

令和 6 年 6 月 23 日現在

機関番号：32665
 研究種目：基盤研究(B) (一般)
 研究期間：2019～2021
 課題番号：19H04334
 研究課題名(和文) 東南アジアにおける水銀使用時による持続的環境汚染修復と健康被害回避に関する研究

 研究課題名(英文) Sustainable recovery technology development and countermeasures from mercury pollution in artisanal gold mining in South Asia

 研究代表者
 高橋 さち子 (TAKAHI, Sachiko)

 日本大学・経済学部・研究員

 研究者番号：00261644
 交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、インドネシアの西ヌサトゥンガラ州において、持続可能な地域社会を形成するために、住民による伝統的小規模金採掘(ASGM)時に有機水銀使用を回避することを目的としている。地域住民が安全安心な生活を営むには、有機水銀による環境汚染や健康被害を回避する必要がある。まず、地域の診療所や中央病院において、有機水銀による乳幼児の健康被害を調査、有機水銀による健康被害の拡大防止策を検討する。その目的は、1.住民による金採掘現場の有機水銀による健康被害を回避すること2.有機水銀を使用しない金採掘方法を開発すること3.有機水銀に汚染された自然環境を修復すること4.安全・安心な生活を営むことを構築する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で期待される成果は、(1)現地実験により開発した技術や対策により、有機水銀による健康被害を回避できる。近年、西ヌサトゥンガラ州のASGM周辺における異常児出生率は5%であり、今後も増加すると予測できる。胎児への健康被害を減少させることは、同時に人工妊娠中絶数を減少にもつながる。(2)水銀汚染物質の回収のための技術的対策を実施する。Low Cost, Low Technology, Low Riskに基づき、ファイトレメディエーション技術で水銀に汚染された土壌、排水を回収・修復できる。(3)Borax法は、有機水銀を使用しない住民でも可能な小規模金抽出技術である。

研究成果の概要(英文)：According to the UN Environment Program report, the total amount of mercury used, 75% is in the amalgam used in artisanal ASGM in developing countries; the remaining 25% is contained in wastewater and my tailings. This research aims to prevent mercury during artisanal gold mining (ASGM) in order to form a sustainable community in Nusa Tenggara Barat, Indonesia. In order for local people to live a safe and secure life, it's necessary to avoid environmental pollution and health damage caused by mercury. Firstly, we will investigate health hazards of infants by mercury at local clinics and central hospital and consider measures to prevent the spread of health damage caused by mercury. The purposes of its are (1) to avoid health hazards from mercury to residents of artisanal gold mining sites (2) to develop a method of gold mining without using mercury (3) to purify and recover environmental resources contaminated with mercury and (4) to build a system for safe and secure living.

研究分野：環境学

キーワード：インドネシア共和国 西ヌサトゥンガラ州 伝統的小規模金採掘作業 有機水銀 水銀条約 健康被害
 環境汚染 安全安心な生活

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

2002 年ヨハネスブルグにおける「持続可能な開発に関する世界首脳会議(World Summit on Sustainable Development)」の実施計画を踏まえて、(1) 経済開発 (2) 社会開発 (3) 環境保全の 3 要素と、2009 年 UN Environment Programme「水銀規制に関する条約制定および政府間交渉会議」と、2015 年 MOYAI Initiative for Networking, Assessment and Strengthening「水銀マイナスプログラム」の 3 側面から進める。

また、2015 年日本の熊本県水俣湾周辺で発症した公害の水俣病の教訓を踏まえ『水銀に関する水俣条約』は、水銀のライフサイクル全体のリスク管理をすることを目的とした「地球環境ファシリティ (GEF: Global Environmental Facility)」と協働し、開発途上国の条約実施への支援を実施している。特に、「アジア太平洋水銀モニタリングネットワーク (APMMN: Asia-Pacific Mercury Monitoring Network)」や「水銀マイナスプログラム (MINAS: Moyai Initiative for Networking Assessment and Strengthening)」はアジアの開発途上国の GEF の支援をしている。この MINAS に従い、本研究はインドネシア国内の多くの地域で直面している水銀問題に着目し、有機水銀使用の削減、健康被害の回避と汚染された自然環境の修復・回復策を着目することになった。

国際連合環境計画 (United Nations Environment Programme) によると、2011 年の世界の大気中への水銀排出量は推定 1,921^t であり、このうち伝統的小規模金採掘作業において排出される水銀が全体の 37% と最も多くを占めている。この開発途上国で行われている伝統的金抽出法で使用されているアマルガムの中に水銀 75%、残り 25% が排水と残鉱中に含まれる。本研究から水銀を使用しない技術の開発と運用により伝統的金採掘時からの水銀総排出量の削減に貢献することができる。以上の背景により本研究を進めるに至った。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1) 伝統的小規模金採掘作業地域の従事者・近隣住民の有機水銀からの健康被害の回避、(2) 有機水銀を利用しない小規模金採掘手法の開発の試み、(3) 有機水銀で汚染された自然環境資源の浄化・回復・修復技術の開発 (4) 将来における持続的な安全・安心な生活を営むことができる環境を形成する。

3. 研究の方法

・研究調査対象地区 西ヌサトゥンガラ州スンバワ島・ロンボック島 (図 1)

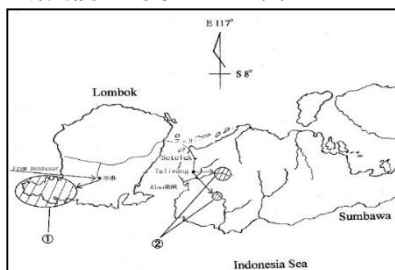


図 1 調査対象地区

調査地区 2019 年度は次の 2 地点 スンバワ島西地区 Taliwang・Seteluk 地域 ロンボック島南西地区 Sekotong 地区 (図 1 の) 土壌、乾燥臍帯・毛髪を試料収集 なお、2020-2022 年は東南アジア諸国新型コロナウイルス発症により 2 年間は外務省からの渡航に関する注意喚起の発令により、現地調査は停止した。

2022-2023 年度は、ロンボック島 Sekotong 地区コロナウイルス発症前の試料収集地区スンバワ島 Taliwang・Seteluk は、2019 年度の西ヌサトゥンガラ州スンバワ島同西地区の調査の再試料収集は不可能であった。加えて、同地区は河川、湖水公園などの都市生活基盤整備により金採掘業者集落は他地区への移転、住民の生活環境の質的向上もみられた。

伝統的小規模金採掘時使用の有機水銀による健康被害の調査は、金採掘業者の家族、特に母親の乾燥臍帯の採取を行った。インドネシア共和国から日本への資源の円滑な持ち出しの検討、確認等により Material Transfer Agreement に従い、結果インドネシア国内のインドネシア国立イスラム医科大学分析センターで毛髪、乾燥臍帯の総水銀値と有機水銀値の測定を進めている。

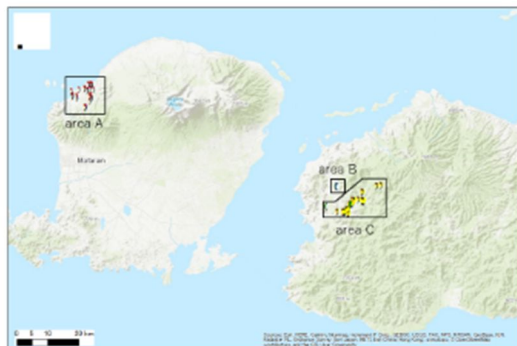


図 2 ロンボック島 area A スンバワ島 area B C

や金精錬に携る人々では金属水銀や水銀蒸気による汚染を受けている可能性が高いため、毛髪中総水銀と同時にメチル水銀を測定することによって真のメチル水銀曝露評価が可能となる。臍帯の試料(環境省『水銀分析マニュアル』より)

外部からの無機や水銀蒸気の曝露が無い場合、毛髪中水銀のほとんどがメチル水銀の形態であるため、総水銀を測定することによってメチル水銀の曝露評価が可能である。ただし、金採掘者 1970 年代以前の臍帯については、当時外用薬として汎用されていた赤チン (マーキュロクローム) の塗布により多量の無機化された水銀を含んでいる場合が多く、曝露評価のためにはメチ

ル水銀の測定が不可欠である。また、開発途上国においても近年まで利用されていた。この場合、保存臍帯を水に浸して膨潤させ、血液その他の付着物を除いて水洗後、風乾し分析用試料とする。全調査位置を示す(図 2)。

4. 研究成果

現地調査を実施し従来の有機水銀使用の金採掘手法から研究開発

- ・ 伝統的小規模金採掘手法 従来からの技法 アマルガム法

医師 Deddy Zulkamaen, and Nila Kumia Ramdani が西スンバワ島 Bran Rea 地区において 2012 年から 2015 年の期間に先天性異常児の出生が約 5%を占めている報告がされた。同地区では 2008 年から金の抽出に水銀を利用している。



図 3 Milling input 7.5cc Mercury 図 4 Amalgam Mercury + Gold 図 5 Combustion by gas burner 図 6 Gold 110g

- ・ 有機水銀を使用しない技法

Borax 法による金抽出

科学研究補助金費基盤(B)25301001 から有機水銀を使用しない Borax 法の検討を継続した。

表 1 Borax 法による金粒子の蛍光 X 線分析

Elemental name	mass (%)	
	Bare metal part	Coated part
Boron (B)	ND	ND
Carbon [C]	ND	22%±8%
Calcium (Ca)	Less than 5%	14%±8%
Nitrogen (N)	Less than 2%	ND
Oxygen (O)	ND	42%±9%
Sodium (Na)	ND	12%±5%
Magnesium (Mg)	ND	0.5%±0.2%
Aluminum (Al)	ND	2%±1%
Silica (Si)	ND	4%±1%
Potassium (K)	ND	Less than 0.2%
Calcium (Ca)	ND	0.5%±0.2%
Titanium (Ti)	ND	Less than 0.2%
Iron (Fe)	ND	1%±0.5%
Silver (Ag)	19%±3%	ND
Gold (Au)	78%±5%	ND

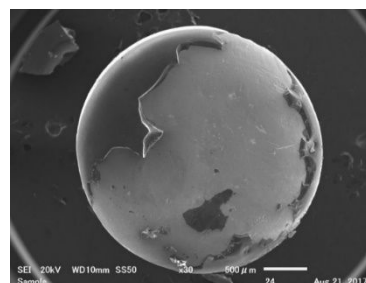


図 7 SEM 画像金が 78% 銀が 19%含有

分析機器：EDX 付走査電子顕微鏡（日本電子(株)製 JSM-6010LA）2017 年 8 月 21 日

*分析対象項目は周期表で B5 ~ U92 であり、分析結果は検出された元素の合計を 100%とした相対質量

*ND は検出下限値未満、未満は定量下限値未満を示します。

*±%の□は測定値(n=5)の標準偏差に包含係数(k=2) を乗じたものです。

金採掘作業の集落に入ると、採掘した金鉱石を粉砕する拡販するドラム「粉砕用ミル」(図 3)が回転する大きな音、ガラガラと聞こえ、インタビューをする声も聞き取れないくらいの騒音である。図 3 のドラムに金鉱石と一緒に 7.5cc (ペットボトルのキャップ)の水銀を投入して、4 時間位、粉砕する。図 4 の金が水銀に付着してアマルガムとなる。このアマルガムの水銀を除去する作業、つまりバーナーで直接燃焼する(図 5)と水銀が大気中に揮散させて、海綿金という粗金だけが残ることとなる。その残った金を集めて金塊にする。(図 6)

アマルガムの燃焼の多くは屋外で行われるため大気中に揮散させた水銀の蒸気は、周辺の自然環境の汚染源となる。加えて、このバーナーで燃焼させる作業従事者も高濃度の水銀の蒸気に曝露している。

スンバワ島 Taliwang・Seteluk 地区で実施したホウ砂を使用した金抽出実験を行った。東南ア

アジア諸国、インドネシア共和国などで今まで実施されてきた伝統的小規模金採掘場で行われている有機水銀を用いた金精製法に代わり、ホウ砂 (Borax:ホウ酸ナトリウム十水和物 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) を用いた金精製法の実験を行った。鉱石 3Kg をロッドミル (粉碎機 図 3) により湿式粉碎で微細化した後、薄流選別装置を用いて濃縮金画分を得る。未乾燥の濃縮金画分にホウ砂 (Borax) を加え坩堝に移した後、バーナーで加熱 (図 5) し金含有サンプル 50 mg (金濃度: 16.5 ppm) を得た (図 7)。得られた金含有サンプルの蛍光 X 線解析による含有成分を示す (表 2)。この結果から、粒子の周囲には金の存在は見られないが、粒子中では金が約 80%、銀が約 20% であったことから、ホウ砂使用した金の回収は十分に有用なものと判断される。(表 1) 一般的に、ホウ砂は濃縮金画分重量の 10% の量が必要とされており、今回の実験では金の濃縮画分を約 5g と考えると、ホウ砂は約 500mg 使用されたと予測できる。今後、作業に応じてホウ砂は適量加え加熱後、金含有サンプルが坩堝の底部に溶融する時間の検討を行い、短時間で十分な金の量を得られる条件の検討が必要である。この分析結果により、地金のおよその元素組成は金 78%、銀 19% で、地金から微量の炭素、窒素が検出したが、有機物による汚染や金・銀の特性 X 線ピークによる妨害である可能性がある。被膜のおよその元素組成はホウ素 10~30%、酸素 30~50% であるため、ホウ酸 (H_3BO_3) を主成分としていると考えられる。

・有機水銀の再利用

金抽出時に有機水銀を使用することは同じである。しかし、再利用することで有機水銀総使用量は減少する。

金抽出の第一段階では今までの伝統的金抽出方法で「金と有機水銀」を分離する。この分離する時にカネボウ株式会社の繊維布を使用する (図 8)。第二段階では、この抽出した有機水銀を再利用する。

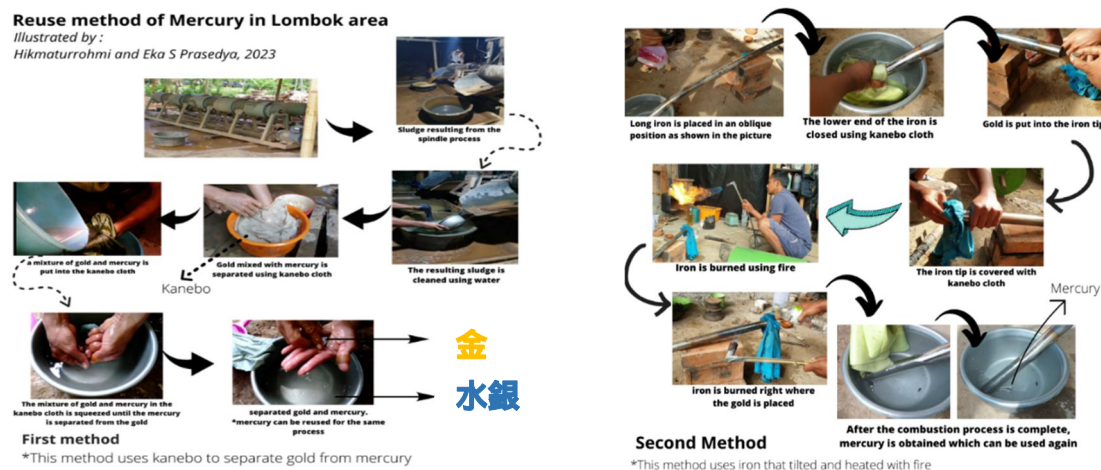


図 8 水銀のリユースによる技法

・共同体方式による小規模金採掘ネットワーク(分業のシステム導入)

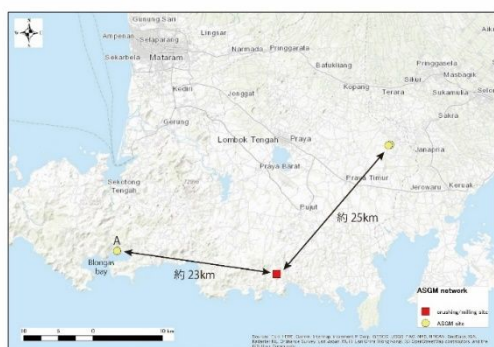


図 9 鉱物資源粉碎処理場から小規模金抽出作業場分業ネットワーク

西ヌサトゥンガラ州スンバウ島での小規模金採掘事業者は、居住敷地内で、金が含まれている鉱物資源を粉碎、金鉱石を水銀と合わせて細かく砕き、アマルガムの合金とし加熱し水銀を蒸発させ、金の抽出をしている。

また、ロンボック島南部地区では、共同体形式の金採掘作業ネットワークが形成されていた。地点 (8°52'51.25" S 116°15'44.82" E) では、鉱物資源の粉碎処理だけを専門に行っている。

その後、金採掘事業者は、居住敷地作業場に運搬し、アマルガム方式で金抽出作業を行っている。

(図 9) 今後、この共同体形式のネットワークについて、一部分業化されているため費用負担、例えば受益者負担のシステム等、共同組合組織を形成しているなど詳細な調査を進めた。

採取した土壌・水の分析結果、水銀が検出されたポイント (図 9、図 10)。

図 11 の生活用水と金抽出作業後の排水から水銀が検出された。井戸を共同体で利用している住民には水銀が含まれていることを伝えた。

(ASGM サイトの座標:-8.851, 116.055) (図 11 中の赤矢印のポイント)

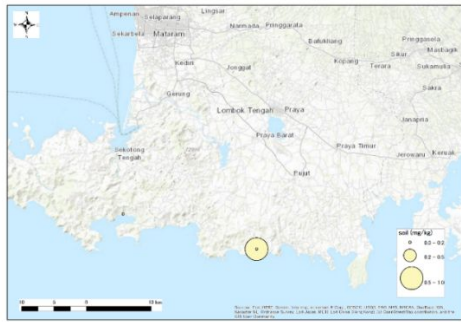


図 10 土壌から水銀が検出されたポイント

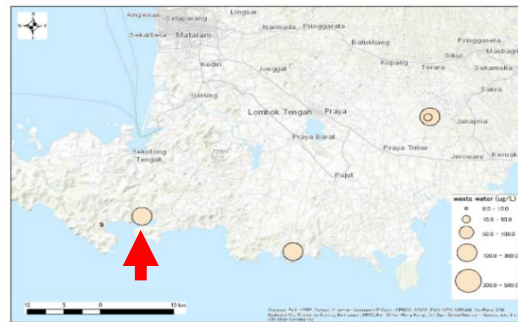


図 11 生活用水、排水から水銀が検出されたポイント

最後に 2017 年からの現地調査により西ヌサトゥンガラ州スンバワ島、ロンボック島の水銀検出された土壌、生活用水の地区の再試料採取、分析、加えて生活用水として利用の井戸の調査を実施する必要に至った。また、図 11 金抽出処理後の水銀含有の排水を Blongas 湾に放流している。この湾は観光地としてのダイビングスポットであり、加えて、現地の漁業収入としてエビ等の養殖の開発を進めている。近い将来、熊本県水俣湾と同様の水銀汚染湾となり住民には水俣病が発病すると予測される。現在インドネシア国内では、水銀を使用した小規模金採掘場が 2000 か所以上と予測されている。近年の金の価格が高騰しているため金採掘業者は増加の一途である。2017 年 3 月 16 日、ジョコ・ウイドド大統領の『大統領令』公布によると、「環境と人体への影響(慢性的無機水銀中毒に曝露している)に配慮し、水銀の使用禁止を決断」した。インドネシア政府関連省庁、関連団体に対して金採掘鉱山の管理や水銀の健康への危険性の周知徹底を図るよう指示し、水銀使用禁止管理政策を進めている。

インドネシア政府の水銀使用禁止政策と現地の小規模金抽出作業の有機水銀使用との乖離を埋めるべき方策は、国際環境技術政策の提言する立場である水俣先進国としての日本が、緊急に水銀を使わない金抽出技術協力する必要がある。

付記

・本報告書内の使用ソフトウェア

ESRI 社 ArcGIS Desktop 10.8.2

ベースマップ 地形図 (World Topographic Map)

・本報告書内の水銀濃度の分析については、インドネシア国立ボゴール農科大学分析センター誘導結合プラズマ発光分析法(ICP - OES : Inductively coupled plasma optical emission spectrometer)

・本研究遂行にあたり令和元年 7 月 22 日「インドネシア小規模金採掘実施地域でみられる小児の異常と有機水銀中毒の関連についての研究」は、京都大学医の倫理委員会から承認を得ている。

・本研究遂行にあたり独立行政法人日本学術振興会「科学の健全な発展のために - 誠実な科学者の心得 - 」、個人情報保護については、「独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律」(平成 15 年法律第 59 号) 施行日: 令和 4 年 4 月 1 日(令和 3 年法律第 37 号による廃止)

「国立大学法人秋田大学情報公開・個人情報保護委員会規程」平成 16 年 4 月 1 日規則第 35 号、「秋田大学研究倫理規程」平成 18 年 11 月 8 日規則第 189 号に従いインタビュー調査、試料採取を実施している。

参考文献

1. 村田勝敬, 嶽石美和子, 島田美幸, 佐藤 洋「メチル水銀の胎児期曝露の生体指標としての臍帯水銀濃度の有用性の検討」『日本衛生学雑誌』 62:Pp. 949-959, 2007
2. 白杵扶佐子, 坂本峰至「胎児におけるメチル水銀中毒症. 神経症候群(第 2 版)IV - その他の神経疾患を含めて - .」『日本臨牀』 09 Pp.819-822., 2014.
3. 原口浩一「金採掘に伴う金属水銀曝露量評価のための尿中水銀分析」ぶんせき, 2: 72.2018.
4. 原口浩一, 松山明人「水銀分析技術の移転 -これまでの途上国支援とこれからの後発開発途上国支援」『環境浄化技術』 14: Pp.4-8.2015
5. 2017 年 3 月 16 日『大統領令』公布
6. 斉藤 貢, 坂本峰至「水銀に関する水俣条約. 環境による健康リスク I 環境問題の基礎」『日本医師会雑誌』 146 特別号(2): Pp.67-70.2017.
7. 坂本峰至, 板井啓明, 村田勝敬「メチル水銀の胎児期曝露影響—水俣病から環境保健学研究へ。」『日本衛生学雑誌』 72:Pp.140-148, 2017.
8. 坂本峰至, 中村政明, 村田勝敬. 「地球規模汚染物質としての水銀とその曝露評価および健康影響」『日本衛生学雑誌』 73(3): Pp.258-264,2018.
9. 独立行政法人国際協力機構・野村興産株式会社『インドネシア国石油・天然ガス由来の水銀廃棄物の適正処理技術の導入に関する案件化調査』2019 年 5 月.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 高樋さち子・近藤良彦・林武司・坂本龍太・竜野真維・I Gede Putu Wirawan	4. 巻 No.21-03
2. 論文標題 東南アジアにおける伝統的小規模金採掘時の水銀使用の影響(I)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Working Paper Series	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 高樋さち子・近藤良彦・林武司・坂本龍太・竜野真緒・I Gede Putu Wirawan	4. 巻 No.21-03
2. 論文標題 東南アジアにおける伝統的小規模金採掘時の水銀使用の影響(I)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Research Institute of Economics Science, College of Economics, Nihon University,	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 鈴木陸昭・岡野恵子・松村啓・原田隆・寺内伊久郎・武田泉穂・吉田正義・三尾美枝子	4. 巻 Vol.19 No.3
2. 論文標題 大学における知財マネジメントの変化と展望	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本知財学会	6. 最初と最後の頁 37-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Scholz AH, Freitag J, Lyal CHC, Sara R, Cepeda ML, Cancio I, Sett S, Hufton AL, Abebaw Y, Bansal K, Benbouza H, M, Suzuki M, 他	4. 巻 23
2. 論文標題 Multilateral benefit-sharing from digital sequence information will support both science and biodiversity conservation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Communications	6. 最初と最後の頁 1-5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41467-022-28594-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 林武司・高樋さち子・Eka S.Prasedya・近藤良彦・成田堅悦・竜野真維・坂本龍太
2. 発表標題 インドネシア・ロンボック島におけるASGMの特徴（第1報）
3. 学会等名 日本地理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 林武司・高樋さち子
2. 発表標題 インドネシア・ロンボック島におけるASGMの特徴（第2報）
3. 学会等名 日本地理学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 近藤良彦
2. 発表標題 モノクロロトリアジノ化 -シクロデキストリンとポリアリルアミンの環境低負荷合成とその吸着特
3. 学会等名 シクロデキストリン学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木陸昭
2. 発表標題 海外からの研究用生物試料を 利用する場合の注意点 -名古屋議定書とABSを中心に-
3. 学会等名 日本昆虫学会 日本応用動物昆虫学会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鈴木陸昭
2. 発表標題 海外からの研究用生物試料を利用する場合の注意点 -名古屋議定書とABSを中心に-
3. 学会等名 日本魚類学会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木陸昭
2. 発表標題 海外からの遺伝資源を円滑に利用するには? ~生物多様性条約と名古屋議定書を中心に~
3. 学会等名 日本生薬学会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Mutsuaki SUZUKI
2. 発表標題 Nagoya Protocol Implementation in Japan -ABS, DSI, Capacity building
3. 学会等名 Korea Research Institute of Bioscience & Biotechnology (KRIBB) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	岩田 豊人 (IWATA TOYOTO) (00321894)	秋田大学・医学系研究科・助教 (11401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	近藤 良彦 (KONDO YOSHIHIKO) (00361238)	秋田大学・理工学研究科・准教授 (11401)	
研究分担者	坂本 龍太 (SAKAMOTO RYOTA) (10510597)	京都大学・東南アジア地域研究研究所・准教授 (14301)	
研究分担者	上田 晴彦 (UEDA HARUHIKO) (70272028)	秋田大学・教育文化学部・教授 (11401)	
研究分担者	趙 鉄軍 (CHO TETSUGUN) (70807718)	新潟食料農業大学・食料産業学科・講師 (33114)	
研究分担者	林 武司 (HAYASHI TAKESHI) (60431805)	秋田大学・教育文化学部・教授 (11401)	
研究分担者	鈴木 睦昭 (SUZUKI MUTSUAKI) (50236014)	国立遺伝学研究所・産学連携・知的財産室・室長 (63801)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	成田 堅悦 (NARITA KENETSU)	秋田大学・教育文化学部・総括技術長	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	原田 浩二 (HARADA KOUJI) (80452340)	京都大学大学院・医学研究科・准教授 (14301)	
研究協力者	松本 操 (MATSUMOTO MISA0)	特定非営利活動法人・環境リスクマネジメント研究会・理事長	
研究協力者	竜野 真維 (TATSUNO MAI)	京都大学・東南アジア地域研究研究所・連携研究員	
研究協力者	濱田 文男 (HAMADA FUMIO) (40156401)	秋田大学・名誉教授 (11401)	
研究協力者	ウェダスアラ ウイラワン イグデ プテウウィララマ (I Gde Putu Wirarama Wedashwara Wirawan)	マタラム大学・Faculty of engineering, magister of information technology・Assistant Professor	
研究協力者	カドリヤン ハムス (Hamsu Kadriyan)	マタラム大学・Faculty of Medicine・Professor	
研究協力者	ラーマン ソロモン サニ (Sani Rachman Soleman)	イスラム インドネシア 大学・Department of Public Health School of Medicine・Doctor	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 JSPS KAKENHI meeting and workshop: Reuse method of Mercury in Lombok Area	開催年 2023年～2023年
---	--------------------

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インドネシア	Mataram University	Udayana University		