

第5章 情報整備

5.1 MEM の GIS データベースの現況と評価

5.1.1 MEM のデータベース構築の経緯

MEM の鉱業・地質部(DMG)では、セルビア国において増大する鉱業開発活動の効率的な管理を行なっていくために、幾つかのプロジェクトを通じて GIS を用いたアプリケーションの開発・整備を行ってきた(表 5.1)。2001 年にはフランス地質鉱山研究所(BRGM)の支援によりテキストベースの鉱物資源データベース及び GIS データセットが作成され、これが MEM-DMG での本格的なデータベース導入の第一歩となった。

表 5.1 MEM-DMG における GIS データベースの開発

	プロジェクト名	実施機関	年
1	CISGEM: Computerized Information System for Geological Exploration & Mining	MEM	2001
2	Database of Central & South-Eastern Europe	BRGM	2001
3	Formation of a GIS based database of mineral occurrences of Serbia	MEM	2001-02
4	GIS Software Application & Training	UNDP	2002-03
5	Digital Spatial Data for Serbia	MEM	2004-05
6	CISGEM project Extension	MEM	2006-07
7	JICA M/P Study	JICA	2007-08

5.1.2 BRGM による鉱物資源データベース

MEM では 2001 年に BRGM によって鉱物資源データベース(DB)の構築のために、鉱物資源関連情報の収集は、ベオグラード大学鉱山地質学部と地質研究所の協力によって行われた。この DB は、テキストベースの DB である鉱床 DB と鉱山地区 DB からなる(表 5.2)。k 一方、鉱物資源図は 75 万分の 1 のスケールで GIS 上にコンパイルされ、エネルギー鉱物、ベースメタル、貴金属、工業原材料及び主要鉱山について地形・地質図上にプロットされた。

表 5.2 鉱床 DB と鉱山地区 DB の概要

鉱床 DB (Mineral Deposit database)

• 鉱床データ: 199 箇所
• 鉱床・鉱徴地の位置情報
• 地質データ: 地質、地形、鉱化年代とタイプ及び母岩、鉱物組成、脈石及び熱水変質
• 経済データ: 鉱山の状況、開発タイプ、過去の生産量、資源埋蔵量の状況
• 鉱床に起因する可能性のある環境災害のデータ
• 文献リファレンス

鉱山地区 DB (Mining District database)

• 主要鉱山地区数: 12 箇所
• 地区内に位置する鉱床リスト
• 主要一次、二次鉱物(鉱種、生成物)の存在、地域の経済に対する重要性評価を可能にするための含有鉱物量のアセスメント付き注釈
• 地域の主要鉱床タイプと特徴
• 鉱化年代と母岩
• 地質及び経済データの概要
• 鉱山・選鉱活動に関連した汚染放出や環境損害の可能性についてのコメント
• 主要文献リファレンス

BRGM のデータベースの課題としては、以下の項目が挙げられる。

- ① データは、次項で述べる MEM の GIS データベースには格納されておらず、統合必要

- ② 格納データの内容は、鉱床・鉱徴地の位置情報は正しいが、埋蔵鉱量、鉱種については見直しが必要であるとの指摘があり、今後検討が必要
- ③ GIS データの投影法は、現在セ国内で一般的に利用されている投影法 Gauss-Kruger や世界測地系(WGS84)などへの変換が適当

5.1.3 MEM の現況のデータベース

現在の MEM の鉱物資源情報のデータベースは、数種類のデータテーブルを結合した、比較的簡素な構造からなっている。格納された主なデータを表 5.3 に示す。情報は、ArcGIS のジオデータベースに格納されている(図 5.1)。

表 5.3 MEM の GIS データベースに格納された主要データ

内 容	格納状況
地質図	スキャンデータ
鉱山地点	存在(408 箇所): MGI 提供の 1:300,000 インフラデータ上にプロット
地質探査地点(鉱床関連)	存在(403 箇所): MGI 提供の 1:300,000 インフラデータ上にプロット
地質探査地点(水資源関連)	存在(66 箇所)
鉱区範囲	存在(4 箇所)
鉱徴地	存在(275 箇所)
GIS 情報の要求箇所	存在(35 箇所)
休廃止鉱山と廃止理由	存在
インフラデータ	存在 70 レイヤー以上
廃滓ダム位置	存在
鉱業汚染モニタリングデータ	存在
DEM	SRTM: 90m 間隔
衛星データ	Landsat TM(3 バンド)

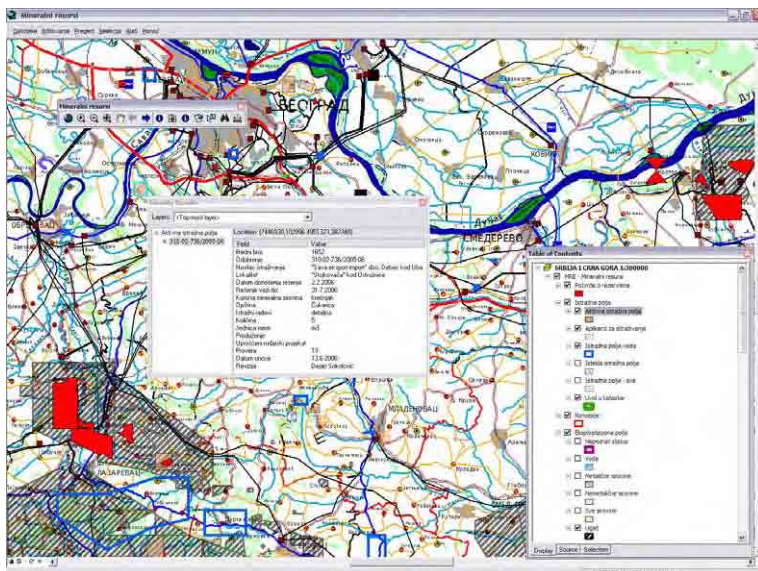


図 5.1 MEM の現在の GIS データベース

5.1.4 MEM の GIS データベースの構築

MEM の担当者との討論を通じ、現況の MEM 鉱区関連データベースに以下のデータを追加することを合意した。

1) 海外投資家へ基本情報としてウェブへの展開が必要と判断した地質データ、地質図イン

デックスマップ、最新の保護地区・規制区域の空間データを GIS データ化した。

2) 地質データに関しては、セルビア全土を網羅する 1:500,000 地質図 6 枚をスキャニングして、shape ファイルを作成し、地質単元の属性付加を行った

3) 保護地区・規制地区情については、環境研究所から紙地図を提供され、国立公園、自然保護地区、規制予定地区などの地域について、GIS 化された。

5.2 MEM ウェブサイト

5.2.1 従来のウェブサイト

MEM-DGM のウェブサイトでは、鉱業活動関連情報とエネルギー関連情報が公開されている。政府アナウンス、鉱業政策、鉱業関連法、税金、組織、鉱業活動中の企業、国営会社等の情報が公開されていた。また、検索ツールにより情報

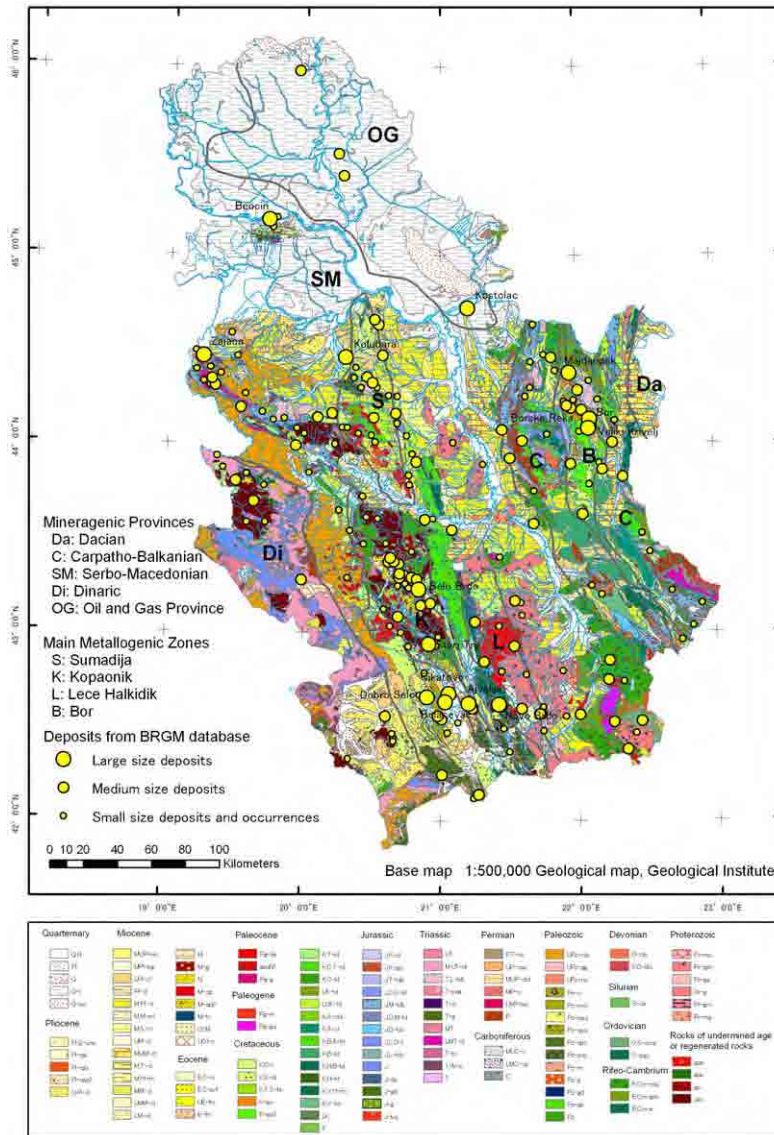


図 5.2 GIS データベース用地質情報と BRGM データベースに格納されている鉱床

への迅速なアクセスが可能である。また、MEM 職員が内容の更新を行えるウェブ管理ツールが開発され、情報更新作業が頻繁に実施されている。一方、関連法については羅列してあるのみで、閲覧者を適切に誘導する「利用者」からの視点がない、地質、鉱床分布などの鉱物資源情報等が皆無、英語版作成の計画などがなく停滞している、など多くの問題を抱えていた。

5.2.2 ウェブサイト構築・拡張

MEM の鉱業部門のウェブサイト英語版の構築について、MEM 側と以下のように検討し、修正、拡張していくことで合意した。その開発概要を表 5.4 にまとめた。本調査を通じて、ウェブ内容は、質、量ともに、劇的に改善された。新規に格納した英語版ウェブサイトのス

ナップショットを図 5.3 に示す。

表 5.4 MEM-DMG のウェブサイト開発概要

項目	概要説明
1 構築範囲	MEM サイトの鉱業部門ページ (http://www.mem.sr.gov.yu/)
2 翻訳	既存ページを英語へ翻訳(鉱業法等は、翻訳の進捗に合わせて英語版にリンク)
3 ウェブ GIS	<ul style="list-style-type: none"> 地図などの空間情報の開示のためのウェブ GIS の開発 現在の MEM ページからポップアップでウェブ GIS ポータルサイトが立ち上がる MEM が試験的に実施したウェブ GIS を基本に、各種操作ツールなどの改良を加え、既存 GIS データの WGS84 への変換を行い、利用者が現況の鉱区位置、地質、インフラなどをウェブ上で動的に地図表示させ、地図作成が可能サイトの開発を実施 2 種類のウェブ GIS ウィンドウ開発:「高速ウェブ GIS ビューワー」と「本格的ウェブ GIS ウィンドウ」 高速ウェブ GIS ビューワー: 空間情報の高速閲覧が可能(地質・鉱区・インフラ、衛星写真等) 本格的ウェブ GIS ウィンドウ: 全空間情報の閲覧・検索が可能(ヘルプ機能整備) 鉱区位置は MEM 側の意向で、ポイントデータとして表示 ウェブ GIS のドメイン名: www.serbia-mining.info
4 鉱業活動についての指針	外国企業などが、セルビア国において鉱業活動を行う場合の鉱業法や関連規則については MEM 側と協議し、利用者に分かり易いように設計
5 JICA 報告書	本調査最終報告書をセルビア国への第三者評価として、利用者が閲覧可能にする
6 リンク	関連サイトへのリンクをはり、利用者を適切に誘導できるようにする。
7 ウェブサーバー	2008 年 2 月末日までのリースにて対応



図 5.3 MEM の鉱業地質部のウェブサイト

ウェブ GIS のポータルサイトは MEM のサイトからリンクされており、ポップアップ・ウィンドウが立ち上がる(図 5.4)。ウェブ GIS で扱うデータ量は膨大であるため、ブロードバンド回線であってもある程度表示に時間がかかる。そこで、ここでは高速表示を可能にした「高速ウェブ GIS ビューワー」と「本格的ウェブ GIS ウィンドウ」の 2 種類を開発した。高速ウェブ GIS ビューワーは、空間情報の閲覧のみを希望するユーザーに対して高速にデータ

を提供するためのツールとして設計した。これは検索機能はない代わりに、空間情報の高速閲覧が可能である。ただし、情報内容は「本格的ウェブ GIS ウィンドウ」と同レベルで、地質、鉱区、インフラ、衛星写真などの基本情報を提供している。一方、図 5.5 に示す「本格的ウェブ GIS ウィンドウ」では、本格的な検索ツールが用意され、掲載した全ての空間情報についての属性情報をウェブ GIS データベースから検索可能になっている。操作方法については、ヘルプウィンドウを充実させ、ウェブ GIS 操作初心者でも簡単に作図、検索が可能にした。本サイトでは、検索・表示速度を最大限にするため、データの簡略化、データベースの効率的設計を行い、従来のウェブ GIS サイトと比較して迅速で、快適な利用環境となった。本サイトは、JICA 専門家と MEM 担当者、現地コンサルタントの協力によっ

て、順次改良が行われ、2008年1月に公開された。

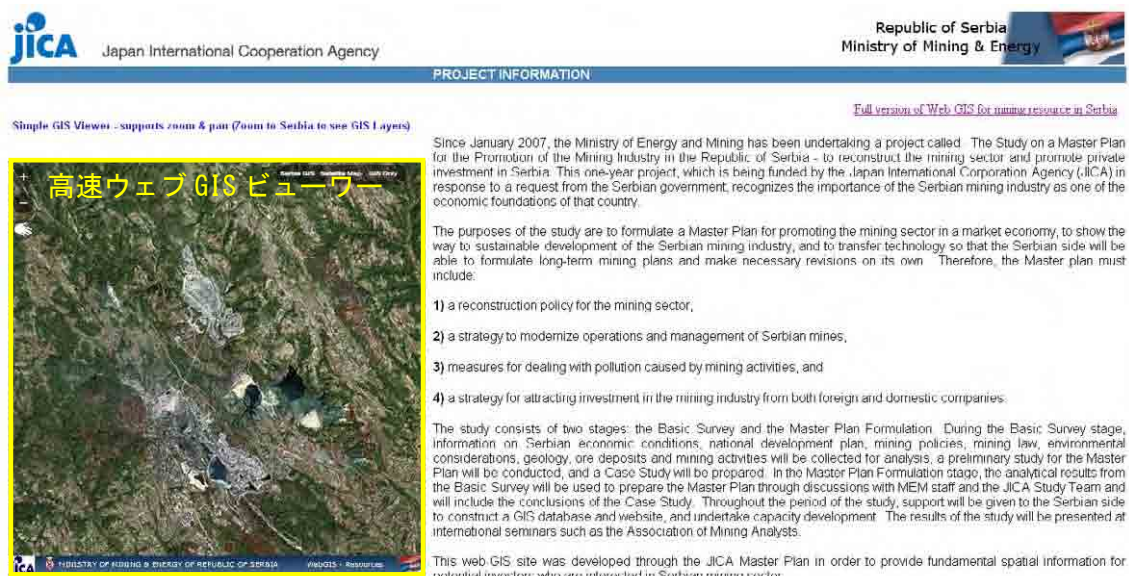


図 5.4 ウェブ GIS ポータルサイト

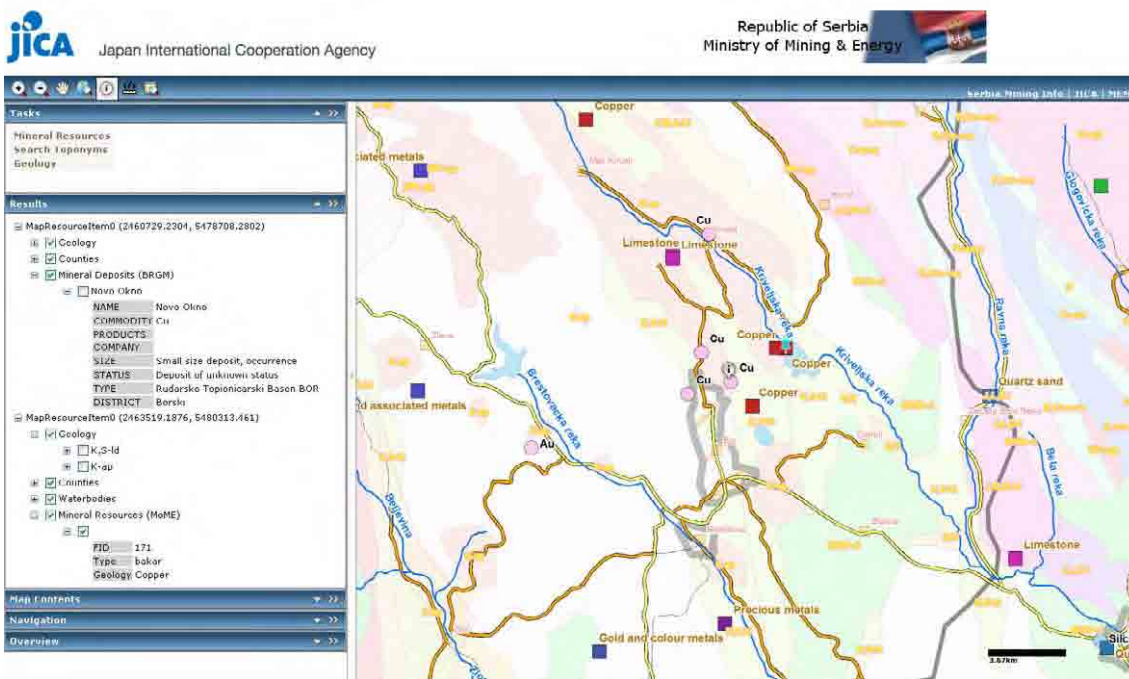


図 5.5 ウェブ GIS に格納された地質、鉱区、インフラ情報

5.2.3 MEM のウェブサーバー

MEM のウェブサイトは、現在、InfoSky 社のウェブサーバーに格納されているが、今後、政府が管理するサーバーに移管される予定である。また、ウェブ GIS サーバーも現在民間に委託されているが今後 MEM が導入予定のサーバーに移管する必要がある。これにより、ウェブが政府及び MEM の管理下に入り、より適切なセキュリティー対策が可能になる。

5.3 環境保全省におけるデータベース構築

前科学・環境保全省(MSEP)では、地質・鉱物資源情報データの整備を行うために、以下に示す幾つかのプロジェクトを実施してきた。MSEP は、現在、環境保全省(MEP)と科学省(MS)に分離したが、情報整備のためのプロジェクトは MEP へ引き継がれている。

5.3.1 GEOLISS の構築プロジェクト

MEP は地質情報データベースの構築のために、ベオグラード大学に地球科学情報データベースの構造開発(データベース構造名: Geological Information System of Serbia, GEOLISS)を依頼し、その骨格と GIS ツールを完成した(図 5.6)。このデータベースの目的は、地質・鉱物資源情報だけでなく、水理地質学的情報、地質工学的情報等を包含する総合的な地球科学情報データベースの構築であり、地質、鉱物資源データ、ボーリングデータをはじめ、自然災害データ(地すべり、落石)、土壌浸食なども格納可能であり、また、新規に項目を追加構築していくことも可能で、今後のセ国の地球科学データベースの根幹となりうる内容を有している。鉱業分野での利用価値も非常に大きいと考えられる。しかし、セ国の地質・鉱山セクターの政府組織の制度上の問題から生じた以下の課題がある。

- 国土基本情報であるインフラデータは、軍地理研究所所管のため、格納されていない
- ソフトウェアのライセンス数が充分でなく、データの格納、教育等の推進が困難

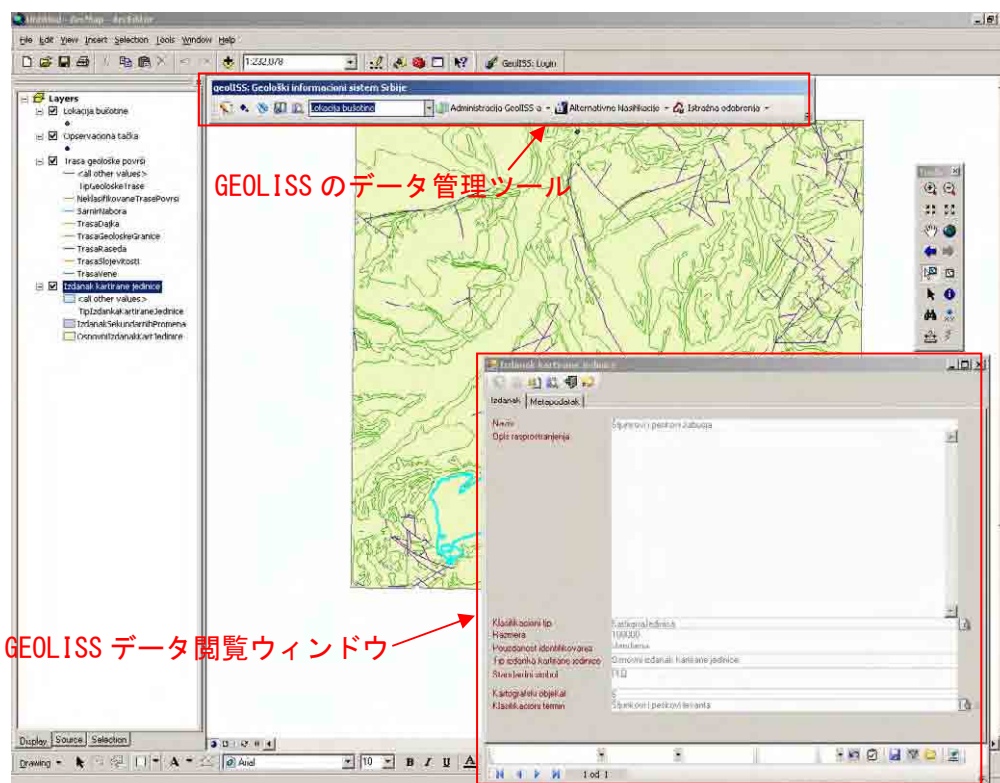


図 5.6 GEOLISS の操作画面

5.3.2 金属及び非金属鉱物資源の経済評価プロジェクト

MSEP では、2006 年から「セルビア国の金属及び非金属鉱物資源の経済評価」プロジェ

クトを実施している。これは、金属・産業鉱物・化石燃料に関する資源量の経済評価を行うもので、ベオグラード大学及び地質研究所に開発を依頼している。この中で、金属・非金属鉱物資源の鉱床・鉱徴地データベースの構築(金属：約 900、非金属約 600 箇所の鉱床・鉱徴地が登録)が実施され、GEOLISS へ格納予定である。

5.3.3 鉱物資源の持続的開発戦略プロジェクト

このプロジェクトは EBRD が 2006 年に実施したもので、広く 7 分野に渡る持続的開発戦略プロジェクトのひとつで、金属、非金属、化石燃料に関する鉱床、鉱徴地のレビューをし、現在のセ国の鉱床・鉱徴地の最も正確なレビューとされており、ベオグラード大学、MEP、MEM の協力のもとで行われた。

5.4 地質研究所による地質図及び関連地図

地質研究所では、セ国の地質図、水理地質図などの作成を実施している。地質研究所はセ国で最初に GIS 利用を始めた機関のひとつであり、GIS の利用技術は高い。現在、上述の紙ベースの地質図に地質調査を加えて、GEOLISS データベースの構造に準じた地質 GIS データ化を進めているが、資金不足、人員不足などの理由で進捗は遅い。

5.5 軍地理研究所による地形図

セ国の地形図は、防衛省傘下の MGI において作製されている。MGI ではセ国全土を含む各種縮尺(1/25,000~1/1,000,000)の地形図及び GIS データ化等の整備を進めている。地図の座標系については、従来セ国の地方測地系が利用されてきたが、世界測地系(WGS84)への移行が始められている。一方、他省庁や一般の地形図利用の需要は大きい、現法による制約のため、入手や利用範囲には厳しい制限が設けられているなどの問題がある。より自由度の高い利用が可能になる法改革が必要である。

5.6 Bor における IT 技術利用現況

Bor 銅研究所と Bor 銅鉱山で実施した IT 技術利用現況と評価・課題をまとめる。

1) 銅研究所

- 自主開発した IDCS は、現在 BOR 銅鉱山に移管され、制御・監視に利用されている
- 環境モニタリングの情報管理に GIS を導入し、データベース化を進める必要がある
- 鉱山管理システムは BOR だけでなく、他鉱山へのサービス提供など幅広く実施
- パソコンや GPS など基本的なツールの継続的な補充、更新が必要
- IT 部門は鉱山だけでなく、他の業種に対しても情報技術分野のビジネス展開が可能

2) Bor 銅鉱山

- 各鉱床でのブロックモデル構築は順次行われており、有効利用されている
- RBB での IT 技術は、銅研究所の支援に負う所が大きい
- 地質データのデジタル化も進め鉱山管理システムへ格納し、統合的データ管理必要
- 社内の鉱山管理ソフトのオペレータを早急に育成または雇用する必要がある

5.7 戦略的データベース構築

5.7.1 鉱区管理システム

MEM の業務内容は、鉱区申請の処理・管理が中心であり、今後の GIS データベースの有効活用方法として、鉱区管理システムの開発がある。MEM では鉱区管理システムのデータベース構造のプロトタイプが開発されている。これを拡張して、現在の紙ベースの申請書類による情報管理から、より迅速で正確な本格的鉱区管理システムに移行して行くことが重要である。一方、新鉱業法の下で、鉱業庁が設立され、今後、情報管理の面でも MEM との業務分担と情報共有化を図るためのグラウンド・デザインが必要となる。

5.7.2 過去の鉱区情報の管理について

2001 年以降、MEM では 1997 年以降の鉱区管理データについては、テキスト情報及び鉱区の位置情報を GIS データとして管理している。しかし、セ国の鉱業活動の管理が始まった 1960 年～1997 年の鉱区情報は、中央アーカイブセンターに文書及び地図が 600 件以上格納されている。こうした過去のデータは、将来鉱山開発が行われた場合に、過去の周辺地域の探鉱・開発活動の内容が管理されれば、重要な既存情報が提供可能になり、鉱業活動がより促進されたため、一刻も早いデジタル化整備が必要である。このデータ整備の遅れの原因は、MEM-DMG の人員不足にあり、現在の職員が日常業務の傍らで進めるには、作業量が膨大で、困難である。この問題に対しては、例えば国際援助機関の専門家派遣やプロジェクトの形で、支援していく事は重要である。

第6章 環境配慮

6.1 環境関連法令

環境保護を目的とした法令には次の4つの環境基本法令の他に、関連する法令は100以上も存在すると言われている。

1. 環境保護法(Law of Environmental Protection)
2. 戦略的環境影響評価法(Law on Strategic Environmental Impact assessment)
3. 環境影響評価法(Law on Environmental Impact Assessment)
4. 環境コントロール法(Law on Integrated Environmental Pollution Prevention and Control-IPPC)

上記4法はECの環境基本法に則った法体系を取っている。これらの法令はセ国がEC加盟国との協調やEC加盟に向かう際にスムーズに参加できるための準備として、法構造的にEC基準に合わせている。

6.1.1 環境基本法令

a) 環境保護法

環境保護法は、環境保護に関する基本法で他の3法をも規定している。規定項目も環境汚染防止(大気、水、土壌、騒音、振動)や廃棄物管理、放射線・化学物質管理のみならず、天然資源の持続可能な開発促進、生物多様性の維持等やオゾン層保護規定等広範囲にわたる。また、住民参加制度の採用等も明確に規定されている。

b) 戦略的環境影響評価法

戦略的環境影響評価法は、持続可能な開発と環境保護(天然資源、景観文化財、生物多様性等の保護を含む)を両立させるため、プロジェクトが環境に及ぼす悪影響等を事前に予測評価し、悪影響を予防抑制し、同時に他分野との整合性を保持しようとする法である。戦略的環境影響評価を実施しなければならないプロジェクトは、空間計画、都市計画又は土地利用計画と農業、林業、水産業、狩猟、エネルギー、工業、輸送、廃棄物管理、水管理、電気通信、観光、野生生物と生息環境保護の分野の計画、プログラム及びその分野別マスタープランであり、本調査である鉱業分野のマスタープランは該当しない。このことはエネルギー鉱業省及び環境保護省にも確認した。

c) 環境影響評価法

環境影響評価法は、環境に対し重大な影響を及ぼすプロジェクトに対する環境影響評価手続きに関する規定を定めている。即ち、環境影響評価研究の内容、モニタリング方法、公衆の参加、周辺国との越境の可能性のあるプロジェクトの情報交換等について規定している。環境影響評価の実施は、天然資源保護区域及び文化財保護区域内で計画されている全てのプロジェクト、産業、鉱業、エネルギー生産、運輸、観光、農業、林業、水管理、廃棄物処理及び共用サービス分野のプロジェクトに義務づけられ、各段階(プロジェクト計画時、プロジェクト実施時、技術の変更、再建、能力拡張、操業の終了及び環境に重大な影響を与え得るプロジェクトの撤廃の際)に実施される。鉱業では探査段階から評価実施対

象となっている。

d) 環境コントロール法

環境コントロール法は具体的な環境規制法であり、EC内でIPPCと呼ばれるものである。IPPCは規制対象法人が環境に及ぼす恐れのある物質をどのように処理してどの程度のものをどのくらい環境に放出するのかをデータと共に審査機関に提出し、そこでの審査を受け、認可したもののだけに操業を認める方式であり、具体的な排出基準はその審査に当たって決められる。

6.1.2 環境保護の実規制法令

水質関係では水法、水域分類法、水域中の有害物質に関する規則、騒音関係では許容騒音レベルに関する規則、廃棄物関係では廃棄物取扱法等がある。これらの法令で環境基準等が定められている。

6.1.3 モニタリングに関連する法規

モニタリングに関連する法規にはモニタリング組織に関するものと測定項目や測定方法等のデータ収集に関するものとに分かれる。前者には全土に亘る気象測候所ネットワークと事業計画の決定規則、排出と環境測定の実施専門組織が具備しなければならない条件に関する規則、2004、2005年の大気管理計画の設定に関する規則等がある。後者には、制限値、排出測定法、試料採取点設置評価及びデータ収集に関する規則、測定とデータに関する排出制限値、方法及び時間枠に関する規則等がある。これらの法令から環境モニタリングを実施する機関として、登録された水文気象研究所、共和国衛生研究所等が実施する。

6.1.4 他の業種別基本法規

各産業分野における基本法規で、例えば鉱業関係では地質調査法と鉱業法、工業関係ではエネルギー法、農業や林業関係では農地法、森林法、観光関係では観光法、国立公園法、労働衛生関係では労働時の保護法、公衆衛生法、等の法令がある。

6.1.5 組織等の関連法規

省に関する法や自治地区に関する特定権限法等、規制管轄官庁の区分や権限委譲に関する法令である。環境に関連する組織は、農業、林業及び水管理省(農業局、林業局、水局、植物防疫局、獣医局)、経済省(産業局)、保健省(公衆衛生関係)、資本投資省(建設、道路、航空機、鉄道及び船舶関係)、エネルギー・鉱業省(鉱物資源、エネルギー関係)、文化省(文化財関係)等多岐に亘っている。

6.1.6 環境基準等

水域分類法によると、セ国では目的と用途により河川水等の地表水を4種(廃水を含めると5種)のカテゴリーに分けており、

- 水質Ⅰ種：自然水で飲料水及び食品工業用水並びに稀少魚種の水産業に使用できるもの
- 水質Ⅱ種：水中競技等水浴やレジャー等に利用でき、飲料可で通常の水産業及び食品用の農業用水や工業用水に使用するもの、
- 水質Ⅲ種：食品以外の農業用水や工業用水に使用するもの、

水質Ⅳ種：特殊目的の農業用水に使用される。

セ国の各々の河川には望ましい水域カテゴリーが設定され(204 流域区域が指定済み)、それを維持するような環境保護施策が実施される。主な河川の水域は Danube 川(Ⅱ種)、Tisa 川(Ⅱ種)、Sava 川(Ⅱ種)、Lim 川(Ⅱ種)、Kolubara 川(Ⅱa種)、V.Morava 川(Ⅱa種)、Ibar 川(Ⅱa種)、Juz.Morava 川(Ⅱb種)となっている。

地表水の水質基準は上述のカテゴリー毎に定まっており、一般項目として 13 項目(放射線を除く)、規制対象有害物質は全部で 223 項目指定されている。鉱業に関係の深い重金属類は 20 項目である。

大気関係では排出制限値 GVI の規制があり、その内重金属に関しては Pb($250 \mu \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)、Cd($5 \mu \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)、Zn($400 \mu \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)、総降下煤塵($200 \mu \text{g}/\text{m}^2/\text{day}$)である。

土壌中の有害物質及び危険物の許容量規則では、最大許容含有量(mg/kg)は Hg-2、Cd-3、As-25、Ni-50、Pb,Cu-100、Zn-300 である。

6.2 環境モニタリングシステム

セ国の環境管理システム及び環境モニタリングシステムは図 6.1 のように環境モニタリングの実施機関と環境質の測定データを保管管理する機関とに区分される。前者はセ国に登録された ISO 標準に適合した第三者公認機関(管轄官庁に登録が必要)が実施することになっており、水文気象学研究所、共和国衛生研究所、Bor 銅研究所等がある。これらの研究機関は全国的或いは地域の環境状況を把握するための環境モニタリングを実施している。後者にはセ国環境保護庁があり、環境実施機関から測定データを収集保管し、国に対し環境報告書を作成すると共にヨーロッパ環境庁にも環境状況を報告している。

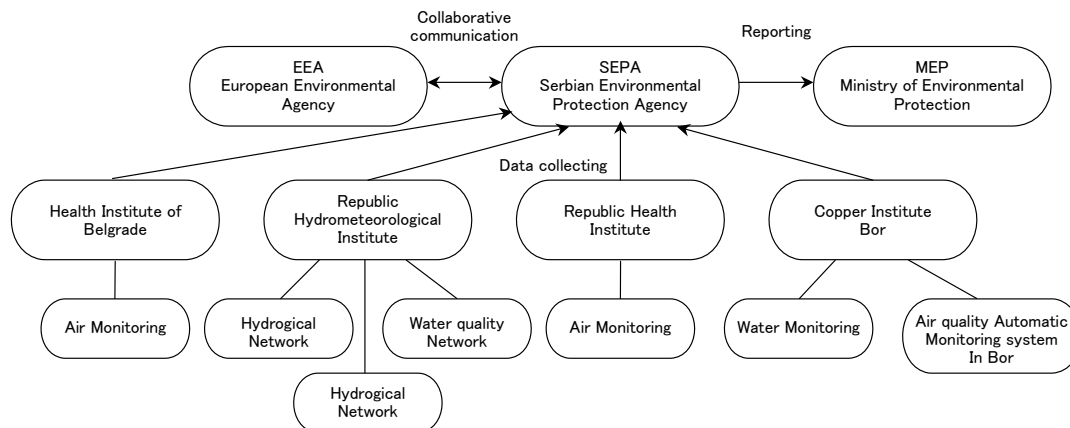


図 6.1 モニタリングシステム

Bor 鉱山のような大企業では、環境モニタリングについてある程度の測定や調査は実施されているが、防止対策を前提とした系統だった調査は不十分である。中小鉱山に至っては義務となっている 4 回/年(3 ヶ月毎)のモニタリングのみを実施で、環境管理に必要な pH、EC、濁度(又は透視度)等の日常的な測定や流量測定は実施していない。排水管理のためのモニタリング頻度としては非常に少ない。

6.2.1 セ国環境保護庁(SEPA)

セ国環境保護庁は、2004年の省庁法により環境保護省に設立された組織である。人員は23名で環境状況のモニタリング部及び汚染者のモニタリングと情報システム部の2つの部からなる。主な業務は、下記の通りである。

- 環境情報の収集と環境情報システムの開発と管理
- 環境データの処理と適切な環境指標の設立
- 環境自動監視網の設立
- 汚染者台帳の作成と維持
- 環境状況に関する年次報告書の提出
- ヨーロッパ環境庁との協力(EIONETへの参加)

セ国環境保護庁は、環境モニタリング機関である水文気象学研究所、共和国衛生研究所、ベオグラード保健所、ノビサド保健所、Bor銅研究所、セ国自然保護研究所、地方自治政府事務局等から種々の環境情報を集めて、評価し、セ国の環境状況を示す指標や年次報告書を作成する。これらの指標はヨーロッパ環境庁(EEA)にも送付される。

6.2.2 水文気象学研究所

水文気象学研究所は全国的な研究組織である。部門としては大きく気象関係、水文関係、環境関係の3つからなる。水文気象学研究所は、以下の水関係に関する観測網と大気に関する観測網を持っている。これらの観測結果はセ国環境保護庁に報告される。

水質関係の観測網は、全国規模で地表水の自動観測網で、測定点は合計12ある。測定は日試料で行われ、水位、流量、pH、溶存酸素量、溶存酸素飽和率、COD、電気伝導度、アンモニア性窒素と硝酸性窒素を測定している。その他の水質項目も月に2回実施される。これらの測定も毎年立案される測定計画に則って実施されている。

地下水関係の観測網には、自動観測網はない。地下水の水位の観測は、主にドナウ川及びサバ川の北部地域とモラバ川流域の13地域、431観測点で、一カ月平均3~6回の頻度で測定している。地下水の水質測定は水位測定網と同様にドナウ川及びサバ川の北部地域とモラバ川流域を中心に10地域、67測定点で、年平均2回の試料採取頻度で実施している。

大気関係の観測網は、ベオグラード地域の自動観測網と全国の大気質の観測網がある。ベオグラード地域の自動観測網は、市内3箇所に設置された観測機器で、日試料により、SO₂、煤煙及びNO₂を測定している。全国の大気質観測網は、全国の測候所(29箇所)に設置された観測機器で、日試料によりSO₂、煤煙及びNO₂を測定している。

6.2.3 共和国衛生研究所、Bor銅研究所、その他

共和国衛生研究所は、大都市部と地方の大気質及び地表水と飲料水の水質並びに騒音の環境モニタリングを実施している。大気質の測定では、28都市の60測定点で実施している。Bor銅研究所は、Bor市内の大気関係の3自動測定局の管理と、水質及び土壌の試料採取及び分析を実施している。地方都市部の大気質環境モニタリングは、全部で40の集落の76

測定点で煤煙、硫黄酸化物、窒素酸化物、CO₂、オゾン、粒子状物質や重金属の幾つか又は全てを年 2 回測定している。

6.2.4 産業排水等

セ国では産業排水のモニタリングは、排水を排出している事業者が年 4 回(3 ヶ月毎)の測定を義務づけられている。これらのデータは基本的に事業者が保管することになっており、国として系統的にデータを収集保管するシステムにはなっていないことがハッキリとした。また、排水管理の状況は、環境省の査察部が有害物質を、農業、林業及び水管理省の水局の査察部一般項目を、保健省の査察部が飲料水(地表水及び地下水)の水質をチェックすることになっており、査察に統一性がないことも分かった。

排水モニタリングの測定項目は、Grot 鉱山の場合は全部で 49 項目にも上る。Rudnik 鉱山の場合は 43 項目にもものぼる。鉱業の排水としてこれだけ多くの項目を測定しなければならないか疑問がある。排水管理上は分析項目を多くするよりも分析頻度を増やした方が望ましいと判断する。

6.3 査察制度

環境問題は何れの国においても該当する分野が多く、許認可業務を初め、複雑に成りやすい性格がある。特に、鉱業は自然景観、文化財等の破壊を起こしやすく、開発前から環境影響評価が義務づけられて、環境破壊を予防しようとしている。この予防措置の一つとして、査察制度がある。

鉱業関係について環境を考慮すると自然資産の保護、文化的社会的資産の保護を含め大気質、水質、土壌、騒音振動、地盤沈下等が考えられる。エネルギー鉱業省査察部には地質部門と鉱業部門に分かれており、鉱業部門は露天掘、坑内掘及び電気の三セクションに分かれている。現地調査から判断すれば環境基準は河川の平均濃度で規制されるものであり、排出制限値での規制が十分に行われていないようである。また、排出事業者が自身で分析し、排水管理することもなく、査察を行う部署が立ち会い試料採取や抜き打ち試料採取等のクロスチェックをすることもない。従って、年 4 回の排水測定で年間の排水状況を把握することは不可能であると判断する。

環境保護省査察部門は総人員 88 名でセ国全土の環境査察を実施している。環境保護省は産業分野の大気関係、騒音関係及び自然保護関係と釣り関係については、一元的な管轄権をもっている。地質資源に関してはエネルギー鉱業省との業務分担が明快には分らないが、地下水に関する地質資源の保護として一部を管轄するようである。水関係について環境保護省査察部は有害物質に関する事項のみを管轄するが、水の一般的な管轄権は農業、林業及び水管理省が持っており、一般的な水質項目は農業、林業及び水管理省の査察部が持っている。また、文化財に関する部分は文化省の管轄である。これらの業務区分を図 6.6 に示す。

査察を実施する査察官の訓練も特別な訓練コースはなく、査察官個人の資質による場合が多い。また、査察官同士の相互啓発も殆どないという。更に各省の査察官の交流もなく、

別個に査察が為されている。環境において査察回数は、実質的な環境管理上の強制力となりうるので、査察官の訓練コースを設置して、その査察内容のばらつきを少なくし、省が異なっても査察官の相互連絡(相互告発)ができるような体制が必要であろう。

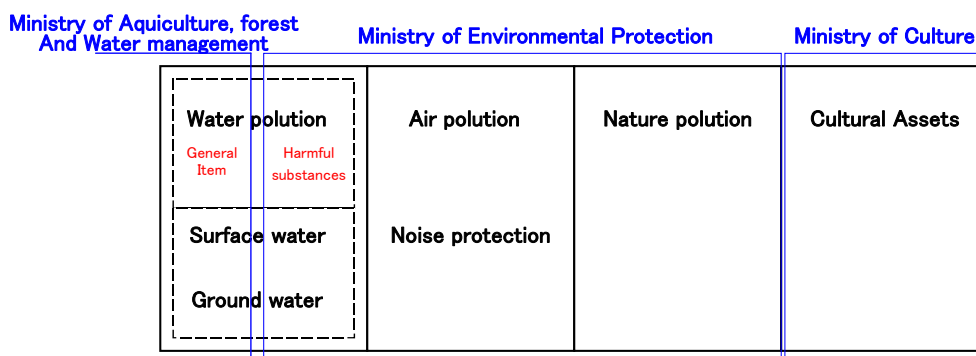


図 6.2 環境に関する各査察部の業務区分

6.4 セ国の環境状況と鉱山の環境問題

UNEP により指定された汚染のホットスポットは以下があり、修復中である。

- Bor NATO の爆撃による変電設備からの含 PCB 油の流出
Bor 製錬所からの大気汚染
- Novi Sad 石油精製所からの原油、石油製品の流出
- Pancevo 石油コンビナートからの原油、石油製品の流出
肥料工場からの有害物質の流出
- Kragujevac NATO の爆撃による変電設備からの含 PCB 油の流出

また、これとは別に鉱業における汚染も発生しており、2001 年 6 月には Veliki Majdan 鉱山の廃滓堆積場の一部が大雨のため、決壊するという事故までおこっている。Bor 鉱山/製錬所についても大気だけではなく、水質及び土壌の各分野でも環境問題が発生している。Bor 鉱山/製錬所の環境問題はルーマニア国境にも近く、その汚染が越境してしまう可能性がある。

6.4.1 Grot 鉱山

Grot 鉱山の坑内水は、大凡 pH8.5 で流量約 60m³/hr で、その内 90%の 54m³/hr を運搬坑道である通洞坑道を経て選鉱場で使用、使用しきれなかった分は廃滓堆積場への流送水に使用する。残り 6m³/hr は反対側にある坑口から排出している。廃滓堆積場からの廃水は選鉱場での繰り返し使用はせず、直接排水(pH7.5)し、Selecki Potok 小川を経て Juz. Morava 川、Danube 川に流れ込む。Juz. Morava 川に合流する間に 2 カ所のモニタリング箇所があり、義務となっている年 4 回(3 ヶ月毎)の測定のみが実施され、それ以外のモニタリングは実施していない。モニタリングの分析結果は何れの箇所においても問題はなかったが、測定頻度が少なすぎて健全な管理が為されているか判断できない。

廃滓堆積場はサイクロン分離によるサンド・スライムの分離堆積を実施している。堆積場内には 3 本の集水管が設置されている。堆積場の周囲の雨水は側溝(素堀り)によりポンド

に流入しないように管理され、ポンド内の上澄水を排出させる集水管で一緒に排水される。堤体の途中には犬走りは設置されておらず、直接最下底から堤体上部まで積み上げる形式である。また、堤体の脇やポンド内には草木が茂っており、伐採されていないため不透水層を形成していない等、若干問題がある。また、堤体表面の発塵を防止するための散水装置もない。

6.4.2 Kizevak 鉱山

露天掘り周囲(主に下流部)に廃石置場があり、土砂留めは設置されていない。廃石置場下底からは酸性水(pH4~2)が所々から出ており、道路上や沢筋を経て流出している。

選鉱場の設備は古く、浮選槽等は腐食が激しい。また、休転時点に整備をしておらず、このままでは運転再開は困難と思われる。堆積場への送水ポンプは生きており、時々廃水管理のため堆積場に送水しているとのことだが、現場では確認できなかった。

新堆積場はダム形式の堆積場で、サンド・スライムの分離堆積を実施している。Grot 鉱山同様堤体に犬走りは設置されておらず、堤体の脇には草木が茂っており伐採されていない。ポンド内の上澄水は選鉱場で繰り返し使用される系統になっている。堤体表面の発塵を防止するための散水装置はない。

6.4.3 Rudnik 鉱山

堆積場はダム形式でサンド・スライムの分離堆積を実施している。堆積場奥から堤体まで左岸側に通路が設置され、通路の中程の外側にポンド水回収位置がある。堤体内外のサンド内には湿潤水水位を計測する井戸が 6 系統設置されており、更に堤体外側の裾には水平式の集水管を設置している。堤体からポンド水回収位置まで距離が短いきらいはあるにしても、今回調査した中小鉱山では、一番設備的にしっかりしている。堤体表面の発塵を防止するための散水装置はない。

6.4.4 Lece 鉱山

Lece 鉱山も現在銀行管理下の鉱山であり、操業は行われていない。鉱山は坑内掘りで、現在坑内設備維持のため坑内水を揚水している。坑内水は pH5 前後で、若干の濁りがある。坑内水の排水された川床には少し赤みがあり、鉄を含むものと推定する。坑口に一次破砕場があり、その付近は細かい廃石が堆積しており、酸性水の発生が危惧される。廃滓堆積場は周囲に堤体を積み上げた構造で、8 箇所ある。ポンド表面が乾いていたが、一部の堆積場の堤体下には酸性の浸透水が存在する。

6.4.5 Bor 鉱山、選鉱場、製錬所

RTB Bor は鉱山・選鉱から製錬・加工までの一貫工場であり、各所から種々の汚染物質を排出している。そのため、汚染は大気、水質、土壌と広汎にわたっており、複雑な状況にある。選鉱設備は工場建屋内に設置され、選鉱場も住民の家屋から離れているので、騒音公害の可能性は少ない。

大気質のモニタリングは連続モニタリングとスポットモニタリングの 2 種類実施している。SO₂は計 3 箇所において 15 分毎の計測を行う連続モニタリングであり、これらの測定

結果は Bor 銅研究所、Bor 市役所、RTB Bor の監視にリアルタイムで送られる。銅研究所は SO₂ 濃度及び風向・風速のデータを週刊報告として、これに飛散粒子量、重金属含有量 (Pb,Cu,Mn,Ni,As,Cd,Zn) のデータを加えたものを月刊報告として環境保護省、Bor 市役所、RTB Bor に報告している。

降下煤塵は全て酸性を示しており、土壌の酸性化を進めている。また、亜鉛、鉛等の揮発しやすい重金属の濃度が高くなっており、集塵機の集塵効率が高くないことを示している。現在の製錬工程の反射炉では排ガス中の SO₂ 濃度は 1%程度で硫酸製造が不可能な低濃度であること、漏れガスが多いこと等根本的な問題でもあり、炉の形式を変更し SO₂ 濃度を上げるとともに、硫酸設備も Double Contact 形式に変更して SO₂ 回収率を向上させ、集塵機の増強を図ることでダストの飛散量を低下させる等の根本的な解決を図ることが必要である。

土壌汚染の主な影響は、土地の酸性化であり、重金属類による土壌汚染である。大気汚染からくる土壌汚染は直接的で、一般的に土壌は酸性を示し、耕作地として不適格な土地を形成し、その面積を増加する。土壌汚染調査結果では、この地方の土壌は一般に P 含有量は不足しており、K 含有量は充足している。また、耕作状況にもよるが、N 含有量と腐葉土含有率は中位であるが、酸性化した土壌では腐植土含有率は低下傾向にある。

土壌汚染には、酸性水の発生等により重金属が土壌を汚染する場合や、堆積場や廃石置場から風雨により浸食され、固形物が流出することによって河川底質や土壌の汚染が考えられる。しかし、水質汚染に伴う底質の悪化を行った一部の調査を除き、この観点からの調査は不十分である。系統だった調査が必要である。

Bor 鉱山の廃水は、その発生箇所、流量、化学組成等により種々の廃水が、Bor 川或いは Krivelj 川に流れ込み、Timok 川、Danube 川を経て、最終的には黒海に注ぎ込む。これらの廃水を分類すると次ぎの 7 種に分類できる。

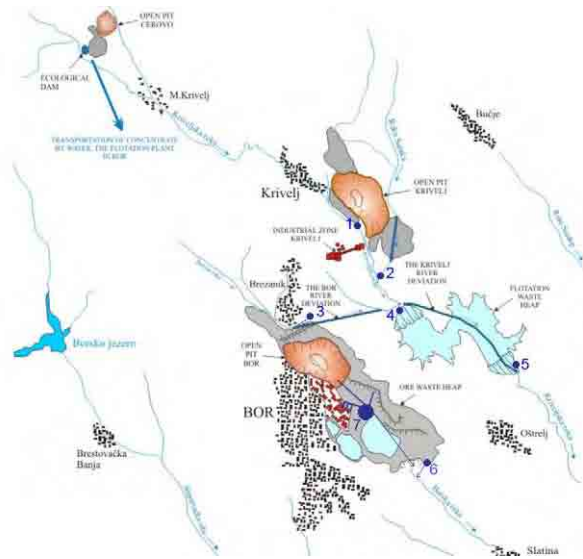
A) Krivelj 川に流れ込む廃水

- 露天掘”Veliki Krivelj”からの廃水
- ”Saraka”小川からの廃水
- 露天掘”Bor”からの廃水
- 浮選廃滓ダム” Veliki Krivelj” 1 A のポンドの廃水
- 浮選廃滓ダム” Veliki Krivelj” 3 A のポンドの廃水

B) Bor 川に流れ込む廃水

- ”Robule”湖からの廃水
- “Bor”露天掘、硫酸工場、銅乾式製錬所、銅湿式精錬所等工場各所からの廃水

図 6.3 廃水の発生箇所



FLWSHEET OF WASTEWATER STREAMS FROM RTB-BOR

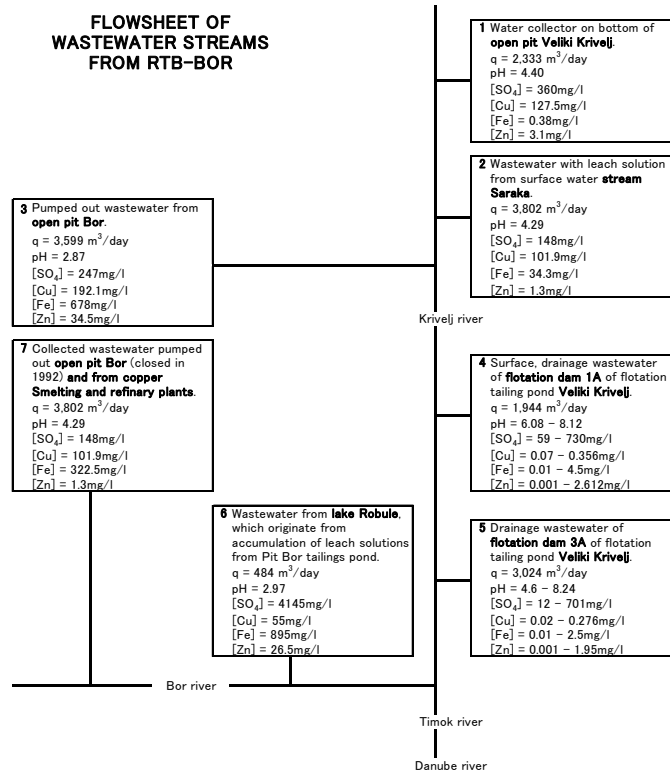


図 6.4 汚染水の流れ

湿式精錬工場の廃水は硫酸(16.63g/l)、Cu(4.8g/l)の他 Fe,Ni,As,Al,Bi,Zn, Sb,Te,Pb,Mn 等に富み、流量は大凡 2,874m³/年である。PM 工場の廃水は、硫酸(15.3g/l)、Cu(2.85g/l)の他 As,Te,Fe,Co,Zn,Pb,Sb,Bi 等に富み、流量は大凡 1,946m³/年である。再生工場の廃水は、硫酸(386g/l)、Cu(15.15g/l)、Ni(3.07g/l)、As(2.43g/l)の他 Te,Fe,Bi,Zn,Sb 等に富み、流量は大凡 1,071m³/年である。硫酸工場の廃水は、硫酸(0.81g/l)、Cu(0.041g/l)で、流量は大凡

34,944m³/年である。これらの廃水も処理は不完全なまま放流されている。

これを纏めると図 6.4 のようになる。各廃水はその流量が大きく、そのまま廃水処理を考えることは難しい。廃水処理の原則は、汚染水と汚染していない水をできるだけ分離することと高濃度のものは薄めずに処理することであり、汚染水を清濁分離できるように検討することが重要で、このための発生源調査が必要である。

6.4.6 炭鉱と文化財

Kostolac 炭鉱は国有電力会社(EPS)傘下の大規模な露天掘炭鉱で、Drmno 鉱床が現在開発初期段階にある。その開発区域内にはローマ時代の軍駐屯地遺跡(Viminacijum)あり、一部が炭鉱の開発鉱床区域にかかっている。環境影響評価調査によって、遺跡の大半は移転復元し、移転ができない一部の遺跡については遺跡境界から 100m の保安距離を維持して開発することで文化省との合意がされている。移設に必要な経費は約 25 万ユーロ/年と見込まれている。

6.4.7 ケーススタディの施策実施に伴う環境悪化防止対策

ケーススタディの内容の中で挙げられている工程改善案を実施することは、尾鉱中の重金属成分(Cu、Pb、Zn)を低下することであるから好ましい結果である。しかし、その反面不純物としての重金属成分(Fe、As 等)はより多く含まれる可能性が高くなる。一般には堆積場内を、それら重金属成分の水酸化物を生成する pH 域に維持されれば、その危険性は小さくなる。即ち、堆積場の場内をアルカリ側に維持し、排水を逆中和する設備の設置が必要となる。

未利用資源の利用では銅の回収や金の回収が検討されるが、回収フローによっては下記のような点を考慮しなければ、環境を悪化させる危険がある。

- 銅回収時の沈殿銅採取法の採用は、銅採取率はそれほど高くないので、置換後には多量の鉄イオンの中に少量の銅イオンが混じっている酸性排水が発生することになる。この排水は多量になることが多く、十分な処理が必要である。
- 金のリーチングでは CN リーチングが採取率的には有利であるが、リーチング後の CN 処理を十分に実施する必要がある。

前者では沈殿銅採取法の代わりに SX-EW 法も考えられるが、得られる銅濃度が低く経済性を維持することが困難であるのが一般的である。従って、銅濃度を高くする手段として銅の酸化浸出率を高めると同時に余分な水の混入を阻止する必要がある。基本的には排水の清濁分離を考えながら処理フローを決定する必要がある。

後者では CN リーチングのための設備と CN の分解方法の組み合わせを、環境保護の面から考慮して処理フローを定めなければならない。CN の分解方法には、アルカリ塩素法(二段分解法)、紺青法(難溶性錯化合物沈殿法)、揮散吸収法、紫外線分解法、電解分解法、加温加水分解法、微生物分解法、それらの組み合わせがあるが、適用できる CN 濃度域に違いがあり、適切な方法を選択しなければならない。

第7章 ケーススタディ

7.1 ケーススタディ準備と実施

ケーススタディ対象は第1章 1.6.2 に示される。インセプションで計画したケーススタディ対象は、民営化プロセスの急速な進捗により、大幅な計画変更をせざるを得ない状況となり、経済省、民営化庁、MEM と調査団との討議に基づいて選択された。但し、対象となった鉱山及び廃滓堆積場は、破産で最高裁判所の裁決待ちの状況にあるか、民営化プロセスの最中の鉱山で民営化対象外であるものである。従って、これらの鉱山(Grot、Suva Ruda)については、民営化庁が鉱山データを保管、解析中とのことで、限定されたデータ開示の中で進められた。第2次、第3次現地調査によって実施された。また、廃滓堆積場の RTB Bor の民営化対象外と Lece の廃滓堆積場がケーススタディ対象である。更に、稼働選鉱場の選鉱プロセス評価のためのサンプリングとして、Grot と Rudnik の選鉱場を選択した。

7.2 地質・鉱床、探査

7.2.1 Grot 鉱山

本地域は Serbo-Macedonian 鉱床生成区の Besna Kobilja-Osogovo 鉱化帯に位置する。本鉱化帯は南北 50 – 60km の長さの範囲に、重要な鉛・亜鉛鉱床が分布している。Blagodatskiy 鉱化区には、古生代前期(オルドビス紀–シルル紀)の片麻岩、結晶質石灰岩、炭酸質片岩、古生代後期の黒雲母・セリサイト片岩、白雲母片岩等が分布し、第三紀花崗閃緑岩、安山岩–デイサイトが貫入する。

Blagodatskiy 鉱化区の鉱床はデイサイト–安山岩、花崗閃緑岩に貫入された結晶質石灰岩或いは炭酸質片岩中に形成されたスカルン型鉛・亜鉛鉱床を主とし、その他に鉛・亜鉛脈型鉱床からなる。鉱化帯は東西 3km x 南北 4km の範囲にある(図 7.1)。

Grot 鉱山(旧 Blagodatskiy 鉱山)は、Blagodatskiy, Đavolja Vodenica(ジャボリヤ・ボテニツァ)、Vučkovo(ブチコボ)、Đavolja Vodenica II 及び Kula の 5 鉱床からなる。Blagodatskiy, Đavolja Vodenica, Vučkovo 及び Đavolja Vodenica II はスカルン型鉱床で、Kula は脈型である。Blagodatskiy – Grot 鉱山は 1974 年から 2005 年までの 32 年間に 5.2 百万トンの鉱石(2.9%Pb, 2.7% Zn)を採掘した。スカルン型の Blagodatskiy, Đavolja Vodenica, Vučkovo 及び Đavolja Vodenica II 鉱床は、結晶質石灰岩地層に規制された層状、レンズ状を呈し、一部に鉛・亜鉛の鉱染状鉱床からなる(図 7.2)。チャンピオン鉱床である Blagodatskiy 鉱床第 2 鉱体は幅 20 – 30m、長さ 400m で NW-SE 方向に伸長している。この鉱体は、海拔 1,680m から 1,538m まで垂直方向に約 150m 連続する。それ以外の鉱体の規模は、幅 1 – 3m、長さ 10 – 15m、厚さ 5m 程度である。鉱石品位は低品位鉱で Pb+Zn が 7 – 8%、高品位鉱で Pb+Zn は 20 – 30%である。鉱床中央部に高品位鉱があり、低品位鉱はその外側に分布する傾向が認められる。

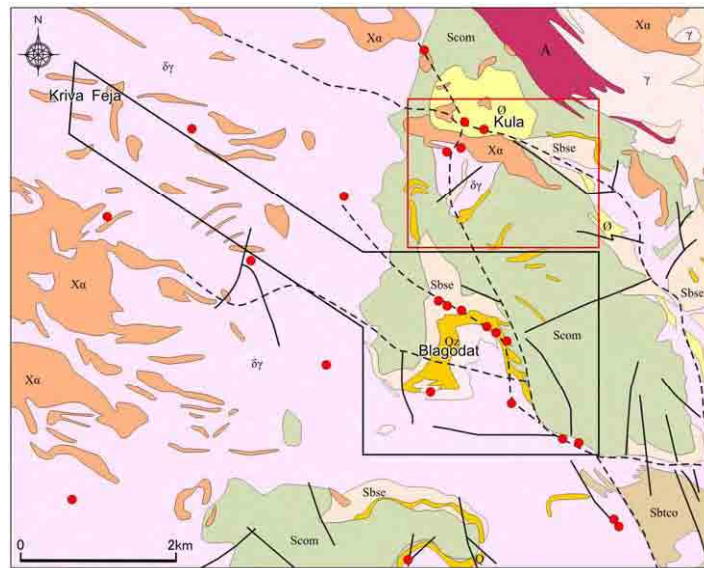


図 7.1 Blagodatskiy 鉱化区周辺地質図

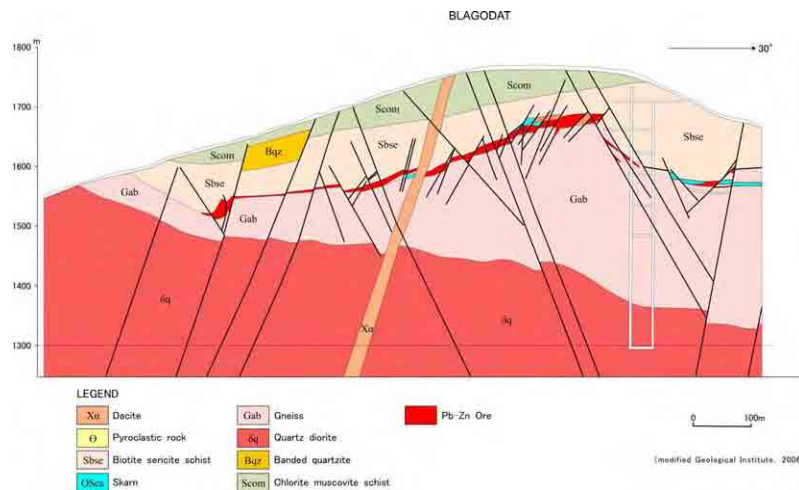


図 7.2 Blagodatskiy 鉱床断面図

鉱脈型の Kula 鉱床は、スカルン鉱床群の北方約 3km に位置する。約 10 脈の鉱脈が東西 700m、南北 600m の範囲に分布し、全ての脈は走向 N40° W、傾斜 75° ~ 80° E を示す(図 7.3)。鉱脈の規模は、長さ 100m ~ 250m、幅は最大 3m である。脈の一部は雁行配列を示す。鉱脈の一般的富鉱部の方向は、N50° - 60° E、傾斜 20° - 30° E である。鉱石の品位は Pb+Zn 7 - 8% である。

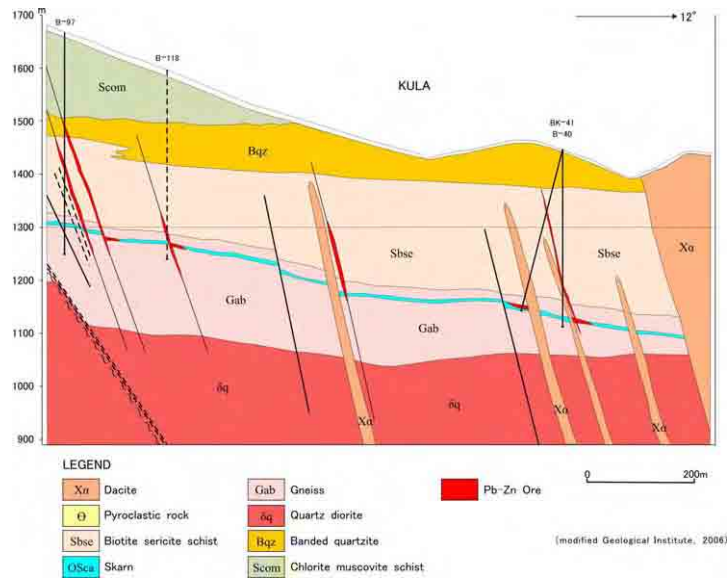


図 7.3 Kula 鉱床断面図

Grot 鉱山は 1974 年に操業が始まり、2005 年までの 32 年間に 5.2 百万トンの粗鉛(2.94% Pb, 2.67% Zn)を出鉱し、鉛 154 千トン、亜鉛 140 千トンを生産した。2005 年末の埋蔵鉱量は、セルビア基準の確認鉱量(A+B+C1)合計で、345,000 トン(4.84% Pb, 5.57% Zn)で予想鉱量(C2)は 5.0 百万トンと見積もられている(表 7.1、7.2)。

表 7.1 Grot 鉱山の埋蔵鉱量

(After Geological Institute, as of 31.12 2005)

Ore deposit	Class	Category (Western)	Category (Serbian)	Reserves t	Pb grade %	Zn grade %	Pb t	Zn t
Blagodot	Geological reserves	Proven	A	115,028	5.44	4.72	6,258	5,429
	Geological reserves	Proven	B	-	-	-	-	-
	Geological reserves	Proven	C1	-	-	-	-	-
			A+B+C1	115,028	5.44	4.72	6,258	5,429
Davolja Vodenica	Geological reserves	Proven	A	-	-	-	-	-
	Geological reserves	Proven	B	58,940	3.18	4.50	1,872	2,653
	Geological reserves	Proven	C1	20,794	3.55	4.90	737	1,020
			A+B+C1	79,734	3.27	4.61	2,610	3,673
Vuckov	Geological reserves	Proven	A	38,836	4.05	5.19	1,573	2,016
	Geological reserves	Proven	B	50,997	5.71	9.64	2,915	4,712
	Geological reserves	Proven	C1	20,803	4.54	5.45	944	1,135
			A+B+C1	110,636	4.91	7.11	5,431	7,862
Davolja Vodenica II	Geological reserves	Proven	A	-	-	-	-	-
	Geological reserves	Proven	B	25,563	6.47	6.46	1,655	1,653
	Geological reserves	Proven	C1	14,915	5.27	4.44	786	663
			A+B+C1	40,478	6.03	5.72	2,441	2,315
Total	Geological reserves	Proven	A	153,864	5.09	4.84	7,830	7,445
	Geological reserves	Proven	B	135,500	4.75	6.66	6,442	9,018
	Geological reserves	Proven	C1	56,512	4.37	4.99	2,467	2,817
			A+B+C1	345,876	4.84	5.57	16,739	19,280

鉱山の地質関係の体制は脆弱になっている。このため、探鉱坑道が図面化されておらず、品位管理のための基本図が欠如している。新しい探鉱箇所品位図が無いため、出鉱生産管理が不十分と言える。鉱量計算業務は地質探査規則に基づき鉱量評価資格を有する地質研究所で行われている。鉱山の鉱量・品位は鉱量委員会による承認が必要であり、市場経済下でも鉱量・品位が国家管理となっている。市場経済下では国家管理を低減させる方策

を目指さなければならない。具体的には政府としての鉱量算出の基準は明示するが、鉱山会社はこれを遵守し、鉱山の鉱量・品位は承認事項から政府への届出事項に制度を変更し、鉱山開発に伴う保有鉱量のリスクについては鉱山会社・開発会社に負わせるべきと思考する。

表 7.2 Grot 鉱山の予想鉱量

(After Geological Institute, as of 31.12 2005)

Area	Location	Category (Western)	Category (Serbian)	Resources t	Pb grade %	Zn grade %	Pb t	Zn t
Kula	P-I	Probable	C2	1,254,866	3.20	3.80	40,156	47,685
South of Davolja Vodenica	P-II1	Probable	C2	45,000	3.20	4.60	1,440	2,070
West of Davolja Vodenica	P-II2	Probable	C2	27,000	3.20	4.60	864	1,242
Vuckov	P-II3	Probable	C2	405,000	4.90	7.10	19,845	28,755
South of Davolja Vodenica II	P-II4	Probable	C2	112,500	6.00	5.70	6,750	6,413
North of Davolja Vodenica II	P-II5	Probable	C2	900,000	6.00	5.70	54,000	51,300
Southwest of Kula	P-II6	Probable	C2	756,000	3.20	3.80	24,192	28,728
Between Kula and Davolja Vodenica	P-III	Probable	C2	1,560,000	4.60	4.70	71,760	73,320
Total				5,060,366	4.33	4.73	219,007	239,512

人員削減によって机上研究業務へ割く時間が無いために、鉱床形態や構造解析が十分に出来ていない。また、鉱山地質技師は新たな知識を取得する機会に恵まれていない。上記表 7.2 の予想鉱量 5 百万トンを実体化する中期的な探鉱計画が無く、表・図面化もされていない。年間採掘量 100 千トンに対して、埋蔵鉱量 300 千トンであり、鉱山ライフが 3 年となる。

ポテンシャルのある地区は、Đavolja VodenicaII 鉱床周辺、Kula 鉱床周辺及び Đavolja VodenicaII 鉱床から Kula 鉱床にかけての地区である。今後は上記地域でのボーリング探鉱、坑道探鉱が必要である。具体的にはこれらの地区での鉱床胚胎予想に対して詳細なボーリング探鉱(200m~400m 級)と坑道探鉱(掘削長 1,000~1,500m)を実施することが望ましい。しかし、現在の Grot 鉱山の経営状態では、探鉱までの余裕資金はなく、政府からの探鉱補助金などによる支援制度が望まれる。

鉱山での鉱量の確保は、Grot 鉱山に限らず重要な命題であり、鉱量は鉱山ライフを左右させる。現在、Grot 鉱山では上述したポテンシャル地区の予想鉱量を 5 百万トンと試算している。この 5 百万トンは 1974 年から約 20 年間採掘された Grot 鉱山の鉱量に相当する。このため、亜鉛や鉛の金属価格が高値にある現在が、探鉱に注視できる良い機会である。鉱山の再建のためにも Grot 鉱山での探鉱を実施すべきである。

ここで鉱床周辺のボーリング探鉱によって獲得される鉱量を試算した。ボーリング間隔は 50m、平均掘削長を 300m で年間孔数を 16 本とした。スカルン鉱床周辺でのボーリング掘削長 300m 当たり、約 30m の鉱化帯を捕捉する。即ち、平均 1 孔当たり 58,000t の埋蔵鉱量を獲得できるものと仮定した。ただし、鉱化帯を把握できるボーリングは 5 孔に 1 孔(確率 20%)とした。

$$300\text{m 当たり} \cdots 30\text{m}(\text{length}) \times 25\text{m}(\text{width}) \times 25\text{m}(\text{height}) \times 3.1(\text{t}/\text{m}^3) = 58,000\text{t}$$

獲得目標鉱量は、年間獲得率を 探鉱余地の減少によって、年 20%ずつ低下していくと仮定し、可採率 0.76%、ズリ混入率 18%(Geological Institute, 2006)を使用すると表 7.3 のよ

うに得られる。

表 7.3 Grot 鉱山の獲得目標鉱量 (unit: Kt)

	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	合計
可採粗鉱量	345	364	396	372	332	
採掘量*	100	100	100	100	100	500
獲得埋蔵鉱量	185	148	118	94	75	620
獲得可採粗鉱量	119	132	76	60	48	435
年末粗鉱量	364	396	372	332	280	

採掘量は 2006 年と同じ、各年次一定とした

この試算では 5 ヶ年で 50 万トンの採掘量に対して、62 万トンの鉱量獲得となり、年間ボーリング 5,000m は現在の Grot 鉱山にとって適切な採鉱量と思考される。

7.2.2 Suva Ruda 鉱山

本地域は Serbo-Macedonian 鉱床生成区の Raska 鉱床帯に位置する。本鉱床帯には東西 10km、南北 20km の範囲に鉛・亜鉛鉱床が分布している。Raska 鉱化帯は、第三紀の火山岩が分布し、主として安山岩-デイサイト質火山岩、花崗閃緑岩からなる。本鉱化帯の東と西は、ジュラ紀の蛇紋岩で接する。岩相規制とは別に、多くの鉱床が断層系や断裂帯と関係するように鉱化作用は構造規制を受けている。鉛・亜鉛鉱床は脈状、鉱染状、レンズ状、網状で産す(図 7.4)。

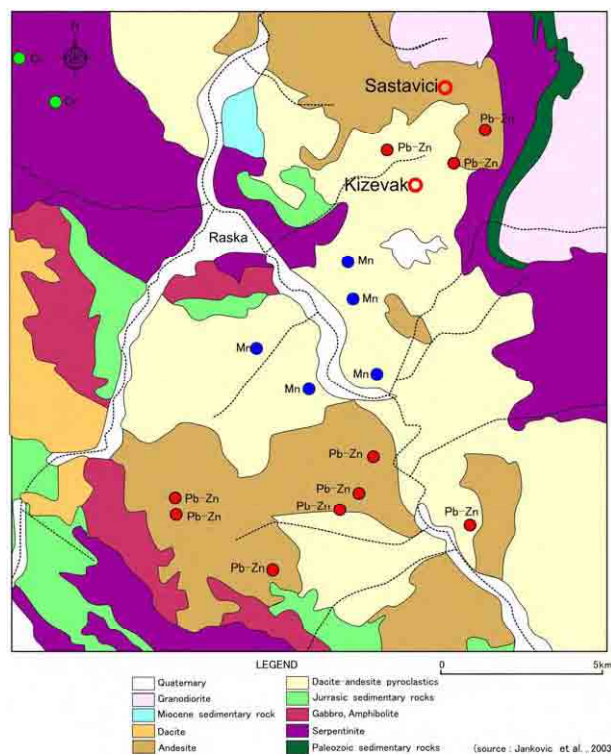


図 7.4 Raska 鉱化帯鉱床分布図

Kizevak 鉱床はデイサイト-安山岩質の火山岩中に形成され、NE-SW と E-W 系の断層帯に規制されている。鉱体は、不規則なレンズ状、伸長したレンズ状を示す。鉱体の上下延長は 200m 以上に及び、鉱体は NNE-SSW 方向に延長し、傾斜は東に 60°~70°で、鉱体

の長さは 300m、厚さは 1m～50m と変化する。鉱床の品位は Pb+Zn で 4%である。

Sastavci 本鉱床も Kizevak 鉱床と同様にデイサイー安山岩質の火山岩中に形成され、NE-SW 系の断層帯に規制されている。

1984 年から 1997 年まで Kizevak 鉱床の No.2 鉱石帯から 1.7 百万トン、Sastavci から約 4 万トンを採掘した。合計採掘量は 1.7 百万トン(1.77% Pb, 3.3% Zn)である。1988 年以降、地質探鉱報告書は作成されていない。鉱山でのヒアリングによる埋蔵鉱量は表 7.4 の通りで、Kizevak 鉱床の No.1 鉱石帯が温存されており、2.0 百万トンを計上している。

表 7.4 Suva Ruda 鉱山の鉱量

(After Suva Ruda mine, as of 1988)

Ore deposit	Ore body	Reserves Kt	Pb %	Zn %	Ag g/t
Sastavci		340	2.07	5.56	45
Kizevak	No.1 ore zone	1,646	2.19	3.67	33
	Intermediate zone	340	2.03	4.87	328
	Total	1,986	2.16	3.88	84

1980 年代後半に Kizevak 鉱床 No.1 鉱石帯で、坑道 7,000m、ボーリング 35,000m を実施して、約 2 百万トンを獲得した。しかし、1996 年にトレプチャ傘下となり、2001 年に再び独立経営となった経緯があり、経営方針の度重なる変更で Kizevak 鉱床 No.1 鉱石帯を開発する機会を逃し、2 百万トンが未開発であるとの情報であった。現時点では Kizevak 鉱床 No.1 鉱石帯を開発するためには 1 百万立米の剥土が必要であり、直ちに採掘できる状況ではない。一方、Sastavci 鉱床の鉱石は平均砒素品位が 4.3%と砒素が高いため、精鉱砒素品位が 18%と選鉱でも処理できず問題となり、開発初年の 1984 年に 4.4 万トン进行处理したのみで、その後は採掘できなかつた。このため、含砒素鉱のため Sastavci の 34 万トンが未着手のままである。鉱山側の説明によれば、Sastavci 鉱床は砒素だけでなく金に富む鉛亜鉛鉱石であり、平均金品位は 6.6g/t とのことであった。

上記のことから、Sastavci 鉱床下部には、硫砒鉄鉱に富む高硫化型金鉱床が胚胎している可能性があり、金の品位分布、金の鉱物産状、金と硫砒鉄鉱との関係などを検討する必要がある。具体的には Sastavci 鉱床の 3 次元的な品位分布や変質分帯(カオリナイト、明礬石変質、特に多孔質珪化岩の存在)を調べ、金鉱化作用の中央部に対してボーリングにて地表下 300m までの鉱況を確認することが望ましい。これらの鉱床研究とその実践は、鉱山サイトではスタッフ不足、能力不足で不可能であり、政府系の研究機関、例えば地質研究所が実施することが望ましい。現在の破産・再建中の Suva Ruda 鉱山では、基礎研究、探鉱までの資金がない。政府系研究機関が鉱山を支援するシステムが構築されることが望まれる。

7.3 採鉱

7.3.1 Grot 鉱山

本社は Pcinja 県 Vranje 市にあり、ベオグラードから陸路約 350km で、マケドニア国境から 40km の地にある。鉱山は同市から標高差 750m、距離にして 30km 離れた Kriva Feja 村にある。当鉱山は Kosovo にある鉛・亜鉛コンビナートの Trepca により、1974 年に設立され、鉱山で生産された精鉱は Trepca の

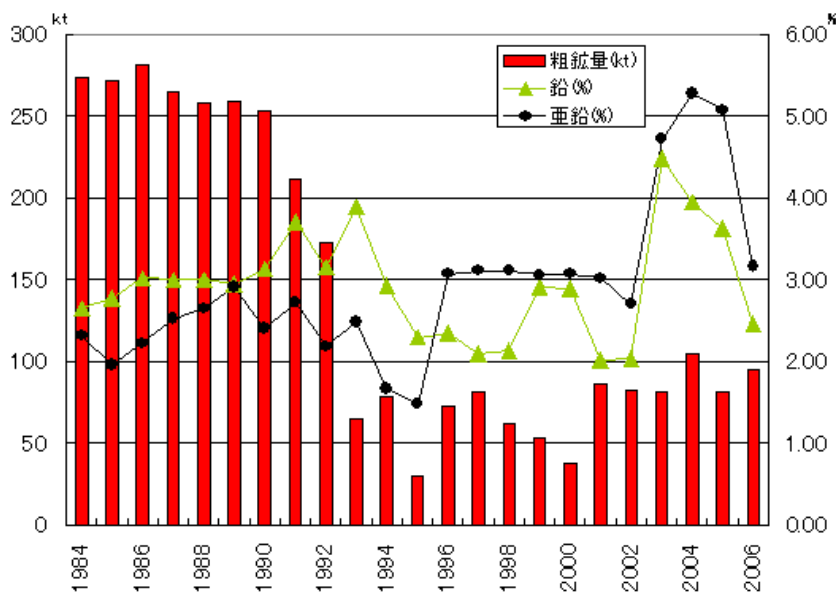


図 7.5 Grot 鉱山の近年の出鉱量の推移

製錬所で処理されていた。しかし、精鉱代金の支払い問題で 1987 年に Trepca から独立したが、1995 年に Kosovo 紛争などで Trepca の鉱繰りが悪くなり、再び政府指示で Trepca の傘下に入り、精鉱を供給するようになった。しかし、2001 年に Trepca から独立した。最近 23 年の出鉱量を図 7.5 に示す。

2005 年 11 月 25 日に累積した借金が原因で倒産し、現在民営化庁の管轄で操業している。鉱山保有会社の社長は指定管財人(裁判官)が務めている。現在、債権者からの債権申立額は、総額 15,780 百万ディナール(内金利 7,004 百万ディナール)で、裁判所で認定された額は 675 百万ディナール(内金利 415 百万ディナール)である。否認された債権者は現在、改めて、不服申立てをしており、裁判の手続き中である。

鉱山は以前の生産量と比較すると、現在半分以下であるが、建値が高いため、近年の現在鉱山経営は黒字である。2005 年は 6,000 万ディナールの利益を計上しており、2006 年の精鉱生産量は Pb 約 2,000t、Zn3,900t であった。

各精鉱は全量スイスの Trafigura 社に販売し、同社がブルガリアの Plovdiv 精錬所に送ってきた。しかし、昨年 Plovdiv の精鉱代金支払いが滞り、問題が生じたが不払い分のこの代金は銀行の保険対象のため鉱山には損失はない。

Grot 鉱山の採掘対象域は、現在 5 箇所あり、西側から Blagodat、Djovolja Vodenica、Djovolja Vodenica 2 及び Vuckovo である。坑内構造は 1,713m 準(Level I)~1,296m 準(Level IX)の間に 9 本の基幹水平レベルがある。各採掘域の模式断面図を図 7.6 に示す。

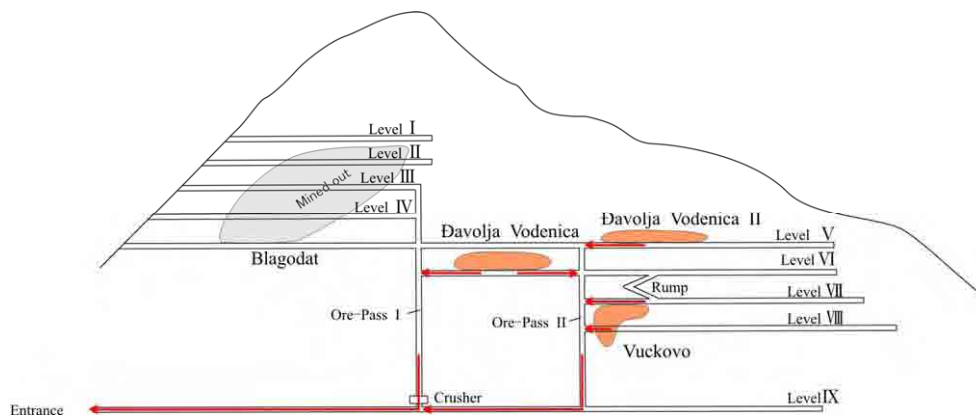


図 7.6 Grot 鉛山採掘域の模式断面図

各採掘域は以下の通りである。

- ① Blagodat (400mW×600mL×178mH：平均出鉛品位 Pb+Zn6%)
Grot で最もまとまった鉛床であるが、1994 に既に採掘が完了した。採掘総量 400 万 t である。
- ② Djavolja Vodenica 及び Djavolja Vodenica 2 (300mW×1,300mL×135mH：平均出鉛品位 8%。全体の出鉛割合は両方で 50%)
走行 NW で 45° 落としの 3 枚の鉛脈がある。
- ③ Vuckovo (15W×250mL×135mH：平均出鉛品位 10%。稼動切羽 5 で全体の出鉛割合が 50%で主力となっている)

現在採掘しているのは、Djavolja Vodenica、Djavolja Vodenica 2、Vuckovo である。鉛石の流れを図 7.6 に赤い矢印で模式的に示す。運鉛距離は選鉛場から鉛石坑井 1 までが約 6km、鉛石坑井 1 と鉛石坑井 2 の距離が約 1km、最も遠い Vuckovo と鉛石坑井 2 との距離が約 1km である。

Djavolja Vodenica と Djavolja Vodenica 2 の採掘対象鉛床は非常に小さく、各々鉛床の高さは前者が 0.5～3.0m で切羽数が 10 箇所、後者が約 2.0m 程度で切羽数 2 箇所である。現在の手持ち鉛量は極めて少なく、出せる鉛量を苦労して出している状況であり、1990 年以前のような出鉛量はとても期待できない。今後は、早急に探鉛を進め、手持ち鉛量を確保し、開坑を急がないと、現在レベルの出鉛量さえ維持するのが困難になると思われる。採鉛法は、シュリンケージ法とルームアンドピラー法が混合した形が多い。使用機械が 1960 年～1980 年代のものを未だ使用しており、老朽化が激しい。トラックレス化により、ディーゼルエンジンを使用しているため、通気の確保が坑内作業で重要な要素となっている。通気の確保はめくら坑道では、通気は扇風機と風管により強制通気を行っている。

中期/長期の生産計画については、会社が倒産し、会社の成行きが不明のため、作成されていない。西側の鉛山と比較すると、保安・安全に対する意識は低く、坑内は暗く、坑道は整備されていない。また、採掘切羽現場も、採掘空洞に墜落防止措置もなく、危険な状態。作業員は安全帽をしているが、防塵マスクも、眼鏡も着用していない状態である。

採鉱部に従事している人数が合計で 184 名であるので、これをベースとして採鉱作業の能率について考察した。2006 年の出鉱量実績は 94,938t なので、これを想定総工数で割ると、坑内作業総工程は、3.2t/工となる。これを日本の坑内鉱山と比較すると、トラックレス化される前の神岡栃洞鉱山の 1965 年当時の坑内総工程の 6.71t/工の半分以下であり、相当に低能率である。因みに、神岡鉱山では、トラックレス化に伴う機械化を徹底した結果、坑内作業能率は飛躍的に改善され、最高で 51.33/工まで上昇した。

Grot 鉱山の低能率の原因は、不規則な 4 直 2 交代制を取っているため、労働者数が多いことにある。移動時間を減らす工夫がないと、能率が悪く、採掘費が高くなることになる。低い作業能率の他の原因は、小容量の切羽運搬機械を使用していることに起因している。比較的作業能率向上に期待できるのは、空気圧の昇圧と練り粉排除のための水圧の昇圧である。作業の安全性に関しては、やはり採鉱法が大空洞を前提としたルームアンドピラー法である限り、落盤の危険を避けられない。従って、空洞を規制するなら、カットアンドフィル法を導入し、しかも各鉱床の最下底から上向きに採掘する方式にならざるを得ない。

日本の坑内鉱山の経費を見ると、原単位物品の総コスト割合は約 20%を占め、その他労務費が 35%、保全費 15%、坑道維持費 7%、下請け費用 15%、その他 8%となっており、労務費が高い。それに対し、Grot 鉱山では、保全費の割合が高いようであった。総じて、日本の平均能率に比べ相当に低い点を指摘できる。これは、機械化が遅れていることとせいで考えられる。

Grot では、本部で比較的細かな経費データが計算されている。しかし、これが全山の合計であり、採鉱、選鉱、機械修繕、管理など総ての部の総和となっており、採鉱だけの数字が算出されていない。従って、折角計算されたデータが経費管理に生かせない結果となっている。採鉱の経費項目としては、物品費、労務費、保全費、修繕費、請負費、電力費程度の仕分けがあれば、経時変化をチェックしてコスト管理に活かせる。

7.3.2 Lece 鉱山

鉱山は Medvedja 県 Medvedja 市にあり、ベオグラードから陸路約 320km である。鉱山は Lece 村に位置する。鉱山は 1934 年に英国の会社が鉱山活動を開始したのが起源である。世界大戦中は活動を停止し、1945 年に政府が鉱山活動を再開した。一度 1970 年代に Trepca の傘下に入った後、独立路線を歩み、1991 年に再度 Trepca に組込まれた。2001 年に経済制裁から操業を停止し、同時に Trepca からも独立した。

1985 年当時のデータによると、鉱量は、300 万 t(1.64%Pb、3.16%Zn、2.96g/tAu、23g/tAg)であった。主力鉱体(Jezerina 1)は、30%が採掘済みで 70%は未採掘である。主力鉱体以外に、更に 2 つの未採掘の鉱体がある。

採掘対象は 2 鉱体あり、1 つの Jezerina は約 50m 間隔で 4 本の水平基幹坑道があり、他の 1 つの Rasovaca は 35~70m 間隔で 5 本の基幹坑道がある。

坑内の採鉱法の初期の段階ではシュリンケージ法であったが、その後サブレベルストーピング法が主流となった。母岩は堅固であり、主要坑道の支保率は僅か 10% であった。

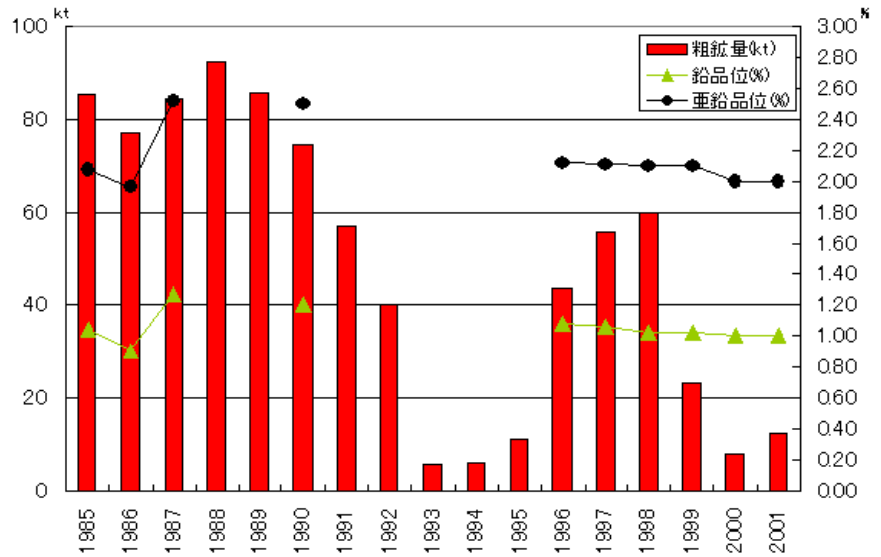


図 7.7 Lece 鉱山の採鉱実績(出典：Lece 鉱山)

鉱山は 1957 年から 1977 年までは、生産は順調で、概ね年産 8 万 t 以上を維持した。この間の平均品位は 1.7%Pb、3.9%Zn、4.2g/tAu、16.5g/tAg であり、金、銀の品位が高いのが目につく。1985 年から休山までの出鉱量を図 7.7 に示す。この間の出鉱量ピークは 1988 年の 9 万 t/年だったが、国連制裁で 1993 年に 6,000t に落込み、1996 年以降一旦 4~6 万 t/年まで復活したが、1999 年の経済制裁で機械部品が入手できなくなり、2001 年 1.2 万 t/年生産し、以後生産中断となっている。

坑内から坑外に出した粗鉱は第 1 破碎を山元で行った後、索道で別の山にある選鉱場まで運搬された。別の山に選鉱場を配置した理由は、選鉱場と堆積場を確保するだけのスペースが Lece の山元にはなかったためである。精鉱品位は Pb 精鉱 60%Pb(100g/tAu、450g/tAg)、Zn 精鉱 51%Zn(4.5~7.0g/tAu)で全量 Trepca 系列のコソボの Zvecan 精錬所で処理された。

廃滓は 9 段に堆積されている。前述のように、金、銀の粗鉱品位が高かったが、ベオグラードの鉱業研究所が堆積場内の 4 箇所ボーリングで、堆積量中の金含有量を調査した結果、1.1g/tAu の品位を算出確認し、堆積量を 150 万 t と試算している。しかし、生産実績では 300 万 t あるので、廃滓の体積量はもっと多いと考えられる。

7.3.3 Kizevak 鉱山

Kizevak 鉱山を有する Suva Ruda 社は Raska 県 Raska 市内にあり、ベオグラードの南方陸路で約 300km の地に位置する。同社の鉱山開発は、現在の国立公園があるコパーニク山に Suvo Rudiste 鉱山(Cu, Fe)を 1970 年に、またその近くに Suva Ruda 鉱山を開いたのが最初である。同社の Suva Ruda とはこの鉱山名から由来している。両鉱山は 1984 年には鉱量が枯渇し閉山となったが、閉山までの 14 年間の総出鉱量は 200 万 t 足らずであったが、銅の粗鉱品位は約 5% と高かったと言われる。

同社は 1984 年に Raska 市の近くで鉛・亜鉛を主とする Kizevak 鉱山及びそこから北北東に 3km にある Sastavci 鉱山の露天掘鉱山を開山し、選鉱処理はそれまで銅と鉄の選鉱を実施していた Dona Rudnica 選鉱場にて行った。Sastavci 鉱山の鉱石には、砒素分が多く含まれ、粗鉱

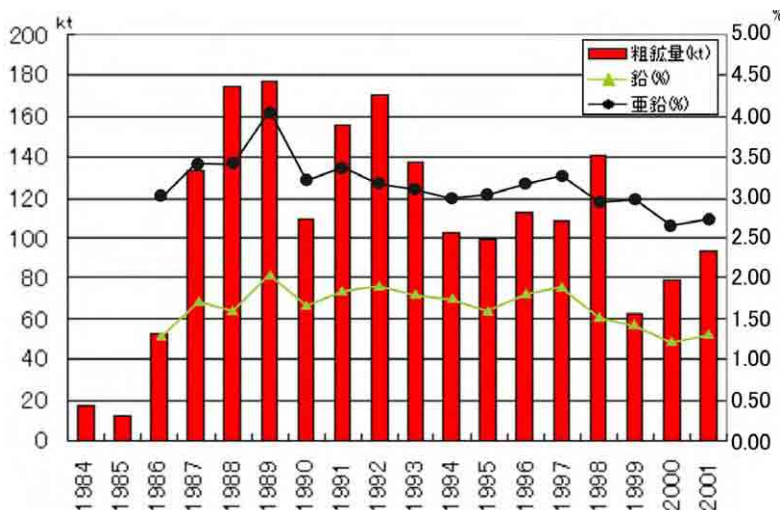


図 7.8 Suva Ruda 社から生産された鉛・亜鉛鉱

品位で 4% もあり、精鉱品位では 18% も含まれるため、当鉱山単一では問題があり、Kizevak 鉱山の鉱石と混合して処理、精鉱を産出したが、この砒素問題のため、多くは稼働せず、1984 年、1988 年、1989 年及び 1990 年の 4 年しか生産していない。総出鉱量は 44,854t に過ぎない。出鉱は主として、Kizevak 露天掘からされていた。これらの出鉱量の推移を図 4.8 に示すが、出鉱のピークは 1988 年～1992 年であり、年産 16 万 t～18 万 t 採掘された。1984 年から 1997 年までの出鉱データによると、総出鉱量は 174 万 t で粗鉱平均品位は Pb1.77%、Zn3.31% であった。1998 年以降の生産データは Trepca のデータで処理鉱量である。

鉱山は開山から 1995 年までは独立していたが、精鉱はこの期間は Zorka 精錬所に販売したが、1996 年から Trepca の傘下に入り、精鉱は Trepca で処理された。尚、2001 年に Trepca から再度独立した後は、精鉱はマケドニアの Zletovo 精錬所に販売した。

同社は 2002 年に倒産した。その理由は、出鉱の主力だった第 2 鉱体が略終掘の後、次の採掘対象の第 1 鉱体の出鉱準備が遅れたことと、当時の鉛・亜鉛建値が低迷していたため、採算が合わず、負債が増加したことである。

Kizevak 鉱山は、第 1 鉱体、第 2 鉱体及びその連絡部の 3 つの鉱区があり、今までの採掘は第 2 鉱体で行われた。この第 2 鉱体は、ピット長さ約 100m、ピット幅約 60m でベンチ高 10m の 12 段のベンチがあり、ピットの高さは約 120m である。操業が順調な時点には、剥土比が 1:3 で操業されていた。出鉱の主力だった第 2 鉱体が略終掘となり、次の採掘対象の第 1 鉱体の採掘に入るための各種の段取り(数多くの探鉱坑道開削とボーリング)を進めたが、出鉱に追われ、第 1 鉱体の剥土 100 万 m³ まで手が回らなかったこともあり倒産した。

Kizevak の操業時の大きな問題点の一つはズリ混の多さで、例えば 11 ゾーンでは、鉱量 96 万 t に対して、採掘量は 200 万 t とズリ混 2 倍も採掘しているため、粗鉱品位 7% が、2% まで低下した。これは、鉱床が小さく、且つその形状が単純でないため、ズリとの境界が単純に仕分けできなかったことに起因していると思われる。

採鉱作業に係る技術的な勧告に関しては、詳細なデータがないので、細かいことは指摘できないが、定性的に以下の諸点を指摘できる。

- ① 第 2 鉱体残鉱量を配慮した第 1 鉱体新規開発の工程の失敗
- ② ズリ混が大きかった

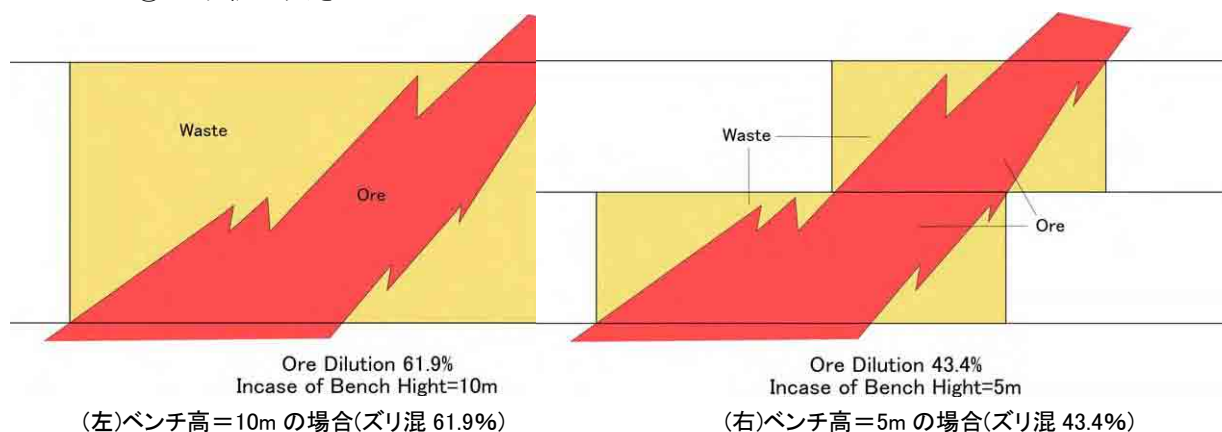


図 7.9 ベンチを半分にした場合のズリ混率の変化のシミュレーション

- ③ 従業員数が多過ぎであった
- ④ 適正使用機械数に合った柔軟な操業形態

7.4 選鉱・堆積場管理

7.4.1 調査目的

- 選鉱・廃滓堆積場管理に関する基本情報の収集及び現状把握
- 選鉱・廃滓堆積場管理に関する問題点の抽出
- 世銀プロジェクトの把握
- 未利用資源情報の収集
- 選鉱(リーチング)試験を主としたケース・スタディーの実施、実施結果の解析
- 抽出した選鉱・廃滓堆積場管理に関する問題点の解決法に関する解析ならびに提言の作成
- 選鉱・廃滓堆積場管理に関するキャパシティー・デベロップメントの実施。

7.4.2 ケーススタディー調査結果

(1) コア・ボーリング・サンプリング

(a) Bor 鉱山旧堆積場

- 旧 No1 堆積場において、堆積場走行方向に 6 点、断面方向に 2 地点の合計 8 地点において深さ 20m のコア・ボーリングを実施した。
- 各孔のコア試料は 1m 毎に採取後 1 個/孔のコンポジットとしてリーチング試験用試料とした。

分析は深さ方向 1m 毎に実施した。

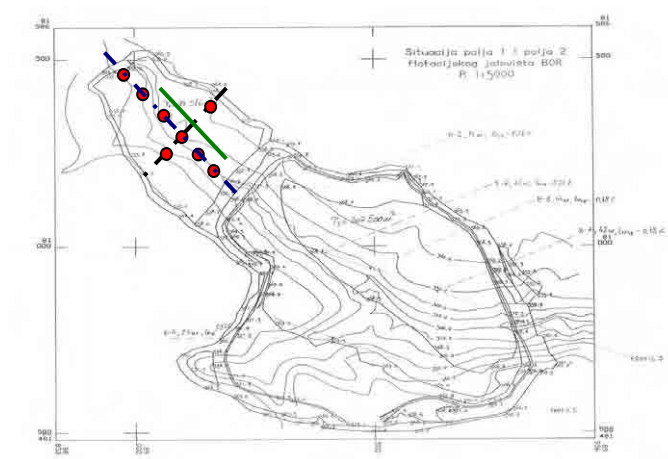


図 7.10 旧堆積場のサンプリング位置

(b) コア・ボーリング・サンプリング結果

- 各孔ともに 20m 深度では岩盤には達しなかった。
- 8 本(B-1～B-8)のコンポジット試料分析結果は表 7.5 に示す通りで、Cu 品位が 0.25～0.34%あり、8本の全コンポジット試料のデータは表 7.6 に示す如く Cu 品位 0.30% が得られた。

表 7.5 ボーリングコアサンプルの化学分析結果

DRILL HOLE	ELEMENTS				
	Cu (%)	S (%)	Fe (%)	As (%)	Sb (%)
B-1	0.32	10.97	8.82	0.016	<0.005
B-2	0.32	9.90	8.12	0.011	<0.005
B-3	0.34	9.37	8.72	0.016	<0.005
B-4	0.32	13.52	11.40	0.010	<0.005
B-5	0.30	13.61	10.08	0.0095	<0.005
B-6	0.26	9.43	8.21	0.0097	<0.005
B-7	0.25	13.60	7.46	0.013	<0.005
B-8	0.32	13.21	10.90	0.010	<0.005

表 7.6 全孔の混合試料の化学分析結果

Overall composite	ELEMENTS								
	Cu (%)	S (%)	Fe (%)	As (%)	Sb (%)	Pb (%)	Zn (%)	Ag (g/t)	Au (g/t)
40kg	0.304	11.701	9.225	0.0119	<0.0050	/	0.022	3.0	0.63

(c) Lece 鉱山堆積場

Lece 鉱山堆積場は、上流から下流に向けて古い順に No1.～No9 の 9 つの堆積場が階段状に形成されている。No.1 を除き古いほうから 3 つの堆積場 (No2～No4) において、No.2 堆積場はボーリング機械搬入困難の為、ハンドオーガー (垂直 5 本、水平 5 本) で実施した。No.3 堆積場で 20m のコア・ボーリングを 6 地点実施し、No.4 堆積場で 20m のコア・ボーリングを 1 地点実施した。各孔のコア・ボーリング試料は 1m 毎に採取後 1 個/孔のコンポジット試料としてまとめリーチング試験用試料とした。銅品位は低い (<0.1%) が、金含有率が経済的に抽出可能範囲 (>1g/t) で高い値であった (は図 7.11)。

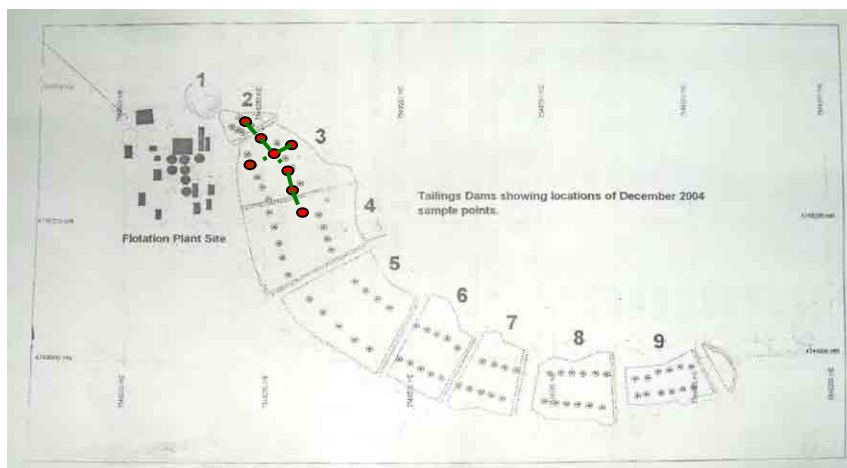


図 7.11 Lece 鉱山堆積場におけるコアボーリング・サンプリング位置

(d) コア・ボーリング・サンプリング調査結果

各孔ともに 15m 深度程度で岩盤に到達したが、念のために 20m 深度まで掘削した。1 本のパイプ・サンプル(T-1)と 7 本のコア・サンプル(B-2~B-8)のコンポジット試料分析結果は表 7.7 に示すとおりで、Pb、Zn 及び Cu の品位は経済的に開発できるほど高くはないが、Au については T-1 試料が 4.0g/t、B-2~B-8 試料が 1.1~1.7g/t を示し十分回収可能品位であった。8 本の全コンポジット試料のデータは表 7.8 に示す如く Au 品位 1.33g/t が得られた。

表 7.7 ボーリングコアサンプルの化学分析結果

Drill hole; Pipe sampler	ELEMENTS				
	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	Au (gr/t)	Ag (gr/t)
T ₁ (Pipe sampler)	1.10	1.07	0.072	4.0	12.0
B-2	0.37	0.79	0.061	1.2	4.5
B-3	0.28	0.52	0.030	1.4	4.0
B-4	0.15	0.32	0.029	1.1	3.1
B-5	0.19	0.32	0.027	1.3	5.1
B-6	0.15	0.34	0.048	1.7	2.8
B-7	0.16	0.29	0.025	1.3	3.3
B-8	0.16	0.34	0.049	1.3	2.7

表 7.8 全ボーリングコアサンプル混合試料の化学分析結果

Overall composite	ELEMENTS							
	Pb (%)	Zn (%)	Cu (%)	As (%)	Fe (%)	S (%)	Au (g/t)	Ag (g/t)
35kg	0.21	0.42	0.038	0.049	4.15	1.09	1.33	3.64

(2) 選鉱工程試料の採取・分析、解析

1) Grot 鉱山選鉱場

(a) サンプリング位置

Grot 鉱山選鉱場の主たるサンプリング位置は下記図 7.12 に示す 5 点であるが、工程が複雑であり操業状況を具体的に把握する為には追加サンプルが必要と考えられたので 2 点を追加し合計 7 個所の試料を採取した。

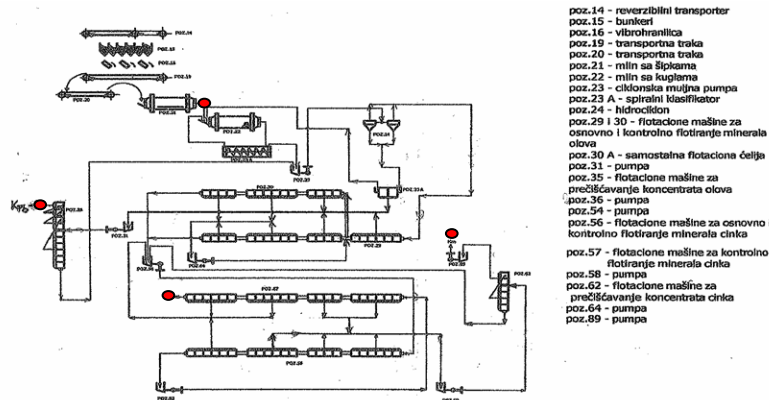


図 7.12 Grot 鉛山選鉛場のサンプリング位置

(b) 分析結果

表 7.9 に本調査におけるスナップサンプルの分析結果を過去 5 年間の成績の平均と比較して示した。

表 7.9 工程試料の化学分析結果

Parameter	Element	Period of sampling	Previous 5 years ^(*)
Elements concentration in ore	Pb, %	2,26	2,0 – 3,0
	Zn, %	2,73	3,0 – 4,0
Elements concentration in concentrate	Conc. Pb / Pb %	70,16	73,5 – 76,0
	Conc. Pb / Zn %	10,30	2,5 – 3,0
	Conc. Zn / Pb %	3,19	4,0 – 5,0
	Conc. Zn / Zn %	53,59	50,3 – 51,3
Recovery of elements in concentrate	Pb, %	83,82	84 – 86
	Zn, %	71,98	86 – 88

(*) Previous year's data are given based on Reports received from Authorized Staffs in Mine GROIT

分析結果を纏めると以下となる。

- 原鉛の Zn 品位が過去 5 年平均に比べて 1 割ほど低い。
- 鉛精鉛(Pb-C)品位が過去に比べて 5・6 ポイントほど低い。
- 亜鉛精鉛(Zn-C)品位が過去に比べて 5・6 ポイントほど高い。
- Pb 採取率が過去に比べてやや低い。
- Zn 採取率が過去に比べて 15 ポイント以上低い。

更に、下記の問題点を指摘できる。

- 浮選給鉛粒度がかなり粗い(150-212 μ m の粒度群に 80%パス・サイズがある)。
- 浮選給鉛濃度が 30.5%と低い(40%前後が望ましい)。
- 用水の使いすぎが目立った(Zn-T：最終尾鉛の固形分濃度が 14.1%かなり低い)。

2) Rudnik 鉛山選鉛場

(a) サンプリング位置

Rudnik 鉛山選鉛場の主たるサンプリング位置を図 7.13 に示す。操業状況を具体的に把握する為に追加サンプルが必要と考えられたので 4 点を追加し合計 9 個所の試料を採取した。

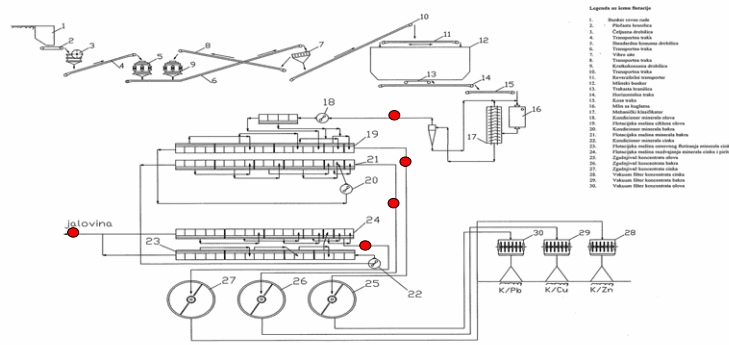


図 7.13 Rudnik 鋳山選鋳場のサンプリング位置

(b) 分析結果

表 7.10 に今回のスナップサンプルの分析結果を過去 5 年間の成績の平均と比較した。

表 7.10 Rudnik 鋳山選鋳場スナップサンプルの化学分析結果

Parameter	Element	Period of sampling	Previous years ^(*)				
			2002	2003	2004	2005	2006
Elements concentration in ore	Pb, %	1.48	1.42	1.46	1.45	1.62	1.60
	Zn, %	1.58	1.53	1.50	1.65	1.76	1.62
	Cu, %	0.32	0.24	0.16	0.17	0.26	0.32
Elements concentration in concentrate	Pb, %	75.36	73.76	75.98	75.22	74.59	73.94
	Zn, %	54.69	48.06	47.99	47.47	46.73	47.47
	Cu, %	23.76	22.49	20.58	18.88	19.99	19.56
Recovery of elements in concentrate	Pb, %	88.41	93.10	91.95	90.23	88.98	89.43
	Zn, %	67.05	81.35	75.88	82.89	79.58	75.85
	Cu, %	59.79	62.51	50.84	45.82	49.21	55.16

(*) Previous year's data are given based on Reports received from Authorized Staffs in Mine RUDNIK

分析結果を纏めると以下となる。

- 原鋳の Pb 及び Zn 品位は過去 5 年間の変動範囲内であるが、Cu 品位は前年に引き続き高い。
- Pb-C の Pb 品位はここ数年に比較して高いが、Pb 採取率は低下傾向にありスナップサンプルも同様の傾向を示した。
- Zn-C の Zn 品位は過去 5 年間に無い 7 ポイントも高い品位を示したが、その反面、Zn 採取率は 10 ポイント以上も低いく、低下傾向にある。
- 銅精鋳(Cu-C)の Cu 品位は過去最高の 23.76%を得、Cu 採取率も 2002 年依頼の高い値を示した。

更に、下記の問題点を指摘できる。

- 浮選給鋳粒度がやや粗い(75-106 μ m の粒度群に 80%パス・サイズがある)。
- 用水の使いすぎが目立った(Zn-T : 最終尾鋳の固形分濃度が 25%とやや低い)。
- 亜鉛精選尾鋳(Zn-cl-T)が Zn-T に混合されて最終尾鋳となっており、Zn 採取率向上の妨げとなり尾鋳中の Zn 品位を押し上げている原因となっている。

(3) リーチング試験

Bor 旧廃滓堆積場コアボーリングコンポジット試料を供試料として、コラムによる 48hr

連続 Cu リーチング試験を実施し、得られたリーチング液を SX-EW 法により銅を回収する試験を行った。リーチング試験結果を図 7.14 に示す。リーチング時間が 12 時間までは、Cu のリーチング率が急激に上昇し、12 時間を越えたころからところでリーチング率が 60% に達しその後は 48 時間までわずかに上昇傾向を示した。Fe のリーチング率はリーチング時間が 48 時間後も 10%程度に収まっている。

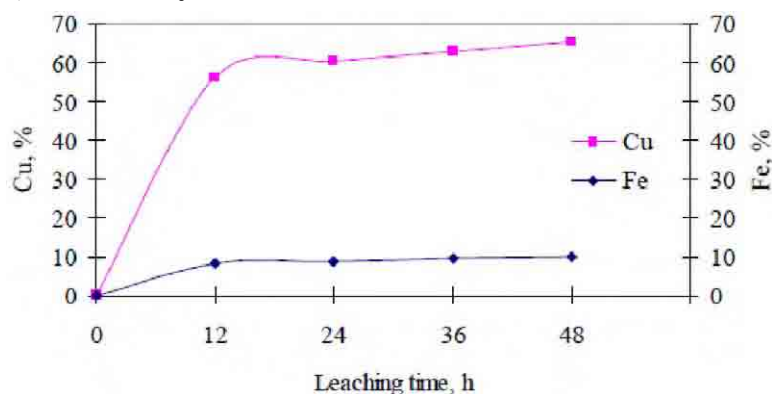


図 7.14 リーチング試験結果
(Cu と Fe の採取率)

(4) Cu 溶媒抽出・電解採取(SX-EW)試験

1) SX-EW 試験方法及び条件

粒度-74 μ m、リーチング液 pH1 の条件下でおこなったベンチスケール試験で得られたリーチング貴液を供試料として SX-EW 試験を行った。試験は、溶媒抽出(SX)と電解採取(EW)シリーズで実施した。

2) SX-EW 試験結果

SX-EW 試験結果を図 7.15 に示す。

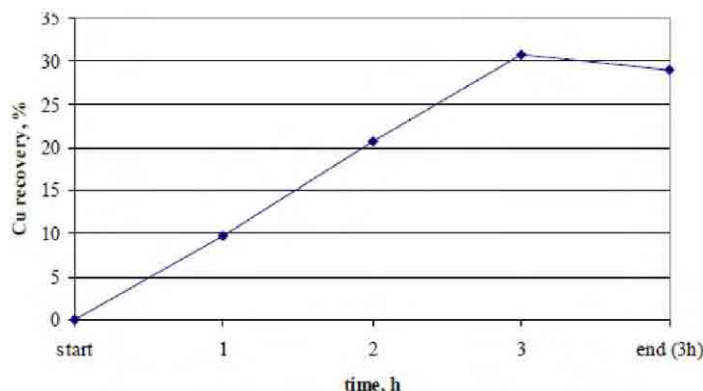


図 7.15 SX 試験結果

SX による Cu 採取率はほぼ直線的に上昇しており、3 時間で 31%を得ている。この直線を延長すると 9 時間で Cu 採取率は 90%を超えると予想される。

以上、ボーリングコアサンプルの化学分析、リーチング試験結果及び SX-EW 試験結果をまとめると、旧廃滓堆積場の Cu 含有率は 0.304%であり、リーチングによる Cu 採取率が最大 65.38%、溶媒抽出(SX)試験では Cu 採取率が直線的に伸びており世界的な平均値が適用できると考えて 99.78%、更に電解採取(EW)による採取率も同様に 98%を適用すると、Bor 鉱山旧廃滓堆積場の No.1 堆積場の廃滓量は 4.5 百万トンと見込まれることから、旧廃滓堆積場の No.1 堆積場からの回収可能 Cu 金属量を試算すると以下となる。

$$0.304\% \times 4.5 \text{ 百万トン} \times 65.38\% \times 99.78\% \times 98\% = 8,739 \text{ トン Cu}$$

すなわち、バッチ試験結果から、Bor 鉱山旧廃滓堆積場の No.1 堆積場から 8 千 7 百トンの Cu が回収可能であると言える。

(5) Au 浮選－シアンリーチング試験

Lece 廃滓堆積場のコアドリリングサンプリング分析結果、Lece 鉱山廃滓堆積場には 1.33g/t の金(Au)が存在することが分かった。この Au を効率的に回収する試験を行った。

1) 試験方法及び試験条件

まず廃滓から浮遊選鉱で金を濃集し、次いで、金濃縮精鉱をシアンリーチングに掛け金を回収する二段階方式の試験を実施した。Au 濃集のための浮遊選鉱は、まず金鉱を硫化し、次いで浮遊選鉱した。次いで、酸素の存在下でシアンリーチングを行った。

以上の結果、Lece 鉱山廃滓堆積場の Au 含有率は 1.33g/t で、賦存量は 2 百万トンとされている。濃縮浮選による Au 採取率は 85.11%、シアンリーチングによる Au 採取率は、95.68%であった。従って、Lece 鉱山廃滓堆積場からの回収可能な Au 量を試算すると下記式となる。

$$1.33\text{g/t} \times 2 \text{ 百万トン} \times 95.68\% \times 85.1\% = 2.2 \text{ トン Au}$$

すなわち、バッチ及びベンチスケールのシアンリーチング試験結果から、Lece 鉱山廃滓堆積場から 2.2 トンの Au を回収できる見込みがあることがわかった。

7.4.3 鉱業活動(選鉱、廃滓堆積場管理)

(1) Bor 鉱山堆積場

Bor 鉱山では、No.1 廃滓堆積場及び No.2 廃滓堆積場を使い分けている。堆積方法は、選鉱廃滓の堆積方法としては最も標準的でしかも安定的なサイクロン分級によるサンド/スライム分離堆積法を採用している。現在 No.1 廃滓堆積場を使用中であるが、No.1 廃滓堆積場は貯蔵量が限界に近づいていると共に、底設集水管(底設暗渠)に問題が生じている為に、現在は、上澄水排出のためにポンプを設置して凌いでいる。No.2 廃滓堆積場への切り替えを検討中。切り替え後は、No.1 廃滓堆積場の底設暗渠整備及び築堤嵩上げにより向こう 8 年分の貯蔵容量増加を図る計画があるという。堆積場浸出水は表面に出ないが、旧露天採掘場には酸性湧水が発生しており、また剥土を堆積している堆積場から酸性(調査時 pH=2.6)の浸透水が発生(目視で約 0.2m³/l)しているため、剥土堆積場浸出水をケーススタディー用試料として採取した。

底設暗渠や上澄水の集水管の破損は、堆積場の排水機能低下に直接影響し、廃滓堆積場の安定性にも悪影響を及ぼすので早急に解決する必要がある。

第一廃滓堆積場の底設暗渠を改修する場合に、次の点に注意して工事を進めることを助言する。

- 上澄水の集水管や底設暗渠を経由する水は近傍の河川に直接流入するので、工事中に発生する汚濁水が河川に直接入らないように処置を施すこと。
- 底設暗渠は、内部点検・モニタリングが容易に行えるようにし、出来れば人が巡回

できるように丈夫で安全に設計する。

山腹水路等の場外水導水路の水は、場内水と分離して放流できるようにするのが望ましい。

2) Suva Luda 鉱山堆積場調査

Suva Luda 鉱山の廃滓堆積場は、Cu 浮選尾鉱堆積場と Pb-Zn 浮選尾鉱堆積場とがそれぞれ分かれているが隣り合わせに設置され、Cu 浮選尾鉱堆積場が一段高く(約 8m)積み上げられている。堆積場内部は水生植物が自然に生育している。また、築堤外部下側から Tropa のような低灌木や Bagren と呼ばれている植生が自然に生育し上部に向かって繁殖している状況が観測された。堆積場のり面には浸潤管が設置されており浸潤線測定が行われていたことが伺える。しかし、築堤表面には侵食跡が随所に見られる。

(2)Lece 鉱山堆積場調査

Lece 鉱山廃滓堆積場は、前述の如く上流から下流へ古い順に No.1 から No.9 迄の 9 つの堆積場が直列に階段状に並んでおり、全部で約 3 百万トンが堆積されている。堆積方法はサンド/スライム分離堆積を実施していたとのことで、No.3 堆積場を除き前面笹藪に覆われており、表面崩壊も無く各堆積場の標高差が 10m 以下で奥行きが 70~80m という比較的緩やかな傾斜堆積の為安定している。ただし、浸潤管やピエゾメーターを設置する等の浸潤水位管理は行われていない。

(3)Grot 鉱山選鉱場、堆積場調査

1) Grot 鉱山選鉱場

選鉱原鉱及び生産は以下のとおりである。

- － 原鉱品位：Pb = 2 ~ 3%、Zn = 3 ~ 4%、処理量：10 万 t/年
- － 生産：Pb 精鉱 = 2,250~5,170 t(Pb 品位 73.5 ~ 76.0%)、Zn 精鉱 = 3,950~10,415 t(Zn 品位 50.3~51.5%)

選鉱成績の推移に関して、原鉱の Pb 及び Zn 品位が 2003 年に約 2 倍に上昇し以後その値を維持し、その結果 Pb 精鉱の Pb 品位が 2002 年に一挙に 6%ほど上昇し、Zn 精鉱の Zn 品位が 2001 年以降安定して 50%以上を維持するようになった。Pb 採取率は 2001 年に落ちた成績を 2004 年に漸く 2000 年以前の水準(85%前後)迄回復し維持している。

Zn 採取率は、2002 年に飛躍的に向上(15%近く)している(表 7.11、7.12)。

表 7.11 鉛浮選成績結果

Year	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Feed Ore Pb (%)	3.49	2.72	2.25	3.52	2.25	2.10	2.03	4.49	3.94	3.69
Pb conc. Pb (%)	69.9	67.6	69.6	68.8	69.1	71.0	75.7	75.1	76.0	76.5
Pb-conc Pb-Rec.	86.0	84.9	80.4	86.5	86.1	81.3	83.3	84.1	86.7	85.1

表 7.12 亜鉛浮選成績結果

Year	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Feed Ore Zn (%)	1.94	2.80	2.37	2.46	2.37	3.00	2.71	4.72	5.30	5.00
Conc. Zn Zn (%)	46.5	47.0	48.2	46.9	47.5	51.8	51.9	50.3	51.4	51.5
Zn-conc Zn-Rec.	70.3	83.2	79.8	71.8	79.5	71.7	84.9	84.2	86.8	84.8

Pb、Zn 共に原鉱品位が上昇し、精鉱品位も上昇しているが、鉱質の変化によるものかその原因は具体的に把握されていない。鉱物研究を実施し、品位の上昇原因を解析して今後の採鉱—選鉱工程における品質管理に役立てていく必要がある。

2) 廃滓堆積場

堆積方法は、Bor や Lece と同じくサイクロンによるサンド/スライム分離堆積である。分級効率は良好であった。しかし、浸潤線管理が行われていない。近い将来、浸潤管、ピエゾメーターを設置する予定であるが、堆積場の安定を維持するためには早急に浸潤線モニタリングと浸潤線管理を行う必要がある。また、ポンド上澄水に濁りが見られ溢流管理が不十分と見受けられた。

(4) Rudnik 鉱山選鉱場、堆積場調査

選鉱工程は、破碎 → 磨鉱 → 鉛浮選 → 亜鉛浮選 → 尾鉱処理 の基本的なフローである。設備が比較的新しく、随所に自動試料採取機が導入され、機器のレイアウトも合理的でコンパクトに配置されている。民営化後の鉱山の収益改善を重視する経営管理、生産管理の影響と考えられる。しかし、選鉱工程は精鉱品位優先のフローを採用しており、採取率に関して改善の余地がある。特に、Zn 処理工程においてはフローの改善を行うことで2~3%の採取率向上が見込まれると考える。表 7.13 に過去 10 年間の操業成績の変化を示す。

表 7.13 Rudnik 鉱山の過去 10 年間の選鉱成績

Year	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Feed Ore Weight (t)	207,115	210,085	173,225	192,897	195,903	181,089	104,980	111,240	162,481	171,769
Feed Ore Pb (%)	1.80	1.61	1.58	1.48	1.46	1.42	1.46	1.45	1.62	1.60
Feed Ore Zn (%)	1.73	1.60	1.66	1.59	1.63	1.53	1.50	1.65	1.76	1.62
Feed Ore Cu (%)	0.34	0.31	0.30	0.25	0.34	0.24	0.16	0.17	0.26	0.32
Conc. Pb Weight (t)	4,640	4,185	3,402	3,535	3,562	3,246	1,855	1,935	3,140	3,333
Pb conc. Pb (%)	74.1	73.5	72.9	73.0	73.0	73.8	76.0	75.2	74.6	73.7
Conc. Zn Weight (t)	6,040	5,785	5,015	5,205	5,581	4,690	2,490	3,205	4,870	4,446
Zn conc. Zn (%)	47.0	46.6	46.8	47.9	46.3	48.1	48.0	47.5	46.7	47.5
Conc. Cu Weight (t)	1,920	1,605	1,245	1,175	2,005	1,208	415	459	1,040	1,550
Cu conc. Cu (%)	19.4	18.5	19.7	21.3	21.5	22.5	20.6	18.9	20.0	19.6
Pb-conc Pb-Rec.	92.2	90.9	90.6	90.3	90.9	93.1	92.0	90.2	89.0	89.4
Zn-conc Zn-Rec.	79.2	80.1	81.5	81.3	80.9	81.4	75.9	82.9	79.6	75.8
Cu-conc Cu-Rec.		45.6	47.3	51.8	64.6	62.5	50.8	45.8	49.2	55.2

生産量が 2003 年~2004 年の 2 年間それ迄の約半分近くに低下している。同様に、原鉱の Cu 品位が 2003 年~2004 年の 2 年間その他の年の 1/2 近くに低下している。国営から民営化への移行に伴う低下である。しかし、選鉱成績を見る限り、民営化後も国営時代と同程度で、まだ成績の改善に結びついていない。

(b) 堆積場

Rudnik 鉱山堆積場は、サンド/スライム分離堆積が行われており、築堤面にピエゾメーターが多数設置され、浸潤水位のモニタリングも定期的に行われているために、浸潤線管理は十分といえる。更に、上澄水集水口が 4 箇所設けられており溢流対策は十分とられている。築堤高さが 100m 以上となり、堆積表面が堆積場を構成する尾根に迫っており、堆積容量にあまり余裕がない。また、築堤直前に民家があり国道も通っており、決壊事故が発生すると大事故につながる恐れがある。堆積場管理は厳重に行う必要がある。

(5) 選鉱・廃滓堆積場管理に関する問題点抽出・解析

1) 選鉱場管理に関する問題点抽出・解析

(a) Bor 鉱山選鉱場

Bor 鉱山の Bor 選鉱場は、1972~1986 の間銅鉱(Cu) 単味処理を行い、1986~2002 の間

同じ設備で鉛・亜鉛鉱(Pb・Zn)を処理してきた。設備の老朽化により稼働率が低下し、選鉱成績も低下している。古い設備を6ヵ月後に更新予定で準備中であるが、必要な資金の調達が出来ないために更新計画も中断中である。Mjdanpek 選鉱場の改善計画調査(F/S)をロシア企業が実施し、報告書は3百万ユーロの投資により2年間で拡張・改善を行うことが出来るとしている。Bor 鉱山生産量と原鉱 Cu 品位の推移を図 7.16 に、Cu 精鉱品位と Cu 採取率の推移を図 7.17 に示す。

図 7.16 Bor 鉱山生産量と原鉱 Cu 品位の推移

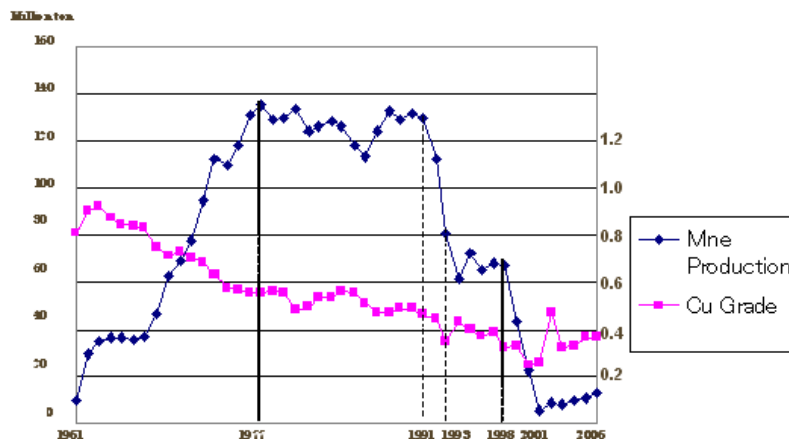
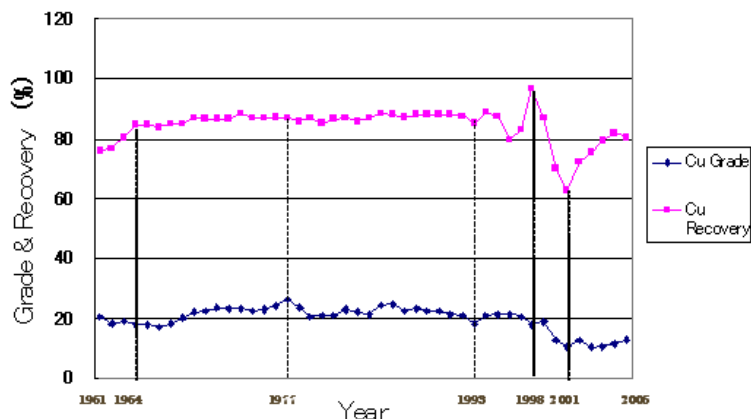


図 7.17 Cu 精鉱品位と Cu 採取率の推移



原鉱中の銅品位は1963年に0.9%を超える値を示したが、以降漸次低下傾向にあった。しかし、2001年の0.22%をきっかけに上昇傾向に転じ2006年には0.4%に届こうとしている。12千万トン・年生産を行っていた1977年から1991年の間、原鉱のCu品位はわずかながら低下傾向にあったものの、0.58ないし0.46%間で比較的安定していた。また、その間のCu精鉱のCu品位は21~26%の間を維持していた。しかし、1998年以降、Cu精鉱のCu品位は20%以下を推移している。一方、銅採取率は、1964年以後ほぼ86~87%で安定していたが1993年を境に88%から62%の間を乱高下している。しかし、2001年以降は徐々に回復の傾向にあるが、それでも依然として80%の低い水準である。

過去の安定した操業状況から大幅に成績が低下していることから、鉱物研究により品位低下の要因及びその要因の選鉱への影響、更に現状の鉱石からの選鉱への最適条件を求める選鉱試験を実施する必要がある。1991年以降出鉱量が選鉱処理能力の1/2以下となって

いる為に、連続操業で安定した成績を得られる選鉱の操業成績が深刻な影響を受けている。2系統並列の浮遊選鉱系統は、1系列のみ運転するなどで凌いでいるが、1系統しかない摩鉱系統は、処理量が減った分適正条件からはずれ磨鉱成績が低下していると考えられる。したがって、ミル処理量に応じた段階的処理量(4,000t/d、8,000t/d、12,000t/d等)により連続操業状態を確保すべきである。段階的処理量に応じた操業が行えるように、出来るだけミルからフィルターまですべての装置を並列化させる必要がある。

(b) Grot 鉱山選鉱場

スナップサンプルの分析結果を、過去5年間の操業成績と並べて表7.14に示す。

表 7.14 Grot 鉱山選鉱場の工程サンプル分析結果

Parameter	Element	Period of sampling	Previous 5 years ^(*)
Elements concentration in ore	Pb, %	2,26	2,0 – 3,0
	Zn, %	2,73	3,0 – 4,0
Elements concentration in concentrate	Conc. Pb / Pb %	70,16	73,5 – 76,0
	Conc. Pb / Zn %	10,30	2,5 – 3,0
	Conc. Zn / Pb %	3,19	4,0 – 5,0
	Conc. Zn / Zn %	53,59	50,3 – 51,3
Recovery of elements in concentrate	Pb, %	83,82	84 – 86
	Zn, %	71,98	86 – 88

^(*) Previous year's data are given based on Reports received from Authorized Staffs in Mine GROT

工程視察とスナップサンプルの分析結果から、Grot 選鉱場については下記の点が問題点として挙げられる。

起動直後(半日後)の不安定期間に試料を採取したスナップサンプルで、過去5年間の実績に比較してPb精鉱中のPb品位が低く、Zn精鉱のZn採取率が極端に低かった。しかし、Zn精鉱中のZn品位は過去5年間に比較して2.5~3%高い結果であった。

これらを踏まえ、装置産業である選鉱場では極力連続操業を維持し、運休転の頻度を少なくすることが必要である。また、起動直後の成績とは言え、Pb品位が低く、Zn精鉱中のZn品位が高くZn採取率が低かった傾向が安定操業時にも継続するようであれば、原鉱鉱質の変化が原因の一つとして考えられる。したがって、原鉱鉱質を確認するための鉱物研究により変化の特性を把握する必要がある。

(c) Rudnik 鉱山選鉱場

スナップサンプルの分析結果を、過去5年間の操業成績と並べて表7.151に示す。

表 7.15 Rudnik 鉱山選鉱場の工程サンプル分析結果

Parameter	Element	Period of sampling	Previous years ^(*)				
			2002	2003	2004	2005	2006
Elements concentration in ore	Pb, %	1,48	1,42	1,46	1,45	1,62	1,60
	Zn, %	1,58	1,53	1,50	1,65	1,76	1,62
	Cu, %	0,32	0,24	0,16	0,17	0,26	0,32
Elements concentration in concentrate	Pb, %	75,36	73,76	75,98	75,22	74,59	73,94
	Zn, %	54,69	48,06	47,99	47,47	46,73	47,47
	Cu, %	23,76	22,49	20,58	18,88	19,99	19,56
Recovery of elements in concentrate	Pb, %	88,41	93,10	91,95	90,23	88,98	89,43
	Zn, %	67,05	81,35	75,88	82,89	79,58	75,85
	Cu, %	59,79	62,51	50,84	45,82	49,21	55,16

^(*) Previous year's data are given based on Reports received from Authorized Staffs in Mine RUDNIK

工程視察とスナップサンプルの分析結果から、Rudnik 選鉱場については下記の点が問題点として挙げられる。

浮選粒度がやや粗いと見られること、Zn 浮選工程が品位優先の工程の流れとなっていて低い採取率しか得られていないと考えられること、及び浮選系統の固形分濃度が全体に低く、用水の使用量が多すぎる懸念があること。

したがって、工程管理のシステムを見直す必要がある。

7.4.4 未利用資源情報入手

ケーススタディーで Lece 鉱山堆積場の金粗精鉱(Au 品位 9.4g/t、Zn 品位 2.4%)中のインジウム(In)を分析したところ、17.8g/t を得た。In が閃亜鉛鉱に随伴するものと仮定すれば、亜鉛精鉱(Zn 品位 50%代)には 370g/t の In が含まれていてもよい。少なくとも 100g/t 以上の In が亜鉛精鉱に随伴している可能性があり確認の必要がある。Zn 精鉱中の In は含有率が高ければ買鉱上有利に扱われる。製錬では一般的に亜鉛精鉱中の In は 5g/t 以上存在すれば分離回収可能である言われている。上述のデータは製錬所での回収可能性を示している。

7.4.5 調査結果のまとめ

(1)選鉱、廃滓堆積場管理

選鉱状況に関する問題点を整理すると以下のとおりである。

選鉱操業管理以前の問題として、出鉱量変動による選鉱操業不安定が成績低下の元凶となっており(Grot、Bor)、設備の老朽化が著しく、工程成績悪化に拍車を掛けて居る選鉱場がある(Grot、Bor)。また、出鉱量減で選鉱は部分操業をしており、操業条件が不安定であり、休転中の設備から空気漏れが著しい選鉱上がある(Grot、Bor)。更に、操業管理を熟練技術者に頼っており世代交代が出来ていない(Grot、Bor)。また、採取率より品位重視の傾向の選鉱場もある(Rudnik)。

一般に、日常工程管理に必要な測定(給鉱粒度、濃度、pH)が行われておらず経験と感に依存した操業を行っている(Grot、Rudnik、Bor)。成績が急激に変化した場合の原因究明が不十分で、鉱質の変化と推定の域であり事実に基づいていない。

廃滓堆積場に関する問題点を整理すると以下のとおりである。

浸潤管(及びピエゾメーター)設置による浸潤線モニタリングが行われていない鉱山が多く、堤体の浸食防止が行われていない鉱山が多い(Suva Ruda)。また、十分な排水機能を所有していない廃滓堆積場がある(Suva Ruda、Bor)。更に、酸性浸透水が貯留している堆積場があるが、水位変動が少ない(降雨期にも溢流しない)と聞く。一度、湧出量、蒸発量、浸透量等を調査し水量バランスをチェックする必要がある(Lece 鉱山廃滓堆積場)。一方、廃滓堆積場以外にも酸性浸透水が湧出しているところがある(Bor 鉱山露天掘り跡、剥土堆積場等)。酸性水に関しては、地下浸透を含め周辺環境への影響を調査しモニターしておく必要がある。

(2) ケーススタディー

ケーススタディーの結果、下記のことが言える。

- Bor 旧廃滓堆積場の第 1 堆積場の Cu 品位は 0.304% で、Cu リーチング試験結果から、Cu 採取率約 65%、SX-EW 試験結果から Cu 採取率推定 97% 以上が得られ、通算採取率 63% 以上の結果であった。この結果を採用すると、4 百 50 万トンと推定される Bor 旧廃滓堆積場の第 1 堆積場からは、約 8.7 千トンの銅を回収することが可能である。
- 尚、Bor 旧廃さい堆積場は No.1 のほかに No.2 があり両者を合わせた廃さい量は 2 千 4 百万トンあるといわれる。さらに、選鉱廃滓ばかりでなく、表 7.16 に示す如く廃石もありその一部には Au の含有量が 1g/t 以上の鉱石として扱える廃石も存在するとされる。廃石堆積場の Cu、Au 品位、鉱量の総合的な調査及び廃石からの回収可能性の確認を行う必要がある。これらの廃石も酸性湧水及び有害金属の湧出などで汚染の原因となる。

表 7.16 Bor 鉱山の廃石状況
Waste Condition in RTB-Bor

	Overburdens						Total
	Tall deposit	North deposit	RTH deposit	Inner deposit	V.Krivej deposit	Cerovo deposit	
Quantity (Million tons)	150	20	60	28	170	22	450
Cu (%)	0.15	> 0.3	< 0.1	0.2	< 0.1	0.18	0.11

表 7.17 Bor 鉱山の廃滓の状況

Tailing Condition in RTB-Bor

	Flotation tailings			Total
	Old flotation tailing	RTH flotation tailing	V.Krivej flotation tailing	
Quantity (Million tons)	27	50	130	207
Cu (%)	0.24	< 0.2	0.15	0.15

- Lece 廃滓堆積場の金粗選試験結果から Au 採取率 96% 以上、シアンリーチング試験結果から Au 採取率 85% 以上、通算採取率 80% 以上が得られた。2 百万トンと推定される Lece 堆積場からは、約 2.2 トンの金を回収することが可能である。ただし、本ケーススタディーでは No.2、3、4 堆積場についての調査を行いその結果を No.1 ~9 の堆積場までに敷衍している。従って、全堆積場に亙る総合的な調査を行い本ケーススタディー結果を確認する必要がある。
- Grot 選鉱場は、起動直後(半日後)の不安定期間に試料を採取した為、過去 5 年間の実績に比較して Pb 精鉱品位が低く、Zn 採取率が極端に低かった。この結果は、操業不安定が成績低下を引き起こすことを示している。
- Rudnik 選鉱場については、浮選粒度がやや粗いと見られること、Zn 浮選工程が品位優先のフローとなっているために低い採取率にとどまっていると推察できる。また、浮選系統の固形分濃度が全体に低く、用水の使用量が多すぎる懸念があることが工程改善としての課題として挙げられる。

- ラボ試験結果を踏まえ超概算の経済計算を行った。

その結果、Bor 鉱山旧堆積場からの Cu 回収に関しては、1,000t/d の規模で 15 年間操業し銅建値が 2,400US\$/t の条件の場合 IRR 値が 30%以上となり極めて実行可能性が高い値を得た。一方、Lece 鉱山堆積場からの Au 回収に関しては、500t/d の規模で 15 年間操業し金建値が 400US\$/Oz の条件の場合 IRR 値が 30%以上となり、Lece の場合も極めて実行可能性が高い値を得た。なお、本試算はラボ試験結果の最良の条件をそのまま適用して居り市場条件等短期間で把握できた範囲の条件にかなりの推定を含んだ数値を入力して得た値である。従ってパイロットプラントによる連続試験を実施してより精度の高い資料を得ながら市場条件に関しても精密な調査を行ってより精度の高い試算を試みる必要がある。

表 7.18 Bor 鉱山旧堆積場からの Cu 回収に関する DCF-IRR 試算例

DCF/IRR Calculation Table (In case of 1000 t/d)

Items		Year															Total			
		-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14	15	
[Income]																				
Sales revenue of Concentrates	*1			3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	3,038	45,563
Others	1 % *2			30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	456
Income Total		0	0	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	3,068	46,018
[Cost]																				
Initial Investment	1,433) *3	(550)	1																	1
Operation Cost	*4			1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	1,942	29,135
Depreciation	143 *5			143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	0	0	0	0	0	1,433
Tax (%)	16 *6			486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	486	7,290
Interest (%)	10 *7		143	129	115	100	86	72	57	43	29	14	0	0	0	0	0	0	0	788
Others (%)	5 *8			153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	2,301
Cost Total		(550)	144	2,854	2,840	2,825	2,811	2,797	2,782	2,768	2,754	2,739	2,725	2,582	2,582	2,582	2,582	2,582	2,582	40,947
[Benefit]																				
Yearly Benefit		(-550)	-144	214	228	243	257	271	286	300	314	329	343	486	486	486	486	486	486	5,071
Accumulate Benefit		(-550)	-144	70	298	541	798	1,069	1,354	1,654	1,968	2,297	2,640	3,126	3,612	4,098	4,585	5,071		
[Net Present Value: NPV]																				
(Opportunity losse 1)	15 %	()	-144	186	173	159	147	135	123	113	103	93	85	105	91	79	69	60		
(Opportunity losse 2)	5 %	()	-144	204	207	210	211	212	213	213	213	212	210	284	271	258	246	234		
IRR	30%	Yearly Benefit:	-550	-144	214	228	243	257	271	286	300	314	329	343	486	486	486	486	486	

Bor 鉱山旧堆積場からの Cu 回収に関して、銅建値が 2,400US\$/t で 1,000t/d、15 年間操業した場合の DCF-IRR 試算例および Lece 鉱山堆積場からの Au 回収に関して、金建値が 400US\$/Oz で 500t/d の規模、15 年間操業した場合の DCF-IRR 試算例を表 7.18、7.19 に示す。

表 7.19 Lece 鉱山堆積場からの Au 回収に関する DCF-IRR 試算例

DCF/IRR Calculation Table (In case of 500 t/d of Lece taling dam)

Items	Year	Unitario:US \$															Total	
		-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14
[Income]																		
Sales revenue of Gold	*1		17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	17,416.84	261,252.66
Others	1 % *2		174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	174.17	2,612.53
Income Total		0.00	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	17,591.01	263,865.19
[Cost]																		
Initial Investment	6,001) *3	(0.00)	6,000.50															6,000.50
Operation Cost	*4		11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	11,427.67	171,415.01
Depreciation	600 *5		600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	600.05	9,000.75
Tax (%)	16 *6		2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	2,786.70	41,800.43
Interest (%)	10 *7		540.05	480.04	420.04	360.03	300.03	240.02	180.02	120.01	60.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,300.28
Others (%)	1 *8		175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	175.91	2,638.65
Cost Total		(0.00)	6,600.55	15,530.37	15,470.36	15,410.36	15,350.35	15,290.35	15,230.34	15,170.34	15,110.33	15,050.33	14,990.32	14,930.32	14,870.32	14,810.32	14,750.32	234,155.62
[Benefit]																		
Yearly Benefit		(0.00)	(6,600.55)	2,060.64	2,120.65	2,180.65	2,240.66	2,300.66	2,360.67	2,420.67	2,480.68	2,540.68	2,600.69	2,600.69	2,600.69	2,600.69	2,600.69	29,709.57
Accumulate Benefit		(0.00)	(6,600.55)	(4,539.91)	(2,419.26)	(238.60)	2,002.06	4,302.72	6,663.39	9,084.07	11,564.75	14,105.43	16,706.12	19,306.81	21,907.50	24,508.19	27,108.88	29,709.57
[Net Present Value: NPV]																		
Opportunity losse 1)	15 %	()	(6,600.55)	1,791.86	1,603.52	1,433.82	1,281.10	1,143.84	1,020.58	910.02	810.94	722.22	642.85	559.00	486.09	422.88	367.55	319.61
Opportunity losse 2)	5 %	()	(6,600.55)	1,862.52	1,923.49	1,883.73	1,843.40	1,802.63	1,761.57	1,720.33	1,679.02	1,637.75	1,596.60	1,520.57	1,448.16	1,379.20	1,313.53	1,250.98
IRR	3%	Yearly Benefit	0.00	(6,600.55)	2,060.64	2,120.65	2,180.65	2,240.66	2,300.66	2,360.67	2,420.67	2,480.68	2,540.68	2,600.69	2,600.69	2,600.69	2,600.69	2,600.69

7.5 セルビア鉱山経営の問題点

セ国鉱山経営の最大の問題点は、各鉱山が抱える累積債務問題である。累積債務をどのように考え、これを処理するかはセ国の鉱山経営上の最重要課題と認識される。

7.5.1 セ国鉱山会社の累積債務

セ国鉱山会社の多くは、直接的には、累積債務によって破綻、破産している。例えば Grot 鉱山の例を見ると、Grot 鉱山は、2001 年、Trepca より独立した際に、Trepca の銀行借入金を強制移管されたため、設立当初から多額の借金を背負って操業しなければならないハンディキャップを負っていた。Trepca より移管された負債やその遅延利息支払いが原因で、赤字が続き破産に至ったというのが主要要因と考えられる。したがって Grot 鉱山は発足当初から莫大な累積債務を引継いでおり、破産は必然的結果であったと言える。このように鉱山経営に重大な影響を与える債務問題を、単なる債務として処理しては、鉱山経営が改善する見込みは限りなく小さいものとなり、また、そのような債務を背負っている鉱山会社を民営化において投資しようとする投資家を見つけることにも容易ではない。債務問題解決のための可能性の一つとなる。

7.5.2 デットエクイティスワップ(Debt-Equity Swap)とセ国の鉱山会社への適用

デットエクイティスワップとは、債務の株式化のことをいう。デット(Debt=債務)とエクイティ(Equity=資本・株式)をスワップ(Swap=交換)する手法である。具体的には、過剰債務・財政破綻状態にある企業の債務を株式化すること、もしくは、債権者が債権による現物出資によって株式を取得することで、債務超過の状況を解消させ、償還が必要な有利子負債を削減させることをさす。企業再生を行うための一つの手段であると考えられている。

デットエクイティスワップをセ国の鉱山会社へ適用するためには、次の前提条件が必要となる。

(1) セ国の鉱山会社が株式会社であること

デットエクイティスワップは、債務と株式を交換する手法であるから、当該会社が株式会社であることが必須条件である。現在、セ国の非鉄金属鉱山会社は民営化の途上であり安全民営化の課題である。従って、現在のままではデットエクイティスワップを適用することはできない。

セ国の鉱山会社は財務内容を改善して再建するためには、これを株式会社化することが必要となる。民営化後株式会社になっていくとかがえられる。株式会社化の後、デットエクイティスワップにより、債権者の保有する債権を株式に交換すれば、当該鉱山会社の財務内容は大幅に改善する。

(2) 当該鉱山会社が再建の見込みのあること

デットエクイティスワップは、財務破綻した会社をいたずらに延命させ傷を深めさせるためではなく、累積債務、金利負担がなければ、本業そのものは有望であり将来企業として有望と判断される企業に適用される手法である。従って、デットエクイティスワップを適用するか否かは、企業の将来性を判断して決定される。当該鉱山会社に豊富な埋蔵量と生産量が有望視される場合には、再建の見込みがあると判断されるケースとなる。現状ではセ国の非鉄金属鉱山会社 Bor を除き、埋蔵量乏しく、この条件を満たさないと考えられる。

(3) 経営陣の強化

デットエクイティスワップを適用しようとする企業は、また、新しい経営陣を加えることによって、経営力を強化させることが求められる。企業再建は、デットエクイティスワップによって、債務と株式を交換し債務を消滅させるだけでなく、財務会計の徹底、営業力の強化、生産性向上等経営上のリストラ策が同時に講じられてはじめて達成可能となる。このような再建策を実施するために、会社外部より新たな専門家を加え経営力を強化することが、デットエクイティスワップの適用にあたって必要とされる。尚、デットエクイティスワップは、破綻債権は対象外となる。企業が破綻した場合には、債権回収は、企業資産を解体、売却し回収されることになるからである。

(4) Grot 鉱山へのデットエクイティスワップ適用

Grot 鉱山は、既に破綻会社となり現在は破産管財人の管理下にあり、同社への債権は破綻債権として処理されている。この意味で、同社へのデットエクイティスワップ適用による救済は難しい状況となっている。もし、デットエクイティスワップが適用されていれば、違ったシナリオも可能であったと思われる。同社の累積債務合計は、約 150 億ディナールに及ぶが(この金額は貸借体表表には記載されていない。債務額確定のため裁判所で係争中のためと思われる)、この負債を同社の企業規模と比較して見ると、その大きさが分かる(表 7.20)。従って、同鉱山をデッドエクイティスワップにより救済するには、累積債務

の圧縮(債務、利息の一部減免)が必要となる。債務の圧縮は、銀行を始めとする債権者の貸手責任を考えて進めることができる。同社の企業規模を考慮せず、また、回収の見込みがないのに貸付を継続することは、同社の破綻を早める結果となったということも可能である。債務圧縮の上、今後の成長見込み(埋蔵量、生産量の増加)が有望視されることを示すことができたならば、Grot 鉱山にデットエクイティスワップを適用して救済する道も残されていたかも知れない。ただし、現在 Grot 鉱山は 2008 年 3 月に競売される計画がある。

表 7.20 Grot 鉱山の Balance Sheet(2006)

[資産の部]

(単位:1,000 デナール)	
固定資産	247,387
不動産・設備・機器	247,380
Biological Assets	7
流動資産	217,105
在庫	104,577
現預金	84,419
前払金(税金)	28,109
資産合計	464,492

[負債の部]

(単位:1,000 デナール)	
長期負債	6,902
長期借入金	0
その他長期負債	6,902
短期負債	123,566
短期金融負債	12,478
業務関連負債	89,284
その他負債	10,246
税金(VAT 他)	11,558
負債合計	130,468
資本金	334,024
固定資本	222,841
準備金	38,404
当期利益等	72,779
負債・資本の部合計	464,492

(出所:Grot 鉱山)

7.5.3 Grot 鉱山の経営改善

(1) Grot 鉱山の経営診断

民営化庁によると、Grot 鉱山は 2008 年 3 月に民営化の予定であるため詳細な財務諸表は、いまだ公表できないとのことであった。そのため、財務分析に必要な資料や詳細データは民営化庁より入手することができなかった。従って、同鉱山に残されている貸借対照表、損益計算書等をもとに財務状況の分析を行った。もっとも、財務諸表の一式書類とし

て、上記書類の他に詳細な附属書類が作成されていたとは考えられない側面も存在する。詳細な附属書類は、資本主義のもと、国際会計基準が完成された状況で実施されて初めて、会社経営者が株主、債権者等への説明責任を果たすために整備されてきたものだからである。

社会主義体制のもと、非鉄金属鉱山会社が **social company** として存在してきたセ国では、会社は従業員をはじめとして社会が所有するという考え方であった。そのため、資本主義体制下で、会社の所有者(資本家)と経営者が明確に分離されている状況とは根本的に異なっている。‘所有’と‘経営’が未分離であった状況下では、経営者は詳細な附属書類を作成して説明責任を果たす必要がなかったと推察できる。そのため、貸借対照表の科目明細や内容を説明する **Notes** や **Remarks** が作成されていなかったことは想像にかたくない。

現在、鉱山会社として唯一ベオグラード証券取引所に上場している **Rudnik** 鉱山でさえ、このような附属書類を作成していない。ベオグラード証券取引所でも国際会計基準は浸透していないため、明細附属書類の提出を求められていない。

Grot 鉱山より入手した損益計算書(表 7.21)によると、同鉱山の破産手続き前の採算状況は以下の通りである。

表 7.21 **Grot** 鉱山権益計算書
P/L for the period of 5 years (破産手続き前)

Period	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005*年
Business incomes	0	81,967	92,947	135,200	299,215	354,155
Business expenditures	314	87,594	93,951	137,529	314,751	268,174
TOTAL	(314)	(5,627)	(644)	(2,329)	(15,536)	85,981
Business Activities						
Financial incomes	0	14	53	0	1,052	573
Financial expenditures	0	1,150	1,722	606	1,218	1,403
TOTAL	0	(1,136)	(1,669)	(606)	(166)	(830)
FINANCIAL ACTIVITIES						
BUSINESS AND FINANCIAL ACTIVITIES TOTAL	(314)	(6,763)	(2,313)	(2,935)	(15,702)	85,151
Other (non-business) income	0	1,608	66	247	34,632	1,035
Other (non-business) expenditures	0	2	0	460	18,930	0
OTHER ACTIVITIES TOTAL	0	1,606	66	(213)	15,702	1,035
Profit before tax	(314)	(5,157)	(2,607)	(3,148)	0	86,186
Tax	0	0	0	0	0	12,066
NET TOTAL	(314)	(5,157)	(2,247)	(3,148)	0	74,120
*data for 2005 are for 21.11.2005 (day of starting procedure of bankruptcy)						
TAX for 2005 is projected amount						

(資料出所: **Grot** 鉱山)

Grot 鉱山の損益計算書からの経営の実態は以下の通りである。

2005年度の破産手続き開始までの2001-2003年の間、支出が収入を上回り経常赤字の状態が継続している(税引前)。

表 7.22 Grot 鉱山損益計算書(4 年間)

	Revenues	Expenses	Profit/Loss
2001	83,589	88,746	(5,157)
2002	93,066	95,673	(2,607)
2003	135,447	138,595	(3,148)
2004	334,899	334,899	0
2005	355,763	269,577	86,186

その原因は、売上は年々増加しているが製造コスト、その他費用が大きく膨らんでいることにある(この数値は、上記 P/L for the period of 5 years とは少し異なっているが、P/L for the period of 5 years の方が修正された最終数値とされる)

表 7.23 売上に対する製造コストの割合(出所：Grot 鉱山 単位：1,000 ディナール)

Production Cost	2001	2002	2003	2004	2005
Material for Production	6,889	5,321	3,391	10,334	16,631
The basic material	15,143	7,465	21,592	70,176	49,588
Supplies	0	1	36	173	0
Waste	177	0	5	918	900
Earnings of workers	22,342	22,365	29,203	86,361	80,818
Nourishments of employee	1,548	1,766	2,296	3,584	1,059
Transportation expenses	4,455	5,827	4,289	20,749	17,268
Research expenses	0	529	453	10,787	9,730
Total	50,554	43,274	62,266	203,082	175,994
Sales Products	76,529	91,262	130,590	294,247	415,614

売上に対する製造コストの割合は、次の通り推移している。

表 7.24 売上に対する製造コストの推移

項目	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
対売上の製造コスト比	66%	47%	48%	69%	42%

2002、2003、2005 年の製造コストは売上の 40% 台で推移しており、問題はないが、2001、2004 年は 60% を超えている。2001、2004 年に製造コストが増加した主な原因は、basic material にある。特に、2004 年は、70,176 千ディナールの basic material コストが計上されているが、2003、2005 年の売上と 2004 年の売上比からしても、これは異常に高い数値となっている。

表 7.25 売上に占める物品費の割合

項目	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
A)basic material	15,143	7,465	21,592	70,176	49,588
B)Product Sales	76,529	91,261	130,590	294,247	415,614
C) A ÷ B	19.8%	8.2%	16.5%	23.8%	11.9%

売上に対する製造コストの割合は、年々大きく変化しており非常に採算性を予測しにくい状態が継続している。製造コストの中で最も多くの比重を有するのが、basic material と Earnings of the workers であるが、そのうちの一つである basic material がこのように大きく変動するケースでは、経営の安定化は望めない。購買部を整備し、仕入先の選定、価格変動に対するヘッジ等工夫が必要である。

表 7.26 売上に対するその他経費等の割合(単位：1,000 ディナール)

項目	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
Other expenses	8,683	17,840	38,159	65,149	61,011
Depreciation	8,359	5,650	6,454	7,406	32,832
Earnings management	5,032	6,139	8,175	31,248	32,437
Fuel, lubricating	7,486	11,626	10,292	12,247	17,949
Electricity	8,632	11,619	14,252	15,770	22,323
Total	38,192	52,874	77,332	131,820	166,552
Total ÷ Sales	50%	57.9%	59.2%	44.8%	40%

(資料出所: Grot 鉱山)

その他費用の売上に対する比率が極めて高く、製造業としての生産性はかなり低い状況である。しかも、2001、2002 及び 2003 年に見られるように、製造に直接必要とされる製造コストよりも、間接的なコストであるその他費用の方が高いという状況は、非効率生産の最たるものであり製造業としては致命的欠陥である。

表 7.27 製造コスト割合とその他経費割合

項目	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
Product cost	66%	47%	48%	69%	42%
Other expenses	50%	57.9%	59.2%	44.8%	40%

その他費用の中には、従業員の整理等に必要とされる特殊な費用が含まれているものと推測できる等、破産前の苦しい経営上での特殊要因としてやむを得ない面もあろう。ただ、製造業として、今後は、その他費用は少なくとも製造コストを下回ることを徹底すべきであらう。また、経営者報酬が赤字継続の状況でも増加していることは問題である。民間会社の経営原則に従って、経営者は評価主義によって報酬を得ることを徹底すべきであらう。

尚、2006 年 Grot 鉱山は、Trepca から分離独立以来、初めて黒字を計上している。

表 7.28 2006 年 Grot 鉱山の損益計算書 (単位：1,000 ディナール)

(営業収益)	
1. 売上げ	397,533
2. 在庫品価値増加	27,740
3. その他営業収入	84
営業収入	425,357
4. 原材料費	108,683
5. 人件費	139,248
6. 減価償却	41,579
7. その他営業経費	134,223
営業経費	423,733
営業収益	425,357 - 423,733 = 1,624
(営業外収益)	
8. 金融収益	5,039
9. 金融費用	(-) 7,299
10. その他収益	2,896
11. その他経費	(-) 15
営業外収益	621
当期利益	1,624 + 621 = 2,245

(税引き後利益)	
12. 当期税金	1,712
13. 延払税戻し	(+) 3,088
税引後当期利益	3,621

(資料出所: Grot 鉱山)

売上高利益率は、0.91%程度であるがともかくも黒字転換したことは大きな事実である。尚、この利益額は、個人会社からの借入金 88.5 百万ディナールを返済した後の数字であるとの説明であった。従って、同鉱山は、過去に Trepca から引き継いだ借入金がなければ、約 90 百万ディナールの利益を計上しており、売上高利益率は、22.6%の上り高採算会社であると考えることができる。2006 年度の収支計算は以下の通り。

表 7.29 Grot 鉱山収支計算書(単位: 1,000 ディナール)(出所: Grot 鉱山)

Production Cost	2006 年	Other Cost	2006 年
Material for Production	13,136	Other expenses	14,898
The basic material	43,400	Depreciation	41,579
Supplies	17	Earnings management	39,672
Waste	692	Fuel, lubricating	15,317
Earnings of workers	99,576	Electricity	21,874
Nourishments of employee	5,847	Total	133,340
Transportation expenses	5,103		
Research expenses	13,611		
Total	181,382		
Sales of Products			397,533

① 売上に対する製造コストの割合

売上に対する製造コストの割合は、45.63%、売上に対する 10.9%と適正水準にある。

② 売上に対するその他経費等の割合

売上に対するその他経費等の割合は、33.5%と過去最低水準である。これが黒字化した大きな要因である。製造業では、製造コスト以外の、その他経費を如何に低く抑えるかが重要であると思われるが、役員報酬が 2005 年に比べ 7 百万ディナール増加している等まだ改善の余地があろう。

(2) Grot 鉱山陣へのアドバイス

既に民営化し経営改善に成功した Rudnik 鉱山の民営化後の経営などを参考とし Grot 鉱山への経営改善策へのアドバイスは以下の通りである。

製造業にとってコスト管理は最も重要である。コスト管理の目的は、コストを正確に把握し、コスト削減を図ることであるが、Rudnik 鉱山では、詳細なコスト項目リストを作成し、毎月の増減をデータベース化することによって、コスト管理を行っている。鉱山現場には、毎月のコストを計算する専任者を配置しコスト項目の作成、報告に当たらせている。専任者の報告は、本社のコスト管理専任者(外部の公認会計士事務所)に送られ、分析の上経営者に報告される体制が構築されている。

このようなコストカットを主眼とするコスト管理に加え、Rudnik 鉱山では、生産量を増やし製品単価を下げるという積極的なコスト削減策が講じられている。2006 年には、同鉱

山の過去最高生産量である 1983 年を上回る生産量を記録している。更に、このように製品単価を下げるために、生産量を増したにも拘わらず、従業員は 376 名から 330 名に減らす予定である。無駄をはぶいた合理化により可能となったものである。このように、コスト削減は経営者や従業員の創意・工夫が生かされ、比較的早く効果が表れる分野である。Grot 鉱山でも、現場従業員を含め全社的にコスト削減委員会を発足させ、これを検討していかなければならない。

(3) 従業員のモラル、規律

Rudnik 鉱山の経営上経営上の重要な課題の一つは、従業員のモラル、規律の面である。1990 年代の social company の経営は、鉱山業に限らず全ての産業でモラル、規律が重視されていなかった。即ち、従業員のモラル、規律が乱れ正常な生産活動が行われる状況ではなかった、とのことである。勤務時間の厳守や休暇の取得、休憩時間の取り方等に関しほとんど就業規則が守られないことが多々あったようである。Grot 鉱山においても時間をかけて是正していく必要がある。雇用契約、ジョブ・ディスクリプション、就業規則等の整備を行うと共に、従業員は会社の財産との考え方に基づいた人事研修制度の構築が不可欠である。

(4) マネージメントシステム

Rudnik 鉱山では、従業員のモラル、規律の正常化以上に困難な課題はマネージメントシステム上の問題であった。旧自主管理社会主義時代には、労働者が経営に参加していた時期が長かったため、労働者や幹部職員のマインドを変えるのが難しく、2004 年より 2 年の時間を費やしている。このようなシステム転換にともなう意識改革がまず重要である。また、経営陣の方針について、民営化当初従わなかったため、結果的に、数名の幹部職員を解雇となった。社会主義時代のマネージメントシステムに馴染んだ従業員のマインドや思考方法頭を市場経済に切り替えていくために数年の時間がかかるが、教材や小冊子の作成、配布による継続的な啓蒙活動が必要であり、Grot 鉱山にとってこのような課題に対し Rudnik 鉱山との対話も必要である。尚、上述の(1)~(3)において、Rudnik 鉱山は EBRD(欧州復興開発銀行)の TAM プログラム(民営化した企業への経営改善のプログラム)を導入した(2005 年 10 月~2007 年 4 月)。この TAM プログラムによって日本式経営改善、品質向上運動である“経営活動”が紹介され、コスト競争力強化、鉱業員への意識改革、市場経済下でのマネージメントシステム等に結びついている。

(5) 累積債務の処理

Rudnik 鉱山では、民営化にあたり債務を含めて売却されたため累積債務の問題はないが、Grot 鉱山には破産手続き開始後係争中の巨額債務が残っている。その総額は 150 億ディナールに達しており、この債務を抱えたままでは、Grot 鉱山の経営は立ち行かない。裁判で債務額が減額されたとしても相当な債務額は残るものと推測される。以下の表は、債権明細表であるが、債権者は、トレードカンパニー、銀行、保険会社等 36 社に上る。金融手法による対策が政治的決着による整理が必要である。

(6) 将来象の策定

Grot 鉦山は、破産手続きによる管理会社になったばかりであるが、2006年黒字を計上している。数値から判断する限り、赤字体質から脱却したものと思われ、これからの将来の発展について、埋蔵量、生産量等に基づいた事業計画、将来のビジョンが作成されることが安定した経営の土台となる。会社として目標を掲げこの達成に努力することが、従業員の意識改革、士気高揚、債権者対策等に繋がるのではないかと考えられる。

第8章 マスタープラン

8.1 方針と目標

マスタープラン方針は、これまでの調査、C/P との討議及びプロセス及びインテリムワークショップを通して具体化を図り、セ国の MEM や MEP と確認を取ってきた。また、関連機関及び国際機関からの合意も得てきている。市場経済下での鉱業セクターの国営企業から民間企業への統治・管理移行期の現状と移行後の将来を考慮して、マスタープランを策定した。

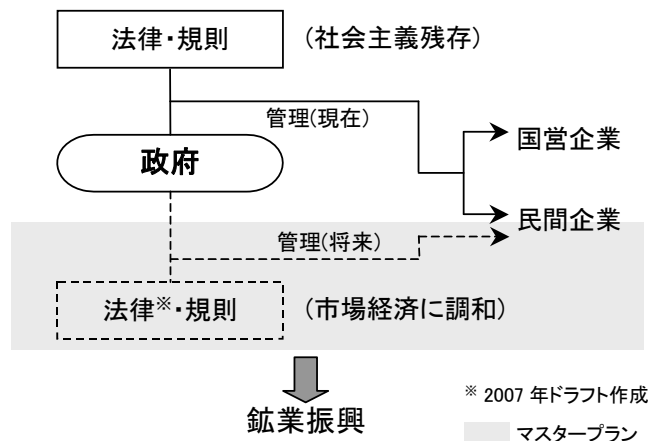


図 8.1 鉱業セクター管理の現在とマスタープランとの関係

マスタープランは、鉱業振興を目標としているため、鉱業活動が活発化し雇用を増加させ、経済発展に結びつかなければならない。そのためには鉱業組織、投資促進、民間への管理及び民間への人材育成、更に鉱業活動を促進していく制度・政策が有機的に相乗効果を発揮していくような具体性を持ったプランとした。

セ国での鉱業振興の重点課題は、旧社会主義体制時代の残存する制度を改革し、強化し、体系化して市場経済下で鉱業セクター管理をしていくことである。

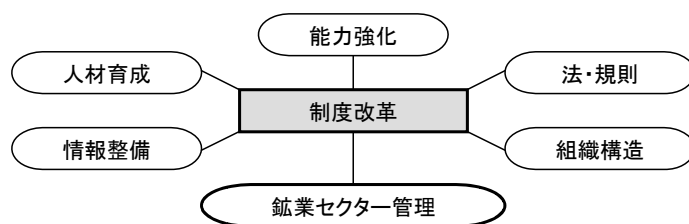


図 8.2 制度改革の役割

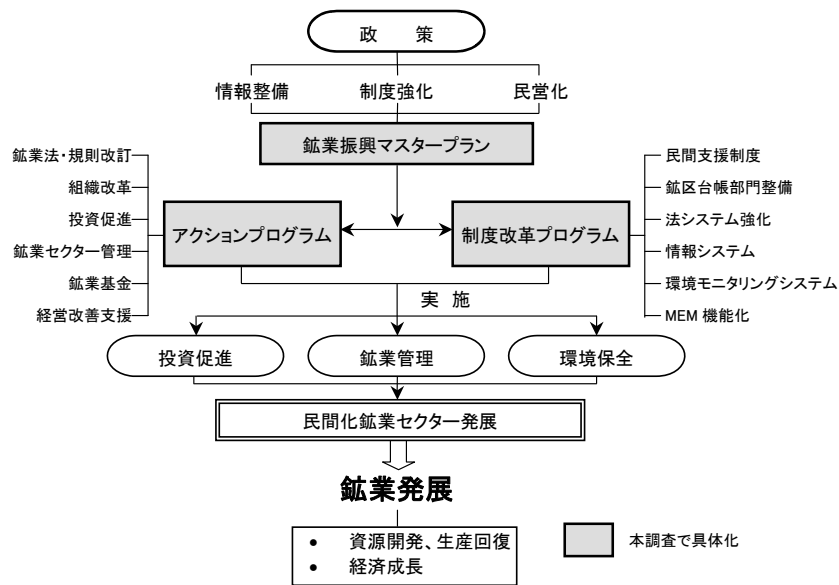


図 8.3 鉱業振興マスタープランと鉱業発展

マスタープランの方針は、以下の通りである。

- マスタープランを 10 カ年とし、円滑な民間主体の鉱業とする。
- 前半の 5 カ年は、鉱業セクター基盤構築期、後半の 5 カ年は鉱業振興期とする。
- マスタープランを構成する具体策は、ドナー国・機関への依存から自力実行とする。

マスタープランの実施元年を 2008 年央とし、2018 年を完了年とする。完了年への目標は、GDP の 10% の達成とする。

マスタープランは、10 カ年とする。鉱業管理が国営企業から民間への移行が円滑に行き、完全な制度改革を実現し、鉱業セクターの GDP が 10 年後に 10% を占めることができるような現状の鉱業セクターの改革に結びつき、有機的関連をもった具体策の創出を行い、その実現を可能とするマスタープランとする。マスタープランで提案される具体策の中で特に緊急を要するものがアクションプログラムであり、制度改革プログラムも一部含まれる。本調査では 5 カ年とする具体策の中で制度改革プログラムは、時間的に長期間にわたって実施していくものを意味する。

マスタープランを 2 期に区分し、鉱業セクター基盤構築期 5 カ年(前期)及び鉱業振興期 5 カ年(後期)として、前期でアクションプログラムを実施し、後期で制度改革プログラムを行っていく(表 8.1)。

表 8.1 マスタープランとアクションプログラムと制度改革プログラムのスケジュール

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
マスタープラン	鉱業セクター基盤構築期					鉱業振興期				
アクションプログラム	←————→									
制度改革プログラム	←————									
鉱業活動	←————		探鉱促進			————→				
	←————		生産性回復			←———— 開発促進 ———→				

セ国政府のアクションプログラムや制度改革プログラムの原資は、主として税・ロイヤリティで、この原資を得るためには、生産性回復と鉱業セクター管理(民間への管理)が調和して進んでいくことが必要である(図 8.4)。

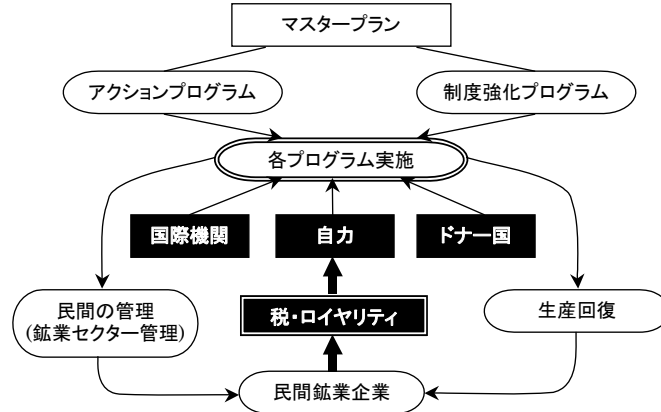


図 8.4 具体策(各プログラム)の実施と原資の関係

表 8.2 鉱業セクター再建と振興へのスケジュール

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
民営化	終了	リハビリ、再建				完全民営化、生産拡大				
鉱業法*	検討	施行				レビュー	改訂	改訂施行		
鉱業政策*	検討	実施				レビュー	修正	新政策実施		
鉱業セクター管理	アクションプログラム実施					制度改革プログラムの実施				
						民間への管理軌道・安定				
鉱業組織	検討	編成	新組織			組織機能化・安定				

実施元年 2008 年

*ドラフトが 2007 年世銀の支援で作成された。

8.2 鉱業セクター制度改革と視点

重点課題となる鉱業セクター制度改革は鉱業基盤構築の柱であり、鉱業活動振興の基盤となる。即ち、市場経済下での鉱業活動における探査・開発への投資促進、生産、民間への鉱業セクター管理への基盤となる(図 8.5)。

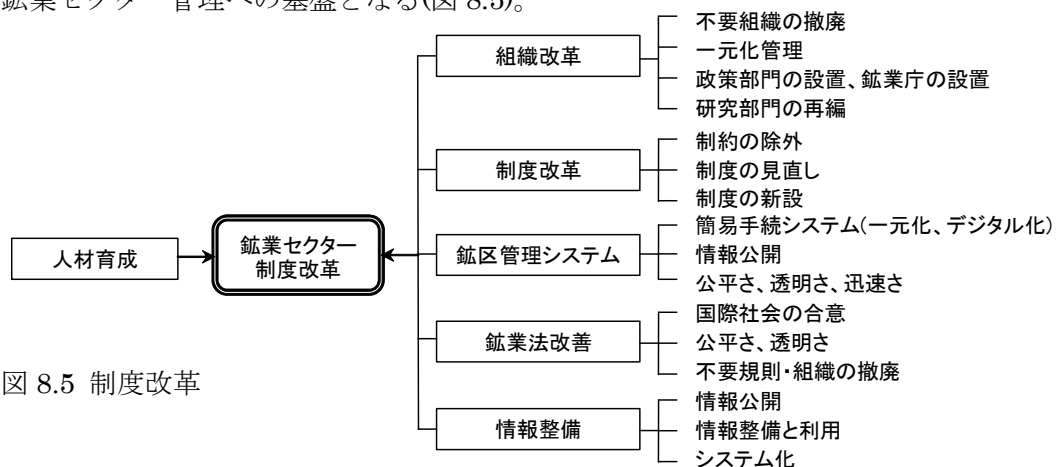


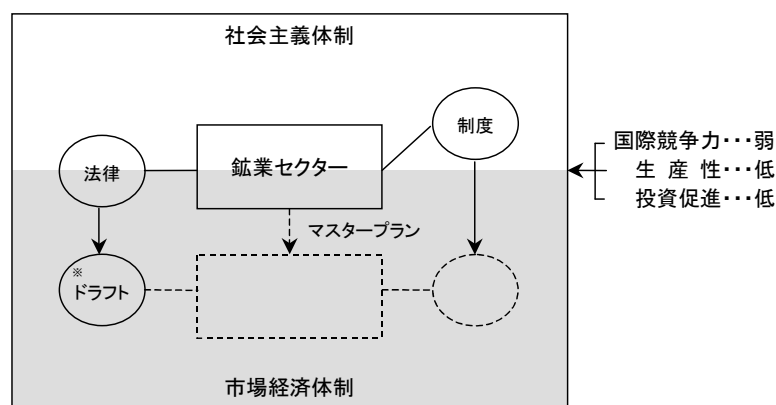
図 8.5 制度改革

(1) 組織改革

MEM、MEP、鉱業研究所、地質研究所及びそれらに関連する組織、機関を対象としこれらが、民間を中心に鉱業活動が活発に行われるような、鉱業関連政府組織全体の見直しと共に、一元管理にして、機能化していく必要がある。

(2) 制度改革

残存する社会主義時代の制約、規則を除外し、現存する制度を見直さなければならない。鉱業活動を活発化させる制度を立案し、制度設置への課題を抽出し、制度設置による効果を具体的、明瞭にする必要がある。現状の国営鉱山や民営化鉱山の管理制度(探鉱・生産などの報告義務他)などが過剰管理になっている点などがこの改革を必要とする具体例である。制度は、民間の管理の視点から人材育成、鉱区管理、探査、開発、情報整備等について立案し、セクター全体の改革とその振興に結びつくように考えるべきである。現在の鉱業セクターの位置は、旧体制と市場経済体制の境界にあり、マスタープランにより、市場経済体制に移行しなければならない。現在の位置付けでは、生産性は低く、競争力も弱く、投資が拡大する状況にはない(図 8.6)。



※鉱業法のドラフトは 2007 年作成

図 8.6 鉱業セクターの現在の位置付けとマスタープラン実施後の位置付け

(3) 鉱区管理システム

現行の鉱業法に基づく鉱区管理システムは、透明性に欠け、複雑な手続きで、多大な時間と労力が要求され、加えて鉱業活動の不活発を改善できない、ブレーキ役となっている。システムにおいて手続、管理を簡素化し、一元した姿が必要であり、新鉱業に基づいて、IT を利用しての近代化したシステムの立案を実現していく必要がある。鉱区管理においては、まず新規鉱区申請手続きの簡素化(図 8.7)と許可済みの鉱区の管理を踏まえて、全体のシステム化の設計を行う必要がある。

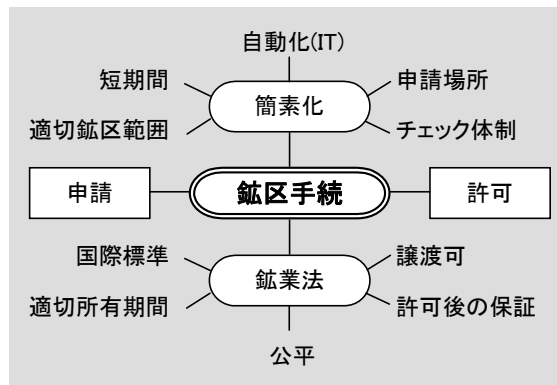


図 8.7 鉱区手続きの改革視点 ■ 透明性

(4) 鉱業法の改善

現在ドラフトが作成されている。現行の鉱業法では、公平さ、透明さがなく、鉱業活動の活発さに結びつかない。国際スタンダードに基づく新鉱業法を早急に施行できるようにする必要がある。鉱業法が、上記制度リフォーム、鉱区管理システムの問題に深く関与している。

(5) 情報整備

セ国には、地質研究所、MEP、MEM 等これまでに蓄積した膨大なデータ、レポート等の情報が蓄積されている。これらの情報は、一部 GIS データベースで整備・管理されているものの大部分は、アナログの情報のみであり、整備がなされていない。これらの情報を整備し、利用方法を具体化させ、システム化して多目的に有効利用されるようにしなければならない。

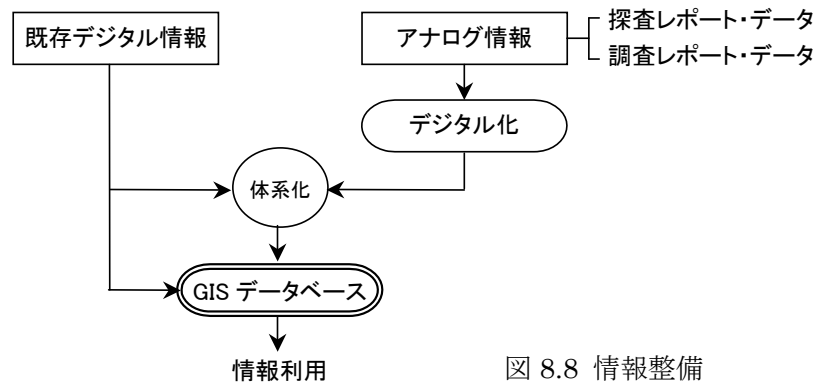


図 8.8 情報整備

(6) 人材育成

セ国には大学、研究所等鉱業活動に携わる人材育成の場がある。それらは、具体的には既存研究施設と研修の場(露天掘鉱山、坑内掘鉱山、製錬所、環境汚染等)である。しかし、各研究所とも独立した予算での運営が原則となっており、人材育成の役割が失われつつある。鉱業活動と調和して、人材育成を促進していかなければ、鉱業の活発化に結びつかない。

8.3 アクションプログラムと制度改革プログラム

アクションプログラムの目的は、既存の鉱業から再建を通して、市場経済下での鉱業活

されることになる。各具体策の基盤構築、鉱業再建・振興、探査開発促進との関係は図 8.10 に示される。具体策は、相互に有機的関連を持っており、連携させながら実施していけば、鉱業管理および民間支援に結びつき、鉱業が振興されていく。10 年後の鉱業の GDP10% が実現していくことになる(図 8.11)。

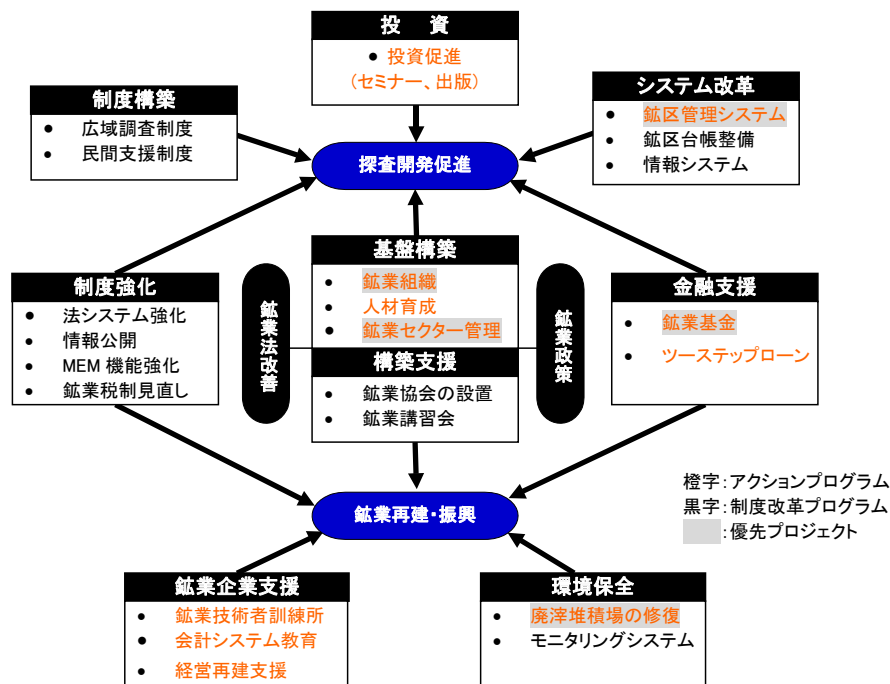


図 8.10 マスタープラン具体策の位置づけ

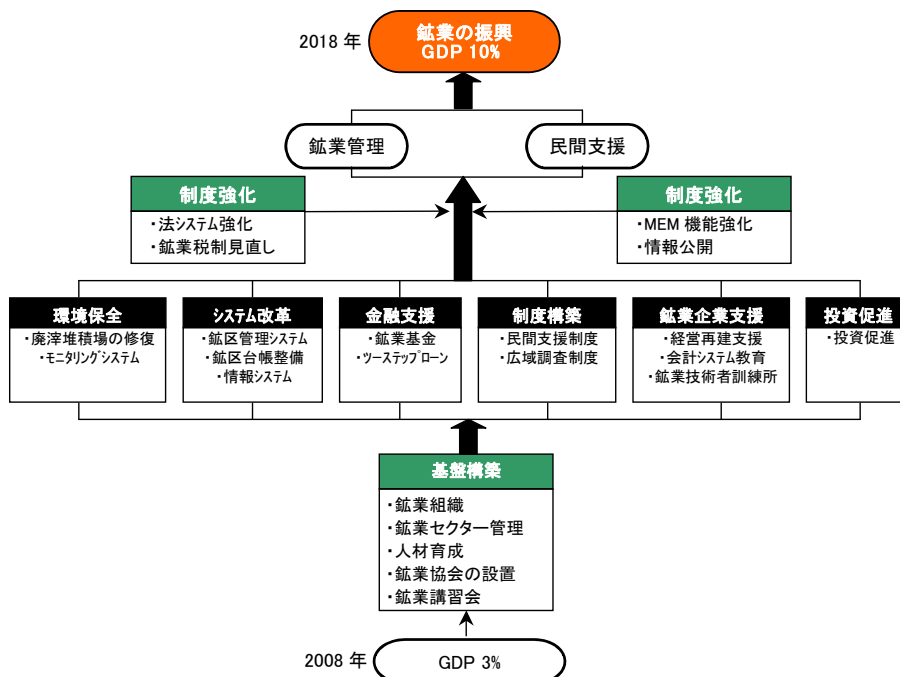


図 8.11 各具体策と鉱業の振興

8.4 実施体制

マスタープランは、MEM と MEP でレビューし検討を加え、政府としての承認や手続

きを行う必要がある。承認対象には、ここで述べる実施体制も含まれることになる。

実施体制は、関係機関からのメンバーから構成されたマスタープラン委員会を設置する。

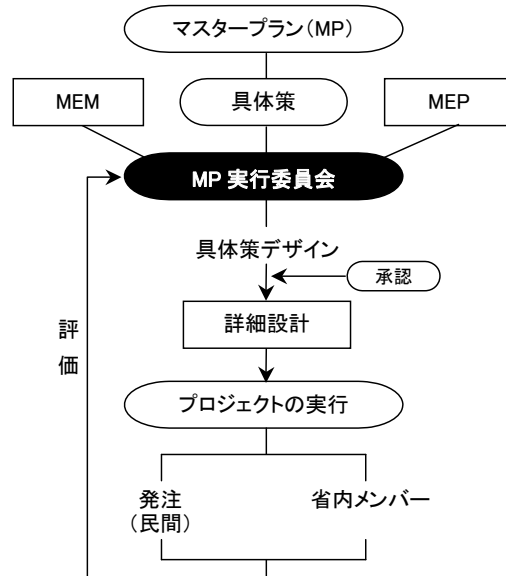


図 8.12 アクションプログラム実施体制

8.5 アクションプログラム

今後各具体策に対し、体系的、有機的関係を持つ視点で実施のための役割、効果について検討の上、基本設計、予算概算を行い、詳細設計を行う手順で進めるべきである。

(1) 鉱業組織

セ国の現状の鉱業組織と自主管理社会主義時代に形成された国家管理は、市場経済化、民営化を推進している現在の状況及び将来に対して適切とは言えない。新鉱業法で鉱業庁の設立が明記されており、まず鉱業庁に実務業務、MEM に政策業務を担当させる姿が望ましい。鉱業研究所、地質調査所は、MEM の機関として位置づけ、MEM が鉱業セクター全体を統治・管理していくことが必要である。

鉱業庁は、鉱山管理、鉱区管理、情報センター、鉱害対策・環境管理保全、技術管理・開発部門から構成される鉱業セクター全体が管理できる行政実施機関として機能させる。MEM は、主として制度・政策、法律・規則立案部門として位置づける。鉱業研究所は、技術開発機関、技術評価機関及び人材の研修の場としての役割である。地質調査所は、資源台帳作成、地質図等資源、地質情報の収集と情報整備する機関とする。

1) MEM 組織

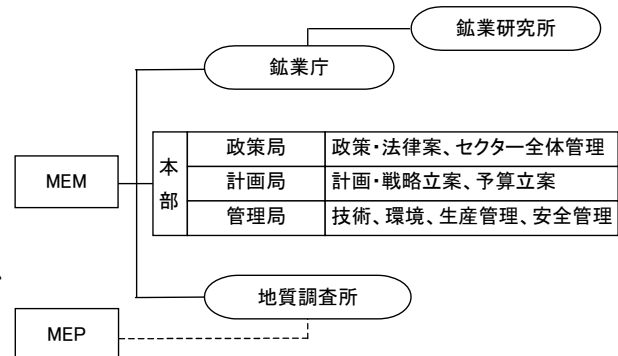


図 8.13 鉱業セクター政府組織一元化構想

MEMは、鉱業セクターを牽引する本部としての組織に改革しなければいけない。MEMは、鉱業部門行政のトップの位置付けと省内の他部門及び他省、民間セクターとの調整の役割を有し、政策、計画、管理の3局から構成される。具体的には、以下の通りである。

2) 鉱業庁組織

鉱業庁は、鉱業実務の実施機関であり、言わば鉱業活動を政府の立場として運営する機関である。鉱業庁の設立にあたって次の視点を考慮して設計することが重要である。

- 鉱業庁と関係機関の役割と組織上の位置づけ及びネットワーク化
- 鉱業庁を構成するスタッフの調達
- 研究機関の一部鉱業庁への編入
- 鉱業庁とMEMの関係とセクター管理の機能化

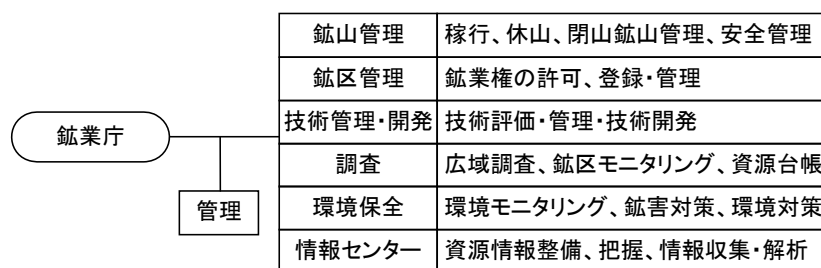


図 8.14 鉱業庁の組織構成

(2) 投資促進

投資促進とは、投資家候補への情報提供やセミナーの開催、投資促進資料の作成、情報発信のためのウェブの管理等を主体とする役割を持ち、鉱業庁の中の情報センターにこの機能を設け、SIEPAとの連携を可能にする部門としていくことである。当面は情報センター内に one-stop-shop(後述)を設立し、投資家の情報収集・評価をサポートしていく組織としていくことが望ましい。

鉱業分野の投資環境や鉱業基盤が整備されていないと、本来の投資促進に至らない。投資促進に係るセ国の現状は(表 8.4)に示される。

表 8.4 投資促進への主要課題と現状

課題	現状
鉱業政策	• WB コンサルによりドラフト作成
鉱業組織・構築	• 再編、機能化必要
地質情報インフラ整備	• 情報量多いが整備は不十分 • 情報の利用方法検討必要
法律・規則整備	• WB コンサルがドラフト作成(鉱業法、規則はまだない)
税制度確立	• 新鉱業法(2006年5月)で定められた
インフラ整備	• ほぼ整備されている • 投資促進にはブレーキとならない
探査開発制度	なし
専門家の育成	• 市場経済下での実務経験者は少ない • 組織的育成はなされていない
投資促進	• SIEPA で実施中、しかし、鉱業分野は SIEPA は扱っていない • 情報提供はまだ未整備

a. 投資セミナーの開催

年 1~2 回ロンドン、ベオグラード等で開催することが望ましい。また、カナダトロントで毎年 3 月に開催される PDAC(Prospectors and Development Association of Canada)にも参加すべきである。セ国の鉱業、資源ポテンシャル等をアピールし、外資誘致を働きかける。情報センターが開催の役割をもつと共にセ国企業への関心を高める。

b. one-stop-shop

鉱業セクター基盤構築期の 5 年間は、one-stop-shop の機能を鉱業庁の情報センター内に投資促進の役割を有する組織を設置することが望ましい。上述の鉱業庁組織案では、出版・販売・投資促進課とした。投資促進に関する役割は以下のものが考えられる。

- セミナー開催、セミナー準備(配布資料、宣伝)
- セミナー資料の更新、ニュースレターの続刊・配布
- 世界の鉱業企業や探査会社リストの作成
- 投資動向の情報収集
- セ国鉱業セクターにおける投資対象の抽出
- 投資促進資料の作成
- セ国企業への投資ガイド、講習会、投資の指導

c. 地質図等出版

セ国は地質図が揃っている。しかし、出版されておらず、必要な地質図の入手は簡単ではない。出版により基礎情報が提供できるようにすることが望ましい。地質図だけでなく、鉱床図、地質構造や鉱化作用を扱った本等も投資家にとって必要となり、出版対象として考える必要がある。

d. 情報発信（定期刊行物）

現在、MEM は本プロジェクトを通し、セ国の鉱業活動を発信していくために、ウェブの他、定期刊行物としてニュースレターの発行を予定している。本プロジェクト終了後も、SIEPA と協力し、MEM、MEP が定期的発行を継続するなら、投資促進に結びつく。

(3) 鉱業セクター管理

現在、民営化した企業に対して、探査報告書の提出、開発計画の提出等国営時代と同様な管理を行っている。例えば、市場経済では民間企業の責任で鉱量を管理しており、鉱量委員会は不要である。従って、このような組織を撤廃させ、国家組織による管理の対象と管理方法をまず抽出させる必要がある。鉱区の申請及び認可手続きも簡素化が要求される。また、鉱業政策、制度への民間企業の意見が反映していけるよう官民合同での円卓会議を設置(後述)し、両者の十分な対話を踏まえた政策・制度の議論の場が必要である。更に、政策の変更や鉱業法の改正等行政の路線修正の立案に対し、鉱業経験豊かな人や鉱業団体等から構成される鉱業審議会の設立が望ましい。民間と政府組織との民間企業の窓口となる鉱業協会のような民間団体組織も鉱業セクター管理の中で重要な役割を持つ(後述)。あくまでも鉱業セクター管理は、民間の活動が活発化し、安全な活動ができ、経済的貢献に

結びつくような管理がなされるべきである。

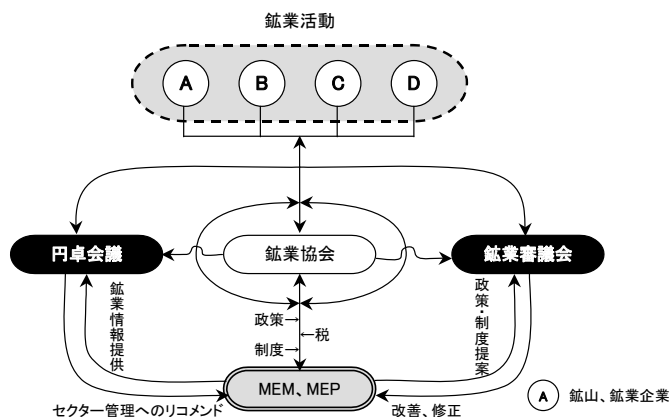


図 8.15 鉱業セクター管理模式図

(4) 研究機関の再編

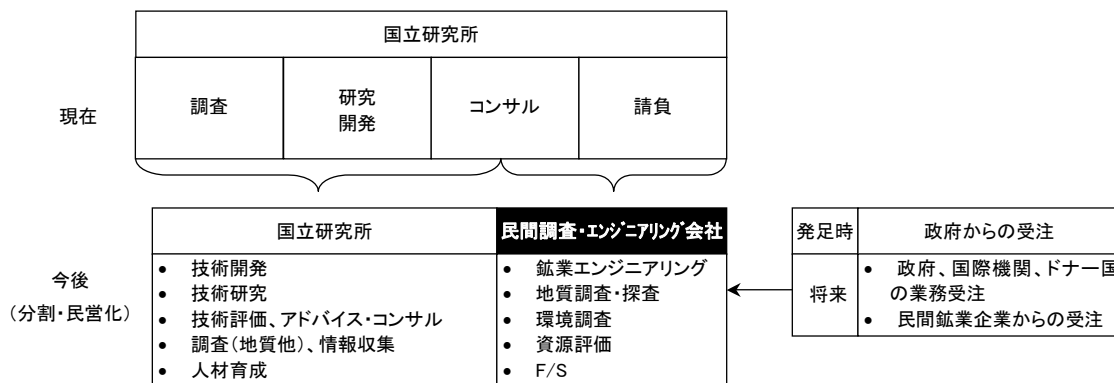


図 8.16 研究機関への分割・民営化構造図

現在の鉱業関係の研究機関は、鉱業研究所、RTB Bor 銅研究所、地質研究所及び大学である。最近の鉱業活動と比べると、機関が多すぎると言える。これらの研究機関を再編し、以下に述べるようにそれらの役割を明確にする必要がある。

市場経済下での本来の国立機関としての役割を有する業務を選別し、研究所とする。しての再編が行われるべきである。鉱業研究所と RTB Bor 銅研究所は合併し、国立資源研究所とする請負調査業務は民営化すべきである。

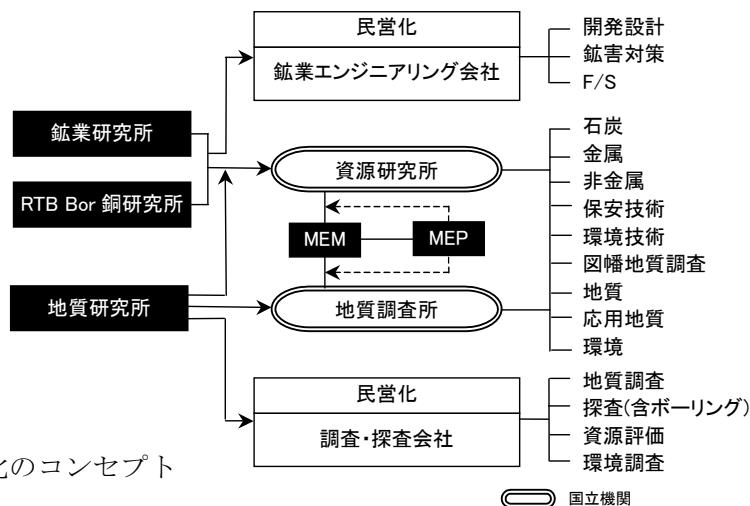


図 8.17 研究機関の分割・民営化のコンセプト

(5) 人材育成

人材や民間資本の企業を育成する総合的鉱業人材・企業育成機関としての役割を持たせ、ベオグラード大学地質・鉱山学部と連携して、人材・企業育成の機能を持たせていくことが望ましい。日本等鉱業分野の人材育成を行う場がなくなった国の人材をも実務的研修を行えるような姿にしていければ、国際的鉱業人材の研修の場にしていくことも不可能ではない。

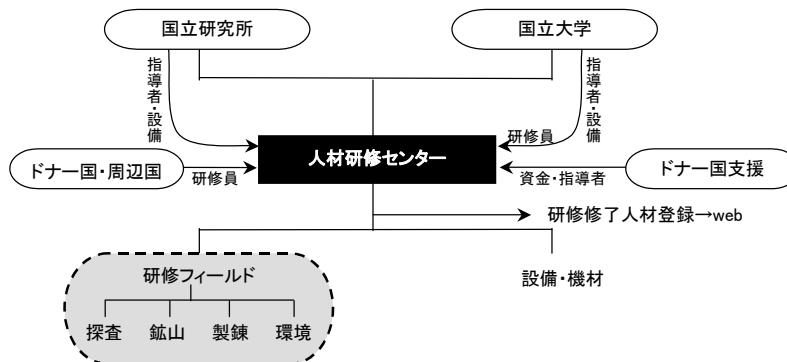


図 8.18 人材育成構想図

(6) 鉱業基金

セ国資本企業の探査、開発、生産活動に対し鉱業活動能力向上及び事業再建、環境対策等に支援する基金である。支援対象、制度、原資担保保証、運営方法等について、基金のデザインを行う時点で今後詳細に検討する必要がある。

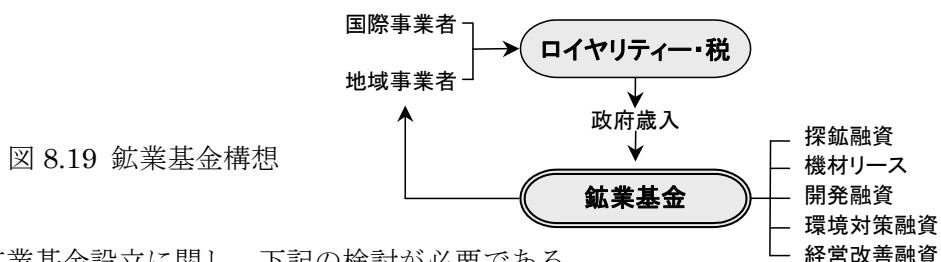


図 8.19 鉱業基金構想

鉱業基金設立に関し、下記の検討が必要である。

- 鉱業基金制度の規則
- 基金の利用範囲・対象、基金の利用の種類
- 基金額の予測
- 運営組織、体制、方法
- 基金監視制度、体制
- 無償、融資、技術支援等の条件
- 基金利用年次報告書の作成

(7) ツー・ステップローン

日本国際協力銀行(JBIC)や国際機関等からの低利による融資をセ国政府が受け、上述の鉱業基金等を通し、主として中小鉱業企業への融資をセ国政府が行っていく。マイクロファイナンスとして機能させる

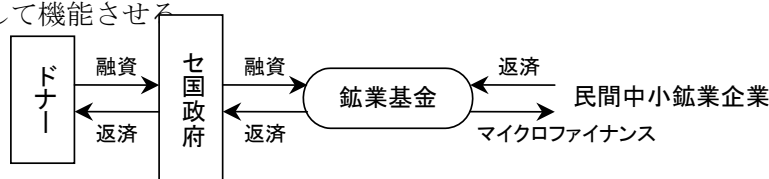


図 8.20 ツー・ステップローン

鉱業基金を利用するとツー・ステップローンの運営が容易となる。

(8) 会計システム教育

セ国において、国際会計基準は既に導入されているものの、未だ普及している現状ではない。鉱業は、国際商品を扱う国際的な事業活動である。従って、今後、セ国企業の鉱業活動が拡大するためには、国際会計基準の定着が必要となる。そのためには、会計システムの教育を行うべきである。国際会計基準、財務諸表の作成方法、財務管理戦略会計について、会計全般への教育を地域別に行う。対象は中小鉱山、鉱業関連企業及び MEM、MEP 等政府鉱業機関も含まれる。

(9) 鉱業協会の設置

鉱業振興を図っていくためには、政府、民間企業が一体となって課題への取組みが必要となる。民間企業と政府のコミュニケーションが不可欠である。

民間企業も政府への改善要求及び政府の政策・制度の理解が必要である。各鉱業企業から構成される鉱業協会は、政府との意思疎通を図るために民間企業によって設置する。

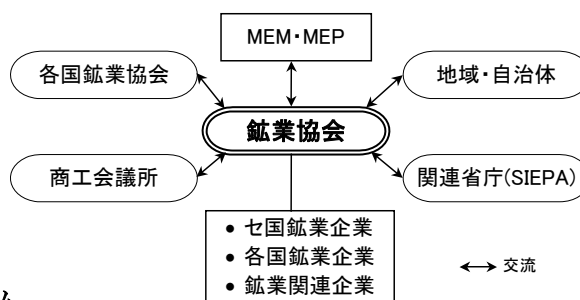


図 8.21 鉱業協会とその関連組織

(10) 廃滓堆積場の修復と監視システム

ケーススタディにおいて廃滓堆積場の環境汚染や決壊の懸念が指摘されている。提体の上部の修復や集水管の破損への修復を行ったり、監視システムを設置してルーマニアやマケドニアで生じた堆積場の決壊を未然に防ぐことが必要である。政府の役割としては、広域的データと鉱山のデータから監視用 GIS データベース構築し、一方、鉱山(鉱業企業)は、廃滓堆積場の堤、側溝等のモニタリングシステムを構築し、両者をリンクさせての緊急時応答システムとしてのリスクマネージメントを行っていく必要がある。

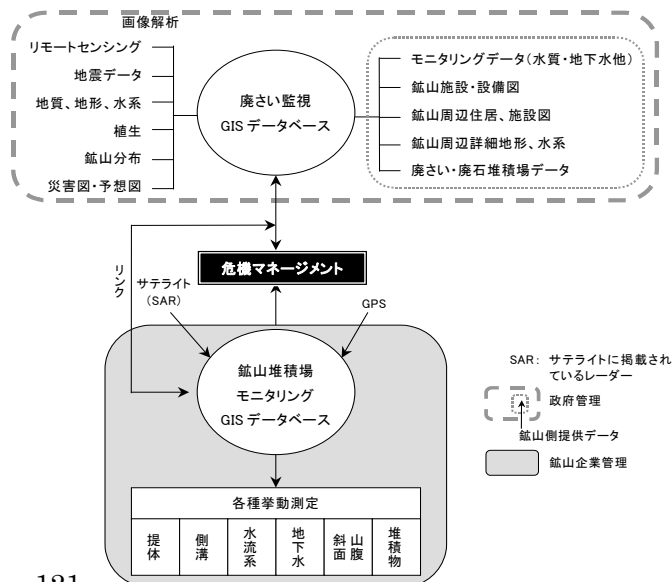


図 8.22 廃滓堆積場監視システム

(11) 鉱区管理システム

鉱業権取得を簡素化し、容易にするシステムが投資促進にも影響する。鉱業法の改正及び情報整備(GIS データベース拡張)とリンクさせてのシステム作りが必要である。鉱業権の許可・交付手続は、可能な限り、簡潔にする必要がある。

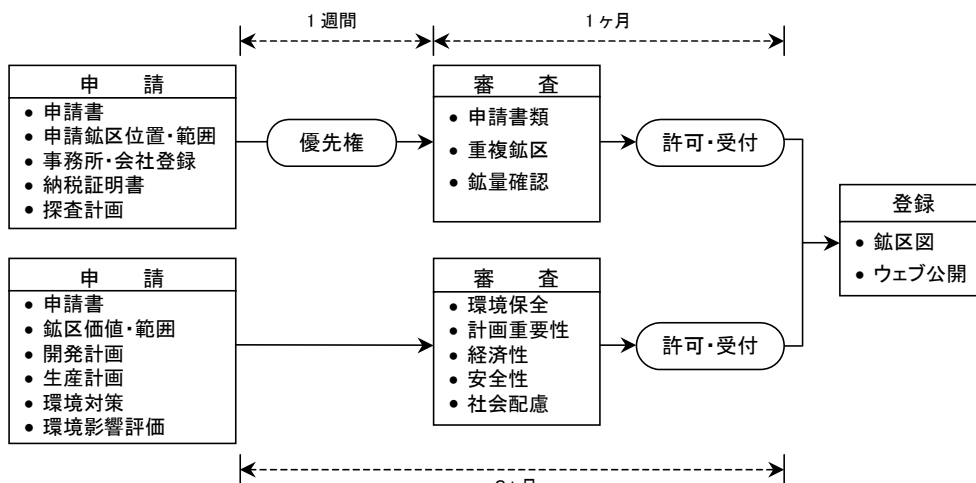


図 8.23 鉱区取得手続きの流れ

(12) 鉱業技術職業訓練所

セ国の鉱業関係技能者は、内戦からの鉱業の撤退で約 15 年間次世代を育成する機会を失ってしまった。現在、技能者は高齢化となっている。若年層の技能者の育成をしていかないと鉱業活動の継続は困難となる。技能者は、技術者をサポートし、実務を担当する役割をもつ。セ国では、鉱業活動の停滞から若年層は鉱山離れの状況である。従って、鉱業の基盤構築・振興と共に職業訓練所により技能者の人材育成は不可欠である。

(13) 経営再建支援

民営化鉱山、特にセ国資本によって経営させる鉱山、製錬所は、経営陣の市場経済下での鉱業経営の経験に乏しい。Rudnik 鉱山で実施した EBRD TAM プログラムのような、経営改善、再建を支援するコンサルティングが必要である。

a. 経営改善

市場経済下での競争力をもつ経営がなされていく必要がある。鉱山のシステム、技術、情報整備と利用、戦略立案、コスト見直し、財務管理・システム、戦略会計、生産性向上、予算管理・立案、中長期計画立案、キャッシュフロー解析等市場経済下に必要な経営スキルを企業に指導できる専門家を育成することが不可欠である。日本式“KAIZEN”活動の導入も検討すべきである。当面はドナー国の支援を受け、ドナー国からの専門家による指導が適切と考えられる。

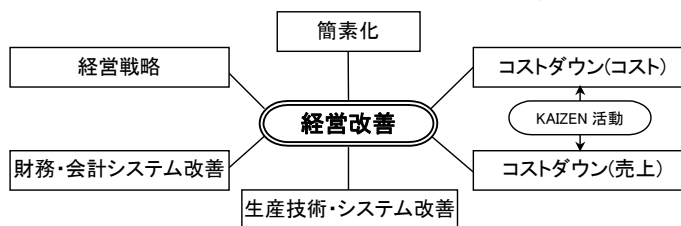


図 8.24 経営改善のコンセプト

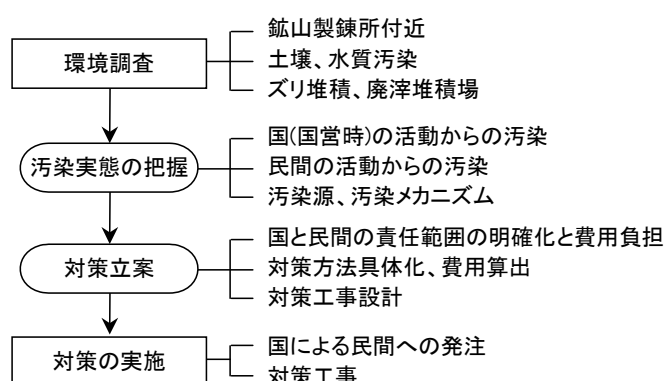
b. 金融支援

鉱山の再建及び再建後の振興における資金調達、市中銀行からの金利、担保、保証等で容易でない。鉱業は装置産業であり、再投資が必要である。また生産物は、国際価格に左右されるため、運転資金の緊急調達も重要となる。更に、生産規模に見合う適性人員にするために合理化も避けられず合理化資金も必要となる。このような資金調達が容易にするための資金支援(融資)が必要である。

c. 環境対策

多くの鉱山が環境問題を抱えているが、現在のところ実態は不明である。特に廃石堆積場及び廃滓堆積場の管理が不十分である。現状のまま再建が進めば、環境問題が顕在化すると、経営への大きな負担となる。民営化鉱山への環境対策については、政府の責任範囲での対策の実施が不可欠である。

図 8.25 環境対策の実施フローの
コンセプト



d. 技術開発

政府は鉱業振興のため民間の技術開発支援を今後は考えていく必要がある。

技術開発による国の支援は、以下が考えられる。

- 国の補助金・助成金制度の設置
- 国の研究機関による実施
- 国の研究設備の利用

(14) 鉱業講習会

自主管理社会主義時代の鉱山管理や操業の考え方が、鉱業企業経営者、幹部、技術者、スタッフに未だ残っており、コスト意識が高くない。市場経済化での鉱山操業、生産活動、環境保全、コスト意識、鉱業技術等について、日本や欧米の専門家により、地方で講習会を実施し、民営化される鉱業セクターに従事する上記の人々の意識レベルを変えることが求められる。

- | | |
|------------|----------------|
| • 鉱業動向 | • 鉱業金融 |
| • 資源経済 | • プロジェクトファイナンス |
| • 市場動向分析 | • 鉱業会計と戦略会計 |
| • 経済技術 | • 生産管理 |
| • 資源評価方法 | • 鉱業部門の国際会計基準 |
| • 探査技術 | • 鉱業企業戦略 |
| • 鉱業環境管理 | • コスト改善方法 |
| • 鉱業法と鉱業政策 | • リスク管理 |

8.6 制度改革プログラム

アクションプログラムと共に制度改革プログラムを構成する具体策は以下の通りである。

これまでの現地調査によって挙げられた課題に基づき、以下の具体策を立案した今後、各具体策を詳細検討の上、実現して行く必要がある。

(1) 民間支援制度

セ国鉱業企業が育成されていけば、鉱業活動は、より活発化し、振興に結びつく。ただし、政府の財政面での余力が必要であり、ロイヤリティ・税からの鉱業基金が原資として考えられる。現在考えられる制度は、下記の通りである(図 8.26)。

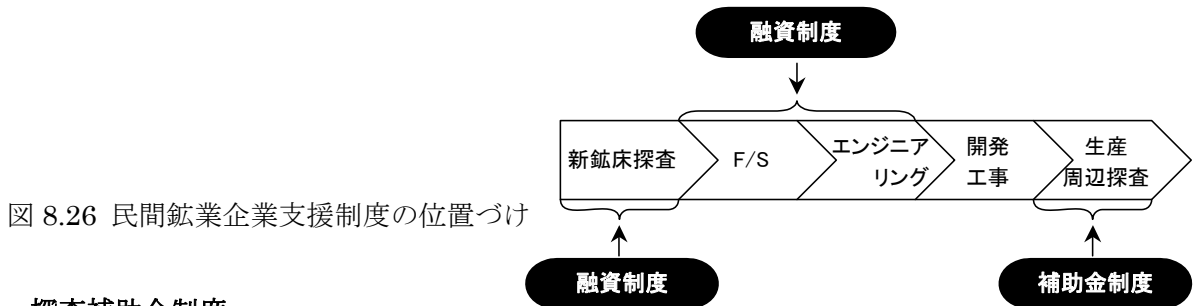


図 8.26 民間鉱業企業支援制度の位置づけ

a. 探査補助金制度

経営が安定化していかないと、鉱業企業の探査活動への資金の確保は困難である。1990年以降、ユーゴスラビア時代から探査が十分行われていなかったため、現在、セ国の中小鉱山は、鉱量不足となっている。鉱山ライフも 3～5 年程度であり、生産活動の中止に至る可能性がある。セ国資本の企業によって、生産活動が継続された場合、既存鉱山周辺の探査活動を活発化させ、且つ短期的・中期的な資源確保は安定経営に繋がる。探査資金を補助する制度は有力な効果的支援となる。

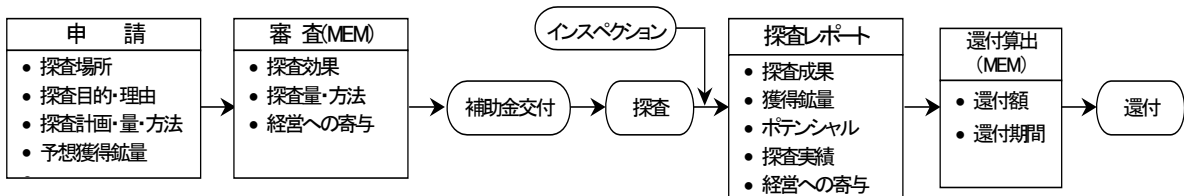


図 8.27 探査補助金制度の手続きの流れ

b. 探査融資制度

セ国鉱業企業が広域的探査を実施する場合の支援する制度としていく。新地域への探査活動を活発化させるもので、リスクの大きな探査に対する支援制度となる。融資により新鉱床発見等に結びつく探査活動への支援となる。

c. 開発融資制度

現在のセ国では、鉱山開発資金調達はやや容易でない。F/S まで至り、F/S で良好な結果が下されれば、資金調達は、困難ではない。従って F/S・エンジニアリングを対象とした融資制度を創設すれば、鉱業開発を前進させる支援制度となる。ただし、対象はセ国資本の鉱業企業とする。

(2) 広域調査制度

1990 年以降セ国では、広域的調査は、十分実施されてきていない。資源ポテンシャルは、

地質的条件等から高いと想定されているが、既存の鉱山及びその周辺以外は探査ターゲットが具体化できるようなデータは不十分である。政府の資金で広域的調査を実施していけば、探査活動は活発化し、ひいては新規地域での鉱山開発に結びつく。

また、地質調査探査会社にこの広域調査を国が発注していけば、調査探査会社の実力の向上にも貢献し、民間企業の育成になる(図 8.28、表 8.5)。

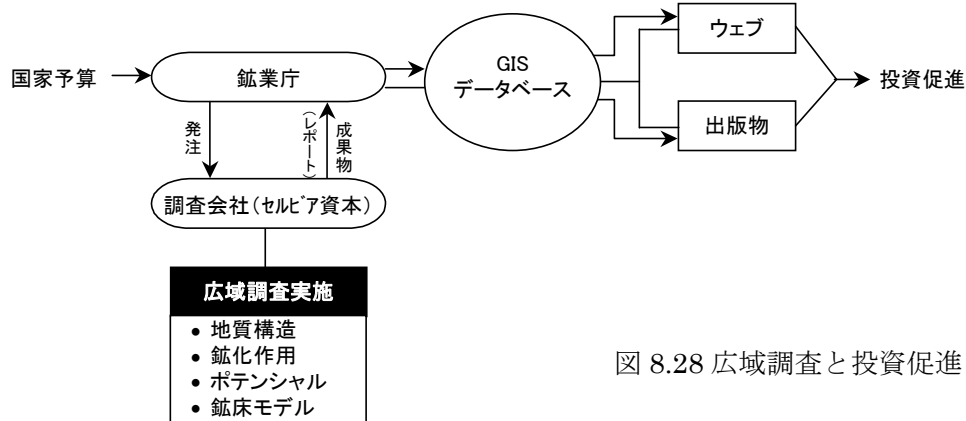
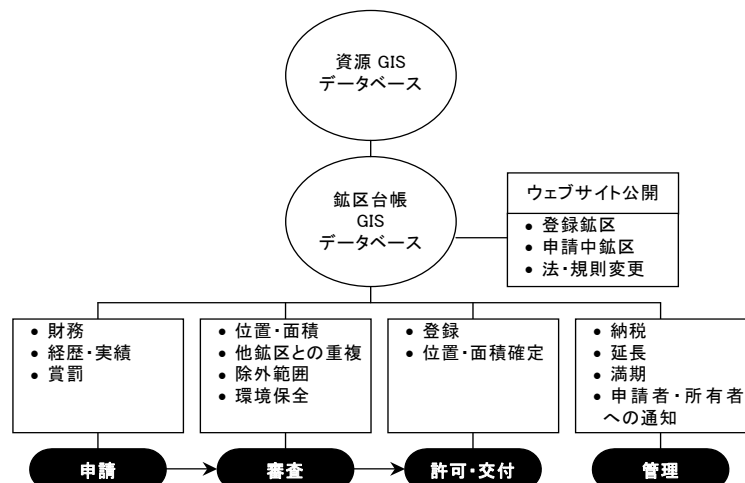


表 8.5 広域調査概要

項目	内 容
調査範囲	20km×20km(1 地域)
調査方法	地質調査 (1:10,000、1:50,000) 物理探査 (鉱化ゾーン) 地化学探査 (概査レベル) 構造ボーリング 500m~1,000m/本(1 地域 1~2 本) リモートセンシング
解析	地質構造 鉱床賦存ポテンシャル地域抽出 鉱化作用 地化探・物探 アノマリー域 鉱床モデル

(3) 鉱区台帳整備

既に、(1)で説明したように、MEM の鉱区台帳は整備を必要としている。現在、その手続には時間と労力がかかり、MEM だけではなく、申請者に対しても同様に時間と労力を強いる状態である。従って、鉱業法を踏まえた申請業務、鉱区台帳業務を簡潔にし、単純なプロセスに区分して、プロセス毎に鉱区台帳 GIS システムで管理・運営できるようにする(図 8.29)。



(4) 法システム強化

環境法、鉱業法、投資法及び関連法を体系的にレビューし、問題点があれば解決を図っていく。これらは機能的にその効果を発揮しなければならない。

また、鉱業法に関連した規則を体系的に整備する必要がある。ロイヤリティ、鉱区申請、探査報告、機器・機材基準、坑道基準、鉱山保安、鉱山保安資格、採鉱基準、鉱業環境保全、鉱業環境モニタリング、開発計画等の規則・基準を定め、鉱業セクター全体を、法に基づき効率的に管理できるように、法・規則の体系的な整備を実施する必要がある。

(5) 鉱量計算

鉱量委員会を撤廃し、鉱量計算を民間企業の責任で実施されるようにすべきである。日本では JIS 規格で鉱量計算が定められており、各鉱山、各企業は JIS 規格に準じて、各鉱山が鉱床の特性に適合する鉱量計算方法を選択し、改良し、独自の鉱量計算基準書や鉱量計算マニュアルを定め、鉱量計算を実施している。市場経済下では、鉱量計算は各民間鉱山の責任である。

(6) 情報システム

セ国政府は、情報システムを構築中であり、IT の利用も拡大している。現在各省庁にデータベースあるいは GIS データベース及びウェブサイトが整備中である。今後、下記に挙げるようなシステム化を行い、鉱業セクター管理への業務機能化を行っていく必要がある。

- 省内ネットワークの強化・拡大
- MEM、MEP 及び関連機関、研究所の省内文書データベース化
- 鉱区台帳管理システム及びウェブサイト
- 資源 GIS データベースの拡張
- 環境モニタリングデータベースと資源 GIS データベースのリンク
- GIS データベースの国土保全利用

d. アーカイブ整備

全ての地球科学データベースを統合したデジタル・アーカイブセンターを設立し、セ国の基盤空間情報を共有可能にすべきである。

e. GIS データベースの拡張と国土保全への利用

将来、地科学、鉱区管理、インフラ、土地利用、気象、廃滓堆積場監視データ等を含めた総合的な GIS データベースとして拡張し、自然災害、人災等への国土保全に利用していくことが期待される。また、地域開発への利用価値も高い。

(7) モニタリングシステムと情報公開

現在実施されている各機関のモニタリング体制をシステム化していく必要がある。将来的には、各モニタリング機関のデータベースをネットワーク化して、総てのモニタリングデータを解析できるようにして、流域内での変化、経時変化するデータの変化要因の分析を行い、対策を立案できるシステム構築が必要であり、これは国土保全にも結びつく。更に、データは環境モニタリングウェブとして、一般公開し、環境保全への社会の理解と環

境汚染への懸念や不安を生じさせないようにすべきである(図 8.30)。

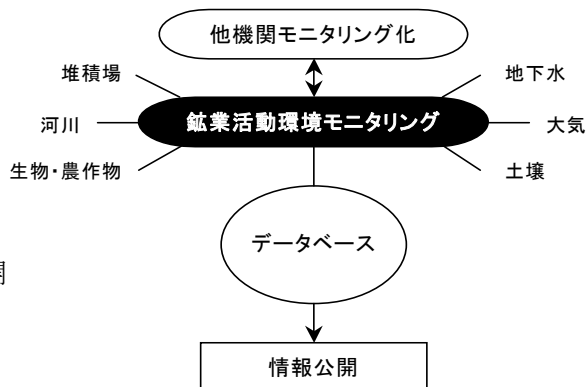


図 8.30 環境モニタリングと情報公開

a. モニタリング制度

モニタリングに関し、法で鉱業企業の厳守を規定しなければならない。環境法、鉱業法に基づき、モニタリングの実施を制度化する必要がある。

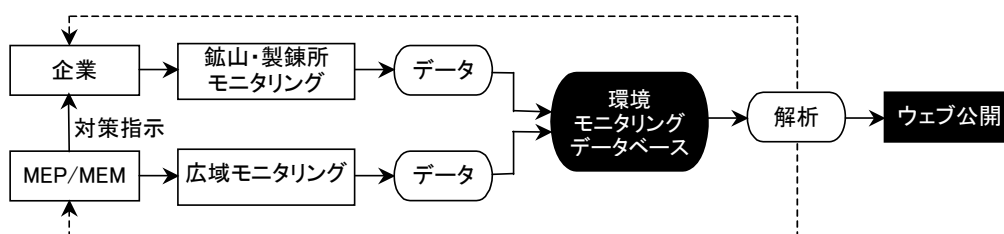


図 8.31 鉱業活動のモニタリングシステムの構想

b. 情報公開制度

モニタリングデータは、情報公開し、鉱業活動の環境への影響についてデータを示して一般に周知させる必要がある。制度では、情報公開のために、情報内容、公開方法、公開時期、公開責任部署を定める必要がある。

c. モニタリングシステム設備・機器支援融資制度

民営化後、セ国資本の鉱山企業は、鉱山再建等で経営が圧迫され、資金的に余裕がないことが想定される。このモニタリング制度で、設備・機器、コンピューター等を融資し、モニタリング体制が早期に構築できるように、民営化企業を援助するものである。

d. 環境汚染調査

モニタリングを組織的且つ有効に実施していくためには、稼動、休止鉱山の周辺地域の環境汚染実態把握調査が必要である。表 8.6 に環境調査の 1 案を示す。

表 8.6 環境調査概要

項目	概要
対象地域	既存・旧鉱山周辺(周辺 1~2km の範囲)
調査対象	土壌、岩石、河川水、地下水、植物
方法	<ul style="list-style-type: none"> ● 岩石、土壌のグリッドサンプリング ● 水、植物のサンプリング ● サンプルの化学分析 ● ASTER 等衛星画像解析
コンパイル	データベース化(資源 GIS データベース)
解析	異常値地点抽出、解析

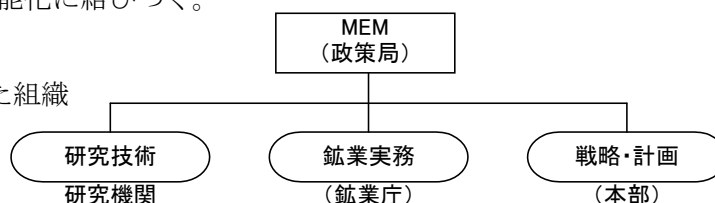
(8) MEM の機能強化

MEM は、まだ現鉱業法をベースにセクター管理を行っているため、旧社会主義時代の

管理が残存している。書類の簡素化、重要項目の決裁手続き方法、情報共有方法、上申手続き、各種省内委員会、会議議事録の様式等を改善しなければ、機能強化にはならない。

このような実施を通して、下記のような簡素化した組織を形作り、指示系統を単純化していくことが、セクター統治の機能化に結びつく。

図 8. 32 MEM の機能強化された組織



また、MEM の鉱業行政を機能化していくために、人材育成が不可欠である。

a. 人材研修制度

市場経済下での鉱業セクター統治のため、職員のための研修を行う。研修は主として鉱業先進国での鉱業セクター管理の現地研修を通して取得する。

b. 専門家招聘制度

鉱業行政及び専門知識の取得のため、専門家を招聘し、MEM 職員への指導を行うと共に、講習会を行う。一部前述の講習会も兼ねる。

c. 人材育成制度

MEM の組織再編及び鉱業庁の新設により、MEM 職員の過不足が生じる。将来に備えた新規採用や他者から等の配置転換に伴う人材を育成するにあたって、人材育成制度を設け、組織的育成を行っていく必要がある。

(9) 鉱業税制度見直し

マスタープランの開始より 5 年目に、ロイヤリティ及び鉱業関連税率が妥当であるかどうか見直しを行う必要がある。歳入としてのロイヤリティや税と民営化した鉱業企業の経営との調和を、生産物の市場価格のトレンドを踏まえてその適性について評価するものである。

第9章 提言

9.1 鉱業情勢とセ国の鉱業の位置づけ

(1) 世界の鉱業情勢と鉱業構造

2003年から維持する鉱物生産物の価格は高水準で推移している。1990年代からのグローバル化が進み、国家管理であった資源が多くの国で開放され、欧米企業が世界鉱業の中心であった。しかし、最近、ロシア、中国の資源確保への動きが活発化し、かつこれまでの資源供給地であった BRICs 諸国が工業化の進展で消費地にとってきている。セ国の鉱業関係者もこのような状況と鉱業構造を認識していく必要がある。ただし、グローバル化による鉱業企業の経済格差に対しても注目していかなければならない。

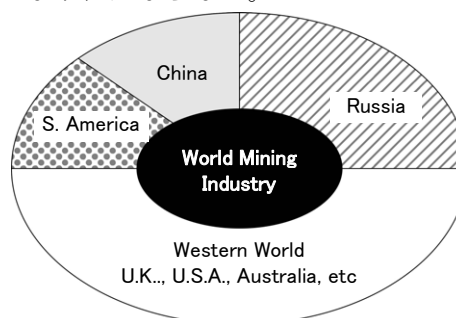


図 9.1 最近の資源勢力

(2) 最近の資源開発

最近の資源開発は、対象鉱床が大型化するとともに銅など開発鉱床の品位が低下し、大規模大量生産となってきた。中小鉱山の競争力は、減退している。最近の金属価格の高騰化の持続により、中小鉱山の経営も成り立ってきている。しかし、金属価格が下落すれば、再び減産・撤退、休山、閉山が余儀なくされることは明白である。投資家にとって、投資し易い鉱業法が重視され、鉱業法自体が各国との競争力の要素となっている。投資環境の整備は早急に必要な。セ国では、Borを除き、中小規模鉱山が主体を占める。したがって中小規模鉱山が民営化により競争力をもてる鉱山としていくために、政府による民間への支援制度は不可欠である。世界の鉱業において、セ国の鉱山の多くが再建の途にあり、大幅に遅れをとっている。それらは、設備や機械の老朽化、社会主義時代の生産管理体制、IT 導入の遅れなど競争力は不十分である。従って、現在の高水準の金属価格の間に、鉱業のキャッチアップを一刻を争って行い、市場経済下での健全な鉱業活動が可能となるように推進する必要がある。

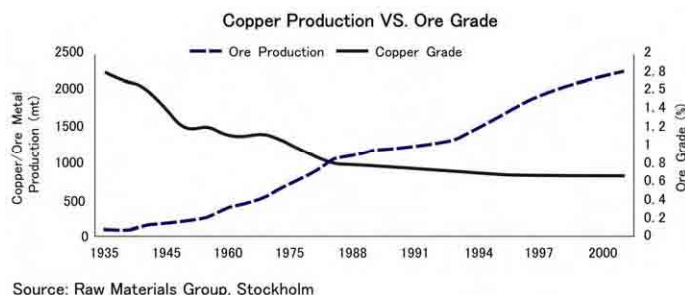


図 9.2 銅鉱石生産量と品位との関係

(3) 国際メジャーの戦略

最近の欧米の資源構造に示される(図 9.3)のように、欧米では、ジュニアとよばれる探査

会社が、株式市場から資金調達して、探査活動を行う。成果が得られると国際メジャーに売却する。従って、ジュニアもメジャーもリスクをかぶらない。セ国では、現在の鉱業法下では、欧米のジュニアが活発に活動できない。これは、鉱業権の取得手続きが複雑で鉱業権の譲渡が簡単にできない等の理由がある。したがって外資促進を図っていくためには、まず鉱業法の世界スタンダードが必須である。以下がメジャーの主要な戦略である。

- 大型鉱床、露天掘→低品位・大量生産
- マーケットに近接した地域
- ジュニアから有望プロジェクトを入手
- 鉱山がインフラ整備地域又はその近接地域に存在すること
- 優良会社の買収(M&A)
- 資源占有率の拡大(市場コントロール)

(4) 地域経済圏

鉱業分野において、地域を中心とした互恵的関係の構築の兆が見え始めている(図 9.3)。セ国自体、地勢的好条件の地理的位置にある。欧州、ロシアとのビジネス関係を構築しやすい位置にあり、既にロシア資本、欧州資本が資源分野外産業に、投資を始めている(図 9.4)。このような地理的特性を踏まえ、資源ビジネスの互恵的関係を築いていくことを考えていく必要がある。



図 9.3 鉱業における地域経済圏の模式図

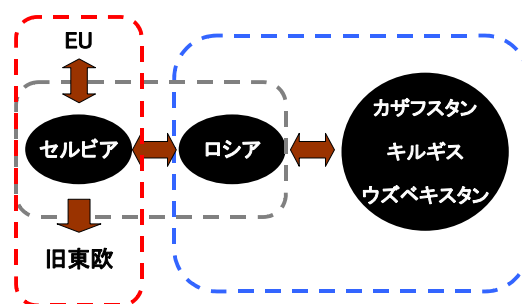


図 9.4 東欧ーロシアー中央アジア圏の地域経済圏ネットワーク

(5) セ国の位置づけ

セ国の鉱業の特徴は以下の通り。

- 探査から製錬・加工までフルセットで技術保有
- 研究機関(銅研究所、鉱業研究所、地質研究所)が人材を抱えている
- 技術レベルが高い

鉱業技術や鉱業企業経営の経験のない企業でも鉱山経営が可能である。これは、セ国への鉱業投資におけるメリットと言える。しかし、十分にこのメリットを生かすためには、未だ鉱山や製錬所に残る旧体制の意識やシステムが大きな弊害となる可能性が大きい。優秀な人材を有する鉱山や製錬所を市場経済に適した生産体制に改造したり、生産に従事する技術者や労働者の意識改革を行うことが不可欠である。

9.2 国家経済発展計画とマスタープラン

(1) 国家経済発展計画

現在、セ国政府は、国家経済発展計画を作成中である。EU への加盟を控え、EU 加盟条件をクリアーするため、下記課題への解決が必要である。

- 経済成長の持続
- 地域経済格差の是正
- 失業率の低下
- 旧体制の残存への撤廃
- 投資環境の整備

この中で、鉱業の有する特徴を活かせば、地域格差の是正及び失業率の低下への貢献に繋がる。鉱業活動は、地方での経済活動であり、地域社会に核となる事業とそれに派生する事業を生み、雇用を促進することで、鉱業の振興自体が地域経済を改善し、失業率の低下に直接的に結びつく。

(2) マスタープランの実行

本マスタープランは、セ国政府の国家経済発展計画とリンクさせ、マスタープランに基づき、MEM・MEP は 10 ヶ年鉱業振興計画を策定し、政府の承認のもとに実行させていく必要がある。マスタープランに挙げられる各具体策を実行していけるよう、政府の予算化、あるいはドナーからの支援を要請していく必要がある。具体的には、1 件毎に内容を検討し、詳細計画を作成する。計画に基づいて実施できる体制を構築しなければ、実現は難しい。

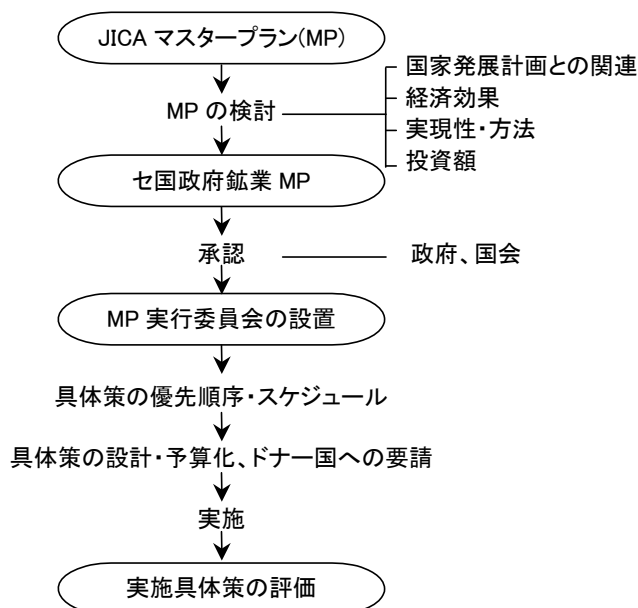


図 9.5 マスタープランの実施順序

(3) 地域社会との関係

鉱業は、地域社会に存在し、地域社会に十分貢献しうる。新しい鉱床が開発されれば、地域開発、あるいは地域の活性化に結びつく。

鉱業活動は、地域社会の理解なくして、継続することは困難である。従って、今後のマスタープランの完結による、鉱業基盤構築期間(前半の5年間)に地域とのコミュニケーションを強化することが、鉱業振興には不可欠である。

9.3 能力構築

(1) 政策立案能力強化

MEMには、政策立案部門がない。本マスタープランで政策局の設置を述べている。鉱業セクターを統治し、鉱業活動を振興させていくために、政策が重要である。世界鉱業の情勢分析、セ国の鉱業の問題点、セクター評価、中長期的な視点、環境保全、生活活動、投資状況など総合的な立場で政策立案がなされる必要がある。

(2) 投資促進

鉱業分野の投資促進に不可欠な重要な点は以下の通りである。

- 鉱業法が国際スタンダードになっていること。
- 鉱業政策が、民間企業、地域社会、政府機関などのステークホルダーの利益に結びつき、かつ経済に貢献できること。
- 鉱区取得手続きが簡易であること。
- 政治、経済が安定していること。
- 鉱業関連政府機関が機能化していること。
- 税・ロイヤリティが公平で、透明性を有すること。
- 地質鉱床など探査ターゲットを絞り込めるように、情報の整備がなされ、誰でも容易に情報が入手できること。
- 現地(セ国)のパートナー、協力企業が存在し、人材が調達できること。
- 投資環境判断のための資料が整備されていること。

(3) 組織

鉱業セクターを統治し、鉱業活動を活発化していくために鉱業関連政府組織は、セクター全体を管理・運営できる体制にしていく必要がある。セ国は、市場経済下での鉱業活動促進に向けた組織の再編を必要としている。再編にあたっての重要な点は以下の通りである。

9.4 探査・開発・生産活動

(1) 資源ポテンシャル

広域調査制度を設置して、国内の資源ポテンシャルの把握、探査の促進に結びつける必要がある。資源ポテンシャル把握には下記が必要である。

(2) 探査技術

セ国には、探査技術がそろっているものの、まだ国全体として下記技術が十分ではない。

- リモートセンシング解析
- 電磁探査
- 鉱山現場での品位管理

(3) 採鉱

セ国には、採鉱技術が揃っており、露天堀も坑内堀も、基本的な技術力としては問題ないが、今後も競争力を有する民営化鉱山として生存するには、下記の技術的な視点からの改善が必要である。

- 全面トラックレスマイニングシステム
- カットアンドフィル採掘法の導入(特に中小鉱山)
- 品位管理

(4) 選鉱

選鉱において、セ国では浮選技術が利用され、特に技術的問題はないが、品質コントロール(採取率向上)などが今後課題であり、下記の点を重視していく必要がある。

- 鉱物試験による鉱物賦存の現場情報を踏まえた選鉱
- 受入鉱石と精鉱品位の計画と実績の格差の原因解明と対応

(5) 製錬

セ国の製錬に関して、特に下記を重視していく必要がある。

- 鉱害及び安全対策、環境保全対策
- 硫酸の利用と貯蔵
- SXEW 法導入による廃滓からの金属抽出
- 製錬所のクリーン化

D. 海外共同地質構造調査

日本企業が外国法人と共同で採鉱に必要な地質構造の調査を行うに当たり、当該企業に JOGMEC が、その調査(≒探査)に必要な資金の一部を補助金として助成する。

このように、日本の国益に結びつく探査制度を設け、日本政府は、日本企業を支援している。次の本格的探査、開発段階においても、探査資金への融資制度、開発資金への債務促進制度を有し、調査、探査、開発まで支援する制度を設けている。

セ国は、当面は国内の鉱業活動の活発化から、国内資源資源を継続的に生産活動に十分に寄与できる体制の構築が不可欠である。上記の制度は、セ国内の調査探査制度として、応用可能であるが、いずれも国庫負担が前提であるため、鉱業基金等の資金源を確保することが先決となる。(本内容についてはファイナルレポートを参照)

9.5 鉱業経営

(1) 財務管理システム

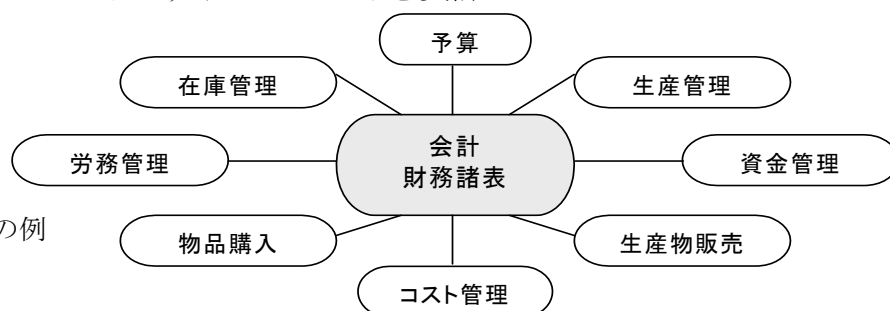


図 9.6 財務管理とソフトの例

このような財務管理システムは、多くの鉱山で普及し始めている。財務へのオンタイムでのチェックが可能であり、資金、生産、在庫など現状の支出状況、生産状況、在庫状況、いつでも把握が可能で短期的な経営管理に効果が大きい。コストダウンに結びつく。

(2) 戦略会計

現在のような金属建値が高水準にある場合、採掘鉱石の出鉱品位、探査活動、再投資などについて、会計担当者から各部門に計画性を有する具体的な指示が行い、各分門がその達成に努力すれば、最大の利益や有効な資金の使い方につながる可能性がある。金属建値に応じた予測会計を戦略的に行うことが、企業にとっての利益、政府にとっての歳入増につながる。

(3) ファイナンス

中小鉱山の資金調達には、銀行からの金利、担保信用力などで容易ではない。民営化により鉱山を売却する企業の財務力にもよるが、市場経済下でのファイナンスと方法、組織、種類などの知識を取得するとともにファイナンスと戦略会計、財務管理との関係を解析できる金融へのエキスパートを養成していく必要がある。

(4) コストダウン

トヨタでは大幅なコスト削減を常に行っている。50%コスト削減を目標とし、企業全体で取り組んでいる。日本の鉱業企業もコストダウンへの取組みをトヨタなどが行ってきた。品質管理、KAIZEN 活動を導入して実施してきた。セ国の鉱業企業も同様な目標を掲げて取り組む必要がある。

9.6 環境保全

(1) モニタリング

現在のモニタリングは多様な組織によって行われており、系統化、集約化の動きはあるものの不十分である。十分な解析はなされていないため発生源対策まで結びついていない。発生源対策が可能なようなモニタリング全体を統治する横断的なモニタリングセンターの設立の検討が必要である。

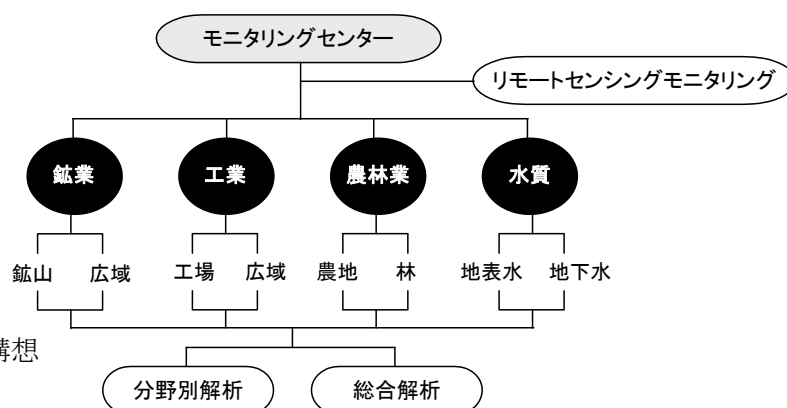


図 9.7 モニタリングセンター構想

(2) 発生源対策

政府が実施している年 4 回の環境測定では、基本的に汚染状況把握は困難であり、各鉱山での自主的な環境管理はされていない。汚染発生源が自主的なモニタリングを可能にし、

環境管理を強化するための制度の検討が必要である。そのためには測定項目を排出される汚染物に限定する等を行い、測定頻度を増やすことを検討すべきである。

(3) 環境対策

RTB Bor は世銀のプロジェクトによって環境調査が行われている。しかし、他の鉱山に対しては、まだ環境調査は実施されていない。まず環境調査を実施し、環境汚染の実態を把握することが先決である。Bor においても発生源調査や発生源対策実施による負荷量の軽減が検討されておらず、対策の優先順位が決められていない。下記について対策具体化のため検討していく必要がある。

- 汚染負荷量の調査(BAT 等による汚染負荷量の軽減の検討)
- 土壌汚染の修復(河川底質を含む)
- 大気汚染の浄化(設備の更新を含む抜本的対策)
- 水質汚染の浄化(処理設備の増強、設置、更新)
- 地域を限定した排出規制の強化
- 廃石・スラグへの対策
- 排水の循環システム(汚染水の発生量の削減)
- 覆土、植栽の実施(汚染水の発生量の削減)
- 汚濁分離対策の検討

(4) 廃滓堆積場

堆積場の環境面、災害面からのリスクの洗い出し、それに基づく詳細な調査の実施と対策の立案が必要である。

9.7 未利用資源

(1) セ国の未利用資源の可能性

セ国での有望未利用資源は、現状の入手情報の範囲で下記が考えられる。

- 廃滓堆積場の廃滓
- 鉱山の廃石
- Cu 製錬所スラグ(現在 Cu 回収開始。ただし回収率低い)、Zn 製錬所スラグ
- 精錬煙灰中の Zn(Zn 粉末塗料を使用した鉄網からの回収)
- Zn 製錬所からのインジウム他有用微量元素

これらについては、資源としての存在、及び量について調査が必要である。

表 9.1 セ国における未利用資源対象調査

対 象	調 査 内 容
廃滓堆積場	廃滓の未回収金属、未利用金属、金属量
鉱山の廃石	廃石の有価金属含有量、廃石量、金属量
製錬所スラグ	Cu 含有量、Zn 含有量、スラグ量、金属量
製鋼煙灰中の Zn	鉄鋼生産用電炉の煙灰の堆積状況、煙灰量、煙灰中の Zn 品位
インジウム	Zn 精鉱、Zn 鉱山中のインジウム含有量、鉱山別

今後金属を使用した廃棄物は、セ国において増大していくと考えられる。また、バルカンのリサイクル基地(工場団地“エコタウン”)を将来の実現に向けて構想していくことも必要

である。

(2) 廃滓堆積場への調査の実施

本調査では、ケーススタディを通し 2 つの廃滓堆積場の廃滓を対象に含有有用金属賦存調査を実施している。未だ定性的レベルでの調査であるが、今後本調査を踏まえて、定量的調査を行い、量、品位、賦存状況を確認する。更に、量と品位から経済評価を行う。また、定性的評価のための実験室レベルのテストを本調査で実施しているがこの結果を踏まえて、将来には技術評価のためのパイロットプラントテストを実施する必要がある。

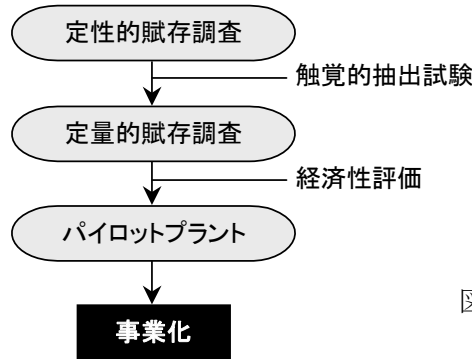


図 9.8 廃滓堆積場調査の実施

ケーススタディ対象外の廃滓堆積場でも、上記のような調査の実施が必要である。

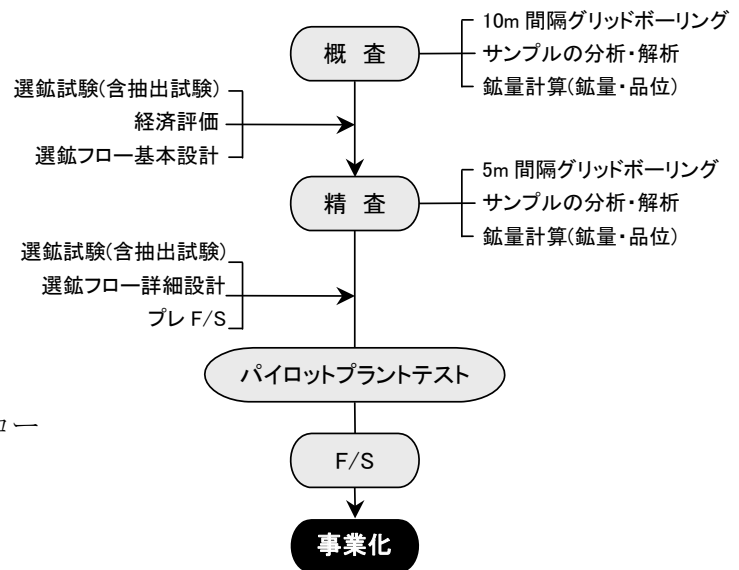


図 9.9 廃滓の金属回収事業化フロー

9.8 鉱業の持続的発展

(1) 持続的発展の条件

鉱業の持続的発展における条件は下記の通りである。

- 長期的な生産が継続できそうな埋蔵鉱量の獲得とポテンシャルの具体化
- 環境保全の重視
 - ー 環境汚染対策の実施
 - ー モニタリング
- 地域住民とのコミュニティ確立
- 技術者・技能者の確保

- 妥当な鉱業税制と鉱業法(共存共栄・・・政府、鉱山、地域社会)
- コスト競争力

(2) 民間主導と意識改革

民営化により、民間主導となっていくものの、現在の鉱山に従事する管理者、技術者、労働者は、経営者が民間企業となっても変わらないと考えられる。市場経済下での鉱業活動は、より激しい競争が求められ、鉱業情勢の変化への適正な対応が必要である。現在また鉱山従事者の意識は、社会主義時代を一部残している。コスト意識、競争意識への改革は政府、省レベル、研究所レベル、企業レベル(セ国企業)、個人レベルでなされるものである。

9.9 データベース

データベースは、各分野のデータベースを統合していけば鉱業セクターだけでなく、地球科学分野、国土保全など有用である。現状の GIS データベースの整備・拡張後下記のような構想を具体化させておくと、政府のセ国政治へ貢献するものとなっていく他、様々な分野で利用価値を増す。

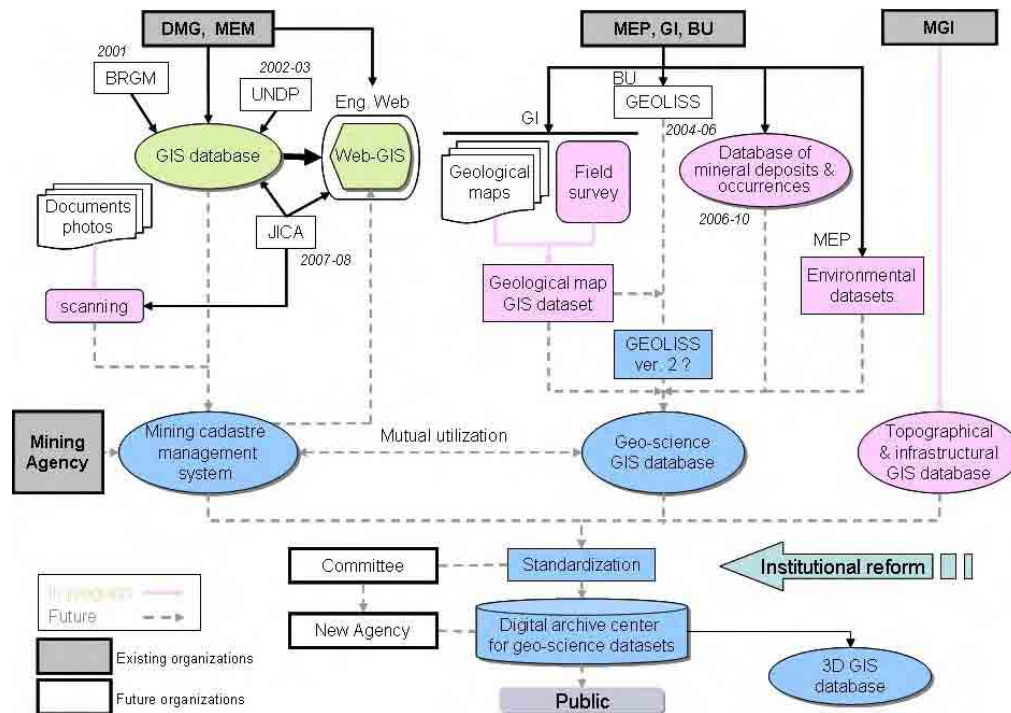


図 9.10 地球科学 GIS データベース構築・利用戦略

この基盤空間情報を共有する上で、障害となる現況の問題点と改善点を以下にまとめる。

- 現況の鉱山法、地質調査法、環境法に規定された政府機関の縦割り構造により情報の共有が著しく阻害されている：関連法の改正により政府機関組織の統合を進め、業務効率化、人的交流、情報共有の促進を図る必要
- セ国の地域座標系から、世界座標系(WGS84)への変換
- 既存情報基盤の有効活用：例えば、BRGM のデータベースの内容は、MEP による「金属及び非金属鉱物資源の経済評価プロジェクト」や「鉱物資源の持続的開発戦

略プロジェクト」において評価、利用されるべきである

- MGI が管理している基本地理情報の一部提供(地質図、鉱物資源図などへのインフラ情報の付加)
- 鉱業庁の役割の明確化

デジタル・アーカイブの運営、管理を実施する新規の組織設立

(2) MEM のデータベースシステムの拡張

MEM のデータベースの現況と今後の必要性、利用方法などを考慮し、今後の 5～10 年間の拡張方針案を以下に示す。ここでは、3つの推進プロジェクト(モデル A1、A2、B)を元に現システムを拡張する。モデル A1、A2 は、主に BRGM データベースや既存空間情報の統合、更に GEOLISS プロジェクトの一部の情報提供を受けたデータベースの更新である。モデル B は鉱区管理システムの構築とアーカイブセンターに格納されている過去の鉱区関連文書(1960～1997 年)のデジタル化、更に、この鉱区システムと情報共有可能な GPS と PDA を用いた鉱区監視用の支援システムの開発である。

推進プロジェクト

データベース統合: モデルー	
内 容:	BRGM のデータベースと MEM の既存 GIS データの統合をユーザインターフェイスの整備とともに推進し、ウェブ GIS の内容を更新
方 法:	国際支援機関(JICA、世銀など)による短期専門家派遣
人員構成:	短期専門家、現地コンサルタント、MEM職員各1名
期 間:	1年間
概 算:	10万US\$
必要条件:	MEM の協力と理解
鉱区管理システムの開発: モデルーB	
内 容:	1) 鉱区管理システムの構築 2) 鉱山監視官用の野外監視支援システムのデザインと開発 3) 1960～1997年の鉱区ライセンスデータのデジタル化 4) ウェブGISの内容を更新
方 法:	国際支援機関によるプロジェクト
人員構成:	短期専門家3名(鉱山管理システム専門家2名、鉱山専門家1名)、現地コンサルタント2名(鉱山専門家1名、IT技術者1名)、MEM職員1名
期 間:	3年間
概 算:	100万US\$
必要条件:	MEM 実施の鉱区管理パイロットプロジェクト(2006 年)をベースにする
データベース更新: モデルーA2	
内 容:	1) GEOLISSからの提供データを既存データに追加(モデルーA1を拡張) 2) ウェブGISの内容を更新
方 法:	セルビア政府財政支援によるプロジェクト
人員構成:	鉱山管理システム専門家1名、MEPまたはベオグラード大学からの地質専門家1名、MEM職員1名
期 間:	1年間
概 算:	20 万 US\$
必要条件:	1) 鉱業法をはじめとする関連法の改訂(組織改変) 2) MEM と MEP 間の十分な相互理解と協力 3) 基本空間情報の公開(MGI)

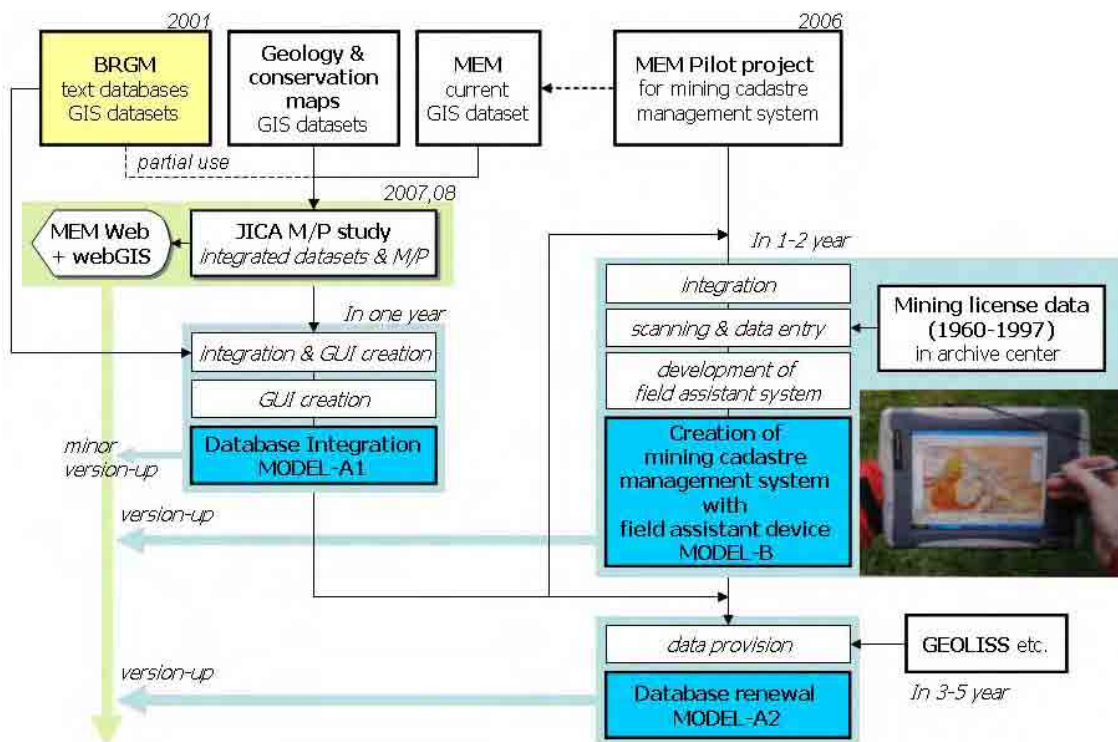


図 9.11 MEM データベースの今後の拡張フロー

(3) 3次元 GIS データベースシステム

上述したように、現在のセルビアにおける地球科学データ整備は、地質図整備のための GEOLISS プロジェクト等で2次元のデジタル化を進めている段階である。地質・鉱物資源情報が、濃淡なくセルビア全土をカバーするためには、今後5～10年程度の期間が必要であろう。その次のステップとしては、3次元化へ拡張である。本プロジェクトでは、将来の3次元地質情報整備推進の方法を調査するために、その分野で先進的な取り組みを行っている英国地質研究所を訪問し情報収集を行い、セ国での推進手順を検討した。

本プロジェクトを推進するためには、省庁横断的な組織を設立して、推進することが重要であり、鉱業法の改正により組織の再編成を必要とする。また、特に地質研究所の人的能力の向上と地質技術者の増員が必要であろう。技術的側面においては、特に国際的な地質情報の標準化の方向と整合性を確保するため、海外の先進的な研究機関、国際的な地質研究機関・団体、国際支援機関からの専門家招聘とともに共同プロジェクトをして発進させることが望ましい。それにより、特にフレームワークプロジェクトを効率的に進めることができよう。また、現在進行中の GEOLISS プロジェクトは、データ構造の開発・デザインを策定する上で特に重要であり、現在の主要メンバーの参画が必要である。プロジェクト期間は5年程度必要である。

【ファイナルレポート要約完】