

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「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」

採択年度：平成 27 年度/研究期間：5 年/相手国名：ザンビア共和国

平成 28 年度実施報告書

国際共同研究期間^{*1}

平成 28 年 4 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日まで

JST 側研究期間^{*2}

平成 27 年 6 月 1 日から平成 33 年 3 月 31 日まで

(正式契約移行日 平成 28 年 4 月 1 日)

*1 R/D に基づいた協力期間 (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=JST との正式契約に定めた年度末

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	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 土壌から生態系・人・動物への汚染メカニズムの解明	スペクトルDB/データ共有システム構築				
1-1 土壌環境の総合的評価 広域調査(リモートセンシング、画像解析)、モニタリングラボの設置	スペクトルDB、LCTFを用いた画像解析				
1-2 土壌中鉛の移動性検証と鉛の動物および人への移行 毒性メカニズムの解明 汚染対策提言書の作成	鉛汚染メカニズム解明				
1-3 汚染拡散のシミュレーション シミュレーション結果提示	汚染対策提言書作成				
	汚染拡散のシミュレーションの実施と結果の提示				
2. 鉱床地域の子供における有害金属汚染へのフォローアップスタディ	プロトコルの新規作成と国内への配布(保健省)				
2-1 鉛によるハザードのリスクアセスメント 研究 2-1 と合わせた専門家養成	ケミカルハザード対策専門家の養成(保健省)				
2-2 鉛によるハザードの経済アセスメント	経済アセスメントの実施				
	ケミカルハザードインパクトの経済アセスメント				
3. オンデマンドの環境修復技術の開発と評価	データ収集およびリスクと経済アセスメントによる環境修復技術の選択				
研究 1)と 2)のデータ解析によるオンデマンド修復方針の決定 人材育成	レメディエーションに関する人材育成の実施				
3-1 フィジカルレメディエーション	※				
3-2 ケミカルレメディエーション	フィジカルレメディエーションの実施と評価				
3-3 バイオレメディエーションおよび ファイトレメディエーション	ケミカルレメディエーションの実施と評価				
	バイオ・ファイトレメディエーションの実施と評価				

(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)

※本プロジェクトの研究成果を世界銀行と共有し、世界銀行のカブウェ環境修復の基礎データとすることとなった。その為、2年目から開始を予定していたフィジカルレメディエーションの開始時期を1年間、前倒しで実施することとした。これに伴い、プラットフォームの早期開設など、グループ3の活動について、変更が生じた。

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

アフリカ諸国における環境汚染の中で、最も深刻かつ普遍的な問題となっているのが金属汚染である。当該プロジェクトの対象地域であるザンビア共和国 Kabwe 地域は、典型的な金属汚染地域であり、特に鉛による汚染が顕著である。人や家畜における高濃度の鉛の慢性暴露がすでに明らかとなっている一方、具体的な対策は全く講じられていない。その主たる原因は汚染のメカニズムが不明であること、健康や経済に対する潜在的リスクの適切な評価が難しいことなどが挙げられる。このように、金属汚染事例は、保健、経済、環境などの複数セクターに跨るクロスカッティングイシューである。本プロジェクトには複数分野からの専門家が参画しており、複合的なアプローチによる鉛汚染の本質的な解明を図る独創的なプロジェクトである。本プロジェクトでは、鉛汚染を取り巻く課題を、科学的かつ包括的に解明することにより、さらに具体的な解決策の提供を目的とする。これらの達成により得られた成果は、Kabwe 地域のみならず、他のアフリカ諸国に Good practice として水平展開されることで、国際的課題である金属汚染の本質的な解決に貢献することが期待される。

2015 年度末に RD を締結し、2016 年 6 月以降、北海道大学から各研究者らが現地に渡航してザンビア側カウンターパートと共同で調査を行った。当該プロジェクトでは、研究題目 (1) 広域調査グループ、(2) 保健・経済アセスメント、(3) 環境修復、の 3 つのグループに分かれており、それぞれのグループリーダーのもと、研究を推進している。今年度は、下記に述べるように、各研究題目の研究が開始されるとともに、日本およびザンビアの双方における人材育成や技術移転も推進することが出来た。

- 2016 年 7 月 14 日に、キックオフシンポジウムをザンビア・ルサカ市にて開催し、当該プロジェクトを KAMPAI (Kabwe Mine Pollution Amelioration Initiative) と命名した。日本からは北海道大学 (獣医、工学、農学、保健、経済、理学、地球環境) の研究者らが参加し、三菱マテリアルテクノや宇宙システム開発機構 (JSS) からの参加もあった。ザンビアサイドからは、ザンビア大学、保健省、鉱山省、国土省、リモートセンシングセンター、教育省、Kabwe 市庁、から参加があった。また世界銀行も当該プロジェクトにおいて協調していくことが確認され、キックオフシンポジウムにも参加した。
- 研究題目 1 では、基礎的な自然環境調査を行い、Kabwe 地域の大まかな土壌タイプ、植生に関する知見を蓄積し、Kabwe 地域の土壌、植物、水などの大規模調査を行った。鉱山跡地から 10 キロ圏内を広域に調査したが、土壌表面の鉛汚染が深刻であることが明らかになった。また、7 月 (乾季) の調査では、風によって粉塵が広く飛散していることがわかったため、植物による土壌被覆が有効である可能性が示唆されている。この結果を踏まえ、ザンビア大学農学部で、Kabwe から持ち帰った土壌を用いた植栽試験を開始した。さらに、日本国内でも鳥取の砂質未熟土 (アフリカの微生物が少ない土壌を模倣) を利用した植物生育と土壌中鉛濃度の関連性を調べる実験を開始した。
- 研究題目 2 では、鉱床地域の子供における有害金属汚染へのフォローアップスタディのために、5 箇所 Health Clinic において 150 名を対象とした予備調査を実施し、鉛濃度 Mapping のための基盤データを取得した。これらのデータは 2017 年 8 月に実施予定の大規模調査の基礎データとなる。また、経済アセスメントの準備として、Kabwe 市庁の都市計画担当 (Urban planner 地理情報デー

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

タ (shape ファイル等)) を入手したほか、Kabwe 市内の建物・世帯の位置情報と名称・世帯主名などを関連付ける進行中のプロジェクトの作業データを使用するための調整を行った。中央統計局の全国規模世帯調査 (Living Condition Monitoring Survey や Demographic Health Survey) におけるサンプリング・フレーム情報を入手した。

- 研究題目 3 では、環境修復の基礎データのために、Kabwe 鉱山廃滓サイトのボーリングを行い、廃滓の深度方向の地質学的特徴の把握 (鉛、亜鉛等の濃度分布) を行った。また、土壌中の鉛不溶化方法などの検討のためのパイロット試験の計画についてザンビア側カウンターパートとディスカッションを行った。
- ザンビア人の若手研究者 1 名 (Andrew Kataba) が国費留学生の SATREPS 枠による優先配置枠に応募し、採択された。今年度は研究生として獣医学研究院に所属していたが、2017 年 4 月に博士課程に入学し、当該プロジェクトに関する研究を行っている。
- JST H28 年度 SATREPS 企画提案書「提案タイトル：アフリカの環境汚染問題に取り組む若手チームの形成」に採択され、ザンビア以外のアフリカ諸国 (ナイジェリア、マダガスカル、ウガンダ、マラウイ、ガーナ) より 5 名の若手研究者を二か月間北海道大学に招へいした。5 名は北海道大学工学部の若手研究者主催のシンポジウムに参加し、また GIS に関する短期研修や北海道大学の各学部における研究活動に参加した。
- 日本側の人材育成の一環として、大学院生の長期ザンビア派遣による国際的視野の涵養 (3 カ月、6 カ月) を行った。さらに、若手研究者の学術研究員、短期支援雇用の積極的採用を行った。また、「KAMPAI 学生会」(現在 23 名) を設立し、積極的な日本人学生・留学生間の相互交流を行っている。

(2) 研究題目 1 : 「土壌から生態系・人・動物への汚染メカニズムの解明」

(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

- 人工衛星画像を用いた解析を開始した。これにより、高解像度である一方で頻繁な撮影が行えないドローンに比べて、季節変動や長期的な変化をモニタリングできるなどのアドバンテージを得ることが出来た (Activity 1-2, 1-3)。
- 2016 年 7 月には Kabwe を訪問し、現地状況の調査に加えて、実際に地表面のスペクトル画像を多数採取しデータベース化した。これにより、今後も人工衛星画像のスペクトルと照らし合わせながら地表面の変化を予測していく基盤が構築された。水質に関しても基礎的な情報を得ている (Activity 1-5, 1-6, 1-7)。
- 7 月 (乾季) の調査では、風によって粉塵が広く飛散していることが確認され、植物による土壌被覆が有効である可能性が示唆された。この知見を元に、下記に記載する植栽試験を日本・ザンビアで展開している (Activity 1-3)。

② 研究題目 1 のカウンターパートへの技術移転の状況

- 2016 年 7 月の渡航時には、ザンビア大学の教員、学生、ザンビア環境管理局 (Zambia Environmental Management Agency: ZEMA) などのカウンターパートと、Kabwe 市内の土壌、植
- 【平成 28 年度実施報告書】【170531】**

物、水などの大規模調査を行った (Activity 1-5, 1-6, 1-7)。これにより、フィールドワークにおける技術移転が進み、さらに現地の状況に関する共通理解が深まった。

- 土壌から植物への鉛移行と、土壌改良による植物生育の改善などに関する実験を、日本およびザンビアで同時進行で進めている。ザンビア大学農学部では、Kabwe から持ち帰った土壌を用いた植栽試験を行い、一定の成果を得ている。日本国内では鳥取の砂質未熟土（アフリカの微生物が少ない土壌を模倣）を利用した実験を開始している。
- カウンターパートとは定期的に情報交換を行い、お互い協調しながら実験を行うことが出来ている。また、人工衛星画像解析に関わるワークショップも複数回行い、技術移転は順調に行われている。
- 統計ソフトや図表作成ソフトなどもザンビア大学に導入し、学術的な面でもより良い環境を構築できている。

③ 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
特記事項無し

④ 研究題目 1 の研究のねらい（参考）

鉛などの金属類が、土壌から生態系を経て最終的に人に到達する経路を明らかにし、また汚染地域の空間的広がりを把握し、効果的な防御策の検討を実現する。

⑤ 研究題目 1 の研究実施方法（参考）

人口衛星画像解析や気象データなどを広域かつ連続的に行えるような基盤を構築し、粉塵などに備えるアラートシステムを構築する。さらに、粉塵の主なソースとなっている裸地の緑化に関する実験を行い、基礎データを収集する。

(3) 研究題目 2 : 「鉱床地域の子供における有害金属汚染へのフォローアップスタディ」
(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

研究題目 2 は、住民の鉛暴露レベルや生体影響を評価する獣医サブチーム、小児の神経発達および知能指数と鉛汚染の影響を解明する保健チーム、世帯調査によって鉛汚染による経済影響を評価する経済チームの 3 グループで構成される。2017 年 8 月に 1000 世帯 4000 人を対象とした大規模調査を各グループの連携のもとに実施予定であり、これに向けた研究計画の作成およびグループ間の調整を行った。各グループの詳細については、下記に分けて記載する。

【研究グループ A : 獣医サブチーム（サブリーダー：中田北斗）】

複数回に渡ってザンビアへ渡航し、人および動物の汚染状況のスクリーニング調査を実施し、さらにザンビア側のカウンターパートと研究内容のディスカッションを行った。加えて、大学院生の豊巻は 2016 年 12 月～2017 年 5 月まで現地に滞在し、長期的なサンプリングを行った。これらを通

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

じて、下記の成果を得た。

- 米国 NGO の Pure Earth と連携し、簡易血液中鉛濃度測定器 (LeadCare II) および土壌など固形物における鉛濃度分析用の蛍光 X 線分析装置 (XRF) の使用方法に関する講習を受けた。LeadCare II および XRF の調達方法を検討し、LeadCare II の調達手続きを進めた (Activity 2-4)。
- ザンビア大学内設置の研究倫理委員会 (University of Zambia Biological Research Ethics Committee: UNZABREC) および保健省 (Ministry of Health: MOH) の承認を得た上で、研究計画に基づき、Kabwe 市内の複数地域に住む子供 150 名を対象とした血液・血漿・尿・糞便の採材を行った。LeadCare II を用いて血液中鉛濃度を測定し、2014 年に Pure Earth が同一集団から得た血液中鉛濃度と比較して、全体的な濃度減少傾向が見られることを確認した。その後、血液を含む全試料の輸出入手続きを進めた (Activity 2-4, 2-5)。
- Kabwe 市内の複数地域に住む乳幼児および母親の血液、母乳、乳幼児の糞便を採材した。母親からは、生活環境などに関する質問票を用いた聞き取り調査も行った。LeadCare II を用いた簡易的な血液中鉛濃度分析を行った (Activity 2-3, 2-5)。
- Kabwe 市内の複数地域で、新生児の臍帯血および母親の血液、母乳を採材した。臍帯血および母親の血液は、LeadCare II を用いた簡易的な血液中鉛濃度分析を行った (Activity 2-5)。
- ザンビア大学のカウンターパートと、2017 年度に予定する人試料 (血液等) の大規模サンプリングに関する打ち合わせを行い、詳細計画を作成した (Activity 2-1)。
- Kabwe 市内の複数地域から、ニワトリの血液、各種臓器、卵、飼育環境周囲の土壌試料を採材し、採材場所における GPS データを得た。LeadCare II を用いた簡易的な血液中鉛濃度分析を行った。屋外飼育のニワトリの背部に GPS データロガーを装着し、数日間に渡って移動距離および範囲を計測することで鉛暴露との関連を調査した。
- Kabwe 市内の複数地域から、イヌの全血液および血漿を採材し、飼い主住宅の GPS 情報を得た。LeadCare II を用いた簡易的なイヌ血液中鉛濃度の分析を行った。イヌ背部に GPS データロガーを装着し、数日間に渡って移動距離および範囲を計測することで鉛暴露との関連を調査した。
- Kabwe 市内の複数地域から、ウシの血液、母乳および土壌試料を採材し、採材場所における GPS データを得た。LeadCare II を用いた簡易的な血液中鉛濃度分析を行った。
- 土壌等の環境試料と血液等の生体試料のそれぞれに対して、マルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析計を用いた高精度の鉛安定同位体比分析手法を確立した。これにより、Kabwe 市内の各地域における、鉛の拡散経路や汚染源の推定を可能とした (Activity 2-2)。

【研究グループ B : 保健サブチーム (サブリーダー : 藤田和佳子)】

- ザンビア側の医系・教育グループと連携し、鉛汚染が汚染地域周囲の住民の健康に与える影響評価のための研究計画の検討を進めた (Activity 2-4)。
- 住民の健康関連 QOL を評価することを目的として、Short-Form 36 Questionnaire (SF-36) 質問票をベースとした質問紙を作成した。これを元に、Kabwe 地域の医療施設でカウンターパートの Nosiku Sipilanyambe Munyinda 氏と共に、母親への QOL 質問紙調査のプレテストを実施した。これによって、現地の実情にそぐわないなどの改善点などが明らかとなったため、表現などを修正し、次年度の本調査に向けた準備ができた (Activity 2-4, 2-5)。

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

- カウンターパートである保健省の Doreen Sakala 氏と協議し、調査実施に関する助言を得た。

【研究グループ C：経済サブチーム（サブリーダー：樋渡雅人）】

- 複数回のザンビアへの渡航の中で中央統計局を訪問し、最新の全国規模家計調査(2015 Living Conditions Monitoring Survey)の一次データの他、ザンビア全体や Kabwe 市の社会経済状況の把握に必要な各種統計資料を入手した。
- 中央統計局が家計調査の実施の際に採用する、サンプリング・フレームに関する情報を入手した。
- この情報は、Kabwe 市を対象とするサンプル抽出の際に用いられた SEA(Standard Enumeration Area)に関する地理情報データ(shape file 等)や各 SEA の世帯数などの基本データ(2010 年センサスに基づく)を含むものであり、本プロジェクトによる家計調査の実施にあたっても参考にすることができる。

Kabwe 市庁においても、Kabwe の地理情報データを入手した (Activity 2-6)。

② 研究題目 2 のカウンターパートへの技術移転の状況

- ザンビア大学獣医学部のカウンターパートである John Yabe 氏および Kaampwe Muzandu 氏を、それぞれ 2016 年 10 月～2017 年 1 月、2017 年 2 月～4 月にかけて北海道大学大学院獣医学研究院で受け入れ、化学物質分析や生体影響解析など、毒性学研究に関する技術移転を行った。
- Andrew Katamba 氏（ザンビア大学獣医学部卒）が 2016 年 10 月より研究員として来日し、2017 年 4 月には北海道大学大学院獣医学研究院の博士課程に入学した。在学中は当該プロジェクトに従事し、毒性学研究全般における技術移転を進めている。博士号取得後には、ザンビアで重金属汚染に関する研究を推進していく中心的な役割を担う予定である。
- 獣医、保健、経済の各グループにおいて、ザンビア側カウンターパートと次年度の短期招へいに向けた調整を行った。短期招聘では、調査に関する分析機器の使用法、データ解析方法、研究手法全般に関する技術移転を集中的に進める予定である。

③ 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

全体として計画通りに概ね進行している。2017 年 7～9 月に計画している研究題目 2 の合同大規模調査では、各グループそれぞれの研究目的と方法を具体化した上で、全体としての整合性を検討することが重要であることが改めて確認された。家計調査の設計・実施においては、調査実施主体として外部機関（中央統計局等）との連携を目指すことになった。調査にあたって、調査者がタブレットを用いて調査する Computer-Assisted Personal Interviewing (CAPI) の手法を導入することになった。

④ 研究題目 2 の研究のねらい（参考）

子供を中心とした Kabwe 地域の住民において、鉛暴露による健康調査および神経発達や IQ 低下などのリスクアセスメント、さらには母親の健康関連 QOL 評価を行う。また、経済アセスメントの観点から、Kabwe において鉛汚染が引き起こす経済的損失を可視化・定量化する。これらにより、鉛

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

汚染によるリスクを多角的に評価することに加えて、具体的な防止や改善策の提供を図る。

⑤ 研究題目2の研究実施方法（参考）

血液中鉛濃度などを暴露指標とし、Kabwe の住民の暴露レベルを地域別、年齢別などに明らかにする。住民の血液、糞便、母乳などを用いて、鉛による生体への影響を多角的に評価する。一方で人体に対する鉛中毒の臨床症状や身体所見は非特異的であり、鉛汚染が汚染地域周囲の住民に与える効果を臨床症状だけで評価することは困難が伴う。そこで、生活の質：Quality of life (QOL) に着目し、健康関連 QOL を測定するための科学的で信頼性・妥当性を持つ尺度である Short-Form 36 Questionnaire (SF-36) 質問票を使用して母親の健康関連 QOL を測定し、児童及び母親の鉛血中濃度との関連性を分析する。同様に、住民の健康状況に与える経済コストを臨床状況から算出することは困難であることから、血液中鉛濃度の水準が家計の経済指標（賃金、労働日数、医療コスト等）に与える影響を計量経済学的手法により推計することを通して、鉛汚染の経済コストを導く。

(4) 研究題目3：「オンデマンドの環境修復技術の開発と評価」

（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

研究題目3では、オンデマンド環境修復技術の開発と評価を最終目的としたフィジカル、ケミカル、バイオ、ファイトレメディエーションの実施を計画している。そのために2016年度は、ア) 基礎試験：鉱山廃滓の鉱物学的特性把握および重金属溶出特性試験、イ) パイロット試験準備：Kabwe 鉱山廃滓埋設地の3か所のボーリング、ザンビア大学内試験予定地の3か所のボーリング、ウ) 現地調査：鉱山廃滓埋設地およびその周辺域でのエアダスト回収（大気経由の鉛汚染拡散の把握）、Kabwe ボーリング孔内水および周辺井戸水分析（地下水、表層水経由の拡散把握）を実施した。

- ▶ 世界銀行が同地域で予定している環境修復プロジェクトに、本プロジェクトで得られた知見を基礎データとして共有するために、パイロット試験は開始時期を前倒して実施した（Activity 3-2, 3-3）。
- ▶ パイロット試験準備では、使用する鉱滓種類の選定、試験盛土作成のための覆土・不溶化資材等の選定に加え、ザンビア大学内の試験地の選定を着々と進めた。さらに、ザンビア環境管理局（Zambia Environmental Management Agency: ZEMA）および鉱滓埋設地を所有しているEPL社の許認可を取得中であり、パイロット試験の詳細設計にも着手した（Activity 3-3）。
- ▶ ボーリングコアの鉱物学的特性評価だけでなく、ボーリング孔内水の定期的な採水による地下水データの取得が可能となった。
- ▶ Kabwe では十分なボーリングコアを採取できなかったことから、掘削等によって地下環境が擾乱されていること、さらに地下水中の鉛および亜鉛の濃度が高く汚染が深部まで広がっていることが解明された。
- ▶ 廃滓に対する不溶化材としては、硫酸鉄や半焼成ドロマイトが有効であることが明らかとなった（Activity 3-3）。

【平成28年度実施報告書】【170531】

②研究題目3のカウンターパートへの技術移転の状況

カウンターパートであるザンビア大学鉱山学部とは、渡航のたびに研究進捗状況の打合せを行い、情報共有や相互理解を進めている。加えて、パイロット試験準備のための現地調査を計画段階から共同で行ったほか、詳細設計の協議を行い、実施に際しての許認可での協力を仰いだ。渡航に合わせて鉱山学部および水資源研究所の学生や講師を対象とした特別講義を行うとともに、現地に設置するウェザーステーション等の機器の組み立て・トレーニングなどを実施している。

③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

特記事項なし。

④研究題目3の研究のねらい（参考）

汚染源である鉱山廃滓埋設地から周辺地域への、鉛などの重金属汚染の拡散を抑制するための現地環境修復技術の開発。

⑤研究題目3の研究実施方法（参考）

汚染源である鉱山廃滓、周辺堆積物、エアダストなど固体試料中における鉛などの重金属の詳細分析（濃度、鉱物形態、鉛安定同位体）を実施する。観測井戸（ボーリング孔）採水試料における詳細分析を行う。さらに、汚染拡散防止のための不溶化試薬の混合と溶出特性把握試験を実施する。

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）

現在までは、現状の把握に関する調査や実験を主に進めてきており、重要なバックグラウンドデータが集まりつつある。今後においては、根本的な問題解決に向けた具体的な対策に移行していく必要がある。短期的な効果を目指す対策（鉛暴露レベルの高い住民の治療）から、より長期的な修復への基盤作りに至るまで、同時進行かつシステムチックに行うことが非常に重要となる。研究題目1で計画する、街路への植樹、裸地の緑化による粉塵防衛、より良い水へのアクセスの達成などを進めることで、そうした長期的な修復に向けた基盤作りが進むと考えられる。これらの達成により、社会的なインパクトはより大きなものとなることが期待される。特に長期的な修復に関しては、サステナビリティの観点からも市民主体型の活動としての展開が望まれる。行政から市民レベルまでが行動の主体者となり、地域社会全体のムーブメントを作り出すことを目指す必要がある。これらの Good practice は、他の鉛汚染地域にも応用することが可能であり、世界規模に展開されていくことが期待される。

研究題目2においては、2017年7～9月に計画されている合同大規模調査が非常に重要な位置付けとなる。各サブチームが密接に連携した中で調査を進める必要があることに加え、現地スタッフや住民の一部にはリサーチアシスタントなどの協力を要請しており、事前の十分な調整およびトレーニングが重要となる。特に経済調査に関しては、経済コスト算出に向けた基礎データを得るために、Kabwe 全域における詳細な家計調査を計画している。質問票調査の実施主体として、人的資源や専門知識、調査経験等の面で優位性のある中央統計局やその他外部機関との連携を予定している。

【平成28年度実施報告書】【170531】

家計調査の実施に向けて、外部機関との調整を早急に進めていく。実施にあたっては、調査の質を維持するために、質問者一人一人がタブレットを用い、監督者がクラウドサーバによってデータを管理する CAPI の手法を導入する方針となった。ソフトウェアとしては世界銀行が無償で提供している Survey Solutions を用いる予定である。

研究題目 3 つについては、パイロット試験の準備、実施、評価のための実施後モニタリング（定期的な試料採取・分析など）を行う。モニタリング分析のための高度分析機器の導入、およびカウンターパートへの分析・評価の研修実施による技術移転を図る。得られた成果は世界銀行と共有し、世界銀行の環境修復プロジェクトの基礎データとするとともに、学会や論文での公表を進める。また、汚染拡散挙動の把握や、バイオおよびフィジコケミカルの高高度鉍滓処理についても共同研究を進める。

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

- ▶ 2016 年 8 月に行われたザンビアの大統領選を含む総選挙に伴って、人事異動が一部で起こり、研究活動上の窓口となる担当者の変更などが生じた。先方行政機関内での引き継ぎが十分行われなかったことにより、当該プロジェクトにおいても一部の遅れや作業の繰り返しが必要となる場面が見受けられた。
- ▶ カウンターパートであるザンビア大学の教員や、行政機関の関係者は多忙を極めることから、日本側との連絡や調整が十分に行われず、あるいは遅れる状況が度々生じた。当該プロジェクトの特性として、多くの日本側メンバーがザンビアではなく日本国内に拠点を構えていることから、連絡手段をメールのみに頼らざるを得ないことが、ミスコミュニケーションの一因として考えられる。従来配置されていた業務調整員 1 名に加えて、2017 年度には業務調整員および長期在外研究員が 1 名ずつ新規で配置されることから、直接のオフィスへの訪問や電話連絡などによる密なコミュニケーションが行われることが期待される。
- ▶ 日本からの輸送機材は、現地空港の到着後に免税手続きなどが必要となるが、これまでは業務調整員を中心として日本側で手続きを進めていた。今年度の後半からは、ザンビア大学に手続きの一部を移管し、自律発展性の向上の一助としている。研究活動全般においても、カウンターパートとの協議や相互理解の形成に十分な時間と労力を割くように努め、自主性や将来的な持続可能性の養成を図っている。
- ▶ 当該プロジェクトの対象地域では、世界銀行による環境修復プロジェクトが計画されており、お互いのプロジェクトの成果を最大化させるための協調が重要となっている。一方で、世界銀行側の詳細計画などに不確定要素を残しており、当該 SATREPS プロジェクトの従来通りの継続とともに、世界銀行側の動きを注視しながら、必要に応じて柔軟な計画変更を図る必要がある。

(2) 研究題目 1 : 「土壌から生態系・人・動物への汚染メカニズムの解明」

(リーダー：内田義崇)

共同研究は順調に実施されており、目立った問題点は無い。しかし今後、今まで行ってきた基礎

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

研究を現場に広げる際には、様々な課題に直面する可能性がある。例えば、基礎的な植生回復実験を行う際の土地利用、気象データを集めるためのウェザーステーション設置場所の確保、ドローンを使用する場合には撮影のための許可所得プロセスの煩雑さなどが課題として想定される。課題克服のために、現地へより多く赴き、関係者への説明と許可所得のための書類作成などを行っている。

(3) 研究題目 2 : 「鉱床地域の子供における有害金属汚染へのフォローアップスタディ」

(リーダー：中山翔太)

ザンビアの総選挙に伴う人事異動などにより、人試料の輸出を認可する保健省内の委員会が機能不全に陥り、当該プロジェクトにおいても試料輸出に大幅な遅れが生じている。委員会に対してメールや電話、さらには直接訪問による状況確認および催促を行うことで、一刻も早い輸出に向けて尽力している。人事異動は人試料の採取を行う Kabwe 内の各クリニックでも見受けられ、訪問のたびに担当者が変わるなどして繰り返しの説明が必要となった。

QOL 調査に関しては、現地のカウンターパートである Doreen Sakala 氏、Nosiku Sipilanyambe Munyinda 氏、Sandra Shanunga 氏と協議を行い、調査に関する助言を得ることができた。一方で、データの統計的な解析手法に関しては十分な相互理解を今後達成していく必要がある。次年度に計画している日本への短期招へいの機会に、現地カウンターパートへの技術移転を進め、解析を共同で行う予定である。

経済調査については、統計資料・データの収集にあたり、日本から現地の中央統計局へのコンタクトを試みたが、全く成果がなかった。しかし、現地への渡航の中で中央統計局に何度も赴き、関係者と直接に交渉することによって、様々な非公開データや情報を提供してもらうことができた。現地のカウンターパートであるザンビア大学経済学部の Bona Chitah 氏及び Chrispin Mphuka 氏との Eメールでの連絡はしばしば滞った。学務業務が多忙であることが一因であると考えられたため、ザンビア大学医学部に所属し、医療経済学の講師である Peter Hangoma 氏を新たなメンバーとして迎え入れることでグループの活性化を図った。

(4) 研究題目 3 : 「オンデマンドの環境修復技術の開発と評価」

(リーダー：伊藤真由美)

パイロット試験では、地権者のいる鉱滓埋設地からの鉱滓取得や観測孔（ボーリング孔）掘削のために、ZEMA 等の政府機関および地権者の許認可が必要であり、説明や書類作成に労力を要した。しかし政府機関との打ち合わせに、カウンターパートや JICA 事務所関係者に同席をして頂くなどの協力を仰ぐことで、必要な書類や許認可を取得することができた。現地調査や現地での詳細設計にも、カウンターパートや政府機関等関係者に同行してもらい、綿密な事前打ち合わせをしたことが迅速な許認可に繋がったと考える。ザンビア大学でのパイロット試験開始後も、定期的なモニタリングを通じて、汚染が拡散していないことを監視し続ける必要があり、関係各所との密接な関係が欠かせない。

IV. 社会実装（研究成果の社会還元）（公開）

(1) 成果展開事例

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

- 血液中鉛濃度の簡易測定機である、LeadCare II のザンビアへの輸入経路を確立し、オンサイトでの鉛濃度の測定が可能となった。
- Kabwe 地域内の複数クリニックを訪れた住民に対して、採血および簡易測定を行い、結果を住民にフィードバックすることで、鉛汚染に対する意識向上および予防に関する啓発活動を行っている。

(2) 社会実装に向けた取り組み

- Francis Chisaka Kasolo 氏 (Coordinator Country and Inter-country Support Office of the Regional Director, WHO) および Elizabeth Chizema 氏 (Director of Disease Control, Surveillance and Research, Zambia Ministry of Health) と会談を行い、当該プロジェクトの背景、成果、今後の計画などを共有した。
- Paul Chanda 氏 (Permanent Secretary, Zambia Ministry of Mines and Mineral Development) およびザンビアの複数省庁の高官と複数回に渡って会談を行い、当該プロジェクトに関する意見交換を行った。
- Ronald Daka 氏 (Town Clerk & CEO, Kabwe Municipal Council) をはじめとして、Kabwe 市庁や Kabwe 保健局の関係者と定期的に意見交換を行っている。
- 当該プロジェクトで得られる人試料の血液中鉛濃度データおよび土壌リメディエーションに関する試験結果などは、世界銀行の環境修復プロジェクトへの共有を進めており、先方プロジェクトの実施計画に大きく反映される見込みである。また、バックグラウンドデータとして今後広く活用されていくことが期待される。
- 当該プロジェクトの背景や成果を一般社会に広く共有するために、日本語および英語の二言語でプロジェクトホームページ (<http://satreps-kampai.vetmed.hokudai.ac.jp/>) および Facebook ページ (<https://www.facebook.com/kampai.zambia/>) を作成・公開している。
- 当該プロジェクトで得られた Kabwe 内の各地域における鉛汚染状況等の詳細なデータを、一般市民向けに公開することを目指し、専用 WEB ページの開設を準備している。

V. 日本のプレゼンスの向上 (公開)

- Kabwe 内の複数地域の医療施設において、母子の血液中鉛濃度測定をオンサイトでを行い、結果を住民および医療施設関係者にフィードバックしている。Kabwe の鉛汚染を対象としたプロジェクトはこれまでも複数の海外ドナーが行ってきたが、直接的に住民へと結果を共有する事例は本プロジェクトが初である。
- 得られた血液中鉛濃度等の結果および土壌リメディエーションに関する試験結果などは、上述のように世界銀行の環境修復プロジェクトの実施計画策定の基礎データとなる見通しである。
- 2016 年 8 月にエジプトで開催された「8th International Toxicology Symposium 2016 in Egypt」において、アフリカ各国から参加した多数の研究者に対して本プロジェクトの概要および先行調査・試験を共有した。参加者の出身国においても、Kabwe 地域に類似した重金属汚染事例を抱えている場合が多く、参加者は環境分野を専門とすることから、当プロジェクトを将来的にアフリカ各国へ展開するための重要なネットワークが構築された。
- 上記シンポジウムでは、Kabwe におけるザンビア側との共同研究「Is there species difference of

【平成 28 年度実施報告書】【170531】

biological variation of lead (Pb) isotopic composition between livestock and poultry?」がポスター賞を受賞した。

- 上述のように、Francis Chisaka Kasolo 氏 (Coordinator Country and Inter-country Support Office of the Regional Director, WHO) および Elizabeth Chizema 氏 (Director of Disease Control, Surveillance and Research, Zambia Ministry of Health) と会談を行い、本プロジェクトおよび日本のプレゼンス向上を図った。
- Paul Chanda 氏 (Permanent Secretary, Zambia Ministry of Mines and Mineral Development) およびザンビアの複数省庁の高官と複数回の会談を行っており、本プロジェクトおよび日本のプレゼンス向上を進めている。
- Ronald Daka 氏 (Town Clerk & CEO, Kabwe Municipal Council) をはじめとして、Kabwe 市庁や Kabwe 保健局の関係者と定期的に議論を行っており、本プロジェクトおよび日本のプレゼンス向上に貢献している。
- 2016 年 7 月 21 日の北海道新聞において、本プロジェクトに関する記事が掲載された。

VI. 成果発表等【研究開始～現在の全期間】（公開）

別紙を参照。

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）

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。)
2015	Nakata H*, Nakayama SMM*, Yabe J, Liazambi A, Mizukawa H, Darwish WS, Ikenaka Y, Ishizuka M (* Equal contribution). Reliability of stable Pb isotopes to identify Pb sources and verifying biological fractionation of Pb isotopes in goats and chickens. Environ Pollut. 208(Pt B):395-403 (2016)	10.1016/j.envpol.2015.10.006	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。)
2016	Mahmoud AFA, Ikenaka Y, Yohannes YB, Darwish WS, Eldaly EA, Morshdy AE, Nakayama SMM, Mizukawa H, Ishizuka M. Distribution and health risk assessment of organochlorine pesticides (OCP) residue in edible cattle tissues from northeastern part of Egypt: High accumulation level of OCP in tongue. Chemosphere 144:1365-71 (2016)	10.1016/j.chemosphere.2015.10.016	国際誌	発表済	
2016	Gerber R, Smit NJ, Van Vuren JH, Nakayama SMM, Yohannes YB, Ikenaka Y, Ishizuka M, Wepener V. Bioaccumulation and human health risk assessment of DDT and other organochlorine pesticides in an apex aquatic predator from a premier conservation area. Sci. Total. Environ. 550: 522-533 (2016)	10.1016/j.scitotenv.2016.01.129	国際誌	発表済	
2016	Bortey-Sam N*, Nakayama SMM*, Ikenaka Y, Akoto O, Baidoo E, Mizukawa H, Ishizuka M (* Equal contribution). Heavy metals and metalloids accumulation in livers and kidneys of wild rats around gold-mining communities in Tarkwa, Ghana. Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 8(7), pp.58-68 (2016)	10.5897/JECE2016.0374	国際誌	発表済	
2016	Bortey-Sam N, Ikenaka Y, Akoto O, Nakayama SMM, Marfo J, Saengtienchai A, Mizukawa H, Ishizuka, M. Excretion of polycyclic aromatic hydrocarbon metabolites (OH-PAHs) in cattle urine in Ghana. Environmental Pollution. 218: 331-337 (2016)	10.1016/j.envpol.2016.07.008	国際誌	発表済	

2016	Yohannes YB, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Mizukawa H, Ishizuka M. DDTs and other organochlorine pesticides in tissues of four bird species from the Rift Valley region, Ethiopia. Sci. Total. Environ. 574: 1389-1395 (2017)	10.1016/j.scitotenv.2016.08.056	国際誌	発表済	
2016	Yohannes YB, Ikenaka Y, Nakayama SMM, Mizukawa H, Ishizuka M. Trace Element Contamination in Tissues of Four Bird Species from the Rift Valley Region, Ethiopia. BECT (2017, in Press)	10.1007/s00128-016-2011-4.	国際誌	in press	
2016	Nakata H*, Nakayama SMM*, Oroszlany B, Ikenaka Y, Mizukawa H, Tanaka K, Harunari T, Tanikawa T, Darwish WS, Yohannes YB, Saengtienchai A, Ishizuka M (* Equal contribution). Monitoring lead (Pb) pollution and identifying Pb pollution sources in Japan using stable Pb isotope analysis with kidney of wild rats. Int. J. Environ. Res. Public Health (2017, in Press)	10.3390/ijerph14010056.	国際誌	in press	

論文数	7	件
うち国内誌	0	件
うち国際誌	7	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
2016	Ikenaka Y, Darwish WS, Johan JV, Wepner V, Moundipa PF, Akoto O, Ikechukwu EL, Beyene Y, Yabe J, Nakayama SMM, Mizukawa H, Saengtienchai A, Ishizuka M. 8th International Toxicology Symposium in Africa, 1-155, August 2016		書籍	発表済	ISBN - 978-0-620-71287-3 (print) ISBN - 978-0-620-71288-0 (e-book)
2016	Nakayama SMM, Yabe J & Ishizuka M et al., KAbwe Mining Pollution Amelioration Initiative Project (KAMP AI) , 1-160, December 2016		書籍	発表済	ISBN 978-4-909032-68-3

著作物数 2 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

著作物数 0 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

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
2015	国内学会	Shouta M.M. Nakayama, John Yabe, Yoshinori Ikenaka, Yared Beyene, Nesta Bortey-Sam, Balazs Oroszlany, Kaampwe Muzandu, Kennedy Choongo, Aaron Mweene, Abel Kabalo, Hazuki Mizukawa, Mayumi Ishizuka, Lead (Pb) poisoning in children from townships around an extensive lead-zinc mine in Kabwe, the Republic of Zambia、日本地球惑星科学連合2015年大会、2015年5月24日～5月28日、幕張メッセ、千葉	口頭発表
2015	国際学会	Shouta M M Nakayama, John Yabe, Yoshinori Ikenaka, Yared Beyene Yohannes, Balazs Oroszlany, Nesta Bortey-Sam, Kaampwe Muzandu, Hazuki Mizukawa, Kenedy Choongo, Abel Kabalo, Aaron Mweene, Mayumi Ishizuka, Lead pollution in the children in Kabwe mining area, Republic of Zambia-Source identification by stable isotope analysis, 7th International Toxicology Symposium in Africa, 31st August, 2015, Johannesburg, South Africa	招待講演
2015	国際学会	John Yabe, Yoshinori Ikenaka, Shouta MM Nakayama, Wageh Sobhy Darwish, Nesta Bortey-Sam, Yared B. Yohannes, Aksorn Saengtienchai, Andy Saengtienchai, Takashi Umemura, and Mayumi Ishizuka, Histopathologic assessment of co-joint Cd and Pb exposure in rats, 7th International Toxicology Symposium in Africa, 31st August, 2015, Johannesburg, South Africa	招待講演
2016	国際学会	John Yabe, Shouta MM Nakayama, Yoshinori Ikenaka, Yared B. Yohannes, Haruya Toyomaki, Kennedy Choongo, Kaampwe Muzandu and Mayumi Ishizuka, Kabwe childhood lead poisoning: past, present and future, 8th International Toxicology Symposium in Africa, 29th-31st August, 2016, Giza, Egypt	招待講演
2016	国際学会	Masao Togao, Shouta M.M. Nakayama, John Yabe, Hokuto Nakata, Yoshinori Ikenaka, Chihiro Ishii, Yared B. Yohannes, Hazuki Mizukawa, Wageh Sobhy Darwish, Aksorn Saengtienchai, Mayumi Ishizuka, Is there species difference of biological variation of lead (Pb) isotopic composition between livestock and poultry?, 8th International Toxicology Symposium in Africa, 29th-31st August, 2016, Giza, Egypt (Poster Award)	ポスター発表
2016	国内学会	梶尾正雄、中山翔太、John Yabe、池中良徳、中田北斗、石井千尋、水川葉月、Yared B. Yohannes、Aksorn Saengtienchai、石塚真由美、家畜・家禽の鉛安定同位体生体内分別の種差および歩哨動物としての有用性評価、第159回日本獣医学会学術集会、2016年9月6日～8日、日本大学生物資源科学部、藤沢市、神奈川県	口頭発表

2016	国際学会	Haruya Toyomaki, Shouta M.M. Nakayama, Yared B. Yohannes, John Yabe, Kaampwe Muzandu, Hazuki Mizukawa, Yoshinori Ikenaka and Mayumi Ishizuka, Lead exposure on human samples in African countries and lead pollution in Kabwe, Zambia. The 4th Sapporo Summer Seminar for One Health (SaSSOH), 20th-21st September, 2016, Sapporo, Japan	ポスター発表
2016	国際学会	Haruya Toyomaki, Shouta M.M. Nakayama, Yared B. Yohannes, John Yabe, Kaampwe Muzandu, Hazuki Mizukawa, Yoshinori Ikenaka, Mayumi Ishizuka. Monitoring of blood lead levels (BLLs) in dogs and chickens from lead pollution area, Kabwe, Zambia. International Doctoral Symposium on Sustainable Management of Resources and Environment in the 21st Century, Nov. 9-11, 2016, Hokkaido University, Hokkaido, Japan	ポスター発表
2016	国際学会	W. Mwandira, I.A. Nyambe, K.E. Banda, L. Flemming, and R. Jakobsen, Spatial variations of groundwater quality in the machile river basin, South-Western Zambia, 5th International Doctoral Symposium on Sustainable Management of Resources and Environment in the 21st Century, November 9-11, 2016, Hokkaido University, Sapporo, Japan	ポスター発表

招待講演	3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、月日等	招待講演 /口頭発表 /ポスター発表の別
2016	国際学会	Nesta Bortey-Sam, Yoshinori Ikenaka, Osei Akoto, Shouta M.M. Nakayama, Kwadwo A. Asante, Christian Obirikorang, Elvis Baidoo, Aksorn Saengtienchai, Hazuki Mizukawa, Mayumi Ishizuka. Human health risk due to polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) exposure in Kumasi, Ghana; and excretion of PAH metabolites in cattle urine from urban and rural sites. SETAC Europe 26th Annual Meeting, 22nd - 26th May 2016, La Cite Nantes Congress Center, Nantes, France	ポスター発表
2016	国内学会	Nesta Bortey-Sam, Yoshinori Ikenaka, Shouta M.M. Nakayama, Aksorn Saengtienchai, Hazuki Mizukawa, Mayumi Ishizuka. Human health risk due to polycyclic aromatic hydrocarbon (PAHs) exposure in Kumasi, Ghana; and excretion of PAH metabolites in cattle urine from urban and rural sites. 第30回北海道薬物作用談話会、2016年7月31日、北海道大学、札幌	口頭発表
2016	国内学会	中山翔太、Metal pollution problems in animals and children in Kabwe mining area, Republic of Zambia- Source Estimation by Stable Pb isotopes-、第16回北大若手研究者交流会、2016年8月19日、北海道大学、札幌	招待講演

2016	国際学会	Haruya Toyomaki, Shouta M.M. Nakayama, Yared B. Yohannes, Hazuki Mizukawa, Yoshinori Ikenaka and Mayumi Ishizuka, Lead exposure on human samples in African countries: a mini review, 8th International Toxicology Symposium in Africa, 29th–31st August, 2016, Giza, Egypt	招待講演
2016	国際学会	Emmanuel Temiotan Ogbomida, Shouta M.M. Nakayama, Nesta Bortey–Sam, Balazs Oroszlany, Isioma Tongo, Alex Ajeh Enuneku, Ogbeide Ozekeke, Martins Oshioriamhe Ainerua, Iriagbonse Priscillia Fasipe, Lawrence Ikechukwu Ezemonye, Hazuki Mizukawa, Yoshinori Ikenaka, Mayumi Ishizuka, Risk Assessment of Heavy Metals via Consumption of Muscle and Offal of Free–Range Animals from Benin City, 8th International Toxicology Symposium in Africa, 29th–31st August, 2016, Giza, Egypt	招待講演
2016	国際学会	Shouta M.M. Nakayama, Hokuto Nakata, Balazs Oroszlany, Yoshinori Ikenaka, Hazuki Mizukawa, Kazuyuki Tanaka, Tsunehito Harunari, Tsutomu Tanikawa, Yared B. Yohannes, Aksorn Saengtienchai, Mayumi Ishizuka, Pb levels and isotope ratio profiles in kidneys of Japanese wild rats, 8th International Toxicology Symposium in Africa, 29th–31st August, 2016, Giza, Egypt	ポスター発表
2016	国際学会	T. Otake, Spatial and temporal distribution of metallic ore deposits, 5th International Doctoral Symposium on Sustainable Management of Resources and Environment in the 21st Century, November 9–11, 2016, Hokkaido University, Sapporo, Japan	口頭発表
2016	国際学会	Eand, K.E., T. Igarashi, M. Kondo, and R. Fujinaga, Groundwater characteristics of an open–pit limestone quarry and its effects on rock slopes, 5th International Doctoral Symposium on Sustainable Management of Resources and Environment in the 21st Century, November 9–11, 2016, Hokkaido University, Sapporo, Japan	口頭発表
2016	国際学会	P. Tangviroon, R. Hayashi, and T. Igarashi, Effects of covering and adsorption layers on mobility of arsenic from hydrothermally altered rock in laboratory column experiments, 5th International Doctoral Symposium on Sustainable Management of Resources and Environment in the 21st Century, November 9–11, 2016, Hokkaido University, Sapporo, Japan	口頭発表
2016	国際学会	K. Khoeurn, A. Sakaguchi, and T. Igarashi, Fate of tailing dams: Long–term behavior of heavy metals in an abandoned mine, 5th International Doctoral Symposium on Sustainable Management of Resources and Environment in the 21st Century, November 9–11, 2016, Hokkaido University, Sapporo, Japan	口頭発表

招待講演	3	件
口頭発表	5	件
ポスター発表	2	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	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

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※

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
2016	2016年8月30日	8th International Toxicology Symposium in Africa, Poster Award	Is there species difference of biological variation of lead (Pb) isotopic composition between livestock and poultry?	梶尾正雄	International Toxicology Symposium in Africa	1.当課題研究の成果である	学部生の国際シンポジウムでの受賞

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
2016	2016年7月21日	北海道新聞	北大、ザンビアで鉛対策、環境汚染や被害 解明へ	社会面	1.当課題研究の成果である	

1 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
2015	2015/6/5	第1回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	13	スケジュール概要確認などプロジェクトの全体確認
2015	2015/6/16	第2回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	3	リモートセンシングに関する打ち合わせ
2015	2015/7/1	第3回会議	JSS	3	研究題目1(土壌調査)に関する打ち合わせ
2015	2015/7/2	第4回会議	JSS	3	研究題目1(土壌調査)に関する打ち合わせ
2015	2015/7/8	第5回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	16	第1回 SATREPS勉強会
2015	2015/7/23	第6回会議	JICA東京本部204 号会議室	6	ザンビアSATREPS 北大一三菱 グループ3作業部会
2015	2015/7/28	第7回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	4	研究題目2に関する打ち合わせ
2015	2015/8/3	第8回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	4	リモートセンシングに関する打ち合わせ
2015	2015/8/7	第9回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	16	第2回 SATREPS勉強会
2015	2015/8/17	第10回会議	JICAザンビアオフィ ス	8	プロジェクトの概要説明、RDの進捗状況説明
2015	2015/8/17	第11回会議	Ministry of HEALTH, Public Health Section, Research Section	8	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/8/17	第12回会議	School of Veterinary Medicine, University of Zambia (UNZA)	5	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/8/17	第13回会議	National Remote Sensing Center	5	プロジェクトに関する詳細ディスカッション

2015	2015/8/18	第14回会議	Zambia Environmental Management Agency (ZEMA)	8	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/8/19	第15回会議	Ministry of Lands	7	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/8/19	第16回会議	Ministry of Education, Science, Vocational Training and Early Education	6	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/8/20	第17回会議	Ministry of Mines	5	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/9/1	第18回会議	WBとのTV会議	5	WBとのTV会議
2015	2015/9/4	第19回会議	北海道大学地球環境科学院	4	レメディエーションに関するディスカッション
2015	2015/9/7	第20回会議	TV会議	3	研究題目1（土壌調査）に関する打ち合わせ
2015	2015/9/9	第21回会議	北大東京オフィスと北大創生研究機構でのTV会議	4	リモートセンシングを活用した資源開発・金属汚染検出に関する勉強会
2015	2015/9/10	第22回会議	JST	4	MOUの進捗状況に関するミーティング
2015	2015/9/10	第23回会議	JICA東京本部およびJICA(ラオス)とのTV会議	6	RDの進捗状況に関するミーティング
2015	2015/9/10	第24回会議	JSS	3	リモートセンシングに関する打ち合わせ
2015	2015/9/14	第25回会議	World Bank Office, Lusaka	11	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/9/14	第26回会議	Ministry of Health	9	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/9/15	第27回会議	Ministry of Mines	6	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/9/15	第28回会議	World Bank, Kabwe Ministry of Council, Blachsmith Institute	30	プロジェクトに関する詳細ディスカッション
2015	2015/9/15	第29回会議	UNZA Acting VC	5	プロジェクトに関する詳細ディスカッション

2015	2015/10/1	第30回会議	北海道大学農学部	16	第3回 SATREPS勉強会
2015	2015/10/5	第31回会議	北大、JICA東京本部、JICAザンビア事務所、JSTの合同TV会議	11	対処方針会議
2015	2015/10/7	第32回会議	JICAザンビアオフィス	2	詳細計画策定調査前の事前打ち合わせ
2015	2015/10/8	第33回会議	Kabwe Town Clerkなど	11	詳細計画策定調査前の事前打ち合わせ
2015	2015/10/9	第34回会議	National Remote Sensing Center (NRSC)	3	詳細計画策定調査前の事前打ち合わせ
2015	2015/10/9	第35回会議	Mine Safety Department in Kitwe	4	詳細計画策定調査前の事前打ち合わせ
2015	2015/10/11	第36回会議	Internal Meeting	6	詳細計画策定調査
2015	2015/10/12	第37回会議	Meeting with JICA Zambia Office	6	詳細計画策定調査
2015	2015/10/12	第38回会議	Courtesy Call on UNZA VC	7	詳細計画策定調査
2015	2015/10/12	第39回会議	Meeting with UNZA	8	詳細計画策定調査
2015	2015/10/12	第40回会議	Meeting with PS for Ministry of	8	詳細計画策定調査
2015	2015/10/12	第41回会議	Meeting with WB	10	詳細計画策定調査
2015	2015/10/13	第42回会議	Stakeholders Meeting for kickoff (Ministry of Education, Ministry of Mine, Ministry of Land, Ministry of Health and UNZA)	20	詳細計画策定調査
2015	2015/10/14	第43回会議	Courtesy Call on Kabwe Town Clerk	10	詳細計画策定調査
2015	2015/10/14	第44回会議	Meeting with Kabwe Municipality	20	詳細計画策定調査

2015	2015/10/15	第45回会議	MM finalization works by the team including UNZA	10	詳細計画策定調査
2015	2015/10/15	第46回会議	Courtesy Call on the Embassy of Japan	10	詳細計画策定調査
2015	2015/10/16	第47回会議	Stakeholders Meeting for Signing of MM	20	詳細計画策定調査 & Stakeholders Meeting for Signing of MM
2015	2015/10/16	第48回会議	Meeting with JICA Zambia Office	10	詳細計画策定調査
2015	2015/10/14	第49回会議	宇宙ミッションセンター(創成研究機構 3F106)	2	研究題目1に関する打ち合わせ
2015	2015/10/22	第50回会議	農業環境技術研究所	4	研究題目1に関する打ち合わせ
2015	2015/10/30	第51回会議	北大、JICA東京本部、JICAザンビア事務所、JSTの合同TV会議	9	10月ザンビア渡航に関する帰国報告会
2015	2015/11/4	第52回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	10	第4回勉強会
2015	2015/11/9	第53回会議	北大工学部	4	研究題目3に関する打ち合わせ
2015	2015/11/19	第54回会議	JSS	3	SATREPSのJSSと北大の今後の連携について
2015	2015/11/20	第55回会議	北海道大学大学院 獣医学研究科	10	JICA後任内藤さんとの顔合わせ
2015	2016/1/13	第56回会議	School of Education, UNZA	3	実験手法についての会議
2015	2016/1/14	第57回会議	JICA Zambia	4	プロジェクト全体についての会議
2015	2016/1/14	第58回会議	School of Education, UNZA	4	実験手法についての会議
2015	2016/1/15	第59回会議	Kabwe Town	3	現地にて調査
2015	2016/1/18	第60回会議	School of Mines, UNZA	3	学生向けプレゼン
2015	2016/2/15	第61回会議	Vice Chancellor's Office, UNZA	2	副学長に向けたプロジェクト説明

2015	2016/2/15	第62回会議	School of Agriculture, UNZA	3	学生向けプレゼン
2015	2016/2/22	第63回会議	JICAザンビアオフィス	8	JICAザンビア事務所挨拶、パイロット試験説明
2015	2016/2/22	第64回会議	ザンビア大学	8	ザンビア大学挨拶、パイロット試験説明
2015	2016/2/22	第65回会議	北大ルサカ事務所	11	北大ルサカ事務所挨拶、SATREPSパイロット試験説明と協力要請、北大が使用している実験室視察
2015	2016/2/22	第66回会議	ボーリング会社 (RidgePoint GeoConsult Limited)	7	ボーリングの仕様、位置、掘削のための許認可について協議
2015	2016/2/24	第67回会議	世銀ザンビア事務所	13	CP会議、世銀プロジェクト概要説明、JICA/JSTプロジェクト紹介、今後の情報交換、相互協力確認
2015	2016/2/24	第68回会議	ザンビア大学	25	学生向けプレゼン2件、北大工紹介
2015	2016/2/25	第69回会議	保健省	8	保健省へのパイロット試験説明と協力依頼
2015	2016/2/25	第70回会議	鉱山・資源開発省地質研究所	8	鉱山・資源開発省へのパイロット試験説明と協力依頼
2015	2016/2/25	第71回会議	JICAザンビア事務所	8	出張報告、総括
2015	2016/2/24	第72回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	5	研究題目2に関する打ち合わせ
2015	2016/2/25	第73回会議	北大人獣共通感染症リサーチセンター	5	高田先生(北海道大学人獣共通感染症リサーチセンター)のSATREPSプロジェクトとの情報共有
2015	2016/3/14	第74回会議	北大(獣医学部・第三講義室)とJSSとのテレビ会議	18	RDの進捗状況、渡航報告(五十嵐・伊藤・内田)、来年度の計画の件、渡航時の諸手続きについて
2016	2016/4/19	第75回会議	JICAザンビアオフィス	8	JICA事務所での対処方針会議
2016	2016/4/19	第76回会議	ZEMA	8	ZEMAとの協議
2016	2016/4/19	第77回会議	MOL/JICA	8	MOLとの協議
2016	2016/4/20	第78回会議	UNZA	9	UNZA鉱山学部、医学部との会議
2016	2016/4/21	第79回会議	JICA	8	UNZA経済学部との協議
2016	2016/4/21	第80回会議	JICA	8	鉱山省との協議
2016	2016/4/21	第81回会議	World Bank Office	10	World Bankとの協議

2016	2016/4/22	第82回会議	UNZA	8	UNZA獣医学部長との協議
2016	2016/4/22	第83回会議	UNZA	10	UNZA教育学部との協議
2016	2016/4/22	第84回会議	National Remote Sensing Center (NRSC)	10	NRSCとの会議
2016	2016/5/10	第85回会議	北海道大学大学院獣医学研究科およびJSS(TV会議)	24	スケジュール概要確認などプロジェクトの全体確認
2016	2016/5/12	第86回会議	北大農学部	8	研究題目1と2のミーティング
2016	2016/6/9	第87回会議	農業環境変動研究センター	3	鉛汚染地域のフィールド調査法に関する打ち合わせ
2016	2016/6/13	第88回会議	北海道大学大学院獣医学研究科およびJSS、ザンビア(TV会議)	26	キックオフシンポジウム、その他
2016	2016/6/10 - 7/22	第89回会議	LusakaおよびKabwe	6	Group2の調査および打ち合わせ
2016	2016/7/3 - 7/15	第90回会議	LusakaおよびKabwe	22	Group1 & 3の調査および打ち合わせ
2016	2016/7/11	第91回会議	ザンビア大学農学部	5	Group1 農学系打ち合わせ
2016	2016/7/11 - 7/13	第92回会議	School of Mine, UNZA	8	リモセン、GIS研修
2016	2016/7/13	第93回会議	ザンビア大学経済学部	8	Group2ミーティング(Economics)
2016	2016/7/14	第94回会議	CRESTA Golfview Hotel, Lusaka	66	キックオフシンポジウム(参加リストは別紙) 第一回JCC
2016	2016/7/14	第95回会議	Geological Survey Department, Ministry of	6	意見交換および地質図確認など情報収集を実施。高橋先生より超小型衛星の紹介
2016	2016/7/14	第96回会議	Ministry of Finance	5	超小型衛星及びHISUIについて紹介。特に北大留学による超小型衛星の開発、森林監視に興味あり

2016	2016/7/14	第97回会議	日本大使館	7	日本大使館表敬訪問、ザンビアとの協力関係に関する意見交換
2016	2016/7/14	第98回会議	北大ルサカオフィス	10	北大ルサカオフィス表敬訪問、施設見学、ルサカオフィスとの協力に関する意見交換
2016	2016/7/15	第99回会議	ザンビア大学獣医学部	14	Group2ミーティング(全体)
2016	2016/7/15	第100回会議	Kabwe Municipal Council	7	意見交換を実施。リモセンGIS研修の要請あり
2016	2016/8/10	第101回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	23	7月調査・シンポジウムの報告と今後の確認
2016	2016/9/12	第102回会議	北大経済学部	9	Group2ミーティング
2016	2016/10/12	第103回会議	北海道大学大学院獣医学研究科とJICAザンビアオフィス	36	全体ミーティング
2016	2016/10/24	第104回会議	Melsim Lodge, Lusaka	9	Group2ミーティング
2016	2016/10/25	第105回会議	UNZA獣医学部	14	Group2ミーティング

2016	2016/10/26	第106回会議	Kabwe Municipal Council	11	Kabwe Municipal CouncilのMr. Mukuka、Provincial Medical OfficerのDr. Mufuneと調査に関する打ち合わせ
2016	2016/10/26	第107回会議	UNZA鉱山学科	5	UNZA鉱山学科と北大工学チームの打合せ
2016	2016/10/28	第108回会議	UNZA医学部	8	Group2ミーティング
2016	2016/11/1	第109回会議	カブエ獣医オフィス	5	Provincial Veterinary OfficerのDr. Alanと調査に関する打ち合わせ
2016	2016/11/4	第110回会議	北大経済学部	4	Group2ミーティング(文献レビューに関する打ち合わせ)
2016	2016/11/18	第111回会議	北海道大学大学院獣医学研究科とUNZA獣医学部	13	Group2ミーティング
2016	2016/11/30	第112回会議	JICA東京オフィス	6	顔合わせ
2016	2016/12/1	第113回会議	北海道大学大学院獣医学研究科とUNZA獣医学部	6	WEB GIS構築に関する打ち合わせ
2016	2016/12/6	第114回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	11	Dr. Elizabeth CHIZEMA-KAWESHA (MOH), Dr. Francis Chisaka Kasolo (WHO)とのミーティング
2016	2016/12/12	第115回会議	北海道大学工学部	10	第1回学生交流会各学部・研究科の研究内容紹介
2016	2016/12/15	第116回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	5	グループ1とグループ2の研究打ち合わせ
2016	2016/12/20	第117回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	6	ニャンガ氏と北大獣医メンバーとの事前顔合わせ
2016	2016/12/20	第118回会議	北海道大学大学院獣医学研究科とUNZA獣医学部	21	Group2ミーティング、ザンビア側とのTV会議
2016	2016/12/27	第119回会議	Kabwe District Medical Office	2	Mr. Ntapisha(Kabwe医局チーフテクニシャン)と調査に関する打ち合わせ
2016	2016/12/28	第120回会議	Kabwe Municipality Council	2	Mr. Mukuka(Director of Public Health)と調査に関する打ち合わせ

2016	2016/12/28	第121回会議	Kabwe District Veterinary	2	Dr. Alan (Kabwe 獣医局 統括獣医師)と調査に関する打ち合わせ
2016	2017/1/4	第122回会議	旭川医大	4	グループ2の会議
2016	2017/1/6	第123回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	3	グループ2のリーダー会議
2016	2017/1/10	第124回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	4	グループ2と3の研究打ち合わせ
2016	2017/1/10	第125回会議	北大工学部	10	グループ2と3の研究打ち合わせ
2016	2017/1/11	第126回会議	北大農学部	2	グループ1と2のリーダー会議
2016	2017/1/13	第127回会議	北大獣医、旭川医大		グループ2の会議
2016	2017/1/17	第128回会議	Kabwe District Medical Office	2	Dr. Mfunne (Kabwe District Medical Officer)と調査に関する打ち合わせ
2016	2017/1/19	第129回会議	北海道大学大学院獣医学研究科	6	リーダー会議
2016	2017/1/19	第130回会議	北海道大学大学院獣医学研究科、UNZA、旭川医科大学、JSS、三菱MT	40	全体会議
2016	2017/1/19 - 1/20	第131回会議	北海道釧路湖陵高校	7	高校生対象としたアウトリーチ(文科省スーパーサイエンスハイスクール)
2016	2017/1/23	第132回会議(H28年度年次報告会)	JST東京本部別館	30	年次活動報告
2016	2017/2/1	第133回会議	北海道大学大学院工学研究科	10	2月末ザンビア訪問時の活動計画の打ち合わせ
2016	2017/2/1	第134回会議	北海道大学大学院獣医学研究科、UNZAオフィス	3	今後の活動計画と必要なアレンジメントの打ち合わせ
2016	2017/2/6	第135回会議	UNZAオフィス	2	グループ2のリーダー会議
2016	2017/2/7	第136回会議	UNZAオフィス	3	グループ2のリーダー会議
2016	2017/2/16	第137回会議	北大獣医、UNZAオフィス	4	WEB GIS構築に関する打ち合わせ
2016	2017/2/21	第138回会議	UNZAオフィス	10	グループ3と小田桐さん打ち合わせ パイロット試験・鉱滓輸送

2016	2017/2/22	第139回会議	UNZA鉱山学科	15	グループ3(日本、ザンビア)の会議 工学進捗状況報告, パイロット試験詳細説明, 共同研究打合せ
2016	2017/2/22	第140回会議	世界銀行	8	世銀との打ち合わせ
2016	2017/2/23 - 2/25	第141回会議	カブウェ	10	グループ3のカブエ訪問、調査
2016	2017/2/27	第142回会議	UNZAパイロット試験地	6	現地コンサルタントとの打ち合わせ パイロット試験詳細設計
2016	2017/2/28	第143回会議	UNZA獣医	6	グループ2の会議
2016	2017/2/28	第144回会議	ZEMA	11	ZEMA パイロット試験許可申請打合せ
2016	2017/2/28	第145回会議	ザンビア鉱山省	7	ザンビア鉱山省PS(事務次官)を表敬訪問
2016	2017/3/1	第146回会議	UNZA獣医	9	Vet DeanのProf. Nalubambaを表敬訪問
2016	2017/3/1	第147回会議	UNZA獣医、北大獣医、北大農	36	グループ2&3の合同会議
2016	2017/3/2	第148回会議	UNZAオフィス	8	ウェザーステーション組み立て
2016	2017/3/3	第149回会議	UNZAオフィス	9	鉱山学部での工学物品の保管状況の確認と打合せ
2016	2017/3/2	第150回会議	Kabwe Municipal Council	17	カブエ支庁(Mayor、Town Clerk、Director of public Health)を表敬訪問
2016	2017/3/3	第151回会議	District Educational Board Office	14	カブエ教育委員会を表敬訪問
2016	2017/3/4	第152回会議	UNZA医学部	13	経済班を交えたグループ2会議
2016	2017/3/5	第153回会議	UNZA経済学部	5	Hangoma氏との会議
2016	2017/3/6	第154回会議	UNZA経済学部	4	Bona氏、Mpuka氏との会議
2016	2017/3/8	第155回会議	Kabwe Municipal Council	4	経済班のカブエ訪問
2016	2017/3/10	第156回会議	北大獣医学部、UNZAオフィス	7	経済班を交えたグループ2会議
2016	2017/3/10	第157回会議	UNZA経済学部	5	経済班を交えたグループ2会議

157 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
----	-----	----	------	----

2015	2015/10/16	第47回会議	20	詳細計画策定調査 & Stakeholders Meeting for Signing of MM
2016	2016/7/14	プロジェクトのキックオフシンポジウム	66	プロジェクトのキックオフシンポジウム

2 件

成果目標シート

研究課題名	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
研究代表者名 (所属機関)	石塚 真由美 (北海道大学大学院獣医学研究科)
研究期間	H27採択(平成27年6月1日～平成32年3月31日)
相手国名／主要相手国研究機関	ザンビア共和国／ザンビア大学、鉱山省、国土省、保健省、国立リモートセンシングセンター、ザンビア環境管理局

付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> 鉱山資源の維持可能型開発法の確立 三菱マテリアルテクノ株式会社の参画による、環境修復の実施のための基盤確立
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> 非河川地域の金属汚染の防止及び環境修復 地球化学・生態分析調査、衛星画像解析データの統合 ケミカルハザードメカニズムの解明とリスク・経済的アセスメント法の新規確立
国際標準化の推進	<ul style="list-style-type: none"> スペクトルを用いた土壌汚染度評価法 土壌タイプ、汚染レベルに即した最効果的環境修復法の確立 健康および経済のリスク評価プロトコルの確立
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 国際会議での主催や主導的活躍
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> ケミカルハザード問題に取り組むための学際的かつ実学的チームの形成 アフリカ諸国における研究者とのネットワーク形成
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"> 衛星を利用した汚染状況評価法 汚染防止・環境修復プロトコルの作成 コミュニティレベルで利用可能な家庭利用型汚染防止マニュアルの作成 慢性鉛暴露におけるセラピープロトコル 汚染拡散シミュレーション法の作成

上位目標

アフリカを中心とした世界諸地域における金属汚染を解決するためのプロトコルの提言と配布、世界的に主要なハザードである金属汚染対策に貢献

ザンビアにおける政策に採用される。
健康および経済リスク評価に基づく環境修復を実施する。
人(幼児)の鉛レベルに低下が見られる。汚染土壌からの植物生育が改善される。

プロジェクト目標

汚染レベル、汚染源別に、汚染除去法を最適化し、健康リスク評価に基づく経済的効果を定量化する

