬所であり、しかもベルギーのピエ尔蒙ト方式と言われる引揚・装入剥取を完全自動化した電解方式を採用している特色のある最新鋭の工場である。

最近までこの工場は調子良く動いていないという情報が流れていたが、調査時は100%とは言いがたがなんとか動いている様子ではあった。しかし現場の印象としては浸出・浮液に問題があるような感じがした。事実浸出・浮液工程は当初の計画のフローと最近では変えたと言っていた。

以下に最近の操業系統を図14、図15、図16に示す。

i) 給 鉛

鉛鉛にしても亜鉛鉛にしても数鉛山からの受入のためか鉛舎周辺は相変わらず粉塵の山である。

鉛石はシャヘルカーでベルトコンベア上に乗せホッパービンに送っている。ビンの下からはベルトフィーダーで切り出しコンヘアで焙焼炉の炉頂へ運んでいる。

ii) 焙 焼

焙焼炉はルルギ式の流動炉2基で操業しており、炉内への給鉛は3ヶ所から行われている。操業温度は960℃、SO₂ガス濃度は8%で全量ルルギ式硫酸工場へ送り硫酸として硫黄を回収している。

iii) 浸 出

中性浸出・酸性浸出を連続で行っている外に残渣処理のためにジャロサイト方式を採用している。

酸性浸出の2段目、強酸浸出の条件は温度80℃、酸濃度160g/l H₂SO₄、処理液量80m³/Hである。

又ジャロサイト生成反応は温度95℃、反応時間6時間で行っており、固液の分離性を高めるためシックナーは2段のノリーズで操業している。

浸出液品位

Cu	1,200 ppm
Co	30~40 ppm
Cd	800~1,000 ppm
Ag + Sb	200~300 ppm
Zn	160 g/l

vi) 浮 液

浮液は3段で脱銅・脱コバルト・脱カドミの順に行われている。特に変わっている点は

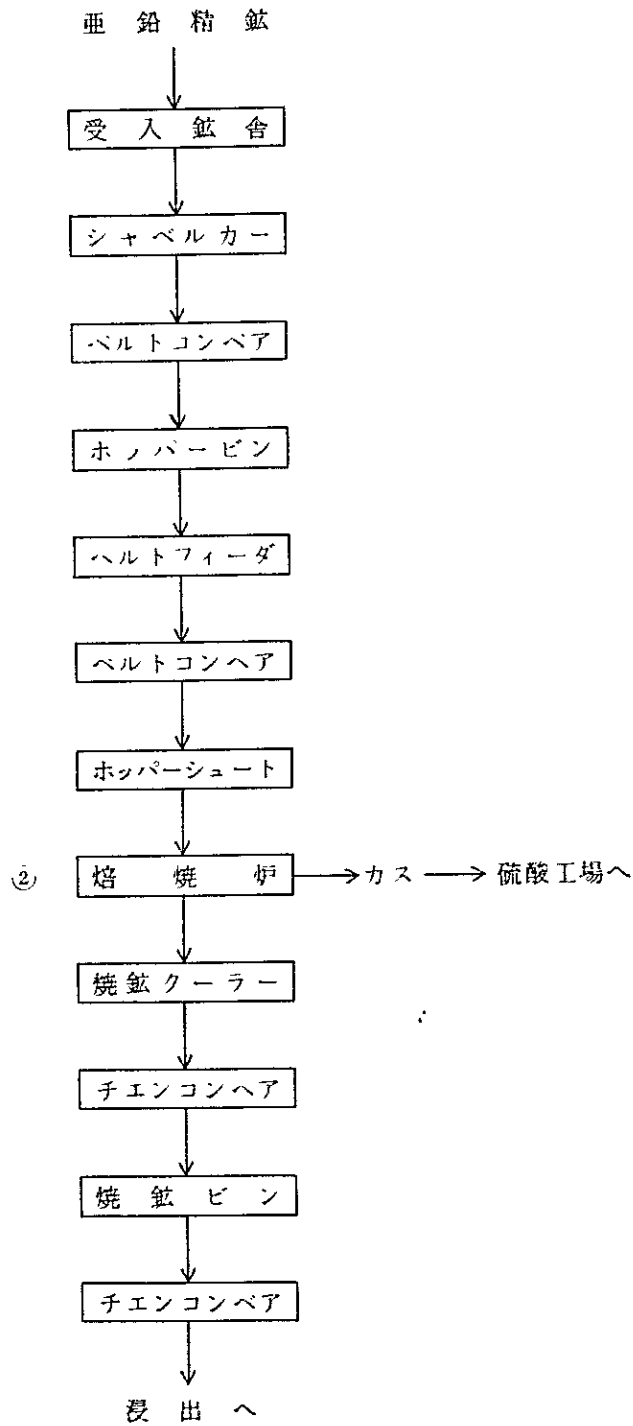


図 14 Met-Mex Peñoles の亜鉛給鉱・焙焼操業系統図

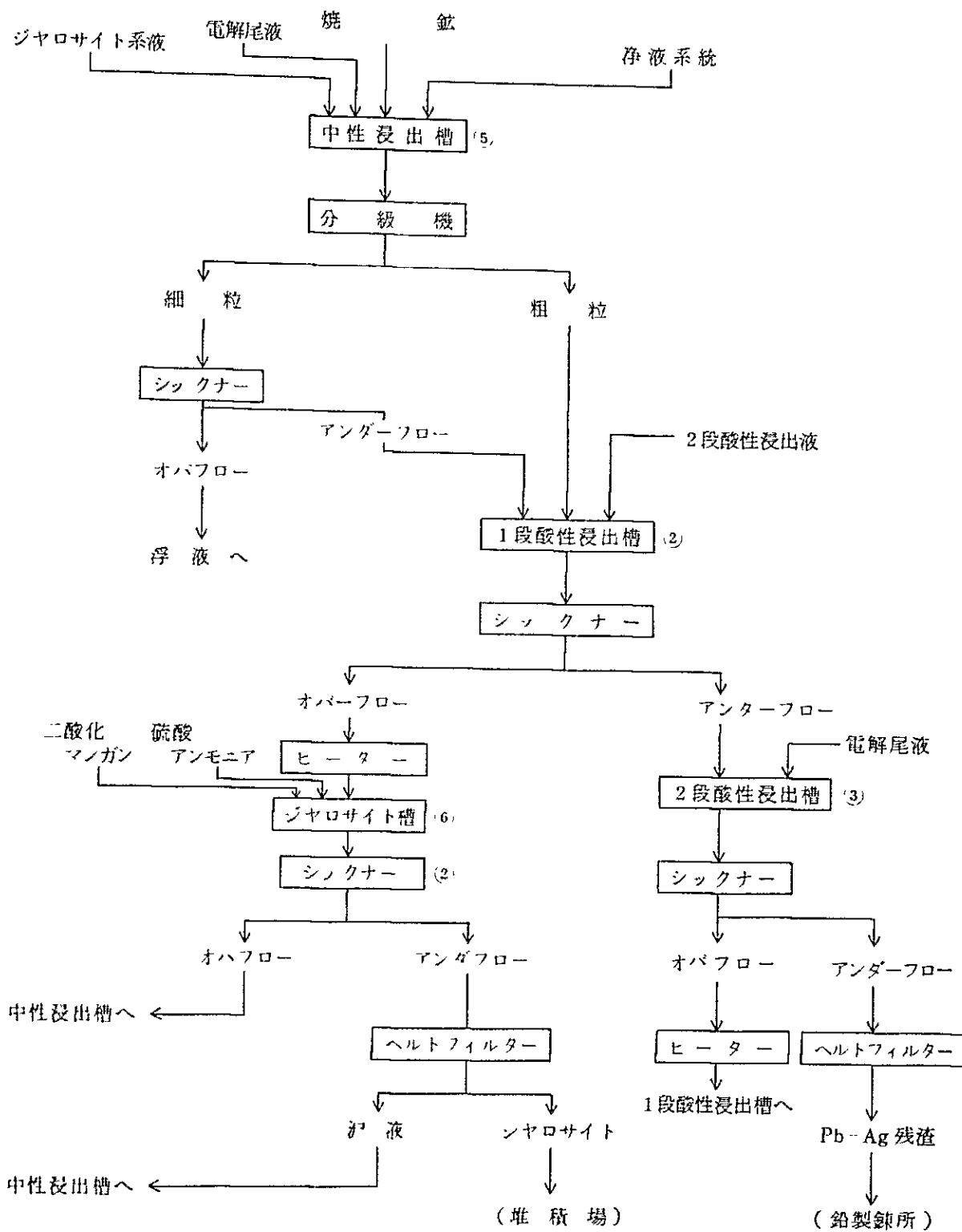


図 15 Met Mex Peñoles の垂鉛浸出作業系統図

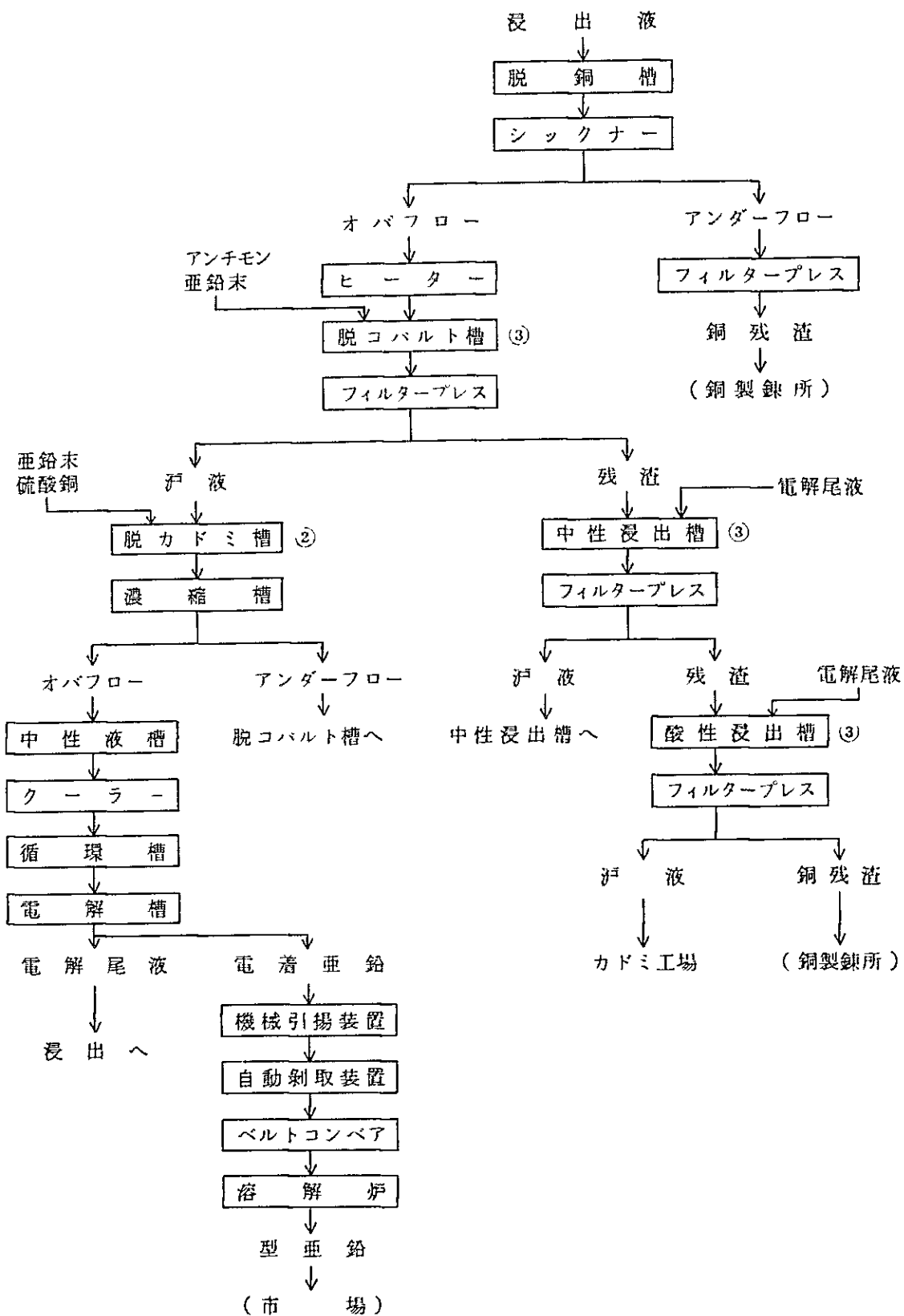


図 1 6 Met-Mex Penoles の亜鉛浄液・電解・溶解操業系統図

脱コバルトの工程で金属状アンチモンを亜鉛末と一緒に添加している点と脱カドミの工程で銅イオン添加の目的で硫酸銅を使用している点である。

反応条件

脱銅反応時間	1時間
脱Co # #	3 #
脱Cd # #	2 #
反応温度	86℃
中性液品位	
Zn	160~165 g/l
Co	0.2 ppm以下
Cd	0.2 #
銅残渣品位	
Cu	80~85%

V) 電解・溶解

電解工場は機械引揚・装入・剥取と一連の自動化装置が連動された状態で操業されており、多少タイムラグの差で遊びの時間が見られたが総体的には良く動いている感であった。

電槽はいわゆるジャンボ型電槽でアノード51枚、カソード50枚、カソード有効面積2.6 m² (飯島1.8 m²) 1系列28槽の8列、224槽がある。

電解条件

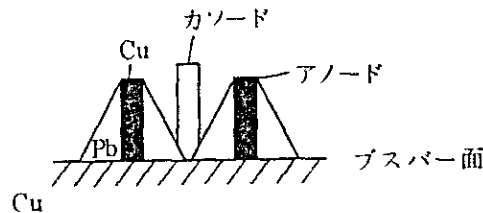
電解液品位	Zn	5.5~6.0 g/l
	H ₂ SO ₄	160~170 g/l
環流量		160 l/min
電解液温度		30~35℃
電着時間		40時間
電流密度		390~400 A/m ²
電流効率		90.5%
電力原単位		2.900~3.100 KWH/t 電着亜鉛

剥取られた陰極亜鉛はベルトコンベアで溶解炉まで運ばれ、ガス加熱の溶解炉で450~500℃で溶解、直線型の連続鋳造機で型亜鉛にしている。鋳造機のカス取りは人手であり機械化に今一步との感を受けた。

調査時の電着亜鉛は40時間電着にしては一寸薄い感じで、剥取り後の様子から電着亜鉛の粒子が緻密で粘性があるように見えた。また、電着面を剥取面から見て浄液にお

ける不純物の管理は良好であると思えた。

その他アノード、カソードの位置を正確にし（自動化の前提条件）且つショート防止のための工夫として、アノードとブスバーの接触面に下図の如き三角形のブロックを取りつけているのが目についた。なおアノードビームの上に樹脂性のデスタントピースが取り付けられてあった。



IV) カドミウム工場

カドミウムの生産は湿式電解方式で、アノード・カソードは亜鉛電解工場で使用しているものと同じ寸法のもが使われ、生産品はメッキ用カドミ球が大部分で他にカドミペンシルも造っている。

(9) Zincamex, S.A. (Saltillo) 亜鉛製鋅所

調査日時 昭和53年10月26日

面会者: Lic. Fernando Renteria Ronce (Director General)

Ing. Salome J. Perales Flord (Gerente General)

Ing. Leon R. Martinez Bass (Ventas Zona Norte)

a) 概要

CFMの資本参加が95.62%の企業であり、製鋅所はメキシコの中中部鋅業地帯の中心都市モンテレーから85km中部寄りのサルテジョ市にある。

この製鋅所は操業開始が1964年と別に新しいにもかかわらず水平蒸留方式という最近の日本では見ることの出来ない最も旧式な製鋅方式を採用している。当時の世界の亜鉛製鋅の動向としては少くとも乾式の亜鉛製鋅では既に堅型蒸留方式、或は電熱蒸留方式などが盛んをあげていた筈であり、技術水準としても、又実操業的にも非能率的なこの方式が採用されたことは理解に苦しむところである。

従って企業としての努力、現場技術陣の努力とは裏腹に仲々実績が上らない事実は、この出発点の選択の誤りが大きく影響していると言えるのではあるまいか。

主要生産品

蒸留亜鉛	24,000 t/Y (全国乾式亜鉛の28%)
鉛	300 t/Y
カドミウム	144 t/Y

硫 酸 40,000 t/Y

b) 亜鉛製錬

操業の系統図は図17で示す。

I) 給 鉱

原料の亜鉛精鉱は主として8鉱山の産出鉱がその主体をなし、ヤードは受入鉱種別に区分され品位を確認してから貯鉱ビンに運ばれる。

亜鉛精鉱品位

Zn	50～55%
Fe	7～10%
S	25～30%
Pb	1～2%

II) 焙 焼

貯蔵ビンの下からテーブルフィーダーで切り出された鉱石はハルトコンヘアで2mφ×1.5mL天然ガス直熱式のロータリーキルン型の乾燥機に投入される。鉱石は350～400℃に加熱されて水分10～15%が1%水分程度まで乾燥される。

乾燥機を出た鉱石はバケットエレベーターで4mW×2.0mL×3mHの流動式角型焙焼炉の炉頂まで運ばれて炉内に投入される。反応温度950℃、6～7時間の炉内滞留になるように給鉱量と底部よりの風量を調節している。

焙焼鉱の粒度分布は1～2mφが80%を占め炉からの飛散煙灰はルルギ型、トル型焙焼炉に比べて極端に少く10%程度である。

排ガスは130 t/Dモンサント式硫酸工場に送り硫酸を回収している。

III) 蒸 留

ベルギー型の水平蒸留炉が6系列あり、操業サイクルは48時間のハンチ操業になっている。

配 合 割 合

焙 焼 鉱	50%
コ ー ク ス	25%
燐灰, 酸化亜鉛等	25%

参考までに水平蒸留炉の模型図を図18に示した。

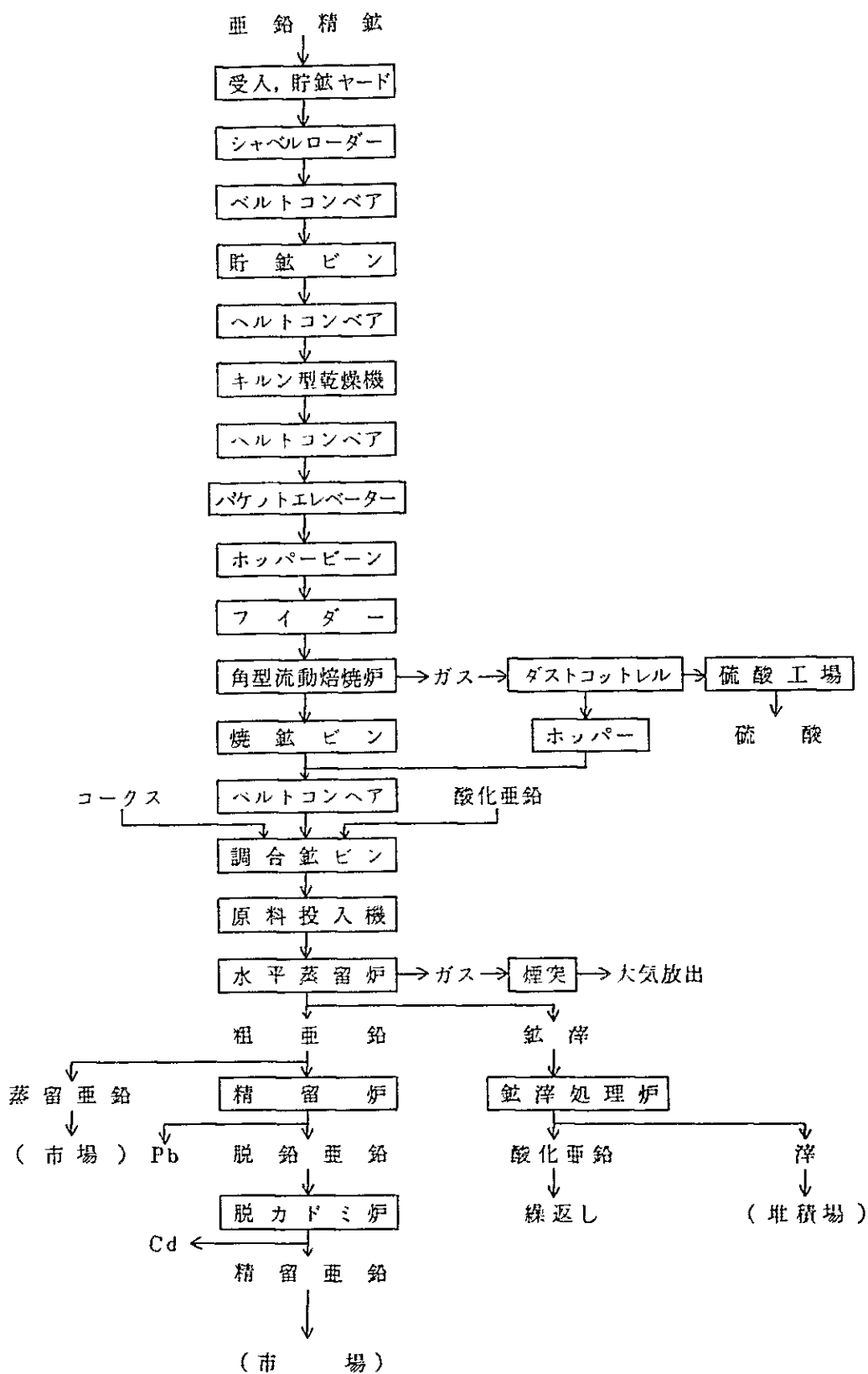


図 17 Zincomex の亜鉛製錬操業系統図

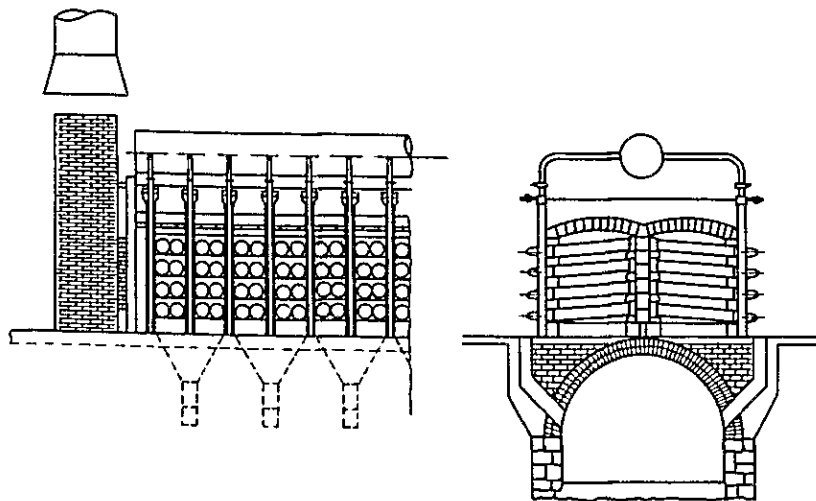


図18 Horizontal Retort Furnaces

天然ガスを主熱源とし1350℃で反応を行わせているが、排ガスは熱交換をすることなしに工場外の煙突から大気中に放散しており、一寸日本では考えられない操業をしている。

水平蒸留炉の操業の中で炉への原料の投入時の労働力の集中と粉塵からの作業環境の悪さが最も問題となるところであるが、われわれが現場にいる時間帯が適当でなかったのが残念ながらその実態は目にすることが出来なかった。

また、主要資材として、蒸留炉のレトルトの寿命が物品費に占める比重が大きいところから、寿命の長いレトルトの製作が技術的に最も要求されるところであるが、20～25日で取替えるということであり、自家製作による加工費の減少に努力しているとはいえ未だしの感を受けた。

粗亜鉛の品位例

Zn	97%
Cd	0.5%
Pb	2%
Cu	0.03%

VI) 精 留

蒸留亜鉛は7～8%を精留亜鉛(SHG)として出荷している。

精留にはニュージャー型(ニュージャー型)の堅型炉を用いて精製しており、この方法は温度900～1100℃で2連のSiC特殊レトルトを用い、(内部に皿の積重ね)含鉛・カドミの粗亜鉛を第1レトルト(鉛塔)に入れて亜鉛・カドミを蒸留して先ず鉛を分離し、次にカドミを含む第1レトルトの凝縮亜鉛を第2レトルトに導いてカドミを蒸留して精製亜鉛

(99.995% Zn) を下から取り出している。

精留炉の模型図を図19に示す。

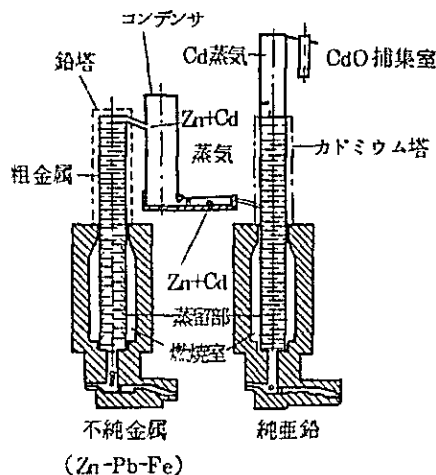


図19 精留炉

10) 現場事業所における問題点

以上の鉱山・選鉱工場・製錬所の現地調査結果を総括して考えると、以下の様な事項が問題になると思われる。

- a) 全般に見て、選鉱工場・製錬所共、日本的な視点から眺めると、操業に粗さが目立ち例えば、実収率の数%の向上といった成果は、比較的厳しくない努力で達成可能と考えられ、個々の現場によって対応策は異なるが、これを目標とする努力は、収支的に大きなメリットを与えよう。
- b) CFMの傘下等国家的な保護の下にある企業の方が、外資系企業を受けついで民間企業よりも、一般に操業状態が悪い。例えば Cobre de México の銅電解工場が、日本と比較しても遜色ないと思われる程充実した操業をしているに対し、Zincamex の亜鉛製錬所などでは、設備・操業面で問題が多いように見受けられた。

これは例えば国営の企業は、その責任者が、しばしば変更し、その経営方針に一貫性を欠き、また操業になじまないことに対し、私企業では、長い間同じ責任者によって指導改善されていること、米国等の企業の過去の伝統・遺産が残されていることがその一要因でないかと思われた。

- c) メキシコにおいては、未だ資源の有効利用が充分でないと思われる。例えば、我々の見た範囲では、El Bole, Patronato の選鉱場で、Cu 25%、Pb 20%といったような混合精鉱を産出していたが、製錬所の受入側でも処置が面倒と思われるし、収支的にもこれを銅精鉱と鉛精鉱に分離した方が有利と考えられる。勿論このためには、若干の設備と技術

的検討を要するが、今回知った所ではメキシコにも黒鉛タイプの鉛の存在が知られているとのことなので、このような複雑硫化鉛の相互分離技術を導入する必要があることが認められた。

- d) 現場には一般に作業人員が多い。これは雇用の促進という問題と関連があり、卒直にはいえないが、矢張り自動化の導入と、人員の適性配置または教育の強化で、鉛業分野に必要な熟練者を養成し、新企業への投入を考える方策が講ぜられるべきであろう。
- e) メキシコの鉛の賦存量の多いことに感心した。この場合も有効に回収率を高めることが望まれ、より経済的な取得方式が検討されるべきであろう。
- f) Cananeaにおいて、銅の回収の $\frac{1}{2}$ は浮選により、残りの $\frac{1}{2}$ は、浸出によっている。このCu 0.3%以下のものに対し、浸出 スクラップ取銅によって得ている量は少ないものでなく、中南米諸国において、インサイト リーチングが極めて有効な回収方式であることを認識した。
一方製鉛所の排煙については、大気放出のままであり、環境規制が進めばいずれは処理するようになると思われる。従ってその場合に反射が、転炉方式によった製鉛方式そのものの見直しをする時機があると考えられる。
- g) 鉛製鉛・亜鉛製鉛については、メキシコの現状は乾式製鉛方式が殆んど総てであるが、社会構造の近代化に従って、製品の品質の高純度化の要求となって来るので、この分野への湿式電解方式の導入が、いずれは検討されるようになるに違いない。
- h) 設備保全の面から見れば、古い機械を良く手入れして使いこなしている点は、賞讃に値いすることではあるが、その反面では保守的で進歩性に欠ける嫌も生ずる。又一方では非常に高度の技術を要する機器も使用しており、なんかチグハグなアンバランスを感じないでもない。それだけメキシコは現在過渡期にあると言えるのであるから、今後バランスの取れた方向への技術協力をしてゆく必要があると思われる。

IV 要請内容に関するメキシコ側との協議

1 メキシコ側の要請意図

1961年に公布された新鉱業法にもとづく鉱業のメキシコ化政策により、金属および非金属の鉱業における外国企業の民族化が進められ、資本および経営におけるメキシコ化は、大幅に前進しているが、技術の面では、従来の外国資本時代の保有技術の習得が精一杯で、外国技術の消化吸収による改良発表が、非常に立ちおけている。とくに、外資を政府資本が肩がわりし、Nacional Financiera S.A（日本の開発銀行に相当する工業化を推進するための政府長期金融機関、NAFINSAと呼ばれている）およびCFMが、多数株主となっている鉱業企業およびCFMの直営企業における技術の水準は、1961年のまま停滞しているのが現状で、新技術の開発、導入はきわめて少ない。

一方、メキシコは、1960年代に入って、ブラジルと並んで、工業化は重化学工業化の段階に入り、急速な拡大を続けており、石油化学工業、金属加工工業、機械工業は、一段と多様化している。これにともなって、素材としての金属材料および非金属材料の消費の増加と使用品種の多様化が急激に進み、銀、鉛、亜鉛、螢石、重晶石など伝統的なメキシコ鉱業の産品は、輸出余力はあるが、銅を始め、錫、タングステン、アルミニウムなど工業素材として重要な金属の輸入が、量的に増加し、その種類も増加して、金属および非金属の貿易バランスの出超中は急速に低下しつつある。

重化学工業化に伴う国内工業の工業材料の需要の増加と多様化に対応して、潜在的には豊富な国内鉱物資源の利用を促進するため、技術能力、とくに研究開発能力の向上が必要とされている。

メキシコは地質的に見ると量的・質的に多種の金属鉱物、非金属鉱物に恵まれている。組織的な調査は金属についていえば伝統的な銀、鉛、亜鉛、さらに銅について、行われているにすぎず、その他の金属、さらに処理技術に問題のある鉱物については十分ではない。しかし、今までの少ない調査資料からみて、多種の有用鉱物の豊かな存在が十分に予期できる。

今回の本件技術協力の要請書に挙げられた課題は、上記の状況を反映したものであることは、協議の間を通じて、メキシコ側の考えの基本にあることが、十分に確認された。

2. メキシコ側の要請意図についての調査団の所見

国内工業における金属、非金属の原材料の需要増と多様化に対応する国内潜在資源の利用技術の開発の重要性は、メキシコ側の説明および各種資料より十分に理解でき、このニーズに対応するCFM研究所の能力の向上を中心に技術協力を行うことが最も効果的であると考えられる。また、同時に現地調査の結果、CFMが多数株主である鉱山製錬企業、CFM直営鉱山、

選鉱企業の現有技術の改善向上に関する技術協力も、重要であるとの認識を持った。メキシコ民間資本が主力となる企業は、現有技術の改善向上について、きわめて熱意が高く、海外よりの技術導入と自己努力により、メキシコ化以前の外国技術の消化から進んで、改良発展に力を注ぎ、着実に前進をしているのに対して、国営企業は利潤動機の不足、経営の官僚化、経営陣の度重なる交替などから、技術水準は、メキシコ化以前にとどまり、部分的には低下すらみられる。しかし、一方では Tecamachalco 研究所は、これらの政府企業、直営企業の技術改善向上について、問題点を把握して、十分ではないが、研究を行っていることも、認識できた。

このような状況から、調査団としては、この面での研究課題も、協力課題の候補としてはどうかと提案を行い、その例として CFM 直営の El Bote 鉱山選鉱場における銅、鉛、亜鉛混合粗鉱の増産に対応して、現在の鉛精鉱、亜鉛精鉱、銅・鉛混合精鉱の選鉱工程を、鉛、亜鉛、銅の完全単体分離への改善のための研究を挙げた。これに対して、メキシコ側は、当初気乗り薄であったが、わが国の複雑鉱の選鉱技術能力が高く、改善による経済効果の大きいことを説明したところ、その意義を理解し、候補課題に、この種のテーマを入れることに同意した。

このメキシコ側の態度の裏には、既存技術の改良という地味なテーマよりも、革々しい新技術の開発をやりたいという研究所特有の性向があること、さらに、既存技術の改良研究は容易であるという甘さがあることが看取された。既存技術の改良は日本側の能力があるならば、効果が比較的早く表われるので、本件協力のように研究能力の向上の協力という効果の発現に時間のかかる協力には、その一部にこのようなテーマを含めることは協力を進める上に極めて有意義であるとの観点から、調査団としてはこの提案を行った。

3. 技術協力の分野と課題についての討議

技術協力の分野と課題についての討議は、メキシコ側の要請の説明を受けることから、始めた。予想通り 1978 年 6 月 2 日付在メキシコ大使発外務大臣宛公信第 448 号をもって、メキシコ政府より要請のあった協力要請内容（別添資料）を基礎とした非金属および金属の鉱物の処理利用に関する技術研究開発の課題 18 項目（別添資料）を協力課題として、提案して来た。

18 項目の研究テーマは、メキシコの現在のニーズから、選ばれたことは十分に理解できたが、まず第一に「ボーキサイト以外の含アルミナ鉱物よりのアルミニウム製錬法の研究開発」のように、世界的にすでに研究しつくされ、経済性の点で問題のあるテーマや「高濃度 SO₂ ガスよりの単体硫黄の採取」のように商業的にすでに確立された技術についての研究など、Tecamachalco の研究能力からみて、背伸びしたテーマや成果のすでに判定されているテーマが多い。第 2 にテーマの範囲が非金属、非鉄金属、鉄族金属と、間口が広すぎてわが方の対応が多くて工業部門で行わねばならないので、技術協力のバック・アップが複雑化する恐れがあ

る。

第3に、Tecamachalcoの研究能力からみて、これらのテーマすべてを同時並行的に実施することは不可能である。

この三つの点は、発表途上国の国立研究機関に、多く見られる欠点で、研究開発を時間的、経費的に甘くみていること、世界の研究動向についての情報が不足していることから、生じているものである。

このメキシコ側の悪い点を直接指導しても十分に理解されないと思われたので、調査団としては、わが方の技術協力の経費規模、人的能力、期間に限度があり、少数テーマにしぼることの必要性を説明し、メキシコ側にテーマをしぼり、かつプライオリティを付することを要求した。同時に、メキシコ側で現場からの要請の強いテーマ、わが方で現地調査の結果として必要性を認めたテーマを加えて検討することとした。

わが国の技術協力ハノクアノブの点から協力対象は、金属鉱物の処理に関するテーマに限りたい。テーマは2～3で協力を開始し、その研究の進行に応じてチェック・アンド・レビューを行って、場合によってテーマの入れ替えを行うようにしたいと提案して、メキシコ側の了解を求めた。メキシコ側は、金属鉱物のテーマに限る点については、すぐに了承したが、テーマの数については出来る限り多くのテーマを対象とすることに固執した。これはテーマを少くすると協力の規模が小さくなると誤解していることと、研究開発に必要とされる財政的、人的資源を過少見積りしているためと考えられた。

そこで調査団としては、無理にテーマを2～3にしぼるよりも、いくつかの候補テーマについて合意し、わが方の協力能力を帰国後、十分検討すると同時にメキシコ側の責任者をわが国に来訪させて、わが国の研究施設を見せて研究の実施の困難さを理解させて後に、テーマを選定する方が得策と考えて、先方と候補課題について討議して、次の5つを候補とすることで意見の一致を見た。

- 1 Santa Rosalia 産酸化銅鉱の湿式製錬プロセス
- 2 低品位錫鉱よりの錫の回収
- 3 鉛、亜鉛、銅の複雑硫化鉱の選鉱完全分離
- 4 銀品位の高い鉛鉱の塩化法湿式製錬
- 5 低品位銅鉱の Bacteria Leaching

4. 供与機材についての検討

メキシコ側の要請書に記載された供与要請機材について、メキシコ側の専門家より一応の説明を受け、さらに調査団としても現在保有する機材について、調査を行ったが、要請のあった機材と協力要請課題との関連について不明確な点が多く、さらに協力候補課題が当初要請の課

題とかなり異ったこともあったので、供与機材については協力の対象となる研究開発テーマを決定し、さらに協力手法を確定した後に検討することをわが方が提案し、メキシコ側も了承した。

Tecamachalco 研究所の現有研究開発機器は一応そろっているが、新しい進歩した機器の導入はおくれており、旧式の機器を補修しつつ、何とか使用している状況である。

とくに化学分析機器は、外部よりの委託分析のニーズに応ずるのが手一杯で、分析精度も問題があると見られるので、技術協力による研究開発を進める上で、設備の能力増強と近代化が必要と思われた。さらに研究に直接使用する大型機器はメキシコ製で、相当のものが入手可能であるが、細かい補助的実験機材で、研究の効率化を進めるのに役立つものが予想外に導入されているので、この種の機器の供与が必要であろう。