

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
予備調査報告書

平成17年12月

(2005年)

JICA LIBRARY



1181961 [2]

独立行政法人 国際協力機構

経済開発部

経済

JR

05-118

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
予備調査報告書

平成17年12月
(2005年)

独立行政法人 国際協力機構
経済開発部



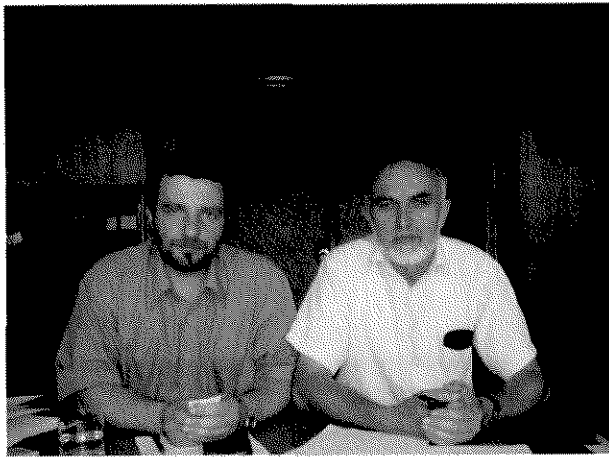
1181961 [2]



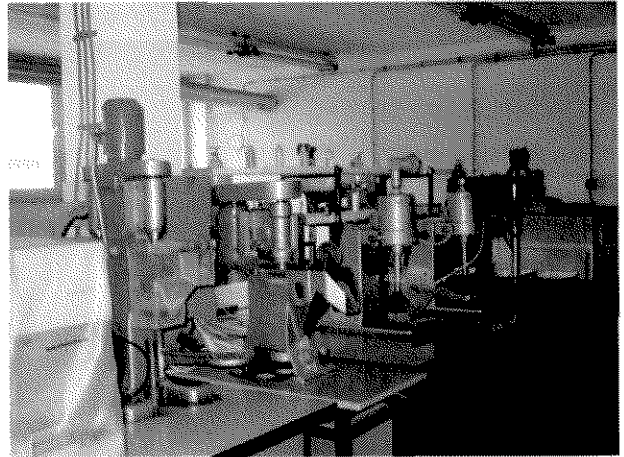
科学・環境保全省地質図部のスタッフ



科学・環境保全省でのC/Pとの打合せ



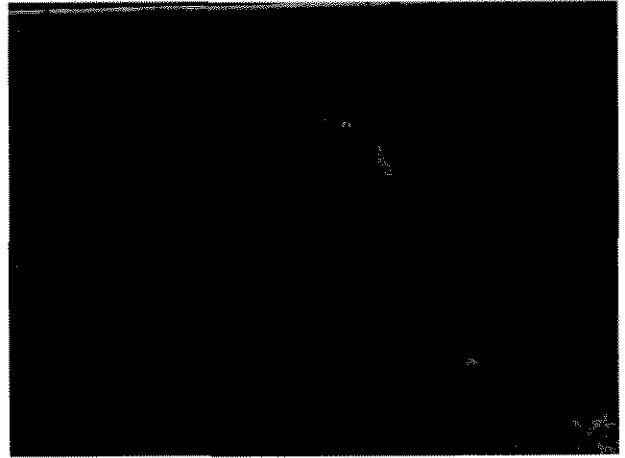
RTB Bor銅研究所の
Dr. Trujic 所長と選鉱室の Stevanovic 氏



RTB Bor銅研究所
選鉱室ラボスケール浮選実験機



Veliki Majdan 鉱山 選鉱場



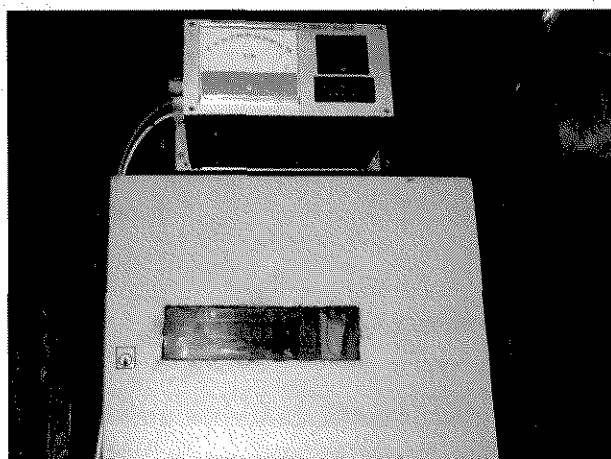
Veliki Majdan 鉱山 採鉱坑口



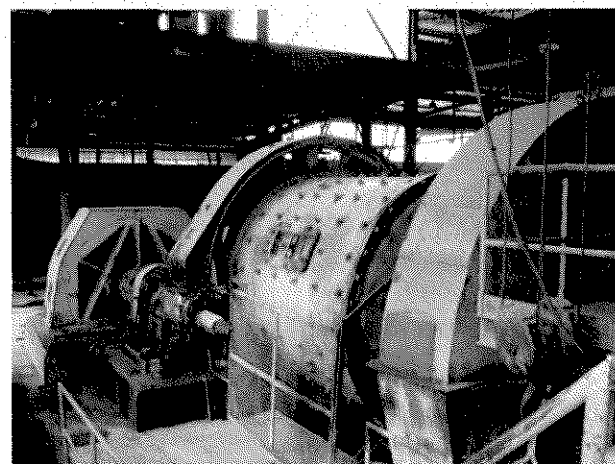
Veliki Majdan 鋳山 第一貯水池
(上流の河川水が廃滓堆積場へ流入
する前に貯留する貯水池)



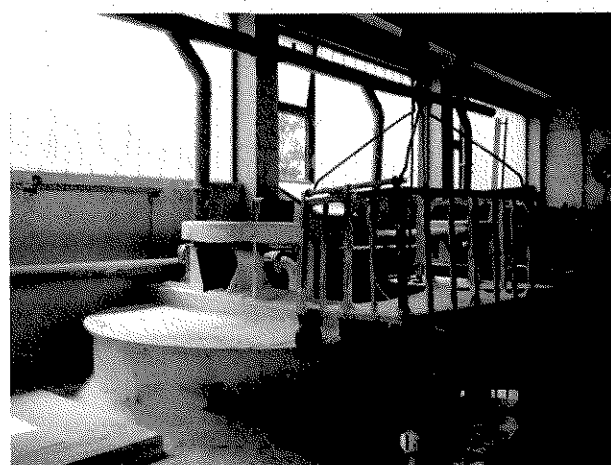
Veliki Majdan 鋳山
廃滓堆積場の崩壊した築堤



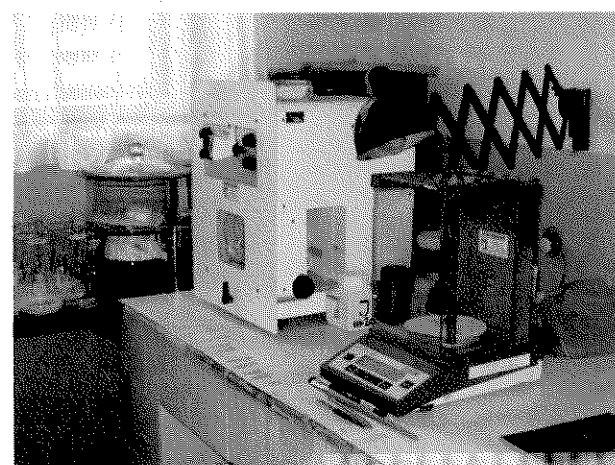
Rudnik 鋳山
選鋳場磨鋳ミル給鋳量の制御コントローラー



Rudnik 鋳山 選鋳場磨鋳ミル



Rudnik 鋳山 選鋳場試薬溶解室



Rudnik 鋳山 分析ラボ (秤量室)

目 次

写 真

第1章 予備調査の概要	1
1-1 要請の背景、経緯	1
1-2 予備調査の目的	1
1-3 調査団員構成	1
1-4 調査日程	2
1-5 対処方針	3
第2章 調査結果と協議概要	6
2-1 団長所感	6
2-2 調査結果概要	7
2-3 主要面談者	9
第3章 セルビア鉱業政策の現状	11
3-1 鉱業政策	11
3-2 鉱業関連法	11
3-3 GIS整備状況	12
3-4 民営化及び投資促進の進捗状況	12
3-5 鉱山経営	13
3-6 課 題	15
第4章 セルビアの鉱山操業技術の現状と課題	17
4-1 調査結果概要	17
4-2 今後の課題	44
第5章 環境社会配慮に関する検証	47
5-1 環境影響評価制度及び運用実態	47
5-2 本格調査における負荷の範囲・程度	50
5-3 本格調査における留意事項	51
第6章 本格調査の概要	52
6-1 調査内容・工程	52
6-2 想定される団員及び調査担当事項	53
6-3 その他	57

付属資料

1. 署名したMinutes of Meeting 及びDraft of Scope of Work	61
2. 面談記録	73
3. 参考見積り（調査用資機材・現地再委託）	95
4. 銅研究所組織図	97
5. 収集資料リスト	98

第1章 予備調査の概要

1-1 要請の背景、経緯

セルビア・モンテネグロ（国家連合）は移行経済国であり、90年代の紛争及び経済制裁によって経済的に厳しい状況下において、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」国と記す）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、現在、鉱業生産高は大きく減少している（2003年の鉱業生産指数は1989年の40%に留まっている）。

「セ」国政府は鉱業を同国の今後の経済再建・開発及び重点基盤産業の1つに位置づけているが、そのためには探鉱活動の促進、外資の誘致及び採鉱・製錬活動等に起因した環境汚染の是正、品質管理の改善、インフラの更新、効率的生産システムの導入など課題が山積している。

上記背景により、「セ」国より本件マスタープラン調査に関する要請がなされ、JICAは2004年12月にプロジェクト形成基礎調査団を派遣し、要請背景の詳細を確認したところ、本件開発調査実施の妥当性が確認された。2005年1月に本プロジェクトの採択がなされ、今般、予備調査団を派遣することとなった。

1-2 予備調査の目的

予備調査では、本格調査の調査範囲、内容、具体的実施方法、スケジュール等の詳細について、「セ」国側関係機関と協議を行い、実施細則（S/W）の内容に合意することを目的とする。

1-3 調査団員構成

氏名	担当	所属
遠藤 健太郎	団長／総括	JICA経済開発部第二グループ長
池原 いつか	運営管理	JICA経済開発部第二グループ資源・省エネルギーチーム
熊谷 研一	鉱業政策／鉱業経営	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
中村 正司	鉱山操業技術	株式会社エックス都市研究所
小林 昭左	鉱害対策／環境社会配慮	個人コンサルタント

1-4 調査日程

月 日	日 程			
	遠 藤	池原・熊谷	中 村	小 林
5月22日(日)		20:40 ベオグラード着		
5月23日(月)		11:00 在セルビア・モンテネグロ日本大使館表敬 14:00 エネルギー・鉱業省/科学・環境保全省協議 17:00 TAM協議		
5月24日(火)		10:00 エネルギー・ 鉱業省協議 15:00 投資輸出促進 庁、民営化庁 協議 (移動→Ljubovija)	AM:移動 (→Ljubovija) PM:現地踏査 (Veliki Majdan 鉱 山)	11:30 保健研究所 14:00 水文気象研究 所
5月25日(水)		現地踏査 (Veliki Majdan 鉱山) 移動 (→Gornji Milanovac)		12:00 ベオグラード 大学 14:00 ベオグラード 市役所
5月26日(木)		現地踏査 (Rudnik 鉱山) 移動 (→Bor)		09:00 科学・環境保 全省 PM:移動 (→Bor)
5月27日(金)		現地踏査 (Bor)		
5月28日(土)		現地踏査 (Bor)、移動 (→Belgrade)		
5月29日(日)	10:40 成田発 (OS052) 20:40 ベオグラ ード着	書類整理、団内打合せ		
5月30日(月)		10:00 対外経済関係省協議 12:00 エネルギー・鉱業省/科学・環境保全省協議		
5月31日(火)		10:00 エネルギー・鉱業省/科学・環境保全省協議 17:30 世界銀行協議		
6月1日(水)		10:00 エネルギー・鉱業省/科学・環境保全省協議 16:30 欧州復興開発銀行協議		
6月2日(木)		10:00 ミニッツ署名 11:00 在セルビア・モンテネグロ日本大使館報告 16:55 ベオグラード発 (JU312) 18:25 ウィーン着		
6月3日(金)		10:00 JICAオーストリア事務所報告 14:00 ウィーン発 (OS051)		
6月4日(土)		08:30 成田着		

1-5 対処方針

本予備調査は以下の対処方針をもって実施された。

(1) S/W文書に関する係る事項

本格調査実施内容の重要な事項についてはS/W文書に記載すること、調査概要 (Objective and Scope of the Study) については協議のうえ記載するが、アンダーテーキング事項等はほぼ定型文であり変更の余地は少ないこと、S/Wに記載すべきでない事項や懸案事項については別途協議議事録 (M/M) に記載すること等を説明し、理解を得る。なお、S/Wの署名は本予備調査では行わず、予備調査団帰国後、本部においてS/W案及び事前評価表を決裁したあとに、オーストリア事務所を通して行うこととする。

(2) 本格調査の実施内容 (S/Wの骨子) に係る協議事項

1) 調査目的

調査目的について、プロジェクト目標及び成果を以下のとおり提案し、合意形成を図る。

①プロジェクト目標

「セ」国の市場経済下における鉱業振興のためのマスタープランの作成を通じ、同国の鉱業の持続的発展のための道筋を明らかにする。具体的には、a) 鉱業セクターの再建政策の確立、b) 鉱山操業及び経営の近代化の推進、c) 鉱山操業に起因する鉱害対策の向上、d) 外国及び国内企業による鉱業投資の促進を目標とする。

②成果

- a) 市場経済下における鉱業振興のためのマスタープラン及びアクションプラン
- b) 鉱業関連情報が統合されたGISデータベース
- c) 投資促進のための国際セミナーの開催

上記成果については、日本側は調査終了後の活用目標及び「セ」国政府による中期的な活用による達成目標を以下のとおり設定していることを説明し、「セ」国の政策への採用を促すこととする。

③活用目標

「セ」国の鉱業振興のための指針として本マスタープランが政策に採用され、各種提言・アクションプランが実行に移される。

④達成目標

マスタープランの活用により、「セ」国の鉱業の持続的発展が実現される。より具体的に鉱業生産指数の改善、投資の増加、及び鉱害対策の強化が図られる。

2) マスタープランの枠組み

マスタープランは以下の内容を包含することを確認する。

- ① 鉱業政策 (投資促進、法税制整備、民営化政策) に係る提言
- ② 市場経済下における鉱山経営手法、生産技術向上策に係る提言
- ③ 鉱害対策技術及び環境管理に係る法整備、運用に係る提言
- ④ 上記を踏まえたアクションプラン (アクションプランは鉱業セクター再生期の政策を実現するための具体的行動計画と位置づける)

なお、マスタープランのタイムフレーム、個々の政策の連関、時系列的位置づけ、さらにはマスタープランによって「セ」国政府が最終的に目標とする事項について確認し、本格調査で策定すべきマスタープランの骨子について合意する。

3) ケーススタディ (RTB Bor) の内容、位置づけ

① ケーススタディは以下の内容で実施することを確認する。

a) RTB Bor企業体の財務・経営診断、コスト分析

b) 各生産工程における品質管理技術、環境保全技術の検証及び近代技術による操業改善策の提案

c) 環境モニタリング

② 本格調査におけるケーススタディの位置づけについて、以下のとおり確認する。

a) ケーススタディを通じて、RTB Borの再建計画をレビューしつつ、経営、コスト分析手法、操業改善技術、環境モニタリング技術の移転を行う。

b) マスタープラン及びアクションプラン策定にあたっては、現場操業サイドの視点をフィードバックさせるための検証作業と位置づけられる。例えば鉱業権取得（鉱業投資）に係る法規省令・税制・行政手続、鉱量計算法・鉱床評価法、鉱業再建・環境保全に係る効率的政府支援の方法、新技術・市場経済に対応する行政指導の方法等をケーススタディを通じて抽出することが可能と考えられる。

③ 廃滓からの有価金属回収の可能性の検討について

ケーススタディにおける近代的操業技術の提案の一例として、廃滓からの銅及び金の回収が考えられるが、溶媒抽出—電解採取 (SX-EW) の技術、ノウハウの移転も含め、これらの実証試験を本格調査のスコープに組み込むことが妥当かどうか、現地踏査、Bor銅研究所へのヒアリングを通じて検討する。

4) 中小企業鉱山の現地踏査

現在までのところ、「セ」国政府はRTB Bor再建委員会を設置するなど、大規模鉱山のBorに対しては検討を始めているが、その他の中小企業鉱山に対しては対応策を有していないのが実情である。中小企業鉱山における操業の実態、環境保全対策については明らかでないため、RTB Borとの比較の観点からも予備調査にて経営の状況、各生産工程における技術的課題、環境保全対策の課題について確認する。

(3) JICA環境社会配慮ガイドラインに基づく調査

本案件は現段階では、上記ガイドラインによる分類ではカテゴリーC（環境・社会への望ましくない影響が最小限あるいはほとんどないと考えられる事業）であるが、上記ガイドラインに基づき、本格調査による負荷の範囲、程度、利害関係者、環境影響評価（EIA）等の実施体制、運用の状況を調査し、本格調査実施に際して特段の環境社会配慮が必要かどうか検討する。

(4) 他ドナーの支援状況

「セ」国は世界銀行に対して財務・経営分析の専門家派遣を要請していることから、世界銀行の支援の状況を確認し、状況に応じ、本件調査との補完、協力について検討す

る。また、EUの資金により2004年8月からBor鉱山に対して酸性廃水に関する包括的調査を行うプロジェクトが行われていることから、プロジェクト内容の詳細について確認し、本件調査との連携について協議することとしたい。

(5) カウンターパートの受入体制の確認

ステアリングコミッティ及びワーキンググループの人員構成、担当業務、実施体制について確認する。また、ケーススタディ実施に際してはRTB Borの全面的な協力が得られるようエネルギー・鉱業省（Ministry of Mining and Energy：MEM）及びRTB Borに確認することとし、RTB Borの代表者にステアリングコミッティのメンバーとなってもらうことを申し入れる。

(6) 調査用資機材及び現地業者の現況の確認

本格調査の実施に際して必要な調査用資機材について、その内容、先方負担の可否、リース価格等を確認する。環境モニタリングに際して必要となる測定機器、測定結果の分析業務、GISデータベース構築に係るソフトウェア等が想定される。

(7) 現地安全管理情報の収集

調査対象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。

第2章 調査結果と協議概要

2-1 団長所感

(1) 全 般

今回の予備調査の目的は、2005年秋頃の開始を予定している本格調査の調査範囲、内容、スケジュール、具体的実施方法等の詳細について協議を行いS/Wの内容に合意することであったが、「セ」国側の積極的な対応もあり、予定どおり所期の目的を達成することができた。なお、2004年12月のプロジェクト形成調査以降、世界銀行の主導で、RTB Borの民営化に向けた動きが急速に進んでおり、今後その動向に十分留意する必要がある。

(2) スケジュール、実施方法等

今回の予備調査では、「現在進められている世界銀行主導のRTB Bor民営化の動き（(3)に詳述）を考慮しながらケース・スタディを行う」との記述も含めたうえで、以下の内容のS/W案に合意した。

本格調査のスケジュールについては、全体を2年間とし、1年目には、主にRTB Borに関するケース・スタディを行い、2年目には、マスタープラン及びアクションプログラムを取り扱うこととなり、具体的な調査団の派遣スケジュール案（Tentative Time Schedule）に合意した。

また、本調査で策定する鉱業振興のためのマスタープラン及びアクションプログラムの対象期間については、本格調査終了時点から起算して、前者は10年間、後者は5年間とすることとなった。

また、今回の予備調査では、「セ」国側が設置するステアリング・コミッティのメンバー、開催頻度、同コミッティにおけるJICA調査団の報告の方法といった手続き面から、調査用機材（GISデータベース用のソフトウェア等）の取扱い、再委託の可能性等についても調整を行うことができた。

(3) 世銀との関係

今回の予備調査では、世界銀行が進めているRTB Borの民営化等の計画と、当方の行う開発調査の関係が、重要な論点となった。

カウンターパートのエネルギー・鉱業省からの情報、及び、世界銀行のセルビア・オフィスで確認した情報を総合すると、世界銀行はRTB Borの民営化等の計画策定に深く関与しているとのことであり、その行動計画“Action Plan for RTB Bor”が2005年6月にも、「セ」国政府によって採択される見込みとのことであった。

世界銀行は、民営化庁からの依頼に基づき、RTB Borの債務問題等の経営面を含めて調査を行っており、同行動計画はその調査結果を踏まえたものとのことである。具体的には、半年程度の期間における、RTB Borの鉱山の上流部門、下流部門の民営化等を扱っているとのことである。

なお、本行動計画は政治的にセンシティブな内容（RTB Borの人員削減等と思われる）を含むため、政府決定となるまでは、その詳細は明らかにできないとのことであっ

た（決定後可能な限り早く当方に情報提供してもらえよう依頼した）。

JICAの本格調査では1年目にRTB Borのケース・スタディを行う予定のため、その実施にあたっては、世界銀行のイニシアティブによる民営化の動向を十分踏まえ、また、世界銀行と十分協調することが重要である。そのうえで、今回合意したS/Wの諸点のどこに高い優先順位をおくか等を検討しながら進めていくことが必要である。

2-2 調査結果概要

本予備調査では、以下の事項について関係機関と協議及び情報収集を行った結果、本格調査のS/W案についてカウンターパート機関と合意し、M/Mに添付した。

またS/Wの署名は予備調査団帰国後、本部においてS/W案の決裁を了し、かつ、技術協定が発効した後にJICAオーストリア事務所を通して行うことで先方の理解を得た。

(1) S/W案の概要

1) 調査目的

調査目的については、対処方針のとおり、以下のとおりとすることで合意した。

「セ」国の市場経済下における鉱業振興のためのマスタープランの作成を通じ、同国の鉱業の持続的発展のための道筋を明らかにする。具体的には、①鉱業セクターの再建政策の確立、②鉱山操業及び経営の近代化の推進、③鉱山操業に起因する鉱害対策の向上、④外国及び国内企業による鉱業投資の促進を目標とする。

2) マスタープランの枠組み

マスタープランの骨子については、以下の①～⑤の内容を包含することで合意した。また、本マスタープランが「セ」国の鉱業政策に採用され、各種提言・アクションプログラムが実行に移されるよう、「セ」国側が積極的に対応する旨を確認した。また、マスタープラン策定にあたり、「セ」国側が特に重点を置く分野や、より具体的に成果として求める項目等については、以下で述べる“Action Plan for RTB Bor”の詳細を踏まえながら、継続的に検討することで合意した。

- ① 鉱業政策（法整備、投資促進、民営化移行、マーケティングのノウハウ）に係るレビュー、提言
- ② 鉱山の生産性向上、品質管理、効率的マネジメントに係るレビュー、提言
- ③ 鉱害対策技術に係るレビュー、提言
- ④ 環境モニタリングに係るレビュー、提言
- ⑤ 上記を踏まえたアクションプログラム

（アクションプログラムは鉱業セクター再建政策を実現するための5か年の具体的な行動計画と位置づける）

3) ケーススタディ（RTB Bor）の内容、位置づけ

① ケーススタディは以下の内容で実施することを確認した。

- a) 地質、採鉱、選鉱、製錬を含む各工程において、操業技術の近代化、品質管理等に関し、技術的提言を行う。また、RTB Borの中期計画について技術的な観点から見直し、提言を行う。
- b) 効率的な経営管理、マーケティングのノウハウを提言する。

c) 環境モニタリングシステムに関し、モニタリング技術、データの活用法につき提言を行う。

②本格調査におけるケーススタディの位置づけについて、以下のとおり確認した。

a) 操業改善技術、環境モニタリング技術の移転を行う。

b) マスタープラン及びアクションプラン策定にあたっては、ケーススタディの実施を通じ、現場操業サイドの課題を政策に反映させるため、教訓を抽出することとする。

4) 廃滓からの有価金属回収の可能性検討について

Bor銅研究所に対し調査を実施した結果、人員や分析技術の点で、有価金属回収の可能性検討を本格調査団とともに実施するキャパシティがあることが確認された。有価金属の回収が実現すれば、限られた資源の有効活用、SX/EW等の近代的技術の採用も図れることから、本格調査にてその可能性検討をスコープに組み込むこととした。

5) 中小企業鉱山の現地踏査

中小規模の鉛・亜鉛鉱山を現地踏査した結果、最大の課題は鉱量の不足であり、したがって正確な鉱床評価や鉱量計算に基づいた戦略的な探査、探鉱活動が必要であることが確認できた。鉱床評価法や鉱量計算法については、それらを定める細則を見直す必要性をエネルギー・鉱業省でも認識していることから、本格調査では関連法制の見直しと提言を行うこととした。

(2) JICA環境社会配慮ガイドラインに基づく調査

今回調査により、本格調査による負荷の範囲、程度等が検討されたが、特段の環境社会配慮は必要ではないと判断され、上記ガイドラインによる分類はカテゴリーC（環境・社会への望ましくない影響が最小限あるいはほとんどないと考えられる事業）が妥当であると判断される。

(3) 他ドナーの支援状況

1) 世界銀行

RTB Borに対して、世界銀行では民営化、売却計画、生産部門の人員計画、新規鉱床であるボルスカレカ鉱床開発計画等を含む“Action Plan for RTB Bor”の策定を支援し、RTB Borはこれを民営化庁に提出している。この行動計画は、「セ」国政府によって近日中に閣議決定される見込みだが、人員削減、政治的にセンシティブな問題を含むため、その具体的な行動計画の内容、スケジュールまでは明らかにできる段階にはないとのことであった。このため、行動計画が採択され次第、その内容についてエネルギー・鉱業省及び科学・環境保全省（Ministry of Science and Environmental Protection：MSEP）とも検討し、必要があれば調査スケジュールの詳細や調査項目の重点の置き方等について、調整することで合意し、M/M及びS/W案においてその旨を明記した。

2) EU

Borを1つのサイトして実施しているINTREATプロジェクトについては、実際はベオグラード大学が環境調査、分析を実施しており、その調査内容も硫化物を扱ってい

ることから、本格調査で実施が見込まれるSX/EW技術の適用等に関する活動とは重複するおそれはない。

3) 欧州復興開発銀行 (EBRD)

EBRDにおいて、民間の中小企業へ専門家を短期間派遣するTAM (Turn Around Management) プログラムというスキームがあり、「セ」国に対しては鉱業と観光の2つのセクターに重点を置いている。TAMでは、2005年中を目処に専門家を派遣する中小鉱山を選定する予定であり、今後、本マスタープランプロジェクトとの情報交換を継続的に行っていくことで双方確認した。

(4) カウンターパートの受入体制の確認

ステアリングコミッティ及びワーキンググループの構成、担当業務、実施体制について確認したところ、予定どおりエネルギー・鉱業省大臣がチェアを務め、科学・環境保全省及び対外経済関係省からも次官が参画することで合意した。また、ケーススタディ実施に際してはRTB Borの全面的な協力が得られるようRTB Borの代表者にステアリングコミッティのメンバーとなってもらうことで先方の了解を得た。

(5) 調査用資機材

GISデータベース構築に関し、先方よりPC及びArcView等関連するソフトウェアが必要との要請があった。いずれもJICAは調査期間中のリースであれば対応が可能である旨を説明し、先方の理解を得た。

また、環境モニタリングに関して、当初は測定機器が必要と想定されていたが、今回調査によって、Bor銅研究所において大気、水、土壌に関する各種測定が実施され、データが蓄積されていることから、本格調査では特段、測定機器は必要ないと判断された。

(6) 現地安全情報

現在までのところ特段の危険情報はなく、治安面においても本格調査実施上の制約はないものと判断される。

2-3 主要面談者

(1) エネルギー・鉱業省

Mr. Djordje Mihajlovic	Deputy Minister
Mr. Zoran Teodorovic	Advisor to the Minister
Mr. Bratislav Stosic	Advisor to the Minister
Mr. Petar Popovic	Advisor to the Minister

(2) 科学・環境保全省

Mr. Dragan Povrenovic	Ph.d, Deputy Minister
Mr.Mihailo Dukic	Head of Department for International Cooperation
Mr.Malisa Mladempvic	Advisor to the Minister
Ms.Gordana Grujic	Department for International Cooperation

- (3) RTB Bor
- | | |
|-----------------------|--|
| Borivoje Stojadinovic | General Manager |
| Mr.Bojovic Dragan | Director |
| Mr. Dragisa Jovanovic | Manager |
| Mr. Vlastimir Trujic | Director, copper Institute Bor |
| Mr. Zoran Stevanovic | Coordinator of Mineral Processing Department |
- (4) 世界銀行セルビア・モンテネグロ事務所
- | | |
|-------------------|-----------------|
| Ms. Carolyn Jungr | Country Manager |
|-------------------|-----------------|
- (5) 欧州復興開発銀行 (EBRD)
- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| Ms.Dragica Pilipovic-Chaffey | Director, Serbia and Montenegro |
|------------------------------|---------------------------------|
- (6) 在セルビア・モンテネグロ日本国大使館
- | | |
|----|--------|
| 田邊 | 全權特命大使 |
| 宮崎 | 一等書記官 |
| 宮本 | 大使館員 |

第3章 セルビア鉱業政策の現状

3-1 鉱業政策

今回訪問したセルビア投資・輸出促進庁（SIEPA）においても鉱業を投資・輸出促進の7重点部門の1つとしてとらえており、このことからセルビアにおける鉱業の振興が外資獲得による経済再建の重要な課題であることを確認した。

エネルギー・鉱業省関連の国家戦略としては電力エネルギーの増強に関する「2015年国家戦略」が2005年5月末に制定されたが、鉱業に関する具体的な政策は今のところない。このため、各段階での本格調査結果はエネルギー・鉱業大臣を委員長とし、関連3省の次官を委員に含む運営委員会に報告され、国家鉱業政策策定に反映されることをミニッツで確認した。

3-2 鉱業関連法

(1) 鉱業法、地質探鉱法

現在、改正新法が関連省庁において審議されている段階であり、その後、国会に提出されることになる。エネルギー・鉱業大臣は早期成立へ向けて各省庁に積極的に働きかけている。新鉱業法の最大の特徴は鉱業庁の設立である。この庁はエネルギー・鉱業省の業務の一部（例えば鉱床評価、鉱業権の許認可、ロイヤルティ等の税徴収、etc）を肩代わりする。特に税に関してはロイヤルティの徴収が現在は徹底しておらず、その面からの政府の期待は大きい。

本格調査における鉱業関連法のレビューに関してはエネルギー・鉱業省からは関連法規・規則、特に12ある鉱業規則（書）のうち4規則（鉱業プロジェクト、鉱山計画及び操業の認可、坑内掘鉱山における電気設備の技術基準、露天掘鉱物鉱床採掘技術基準）のレビューが要請された。

(2) 環境関連法

環境保全、環境評価、戦略的環境評価、総合的汚染防止管理の新法が2004年12月に制定された。これらの新法はEUの環境法規に準拠したものである。また科学・環境保全省は2005年末までに関連規則・基準の改定を行う予定である。

本格調査における環境関連法のレビューに関しては、モニタリング等の技術移転を通じて問題が生じた場合にレビューするといったスタンスでよいと思われる。

(3) コンセッション法

2003年に制定。鉱物資源等の天然資源や公共用途資産の開発使用に関して投資者に与えられる権利である。政府はそれらを主管する省庁や地方自治機関のコンセッション付与案を審議し、それを公開入札にかけ、コンセッション権者を選定する。コンセッション権は最長で30年である。

(4) 付加価値税（VAT）

2005年1月より、新たに付加価値税が課税されることとなった。食材、日刊新聞、公共サービス等が低税率の8%を適用されるが、鉱産物を含むほとんどの商品は18%の標

準税率が適用される。ただし、輸出品にVATは課税されない。

現在金属価格が高い水準にあるとはいえ、総体的に大きな負債をかかえる鉱業にとっては大きな痛手である。

(5) 鉱山企業、投資家からみた鉱業関連法及び税制等

Rudnik及びRTB Borでの聴取によれば（具体的内容は把握できなかったが）、海外のある投資家は鉱区先の優先権を明確にすること及びコンセッション法の改善を対外経済省に要求したという。また、操業側としてはコンセッションで得られたフィーは地質探査・開発に向けられるべきという要望があった。

新鉱業法に関しては、必ずしも鉱山の上級技術管理者までその改正点が政府によって知らされているといった状況ではないようであった。

3-3 GIS整備状況

エネルギー・鉱業省地質・鉱業セクターにおいては現在鉱区台帳管理に限られた小規模のGISシステムが稼動している。同省としては本格的GIS/データベースを構築し、鉱床・鉱山（約170、炭鉱・石灰・砕石を含む）の埋蔵・生産販売・財務データをインプットし、鉱業統計の作成やロイヤルティ徴収に役立てたい。また、ウェブサイト接続することで鉱区データの開示や関連法律の掲示で鉱業投資促進に役立てたいと考えている。

一方、科学・環境保全省はカナダの支援を得て2004年8月より地質、鉱床生成等の金属鉱床や環境モニタリングを含むGISを自己資金により構築中である。同省はGISを、①概念及び論理モデルの構築、②具現化及びシステムの最適化、③システム改善の3フェーズに分けているが、現在はウェブサイトの設置を含む第1フェーズが終了したところで、第2フェーズを実施するには更なるソフト・ハードが必要になる。

いずれも地質調査、鉱山開発等の鉱業振興、行政管理や環境モニタリングの向上には不可欠であり、本格調査における支援が必要である。なお、「セ」国側にはこの目的を達成するための最低限のハード・ソフトもないため、本格調査中、日本側からリース機材を貸与する。

3-4 民営化及び投資促進の進捗状況

(1) 民営化

1) RTB Bor

RTB Borの民営化に際し、世界銀行は、①再建案の財務分析等の費用、②環境保全融資、③離職者対策（新規産業の育成）に支援を行う予定であるが、その条件として、①低品位鉱山（Krivelj及びBor 坑内掘）の閉山及びBorska reka鉱山の開発、②精錬部門における硫黄回収率が50%程度であれば精錬操業の停止をあげている。

この世界銀行の条件に基づき、RTB Borは“Action Plan”を作成、政府に提出している。このプランが政府に承認され、その後、世界銀行が受け容れることで世界銀行の支援が確定される。政府の承認は調査団が「セ」国滞在中の情報では2005年6月9日とされていた。

“Action Plan”の内容についてはセンシティブな面があり、全容は明らかではないが、RTB Borから聴取したところでは以下のものが含まれているようである。

- ①再建理由：巨大複合国営企業から市場経済主義企業への脱却
- ②銅以外の傘下企業は2005年末までにすべて独立させ民営化する（軽電線以外は入札方式）
- ③人員削減（2005年6月までに従業員と交渉）
- 2) その他の非鉄金属（鉛・亜鉛）鉱山
 - ①Rudnikは2004年5月に民営化：（買主）Contango社（貿易会社）
 - ②Grotはリストラクチャリングを行ったうえで売却する予定である（雇用者数は最適規模に達していると判断されている）
 - ③他の3鉱山（Veliki Majdan、Lece、Suva Ruda）も民営化の対象になっている。

（2）投資促進

海外からの投資には以下の4つのアクセスがある。

- 1) 民営化庁の主管する民営化プロセスでの入札、競売を通じて投資する
- 2) 新たに「セ」国に法人を設立して工場等の建設から事業を始めるグリーンフィールド投資。SIEPAが投資家に自治体等を紹介する
- 3) ジョイント・ベンチャーの設立。この場合も国内の既存企業を投資家に紹介する等、SIEPAが中心的な役割を果たす
- 4) コンセッションによるもの

（3）鉱業投資の進捗状況

- 1) BorのMajdanpek鉱山の買収に豪州の鉱山会社が興味を示している。
 - 2) コンセッション
 - ①ニッケル鉱床（リポバツ）新鉱床探査、英国企業が実施
 - ②ロシアのプロジェクトが進行中
 - ③金、銅鉱床ツルニブルフ（Crni Vrh）のTilva Nvjagra区域、Coka Kuruga区域の2つの入札を募集中（締切り2005年8月15日）。多くの中小探鉱企業が応募している
 - ④Jarandol Tertiary堆積盆のボロン鉱床の入札募集中（締切り2005年8月15日）
- 既存鉱山の買収には雇用対策（social program）費用の負担に関する問題があり、投資家は既存鉱山より新規鉱区に対する関心が強い。

3-5 鉱山経営

（1）鉱山操業

- 1) 生産量低迷
 - ①資金不足、機材の老朽化
 - ・ RTB Bor 3山（Krivelj, Bor U/G, Majdanpek）
 - ・（操業休止中）Veliki Majdan, Suva Ruda, Lece
 - ②廃滓堆積ダムの決壊
 - ・ Veliki Majdan
 - ③マーケット・アクセスの劣化
 - ・ Trepcinaの鉛・亜鉛精錬所の操業停止

- ・ コソボ領化によるマーケットの喪失
- 2) 採掘条件の劣化
 - ・ 機材の老朽化、設備不足による露天掘鉱山の剥土遅れ及び坑内掘鉱山の開坑遅れ

(2) 鉱山ライフ

1) 資金不足による採掘遅れ

- ①採掘対象鉱量枯渇に対する懸念 Rudnik
- ②採掘計画変更等への悪影響 Majdanpek

(3) 操業コスト

表3-1 各鉱山の操業コスト

単位：US\$/粗鉱t

	Krivelj	Bor	Rudnik	Veliki Majdan
露天掘 採掘費	4.07 (2.14)			
坑内掘 採掘費		22.93 (7.22)	8.89	(27-33)
選鉱費	3.63 (1.44)	9.10 (2.25)		
採・選鉱計	7.70 (3.54)	32.03 (9.47)		

Krivelj,Borは2004年実績、括弧内は2001年実績、 Rudnikは2002年実績、 Veliki Majdan は90年代実績

銅精鉱 1 t 当たりの採・選鉱費は概算で、

- ・ Krivelj 2004年 $(7.70\text{US}\$/\text{t} / 0.302\% \text{粗鉱品位}) / 0.728 \text{採収率} = 3,502\text{US}\$/\text{Cu-t}$
- ・ BorU/G 2004年 $(32.03\text{US}\$/\text{t} / 0.623\% \text{粗鉱品位}) / 0.674 \text{採収率} = 7,660\text{US}\$/\text{Cu-t}$

であり2005年のLME銅価格の3,100~3,500US\$/Cu-tとほぼ同額（精錬費、販直費が丸赤字）あるいは倍になっており、全く採算のとれていない状況であり、少なくとも2001年のコストまで改善させなければならない（また2001年の両鉱山は粗鉱品位・採収率ともに計算に使用した2003年のそれを上回っている）。

Rudnikに関しては2003年と2004年の平均金属価格より $\text{Zn } 1\% = 0.40\% \text{Cu}$ 、 $\text{Pb } 1\% = 0.30\% \text{Cu}$ 、 $\text{Ag } 1\text{g} = 0.008\% \text{Cu}$ とすれば、Rudnikの銅換算粗鉱品位は2001年実績を用いれば、 $0.32 + 1.46 \times 0.3 + 1.63 \times 0.4 + 80 \times 0.008 = 2.05\%$

仮に選鉱費を3.5US\$/t、銅 1 t 当たりの採・選鉱概算費用はCu、採収率を57%とすれば1,060US\$/Cu-tであり、買鉱条件次第であるがマーケット性は高い。ただしRudnikの粗鉱品位は年度によりばらつきが大きい。

(4) 会社収益（参考）

Rudnikの2004年の収支は以下のとおり。（単位：1000dinar）

収入	149,301
費用	240,948
損益	91,647

(5) 負債

民営化されていないRTB Bor及び鉛・亜鉛鉱山は大きな負債を抱えている。また、各鉱山はかつて複合企業体の一組織であり、負債は複合企業全体で負担していたが、民営化は各鉱山単位で実施されるため、民営化に先立ち負債を各鉱山ごとに分割する作業が必要である。

1) Veliki Majdan

かつては鉛・亜鉛の国営企業Trepcaの一鉱山であった。「セ」国内の他の旧Trepca 4鉱山はTrepcaより分離独立し、本鉱山のみ未分離の状況にある。政府は1か月後にはこの鉱山をTrepcaから独立させることを考えている。

負債総額は現在のところ500万US\$程度と推定されている。負債の内訳は国営銀行、国営電力、国家基金等、ほとんどが国家に対するものである。

2) RTB Bor

2004年12月26日までにすべての債務者に金額を提示させ、現在、交渉を実施している。RTBの会計上の債務は金利を除いてコアビジネス部門で約5億US\$、その77～78%がすでに解散した国営銀行に対する債務で、国営企業に対するものや年金、健康保険料も含まれている。残り22～23%が主として民間銀行（英国、ギリシャ、ロシア）からの借金である。

旧国営銀行からの負債の一部と民間銀行からの負債はパリ・ロンドンクラブの決定により60%負債が免除される可能性がある。また債権の株式化の案もある。

世界銀行の支援が開始される前にRTB Borの負債を明確にしておく必要がある。

3) Rudnik（民営化された場合の参考）

競売で入手。資産状況については競売時には明確になっていた。買収価格は110万ユーロであったが、他に300万US\$の投資が必要で、この金額は機械の更新のほか、銀行、電力、大手の資材供給者、未払い給与6か月分、健康保険、年金等の負債返済にあてられた。

3-6 課題

セルビア鉱業政策の課題としては以下の諸点が考えられる。

- (1) 市場主義に即した鉱床評価システムの確立と、それに基づく国家の戦略的探査プログラム、鉱業投資導入プログラムの作成
- (2) 海外投資家の意見を反映した鉱業関連法、コンセッション法、税制、民営化売却条件のレビュー
- (3) 政府の鉱山地質・鉱業部門の統合による強化
- (4) 民営化を含む鉱業投資関連省庁の連携強化
- (5) GIS/ウェブサイトの活用及び省庁間におけるデータの共用、投資促進の強化

- (6) 鉱床評価システムの確立、戦略的探査プログラムの民間鉱山への技術移転
- (7) 鉱業・環境保全支援資金（例：探鉱補助金等）捻出策（例：Royalty, Concession Fee）の検討
- (8) キャッシュフロー改善を大前提とした操業・経営システムプログラムの導入（⇔雇用の確保）

第4章 セルビアの鉱山操業技術の現状と課題

4-1 調査結果概要

(1) 対象鉱山・製錬所の概要（鉛・亜鉛中小規模鉱山）

「セ」国の鉛・亜鉛鉱山は現在のコソボ自治州に本社を置く旧労働者自主管理鉱山会社「トレプチャ」の参加の鉱山4か所と「トレプチャ」から離れ、民間企業と労働者の持ち株による鉱山（Rudnik鉱山）の5鉱山があるが、いずれも中小規模である。図4-1にセルビアの鉛・亜鉛鉱山の位置を示す。Rudnik鉱山は、ベオグラードの近く約110kmと近郊にあり、自動車道路からも近く、物流の点で有利な位置にある。Veliki Majdan鉱山はベオグラード南東160kmにあり、「セ」国とボスニア・ヘルツェゴビナの国境となっているドリーナ川のすぐ近くに位置している。Suva Ruda、Grot、Leceの各鉱山はいずれも南セルビアのコソボ自治州に近い地域に位置している。

トレプチャ社は、かつてはコソボ自治州内にも鉱山を持ち、製錬を含む広い鉱業活動を行っていた。これら鉱山・製錬所はもともと幹部、エンジニアはセルビア人、労働者の多くはアルバニア系住民という形であったが、コソボ紛争で多くのセルビア人がコソボ地域から逃れ、エンジニアなしでは、その後実質的に鉱山・製錬の操業ができなくなったこと、紛争時アルバニア系住民が鉱山機械などを持ち去ったことなどから、現在、鉱業生産は実質的に行っていない。現在コソボ自治州は国連の管理下にあり、セルビア人によるトレプチャ社の再建は難しい状況で、今回の聞き取り調査では、「セ」国にある上記4鉱山は、トレプチャから法的に離れることにより、「セ」国政府の支援も得て、過去の負債の処理、再建、民営化が可能であるとのことである。

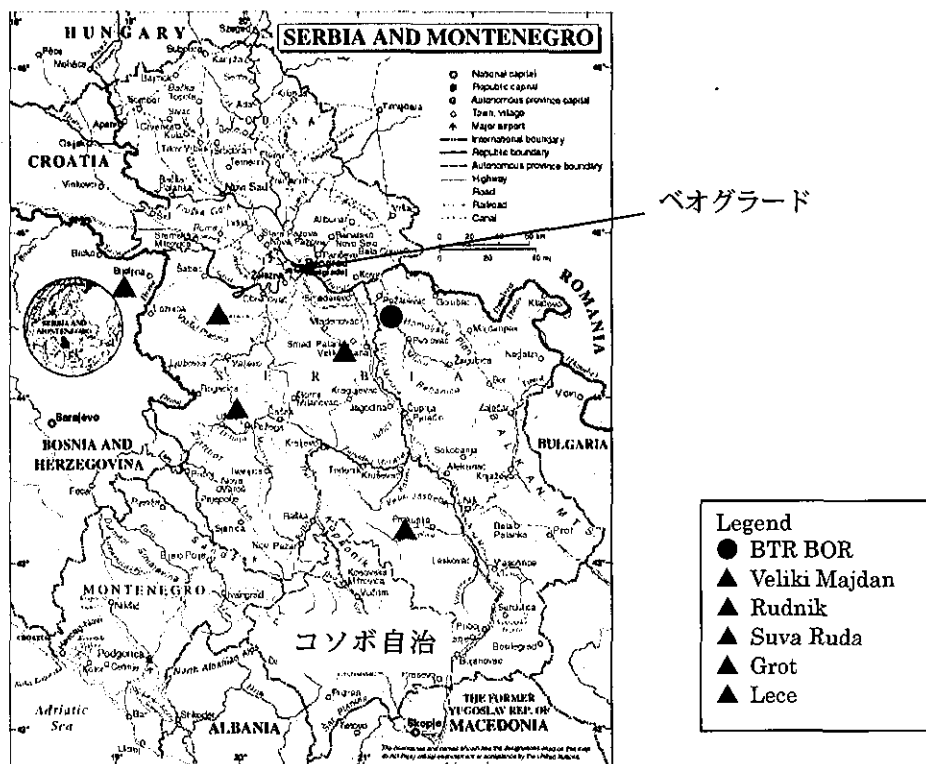


図4-1 セルビアの鉛・亜鉛鉱山（コソボを除く）

1) Veliki Majdan 鉱山

Veliki Majdan 鉱山は上述のようにドリーナ川の近くに位置し、最寄の町Ljubovijaからも近い。粗鉱処理量約150 t/日の小規模な鉛、亜鉛Poly-metallic 鉱山（坑内掘）である。1952年操業スタートし、今までに約190万 t の鉱石を処理した。粗鉱処理能力は、6万 t /年だが、平均の実績処理鉱量は約4万 t /年で、平均粗鉱品位は鉛5%、亜鉛3.5%、銀200g/tである。今までに生産した金属量は、鉛4万8,000 t、亜鉛7万4,000 t、銀150 t である。表4-1に近年のVeliki Majdan 鉱山の近年の操業成績を示す。鉛の精鉱品位は約70%、採収率92%、亜鉛の精鉱品位は約48~50%、採収率84%。鉛精鉱は、マケドニアのVeles製錬所に送り、亜鉛精鉱は、セルビアのSavac製錬所に送っていた。確認されている鉱量は約13万 t で、推定されている鉱量は65~75万 t である。また、Veliki majdan 鉱山の近くのRujevacには、鉱量80万 t の鉱床がある。操業当時の労働者数は300~350人。

Veliki Majdan 鉱山では、2001年6月に大雨により、廃滓堆積場の一部が崩壊し、廃滓がすぐ近くの小川を經由し、ドリーナ川に流失した事故以来操業を停止している。もともと坑内を0 mまで揚水し、排水する必要があり、ポンプアップしていたが、操業停止のため、2003年にはポンプアップのコストが支払い切れなくなり、坑内の一部が水没した。埋蔵鉱量がまだ見込まれ、特に銀の含有量が高いので、Veliki Majdan 鉱山の元従業員を中心に操業再開の希望が高い。一方、Veliki Majdan 鉱山は近日中に、法的に上記トレプチャ社から離れられる予定であり、とりあえず水没した坑内の揚水に資金を出してくれる篤志家の支援で、2か月前からポンプアップが始まり、あと3か月で終了する。ただ、崩壊した廃滓堆積場の修復工事、廃滓堆積場上流の沢水の調整、非常排水システムの改善工事などが必要と考えられるが、この資金的目処はまだたっていないようである。また、民営化には、過去の負債も問題である。

表 4 - 1 Veliki Majdan 鉱山の近年の操業成績

		Veliki Majdan 鉱山の操業成績													
年		1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	粗鉱 処理量	43,790	44,250	33,680	30,958	32,851	15,116	12,825	31,420	28,360	22,377	30,315	13,560	6,170	6,300
	Pb品位	3.61	3.77		3.85	4.53	4.90	4.49	4.99	4.30	4.00	3.62	3.62		
	Zn品位	2.78	2.65	2.89	3.22	3.71	3.90	3.76	4.10	3.33	3.40	3.17			
	Ag品位							103		200	180	180			
	Pb精鉱量	2,129	2,246	1,769	1,634	1,932	921	711	2083	1,480	1,118	1,368	518	233	326
	Zn精鉱量	2,029	1,982	1,667	1,659	1,966	919	700	2148	1,544	1,204	1,554	469	111	245
	Pb精鉱 Pb品位	67.07	66.34	69.02	67.13	70.18	65.10	68	68.30	73.00	71.31	71.36			
	Zn精鉱 Zn品位	49.73	49.48	48.92	49.30	49.97	47.60	53.00	51.00	49.80	49.60	48.70			
	Pb金属量	1,428	1,490	1,221	1,097	1,356	600	483	1423	1080	797	976			
	Zn金属量	1,009	981	815	818	982	437	371	1094	769	597	756			

出典：エネルギ一・鉱業省

2) Rudnik 鋳山

Rudnik 鋳山は、Zn、Pb、Cuの複雑硫化鋳の鋳山で、粗鋳に銀も50～80g/tを含む。処理能力は約800 t / 日 (約25万 t / 年)。採鋳は坑内掘 (ルーム & ピラー) で、鋳山、選鋳場、管理事務所などが海拔 570～720mの丘陵地に点在する。鋳山周辺はリゾート地域であり、環境保全対策が必要である。坑道総延長120km。鋳床は、層状硫化多金属鋳床、一部石灰岩分布域はスカルン鋳床。可採鋳量55万 t、埋蔵鋳量120万 t (Pb2.33%、Zn2.07%、Cu0.83%、Ag91g/t。採掘対象の硫化鋳以外に酸化鋳が100万 t ある。選鋳はZn、Pb、Cuの優先浮選。選鋳能力約800トン/日、亜鉛鋳物は鉄閃亜鉛鋳のため、亜鉛精鋳中の亜鉛品位が45～48%と低い。Pb・Zn精鋳はブルガリアのプロージア製錬所へ、CuはRTB Bor製錬所に販売している。かつては、トレプチャに属していたが、2003年に民営化した。2004年の売り上げは、約1億5,000万ディナールで民営化直後のコスト増が影響し、9,000万ディナールの損失を計上した。今回のRudnik 鋳山の親会社の企業長 (セルビアでは、ユーゴスラビア社会主義共和国時代からの伝統で、企業のNo.1をセルビア語でDirektorと呼んでいる。すなわち社長) との面談では、課題としては、可採鋳量が少なく、採鋳強化が必要であるが、採鋳への資金が不足、人員配置 (生産活動への人員配置) のバランスが悪いこと、鋳山機械への投資の必要性などがあげられていた。

採鋳、選鋳の詳細 (聞き取り) を以下に示す。

①採鋳

走向NW-SE、5 km間に鋳床が賦存。現在採鋳区画は3鋳区で、現在採鋳中の主要坑道レベルは725m、672m、525mの3レベル。傾斜20～50度の鋳床を対象に主な採鋳法は下向きルームアンドピラー方式を採用。鋳床厚は5～20m。ピラーは5～8m×5～8m、間隔は14～16m。切羽長は30～100m。保護ピラーは7m厚。坑内骨格構造：725m以上は斜坑方式、以下は立坑方式。採掘区画によってはトラックレス方式もある。坑道総延長120km、うち2～3%が木枠による支保。岩盤のプロトジャコノフ係数は5～12、平均8.5。G3切羽の視察結果 (604mを採掘中、天盤672m)

採掘機 1ブームジャンボ 作業員2名、スライス高4m

ピラー作り レッグ式ハンマー1台、作業員2名

切羽運搬 ST (525mまで直投、集鋳は525mレベルで鋳車による)

切羽天盤及び側壁は楔式ーフボルト (2m、耐加重12.5t)

切羽の品質管理は鋳石価格 (例：ここの切羽はt 25US\$) と近代的な印象

稼働体制 採掘2方、保全3方、1方8時間

実働時間 約6時間 (入出坑1時間、食事30分、入浴20分) 更衣は就業時間外

申し送りは725m準にある申し送り場所にて行う

通気 725m、625mに扇風機。視察切羽に局部扇風機、風管確認できなかったが通気は良好。掘進はかつて年間3,500mぐらい行ったが、現在はほとんどやっていない

②選鋳

選鋳場は、1953年スタートし、その後火事で一部焼失したが、再建、1988年に増

産工事を行い、1992年にピークの処理鉱量を記録。設置された選鉱機械は多くがロシア製。Cone Crusherはアメリカ製。プロセスは以下の如くConventionalなフローである。

採鉱された粗鉱は坑内から巻き上げられ、450mの距離をトラック運搬され、選鉱場まで運搬される。Jaw Crsusher + Cone Crusher + Vibrating Screenで最大粒径16mm程度まで破碎し、Ball Mill + Akins Spiral Classifier（2台）で閉回路粉碎（磨鉱）。浮選は鉛、亜鉛、銅の順番に優先浮選。鉛、亜鉛、銅の優先浮選原鉱、尾鉱は自動サンプラーでサンプリング。原鉱は15分ごと、尾鉱は7.5分ごとにサンプリングし（7か所）、一方サンプルとして（磨鉱以下3方操業）付帯するラボで分析を行い、その結果を操業・工程管理に役立てている。浮選試薬の自動制御は実施していない。試薬は試薬溶解室から自然流送で、ポンプは使っていない。手元での流量計、バルブで試薬の添加量を手動コントロールしている。Ball Millなど大型機械は、各個に消費電力、電流計が付いているが、浮選工程では各機械ではなく、ある程度まとまった区間（例：亜鉛浮選の粗選、クリーナーなど）単位で消費電力、電流を管理している。聞き取りによると浮選の消費電力は、16～30kWh/tと大きく変動するようだが、原因はよく理解できなかった。

ラボには13人おり、ボーリングサンプル、粗鉱、選鉱産物などの分析を行っている。試金分析で、金、銀の分析も可能であるが、重金属分析は発光分析で、原子吸光光度計（AAS）は持っていない。工場全体は漏れ鉱も少ない。特に浮選のピットはよく漏れ鉱処理が行われているようでクリーンで、3Sも含め労働者の質が高いように見受けられた。

選鉱廃滓は、ポンプ流送及び自然流送で、選鉱場の下に位置する廃滓堆積場まで約800mを流送される。廃滓は分離堆積で、築堤は長さ300m、高さ50m、Rudnik鉱山に行く道路沿いにあり、この道路からよく見ることができる。Rudnik鉱山のある地域は地震のリスクがあるので、廃滓堆積場の管理には留意しているとのことである。

表 4-2 Rudnik 鉱山の近年の操業成績

		Rudnik 鉱山操業成績													
Product	t.	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
粗 鉱		240,030	231,030	213,000	225,000	92,069	29,210		105,913	20,890	207,146	211,085	173,235	192,897	195,906
粗 鉱															
Pb品位	%	1.95	2.12	2.06	1.99	2.23	2.04		2.15	1.93	1.80	1.61	1.58	1.48	1.46
Zn品位	%	2.00	2.07	1.84	1.89	2.25	2.54		1.99	1.72	1.73	1.60	1.66	1.59	1.63
Ag品位	gr/t	53	53	68	54	49	53		50	60	70	62	60	63	80
Cu品位	%	0.23	0.26	0.24	0.25	0.26	0.21		0.18	0.28	0.35	0.31	0.30	0.25	0.34
Pb精鉱量	T	5,910	6,350	5,570	5,269	2,243	815		2,735	5,024	4,460	4,185	3,402	3,535	3,561
Zn精鉱量	T	8,180	7,635	6,650	6,995	3,305	1,145		3,665	5,780	6,040	5,780	5,015	5,205	5,581
Pb精鉱															
Pb品位	%	73.15	74.35	75.15	75.44	75.24	72.42								
Zn精鉱															
Zn品位	%	46.96	48.41	48.48	48.95	46.58	44.63								
Pb精鉱															
Ag品位	gr/t	1,697	1,607	2,174	1,863	1,424	1,731								
Cu精鉱															
Cu品位	%	19.50	16.06	16.54	17.36	16.34	11.93								
Pb金属量	T	4,232	4,721	4,186	3,975	1,687	590								
Zn金属量	T	3,841	3,696	3,224	3,421	1,539	511								
Cu金属量	T									1,485	1,920	1,605	1,245	1,175	2,004

出典：エネルギー・鉱業省

3) RTB Bor銅製錬所

RTB Bor銅製錬所は、1961年に建設され操業を開始した。1971年に反射炉及び転炉の第2ラインが増設され、その後順次拡張された。1976年には、酸素富化設備の強化が実施され、精鉱（乾鉱ベース）60万8,000 t /年の処理能力となった。

熔錬（乾式製錬）及び電錬（電解精錬）設備を持つ大型の一環銅製錬所であり、最終製品として電気銅〔99.99%、Grade A・ロンドン金属市場（LME）へ登録〕の製造を行い、副産物として熔錬工場排ガスからの硫酸、電錬工場電解スライムからの貴金属（金、銀等）回収を行っている。

設備全般の老朽化もさることながら、主要熔錬設備が排ガス回収の困難な反射炉であり、硫酸工場が亜硫酸ガス（SO₂）回収率の不十分なシングルコンタクトとなっていることが鉱害対策上の大きなハンディキャップになっている。

また、硫酸工場、電錬工場や貴金属工場からの酸性排水が無処理のまま放流されていることも問題である。

①主要設備

a) 熔錬設備

流動焙焼炉+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、転炉スラグは反射炉へ繰り返し、転炉粗銅（Blister）の銅品位は、98.5%

精製（アノード）炉：3基、木材ポーリングによる残存亜鉛、鉄、酸素の除去及び粗銅の表面平滑化が目的、精製炉粗銅の銅品位は99.8%、精製炉スラグは転炉へ繰り返し

陽極（アノード）鑄造設備：2基、陽極銅の銅品位は99.8%

b) 電錬設備

電解槽：1,454槽、PVC内張り、Bottom-Top循環方式、電解液温：60℃
オートクランプ社製カソード製作機
電気銅の銅品位は99.99%

c) 硫酸製造設備：3ライン、いずれもSingle Contact

K1：412t/d、1968年建設（ストップ）

K2：435t/d、1971年建設（運転中）

K3：1,000t/d、1983年建設（ストップ）

d) 副産物生産

金電解精製：6 t /年

銀電解精製：50 t /年

セレン、プラチナ、パラジウムなど

②生産実績

近年は30万 t /年程度の精鉱を処理していて、熔錬能力の50%以下の操業度になっている。硫酸は現在約10万 t /年製造しているが、「セ」国で唯一の硫酸製造メーカーであり、この程度の生産量であれば販売は順調である。

(2) 各工程における生産システム及び品質管理技術の検証

1) 採鉱

プロジェクト形成調査、予備調査で現地踏査したRTB Bor Krivelj鉱山は露天掘り、Rudnik鉱山は下向きルームアンドピラー方式を採用している。なお、世界銀行のコンサルタントはRTB Borのリストラに関して、Borska reka鉱床の開発方法として、Block cavingの採用を提言している。Borska reka鉱床の銅の斑岩銅鉱床と想像され、粗鉱生産量800万t/年と大きな鉱山であるので、コスト的な観点からはBlock cavingが有利かもしれないが、技術的観点からは、ずりの混入防止など決して簡単な採鉱法ではない。日本の非鉄金属鉱山には、粗鉱生産量800万t/年レベルの鉱山は存在しなかったが、採鉱法については、Sub-level stoping、Sub-level caving、Cut & Fill、Mechanized Cut & Fill、Room & Pillarなど種類多い採鉱法の経験がある。RTB Borのケーススタディにあたっては、Block cavingに拘らず、幅広い観点からのレビューが望まれる。

Rudnik鉱山では、切羽の品質管理を鉱石価格で行っているとの話で、現地踏査の印象からも、採鉱の品質管理技術は決して低くないと想像される。日本の非鉄金属鉱山（坑内掘）では、切羽面などに巡回する係員、探査技術者などが鉱石とずりの境界面を明示し、きめ細かな鉱石/ずり管理を行っていたが、セルビアでもこのようなきめ細かな管理は受け入れられる可能性がある。

2) 選鉱

①選鉱工程

「セ」国の選鉱工程はいずれの工場も破碎+磨鉱+浮選（優先浮選）+精鉱処理+尾鉱処理のConventionalな選鉱プロセスである。

②選鉱成績

「セ」国に限らずバルカン地域の鉛・亜鉛鉱石は鉱質的に銅、鉛、亜鉛、硫化鉄など複雑硫化鉱で、優先浮選による各種金属の分離が難しく、特に亜鉛の優先亜鉛は銅、硫化鉄の混入が高く、今回調査したVeliki Majdan鉱山、Rudnik鉱山の亜鉛精鉱中の亜鉛品位は50%程度に留まっている。また、Rudnik鉱山では、亜鉛鉱石自体が閃亜鉛（Sphalerite, ZnS, 亜鉛含有量最大66.6%）ではなく、鉄閃亜鉛（Marmatite、鉄がZnsの中へ固溶した形の鉱物）である。鉄閃亜鉛の場合は、亜鉛精鉱の亜鉛品位の上昇は限界があるが、亜鉛精鉱中の銅、硫化鉄の混入については、成績改善の可能性があるとと思われる。また、RTB Bor選鉱場の銅精鉱中銅品位も全般的に低く、ケーススタディで検討の価値があると思われる。

③自動制御・省エネ・省力化

浮選、磨鉱工程の制御室では、電流計、消費電力計、ITV監視などは導入されていた。選鉱の自動制御機器の導入、計装化はある程度の投資が必要であり、RTB Borの2選鉱場、Majdanpek鉱山選鉱場は、いずれも1950～60年代の建設であり、特に1990年以降の経済的な苦境からして、最新の自動化、計装設備は設置できていないと想像される。一方、中小鉱山（Rudnik鉱山）では伝統的な原鉱、尾鉱のサンプリング機器が設置されていた。

近年は、プロセス制御のコンピューターの機能が昔に比べ格段に向上し、小型

化、低価格化が実現している。また、アナログの計装機器からの信号をデジタル化し、コンピューターに取り込む技術も進んできた。このような状況の下、近代的な選鉱場では、昔のような中央制御室で工程全体の監視を行うのではなく、計装機器の分散設置、分散監視が一般的であり、破碎、浮選、磨鉱、精鉱処理、廃滓処理、排水処理などの工程別に制御用コンピューターを設置し、作業者は制御用コンピューターのCRT画面を見ながら運転・監視を行い、結果的に省力化に寄与している。

「セ」国側が希望すれば、オンラインの粒度系を利用した磨鉱回路の自動制御、フェードバック制御＋フィードフォワード制御による試薬の添加量の自動制御など日本、欧米の自動制御の考え方、アプリケーションの紹介もよいであろう。

省エネについて、鉱石処理トン当たりの消費電力量が明らかではないが、設置されている機器をみると、先進的な省エネ機器が採用されているわけではない。以下のような省エネ対策が考えられる。

- ・プロセスフローの簡素化
- ・大型破碎機の導入、破碎強化による磨鉱粒度の細粒化
- ・ミルライナーのゴム化
- ・適正な機器、電動機を使用
- ・連続操業（1週ごとの運転・休転の場合は、2週またそれ以上の連続運転）
- ・大型浮選機の導入による浮選機総数の減少
- ・精鉱処理工程などは負荷に応じた間欠運転の検討
- ・運転方法の見直し（通常は後工程から運転していくが、前工程から運転を行う。例えば、廃滓処理工程→浮選工程→磨鉱工程と運転する場合、実際に鉱石が流れ機器に負荷がかかるまでアイドル時間が無駄になるので、アイドル時間を短くするために、磨鉱工程→浮選工程→廃滓処理工程の順番に機器を運転する）
- ・磨鉱、浮選パルプ濃度の上昇
- ・インバーターの導入による負荷に応じた電動機運転

④廃石（Waste Dump）、廃滓（Tailing）の残存金属の2次回収

RTB Borに限らず、昔に採掘した廃石、廃滓の中には、銅などの金属が比較的高い含有量で残存している場合がある。今回本格調査でのケーススタディの対象となるボル銅鉱山では、露天掘の廃石と旧廃滓堆積場が検討の価値があると思われる。露天掘の廃石には、酸化鉱、低品位硫化鉱などが含まれており、RTB Bor銅研究所では、地質調査を行い、廃石量は、4億5,000万t、残存銅量を60万tと推定し、SX-EWプロセスの適用の初期的な検討を行っている。

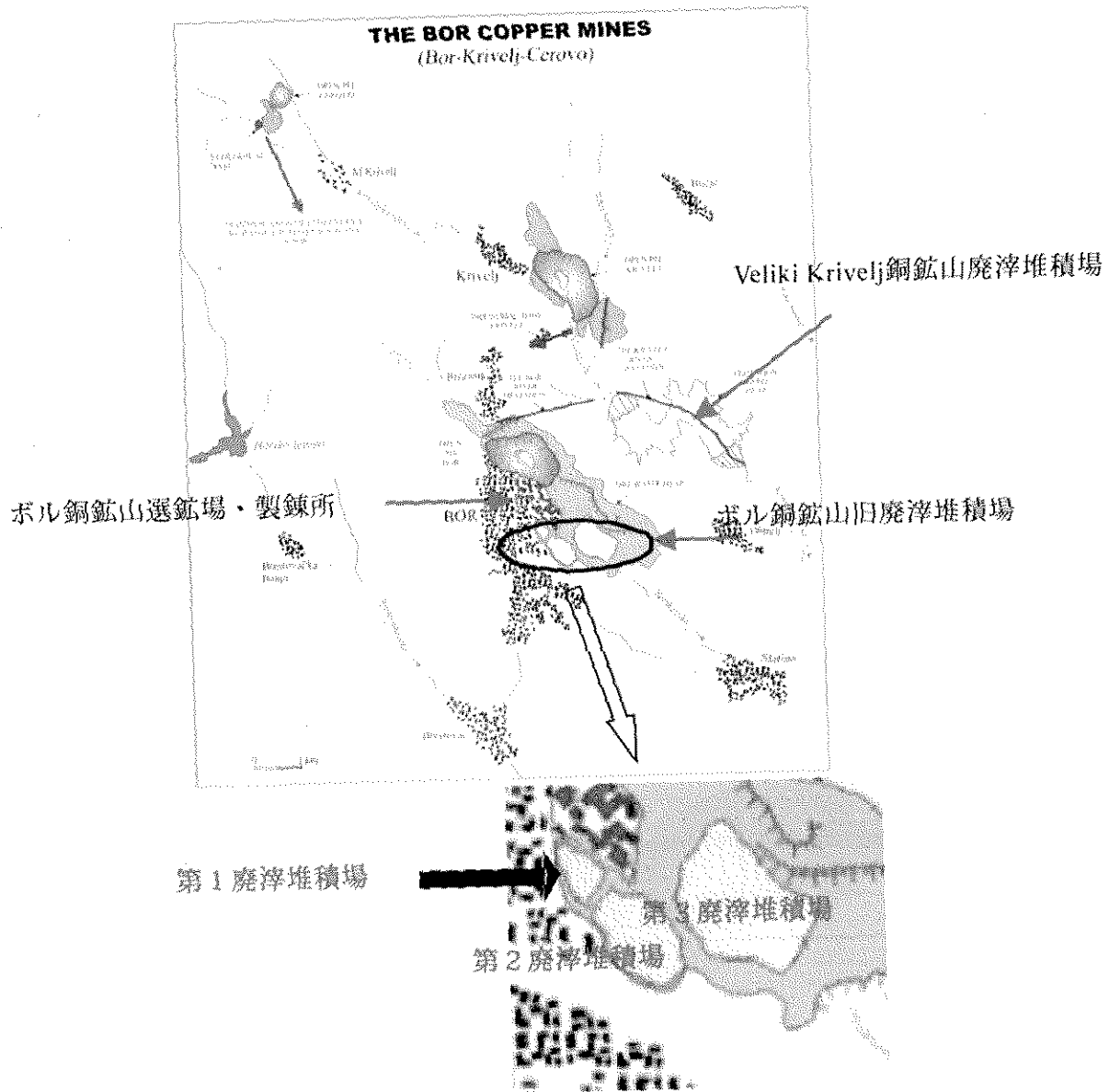
一方、ボル銅鉱山旧廃滓堆積場は1930年代から1980年代まで使用した第1堆積場、第2堆積場があり、第1堆積場：廃滓量400万t、銅品位：0.32%、第2堆積場：廃滓量1,900万t、銅品位：0.24%と見込んでいる。この堆積場の廃滓サンプルを用い、約6年前から回収可能性調査を行い、ラボスケール試験も実施した。その結果では、銅鉱物は酸化物が40%、残りが硫化鉱物だが、比較的酸に可溶性な銅蘭、輝銅鉱の比率が高い。銅の溶解率は、32時間で82%に達した。廃滓は粒度

が細かく、硫酸の透過が困難、ダンブリーチングには向かないので、試験プロセスはダンブリーチングやヒーブリーチングのような浸出液の透過、循環方式ではなく、タンクでの攪拌リーチングの後溶媒抽出+EWを採用することが適当と判断する。また、無機酸化剤を添加するので、ダンブリーチングのSX-EWよりコスト高だが、本プロセスの工業応用例はアメリカのマイアミ鉱山 (Magma Copper) がある。今回、ラボスケールとベンチスケール試験の見積りをRTB Bor銅研究所から受領した (試験フローは図4-3を参照のこと)。

なお、Magma Copper社マイアミ鉱山の例は第2廃滓堆積場は、廃滓量3,450万t、銅品位0.33%、銅鉱物は55%が酸化鉱で、残りが硫化鉱である。1967年から試験をスタートしたが、プロセスの検討、変更の紆余曲折の後、1988年からプラント建設を開始し、1989年2月に操業がスタートした。建設コストは約2,000万US\$ (現在価値で約22億円)。処理量は1万800t/日、労働者は23人^{*1}。

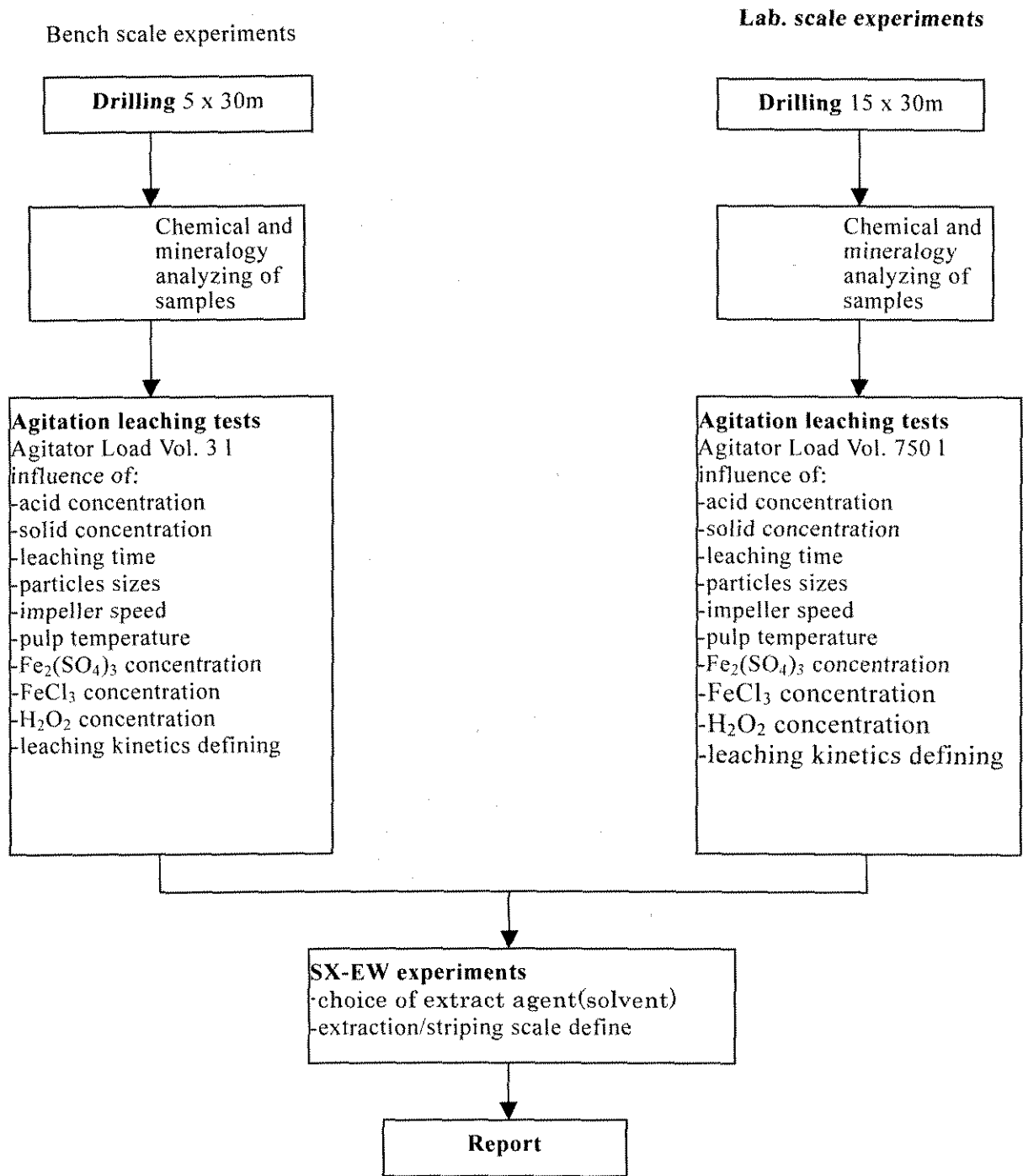
一方、マイダンペック鉱山の廃滓堆積場からの金の2次回収については、マイダンペック鉱山が民営化 (オーストラリアの企業による鉱山購入の話が進んでいるとの情報が今回の調査で得られた) が進んでいること及びBor銅研究所では、金の回収方法として一般的なシアン化物を用いる方法ではなく、チオ尿素による金溶解の試験を行っていることから、Bor鉱山と同様なケーススタディでの試験は不向きと思われる。

^{*1} “Developing Magma’s tailings leach operation, Mining Engineering September 1990”



- 第1 堆積場：廃滓量400万 t、銅品位：0.32%
- 第2 堆積場：廃滓量1,900万 t、銅品位：0.24%
- 第3 堆積場：使用中

図4-2 Bor旧廃滓堆積場の概要



出典：RTB Bor銅研究所

図4-3 Bor旧廃滓堆積場の銅2次回収試験フロー (SX-EW)

⑤RTB Bor 銅研究所

RTB Borの銅研究所は、Bor、Crivelj、Majdanpekの各鉱山生産部門の技術セクションが集まったような組織で、スタッフ数450人で、以下の部門がある。

地質

採鉱・選鉱

製錬

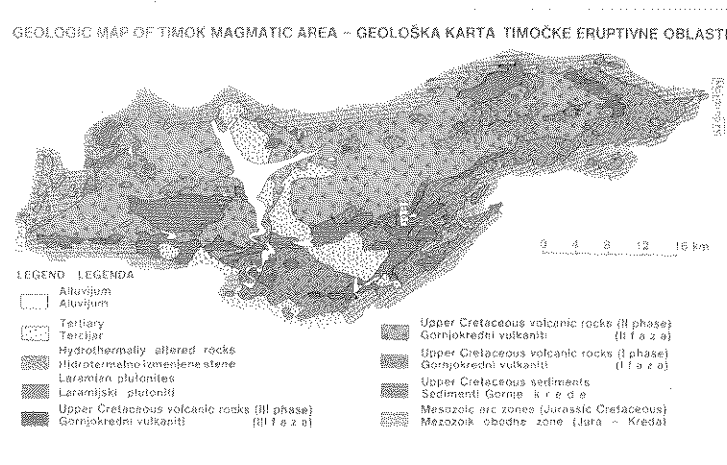
化学分析・品質管理

情報・企画・管理

エンジニアリング（機械、電気、土木、建築）

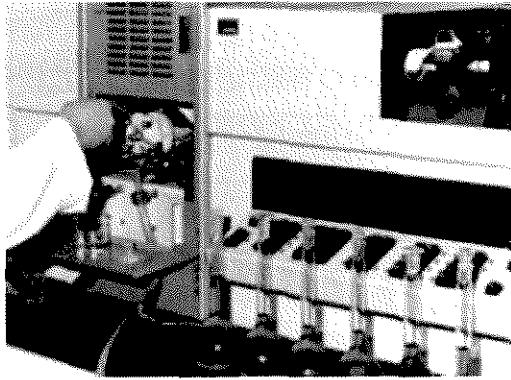
図書、研修

研究設備、分析設備は古いものが多いが、よくメンテナンスされており、研究内容もレベルが高いように見受けられる。海外の鉱山、製錬所のエンジニアリングも行い、イランのサルチェスメー銅製錬所の製錬設備に関して、エンジニアリングを行った経験があるとのことであった。地質～製錬までの調査研究、計画策定、分析を行っており、分析ラボも持つ。また、少量だが、貴金属などの精製、製造など事業も行う。JICAのMPの本調査での協力の可能性も高いと思われる。鉱山部では、“GEMCOM”（世界的な鉱山生産管理ソフトウェア）で露天掘り、坑内掘りの採鉱計画を策定している。



出典：RTB Bor 銅研究所

図4-4 地質部で作成したTimok鉱山活動地域の地質図



化学分析・品質管理の
原子吸光光度分析計



RTB銅研究所がエンジニアリングした
ビルマのKYAUKPAHTOE金鉱山・製錬所

3) 製錬

①生産システム

操業度が低いため、現在はいわゆる片肺操業となっているが、反射炉方式の大型一環銅製錬所として一般的な生産システムとなっている。以下に概略フローシートを示した。

- ・原料銅精鉱から最終製品である電気銅までの工程概略フローシート

銅精鉱→**調合鉱舎**→調合鉱→**流動焙焼炉**→焼鉱→**反射炉**→マット→**転炉**→
 転炉粗銅→**精製炉**
 →**精製粗銅**→**鑄造機**→アノード→**電錬工場**→電気銅

調合鉱の品位：S 50%、 焼鉱の品位：Cu 24～27%、S 14%

- ・硫酸製造工程の概略フローシート

流動焙焼炉排ガス+転炉排ガス→**ガス混合塔**→混合排ガス→**硫酸工場**→硫酸

- ・貴金属回収工程の概略フローシート

電錬工場→電解スライム→**貴金属回収工場（金・銀電解等）**→
 金・銀・白金・セレン等

②品質管理・操業管理技術

- ・工程内中間品及び製品品質管理

調合鉱や熔錬工程中間品については、バッチごとに銅、硫黄などの主成分についてサンプリング、分析を実施し、それらの結果を日常工程管理に反映させている。流動焙焼炉・反射炉・転炉からの排ガスについては、1日に数回の頻度で流量、SO₂、CO₂、O₂濃度を、また、硫酸工場からの排ガスについては、1時間ごとに流量、SO₂濃度の分析を実施している。

アノード、電解スライムについてはバッチごとにサンプリングし、銅、金、銀、不純物を分析、製品（電気銅、硫酸、貴金属）についてはロットごとに客先の要求に沿った成分分析を実施している。

- ・品質管理・操業管理技術レベル

採用されている品質管理技術は、コンピューターシステムの全面的採用などと

いった進歩的なものではなく、マニュアル的な通常技術である。しかしながら、工場見学の折に見受けられた操業設備及びその周辺（休止中の設備は除いて）の予想外ともいえる良好な整備状況は、メンテナンス、品質管理を含めた総合的操業管理の技術レベルが決して低いものではないことを示すものとする。

工場内に保管されているアノードの形状に湾曲が少なく、表面状態も比較的良好であった。また、電解槽内の電解液にも浮遊スライムが少なく、電鍍工場内の種板（カソードとして使用される）、製品電気銅の表面状態も比較的平滑であり、その品質も劣っていないことを示唆しているものとする。

現場管理者として使用可能な現有設備をフルに活用している様子が伺われた。

(3) 各工程における鉱害及び対策技術の検証

1) 採鉱・選鉱の鉱害（水質を中心）

① Kriveij露天掘銅鉱山廃滓堆積場河川水迂回排水パイプ

RTB Borの鉱害については、プロジェクト形成調査報告書「4-1-4 環境・鉱害」に記載したが、今回新しく聞き取り、資料を収集した内容について記載する。

科学・環境保全省が特定したセルビア全土17の環境汚染ホットスポットの中にRTB Bor鉱山の製錬所の鉱害（大気、水）とKriveij露天掘銅鉱山廃滓堆積場がある。Kriveij露天掘銅鉱山廃滓堆積場の問題は、廃滓堆積場の上流にあるKriveij川の水を廃滓堆積場に流れ込まないようにするバイパス配水管の亀裂であり、このパイプは同廃滓堆積場の底部に設置されている。応急対策は亀裂の補修だが、根本的な対策は新規のパイプ設置で、新規配管案2の場合の概算見積りは、パイプ設置（直径3mのコンクリート管、長さ：2.4km）築堤改修など710万ユーロである。

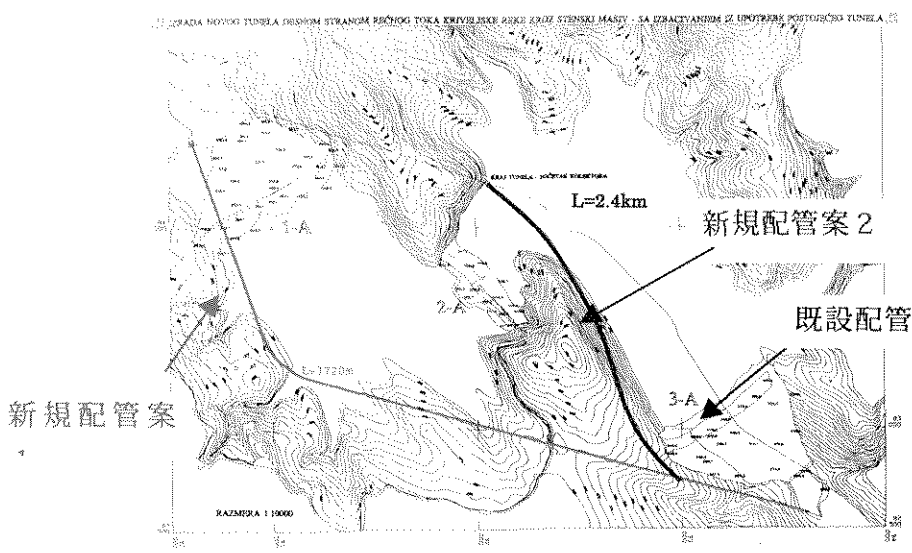


図 4-5 Kriveij露天掘銅鉱山廃滓堆積場河川水迂回排水パイプ計画

②RTB Borの排水

Bor鉱山酸性排水、Kriveij露天掘鉱山、堆積場排水、製錬所排水など現在は付近の河川に放流され、Kriveij川、Timok川、ドナウ川と流れていく。図4-6にRTB Borの排水系統概念図を示す。

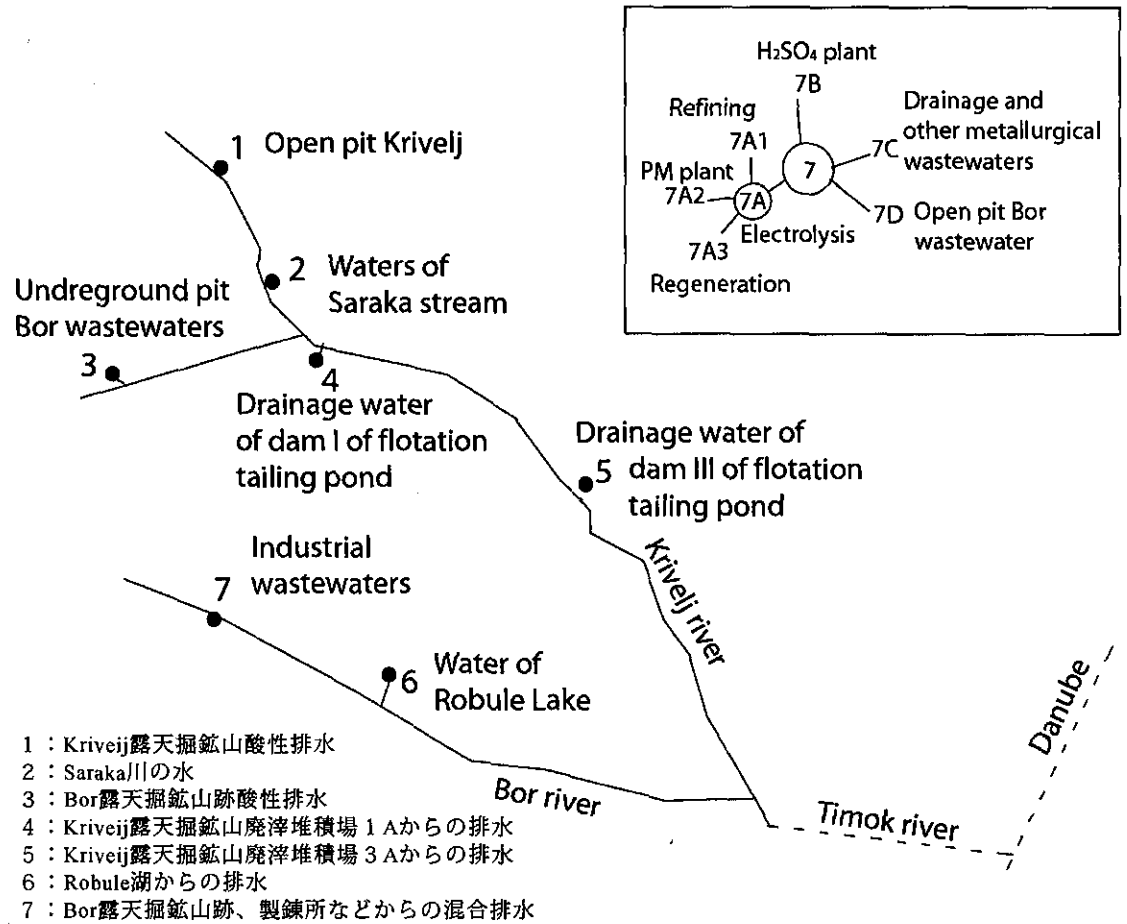


図4-6 RTB Bor排水系統概念図（閉山したCerovo鉱山からの排水を除く）

図4-7にRTB Borの排水の量、水質を示す。1992年に閉山したBorの露天掘鉱山酸性排水は、水量 $3,599\text{m}^3/\text{日}$ 、 $\text{pH}2.7$ でCu濃度 333mg/L と非常に高い値となっている。また、Borの露天掘鉱山の排水と製錬所の混合排水も水量 $2,333\text{m}^3/\text{日}$ 、 $\text{pH}2.35$ でCu濃度 54mg/L と高い値である。これらがKriveij川に流入しており、通常は考えられない状況である。RTB Borでは、①これら酸性排水の処理、②これらを集め選鉱場にリサイクル、③セメンテーションで沈殿銅の回収などを課題としている。

FLOWSHEET OF WASTEWATER STREAMS FROM RTB-BOR

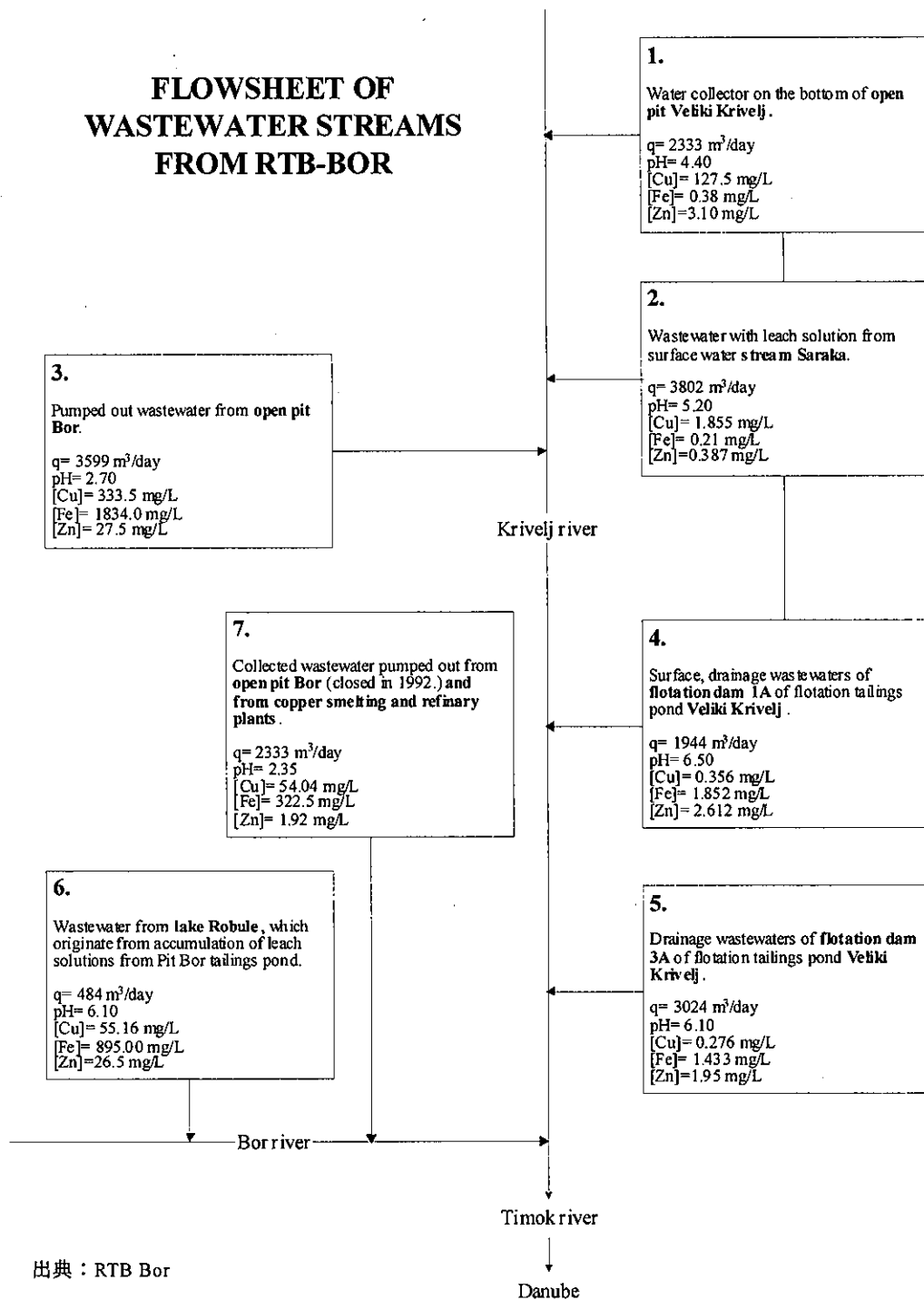


図 4 - 7 RTB Borの排水の量、水質

2) 製錬

① 熔錬工場排ガス

ドイツBGRの資料^{*2}によれば、SO₂回収率は20～30%で年間約17～20万 t のSO₂が大気放出されており、重金属 (Bi、Pb、Zn、Cu、Cd、Mn、Ti) の含有量が高いダストの年間放出量も1,300 t に達する。

先進国では、SO₂回収率が90%以上の水準にあるのが一般で、これと比較すればRTB Borの熔錬工場からの排ガス (反射炉及び硫酸工場排ガス) が公害上いかに大きな問題であるかが理解できる。

排ガス処理システムの概要を図4-8に示した。

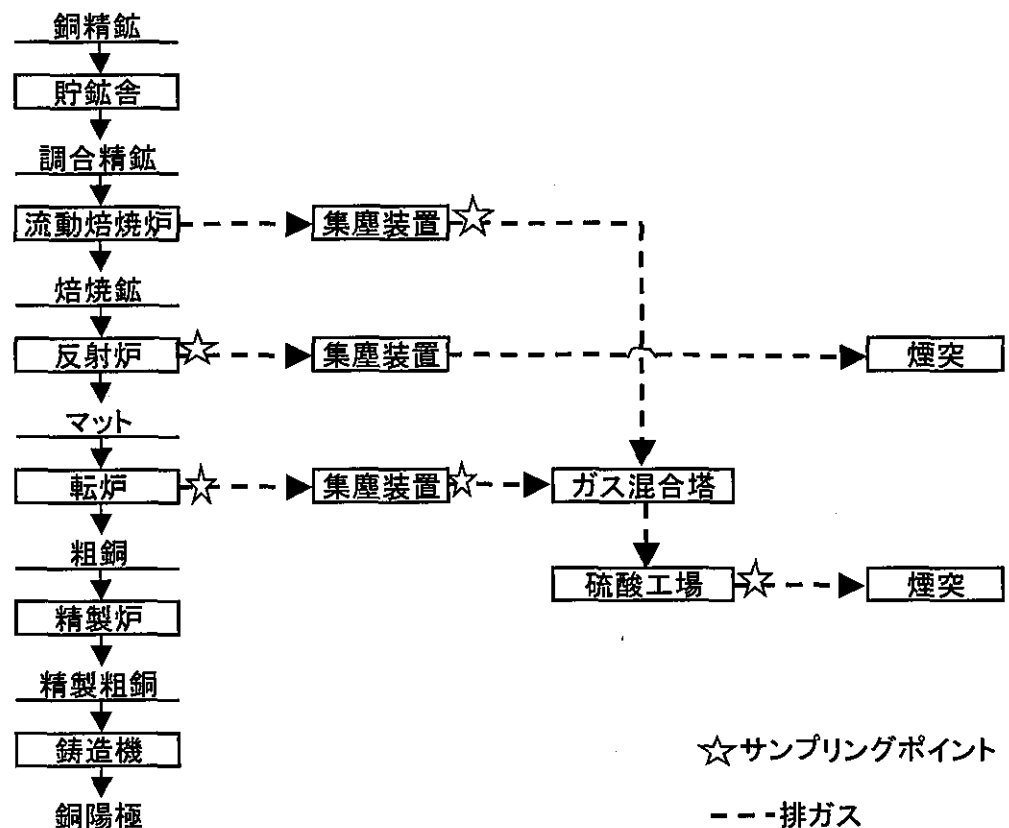


図4-8 RTB Bor熔錬工場排ガス処理フローシート

・ 反射炉排ガス

鉱害対策上、最も問題となっている排ガスである。反射炉排ガスはサイクロン、電気集塵機 (EP) といった一般的な集塵設備でガス中のダストを除去した後、そのまま煙道を経て煙突から大気へ放出されている。見学时、反射炉出口側煙道に設置されている固定モニタリングポイントのSO₂濃度測定値は、0.56%、0.75%であった。煙突からのSO₂濃度の排出規制値は不明であるが、これらSO₂濃度はFree airの混入のため煙突上端 (105mH) では若干希釈されるであろうが、

^{*2} "Workshop on Geo-and Mining Hazards Nov. 18-26 2002"

排出規制値を超えていることは確実と考える。

反射炉排ガスは硫酸工場で処理するにはSO₂濃度が低過ぎるため、そのまま煙突から放流できない場合は、鉱害対策として脱硫中和設備（例えば石膏プラント）による処理が必要になる。先進国では、反射炉の排ガスに比較してはるかにSO₂濃度の低い硫酸工場排ガスにも脱硫中和設備を設けている例がある。

- ・硫酸工場排ガス

次に問題になるのが硫酸工場の排ガスである。この排ガスは、ほぼそのまま煙突（150mH）から大気中に放出されている。RTB Borの硫酸工場はシングルコンタクト方式であるため工場入り口のガス中SO₂の回収率はせいぜい90%程度である。したがって、排出規制値をクリアすることは難しいと考える。

SO₂回収率を高めるためにはダブルコンタクト方式の導入が必要になる。

- ・下降気流現象

上記の両煙突から放出される排ガスは、Bor地域で年間を通じて支配的な風向である東風^{*3}に乗って、頻繁に拡散不十分な貫流となって市街中心部に下降する。煙突を高くすればこの現象は幾分緩和されるかもしれないが、その場合は更に環境汚染が広域化するおそれがある。製錬所が市街の東側に隣接しているため、この下降気流現象のBor市の大気環境に対する影響は著しい。

- ・環境モニタリング結果に呼応した操業調節

Bor市の固定連続観測点のSO₂濃度は、銅研究所経由で熔錬工場内の24時間監視のコンピューター画面に送られているが、SO₂濃度の15分間値が連続して2回、2,000ppmを越えると熔錬工場の操業を調節することにより、排ガス放出量を減少させる対策をとることになっている。ただし、このアクションをとる頻度は日々大きくばらついている。

RTB Borで聴取したBor市及びその周辺のSO₂濃度の環境基準値は、以下のとおり非常に緩やかな数値となっており、例えば日本の基準値である24時間値0.04ppm以下、1時間値0.1ppm以下に比べ、大幅に桁が異なっている。

24時間値 150 ppm以下、1時間値 250ppm以下、15分間値 1,000 ppm以下

②工場排水

硫酸工場及び電錬工場（貴金属工場を含む）からの酸性排水（Cu, As, Pb, Zn等を含有）が問題である。これら排水は無処理のまま排水池に送られ、Bor露天掘鉱山跡（1992年閉鎖）などからの排水とともにBorska川に放流される。Borska川はTimok川を経て国際河川Danubeに流入している。

この種の工場排水は、中和処理により有害重金属等を分離除去した後、排水貯留池を経て河川等に放流されるのが先進国の常識になっている。

*3 「環境年次報告書」 Bor 市役所 Feb.2005

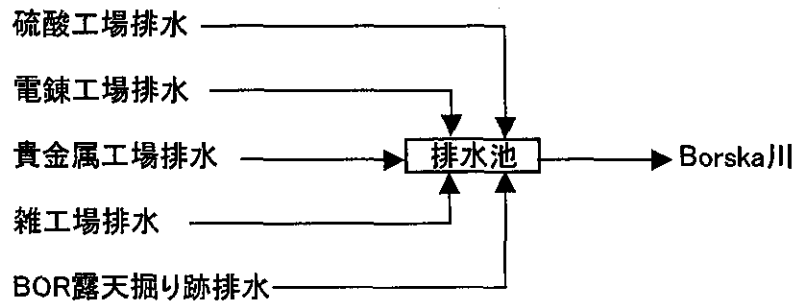


図 4-9 工場排水等系統図^{*4}

以下に、これら酸性排水の測定データ例を示した（なお、RTB Bor全体の排水についてドイツBGRの資料によれば、年間排出量は硫酸分300～500 t、砒素300～350 t、鉛30～100 t、亜鉛10～35 tとなっているが、INTREATの調査^{*5}では、銅502 t、砒素0.4 t、亜鉛52 tで、砒素排出量に極端な乖離がある）。

・電錬工場からの酸性排水データの一例（単位 g/l）

排水量	120m ³ /日
H ₂ SO ₄	26～73
Cu	1.5～7.4
As	0.076～1.15
Bi	0.001～0.003
Zn	0.013～0.16
S.S	0.12～0.48

S.S組成（%）：Cu 40～50, As 0.1～0.3, Pb 7～10, Bi 0.1

註）S.S（Suspended Solid）：懸濁物質、最大粒子径10 μm

また、Borska川への放流地点における排水（総合排水）等のデータに関し表 4-3 のような調査結果もあるが、上述の諸データと流量について整合性がない。

表 4-3 INTREAT資料による排水データ

	総合排水(露天掘り跡等の排水含む)	電解工場排水	貴金属工場排水
流量	2,333 m ³ /日	2,874m ³ /年	1,946m ³ /年
PH/H ₂ SO ₄	2.35	16.6 g/l	15.3 g/l
Cu	54 mg/l	4.8 g/l	2.9 g/l
Fe	322 mg/l	0.095 g/l	0.045 g/l
Zn	1.9 mg/l	0.006 g/l	0.008 g/l
As	0.017 mg/l	0.045 g/l	0.12 g/l
Pb	2.08 mg/l	0.095 g/l	0.004 g/l

^{*4} INTREAT Workpackage 4

^{*5} INTREAT Workpackage 4

③環境基準及び排出基準

今回の調査では、大気質、水質等に関する環境基準（Environmental Standard）や排出基準（Emission Standard）について、信頼すべき情報が得られなかった。

本格調査では、環境基準や排出基準に関する法規（英文版はないかも知れないが）を入手して、これらをレビューする必要がある。

（４）環境モニタリングに係る法整備状況と運用の実態

1）法整備状況

新環境保全法（Law on Environmental Protection）が、他の新環境関連3法〔EIA法、戦略的EIA法、総合汚染防止管理法（Integrated Prevention and Pollution Control：IPPC）〕とともに2004年12月26日に議会を通過している。

新環境保全法は、環境保全に関する基本法として位置づけられ、EIA、IPPC、自然保護、大気・水・土壌・森林・土地資源、化学物質管理、廃棄物管理、放射線、騒音・振動、など環境保全に係るすべての分野・項目について、基本的事項が規定されている。

この新環境保全法の中に環境モニタリングに関する基本的規定があるので、その概要を以下、順次、項目別に示した。

実施機関、国家モニタリング、汚染者側モニタリング、報告・公開、住民参加など重要項目が明確に規定されていて、法律自体は進歩的で、よく整備されたものであるといえる。

①モニタリング実施義務

共和国政府、自治州政府、地方自治体は、関連法規に基づき環境の状況を持続的に管理・モニタリングする義務を負う。また、共和国政府、自治州政府、地方自治体にはそれぞれの管轄域を対象としたモニタリングプログラムを作成する責務がある。

また、これら3機関には、モニタリングに関する財務措置を講ずることが義務づけられている。

②モニタリングの方式、内容

国家モニタリング（State Monitoring）は、環境影響要因のすべての項目について組織的測定・検査を実施し、政府は、測定点の数・ネットワーク、測定対象項目・頻度、測定方法・指針、データ提出方法・期限などを決定する。

③公認機関

モニタリング能力を有し、ISO標準に適合した機関が政府公認として、モニタリング実施の許可を取得することができる。

④汚染者側のモニタリング義務

汚染者（Polluter）に義務づけられている事項は、排出物、大企業については気象観測データ、その他の環境影響要因のモニタリング、必要に応じた経費分担などである。また、政府はモニタリングの内容・方法、データの記録・報告等を指示し、汚染者側は、実施すべきモニタリングに関する財務措置を講じる義務を負う。

⑤報告

政府機関を含めてすべてのモニタリング実施者（汚染者側も含め）は、環境担当機関（Environmental Agency）に指示どおりにモニタリングデータを提出しなければならない。

⑥情報システム

モニタリング制度の効率化を目的にした情報システムの構築が義務づけられ、政府がこのシステムの詳細を規定し、環境担当機関がこれを運用する。

⑦環境状況報告（Environmental Status Report）

定められた内容を記載した年次報告の議会への提出が、政府に義務づけられている。

⑧情報公開及び住民参加

政府、自治州政府、地方自治体は、定期的並びに随時、モニタリングの結果、住民の生活・健康に悪影響を及ぼす可能性のある環境状況について住民に報告する義務を負う。

また、住民は法の下に以下のような意思決定手続きに参画できる。

- ・戦略的EIA、EIA
- ・新規及び既存工場の操業認可

2) 運用の実態

新環境保全法により定められている環境モニタリングに係るコンセプト、具体的規定の運用が、既にどの程度なされているか、その実態について関係機関ごとに以下に記載した。

国家モニタリングシステムや地方自治体によるモニタリングシステム、情報の報告、住民への公開や住民参加など、概ね、新法のコンセプト・規定に沿った運用が既になされている模様である。汚染者側モニタリングや経費負担についてもRTB Borのような大規模企業では実施されており、運用全般としては、ほぼ新法の定める方向で軌道に乗っているとの感触が得られた。

また、関係機関には数多くの測定データが蓄積されていて、本格調査期間中、必要に応じてMSEP経由などでこれらにアクセス可能の見込みである。したがって、入手可能なデータを有効利用すれば、補完分析実施の必要性は少ないものとする。

①セルビア保健研究所（Institute for Health Protection of Serbia）

環境保全法で定められている国家モニタリングシステムを担当している保健省傘下の検査機関で、セルビア全土をカバーした、人の健康被害に係るすべての環境モニタリングを実施している。

全国23か所の支所を持ち、人の健康に係る環境被害の観点に立ってモニタリングを実施する。すべての鉱害、公害、地震・洪水・土砂崩れ等の自然災害、病気・伝染病など広範囲にわたる人への健康被害のモニタリングの実施、危険地域の特定及び警告が主たる業務となっている。

中央ラボの分析機器はやや古いですが、メンテナンスは比較的良好の模様で、特に有機物、菌類の分析機器が充実しており、多岐多様にわたるモニタリング・分析

に対する対応能力は国内でトップに位置づけられている模様である。

結果の報告は、MSEPをはじめとして関連機関に随時行われるネットワークができてきている。

本調査実施期間中に環境モニタリング面で通常の分析の範囲外の特殊な検査が必要になった場合、MSEPを通じてこの機関にコンタクトすることが解決策になるものとする。現にBor市の銅研究所も自所で対応できない特種な分析は、この研究所に依頼するとのことであった。

②共和国水文気象研究所 (Republic Hydrometeorological Institute)

セルビア全土を対象に気象・水質・大気のモニタリングを実施している国家検査機関で、上記の保健研究所と同様に国家モニタリングシステムを担当している。

・モニタリングステーション

気象：全国に28の固定観測点、すべて無人の自動連続観測

大気：全国に24の固定観測点、24時間の自動連続観測

ベルグラード地区には9か所の観測点

移動式観測車（モビラボ）は持っていない

水質：全国の河川・湖沼に159か所の固定観測点

このうち21か所は月次観測、28か所は週単位の観測

このほか、35の泉、75の地下水の観測点

・分析ラボ：全国に32か所

・中央ラボは研究所ビル内にあり、分析機器の種類は比較的充実しているが年代を経たものが多い。通常の大気質や水質分析に十分対応可能な分析能力を保有しているものとする。

・測定データ

コンピューターに取り込まれ、月次及び年次報告の形で主としてMSEPに報告されている。

この研究所は、検査・測定結果の技術的評価までを行い、評価結果に基づく改善指示・命令や警告の権限は持たない。

③Bor市役所

環境保全法に基づきBor市の環境に関するモニタリングシステム (Local Monitoring System) を構築、運営している。また、住民への環境情報の公開・報告は新聞やテレビを通じても行われていて、基本的スタンスは地域住民の生活や健康の保護にある。モニタリング結果をまとめた年次報告書を作成しており、2005年版（セルビア語）を入手した。

住民の苦情や要望は書面の形で持ち込まれ、RTB Borから市役所に派遣されている担当者が金銭的解決（補償金支払い）も含めて具体的な対応を行っている。

最近まで最も多いものは、高濃度排ガスの降下現象による農作物への被害、衣服や婦人用靴下へのミストによる点腐食被害などである。

Bor市は大気自動観測装置を所有しているが、水、土壌のサンプリング・分析を

含め、実務はすべて銅研究所が実施している。

また、Bor市は地域環境行動計画（Local Environmental Action Plan）を取り進め
中であるが、これについては既にJICAプロジェクト形成基礎調査報告書の中で詳
述されているので、ここでは記載を省略した。

④銅研究所

RTB Borの操業に係るすべての分析を実施している機関で、Bor市地域の環境モ
ニタリング、サンプリング、分析についても、その実務の中心的存在になってい
る機関である。

・モニタリング

2か所の固定観測点で気象（温度、湿度、風向、風速）及びSO₂濃度の連続自
動観測、2か所の固定観測点でSO₂ 24時間値及びダスト（PM10、2.5、1）のサ
ンプル採取。

連続自動観測データは、リアルタイムで銅研究所のコンピューターへ送られ、
RTB Bor及び市役所環境部門へ電送される。測定結果は新聞、テレビを通じて一
般市民にも公開される。

ダストサンプリング用に移動式装置（マニュアルサンプリング）1セットを所
有。

土壌のサンプリングは、15か所についてRTB Borの経費により実施。

分析を必要とするすべてのサンプルは銅研究所で分析実施、ここで分析できな
い特殊成分については、保健省のラボに依頼するが、これはごく稀であるとのこ
と。

・連続自動観測装置

上記2か所の固定観測点のうち、製錬所に最も近いほぼ市内中心部の公園内に
設置されている装置（Bor市所有）は、フランス製でRTB Bor所有のセットも組
み込まれていて2003年に設置、半年ごとにメーカーによるメンテナンスが行われ
ているとのこと。気象及びSO₂濃度のデータがモニター画面に表示されていて、
装置全体としてクリーンに保たれていた。

この観測点のデータは、製錬所の24時間体制の監視システムに送られ、SO₂濃
度が高い場合は熔錬工場の操業度を調節する仕組みになっている [(3) - 2)
- ①参照]。

この観測点は、製錬所の西方約600mの地点で、地点選定の理由は風向として
東風の頻度が圧倒的に高いからとのこと、これは、Bor市の年次報告書の風向
分析図から納得できる。残り1か所の固定自動観測点は南西方向にあるとのこと。

・分析装置及び分析能力

原子吸光、発光分光分析、質量分析など、一般的な環境・鉱害に関する分析に
必要な機器が揃っていて、装置は新しくはないがメンテナンスは悪くはない模様
である。

組織図は入手できたが人員配置表は入手できなかったもので、分析能力や本格調
査時の補完分析受入れ能力については定量的な判断はできないが、対応は可能と
推測される。

本格調査時の補完分析に関する単価見積表を依頼しているが、作成済みのものに適当なものが見当たらないらしく、入手は困難と思われる。

⑤Belgrade市役所

〈環境局の活動内容〉

- ・ Local Monitoring Systemの実施及び測定結果の報告
- 測定対象：大気、表流水、地下水、土壌等
- 報告：月次報告、年次報告を関係政府機関、地方政府機関、市民に提供する
- 大気については3か所の連続自動測定点を持っている
- モニタリング経費の約25%は市民に課されたEcological Taxで賄われる
- 〔2003年の結果をまとめた年次報告書（セルビア語）を入手済み〕

〈環境局の役割〉

常に市民の社会的権利を守ることにある
市民と政府機関、企業間の対立・論争に積極的に介入し、解決に至るプロセスを提案するなどの調整を行うが、最終的責任は政府にある

〈公害問題〉

- ・ 市の近傍にある2つの大規模な石炭鉱山（坑内掘と露天掘）が大きな汚染源になっている。
- ・ 16～20世紀にかけて歴史のある2つの非鉄金属鉱山（銅・水銀・亜鉛の坑内掘）が閉山し、近隣住民に負の影響を及ぼしている。
- ・ 廃鉱山跡地の住民等に与える負の影響が当局の大きな悩みの1つである。閉山した採石場や粘土採掘場の再生を進める必要があることを強調していた。

⑥RTB Bor

環境保全法に規定されている汚染者側モニタリング及び経費負担など、汚染者としての最低限の義務は果たしているものと考えられる。品質管理・操業管理のために、排ガス、排水、廃棄物などを含め、通常の工程内サンプリングや分析を実施しており、測定データは整備されている模様である。

（5）鉱山操業の近代化に係る提言

1）鉱山、選鉱

鉱山では、設備の老朽化、制裁などによる資金不足で、機材の員数自体が不足しており、採掘機械の更新、補充が喫緊の課題である。一方、選鉱場はいずれも、1970年代、1980年代に建設されたもので、最新鋭の設備というわけではない。Borska reka 鉱床の開発をベースにした世界銀行のRTB Borのリストラのアクションプランには、Kriveljに新しい選鉱場の建設が含まれている。投資計画の中には、これら設備の更新、補充計画が入ってくるはずである。

鉱山、選鉱操業の近代化として以下に述べる対策をあげる。

- ①探鉱の強化、戦略的な探鉱
- ②機材の大型化、効率的、省エネ特性に優れた機器の導入
- ③操業の効率化
 - ・ 効率的な採鉱操業

- ・採鉱方法
- ・選鉱操業方法
- ・機材メンテナンスシステム
- ・物品・資材管理
- ・省エネ、省力化、自動化などの検討が必要である。

④環境管理・排水管理の改善

多くの国で、鉱業は環境破壊の大きな原因と考えられている。環境破壊は水質、大気質、露天掘採掘による植生層の破壊、その結果として土壌質の劣化の広範囲に及ぶ。持続可能な鉱業には、環境への配慮が欠かせない。

- ・露天掘採掘跡、廃石ダンプなどの修復
- ・酸性坑排水
- ・廃滓堆積場管理の強化
- ・選鉱場排水のリサイクル、処理などについて対策が必要である。

2) 製錬

RTB Bor製錬所の現状を考慮すれば、操業の近代化として以下に述べる環境改善対策を最優先すべきである。

①熔錬及び硫酸工場排ガス対策

現在最大の問題になっている排ガスによる鉱害について、中途半端ではなく抜本的な設備上の対策が必至であると考えられる。現行の焙焼炉・反射炉の組合せを、例えば自熔炉に転換することにより熔錬工場排ガスの全量硫酸工場処理を可能にし、直接大気放出をゼロとする。硫酸工場を現行のシングルコンタクト方式からダブルコンタクト方式にすることにより、処理ガス中SO₂の回収率向上を図り、大気放出ガス中のSO₂濃度を大幅に低下させることなどが肝要である。

・焙焼炉・反射炉

反射炉は、粉鉱の大量処理に適しているため、特に米国の銅製錬所で採用されている。反射炉は反応炉ではなく熔解炉であるため、硫黄組成が調整された焙焼鉱を加熱熔解し、マットとスラグの2層を形成することを主目的にしている。このためSO₂の発生が他の炉に比べて少ないうえ、一般に燃料効率（微粉炭/重油）が低い大量の燃焼用空気が排ガスに混入し、SO₂濃度を更に低下させることになる。このSO₂濃度では硫酸工場で処理できないので、通常は脱硫中和設備で処理した後、大気放出される。

近年、環境基準が厳しくなり反射炉排ガスを直接大気へ放出することが困難になっている。大量の低SO₂濃度ガスを効率よく処理するのは簡単ではなく、これが反射炉製錬の大きなネックとなり、日本などでは、自熔炉などSO₂の濃縮が可能で排ガス量も低減できる熔錬炉の操業が支配的になっている。

自熔炉に酸素富化空気あるいは純酸素吹き込みを併用すれば、排ガス量をさらに減少させることができ、SO₂濃度も上がるので硫酸工場の規模もそれに応じた小型化が可能になる。

また、煙突放出が硫酸工場の排ガスのみになれば、排ガス中のダスト量も大幅に低減できることになる。これは、硫酸工場へ導入する排ガスは事前に十分除塵

しておく必要があるからである。

・硫酸工場

硫酸工場の硫黄の回収率は、シングルコンタクト方式で90%、ダブルコンタクト方式で98%程度と言われている。したがって、硫酸工場排ガスのSO₂濃度及び放出硫黄量を1桁程度低下させることが可能となり、排出基準ぎりぎりか、あるいは若干オーバーしている操業状態の場合は、ダブルコンタクト方式の採用は極めて有効である。

日本では、シングルコンタクト方式の工場が現存している一方で、ダブルコンタクト方式の工場の排煙を更に排ガス脱硫設備で処理しているところもある。しかしながら、工場新設の場合は、更なる環境改善を目指して、少なくともダブルコンタクト方式は指向されるはずである。

②酸性排水対策（電鍍工場及び硫酸工場排水）

電鍍工場（貴金属工場を含む）及び硫酸工場排水は酸性が強く、通常、重金属や砒素などの有害物質が比較的多く含まれているので、RTB Borの場合は、閉止鉱山からの排水により総合排水として希釈されているとはいえ、これらを無処理で放流するのは、常識外と言わざるを得ない。

中和処理により溶存あるいは懸濁している重金属や有害物質を沈殿分離した後、沈殿地へ貯留して更なる沈降分離を図った後に河川への放流を行うべきである。

すなわち、中和処理設備の新設はぜひとも必要である。

③電鍍工場の機械化

製品電気銅のより安定した品質確保のため、電極類の整備、運搬を行うアノードプレス、アノード整理機、カソード整理機などの設備導入といった電鍍工場の機械化は、近代化として検討に値すると考える。しかしながら、このような機械化・近代化には、さほどの緊急性や必要性はなく、現状のままの電鍍工場でもサバイバルは可能と考える。

(6) 他ドナーの動向と本プロジェクトとの関係

1) EUのINTREATプロジェクト

鉱害に関する調査プロジェクトとして、EUの資金によりIntegrated treatment of industrial waste towards prevention of regional water resource contamination (INTREAT) プロジェクトを2004年8月から3年間の期間で実施中である。このプロジェクトはギリシャ、「セ」国、ブルガリアなどの大学、研究機関が参加している国際プロジェクトで、主に銅鉱山の廃棄物、廃石、選鉱廃滓からの酸性排水の水質汚染の実態解明、リスク調査、処理・修復技術の提示などが目的である。プロジェクトサイトは「セ」国のBor銅山とマケドニアのBUCHIM銅山で、「セ」国からはベオグラード大学技術・製錬学部、Bor銅山、Bor銅研究所などが参加する。今回RTB Borの排水に関するデータを受領した。INTREATの詳細については、「付属資料5. 収集資料リスト」を参照のこと。

なお、INTREATの「セ」国側のメインC/Pはベオグラード大学技術・製錬学部である。同大学は、総合大学で、技術・製錬学部では鉱害、製錬などに関する調査研究も

多く実施している。研究設備、分析設備は古いものが多いが、よくメンテナンスされており、研究内容もレベルが高そうな印象である。

2) EBRD TAMプログラム

EBRD TAM (Turn Around Management) プログラムは、1993年に創設された非利益(専門家派遣)プログラムで、EBRD資金提供国・諸機関の資金援助でこれまで、旧共産圏など28か国1,200以上の中小民間企業で経営改善、技術改善の支援などを行ってきた。このたび、西バルカン諸国を対象に日本の資金(日本・欧州協力基金)支援で西バルカンTAMプログラムをスタートすることになった。「セ」国での今のところの重点セクターは観光と鉱業である。TAMは民間企業支援を行うプログラムで、JICAの非鉄金属産業MPとのシナジー効果(相乗効果)の上がる支援が可能であり、できれば協調していきたいというTAM側の意見を踏まえ、今回の現地踏査鉱山のうち、唯一“民営化”されており、企業規模も適当なRudnik鉱山の概要を調査団はTAM側へ提供した。TAMプログラムでは、2005年夏にも西バルカンTAMプログラムの対象企業スクリーニングが行われる予定である。また、西バルカン、鉱業に限らず、中小企業支援でTAMプログラムとJICAプログラムとの協調の可能性もあるとTAM側はコメントした。

4-2 今後の課題

(1) RTB Borでのケーススタディ

1) 操業

RTB Borの置かれている状況は簡単なものではない。現状を把握、解析するために、鉱山の操業に関する包括的なケーススタディ調査が必要である。操業上の最大の課題は設備の更新、補充であるが、単にこれだけの数量の機器が、このタイミングで必要であるというような提言では、物足りないであろう。現状の機器の稼働化を図り、キャッシュフローを大きく安定化させ、逐次機器の補充、更新を行い、操業度を上げるのが現実的な方法であろう。

新しい機器、システムの導入は資金の話であり、資金がなければそれ以上進まないことにもなる。効率的な採鉱操業、採鉱方法、選鉱操業方法、機材メンテナンスシステム、物品・資材管理、省エネ、省力化、自動化、小集団改善活動、保安対策などのソフトな面は日本が技術移転できる技術、経験を多く持っていると思われるため、ケーススタディに際しては、この点を勘案して調査し、提言をまとめることが肝要である。

2) 排水管理

RTB Borの資料では、露天掘り鉱山の酸性排水、廃滓堆積場からの排水、製錬所からの排水などがKrivelj川に無処理で放流されているとのことで、日本では考えられない状況である。近年環境意識の高まりから、“酸性坑排水問題の予防・制御が技術的・資金的にできない鉱山開発は実行可能ではない”^{*6}とまでいわれているようである。

^{*6} 金属鉱業事業団「カレント・トピックス」2003年3月号

INTREATプロジェクトでは、排水処理対策については、あまり取り扱わないと聞いているが、本プロジェクトとの情報交換をしながら、上記排水の処理について概念的な検討をケーススタディの中で行うことは有意義なことであろう。特に坑内掘り、露天掘鉱山の酸性排水について、日本の旧金属鉱業事業団（石油天然ガス・金属鉱物資源機構）は坑内酸性水発生源対策、処理技術について長年技術開発を行ってきている。発生源対策としては、植生などを植えたり、コンクリートを打設したり、坑口を封鎖し水没させたりして、硫化鉱物の酸化を抑制し、排水水質を改善する対策である。また、山腹水路の整備を進め、坑内、露天掘鉱山区内に流入する水を減量し、排水量を減らすことも有効な発生源対策である。

排水対策としては、日本で開発したバクテリア酸化+炭酸カルシウム中和（中和殿物の嵩を減らすことに有効）や最近ヨーロッパで開発された受動的処理法（Passive treatment）が低コストで注目されている。

（2）未利用資源の回収可能性の検討

「4-1」に記載したごとく、露天掘り鉱山の廃石、廃滓や排水などからの銅などの金属の回収可能性の検討は興味あるテーマである。銅の場合、コンベンショナルな選鉱や乾式製錬プロセスの必要ないSX-EWがチリ、オーストラリアなどを中心に普及してきて、現在SX-EWにより産出される銅の比率は30%を越えている。選鉱や乾式製錬プロセスが必要ないため、SX-EWはトータルの銅生産コストは低いプロセスである。

Borの場合、露天掘り鉱山の廃石（酸化銅鉱、低品位硫化鉱など）のヒーブリーチング、ダンブリーチング、旧廃滓堆積場の廃滓の攪拌リーチングなどが検討の価値があるものと思われる。

（3）休廃止鉱山管理

科学・環境保全省によれば、休廃止鉱山の鉱害の管理は、法律では自治体が行うことになっているが、実態は十分ではない。実際、コソボに近いMountain Kopaonik鉱山（休廃止鉱山、Poly-metallic）で鉱害が顕在化している。

日本では、鉱害防止義務者が存在している操業中の鉱山からは閉山後の鉱害防止に関するコスト負担の積立てを行ったり、鉱害防止義務者が存在していない鉱山は地方自治体が責任を持ち、その鉱害防止工事、排水処理施設建設に対して国が4分の3の補助金を出すシステムがある。

RTB Bor周辺には、現在もRTB Borの管轄下にあると思われるCerovo鉱山（閉山）、Bor坑内掘り鉱山などがある。また、現在操業中のKrivelj露天掘りも、世界銀行のリコメンドに従えば、近い将来、閉山が現実的なことになる可能性もあり、休廃止鉱山管理は大きな問題となると思われる。

本格調査の際に、当該自治体の担当者などに対しセミナーなどで休廃止鉱山管理方法などの紹介を行ったり、休廃止鉱山管理ガイドラインを作成することは、本格調査で作成するマスタープランをサポートする具体的な成果となる。

(4) 廃滓堆積場管理

今回現地踏査したVeliki Majdan鉱山では、大雨時、廃滓堆積場の築堤の崩壊事故が起こり、操業がストップしている。また、Rudnik鉱山での面談では、当該地域は「セ」国では地震のリスクのある場所であり、廃滓堆積場の管理に留意している旨のコメントがあった。実際、Rudnik鉱山の廃滓堆積場は同地域の幹線道路のすぐ近くにあり、崩壊すれば被害は大きいと推察される。また、隣国のルーマニアでは2001年の春の長雨時に北部バイアマーレにある金の2次回収鉱山の廃滓堆積場が崩壊し、シアン化物を含む廃滓が鉱山周辺の小川を經由し、Tiza川に流入し、一部はドナウ川まで流れ、Tiza川で大量の魚が死に、ルーマニア、ハンガリーなどに大きな衝撃を与えた事件が記憶に新しい。また、フィリピン、マリンスケ島マーカッパーの廃滓堆積場が崩壊し、廃滓が付近の村落に流れ込み大きな被害を与えた事例もある。

MP本格調査時に、担当団員によりこれら堆積場の管理について現地踏査を行い、提言または廃滓堆積場管理ガイドラインを策定することは意義あることと思われる。

(5) 製錬

「セ」国政府及びRTB Borが策定している活動計画・近代化計画をレビューし、技術的協力・提案を行うことが必要である。特に、Bor市及びその近隣地域の環境改善を目指した汚染源（排煙・排水）対策技術並びに設備についての提言や、銅、貴金属等有価物の採集率向上、工程中間品の品質管理の強化に向けた提言が重要と思われる。

(6) 環境・汚染源モニタリングシステム

国家及び地方自治体の環境モニタリングシステム並びに汚染者側（鉱山、製錬所）モニタリングシステムをレビューしたうえで、環境モニタリングシステムについては、監督・実施機関の能力向上を図ることを目的として、必要と思われる項目についてマニュアルの作成、監督・実施機関を主な対象とした研究会・ワークショップの開催を実施することが効果的である。

第5章 環境社会配慮に関する検証

5-1 環境影響評価制度及び運用実態

(1) 環境影響評価制度

環境影響評価（EIA）制度はEIA法により規定されている。

新EIA法（Law on Environmental Impact Assessment）が2004年12月26日に議会を通過したが、1992年から施行されている旧法との主な違いは、承認手続きが複雑になったこと、これら手続きの実施責任機関が、対象プロジェクトを主管する省、自治州政府（The authority of the autonomous province）、地方自治体の三者に分割されたこと及び法全体がEU化されたことである。

プロジェクトの計画者は、事前にEIA法に基づく手続きを実施し、主管機関の承認を得た後でなければ、そのプロジェクトを開始・実施することができない。

プロジェクトは、環境影響評価が必須であるもの及び環境影響評価が必要になる可能性のあるものの2種類に分類され、それぞれについて業種、規模、候補地などその詳細を政府が規定している。

また、EIAの申請から承認までの各段階ごとにその内容が住民にも通知・公開され、意見・苦情を受け付ける仕組みになっている。

1) 手続きの概要

新EIA法に規定されている手続きのフローの概要は以下のとおりである。

申請書の提出→申請書の受理→EIA調査の申請→EIA調査の実施→EIA調査の公開→EIA調査の修正・提出→技術委員会による評価→EIA調査の承認

手続きの各段階ごとの概要を以下に示した。

①EIA必須のプロジェクト

・申請書の提出

プロジェクト計画者は、プロジェクトの説明、代替案の調査、予想される環境影響項目及び負の因子、重大な環境影響の防止・軽減・相殺対策等を記載した申請書を、そのプロジェクトの主管機関に提出する。

・申請書の受理

申請書の提出後10日以内に関係機関や住民に通知し、20日以内にこれらからの意見を受け付け、これら意見も斟酌したうえで申請書受理の可否が決定される。

・苦情処理

この段階で申請書受理の可否に関する苦情をプロジェクト計画者及び住民の双方から受け付ける。

・EIA調査の申請

プロジェクト計画者が申請し、その内容は上記申請書の項目に加え、計画候補地及びその周辺的环境、事故時の環境影響評価等より詳細な記述が要求される。

- ・ EIA調査の実施
 該当するプロジェクト分野に学識・経験のある有資格者が担当する。
 - ・ EIA調査の公開
 調査結果は住民に公開され、公開後20日以降公開討論を行うことができ、プロジェクト計画者は、これに参加することが義務づけられている。
 - ・ EIA調査の修正・提出
 公開討論終了後15日以内に修正必要の有無がプロジェクト計画者に通知され、更に15日以内にEIA調査を提出しなければならない。
 - ・ 技術委員会による評価
 該当分野の学卒者で主管機関の職員または指名された者で構成される技術委員会がEIA調査の評価を行う。修正等を含め30日以内に評価報告書が主管機関に提出される。
 - ・ EIA調査の承認
 これまでの手続きに基づき、主管機関が承認可否の最終決定を行う。これは10日以内に関係機関、住民に連絡され、不服があれば行政裁判を要求できる。
- ②EIAが必要になる可能性のあるプロジェクト
- ・ 必要性の有無決定の申請書提出
 プロジェクトの概要説明、潜在的環境影響等を記載したもので①のEIA必須のプロジェクトの申請書に比べて大幅に簡略化されている。これは初期環境調査(IEE)のコンセプトと考えられる。
 - ・ 申請書の受理
 申請書の提出後10日以内に関係機関や住民に通知され、10日以内にこれらからの意見を受け付け、更に15日以内に申請書受理の可否が決定される。EIAが必要と決定された場合は、上記①の手続きに従う。

2) 環境検査官 (Environmental Inspector)

主管省は、この法律の執行を監督する責務を負い、監督の実務は環境検査官が行う。

①権利及び義務

EIA申請の義務、申請認可時に課された義務、既存のプロジェクトの現状調査申請の義務等が法の定めに従って実施されているか否かを検査・監督する権利及び義務を持つ。

②権限

EIA調査の作成や現状調査の作成指示、未認可プロジェクトの実施禁止、認可時の条件の遵守監視、違反者に対する経済的制裁の登録等の権限を持ち、自治州政府や地方自治体もこれらの権限を環境検査官に委任する。

3) その他

新法の施行以前に既に実施されていたプロジェクトについては、現状調査報告書の提出が義務づけられ、主管機関が構成した技術検査委員会 (Technical Inspection

Commission) の調査を経た後、使用許可 (Utilization Permit) が出される。使用許可の得られない既存プロジェクトの継続実施は、法により禁止されている。

EIAに係る手続きに要するすべての費用は、申請側の負担と規定されている。また、違反に対する罰則規定もあり、その種類・程度に応じ5,000～3,000,000dinarとなっている。

(2) 運用実態

1) 科学・環境保全省 (MSEP) の実態

EIAの手続きに係る職員は4～5名で、手続きが簡単といわれている旧法下でも多忙を極めていた。環境検査官も4～5名であり、「セ」国の全業種をカバーするのは困難であった。

新法下での実績はまだないが、旧法下での最近数年間の平均的実績は、EIA申請が年間1,500件程度、このうち約40%が承認され、約45%が再検討、残りの約15%が非承認となっている。

鉱業分野からの申請件数は全分野の中でほぼ中位を占めているが、RTB Borからの申請は、ほとんどない。

2) 運用上の課題

① 主管機関の実施許容能力

新EIA法は、EU基準のもので、法律自体はそのコンセプト、手続き等を含め完成度の高いものになっている。課題の1つは、EIA手続きに係る職員や環境検査官の新法に規定された義務・権限の実施許容能力にあると考えられる。

新法では、主管機関がプロジェクトの場所、環境影響の程度などに応じて、自治州政府や地方自治体にも分散されることにはいるが、重大な環境影響を及ぼすプロジェクトの申請・認可・監督は科学・環境保全省に集中する公算が極めて大きいものと推測される。

先進的な法体系を自国の運用能力を考慮しない形でそのまま導入するのは、開発途上国によく見られるパターンであるが、「セ」国の場合もこれに類似しているおそれがある。まずは、科学・環境保全省内の担当職員や環境検査官の質・量両面にわたる改善策が必要であろう。

② Polluter Payの原則

EIA必須のプロジェクトの申請書は、記載すべき項目が多岐にわたり、これを準備するのは簡単ではない。そのため、政府の公認機関または専門のコンサルタントに作成を依頼するのが通常であろうが、その経費は少額ではないと思われる。大企業は別としても中小企業では大きな経済的負担になるおそれがある。

Polluter Payの原則により、プロジェクト計画者がEIA申請手続きに係るすべての経費を負担することは、開発途上国の法体系においても一般的になっているが、これがしばしば運用上のネックになる。

環境社会配慮の観点からは、Polluter Payの原則は重要ではあるが、運用上のネックを軽減させるための対策、例えば基金による補助金制度などを設けることが必

要になるかもしれない。

5-2 本格調査における負荷の範囲・程度

(1) スクリーニング結果

JICA環境社会配慮ガイドライン^{*7}に基づき本格調査による負荷の範囲、その程度等を検討したが、特段の環境社会配慮の必要性はないと判断され、このガイドラインによるカテゴリ分類はカテゴリC（環境・社会への望ましくない影響が最小限あるいはほとんどないと考えられる事業）が妥当であるとする。

(2) スクリーニング様式に基づく検討内容

ガイドラインのスクリーニング様式に沿った項目ごとの検討内容の概要を以下に述べる。

1) プロジェクトのセクター並びに特性

鉱業開発の範疇に入るものと考えられるが、負の環境影響はほとんどなく、大規模非自発的住民移転、大規模地下水揚水、大規模埋め立て・土地造成などに該当しない。

2) プロジェクトサイト

国指定の保護対象地域、国または地域にとって慎重な配慮が必要と思われる地域（自然環境：原生林生態学的に重要な生息地等、社会環境：文化遺産地域、先住民族地域等）などに該当しない。

3) ステークホルダー協議、情報公開

プロジェクト必要性確認のためのステークホルダー協議や情報公開などは、本格調査による主として技術的側面からのレビュー、提言の対象となる政府あるいはRTB Borの活動計画・近代化計画について、必要に応じて関係機関が実施することになるので、本格調査のスコープ外になっている。

4) 環境影響評価法に基づく審査・承認

上述の活動計画・近代化計画について、必要に応じて関係機関が実施することになるので、本格調査のスコープ外になっている。

5) 環境影響を及ぼす可能性

本格調査による環境影響に係るレビュー、提言は、現状の大気汚染、水質汚濁、土壌汚染等を軽減・解消することを目的にしたものであるため、マイナスの負荷はあり得ない。また、生物・生態系に対しても影響を及ぼすことはないものとする。

6) 社会影響を及ぼす可能性

既存の社会インフラや社会サービス、土地利用や地域資源開発等に負の影響を及ぼすことは考えられない。また、本格調査によるレビュー、提言の対象となる政府あるいはRTB Borの活動計画・近代化計画そのものが人員削減問題を盛り込んだものであるとしても、その対策・解決は政府あるいはRTB Borの責任においてなされることが大前提となるため、本格調査のスコープ外となる。

^{*7} 2004年4月より導入

5-3 本格調査における留意事項

(1) 全 般

今後RTB Borについては、その全体あるいは一部の民営化あるいは閉鎖が急速に進む可能性もある。したがって、本格調査期間中、とりわけケーススタディ期間中は、関連省庁やRTB Bor経営陣と緊密な連携を保ちつつ、技術協力・技術移転そのもの及びその内容について、状況に応じた機敏かつ柔軟性のある対処が必要になるであろう。

(2) 製錬所の近代化計画

特に製錬所の排煙処理対策については、環境社会配慮の観点からも、中途半端なものではなく、日本など先進国並みの鉱害対策が可能な進歩的製錬設備・技術の導入による抜本的な解決策の提案が必要である。

(3) 人員削減・再雇用問題

政府あるいはRTB Borの活動計画・近代化計画には、人員削減・再雇用問題が想定される。これは政治的にも極めてセンシティブな問題でもあるので、本格調査ではスコープ外としている。したがって、この問題には触れることなく、計画の技術的側面に関するレビューや提言に終始することを基本的スタンスとすることが肝要である。

第6章 本格調査の概要

6-1 調査内容・工程

(1) 基礎資料の収集及び分析

以下の鉱業セクターに関する情報の収集・分析を国内作業・現地調査を通じて行う。

- ・ 鉱業政策、鉱業関連法規・基準
- ・ 国家経済における鉱業の寄与度
- ・ 鉱業行政（鉱業関連行政組織・行政システム）
- ・ 環境保全関連法規・基準及び運用状況
- ・ 鉱業活動起因の環境汚染の実態
- ・ 環境モニタリングシステム及び運用状況
- ・ 埋蔵量、資源ポテンシャル
- ・ 政府及び企業による鉱量計算と鉱床評価方法
- ・ 探査・探鉱活動
- ・ 鉱山操業（採鉱・選鉱・製錬）状況
- ・ 国際競争力（コスト、生産性等）、鉱業関連製品の輸出入の現状
- ・ 鉱山会社の財務状況
- ・ 鉱業関連インフラ
- ・ 国内外資本の鉱業セクターへの投資及び民営化状況
- ・ 他ドナーの援助動向

(2) ケーススタディ

RTB Borを対象として、鉱山操業の各工程を検証し、鉱業政策策定にあたり対処すべき課題を抽出する。なお、RTB Borに関しては、世界銀行による民営化推進の動向に留意しつつ実施することとする。

1) 地質・探査部門

- ・ 鉱量計算
- ・ 鉱床評価
- ・ 探査活動及び探査計画
- ・ RTB Bor中期計画

2) 採鉱・選鉱部門

- ・ 操業状況
- ・ メンテナンス
- ・ 品質管理
- ・ 廃滓堆積場及び廃石ダンプからの有価金属再回収の可能性検討
- ・ RTB Bor中期計画

3) 製錬部門

- ・ 操業状況
- ・ メンテナンス
- ・ 品質管理

- ・ RTB Bor中期計画
- 4) 経営・管理部門
 - ・ 効率性
 - ・ マーケティング
- 5) 環境及び排出モニタリングシステム
 - ・ モニタリング技術
 - ・ モニタリングネットワーク
 - ・ 測定データの活用方法
 - ・ 汚染管理と防止措置

(3) マスタープランの策定

上記(1)(2)の調査を踏まえ、以下の点を含む10か年のマスタープランを策定する。

- 1) 鉱業政策に関する提言及び戦略
 - ・ 鉱業関連法規制・基準の整備
 - ・ 投資促進
 - ・ 民営化への移行
 - ・ マーケティングのノウハウ
- 2) 生産性、品質管理、経営管理の効率性向上のための提言
- 3) 鉱害対策向上のための提言
- 4) 環境モニタリングシステムの運用に係る提言
- 5) 5か年のアクションプログラム

(4) GISデータベース及びウェブサイトの構築

- ・ データベース及びウェブサイトのフレームワークの提言
- ・ GISデータベース及びウェブサイトの構築
- ・ 運営、メンテナンスのためのトレーニング

(5) ワークショップ及び国際セミナー

- ・ 国内政府関係者及び鉱山会社経営者を対象とするワークショップの実施
- ・ 投資促進のための国際セミナーの実施

6-2 想定される団員及び調査担当事項

(1) 鉱業振興政策

1) 基礎調査項目

- ・ 「セ」国における鉱業の位置づけ及び鉱業振興政策
- ・ 鉱業法規(鉱業法、地質探査法、鉱山保安法等)
- ・ 環境法規(環境保全法、環境影響評価法、汚染防止管理法)
- ・ その他の関連法(投資促進法、民営化法、コンセッション法、税法、森林法他)
- ・ エネルギー・鉱業省及び科学・環境保全省の組織、役割

- ・関連する組織（対外経済省、経済省民営化庁、SIEPA、研究所、大学等）の役割とエネルギー・鉱業省、科学・環境保全省との関連
- 2) ケーススタディを通じ、開発・操業の政策・行政上の問題点（行政側、鉱山側の両視点）を抽出する
- 3) マスタープラン及びアクションプログラムのなかで、鉱業振興政策、法規、行政及び政府組織のあり方について具体的な手法・改善策を提示する

(2) マクロ経済・投資促進

1) 基礎調査項目

- ・主要経済指標の推移と「セ」国経済における鉱業の位置づけ
- ・鉱業統計（生産量・金額、国内販売・貿易量・金額、雇用、労働生産性等）の推移と世界における「セ」国鉱業の位置づけ

2) 現地調査

- ・鉱業投資促進・民営化関連法規（主に探鉱・開発、コンセッション、税等の規則）
- ・鉱業投資・民営化の状況、及び手続き・手順
- ・関連法規及び手続き・手順の主要鉱業国及び近隣諸国との対比
- ・国内外投資家の「セ」国鉱業促進関連法規及び手続き・手順に対する評価
- ・「セ」国における戦略的鉱業投資案件選定方式

3) マスタープラン及びアクションプログラムにおいて、以下の点について、具体的な提言を行う

- ・RTB Bor、中小鉱山への投資促進政策の提言
- ・「セ」国における鉱業・環境保全に関するファイナンスの方策

(3) 鉱業会計・鉱業経営

1) 基礎調査項目

- ・参考とすべき先進国の鉱山会社の組織・管理体制
- ・世界の主要鉱山の労働生産性

2) ケーススタディ他、現地調査を通じて、以下の事項を調査する

- ・経営戦略
- ・組織・管理体制
- ・労使関係
- ・販売計画及び実績
- ・インフラ整備状況
- ・労働生産性
- ・生産コスト
- ・財務諸表に基づく経営分析

3) マスタープラン及びアクションプログラムのなかで、鉱業経営の効率化手法について具体的な提言を行う

(4) 地質・探査

1) 基礎調査項目

- ・バルカン半島及びセルビアの地質・鉱床
- ・鉱業権に関する法規及び手続き（規則を主に）
- ・科学・環境保全省における地質調査活動
- ・エネルギー・鉱業省における地質調査活動

2) ケーススタディ他、現地調査を通じて、以下の点につき調査を行う

- ・「セ」国政府機関、探鉱会社、RTB Bor、中小鉱山における鉱床探査技術
- ・「セ」国政府機関、探鉱会社、RTB Bor、中小鉱山における鉱量計算法と鉱量
- ・「セ」国政府機関、探鉱会社、RTB Bor、中小鉱山における鉱床評価法
- ・探鉱会社、RTB Bor、中小鉱山における探鉱活動
- ・探鉱会社、RTB Bor、中小鉱山における探鉱資金の状況
- ・探鉱会社、RTB Bor、中小鉱山における長期探鉱計画

3) マスタープラン及びアクションプログラムのなかで、鉱量計算法、鉱床評価法、探鉱技術に関する具体的な改善手法を提言する

(5) 採鉱

1) 基礎調査項目

- ・「セ」国における採鉱量、採掘条件、採掘技術の推移
- ・鉱業保安法規、その他採鉱、鉱害に対する規則基準

2) ケーススタディ他、現地調査を通じて、以下の点につき調査を行う

- ・採鉱実績
- ・採鉱法
- ・採鉱機械・設備の稼働状況及びメンテナンス
- ・剥土、穿孔発破、掘進、採鉱、運搬、運鉱、修繕、メンテナンス技術・技能
- ・切羽での品質管理の状況
- ・採鉱部門における鉱害防止の状況
- ・採鉱原単位、採鉱原単価
- ・採鉱計画
- ・採鉱機械・設備のメンテナンス計画
- ・採鉱分野の品質管理計画
- ・採掘分野のコスト管理計画
- ・新規鉱山開発計画

3) マスタープラン及びアクションプログラムのなかで、採鉱の技術移転・操業の効率化のための具体的手法を提言する

(6) 選鉱・廃滓堆積場管理

1) 基礎調査項目

- ・選鉱フロー、機器、成績、操業形態

2) ケーススタディ他、現地調査を通じて、以下の点について調査を行う。

- ・選鉱コスト解析及びコストダウン対策
- ・精鉱品位・採取向上対策
- ・選鉱部門の省エネ・省力化対策
- ・選鉱部門の自動化・計装化策
- ・選鉱機器メンテナンス
- ・選鉱部門での小集団改善活動の導入可否
- ・選鉱場、廃滓堆積場での鉱害及び防止対策（用水のリサイクルを含む）
- ・RTB Borにおける未利用金属の回収の検討
- ・廃滓堆積場管理（築堤・排水管理を含む）
- ・休廃止鉱山の鉱害防止管理の実態及び改善策

（7）製錬

1）基礎調査項目

- ・「セ」国における非鉄金属製錬の推移、現状

2）ケーススタディ他、現地調査を通じて、以下の点について調査を行う

- ・熔錬工場（硫酸工場を含む）における主要設備仕様、稼動状況及びメンテナンス
- ・電煉工場（貴金属工場を含む）における主要設備仕様、稼動状況及びメンテナンス
- ・熔錬工場（硫酸工場を含む）における操業成績〔精製粗銅・硫酸生産量、銅原料処理量、・主要物品・電力原単位、採集率（銅、金、銀、硫黄）、排ガス・排水・スラグ（発生量、品位）〕
- ・電煉工場（貴金属工場を含む）における操業成績〔電気銅・電解スライム・貴金属生産量、主要物品・電力原単位、採集率（銅、金、銀）、排水・廃棄物（発生量、品位）〕
- ・RTB Borにおけるメタルバランス（銅、金、銀、硫黄）
- ・鉱害対策向上に有効な熔錬技術・設備
- ・鉱害対策向上に有効な排ガス・排水処理技術・設備
- ・生産性・品質向上に有効な電錬技術・設備

3）マスタープラン及びアクションプログラムにおいて、製錬の技術移転・操業の効率化・鉱害対策のための具体的改善手法を提言する。特に以下の項目を含むものとする

- ・Bor市及びその近隣地域の環境改善を目指した汚染源（排煙・排水）対策技術並びに設備導入
- ・銅・貴金属等有価物の採集率向上策
- ・工程中間品の品質管理の強化及び操業条件への反映

（8）環境

1）基礎調査項目

- ・国家・地方自治体環境モニタリングシステムの測定・情報ネットワーク・監視体制
- ・EIA実施機関の体制・能力及び実績（組織、人員、業種別申請・承認実績、管理監督）
- ・国家・地方自治体環境モニタリングシステムの実施機関の体制・能力（組織、人員、

モニタリング設備、分析設備、コスト実績)

- ・ 国家・地方自治体環境モニタリングシステムにおける観測機器、サンプリング・分析前処理技術、機器分析設備のメンテナンス・精度チェック
 - ・ RTB Borにおける汚染者側モニタリングシステム（排ガス・排水・廃棄物・土壌・サンプリング・分析前処理技術、機器分析設備のメンテナンス・精度チェック）
- 2) ケーススタディ他、現地調査を通じて、効率的・効果的なモニタリング方法及びモニタリング結果の活用方法について、技術移転を行う
- 具体的項目は、以下が考えられる
- ・ サンプリング技術
 - ・ 分析前処理技術
 - ・ 機器分析用設備の日常点検
 - ・ 精度チェック技術
 - ・ 測定情報ネットワーク
 - ・ 測定情報の有効活用
 - ・ 操業態様への的確な反映方法
 - ・ 重要モニタリング項目のマニュアル作成・セミナーの開催
- 3) マスタープラン及びアクションプログラムにおいて、汚染者側のモニタリングシステムの技術移転方法、モニタリングの効率化・有効活用について、具体的な提言を行う

(9) GISデータベース

- 1) GISデータベース、ウェブサイト構築支援
- ・ 基本的システム整備に関する指導
 - ・ データベースのフレームワーク検討、基本設計作成に関する指導
 - ・ ウェブサイトフレームワーク検討、基本設計作成に関する指導
 - ・ 既存資料の収集、入力に関する指導
 - ・ データベース、ウェブサイトの維持・管理・更新に伴うトレーニング
- 2) マスタープラン及びアクションプログラムにおいて、鉱業行政の管理効率化、投資促進の両面から、GISデータベース、ウェブサイトの活用について具体的提言を行う

6-3 その他

(1) 調査用資機材

環境モニタリング及び汚染源モニタリングに関し、当初は測定用機器（例えばモビラボ）が必要と想定されていたが、今回調査により、Bor銅研究所において大気、水、土壌に関する各種測定データが豊富に存在し、本格調査期間中に必要に応じアクセス可能であることが判明したことから、補完分析の必要性も小さく、特段の測定機器は必要ないと判断される。

その他、GISデータベース及びウェブサイト構築支援に関しては、ハードウェア・ソフトウェア・カラープリンターのリースが必要である。

(2) 現地再委託

RTB Borにおける未利用銅資源の回収可能性の検討は、RTB Borのケーススタディの一貫で実施する。検討対象事項は以下のとおり。

1) Bor銅鉱山の廃石ダンプ（銅の酸化鉱、低品位硫化鉱）

Bor銅鉱山の持つデータをC/Pとともにレビューし、SX-EWプロセスを適用する場合の可能性を机上検討する

2) Bor銅鉱山の廃滓堆積場に存在する廃滓（銅の酸化鉱、溶出可硫化鉱、Leach able Sulfide）

SX-EWプロセスを利用したベンチスケールの実験を行い、その結果を基に、銅回収の可能性を検討する。ベンチスケール実験の現地再委託を行う。

以上の参考見積価格は付属資料3に示すとおりである。