

資源機構金属部門における 技術戦略の策定について

金属資源技術グループ

当機構の金属部門では、金属鉱物資源開発や鉱害防止技術といったさまざまな分野において技術開発を展開しています。ただし、いずれも機構の前身の旧金属鉱業事業団が実施していた事業を引き継いできたもので、独立行政法人として、設定された中期目標・中期計画において、より一層の効率かつ効果的な技術開発の実施が求められています。

また、近年、世界的な鉱物資源の需要拡大による鉱石確保のための鉱区獲得競争の動きが一層活発化し、それに向けた対応が求められていること、我が国鉱山保安法の改正に伴い金属鉱害防止対策について国、地方自治体や企業の役割分担が大きく変化していること、非鉄製錬技術を活用した循環型社会の構築への一層の貢献が求められることなど、我が国の金属資源産業が置かれている状況が大きく変わろうとしています。

こうした状況を踏まえ、当機構の金属部門では、非在来型資源開発を含め、今後の技術開発の方向性を示し、効率かつ効果的な技術開発を実施するため「技術戦略」を策定し、4月1日より策定した技術戦略に基づき、さまざまな新たなプログラムをスタートさせました。

本稿では、金属部門において策定した技術戦略について、その概要を紹介します。

1. 技術開発における中期計画上の位置付けについて

当機構は平成16年2月29日に発足し、平成19年度末までの4年1か月間を第一期中期計画として設定し、その中で金属部門の技術開発事業の目的・目標は次のように位置付けられています。

- (1) 鉱物資源探査技術等の開発については、以下の3つに限定して戦略的、重点的に取り組む。

機構自らが利用する探査技術に係る技術開発

我が国企業等のニーズに基づく技術開発であって、我が国の非鉄金属鉱物資源の安定供給確保等の政策的必要性の高いもの
資源国との関係強化や情報収集を目的として、開発途上国・地域に固有な技術開発について、相手国の研究機関との協力により実施する技術開発

- (2) 鉱害防止技術開発（調査）については、毎年度関係機関からのヒアリング調査等を実施し、これらのニーズに基づく技術課題を把握し・整理して、実用化の可能性と波及

効果の高い技術を対象に実施する。

- (3) 深海底鉱物資源の探査については、希少金属やベースメタルを豊富に含有する深海底鉱物資源の賦存状況に関するデータを取得する。特に、中部太平洋のコバルト・リッチ・クラスト鉱床調査については、国際連合のマイニングコードが策定された場合、公海上における鉱区申請対象とする地域の選定に必要なデータの収集・蓄積を実施する。

2. 我が国金属資源産業を巡る状況変化

近年、世界的な鉱物資源の需要拡大による海外での資源開発環境が変化する一方、国内においては、鉱山保安法の改正や循環型社会への貢献という、国内外において我が国の金属資源産業が置かれている状況が大きく変わろうとしています。

(1) 海外における状況変化

我が国民間企業による探鉱開発拠点は完全に海外にシフトしています。現在、国内鉱

山は、鹿児島県の菱刈鉱山（金）と北海道の豊羽鉱山（亜鉛、鉛）の2つの鉱山のみです（なお豊羽鉱山は平成18年3月末をもって閉山予定）。一方、我が国民間企業が権益参加する海外資源開発プロジェクトは近年拡大し、オペレーター事業やメジャーシェア参加のプロジェクトも増加しています。資源開発事業の進展により、ターゲットはより技術的リスクの高い鉱床の開発へ移行しています。鉱山開発の進展に伴い、採掘対象の低品位化や探査ターゲットの奥地化、潜頭化し、特に、開発案件では、より効果的な選鉱・製錬技術が競争力に左右してきています。

資源国における対外開放も進展し、より高い技術力の保持が鉱区獲得上不可欠になってきています。資源国における鉱業の優遇から課税強化策への転換が行われており、また中国等の需要急増による優良鉱区獲得競争の激化している状況となっています。我が国の戦略的パートナーは民間メジャージュニアや一部の国営鉱山会社であり、優良鉱区獲得のためには如何に技術力を示せるかが重要となっています。

(2) 国内における状況変化

鉱山保安法改正で休廃止鉱山鉱害対策での自治体や企業の自主性がより求められる状況に変化してきています。平成16年の鉱山保安法の改正により、休廃止鉱山に対する管理責任主体（自治体・鉱業権者）が明確になり、国の関与は限定的になり、地方自

治体や鉱業権者の自主性は求められるようになってきています。そのため、自主性が求められる自治体・企業への技術支援の重要性が高まってきています。

循環型社会形成推進基本法が平成12年に制定され、3R推進が社会的な重要課題となってきています。非鉄製錬業界も産廃処理や家電リサイクル事業への参入を開始し、特に製錬技術のリサイクル分野での活用が社会的に期待されています（鉛のリサイクルは、自動車の鉛バッテリーのリサイクルにより46%に向上）。

海外資源開発を担う人材が不足しています。民間による海外資源開発投資が拡大している中で、それを担う国内技術者やビジネス人材不足が顕在化しつつあります。

3. 金属部門技術戦略の検討の方向

これまで資源機構では、資源循環、いわゆるリサイクル分野の位置付けが明確でなかったことから、まず資源開発のステージを採鉱、開発・製錬、資源循環、鉱害防止という4つの分野に明確化しました。これは、我が国の技術力や現場や民間企業に対応した技術ニーズが異なることや国の政策目的が異なるためです。

こうしたことから、今後は、個別分野毎に具体的な対応方針を検討することが不可欠と考えます。図1に各分野毎の現状と課題及び今後の検討の方向性について整理しました。

また、次項以降各分野毎の具体的な戦略の方向性についてとりまとめました。

資源開発ステージによって、我が国の技術力、現場や民間企業に対応した技術ニーズ、国の政策目的等の相違があることから、今後は個別ステージ毎に具体的な対応方針を検討することが不可欠。

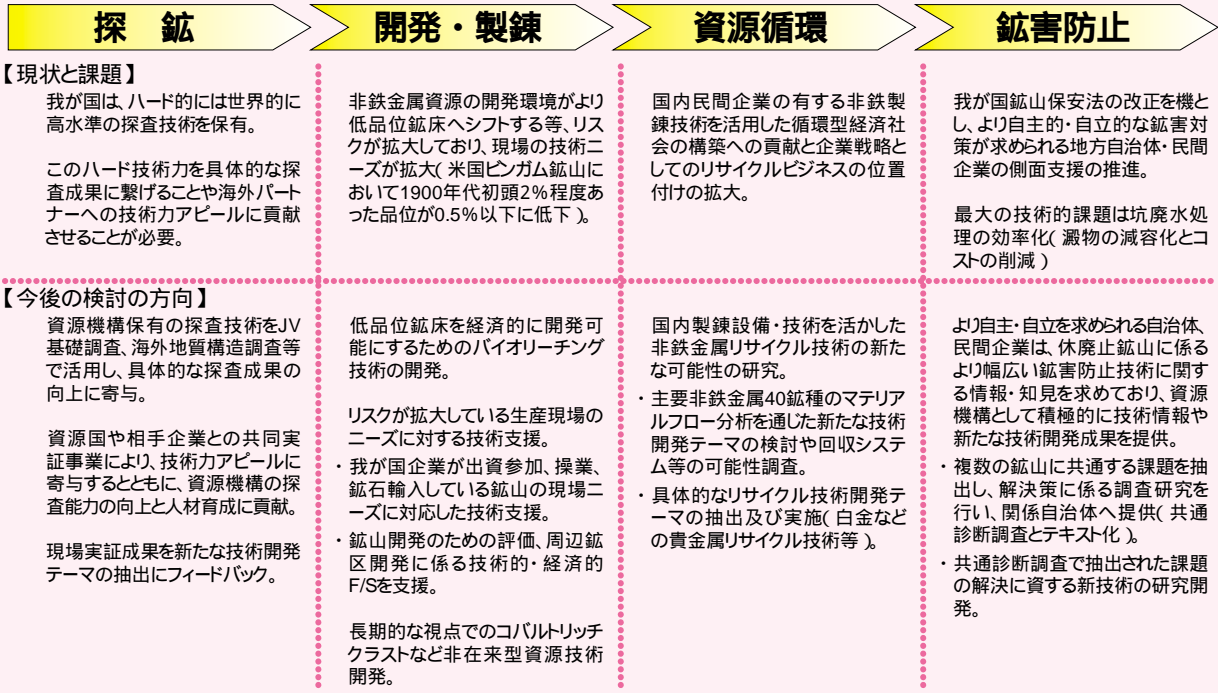


図1 金属部門技術戦略の検討の方向

4. 各個別分野ごとの具体的な戦略について

(1) 探鉱技術分野

探査技術開発の概要

金属部門では昭和50年度以降、表1に示すように、さまざまな探査ステージにおいて技術

開発を実施してきています。

これまでに開発された技術が、実際に企業による商品化へ移行したものや実際の探査現場で積極的に活用される等の成果を上げています。

表1 探鉱ステージと資源機構が実施した探査技術開発

探鉱ステージ	探査方法	資源機構が実施した主な探鉱技術開発の概要
広域評価	<リモートセンシング> 人工衛星や航空機に搭載したセンサーからの衛星リモートセンシングによる変質帯等の有望地域の抽出	・衛星画像解析(我が国の独自開発の高精度なJERS-1、ASTERセンサーから取得したデータの解析技術) 探査事業で積極的に活用
地表調査	<地質調査・地化学探査> 抽出された有望地域において地表踏査により地質図を作成し、採取岩石中に含まれる化学成分等から化学特性を捕捉し、有望地域を絞り込む。 <物理探査法> 金属鉱床の導電特性等の物理特性を捕捉することにより、有望地域の絞り込みを行う。	・植物地化学探査(植物が重金属を濃集する特性を利用した鉱床探査法) 菱刈鉱山で有効性を実証 ・変質鉱物同定装置の開発(鉱床に起因する変質鉱物を現場で同定) 商品化を達成
ボーリング	<ボーリング調査(孔内物性測定)> 絞り込まれた有望地区に対し、ボーリングを行い、地表下に賦存する鉱体の範囲を特定する。またボーリング孔に各種センサーを下ろし、直接的に地下の物理特性を把握する。	・物理探査法の開発(米国等で開発されたCSAMT法などの新規電磁探査法を試験導入し、我が国の地質・鉱床特性に適用可能なことを検証) その後広く普及 ・高精度物理探査技術開発(高感度センサーを利用した物理探査技術の開発) 世界的に最高性能にトライ
鉱床評価	<評価> 上記各探査を総合的に解析・解釈して、鉱床の有望度を判定。	・エキスパートシステムの開発(各種探査データをコンピューターに集約し、有望度を判定するプログラム等を開発) 探査データの評価に貢献

特に、現在実施中のリモートセンシング技術開発では、従来センサーよりも詳細な変質帯識別によって探査ターゲットの効率的な絞り込みが可能な、超多バンド光学センサー（Hyperion）データ解析技術の確立を目指して、実際の探査に積極的に活用しています。

また、これまでの磁力計に比べて数千倍の高感度を持った SQUID（超電導量子干渉素子：Superconducting QUantum Interference Device）を受信部に用いた高精度物理探査技術の開発を進めており、国内外の実際の探査現場において技術実証試験を通じて、従来装置に比べてより深部まで探査可能であることが実証できつつあり、システムとして世界的にも最高性能と言えます。

課題と今後の方向性

資源機構を中心に我が国は、ハード的には世界的に高水準の探査技術を保有しており、このハード技術力を具体的な探査成果に繋げることや海外パートナーへの技術力アピールに貢献させることが必要と考えます。

このため、資源機構保有の探査技術を共同資源開発基礎調査（JV 基礎調査）、海外地質構造調査等で活用し、具体的な探査成果の向上に寄

与させることを目指します。

また、資源国や相手企業との共同実証事業により、技術力アピールに寄与するとともに、資源機構の探査能力の向上と人材育成に貢献させます。

こうした、現場実証成果を新たな技術開発テーマの抽出にフィードバックするとともに、平成 17 年度には探査技術についてレビューし、平成 18 年度以降は新たな探査技術の適用化や技術支援策に積極的に取り組みます。

(2) 開発・製錬技術分野

開発・製錬技術分野は、採鉱・選鉱・製錬までを含むもので、また非在来型資源開発についても、この分野に含めて方向性について検討を行いました。

開発・製錬技術の現状

近年、開発・製錬技術の進展や開発対象の深部化等により、非鉄金属資源の開発環境は大きく変化しようとしています。

世界的な流れとして、鉱山開発の進展に伴い、鉱石の低品位化が進行しています。例えば、米国のピンガム鉱山では、平均品位が 1900 年代初頭には 2 % 程度ありましたが、0.5 % まで低下しています（図 2）。

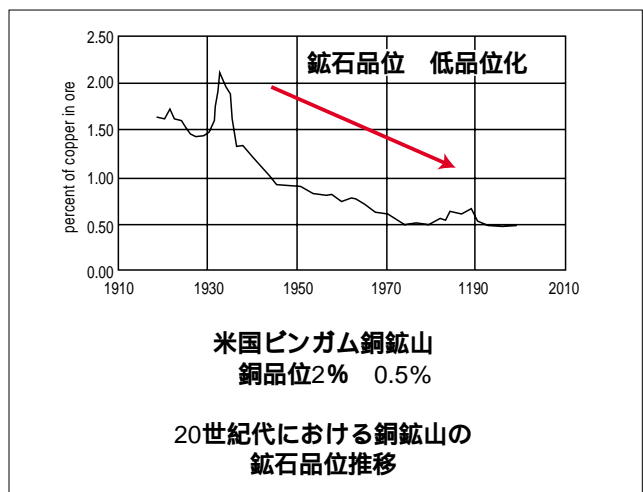
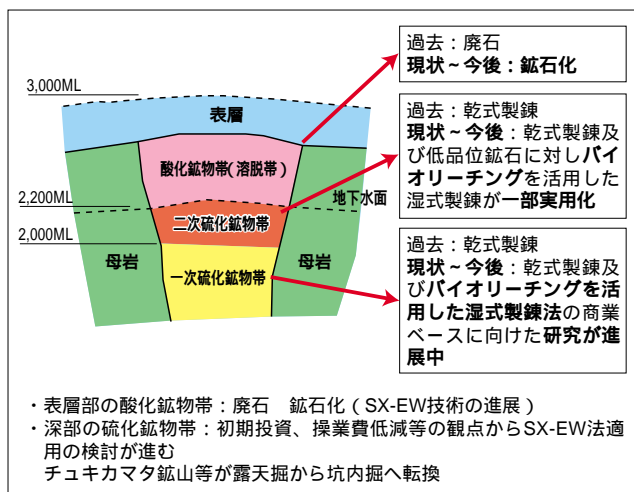


図 2 開発対象の変化と鉱石の低品位化の推移

また、ポーフィリーカップー型鉱床では、従来は品位が低く廃石として処理していた表層に近い部分の酸化鉱物帯は、溶媒抽出-電解採取法(SX-EW法)の進展により鉱石として利用されるようになり、また二次硫化鉱物帯も乾式製錬からバイオリーチングを活用した湿式製錬法が一部実用化されつつあります。さらに、一次硫化物帯に対してもバイオリーチングを活用した湿式製錬法の商業ベースに向けた研究が進展中で、今後ますますバイオリーチングを活用した湿式製錬技術の研究が活発化します(図2)。

大規模露天掘り鉱山についても、採掘が進み、例えばチリ共和国のチュキカマタ鉱山においては坑内掘に移行しています。また、開発の進展に伴い、鉱石中に含まれる砒素等の有害元素含有量に対する懸念も拡大する傾向があります。

開発・製錬技術における現状と課題及び今後の方向

我が国企業は、世界的な鉱物資源の需要拡大、国際メジャーによる鉱区寡占が拡大、鉱石中の砒素等の有害元素の高含有化、海外資源ビジネスの経験不足、といった取り巻く状況への対応が求められています。

一方、開発現場においても、鉱山開発対象となる鉱石の低品位化への対応、日本企業が権益を所有している鉱山の競争力強化、大規模露天採掘から坑内採掘への転換、海外経験を有する人材の不足、育成環境の欠如への対応など、技術的課題の解決が求められています

こうした状況を踏まえ、今後の取り組みの方向として、鉱石の低品位化への対応として、バイオリーチング技術の開発及び開発現場のニーズ等に対する技術的な支援が必要と考えます(図3)。

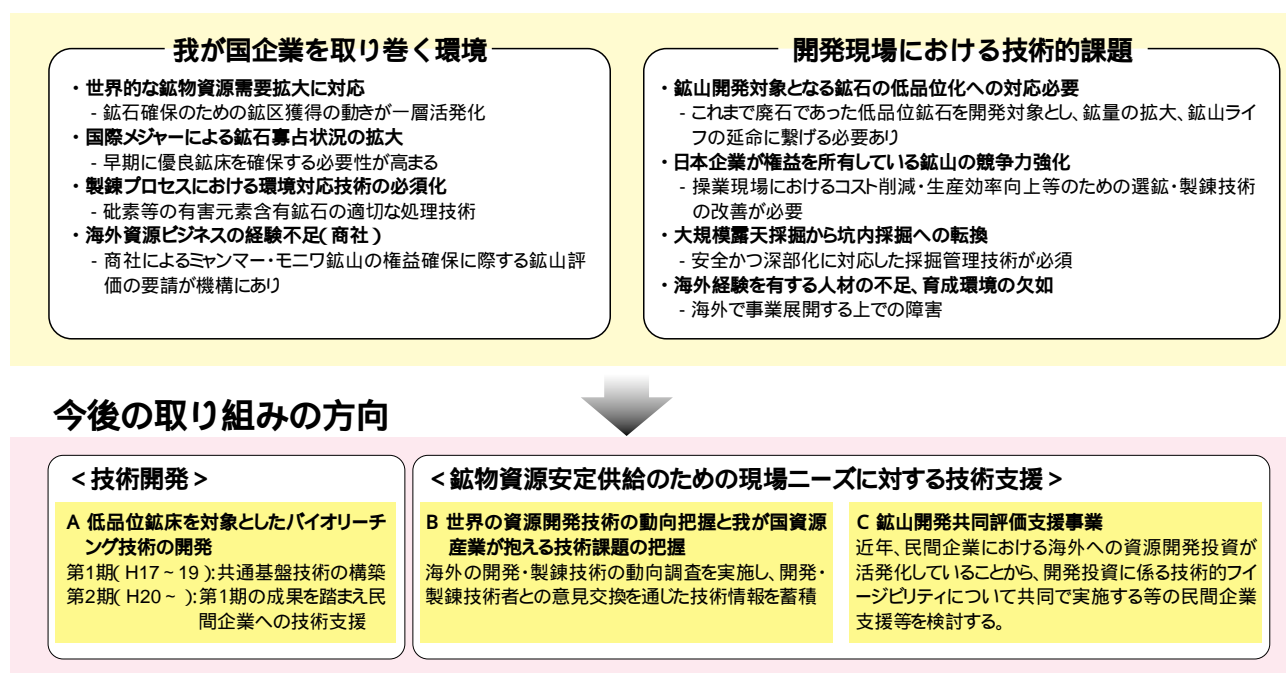


図3 開発技術における現状と課題及び今後の方向

非在来型資源開発

非在来型資源開発においては、マンガン団塊、海底熱水鉱床及びコバルト・リッチ・クラスト鉱床の開発を目指した深海底鉱物資源の調査を実施しています。

・深海底鉱物資源開発の変遷

マンガン団塊は、1960年代にステンレス鋼の急速な需要の高まりからニッケルの供給源として注目されてきました。我が国においては、昭和50年度から資源機構（旧金属鉱業事業団）による地質調査船を用いた探査が開始され、昭和62年にDORD（深海資源開発株式会社）がハワイ沖の公海上において鉱区を取得しました。同時にマンガン団塊採鉱システム研究開発も国家プロジェクト（工業技術院大型プロジェクト）として昭和56年度から平成9年度に行われ、海洋実験を含め各要素技術を確立するとともに、製錬技術に関する検討も行われ最適な製錬手法を選定しました。

海底熱水鉱床は銅、鉛、亜鉛、金、銀を含んでいる鉱床で、1979年にメキシコ沖の太平洋で発見されたことから注目されました。資源機構は昭和60年度から平成15年度までの19年間で、3海域において賦存状況調査を実施し、伊豆・小笠原海域で新たな鉱床を発見するなど、多くの成果を上げました。

コバルト・リッチ・クラスト鉱床は1970年代末にザイル・シャバ紛争を契機とした世界的なコバルト需要の混乱、価格の高騰を背景に米国中心に調査が開始され、第3の深海底鉱物資源として注目されました。資源機構は昭和62年度から賦存状況調査を実施し、特に平成13年度以降は、鉱区取得申請対象として優先度の高い海山を選定するため、深海用ボーリングマシンを用いた詳細な調査を実施しています。

・深海底鉱物資源を取り巻く状況の変化

マンガン団塊調査が開始された昭和50年当時は、航空宇宙分野や原子力施設などのハイテク材料としてのニッケル需要の高まりから、その供給源としてマンガン団塊が注目されました。しかし、その後の開発環境の変化、とりわけ技術的な進展による陸上の低品位ニッケルラテライトの開発により、レアメタルの供給源を深海底鉱物資源に依存する機運は薄らいできて

います。また、最も商業化が近いと言われていたマンガン団塊においても、商業化までにはまだ相当の時間を要する見込みとなっています。

コバルト・リッチ・クラスト鉱床については、現在は将来燃料電池等の普及による白金の需要拡大が見込まれるなど、むしろコバルト・リッチ・クラスト鉱床に含有する白金に注目が集まっています。

・今後の方向性

現在、深海底鉱物資源についてはコバルト・リッチ・クラスト開発技術の研究、鉱区申請に即応できるデータの維持管理、が求められています。

コバルト・リッチ・クラスト鉱床は、ニッケル・コバルトのみならず、白金を含有することから、その採鉱・選鉱・製錬等の開発技術の研究が必要となります。民間企業との委託研究や大学との共同研究による基礎的・理論的研究を実施し、これらの成果を踏まえ、発展・拡充させていく必要があると考えられます。

また、鉱区申請に即応できる適切なデータ保管と維持のためのデータベースシステム構築が現在進行しておりますが、今後、他機関のスキームで取得した研究開発のデータを含め、深海底鉱物資源開発関連情報を集積しておくことも検討する必要があると考えます。

(3) 資源循環技術

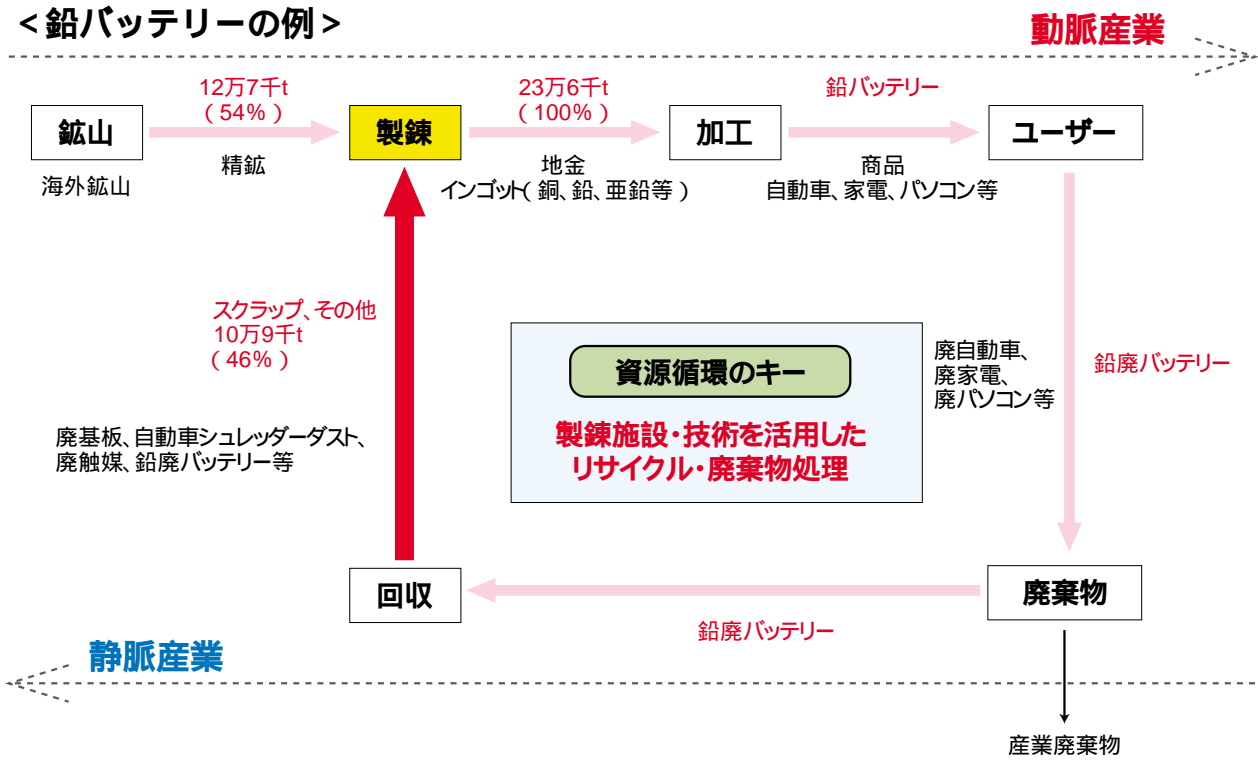
平成12年度に、循環型社会構築に向けての法制度面での基本的な枠組み法として「循環型社会形成推進基本法」が施行され、また平成13年には「家電リサイクル法」が施行し、それに合わせて金属資源産業が家電リサイクルビジネスに本格参入しました。さらに平成17年1月には「自動車リサイクル法」が施行し、今後ますます環境ビジネスとしての位置付けが拡大する傾向にあります。

金属資源産業のリサイクル原料・廃棄物処理の現状

金属資源産業は、我が国の製造業や国民生活の維持・発展に不可欠の銅、鉛、亜鉛に代表される非鉄金属を供給しています。非鉄金属素材の主な原料は鉱石ですが、最近では製錬工程の設備・技術を利用し、使用済み自動車や使用済

み家電製品のシュレッダーダストなどさまざまな廃棄物を処理し、有価金属の回収等の事業を展開しています。また、使用済み電子基板や使

用済み鉛バッテリーなどについても、鉛や貴金属、レアメタルなどのリサイクルを実施しています(図4)。



数字は鉛の原料別生産量

資源統計年報(2001)より

図4 非鉄金属製錬業における資源循環の例

資源機構としてのこれまでの取り組み状況・課題・今後の方向性

先に示しましたように、平成12年度の「循環型社会形成推進基本法」の施行、平成13年度の「家電リサイクル法」の施行などのリサイクル法制の進展に伴い、製錬技術を基礎とした新たなリサイクル技術に対する社会的な要請の高まりが見られます。

このような状況の中で、資源機構では、これまで 既存鉱山設備を利用したリサイクルマイパーク構想、 鉱物資源マテリアルフローの作成等、 製錬/リサイクルハイブリッドシステム開発等、の取り組みを実施しております。

以上の取り組みを踏まえて、資源機構としても、今後とも循環型産業形成支援のための技術支援を行っていくことが重要と考えます。

具体的には、非鉄製錬技術が応用可能なリサイクル技術や回収システム等の可能性調査を通じて、具体的なリサイクル技術開発テーマの抽出と実施が必要であると考えます。

(4) 鉱害防止技術

我が国の鉱害防止対策の変遷と現状

鉱業は明治、大正、昭和を通じて我が国の基幹産業として経済の発展に貢献してきました。一方で、足尾鉱毒事件に見られるように、古くから製錬所を含め鉱害は大きな社会問題になっています。我が国鉱山は鉱量枯渇に加え昭和30年代後半以降、市況の低迷などからその多くが閉山しましたが、昭和40年代に公害問題の社会問題化とあいまって金属鉱山の重金属による環境汚染・蓄積鉱害が問題となってきました。

我が国は昭和46年に休廃止鉱山鉱害防止等工事費補助金を創設して国として鉱害防止対策を開始し、 鉱害防止対策実施者の費用負担に対する国庫補助、 鉱害発生源対策・坑廃水対策のための技術開発、 義務者不在鉱山を対象とした技術支援と企業への対策資金融資の活動を行ってきております。これらの関係を図5に示します。

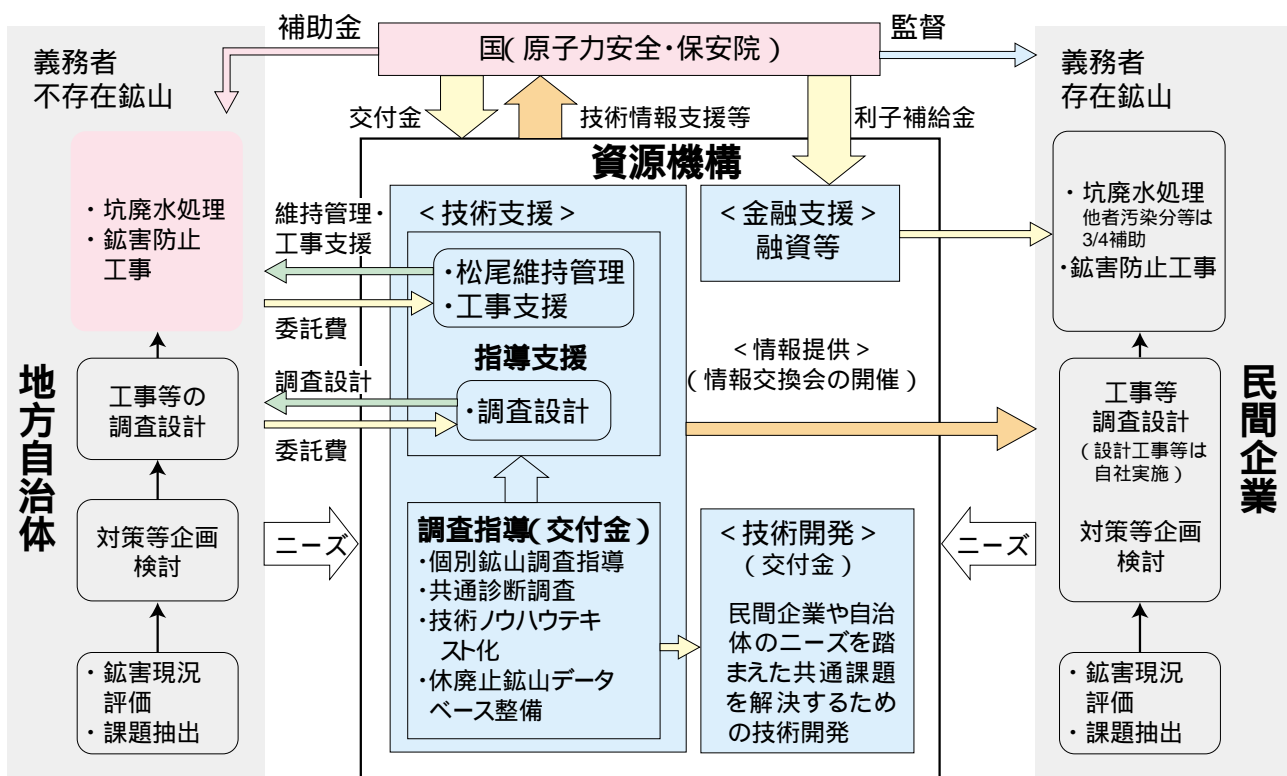


図5 鉱害防止対策体系

鉱山保安法の改正と求められる支援体制

鉱山保安法の改正により、鉱山に対する国の関与が小さくなり、地方自治体や鉱業権者の自主性が求められることになりました。稼行鉱山においては、指導・監督における国の関与が減少し、義務者不存在休廃止鉱山においては、国の助言に従い自治体が行う管理・対策にシフトしていく方向です。しかしながら、企業の人材確保の困難化や自治体の専門化不足という問題点があり、制度関係者全体の技術レベル底上げが必要であると考えます。

鉱害防止事業の現状と課題及び今後の方向

鉱害防止技術を巡っては、澱物減容化とコスト削減等による効率的な坑廃水処理技術について、多様な鉱山に適用可能な技術開発が求められています。また、鉱害防止事業においては、自治体や企業に自主・自立した鉱害防止事業が求められており、共通基盤的な技術支援や効率化による国の補助金の削減が求められています。以上のような現状の変化に対して、鉱害防止支援業務を効率かつ効果的に実施するためには、技術開発と技術支援が一体となって推進することが不可欠であると考えます（図6）。

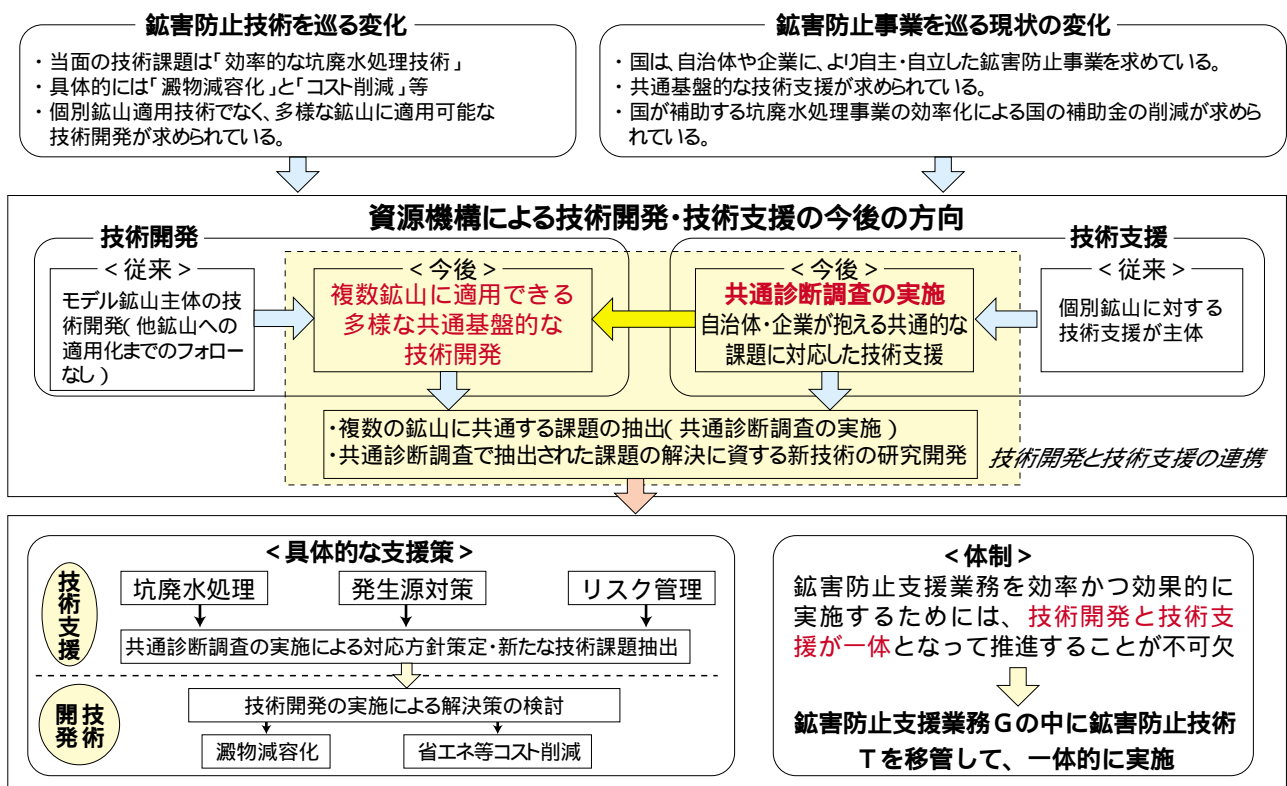


図6 鉱害防止事業の現状と課題及び今後の方向

5. 今後の実施体制と新規事業の概要

(1) 金属部門の技術開発・技術支援実施体制

以上のように、探査、開発・製錬、資源循環、鉱害防止技術の各分野において、それぞれ課題と今後の方向性について検討をしてきました。この結果、非鉄金属資源の開発環境の変化による現場ニーズに対する技術支援が求められてい

ること、鉱山保安法の改正等による鉱害防止対策の効率的及び効果的な実施が必要であるとの観点から、平成17年度から、技術開発実施体制を大幅に見直しました。

これにより、より非鉄金属産業や自治体等のニーズに応えた技術開発や技術支援の実施ができるようになりました。(図7)。

- ・探査技術については、金属資源探査推進Gの中で従来から位置付け。
- ・開発・生産分野については、技術支援を含め、その技術開発を担う金属資源技術Gの中で一体的に実施。
- ・鉱害防止技術については、当該技術支援と一体的実施が効果的であり、当該業務を鉱害防止支援業務Gに移管。

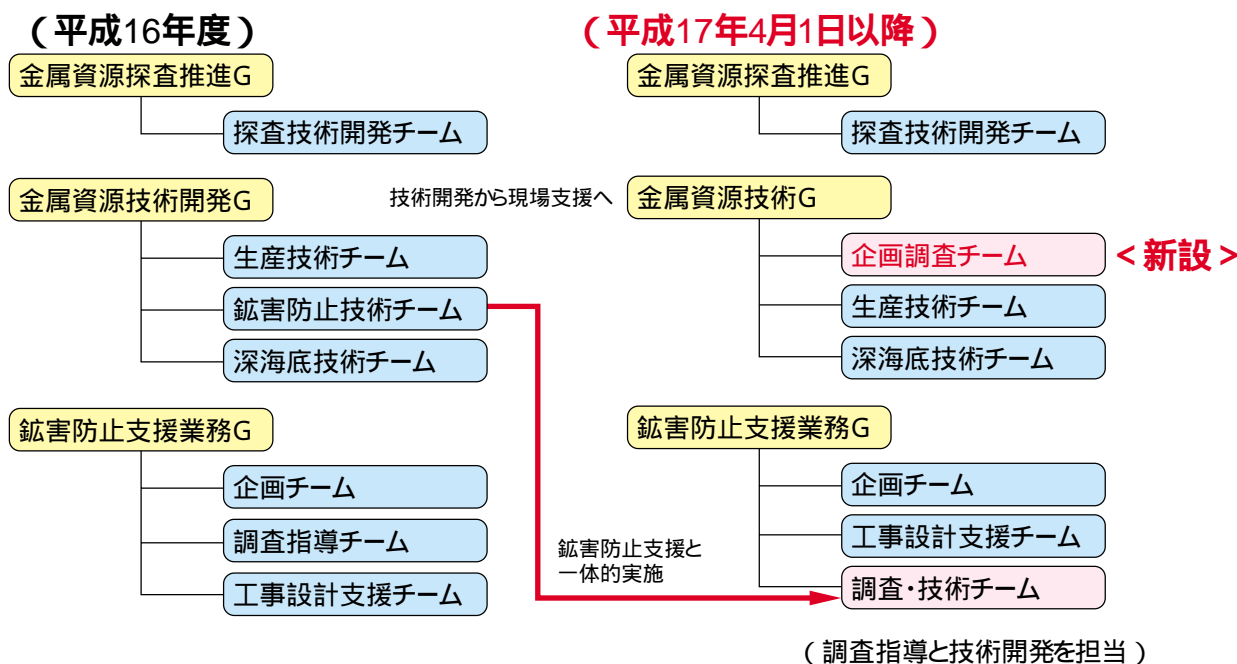


図7 技術開発実施体制

(2) 今後金属資源技術グループの編成と業務の方向性

金属部門の技術開発及び技術支援事業を担当する当グループは、短期～長期といった幅広い視点から鉱物資源の安定供給に資するため、開発・製錬技術に関する技術開発、未来の資源として位置付けられている深海底鉱物資源の探査、循環型経済社会の構築を目指したりサイクル技術開発や関連調査研究など、多岐にわたる事業を展開してきました。

特に、今回の技術戦略を踏まえて、4月1日から、新たに「生産現場ニーズに対する技術支援事業」を開始すべく、企画調査チームを新設

し、新たな新体制の下で技術関連事業を開始しました。また、鉱石の低品位化への対応を行うため、「バイオリーチング等を活用した湿式製錬技術開発プロジェクト」を本格的に立ち上げました。

(3) 新規事業の概要

生産現場のニーズ等に対する技術支援事業

近年、我が国の民間企業が海外で鉱山開発を行う環境も大きく変化しており、世界的な鉱物資源需要拡大による鉱石確保のための鉱区獲得競争の動きが一層の活発化し、例えば既発見未開発鉱山の権益確保に我が国資源産業のみならず、商社の

活発な参加が見られる等、多岐にわたる産業が鉱山開発に興味を示しております。しかし、我が国資源産業においても国内鉱山の減少や資源環境分野への進展など、人材確保が困難な状況となっており、こうした多岐にわたる産業が鉱山開発に参加する際に、鉱山開発評価について技術支援の要望が高まってきています。

こうした背景のもと、平成 17 年度から、生産現場のニーズに応えるための技術支援事業を開始しました。当面は、世界の資源開発技術の動向把握と我が国の資源産業が抱える技術課題の把握、鉱山開発のための評価について、技術的評価の共同実施による技術支援を実施します。また、抽出された技術課題については、新たな支援策として取り組むことを考えています。

バイオリーチングを活用した湿式製錬技術開発

近年、我が国の民間企業は、中国等による鉱物資源の需要拡大を受けて金属価格が高騰している中、特に銅精鉱を安定的に確保するため、海外で積極的に鉱山開発や権益確保・拡大を推進しています。

このような背景を踏まえ、これまでの民間企業の開発・製錬分野に関する技術開発ニーズ等を検討した結果、平成 17 年度から、新たにバイオリーチング等を活用した湿式製錬技術開発事業を開始しました。

本事業は、我が国にとって世界的に競争力が弱いとされる粗鉱を対象としたリーチング技術等の資源開発技術分野において、バクテリア等を活用した湿式製錬技術開発を通じた鉱山評価モデルを構築し、我が国民間企業の海外鉱山開発支援を行うものです。

この結果、当機構が、これまで実施してきた各種の探鉱支援ツール（海外地質構造調査、共同資源開発基礎調査等）に、鉱山開発を意識した本支援ツールが加わることで、これら支援メニューの多様化が図られ、海外優良鉱床の早期確保に貢献できるものと考えております。

また、これまで以上に国と民間企業による我が国の鉱物資源安定供給に向けた協調体制が強化され、より効率的かつ効果的な海外鉱山開発に資する技術開発を推進できるものと考えてい

ます。

6. おわりに

本技術戦略は、平成 16 年 12 月以降、金属部門において部門内横断的な検討会を設け、以降、関係者間での検討の結果を当面の金属部門における技術戦略としてとりまとめたものです。今後も、社会情勢の変化に応じて適宜技術戦略の見直しを行って、社会のニーズに応えた事業を展開していきたいと思っております。

また、今後、機構の予算の効率かつ効果的な執行に本技術戦略を活用していきたいと考えています。

お問い合わせ先：金属資源技術グループ企画調査チーム

Tel：044-520-8630 Fax：044-520-8730

(2005.6.23)

