

## 研究交流計画の目標・概要

【研究交流目標】交流期間（最長3年間）を通じて自立的で継続的な国際研究交流拠点の構築と次世代の中核を担う若手研究者の育成における目標を記入してください。実施計画の基本となります。

超難処理金鉱石（double refractory gold ore, DRGO）は、微細な金粒子が分解しにくい硫化鉱物にとじこめられているうえ、グラファイト質頁岩が共存しているために、シアン金錯体を抽出する際に3～7割の回収損失を伴う。そのため、金含有量が平均よりも高いにもかかわらず、DRGOの開発は断念されている。DRGOは様々な地域に点在するが、西アフリカ地域では特に、焙焼法による炭素分の除去が行われている場合が多く、大気汚染を起こすのみならず、炭素分が完全には除去されず、依然として活性炭のような $\text{Au}(\text{CN})_2$ を吸着ロスする比表面積の高い炭素分が残留し、問題解決に至っていない。西アフリカ地域のDRGOには炭素分が高く、金品位が高いものも多く、バイオ処理を適用する意義が大きいといえる。これまでの申請者らの研究から、DRGOは、鉄酸化菌による硫化鉱物の酸化分解とそれに続くリグニン分解性酵素を含む粗酵素処理により、一定の金回収率が得られることがわかっている。その裏付けは、南アとのQuantitative Evaluation of Minerals by SCANNing electron microscopy (QEMSCAN)を用いた共同研究により明らかになりつつある。この国際研究交流拠点の学術基盤を形成することによって、難処理金鉱石のバイオ処理指針とその理論的裏付けがえられるうえに、資源国と非資源国との間の学術交流、人材交流が促進され、西アフリカの金資源国の経済発展や先進国の都市鉱山からの貴金属の回収技術にも、高温高圧条件を使うことなく、環境にやさしいバイオ処理を駆使して貢献することができる。

本テーマにかかわる若手研究者が、隔年開催の *Biohydrometallurgy*、または *International Biohydrometallurgy Symposium (IBS)*にて発表し、DRGOのバイオ処理に関するプラットフォームをつくることを目指して、共同研究およびセミナーを進める。本事業にかかわる若手研究者育成の観点から、若手教員だけではなく、博士後期課程大学院生やポスドクを連携機関相互に長期滞在を可能とする。

【研究交流計画の概要】我が国と交流相手国の拠点同士の協力関係に基づく多国間交流として、どのように①共同研究、②セミナー、③研究者交流を効果的に組み合わせる実施するか、研究交流計画の概要を記入してください。

南アケープタウン大学(UCT)とは JSPS-NRF 二国間共同研究のマッチングファンドによって、DRGOのバイオ処理に関して共同研究を行っており (FY2019-2020)、研究成果を UCT との共著論文として *Minerals Engineering*、*International Biodeterioration and Biodegradation* に公表している。申請者はガーナ鉱山工科大学 (UMaT) 卒の学生を1名受け入れ、本共同研究課題に深く関係したテーマで博士論文研究を指導し、5年一貫博士課程を修了させている。その過程で UMaT との共著論文を *Hydrometallurgy* に公表している。今回の申請はこれらを基点として、多国間交流によってさらにこれを発展させようとするものである。

UMaT のコーディネーター、および研究参加者は米国やカナダの名門大学にて学位を取得され、とくに DRGO のバイオ処理研究に従事してきた。UMaT には基礎研究を実施する研究環境が整っていないが、ガーナは DRGO のトップレベルの産出国であり、研究者のモチベーションは高く、その知識や経験も十分で、*Hydrometallurgy*、*Minerals Engineering* などの国際誌に成果公表されていることから、資源強豪国南アをはじめ、第一線にある研究者とも対等な議論ができる。

本共同研究は、(1)シークエンシャルバイオ処理の詳細機構の解明をめざすこと、(2)マイルドな条件で実用化へ近づけることの二つの狙いを柱として、互いの役割を補完すること、若手研究者には交流や経験のチャンスを提供すること、ワークショップ形式のセミナーを年1回開催して、研究成果を共有することを交流姿勢の基本とする。毎年度初めに Skype あるいは TV 会議を行い、その年度の計画を確認する。UMaT から UCT および KU に DRGO 試料の提供をしていただく。年度の後半にはワークショップを行う。FY2020 には福岡にて、FY2021 には *International Biohydrometallurgy Symposium (IBS)* が開催される豪州パースにて、FY2022 にはおいて *Biohydrometallurgy* の分科会としてセミナーを行う。それぞれの若手研究者（博士後期課程大学院生、ポスドク、若手教員など）で、このプログラムのもとで長期滞在により研究交流ができる人材を有機的に活用し、共同実験やディスカッションを行う。

【実施体制概念図】本事業による経費支給期間（最長3年間）終了時までには構築する国際研究協力ネットワークの概念図を描いてください。

本研究拠点の形成では、「機構解明をめざす方向」と「実用化をめざす方向」の二つに焦点を当てている。機構解明では装置の充実やその解析経験の蓄積から九州大学 (KU) とケープタウン大学 (UCT) が、実用化に向けた取り組みは KU とガーナ鉱山工科大学 (UMaT) を中心として取り組む。若手研究者育成の観点から、博士後期課程大学院生やポスドクを連携機関相互に長期滞在を可能とする。

ガーナは、DRGO 試料を日本と南アに提供する。試料の譲渡手続きには時間を要するため、最初はモデル試料での実験を日本とガーナとで進めておく(14 頁共同研究整理番号 R1)。

モデル試料ではフェントン反応で C=C 結合が分解しているのか、やはり酵素が必要なのかを確かめる。酵素であれば、どの酵素かを判別する。グラファイト質炭素の分解の評価は顕微ラマン分光および TG-DTA によって行う。ガーナ試料が入手され次第、KU および UCT において、キャラクタリゼーションを開始する(R2)。R1 および R2 の結果から、実鉱石 DRGO の処理方針を決めて実施する(R3)。

R1-R3 において、双方から若手研究者(博士後期課程大学院生、ポスドク)の長期滞在による共同実験を推進する。たとえば、KU および UMaT から UCT には QEMSCAN 観察のために長期渡航滞在させる。R1, R2 の結果が出そろって、R3 の方針を決める段階には、UCT および UMaT から KU に、主導する若手研究者を集め、ディスカッションの場を設け、Raman 分光や放射光分析などの実験のために若手研究者を長期間に受け入れる。最終的には DRGO のバイオプレートメントの指針を共有することを目指す。

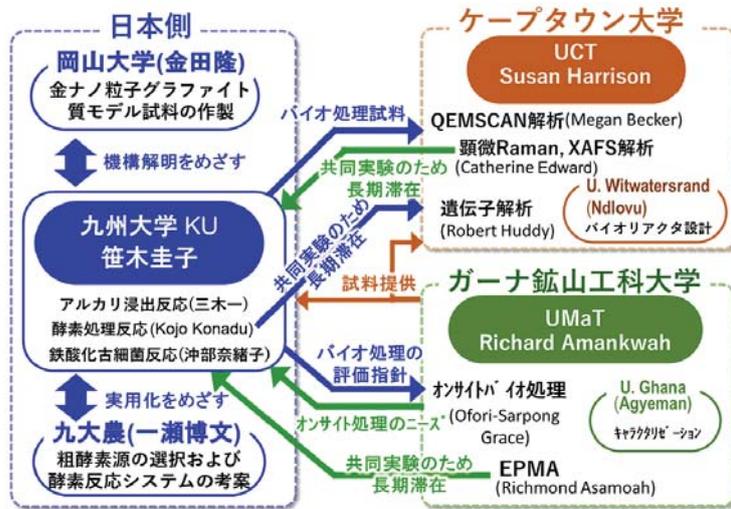


図1 本研究組織の協力関係

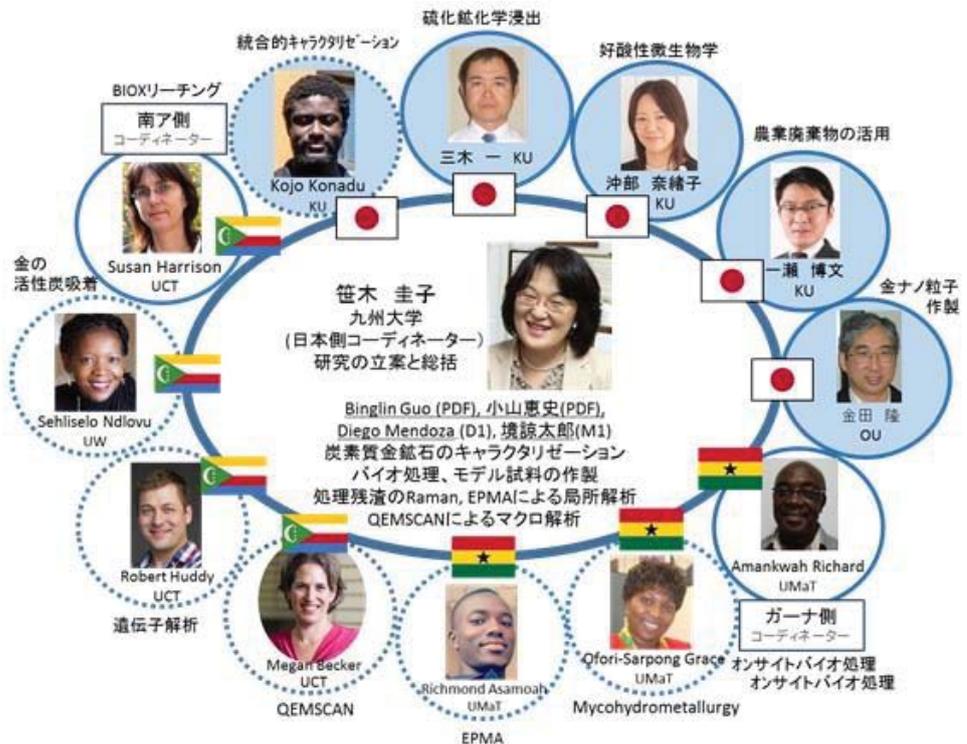


図2 本研究組織メンバー（点線の囲みおよび中央楕円内のアンダーライン付きのメンバーは大学院生または35歳以下の若手研究者を示し、円内色付きは日本側メンバーを示す）。KU, Kyushu University; OU, Okayama University; UCT, University of Cape Town; UW, University of Witwatersrand ; UMaT, University of Mining and Technology in Ghana..