

平成30年度研究拠点形成事業
(B. アジア・アフリカ学術基盤形成型) 実施報告書

1. 拠点機関

日本側拠点機関：	秋田大学
(ボツワナ共和国) 側拠点機関：	ボツワナ国際科学技術大学 (BIUST)
(ザンビア共和国) 側拠点機関：	ザンビア大学
(南アフリカ共和国) 側拠点機関：	ヴィッツウォーターズランド大学
(モザンビーク共和国) 側拠点機関：	テテ工科大学

2. 研究交流課題名

(和文)：南部アフリカの持続可能な資源開発を目指したスマートマイニング拠点の構築

(英文)：Establishment of Research and Education Hub on Smart Mining for Sustainable Resource Development in Southern African Countries

研究交流課題に係るウェブサイト：<http://www.akita-u.ac.jp/icremer/index.html>

3. 採択期間

平成30年4月1日 ～ 平成33年3月31日

(1年度目)

4. 実施体制

日本側実施組織

拠点機関：秋田大学

実施組織代表者 (所属部局・職名・氏名)：秋田大学・学長・山本文雄

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：国際資源学研究科・教授・川村洋平

協力機関：九州大学、北海道大学、東京大学、早稲田大学

事務組織：秋田大学国際課

相手国側実施組織 (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国名：ボツワナ共和国

拠点機関：(英文) Botswana International University of Science & Technology (BIUST)

(和文) ボツワナ国際科学技術大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文) Department of Earth and Environmental Sciences・Professor and Head・Elisha SHEMANG

協力機関：(英文) なし

(和文) なし

(2) 国名：ザンビア共和国

拠点機関：(英文) University of Zambia

(和文) ザンビア大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文) School of Mines・Dean・Oskazwa

SIKAZWE

協力機関：(英文) なし

(和文) なし

(3) 国名：南アフリカ共和国

拠点機関：(英文) University of the Witwatersrand

(和文) ヴィッツウォーターズランド大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文) Wits Mining Institute・Director・

Frederick CAWOOD

協力機関：(英文) なし

(和文) なし

(4) 国名：モザンビーク共和国

拠点機関：(英文) Tete Polytechnic Institute

(和文) テテ工科大学

コーディネーター (所属部局・職名・氏名)：(英文) Tete Polytechnic Institute・Director

General・Bernardo BENE

協力機関：(英文) なし

(和文) なし

5. 研究交流目標

5-1 全期間を通じた研究交流目標

近年の中国、インドを始めとした新興国の工業化に伴い、レアメタル・レアアース等に代表される金属資源の国際的需要が急伸している。また、このような新興国の急成長によりエネルギー資源としての石炭も需要が拡大しており、その安定的な供給確保が難しくなっている。こんな中、世界を主導してきたわが国製造業の国際競争力を維持するためには、これら地下資源の持続的かつ安定的確保（資源セキュリティ）が不可欠な条件となっている。この観点から、アフリカ等の資源保有国との良好な協力関係を構築、維持することが、わが国の持続的経済発展の鍵を握っていると言って過言ではない。

一方、地下資源を豊富に有する南部アフリカ諸国では、地下資源の高度な開発が経済発展上不可欠であり、教育研究能力の向上と人材育成の必要性が高い。そこでは、より高度で適正な生産技術の適用と環境保全を考慮した調和ある鉱山開発が強く求められている。本申請では、最新の ICT を資源開発工学に適用した高度鉱山開発技術を“スマートマイニング”と名付け、南部アフリカ諸国を舞台に展開していく。

本研究交流では、資源の埋蔵ポテンシャルが高く、新規資源開発地域としてフロンティアに位置づけられているにも係わらず、鉱山開発の先進的な技術力・プランニング力を担う人材が不足しているボツワナ、モザンビーク、ザンビアの3カ国の代表的な大学、および鉱業大国かつアフリカ最大の経済大国である南アフリカ共和国との相互交流を深めることを第一の目標としている。

第二の目標は、南部アフリカの若手研究者にグローバルな研究交流の場を与え、また、日本の最新技術に触れる機会を用意することである。さらに、日本の資源分野の若手研究者や学生に南部アフリカの研究者と交流する機会を与え、今後我が国を牽引していくグローバル人材として育成することを目指す。

5-2 平成30年度研究交流目標

<研究協力体制の構築>

秋田大学国際資源学教育研究センターを日本側拠点とする。センターの研究者1名を本事業のコーディネーター、同センターの研究者4名を事業の実行と主な担当者とし、研修生、留学生の受入、シンポジウムの開催、相手国大学への派遣などを担当する。さらに、秋田大学大学院国際資源学研究科に所属する研究者のすべてをセンターの学内協力教員としており、研修生、留学生の受入、ならびにシンポジウムの開催等でサポートする。さらには、学外協力教員として、北海道大学、東京大学、早稲田大学、九州大学から我が国の先端的資源系研究者6名が出張講義、研究室派遣、シンポジウム開催等で協力を得る。

また、大学外との実施体制については、我が国資源確保の実施機関であり秋田大学との包括連携協定を締結済みである石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）との連携により、例えばボツワナ共和国ではボツワナリモートセンシングセンターとの共同作業により、現地の資源系企業・政府・官庁・大使館との協力体制を構築する。JICAと本学の協力体制も取れており、ボツワナ、モザンビークともに、現地の情報を詳細かつ多重に得られる体制も整っている。ザンビアに関しては北海道大学ルサカオフィスとの協力関係を強化し秋田大学ボツワナオフィスとの横の連携を強める。

ボツワナ国際科学技術大学（BIUST）とは、資源担当分野の共同研究もしくは研修を行えるよう同大学内に設立した秋田大学ボツワナ事務所の機能を強化し、より多くのBIUST内の研究者および学生が本事業に参加可能な環境を整える。

ヴィッツウォーターズブランド大学とは、2014年の大学間協定締結以降、世界でも最先端の鉱業技術開発のための共同体制が続いている。特に鉱山VR（バーチャルリアリティー）の分野においては、オーストラリア以外では、本学とヴィッツウォーターズブランド大学が共同で世界をリードしている。平成30年度はこの協力体制を強化していく。

テテ工科大学とは、大学間協定締結直後であるが、JICAのプログラムによりテテ工科大学の教員、技術職員を定期的に指導している。また、JICA「資源の絆」プロジェクトにより当該大学の教員を本学で学ばせ、学位を取得させる取り組みも進んでいる。彼らはモザンビークでの資源開発技術者、大学教員等として活躍していき、培った人材ネットワークが構築される。両国との研究協力の拠点化は更なる発展性を有していることから、大学

間上層部での交流体制を強化する。

ザンビア大学は、南部アフリカにおける鉱山教育の中心的な大学である同国の資源産業への人材供給を担っており、多数の鉱山現場との関係を構築している。我が国が求める資源研究フィールドを現場レベルで提供できる大学であり、先方からはスマートマイニング技術の取得に大きな期待を寄せていることから、実務研究者レベルの研究協力体制の構築を行う。

上記のように本申請の初年度である平成 30 年度は、全期間を通じた研究交流目標に向けて国内外の各協力機関との体制の強化・見直し・交通整理を行い、拠点となる秋田大学を中心としたコンソーシアムを各協力機関に認知させることを最重要事項とする。

<学術的観点>

南部アフリカはレアメタルやエネルギー資源を含む豊富な地下資源を有しており、今後とも地下資源の供給地として大きなポテンシャルを有している。特にボツワナは資源の未開発地域を多く残しており、地球科学的にも地球最古の地殻として重要かつ特徴的であるため、世界のレアメタルに関係する地質や鉱物資源開発のモデルとなる地域である。しかしながら、現在の鉱業技術は前時代的なものであり、サステイナブルな開発とは言い難い。世界的には、更新性資源の積極的利用が望まれる現代ではあるが、非更新性資源への需要は依然高いものである。このような限りある鉱物資源を安全・効率的に採掘（開発）する技術の開発が世界的に求められている。鉱山学は地質学、岩盤力学（工学）、土木工学、防災工学、機械工学の融合領域にある学問および技術体系であり、独自の発展を遂げてきた。

一方、我が国では ICT（ソフトコンピューティング、人工知能、ビッグデータ、データマイニング等）およびロボティクス、VR が目覚ましい発展を見せている。これらの技術は汎用性および他技術との親和性が非常に高く、様々な分野がその応用に注目をしている。本申請事業の研究交流課題は、日本の強みであるこれらの最先端技術を鉱山工学に適用し、世界で通用する（求められる）学際的アプローチによる新たな資源開発技術（これを総称してスマートマイニングと名付けている）を創出していくことである。また、資源開発技術が十分に発達していない南部アフリカに、このスマートマイニングを展開していく。未開発のフィールドにこのような最先端の技術を導入した例は世界でも稀であり、学術的な重要性は非常に高いものとなる。また、近隣国でありながら独自の発展を遂げる南アフリカ共和国の最新鉱山技術（例えば鉱山 VR に関する研究、ヴィッツウォーターズランド大学）を巻き込むことにより更なる学術性を高める。

具体的には、以下に挙げる学術的な活動の初動を起こすのが平成 30 年度の達成目標となる。

- ・短期研修や留学生の受入による、各国（特にボツワナ・モザンビーク）で自立できる資源系研究者・技術者の養成と国際的な学術ネットワークの構築。
- ・新規金属鉱床の賦存が有望視されるボツワナ北東部の地質と鉱床成因の詳細を調査し、開発可能なレアメタル資源の特定につながる研究成果ならびにボツワナ国際科学技術大学・ボツワナ地質調査所における最新探査技術の開発と普及の援助。
- ・南部アフリカ全域において、グリーンベルト帯の玄武岩火成活動とそこに産する金鉱化

作用の生成メカニズムと解明によって、レアメタル鉱床を含む周辺鉱床の探査方針を確立する。

- ・ モザンビーク内陸部およびザンビア南部における、石炭鉱山の持続可能な採掘方法・プランニングの分析とスマートマイニングの導入および周辺地域の鉱化の可能性の調査と新探査方針の提案。

- ・ ボツワナおよびザンビアにおける老朽化した鉱山施設への新技術の適用と移行により、高効率採掘プランニングの調査研究、さらにこれまで処理できていなかった廃水汚染の浄化技術の開発と鉱山廃棄物からのレアメタルリサイクル回収技術の確立。

- ・ 各国に選鉱・製錬のスマートマイニング化による、不純物が多く含まれる複雑鉱のプロセッシング技術の向上。

- ・ 鉱山への環境保全技術としてのスマートマイニングによる、環境汚染計測技術、坑廃水処理技術、リクラメーション（環境修復技術）の提案と適用実験を通じて、現地に適合した将来世代にわたる持続的な資源開発への取り組みの構築。

- ・ 南アフリカ共和国ヴィッツウォーターズランド大学と秋田大学との共同による鉱山 VR システムの開発と南部アフリカ諸国の鉱業への実装と実証。

<若手研究者育成>

本事業の初年度平成 30 年度は、相互の国内鉱山・地質状況を考慮した資源学背景と研究課題の理解を深めることにより、研究における問題把握能力を育成する。このために、セミナーでの参加者全員でのプレゼンテーションを行い、ディスカッションを通じて問題意識を共有する。若手研究者には、相手国との共同研究を必須とする一方で、シニアからのサポートを欠かさない配慮をする。また、関係する若手研究者にスマートマイニングの概念に関する FD 教育を実施し、それぞれの分野におけるスマートマイニングの適用性を自主的に模索させる。

さらに、相手側 4 カ国から若手研究者を秋田大学に招いて行う短期研修（平成 30 年度は試行的にボツワナ国際科学技術大学のみ）では、基礎講習、国内実習、プロジェクトレポートからなるプログラムを用意する。これによって、留学を受け入れる機会を作るだけでなく、知識・研究の共有化と、交流を持続するための人的ネットワークを強固なものとする。

また、秋田大学ボツワナオフィスにおいて可能な限りの期間日本の若手研究者を駐在させ、資源開発の“生”の現場を体験させる。ボツワナはその地勢上、他の参加国の研究者のハブとなり得ることから、若手の研究交流が盛んになり、若手研究者のアカデミックキャリアをサポートすることに繋がる。以上が本事業において期待される若手研究者の育成フローであるが、資源学各論（資源探査、資源開発・経済、精錬・リサイクル）について述べると次のようになる。

資源探査分野

南部アフリカには、30 億年前の海底熱水鉱床や、含金の縞状鉄鉱床が、ナミビアからボツワナにかけては 7 億年前の地質構造帯と層状銅鉱床が存在する。これらの貴金属やベースメタル、さらにレアメタルに富む鉱物資源の探査の可否は、日本および資源保有

国にとっても重要な課題である。これらを踏まえて若手研究者には、より資源国の地質フィールド踏査を経た、地化学調査による微量成分分析、ならびに物理探査の実習を行うことで、実践に根ざした研究を養成する。

資源開発・資源経済分野

これまでの環太平洋地域の地質や、岩石、資源の産出とも大きく異なる鉱床をターゲットに開発を進めるには、高度な採鉱技術やプランニングの習熟が必要である。開発における経済性や環境保全も加味した将来構想を習得することが日本、相手国双方の若手技術者・研究者に要求される。

相手国との大学中堅研究者との学術基盤の形成とともに、各国の若手研究者や技術者を指導、訓練するのみならず、我が国の若手研究者に、アフリカでの実地訓練や学習を体験させることは、実践力と現地の課題に合わせた課題解決法の取得につながることから、鉱山現場に立脚した研究を行えるよう若手の育成に努める。

製錬・リサイクル分野

製錬では今後、これまでの技術で製錬できていた鉱石から、不純物やヒ素などの重金属がより多く含まれる鉱石が増えることから、これに対応する技術開発が望まれている。リサイクル分野については、使用済み製品からの金属回収ではなく、鉱山や製錬所で廃棄されている廃棄物中に含まれる金属を有効に抽出するための技術開発を進める。これは相手国での使用済み製品回収システムが確立されておらず、資源供給確保の観点からも有効であるからであるが、通常のリサイクルにも応用できるものである。

これらの技術開発を研究することを目標として、それに見合った若手の育成に努めるため、本分野では相手資源国からのサンプル供与を受けて、秋田大学での実験するスキームを適用する。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

世界の資源確保競争が激化し、資源開発技術が高度化するなかで、資源分野の研究者や技術者の育成は資源国及び消費国双方において重要性が高まっている。特に、国内に資源を持たない我が国は、優秀な人材の供給と高度な資源技術、環境対策を世界に向けて提供することで、翻って、自国に供給する資源を確保につながる。そのためにも、国際的な研究者ネットワーク構築が資源確保の基盤として非常に重要である。

今回連携をはかるボツワナ、モザンビーク、ザンビアの3カ国は、レアメタルを含む地下資源の未開発地域を多く残す資源フロンティア諸国であり、また資源開発技術や人材育成においても、資源価格の高騰が続く今が国を挙げて取り組みを始めているところである。南アフリカ共和国は独自の発展を遂げる鉱業大国であり、その知識・技術を我が国と共有すべきスマートマイニングのキーとなる国である。日本の人材育成につながる先端資源フィールドを提供できる点は、4カ国と日本双方にとって大きなメリットがある。さらに、平成29年6月に開所した秋田大学ボツワナ事務所でのスタート時点での連携は、遠い将来にもつながる強固なネットワークと交流関係を構築できると考える。

これらの活動を基盤に、本事業で構築される南部アフリカネットワークを活用し、新規に参加希望大学・機関を募り、資源国間ネットワークとして発展させる。国際資源学教育

研究センターとしては、それら諸国との日本側拠点として有り続けるため、センター事業の一環として、年数回の訪問と講義・研修を続け、優秀な人材の受入と育成を継続させることが必要だとの認識でいる。また、日本・アフリカ大学連携ネットワーク（JAAN）との連携や JICA の南南協力のひとつである「第三国研修」の取り組みに参加し、日本国の南部アフリカ進出の拠点となるよう秋田大学ボツワナ事務所での活動を実質的かつ活発なものとしていく。

秋田大学国際資源学教育研究センターにおいて世界に誇れる資源学の研究教育拠点を形成することをさらなる目標とし、そのためには質の高い研究教育指導を行うと同時に、優秀な客員研究員、ポスドク（博士課程修了）、大学院生などの若手研究者を国内外から広く募集し、経済的な支援を含めた研究しやすい環境づくりに取り組んでいく。

最終的には資源学分野で得られた日本－南部アフリカの研究教育基盤を他分野（医理工学）へも拡張し、国際資源学教育研究センターの枠を超えた包括的な支援・協力体制へと展開していく。より大きな運営母体を設立し、これまでの関係機関・大学（北大、九大や JOGMEC 等）の枠を超えた社会全体にその利益を還元できるシステムを構築していく。

6. 平成30年度研究交流成果

<研究協力体制の構築>

平成30年度は日本側拠点の構築に努めた。母体となる秋田大学国際資源学教育研究センターを最大限に活用したことから、スタートからスムーズな拠点形成が可能となった。研修生、留学生の受入、ならびにシンポジウムの開催等においても本事業経費外の経費（例えば JASSO）と有機的に組み合わせながら円滑な運営を行えた。学外協力教員として協力を依頼している、北海道大学、東京大学、早稲田大学、九州大学も本事業に積極的に参加し、現地訪問及びシンポジウム開催の成功に貢献した。

石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）は、ボツワナリモートセンシングセンターを中心としてボツワナ共和国での活動の際に多くのサポートを提供した。JICA とはシンポジウム会場の無償提供等、強固な協力体制を築けた。また、JICA のサポートにより我が国の資源系企業・政府・官庁との協力体制を構築した。その他、ザンビアに関しては北海道大学ルサカオフィスとの協力関係を強化し秋田大学ボツワナオフィスとの横の連携を強めた。

ボツワナ国際科学技術大学（BIUST）とは、資源担当分野の共同研究もしくは研修を行えるよう同大学内に設立した秋田大学ボツワナ事務所の機能を強化し（PC や専門的なソフトウェアの実装）、より多くの BIUST 内の研究者および学生が本事業に参加可能な環境を整えた。本事務所には本学学生が10名程度約1カ月間滞在した（本事業経費外）。

ヴィッツウォーターズブランド大学とは、Wits Mining Institute を中心組織として実質的な研究協力体制がスタートした。

テテ工科大学とは、JICA のプログラムを通してテテ工科大学の教員、技術職員を定期的に指導した。また、JICA 「資源の絆」プロジェクトにより当該大学の教員を本学で学ばせ、学位を取得させる取り組みも行っている（本事業経費外）。さらには、川村がテテ工科大学

を訪問し、学長との会談および出張講義を開催した。それ以降、テテ工科大学の取り組む研究の一部を指導している。

ザンビア大学とは、北海道大学のルサカオフィスを通じて強固な協力体制を構築した。現在、留学生促進プログラムにも貢献している。

上記のように本申請の初年度である平成 30 年度は、全期間を通じた研究交流目標に向けて国内外の各協力機関との体制の強化・見直し・交通整理を行った、拠点となる秋田大学を中心としたコンソーシアムを各協力機関に認知させることに成功した。

<学術的観点>

以下、目標に挙げた項目に対し 1 対 1 で実績を記述する。

・短期研修や留学生の受入による、各国（特にボツワナ・モザンビーク）で自立できる資源系研究者・技術者の養成と国際的な学術ネットワークの構築。

→BIUST（ボツワナ）の地質系技術者を受け入れ、本学にてトレーニングを行った（滞在費は相手国負担）。モザンビーク、ザンビア、ボツワナから 6 名の技術系職員を受け入れ、指導した（本事業経費外、JICA）。

BIUST およびボツワナ大学（ボツワナ）から 4 名の短期留学生（1 カ月）を受け入れた（航空券は相手国負担、滞在費は本事業経費外）。

本学の大学院生を BIUST およびボツワナ大学に 1 カ月派遣し、ネットワークの強化に努めた。

・新規金属鉱床の賦存が有望視されるボツワナ国北東部の地質と鉱床成因の詳細を調査し、開発可能なレアメタル資源の特定につながる研究成果ならびにボツワナ国際科学技術大学・ボツワナ地質調査所における最新探査技術の開発と普及の援助。

→本学学生および協力研究者（九州大学）が現場調査を行った（本事業経費外）。

・南部アフリカ全域において、グリーンベルト帯の玄武岩火成活動とそこに産する金鉱化作用の生成メカニズムと解明によって、レアメタル鉱床を含む周辺鉱床の探査方針を確立する。

→ICREMER 国際シンポジウムおよびその後の研究テーマ別ミーティングにて双方の研究者が情報共有を行った。

・モザンビーク内陸部およびザンビア南部における、石炭鉱山の持続可能な採掘方法・プランニングの分析とスマートマイニングの導入および周辺地域の鉱化の可能性の調査と新探査方針の提案。

→川村およびモザンビークからの留学生がモザンビークに滞在し、現地調査およびスマートマイニングに関する講義、研究指導を行った（本事業経費外、JICA）。

・ボツワナおよびザンビアにおける老朽化した鉱山施設への新技術の適用と移行により、高効率採掘プランニングの調査研究、さらにこれまで処理できていなかった廃水汚染の浄

化技術の開発と鉱山廃棄物からのレアメタルリサイクル回収技術の確立。

→上記、技術者および短期留学生の指導に加え、本学へ留学中のボツワナ学生が当該テーマの研究に取り組んでいる。

・各国に選鉱・製錬のスマートマイニング化による、不純物が多く含まれる複雑鉱のプロセッシング技術の向上。

→上記、技術者および短期留学生の指導に加え、本学へ留学中のボツワナ学生が当該テーマの研究に取り組んでいる。

・鉱山への環境保全技術としてのスマートマイニングによる、環境汚染計測技術、坑廃水処理技術、リクラメーション（環境修復技術）の提案と適用実験を通じて、現地に適合した将来世代にわたる持続的な資源開発への取り組みの構築。

→上記、技術者および短期留学生の指導に加え、本学へ留学中のボツワナ学生が当該テーマの研究に取り組んでいる。さらに、本テーマを主題として **ICREMER** シンポジウム後に各国担当者によるブレインストーミングを行った。ヴィッツウォーターズランド大学およびザンビア大学から本テーマを担当する研究生を各1名選定した。

・南アフリカ共和国ヴィッツウォーターズランド大学と秋田大学との共同による鉱山 **VR** システムの開発と南部アフリカ諸国の鉱業への実装と実証。

→ **Wits Mining Institute** 協力のもと、南部アフリカの多くの関係者に鉱山 **VR** システムを体験してもらっている。鉱業への実装には時間が掛かるが、体験者は皆、その有効性を実感している。

<若手研究者育成>

平成 30 年度は若手研究者育成に注力した。本事業経費による南部アフリカからの若手技術者の派遣・受け入れのみならず（派遣 2 名、受け入れ 1 名）、**JASSO** 支援によるショートステイプログラムでの受け入れ（4 名）、**JICA** 資源の絆（ノーマルスキームおよびショートスキーム）支援による受け入れ（8 名）を精力的に行った。受け入れでは研究指導のみならず、機材の操作指導およびフィールドトリップを行い、相互の国内鉱山・地質状況を考慮した資源学背景と研究課題の理解を深めた。また、可能な限り本学の研究者、学生、留学生との交流の場を設け、知識・研究の共有化と、交流を持続するための人的ネットワークを強固なものとした。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

国内に資源を持たない我が国は、優秀な人材の供給と高度な資源技術、環境対策を世界に向けて提供することで、翻って、自国に供給する資源の確保につながると考えている。そのためにも、国際的な研究者ネットワーク構築が資源確保の基盤として非常に重要であり、その理念・目的のもと平成 30 年度の交流を執り行った。本事業における取組は、**JICA** および日本・アフリカ大学連携ネットワーク（**JAAN**）から高く評価されており、平成 31

年度開催の SAJU Forum および TICAD7 での講演を依頼されるに至った。また、本学大学院国際資源学研究科では留学生優先配置が平成 30 年度から採択され、南部アフリカ諸国からの留学生受け入れ態勢を充実させた。すでに本優先配置により BIUST（ボツワナ）からの新たな留学生受け入れが確定している。さらに、本国側の関係機関の大学院生が経済的な支援を受けながら対象国に渡航できるスキームをデザインしている。

国内の資源系企業からの注目も集めており、対象国への進出に関する相談を受けるに至っている。平成 31 年度開催の SAJU Forum には三菱マテリアルの営業部員が同行することとなっている。その意味でも、これまでの関係機関・大学（北大、九大や JOGMEC 等）の枠を超えた社会全体にその利益を還元できるシステムを構築していると言える。

<今後の課題・問題点>

平成 31 年度は平成 30 年度に構築した研究交流体制を拡充・充実させていくこととなる。目標に挙げている 3 つの研究テーマ（R-1,2,3）の実質的な遂行が課題となっている。研究テーマそのものは各分野におけるコンセプトであるため、より具体的なトピックスにローダウンしていく必要がある。相手国の望む研究トピックスと我が国研究者チームが望むトピックスに若干のズレがあることは否めない。先進的な研究を遂行したい日本側とコンベンショナルな研究の内容を拡充したい相手国の構図は確実に存在している。それらも含めて相手国の若手研究者を育成していく必要性を切に感じている。しかしながら、本事業助成は平成 31 年度を含めて残り 2 年であることから、若手研究者の育成のみならず相手国シニア研究者の啓発を行い、平成 31 年度の早い時期から具体的な研究トピックスを設定し遂行していく必要がある。また、相手国研究機関と相手国鉱業界の関係も研究遂行のうえで課題となっている。現時点では、相手国鉱業界は研究機関との共同研究を積極的に推進していく環境にない。これは相手国研究機関が外資系を中心とする相手国鉱業界にその研究能力を認められていないことに他ならない。これに対処するために、わが国の研究チームが相手国研究機関を全面的にサポートしている事実を広く社会に周知させていかなければならない。さらに個別の研究トピックスを定めた後は、それぞれのトピックス毎の研究チームで独自の研究経費（財源）を獲得していく必要がある。研究者育成に関しては「第三国研修」のフレームを活用して効率的に教育を施していく必要があると考えている。

7. 平成 30 年度研究交流実績状況

7-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成 30 年度	研究終了年度	平成 32 年度
共同研究課題名	(和文) 最新探査技術の開発				
	(英文) Development of Survey Technologies				
日本側代表者	(和文) アリバス アンтониオ・秋田大学・教授・1-2				

氏名・所属・職名・研究者番号	(英文) Antonio ARRIBAS・Akita University・Professor・1-2
相手国側代表者氏名・所属・職名・研究者番号	(英文) Zibisani Biza BAGAI・University of Botswana・Senior Lecturer・2-6
30年度の 研究交流活動	<p>南部アフリカ全域において、グリーンベルト帯の玄武岩火成活動とそこに産する金鉱化作用の生成メカニズムと解明によって、レアメタル鉱床を含む周辺鉱床の探査方針を確立する。つまりは、鉱山開発現場と秋田大学との資源探査やポテンシャル評価に関する研究と技術開発の交流を目的とする。資源探査の研究・技術開発では現地の鉱山現場での議論交流が重要である。</p> <p>国内の協力機関としては九州大学およびJOGMECと共に取り組む課題となる。基本的にはSkype等のWebミーティングシステムを活用し、月に1回程度の進捗の状況等の確認を行った。また、関係者が集うICREMERシンポジウム(S-1)およびボツワナ拠点会議(S-2)にて本共同研究課題(R-1)の関係者だけの打ち合わせも行い、状況の確認および情報共有を行った。</p> <p>本研究課題独自の研究交流にかかる派遣・受け入れとしては、BIUST(ボツワナ)およびボツワナ大学から4名の地質系学生を短期(1カ月程度)で本学に受け入れた。秋田大学からは日本側代表者であるアリバスが、九州大学からは研究協力者である今井がそれぞれ1週間程度、ボツワナ大学(ボツワナ)、BIUST(ボツワナ)を訪れ集中的なディスカッションおよび指導を行った。</p>
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	<p>国内では既に不可能となった「鉱山開発現場」での国内の鉱山技術教育と南部アフリカのグリーンベルト帯における資源探査のネットワーク構築がなされた。ボツワナ科学技術大学、ボツワナ大学およびザンビア大学との連携を深め、現場での資源探査および環境修復技術についての共同研究のシーズを検討している。また、秋田大学と南部アフリカの鉱山会社との協力協定や共同研究や技術開発についてコンセンサスが得られた。このような試みは、将来、大学間だけでなく、海外の鉱山開発会社との交流により、国際色の強い資源学教育・研究の足がかりとなると考えている。</p>

整理番号	R-2	研究開始年度	平成 30 年度	研究終了年度	平成 32 年度
共同研究課題名	<p>(和文) 南部アフリカにおけるスマートマイニング (高度情報化鉱山操業) の実装</p> <p>(英文) Establishment of Smart Mining for Southern African Countries</p>				
日本側代表者 氏名・所属・職 名・研究者番号	<p>(和文) 川村洋平・秋田大学・教授・1-1</p> <p>(英文) Yohei (Youhei) KAWAMURA・Akita University・Professor・1-1</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・職 名・研究者番号	<p>(英文) Elisha SHEMANG・BIUST・Professor and Head・2-1</p>				
30年度の 研究交流活動	<p>地下資源を豊富に有する南部アフリカ諸国では、地下資源の高度な開発が経済発展上不可欠であり、教育研究能力の向上と人材育成の必要性が高い。そこでは、より高度で適正な生産技術の適用と環境保全を考慮した調和ある鉱山開発が強く求められている。本申請では、最新の ICT を資源開発に適用した高度鉱山開発技術を“スマートマイニング”と名付け、南部アフリカ諸国を舞台に展開していく。このスマートマイニングには高度な採鉱技術やプランニングおよび開発における経済性や環境保全も包括している。</p> <p>平成 30 年度はボツワナの既存鉱山に ICT 化によるスマートマイニングを実装するための可能性の検討を行った。</p> <p>国内の協力機関としては九州大学、東京大学および JCOAL と共に取り組んでいる。基本的には Skype 等の Web ミーティングシステムを活用し、月に 1 回程度の進捗の状況等の確認を行った。また、関係者が集う ICREMER シンポジウム (S-1) およびボツワナ拠点セミナー (S-2) にて本共同研究課題 (R-2) の関係者だけの打ち合わせも行い、状況の確認および情報共有を行った。</p> <p>本研究課題独自の研究交流にかかる派遣・受け入れとしては、BIUST (ボツワナ) およびボツワナ大学から 2 名の学生を短期 (1 カ月程度) で本学に受け入れた。秋田大学からは日本側代表者である川村および共同研究者の安達が 1 週間、BIUST (ボツワナ) を訪れ集中的なディスカッションおよび指導を行った。さらに、秋田大学からはボツワナ人留学生を約 1 カ月間、BIUST およびボツワナ大学に派遣し、多くの現地若手研究者と個別の打合せを行った。</p>				
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	<p>スマートマイニング (高度情報化鉱山操業) の概念を相手国に浸透させ、その有効性を認識させた。また、相手国の鉱山工学研究者とのブレインストーミングにより、相手国に適したスマートマイニングの形態を明らかにすることが可能となり、より具体性を持った社会実装を検討するに至った。</p>				

整理番号	R-3	研究開始年度	平成 30 年度	研究終了年度	平成 32 年度
共同研究課題名	<p>(和文) 南部アフリカにおけるグリーンマイニング (環境低負荷型鉱山操業) の導入</p> <p>(英文) Introduction of Green Mining Technology for Southern African Countries</p>				
日本側代表者 氏名・所属・職 名・研究者番号	<p>(和文) 柴山敦・秋田大学・教授・1-4</p> <p>(英文) Atsushi SHIBAYAMA・Akita University・Professor・1-4</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・職 名・研究者番号	(英文) Raymond Suglo・BIUST・Professor・2-5				
30年度の 研究交流活動	<p>ボツワナおよびモザンビークにおける老朽化した鉱山施設への我が国および南アフリカ共和国の新技术の適用と移行により、高効率採掘プランニングの調査研究、さらにこれまで処理できていなかった廃水汚染の浄化技術の開発と鉱山廃棄物からのレアメタルリサイクル回収技術の確立のための予備調査を行った。</p> <p>また、鉱山への環境保全技術としてのグリーンマイニング (環境低負荷型鉱山操業) による、環境汚染計測技術、坑廃水処理技術、リクラメーション (環境修復技術) の提案と適用実験を通じて、現地に適合した将来世代にわたる持続的な資源開発への取り組みのためのブレインストーミングを重ねた。</p> <p>国内の協力機関としては北海道大学、東京大学および早稲田大学と共に取り組む課題となる。Skype 等により月に1回程度の進捗の状況等の確認を行った。また、関係者が集う ICREMER シンポジウム (S-1) にて本共同研究課題 (R-3) の関係者だけの打ち合わせも行い、状況の確認および具体的な情報共有を行った。</p> <p>本研究課題独自の研究交流にかかる派遣 (H30.11.20~H30.12.25)・受け入れ (H30.8.25~H30.10.4) としては、ボツワナからの留学生 (2名) に対して当該分野の研究における指導を行い、平成 31 年度以降の BIUST での具体的な実験につなげる。</p>				
30年度の 研究交流活動 から得られた 成果	<p>グリーンマイニング (環境低負荷型鉱山操業) の概念を相手国に浸透させ、そのコンセプトの有効性を認識させた。また、相手国の鉱山工学研究者とのブレインストーミングにより、相手国に適したグリーンマイニングの形態を明らかにすることが可能となり、より具体性を持った社会導入を検討するに至った。</p>				

7-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「ICREMER 国際シンポジウム」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “ICREMER International Symposium”
開催期間	平成 30 年 11 月 21 日 ～ 平成 30 年 11 月 22 日 (2 日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、東京、JICA 地球ひろば
	(英文) JAPAN, Tokyo, JICA
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号	(和文) 川村洋平・秋田大学・教授・1-1
	(英文) Yohei (Youhei) KAWAMURA・Akita University・Professor・1-1
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文)

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (日本)		備考
		A.	B.	
日本	A.	7/21		
	B.	100		
ボツワナ	A.	2/14		
	B.	0		
ザンビア	A.	2/14		
	B.	0		
南アフリカ	A.	1/7		
	B.	0		
モザンビーク	A.	1/7		
	B.	0		
合計 <人/人日>	A.	13/63		
	B.	100		

A. 本事業参加者（参加研究者リストの研究者等）

B. 一般参加者（参加研究者リスト以外の研究者等）

※人／人日は、2／14（＝2人を7日間ずつ計14日間派遣する）のように記載してください。

※日数は、出張期間（渡航日、帰国日を含めた期間）としてください。これによりがたい場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

セミナー開催の目的	<p>学生・若手研究者の研究教育の能力の向上および本事業を通じて、南部アフリカの資源研究者との共同研究をさらに促進させる事を目的として、本国際シンポジウムを東京で開催した。日本側参加者は拠点機関である秋田大学、国内協力機関である北海道大学、東京大学、早稲田大学および九州大学に加え、JICA、JOGMEC、JCOALの本事業に関連する研究者（学生も含む）である。相手国となる4カ国からも可能な限り研究者を集め、本事業に参加するメンバーが共通の目的意識を有することも目的とした。</p>	
セミナーの成果	<p>本事業参加者の目的意識の向上が見込まれるとともに秋田大学を拠点としたことにより強固な国際ネットワークを構築した。また、産官学から多数の出席者（100名）があり、本事業を日本国内にアピールすることが可能となった。産官学による新たな共同研究の呼び水となったと言える。本シンポジウムの様子は新聞にも掲載され、鉱物の重要性および南部アフリカ外交の重要性を我が国の国民に再認識させるきっかけとなったと考えている。</p>	
セミナーの運営組織	<p>責任者：川村洋平（秋田大学国際資源学研究科・教授） 事務局：藤嶋幸成（秋田大学・国際課総括主査）、秋田大学国際課 運営委員：Antonio Arribas（秋田大学国際資源学研究科・教授）高崎康志（秋田大学国際資源学研究科・准教授）、別所昌彦（秋田大学国際資源学研究科・准教授）、緒方武幸（秋田大学国際資源学研究科・助教）、安達毅（秋田大学国際資源学研究科・教授）、大場司（秋田大学国際資源学研究科・教授）、石山大三（秋田大学国際資源学研究科・教授）、藤井光（秋田大学国際資源学研究科・教授）、柴山敦（秋田大学国際資源学研究科・教授）、伊藤豊（秋田大学国際資源学研究科・講師）、芳賀一寿（秋田大学理工学研究科・助教） 共催：秋田大学大学院国際資源学研究科博士課程教育リーディングプログラム、北海道大学持続的資源系人材育成プログラム 協力メンバー：秋田大学大学院国際資源学研究科、大学院生</p>	
開催経費 分担内容 と金額	日本側	国内旅費 1,000,474 円 外国旅費 1,010,771 円 その他経費 236,250 円 不課税取引・非課税取引に係る消費税 80,314 円
	ボツワナ側	なし 0 円
	ザンビア側	なし 0 円
	南アフリカ側	なし 0 円
	モザンビーク側	なし 0 円

整理番号	S-2
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「ボツワナ拠点セミナー」 (英文) JSPS Core-to-Core Program “Core Meeting in Botswana”
開催期間	平成 30 年 6 月 25 日 ~ 平成 30 年 6 月 26 日 (2 日間)
開催地 (国名、都市名、会場名)	(和文) ボツワナ共和国、パラペ、BIUST (英文) Botswana, Palapye, BIUST
日本側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号	(和文) 川村洋平・秋田大学・教授・1-1 (英文) Yohei (Youhei) KAWAMURA・Akita University・Professor・1-1
相手国側開催責任者 氏名・所属・職名・研究者番号 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Elisha SHEMANG・BIUST・Professor and Head・2-1

参加者数

派遣先 派遣元		セミナー開催国 (ボツワナ)		備考
		A.	B.	
日本	A.	2/10		
	B.	0		
ボツワナ	A.	5/10		
	B.	30		
ザンビア	A.	2/6		
	B.	0		
南アフリカ	A.	1/3		
	B.	0		
モザンビーク	A.	1/4		
	B.	0		
合計 <人/人日>	A.	11/33		
	B.	30		

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※人/人日は、2/14 (= 2人を7日間ずつ計14日間派遣する) のように記載してください。

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい

場合は、備考欄にその内訳等を記入してください。

<p>セミナー開催の目的</p>	<p>本事業を通じて、南部アフリカの資源研究者との共同研究をスタートおよびさらに促進させる事を目的として、本キックオフセミナーを秋田大学ボツワナオフィスで開催した。秋田大学ボツワナオフィスは参加 4 カ国の距離的な中心に位置することから、無理なく相手国側の研究者が参集できる環境にある。日本側参加者は拠点機関である秋田大学に加え、JICA の本事業のコア参加メンバーとした。日本側の保有する最新探査技術、スマートマイニング技術およびグリーンマイニング技術を相手国研究者にプレゼンした。相手国研究者からは南部アフリカにおける鉱業の問題点ならびに関心をプレゼンしてもらい、本事業に参加するメンバーが共通の目的意識を有することも目的とした。</p>	
<p>セミナーの成果</p>	<p>本事業に参加する機関のコアとなる研究者が一堂に会することにより、これから始まる事業を円滑に進めるためのスタートアップおよびブレインストーミングの絶好の機会となった。大枠の共同研究は設定されていたが、その細目に関しても担当者同士のコンセンサスにより、南部アフリカ鉱業界に求められる実質的な細目設定が可能となった。これにより共同研究実務担当者間のその後の Web 会議を円滑なものとし、成果の向上につなげた。また、日本の最新技術の適用性を現場を観察する事により計る絶好の機会となった。</p>	
<p>セミナーの運営組織</p>	<p>責任者：Elisha Shemang (BIUST・Professor) 事務局：藤嶋幸成 (秋田大学・国際課総括主査)、秋田大学国際課運営委員：川村洋平 (秋田大学国際資源学研究所・教授)、Raymond Suglo (BIUST・Professor)、Zibisani Biza Bagai (University of Botswana・Senior Lecturer)、Ame Thato Selepeng (BIUST・Lecturer)、Kazuyasu Shindo (BIUST・Lecturer) 協力メンバー：BIUST、Department of Earth and Environmental Sciences、大学院生</p>	
<p>開催経費 分担内容</p>	<p>日本側</p>	<p>外国旅費 1,723,029 円 その他経費 39,960 円 不課税取引・非課税取引に係る消費税 137,440 円</p>
	<p>ボツワナ側</p>	<p>なし 0 円</p>
	<p>ザンビア側</p>	<p>なし 0 円</p>
	<p>南アフリカ側</p>	<p>なし 0 円</p>
	<p>モザンビーク側</p>	<p>なし 0 円</p>

8. 平成30年度研究交流実績総人数・人日数

8-1 相手国との交流実績

派遣先 派遣元	四 半 期	日本	ボツワナ	ザンビア	南アフリカ	モザンビーク	合計
日本	1		2 / 10 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 10 (0 / 0)
	2		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3		1 / 36 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	1 / 36 (0 / 0)
	4		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	計		3 / 46 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	3 / 46 (0 / 0)
ボツワナ	1	1 / 41 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	1 / 41 (0 / 0)
	2	2 / 14 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 14 (0 / 0)
	3	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	4	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	計	3 / 55 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	3 / 55 (0 / 0)
ザンビア	1	2 / 6 (0 / 0)			0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 6 (0 / 0)
	2	0 / 0 (0 / 0)			0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3	2 / 14 (0 / 0)			0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 14 (0 / 0)
	4	0 / 0 (0 / 0)			0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	計	2 / 14 (0 / 0)	2 / 6 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	4 / 20 (0 / 0)
南アフリカ	1	1 / 3 (0 / 0)				0 / 0 (0 / 0)	1 / 3 (0 / 0)
	2	0 / 0 (0 / 0)				0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	3	1 / 7 (0 / 0)				0 / 0 (0 / 0)	1 / 7 (0 / 0)
	4	0 / 0 (0 / 0)				0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	計	1 / 7 (0 / 0)	1 / 3 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)		0 / 0 (0 / 0)	2 / 10 (0 / 0)
モザンビーク	1	1 / 4 (0 / 0)					1 / 4 (0 / 0)
	2	0 / 0 (0 / 0)					0 / 0 (0 / 0)
	3	1 / 7 (0 / 0)					1 / 7 (0 / 0)
	4	0 / 0 (0 / 0)					0 / 0 (0 / 0)
	計	1 / 7 (0 / 0)	1 / 4 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	2 / 11 (0 / 0)
合計	1	0 / 0 (0 / 0)	6 / 23 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	6 / 23 (0 / 0)
	2	1 / 41 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	1 / 41 (0 / 0)
	3	6 / 42 (0 / 0)	1 / 36 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	7 / 78 (0 / 0)
	4	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)
	計	7 / 83 (0 / 0)	7 / 59 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	0 / 0 (0 / 0)	14 / 142 (0 / 0)

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流した人数・人日数を記載してください。（なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。）

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

※相手国以外の国へ派遣する場合、国名に続けて（第三国）と記入してください。

8-2 国内での交流実績

第1四半期	第2四半期	第3四半期	第4四半期	合計
0 / 0 (0 / 0)	1 / 14 (0 / 0)	7 / 21 (0 / 0)	1 / 2 (0 / 0)	9 / 37 (0 / 0)

9. 平成30年度経費使用総額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	1,287,554	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	3,185,280	
	謝金	50,050	
	備品・消耗品 購入費	1,101,001	
	その他の経費	900,790	
	不課税取引・ 非課税取引に 係る消費税	275,325	
	計	6,800,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		680,000	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合 計		7,480,000	