

**鉱工業プロジェクト形成基礎調査**  
**セルビア・モンテネグロ国**  
**セルビア共和国鉱業振興マスタープラン調査**

平成 17 年 1 月  
(2005 年)

独立行政法人 国際協力機構  
経済開発部

経済
JR
05-031

**鋳工業プロジェクト形成基礎調査**  
**セルビア・モンテネグロ国**  
**セルビア共和国鋳業振興マスタープラン調査**

平成 17 年 1 月  
(2005 年)

独立行政法人 国際協力機構  
経済開発部



エネルギー鉱業省、科学環境省との協議



RTB BOR 社での協議



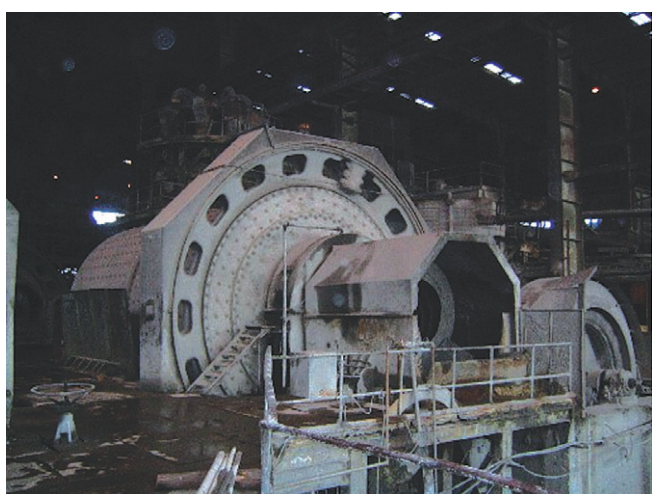
Krivelj 露天掘り銅山



Krivelj 銅露天掘り鉱山鉱石運搬トラック



Krivelj 露天掘り鉱山ずり破碎機



Krivelj 露天掘り鉱山選鉱ボールミル



Krivelj 露天掘り鉱山選鉱場浮選機



BOR 銅製錬所



BOR 銅製錬所陰極銅



BOR 銅製錬所陰極中央制御室



Majdanpek 銅鉱山北ピット



Majdanpek 銅鉱山 Excavator



Majdanpek 銅鉱山北ピットと市街



Majdanpek 銅鉱山選鉱場精鉱脱水機



ミニッツ署名式

# 目 次

第1章 プロジェクト形成基礎調査の概要	1
1-1 要請の背景	1
1-2 調査の目的	1
1-3 団員構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 対処方針	2
1-6 要請内容	5
第2章 調査結果と協議概要	6
2-1 団長所感	6
2-2 協議の概要	7
2-3 署名した協議議事録 (M/M)	9
2-4 主要面談者	16
2-5 面談記録	17
第3章 セルビア鉱業振興政策の現状と課題	24
3-1 セルビア鉱業の現状	24
3-2 鉱業政策	38
3-3 鉱業振興政策の課題	50
第4章 セルビアの主要鉱山における採鉱・選鉱などの現状と課題	53
4-1 調査結果概要	53
4-2 採鉱・選鉱・精錬・環境保全の課題	74
第5章 今後の協力の方向性	76
5-1 全体	76
5-2 鉱業振興政策	76
5-3 鉱業技術	77

付属資料

1. 質問票・回答 .....	83
2. RTB BOR の5か年計画 .....	121
3. 収集資料リスト .....	165

# 第1章 プロジェクト形成基礎調査の概要

## 1-1 要請の背景

セルビア・モンテネグロ（国家連合）は移行経済国であり、1990年代の紛争および経済制裁によって経済的に厳しい状況下であり、世界銀行のPRSP（貧困削減戦略策定書）策定国となっている。セルビア共和国（以下、セルビア）は、ユーゴスラビア社会主義連邦共和国時代には銅、亜鉛、鉛等ベースメタルについて欧州における主要産出国であったが、鉱業生産高は大きく減少している。また、石炭、非鉄金属鉱物資源については有望な鉱徴地が確認されているにもかかわらず、探鉱活動は十分ではない。

セルビア政府は鉱業を同国の今後の経済再建・開発および重点基盤産業の一つに位置づけているが、そのためには探鉱活動の促進、外資の誘致および採鉱・製錬活動等に起因した環境汚染、不十分な品質管理、旧式のインフラ、効率的生産の導入など課題が山積している。

上記背景により、高度なIT技術を活用した鉱物資源探査、鉱山開発および環境保全の効率的なマネジメントを実施している日本に対し、セルビアより本件マスタープラン調査に関する要請がなされたものである。

## 1-2 調査の目的

本プロジェクト形成基礎調査では、セルビア政府機関および関係者との協議を通じ、要請背景および本格調査実施の妥当性を確認するとともに、本格調査における調査内容・工程などの計画を策定するために必要となる基礎情報、相手国の実施体制について調査することを目的とする。

## 1-3 団員構成

業 務	氏 名	所 属
団長／総括	遠藤 健太郎	JICA 経済開発部第二グループ長
調査企画	小島 元	JICA 経済開発部第二グループ資源・省エネルギーチーム
調査計画	池原 いつか	JICA 経済開発部第二グループ資源・省エネルギーチーム
鉱業振興政策	熊谷 研一	有限会社インターナショナルコンサルティングサービス
採鉱・選鉱	中村 正司	株式会社エックス都市研究所



#### 1-4 調査日程

月日	日 程	
	遠藤団長	他団員
12月7日 火	/	11:35 成田発 (OS052) 16:00 VIENNA 着 JICA オーストリア事務所
12月8日 水		13:25 VIENNA 発 (OS773) 14:35 BELGRADE 着 16:30 在セルビア日本国大使館表敬
12月9日 木		AM 対外経済関係省協議 PM 鉱業・エネルギー省、天然資源・環境保全省協議
12月10日 金		AM 移動 (BELGRADE → BOR) PM 現地調査
12月11日 土		AM 現地調査 (選鉱・採鉱団員は13日まで) PM 移動 (BOR → BELGRADE)
12月12日 日	11:35 成田発 (OS052) 16:00 VIENNA 着 19:20 VIENNA 発 (JU313) 20:45 BELGRADE 着	資料整理 / 現地調査 (選鉱・採鉱団員)
12月13日 月	鉱業・エネルギー省、天然資源・環境保全省 協議	
12月14日 火	鉱業・エネルギー省、天然資源・環境保全省 協議	
12月15日 水	AM ミニッツ協議、署名 11:00 在セルビア日本国大使館報告 16:50 BELGRADE 発 (OS7134) 18:25 VIENNA 着 オーストリア事務所報告	
12月16日 木	13:35 VIENNA 発 (OS051)	
12月17日 金	09:15 成田着	

#### 1-5 対処方針

本プロジェクト形成基礎調査において、以下の項目に関して情報収集および分析を行い、今後の方向性等についてカウンターパートと協議を行う。これにより、開発調査の必要性および実施可能性が確認された場合には、本格調査の枠組をまとめ、先方と協議議事録 (M/M) を締結することとする。

## (1) 開発調査事業の概要説明

セルビアは技術協力の実績に乏しいところから、開発調査のスキームおよび本プロジェクト形成基礎調査の位置づけ、今後の事業の流れについて先方政府関係者に説明し、理解を得る。また、カウンターパート機関となるエネルギー・鉱業省に対しては、カウンターパートの一般的な役割を周知する。

## (2) 調査内容に係る事項

本件に係る先方要請内容は広範に渡るため、協議において一定の絞り込みを行うことが必要と考える。

その際、要請書の文面からは、セルビアは鉱業の振興により、外貨の獲得を図り、経済復興を志向していることから、本格調査で対象とする鉱業は豊富な埋蔵量を有し、現在稼働中の鉱山が存在し、輸出の可能性が高い鉱業、すなわち、非鉄金属（主として、銅・鉛・亜鉛等のベースメタル、および金）鉱業に限定するものとする。

本格調査に先立ち、以下の観点から現状の情報収集および分析、調査対象の絞り込みを行い、本格調査の必要性および実施可能性を確認する。

### 1) 非鉄金属鉱物のポテンシャル

主要非鉄金属鉱床の

- ① 鉱床のタイプおよび鉱種
- ② 埋蔵量（確定、推定、予想）・可採鉱量および品位
- ③ 鉱床評価方式

### 2) 探査活動の現状

- ① 探査活動の推移
- ② 外国企業の参入状況
- ③ データの整備、解析状況

### 3) 鉱山の操業状況

- ① 生産、販売（輸出を含む）の推移、鉱業統計（「本邦鉱業の趨勢」に類似したもの）
- ② 稼働、休廃止鉱山数、休廃止理由：生産減少理由
- ③ 稼働・休止鉱山の生産諸元（鉱床タイプ、鉱量、品位、生産能力、採鉱・選鉱方式、人員）
- ④ インフラ（水、電気、道路、鉄道、港湾）の現状
- ⑤ マネージメントシステム（原価管理を含む）、生産コスト（インデックス）の推移
- ⑥ 本年（金属価格上昇後）の生産状況

### 4) 鉱業投資推進政策

- ① 鉱業権の取得：鉱業法、手続き、出願処理、データ入手

- ② 鉱業投資優遇策：外国投資法、税制
- ③ 鉱業における民営化の状況、および計画
- 5) 鉱山に起因する環境汚染の状況
  - ① 環境汚染防止技術の現状
  - ② 環境汚染の種類、程度とその原因
  - ③ 潜在的な環境汚染要因
  - ④ 環境基準、環境保護法

(3) 先方の開発調査実施にかかる意向について

1) 必要となる開発調査

上述のとおり先方の要請内容が多岐に渡るため、現地調査および協議により絞り込みを行うとともに、先方のニーズに合致した開発調査とすべく、調査結果の使用用途等につき先方の意向を確認する。

2) フィージビリティスタディの実施

本格調査において有効な技術移転となるフィージビリティスタディの実施の必要性についても現地調査および協議に基づき検討を行う。一例として、特定鉱山の生産安定および国際競争力強化のためのフィージビリティスタディに関するものが考えられる。

(4) カウンターパート機関

本プロジェクト形成基礎調査では各関連機関の所掌業務、役割等について情報収集を行い、開発調査実施について、ステアリングコミッティ、ワーキンググループの構成、カウンターパート機関としての適性、受け入れ体制を確認する。

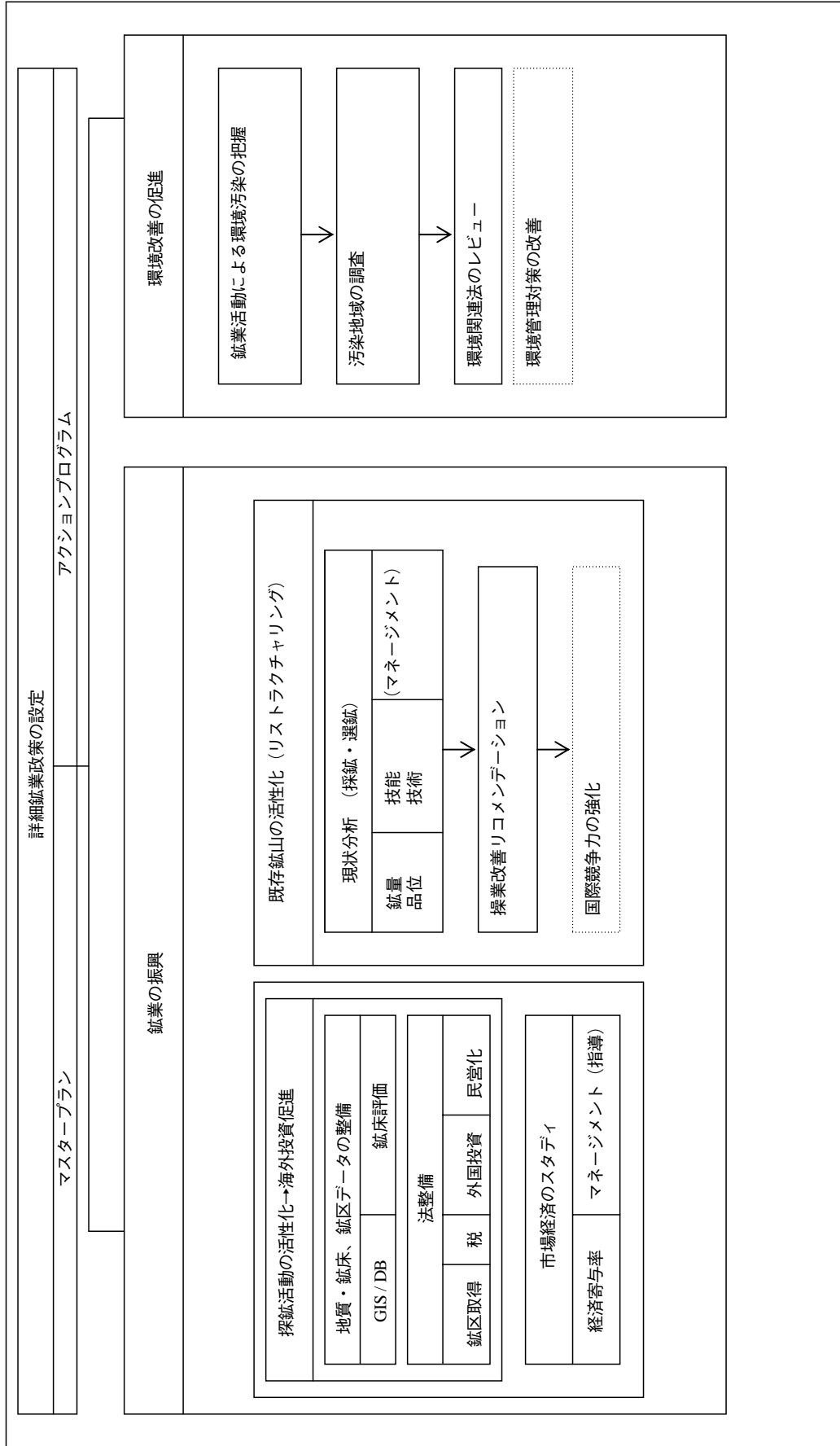
現時点では、鉱業を所掌するエネルギー・鉱業省（地質・鉱山部門）の環境基準の設定等、環境政策全般を所掌する天然資源・環境保全省の二省をカウンターパート機関として想定している。

(5) 便宜供与事項、安全管理情報等の収集

本格調査時の調査サイトにおける便宜供与事項（調査団オフィスの提供、資機材の無税通関等）について、中央政府および関係機関に確認する。

また、同地域に関して現時点では特筆すべき危険情報は得られていないが、本格調査時には調査団の長期滞在が予想されることから、現地日本国大使館、先方関連機関等に対し、連絡体制等の安全管理に関する情報について確認する。

要請内容



## 第2章 調査結果と協議概要

### 2-1 団長所感

#### (1) 全 般

セルビアは、1990年代の紛争及び経済制裁の影響から、現在も厳しい経済状態にあり、政府は鉱業を経済再建に当たっての重要基盤産業に位置づけている。このため、カウンターパートとなるエネルギー・鉱業省、科学・環境省は、JICAによるマスタープラン策定に期待を寄せており、今回のミッションへの対応においても、積極的な姿勢が見受けられた。(なお、セルビアにとっては、JICAの開発調査は、本件が初めてである。)

#### (2) 鉱業のポテンシャル

セルビアは、旧ユーゴスラビア時代には、銅、亜鉛等の欧州の主要産出国であった。現在は、鉱業関連設備の老朽化、スペアパーツの不足、技術の遅れといった問題を抱えているが、資源量などに鑑みると、技術移転により鉱業生産力が上昇すれば、鉱業が振興する潜在力を有していることが窺われた。政府としても、民営化を進めたり、新鉱業法の準備や、地質調査所 (Geological Survey) 設立の検討を行うなど、鉱業振興に力を入れている。

#### (3) BOR 鉱山 (セルビア東部の主要な銅鉱山)

政府が特に重視しているのは、セルビアの鉱業をリードしてきた RTB BOR と呼ばれる半官半民の企業の再建である。RTB BOR は、資金繰り、リストラ、民営化、設備更新などの様々な面で問題を抱えており、その再建が喫緊の課題となっている。セルビア政府としても JICA の調査の中での RTB BOR 再建のケーススタディを強く望んでおり、本格調査を行う際には、まず、具体的事例として本件を取り上げ、そこで抽出された問題点や対応策を、その他の国内の鉱山の振興や、法令整備等の鉱業政策の進展に活かしていくといったアプローチが有益と考えられる。

#### (4) 環境問題への対応

セルビアの鉱山及び周辺地域は、大気汚染や水質汚濁といった問題を有しており、環境関連法令の改定なども行われつつある。科学・環境省からは、鉱山における選鉱、製錬といった一連のプロセスにおける環境問題への対応についても、調査内容の範囲に含めて欲しいとの要請があった。

## (5) GIS データ等の整備

現在は、エネルギー・鉱業省、科学・環境省がそれぞれ、鉱山に係る行政情報、地質情報など有しているが、今後は、それらを統合しデジタル化し、情報を充実させていくことが必要である。また、こうしたGIS データを Web で公開することは、外国投資を呼びこむことにも繋がっていくと考えられる。

## (6) 案件形成

今回の調査団は、セルビアの鉱業が抱えている問題点、及び、本格調査を行う場合の主要項目等について、先方政府と十分な意見交換を行い、M/M への署名を行った。マスタープランの重点事項などについて共通認識が得られており、プロジェクト形成調査団としては、十分な案件形成を行うことが出来たと考える。(また、先方からは、早期の本格調査実施の要望が述べられた。)

## 2-2 協議の概要

本プロジェクト形成基礎調査において、鉱業・エネルギー省および科学・環境保全省との協議および現地調査にて収集した情報分析をもとに本格調査の枠組および協議内容を取りまとめた協議議事録 (M/M) について、2004 年 12 月 15 日に鉱業・エネルギー省のナウモフ大臣、科学・環境保全省のポポッチ大臣を相手方として署名交換を行った (当日は両省次官による代理署名)。以下に協議の概要を報告する。

### (1) 開発調査事業の概要説明

開発調査のスキームおよび本プロジェクト形成基礎調査の位置づけ、今後の事業の流れについて先方政府関係者に説明し、理解を得た。

また、カウンターパート機関となるエネルギー・鉱業省、科学・環境省より、ステアリングコミッティの設置、カウンターパート人材の確保について前向きな回答を得た。

### (2) 本格調査の内容

現地調査及び協議の結果に基づき、本調査団はセルビアの鉱業をリードしてきた RTB BOR の再建・改革がセルビアの鉱業振興にとり喫緊の課題であることを確認した。RTB BOR のコア事業である銅鉱業に関しては、以下のような課題が挙げられる。1) 探鉱：資金不足のためにほとんど実施されず、鉱量、品位等の資源評価も十分でない、2) 採鉱：設備、資機材の老朽化が進み、資金不足のために維持・更新が困難に陥り、最盛期より生産は減少している、3) 選鉱：採鉱量の減少により、一部ラインは操業停止し、過剰設備の状態となっている、4) 製

鍊：製鉛生産量が不足した結果、一部は輸入している、5) 環境：上記生産過程において、資金不足のため環境管理が十分でない。

上記の状況認識を踏まえ、本格調査では主要鉛山会社である RTB BOR の銅鉛山のオペレーションの近代化（酸性水処理、大気汚染等の環境対策を含む技術的側面）及び最適化に係るケーススタディを実施しつつ、投資促進、鉛業関連法規の整備、運用等、市場経済における鉛業振興のためのマスタープランを策定することを提案したところ賛同を得た。なお、左記のケーススタディについては、RTB BOR を含めたセルビアの国有企業の民営化政策とも歩調を合わせる必要性から、本格調査ではこれを先行して実施し、後にこれより得られる教訓を生かしつつ、世界銀行等の他ドナーの支援動向も注視しつつ、マクロ鉛業政策策定に対する支援を実施するのが適当であると判断される。

暫定的な調査内容については、添付協議議事録 (M/M) の 2. Outline of the Study としてとりまとめ、先方と合意した。

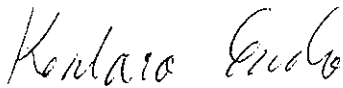
**MINUTES OF MEETING  
OF  
PROJECT FORMULATION STUDY  
ON  
MASTER PLAN FOR PROMOTION OF MINING INDUSTRY  
IN  
THE REPUBLIC OF SERBIA**

The Project Formulation Study Team (hereinafter referred to as “the Team”), organized by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”) and headed by Mr. Kentaro Endo, visited Serbia from December 7, 2004 to December 17, 2004.

The Team had a series of discussions with Ministry of Energy and Mining (hereinafter referred to as “MEM”), Ministry of Science and Environmental Protection (hereinafter referred to as “MSEP”) and other related authorities.

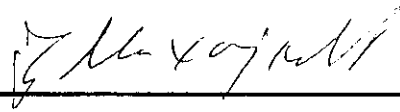
Discussions were conducted in a cooperative atmosphere, and both sides agreed to record the following points as the summary conclusion of the discussions.

BELGRADE, December 15, 2004



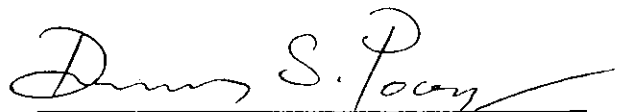
---

**Mr. Kentaro Endo**  
Leader  
Project Formulation Study Team  
Japan International Cooperation Agency



---

*for* **Mr. Radomir Naumov**  
Minister  
Ministry of Energy and Mining  
The Republic of Serbia



---

*for* **Dr. Aleksandar Popovic**  
Minister  
Ministry of Science and  
Environmental Protection  
The Republic of Serbia



## 1. Confirmation of the facts

The Team confirmed the following facts.

- (1) Reconstruction of RTB Bor, leading company in the mining industry of the Republic of Serbia, is pressing key issue for the promotion of mining industry.
- (2) The main problems of RTB Bor are 1) difficulty in funds flow management, and 2) delay of restructuring. The details are as follows:
  - maintenance and renewal of equipment and machinery
  - investment for new projects
  - repayment for debt
  - promotion of privatization
  - job creation for redundant workforce
  - revitalization of local economy, etc.
- (3) The following facts regarding the copper mining, which is core business of RTB Bor, are confirmed.

### 1) Exploration:

Due to financial constraint, the evaluation of ore reserves and grade are insufficient, though Krivelj mine and Majdapek mine conduct little exploration activities. On the other hand, the joint exploration project is offered by Majors targeting some potential deposits.

### 2) Mining:

There is a difficulty to maintain and renew equipment and machinery because of lack of fund. The production has been decreased compared with its peak.

The technical problems are as follows:

- loss of the flexibility of production
  - narrow working face and accumulated waste to be removal at open pit mines
  - delayed sublevel development, and ineffective trackless mining system at underground mine.
- necessity of relocation of mining facility caused by shortage of exploration activity
- weak quality control system

### 3) Ore processing:

According to the decrease of mining, a part of line is in no operation. The equipment is superannuated and some of them are left without maintenance.

The dumped tailings include gold, silver and copper which are expected to be recovered.

The technical problems are as follows:

- deterioration of facilities and equipment
- stabilization of operation and quality control
- introduction of energy and labor saving facilities and process

*Feb.* *K.E.*  
*D.S.R.*

- metal recovery from old tailings and waste dumps

#### 4) Smelting

The crude copper conveyed from Krivelj mine, Majdanek mine and underground mine is smelted at Bor. On the other hand, 100 thousand tons of copper concentrates are imported.

The technical problems are as follows:

- outdated technology of smelting process and sulfuric acid process
- deterioration of facilities and equipments
- lack of the concentrates
- promotion of automation and instrumentation
- recovery of copper from smelting wastes

#### 5) Processing:

The processing sector (production of copper wire, coil and ornamentation) under RTB Bor is in demand and already privatized. Some of them have been sold to foreign company.

#### 6) Environment

- improper management of drainage from the mines, tailing pond water and wastewater from the smelting plant (water contamination of rivers)
- improvement of SO<sub>2</sub> collection in the smelting plant
- insufficient of dust collection in the crushing process
- insufficient of dust (including arsenic) collection in the smelting plant
- improper management of waste dump, smelting wastes

(4) JICA shall cooperate with the following issues for the reconstruction of RTB Bor.

1) modernizing the business operation of copper mines, which is the core of mining industry in the Republic of Serbia in particular with followings.

- introducing the new technology
- improving the operation efficiency (including upgrade of mineral recovery)
- upgrading the quality control

2) reviewing the reconstruction program of RTB Bor both in management and finance in particular with following.

- implementing a case study to verify the optimum production scale in the present condition in order to improve cash flow and strengthen the future production capacity.

(5) The items mentioned in (4) should be given high priority as they are in accordance with the Government policy of promoting privatization. The support for macro policy to promote mining industry shall be followed the concrete cooperation program for RTB Bor, with the necessary coordination with other donors such as the World Bank.

(6) Small and medium sized mines could not be covered in this study. Therefore, the relevant problems and the contents of the Study will be discussed in the following preparatory study.

## 2. Outline of the Study

The Team and the Serbian side discussed and drafted an outline of the Study. Both parties shared ideas on the tentative Scope of Work of the Study and agreed with following points.

### (1) Title of the Study

The Study on Master Plan for Promotion of Mining Industry in the Republic of Serbia

### (2) Objective of the Study

The objectives of the Study are to:

- 1) prepare a set of policy plan for revitalizing and promoting mining industry in the market economy,
- 2) modernize the business management/ operation of mining industry,
- 3) review the reconstruction plans of mining industry,
- 4) improve the environmental protection related mining industry, and
- 5) establish a sustainable mining industry with promoting foreign investment.

### (3) Area to be covered by the Study

Whole territory of the Republic of Serbia

### (4) Target Minerals

Non-ferrous metal minerals (especially, base metals and precious metals)

### (5) Tentative scope of the Study

In order to achieve the objective, the study will be composed of the following tasks:

#### 1) Survey of existing data and document

- Mining policies
- Mining in national economy
- Governmental organizations and system related to mining
- Laws, regulations and standards related to mining and environment
- Mineral reserves and potential of mineral resources
- Exploration and deposit evaluation
- Mining operations
- Sales of metals and market, including export and import.
- Environmental monitoring and protection.
- Infrastructure
- Privatization and investment (domestic and foreign capital)

#### 2) Environmental survey

- Proposal for monitoring and countermeasure for pollution

#### 3) Formulation of Master plan

- Recommendation of policy and strategy
- Formulation of promotion measure

- Promotion of exploration and sustainable development
- Improvement of productivity and quality control
- Introduction of foreign capital and domestic private capital
- Market promotion with utilizing GIS technology
- Environmental protection

4) Case Study

- Case study including financial analysis for one mining complex for improvement of management and productivity

5) Construction of GIS database

- Drafting specification of GIS database
- Development of GIS database and website

6) Seminar, workshop

- Domestic seminar for government officials and managers of the state/socially-owned mining companies
- International seminar for promoting foreign investment in Serbian mining

(6) Counterpart organization

MEM and MSEP are the responsible ministry for the Study. MEM/MSEP will organize the Steering Committee and appoint the appropriate personnel for the Study by the commencement of the Study.

(7) Tentative Study schedule

24 months (as shown in Appendix).

(8) Expected outputs of the Study:

- 1) Master plan and recommendations to government policy
- 2) GIS database
- 3) International seminar on the mining promotion for the Republic of Serbia

**3. Data and information required**

The Team requested that the necessary data and information for drafting the Scope of Work for the Study shall be provided to JICA before the commencement of the preparatory study.

**4. Undertakings of JICA**

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

- (1) to dispatch, at its own expense, study team to Serbia,
- (2) to prepare the necessary equipments/ instruments for the Study, and
- (3) to pursue technology transfer to the counterpart personnel of MEM/MSEP in the course of the

*Handwritten signature: K. E. JICA*

Study.

#### **5. Expected procedures and steps for the Study**

The Team explained that the final decision on the Study implementation would be subject to relevant reviews by JICA and consultation with concerned officials in the Government of Japan.

After the favorable decision made by GOJ, JICA will dispatch a preparatory study team to further discuss and decide the Scope of Work of the Study.

The Serbian side requested the Team to pursue the matter with GOJ so that the Study can be implemented in the earliest convenience.

#### **6. Others**

- (1) The Serbian side requested the Team to provide counterpart training in Japan. The Team pledged to convey this request to JICA headquarters.
- (2) The Case Study shall be carried out in the first year of the Study as the earlier restructuring is required. It will be utilized for extracting the concrete problems to formulate a Master plan. Therefore, the study of macro policy for promoting mining industry and Master plan formulation will be carried out in the second year.

The Tentative Study Schedule

Project month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Calendar month																								
1 Survey of existing data and document																								
2 Case Study																								
3 Environmental survey																								
4 Formulation of Master plan																								
5 Construction of GIS database																								
Report presentation/ Workshop, International seminar																								

IC/R=Inceptin Report  
 PR/R=Progress Report  
 IT/R=Interim Report  
 DF/R=Draft Final Report  
 F/R=Final Report  
 W/S=Workshop  
 I/S=International Seminar

*G. A. K. E.*  
*D. S. P.*

## 2-4 主要面談者

### Ministry of Energy and Mining

Mr. Radomir M. Naumov, Minister  
Mr. Djordje Mihajlović, Deputy Minister  
Mr. Dejan Rajković, Assistant Minister  
Mr. Zoran Teodorović, Advisor to the Minister  
Mr. Bratislav Stosić, Advisor to the Minister  
Mr. Petar Popović, Advisor to the Minister

### Ministry of Science and Environmental Protection

Mr. Dragan Povrenović, Ph.D, Deputy Minister  
Ms. Snezana Kuzmanović, Head of geologist office

### Ministry of International Economic Relations

Ms. Gordana Lazarević, Assistant Minister  
Ms. Ivana Duranović, Consultant

### RTB BOR

Mr. Borivoje Stojadinović, General Manager, Copper Mining and Smelting  
Complex-Group  
Mr. Vlastimir Trujić, Director, copper Institute BOR  
Mr. Vitomir Miladinović, Director, Copper Mine Majdanpek  
Mr. Gradimir Trbojević, Vice President, Copper Mine Majdanpek  
Mr. Radosav Rukavina, Chief of Protocol

### Municipality of BOR

Mr. Dragan Velicnović, Mayor

### 在セルビア日本国大使館

田邊全権特命大使  
宮崎一等書記官

## JICA オーストリア事務所

村岡所長

伏見所員

高橋企画調整員

### 2-5 面談記録

#### (1) JICA オーストリア事務所

日時：2004年12月7日（火）18：00－19：00

場所：JICA オーストリア事務所会議室

参加者：村岡所長、伏見所員、高橋企画調査員

（遠藤団長除く）調査団全員

調査団より本調査の目的、対処方針を説明の後、意見交換を行った。コメントは以下のとおり。

（開発調査スキームの説明）

- ・セルビアに対する初の開発調査案件であり、先方には実施に至るスケジュール等、丁寧に説明してほしい。

（鉱山公害）

- ・マケドニアで tailing dam の決壊による公害の発生があり、セルビアにも同様の問題があると思うが、その対策だけでひとつのプロジェクトを形成できるのでプライオリティをつける必要がある。

（他ドナーの動向）

- ・世界銀行だけでなく、EU、EBRD 等の情報を収集すべき。

（安全管理情報）

- ・コソボ、マケドニア国境以外は特段の問題はない。

#### (2) 在セルビア日本国大使館

日時：2004年12月8日（火）16：30－17：30

場所：在セルビア日本国大使館大使執務室

参加者：田邊特命全権大使、宮崎一等書記官

（遠藤団長除く）調査団全員

調査団より本調査の目的、対処方針を説明の後、意見交換を行った。概要以下のとおり。

（田邊大使より）

- ・セルビアの経済の復興に関しては、農業、鉱業、観光等の既存のリソースを活用した協力



をしていくべきと考えている。本年の3月には日本のイニシアティブで西バルカン会議が実施され、日本のこの地域に対する支援の必要性が確認された。また、本年11月にはセルビアの観光振興のためのシンポジウムが開催されている。そのような日本の協力の動きの中で、今回の開発調査は歓迎される。

- ・ 本件開発調査の実施については、要請内容が多岐にわたるようなので、範囲を広げすぎず、ある程度絞り込んだ内容を日本側から提示したほうがよい。本件の要請元であるエネルギー・鉱業省とは水力発電プロジェクトの実施で関係があり、日本の技術協力に対して謝意を持っている。しかし、開発調査は初めてであり、さらに関係省庁が複数であることから、先方の対応が縦割りとならないよう実施体制については留意が必要。
- ・ セルビアの治安についてはコソボ地域を除けば問題はない。
- ・ エネルギー・鉱業省大臣との協議、ミニッツ署名の際には大使館からも同席するようにする。

### (3) 対外経済関係省

日時：2004年12月9日（水）9：30－10：30

場所：対外経済関係省

参加者：Ms. Gordana Lazarević (Assistant Minister), Ms. Ivana Duranović (Consultant)

（遠藤団長除く）調査団全員

調査団より本調査の目的、本件要請に関する日本側の認識について説明の後、意見交換を行った。Lazarević氏からのコメントは以下のとおり。

- ・ 民営化問題に関しては経済省が担当しているので経済省との協議をもつことを薦める（→次回調査の際に協議すると回答）。対外経済関係省から経済省に連絡し、民営化に関する資料を取り付けるとの申し入れがあった。
- ・ 調査日程には世界銀行との協議が設けられているが、ドナー間の協力は好ましいと考える。
- ・ 科学・環境省もプロジェクトに参加させることが望ましい。（日側より運営委員会の一員として要請書に記載されていることを説明）なお、本年3月に組織の再編があり、科学省と天然資源環境保全省が合併（環境保全省が科学省に吸収されるかたちで）して科学・環境省（Ministry of Science and Environmental Protection）になった。

（対外経済省の組織構成）

- ・ 職員数は約100名。貿易部、海外投資部、対外協力調整部の3部門よりなる。本件に関連する部署はLazarević氏が率いる対外協力調整部である。対外協力調整部は外国からの援助プログラムを検討し、受け入れ側としてのプライオリティを決定している。また国家

戦略にかなったプロジェクトを形成していくことも各省庁と協力して行っており、その実施状況の報告書を作成している。対外協力部は国別セクターに分かれており、さらにプロジェクト毎に担当が細分化されている。日本を担当しているのは Duranović 氏である。

(要請書に記載されているワーキング・グループについて)

- ・ 対外経済関係省としては具体的に誰を参加させるかは未定。Assistant Minister がメンバーとして参加することもあり得る。

(その他)

- ・ 国家戦略としては貧困削減戦略ペーパー、EU 統合プラン、ミレニアムゴールがある。
- ・ 投資促進に関しては SIEPA という組織が担当しており、対外経済省から情報提供を依頼する。

#### (4) エネルギー・鉱業省及び科学・環境省

日時：2004年12月9日(水) 11:00 - 13:00

場所：エネルギー・鉱業省会議室

参加者：

エネルギー・鉱業省

Radomir M. Naumov (Minister), Djordje Mihajlović (Dupty Minister),

Zoran Teodorovi (Advisor to the Minister), Bratislav Stosić (Advisor to the Minister)

科学・環境省

Dragan Povrenović (Deputy Minister), Snezana Kuzmanović (Head of geologist office)

宮崎一等書記官、(遠藤団長除く) 調査団全員

(Naumov 大臣より) 調査団来訪に関し、以下のとおり発言があった。

- ・ 当省においてはエネルギー分野で Bajina Basta 水力発電所プロジェクトをはじめとして日本政府と様々な交流がある。最近の取組みとしては、鉱業法の改正案の準備、探鉱に関する法律の草案作成等を行っている。他にも環境保護法の関連法規も準備中である。政府レベルでは2015年までの国家戦略プランが作成されており、まもなく採択される段階である。
- ・ JICA とは本件を通じて今後交流が深まることを期待する。すでに日本でのセミナーに参加した職員2名が調整役となり、本件は円滑に進むと考える。

(小島団員より)

- ・調査目的、今後の本格調査実施までの手続きの説明を行い、大臣より了解を得た。
- ・ミニッツの署名はエネルギー・鉱業大臣及び科学・環境大臣がサインとなることを確認した。

(その他)

- ・今回調査で現地踏査を予定している BOR については再建戦略委員会が設立されておりエネルギー・鉱業省次官の Mihajlović 氏が委員長を務めている。

#### (5) エネルギー・鉱業省

日時：2004 年 12 月 13 日 (月) 12 : 00 – 16 : 30

場所：エネルギー・鉱業省会議室

参加者：

エネルギー・鉱業省

Djordje Mihajlović (Deputy Minister), Dejan Rajković (Assistant Minister), Zoran Teodorović (Advisor to the Minister), Bratislav Stosić (Advisor to the Minister), Petar Popović (Advisor to the Minister)

科学・環境省

Dragan Povrenović (Deputy Minister)

調査団全員

質問表にもとづき質疑を行った。概要以下のとおり。

(エネルギー・鉱業省の組織・所掌)

- ・鉱業地質部 (分析課 8 名、監督課 8 名)、エネルギー部、電力部、石油天然ガス部の 4 部門からなり、職員は 72 名。分析課では、探査、採掘のライセンス、GIS の管理も所掌。国営企業のリストラクチャリングを担当する部署を設置中。
- ・本件 M/P に関わる専門家機関として、ベオグラード大学教授、企業の経営者等を予定しており、国営企業のマネージャークラスに市場経済のノウハウを研修で技術移転してもらいたい。
- ・一般的な探査は科学・環境省が所掌し、商業的な詳細探査はエネルギー・鉱業省が所掌することとなっているが、後者は実際に探査する法人がファイナンスする。

(鉱業関連法規)

- ・近日中に採択される新鉱業法での変更のポイントは 1) 外資の導入促進をタスクとする鉱業庁を新設する、2) 一貫した鉱区管理、3) 統合された国家レベルの研究所を設立するという点である。

- ・新鉱業法の策定に伴って、条例や規則の改定が必要となるため、この分野での支援が望まれる。

#### (非鉄金属のポテンシャル)

- ・以前は連合政府がポテンシャル調査を実施していた。M/P を通じ、詳細なポテンシャル調査のノウハウを得たい。

#### (GIS)

- ・エネルギー・鉱業省が国内の鉱業活動をフォローするため、1) 既存鉱業の情報、2) 地質情報、3) ライセージングの記録等行政情報が取り込まれたものを構築したい。副次的にこれらの情報が海外投資促進につながればよい。
- ・Arcview (Ver.8.1) を使用し、鉱業地質部の職員自身で管理しているが、鉱業全般を網羅するにはまだ情報量は不十分である。
- ・なお、専門家により基本設計がなされたデータベースのプログラミングをセルビア内のソフトウェア関連会社に再委託することは可能。
- ・ウェブサイト整備のための支援を UNDP に要請している。

#### (海外投資の現状)

- ・申請件数は昨年比 20% 増加し、70 件の実績がある。そのうちの大多数は国内企業であり、外資系は 5、6 件のみだが、リオティント社も新規鉱床に関心を表明している。外国の投資家に対してこれまで鉱業エネルギー省が投資促進のための具体的アクションをとったことはないが、GIS を活用できれば投資家に対するプロモーションになり得る。
- ・手続きの簡略化及びロイヤリティの上限を設けるなど、投資環境を整えることを新鉱業法のなかで検討している。

#### (中小鉱山)

- ・セルビア政府では、中小鉱山に対する一貫した政策はまだない。インフラの課題は設備の老朽化、資金不足など、BOR のような大規模鉱山と共通している。

#### (民営化)

- ・経済省内の民営化庁が所掌している。非鉄金属部門では、唯一ロードニック鉱山が民営化された。民営化に移行する前段階でリストラクチャリングを先行させる必要があると認識しており、セルビア全体の国営企業のリストラクチャリングに関し、財務分析の専門家派遣を世界銀行に要請している。

(6) 科学・環境省ヒアリング

日時：12月14日（火）9：30－12：00

場所：エネルギー・鉱業省会議室

参加者：Mr.Zoran Popović(Advisor to the Minister), Ms. Snezana Kuzmanović(Head of geologist office)

調査団全員、オーストリア事務所高橋企画調整員

質問表にもとづき質疑を行った。概要は以下のとおり。

(科学・環境省の組織体制)

- ・本件開発調査に関連するのは科学・環境省内では環境局の環境保護システムの開発にかかわる部署である。環境局には局長以下、6人の補佐官がおり、地質探査と金属資源を担当する地質課(9名)、環境分析を担当する分析課、および監督課(うち1名が地質監督官)の3課がある。

(ステアリングコミッティ)

- ・参加メンバーは未定であるが関連部署より人選予定。

(環境法)

- ・新環境法、環境影響評価法、環境戦略法、環境コントロール法がEUの法令を参考に作成済みで、新環境法は現在議会で審議されている。

(本格調査に関するセルビア側要望事項)

- ・測定機器の使用法、モニタリングシステムの確立の支援が必要である。関連法のレビューは既に親環境法の作成過程で済んでいる。

(セルビアにおける4大環境汚染地域)

- ・1) ボール、2) ノビサド、3) パンチェ、4) クラグエバツがUNEPにより指定された環境汚染のホットスポットである。2) は石油精製所による土壌汚染、3) は窒素肥料工業、石油コンビナートがあり、大気、水質、土壌汚染および産業廃棄物処理に関する問題を抱えている。4) はNATO軍の空爆によるPCB汚染が深刻である。

(全国環境モニタリング)

- ・大気の観測はセルビアで実施しており、それに加えてグローバルな測定網がセルビア、モンテネグロを網羅している。SO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、カーボンモノオキシド、ダイオキシドを測定している。その他必要に応じて重金属、放射線、砒素、水銀を測定し、月ごとに結果を報告し、年間報告書を作成、公開している。
- ・水質の測定は各市レベルで別途、測定網を設け実施している。結果は10～15日毎に発表されている。
- ・鉱業に関するモニタリングに関しては科学・環境省でエコロジー評価(排ガス、排水)を

全鉱山のうちの1/5に対して行っているが、基準をクリアできず操業停止となる鉱山もある。

(環境影響評価)

- ・新法で公開制とし、透明性を高めた。また現行法では義務のある業種をリストアップしていたが、今後は必要であれば、リスト以外の業種も環境省が指定できることになる。また外部の専門家を加えた委員会を設け、そこで分析・承認を行う（現在は環境局の職員のみで行っている）。

(その他)

- ・エネルギー・鉱業省と科学・環境省にある地質探査部門を統合するための委員会が2か月前に設立された。
- ・分散している地質研究機関を統合し、政府直轄の地質調査所を設立することも検討されている。
- ・探査課の所管で総合環境鉱業学部が地質情報システムを作成している。これに対して日本の助言が欲しい。内容は一般地質、金属資源鉱床、土木地質、水資源、地球物理情報である。

## 第3章 セルビア鉱業振興政策の現状と課題

### 3-1 セルビア鉱業の現状

#### 3-1-1 セルビアの一般事情（在セルビア日本国大使館資料より抜粋）

##### (1) セルビア・モンテネグロ国

二共和国（セルビア・モンテネグロ）からなる連合国家として、2003年に誕生。一院制議会と大統領がいて、管轄分野を限定された政府がある。正式には一国でありながら実体は各々大統領と政府を擁する3つの区域（セルビア、モンテネグロ、コソボ）からなる複雑な国家で、それぞれが別個に統治され3つの独立国が内在するに等しい。また、セルビア・モンテネグロ発足の3年後すなわち2006年には各構成共和国は独立への住民投票ができると憲法で定められている。これはモンテネグロ共和国の独立問題を3年間棚上げすることを意味し、3年間は「セルビア・モンテネグロ国」は存続する。しかしその後はモンテネグロ、セルビアとも独立への国民投票が可能となり、この連合国家がさらに存続するのか各共和国がそれぞれ別の道を歩くのかは今後の課題となる。

- a. 面積 102,151km<sup>2</sup>（日本の約4分の1）（コソボを除けば91,286km<sup>2</sup>）
- b. 人口 約1千万人。コソボを除けば約807万人（2002年）
- c. 言語 セルビア語（公用語、セルビア系の人口約655万人）、アルバニア語等。
- d. 略史（第2次世界大戦以降）
  - 1941年 ナチス・ドイツによる侵略。
  - 1945年 ユーゴスラビア連邦人民共和国建国。
  - 1963年 国名をユーゴスラビア社会主義連邦共和国に変更。
  - 1989年 中・東欧圏での共産主義体制の崩壊。
  - 1991～1992年 ユーゴからスロベニア、クロアチア、マケドニア、ボスニア・ヘルツェゴビナが独立。
  - 1992年 4月セルビア・モンテネグロから構成されるユーゴスラビア連邦共和国発足。  
5月国連安保理によるセルビア・モンテネグロの制裁決議。（理由：ボスニア・ヘルツェゴビナ内戦の責任）
  - 1995年 11月国連制裁解除。
  - 1998年 2月コソボ解放軍とセルビア治安部隊との間で武力衝突。紛争激化。  
6月欧州主要国、日本等による経済制裁措置（政府資金の凍結およびセルビア向け投資の停止）（日本は2000年12月に解除）
  - 1999年 NATOによる空爆。コソボの国連統治を受諾。
  - 2000年 10月ミロシェヴィッチ政権崩壊。（民主化、市場経済化の過程の開始）

2002年 ベオグラード合意（セルビアとモンテネグロ関係に係る諸原則に関する合意）。

2003年 2月4日新憲法公布。「セルビア・モンテネグロ国」の誕生。

e. 主要経済指標

表3-1

	1990	----	1999	2001	2002	2003 (推定)	2004 (目標)
GDP 億 US\$	284	----	151			240	
US\$ / 人	2,696	----	1,424				
対前年比%		----		(5)	(4)	(2)	3
インフレ率 %		----	(44.9)	(89.2)	(16.5)	9.4	
失業率 %		----			28	15	≤ 10
輸出 億 US\$		----		19.0	22.8	25.4	
輸入 億 US\$				48.4	63.2	75.1	

（括弧内の数値はセルビア統計局）

通貨：セルビア共和国 ディナール

モンテネグロ共和国 ユーロ

(2) セルビア共和国

政体は共和国、大統領制。政府は首相が率いる。議会は一院制で定員 250（2003年12月選挙、任期4年間）。

a. 面積 77,474km<sup>2</sup>（コソボ地方を除く）（日本の5分の1。北海道よりやや小さい）

b. 人口 約750万人。

構成民族	セルビア系	83%	ハンガリー系	3.9%
	ボシュニアック系	1.8%	ロマ	1.4%
	アルバニア系	0.8%		

c. 首都 ベオグラード

d. 主要経済指標

1990年の一人当たりのGDPは2,696US\$であったが、旧ユーゴ連邦の解体、内戦、コソボ紛争時の制裁は経済に大打撃を与え、2001年において一人当たりGDPは1990年の半分強のレベルであった。その後、経済は緩やかに回復し、GDPは年約5%の成長を遂げているが、まだ旧に復してはいない。インフレ率（消費者物価）は2001年の34%から2003年には9%と低減してきている。一方、失業率はほとんど改善されず、28%強の高い水準にある。貿易は輸出額が1990年の半分程度に落ち込んでいる半面、輸入は増加し1990年と同水準になりつつあり、貿易赤字は2003年約35億ドルと増加している。



表 3 - 2 (コンボを除く)

	1990	----	2001	2002	2003	2004 (予測)	2004 (予測)
実質 GDP 億 US\$	(284)		108	156	184	196	208
US\$ /人	(2,696)		1,278	1,831	2,166	2,300	2,440
対前年比%			5.5	4.0	5.0	5.0	5.0
消費者物価上昇率%			39	14	9	7	5
失業率 %			28.3	28.6	28.1	27.1	25.5
輸出 億 US\$	(58.2)		27.6	30.5	36.6	41.3	47.0
輸入 億 US\$	(74.6)		51.6	64.7	71.1	77.2	84.8
対外債務残高億 US\$			110.8	111.6	134.8		
為替レート din/US\$			67.6702	58.9848	54.6372	57.6141	

(出典：GDP- 輸入：SIEPA (セルビア投資輸出促進庁) 他は中央銀行)

### 3 - 1 - 2 鉱業の現状

#### (1) 鉱物資源の賦存状況

セルビア共和国は地質的には地中海アルプス褶曲変動帯の南域のアドリア海バルカン地域に属している。特にそのジナルアルプス山地は各種のタイプの金属鉱床に富み、同地には何回も火成活動期と鉱床生成期が出現し、それによってセルビアを含むユーゴスラビアはヨーロッパでももっとも豊かな鉱産地域の一つとなっている。

セルビアには図 3 - 1 に示すように数個の広域鉱床生成区がありその中に数多くの鉱床がある。

銅鉱床はほとんどが東部セルビアの Calpatho-Balkanides 鉱床生成区に中生代のポーフィリー銅鉱床や塊状硫化金属鉱床やスカルン鉱床として賦存している (図 3 - 2)。特にボル鉱床は有史以前より採掘がなされたといわれている。RTB BOR の計算によれば、現在同社は Majdanpek、Vlaole-Jasikovo、Crni Vrh、Maji Krivelj-Cerovo、Veliki Krivelj および BOR 鉱床区を有しているがその地質資源量は 26 億トンで品位は Cu 0.38%、Au 0.15g/t、Ag 1.24g/t である (可採粗鉱量は約 2.7 億トン、Cu 0.41%、Au 0.18g/t)。含有される銅金属量は約 960 万トンで、(若干定義は異なるが) 世界のリザーブ・ベース 9 億 4,000 万トンの約 1% 強、また世界の年間需要量約 1,400 万トンの約 8 か月分に相当する。

鉛、亜鉛、金鉱床はプレデボン紀-新生代の脈状鉱床、スカルン鉱床、塊状硫化金属鉱床として賦存している。鉛・亜鉛鉱床はセルビア南部コンボ周辺のセルビアにおける最有望地域の Kopaonik 山岳地帯や、Kukanica Pasjak 地帯、コンボの Gracanica-Novo 地帯 (以上図 3 - 1) の他にも、セルビア中央部にも賦存している。セルビアの鉛・亜鉛鉱の埋蔵量は (Zn+Pb) 品位 6.3% では 4,500 万トン、同品位 3.0 ~ 4.5 までとすれば 1 億 4,000 万トン



\*The boundaries and names shown on this map do not imply official endorsement or acceptance by the United Nations\*.

Source: Ministry for Protection of Natural Resources and Environment, 2002

図 3 - 1 Mineral deposits in Serbia

とされている。品位を 4.0 として計算すれば金属含有量は 560 万トンであり、世界の年間需要量を約 850 万トンとすればその約 8 か月分、亜鉛の世界埋蔵金属量 2.2 億トンの 2.5% に相当する。

北海道より狭い国土に世界の資源量や埋蔵量の数%に相当する銅や鉛・亜鉛が賦存することから、セルビアの鉱物資源量は豊富であるということが出来る。

金はBOR 鉱床生成区のポーフイリーカップー鉱床や塊状硫化金属鉱床に含有される他、Lece 火山コンプレックスの熱水性脈状鉛・亜鉛鉱床に随伴している。同様に火山岩を母岩とする金の鉱化作用による金鉱床もセルビアにおける有望な鉱床である（図3-4）。

その他の非鉄金属としてアルミニウム、錫、モリブデンも賦存している（図3-5、図3-6、図3-7）。

また、シリカ原料鉱物、マグネサイト、ドロマイト、ゼオライト、蛍石等の工業用原料鉱物や骨材・建材用鉱物も豊富である。また、エネルギー資源としては褐炭が豊富で、石油・天然ガスの生産も行われている。

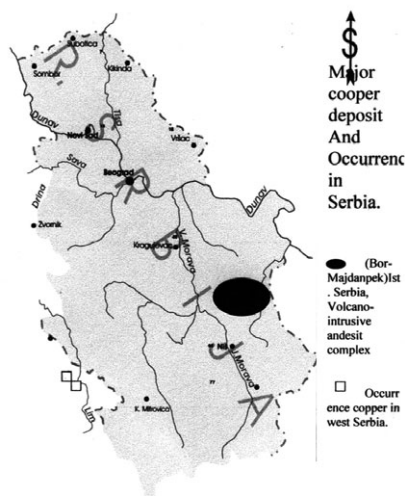


図3-2

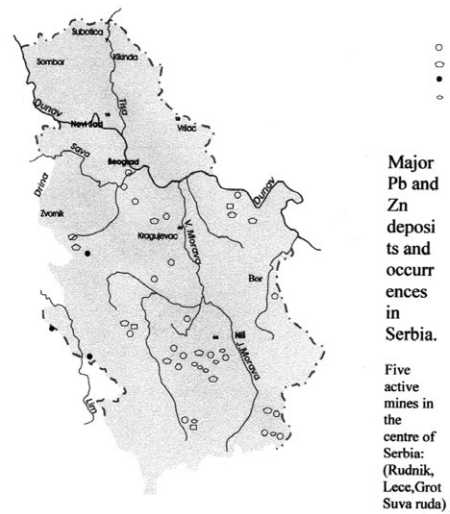
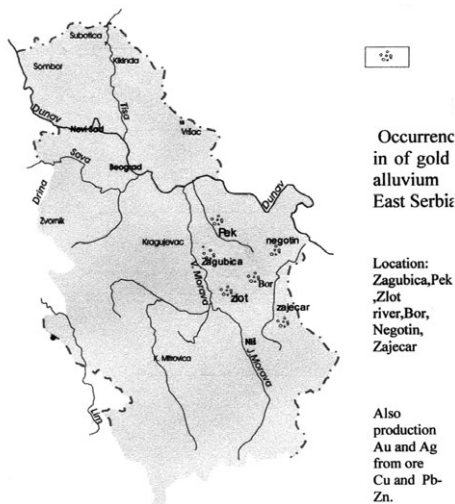


図3-3



Molybdenum occurrences in Serbia.

図3-4

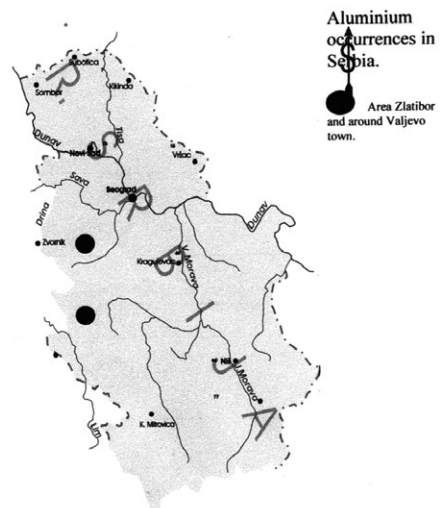


図3-5

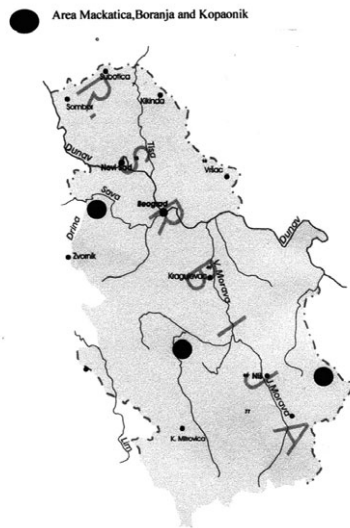


図 3 - 6

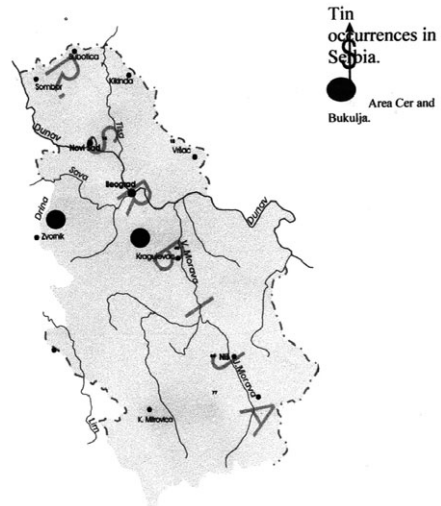


図 3 - 7

## (2) 金属鉱床の探査活動

1970年代から1980年代前半にかけてユーゴスラビアは鉱物資源、特に銅・亜鉛の探鉱活動を推進した。その後、社会的混乱・既存マーケットの崩壊・内紛、さらに国際制裁を被ったことにより経済状況が悪化し、最近まで探査活動はほとんど行われなかった。

近年、緩やかな経済の回復に伴い、探査活動も再開され、金属の国際価格の上昇もあり、2004年の探鉱申請件数は昨年度比20%増の70件となっている。ほとんどは国内業者による探鉱で海外の探鉱、鉱山会社で2004年に試掘権を取得しているのは下記の6社で、20鉱区で探鉱が実施されている。

- |  |      |
|--|------|
| a. Rio Save Exprolation (Rio Tinto の子会社)   | 3 鉱区 |
| b. Hereward Ventures                       | 3 鉱区 |
| c. SEE                                     | 6 鉱区 |
| d. South Danube Metals (Phelps Dodge の子会社) | 3 鉱区 |
| e. Dundee Precisions Metals                | 3 鉱区 |
| f. Dinara Nickel (Europe Nickel の子会社)      | 2 鉱区 |

海外の企業による探鉱事業費は2004年320万ユーロで、これは前年3海外企業が費やした額の3倍であった。こうした海外企業は鉛・亜鉛・銀・ニッケル等の多金属鉱床の開発を意図しているものと考えられている。また非金属鉱物に対する関心もあるようだ。

さらに海外資本による探鉱活動を促進するためにセルビア政府は鉱区権取得手続きの簡略化、ロイヤリティの水準等を検討している。

また、セルビア政府は長期にわたっている鉱業の経済的困難で、探鉱機器は老朽化し、探鉱技術も時代遅れになっていると考えており、この刷新、および（例えば、BOR や Majdanpek のように存在が有望視されている地域の）多くの未開発鉱床の自由経済市場で通用する評価システムを必要としている。

### (3) 鉱業生産

#### a. 鉱工業生産指数の推移

図3-8にセルビア・モンテネグロの鉱工業生産指数の推移（2000年=100）を示す。

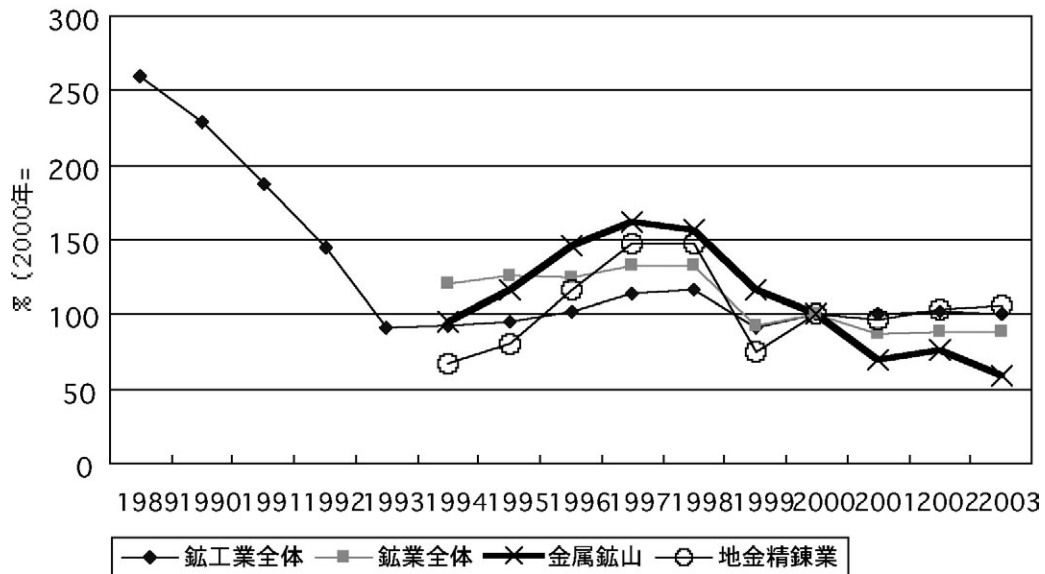


図3-8

（出典：エネルギー・鉱山省提供資料およびセルビア統計局“セルビア統計2004”）

（1999年以降 Kosovo および Metohia）

鉱工業は旧ユーゴの政治的社会的混乱により1990年以降1993年まで大きく落込み、その後上昇していたが1999年はコソボ紛争による影響で下落した。2000年以降は微増しているが、その規模は1989年のおよそ40%である。

鉱業全体でも1999年以降同様の傾向が見られるが2003年現在、まだ2000年より低いレベルにある。金属鉱山（Mining of metal ore）に関しては（他資料から推定すれば1990年から1994年にかけては減少傾向にあったが）1994年より1997年までの間に50%上昇したもののその後は減少傾向にあり、2003年現在の水準は1997年の3分の1強ほどである。地金精錬業（Manufacture of basic metals）は1994年から1999年までは金属鉱山と同様の傾向を示しているが2000年以降は鉱工業全体と同レベルの緩やかな上昇傾向にある。

金属鉱山のこうした状況についてセルビア政府はその原因をマーケットの低迷、設備更新資金の欠乏、非効率的操業システム、国際規格に適合しない低品質、環境汚染等で安定

した操業ができないことにあるとしている。

#### b. GDP に占める鉱業の比率

セルビア・モンテネグロにおける GDP (Material) に占める産業別の比率は、2002 年においては製造業が 29.2% で最も大きく、続いて卸売・小売・修理業 19.3%、農林牧畜業 18.9%、交通・倉庫・通信業 13.3%、建設業 5.8%、電気・ガス業の順であり、鉱業は 2.4% である。

なお、製造業に含まれる金属精錬 (1.0%)・非金属鉱物製品 (1.8%) の GDP に占める比率は 2.8% である。

鉱業の GDP (material) に占める比率の今回統計データの入手できた 1997 年からの推移を表 3-3 に示す。

表 3-3

年	1997	1998	1999	2000	2001	2002
% GDP	3.5	3.3	2.6	2.1	2.5	2.4

1997 年に比べ、2002 年には比率が 1.1% 減少している。

#### c. 主な非鉄金属鉱物の生産量

##### (a) 銅

表 3-4 セルビア・モンテネグロ計 (単位：粗鉱、金属量 1000t、品位%)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
粗鉱	26,500	25,800	23,100	18,200	17,935	20,206	20,026	20,507	19,939	15,975	12,896	7,123
金属量	132.0	122.0	97.8	68.0	84.8	87.6	82.5	82.5	84.6	62.7	52.0	28.0
品位	0.50	0.47	0.42	0.37	0.47	0.43	0.41	0.40	0.43	0.39	0.40	0.39
精製銅	151.0	134.0	115.0	51.3	72.1	78.5	104.0	113.5	94.4	49.9	45.6	32.4

精製銅は Primary + Resmelt 出典：セルビアエネルギー鉱業省資料および USGS

表 3-5 Majdanpek 鉱山における生産量

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
粗鉱	千 t	8,016	6,182	7,178	6,534	6,764	6,761	4,299	2,241	544
品位	%	0.352	0.43	0.40	0.34	0.38	0.37	0.35	0.24	0.26
金属量	千 t	28.2	26.6	28.5	22.3	25.9	25.1	15.1	5.4	1.4

出典：セルビアエネルギー鉱業省

表 3-6 BOR 鉱山 (BOR および Veliki Krivelj) における生産量

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
粗鉱	千 t	9,678	11,669	12,884	13,435	13,743	13,177	10,903	10,147	6,575
品位	%	0.41	0.50	0.46	0.44	0.44	0.45	0.43	0.36	0.35
金属量	千 t	39.6	58.6	59.1	59.4	60.7	58.9	47.2	36.4	22.9

表3-4 とく表3-5 と表3-6 との和を比較すれば明らかであるが、セルビア・モンテネグロの銅粗鉱のほとんどがMajdanpek およびBOR すなわちRTB BOR によって生産されている。1990年から1993年にかけての粗鉱生産量の減少は約1,250～1,300万トン/年の規模であった。Majdanpekの生産が激減したためであり、これに対してBOR 鉱山の増産によりRTB BOR 全体で2,000万トン/年規模を1998年まで維持したが1999年以降は減少の一途を辿っている。これもa.の生産指数の項で挙げた理由によるものとされている。

(b) 鉛・亜鉛

表3-7 セルビア・モンテネグロ計

(単位：粗鉱、金属量1000t、品位%)

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
粗鉱	1,570	1,240	804	337	272	511	856	1,049	1,249	349	733	531
鉛												
金属量	39.0	33.9	22.7	9.2	6.7	11.7	22.3	27.0	24.6			
品位	2.5	2.7	2.8	2.7	2.4	2.3	2.6	2.6	2.0			
精製	48.0	44.1	23.3	6.4	4.4	11.5	30.3	29.0	14.0	-	1.2	-
亜鉛												
金属量	33.0	31.4	19.7	9.7	6.8	11.5	21.8	25.0	20.3			
品位	2.1	2.5	2.5	2.9	2.5	2.3	2.5	2.4	1.6			
精製	61.3	38.6	14.2	7.0	7.0	3.9	6.0	29.5	14.4	0.7	8.3	13.5

出典：USGS (1998年まで)、1999年移行“セルビア統計2004”

表3-8 セルビア(コソボを除く) 鉱山別生産実績

		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	粗鉱 千t	29	-	105	20	207	211	173	192	195
Rudnik	Pb %	2.04	-	2.15	1.93	1.8	1.61	1.58	1.48	1.46
	Zn %	2.54	-	1.99	1.72	1.73	1.6	1.66	1.59	1.63
	粗鉱 千t	65	79	29	72	82	62	54	38	91
Blagodac	Pb %	3.8	2.9	2.3	2.35	2.1	2.13	2.91	2.88	2.83
	Zn %	2.4	1.67	1.5	3.07	3.11	3.12	3.05	3.07	3.24
	粗鉱 千t	7.7		11	45	58	60	23	7.7	12
Lece	Pb %	-	-	-	1.08	1.06	1.02	1.02	1	1
	Zn %	-	-	-	2.12	2.11	2.11	2.11	2	2
	粗鉱 千t	15	13	31	28	22	30	13	6.1	6.3
Veliki majdan	Pb %	4.9	4.5	5	4.3	4	3.6	3.6	-	-
	Zn %	3.9	3.8	4.1	3.3	3.4	3.2	-	-	-
	粗鉱 千t	138	103	100	128	109	141	62	79	94
Suva ruda	Pb %	1.77	1.72	-	1.78	1.87	1.5	1.41	1.27	1.29
	Zn %	3.11	3.00	-	3.18	3.25	2.96	2.98	2.68	2.77
5 鉱山粗鉱 計	千t	255	195	276	265	478	504	325	323	392

出典：セルビアエネルギー産業省資料

表3-9 (参考) セルビアの鉛・亜鉛鉱山設計能力

Region	採鉱		選鉱		備考
	(10 <sup>3</sup> t/年)	%	(10 <sup>3</sup> t/年)	%	
Center of Serbia	860	29	940	28	5 鉱山の能力計
Kosovo I Metohija	2.200	71	2.450	72	9 鉱山の能力計
合計	3.060		3.390		

出典：セルビアエネルギー産業省資料

セルビア共和国における鉛・亜鉛の産出は表3-9に示すように能力的にはコソボ地域がその70%を占める。コソボ紛争以前にはセルビアの鉛・亜鉛鉱業はコソボに精錬所を有する鉛・亜鉛の鉱山、選鉱場、精錬所を有するコンビナートである Trepca (Rudarsko-Metalursko-Hemijski Kombinat za Olovo I Cink Trepca) が独占していた。Trepca は現在国連コソボ暫定行政ミッション (UNMIK) の管轄下にある。

また、モンテネグロ共和国にも50万トン/年の生産能力を有する鉱山 (Brskovo) がある。

コソボを除くセルビアで2001年まで稼行していた鉛・亜鉛鉱山5山(うち1つは経済性を失くして閉山、現在は4鉱山となっている)の生産実績を前頁に示した(表3-8)。すべての鉱山が粗鉱生産(実績)20万トン以下の小規模鉱山である。そしてその合計年間生産量は設計能力の60%程度がここ10年間の最大値である。

(Pb+Zn)粗鉱品位も低～中程度の鉱山である。ただし、以下のように、随伴する金属品位に恵まれている鉱山が多い。

Rudnik	Ag 50 ~ 80 g/t	Cu 0.18 ~ 0.34 %
Lece	Au 1.8 ~ 1.9 g/t	Ag 11 ~ 12 g/t
Veliki majdan	Ag 103 ~ 200 g/t	(数値はいずれも年間出鉱品位の範囲)

これらの5鉱山はかつてTrepcaの構成鉱山であった。

セルビア政府は同国の鉛・亜鉛鉱山に関し、鉱山の機械・設備は更新したものの投資不足により生産性が低いとしている。

また、精錬所がコソボ地域内にあるため、精鉱の販売に係る問題も、粗鉱生産の障害となっている。

一方、米国地質調査所(USGS)の“Mineral Year Book 1999年”によれば RTB BORは150万ドルの投資で150万トン粗鉱/年(金属量 Pb 35,000トン/年 Zn 8,500トン/年、その他 貴金属を含有)の開発をMajdanpek 鉱山で行うと発表したこともあり、今後の金属価格の動向等の経済状況、精鉱販売先の開発によっては、セルビア国内における新規鉱山開発を伴う鉛・亜鉛鉱石の生産増も考えられる。



d. 鉱業従事者、人件費

(a) 鉱業従事者

表 3 - 10

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	(2003/1997)
全産業従事者 1000 人	2,184.9	2,177.2	1,992.3	1,916.2	1,882.0	1,806.2	1,738.2	(79.4%)
全鉱業従事者 1000 人	52.3	53.2	43.2	42.7	42.6	38.4	37.2	(71.1%)
%	2.39	2.44	2.17	2.23	2.25	2.13	2.14	
金属鉱山従事者 1000 人	13.5	13.3	10.7	10.5	10.1	8.3	7.4	(55.0%)
%	0.62	0.61	0.54	0.55	0.54	0.46	0.43	
地金精錬従事者 1000 人	59.4	60.9	52.3	49.9	49.2	39.9	33.4	(56.2%)
%	2.72	2.80	2.63	2.60	2.61	2.21	1.92	

出典：セルビア統計局 “セルビア統計 2004”

セルビアにおける金属鉱山従事者は 1997 年より 2003 年にかけて 55% に減少した。また、精錬従事者も 56.2% にとほぼ同程度減少しており、全産業の減少率の約 2.2 倍である。これは、生産指数あるいは主力の銅生産量の低下と同傾向を示しており、生産減に伴う人員削減によるものと考えられる。

(b) 給与等 (Average net salaries (wages) in dinars)

表 3 - 11

	産業平均	全鉱業平均	金属鉱山平均	製造業平均	地金精錬平均
2001	5,545	8,058	5,763	4,786	6,169
2002	9,196	12,864	7,752	7,677	8,534
2003	11,486	15,087	6,770	8,991	12,200

出典：セルビア統計局 “セルビア統計 2004”

鉱業平均の給与は高水準である。これは石油、石炭産業の高給与が反映されている。金属鉱山の人件費は 2001 年には産業平均水準であったが、2003 年には産業平均の 60% までに低下した。これは財政難を反映しているものとして捉えることができる。他方、精錬部門はほぼ産業平均に近い水準を維持している。

(4) 精鉱・金属の輸出入

a. 輸出入

金属鉱産物の貿易の推移に関する詳細な統計資料を今回の調査において入手することはできなかった。

セルビア統計局 “セルビア統計 2004” によれば鉱業関連産業の輸出金額は表 3 - 12 のようになっている。

精鉱の輸出が主要製品と考えられる輸出金額は小さいものの、最終製品である非鉄金属

表 3 - 12

(単位：百万 US\$)

	全輸出額	鉱業全体	金属鉱山	非鉄金属
2002	2,275	14	3.8	388
2003	2,650	15	6.1	458

製品の輸出金額は全輸出金額の 17% を占めている。同統計では産業は 37 に細分されているが、非鉄金属の輸出額は飲食品とならび首位を占めている。次いで化学製品とゴムプラスチック製品がともに 10% 程度の比率を占めている。このことから、セルビア政府は外貨獲得の手段として非鉄金属製品の輸出を重視していることが理解できる。

国連国際貿易センター (ITC) の統計によれば非鉄金属鉱産物の輸出額は表 3 - 13 のように推移している。

表 3 - 13

(単位：百万 US\$)

	1999	2000	2001	2002	2003
銅	78.9	89.4	72.7	62.5	
アルミニウム	90.9	142.8	157.8	184.6	
鉛	1.1	2.4	1.0	1.1	
亜鉛	1.6	6.5	8.8	1.1	
銀・プラチナ他	1.9	1.2	5.0	2.4	
精鉱	2.3	6.8	5.3	3.4	

モンテネグロの主力金属製品であるアルミニウムの輸出額が最も大きく、また、3 年間で倍増している。“USGS Mineral Year Book”によれば、セルビア・モンテネグロで唯一の一次アルミニウム生産者の Podgorica 精錬 (スイスを本拠とする国際的鉱業会社 Glencore が運営) は、余剰設備の廃棄等によるコスト削減を実施し、さらに増産のための合理化計画を推し進めているとあり、その成果が輸出金額増に反映されていると考える。

セルビアにおける主力鉱産物である銅の輸出額は RTB BOR の生産が低レベルに陥っていることを反映し漸減しつつある。また具体的調査を行っていないため明確ではないが、セルビア政府のいう製品品質評価が輸出価格に反映されている点もその要因となっている可能性がある。輸出額が大きいことから、セルビア銅鉱業の復興は経済政策上大きな意味を有している。なお、銅の輸出先はギリシャ、マケドニア、スイス、英国である。

一方、RTB BOR の精錬能力に比べて、鉱山の生産量が低いことから同社は銅精鉱を海外から輸入している。ただし、輸入精鉱は陸上フレートが高いため、あまり経済的ではない。このため、RTB BOR は自社鉱山の生産量を増加し、輸入精鉱量を低減することを志向している。

#### b. 非鉄金属の国際価格

非鉄金属の取引は国際価格に基づいて行われる。銅、鉛、亜鉛等については LME (London

Metal Exchange) による。図3-9は1998年1月から2004年末までの価格推移を表わしている。この図から読み取れるように金属価格は2003年後半より高騰、2004年末現在も高い水準を維持している。この原因は中国の需要の急拡大や米国のドル安、低金利政策によるものといわれている。いずれは需給がバランスし、価格は軟化するであろうが、当分の間、高水準が続きそうな模様である。したがって、セルビアの非鉄金属業にとっては再建の、また、海外の鉱業投資促進の好機であり、その対策を早期に樹立する必要がある。

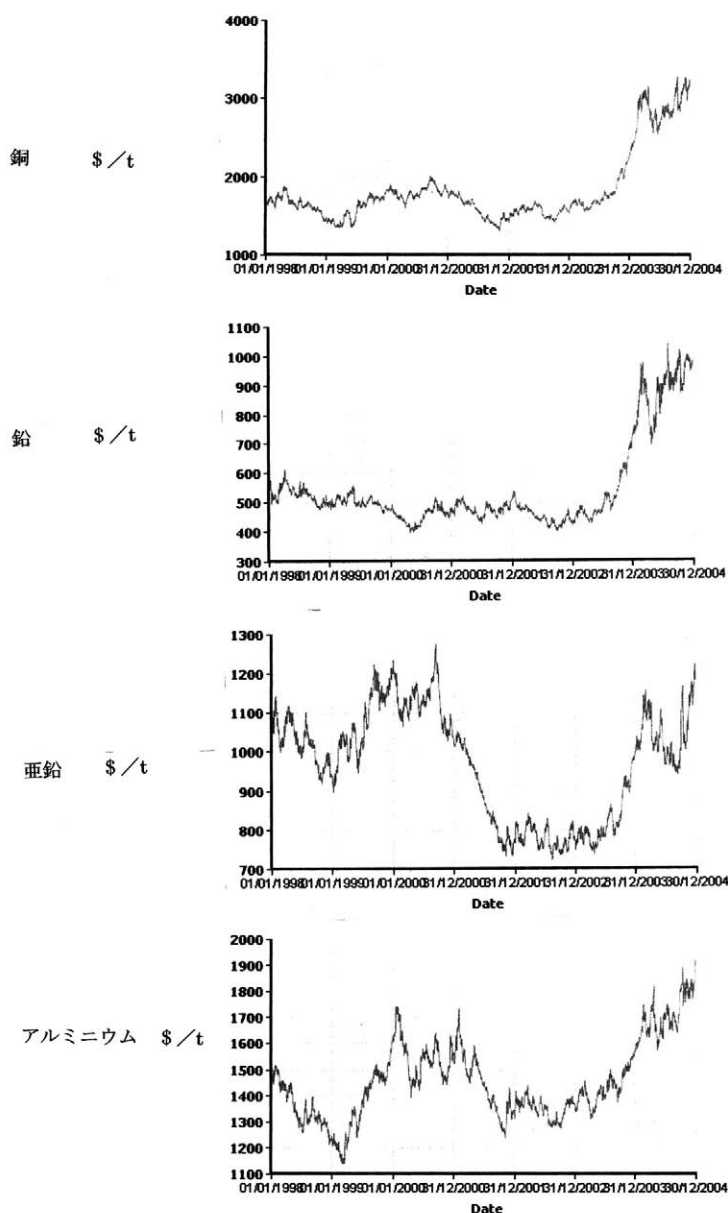


図3-9

c. インフラストラクチャー

NATO 爆撃の影響を含め、鉱業生産用の電力、用水の供給状況の把握、また、機資材および製品輸送・輸出のための鉄道・道路、港湾の整備状況や輸送能力の調査は今回実施で

きなかった。

## (5) 環境保全

### a. セルビアの環境汚染の現状

コソボ紛争の最中、1999年3月からNATO軍の爆撃がセルビアの主要な施設などに行われ、その結果石油精製所や工場から有害物質が流出しドナウ川を汚染したり、環境保護地域が爆撃された地域もでた。これらの損害に起因する環境汚染は、セルビア国内に留まらず、周辺国にも拡大する恐れがあった。UNEPは1999年、セルビア・モンテネグロにおけるコソボ紛争が原因の環境破壊、汚染の実態調査を行い、以下の4か所を“Hot spot”として特定し、修復を実施中である。

表3-14 コソボ紛争セルビアによるセルビアの環境汚染ホットスポット

Hot spot	汚染状況
Pancevo 工業コンプレックス	石油化学工場からのエチレンジクロライド及び水銀の流出 石油製油所から石油製品、原油などが流出、SO <sub>2</sub> の放出 肥料工場、アンモニア工場からの有害物質の流出
Novi Sad 石油製油所	石油製油所から石油製品、原油などが流出
Kragujevac 工業コンプレックス	変電設備からの含PCB油の流出
Bor	変電設備からの含PCB油の流出 BOR製錬所からの大気汚染

(出典：From Conflict to Sustainable Development, Assessment and Clean-up in Serbia and Montenegro, UNEP)

その他に、セルビア南部、コソボ地域内には劣化ウラン弾が遺棄されており、UNEPではその調査を実施した。なお、NATOの爆撃で破壊されたRTB BORの変電設備は2001年にノルウェーの支援で新しい設備が作られた。

### b. 鉱業における環境汚染

第4章 4-1-4 参照。

## 3-2 鉱業政策

### 3-2-1 セルビアの鉱業政策

#### (1) PRSP（貧困削減戦略ペーパー）に見るセルビアの国家戦略

セルビア政府の PRSP（2003 年 11 月）では、貧困の主原因を 2 側面から捉えている。すなわち、一つは一人当たりの GDP が低く、また自立できる職業についている人口が少ないこと、もうひとつは、雇用機会が寡少であることをも含む生活必需品にも事欠く低収入、特に弱者や社会的被疎外者にとっては住宅事情の悪さ、社会的保護・医療・教育・公共サービスが受けられにくいこと等、多次元的な現象面であるとしている。そしてこれらに対処するアプローチが PRSP と UN Millennium Development Goals および欧州統合のプロセスでの EU の推挙にリンクしているという。

セルビア政府は貧困撲滅のために以下の 3 つを主要指針としている。

#### i. 雇用創出に重点をおいたダイナミックな経済成長と経済開発

これはマクロ経済の安定、国内投資の流動化および海外からの投資に対する魅力的な環境作り、国有もしくは社会的所有企業が市場経済に適応し競争力を得て再生するためのリストラクチャリングと民営化の促進、金融市場の開発、資産と契約の法的保護、起業家精神を育成し中小企業を早期に発展させるビジネス環境の創出、合法的グレーエコノミーのコントロール、汚職と組織犯罪撲滅、司法・行政・立法の国家機関が効率的に機能する、といった政策を継続させることである。

#### ii. 経済の近代化およびリストラクチャリングによって生じる新貧困者の保護

多くの人は新たに民営化された経済体制下でそれに対応する新たな業務の教育訓練が必要となる。多大な経済的、社会的な努力が—特に旧経済体制下のままの産業や市場の見通しのない産業には—必要である。このためには財源が不可欠であるが、不十分な状況にある。

地方自治当局や地域社会に関連する国家機関が、自らあるいは NGO を通じて、また、国際の支援を得て経済的、社会的に好ましい職業を、この移行過程で失業した多数の者に提供する。

#### iii. 最貧困者、最弱者、難民 etc. を対象にした計画、方策、活動

#### (2) 2015 年国家戦略

セルビアでは現在「2015 年国家戦略」を作成中である。これはエネルギー開発戦略であり、エネルギー施設、特に電力施設に関する戦略である。すなわち、800～1,000MW の増設が必要で、セルビアに豊富に賦存する褐炭を使用した火力発電で充当しようとするものである。

### (3) 鉱業政策

セルビアは PRSP の項の「i. 雇用創出に重点をおいたダイナミックな経済成長と経済開発」に述べたような経済復興のための諸策を策定、実施している。

セルビア政府は、セルビアはかつて銅、鉛・亜鉛等のベースメタルの欧州における主要生産国であり、いまでも豊富な鉱物資源を有していることから、国際制裁や市場の喪失で経済的な困難に陥り、生産が低水準に陥っている鉱業、特に非鉄金属業を復活させることで、経済開発に寄与させ、かつ、輸出により外貨を獲得することは経済政策上の重点項目の一つであり緊急優先事項としている。

鉱業の再建には企業のリストラクチャリング・民営化、設備・技術・管理システムの近代化により市場経済のもとで国際競争力を発揮する、また、海外投資を促進させることが重要であると政府は考えている。

企業の経済的困難も加わり鉱害による環境汚染も顕在化してきており、この対処も鉱業政策上、重要な課題となっている。

しかしながら、今のところ、セルビアには詳細な鉱業政策はない。鉱業に関する国家戦略を「2015 国家戦略」とは別プログラムとして策定する必要があるが、要員が限られており、2015 国家戦略の石炭開発、新鉱業法の改正等に鉱業部門の人手が割かれていたこともあり、鉱業政策プログラムに取り組むことが物理的に難しかった、また、最大の問題は自由経済体制下での鉱業に関する十分な知識・経験を有する職員がいないことである。

このため、セルビア政府は日本の協力を得て「鉱業振興マスタープラン」を策定し、これをセルビアの国家戦略プランとしたいと考えている。

## 3-2-2 政府機関

本プロジェクトに関連する政府機関は実施機関および窓口機関のエネルギー・鉱業省、実施機関である科学・環境保全省、ワーキンググループにメンバーが選出される予定の対外経済省である。

### (1) エネルギー・鉱業省

#### a. 役割

鉱業、エネルギー、国家エネルギーバランス、および石油・天然ガスの生産を管掌している。また、探査関係では地下水以外の詳細地質探査 (detail geological exploration) の実施および年度・中期計画の策定を行っている。国営企業の操業に必要な対策を講じることも義務付けられている。鉱業法、地質探査法、エネルギー法等種々の法律の適用をも管掌している。

b. 組織および分掌

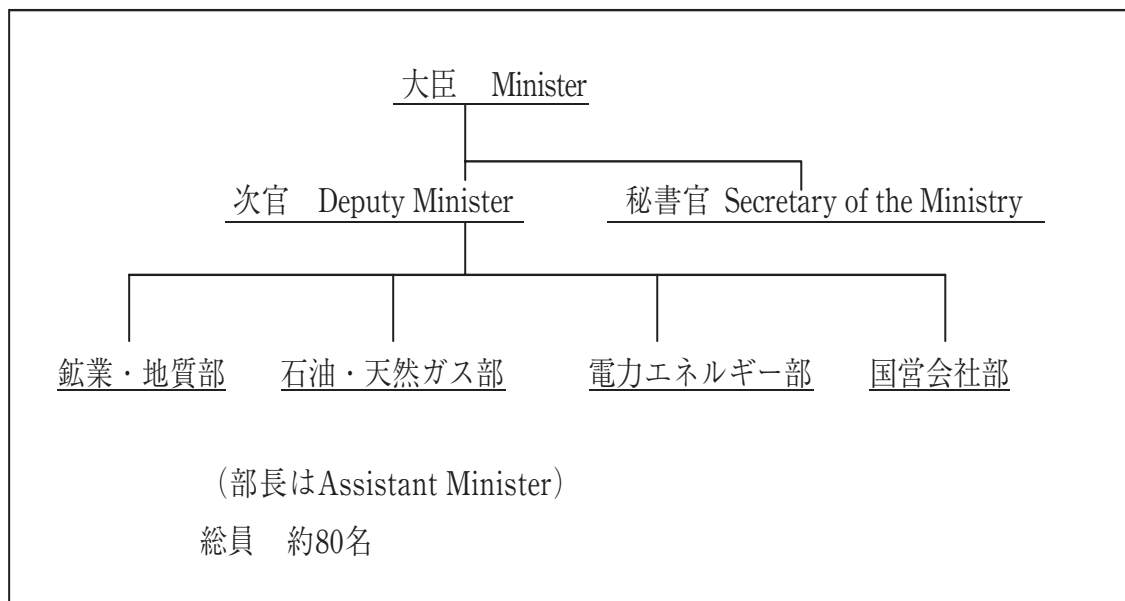


図3 - 10

(a) 鉱業・地質部 (Department for Mining and Geology)

鉱業活動に関する地質探査と鉱業権の許可について権限を有している。このため、セルビア共和国全土の総ての探鉱・採掘地域を管理する鉱業原簿 (cadastre) を所有している。また、国営鉱山会社 (RTB BOR や、セルビア電力の炭鉱部門) のベーシック生産実績を押さえておくのも重要な業務の一つである。

この部は以下、2つのチームより構成されている。

i. 調査・解析チーム (Team for Study and Analytic works)

試掘および採掘権の管掌と探査活動に関する総ての報告書の収集を行っている。職員は国家鉱石埋蔵量報告書作成委員会の非常任委員である。鉱業権 (concessions) に係る法律の作成、関連法・規則の改正も義務付けられている。国営鉱山会社も操業難の解消に関して本チームの管轄下にある。

チームの人員は鉱山技術者4名、地質技術者2名、法律専門家1名、経済専門家1名の合計8名である。なお、4名の増員が予定されている (採用時期未定)。

ii. 鉱山・地質監督チーム (Mining and Inspection)

探鉱や鉱山の活動が規則に違って実施されているかを監督、指導するチームである。鉱業法、地質探査法や鉱業活動に関する種々の規則、規定を取り扱っている。

チームの人員は監督官長1名と監督官8名のうち6名が鉱山技術者、2名が地質技術者である。このチームも4名の増員を予定 (採用時期未定) している。

(b) 国営会社部 (Department for State companies)

ごく最近設置された部門で、現在再建中であつ民営化が計画されている国営鉱山会社に関する政府の方針を実施することが主な業務である。また、労働組合と将来の職場・職業に対するニーズや、失業する従業員の権利の保護に関しての交渉にあたることも義務付けられている。

(c) その他

その他、石油・天然ガス部と電力エネルギー部の2部がある。

(2) 科学・環境保全省

a. 環境保全局の役割

環境保全局は以下の項目の国家による管理と専門的調査を管掌している。

- i. 天然資源（大気、水、土壌、原料鉱物、森林、魚類、野生植物類、動物類）の保全と持続的な利用に関する制度、戦略文書および天然資源の持続的な利用と再生可能なエネルギー資源に関する計画や研究プログラムの策定
- ii. 地下水資源バランスの作成及び地質図作成基準・規格の作成
- iii. 持続的な資源—地下水—の基本地質調査研究作業計画および詳細研究計画の作成
- iv. 計画を実行するために必要な物品等の調達
- v. 環境保全および改善のための制度
- vi. 環境保全のための基礎造り
- vii. オゾン層の保護
- viii. 気候変動のモニタリング
- ix. 大気と水の境界における汚染
- x. 自然全体の保全体制の樹立および実施
- xi. 都市計画・建設に関する環境保全
- xii. 汚染事故の事前警告
- xiii. 自然に関するデータ、大気・水質のデータベース化
- xiv. 騒音、振動公害の防止
- xv. 電離・非電離放射線防御
- xvi. 毒物および危険物の製造、販売（医薬、前駆物質を除く）
- xvii. 化学物質の管理
- xviii. 廃棄物の管理（放射性廃棄物を除く）
- xix. 廃棄物の限度を超える循環に対する許可と動植物の保護
- xx. 全環境項目の質的モニタリングの設立



- xxi. 天然資源の持続的な利用および環境保全に関する制度のナショナル・コミュニケーション・センター機能
- xxii. 天然資源の持続的な利用および環境保全に関する情報システムの開発と設立
- xxiii. 天然資源の持続的な利用および環境保全および前述した他の事項に関する監督
- xxiv. エコロジーの監督
- xxv. その他法律に定められた事項

b. 環境保全局地質課

環境保全局の中に地質課があり、ここでも地質探査にかかわる業務を担当している。環境保全局の行う探査は基本地質調査 (basic geological exploration) であり、エネルギー・鉱業省の詳細地質調査と分担されている。探査経費は基本地質調査の場合は国家が負担し、一方、詳細地質調査は法人・企業が自ら負担することになっている。基本地質調査の優先順序はプログラム委員会で決定する。実際の探査作業は募集に応じてきた地質公社、地質研究所や企業の中から選定されている。

また地質課は以下の図面も作成している。

- i. 地質図 5 万分の 1 : BOR を中心としたセルビア北東部、及び南東部の 2 枚は作成済み。現在モンテネグロとの境界に当たる南東部を印刷中。セルビア北西部を作成中。
  - 10 万分の 1 : 旧ユーゴ全域が作成済み。セルビアは 65 枚で構成。
  - 50 万分の 1 : 旧ユーゴ全域が作成済み。
  - 200 万分の 1 : 地質図集 (全 14 枚で構成)
- ii. 鉱床生成図 20 万分の 1
  - 200 万分の 1
- iii. 環境地質図 200 万分の 1
- iv. 水資源図、温泉図 50 万分の 1
- v. 地磁気異常分布図、重力異常分布図

(3) 対外経済省 (MIER : Ministry of International Economic Relations)

a. 役割

対外経済省は以下の行政を管掌している。

- i. 国際経済関係の促進
- ii. 海外から投資
- iii. 海外からの寄付金その他の支援の活用に関する調整
- iv. 海外で活動するセルビアの経済事業者の調整

v. 地域協力

vi. セルビア政府と国際機関の協力のモニタリングおよび調整

vii. 法により定められた他の事項

b. 組織図

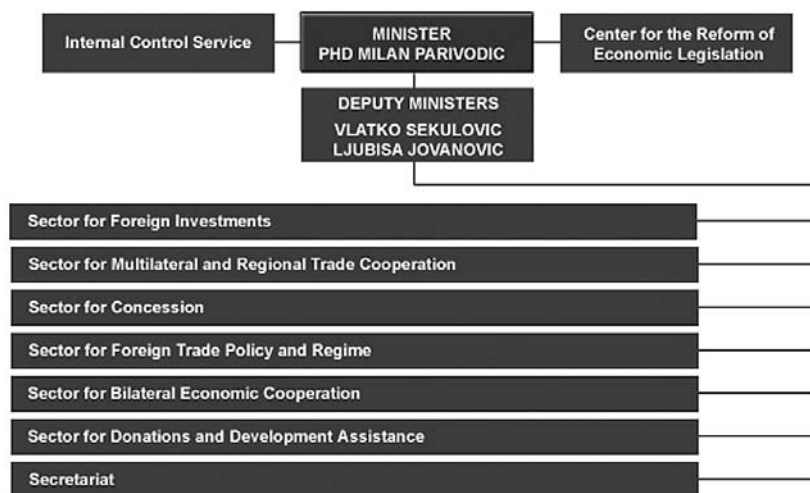


図 3 - 11

3 - 2 - 3 鉱業振興および鉱害防止に関するセルビア政府の取組み

(1) 関連法

a. 地質探査法 (Law on Geological Explorations)

エネルギー、金属、非金属、飲料用ミネラルウォーター等総ての鉱物資源探査に関する法律である。この法律は1995年10月 Law No.44 - 27 として公布された。すでに述べたように地質探査は基本と詳細の2つに分けて規定しており、国家で行う基本地質探査は開発・地殻の組成および構造の調査、鉱量計算区分でC1の有望地域の確認、鉱区の状態の確認、岩石・地盤の確認、地盤等の地質工学性質の確認とされている。一方、詳細地質探査は鉱床の位置、規模、形状、構造、鉱物の品位、埋蔵量、開鉱 (exploitation) の状況、環境保全計画のための地盤調査等の詳細地質データを得るための調査と規定されている。また、詳細地質探査は基本地質調査 (research) が行われていない場所では実施できないこととされている。

探査権は Prospecting Licence (以下、PL) と Exploration Licence (以下、EL) の2種類がある (PL、ELの概要は投資促進の項の表3 - 16 参照)。

b. 鉱業法 (Law on Mining)

(a) 現行の鉱業法も地質探査法と同じ1995年に公布されている。

鉱業法は鉱山開発プロセスの探査後の開鉱（exploitation）以降のプロセスと鉱山の操業に関する法律である。

この法律により規定される鉱業権には第1ステップの Exploitation License と操業開始に必要な Mining Operation License の2つがある。

(b) 鉱業法の改正

現行の鉱業法の見直しは2002年に開始され、2003年に第7版が完成し、2004年12月現在、国会の審議待ちの状況にある。改正理由は、民主化された近代的な鉱業の要求に時代遅れの法規システムは適合していなかったことによる。

改正の第1点は国内および海外の投資を促進させるために認可が早く行われるように決定手続きに関する数条を改正、また、投資家の権利を保護した。さらに初めての者でも鉱区の土地所有権が得られるようにした。2点目は探鉱・鉱山活動が実施しやすくなるよう「Agency for Mining and Found」を設け、エネルギー・鉱業省の直轄業務を行わせる（たとえば、連邦機関業務、金属資源評価、ライセンスの発行等）。

採掘権としては新たに License for Performing mining works と License for Imaging and Reviewing mining Project の2つとしている。またロイヤリティを減じ、その配分は50%が国家財政に残り50%は地域社会へ配分することになっている。

この改正に伴い鉱量計算区分を旧ソ連方式から新たな区分に変更する、フィージビリティスタディを鉱業権申請の要件とする等関連法規の改正も行われている。

(c) マスタープラン調査

セルビア政府は鉱業法規に関し、新鉱業法は日本の鉱業法と基本的には大きな隔たりがないと判断している。地質探査法についても6か月以内に見直したいとしている。

一方、鉱業に関する法規は77あり、セルビア政府は多くは近代化する必要があり、その際、日本のものを参考にしたいと考えており、マスタープランの中での検討を要請している。

c. 環境法規

(a) 鉱業に関連する環境法規

\* Low on the Environmental Protection, published in Gazzete of RS No.135/04

\* Low on Environmental Impact Assessment, Gazzete of RS No. 135/04

\* Low on Strategic Environmental Impact Assessment, Gazzete of RS No. 135/04

\* Low on Integrated Prevention and Pollution Control, Gazzete of RS No. 135/04

\* Regulation on trash hold values, imission measuring methods, and criteria for setting-up of measuring points and data evidention, Gazzete of RS No. 54/92, 30/99

- \* Regulation on emission trash hold values, method and deadlines for measuring, and data collecting, Gazzete of RS No. 30/97
- \* Regulation on permitted noise level in environment Gazzete of RS No. 54/92
- \* Regulation on handling waste which has characteristics of hazardous substances, Gazzete of RS No. 12/95
- \* Regulation on permitted quantity of dangerous and hazardous matters in the soil, Gazzete of RS No. 23/94
- \* Regulation on dangerous matters in the water, Gazzete of RS No. 31/82
- \* Decree on watercourses classification Gazzete of RS No. 03/68
- \* (Low on Water, Gazzete of RS No. 46/91)
- \* (Low about national parks, Gazzete of RS No. 39/53, 53/93, 67/93, 48/94)
- \* (Low about forests, Gazzete of RS No. 46/91, 83/92, 53/93, 67/93, 48/94, 54/96)
- \* (Low about agricultural soil, Gazzete of RS No. 49/92, 53/93, 67/93, 48/94, 14/00)

(b) 環境関連法規の改正

(現地調査時、現行法は1991年公布とのことであったが2005年1月中旬に入手した質問票の回答ではRS No.135 / 04 となっていることから2004年に改正されたもようである。)

改正は i. 環境保全法 (Low on the Environmental Protection) ii. 環境影響評価法 (Low on Environmental Impact Assessment)、iii. 戦略的環境影響評価法 (Low on Strategic Environmental Impact Assessment)、iv. 総合的汚染防止管理法 (Low on Integrated Prevention and Pollution Control) について行われ、EUの環境関連法の中からセルビアで適合したものを各法に取り込んだ(上記 ii. はEU指令 (EIA 指令) (85/337/EEC) およびその改正であるEU指令 (97/11/EC) iii. はEU指令 (SEA 指令) (2001/42/EC) iv. はEU指令 (96/61/EC))。

1991年環境保全法の問題点としては、汚染を惹き起こした者が賠償することになっており、また制裁処置も規定されていたが、実際にはコントロールできない、規定の適用が十分行えない、といった点が挙げられる。今回の改正で制裁処置等が実施しやすいようにしたとのことである。

環境影響評価法については旧法にはなかった公開制を規定、また、環境保全局の職員のみで行っていたIEAの分析・承認を外部の専門家を加えた委員会で行う等、全体的に評価の透明性を高めた。さらにこれまでの法ではIEAを義務付ける業種を定めリストアップしていたが、今後は環境保全局が必要に応じて他の業種をリストアップできる、したがって2種類のリストが存在することになる。

(c) マスタープラン調査

セルビア政府としては新法をマスタープラン調査においてレビューする必要はないと判断している。

(2) 地質部門の統合の検討

3-2-2で述べたように地質探査を担当する部門がエネルギー・鉱業省と科学・環境保全省の2省に分かれているがこれを統合するための委員会が2004年後期に設立され検討を始めている。また分散している地質関係の研究所を統合して地質調査所を設立し政府の直轄下に置くことについてはすでにドラフトを作成済みである。

(3) リストラクチャリングおよび民営化

民営化は経済省の民営化庁が管轄している。

2000年から2004年10月までのセルビア全産業の民営化の状況を表3-15に示す。

表3-15

	Total	Tender	Auction	Share Fund
No. of enterprises offered	1,615	74	1,221	320
No. of enterprises sold	1,256	39	1,027	190
Success Rate	78%	53%	84%	59%
No. of employees in sold enterprises	173,155	38,456	94,885	34,977
Proceeds (in 10 <sup>3</sup> EU)	1,395,573	812,860	404,992	177,724
Investment Commitments (in 10 <sup>3</sup> EU)	802,636	685,157	111,578	5,902

出典：World Bank Report No.29258 - Yu 2004年12月6日

鉱業会社についても入札制や競売による民営化が進められている。鉱業の中で民営化が進んでいるのは石材、セメント、レンガ部門であり、炭鉱や金属鉱業はまだ民営化が進んでいない。

非鉄金属鉱山では中小鉱山である Rudnik 鉛・亜鉛鉱山が民営化されているのみである（個人が買収）。エネルギー・鉱業省は現在稼動している鉛・亜鉛の中小3鉱山も民営化し鉱山の活性化を図りたいと考えている。

セルビア最大の非鉄金属企業である BOR については、2001年より付帯部門である金属加工部門から民営化が開始され、ホールディング傘下の企業は当初19社であったが現在は9社になった（RTB BOR もそのうちの1社）。

2004年の半ばに BOR の基幹部門である鉱山および精錬部門の民営化が決定された。

RTB BOR は経営上の問題が山積していたため、政府が介入しそれまでの権限を停止し、

新しい経営陣を送り込むと同時に最高意思決定機関である役員会のメンバーも政府が任命している。鉱山の民営化は経済省によって実施され、エネルギー・鉱業省は通常、要請に応じ鉱区データ等の情報提供の役割を負う程度にとどまっているが RTB BOR に関してはエネルギー・鉱業省の次官が BOR 再建・戦略委員会の委員長に就任している。10 月から経済省および関係省庁で BOR 再建プログラムにとりかかっている。再建プログラムでは今後の展望として i. 鉱山部門で確認した鉱量を将来の操業のベースとする、ii. 設備・技術を刷新する、iii. 現在、過剰雇用となっている要員は将来の生産活動に従事させる、ことを挙げている。

RTB BOR の鉱山部門、精錬部門の民営化の時期については、リストラクチャリングが終了後と考えられている。また、民営化にあたっては雇用の確保がその条件の一つとして挙げられている。

また、第 4 章で詳述されているが、RTB BOR は独自でフィージビリティスタディを行っている。このスタディの目的は、セルビア政府による財政支援を要請するためであるとのことであった。これに対し政府は、RTB BOR の作成したスタディをそのまま評価することはできないとし、日本のように市場経済で鉱山を運営してきた技術者が、その新技術の導入を含む操業経験からこのスタディを評価した結果、スタディに信憑性があるということであれば受理できるとしている。

#### (4) 鉱業投資の促進

表 3 - 16 にセルビア・モンテネグロの FDI (海外直接投資) の Net.Inflow を表わす。2001 年以降 FDI は著しい伸びを示している。

表 3 - 16

年	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
FDI US\$	0	740	113	112	25	165	562	1395

出典：世銀 ERC-Region Table

##### a. 鉱業権の取得および税制

前述したように鉱業投資の促進のため、エネルギー・鉱業省は鉱業法を改正することで鉱業権許認可手続きの見直しやロイヤリティの低減を図っており、対外経済産業省においても投資促進法を 2002 年に改正、また、鉱区や施設の土地利用等に関するコンセッション法も改正案が作成済みで Website に紹介されている。

表 3 - 17 に現行法規における鉱業権の取得、および税に関わる主要な規定を示す。

PL、EL の区分については今回調査漏れとなったが、試掘権、採掘権がそれぞれ 2 つに分かれている特徴を除けば、一瞥したところ、鉱業権、税制において、他の鉱業国に比べ、

投資意欲を大きく損なうような要素はあまりなさそうである。

表 3 - 17

区分	項目	規定	
鉱業権	外国の直接投資の制限	なし	
	鉱区取得の優先	先願優先	
	Prospecting License	鉱区面積の制限	最大 100km <sup>2</sup>
		専有権	なし
		存続期間	6 か月
		延長	可。6 か月のみ
		放棄	任意
		譲渡	可能
		報告義務	あり。探査活動完了後
	Exploration License	鉱区面積の制限	最大 100km <sup>2</sup>
		専有権	
		存続期間	6 か月
		延長	可。6 か月のみ
		放棄	任意
		譲渡	可能
	PL、EL 税		未定
	採掘権	専有権	あり
採掘鉱区的面積		採掘可能な鉱床の面積	
存続期間		30 年	
延長		10 年 × 数回	
鉱区税		未定	
譲渡権		あり	
抵当権		あり	
税	法人所得税	10%	
	配当税	本国送付配当に対して 20%	
	ロイヤリティ	策定中 (3%以下を想定)	
	輸入税	輸入設備に対して 1 - 5%	
	付加価値税	なし (2005 年から 18%)	

## b. 地質鉱業情報システム

### (a) 現 状

i. 現在、エネルギー・鉱業省においては探査、採掘に関する鉱区台帳 (Cadastre) がデジタル化されており、公開されている。

鉱業エネルギー省のデジタル化済みのデータは鉱区に関しては

- ・ 現在存続している試掘権、採掘権
- ・ 2.5 年間探査を行い期限切れになった鉱区
- ・ 現在、利用されていない鉱床

がインプットされている。

稼動鉱山に関しては、位置、所有者、鉱区台帳番号、対象鉱種、現在の採掘量、設計能力が分かるようになっている。

ii. また、科学・環境保全省においては総合環境システムの一部として、地質課が主管し、鉱業学部が担当して地質情報システムを構築中である。

情報としては

- ・ 一般地質情報
- ・ 金属資源情報
- ・ 土木地質情報
- ・ 水資源情報
- ・ 地球物理情報

を提供できるようにする。地形データは軍部で作成している 25 万分の 1 を使用している。2005 年 2 月に第 1 次の成果品ができあがる予定である。

#### (b) マスタープラン調査

エネルギー・鉱業省は地質情報システムを基礎的なツールとして捉え、そのためには現在のデータエレメントを発展させる必要があると強く認識している。例えば、稼動鉱山については埋蔵量、生産量、コストデータ、の他にも、地質、採鉱等にかかわる技術データ、その他、鉱業権の記録等の行政に関するデータの入力が必要だと考えている。その結果、既存鉱山の活動状態、地質のポテンシャルおよび探査活動が明確に把握でき、行政のスムーズな運営が行えるようになる。また、鉱業統計の作成にも用いたいとのことである。こうしたデータベースシステムの開発はセルビア国内の業者に発注できるが、技術水準が低いため、セルビア政府としては日本で開発されたシステムを本格調査において専門家が紹介の上、システムの構築することを依頼したいと考えている。(JOGMEC のシステムはセルビア政府の職員が調査したが、セルビア政府の想定しているシステムより規模が小さいとのことであった。) さらにグラフィックでの出力も考えており、公開できるものはウェブサイトで紹介したいとのことであった。(ウェブサイトの設計については国連開発計画に資金援助を要請している。)

科学・環境保全省も現在作成中の地質情報システムに関し、外国のシステムも参考にしたいとのことで、この点に関する日本の助言を要請している。なお、カナダが協力を申し出ている。

エネルギー・鉱業省は情報システムを投資促進のツールとすることを副次的に捉えているが、地質・鉱業情報を公開すれば鉱業投資家の関心を必ず高めることができると確信する。



## (5) 環境汚染・鉱害防止

### a. モニタリングの現状

#### (a) 大 気

測定は国の水質検査機関が実施している。セルビアの全ての都市に測定網が設置されており、必要に応じて1～2年の期間で測定網の縮小拡大を行っている。この測定網の他にもグローバルな測定網が、セルビア、モンテネグロにそれぞれ設置されている。測定項目はSO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、CO<sub>2</sub>の5項目であるが、重工業地域ではそれに加えて重金属、ヒ素、水銀および補足的に放射線物質の測定を行っている。その他、環境に応じて項目を追加している。この測定結果は月次発表しており、年間統計報告も行っている。

地方自治体も独自で測定を行っている。

#### (b) 水 質

各市がそれぞれの測定網を設置し市保健局が測定を行っている。測定結果は10～15日毎に発表している。

#### (c) 鉱業のモニタリング

科学・環境保全省は現在、全国鉱山の1/5に対してエコロジー評価を実施している。この評価に基づいて、環境上の観点から操業を許可するか否かを決定する。

数鉱山がこの評価の結果、不適合となっている。その理由は鉱山が財政難に陥っており、環境保全に捻出できる資金がないところにある。

特に問題となっているのは排ガス、排水、廃棄物である。

### b. マスタープラン調査

科学・環境保全省は現状の鉱山モニタリングに関し次のように認識している。すなわち、鉱山環境のモニタリングに関しても経済上の困難から各所のモニタリング機器が老朽化している。またモニタリング基地におけるデータ取得管理が不適切である。技術も時代遅れとなっている。また、鉱業開発に際し、環境アセスメントが十分でなく、評価システムが確立されていない。

セルビア政府は、要請書ではモニタリング設備供与と技術移転を依頼していたが、本調査において機材供与はなされない（リースについては検討可能）とのJICA方針であることから、ソフト面での新技術の移転を本マスタープラン調査に要請している。

## 3-3 鉱業振興政策の課題

今回の調査において、外貨を獲得しセルビア共和国の経済復興を実現するには、非鉄金属産業が重要なポテンシャルを有していることが確認できた。そのためには、経営難による不十分

な資機材、設備の老朽化、さらにマーケットの縮小も加わり、操業度が大幅に低下し、かつ操業のフレキシビリティを失くしている既存鉱山の復興と国際競争力の強化、豊富な金属資源の埋蔵が期待されている未開発鉱床の開発が不可欠である。

セルビア鉱業の振興には、自由主義経済市場に対応する法律・行政制度の再編、特に民営化を含んだ、海外からの投資促進に対する行政の充実が必要である。

これも財政難に起因しているといわれているが、鉱山の環境汚染対策が十分でなく、鉱害はセルビアの環境保全上の重要な課題になっている。また、環境行政上からは操業停止を命令せざるを得ない鉱山もある。鉱山の復興・開発は、地域社会との共存共栄という点から、それらのもたらず経済効果と環境保全が両立しなければ自由主義世界においては成功しないことはいうまでもない。環境行政においては、EUの環境法規を適用した法改正が終了したところで、それに即した行政体制の確立が課題になっている。

具体的には以下の課題がある。

(1) 自由主義経済下で国際競争力を有する鉱業を育成するための詳細鉱業政策の策定

(2) 鉱業法規の整備

作成済みの鉱業法改正案に合せた鉱業探査法や鉱業諸法規の改正。

(3) 鉱業行政組織の強化・再編

a. 人材の質的拡充 市場経済に即した行政を立案・実施・指導できる人材の育成。

b. 行政組織の再編 例：探査担当部局の統合

(4) 行政情報の構築・整備

a. 鉱業情報の集約

例えば、地質・探査データがエネルギー・鉱業省、科学・環境保全省、鉱業地質学部等で分散管理されている。また、エネルギー・鉱業省、科学・環境保全省がそれぞれ独自の鉱業・地質情報システムを企画している。

b. 鉱業情報の構築

市場経済に即した鉱床評価システムの構築、鉱業統計の作成。

(5) 鉱業投資促進活動の強化

a. 対外経済省との連携強化

現在、エネルギー・鉱業省には権限および予算がない。(求められた時に限り情報を提供し

ている。)

b. エネルギー・鉱業省の投資促進体制の確立

現在は人手不足の状態です。

c. 広報活動の強化

ウェブサイトによる資源開発情報の公開等。

(6) 鉱山のリストラチャリング支援

a. 国際競争力涵養のための鉱山に対する技術・経営指導もしくは教育訓練機会の提供。

b. 潜在競争力の高い鉱山に対する資金獲得に関する支援。

(7) 鉱害防止の強化

a. モニタリング設備・技術の近代化。

b. 弱小鉱山の環境保全対策強化のための技術および資金の援助。

## 第4章 セルビアの主要鉱山における採鉱・選鉱などの現状と課題

### 4-1 調査結果概要

今回はセルビアの銅生産の大半を占め、セルビアの非鉄金属産業を代表する銅鉱山・製錬コンプレックスである RTB BOR を取り上げ採鉱・選鉱・製錬などの現状の把握及び課題の整理を行った。

#### 4-1-1 BOR・Krivelj 鉱山・選鉱場

ボル地域での銅鉱床の発見は1903年と言われている。フランス人達が銅鉱床の開発を始めたが、その後ユーゴスラビアの国営鉱山となった。第2次世界大戦前には、従業員が6千人、陽極銅が6万トン/年の生産量に達した。1960年代から、新製錬所などの建設、新規鉱山の開発で町の工業化が急速に進み、1990年には、RTB BOR の生産量はピークに達し、約151千トン/年の陰極銅、344千トン/年の硫酸、4.7トン/年の金を生産した。その後、NATO の制裁なども原因し、1990年代を通じては、生産が減少し、2002年には1990年比19%の生産しか達成されなかった。

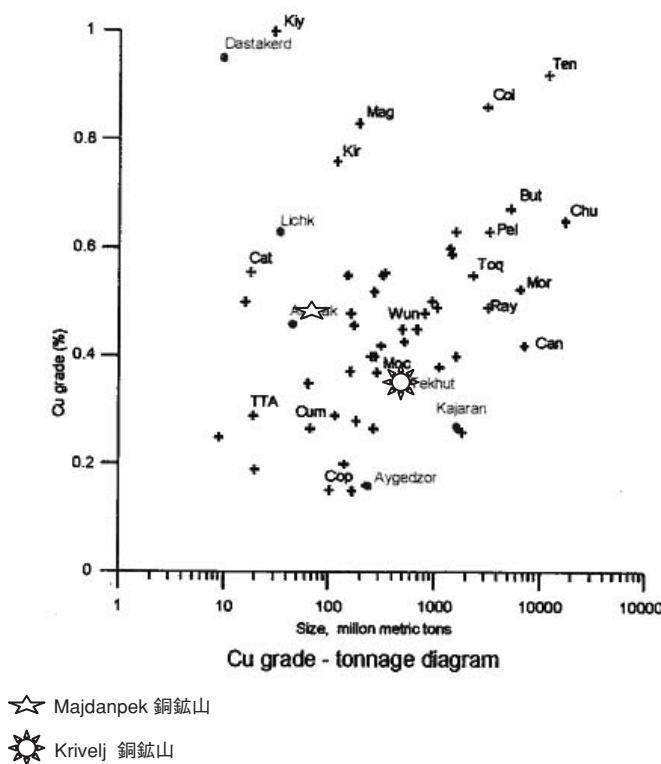


図4-1 世界の銅鉱山の埋蔵鉱量と平均品位

(出典；JICA 報告書“アルメニア鉱業マスタープラン調査”)

RTB BOR では、再建の前にリストラが必要ということで、2001～2002年にかけてリストラ・

民営化が加工部門から始まり、それまで 19 Holding 会社有った RTB BOR は現在 9 Holding 会社に減少している。現在 RTB BOR の経営役員会の議長は政府から任命されている。2004 年 10 月から本格的な再建計画の実施にはいつている。現在、RTB BOR の生産鉱山は、BOR (坑内掘り)、Krivelj (露天掘り)、Majdanpek (露天掘り) であるが、図 4 - 1 に RTB BOR の各鉱山と比較して、世界の代表的な大型斑岩銅鉱山との埋蔵鉱量と平均品位を示す (前頁参照)。RTB BOR 傘下の Krivelj (露天掘り)、Majdanpek (露天掘り) 銅鉱山はチリ CODELCO などの 100 億トンクラスの超大型斑岩銅鉱山には及ばないが、世界の銅 Porphyry 鉱山の中位には位置していることが分かる。

図 4 - 2 に BOR 銅鉱山、Krivelj 銅鉱山、選鉱場、製錬所、廃滓堆積場の位置図を示す。

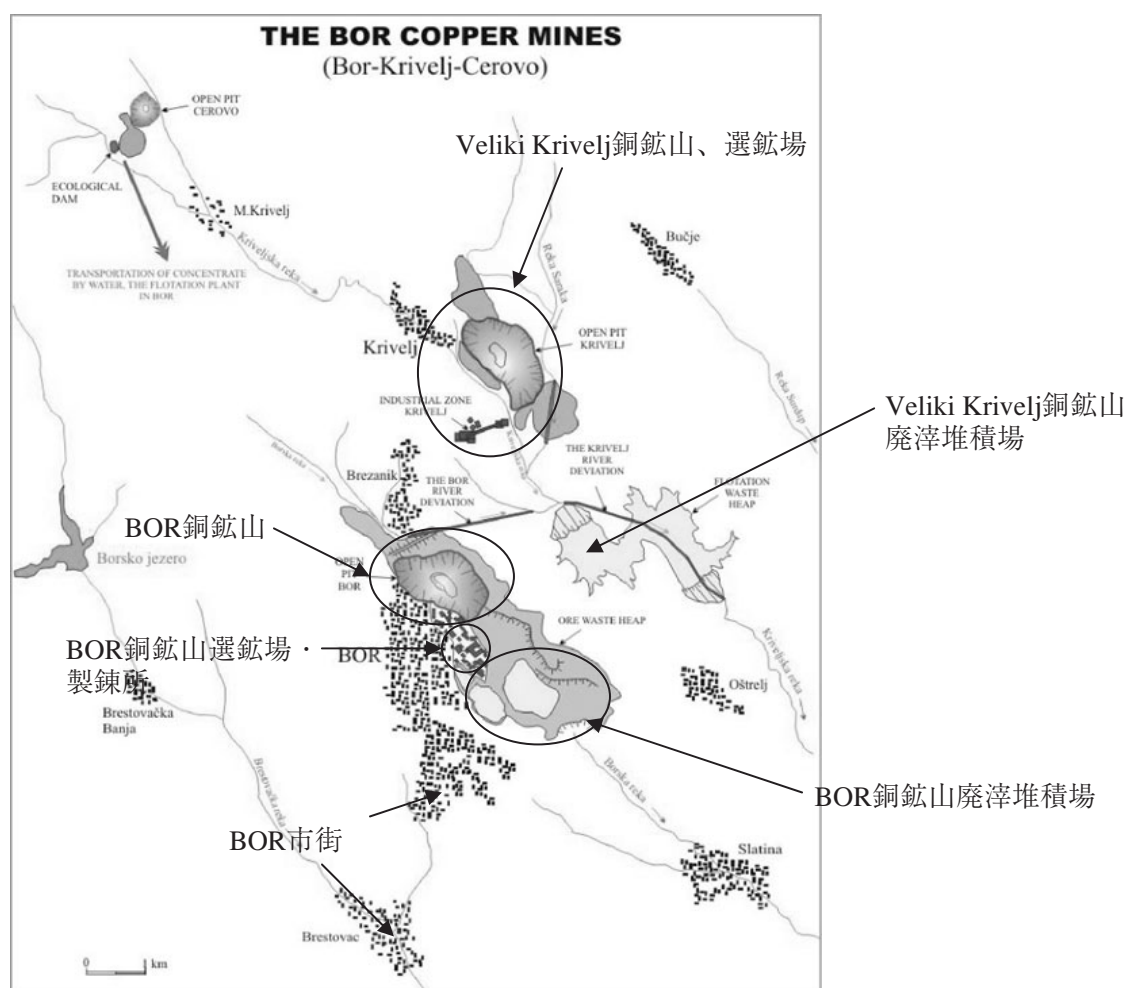


図 4 - 2

Krivelj 銅鉱山は 2003 年末時点での埋蔵鉱量 5.4 億トン、平均銅品位 0.33%、可採鉱量 (Mineable (Proofed)) 1 億トン、平均銅品位 0.34% の露天掘り銅鉱山である。フル生産量は 8.6 百万トン/年で、現在は約 3 百万トン/年の生産量に留まる。銅研究所での地質、採鉱の技術開発、計画策定などをみると、RTB BOR の技術者の能力は高いと思われるが、主に経済的な要因

で、1990年以降探鉱がほとんど進んでいない。受領した資料がセルビア語であるので聞き取りでしか調査できなかったが、探鉱機械類の数も少なく、生産の障害になっていると想像される。露天掘りのピットが急傾斜になっており、危険な箇所も見られた。

一方BOR銅鉱山は現在の可採鉱量 (Mineable (Proofed)) は23百万トンであるが、BOR鉱体の西側に広がるBorska river鉱体 (5.9億トン、0.62%) を加えた2003年末時点での埋蔵鉱量6.2億トン、平均銅品位0.63%である。BOR銅鉱山の将来的な生産計画及びBorska river鉱体の開発計画の検討 (2004年からのRTB BORの5か年計画には、Borska river鉱体の開発は含まれていない) が必要であろう。

選鉱場の磨鉱はロッドミル-ボールミルの2段磨鉱で3回路ある。磨鉱産物は浮選工程へと送られ、浮選中間産物の再磨鉱が行われており、伝統的な選鉱フローである。建設した後、機器の計画的な更新が行われていない、市場経済に以降後の市場の変更、1990年代の経済制裁などが原因で、多くの機器が動いておらず、フル生産能力から下回る生産しかできていない。ただ、プラントでは、限られた資源を利用し、古い機器を修理、交換してうまく使用していることは評価できる。工程の自動化、遠隔監視も行われているが、古い中央監視室からの集中制御であり、現在主流である分散型コンピューター制御、遠隔監視機器は設置されていない。また、自生ミル、大型浮選機など省エネルギー機器の導入も必要であろう。

BOR地域の2鉱山の原鉱を処理する選鉱場廃滓堆積場は2か所ある。

	堆積量	残存金属
① Krivej 露天掘り銅鉱山東	160 Million トン	Cu;0.08%
② BOR 銅鉱山選鉱場、製錬場に隣接	33 Million トン	Cu;0.24% Cu量;約80千トン Au;0.2g/t

上記②の堆積場は、古い時代のもので、BOR銅鉱山の旧露天掘りと現在の坑内掘りの廃滓が中心に堆積しており、聞き取り調査では、その構成鉱物は含有量順に以下である。

#### 酸化鉱

銅蘭 (Covellite, CuS, Cu含有量;66.4%)

輝銅鉱 (Chalcocite, Cu<sub>2</sub>S, Cu含有量;79.83%)

斑銅鉱 (Cu<sub>3</sub>FeS<sub>4</sub>, Cu含有量;55~69%)

黄銅鉱 (CuFeS<sub>2</sub>, Cu含有量;34.8%)

上記の内、銅蘭、輝銅鉱2つの銅鉱物は2次銅鉱物であり、いわゆるleachable sulfideと呼ばれ、バクテリアの活動の助けを受け、硫酸にも比較的に可溶、SX-EW (Solvent Extraction Electro Winning) の適用の可能性がある。BOR銅鉱山の場合、モリブデン、金などの含有量が低いこともSX-EWに適していると判断される。鉱山側では、ヒープリーチングの本格的なF/Sを実施したい意向だが、SX-EWのapplication経験、ノウハウが無い。また、地下水汚染への

配慮などが必要である。銅金属はそれほど多くないが、②は選鉱場、製錬場に隣接しており、電気などユーティリティや電解設備などのインフラが整っているため、十分に期待できる。また、選鉱場、製錬場の隣接する廃石ダンプは、旧露天掘りの廃石が1.6億トン存在しており、廃石中には、酸化亜鉛が存在していることが想像され、過去のカットオフ品位が現在より高かった点を考慮すると、この廃石ダンプへのダンプリーチング又はヒープリーチングの適用可能性も鉱山側では調査中（廃石のボーリング調査など）である。SX-EW プロセスでは、銅金属量の2～6倍の硫酸を消費することから、SX-EW プラントの実現は、硫酸の自家消費の観点からも意義のあることと判断される。

#### 4-1-2 Majdanpek 鉱山・選鉱場

##### (1) 概要

RTB BOR 傘下企業の一つで、露天掘り鉱山および選鉱場を持つ。精鉱は、BOR 銅製錬場まで鉄道輸送を行っている。現在の人員は、採鉱 650 人、選鉱 300 人、その他 450 人の 1,300 人である。

Majdanpek 市は現在の人口約 1 万人で、BOR 市の北北東に位置し、ドナウ川（ルーマニア国境）まで 20km も無い。BOR 市から陸路約 1.5 時間。Majdanpek 市は鉱山の企業城下町であり、上水給水、暖房などを鉱山が提供しており、また体育館などの市民の福利厚生施設も鉱山の費用で建設されている。

銅山の歴史は古く 6,000 年前から掘られていた記録があるが、企業としては 1961 年に操業を開始した。処理鉱量 3.3 百万トン/年の規模でスタートし、1980 年代の最盛期には 13 百万トン/年鉱石処理（銅量；65 千トン/年）を行っていたが、現在は 1.2 百万トン/年の処理に留まっている。鉱山幹部からの聞き取りによると、この理由は以下である。

- ・資金不足による探査不足、露天掘り鉱山の剥土遅れ
- ・設備更新が出来ない、また更新遅れなどで設備の老朽化
- ・過去の負債（新たな資金調達が難しい）

負債は合計約 1.0 億 US\$ あり、その内訳は海外からの長期負債（ロンドン、パリクラブ関連負債<sup>1</sup>）が 7,000 万 US\$、政府への負債（電気代、従業員賃金などの運転資金）とその他短期債務が残りである。ロンドン、パリクラブ関連の長期負債については、半分程度が免除される見込みであるとの事である。

<sup>1</sup> ロンドンクラブ；民間債権（公的機関の保障が付いていない）の公的債務のリスケジュール機関  
パリクラブ；公的債権かつ公的債務（日本の場合 J-BIC）のリスケジュール機関

## (2) 露天掘り

北鉱と南鉱がある。1961年の開山以来13億トン以上の表土、ずり+鉱石の採掘を行い、10億トンの廃石、3.6億トンの鉱石を採掘した。

	埋蔵鉱量	平均銅品位	
南鉱；	4.2億トン	0.3%	Au;0.28g/t,Ag;1.5g/t
北鉱；	2.2～2.3億トン	0.34%	Au;0.2g/t,Ag;1.5g/t

(現在のピット底が65mで、-100mまでの埋蔵鉱量)

南鉱に比べ剥土量が多い。

聞き取りによれば、銅鉱物は、黄銅鉱が主体で、斑銅鉱が少し。その他の鉱物は、黄鉄鉱が多く、少量の方鉛鉱、閃亜鉛鉱、褐鉄鉱(リモナイト)などが存在する場合もある。なお、金、銀は黄銅鉱、黄鉄鉱、脈石の石英のほか、褐鉄鉱にも含まれる場合があり、褐鉄鉱は北鉱に多く、金、銀の比較的高い場所もある。モリブデンは南鉱の北辺に存在しており、含有量は10～120g/t(平均40～50g/t)。

銅カットオフ品位は1968年までは0.5%、1968～1972年が0.3%、1972年以降0.2%としている。低品位鉱は廃石などとダンプしているが、後年、脈石の石灰岩などをダンプしこれらと混じった場所もある。現在北鉱、南鉱とも設備の老朽化による剥土の遅れが原因で(一部深部開発のために上部構造物の移設が必要なピットもある)、ピット底での採掘は難しい状況にあり、また、ポンプの修理も資金不足から行えず、ピットには大量の水が溜まっている状態である。一つの理由が排水ポンプの部品が入手できないとのことである。なお、従来、排水は周辺の川へ放流していた。現在は処理鉱量が少ないので、コストが高くなっているが、昔の処理実績からして、採掘コストは1US\$/トン程度であろうとのことである。



図4-3 Majdanpek 鉱山

主要採掘設備を以下に示す。

穿孔機：BE 40L (320mm φ) 3台      BE 45L (299mm φ) 1台



積込機： Marion 182 (7.6CM) 2台	Marion 191 (11.5 CM) 1台
Marion 191 (15.23CM) 2台	BE 395B (15CM) 1台
運搬機： Dressor 63 (190T) 4台	Unitrig MT3600D 1台
170Tトラック 1台	
その他： ブルドーザー CAT D10 M	トラクター CAT224

採掘設備に関しては積込機の台数に比較して運搬機の台数が極めて少ないことに気付く。これは、かつての運搬方式がハイアングルコンベアによるピット内からの鉱石持ち上げ、およびピット最上部にクラッシャーを設置し選鉱場、ウエストダンプへはコンベア輸送によっていたためである。その効率的な運搬システムは現在破損し残骸すらないものもある。また、採掘機械の中でトラックはその耐用年数の比較的短い機械であることから資金難による減数を余儀なくされたものと推測する。いずれの機械にせよ老朽化は見てとれたが、運搬ネック解消がさしあたっての課題であろう。

### (3) 選 鉱

1958年～1961年にかけて3.5百万トン/年処理能力の選鉱場を建設、その後1968～1970年に7百万トン/年に拡張、1971年に13百万トン/年の最大処理選鉱場が完成した。当時は欧州で一番大きな選鉱場であった。現在の処理は露天掘りの所でも触れた様に1.2百万トン/年である。また、1990年ごろに6百万トン/年の新工場の建設を開始したが、完成していない。

摩鉱回路は、ロッドミル+ボールミルの2段摩鉱。摩鉱粒度は-200メッシュ(74 $\mu$ )60%とあまり細くない。機器は共食い状態で使用されており、また、劣化も著しく、現在の状態では、4.5百万トン/年の処理が最大であろうとのことである。

廃滓品位は0.1%。銅精鉱銅品位は22～24%、かつては銅精鉱生産量300千トン/年、金生産量2.5～3トン/年。銅採取率88%、金採取率60%。フル生産時代の選鉱コストは3.5US\$/トン程度との事だが、現在(2004年1月～10月実績)は、軽負荷運転で効率が悪く試薬と原単位物品だけでコストは2.58US\$/トンとなっている。

#### 鉱石の粒度など

摩鉱硬さ (Working Index)  $W_i = 17\text{kWh/st}$

破碎粒度 P80=18.5mm

摩鉱粒度 P80=125  $\mu$

再摩鉱粒度 P80=65  $\mu$  (粗選フロス)

表 4 - 1 主要機器リスト

部 門	名 称	製 造 者	仕 様	数	設 置 年
摩 鋳 No8,9 Section	ロッドミル	Allis-Chalmers	10.5feetφ × 14feetL	1	1971
	ロッドミル	Allis-Chalmers	13feetφ × 18feetL	1	1971
	湿式サイクロン	FOD Bor SCG	D=750mm	4	1971
浮 選 No8,9 Section	粗選	Agitair	120#	2 × 16	1971
	第 1 段クリーナー	Agitair	60#	3 × 14	1971
	第 2 段クリーナー	Agitair	60#	3 × 8	1971
	第 3 段クリーナー	Agitair	60#	3 × 4	1971
	再摩鋳ミル	Allis-Chalmers	9feetφ × 11feetL	1	1971
	シックナー	Dorr-Oliver	20feetφ	2	1961
精鋳処理	ディスクフィルター	Dorr-Oliver	10feet6inchφ ,4discs	2	1972
	ディスクフィルター	Dorr-Oliver	10feet6inchφ ,8discs	1	1972
	シックナー	Dorr-Oliver	28mφ	1	1961
廃滓処理	廃滓流送ポンプ	Denver	Cetrifugal, 18" × 16"	2	1986
	廃滓流送ポンプ	Denver	Cetrifugal, 14" × 12"	5	1980
	湿式サイクロン	FOD Bor SCG	D=350 mm	12	1980

表 4 - 2 水量バランス

使用箇所	水量 (m <sup>3</sup> /h)
選鋳用水	750
ポンプシール水及び減速機冷却水	65
冷却水類	65
その他	65
合計	945

表 4 - 3 操業成績 (2004.1 ~ 10)

パラメーター		計 画 値	実 績 値
原 鋳	処理鋳量 (湿鋳 t)	780,000	795,000
	銅品位 (%)	0.329	0.333
	金 (g/t)	0.295	0.437
	銀 (g/t)	1.44	2.33
精 鋳	精鋳量	17,812	19,505
	銅品位 (%)	10.91	10.68
	金 (g/t)	5.95	6.57
	銀 (g/t)	35.20	53.48
採収率 (%)	銅	75.66	78.74
	金	47.75	38.28
	銀	57.84	58.45
操業時間 (hrs)		17,640	12,700

表 4 - 4 原単位物品使用量 (2004.1 ~ 10) (Source; Majdanpek 銅山)

			使用量 (g/t)	単価 (\$/kg)	単位コスト (\$/t)
選 鉱 試 薬	捕収剤	ソジウムイソプロピルザンセート (NaIX)	10	1.6	0.016
	捕収剤	ポタシウムアミルザンセート (KAX)	4	2.0	0.008
	捕収剤	ベンゼンチアゾール基	16	2.0	0.032
	起泡剤	D250	4	3.0	0.012
	起泡剤	Cytec A76	7	1.5	0.011
	pH 調節剤	CaOH <sub>2</sub>	3,750	0.06	0.225
	凝集剤・抑制剤	使用せず	—	—	—
	計				0.304
物 品	ロッド		665	0.62	0.412
	ボール		935	0.615	0.575
	再摩鉱ミルボール		30	0.615	0.018
	ロッドライナー (鉄)		40	3.5	0.140
	ボールミルライナー (ゴム)		10	9.5	0.095
	潤滑油		13	5.0	0.065
	電気		35kWh/	0.030	1.050
	計		t		2.355

#### (4) 堆積場

廃滓堆積場は 2 か所ある (操業用と非常用)。選鉱場から廃滓はポンプによるスラリー流送され、堆積場で開渠により、放流点まで導かれ、分級後に、細粒部はポンドへ放流される。廃滓堆積場は浮選粒度が - 200 メッシュ 60% であり、廃滓からサンドが取れるので、堆積場は分離堆積で嵩上げしている。操業開始以来使用している堆積場の現在の堆積量は 3 億トン、面積は 300ha、深さは 200m、築堤の長さは 2km。ポンド水は約 10 百万 m<sup>3</sup> で選鉱場へリサイクルしているので、放流は無いとの説明であった。

堆積された廃滓には、平均金品位 0.6g/t と比較的金が残存しているので、鉱山側では残存金の回収を検討したいとのことであった。旧廃滓からの金の再回収プラントはルーマニア (ルーマニア北部バイアマーレの AUREL 社 TRANSGOLD 金回収プラント) でも実績がある。本プラントは、旧金銀廃滓 (Tailing) ダムの Tailing をスラリー輸送し、プラントにおいて CIP 法 (Carbon in Pulp) で残存金、銀を回収する。回収対象は 3 か所あり、中央廃滓ダム (約 1 千万トン、金品位 ; 0.48g/t)、Sarar ダム (約 4 百万トン、金品位 ; 0.60g/t)、焼鉱 (約 33 万トン、金品位 ; 2.86g/t) であり、検討の価値があるかもしれない。

#### (5) 南鉱 1 億トン開発計画 (Juzni Revir & Coca Marin)

Majdanpek 銅山の調査 “Study of Profitable Exploitation in Majdanpek Copper Mine, March 2004” によれば、開発の内容は以下である。

表 4 - 5 南鉱 1 億トン開発計画生産量の概要

	項目	単位	
プロジェクト期間		年	23
Juzni Revir 鉱床	鉱石量	t	98,832,000
	廃滓+廃石量	t	211,754,000
	採掘量	t	310,586,000
	銅品位	%	0.432
	金品位	g/t	0.281
	銀品位	g/t	1.5
	鉱石量 (年間)	t/y	4,492,364
	精鉱量 (年間)	t/y	75,137
	銅金属量 (年間)	t/y	17,357
	人員		750
	採鉱		345
	選鉱		165
	修繕		128
管理など		113	
Coca Marin 鉱床	鉱石量	t	60,000
	銅品位	%	4
	金品位	g/t	10
	銀品位	g/t	100

表 4-6 南鉱 1 億トン開発計画経済分析の概要

		単位	経済分析データ		
			シナリオ A	シナリオ B	シナリオ C
プロジェクト期間		年	23	23	23
投資	投資期間	年	10	10	10
	新投資金額	百万 US\$	59	32	32
	輸入		37	9	9
	国内		23	23	23
財務	総収入	百万 US\$	637	637	637
	総費用	百万 US\$	494	529	503
	粗利益	百万 US\$	144	109	134
	純利益	百万 US\$	121	87	111
	IRR	%	14.8	3.2	8.9
F/S 条件	採収率				
	銅	%	95	95	95
	金	%	90	90	90
	銀	%	85	85	85
	コスト				
	精鉱単位当り	US\$/t	842	933	865
	電気銅単位当り	US\$/t	1,311	1,407	1,334
	金属価格				
	銅	US\$/t	1,700	1,700	1,700
	金	US\$/kg	11,000	11,000	11,000
	銀	US\$/kg	160	160	160
ユーティリティ					
電気	US\$/kWh	0.04	0.04	0.04	
人件費	US\$/man-month	268	268	268	

シナリオ A：新機材は購入。機材のリース及び現債務返済は無し。

シナリオ B：新機材は購入又はリース。現債務（約 1 億 US\$）の返済をリスケプログラムに従い実施。

シナリオ C：新機材は購入又はリース。現債務（約 1 億 US\$）内の約 48 百万 US\$ の返済をリスケプログラムに従い実施。

#### 4-1-3 BOR 銅製錬所

基本部分は、1961 年に建設され、1971 年に反射炉+転炉の第 2 ラインが作られ、順次拡張された。1976 年には、酸素吹き込み設備の強化が実施され、精鉱（乾鉱ベース）608 千トン/年の処理能力となった。乾式製錬+電解精製設備を持つ一貫した銅製錬所であり、電気銅（99.98%、Grade A）の製造を行っているが、以下に記載するごとく、特に乾式製錬、硫酸製造プロセスな

どは、時代遅れのプロセスで設備の劣化も著しい。電気銅はロンドン金属市場（LME）へ登録している。現在の基本的なプロセスは以下である。近年は300千トン/年程度の精鉱を処理している。

#### 乾式製錬

流動ばい焼炉+反射炉；2ライン、反射炉スラグは旧露天掘りに廃棄、堆積

PS 転炉；4基、スラグは反射炉へ戻す、粗銅（Blister）の銅品位は、98.5%

陽極（アノード）炉；3基、残存亜鉛、鉄、酸素の除去及び粗銅の表面平滑化が目的、なお、陽極炉スラグは転炉へ戻している。

陽極（アノード）鑄造設備；2基、陽極銅の銅品位は99.8%

#### 電解精製

電解槽；1,454槽

オートクランプ製カソード剥ぎ取り機

電気銅の銅品位は99.99%

排ガス処理（硫酸製造設備）；3ライン、いずれも Single Contact

K1；412トン/d、1968年建設（ストップ）

K2；435トン/d、1971年建設（運転中）

K3；1,000トン/d、1983年建設（ストップ）

#### 副産物生産

金電解精製；6トン/年

銀電解精製；50トン/年

セレン、プラチナ、パラジウムなど

問題点としては、以下が挙げられる。

#### ●乾式製錬設備の近代化

乾式製錬設備の基本的な部分は建設から30～40年経過しており、老朽化、劣化が目立ちかつプロセス（反射炉）も古いものが多く、Flush 炉プロセスへの転換を製錬所側では計画している。概要は以下である。

- ・流動ばい焼炉+反射炉2ラインを自熔炉1ラインに変更
- ・酸素吹き込み設備の追加
- ・陽極炉、陽極鑄造設備（排ガス設備も含む）の近代化
- ・デジタル計装、分散型プロセスコンピューター設備の導入 など

#### ●硫酸製造設備の近代化

流動ばい焼炉排ガスは、SO<sub>2</sub>濃度が7%と、転炉排ガスはSO<sub>2</sub>濃度が4%で硫酸製造設備へ供給できるが、反射炉排ガスは、SO<sub>2</sub>濃度1%で、硫酸製造が不可能な低濃度であり、煙突か

ら大気へ放出している。その量は全体のSの約50%に上る。3ラインある硫酸製造設備は老朽化でK1はストップ、K3は処理量が少ないために、排ガスは量が足りず、1999年1月以来運転していない。(1999年1月のNATOによる空爆で、RTB BORの変電設備がダメージを受け、ストップ。なお現在、変電設備は新設備が作られた。)現在はK2のみを運転している。また、全体的に漏ガスも多い。SO<sub>2</sub>濃度を高くし、Double Contact プロセスの硫酸製造方式に変更するためにも、Flush 炉プロセスへの転換を計画している。

- ・ 転炉排ガス流送、冷却、除塵設備 (転炉排ガス中 SO<sub>2</sub> 濃度上昇のため)
- ・ 既存 K3 硫酸製造設備の改善 (ダブル接触方式へ変更、第2 フェーズでは既存 3 基の硫酸製造設備を更新し、硫酸製造設備を新設)
- ・ 硫酸排水処理設備

#### 4-1-4 環境・鉱害

セルビア・モンテネグロでは、地方自治に関する法規類の整備の過程にあるといえる。環境における地方分権化の流れの中、セルビアでは10以上の都市で、地域環境アクションプラン (Local Environmental Action Plan, LEAP) の策定が行われている。ボル市は、UNEP と GRID-Arendal<sup>2</sup> の支援により、セルビアで初めての LEAP を作成し、2003年4月にはドラフト版を出版した。LEAP の作成には、ローカル NGO、ボル市、大学、RTB BOR も参加したと聞いている。

今回その全20ページ程の要約を入手したが、大気、水質、土壌、廃棄物、食品品質、健康、自然資源及び生物多様性、環境意識向上について BOR 地域の現状、改善の目標、アクションプランが記載されている。この内、鉱業活動に伴う公害に関係の深い大気、水質、土壌について表4-6に纏める。

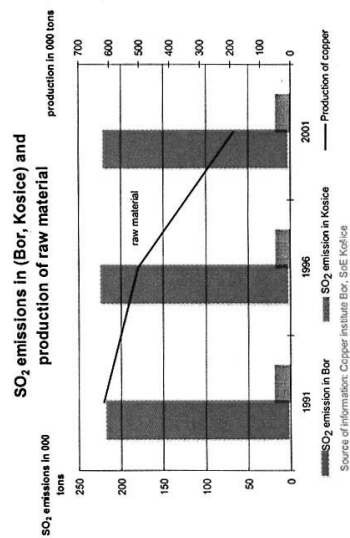
なお、BOR 市はほとんどが山岳地域をカバーし、総面積は856km<sup>2</sup>で、1990年 BOR 鉱山の生産が全盛の時は、BOR 全地域人口は約6万人、BOR 市の人口は約4万人であった。内1万4千人が RTB BOR の従業員であり、家族も含むと BOR の住民の大半が RTB BOR に何らかの関連があった。現在もそれは変わっておらず、BOR 鉱山の企業城下町である。

ほんの1世紀前は小さな貧しい村であったが、RTB BOR の操業開始、拡大に伴い、村も大きくなり、今は町となった。現在の BOR は鉱山城下町の印象からすると、大きく明るい感じがする。旧の町並みは BOR 鉱山、選鉱場、製錬場に隣接して作られてきたが、新しい住宅地域はこれら鉱山施設から少し離れた南の丘陵地域にも拡大している。商店などを含む旧の町並みは鉱山に隣接しているので、製錬所からの排煙などの影響を大きく受けていることが実感される。

<sup>2</sup> GRID; Global Resources Information Database (地球資源データベース) は UNEP が設立した世界的なデータベースで、現在世界各地16か所を拠点に環境に関する様々なデータの提供を行っている。Arendal はノルウェー南岸の町。日本では GRID-Tsukuba が活動を行っている。

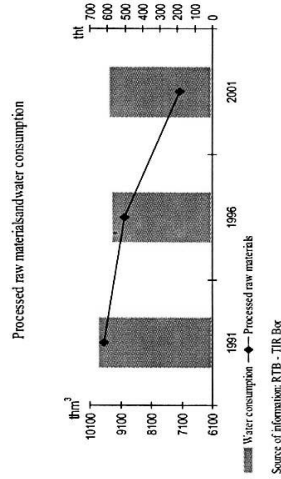
表 4-7 Bor 市の環境アクションプラン (Local Environmental Action Plan) の概要

分野	現 状	目 標	アクション
<p>大気</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bor 銅製錬所は、銅精鉱の処理量拡大に伴い排煙中の有害物質の排出量が多くなり、SO<sub>2</sub> (200 千トン/年)、As (300 トン/年)、水銀を含む重金属 (Hg;150kg/年) を排出している。</li> <li>● その原因は、生産量の減少により、硫酸製造設備が使えないこと、製錬プロセス、硫酸製造が時代遅れであること、設備の劣化、公害防止に関する意識が低いことなどが挙げられている。</li> <li>● 大気モニタリングは SO<sub>2</sub> だけに限定されているし、機器は破損したりしており、一部しか稼動していない。</li> <li>● Bor 市中心部で SO<sub>2</sub> 濃度が WHO の基準を超える日数は、100 日を越えている。</li> <li>● その結果、Bor 市の子供達の間では、喘息に苦しむ子供が多く、統計によれば子供達は平均 5 ～ 6 回 / 年喘息で病院に通っている。</li> </ul>	<p>SO<sub>2</sub> と As 排出量を 2 段階で削減</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 第 1 段階 ; 50 % (2006)</li> <li>● 第 2 段階 ; 90 % (2010)</li> </ul>	<p>第 1 段階</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> のマーケットを探す</li> <li>● H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 製造プラント、パイプラインの改善</li> <li>● 環境管理システム、ISO14000 などの導入</li> </ul> <p>第 2 段階</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 製錬 - 化学プロセスに BAT (Best Available Technology) の適用</li> </ul>



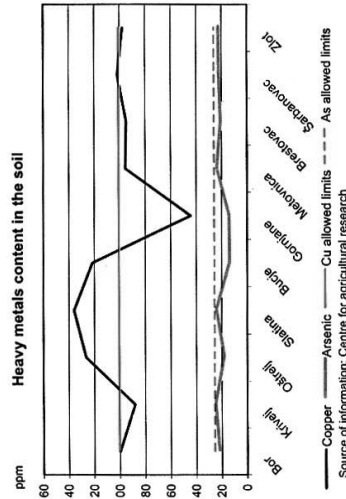


<p>水質</p>	<p>1) 水供給</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● BOR 市では、水供給は地下水、カルストからの湧水に依存しているほか、RTB BOR では一部 BOR 湖から給水している。全体の水の80%が工業用で、20%が上水。</li> <li>● 地下湧水の過剰汲み上げは、河川及び生態系への影響が懸念され、工業 (RTB BOR) の節水が重要。</li> <li>● 市では、特に乾季など上水供給量は十分ではなく、また Rural 地域では給水率が低い。</li> <li>● 工業用水、上水配管は老朽化している。また銅山での発破、酸性排水が原因で亀裂が入り、漏水、汚染水のしみ込みなどの問題がある。</li> <li>● 10km 以上の市の給水パイプがアスベストコンクリートパイプ製である。</li> </ul>	<p>● 使用のロス及び使用量の削減 (2006)</p> <p>工業; 40%</p> <p>家庭; 20%</p> <p>● 持続ある発展のための十分な水量の確保 (2010)</p>	<p>● 古く劣化したパイプの修復 (2006)</p> <p>● 市全域に水供給可能な貯水池の建設 (2006)</p> <p>● アスベストコンクリートパイプの取替え (2005)</p> <p>● ダム及び人口湖 (Bogovina 湖) の建設 (2015)</p> <p>● EU ガイドラインに沿って河床管理システムを導入する (2007)</p> <p>● 工場水の合理的使用の教育 (2008)</p> <p>● 住民への適正水使用教育の実施</p>
-----------	--	--	---



	<p>2) 排水処理</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 銅鉱山、廃滓堆積場などから年間22百万m<sup>3</sup>の排水が、Krivelj、Brestovac、Ravna川に排出されている。露天掘りの廃石ダンプや廃止鉱山などからの排水は、表流水、地下水を汚染している。</li> <li>● 過去に廃滓堆積場からの廃滓が流出し、2万ヘクタールの農地に堆積し使えなくなった。</li> <li>● 現在、Veliki-Krivelj 廃滓堆積場の集水管が破損している箇所があり、修理の必要がある。</li> <li>● 川堤に堆積した選鉱廃滓からの浸出液が地下水を汚染している。</li> <li>● 結果として、BOR 鉱山の排水はセルビア、ブルガリアの河川流域のコミュニティを危険にさらすだけでなく、ドナウ川の汚染へと繋がる危険性がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鉱業、製錬、家庭排水汚染から表流水を守る (2008)</li> <li>● 生物処理法により汚染された河川の浄化 (2012)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 鉱業排水浄化のための湿式製錬技術の導入 (2008)</li> <li>● 工業及び市の排水処理システムの建設 (2008)</li> <li>● 廃滓ダムの破損した集水管の取替え (2006)</li> <li>● 汚染した水路の浄化 (2012)</li> <li>● 廃滓で覆われた川の周辺土壌の修復 (2010)</li> <li>● 鉱山、製錬所、民間企業のモニタリングシステム及び環境管理システムの導入</li> <li>● 古い下水システムの修理、再建 (2006)</li> <li>● 住民への水質保全教育</li> </ul>
<p>土壌</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 露天掘り鉱山の廃石ダンプ、選鉱廃滓の堆積により、BOR 及び周辺地域の、広い面積の肥沃な農地が汚染されている。BOR 市では、影響のある土壌は約25ヘクタールと見積もられている。</li> <li>● また、製錬所から排出される高濃度のSO<sub>2</sub>ガスは製錬所近くの農</li> </ul>	<p>農業地土壌汚染の修復 (2010)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 汚染された土壌のインベントリー作成 (2005)</li> <li>● 農地の将来利用計画の採択 (2006)</li> </ul>

	<p>地の侵食、酸性度の上昇、作物への多大の影響をもたらしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 土壌の酸性化はまた、含有する重金属汚染を示すものである。セルビアの土壌基準は銅が100mg/kg、砒素が25mg/kgであるが、これらの基準を超過している箇所がある。</li> <li>● 土壌中の有害物質をモニタリングするシステム及びモニタリング結果から農地の利用計画は存在しない。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 土壌質モニタリングの導入 (2006)</li> <li>● 現在の条件で育成可能な植物の選定 (2006)</li> <li>● 農民への土壌改良などの技術教育 (2006)</li> <li>● 農業地の土壌汚染修復プロジェクトの実施 (2010)</li> </ul>
--	--	--	--



(2007) 数字は達成目標時期

(出典；“Local Environmental Action Plan, Draft Summary April 2003, Municipality of Bor”)

(1) RTB BOR の鉱害\*

a. 鉱山酸性排水

(a) Krivelj 川

Krivelj 川の水系には、2003 年 1 月以来一時的に休山している Cerovo 露天掘り鉱山と Veliki Krivelj 露天掘り鉱山がある。Cerovo 露天掘り鉱山が稼動している時は、鉱山からの酸性排水は機能し、すべての排水は集められて“environmental storage basin”に貯水され、選鉱用水として利用されていた。しかし、鉱山の稼動休止以降、13.3km もの距離を旧廃滓パイプで BOR 鉱山の選鉱場まで流送されている。この排水は、pH が 3 ～ 4 の酸性排水であり、パイプの腐食の問題があり、“environmental storage basin”での排水の中和を検討している。Krivelj 川の下流には稼動中の Veliki Krivelj 露天掘り鉱山がある。Veliki Krivelj オープンピット底に溜まる排水は、沈降池で沈砂し、Krivelj 川に放流されている。この排水を 100 ～ 200m 下流にある Veliki Krivelj 選鉱場用水取水池まで導き放流すれば、排水の閉回路が実現し、Krivelj 川の水質改善に寄与するが、ポンプとパイプラインの設備不足により実現していない。



図 4 - 4 Delta of BOR and Krivelj river

一方、BOR 川水系は、BOR 銅山の坑内排水により汚染されている。その量は 180 ～ 430m<sup>3</sup>/h で、この内 120 ～ 150m<sup>3</sup>/h はセメンテーションで沈殿銅を回収し、残りは直接 BOR に放流されている。この排水とセメンテーション後の排水を混ぜて、Veliki

\*出典 ; RTB BOR “Environmental Affairs, October 2004” 及び面談

Krivelj 露天掘り鉱山の廃滓ポンドまで流送し、Veliki Krivelj 選鉱場の用水の一部として利用できる可能性がある。

Veliki Krivelj 露天掘り鉱山の下流には、同鉱山の廃滓堆積場がある。新・旧2つの廃滓堆積場は総面積は334haと広大である。問題はこれら廃滓堆積場からKrivelj川水系への漏れである。特に“3A”ダムの底面からの漏れで、漏出量は季節変動があり、70～180m<sup>3</sup>/hと報告されている。

(b) 選鉱場廃滓堆積場

Veliki Krivelj 露天掘り鉱山の廃滓堆積場はKrivelj川の谷を利用し、ダム1(旧ダム)とダム2(新ダム)の2つが作られ、ダム1の上流部にダム3が拡張されている。廃滓堆積場ダム1左岸には、Krivelj川の排水路が建設されている。その下流で排水路は暗渠となり、廃滓堆積場ダム2内部をトンネルで流れている。このダム2内部のトンネルはところどころ亀裂が入っており、RTB BORで修復を行っているが、本格的な修復が必要である。



図4-5 Veliki Krivelj 露天掘り鉱山廃滓堆積場



図4-6 廃滓堆積場ダム2内部の排水トンネル

(c) 露天掘りピット、廃石ダンプの覆土など

数百年の銅採掘の鉱業活動に伴い、BORでは、露天掘りピット、ずり、廃石ダンプやこれらの影響で1,400haの土地が荒廃している。この中で、閉山したBORの露天掘りは、Veliki Krivelj 露天掘り鉱山のずりなどで充填が行われつつある。BOR市街は

BOR 鉱山などの鉱業活動地域に近く位置しており、上記荒廃した土地から舞い上がる砂塵や、露天掘り発破時のダストは BOR の工場労働者や付近住民に与える影響が大きい。

ずり山などの土壌は、茶色にてい色し、酸度が高く、硫酸によりダメージを受け、栄養度が低く、耕作には適さない。1979～1986年の間に BOR 及び Cerovo 鉱山跡に植林を行ってきた。全体の面積は 400ha に及ぶ。また、Majdanpek 鉱山でも 10ha の面積の土地に約 2 万本の植林が行われた。

年	植林本数
1979～1986	593,000
1992	13,960
1993	115,000
1994	300,000
1995	500,000
1996	341,000
1997	120,000
1998	110,000



図 4-7 BOR 鉱山のずりダンプ

#### 4-1-5 その他

##### (1) RTB BOR の 5 か年計画

###### 概要

RTB BOR は 2004 年 3 月作成のその 5 か年生産計画の中で、同グループでの銅生産は以下の理由で意義があり、重要であると記載している。

- 自山鉱が存在する。
- 銅、貴金属の販売には問題が無い。
- 短期的に銅価格は低くなることはあっても、長期的には安定している。
- 生産物の大半が輸出され、外貨獲得に貢献している。
- 銅の一環生産が可能
- ボルの地理的位置を考慮すると、政治的、経済的に重要であり、地域社会・経済に与える影響が大きい。

最低の採算が取れる操業度である陰極銅 3,000t/月の生産に戻すために、早急に投資サイクルの再建が必要である。投資サイクルの再建には、セルビア政府も積極的に参加している。以下に5か年計画の概要をしめすが、詳細は添付資料を参照の事。

表4-8 RTB BOR 全体の5か年精鉱生産計画

Concentrator		生産計画					
		1年	2年	3年	4年	5年	Total
	処理鉱量 (千 t)	6,493	14,029	14,030	14,031	14,031	62,616
	精鉱量 (t)	149,064	291,929	303,957	275,783	284,339	1,305,074
	銅量 (t)	22,455	46,078	49,471	44,905	45,507	208,417

表4-9 RTB BOR の各鉱山の従業員数

	2003年12月31日時点の人数			リストラ後の目標人数		
	採鉱	選鉱	合計	採鉱	選鉱	合計
Veliki Krivelj 鉱山	592	375	967	330	300	630
Bor 鉱山	667	231	898	414	185	599
Majdanpek 鉱山	859	486	1,345	690	460	1,150

表4-10 RTB BOR 全体の5か年収益計画

	収益 (千 US\$)					
	1年	2年	3年	4年	5年	Total
総収入	40,309	78,776	82,473	75,515	76,719	353,792
総費用	49,186	72,330	69,083	67,335	66,804	324,737
経常費用	49,186	69,742	66,862	65,386	65,203	316,379
内償却費	1,794	5,155	5,412	5,581	5,748	23,690
財務費用 (利子)	0	2,588	2,221	1,948	1,601	8,358
総利益	-8,877	6,446	13,390	8,180	9,915	29,055
課税	0	902	1,875	1,145	1,388	5,311
純利益	-8,877	5,544	11,516	7,035	8,527	23,745
累積純利益	-8,877	-3,333	8,182	15,218	23,745	

## 結 論

- RTB BOR の各鉱山の可採鉱量をベースに考えると、向こう5か年間、利潤の上がる鉱山操業が可能であり、その次の有望な探鉱が可能である。
- 平均銅品位は、0.38%
- 向こう5年間、35,136千US\$の投資を行うことにより、銅建値2,000US\$/tの条件で、23,745千US\$の純利益が上がる。
- 余剰人員は、セルビア政府の社会プログラムで解決すべき問題である。
- 1年目は操業度が低いために損失がでるが、政府の補助金が必要である。また、銅の建値が著しく下がった場合も政府の補助金の継続が必要である。
- RTB BOR の負債430千US\$はこの5か年プロジェクト期間では、返済しない。
- RTB BOR の負債問題を解決するためには、地域社会問題、補助金、民営化について、本格的な交渉を開始するべきである。
- 事業を安定化するための投資サイクルが終了した後、RTB BOR の生産を更に増加することは可能であるが、セルビア政府が行った先の戦略的決定無しには、投資サイクルは完遂しない。
- 政府が参加する形で過去の負債をRTB BOR の資本に転換するには、RTB BOR の経営が適切に管理される必要がある。
- RTB BOR の製錬所、加工工場の改善はこの5か年間プロジェクトに含まれていない。製錬の設備は非常に古く、劣化しており、製錬技術は第3世代に属するものである。しかし3百万US\$の投資を行うことにより、製錬所は本計画の産出精鉱を処理することが可能になる。いかなる形であれ、社会プログラムにより、余剰人員は製錬所を去ることになることはわかっている。補助金の一部が製錬所のコストをカバーすることになる。製錬所への投資サイクルをスタートすることが必要であることは確かであるが、今の時点では、製錬所への投資はフィージブルではなく、最初には鉱山部門の問題解決に注力すべきである。
- 土壌、水、大気に及ぶRTB BOR の環境問題は非常に複雑である。この大きな原因は数百年に及ぶRTB BOR の生産活動である。しかし、現在の土壌、水、大気の公害問題は無視できるものではない。現在の操業度で、RTB BOR は過去及びこれから発生する公害問題を解決はできない。この解決のために国際的な機関、ファンドを利用するため、セルビア政府の参加が必要である。この公害を世界に知らしめることのみが、問題をうまく解決できる方法である。
- したがって、RTB BOR の公害問題は複雑かつ多面的であるが、解決できるものである。一部の特定の問題だけでは、RTB BOR 全体の問題解決がうまくいかないことを考慮す



ることが肝要である。先に述べた問題のすべてを同時解決することが必要である。

- RTB BOR の生産安定、加えて経済的な目標の達成は、地域全体と生産プラント全体の安定に寄与すると言える。

#### 4-2 採鉱・選鉱・精錬・環境保全の課題

以上の現状把握を踏まえセルビアの主要鉱山である RTB BOR の課題を整理し、セルビア鉱業の持つ問題点を検討した。なお、ここでまとめた問題点の概要は現地で調査団が作成した“Minutes of Meeting”の中に反映している。

##### ● 探 鉱

主として資金不足から BOR 鉱業活動地域の探鉱が遅れ、各鉱床群の鉱量、品位の評価は十分ではない。例えば、現在の BOR 銅鉱山は可採鉱量が十分ではないが、5 か年計画では、BOR 銅鉱山の西にある Borska river 鉱体は埋蔵鉱量 5.9 億トン、平均品位 0.62% である。この鉱体の評価の方法など明らかでないが、現在の BOR 鉱山・選鉱場などのインフラ利用の観点から、この鉱体の開発計画は 5 か年計画以降の中期的な RTB BOR の発展に重要と想像される。

##### ● 採 鉱

現在、生産はピーク時に比べ、大幅に減少しており、その原因は、機器の計画的な更新が行われていない事、市場経済に以降後の市場の変更、1990 年代の経済制裁などによる資金不足である。そのため、生産のフレキシビリティが不足している。すなわち、露天掘りピットでは、作業重機の数に極端に少なく、作業面が狭く、ピット傾斜が急、ずりなどの除去も遅れている。また、坑内掘りでは、サブレベルの開坑遅れで、採鉱、運搬の準備が遅れている。また、トラックレス法を採用しているが、一部の箇所であり、トラックレス法の効率的な利用が図られていない。掘り場での探鉱が遅れているので、採鉱機器類の配置替えが必要で、効率が悪く、品位管理も良くない様に見受けられる。

##### ● 選 鉱

原鉱量の不足で、現在はその処理能力以下の操業を余儀なくされている。長年の軽負荷操業、機器の更新・メンテナンス遅れのため現在の処理能力は 30～40% 程度に落ちている。また、選鉱のフロー、機器類は当然ながら最新のものではなく、伝統的な考え方、方法で設置された設備が多い。また、工程の自動制御は行われているが、古い集中制御室方式で、最近の分散型制御・遠隔監視、省力設備の導入が必要である。

大量のずり、廃滓が分散して堆積している。排水の処理が十分ではないし、廃滓の堤から排水が染み出している箇所もある様で、その管理は改善の余地が大いにある。昔に堆積したずり、廃滓の中には、現在の鉱石の品位に比較して、十分に高いものもあり、BOR 鉱山選鉱場の近くに堆積している廃滓などは、廃滓からの銅など金属類の再回収の可能性もある。

## ● 製 錬

製錬の基本部分は、1961年に建設され、1971年に反射炉+転炉の第2ラインが作られ、順次拡張された。現在、乾式製錬+電解精製設備を持つ一貫した銅製錬所であり、電気銅（99.98%、Grade A）の製造を行っているが、特に乾式製錬、硫酸製造プロセスなどは、時代遅れのプロセスで設備の劣化も著しい。

### ・ 乾式製錬設備の近代化

乾式製錬設備の基本的な部分は建設から30～40年経過しており、老朽化、劣化が目立ちかつプロセス（反射炉）も古いものが多く、Flush炉プロセスへの転換を製錬所側では計画している。

### ・ 硫酸製造設備の近代化

反射炉排ガスは、SO<sub>2</sub>濃度1%で、硫酸製造が不可能な低濃度であり、煙突から大気へ放出している。その量は全体のSの約50%に上る。3ラインある硫酸製造設備は老朽化で、現在は1ラインのみを運転している。また、全体的に漏ガスも多い。SO<sub>2</sub>濃度を高くし、Double Contact プロセスの硫酸製造方式に変更するためにも、Flush炉プロセスへの転換が必要である。

## ● 環 境

鉱山、選鉱場、製錬所などの排水、廃滓堆積場からの排水（上澄み水）の処理が不適切、または、ほとんど無処理で鉱山下流に放流されている。製錬所でのSO<sub>2</sub>の捕集が悪く、大量のSO<sub>2</sub>が市街地へ流れ出ている（製錬の項を参照の事）。また、製錬所で発生するダスト類の捕集が良くないので、砒素、水銀などを含むダストも製錬所の近郊の市街地へと浮遊している。ずりの堆積場、製錬廃棄物の管理が悪い。

## ● RTB BOR の経営

最大の問題は資金調達不足とリストラの遅れであり、問題点は以下である。

- ・ メンテナンス・設備更新の遅れ
- ・ 新プロジェクトへの投資ができていない
- ・ 負債の返済
- ・ 民営化の促進
- ・ 余剰人員の受け皿（新規事業などの創出による余剰人員の雇用）
- ・ 地域経済の再活性化

## 第5章 今後の協力の方向性

### 5-1 全体

石炭鉱業、非金属鉱業は現在需要が旺盛で再生しつつあるため、対象は輸出のポテンシャルが高い非鉄金属に絞りがちである。非鉄金属のなかでも、現在、セルビア国内で最も輸出能力が高く、かつ、埋蔵量も豊富な鉱物資源は銅であるものの、セルビアにおける大規模、かつ、唯一の一貫銅鉱業企業体の RTB BOR は社会主義体制の崩壊、内戦またそれに対する経済制裁等による市場の縮小、財政難から生産が激減しているという現状は、第4章で詳述したとおりである。

セルビアにおける短期的喫緊の課題は RTB BOR の事業再建であり、同時に鉱業への投資促進をにらんだ国内鉱業法規制の整備、行政手続きの整備等、市場経済に即した鉱業セクターのマスタープランが必要とされている。

RTB BOR は事業再生に向けて独自に「RTB BOR 5 か年計画」を策定しており、これは政府への支援要請書とも言うべき位置づけである。しかし、セルビア政府としては、市場経済の経験の無さ、適用可能な新技術、システムの導入の是非につき判断ができないことから、これら5か年計画の内容についても日本の経験と技術の観点からのレビューを希望している。

RTB BOR 社は規模、生産量ともにセルビア鉱業界全体に大きな影響をもつ複合企業体であることから、その事業再建は単なる一企業体の事業再建という問題にとどまらない。セルビア政府は RTB BOR の民営化移行も視野に入れていることから、その前提となる RTB BOR の事業再建は急を要するものである。また、鉱業セクター全体に対する振興政策を提言するうえでも、RTB BOR 社の置かれている現状を把握、分析することは極めて肝要である。以上のことから、RTB BOR のケーススタディを本格調査の初年度の重点実施項目とし、その知見、教訓を生かしながら鉱業振興政策の支援を行うことが妥当であると判断される。なお、ケーススタディについては環境側面も含む技術的観点からの支援に重点を置くことが想定される。

なお、現在 RTB BOR 社は世界銀行に対して財務分析の専門家派遣を要請しており、世界銀行の支援の動向を注視しつつ調査スコープを検討するよう留意すべきである。

### 5-2 鉱業振興政策

1. 日本の非鉄金属鉱業は古くから積極的に海外における鉱物資源の探鉱・開発を行っており、世界各国の鉱業法規、行政手続に豊富な知見を有している。したがって、日本の法・制度にとどまらず、各国との対比の上で、投資家・生産者の合法的利便性を考慮に入れながら、以下の最新の法・体制に協力することが妥当と考えられる。

(1) 鉱業法規の再編

投資促進の観点から税法までをふくむ投資阻害条項の改正、行政手続の簡素化、迅速化。

(2) 鉱業行政組織の再編・強化

鉱業行政手続の簡素化・迅速化、地質情報を主体とした鉱業情報提供の一元化。鉱業部門に特化した投資促進の体制づくりの検討が考えられる。

2. 鉱業の開発を促進するための、市場経済主義に基づいた国家鉱床評価システムの策定

3. GIS データベースシステムの拡充

(1) 日本のデータベースシステムを基本にしたデータベースシステムの拡充。各省庁で分散管理されている資源地質データのデジタル化と一本化及び、ユーザービリティの検討。

(2) ウェブサイトの活用による鉱業投資の促進。

4. 鉱山経営支援策の策定

(1) 市場経済に即した鉱業経営、操業技術を体得させるため政府が鉱山会社および政府職員に対して行う鉱業人材育成計画の策定。

(2) 事業再建までの鉱山に対する財政支援策の検討（鉱山環境対策財政をふくむ）。

5. 環境保全局の鉱山モニタリングシステムの再建・強化計画の策定

5-3 鉱業技術

1. RTB BOR の再建策のレビュー及び技術的協力

セルビア政府及び RTB BOR が策定している再建策をレビューし、技術的協力を行う。

(1) 鉱山・製錬所の近代化

新技術の導入

操業効率の改善

品質管理の改善

(2) 経済、経営的観点からの提言

最適操業規模、資源の再配置

2. RTB BOR の中期発展計画の策定

RTB BOR の再建を踏まえ、10 年程度のスパンの中期的な発展計画の策定が必要である。

### 3. 技術的協力

#### (1) 地質・探鉱

- ・RTB BOR においては、深部の可採埋蔵量の確定が長期操業計画のキーとなっている。露天掘りにおいては鉱床のバウンダリーの確定が必要である。このために既知データのレビューおよび長期探鉱計画の策定の支援が重要である。
- ・また、全般的にはグローバルな観点から、国際競争力を加味した鉱量計算・鉱床評価システムの確立を支援する。(未開発鉱床の中で中小規模鉱床の合理的探査計画の支援を含む)

#### (2) 採 鉱

- ・RTB BOR の5年計画によれば機械の更新は現有機械の延長線上(1980年代の主力機械)で考えられている。現在の世界の主流を考慮しながら最適の設備構築を支援する。特に、最新の重機運行システム、管理システムを考慮にいたした運搬システムの再構築が重要である。
- ・(今回は調査していないが設備のメンテナンス体制支援にも注目したい)
- ・選鉱工程までを考慮に入れた採鉱部門における品質管理の支援
- ・未開発鉱床の中で中小規模鉱床の合理的開発設計の支援

#### (3) 選 鉱

ずり、廃滓からの銅、金などの再回収方法の検討が考えられる。本文に記載したが、BOR 銅鉱山の廃滓堆積場には、SX-EW の適用が可能と思われる旧廃滓が堆積している。銅研究所の試験をフォローしながら、ベンチスケール試験、試験結果に基づく Pre-F/S などは検討の価値がある。

#### (4) 製 錬

BOR 銅製錬所の製錬所近代化計画をレビューし、新技術をベースにした改善提言が行えると思われる。また、SO<sub>2</sub>、ダスト捕集効率の改善、製錬廃棄物の排出削減、排水処理などに関して、Operational な改善策の提案も意義のあることと思われる。

#### (5) 鉱 害

鉱害に関する調査プロジェクトとしてEUの資金によりINTREATプロジェクトが2004年8月から3年間の期間でBOR銅鉱山を一つのサイトとして実施中である。BOR銅鉱山の場合は、酸性廃水に関する包括的な調査プロジェクトであり、JICAのMPの本調査でこのテーマを取り上げる場合は、conflictが起こらない様、またこのプロジェクトをサポートする様な内容が望ましいと思われる。具体的には、事前調査でINTREATプロジェクトとの調整が必要であろうが、現時点では、酸性鉱排水処理のPre-F/Sが考えられる。

## (6) 中小鉱山

今回の調査では、中小鉱山の調査は出来なかったが、セルビア国内には、鉛・亜鉛、金の中小鉱山が存在している。モデル的な中規模鉱山を対象にして、採鉱、選鉱の操業改善計画の策定が考えられる。鉛・亜鉛の場合は、わが国には伝統的に、複雑硫化鉱中の鉱物の分離回収、遺利回収に関する技術をもっていることから、適用の検討が可能かもしれない。また、金回収では、含金・銀珪酸鉱のまま銅製錬に入れる方法や、鉱量がある程度まとまれば小規模な青化製錬プロセスの適用も考えられる。その場合、シアン化物を含む排水の循環使用、排水処理技術の指導の可能性もある。