

国際科学技術共同研究推進事業
地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

研究領域「環境・エネルギー分野「地球規模の環境課題の解決に資する研究」

研究課題名「持続可能な資源開発実現のための空間環境解析と高度金属回収
の融合システム研究」

採択年度：平成 26 年度/研究期間：5 年/相手国名：セルビア国

平成 27 年度実施報告書

国際共同研究期間*1

平成 27 年 4 月 21 日から平成 32 年 4 月 20 日まで

JST 側研究期間*2

平成 26 年 5 月 1 日から平成 32 年 3 月 31 日まで
(正式契約移行日 平成 27 年 1 月 1 日)

*1 R/D に記載の協力期間 (JICA ナレッジサイト等参照)

*2 開始日=暫定契約開始日、終了日=R/D に記載の協力期間終了日又は当該年度末

研究代表者：石山 大三

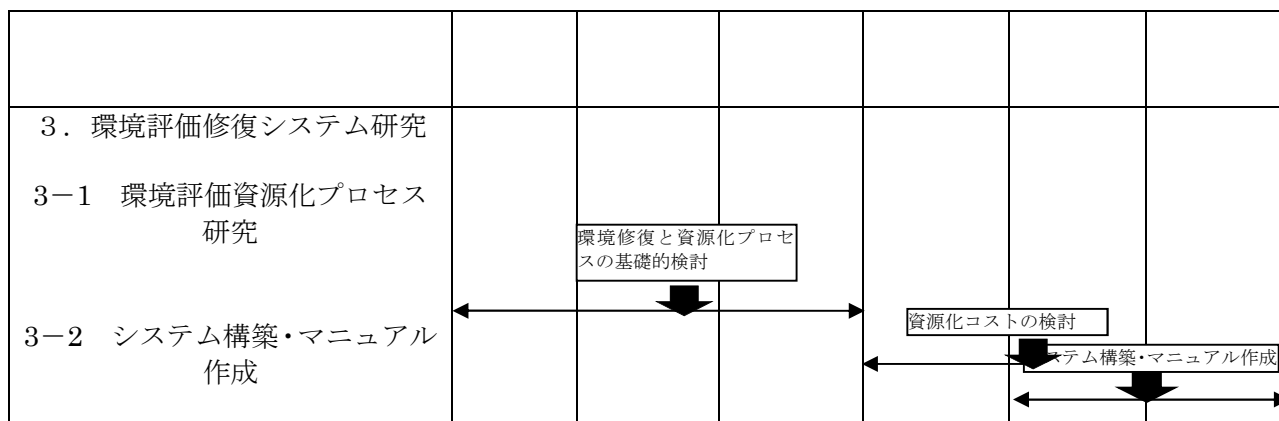
秋田大学大学院・国際資源学研究所・教授

I. 国際共同研究の内容（公開）

1. 当初の研究計画に対する進捗状況

(1) 研究の主なスケジュール

研究項目・活動	H26年度 (3ヶ月)	H27年度	H28年度	H29年度	H30年度	H31年度
1. 広域環境負荷評価研究	試料採取地点設定達成		化学分析体制確立	地球化学図作成の実現	環境影響評価の達成	
1-1 バックグラウンド解析						
1-1-1 解析研究	↔	↔	↔	↔	↔	
1-1-2 現地調査		↔	↔	↔	↔	
		廃さいのスペクトル解析	廃水のスペクトル解析		廃さい分布の解析	
1-2 衛星画像解析						
1-2-1 解析研究	↔	↔	↔	↔	↔	
1-2-2 現地調査		↔	↔	↔	↔	
1-3 データ統合解析						広域評価データ解析手法の確立
2. 金属回収・無害化研究						
2-1 鉍物処理と加圧酸浸出法			鉍物処理と加圧浸出条件の確立	溶媒抽出条件の確立	電解採取条件の確立	
2-1-1 基礎実験						実サンプルを用いた加圧浸出-溶媒抽出-電解採取プロセスの確立
2-1-2 現地試験						
		pH 条件, 中和剤, 最適プロセスの選定				
2-2 中和沈殿法						
2-2-1 基礎実験			実廃水での最適条件確認 資源化仕様設定			
2-2-2 現地試験						連続試験による最適条件処理の 確認と課題抽出
2-2-3 現地適用試験						
2-3 吸着回収法						
2-3-1 基礎実験		架橋高分子ゲルシート 作製条件の確立	単成分における金属 吸着条件の確立		多成分系による 金属吸着条件の確立	
2-3-2 現地試験				実サンプルを用いた微量 金属吸着回収法の検討		架橋ゲルシートによる 微量金属吸着回収 法の確立



(2)プロジェクト開始時の構想からの変更点(該当する場合)

2. プロジェクト成果の達成状況とインパクト (公開)

(1) プロジェクト全体

本研究の目的は、三次元的な環境評価・解析と高度な金属回収技術を融合し、持続的な資源開発に不可欠な開発と環境との両立を目指した広域環境評価修復システムの開発を行うことである。具体的には、研究実施フィールドとして、鉱山開発による環境への影響が広がるセルビア共和国のボール鉱山地域を含む数千平方キロメートルの地域を選定し、鉱山廃棄物の拡散と環境汚染の評価研究のための現地検証（広域環境負荷評価研究）および高度な金属回収技術の適用による鉱業廃棄物や廃水の無害化と資源化のための実証（金属回収・無害化研究）を踏まえた上で、環境修復のための全体システムを構築（環境評価修復システム研究）することである。

1) 広域環境負荷評価研究

広域環境負荷評価研究においては鉱山周辺のみならず下流域や鉱山地帯に点在する複数の鉱山を包括し、鉱山地帯の下流域に広がる広域的な地域約 5,000 km² とその中のサンプリング密度の高い約 2,000 km² の地域を対象とする。その対象地域に対し、河川水や廃さい等のサンプリングによる元素拡散把握及びバックグラウンド解析と我が国の衛星画像センサーASTAR 及び 2018 年以降に打ち上げ予定のハイパーセンサーHISUI もしくはそれに準じるセンサーにより得られるデータを中心とした衛星画像解析による鉱業廃棄物および汚染物質の拡散評価解析とにより三次元的な広域環境負荷評価を行う。

2) 金属回収・無害化研究

金属回収・無害化研究では廃水や浮選尾鉱などの鉱業廃棄物から汚染元素を除去し、無害化すると同時に資源化が可能な技術開発を目的とする。無害化、資源化のための技術手法として鉱物処理と加圧酸浸出法、吸着法、中和沈殿法が考えられるがそれぞれ対象となる廃水や廃棄物が異なる。例えば加圧酸浸出法は浮選尾鉱や低品位鉱石を対象に銅やレアメタル等を抽出し、溶媒抽出、電解採取法により資源化するものであり、吸着法や沈殿法は汚染水に溶存する銅や鉄などの有用金属を濃縮し、資源化を計るとともにレアメタル回収も目的とするものである。

鉱物処理と加圧酸浸出法の研究では、浮選、加圧酸浸出に加え、溶媒抽出法による有用金属元素の濃縮ならびに不純物の除去、さらに電解採取により効率的に金属を回収する一連の金属回収プロセスを構

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

築し、有用金属の回収率 80%以上を目標として資源化を目指す。さらに、金属回収後に発生する廃棄物である浸出残渣を固定化するプロセスの開発を行う。

中和沈殿法の研究では坑廃水中の有用金属を回収すると同時に廃水の無害化（pH5.8-8.6、銅 3 ppm／鉄 10 ppm 以下）を計る。廃水は中和法により無害化し、その際発生する中和沈殿物中に濃縮される銅及び鉄を 80%以上利用可能な形で回収することを目指す。

吸着法の研究ではレアメタル等の濃縮回収に適した耐酸性を有する天然高分子を原料とした吸着材の開発と対象金属に応じた濃縮回収を目的とし、80%以上の微量有用金属が回収可能となる最適条件の検討を行う。そして、中和沈殿法との組み合わせによる坑廃水など汚染水からの金属回収・無害化プロセスを構築する。

3) 環境評価修復システム研究

環境評価修復システム研究では、広域環境負荷研究により明らかとなる広範に分散する廃水や廃さいなどの正確な分布と量的な把握及び金属回収・無害化研究により得られるそれぞれの技術の適用条件や個別プロセスの統合等により、環境評価修復システムとしてマニュアル化する。

当該年度の成果の達成状況とインパクト等（全体）

H27 年度は H26 年度に行った広域環境負荷評価研究、金属回収・無害化研究、環境評価修復システム研究各分野での調査準備や予備実験をもとに日本国内およびセルビアにおける本格的な研究を開始した。また、機材供与を実施するとともにその適正な運用に必要な技術習得のためセルビア側研究員の研修をセルビアおよび日本国内で実施した。

具体的には、6月、8月、10月、12月および2月にセルビア国ベオグラードおよびボールを訪問し、6月4日にはベオグラードにおいて第一回 JCC を開催し、H27 年度研究計画について承認を得るとともに、セルビア国内における広報活動として、日本大使館から須賀公使ご臨席の下でテレビ局、新聞社等に対してプレス発表を行った。なお、本 JCC および 10 月の持ち回り JCC においてボール鉱山冶金研究所（MMI-Bor）理事でベオグラード大学地質学科の Dragan Milovanovic 教授の研究メンバー参加などセルビア側および日本側双方のメンバー追加変更等が承認された。ベオグラードにおいては適宜セルビア側の研究代表者（PD）Sinisa Tanackovic 氏（Assistant Minister 鉱山エネルギー省）および Aleksandar VESIĆ 氏（Assistant Minister 農業環境省）と面会し研究打ち合わせを行った。ボールにおいては、主として MMI-Bor と共同で現地調査、現地実験、現地研究、技術研修および成果発表などを実施した。

以上の結果、H27 年度は、国内研究およびセルビア側との共同研究において当初計画通りの進捗を達成した。

(2) 研究題目 1（広域環境負荷評価研究）

①研究題目 1 の研究のねらい

秋田大学グループ（リーダー：石山大三）

H27 年度からの第二種汚染地域把握のための地球化学図作成のための最適な試料採取地点の決定と衛星画像解析スペクトル測定用廃さいおよび河川堆積物試料の構成鉱物の同定。

本研究分野のバックグラウンド解析の研究では重金属元素等の分布とバックグラウンド値の把握を行
【平成 27 年度実施報告書】【160531】

うことを研究のねらいとして、H27 年度から第二種汚染地域抽出のための地球化学図の作成を本格的に開始する。併せて、第一種汚染地域把握のための準備として、多段階ろ過法、化学試薬を用いた逐次抽出法について理解の推進と実験環境の確立を行う。衛星画像解析分野では、同地域において衛星画像解析スペクトルの測定と廃さい・河川堆積物試料の構成鉱物の同定を行い、地球化学図の元素分布との対応関係を明らかにするための基礎データを得ることをねらいとしている。

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構グループ（リーダー：鹿志村修）

衛星画像解析では、8月に現地調査を行い、現地での汚染の状況を観察するとともに廃さいや河川水のスペクトルを測定する。スペクトルを測定した廃さいについて鉱物組成を明らかにするために試料採取を行う。帰国後は現地で測定したスペクトルを基に、LANDSAT や ASTER の衛星画像を利用し、廃さいや鉄鉱物の分布の抽出を試みる。併せてこの期間にセルビア側の研究者に衛星画像データの基礎を教育する。

ボール鉱山冶金研究所グループ（リーダー：Zoran Stevanovic）

秋田大学および宇宙システム開発利用推進機構との8月共同調査における第二種汚染地域把握のための地球化学図作成に関わる試料採取と衛星画像解析スペクトルの測定、サンプリング方法およびサンプリング体制と地域住民への環境広報活動の確立、第二種汚染地域把握のための実験法の理解と実験体制の確立、衛星画像解析スペクトルの測定と解析方法の習得を主な目的とする。

また、9月～11月のボール鉱山冶金研究所グループ独自調査による第二種汚染地域把握のための地球化学図作成に関わる持続的な試料採取とサンプリング体制の確立も目的としている。

ベオグラード大学 工学部ボール校グループ（リーダー：Milan Antonijevic）

ベオグラード大学ボール校グループは、ボール鉱山冶金研究所のメンバーと協力して、環境影響評価のための調査と試料採取を行い、重要河川の水質と堆積物のデータについて検討し、濃度変化やバックグラウンド地域との違いを検討することを目的とする。併せて、化学形態決定のために必要な多段階ろ過法、化学試薬を用いた逐次抽出法について説明と実験環境の確立を行う。

②研究題目1の研究実施方法

バックグラウンド解析においては、H26年度の立案したサンプリング地点でのサンプリングを進めながら、サンプリング方法の確立と実施体制および地域住民への環境広報活動の確立を行う。野外調査で得られるデータ、化学分析により得られるデータを基に、調査地域の予察的な地球化学図を作成する。併せて、セルビア MMI-Bor での今後の環境試料の分析に必要な実験装置の機材供与とトレーニングを行う。また、衛星画像解析においては、ボール鉱山地域での廃さいのスペクトルの測定と廃さい試料の表層部のサンプリングを行い、秋田大学においてスペクトル解析に不可欠な廃さい試料の表層部の鉱物組合せと鉱物量比をX線粉末回折法で推定する。併せて、5名の研究者を対象に Bor 市と日本において衛星画像解析と GIS の教育を行い、これらのデータの継続的な解析を実施するための基盤を整備する。

③研究題目1の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

【平成27年度実施報告書】【160531】

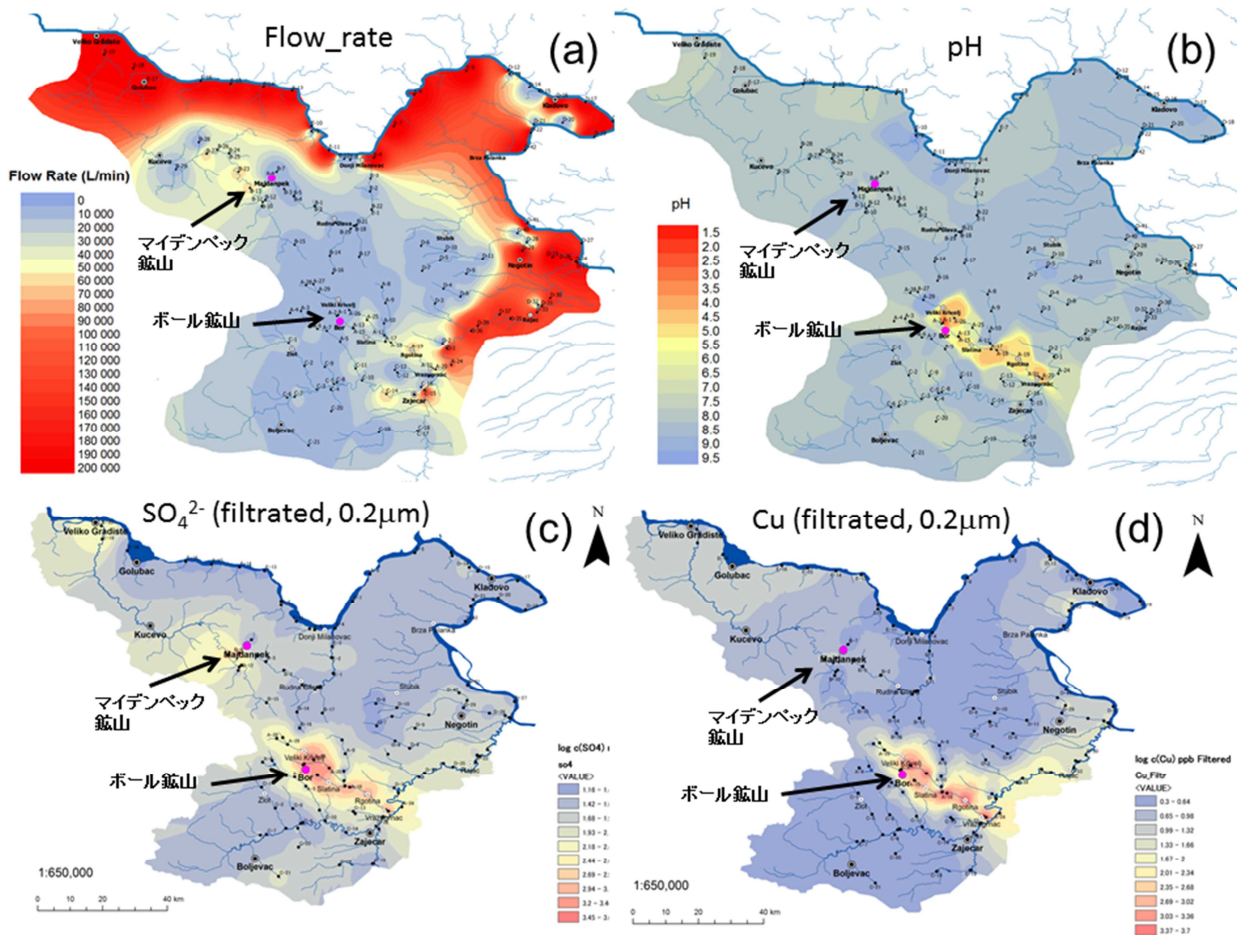


図 1. ボール - マイデンペック鉱山地域の地球化学図. (a) 流量, (b) pH, (c) SO_4^{2-} 濃度, (d) Cu 濃度. SO_4^{2-} 濃度および Cu 濃度のデータは、0.2 マイクロンフィルターでろ過した河川水試料のデータである.

バックグラウンド解析においては、H26 年度にボール鉱山冶金研究所と決定した試料採取地点においてさらに最適な試料採取地点を検討しながら調査地域の大部分の地域をカバーする 140 地点（共同調査：60 地点、MMI-Bor 独自調査：80 地点）で試料採取を行った。試料採取地点の決定については、ボール鉱山冶金研究所からの地形図に基づき、水系と流域の解析を行い、試料採取地点を決定した。野外調査で得られる河川水の流量、pH、酸化還元電位等については地球化学図を作成した（図 1 a, b, c, d）。共同での試料採取を行った結果、研究体制については秋田大学 - MMI-Bor 間ではさらに緊密な協力関係が構築された。機材供与として MMI-Bor に設置する主たる化学分析装置について、現地調達および本邦調達の手続きを行い、12 月末に納品、検収を行い予定通り実施した。併せてこれらの分析装置の稼働に必要なトレーニングのために日本に MMI-Bor の研究者（2 名）を 11 月から 12 月に招聘し、計画通り実施した。第一種汚染地域把握のために H28 年度から実施予定の抽出実験についても 8 月の共同調査の際にセルビア側へ内容説明を行い、基礎的な実験を 11 月～12 月のトレーニングの際に行った。

汚染拡散解析の分野においては、当初の全体計画に従って、8 月にボール市で、11 月には日本でセルビア側研究員に対して衛星画像解析と GIS の教育を行い、これらのデータの継続的な解析を実施するた

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

めの基盤を整備した。8月の共同調査では廃さいのサンプリングを行い、それぞれの研究機関で分析比較を行う等、研究が進展している。また、夏に供与したポータブルスペクトル分析機器を用いて、河川水の子備データを取得し、次年度の研究計画へ対する準備が整っている。一方、機材、衛星データ等を供与した。当該年度にレンタルして使用する予定であった衛星画像解析用スペクトルメータは、購入した方が継続的に使用できかつ安価であったため、購入・供与を行った。

④研究題目1のカウンターパートへの技術移転の状況

バックグラウンド解析の分野においては、8月の共同調査のなかで野外調査法の技術移転のみならず、GPSによる位置把握に加えて地形図での位置確認が重要であることをセルビア側研究者に理解させた。環境汚染の対策には汚染地域の把握が重要であるため、汚染地域の調査が主になりがちであるが、バックグラウンド地域の調査データが重要であることも理解させた。H28年度からの抽出実験についても同実験の基本的かつ理論的な情報と具体的な実験手法を技術移転した。

汚染拡散解析の分野においては、8月と11月に衛星画像解析とGISの教育を行い、リモートセンシングに関する基礎的知識とソフトウェアや衛星データ、機材の操作方法に関する技術移転を行った。しかしながら、セルビア側にとっては、リモートセンシング技術は初めてのものであるため、さらなるトレーニングが必要であることも明らかとなった。また、8月のセルビア側との共同調査により、リモートセンシング分野における野外調査の方法や、必要なデータ等についても情報共有することができた。さらに今年度供与した衛星画像データやその他地形解析図、地球化学図などは電子メールを通じてやり取りをしており、頻繁に情報共有を行っている。

⑤研究題目1の当初計画では想定されていなかった新たな展開

バックグラウンド解析分野では、下流側の流量が大きい河川での流量測定が困難であることが明らかになった。環境負荷評価を定量的に行うためには、H28年度には調査時間が長くなるが、橋梁が存在する地点での河川の断面、流速の測定を行い、流量のデータを取得する予定である。また、ドナウ川への環境影響評価を行うためには、ドナウ川での試料採取が必要であり、水深が深いドナウ川で調査・サンプリングを行う体制を整備する予定である。また、調査結果からは、本調査地域のボール鉱山とマイデンペック鉱山では、両鉱山からの鉱山廃水による環境への影響が大きく異なることが明らかになった(図1a~d)。今後はこの原因を解明し、環境への影響を制御する主要因を明らかにする予定である。

汚染拡散解析の分野においては、多くのGISデータを管理し、一元化するために、WebGISの導入の必要性を提案し、当初予定になかったメンバーを日本側に2名追加した。そのうち1名はH27年度末にセルビアを訪問し、WebGISの基礎的設備を設置してきた。また、衛星画像取得用のスペクトル撮影システムについては、液晶可変フィルタ(LCTF)を用いた小型カメラを導入する必要性を提案し、実施可能性を探る試みを開始した。

(3) 研究題目2(金属回収・無害化研究)

①研究題目2の研究のねらい

秋田大学グループ(リーダー:柴山 敦)

鉱物処理と加圧酸浸出法では、平成27年度の研究でボール鉱山から排出される選鉱尾鉱および河川
【平成27年度実施報告書】【160531】

堆積物と同様の組成、品位を有する低品位銅鉛石（仮対象鉛石）を用いた浮選と加圧酸浸出試験によって主要な金属の分離、浸出挙動を把握する。また、実際の選鉛尾鉛を用いた実験を開始し、本手法による金属回収の可能性を明らかにすることをねらいとする。

平成 27 年度、中和沈殿法では模擬廃水を用いた条件把握と実験の標準化を図り、セルビアにおいて実廃水を用いた実験を開始すること、およびそれらの実験結果を基に、現地連続試験のためのプロセス策定と試験装置の仕様検討を主なねらいとする。

吸着法の研究では、平成 27 年度において、鉛山廃水特有の強酸性など種々の条件下において使用可能な吸着材用ヒドロゲルの作製方法に関する実験、および吸着予備試験よりヒドロゲル構造の主体となる高分子マトリクスと金属吸着率の関係など基本的な性状を把握する事をねらいとする。

三井金属資源開発株式会社グループ（リーダー：藤井 昇）

平成 27 年度はセルビアでの現地調査結果を解析した上で、金属回収・無害化技術（中和沈殿法）の現地適用のための課題と対応についての検討を主なねらいとする。

ボール鉛山冶金研究所グループ（リーダー：Zoran Stevanovic）

平成 27 年度の鉛物処理と加圧酸浸出法、実際にサンプリングを行って得られた選鉛尾鉛を対象に、各種浸出剤を用いた金属浸出挙動に関する基礎調査を行う。浸出剤としては、塩酸、硫酸、硝酸を用い、大気圧下での浸出における浸出 pH、浸出時間、浸出温度が金属の浸出に与える影響を明らかにすることを主なねらいとする。

中和沈殿法においては、現地調査による研究対象とする廃水の抽出と水質や水量等のデータ取得を実施した上で、セルビア側での実坑廃水を用いた室内基礎試験を開始し、日本側研究者と共同で結果の解析および諸条件の確認と適用性の評価を行うことを主なねらいとする。

吸着法では、次年度から本格的に実施予定の研究に関して、吸着材用ヒドロゲル作製に関する技術移転など、種々の実験を効率的に行える体制を構築する事をおもなねらいとする。

ベオグラード大学 工学部ボール校グループ（リーダー：Milan Antonijevic）

鉛物処理と加圧酸浸出法では、ボール鉛山冶金研究所と連携して、浸出実験における浸出剤、pH、浸出時間の影響を明らかにすることを主なねらいとする。

中和沈殿法においては、ボール鉛山冶金研究所と連携して、実坑廃水を用いた室内基礎試験を開始し、日本側研究者と共同で結果の解析および諸条件の確認と適用性の評価を行うことを主なねらいとする。

②研究題目 2 の研究実施方法

<鉛物処理・加圧浸出法>

秋田大学グループ

鉛物処理と加圧酸浸出法では昨年度に引き続き、ボール鉛山から排出される選鉛尾鉛および河川堆積物と同様の組成、品位を有する低品位銅鉛石（仮対象鉛石）を用いた試験を行う。また、実際にサンプリングを行って得られた選鉛尾鉛を用い、同じく浮選ならびに加圧酸浸出試験を行う。平成 27 年度は、8 月と 11 月にセルビアおよび日本国内において共同実験を実施する。具体的には、浮選試験における

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

pH や薬剤種、薬剤添加量の影響を確認し、加圧酸浸出では酸濃度や反応時間、酸素加圧などの影響を確認することで、各手法における有用金属の抽出挙動の把握を行う。

ボール鉱山冶金研究所グループ

平成 27 年度は、実際にサンプリングを行って得られた選鉱尾鉱を対象に、各種浸出剤を用いた金属浸出挙動に関する基礎調査を行う。浸出剤としては、塩酸、硫酸、硝酸を用い、大気圧下での浸出における浸出 pH、浸出時間、浸出温度が金属の浸出に与える影響を調査する。また、平成 27 年度は、8 月と 11 月にセルビアおよび日本国内において共同実験を実施し、浮選および加圧酸浸出における基礎データの取得を行うほか、各実験より得られた結果を日本人研究者と相互確認しながら解析を行う。

ベオグラード大学工学部ボール校グループ

ボール鉱山冶金研究所と連携して、浸出実験における浸出剤、pH、浸出時間の検討を行う予定であったが、研究メンバーの参加が得られなかったため、同グループとは再度メンバー構成を整えた後、次年度以降連携した研究を開始することとする。

<中和沈殿法>

秋田大学グループ

平成 27 年度においては、ボール地域の鉱山廃水の水質を模した人工模擬廃水を製作し、それを用いた中和沈殿試験を実施することにより、実廃水での中和沈殿試験のための予備的な条件把握を行う。具体的には、過年度調査により情報が得られている鉱山廃水のうち、環境への負荷が大きいものを数種類抽出し、その模擬廃水を製造し、模擬廃水を用いた中和剤の種類と必要量及び反応時間などの諸条件を基礎実験により把握する。以上の結果を基礎データとして、27 年度は 6 月、8 月、10 月の現地調査による研究対象とする廃水の抽出と水質や水量等のデータ取得を実施した上で、セルビア側での実坑廃水を用いた現地試験を開始し、諸条件の確認と適用性の評価を行う。以上の結果、29 年度以降に計画している現地試験の中和プロセスおよび試験装置の仕様策定のための準備が整う。

三井金属資源開発株式会社グループ

平成 27 年度は 10 月にセルビアでの現地調査を行うとともに、中和プロセスと現地試験装置の仕様の策定準備、および現地試験における課題と対応についての検討を実施する。

ボール鉱山冶金研究所グループ

平成 27 年度は日本側研究者と共同で 6 月、8 月および 10 月に現地調査を行い、研究対象として現地試験を計画する 3 種の廃水および試験場所を抽出する。セルビア側においては日本側研究者の提供する基礎データを踏まえ、抽出された坑廃水データをもとに人工模擬廃水を製作し、それを用いた中和沈殿の室内試験を実施し、実廃水での中和沈殿試験のための予備的な条件把握を行う。以上の結果を基礎データとして、現地調査による研究対象とする廃水の抽出と水質や水量等のデータ取得を実施した上で、セルビア側での実坑廃水を用いた室内基礎試験を開始し、日本側研究者と共同で結果の解析および諸条件の確認と適用性の評価を行う。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

ベオグラード大学工学部ボール校グループ

ボール鉱山冶金研究所と連携して、実坑廃水を用いた基礎試験により最適な pH 条件、中和薬剤、プロセスフローについての検討を行う予定である。

<吸着法>

秋田大学グループ

吸着法の研究では、吸着材となるゼラチンヒドロゲルの作製において、耐 pH 性および熱耐性を向上させるための架橋剤としてグルタルアルデヒドを導入し、含浸法による架橋試験を行い、ヒドロゲル架橋度に対する架橋剤導入条件の影響について検討する。また、作製した架橋ゼラチンヒドロゲルを用いて、単成分系での吸着予備試験を実施し、ヒドロゲル構造の主体となる高分子マトリクスと金属吸着率の関係について、天然高分子の種類やヒドロゲル濃度、金属水溶液の pH など種々の条件を考慮して実験を行う。

ボール鉱山冶金研究所グループ

平成 27 年度は 6 月、8 月に吸着材となるヒドロゲルの作製方法に関する技術移転を行う。おもな材料として線維性タンパク質の一種であるゼラチンを用いた水溶液調製ならびにヒドロゲルシート作製を行う。また、日本側研究者と共同で行った現地調査より、実坑廃水中の溶存金属に関するデータ取得を実施する。

ベオグラード大学工学部ボール校グループ

ボール鉱山冶金研究所と連携して、吸着材用ヒドロゲル作製や吸着実験に関する諸条件の検討を次年度以降に開始する。

③研究題目 2 の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

鉱物処理・加圧酸浸出法において、仮対象鉱石（低品位鉱石）を用いた浮選および加圧酸浸出による基礎的なデータを把握したほか、実際にサンプリングして得られた選鉱尾鉱を用いた場合も同様の結果が得られることを確認した。また、セルビア MMI-Bor にオートクレーブを導入するなど、平成 28 年度の研究を効率的に遂行するための準備を整えた。

中和沈殿法の研究においては全体計画に従って模擬廃水の中和条件などの基礎的なデータを収集し、実廃水の水質などの検討と実廃水を用いた中和実験により、pH 条件、中和剤などを含めた最適中和条件などを把握した。この結果、中和 pH をコントロールしつつ 2 段階で処理することにより廃水中に溶存する鉄および銅を水酸化物として回収すると同時に、廃水中の有害元素を除去することが可能な最適プロセスを構築した。現地連続試験装置の仕様策定や現地試験サイトの選定など、次年度以降の研究活動目標に向けた準備を整えた。

吸着法の研究では、吸着材となるゼラチンヒドロゲルの作製において、耐 pH 性および熱耐性を向上させるための架橋剤としてグルタルアルデヒドを導入し、従来の浸漬法に加えて含浸法による架橋試験を検討した結果、ヒドロゲルの架橋度制御が可能となる事が明らかとなった。また同時に、架橋ゼラチ

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

ンヒドロゲルを用いた単成分系での吸着予備試験を実施し、金属吸着率に対するヒドロゲル原料となる天然高分子の種類やヒドロゲル濃度、金属水溶液の pH 条件などの影響を調査した。この結果、吸着回収率の高いヒドロゲル作製条件が判明した。吸着材用ヒドロゲル作製に向けた最適条件の導出や吸着材の改良方法に関する知見を取得するなど、次年度以降の研究活動に向けた準備が整った。

④研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

鉱物処理・加圧酸浸出法では、H27 年 8 月にセルビアを訪問し、日本側の浮選、加圧酸浸出実験結果に関する情報交換を行った。また 11 月には短期研修生として来日した 2 名のセルビア側研究者とともに浮選と浸出実験を行い、実験方法のノウハウについても指導を行った。また、本研究でセルビア MMI-Bor に導入するオートクレーブの操作説明を直接日本で行うなど、技術移転につながる研究指導によって、今後セルビア側が円滑に実験を遂行できる体制を構築した。

中和沈殿法の研究において、セルビア側とは 6 月に研究打ち合わせを行い、実験方法の標準化や摺り合わせを行った結果、日本側での実験結果と整合的な結果をセルビア側が得ることができるようになった。また、実廃水を用いた実験ではセルビア側が中心となり、十分な精度のある結果が得られたことから、実験に関する技術移転は順調に進んでいるものと考えられる。また、8 月および 10 月の現地調査では、廃水の採取方法などの技術移転も行い、セルビア側が単独でも実施可能となったので、今後必要なタイミングや場所で適宜サンプリングすることが可能な体制を構築できたものと考えている。

吸着法では、日本側におけるこれまでの実験データを検討することを初めとして、H28 年度より本格的な技術移転を図る予定である。

⑤研究題目 2 の当初計画では想定されていなかった新たな展開

中和沈殿法において、中和剤（水酸化カルシウムを想定）や凝集剤は現地調達を前提とした現地連続試験を計画しているが、日本で使用しているものと品質が異なることがあるため、今後薬剤等の品質管理に留意した実験が必要と考えている。具体的には現地調達の薬剤等の品質や供給状況を的確に把握し、現地試験計画を立てることとする。

研究題目 3（環境評価修復システム研究）

①研究題目 3 の研究のねらい

秋田大学研究グループ（リーダー：増田信行）

平成 27 年度の広域環境負荷評価研究および金属回収・無害化研究により得られるデータに基づき、特に環境負荷要因の評価手法についての基礎検討を行う。

ボール鉱山冶金研究所グループ（リーダー：Zoran Stevanovic）

平成 27 年度の広域環境負荷評価研究および金属回収・無害化研究により得られるデータに基づき、特に環境負荷要因の評価手法についての基礎検討を日本のグループとともに行う。

RTB-Bor(ボール鉱山)の操業や将来計画についての情報取得と全体評価に関連する資機材やエネルギーコストなどの基礎情報の取得と整備を行う。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

ベオグラード大学工学部ボール校グループ（リーダー：Milan Antonijevic）

ボール鉱山冶金研究所と連携して、基礎情報の取得と整備を行う。

②研究題目3の研究実施方法

環境修復と資源化プロセスの統合システム構築および過年度調査により得られているデータに基づき机上検討する。

③研究題目3の当初の計画（全体計画）に対する当該年度の成果の達成状況とインパクト

環境負荷要因の評価に当たって、将来計画を含めた鉱業活動の実態把握が必要なことなど要因分析の重要性が明らかとなった。また、資源化コスト等の検討の基礎となる情報取得を開始することができた。

④研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

環境負荷要因の評価手法とともに環境評価修復システムについての概念についてセルビア側と意見交換できた。

⑤研究題目3の当初計画では想定されていなかった新たな展開

RTB-Bor の鉱山拡張計画が将来周辺環境に変化を及ぼす可能性があることが明らかとなった。また、農業環境省から地下水に対する環境影響の重要性が指摘された。

II. 今後のプロジェクトの進め方、および成果達成の見通し（公開）

実際の共同研究の主要部分は H27 年度から開始した。現段階では当初の計画通り研究を開始し、その進捗を見ながら研究計画を最適化して進めることになると考えている。また、各年度で得られた各分野の成果は部分的なものであっても、鉱山エネルギー省に報告するとともに、セルビアでの研究集会や国際学会において報告し、上位目標達成への基盤形成と社会的なインパクトを計る予定である。

バックグラウンド解析においては、第 II 種汚染地域を把握するために H26 年度に決定された試料採取地点において現地調査とサンプリングを行ない、海外ラボからの分析値と GIS ソフトウェアを利用し、バックグラウンド解析と第 II 種汚染地域の抽出をさらに推進する。早い時期に全体像を把握し、精密調査地域を選定し、第 I 種汚染地域を把握するための地域を決定する。第 I 種汚染地域把握のための抽出実験については、H28 年度に現地でのサンプリングと実験を開始する。これと並行して、ボール鉱山冶金研究所における H28 年度からの化学分析実施体制構築のため、現地での実験装置運用研修を実施する。

衛星画像解析においては、H28 年度以降はリモートセンシングに関するセルビア側研究員等への技術移転を継続して行いつつ、さらに発展的な技術の移転や新たな技術の構築を推進する。すなわち、WebGIS の導入およびその技術トレーニング、液晶可変フィルタセンサーの導入へ向けたセルビア側との打ち合わせなどを実施予定である。また、H27 年度に導入した高精度衛星画像 Word-View2 および PRISM-DSM を用いた画像の解析、ならびに現地踏査を行う。

成果目標を達成するためには、いくつかの関門があると考えている。H28 年度中に試料採取をおおむね終了することができれば、広域環境負荷評価研究は成果達成への第一ステップが完了すると予想して

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

いる。今後、得られたデータの公開方法等の検討も必要になると考えられる。

金属回収・無害化研究においては、廃水や浮選尾鉱などの鉱業廃棄物から汚染元素を除去し、無害化すると同時に、資源化が可能な技術開発を目的としている。その内、鉱物処理・加圧酸浸出法の研究では、浮選と加圧酸浸出法により浮選尾鉱や低品位鉱石を対象に銅やレアメタル等を抽出し、溶媒抽出、電解採取法による有用金属回収率 80%以上を目標とした資源化、ならびに金属回収後に発生する廃棄物である浸出残渣を固定化するプロセスの開発を目指している。平成 27 年度の活動では、実際の選鉱尾鉱に対しても浮選と加圧酸浸出により有用金属を抽出できることが明らかになったほか、当初計画通りの技術移転と機材供与を行った。来年度以降の研究では、日本側とセルビア側の相互連携をさらに強化し、データの蓄積ならびに議論を行いながら、成果目標を達成できると考えている。

また、中和沈殿法の研究においては、廃水の無害化（pH5.8-8.6、銅 3 ppm/鉄 10 ppm 以下）を計るとともに発生する中和沈殿物中に濃縮される銅及び鉄を 80%以上利用可能な形で回収することを目指している。

H27 年度における模擬坑廃水及び実坑廃水を用いた室内試験では、最適な処理のための諸条件を把握することおよび最適中和プロセスを構築することができた。その結果、現地連続試験装置の仕様検討など来年度以降の準備を遅滞なく進めることができる。

吸着法の研究においては、レアメタル等の濃縮回収に適した耐酸性を有する天然高分子を原料とした吸着材の開発と対象金属に応じた濃縮回収を目的とし、中和沈殿法との組み合わせによる坑廃水など汚染水からの金属回収・無害化プロセスを構築するため、微量の溶存金属を 80%以上回収可能とすることを目指しているが、今後、吸着材の材料となる天然高分子のゲル化能の特質を把握しつつ、ヒドロゲルシート作製に関する最適条件を導出し、模擬坑廃水および実坑廃水を用いた金属吸着試験を実施することにより、成果目標を達成できると考えている。

環境評価修復システム研究においては、広域環境負荷研究により明らかとなる広範に分散する廃水や廃さいなどの正確な分布と量的な把握及び金属回収・無害化研究から得られるそれぞれの技術の適用条件や個別プロセスの統合等を行い、環境評価修復システムとしてマニュアル化することとしているが、今後順次それぞれ研究題目の進捗とデータ統合により成果目標を達成できると考えている。

Ⅲ. 国際共同研究実施上の課題とそれを克服するための工夫、教訓など（公開）

(1) プロジェクト全体

プロジェクトは、H27 年 1 月から開始し、今まで 1 年 3 か月が経過した段階である。国内研究は開始されているが、セルビア側との共同研究は H27 年 4 月から開始した。国内での研究の推進とともに H27 年 4 月以降もセルビア側とメールや相互直接訪問を通じて課題意識の共有や打ち合わせを行っているため、日本側とセルビア側研究者間で、研究課題について十分な共通認識を持っていると考えている。大きな課題としては、共同研究で使用する機材の運用と分析精度等の確認を、セルビア側と協力してスムーズに行う必要があることがあげられる。

研究の初期段階であり、研究プロジェクトのスムーズな進捗を図るために、秋田大学側研究者とセルビアの MMI-Bor および TF-Bor の研究者は、情報や意見の交換を積極的に進めている。

現時点では、セルビア国の MMI-Bor および同研究所の研究者たちは積極的に取り組む姿勢を示しており期待が持てる状態である。TF-Bor の研究者達には今後のさらなる積極的な取り組みを期待している。

【平成 27 年度実施報告書】【160531】

日本側研究者とのやり取りを通じて、日本の制度や技術等を理解、習得し、本プロジェクトを通してより柔軟かつ的確に対応できるような経験を積むことが必要であると考えている。

機材供与に関して、当初は不慣れのため VAT 免除や輸送手続き等で時間を要したものの、セルビア側と日本側で緊密な連携を取り、ほぼ予定通り計画を達成することが出来た。また、ボーリングに関して、鉱山エネルギー省の MMI-Bor に対する認可が遅れたものの、認可取得後はセルビア側の適切な現場管理等によって、計画通りのボーリング及びコアサンプルを得ることが出来た。

(2) 研究題目 1 (広域環境負荷評価研究)

秋田大学グループ (リーダー: 石山大三)

共同研究実施のためのサンプル確認や実験方法の確認をメール等で行っている。新規実験等もあり、実験の全貌が理解しにくい面もあるが、これらについては段階的な実験計画を作成し、直接訪問や日本での研修の際に重点的に指導し、技術移転することを予定している。衛星画像に関する研究は、セルビア側にとっては新規研究分野であるため、画像データを操作するための計算機端末の整備やその他ソフトウェア等の機材整備が必要であった。またそれを操作するためのトレーニングや情報の共有を密にする必要があった。H27 年度夏のセルビアでの共同調査では、現地踏査や衛星画像と実際の表層物質との比較が重要であることなど意識のすり合わせを行い、今後の調査へ向けて丁寧に技術移転を行っている。

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構グループ (リーダー: 鹿志村修)

H27 年度は衛星画像解析の研究と指導を開始した。H28 年度はさらに発展的な技術を移転するためのトレーニングを行い、共同の調査を行っていく予定である。

・ 類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等

本研究の野外調査開始時に地域の首長、警察、その他関係機関に研究の趣旨を MMI-Bor から説明を行った。併せて、バックグラウンド解析等の環境影響評価の野外調査・サンプリングにおいて、プロジェクトの概要を説明したカラープリント資料をその都度地域住民に配布し、プロジェクトの目的・期待される成果等を説明するとともに環境保全に関わる啓蒙活動を行い、地域住民から好意的な理解が得られている。

(3) 研究題目 2 (金属回収・無害化研究)

秋田大学グループ (リーダー: 柴山 敦)

鉱物処理と加圧酸浸出法、中和沈殿法、吸着法のいずれもセルビア側では新規の研究分野である。そのため、実験の目的や方法、技術などについて十分な理解と習熟が求められている。これらの問題を克服するため、日本側で行われた実際の方法や把握している実験の基礎データについて事前に十分な情報提供を行うとともに、今後セルビア側において実施予定の基礎試験を開始する際には、丁寧に技術移転を行うよう指導を行う予定である。

三井金属資源開発株式会社グループ（リーダー：藤井昇）

今後実験データをもとに現場での試験を行うに当たって、試験設備の仕様や現場試験における課題等について十分な検討を行う必要がある。このような試験はセルビア側では初めての経験であることから、共同で試験現場の精査を行うとともに、課題に対する対応策などについて丁寧に技術移転を行うよう指導を行う予定である。

- ・ 類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等
研究開始直後であり、特になし。

(4) 研究題目3（環境評価修復システム研究）

秋田大学グループ（リーダー：増田信行）

環境分野と金属回収・無害化を統合するシステム構築という概念について、日本側及びセルビア側の理解に齟齬がないようにするために、十分な情報共有と協力関係が不可欠である。またセルビア側からのデータ提供も重要であり、セルビア側研究機関のみならず、関連する企業や政府機関などと連携していくことが求められている。

- ・ 類似プロジェクト、類似分野への今後の協力実施にあたっての教訓、提言等
研究開始直後であり、特になし。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

未だ研究途中段階のため、特になし。

(2) 社会実装に向けた取り組み

セルビアにおける排水基準の改訂が行われたことから、今後行政による鉱山廃水や廃棄物の管理、規制、対策などが本格化することが予想され、本プロジェクト成果の社会実装が進展する環境が整いつつあると考えている。SATREPS 実施に当たっては、この新基準にも留意しつつ研究を進めることにしている。また、環境保全に関わる啓蒙活動として、野外調査時にプロジェクトの概要を説明したカラープリント資料を地域住民に配布し、プロジェクトの目的・期待される成果等を説明している。

また、秋田県で行われた産学官連携イベントではポスター展示を行い、短期研修で訪れていた衛星画像分野のセルビア側研究員5名も参加し、地域の産学官関係者への啓蒙活動を行った。さらに秋田大学教育文化学部附属中学校で SATREPS 事業、セルビア側での研究内容やセルビア国の説明を行った。中学生たちはセルビア国のことや、研究内容、JICA の取り組みを知って関心を示し、研究者を志望する生徒も見られた。

V. 日本のプレゼンスの向上（公開）

10月8日にベオグラード鉱業エネルギー省でセルビア側の研究代表者（PD）Sinisa Tanackovic氏（鉱業エネルギー省 Assistant Minister）、Aleksandar Vesic氏（農業環境保全省 Assistant Minister）と面会し、8月～9月の野外調査データに基づく地球化学図や衛星画像解析による研究成果等の説明を含む研究打ち合わせを行った。その際に、Tanackovic氏とVesic氏から、「すでに有益な情報が本プロジェクトから迅速に得られており、さらに有益な研究成果が得られることを期待している。」旨の発言があった。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

別紙参照。

VII. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VIII. その他（非公開）

特になし。

以上

VI. 成果発表等

(1) 論文発表等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 原著論文(相手国側研究チームとの共著)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
26	Han, B., Altansukh, B., Haga, K., Stevanovic, Z., Radjka, J., Marcovic, R., Avramovic, L., Obradovic, L., Takasaki, T., Masuda, N., Ishiyama, D., and Shibayama, A. (2014.10): Copper Upgrading and Recovery Process from Mine Tailing of Bor Region, Serbia Using Flotation, International Journal of the Society of Materials Engineering for Resources, Vol. 20, No. 2, p. 225-9.	ISSN 1347-	国際誌	発表済	

論文数 1 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 1 件
公開すべきでない論文 0 件

② 原著論文(上記①以外)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ～おわりのページ	DOIコード	国内誌/ 国際誌の別	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項(分野トップレベル雑誌への掲載など、特筆すべき論文の場合、ここに明記ください。)
27	Radmila Markovic, Vojka Gardic, Ljubisa Obradovic, Zoran Stevanovic Stefan Dordievski, The application of natural zeolite for acid mine drainage purification, Materials Transaction, 2015, 56, 12, Japan Institute of Metals, 1345-9678		国際誌	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-MMI
27	Daniela Urosevic, Recovery of copper from copper slag and copper slag flotation tailings by oxidative leaching, Physicochem. Probl. Miner. Process., 51(1), 2015, pp 73-82		国際誌	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-MMI
27	Kovacevic Renata, Mass Concentrations and Indoor-Outdoor Relationships of PM in Selected Educational Buildings in Nis, Serbia. Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly, 2015, 21, 1/II, pp 149-158		国際誌	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-MMI
27	Milan Antonijevic, Mile Dimitrijevic, Sladjana Alagic, Snezana Tosic, Maja Nujkic, Assessment of the quality of polluted areas based on the content of heavy metals in different organs of the grapevine (Vitisvinifera) cvTamjanika, Environmental Science and Pollution Research, Springer, 9, 22, 2015, pp 7155-7175	10.1007/s11356-014-3933-1	国際誌	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-TFB
27	Mile Dimitrijevic, Snezana Milic, Maja Nujkic, Sladjana Alagic, Snezana Tosic, Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex, International Journal of Environmental Science and Technology, Springer, 1735-1472, 2015, pp 1-16	10.1007/s13762-015-0905-z	国際誌	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-TFB
27	Milan Antonijevic, Marija Petrovic, Copper Corrosion Inhibitors, A Review, International Journal of Electrochemical Science, ESG, 2, 10, pp 1027-1053		国際誌	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-TFB http://www.electrochemsci.org/papers/vo110/100201027.pdf -TFB
	Ana Radojevic, Mirjana Steharnik, Jelena Petrović, Elder, linden and pine biomonitoring ability of pollution emitted from the copper smelter and the tailings ponds, Geoderma	10.1016/j.geoderma	国際誌	in press	Publication for top journal in a particular research area-TFB/MMI
	Jelena Petrović, Impact of metallurgical activities on the content of trace elements in the spatial soil and plant parts of Rubus fruticosus. L. Environmental Science	10.1039/c5em00646e	国際誌	in press	Publication for top journal in a particular research area-TFB/MMI

論文数 8 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 8 件
公開すべきでない論文 0 件

③ その他の著作物(相手国側研究チームとの共著)(総説、書籍など)

年度	著者名,タイトル,掲載誌名,巻数,号数,頁,年	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項

著作物数 0 件
公開すべきでない著作物 0 件

④その他の著作物(上記③以外)(総説、書籍など)

年度	著者名,論文名,掲載誌名,出版年,巻数,号数,はじめ-おわりのページ	出版物の種類	発表済 /in press /acceptedの別	特記事項
27	Gardic Vojka, Petrovic Jelena Đurđević-Ignjatović Lidija, Impact assessment of mine drainage water and municipal wastewater on the surface water in the vicinity of Bor. Hemijska industrija, 2015, 69(2), pp 165-174	paper	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-MMI
27	Renata Kovacevic, Tatjana Apostolovski Trujic, Mirjana Steharnik, Analysis of particulate matter (PM10) in high school Bora Stankovic in Bor. Bakar, 2015, No.1, Vol.40, pp 63-74	paper	出版済み	Publication in national journal -MMI
27	Mile Dimitrijevic, Snezana Milic, Sladjana Alagic, Snezana Tosic, Maja Nujkic, The iron content in the apple and blackberry fruits that naturally grow near a copper smelter in Bor. Ecologica, 2015, 22, 79, pp 503-507 UDC: 504.75.054:634.11.7(497.11)	paper	出版済み	Publication in national journal -TFB
27	Snezana Serbula, Dragana Zivkovic, Ana Radojevic, Tanja Kalinovic, Emission of SO2 and SO42- from copper smelter and its influence on the level of total S in soil and moss in Bor and the surroundings. Hemijska industrija, 2015, 2217-7426 (Online), Vol. 69, No. 1, pp. 51-58	paper	出版済み	Publication for top journal in a particular research area-TFB
27	Nada Strbac, Aleksandra Mitovski, Miroslav Sokic, Dragana Zivkovic, Dragan Manasijevic, Ljubisa Balanovic, Milan Gorgievski, Options primeneniye organic waste as adsorbent heavy metals, Ecologica, 2015, 22, 78, pp 200-204	paper	出版済み	Publication in national journal -TFB

著作物数 5件
公開すべきでない著作物 0件

⑤研修コースや開発されたマニュアル等

年度	研修コース概要(コース目的、対象、参加資格等)、研修実施数と修了者数	開発したテキスト・マニュアル類	特記事項
27	環境影響評価野外調査実地研修:環境影響評価野外調査準備を問題なく円滑に進めることを目的とした。対象は、ボール鉱山冶金研究所研究員, 参加資格:SATREPSメンバー, 研修実施数:1(セルビア国ボール市), 修了者数:5名	環境影響評価野外調査準備マニュアル	初心者があわっても環境影響評価野外調査準備を問題なく円滑に進めることができるようになった。
27	機器分析実地基礎研修:XRF, XRD, ICP-MS, イオンクロマトグラフィー等環境影響評価試料を適正精度で測定するための基礎技術の習得を目的とした。対象は、ボール鉱山冶金研究所研究員, 参加資格:SATREPSメンバー, 研修実施数:1(2か月間, 秋田, 東京, 草津), 修了者数:2名	XRF, ICP-MS試料調製マニュアル	XRF および ICP-MSに関わる基本的試料調製法が文書形式で具体化され, 実験方法が定まり今後の実験方法定着への基礎的準備がなされた。
27	リモートセンシング・GIS基礎研修:リモートセンシングやGISに関する基礎知識の習得と基礎的な技術の習得を目的とした。対象はボール鉱山冶金研究所研究員, 参加資格:SATREPSメンバー, 研修実施数1(セルビア共和国ボール市), 修了者数:5名	リモートセンシング・GIS基礎マニュアル	リモートセンシングとGISに関する基礎的知識や技術が身に付き, 汚染拡散分析が円滑に進めることができるようになった。
27	リモートセンシング・GIS初級研修:リモートセンシングやGISに関する初歩的な技術の習得を目的とした。対象はボール鉱山冶金研究所研究員, 参加資格:SATREPSメンバー, 研修実施数1(秋田, 東京), 修了者数:5名	リモートセンシング・GIS初級マニュアル	リモートセンシングとGISに関する初歩的な技術が身に付き, 汚染拡散分析が円滑に進めることができるようになった。
27	実験マニュアルの開発(中和法):対象はセルビア側の中和法グループ	中和実験標準化マニュアル	特に2段階中和法のための実験を標準化したもの。日一週間の実験方法を統一し, 結果の比較が可能となった。
27	実験マニュアルの開発(中和法):対象はセルビア側の中和法グループ	鉄分析法(フェナントロン法)マニュアル	現地での廃水中の2価鉄の分析が可能となった。

VI. 成果発表等

(2) 学会発表【研究開始～現在の全期間】(公開)

①学会発表(相手国側研究チームと連名)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
26	国内学会	佐藤比奈子, 石山大三, 川原谷浩, 柴山敦, 増田信行(秋田大学), Stevanovic, Z. and Obradovic, L. (MMI-Bor): セルビア国ボール鉱山地域の鉱山廃水と河川水の重金属分布, 資源地質学会第64回年会講演会, 東京, 同講演要旨集, p. 47, (2014, 6月).	ポスター発表
26	国際学会	Han, B., Altansukh, B., Haga, K., Stevanovic, Z., Radojka, J., Marcovic, R., Avramovic, L., Obradovic, L., Takasaki, T., Masuda, N., Ishiyama, D., and Shibayama, A. (2014.10): The investigation of copper recovery process from nine tailing by flotation and high pressure leaching, International Mineral Processing Congress (IMPC2014) (Santiago, Chile), 11 pages, Electronic report.	口頭発表
27	国際学会	Han, B., Altansukh, B., Haga, K., Stevanovic, Z., Urosevic, D., Avramovic, L., Takasaki, Y., Masuda, N., Ishiyama, D., and Shibayama, A. (2015.10): COPPER RECOVERY FROM BOR MINE TAILING BY BEAKER AND PRESSURE OXIDATION LEACHING, International October Conference (IOC2015), Bor, Serbia, 2015年10月2日	口頭発表
27	国際学会	Ishiyama, D., Kawaraya, H., Sato, H., Wakasa, S., Shin, K and Nakano, T (2015): New approach of geochemical maps based on chemical composition s of river water and sediments, International October Conference (IOC2015), Bor, Serbia, 2015年10月2日	招待講演
27	国際学会	Radmila Marcovic, Nobuyuki Masuda, Masahiko Bessho, Ljiljana Avramovic, Vojka Gardic, Suzana Stankovic, Zorica Sovrljic (2015): NEUTRALIZATION OF ARTIFICIAL ACID MINE DRAINAGE WITH DIFFERENT Cu, Al, AND Fe IONS CONTENT, International October Conference (IOC2015), Bor, Serbia, 2015年10月2日	口頭発表
27	国内学会	佐藤比奈子・石山大三・川原谷浩・柴山敦・増田信行・Z. Stevanovic・L. Obradovic: セルビア国ボール鉱山地域の鉱山廃水と河川水の重金属の分布, あきた産学官連携フォーラム2015, 秋田, 2015年11月25日	ポスター発表
27	国内学会	柴山敦, 韓百歳, 芳賀一寿, 高崎康志, 別所昌彦, 増田信行, 石山大三, Avramovic, L., Jonovic, R., Srevanovic, Z.: あきた産学官連携フォーラム2015, 秋田, 2015年11月25日	ポスター発表
27	国内学会	若狭 幸(秋田大学)、Stefan Dordjeviski(秋田大学)、Ljubiša Obradović(MMI-Bor)、石山 大三(秋田大学)、セルビアボール地域における河川水の水質と地形の関係, 第5回同位体環境学シンポジウム, 京都, 平成26年12月25日	ポスター発表

招待講演 1 件
口頭発表 3 件
ポスター発表 4 件

②学会発表(上記①以外)(国際会議発表及び主要な国内学会発表)

年度	国内/ 国際の別	発表者(所属)、タイトル、学会名、場所、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
26	国内学会	石山大三(秋田大学), 環境解析と高度金属回収による持続可能な資源開発の研究(SATREPS国際共同研究), 秋田大学国際資源学教育研究センター第9回国際シンポジウム(東京会場), H27(2015)年3月4日	招待講演
26	国内学会	別所昌彦(秋田大学), 天然高分子化合物より調製された架橋ハイドロゲルに関する研究事例について, 日本化学会東北支部講演会, 秋田大学, H26(2014)年12月19日	招待講演
26	国際学会	Shibayama, A., Altansukh, B. and Haga, K.: Investigation of copper recovery from low-grade silicate-copper ore by flotation and leaching, International Mineral Processing Congress (IMPC2014) (Santiago, Chile), 10 pages, Electronic report.	口頭発表
26	国内学会	韓百歳, バトナサン アルタンスック, 芳賀一寿, 柴山敦: 浮選による低品位銅鉱石からの銅回収条件の検討, 資源・素材2014(熊本), Electronic reports.	口頭発表
27	国際学会	Miomir Mikić, Milenko Ljubojev, Daniel Kržanović, Ivana Jovanović, Daniela Urošević, Overview of Zone Monitoring of Flotation Tailing Dump "Veliki Krivelj, Serbia. 24th INTERNATIONAL MINING CONGRESS OF TURKEY, Antalya Turkey, 2015, April, 14-17, Proceedings, pp.1486-1491	ポスター発表
27	国際学会	Nada Strbac, Aleksandra Mitovski, Miroslav Sokic, Dragana Zivkovic, Dragan Manasijevic, Ljubisa Balanovic, Milan Gorgievski, The possibilities for organic waste use as heavy metals adsorbent. International Scientific Conference on the Environment and Adaptation of Industry to Climate Change, Beograd, 2015, April 22-24., Book of Abstracts, p.178	ポスター発表
27	国際学会	Vojka Gardic, Radmila Markovic, Ljubisa Obradovic, Immobilization Of Toxic Metals From Mining Waste. 42nd International Conference of SSCHE, Slovak Society of Chemical Engineering, Institute of Chemical and Environmental Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, 2015, May 25-29, Tatranské Matliare, Slovakia, Proceedings, pp 910-913	ポスター発表
27	国際学会	Radmila Markovic, Vojka Gardic, Ljubisa Obradovic, Zoran Stevanovic, Stefan Djordjeviski, Purification Of Acid Mine Drainage Using Natural Zeolite. 42nd International Conference of SSCHE, Slovak Society of Chemical Engineering, Institute of Chemical and Environmental Engineering, Slovak University of Technology in Bratislava, 2015, May 25-29, Tatranské Matliare, Slovakia, Proceedings, pp 576-580	ポスター発表
27	国際学会	Authors: Milan Gorgievski, Nada Strbac, Dragana Bozic, Velizar Stankovic, Titles of article: The adsorption of Cu ²⁺ and Ni ²⁺ ions from synthetic solutions using low cost biosorbent wheat straw, XXIII International Conference "Ecological Truth" ECO-IST, 2015, June 17.-20., Kopaonik, Serbia, Proceedings, pp. 343-348	口頭発表
27	国際学会	Milan Antonjevic, Snezana Milic, Marija Petrovic, Milan Radovanovic, Ana Stamenkovic, Zaklina Tasic, Influence of potassium sorbate on electrochemical behavior of copper in sulfuric acid medium. XXIII International Conference Ecological Truth, Eco-Ist' 15, Belgrade, serbia, 2015, June, 17-20, Proceedings, pp 233-239	口頭発表

27	国際学会	Milan Antonijevic, Grozdanka Bogdanovic, Stankovic Velizar, Antic Dejan, Milojevic Dragan, Milicevic Darko, Acid Leaching Of Copper From Mining –Waste Dump. XVI Balcan Mineral Processing Congres, Mining Institute Belgrade, Academy of Engineering Science of Serbia;University of Belgrade, Serbia, 2015, June 17–19, Proceedings, pp 895–900	口頭発表
27	国際学会	Grozdanka Bogdanovic, Milan Antonijevic, Acid leaching of copper from Mining–Waste Dump. XVI Balkan Mineral Processing Congress, Belgrade, Serbia, June 17–19, 2015, Proceedings, Volume II, 895–900.	口頭発表
27	国内学会	韓百歳, バトナサン アルタンスック, 芳賀一寿, 高崎康志, 柴山敦: Effect of pyrite on the copper leaching from chalcopyrite by pressure oxidation leaching, 日本素材物生学会 平成27年度(第25回)年会, 秋田, 2015年6月25日	口頭発表
27	国内学会	石山大三・川原谷浩・佐藤祐美・佐藤比奈子・張建東・Pham Ngoc Can: 秋田県の河川水の化学組成と同位体比の特徴, あきた産学官連携フォーラム2015, 秋田, 2015年11月25日	ポスター発表
27	国際学会	Masuda, N. (2015); SUSTAINABLE DEVELOPMENT– EXPERIENCE OF JAPANESE MINING INDUSTRY, International October Conference (IOC2015), Bor, Serbia, 2015年10月2日	口頭発表
27	国際学会	Vojka Gardic, Radojka Jonovic, Radmila Markovic, Ljubisa Obradovic, Sampling And Analysis Plan Of Soil In The Bor River Coastal Area. The 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, 04–06 October 2015, Bor Lake, Bor, Serbia, Proceedings, pp.435–438	ポスター発表
27	国際学会	Ljiljana Avramovic, Radojka Jonovic, Mile Bugarin, Vojka Gardic, Physico–chemical characterization of soil contaminated by mine waste in the valley of Bor river. The 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, 04–06 October 2015, Bor Lake, Bor, Serbia, Proceedings, pp.449–454	ポスター発表
27	国際学会	Ljiljana Avramovic, Radojka Jonovic, Mile Bugarin, Radmila Markovic, SX–EW treatment of solution obtained after acid leaching, RTB Bor flotation tailing. MME SEE, Metallurgical and Materials Engineering Congress of Sout–East Europe, 03–06 June 2015, Serbia, Proceedings, pp.327–333	ポスター発表
27	国際学会	Stefan Đorđević, Jelena Petrovic, Vesna Krstic, Radmila Markovic, Zoran Stevanovic, Vojka Gardic, Marija Milivojovic, Mineralogical and chemical characterization of waste rock sample from “Ostreljski Planir” Bor. The 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, 4th –6th October 2015, Bor Lake, Serbia, Proceedings, pp 63–66	ポスター発表
27	国際学会	Radojka Jonovic, Zoran Stevanovic, Ljiljana Avramovic, Renata Kovacevic, Jelena Petrovic, The Influence of Polluted Environmental of the Bor Region on the Quality of Plants. The 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, 4th –6th October 2015, Bor Lake, Serbia, Proceedings, pp 455–458	ポスター発表
27	国際学会	Renata Kovacevic, Tatjana Apostolovski Trujic, The Assessment of PM Levels in the Town Library in Bor, Serbia. The 5th International WeBIOPATR Workshop&Conference Particulate Matter: Research and Management WeBIOPATR2015 Abstracts of Keynote Invited Lectures and Contributed Papers, 2015, October 14.–16., Belgrade, Serbia, Book of Abstract, pp. 72	ポスター発表
27	国際学会	Renata Kovacevic, Tatjana Apostolovski Trujic, The Influence of Human Activities on PM Levels in the Apartments in Bor, Serbia. The 5th International WeBIOPATR Workshop&Conference Particulate Matter: Research and Management WeBIOPATR2015 Abstracts of Keynote Invited Lectures and Contributed Papers, 14.10.–16.10.2015, Belgrade, Serbia, Book of Abstract, pp. 70	ポスター発表
27	国際学会	Renata Kovacevic Title of article:Assessment of Public Health Risk Associated With Atmospheric Exposure to Particulate Matter in the Vicinity of RTB BOR Copper Smelter Complex. The 5th International WeBIOPATR Workshop&Conference Particulate Matter: Research and Management WeBIOPATR2015 Abstracts of Keynote Invited Lectures and Contributed Papers, 14.10.–16.10.2015, Belgrade, Serbia, Book of Abstract, pp. 29	ポスター発表
27	国際学会	Renata Kovacevic, PM Levels And I/O Ratios of PM in the School Located in the Niš City Center, Serbia. COST Action TD1105 EuNetAir, Air Quality Monitoring and Calibration: Horizons in Sensing Technologies, Methods and Modelling, 2nd EuNetAir Air Quality Joint–Exercise Intercomparison, Belgrade (Serbia), 2015, October 13.–14., Booklet of Abstracts	口頭発表
27	国際学会	Miomir Mikić, Miroslava Maksimović, Milenko Jovanović, Daniel Kržanović, Review of impact on the enviroment of the open pit mine south district – Majdanpek. 47th International october conference on mining and metallurgy, proceedings, Bor,2015,October,4–6, Proceedings, pp.83–86	ポスター発表
27	国際学会	Grozdanka Bogdanovic, Velizar Stankovic, Dejan Antic, Darko Milicevic, Out–Of–Balance Copper Ores Leaching – A Case Study For The Ore Deposit “Kraku Bugaresku. 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, Mining and Metallurgy Institute Bor, Serbia, 2015, October 04.–06., Proceedings, pp 141–148	口頭発表
27	国際学会	Milan Antonijevic, Grozdanka Bogdanovic, Dejan Antic, Velizar Stankovic, Kinetic and Isotherm Models for Copper Ions Adsorption Onto Anthracite Waste Coal, X International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia, 2015, November 04.–07., Proceedings, pp 250–257	口頭発表
27	国際学会	Dragana Bozic, Nada Srbac, Milan Gorgievski, Velizar Stankovic, Adsorption of copper and nickel ions onto beech sawdust as an adsorbent. 47th International October Conference on Mining and Metallurgy, 2015, October 04.–06., Bor, Serbia, Proceedings, pp. 379–382	口頭発表
27	国際学会	Dragana Zvkovic, Milan Gorgievski, Snezana Serbula, Nada Strbac, Miroslav Sokic, Bibliometric analysis of recent achievements in waste waters treatment using biosorbents. 5th International Scientific Conference on Environmental and Material Flow Management, EMFM2015, November 05.–07., Zenica, Bosnia and Herzegovina, Proceedings, pp.70–74	ポスター発表
27	国際学会	Milan Gorgievski, Dragana Bozic, Velizar Stankovic, Nada Strbac, Dragana Zivkovic, Utilisation of wheat straw as biosorbent for the removal of Cu ²⁺ and Pb ²⁺ ions from synthetic solutions. X International Symposium on Recycling Technologies and Sustainable Development, 2015, November 04.–07., Bor, Serbia, Proceedings, pp. 74–79	口頭発表

27	国際学会	Milan Gorgievski1, Dragana Bozic, Dragana Zivkovic, Analysis Of Adsorption Of Cu2+ And Pb2+ Ions From Synthetic Solutions Using Wheat Straw As An Adsorbent. X International Symposium On Recycling Technologies And Sustainable Development, Bor, Serbia, Hotel "ALBO", 4-7 November 2015, Proceedings, pp 71-74	口頭発表
27	国内学会	若狭幸(秋田大学), セルビア国ボール鉱山周辺の地形解析—環境負荷評価へ向けての基礎的研究—, 日本惑星科学連合2015年大会, 幕張メッセ, 平成26年5月24-28日	ポスター発表
27	国内学会	韓百歳, パトナサン アルタンスック, 芳賀一寿, 高崎康志, 柴山敦, Copper recovery from mine tailing by a combined method of froth flotation and pressure oxidation leaching. 秋田大学大学院工学資源学研究科産学官連携推進協議会, 秋田大学大学院博士課程教育リーディングプログラム, 秋田大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 合同フォーラム, 秋田, 2016年2月19日	ポスター発表
27	国内学会	Zoran Stevanovic, Mining wastes in scope of RTB-Bor. 秋田大学大学院工学資源学研究科産学官連携推進協議会, 秋田大学大学院博士課程教育リーディングプログラム, 秋田大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 合同フォーラム, 秋田, 2016年2月19日	口頭発表
27	国内学会	Dragan Milovanovic, Geology and mineral resources of Eastern Serbia. 秋田大学大学院工学資源学研究科産学官連携推進協議会, 秋田大学大学院博士課程教育リーディングプログラム, 秋田大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 合同フォーラム, 秋田, 2016年2月19日	口頭発表
27	国内学会	Ishiyama, D., Research to Sustainable Resources Development: Approach from Environment Analysis and Advanced Metal Recovery. 秋田大学大学院工学資源学研究科産学官連携推進協議会, 秋田大学大学院博士課程教育リーディングプログラム, 秋田大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー 合同フォーラム, 秋田, 2016年2月19日	口頭発表
27	国内学会	Grozdana, B., Presentation at activities of Technical faculty in Bor. Workshop of Serbian SATREPS group, 秋田大学ベンチャー・ビジネス・ラボラトリー, 2016年2月19日	口頭発表

招待講演	2 件
口頭発表	18 件
ポスター発表	17 件

VI. 成果発表等

(3) 特許出願【研究開始～現在の全期間】(公開)

①国内出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する外国出願※
No.1											
No.2											
No.3											

国内特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

②外国出願

	出願番号	出願日	発明の名称	出願人	知的財産権の種類、出願国等	相手国側研究メンバーの共同発明者への参加の有無	その他 (出願取り下げ等についても、こちらに記載して下さい)	関連する論文のDOI	発明者	発明者所属機関	関連する国内出願※
No.1											
No.2											
No.3											

外国特許出願数 0 件
 公開すべきでない特許出願数 0 件

VI. 成果発表等

(4) 受賞等【研究開始～現在の全期間】(公開)

① 受賞

年度	受賞日	賞の名称	業績名等 〔〇〇の開発〕など	受賞者	主催団体	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
27	12月3日	平成27年度秋田大学優秀女性研究者	セルビアにおける研究その他	若狭 幸	秋田大学	2.主要部分が当該課題研究の成果である	

1 件

② マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日	掲載媒体名	タイトル/見出し等	掲載面	プロジェクトとの関係 (選択)	特記事項
26	4月17日	鉄鋼新聞	科学技術振興機構14年度の国際技術協力課題 秋田大の鉱山開発など採択	P6	1.当該課題研究の成果である	
26	5月7日	プレス発表	H26年度国際科学技術共同研究推進事業 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)に秋田大学の研究が採択されました		1.当該課題研究の成果である	
26	7月	秋田大学広報誌	SATREPSを通じての資源学国際研究交流	2頁目	1.当該課題研究の成果である	秋田大学のセルビアでのSATREPSでの研究の概要を紹介.
26	5月	秋田大学国際資源学教育研究センター報	SATREPSプロジェクト採択	P4	1.当該課題研究の成果である	
26	2月	秋田大学国際資源学教育研究センター報	SATREPSプロジェクト採択	P3	1.当該課題研究の成果である	
26	11月29日	Evening News, e-newspaper	Traže bakar iz - svemira!		1.当該課題研究の成果である	
26	11月30日	E-gate, e-newspaper	Traže bakar iz svemira - Japanski sateliti snimaju otpad iz rudnika između Bora i Majdanpeka		1.当該課題研究の成果である	
26	1月1日	Stakeholder Engagement Management Consulting	Serbia mining: Japan Mindek to conduct full satellite search of copper in eastern Serbia		1.当該課題研究の成果である	
27	6月4日	Press online, e-newspaper	Japanska pomoć za sanaciju rudarskog otpada u Boru		1.当該課題研究の成果である	
27	12月4日	Media Center Bor, e-newspaper	EKSKLUZIVNO: SVETSKI USPEH: Borski Institut i Japanci dobijaće bakar i gvožđe iz rudničkog otpada i ostavljati čistu zemlju i zdravu vodu		1.当該課題研究の成果である	
27	6月4日	Ministry of Mining and Energy, website	JICA NEW PROJECT - THE TERRITORY OF EASTERN SERBIAN		1.当該課題研究の成果である	
27	11月27日	プレス発表	秋田大学教育文化学部附属中学校DOOR to a RESEARCHER ~研究者との科学・技術対話~「セルビアでUAV空間環境解析!持続的な資源開発を可能に!!」を開催		2.主要部分が当該課題研究の成果である	

12 件

VI. 成果発表等

(5) ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等の活動【研究開始～現在の全期間】(公開)

① ワークショップ・セミナー・シンポジウム・アウトリーチ等

年度	開催日	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	概要
26	12月12日	Briefing session of Joint study at Akita University, Japan, 2nd Nov. - 29th Nov. 2015	MMI Bor, Serbia	30名	日本における短期研修について
26	2月12日	セルビア国鉱業エネルギー省-秋田大学研究打ち合わせ会議	ベオグラード, セルビア	2名	Mirjana Filipovic副大臣と新任のセルビア側の Sinisa Tanackovic研究代表者と研究打ち合わせを行った。その際に、有益な研究成果が得られることを期待される旨の発言があった。
26	2月12-15日	MMI-Bor-秋田大学研究打ち合わせ会議	ボール市, セルビア	15名	SATREPS研究内容の詳細、機材調達、研修についての打ち合わせ
27	8月18日	ミニシンポジウム	MMI-Bor (セルビア)	30名	研究成果の発表会
27	9月25日	帰国報告会	秋田大学	12名	帰国報告会 JICA, JST 秋田大, J-Sapcesystems, MINDECO
27	11月25日	あきた産学官連携フォーラム2015	秋田市アルベ拠点センター	130名	秋田県の河川水の化学組成と同位体比の特徴
27	11月25日	あきた産学官連携フォーラム2015	秋田市アルベ拠点センター	130名	セルビア国ボール鉱山地域の鉱山廃水と河川水の重金属の分布
27	11月25日	あきた産学官連携フォーラム2015	秋田市アルベ拠点センター	130名	浮選と加圧酸浸出を用いた選鉱尾鉱からの金属回収
27	11月27日	セルビア短期研修員帰国前報告会	秋田大学	18名	金属回収分野の短期研修員2名が秋田での研修成果を報告
27	11月30日	【国民との科学・技術対話】Door to a Resercher	秋田大学教育文化学部附属中学校	中学1年生(141名), 教職員(6名)	セルビアでのSATREPSプロジェクトの概要の説明およびリモートセンシンググループの研究内容についてのアウトリーチ活動
27	12月22日	セルビア短期研修員帰国前報告会	秋田大学	13名	環境解析分野の短期研修員2名が日本での研修成果を報告
27	2月16日	秋田大学国際資源学教育研究センター第10回国際シンポジウム Recent Advances in Resource science and Technology for sustainability (東京)	東京工業大学キャンパス・イノベーションセンター	50名	セルビアでのSATREPSプロジェクトの概要の説明および同プロジェクトの研究内容についてのアウトリーチ活動
27	2月18日	秋田大学国際資源学教育研究センター第10回国際シンポジウム Recent Advances in Resource science and Technology for sustainability (秋田)	秋田大学	50名	セルビアでのSATREPSプロジェクトの概要の説明および同プロジェクトの研究内容についてのアウトリーチ活動
27	8月12日	Rgotina, Vrazognrac	Serbia	3	brochure
27	8月14日	Nikolicevo, Zvezdan, Zajecar	Serbia	30	brochure
27	8月15日	Krivelj	Serbia	4	brochure
27	8月17日	Slatina	Serbia	5	brochure
27	8月19日	Cokonjar, Vrazognrac	Serbia	10	brochure
27	8月20日	Rudna Glava, Blizna	Serbia	5	brochure
27	8月21日	Majdanpek	Serbia	20	brochure
27	8月27日	Salas, Sikole, Trnjane, Popovica	Serbia	7	brochure
27	8月28日	Metris, Brestovac, Sarkamen, Karbulovo	Serbia	8	brochure
27	9月1日	Ostrelj, Mali Krivel, Veliki Krivel, Tanda, gornjane, Vlaole	Serbia	21	brochure
27	9月2日	Grliste, Leskovac, Dobro Polje, Bukovo	Serbia	10	brochure
27	9月3日	Boljevac	Serbia	3	brochure
27	9月4日	Crnajka, Klokocevac	Serbia	10	brochure
27	9月11日	Klokocevac	Serbia	6	brochure
27	9月18日	Topolnica, Mosna, Golubinje, Tekija	Serbia	20	brochure
27	9月19日	Donji Milanovac, Boljetin	Serbia	5	brochure
27	9月24日	Karatas, Kladusnica, Kladovo, Mala Vrbica	Serbia	9	brochure
27	9月25日	Rtkovo, Korbuloovo, Milutinovac, Velesnica	Serbia	11	brochure
27	10月14日	Kobisnica, Srbovo, radujevac, Milosevo, Samarinovac	Serbia	6	brochure
27	10月15日	Veljkovo, Kovilovo, Aleksandrovac, Rajac	Serbia	12	brochure
27	10月23日	Dobra, Brnjica, Golubac, Usje, Kusice, Veliko Gradiste	Serbia	23	brochure

27	10月27日	Tamnic, Brusnik, Dusanovac, Prahovo, Ljubicevac	Serbia	16	brochure
27	10月28日	Blagojev Kamen, Brodica, Voluja, Duboka, Neresnica	Serbia	12	brochure

36件

②合同調整委員会(JCC)開催記録(開催日、議題、出席人数、協議概要等)

年度	開催日	議題	出席人数	概要
26	6月4日	プロジェクトの内容についての説明	10名	2016年度SATREPS研究基本方針(PDM, PO)の確認
26	6月5-8日	2016年度の研究について	10名	ポーリング調査について、広域環境調査の試料採取地点について、夏季の合同調査について
26	8月18日	研究打ち合わせおよび今後の予定について	16名	ポーリング調査の進捗状況について、メンバーの追加と削除について、地域住民への情報の公開方法について、予算の実行状況について、留学生の派遣について

3件

上位目標

セルビアのボール地域及び環境問題を有する他の鉱業地域において環境評価修復システムの社会実装が開始されること。

MMI-Bor及びTF-Borが実用化に向けて研究を継続するとともにセルビア政府が社会実装に向けた取り組みを開始する。

プロジェクト目標

広域環境評価と鉱業廃棄物からの金属排出量削減(1/4~1/10以上)と資源化(80%以上)を実現する環境評価修復システムの開発。

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 資源開発企業の技術優位性の向上 日本企業による環境修復技術の事業化
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 環境評価技術の高度化 金属回収技術高度化と廃棄物の新たな資源化 次世代衛星センサーの実用化
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> 次世代衛星データと地表データを統合した資源開発環境評価 鉱山廃水中のレアメタルリサイクル技術 極低品位鉱床の開発技術
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> 国際的に活躍可能な日本側の若手研究者の育成(国際会議への指導力、レビュー付雑誌への論文掲載など)
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> セルビアを核とした東欧地域の資源学関係人材とのネットワーク構築 世界の鉱山地域への技術適用および人的ネットワークの拡大
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> 環境評価修復システムマニュアル ハイパーセンサー利用技術マニュアル 衛星と地表データの統合解析プログラム 廃水、廃さい等からの金属回収、資源化技術論文等

