

チリ国

リーチング工場環境配慮型操業改善計画調査

予備調査報告書

平成 11 年 8 月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部

チリ国

リーチング工場環境配慮型操業改善計画調査
予備調査報告書

平成 11 年 8 月

国際協力事業団
鉦工業開発調査部

目次

関係地図

写真集

第1章 総論

1-1	要請の背景・経緯	1
1-2	調査団派遣の目的	1
1-3	団員構成	2
1-4	調査日程	2
1-5	主要面談者	3

第2章 協議の概要

2-1	協議結果	5
2-2	団長所感	8
2-3	S/W及びM/M	9
2-4	面談記録	39

第3章 チリ国の経済・社会事情

3-1	経済事情	43
3-2	社会事情	46

第4章 チリ国鉱業における廃水処理

4-1	廃水に関する法規制	47
4-2	廃水処理の現状及び生物処理技術導入可能性	52
4-2-1	廃水処理の現状	52
4-2-2	生物処理技術の概要	52
4-2-3	本調査における生物処理技術の概要	52
4-2-4	鉄酸化バクテリア利用の可能性	53

第5章 本格調査実施のための留意事項

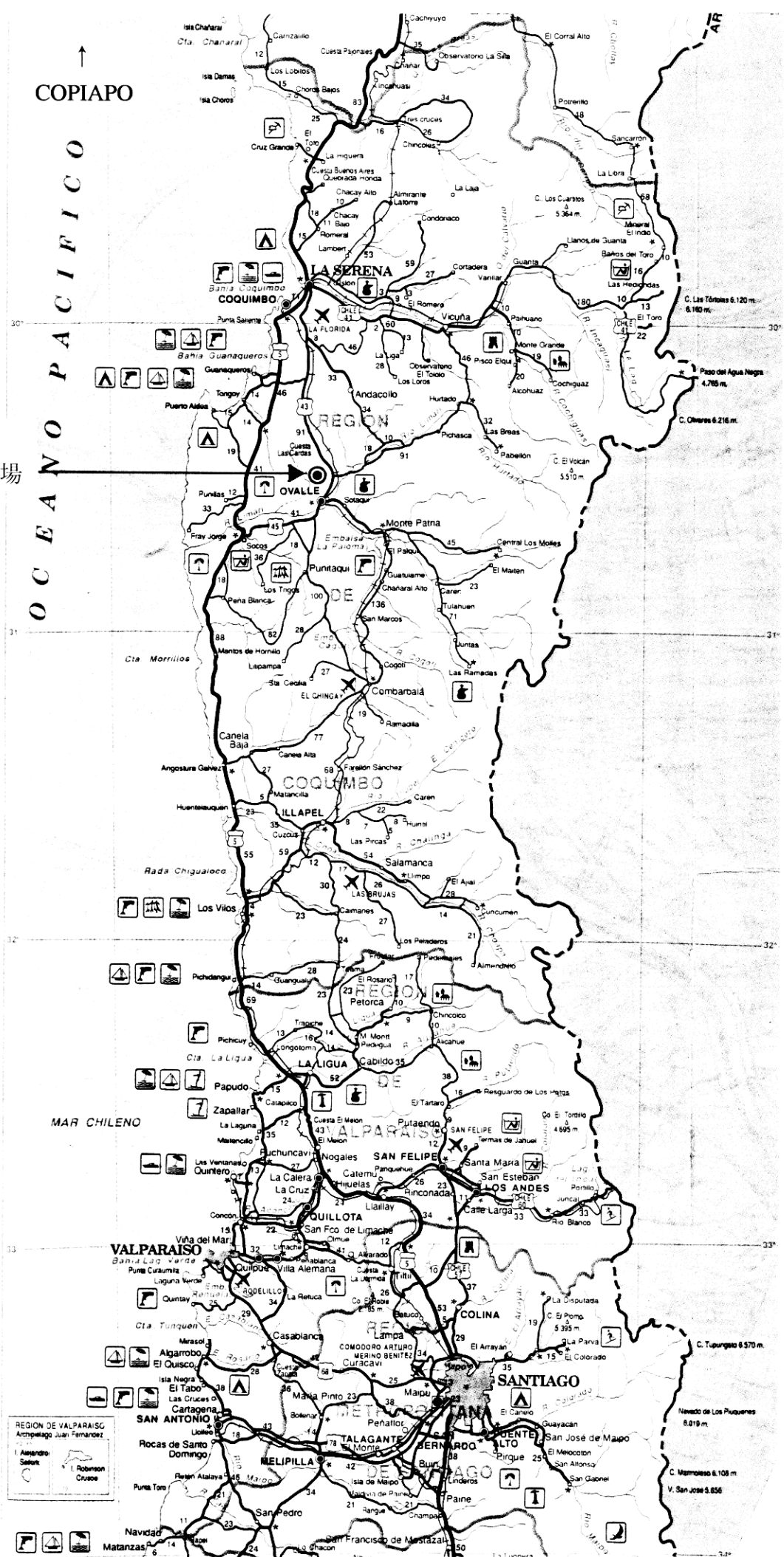
5-1	調査の概要	57
5-1-1	調査の目的	57
5-1-2	調査対象地域	57

5-1-3 調査業務の範囲	57
5-2 調査実施上の留意事項	60

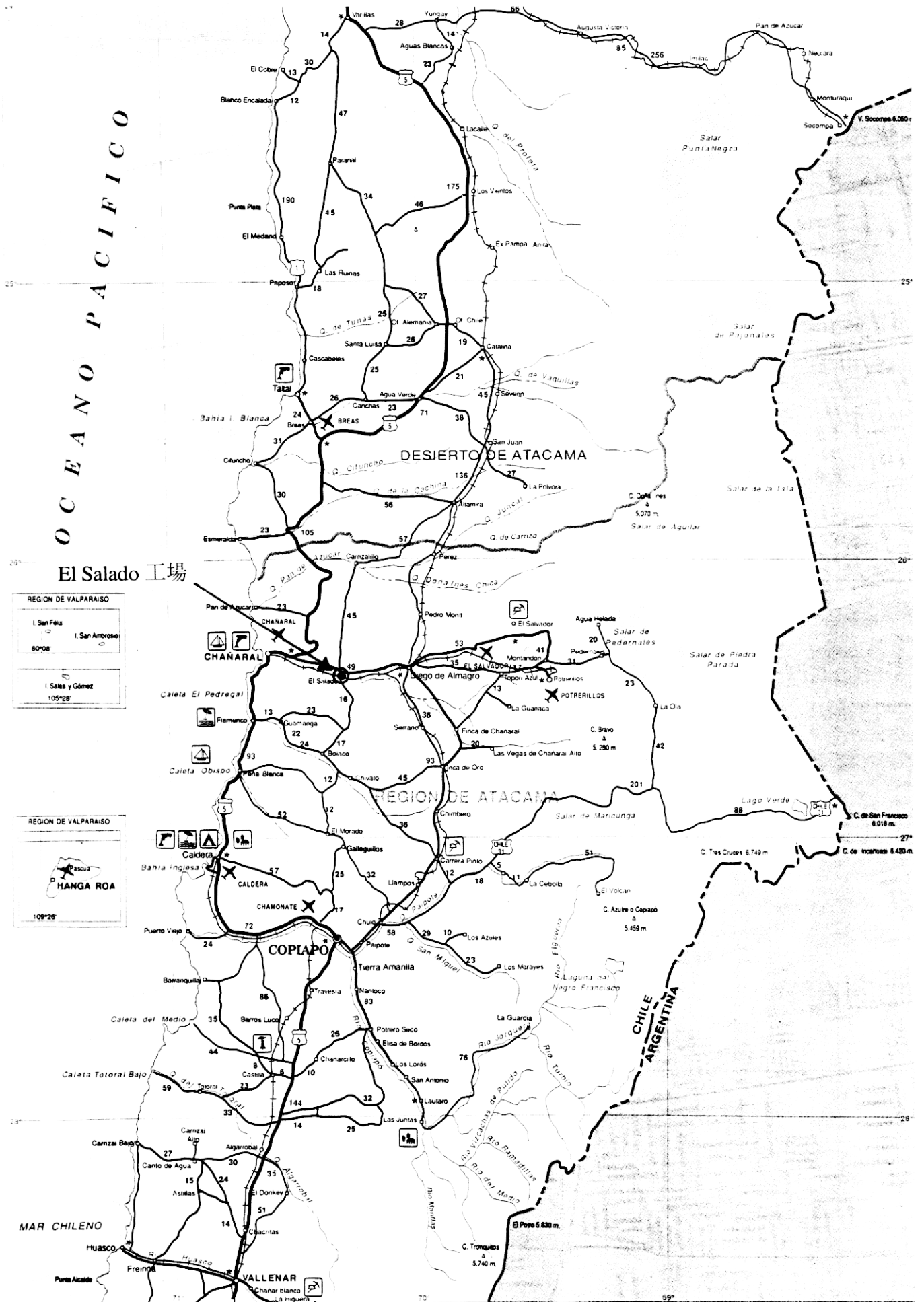
附属資料

資料-1 S/W署名に係る新聞記事	63
資料-2 要請書	67
資料-3 第三国研修説明資料（英語、西語）	83
資料-4 チリ事務所概要、他	89

調査対象
Panulcillo 工場



調査地域位置図 (1 : 2,000,000)



OCEANO PACIFICO

El Salado 工場



調査地域位置図 (1 : 2,000,000)



S/W 調印式



S/W 調印式（予備調査団長と鉱業大臣）



S/W 調印式（予備調査団長と ENAMI 副総裁）



M/M の署名 (左から Sr. Sanhueza, Sr. Traslaviña, Sr. Astorga)



S/W 協議 (左側手前から Sr. Barrios, Sr. Diez, Sr. Oyanader)



鉱業大臣（中央）との面談（環境分野の開発調査ビデオの紹介）



ENAMI 副総裁（右側奥から3人目）との面談



鉱業省のあるビル



AGCI との協議（左側中央が Arturo Vergara アジア太平洋課長）

第1章 総論

第1章 総論

1-1 要請の背景・経緯

チリ国は世界一の銅生産国であり、銅を主とする鉱産物の輸出額は総輸出額の約1/2を占めている。銅の生産は経済における政府の最大の関心事であり、チリ銅公社（CODELCO: Corporacion Nacional del Cobre de Chile）、鉱業公社（ENAMI: Empresa Nacional de Minería）の二つの国営企業により、生産の維持拡大に努めている。

ENAMIは、中小鉱山振興のために設立され、2,000以上の中小鉱山が採掘する鉱石、精鉱を買い上げ、5ヶ所の選鉱所（Taltal, Salado, Matta, Vallenar, Panulcillo）、2ヶ所の精錬所（Ventanas, Paipote）により電気銅を生産している。中小鉱山の振興は銅の生産ばかりでなく、過疎地の振興、雇用の創出にも大きな役割を果たしている。

近年アジア金融危機などの影響による銅価の低迷が続いており、中小鉱山の経営は非常に苦しく、経済的、社会的な問題になっている。また、人口分布が少ない砂漠地帯で操業してきたためそれほど取り上げられてこなかった工場廃水などの環境問題が、環境意識の高まりと規制強化等の中で、問題視されてきている。

このため、チリ政府は中小鉱山の経営に大きな影響を持つENAMIの近代化政策を策定中であり、組織管理の改善、人材育成などを進める一方、選鉱場の効率改善、環境対策を積極的に進める意向である。

選鉱場では、硫化鉱については浮選、酸化鉱についてはリーチングによって処理しており、浮選工程では用水の循環使用が行われているが、リーチング工程ではリーチング廃液を循環再利用せず、廃さいダムあるいは自然界に廃棄しているため、操業成績の悪化、環境への負荷が増大している。

かかる背景から、チリ国政府はENAMIが所有するリーチング工場に環境調和型技術を導入することを目的とした、廃液処理モデルプラントによる実証試験を含むリーチング工場廃液処理改善計画を策定するための開発調査の実施を要請した。この要請を受けて1998年11月に、プロジェクト形成基礎調査団を派遣し、先方関係機関との協議及び現地調査を通じて要請の背景と内容を確認し、開発調査の内容について検討した。

1-2 調査団派遣の目的

本調査団は、プロジェクト形成基礎調査の結果を踏まえ、先方関係機関との協議を行い、本格調査の内容、手法、作業分担等を検討することを目的とし、調査の進展状況によっては、本予備調査

時に本格調査の実施細則（S/W）を締結することとした。

1-3 団員構成

- 1) 団長・総括 楠田昭二 国際協力事業団鉱工業開発調査部計画課長
- 2) 鉱山保安政策 山本智 通商産業省関東東北鉱山保安監督部関東支部監督課
- 3) 鉱害防止対策 廣川満哉 金属工業事業団環境業務部業務課課長代理
- 4) 企画・調整 佐藤洋史 国際協力事業団鉱工業開発調査部資源開発調査課
- 5) 通訳 菅原喜巳 財団法人日本国際協力センター

1-4 調査日程

調査期間：1999年5月29～6月6日

- 5/29（土） 成田発（－ニューヨーク ニューヨーク－）
5/30（日） －サンチャゴ着
5/31（月） JICA 事務所打ち合わせ
日本大使館表敬
金属鉱業事業団表敬
鉱業公社（ENAMI）表敬
鉱業省・ENAMI との協議
6/1（火） 鉱業省・大臣表敬
国際協力庁（AGCI）表敬
鉱業省・ENAMI との協議
6/2（水） 鉱業省・ENAMI との協議
6/3（木） 鉱業省・ENAMI との協議
6/4（金） S/W, M/M の署名
JICA 事務所、日本大使館報告
サンチャゴ発－
6/5（土） （－ダラス ダラス－）
6/6（日） －成田着

1 - 5 主要面談者

・ 鉱業省 (Ministry of Mining)

Sr. Sergio Jimenez Moraga	Ministro
Sr. Tomas Astorga	Senior Adviser
Sr. Erwin Oyanader M.	Head of Environmental Unit

・ 国際協力庁 (AGCI)

Sr. Arturo Vergara Moreno	Coordinador Programa Asia-Pacifico
Sr. Pedro Ramirez Hinrichsen	Coordinador Area Infraestructura y Desarrollo Productivo
Sr. Mitsuo Oba	Experto de jica

・ 鉱業公社 (ENAMI)

Sr. Patricio Artiagoitia	Chief Executive Officer
Sr. Higinio Traslaviña Araya	Administrador General de Plantas
Sr. Alejandro Diez Valencia	Jefe Aseguramiento de Calidad

・ COMPAÑIA MINERA DE PANULCILLO S.A.

Sr. Marcelino Barrios Varas	Gerente General
-----------------------------	-----------------

・ 日本大使館

吉田 栄	一等書記官
實井 正樹	一等書記官

・ 金属鉱業事業団

山本 恭久	所長
五十嵐 吉昭	副所長

・ JICA

村上 正博	所長
吉田 英之	所員
一ノ戸 田端子	Asistente Representante

第2章 協議の概要

第2章 協議の概要

2-1 協議結果

(1) 本格調査に関する S/W 協議を行い、基本的に日本側案の内容で双方合意した。主な内容を以下に示す。

1) 調査の目的

チリ国における鉱業プロセスに環境調和型操業技術を導入することを目的として、リーチング工場における廃液処理に生物処理技術を用いた処理設備を導入するための F/S 調査を実施し、その結果を基にチリ国の類似工場、工程への本技術の普及計画を作成する。なお、F/S 調査はモデルプラントをリーチング工場に設置し、その運転実績評価に基づき実施する。

2) 調査の範囲

本調査においては F/S 調査の対象をリーチング工場の廃液処理工程とし、対象工場をパヌルシージョ (Panulcillo) 工場 (パヌルシージョ鉱山株式会社、コシネーラ工場) とする。本技術の普及のための M/P については、チリ国内における本技術の適用が可能な全ての鉱業プロセスを調査対象とする。

3) 調査の内容

協議の結果、モデルプラント設置に関わる CONAMA (国家環境委員会: Comisión Nacional del Medio Ambiente) への申請作業を加え、ENAMI が実施することとした。

(1) 生物処理技術を用いたモデルプラントの設置

- ・既存データの収集
- ・モデルプラントの設計
- ・CONAMA への申請
- ・モデルプラントの調達及び設置
- ・モデルプラントの運転及び評価

(2) 対象工場の操業診断、環境診断

- ・高効率操業対策の提言
- ・周辺環境改善対策の提言

(3) フルスケールプラントの F/S 調査

- ・F/S 設計
- ・建設及び運転コスト
- ・設置スケジュール

- ・ 経済・財務分析及び環境影響評価
- (4) 本技術普及のためのM/P策定
 - ・ 本技術適用可能性の調査
 - ・ 普及計画の策定
- (5) 結論と提言

(2) さらに、調査に関する細目等についても協議を行い、以下の内容をM/Mにより署名、確認した。

モデルプラントの設置

1) 設計のための基礎実験について

基礎実験は、JICA ミニプロ「酸化銅リーチングプラントの操業改善プロジェクト」で整備したENAMI、El Salado工場にある実験設備（バイオケミカルラボラトリー）を使用して実施することとした。また、円滑な実施のために、ミニプロに参加したチリ側の研究者を本基礎実験に参加させることを調査団が求めたのに対し、チリ側は合意した。

2) 輸送について

チリ側は、チリ国の港からPanulcillo工場のプラント設置地点までのモデルプラント輸送の実施と、その費用の負担に合意した。また、国内輸送に最も適した港についてもチリ側で検討することとした。

3) 運転評価のための分析機器について

チリ側は、調査団が示したモデルプラント運転評価に必要な分析機器、設備について、比較的大型の機器を除く、大部分の機器、実験台等の設備（M/M、Appendix I参照）について、運転開始までに用意することに合意した。また、機器を設置する実験室についてもPanulcillo工場内に新たに準備することを約束した。仮に、日本側が提供する機器が早い時期となっても、機器を適性に保管する用意があることも確認できた。

4) 設置工事について

チリ側は、モデルプラントの設置工事実施について、本格調査団は指導を行い、チリ側が設置、組み立て工事をチリ側の負担で行うという分担内容に合意した。また、この設置、組み立て工事には、既存の設備と接続するための配管工事等の周辺工事も含まれることを確認した。

5) 運転コスト、調査終了後について

調査団は、モデルプラントの運転コストが、人件費を除いて約76,000 US \$/年と見積もられるこ

とを説明し、その全額負担を求めたのに対し、チリ側は同意した。また、調査終了後に発生するモデルプラントに関わる如何なる問題に対しても JICA は免責されることを説明したのに対し、チリ側は、これを理解し、代わりに機器メーカー等とコンタクトするための情報の提供を申し入れた。調査団は必要な情報をチリ側に提供することを約束した。

マスタープラン調査

6) データ、情報の収集について

調査団が、マスタープラン調査はチリ国全体が対象となるため鉱業省及びその他の省庁の持つデータ、情報の収集が重要であり、ENAMI が調整窓口として機能することを求めたのに対し、チリ側はこれに合意した。

チリ側の Undertaking

7) 本格調査団の事務所について

チリ側が、本格調査が始まるまでに本格調査団約 8 人分の事務所スペースを Panulcillo 工場に準備することを確認した。

8) 交通手段について

チリ側が、調査に必要な交通手段（状況に応じて、乗用車 4WD、ミニバス）を Panulcillo 工場と、サンチャゴを除く他の調査地点において本格調査団に提供することを確認した。ただし、この中には空路による国内移動は含まれないこととした。

JICA の Undertaking

9) 技術移転について

チリ側の技術移転の方法についての確認に対して、調査団は開発調査を協同して実施することによる本格調査団からチリ側への技術移転が基本であるが、それに加えてセミナーを調査の各ステージで実施することによる関係者への技術紹介と移転、カウンターパート研修として年に 1 名の枠で日本国内での研修制度があることを説明した。また、研修制度活用に関しては、チリ側が必要な手続きをする必要があることを合わせて説明した。

APEC-GEMEED ベースの第三国研修

10) APEC-GEMEED ベースの第三国研修実施について

APEC-GEMEED ベースの第三国研修について、チリ側関係機関と協議を実施した結果、チリ側は、その内容を理解し、非常な興味を示した。チリ側は、本第三国研修の実現に向けて最初に必要となる手続き、即ち要請書の提出を大使館及び JICA に対して行うこととした。

2-2 団長所感

- (1) 昨年11月の鉍工業プロジェクト形成基礎調査の結果を踏まえ、本年5月29日～6月6日にチリ国サンチャゴを訪問、本要請に関しENAMI、鉍業省、AGCI等の関係者と協議、6月4日にS/W署名することになった。
- (2) 本プロジェクトは、96～98年の3ヶ年行われたENAMIエル・サラド工場におけるミニプロ「酸化銅リーチングプラントの操業改善プロジェクト」技術協力をベースとして、水質汚染問題がより深刻かつ緊急度の高い、パヌルシージョ工場においてフルスケールの1/4～1/6スケールのデモンストレーション・プラントの設置を含め合計40ヶ月の開発調査を行うものである。
- (3) 本開発調査スキームに対するチリ側の関心も極めて高いものがあり、制度内容を紹介した当方作成ビデオを持参したところ鉍業大臣自らが調査団と共に見、更にはS/W署名式にも参加する等ハイレベルで積極的な姿勢が伺えた。
- (4) 協議の中でENAMI側の負担すべきローカルコストについてもほとんど問題なく、負担確認が出来た。さらに、本調査による設備変更がパヌルシージョ工場の操業上も大きな変更を伴うことから、国家環境委員会（CONAMA）への申請作業を基本設計終了後直ちにENAMI側の手続きにより行いたいと申し出る等本調査実施に係るチリ側の受け入れ準備はほとんど問題点たる事項はなかった。また、対象工場の操業診断等のタイミングも当初の我が方案のF/S作成直前から基本設計作成時に早めることになったが、これもENAMI側が日本の操業診断の結果を踏まえ、設備変更が可能であれば行いたいという積極的な姿勢があったと受け取ることが出来よう。
- (5) 今回の開発調査では酸化バクテリアを利用したバイオ技術により環境対策を進めるわけであるが、同時に銅の回収率を引き上げ廃水のリサイクル利用可能ならしめ、その他の高効率操業対策によるプロセス改善も加われば本デモンストレーション・プラントの操業コスト相当のコスト回収も可能となる。まさに本技術の導入によりチリの主要産業である銅産業の環境に配慮した持続的な発展が期待されることになる。
- (6) 最終的に本調査では、今後の同工場でのフルスケールプラント設計のためのF/S及びチリ国内への普及のためのM/Pが作成されることになる。チリ全体の政策として小さな政府・民活用主導であり、対外債務を抑える方針があることから、本技術の普及のためには極力対象企業側で自己回転できるような経済性のある技術プロセスにすることが肝要であり、この意味からも本開発調査の環境対策上の効果と共に技術的、経済的成果が期待される場所である。
- (7) また、今回チリ鉍業省が議長国としてリーダーシップを取っているAPEC-GEMEEDのフレームの中で本開発調査のデモンストレーション・プラントを効果的な教材の一つとしたAPEC加盟国対象の第三国研修事業の可能性についても多くの関係者と意見交換することができた。チ

りではこれまで APEC ベースの第三国研修事業の実績はないが、ほとんどの関係者はこのような形で新しい第三国研修を実施することにつき深い関心を示し、調査団の訪問前からチリ側関係者一同に会して協議を行う等積極性が感じられた。予算的、技術的に検討すべき的は残されているもののチリ側として前向きに取り組みたいとの事であり、JICA としても新規の要請書が出てくれば我が国も参加する APEC 活動の活性化の観点からも積極的に検討すべきものと思われる。

2-3 S/W 及び M/M

1999年6月4日付けで署名した S/W 及び M/M (英語版及び西語版) を次項に示す。

SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY
ON
ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY OPERATION OF MINERAL
PROCESSING PLANT USING BIOTECHNOLOGY
IN
THE REPUBLIC OF CHILE

AGREED UPON BETWEEN

EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA

AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

SANTIAGO DE CHILE, JUNE 4, 1999

Sr. Patricio Artiagoitia Altr
Vice Presidente Ejecutivo
EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA

Sr. Sergio Jiménez Moraga
Ministro
MINISTERIO DE MINERÍA

Sr. Bernardino Sanhueza Pino
Fiscal
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL

Mr. Shoji Kusuda
Leader
THE PREPARATORY STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Chile (hereinafter referred to as "Chile"), the Government of Japan decided to conduct the Study on Environmentally-Friendly Operation of Mineral Processing Plant Using Biotechnology (hereinafter referred to as "the Study"), in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Chile signed at Santiago on 28th July, 1978 (hereinafter referred to as "the Agreement").

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Chile.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The main objective of the Study is to adopt environmentally-friendly operation technology into mineral processing by a model plant using biotechnology. To achieve the objective, a feasibility study will be carried out on introduction of waste water treatment technology into mineral processing plant of Compañía Minera de Panulcillo S. A., a subsidiary of Empresa Nacional de Minería (hereinafter referred to as "the Plant"), in Ovalle, IV Region, Chile, and a master plan study will be conducted to diffuse the technology to mining sector in Chile.

III. SCOPE OF THE STUDY

The detailed scope of the Study is itemized as follows:

I. Introduction of a Model Plant for Waste Water Treatment Using Biotechnology.

Waste water from copper cementation process contains high concentration of ferrous iron, and also contains copper which can not be recovered through the process. Presently, in general, the waste water from mining sector is discharged into the surroundings without any treatment in Chile. In this study, therefore, a model plant will be introduced to remove iron from the waste water and to recycle the treated water to the leaching process. Increase in copper recovery rate will also be expected as a result of the introduction of the technology.

(1) Data Collection

All existing data, reports and other relevant information for the Study will be collected and reviewed.

- a. Present situation of waste water pollution in surrounding area of the Plant
- b. Characteristics of waste water in the Plant
- c. Laws and regulations on pollution control in mining industry
- d. Necessary standards on construction of plants, etc.

(2) Preliminary Laboratory Tests for the Model Plant Design

Preliminary laboratory tests will be conducted in order to obtain necessary data for design of the model Plant. The model plant will be designed to have a capacity of approximately 100 m³/day treatment. Search and cultivation of iron oxidizing bacteria, oxidizing test using iron oxidizing bacteria, and neutralization test, etc. will be carried out.

(3) Basic Design

- a. Process flow
- b. Material balance
- c. Machinery specifications
- d. Plant arrangement

(4) Application for Environmental Authorization to CONAMA

(5) Detailed Design and Preparation of Operational Manual

(6) Model Plant Construction

- a. Procurement of the model plant in Japan
- b. Foundation work in Chile
- c. Transportation from Japan to Chile
- d. Installation and assembling in Chile

(7) Test Operation

Through the operation of the model plant, data will be collected for the feasibility study and operational technique will be transferred to counterpart personnel by Japanese side.

(8) Evaluation

Data obtained through the test operation will be analyzed and the effect by the introduction of the waste water treatment plant will be evaluated.

- a. State of operation, compared with the expectation on the basic design
- b. Abatement effect on water pollution
- c. Increase in copper recovery rate
- d. Operational cost
- e. Cost reduction as a result of water recycling
- f. Preparatory study for scale up

2. Consultations Focusing on Operational Efficiency and Environmental Aspects of the Plant by Diagnostic Studies

Handwritten signatures and initials: "S.K." and a large signature.

The objective of the consultations is to recover a part of the cost which is expected to raise by introduction of the waste water treatment plant. In addition, environmental consultations in and out side of the Plant will be conducted to enhance the environmentally-friendly operation. These consultations will be carried out for all processes and operational management of the Plant apart from the waste water treatment for the cementation process based on existing data and information.

(1) Consultation on Operational Efficiency

- a. Survey on the existing process and management conducted in the Plant
- b. Identification of process and management which is expected to be improved
- c. Rough estimation of effect of the improvement and cost for the improvement
- d. Recommendations

(2) Consultation on Environmental Aspects

- a. Survey on the existing process and management conducted in the Plant in relation to environment
- b. Identification of process and management which is expected to be improved
- c. Rough estimation of effect of the improvement and cost for the improvement
- d. Recommendations

3. Feasibility Study

A feasibility study will be carried out for construction of full scale water treatment plant in the Plant on the basis of the data and information obtained through the aforementioned studies.

- (1) Conceptual Design and Layout
- (2) Construction and Operational Cost
- (3) Implementation Schedule
- (4) Financial and Economic Evaluation Including Environmental Impact

4. Master Plan Study for Diffusion and Application of the Technology

(1) Possibility of Application of the Technology

Plants and processes where the water treatment technology can be applied will be identified out of whole mining sector in Chile based on existing data and information.

- a. Technically applicable mining processes (leaching, SX-EW, mine drainage, etc.)
- b. Number of possible plants or sites
- c. Conditions for the application

(2) Application Plan

An application plan will be proposed based on the environmental and mining policy

of the Government of Chile.

- a. Effect by the application including rough financial and economic evaluation
- b. Implementation schedule
- c. Application plan and incentives for promotion

5. Conclusion and Recommendations

IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be conducted in accordance with Tentative Time Schedule as shown in Appendix I attached herewith.

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following quantity of reports respectively in English and Spanish to the Government of Chile.

Inception Report (IC/R)	15 copies
Progress Reports (P/R)	15 copies
Interim Report (IT/R)	15 copies
Draft Final Report and Summary (DF/R)	10 copies

The Government of Chile will provide JICA with the comments on the Draft Final Report within one month after its reception.

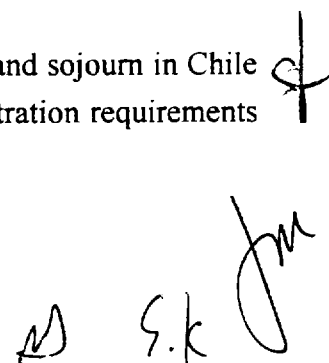
Final Report and Summary (F/R)	30 copies
--------------------------------	-----------

VI. DIVISION OF TECHNICAL UNDERTAKING

The division of technical undertakings of the Study by JICA and Empresa Nacional de Minería (hereinafter referred to as "ENAMI") is detailed in Appendix. II attached herewith.

VII. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF CHILE

1. The Government of Chile shall accord privileges, exemption and other benefits to the Japanese study team in accordance with the Agreement.
2. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Chile shall take necessary measures for the following:
 - 1) to secure the safety of the Japanese study team,
 - 2) to permit the members of the Japanese study team to enter, leave and sojourn in Chile during their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements

Handwritten signatures and initials, including a large signature on the right and smaller initials 'S.K.' and another signature below it.

and consular fees,

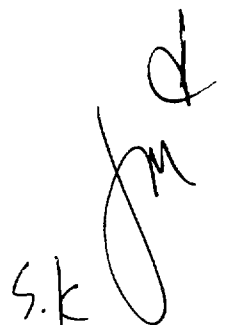
- 3) to exempt the members of the Japanese study team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into Chile for the conduct of the Study,
- 4) to exempt the members of the Japanese study team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Japanese study team for their services in connection with the implementation of the Study,
- 5) to provide necessary facilities to the Japanese study team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Chile from Japan in connection with the implementation of the Study,
- 6) to facilitate permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
- 7) to secure permission for the Japanese study team to take all the data and documents (including permitted photographs) related to the Study out of Chile to Japan,
- 8) to facilitate prompt clearance through customs and inland transportation of equipment, materials and supplies required for the study and of the personal effects of members of the Japanese study team, and
- 9) to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to the members of the Japanese study team.

3. The Government of Chile shall bear claims, if any arises, against the members of the Japanese study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with, the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Japanese study team.

4. ENAMI shall act as the counterpart agency to the Japanese study team and also as the coordinating body in relation to other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

5. ENAMI shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the following, in cooperation with other relevant organizations:

- 1) available data and information necessary for the Study,
- 2) counterpart personnel,
- 3) suitable office space with necessary equipment and facilities in Chile,
- 4) credentials or identification cards,
- 5) necessary transportation for carrying out the study,



- 6) communication facilities such as telephone, facsimile and etc. if necessary, and
- 7) administrative and technical support staff and labor as needed.

VIII. UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

- 1) to dispatch, at its own expense, study teams to Chile, and
- 2) to pursue technology transfer to the Chilean counterpart personnel in the course of the Study.

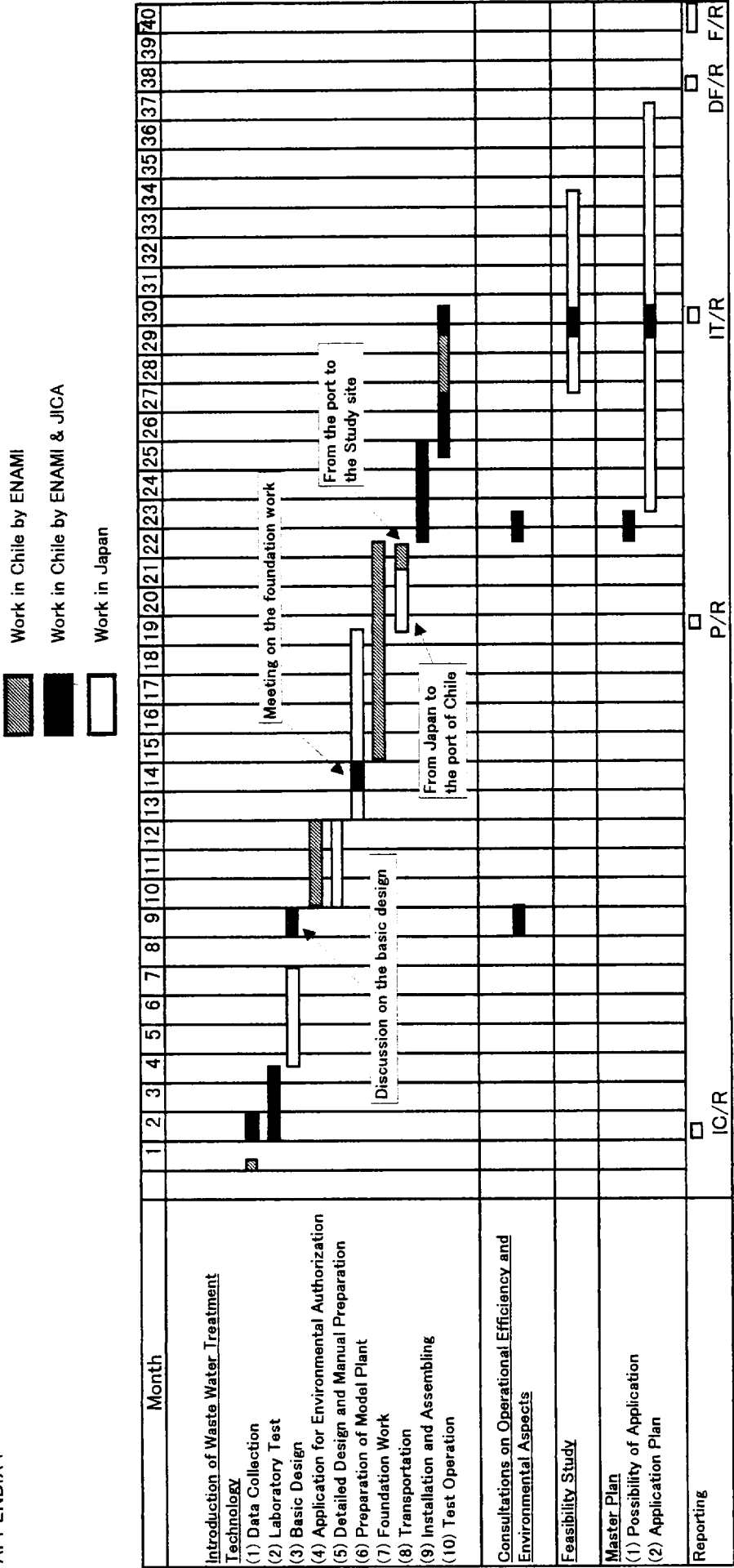
IX. OTHERS

JICA and ENAMI shall consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

The Scope of Work is prepared in both Spanish and English. In case any doubt arises in interpretation, the English text shall prevail.

APPENDIX I

TENTATIVE TIME SCHEDULE




Handwritten signature

Handwritten signature

**Technical Undertaking
by
JICA and ENAMI**

Working Item	Undertaking by JICA	Undertaking by ENAMI
1. Introduction of Waste Water Treatment Technology		
(1) Data Collection	Review and analysis of existing report	Provision of necessary data, report, etc., Chemical and Physical analysis if necessary
(2) Preliminary Laboratory Test	Laboratory Test	Assistance of Laboratory Test
(3) Basic Design	Preparation and Explanation to ENAMI	Assistance
(4) Application for Environmental Authorization	Assistance	Application
(5) Detailed Design	Preparation	Assistance
(6) Model Plant Construction	Procurement, Transportation from Japan to the port of Chile, Supervision for installation and assembling	Foundation Work, Transportation the port of Chile to the Plant, Installation and assembling
(7) Test Operation	Operation and data analysis	Assistance of Operation and data collection, Operational cost
(8) Evaluation	Analysis	Assistance
2. Consultations on Operational Efficiency and Environmental Aspects		
(1) Operational Efficiency	Consultation	Provision of necessary data, report, etc.
(2) Environmental Aspects		Chemical Analysis and modification of the process, if necessary and possible
3. Feasibility Study		
Feasibility Study	Analysis	Assistance
4. Master Plan for Diffusion		
(1) Possibility of Application of the Technology	Analysis	Provision of necessary data and Assistance
(2) Application Plan	Analysis	Assistance
5. Conclusion and Recommendations		
Conclusion and Recommendations	Formulation	Assistance


 S.K.

MINUTES OF MEETING

FOR

THE STUDY
ON
ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY OPERATION OF MINERAL
PROCESSING PLANT USING BIOTECHNOLOGY
IN
THE REPUBLIC OF CHILE

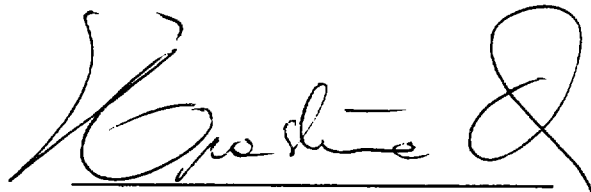
AGREED UPON BETWEEN

EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA

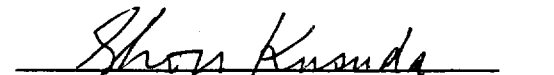
AND

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

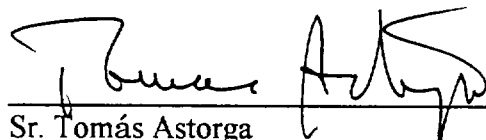
SANTIAGO DE CHILE, JUNE 4, 1999




Sr. Higinio Traslaviña Araya
Administrador General de Plantas
EMPRESA NACIONAL DE MINERÍA



Mr. Shoji Kusuda
Leader
THE PREPARATORY STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY



Sr. Tomás Astorga
Asesor, Chair, APEC-GEMEED
MINISTERIO DE MINERÍA



Sr. Bernardino Sanhueza Pino
Fiscal
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL

The Preparatory Study Team (hereinafter referred as "the Team"), headed by Shoji Kusuda, Director of Planning Division, Mining & Industrial Development Study Department, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), visited the Republic of Chile from May 30 to June 4, 1999 for the purpose of discussing the Scope of Work with regard to "Environmentally-Friendly Operation of Mineral Processing Plant Using Biotechnology".

The Team had a series of discussions with Empresa Nacional de Minería, Ministerio de Minería and the relevant Chilean authorities (hereinafter referred as "the Chilean side"), and this minutes of meeting was prepared to supplement the Scope of Work for the captioned study, which was mutually agreed on between both sides on June 4, 1999.

Introduction of a model plant for waste water treatment using biotechnology

1. Referring to clause III, 1, (2) in the agreed Scope of Work, the Chilean side has agreed with use the laboratory at El Salado for the preliminary laboratory tests. In this regard, the Team requested that relevant researchers of previous three years JICA project at the laboratory should be involved in the study to ensure smooth practice of the test. The Chilean side has agreed with this request.
2. Referring to clause III, 1, (6) in the agreed Scope of Work, the Chilean side has agreed that transportation of the model plant from the port to the study site will be practiced and borne by the Chilean side and proposed to investigate the most suitable port for the transportation in Chile to the study site.
3. Referring to clause III, 1, (7) and (8), in the agreed Scope of Work, the Chilean side has agreed with provision of the listed equipment in Appendix I. The Chilean side has also agreed to prepare room for a laboratory to install necessary equipment to carry out the experimental work.
4. Referring to Appendix II, 1, (5) in the agreed Scope of Work, the Team confirmed that minor modification of the process, such as piping work to connect the model plant to existing process, is included in installation and assembling of undertaking by ENAMI.

AS

TA

S.K

The Chilean side has agreed with undertaking of the process modification in relation to the installation of the model plant.

5. As for the operation of the model plant, the Team explained that the estimated direct cost for operation excluding personnel fees will be about 76,000 US \$/year and shall be borne by the Chilean side. The Chilean side has agreed with this. The Team also explained that after completion of the study, JICA will be exempt from any claim arise in relation to the operation of the model plant. The Chilean side has understood this condition and requested the Team to facilitate necessary information to contact with equipment providers relating to this plant. The Team has agreed with this request.

Master plan study for diffusion and application of the technology

6. As for the data and information needed for the Master Plan Study, the Team requested that ENAMI will play a role for smooth collection of data and information from the ministry of mining and other relevant authorities to ensure implementation of the Master Plan Study. The Chilean side has agreed with the request.

Undertaking of the government of Chile

7. Referring to clause VII, 5, 3) in the agreed Scope of Work, the Chilean side has agreed to provide an office space for approximately eight experts of the JICA study team at the study site, Compañía Minera de Panulcillo S. A., by the time JICA study team will conduct the study.
8. Referring to clause VII, 5, 5) in the agreed Scope of Work, the Chilean side has agreed to provide necessary means of transportation, such as car, 4WD and minibus, etc. depending on the condition of the route, at the study site of Panulcillo and other relevant place for the study in Chile. The Chilean side conditioned that this transportation will not include air route between study site and Santiago or other relevant place in Chile. The Team has agreed with the condition proposed by the Chilean side.

LM

TA

P.

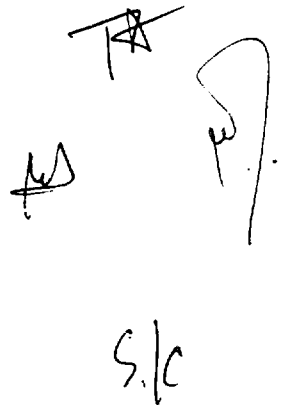
Undertaking of JICA

9. Referring to clause VIII, 2) in the agreed Scope of Work, the Chilean side has inquired the means for technology transfer to the Chilean counterpart personnel. The Team explained that the technology transfer will be achieved mainly through the implementation of the study from the study team dispatched by JICA to the counterpart personnel. Seminars on the study will be held during the study to inform the results of the study and to discuss the application of the technology to other relevant governmental organizations including interested personnel from abroad, if necessary. In addition, training course in Japan for counterpart personnel will be available at least one personnel per one year. With this regard, the Team suggested that the Chilean side should take necessary action to participate the training course. The Chilean side has understood the means of technology transfer and necessity of the action for the training course.

Third country training course (APEC-GEMEED base)

10. As for an APEC-GEMEED base third country training course, the Team and the Chilean side had a series of discussions on this subject and the Chilean side has shown their great interests in this new training course supported by JICA. The Chilean side will take necessary actions towards realization of the new third country training course to JICA.

The Minutes of Meeting is prepared in both Spanish and English. In case any doubt arises in interpretation, the English text shall prevail.



Handwritten signatures and initials, including a large signature on the right and the initials 'S./C' at the bottom.

APPENDIX I

List of necessary equipments for laboratory
at model plant provided by ENAMI

Number	Name
1	Chemical analysis
1	pH meter(desktop)
2	pH meter(portable)
5	Electric balance
6	Precision electric balance
7	Vacuum pump
8	Filter set
10	Micropipet
11	Micropipet
12	Micropipet
13	Distributor
15	Magnetic Agitator
16	Electric heater
17	Compact fume hood
18	Water purification
19	Glass instruments
20	Articles of consumption
21	Working table for experiment
22	Reagent cabinet
23	Equipment cabinet

2	Biological experiment
2	Incubator
5	Glass instruments
6	Articles of consumption

3	Neutralization experiment
1	Air pump
2	Air flowmeter
3	Laboratory agitator
4	Neutralization tank
5	Articles of consumption

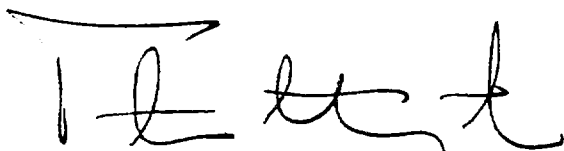
TA
M

S.K.

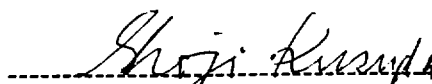
ALCANCE DEL TRABAJO
PARA
EL ESTUDIO
DE OPERACIÓN COMPATIBLE CON EL MEDIO AMBIENTE
DE PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE MINERALES
MEDIANTE BIOTECNOLOGIA
EN
LA REPUBLICA DE CHILE

ACORDADO ENTRE
EMPRESA NACIONAL DE MINERIA
Y
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

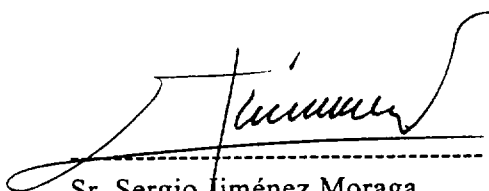
SANTIAGO DE CHILE, 4 DE JUNIO DE 1999



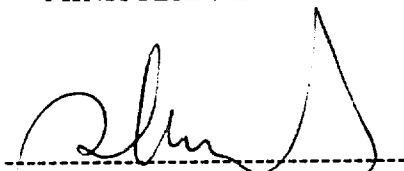
Sr. Patricio Artiagoitia Alti
Vicepresidente Ejecutivo
EMPRESA NACIONAL
DE MINERIA



Sr. Shoji Kusuda
Jefe del Equipo de
Estudio Preparatorio
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON



Sr. Sergio Jiménez Moraga
Ministro
MINISTERIO DE MINERIA



Sr. Bernardino Sanhueza Pino
Fiscal
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DE CHILE

INTRODUCCION

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Chile (en adelante denominado "Chile"), el Gobierno del Japón ha decidido realizar el Estudio de Operación Compatible Con el Medio Ambiente de Plantas de Procesamiento de Minerales, mediante Biotecnología (en adelante denominado "el Estudio"), de conformidad con el Acuerdo de Cooperación Técnica entre el Gobierno del Japón y el Gobierno de Chile firmado en Santiago el 28 de julio de 1978 (en adelante denominado "el Acuerdo").

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante denominada "JICA"), agencia oficial responsable para la implementación de programas de cooperación técnica del Gobierno del Japón, emprenderá el Estudio con la estrecha cooperación de las autoridades correspondientes de la República de Chile.

El presente documento establece el Alcance para los trabajos del Estudio a realizar.

II. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo principal del Estudio es adoptar tecnología de operación compatible con el medio ambiente para el procesamiento de minerales, mediante una planta modelo con uso de Biotecnología. Para lograr el objetivo, un estudio de factibilidad será llevado a cabo introduciendo tecnología de tratamiento de aguas residuales en la planta de procesamiento de minerales de la Compañía Minera de Panulcillo S.A., subsidiaria de la Empresa Nacional de Minería (en adelante denominada "la Planta"), en Ovalle, IV Región de Chile, y un estudio de plan maestro para difundir la tecnología en el sector minero de Chile.

III. ALCANCE DEL ESTUDIO

El alcance detallado del Estudio se describe a continuación:

1. Introducción de una Planta Modelo para Tratamiento de Aguas Residuales con Uso de la Biotecnología.

Las aguas residuales provenientes del proceso de cementación de cobre contienen alta concentración de hierro ferroso, adicionalmente contienen cobre que no se puede recuperar en el proceso. Por lo general, en Chile dichas aguas residuales son descargadas en los alrededores de las plantas sin tratamiento alguno. En el presente estudio, una planta modelo para remover el hierro de las aguas residuales será introducida al proceso, siendo las aguas tratadas recicladas al proceso de lixiviación. Además, un incremento de la eficiencia de

d
m
S.K

recuperación es esperado como resultado de la introducción de la tecnología mencionada.

(1) Recolección de Datos

Todos los datos existentes, informes y otras informaciones relevantes para el Estudio serán recolectados y revisados, entre otros:

- a. La Situación actual de contaminación de aguas residuales en los alrededores de la Planta
- b. Características de las aguas residuales en la Planta
- c. Leyes y regulaciones sobre control de contaminación en la industria minera.
- d. Normas necesarias sobre la construcción de plantas, etc.

(2) Pruebas Preliminares de Laboratorio para del Diseño de la Planta Modelo

Pruebas preliminares de laboratorio serán realizadas para obtener los datos necesarios para el diseño de la planta modelo. La planta modelo será diseñada para tener una capacidad aproximada de tratamiento de 100 m³/día. Se efectuarán actividades tendientes a la búsqueda y cultivo de bacterias ferroxidantes, pruebas de oxidación usando las bacterias cultivadas, prueba de neutralización de riles, etc.

(3) Diseño Básico

En el diseño básico de la planta se analizarán los siguientes temas:

- a. Flujo de proceso
- b. Balance de materiales
- c. Especificaciones de Equipos
- d. Disposición general de la planta

(4) Tramitación de Autorización Ambiental ante CONAMA

(5) Diseño Detallado y Preparación de Manual de Operación

(6) Construcción de la Planta Modelo

- a. Adquisición de la planta modelo en Japón
- b. Trabajo de obras civiles en Chile
- c. Transporte de la planta desde Japón hasta Chile
- d. Ensamblaje e instalación en Chile

(7) Operación a Prueba

Durante la operación de la planta modelo, serán recolectados datos para el estudio de factibilidad, y la parte japonesa transmitirá las técnicas operacionales al personal de contraparte chilena.

(8) Evaluación

Los datos obtenidos durante la operación a prueba serán analizados y los efectos

S.K

de la introducción de la planta de tratamiento de residuos líquidos serán evaluados.

- a. Estado de la operación comparada con la expectativa del diseño básico
 - b. Efectos para la reducción de la contaminación acuática
 - c. Incremento de la eficiencia de recuperación de cobre
 - d. Costo operacional
 - e. Reducción del costo como resultado del reciclaje de agua
 - f. Estudio preparatorio para el escalamiento de la planta
2. Diagnóstico Enfocada en la Eficiencia Operacional y Asuntos del Medio Ambiente de la Planta

El objetivo del diagnóstico es recuperar parte del costo operacional que se elevará debido a la introducción de la planta de tratamiento de aguas residuales. Adicionalmente, se llevará a cabo una consultoría medio ambiental, dentro y fuera de la Planta, para mejorar la situación ambiental de la operación de la planta. Aparte del tratamiento de aguas residuales para el proceso de cementación basado en los datos e información existentes, éste diagnóstico será realizado para todos los procesos y gestiones operacionales de la planta.

(1) Diagnóstico de la Eficiencia Operacional

- a. Revisión del proceso existente y administración de la Planta
- b. Identificación de procesos y gestión susceptibles de ser mejorados
- c. Estimación aproximada de efectos de la mejora y su costo
- d. Recomendaciones

(2) Diagnóstico de Aspectos Ambientales

- a. Revisión del proceso existente y administración de la Planta en relación con el medio ambiente
- b. Identificación de procesos y administración posibles de ser mejorados
- c. Estimación aproximada de efectos de la mejora y su costo
- d. Recomendaciones

3. Estudio de Factibilidad

Un estudio de factibilidad será llevado a cabo para construir un sistema de tratamiento de aguas a escala completa en la Planta, en base a los datos e información obtenidos mediante los estudios mencionados.

- (1) Diseño Conceptual y Disposición general de la planta
- (2) Costo de Construcción y Operación
- (3) Cronograma de Ejecución
- (4) Evaluación Financiera y Económica Incluyendo Impactos Ambientales

[Handwritten signatures and initials]
S.K

4. Estudio de Plan Maestro para la difusión y aplicación de la tecnología

(1) Posibilidad de Aplicar la Tecnología

Basado en los datos e información existentes, las plantas y procesos donde se pueda aplicar la tecnología de tratamiento de aguas serán identificados en todo el sector minero de Chile.

- a. Procesos mineros técnicamente aplicables (lixiviación, SX-EW, drenaje de minas, etc.)
- b. Número de plantas o sitios posibles
- c. Condiciones para la aplicación

(2) Plan de Aplicación

Un plan de aplicación será propuesto basado en la política ambiental y minera del Gobierno de Chile.

- a. Efectos por la aplicación incluyendo una evaluación financiera y económica aproximada.
- b. Cronograma de ejecución
- c. Plan de aplicación e incentivos de promoción

5. Conclusión y Recomendaciones

IV. CRONOGRAMA DEL ESTUDIO

El Estudio será llevado a cabo de acuerdo al cronograma tentativo mostrado en el Apéndice I adjunto.

V. INFORMES

JICA elaborará y presentará al Gobierno de Chile los siguientes informes en la cantidad indicada de copias en inglés y español:

Informe Inicial (I/In)	15 copias
Informe de Avance (I/A)	15 copias
Informe Intermedio (I/It)	15 copias
Borrador del Informe Final y Resumen (B/IF)	10 copias

El Gobierno de Chile presentará sus comentarios sobre el Borrador de Informe Final a JICA dentro de un mes después de haberlo recibido.

Informe Final y Resumen (I/F)	30 copias
-------------------------------	-----------




S.K

VI. DIVISION DE COMPROMISOS TECNICOS

La división de los compromisos técnicos del Estudio entre JICA y la Empresa Nacional de Minería (en adelante llamada "ENAMI") está detallada en el Apéndice II adjunto.

VII. COMPROMISOS DEL GOBIERNO DE CHILE

1. El Gobierno de Chile acordará los privilegios, exenciones y otros beneficios al Equipo Japonés del Estudio, de conformidad con el Acuerdo.
2. Para facilitar la ejecución óptima del Estudio, el Gobierno de Chile tomará medidas necesarias para:
 - 1) garantizar la seguridad del Equipo Japonés del Estudio,
 - 2) permitir a los miembros del Equipo Japonés del Estudio entrar, salir y permanecer en Chile mientras dure su asignación en ella, y eximirlos de los requisitos de registro de extranjeros y tarifas consulares,
 - 3) exonerar a los miembros del Equipo Japonés del Estudio, del pago de impuestos, derechos y otros cargos fiscales sobre equipos, maquinaria y otros materiales traídos a, y llevados a fuera de Chile para la ejecución del Estudio,
 - 4) exonerar a los miembros del Equipo Japonés del Estudio, del impuesto sobre ingresos y cargas fiscales de cualquier tipo sobre o en conexión con cualquier emolumentos o asignaciones pagados a ellos por sus servicios prestados para la implementación del Estudio,
 - 5) proporcionar las facilidades necesarias al Equipo Japonés del Estudio tanto para remitir como para utilizar los fondos introducidos desde Japón en Chile en conexión con la ejecución del Estudio,
 - 6) procurar permisos para entrar en las propiedades privadas o áreas restringidas a fin de ejecutar el Estudio,
 - 7) asegurar permisos al Equipo Japonés del Estudio para llevar al Japón todos los datos y documentos (incluyendo fotografías permitidas) relacionados con el Estudio de Chile,
 - 8) procurar trámites expeditos en aduana y transporte terrestre de equipos, materiales y suministros requeridas para el Estudio y de efectos personales de los miembros del Equipo Japonés del Estudio, y
 - 9) proporcionar los servicios médicos, cuando sean necesarios. Los gastos incurridos por esta causa podrán ser cargados a los miembros del Equipo Japonés del Estudio.
3. El Gobierno de Chile se hará cargo de los reclamos ocurridos en el transcurso del estudio, si se presenta alguno, contra los miembros del Equipo Japonés del

d
pm
S.K

Estudio a consecuencia del cumplimiento de sus deberes en, o relacionados de cualquier otra manera con la ejecución del Estudio, excepto cuando tales reclamos se originen por la grave negligencia o mala conducta intencional por parte de los miembros del Equipo Japonés del Estudio.

4. ENAMI actuará como agencia de contraparte del Equipo Japonés del Estudio y también como ente coordinador con respecto a otras organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con la óptima ejecución del Estudio.
5. ENAMI proporcionará al Equipo Japonés del Estudio, a sus propias expensas, en cooperación con otras organizaciones interesadas, lo siguiente:
 - 1) datos e informaciones necesarios y disponibles para el Estudio,
 - 2) personal de contraparte,
 - 3) espacio de oficina adecuado con equipos y accesorios necesarios en Chile,
 - 4) Credenciales o tarjetas de identificación,
 - 5) Transporte necesario para la ejecución del Estudio
 - 6) facilidades de comunicación tales como teléfono, facsímil, etc. si fuera necesario, y
 - 7) personal o labor de asistencia administrativa y técnica cuando se requiera

VIII. COMPROMISOS DE JICA

Para la ejecución del Estudio, JICA tomará las siguientes medidas:

- 1) enviar, a sus propias expensas, los equipos del Estudio a Chile, y
- 2) realizar la transferencia de tecnología al personal de contraparte chilena en el curso del Estudio.

IX. Otros




JICA y ENAMI se consultarán mutuamente con respecto a cualquier asunto que pudiere surgir de, o en conexión con el Estudio.

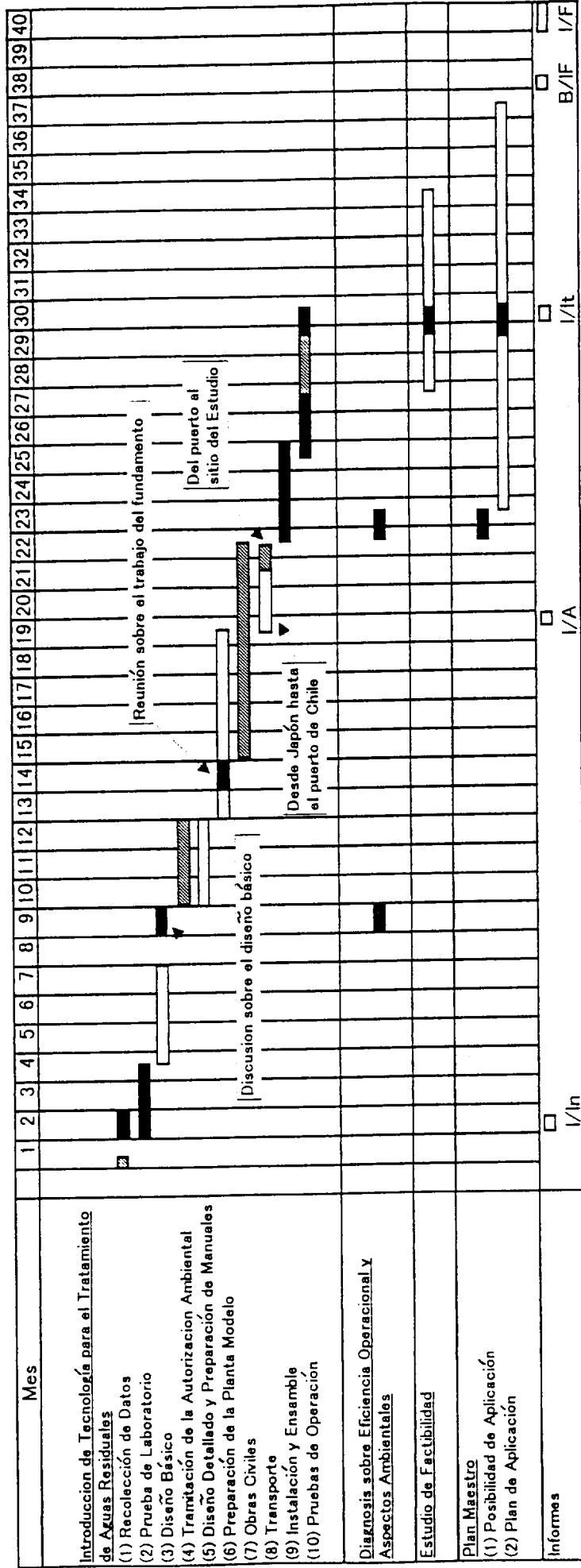
El Alcance del Trabajo está elaborado en inglés y español. En caso que surgiera alguna duda en la interpretación, la versión en inglés prevalecerá.



APENDICE I

CRONOGRAMA TENTATIVO

-  Trabajo en Chile por ENAMI
-  Trabajo en Chile por ENAMI y JICA
-  Trabajo en Japón



S.K. 

Apendice II

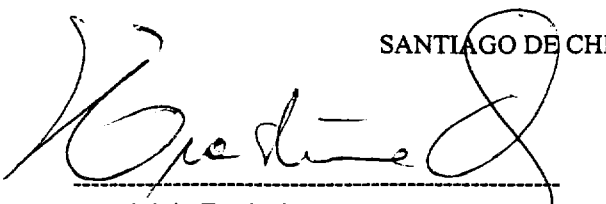
**Compromisos Técnicos
Entre
JICA y ENAMI**

Actividad	Compromiso JICA	Compromiso ENAMI
<u>1.- Introducción de Tecnología de Tratamiento de Aguas Residuales</u>		
(1) Recolección de datos	Revisión y análisis de reportes existentes	Proveer datos y reportes necesarios Análisis Químico y Físico, Si en necesario
(2) Pruebas Preliminares de laboratorio	Ejecución Pruebas de laboratorio	Cooperación en Pruebas de Laboratorio
(3) Diseño Básico	Preparación y explicación a ENAMI	Cooperación
(4) Tramitación de Permisos ambientales	Cooperación	Tramitación
(5) Diseño en detalle	Preparación	Cooperación
(6) Construcción de planta modelo	Adquisición, transporte de Japón a Chile, Supervisión de Instalación y ensamblaje	Obras civiles, Transporte del puerto a la planta, instalación y ensamblaje
(7) Operación de prueba	Operación y análisis de datos	Cooperación en operación y recolección de datos, costos operacionales
(8) Evaluación	Análisis	Cooperación
<u>2.- Diagnóstico De Eficiencia Operacional y Aspectos Ambientales</u>		
(1) Eficiencia Operacional (2) Aspectos Ambientales	Consultoría	Proveer datos e informes necesarios. Análisis químico y modificaciones del proceso, si es necesario y posible
<u>3.- Estudio de Factibilidad</u>		
Estudio de Factibilidad	Análisis	Cooperación
<u>4.- Plan maestro de Difusión</u>		
(1) Posibilidad de Aplicación de la Tecnología	Análisis	Proveer datos necesarios y cooperación
(2) Plan de Aplicación	Análisis	Cooperación
<u>5.- Conclusiones y Recomendaciones</u>		
Conclusiones y Recomendaciones	Formulación	Cooperación

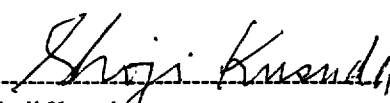
MINUTA DE REUNION
PARA
EL ESTUDIO
DE OPERACIÓN COMPATIBLE CON EL MEDIO AMBIENTE
DE PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE MINERALES
MEDIANTE BIOTECNOLOGIA
EN
LA REPUBLICA DE CHILE

ACORDADO ENTRE
EMPRESA NACIONAL DE MINERIA
Y
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

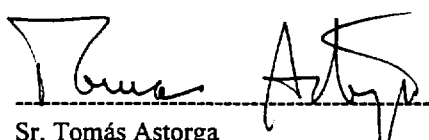
SANTIAGO DE CHILE, 4 DE JUNIO DE 1999



Sr. Higinio Traslaviña Araya
Administrador General de Plantas
EMPRESA NACIONAL DE MINERIA



Sr. Shoji Kusuda
Jefe del Equipo de
Estudio Preparatorio
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON



Sr. Tomás Astorga
Asesor, APEC-GEMEED
MINISTERIO DE MINERIA



Sr. Bernardino Sanhueza Pino
Fiscal
AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DE CHILE

El Equipo del Estudio Preparatorio (en adelante referido como “ El Equipo”), liderado por el señor Shoji Kusuda, Director de la División de Planificación, Departamento de Desarrollo de Estudios de Minería e Industria de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en adelante “JICA”), visitó la República de Chile entre el 30 de Mayo y el 4 de junio de 1999 con el propósito de discutir el Alcance del Trabajo relacionado a “La Operación Compatible Con El Medio Ambiente de Plantas de Procesamiento de Minerales Mediante Biotecnología”

El Equipo ha tenido una serie de discusiones con la Empresa Nacional de Minería, el Ministerio de Minería y autoridades chilenas relevantes (en adelante “La Contraparte Chilena”), siendo la presente minuta preparada como suplemento del documento de Alcance del Trabajo del mencionado estudio, el cual ha sido mutuamente concordado entre las partes el 4 de junio de 1999.

Introducción de una Planta Modelo para Tratamiento de Residuos Industriales Líquidos usando Biotecnología

1.- En referencia a la cláusula III, 1, (2) en el Alcance de Trabajo acordado, La Contraparte Chilena ha acordado la utilización del laboratorio de El Salado para las pruebas preliminares de laboratorio. En este sentido, El Equipo solicitó que los investigadores pertinentes participantes en el proyecto JICA efectuado en dicho laboratorio los tres años previos, deben ser involucrados en el estudio para asegurar una óptima ejecución de los test. La Contraparte Chilena se encuentra en acuerdo con esta solicitud.

2.- En referencia a la cláusula III, 1, (6) en el Alcance de Trabajo acordado, La Contraparte Chilena ha acordado que el transporte de la Planta Modelo desde puerto al lugar de estudio será efectuado y costado por Chile y propuso investigar el puerto más adecuado para el transporte en Chile al lugar de estudio.

3.- En referencia a la cláusula III, 1, (7) y (8) en el Alcance de Trabajo acordado, La Contraparte Chilena ha acordado proporcionar los equipos de laboratorio listados en el apéndice I. La Contraparte Chilena también acuerda preparar un lugar para un

S./C

MS

P.
JA

laboratorio donde instalar los equipos necesarios para llevar a cabo los trabajos experimentales requeridos.

4.- En referencia a la cláusula II, 1, (5) en el Alcance de Trabajo acordado, El Equipo confirmó que modificaciones menores al proceso, como trabajos de conexión de la Planta Modelo al proceso existente, están incluidas en la etapa de instalación y ensamblaje, compromiso de ENAMI.

La Contraparte Chilena ha concordado con el compromiso de modificaciones del proceso relacionadas a la instalación de la Planta Modelo.

5.- Como un resultado de la operación de la Planta Modelo, El Equipo explicó que los costos directos operacionales estimados, excluyendo remuneraciones del personal, serán alrededor de US\$ 76.000.- al año y que deberán ser asumidos por la parte chilena. La Contraparte Chilena ha concordado con esto.

El Equipo también explicó que después de completado el estudio, JICA será liberada de cualquier reclamo surgido a raíz de la operación de la Planta Modelo. La Contraparte Chilena ha comprendido esta condición y solicitó a El Equipo facilitar la información necesaria para contactar a los proveedores de los equipos relacionados con esta planta. El Equipo ha acordado con esta solicitud.

Estudio de Plan Maestro para la Difusión y Aplicación de la Tecnología.

6.- Para la información y datos requeridos en el Estudio de Plan Maestro, El Equipo solicitó que ENAMI tome un rol para efectuar una óptima recolección de datos e información desde el Ministerio de Minería, y otras entidades pertinentes, para asegurar la implementación del estudio de Plan Maestro. La Contraparte Chilena está de acuerdo con esta solicitud.

Compromisos del Gobierno de Chile

7.- En referencia a la cláusula VII,5, 3) en el Alcance de Trabajo acordado, La Contraparte Chilena ha acordado proveer espacio de oficinas en el lugar del estudio,

S./C

Compañía Minera Panulcillo, para aproximadamente 8 expertos del Equipo del Estudio de JICA y por el tiempo que el Equipo del Estudio conduzca este.

8.- En referencia a la cláusula VII,5, 5) en el Alcance de Trabajo acordado, La Contraparte Chilena ha acordado proveer, dependiendo de las condiciones de la ruta, las necesarios formas de transporte, como automóvil, 4WD, minibús, etc, en el lugar del estudio y otros lugares pertinentes para la ejecución de este en Chile. La Contraparte Chilena condicionó que este transporte no incluirá rutas aéreas entre el lugar del estudio y Santiago o cualquier otro lugar preponderante en Chile. El Equipo ha acordado esta condición propuesta por La Contraparte Chilena.

Compromisos de JICA




9.- En referencia a la cláusula VIII, 2) en el Alcance de Trabajo acordado, La Contraparte Chilena ha consultado la forma para llevar a cabo la transferencia tecnológica para el personal chileno de contraparte técnica. El Equipo explicó que la transferencia tecnológica hacia el personal de contratante técnica será alcanzada principalmente a través de la implementación del estudio y por el equipo del estudio despachado por JICA. Además, seminarios del estudio serán efectuados durante el transcurso del estudio para informar sus resultados y discutir la aplicación de la tecnología a otras organizaciones gubernamentales de importancia, incluyendo personas externas interesadas si es necesario. Adicionalmente cursos de entrenamiento en Japón para el personal de contraparte estarán disponibles para al menos una persona al año. En consideración a esto, El Equipo sugirió que La Contraparte Chilena tome las acciones necesarias para participar en los cursos de entrenamiento. La Contraparte Chilena entendió la forma de transferencia tecnológica y la necesidad de tomar acción para los cursos de entrenamiento.

Cursos de Entrenamiento con Terceros Países (basados en la APEC-GEMEED)

10.- En relación a los cursos de entrenamientos de terceros países basados en la APEC-GEMEED, El Equipo y la Contraparte Chilena tuvieron una serie de discusiones en este tópico y La Contraparte Chilena ha mostrado su gran interés en este nuevo curso de entrenamiento patrocinado por JICA. La Contraparte Chilena tomará las acciones

necesarias en dirección a la realización del nuevo curso de entrenamiento en terceros países hacia JICA.

La Minuta de Reunión está elaborada en inglés y español. En caso que surgiera alguna duda en la interpretación, la versión en inglés prevalecerá.




S/c

Apéndice I

Listado de equipos de laboratorio necesarios en la planta modelo provistos por ENAMI

Num item	Nombre
1	Análisis Químico
1	Phímetro de escritorio
2	Phímetro portable
5	Balanza Eléctrica
6	Balanza Eléctrica de Precisión
7	Bomba de Vacío
8	Juego de Filtros
10	Micropipeta
11	Micropipeta
12	Micropipeta
13	Distribuidor
15	Agitador magnético
16	Calentador Eléctrico
17	Campana compacta de Humos
18	Purificador de agua
19	Juego de instrumentos de vidrio
20	Juego de artículos consumibles
21	Mesón de trabajo
22	Estantería de Reactivos
23	Estantería de equipos

2	Experimentos Biológicos
2	Incubadora
5	Juego de instrumentos de vidrio
6	Juego de artículos consumibles

3	Experimentos de Neutralización
1	Bomba de Aire
2	Flujómetro
3	Agitador de Laboratorio
4	Tanque de neutralización
5	Juego de artículo consumibles

[Handwritten signature]

S.K. MP

2-4 面談記録

(1) JICA チリ事務所 5月31日(月) 09:00～

村上 正博	所長
吉田 英之	所員
一ノ戸 田端子	Asistente Representante

調査団より以下のようなプロジェクト概要の説明を行った。

今回設置するモデルプラントのオペレーションコストは、銅回収率向上、用水の循環使用、浮選工程等他工程の効率改善により賄うことを考えている。プラント建設費用は約2億円、オペレーションコスト約12万ドルと試算している。調査期間は約40ヶ月で、モデルプラント等の資材は主に日本で調達し、チリで据え付け工事を行う予定。また、本技術の ENAMI の他工場及びチリ国内の他の鉱業セクターへの普及を図るためのマスタープランの作成を行う。また、そのためにはチリ鉱業省、関係機関との協調が必要と考えている。

第三国研修については、言葉の問題(南米グループではスペイン語、APEC ベースになると英語)、があるが、エジプトで行った第三国研修の例では、英語とフランス語の両方のテキストを作成し、通訳も両方入れて実施した実績がある。

村上所長より以下のコメント、情報提供があった。

- 今回のプロジェクトについてはチリ側も力を入れているようで、鉱業大臣、ENAMI 副総裁も調査団に会いたいと言っている。また、事前に送った S/W 案についてはチリ側は基本的には特に意見はなく、金曜日までに合意出来ると考えている。
- 第三国研修については、チリ側の予算等の問題がある。また、今回のモデルプラントは研修が目的ではなく、開発調査の成功が第一であるから、第三国研修はそれに付随するものと考えべき。
- チリ側は第三国研修に期待しているが、南米を対象にしたいという意図があるので、APEC ベースのみの研修というのは難しいと思われる。できれば APEC ベースと南米グループの2コースの研修を行うべき。鉱業省の Astorga 氏(APEC-GEMEED 議長)は第三国研修についても S/W あるいは M/M に残しても良いと考えている。また、10月の APEC-GEMEED ケアンズ会議で日本との共同提案を行いたい意向。

これに対して団長より、第三国研修についてはチリ側から要請されて動くというスタンスなので、ケアンズ会議ではチリ側に単独提案して貰う必要があること、開発調査の技術移転が進んだ後の研修開始が望ましいこと、今後研修内容、財源の検討が必要と考えていることを説明した。

また、所長よりチリの状況として以下の話があった。

チリでは今年12月に大統領選挙を控え現在野党側が盛り返している状況で、野党側が勝った場合には政府の陣営が大きく変わり、また、与党が勝っても大臣は大幅に入れ替わると予想される。また、ENAMIの機構改革（民営化等）も話題になると思われるので、注意が必要。

(2) 日本大使館 5月31日（月）10：30～
吉田 栄 一等書記官
實井 正樹 一等書記官

調査団より、プロジェクト概要及び対処方針を説明した後、以下のコメントがあった。

- 今回のプロジェクトについてはミニプロの終了時点で引き続いて開発調査が認められたためタイミングが良かった。問題はチリ側にやる気があるかどうかだが、現在のところチリ側は積極的のようだ。ミニプロで人の育成と基本的な技術を根付かせることができたと思う。問題はミニプロの成果が継続するかどうかであるが、モデルプラントをやると継続性があり望ましい。
- ENAMIは財政的に厳しい状態におかれているので、自前ではミニプロの成果をなかなか活用できない。しかし、チリでは中小鉱山の公害防止が問題となっており、環境対策を進める意志はある。
- チリは現在発展途上国から脱しようとしており、他の中南米諸国に対して、AGCIの水平協力部などを通じて水平（南－南）協力に力を入れようとしている。既にボリビア、コロンビア、エクアドル、カリブ地域に専門家を派遣している。第三国研修の予算の30%を負担して国際貢献したいと考えているが、財政的に厳しく国民に国際協力を納得させるのに苦慮している。
- APEC-GEMEEDの議長国であるためAPECベースの第三国研修に対するやる気はあるが、まだ南米であることのあるのにアジアも対象とするのは若干飛躍がある。しかし、やりたい意向はあり、鉱業省のAstorga氏（APEC-GEMEED議長）も鉱業大臣に本件をインプットすると言っていた。実施する場合は、SERNAGEOMINでの第三国研修（鉱山開発における危険予防と環境）との一括化、隔年実施化等が望ましい。

(3) 金属鉱業事業団表敬 5月31日（月）12：00～
山本 恭久 所長
五十嵐 吉昭 副所長

調査団よりプロジェクト概要を説明し、特に第三国研修の実施について支援を要請した。以下は山本所長のコメント。

- ENAMI は財政的に厳しいので、チリ側の役割分担（モデルプラントのオペレーションコスト等）に問題がないかが懸念される。チリは近年環境対策に力を入れてきており、硫酸プラントを導入するなど大気に対しては力を入れているが、全体に水に対してはほとんど対策がとられていないのが現状である。
- コピアポの研修センターは JICA のプロ技の中でも成功したプロジェクトと考えており、この施設は有効に利用すべきと考える。第三国研修としての利用と、今後は分析の有料化による分析センター化すると思われる。

(4) ENAMI 表敬 5月31日(月) 15:00～

Sr. Patricio Artiagoitia Chief Executive Officer
Sr. Higinio Traslaviña Araya Administrador General de Plantas
Sr. Alejandro Diez Valencia Jefe Aseguramiento de Calidad
・ COMPAÑIA MINERA DE PANULCILLO S.A.
Sr. Marcelino Barrios Varas Gerente General

先ず、先方より今回の調査開始までに時間はかかったが、本調査には非常な関心を持っており、酸化バクテリアを用いた本技術を広めていきたいとの挨拶があった。

調査団より、開発調査概要の説明と環境分野の開発調査ビデオの紹介を行った。また、モデルプラント設置、運転に係る経費の負担、CONAMA 環境法と今回のモデルプラントの関わり、第三国研修でのモデルプラントの利用について確認したところ、以下の返答があった。

- モデルプラントに係る経費については、どの程度になるのか教えて貰う必要がある。その上で検討したい。
- 環境法については、本モデルプラント設置により環境を良くする方向でプロセスの改善をすることで問題にならないと思うが、チリ側でクリアにしておく。必要があれば、S/W に含める必要があるかもしれない。
- APEC-GEMEED ベースの第三国研修にモデルプラントを使用するのは特に問題は無いが、実行上どの様にするか検討する必要がある。

(5) 鉱業省大臣表敬 6月1日(火) 10:00～

Sr. Sergio Jimenez Moraga Ministro

Sr. Tomas Astorga Senior Adviser
Sr. Erwin Oyanader M. Head of Environmental Unit

調査団より、開発調査概要の説明と環境分野の開発調査ビデオの紹介を行った。

(6) AGCI事務所表敬 6月1日(火) 11:30～
Sr. Arturo Vergara Moreno Coordinador Programa Asia-Pacifico
Sr. Mitsuo Oba Experto de jica

調査団より第三国研修についてペーパー（Appendix 参照）により説明した後、Vergara アジア太平洋課長より以下のコメントがあった。

- 鉱業分野はチリにとって重要であり、日本と協力して行きたいと考えている。サラダ工場でのプロジェクト（ミニプロ）は成功していると聞いているし、ENAMI は中小鉱山を対象としていることから非常にインパクトが大きい。
- APEC ベースの第三国研修は非常に魅力的であり、技術面、実際の手続き面等を検討して進めていきたいと考えている。APEC 諸国とは距離もあるし、鉱石を持っているか、どのように生かせるか等不明な点もあり、それらを明らかにする必要がある。また、～2年はSERNAGEOMINとして、3年目からENAMIを加えるなどのアレンジが必要。
- ENAMIでのミニプロ、今回の開発調査、SERNAGEOMINでのプロ技を有機的に結びつけて発展させていきたい。
- また、SERNAGEOMIN のプロ技（コピアポ市、チリ・資源環境研修センター）で取得した技術についてもどのように生かしていくか検討していきたい。
- AGCIがSERNAGEOMINとENAMIを交えて第三国研修について協議することが必要である。AGCIは日本のプロジェクトを総合的にとらえる立場にいますので、JICAプロジェクトで取得した個々の技術をリンクさせて有機的に利用することを考えたい。今後はAGCIが中心になって各機関と連携をとっていきたい。

第3章 チリ国の経済・社会事情

第3章 チリ国の経済及び社会事情

3-1 経済事情

チリは鉱物資源の恩恵によって、20世紀初頭に国民所得が中所得国と言い得る水準に達していた。しかし、鉱物資源依存型経済のため世界景気の影響を強く受けて経済の安定性を欠き、加えて経済政策の失敗や相互一貫性の欠如等がみられることもあった。

歴代政権はこの鉱物資源モノカルチャー経済からの脱却のために国家主導型産業育成策を採用してきたが、十分な成果を挙げることはできず財政的に負担となっていたため、ピノチェト政権（1973～1990年）になると国有企業の民営化の促進をはじめ民間主導型市場開放政策に切り換え、特に農林水産分野の発展に力を注いだ。このため、保護されていた産業は安価な輸入品との競争に敗れ衰退したものの、近年では鉱業のシェアは生産の10%未満、輸出でも50%未満になるなど、ある程度産業の多様化に成功してきている。ただし、依然として鉱産物等（特に銅）の国際市況に国内経済が大きく影響されるという体質から脱却しきれてはいない。

1960～70年の年平均成長率が4%で推移した後、アジェンデ政権の時代に公共支出の増大による需要拡大により、1971年は9.0%の成長を遂げたが、急激な国有化、大幅な財政赤字、国有企業の不適切な運営、企業家のサボタージュなどのために経済は混乱状態となり、さらに石油危機の影響の影響もあって1970～75年の年平均成長率はマイナス2.0%となった。

1973年に軍事クーデターにより成立したピノチェト政権は、民間主導・開放経済を経営の基本方針とし、国内的には、均衡財政と堅実な通貨政策によりインフレを抑え、価格・金利等の統制を撤廃し、国営企業の民営化を図るとともに、対外的には、関税率及び非関税障壁の低減により国内企業を国際競争に直面させ合理化を促進し、国内資本の蓄積不足を補うため外資法、為替法を改正して外資の積極的導入を図った。この結果、アジェンデ政権時代に海外に逃避していた資本が戻り、また国際金融資本がオイルダラーの融資先として中南米諸国に注目し、チリにも積極的に融資したため外資は順調に流入し続けた。1975年こそショック政策と呼ばれる財政支出削減、公共料金引上げ等の厳しい引締め政策の実施により成長率がマイナス12.9%と大きく落ち込んだものの、世界的好況も重なったため銅や農産物、工業製品の輸出増大が牽引役となり、1976～81年の年平均経済成長率は8.0%とチリ経済は順調に拡大した。産業別の成長率でみると、金融、商業、建設業の伸びが著しかったが、一方で開放政策は一部の国際競争力に欠ける国内企業に打撃を与え、一時失業率が20%近くまで上昇するなど失業問題も引き起した。

1979年6月～82年6月までの固定相場制によりペソは過大評価気味となり、輸出が減少するとともに、実質賃金の上昇による購買力向上や輸入開放政策も相まって耐久消費財を中心とした外国製品の輸入が激増した。この結果生じた経常収支の赤字を当時の国際金融環境も手伝って外国銀

行の信用供与で相殺したため、対外債務が急速に累増した。1981年頃から外銀の与信も限度に近づき、国際銅価格の下落などで輸出所得が減少したことから、外資の流入に支えられた消費主導型の景気が後退し始めた。その後政府はIMFとの合意に基づき、為替、賃金、物価等に関して人為的な措置を極力排し「輸出力の強化」と「貯蓄・投資の増強」を柱とする調整政策を推進したため、チリ経済は徐々に回復傾向を示し、特に1989年は成長率が9.9%という高成長となった。

1990年に国民の選挙により成立したエイルウィン政権は、基本的な経済政策を前政権から引継ぎ、民間主導・開放経済体制の維持を掲げ、国营企業の民営化や関税率の引下げを実施するとともに、メキシコ等と自由貿易協定を結ぶなど活発な経済外交を展開し、大統領が訪米した際には将来的に米国とも自由貿易協定交渉を開始することが約束された。同政権の経済政策は、ピノチェト政権と比較して貧困対策や労働者保護の面が強化され、社会福祉支出への財源確保等を目的とした税制改革、労働法の強化、最低賃金の大幅引上げなどが次々と実施された。

1990年代に入ってからチリ経済は、90年初頭及び92年後半に始まる金融引き締め策や世界的不況を背景とした鉱産物等の価格下落（特に93年）により、90年及び93年は調整局面にあったものの、輸出及び投資の伸びに支えられ年平均成長率約7%と順調に拡大した。1994年3月に成立したフレイ政権も民間主導・開放経済というピノチェト政権以来の経済政策を基本的に踏襲している。しかし、中でも「インフレ抑制（物価上昇率を一桁に抑える）」と「生産性向上（国際競争力の強化）」を重視している点が特徴的である。インフレ抑制については、92年来の金融引締め策の継続や、政府支出の抑制策に加え、外国投資流入の拡大等による若干のペソ高の影響にも助けられ、就任1年目にしてインフレを一桁に抑えること（8.9%）に成功した。

1994年5月に行われたフレイ大統領就任後初の施政方針演説においては、経済成長率や一人当たりGDP等につき具体的数値目標を掲げつつ、経済政策の基本は「公平な所得分配を伴う安定成長の維持・強化」、「インフレ対策の優先」、「経済発展の原資である貯蓄及び投資の拡大」であることを明かにした。また同年8月には、アニナット蔵相がテレビ・ラジオを通じ、これらを実現する具体策として特に「教育」及び「インフラ整備」に重点を置く旨の演説を行なった。この通称「アニナット・プラン」においては、2000年のチリを

- (1) 一人当たりGDP 4,700ドル
- (2) 就業人口550万人
- (3) 年間輸出額200億ドル（GDP比40%）
- (4) 固定資本形成のGDP比28%以上

という先進国の地位をも窺うかというところまで引き上げるには、年平均で

- (1) 経済成長率5.8%
- (2) 生産性向上3.5%
- (3) 固定資本形成の伸び5.5%

が必要であり、これらの達成のため、教育支出の増大（GDP比7%までが目標）等による教育の質の向上や、民間資金の積極的導入等によるインフラ整備が必要不可欠であるとしている。

なお、このプランは、一人当たりGDPが97年には5,000ドルを越え（98年はペソ安の関係で5,000ドルを切った）たことなどから、政権後半にはほとんど注目されることはなくなった。また、97年初は調整政策（1995年以来続いた金利引き締め政策）や干害の影響によって成長率は4.0%とやや低かったが、その後、金利緩和政策に転じたことなどによって景気は順調に回復し、97年全体では7.1%という比較的高い成長率となった。

97年末には景気は過熱気味となり（第4四半期9.6%増）、98年初頭に入ってからアジア通貨危機による急激なペソ安や貿易収支赤字拡大の懸念もあって、金利引締政策に再び転じ、1月には金利を6.5%から7%へ、2月には8.5%へ上げたが、9月にペソが攻撃を受けたために更に14%にまで引き上げた。その後は景気が低迷してくるにつれて順次引き下げられ、99年3月には7%となっている。金利引き締め政策の効果により景況感は98年後半から悪化しており、98年第4四半期はマイナス2.8%、99年第1四半期もマイナス成長になるものと見込まれているが、年後半からは回復基調に転じるものと期待されている。

貿易面をみると、97年は輸出入とも高い伸びを示したが、98年の輸出は銅価格を始めとした第1次産品価格の低下によって12%減、輸入は年前半は引き締め政策の効果がまだ現れず高い伸びを示したが、その後は急激に減少し最終的には4.5%減となった。その結果、貿易収支の赤字幅は大幅に拡大し、25億ドルの赤字、経常収支赤字も45億ドルの赤字となった。

アジア通貨危機の影響は、主力輸出商品である銅価格の下落、輸出市場の一翼を担うアジアマーケットの冷えこみ、ドル高ペソ安などの影響が生じた。その後為替はペソ安に推移、97年10月は414.41だったのが、99年2月には493.45となり約2割安くなっている。アジア危機の最も強い影響は第1次産品価格の低下を通じてもたらされ、なかでも輸出の約4割を占める銅の価格の著しい低下は貿易収支の大幅な悪化をもたらし、強い引き締め政策を余儀なくされ景況感を悪化させた。銅価格はタイで危機が生じた6月は1ポンド当たり118.5セントであったが、その後低下を続け、99年2月では64.0セントにまで落ち込んだ。なお、アジア危機が生じた頃は為替が過大評価されていたため、その影響は更に大きいものとなったと言われている。これらを踏まえた99年の経済見通し（中銀発表）は、成長率3.0%程度、経常収支赤字GDP比5%前後、インフレ率4.3%程度とされている。

一方、対外経済面においては輸出振興に重点を入れており、その一環として、各国と各種貿易協定を締結し貿易の振興を図っている。ラテンアメリカ諸国とは、アルゼンチン（92年から有効）、メキシコ（92年）、ベネズエラ（93年）、ボリビア（93年）、コロンビア（94年）、エクアドル（95年）、メルコスール（96年）と経済補完協定を締結している。カナダとは自由貿易協定（98年から有効）を締結し、メキシコとも自由貿易協定を締結した。

また、フレイ政権は、アジア・太平洋地域諸国の著しい経済成長に着目し、同地域の将来性を評価、同地域を中南米、米、ヨーロッパと同様に外交の軸に据え、エイルウィン政権より更に一歩踏み込み、積極的に同地域に参入していくとの姿勢を見せている。将来的には、チリがアジア・太平洋地域諸国と中南米諸国との懸け橋にならんとする意向が見られる。

94年11月11日、APEC正式加盟を果たし、同地域でチリが活動を展開する足掛かりを確固たるものとして以来、APECがチリの対アジア外交の重要な柱のひとつとなっている。また、シンガポールが提唱した東アジア・中南米諸国フォーラムの中南米側の窓口として、チリはその立ち上げに尽力している。チリは、南米で最も早くAPECに加盟した国であり、同フォーラムを通じ新たに緊密な関係が築かれてきている。

日・チ両国間の経済関係は、貿易が主体であるが、極めて少なかった投資関係も、近年製紙用チップ、漁業、鉱業を中心に対チリ投資が増加の傾向にある。チリにとり日本は、米国に次ぐ第二の貿易相手国であり、毎年チリの大幅な貿易黒字（1998年約9億6千万ドル）となっている。主な対日輸出品は、銅（総輸出額の約5割）、木材類及び木製品（約2割）、魚介類（約2割）で、この他、ワインや果物類も急増している。日本からの輸出は、自動車（約5割）、機械類（約1.5割）、電気製品（約1割）が中心である。

80年代に入り北部の大規模銅山の開発にも日本企業が本格的に資本参加をはじめ、85年エスコンディダ鉱山にまず10%の資本参加を行った。92年にはラカンデラリア鉱山に20%、96年には総投資額17億ドルと言われるコジャワシ鉱山に12.5%、98年には総投資額13.5億ドルのロスベランプレス鉱山に40%の資本参加をするに至っている。これらの鉱山からは銅鉱石が長期的安定的に日本に供給され、日本の銅資源の安定確保に貢献している。

これらの直接投資により、日本からチリへの直接投資金額は98年までに累計で11億5,000万ドルにのぼり、国別の累計では米国、カナダ、スペイン、英国、南アフリカ、豪州に次いで第7位となっている。

3-2 社会事情

1990年3月の民政移管後、一時景気の低迷はあったものの、チリ経済は順調に拡大してきており、94年12月の通貨切下げに端を発するいわゆる「メキシコ金融危機」の影響により他のラテンアメリカ諸国が動揺をみせた中においても、際立った堅調さを示し、国民の生活水準は全体として向上している。

エイルウィン政権成立後の最低賃金の大幅な上昇と貧困層に配慮した社会福祉支出の拡大により、一部に不十分との声は根強いものの貧困層の底上げが図られつつある。フレイ政権においても、重点地域を指定した貧困対策が実行されているが、依然として所得格差は大きく、分配率は南米においてブラジルの次に悪いとも言われている。

他方、民政移管後、強盗・窃盗等の一般犯罪の増加傾向が見られるものの治安の急激な悪化はないと見られていたが、ここ数年の悪化は首都圏市民の最大の関心事となりつつある。政府は新たな治安対策を発表する等、重要課題としての取り組みを見せているが、はかばかしい効果を上げておらず、特に銃器等を用いた凶悪犯罪や麻薬関連犯罪の比率が高まっている。

第4章 チリ国鉱業における廃水処理

第4章 チリ国鉱業における廃水処理

4-1 廃水に関する法規制

チリでは鉱業が行われている地域が砂漠地帯に多いため、鉱害としての認識及び対策がとられたのは最近のことであるが、それでも他産業に先駆けて環境対策に取り組んでいる。

1994年3月に「環境基本法」が公布された後は、総合的な環境行政が推進されているが、大気汚染に関する公害防止対策に比べ廃水に関する対策は遅れており、現在は鉱山からの廃水に対してはほとんど処理が行われていない状況である。そのため、現在国家環境委員会（CONAMA）によって水の排出基準値を定める法律の最終方針案が作成されているところである。

この水の排出基準値を定める法律の目的は、チリ国内の地表の水域（大陸部、島、海域を含む）に排出される排水を規制することによって、水域の汚染を防止し環境を守ることであり、各汚染物質の排出基準値は表4-1のとおりである。なお、排出基準値は河川の希釈能力を考慮して定められており、この排出基準値を守らない場合には罰則規定もある。この水の排出基準値が作成されるまでは、灌漑用水に対する排出基準等の排出基準値がいくつもあり非常に複雑であったが、今後は水に対してはこれひとつになる。なお、この水の排出基準値が施行されると、今後、新規に設置される事業所については直ちに本規定が適用されるが、既存の事業所については5年間の適用猶予が認められる。

一方我が国では、鉱山に係る坑廃水の排出基準については、鉱山保安法に基づいて鉱山における鉱害防止のための規制基準を定める省令により規定されており、金属鉱山等に係る坑廃水の排出基準は表4-2及び表4-3のとおりである。

表4-1 排出基準値

(a) 希釈能力を持たない河川に排水する場合の許容最大値

パラメータ	単位	表記	許容最大値
アルミニウム	mg/L	Al	5
砒素	mg/L	As	0.5
ホウ素	mg/L	B	0.75
カドミウム	mg/L	Cd	0.01
シアン化合物	mg/L	CN ⁻	0.2
塩化物	mg/L	Cl ⁻	400
全銅	mg/L	Cu	1
6価クロム	mg/L	Cr ⁶⁺	0.05
全リン	mg/L	P	5
フッ素	mg/L	F	1.5
溶存鉄	mg/L	Fe	5
マンガン	mg/L	Mn	0.3
水銀	mg/L	Hg	0.001
モリブデン	mg/L	Mo	1
ニッケル	mg/L	Ni	0.2
pH		pH	6.0~8.5
鉛	mg/L	Pb	0.05
セレン	mg/L	Se	0.01
全懸濁固形物	mg/L	SS	80
硫酸塩	mg/L	SO ₄ ²⁻	2,000
硫化物	mg/L	S ²⁻	1
温度	℃	T ⁰	35
亜鉛	mg/L	Zn	3

(b) 希釈能力のある河川に排水する場合の許容最大値

パラメータ	単位	表記	許容最大値
アルミニウム	mg/L	Al	10
砒素	mg/L	As	1
ホウ素	mg/L	B	3
カドミウム	mg/L	Cd	0.3
シアン化合物	mg/L	CN ⁻	1
塩化物	mg/L	Cl ⁻	2,000
全銅	mg/L	Cu	3
6価クロム	mg/L	Cr ⁶⁺	0.2
全リン	mg/L	P	15
フッ素	mg/L	F	5
溶存鉄	mg/L	Fe	10
マンガン	mg/L	Mn	3
水銀	mg/L	Hg	0.01
モリブデン	mg/L	Mo	2.5
ニッケル	mg/L	Ni	0.2
pH		pH	6.0~8.5
鉛	mg/L	Pb	0.5
セレン	mg/L	Se	0.1
全懸濁固形物	mg/L	SS	300
硫酸塩	mg/L	SO ₄ ²⁻	2,000
硫化物	mg/L	S ²⁻	2
温度	℃	T ⁰	40
亜鉛	mg/L	Zn	20

表4-2 有害物質

有害物質の種類	単位	許容限度
カドミウム	mg/L	0.1
シアン	mg/L	1
有機リン	mg/L	1
鉛	mg/L	0.1
六価クロム	mg/L	0.5
ヒ素	mg/L	0.1
水銀	mg/L	0.005
アルキル水銀	mg/L	検出されないこと
PCB	mg/L	0.003
トリクロロエチレン	mg/L	0.3
テトラクロロエチレン	mg/L	0.1
ジクロロメタン	mg/L	0.2
四塩化炭素	mg/L	0.02
1・2ジクロロエタン	mg/L	0.04
1・1ジクロロエチレン	mg/L	0.2
シス1・2ジクロロエチレン	mg/L	0.4
1・1・1トリクロロエタン	mg/L	3
1・1・2トリクロロエタン	mg/L	0.06
1・3ジクロロプロペン	mg/L	0.02
チウラム	mg/L	0.06
シマジン	mg/L	0.03
チオベンカルブ	mg/L	0.2
ベンゼン	mg/L	0.1
セレン	mg/L	0.1

表4-3 生活環境項目

項 目	単 位	許容限度
水素イオン濃度 (pH)		5.8~8.6 (海域以外) 5.0~9.0 (海域)
生物化学的酸素要求量 (BOD)	mg/L	160 (日間平均120)
化学的酸素要求量 (COD)	mg/L	160 (日間平均120)
浮遊物質 (SS)	mg/L	200 (日間平均150)
ノルマルヘキサン抽出物質 (鉱油)	mg/L	5
ノルマルヘキサン抽出物質 (動植物油)	mg/L	30
フェノール	mg/L	5
銅	mg/L	3
亜鉛	mg/L	5
溶解性鉄	mg/L	10
溶解性マンガン	mg/L	10
クロム	mg/L	2
フッ素	mg/L	15
大腸菌群	個/cm ³	日間平均3,000
窒素	mg/L	120 (日間平均60)
リン	mg/L	16 (日間平均8)

4-2 廃水処理の現状及び生物処理技術導入可能性

4-2-1 廃水処理の現状

チリ国内のリーチング工場において現在廃水処理している鉱山はない。かつて ENAMI 傘下のタルタル工場において、海洋の貝殻起源の石灰鉱床から採取した炭カルを用いて中和処理試験を実施したものの炭カル製造コストが高いことから実用化には至っていない。

4-2-2 生物処理技術の概要

80年代のバイオテクノロジー革新を背景に、鉱業分野にも生物（微生物）を利用した技術が導入されてきている。現在、微生物を利用した排水処理技術は多岐に渡っているが、原理的には微生物が持つ吸着・濃縮特性や無機物を酸化還元する特性を利用している。

a. 吸着・濃縮作用

微生物には有害重金属に耐性を持つものが多く、その中には重金属を細胞表面に吸着したり、細胞内に取り込み濃縮する種が知られている。吸着・濃縮能の認められる微生物としては、藻類、カビ類、バクテリア等が含まれ、研究例も多い。活性汚泥を利用した重金属処理も原理的には吸着反応を利用した処理といえる。

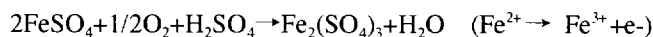
b. 酸化・還元作用

微生物の中には無機物を酸化あるいは還元するときに生じるエネルギーを利用し生存する生物がいる。酸化・還元作用の対象となる無機物は生物毎の異なり、例えば鉄 (Fe^{2+}) を酸化する細菌は鉄酸化バクテリア、硫酸根を還元する細菌は硫酸還元バクテリアと呼ばれる。

微生物の酸化・還元作用と重金属処理の関係に着目すれば、重金属を直接酸化・還元してその性質を変化させることで処理を行う直接的な作用と、重金属以外の無機物を酸化・還元し、その生成物と重金属を作用させることで処理を行う間接的な作用がある。

4-2-3 本調査における生物処理技術の概要

本調査で適用される生物処理技術は鉄酸化バクテリアの2価鉄を3価鉄に酸化する能力を利用するものである。鉄酸化バクテリア (*Thiobacillus ferrooxidans*) は硫酸酸性下 (pH2~3) において、次式により2価鉄を3価鉄に酸化し、得られたエネルギーによって空気中の二酸化炭素を固定して生育する独立栄養細菌である。



本調査では、この鉄酸化バクテリアの働きをリーチング廃液の中和処理の前処理として利用す

る。具体的には、リーチング廃液に含まれる大量の Fe^{2+} を Fe^{3+} に酸化することで、中和処理に安価な炭酸カルシウムを使えるようにし、さらに脱水性の良い中和澱物ができることで、堆積場の有効利用を図ることができる。

4-2-4 鉄酸化バクテリア利用の可能性

鉄酸化バクテリアを利用した技術をリーチング廃液処理以外の鉱業部門に適用することについては、原理的には硫酸酸性下において2価鉄を3価鉄に酸化する必要があるプロセス全てに適用が可能である。

(1) 日本で行われている分野

a. 坑廃水処理

鉱山から排出される坑廃水処理に本技術が適用されている。坑廃水はその発生源となる鉱山によってその特徴は異なるが、多くの坑廃水は酸性で重金属イオンを含んでおり、中和処理により、坑廃水のpHを調整するとともに、重金属を中和澱物として回収する処理が一般的に行われている。旧柵原鉱山（岡山県）や旧松尾鉱山（岩手県）では、坑廃水に含まれる鉄分が大量であり、そのほとんど Fe^{2+} であることから中和の前処理として鉄酸化バクテリアによる Fe^{2+} の Fe^{3+} への酸化を行っている。これは、本プロジェクトにおいて行われるリーチング廃液処理と同様のプロセスである。

チリにおいては、鉱業が盛んな地域は砂漠地帯であり、これまで坑廃水による環境破壊はあまり問題になっていなかったが、チリ国家環境委員会では坑廃水問題について処理の枠組みを検討中であるとしている。問題となっているのは休廃止鉱山からの廃水（廃さいダム等から）で、特に中規模鉱山のものが問題になっている。このような廃水の処理について本技術の適用が期待できる。

b. 製錬所への応用

小坂製錬所（秋田県）では、銅製錬で発生する自溶炉煙灰、転炉煙灰から有価金属を回収する湿式製錬プロセスで鉄酸化バクテリアが利用されている（図4-1）。

チリには7つの銅製錬所があり、銅の他、副産物としてモリブデン、金、銀、セレン等が生産されており、製錬工程への本技術の適用の可能性はあるが、製錬工程は各製錬所で違いがあり、本技術の適用については個々の製錬所の調査を行った上で判断する必要がある。

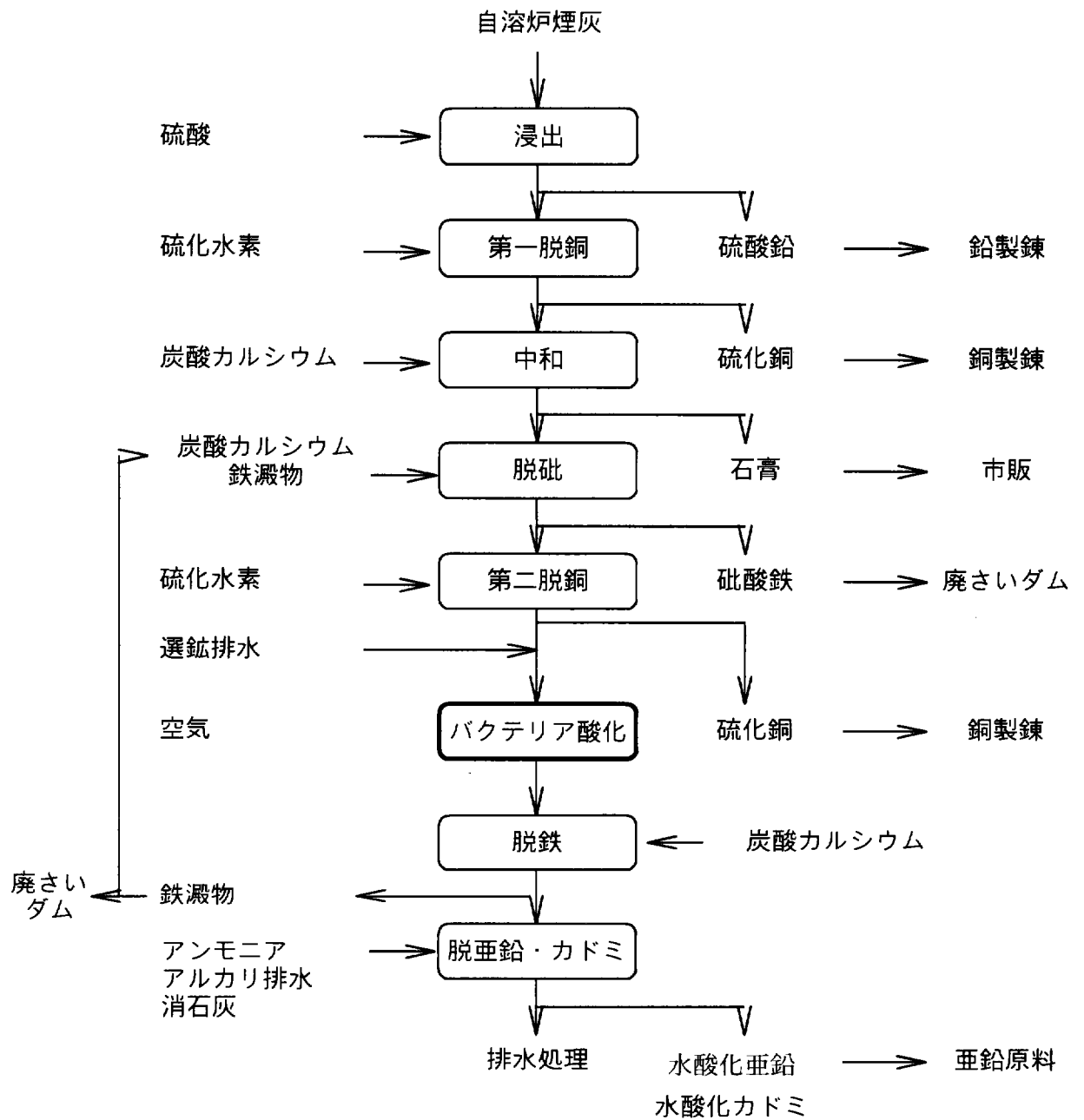


図 4 - 1 小坂精錬における自溶炉煙灰の処理フロー

(2) その他の分野

a. SX-EW プロセスへの適用

溶媒抽出・電解採取法(Solvent Extraction- Electro Winning, SX-EW)は、大規模酸化銅鉱山におい

て適用されている銅採取法で、銅鉱石を希硫酸にてリーチングした後に行われる。

図4-2にSX-EW法の概念図を示す。リーチング後の銅イオンを含む希硫酸（貴液）は溶媒抽出工程に入り、銅イオンが選択的に抽出され、銅イオンは溶媒相に移動する。溶媒相に入った銅イオンは逆抽出工程において電解液に移動し、電解採取工程で地金となる。この過程で問題となるのはリーチング液として繰り返し使用される希硫酸である。通常銅鉱石には鉄が含まれており、リーチングの過程で鉄も浸出される。しかし、溶媒抽出工程では鉄は溶媒相に移動せず、繰り返し使用される希硫酸には鉄が濃縮されていき、結果的に溶媒の銅の選択性を妨げ、銅の回収効率を低くし、さらに電解採取工程に鉄が移動し、電解効率を下げてしまう。従って、系内から鉄分を取り除く必要があり、この工程に鉄酸化バクテリアを利用することが期待される。

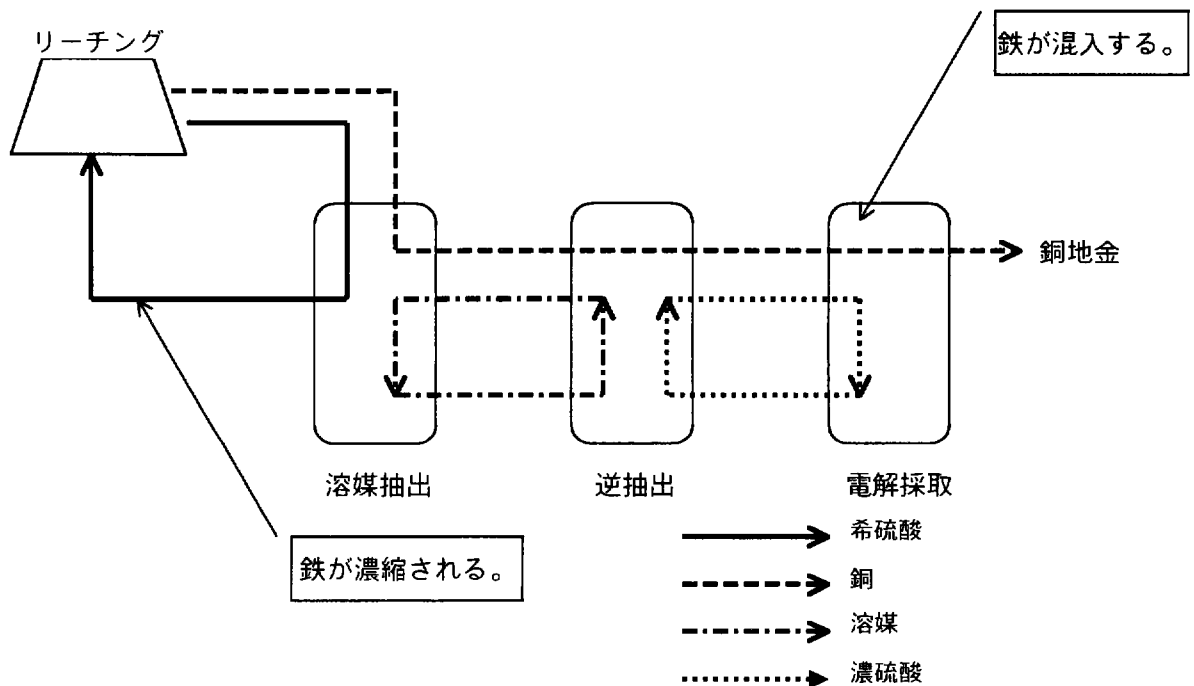


図4-2 SX-EW法の概念図

b. バクテリアリーチング

バクテリアリーチングはリーチング工程そのものに鉄酸化バクテリアの鉄酸化能力を利用するものであり、実操業に適用している鉱山も数多くある。バクテリアリーチングでは、鉄酸化バク

テリアの働きで生じた Fe^{3+} が酸化剤として鉱石の浸出を促進しており、例えば、本調査のリーチング廃液処理において、酸化された Fe^{3+} を中和処理で取り除かず、2次リーチング等に利用し、リーチング液として利用することも考えられる。

銅鉱山へのバクテリアリーチング適用例としては、小坂鉱山（昭和24～53年まで沈殿銅回収実施）、土畑鉱山（沈殿銅回収実施）、米国ビンガム鉱山（低品位銅鉱石からのリーチング）、チリ国ケブラダブランカ鉱山（輝銅鉱、銅らん等の硫化鉱からの回収）がある。

また、硫化精鉱中の金は、通常の青化製錬では回収困難であるが、バクテリアによる前処理を施してから金回収することにより回収率の向上が図られる。この方式は既に実用化されており、南アフリカ、ブラジル、オーストラリア、ガーナの4ヶ国で6つのプラントが稼働している。チリ国内でも同様のタイプの鉱山に適用できる可能性がある。

その他の金属へのバイオリーチングの適用性としては、低品位ウラン鉱石からのインプレスリーチングが実用化されている。

その他に試験段階のものとしては、硫酸還元菌利用による溶液中のウラン固定試験（人形峠鉱山）、亜鉛のバイオリーチング試験、ニッケル、コバルト硫化鉱物からのバイオリーチングがある。

第5章 本格調査実施のための留意事項

第5章 本格調査実施のための留意事項

5-1 調査の概要

5-1-1 調査の目的

チリ国における鉱業プロセスに環境調和型操業技術を導入することを目的として、リーチング工程における廃液処理に生物処理技術を用いた処理設備を導入するためのF/S（フィージビリティスタディー）調査を実施し、その結果を基にチリ国内の類似工場、工程へ本技術を普及させるためのM/P（マスタープラン）計画を策定する。なお、F/S調査はモデルプラントをリーチング工場に設置し、その運転実績評価に基づき実施する。

5-1-2 調査対象地域

本調査においてはF/S調査の対象をチリ共和国第4州の州都ラ・セレナの南南西70km、リマリ地区オバージェ市にあるパヌルシージョ（Panulcillo）鉱山株式会社コシネーラ工場（以下、パヌルシージョ工場）のリーチング工場の廃液処理工程とする。本技術の普及のためのM/P調査については、チリ国内における本技術の適用が可能な全ての鉱業プロセスを調査対象とする。

5-1-3 調査業務の範囲

本調査は、本調査団及びENAMIとの間で合意・署名がなされたS/W及びM/Mに基づき実施するものであり、調査の概要は以下のとおり。

(1) 調査の概要

本調査は、モデルプラントの設置、実証試験運転評価及び対象工場の操業診断、環境診断を含む廃液処理設備のF/S調査と、その結果を反映したチリ国全体に本廃液処理技術を普及させるためのM/Pの策定からなる。

(F/S調査)

1) 生物処理技術を用いたモデルプラントの設置

現状未処理のリーチング工場廃液の一部（約100m³/day）を処理可能なモデルプラントを設置し、実証試験運転の評価結果をフルスケール処理設備のF/S調査に反映させる。本モデルプラントでは鉄酸化バクテリアを用いた酸化、中和処理法を用い、廃液中の鉄イオン除去、中和と共に、廃液の循環による廃液中未回収銅の回収、銅回収効率向上を目的とする（図5-1参照）。

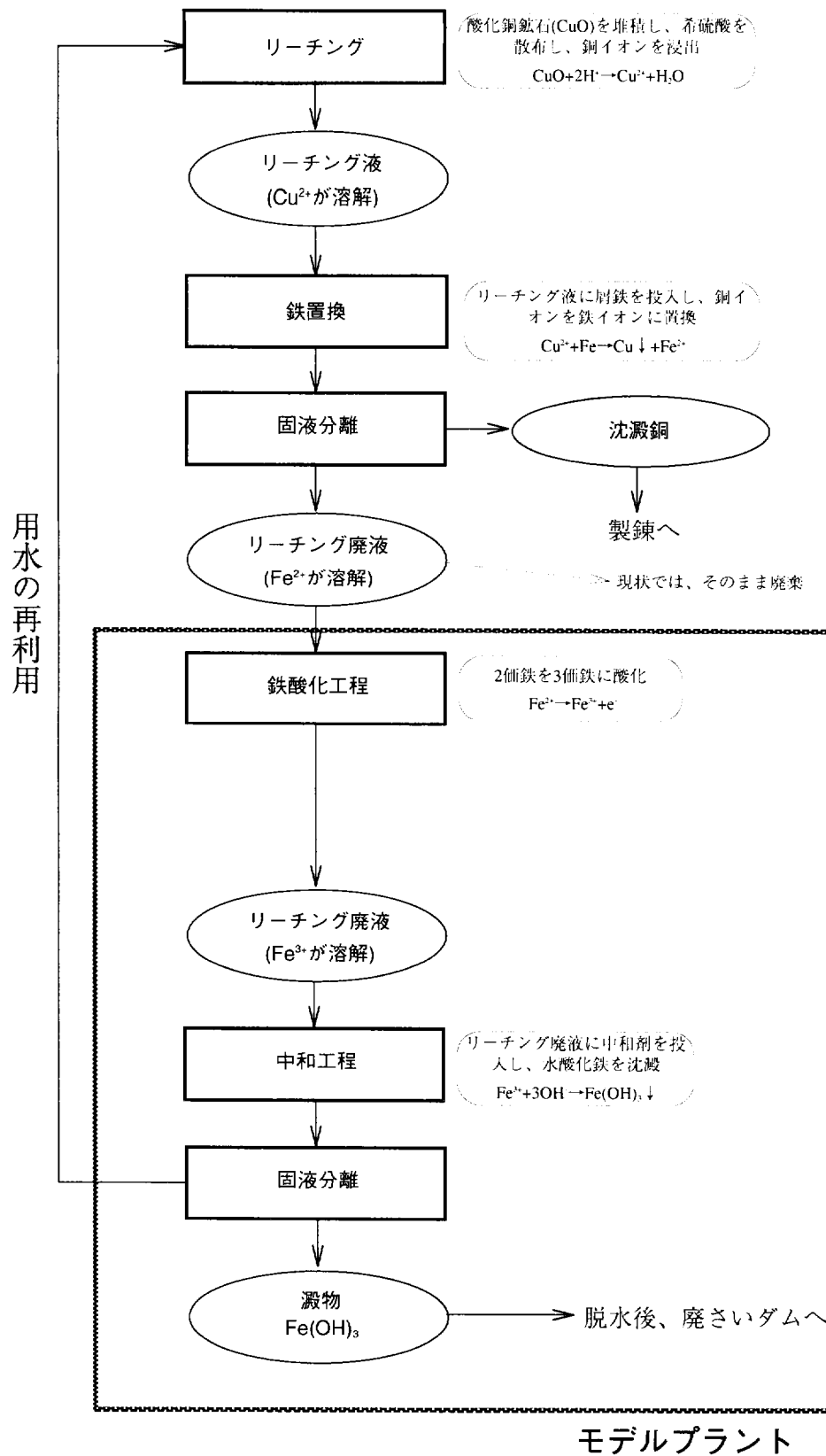


図5-1 モデルプラントの概要

主な調査項目は下記の通り。

- ・ 既存関連データの収集

- ・ モデルプラント設計の為の基礎実験

処理対象廃液を用いた基礎実験を実施し、設計に必要な基礎データを収集する。なお、本実験はエル サラド (El Salado) 工場にあるJICA専門家チーム派遣協力「酸化銅リーチングプラント操業改善プロジェクト」で整備したバイオケミカルラボラトリーを用いカウンターパートの協力を得て調査団が実施する。

- ・ モデルプラントの基本設計

- ・ CONAMA (国家環境委員会) への申請

基本設計結果を基にモデルプラント建設の申請を行う。なお、本手続きはチリ側が行う。

- ・ モデルプラントの詳細設計と運転マニュアル作成

- ・ モデルプラントの調達

調達は事業団が実施するが、調査団は調達業務全般 (仕様決定、契約交渉、製作、検査等) を通じて事業団をサポートする。

- ・ モデルプラントの設置

チリ側の行う設置工事を補助し、設備を立ち上げる。

- ・ モデルプラントの運転

モデルプラントの運転、評価を行うと共に、運転管理技術をチリ側に技術移転する。

- ・ テスト結果の評価

2) 対象工場の操業診断、環境診断

- ・ 高効率操業対策の提言

既存のプロセス、運転管理の調査から効率改善の可能性のあるプロセスを選定し、改善効果と改善のための費用の概算を含めた対策を提言する。

- ・ 周辺環境改善対策の提言

既存のプロセス、運転管理で環境に関連する点についての調査から環境面で改善の可能性のあるプロセスを選定し、改善効果と改善のための費用の概算を含めた対策を提言する。

3) フルスケールプラントのF/S調査

モデルプラントの実証試験運転評価に基づき、リーチング工程を対象としたフルスケールの廃液処理設備のF/S調査を実施する。本調査には対象工場全体の操業診断、環境診断の結果も反映させたものとする。

- ・ F/S設計

- ・ 建設及び運転コスト

- ・ 設置スケジュール

・経済・財務分析及び環境影響評価

(M/P調査)

4) 本技術普及の為のM/P策定

・本技術適用可能性の調査

チリ国鉱業セクターで本技術が適用できるプロセスを抽出し、対象となる工場、サイトを選定する。

・普及計画の策定

チリ国における鉱業セクターにおける環境政策をベースに、本技術導入に係るコスト及び効果を概算し、導入スケジュールを策定する。また、普及を促進する政策、制度についても検討する。

5-2 調査実施上の留意事項

(1) チリ側の役割分担について

S/W 及び M/M に明記してあるように本調査ではチリ側が行う作業分担が多く、これらはモデルプラントの基礎工事、組立、運転費用負担等本調査の実施に大きく影響するものである。このため、円滑な調査遂行のためにはチリ側の役割分担の確認と必要な助言を行い、チリ側をサポートする必要がある。

(2) モデルプラント設計のための基礎試験

モデルプラント設計に必要な基礎試験は、エル サラド (El Salado) 工場にある JICA 専門家チーム派遣協力「酸化銅リーチングプラント操業改善プロジェクト」で整備したバイオケミカルラボラトリーを使い、現地研究員と協力して実施する。また、操業診断、環境診断等については、可能な範囲でパヌルシージョ工場の試験設備またはエル サラド工場のバイオケミカルラボラトリーを使用して必要な分析を行う。

(3) 分析室、分析機器等

モデルプラント評価に必要な分析器機器を設置する分析室は、チリ側が設置する。また、JICA 及び調査団の調達分（原子吸光分析装置、振とう培養器、分光光度計、乾燥機、自動滴定器、生物顕微鏡、保冷库）以外の必要分析機器は M/M にあるようにチリ側が用意することになっている。

(4) 調査作業事務所

調査作業事務所については、チリ側がパヌルシージョ工場に用意することになっている。

(5) 調査用車輛等

調査車輛については、チリ側がサンチャゴを除く調査地域において運転手を含めて提供する

ことになっているが、本格調査中に必要となる調査地域全てで提供できるが不明確である。従って、迅速かつ円滑な調査を行うため、車輜及び運転手に係る経費の計上が必要と考えられる。

また、プロジェクトサイト（ラ・セレナ；パヌルシージョ工場、コピアポ；エル サラド工場等）とサンチャゴ間は空路移動する必要があると考えられるので、別途経費計上が必要。

(6) 通訳等

現地では、英語を話すことのできる人はきわめて少ないことから、通訳は不可欠である。通訳を日本から同行させるのが確実であるが、調査スケジュール、方法から2人以上の通訳が必要な場合は、日本語-西語通訳を現地で雇うことは可能である。

(7) セミナーの実施

カウンターパート及びチリ側関係機関に調査内容を紹介し、本調査終了後の本技術利用を促進することを目的に調査期間中にセミナーを2回実施する。