

**3 . 開発途上国の鉱業の人材育成と
公的機関・政府 / 民間企業の役割
(協力現場での人材育成の取り組み例)**

研究協力：ホンジュラス環境保全鉱害防止技術

I：要請の背景と研究目的

ホンジュラスは現在環境保全に積極的に取り組み93年には環境一般法を批准翌年1994年に環境省を設立した。ホンジュラスにはスペイン植民地時代に開発された廃坑や、現在操業中の中小鉱山が存在している。いずれの鉱山も従来まで環境に配慮した対策が講じられていなかったため、環境に悪影響を及ぼしていることが顕在化していた。このような状況下ホンジュラス国として現在発生している鉱害の防止を実施することと、これから開発される新規鉱山が環境保全と両立出来る体制作りが急務となっていて、日本政府に鉱害防止技術に関する技術協力の要請があった。この要請を受け96年12月事前調査、P/J形成調査団を派遣、協議の結果、両国の合意のもと発進された。

協力期間は1997年6月15日～2000年6月14日の3年間で、主な研究大項目は①鉱害の現状調査 ②有害物質の処理技術の向上 ③環境モニタリング手法の確立です。この研究協力プロジェクトを通じて、鉱業活動によって環境にもたらされる悪影響を回避・軽減し、環境保全と同国の鉱業の持続的発展に寄与する事を目標とした。

II：実施業務内容概要

業務計画を遂行するための専門家派遣（長期2名：短期延べ7名）と必要な調査機材を供与、日本研修員受入し、相手国受入機関の技術向上と調査体制を強化した。

長期専門家 2名 鉱害防止技術、化学分析

短期専門家 5名 環境モニタリング 有害物質処理法 廃さい堆積場の設計管理、
鉱業行政、環境鉱害防止技術

日本研修員 3名 水質調査モニタリング法（ホンジュラス側C/P長 兼モニタリング担当 鉱山監督部長）

環境行政（C/P P/Jコーディネーター）

鉱業開発行政（鉱山総局長）

調査機材供与 化学分析機器 及び現場調査用機材等

III：総括

当初の計画実施に多くの制約要因がありましたが結果的には内容を殆ど変更無く達成でき、満足した成果・結果を得た。

その結果目標として掲げていたホンジュラスの環境保全鉱害防止対策に大きく寄与できた。特に天然資源環境省：鉱山振興局の今後の鉱害防止業務遂行のための指針となり

得るものが出来、非常に役立つ事が出来た。即ち鉱山局内に鉱山環境モニタリングシステムを構築し、定期的に各民間鉱山調査を実施・監督し、現場調査で得られた試料の化学分析が出来、調査体制が整えられた。又、こうした調査サービス業務は調査費の売上金として計上でき、新生「鉱害防止環境部」の資金源の一部に見込まれている。本プロジェクトの計画の未達成部分は今後この鉱害防止環境部が継続し実施できる等任国の自助努力を評価出来るも、日本政府は技術移転が充分活かされるようホ国側への助言・援助を継続して与え、ホンジュラスの対応を今後も注意深く見守る事が非常に大事と考えている。

IV：研究協力：環境保全鉱害防止技術の効果

ホンジュラスでは昨年以來大型の新規金鉱山開発が3つ開発進行中で今後社会経済開発に大きく寄与するものと期待されている。その一方では、開発に伴う環境への負荷が問題視され探鉱段階から開発に反対する NGO、環境保護団体、及び一部地域住民との対話集会等が実施されている。約3年前の鉱山振興局には鉱山公害にかかわる技術・人材・必要機材が乏しく、その業務は殆ど消化されず放置されていた。97年から：研究協力：環境保全鉱害防止技術の協力を通じてようやく鉱害防止業務が出来る体制になってきた。これは鉱山調査、環境モニタリング、化学分析業務、人材育成、日本研修員、供与機材等の協力を経て徐々に形成されてきたと思われる。特に稼働中の鉱山については鉱山局の化学分析部門の充実拡大により、現場調査で得られた環境サンプルの解析がすばやく出来るので、鉱山の調査・評価がスムーズに実施できるようになった。具体的には以下の点を評価できる。

- 1 稼働鉱山、休廃止鉱山、探鉱開発鉱山の現状把握が出来た。
- 2 鉱害問題住民訴訟に対応出来る、技術的データの収集が可能になった。
- 3 鉱害問題訴訟にかかわる他省庁の現地合同調査の参画体制を可能にした。
- 4 鉱山開発と環境の影響をテーマにした過去4度の“セミナー”を通して、関係機関に広く正しい知識・理解を普及できた。
- 5 鉱山環境モニタリング体制の確立に大きく寄与した。
- 6 鉱山局研究室化学分析セクションの新人C/Pの教育にはある程度時間が必要である。しかし、新規供与機材等により化学分析部門が質・量ともに充実出来た。
- 7 日本カウンターパート研修員3名の環境保全鉱害防止技術に関する知識向上へ寄与。
- 8 当該プロジェクト成果を将来に渡り継続する為の「鉱害防止環境室」を新設出来た。

V：今後の課題

計画の実行を進める為には鉱山局の前向きな取組み姿勢が重要である。そしてこれまで共同研究してきた技術者カウンターパートの雇用安定が最重要である。現状で

は多くのカウンターパートは期半ばで退職ないしは配置転換によって、そのポストから外される傾向が強く継続性のない労働環境である。こうしたシステムを変える必要が有る。これまで築いてきた成果の定着は周囲の研究機関や監督機関との技術交流更に深め、鉱害防止技術を強化できる事と確信している。又人材育成の為、従来本研究プロジェクトが実施してきた「鉱山と環境」のセミナーを今後も継続される事を強く期待する。

これまでは環境保全鉱害防止技術の基礎を中心実施してきた。加えて今後は調査活動を通して得られる多くのデータの蓄積と解析、及び影響評価法の確立等が重要な作業になる。この点については今回の研究協力ではそのレベルに達し得ず、今後の協力の目標になると思われる。今後こうした調査活動で得られる成果はホンジュラス国に適応した環境基準、規制値の見直しの基礎になり得る。単に国際機関の厳しい基準値を利用している現状では、これらの規制値等が産業の育成にマイナス要因となるでしょう。

日本としては早い時期にホンジュラス国が独自に鉱害防止技術を確立させ、技術移転が充分活かされるようホ国側への助言・援助を与えホンジュラスの対応を今後も見守る事が非常に大事と考えている。

IV：自立発展性

(1) 組織的自立発展の見通し

得られた成果がホンジュラス国鉱山業界に適応し根づく為には受入期間自ら本研究成果を基礎に今後も継続し鉱害防止業務を履行することが必要である。その為の一手段として本研究協力を継承する：鉱害防止環境室：の新設を働きかけてきたがようやく承認され、この新設室が継承出来る体制を維持している。

(2)：財務的自立発展の見通し

公社的な運営を進める鉱山振興局は緊縮財政下であるものの、本研究協力の業務を継承し、稼働鉱山の環境モニタリング、試料の化学分析、成果報告を通常のサービス業務として消化すれば売り上げ収入も見込める体制になっている。この売り上げ金は上述の鉱害防止環境部の重要な資金になる見通し。

(3) 技術的自立発展の見通し

本研究協力により C/P は確実に技術力を向上させている。現時点では供与機材の使用活用にも問題無く、環境モニタリング、化学分析業務等サービス業務が提供できる。今後も鉱山調査、委託化学分析等を継続することに依ってさらなる技術レベルの向上が期待できる。研究協力終了後はこれまでの派遣専門家の指導の基づき、今後も調査活動を継続する必要があるも、得られた成果の評価等については未だ不十分であるので、尚一層の協力をお願いしたい旨を表明している。C/P の定着は即得られた成果・技術の定着と相関しているが、緊縮財政下大幅な給与増等は期待できず、C/P の雇用安定、定着の問題に対し有効な解決策が見出せない状況である。 以上

・計画以外に実施活動した主な項目は以下の通りです。

① セミナーの開催

研究協力環境保全鉱害防止技術が主催し、過去4回に渡りセミナーを開催した。

第1回目 98年3月主題目は：環境影響評価、

第2回目 98年9月主題目は：鉱山と環境

第3回目 99年6月主題目は：鉱山と環境

第4回目 99年12月主題目は：鉱山と環境

鉱山資源開発・鉱害防止技術に関する経験知識等が非常に少ないホンジュラス国においてセミナーを通して関係者に正しい知識・理解を持ってもらえるよう、又当該研究 P/J の活動内容の普及を目的として開催した。

：第1回目は当該 P/J 環境保全鉱害防止技術の協力内容、鉱山局の役割、及び環境影響評価法について講演を中心に実施した。環境影響評価についてはチリー人専門家を中心に実施した。

：第2回目 98年9月主題目は：鉱山と環境

日本からの短期専門家派遣時期に合わせ実施、鉱山局、鉱業協会、長期専門家他 2名の短専にも講演協力お願いした。参加者は鉱山局、環境局、環境管理局、公害研究所、水資源局、環境コンサルタント、民間の鉱山会社4社等、各機関から2～3名を限定参加で、合計で40名ほどであった。長期専門家の講演と併せ、短専等は今まで指導した各分野の纏めとして、環境モニタリングの手法、廃さいダム設計管理について講演した。

：第3回目 99年6月主題目は：鉱山と環境

この時期は過去のセミナーを含め徐々に当該 P/J の活動に対して関係者から期待と高い評価を得ていた。そして環境試料サンプリングの標準化法の作成が急がれていたこの時期に、ホンジュラスカウンターパートが中心にこのテーマについて講演出来た。セミナーは4日間で、内2日間は講演、残り2日間は el mochito 鉱山視察環境モニタリングの実習、および鉱山局の分析室にて化学分析(水質、土壌)の実習を行なった。

：第4回目 99年12月主題目は：鉱山と環境

第4回目は当該 P/J の最後の纏めのセミナーとして企画実施した。鉱山振興局を柱に鉱業協会 鉱山会社等中心にし、加えて日本から2名の講師短期専門家及びMICHIMAJ も参加して頂いた。ホンジュラスの鉱山開発が進行するに従って、鉱害に対する関心が大きく、政府関係者、各鉱山会社のみならず、現在開発進行中の鉱山地域住民の代表も参加された。講演では天然資源大臣の出席のもと日本国大使の特別講演もあり、プロジェクト最後の纏めのセミナーに相応しい内容になった。前回同様のスタイルで環境モニタリングの実習、研究室における有害物質の分析技術及び廃水処理技術の実験、稼働鉱山見学等を組み合わせ実施した。

② 研究協力環境保全鉍害防止技術の広報活動

協力活動の普及を行うべく当該 P/J のパンフレットを昨年 1999 年 3 月に作成、関係機関に配布している。内容は P/J の目的、各調査研究の実施事項、及びその必要供与機材、日本研修員、人材育成のプログラム〔セミナーに実施等〕他を網羅している。又、第四回目の：鉍山と環境のセミナーについては事前に特別にパンフレットを作成し、国内外の参加者関係機関に配布、当該プロジェクトの広報活動をした。今後は季刊誌を作成する予定である。

③ 鉍害問題に係わる合同調査への参画

環境保全に対する世論の高まりとあわせ、稼働中の鉍山、及び探鉍中の鉍山についての調査要請があり、鉍山局を中心にして環境影響評価局、環境管理局、公害研究所及び他の機関との合同調査を実施している。以前は十分な調査機材も無く人材難で国内の調査技術・手法は未整備だったので、得られた結果に食い違いが生じたり、鉍山側、監督側、住民側の 3 者に意見の差がある事が殆どで、中にはデータが無くとも、勘だけで問題を提起しているのがあった。この状況を改善すべく、当該 P/J の環境モニタリングセクションは“モニタリングの作業標準化法”を作成(既報)した。現在はこの標準化法に沿って調査するよう義務づける体制を整理中である。

④ 鉍山環境室の新設

当該 P/J の継続発展の為、現在の人材・器材の有効利用すべく“鉍山環境室”を新設申請した。97 年 4 月に構想し、現鉍山局に申請働きかけたが、鉍業法の改正がある理由で伸ばされていた。昨年 99 年 2 月から鉍業法の改正によって「鉍山振興局」に名称も変わり、この機を利用、鉍山振興局の新組織として“鉍山環境室”の新設再申請したものの。

⑤ 鉍業協会との連携

ワジュラスにある鉍山経営会社は大小併せ 10 社あり、各企業の連携を強化する目的で協会が存在している。当該プロジェクトはこの協会との連絡接触を密にしている。鉍害問題・住民からの苦情が発生した場合には、鉍山振興局が対応するも、協会の代表が鉍業界の代表として参加している。又、研究 P/J が作成した鉍山に関する「環境モニタリングの作業標準化法」を現場に応用する際には鉍山業界全体に情報通達できるなど重要な役割を果たしている。加えて過去実施したセミナー“鉍山と環境”については講師の派遣等協力を受けている。とりわけ当該研究 P/J とは鉍山業界全体で鉍害のない開発を進める為に、小規模零細鉍山企業の鉍害対策を議論し、現在は主に南部地域の零細鉍山の水銀汚染の軽減を検討している。

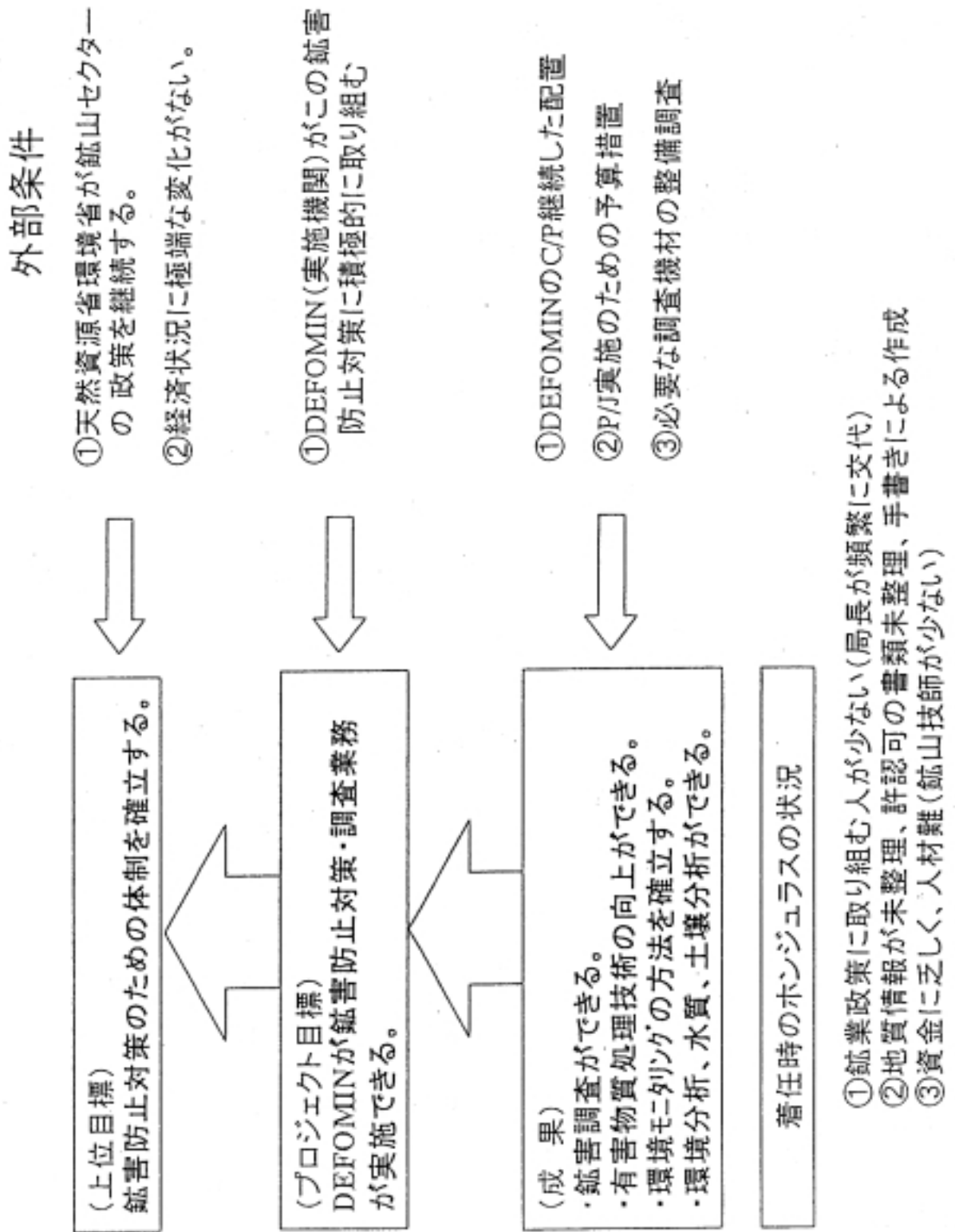
尚今年 2000 度の「鉍山の日」に鉍業協会特別賞を受賞した。

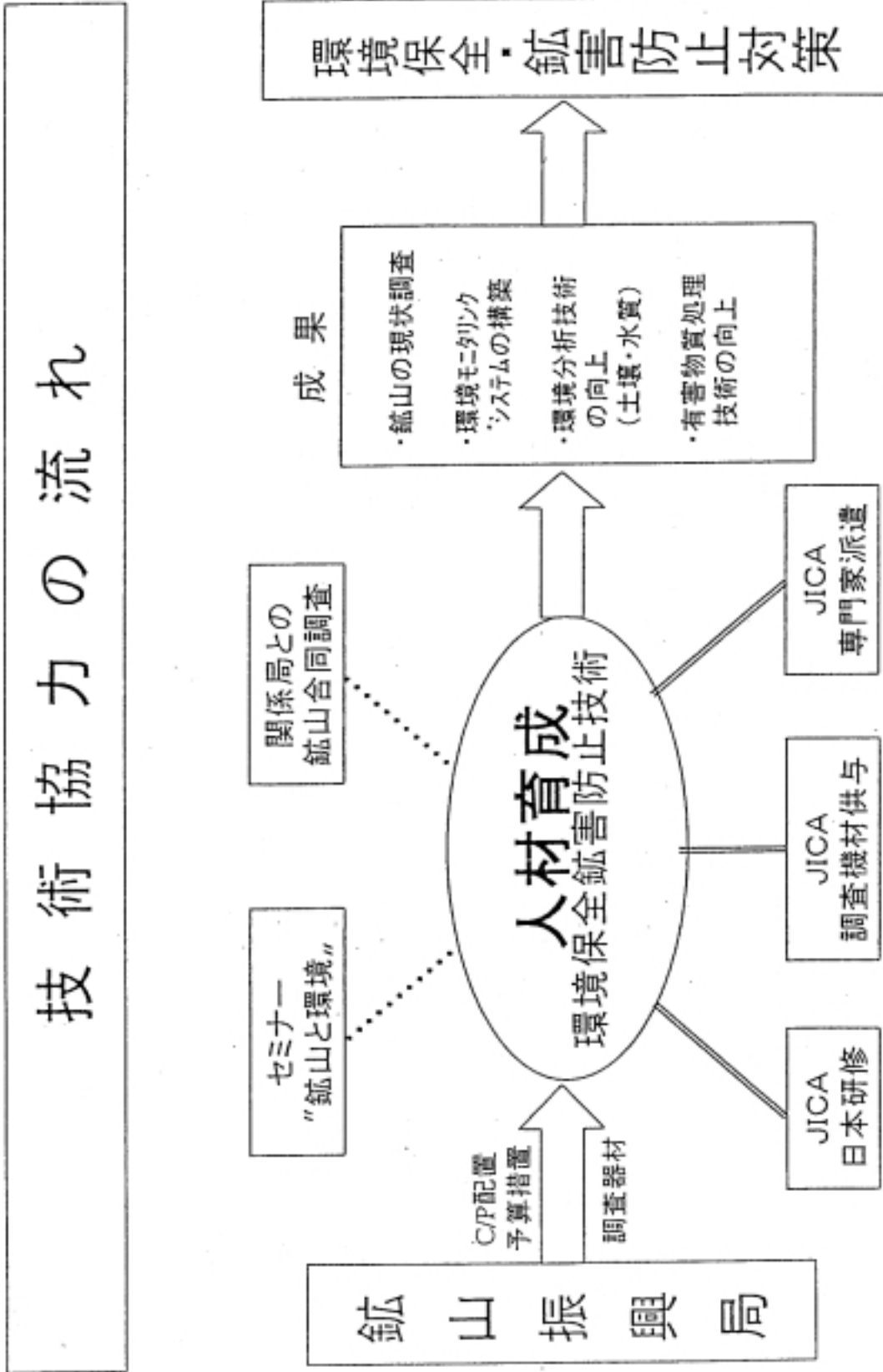
◎ 住民対話

環境保護団体、NGO グループ、鉱山地域の住民、地方自治体等からの鉱害問題に対応する為に、鉱山局及び環境影響評価局他関連機関等と合同でこれらの住民対話に積極的に参加している。特に開発進行中の San Martin 鉱山, San Andres 鉱山, について苦情が頻繁に有り、得られた調査結果を基にその都度住民との対話を通し、鉱山についての正しい知識の普及及び説明を担当してきている。最近の4月には2度に渡りテレビにて鉱害問題の現状説明を鉱山局、鉱業協会等と実施している。

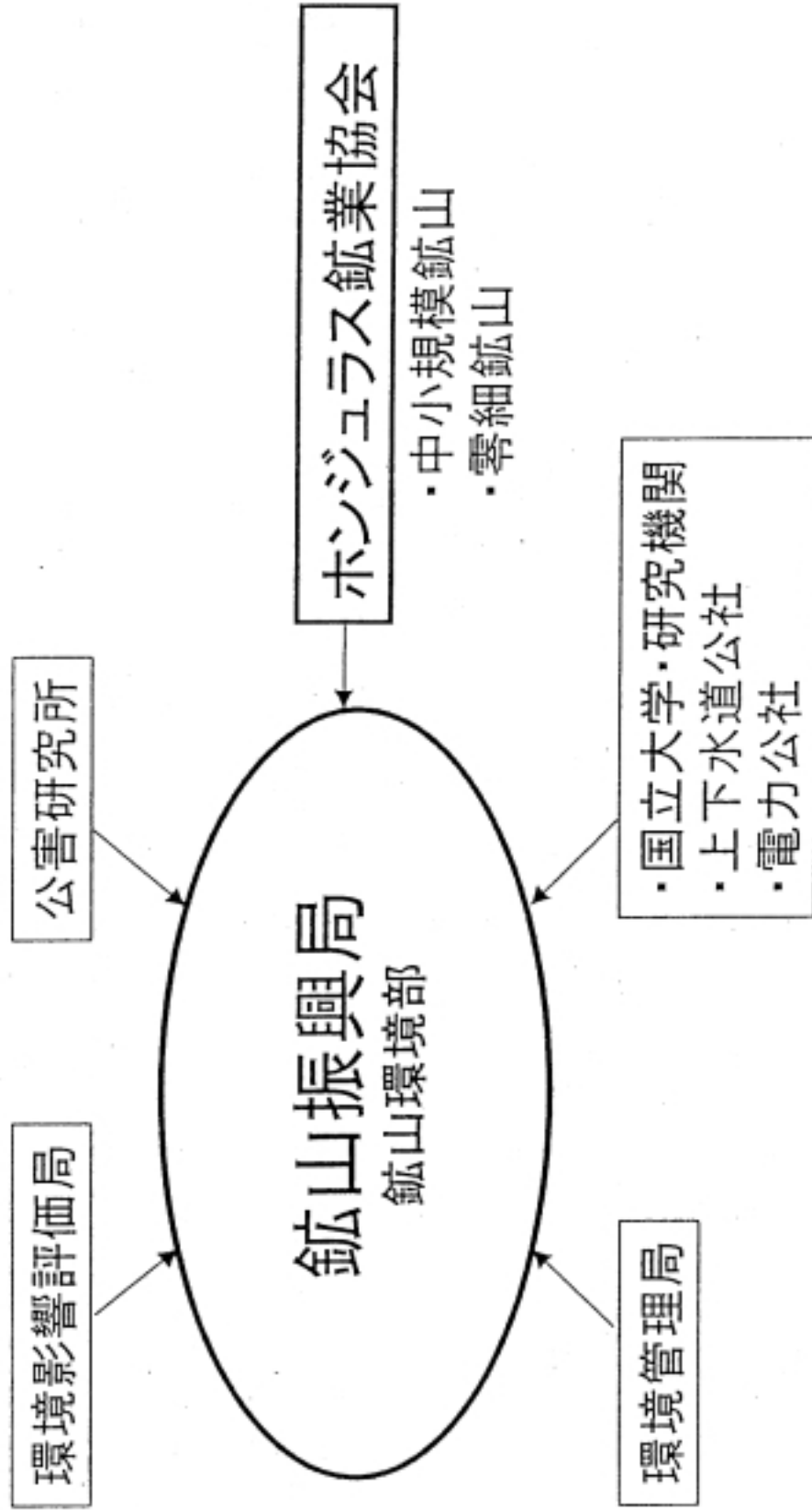
図1

プロジェクト全体像





ホンジユラス環境保全・鉍害防止と支援関係機関



鉱業協会の役割（中小零細鉱山の開発振興）

- 業界要望の抽出
- 鉱業行政機関への陳情・要望
- セミナー・発表会開催
- 新技術の紹介
- 鉱業行政機関が実施する助成策の支援

4 . 日本国内での専門家確保の現状と課題

(この原稿は、MMAJの細井課長が2000年「資源素材学会」で発表されたものから本人のご好意を得て引用させていただいたものです。)

＜資源開発における長期技術戦略と人材育成＞

中長期の金属資源 開発技術と人材育成

金属鉱業事業団

細井義孝

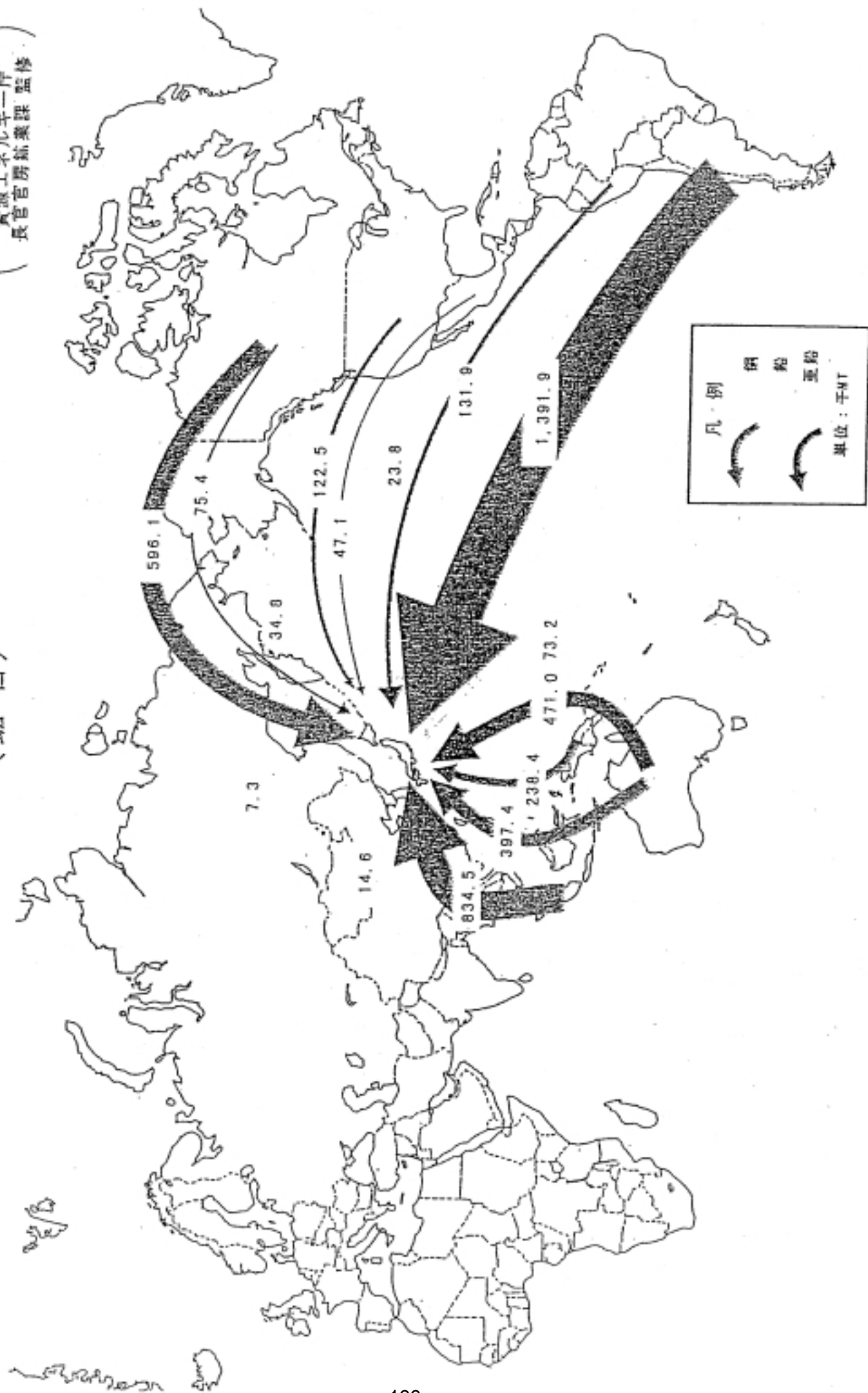
我が国鉱業界における変化

- ・ 黒鉱ブーム>>国内鉱山の衰退=主要金属鉱山は3鉱山のみ
- ・ 大型ナショナルプロジェクト>少しなりをひそめ>海外鉱山の探鉱・開発は活発化=マイニングビジネスを念頭においた自

主探鉱

我が国の輸入量('98) (鉱石)

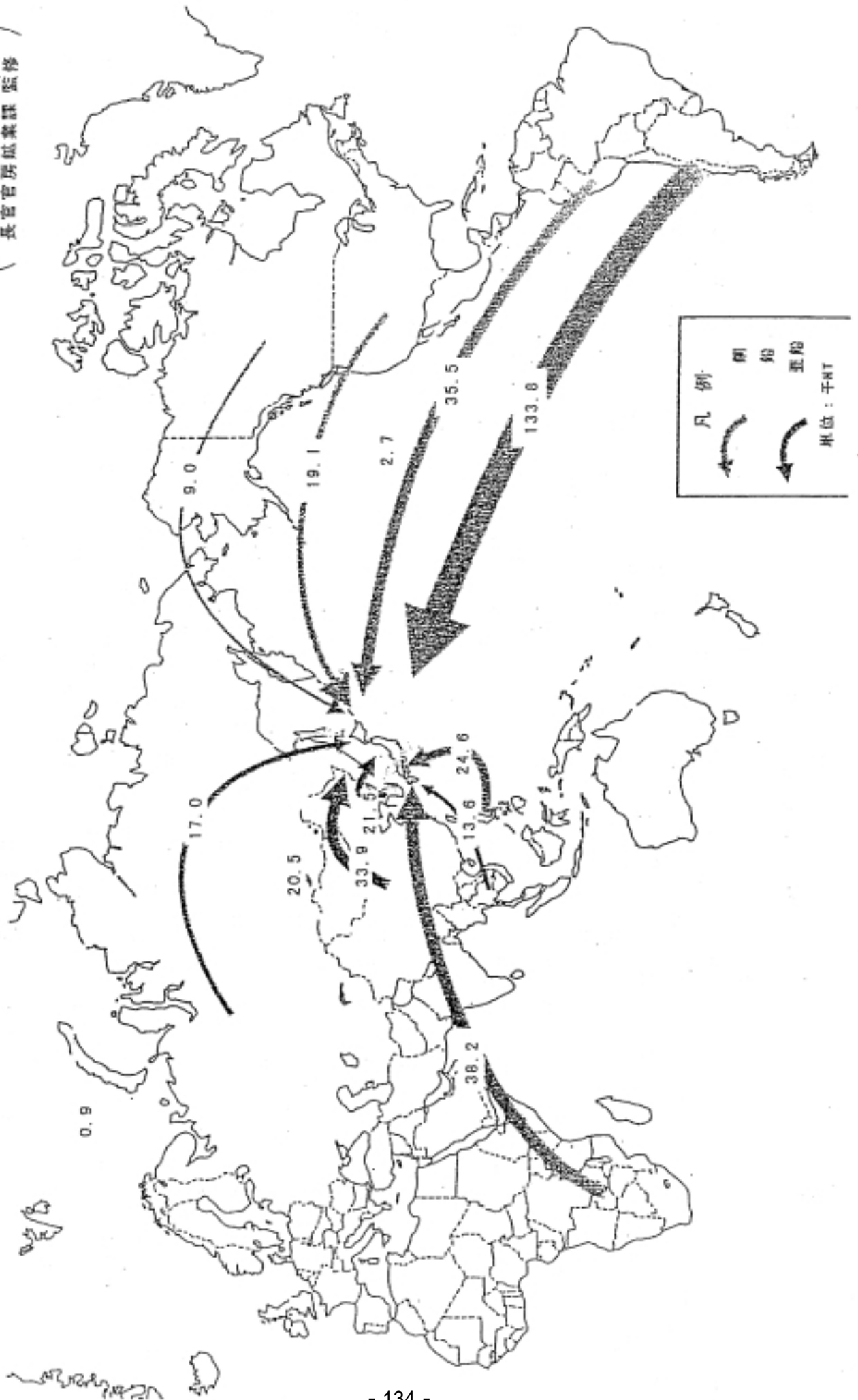
(鉱業便覧 平成12年度版
資源工ネルギー部
長官官房鉱業課 監修)



凡例
 例
 給
 産
 単位：千MT

我が国の輸入量('98) (地金)

(鉱業課 平成12年度版
資源工ネルギー庁
長官官房鉱業課 監修)



金属鉱業事業団の活動

情報	調査	備蓄	技術開発	環境	融資
世界の鉱業事情 調査情報	国内調査 海外調査	レアメタル	探査技術 回収技術 鉱害防止技術	国内の休廃止鉱 山の環境対策	国内外探鉱融資 鉱害対策融資

金属鉱業事業団の調査活動

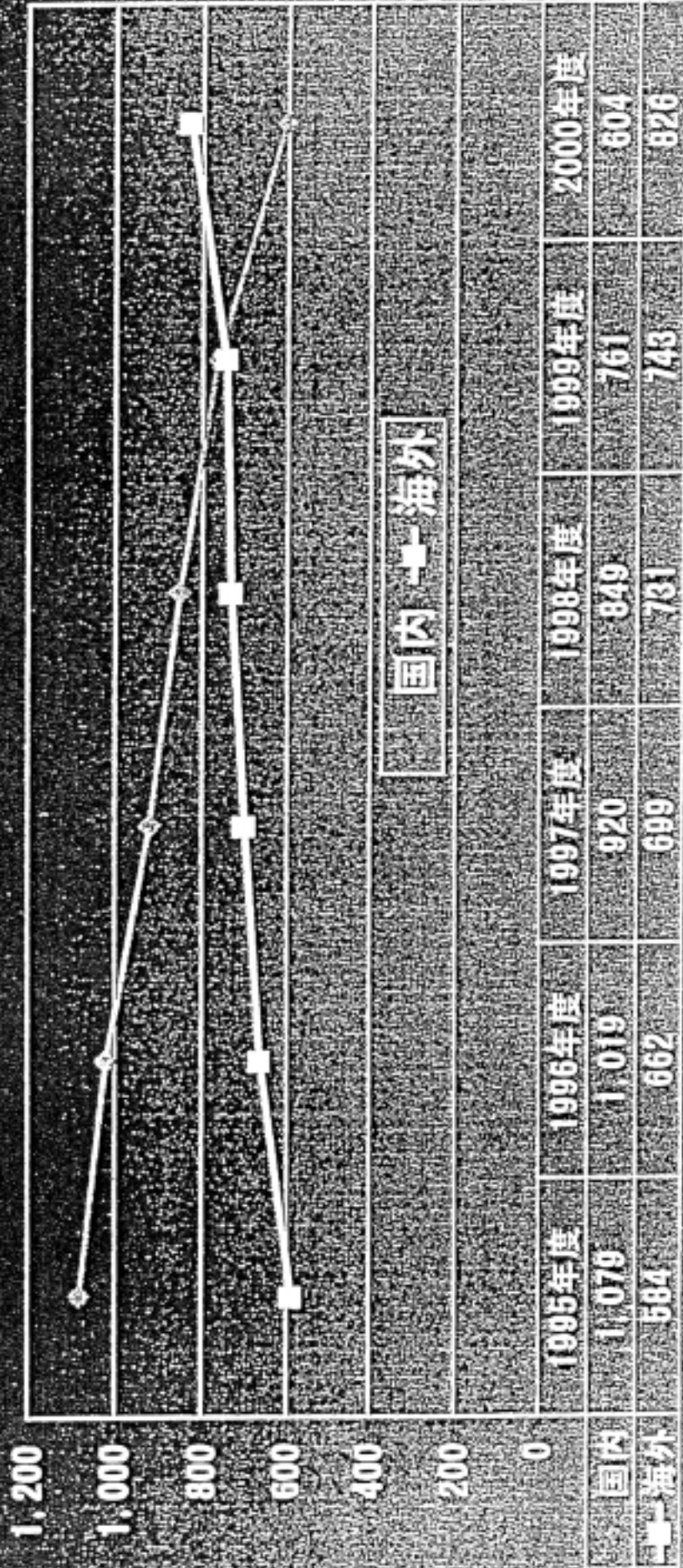
国内（三段階方式）	海外
広域地質構造調査 精密地質構造調査 企業探鉱融資	情報収集・分析・提供 海外衛星画像解析調査 資源開発協力基礎調査（ODA） 海外地質構造調査 海外共同地質構造調査 企業探鉱融資 開発資金債務保証

探鉱支援の国内から海外へのシフト



内外探鉱支援予算の推移

(百万円)



これからの方向

- ・ 金属消費量は年々増加、特にアジアにおける銅
- ・ メジャーによる寡占化>探鉱・開発の競争激化>フロンティア

地域の開発

- ・ 世界的環境規制強化>探査・採鉱・選鉱・製錬の技術見直し
- ・ 環境を考慮した金属利用形態の研究開発、循環型経済社会としてのリサイクルの推進
- ・ 新産業材料として新しい金属需要の発生
- ・ 探査・採鉱等のアウトソーシング、既存技術の革新的見直し

これからの資源技術

- ・我が国鉱山技術は黒鉱鉱床タイプなどについては国際的高レベルにあるが、ポーフィリーカー鉱床のような日本にない大規模金属鉱床については、海外に比べ格差が見られる。海外開発に向かうに長所を生かし、短所を強化することが肝要。
- ・今後は海外で資源開発を行うために必要な技術、資源産業の維持・発展の基礎となる産業競争力強化及び環境負荷極小化のための技術が求められる。
- ・資源産業の総合的戦略目標
 - イ. 資源セキュリティの確保
 - 自主鉱山開発＞探査技術の高度化・効率化
 - ロ. 産業競争力の強化
 - コスト競争力＞高効率製錬技術の開発
- ハ. 環境調和型循環社会の構築への反応
 - ＞高度リサイクル技術の開発、硫黄・スラグ・廃水の削減・改質技術

どのような技術者が必要か

- ・ 海外探査・鉱山開発>自社で全ての技術者を賄えない。
- >コントラクターを指揮するか、共同企業体の技術者と協力するか、アウト・ソーシングを採用するとかの選択。>自身の技術知識と共に、他の技術者及びコントラクターを使いこなす技量（語学力を含む）が必要。
- ・ 一匹狼で世界を渡り歩ける技術者には活躍の場は多い。

これからの技術者教育

- ・ 国内金属鉱山の活用（日鉱・豊羽、三井・神岡、住友・菱刈）
- ・ 国内石灰石鉱山の活用（三菱、日鉄）
- ・ 海外金属鉱山の活用（同和・チサバ、三井・ワンサラ、三菱、住友、日鉱）
- ・ プロジェクト管理・監督、外国人技術者を指揮管理する能力
- >技術者を若い内から海外プロジェクトに投入して訓練する。
- >日本人、外国人の別なく、世界に通用する技術者を採用する。

大学教育に望む

- ・ 海外で通用する技術者の育成、国際的に活躍できる人材の育成。
- ・ 大学の実習・卒論のフィールドに海外を勧める。
- ・ 海外留学・実習の単位を認める。
- ・ 留学生をできるだけ受け入れて、国際交流を計る。
- ・ 従来の地球科学系、資源系科目に加え、語学・コンピュータ教育の充実、資源経済学、資源管理・運営学、環境保護学、国際関係学、(海外の) 地域社会学、異文化コミュニケーション学、リスク管理学等が必要。
- ・ 国際的に複数大学が連携カリキュラムを組み、学生が自由に各大学の講義を受講するとか、教員が大学を回る方法がある。
- ・ 大学の国際交流をより一層活発化していく必要がある。
- ・ アジア地域との連携を強化。

我が国非鉄金属企業の鉱山

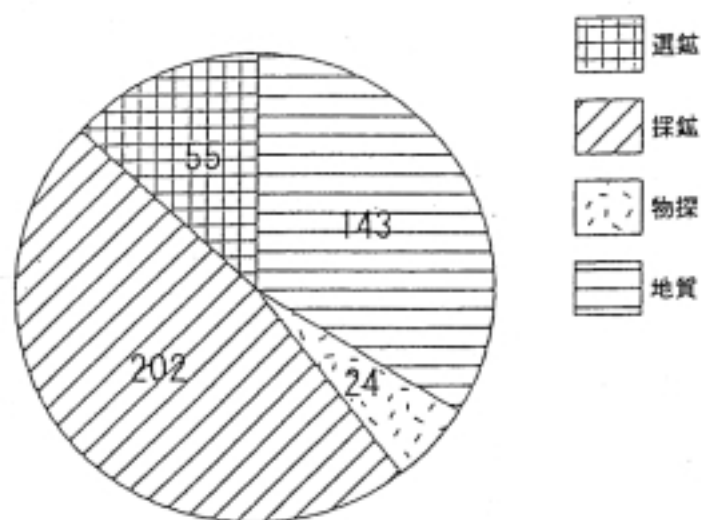
企業名	国内鉱山	関連海外鉱山	海外開発前・中の 鉱山	海外探鉱案件
住友金属鉱山	菱刈 (Au)	モレンシー (Cu; 米国) ラカンデラリア (Cu, Au; チリ) ノースバークス (Cu, Au; 豪州) ソロアコ (Ni, インドネシア) フィゲスバル (Ni; ニューカレドニア) バツヒジャウ (Cu, Au; インドネシア)	ボゴ (Au; 米国) クチヨー (Cu, Pb, Zn; カナダ)	ストーンボニー (Au, Pb・Zn; 米国) アマリージョヨ (Cu, Au; チリ)
同和鉱業		テイサバ (Au, Ag, Cu, Pb, Zn; メキシコ) レイデアラタ (Au, Ag, Cu, Pb, Zn; メキシコ) ハックルベリー (Cu; カナダ)		黒海沿岸地域 (Au, Cu, Pb, Zn; トルコ) マルグ地域 (Cu, Pb, Zn; インドネシア) スペイン・ポルトガル地域
日鉱金属	豊羽 (Pb, Zn)	マッカーサーリバー (Pb, Zn, Ag; 豪州) エスコンディエーダ (Cu; チリ) コジャワシ (Cu; チリ) ロスベランブレス (Cu; チリ)		カインアンツ (Au; PNG)
日鉄鉱業				
三井金属鉱業	神岡 (Pb, Zn)	ワンサラ (Cu, Pb, Zn, Ag; ベルレー) コジャワシ (Cu; チリ)	バルカ (Pb, Zn; ベルレー)	アタカマコーザン (Cu; チリ) ナモシ (Cu, Au; フィジー) ケチュア (Cu; ベルレー)
三菱マテリアル		チノ (Cu; 米国) ハックルベリー (Cu; カナダ; 3名) ロスベランブレス (Cu; チリ; 1名) エスコンディエーダ (Cu; チリ) マッカーサーリバー (Pb, Zn, Ag; 豪州) バツヒジャウ (Cu, Au; インドネシア; 1名)		ロスドスブホス (Au, Cu; アルゼンティン) エルミラグラロ (Au; チリ) バイア (Au; ブラジル)
海外鉱物資源開発			フリエダ (Cu, Au; PNG)	マリ (Au; マリ)

我が国非鉄金属企業の精錬所

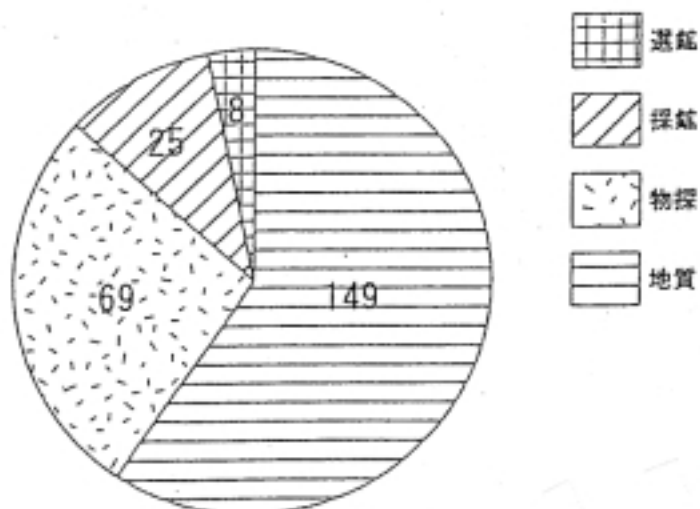
企業名	国内精錬所	関連海外精錬所
住友金属鉱山	別子(銅)、播磨(鉛、亜鉛)、飯島(亜鉛)	金隆(銅；中国) 20.0%
同和鉱業	小坂(銅、鉛)、小名浜(銅)、飯島(亜鉛)	
日鉱金属	日立(銅)、佐賀関(銅)、八戸(亜鉛)、飯島(亜鉛)、三日市(リサイクル亜鉛)	グレスック(銅；インドネシア) 5.0% LG(銅；韓国)
日鉄鉱業	玉野(銅)	ポートケンブラ(銅；豪州) 20.0%
三井金属鉱業	竹原(銅、鉛)、玉野(銅)、神岡(鉛、亜鉛) 彦島(亜鉛)、八戸(亜鉛)	LG(銅；韓国)
三菱マテリアル	直島(銅)、小名浜(銅)、細倉(鉛)、飯島(亜鉛)	グレスック(銅；インドネシア) 60.5%

2000年8月31日 金属鉱業事業団 細井恭孝 編集

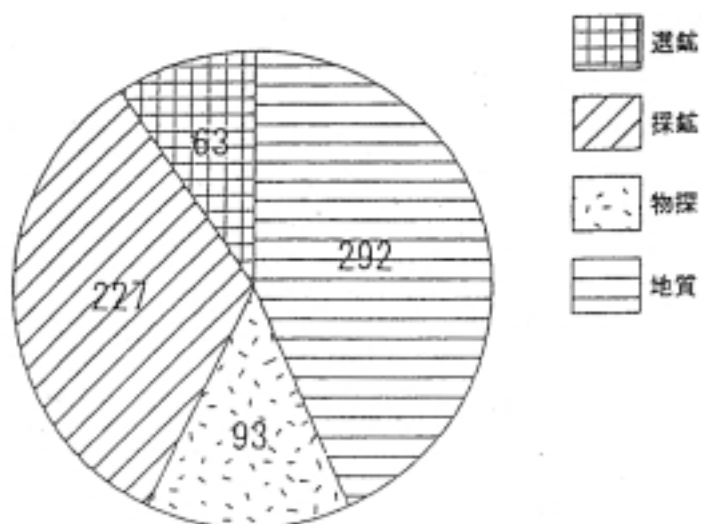
資源関連技術者 職種別



鉱山会社合計 (424人)

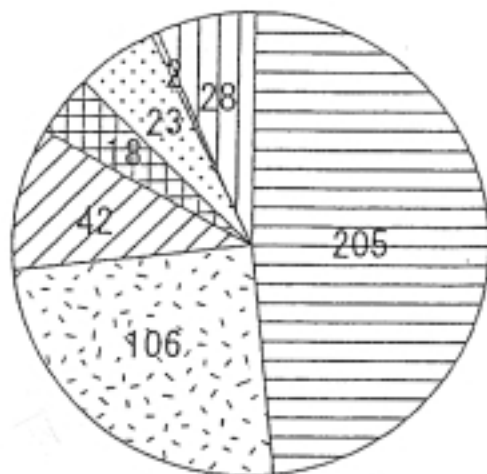


メタルコンサルタント合計 (251人)

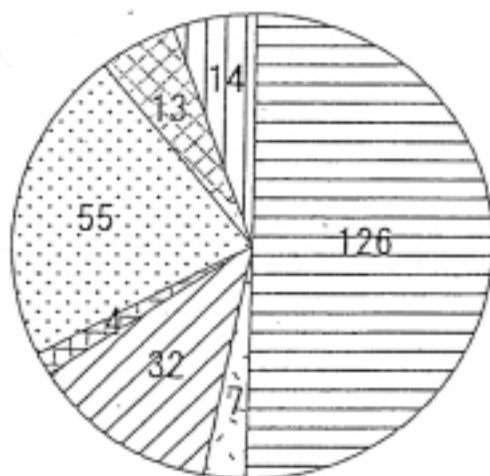


鉱山会社・メタコン合計 (675人)

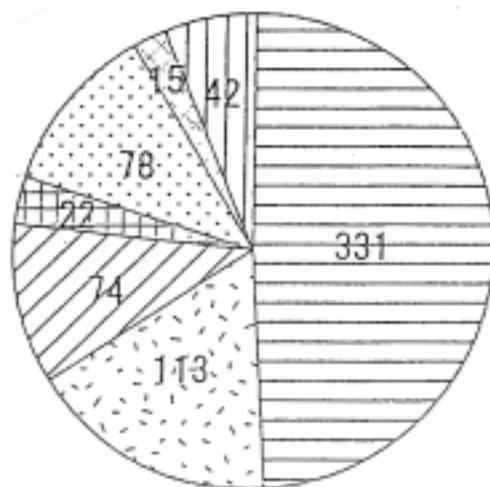
資源関連技術者 業務部門別



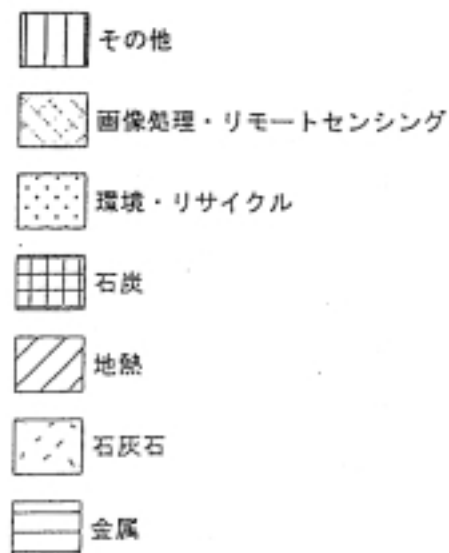
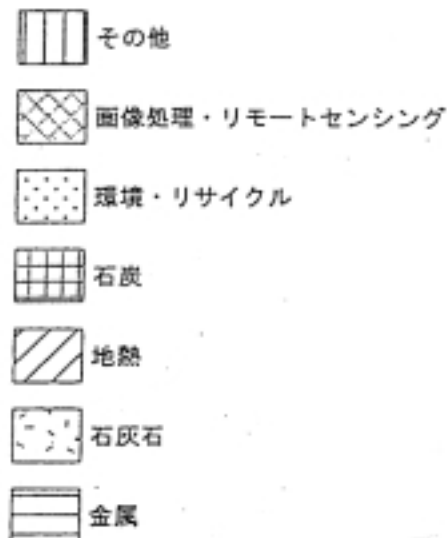
鉱山会社合計(424人)



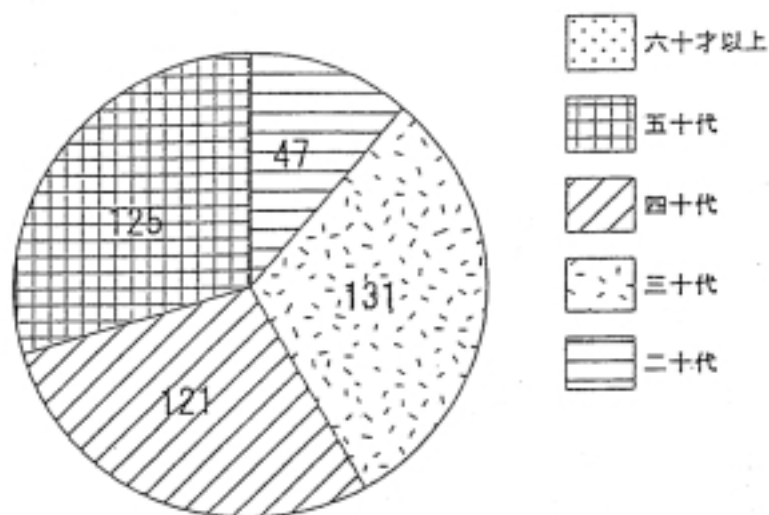
メタルコンサルタント合計(251人)



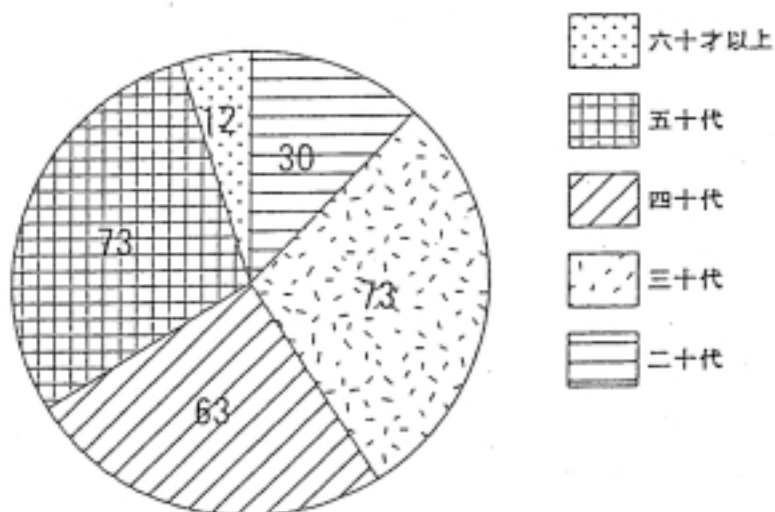
鉱山会社・メタコン合計(675人)



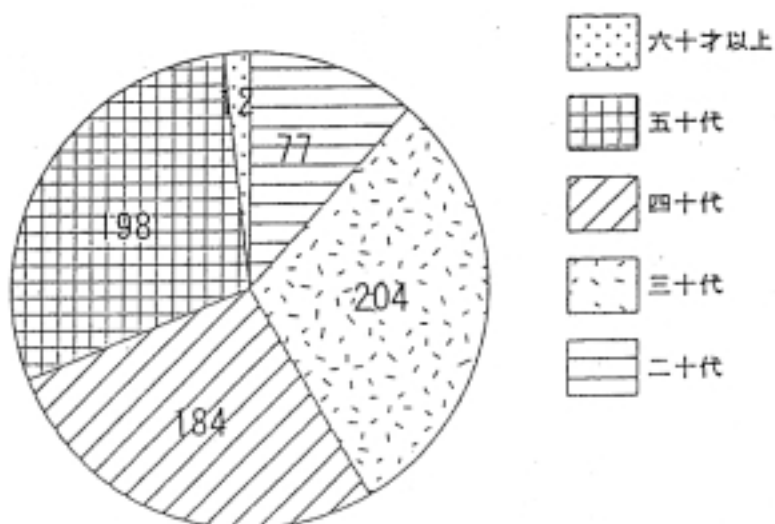
資源関連技術者 年齢別



鉱山会社合計(424人)



メタルコンサルタント合計(251人)



鉱山会社・メタコン合計(675人)

中長期の金属資源開発技術と人材育成

金属鉱業事業団・調査事業部・広域課 細井義孝

1. 資源産業の動向

1. 1 はじめに

経済の成長、生活の高度化により、非鉄金属資源の消費が増大するなか、そのほとんどを海外に依存している我が国にとって、いかに安定して海外から資源を確保するかが資源セキュリティ上の最重要課題となっている。

資源の安定供給確保のためには、海外鉱山開発における本邦鉱山会社による権益確保が重要な点であり、そのためには海外での積極的な探鉱活動の展開とともに探査初期段階への参画が重要である。また鉱床発見には広範な情報収集と高度な探査技術が必要不可欠である。

さらに持続可能な資源開発を許されるには、探査・開発段階における環境への配慮は避けて通れない問題となっている。

1. 2 金属鉱業事業団の活動

鉱山を開発するのは民間鉱山会社であり、金属鉱業事業団は国の資源政策を実施すると共に、これら民間鉱山会社の支援をする立場にある。当団の活動は国内においては、三段階方式（広域調査－精密調査－企業探鉱）による広域調査、精密調査の実施、企業探鉱への融資であり、海外においては、国際協力事業団と共に ODA 事業として、発展途上国からの要請に応じて鉱物資源調査を実施している他、日本企業の探鉱支援を目的とした調査である「海外地質構造調査」「海外共同地質構造調査」や、探鉱資金の融資、開発資金の債務保証など、探査・開発支援制度を整えている。昨今では、本邦鉱山各社の海外シフトを受けて、当団においても国内業務より海外業務に、重点が移行してきている。

さらに資源情報センターにより世界の鉱業事情・探査情報の入手・提供がなされ、民間鉱山会社の活動の支援にあたっている。

また安定供給に寄与することを目的とし、金属鉱産物の備蓄を実施している。

国内においては、鉱害の防止・軽減化が計られ、環境・国民の健康維持に寄与している。

このように金属鉱業事業団においては鉱物資源安定供給、環境保護に係る活動を行っている。

1. 3 鉱業界における変化

黒鉱ブームに沸いた日本列島も 1978 年の相次ぐ鉱山の閉山を皮切りに衰退の一途をたどり、2000 年現在、従業員 100 人以上の金属鉱山は 3 鉱山だけとなった。

（従業員 1 人～16 人の金属鉱山は 11）一方日本企業による海外における活動は、1970 年代にムソシ鉱山、マムート鉱山の開発という大規模ナショナルプロジェクトを実施した後は、新規大型鉱山の開発は少しなりをひそめていたが、国内鉱山の閉山に伴い、海外鉱山の探鉱・開発が活発化してきた。当面メジャーの大型開発案件に相乗りする形で進められてきたが、日本企業主体の探鉱案件も増えつつある。今後益々海外での探鉱・開発案件が増えていくであろう。

1. 4 これからの方向

IT 革命により世の中は物造り中心から、情報を駆使した知的産業の時代を迎えるであろう。このため、人口増大の途上国と先進国の間で、生活経済格差だけでなく、IT 格差も広がるであろう。

一方世界人口の増大、アジアの経済発展等により、金属消費量は年々、増加の傾向にあり、特にアジアにおける銅消費量の増大が予想される。現在メジャーの寡占化が進んでいる鉱業界で益々探鉱・開発の競争が激化、フロンティア地域の開発が必要となろう。同時に世界的環境規制が厳しくなり、探査・探鉱・選鉱・製錬の各段階で技術の見直しがせまられることが予想される。また環境を考慮した金属利用形態の研究開発、循環型経済社会としてのリサイクルの推進が益々求められよう。さらに新産業材料として新しい金属需要の発生が見込まれる。

鉱山業は高い専門的技術、効率性を求めて探査・探鉱等のアウト・ソーシングが進んでいる。また SX-EW のように選鉱・製錬を飛び越して金属を回収する技術の出現により、この技術に依存するシェアが拡大すると共に、既存技術に革新的見直しが期待されるようになってきている。

2. これからの資源技術

資源技術は素材提供の技術であり、良い技術があつてはじめて産業の基礎となる素材が、安く、品質良く、安定的に供給され、ひいては産業経済の発展に寄与するものである。

資源技術は資源開発技術（鉱山技術）、環境・保安技術、製錬・リサイクル技術の各技術に大別される。資源開発技術はさらに探査、採鉱、選鉱の分野の技術よりなる。日本鉱業協会・資源産業技術戦略策定委員会では資源産業技術戦略の中で鉱山技術について次のように取りまとめている。

鉱山技術は、理学と工学の広範囲の技術体系よりなっている。したがって、鉱山固有の技術もあるが、その多くは他分野の技術を転用・改良した複合技術である。対象とする鉱床のタイプにより組合わせる技術の種類が異なるため、経験の集積により技術開発がなされてきた。

戦後の鉱山技術は、主として米国から導入した技術をわが国の実状に合うように改善した時期を経て、昭和30年以降の国際的水準を目指した努力により進歩向上した。特に黒鉛鉱床等については、探査理論・探査技術の向上により、多数の潜頭性鉱床を発見し、黒鉛の採掘・選鉱に関し高度な固有技術が完成し、中小規模鉱床の開発技術は、過去の蓄積から国際的に高レベルにあるといえる。これらの技術は、開発途上国の中小規模鉱山の開発に適用できる。

一方、日本にはボーファイリー・カッパー・鉱床のような大規模金属鉱床が少ないため、探査・採鉱・選鉱のいずれの分野についても、海外に比べ技術力にやや格差が見られる。海外開発の競争力を確保するためには、今後石灰石鉱山の技術を取込むなどして、大規模鉱床開発の技術力を保有する必要がある。

技術の革新には、学界・官界が基礎技術・要素技術の研究開発を行い、産業界が具現化の技術開発を分担し、国がこれらに対して十分な助成をすべきと考える。

今後は、海外で資源開発を行うために必要な技術、資源産業の維持・発展の基礎となる産業競争力強化及び環境負荷極小化のための技術が求められる。一方、硫化鉱を対象とする新しい湿式精錬技術も求められる。

さらに、資源産業の総合的戦略目標は次のようであると述べられている。またここから導かれるそれぞれの重点技術課題を述べる。

イ. 資源セキュリティの確保

このため鉱山技術の国際競争力を強化して鉱山

開発へ参加し、自主開発鉱石の比率（自給率）を高める必要がある。

>まず鉱石を見つけることが不可欠となるので、探査技術の高度化・効率化を重点課題とする。

ロ. 産業競争力の強化

産業競争力はほぼコスト競争力に等しい。コスト競争力を持つには特に精錬技術の開発・高度化が必要。また製品の高品質化及び新用途の開発が必要。

>高効率製錬技術の開発を優先する。

ハ. 環境調和型循環社会の構築への反応

資源産業からの排出による環境負荷を極小化する一方、使用済み製品或いは廃棄物から重金属を回収・再資源化する。

>高度リサイクル技術の開発に注力すると共に、硫黄・スラグの削減・改質技術、廃水処理技術の向上も必要である。

さらなる、具体的な技術開発課題の絞り込み、人材育成については今後検討していくこととしている。

3. 技術者

3.1 どのような技術者が必要か

現在日本国内においては主要非鉄金属鉱山は3鉱山しかなく、本邦鉱山会社の探査・開発の場は海外に主力を移している。海外に主力をおく場合、1社1箇所集中するわけでないので、自社に多勢の探査・採鉱技術者を抱えておくわけにいかず、コントラクターを指揮するか、共同企業体の技術者と協力するか、アウト・ソーシングを採用するとかの選択になる。この場合、自身の技術知識と共に、他の技術者及びコントラクターを使いこなす技量（語学力を含む）が求められることとなる。選鉱技術者は海外の鉱山で外国の技術者・労働者と共に、選鉱場を運転・管理する技量が求められる。製錬技術者の場合、日本国内の製錬所で今までと同様の環境が続く他、今後乾式製錬より湿式製錬への移行も予想され、新たな技術への熟練が求められるだろう。さらに海外製錬所の建設が行われると、現地の技術者・労働者と共に、製錬所を運転・管理する技量が求められる事となる。

世界全体をみると、鉱業技術者は今後も必要とされる訳で、日本人も海外鉱山会社に就職するとか、一匹狼の技術者として世界を股に渡り歩くとかすれば、活躍の場は多いであろう。

3. 2 金属鉱業事業団における技術者の採用と技術者教育

・ 鉱業政策の実施機関である金属鉱業事業団（定員208名）はプロパー職員156名のうち技術系100名を抱える技術者集団である。内訳は地質専攻61名、物理探査専攻9名、採鉱専攻17名、選鉱専攻5名、製錬専攻2名、海洋専攻3名、土木または農業専攻3名である。ここ20年間での大卒定期採用は、多い年で技術系5～6名、事務系1名、少ない年で技術系2～4名、事務系0名という採用であった。最近4年間では毎年技術系1～2名、事務系0～1名という採用ペースである。

金属鉱業事業団では、探査部門で国内調査事業を有しており、地質調査、物理探査等は原則自前で実施する事としている。これにより技術の練磨と蓄積が計れる。大きなサイズの調査、ボーリングなどの工事は請負調査として発注して実施するが、自前調査で得た知見、工事監督で得た知見でもって、仕様の作成、調査・工事の監督にあたり、技術の練磨が計れる。海外調査事業では国内調査で基本技術を形成した技術者が、調査・工事の仕様作成、調査・工事の監督をする事により、技術の向上・維持が計れる。

環境部門の調査においても、探査同様の実施体制をとるため、同じ様に、技術の練磨と蓄積が計れる。

職員は人事異動により各部門を回り、各種の経験を積んでいく、問題は採鉱・選鉱・製錬部門である。この分野に金属鉱業事業団では現場を持たないため、実技術は習得し難く、技術開発等のプロジェクト管理を通じて、現場の知見を広めるに留まる。

職員は経験を積み、管理職になるに従い、資源・環境政策、資源経済、プロジェクト管理に専門の比重が移っていく。

平成15年度で広域調査事業が終了することにより、国内での探査現場が失われ、今後海外フィールドのみとなるが、海外での技術修得はコスト及びタイムのパフォーマンスが国内に比べて低く、効果の程が危惧される。広域調査事業によるフィールド提供は、大学・研究所にも及んでおり、本事業の終了は広い範囲に影響を及ぼす。

今後事業団では、調査データの総合解析力、探査データ他を用いた資源評価力も培っていくことになろう。

3. 3 これからの技術者教育

今後の本邦鉱山会社の技術者育成は各会社のフィロソフィーに任せられるが、国内鉱山を幾つも抱えるか

つての状況にはないので、各社が全ての分野にまたがる多くの技術者を抱える体制にはならないと思われる。三井金属鉱業(株)のワンサラ鉱山、同和鉱業(株)のチサバ鉱山のように、海外に自前鉱山を抱える会社は、そこを技術者教育の場とすることも可能である。また日鉄鉱業(株)、三菱マテリアル(株)のように国内に石灰山を有しているところは、そこが採鉱技術者の教育の場となり得よう。いずれにしても海外自社プロジェクト現場に技術者を送り込んで教育する必要がある。

今後の技術者の役目を見るに、プロジェクトを管理監督する能力、外国人技術者・労働者を指揮管理する能力(語学力を含む)が求められる。このためには技術者を若い内から海外プロジェクトに投入して訓練すべきである。

最後に企業にとって、大学及び企業における人材育成を待たずに、すでに世界に通用する技術者を日本人、外国人の別なく採用していく方法もある。外国の会社と外国人技術者の間に多い関係である。雇用形態を見直すと技術者の確保も柔軟になる。

3. 4 大学教育に望む

大学教育も海外で通用する技術者の育成に力を入れることが必要である。大学3年の実習、大学4年の卒論のフィールドに海外を勤めるとか、海外留学・実習の単位を認めるとか、留学生をできるだけ受け入れて、国際交流を計るとかの手段を積極的に推進して載きたい。大学院は研究者・教育者の育成を目指したコースへと展開していくというので如何であろう。カリキュラム内容については、地球科学系、資源系等の科目に加え、語学の充実、コンピュータ教育の充実、資源経済学、資源管理・運営学、環境保護学、国際関係学、(海外の)地域社会学、異文化コミュニケーション学、リスク管理学等が必要と考えられる。国際的に複数大学が連携カリキュラムを組み、学生が自由に各大学の講義を受講するとか、教員が大学を回る方法もある。これからは国際的に活躍できる人材の育成を目指し、大学の国際交流をより一層活発化していく必要がある。