

チリ鉱山公害防止技術協力 事業実施協議調査団報告書

昭和62年 3月

国際協力事業団
鉱工業開発協力部

鉱開技
JR
87-86

LIBRARY

チリ鉱山公害防止技術協力 事業実施協議調査団報告書

JICA LIBRARY



1026061[0]

昭和62年 3月

国際協力事業団
鉱工業開発協力部

国際協力事業団	
入 月日	87. 7. 13
登録 No.	16641
	704
	66.1
	MIT

は し が き

チリ共和国は、銅鉱石埋蔵量、生産量において世界一の産銅国であり、同国輸出総額の約50%を占める程、銅産品が重要な外貨収入源となっている。

近年、銅産品の国際的需要の減退及び価格の下落等の現状ではあるも、チリ共和国にとっては、産銅による外貨獲得のため積極的な諸振興策を講じているところである。

しかしながら、このような状況の下、一方では鉱業活動に起因する大気、水質等の環境汚染が大きな社会問題になりかねない状況になってきた。

そこで、チリ共和国政府は鉱業関連施設で生じている汚染問題の把握、対策化のため、かつ環境と調和のとれた鉱業の発展をはかるべく、我が国に対し鉱山公害防止にかかる技術協力を要請してきたものである。

当事業団では、これをうけ、鉱業の各分野で生じている大気・水質汚染の測定技術及びそれに携わる技術者の養成を目途に、その協力の可能性につき1986年3月23日より4月5日まで事前調査団を派遣し、その調査団の報告に基づき実施協議に必要な準備を整え、1987年3月1日より3月13日まで実施協議調査団を派遣した。同調査団はチリ側と本件協力実施について最終的合意に達し、討議議事録(R/D)に双方が署名し1987年6月1日より具体的に技術協力を実施することとなった。

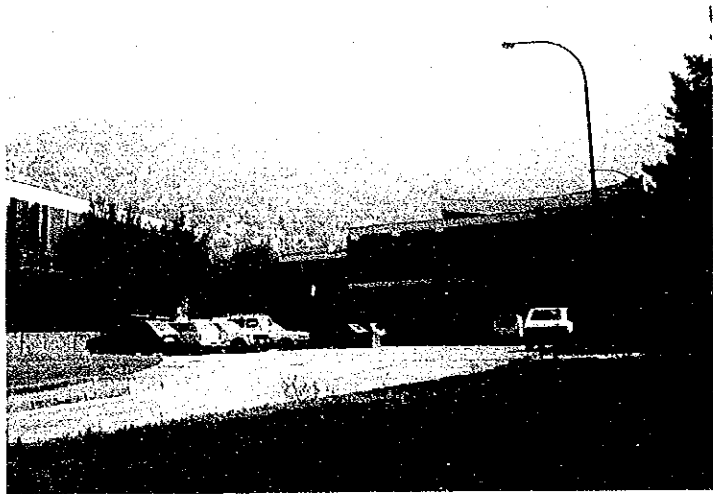
最後に、関係諸機関、関係各位に対し、これまでの調査実施に際して多大の御協力を賜ってきたことに深く感謝申しあげるとともに、今後の協力推進に一層の御協力をお願いする次第である。

1987年3月

国際協力事業団

鉱工業開発協力部長

北村俊男



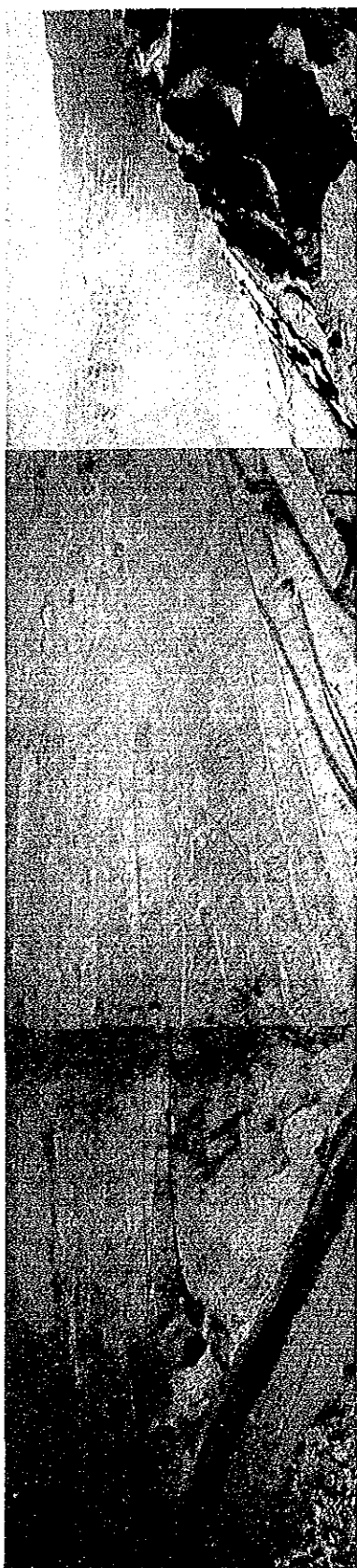
CIMM 全景



鉾山省次官と調査団



署名式における
CIMM 所長と団長と鉾山大臣



チユキカマタ鉱山露天掘り現場



チユキカマタ鉱山裂鍊所

目 次

は し が き

1. 実施協議調査団の派遣	1
1-1 調査団派遣の目的	1
1-2 調査団の構成	1
1-3 調査日程	1
1-4 主な面談者	2
チリ側	2
日本側	2
1-5 調査要約	3
2. プロジェクト実施体制	4
3. 討議議事録の交渉経緯	5
4. プロジェクト実施上の留意点	9
5. 収集資料	10
6. 調査概要	11
6-1 チキカマタ	14
6-2 アンディナ	17
6-3 チャグレス	19
6-4 ラスベントナス	19
6-5 エル・テニエンテ	19
7. R/D本文(討議議事録)	

1. 実施協議調査団の派遣

1-1 調査団の派遣目的

チリ共和国政府からの鉱山公害に関する技術協力要請（昭和59年2月21日 公信90号）にもとづき、昭和61年3月23日より4月5日まで協力の可能性を探るため事前調査団が派遣され、要請の背景、目的、内容等につき調査がなされ、関連技術者の養成を中心とする協力構想が報告された。

今回は、こうした事前調査の報告をふまえ、具体的な協力実施のための詳細調査と討議議事録作成・署名のために派遣することとなった。

1-2 調査団派遣時期・構成

時 期 昭和62年3月1日より3月13日まで

構 成

氏 名	分 野	所 属
北 村 俊 男	団長（総括）	国際協力事業団鉱工業開発協力部長
永 田 和 博	団員（技術協力計画）	外務省経済協力局技術協力課
梶 原 敏 孝	団員（水質汚濁）	日本鉱業（株）主席技師長
石 塚 清 和	団員（大気汚染）	通産省立地公害局鉱山課
浅 野 寿 夫	団員（業務調整）	国際協力事業団鉱工業開発協力部開発技術課

1-3 調査日程

3/1	出 発
3/2	サンチャゴ着（CP478） JICA事務所との打合せ
3/3	ODEPLAN表敬 日本大使館表敬 JICA事務所表敬 打合せ 鉱業省次官表敬 CIMM表敬
3/4	CIMMとの協議 Chiquicamata 鉱山調査
3/5	同 上

3/6	Chagres 製鍊所調査 Ventanas 選鉱, 製鍊所調査
3/7	CODELCO Andina 鉱山調査
3/8	調査回打合せ
3/9	El Teniente Tailing dam 調査 CIMM 協議
3/10	CIMM 協議 JICA - CIMM, 鉱山大臣の3者による R/D 署名
3/13	帰着

1 - 4 主な面談者

(チリ側)

SR. SAMUEL LIRA Ministerio de Minería
 Capitan. NELSON FERRADA AROCA Subsecretaria del Ministerio de Minería
 DR. WERNER SCHLEIN Director Ejecutivo de CIMM
 DR. ANTONIO LURASCHI Subdirector Investigacion
 DR. GUILLERMO UGARTE Jefe Division Melaturgia Extractiva
 MR. ALBERTO TELLO Subdirector Caracterizacion de Materiales
 MR. MIGUEL YAÑEZ Jefe Division Mineralurgia (Ore dressing)
 M. Sc. LUIS MERINO Jefe Division Minas, Subrogante
 MR. RODRIGO QUINTANA Asesor del Subdirector de Investigacion
 M. Sc. NELSON BARRIOS Jefe de Planificacion y Control
 MR. ENRIQUE AMEZAGA CALMET Jefe de ODEPLAN (Oficina de Planificacion
 Nacional)

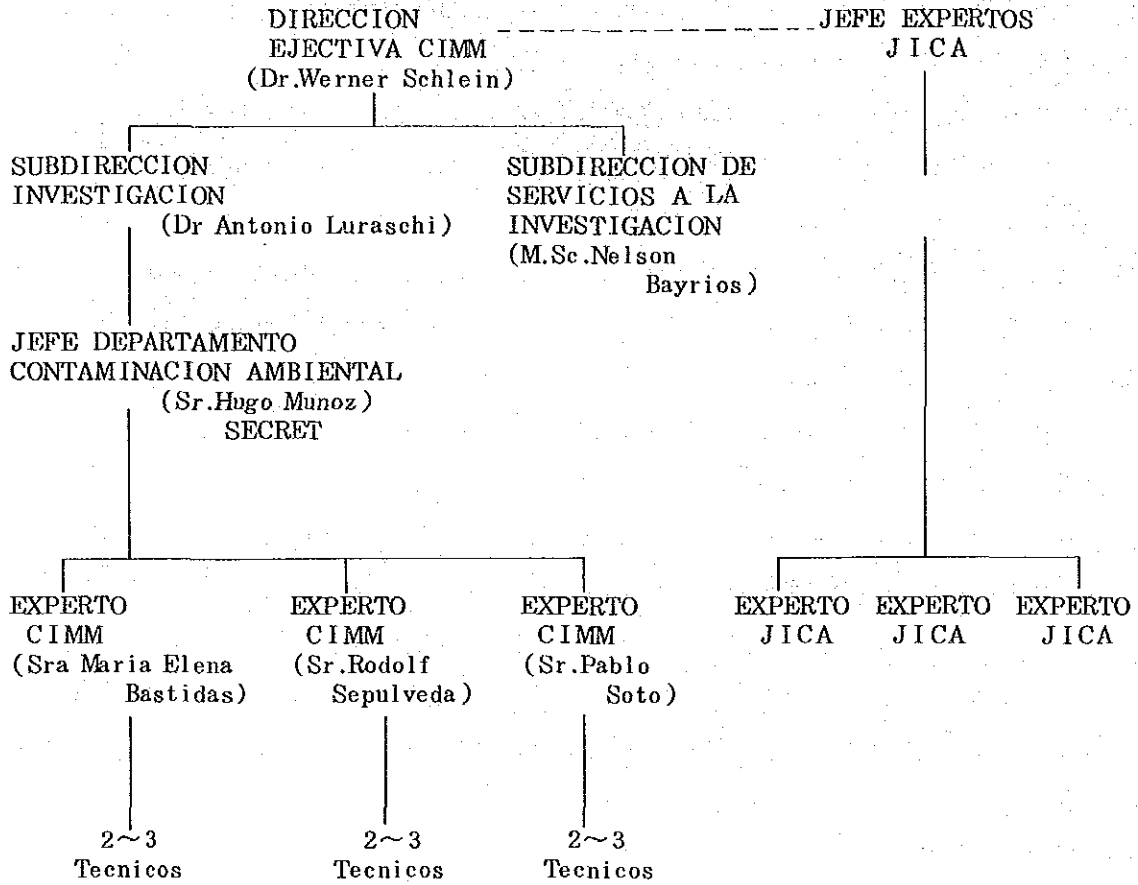
(日本側)

埴 哲 夫 日本大使館参事官
 御 前 孝 仁 " 一等書記官
 三 好 好 泰 " 一等書記官
 加 藤 進 JICAチリ事務所長
 安 藤 孝 之 " 所員

1-5 調査要約

- (1) 今回の R/D の協議は、前回の事前調査団と CIMM 側とで基本的に合意した協力のフレームをベースとして行うことを、協議冒頭で双方確認した。
- (2) 協力の範囲として、鉱山での採鉱、選鉱所及び製錬工場における大気汚染及び水質汚濁等の測定分析技術、評価法ならびに、適用可能な防止技術等についての指導助言を、日本の基準、経験をベースに行う。(機材の選定も同じ)
- (3) 協力の技術移転レベル目標としては、日本国内で実施している公害防止技術管理者(大気水質部門)ならびに環境計量士に準じたレベルを目途とすることを双方で合意した。
- (4) 協力の方法は、CIMM のカウンターパートへのトレーナーズトレーニングを原則とし、このため、専門家派遣、機材供与、研修員受入れを組みあわせて行うこと、必要に応じ OJT 協力することで双方合意した。
- (5) 本件協力のため、チリ側は CIMM 内に鉱害対策技術部という新組織を新設しており、技術者は機材、技術協力実務の開始にまにあうよう先行的に手配することを確約した。また、所要の事務室など技術協力上必要なスペースはすでに確保されていた。
- (6) ローカルコストのチリ側負担は原則的に異存ないが、62年度要求時に R/D がなかったため、正確な積算要求していず、実行上に若干の制約あるも、優先的に手当する旨確約をとった。
- (7) 協力の期間は 4 年で双方合意した。実験実施モデルサイトは、採鉱、選鉱、製錬、各分野毎に 1 ケ所とし、基盤技術移転後双方で決定する。
- (8) 基本的に日本側で用意した R/D 案に若干の了解上の修正を加えて討議議事録を双方でまとめ、団長と CIMM 所長ならびに鉱山大臣との 3 者で署名し、協力は 6 月 1 日より発効とした。3/10 の R/D 署名ぶりは新聞、ラジオ、TV 向けに大臣より報道された。

2 プロジェクト実施体制



3 討議議事録の交渉経緯

3-1 交渉経緯

3-1-1 企画庁（ODE PLAN）アメザガ国際技術協力局長 表敬

同局長より次のような発言があった。

銅山の汚染が新聞に出たりしており、チュキカマタでは特に大気汚染が問題になっている。土、日には、子供や老人はチュキカマタの街から外へ出たほうがよいといわれるくらいで、呼吸困難になる人もあると聞いている。

企画庁としても、本協力に非常に期待しており、力になれることがあれば何でも申し出てほしいと思っている。

3-1-2 鉱山省 鉱山冶金研究所（CIMM）との協議

北村団長より、昨年4月に派遣した事前調査団の派遣結果に基づき、日本において技術協力案に関する検討を行ってきた旨の説明をシュラインCIMM所長に対して行った。

また、同時に、事前調査において事前調査団とCIMMとの間で作成したミニッツを踏まえて日本側が作成した討議議事録案を提示し、本案をもとに協議を行うことにつき了解を得た。

(1) V.3.(4) 家具付き住宅の提供

先方より、事前調査の際に本件についての説明を受けなかったため、1987年度（1月～12月）の予算に計上していないとのコメントがあった。

これに対し当方より、事前調査の際、日・チ間に技術協力協定（技術協力に関する日本政府とチリ共和国政府との間の協定1978年12月2日発効）がある旨説明しており本協定中に住宅提供に関する条項（第5条第2項）があることを強く主張したところ、先方より、さらに、本条項中には財政状態を考慮する旨の記載があることを斟酌してほしい旨の要望があった。

当方より、同記載はあるものの、プロジェクト開始当初よりローカルコスト不足では本プロジェクトの実施に不安がある旨述べたところ、先方より、来年度予算においてはその確保に努力する旨回答があったのでこれを了承した。なお、予算措置については鉱山省の了解が必要であるとのことで、のちほど、了解が得られた旨の説明があった。

なお、本調査団派遣中のチュキカマタ鉱山等の視察を申し入れたところ、空路利用のチュキカマタ鉱山視察については、本調査団員及び随員1名（CIMM幹部職員）の旅費を負担すべく手続きをとる等ローカルコスト負担に対する努力は認められた。（最終的には、調査団費用については、調査団が負担。）

(2) ANNEX IIIの3 医療費負担

(1)と同様の議論があり、同じく了解に達した。

(3) ANNEX Iの4 対象鉱山等の選定

先方より、対象鉱山及び製錬所を各分野1つずつに絞るに当たっては、チリ企業（鉱山会社、製錬会社）の理解を取り付ける必要があるため、CIMMと日本側チームがチリ企業と相談の上選定することとしたいとの要望があった。

これに対し、当方より、企業との調整はチリ側が行うべき事項である旨主張し、CIMMがチリ企業と調整を行った上で、日本側チームとCIMMが対象鉱山及び製錬所を選定することで合意した。

なお、その選定は、1988年度に実施予定の機器取扱い等の基礎訓練が終了するまでに最終的に完了させることとする。

(4) ANNEX Iの4 対象鉱山等の候補地の追加

対象鉱山、製錬所の候補地については、我が方は事前調査の際の先方の希望を勘案し、かつ、協力の効果的実施の点から、国営企業（CODELCO（国立銅公社）及びENAMI（国立鉱業会社））に絞ったほうがよいとの考えで、採鉱及び製錬それぞれについて大気汚染及び水質汚濁の各分野計4分野それぞれ3事業場に絞った案を先方へ提示した。

これに対し、先方より、先の先方要望中にAndina 鉱山（大気汚染分野）及びVentanas 製錬所（大気汚染、水質汚濁分野）（それぞれCODELCO及びENAMI所有）も含まれているところ、これらも対象に加えてもらいたい旨要請が出された。

Andinaは、既に、水質汚濁分野の候補地になっていることもあり追加するについては特に問題はない。また、Ventanasについては、他の3製錬所のような鉱山との併設ではなく独立に設置された製錬所であるので、別タイプの候補地として挙げておくことはかえって都合が良いのではないかと判断から、これら2事業場を候補地に加えることで合意した。

なお、候補地別に整理すると次のようになる。

候補地	国営企業	鉦 山		製 練 所	
		大 気 汚 染	水 質 汚 濁	大 気 汚 染	水 質 汚 濁
Chuquicamata	CODELCO	○	×	○	○
El Salvador	CODELCO	○	○	○	○
El Teniente	CODELCO	○	○	○	○
Andina	CODELCO	○	○		
Ventanas	ENAMI			○	○

(5) ANNEX Vの3 チリ人技術者の確保

チリ人カウンターパート1人ずつに2～3名のチリ人技能者を確保することについて、先方から、予算措置の関係もあり協力期間中全て確保し続けることは困難であるので、機材を使用するときのみ技能者を配置することとしたいとの要望が出された。

これに対し、我が方より、技術指導の点から言えば、単に機材の取扱い方法を修得するだけでは不十分で、その機材に関する理論等も学ぶ必要があると説明した。その結果機材到着や、特別業務を行う前の適当な時期から配置することで合意した。

(6) 副署欄の署名者

先の事前調査の際には、鉦山次官が副署名を行っているところ、今回も同様を予定していた。

ところが、先方より、討議議事録の副署については、鉦山大臣が行いたいと申し出があり、当方としても全く異存のないところであるので、変更を了解した。

(7) 供与機材に対する要望

機材について、当方より、事前調査の結果を踏まえ検討を行った供与予定機材リストを提示したところ、先方から次の要望が出されたので、これらについては持ち帰り検討することとした。

1) 廃ガス分析関係機器の中に、ばんじん量測定装置 (isokinetic type) が入っていないので加えてもらいたい。

2) 鉦山等へ持って行って測定を行いたいので、ポータブルなものにしてもらいたい。

- 3) 温度計は1300℃まで測定できるものを加えてもらいたい。
- 4) 運搬車は、測定機器を積んで運べるものにしてもらいたい。
- 5) 有機物の分析を行う必要があるので、赤外分光光度計を加えてもらいたい。

(本件については、本協力の枠組の中に有機物分析が含まれていないので、供与は無理である旨説明済。)

- 6) パソコンはHard discにしてもらいたい。
- (8) その他の事項についても、チリ側の合意が得られたため、暫定実施計画(TSI)についての協議を行い同様に合意に達した。

討議議事録及び暫定実施計画の署名は、3月10日、鉱山省において鉱山大臣、鉱山次官の出席を得て無事終了した。

4 プロジェクト実施上の留意点

4-1 実施計画

4-1-1 対象鉱山の選定について

選定を行うのは、協力開始後2年経過時(1989年3月末まで)であるが、本選定に当たっては日本人専門家及びチリ人カウンターパートによる充分な予備調査が必要であり、できれば報告書が作成され、その報告書をもとに検討が行われることが望ましい。また、本協力の目的が鉱山公害分析であって鉱山公害防止対策までは行わないこととなっている。とはいえ、本協力終了後、チリ側が早速対策を講じようとするのは、本協力の際に選定した鉱山等である可能性が高く、とすると、チリ銅鉱山公害の典型例、また、対策を講じた場合に効果の現れやすい例を探り上げることが望ましい。

なお、選定はCIMMと日本側チームとの間で行われることとなっているが、日本からの調査団の派遣は合同委員会の開催等適当な機会をとらえ、ミニッツに取りまとめることが望ましいと思われる。

4-1-2 機材の選定について

先に実施したチリ銅製錬プロジェクトの際に供与した原子吸光光度計のメンテナンスにつきメーカー側の対応が充分行われていない旨、本調査団に対しても再度指摘があった。本協力に係る機材のスペックについては、今後詳細に検討することとなるが、以上のような事態を避けるためにも、現地の技術レベル、保守・修理体制、メーカーのフォロー等を調査のうえ、日本側の協力が終了した後も先方が独力で機器を維持・管理できるようにすべきである。

4-1-3 調査団の派遣時期

チリは、1～2月がバカンスシーズンであるため、この時期には先方政府関係者が不在となる可能性が高い。よって、今後も調査団派遣の際は、この時期を避けることが適当である。

5 收 收 資 料

Chilean Mining (CIMM)

Chuquicamata 鉍山概要

Andina 鉍山概要

6 調 査 概 要

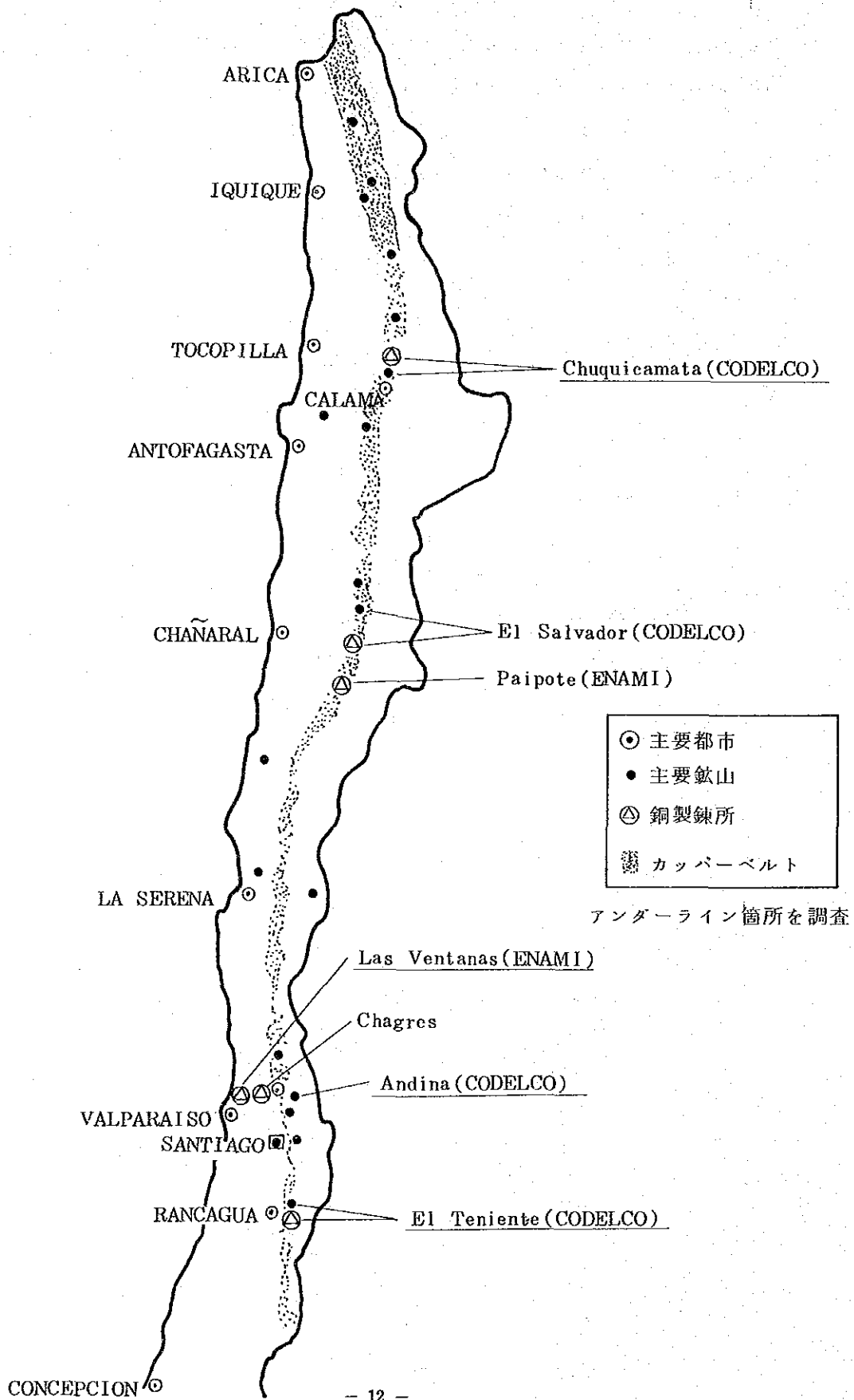
チリ国における主要な鉍山及び製錬所について、その鉍害問題を含めた調査を行なった。

- ① チュキカマタ（鉍山及び製錬所）
- ② アンディナ（鉍山）
- ③ チャグレス（製錬所）
- ④ ラスベントナス（製錬所）
- ⑤ エルテニエンテ（鉍山附属の堆積場のみ）

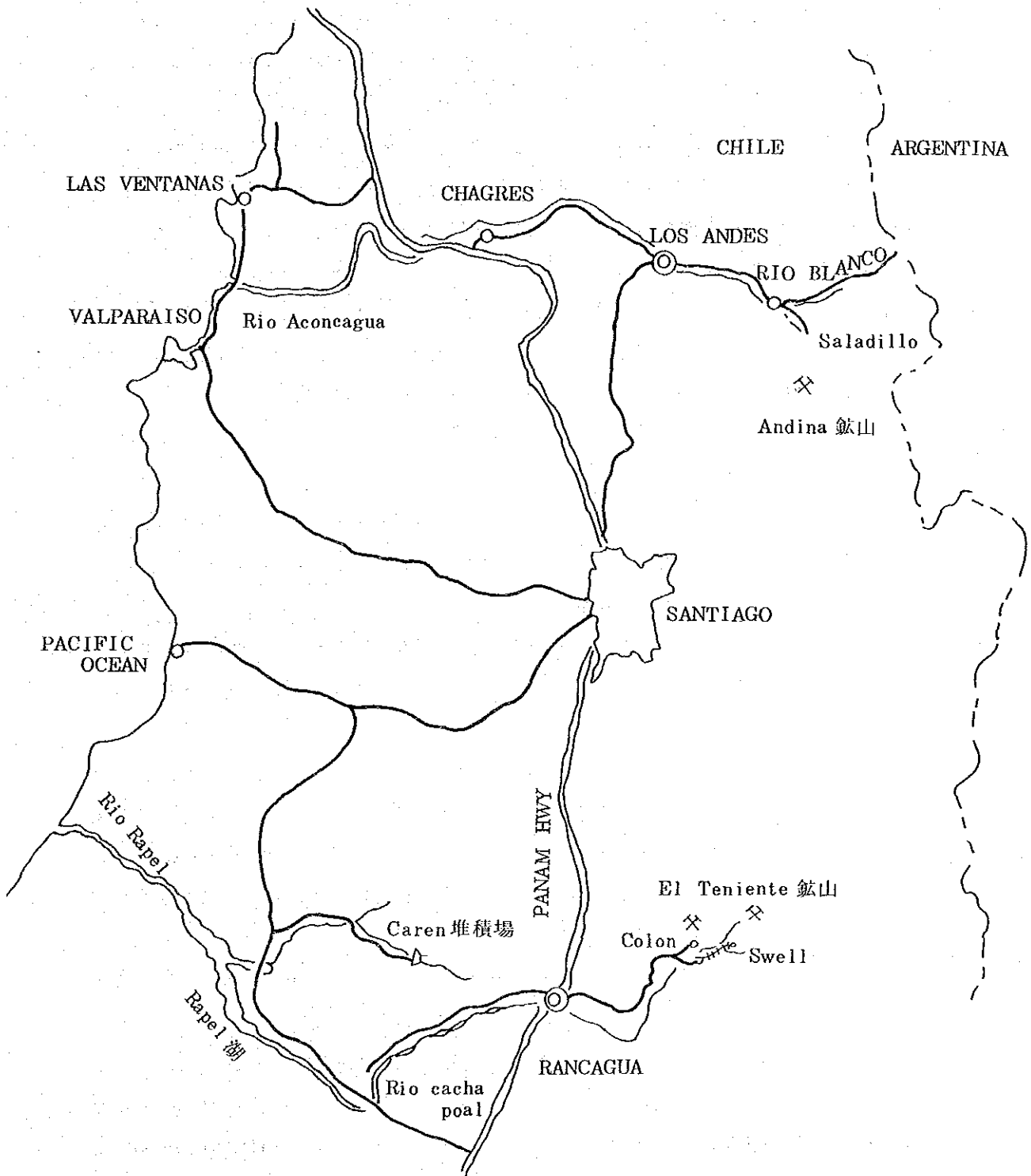
についてである。

添付図を参照されたい。

チリの主要鉱山及び銅製錬所分布図



調査地位置図 (サンチャゴ周辺部)



6-1 Chuquicamata 鉱山

CODELCO 経営の 4 鉱山のうち、最も生産規模の大きな鉱山で、単独鉱山としては世界最大の銅鉱山である。1915 年アメリカのアナコンダ社によって開発され、1985 年の生産量は銅量で 54.9 万 t であった。

位置：サンチャゴの北方約 1,650 km，アントファガスタ港の北東方約 240 km で海拔 2,830m のアタカマ砂漠中に位置する。サンチャゴからは鉱山町カラマまで 2 便／日の航空便があり、空路約 2 時間半を要する。カラマからは、車で約 20 km 北上してチュキカマタに至る。

鉱山：主ピットは、主として硫化鉱（Chalcocite, Covellite, Chalcopyrite 及び Enargite）採掘し、幅が 2.5 km，長さが 4.8 km で、深さは 580 m である。このピットから Cu 1.6 % 程度の粗鉱が 10 万 t / 日採掘されている。剝土比は 3~4 : 1 である。採掘された鉱石は、ピット内で破碎されベルトコンベヤーで選鉱場に送られている。ピットは最終的には幅 5.5 km，長さ 10 km，深さ 850 m になるよう設計されている。なお、埋蔵鉱量は 17 億トン（Cu 1.04 %）と言われ、現在の採掘量で 60 年以上採掘可能。当鉱山にはこの他酸化鉱の採掘とリーチング処理を行っている Mina Sur ピットがある。

当鉱山は、露天採掘であり、巨大なすり鉢の中でのさっ孔、発破やトラックの運行であることから粉じん及びディーゼル排ガスによる作業環境問題については特に大きな問題はないものと思われる。

選鉱場：選鉱場は処理能力が 10.2 万 t / 日あり、7 万 t / 日の旧系統と 3.2 万 t / 日の新系統の二系統ある。両系統ともロッドミル及びボールミルによる磨鉱を行った後、銅とモリブデンのバルク優先浮選を行い、4,000 t / 日の銅精鉱（Cu 品位約 40 %）を生産している。選鉱用水はかなり繰り返し使用しているようであり、排水についての問題は特に聞かれなかった。

製錬所：3,000 t / 日の精鉱を処理して Cu 99.6 % のアノードを 1,300 t / 日生産する能力がある。

熔錬は反射炉 3 基と 1983 年に新設の Teniente 型転炉によって行われている。反射炉のマットを Teniente 型転炉で処理し、生産された白銀（73% Cu）を従来型転炉に給し、粗銅にする。粗銅は、精製炉を経てアノードに鑄造され、電解工場（2 工場 400,000 t / y 増強計画あり）に送られる。硫酸工場に送られるのは Teniente 型転炉から出るガスのみで、硫酸の生産量は 630 t / 日である。

なお、現在 20 万 t / 年の処理能力を持つ Outokumpu 式自溶製錬炉の導入、1,720 t / 日の硫酸プラントの建設の工事を進めている。

製錬所の煙突は94mしかなく、その煙突から大量の亜硫酸ガスを含み、鉍煙が排出されており、鉍害防止が徹底している現在の日本では考えられないような排ガス状況と思われる。風向きによっては、鉍山町のチュキカマタとカラマに直接影響を与えているらしく、大きな問題になっているという話である。

ただ、砂漠の真ん中にある関係からか、鉍山町以外の動植物に対する影響については特に聞かれなかった。

今後の計画：将来、採掘鉍の品位低下に伴い、南部鉍体の酸化鉍リーチングの増強及びリーチング廃石の再リーチングに比重がかけられる。粗鉍品位が1%Cuの時点では、精鉍中の銅は50万トン以下になる（今世紀末の状態）。当面の鉍山関係の主要プランは鉍山、選鉍場、堆積場関係の増強、二次銅回収設備の増強並びに製錬場関係の改善・合理化である。

生産量及び将来計画

出典："Codelco's Development Plans for Chuquicamata and El Teniente" mining magazine-Nov.1986

Table 1 : Chuquicamata's production by products and grades		
	1984	1985
Copper, t		
Cathodes	470,555	454,839
Blister	5,609	10,530
Concentrate	<u>86,784</u>	<u>83,683</u>
Total Copper	<u>562,948</u>	<u>549,052</u>
Molybdenum Oxide	6,120	5,936
Total Molybdenum	12,087	11,869
Gold in blister, kg	—	3.6
Gold in dore, kg	849.7	510.0
Silver in blister, kg	—	1,873
Silver in dore, kg	121,135	103,889
Silver in Concentrate, kg	50,912	35,676

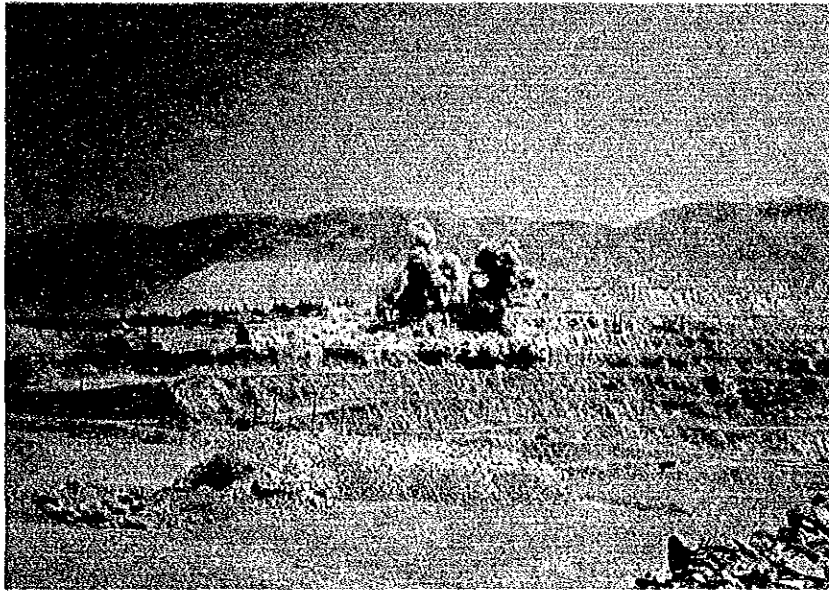
Includes tolled material at ENAMI

Table 2 : Chuquicamata-Past and Future Production					
	1980	1983	1985	1989	1995
Mine production (Mt)			158.40	188.50	
Waste		67.00	123.20	134.64	
Ore	24.27	35.48	35.20	53.86	54.00
Grade % Cu	2.26	1.77	1.64	1.40	1.00
Copper (t)					
Cu Floated	482,721	552,699	507,949	663,506	475,200
Cu-Leached	28,149	6,141	41,103		
Total Cu	510,870	558,840	549,052		
Molybdenum (t)					
Moly Oxide	none	5,557	5,936		
Total Moly	9,330	10,586	11,869	18,000	18,000

砒素問題：上述の計画に影響する要因として砒素問題がある。現在でもかなりの環境問題があるといわれているが、将来は更に悪化するであろう。それは今後、主要鉱体が南下するにつれ含砒銅鉱物（enargite）が増加し、これは不可避だからである。（過去においてはかなり避けて来られた。）

煙突からの排出砒素量は現在約 1 t/day と推定されている。（National Health Service 推定）この問題は深刻に受けとめられており、選鉱によって enargite 精鉱を分離するパイロットテストを進めている。（フィリッピン、レバント方式、弱酸性回路）高砒素精鉱は volatilization（揮発方式 EI Indio で実施している。）又は湿式により処理する。

この方式の問題点は、三酸化砒素の処理で、この物質はかなりの水溶性であり環境的に危険である。チリは既に世界市場で売り捌ける以上の砒素を生産しているので、この問題を販売で解決することはできない。



チュキカマタ 鉱山 発破時

6 - 2 Andina 鉱山

CODELCO で最も新しい鉱山で、ここは山元に銅製錬所を持っていない。1985年の生産量は銅量で11.3万tであった。Andinaは、最初考えられていたよりはるかに大きな鉱床で、規模においてEL Tenienteに匹敵するものになるだろうと云われている。

位置：サンチャゴの北東方約80kmで、標高3,300m以上の氷河作用によって形成された急峻な谷の上端にある。

サンチャゴからは、Andina Divisionの本部があるLos Andesまで約80km、鉱山事務所のあるSaladilloまで約30km、計約110kmの公道が通じており、車で約2時間程度を要する。Saladilloから更に採掘現場迄30kmの距離で社用車で通行する。

鉱山：鉱山帯は帯状に長さ10km、幅2kmで南-北に走っている。

鉱物は chalcopyrite, pyrite, molybdenite 及び bornite で、chalcocite, covellite は比較的少ない。

坑内掘でRio Blanco 鉱体を露天掘でSur Sur 鉱体を計2箇所採掘している。両鉱体は近接している。Rio Blancoはブロック・ケービング法によりCu13%の粗鉱が2万t/日採掘されている。Sur SurはRio Blancoの2km南の4,000mの高地にあり、Cu1.6%の粗鉱が3万t/日採掘されている。Sur Surの剝土

比は1:1で廃石のかなりの部分は氷河水となっている。露天掘は、冬期は休業となるため、9カ月操業ということである。

Sur Surの鉱石は、容量が100万tもあるRio Blancoのグローリーホールに投入され、ケービングされた鉱石と一緒にコンベアで選鉱場へ送られる(3万トン/日)。坑内は通気の関係からか、LHDによる鉱石の採取投入による粉じんと排ガスで作業環境は必ずしも良くない。

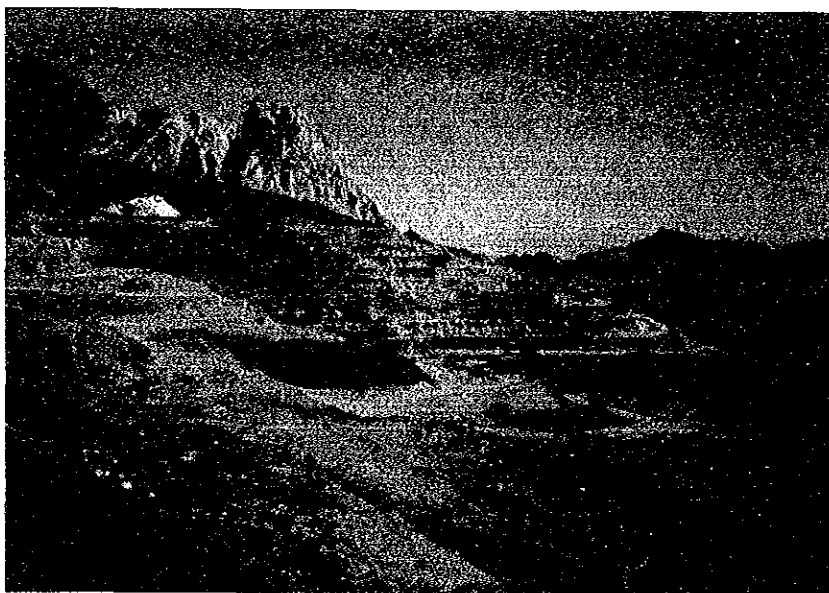
また、坑内からは水量は少ないものの坑内水が流出しているが特に処理は行われていない。

選 鉱 場：地形が急峻で降雪の多い土地であるため、選鉱は坑内で行っている。設備は遂字増強されており、現在、3万t/日の処理能力を有している。

鉱石は3段破碎と2段磨鉱した後、銅・モリブデンのバルク浮選が行われ、精鉱はSaladilloのモリブデン回収工場までの21kmをパイプ流送され、モリブデン精鉱と銅精鉱に分離される。

選鉱廃滓は、選鉱場から14km離れたLos Leones堆積場に流送されている。土及び石塊による混成かん止堤を現在も建設中(現在の築堤量500万m³)で、最終堤内堆積容量1億7500万m³の予定である。(最終堤高145m)

選鉱廃さいはダム上流より放流しているため、かん止堤側は大きな貯水池となっている。上澄水は、堤体側にある呑口より排水され、Aconcagua川支流のBlanco川に放流されている。なお、かん止堤法尻より浸透水が出ているようであるが、特に注意は払われていない。



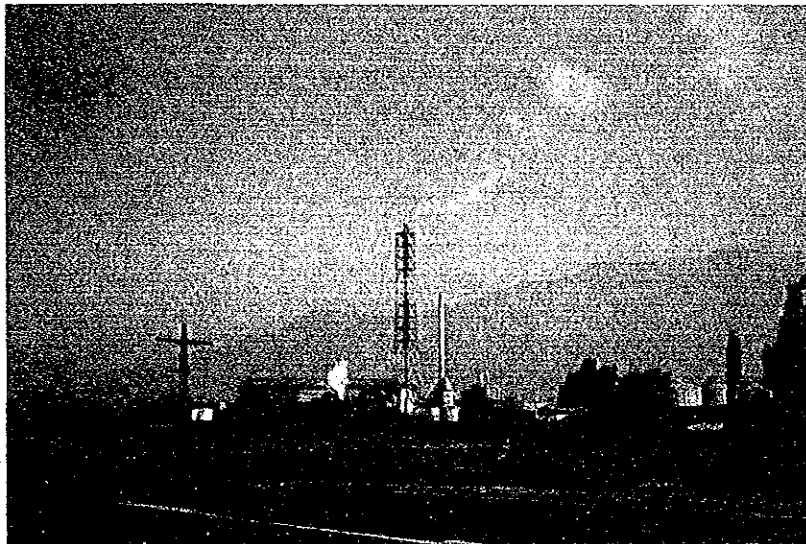
Andina 鉱山露天掘

6 - 3 Chagres 製錬所

ここは1986年4月の事前調査団の報告に詳しいので割愛するが、感想としては、彼等は現状で満足しているようであり、特に日本からの協力を期待している様子は感ぜられなかった。(但し、SO₂排出濃度(0.2~0.3%)からみて、硫黄の総合回収率75%という説明はやや疑問である。又排水については冷却水が多いこともあり、全く問題視していないようである。

6 - 4 Los Ventanas 製錬所

ここについても1986年4月の事前調査団報告に詳しいので割愛するが、低所漏洩ガスがかなり多いことは改善を要する。又、この排ガスが近くの村落に影響を及ぼしていないか問題ではなからうか。(我々の調査時には排煙は海風によって内陸部に流れていた。)硫酸工場建設の考えもあるが、実行計画に迄は至っていないようである。



Chagres 製錬所

6 - 5 El Teniente 鉱山

当鉱山については、先方の都合により、新設のたい積場のみを調査した。鉱山及び製錬所については、事前調査団の報告書に詳述されているので参照されたい。

Caren 堆積場

EL Teniente 鉱山の新しい堆積場であり、山元から約85km、コンクリート樋による流

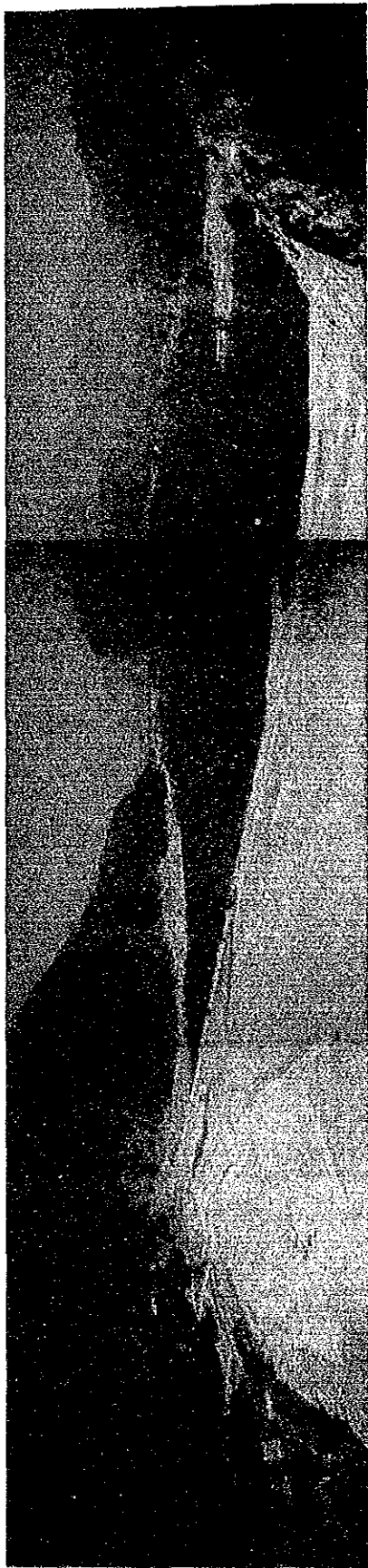
送を行なっている。この新しい堆積場は土堰堤で4期に分けて施工される。その第1期工事が進行中で1986年11月から使用開始している。

第1期工事は堤高70m、内法勾配3:1、外法勾配2.5:1。第1期工事は更に1-1期から1-4期に分けられ、現在は1-1期の途中である。第1期分70m高が完成するのは1999年であるが、第1期分全体で16年分(130万 m^3)の容量、第4期分迄で100年という。(1.8億 m^3)

築堤には土堤の間に砂、碎石のドレン層を組みこみ、展圧もかなりよく行われている。放泥は堤体から20km上流から堤体に向けて行われており、堤体の近くで上澄水をとっている。この方式であるので、堤体の勾配及び浸透水対策にはかなり気を遣った施工をしているものと見られる。

上澄水は堤体近くに設置された常時排水口(いわゆる尺八型)からCaren川へ放流される。なお非常排水路は常時排水口の上部に設けられている。

又、鉸山から堆積場までの流路には途中4ヶ所の貯泥池があり緊急時に対応できるようになっている。



El Teniente 鉱山の Caren 堆積場

現地調査所感

- 1 鉱害対策の必要性に関する認識をチリの関係者に浸透させることが今回の協力プロジェクトの基本的任務であろう。（…在チリ日本大使館意見）
- 2 上記意見について我々の印象もほぼ同感であるが、チリ人はかなり真面目な国民性を有しているものと思われ、硫酸工場の増設などもいろいろ前向きに考えていることなどから、将来鉱害対策を無視するということはないであろう。
- 3 但し、諸対策も各種の産業活動の中で検討されるべきことであり、現在かなり遅れていることは否めない。（一般公害も含めて）
現状は、一步一步日本の状況なども参考にしながら改善していくものと考えられる。
- 4 我々としては、以上を踏まえ、日本の実情の紹介を主とし着実にチリの鉱害対策に資して行く必要がある。その意味で今回プロジェクトの主要内容である、測定技術及び鉱業における鉱害対策に関する法体系の紹介は第一歩として有意義なものと考えられる。

THE RECORD OF DISCUSSIONS BETWEEN THE JAPANESE
IMPLEMENTATION SURVEY TEAM AND THE CHILEAN MINING AND
METALLURGICAL RESEARCH CENTER ON THE JAPANESE TECHNICAL
COOPERATION FOR THE MINING POLLUTION TECHNOLOGY PROJECT

The Japanese Implementation Survey Team (hereinafter referred to as the " team ") organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as " JICA ") and headed by Mr. Toshio Kitamura visited the Republic of Chile from 1, March to 12, 1987 for the purpose of working out the details of the technical cooperation program concerning the Mining Pollution Technology Project.

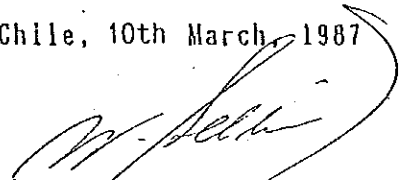
During its stay in the Republic of Chile, the Team exchanged views and had a series of discussions with the Chilean Mining and Metallurgical Research Center. (hereinafter referred to as " CIMM ") in respect of the desirable measures to be taken by both Governments for the successful implementation of the above-mentioned Project.

As the results of the discussions, both parties agreed to recommend to their respective Governments the matters referred to in the document attached hereto, based on " ACUERDO SOBRE COOPERACION TECNICA ENTRE EL GOBIERNO DEL JAPON Y EL GOBIERNO DE LA REPUBLICA DE CHILE " (the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Republic of Chile) signed at Santiago de Chile, July 28, 1978.

Santiago de Chile, 10th March, 1987

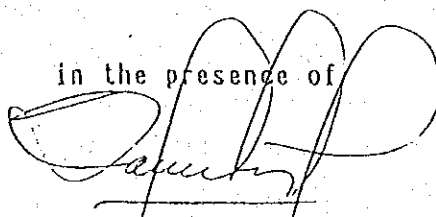
北村俊男

Mr. Toshio Kitamura
Leader
Implementation Survey Team
Japan International Cooperation
Agency
Japan


Dr. Werner Schlein
Executive Director
The Mining and Metallurgical
Research Center

The Republic of Chile

in the presence of



Mr. Samuel Eira Ovalle
Minister of Mining
The Republic of Chile

THE ATTACHED DOCUMENT

I COOPERATION BETWEEN BOTH GOVERNMENTS

1. The Government of Japan and the Government of the Republic of Chile will cooperate with each other in implementing the Mining Pollution Technology Project (hereinafter referred to as the "Project") for the purpose of developing human resources in the field of mining pollution technology and thus contributing to the solution of mining pollution problems in the Republic of Chile.
2. The Project will be implemented in accordance with the Master Plan which is given in I of Annex.

II DISPATCH OF JAPANESE EXPERTS

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense services of Japanese experts as listed in II of Annex through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.
2. The Japanese experts and their families will be granted in the Republic of Chile the privileges, exemptions and benefits as listed in III of Annex, and also will be granted the privileges, exemptions and benefits no less favourable than those accorded to experts of third countries and of other international organizations performing similar missions in the Republic of Chile.



III PROVISION OF MACHINERY AND EQUIPMENT

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to provide at its own expense such machinery, equipment and other materials (hereinafter referred to as "the Equipment") necessary for the implementation of the Project as listed in IV of Annex through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.
2. The Equipment referred to in 1. above will become the property of the Government of the Republic of Chile upon being delivered C.I.F. to the Chilean authorities concerned at the ports and / or airports of disembarcation, and will be utilized exclusively for the implementation of the Project in consultation with the Japanese experts.

IV TRAINING OF CHILEAN PERSONNEL IN JAPAN

1. In accordance with the laws and regulations in force in Japan, the Government of Japan will take necessary measures through JICA to receive at its own expense the Chilean personnel connected with the Project for technical training in Japan through the normal procedures under the Technical Cooperation Scheme of the Government of Japan.
2. The Government of the Republic of Chile will take necessary measures through CIMM to ensure that the knowledge and experience acquired by the Chilean personnel from technical training in Japan will be utilized effectively for the implementation of the Project.

A handwritten signature and initials are present in the lower-left quadrant of the page. The signature consists of a large, stylized letter 'C' enclosed in a circle, with a vertical line extending downwards from the bottom of the circle. Below the circle, the initials 'M/S' are written in a cursive script.

V MEASURES TO BE TAKEN BY THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF CHILE THROUGH THE AUTHORITIES CONCERNED

1. In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Chile, the Government of the Republic of Chile will take necessary measures through the authorities concerned to secure at its own expense the necessary services of the Chilean counterpart and administrative personnel as listed in V of Annex.
2. The Government of the Republic of Chile will allocate the necessary number of suitably qualified personnel corresponding to each Japanese expert for the effective and successful transfer of technology under the Project.
3. In accordance with the laws and regulations in force in the Republic of Chile, the Government of the Republic of Chile will take necessary measures through the authorities concerned to provide at its own expense:
 - (1) Land, buildings and facilities as listed in VI of Annex;
 - (2) Supply or replacement of machinery, equipment, instrument, tools, spare parts and any other materials necessary for the implementation of the Project other than those under III above;
 - (3) Transportation facilities and traffic fees for the official travel of Japanese experts within the Republic of Chile;
 - (4) Suitably furnished accommodations for the Japanese experts in accordance with Art. V-2 of the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Republic of Chile.
4. In accordance of the laws and regulations in force in the Republic of Chile, the Government of the Republic of Chile will take necessary measures through the authorities concerned to meet:
 - (1) Expenses necessary for the transportation of the Equipment within the Republic of Chile as well as for the installation, operation and maintenance thereof;
 - (2) All running expenses necessary for the implementation of the Project.

(Handwritten signature)
20/10/11

5. The authorities concerned of the Government of the Republic of Chile will meet the charge of customs duties, internal taxes and other fiscal levies imposed in the Republic of Chile on the Equipment.

VI ADMINISTRATION OF THE PROJECT

1. The Executive Director of CIMM will bear overall responsibility for the implementation of the Project and as the head of the Project, also will be responsible for the administrative and managerial matters of the Project.
2. The Japanese Chief Adviser as listed in II of Annex will provide necessary recommendation and advice on technical and administrative matters concerning the implementation of the Project for the head of the Project.
3. The Japanese experts will give necessary technical guidance and advice to the Chilean counterpart personnel as listed in V of Annex on matters pertaining to the implementation of the Project.
4. For the effective and successful implementation of the Project, a joint committee as referred to in VII of Annex. will be established.
5. The organization of the Project is shown in the Organization Chart given in VIII of Annex.

VII CLAIMS AGAINST JAPANESE EXPERTS

The Government of the Republic of Chile undertakes to bear claims, if any arises, against the Japanese experts engaged in the Project resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their official functions in the Republic of Chile except for those arising from the willful misconduct or gross negligence of the Japanese experts.



VIII MUTUAL CONSULTATION

There will be mutual consultation between the Governments on any major issues arising from, or in connection with this Attached Document.

IX TERM OF COOPERATION

The term of the technical cooperation for the Project will be four (4) years from 1, June, 1987.

A handwritten signature or set of initials, possibly 'E' and 'M', written in dark ink. The signature is somewhat stylized and appears to be written over a faint circular mark.

ANNEX

I. MASTER PLAN

1. Objectives of the Project

The Project aims at developing human resources in the field of mining pollution technology and thus contributing to the solution of mining pollution problems in the Republic of Chile.

2. Objectives of the Japanese Technical Cooperation

The objectives of the Japanese technical cooperation during the term of cooperation are to provide technical advice and guidance to train Chilean counterpart personnel of CIMM through air and water pollution control methods in the stage of mining, mineral processing and smelting at selected sites.

3. The project consists of the following activities.

- (1) Introduction of actual mining pollution control in Japan
- (2) Comparative basic study of mining pollution control laws and regulations between Japan and the Republic of Chile
- (3) Basic training of operation procedures of equipment, sampling, measuring, monitoring and analysis methods.
- (4) Practice for air and water pollution at the sites
 - a) Sampling practice
 - b) Measuring practice
 - c) Monitoring practice
 - d) Analytical practice
- (5) Data collection and it's analysis
- (6) Advice for the technical methods of reduction of mining pollution



4. "Selected sites" referred to in 2 above will be decided by CIMM in consultation with Chilean mining companies and the Japanese technical team one site in line with each item as shown below by both sides agreed until completion of the basic training paragraph (3).

	Mining	Smelting
air pollution	El Salvador Chuquicamata El Teniente Andina	Chuquicamata El Salvador El Teniente Ventanas

	Mineral Processing	Smelting
water pollution	El Salvador El Teniente Andina	Chuquicamata El Salvador El Teniente Ventanas

II JAPANESE EXPERTS

1. Long-term Experts

- (1) Chief Adviser
- (2) System analysis
- (3) Air pollution
- (4) Water pollution

2. Short-term Experts

- (1) Laws, regulations and public administration
- (2) Measurement and operation of equipment
- (3) Others

III PRIVILEGES, EXEMPTIONS AND BENEFITS

1. The Government of the Republic of Chile will grant exemptions from income tax and charges of any kind imposed on the living allowance and others remitted from abroad.
2. The Government of the Republic of Chile will grant exemptions from customs duties in respect of the importation of personal effects by the Japanese experts and their families as well as the importation of machinery and equipment relating to their activities.
3. The Government of the Republic of Chile will provide medical facilities.

IV LIST OF EQUIPMENT

1. Machinery, equipment and materials for sampling, measuring and analysis of air pollution
2. Machinery, equipment and materials for sampling, measuring and analysis of water pollution
3. Vehicle(s) for field survey
4. Audio-visual equipment and copy machine for training
5. books and documents
6. Others mutually agreed upon as necessary

V LIST OF COUNTERPART AND ADMINISTRATIVE PERSONNEL

1. Head of the Project
2. Counterpart personnel in the field of :
 - (1) System analysis
 - (2) Air pollution
 - (3) Water pollution
 - (4) Other fields mutually agreed upon as necessary
3. Technician
Two or three technician for each counter personnel mentioned in 2 above, will be available a reasonable time before arrival of equipment and/or specific jobs.



4. Administrative personnel
 - (1) Secretaries and typists
 - (2) Others

VI LIST OF LAND, BUILDINGS AND FACILITIES

1. Land, buildings and facilities of the Chilean Mining and Metallurgical Research Center.
2. Room(s) and space necessary for the installation and storage of machinery, equipment and materials provided by the Government of Japan.
3. Office space and necessary facilities for the Japanese Chief Adviser and other experts.
4. Other facilities mutually agreed upon as necessary.

VII THE JOINT COMMITTEE

1. Functions

The Joint Committee will meet at least once a year and whenever necessity arises, and its functions are:

- (1) To formulate the Annual Work Plan of the Project in line with the Tentative Schedule of Implementation formulated under the framework of this Record of Discussions;
- (2) To review the overall progress of the Technical Cooperation Program as well as the achievements of the above-mentioned Annual Work Plan;
- (3) To review and exchange views on major issues arising from or in connection with the Technical Cooperation Program.

A handwritten signature and initials, possibly 'N. S.', written in dark ink. The signature is enclosed in a circular scribble.

2. Composition

(1) Chilean side

(a) Chairman Executive director, the Chilean Mining and Metallurgical Research Center (CIMM)

(b) Member

- (i) Representative of Ministry of Mining
- (ii) Other personnel concerned with the Project

(2) Japanese side

(a) Chief Adviser

(b) Other experts and personnel concerned to be dispatched by JICA, if necessary

(c) Resident Representative of Chilean Office, JICA

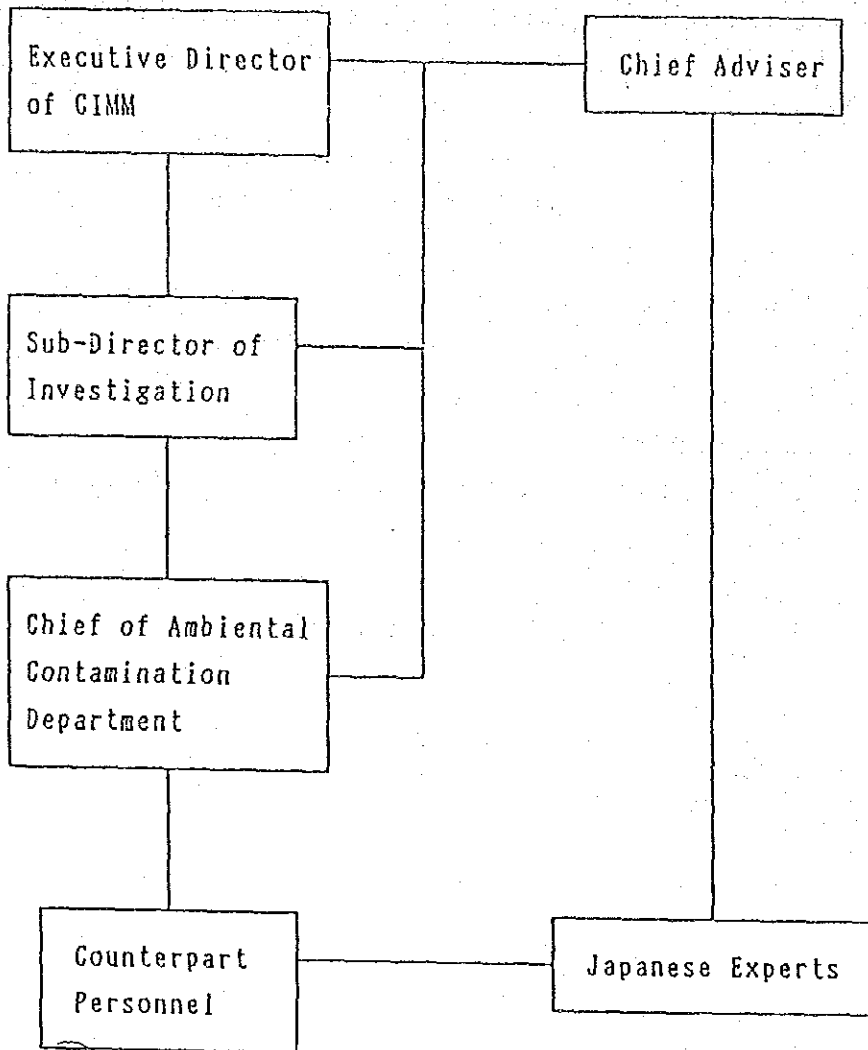
Note: Officials of the Embassy of Japan may attend the Joint Committee as observers.

VII THE ORGANIZATION CHART OF THE PROJECT



(Chilean Side)

(Japanese Side)



[Handwritten signature]

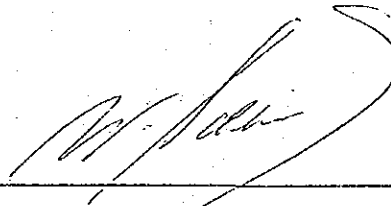
TENTATIVE SCHEDULE OF IMPLEMENTATION
OF THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION FOR
THE MINING POLLUTION PROJECT IN THE REPUBLIC OF CHILE

The Japanese Implementation Survey Team of Japan International Cooperation Agency and the Chilean Mining and Metallurgical Research Center have jointly formulated the Tentative Schedule of Implementation of the Project as attached hereto.

These have been formulated in connection with I.2 of the Attached Document of the Record of Discussions signed between the Japanese Implementation Survey Team and the Chilean Mining and Metallurgical Research Center on the condition that necessary budget will be allocated for the implementation of the Project, and are subject to change within the framework of the Record of Discussions when necessity arises in the course of implementation of the Project.

Santiago de Chile, 10th March , 1987

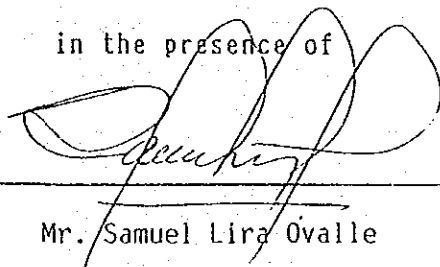
北村 俊男



Mr. Toshio Kitamura
Leader,
Implementation Survey Team
Japan International Cooperation
Agency
Japan

Dr. Werner Schlein
Executive Director
The Chilean Mining and Metallurgical
Research Center
The Republic of Chile

in the presence of



Mr. Samuel Lira Ovalle
Minister of Mining
The Republic of Chile

TENTATIVE SCHEDULE OF IMPLEMENTATION

1. Annual Work Plan

Item	Fiscal Year	1987	1988	1989	1990	1991
(1) Introduction of actual mining pollution control in Japan		—				
(2) Comparative basic study of mining pollution control laws and regulations between Japan and Chile		—				
(3) Basic training of operation procedures of equipment, sampling, measuring, monitoring and analysis methods			—			
(4) Practice for air and water pollution at the sites a) Sampling Practice b) Measuring Practice c) Monitoring Practice d) Analytical Practice				—		
(5) Data Collection and it's analysis					—	
(6) Advice for the technical methods of reduction of mining pollution						—

Note: Fiscal year starts in April and ends in March in the chart.

(Handwritten initials)

TENTATIVE SCHEDULE OF IMPLEMENTATION

2. Technical Cooperation Plan

Items	Fiscal Year	1987	1988	1989	1990	1991
<u>General Plan</u>						
I Term of the technical cooperation						
<u>Japanese side</u>						
I Dispatch of Experts						
A. Long-term Experts						
1. Chief Adviser						
2. System analysis						
3. Air pollution						
4. Water pollution						
B. Short-term Experts						
1. Laws, regulation and public administration						
2. Measurement and operation of equipment						
3. Others						
In case if necessity arises						
II Acceptance of Chilean counter part personnel in Japan						
1. System analysis						

Items	Fiscal year	1987	1988	1989	1990	1991
2. Air pollution		—	—	—	—	
3. Water pollution		—	—	—	—	
III Provision of Equipment and machinery		—	—	—	—	
<u>Chilean side</u>						
I The center facilities						
II Provision of Chilean counter-part personnel						
1. System analysis						
2. Air pollution						
3. Water pollution						
4. Others						

Note: Fiscal year starts in April and ends in March in the charts.

This schedule is formulated tentatively on the condition that necessary budget will be allocated by both governments.

This schedule is subject to change within the Scope of the "Record of Discussions", if necessity arises during the course of implementation of the Project.

3. Items of Technology Transfer

SYSTEM ANALYSIS

- (1) Grasping systematical process condition and problem-finding in polluting mine, tailings dam and smelter, using analytical methods as below
 - a) Process flow chart
 - b) Mass flow balance
 - c) Water I/O balance
 - d) Waste water flow chart
 - e) Waste gas flow chart

- (2) Pollutants formation process analysis, using collected data

AIR POLLUTION

- (A) Under mine and open mine sites
Sampling and measuring procedures/methods on dust and waste gas (CO, NO_x, SO_x)
- (B) Smelter area
Sampling and measuring procedures/methods, chemical analysis and data processing on dust, waste gas (NO_x, SO_x, As)

WATER POLLUTION

Smelter area and mineral processing area (Tailings dam site)
Sampling and measuring procedures/methods, chemical analysis and data processing on heavy metals in waste water (PH, SS, Cu, As, CN etc.)

LAWS, REGULATIONS AND PUBLIC ADMINISTRATION

Introduction of mining pollution control in Japan and comparative basic study of mining pollution control laws and regulations between Japan and Chile



INFORME DE LAS REUNIONES ENTRE LA MISION JAPONESA
Y EL CENTRO DE INVESTIGACION MINERA Y METALURGICA
PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL PROYECTO DE COOPERA-
CION TECNICA JAPONESA PARA LA CONTAMINACION MINERA
EN CHILE

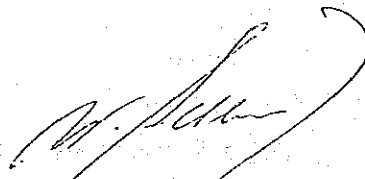
La misión japonesa de implementación (en adelante la "Misión") organizada por la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (en adelante "JICA") y, encabezada por el Sr. Toshio Kitamura, visitaron la República de Chile, entre el 1° y el 12 de Marzo de 1987, con el propósito de concretar los detalles del programa de cooperación técnica para el Proyecto de Tecnología de Contaminación Minera.

Durante la estadía de la "Misión" en Chile, intercambió ideas y sostuvo varias reuniones con el Centro de Investigación Minera y Metalúrgica de Chile (en adelante "CIMM"), respecto a las medidas que se desea tomen los dos Gobiernos para el éxito de la puesta en marcha del proyecto mencionado.

Como resultado de las conversaciones, ambas partes están de acuerdo en recomendar a sus respectivos gobiernos las materias referidas en el documento adjunto, basado en el "Acuerdo sobre Cooperación Técnica entre el Gobierno de Japón y el Gobierno de la República de Chile", firmado en Santiago de Chile, con fecha 28 de Julio de 1978.

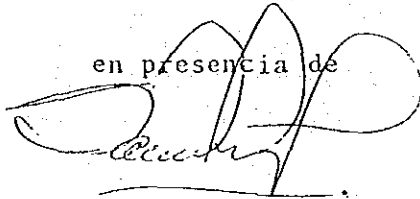
北村 俊男

Jefe de la Misión Japonesa
de Implementación
Agencia Japonesa de Cooperación
Internacional
JAPON



Dr. Werner Schlein
Director Ejecutivo
Centro de Investigación Minera
y Metalúrgica
REPUBLICA DE CHILE

en presencia de



Sr. Samuel Lira
Ministro de Minería
República de Chile

LIST OF EQUIPMENT FOR MINE POLLUTION TECHNOLOGY PROJECT

ITEMS
(AIR POLLUTION CONTROL)
AUTOMATIC ANALYZER (SO _x IN AIR)
AUTOMATIC ANALYZER (SPM IN AIR)
AUTOMATIC ANALYZER (NO _x IN AIR)
SO _x ANALYZER FOR STACK GAS
NO _x ANALYZER FOR STACK GAS
CO, O ₂ ANALYZER FOR STACK GAS
PORTABLE LOW-VOLUME AIR SAMPLER
LOW-VOLUME AIR SAMPLER (ALL WEATHER TYPE)
HIGH-VOLUME AIR SAMPLER
PRECISION GAS DETECTOR (KITAGAWA-TYPE)
TR SAMPLER
JET DUST SAMPLER
HG ANALYZER / CO ANALYZER
DIGITAL SOOT AND DUST INDICATER

ITEMS

(WATER POLLUTION CONTROL)

WATER ANALYZER COMPLETED WITH PHOTOMETER
HIGH-PRESSION AND SPEEDY RESULTING MODEL

DITTO (MINI-SET)

WATER ANALYSIS SET (GENERAL)

DITTO (DRINKING WATER)

PH METER

DO METER

PORTABLE TURBIDITY METER

AS ANALYSIS EQUIPMENT

AUTOMATIC WATER QUALITY MONITORING
APPARATUS

PH METER (FOR INDUSTRIES)

AUTOMATIC ANALYZER (COD)

OTHERS

CN meter

ITEMS

(CHEMICAL ANALYSIS AND OTHERS)

ATOMIC ABSORPTION ANALYZER

ORDINARY NOISE METER

COMBINED WIND VANE & ANEMOGRAPH

MICRO ANEMOMETER

THERMO, HYGRO, BAROMETER

OTHER APPARATUS

MICRO-BUS

PERSONAL COMPUTER

COPYING MACHINE

AUDIO-VISUAL EQUIPMENT (VTR SET)

GAS CHROMATOGRAPHY

LIQUID CHROMATOGRAPHY

REAGENT(S) FOR MEASURING

BOOKS AND OTHERS

JICA

LIB