

中華人民共和国
工場近代化計画事前調査報告書
(貴州アルミニウム)

1986年12月

国際協力事業団

5
2
12

中華人民共和国
工場近代化計画事前調査報告書
(貴州アルミニウム)

JICA LIBRARY



1034128E7J

1986年12月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '87. 4. 10	105
登録No. 16165	68.2
	MPI

目 次

I. 事前調査の概要	1
1. 調査団派遣の経緯	3
2. 調査の目的	3
3. プロジェクトの概要	3
4. 調査団の構成	3
5. 調査日程	4
6. 主要面談者	4
II. 協議交渉内容と結果	7
1. 工場概要	9
2. 調査範囲、調査手法等の協議内容	9
III. 中国のアルミニウム工業	11
1. 最近の経済事情	13
2. 中国のアルミニウム工業の概要	15
1) アルミニウム製錬工場	15
2) アルミニウム加工工業	18
3. 中国のアルミニウム工業政策	19
1) 製錬設備の増設計画	19
2) 既設製錬設備の近代化	20
3) 加工工場の増設	20
IV. 貴州アルミニウム工場	21
1. 工場の沿革と現状	23
2. 設備の概要と問題点	23
1) 設備の概要	23
2) 設備の問題点	24
3. 原料と製品の品質	25
1) 原料品質	25
2) 製品品質	25

4. 電解炉操業実績の評価及び製品管理、環境管理	25
1) 電解炉操業実績の評価	25
2) 生産管理	26
3) 環境管理	26
5. 中国側の改善目標	31
1) 中国側の希望する改善項目	31
2) 近代化改造の条件	31
6. 改善項目の検討	33
1) 実現の可能性	33
2) 現状設備（V S 炉）の改善	33
3) プリベーク炉（P B 炉）への転換	33
7. 本格調査の方法と問題点	34
1) 操業の現状と中国側資料に関する調査検討項目	34
2) 改善計画策定に関する周辺条件の調査	34
3) 調査の方針	34
V. 貴州省の社会、経済	35
1. 自然	37
2. 社会	37
3. 経済	38
4. 工業及び資源	38
1) 工業	38
2) 資源	40
5. 農業	44
VI. 資料	45
1. 実施細則・ミニッツ	47
2. 企業診断概況表	55
3. 対処方針	57
4. 質問事項及び依頼事項	58
5. 収集資料	59
6. 写真	61

I 事前調査の概要

I 事前調査の概要

1. 調査団派遣の経緯

中華人民共和国は、1979年以來、「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに経済調整を進めており、86年に入り第7次5ヶ年計画を開始し、中国の特色を持つ新しい型の社会主義経済体制の確立のため、企業の活性化に取り組んでいる。かかる経済事情のもと、同国政府は西暦2000年までに農工生産を80年の4倍に拡大することを計画し、計画達成の一環として既存工場の改造を強力に推進している。当事業団は、1981年よりこれまで36工場の近代化計画調査を実施している。

本件は、これら近代化計画の一つとして今般同国政府より要請のあった14工場のうち、貴州アルミニウム工場につき事前調査団を派遣したものである。

2. 調査の目的

貴州アルミニウム第一電解工場について工場診断を実施し、その調査結果にもとづき近代化計画を提案するための事前調査が本件の目的であり、その調査内容は以下の通りである。

- ① 要請の背景、具体的内容の把握
- ② 本格調査に係る実施細則の協議
- ③ 対象工場の実情把握
- ④ 関連情報の収集

3. プロジェクトの概要

貴州アルミニウム工場は、中国有色金属工業総公司直轄の製錬工場であり、第一電解工場及び第二電解工場より成っている。本件は、第一電解工場の近代化計画調査であり、環境問題の解決、省エネルギー、増産等を目標としている。

4. 調査団の構成

氏名	担当	所属・役職
武田 慶一	団長・総括	国際協力事業団鉦工業計画調査部工業調査課長
春原 博	技術協力	通商産業省通商政策局経済協力部技術協力課
山本 昭治	製錬技術	日本軽金属(株)中国室長
牛島 正	設備	ユニコインターナショナル(株)調査開発担当部長
沢村 信英	業務調整	国際協力事業団鉦工業計画調査部工業調査課

5. 調査日程

- 11月 3日(月) 東京→北京(JL781) JICA事務所と打合わせ
 4日(火) 大使館、国家経済委員会、有色金属工業総会社と打合わせ
 5日(水) 北京→貴陽(CA4107)
 6日(木) 工場概要調査
 7日(金) 本格調査内容協議
 8日(土) 実施細則協議(工場側と)
 9日(日) ミニッツ署名、貴陽→北京(CA4108)
 10日(月) 実施細則協議(国家経済委員会と)
 11日(火) 実施細則署名、JICA事務所報告
 12日(水) 北京→東京(JL782)

6. 主要面談者

国家経済委員会	輸出入局	副局長	倪根仙
	外事局	処長	聞凡
	進出口局	副処長	王毅
	企業技術改造診断弁公室	副処長	姜徳群
		(通訳)	裴真
			弓海旺
有色金属工業総会社		副総経理	沃廷枢
	外事局	副局長	鄧常儉
	外事局	副処長	李城順
		(通訳)	劉逸民
貴州省経済委員会		総工程師	張錦文
貴陽有色金属工業公司		副経理	孟世誠
貴州アルミニウム・マグネシウム設計院		総工程師	姚世煥
貴州アルミニウム工場		総工場長	孫世軍
		副工場長	王倫旨
		"	劉治平
		"	劉富春
		副総工程師	王立若
	第一電解	工場長	郭希賢
日本大使館		一等書記官	染川弘文

JICA 中国事務所

所長	八	島	繼	男
次長	木	村	信	雄
	榮	島	京	子

Ⅱ 協議交渉内容と結果

Ⅱ 協議交渉内容と結果

1. 工場概要

貴州アルミニウム工場は中国有色金属工業総公司の直轄の製錬工場で、中国に14ある主な製錬工場の中で第一電解工場3万トン、第二電解工場8万トンの総計11万トンの生産能力を有する中国最大のアルミニウム製錬工場である。

同工場は、第一電解工場、第二電解工場よりなっており、今回の近代化計画の対象である第一電解工場は1966年中国独自の設計で、中国製の設備を採用し建設された工場である。

第一電解工場の操業部門は陽極ペースト工場、電力供給工場、電解工場、機械修理工場、鑄造工場よりなっている。陽極ペーストの年間生産能力は2万トンであり、電気の供給系統は屋外変電所にメイントランスが3台あり、屋内の整流ユニットは5,000 A/825 Vの整流器を22台備えている。電解工場は80,000アンペアの縦型ゼーダーベルグ炉を170炉備えており、アルミの年間生産能力は3万トンである。

2. 調査範囲、調査方法等の協議内容

(1) 調査団は11月6日の工場調査に引き続き、3日間にわたり中国側より国家経済委員会、中国有色金属工業総公司、貴陽市経済委員会、貴陽市アルミニウム・マグネシウム設計院及び貴州アルミニウム工場第一電解工場の関係者と本件調査の範囲、調査方法等につき協議を行った。

(2) 中国側は工場改造の目標として次の4項目を提示した。

a) 炉ガスの回収と洗浄の問題を解決し、弗化水素の排出量を国家環境保護規準以内に抑制する。(現在同工場は600トン/年の弗化水素を排出しているが、貴陽市の環境局より300トン/年に抑えるように工場を改造すべく指示されている。) ……環境問題

b) 現在アルミ1トンを製錬するために必要な直流電力は17,000瓩であるが、これを14,000瓩/T-AL以下に低下させ、電流効率を88%以上にする。……省エネルギー

c) アルミニウムの生産能力を現在の3万トンより4万トンに増産させる。……増産

d) 当工場の生産設備は20年間稼動してきたが、設備の老朽化により労働生産性が低下したため、設備を、機械化及び自動化により改善し、レベルを上げる。……自動化・機械化

(3) 以上の4目標を達成し、工場の改造を行うための原則(条件)として、

a) 工場建屋などは既存設備を充分に利用し、保守の方法も調査する。製造設備はできるだけ更新或いは改造する方向で調査する。

b) 改造実施方法は、電解工場と陽極ペースト生産系統の改造期間中に操業の停止を最小限にし、改造を実施できるようにする。

c) 改造に必要な経費、技術レベル、既存設備の利用とのかねあい等の条件が許せば、電解炉は現在の縦型ゼーダーベルグ炉より電流効率の良いプリベーク炉を採用する方法も検討する。

との3条件が中国側より提示された。

- (4) 中国側より提示された4つの目標及び3条件につき検討した結果、現在の縦型ゼーダーベルグ電解炉を改造しても、4目標を全て達成することは困難である旨説明したところ、中国側も充分理解し、改造経費の問題はあるが、4目標を全て達成することが可能と判断されるプリベーク炉への改造についても調査して欲しい旨要請がなされた。
- (5) 調査団は本格調査の手法として、現在使用中の電解炉を改造することによって、4つの目標をどの程度達成可能であるか、及びその経費を調査することと、他方、4つの目標の同時達成が可能と判断されるプリベーク炉を採用した場合の改造経費の調査との二本立てで調査を行なうことで同意した。
- (6) 調査工程については中国側は弗化水素の排出、及び陽極ペースト漏れにより排出されるピッチ煙により、工場周辺の農業、林業、牧畜業に影響を与えており、貴陽市環境局より早急な改善勧告が出されているため、改造経費を有色金属工業総公司を經由して国家経済委員会に申請するためには8月下旬までに報告書案説明チームを派遣して欲しい旨強く要請してきた。調査団としても中国側の事情を理解し、また、その時期における説明チームの派遣が可能であると判断されたので、実施細則の変更は行なわず、ミニッツで処理することで双方合意に達した。
- (7) 実施細則における調査内容、調査範囲、調査期間、及び工程等については我が方提案通り双方合意に達し、11月11日、北京において国家経済委員会外事処長聞凡女史（従来の輸出入局倪根仙副局長は他用で当初出席できないとのことであった）との間で実施細則に署名を了した。

Ⅲ 中国のアルミニウム工業

Ⅲ 中国のアルミニウム工業

1. 最近の経済事情

第6次5ヶ年計画は1985年で終り、1986年から第7次5ヶ年計画がスタートした。

第6次5ヶ年計画の拡大政策による財政赤字、インフレを抑えるため、経済の基本政策を転換し、均衡財政による安定成長を目指し、第6次5ヶ年計画の実績を下回る6.7%（工、農業生産総額）を目標としている。即ち、86年の目標は工業8.8%（村営工業0.8%を含む）、農業3.0%の成長を目標としている。

今年上半年期（1～6月）の工業生産額は、85年同期比4.9%増と、ここ数年来最も低い伸び率で、目標を下回っているが、これは85年の成長率が前年比23.1%と高成長率を遂げるためである。

しかしながら、4～6月の成長率は、重工業4.1%、軽工業は17.3%と上向き、年間の工業生産総額の経済成長率目標の8.8%は達成できそうであると言われている。

冶金工業生産総額のみをみると、生産総額は工業の8%で、その8%のうち鉄鋼が70%を占めている。鉄鋼の1986年の生産目標は、粗鋼5,000万トン、鋼材3,760～3,840万トンとなっている。

しかしながら、非鉄金属については、製品別の生産量が発表されていない。85年の非鉄金属10種（アルミニウム、銅、鉛、亜鉛、ニッケル、アンチモニー、マグネシウム、チタン、水銀、錫）の生産量は150万トン以上と推定される。この内、アルミニウム生産量は50万トンと推定される。

中国における主なアルミニウムの工場別生産量は表Ⅲ-1、及び主なアルミナ精製工場、アルミニウム製錬工場及び加工工場の所在地は図Ⅲ-1及びⅢ-2に示す。

現在アルミニウムは毎年相当な量が輸入されており、これを自給するため、大型工場建設計画が優先的に取り上げられることが報ぜられている（人民日報86年6月29日）。

このように国の最優先工業の指定を受け、全国のエネルギー、交通部門の非鉄金属部門への支援を受け、ここ数年急成長をし、1983年から85年までの生産総額は年平均11.4%で伸び、アルミニウム、銅、鉛、亜鉛、ニッケル、アンチモニー、マグネシウム、チタン、水銀、錫の主要10種の生産量は年平均7.41%で伸びている。

表Ⅲ-1 中国のアルミニウム製錬工場一覧表(1985年)

工場名	所在地	生産能力	生産量	炉形式
撫順	遼寧省	100,000MT/Y	50,000MT/Y	HS/65KA
貴陽	貴州省(第一電解)	30,000	20,000	VS/80KA
貴陽	貴州省(第二電解)	80,000	70,000	PB/160KA
青銅峽	寧夏回族自治区	30,000	30,000	VS/80KA
蘭州	甘肅省	30,000	30,000	HS/65KA
濰博	山東省	30,000	27,000	HS/63KA
鄭州	河南省	30,000	27,000	PB/75KA
包頭	内蒙古自治区	30,000	-	HS/65KA
武漢	湖北省	30,000	-	-
焦作	河南省	20,000	-	-
重慶	四川省	20,000	-	-
合肥	安徽省	15,000	-	-
陽泉	山西省	10,000	-	-
長春	吉林省	10,000	-	-

注：HS：横型ゼーダーベルグ炉

VS：縦型ゼーダーベルグ炉

SB：プリベーク炉

包頭以下については未確認情報。また、この表以外に、小規模工場が各地に散在しており、その数は不明であるが、少なくとも20箇所程度はあると思われる。

表Ⅲ-2 アルミニウム類の輸出入統計

	輸出(トン)	輸入(トン)
	アルミニウム材	アルミニウム及び アルミニウム合金
1984年	5,951	252,736
1985年	5,692	487,862

2. 中国のアルミニウム工業の概要

1) アルミニウム製錬工場

1940年代、中国のアルミ製錬工場は旧満州地区（撫順）にあったが、新中国成立後、1950年代にソ連から横型ゼーダーベルグ炉（以下HS炉と略称）の設備と操業技術を導入して、撫順、山東（張店）、蘭州等にアルミニウム製錬工場を建設し、生産を開始した。その後北京の試験工場で開発された小型のHS炉が各省に分散して建設されたが生産規模は小さく、年産1万トン以上の生産能力をもつ中・大型規模の工場は殆んどこのソ連の技術による設備の工場によるものであった。

50年代の後半には、中国自身の設計で電解工場の建設が行われ、炉型式もHS炉以外の縦型ゼーダーベルグ炉（VS炉）とプリバーク炉（PB炉）による中規模の工場が設置された。VS炉は寧夏回族自治区・青銅峽と貴州省・貴州省第一電解工場の2箇所、PB炉については河南省・鄭州に設置された。

これらの炉はいずれも中国独自の設計であるが、当時中国が入手した海外の技術情報やカタログを参考に設計されたもので、特定の技術を導入したものではない。そのため、炉の構造や操業機器の設計は独自に詳細設計を行い、また、操業ノウハウも持たないままに建設・操業が行われた。

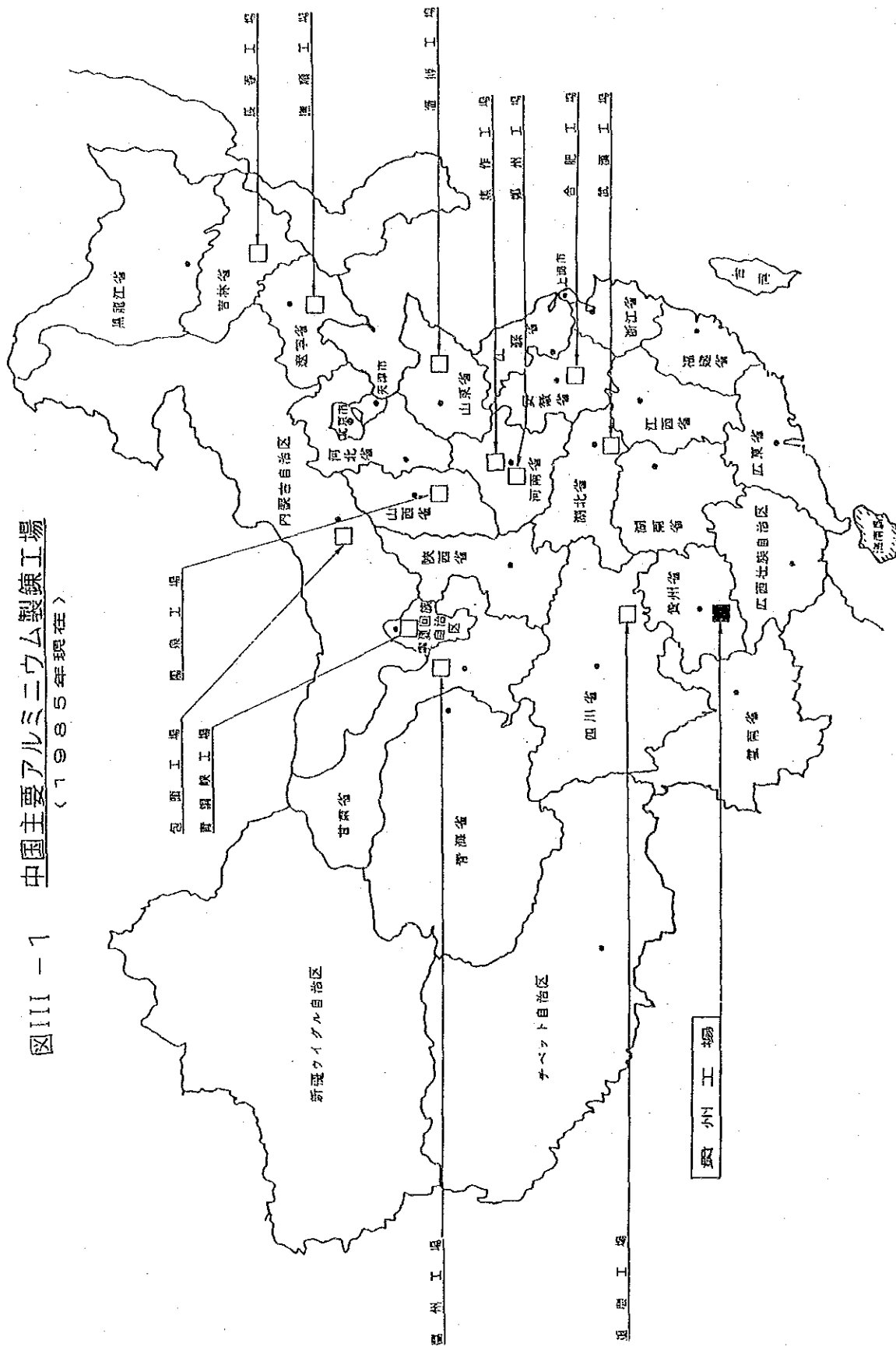
このため、実際の生産にあたってかなりの困難な問題に直面したようであるが、操業の努力によって、ある程度の水準の成績は維持された。しかし、設備上の制約で、計画段階で設定された機能のいくつかの部分は達成が困難となった。その代表的な項目が環境保護の設備機能である。

炉ガス吸引のための煙道や煙突は勿論、ガス吸引フードなどは当初は計画・設置されていたようであるが、その機能を使いこなせないまま、結局は炉ガスは補集されることなく、劣悪な環境で操業が続けられていた。

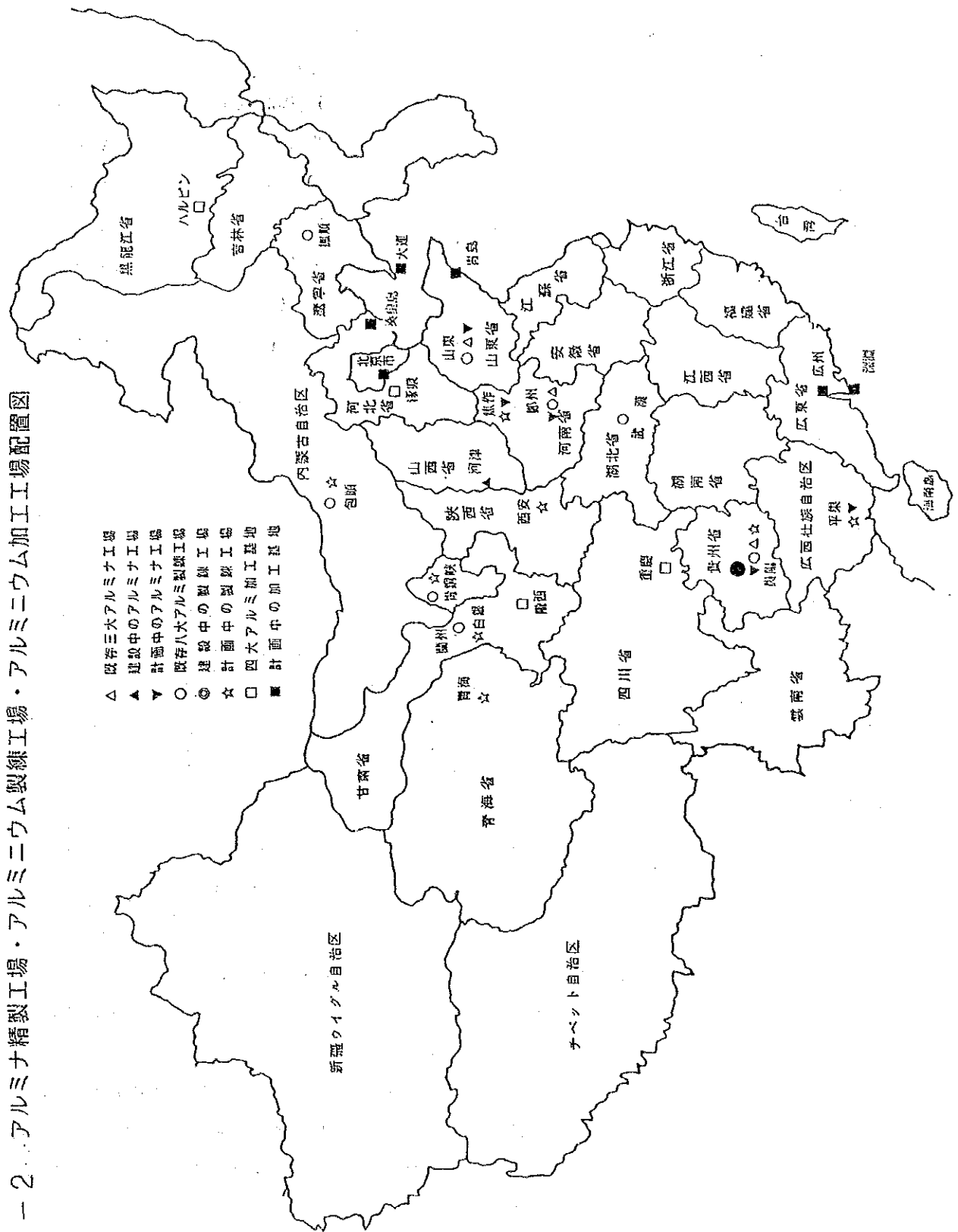
この状況にさらに拍車をかけたのが1965年以降の文化大革命であった。特に1971年～76年にかけて殆んどこの工場で稼働率が大幅に低下し、生産量が激減したばかりでなく、生産設備がかなり破壊されたと言われている。

文革が収束した77年以降、生産は急速に回復し、操業成績も最近の実績はかなりの水準を維持し、生産量はアルミナ生産量100万トン、メタル50万トンに到達しているものと推定される。

図III - 1 中国主要アルミニウム製錬工場
 (1985年現在)



図III - 2 アルミナ精製工場・アルミニウム製錬工場・アルミニウム加工工場配置図



表Ⅲ-3 主要な工場の生産規模

工場名	立地場所	設備能力	生産量	炉型式
1) 撫順工場	遼寧省撫順市	100,000 t/y	50,000 t/y	65KA HS
2) 山東工場	山東省淄博市	30,000	27,000	63KA HS
3) 蘭州工場	甘肅省蘭州市	30,000	30,000	65KA HS
4) 鄭州工場	河南省鄭州区	30,000	27,000	75KA PB
5) 青銅峽工場	寧夏回族自治区	30,000	30,000	80KA VS
6) 貴州工場	貴州省貴陽市	30,000	30,000	80KA VS
	同上	80,000	70,000	160KA PB

以上の工場は中国有色金属工業総公司直轄の工場で、その他に年産1万トン以下の工場がかなりの数各地に分散している。

2) アルミニウム加工工業

中国のアルミニウム加工工業は、製錬と同時に1956年代初期にソ連から技術が導入された。ハルピンの東北輕合金加工工場は1956年に生産を開始したが、現在、熱間圧延を含む板圧延設備を主体に、箔、押出加工、鍛造・鋳物など殆どすべての加工工程を網らしている。製品は軍用から民用まで広い分野をカバーしており、全製品の生産量は年間6万トン弱と推定され、日本や欧米の同種の工場と比べ大きな規模ではないが、単一工場として日本では類を見ない程多くの品種を扱っている。

重慶にある南西アルミ加工工場も東北工場とほぼ同じ規模の工場で、1970年から操業に入っている。ソ連との関係が悪化した1960年以降、ソ連国境に近い東北地区だけに加工工場が集中するのを避けるために四川省に建設されたと伝えられている。

また、甘肅省・隴西（蘭州の東南200Km）の西北アルミ加工工場と、河北省の涿県の華北アルミ加工工場は、アルミ押し出し型材と連続鋳造・圧延板との生産を行っており、この4工場が中国有色金属総公司傘下の大きな加工工場である。

この他の主要なアルミ製品は電線であり、遼寧省・沈陽市の電線工事等各地の電線工事でアルミ電線が生産されている。中国では銅資源が少ないため、屋内配線も含めて一般の配電用電線はアルミ線が主体を占めており、最近では内陸部で進められている大規模水力発電に伴う送電線の建設など、アルミ電線の需要が相当な部分を占めている。

この他、各地に小規模な加工工場が多数散在しており、日用品である銅釜などを製造しているが、その生産量などについて信頼ある資料は無い。しかし、各都市の商店の店頭を見る

かぎり、かなり豊富に製品は出回っている。

一方、建物の窓枠（サッシ）にアルミ製品を使用しているのは、この数年建築された一部のホテルなどに限られ、そのほとんどは輸入品である。

3. 中国のアルミニウム工業政策

1) 製錬設備の増設計画

中国のアルミ地金消費量は、国内生産の50万トンと輸入地金の30～40万トンを加えた80～90万トン程度と推定される。しかし、この数量は現在の中国の実際の需要量に見合うものではなく、輸入量は外貨バランス政策上この程度の数量に抑えられており、実際にはこれを上回る潜在需要があることは確実と思われる。

特にアルミ型材押出機については、最近数年間に日本を主体として50台前後が輸入されたと言われているが、その大部分は原料であるアルミビレットの供給不足のため極端に稼働率が低い。しかも、被膜設備などの付帯設備のない工場が多く、サッシなどの型材は依然としてほとんどは輸入されている。

このような状況に対処するためアルミ地金の増産は国から強く要請され、1986年から開始される第7次5ヶ年計画に以下の製錬工場の増産計画が承認されている。

表Ⅲ-4 アルミニウム工場の増設計画

<u>工場名</u>	<u>所在地</u>	<u>生産量</u>	<u>炉型式</u>	<u>技術</u>
1) 青銅峡工場第二電解工場	寧夏回族自治区	50,000 t/y	105KA VS	菱化軽金属
2) 白銀工場(第1期)	甘肅省白銀	50,000	160KA PB	昭和軽金属
3) 貴州第二電解工場	貴州省貴陽市	80,000	160KA PB	日本軽金属
4) 青海工場(第1期)	青海省大通	100,000	130KA PB	中国
5) 包頭第二電解工場	内モンゴ包頭市	45,000	(65KA HS)	中国
6) 平果工場(第1期)	広西自治区平果	100,000	未定	未定

これらの計画が予定どおり完成すれば425,000トンの増産となり、現在の国内生産の85%に相当する量の増産となるが、輸入量を差引くと15万トン前後の増産に過ぎず、依然として潜在需要を満たすには不足となる。また、これらの工場の立地場所は、電力供給事情からいずれも内陸部の辺地であり、予定どおりに建設工事を完了させるのに問題が多いと思われる。

このため、中国有色金属工業総公司是さらに50万トン程度の増産を検討しているようで

あるが、外貨不足のため実現にはかなりの困難があることを認めている。

そこで、外国との合併を世界各国に呼び掛けているが、投資金額が巨大となるので、未だ実現していない。従って、上記の6番目にある平果工場計画はまだ具体化していない。

2) 既設製錬設備の近代化

新設工場による増産は多額の資金と期間が必要となり、第7次5ヶ年計画の遂行とともに既設工場の効率化が当面の課題となっている。前述のように、現在稼働中の工場は、1981年から稼働を開始した貴州第二電解工場をのぞいては、1950～1960年代に建設された古い工場であり、工場規模が小さく生産効率も低い。

一方、炉から発生する弗化水素ガスやタールヒュームを捕集し、洗浄・回収する公害防除設備が付属していない工場が大部分で、いずれの工場も作業環境と周辺地域に与える公害が問題となっている。しかし、公害問題の解決を優先するために、現在不足しているアルミ地金を生産する工場の生産を減らしたり休止することはできないので、最近になって既設工場の近代化の名目の下に、環境対策を実行することによって、同時に効率化を計り、増産を目指す動きが見られるようになってきた。

このような改善策を作成するに当って、総合的な技術ノウハウが必要であり、最近まで厳しい環境基準に対応してきた日本のアルミ製錬工場の技術の導入を強く希望している。

3) 加工工場の増設

アルミ加工設備についても、1960年代以降は大規模工場の建設はなく、最近に至って押出加工を主体とする型材の生産工場が各地に建設されている。しかし、これらの工場は殆ど設備単体(ハード)のみを輸出しており、生産効率は極端に低い工場が多いのが実情と思われる。このようにハードを据え付ければ、すぐにも商品となるような製品が製造できるような考え方が従来は大勢を占めていたが、最近、この点について反省が生まれ、ソフトの提供を申し出るケースが増えてきている。

ただし、最近の外資不足から、これらの提案は合併企業による資金の提供と組み合わせられているのが殆どであるが、中国国内における市場調査や企業計画の策定が、日本側が納得できるように十分できないことがネックになって、実現した例は少ない。

61年6月、深川経済特別区(香港の隣接地区)に中国有色金属工業深川分公司など中国企業と、日本軽金属(株)・アルキャンが合併でアルミ型材の一貫工場を建設する契約に調印されたのが、合併企業として初めてのケースである。

Ⅳ 貴州アルミニウム工場

Ⅳ 貴州アルミニウム工場

1. 工場の沿革と現状

貴州省は省内にアルミナの鉱石であるボーキサイトを豊富に埋蔵し、電力についても地元で産出する無煙炭による石炭火力の他、貴陽市付近の猫跳河水系に水力発電設備があり、周辺に大きな工業地帯がないことから、アルミ製錬の適地として1966年からアルミニウムの生産に入った。

工場は貴陽市の北北西20 Kmにあり、標高が海拔1,300 mの高原地帯である。当工場は原鉱石のボーキサイトからアルミナを精製するアルミナ工場と、アルミナを電解してアルミニウムのメタルを製造する電解工場の他、ボーキサイトから耐火物原料と耐火煉瓦を製造する耐火物工場の3工場から構成されて、1つのコンビナートを形成している。

最近までの生産能力はアルミナ10万トン、アルミ地金3万トンであったが、1980年から増産のための建設工事が開始され、現在はアルミナ22万トン、アルミ地金11万トンの能力となっている。また、最近、更にアルミナ20万トン、アルミ地金8万トンの増産計画が承認されて工事が開始されようとしている。

今回調査の対象となる第一電解工場は操業開始の当初から文化大革命の影響を受け、正常な操業体制が確立するのが遅れ、この2～3年間に漸く安定した操業が行われるようになり、フル稼働の状態となった。

2. 設備の概要と問題点

1) 設備の概要

電解工場に直流電力を供給する整流設備、シリコン整流器は5,000A×2 setの小型ユニットが11組で構成されているが、電流調整は各々のユニットでしか行うことができないので、電解負荷変動に追従して電流値を一定に制御することは困難であり、変圧器を含めて総合機能は電解炉の安定した操業に必要な水準には達していない。

電解炉は中国自身の設計によるVS炉で、8万アンペアの電流容量はこの型の炉としてはやや小さい容量である。炉構造の設計は、中国が収集した海外の技術資料によったもので、フランスのペシニー社の炉構造を基本にしていると思われる。また、操業機器についても同様で、凝固した電解浴(以下クラストと呼ぶ)を割り落としてアルミナを供給する機能を持った工場建家の壁面を走行する特殊クレーンは、同社が世界各国に供給しているものと同形である。

これら設備はすべて中国国内で製作されたもので、性能はともかくとして、一応生産には支障のない機能を備えている。しかし、細部の設計の不備と、設備の老朽化によって設備の

状態はかなり悪く、故障の頻発などで操業に支障を来すことが相当多いと思われる。

炉ガスの吸引設備は、煙道と煙突は設置されているものの使用されておらず、各炉の陽極ケーシングに取り付けられ、炉ガスを補集して燃焼させる機能を持つ燃焼室は設置されていない。従って、炉ガスは補集されることなく工場内に放出されているので、場内の作業環境は劣悪で、早急に改善が必要とされる個所である。

アルミ電解炉において、陽極品質は炉の操業成績を左右する重要な因子であり、特にVS炉においてその影響は甚だしい。陽極ペースト製造設備は、電解設備と同様に中国独自の設計であるが、特に混捏工程の機能が不十分と思われる。

2) 設備の問題点

全体に設備が老朽化しており、予備品の供給が不十分な箇所もあってその機能が満足に発揮できない場合があるように思われる。この問題は、部分的な改造で対処できるものもあるが、殆どの設備について更新することが必要と思われるが、大別して2つのケースに分類される。

① 設備の設計と機種を選択の問題

代表的なものは電解炉の母線配列で、半分の炉は片側からのみ電流が流入する、いわゆるSINGLE ENTRY TYPEであり、これはDOUBLE ENTRYに改造する必要がある。

また、陽極構造はこの炉の操業を左右する重要なものであるが、詳細に検討して問題がないかどうか確認する必要がある。

現在使用している陽極ペーストの混捏機の混捏機能は不十分と思われる。陽極品質はサンプリングによる試験では確認が困難で、実際の炉に於ける状況から判断しなければならない。この際、陽極の状態は炉の操業状況と交絡するので、品質の判定は慎重に行わなければならないが、十分に混捏されない陽極を使用すると、陽極の状態が悪化して炉の操業に悪影響を及ぼすことはよく知られている。

② 設備の保守の問題

中国側から受領した組立図によれば、当初の計画には炉ガス吸引のための燃焼室は取り付けられており、使用することとなっているが、現状ではすべての炉に設置されていない。

中国側の説明によれば、陽極の状態が悪く安定した操業ができないため、炉ガスを補集するスカート機能が満足されず、またスカート取り付け方法も適当でないため交換が面倒であり、燃焼室を取り付けることを断念したとのことであった。しかし、これは結果論と思われ、設備を改善して燃焼室を取り付ける努力を怠った結果と判断される。全般的に環境対策設備については生産量に直接影響が出ないためか、手を抜く傾向にあるのは否めない。

このほかにも、操業がなんとか維持できれば、故障・破損しても完全に復旧していない

箇所が散見されるが、これは必ずしも保全部門の管理の問題だけでなく操業部門の設備に対する使い方にも問題があると思われる。

3. 原料と製品の品質

1) 原料品質

主要な原料であるアルミナの品質に関しては、現状の操業水準から見て問題はない。しかし、コークスとピッチなど陽極原料については国から一方的に配給されるため、必ずしもアルミ電解に適した品質の原料が常に入手できず、品質に問題のあることを承知の上で使用しなければならない状況にある。

ただし、陽極原料の品質の判定は、電解炉の操業状況も影響するので簡単には判断することはできない。一定の品質についてその影響を判定するため、調査項目を整備して長期に亘って必要な資料を蓄積する必要がある。このような資料の蓄積とその解析は、従来ほとんど組織的に行われていないので、今後の操業管理の主要な改善項目である。

2) 製品品質

アルミ電解炉のメタルの平均純度は、我が国では通常の操業状態で99.7%～99.8%は容易に維持される。この水準と比較すると、中国の工場では純度が落ちるが、その原因は原料に起因するものではなく、すべて電解炉の操業管理によるものと考えてよい。

メタルの純度を低下させる原因は、陽極のトラブルによる鉄分の増加と、陰極の破損による鉄と珪素の増加による。従って、製品純度は電解炉の操業管理が徹底して、炉調が安定し、操業成績が向上すれば、これに伴って自ずから良くなるもので、純度だけを管理項目にするのは意味がない。

4. 電解炉操業実績の評価及び生産管理、環境管理

1) 電解炉操業実績の評価

工場側から提出された1983年から85年の3年間の年間平均操業実績を見ると、生産量は確実に増加しており、85年には設備能力の3万トンに達している。しかし、生産効率を表す電力原単位と電流効率は、各々17,000 kWh/tと80～82%であり、日本の水準からみるとかなり悪い値である。とくに電流効率の値は、炉が正常な状態でないことを示している。

正常な操業が行われている炉では通常この値は87%～90%であるが、90%以下の場合には炉の状態はかなり不安定な操業が続いていると判断される。その原因が操業にあるのか、又は陽極の品質にあるのかは今後の調査の主要な項目の一つとなるが、少なくとも85%以上の成績を安定して続けられるような操業管理の水準に到達できなければ、たとえ設備を最新のものに更新したとしても、工場側が期待している目標の達成は困難となろう(表IV-1参照)。

電力原単位については、電流効率が向上すれば、この炉設備を多少改善する程度でも15,000 kWh/t 台に達することは可能である。しかし、14,000 kWh/t を目標とするなら陽極電流密度を低くしなければ実現できない。

2) 生産管理

中国のアルミ製錬工場における生産管理の内容は、日本のそれとは多少異なる範囲を指しており、操業管理を主体とし、技術管理的内容に重点がかけられている。

本来、生産管理は生産計画を達成するために必要な工場各部門の生産活動の総合的な監視・調整にある。しかし、中国の工場では、各部門の責任と権限が縦割りになっているため、このような横断的機能を一管理部門に期待することは困難となる。従って、調整すべき問題が発生すると、その解決のためすべての問題は工場長まで上げられて判断を求められることとなる。

このような場合、工場長個人の判断で速やかに対策が決定されることは少なく、問題の検討は再び下におろされ、関係部門の合議によって対策が協議され、工場長に諮問される場合が多い。その結果、対策が遅れたり、徹底した対策案が提案されることが期待できないことが多くなる。

このような弊害は、この工場の場合も残っているのではないと思われるが、今後、工場近代化を進めるに当たり、改善すべき最大の問題点であろう。

生産管理の一項目である技術管理については、その重要性についてかなりの認識はあるが、資料の収集とその解析手法を完全にマスターしているスタッフが少ないため、効果のある管理資料が作成されることが少ない。

この他、TQC活動を強力に推進しているが、日本における情報を表面的に受け止めて導入しているように見受けられ、これを現場に定着させ効力を発揮させるためにはまだまだかなりの時間が必要となろう。

いずれにしても、生産管理の重要性は十分認識しているものの、それらを定着させるためには工場組織の運用の考え方に基本的な変革が必要と思われる(図IV-1~IV-3参照)。

3) 環境管理

生産管理に比べれば、その内容はより技術的な側面が強い。また、行政からの規制や指導があるので具体的な対応はとり易い。

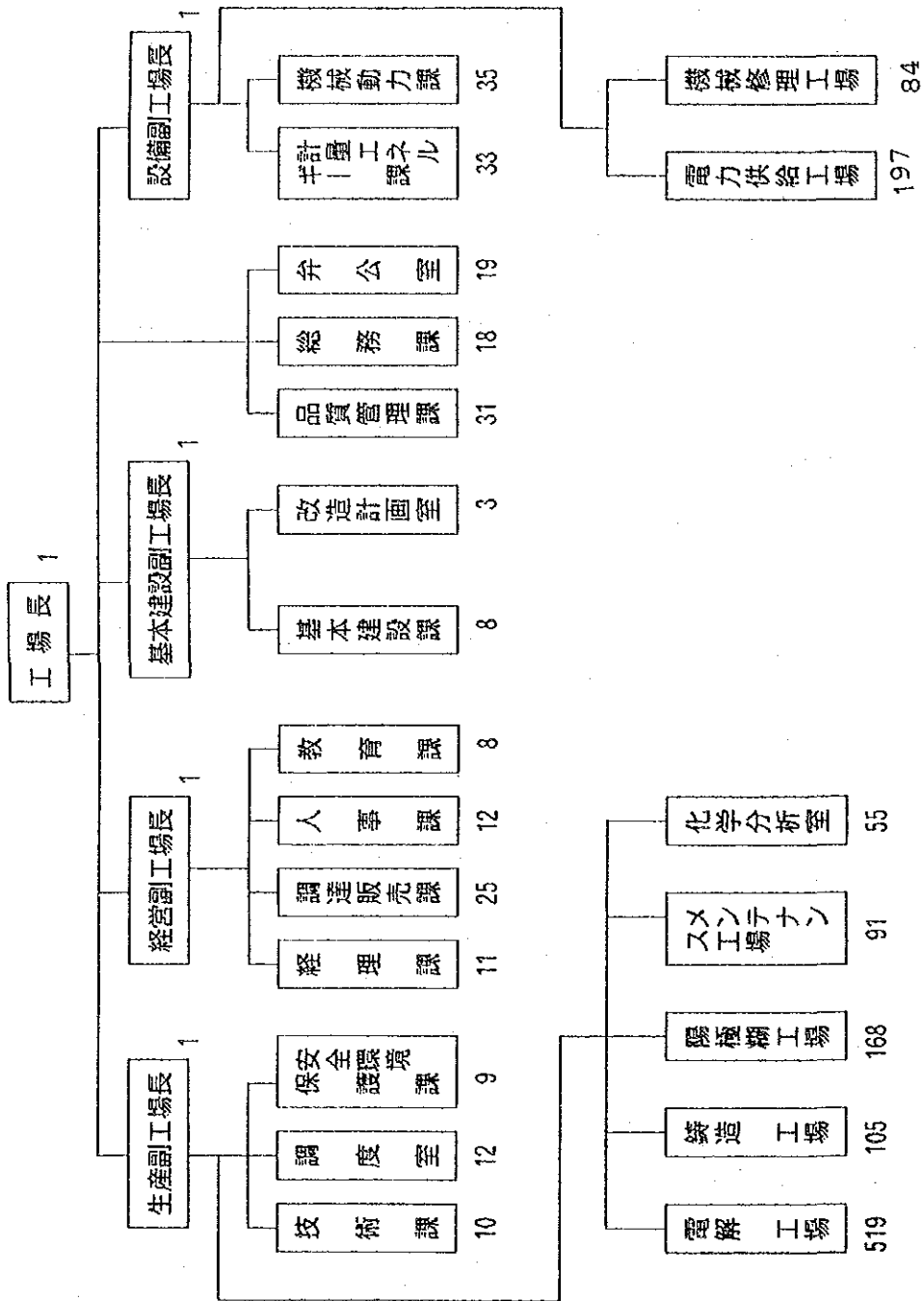
ただし、現状は規制値をはるかに上回る量の規制対象物質を排出しているので、本来の意味における環境管理の実行は不可能である。従って、設備の改善が先決となるが、将来の改善効果を確認するためには、現状の測定データを集積して比較することが必要となる。

この点は本格調査で確認しなければならないが、中国の他工場でかなり長期にわたり各種の測定を続けている例もあるので、もし実施されていなければ、是非実行するよう指導する必

表IV-1 83 - 85年各項指標実績状況

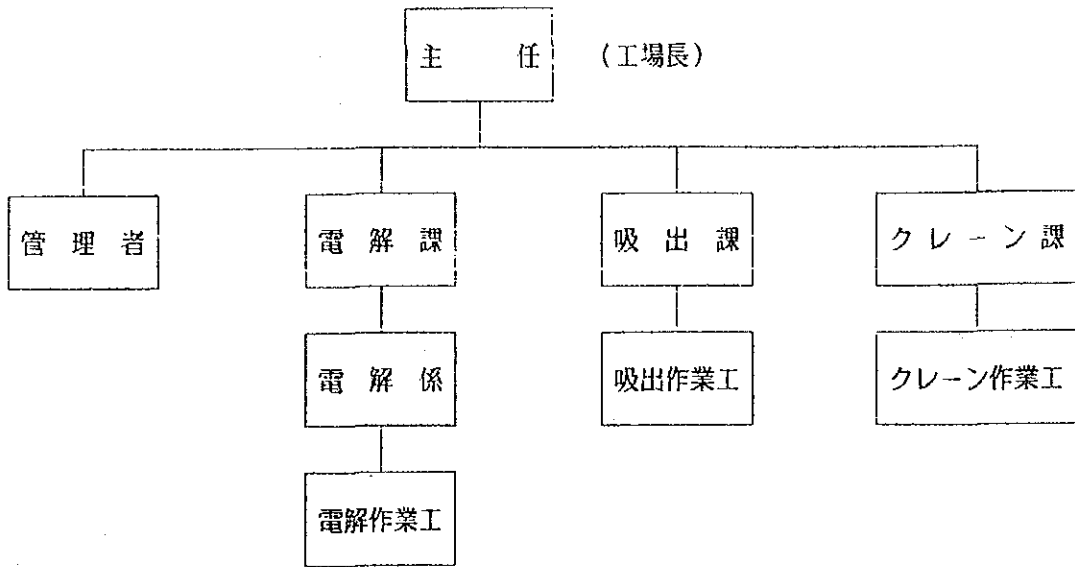
項目	単位	83年	84年	85年
1. 生産量	T/年	27594.2	29600.5	30500.4
A ₀₀	”	259.7	729.1	158.3
A ₀	”	7907.2	10563.7	4813.1
A ₁	”	11562.7	7682	6555.6
2. 技術経済指標				
1) 電流容量	A	78639	78671	79182
2) 電流効率	%	78.2	80.7	82.1
3. アルミニウム製造原単位				
1) 直流電気	A	18305	17594	17143
2) Al ₂ O ₃	Kg	1950.2	1950.6	1937.7
3) AlF ₃	”	38.5	32	27.9
4. 氷晶石	”	22.3	20.2	23
5. 陽極ペースト	”	679.9	646.5	649.2

図IV-1 組織図

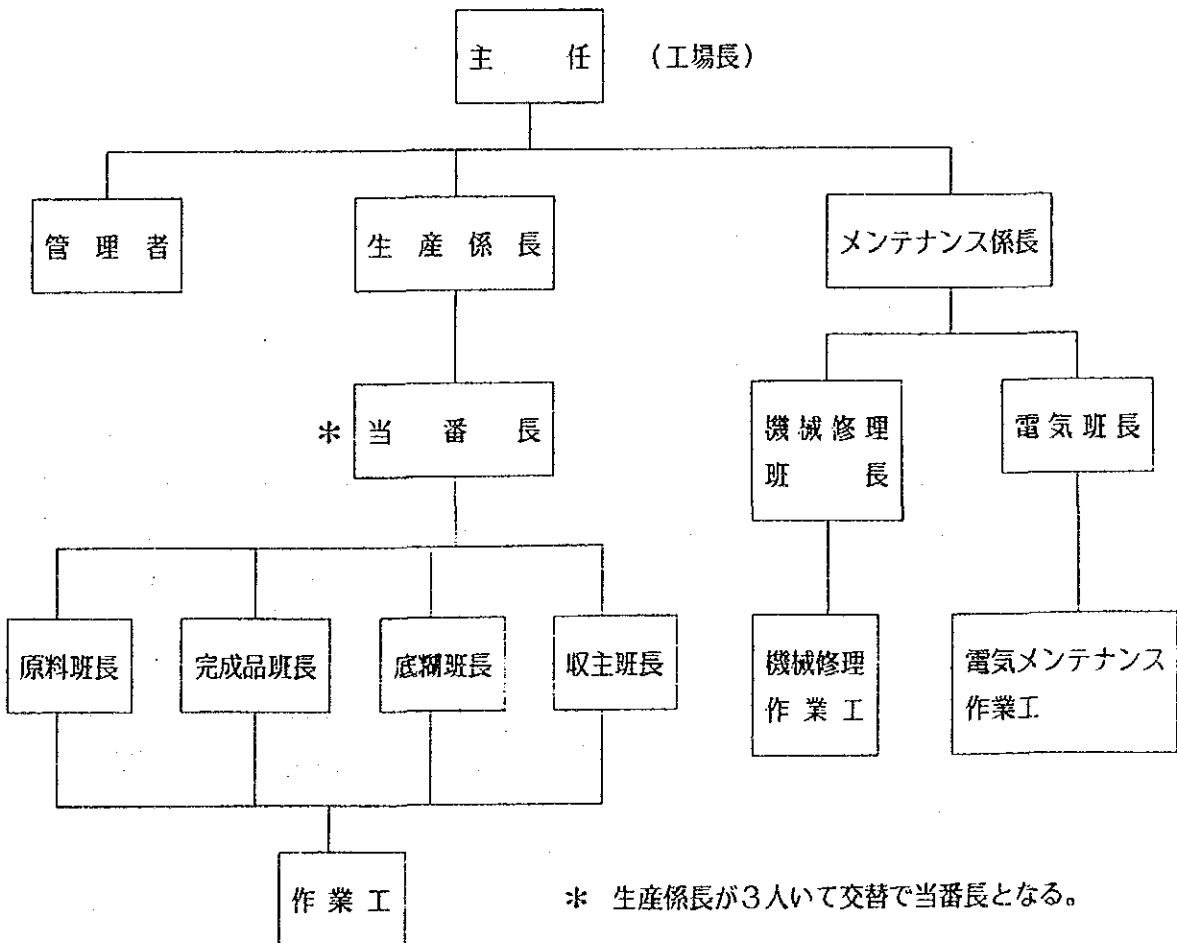


注) 数字は人数を示す。

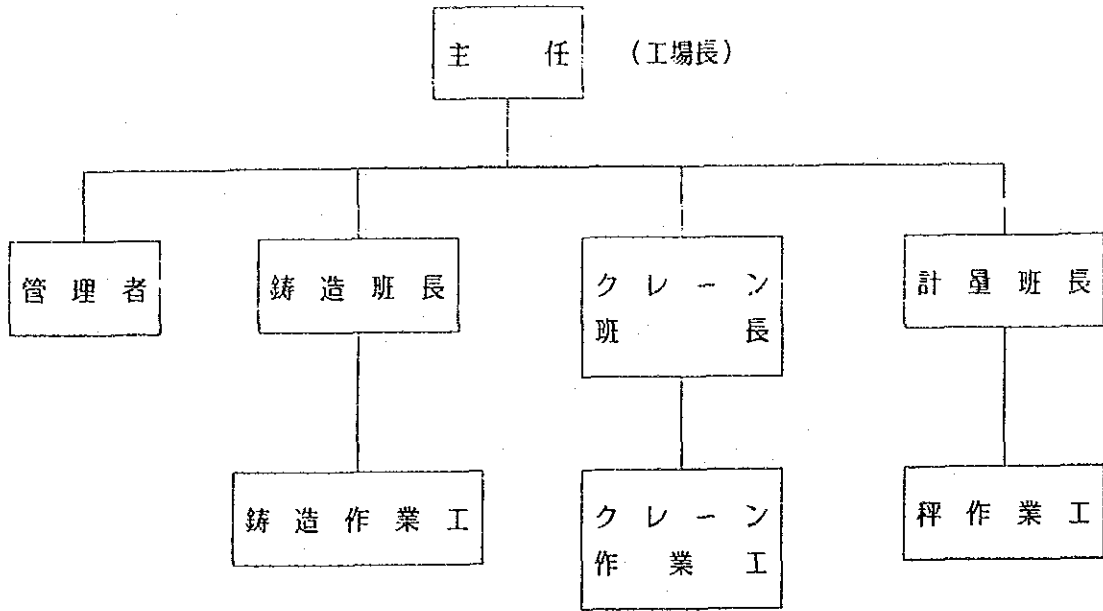
図IV-2 電解工場組織図



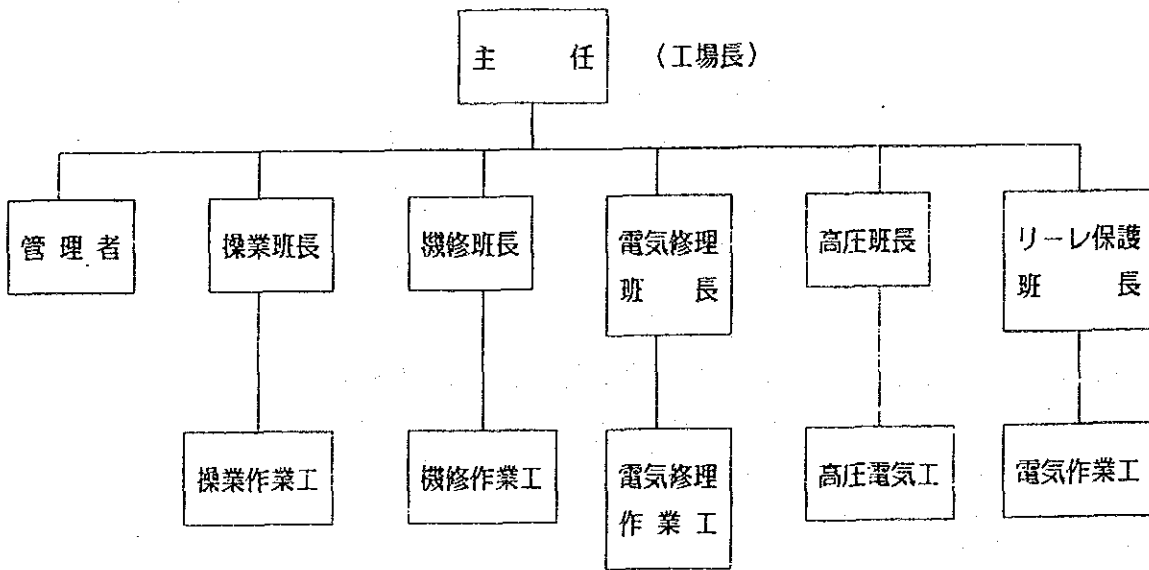
陽極工場組織図



図IV-3 鑄造工場組織図



整流工場組織図



要がある。

5. 中国側の改善目標

1) 中国側の希望する改善項目

① 環境改善

電解炉から排出される弗化水素ガスを補集・洗浄して、工場からの弗素排出量を国家基準以内におさめる。

現状で、第一電解工場からの弗素排出量は既に規制値を超過しており、今後の増設のみならず、この工場の存続にもかかわる問題となっている。

② 生産効率改善

電解炉の操業方法を改善し、電力原単位と電流効率を向上させ、生産効率を高める。

③ 増産

生産能力を現状の年産3万トンから4万トンに引き上げる。

④ 生産性向上

設備の改善により操業の機械化・自動化を図り、生産性を高める。

これらの目標は、今回の予備調査で工場の現状を視察した結果から見て、その必要性は十分理解できる。また、4項目はその優先度に従って列挙されているが、いずれも相互に関連する内容であり、個別に解決ができるものではない。

このことは中国側もよく承知しており、総合的な近代化の提案を期待しているものと思われる(図IV-4参照)。

2) 近代化改造の条件

① 既設設備の有効利用

設備はできるだけ改造にとどめ、必要なものだけを更新する。とくに建家は原則として現在のまま使用する。

② 工事中の生産規模の維持

改造工事にあたって大幅な設備の休止をさけ、できるだけ減産しないような計画が望ましい。

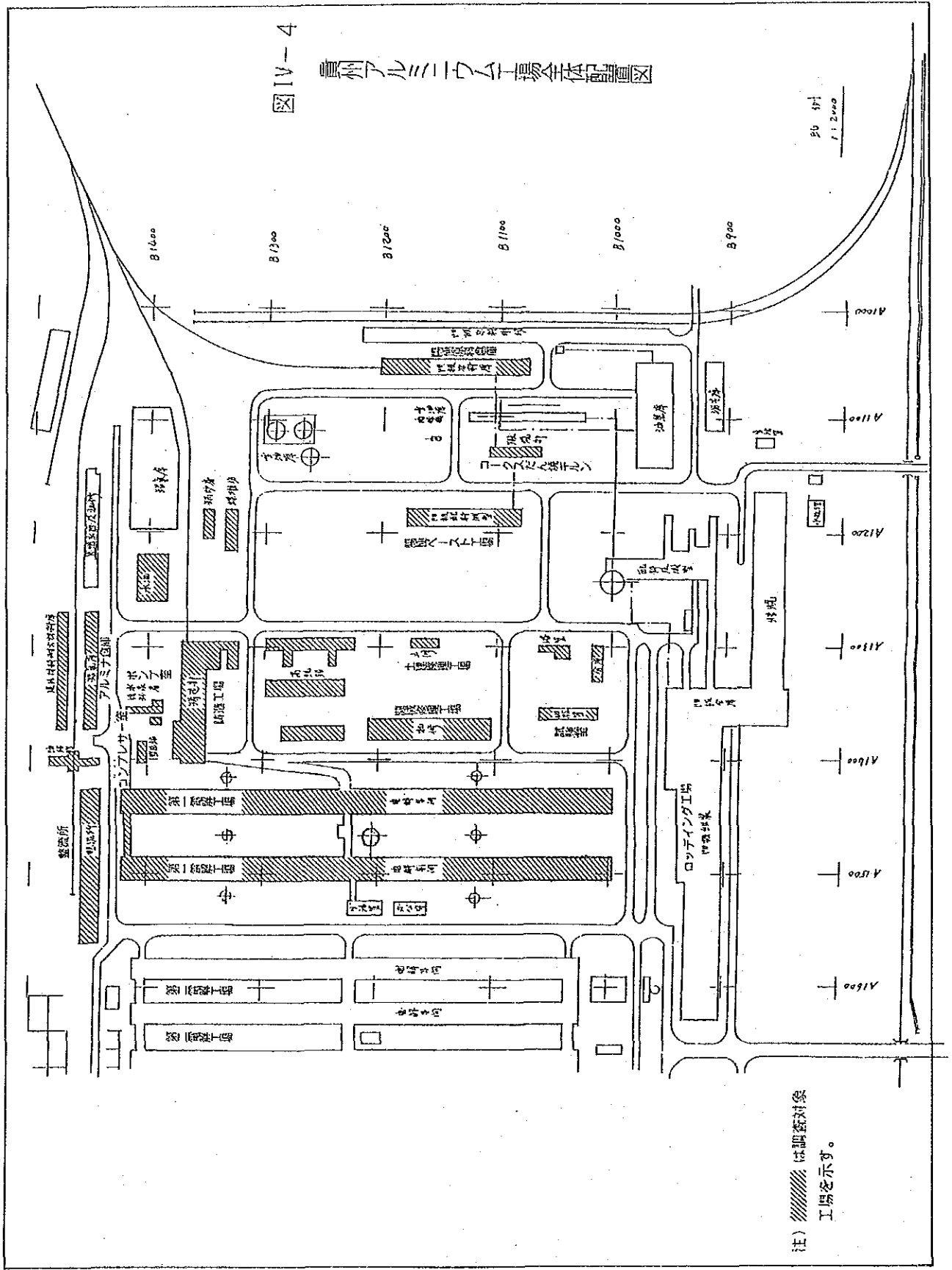
③ 炉形式の変更

目標を達成するために必要であれば、現在のVS型の炉形式をPB型に変更する案も同時に検討対象として取り上げる。

以上の条件であるが、工場は現在稼働中であり、現在の中国のアルミ地金の需給状況から見て、環境問題があるにせよ大幅な減産は許されないこと、また、改造費用もできるだけ節約して実行可能な計画にすることは、現実的な考え方であり理解できるものである。

図 IV-4

豊州アルミニウム工場全体配置図



注) // // // は調査対象
工場を示す。

6. 改善項目の検討

1) 実現の可能性

実施にあたっての制約条件があるので、全ての項目について中国側が希望する水準に到達できるかどうかは、今後の本格調査の結果にかかるとは、完全に要求を満たすにはPB炉に転換することが必要条件となる。もしPB炉にする費用の支出が許されるのであれば、改善すべき4項目の目標値は達成可能な数値である。

以下、この点について具体的に検討をすすめる。

2) 現状設備(VS炉)の改善

現在のVS炉の上部構造・母線配列、及び下部槽の構造の詳細は、今後の調査で明らかとなるはずであるが、今回の概略の観察によっても、生産効率を高めるためにはかなり大幅な改善が必要と思われる。

特に問題となるのは現在の陽極電流密度である。VS炉はその構造上、電力原単位を14,000 kWh/t以下の水準にするためには、0.65 A/cm²前後に選ぶのが通常であり、現状の0.74 A/cm²は過大である。しかし、電流密度をこのレベルに変更する場合、現状の炉体を使用して炉構造の部分的改善で対処しようとする、電流を減少しなければならず、生産量は減少してしまう。一方、炉を拡大すれば現在の炉間隔を延長しなければならず、工場の拡張余地はないので炉数が減り、結局は生産能力が減少することになる。

その他にも、陽極原料であるコークスの品種について選択の自由がないため、VS炉の操業成績を大きく左右する陽極品質が安定しないことが予想される。

環境対策としては、一般のVS炉と同様にガス補集用のスカートを整備してガス燃焼室を取り付け、ガス吸引・洗浄設備を設置すれば、一応の改善は可能となる。

我が国の例では、同型の炉で90%程度 of ガス補集率の実績があるが、操業管理の水準がかなりの水準に達していなければ、安定してこの水準を維持することは難しい。

従って、VS炉の炉形式のまま改善を行っても、到達できる範囲はかなり限定されることは明らかである。

3) プリベーク炉(PB炉)への転換

対象工場に隣接して設置されている第二電解工場はPB炉であるが、この形式に転換する方法を採用すれば、工場建家をそのまま利用して目的を達成することはかなり可能性があると思われる。

ゼーダーベルグ炉の環境改善と効率向上を同時に実現するために、PB炉への転換を計画することは本命であるとされているが、焼成陽極製造設備を設置することが問題となる。

既設工場において、成形した陽極ブロックの製造設備と焼成炉を設置する場合、工場敷地に制約のあることが多く、それ以上に設備費用の負担が大きく、陽極製造設備の改造・増設

が困難となる場合がある。しかし、貴州工場の場合、第二電解工場の陽極製造設備が共用できれば、この問題は比較的容易に解決できると思われる。

もしこのようにして焼成陽極の供給が可能であれば、PB炉に転換して目標の4項目を達成する計画は実現性の濃いものとなろう。

7. 本格調査の方法と問題点

1) 操業の現状と中国側資料に関する調査・検討項目

- ① 操業実績、及び操業管理資料と操業実態の観察・解析と検討
- ② 入荷原料と製品の品質分析値の検討
- ③ 環境に関する測定値の解析と検討
- ④ 生産設備の詳細な構造と機能の調査
- ⑤ 第二電解工場の陽極製造設備の増設計画
- ⑥ その他必要な事項

2) 改善計画策定に関する周辺条件の調査

- ① 建家改造の可能な条件とその費用の調査
- ② 設備改造後の投資効果比較に必要な諸条件（原料価格、製品価格、人件費等）の調査
- ③ 改善後の環境測定の方法と規制が適用される法規の内容調査
- ④ 改善計画実施を制約もしくは規制する条件の確認

3) 調査の方針

現場における操業管理や実際の作業、また設備の稼働状況の観察・調査などから、改善に必要な情報を引き出すことは、1～2週間の滞在期間でも十分と思われるが、操業実績の実態については、短期の調査で完全に把握することは困難である。

電解炉の稼働状況は毎日の操業管理によっても左右されるが、その他にも季節による気温の変化や原料の変動など外部原因も存在する。

殊に陽極原料の変動は非常に影響が大きく、しかも原料品質の変化の影響は月単位で遅れて出てくる。このため、長期にわたって電解炉の操業が変動して、真の原因を発見するのが困難となることもしばしばである。従って、各工程について少なくともこの1年間の詳細な工程管理資料が必要となり、その資料の正確さがこの調査の判断資料として重要となる。

そこで、調査は直接操業状況を観察・調査するとともに、できるだけ正確な管理資料と技術データの提供を求め、その資料にもとずく討議を中国側と行うことを平行して実施したい。

また、原料・資材調達に関する制約条件、設備管理（保全作業）と改造工事の実施に関する問題点など、改善法案の策定に必要な各種条件を確認したい。

V 貴州省の社会、経済

V 貴州省の社会、経済

1. 自然

面積：17.6Km² 内、耕地面積：186万 ha（1984年）

全省が雲貴（ユンコイ）高原の一部で、平均海拔高さは約1,000 mである。地形は西部がかなり高く、中部はやや低い。中部から北、東、南の3方面は急勾配で下降する。

中国の地形の第2級階状東部縁辺の一部分である。西部の赫章、威寧一帯がかなり平らなほかは山嶺と河北が起伏している。

省の南部は石灰岩地域で、多くのカルスト地形が出来ている。北部には大婁山、武陵山などがあり、北斜面は険峻な地形で、川は典型的な峡谷形式の河流であり、岸壁は深く削りとられ、滝が多い。

気候は平均的には温暖湿潤で、曇天と雨の日が多いが、冬の厳寒はみられず、夏の酷暑もない。1月の平均温度は4℃～9℃である。7月の平均温度は西北部から南部、東北部にかけて20℃～27℃である。

年降水量は900 mmから1,500 mmで、その50%が夏季に集中する。春には雹があり、秋はしとしと雨が多く、冬は樹氷の出来る所もある。

2. 社会

人口：2,932万人（1984年、都市人口；845万人、農村人口；2,078万人）

貴州省は多くの少数民族をかかえており、その比率は約22%で、開発に当たっても無視できない面がある（表V-1参照）。

貴陽市は本省の政治、経済、文化の中心地である。

また、貴陽市は雲南省、四川省、広西壮族自治区、湖南省に通ずる鉄道の交叉点にあり、交通の要である。従って、経済地理としては、四川省、雲南省、広西壮族自治区などの中に含まれる。

これらの地域には石炭、水力資源、鉄鉱石、銅、鉛、亜鉛など非鉄金属資源があり、これを結ぶ鉄道が利用でき、同一経済圏としての今後の発展が期待できる。

表V-1 貴州省の行政と人口

行政区画	76年 6地区 2自治州 4市 70県 9自治県 84年 4地区 3自治州 2地区級市 4県級市 66県 7自治県 4特区 5市轄区			
人口	総人口 2,932万人 (2.8%)	都市人口 854万人(2.6%) 農村人口 2,078万人(2.9%)	少数民族	苗族 258.3万人 彝族 56.5万人 回族 9.8万人 壮族 2.8万人 布依族 209.9万人 侗族 85.1万人 瑤族 1.9万人 黎族 7万人 水族 27.6万人 土族 1.4万人 仡佬族 5.1万人
労働力(84年)(単位万人)		主要人事(85年末現在)		
	全民所有制	集団所有制	名前	経歴
工業	62.5	14.6	書記 ◎ 胡錦濤	共青団第1書記、全国青連主席 現在、中国文化交流センター 副理事長
農業	7.9	-		
建設	15.7	8.6	省長・市長 自治区主席 ◎ 王朝文	黔南フイ族苗族自治州第2書記 省革委會副主任、副省長 省委副書記
交通	11.0	1.7		
商業サービス	14.3	10.8	人代常委 会主任 張玉環	黔东南苗族自治州委書記 貴州革委會副主任、省委常委 副省長兼農弁主任
総数	159.5	37.6		

3. 経 済

貴州省には豊富な地下資源がある。中でも石炭と水力の生産高は全国第7位(1984年)、アルミニウムは11万トン/年で現在第1位の生産量を誇っている。また、農産物ではタバコが全国第3位である(タバコ製品の生産は第7位)。(表V-2及びV-3参照)

しかし、省別(特別市を含む)工農生産総額の順位では29省中25位と低い地位にある。工業生産総額も25位であるが、農業生産総額は20位と僅かながら工業生産総額を上回っている。いずれにしても生産工場の規模が小さく、地域内供給型の産業の枠を出ていないと推測される。

現在、中国は非鉄金属に対して優先的に設備の拡張、増産を計画しており、貴州アルミニウム工場は20万トン/年に能力アップする計画である。また、貴陽～昆明の電化、貴陽～株州の電化が完成すれば、輸送能力が強化され、石炭の増産など関連する諸鉱工業が増産されると推測される。

4. 工業及び資源

1) 工 業

本年(1986年)は第7次5ヶ年計画のスタートの年であり、その経済成長が注目されている。特に第6次5ヶ年計画の調整拡大政策により、昨年後半はエネルギーの供給不足、原材

表V-2 主要経済指標

	単位	83年	84年			単位	83年	84年		
			順位	絶対額(億)				ウェイト	順位	絶対額(億)
社会生産総額	億元	146			鉄 道	km	1,396	1,411	2.7%	
工業生産総額	・	114		135	1.3%	道 路	・	27,675	27,900	3%
工業生産総額	・	62		73	1%	国内河川	・	1,661	1,746	1.6%
軽工業	・	23		28	0.8%					
重工業	・	39		46	1.3%	鉄道輸送量	万トン	1,665	1,777	1.4%
農業生産総額	・	52		62	1.8%	道路輸送量	・	857	907	1.2%
国民所得	・	79		91		水上輸送量	・	62	73	
国内生産総額	・									
						鉄道回転量	億トンキロ	105	119	1.6%
財政収入	億元	8.6		10.8		道路回転量	・	6.2	6.3	1.8%
支出	・	15.6		21.4		総	・	114	133	
						商品販売総額	億元	43	48	1.4%
固定資産投資	億元	17.2		23.0	1.3%	商品買付総額	・			
全人民基本建設	・	7.1		8.5	1.1%					
更新・改造	・	5.0		8.6	1.4%	輸出商品買付額	・			
集団所有制投資	・	1.2		6.4	0.4%					
個人投資	・	4.0 (住宅)		5.3	1.7%					
				7.0						

表V-3 工業生産構成

工業生産総額構成(84年)					農業生産総額構成(84年)				
	絶対額	順位	全国ウェイト	工総ウェイト		絶対額	順位	全国ウェイト	農総ウェイト
冶金工業	8.4		1.4%	11.4%	種 植 業	34.0		1.7%	55.2%
電力工業	4.8		2%	6.5%	林 業	4.2		3.1%	6.8%
石炭工業	3.8		2.1%	5.2%	牧 畜 業	11.0		2.3%	17.9%
石油工業	0.01				副 業	1.20		1.6%	1.9%
化学工業	7.9		0.9%	10.8%	うち 村営工業	6.8		1.2%	11%
機械工業	20.3		1.2%	27.7%	漁 業	0.2		0.3%	0.3%
建材工業	2.6		0.9%	3.5%	農業生産総額	62		1.8%	100%
森林工業	0.9		0.7%	1.2%					
食品工業	16.0		1.9%	21.8%	郷 鎮 企 業				
紡織工業	2.7		0.2%	3.7%		83年		84年	
縫製工業	1.5		0.8%	2%	企業数	13,626			
皮革工業	0.5		0.8%	0.7%	労働者数	228万人			
製紙・文教工業	1.5		0.6%	2%	生産総額	6.5億元		12.4億元	
工業生産総額	73		1%	100%					

料不足、輸送能力不足などを起こし、拡大政策の転換を余儀なくされた。

本年上半期（1～6月）の工業生産総額は、北京市と貴州省が前年同期比マイナスとなった他は各省ともプラスであるが、前年同期の約23%という非常に高い伸びと比べると、本年上半期の伸びは4.4%と低い伸びにとどまった（表V-4参照）。

貴州省の工業生産総額を見ると、85年の実績は、全体としては着実に伸びているが、個々の項目で激減しているものもある。例えば電球が-66.8%、ラジオが-51.9%などで、品質の問題と共に、大衆のニーズに合った製品が生産されなかったのか、工場のメンテナンスが悪くて稼働率が急激に落ちたのか不明である（表V-5参照）。

2) 資源

本省は地下資源に恵まれているが、その開発は遅れており、工業生産総額では全国の約1%にすぎない。僅かに貴州アルミニウム工場がアルミニウム地金の生産で全国第1位の年間11万トンの生産を誇っている。他に良質の無煙炭を使用した電解炉用電根を年間6千トン生産しており、その品質は十分国際的に通用する水準である。

また、エネルギー生産（石炭及び水力発電）は第7位（1984年）にすぎず、豊富な地下資源の活用も今後の開発に掛かっている。

現在ある拡張計画は、貴州アルミナ工場の能力を22万トン/年から40万トン/年に、アルミニウム11万トン/年から20万トン/年に、及び盤水原炭の産出量を1,200万トン/年から2,500万トン/年にするものである。

更に輸送面では既に述べた通り、貴陽～昆明の電化、貴陽～株州の電化計画がある。

表V-6 主要鉱物資源

(1) 石炭	451億トン	全国第4位、水城、六枝
(2) 鉛・亜鉛	100万トン	水城、赫章
(3) ボーキサイト	2億トン	全国第3位、清鎮、修文
(4) 水銀	3.8万トン	全国第1位
(5) リン鉱石	20億トン	全国第2位、開陽、息烽
(6) 鉄鉱石	4億トン	
(7) アンチモニー	10万トン	全国第3位、狼山、三都
(8) マンガン	5,850トン	遵義

注：鉱物資源分布図は図V-1に示す。

表V-4 省別工業生産総額

省名	85年(1~6月)	86年(1~6月)
北京市	156.5	(* -1.3%)
天津市	143.1	(* 3.1%)
河北省	167.6	172.3 (2.8%)
山西省	94.1	(* 2.7%)
内蒙古自治区	44.5	(* 10.6%)
遼寧省	317.3	(* 6.8%)
吉林省	107.1	(* 5.5%)
黑龙江省	172.5	(* 3.7%)
上海市	409.4	421.9 (1.9%)
江苏省	423.1	(* 8.2%)
浙江省	211.9	234.6 (10.7%)
安徽省	107.5	118 (10.3%)
福建省	69.9	(* 2.9%)
江西省	67.2	(* 8.3%)
山東省	276.9	(* 3.9%)
河南省	157.1	(* 0.9%)
湖北省	210.0	219.3 (5.3%)
湖南省	134.1	142.1 (6.5%)
広東省	229.0	(* 6.6%)
広西壮族自治区	59.9	(* 4.4%)
四川省	219.0	(* 0.2%)
貴州省	39.8	39.4 (-1%)
雲南省	57.7	(* 5%)
チベット自治区		
陝西省	85.0	(* 1.2%)
甘粛省	55.8	60.3 (7.2%)
青海省	9.1	9.9 (8.8%)
寧夏回族自治区	10.9	(* 7.9%)
新疆ウイグル自治区	32.8	(* 9.5%)
全	4,082	4,284 (4.9%)

*は1~5月の伸び率

表V-5 貴州省の工業生産実績(1985年)

	単 位	85年実績	前年比増減率(%)
工業生産総額	億元	83.26	14.3
うち：軽工業	億元	32.52	18.3
重工業	億元	50.74	11.9
時計	万个	8.12	31.4
テレビ	万台	19.56	54.9
ラジオ	万台	2.43	-51.9
洗濯機	万台	2.86	-10.3
扇風機	万台	1.55	29.2
冷蔵庫	万台	0.60	—
絹織物	万トン	2.03	21.6
布	億メートル	0.8	12.7
糸	トン	15.26	-30.6
糸織物	トン	1,146	24.8
砂糖	万トン	0.45	2.3
たばこ	万箱	106.05	23.9
機械製紙及び板紙	万トン	4.07	21.9
電球	万个	383	-66.8
炭	万トン	2,468	22.2
原電	億KWH	77.76	2.5
発生電	万トン	54.63	2.1
鋼	万トン	19.44	40.1
鋼材	万トン	20.37	7.6
硫酸	万トン	3.72	1.1
ソダ	万トン	1.23	4.2
化学肥料	万トン	30.83	-16.5
化学農薬	万トン	0.07	-22.3
化学医薬	トン	2.4	1.3
セメント	万トン	233.72	14.6
平板ガラス	万標準箱	28.83	26.4
旋盤	万台	0.07	16.7
内燃機	万馬力	103.2	1.8

5. 農 業

貴州省の耕地面積は185万haと小さく、貴州省の1.06%にすぎない。中国全土に占める農業生産総額も1.8%、食糧生産量は1.9%(1984年)と少ない。気象環境もあって農業の条件は悪く、1人当たりの食糧生産額量は最低の水準で、自給も達成していない(1984年)。しかし、本年1~6月の上半期の農業生産総額は、貴州、山西、山東、河北で史上最高を記録し、全国平均でも前年比5%増となった。

その他、タバコは全国で第3位(1984年)を占める主要産業であり、生糸生産も全国の4大産地の1つであるが、1985年の実績は前年比-30.6%減の15.26万トンの生産にとどまったが、絹織物は前年比21.6%増の2.03万トンを生産している(表V-7)。

林業は全国生産総額の3.1%であるが、『錦屏(チンピン)の杉』として中国の杉材の主要な産地である。

牧畜は全国生産総額の2.3%で、牛、豚が主で、ソーセージや豚毛は一部輸出されている。

表V-7 主要工農生産量

	単 位	83年	84年				単 位	83年	84年		
			順位	生産量	ウェイト				順位	生産量	ウェイト
エネルギー	標準炭 万吨	1,497	14	1,639	21%	セメント	万吨	182	207	1.7%	
石 炭	万吨	1,847		2,027	2.6%	板 ガ ラ ス	万箱		23	0.5%	
石 油											
天 然 ガ ス	億m ³					自 転 車	万台				
発 電 量	億kWh	70		77	2%	ミ シ ン	・	1			
水 力	・	45	7	47	5.4%	ラ ジ オ	・	3	5		
						テ レ ビ	・	9	13		
鉄 鉄	万吨	48		54	1.3%	タ バ コ	万箱	64	7	86	4%
粗 鋼	・	12		14	0.3%						
鋼 材	・	14		19	0.6%						
						食 糧	万吨	703	758	1.9%	
工 作 機 械	万台	0.1				米	・	374	407	2.3%	
自 動 車	・					小 麦	・	32	36		
ハンドトラクター	・					と う も ろ と し	・	210	218	3%	
硫 酸	万吨	4		3.7	0.5%	綿 花					
ソ ー ダ 灰	・					油 料		24	31	2.6%	
苛 性 ソ ー ダ	・			1.2							
化 学 肥 料	・	32		37	2.5%						
						マ ュ					
						豚 類					
布	億m	0.7				タ バ コ		3	23.8	13.3%	
						茶			1	2.4%	

VI 資 料

1. 実施細則・ミニッツ

中 華 人 民 共 和 国
工 場（貴州アルミニウム工場第一電解工場）
近 代 化 計 画
調 査 実 施 細 則

日 本 国 国 際 協 力 事 業 団
中 華 人 民 共 和 国 国 家 経 済 委 員 会

この実施細則は下記の二機関により合意されるものである。

日	本	国	国	際	協	力	事	業	団				
中	華	人	民	共	和	国	国	家	経	済	委	員	会

この実施細則は下記の二者の署名により確認されるものとする。

1986年11月11日

日	本	国				
国	際	協	力	事	業	団
調	査	団	長			
武	田	慶	一			

中	華	人	民	共	和	国
国	家	経	済	委	員	会
外	事	処	長			
聞	凡					

武田慶一

聞凡

日本国政府は、中華人民共和国政府の提案に基づき、工場（貴州アルミニウム工場第一電解工場）近代化計画調査の実施を決定し、1986年11月11日、本計画調査の実施に関する口上書を中華人民共和国政府と交換した。

日本国政府による技術協力の実施機関である国際協力事業団は日本国において施行されている法律及び規則に従い本調査を実施する。

国家経済委員会は、中華人民共和国政府の本調査に関する担当機関として、中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い、中華人民共和国関係機関の調査を行うとともに国際協力事業団が派遣する調査団と協力して本調査の円滑な実施をはかる。

1986年11月11日、日本国政府が中華人民共和国政府へ発した口上書、及び中華人民共和国政府の口上書による回答に基づき、国際協力事業団と中華人民共和国国家経済委員会は協力の内容、範囲及び調査日程並びに協力を進めるに当たって両国政府がとるべき措置等の詳細について本実施細則を定めた。

1. 協力の内容及び範囲

(1) 日本側は中国側と協力して本計画について技術的、財務的実行可能性調査を実施する。

具体的には、下記(3)の貴州省貴陽市における貴州アルミニウム工場第一電解工場に対し工場診断を実施し、その結果に基づき、既存設備の改善並びに新技術導入に基づく操業管理と技術管理に関する現実的かつ実現の可能性の高い近代化計画を策定するものである。

(2) 日本側は本調査の期間中、調査に参画する中国側専門家に対し、現地調査業務を通じ技術移転を行う。

(3) 調査対象工場及び対象製品は次のとおりとする。

対象工場：貴州アルミニウム工場第一電解工場

対象製品：アルミニウム・インゴット

2. 調査の内容

調査は中国における現地調査と日本における国内調査より構成される。

(1) 現地調査においては、主として以下の業務を行う。

1) 工場の概要調査

- ① 工場配置
- ② 製品及び生産
- ③ 製造設備
- ④ 組織及び人員

2) 生産工程調査

- ① 整流工程

- (i) 受電設備
 - (ii) 整流設備
 - ② 電解工程
 - (i) 電解炉
 - (ii) 操業設備
 - (iii) 炉ガス補集設備
 - ③ 陽極製造工程
 - (i) コークス粉碎分級設備
 - (ii) ピッチ溶融設備
 - (iii) 計量設備
 - (iv) 混捏設備
 - 3) 生産管理調査
 - ① 設備管理
 - ② 調達管理
 - ③ 在庫管理
 - ④ 操業・工程管理
 - ⑤ 品質管理
 - ⑥ 環境管理
 - ⑦ 教育・訓練
 - 4) 中国側の工場近代化計画調査
- (2) 日本国における国内調査においては、中国における現地調査の結果を踏まえ、以下の項目により構成される報告書を取りまとめる。
- 1) 工場の概要
 - 2) 生産工程の現状と問題点
 - 3) 生産管理の現状と問題点
 - 4) 工場近代化計画
 - ① 計画の内容
 - ② 実施スケジュール
 - ③ 近代化に要する経費
 - ④ 近代化計画実施上の留意点
 - 5) 結論と勧告
3. 調査期間及び工程
- (1) 調査の期間は別表1のとおり、1987年2月中旬から1987年11月下旬までのおおむ

ね10ヶ月間とする。

(2) 調査の工程はおおむね以下のとおりである。

- ① 現地調査を1987年3月中旬までに終了する。
- ② 1987年7月下旬を目途に上記2.(2)の報告書を取りまとめる。
- ③ 上記①の報告書の現地説明を1987年9月中旬に実施するものとする。

4. 報告書

国際協力事業団は下記の日本語による報告書を国家経済委員会に提出する。

(1) 最終報告書(案) (10部)

工場の診断結果及び近代化計画の提案を内容とするもので、1987年8月上旬に提出する。

(2) 最終報告書 (30部)

最終報告書(案)に対する国家経済委員会及び工場の意見を受けた後、2ヶ月以内に提出する。

5. 中国側がとるべき措置

現地調査を円滑に実施するために、中国側は中華人民共和国において施行されている法律及び規則に従い以下の措置をとる。

- (1) 中国側専門家、事務職員及び作業員等の提供及びそれらに係る全ての経費負担
- (2) 現地調査に必要な作業所及び机、椅子等の備品の提供及び宿舍の斡旋
(但し、調査サイトにおいて通常の方法で借り上げが困難な場合は宿舍の無償提供)
- (3) 現地調査のために必要な通訳の無償提供
- (4) 現地調査のために必要な航空機、鉄道、車両及び船艇等の手配
(但し、通常の方法で借り上げが困難な車両及び船艇等については運転手等を含め無償提供)
- (5) 現地調査のために必要な中国国内電話設備の提供及びそれに係る経費負担
- (6) 現地調査のために必要な諸許可の手続きの実施
- (7) 調査のために必要な資料及び情報の提供
- (8) 調査のために必要な資料の中国から日本への移送許可
- (9) 現地調査期間中の調査団員に病気、けがが発生した場合の病院の手配
- (10) 現地調査期間中の調査団員の安全の確保
- (11) 日本から持ち込む資機材の中国国内輸送費の負担
- (12) 日本から持ち込む資機材の輸入及び再輸出に必要な手続き
- (13) その他軽微な資機材等一部の負担
- (14) 調査対象工場における調査協力体制の整備

1) 工場長クラスをヘッドとした「工場近代化委員会」を設置し、調査の円滑な実施に必要な協力を行うこととする。

2) 「近代化委員会」は、現地調査団の訪中までに自工場について前記2.(1)の各項目についての資料を整理しておくこととする。

6. 日本側がとるべき措置

日本側は調査に当って以下の措置をとる。

(1) 日本側調査団員の技術費、渡航費、現地調査期間中の食費、旅費及び医療費等の経費負担(上記5.(2)、(4)の中国側が負担する場合を除く。)

(2) 日本から持ち込む資機材の日本から中国までの往復輸送費の負担

(3) 上記4.の報告書の提出

7. 本実施細則に定めていない事項については本調査期間中両者協議して定めるものとする。

別表 1 調査期間及び工程（予定）

	昭和 61 年度			昭和 62 年度								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 事前準備		□										
2. 本格調査			■									
3. 国内作業（報告書作成）				□								
4. 報告書送付							△					
5. 報告（案）現地説明									■			
6. 最終報告書作成										□		
7. 最終報告書提出											△	

凡例 ■ 現地調査期間 □ 国内作業期間

第一電解工場近代化計画調査実施に関する覚書

国際協力事業団が派遣した貴州アルミニウム工場第一電解工場近代化計画事前調査団は11月5日から9日まで上記工場を訪問し、整流所・電解工場・陽極ペースト工場・鑄造工場等の調査を行い、中華人民共和国・国家経済委員会及び有色金属工業総公司の代表者の参加のもとに、貴州省経済委員会、貴陽有色金属公司、貴陽アルミニウム・マグネシウム設計研究院、貴州アルミニウム工場と調査に関する実施細則につき協議を行った。

中国側は第一電解工場近代化計画（改造）の原則と目的を詳細に説明し、調査に必要とする図面・資料及び原料サンプルを調査団に提供し、協議は友好的に行われ、日中双方は実施細則に関し合意に達した。

実施細則に関する協議において、工場側は報告書（案）説明チームの派遣を8月下旬に実施して欲しい旨要望した。

調査団は工場側の事情を理解し、その要望に沿うよう努力する旨約束した。

1986年11月9日

調査団 団長

貴州鋁厂 副厂长

武田慶一

刘治平

武田慶一

刘治平

<p>導入技術と輸入設備の主な内容</p>	<p>I. 技術を導入するもの</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 陽極ドライペーストの生産技術 2. 天井走行レクーン 3. フィーダーケーシングマシン 4. コンピューター制御の技術 5. 自動焙焼槽の気体浄化技術 <p>II. 輸入設備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 大電流自動制御及び計量設備 2. 炉制御コンピューター 3. 陽極ペーストの自動計量、配合及び混練設備
<p>企業診断と技術改造の範囲と目標</p>	<p>I. 診断範囲</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電解炉の構造 2. 陽極ペーストの生産系統 3. 電解炉のプロセス系統 <p>II. 診断目標</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. アルミニウム塊を1万トン増加する。 2. 電流効率を88～89%とする。 3. アルミニウム1トンにつき直流電流の電気消費量を13,700～14,000 KWとする。 4. 煤煙による汚染問題を解決する。

3. 対処方針

実施細則協議にあたり、次のとおり対応する。

(1) 対象製品

アルミニウム・インゴット（但し、同工場はアルミナも生産しているが、アルミナは別工程であるので、今回の調査対象とはしない。）

(2) 生産工程

1) 整流工程

- ① 受電設備
- ② 整流設備

2) 電解工程

- ① 電解炉
- ② 操業設備
- ③ 炉ガス補集設備

3) 陽極製造工程

- ① コークス粉碎分級設備
- ② ピッチ熔融設備
- ③ 計量設備
- ④ 混捏設備

更に、中国側の希望事項に対し、以下の事を考慮する。

鑄造工程については今回の要請にはないが、中国側より強い調査要請があった場合は調査団に判断を一任する。

- 1) 中国側導入希望技術に対しては、現在の生産技術実績を聴取し、問題点を解析し、場合によっては段階的に導入すべく、中国側と充分協議し対処したい。
- 2) 輸入希望設備に関しては、導入設備の選定などにつき中国側と充分協議し対処したい。

(3) 生産管理

- 1) 生産管理のうち、操業管理、設備管理の調査をし、改善を提案する。

(4) 工場近代化計画

近代化計画の策定に当たっては、現実的かつ実現性の高い近代化計画とすることを考慮し、中国側の近代化に対する考え方を十分聴取し協議するものとする。

(5) 調査期間

本格調査の実施にあたり、調査期間・日程について中国側と協議しつつ、日本側の対応の可能な範囲で弾力的に延長又は短縮できることとする。

4. 質問事項及び依頼事項

I. 質問事項

1. 全般

1) 工場概況

- ① 設備能力
- ② 建設年月(着工 年 月、完成 年 月、操業開始 年 月)
- ③ 使用技術(国産技術、輸入技術)

2) 過去3年間の生産計画値と実績値

純度別生産実績(A0、A1、A2)

- 3) 管理部門、操業部門の組織表と人員数及び操業形態
- 4) 主要項目原単位の計画値と実績値

2. 生産工程及び生産管理

1) 工場近代化の基本計画

- 2) 原単位向上のための問題点と改善対策(計画)
- 3) 生産量増加のための問題点と改善対策(計画)
- 4) その他の問題点(例えば材料入手、電力等)

II. 依頼事項

1. 図面

- 1) 現在の工場全体配置図及び工場別設備配置図
- 2) 増産設備及び輸入設備予定配置図
- 3) 製造工程図(既存電解炉と増産工程の判るもの)
- 4) 個別工程の設備図面

2. 資料

1) 操業技術

- a) 製品の品質及び種類、寸法

2) 生産技術

- a) 工程別主要設備の仕様及び台数
- b) 材料規格及び入荷検査実績

3) 管理技術

- a) 品質管理標準(検査法及び保証方式、管理見本の管理法)
- b) 設備管理標準(保全管理、改善管理等)
- c) 人員計画(操業員、技術者、管理者に対する教育訓練計画とその内容)

4) 主な導入希望生産技術及び輸入設備の具体的内容

5. 収集資料

1) 資料リスト

- ① 貴州アルミ工場第一工場の改造について
- ② 貴州アルミニウム工場第一電解工場の改造についての調査内容追加文書
- ③ 1983～85年各項指標実績状況(表Ⅳ-1)
- ④ 組織図(図Ⅳ-1)
- ⑤ 電解工場組織図(図Ⅳ-2)
- ⑥ 陽極工場組織図(図Ⅳ-2)
- ⑦ 鑄造工場組織図(図Ⅳ-3)
- ⑧ 整流工場組織図(図Ⅳ-3)

2) 工場から提供された設備図面

図面名称	図番	部数
① 貴州アルミニウム工場全体配置図	1Ⅴ-5	1部
② 陽極工場・配合成形工程平面配置図1～4階	112-37-治-2	1部
③ 同上 5～6階	112-37-治-3	1部
④ 同上・配合成形工程断面配置図	112-37-治-4	1部
⑤ 電解工場・建家平面配置図	112-9-治1-3G	1部
⑥ 同上・建家断面配置図	112-9-治1-4G	1部
⑦ 同上・建家平面図	112-9-土-3G	1部
⑧ 同上・建家立面断面詳細図	112-9-土-5	1部
⑨ 80KA VS型電解炉・全体組立図	04-2-2G	1部
⑩ 同上・陰極築炉図	04-2-3G	1部
⑪ 同上・下部槽組立詳細図	04-2-4G	1部
⑫ 同上・陽極ケーシング組立詳細図	04-2-6G	1部
⑬ 同上・陽極ジャッキ組立図	04-2-8G	1部

以上13部

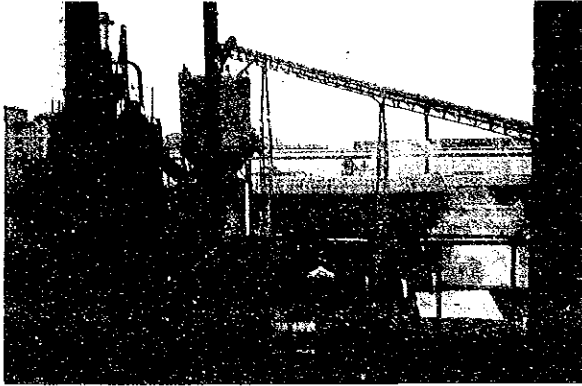
6. 写 真



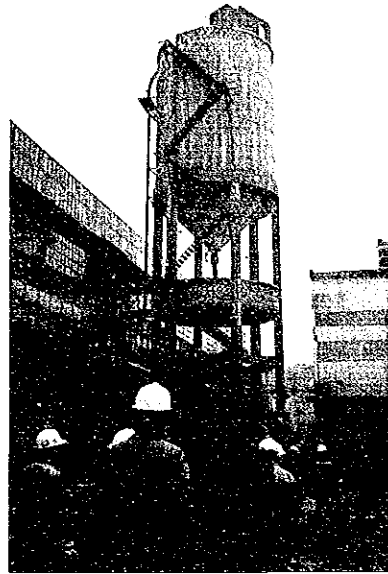
実施細則に署名



第一電解工場



粉炭コンベアー及びコークス焼成キルン
向う側煉瓦建物石炭倉庫
(緑色のサイロ及びコンベアーは第二電解工場用設備)



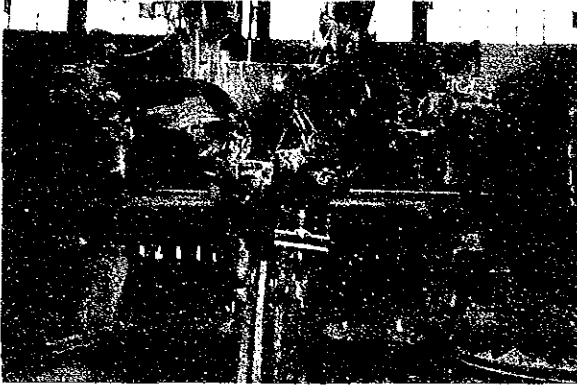
左側第一電解工場及びアル
ミナサイロ、正面鑄造工場



操業中の炉



向側の炉左端の炎は捕集
されないガス



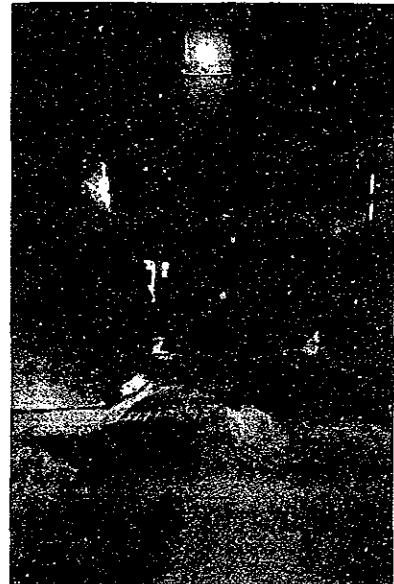
電解炉立上りブスバー上部
(母線及び陽極昇降用ジャッキ)



電解炉立上りブスバー下部



陽極棒取替作業中
黄煙はタールフェームガス
(陽極棒を引抜いた直後)



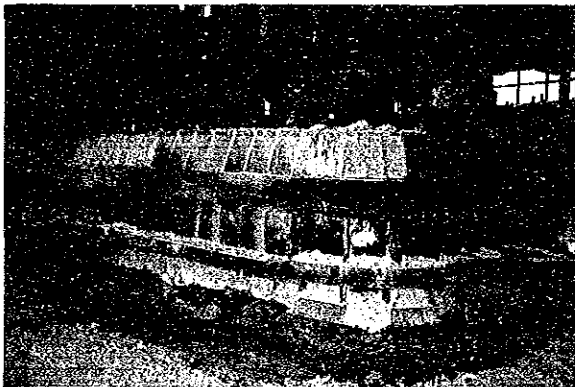
陽極棒に付着した陽極ペーストが燃焼している状況



引抜いた陽極棒をバスケットに入れる所



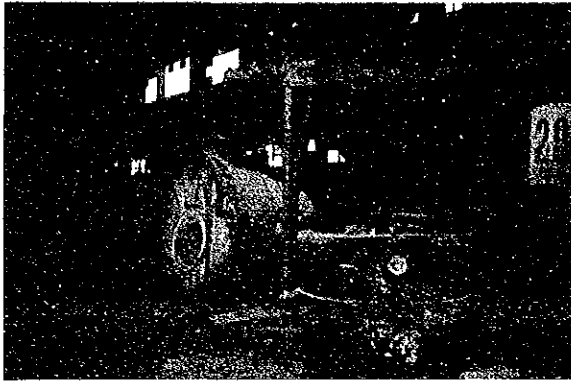
新しい陽極棒を電解炉に挿入する所



停止炉陽極及び陰極



陰極下部槽の変形状況及び陰極フレキシブルバス



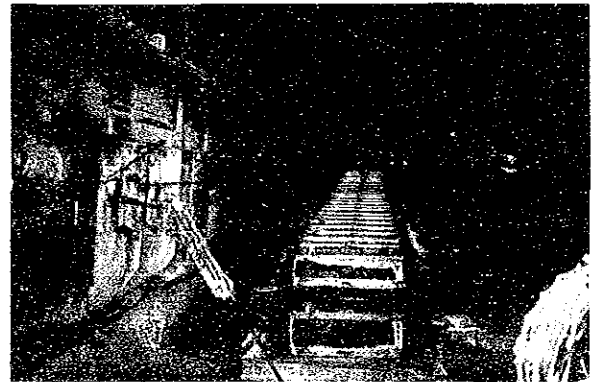
アルミニウム真空取鍋



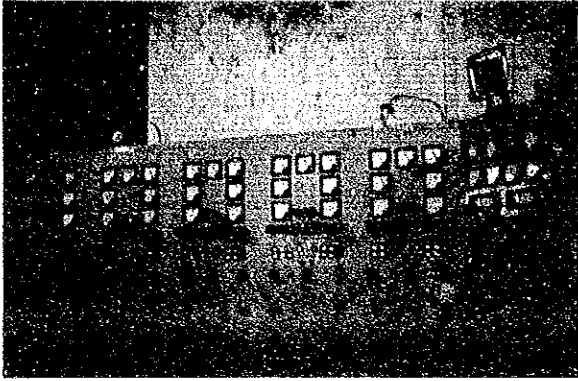
アルミニウム運搬用鍋



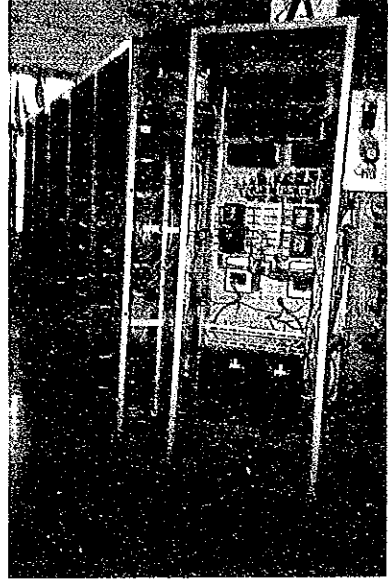
アルミニウム保持炉及びインゴット



保持炉及びインゴット鑄造機

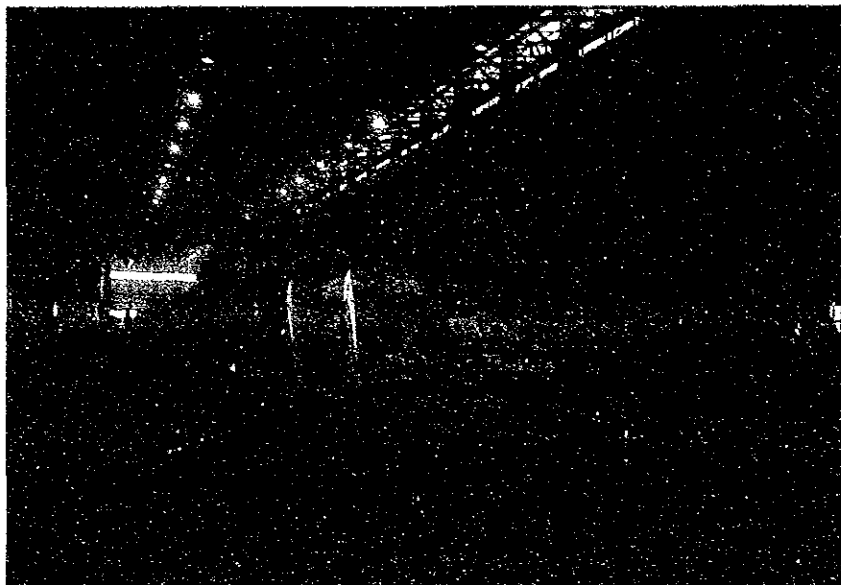


整 流 所 計 器 盤



盤 内 配 線

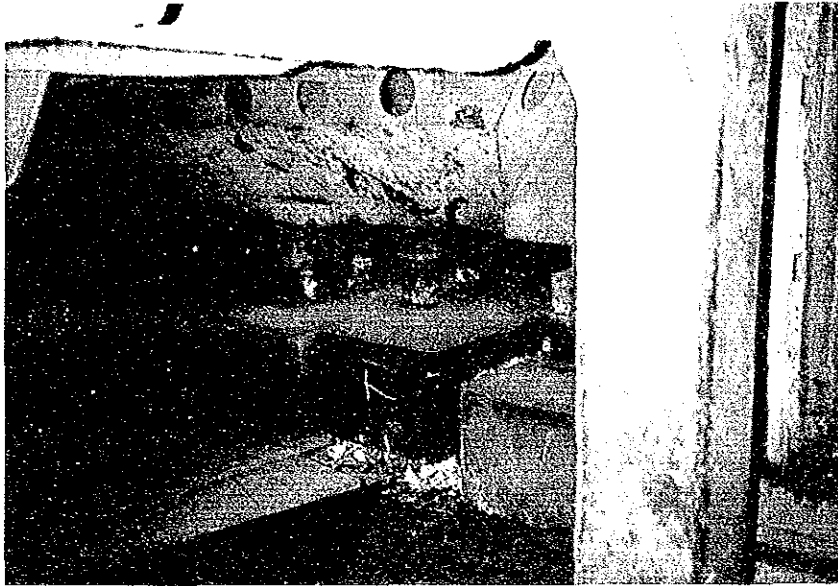
第二電解工場



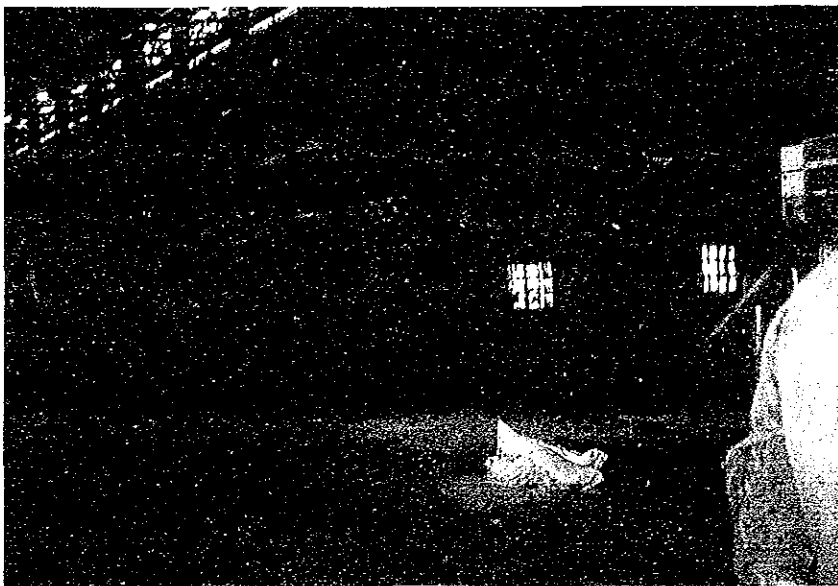
第二電解工場
(黄色の枠内にブスバーがある)



作業中のクレーン



起動前陽極の状況
(プリベーク炉陽極)



真空取鍋と運搬用トラック

JICA