

持続可能開発目標達成支援事業（aXis）

Aタイプ研究分野「環境・エネルギー」

研究課題名「ザンビア鉱山地区における鉛汚染環境および

鉛中毒対策としてのリスクベースアプローチの実践と効果検証」

相手国名：ザンビア共和国

令和2（2020）年度実施報告書

研究期間

2020年4月1日から2022年3月31日まで

研究代表者：石塚 真由美

北海道大学大学院獣医学研究院・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

研究題目・活動	R2年度				R3年度			
	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月
1. 研究題目:グリーンパークを中心とした環境修復 1-1. 土壌水分保持力や土壌構造・微生物多様性、機能変化 1-2. 植生の多様化と汚染リスク低減の関連性調査 1-3. リアルタイム気象・環境データベースの構築・運用			植栽による土壌環境変化の検証 (1-1)					
				混作による生育度、鉛蓄積量の検証 (1-2)				
				気象管理システムの拡充 (1-3)				
2. 前向きコホートによる鉛中毒の治療効果の検証 2-1. キレート剤治療の実践と血中鉛濃度のフォローアップ調査 2-2. 毒性学指標による健康状態の改善度の評価 2-3. 社会経済学指標による経済インパクトの評価			治療と血中鉛濃度のフォローアップ (2-1)					
				健康改善度の評価 (2-2)				
				社会経済学への影響評価 (2-3)				
3. 工学分野の環境修復技術の実践 3-1. 高度処理を含む各種処理手法の効果の比較・評価 3-2. 鉱山廃棄物ダンプエリアからの鉛拡散ルート推定と健康被害予測 3-3. 各種処理手法の保健・経済分野への影響の把握			処理手法の比較・評価 (3-1)					
				鉛拡散ルートと健康被害の推定 (3-2)				
				環境修復による保健・社会経済学への影響評価 (3-3)				
機材導入		ドラフトチャンパー、冷凍機の導入						
				オンライン教育リソースの開発と導入				
渡航・招聘		1人、10ヶ月 (1-1, 1-3)						
					1人、12ヶ月 (1-1, 1-2, 1-3)			
					7人、2週間 (1-1, 1-2, シンポジウム)			2人、2週間 (1-1, 1-2)
		1人、2ヶ月 (2-1, 2-2)		1人、2ヶ月 (2-1, 2-2)	1人、2ヶ月 (2-1)		1人、2ヶ月 (2-2)	1人、2ヶ月 (2-2)
					5人、1ヶ月 (2-1, 2-2, 2-3, シンポジウム)		3人、2週間 (2-3)	3人、2週間 (2-3)
					6人、2週間 (3-1)	4人、2週間 (3-2, シンポジウム)	3人、2週間 (3-2, 3-3)	3人、2週間 (3-2, 3-3)
					招聘1名、2ヶ月			
					招聘7名、2週間		招聘7名、2週間	

(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)

COVID-19に係る種々の制限により、日本からザンビアへの渡航が極めて困難であった。このため、全ての研究題目の実施において支障が生じたため、プロジェクト実施期間を1年間延長し、2021年度末までとした。これに伴い、全ての実施計画が2021年度に後倒しとなっている。ザンビアから日本への渡航も困難であったことから、招聘計画についても全て2021年度に移行した。変更後の予定は、上のスケジュール表に赤矢印で示している。2021年度もCOVID-19の状況により渡航および招聘計画の変更が必要となる可能性もあり、状況に応じて臨機応変に対応する。

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

現代社会でますます重要性を増す高度な科学技術には、金属やレアアースが必須である。豊富な地下資源を有する地域では資源開発が活発に行われており、世界中の人々の生活を根底から支えている。しかし、このような開発が進む地域では、顕在化されない環境汚染が着実に進行している。特に途上国の環境汚染は深刻な健康被害をもたらし、生産性や所得の喪失を招き、貧困の要因となる。汚染由来の疾病による生産性の喪失は経済発展を妨げ、低所得国のコストは GDP の 1.3% から 1.9% に達する。本プロジェクトで対象とする鉛汚染は、環境汚染の中でも特に深刻であり、年間 23 万人が主に鉱床由来の鉛中毒で死亡し、60 万人以上の子供の知的発達に影響を及ぼしており、その大部分が途上国で起きている。

本プロジェクトの対象地域であるザンビア共和国 Kabwe 地域では、20 世紀の約 100 年間にかけて鉛・亜鉛の採掘活動が行われ、国家の基幹産業としての役割を担った。一方で、汚染対策の不十分な操業が長年続けられたことにより、周辺地域に深刻な鉛汚染を引き起こした。石塚を中心とする研究チームは 2007 年から本地域で汚染状況の解明を進め、2015 年からは北海道大学とザンビア大学 (University of Zambia: UNZA) の獣医・保健・農・工・経済学からなる分野横断的チームによる JST/JICA SATREPS 事業「ザンビアにおける鉛汚染のメカニズムの解明と健康・経済リスク評価手法および予防・修復技術の開発 (Kabwe Mine Pollution Amelioration Initiative Project : KAMPAI プロジェクト)」に発展した。ザンビア高等教育省、保健省、鉱山省、水衛生省、環境管理局 (Zambia Environmental Management Agency: ZEMA)、Kabwe 市役所 (Kabwe Municipal Council: KMC) との連携により、鉱山から住宅地への汚染メカニズムおよび拡散範囲の解明、汚染された土地の植生回復と農地としての再利用法の構築、オンデマンドな環境修復手法の開発、汚染による人の健康および社会経済への影響の定量化を推進した。これらの研究成果により、社会実装として問題解決に進むための道筋が構築された。

SATREPS 事業で構築した手法および得られた成果をもとにして、本プロジェクトではそれらをさらに発展させるとともに、社会実装と人材育成 (キャパシティ・デベロップメント) により注力している。また、同地域の鉛汚染課題の解決を目的とした Zambia Mining and Environmental Remediation and Improvement Project (ZMERIP) が世界銀行の支援のもと、ザンビア鉱山省、保健省、KMC などが実施機関として行われている。そのため、社会実装においては ZMERIP との協同を軸とし、そのための意見交換や技術支援を積極的に行なっている。環境汚染が国際社会において普遍的な課題である一方、本プロジェクトで取り組む学際的なリスクベースアプローチはこれまで皆無であり、当然その効果検証も実施されたことがない。この点において、本プロジェクトは学術的な新規性の高さに加え、「目標 3. すべての人に健康と福祉を」「目標 11. 住み続けられるまちづくりを」「目標 15. 陸の豊かさを守ろう」「目標 17. 持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する」を中心とした SDGs の達成にも大きく貢献する。

2020 年度は COVID-19 の世界的流行およびそれに関係した種々の規制により、プロジェクトの実施計画に大きな影響が生じた。こうした状況により、カウンターパート (CP) 機関である UNZA を含むプロジェクト関係機関の合意により、プロジェクト期間を 1 年間延長することになった。他方、オンラインの活用やリモートでの業務などの代替策を講じることで、ザンビア側への技術支援や若手の育成を滞らせることなく、COVID-19 禍の 2020 年度においても最大限の成果を得ることに努めた。具体的な成果は、以下の通りである。

- 各研究題目でこれまでに得られたデータの解析を進め、20報（ザンビア側との共著19報）の学術論文を査読付き国際誌に投稿し、2020年度中に受理された。また、2020年度中に投稿した3報（ザンビア側との共著1報）が現在までに受理された。国内外の学術学会でも多数の研究発表を行った。
- ザンビアの中央省庁およびKMCと定期的なディスカッションを行い、得られた知見の共有と協議を進めた。ZMERIPとの連携も積極的に行なっている。2020年8月には研究題目2に関する会議をKMC、ZMERIP、北海道大学、UNZAの4者合同で、9月には研究題目1と3に関して鉱山省、KMC、ZMERIP、北海道大学、UNZAの5者合同で大規模なオンライン会議を実施した。
- 環境修復分野における継続的な情報共有を目的として、上述の5者合同での委員会設立についても議論を行い、設立の方向で概ね合意した。
- 保健分野（研究題目2）と環境修復分野（研究題目1・3）における協力関係を明記したMemorandum of Understanding (MOU)を、2021年5月にZMERIPと締結した。
- 本プロジェクト関係者のこれまでの知見および経験を元に、2020年度にZMERIPが主体となり、Kabweの子供1万人に血中鉛濃度（Blood lead level: BLL）検査およびキレート剤による治療を行った。実施にあたっては本プロジェクト関係者が技術面等での支援を行い、治療・検査マニュアルの作成などを行う委員会にも本プロジェクトの日本・ザンビアの両国メンバーが参画し、中心的な役割を果たしている。得られた検査データは本プロジェクトでも収集しており、今後詳細なデータ解析を行う。これにより、キレート剤治療によるBLLの低減効果、および副作用等について検証が可能となる。
- 2021年3月にオンライン研究発表会を行い、UNZAと北海道大学の各研究題目メンバーが研究成果を発表した。上述したザンビア側行政機関からも多数の出席があり、合計91名が参加した。
- UNZA獣医学部内に設置したMonitoring laboratoryは、日本からのオンラインでの遠隔サポートのもと、UNZAメンバーが中心となり管理運営および研究活動を行なっている。

(2) 研究題目1：「農学分野の長期的環境修復のためのグリーンパーク構築」

（リーダー：内田義崇）

①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

- 重金属汚染土壌上で農業を営む際のリスク低減法の確立を目指し、検証を継続して行った。重金属を不溶化する資材としてリンを含む化学肥料や、化学肥料よりも安価で現地調達がより容易である鶏糞や堆肥などを評価した。鶏糞の炭化により鉛を吸着することが先行研究で報告されており、これを用いた鉛汚染リスクの低減効果を評価した。その結果、鶏糞や炭化鶏糞を土に鋤き込むことで、植栽したコマツナの鉛吸収量が低下した。一方、鶏糞そのものの鋤き込みは、炭化鶏糞よりも鉛汚染リスク（コマツナ中の鉛濃度）をより大きく低下させた。これらの結果から、鶏糞による鉛汚染リスク低減型農法の確立に向けた基礎情報を得た（マイルストーン1-2）。



ピット法（地面の上に穴を掘りその場で炭を作る方法）により炭化鶏糞を作成

- リンを含む化学肥料に関しては、重過リン酸石灰を用いてトウモロコシにおける試験を行った。コントロール（無施肥区）、重過リン酸石灰区、鶏糞区などを設け、トウモロコシを播種し、収穫後にトウモロコシ種子の鉛濃度を測定することで鉛汚染リスクを評価した。その結果、コントロール区と比較して、重過リン酸石灰区から収穫したトウモロコシ種子の鉛濃度は三割ほど低下した。一方、鶏糞施用区では八割程度の鉛濃度減少が達成され、研究対象地の土壌ではリンや石灰の施用だけではなく、鶏糞中含有量が高い有機物の投入も重要である可能性が示唆された（マイルストーン 1-2）。
- 土壌被覆を効率的に行うことができる植物として、地下茎型のイネ科植物に着目して生育試験を行った。SATREPS 事業ではレモングラスやベチバーなど、株化するタイプのイネ科植物の試験を行ってきたが、これらよりも裸地を覆う効果が高いと考えられた。人々の暮らしへの粉塵影響の防除を考慮に入れると、地下茎型のイネ科植物は庭や街路でより利用性が高いため、今後さらに研究を進めていくことが必要である（マイルストーン 1-1）。



研究対象地で生育調査を行ったイネ科植物が繁茂する様子

- 堆肥や土壌を樹脂チューブに充填し、チューブ間に作物を生育させる試験を日系企業と共同で開始した。樹脂チューブが地面の表層土壌を固定することで、強風や大雨による鉛汚染土壌の拡散を防

【令和2年度実施報告書】【210531】

ぐ効果があり、さらに生育する作物の鉛吸収量を低下させる効果も示された(マイルストーン 1-2)。



日系企業と合同で実施した樹脂チューブを利用した畑作試験。チューブ内に堆肥を充填し、チューブ間に播種することである程度の生育量が確保できた

②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

COVID-19 禍により現地渡航が困難であったため、微生物多様性や機能に関する情報収集が遅れており、さらなる研究を進めることが必要である。一方で、現地で測定・試験が可能であった異なる土壌改良資材が作物生育へ及ぼす影響の比較試験を進めることができた。

③研究題目 1 の研究のねらい (参考)

SATREPS 事業で行ってきた現地での植栽試験を発展させ、植物の多様性が汚染土壌での植物被覆効果にどのような影響を与えているのかを多面的に評価する。さらに、気象を把握するオンラインシステムの利用を利便化する。これらの取り組みから、鉛飛散リスクを軽減し、長期的な生態系の回復と土壌保全に向けた情報を蓄積する。

④研究題目 1 の研究実施方法 (参考)

これまでに鉛汚染土壌に植栽した数十種類の作物の根圏や地表面への影響を調査し、雨風による鉛飛散や流亡リスクの低減下への影響を調べる。さらに、すでに開始しているオンライン(携帯電話ネットワーク)気象管理システムをより大規模に展開かつ精緻化し、ゲリラ豪雨やスポット的な強風など(“微気象”)をリアルタイムで把握・予想することを可能とする。

(3) 研究題目 2 : 「鉛中毒治療の実践および保健・経済面への波及効果の検証」

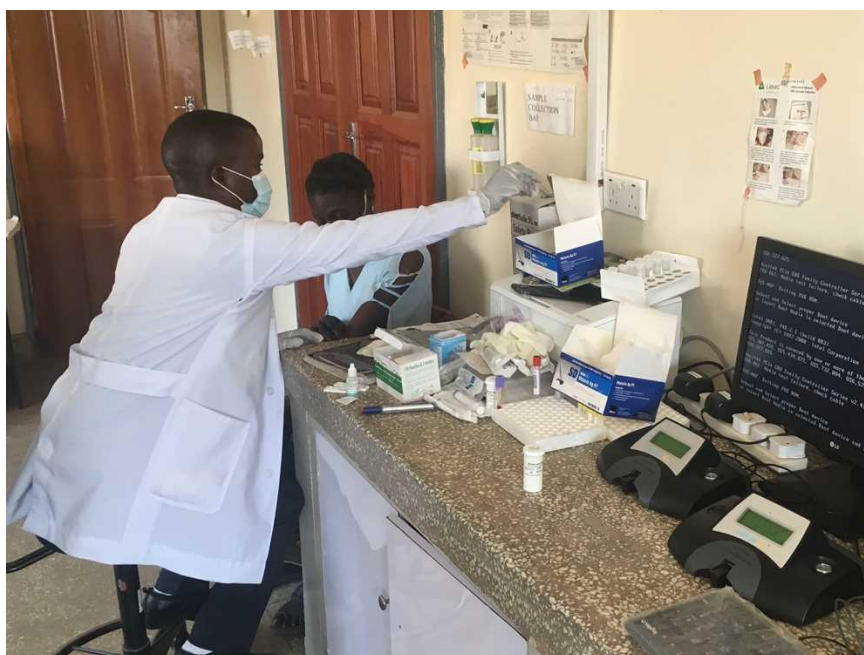
(リーダー：中山翔太)

①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

【研究グループ A : 獣医・保健サブチーム (サブリーダー：中田北斗)】

【令和 2 年度実施報告書】【210531】

- ZMERIP、ザンビア保健省、Kabwe 郡保健局との協働により、2020 年度には Kabwe の子供 1 万人の BLL 検査、および基準値を超えた子供へのキレート剤治療が行われた。実施にあたってのブプロトコール作成や現地医療従事者のトレーニング、対象地域の選定では、日本・ザンビア両国の本プロジェクト関係者が中心的な役割を果たした。SATREPS 事業から続く長年の研究活動および現地行政機関への提言により、子供たちが初めて治療を受けることができたという点において、社会的なインパクトは極めて大きい（マイルストーン 2-1）。
- 検査にあたっては、オンサイトで利用可能な LeadCare 装置を用いた BLL 測定を行った。LeadCare 装置の分析精度については、ICP-MS を用いたラボ分析との比較により評価した。米国 CDC が定める reference level である 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ 付近の BLL では十分な分析精度が認められ、オンサイトでの簡易スクリーニングには有効であることが示された。
- 初回検査から治療完了に至るまでの BLL および血液検査結果について、約 2000 名分のデータを本プロジェクトで収集した。これにより、治療による BLL の低減効果に加えて、キレート剤の副作用についても検証ができる。今後、詳細なデータ解析を進める。途上国で慢性暴露を受けた住民を対象とした数千～1 万人規模のキレート剤治療は前例がなく、本データセットから得られる知見は学術的にも価値が高い（マイルストーン 2-2, 2-3）。



Kabwe 現地のクリニックで行われた血中鉛濃度の検査。写真右下の黒い機器が LeadCare 装置

- 2017 年に SATREPS 事業の大規模調査により得た 1000 名超の Kabwe 住民の血液サンプルを用いて、金属暴露による造血・肝・腎機能への影響をまとめた論文が国際誌に受理された。鉛暴露による造血機能障害などが明らかとなり、重要なベースラインデータとなった（マイルストーン 2-4）。
- 口腔内に蓄積した鉛の持つ特定波長の定量による新規鉛中毒の診断法の開発を目指している。2020 年度では、実験動物（ラット）に鉛を投与して撮影を行った予備実験、および簡易フィルターを用いた Kabwe 住民の口腔内撮影により、予備的なデータの取得に至った。この予備試験により候補となる波長の特定に成功し、2021 年度に SATREPS 事業との協働で本試験を予定している。

【令和 2 年度実施報告書】【210531】



Kabwe 住民の口腔内撮影（予備調査）

- 環境修復に要する費用と、修復により鉛汚染が改善した場合の便益を比較する費用便益分析を、研究題目2の経済サブチームが中心となり、他の研究題目と共同で進めている。この分析にあたって必要となる、主要な鉛暴露源の探索および暴露源の鉛濃度が減少した場合の BLL 低減効果について、米国環境保護庁（United States Environmental Protection Agency: US EPA）が開発した IEUBK（Integrated Exposure Uptake Biokinetic）モデルの活用を進めている。Kabwe の約 20 地点から土壌、飲用水、ハウスダスト、食物を採材し、それらの鉛濃度から当該地域の子供の推定 BLL を算出した。予備的なデータ解析では、土壌と食べ物が主要な暴露源であること、それら2つの寄与率は地域および年齢により大きく異なることが示唆された。

【研究グループ B：経済サブグループ（サブリーダー：樋渡雅人）】

- 2020 年度は、主として 2017 年度に SATREPS 事業で行った調査のデータに基づき、鉛暴露とその修復措置の社会経済影響評価のための作業を進めた。
- 鉛汚染の修復による経済便益を算出するために、研究題目3と共同で可能な修復対策を検討するとともに、それぞれに必要な経費の算出を進めた。
- 鉛汚染の便益としては、将来世代の所得損失を含めて、Kabwe 住民の鉛汚染による経済コストを算出中である。これらの推計結果は、鉛汚染が緩和した場合の便益を算出するために用いられる（マイルストーン 3-3）。

②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

COVID-19 の影響により、現地調査が困難となっている。また、ZMERIP による検査・治療活動においても、一部の住民は感染リスクを懸念してクリニックへの訪問に消極的である。そうした難しい状況ではあるが、オンラインでのコミュニケーションや地道な啓発活動を通じて成果の最大化に努めている。

③研究題目2の研究のねらい（参考）

治療提供による保健・経済面への波及効果を検証する。研究題目3と共同で、環境修復措置のコスト試算、および環境修復による保健・経済面への波及効果を算出し、費用便益分析を行う。

④研究題目2の研究実施方法（参考）

SATREPS 事業により得られた知見や技術、経験をもとに、ZMERIP や現地医療機関との協働により、Kabwe 住民を対象とした大規模な検査および治療を実施する。治療前後の BLL 等のデータを解析し、治療効果を検証する。COVID-19 禍において現地調査による保健・社会経済データの取得が困難な場合は、モデリングやシミュレーションで代替し、効果検証を行う。

(4) 研究題目3：「鉛・亜鉛含有鉱滓（鉱山廃棄物）ダンプエリアからの鉛汚染拡散防止のための処理手法の比較と、保健・経済面への波及効果の検証」

（リーダー：伊藤真由美）

①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

- 高度処理を含む各種処理手法の効果の比較・評価について、2020年8月および9月にZMERIPと合同会議を実施し、研究データの共有とディスカッションを行った。
- 一般的に、環境修復の実施および事後モニタリングは一過性の取り組みではなく、実際には長い年月を要する。本プロジェクト終了後も継続的な意見交換や議論を関係機関で継続する必要があるが、鉱山省、KMC、ZMERIP、北海道大学、UNZAの5者による合同委員会の設立についてザンビア側から提案があり、設立に向けて概ね合意が形成された。粘り強い取り組みが必要な環境汚染課題において、こうした組織の設立は社会実装における重要な成果である。
- ザンビアでの高度処理試験やその分析の自走化を目指し、ザンビア側への技術移転を進めている（マイルストーン3-1）。しかし、COVID-19に係る渡航制限により日本からの渡航およびザンビアから日本への招聘が難しいことから支障が生じており、2021年度に更なる取り組みが必要である。
- 2020年度にはUNZA敷地内で実施中のパイロットスケール試験盛土の解体、盛土断面の分析、および最終評価を予定していた。しかしCOVID-19の渡航制限により解体を延期せざるを得ず、各種処理手法の効果予測の精度が低い状態である。パイロット試験解体は2021年度に実施し、その成果を入れ込むことで精度の高い予測が可能になる。
- 鉱山廃棄物ダンプエリアからの鉛拡散ルートの推定と健康被害予測について、データ解析を進めている。これまでの研究から、汚染源である鉱山廃棄物ダンプエリアからの鉛拡散の主要ルートは(a)風による鉛含有粒子の飛散、(b)地下水汚染の拡散、が推定されていた。地下水経由での拡散は、SATREPS事業で実施した「鉱山廃棄物ダンプエリアに掘削したモニタリング井戸の採水・分析」により、Kabweの汚染事例においては影響が限定的であることが示されており、風による拡散の寄与率が大きいと考えられる。2020年度は、(a)風による鉛含有粒子の飛散シミュレーションを実施し、拡散予測を行った。



鉱山廃棄物ダンプエリアのモニタリング井戸

- さらにこのモデルを、上述した各種の汚染拡散防止処理を適用後の鉱山廃棄物ダンプエリアに拡張し、処理後の拡散予測の比較（処理有り vs 処理無し）を行った。これらのシミュレーション結果を比較し、拡散防止処理や各種の処理工法が周辺の住民居住エリアに与える影響を評価した（マイルストーン 3-2）。工学分野の研究では一般的に、上述したような高度処理を含む各種処理手法の開発およびその成果発表が研究のエンドポイントとなる。本プロジェクトでは、各種処理手法の比較・評価とともに、処理後の汚染拡散のリスク評価、および住民の健康被害予測までを実施する点でユニークである。一方、上述のパイロット試験解体作業の遅延により予測精度には課題が残っている。この点については 2021 年度に解体・分析を行い、汚染拡散のリスク評価および住民の健康被害予測の精度向上を目指す。
- 各種処理手法の保健・経済分野への影響についての検討も進めている。上述の検討で、鉱山廃棄物ダンプエリアへの各種の汚染拡散防止対策手法の提案とその効果の予測、および各種の汚染拡散防止対策後の鉱山廃棄物ダンプエリアからの汚染物質の拡散予測および居住地の住民の健康被害予測が進行している。実際の施工においては、コストや定期モニタリング・補修を勘案した長期的および短期的な双方の視野から適切な処理手法の選択・組み合わせが必要であり、これに応じて住民の健康被害予測結果も変化する。多様な社会経済データの解析を行なっている研究題目 2 との連携により、治療および環境修復が社会経済に与える影響の定量化および社会経済学的な合理性と妥当性の評価を進めた。より精緻な評価には上述の各データ精度の向上が必要なため、2021 年度にこうした点を推進し、ZMERIP や現地行政機関に還元する（マイルストーン 3-3）。

②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

COVID-19 の影響により、現地渡航が難しいことから計画に遅れが生じている。オンラインの活用な

【令和 2 年度実施報告書】【210531】

どで対応しており、2021年度も COVID-19 の状況を見極めながら適切な対応を行い、当初計画の達成に努める。また、ZMERIP による環境修復の実践も期待されるが、これについてもザンビア国内の COVID-19 に係る制限等の影響を受けて遅れている。

③研究題目3の研究のねらい（参考）

鉱山廃棄物ダンプエリアからの鉛汚染拡散防止の適切な実施を目指し、鉱山廃棄物の環境修復処理の実証試験、および他の高度処理手法の評価と総括を行い、保健・経済分野への波及効果についても検証する。

④研究題目3の研究実施方法（参考）

種々の汚染対策法を拡散予防とコストの両面から比較検証する。その際、長期的なモニタリングや修繕費用についても勘案する。他の研究題目と共同で、汚染対策コストおよび対策実施による保健・経済面への波及効果を算出し、それらの結果から費用便益分析を行うことで社会経済的なインパクトと妥当性を明らかとする。

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）

2020年度末でのプロジェクト終了を前提として研究活動および社会実装に向けた取り組みを進めていたが、COVID-19の影響が長期化し、現地渡航が極めて困難な状況が続いている。こうした状況を鑑み、プロジェクト関係機関の合意のもとでプロジェクト実施期間を1年間延長した。他方、2021年度においてもCOVID-19の影響は続くと考えられるため、2020年度に引き続きオンラインでのコミュニケーションで代替するなどの対策を行い、成果の最大化に努める。本プロジェクトの実施にあたってはZMERIPとの連携が重要となるが、遠隔での技術支援やサポートを継続しており、上述した通り保健分野では1万人の検査と治療が完了するなど、大きな成果をあげている。環境修復等の分野においてもプロポーザルやディスカッションを通じて、理解の深化やプランの具体化が進んでいる。2020年度に得られた知見や構築した土台をベースに、2021年度はより一層の社会実装の促進を行い、プロジェクト終了時までの全面的な成果達成を目指す。研究題目別の詳細は、以下に記す。

研究題目1では、現地の実験圃場での試験を引き続き行う。特に、植栽した様々な植物の定着の良し悪しを規定する要因の解明を進めていく。具体的には、必要な栄養素や微生物の解析、それを補う肥料や土壌改良剤の特定などを調査する。社会実装への貢献としては、市民を巻き込んだ植林や緑化プロジェクトとして発展させられるように、同時進行で行われているZMERIPとの連携を促進するほか、現地で活動するNPO等との連携も継続する。こうした地道な活動の重要性をウェブベースで分かりやすく発信するほか、既に進めている日系企業との連携をより深め、重金属リスク低減型の農法や植栽法をより広域で実施する枠組みの構築を目指す。

研究題目2は、2020年度にZMERIPの検査・治療活動が順調に進み、2000名程度の重要な基盤データの取得に成功した。また、主要な暴露経路の探索や、環境中の鉛濃度が低下した場合のBLL低減効果の検証に必要な基礎データも取得することができた。2021年度はこれらの試料およびデータを活用し、さらに詳細な解析を進める。簡易な鉛中毒のスクリーニング手法の欠如は国際的な課題であるが、これに対して有効と考えられるLeadCare装置の分析精度の検証も実施済みで、既に学術論文として国際誌に受理されている。加えて、口腔内の鉛蓄積を特定波長の波長強度によって定量する技術を用いた新規診断法の開発にも取り組んでおり、2020年度中に基礎データの取得に至っている。2021年度はより詳細な検証を現地で行う予定である。経済分野においても、鉛汚染の経済コストや修復対策の諸費用についてデータが出揃いつつある。今後は、Kabweにおける鉛汚染対策について、いくつかの具体的なシナリオを策定し、それぞれの費用便益を比較検討することによって、経済効率的な改善案の提案を導くことを目指す。

研究題目3においては、高度処理の試験技術の習得や分析技術の向上を目的としたザンビア側メンバーの日本への招聘を計画していたが、COVID-19に係る渡航制限により実現しなかった。研究活動の現地自走化を達成するために、引き続きCOVID-19禍における招聘可否を模索するとともに、オンラインでの技術指導など代替策も継続的に講じる。UNZAで実施中のパイロット試験場の解体・盛土断面のサンプリング・詳細分析も2021年度に計画を延期している。その成果を踏まえることで、各種処理法による汚染拡散のリスク評価、住民への健康被害の予測の精度向上を目指す。研究題目2の保健・社会経済に係るデータと鉛中毒の治療コスト、および本研究題目3の汚染源処理の費用データを総合し、治療および環境修復が社会経済に与える影響の定量化および経済学的な合理性と妥当性を評価する。この費用便益分析により、経済合理性の高い修復手法の提案をZMERIPおよびザン

ビア行政機関に行う。

Ⅲ. 社会実装に向けた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

- 2021年8月に、大統領選を含む総選挙がザンビアで行われる。社会実装に向けては現地行政機関との連携が欠かせないが、SATREPS事業の実施期間中であった2019年度に事務次官級官僚の大規模な人事異動が行われた際、高等教育省などの関連省庁も対象となり、関係者が異動となった経緯がある。これに対応するために、後任の事務次官等とコミュニケーションを密にし、関係性の構築により一層努める必要があったが、今回も同様の事態が想定される。特に途上国においては引き継ぎが十分に行われない急な人事異動が多いことから、状況に応じた適切な対応が求められる。
- COVID-19の世界的な拡大に伴い、日本からの渡航禁止措置やザンビア国内の移動制限、ザンビア大学の閉鎖などが行われた。感染症の蔓延は国際共同研究および現地における社会実装を進める上での主要なリスク要因の一つではあるが、過去に前例がないほど多くのプロジェクトに甚大な影響が生じている。一方、本プロジェクトではTV会議システムなどのオンラインシステム関連のインフラ整備を進めているほか、実施に先立って採材からラボ実験、データ解析までの一連の流れをザンビア国内で完結させるためのモニタリングラボの構築と技術移転をSATREPS事業で進めていたことから、様々な制限のもとであってもプロジェクト活動の完全な停止は免れている。Capacity developmentに関連する取り組みは、こうしたリスク要因への有効な対応策にも成り得る。

(2) 研究題目1：「農学分野の長期的環境修復のためのグリーンパーク構築」

（リーダー：内田義崇）

- 現地渡航が困難であることが大きな問題であったが、現地に長期滞在する若手研究者を軸に、UNZAの学生も巻き込みながら研究を進めた。今後は、より効率よく学術論文化を目指せるよう、定期的にオンラインミーティングを開催し、研究進捗を確認するなど、計画をより精緻化できるように努める。
- 実証試験では、土地を継続的に管理・運営するための枠組みが必要である。途上国の性質上、試験地のセキュリティ（盗難防止など）の確保が容易ではなく、COVID-19禍でオンラインモニタリング機器の稼働が重要であるにも関わらず多地点での観測が難しい。公的機関のフェンス内でウェザーステーションを稼働させるなど、市民を巻き込みつつ多地点での観測を行える枠組みを構築する必要がある。

(3) 研究題目2「鉛中毒治療の実践および保健・経済面への波及効果の検証」

（リーダー：中山翔太）

- SATREPS事業から続く密で積極的なコミュニケーションやサポートにより、2020年度にはZMERIPによるKabwe住民への検査・治療の提供に至った。現地機関や他ドナーとの協同により国際共同研究のインパクトはより大きなものとなるが、実施においてはこうした積極的なコミュニケーションとサポートが極めて重要となる。

【令和2年度実施報告書】【210531】

- 特に環境課題の解決を目指した社会実装を目指す場合は、一般により長い時間が求められる。獣医・保健および経済チームは、日本とザンビアの両国メンバーの連携のもと、科研費プロジェクト（国際共同研究加速基金（国際共同研究強化（B））にそれぞれ採択されている。本プロジェクトの終了後においても保健および社会経済調査を継続的に実施するスキームを確保し、本プロジェクト期間に得られる成果の更なる深化や具体的な社会実装に向けて取り組みを進めていく。

(4) 研究題目3「鉛・亜鉛含有鉱滓（鉱山廃棄物）ダンプエリアからの鉛汚染拡散防止のための処理手法の比較と、保健・経済面への波及効果の検証」

（リーダー：伊藤真由美）

- COVID-19に係る渡航制限を受け、現地機関との対面会議ができなかった。そのため、ZMERIPやその関係組織とはオンライン会議を重ね、先方の調査状況や本プロジェクトで提案した複数の具体的な施工法に関する情報共有と意見交換を行った。渡航による現地訪問では時間に制約があるが、比較的時間を確保しやすいという点でオンライン会議にはメリットがあり、充実したディスカッションを行うことができた。今後は渡航再開後においても、訪問・対面会議方式だけでなく、オンライン方式も柔軟に取り入れることで、より深い議論が可能と考えられる。
- 上述の通り、鉱山省、KMC、ZMERIP、北海道大学、UNZAの5者合同での合同委員会の設立に向けて概ね合意を形成した。環境修復分野における継続的な情報共有を目的としているが、一般に環境課題の解決には長い年月がかかることから、こうしたプラットフォームの構築は社会実装における重要なアウトプットである。

IV. 日本のプレゼンスの向上（公開）

- 本プロジェクトが得た保健および環境修復分野における研究結果は、上述のようにZMERIPの活動計画の基礎データおよびプロトコールとして採用されている。
- 国際学会の多くがオンライン開催となっているが、この利点を生かして積極的に国際学会での研究発表を行なっている。2020年度、世界各国の環境化学、毒性学、工学等の分野の研究者に対して本プロジェクトの概要および研究成果を発表した。
- 本プロジェクトの成果に関するプレスリリースを発出しており、多数の海外メディアに引用・報道されている。

V. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

VI. 投入実績【研究開始～現在の全期間】（非公開）

VII. その他（非公開）

以上

V. 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。)
2020	Silwanba M, Ito M, Hiroyoshi N, Tabelin CB, Hashizume R, Fukushima T, Park I, Jeon S, Igarashi T, Sato T, Chirwa M, Banda K, Nyambe I, Nakata H, Nakayama S, Ishizuka M. Recovery of Lead and Zinc from Zinc Plant Leach Residues by Concurrent Dissolution-Cementation Using Zero-Valent Aluminum in Chloride Medium. <i>Metals</i> . 10(4): 531 (2020)	10.3390/met10040531	国際誌	発表済	
2020	Yohannes YB, Nakayama SMM, Yabe J, Nakata H, Toyomaki H, Kataba A, Muzandu K, Ikenaka Y, Choongo K, Ishizuka M. Blood Lead Levels and Aberrant DNA Methylation of the ALAD and p16 Gene Promoters in Children Exposed to Environmental-Lead. <i>Environmental Research</i> . 19759 (2020)	10.1016/j.envres.2020.109759	国際誌	発表済	北海道大学、JSTで共同プレスリリース、国内外のメディアに掲載された(「VI. 成果発表等」を参照)、クレジット記載
2020	Doya R*, Nakayama SMM* (* Equal Contribution), Nakata H, Toyomaki H, Yabe J, Muzandu K, Yohannes Y, Kataba A, Zyambo G, Ogawa T, Uchida Y, Ikenaka Y, Ishizuka M. Land Use in Habitat Affects Metal Concentrations in Wild Lizards Around a Former Lead Mining Site. <i>Environmental Science & Technology</i> . 52(22), 14474-14481 (2020)	10.1021/acs.est.0c00150	国際誌	発表済	環境科学分野におけるトップジャーナル。北海道大学HPでプレスリリース(「VI. 成果発表等」を参照)、クレジット記載
2020	Silwanba M, Ito M, Hiroyoshi N, Tabelin CB, Fukushima T, Park I, Jeon S, Igarashi T, Sato T, Nyambe I, Chirwa M, Banda K, Nakata H, Nakayama SMM, Ishizuka M. Detoxification of lead-bearing zinc plant leach residues from Kabwe, Zambia by coupled extraction-cementation method. <i>Journal of Environmental Chemical Engineering</i> . 104197 (2020)	10.1016/j.jece.2020.104197	国際誌	発表済	
2020	Yoshii Y, von Rein I, Munthali K, Mwansa M, Nakata H, Nakayama S, Ishizuka M, Uchida Y. Evaluation of phytoremediation effects of chicken manure, urea and lemongrass (<i>Cymbopogon citratus</i>) to remediate a lead contaminated soil in Kabwe, Zambia. <i>South African Journal of Plant and Soil</i> . 37(5), 351-360 (2020)	10.1080/02571862.2020.1772386	国際誌	発表済	
2020	Nakata H*, Nakayama SMM* (* Equal contribution), Yabe J, Muzandu K, Toyomaki H, Yohannes YB, Kataba A, Zyambo G, Ikenaka Y, Choongo K, Ishizuka M. Clinical biochemical parameters associated with the exposure to multiple environmental metals in residents from Kabwe, Zambia. <i>Chemosphere</i> . 127788 (2020)	10.1016/j.chemosphere.2020.127788	国際誌	発表済	北海道大学、JICAで共同プレスリリース、国内外のメディアに掲載された(「VI. 成果発表等」を参照)、クレジット記載
2020	Andrew Kataba, Tarryn L. Botha, Shouta M.M Nakayama, Yared B, Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Victor Wepener, Mayumi Ishizuka. Acute exposure to environmentally relevant Pb levels induces oxidative stress and neurobehavioral alterations in larval zebrafish (<i>Danio rerio</i>). <i>Aquatic Toxicology</i> . 105607 (2020)	10.1016/j.aquatox.2020.105607	国際誌	発表済	
2020	Daichi Yamada, Masato Hiwatari, Peter Hangoma, Dajiu Narita, Chrispin Mphuka, Bona Chitah, John Yabe, Shouta M.M. Nakayama, Hokuto Nakata, Kennedy Choongo, Mayumi Ishizuka. Assessing the population-wide exposure to lead pollution in Kabwe, Zambia: an econometric estimation based on survey data. <i>Scientific Reports</i> . 10: 15092 (2020)	10.1038/s41598-020-71998-5	国際誌	発表済	
2020	Pawit Tangviroon, Kenta Noto, Toshifumi Igarashi, Takeshi Kawashima, Mayumi Ito, Tsutomu Sato, Walubita Mufalo, Meki Chirwa, Imasiku Nyambe, Hokuto Nakata, Shouta Nakayama, Mayumi Ishizuka. Immobilization of lead and zinc leached from mining residual materials in Kabwe, Zambia: Possibility of chemical immobilization by dolomite, calcinated dolomite, and magnesium oxide. <i>Minerals</i> . 10(9): 763 (2020)	10.3390/min10090763	国際誌	発表済	
2020	Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Satoru Kawasaki, Allison Arabelo, Kawawa Banda, Imasiku Nyambe, Meki Chirwa, Mayumi Ito, Tsutomu Sato, Toshifumi Igarashi, Hokuto Nakata, Shouta MM Nakayama, Mayumi Ishizuka. Biosorption of Pb (II) and Zn (II) from aqueous solution by <i>Oceanobacillus profundus</i> isolated from an abandoned mine. <i>Scientific Reports</i> . 10: 21189 (2020)	10.1038/s41598-020-78187-4	国際誌	発表済	
2020	Patricia N. Mwilola, Ikabongo Mukumbuta, Victor Shitumbanuma, Benson H. Chishala, Yoshitaka Uchida, Hokuto Nakata, Shouta MM Nakayama, Mayumi Ishizuka. Lead, Zinc and Cadmium Accumulation, and Associated Health Risks, in Maize Grown Near the Kabwe Mine in Zambia in Response to Organic and Inorganic Soil Amendments. <i>Int. J. Environ. Res. Public Health</i> . 17(23): 9038 (2020)	10.3390/ijerph17239038	国際誌	発表済	
2020	Yared B. Yohannes, Shouta M.M. Nakayama (Co-corresponding), John Yabe, Haruya Toyomaki, Andrew Kataba, Hokuto Nakata, Kaampwe Muzandu, Yoshinori Ikenaka, Kennedy Choongo, Mayumi Ishizuka (Co-corresponding). Delta-aminolevulinic acid dehydratase (ALAD) and vitamin D receptor (VDR) genes polymorphisms in children residing in an abandoned lead-zinc mine area. <i>Meta Gene</i> . 27 (2021)	10.1016/j.mgene.2020.100838	国際誌	発表済	
2020	Hokuto Nakata, Shouta M.M. Nakayama, Andrew Kataba, Yared Beyene Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Mayumi Ishizuka. Evaluation of the ameliorative effect of <i>Spirulina</i> (<i>Arthrospira platensis</i>) supplementation on parameters relating to lead poisoning and obesity in C57BL/6J mice. <i>Journal of Functional Foods</i> . 77, 104344 (2021)	10.1016/j.jff.2020.104344	国際誌	発表済	
2020	Andrew Kataba, Shouta MM Nakayama (Co-corresponding), Hokuto Nakata, Haruya Toyomaki, Yared B Yohannes, John Yabe, Kaampwe Muzandu, Golden Zyambo, Ayano Kubota, Takehisa Matsukawa, Kazuhito Yokoyama, Yoshinori Ikenaka, Mayumi Ishizuka (Co-corresponding). An investigation of the wild rat crown incisor as an indicator of lead (Pb) exposure using inductively couple plasma mass spectrometry (ICP-MS) and laser ablation-ICP-MS. <i>International Journal of Environmental Research and Public health</i> . 18(2):767 (2021)	10.3390/ijerph18020767	国際誌	発表済	

2020	Wilson Mwandira, Kazunori Nakashima, Yuki Togo, Tsutomu Sato, Satoru Kawasaki, Cellulose-metallothionein biosorbent for removal of Pb(II) and Zn(II) from polluted water, Chemosphere, 246, 125733 (2020)	10.1016/j.chemosphere.2019.125733	国際誌	発表済	
2020	Yuki Togo, Kazunori Nakashima, Wilson Mwandira, and Satoru Kawasaki, A Novel Metal Adsorbent Composed of a Hexa-histidine Tag and a Carbohydrate-binding Module on Cellulose, Analytical Sciences, 36(4), 459-464 (2020)	10.2116/analyticalsciences.19P356	国際誌	発表済	

論文数 16 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 16 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。)
2020	Ishii C, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Kuritani T, Nakagawa M, Saito K, Watanabe Y, Ogasawara K, Onuma M, Haga A, Ishizuka M. Current situation regarding lead exposure in birds in Japan (2015 - 2018); lead exposure is still occurring. JVMS, 20-0104 (2020)	10.1292/jvms.20-0104	国際誌	発表済	
2020	Ushine N, Nakayama SMM, Ishizuka M, Sato T, Kurahashi Y, Wakayama E, Sugiura N, Hayama S. Relationship between blood test values and blood lead (Pb) levels in Black-headed gull (Chroicocephalus ridibundus: Laridae). JVMS, 20-0246 (2020)	10.1292/jvms.20-0246	国際誌	発表済	

論文数 2 件
うち国内誌 0 件
うち国際誌 2 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
2020	中田北斗(他)、ザンビアを知るための55章(明石書店)		書籍	発表済	

著作物数 1 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

V. 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、年月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2020	国際学会	Mufalo, W., Tangviroon, P., Igarashi, T., Ito, M., Sato, T., Chirwa, M., Nyambe, I., Nakata, H., Nakayama, S., Ishizuka, M., Characterization and leaching behavior of playground soils in Kabwe, Zambia, Proceedings of International Symposium on Earth Science and Technology 2020, pp. 154-157, 2020.	ポスター発表
2020	国内学会	Andrew Kataba, Tarryn L. Botha, Shouta M.M Nakayama, Yared B. Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Victor Wepener and Mayumi Ishizuka, Effects of environmentally and regulatory lead (Pb) levels on survival, neuromuscular, cardiovascular and oxidative stress systems in zebrafish embryos, 環境化学オンライン研究発表会2020, 2020年9月3日～9月4日, Web conference	口頭発表
2020	国際学会	Andrew Kataba, Tarryn L. Botha, Shouta M.M Nakayama, Yared B. Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Victor Wepener and Mayumi Ishizuka, Embryonic lead exposure induced development toxicity, neuromuscular, cardiovascular and oxidative stress responses in zebrafish (Danio rerio). The 8th Sapporo Summer Symposium for One Health (8th SaSSOH), 16-17th Sep 2020, Hokkaido University (Online)	ポスター発表
2020	国際学会	Andrew Kataba, Tarryn L. Botha, Shouta M.M Nakayama, Yared B. Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Victor Wepener and Mayumi Ishizuka, Environmentally relevant lead levels induce neuromuscular, cardiovascular and oxidative stress systems derangements in zebrafish embryos, SETAC North America 41st Annual Meeting, 15-19 November	ポスター発表
2020	国際学会	Hokuto Nakata, Shouta M.M. Nakayama, Andrew Kataba, Yared Beyene Yohannes, Yoshinori Ikenaka, Mayumi Ishizuka, Does Spirulina (Arthrospira platensis) Supplementation Ameliorate Lead Poisoning and Obesity in C57BL/6J mice?, SETAC North America 41st Annual Meeting, 15-19 November 2020, Web conference	ポスター発表
2020	国際学会	Mengmei Zhang, Takashi Fujimori, Shouta MM Nakayama, Kenji Shiota, Hokuto Nakata, Mayumi Ishizuka, John Yabe, Masaki Takaoka, Characteristics of Metal(loid)s, Chlorine and Brominated Flame Retardants in Soil from MSW Open Dumping and Burning Site in Kabwe, Zambia. The 7th 3R International Scientific Conference, 3RINCS, 15-19 March 2021, Web conference	口頭発表

招待講演 0 件
口頭発表 2 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、年月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2020	国内学会	内田義崇, 中山翔太, 中田北斗, 龍見史恵, 腸内と土壌を行き来する微生物コミュニティは鉛汚染地域にどのように適応しているのか, 第6回北海道大学部局横断シンポジウム, 2020年10月19日, 北海道大学(オンライン開催)	ポスター発表
2020	国際学会	Akira NAGATA, Chikae TATSUMI, Yoshitaka UCHIDA, Evaluation of microbial denitrification processes in heavy metal polluted soil. The 68th Annual Meeting of the Ecological Society of Japan, 17th - 21st March, 2021, online	ポスター発表

招待講演 0 件
口頭発表 0 件
ポスター発表 2 件

V. 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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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	登録番号 (未登録は空欄)	登録日 (未登録は空欄)	出願特許の状況	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

V. 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 (例: 2020/4/1)	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
2020	2020年4月10日	Hot Article Award	A novel metal adsorbent composed of hexa-histidine tag and carbohydrate-binding module on cellulose	Yuki Togo	Analytical Sciences	3.一部当課題研究の成果が含まれる	大学院生の受賞
2020	2020年6月25日	環境化学学術賞	環境毒性学を中心に据えた化学物質適正管理への学術貢献	石塚真由美	第29回環境化学討論会	2.主要部分が当課題研究の成果である	研究代表者の受賞

2 件

②マスコミ(新聞・TV等)報道

年度	掲載日 (例: 2020/4/1)	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
2020	2020年7月9日	国立環境研究所 環境情報メディア「環境展望台」	北大・ザンビア大、野生トカゲの鉛暴露に関する調査を実施		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年7月9日	北海道大学ホームページ	土地利用の方法が鉱山由来の鉛暴露量に影響するトカゲに着目したフィールドリサーチから		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年7月21日	国立環境研究所 環境情報メディア「環境展望台」	北大など、子どもの血中鉛濃度とエピジェネティック修飾変化の関係を説明		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年7月21日	北海道大学ホームページ、JSTホームページ	ザンビア共和国カブウェ鉱床地域の子どもの血中鉛濃度とDNAメチル化レベルとの関係性を調		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	Hokkaido University HP	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	Mirage News (Australia)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	asiaresearchnews (United Kingdom)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	Phys.org (United States)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	Bioengineer.org (United Kingdom)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	EurekAlert! (United States)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	Science Codex (United States)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月7日	News-Medical (United States)	Study shows link between high blood lead levels and aberrant methylation of DNA		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	ScienceDaily (United States)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	Environmental News Network (United States)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	Bright Surf (United Kingdom)	Lead poisoning could reduce gene expression in humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	The Medical News	Study shows link between high blood lead levels and aberrant methylation of DNA		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	Health Medicine Network (United States)	Study shows link between high blood lead levels and aberrant methylation of DNA		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	Targeted News Service (Print Edition) (United States)	Hokkaido University: Lead Poisoning Could Reduce Gene Expression in Humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月8日	Medindia (India)	Lead Poisoning Shown to Reduce Gene Activity		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月10日	Labroots (United States)	Lead Exposure Seems to Affect Gene Expression in Kids		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月10日	Technology Networks (United Kingdom)	Scientists Find Link Between Lead Poisoning and Reduced Gene Expression		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月10日	Laboratory Equipment (United States)	Lead Poisoning Could Reduce Gene Expression in Humans		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年8月10日	AzoLifeSciences (United Kingdom)	Increased blood lead levels in children are linked to reduced expression of genes		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年10月12日	国立環境研究所 環境情報メディア「環境展望台」	北大など、ザンビアの鉱業都市で重金属曝露リスクを評価		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年10月12日	北海道大学、JICA	ザンビア共和国カブウェ鉱床地域での住民の健康影響評価～鉱山由来の鉛・カドミウム・亜鉛による住民の造血・肝臓・腎臓機能への影響を評価～		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年11月4日	asiaresearchnews (United Kingdom)	The lasting effects of pollution from the Kabwe mine		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年11月4日	Mirage News (Australia)	Lasting effects of pollution from Kabwe mine		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年11月4日	Alpha Galileo (United Kingdom)	The lasting effects of pollution from the Kabwe mine		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年11月4日	Targeted News Service (Print Edition) (United States)	Hokkaido University: Lasting Effects of Pollution From the Kabwe Mine		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年11月4日	Phys.org (United States)	The lasting effects of pollution from the Kabwe mine		1.当課題研究の成果である	
2020	2020年11月4日	EurekAlert! (United States)	The lasting effects of pollution from the Kabwe mine		1.当課題研究の成果である	

2020	2020年11月9日	Mining. Com (Canada)	People near Broken Hill mine in Zambia show high blood levels of lead, cadmium		1.当課題研究の成果である	
------	------------	----------------------	--	--	---------------	--

32 件

V. 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／実証試験等【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 (例: 2020/4/1)	名称	場所 (開催国)	参加人数 (相手国からの招聘者数)	公開/ 非公開の別	概要
2020	2020/4/14	第1回会議	オンライン	5 (2)	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/4/24	第2回会議	オンライン	10 (4)	非公開	現地活動に関する打ち合わせ
2020	2020/5/14	第3回会議	オンライン	10 (4)	非公開	研究内容に関する打ち合わせ
2020	2020/5/18	第4回会議	オンライン	3 (2)	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/5/20	第5回会議	北海道大学	3	非公開	研究題目2および導入機材の打ち合わせ
2020	2020/5/22	特別授業(アウトリーチ)	北大、長野高校、栄ヶ丘高校、浦和高校	120	非公開	長野県・長野高校、栄ヶ丘高校、埼玉県・浦和高校へのオンライン特別授業
2020	2020/6/2	第6回会議	オンライン	5	非公開	現地状況、特にザンビア政府と中央州に関する状況の共有
2020	2020/6/15	第7回会議	北海道大学	4	非公開	研究題目1の打ち合わせ
2020	2020/7/2	プレキックオフ会議	オンライン	6	非公開	キックオフ前のプレ会議
2020	2020/7/6	第8回会議	北海道大学	5	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/7/6	第9回会議	オンライン	7	非公開	研究題目1の打ち合わせ
2020	2020/7/10	第10回会議	オンライン	5	非公開	研究題目3の打ち合わせ
2020	2020/7/17	第11回会議	北海道大学	2	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/7/27	第12回会議	北海道大学	6	非公開	研究題目2、3の打ち合わせ
2020	2020/7/30	第13回会議	ザンビア大学(ザンビア)	3 (2)	非公開	研究題目1、2の打ち合わせ
2020	2020/8/13	第14回会議	オンライン	4	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/8/17	第15回会議	ザンビア大学(ザンビア)	2 (1)	非公開	研究題目3の打ち合わせ
2020	2020/8/18	第16回会議	カプエ市役所(ザンビア)	3 (2)	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/8/21	第17回会議	オンライン	9	非公開	研究題目1の打ち合わせ
2020	2020/8/26	第18回会議	カプエ市役所(ザンビア)	3 (2)	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2020/8/31	第19回会議	在ザンビア大使館(ザンビア)	3	非公開	現地状況の共有および鉛含有粉塵の吸入予防のマスク調達の打ち合わせ
2020	2020/9/1	第20回会議	オンライン	6	非公開	研究題目1～3の打ち合わせ
2020	2020/9/3	第21回会議	カプエ市役所(ザンビア)	4 (3)	非公開	研究題目1～3の打ち合わせ
2020	2020/9/8	第22回会議	オンライン	6	非公開	研究題目1～3の打ち合わせ
2020	2020/9/10	第23回会議	オンライン	15 (8)	非公開	研究題目1、3の打ち合わせ
2020	2020/9/15	タスクフォース会議	ザンビア大学(ザンビア)	8 (5)	非公開	ザンビア大学内の実験室に関する打ち合わせ
2020	2020/9/16	第24回会議	カプエ獣医局(ザンビア)	5 (4)	非公開	カプエ獣医局との打ち合わせ
2020	2020/9/22	第25回会議	ザンビア大学(ザンビア)	3 (2)	非公開	研究題目3の打ち合わせ
2020	2020/11/6	第26回会議	北海道大学	4	非公開	研究題目3の打ち合わせ
2020	2020/11/12	第27回会議	オンライン	8 (4)	非公開	研究題目2、3の打ち合わせ
2020	2020/11/16	第28回会議	オンライン	4 (3)	非公開	カプエ市役所との打ち合わせ
2020	2020/11/17	第29回会議	北海道大学	10	非公開	研究題目2、3の打ち合わせ
2020	2020/11/30	第30回会議	オンライン	8 (4)	非公開	研究題目1、2の打ち合わせ
2020	2020/12/1	第31回会議	オンライン	30 (2)	非公開	全体会議
2020	2020/12/8	特別授業(アウトリーチ)	北大、小谷場中学校	40	非公開	埼玉県・小谷場中学校へのオンライン特別授業
2020	2020/12/9	第32回会議	北海道大学	4	非公開	研究題目1、2の打ち合わせ
2020	2021/1/14	第33回会議	北海道大学	4	非公開	研究題目1、2の打ち合わせ
2020	2021/1/21	第34回会議	北海道大学	4	非公開	研究題目1、2の打ち合わせ
2020	2021/2/8	第35回会議	ザンビア大学(ザンビア)	5 (3)	非公開	研究題目3の打ち合わせ
2020	2021/2/11	第36回会議	ザンビア大学(ザンビア)	5 (4)	非公開	研究題目2の打ち合わせ
2020	2021/2/18	第37回会議	カプエ市役所(ザンビア)	5 (4)	非公開	カプエ市役所との打ち合わせ
2020	2021/2/24	タスクフォース会議	オンライン	8 (4)	非公開	ザンビア大学内の実験室に関する打ち合わせ
2020	2021/3/18	第38回会議	北海道大学	15	非公開	JSTの北海道大学への視察
2020	2021/3/24	研究発表会	オンライン	91 (40)	公開	進捗報告会議
44	件					

② 実証試験等

年度	実施期間(実施日)	実証項目	実施場所	概要
2020	9月～11月	研究題目1	カプエ市内農場	土壌改良剤による汚染土壌における鉛低蓄積の食用作物の栽培方法について、ポリ乳酸チューブを用いて実証試験を現地の汚染サイトで実施した。ポリ乳酸チューブは、協力民間企業から提供を受けた。土壌改良剤の混合により、生育度の上昇と鉛濃度の低下が認められた。ただし、食用作物の基準値を超過しており、さらなる検証が必要と考えられた。
2020	10月～12月	研究題目1	北海道大学、他	現地に設置しているオンライン気象観測装置から得られるデータを、現地住民にリアルタイムで提供するためのオンラインアプリの開発を行なった。風雨による鉛飛散リスクの上昇を住民に即座に共有して注意を促すためには、ゲリラ豪雨やスポッポ的な強風などの"微"気象を把握・予想することが重要と考えられた。
2020	5月～12月	研究題目2	カプエ市内	世界銀行ZMERIPや現地の医療機関と共同で、汚染地域に居住する子供の血中鉛濃度測定および中毒患者へのキレート剤治療を実施した。期間中に、1万人の子供を検査し、そのうち基準値を超過した約15%の子供には治療を行なった。治療前後における血中鉛濃度および血液検査データを収集しており、これらの解析による治療成果の詳細な評価が今後の課題である。
2020	8月～3月	研究題目2、3	カプエ市内、他	これまでの研究により示された「汚染土壌の環境修復が現地住民の鉛暴露量の軽減と健康改善に繋がる」ことについて、米環境保護庁が提供するモデルを用いた実証を進めた。様々な環境試料をカプエの広範な地域で採り、鉛濃度データをもとに地域ごとの解析を進めている。定量的なデータを取得して提供することが今後の課題であるが、これによりザンビア政府を中心とした環境修復の実践が進むと考えられる。

2020	4月～3月	研究題目3	ザンビア大学	パイロットスケールでの環境修復手法の実証試験を進めている。本試験で良好な成果が得られれば、これまでに行なってきたラボスケール試験のデータを裏付けることになり、ザンビア政府をはじめとした機関への提言がより説得力を持つものになる。COVID-19の影響で試験場の解体・採材が延期となっているが、2021年度中に完了させる。
------	-------	-------	--------	---

5件