

令和 7 年度国立水俣病総合研究センター年報の刊行に当たって

国立水俣病総合研究センターでは、毎年、当センターにおける研究・業務の成果及び活動状況を取りまとめた年報を刊行しております。本年報が、当センターの取組へのご理解を深めていただく一助となれば幸いです。

当センターでは毎年 3 月に外部有識者による研究評価委員会を開催しております。令和 7 年度は、対面による開催となりましたが、委員各位におかれましては、本委員会の開催にご理解とご協力をいただき、心から御礼申し上げます。

また、令和 7 年度には、当センターの倫理審査の関連規程等の見直し、機関リポジトリの整備を行いました。また、外部の有識者各位のご協力をいただき、併せてこの場を借りて御礼申し上げます。

さて、令和 7 年度は、新たな「中期計画 2025」が始動した最初の年度です。当センターは、水俣病に関する医学的・科学的知見の蓄積と継承に加え、水俣病及び水銀に関する世界的な研究拠点としての役割を果たすべく、研究と業務のさらなる発展を目指して取り組んでまいりました。

令和 7 年度における研究・業務の進捗について、臨床分野においては、水俣病患者の慢性期における臨床病態の客観的評価法として脳磁計（MEG）及び磁気共鳴画像診断装置（MRI）を活用する手法により、環境省が「水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法」（水俣病特措法）に基づき実施する健康調査のフィージビリティ調査に協力するとともに、当該手法の更なる精度向上に取り組んでいます。また、高齢化が進む水俣病患者の日常生活動作（ADL）や生活の質（QOL）の向上を目指したリハビリテーションの提供を継続するとともに、新たに地域の医療機関にリハビリテーション機器を貸し出し、水俣病患者以外の方を含めリハビリテーション利用機会の拡充に取り組みました。さらに、地域住民の健康寿命延伸やフレイル予防に関する取組を通じて、地域福祉支援にも努めてまいりました。

国際協力に関する研究・業務においては、WHO 協力センターとしての活動をはじめ、途上国における水銀曝露評価、水銀分析技術の移転、認証標準物質の開発及び技能試験の実施などを通じて、世界各国の水銀対策能力の向上に貢献いたしました。また、水俣条約の有効性評価に資する研究や国際共同研究を推進し、水俣で得られた知見を世界へ発信する取組を着実に進めております。

その他の分野でも、メチル水銀による神経毒性メカニズムの解明や個体感受性に関する研究、環境中における水銀循環の解明など、多岐にわたる分野において着実な成果を挙げることができました。水俣病第二世代の社会的被害に関する研究など、水俣病を医学的側面のみならず社会的側面から捉える研究も継続しております。

一方で、研究成果を社会へ還元する活動も重要な使命であります。出前授業、アウトリーチ活動、水俣病情報センターにおける情報発信等を通じて、水俣病の教訓や環境問題への理解促進に努めました。特に、若い世代への教育活動は、水俣病の経験を風化させることなく未来へ伝えていく上で極めて重要であると考えております。

水俣病情報センターについては、資料の整備及び情報発信を継続して行い、アーカイブズの充実を図るとともに、認知度と利用者の利便性を高めるよう努めています。

また、7 月には恒例の一般公開（オープンラボ）を実施し、水俣市周辺地域から 300 名を超え

る方々にお越しいただきました。地域に開かれた国水研を目指して来年度以降も継続して開催することとしています。

9月には「水銀に関連する環境問題を抱える国々における公衆衛生の向上」をテーマとして、NIMD フォーラムを水俣市で開催し、両日合わせて、対面での参加人数が約 40 名、オンライン参加が約 150 名と、様々な国から多くの方に参加していただきました。

また、当センターの組織・体制については、社会状況の変化を的確に捉え、当センターに期待される役割を果たせるよう今後も適宜、組織・体制の充実を図ってまいります。

来年度も引き続き「中期計画 2025」に基づき、プロジェクト型調査・研究及び基盤研究については研究を深化・発展させるとともに、十分な体制を確保し、世界的にも認められるような質の高い研究を目指したいと考えています。また、研究に付随して実施する業務についても、国際貢献・地域貢献の一環として実施する他、水俣病被害地域の福祉の向上に着実に応えられるように当センター全体として取り組んでいく所存です。

今後とも当センターの使命を常に意識しつつ、組織一体となって調査・研究、業務に取り組んでまいります。引き続きご指導、ご鞭撻をよろしくお願い致します。

令和 8 年 7 月

環境省 国立水俣病総合研究センター
所長 高城 亮

目 次

I. 令和7年度(2025年度)国立水俣病総合研究センター概要

1. 組織	2
2. 予算・定員	4

II. 令和7年度(2025年度)研究及び業務報告

1. 病態メカニズムグループ	9
[1] メチル水銀による神経毒性メカニズムとその予防及び治療に関する基礎研究	11
[2] メチル水銀の健康へのリスク低減を目的とした食品成分の研究	15
[3] メチル水銀の毒性センサーを利用した毒性機序の研究	18
2. 臨床・福祉・社会グループ	21
[1] 水俣病第二世代の社会的被害に関する研究—被害・加害構造と地域再生—	24
[2] 地域・福祉支援業務	28
[3] 水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信	34
[4] 水俣病病理標本及び関連資料を用いた情報提供	39
[5] 慢性期水俣病患者の病型別日常生活動作(ADL)の経年変化解析	42
3. リスク評価グループ	46
[1] 疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発途上国における水銀の曝露実態調査と技術移転	48
[2] メチル水銀曝露に対するハイリスクグループの曝露評価システムの強化	55
[3] コモンマーズセットにおけるメチル水銀による神経症状の評価	59
[4] メチル水銀の健康リスクと環境要因：歴史的試料・資料に基づく統合的解析	62
4. 自然環境グループ	66
[1] 大気—海洋—海洋生物における媒体間水銀フラックスの計測技術の高度化による再評価	70
[2] 水・底質等に含まれる水銀の環境変化に伴う動態に関する研究	75
[3] 海水及び底泥における水銀の微生物学的な化学形態変化過程に関する研究	81
[4] 水銀放出地帯における環境負荷量・ヒト曝露量のオンサイトモニタリングと生体への金属水銀取込機構の解明	86
[5] 海洋生態系における低次生物の群集構造と水銀の生物濃縮	89
[6] 安定同位体比を用いた草原における水銀循環の研究	94
[7] 水銀及び科学に関するアウトリーチ活動	99

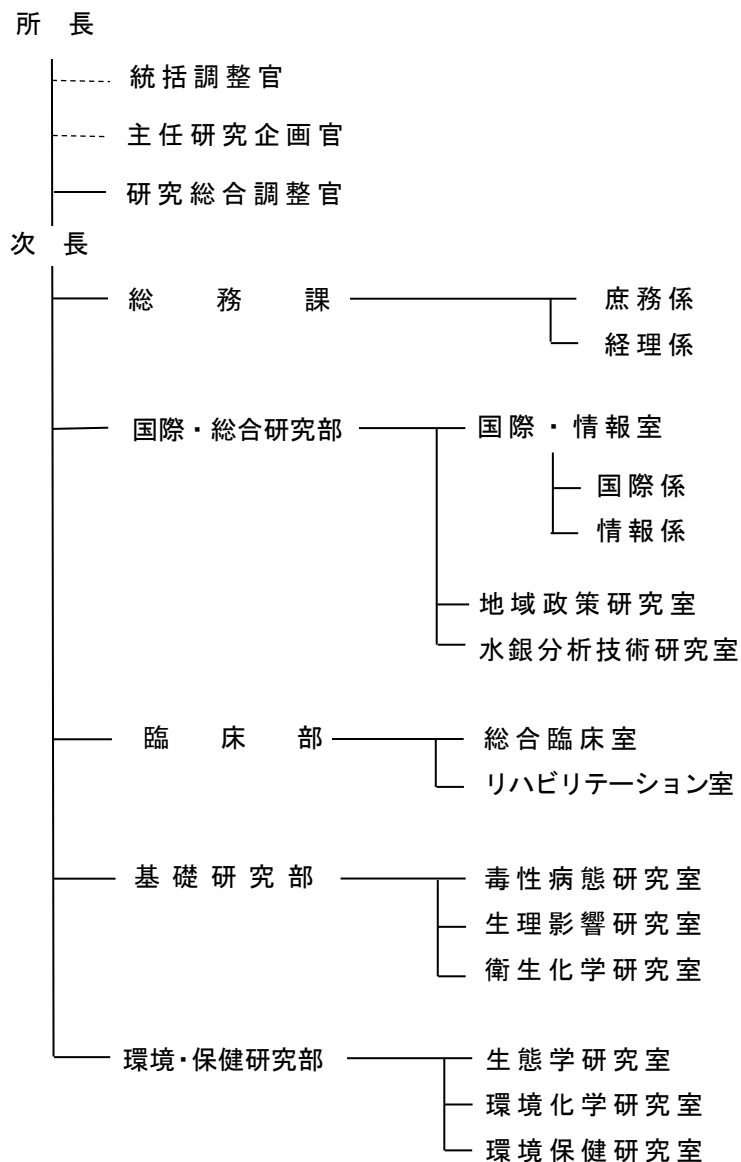
5. 国際貢献・情報グループ	102
[1] 水俣条約の有効性評価のための分析技術精度向上と水銀曝露低減	106
[2] 毛髪水銀分析を介した情報提供	111
[3] 水俣病情報センターにおける資料整備及び情報発信	113
[4] 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査	118
[5] 国際シンポジウムおよび国際共同事業の推進	121
[6] WHO 協力機関としての活動	124
6. 令和 7 年度 報告・発表一覧	127
7. 令和 7 年度 外部共同研究報告	132
8. 令和 7 年度 外部共同研究者一覧	133
9. 令和 7 年度 外部研究費 獲得状況一覧	134
10. 令和 7 年度 所内研究発表会	136
11. 関係機関等との連携及び活動報告、令和7年度機関評価委員会開催報告	137
12. 令和 7 年度 一般公開(オープンラボ)開催報告	138
13. 令和 7 年度 国際共同研究事業等一覧	140
14. 令和 7 年度 国内共同研究事業等一覧(招聘)	142
15. 令和 7 年度 研修見学一覧	144
16. 令和 7 年度 来訪者(要人, 政府・省庁関係者, 一般客)	147
資料	
1. 国立水俣病総合研究センターの中長期目標について	149
2. 国立水俣病総合研究センター中期計画 2025	154
3. 令和 7 年度グループ別研究・業務課題一覧	167
4. 令和 7 年度人事異動	169

I. 令和 7 年度（2025 年度）国立水俣病総合研究センター概要

1. 組 織

国立水俣病総合研究センターは、研究部門の国際・総合研究部、臨床部、基礎研究部及び環境・保健研究部と事務部門の総務課を合わせ 4 部 1 課 11 室体制、定員 31 人となっている。

また、主任研究企画官を設置し、センターの所掌事務のうち重要事項を掌らせている。



付属施設 : 水俣病情報センター

(令和8年3月31日現在)

(2) 職員構成 (定員 31 人 現員 26 人)

所長	技官	高 城 亮	○臨床部		
次長	事務官	香 具 輝 男	臨床部長	技官	中 村 政 明
統括調整官(併)	技官	松 山 明 人	総合臨床室長(併)	同	中 村 政 明
主任研究企画官(併)	同	藤 村 成 剛	看護師		欠
研究企画官(併)	同	中 村 政 明	主任検査技師	同	三 浦 陽 子
研究企画官(併)	同	山 元 恵	検査技師	同	菊 池 有 梨
研究企画官(併)	同	松 山 明 人	リハビリテーション室長(併)	同	中 村 政 明
研究総合調整官(併)	同	藤 村 成 剛	主任作業療法士	同	中 村 篤
○総務課			○基礎研究部		
総務課長	事務官	寺 井 仁 史	基礎研究部長(充)	技官	藤 村 成 剛
庶務係長	同	森 田 憲 史	毒性病態研究室長(併)	同	藤 村 成 剛
庶務係員(併)	同	小 林 三 希 子	主任研究員	同	丸 本 倍 美
経理係長	同	槌 屋 岳 洋	生理影響研究室長(併)	同	藤 村 成 剛
経理係員	同	近 藤 光 梨	主任研究員	同	住 岡 暁 夫
○国際・総合研究部			研究員		欠
国際・総合研究部長	技官	藤 村 成 剛	衛生化学研究室長	同	永 野 匡 昭
国際・情報室長	事務官	三 宅 俊 一	主任研究員	同	欠
国際係長		欠	○環境・保健研究部		
国際係員	同	小 林 三 希 子	環境・保健研究部長	技官	山 元 恵
情報係長(併)	同	槌 屋 岳 洋	生態学研究室長	同	吉 野 健 児
情報係員	同	富 澤 勇 仁	主任研究員		欠
国際・情報(併)	同	森 田 憲 史	環境化学研究室長	同	丸 本 幸 治
地域政策研究室長	技官	松 山 明 人	主任研究員	同	伊 禮 聡
主任研究員	同	原 田 利 恵	主任研究員	同	多 田 雄 哉
水銀分析技術研究室長	同	原 口 浩 一	環境保健研究室長	同	寶 來 佐 和 子
			研究員		欠

(令和 8 年 3 月 31 日現在)

2. 予算・定員

(1) 予算

(単位：千円)

区 分	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度
総額	(1,010,503) 669,918	(682,052) 682,315	(696,662) 697,110	(1,267,987) 700,034	(747,410) 700,093
事務費	(75,303) 75,804	(75,260) 75,523	(75,114) 75,562	82,886	(84,391) 84,605
研究費	(935,200) 594,114	606,792	621,548	(1,169,448) 617,148	615,488
施設整備費	0	0	0	(26,663) 0	(47,531) 0

※ () は補正後予算額

(2) 定員

区 分	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	2025 年度
総 務 課	5	5	5	5	5
国際・総合研究部	7	6	6	6	6
臨 床 部	6	7	7	7	7
基 礎 研 究 部	7	7	7	7	7
環境・保健研究部	6	6	6	6	6
計	31	31	31	31	31

(3) 主要施設整備状況

令和7年度(2025年度)における施設整備としては、不具合が生じている施設設備を中心として、主に以下の修繕工事を実施した。

【国立水俣病総合研究センター】

- ① [本館 (管理研究棟)]
 - ・ エアコン更新工事 (7 台)
 - ・ 1 階会議室ロスナイ更新工事
 - ・ 1 階バンク棟連絡通路屋上防水補修工事
 - ・ 2 階 L2-LKG 分電盤更新工事
 - ・ 3 階 LED 化工事

- ③ [リハビリテーション棟]
 - ・ エアコン更新工事 (1 台)
 - ・ クリーンルーム空気式変風量装置更新工事

- ⑦ [特殊廃液処理棟]
 - ・ 内部鉄骨及び外部巾木修繕工事

- ⑨ [共同研究実習棟]
 - ・ エアコン更新工事 (2 台)
 - ・ 1 階電気室進相コンデンサ更新工事
 - ・ 2 階クリーンルーム外気処理ユニット整備工事

【水俣病情報センター】

- ・ 全館空調氷蓄熱ユニット整備工事
- ・ 空調機整備工事
- ・ 2 階ロールスクリーン取替工事
- ・ 監視カメラ増設工事

(4) 施設配置図



国立水俣病総合研究センター
 <所在地> 〒867-0008 水俣市浜 4058-18

- | | |
|-------------------|-----------------|
| ①. 本館(高層棟) | ⑥. ラジオアイソトープ実験棟 |
| ②. 本館(低層棟) | ⑦. 特殊廃液処理棟 |
| ③. リハビリテーション棟 | ⑧. 国際研究協力棟 |
| ④. リサーチ・リソース・バンク棟 | ⑨. 共同研究実習棟 |
| ⑤. 動物実験棟 | |



⑩. 水俣病情報センター
 <所在地> 〒867-0055 水俣市明神町 55-10



⑪. MEG センター
 <所在地> 〒867-0041 水俣市天神町 1-2-1
 水俣市立総合医療センター内

■本館(高層棟)[①]

本施設は、実験室・居室のほか磁気刺激治療などを行う内科診療室・処置室を備えている。

■本館(低層棟)[②]

本施設は、実験室・居室のほか総務課及び会議室などを配置している。

■リハビリテーション棟[③]

本施設は、胎児性、小児性水俣病患者を中心として生活の質向上のため外来のリハビリテーションを実施する目的で開設され、各種リハビリのほか磁気刺激治療などとも連携した取組を行っている。

■リサーチ・リソース・バンク棟[④]

本施設は、水俣病に関する過去のメチル水銀中毒実験や熊本県及び新潟県の剖検試料を保存し、研究者に研究資料として提供することを目的として、平成 8 年 4 月に開設された。

■動物実験棟[⑤]

本施設は、SPF(特定病原菌非汚染)動物実験棟、中大動物実験棟及び小動物実験棟の三棟で構成されており、飼育室、手術解剖室、行動実験室、生理実験室、処置室、洗浄室を備え、温度、湿度、換気、照明等の環境因子が適切に制御され、徹底した微生物制御のもと各種動物実験が可能になっている。

■ラジオアイソトープ実験棟[⑥]

本施設は、多くの分野で幅広く用いられ、有用な研究手法となっている放射性同位元素(RI)を利用可能な 4 つの実験室のほか、暗室、培養室や動物飼育設備などを備え、in vitro(試験管内)から in vivo(生体内)まで実験することができる。

■特殊廃液処理棟[⑦]

本施設は、研究センターから排出される水銀を始めとする有害重金属を含む実験廃液を種類別に分別し、各種専用の処理ユニットにより無害化処理を行っている。

特に水銀に関しては、処理廃水・排煙を連続モニターで監視するなど外部への漏出防止のために万全の体制が確立されている。

■国際研究協力棟[⑧]

本施設は、水銀汚染に関する国際的な調査・研究を図ることを目的とし平成 9 年 7 月に開設された。研究者は 3 階の宿泊室に滞在し、当センターの研究施設を利用して共同研究や研修を実施する。

現在この施設では、海洋生物を含む環境中の水銀動態に関する研究が進められている。海水循環システムを備え、海洋生物の飼育も可能である。

■共同研究実習棟[⑨]

本施設では、当センターの環境化学研究室及び生態学研究室のメンバーを中心に、環境中(特に水と大気中)における水銀動態の研究のため、継続して試料サンプリングを行うなど水銀モニタリングを行っている。また、国内研究者専用の宿泊設備が併設されている。

■水俣病情報センター[⑩]

本施設は、平成 13 年に設置され、平成 23 年歴史的資料保有施設に指定された。

設置の目的は、(1)水俣病に関する資料、情報を一元的に収集、保管、整理、提供し、水俣病に関する研究に資する (2)展示や情報ネットワークを通じて研究者や市民に広く情報を提供する (3)水俣病に関する学術交流等を行うための会議を開催することである。

これらの活動を通じ、水俣病についての一層の理解の促進を図り、水俣病の教訓の伝達、水俣病及び水銀に関する研究の発展への貢献を目指している。

■MEG センター[⑪]

本施設は、メチル水銀中毒の客観的な診断法の研究を目的として平成 21 年に開設された。

MEG(脳磁計)・MRI を活用した研究やこれまで改善が困難であった水俣病の症状に対する最新の治療研究、及び地域貢献として脳に関する健康相談を行っている。

Ⅱ. 令和 7 年度（2025 年度）研究及び業務報告

1. 病態メカニズムグループ Pathomechanism Group

水銀による生体影響、毒性発現の分子メカニズムを解明し、その成果をメチル水銀中毒の初期病態の把握や毒性評価、毒性発現メカニズムに基づいた障害の防御、修復のための新たな治療法開発へと発展させることを目標とする。メチル水銀の組織や個体の感受性差を明らかにするため、培養細胞系、モデル動物を用いて、メチル水銀曝露がもたらす生体ストレス応答差やシグナル伝達系変動の差に関する検討、メチル水銀に対する生体応答差をもたらす因子に関する検討、メチル水銀による神経細胞死やメチル水銀傷害後の神経機能改善に関する検討、メチル水銀曝露後の水銀排泄に対する食品成分の影響等を生化学的、分子生物学的、病理学的な視点から遂行する。このようにして、メチル水銀の毒性発現メカニズムを明らかにしていくとともに、メチル水銀による毒性発現を防ぐ薬剤や神経機能を改善する薬剤についても検討する。

当グループの各研究についての令和7年度概要は以下のとおりである。

[研究課題名と研究概要]

[1] メチル水銀による神経毒性メカニズムとその予防および治療に関する基礎研究（基盤研究）

藤村成剛(国際・総合研究部)

(1) メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

科研費 基盤B(令和4-7年度)

メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを判定できるバイオマーカーとして、血漿中 miRNA の中から mir-181c を見出した。本結果について第一著者として学会発表(第52回日本毒性学会)を行った。さらに、本結果について論文投稿(J Hazard Mater)を行った。

(2) メチル水銀神経毒性に対する運動活動の効果に関する基礎研究

メチル水銀による神経細胞傷害および機能障害に対して運動活動が抑制効果を示し、そのメカニ

ズムが脳内 BDNF の増加によることを明らかにした。本結果について学会発表(メタルバイオサイエンス2025)(学会等発表²⁾)を行った。さらに、本結果について第一著者として論文投稿(Environ Health Prev Med, IF2024: 2.5)を行い、受理・出版に至った。

(3) メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

成体期の実験動物にメチル水銀と PFAS の複合曝露を行ったが、PFAS の曝露はメチル水銀毒性へ影響をおよぼさなかった。

(4) 外部研究機関との共同研究

メチル水銀による神経毒性の発生機序として興奮毒性が考えられていたが、岡山大学との共同研究によってその原因が抑制性神経への選択的な神経障害であることを発見した。本結果について共著者として学会発表(第52回日本毒性学会, Neuroscience2025)を行った。さらに、本結果について論文投稿(J Hazard Mater)を行った。

[2] メチル水銀の健康へのリスク低減を目的とした食品成分の研究(基盤研究)

永野匡昭(基礎研究部)

本課題は、食物の機能を利用することにより、魚介類由来メチル水銀(MeHg)の健康へのリスクを軽減することを目的としている。これまで我々は、食品成分である小麦ふすま(ブラン)やフラクトオリゴ糖の摂取が、MeHg 投与後の水銀排泄を促しマウスの組織中水銀濃度を減少させることを明らかとしてきた。さらに、ブランは MeHg によるマウスの大脳皮質神経障害を軽減するという知見も得られている。

今年度は、消化管における MeHg の吸収を抑制させる乳酸菌を探すことを目的とし、試験管内実験を行った。その結果、Lactobacillus casei 2 株のうち、1 株に MeHg の吸着/取り込みが認められた。

[3] メチル水銀の毒性センサーを利用した毒性機序の研究（基盤研究）

住岡暁夫(基礎研究部)

メチル水銀 (MeHg) は環境中の汚染物質で海産物の摂取によって体内に取り込まれ、脳に移行して毒性を示す。水俣病の患者において、神経変性を示し水銀が沈着する部位は特異的な分布を示し、変性部位が担う脳の機能は、水俣病の症状とよく一致している。従って MeHg 毒性の細胞特異性は発症機序の中心的問題で、水俣病特措法における救済方針の一つとして挙げられている。

MeHg の毒性機序は、酸化ストレス傷害をトリガーとする。しかし、酸化ストレス傷害の作用は多岐にわたり、中枢神経系で神経細胞死をもたらす経路や、細胞特異性を説明する分子メカニズムなど、不明な点が多い。そこで、独自に開発した MeHg の毒性センサーを利用して、毒性機序を検証し、細胞特異性を担うメカニズムを明らかにしたい。

(1) MeHg への感受性に作用する曝露条件の検証

MeHg 曝露実験の改善と細胞感受性の仕組みの解明を図るため、曝露条件を検証した。その結果、MeHg 感受性は細胞密度と細胞種、アルブミン、抗生物質によって大きく変化することが分かった。これらの結果は、内在的な防御機構によって MeHg 感受性に違いが出ることや、アルブミン濃度の低い中枢神経での MeHg への脆弱性を示唆している。

また、無血清培地で使われる FeSO_4 が、MeHg と HgCl_2 の毒性シグナルを増減させた。この結果から、MeHg と HgCl_2 で毒性メカニズムに違いがあること、 Fe^{2+} によるフェロトーシスが MeHg の毒性に関与することが示唆された。

(2) MeHg 毒性の増悪・抑制する薬剤の探索・同定

MeHg と HgCl_2 の毒性に対して、水銀治療薬 BAL の効果を検証した。その結果、MeHg への感受性抑制に比べて HgCl_2 の感受性は～30 倍高くなった。脂溶性が高い BAL による HgCl_2 の細胞内への拡散増大と予想され、MeHg と HgCl_2 の毒性機序の違いとして細胞内への拡散・輸送性が示唆された。

MeHg 曝露に対する、GPx4 阻害剤 RSL3 の効果を検証した。その結果、MeHg による細胞死の感受性

は上がったが毒性センサーのシグナルは減少した。毒性センサーは MeHg によるセレノプロテインの翻訳異常をモニターする仕組みである。従って、GPx4 の機能障害こそが MeHg と細胞死の間の毒性経路であることが確認された。

(3) MeHg 毒性センサーマウスの作製・評価

MeHg 毒性の細胞依存性を生体レベルで観察するため MeHg 毒性センサーマウスを作製する。pCT-Luc マウスと Krab-Sec マウスを交配にかけて Krab-Sec/Luc マウスを作出した。マウスの生きた個体から発光シグナルを検出・観察が可能なバイオイメーjing装置を導入した。

■病態メカニズムグループ(基盤研究)

[1]メチル水銀による神経毒性メカニズムとその予防および治療に関する基礎研究(RS-25-01)
Fundamental research on neurotoxic mechanism of methylmercury and its prevention and treatment

[主任研究者]

藤村成剛(国際・総合研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

永野匡昭, 住岡暁夫(基礎研究部)
実験全般の技術協力
中村政明(臨床部)
臨床サンプルを用いたバイオマーカー探索
臼杵扶佐子(鹿児島大学)
研究全般に対する助言
上原 孝(岡山大学)
メチル水銀誘発性神経障害における小胞体ストレスの寄与
栗田尚佳(岐阜薬科大学)
発達期メチル水銀による神経機能攪乱のエピゲノム解析と多世代影響評価
鵜木隆光(昭和薬科大学)
メチル水銀とPFOAの複合曝露研究

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

病態メカニズム

[研究期間]

2025年度－2029年度(5ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、選択的細胞傷害(Selective cytotoxicity)、個体感受性(Sensitivity of individuals)、予防及び治療(Prevention and

treatment)

[研究課題の概要]

現在まで解明されていないメチル水銀の神経毒性メカニズム(選択的細胞傷害および個体感受性)について、培養神経細胞およびメチル水銀中毒モデル動物を用いて実験的に明らかにする。

また、明らかになった神経毒性メカニズムを元に、その神経毒性を予防および治療する薬剤等の効果について実験的に検証する。

[背景]

メチル水銀の主な標的器官は脳神経系であるが、毒性感受性は脳の発達段階で異なるのみならず、同年齢層においても部位や細胞によって異なる。例えば、成人期においてメチル水銀曝露は、大脳皮質の一部、小脳の顆粒細胞、後根神経節に細胞死を引き起こすが、その他の神経細胞では病変は認められない。さらに、個体間でメチル水銀曝露量と重症度が必ずしも相関しないことから、その感受性には個体差があると考えられる。このようなメチル水銀毒性の選択的細胞傷害および個体感受性については未だ情報が不足しており、メチル水銀中毒の診断、予防および治療を行う上での障害となっている。

メチル水銀は再生困難な神経細胞を傷害するため、重篤かつ不可逆的な神経機能障害をもたらす。しかしながら、メチル水銀毒性は、予防または早期の進行抑制によりその毒性を軽減できる可能性がある(文献¹⁻⁷)。また、一旦進行した神経症状についても薬剤等の処置によってその神経症状を軽減できる可能性もある(文献^{8,9})。

[目的]

培養神経細胞またはメチル水銀中毒モデル動物から採取した選択的細胞傷害を示す細胞群を用いて、分子病理学的、生化学的、分子生物学的な手法によ

り、細胞学的問題に関わる因子について検討し、メチル水銀の選択的細胞傷害について明らかにする。また、これらの知見を発展させて、個体のメチル水銀感受性を左右する因子を明らかにする。さらに、薬剤等のメチル水銀毒性に対する効果を実験的に検証する。以上の研究によって、メチル水銀中毒の診断、毒性防御及び治療に応用することを目指す。

さらに、本研究では本研究センターでは行っていないメチル水銀毒性の研究領域(小胞体ストレス、次世代影響等)について、外部研究機関との共同研究を積極的に行い、論文発表および学会発表に繋げる。

[期待される成果]

メチル水銀の選択的細胞傷害メカニズムおよび個体感受性に関する知見により、メチル水銀中毒の診断への寄与が期待される。さらに、明らかになった神経毒性メカニズムを元に、その神経毒性を予防および治療する薬剤等の効果について実験的に検証することによって、メチル水銀による神経障害を予防および治療する薬剤等の開発に繋がる可能性がある。

また、選択的細胞傷害と個体感受性の問題は、メチル水銀中毒だけではなく、他の神経向性中毒物質や環境ストレス因子、さらには神経変性疾患の病態解明にも繋がることが期待される。よって、メチル水銀以外の環境毒及び神経変成疾患原因物質に対する薬剤の改善効果についても検討し、全般的な神経機能障害の軽減に繋がることも期待できる。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

1-1 メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

異質性(多様性)を維持したラットを用いて、“メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを判定できるバイオマーカー”を確定する。

1-2. メチル水銀神経毒性に対する運動活動の効果に関する基礎研究

実験動物を用いて、メチル水銀による大脳皮質における神経細胞傷害および機能障害に対する“運動活動の予防効果およびそのメカニズム”を明

らかにする。次に、神経機能の改善効果についても研究を行う。

1-3. メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

実験動物を用いて、メチル水銀と PFAS (PFOA, PFOS) の複合曝露による神経毒性への影響とそのメカニズムについて研究を行う。

1-4. 外部研究機関との共同研究

実験動物を用いた研究を行い、その成果を論文発表及び学会発表に繋げる。

2. 2026 年度

2-1. メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

今回バイオマーカーとして見出した miRNA に対するメチル水銀以外の物質の影響についての研究を行う。また、投稿論文について査読対応を行い、受理・掲載を目指す。

2-2. メチル水銀神経毒性に対する栄養素の効果に関する基礎研究

栄養素の一種であり、体内の抗酸化物質を増加させる作用があると考えられる分岐鎖アミノ酸(バリン, ロイシン, イソロイシン)投与のメチル水銀毒性に対する作用について研究を行う。

2-3. メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

胎児期における複合曝露による影響について研究を行う。

2-4. 外部研究機関との共同研究

実験動物を用いた研究を行い、その成果を論文発表及び学会発表に繋げる。また、投稿論文について査読対応を行い、受理・掲載を目指す。

3. 2027 年度

3-1. メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

バイオマーカーとして見出した miRNA に対するメチル水銀以外の物質の影響についての研究を行う。

3-2. メチル水銀神経毒性に対する栄養素の効に関する基礎研究

栄養素の一種であり、体内の抗酸化物質を増加

させる作用があると考えられる分岐鎖アミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン）投与のメチル水銀毒性に対する作用について研究を行う。

3-3. メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

胎児期における複合曝露による影響について研究を行う。

3-4. 外部研究機関との共同研究

実験動物を用いた研究を行い、その成果を論文発表及び学会発表に繋げる。

4. 2028 年度

4-1. メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

バイオマーカーとして見出した miRNA に対するメチル水銀以外の物質の影響についての研究を行う。

4-2. メチル水銀神経毒性に対する栄養素の効に関する基礎研究

栄養素の一種であり、体内の抗酸化物質を増加させる作用があると考えられる分岐鎖アミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン）投与のメチル水銀毒性に対する作用について研究を行う。

4-3. メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

胎児期における複合曝露による影響について研究を行う。

4-4. 外部研究機関との共同研究

実験動物を用いた研究を行い、その成果を論文発表及び学会発表に繋げる。

5. 2029 年度

5-1. メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

バイオマーカーとして見出した miRNA に対するメチル水銀以外の物質の影響についての研究を行う。

5-2. メチル水銀神経毒性に対する栄養素の効に関する基礎研究

栄養素の一種であり、体内の抗酸化物質を増加させる作用があると考えられる分岐鎖アミノ酸（バリン、ロイシン、イソロイシン）投与のメチル水銀毒性

に対する作用について研究を行う。

5-3. メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

胎児期における複合曝露による影響について研究を行う。

5-4. 外部研究機関との共同研究

実験動物を用いた研究を行い、その成果を論文発表及び学会発表に繋げる。

[2025年度の研究実施成果]

1. メチル水銀神経毒性の個体感受性およびバイオマーカーに関する基礎研究

科研費 基盤 B (令和 4-7 年度)

メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを判定できるバイオマーカーとして、血漿中 miRNA の中から mir-181c を見出した。本結果について第一著者として学会発表(第 52 回 日本毒性学会)(学会等発表¹⁾)を行った。さらに、本結果について論文投稿(J Hazard Mater)を行った。

2. メチル水銀神経毒性に対する運動活動の効果に関する基礎研究

メチル水銀による神経細胞傷害および機能障害に対して運動活動が抑制効果を示し、そのメカニズムが脳内 BDNF の増加によることを明らかにした。本結果について学会発表(メタルバイオサイエンス 2025)(学会等発表²⁾)を行った。また、本結果について第一著者として論文投稿(Environ Health Prev Med, IF2024: 2.5)を行い、受理・出版(論文発表¹⁾)に至った。

3. メチル水銀と PFAS の複合曝露に関する基礎研究

成体期の実験動物にメチル水銀と PFAS の複合曝露を行ったが、PFAS の曝露はメチル水銀毒性へ影響をおよぼさなかった。

4. 外部研究機関との共同研究

メチル水銀による神経毒性の発生機序として興奮毒性が考えられていたが、岡山大学との共同研究によってその原因が抑制性神経への選択的な神経障害であることを発見した。本結果について共著者として学会発表(第 52 回 日本毒性学会, Neuroscience2025)(学会等発表^{3,4)})を行った。さら

に、本結果について論文投稿(J Hazard Mater)を行った。

[備考]

本課題研究の一部は、以下の科学研究費助成事業に採択され、外部研究費を得ている。

- 課題名「メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを客観的に判定できるバイオマーカーの開発」、令和4-6年度 科学研究費補助金・基盤研究(B)(代表)

[研究期間の論文発表]

- 1) Fujimura M: Treadmill exercise protects methylmercury neurotoxicity by BDNF induction in mouse brain. *Environ Health Prev Med*, 2025; 30: 98.

[研究期間の学会発表]

- 1) 藤村成剛, 臼杵扶佐子, 鶴木隆光: メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを判定できるバイオマーカーの開発研究. 第52回日本毒性学会, 宜野湾. 2025. 7.
- 2) 藤村成剛: トレッドミル運動はマウス脳の BDNF を増加させることによってメチル水銀神経毒性を防御する. メタルバイオサイエンス研究会 2025, 八王子. 2025. 10.
- 3) 三木峻平, 飯島悠太, 野村亮輔, 岩脇隆夫, 藤村成剛, 上原孝: メチル水銀曝露による精神症状関連部位の障害. 第52回日本毒性学会, 宜野湾. 2025. 7.
- 4) Miki R, Iijima Y, Ito H, Nomura R, Iwawaki T, Fujimura M, Uehara T: Characterization of novel brain lesions underlying methylmercury-induced neuropsychiatric symptoms. *Neuroscience* 2025, San Diego. 2025.11.

[文献]

- 1) Fujimura M, Usuki F, Kawamura M, Izumo S: Inhibition of the Rho/ROCK pathway prevents neuronal degeneration in vitro and in vivo following methylmercury exposure. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*,

2011; 250: 1-9.

- 2) Fujimura M, Usuki F: Methylmercury causes neuronal cell death through the suppression of the TrkA pathway: In vitro and in vivo effects of TrkA pathway activators. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 2015; 282: 259-266.
- 3) Fujimura M, Usuki F: Low concentrations of methylmercury inhibit neural progenitor cell proliferation associated with up-regulation of glycogen synthase kinase 3 β and subsequent degradation of cyclin E in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 2015; 288: 19-25.
- 4) Fujimura M, Usuki F: Methylmercury induces oxidative stress and subsequent neural hyperactivity leading to cell death through the p38 MAPK-CREB pathway in differentiated SH-SY5Y cells. *Neurotoxicology*, 2018; 67: 226-233.
- 5) Fujimura M: Fasudil, a ROCK inhibitor, prevents neuropathic pain in Minamata disease model rats. *Toxicol. Lett.*, 2022; 371: 38-45.
- 6) Fujimura M: Gabapentin improves neuropathic pain in Minamata disease model rats. *Environ. Health Prev. Med.*, 2024; 29: 31.
- 7) Fujimura M: Treadmill exercise protects against methylmercury neurotoxicity by increasing BDNF in the mouse brain. *Environ. Health Prev. Med.*, 2025; 30: 98.
- 8) Usuki F, Tohyama S: Vibration therapy of the plantar fascia improves spasticity of the lower limbs of a patient with fetal-type Minamata disease in the chronic stage. *BMJ Case Rep.*, 2011; pii: bcr082011469.
- 9) Fujimura M, Usuki F, Nakamura A: Fasudil, a rho-associated coiled coil-forming protein kinase inhibitor, recovers methylmercury-induced axonal degeneration by changing microglial phenotype in rats. *Toxicol. Sci.*, 2019; 168: 126-136.

■病態メカニズムグループ(基盤研究)

[2]メチル水銀の健康へのリスク低減を目的とした食品成分の研究(RS-25-02)

Study on reducing the health risk of methylmercury by food ingredients

[主任研究者]

永野匡昭(基礎研究部)

研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

藤村成剛(国際・総合研究部)

研究全般に対する助言

多田雄哉(環境・保健研究部)

腸内細菌における水銀耐性遺伝子及び機能解析の実施、腸内フローラ解析に対する助言

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

病態メカニズム

[研究期間]

2025年度－2029年度(5ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、食品成分(food ingredients)、乳酸菌(Lactic acid bacteria)、排泄(Excretion)

[研究課題の概要]

食品の機能からメチル水銀(MeHg)の健康へのリスクを低減することを目的として、試験管内で有効な成分、特に乳酸菌やビフィズス菌を中心に探索し、その有効性について実験動物を用いて検証する。

[背景]

職業性曝露がない限り、私たちは食事、主に魚介

類の摂食を介して微量の MeHg を体の中に取り込んでいる。第 61 回 FAO/WHO 合同食品添加物専門家会議における MeHg の再評価以降、魚食文化を有する我が国においても妊婦を対象とした魚介類等の摂食に対して勧告が行われた。対象の魚介類等にはクジラ・イルカやマグロ等も含まれており、我が国にはこれらをよく食べる地域も存在する。一方、世界には海洋哺乳動物や魚の摂食を介した MeHg に対してリスクが高い集団が存在する。¹⁾

これまでに我々は、小麦ふすま(ブラン)やフラクトオリゴ糖の摂取が MeHg 単回投与後の水銀排泄を促し、MeHg の蓄積を減少させることを明らかにした。^{2, 3)} 更に、ブランの摂取は MeHg の反復投与による大脳皮質神経障害を軽減するという知見も得ている。一方、国外の研究では、ある種の乳酸菌株が水溶液中の MeHg を取り込み/吸着し、⁴⁾更にマウス糞中への水銀排泄を促し MeHg の体内曝露量を減少させる⁵⁾ことが報告されている。また、近年のレビュー論文⁶⁾では、乳酸菌等プロバイオティクスの摂取を通じて MeHg の排泄を促す介入は、MeHg に対して脆弱な人々を守るための実行可能な方法であることが述べられている。

一方、MeHg の急性曝露による影響の一つとして、腸内細菌叢－腸－脳軸*への関与^{7, 8)}が実験動物を用いた研究で報告されている。

*腸内細菌叢－腸－脳軸とは、腸と脳が自律神経系やホルモン・サイトカイン等を介して双方向的な関連に腸内細菌叢が加わり、腸内細菌叢と腸、脳との相互作用に着目した概念である。

[目的]

本研究の目的は、食品に使われている乳酸菌が MeHg を取り込み/吸着し、MeHg の排泄を促す可能性について明らかにする。また、現代の MeHg 曝露レベルが腸内細菌叢－腸－脳軸に影響を及ぼすのか、更に食品成分が MeHg 毒性を軽減する可能性についても明らかにする。

[期待される成果]

MeHg の吸収を抑える、又は MeHg の排泄を促す成分を含む食品を摂取することにより、魚介類のメリットは生かし、魚介類摂食による MeHg の健康へのリスクを低減させるための食べ合わせやレシピの提案に繋がることが期待される。その結果、健康の維持・増進を図るうえで食生活の助けとなり、人々の安心と安全に貢献できると考える。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- (1) 乳酸菌による MeHg の吸着実験の立ち上げと乳酸菌を含む飲料の選定、スクリーニングの実施
- (2) 前中期計画で得られた知見の論文化

2. 2026 年度

- (1) 引き続き、乳酸菌による MeHg の吸着実験を行い、更にビフィズス菌についても検討する。
- (2) (予備検討) MeHg の蓄積と排泄に対する乳酸菌/ビフィズス菌の効果: 実験動物を用いて実験条件を確立する。
- (3) 前中期計画で得られた知見の論文化(継続)
- (4) マウス腸内細菌における水銀耐性遺伝子の探索: 前中期計画「ブランの水銀排泄作用に対する焙煎(加熱処理)の影響」で取得した糞由来 DNA を使用し行う。

3. 2027 年度

- (1) (本試験) MeHg の蓄積と排泄に対する乳酸菌/ビフィズス菌の効果: 動物実験の実施と論文化
- (2) マウス腸内細菌における水銀耐性遺伝子の探索(継続)

4. 2028-2029 年度

- (1) (動物実験) MeHg の周産期及び授乳期曝露による“腸内細菌-腸-脳軸”への影響と食品成分による毒性軽減効果: 現代の MeHg 曝露レベルで実施。

[2025 年度の研究実施成果]

1. 乳酸菌による MeHg の吸着実験

今年度は模擬消化実験を立ち上げ、乳酸菌の菌

種及び菌数が明記された飲料2つについて検討を行った。その結果、*Lactobacillus casei* Aは可溶性画分のMeHg濃度を有意に減少し、MeHgを吸着することがわかった。一方、その吸着率は菌数に依存しなかった。*Lactobacillus casei* Bでは、MeHgの吸着は認められなかった。

2. 前中期計画で得られた知見の論文化

論文化に向けて、1)低濃度MeHg連続曝露時の組織中水銀濃度に対するブランとフラクトオリゴ糖の影響、2) MeHgによる脳神経毒性に対するブランの効果について関連データを取りまとめた。

そのほか、昨年度の検討項目「ブランの水銀排泄作用に対する焙煎(加熱処理)の影響」で得ていたマウス糞の水銀量を測定した。ブラン又は焙煎ブランを摂取した群ではいずれも対照群と比べて有意に増加したが、ブラン群間では差は認められなかった。この結果は、昨年度の「ブランの水銀排泄作用は加熱処理によって失われない。」という知見を支持するものであり、昨年度の結果と合わせて学会発表を行った(学会発表 2)。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 永野匡昭, 藤村成剛, 多田雄哉, 瀬子義幸: 小麦ふすまによる水銀排泄メカニズムの解明. 第 52 回日本毒性学会学術年会, 宜野湾. 2025. 7.
- 2) 永野匡昭, 藤村成剛: 小麦ふすまの水銀排泄作用に対する加熱の影響. メタルバイオサイエンス研究会 2025, 八王子. 2025. 10.

[文献]

- 1) United Nations Environment Programme. (2019) Global Mercury Assessment 2018, 1-58.
- 2) Nagano M, Fujimura M, Tada Y, Seko Y. (2021) Dietary fructooligosaccharides reduces mercury levels in the brain of mice exposed to

methylmercury. *Biol. Pharm. Bull.*, 44, 522-527.

- 3) Nagano M, Fujimura M. (2021) Intake of wheat bran after administration of methylmercury reduces mercury accumulation in mice. *Fundam. Toxicol. Sci.*, 8, 243-248.
- 4) Jadan-Piedra C, Alcantara C, Monedero V et al. (2017) The use of lactic acid bacteria to reduce mercury bioaccessibility. *Food Chem.*, 228, 158-166.
- 5) Jadan-Piedra C, Crespo A, Monedero V et al. (2019) Effect of lactic acid bacteria on mercury toxicokinetics. *Food Chem. Toxicol.*, 128, 147-153.
- 6) Ke T, Rajoo A, Tinkov AA et al. (2024) Intestinal microbiota protects against methylmercury-induced neurotoxicity. *Biometals*, 37, 561-576.
- 7) Nielsen KM, Zhang Y, Curran TE et al. (2018) Alterations to the Intestinal Microbiome and Metabolome of *Pimephales promelas* and *Mus musculus* Following Exposure to Dietary Methylmercury. *Environ. Sci. Technol.*, 52, 8774-8784.
- 8) Lin X, Zhao J, Zhang W et al. (2021) Towards screening the neurotoxicity of chemicals through feces after exposure to methylmercury or inorganic mercury in rats: A combined study using gut microbiome, metabolomics and metallomics. *J. Hazard. Mater.*, 409, 124923.

■病態メカニズムグループ(基盤研究)

[3]メチル水銀の毒性センサーを利用した毒性機序の研究 (RS-25-03)

Research on the mechanism of methylmercury neurotoxicity using toxicity sensor

[主任研究者]

住岡暁夫(基礎研究部)

研究の総括、実験全般の実施

[共同研究者]

藤村成剛(基礎研究部)

研究全般に対する助言とサポート

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

病態メカニズム

[研究期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、生体イメージング
(Bioimaging)

[研究課題の概要]

メチル水銀(MeHg)の曝露は神経細胞死を引き起こすが、脳組織内での細胞特異性や発達時期に感受性の変化は不明な点が多い。そこでセンサーベクターを利用して、毒性を可視化・数値化し、MeHg による毒性機序を検証して、細胞特異性を担う仕組みを明らかにする。

[背景]

MeHg は環境中の汚染物質で海産物の摂取によって体内に取り込まれ、脳に移行して毒性を示す。水俣病の患者において、神経変性を示し水銀が沈着す

る部位は特異的な分布を示す。成人型の水俣病では小脳、鳥距溝、中心前回、中心後回に分布し、胎児型・小児型水俣病では脳全体に分布する(図 1)。これらが担う脳の機能は、例えば成人型水俣病における運動失調、求心性視野狭窄、聴力障害などによく一致している。従って MeHg 毒性の細胞特異性は発症機序の中心的問題であり、水俣病特措法における救済方針の一つとして挙げられる。

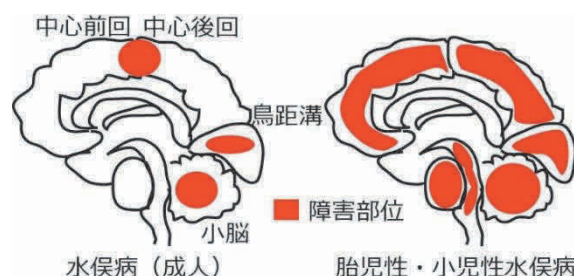


図1 水俣病の障害部位模式図

MeHg の毒性機序は、酸化ストレス傷害をトリガーとする。しかし、酸化ストレス傷害の作用は多岐にわたり、中枢神経系で神経細胞死をもたらす経路や、細胞特異性を説明する分子メカニズムなど、未だ不明な点が多い(図 2)。そこで、独自に開発した MeHg の毒性センサーを利用して、毒性機序を検証し、細胞特異性を担うメカニズムを明らかにしたい。

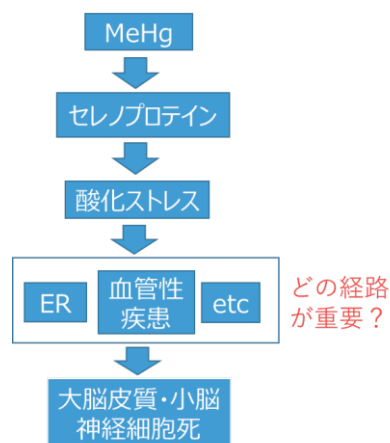


図 2 MeHg の毒性経路概念図

[目的]

MeHg 毒性のセンサーベクターを利用して MeHg の毒性機序を検証し、MeHg 毒性の細胞選択性を担うメカニズムを明らかにする。

[期待される成果]

MeHg 毒性の細胞特異性の解明は、水俣病特措法で挙げられる研究課題である。MeHg による障害部位は水俣病の症状とよく一致しており、MeHg 中毒症の予防や診断を考えるうえでも重要である。

独自に開発した MeHg 毒性のセンサーベクターを利用することで、毒性の数値化・可視化が可能になった。培養細胞系では従来の細胞の手法に比べて、S/N と検出感度が大きく改善され、MeHg による細胞毒性と薬剤の作用機序の解明などが期待できる。センサーマウスによる毒性の可視化は、培養細胞系で構築したモデルの効果的な検証に期待できる。

また、毒性センサーは研究のためのツールとして、MeHg 研究の発展に貢献すると期待できる。本研究を通して、毒性センサー利用の有効性を示したい。

[年次計画概要]

MeHg の毒性センサーを利用して毒性機序を解明するため、以下の研究目標に取り組む

1. メチル水銀 (MeHg) 感受性の細胞密度依存性

これまでの研究で MeHg への感受性を細胞密度に強く依存しており、内在的防御機構の存在が示唆されている。そこで、細胞感受性の仕組みの解明と実験系の改善のため、MeHg への感受性に作用する曝露条件を検証する。

2. MeHg の阻害剤特異性

これまでの研究で Ebselen 存在下の MeHg 曝露実験から MeHg 毒性に Ebselen 感受性・非感受性経路の経路が存在していることが示唆されている。そこで、MeHg 毒性の増悪する薬剤・抑制する薬剤を探索・発見し、毒性経路を同定する。

3. メチル水銀によるシナプス異常

これまでの研究で、小脳顆粒細胞で MeHg 曝露によって後シナプスの AMPA 型グルタミン酸受容体蓄積が観察された。しかしながら小脳顆粒細胞は高密

度培養が必要であり、高濃度 MeHg への曝露という実験上の制約がある。目標①を通してこれを改善し、シナプスの異常のメカニズムを明らかにする。

4. MeHg 毒性センサーマウスの作製・評価

MeHg 毒性の細胞依存性を生体レベルで観察するため MeHg 毒性センサーマウスを作製する。毒性センサーKrab-Sec/Luc を構成する cDNA の内、これまでに pCT-Luc マウス、Krab-Sec マウスを作製した。次に pCT-Luc と Krab-Sec を交配し、センサーマウスを作出する。

[2025 年度の研究実施成果]

研究目標を 1. MeHg への感受性に作用する曝露条件の検証、2. MeHg 毒性の増悪・抑制する薬剤の探索・同定、3. MeHg 毒性センサーマウスの作製・評価 に構成して説明する。

1. MeHg への感受性に作用する曝露条件の検証

MeHg 感受性の細胞密度依存性について複数の細胞種について検証したところ、細胞種によって防御能が異なることが明らかになった。

培地成分の内、血清に含まれる BSA が MeHg への感受性を下げることが分かった。末梢に比べて中枢神経系では脳脊髄液中のアルブミンは 1/100 程度で MeHg への防御が非常に弱いことが示唆された。

培養に一般的に利用される抗生物質ペニシリン G についても、MeHg への感受性を下げることが分かった。ペニシリン G は、水銀治療薬 D-ペニシラミンの前駆体であり、多くの研究者による MeHg への曝露実験で、水銀治療薬の前駆体成分による感度低下の影響を受けていると示唆された。

無血清培地で使われる FeSO_4 の投与によって、MeHg の毒性シグナルが増大し、一方で HgCl_2 の毒性シグナルが抑制された。この結果から、MeHg と HgCl_2 で毒性メカニズムに違いがあること、 Fe^{2+} によるフェロトーシスが MeHg の毒性に関与することが示唆された。

2. MeHg 毒性の増悪・抑制する薬剤の探索・同定

MeHg と HgCl_2 の毒性に対して、水銀治療薬 BAL の効果を検証した。その結果、MeHg への感受性を低下させたが HgCl_2 の感受性は逆に 30 倍高くなっ

た。BALは脂溶性が高く金属の細胞内への拡散を高めると予想されている。これを前提にすると MeHg と HgCl₂ の毒性機序の違いとして、細胞への輸送・拡散の違いが重要である。また、臨床では、慢性水銀中毒の患者で BAL の投与による急性症状も報告されているが、BAL の添付文書には禁忌の記載はない。したがって今回の細胞実験系での BAL による HgCl₂ への感受性の上昇は、臨床の観点からも重要な知見といえる。

Fe²⁺による MeHg 毒性の調節を受けて、セレノプロテインでありフェロトキシ抑制を担う GPx4 に注目した。MeHg と毒性に対して、GPx4 阻害剤の効果を検証した。その結果、MeHg による細胞死の感受性は上がったが毒性センサーのシグナルは減少した。毒性センサーは MeHg によるセレノプロテインの翻訳異常をモニターする仕組みで、GPx4 の機能障害はその下流に位置することが確認できた。GPx4 障害とフェロトキシの毒性経路の下流はミトコンドリア異常が報告されている。2024 年度まで見出した MeHg の毒性を増悪させる因子、BAPTA-AM と Na₃VO₄ はいずれもミトコンドリア異常を誘導する。また、ミトコンドリア機能は神経活動にも重要で、ミトコンドリア異常による神経伝達物質の再取り込みの低下は、シナプスの異常・興奮毒性を引き起こす。以上の通り、これまでの発見をよく説明することが可能な毒性機序のモデルが得られた。

3. MeHg 毒性センサーマウスの作製・評価

MeHg 毒性の細胞依存性を生体レベルで観察するため MeHg 毒性センサーマウスを作製する。これまでに作成した pCT-Luc マウスに加えて、2024 年度に導入した Krab-Sec キメラ(F0) マウスを交配にかけて、遺伝的に安定化した F1 マウスを作製した。pCT-Luc マウスと Krab-Sec マウスを交配にかけて Krab-Sec/Luc マウスを作出した。マウスの生きた個体から発光シグナルを検出・観察が可能なバイオイメーjing装置を導入した。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) Sumioka A., Fujimura M., Analysis of Methylmercury toxicity mechanisms using a sensor vector. Annual meeting of JSOT, Ginowan, 2025. 7.
- 2) Sumioka A., Fujimura M., Analysis of regulatory factors for sensitivity to using a sensor vector. MBS, Hachioji, 2025. 10.

2. 臨床・福祉・社会グループ Medical practice・Welfare・Society Group

【研究】

臨床・福祉・社会グループでは、水俣病被害地域における高齢化や過疎化等の諸課題に対応するため、臨床医学、介護福祉、リハビリテーションや社会学的な知見から研究に取り組んできた。

前中期計画において、臨床医学分野における水俣病の診断法や治療法に関する研究が一定程度進捗したことを踏まえ、今中期計画からは地域の社会福祉向上への更なる実装を目指して、業務課題として実践的に取り組んでいくこととした。

また、水俣病被害地域における地域再生に関する社会学的な研究については、引き続き本中期計画においても継続して取り組んでいくとともに、今期中期計画では、胎児性水俣病患者世代の高齢化に伴う社会的被害について研究をより深く掘り下げていくこととする。

当グループの研究についての 2025 年度研究概要は以下のとおりである。

[研究課題名と研究概要]

[1] 水俣病第二世代の社会的被害に関する研究—被害・加害構造と地域社会—(基盤研究)

原田利恵(国際・総合研究部)

今期、中期計画では、下記 4 つの目標を掲げた。

- ①証言分析を軸とした水俣病被害地域における死産・流産に関する考察の発展的研究としての板井調査票の再分析及び各家庭の「過去帳」の分析
- ②過去の調査資料の二次分析を行った胎児性水俣病患者が置かれた社会的環境に関する研究の事例数を増やした継続的研究
- ③水俣病胎児性世代の社会的被害研究の生活世界の全体を対象とした研究
- ④アートを活用した地域活性化に関する実践的研究及び地元学を援用した山間地域における地域研究を行う。

このうち、今年度の発表を目指していた①に関する

リバイス中の論文については、査読者のコメントを受け、内容に適したカテゴリーへ変更の上、再投稿をした。また、新潟の妊娠規制に関するヒアリング調査を3月に実施した。

なお、異常妊娠調査のための過去帳調査を実施する予定であったが、寺社全体の非公開の方針で極めて困難であることが判明した。個別ヒアリングの中で死産流産の話を拾い、民俗学的なアプローチによる生活史手法によって、異常妊娠に関する調査を継続した。

また文献研究において、環境哲学と疫学的アプローチから、環境社会学における水俣病事件史の捉え方の批判的検討を行った。

そして、日本建築学会企画の招聘で水俣病と地域再生に関する報告を行った。

その他、テーマごとのフィールドワークや調査を継続した。

【業務】

水俣病患者の高齢化を踏まえ地域の福祉向上を目指し、関係機関と協力して積極的に水俣病対策に関する業務を行っている。水俣病被害者やその家族に有効な在宅支援の在り方を検討するために、2006年度より「介護予防等在宅支援モデル事業」を3年間、2009年度より「介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業」3年間、2012年度より「水俣病患者支援のための地域社会福祉推進事業」を1年間、実施した。こうした実績を引き継ぎ、介護予防事業が水俣病被害地域に更に根付くように、水俣市、出水市及び津奈木町での福祉活動の支援を充実させてきた。2016年度からはアンケート調査による手工芸のプログラムの改善を開始するとともに、2017年度からは、地域リビングへの参加者の増加を目指して、国水研のホームページとフェイスブックを活用して、地域リビングの広報活動を展開している。

さらに、胎児性・小児性を中心とした水俣病患者のデイケアを取り入れた外来リハビリテーションを行って

おり、今年度からは、当センターで効果が得られているリハビリテーション機器を市中にある医療機関および鹿児島県出水市の医療機関に貸し出し、症状改善に関する研究を開始した。

そして、リハビリテーションの啓発活動(リハビリテーション技術講習会及び介助技術講習会)による知識の共有・地域への情報発信やもやい直し事業の一環として設立された「おれんじ館」への訪問を並行して行っている。

また、水俣病の剖検例の病理組織標本及び資料は、他の疾患等と異なり、極めて貴重なものであるため、デジタル化して永久保存するとともに有効活用できるよう、整備を進めている。

また、慢性水俣病のADL改善に資する基礎データを得るために、慢性期水俣病患者のADL変化及び病型によるADL低下の経年変化の違いを明らかにする調査を実施している。

当グループの各業務についての2025年度業務概要は以下のとおりである。

[業務課題名と業務概要]

[2] 地域福祉支援業務(業務)

中村政明(臨床部)

水俣病被害者やその家族等の高齢化に伴う諸問題に対して、ADLの改善につながるようなリハビリを含む支援のあり方を検討するために、平成18年度より3年間、「介護予防等在宅支援モデル事業」を、平成21年度より3年間、「介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業」、平成24年度より1年間、「水俣病被害者支援のための地域社会福祉推進事業」を実施してきた。これらの実績を踏まえて、さらに介護予防事業が水俣病発地域に根付くための活動を行っている。

水俣市では「手工芸で脳トレ」を行うことで水俣市社会福祉協議会の公民館活動を支援した。出水市に関しては、出水市社会福祉協議会・高尾野支所・野田支所の「ふれあいいきいきサロン活動」の支援を行った。津奈木町に関しては、津奈木町で実施している転倒骨折防止事業「いってみゆう会」と「たっしゃか

塾」で手工芸教室を行った。より良い手工芸を提供するために、各地区で、地域リビング参加者にアンケート調査を行い、手工芸のプログラムを作成したところ、参加者の高い満足度を得ることが出来た。

R5年度より水俣市社会福祉協議会と協力して、「みなまた健康寿命延伸プロジェクト」を実施している。R5-6年度に、運動の介入によるフレイル改善効果を検討したところ、運動教室参加で、フレイル改善効果が認められた。そこでR7年度は、運動教室を1ヶ所(もやいホール)から、坂口公民館とサンビレッジみなまた多目的ホールを追加し、3ヶ所に増やした。また、加齢に伴う難聴者の人口は年々増加しており、日本の難聴者率は人口の10.9%に上り、ヒアリングフレイル(認知症だけでなくフレイルのリスク因子として注目されている)が問題になってきている。水俣市は高齢化率が40%を超えており、メチル水銀曝露による聴覚野への影響を考えると、他の地域と比較してヒアリングフレイルが多いことが考えられるため、聴力検査を実施した。

多くの地域住民に介護予防事業に参加していただくために、国水研のホームページとFacebook(毎回実施した手工芸教室の活動報告と次回の予告)を用いた地域リビングの広報活動やフレイルのパンフレットや手帳の作成を行った。

[3] 水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信(業務)

中村 篤(臨床部)

胎児性・小児性を中心とした水俣病患者を対象に、生活の質(QOL)の向上を第一の目的として、外来リハビリテーションを実施した。患者のニーズが多い歩行障害および嚥下障害に着目し、歩行障害に対しては、歩行学習支援ロボット(オルソボット)、総合治療用電気刺激装置(G-TES)、無動力歩行アシスト機(アルク)などを用い、また、嚥下障害に対しては、複合低周波治療器(ニューロトリート)を用いたリハビリテーションを継続した。さらに、今年度は、当センターで効果が得られている G-TES、アルク、ニューロトリートの各リハビリテーション機器を市中にある医療機関および鹿児島県出水市の医療機関に貸し出し、症状改

善に関する研究を開始した。

水俣病発生地域のリハビリテーションおよび介助等に関連する技術の向上を目的とした講習会を対面にて開催した。昨年度に続き、当日の様子を録画し、参加した方の事後学習の機会や当日参加できなかった方が視聴できるよう当センターのホームページ内にアーカイブとして保存した。

地域住民への情報発信、介護予防に関する取り組みとして、もやい直し事業の一環として設立された「おれんじ館」へ月に2回訪問し、身体機能評価や認知機能評価、ADL評価、健康体操教室を実施した。

[4] 水俣病病理標本及び関連資料を用いた情報提供（業務）

丸本倍美（基礎研究部）

水俣病の剖検例の病理組織標本は、他の疾患等と異なり人類が二度と得ることが出来ない極めて貴重なものであり、世界中で水俣病の病理組織標本を多数保有している研究機関は当センターのみである。しかしながら、病理組織標本は年月の経過とともに褪色が起こるため永久に保管することが困難である。現在、永久保存を目指し、水俣病症例の病理組織標本を継続的にデジタル化する。また、デジタル化した病理組織標本を、病理を学ぶ学生及び研究者のための教材として活用するためのホームページを作成する。当センターでは、病理組織標本の他にも貴重な病理に関する試料を多数保有しており、それらの整理・保存作業も継続的に実施する。

今年度は、ブレインバンク設立に向けた準備を継続的に実施した。また、1956-1959年に剖検された症例の末梢神経の標本及び病変の有無について詳細な検討を実施した。

[5] 慢性期水俣病患者の病型別日常生活動作（ADL）の経年変化解析（業務）

實來佐和子（環境・保健研究部）

本業務の目的は、慢性期水俣病患者のADL変化及び病型によるADL低下の経年変化の違いを明らかにすることである。

ADL（日常生活動作能力）の評価法として、IADL

（手段的日常生活動作能力）およびN-ADL（N式老年者用ADL評価尺度）を、フレイル・サルコペニア評価として、フレイルJ-CHS基準、SARC-F、握力測定、椅子の立ち上がりテスト、歩行速度測定を、認知機能検査としてHDS-RとNMスケール（N式老年用精神状態尺度）を、健康に関する自覚症状に関しては、アンケート調査を実施した。水俣病患者（MD:34名）60歳代、70歳代、80歳代のADLの実態を特徴づけるために、鹿児島県南さつま市坊津住民42名を参照（Ref）群とし、MD群の各年代と比較した。

上記の調査結果から、胎児性あるいは小児性水俣病患者であることが推測される60-70歳代水俣病患者は、ADL、フレイル／サルコペニア、認知機能とくに「関心・意欲・交流」「会話」「記銘・記憶」の低さは顕著であったことから、患者のQOL維持向上のために、上記機能を低下させないように、より多くの経験や交流の場の提供など、なんらかの対策が必要不可欠だと考える。とくに60-70歳代の女性患者の支援は喫緊の課題といえるだろう。今後は、QOL維持および予防の観点から、継続的な調査を実施し、いつ、どのように低下していくのか詳細を明らかにする必要がある。

■臨床・福祉・社会グループ(基盤研究)

[1]水俣病第二世代の社会的被害に関する研究―被害・加害構造と地域再生(RS-25-04)

Study on the social damage of the second generation of Minamata disease: the structure of victims and perpetrators and the regeneration of the community

[主任研究者]

原田利恵(国際・総合研究部)
研究全般

[重点項目]

地域・福祉向上への貢献

[共同研究者]

中村政明(臨床部)
研究への助言
藤村成剛(国際・総合研究部)
研究への助言
松山明人(国際・総合研究部)
研究への助言
寶來佐和子(環境・保健研究部)
研究への協力
関 礼子(立教大学)
研究への助言
板井八重子(くすのきクリニック)
研究への助言
石原明子(熊本大学)
共同調査
香室結美(熊本大学)
共同調査
楠本智郎(つなぎ美術館)
共同調査
小田原のどか(横浜国立大学)
共同調査
笠井 綾(宮崎国際大学)
共同調査
亀山ののこ(フォトグラファー)
調査記録
地域政策研究室職員
研究の補助

[グループ]

臨床・福祉・社会

[研究期間]

2025～2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病(Minamata Disease)、環境社会学(Environmental Sociology)、生活史(Life History)、地域再生(Regional Revitalization)

[研究課題の概要]

水俣病第二世代(胎児性水俣病患者世代:濃厚汚染時期出生者)の社会的被害について、環境社会学及び生活史調査のアプローチにより明らかにする。

[背景]

環境社会学における公害研究の基礎的な概念である身体的被害から派生する社会的被害(飯島2001)について、水俣病第二世代(胎児性水俣病患者世代:濃厚汚染時期出生者)の問題としては、限定的にしか解明されていない。

水俣病特別措置法第三十六条において「地域社会の絆の修復を図るための事業等に取り組むよう努めるものとする」という文言があり、第三十七条の3では、水俣病問題に関する社会学的調査等を実施することに言及されている。

[目的]

水俣病により被害を受け疲弊した地域における地域再生に関する社会学的研究の一環として、水俣病認定患者だけに留まらないメチル水銀濃厚汚染時期

[区分]

基盤研究

出生世代の社会的な被害の実態把握に焦点を絞り、生活史調査手法を軸に聞き書きを行い、質的な調査研究としてまとめる。

[方法]

本中期計画では、前中期計画における研究成果を活かし、継続・発展的なかたちで調査研究を進めていくこととする。

メチル水銀濃厚汚染時期に出生した胎児性水俣病患者を中心に、その家族、同世代の地域住民、各種障害や被害者手帳等保持者等を研究対象とし、生活史研究における聞き取り調査の手法でデータを集め、関連する過去のデータや資料の二次分析を合わせて行い、濃厚汚染時期の幅広い社会的な被害について記述分析を行う。

具体的には、①死産・流産、②胎児性水俣病認定患者、③胎児性水俣病患者世代、④地域社会の4つの対象に対して、それぞれ次のような調査を行う。

- ⑤現在取りまとめている証言分析を軸とした「水俣病被害地域における死産・流産に関する考察」の発展的研究として、板井調査票 (Itai,2004) の再分析及び各家庭や寺社の「過去帳」の分析を行う。
- ⑥過去の調査資料の二次分析を行った「胎児性水俣病患者が置かれた社会的環境に関する考察ー過去のヒアリングデータ分析よりー」(原田利恵,2021)の事例数を増やした継続的研究を行う。
- ⑦水俣病胎児性世代の社会的被害研究(原田利恵,2025)の生活世界の全体を対象とした研究を行う。
- ⑧アートを活用した地域活性化に関する実践的研究及び地元学を援用した山間地域における地域研究(原田利恵,2024)を行う。

[期待される成果]

特定の地域において集中的に質的な調査を積み上げていくことで、学術的に貴重なデータが得られる。

公害・環境問題研究や生活史研究の研究蓄積に貢献し得る。

研究結果は、水俣地域の福祉の向上に貢献し得る。地域再生における障壁を明らかにし、課題解決の

手がかりを提供し得る。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- ①リバイス中の論文の受理を目指す。
- ②新潟の妊娠規制に関するヒアリング調査を実施する。
- ③これまでの研究成果をまとめ学位論文にする。
- ④テーマごとのフィールドワークや調査を継続する。

2. 2026 年度

- ①水俣病被害地域の死産・流産に関する聞き取り調査の「資料調査報告」としての受理を目指す。その上で、本年度末に実施する新潟の妊娠規制ヒアリング調査の結果を加え、あらためて論文として体裁を整える。
- ②胎児性水俣病患者に関する過去のヒアリングデータの分析および歴史資料保存検討会ヒアリング事業により収集したヒアリングデータの中から胎児性患者に関するものの分析を行い、まとめたものについて、外部発表を行う。
- ③未認定胎児性世代女性の聞き取りを継続し、その中から民俗学的、宗教学的の視点から分析できるトピックをまとめ論文化する。
- ④地域参画型アートイベントの参与観察及び地元学のフィールドスタディを継続する。

3. 2027 年度

- ①死産・流産および妊娠規制調査、②胎児性水俣病認定患者に関する社会的被害調査、③胎児性水俣病患者世代における社会的被害調査、④地域再生に関する調査について、まとまったものから順次、外部発表、論文化を行う。

4. 2028 年度

- ①死産・流産および妊娠規制調査、②胎児性水俣病認定患者に関する社会的被害調査、③胎児性水俣病患者世代における社会的被害調査、④地域再生に関する調査について、まとまったものから順次、外部発表、論文化を行う。

5. 2029 年度

- ①死産・流産および妊娠規制調査、②胎児性水俣病認定患者に関する社会的被害調査、③胎児性水

俣病患者世代における社会的被害調査、④地域再生に関する調査について、論文化できていないものについて論文化する。

中期計画の総括を行い、次期中期計画の課題を析出する。

[2025 年度の研究実施成果]

①目標としていたリバイス中論文の今年度中の受理を達成できなかった。査読者のアドバイスを受け、調査報告にカテゴリー変更し、再投稿した。

内容の概要は、下記の通りである。

「死産・流産に関する聴き取り調査」

熊本水俣病被害地域において、多発していたとされる死産や流産などの異常妊娠の実態についてアプローチを試みたものである。汚染が激しかった時期に妊産婦であった世代は高齢化し、直接話を聴くことが困難になっている中、繰り返し死産・流産を経験した 90 代の女性および胎児性水俣病の子どもを産んだ後に人工流産を選択した 80 代後半の女性の証言を得た。保健医学分野の先行研究により数値で示された死産・流産の多発について、体験者個人への聞き取り調査によって、母親たちの喪失や命の選択などについてその具体的な内容を明らかにした。

異常妊娠を繰り返した事例では、生まれてすぐ亡くなった子どもたち、胎内で死んだ子どもたちすべてについて克明に記憶しているだけではなく、夫と一緒に手厚く供養しているという事実が判明した。胎児性水俣病の息子を産んだ女性で、長年の付き合いのある身近な人にも人工流産のことを打ち明けたことのなかった事例では、今回、初めて対象者がその事実を語った。そして、別の胎児性水俣病患者の母親の証言と合わせて、そのような選択をした母たちが他にもいたことを窺わせるとともに、新潟と異なり、妊娠規制が実施されなかった熊本水俣病被害地域においても、人工流産を選択した女性がいたという事実を証言から裏付けることができた。これらの事例は少ないながらも、母親たちの死産や流産の経験もまた、水俣病による被害であることを彼女たち自身のナラティブから示した。死産や流産は母体の身体被害であると同時に、胎児の身体被害であり、その影響はこれに留まら

ず、身体被害から派生する精神的被害や家族関係、近隣関係等にまで及ぶ。

胎児への影響を被害として捉えることは、ヒトの中で最も感受性が高い群への影響を考えるということであり、環境汚染による健康リスクをいかに最小限に抑えるかという視点に繋がる。当時多発していた死産・流産等の異常妊娠に関する証言も含めて、あまり残されていないという意味で本調査は新規性と希少性がある。

②異常妊娠に関して、熊本ではこれ以上ケースを増やすことは困難であるため、熊本水俣病の公式確認の 9 年後に発生したとされる新潟の事例について、重要なインフォーマントである共同研究者の協力を得て、3 月 11～15 日に実施し、胎児性水俣病患者 1 名、妊娠規制対象者 4 名にヒアリングを実施した。今回は、ラポール形成が主な目的だったこともあり、調査の目的までは踏み込めなかった。しかしながら、熊本水俣病とは約 10 年の開きがあるので、関連する証言を得るのに間に合うと見込んでおり、継続して調査を続けていく計画である。

③異常妊娠調査のための過去帳調査が寺社全体の非公開の方針で極めて困難であることが判明した。

個別ヒアリングの中で死産流産の話が出てくるので一件、一件、ケーススタディで拾うことと、患者さんの宗教的なことに関する体験談の中で、地域に死産流産が多発していたことが伺えたので、民俗学的なアプローチによる生活史手法によって、異常妊娠に関する調査を、年間を通じて行った。

また文献研究において、環境哲学と疫学的アプローチから、環境社会学における水俣病事件史の捉え方の批判的検討を行った。

学位論文は今年度中の取得が果たせなかったため、来年度前期の取得を目指すこととする。

④日本建築学会企画の招聘で水俣病と地域再生に関する報告を行った(学会報告¹⁾)。水俣病患者たちが始めた甘夏の無農薬栽培や国際的に評価される水俣産和紅茶や加工品、地元学による地域おこしに関する発表をした。

その他、各テーマに関するフィールドワークやヒアリ

ングは継続実施中である。

[エフォート率]

50%

[備考]

なし

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 原田利恵: 水俣病からの地域再生. 2025 年度日本建築学会大会, 福岡. 2025.9.(招待講演)

[文献]

- 1) 藤野 紘, 板井八重子, 上拾石秀一, 原田正純, 1985, 「有機水銀による環境汚染が住民の健康に及ぼす影響—ある漁村地区の場合、アンケート調査と検診結果より」『体質学誌』49(1・2):139-153.
- 2) 萩原修子, 2009, 「語りえなさに耐える—水俣病事件がもたらした倫理と宗教の回路」『宗教研究』, 83.2 :577-600.
- 3) 原田正純, 1964, 「水俣地区に集団発生した先天性・外因性精神薄弱—母体内で起った有機水銀中毒による神経精神障がい“先天性水俣病”」『精神神経学雑誌』66(6):429-468.
- 4) 原田正純・田尻雅美, 2009, 「小児性・胎児性水俣病に関する臨床疫学的研究—メチル水銀汚染が胎児および幼児に及ぼす影響に関する考察」『社会関係研究』14(1):1-66.
- 5) 原田利恵, 2021, 「胎児性水俣病患者が置かれた社会的環境に関する考察—過去のヒアリングデータ分析より」『環境社会学研究』27:160-175.
- 6) 原田利恵: 水俣病と事件史の捉え直しをめぐる今日的課題., 建築ジャーナル, 2024.7.:32-35.
- 7) 原田利恵: 第4章 1955年, 水俣に生まれたある女性の生活史. 社会をひもとく., 有斐閣, 2025.:50-70.
- 8) Iris Trinkler, Philippe Chéhère, Julie Salgues, et al., 2019, ‘Contemporary Dance Practice Improves

Motor Function and Body Representation in Huntington’s Disease: A Pilot Study’, *Journal of Huntington’s Disease*, 8:97–110.

- 9) ITAI Yaeko, 2004, “An Epidemiological Study of the Incidence of Abnormal Pregnancy in Areas Heavily Contaminated with Methylmercury,” *Environmental Sciences*, 11.2:83-97.
- 10) 野澤淳史. 2020, 『胎児性水俣病患者たちはどう生きていくか—〈被害と障害〉〈補償と福祉〉の間を問う』.
- 11) Philippe Chéhère, 2014, ‘Huntington, handicap, and dance: A dance project on hospital’, *Ars Vivendi*, 7:8–21.
- 12) 坂本峰至, 板井啓明, 村田勝敬, 2017, 「メチル水銀の胎児性曝露影響—水俣病から環境保健学研究へ」『日衛誌』72:140-148.
- 13) SAKAMOTO Mineshi, NAKANO Atsuhiko, AKAGI Hirokatsu, 2001, “Declining Minamata Male Birth Ratio Associated with Increased Male Fetal Death Due to Heavy Methylmercury Pollution,” *Environmental Research Section*, A.87:92-98.
- 14) 佐藤静, 2020, 「新潟水俣病事件における妊娠規制の問題: 優生思想とフェミニスト倫理学の観点からの検討」『医学哲学 医学倫理』38:11-19.
- 15) 浦崎貞子, 2005, 「ジェンダーの視点からみる新潟水俣病—「妊娠規制」「授乳禁止」の検証と考察—」『現代社会文化研究』34:122.
- 16) 矢吹紀人, 2006, 『水俣 胎児との約束—医師・板井八重子が受け取ったいのちのメッセージ』大月書店.
- 17) 安川文朗・石原明子編, 2014, 『現代社会と紛争解決学—学際的理論と応用』ナカニシヤ出版.
- 18) 石原明子, 2024, 「吉井正澄の「もやい直し」—歴史的経緯と紛争解決学からの理論的考察」『熊大法学』161.

■臨床・福祉・社会グループ(業務)

[2]地域福祉支援業務(CT-25-01)

Community development project for home care support, including health care practice

[主任担当者]

中村政明(臨床部)

業務の統括、地域福祉活動への参加

[共同担当者]

総合臨床室スタッフ(臨床部)

地域福祉支援業務の企画・実施

松本沙紀(水俣市社会福祉協議会)

水俣市における活動の責任者

中野佳子(出水市社会福祉協議会)

慶越道子(出水市社会福祉協議会・高尾野支所)

片川隆志(出水市社会福祉協議会・野田支所)

出水市における活動スタッフ

川野裕司(津奈木町役場)

津奈木町における活動スタッフ

穴井 茜(福岡女子大学)

フレイルの統計解析

[区分]

業務

[重点項目]

地域・福祉向上への貢献

[グループ]

臨床・福祉・社会

[業務期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病(Minamata disease)、地域福祉(area welfare)、
介護予防(care prevention)、臨床研究(clinical
research)

[業務課題の概要]

2006 年度より当センターが行ってきた介護予防支援事業の活動が、地域社会へと根付く活動になることを目指した業務である。

また、地域との連携を深めることで、国水研の地域でのステータスの向上につなげる。

[背景]

水俣病の公式確認(1956 年 5 月 1 日)以来すでに約 70 年経過した。被害者の多くは高齢化し、日常生活能力の低下とともに、それを支える家族の負担が指摘されている。しかしながら、メチル水銀の影響による神経症状の緩和や介護予防については、これまであまり取り組みがなされていないのが現状である。

こうした状況を踏まえ、水俣病被害者やその家族等の高齢化に対応するため、ADL の改善につながるようなリハビリテーションを含む支援のあり方を検討してきた。2006 年度より 3 年間「介護予防等在宅支援モデル事業」、2009 年度より 3 年間「介護予防等在宅支援のための地域社会構築推進事業」、2012 年度より 1 年間「水俣病被害者支援のための地域社会福祉推進事業」を実施してきたところである。

また、地域で福祉支援プロジェクトを行うためには、地域住民・社会福祉協議会(社協)との信頼関係の構築が不可欠である。

[目的]

これまでの実績を踏まえて、介護予防事業がさらに水俣病被害地域に根付くように、水俣市及び出水市・津奈木町での福祉活動を支援する。

さらに、水俣病被害地域の福祉支援を拡大するために、水俣市社協と連携して、「みなまた健康寿命延伸プロジェクト」を推進する。

[期待される成果]

本事業が地域に根付くことにより、地域全体で水俣病被害者を含めた高齢者を支援していくための仕組

みが構築されることが期待される。

さらに、水俣市社協と連携して「みなまた健康寿命延伸プロジェクト」を推進することで、水俣病被害地域の福祉支援のモデルになることが期待される。

[年次計画概要]

1. 2025-2029 年度

水俣市社協主催の「地域リビング」、出水市社協主催の「ふれあいいきいきサロン」および津奈木町社協主催の「いってみゆう会」「たっしゃか塾」への支援を継続して行う。

水俣・芦北地域水俣病被害者等保健福祉ネットワークに参加する。

水俣市社協と連携して「みなまた健康寿命延伸プロジェクト」を推進する。

[2025 年度の業務実施成果]

水俣市社協・出水市社協・津奈木町社協と共同して下記の活動を行った。

1. 水俣市での介護予防支援業務（認知症予防のための手工芸教室）

(1) 地域リビング（水俣市社協）の概要

23 地区を対象に、59 回延べ 565 名に対して和紙等を使用した手工芸教室を開催した（図 1）。



図1: 地域リビングの様子

(2) アンケート調査による手工芸プログラムの検討

アンケート調査が手工芸プログラムの検討に有効なことから、今後の活動に活かすために、本年度も手工芸教室の参加者に対してアンケートを実施した。

アンケート内容は、①性別②年齢③満足度④難易度⑤聴こえについて⑥感想・要望で、結果を下記に示す（図 2）。

参加地区数:23 地区（59 回）

参加人数:565 名

① 性別:男性 117 名（21%）、女性 435 名（79%）

② 平均年齢:80.0 歳

75 歳以上の後期高齢者:437 名（79%）

③ 満足度評価:「満足」「やや満足」498 名（90%）

④ 課題の難易度:「丁度良い」282 名（51%）

⑤ 聴こえについて該当する項目数（/5）:「0」221 名（40%）、「1」114 名（21%）、「2」92 名（17%）、「3」74 名（13%）、「4」27 名（5%）、「5」24 名（4%）

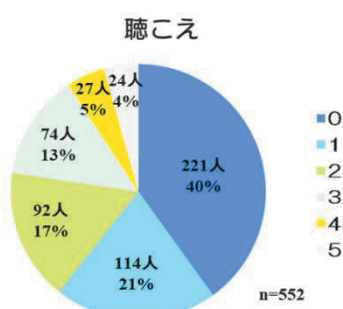
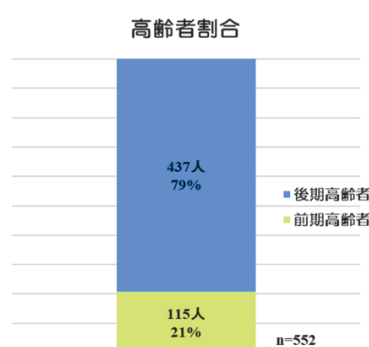
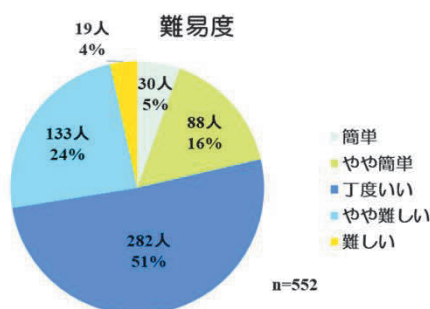
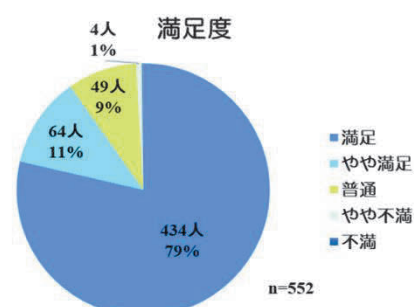


図2: 水俣市の参加者アンケート結果

⑥ 国水研に対する感想・要望

- ・スムーズに完成まで到達できるよう前準備大変だったことでしょう。説明も分かり易く、フォローしてくださる方もいらしたので助かりました。
- ・一番の楽しみで、心うきうき待っています。
- ・国水研は最近、地域に根ざす試みがすごく感じます。館内の開放も実施されていて良いと思いました。等

2. 出水市での介護予防支援業務(認知症予防のための手工芸教室、体操教室)

(1) ふれあいいきいきサロン(出水市社協)の概要

本年度は、沿岸地域 9 地区を対象に、10 回延べ 123 名に対して手工芸教室を(図 3)、山間部 12 地区を対象に、12 回延べ 139 名に対して体操教室を開催した(図 4)。



図3:ふれあいいきいきサロンの様子



図 4:体操教室の様子

(2) アンケート調査(手工芸教室)

水俣市の参加者と同じく、出水市の参加者にも高い満足度が得られていることが分かった。

結果を下記に示す(図 5)。

参加地区数:9 地区(10 回)

参加人数:123 名

① 性別:男性 31 名(25%)、女性 92 名(75%)

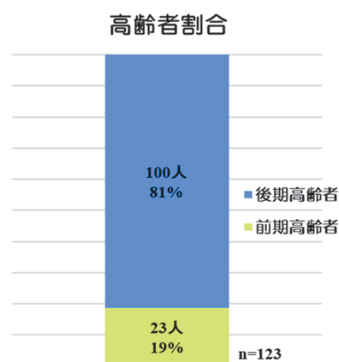
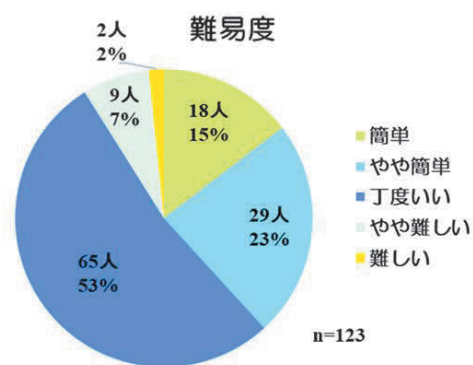
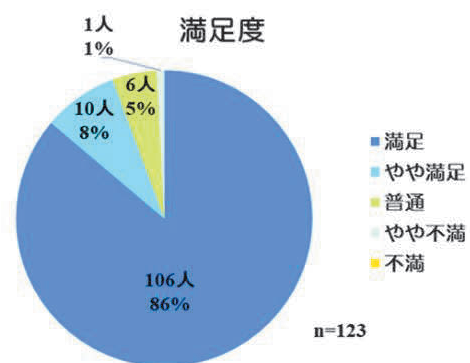
② 平均年齢:79.9 歳

75 歳以上の後期高齢者:100 名(81%)

③ 満足度評価:「満足」「やや満足」116 名(94%)

④ 課題の難易度:「丁度良い」65 名(53%)

⑤ 聴こえについて該当する項目数(/5):「0」49 名(40%)、「1」26 名(21%)、「2」15 名(12%)、「3」14 名(11%)、「4」11 名(9%)、「5」8 名(7%)



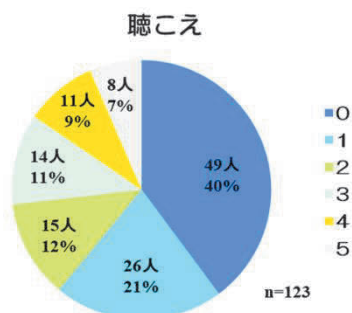


図 5:出水市の参加者アンケート結果



図7:たっしゅか塾の様子

⑥ 国水研に対する感想・要望

- ・丁寧なご指導をしていただき、楽しく物づくりができました。
- ・久しぶりに手を動かすことが出来て良かったです。一生懸命になるということは大切な事だと思います。
- ・水俣病の研究に取り組んでいただきありがとうございます。脳トレも毎回新しく楽しんでしています。等

3. 津奈木町での介護予防支援業務(認知症予防のための手工芸教室)

(1) いってみゆう会、たっしゅか塾(津奈木町社協)の活動の概要

転倒骨折予防事業いってみゆう会では 14 地区を対象に、28 回延べ 176 名に対して手工芸教室を開催した(図 6)。

環境省の「水俣病発生地域リハビリテーション強化等支援事業」を実施しているたっしゅか塾(津奈木町が運営)では、10 回(各曜日年 2 回)延べ 100 名に対して手工芸教室を開催した(図 7)。



図6:いってみゆう会の様子

(2) アンケート調査

水俣市の参加者と同じく、津奈木町の参加者にも高い満足度が得られていることが分かった。

結果を下記に示す(図 8)。

参加地区数:15 地区(38 回)

参加人数:276 名

① 性別:男性 67 名(26%)、女性 190 名(74%)

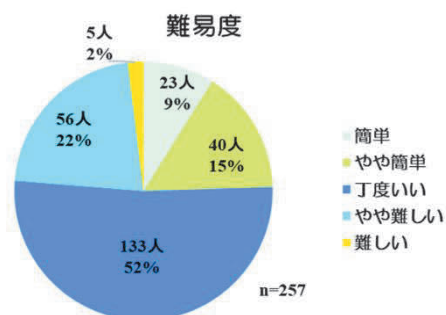
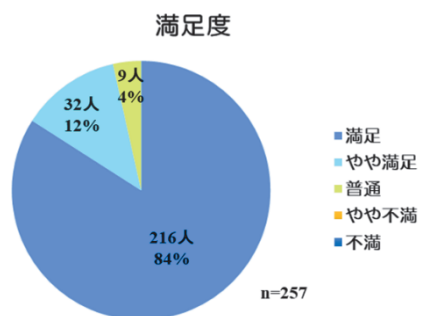
② 平均年齢:79.3 歳

75 歳以上の後期高齢者:196 名(76%)

③ 満足度評価:「満足」「やや満足」248 名(96%)

④ 課題の難易度:「丁度良い」133 名(52%)

⑤ 聞こえについて該当する項目数(/5):「0」82 名(32%)、「1」57 名(22%)、「2」56 名(22%)、「3」25 名(10%)、「4」25 名(10%)、「5」12 名(4%)



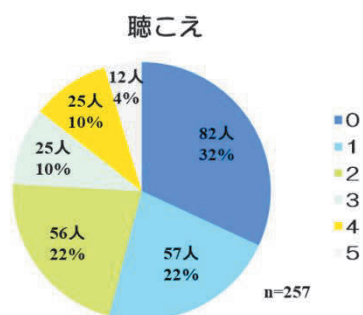
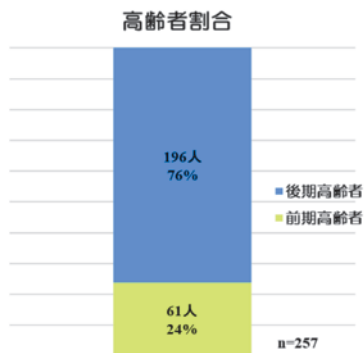


図8:津奈木町の参加者アンケート結果

⑥ 国水研に対する感想・要望

- ・楽しいから何度でもやってほしい。
- ・このような活動をキープしてほしい。
- ・また、よろしくお願いします。なるべく簡単な物でいいです。等

4.介護予防事業の広報活動

本年度も介護予防業務をアピールするため、ホームページでは次回実施予定を、フェイスブックでは介護予防活動の報告を行った。

その他、中学生の職場体験(図 9)、小学生との世代交流(図 10)など、本業務は認知症予防とともに、地域の仲間づくり・街づくりにも貢献している。



図 9:職場体験(中学生)の様子



図 10:世代交流(小学生)の様子

5. みなまた健康寿命延伸プロジェクト

2021 年度の水俣市の要介護認定率によると、年齢が 5 歳上がるごとに、要介護認定者が急速に増加していることが判明した。従って、要介護者数を減らすことが急務であり、これにより介護者の負担軽減や、病気になる高齢者の減少による医療費の削減が期待される。現在、厚生労働省は、健康寿命を延ばすため「健康寿命延伸プラン」を掲げ、「介護予防・フレイル対策」を推奨している。

そこで、令和 5 年度より水俣市の高齢化対策として水俣市社協と協力し「みなまた健康寿命延伸プロジェクト」としてフレイル対策事業を開始した。R5-6 年度に、運動の介入によるフレイル改善効果を検討したところ、①75 歳以下②運動教室参加③宿題達成率 75%以上の 3 項目で、フレイル改善効果が認められた。そこで R7 年度は、運動教室を 1 か所(もやいホール)から、坂口公民館とサンビレッジみなまた多目的ホールを追加し、3カ所に増やすとともに、希望者には送迎のサービスを行ったところ、特に地域リビング参加者が運動教室・宿題を行った群で高いフレイル予防効果が認められた(表 1)。

表 1:運動教室によるフレイル改善効果

	フレイル効果あり	フレイル効果なし
地リ+宿題	60	9
地リ+運動教室+宿題	20	1
運動教室+宿題	19	7

水俣市は、高齢化(65 歳以上が 40%以上)に加え、メチル水銀曝露による聴覚野の傷害により、他の地域よりも難聴者が多い可能性が考えられる。また、難

聴は予防可能な認知症リスクの中で最大(約 7%)を占めるほかフレイルの危険因子である。そこで、今年度よりヒアリングフレイル対策を開始した。ヒアリングフレイルの市民講座(日時:7 月 12 日;講師:聴脳科学総合研究所長 中石真一路先生)「みんなの聴脳力チェックアプリ」を用いた聴力検査では水俣市の高齢者の約 3 人に 1 人がヒアリングフレイル関連群であった。また、フレイルが進むほど、聴力テストは低下し、自覚症状は増加し、身体活動は低下する傾向を認めた。

次年度は、ヒアリングフレイル関連群に対する集音器(AirPods Pro 3 か Olive Air)の効果を検証する予定である。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Murayama H, Kobayashi E, Okamoto S, et al. National prevalence of frailty in the older Japanese population: Findings from a nationally representative survey. Arch Gerontol Geriatr. 2020;91:104220.

■臨床・福祉・社会グループ(業務)

[3]水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信(CT-25-02)

Rehabilitation programs for patients with Minamata disease and dissemination of information
on care and rehabilitation

[主任担当者]

中村 篤(臨床部)

リハビリテーション全般

リハビリ技術及び介助技術講習会企画

[共同担当者]

中村政明(臨床部)

医療相談、身体状況に対する医学的サポート
講習会企画サポート

[区分]

業務

[重点項目]

地域・福祉向上への貢献

[グループ]

臨床・福祉・社会

[業務期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水俣病患者 (Minamata disease patients)、リハビリテーション(rehabilitation)、情報発信 (dissemination of information)、生活の質(Quarity of life)

[業務課題の概要]

胎児性、小児性を中心とした水俣病患者の日常生活動作(ADL)や生活の質(QOL)の向上を第一の目的に、個々の利用者のニーズに応じた外来リハビリテーション(リハ)を実施する。加齢に伴うフレイルやサルコペニアを防止するため、歩行障害に着目し歩行学習支援ロボット(オルソボット)や無動力歩行アシスト機(アルク)によるリハを実施してきた。リハの提供に

おいては、磁気刺激治療、総合治療用電気刺激装置(G-TES)を組み合わせた手法を積極的に取り入れ、より多くのニーズに対応できる体制となっている。また、加齢などの要因により嚥下機能が一層低下することにより、患者によってはQOLの低下がみられた。そのため、嚥下機能の維持・改善やQOLの向上を目的に複合低周波治療器を導入し、治療研究にも取り組んでいる。さらに、当センターで効果が得られた機器を、水俣病被害地域にある医療機関に貸し出し、より多くの水俣病被害者等のADLやQOLの向上を目指す研究にも着手する。当センター外来リハをより多くの方に利用してもらえよう、地域福祉の拠点活動に赴き、活動を提供することで、外来リハのPRと地域との連携を図っていきたい。

そして、水俣病発生地域の医療の一翼を担い、医療専門職、介護職、一般の方を対象に、第一線で活躍している講師を招き、講習会を開催する。介助技術やリハ技術に関する講演、実技指導等により、知識の共有、技術の向上を図る。

[背景]

多くの医療機関や施設では、運営や保険制度上の問題から慢性期(維持期)にある対象者に対して、個々の障害特性にあった十分なリハの提供が難しい状況にある。このような中で、個々の機能及び能力を把握し、それぞれのニーズに即した機能及び能力の訓練や、達成可能な活動・作業を用いたリハの提供は、保険制度にとらわれない当センターの特徴を活かしたものであり、当センターの役割として重要である。水俣病患者の多くが高齢化しており、身体機能や活動能力の低下が懸念されるため、有効なリハの提供が必要となる。当センターでは、患者のニーズが多い、歩行能力の維持・改善を目的とした歩行訓練や、嚥下機能低下に対する訓練を実施してきた結果、運動機能や歩行、嚥下機能に成果を上げることが出来た。

水俣病被害地域において、当センターのリハビリを受けたいという要望はあるが、当センターの少ないマンパワーでは対応が困難であった。そこで、水俣病被害地域にある医療機関と連携を図ることで、そのニーズに対応できる体制づくりが必要である。

[目的]

身体機能、ADL 及び精神機能においてリハが必要な胎児性・小児性を中心とした水俣病患者を対象に、外来リハを実施し、利用者個々の ADL や QOL の向上、身体機能の維持改善を図る。また、水俣病被害地域にある医療機関と連携して当センターで成果が得られたリハを提供することで、より多くの水俣病患者等の ADL や QOL の向上を目指す。さらに、水俣病被害地域のリハ・介護レベルの向上を目指して、リハ効果、その内容及び新しいリハ情報に関して、積極的に情報発信する。

[期待される成果]

リハが必要な胎児性・小児性を中心とした水俣病患者の QOL の向上、機能の維持が図れ、患者の症状、経過の把握が期待される。

地域の医療機関と連携して当センターで成果が得られたリハを提供することでより多くの水俣病患者等の ADL や QOL の向上に寄与するとともに、当センターと各医療機関との連携強化も期待される。

リハ効果、その内容及び新しいリハ情報に関して、地域の専門職へ情報発信を行うことで、水俣病被害地域のリハ・介護レベルの向上が期待される。

[年次計画概要]

下記について 5 年間を通して実施する。

1. 対象者の生活、機能を維持し、より豊かなものにするために、生活全般に関わるさまざまな「作業活動」を治療や援助、あるいは指導の手段として用いる作業療法を中心としたリハを行う。
2. これまで実施している振動刺激治療、歩行学習支援ロボット(オルソロボット)に加え、磁気刺激治療、総合治療用電気刺激装置(G-TES)等の手法を組み合わせ、加齢に伴う身体能力や機能の変化、さらに合

併している病態に対応したプログラムによる症状の改善と ADL 改善をめざす。

3. 対象者に関わる家族、介護者、施設スタッフと情報交換しながら連携を図り、身体状況や障害に応じた環境調整のための情報や生活場面におけるハンディキャップに対する対処方法などの指導及び情報の提供を行う。また、症状に応じた服薬指導や検査、症状に応じた病院紹介を適宜行う。

4. 地域のリハ、介護の専門職の技術の向上を図り、知識や情報を共有するために、専門職を対象とした講習会や講演会を開催し、情報の提供に努める。

5. 水俣病被害地域にある医療機関と連携し、より多くの水俣病患者の ADL や QOL の向上を図る。

6. 保健所を中心とした水俣・芦北地区水俣病患者等保健福祉ネットワークに参加し、問題を抱えた患者に対する支援(相談、訪問リハなど)に努める。

[2025 年度の業務実施成果の概要]

1. 水俣病患者に対する外来リハの提供

外来リハの実施については、月曜日から木曜日の週 4 日を維持しており、利用者の予定に応じた柔軟な受け入れが可能な体制を継続している。今年度は 1 名が新たに利用を開始し、また、外来リハの利用を希望した方に対し、見学の受け入れも行った。

表 1 今年度の外来リハ利用者
延利用者数 232 名 (2025.4 ~2026.3)

性	年齢	移動手段	居住情報
男	73	独歩	单身
男	65	独歩	家族同居
男	68	車椅子	施設
男	68	車椅子	施設
男	68	独歩	家族同居
女	82	独歩	单身
男	66	独歩	单身

実施内容に関しては、疼痛、痙縮、下肢の筋力低下を認める症例に総合治療用電気刺激装置(G-TES)、磁気刺激治療等を個々の症状に応じて実施した。また、フレイル及びサルコペニアの予防を目的

に、歩行障害に着目し、歩行訓練も実施した。歩行訓練では、歩行学習支援ロボット(オルソボット)を新たに導入した。

以下に主なリハビリ内容を示す。

(1) 物理療法

筋力の維持及び改善を目的にG-TESを導入し(図1)、実施後の効果を実感している声が聞かれている。



現在独歩が可能な水俣病患者も、将来歩行が困難になることへの不安を強く抱えている。そのため、フレイル及びサルコペニア等の評価を実施し、利用者の現状を把握しつつフィードバックを行っている。当センターの外来リハ利用後、フレイルからプレフレイルに改善が見られたケースや四肢の筋肉量の評価指標である骨格筋指数において、徐々に値が増加しているケースもあり(図2)、継続的な外来リハの利用が身体機能の維持や改善につながっていることが示唆された。

対象者	治療内容	評価項目	治療経過	
			治療前	治療後6か月
A氏	・1回/週 ・G-TES30分 ・αQ装着歩行訓練 (室内5周×2回)	日本版CHS基準	握力 歩行速度 身体活動 判定:フレイル	握力 身体活動 判定:プレフレイル
		骨格筋指数	12.27kg/m ²	12.84kg/m ² 改善
B氏	・1回/週 ・G-TES30分 ・αQ装着歩行訓練 (平行棒内10往復)	日本版CHS基準	握力減少 握力 判定:プレフレイル	握力 判定:プレフレイル
		骨格筋指数	16.9kg/m ²	18.3kg/m ² 改善

図2. 歩行障害に対する訓練効果

さらに、嚥下機能の低下に対して、複合低周波治療器を用いた訓練及び治療研究も実施した(図3)。治療研究では、これまで2症例に実施しており、軽度

嚥下機能障害の症例では、嚥下機能や発話機能の一部において改善が見られた(図4)。今後、症例数を増やした後に論文化し、嚥下機能低下に対する治療の確立を図りたい。

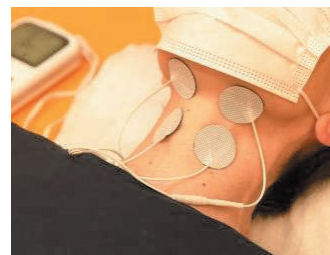


図3. 複合低周波治療器による訓練

対象者	治療内容	評価項目	治療経過			
			治療前	治療1か月	治療2か月	治療終了1か月後
C氏 軽度	・2回/週 ・ニューロトリート 30分	RSST 反復唾液水飲みテスト	1回	2回	3回	2回
		MWST 改訂水飲みテスト	3a	5	5	5
D氏 重度	・2回/週 ・ニューロトリート 30分	RSST 反復唾液水飲みテスト	1回	1回	1回	1回
		MWST 改訂水飲みテスト	3a	3a	3a	3a

図4. 複合低周波治療器による訓練結果(2症例)

(2) 運動療法

筋緊張の亢進、疼痛、麻痺などの症状や高齢化による歩行障害がある方に対し、新たに導入した歩行学習支援ロボット:オルソボット(図5A)やアルク(図5B)を使った歩行訓練を実施した。

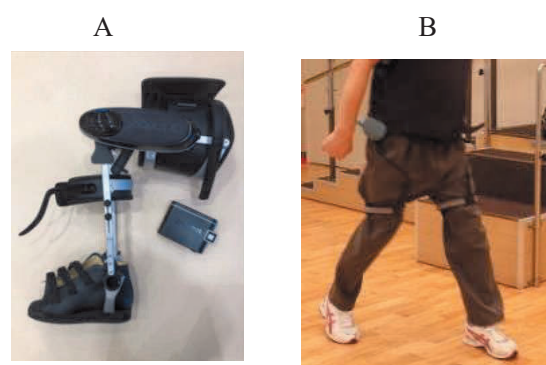


図5. (A)歩行学習支援ロボット オルソボットによる訓練
(B)アルクを使った歩行訓練

オルソボットは、正しい歩き方を反復させ、歩行機能の改善を促すことを目的としており、膝の屈曲および伸展補助の機能がある。オルソボットの使用により、

膝関節角度の推移(図6)を計測することができるため、対象者の評価としても有用である。オルソボットの効果として周回毎に膝関節角度が拡大することが明らかとなった。

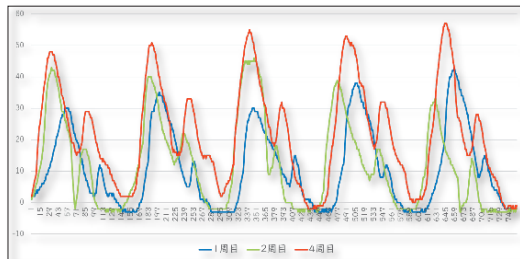


図 6. オルソボット着用時の膝関節角度の推移

アルクは、独歩の方が装着可能な無動力歩行アシスト機であり、負担軽減や歩幅・歩行速度の向上といった効果が期待されている。現在 60 代の胎児性水俣病患者に対し、アルクを使った歩行訓練を実施しており、明らかな身体機能の改善は認めていないが、訓練後の移動や歩行のしやすさといった体感が得られている。

(3) 手工芸

QOL の向上を目的に、楽しみながら脳機能の賦活、巧緻動作、協調運動の維持・向上を図るため、手工芸を用いた訓練を実施した。利用者は完成作品を家族や知人にプレゼントするといった目的を持って作業に取り組んでいる。またリハ室内や情報センターでの作品展示など、作品を発表する機会の提供により作品づくりの意欲が高まり、精神機能の維持、向上がもたらされている。

2. 水俣病被害者等に対するリハビリテーションによる症状改善に関する研究

これまで、当センターの少ないマンパワーでは対応が困難であった水俣病被害地域におけるリハの拡充に対し、当センターで効果が得られている機器を他の医療機関に貸出すことによって目的を達成できるよう体制を整備した。

貸出は、昨年 10 月に国保水俣市立総合医療センターから開始し、水俣市芦北郡医師会等にも協力を

依頼し、今年度は水俣市・芦北郡芦北町、鹿児島県出水市にある 6 医療機関から協力が得られることとなった(図 7)。

県	医療機関名	総合治療用電気刺激 G-TES	αIQ	ニューロリット
熊本県	国保水俣市立総合医療センター ※昨年10月より継続して実施	● ※3例実施済み	●	● ※1例実施済み
	白梅病院	●	●	●
	山田クリニック	●	●	●
	水俣協立病院	●	—	—
	竹本医院	—	●	—
鹿児島県	出水総合医療センター	●	●	●

図 7. 協力医療機関と貸出機器について

3. 地域との連携

外来リハを利用する患者の生活の場での QOL 向上を図るため、ほっとはうす等の水俣病患者が利用している施設との情報交換を密に行った。また、半年に 1 回開催されるサービスモニタリング会議にも出席し、外来リハの情報を積極的に提供した。

水俣市の南部地域の保健福祉の拠点及びもやい直し事業の一環として「おれんじ館」が設立されており、デイサービス事業が行われている。当センターからも地域との連携強化の一つとして月に 2 回訪問し、活動を提供している。今年度も水俣病患者を含めた地域の高齢者を対象に、介護予防目的の身体機能測定や健康体操等を実施した。今年度の延べ利用者数では、前年度とほぼ同数で 145 名であった。

4. 講習会の開催

第一線で活躍する講師を招き、対面による講習会を企画し開催した。今年度の内容は、電気・磁気刺激治療およびゼロ次予防に関するテーマで、いずれも参加者に好評であった。また、当日の講習会の様子を録画し、参加できなかった方や参加した人の再学習ツールとして利用できるよう当センターホームページ内で視聴できるようにした。過去のアーカイブでは、再生回数が千回を超える内容もあり、コンテンツの広報にも取り組んでいきたい。

[業務期間の学会等発表]

なし

[業務期間の論文発表]

中村 篤, 中村政明:環境省国立水俣病総合研究
センター～臨床部の主な取り組み～.公衆衛生情
報, 2025 ;9 :14-15

■臨床・福祉・社会グループ(業務)

[4]水俣病病理標本及び関連資料を用いた情報提供(CT-25-03)

Information provision using Minamata disease pathological specimens and related materials

[主任担当者]

丸本倍美(基礎研究部)
業務全般の実施

[共同担当者]

藤村成剛(基礎研究部)
中村政明(臨床部)
菰原義弘(熊本大学)
業務を進める上での助言
植木信子、八木朋子(株式会社 神経病理
Kiasma& Consulting)
国水研専用 WEB ページの作成
新井信隆(株式会社 神経病理 Kiasma&
Consulting)
業務全般に関する助言
病理標本コンサルテーション

[区分]

業務

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

臨床・福祉・社会

[業務期間]

2025 年度－2027 年度(3 ヶ年)

[キーワード]

水俣病 (Minamata disease)、神経病理
(Neuropathology)、病理組織標本(Histopathological
slides)、デジタル化 (Digitation)、情報発信
(Information transmission)

[業務課題の概要]

水俣病の剖検例の病理組織標本は、他の疾患等
と異なり人類が二度と得ることが出来ない極めて貴重
なものであり、世界中で水俣病の病理組織標本を多
数保有している研究機関は当センターのみである。し
かしながら、病理組織標本は年月の経過とともに褪色
が起こるため永久に保管することが困難である。よっ
て、これらをデジタル化し永久保存を目指す。合わせ
て、デジタル化した病理組織標本を、病理を学ぶ学
生及び研究者のための教育用症例として活用するこ
とを目指す。

また、当センターでは、病理組織標本の他にも貴
重な病理に関する試料を多数保有しており、それら
の整理・永久保存及び活用を目指す。

[背景]

1996 年に水俣病に関する貴重な試料を保管する
目的でリサーチリソースバンク棟が建設され、国立水
俣病総合研究センターでは現在まで同施設におい
て、様々な貴重な標本を収集、保管している。保管し
ている標本は主として熊本大学医学薬学研究科より
当センターに貸与されている試料であるが、それ以
外にも多数の貴重な標本を保管している。水俣病に
関する病理標本及び資料を整理・保管することは当
センターの責務の一つである。また、当センターは、
単一疾患の病理標本が多数保存されている世界的
にも例を見ない施設である。

[目的]

当センターにおいて適切に標本を整理・保存し、
標本を有効活用することが本業務の主な目的であ
る。

パラフィンブロックを再包埋・ラベリングすることによ
り、将来、研究に再利用できる試料として整理・保管
する。また、病理組織標本は年月が経過すると褪色
が起こるため、永久に保存することが困難である。よ
って、これらの病理組織標本をデジタル化することに

より永久保存し、後世に残す資料とする。また、デジタル化した標本を世界中の研究者及び学生が教育資料として利用できるようにする。

[期待される成果]

貴重な水俣病に関する標本を整理・永久保管することにより、国研としての役割を果たすことができる。パラフィンブロックの将来の研究への活用が可能となる。また、デジタルデータを用いた教育への活用及び国際貢献が可能となる。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

病理組織標本のデジタル化

今後の試料管理に関する熊本大学との協議

デジタル化した標本のホームページでの公開

リサーチリソースバンクに保管されている試料の整理・管理

データベース作成

末梢神経の検索

2. 2026 年度

病理組織標本のデジタル化

熊本大学からパラフィンブロックの移管

リサーチリソースバンクに保管されている試料の整理・管理

データベース作成

視床の検索

3. 2027 年度

病理組織標本のデジタル化

熊本大学からパラフィンブロックの移管

リサーチリソースバンクに保管されている試料の整理・管理

データベース作成

中心前回の検索

後継者への引継ぎ

[2025 年度の業務実施成果]

数値はこれまでの累計を示す。

1. 熊本大学と共同で管理する病理標本の整理（450/450）の完了及び継続的な管理
2. 新潟大学より提供されている病理標本の管理（30/30）
3. 水俣病症例（熊本大学関連）の病理組織標本のデジタル化（204/204）
4. 熊本大学にて剖検された水俣病症例のパラフィンブロックの再包埋作業（126/204）
5. 水俣病病理標本データベース HP 日本語版・英語版の充実
6. 病理標本以外の多くの貴重な資料の整理病理標本の整理・管理
7. 日本神経病理学会での発表
8. 1956-1959 年に解剖された症例の末梢神経系に関する検索を行った（表 1、2、3）。

表 1 1956 年に解剖された症例

番号	1	2	3	4
末梢神経 サンプリング	無	有	無	無
部位		視神経 部位不明		
末梢病変		無		
中枢病変	有	有	有	有

表 2 1958 年に解剖された症例

番号	5	6	7	8	9
末梢神経 サンプリング	有	有	有	無	有
部位	脊髄 三叉 動眼	大腿	脊髄		上腕
末梢病変	無	無	無		無
中枢病変	有	有	有	有	有

表 3 1959 年に解剖された症例

番号	10	11	12	13	14	15
末梢神経 サンプ リング	有	有	有	無	無	有
部位	脊髄	坐骨	部位不明			部位不明
末梢病変	無	無	極めて 軽度			極めて 軽度の 細胞浸潤
中枢病変	有	有	有	有	有	有

水俣病発生当初の症例において、メチル水銀により末梢神経系が傷害されていた可能性は低いと推測された。

[備考]

なし

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

- 1) 丸本倍美, 新井信隆, 植木信子, 八木朋子, 藤村成剛, 中村政明, 菰原義弘: 水俣病を疑う症例のブレインカッティングマニュアル. 日本神経病理学会, 和歌山市, 2025. 7.

■臨床・福祉・社会グループ(業務)

[5]慢性期水俣病患者の病型別日常生活動作(ADL)の経年変化解析(CT-25-04)

Temporal trend analysis of activities of daily living (ADL) in Minamata disease patients
on a disease-type

[主任研究者]

寶來佐和子(環境・保健研究部)
業務の総括、実験全般の実施

地域・福祉向上への貢献

[グループ]

臨床・福祉・社会

[共同研究者]

中村政明(臨床部)
業務全般の助言・サポート

[研究期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

中村篤(臨床部)
調査実施の協力

[キーワード]

水俣病認定患者(minamata disease patients)、日常生活動作(ADL)、生活の質(QOL)、介護(care)、福祉(Social Welfare)

山元 恵(環境・保健研究部)
調査の協力

坂本峰至(所長特任補佐)
調査の協力

[研究課題の概要]

水俣病認定患者の継続的なADL調査を実施し、経年の変化を明らかにする。アロマセラピーをコミュニケーションツールとして、患者の内的世界を少しでも理解し、可能な限り多くの詳細な記録を残すことを目指す。

三浦陽子、菊池有梨(臨床部)
調査の補佐

原田利恵(国際・総合研究部)
調査の協力

安田国土(明水園)
調査の協力

[背景]

水俣病認定患者は高齢化に伴い身体機能とともに日常生活能力の低下が進行している状況にあると考えられるが、これまで客観的な ADL の変化に関する評価は行われていなかった。近年実施された 5 年間の ADL 変化解析結果において、胎児性・小児性水俣病患者群(9 名)の NM スケールと N-ADL の点数は、有意差はみられなかったものの、減少する傾向がみられた。一方、成人性患者群(12 名)は、有意な得点減少がみとめられた。また、各群で日常生活状況を現在と 5 年前で比較解析したところ、成人性患者群では、歩行、食事、起座、寝返り、排泄、NM スケール、N-ADL 得点において、有意な得点減少がみられた。その一方、胎児性・小児性患者群では有意差は見られなかった。しかしながら、胎児性・小児性水俣

田畑ゆかり(明水園)
調査の協力

坂本欣也(ほっとはうす)
調査の協力

劉 曉潔(元環境・保健研究部職員)
調査の協力

加藤タケ子(きぼう・未来・水俣)
調査の協力

徳富一敏(おれんじ館)
調査の協力

[区分]

業務

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

病患者は比較的老化のスピードが速いため、ある年齢以降からの急激な ADL 低下が想定される。

本研究を円滑に遂行するためには、水俣病患者を始めとする地域住民の方々との信頼関係の構築が必要不可欠である。そのための有効なツールとしてアロマセラピーを採用することを考えている。近年、フレイル群は健常群より約 2 割程度生存率が低下することが報告された (Fried et al., 2001)。このようにフレイル・サルコペニアは、生命・機能予後に影響を及ぼす一方、適切な介入と支援により改善可能であることから、健康寿命の維持、向上のためにフレイル・サルコペニア対策の概念が重要となっている。胎児性水俣病患者は、通常であればもっと高齢で発症するであろう運動機能障害が 40 歳代にして出現することが懸念されている (土井, 2001)。実際、劉らは調査した胎児性水俣病患者のなかに、急激な下肢運動機能の悪化や突然の死を迎えることを報告している。これらのことから、水俣病患者の ADL 維持にもフレイル・サルコペニア対策が重要となることが考えられる。フレイルは、主に身体、心/認知、社会性の 3 つの虚弱によって引き起こされる。ラベンダー精油は疼痛緩和や抗不安効果を有することが報告されている。またアロマセラピーは、匂いが記憶や感情に作用するという特徴を有することから、マッサージと組み合わせることにより、認知症高齢者に大きな効果があるとも考えられている (八木澤・稲垣, 2008)。以上のことから、アロマトリートメントはフレイルに対する効果が期待される。更に、認知症高齢者のためのケアとして、その人を中心としたパーソンセンタードケアが提唱されており、「その人らしさ」を尊重したアプローチの方法の一つとして、アロマセラピーが挙げられる (キッドウッド, 2005)。このように、「その人らしさ」を尊重したアロマセラピーを用いるアプローチ法は、認知症高齢者だけでなく、水俣病患者にも有効であることが期待される。また、水俣病患者数人からアロマセラピーの体験に前向きな回答が得られている。

[目的]

慢性期水俣病患者の ADL や心身機能の変化及び病型によるこれらの経年変化の違いの特徴を明らか

かにすることで、今後のより良い支援活動を行うための基礎データとすることを目的とする。

[期待される成果]

慢性期水俣病患者の ADL 低下の特徴を明らかにすることで、適切な支援が可能となる。また、希望する患者や関係者にアロマセラピーを施し、満足して頂くことができたなら、臨床研究に協力して頂ける被験者の確保に繋がることが期待される。また、患者や関係者の精神的、肉体的不安や疲労の解消に繋がり、フレイル予防や QOL の向上が期待される。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

継続的な ADL 調査を実施する。そのために、患者さんを訪問し、信頼関係を構築する。これまでの在宅の患者さんに加え、明水園の患者さんに協力を依頼する。また、ADL 調査のための適切なメソッドを構築する。希望する患者さんにアロマトリートメントサービスを提供する。

2. 2026 年度

前年度に引き続き、調査を実施する。患者を訪問し、これまでのデータを解析し、慢性期の水俣病の病型による ADL 低下の経年変化の違いを明らかにする。更に、ADL 低下に水俣病の進行がどの程度関与しているかについても解析を行う。希望する患者さんにアロマトリートメントサービスを提供する。

3. 2027 年度

前年度に引き続き、調査を実施する。患者を訪問し、これまでのデータを解析し、慢性期の水俣病の病型による ADL 低下の経年変化の違いを明らかにする。更に、ADL 低下に水俣病の進行がどの程度関与しているかについても解析を行う。希望する患者さんにアロマトリートメントサービスを提供する。

4. 2028 年度

前年度に引き続き、調査を実施する。患者を訪問し、これまでのデータを解析し、慢性期の水俣病の病

型による ADL 低下の経年変化の違いを明らかにする。更に、ADL 低下に水俣病の進行がどの程度関与しているかについても解析を行う。希望する患者さんにアロマトリートメントサービスを提供する。

5. 2029 年度

前年度に引き続き、調査を実施する。患者を訪問し、これまでのデータを解析し、慢性期の水俣病の病型による ADL 低下の経年変化の違いを明らかにする。更に、ADL 低下に水俣病の進行がどの程度関与しているかについても解析を行う。希望する患者さんにアロマトリートメントサービスを提供する。

[2025 年度の研究実施成果]

ADL(日常生活動作能力)の評価法として、IADL(手段的日常生活動作能力)及びN-ADL(N式老年者用ADL評価尺度)を、フレイル・サルコペニア評価として、フレイルJ-CHS基準、SARC-F、握力測定、椅子の立ち上がりテスト、歩行速度測定を、認知機能検査としてHDS-RとNMスケール(N式老年用精神状態尺度)を、健康に関する自覚症状に関しては、アンケート調査を実施した。水俣病患者(MD;34名)60歳代、70歳代、80歳代のADLの実態を特徴づけるために、鹿児島県南さつま市坊津住民42名を参照(Ref)群とし、MD群の各年代と比較した。その結果、MD各年代群のN-ADL総スコア(50点満点)は、Ref群よりも有意に低く、N-ADLの構成項目である歩行・起坐、生活圏、着脱衣・入浴、摂食、排泄のすべてにおいても、有意に低値を示した。

サルコペニアは、SARC-Fスコアが4点以上であり、握力が男性で28kg未満、女性で18kg未満の場合、サルコペニアの疑いがあると判定される。本評価において、MD各年代群のSARC-F平均スコアは、どの年代も4点を超過しており、Ref群と比較して有意に高値であった。MD群の握力は、80歳代の男性以外で男女ともにMD群はRef群より有意に低値を示した。サルコペニアの可能性と判定されたMD各群の割合は、60歳代男性で40%、70歳代男性で50%、80歳代男性で、66.7%、60歳代女性で85.7%、70歳代及び80歳代女性で100%であった。本結果から、水俣病患者

は男女とも一般男女よりサルコペニアに罹患しやすく、また、女性患者の方が深刻であることが示唆された。

フレイルは、体重減少、筋力低下、疲労感、歩行速度低下、身体活動低下の5項目で評価され、3項目以上でフレイル、1-2項目でプレフレイルと判定される。MD各年代群は、Ref群よりも有意に項目数がかった。フレイルと判定されたMD各群の割合は、60歳代男性で60%、70歳代男性で50%、80歳代男性で、66.7%、60歳代女性で85.7%、70歳代及び80歳代女性で100%であった。

誤嚥頻度と一日に常用する薬の種数の聞き取りに関して誤嚥頻度はMD70歳代群でRef群より有意に高く、一日に常用する薬の種数は、MD各年代群で、Ref群よりも有意に多かった。

認知機能評価に関して、HDS-Rスコア(30点満点・20点以下で認知症の疑い)を比較した結果、MD各年代群は、Ref群より有意に低値であった。MD各年代群における20点以下の割合は、60歳代男性で25%、70歳代男性で50%、80歳代男性で、66.7%、60歳代女性で42.9%、70歳代女性で66.7%、80歳代女性で100%であった。この結果から、MD群において、男性患者より女性患者の方が認知機能は低い傾向であることが示された。NMスケールは(50点満点)、意思疎通が困難な被験者用の日常生活行動による認知症評価である。この評価法は、家事・身辺整理、関心・意欲・交流、会話、記銘・記憶、見当識の5項目から、正常(50-48点)、境界(47-43点)、軽度(42-31点)、中等度(30-17点)、重度(16-0点)で評価される。MD各年代群のスコアは、Ref各年代群よりも低い傾向がみられた。家事・身辺整理及び会話のスコアは、すべてのMD年代群で有意に低かった。また、関心・意欲・交流、会話、記銘・記憶の項目は、MD群70歳代でより顕著に低下していた。

以上の結果から、胎児性あるいは小児性水俣病患者であることが推測される60歳代—70歳代水俣病患者は、ADL、フレイル/サルコペニア、認知機能とくに「関心・意欲・交流」「会話」「記銘・記憶」の低さは顕著であったことから、患者のQOL維持向上のために、上記機能を低下させないよう、より多くの経験や交流の場の提供など、なんらかの対策が必要不可欠だと

考える。とくに60歳-70歳代の女性患者の支援は喫緊の課題といえるだろう。今後は、QOL維持及び予防の観点から、継続的な調査を実施し、いつ、どのように低下していくのか詳細を明らかにする必要がある。これまで実施してきたアロマトリートメントは、患者さん方に好評で、依頼数も増加傾向にある。また、施術中に身内の話や本人の考えなどを話してくれるようになっており、患者さんの内的理解に極めて有効だと実感している。そこで、本アロマトリートメントは、ADL調査を円滑に遂行するための有効な手段として、今後継続して実施し、患者さんとの信頼関係を構築していく所存である。

[文献]

- 1) トム・キッドウッド(2005) 高橋誠一訳: 認知症のパーソンセンタードケアー新しいケアの文化へー, 筒井書房
- 2) 八木澤良子・稲垣絹代(2008) 認知症高齢者のアロママッサージによる行動変化, 神戸市看護大学紀要
- 3) 土井陸雄(2001) 胎児性水俣病患者の症状悪化に関する緊急提言, 日本公衛誌, 49, 73-75.
- 4) 劉曉潔, 坂本峰至, 加藤たけ子, 岡元美和子, 有村公良(2007) 胎児性水俣病患者の現在のActivity of Daily Living (ADL) 実態と15年前との比較及びコミュニケーション障害に関する研究, 日衛誌 62, 905-910.
- 5) Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, Seeman T, Tracy R, Kop WJ, Burke G, McBurnie MA. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype, J Gerontol A Biol Sci Med Sci., 56, M146-56.
- 6) Yoshimura, N., Muraki, S., Oka, H., Iidaka, R., Kodama, H., Kawaguchi, K., Nakamura, S., Tanaka, S., Akune, T. (2017) Is osteoporosis a predictor for future sarcopenia or vice versa? Four-year observations between the second and third ROAD study surveys, Osteoporos Int., 28, 188-199.

3.リスク評価グループ Risk Assessment Group

メチル水銀曝露に対するハイリスクグループとして、高濃度の水銀に曝露した集団、及び水銀に対する高感受性のグループが挙げられる。リスク評価グループは、環境汚染に起因する水銀のヒトへの曝露評価及び健康影響を統合的に研究する。特にメチル水銀の高濃度曝露集団及び胎児・小児や疾病を持つ脆弱性の高い集団を対象とし、メチル水銀の曝露とリスク評価並びに健康影響の解明を、セレンを始めとする各種交絡因子を考慮に入れた疫学的研究と実験的研究の両面から実施する。

当グループの各研究に関する 2025 年度研究概要は以下のとおりである。

[研究課題名と研究概要]

[1] 疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発 途上国における水銀の曝露実態調査と技術移転(プロジェクト研究)

實來佐和子(環境・保健研究部)

本プロジェクト研究は、實來および山元による共同プロジェクトとなる。

サブテーマI: 實來担当の部分は、①マンガースの排泄物を用いたバイオマーカーの探索、②マンガースを用いた水銀の母子間移行における胎盤の機能解析、③調査地域の選定と水銀曝露実態調査、④金抽出の水銀代替法の開発の4つのサブテーマによって構成されている。①②の進捗として、マンガース 65 個体のサンプリングを実施し、メス 25 検体(妊娠個体 6 (比較的大きい母仔 2 ペア)、オス 40 検体を捕獲し、各臓器組織を収集した。解析に必要な母仔ペア数が不十分であったため、来年度も継続してサンプリングを実施する。③に関しては、ジンバブエの小規模金採掘現場の予備調査を実施した。④に関しては、85 の水銀代替法の新たな化学物質候補(物質 A 類)から、金抽出に適した 10 種をスクリーニングした。今後、これら物質 A 類に溶出する金濃度を測定し、より金抽出に適した物質を決定する予定である。

サブテーマII: 山元 恵(環境・保健研究部)

- (1) ベトナム・ハノイの妊婦を対象としたメチル水銀曝露の実態把握に関する研究に関して、各試料の分析データ(毛髪水銀、胎便の水銀、爪の Se、As)の相関解析を行った。現在、論文投稿準備中である。
- (2) 当初予定していたインドネシアの ASGM 地域調査において、諸般の事情により継続的な調査実施が困難となったため、代替候補地の選定及び関係機関との調整を行った。新たに ASGM に関する調査対象地域を特定し、現在、現地のカウンターパートと疫学調査の実施計画及びプロトコルに関する具体的な協議を進めている。
- (3) Diponegoro 大学(インドネシア)において水銀分析研修・技術移転を行い、同大学における水銀分析システムのセットアップのサポートを行った。
- (4) 水銀に関する環境汚染が問題となっている国々の研究者を対象として、生物試料中の水銀分析に関する研修・技術移転を行った(・Center for Mineral Technology: ブラジル, ・Ghana Standard Authority: ガーナ, ・Diponegoro University 及び University of Jember: インドネシア)

[2] メチル水銀曝露に対するハイリスクグループの曝露評価システムの強化(基盤研究)

山元 恵(環境・保健研究部)

- (1) マウスを用いたメチル水銀の胎仔移行の抑制に関する実験系の構築を検討した。昨年度まで実施したマウスを用いた母仔におけるメチル水銀の組織分布の評価系を基に(Yamamoto et. al., J. Appl. Toxicol. 2025)、化合物 X の効果を検討した結果、母体から胎仔へのメチル水銀移行が抑制される傾向が見られた。今後、再現性の確認とともに統計学的に有意な結果を得るための実験を実施する予定である。

(2) 採取した母児の各生体試料(毛髪、血液、胎盤組織、臍帯組織)中の水銀分析を終えた。各々の関連解析を進めており、1〜2 の予備的な解析結果を得た。今後、各々の関連解析を進める予定である。

[3] コモンマーモセットにおけるメチル水銀による神経症状の評価(基盤研究)

山元 恵(環境・保健研究部)

メチル水銀曝露に伴う運動機能障害に関するデータの解析を完了した(・移動速度、・歩幅の測定、・自発行動評価、・股関節の位置、・膝角度、・背側頸部領域と背側胴体間の角度)。また、脳脊髄液のプロテオミクス解析を実施し、メチル水銀の神経毒性に関連するバイオマーカータンパク質(2 種類)を同定した。これらの成果をまとめ論文投稿を行った。査読のフィードバックに基づき、データの再解析及び構成の再検討を行っており、再投稿に向けて準備中である。

[4] メチル水銀の健康リスクと環境要因:歴史的試料・資料に基づく統合的解析(基盤研究)

坂本峰至(所長特任補佐)

(1) 排水経路変更が水俣病の空間的分布と神経病理学的重症度に及ぼした影響:

水俣病は、初期の症例は水俣湾地域に集中していたが、後に周辺地域にも拡大した。その決定的な出来事はチッソの排水経路の変更であった。しかし、この変更が症例の地理的分布と健康影響の重症度にどのような影響を与えたかを検討した研究は実施されていない。本研究では神経病理学的剖検記録から得られた脳病変の 3 段階(軽症・中等症・重症)を客観的指標として、排水経路の変化が症例の空間分布および健康影響の重症度に与えた影響を検討する。

本年度は、排水経路の変更が曝露経路を再編成し、水俣病の空間的発生分布および神経病理学的重症度を再配分した可能性が示された。これらの結果は、追加の臨床資料を用いた患者の経時的および空間的分布解析結果と概ね整合した。さらに、魚類および飼育猫に観察された生態学的異常が患者発症に先行していたことが再確認された。これらの知見は、水俣病における環境—生態系—ヒト健康影響

の連続性を示す重要な証拠となる。現在、これらの成果を基に高位国際誌への投稿に向けた論文準備を進めている。(科研費 JSPS24K13433)

(2) 水俣病発生における複合汚染の可能性の検討:

水俣病は、海洋汚染と生態系を介したメチル水銀曝露が人の健康に深刻な影響を与えた典型的な例として国際的に認識されている。原因物質の追求過程で、タリウム、セレン、マンガンが疑われたことがあった。しかし、住民の中には依然として、メチル水銀以外の重金属等の複合汚染による健康被害を危惧する声がある。本研究では、浚渫前および最近の浚渫区域外の水俣湾底質と当時の魚類およびヒバリガイモドキの保存試料、それぞれの対照試料を用い、メチル水銀、総水銀に加えて、タリウム、セレン、マンガ、ヒ素、鉛、カドミウム、硫黄を分析する。これらの解析で、チッソ水俣工場から水俣湾への排出と環境生物への蓄積を把握し、水俣病の発生へのこれらの物質の寄与の可能性を検討する。

本年度は、研究対象とした水俣湾底質、タイおよびヒバリガイモドキ保存試料について、メチル水銀、総水銀および関連元素の分析結果を取得した。これらの元素の水俣湾への排出と生物中濃度との関係を解析し、メチル水銀のヒト健康影響に対する修飾効果の可能性を検討するための基礎データを得た。

■リスク評価グループ(プロジェクト研究)

[1]疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発途上国における水銀の曝露実態
調査と技術移転(PJ-25-01)

Identification of biomarkers useful for epidemiological studies and assessment of mercury
exposure and technology transfer in developing countries

[主任研究者]

寶來佐和子(環境・保健研究部)
研究の総括、実験全般の実施
実験・疫学調査のサポート

細井義孝(JICA)

アフリカフィールド調査サポート

Agus Sudaryanto (National Research and Innovation
Agency; BRIN)

インドネシアフィールド調査サポート

[共同研究者]

山元 恵(環境・保健研究部)

研究全般のサポート

Budi Kurniawan (National Research and Innovation
Agency; BRIN)

インドネシアフィールド調査サポート

中村政明(臨床部)

研究デザインのサポート

片岡知里(元環境・保健研究部,水産技術研究所)

実験のサポート

藤村成剛(基礎研究部)

研究デザインのサポート

郡山千早(鹿児島大学)

疫学研究デザイン、サンプルの収集、統計解析

原口浩一(国際・総合研究部)

研究デザインのサポート

秋葉澄伯(鹿児島大学名誉教授)

疫学研究デザイン、統計解析のサポート

坂本峰至(所長特任補佐)

疫学研究デザインのサポート

辻 真弓(産業医科大学)

疫学研究デザイン、サンプルの収集、統計解析

中村政明(臨床部)

疫学調査のサポート

Hung The Dang (Hanoi University of Public Health,
Vietnam)

サンプルの収集

中田勝士(南西環境研究所)

沖縄でのマングース調査のサポート

Hang Thi Minh Lai (Hanoi Medical University,
Vietnam)

サンプルの収集、統計解析

城ヶ原貴通(沖縄大学)

沖縄でのマングース調査のサポート

Nha Ba Pham (Bach Mai Hospital, Vietnam)

サンプルの収集

小椋康光(千葉大学)

セレン分子種測定 of サポート

Muflihatul Muhiroh (Diponegoro University,
Indonesia)

サンプルの収集

田中佑樹(千葉大学)

セレン分子種測定 of サポート

Ancan Marchianti (University of Jember, Indonesia)

サンプルの収集

秋山雅博(昭和大学)

腸内細菌叢研究のサポート

Eka Nugraha (National Research and Innovation
Agency of Indonesia)

サンプルの収集

近藤充希(鹿児島大学)

胎盤分子発現解析研究のサポート

Adeola Oluwofolahan (University of Ibadan, Nigeria)

サンプルの収集

小野新平(東北大学)

Hg 代替法の開発サポート

中山翔太(北海道大学)

アフリカフィールド調査サポート

[区分]

プロジェクト研究

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開
国際貢献

[グループ]

リスク評価

[業務期間]

2025 年度－2029 年度（5 ヶ年）

[キーワード]

腸内細菌叢 (gut microbiota)、水銀曝露評価 (mercury exposure assessment)、バイオマーカー (biomarker)、セレン (selenium)、水銀代替金抽出法 (mercury-free gold extraction method)

水銀曝露 (mercury exposure)、胎児 (fetus)、人力小規模金採掘 (artisanal and small-scale gold mining : ASGM)、開発途上国 (developing countries)、メチル水銀分析 (methylmercury analysis)

サブテーマ I (實来)

水銀耐性集団における腸内細菌叢、セレン分子の役割解明及び濃度依存的なメチル水銀の胎盤を介した母仔間移行に関する研究・ASGM サイトにおける金抽出の水銀代替法の開発と実装のための水銀モニタリング

[研究課題の概要]

本研究では、水銀耐性を有する集団は、特異的な尿中Se代謝物及び腸内細菌叢を有するという仮説のもとに、Hg耐性を有する集団において、共通した特異的な腸内細菌叢と尿中Se代謝物が存在するのか、両者にはなんらかの関係性が存在するのか、またそれらは、HgやSeの体内分布に関与するのかを検証し、水銀曝露のバイオマーカーを探索する。また、水銀の母仔間移行において、水銀耐性集団は、胎盤を介した水銀の移行抑制機構を有することが示唆され

ることから、その関連分子を探索する。また、水銀を使用しない金抽出法の開発を遂行し、ASGMエリアに導入することを目指す。

[背景]

環境中水銀(Hg)は、主に有機Hg、無機Hg、金属Hgの3つの化学形態で存在している。

1956年に公式確認された水俣病の病因物質はメチルHg(MeHg)であり、これは有機Hgの一種である。また、我々が食する魚介類中Hgの多くは、含まれる量は微量ながら依然としてMeHgである。MeHg毒性は、水俣病で知られるように、容易に脳へ取り込まれ、神経細胞障害を惹起する。他方で、我々が食する魚介類中Hgの多くは依然としてMeHgである。これは、天然に存在するHgの多くが海底火山由来であり、海底火山から放出された金属Hgが微生物によりメチル化されることで、海洋生態系に取り込まれ、生物濃縮されることによる。つまり、大型魚類やそれらを捕食する鯨類ほど、体内総Hg濃度は高くなる。一般的に体内総Hg濃度は、陸生哺乳類よりも海生哺乳類で高い傾向がみえる。魚食性海生哺乳類の多くは体内総Hg濃度が高いものの、これまでHg毒性を発症した報告はないことから、Hg耐性を有する集団と位置付けることができよう。これらの集団において、1973年Nature誌に肝臓中のHgと必須微量元素の一種であるセレン(Se)のモル比が1:1となることが報告された(Koeman et al., 1973)¹⁾のを皮切りに、これまで多くの海生哺乳類で同様の現象が報告された。それに関連し、肝臓中総Hg濃度が高くなるに従い、有機Hg濃度の割合は低下することも報告された。Hg/Seモル濃度比が1というのは、体内での最終産物である不活化粒子のセレン化水銀を意味する。不活化粒子形成により、Hg毒性が減弱されると考えられている(Ralston, 2018)²⁾。このHg毒性に対するSeの保護作用は、結果的に体内のSeを消費し、枯渇させることになる。上述のとおり、有機Hg毒性は、容易に脳へ取り込まれ、神経細胞障害を惹起する。一方、無機Hg毒性は腎障害を引き起こすものの、体内に取り込まれた約95%は排泄される。これらのことから、体内での速やかな有機Hgの無機化と、HgとSeの体内

反応が Hg 耐性を有する重要な鍵になると考える。近年、腸内細菌叢(Tao et al., 2023)³⁾や乳酸菌の一部(Jadán-Piedra et al., 2017)⁴⁾が、無機化に関与していることが報告された。また、腸内細菌叢が産生する短鎖脂肪酸の補充により、糞便からの Hg の排出量増加により、大腸及び脳の Hg 蓄積量の減少が生じることで、MeHg による神経発達障害を緩和しうること(Han et al., 2026)⁵⁾、セレン補充により、腸内細菌を介して MeHg 毒性が軽減されること(Lin et al., 2019)⁶⁾が報告されていることから、Hg 毒性に耐性を有する集団は、上記に関連する Hg 毒性を防御する腸内細菌叢を腸内に保持していることが推測される。

Hg 耐性を有するヒト集団として想定されるのが、毛髪中総 Hg 濃度が、神経症状を発症するレベルとされる 50 µg/g を超過するにもかかわらず、神経症状がみられず(Nakamura et al., 2014)⁷⁾、鯨食文化を有する和歌山県太地町の住民である。神経症状が発症しない要因として、鯨肉に豊富に含まれる Se の役割が論じられている。また、北極圏に居住する先住民族のイヌイットは、鯨類の皮と皮下脂肪から作られる伝統料理を食す習慣がある。彼らの MeHg 曝露に起因しうる高血圧症、脳卒中、心筋梗塞のリスクを低下させている大きな要因は、MeHg 曝露に伴う Se の高曝露だと指摘されている(Hu et al., 2017)⁸⁾。このように Hg 耐性を有するこれら集団の共通点は、Hg の高曝露と同時に Se の高曝露もあるということになる。尿中 Se 代謝物には、種特異的な代謝と摂取した食物の Se 形態が反映される。また、マングース母親の Hg 高曝露群において、胎仔の血中濃度が減少することが明らかとなった(Horai et al., 2025)⁹⁾。胎仔の血中濃度が減少する要因として、胎盤による移行抑制機能あるいは、近年、腸内に普遍的に存在する乳酸菌の一種が有機 Hg の生体利用率を低下させること(Jadán-Piedra et al., 2017)⁴⁾が報告されていることから、母親の Hg 高曝露群の特異的な腸内細菌叢の関与も考えられる。本研究では、腸内細菌叢の関与に焦点を当てる。Hg 耐性を有する集団の特徴を理解するためには、Hg 曝露と腸内細菌叢及び尿中 Se 代謝物との関連性を明らかにすることが必要不可欠となる。そこで、Hg 耐性を有する集団は、特異的な尿中 Se 代謝物及び腸内細菌

叢を有するという仮説のもとに、研究課題の核心をなす学術的「問い」である、「Hg 耐性を有する集団において、共通した特異的な腸内細菌叢と尿中 Se 代謝物が存在するのか、両者にはなんらかの関係性が存在するのか、またそれらは、Hg や Se の体内分布に関与するのか」を検証する。

世界の大气中 Hg 排出のおよそ 4 割が、小規模金採掘現場(ASGM)が起源となる。これは、ASGM における金抽出法が、専ら水銀使用による水銀-金アマルガム法が使用されているためである。そこで、水俣条約遵守に有効な手段として、水銀を使用しない金抽出法の開発を目指す。

ASGM で使用される Hg の化学形態は、金属 Hg であるものの、作業従事者や近隣住民の健康被害調査によると、MeHg 中毒の症状と類似した症状が報告されている(Balifokus and Medicuss Foundations, 2015)。このことは、ASGM で使用される金属 Hg が、環境中への放出・拡散により、生態系に流入し、金属 Hg の MeHg への変換及びその生物濃縮が生じている可能性を示している。従って、ASGM エリアにおける Hg モニタリングも、場合によっては化学形態別に議論する必要がある。そこで、ある ASGM エリアを選定し、作業従事者及び近隣住民の Hg 曝露実態と健康被害調査を実施し、上記の Hg フリー金抽出法の開発後に現場実装し、その有効性を評価することを目指す。

[目的]

水銀高蓄積種であるフイリマングース及び和歌山県太地町住民の排泄物を用いて、①排泄物を用いたバイオマーカーの探索、②マングースを用いた Hg の母子間移行における胎盤の機能解析、③調査地域の選定と Hg 曝露実態調査、④金抽出の Hg 代替法の開発を遂行することを目的とする。

[期待される成果]

テーマ①

簡便且つ有用なバイオマーカーの発見は、リスクの高い個人/集団の迅速な発見と対処に有効。また、ASGM エリアにおける治療薬となる可能性。

テーマ②

Hg の母子間移行抑制メカニズムの関連分子を明らかにすることで、予防や治療に繋がる。

テーマ③

ASGM エリアにおける人々の Hg 曝露実態のより詳細な理解、健康影響の早期発見・早期対策が可能となる。それまでの信頼関係の構築により、円滑な代替法導入が期待される。

テーマ④

明確な水銀削減効果評価及び、水銀削減に伴う健康影響評価が可能となる。代替法の導入目標として、1) 生計を奪うことなく、ASGM 従事者の安全安心な暮らしのサポート、2) 各政府の Hg 対策アジェンダ達成に貢献、3) 水俣条約のイニシアチブ、4) 日本発の技術による貢献が期待され、本研究は、日本の国際的貢献 と イニシアチブに大きく貢献することを確信する。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

テーマ①と②のための沖縄サンプリングの実施。
トータル 40 個体の母仔ペアの確保を目指す。テーマ①、②、③、④のための ICP-MS 測定を立ち上げる。テーマ③において、共同研究者との連携による調査候補地選定のためのヒアリング調査。テーマ④において、金抽出候補物質の選定を実施する。

2. 2026 年度

継続して、テーマ①と②のための沖縄サンプリングを実施する。共同研究者により、腸内細菌叢の解析及び胎盤分子の解析を行う。テーマ③に関して、選定地域の調査、Hg 曝露実態の予備調査を行う。テーマ④に関して、金抽出候補物質の金抽出能を、ICP-MS を用いて、金溶解量を測定する。

3. 2027 年度

テーマ①と②の補足データが必要な場合、継続して、沖縄サンプリングを実施する。和歌山県太地町住民の排泄物サンプリングを実施する。共同研究者により、腸内細菌叢の解析及び胎盤分子の解析を進める。テーマ③に関して、選定地域の調査、Hg 曝露実態の本格調査に着手する。テーマ④に

関して、金抽出候補物質の選定により、その毒性と環境中検出法を検討する。

4. 2028 年度

テーマ①と②に関する研究を論文化する。和歌山県太地町住民の排泄物サンプリングを実施する。また、テーマ③、④に関しては継続したデータ収集を行う。

5. 2029 年度

総括及びテーマ③の論文化及び、現場実装を試みる。

[2025年度の研究実施成果]

(1) テーマ①、②

65個体のマングースサンプリングを実施し、メス25:妊娠個体6(比較的大きい母仔2ペア) オス40からサンプルを入手した。

(2) テーマ③

ジンバブエのASGMエリアにおいて、水銀使用実態の予備調査を実施した。

(3) テーマ④

85のHg代替法の新たな化学物質候補(物質A類)から、金抽出に適した10種をスクリーニングした(スクリーニング終了)。

[研究期間の論文発表]

- 1) Horai S, Nakamura M, Fujimura M, Eguchi A, Nakata K, Jogahara T, Oya Y, Yamamoto M, Kunisue T. (2025): Characteristics of the transfer of mercury and other trace elements between dam and fetus in a relatively high-mercury content species, the small Indian mongoose (*Urva auropunctata*). *Sci. Total Environ.*, 974, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179108>.

[研究期間の学会発表]

- 1) Horai S, Ono S., Messo C, Yamashita R, Yamamoto M, Nakamura M: Learning from the lessons of Minamata disease, aiming to reduce mercury pollution at ASGM sites, ZAZINAMBO Symposium., Establishment of Sustainable Mineral

Development Through Strengthening of Monitoring Systems and Human Capacity Toward Heavy Metal Pollution, Harare, Zimbabwe, 2025.10.

- 2) Horai S, Ono S, Messo C, Yamashita R, Yamamoto M, Nakamura M: Current situation of mercury use in ASGM areas of Tanzania and the development of mercury-free gold extraction technology. -Aiming to reduce mercury pollution around the world, learning from the lessons of Minamata disease-, NIMD Forum 2025, Minamata, 2025.9.

[文献]

- 1) Koeman JH, Peeters WHM, Koudstaal-Hol CHM, Tjioe PS, de Goeij JJM. (1973): Mercury–Selenium Correlations in Marine Mammals. *Nature.*, 245(5425), 385–386.
- 2) Ralston Nicholas VC, Raymond LJ. (2018): Mercury’s neurotoxicity is characterized by its disruption of selenium biochemistry. *Biochim. Biophys. Acta Gen. Subj.*, 1862(11), 2405–2416.
- 3) Zheng T, Wu Y, Guo KX, Tan ZJ, Yang T. (2023): The process of hypertension induced by high-salt diet: Association with interactions between intestinal mucosal microbiota, and chronic low-grade inflammation, end-organ damage. *Front. Microbiol.*, 14., 1123843.
- 4) Jadán-Piedra C, Alcántara C, Monedero V, Zúñiga M, Vélez D, Devesa V. (2017): The use of lactic acid bacteria to reduce mercury bioaccessibility. *Food Chem.*, 228:158–166.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.157>
- 5) Han B, Li F, Lu Q, Ran R, Li L, An W, Chen F, Wang W. (2026): Short-Chain Fatty Acids Mitigate Perinatal Methylmercury-Induced Cognitive Impairment Via Modulation of the Gut Microbiota Composition. *Biol. Trace. Elem. Res.*,
<https://doi.org/10.1007/s12011-026-04996-9>
- 6) Liu Y, Ji J, Zhang W, Suo Y, Zhao J, Lin X, Cui L, Li B, Hu H, Chen C, Li YF. (2019): Selenium modulated gut flora and promoted decomposition of methylmercury in methylmercury-poisoned rats. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 185:109720.
- 7) Nakamura M, Hachiya N, Murata K, Nakanishi I, Kondo T, Yasutake A, Miyamoto K, Ser PH, Omi S, Furusawa H, Watanabe C, Usuki F, Sakamoto M. (2014): Methylmercury exposure and neurological outcomes in Taiji residents accustomed to consuming whale meat. *Environ. Int.*, 68:25-32.
- 8) Hu XF, Sharin T, Chan HM. (2017): Dietary and blood selenium are inversely associated with the prevalence of stroke among Inuit in Canada. *J. Trace Elem. Med. Biol.*, 44:322-330.
- 9) Horai S, Nakamura M, Fujimura M, Eguchi A, Nakata K, Jogahara T, Oya Y, Yamamoto M, Kunisue, T. (2025): Characteristics of the transfer of mercury and other trace elements between dam and fetus in a relatively high-mercury content species, the small Indian mongoose (*Urva auropunctata*)., *Sci. Total Environ.*, 974:179108.

サブテーマⅡ(山元)

開発途上国(ベトナム、インドネシア等)における水銀の曝露評価研究を行い、対象国における水銀のバイオモニタリングシステム、水銀分析の技術移転を行う。

[研究課題の概要]

ベトナム: 妊娠期の母親及び新生児におけるメチル水銀の曝露状況の把握を行う。出産可能年齢の女性への魚介類摂取に関するガイダンスの策定に必要な基礎資料を得る。

インドネシア: 水銀汚染が懸念される地域(金採掘等)に関する実態調査を行う。

[背景]

1. 「水銀に関する水俣条約」の有効性評価の一環として、様々な集団、特にハイリスクグループのリスク評価・管理に資する基礎データが求められている¹⁾。
2. メチル水銀曝露に対して感受性の高い胎児へのリスク管理において、妊婦における魚介類摂取を通

じたメチル水銀の曝露評価は、世界共通の課題であり、特に魚介類の摂取量の多い国や地域において重要な公衆衛生学的課題である。近年ベトナムにおいては魚食量が増加しているにも関わらず、妊娠可能年齢の女性を含む住民における食事(魚食)を通じたメチル水銀曝露状況はほとんど把握されていない。

- 3.これまでの研究において、生物試料中の総水銀・メチル水銀の簡易分析法を開発し^{2,3)}、本法の公衆衛生への応用の一環として、市販の魚介類(エビ)中の水銀及びセレンに関する実態調査を行った⁴⁾。また、ハノイの一般住民を対象とした毛髪水銀レベルと魚介類摂取の関連に関する疫学研究を行い、ベトナムにおける魚食とメチル水銀の曝露状況に関する初めての研究として発表した⁵⁾。
- 4.インドネシアでは、ASGM に伴う水銀汚染が多くの地域で懸念されている。しかしながら、詳細な曝露評価や汚染の実態調査が実施されている地点は限定的であり、未調査地域におけるリスク把握が急務となっている。これまでインドネシアにおける妊婦の魚食を介したメチル水銀曝露の実態把握・疫学調査プロトコールに関する論文を報告している⁶⁾。

[目的]

1. 水銀汚染問題を抱える開発途上国において、曝露状況の把握及びリスク評価を実施し、それらに基づく効果的な削減対策の立案・介入支援を行う。「水銀に関する水俣条約」の有効性評価の一環として、様々な集団、特にハイリスクグループのリスク評価・管理に資する基礎データを得る。
2. 水銀リスク評価システム及びバイオモニタリング・分析技術の移転を通じて、現地機関の自立的な監視体制を構築し、カウンターパートの専門能力向上を図る。

[期待される成果]

1. ベトナムにおける住民、特に妊娠可能年齢の女性におけるメチル水銀曝露評価システムが確立され、リスク管理に必要な基礎的データが得られる。

2. インドネシアにおいて水銀汚染が懸念される地域(金採掘等)に関する実態が把握され、対策を講じることが可能になる。
3. 「水銀に関する水俣条約」の有効性評価の一環として、ハイリスクグループのリスク評価・管理に資する基礎データが得られる。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- (1) ベトナム:ハノイの妊婦を対象としたメチル水銀曝露の実態把握に関する研究において、各試料の分析データ(毛髪水銀、胎便の水銀、爪の Se, As)の相関解析を進め、論文を投稿する。
- (2) インドネシア:ASGM に関する調査対象地域を特定する。疫学調査の実施計画及びプロトコールを立てる。
- (3) 水銀に関する環境汚染が問題となっている国々の研究者を対象として、生物試料中の水銀分析に関する研修・技術移転を行う。

2. 2026 年度

- (1) ベトナム・ハノイの妊婦を対象としたメチル水銀曝露の実態把握に関する研究に関して、論文の投稿・受理を目指す。
- (2) 水銀に関する環境汚染が問題となっている国々の研究者を対象として、生物試料中の水銀分析に関する研修・技術移転を行う。2025 年度に特定したインドネシアの ASGM に関する調査対象地域に関して、カウンターパートと疫学調査に関するプロトコールの確立を行う。

[2025 年度の業務実施成果]

- (1) ベトナムにおける試料のデータ解析について、一括での取りまとめを再考し、2 報の短報(Note)として成果を体系化することとした(毛髪水銀と胎便中水銀の関連。手足の爪における Se, As の関連)。現在、それぞれの解析軸に基づいた原稿を準備中である。
- (2) 当初予定していたインドネシアの ASGM 地域調査において、諸般の事情により継続的な調査実

施が困難となったため、代替候補地の選定及び関係機関との調整を行った。新たに ASGM に関する調査対象地域を特定し、現在、現地のカウンターパートと疫学調査の実施計画及びプロトコールに関する具体的な協議を進めている。

- (3) Diponegoro 大学(インドネシア)において水銀分析研修・技術移転を行い、同大学における水銀分析システムのセットアップのサポートを行った。
- (4) 水銀に関する環境汚染が問題となっている国々の研究者を対象として、生物試料中の水銀分析に関する研修・技術移転を行った(ブラジル・ガーナ・インドネシア)。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) Yamamoto M: Toxicology and Environmental Health of Mercury. University of Jember International Seminar Guest lecture: Integrated Agromedicine: Bridging Occupational Health, Environmental Monitoring, and Rural Industry Safety. Jember. 2025. 7. (招待講演)
- 2) Yamamoto M: Toxicology and Environmental Health of Mercury. Diponegoro University International Seminar: Environmental Exposure and Associated Health Effects. Semarang. 2025. 7. (招待講演)
- 3) Yamamoto M: Current situation and contemporary issues surrounding the health effects of mercury. Forum of Nigerian Toxicologists, Webinar. 2025. 8. (招待講演)
- 4) Yamamoto M, Koriyama C, Tsuji M, Horai S, Sakamoto M: Simple analytical method for mercury in biological samples for exposure assessment and training in mercury analysis. NIMD Forum 2025, Minamata. 2025. 9.

[文献]

- 1) Basu N, Horvat M, Evers DC, Zastenskaya I,

- Weihe P, Tempowski J. (2018): A State-of-the-Science Review of Mercury Biomarkers in Human Populations Worldwide between 2000 and 2018. Environ. Health Perspect. 126: 106001.
- 2) Miyamoto K, Kuwana T, Ando T, Yamamoto M, Nakano A. (2010): Methylmercury analyses in biological materials by heating vaporization atomic absorption spectrometry. J. Toxicol. Sci. 35: 217-224.
 - 3) Yoshimoto K, Anh HT, Yamamoto A, Koriyama C, Ishibashi Y, Tabata M, Nakano A, Yamamoto M. (2016): Simple analysis of total mercury and methylmercury in seafood using heating vaporization atomic absorption spectrometry. J. Toxicol. Sci. 41: 489-500.
 - 4) Hoang VAT, Sakamoto M, Yamamoto M. (2017): Mercury and selenium levels, and their molar ratios in several species of commercial shrimp in Japan regarding the health risk of methylmercury exposure. J. Toxicol. Sci. 42: 509-517.
 - 5) Hoang VAT, Do HTT, Agusa T, Koriyama C, Akiba S, Ishibashi Y, Sakamoto M, Yamamoto M. (2017): Hair mercury levels in relation to fish consumption among Vietnamese in Hanoi. J. Toxicol. Sci. 42: 651-656.
 - 6) Muniroh M, Bakri S, Gumay AR, Dewantiningrum J, Mulyono M, Hardian H, Yamamoto M, Koriyama C. (2022): The First Exposure Assessment of Mercury Levels in Hair among Pregnant Women and Its Effects on Birth Weight and Length in Semarang, Central Java, Indonesia. Int J Environ Res Public Health 27;19 (17):10684.
 - 7) Sakamoto M, Chan HM, Domingo JL, Oliveira RB, Kawakami S, Murata K. (2015): Significance of fingernail and toenail mercury concentrations as biomarkers for prenatal methylmercury exposure in relation to segmental hair mercury concentrations. Environ. Res. 136: 289-294.

■リスク評価グループ(基盤研究)

[2]メチル水銀曝露に対するハイリスクグループの曝露評価システムの強化(RS-25-05)

Enhancement of the exposure assessment system for groups at high risk of methylmercury exposure

[主任研究者]

山元 恵(環境・保健研究部)
研究の総括、実験全般の実施

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[共同研究者]

寶來佐和子(環境・保健研究部)
実験のサポート
中村政明(臨床部)
研究デザインのサポート
坂本峰至(所長特任補佐)
研究デザインのサポート
中野篤浩(元基礎研究部長)
研究デザイン、水銀分析法改良のサポート
柳澤利枝(国立環境研究所)
動物実験のサポート
横大路智治(広島大学)
データ解析
茂木正樹(愛媛大学)
動物実験のサポート
堀内正久(鹿児島大学)
動物実験のサポート
郡山千早(鹿児島大学)
統計解析のサポート
秋葉澄伯(鹿児島大学)
統計解析のサポート
辻 真弓(産業医科大学)
ヒト試料収集、統計解析のサポート
柴田英治(獨協医科大学)
ヒト試料収集
吉野 潔(産業医科大学)
ヒト試料収集
田端正明(佐賀大学)
水銀分析法改良のサポート

[グループ]

リスク評価

[研究期間]

2025 年度－2026 年度(2 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (methylmercury)、感受性 (susceptibility)、病態 (disease state)、胎児・新生児 (fetus, newborn)、糖代謝異常 (disturbance of glucose metabolism)

[研究課題の概要]

本研究は、糖代謝異常等の疾患背景がメチル水銀の代謝・動態、及び毒性発現に及ぼす影響を解明し、ハイリスクグループ(妊娠期の母体・新生児等)に対する精密なリスク管理の構築を目指す。

病態感受性の解明：ヒト組織及び実験動物を用いた多角的解析により、疾患由来の感受性要因を特定し、高精度な曝露評価モデルを確立する。

水銀分析法(曝露評価・動態解析のツール)の高度化：「NIMD-B 法」をベースとし、共存有機水銀との分離条件を最適化することで、生物試料中のメチル水銀に対する汎用性の高い高精度分析手法を確立する。

[背景]

1. 国際的な水銀対策の指針である「水俣条約」の実効性を高めるためには、単なる全体傾向の把握に留まらず、各集団の特性に応じたリスク管理が求められる。特に影響を受けやすい脆弱なグループ

[区分]

基盤研究

を保護するための基礎データの整備は、条約の有効性評価における核心的なプロセスと言える¹⁾。

2. メチル水銀への感受性の個人差を生じる要因の一つとして、疾患に伴う代謝異常が挙げられる²⁾。
Western Pacific 地域(日本、韓国、中国など)における糖代謝異常合併妊娠の頻度は約 12%と推定されているが³⁾、糖代謝異常の病態下の妊婦におけるメチル水銀の代謝・動態や母児移行については明らかになっておらず、リスク評価・管理についても行われていない。
3. 母親の糖代謝異常と水銀曝露の関連については、これまでいくつかの知見が報告されているが、いまだ一致した見解は得られていない。報告例としては、妊娠糖尿病(GDM)の母親から出生した児の胎便中水銀値が高値を示したとする報告がある一方で⁴⁾、臍帯血中メチル水銀と母親の糖代謝異常(GDM・糖尿病合併妊娠)との間に有意な相関を認めなかったとする調査結果もある⁵⁾。また、母親の生体試料を用いた解析においても、毛髪水銀値と GDM 罹患の間に「負の相関」が報告される一方で⁶⁾、血中水銀値と GDM リスクの間には「正の相関」が示唆されるなど^{7, 8)}、指標となる媒体や調査環境によって結果が分かれているのが現状である。
4. ハイリスクグループの特定を目的としたこれまでの知見として、2 型糖尿病病態下(KK-Ay マウス)におけるメチル水銀の毒性感受性は曝露レベルに依存して異なる挙動を示す。高濃度曝露時には、正常群(C57BL/6J)と比較して毒性発現が早期化するリスクが示唆されているが^{9, 10)}、低濃度曝露時には、組織への迅速な取り込みと活発な排出という動態特性により、結果として組織残留が抑制されるという知見が得られている¹¹⁾。このような病態由来の複雑な動態変容を解明することは、精緻なリスク評価システムの構築において重要である。
5. 母体及び胎仔におけるメチル水銀の組織分布を、母体血漿濃度に対する各組織濃度の比(K_p 値)を指標に解析した。軽度の糖代謝異常を伴う高脂肪食群では、対照群と比較して母体の脳及び肝臓、並びに全胎仔組織(脳、肝臓、腎臓、胎盤)におい

て K_p 値が低値を示す傾向が認められた。一方、母体の腎臓及び血球では群間差は見られなかった。また、食餌型によらず、妊娠個体は非妊娠個体と比較して脳の K_p 値が高く、腎臓の K_p 値は低い傾向を示した¹²⁾。

6. 水銀は、その化学形態(メチル水銀及び無機水銀)によって体内分布や毒性発現様式が大きく異なる。そのため、メチル水銀の体内動態を正確に把握するには、総水銀とメチル水銀の両者を個別に評価することが不可欠である。従来、生物試料中の分析では、二つの試料を準備し、還元気化原子吸光法とガスクロマトグラフィー(GC)といった異なる装置を用いて別々に測定するのが一般的であった。こうした背景から、単一の装置を用い、同一試料中の総水銀及び有機水銀を一連の操作で簡便に定量できる分析法(NIMD-B 法)を開発した^{13), 14)}。本手法の有用性は、これまでに魚介類や実験動物の組織分析において実証済みである¹⁰⁾。しかし、本法は通常の生物試料には有効である一方、試料中に他の有機水銀化合物がコンタミしている場合、メチル水銀を特異的に分離・同定するプロセスに課題が残る。

[目的]

1. 本研究は、病態(特に糖代謝異常)がメチル水銀の代謝・動態及び毒性発現に及ぼす影響を解明することを目的とする。ヒト組織及び実験動物を用いた多角的な解析により、疾患由来の感受性要因を特定する。これらを通じて、妊娠期の母体及び新生児に対する高精度な曝露評価を確立し、ハイリスクグループを考慮したリスク評価・管理の強化に資する基礎データを構築する。
2. 国立水俣病総合研究センター(NIMD)が開発した「NIMD-B法」をベースに、生物試料中のメチル水銀分析における選択性と精度の向上を図る。特に、チメロサル(エチル水銀含有)やマーキュロクロム等の他の有機水銀化合物が共存する場合の分離・測定条件を最適化し、汎用性の高い分析手法として確立する。

[期待される成果]

糖代謝異常がメチル水銀の代謝・動態及び毒性発現へ及ぼす影響の一端が解明される。これにより、従来の「一律な基準値」による評価を補完し、疾患背景等の感受性要因を考慮した高精度なリスク評価の実現に向けた基礎データの蓄積が期待される。これらの知見は、「水銀に関する水俣条約」の有効性評価において、現代の公衆衛生上の課題に即した水銀対策の精度向上に資する資料となり得る。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- (1) マウスを用いたメチル水銀の胎仔移行の抑制に関する予備的データを得る。
- (2) 糖代謝異常の母親及び新生児の試料の各因子（水銀、元素、食事アンケート等）における関連解析を行い、予備的な解析結果を得る。
- (3) 魚介類試料にチメロサル（エチル水銀含有）及びマーキュロクロムを添加したスパイク試料を調製し、NIMD-B 法におけるトルエン抽出層（有機水銀画分）の GC-ECD 分析をテストする。

2. 2026 年度

- (1) 2025 年度までに得られたデータの再現性を検証する。学会発表を行う。
- (2) 2025 年度までに得られたデータをまとめて論文化する。
- (3) 2025 年度までに得られた有機水銀の分離条件の再現性を検証するとともに、定量性の確保を含めた測定系全体の確立を図る。

[2025 年度の研究実施成果の概要]

- (1) 昨年度まで実施したマウスを用いた母仔におけるメチル水銀の組織分布の評価系を基に¹²⁾、化合物 X の効果を検討した結果、母体から胎仔へのメチル水銀移行が抑制される傾向が見られた。今後、再現性の確認とともに統計学的に有意な結果を得るための実験を実施する。
- (2) 採取した母児の各生体試料（毛髪、血液、胎盤組織、臍帯組織）中の水銀分析を終えた。現在、各

因子間の関連について解析中である。

- (3) 魚介類試料にチメロサル（エチル水銀含有）及びマーキュロクロムを添加したスパイク試料を調製し、NIMD-B 法におけるトルエン抽出層（有機水銀画分）の GC-ECD 分析を実施した。分析の結果、各有機水銀種における分離条件の最適化に向けた予備的知見を得た。

[備考]

本研究に関連する外部研究資金として、基盤研究 (C) (令和 6 年－令和 8 年度)「糖代謝異常の病態下におけるメチル水銀の代謝・動態と母児移行」に採択されている。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 山元 恵, 片岡知里, 柳澤利枝, 横大路智治, 柴田英治, 辻 真弓, 櫻木俊秀, 堀内正久, 中村政明, 坂本峰至: 肥満妊娠マウス及び胎仔におけるメチル水銀の組織分布. 令和 7 年度日本衛生学会, 栃木. 2026. 3.

[文献]

- 1) Basu N, Horvat M, Evers DC, Zastenskaya I, Weihe P, Tempowski J. (2018) A State-of-the-Science Review of Mercury Biomarkers in Human Populations Worldwide between 2000 and 2018. Environ. Health Perspect. 126: 106001.
- 2) World Health Organization. (2008) Guidance for identifying population at risk from mercury exposure.
- 3) 宮越 敬. (2020) アジア各国での妊娠糖尿病の現状. 産科と婦人科. No.87(5), 505-509.
- 4) Peng S, Liu L, Zhang X, Heinrich J, Zhang J, Schramm KW, Huang Q, Tian M, Eqani SA, Shen H. (2015) A nested case-control study indicating heavy metal residues in meconium associate with maternal gestational diabetes mellitus risk. Environ. Health. 14: 19.

- 5) Wells EM, Herbstman JB, Lin YH, Jarrett J, Verdon CP, Ward C, Caldwell KL, Hibbeln JR, Witter FR, Halden RU, Goldman LR. (2016) Cord blood methylmercury and fetal growth outcomes in Baltimore newborns: Potential confounding and effect modification by omega-3 fatty acids, selenium, and sex. *Environ. Health Perspect.* 124: 373-379.
- 6) Valvi D, Oulhote, Y, Weihe P, Dalgård C, Bjerve KS, Steuerwald U, Grandjean P. (2017) Gestational diabetes and offspring birth size at elevated environmental pollutant exposures. *Environ. Int.* 107: 205-215.
- 7) Wang Y, Zhang P, Chen X, Wu W, Feng Y, Yang H, Li M, Xie B, Guo P, Warren JL, Shi X, Wang S, Zhang Y. (2019) Multiple metal concentrations and gestational diabetes mellitus in Taiyuan, China. *Chemosphere.* 237: 124412.
- 8) Tatsuta N, Iwai-Shimada M, Nakayama SF, Iwama N, Metoki H, Arima T, Sakurai K, Anai A, Asato K, Kuriyama S, Sugawara J, Suzuki K, Yaegashi N, Kamijima M, Nakai K; Japan Environment and Children's Study Group. (2022) Association between whole blood metallic elements concentrations and gestational diabetes mellitus in Japanese women: The Japan environment and Children's study. *Environ Res.* 212:113231.
- 9) Yamamoto M, Yanagisawa R, Motomura E, Nakamura M, Sakamoto M, Takeya M, Eto K. (2014) Increased methylmercury toxicity related to obesity in diabetic KK-Ay mice. *J. Appl. Toxicol.* 34: 914-923.
- 10) Yamamoto M, Motomura E, Yanagisawa R, Hoang VAT, Mogi M, Mori T, Nakamura M, Takeya M, Eto K. (2019) Evaluation of Neurobehavioral Impairment in Methylmercury-Treated KK-Ay Mice by Dynamic Weight-Bearing Test. *J. Appl. Toxicol.* 39: 221-230.
- 11) Yamamoto M, Yanagisawa R, Sakai A, Mogi M, Shuto S, Shudo M, Kashiwagi H, Kudo M, Nakamura M, Sakamoto M. (2021) Toxicokinetics of methylmercury in diabetic KK-Ay mice and C57BL/6 mice. *J Appl Toxicol.* 41: 928-940.
- 12) Yamamoto M, Kataoka C, Yanagisawa R, Yokooji T, Shibata E, Tsuji M, Sakuragi T, Horiuchi M, Nakamura M, Sakamoto M. (2025) Tissue Distribution of Methylmercury in Obese Pregnant Mice and Fetuses. *J Appl Toxicol.* 45: 1305-1313.
- 13) Miyamoto K, Kuwana T, Ando T, Yamamoto M, Nakano A. (2010) Methylmercury analyses biological materials by heating vaporization atomic absorption spectrometry. *J Toxicol Sci.* 35: 217-24.
- 14) Yoshimoto K, Anh HT, Yamamoto A, Koriyama C, Ishibashi Y, Tabata M, Nakano A, Yamamoto M. (2016) Simple analysis of total mercury and methylmercury in seafood using heating vaporization atomic absorption spectrometry. *J Toxicol Sci.* 41: 489-500.

■リスク評価グループ(基盤研究)

[3]コモンマーモセットにおけるメチル水銀による神経症状の評価(RS-25-06)

Evaluation of methylmercury-induced neurological symptoms in common marmosets

[主任研究者]

山元 恵(環境・保健研究部)
研究全般の実施

[研究期間]

2025 年度－2026 年度(2 ヶ年)

[共同研究者]

寶來佐和子(環境・保健研究部)
実験のサポート
中村政明(臨床部)
研究デザインのサポート
片岡知里(水産技術研究所)
論文化のサポート
衛藤光明(元国水研所長)
病理解析のサポート
菰原義弘(熊本大学)
病理解析のサポート
佐々木えりか(実中研)
マーモセットの病態解析のサポート
井上貴史(実中研)
マーモセットの病態解析のサポート
塚本晃海(実中研)
マーモセットの病態解析のサポート
郡山千早(鹿児島大学)
統計解析のサポート
荻原直道(東京大学)
運動機能解析のサポート
Hing Man Chan (University of Ottawa, Canada)
タンパク質の発現解析

[キーワード]

メチル水銀 (methylmercury)、神経毒性 (neurotoxicity)、コモンマーモセット (common marmoset)、運動機能障害 (motor dysfunction)、脳脊髄液 (cerebrospinal fluid)、プロテオミクス (proteomics)

[研究課題の概要]

コモンマーモセットにおけるメチル水銀曝露に伴う運動機能障害の評価系の確立を行う。併せて生体試料のプロテオミクス解析によるメチル水銀の神経毒性マーカーの検討を行う。これらの解析により、水俣病患者における運動機能障害の改善に関する実験医学的研究基盤の構築を目指す。

[背景]

1. 水俣病患者のケアにおいて、運動機能障害の改善は重要な課題である。特に小脳性運動失調や振戦に対し、近年では反復経頭蓋磁気刺激療法 (rTMS) の有用性が報告されている¹⁾。しかし、依然として十分な治療効果が得られない症例も散見され、その効果の個人差や機序については不明な点が多い。したがって、患者の運動機能障害を根本的に改善する治療法の確立に向け、適切な疾患モデル動物を用いた実験医学的アプローチによる詳細な検討・検証が不可欠である。
2. コモンマーモセットは、脳高次機能に関してヒトと類似しており、これまで脳高次機能の研究や、神経変性疾患研究(パーキンソン病、脊髄損傷、多発性硬化症等)のモデル動物として用いられている。メチル水銀を投与したコモンマーモセットの大脳、小脳、末梢神経において、ヒトに類似する病

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

リスク評価

変が惹起されることから、コモンマーモセットは水俣病の発症機序の解析に適したモデル動物であることが報告されている²⁾。

3. 成人水俣病患者の脳病変においては、鳥距野、中心前回・後回、横側頭回など、特定の領域に選択的な組織障害が認められることが大きな特徴である。この選択的障害の機序解明の一環として、コモンマーモセットを用いた亜急性メチル水銀曝露モデル(水俣病モデル)による検討が行われてきた^{3), 4)}。同モデルでは、急性期の脳浮腫に起因する脳溝周囲皮質の圧迫や、局所的な循環障害がメチル水銀の毒性を増強させ、結果として神経細胞の選択的変性を誘発することが報告されている³⁾。また、同様の実験条件下において、運動失調とともに脳における組織病変が確認されている⁴⁾。更に、分子レベルの検討では、急性期脳浮腫の発生に水チャネルタンパク質である Aquaporin-4 (AQP4) の発現変化が関与する可能性が示唆されており、脳及び小脳を対象としたプロテオミクス解析(網羅的タンパク質解析)により、メチル水銀の神経毒性を反映する複数のバイオマーカーも同定されている^{5), 6)}。

[目的]

コモンマーモセットを用いたメチル水銀曝露モデルにおける運動機能障害評価系を確立し、併せてプロテオミクス解析による新規神経毒性マーカーの同定を行う。これら霊長類を用いた実験医学的研究基盤の構築を通じて、水俣病患者における運動機能障害の病態解明、及び治療効果を客観的に評価し得る知見の創出を目指す。

[方法]

1. 先行研究⁴⁾において確立されたプロトコールに準じて、メチル水銀の亜急性曝露による水俣病モデルマーモセットを作製する。本モデルマーモセットにおける運動機能障害を、行動試験(歩行試験及び自発運動)により半定量的に評価する。
2. 方法 1 で作製したモデルマーモセットの脳の各部位における病変を、神経細胞、ミクログリア及びマク

ロファージ等のマーカーを用いた免疫組織化学により評価する。

3. 各組織における総水銀及びメチル水銀濃度を測定する⁷⁾。
4. 脳脊髄液のプロテオミクス解析を行う。

[期待される成果]

コモンマーモセットを用いたメチル水銀曝露に伴う運動機能障害の標準的評価系が確立され、水俣病患者のQOL向上を目指した実験医学的研究の基盤となりうる。脳脊髄液中のバイオマーカー同定を通じて霊長類における神経病態の一部が明らかになり、将来的な治療効果の客観的指標としての応用が期待される。

[年次計画概要]

1. 2025 年度
 - (1) 2024年度までに実施したメチル水銀曝露に伴う運動機能障害について解析を完了する。
 - (2) 脳の病理学的解析を完了する。
 - (3) 脳脊髄液のプロテオミクス解析を完了する。
 - (4) 得られたデータを集計・解析し、論文として執筆・投稿する。
2. 2026 年度
 - (1) 論文の査読コメントを踏まえ、データの再解析及び論文構成の再検討を行い、受理に向けた修正を実施する。

[2025年度の研究実施成果の概要]

1. 運動機能障害の解析を完了した(・移動速度、・歩幅の測定、・自発行動評価、・股関節の位置、・膝角度、・背側頸部領域と背側胴体間の角度)。
2. 脳(小脳、視床)の病理学的解析をほぼ完了した。
3. 脳脊髄液のプロテオミクス解析を完了した。メチル水銀の神経毒性に関連するバイオマーカータンパク質を同定した。
4. 成果をまとめ論文投稿を行った。

[備考]

なし

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 片岡知里, 井上貴史, 坂本晃海, 佐々木えりか, 菰原義弘, 衛藤光明, 荻原直道, 遠藤俊裕, 中村政明, Hing Man Chan, 山元 恵: コモンマーモセットを用いたメチル水銀曝露に伴う運動機能障害の評価. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング. 新潟. 2025.8.

[文献]

- 1) Nakamura M, Bekki M, Miura Y, Itatani M, Jie LX (2019) Cerebellar transcranial magnetic stimulation improves ataxia in Minamata disease. Case Rep. Neurol. 11(2):167-172.
- 2) 衛藤光明, 安武 章, 澤田倍美, 徳永英博, 興梠征典「水俣病の病理 -メチル水銀毒性-」病理と臨床 (2007) 25(8): 776-779.
- 3) Eto K, Yasutake A, Kuwana T, Korogi Y, Akima M, Shimozeaki T, Tokunaga H, Kaneko Y (2001) Methylmercury poisoning in common marmosets—a study of selective vulnerability within the cerebral cortex. Toxicol. Pathol. 29: 565-573.
- 4) Yamamoto M, Takeya M, Ikeshima-Kataoka H, Yasui M, Kawasaki Y, Shiraishi M, Majima E, Shiraishi S, Uezono Y, Sasaki M, Eto K (2012) Increased expression of aquaporin-4 by methylmercury in the brain of common marmoset. J. Toxicol. Sci. 37(4):749-763.
- 5) Shao Y, Yamamoto M, Figeys D, Ning Z, Chan HM (2015) Proteomic analysis of cerebellum in common marmoset exposed to methylmercury. Toxicol. Sci. 146(1):43-51.
- 6) Shao Y, Yamamoto M, Figeys D, Ning Z, Chan HM (2016) Proteome profiling reveals regional protein alteration in cerebrum of common marmoset

(*Callithrix jacchus*) exposed to methylmercury. Toxicology. 347-349:29-39.

- 7) Yoshimoto K, Anh HT, Yamamoto A, Koriyama C, Ishibashi Y, Tabata M, Nakano A, Yamamoto M (2016) Simple analysis of total mercury and methylmercury in seafood using heating vaporization atomic absorption spectrometry. J. Toxicol. Sci. 41(4):489-500.

■リスク評価グループ(基盤研究)

[4]メチル水銀の健康リスクと環境要因:歴史的試料・資料に基づく統合的解析(RS-25-12)

Health risks of methylmercury and environmental determinants: An integrated analysis of historical samples and archival records

[主任研究者]

坂本峰至(所長特任補佐)

研究の総括、研究全般の実施

[共同研究者]

丸本倍美(基礎研究部)

病理所見の評価

原口浩一(国際・総合研究部)

メチル水銀分析

中村政明(臨床部)

臨床所見の評価

Chan HM(カナダ・オタワ大学)

カナダ原住民調査との比較と考察

衛藤光明(元所長)

病理所見の取りまとめと助言

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

リスク評価

[研究期間]

2025 年度－2026 年度(2 ヶ年)

[キーワード]

水俣病(Minamata disease)、歴史試料(Historical samples)、歴史資料(Archival records)、メチル水銀(Methylmercury)、環境要因(Environmental determinants)、健康リスク(Health risks)

[研究課題の概要]

1. 排水経路変更が水俣病の空間的分布と神経病理学的重症度に及ぼした影響:

排水経路の変更は曝露経路を再編成し、水俣病の空間的発生分布及び神経病理学的重症度の再配分をもたらした可能性が示された。これらの結果は、追加の臨床資料を用いた患者の経時的・空間的分布解析の結果と概ね整合していた。

更に、魚類及び飼育猫に観察された生態学的異常が患者発症に先行していたことが再確認された。これらの知見は、水俣病における環境―生態系―ヒト健康影響の連続性を示す重要なエビデンスである。

2. 水俣病発生における複合汚染の可能性の検討:

水俣湾底質、タイ及びヒバリガイモドキの保存試料を対象として、メチル水銀、総水銀及び関連元素の分析を行った。水俣湾には多くの重金属等が排出(複合汚染)されたが、これらの魚介類への取り込みも調べてメチル水銀の健康影響を憎悪または抑制する修飾因子として作用する可能性を検証する。

[背景]

1. 水俣病の初期症例は水俣湾沿岸地域に集中していたが、チッソ水俣工場による非公開の排水経路変更により、患者発生は周辺地域へ地理的に拡大したと言われる。しかし、排水経路変更が患者発生の地理的分布や健康影響の重症度に及ぼした影響について、体系的検討はこれまで行われていない。

2. 水俣病の原因物質の解明過程では、タリウム、セレン、マンガンなどの関与も一時的に疑われた経緯がある。一方で地域住民の間には、メチル水銀以外の重金属等による複合汚染の可能性や、それに伴う健康影響への懸念が現在も存在している。

[目的]

1. 排水経路変更が水俣病の空間的分布と神経病理学的重症度に及ぼした影響:

本研究では、水俣病患者 114 名の神経病理学的剖検記録(The pathology of Minamata Disease 武内・衛藤)に基づき、脳病変の重症度(軽症・中等症・重症)を客観的指標として用いる。これにより、排水経路変更が患者発生の空間分布および健康影響の重症度に及ぼした影響を検討する。

方法:脳病変は、水俣病において最脆弱部位である大脳・後頭葉鳥距野の神経細胞喪失率に基づいて、6 段階(1:30%以下、2:30~50%、3:50%以上、4:皮質海綿状、5:顕微鏡的海綿状、6:肉眼的海綿状)に分類した。小脳病変は、顆粒細胞喪失に基づいて分類した。本研究の解析では、グレード 1 を軽症、グレード 2~3 を中等症、グレード 4~6 を重症の 3 群に再分類した。 χ^2 検定の結果、両者の重症度分布に有意差($p < 0.001$)が認められ、脳病変は小脳病変よりも相対的に重症であった。本研究では、大脳・後頭葉鳥距野病変重症度を主要解析エンドポイントに採用した。

解析対象期間は、排水経路の変化に基づき、①水俣湾への初期排水期、②水俣川河口から八代海への排水期、③水俣湾への二次排水期の 3 期に区分した。

発症時の居住地は、以下の 5 つの地理的地域に分類した。すなわち、(1)水俣湾沿岸地域(茂道、出月、月浦、湯堂、百間、丸島、梅戸・明神)、(2)地域(1)を除く水俣市、(3)津奈木、(4)芦北、(5)その他の周辺地域である。

2. 水俣病発生における複合汚染の可能性の検討:

浚渫前に採取された水俣湾内の保存底質試料及び最近採取された浚渫区域外の底質試料、更に当時採取されたタイ及びヒバリガイモドキの保存試料を対象として、メチル水銀、総水銀、タリウム、セレン、マンガン、ヒ素、鉛、カドミウム、硫黄の多元素分析を実施し、対照試料と比較する。

方法:本研究では、水銀以外の元素の水俣湾への排出状況を明らかにするとともに、メチル水銀毒性を

修飾し得る元素の修飾因子について検討する。

[期待される成果]

1. 排水経路変更が、病変の地理的分布と健康影響の濃淡が客観的指標に基づいて明らかにされることで、環境省の健康調査の対象地区選定の基礎データとなる。更に、排水経路変更を主要な分析軸として、臨床資料に加え、魚類及び飼育猫に観察された生態学的異常を統合的に解析することにより、神経病理学的検索の科学的妥当性が強化されるとともに、その成果の国際的発信力の向上が期待される。

2. 複合汚染研究により、水俣湾底質と魚介類への蓄積を比較して解析することで、調査する重金属等がメチル水銀の健康影響を増悪または抑制する修飾因子として作用する可能性を検証する。

[年次計画概要]

2025 年度

1. 排水路変更研究では、後ろ向き観察研究として、水俣病患者 114 名の神経病理学的剖検記録を用い、大脳病変の三段階評価(軽症・中等症・重症)を客観的指標として解析を行う。研究期間は、①水俣湾への初期排水期、②八代海に流入する水俣川河口への排水期、③水俣湾への二次排水期の三期に区分する。更に、補足的エビデンスとして臨床診断情報を整理するとともに、魚類及び飼育猫に観察された生態学的異常の時系列情報を統合的に解析する。これらの結果を総合的に検討し、研究成果については国際学術誌への投稿及び論文掲載を目指す。

2. 複合汚染研究では、水俣湾には多くの重金属が排出(複合汚染)されたが、実際に魚介類への取り込みも調べて水俣病発症への修飾性を解析する。

2026 年度

1. 排水路変更研究では、2025 年度の研究成果を取り纏め、論文掲載を目指す。

2. 複合汚染研究では、水俣湾には多くの重金属が排出(複合汚染)されたが、実際に魚介類への取り込みも調べて水俣病発症への修飾性を解析した結果を投稿し論文掲載を目指す。

[2025 年度の研究実施成果の概要]

1. 排水経路変更が水俣病の空間的分布と神経病理学的重症度に及ぼした影響:

図 1a～c は、各症例の発症地の空間分布と脳病変重症度を、排水経路の 3 期間別に地図上にプロットしたものである。

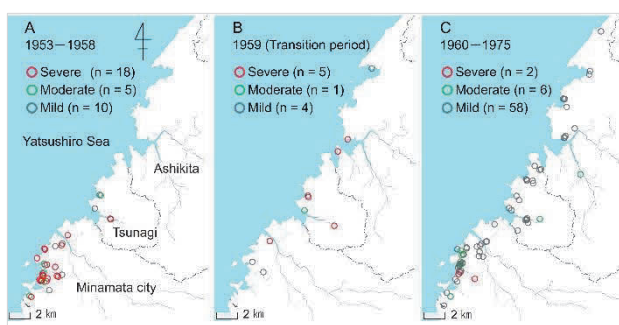


図 1.

解析対象症例はすべて、水俣湾及び八代海沿岸部に分布していた。

初期の水俣湾内排水期間(図 1a)には、重症例は主として水俣湾沿岸部に集中していた。水俣川河口を介した八代海への排水期間(図 1b)には、重症例は地理的に北方へ分散する傾向を示した。排水先が再び水俣湾内に変更された後(図 1c)、1960 年には水俣湾沿岸部で 2 例の重症例が確認されたが、その大部分は軽症例であった。

図 2 は 5 地域における患者発症分布及び脳病変重症度の経時的推移を示す。

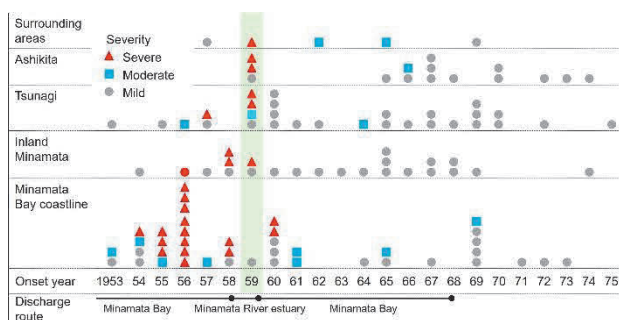


図 2.

水俣湾内排水初期には、重症例は水俣湾沿岸地域に集中し、1956 年に発症数のピークを示した。

排水先が水俣川河口へ変更された河口排水期(1959 年)には、患者発症は水俣市域を超えて津奈木町及び芦北町へと拡大し、これらの地域において新規の重症例が確認された。一方、この期間には水俣湾沿岸地域における重症例は確認されなかった。

湾内排水第二次期には、1960 年に発症した重症例 2 例が水俣湾沿岸地域で確認された。しかし、1961 年以降に発症した症例の大部分は、すべての地域において軽症例であった。

図 3 は、5 地域における胎児性水俣病、小児例及びその他の臨床診断例の発症動向と、魚類並びに飼育猫に観察された生態学的異常の経時的推移を示す。

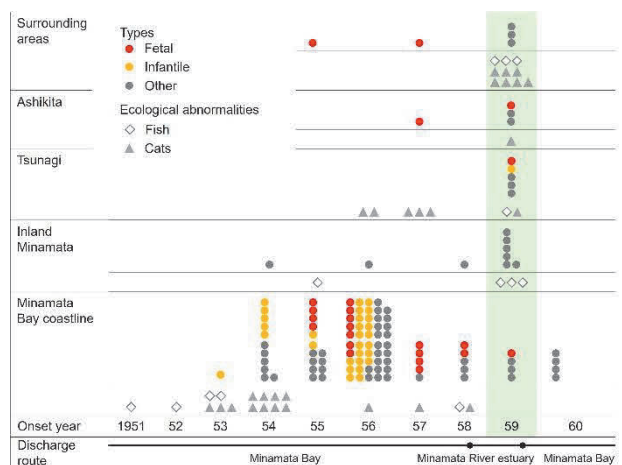


図 3.

臨床診断に基づく発症動向は、脳病変所見に基づく重症度分布の傾向と概ね一致していた。

1956 年の水俣湾内排水期には患者発症のピークが確認された。排水先が水俣川河口へ変更された河口排水期には、水俣市北部地域において新規患者数の顕著な増加が認められた。胎児性及び小児例の発症動向は成人例と類似した時間的パターンを示し、水俣湾沿岸地域に多くの症例が集中し、全患者の約半数を占めていた。

第二次湾内排水期における臨床診断情報は 1960 年以降のみ入手可能であり、新規症例は水俣湾沿岸地域に限定して確認された。

更に、魚類及び飼育猫に観察された生態学的異

常は、新規ヒト症例の発症に時間的に先行する傾向を示し、その空間分布はヒト症例の発症地域と大部分で重なっていた。

本研究にはいくつかの限界がある。

- ・神経病理学的データは剖検の同意が得られた症例に限られており、選択バイアスを完全に排除できない。
- ・対象集団が包括的ではなく、地域的罹患率は算出できない。
- ・水俣市南部と対岸の島嶼部が解析に含まれておらず、地理的範囲が完全でない。
- ・軽症例では自覚症状が顕著でない場合があり、発症時期の特定に不確実性が残る可能性がある。

一方で、本研究の重要な強みは独立した情報源（客観的神経病理学的所見、臨床診断、生態学的観察）を、統一された時空間的枠組みの中で水俣病患者発生の拡散と重症度を解釈できる。

本研究では、過去の神経病理学的証拠を用いて、排水経路を変更するという産業上の決定が曝露経路を再編成し、水俣病の空間分布及び病理学的重症度の両方に影響を及ぼした可能性を示した。客観的な病理学的所見を臨床診断及び生態学的観察と統合することにより、排水経路の変化が新規症例の空間的拡大及び疾患重症度の変化と時間的に対応していることが示唆された。

更に、魚類及び飼育猫に観察された異常はヒト症例に先行して出現しており、これらの生態学的異常がその後のヒト健康影響に対する早期警告指標として機能する可能性が示唆された。

今年度は、本研究の成果について国際会議 2 件及び国内学会等 2 件で発表を行った。

2. 水俣病発生における複合汚染の可能性の検討:

本年度は、研究対象とした水俣湾底質、タイ及びヒバリガイモドキの保存試料について、メチル水銀、総水銀及び関連元素の分析を実施し、その結果を取得した。これらの元素の水俣湾への排出状況と生物中濃度との関係を解析し、メチル水銀のヒト健康影響に対する修飾効果の可能性を検討するための基礎データを得た。

[備考]

排水経路変更が水俣病の空間的分布と神経病理学的重症度に及ぼした影響は、2024-27年科研費・基盤(C)24K13433(代表)に基づき実施した。

[研究期間の論文・書籍]

- 1) 坂本峰至. 第 3 章 水俣病から学び続ける—環境・生態・人の健康の連続性. プラネタリーヘルス叢書—人と地球といのち 1「プラネタリーヘルスという視座」. 大阪大学出版会. 2026. 6.

[研究期間の学会等発表]

- 1) Sakamoto M, Marumoto M, Haraguchi K, Nakamura M: New insights obtained from reanalyzing historical samples of Minamata disease. 59th Congress of the European Societies of Toxicology (EUROTOX 2025), Athens. 2025. 9.
- 2) Sakamoto M, Marumoto M, Haraguchi K, Nakamura M: Assessment of Mercury Exposure and Health Effects in Populations at Hotspots. NIMD Forum 2025, Minamata. 2025. 9.
- 3) 坂本峰至、丸本倍美、原口浩一、衛藤光明、中村政明: 水俣病の再評価から得られた新知見. 第 52 回日本毒性学会 生体金属部会シンポジウム 〜メチル水銀毒性研究の新展開〜, 宜野湾. 2025. 7. 招待講演
- 4) 坂本峰至、丸本倍美、原口浩一、衛藤光明、中村政明: 水俣病の再評価から得られた新知見. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8.

5. 自然環境研究グループ Nature Environment Group

本グループは 6 つの研究課題と 1 つの業務課題から構成されており、アジアー太平洋地域を対象とした広域レベル、そして水俣湾及び八代海周辺の地域レベルにおける水銀(Hg)の環境循環を解明するため、野外調査、室内実験、各種分析などを含めた総合的な研究を行っている。研究対象とする媒体も、大気、水、土壌、底質、生物と多岐にわたっている。とりわけ、野外調査では、大気・降水中 Hg モニタリングを日本列島の各地で実施しており、水俣湾や瀬戸内海などの沿岸域から北太平洋の外洋域までの広範囲で海洋観測を実施している。また、国内外の研究機関と協力し、水俣条約発効に伴う有効性評価に資する比較可能な環境中 Hg データを得るために活動している。一方、Hg 研究や科学技術の教育・普及を目的として、小・中学生、高校生を対象としたアウトリーチ活動にも取り組んでいる。

2025 年度の各研究課題及び業務課題の研究概要は以下のとおりである。

[研究・業務課題名と概要]

[1] 大気－海洋－海洋生物における媒体間水銀フラックスの計測技術の高度化による再評価(プロジェクト研究)

丸本幸治(環境・保健研究部)

本研究では、アジアー太平洋地域における海洋環境を中心として、海洋への水銀供給量、海洋中での水銀動態、海水－プランクトン間の水銀移行、並びにプランクトンから大型海洋哺乳類までの海洋生物への移行量と蓄積量、深海への輸送量を明らかにすることを目的としている。また、前課題に引き続き、福岡市と水俣市、阿蘇火山地域において大気中水銀の連続モニタリングと全国 7 地点で降水中水銀のモニタリングも実施する。

今年度も大気・降水中水銀のモニタリングを継続し、データを蓄積した。降水中水銀については、バックグラウンド地点として新たに北海道足寄町でモニタリングを開始した。しかし、阿蘇火山地域でのモニタリン

グは機器の不調により一時中断している。また、降水等による湿性沈着量だけでなく、乾性沈着量も把握するため、新たな大気沈着物サンプラーの開発に着手した。

一方、白鳳丸 KH-25-03 航海(2025 年 6-8 月実施)において、ベーリング海における大気中 Hg 濃度及び海水中溶存ガス状水銀(DGHg)観測を行い、水銀フラックスを算出した。その結果、フラックスは $0.04 \sim 6.8 \text{ ng m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ であり、とりわけユーコン川の河口域で大きかった。これは同海域の高い DGHg 濃度を反映したものである。観測結果から年間の水銀放出量は $12 \pm 15 \text{ ug m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ と計算された。この値はアラスカ州の湿性沈着量 $2 \sim 5 \text{ ug m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ (Pearson et al., 2018) より大きく、同海域が水銀の放出源となっている可能性が示唆された。しかし、季節変動を考慮していないことに留意する必要がある。ベーリング海では海水及びプランクトンのサンプリングも実施しており、現在それらの水銀の形態別分析を行っている。

[2] 水・底質等に含まれる水銀の環境変化に伴う動態に関する研究(基盤研究)

松山明人(国際・総合研究部)

本年度の成果概要について以下に示す。

① 水俣湾における水銀モニタリングの実施

2025 年度は 3 回季節を変えて水俣湾水質モニタリングを実施した(4 月、9 月、12 月)。2025 年度の溶存態総水銀濃度の全体平均値は $0.42 \pm 0.22 \text{ ng/L}$ 、溶存態メチル水銀濃度については $0.02 \pm 0.02 \text{ ng/L}$ であった。また 4 回季節を変えて実施した(6 月、9 月(2 回)、12 月)親水護岸周辺 5 か所における溶存態総水銀濃度の平均値は $1.89 \pm 1.59 \text{ ng/L}$ であった。

② 水俣湾の環境変動に伴う水俣湾底質及び海水の特性変化把握

・モデル培養実験 1: 袋湾底質を用いた培養実験(DO1 $\sim$ 2 mg/L、グルコース添加 100mg/L に設定)では、培養 3 日目以降に溶存態水銀濃度が急上昇した。溶存態総水銀濃度の最大値は凡そ 60 ng/L、

溶存態メチル水銀濃度の最大値は凡そ 40 ng/L となった。

・モデル培養実験 2: 海水中で化学合成した黒色硫化水銀 (βHgS 、純度99%以上)を大村湾底質(元総水銀濃度 0.15mg・Kg.dry)に添加混合し、グルコース添加及び強還元条件下で培養実験を行った(添加後総水銀濃度 5mg/kg.dry)。溶存態総水銀濃度で比較すると、添加無しの実験系に比べ添加した実験系では凡そ 4 倍濃度が高くなった。溶存態メチル水銀濃度についても、添加した実験系の方がより濃度が高くなった。袋湾底質(元総水銀濃度 5mg/kg.dry)に βHgS を添加混合し培養実験を行った(添加後総水銀濃度 10mg/kg.dry)。添加なしの実験系では溶存態総水銀の最大濃度は 120ng/L 程度であるが、添加有りの実験系では約 250ng/L となり凡そ 2 倍濃度が高くなった。溶存態メチル水銀では、大村湾の結果と同様に、添加有りの実験系が添加なしの実験系に比べ濃度が高くなるが、明確な違いはなかった。 βHgS 添加を添加した大村湾底質による培養実験から得られた海水に含まれる微生物のゲノム解析を行った。結果、培養開始後 4 日目より hgcA 、 hgcB の割合が急激に上昇した。本結果は、還元状態における海水中の微生物活動が、溶存態メチル水銀の生成と密接に関係していることを示唆した。

[3] 海水及び底泥における水銀の微生物学的な化学形態変化過程に関する研究(基盤研究)

多田雄哉(環境・保健研究部)

本研究では、沿岸域並びに外洋域における海水及び底泥における水銀・メチル水銀分析を実施すると同時に、メタゲノム並びに分子生物学的手法を用いて、微生物が持つ水銀関連遺伝子を解析することで、水銀の微生物学的な化学形態変化過程を評価することを目的としている。沿岸域については、引き続き水俣湾で取得した溶存画分・浮遊粒子画分の総水銀・メチル水銀分析を実施し、新たに 6 試料についてメタゲノム解析を実施した。解析の結果、粒子付着性 ($>3 \mu\text{m}$)画分中の水銀メチル化遺伝子相対量とメチル水銀濃度との間には正の相関関係があることが明らかとなった。また、水俣湾底泥(2024 年度取得)

におけるメタゲノム解析の結果、底泥中においても水銀関連遺伝子(特に脱メチル化 [merB]、還元 [merA] 遺伝子)の相対量が季節変動する可能性が示唆された。外洋域については、2025 年 6 月に実施されたベーリング海調査航海において、16 観測点から海水、粒子、プランクトン中水銀・メチル水銀分析試料並びに遺伝子解析試料を取得し、現在分析中である。過去の水俣湾底泥試料のメタゲノム解析では、現在の底泥と比較して、汚染当時の底泥中で全ての水銀関連遺伝子が多く検出され、当時の水俣湾においても水銀の化学形態変化が活発に起こっていたことが明らかとなった。底泥中のメチル水銀分析法については、標準物質を用いて分析の改良・最適化を実施し、分析値が認証値の範囲内に入ることを確認した。

[4] 水銀放出地帯における環境負荷量・ヒト曝露量のオンサイトモニタリングと生体への金属水銀取込機構の解明(基盤研究)

丸本倍美(基礎研究部)

人力小規模金採掘(Artisanal and Small Scale Gold Mining, 以下 ASGM)は、地球上における人為起源由来水銀の最大の排出源である。現在、世界 70 か国以上において ASGM が行われており、その現場では 1,000 万人以上の労働者が従事しているとされる。ASGM では金を精錬する際に、水銀アマルガム法を用いることが多いため、その際に発生する蒸気水銀の労働者への健康影響が懸念されている。発生した水銀蒸気を除去する装置などの汚染防止対策が取られない作業現場も多く、蒸気水銀濃度モニタリングや労働者への曝露量の把握なども実施されていないことが多い。蒸気水銀濃度のモニタリングが容易でない原因としては、装置が高価である、測定方法には専門的知識を要するなどの理由が挙げられる。

今年度は安価で容易に気中水銀濃度をモニタリングするため、水晶振動子マイクロバランス(Quartz Crystal Microbalance)法を利用した気中水銀測定用の小型ロガーのハードウェア設計を実施した。また、インドネシア水銀汚染地域における土壌からの揮発性水銀放出フラックス調査及びインドネシアのゴールドショップにおける気中水銀濃度調査も実施した。

[5] 海洋生態系における低次生物の群集構造と水銀の生物濃縮(基盤研究)

吉野健児(環境・保健研究部)

水銀は食物連鎖により濃縮が起こる代表的な金属であるが、前中期計画の結果から水俣湾のベントスでは従来の見解と異なり、栄養段階の上昇とともに水銀濃度が低下する事象がみられた。こうした事象が水俣湾に限られた事象かどうかに加え、海域による環境条件や食物網構造の違いが水銀の濃縮性に与える影響を推測するため、本研究では水俣湾外の海域で食物連鎖に伴う水銀の生物濃縮について評価を行うことを大きな目標としている。今年度はその予備調査として、八代海の 5 海域で採泥・採水調査を行い、ベントス群集構造や底質環境の分析、水俣湾との比較を行った。分析の終了した 5 か所分のデータにて解析したところ、対象海域間で底質や底質中のクロロフィルや水銀濃度、水質環境が異なり、呼応してベントス群集の種構成や各種相対出現頻度に違いがみられた。その中でも楠浦湾はベントス密度も高く、今後、水俣湾との比較を行うサイトの一つとして有用であると考えられた。

[6] 安定同位体比を用いた草原における水銀循環の研究(基盤研究)

伊禮 聡(環境・保健研究部)

本研究は日本国内の半自然草原における水銀循環メカニズムを解明し、成果を国際的なジャーナルや学会で報告することで、環境中の水銀動態研究の進展に貢献することを目的とする。

2024 年度末に挙げた 2025 年度(本年度)の目標は、2024 年度末に収集した植物量の測定と前処理に加え、サンプリング・分析手法の開発と改良、植物に含まれる炭素、窒素、硫黄、水銀の測定、大気ガス状金属水銀(GEM)の観測と気象要素の観測、野焼き時のガス状総水銀(TGM)観測とした。

特に本年度は植物試料の化学分析前処理と水銀分析に注力している。その内容は、野焼き前に採取した植物試料は全て常温で数カ月かけて一次乾燥(風乾)させて秤量した後、5cmほどの大きさに切断し、

ミルにより全て粉状にして均一試料を作成した。この粉末試料は更にオープンで二次乾燥させて乾燥重量を決定した。また、二次乾燥させていない試料は炭素・窒素成分を定量分析、及び水銀含有量を自作の石英燃焼管で完全燃焼させて反応性の低いガス状金属水銀(GEM)に変換し、発生した GEM を従来の水銀捕集管で捕集、そしてそれを冷原子蛍光分析計により定量分析して決定した。この分析手法の評価には NIST の SRM1515、リンゴの木の葉粉末標準試料を用いた。

草原の植物量調査結果の概要として、これまで調査した半自然草原にて入手した植物試料は乾燥重量で 1 平方メートルあたり 0.5 ~ 4 kg 程で推移していることが分かった。元素分析の結果から、硫黄と窒素成分はほぼ含まれていない、あるいはかなり低い濃度であることが判明している。2024 年度末に採取した植物試料も以前の試料同様、一貫して炭素含有量が重量比でおおよそ 45%であることが分かった。

水銀含有量の分析は、分析当初 SRM の分析結果は 50%程度の回収率であったが、手法を改良し現在回収率 90%に到達することができた。この分析法を用いて草原の植物試料を分析すると水銀含有率が 10~20 ng g⁻¹ であることが分かった。今後、これらの試料に含まれる水銀の定量・安定同位体比分析を実施する。

大気 GEM 観測は 2024 年度からサパッシュサンプラーを用いてサンプリングを定期的実施していたが、分析処理の問題から現在は頻度を限定してサンプリングを実施している。分析手法は植物試料と同じ燃焼法だが、水銀捕集材(活性炭ベース)には硫黄が含まれており、その水銀分析は更に難しくなる。今後、硫黄含有の固形試料分析は石炭の SRM を用いて評価する計画で、分析法を確立し処理が軌道に乗れば通年観測を再開する計画である。

気象要素の観測は試験測定として国水研建屋の屋上に設置し観測を今年から開始しており、今後パッシュサンプラーによる大気 GEM サンプリングを気象要素観測と平行して実施することで、得られるデータからどのような解析ができるか評価する。野焼き時のガス状水銀観測はこれまでとおり 1、2、3 月の各地で

実施される野焼きの現場を訪ね観測を継続している。

成果発表としては草原研究の課題と方向性を示したショートレビュー論文「Mercury cycling in grasslands: deposition, plant uptake, and biomass-burning emissions」を国際ジャーナル「Frontiers in Environmental Chemistry」の ICMGP 2024 の特別版にて発表した。

[7] 水銀及び科学に関するアウトリーチ活動(業務)

丸本倍美(基礎研究部)

研究者や研究機関は、科学的知識や研究成果等を国民に周知することが求められている。国水研が位置する熊本県は水俣病が発生した地域として国内外に知られているが、小中学生の水銀そのものに対する知識は乏しい。そこで、水俣市内外の小中学校において水銀に関する出前授業を実施し、水銀に関する正しい知識を提供する。また、双方向性を重視するために、研究者からの一方的発信ではなく、出前授業前にアンケートを実施して、発表の際には事前の疑問に答える。水銀に関する出前授業以外に依頼された事案についても積極的に対応することで地域に貢献する。今年度は水俣高校 2 年生の生徒の論文投稿を指導し、無事受理された。また、水俣高校 3 年生が環境科学会で優秀発表賞を受賞、九州大学アカデミックフェスティバル 2025「世界に羽ばたく高校生の成果発表会」にて最優秀賞を受賞したことも成果としてあげられる。また、今年度も水俣市内中学 2 年生の職場体験、「水俣」書道絵画コンクールを実施した。

■ 自然環境グループ(プロジェクト研究)

[1] 大気-海洋-海洋生物における媒体間水銀フラックスの計測技術の高度化による再評価
(PJ-25-02)

Reassessment of mercury flux estimation between the atmosphere-ocean-marine
wildlife by upgrading monitoring technologies

[主任研究者]

丸本幸治
研究統括

林 政彦(福岡大学)

福岡市における大気中水銀観測への協力
武邊勝道(松江高専)

松江市における降水中水銀観測への協力

[共同研究者]

丸本倍美(基礎研究部)
海洋生物への水銀移行フラックス観測の共同実施
多田雄哉(環境・保健研究部)
海洋観測及びプランクトンへの水銀分析等
武内章記(国立環境研究所)
海洋観測の共同実施及び水銀の形態分析に関
する助言

Guey-Rong Sheu, David Gay, Seunghee Han

アジア太平洋地域における大気・降水中水銀観
測の連携

Seunghee Han

東シナ海における海水中水銀の形態別分析の
連携

河合 徹(国立環境研究所)
水銀の多媒体モデルに関する助言

[区分]

プロジェクト研究

近藤文義(海上保安大学校)
大気-海洋間水銀フラックス観測の共同実施

[重点項目]

水銀の環境動態
国際貢献

吉野健児(環境・保健研究部)、
山田勝雅(熊本大学)、島崎英行(熊本大学)

水俣湾及び八代海の海洋観測の共同実施
小畑 元、乙坂重嘉(東京大学大気海洋研究所)

[グループ]

自然環境

太平洋における海洋観測協力

川口慎介、横川太一(海洋研究開発機構)

[研究期間]

2025 年度-2029 年度(5 ヶ年)

深海における海洋観測協力

板井啓明(東京大学)

海洋生物への水銀移行に関する助言と河川水
中水銀分析の共同実施
谷水雅治(関西学院大学)、高野祥太郎(京都大学)
海洋生物への水銀移行及び微量元素分析に関
する助言

[キーワード]

水銀(Mercury)、メチル水銀(Methylmercury)、大
気-海洋交換 (Air-sea exchange)、海洋生物
(Marine wildlife)、生物蓄積 (Bio magnification)

竹田一彦(広島大学)

[研究課題の概要]

沿岸域における海洋観測協力
濱崎恒二(東京大学大気海洋研究所)、岩本洋子
(広島大学)
マイクロレイヤーの観測への協力

水俣条約の有効性評価に資する環境中水銀の継
続的なデータを取得することを第一の目的として、そ
の季節変動や経年変動の有無、それらの要因並び
に放出源の影響も明らかにする。これらの目的を達

成するため、水俣市と福岡市で大気中水銀の連続モニタリングを実施する。また、火山地帯である阿蘇仙酔峡においても大気中水銀の連続モニタリングを実施し、大気中水銀の放出源の一つである火山ガスの影響を評価していく。一方、降水中水銀モニタリングについては、水俣条約における比較可能なデータの取得に対応するため、国際的な精度管理プログラムへ積極的に参加すると共に、台湾中央大学との共同研究を行い、データの信頼性の確保に努める。

さらに、海洋環境における媒体間フラックスの計測により、アジア太平洋地域及び地球規模の水銀循環量を再評価するための新知見を提供する。

[背景]

ヒトへのメチル水銀の健康リスクは魚介類の摂取と密接に関係しており、水銀に関する水俣条約第19条においても環境中における水銀の輸送量や循環量、並びにヒトを含めた生物への曝露量を把握するため、ヒトや環境中の水銀濃度に関する長期的なモニタリングとモデル予測を実施することが求められている。

魚介類へのメチル水銀蓄積過程を理解するためには、海洋環境を主とした水銀の形態変化と媒体間の移動フラックスを定量的に把握する必要がある。とりわけ、媒体間フラックスの観測と評価は濃度計測に比べて技術的な困難さがあり、高額な費用もかかる場合があるため、研究例が少ない。しかしながら、環境中動態を理解するにはフラックス観測は必要不可欠である。

[目的]

アジア太平洋地域における海洋環境を中心として、海洋への水銀供給量、海洋中での水銀動態、海水ープランクトン間の水銀移行、並びにプランクトンから大型海洋哺乳類までの海洋生物への移行量と蓄積量、死亡後の深海への輸送量を明らかにすることを目的とする。フェーズ1では、それらの量(フラックス)を計測する技術のうち、まだ確立されていない媒体間フラックスの計測技術の高度化を推進する。本研究で計測技術を確立すべき事項は以下のとおりであり、それぞれサブテーマとして研究を遂行する。

- (1) 大気から海洋への水銀の湿性・乾沈着フラックスの定量化
- (2) 大気ー海洋間のガス状水銀フラックスデータの蓄積(マイクロレイヤーを含む)
- (3) 海洋から海洋生物への水銀移行フラックスと海洋生物への蓄積量の解明
- (4) 海洋生物の沈降に伴う深海への水銀輸送フラックスと生物ポンプに伴う海水への再溶出量との関係の解明

[期待される成果]

- ・ 乾性沈着フラックス推定法の確立と日本発信の方法によるAPMMN及び他のネットワークでの運用
- ・ 大気中水銀沈着による海洋への供給量の精緻化
- ・ 大気ー海洋間水銀フラックスの精緻化
- ・ マイクロレイヤーにおける水銀の形態変化と媒体間移動に関する知見
- ・ 海洋生物、特に大型海洋生物への蓄積量
- ・ プランクトンから大型海洋生物の水銀の沈降フラックス及び溶出フラックスの解明

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- (1) 既存の方法による全国7地点での大気及び降水中の水銀モニタリングの継続。新たな総沈着量サンプリング法の開発。
- (2) 白鳳丸航海等における大気ー海洋間水銀フラックス及びマイクロレイヤーの水銀動態に関するデータの蓄積。安定的な連続観測を実現するタンデム型気液平衡器の開発と試験運用。

2. 2026 年度

- (1) 既存の方法による全国7地点での大気及び降水中の水銀モニタリングの継続。総沈着量サンプリング法による連続観測の実施と評価。
- (2) タンデム型気液平衡器を用いた水俣湾及び八代海で観測の実施。大気ー海洋間水銀フラックスの季節変動や日変動に関するデータの蓄積。

3. 2027 年度

- (1) 既存の方法による全国7地点での大気及び降水中の水銀モニタリングの継続。総沈着量サン

プリング法の運用開始。

- (2) 日本周辺海域における海水及びプランクトン中形態別水銀の動態調査

4. 2028 年度

- (1) 全国 7 地点での大気及び降水中の水銀モニタリングによる湿性・乾性沈着量の把握。
- (2) 中深層域の高水圧条件下における粒子状物質からの総水銀・メチル水銀の溶出速度の解明

5. 2029 年度

- (1) 全国 7 地点での大気及び降水中の水銀モニタリングによる湿性・乾性沈着量の把握。
- (2) 臓器ごとの水銀・炭素・窒素の分析による海洋生物中水銀の移行フラックスと蓄積量の把握。

[2025年度の研究実施成果]

1. 大気から海洋への水銀の湿性・乾沈着フラックスの定量化

(1) 大気中水銀の形態別モニタリング

図 1 に水俣市及び福岡市における 2025 年度の大気中水銀濃度変動を示した。水俣市におけるガス状水銀の年平均濃度 ± 標準偏差は $1.61 \pm 0.35 \text{ ng m}^{-3}$ であった。この値は昨年度よりやや高く、過年度と同程度であった。図より、2025 年 6 月から 7 月に濃度が上昇する現象が頻発した。風向との関係を調べた結果、東風から南風に変化するときに濃度が高くなる傾向がみられた。6 月 22 日からは、水俣市の南東に位置する新燃岳の活動が活発となり、噴火も数多く観測されていることから、その影響による可能性高いと考えられる。しかし、噴火が観測される前から水俣市での濃度上昇が確認されており、噴火前にも火山ガス等の放出があり、その影響を受けたか、別の要因に依るものかは検討中である。

一方、福岡市における大気中のガス状金属水銀 (Gaseous Elemental Mercury、以下 GEM) の年平均濃度は $2.03 \pm 0.73 \text{ ng m}^{-3}$ (2 時間平均の値より集計) であり、過年度よりやや高かった。ガス状酸化態水銀 (Gaseous Oxidized Mercury、以下 GOM) 及び粒子態水銀 (Particle Bound Mercury、以下 PBM2.5) の平均濃度はそれぞれ $0.0037 \pm 0.0054 \text{ ng m}^{-3}$ 、 $0.0073 \pm 0.0091 \text{ ng m}^{-3}$ であり、過年度と同程度であった。福岡

市でも高い GEM 濃度が 4 月中旬から 6 月中旬にかけて頻繁に観測された。6 月中旬の高濃度は南風のときに起きているため、水俣市同様に新燃岳の噴火の影響の可能性がある。しかし、4 月から 5 月の高濃度現象は北西方向からの風が吹くときに起こっており、また、短期間で濃度が乱高下していた。これらのことから、北西方向のローカルな放出源の影響を受けていると推察された。観測地点の北西方向には博多港が位置しており、航行する船舶の排ガスの影響が考えられた。しかし、この時期の高濃度は過年度にはみられていなかったこともあり、現在、船舶の航行状況等を精査している。

ところで、これまで実施してきた阿蘇仙酔峡における大気中水銀の形態別観測結果を論文としてまとめた¹⁾。しかし、今年度は機器の不調により同地点での観測を実施できなかった。来年度の前半には体制を整えて再開する予定である。

(2) 降水中水銀のモニタリング

水俣市における 2025 年度の降水中総水銀 (Total Hg) の雨量加重平均濃度は 8.6 ng L^{-1} であり、過年度よりもやや高かった。平戸市、福岡市、松江市、御前崎市、つくば市の値はそれぞれ 6.8、7.2、8.2、5.5、 8.3 ng L^{-1} であり、いずれの地点も過年度の結果とほぼ変わらなかった。なお、今年度から観測を開始した北海道足寄町の値は 3.9 ng L^{-1} であり、最も低かった。

(3) 大気沈着物サンプラーの開発

現在、世界中多くの地点で降水中 Total Hg のモニタリングが行われているが、これは大気からの沈着現象のうちの湿性沈着量のみを観測している。もう一つの沈着現象である乾性沈着量の観測例は非常に少なく、その要因として観測方法が定まっていないことが挙げられる。また、精緻な観測方法は運用コストがかかり、データ解析も煩雑であることも要因の一つである。そこで、簡易に乾性沈着量を計測できる方法として従来の代理表面法を応用して総沈着量を採取し、そこから湿性沈着量を差し引くことで乾性沈着量を求める方法を提案した。今年度はサンプラーを設計・試作し、降水サンプラーと同様の採取量が得られるかを検討しているところである。

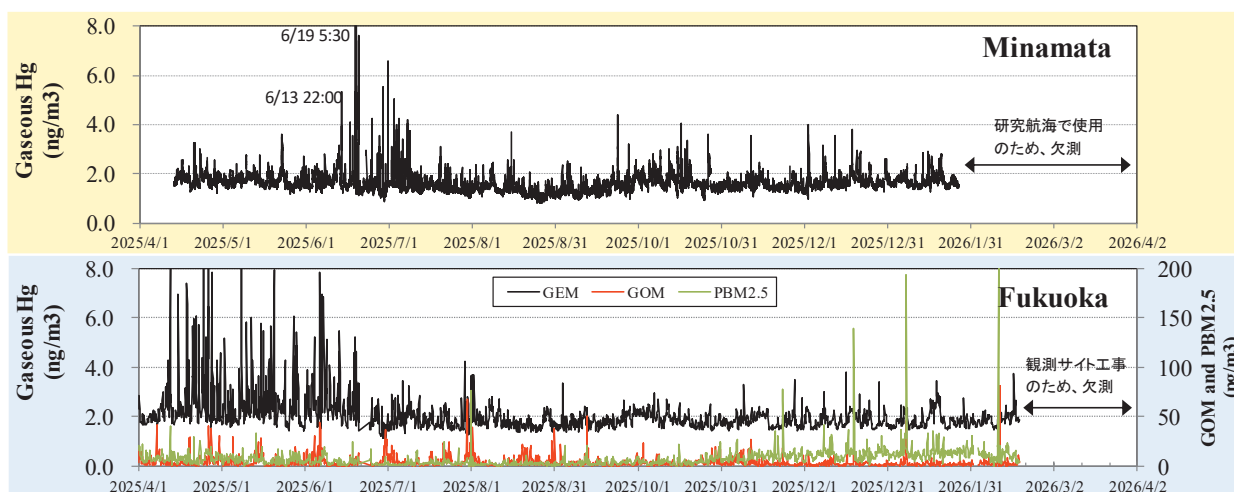


図 1 水俣市と福岡市の大気中水銀濃度の変動. (上図)水俣市のガス状水銀濃度、(下図) 福岡市の形態別水銀濃度

2. 大気－海洋間のガス状水銀フラックスデータの蓄積(マイクロレイヤーを含む)

北太平洋における大気－海洋間の Hg フラックスデータを蓄積するため、今年度は、白鳳丸 KH-25-3 航海において 2025 年 7 月にベーリング海における観測を実施した。図 2 に観測地点を示した。観測はベーリング海を中心に 23 地点で実施し、それぞれの地点で大気中水銀濃度、表層海水の Total Hg、溶存ガス状水銀(Dissolved Gaseous Hg; DGHg)、メチル水銀(Methylated Hg; MeHg)を測定した(図 3a～c)。また、気象・海象データも併せて取得し、Hg フラックスを算出した(図 4)。Hg フラックスは $0.04 \sim 6.8 \text{ ng m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ であり、とりわけユーコン川の河口域(DN21～DN23)及びアリューシャン列島近傍の湧昇域である DN26 でのフラックスが大きかった。これは河川水の供給と湧昇の影響により表層海水中の DGHg 濃度が高かったことが要因である(図 3b)。DN26 地点では他の地点に比べて極めて高い MeHg 濃度も検出された。観測結果から算出される年間の Hg 放出量の概算値は $12 \pm 15 \text{ ug m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ であった。この値はアラスカ州で推計された湿性沈着量 $2 \sim 5 \text{ ug m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ よりも大きかった。しかしながら、本研究で得られた放出量は夏季の観測値のみから算出されており、季節変動を考慮していないことに留意すべきである。

一方、より高時間分解能であり、取り扱いの容易な Hg フラックスの連続モニタリングシステムの構築を目指して、タンデム型気液平衡器の開発にも着手しており、試作機について平衡器内の水の流れ等を検討しているところである。

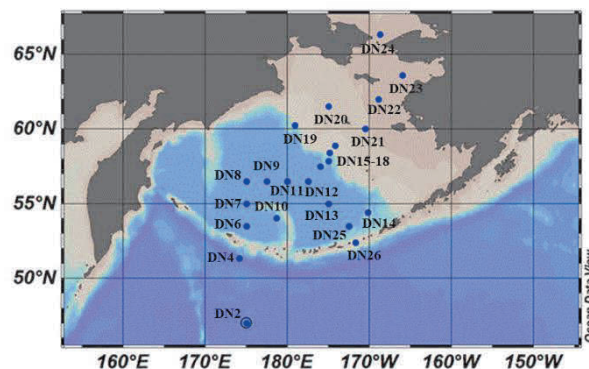
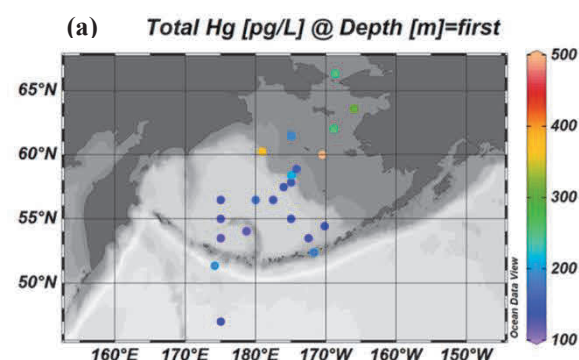


図2 ベーリング海における水銀調査地点



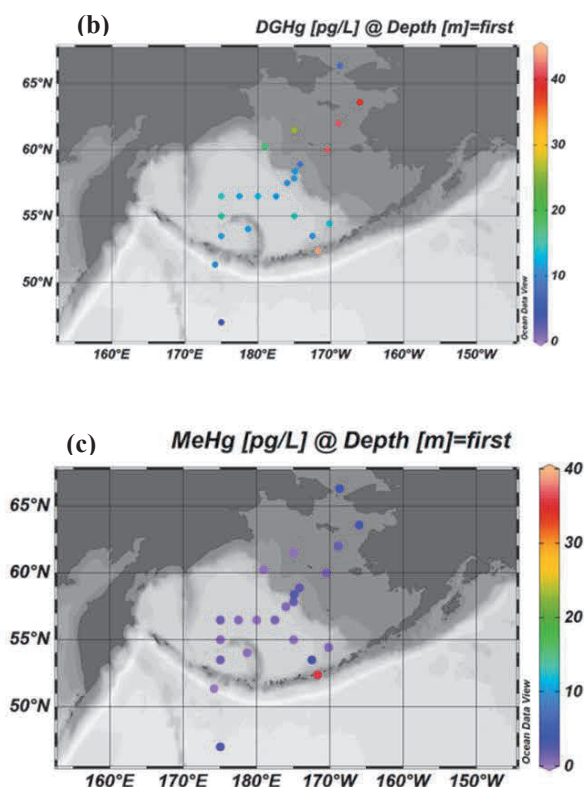


図3 ベーリング海表層海水中における
(a) Total Hg、(b) DGHg、(c) MeHg 濃度分布

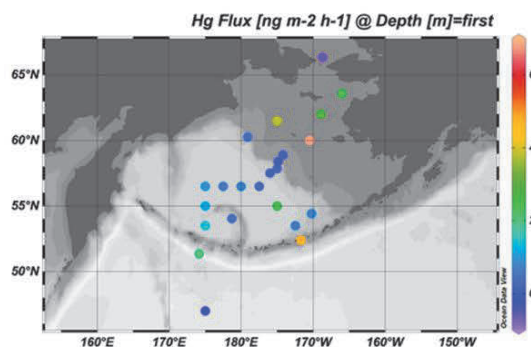


図4 ベーリング海の大気-海洋間Hgフラックスの分布

[備考]

本課題研究の一部は、以下の環境研究総合推進費に採択され、外部研究費を得ている。

- 課題名 「水銀汚染地域における残留水銀の自然浄化能を考慮した運命予測とリスク評価」、令和7-9年度 環境問題対応型研究(ミディウムファンディング枠) 課題番号 5MF-2506

[研究期間の論文発表]

- 1) Marumoto K.: Continuous observation of atmospheric speciated mercury at a site near the crater of Mt. Aso volcano. Asian Journal of Atmospheric Environment 2026; 20: 1, <https://doi.org/10.1007/s44273-025-00079-8>

[研究期間の学会発表]

- 1) Sudo T., Marumoto K., Furusho K., Itai T.: Mercury concentrations and fluxes in major rivers of central and eastern Honshu, Japan. ICOBTE & ICHMET 2025, Busan, Korea, 2025. 9.
- 2) 丸本幸治, 多田雄哉, 濱崎恒二, 岩本洋子, 竹田一彦: 瀬戸内海における海表面マイクロレイヤーの総水銀、メチル水銀、並びに溶存ガス状水銀の測定. 日本地球化学会第72回年会, 仙台, 2025. 9.
- 3) 周藤俊雄, 古荘皓基, 丸本幸治, 板井啓明: 東日本主要河川の化学形態別水銀濃度と海洋流出フラックスの推定. 日本地球化学会第72回年会, 仙台, 2025. 9.

[文献]

- 1) Marumoto, K.; Asian J. Atmos. Environ., 20, 1, 2026.
- 2) Pearson, C. et al.; Atmos. Chem. Phys., 19, 6913–6929, 2019.

■自然環境グループ(基盤研究)

[2]水・底質等に含まれる水銀の環境変化に伴う動態に関する研究(RS-25-07)

Research on the behaviors of mercury in water and sediment with changing environments

[主任研究者]

松山明人(国際・総合研究部)
研究の総括及び実験全般

[共同研究者]

丸本幸治(環境・保健研究部)
水質分析等助言
多田雄哉(環境・保健研究部)
微生物実験助言
吉野健児(環境・保健研究部)
元素分析等助言

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀の環境動態

[グループ]

自然環境

[研究期間]

2025 年度－2026 年度(2 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀 (Methylmercury)、水銀モニタリング (mercury monitoring)、水銀の有機化 (Mercury methylation)、モデル実験(model experiment)

[研究課題の概要]

大規模な環境変動時において、水俣湾内に残存する 25 mg/kg/dry weight (ppm)以下の水銀含有底質が、現状の水俣湾海洋環境に対しどのような影響を与える可能性があるのかを検討する。更にこれまで過去 20 年以上にわたり継続実施してきた水俣湾海水中的水銀モニタリングについても、本課題の中で遂行する。

[背景]

水銀で汚染された水俣湾の浚渫、埋め立てによる大規模修復工事は 1990 年に終了し、現在までおよそ 35 年が経過した。埋立地に埋設処理された底質中の水銀濃度は 25 ppm 以上であり、それ以下の水銀を含む底質は浚渫適用外とされ、そのまま湾内に残された(袋湾は浚渫工事の対象外であった)。これら湾内に残存している底質が、現在直接水俣湾の環境に与えている影響や、水俣湾の環境が大きく変動した場合に、水銀(黒色硫化水銀(βHgS))を含む底質にどのような化学的变化が生じ、それに伴い水銀の溶出はどうか等、まだ十分に把握・解明されていない。

[目的]

本課題における研究対象フィールドは水俣湾とし、以下の小テーマを 2 課題設定する。

1. 水俣湾における水質モニタリングの実施

2010 年に国によって定められた水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法の救済措置の基本方針(特措法)、参考資料「4. 水質汚濁状況の監視の実施」には、“原因企業が排出したメチル水銀による環境汚染を将来にわたって防止するため、水質汚濁の状況の継続的な監視やその他必要な所要の措置を講じます”とある。また同「6. 国立水俣病総合研究センター」には、“水俣病における医療・福祉や調査研究、国内外への情報発信等において中核となるような役割を適切に果たすこととします”とあることから、本特措法に対応する。

2. 水俣湾の環境変動に伴う水俣湾底質及び海水の特性変化把握

水俣湾底質を用いた室内モデル実験系を構築する。本実験系を用いて、水俣湾の水環境が大きく変動した場合に起こりうる底質からの水俣湾への影響について、主に水銀溶出の観点から、海水中の環境要

因の影響を踏まえ検討し、その影響度合いについて明らかにする。

[期待される成果] 以下小テーマ別に記載

- 1) 総水銀濃度として 25 ppm 以下の底質が堆積する水俣湾海水中の、水銀を主とした水質変化について年間を通して把握することが可能となる。また過去 20 年以上にわたり、本テーマは当国水研で継続されていることから、今後も鋭意継続することにより水俣湾の水質環境の変化に関するデータベースが作成できる。
- 2) 自然災害やそれに伴う可能性の大きな人為的災害によって、大きく水俣湾の水環境が変化した場合における水銀含有底質からの環境影響を評価できる。また本検討により、現状の水俣湾に関する海洋環境変動への抵抗性や安全性についても再評価が出来るようになる。

[年次計画概要]

<2025 年度>

1. 水俣湾における水銀モニタリングの実施

水俣湾海水中の物理特性(溶存酸素濃度(DO)、pH、酸化還元電位(ORP)等)を測定すると同時に、水俣湾海水中の溶存態水銀(総水銀、メチル水銀)を鉛直方向の深度別に測定する。測定は季節ごとに年 3 回以上実施する。

2. 水俣湾の環境変動に伴う水俣湾底質及び海水の特性変化把握

本研究テーマは前中期計画 2020 からの延長である¹⁾。今年度は、前中期計画で実施したがうまく実験データを取得できなかった実験ケースの再実験の実施(モデル培養実験1)および、人為的に海水中で合成した βHgS を添加した底質を用いた培養実験を行い、底質中で βHgS の安定性について検討した。さらに大村湾底質を用いた培養実験においては、海水中の微生物に関する検討も実施した(モデル培養実験2)。

<2026 年度>

1. 水俣湾海水中における水銀モニタリング

2025 年度と同様に水俣湾水質モニタリングは実施

されるが、実施は当研究テーマではなく他研究課題へ移行される。

2. 水俣湾の環境変動に伴う水俣湾底質及び海水の特性変化把握

前中期計画から取得してきた各種データをまとめ、論文化を行う。また必要に応じて、論文化を進めるにあたり、必要な他データの取得を行う。海水中における βHgS の安定性について、微生物学的見地をふまえた検討を継続する。

[2025 年度の研究実施成果の概要]

1. 水俣湾における水銀モニタリングの実施

1-1.実験方法

2025 年度は季節を変えて 3 回の水質モニタリング(水俣湾:4 月・9 月・12 月、親水護岸:6 月・8 月・12 月)を実施した。採水場所については従来どおり、水俣湾内は St. 1~St. 3 の 3 ヶ所、親水護岸は A~E の 5 地点とした(図-1)。

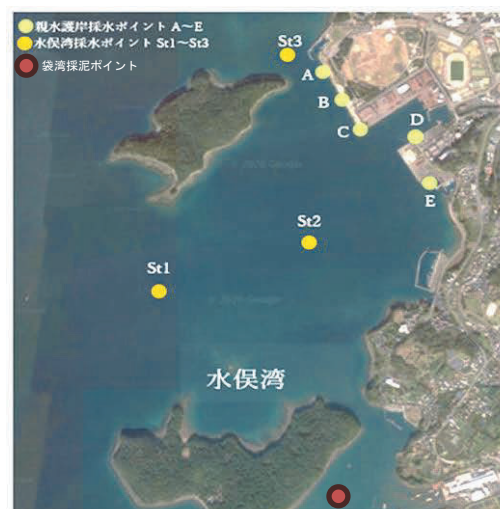


図-1 研究用試料・採取位置

また、水俣湾内の採水深度は St.1 及び 2 については 0 m、-6 m、-10 m、海底面上 1 m、St.3 については 0 m、-6 m、海底面上 1 m とし、海水 11 試料を毎回それぞれ採水した。採水方法はこれまでと同様、予め巻き尺を取り付けたビニールホースを船上から海中に沈め、巻き尺直読で水中ポンプにより深度別に採水した。親水護岸においては、海底面より 20 cm 程度上方且つ親水護岸に用いられている鋼矢板側面のすぐ横において、ステンレス製採水器を

用いて行った。

採水した海水試料の水銀分析項目は海水中の溶存態総水銀濃度、溶存態メチル水銀濃度、懸濁物質(SS)重量、SS 中総水銀濃度とした。海水の物理化学特性は、pH、DO、海水温度、塩分濃度、クロロフィル a、濁度とした。親水護岸で採水した海水試料については、海水中の溶存態総水銀濃度、SS 中総水銀濃度とした。

1-2.成果の概要

2025 年度の水俣湾内における溶存態総水銀濃度についての結果を図-2 に、溶存態メチル水銀濃度についての結果を図-3 に示し、親水護岸における水質モニタリング結果を図-4 に示す。

図-2 の結果より水俣湾内における溶存態水銀濃度平均値については、過去 10 年間(2015～2024)の平均と比べると、総水銀濃度が、幾分濃度が高い値を示しているが、全体としては大きな変動はなく安定していた。2025 年度の溶存態総水銀濃度の全体平均値は 0.42 ± 0.22 ng/L であった。一方、図-3 の結果より、2025 年度の溶存態メチル水銀濃度については過去 10 年間の平均値と比べても大きな濃度変動はなく安定していた。平均値は 0.02 ± 0.02 ng/L であった。

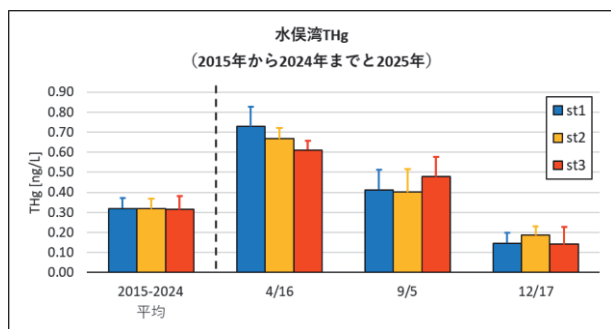


図-2 水俣湾溶存態総水銀濃度

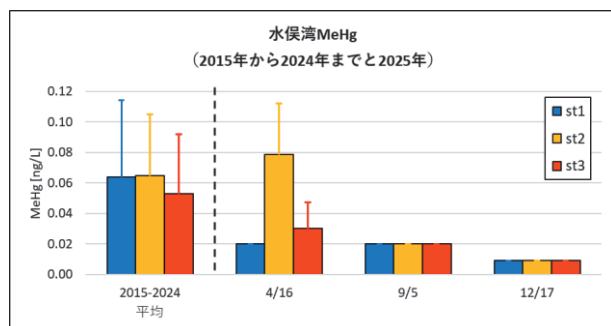


図-3 水俣湾溶存態メチル水銀濃度

また、図-4 の結果より、親水護岸周辺の海水においては、7 年前からそれ以前と比較し、多少ではあるが濃度変動の幅が大きくなっているように見受けられる。しかし現状として我が国の環境基準値(500 ng/L)に比べ、その濃度は極めて低く大きな問題はないと考えられる。今年度(2025)の親水護岸に関する溶存態総水銀濃度平均値は 1.89 ± 1.59 ng/L であり、昨年度(2024) 3.35 ± 2.36 ng/L よりも大きく低下した。

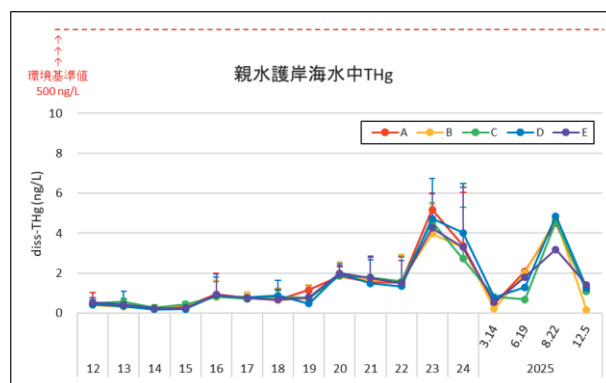


図-4 親水護岸・水質分析結果

2. 水俣湾の環境変動に伴う水俣湾底質及び海水の特性変化把握

2-1.実験方法

<モデル培養実験 1>

袋湾底質(総水銀濃度 5 mg/kg dry)を用いて、バッチ式モデルによる培養実験を実施した。

- ・培養温度:海水温 23 °C 光無し
- ・グルコース添加量:水俣湾海水中溶存炭素量(DOC)の 50 倍 (グルコースとして 250 mg を添加)
- ・純チツソバブリング流量:100～250 ml/min
- ・空気バブリング流量:100～250 ml/min

純チツソ及び空気バブリング量を適宜混合し、溶存酸素濃度(DO)が 1～2 mg/L になるように DO 計直読により調整した。

<モデル培養条件 2>

・大村湾底質(総水銀濃度 0.15 mg/kg/dry)及び袋湾底質に 1kg 乾土あたり 5 mg の水銀を、 β HgS の形で添加混合した。 β HgS は海水中で化学的に合成した。底質への添加時は溶液の状態で添加した。

- ・培養温度:海水温 23 °C 光無し

- ・グルコース添加量:水俣湾海水中 DOC 量の 50 倍
(グルコースとして 250 mg を添加)
- ・純チソバブリング流量:500 ml/min
チソバブリング量を適宜調節し、DO が 1 mg/L 以下になるように DO 計直読により調節した。

＜共通分析項目＞

- ・溶存態メチル水銀濃度・溶存態総水銀濃度
- ・ORP(mV)・DO(mg/L)

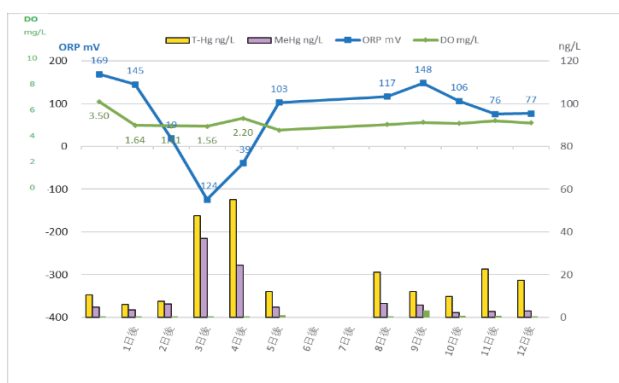
＜大村湾底質による培養実験＞

- ・海水中的微生物を対象としたゲノム解析

2-2.成果の概要

＜モデル培養実験 1＞

袋湾より採取した底質を用いてバッチ式のモデル培養実験を実施した。前述の実験方法に基づいて得られた実験結果について以下に示す。



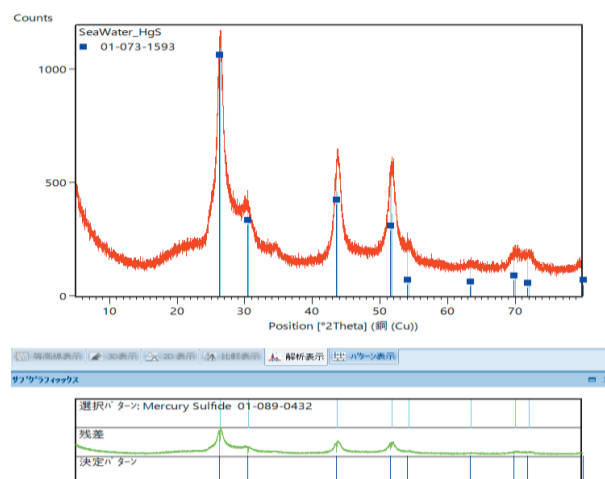
図－5 モデル培養実験結果 (DO1～2mg/L)

図-5 の結果より DO が 1～2 mg/L であれば、培養 3 日目以降に溶存態水銀濃度が急上昇した。溶存態総水銀濃度の最大値は凡そ 60 ng/L、溶存態メチル水銀濃度の最大値は 40 ng/L 弱程度となった。一方、過去に実施した DO 濃度を 3～4 mg/L とした培養実験では、溶存態水銀濃度の最大は 20 ng/L 程度で溶存態メチル水銀濃度は、その殆どが 10 ng/L 以下であった。また、より DO 濃度が高くなれば、海水中的の溶存態水銀濃度はさらに減少した。以上の結果から、溶存態水銀濃度には、海水中的の DOC が豊富に存在するという条件下において、海水中的の溶存態酸素濃度の違いが大きく影響していると考えられる。

＜モデル培養実験 2＞

昨年度(中期計画 2020 の最終年度)は、水銀汚染

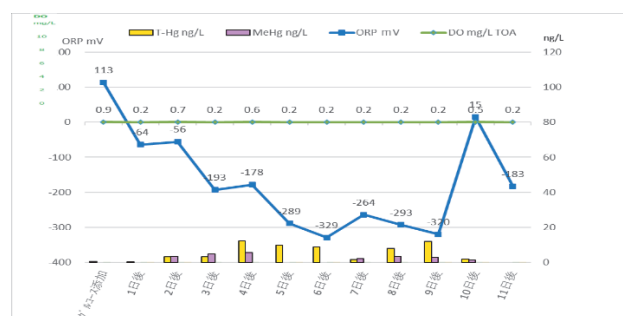
が認められない閉鎖系海域(大村湾)より底質を採取し、この底質に袋湾底質の総水銀濃度と同じになるよう β HgS(添川化学社製)を添加混合し人為的水銀汚染底質を作成した(総水銀濃度 5 mg/kg/dry)。この底質を用いて、これまでと同様の実験条件でモデル培養実験を行い、自然環境中では安定に存在するとされる硫化水銀が可溶化するのかどうかについて検討した。しかし、本実験に用いられた水銀は工業製品であり、実際に海洋中で生成された β HgS ではない。そこで今年度は海水中で化学合成した β HgS を用いて、上記と同様の実験を大村湾および袋湾から採取した底質を用いて実施した。本実験に用いた β HgS は硫化ナトリウム及び塩化第二水銀の水溶液を混合し作成した。図－6 に海水中で化学合成した β HgS の X 線粉末回折による結果を示す。



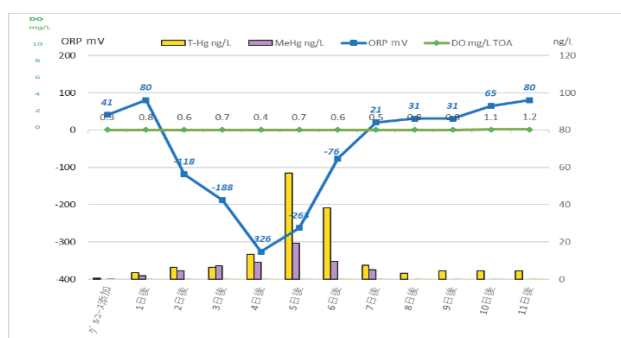
図－6 X 線粉末回折結果

図－6 の結果より、海水中で合成された β HgS の黒色結晶は殆ど不純物を含まず、その純度は大変高いものである事が分かった(99%以上)。

図－7 に 2－1 で述べた実験方法に基づいて行われた大村湾の底質による実験結果を示す。



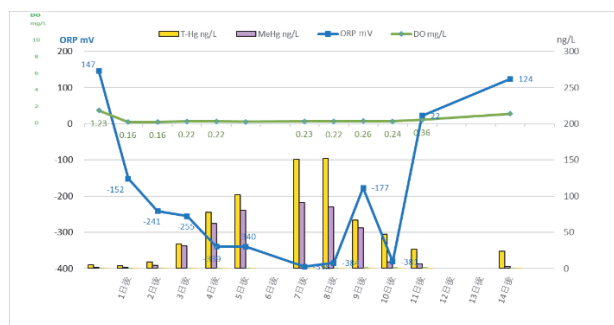
β HgS 添加なし



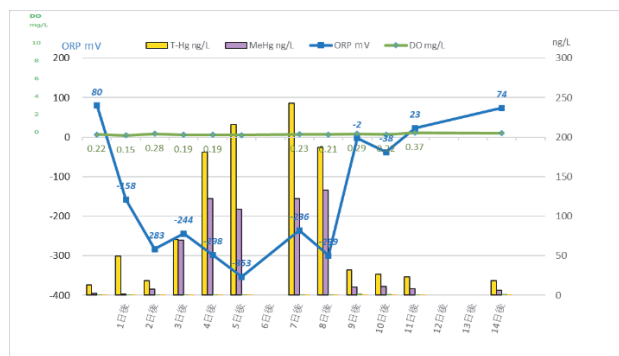
βHgS 添加有り

図－7 大村湾底質を用いたβHgSの還元条件下における安定性検討

図－7の結果より、グルコース添加及び還元条件下においては、βHgSを添加したバッチモデル実験系の溶存態水銀濃度が、添加していない実験系に比べ実験開始後5日目より明確に上昇した。溶存態総水銀濃度で比較すると、βHgSを添加していない実験系では最大濃度が15 ng/L程度あるのに対し、βHgSを添加した実験系では60 ng/L程度とおおよそ4倍程度、溶存態総水銀濃度が高くなった。また溶存態メチル水銀濃度においては、溶存態総水銀濃度と同じ濃度分布傾向を示したが、βHgSの有無による差で、溶存態総水銀に比べて小さい結果となった。



βHgS添加なし



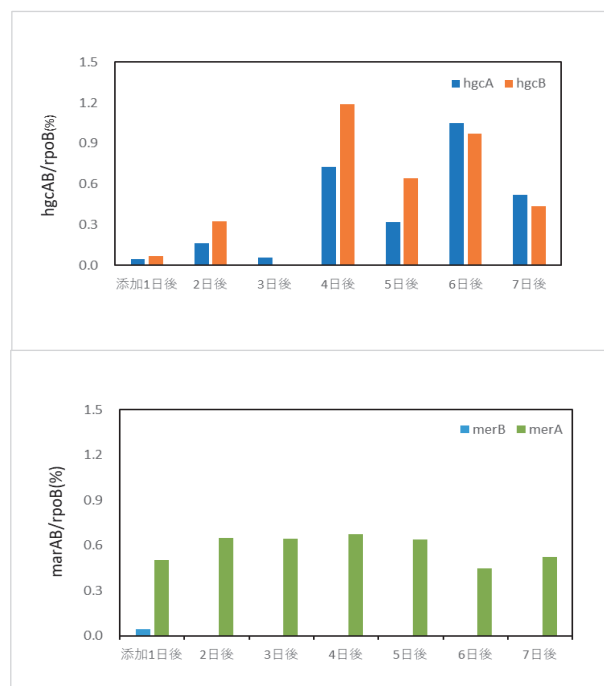
βHgS添加有り

図－8 袋湾底質を用いたβHgSの還元条件下における安定性検討

図－8に大村湾と同様の実験条件で、袋湾の底質を用いて行った実験結果について示す。

図－8の結果より、図－7で示した大村湾底質による実験結果と同様に、βHgSを添加した実験系の方が添加していない実験系に比べ明確に溶存態水銀濃度が高くなった。βHgSを添加していない実験系での溶存態総水銀の最大濃度は120 ng/L程度であるが、βHgSを添加した実験系では最大濃度でおよそ250 ng/Lとなり2倍程度濃度が高くなった。溶存態メチル水銀では、βHgSの添加の有無で大村湾底質による実験結果と比較し、袋湾底質による実験結果は大村湾と同様に若干高くなる傾向は認められたが、明確な相違は認められなかった。袋湾底質による実験系の溶存態水銀濃度が高くなっている理由は、大村湾底質の総水銀濃度が0.15 mg/kg/dryである事に比べ、袋湾底質の総水銀濃度が5 mg/kg/dry と30倍以上高い事が主な原因であると考えられる。両実験結果(図－7及び図－8)を大きくまとめると、DOCが豊富に存在し、海水中のDO濃度が低い還元状態であれば、微量ではあるが黒色硫化水銀は分解可溶化する可能性が大きいと考えられる。

図－9にβHgSを添加した大村湾底質を用いて実施したモデル培養実験から得られた海水に含まれる微生物のゲノム解析結果を示す。



図－9 海水中微生物のゲノム解析結果

上図のhgc A, Bは水銀のメチル化遺伝子を示し、下図のmarAは水銀還元酵素遺伝子($\text{Hg}^{2+} \Rightarrow \text{Hg}^0$)を示し、marBはアルキル水銀分解酵素遺伝子($\text{MeHg} \Rightarrow \text{Hg}^{2+}$)を示している。グラフはすべて検出された全RNAポリメラーゼに占める割合で示されている。結果、培養開始後4日目よりhgcA, Bの割合が急激に上昇していた。本結果は図-7で示した培養実験における海水試料中の溶存態メチル水銀濃度の経時変化と合致しており、海水試料中の溶存態メチル水銀濃度は、従来から述べられてきた還元状態における海水中の微生物活動と密接に関係していることが再確認された²⁾。

[研究期間の論文発表]

- 1) Jiahao Wang., Lin Hao., Akito Matsuyama., Shinichiro,Yano. (2026) Numerical modeling of dissolved mercury dynamics and transformation in sea water in Minamata Bay, Japan, Mar Pollut Bull, vol 225, 119196.

[研究期間の学会発表]

なし

[文献]

- 1) Akito Matsuyama 以下 4 名. (2021). Trends in mercury concentrations and methylation in Minamata Bay, Japan, between 2014 and 2018. Mar Pollut Bull., Vol 173, PartA, 112886.
- 2) Compeau, G. C., & Bartha, R. (1987). Effects of salinity on mercury-methylating activity of sulfate reducing bacteria in estuarine sediments. Applied and Environmental Microbiology, 53, 261–265.

■自然環境グループ(基盤研究)

[3]海水及び底泥における水銀の微生物学的な化学形態変化過程に関する研究(RS-25-08)

Microbial transformation processes of mercury in seawater and sediments

[主任研究者]

多田雄哉(環境・保健研究部)
研究の総括及び実験全般の実施

[共同研究者]

吉野健児(環境・保健研究部)
水俣湾観測及び生態系調査協力
丸本幸治(環境・保健研究部)
海水中水銀分析に関する助言
松山明人(国際・総合研究部)
過去の水俣湾試料に関する助言
坂本峰至(所長特任補佐)
過去の水俣湾試料に関する助言
山田勝雅、島崎英行(熊本大学)
水俣湾・八代海観測協力
小畑 元、乙坂重嘉(東京大学大気海洋研究所)
外洋域観測協力
松井一彰、谷口亮人(近畿大学)
水銀耐性微生物の培養・遺伝子解析
武内章記(国立環境研究所)
海水中水銀分析に関する助言

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀の環境動態

[グループ]

自然環境

[研究期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

総水銀(total mercury)、メチル水銀(methylmercury)、

水銀メチル化(mercury methylation)、水銀脱メチル化(mercury demethylation)、水銀還元(mercury reduction)、沿岸域(coastal environments)、外洋域(open ocean)、海洋微生物(marine microorganisms)、メタゲノム(metagenome)、機能遺伝子群(functional genes)

[研究課題の概要]

本研究では、沿岸域並びに外洋域における海水及び底泥における水銀・メチル水銀分析を実施すると同時に、メタゲノム並びに分子生物学的手法を用いて、微生物が持つ水銀関連遺伝子(メチル化、脱メチル化、還元遺伝子)を解析することで、水銀の微生物学的な化学形態変化過程に関する知見を得る。また、ゲノム解析という新しいアプローチで汚染当時の水俣湾試料を解析することで、水銀耐性微生物に関する新たな知見を得る。

[背景]

「水銀に関する水俣条約」の発効に伴い、その有効性評価として、環境中における水銀の動態を正確に把握・モニタリングしてゆくことが必要となっている。水銀は金属水銀、無機水銀、有機水銀に分類され、存在形態によって化学的性質が変化する。特に、メチル水銀は、毒性及び生物蓄積性が非常に高く、高次栄養段階に位置する魚介類に高濃度に蓄積され、最終的には、魚介類の摂食を通してヒトへ移行・蓄積される。このため、海洋環境中における水銀・メチル水銀濃度をモニタリングしてゆくと同時に、水銀の化学形態変化過程(メチル化、脱メチル化、還元)を正確に評価することは重要な研究課題である。

環境中において水銀が化学形態変化を起こす要因の一つとして微生物の関与が報告されている。また、近年のゲノム解析により水銀のメチル化・脱メチル化・還元に関する遺伝子群も明らかとなってきた。しかしながら、実際の海洋環境における水銀関

連遺伝子の動態と水銀やメチル水銀の濃度分布との関連を評価した研究例は希少である。

主任研究者は、これまでの研究で、海洋環境中における水銀関連遺伝子を検出するメタゲノム解析パイプラインを構築し、沿岸域から外洋域の水柱における水銀・メチル水銀分析と水銀関連遺伝子の動態解析を行ってきた(e.g. Tada et al., 2020)。その結果、沿岸域と外洋域では異なる微生物系統群が水銀化学形態変化に関与していることが明らかとなってきた。また、特に沿岸域(水俣湾)においては、水柱(海水並びに浮遊粒子)の水銀動態は底泥の影響を強く受けることが報告されていることから(Tomiyasu et al., 2008)、水柱だけでなく底泥における水銀の化学形態変化に対する微生物の寄与についても評価する必要がある。

水俣湾の底泥中の水銀関連微生物については、これまでに寒天培地を用いた分離・培養法による微生物解析が行われ、水銀耐性細菌が分離・培養されている(Nakamura et al., 1986)。しかしながら、海洋細菌の99%以上は分離・培養が困難であることから、分離されていない高水銀耐性微生物が存在している可能性が考えられる。ゲノム解析という新たなアプローチで、水銀汚染当時の水俣湾底泥試料を解析することで、培養困難な微生物も含めた高水銀耐性微生物を包括的に評価することができると考えた。

[目的]

以上のような背景から、本研究では、①沿岸域における水銀動態と微生物の評価、②外洋域における水銀動態と微生物の評価、③水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析を実施することで、海洋環境における微生物学的水銀の化学形態変化過程を包括的に理解・評価することを目的とする。

[期待される成果]

本研究の完遂により、これまで情報が希少であった海洋環境中における水銀の化学形態変化を水銀関連遺伝子の動態と関連づけて評価することが可能となり、「水銀に関する水俣条約」(特に第十九条、第二十二条)に資する情報を提供できる。また、水俣

湾・八代海における水銀モニタリング並びに情報発信は地域貢献につながると考えられる。また、高水銀耐性微生物・遺伝子の研究は、環境微生物を用いた水銀除去技術の開発にも繋がる。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

(1) 沿岸域における水銀動態と微生物の評価

水俣湾並びに八代海において月毎に海洋観測を実施し、海水、浮遊粒子、底質における水銀・メチル水銀分析並びに水銀関連遺伝子解析を実施する。水銀関連遺伝子の発現量を解析するため、逆転写-定量 PCR (RT-qPCR)法の立ち上げを実施する。また、冷蒸気原子蛍光法をベースとした底質中のメチル水銀分析法の改良と最適化を実施する。

(2) 外洋域における水銀動態と微生物の評価

2025 年 6 月から 8 月にかけて計画されている、学術研究船白鳳丸によるベーリング海調査航海に参加し、水銀分析試料並びに遺伝子解析試料を取得する。また、取得した試料の水銀・メチル水銀分析を進める。

(3) 水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析

水銀汚染時に採取された水俣湾ヘドロ中の水銀関連遺伝子解析を実施し、現在の水俣湾底泥との比較解析を実施する。

2. 2026 年度

(1) 沿岸域における水銀動態と微生物の評価

引き続き、水俣湾並びに八代海において月毎に海洋観測を実施し、データの蓄積を行う。水銀関連遺伝子の発現量を解析するため、RT-qPCR 法の最適化を実施する。引き続き、底質中のメチル水銀分析について、分析手法の最適化を実施すると同時に、水俣湾で得られた底泥試料の水銀・メチル水銀分析を実施する。これまで得られた水俣湾の水銀動態と水銀関連微生物についてのデータをまとめ、論文の執筆・投稿に繋げる。

(2) 外洋域における水銀動態と微生物の評価

引き続き、ベーリング海調査航海で取得した海水、

浮遊粒子の水銀・メチル水銀分析を実施する。一部の試料について、メタゲノム解析を実施する。

(3) 水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析

前年度に得られたメタゲノムシーケンスを詳細に解析し、汚染ヘドロ試料の水銀関連遺伝子を持つ微生物の機能的特徴を評価する。また、新たに見つかった、汚染当時の水俣湾ヘドロ中の水銀関連遺伝子解析についても実施する。

3. 2027 年度

(1) 沿岸域における水銀動態と微生物の評価

引き続き、水俣湾並びに八代海における海洋観測を実施し、データの蓄積を行う。底泥における水銀関連遺伝子の発現量を解析するため、水俣湾底泥から得られたメタゲノムデータからプライマーを設計し、RT-qPCR を実施する。また、水俣湾を含む八代海で得られた底泥試料の水銀・メチル水銀分析を実施し、データの蓄積を行う。

(2) 外洋域における水銀動態と微生物の評価

引き続き、ベーリング海調査航海で取得した微生物試料について、メタゲノム解析を実施する。

(3) 水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析

前年度に得られたメタゲノムシーケンスの解析を実施し、水銀関連遺伝子を持つ微生物の機能的特徴を評価する。また、新たに見つかった、汚染当時の水俣湾ヘドロ中の水銀関連遺伝子解析についても実施する。これまで得られたデータをまとめ、論文の執筆・投稿に繋げる。

4. 2028 年度

(1) 沿岸域における水銀動態と微生物の評価

引き続き、水俣湾並びに八代海における海洋観測を実施し、データの蓄積を行う。浮遊粒子並びに底泥における水銀関連遺伝子の発現量を比較解析する。

(2) 外洋域における水銀動態と微生物の評価

2028 年 8 月に予定されている、学術研究船白鳳丸を用いた東シナ海、日本海、オホーツク海航海に参加し、水銀分析試料並びに遺伝子解析試料を取得する。また、取得した試料の水銀・メチル水

銀分析を進める。前年度までに得られたベーリング海における微生物データをまとめ、論文の執筆・投稿に繋げる。

(3) 水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析

引き続き、汚染ヘドロ試料の水銀関連遺伝子を持つ微生物の機能的特徴を評価する。また、汚染当時の水俣湾ヘドロ中の水銀関連遺伝子解析についても実施する。これまで得られたデータをまとめ、論文の執筆・投稿に繋げる。

5. 2029 年度

(1) 沿岸域における水銀動態と微生物の評価

引き続き、水俣湾並びに八代海における海洋観測を実施し、データの蓄積を行う。浮遊粒子並びに底泥における水銀関連遺伝子の発現量を比較解析する。

(2) 外洋域における水銀動態と微生物の評価

前年度に取得した白鳳丸航海試料の水銀・メチル水銀分析、メタゲノム解析を進める。前年度までに得られたベーリング海における水銀関連微生物に関するデータをまとめ、論文の執筆・投稿に繋げる。

(3) 水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析

引き続き、汚染ヘドロ試料の水銀関連遺伝子を持つ微生物の機能的特徴を評価する。また、得られたデータをまとめ、論文の執筆・投稿に繋げる。

[2025 年度の研究実施成果の概要]

1. 沿岸域における水銀動態と微生物の評価

本年度は、前中期計画に続き水俣湾における海洋観測を実施し、溶存画分並びに浮遊粒子画分(大型粒子: $>3.0 \mu\text{m}$ 、小型粒子: $0.2 - 3 \mu\text{m}$)の試料を採取し、水銀分析およびメタゲノム解析を実施した。水銀分析については、2025 年 5 月取得試料まで終了し(粒子態総水銀試料は 4 月まで)、メタゲノム試料については、新たに 2025 年 3 月から 5 月までの試料を解析した。

メチル水銀分析の結果、溶存態メチル水銀濃度は $0.0000083 \sim 0.000079 \text{ nM}$ の範囲で変動し、2024 年

2月に最も高い値を示した。また、小型粒子中並びに大型粒子中のメチル水銀濃度は、それぞれ 0.0000053 ~ 0.000038 nM、0.0000036 ~ 0.000038 nM の範囲で変動し、それぞれ 2024 年 12 月、2023 年 11 月に最も高い値を示した。

メタゲノム解析の結果、*hgcA* 遺伝子は年間を通して粒子付着性画分(>3 μm)からのみ検出され、さらに、*hgcA* 遺伝子の相対量は 2025 年 3 月で最も高い値 (*rpoB* 遺伝子の 1.4%)を示した(図 1)。これらの結果から、水俣湾水中の浮遊粒子中で微生物学的なメチル水銀の生成が起こっていること、また、これらは季節変動することが明らかとなった。

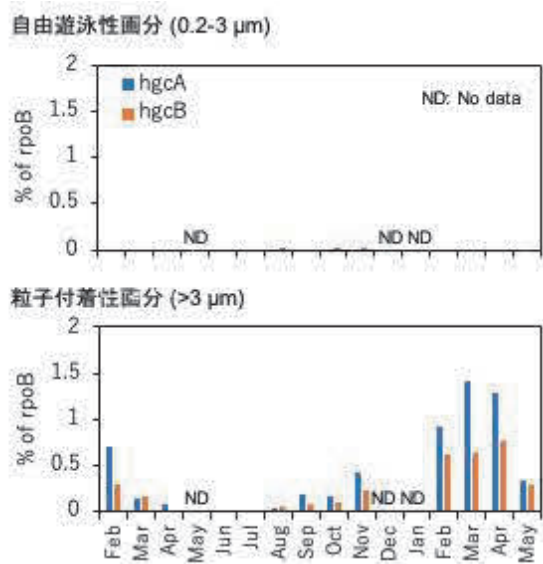


図 1. *hgcAB* 遺伝子の季節変動

検出された *hgcA* 遺伝子の系統解析の結果、嫌気性の Deltaproteobacteria (Desulfobacterota) に近縁な系統群であったことから、微生物によるメチル水銀生成は嫌気的な環境で起こることが明らかとなった。

hgcA 遺伝子の発現量を定量的に解析するため、逆転写-定量 PCR 法の開発を行なった。本年度は定量 PCR で必要なプライマーの設計を行い、定量 PCR でテストした結果、微量ではあるが、検出可能であることが明らかとなった。

2024 年 2 月、4 月、7 月、10 月、2025 年 1 月に水俣湾で採取した底泥試料についてメタゲノム解析を実施した結果、7 月と 10 月で *merB* 及び *merA* 遺伝

子の存在量が増加していたことから、夏から秋にかけてメチル水銀の脱メチル化、還元が起こっている可能性が示された(図 2)。また、他の八代海沿岸域(天草、赤崎)における底泥中においても水銀関連遺伝子が検出されたことから、八代海の広範囲の底泥中で水銀の微生物学的な化学形態変化が起こり得ることが示唆された。

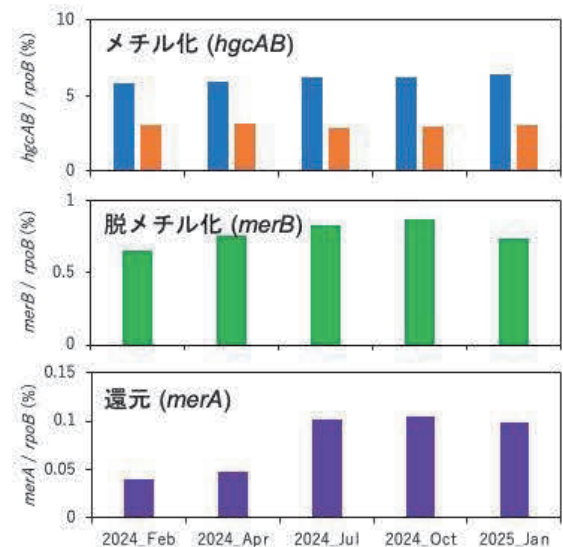


図 2. 底質における水銀関連遺伝子の季節変動

冷蒸気原子蛍光法による底質中メチル水銀分析法の検討については、標準物質(IAEA-158)を用いて改良・最適化を実施し、認証値の範囲内に入ることを確認した。

2. 外洋域における水銀動態と微生物の評価

2025 年 6 月~8 月に、学術研究船白鳳丸によるベール調査航海に参加し、16 測点から水銀分析用試料、微生物解析用試料を採取した。本年度は、4 測点の試料(Sts. DN2、DN4、DN5、DN7)について、海水中メチル水銀濃度分析を実施した。その結果、メチル水銀濃度は 0.000006 (検出限界)~0.000759 nM の範囲で変動し、海水密度 26.7~27.5 の水塊で高くなることが明らかとなった(図 3)。

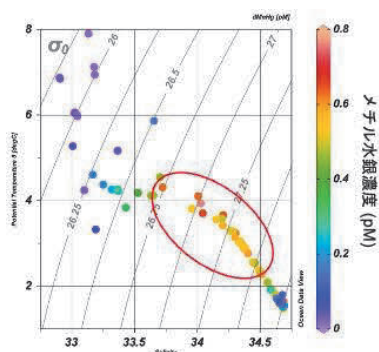


図 3. ベーリング海における海水密度と海水中メチル水銀濃度の関係

3. 水俣湾汚染当時の底泥試料の水銀微生物遺伝子解析

汚染当時に取得された試料についてメタゲノム解析を実施した結果、現在の底泥と比較して、多くの水銀関連遺伝子(特に *merB*、*merA* 遺伝子)が検出されることが明らかとなったことから、汚染当時の水俣湾においても、微生物学的水銀の化学形態変化が活発に起こっていた可能性が示唆された。

[備考]

本研究課題に加え、以下の外部研究費(分担)により、ASGMにおけるメチル水銀動態に関する研究を実施している。

課題名「水銀汚染地域における残留水銀の自然浄化能を考慮した運命予測とリスク評価」、令和7-9年度 環境研究総合推進費(分担)、課題番号: 5MF-2506

[研究期間の論文発表]

- 1) Tada Y, Nakajima R, Kitamura M, Marumoto K, Distribution and function of prokaryotes involved in mercury methylation, demethylation, and reduction in the western North Pacific Subtropical Gyre. Front. Microbiol., 2026; 16: 1642479.

[研究期間の学会発表]

- 1) 多田雄哉, 丸本幸治, 中嶋亮太, 喜多村稔, 武内章記, 小畑 元: 西部北太平洋における水銀の形態変化に関わる微生物の動態. 日本地球惑星

科学連合 2025 年大会, 千葉, 2025, 5.

[文献]

- 1) Tada Y, Marumoto K, Takeuchi A: Nitrospina-Like Bacteria Are Potential Mercury Methylators in the Mesopelagic Zone in the East China Sea. Front. Microbiol., 2020; 11: 1369.
- 2) Tomiyasu T, Matsuyama A, Eguchi T, Marumoto K, Oki K, Akagi H: Speciation of mercury in water at the bottom of Minamata Bay, Japan. Mar. Chem., 2008; 112(1-2): 102-106.
- 3) Nakamura K, Fujisaki T, Tamashiro H: Characteristics of Hg-resistant bacteria isolated from Minamata Bay sediment. Environ. Res., 1986; 40(1): 58-67.

■ 自然環境グループ(基盤研究)

[4] 水銀放出地帯における環境負荷量・ヒト曝露量のオンサイトモニタリングと生体への
金属水銀取込機構の解明(RS-25-09)

On-site monitoring of environmental load and human exposure in mercury release areas and
elucidation of the mechanism of metallic mercury uptake into the body

[主任研究者]

丸本倍美(基礎研究部)

研究の総括、実験全般の実施、現地調査

[共同研究者]

丸本幸治(環境・保健研究部)

現地調査、総水銀及びメチル濃度分析

鶴田昌三(愛知学院大学)

EPMA 分析に関する助言

小野新平(東北大学)

素子塗膜に関する助言

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀の環境動態

[グループ]

自然環境

[研究期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、無機水銀(Inorganic mercury)、オンサイトモニタリング(on-site monitoring)、インドネシア(Indonesia)

[研究課題の概要]

水銀に関する水俣条約は2017年に発効後5年以上が経過しているが、環境中水銀の主要な排出源の一つである零細・小規模金採掘(以下、ASGM)への対策が遅れている。本研究では、水銀汚染地域とし

て主に ASGM サイトに焦点を充て、ASGM によって環境中に放出され、残留した水銀の運命予測とそれによる環境リスク評価を行うことを目的とする。現在稼働中のサイトに加えて過去に ASGM の履歴を有する跡地についても研究対象とする。海外(インドネシアを想定)の ASGM サイトにおいて残留水銀が含まれる土壌の実態調査により、その存在量と土壌からの揮発フラックスや浸透フラックスを計測する。高濃度汚染土壌から揮発する水銀は気中濃度として高いことが予想されるため、それを検出可能な水晶振動子式水銀分析器の湿度対策等の改良を行い、現場観測に適用する。さらに、汚染地域内及びその周辺の住民を対象として水銀という物質そのものの性質や形態による生物毒性の違いなどに関する環境教育を行い、本研究による調査結果の説明も視覚的にわかりやすく提示することで、周辺住民の環境リテラシーの向上を促す。これらの研究活動により、汚染された水銀の除去対策の必要性や優先度に関する情報を提供すると共に、日本発信の環境教育の国際展開を通して水銀に関する水俣条約の理解と効果の促進に貢献する。

[背景]

環境中水銀の主要な排出源の一つである ASGM への対策が遅れている。その要因の一つには最近の世界的な金融不安に伴う金の価格高騰により ASGM の活動が活発化していることが挙げられる。一方で、金の価格がある程度水準で安定し、水俣条約の効力が徐々に浸透すれば、水銀の流通量が世界的に規制され、水銀の価格も高騰することが予想される。そのため、水銀を使用して金採掘を行う事業の採算性がなくなる可能性も大きい。そして、このような経済的背景やシアン化法などの代替法の普及によって ASGM での水銀利用は鈍化してくることが予想される。

しかしながら、ASGM での水銀の利用が廃止された後も、それまでの ASGM によって土壌や人工池等に排出された水銀は残留し続け、ASGM 周辺の河川等水域への流出が懸念される。そして、残留水銀のメチル化により生成したメチル水銀は、食物連鎖を介した移行により周辺住民の健康リスクがしばらくの間改善されないことが予想される。

[目的]

本研究では、ASGM 等によって環境中に残留した水銀の大気－土壌－水系における実態調査を行い、そのデータを基に数年から数十年単位の運命予測が可能なモデルを構築する。また、その予測結果を反映して残留水銀による周辺住民の健康リスクを評価することを目的とする。そして、健康リスクが軽減されるまでの期間を推定することで、汚染された水銀の除去対策の必要性や優先度に関する情報を提供する。さらに、これらの調査・研究により汚染実態を分かりやすく可視化し、啓蒙活動を行うことで ASGM 従事者や周辺住民の環境リテラシーの向上に資する。

[方法]

1. 現地調査

1) 調査日程及び都市

2025 年 10 月 ロンボク島セコトンでの予備調査
(鹿児島大学 - マタラム大学との連携)

2025 年 11 月 カリマンタン島パラカラヤでの予備調査
(豊橋技術科学大学 - パランカラヤ大学との連携)

2026 年 1 月 EMC との調査連携協議

2) 調査地点及びサンプリング

セコトンにおいては 3 か所(トロメルを使用する民家 1 か所、過去に水銀を使用した金精錬による汚染履歴のある地点 2 か所)で土壌サンプリングを実施。パラカラヤにおいては、ゴールドショップと衣料品店が多数入居する商業施設にて大気中水銀濃度測定。

[期待される成果]

現在稼働中の ASGM サイトだけでなく、その跡地も調査対象としているところに独自性がある。また、土壌に残留した水銀に主眼をおいており、濃度と存在量だけでなく、その自然浄化プロセスである大気への揮発フラックスや水による浸透フラックスを明らかにしていく。

汚染地域内及びその周辺の住民を対象として水銀という物質そのものの性質や形態による生物毒性の違いなどに関する教育を行い、本研究による調査研究の説明も視覚的にわかりやすく随時実施することで、周辺住民の環境リテラシーの向上を促す。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

インドネシアにおける調査

2. 2026 年度

インドネシアにおける調査

簡易水銀測定モニターの試作機の作製
地域住民に対する教材作成

3. 2027 年度

インドネシアにおける調査

簡易水銀測定モニターの試作機の作製
地域住民に対する教材作成

4. 2028 年度

動物実験

5. 2029 年度

動物実験

[2025 年度の研究実施成果]

1. ロンボク島セコトンにおける土壌中水銀濃度

土壌中総水銀濃度が 100ppm 近い地点もあった(図 1)。メチル水銀は低濃度であった(図 2)。

2. カリマンタン島パラカラヤにおける気中水銀濃度

ゴールドショップの調査も実施し、気中水銀の

LOAEL である $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える濃度が頻繁に観測された(図 3)。

[文献]
なし

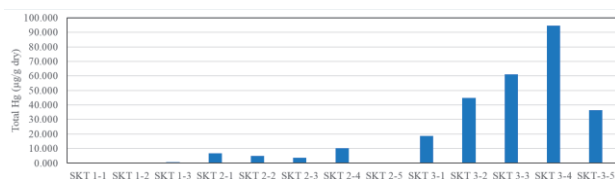


図 1 土壌中水銀濃度

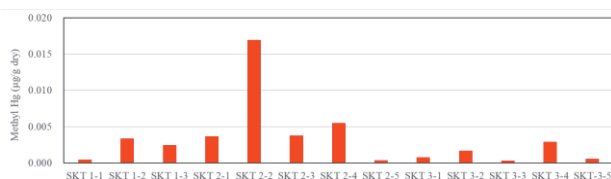


図 2 土壌中メチル水銀濃度

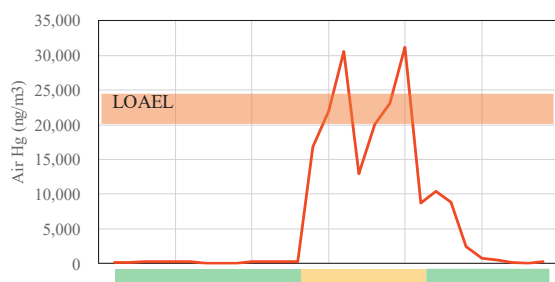


図 3 ゴールドショップ近くの廊下での測定値

[備考]

環境研究総合推進費(5MF-2506)

2025 年度 18,658 千円

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 丸本幸治, 村尾 智, 丸本倍美: インドネシアの ASGM における水銀による環境汚染の実態及びその対策と今後の方向性. 第 35 回社会地質学シンポジウム, 東京, 2025. 12.
- 2) 丸本倍美, 丸本幸治, 坂本峰至, 中村政明: ハンドウイルカの肝臓及び骨格筋における水銀及びセレンの局在. 環境科学会 2025 年会, 広島市, 2025. 9.

■自然環境グループ(基盤研究)

[5]海洋生態系における低次生物の群集構造と水銀の生物濃縮(RS-25-10)

Mercury trophic magnification and macrobenthic community structures in marine ecosystems

[主任研究者]

吉野健児(環境・保健研究部)

食物網 (Food webs)、マクロベントス (Macrobenthos)

[共同研究者]

山元 恵(環境・保健研究部)

水銀分析の助言

丸本幸治(環境・保健研究部)

試料採集のサポート

多田雄哉(環境・保健研究部)

試料採集のサポート

山田勝雅(熊本大学)

試料採集のサポート

金谷 弦(国立環境研究所)

安定同位体分析

小森田智大(熊本県立大学)

栄養塩分析

山口一岩(香川大学)

底生微細藻類採集のアドバイザー

一宮睦夫(熊本県立大学)

植物プランクトン生態のアドバイザー

[研究課題の概要]

水俣湾の低次生態系の主要な構成要素であるベントス群集では魚類が栄養段階の上昇とともに水銀蓄積濃度が上昇する通常の生物濃縮を示すのと異なり、栄養段階とともに水銀濃度が低下する希釈現象がみられている。本研究ではこうした現象が水俣湾に限られたものか、他海域でも見られる現象なのか、濃縮性の強さに影響する可能性のある群集構造・食物網構造特性や環境パラメータについて推測を行う。

[背景]

水銀は大気から海洋、土壌まで広く存在する金属であるが、人への曝露は主に汚染魚介類の摂取によるものであり、魚介類の水銀汚染は一般に食物連鎖を通じて生じる。沿岸生態系の場合、大気から流入した海洋中の水銀は、浮遊性植物プランクトンや底生微細藻類といった基礎生産者に取り込まれ、それを食べる動物プランクトンやベントスを経由し、さらに栄養段階が上位の魚類へと移行していく。水銀はそうした移行過程で濃縮が生じる金属であり^{1,2)}、魚類のような高次生物では高濃度に濃縮蓄積を引き起こす場合が多い。水俣湾の魚類でも栄養段階と水銀濃度に正の相関を見出されている³⁾。

これに対し、非常に稀な事例であるが、水銀でもそうした濃縮が生じない、または負の相関を示すケースも報告されている^{4,5)}。ヒトデの1種でも取り込んだ水銀の排出能力が高く濃縮しないことを実験的に検証した事例も存在する⁶⁾。前中期期計画の結果から、水俣湾のマクロベントスにおいても魚類とは異なり栄養段階の指標となる窒素安定同位体比と水銀濃度に負の関係が見いだされている。しかしながら、そうした現象が生じる原因やマクロベントス、あるいは水俣湾に特徴的な現象なのかについてはよくわかっていない。最初のステップとして濃縮性に影響する要因につい

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀の環境動態

[グループ]

自然環境

[研究期間]

2025年度－2029年度(5年間)

[キーワード]

生物濃縮(Trophic magnification)、炭素・窒素安定同位体比 (Carbon/nitrogen stable isotope ratio)、

て推測するため、環境の異なる海域において食物網構造と関連するマクロベントスの生息状況や水銀の濃縮性、各分類群における濃縮性の高い化学形態であるメチル水銀濃度の割合との関連性について比較検討する必要がある。

[目的]

本研究では、ベントス群集構造や環境パラメータの違いによる水銀の食物網内での生物濃縮への影響について検討を行う。目的達成のため、環境条件の異なる水俣湾外のいくつかの海域を選定し、各海域でのベントス群集構造特性、栄養段階に伴う水銀濃度の変動、炭素・窒素安定同位体比のデータを取得する。これらのデータから濃縮の強さに影響を当てる要因を推測し、水銀の生物濃縮に対する更なる理解と新しい仮説構築に役立てる。

[方法]

1. 野外調査

船上からの多項目水質系のキャストによる水塊構造の把握、採泥器を用いた底泥・マクロベントスの採集を行う。密度やバイオマス等の定量評価のためのベントス試料は固定する。固定できない水銀分析や同位体分析用の試料は両方の分析に必要な量を採集しなければならないため、そりネットなどを使用して採集する。

植物プランクトンは採水器による採水、底生微細藻類は底泥を採取し、前中期計画で確立した走光性を利用して底生微細藻類を泥から分離・捕集を行う。

2. 安定同位体・水銀分析

野外で採集された底泥の泥分や植物プランクトン、底生微細藻類、ベントスの水銀濃度や炭素・窒素安定同位体分析を行い、食物連鎖に伴う濃縮性を評価する。

[期待される成果]

1. 生態系に関する情報の少ない八代海域での水質や底質とベントス群集組成などの基礎情報の蓄積

に貢献する。

2. 生物量が少なく、分析が困難であるが、魚類の餌ともなるベントスの分類群ごとのメチル水銀の割合に関するデータが得られる。
3. 水俣湾以外の環境と比較を行うことにより、水俣湾だけでなく、より普遍的な水銀の生物濃縮についての理解がすすむ。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

水俣湾と生物濃縮状況と比較に適した海域を選定するため、八代海域で水俣湾で調査した内容と同様の環境パラメータやベントス群集についての調査を行う。全中期計画の一部の継続調査(特に水俣湾における底生微細藻類の動態)及び成果のとりまとめを進める。

2. 2026 年度

前年度で選定した海域において水俣湾で行われた 4 シーズンの調査と同等のベントス群集構造や食物網構造、安定同位体分析および水銀分析を行い、濃縮性を調べる。4 シーズン以外にはさらに前年度以外の海域でサイト選定のための調査を継続する。十分な量が得られたベントス試料についてはメチル水銀の分析も進める。

3. 2027 年度

上記調査・分析を継続する。

4. 2028 年度

上記調査・分析を継続すると同時にまとめた成果が得られた項目からとりまとめを行う。

5. 2029 年度

不足データなどを補いつつ調査・分析を継続すると同時に成果のとりまとめを行う。

[2025 年度の研究実施成果の概要]

1. 水俣湾における底生微細藻類動態

2025 年 4 月、7 月、10 月、1 月の 4 シーズンで水

俣湾中央の 5 地点にて現存量推定のための KK 式 コアラーによる採泥と安定同位体・水銀分析で使用する走光性による試料採集のためのエクマン採泥器による採泥を実施し、水中ポンプで採取した表層植物プランクトンと比較した。

食物網を支える起点の推定に関与する炭素同位体比は昨年、一昨年と同様の季節変動を示し、表層植物プランクトンと逆転する現象が再現され、こうした季節変動は安定的に生じていることがわかった。水俣湾での本調査は今年度でいったん終了し、今後論文へのとりまとめを行っていく予定である。

2. 八代海域でのベントス群集と環境特性

今年度は 12 月までに行われた楠浦湾、栖本湾、赤崎、姫戸、樋島海域での調査結果を示す(図 1)。



図 1 調査海域

海域ごとに 8 地点設け、各地点でスミスマッキンタイヤ型採泥器による 2 回の採集を行い、それぞれベントス定量用試料、底泥分析用試料に供した。調査している月が違っているので単純な比較はできないが、楠浦湾はベントスの密度が一番高かった。ただ、その大部分は環形動物で占められた。その次に多かったのが赤崎で分類群としての多様性は高く、地点全体で環形動物、甲殻類、二枚貝が同程度に出現していた。樋島ではベントスが極めて少なかった(図 2)。底質環境では赤崎の泥分が 40%程度でもっとも低かった以外はどの場所も泥分が 80%前後であった。酸

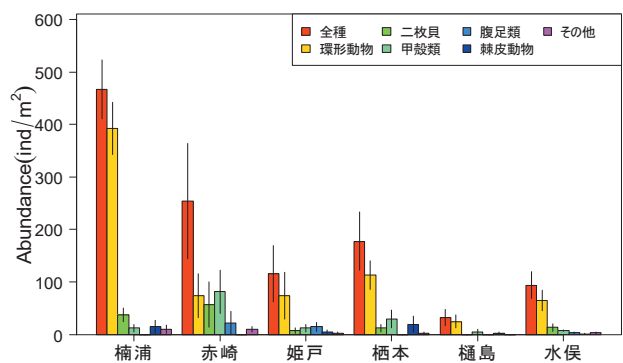


図 2 調査海域毎のマクロベントス密度

化還元電位(ORP)は水温などによって大きく変わるので、採集時期が違うサイト間では単純に比較ができないが、全般的に水俣湾よりも還元的であり、樋島では通常酸化的になる 12 月でも ORP はかなり還元的であったため(図 3)、夏季に貧酸素化しており、ベントス密度が少ないのかもしれない。

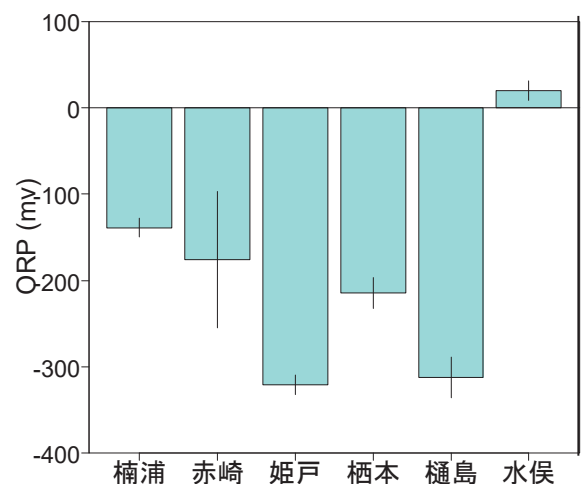


図 3 調査海域底泥の ORP

一方、楠浦湾は平均水深が 10m 弱で浅いため、海底まで十分光が届いている時期が多いと考えられる。底泥のクロロフィル含有量の点からも他海域より基礎生産が高いことが示唆され(図 4)、ベントスも豊富なのかもしれない。

各海域のベントス群集構造については水俣湾、楠浦湾、残り 4 海域の 3 つのクラスターで表示されるように群集構造が異なり、それらの変異について水俣湾とそれ以外の群集は水銀濃度や底泥の ORP、水深の違いなどが対応していた(図 5)。

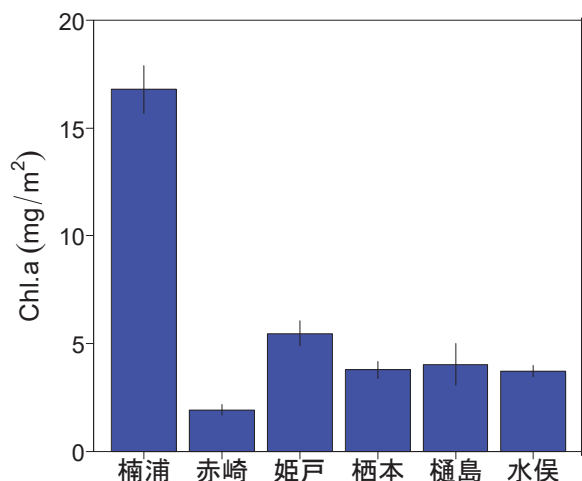


図4 調査海域底泥のクロロフィル含量

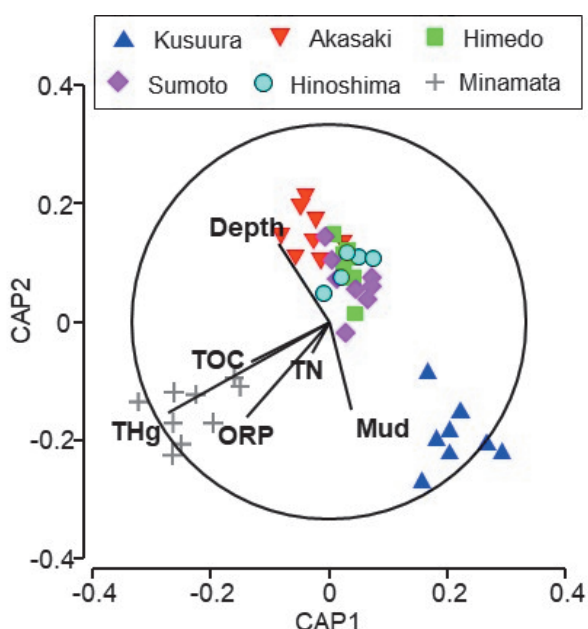


図5 海域間のベントス群集構造変異

以上まとめると調査は作業時間や船のスケジュールの制約により、各月調査は1ヶ所に限られ、季節変動の影響について評価できない部分はあるものの、今回の結果から楠浦湾及び、同じクラスターを形成した赤崎、栖本、姫戸の3か所のうちいずれかは水俣湾とは異なる環境の代表的な場所として、重点調査対象となりうる。来年度はさらに他の場所も探索しつつ、楠浦湾では4シーズンの定量採集＋非定量の分析用の採集も行い、濃縮性の分析を行う予定である。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) 吉野健児・山田勝雅・金谷弦・小森田智大・多田雄哉・一宮睦雄・山口一岩・丸本幸治・近藤文義・山元恵 (2025) 水俣湾生態系における水銀の生物蓄積. 2025 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会

[謝辞]

熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター合津マリンステーション技術専門職員島崎英行氏には調査船ドルフィンスーパーチャレンジャーの運用と採集作業で御協力をいただきました。水俣市漁協参事諫山弘樹氏には漁港内への調査船の係留で御協力をいただきました。尾上真由美さんには試料のろ過や分析でご協力いただきました。ここに感謝申し上げます。

[文献]

- 1) Lavoie R, Jardine TD, Chumchal MW, Kidd K, Campbell LM (2013) Biomagnification of Mercury in Aquatic Food Webs: A Worldwide Meta-Analysis. *Environmental Science and Technology* 47, 13385–13394.
- 2) Sinclair CA, Garcia TS, Eagles-Smith CA (2024) A Meta-Analysis of Mercury Biomagnification in Freshwater Predatory Invertebrates: Community Diversity and Dietary Exposure Drive Variability. *Environmental Science & Technology* 58, 19429–19439.
- 3) Yoshino K, Mori K, Kanaya G, Kojima S, Henmi Y, Matsuyama A, Yamamoto M (2020) Food sources are more important than biomagnification on mercury bioaccumulation in marine fishes. *Environ Pollut* 262, 113982.
- 4) Fang T, Lu W, Cui K, Li J, Yang K, Zhao X, Liang Y, Li H (2019) Distribution, bioaccumulation and trophic transfer of trace metals in the food web of Chaohu Lake, Anhui, China. *Chemosphere* 218,

- Chaohu Lake, Anhui, China. *Chemosphere* 218, 1122-1130.
- 5) Fioramonti NE, Ribeiro Guevara S, Becker YA, Riccialdelli L (2022) Mercury transfer in coastal and oceanic food webs from the Southwest Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin* 175, 113365.
- 6) Poul Bjerregaard, Lise Marianne Møller (2021) Exposure to methylmercury and inorganic mercury in the food does not lead to trophic magnification in the sea star *Asterias rubens*. *Environmental Pollution* 285, 117401.
- 7) Yoshino K., Yamada K., Tanaka M., Tada Y., Kanaya G., Henmi Y., Yamamoto M. (2021) Subtidal benthic communities in Minamata Bay, Japan, approximately 30 years after Hg pollution remediation involving dredging disturbance. *Ecological Research* 37, 137-150.

■ 自然環境グループ (基盤研究)

[6] 安定同位体比を用いた草原における水銀循環の研究 (RS-25-11)

Stable Isotope Ratios of Mercury in Japanese Grasslands

[主任研究者]

伊禮 聡

研究統括

グローバルな地表－大気間の水銀循環に関する新たな知見獲得を目指す。

[共同研究者]

なし

[背景]

水銀は毒性の高い重金属として悪名高く、これまで人間に多くの健康被害をもたらしてきた。しかし、その利用価値の高さから人類はこれまで地中から大量に水銀鉱石を採掘し、取り出された水銀は殺菌剤、顔料、圧力計、蛍光管、電子部品等様々な形で利用してきた。この結果、地表生物に含まれる水銀濃度は産業革命以降急激に上昇している事が残存する遺跡試料の化学分析から判明しており¹、2017 年には国際的に水銀利用を規制する水俣条約が国連で発効された。現在は 128 ヶ国が参加して水銀利用を制限している。しかし、これまで人間が地中から掘り出して利用してきた水銀は既に陸域、水域、大気などに存在しており、水俣条約の有効性については現在専門家の間で議論されている。

[区分]

基盤研究

[重点項目]

メチル水銀の環境動態

[グループ]

自然環境

[研究期間]

2025 年度－2029 年度 (5 ヶ年)

[キーワード]

草原 (Grassland)、大気－地表水銀交換 (Air－Surface Mercury Exchange)、水銀安定同位体 (Stable Mercury Isotope)、植物による取り込み (Plant Uptake)、野焼き (Prescribed Biomass Burning)

環境中の水銀は主に無価の反応性の低い金属水銀と 2 価で反応性や吸着率の高い酸化態水銀で存在する。また、これらの物理形態は気体と液相、または固相の間で分配し、硫化物イオンなどと強い結合を作りある程度安定化されたりする。水銀は光があると酸化還元反応し、光が無い環境でも異なる反応経路で酸化還元反応する。この変幻自在の元素であるが故、濃度のみの観測データから動態を把握することは容易ではない。事実、環境中の水銀動態は 1970 年代から世界中で行われているが、50 年ほど経過した今も不明な点が多い。Global Mercury Assessment 2018² にはこれまで把握されている地表－大気間の水銀動態インベントリが報告されているが、それ以降も未解明の収支メカニズムが新たに報告されている。その一つが植物による大気水銀の取り込みや大気水銀の乾性沈着がある。

[研究課題の概要]

本研究は日本国内の野焼きが実施される草原 (半自然草原) において地表－大気間の水銀収支を濃度と水銀安定同位体比の両測定からアプローチして解明する研究である。研究内容として、大気水銀サンプラーを使用した大気水銀の長期モニタリング、気象観測、草原植物に含まれる化学物質分析、草原表層土壌の化学物質分析、野焼きから放出される化学物質分析などを実施し、草原における環境水銀の動態を紐解く。得られる成果は国内草原のみならず地球上の類似した草原にあてはめられることが期待され、

近年、森林における大気水銀濃度の長期観測から大気水銀濃度が季節変動を示していることが分かり³、

広葉樹の葉からも水銀が検出され⁴、植物による取り込みが注目されている。また、大気中の水銀は9割以上がガス状の金属水銀(GEM)であることが世界中の観測で判明しているが、その質量数200.59は空気の平均質量と比べ10倍近く重い⁵ため、近年物理的に地表に落ちる乾性沈着の影響が大きいとのモデル計算の報告がある。しかし、その実態は未だ確認できていない。

国水研においては本研究の先行研究において阿蘇や全国で実施される野焼きから水銀ガスが放出されることが確認された^{5,6}。そしてその水銀安定同位体比($\delta^x\text{Hg}$)は大気水銀と異なる $\delta^x\text{Hg}$ であることが報告された⁷。この草原における水銀が何に由来し、何故このような特徴的な $\delta^x\text{Hg}$ を示すのかは未だ解明されておらず、興味深い。

[目的]

本研究ではこれまでの野焼き先行研究から判明した「草原に存在する水銀がどこから供給され、何故そのような特徴的な $\delta^x\text{Hg}$ を示すのか」を解明し、地表－大気間で交換する水銀の動態を探る。

[期待される成果]

自然界、特に植物域のキャノピーが低い草原において水銀動態の理解を深めることで、地球上で起こる水銀循環の理解を深め、環境中水銀の濃度変動が地表既存の水銀で支配されているのか、新たに人間活動により放出される水銀に支配されているのかの判断情報になり得る。その新規知見は水俣条約の有効性評価に役立てられることが期待される。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- (3) サンプルング・分析手法の確立
- (4) 採取した植物試料に含まれる水銀の分析
- (5) 大気 GEM と気象観測
- (6) 野焼き時の水銀調査

2. 2026 年度

- (1) サンプルング・分析手法の確立
- (2) 採取した植物試料に含まれる水銀の分析

(3) 大気 GEM と気象観測

(4) 野焼き時の水銀調査

3. 2027 年度

- (3) サンプルング・分析手法の確立
- (4) 採取した植物試料に含まれる水銀の分析
- (5) 大気 GEM と気象観測
- (6) 野焼き時の水銀調査

4. 2028 年度

- (3) サンプルング・分析手法の確立
- (4) 採取した植物試料に含まれる水銀の分析
- (5) 大気 GEM と気象観測
- (6) 野焼き時の水銀調査

5. 2029 年度

- (1) 採取した植物試料に含まれる水銀の分析
- (2) 大気 GEM と気象観測
- (3) 野焼き時の水銀調査

[2025年度の研究実施成果]

3. フィールド調査

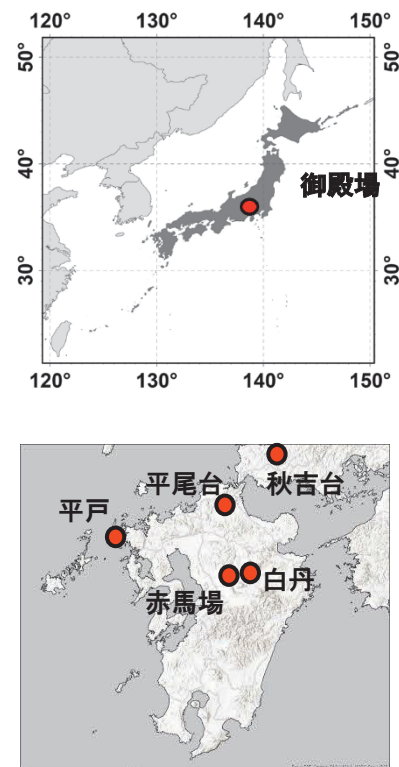


図1. フィールド調査を実施した草原(赤丸)

昨年度の先行研究において全国6つの草原で植物の地上部 (Above Ground BiomassまたはAGBと称す)のフィールド調査を実施し(図1)、各草原あたり3コドラート(1コドラートは1m×1mの平方区)、各コドラートから野焼きで燃えうるAGBを全て採取した。

4. 手法

本年度はこのAGBの分析に注力した。2024年のフィールド調査により採取した各コドラートのAGB試料は乾燥した部屋(相対湿度数十%)に数ヵ月放置して風乾させ、一次秤量した。その後植物種を仕分け、主要植物種は更に葉と茎の部位に分けた。これら各コドラートの仕分けした乾燥植物種試料は5cm程度の大きさに裁断し、高速ミル(ラボネクト Inc.)により全て粉末状にした。このコドラート均一粉末試料の一部を一定量秤量瓶に測り取り秤量、そして温度約50℃のオーブンで数時間乾燥させてデシケーターで冷却した後再度秤量し、最終的な乾燥重量を決定した。この得られた乾燥重量のデータは一次秤量データにあてはめ、コドラート毎の全AGB乾燥総重量を決定した。

オーブンで乾燥させていない試料は化学分析に用いた。炭素成分含有量は元素分析計により分析した。2024年度に採取したAGB試料について硫黄と窒素の元素分析は行っていないが、前年度の試料については実施しており、多くの試料において両元素とも1%にも満たない含有量であることが判明していたため、今回の分析ではこの2元素の分析は行わなかった。

植物試料に含まれる水銀の定量分析は内径8mm、長さ22cmの耐高熱石英管を使用し、酸化銅を詰めた燃焼管を自作した(図2)。その燃焼管に粉末試料をおおよそ10 mg程分取・秤量(XP520、Mettler Toledo)し、純酸素ガス流のもと自作したヒーターで900℃に加熱し試料を燃焼させた。この高温下では燃焼・酸化した水銀は再び還元され金属水銀となって燃焼ガスとともに出てくる。燃焼管の流出口には水分除去用ソーダ石灰のトラップを取り付けて水分を除去し、その下流側に取り付けした水銀捕集管(N-160、日本インスツルメンツ)により水銀ガスを捕集し

た。この水銀サンプルは冷原子蛍光分光光度計(WA-5F、日本インスツルメンツ)で定量分析を行った。この分析手法はNISTの標準物質SRM1515リンゴの木の葉粉末試料(43 ± 2 ng g⁻¹)を用いて評価した。

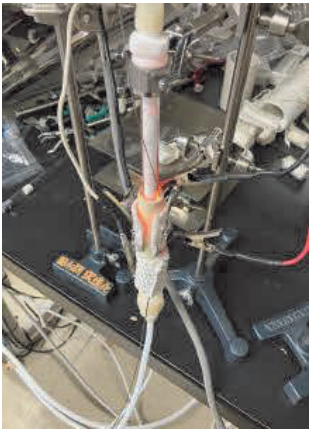


図2. 製作した水銀捕集管を用いた植物試料水銀燃焼分析

5. 結果と考察

全18コドラートから採取したAGB量は288 gから4291 gで推移し、御殿場がAGB量が最も多く、最も低かったのは平戸であった。数百gのAGBは牧草やネザサのような背丈の低い植物が支配的に生えている箇所、1kgを超えるAGB量の場所は大体ススキが茂っている場所であった。このような植生は同じ草原でも場所に依存するが、全体的に背丈の高い植物が支配的であった。

表1. 平均AGB量 ± 標準偏差(n = 3)*

場所	平均AGB量±SD
御殿場(静岡)	3213 ± 983
秋吉台(山口)	1342 ± 996
平尾台(北九州)	1334 ± 282
平戸(長崎)	734 ± 480
赤馬場(阿蘇)	1977 ± 595
白丹(九重)	1525 ± 1395

*2024年1-3月実施のフィールド調査。

植物試料に含まれる水銀量をNISTのSRM1515を用いて分析手法の評価を行った。全てが自作であるため、分析着手当初、回収率は乏しく、約50%前後であったが、石英管のサイズ、酸化剤の含有量やポジション等を試行錯誤で試し、現在は回収率87 ± 12%を達成している。この手法を用いて12植物試料に含まれる水銀を分析したところ、6から24 ng/gの範囲で推移していることが判明した。今後よりデータ数を蓄え傾向を解析してゆく。

表2. 植物試料の水銀含有量

草原名 サンプル数	水銀量* (ng/g)
御殿場 1コドラート	12
秋吉台 1コドラート	24
平尾台 1コドラート	15
平戸 3コドラート	11 — 22
赤馬場 3コドラート	8 — 18
白丹 3コドラート	6 — 24

*表示値は1コドラート試料分析値、または3コドラート試料分析値の最小値－最大値範囲を示す。

また、赤馬場の1コドラート試料について植物種、そして葉と茎に分けて分析した水銀濃度の結果を表3に示す。

表3. 赤馬場牧野の1コドラートから採取されたススキとネザサの部位ごとの水銀濃度

植物部位 (n)	水銀濃度 (ng/g)
ススキ葉 (n=2)	17 ± 2
ススキ茎 (n=3)	3 ± 1
ネザサ葉 (n=3)	36 ± 4
ネザサ茎 (n=3)	4.0 ± 0.4

結果から、同じ植物の異なる部位を比較するとススキ、ネザサともに葉に水銀が多く含まれる傾向があることが観察された。t検定で有意差を評価すると、ススキ、ネザサそれぞれP値が0.0004と0.00006となり、基準P値0.05よりかなり低いことから部位間で有意差があることが分かった。同様に異なる植物の同じ部位を比較するとススキとネザサの葉では有意な差が

見られた(t検定でP値0.003)のに対し、茎ではP値0.09と有意差は見られなかった。今後、より多くのサンプルのデータを蓄積し、統計解析を実施してその傾向を把握する。

[研究期間の論文発表]

1) Irei, S. Mercury cycling in grasslands: deposition, plant uptake, and biomass-burning emissions. Short review in *Frontiers in Environmental Chemistry of Mercury: Sources, Pathways, Transformations and Impact Vol. II*, 2025, doi 10.3389/fenvc.2025.1604054.

[研究期間の学会発表]

1) Irei, S., Yonemura, S., Kameyama, S., Shimazaki, H., Sakuma, A. Concentrations and stable isotope ratios of mercury found in plant species of Japanese grasslands. AGU Fall Meeting 2025、Virtual Poster Presentation, New Orleans, Luiziana, U.S.A.
 2) 伊禮聡、米村正一郎、亀山哲、島崎彦人、佐久間東陽 「日本国内の草原植物に含まれる水銀」 口頭発表 日本草地学会島根大会 松江 2026 年 3 月 27-29 日

[文献]

1) UN Environment Program 2013. Global Mercury Assessment 2013: Sources, Emissions, Releases and Environmental Transport UN Environment Programme; UNEP Chemicals and Health Branch: Geneva, Switzerland, 2013.
 2) UN Environment Program 2019. Global Mercury Assessment 2018, UN Environment Programme; UNEP Chemicals and Health Branch: Geneva, Switzerland, 2019; ISBN 978-92-807-3744-8.
 3) Jiskra, M., Wiederhold, J. G., Skyllberg, U., Kronberg, R.-M., Hajdas, I., and Kretzschmar, R. Mercury deposition and re-emission pathways in boreal forest soils investigated with Hg isotope signatures. *Environ. Sci. Technol.* 49, 2015, 7188–7196. doi:10.1021/acs.est.5b00742.

- 4) Millhollen, A. G., Gustin, M. S., and Obrist, D.
Foliar mercury accumulation and exchange for three
tree species. *Environ. Sci. Technol.* 2006, 40, 6001–
6006 doi:10.1021/es0609194.
- 5) Irei, S. Development of Fast Sampling and High
Recovery Extraction Method for Stable Isotope
Measurement of Gaseous Mercury, *Appl. Sci.* 10,
6691, 2020, doi:10.3390/app10196691.
- 6) Irei, S. Kameyama, S., Shimazaki, H., Sakuma, A.,
Yonemura, S. Mercury Emission from Prescribed
Open Grassland Burning in the Aso
Region, Japan in Book *Grasslands- Conservation
and Development*. Ed. Iqbal, A. IntechOpen, 2023,
doi: 10.5772/intechopen.113293.
- 7) Irei, S. Isotopic Characterization of Gaseous
Mercury and Particulate Water-Soluble Organic
Carbon Emitted from Open Grass Field Burning in
Aso, Japan. *Appl. Sci.* 2022, 12, 109,
10.3390/app12010109

■自然環境グループ(業務)

[7]水銀及び科学に関するアウトリーチ活動(CT-25-05)

Outreach Activities on Mercury and Science

[主任担当者]

丸本倍美(基礎研究部)
業務全般の実施
出前授業・質問に対する回答作成

る。また、双方向性を重視するために、研究者からの一方的発信ではなく、出前授業後前に子供たちからの質問を把握し、授業内容に反映させる。併せて、水銀に関する出前授業以外に依頼された事案についても積極的に対応することで地域に貢献する。

[共同担当者]

丸本幸治(環境・保健研究部)
出前授業・質問に対する回答作成
柳生佐保(熊本県立水俣高等学校)
業務全般にわたる支援

[背景]

研究者や研究機関は、科学的知識や研究成果等を国民に周知することが求められている。国水研が位置する水俣市は水俣病が発生した町として国内外に知られているが、小中学生及び高校生の水銀そのものに対する知識は乏しい。

[区分]

業務

[目的]

水俣市内外の小中学校及び高校において水銀に関する出前授業を実施し、水銀に関する正しい知識を提供する。水銀に関する出前授業以外に依頼された事案についても積極的に対応することで地域に貢献する。

[重点項目]

地域・福祉向上への貢献

[グループ]

自然環境

[業務期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[期待される成果]

小中学生及び高校生に対して、水銀に関する正しい知識や水銀以外の科学的知識を提供することができる。アウトリーチ活動を通じて地域に貢献することができる。

[キーワード]

アウトリーチ(Outreach)、水俣病(Minamata disease)、水銀(Mercury)、高校生(High school students)、科学(Science)

[年次計画概要]

1. 2025 年度

- ・熊本県立水俣高等学校 1 年生及び 2 年生の総合的な探究の時間における指導
- ・夏休みの作品募集
- ・職場体験

[業務課題の概要]

研究者や研究機関は、科学的知識や研究成果等を国民に周知することが求められている。国水研が位置する水俣市は水俣病が発生した町として国内外に知られているが、小中学生及び高校生の水銀そのものに対する知識は乏しい。そこで、水俣市内外の小中学校及び高校において水銀に関する出前授業を実施し、水銀に関する正しい知識を提供す

2. 2026 年度

- ・熊本県立水俣高等学校 1 年生及び 2 年生の総合的な探究の時間における指導

3. 2027 年度

- ・水俣市内外の小中高への出前授業

4. 2028 年度

- ・水俣市内外の小中高への出前授業

5. 2029 年度

- ・水俣市内外の小中高への出前授業

[2025 年度の業務実施成果]

1. 小中学校へのアウトリーチ活動

鹿児島県長島中学校及び東京都等々力中学校の生徒さんに対して水銀に関する出前授業を実施した。

また、小中高生及び一般を対象とした夏休みの作品募集及び表彰式を実施した(応募数 505 名)。水俣市内中学 2 年生の職場体験事業にも参加し、2 名の参加者に 2 日間、国水研の様々な職種を経験していただいた(図 1)。



図 1 職場体験の様子

2. 高校・高専へのアウトリーチ活動

筑波大学附属駒場高等学校、札幌開成中等教育学校、渋谷教育学園幕張高等学校、愛知県立明和高等学校、岡崎高等学校、及び神奈川学園高校の生徒さんに水銀に関する授業を実施した。

また、水俣高校全学科科 1 年生及び普通科 2 年生の授業科目「総合的な探究の時間」への通年指

導を実施した。内容は、総合的な探究の時間を進めるためのテキストブック作成・探究活動全般に関する指導・ポスターの作り方の授業・ポスター及び発表原稿添削等である。指導した生徒さんの中で 5 名が熊本スーパーハイスクールで発表した。1 年生に関しては「水銀」に関する 9 回の授業カリキュラムを作成して実行した。そのうち 1 回はスタディビジットとして曾木発電所遺構及び JNC の工場見学を行った(図 2)。



図 2 曾木発電所遺構

また、昨年度の総合的な探究の時間で指導した 3 年生の生徒さん 2 名の環境科学会 2025 年会での発表を支援し、その結果、生徒さん 1 名が優秀発表賞を受賞した(図 3)。



図 3 環境科学会 2025 年会での発表

3. 水俣環境アカデミアとの連携事業

水俣環境アカデミア主催の SDGs 未来都市フェスタにおいて講師を務めた。第 1 回及び第 2 回探究三

味 in 熊本を共催した。

また、国水研と水俣環境アカデミアの共催で海洋開発機構・川口慎介博士による「深海問答 君は海のことを知っているか？」というタイトルの市民講座を開催した(参加者:29名)。

[備考]

なし

[業務期間の論文発表]

- 1) 大澤風季*, 丸本倍美[#], 丸本幸治:熊本県水俣市で初確認されたバナナツヤオサゾウムシ *Odoiporus longicollis* (Olivier). 若者たちの科学雑誌, 2025;3(1):7-8.

[業務期間の学会発表]

- 1) 丸本倍美, 丸本幸治:国立水俣病総合研究センターについて. アウトリーチ活動について. 水銀研究交流会, 京都市, 2025.9.
- 2) 神崎愛琉, 柳生佐保, 丸本倍美, 丸本幸治. メチル水銀に対する認識調査及び正しく理解するための手法としての毛髪水銀濃度測定. 環境科学会 2025 年会, 広島市, 2025. 9.
- 3) 小坂寧々, 柳生佐保, 丸本倍美, 丸本幸治: 水俣湾及び近隣に生息する魚類における水銀及びセレン濃度調査. 環境科学会 2025 年会, 広島市, 2025. 9.
- 4) 丸本倍美, 丸本幸治:野生動物の骨格標本から学ぶ SDGs. 日本環境教育学会 第 36 回年次大会, 釧路市, 2025.10.

6. 国際貢献・情報グループ

International Contribution and Information Group

水銀の使用が環境および人間の健康に及ぼす影響を軽減することを目的とする「水銀に関する水俣条約」は 2017 年に発効された。国際貢献・情報グループは、本条約の実施推進および有効性評価を科学的に支えることを使命とし、国際機関、各国研究機関、国内関係機関と連携しながら、研究・能力構築・情報発信を総合的に推進している。

本年度は、

- ① 水銀曝露の実態把握とリスク評価
 - ② 水銀含有製品対策と分析技術の高度化
 - ③ 各国の分析品質基盤の強化
 - ④ 国際ネットワーク形成と人材育成
 - ⑤ 水俣病の教訓の継承と情報発信
- を柱として活動を展開した。

研究面では、ネパールの金メッキ作業者を対象とした職業性曝露評価を実施し、作業工程と尿中水銀濃度の関連を解析するとともに、換気改善や簡便な曝露評価法の有効性を示した。また、日本国内および越境 EC 市場に流通する美白製品の水銀含有実態を調査し、迅速分析法(XRF)と確認分析を組み合わせた監視体制の実用性を検証した。さらに、認証標準物質(CRM)の開発および技能試験(PT)の実施を通じて、条約有効性評価に不可欠な国際比較可能データの確保に取り組んだ。

業務面では、バングラデシュおよびブラジルの水銀汚染懸念地域における毛髪水銀測定を実施し、住民の曝露状況を科学的に評価するとともに、現地研究機関との共同研究を推進した。また、来訪者を対象とした毛髪水銀測定と結果説明を通じて、水銀に関する理解促進とリスクコミュニケーションを実施した。

国際連携では、NIMD フォーラムの水俣開催、WHO 西太平洋地域事務局との連携強化、UNEP との技能試験共同実施、ならびに各国研究者の招聘・派遣・研修を通じて、低・中所得国を含む国際ネットワークの拡充と能力構築を推進した。

WHO 協力センターとしては、水銀曝露評価に関する技術支援、分析技術の移転、技能試験の実施、

年次報告の提出等を通じて WHO の活動を支援した。

さらに、水俣病情報センターでは歴史資料の収集・整理、研究会の開催、展示内容の更新および教育普及活動を実施し、水俣病の教訓を国内外へ発信した。

以上のとおり、本年度は研究・国際協力・情報発信を統合的に展開し、水俣条約の実施とその有効性評価を支える科学的・社会的基盤の強化に貢献した。

以下、2025 年度の研究および業務の成果概要について報告する。

[研究・課題名と研究概要]

[1] 水俣条約の有効性評価のための分析技術精度向上と水銀曝露低減（プロジェクト研究）

原口浩一(国際・総合研究部)

水俣条約の有効性評価に資する実証的データ創出と分析基盤強化を目的として、本年度は①職業性曝露対策、②水銀含有製品対策、③国際品質保証基盤の強化の3領域に取り組んだ。

① 金属水銀曝露の実態調査と対策（職業性曝露の低減）

ネパールの伝統的金メッキ作業者を対象に、尿中水銀濃度を指標としたバイオモニタリングを実施し、作業工程との関連を解析した。その結果、加熱工程よりもアマルガム塗布工程における換気不足が曝露増大に関与することを示した。また、作業時に装着した活性炭マスク捕集量が尿中水銀濃度と相関することを確認し、簡便な個人曝露推定法としての有用性を示した。さらに、換気改善により曝露低減が可能であることを実測データで示し、現地適用可能な対策を提示した。

② 水銀含有化粧品の世界実態把握と分析精度検証

日本国内市場および越境 EC を通じて流通する美白製品を対象に、蛍光 X 線分析(XRF)によるスクリーニングと確認分析を組み合わせた監視手法を適用した。一定割合で 1 ppm を超える製品が確認され、とくに越境 EC 製品において高濃度例が認められた。

XRF のスクリーニング精度を検証し、迅速監視体制の実用性を示すとともに、条約第 4 条(水銀添加製品)履行状況の実証的評価に資するデータを整備した。

③ 分析精度向上(CRM・技能試験)による条約有効性評価基盤強化

水俣条約の有効性評価(第 22 条)に不可欠な分析精度確保を目的として、認証標準物質(CRM)の開発および技能試験(PT)を実施した。さらに、ウェビナーを通じて各国試験所の分析能力向上を支援し、国際比較可能なデータ基盤の強化に寄与した。

[業務課題名と業務概要]

[2] 毛髪水銀分析を介した情報提供(業務)

永野匡昭(基礎研究部)

本業務は、環境中の水銀に対する理解を深めていただくために、国水研及び付属施設である水俣病情報センターへの来訪者等に対して実施しているものである。

2025 年は希望者 270 名に対して毛髪水銀測定を行い、測定結果は参照値及び関係資料の情報を付けた上で各個人に通知した。

[3] 水俣病情報センターにおける資料整備及び情報発信(業務)

原田利恵(国際・総合研究部)

水俣病情報センターは国の指定を受けた恒久的施設として、前中期計画を引き継ぎ、継続して資料の整備及び情報発信を行い、アーカイブズの充実を図ると共に、市内市外における認知度と利用者の利便性を高めることとした。また、水俣市や熊本県、民間団体等と協力・連携し、水俣病に関する研究や教育に資することを目標として、業務を遂行するものとしている。

資料整備事業としては、「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続と「水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究会」を実施するなどして、専門的知見の蓄積をはかった。

情報発信事業としては、常設展示リニューアル後のコンテンツ強化を目指し、必要箇所を更新を行った。来館者増を図るため子供向けの企画展を開催し、他

の団体のイベントに参加・協力するなどし、他団体との協力・連携を進めた。

昨今の水俣病に関する誤情報発信や新法成立に関する動きに加え、大学における環境系の学部新設などで、視察や見学などが増加傾向にある。

[4] 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査(業務)

藤村成剛(国際・総合研究部)

(1) バングラデシュの繊維縫製労働者の毛髪水銀測定

バングラデシュの非営利団体である環境・社会開発機構(Environment and social development organization in Bangladesh)より、サハール州の繊維縫製労働者の毛髪水銀測定についての依頼があった。染色された繊維に水銀含有顔料(辰砂またはそれに類似したもの)が使用されている可能性があり、労働者の水銀曝露を危惧している模様。測定の結果、非繊維縫製労働者の毛髪平均値(総水銀)の平均は、0.68 ppm であるのに対して、繊維縫製労働者の毛髪平均値(総水銀)は、0.49 ppm であった。また、そもそも繊維縫製労働において繊維からの水銀曝露は想定しがたい。以上のことから、本地域での繊維縫製労働において健康被害に繋がるような水銀曝露が生じている可能性は少ないと考えられた。

(2) ブラジルの金採掘地域住民の毛髪水銀測定

ブラジルの Caceres University より Mato Grosso 州の金採掘地域住民の毛髪水銀測定についての依頼があった。毛髪水銀を採取した住民には直接金採掘に従事している住民はいないとの情報があり。測定の結果、毛髪水銀値(総水銀)の平均は男性で 0.86 ppm, 女性で 0.39 ppm であった。以上のことから、本地域において健康被害に繋がるようなメチル水銀曝露が生じている可能性は少ないと考えられた。本結果について共著者として論文投稿(Ibero-American J Environ Sci)を行い、受理・出版(論文発表 1)に至った。なお、測定は 2019 年に実施済みであり、測定結果についても 2023 年に一度報告済である。

[5] 国際シンポジウムおよび国際共同事業の推進(業務)

藤村成剛(国際・総合研究部)

[国際シンポジウム]

2025 年度の NIMD フォーラムは以下の通り実施し、多数の参加者の元、継続的な水銀モニタリングの重要性と有害化学物質に対する効果的な政策・対策の策定について意見交換が行われた。

開催期間: 令和 7 年 9 月 27-28 日

開催場所: NIMD フォーラム 2025 が水俣病情報センター講堂

開催形式: ハイブリッド(対面+オンライン)

テーマ : 水銀に関連する環境問題を抱える国々における公衆衛生の向上

発表 : 13 演題 国内研究者: 7 名(国水研研究者: 3 名), 海外研究者: 6 名

参加人数: 対面: 約 40 名

オンライン参加: 約 153 名(27 日: 81 名、28 日: 72 名)

[国際共同事業]

国水研職員の派遣

- The 5th The regional forum of WHO Collaborating Centres in the Western Pacific (西太平洋地域 WHOCC フォーラム) への参加 (1 名)
- University of Jember International Seminar Guest lecture (1 名)
- Diponegoro University International Seminar (1 名)
- ハワイ火山国立公園周辺のマングースサンプルの収集 (1 名)
- 北太平洋における海面と海水中の水銀濃度の実態把握 (2 名)
- タバコ加工工場における女性の職業コホート研究および生物試料中の水銀分析法の技術供与(インドネシア) (1 名)
- 第 59 回 欧州毒性学会(ギリシャ) (1 名)
- ジンバブエにおける ASGM エリアの Hg 使用の実態調査 (1 名)
- 小規模金採掘現場における水銀調査(インドネシア) (1 名×2 回)

- 第 14 回アジア-太平洋水銀モニタリングネットワークに関するパートナーズ会合(台湾) (1 名)
- 金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査報告(ネパール) (1 名)
- 小規模金採掘現場における水銀調査に関する研究打合せ(インドネシア) (1 名)
- 人体・環境中の水銀分析指導(ニカラグア) (1 名)
- 外国人研究者の招聘
- 開発途上国への水銀分析の技術移転、及び水銀汚染に関する実態把握や調査研究に関する予備検討 (ブラジル 1 名、ガーナ 1 名)
- NIMD フォーラム 2025 (ドイツ 2 名, カナダ 1 名, ナイジェリア 1 名, ガーナ 1 名, インドネシア 1 名)
- 金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査研究方法の習得 (ネパール 1 名)
- 外国人研究者への研修

対面実施:

- 台湾青年海外夢実現事業水俣研修 (13 名)
- 長崎大学大学院熱帯医学・グローバルヘルス研究科研修 (19 名)
- Diponegoro University International Workshop (インドネシア) (30 名)
- Diponegoro University, University of Jember International Workshop (鹿児島大学) (4 名)

オンライン実施:

- Forum of Nigerian toxicologists (50 名)
- 国際共同研究・業務
- ネパールにおける金メッキ工場の作業従事者への金属水銀の曝露評価
- UNEP との共同業務: 水銀分析の技能試験(尿中の総水銀)

[6] WHO 協力機関としての活動(業務)

寶來佐和子(環境・保健研究部)

本研究センターは、1986 年 9 月に「水銀の健康影響に関する協力センター」として WHO 協力センター(World Health Organization corroborating Centre: WHOCC)、WHO 西太平洋地域事務局 (Western Pacific Regional Office: WPRO) に指定された(Ref.# JPN-49)。2025 年から 2029 年の 5 年間にお

いて、以下3つの主な活動を通して、WHO を支援することを表明している。

1. 水銀曝露評価に関する技術的知見を WHO に提供し、水銀の健康影響、リスク評価及びリスク予防に関する知識を普及させる
2. 水銀分析に関する技術情報(水銀分析用認定標準物質の開発を含む)を技術移転するための研修及び能力構築を提供し、WHO の方針に貢献する
3. 水銀に関連する環境衛生問題(突発的な事故を含む)について、WHO に技術的に支援する

今年度実施した主な関連研究・業務は下記の通りである。

- ① マニラで開催された第5回 WHOCC in WPRO に出席、ポスター発表を行い、情報共有・意見交換を行った。
- ② 水銀に関する環境問題を抱える開発途上国(ガーナ、ブラジル、ネパール)の研究者・技術者への水銀分析の研修・技術移転、及び調査に関する打合せを行った。
- ③ UNEP アジア太平洋地域事務局との共同業務：水銀分析の技能試験(ヒト尿中総水銀)を行った。
- ④ WHO 協力センターとしての活動に関する年次報告書(2025 年 1 月～12 月)の作成と手続きを行った。
- ⑤ ネパールの金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査および、バングラデシュの繊維縫製労働者の毛髪水銀測定を実施した。

■国際貢献・情報グループ(プロジェクト研究)

[1]水俣条約の有効性評価のための分析技術精度向上と水銀曝露低減(PJ-25-03)

Improving Analytical Accuracy and Reducing Mercury Exposure to Support the Effectiveness Evaluation of the Minamata Convention

[主任研究者]

原口浩一(国際・総合研究部)
研究の総括、実験全般の実施

製品由来曝露評価

渡辺朋亮(日本インスツルメンツ)、
Milena Horvat (Jožef Stefan Institute, Slovenija)、
Laurie Chan (Univ. Ottawa, Canada)、
Matthew Rand (Univ. Rochester School Medical Center, US)、
Ciprian Cirtiu (Inst Nat de santé publique du Québec, Canada)、
Nepal Nafha Abbas (Ministry of Environment, Maldives)
標準物質

[共同研究者]

坂本峰至(所長特任補佐)
職業性曝露
寶来佐和子(環境保健・研究部)
職業性曝露・複合汚染
藤村成剛(国際・総合研究部)
製品由来曝露評価
中村政明、三浦陽子、菊池有梨(臨床部)
有効性評価
原田理恵(国際・総合研究部)
公正な移行・曝露低減戦略
松山明人(国際・総合研究部)、山元 恵(環境・保健研究部)
標準物質
小林 淳(熊本県立大学)
職業性曝露・複合汚染
石橋康弘(熊本県立大学)、斉藤貢(UNEP advisory)、
吉田 稔(東京純心大学)
職業性曝露
仲井邦彦(東海学園大学)
有効性評価
佐野洋輔(早稲田大学)
公正な移行・曝露低減戦略
Bhupendra Devkota (College of Applied Sciences- Nepal)、
Shivajee Sharma (Ministry of Environment, Nepal)、
Keshab Jothi (Ministry of Environment, Nepal)、
Bhadrika Bhattarai (Ministry of Environment, Nepal)
職業性曝露
Chacriya Malasuk (Asian Institute of Technology, Thailand)

[区分]

プロジェクト研究

[重点項目]

国際貢献

[グループ]

国際貢献・情報

[研究期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

水銀曝露 (Mercury Exposure)、有効性評価 (Effectiveness Evaluation)、分析精度管理 (Analytical Quality Assurance)、市場監視 (Market Surveillance)

[研究課題の概要]

本研究は、水俣条約第 22 条に基づく有効性評価を科学的に支えることを目的として、水銀曝露の実態把握と低減、ならびに国際的に比較可能な分析精度の確保を柱とする実装型の研究である。条約が求め

る有効性評価は、単に環境中濃度の推移を追跡するのみならず、対策が実際に人の曝露低減につながっているかを検証することを本質とする。そのためには、①曝露の実測と要因解析、②市場における水銀添加製品の監視、③各国の分析能力の標準化と比較可能性の担保、が不可欠である。

本年度は、第一にネパールにおける伝統的金アマルガム鍍金作業を対象とした金属水銀(Hg⁰)曝露評価を実施し、尿中水銀濃度、気中水銀濃度、活性炭マスク捕集量を組み合わせた現地適用可能な曝露推定手法の構築を試みた。第二に、日本国内市場および越境 EC を含む美白化粧品 44 製品を対象に、水銀含有実態を調査し、EDX-XRF と TDA-AAS を組み合わせた二段階監視体系の妥当性を実証した。第三に、技能試験(PT1-PT4)の解析および低濃度尿試料を対象とした PT4 の実施を通じて、条約有効性評価に耐え得る分析精度の確保と課題の可視化を行うとともに、常温輸送可能な血液認証標準物質(CRM)の開発を推進した。

これらの成果は、水銀曝露低減と条約履行状況の科学的検証を通じた基盤を形成し、UNEP/GEF 国際プロジェクトへの展開を通じて国際貢献に資するものである。

[背景]

水俣条約の有効性評価(第 22 条)を実施するためには、各締約国から提出されるデータが国際的に比較可能であり、かつ対策が実際に水銀曝露の低減につながっていることを科学的に検証できる体制が不可欠である。しかし、現状では、低・中所得国を中心に分析精度や品質管理体制にばらつきがあり、低濃度域での測定誤差や系統的バイアスが有効性評価の妥当性に影響を与える可能性が指摘されている。また、市場に流通する水銀添加製品や、規制対象外の伝統的用途における職業曝露など、条約履行状況を直接反映しにくい領域が存在し、曝露実態の把握と監視体制の強化が課題となっている。

特に、小規模金鉱業(ASGM)や伝統的金アマルガム鍍金作業に従事する労働者、越境 EC を通じて流通する美白製品の使用者、ならびに魚介類摂取の

多い沿岸地域住民など、水銀曝露リスクが特定集団に集中する状況が報告されている。これらの集団においては、生体指標に基づく曝露評価と、工程・流通経路・行動変容を含む要因解析を組み合わせた包括的な評価が求められている。

COP6 においては、市場実態把握および監視能力強化の重要性が改めて強調され、分析基盤の整備と能力構築が国際的優先課題として位置づけられた。このような背景のもと、水銀曝露の実測と要因解析、二段階監視体系の確立、ならびに技能試験および認証標準物質による品質保証基盤の強化は、水俣条約の有効性評価を実効性あるものとするための重要な科学的基盤となる。

[目的]

本研究の目的は、水俣条約第 22 条に基づく有効性評価を科学的に支えるため、水銀曝露の実態把握と曝露低減に資する分析技術基盤を構築することである。条約の有効性評価は、環境濃度の推移のみならず、規制や対策が実際に人の曝露低減につながっているかを検証することを本質とする。そのためには、曝露の実測、製品流通の監視、そして各国の分析能力の比較可能性確保が不可欠である。

第一に、ネパールの伝統的金アマルガム鍍金作業を対象に、金属水銀(Hg⁰)曝露の実測と要因解析を行い、尿中水銀濃度を中心としたバイオモニタリングと、活性炭マスク捕集量による簡便な曝露推定手法を確立することを目的とする。これにより、規制対象外の伝統的用途においても曝露低減を実現する管理モデルの構築を目指す。

第二に、美白化粧品を対象とした市場実態調査を通じて、水銀含有状況を定量的に把握するとともに、EDX-XRF と TDA-AAS を組み合わせた二段階監視体系を確立し、税関・保健当局が活用可能な実装型監視手法を提示することを目的とする。

第三に、技能試験(PT)および認証標準物質(CRM)の開発を通じて、条約有効性評価に必要な国際比較可能なデータ基盤を整備する。特に低濃度域での分析精度向上を重視し、各国の分析能力のばらつきを可視化し、能力強化の優先順位を明確化

することを旨とする。

さらに、水俣条約が求める「対策の有効性」の直接的検証として、毛髪水銀と食行動変容の関連を評価し、注意喚起等の政策介入が曝露低減につながっているかを科学的に検証する枠組みを構築する。

[期待される成果]

本研究により、以下の成果が期待される。

第一に、金属水銀曝露の実測と工程依存性の解析を通じて、伝統的用途における職業性曝露リスクを定量的に明らかにし、現地で実施可能な曝露低減手法を提示することで、第 16 条(健康)に基づく実践的支援モデルを構築できる。

第二に、美白化粧品に対する二段階監視体系の確立により、規制遵守状況の実証的評価が可能となり、越境流通リスクの可視化と監視能力強化に資する。これは、附属書 A の履行状況を科学的に検証する具体的手法を提供するものである。

第三に、技能試験および CRM 開発を通じて、ヒト・バイオモニタリングデータの国際比較可能性を担保する基盤が整備される。低濃度域における分析能力の課題を可視化することで、有効性評価に耐え得る信頼性確保のための能力強化戦略を具体化できる。

第四に、毛髪水銀と食行動変容の検証を通じて、政策的注意喚起が実際に曝露低減につながっているかを評価する枠組みを提示し、水俣条約が求める「対策の実効性」の科学的検証に直接貢献する。総じて、本研究は「曝露の実証」「市場監視」「分析精度」「政策評価」を統合し、水俣条約の有効性評価を支える実装型科学基盤を構築することに貢献する。

[年次計画概要]

2025 年度

- ・水銀含有美白製品および職業曝露の実態把握に向けた予備的調査設計を行う。
- ・技能試験(尿)を実施し、参加ラボの精度管理を強化する。
- ・国際ウェビナーを通じた分析ネットワークの維持・強化を行う。

2026 年度

・美白製品の市場モニタリングを開始し、XRF + TDA-AAS 二段階分析設計の有効性を検証する。

・技能試験を多媒体(毛髪)およびメチル水銀分析へ拡張する。

2027 年度

・活性炭マスクを用いた曝露防止効果の検証と評価ツール開発を進める。

・職業曝露の工程依存性解析を深化させ、管理モデルの提案を行う。

・美白製品市場監視を継続し、越境流通リスクを評価する。

2028 年度

・毛髪水銀と食行動変容の検証を進める。

・低濃度 PT を実施し、有効性評価に耐え得る分析精度の課題を可視化する。

・CRM および PT 結果を統合し、国際比較可能性の検証を行う。

2029 年度

・職業曝露、家庭内曝露、分析精度向上の成果を統合し、水俣条約の有効性評価に資する科学的枠組みを提示する。

[2025 年度の研究実施成果]

1. 水銀含有美白製品の市場監視と分析技術の高度化

水俣条約附属書 A において水銀添加化粧品は原則禁止(1 mg/kg)とされているが、COP6 では「市場実態把握」と「監視能力強化」の重要性が改めて強調された。本研究では、日本国内市場および越境 EC を含む計 44 製品を収集し、水銀含有状況を評価した。

その結果、国内店頭販売品および国内 EC 販売品では 1 mg/kg 超過例は認められず、日本の規制の実効性が確認された。一方、越境 EC 製品では 8/13 製品が 1 mg/kg を超過し、そのうち約半数が 410 mg/kg を超える高濃度であった。この 410 mg/kg は、低めの経皮吸収率を仮定した場合でも臨床的曝露レベルに達し得る水準であり¹⁾、越境流通が公衆衛生上のリスクとなり得ることを示唆する。

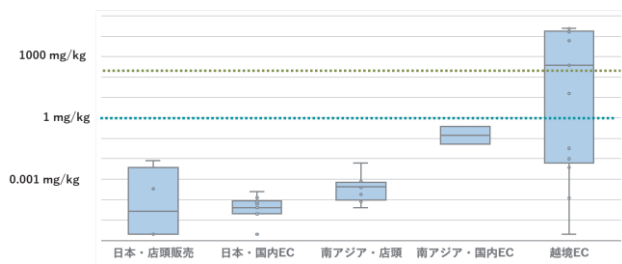


図1. 美白化粧品の市場別水銀濃度分布

分析法として、EDX-XRF による迅速スクリーニングと TDA-AAS による定量分析を組み合わせた二段階監視体系を構築した。XRF では 14 試料が 1 mg/kg 超と判定されたが、AAS で確認されたのは 8 試料であり、偽陰性は認められなかった。これにより、高濃度試料の事前判別による装置保護と効率化が可能であることが示された。また、大口徑コリメータの導入により、実用的測定時間で 1 mg/kg レベルの検出が可能であることを示し、税関・保健当局支援への応用可能性を提示した。

本成果は、条約履行状況の実証的評価に直接貢献するとともに、UNEP/GEF プロジェクトにおける監視能力強化の技術基盤となるものである。

2. ネパール伝統金メッキ作業における金属水銀曝露の実測と要因解析

伝統的金アマルガム鍍金は条約上の直接的規制対象ではないが、第 16 条(健康)は水銀曝露を受ける集団の特定とバイオモニタリングを求めている。本研究では、伝統金メッキ作業(曝露群 4 施設)と非メッキ施設(対照群 3 施設)、計 30 名を対象に、尿中水銀濃度(クレアチニン補正)、尿中 β_2 -ミクログロブリン、毛髪水銀濃度、気中水銀濃度、活性炭マスク捕集量を測定した。

尿中水銀濃度は曝露群で有意に高値 ($p<0.001$) を示し、95% (19/20 人) が WHO が健康影響の観察水準として示している 50 $\mu\text{g/gCr}$ を超過した。WHO Environmental Health Criteria 118 では、尿中水銀濃度がおよそ 50 $\mu\text{g/gCr}$ 付近で神経学的影響や腎尿細管影響が報告されていることが整理されており、慢性吸入曝露における重要な比較基準とされている。²⁾さらに、ACGIH は 2023 年版 TLVs[®]および BEIs[®]にお

いて、尿中水銀 20 $\mu\text{g/gCr}$ を生物学的曝露指標 (BEI) として提示しており、³⁾日本産業衛生学会も 2023 年度の許容濃度等の勧告において 35 $\mu\text{g/gCr}$ を基準値としている。⁴⁾本研究で観察された値は、これら国際的・国内的指標を大きく上回る水準に達しており、職業性健康リスクが現実存在することを実証するものである。

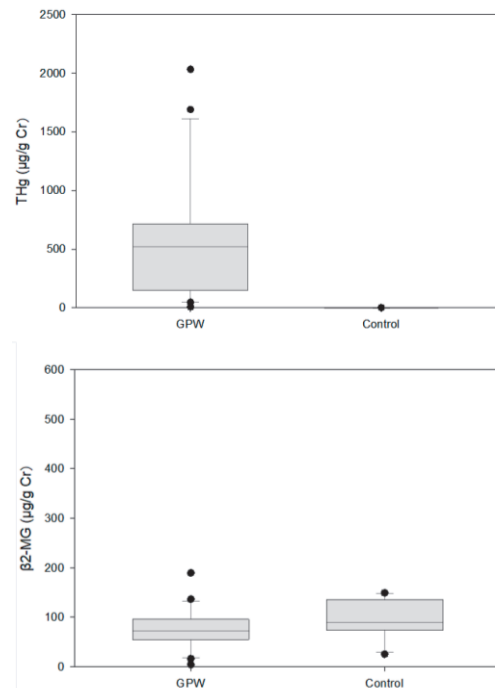


図 2. 金メッキ従事者と対照群の尿中水銀濃度及び腎機能影指標

一方、腎機能マーカーである β_2 -ミクログロブリンに明確な上昇は認められなかったが、WHO EHC 118 では、腎尿細管影響は曝露量および曝露期間に依存して出現することが示されており⁶⁾、影響発現には一定の時間的蓄積が必要である可能性が示唆される。また、本研究では自覚症状を有する群で尿中水銀濃度が有意に高値を示しており、尿中水銀が曝露指標として有効であることを支持する結果であった。工程別解析では、加熱工程よりもアマルガム塗布工程における換気不足が曝露上昇と関連することが示され、工程依存的曝露の実態が明らかとなった。また、活性炭マスク捕集量と尿中水銀濃度は正の相関傾向 ($\rho=0.43$, $p=0.058$) を示し、簡便かつ現地適用可能な曝露推定指標としての可能性を提示した。

3. 技能試験および CRM 開発による分析精度基盤の強化

条約の有効性評価では、各国のデータが比較可能であることが前提となる。本年度は、低濃度尿試料を対象とした PT4 を実施し、50 参加中 35 結果提出、そのうち 11 が Unsatisfactory であった。低濃度域では背景管理や感度管理の差異が顕在化し、高濃度試料では見えにくかった分析能力の課題が明確となった。

地域別解析により、能力強化が必要な領域が可視化され、有効性評価に耐え得る信頼性確保のための具体的支援対象が明らかとなった。

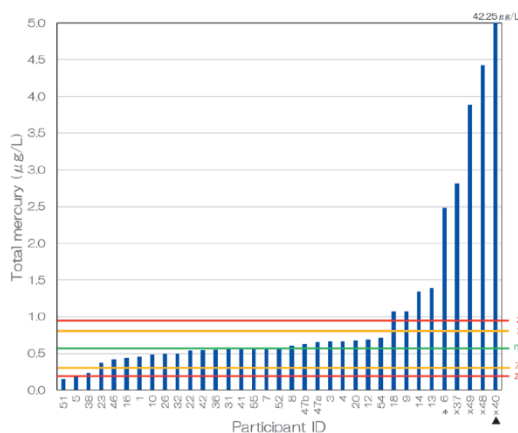


図 3. 技能試験参加者の尿中水銀濃度の報告値

さらに、2025 年度は 5 回の国際ウェビナーを開催し、最大 49 地域が参加する水銀分析ネットワークを形成し、能力向上の循環的支援体制を強化した。

本年度は、「曝露の実証」「市場リスクの可視化」「国際比較可能性の担保」という三側面から、水俣条約の有効性評価を支える科学的基盤を強化した。曝露低減という最終目標に向け、監視・実測・精度管理を統合的に進展させた点に本年度の意義がある。

[備考]

本課題研究は環境省特別研究費「後発開発途上国等のための水銀分析技術の簡易と標準物質の開発」「2025-2027 年度 科学研究費補助金・基盤研究 (C) (代表) 活性炭マスクを用いた金属水銀曝露の簡易モニタリング法の開発」として研究費を得ている。

[研究期間の論文発表]

なし

[研究期間の学会発表]

- 1) Haraguchi K: Scientific Support for the Minamata Convention: Mercury Exposure and Analytical Capacity Building. 10th Asia Conference on Environment and Sustainable Development, Fukuoka. 2025. 11 招待講演
- 2) 原口浩一, 坂本峰至: ネパールの伝統金メッキ作業における金属水銀曝露・影響調査. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8
- 3) 原口浩一, 斉藤貢, Chacriya Malasuk, Kyaw Nyunt Maung: 水俣条約の履行支援としての美白製品中水銀の分析調査: 日本国内市場における規制実効性の検証. 第 74 回日本分析化学会, 札幌. 2025. 9

[文献]

- 1) Cadungog D G E, Yee J R D, Sugang R J: Mercury in online skin-lightening cosmetics: A health risk assessment of products from selected Asian countries. Food and Chemical Toxicology 2025. 204: 115676. WHO: Environmental Health Criteria 118: Inorganic Mercury. World Health Organization, Geneva, 1991.
- 2) ACGIH: 2023 TLVs® and BEIs® Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, 2023.
- 3) 日本産業衛生学会: 許容濃度等の勧告 (2023 年度). 産業衛生学雑誌 2023. 65: 5-70. Cadungog D G E, Yee J R D, Sugang R J: Mercury in online skin-lightening cosmetics: A health risk assessment of products from selected Asian countries. Food and Chemical Toxicology 2025. 204: 115676.
- 4) Cadungog D G E, Yee J R D, Sugang R J: Mercury in online skin-lightening cosmetics: A health risk assessment of products from selected Asian countries. Food and Chemical Toxicology 2025. 204: 115676.

■国際貢献・情報グループ(業務)

[2]毛髪水銀分析を介した情報提供 (CT-25-06)

Information service using hair mercury analysis

[主任担当者]

永野匡昭(基礎研究部)

業務統括、水銀分析

[共同担当者]

水俣病情報センター職員(国際・総合研究部)

希望者の毛髪採取

[区分]

業務

[重点項目]

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

[グループ]

国際貢献・情報

[業務期間]

2025 年度－2029 年度(5 ヶ年)

[キーワード]

メチル水銀(Methylmercury)、毛髪水銀(Hair mercury)、情報提供(Information service)

[業務課題の概要]

環境中の水銀について啓発を促すため、国立水俣病総合研究センター(国水研)来訪者及び付属施設である水俣病情報センター来館者のうち、希望者に対して毛髪水銀測定を行う。

[背景]

メチル水銀(MeHg)は微量ではあるが、主に魚食を通して絶えずヒト体内に取り込まれ、その一部が毛髪にも排泄される。したがって、毛髪水銀分析は水銀を身近なものとして捉え、自身の MeHg の摂取状況を知る上で手軽で有用な手段である。これまで、国水

研では来訪者や水俣病情報センター来館者のうち、希望者を対象として毛髪水銀分析を行ってきた。なお、本業務内容は中期計画 2015 より「8. 広報活動と情報発信機能の強化及び社会貢献の推進 (3)水銀に関する情報発信の推進」に盛り込まれ、現在に至る。

[目的]

本業務は、毛髪水銀分析の結果の通知を通して微量の MeHg 摂取に関する情報発信を行い、MeHg を含む環境中の水銀について啓発を促すことを目的としている。

[期待される成果]

環境中の水銀に関して理解の普及に貢献できる。

[年次計画概要]

1. 2025 年度－2029 年度

国水研来訪者及び水俣病情報センター来館者のうち、希望者の毛髪水銀分析を行い、結果の通知を通して環境中の水銀について啓発を促す。

[2025 年の業務実施成果]

2025 年は一般公開を含め、希望者 270 名に対して毛髪水銀測定を行った(水俣病情報センター受付が 128 名、国水研受付は 142 名)。測定結果は、参考データや MeHg に関するパンフレットのサイトを記載した用紙に記述し各個人に通知した。毛髪水銀測定希望者の割合は学校行事関係が 22.2%(60 名)、学校行事関係を除いた水俣病情報センター来館者が 36.3%(98 名)、総務課を通じて依頼を受けた地方自治体等からの依頼が 27.4%(74 名)、一般公開等が 14.1%(38 名)であった。

また、本年はエコパーク水俣で開催された「実生の森クラフトマルシェ」(環境省/熊本県の補助事業「火のまつり」関連イベント)に出店し、毛髪水銀測定を受け付けた。そのほか、台湾青年海外夢実現事業水俣

研修では、講義に加えて毛髪水銀測定の実習を行った。

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

なし

■国際貢献・情報グループ(業務)

[3]水俣病情報センターにおける資料整備及び情報発信 (CT-25-07)

Organization of documents and materials and transmission of information on Minamata Disease
in Minamata Disease Archives

[主任担当者]

原田利恵(国際・総合研究部)
情報収集及び資料の学術的分析

[業務期間]

2025 年度－2029 年度 (5 ヶ年)

[共同担当者]

三宅俊一(国際・総合研究部)
情報センター統括
森田憲史、槌屋岳洋、小林三希子、富澤勇仁(国際・総合研究部)
情報センターの運用
浦 萌木(水俣市立水俣病資料館)
業務への協力
香室結美(熊本大学文書館)
業務への協力
小泉初恵(水俣病センター相思社)
業務への協力
奥羽香織(写真家の眼)
業務への協力
楠本智郎(つなぎ美術館)
業務への助言
水俣病情報センター職員
資料整備・展示室等管理に係る作業
地域政策研究室職員
資料整備・情報発信に係る業務

[キーワード]

水俣病(Minamata disease)、水銀(mercury)、情報
発信(transmission of information)

[業務課題の概要]

水俣病及び水銀に関する資料整備等を推進し、
一般の利用に供するとともに、展示室や講堂等を活用
した情報発信を行う。

[背景]

水俣病情報センターは、水俣病及び水銀に関する
資料整備等を推進し、これらの情報を広く一般に提
供すること等を目的として、2001 年 6 月に開館した。

収集した水俣病関連資料の管理に関しては、行政
機関の保有する情報の公開に関する法律等の定め
により、学術・歴史的資料等を保存・管理する国の施
設として、2010 年 4 月に総務大臣の指定を受けた。

そして、2011 年 3 月には、公文書等の管理に関す
る法律の施行に伴い、内閣総理大臣が指定する歴史
資料等保有施設(同法施行令 3 条 1 項)となり、一般
利用の原則、目録の公開などの義務を有することとな
った。

また、2013 年 10 月に採択され、2017 年 8 月に発
効した水銀に関する水俣条約における情報交換(17
条)、公衆のための情報、啓発及び教育(18 条)に資
する活動を行うことが求められる。

[区分]

業務

[目的]

水俣病情報センターの機能充実及び効果的な運
用を通じて、水俣病及び水銀に関する情報の発信を
国内外へ行う。

[重点項目]

地域・福祉向上への貢献
国際貢献

[グループ]

国際貢献・情報

[期待される成果]

水俣病及び水銀についての一層の理解の促進に貢献すること。

水俣病及び水銀に関する研究の支援と推進に貢献すること。

隣接する施設との連携・協力を一層強化し、効果的な環境学習の場を提供すること。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

(1) 資料整備

- 1) 未整理ストック資料の整備
- 2) 各種資料の研究利用促進のための広報の実施
- 3) 「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続
- 4) 公式確認 70 年事業の準備
- 5) 「水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究会」を定期的に主催し、知見の蓄積を目指す

(2) 情報発信

- 1) 常設展示リニューアル後のコンテンツ強化と必要箇所の更新
- 2) 特別展の開催
- 3) 実来館者数向上に向けた積極的広報の実施
- 4) 新規ターゲット層開拓に向けた、各ステークホルダーとの連携
- 5) 各地の公害資料館との連携・情報共有等

2. 2026 年度

(1) 資料整備

- 1) 未整理ストック資料の整備
- 2) 各種資料の研究利用促進のための広報の実施
- 3) 「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続および成果発表
- 4) 公式確認 70 年事業の実施
- 5) 「水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究会」で得た知見をまとめ成果発表をする。

(2) 情報発信

- 1) 常設展示リニューアル後のコンテンツ強化と必要箇所の更新
- 2) 特別展の開催
- 3) 実来館者数向上に向けた積極的広報の実施

- 4) 新規ターゲット層開拓に向けた、各ステークホルダーとの連携

- 5) 各地の公害資料館との連携・情報共有等

3. 2027 年度

(1) 資料整備

- 1) 未整理ストック資料の整備
- 2) 各種資料の研究利用促進のための広報の実施
- 3) 「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続および成果発表
- 4) 公式確認 70 年事業の成果発表

(2) 情報発信

- 1) 常設展示リニューアル後のコンテンツ強化と必要箇所の更新
- 2) 特別展の開催
- 3) 実来館者数向上に向けた積極的広報の実施
- 4) 新規ターゲット層開拓に向けた、各ステークホルダーとの連携
- 5) 各地の公害資料館との連携・情報共有等

4. 2028 年度

(1) 資料整備

- 1) 未整理ストック資料の整備
- 2) 各種資料の研究利用促進のための広報の実施
- 3) 「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続および成果発表
- 4) 公式確認 70 年事業の成果発表

(2) 情報発信

- 1) 常設展示リニューアル後のコンテンツ強化と必要箇所の更新
- 2) 特別展の開催
- 3) 実来館者数向上に向けた積極的広報の実施
- 4) 新規ターゲット層開拓に向けた、各ステークホルダーとの連携
- 5) 各地の公害資料館との連携・情報共有等

5. 2029 年度

(1) 資料整備

- 1) 未整理ストック資料の整備
- 2) 各種資料の研究利用促進のための広報の実施
- 3) 「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続および成果発表
- 4) 公式確認 70 年事業の成果発表

(2) 情報発信

- 1) 常設展示リニューアル後のコンテンツ強化と必要箇所の更新
- 2) 特別展の開催
- 3) 実来館者数向上に向けた積極的広報の実施
- 4) 新規ターゲット層開拓に向けた、各ステークホルダーとの連携
- 5) 各地の公害資料館との連携・情報共有等

[2025 年度の業務実施成果の概要]

水俣病情報センターは国の指定を受けた恒久的施設として、前中期計画を引き継ぎ、資料の整備及び情報発信を継続して行うこととし、アーカイブズの充実を図り、市内市外における認知度と利用者の利便性を高め、水俣市や熊本県、民間団体等と協力・連携し、水俣病に関する研究や教育に資することを目標として、次の業務を遂行した。

1. 情報発信

(1) 資料整備

1) 未整理ストック資料の整備

例年通り資料整備を進めているが、今年度予定していた赤木資料のデジタル化については未着手となった。

2) 公開した目録を元に、各種資料を研究目的で幅広く利用いただくための広報の実施

関係団体との HP の相互リンクについて、水俣病資料館については目録公開がまだできていないので、実施ができていない。

3) 「水俣病歴史保存事業」における歴史的資料や証言の収集の継続

歴史保存事業検討会座長及び委員 2 名によるヒアリングを 2 回実施した(5/23、12/9)。来年度のヒアリング対象者の選定をし、2 名から承諾を得た。今年度分の文字起こし作業は終了した。

4) 公式確認 70 年事業の準備

「公式確認 70 年目のアーカイブズ」をテーマに 12 月 11～12 日に NIMD フォーラムを開催することとし、準備を進めた。基調講演と各セッション登壇者が決定し、チラシの第一弾を作成し、関連のイベントで配布した。

5) 「水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究会」の開催

次の通り、研究会を開催し、共同研究者と知見を共有した。立正大学(6/23)、九大文書館(9/13)、熊大文書館(11/13)、水俣病情報センター(2/25)。

2. 情報発信

(1) 常設展示リニューアル後のコンテンツ強化と必要箇所の更新

1) GSS 移行に伴うアーカイブズデータの移行及び HP の民間クラウドへの移行、HP の https 化に伴うコンテンツの見直しを行った。

2) 監視カメラ 3 台増設、モニター更新、2 階ロールカーテンの更新、講堂音響機器(ミキサー)交換等を行った。

3) 常設展示 D、E、F コーナーの誤表記等の修正を行った。具体的には、①モニターボタンのギニアとギアナの誤りの修正、②公害防止事業の年数の修正、③家庭教師トライ等の水俣病に関する誤認問題を受けて「水俣病は遺伝しない」との明確なメッセージを Q&A、及び HP の水銀 Q&A に追加。

4) VR 空編の更新を行った。

5) 資料館側から情報センターへのアクセスがわかりづらいため、資料館側からの通路に「見学順路」を目立つ用掲示した。

(2) 特別展の開催

1) 国際貢献・情報発信グループの研究内容(NIMD フォーラム 2024)を中心とした特別展示「NIMD の国際貢献—水銀問題に立ち向かう力を育てる」を 2 月 1 日より開催している。

2) 小展示室のモニター映像を変更した。

(3) 実来館者数向上に向けた積極的広報の実施

1) CT-25-05 のアウトリーチ業務とのコラボレーション企画として、「水俣」書道絵画コンクール作品を 11 月 20 日より展示し、11 月 20 日に講堂にて表彰式を開催した。

(4) 新規ターゲット層開拓に向けた、各ステークホルダーとの連携

- 1) 資料館との連絡通路に展示中の水俣病患者さんによる作品等を更新した。
- 2) 11月22日に開催された火の祭りのサイドイベントとして行われた実生の森マルシェにおいて毛髪水銀ブースを出店し、約40名から毛髪水銀検査に申し込みがあり、魚食と毛髪水銀との関係等の説明を行った。
- 3) 熊本県主催ギョギョギョフェス会場として講堂を提供した。
- 4) クリアファイルを2種類制作し、上記イベント等で配布し水俣病情報センターの認知度向上に努めた。
- 5) 熊本市内で開催されるパレアロビー展にて、情報センターを紹介するパネルを展示した(2月)。
- (5) 各地の公害資料館との連携・情報共有等
 - 1) 「公害資料館バザール」で常設展示リニューアル後の展示について照会する動画の第二弾の配信を開始した。
 - 2) 国立ハンセン病資料館指定管理者2名が歴史資料等保有施設申請に関する情報収集のため来館した(9/18)。
 - 3) 公害資料館ネットワークが主催する公害資料館連携フォーラム in 北九州にNIMDから3名参加し、北九州の環境政策及び資料館の状況を把握し、NIMD及び水俣病情報センターの認知度向上と他館との情報交換や交流に努めた(12/20-21)
- (6) その他

水俣病に関する誤情報発信や新法成立に関する動きに加え、大学における環境系の学部新設などで視察が増加した。

実来館者はコロナ前の水準に戻りつつある(表1、表2)

[エフォート率]

30%

[備考]

本課題研究の一部は、以下の科学研究費助成事業に採択され、外部研究費を得ている。

- 課題名「水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究」、令和5-8年度 基盤研究(C)代表, 課題番号:23K11783

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会等発表]

なし

[文献]

- 1) 蜂谷紀之,2017,「水俣病情報センターの資料整備と活用—水俣病研究における歴史的資料の意義—」『アーカイブズ学研究』第27号.
- 2) 有馬澄雄(責任編集), 慶田勝彦, 香室結美, 松永由佳, 佐藤睦, 中山智尋, 2020, 『〈水俣病〉Y氏裁決放置事件資料集—メチル水銀中毒事件における救済の再考にむけて』弦書房.
- 3) 原田利恵, 2021, 「胎児性水俣病患者が置かれた社会的環境に関する考察—過去のヒアリングデータ分析より」『環境社会学研究』第27号.
- 4) 安藤聡彦, 林美帆, 丹野春香, 2021, 『公害スタディーズ 悶え、哀しみ、闘い、語り 継ぐ』ころから.
- 5) 清水万由子, 林美帆, 清水善仁, 2021, 「公害資料館の現代的意義と課題」『環境と公害』第50巻第3号.
- 6) 除本理史・河北新報社編, 2024, 『福島「オルタナ伝承館」ガイド』東信堂.

表 1 水俣病情報センター来館者及び利用件数【令和8(2026)年3月末日現在】

項目	分類	令和7年度(4月～3月)		平成13年度からの累計	
		人数、件数	%	人数、件数	%
学年別来館者 内訳	一般	13,519	38.3	318,044	35.8
	高校生	684	1.9	41,976	4.7
	中学生	3,067	8.7	139,797	15.7
	小学生	17,797	50.4	379,043	42.6
	幼児	222	0.6	4,464	0.5
	不明	0	0	5,608	0.6
	計	35,289	100	888,932	100
地域別来館者 内訳	熊本県内	23,503	66.6	572,252	64.4
	熊本県外	11,273	31.9	297,525	33.5
	国外	513	1.5	13,738	1.5
	不明	0	0	5,417	0.6
	計	35,289	100	888,932	100
講堂使用件数	国水研	8	4.9	201	6.3
	市立資料館	84	51.5	1,926	59.9
	県環境センター	66	40.5	966	30.0
	その他	5	3.1	123	3.8
	計	163	100	3,216	100
資料室	資料室利用者	0		151	

表2 水俣病情報センター来館者数の変化(7ヶ年)【令和 8(2026)年 3 月末日現在】

分類	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度	令和6年度	R7年度
一般	13,558	2,208	5,267	11,518	13,442	13,068	13,519
高校生	384	10	886	1,095	512	641	684
中学生	5,881	16	1,975	4,355	5,082	3,887	3,067
小学生	18,931	368	1,695	17,968	18,039	18,083	17,797
幼児	193	76	156	198	243	217	222
不明	0	0	0	0	1	0	0
計	38,947	2,678	9,979	35,134	37,319	35,896	35,289

■国際貢献・情報グループ(業務)

[4]世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査(CT-25-08)

Examination of hair mercury in areas concerned with mercury pollution around the world

[主任担当者]

藤村成剛(基礎研究部)

業務の総括、業務全般の実施

[共同担当者]

松山明人(国際・総合研究部)

毛髪中メチル水銀測定の実施、汚染地域調査
の実施

現地協力者

毛髪サンプル及び現地情報の収集・送付

[区分]

業務

[重点項目]

国際貢献

[グループ]

国際貢献・情報

[業務期間]

2025 年度－2029 年度（5 ヶ年）

[キーワード]

毛髪水銀 (Hair mercury)、水銀汚染懸念地域
(areas concerning with mercury pollution)、世界にお
ける (Around the world)

[業務課題の概要]

水銀曝露による人体への健康被害は、水銀汚染
食物の摂取および水銀鉱山での労働等によって引き
起こされる。このような健康被害は先進国よりも発展
途上国で起こりやすいが、発展途上国では水銀測定
機器および技術が十分ではないため、水銀汚染状
況の把握が難しいのが現状である。

水銀汚染食物の摂取による人体への水銀曝露状

況(メチル水銀曝露)の把握には毛髪水銀濃度の測
定が簡便かつ有効である。そこで、水銀汚染が疑わ
れる住民の毛髪水銀濃度を測定し水銀汚染状況の
把握を行う。なお、水銀鉱山での労働等によって引き
起こされる水銀蒸気による人体への曝露状況に関し
ては、毛髪水銀よりも尿中水銀の測定が有用である。
しかしながら、汚染地域からの尿サンプル送付は衛
生面を考えると難しいことから、本課題については毛
髪を用いた水銀曝露状況についての検討を行う。

また、国際水銀会議(ICMGP)の運営委員として、
総説論文の作成を行う。さらに、本学術集会における
毛髪水銀関連および語り部講演の特別セッションを
企画開催する。

[背景]

メチル水銀などの有害物質による健康リスクを早期
に把握するためには「どれだけ有害物質が体内に取り
込まれているか」という曝露状況を把握することが最
も有効である。食物などから体内に取り込まれたメチ
ル水銀は、尿などから排出されていくとともに、一定
の割合で毛髪や爪に蓄積する。毛髪中に含まれる水
銀量は比較的簡便に測定可能で、人体へのメチル
水銀曝露量を把握する上で有効な方法である。なお、
これまでの本業務による海外の毛髪水銀調査は、ベ
ネズエラ、コロンビア、仏領ギアナ等における人体へ
のメチル水銀曝露量把握(文献^{1-3,5-10})及び毛髪水銀
測定値の標準化(文献⁴)に役立ってきた。

[目的]

世界各地の水銀汚染が疑われる地域住民の毛髪
水銀量を測定することによって、世界の水銀曝露状
況を把握し、健康被害の未然防止に貢献する。

[期待される成果]

期待される成果は、世界の水銀曝露状況把握によ
る健康被害の未然防止への貢献である。

[年次計画概要]

1. 2025 年度

ホームページ、国際学会におけるパンフレットの配布等により国水研における毛髪水銀測定の実地調査を行い、現地在住者または現地訪問者から水銀汚染懸念地域住民の毛髪送付してもらう。送付された毛髪の水銀量を測定し、現地からの情報（魚類摂取、水銀鉱山での労働実績、および水銀含有化粧品の使用状況）を参考にして水銀汚染状況 についての把握および考察を行う。

2. 2026 年度

ホームページ、国際学会におけるパンフレットの配布等により国水研における毛髪水銀測定の実地調査を行い、現地在住者または現地訪問者から水銀汚染懸念地域住民の毛髪送付してもらう。送付された毛髪の水銀量を測定し、現地からの情報（魚類摂取、水銀鉱山での労働実績、および水銀含有化粧品の使用状況）を参考にして水銀汚染状況 についての把握および考察を行う。

3. 2027 年度

ホームページ、国際学会におけるパンフレットの配布等により国水研における毛髪水銀測定の実地調査を行い、現地在住者または現地訪問者から水銀汚染懸念地域住民の毛髪送付してもらう。送付された毛髪の水銀量を測定し、現地からの情報（魚類摂取、水銀鉱山での労働実績、および水銀含有化粧品の使用状況）を参考にして水銀汚染状況 についての把握および考察を行う。

4. 2028 年度

ホームページ、国際学会におけるパンフレットの配布等により国水研における毛髪水銀測定の実地調査を行い、現地在住者または現地訪問者から水銀汚染懸念地域住民の毛髪送付してもらう。送付された毛髪の水銀量を測定し、現地からの情報（魚類摂取、水銀鉱山での労働実績、および水銀含有化粧品の使用状況）を参考にして水銀汚染状況 についての把握および考察を行う。

5. 2029 年度

ホームページ、国際学会におけるパンフレットの配

布等により国水研における毛髪水銀測定の実地調査を行い、現地在住者または現地訪問者から水銀汚染懸念地域住民の毛髪送付してもらう。送付された毛髪の水銀量を測定し、現地からの情報（魚類摂取、水銀鉱山での労働実績、および水銀含有化粧品の使用状況）を参考にして水銀汚染状況 についての把握および考察を行う。

[2025 年度の業務実施成果]

1. バングラデシュの繊維縫製労働者の毛髪水銀測定

バングラデシュの非営利団体である環境・社会開発機構 (Environment and social development organization in Bangladesh) より、サハール州の繊維縫製労働者の毛髪水銀測定についての依頼があった。染色された繊維に水銀含有顔料(辰砂またはそれに類似したもの)が使用されている可能性があり、労働者の水銀曝露を危惧している模様。測定の結果、非繊維縫製労働者の毛髪平均値(総水銀)の平均は、0.68 ppmであるのに対して、繊維縫製労働者の毛髪平均値(総水銀)は、0.49 ppmであった。また、そもそも繊維縫製労働において繊維からの水銀曝露は想定しがたい。以上のことから、本地域での繊維縫製労働において健康被害に繋がるような水銀曝露が生じている可能性は少ないと考えられた。

2. ブラジルの金採掘地域住民の毛髪水銀測定

ブラジルの Caceres University より Mato Grosso 州の金採掘地域住民の毛髪水銀測定についての依頼があった。毛髪水銀を採取した住民には直接金採掘に従事している住民はいないとの情報があり。測定の結果、毛髪水銀値(総水銀)の平均は男性で 0.86 ppm, 女性で 0.39 ppm であった。以上のことから、本地域において健康被害に繋がるようなメチル水銀曝露が生じている可能性は少ないと考えられた。本結果について共著者として論文投稿 (Ibero-American J Environ Sci)を行い、受理・出版(論文発表¹⁾)に至った。なお、測定は2019年に実施済みであり、測定結果についても2023年に一度報告済みである。また、これまでの結果について学会等発表(令和7年度メチル水銀研究ミーティング)(学会等発表¹⁾)を行った。

[業務期間の論文発表]

- 1) Batista HCS, Ignacio ARA, Lazaro WL, Fujimura M, Matsuyama A: Human health risk assessment: hair mercury concentration associated with fish intake in Mato Grosso, Brazil. *Ibero-American J Environ Sci*, 2025; 16: e8703-e8703.

[業務期間の学会等発表]

- 1) 藤村成剛: 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8.

[文献]

- 1) Rojas M, Nakamura K, Seijas D, Squiuan G, Pieters MA, Infante S: Mercury in hair as a biomarker of exposure in a coastal Venezuelan population. *Invest. Clin.*, 2007; 48: 305-315.
- 2) Olivero-Verbel J, Johnson-Restrepo B, Baldiris-Avila R, Güette-Fernández J, Magallanes-Carreazo E, Vanegas-Ramírez L, Kuniyiko N: Human and crab exposure to mercury in the Caribbean coastal shoreline of Colombia impact from an abandoned chlor-alkali plant. *Environ. Int.*, 2008; 34 : 476-48.
- 3) Fujimura M, Matsuyama A, Harvard JP, Bourdineaud JP, Nakamura K: Mercury contamination in humans in upper Maroni, French Guiana between 2004 and 2009. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 2012; 88 : 135-139.
- 4) Esteban M et al., Equas Reference Laboratories (Fujimura M, et al.): Mercury analysis in hair: Comparability and quality assessment within the transnational COPHES/DEMOCOPHES project. *Environ. Res.*, 2015; 141: 24-30.
- 5) 藤村成剛, 松山明人, 中村邦彦: 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀測定. *臨床環境医学*, 2016; 25, 34-38.
- 6) Parvez SM, Fujimura M et al.: Ecological burden of e-waste in Bangladesh-an assessment to measure the exposure to e-waste and associated health outcomes:

a cross-sectional study protocol. *JMIR Res. Protoc.*, 2022; 11: e38201.

- 7) Basu N, Bastiansz A, Dorea J, Fujimura M, Horvat M, Shroff E, Weihe P, Zastenskaya I: Our evolved understanding of the human health risks of mercury. *Ambio*, 2023; 52: 877-896.
- 8) Parvez SM, Fujimura M et al.: Blood lead, cadmium and hair mercury concentrations and association with soil, dust and occupational factors in e-waste exposed and non-exposed workers in Bangladesh. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2024; 257: 11340.
- 9) Parvez SM, Fujimura M et al.: Hormonal, liver, and renal function associated with electronic waste (e-waste) exposure in Bangladesh. *Toxicology*, 2024; 505: 153833.
- 10) Parvez SM, Fujimura M et al.: Hematological, cardiovascular and DNA oxidative damage markers associated with heavy metal exposure in electronic waste (e-waste) workers in Bangladesh. *Toxicology*, 2024; 509: 153978.

■国際貢献・情報グループ(業務)

[5]国際シンポジウムおよび国際共同事業の推進(CT-25-09)

Promotion of international symposium and collaboration

[主任担当者]

藤村成剛(国際・総合研究部)

業務総括, 業務実施

[共同担当者]

国水研研究者

業務実施

国水研担当事務官

業務管理

[区分]

業務

[重点項目]

国際貢献

[グループ]

国際貢献・情報

[業務期間]

2025 年度－2029 年度 (5 ヶ年)

[キーワード]

水銀 (mercury)、国際シンポジウム (international symposium)、国際共同事業 (international collaboration)

[業務課題の概要]

国水研の活動や研究成果の発信及び国内外の当該分野の専門家との情報交換を目的として NIMD フォーラム及び国際ワークショップを開催し、世界における水銀に関する環境問題の解決に役立てる。

また、水銀に関する国際共同研究・業務、すなわち水銀に関する環境問題を抱える国々における調査や研究者・技術者の招聘・研修等を実施する。

[背景]

水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法(特別措置法)の成立に伴い、2010 年に閣議決定された「特別措置法の救済措置の方針」において、以下のように記載されている。

「6. 国立水俣病総合研究センター(国水研)

水俣病における医療・福祉や調査研究、国内外への情報発信等において中核となる役割を適切に果たすこととする」

そのため、国内外の水銀研究の専門家を招聘し、国水研の研究者と共に研究発表及び意見交換を行う国際フォーラムとして、平成9年(1997年)以降、毎年 NIMD フォーラムを開催している。

また、日本は「水銀に関する水俣条約」の有効性評価において世界の先導的な役割を担うことが期待されている。多くの開発途上国において、水銀曝露に関する適切な評価が行われているとは言い難く、地球規模の水銀汚染問題の解決には開発途上国の水銀対策を強化する必要がある。このような背景を踏まえ、当研究センターは中期計画 2025 において、「国際貢献」を重点項目の一つと位置付け、WHO、UNEP 等の国際機関や JICA との共同業務、研究者間のネットワークによる国際共同研究を進めている。

[目的]

国水研の研究成果や活動を発信するとともに、国内外の当該分野の専門家との情報交換を行い、今後の水銀に関する環境問題の解決に役立てる。

また、国際共同事業については、水俣病の教訓や日本の水銀対策を基に、世界の水銀に関する環境問題の解決へ貢献することを目的として実施する。

[期待される成果]

国水研の最新の研究成果や活動の発信及び国内外の当該分野の専門家との情報交換、さらに国際

共同事業の推進は水銀に関する環境問題の未然防止や解決に繋がる。

[年次計画概要]

国際シンポジウム

1. 2025 年度

本業務課題は、国際フォーラムの主催を通じて国水研の研究や業務の成果について広く公表し、国内・海外の当該分野の研究者や一般参加者との意見交換を行うことにより、今後の水銀に関する環境問題の解決に役立てることを目的としている。2026 年度の NIMD フォーラムは、臨床・福祉・社会グループが実施する予定である。

2. 2026 年度

2026 年度の NIMD フォーラムは、病態メカニズムグループが実施する予定である。

3. 2027 年度

2027 年度の NIMD フォーラムは、自然環境グループが実施する予定である。

4. 2028 年度

2028 年度の NIMD フォーラムは、国際貢献・情報グループが実施する予定である。

5. 2029 年度

2029 年度の NIMD フォーラムは、リスク評価グループが実施する予定である。

国際共同事業

2025~2029 年

国水研は世界で唯一の水銀に特化した研究センターであり、国内外への情報発信によって水銀研究の中核となる役割を適切に果たす必要がある。そこで、UNEP 等の国際機関や JICA との共同業務、さらに研究者間のネットワークによって以下の国際共同事業を進める。

1. 国際的研究活動及び情報発信の推進
2. 水銀研究活動の支援
3. 水銀分析技術及び研修機能の充実並びに簡便な水銀分析技術の開発及び普及
4. 国際的ニーズに応じた支援・研究
そして、その手段として国水研職員の派遣、外国

人研究者の招聘、外国人研究者への研修および国際共同研究・業務を行う。

[2025年度の業務実施成果]

国際シンポジウム

2025年度のNIMDフォーラムは、リスク評価グループが以下の通り実施し、多数の参加者の元、継続的な水銀モニタリングの重要性と有害化学物質に対する効果的な政策・対策の策定について意見交換が行われた。

開催期間： 令和7年9月27-28日

開催場所： NIMDフォーラム2025が水俣病情報センター講堂

開催形式： ハイブリッド(対面＋オンライン)

テーマ： 水銀に関連する環境問題を抱える国々における公衆衛生の向上

発表： 13演題 国内研究者： 7名 (国水研研究者： 3名)、海外研究者： 6名

参加人数： 対面：約40名

オンライン参加：約153名(27日：81名、28日：72名)

国際共同事業

[国水研職員の派遣]

- The 5th The regional forum of WHO Collaborating Centres in the Western Pacific (西太平洋地域 WHOCCフォーラム)への参加 (1名)
- University of Jember International Seminar Guest lecture (1名)
- Diponegoro University International Seminar (1名)
- ハワイ火山国立公園周辺のマングースサンプルの収集 (1名)
- 北太平洋における海面と海水中の水銀濃度の実態把握 (2名)
- タバコ加工工場における女性の職業コホート研究および生物試料中の水銀分析法の技術供与(インドネシア) (1名)
- 第59回 欧州毒性学会(ギリシャ) (1名)
- ジンバブエにおけるASGMエリアのHg使用の実態調査 (1名)

- 小規模金採掘現場における水銀調査(インドネシア) (1名x2回)
- 第14回アジア-太平洋水銀モニタリングネットワークに関するパートナーズ会合(台湾) (1名)
- 金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査報告(ネパール) (1名)
- 小規模金採掘現場における水銀調査に関する研究打合せ(インドネシア) (1名)
- 人体・環境中の水銀分析指導(ニカラグア) (1名)

[外国人研究者の招聘]

- 開発途上国への水銀分析の技術移転、及び水銀汚染に関する実態把握や調査研究に関する予備検討 (ブラジル1名, ガーナ1名)
- NIMDフォーラム2025 (ドイツ2名, カナダ1名, ナイジェリア1名, ガーナ1名, インドネシア1名)
- 金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査研究方法の習得 (ネパール1名)

[外国人研究者への研修]

対面実施:

- 台湾青年海外夢実現事業水俣研修 (13名)
- 長崎大学大学院熱帯医学・グローバルヘルス研究科研修 (19名)
- Diponegoro University International Workshop(インドネシア) (30名)
- Diponegoro University, University of Jember International Workshop(鹿児島大学) (4名)

オンライン実施:

- Forum of Nigerian toxicologists (50名)

[国際共同研究・業務]

- ネパールにおける金メッキ工場の作業従事者への金属水銀の曝露評価
- UNEP との共同業務:水銀分析の技能試験(尿中の総水銀)

[業務期間の学会等発表]

なし

■国際貢献・情報グループ(業務)

[6]WHO 協力機関としての活動 (CT-25-10)

Activities as a WHO Collaborating Center

[主任担当者]

寶來佐和子(環境・保健研究部)
業務の総括

[共同担当者]

山元 恵(環境・保健研究部)
藤村成剛(国際・総合研究部)
原口浩一(国際・総合研究部)
坂本峰至(所長特任補佐)
国水研・職員

[区分]

業務

[重点項目]

国際貢献

[グループ]

国際貢献・情報

[業務期間]

2025 年度－2029 年度 (5 ヶ年)

[キーワード]

世界保健機構 (World Health Organization : WHO)、WHO 西太平洋地域事務局 (Western Pacific Regional Office: WPRO)、WHO 協力センター (WHO Collaborating Center : WHO CC)

[業務課題の概要]

水銀への曝露に伴う健康影響の未然の防止を目的として、WHO と協力し、水銀の曝露・リスク評価、水銀分析や調査手法の技術移転、水銀に関する情報発信を行う。

[背景]

1. 水俣病を経験した日本は、水銀の健康影響に関する問題の解決において世界の先導的な役割を担うことが期待されている。一方、多くの開発途上国において、水銀曝露に関する適切な評価と対応が行われているとは言い難く、地球規模の水銀汚染問題の解決には開発途上国の水銀対策を強化する必要がある。当研究センターは世界で唯一の水銀に特化した調査研究機関であり、世界中で発生しうる水銀関連の諸問題に際して協力を求められる。
2. WHO 関係機関からの要請に基づく健康影響及び環境汚染調査: (1) キルギスタン(鉱山): WHO 及び UNHCR: 国連難民高等弁務官事務所より依頼。調査期間: 1997-1998 年、(2) カンボジア(海外からの廃棄物): WPRO より依頼。調査期間: 1998-2003 年、(3) インドネシア(金採掘): WPRO より依頼。調査期間: 2004 年、(4) モンゴル(金採掘): WPRO より依頼。調査期間: 2008-2012 年。
3. WHO レポート発刊への協力: (1) Children's Exposure to Mercury Compounds¹⁾、(2) Assessment of prenatal exposure to mercury: human biomonitoring survey: the first survey protocol: A tool for developing national protocols²⁾。
4. 2019 年 8 月、ベトナム・ハノイにおいて発生した蛍光灯製造工場の火災に伴う周辺地域住民の金属水銀蒸気への曝露評価と環境汚染に関する調査要請に基づき、初期対応と今後の対策に関する協力を行った。

[目的]

開発途上国の公衆衛生の向上を WHO と協力して支援する。すなわち水銀曝露に伴う健康影響の未然の防止や突発的な案件を含めた水銀に関連する有事への対応を WHO とともに行う。

[方法]

- 1.水銀による健康被害が危惧される地域において、地域の研究機関と協力し、ヒトの曝露評価や環境の汚染調査を行うことで、問題の解決をサポートする。
- 2.水銀に起因する環境問題を抱える国々の研究者や技術者を招聘し、水銀分析の研修を行う。
- 3.水銀分析のための毛髪、尿、血液等の認証標準物質を作成して配布することで、開発途上国における水銀バイオモニタリングの精度保証向上に貢献する。
- 4.関係機関とともに「水銀の健康影響とその予防」に関する会議を開催し、水銀の危険性と水銀がもたらすリスクの評価に関する情報を発信する。

[期待される成果]

- 1.水銀への曝露に伴う健康影響の未然の防止や事故を含む緊急時における対応が可能になる。
- 2.水銀分析に関する研修及び講習会により、水銀に関する正しい知識の提供と適切な分析技術を移転することにより、水銀の危険性とリスク評価に関する意識の向上が期待される。認証標準物質はバイオモニタリングの精度保証・管理に役立つ。
- 3.「水銀の健康影響とその予防」に関する会議の開催を通じた水銀の健康影響、リスク評価等に関する知識の普及につながる。

[年次計画概要]

1. 2025 年度
(1)WHO CC annual report:2025 年 1 月～12 月の活動に関する年次報告書の作成・手続きを行う。
(2)WHO CC 指定更新:次期四ヶ年(2021 年 1 月～2024 年 12 月)の再指定へ向けた更新書類の作成・手続きを行う。
2. 2026 年度
WHO CC annual report:2026 年 1 月～12 月の活動に関する年次報告書の作成・手続きを行う。

3. 2027 年度

WHO CC annual report:2027 年 1 月～12 月の活動に関する年次報告書の作成・手続きを行う。

4. 2028 年度

- (1) WHO CC annual report:2028 年 1 月～12 月の活動に関する年次報告書の作成・手続きを行う。
- (2) WHO CC 指定更新:次期四ヶ年(2029 年 1 月～2032 年 12 月)の再指定へ向けた更新書類の作成・手続きを行う。

5. 2029 年度

更新され、再度 WHOCC に指定された場合、WHO CC annual report : 2029 年 1 月～12 月の活動に関する年次報告書の作成・手続きを行う。

[2025年度の業務実施成果の概要]

今年度実施した主な関連業務は下記の通りである：

1. ネパールにおける金メッキ工場の主な作業従事者への金属水銀の曝露評価 (PJ-25-03)
2. 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査 (CT-25-08)
3. 疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発途上国における水銀の曝露実態調査と技術移転 (PJ-25-01)
4. 開発途上国への水銀分析の技術移転及び水銀汚染に関する実態把握や調査研究に関する予備検討 (*Diponegoro 大学・Jember 大学, インドネシア ; *Ibadan 大学, ナイジェリア ; *国立自治大学, ニカラグア)
5. UNEP アジア太平洋地域事務局との共同業務 : 水銀分析の技能試験研修対応 : UNEP-アジア太平洋地域事務局 ; *ネットワーキングウェビナーの開催
6. NIMD フォーラム 2025 : “Improvement of Public Health in Countries with Environmental Problems Related to Mercury”を主題として、フォーラムを開催

7. WHO CC としての活動に関する年次報告書
(2025年1月～12月) の作成と手続きを行った。

[備考]

なし

[業務期間の論文発表]

なし

[業務期間の学会発表]

- 1) Yamamoto M, Kataoka C, Horai S, Hung DT, Hang TML, Do TTH, Nha BP, Koriyama C, Haraguchi K, Sakamoto M.: Exposure assessment of mercury and technology transfer in countries with mercury-related problems. The International Society for Environmental Epidemiology Asia and Western Pacific Chapter & International Society for Exposure Science Asia Chapter Joint Conference 2024. Kota Kinabalu, Malaysia, 2024.6.

[文献]

- 1) World Health Organization (2010) Children's Exposure to Mercury Compounds.
- 2) World Health Organization (2018) Assessment of prenatal exposure to mercury: human biomonitoring survey: the first survey protocol: A tool for developing national protocols.

6. 令和7年度 報告・発表一覧(他機関による共同研究発表を含む)

[論文・書籍 (英文)]

下線は国水研職員, *は第一著者, #は責任著者

Fujimura M[#]: Treadmill exercise protects methylmercury neurotoxicity by BDNF induction in mouse brain. *Environ Health Prev Med*, 2025; 30: 98.

Marumoto K[#]: Continuous observation of atmospheric speciated mercury at a site near the crater of Mt. Aso volcano. *Asia J Atmos Environ*, 2026; 20: 10.1007/s44273-025-00079-8.

Irei S[#]: Mercury cycling in grasslands: deposition, plant uptake, and biomass-burning emissions. *Front Environ Chem*, 2025; 6: 10.3389/fenvc.2025.1604054.

Tada Y[#], Nakajima R, Kitamura M, Marumoto K: Distribution and function of prokaryotes involved in mercury methylation, demethylation, and reduction in the western North Pacific Subtropical Gyre. *Front Microbiol*, 2026; 16: 1642479.

Horai S[#], Nakamura M, Fujimura M, Eguchi A, Nakata K, Jogahara T, Oya Y, Yamamoto M, Kunisue T: Characteristics of the transfer of mercury and other trace elements between dam and fetus in a relatively high-mercury content species, the small Indian mongoose (*Urva auropunctata*). *Sci Total Environ*, 2025; 974: 179108.

Wang J, Hao L, Matsuyama A, Yano S: Numerical modeling of dissolved mercury dynamics and transformation in sea water in Minamata Bay, Japan. *Mar Pollut Bull*, 2026; 225: 119196.

Batista HCS, Ignacio ARA, Lazaro WL, Fujimura M, Matsuyama A: Human health risk assessment: hair mercury concentration associated with fish intake in

Mato Grosso, Brazil. *Ibero-American J Environ Sci*, 2025; 16: e8703-e8703.

Matsuyama R, Nandakumar A, Yamakuchi M, Bakri S, Tanoue S, Tsuji M, Yamamoto M, Hashiguchi T, Koriyama C: Identification of miRNAs induced by low-dose methylmercury exposure and their roles in inflammatory responses using human aortic endothelial cells. *Environ Health Prev Med*, 2025; 30: 93.

Harada M, Yoshino K, Koga T: Shell abandonment by a hermit crab is an effective antipredator behavior against a portunid crab. *J Zool*, 2025; 326, 16–22.

Noda K, Marumoto K, Aizawa H: A review of quartz crystal microbalance-based mercury detection: principles, performance and on-site applications. *Sensors*, 2025; 25: 10.3390/s25165118.

[論文・書籍 (和文)]

下線は国水研職員, *は第一著者, #は責任著者

山元恵[#], 中村政明: 水俣病: 日本大百科全書 (ニッポニカ) 小学館, 2025.

中村 篤[#], 中村政明: 環境省国立水俣病総合研究センター～臨床部の主な取り組み～. 公衆衛生情報, 2025; 9: 14-15.

大澤風季, 丸本倍美[#], 丸本幸治: 熊本県水俣市で初確認されたバナナツヤオサゾウムシ *Odoiporus longicollis* (Olivier) (コウチュウ目:ゾウムシ科:オサゾウムシ亜科). 若者たちの科学雑誌 (SJYN), 2025; 3: 7-8.

[国際学会等発表]

下線は国水研職員

Sakamoto M, Marumoto M, Haraguchi K, Nakamura M: New insights obtained from reanalyzing historical samples of Minamata disease. 59th Congress of the European Societies of Toxicology (EUROTOX 2025), Athens. 2025. 9.

Sakamoto M, Marumoto M, Haraguchi K, Nakamura M: Assessment of mercury exposure and health effects in populations at hotspots. NIMD Forum 2025, Minamata. 2025. 9. 招待講演

Yamamoto M: Toxicology and environmental health of mercury. University of Jember International Seminar Guest lecture: Integrated Agromedicine: Bridging Occupational Health, Environmental Monitoring, and Rural Industry Safety. Jember. 2025. 7. 招待講演

Yamamoto M: Toxicology and environmental health of mercury. Diponegoro University international seminar: Environmental exposure and associated health effects. Semarang. 2025. 7. 招待講演

Yamamoto M: Current situation and contemporary issues surrounding the health effects of mercury. Forum of Nigerian toxicologists, Webinar. 2025. 8. 招待講演

Yamamoto M, Koriyama C, Tsuji M, Horai S, Sakamoto M, Nakano A: Simple analytical method for mercury in biological samples for exposure assessment and training in mercury analysis. NIMD Forum 2025, Minamata. 2025. 9.

Haraguchi K: Scientific support for the Minamata Convention: Mercury exposure and analytical capacity building. 10th Asia conference on environment and sustainable development, Fukuoka. 2025.11.招待講演

Sudo T, Marumoto K, Furusho K, Itai T: Mercury concentrations and fluxes in major rivers of central and eastern Honshu, Japan. ICOTTE & ICHMET 2025, Busan. 2025. 9.

Irei S, Yonemura, S, Kameyama, S, Shimazaki, H, Sakuma, A: Concentrations and stable isotope ratios of mercury found in plant species of Japanese grasslands. AGU Fall Meeting 2025, New Orleans, 2025. 12.

Horai S, Ono S, Messo C, Yamashita R, Yamamoto M, Nakamura M: Current situation of mercury use in ASGM areas of Tanzania and the development of mercury-free gold extraction technology -Aiming to reduce mercury pollution around the world, learning from the lessons of Minamata disease-, NIMD Forum 2025, Minamata, 2025. 9.

Horai S, Ono S, Messo C, Yamashita R, Yamamoto M, Nakamura M: Learning from the lessons of Minamata disease, aiming to reduce mercury pollution at ASGM sites, ZAZINAMBO Symposium -Establishment of sustainable mineral development through strengthening of monitoring systems and human capacity toward heavy metal pollution, Harare, Zimbabwe, 2025.10.

Miki R, Iijima Y, Ito H, Nomura R, Iwawaki T, Fujimura M, Uehara T: Characterization of novel brain lesions underlying methylmercury-induced neuropsychiatric symptoms. Neuroscience 2025, Sandiego. 2025.11.

[国内学会等発表]

下線は国水研職員

多田雄哉, 丸本幸治, 中嶋亮太, 喜多村稔, 武内章記, 小畑元: 西部北太平洋における水銀の形態変化に関わる微生物の動態. 日本地球惑星科学連合 2025 年大会, 千葉. 2025. 5

丸本倍美, 新井信隆, 植木信子, 八木朋子, 藤村成剛, 中村政明, 菰原義弘: 水俣病を疑う症例のブレインカッティングマニュアル. 日本神経病理学会, 和歌山. 2025. 6.

藤村成剛, 臼杵扶佐子, 鶴木隆光: メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを判定できるバイオマーカーの開発研究. 第 52 回日本毒性学会, 宜野湾. 2025. 7.

中村政明, 三浦陽子, 菊池有梨: 脳磁図と MRI を用いた水俣病の臨床研究. 第 52 回日本毒性学会, 宜野湾. 2025. 7. **招待講演**

坂本峰至, 丸本倍美, 原口浩一, 衛藤光明, 中村政明: 水俣病の再評価から得られた新知見. 第 52 回日本毒性学会 生体金属部会シンポジウム ～メチル水銀毒性研究の新展開～, 宜野湾. 2025. 7. **招待講演**

永野匡昭, 藤村成剛, 多田雄哉, 瀬子義幸: 小麦ふすまによる水銀排泄メカニズムの解明. 第 52 回日本毒性学会学術年会, 宜野湾. 2025. 7.

住岡暁夫, 藤村成剛: メチル水銀毒性センサーを利用した毒性機序の解析. 第 52 回日本毒性学会, 宜野湾. 2025. 7.

藤村成剛: 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8.

中村政明: 脳磁図と MRI を用いた水俣病の臨床研究. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8.

坂本峰至, 丸本倍美, 原口浩一, 衛藤光明, 中村政明: 水俣病の再評価から得られた新知見. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8.

原口浩一, 坂本峰至: ネパールの伝統金メッキ作業における金属水銀曝露・影響調査. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8

原田利恵: 水俣病からの地域再生. 2025 年度日本建築学会大会, 福岡. 2025. 9. **招待講演**

原口浩一, 斉藤貢, Chacriya Malasuk, Kyaw Nyunt Maung: 水俣条約の履行支援としての美白製品中水銀の分析調査: 日本国内市場における規制実効性の検証. 第 74 回日本分析化学会, 札幌. 2025. 9

丸本倍美, 丸本幸治: 国立水俣病総合研究センターについて. アウトリーチ活動について. 水銀研究交流会, 京都. 2025.9.

丸本倍美, 丸本幸治, 坂本峰至, 中村政明: ハンドウイルカの肝臓及び骨格筋における水銀及びセレンの局在. 環境科学会 2025 年会, 広島. 2025. 9.

丸本幸治, 多田雄哉, 濱崎恒二, 岩本洋子, 竹田一彦: 瀬戸内海における海表面マイクロレイヤーの総水銀、メチル水銀、並びに溶存ガス状水銀の測定. 日本地球化学会第 72 回年会, 仙台, 2025. 9.

吉野健児, 山田勝雅, 金谷弦, 小森田智大, 多田雄哉, 一宮睦雄, 山口一岩, 丸本幸治, 近藤文義, 山元恵: 水俣湾生態系における水銀の生物蓄積. 2025 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 仙台. 2025. 9.

藤村成剛: トレッドミル運動はマウス脳の BDNF を増加させることによってメチル水銀神経毒性を防御する. メタルバイオサイエンス研究会 2025, 八王子. 2025. 10.

中村政明: 脳磁図と MRI を用いた水俣病の臨床研究. メタルバイオサイエンス研究会 2025, 八王子. 2025.10.

住岡暁夫, 藤村成剛: メチル水銀毒性センサーを利用した毒性阻害因子の解析. メタルバイオサイエンス研究会 2025, 八王子. 2025. 10.

永野匡昭, 藤村成剛: 小麦ふすまの水銀排泄作用に対する加熱の影響. メタルバイオサイエンス研究会 2025, 八王子. 2025. 10.

丸本倍美, 丸本幸治: 野生動物の骨格標本から学ぶ SDGs. 日本環境教育学会第 36 回年次大会, 釧路, 2025.10.

丸本幸治, 村尾智, 丸本倍美: インドネシアの ASGM における水銀による環境汚染の実態及びその対策と今後の方向性. 第 35 回社会地質学シンポジウム, 東京. 2025.12.

伊禮聡, 米村正一郎, 亀山聡, 島崎彦人, 佐久間東陽: 日本国内の草原植物に含まれる水銀. 第 82 回日本草地学会発表会島根大会, 松江. 2026. 3.

山元恵, 片岡知里, 柳澤利枝, 横大路智治, 柴田英治, 辻 真弓, 櫻木俊秀, 堀内正久, 中村政明, 坂本峰至: 肥満妊娠マウス及び胎仔におけるメチル水銀の組織分布. 令和 7 年度日本衛生学会, 栃木. 2026. 3.

三木峻平, 飯島悠太, 野村亮輔, 岩脇隆夫, 藤村成剛, 上原孝: メチル水銀曝露による精神症状関連部位の障害. 第 52 回日本毒性学会, 宜野湾. 2025. 7.

兼清礼, 伊禮聡, 伊達泰宗, 渡辺治子, 中田晴彦: 仙台藩二代藩主伊達忠宗の墓室内に認められた水銀の安定同位体分析による産地推定. 日本文化財科学会第 42 回大会, 福岡. 2025. 7.

片岡知里, 井上貴史, 塚本晃海, 佐々木えりか, 菰原義弘, 衛藤光明, 荻原直道, 遠藤俊裕, 中村政明, Chan HM, 山元恵: コモンマーモセットを用いたメチル水銀曝露に伴う運動機能障害の評価. 令和 7 年度メチル水銀研究ミーティング, 新潟. 2025. 8.

神崎愛琉, 柳生佐保, 丸本倍美, 丸本幸治: メチル水銀に対する認識調査及び正しく理解するための手法としての毛髪水銀濃度測定. 環境科学会 2025 年会, 広島. 2025. 9.

小坂寧々, 柳生佐保, 丸本倍美, 丸本幸治: 水俣湾及び近隣に生息する魚類における水銀及びセレン濃度調査. 環境科学会 2025 年会, 広島. 2025. 9.

九鬼美晴, 山崎湧太, 吉野健児, 古賀庸憲: ホンヤドカリ *Pagurus filholi* とテナガツノヤドカリ *Diogenes nitidimanus* の驚動反応時間: 個性の有無および捕食リスクの影響. 2025 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 仙台. 2025. 9.

五嶋聖治, 河合溪, 吉野健児: シオマネキ類の代替交尾戦略に対する性選択の強さと方向性. 2025 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 仙台. 2025. 9.

小森田智大, 杉本亮, 北辻さほ, 矢野諒子, 阿部和雄, 尾崎竜也, 本田陸斗, 東矢有加, 林莉紗, 田中智己, 中村双葉, 一宮睦雄, 山田勝雅, 吉野健児, 杉松宏一: *Karenia mikimotoi* 赤潮発生時に対応可能な基礎生産量推定モデルの構築と 養殖海域における窒素動態の定量化. 2025 年日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 仙台. 2025. 9.

周藤俊雄, 古莊皓基, 丸本幸治, 板井啓明: 東日本主要河川の化学形態別水銀濃度と海洋流出フラックスの推定. 日本地球化学会第 72 回年会, 仙台. 2025. 9.

平井俊範, 上谷浩之, 阿部修, 戌亥章平, 中村政明: 水俣病患者の脳磁図磁場変化と MRI 脳形態変化の比較検討. 令和7年度「重金属等による健康影響に関する総合的研究」研究発表会, 東京. 2025. 12.

古賀庸憲, 九鬼美晴, 山崎湧太, 吉野健児: ホンヤドカリとテナガツノヤドカリの対照的な対捕食者反応: 驚動反応時間の解析より. 日本生態学会第 73 回全国大会, 京都. 2026.3.

7. 令和7年度 外部共同研究報告

■[研究課題名]

インドネシアのタバコ製造工場の作業従事者におけるタバコ粉塵の曝露評価及び健康影響に関する調査研究

[研究代表者]

辻 真弓(産業医科大学)

[所内研究担当者]

山元 恵(環境・保健研究部)

[研究概要]

ジェンバーはインドネシア東ジャワ州に位置しており、タバコの最大の生産地の一つである。高品質のタバコ製品を生産する地域であるため、「タバコの街」として知られている。タバコ製造・加工業に携わる労働者の数は多く、タバコ葉粉塵による経気道・経皮曝露が労働者の健康に影響を及ぼしている可能性がある。特にタバコ加工に携わる労働者のほとんどが女性であり、就業中のタバコ葉に含まれる有害物質(ニコチン、鉛、水銀等)への曝露が労働者本人のみならず児へも影響を及ぼす可能性がある。しかしながらインドネシアでは、タバコを扱う労働環境におけるタバコによる健康被害の発生に関するデータを収集する研究は行われていない。よって、本研究では、タバコ葉・タバコ葉粉塵への曝露が労働者、特に女性労働者の健康に与える影響を調べることを目的として調査を行う。

本研究では、インドネシアのタバコ加工工場働く労働者を対象に、工場内の作業環境測定、尿中のコチニン濃度の測定、各種検査(血圧、BMI、肺機能、頸動脈内膜中膜複合体肥厚度等)、自記式質問票(既往歴、BMI、喫煙状況、自覚的な体の不調、妊娠出産時の情報等)等の調査を行い、工場内の環境と労働者のタバコ葉由来の有害物質への曝露状況と生体影響との関連を検討する。

タバコ加工工程には搬入、葉のほぐし、葉の選別、搬出等、複数の行程がある。現在までに、行程別の作業環境測定を行い、粉塵濃度を測定している。今後はこれらの作業環境の結果と、各種検査・質問票のデータ等との関係性について統計学的手法を用

いて解析し、それらのデータをまとめて論文化する予定である。

■[研究課題名]

インドネシア・ジェンバー市のタバコ加工工場における女性の職業コホート研究

[研究代表者]

郡山千早(鹿児島大学)

[所内研究担当者]

山元 恵(環境・保健研究部)

[研究概要]

喫煙が、がんや循環器疾患など、現代の主要な健康リスクと関連していることは知られているが、タバコ(葉の)粉塵への職業性曝露と、ヒトの健康リスクとの関連については、知見が少ない。本研究では、インドネシアにおいて最大のタバコの生産地である東ジャワに位置するジェンバーのタバコ工場の作業従事者を対象として、タバコ粉塵曝露による健康影響を調べようとするものである。

工場内の作業環境測定を行うとともに、50名の作業従事者(非喫煙女性、20歳以上)を対象として、尿中のコチニン濃度の測定、各種検査(血圧、BMI、肺機能、血液検査等)、自記式質問票(既往歴、BMI、喫煙状況、自覚的な体の不調、妊娠出産時の情報等)等の予備的調査を行った。

工場内は、高温(平均31℃)・多湿(平均73%)であるために、ほとんどの作業者がマスクや手袋なしで作業に従事しており、タバコ粉塵の経口・経皮ばく露が懸念される状況である。CO₂レベルも2,000 ppm近くと高く、換気の状態も悪い環境である。一方、PM_{2.5}及びPM₁₀などの粒子状物質濃度は基準値以下であった。現在、環境中の重金属などのレベルも分析中である。

質問調査において、目立った皮膚・呼吸症状などはなかったものの、更に、ジェンバー地域に居住する対照群(女性)についても同様の調査を行い、工場内の環境と労働者のタバコ葉由来の有害物質への曝露状況と生体への影響・健康リスクとの関連を検討する予定である。

8. 令和7年度 外部共同研究者一覧

秋葉 澄伯	片岡 知里	城ヶ原貴通	茂木 正樹
秋山 雅博	片川 隆志	関 礼子	柳生 佐保
穴井 茜	加藤タケ子	高野祥太郎	八木 朋子
新井 信隆	金谷 弦	武内 章記	安田 国土
石原 明子	香室 結美	竹田 一彦	柳澤 利枝
板井 啓明	亀山ののこ	武邊 勝道	山口 一岩
板井八重子	河合 徹	田中 佑樹	山田 勝雅
一宮 睦夫	川口 慎介	谷口 亮人	横大路智治
井上 貴史	川野 裕司	谷水 雅治	横川 太一
塚本 晃海	楠本 智郎	田端 正明	吉野 潔
岩本 洋子	栗田 尚佳	田畑 ゆかり	劉 曉潔
植木 信子	慶越 道子	辻 真弓	Adeola Oluwofolahan
上原 孝	小泉 初恵	鶴田 昌三	Agus Sudaryanto
臼杵扶佐子	郡山 千早	徳富 一敏	Ancah Marchianti
鵜木 隆光	小畑 元	中田 勝士	Budi Kurniawan
浦 萌木	菰原 義弘	中野 篤浩	David Gay
荻原 直道	小森田智大	中野 佳子	Eka Nugraha
奥羽 香織	近藤 文義	中山 翔太	Guey-Rong Sheu
小椋 康光	近藤 充希	濱崎 恒二	Hang Thi Minh Lai
小田原のどか	坂本 欣也	林 政彦	Hing Man Chan
乙坂 重嘉	佐々木えりか	堀内 正久	Hung The Dang
小野 新平	柴田 英治	松井 一彰	Muflihatul Muhiroh
笠井 綾	島崎 英行	松本 沙紀	Nha Ba Pham
			Seunghee Han

9. 令和7年度 外部研究費 獲得状況一覧

【科学研究費助成事業－科研費－ 代表】

研究 種目	研究代表者	所内 研究分担者	研 究 課 題 名 (研 究 期 間)	全研究期間 直 接 経 費 交付決定額 (千円)
基盤 (B)	藤村 成剛	中村政明	メチル水銀中毒に対する個体感受性の違いを客観的に判定できるバイオマーカーの開発 (令和4年度～令和7年度)	13,300
基盤 (C)	寶來佐和子	—	セレンが関与しうる水銀毒性に対する感受性の個体差要因の究明 (令和5年度～令和7年度)	3,600
基盤 (C)	原田 利恵	—	水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究 (令和5年度～令和7年度)	2,000
基盤 (C)	坂本 峰至	中村政明 丸本倍美	チッソの排水口変更が引き起こした水俣病患者発生の拡散: 患者脳病変を指標とした解析 (令和6年度～令和8年度)	3,000
基盤 (C)	山元 恵	中村政明	糖代謝異常の病態下におけるメチル水銀の代謝・動態と母児移行 (令和6年度～令和8年度)	3,500
基盤 (C)	中村 政明	三浦陽子 菊池有梨	非侵襲的脳刺激法を用いた疼痛に対する個別治療法の確立 (令和7年度～9年度)	3,600
基盤 (C)	原口 浩一	—	活性炭マスクを用いた金属水銀曝露の簡易モニタリング法の開発 (令和7年度～9年度)	3,500
基盤 (C)	藤村 成剛	—	海馬神経細胞のメチル水銀抵抗性に着目したメチル水銀から神経を守る予防学的研究 (令和8年度～10年度)	3,500
基盤 (C)	多田 雄哉	—	海洋微細藻類におけるメチル水銀分解過程の基盤的研究 (令和8年度～10年度)	3,300
若手	中村 篤	—	胎児性水俣病認定患者が抱える嚥下障害に対する神経筋電気刺激治療による効果検証 (令和8年度～10年度)	2,000

【科学研究費助成事業－科研費－ 外部研究課題における研究分担者】

研究 種目	外部研究代表者	所内 研究分担者	研 究 課 題 名 (研 究 期 間)
基盤 (A)	国末 達也 (愛媛大学・教授)	實來佐和子	アジア太平洋地域における要監視・新興化学物質の時空間トレンド解析と生態リスク評価 (令和5年度～令和7年度)
基盤 (C)	古賀 庸憲 (和歌山大学・教授)	吉野健児	ヤドカリの殻交換における感覚トラップ仮説を行動・音響の定量解析により検証 (令和6年度～令和8年度)
基盤 (B)	木村 圭 (佐賀大学・准教授)	多田雄哉	バクテリア群集機能から迫るノリ色落ちに関わる生物因子間関係の総合的理解 (令和7年度～令和10年度)
基盤 (C)	栗田 尚佳 (岐阜薬科大学・准教授)	藤村成剛	発達期メチル水銀による神経機能攪乱のエピゲノム解析と多世代影響評価 (令和7年度～令和9年度)

【環境総合研究推進費】

研 究 種 目 (研究期間)	研究代表者	所内研究分担者 (サブリーダー)	研 究 課 題 名
問題対応型 ミディウムファンディング枠 (令和7年度～令和9年度)	丸本幸治	多田雄哉 丸本倍美	水銀汚染地域における残留水銀の自然浄化能を考慮した運命予測とリスク評価 16,3118 千円 (R7年度)

10. 令和 7 年度 所内研究発表会

■2025 年 5 月 8 日

松山明人(国際・総合研究部)

「水俣湾における牡蠣養殖技術開発に関するまとめ」

丸本倍美(基礎研究部)

「水俣病を疑う症例のブレインカッティングマニュアル」

「ハンドウイルカの肝臓及び骨格筋における水銀及びセレンの局在に関する電子顕微鏡学的検索」

「駆除動物を用いた環境教育」

■2025 年 9 月 11 日

丸本幸治(環境・保健研究部)

「西部北太平洋における水銀放出フラックスの推計とマイクロレイヤー層の水銀分析による新たなアプローチ」

原口浩一(国際・総合研究部)

「美白クリーム中水銀のスクリーニングと市場流入調査」

■2025 年 6 月 12 日

坂本峰至(所長特任補佐)

「チツソの排水路変更が引き起こした水俣病患者発生の拡散:患者脳病変を指標とした解析」

「原点としての水俣病」

住岡暁夫(基礎研究部)

「メチル水銀毒性センサーを利用した毒性機序の解析」

■2025 年 10 月 8 日

永野匡昭(基礎研究部)

「小麦ふすまの水銀排泄作用に対する加熱(焙煎)の影響」

藤村成剛(国際・総合研究部)

「トレッドミル運動はマウス脳の BDNF を増加させることによってメチル水銀神経毒性を防御する」

■2025 年 7 月 10 日

原口浩一(国際・総合研究部)

「ネパールの伝統金メッキ作業における金属水銀曝露・影響調査」

■2025 年 11 月 20 日

伊禮 聡(環境・保健研究部)

「Mercury in plant species of Japanese grasslands」

多田雄哉(環境・保健研究部)

「水俣湾海水および底泥における水銀の化学形態変化に関わる微生物」

■2025 年 8 月 14 日

原田利恵(国際・総合研究)

「水俣病からの地域再生」

寶來佐和子(環境・保健研究部)

「タンザニア ASGM 地域における水銀利用の現状と水銀フリー金抽出技術の開発」ー水俣病の教訓から学ぶ、世界の水銀汚染削減を目指してー

山元 恵(環境・保健研究部)

「コモンマーモセットを用いたメチル水銀曝露に伴う運動機能障害の評価」

「肥満妊娠マウス及び胎仔におけるメチル水銀の組織分布」

■2025 年 12 月 18 日

中村政明(臨床部)

「脳磁計と MRI を用いた感覚障害の客観的評価」

吉野健児(環境・保健研究部)

「海洋生態系における低次生物の群集構造と水銀の生物濃縮」

11. 関係機関等との連携及び活動報告、令和7年度機関評価委員会開催報告

これまでの連携協定

年月日	連携機関等
平成 20 年 10 月 1 日	熊本大学
平成 21 年 4 月 1 日	鹿児島大学大学院理工学研究科
平成 25 年 6 月 5 日	熊本県立大学
平成 26 年 4 月 1 日	慶応義塾大学総合政策学部、環境情報学部 大学院政策・メディア研究科
平成 27 年 2 月 18 日	水俣市
平成 28 年 6 月 29 日	熊本県立水俣高等学校
平成 28 年 11 月 29 日	国立研究開発法人 国立環境研究所
平成 29 年 12 月 15 日	学校法人久留米大学
令和 5 年 4 月 1 日	岡山大学大学院医歯薬学総合研究科

【岡山大学大学院医歯薬学総合研究科からの学生受入】

令和元年より岡山大学大学院医歯薬学総合研究科から出向研究員としての大学院生受け入れを開始し、4人の学位(博士)取得に協力を行った。

さらに、令和5年4月1日からは岡山大学大学院医歯薬学総合研究科との学生の教育・研究に関する協定書連携研究協定(学生の教育・研究に関する協定書)を締結し、国水研に連携講座(生体金属作用学)を設立し、さらなる教育体制を強化している。

【令和7年度機関評価会議開催報告】

令和7年度7月11日、所外有識者9名による国立水俣病総合研究センター機関評価会議を開催した。

当該評価会議は3年に1度開催し、国水研の業務全般、業務運営体制、企画・総合調整、関係機関との連携等について、実際の研究・業務実績及び研究評価委員会の評価結果を踏まえて評価を行うことを目的としている。今年度は水俣環境アカデミア・所長の古賀実氏を委員長として招き、活発な意見交換が行われた。評価委員から特に指摘されたのは、国水研の研究者及び医療従事者に若手職員が少なく、ベテラン職員が多いことから早急な後継者育成が必要である点であった。国水研側からの回答として、定年が近い研究者の後継探しとポストクの募集を行っている事、有望な人材については正職員の候補としている事について説明を行った。

尚、当該評価会議の議事内容は、国立水俣病総合研究センター・令和7年度機関評価報告書としてまとめ、国水研のウェブサイトに掲載している。

12. 令和7年度 一般公開（オープンラボ）開催報告

今年も国立水俣病総合研究センターの一般公開（オープンラボ）を令和7年7月26日（土）に開催した。猛暑の中、水俣市や周辺の市町村から319名の方々に参加いただいた。楽しく科学を学べる体験型の企画や、SDGsに関する企画、ものづくり体験など、子供から大人まで楽しんでいただける企画を準備し、ご来場者下さった皆さまにもご満足いただけるものとなった。



◆健康チェックをしてみませんか！ （ストレスチェック・体組成チェック）

体組成計で体内年齢や筋量をチェック、唾液で簡単にストレスチェックをしていただいた。



◆オリジナルの練り香水を作ろう！

自分の好きな香りを選んで、香水を作っていた。このブースは、終始いい香りが漂っていた。



◆国家資格チャレンジ！目指せ小さな臭気判定士！

本物の実技試験を体験するように挑戦いただいた。ブロンズレベル（合格ライン）では多くの参加者が見事クリア！224名の皆さまがご参加になり、楽しんでいただけた。



◆ブラックライトで秘密の光を観察しよう

鉱石やお札にブラックライトを当てると…、普段光って見えないところが光って見える！



◆アップサイクルオリジナルキーホルダー！

海洋ごみをアップサイクルし、オリジナルキーホルダーを作成。ごみだったものが素敵なアクセサリに変身！



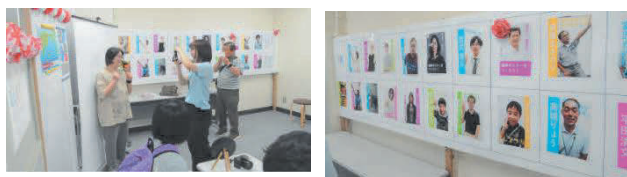
◆スーパーボールを作ってみよう！

誰も一度は遊んだことがあるであろうスーパーボールを作っていた。上手にできたかな？



◆選挙ポスターをつくろう！

実際の投票箱と記載台を八代市選挙管理事務所さんからお借りし、掲示板も本物そっくりに作って、リアリティを追求しました。参加者も立候補者になりきって、気合の入ったポスターができました。



◆毛髪水銀測定受付



◆VRで水俣の空を飛んでみよう

VRゴーグルを装着し、いざ空中散歩へ！
水俣の自然や町をドローンに乗った気分楽しんでいただいた。



◆クイズラリー

会場内に設置されたクイズに回答いただいた方には、ささやかな景品をお渡しした。



◆屋上見学

国水研の屋上から、八代海を一望！天草の島々まで見渡せて、水俣でも指折りの眺望を楽しんでいただけた。



◆軽食販売

水俣高校の生徒さんや、水俣市内・近辺のお店等にご協力いただき、軽食の販売も行った。



◆人気企画投票



13. 令和7年度 国際共同研究事業等一覧

(派遣)

用務地	派遣者	用 務	派遣期間
アメリカ合衆国 ハワイ	環境・保健研究部 寶來佐和子	ハワイ火山国立公園周辺のマングースサンプルの収集	2025.6.8-20
アメリカ合衆国 ダッチハーバー /カナダ バンクーバー	環境・保健研究部 丸本幸治 環境・保健研究部 多田雄哉	北太平洋における海面と海水中の水銀濃度の実態把握	6.11-8.4
インドネシア ジェンパー、 セマラン	環境・保健研究部 山元 恵	タバコ加工工場における女性の職業コホート研究および生物 試料中の水銀分析法の技術供与	7.22-30
ギリシャ アテネ	所長特任補佐 坂本峰至	第 59 回 欧州毒性学会	9.12-19
ジンバブエ ハラレ	環境・保健研究部 寶來佐和子	ジンバブエにおける ASGM エリアの Hg 使用の実態調査	10.4-14
インドネシア ロンボク	環境・保健研究部 丸本幸治	小規模金採掘現場における水銀調査	10.19-25
フィリピン マニラ	環境・保健研究部 寶來佐和子	第 5 回 WHO 西太平洋地域事務局(WPRO) 会合	11.3-6
インドネシア パランカラヤ	環境・保健研究部 丸本幸治	小規模金採掘現場における水銀調査	11.9-15
台湾 台北	環境・保健研究部 丸本幸治	第 14 回アジア-太平洋水銀モニタリングネットワークに関する パートナーズ会合	12.8-11
ネパール カトマンズ	国際・総合研究部 原口浩一	金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査報告	2026.1.11-16
インドネシア ジャカルタ、 バンデン	環境・保健研究部 丸本幸治	小規模金採掘現場における水銀調査に関する研究打合せ	1.18-23
ニカラグア マナグア	国際・総合研究部 原口浩一	人体・環境中の水銀分析指導	3.14-28

(招聘)

氏名	所属機関	受入担当者	研究概要	招聘期間
Zuleica Carmen Castilhos	ブラジル科学技術省 (ブラジル)	環境・保健研究部 山元 恵	生物試料中の水銀分析法の技術 供与	2025.6.14-28
Abdul-Malik Adongo Ayamba	ガーナ基準局 (ガーナ)			
Irina Zastenskaya	WHO ヨーロッパ地域事務局 環境健康センター (ドイツ)	環境・保健研究部 寶來佐和子	NIMD フォーラム 2025 ～水銀に関連する環境問題を抱える 国々における公衆衛生の向上	9.26-29
Stephan Böse-O'Reilly	ミュンヘン大学病院 (ドイツ)			
Niladri Basu	マギル大学 (カナダ)			
Jamiyu Ganiyu	ナイジェリア連邦保健 社会福祉省 (ナイジェリア)			
Carl Stephen Ansah Osei	ガーナ健康省 (ガーナ)			
Muflihatul Muniroh	ディポネゴロ大学 (インドネシア)			
Bhupendra Devkota	ネパール応用科学 大学	国際・総合研究部 原口浩一	金メッキ作業者の水銀曝露に関する 調査研究方法の習得	2026.3.2-6

14. 令和7年度 国内共同研究事業等一覧（招聘）

用務地	招聘者	国水研担当者	用務概要	招聘期間
国水研	シニアアドバイザー 劉 暁潔	環境・保健研究部 寶來佐和子	水俣病患者の ADL 研究に関する情報提供	11.10-13
国水研	東北大学 井上 千弘 埼玉大学 丹野 春香	環境・保健研究部 丸本幸治	環境研究総合推進費のキックオフ会合及びアドバイザーリーボード会合	5.22-24
水俣湾	くまもと水循環・減災研究教育センター 山田 勝雅 熊本大学技術部 島崎 英行 熊本県立大学 小森田智大 熊本大学学生	環境・保健研究部 吉野健児	熊本大学調査船による水俣湾・八代海域での採泥・採水調査、プランクトン、ベントスの調査野外調査、及び試料の安定同位体分析や水銀分析	4.21-23 5.19-20 6.16-17 7.16-18 8.18-19 9.4-5 10.16-18 11.12-13 12.10-11 2026.1.14-18 2.16-17 3.26-27
国水研	東京純心大学 吉田 稔 沖縄県立看護大学 金城芳秀	国際・総合研究部 原口浩一	水銀曝露の健康影響に関する国水研セミナー	7.10
日本インスツルメンツ株式会社	水俣高校 3 年生 3 名	基礎研究部 丸本倍美	水銀研究交流会における研究発表、及び研究交流会参加	8.28-29
叡啓大学 他	水俣高校 3 年生 2 名	基礎研究部 丸本倍美	叡啓大学で開催される環境科学会における学会発表	9.3-6
国水研	近畿大学 松井 一彰 谷口 亮人	環境・保健研究部 多田雄哉	沿岸底質における水銀耐性微生物の単離並びにメタゲノム解析、培養実験に関するデータ討議	9.8-10
福岡市人権啓発センター	熊本大学 香室結美 相思社 小泉初恵 (一社)写真家の眼 奥羽香織	国際・総合研究部 原田利恵	水俣病に関する資料の整備と活用に関する研究	9.13
熊本大学	衛藤光明 熊本大学 菰原義弘	環境・保健研究部 山元 恵	メチル水銀に曝露した実験動物の病理解析	10.6
国水研	岐阜薬科大学 栗田尚佳	基礎研究部 藤村成剛	共同研究にて動物実験実施	9.28-10.1 10.6-9

水俣高校	水俣病語り部の会 緒方正実	基礎研究部 丸本倍美	水俣高校におけるアウトリーチ活動における講演	10.29
国水研	海洋研究開発機構 川口 慎介	基礎研究部 丸本倍美	水俣環境アカデミアと共催の市民講座における講演	11.15
国水研	早稲田大学 佐野 洋輔	国際・総合研究部 原口浩一	水銀アマルガム法および青化法の操業地域における曝露及び環境評価と情報提供	11.21
	京都大学 内藤 大輔			
国水研	鹿児島大学 留学生 8 名	環境・保健研究部 山元 恵	水銀分析の基本技術の研修、及びインドネシアにおける水銀に関する疫学研究に関する打ち合わせ	12.5
国水研	京都大学大学院 山口 智史	臨床部 中村 篤	第15回リハビリテーション技術講習会	12.13
日本大学	日本地質汚染審査 機構 村尾 智	環境・保健研究部 丸本幸治	第35回社会地質学会シンポジウムにおける共同研究発表及び研究打合	12.12-13
自然科学 研究機構	水俣高校 3 年生 5 名	基礎研究部 丸本倍美	自然科学研究機構岡崎コンファレンスセンターにおける学会発表	12.25-27
国水研	産業技術総合研究所 岩木 直	臨床部 中村政明	水俣病の感覚障害の客観的評価法の確立のために感覚野のネットワークの客観的評価を、共同で解析スクリプトを開発するため	5.12-13,27-28 7.16 -17 9.11-12 9.30-10.1 10.15-16 10.30-31 12.8-9 2026.1.13-14 2.2-3
国水研	昭和薬科大学 鶴木 隆光	基礎研究部 藤村成剛	動物実験試料中のPFOAの測定	2026.1.6-10
国水研	鹿児島大学 臼杵扶佐子	基礎研究部 藤村成剛	動物実験試料中の mRNA 発現について測定	1.16
国水研	千葉大学 近藤 克則	臨床部 中村 篤	第 16 回介助技術講習会	1.17
国水研	東北大学 井上 千弘	環境・保健研究部 丸本幸治	環境研究総合推進費のキックオフ会合及びアドバイザーボード会合	1.25-26
	埼玉大学 丹野 春香			
森本鋳金 具製作所、 奈良文化 財研究所	アジア工科大学 斉藤 貢	国際・総合研究部 原口浩一	国内における金メッキ作業者の水銀曝露に関する調査研究	3.3-5
新潟市	うらさき檸檬助産院 浦崎 貞子	国際・総合研究部 原田 利恵	新潟水俣病患者ヒアリング	3.12-15

15. 令和7年度 研修見学一覧

1. 国外対象者

研修日	研修名(コース名)	相手先 (団体名)	人数 (名)	演 題	担当者
2025.4.24	水銀分析研究所間の 協力とコミュニケーションの強化	UNEP-ROAP/ 国連環境計画 アジア太平洋 地域事務所	53	技能試験と標準物質による信頼性の高い水銀データの確保について	国際・総合研究部 原口浩一
10.23			37	NIMD フォーラム 2025 の ハイライト、重要な議論と 要旨	環境・保健研究部 寶來佐和子
12.9			46	尿中水銀分析	国際・総合研究部 原口浩一
7.22	長崎大学大学院熱帯 医学・グローバルヘルス研究科 博士課程後期 短期フィールド研修	長崎大学 大学院	6	What can we learn from Minamata disease?	所長特任補佐 坂本峰至
				水俣湾埋立地の構造と 周辺環境について	統括調整官 松山明人
11.6-7	令和7年の台湾青年 海外夢実現事業水俣 研修	水俣環境 アカデミア	14	水銀と健康についての概 論	国際・総合研究部 藤村成剛
				メチル水銀毒性の視える 化(毒性センサーについ て研究成果)+蛍光物質 の体験実習	基礎研究部 住岡暁夫
				毛髪水銀値測定実地、説 明	基礎研究部 永野匡昭
				海洋モニタリング	環境・保健研究部 丸本幸治
				途上国支援(ネパール)	国際・総合研究部 原口浩一
				途上国支援(インドネシア)	環境・保健研究部 山元 恵
				水俣病の社会学	国際・総合研究部 原田利恵
				水俣病患者へのリハビリテ ーションおよびリハビリテ ーション施設見学・実地	臨床部 中村 篤
				国水研施設案内 (屋上見学)	総務課 森田憲史

2026.3.9	長崎大学大学院 熱帯医学・グローバルヘルス研究科 博士課程後期 短期フィールド研修	長崎大学 大学院	22	What can we learn from Minamata disease?	所長特任補佐 坂本峰至
				水俣湾埋立地の構造と周辺環境について	統括調整官 松山明人
				水俣病の社会学	国際・総合研究部 原田利恵
3.16	海外行政担当者 招聘研修	環境省 環境保健部 特殊疾病対策室	6	Current Status of Minamata Disease Patients: Findings from Activities of Daily Living (ADL) Surveys	環境・保健研究部 寶来佐和子
				Mercury in the Ocean: From Global Cycling to Bioaccumulation	環境・保健研究部 多田雄哉
				施設見学、意見交換	国際・総合研究部 藤村成剛 環境・保健研究部 寶来佐和子 環境・保健研究部 多田雄哉

2.国内対象者

研修日	研修名(コース名)	相手先 (団体名)	人数 (名)	演 題	担当研究者
2025.4.4	国保水俣市立総合医療センター新人研修	国保水俣市立総合医療センター	23	リハビリテーション紹介及びリハビリテーション室見学	臨床部 中村 篤
				臨床部業務説明	臨床部 中村政明
5.2	MEG センター視察	新潟県、新潟市	8	検査機器の説明、MEGセンターの動向	臨床部 中村政明
6.6	魚肉中メチル水銀分析研修	熊本県保健環境科学研究所・生活化学部	3	メチル水銀分析に使用する器具の洗浄および試薬の精製方法、標準溶液および必要な試薬の調整手順、分析装置(GC-ECD)への試料注入操作	国際・総合研究部 原口浩一
8.19	令和7年度夏季実習(地域医療特別実習)	熊本大学病院	8	脳磁計等を活用したメチル水銀中毒の客観的な診断法当の研究の概要、施設見学	臨床部 中村政明
10.23	令和7年度公害健康被害補償・予防研修	環境再生保全機構	17	WHO 協力センターとしての役割等	環境・保健研究部 山元 恵
11.27	札幌開成中等教育学校研修	札幌開成中等教育学校	10	水俣病や水銀に関する研究内容について	基礎研究部 丸本倍美
12.4	熊本大学大学院研修	熊本大学先端科学研究部	8	水銀汚染に関する内容	環境・保健研究部 寶来佐和子
2026.1.15	環境問題史研修	環境省	30	リハビリテーション室見学及び事業説明	臨床部 中村 篤
				水俣病から学ぶ環境問題	所長特任補佐 坂本峰至

16. 令和 7 年度 来訪者（要人、政府・省庁関係者、一般客）

来訪日	用務	相手方 (団体名)	人数 (名)	用務内容	担当者
R7.5.2	水俣市内視察	新潟県、 新潟市	8	メグセンター 視察	部長 中村政明
R7.7.28	水俣市内視察	公害健康被害補 償不服審査会	2	国水研視察	次長 齋藤真知
R7.10.9	水俣市内視察	衆議院調査局環 境調査室	3	国水研、 水俣病情報 センター 視察	所長 高城 亮 次長 香具輝男 部長 藤村成剛 部長 中村政明 部長 山元 恵 統括調整官 松山明人 総務課長 寺井仁史 国際・情報室長 三宅俊一 所長特任補佐 坂本峰至
R8.1.20	国水研視察	熊本県 芦北地域振興局	3	国水研視察	次長 香具輝男
R8.3.12	水俣市内視察	公害等調整 委員会	5	国水研視察	次長 香具輝男 部長 藤村成剛 部長 中村政明 部長 山元 恵 統括調整官 松山明人 総務課長 寺井仁史 所長特任補佐 坂本峰至

資 料

資料1

国立水俣病総合研究センターの中長期目標について

平成19年9月13日決 定
平成19年10月3日確 認
平成20年6月10日一部改正
平成22年1月7日一部改正
平成22年8月20日全部改正
平成25年5月29日一部改正
平成27年4月1日一部改正
平成29年4月13日一部改正
平成30年4月1日一部改正
平成31年4月1日一部改正
令和2年4月1日一部改正
令和4年4月1日一部改正
令和7年5月9日一部改正

1. 趣 旨

国立水俣病総合研究センター（以下、「国水研」という。）は、国費を用いて運営し、研究及び業務を実施している。したがって、国水研の運営及び活動については、自ら適切に中長期目標、計画を立て、これに沿って年次計画を実行した上で、研究評価及び機関評価を実施し、国民に対して説明責任を果たさなければならない。中長期目標は、国水研の設置目的に照らし、さらに環境行政を取り巻く状況の変化、環境問題の推移、科学技術の進展、社会経済情勢の変化などに応じて柔軟に見直していく必要がある。また、評価においては、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」（平成28年12月21日内閣総理大臣決定）及び「環境省研究開発評価指針」（平成29年7月14日総合環境政策統括官決定）並びに「国立水俣病総合研究センター研究開発評価要綱」（平成19年9月13日国水研第103号。以下「評価要綱」という。）を踏まえる必要がある。

2. 設置目的について

国水研は、環境省設置法、環境省組織令及び環境調査研修所組織規則に設置及び所掌が示されており、当然のことながらこれらに則って運営されなければならない。

環境調査研修所組織規則（平成十五年六月十八日環境省令第十七号）抄

環境省組織令（平成十二年政令第二百五十六号）第四十四条第三項の規定に基づき、及び同令を実施するため、環境調査研修所組織規則を次のように定める。

第一条～第六条 （略）

第七条 国立水俣病総合研究センターは、熊本県に置く。

第八条 国立水俣病総合研究センターは、次に掲げる事務をつかさどる。

- 一 環境省の所掌事務に関する調査及び研究並びに統計その他の情報の収集及び整理に関する事務のうち、水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理及び提供を行うこと。

二 前号に掲げる事務に関連する研修の実施に関すること。

(国立水俣病総合研究センター所長及び次長)

第九条 国立水俣病総合研究センターに、国立水俣病総合研究センター所長及び次長一人を置く。

2 国立水俣病総合研究センター所長は、国立水俣病総合研究センターの事務を掌理する。

3 次長は、国立水俣病総合研究センター所長を助け、国立水俣病総合研究センターの事務を整理する。

(国立水俣病総合研究センターに置く部等)

第十条 国立水俣病総合研究センターに、総務課及び次の四部並びに研究総合調整官一人を置く。

国際・総合研究部

臨床部

基礎研究部

環境・保健研究部

2 基礎研究部長は、関係のある他の職を占める者をもって充てる。

(総務課の所掌事務)

第十一条 総務課は、次に掲げる事務をつかさどる。

一 国立水俣病総合研究センターの職員の人事に関すること。

二 国立水俣病総合研究センターの職員の福利厚生に関すること。

三 公文書類の接受、発送、編集及び保存に関すること。

四 国立水俣病総合研究センターの所掌に係る経費及び収入の予算、決算及び会計に関すること。

五 国立水俣病総合研究センター所属の行政財産及び物品の管理に関すること。

六 国立水俣病総合研究センター所属の建築物の営繕に関すること。

七 国立水俣病総合研究センター所属の寄宿舍の運営に関すること。

八 国立水俣病総合研究センターにおける研修の実施に関すること。

九 前各号に掲げるもののほか、国立水俣病総合研究センターの所掌事務で他の所掌に属しないものに関すること。

(国際・総合研究部の所掌事務)

第十二条 国際・総合研究部は、次に掲げる事務をつかさどる。

一 水俣病に関する国際的な調査及び研究の企画及び立案並びに調整に関すること。

二 水俣病に関する社会科学的及び自然科学的な調査及び研究（水俣病発生地域における地域再生・振興及び環境と福祉との相互の関係に関する調査及び研究を含む。）に関すること（他の部の所掌に属するものを除く。）。

三 水俣病に関する国内及び国外の情報の収集及び整理（環境・保健研究部の所掌に属するものを除く。）並びに提供に関すること。

(臨床部の所掌事務)

第十三条 臨床部は、水俣病の臨床医学的調査及び研究並びにこれらに必要な範囲内の診療に関する事務をつかさどる。

(基礎研究部の所掌事務)

第十四条 基礎研究部は、水俣病の基礎医学的調査及び研究に関する事務をつかさどる。
(環境・保健研究部の所掌事務)

第十五条 環境・保健研究部は、次に掲げる事務をつかさどる。

- 一 水俣病の自然科学的な調査及び研究に関すること（生態学の観点から行うもの並びに自然界における水銀の動態及び物質の化学的变化に関するものに限る。）。
- 二 水俣病の疫学的調査及び研究に関すること。
- 三 水俣病に関する医学的調査及び研究に必要な情報の収集及び整理に関すること。

（研究総合調整官の職務）

第十六条 研究総合調整官は、基礎研究部の所掌事務に関する総合的な研究、企画及び立案並びに調整を行う。

（雑則）

第十七条 この規則に定めるもののほか、環境調査研修所に関し必要な事項は、所長が定める。

- 2 所長は、前項の規定に基づき、事務分掌その他の組織細目を定めようとするときは、環境大臣の承認を受けなければならない。

附 則

（施行期日）

- 1 この省令は、平成十五年七月一日から施行する。

（国立水俣病総合研究センター組織規則の廃止）

- 2 （略）

以上より、国水研の設置目的は次のように要約することができる。

「国水研は、水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理及び提供を行うこと及びこれらに関連する研修の実施を目的として設置されている。」

具体的には「水俣病に関する、○国際的な調査・研究、○社会科学的な調査・研究、○自然科学的な調査・研究、○臨床医学的な調査・研究、○基礎医学的な調査・研究、○疫学的な調査・研究、○国内外の情報の収集、整理、提供等を行う機関」である。

3. 長期目標について

国水研の活動は、研究、及び機関運営の全てについて、その設置目的に照らし、かつ、熊本県水俣市に設置された趣旨に基づかなければならない。また、環境行政を取り巻く状況の変化、環境問題の推移、科学技術の進展、社会経済情勢の変化等を考慮し、現在の活動実態を踏まえて、国水研の長期目標を整理しなければならない。

現時点での国水研の長期目標は、

「我が国の公害の原点といえる水俣病とその原因となったメチル水銀に関する総合的な調査・研究、情報の収集・整理、研究成果や情報の提供を行うことにより、国内外の公害の再発を防止し、被害地域の福祉に貢献すること。」

とされているが、平成29年8月に発効した「水銀に関する水俣条約」では、「水銀及び水銀化合物の人為的な排出から人の健康及び環境を保護すること」が条約の目的として掲げられており、国水研としては、地球的規模での水銀モニタリングの実施、開発途上国を中心とした人力小規模金採掘時の水銀蒸気曝露問題への支援等の国際貢献を実施するためには、水俣病の原因となったメチル水銀のみではなく、研究対象を広く水銀全体に広げていく必要がある。

4. 中期目標について

(1) 水俣病及び水俣病対策並びに水銀に関する研究を取り巻く状況

水俣病認定患者の高齢化に伴い、特に重症の胎児性患者においては加齢に伴う著しい日常生活動作（ADL）の低下をみる場合もあり、認定患者として補償を受けているとしても将来的な健康不安、生活不安は増大している現状がある。

そのような中、平成21年7月8日に「水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法」が成立し、平成22年4月16日には同法第5条及び第6条の規定に基づく救済処置の方針が閣議決定された。

国際的には、2003年から国連環境計画（UNEP）により水銀プログラムが開始され、水銀の輸出規制や排出削減に向けて取り組みが行われた。その結果、平成25年10月に熊本市、水俣市で「水銀に関する水俣条約」の外交会議及び関連会合が開催され、条約の採択及び署名が行われた。会議においては、日本は「MOYAIイニシアティブ」として、条約の早期発効に向けた途上国支援を行っていくことを表明し、平成29年8月に「水銀に関する水俣条約」が発効したことで、国際的な水銀管理の強化が動き始めた。また、低濃度メチル水銀曝露における健康影響への関心が高まっており、定期的な国際水銀会議も開催される等、国際機関や海外への情報提供や技術供与などが重要になってきている。

(2) 中期目標の期間

中期的な研究計画を5年と定め、5年単位で研究計画を見直すこととする。令和7年度に新たな5年間の「国立水俣病総合研究センター中期計画2025」を制定し、研究評価は、評価要綱「4. 研究評価」に基づき、各年度における年次評価を研究及び関連事業の実施状況等を対象とし、さらに5年に一度、中期計画に照らし、中期的な研究成果を対象とする研究評価を実施する。

機関評価については、中期的な研究計画と敢えて連動することなく、評価要綱「3. 機関評価」に基づき、環境行政を取り巻く状況の変化、環境問題の推移、科学技術の進展、社会経済情勢の変化などに呼応した機関となっているかどうかの評価も含め、3年単位で行う。

(3) 中期目標

(1) 及び (2) を踏まえ、設置目的と長期目標に鑑み、中期的に国水研が進める調査・研究分野とそれに付随する業務に関する重点項目は、以下のとおりとする。

- ① 水銀曝露の健康影響評価と治療への展開
- ② 水銀の環境動態
- ③ 地域・福祉向上への貢献
- ④ 国際貢献

また、調査・研究とそれに付随する業務については、以下の考え方で推進する。

- ① プロジェクト型調査・研究の推進

重要研究分野について、国水研の横断的な組織及び外部共同研究者のチームによる調査・研究を推進する。

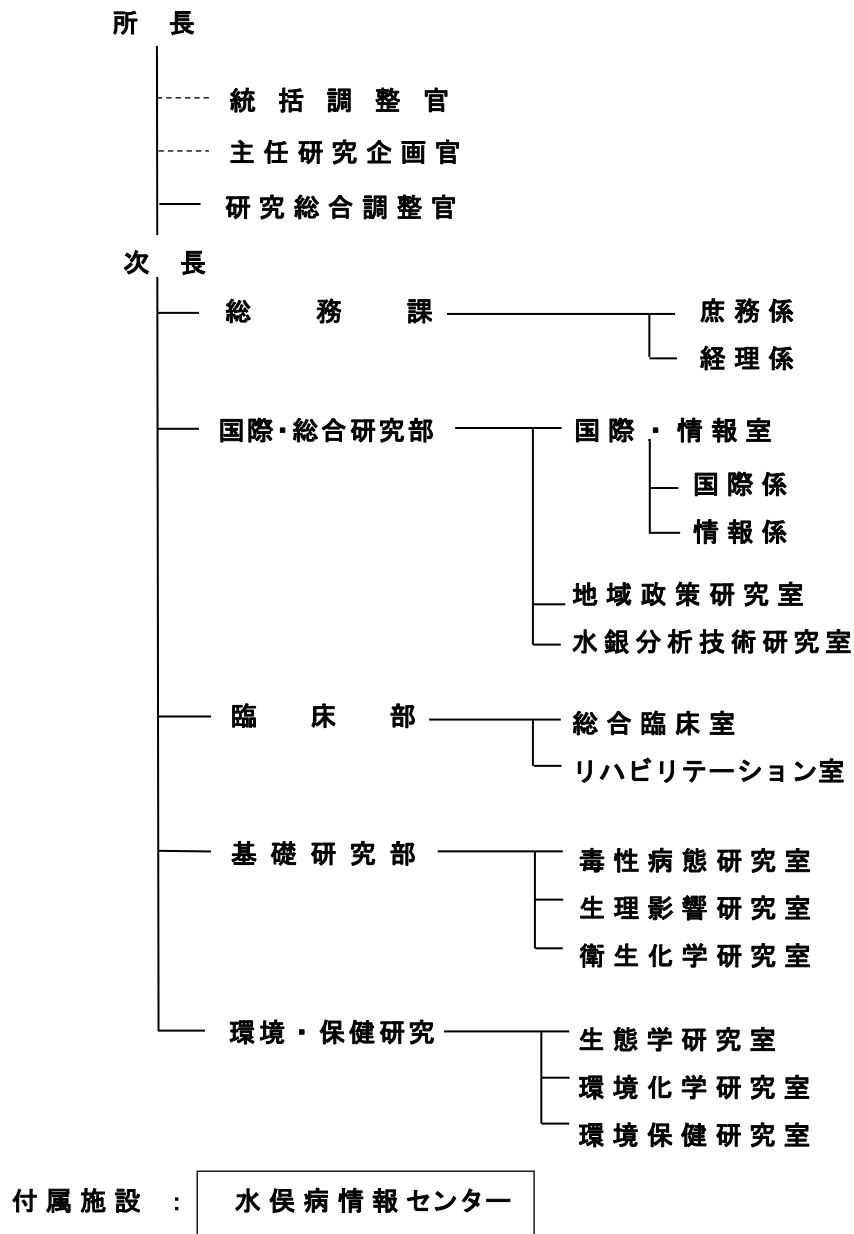
- ② 基盤研究の推進

長期的観点から、国水研の水銀研究の基盤をつくり、さらに研究能力の向上や研究者の育成を図るため、基盤研究を推進する。

③調査・研究に付随する業務

地域貢献や国際貢献に関する業務は一部の研究者のみの課題ではなく、国水研全体として取り組むこととする。

(国立水俣病総合研究センター組織図)



国立水俣病総合研究センター中期計画 2025

令和 7 年 5 月 9 日
国水研発第 2505091 号

1. はじめに

国立水俣病総合研究センター（以下「国水研」という。）は、「水俣病に関する総合的な調査及び研究並びに国内及び国外の情報の収集、整理及び提供を行うこと」、「関連する研修の実施」を所掌する施設として設置されている。この設置目的を踏まえ、平成 19（2007）年に「国水研の中長期目標について」を取りまとめ、中期目標及び長期目標を決定した。この中長期目標に基づいて、平成 22（2010）年度から平成 26（2014）年度までの国立水俣病総合研究センター中期計画 2010、平成 27（2015）年度から令和元（2019）年までの国立水俣病総合研究センター中期計画 2015、続いて令和 2（2020）年度から令和 6（2024）年までの国立水俣病総合研究センター中期計画 2020（以下「中期計画 2020」という。）がそれぞれ 5 年間の計画で実施され、外部委員による研究評価を受けた。

平成 21（2009）年 7 月に「水俣病被害者の救済及び水俣病問題の解決に関する特別措置法」が成立、平成 25（2013）年 10 月には「水銀に関する水俣条約」が世界 92 ケ国により熊本市で調印され、この条約会議において、政府は、途上国の取組を後押しする技術の支援や水俣から公害防止・環境再生を世界に発信する取り組みを MOYAI イニシアティブとして国際社会に表明した。平成 29（2017）年 8 月に本条約が発効し、先進国と途上国が協力して、水銀の供給、使用、排出、廃棄等の各段階で総合的な対策を世界的に取り組むことにより、水銀の人為的な排出を削減し、越境汚染をはじめとする地球規模の水銀汚染の防止を目指すこととなった。

これらの水俣病、水銀規制及び環境行政を取り巻く国内外の状況の変化並びに中期計画 2020 の研究成果及び評価結果等を踏まえ、令和 7（2025）年度から開始する「国立水俣病総合研究センター中期計画 2025」（以下「中期計画 2025」という。）を策定するものである。

なお、掲げる目標及び成果については、持続可能な開発目標（SDGs）との整合性及び貢献を意識し、調査・研究及び業務に取り組むこととする。

2. 中期計画 2025 の期間

中期計画 2025 の期間は、令和 7（2025）年度から令和 12（2029）年度までの 5 年間とする。なお、その間、適宜必要に応じ計画を見直すこととする。

3. 中期計画 2025 の調査・研究分野と業務に関する重点項目

国水研の長期目標は、「水俣病及びその原因となったメチル水銀に関する総合的な調査・研究や情報の収集・整理を行い、それらの研究成果や情報の提供を行うことで、国内外の公害の再発を防止し、被害地域の福祉に貢献すること」とされているが、平成 29 年 8 月に発効した「水銀に関する水俣条約」では、「水銀及び水銀化合物の人為的な排出から人の健康及び環境を保護すること」が条約の目的として掲げられており、国水研としては、地球規模での水銀モニタリングの実施、開発途上国を中心とした人力小規模金採掘時の水銀蒸気曝露問題への支援等の国際

貢献を実施するためには、水俣病の原因となったメチル水銀のみではなく、研究対象を広く水銀全体に広げていく必要がある。

中期計画 2025 では、設置目的と長期目標に鑑み、国水研が進める調査・研究分野とそれに付随する業務に関する重点項目は、以下のとおりとする。

- (1) 水銀曝露の健康影響評価と治療への展開
- (2) 水銀の環境動態
- (3) 地域・福祉向上への貢献
- (4) 国際貢献

4. 調査・研究とそれに付随する業務の進め方

調査・研究とそれに付随する業務については、以下の考え方で推進する。

(1) プロジェクト型調査・研究

重要研究分野について、国水研の横断的な組織及び外部共同研究者のチームによる調査・研究を推進する。

(2) 基盤研究

長期的観点から、国水研の水銀研究の基盤をつくり、さらに研究能力の向上や研究者の育成を図るため、基盤研究を推進する。

(3) 調査・研究に付随する業務

地域貢献や国際貢献に関する業務は一部の研究者のみの課題ではなく、国水研全体として取り組むこととする。

5. 調査・研究の推進

(1) 研究企画機能の充実

効率的に調査・研究を推進するため、情報の収集と発信、共同研究の推進、外部機関との連携の強化、外部資金の獲得のための申請、研究全般の進捗状況の把握・調整、環境の整備等を主任研究企画官が中心となって企画室が遂行する。

(2) 外部機関との連携の強化

国水研が水銀に関する国内外の研究ネットワークにおける拠点機関としての機能を果たすためには、外部機関との連携を強化し、開かれた研究機関として活動しなければならない。そのため、国内外の大学及び研究機関と積極的に共同研究を実施するほか、連携大学院協定を締結している大学との連携を継続する。

(3) 研究者の確保・育成

ポスドクシステムを継続し、優秀な若手人材を育成する。さらに、国内外の研究機関との共同研究、連携大学院制度を推進し、開発途上国からの研修等を積極的に受け入れ、将来の研究人材の育成を図るとともに、国水研内部の活性化を図る。特に国水研内部については、所内研究発表会の毎月開催による研究成果の共有化等によって、研究者の間での知の共有・連携・引き継ぎを円滑に行う。

(4) グループ制による研究の推進

組織上の枠組みに縛られないフレキシブルな対応を可能にするため、各プロジェクト型

調査・研究、基盤研究、業務をその目的により以下の各グループに分類し、各グループ内で情報を共有し、進捗状況を相互に認識しつつ、横断的に調査・研究及び業務を推進する。また、グループ内外の調整を行うため、各グループにはグループ長を置く。グループ長は、グループ内の調査・研究及び業務について、計画及び実施段階における指導・助言及び調整を行う。

① 病態メカニズムグループ

水銀毒性の病態メカニズムを、分子レベル（遺伝子、蛋白質）、細胞レベル（培養細胞）、個体レベル（実験動物）及び人体レベル（病理組織）からの総合的アプローチによって解明し、水銀中毒の診断、予防及び治療への応用に繋げる。特に、新しい研究シーズを見出すため、遺伝子レベルからのアプローチ研究を促進する。

② 臨床・福祉・社会グループ

脳磁図、MRI 及び磁気刺激検査を用いて、水俣病患者の慢性期における臨床病態の客観的評価法の確立を目指す。また、水俣病患者の日常生活動作（ADL）や生活の質（QOL）の向上を目指して、リハビリテーション、磁気刺激治療等の最先端の医療を行うとともに、介護予防事業等を通して水俣病被害地域の福祉の向上を図る。

さらに、「水俣病歴史保存事業検討会中間報告書」（水俣病歴史保存事業検討会、令和4年12月22日）を踏まえ、水俣病資料館語り部の会、水俣市、熊本県、環境省、有識者等の協力を得ながら、水俣病患者及び関係者への聞き取り調査を実施するとともに、水俣病関連資料の収集を行う。

また、水俣病の剖検例の病理組織標本及び資料については、極めて貴重なものであるため、デジタル化して永久保存するとともに有効活用できるよう、体制の整備を進める。

③ リスク評価グループ

環境汚染に起因する水銀のヒトへの曝露評価及び健康影響を総合的に研究する。特に水銀の高濃度曝露集団並びに胎児・小児及び疾病を持つ脆弱性の高い集団を対象とし、水銀の曝露とリスク評価及び健康影響の解明を、セレンを始めとする各種交絡因子を考慮に入れた疫学的研究及び実験的研究の両面から実施する。

④ 自然環境グループ

水銀の環境中における循環、化学変化等といった水銀の動態の把握とその解明を目指して、野外調査、観測、室内実験、各種分析等を含めた総合的な研究を行う。大気、水、土壌、底質及び生物を調査対象とし、水俣湾を中心に、八代海及び東アジア全域を対象地域とするが、水銀汚染地域については、国際的な観測ネットワーク等とも協調し、世界中を視野に入れて活動する。なお、大気中水銀の測定については本省・担当部署との連携に取り組んでいる。

⑤ 国際貢献・情報グループ

NIMD フォーラム等を通じ、国際交流による海外研究者との情報交換及び研究に関する相互連携の推進を図る。更に水銀問題に直面している開発途上国等のニーズに応じ、当センターが保有する知識・技術・経験について、海外研究者の受入れ及び研修を通じて積極的に発信する。また、開発途上国等で利用可能な簡便な水銀の計測技術の開発をはじめとして、広く国際協力を推進するとともに、新たな研究成果など最新の情報を発信

していく。

(5) プロジェクト型調査・研究の推進

国水研の中期計画 2025 においては、重要研究分野として、以下のプロジェクト型調査・研究を進めることとする。

- ① 疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発途上国における水銀の曝露実態調査と技術移転
- ② 大気－海洋－海洋生物における媒体間水銀フラックスの計測技術の高度化による再評価
- ③ 水俣条約の有効性評価のための分析技術精度向上と水銀曝露低減

(6) 基盤研究、業務の推進

中期計画 2020 の成果を基に、科学的・社会的意義、目標の明確性、効率、成果の見通し等の観点から別表のとおり再設定した。毎年、調査・研究に当たっては、研究評価をもとに、進捗状況を確認して調査・研究の進め方について見直すこととする。

(7) 調査・研究成果の公表の推進

調査・研究で得られた成果については、論文化することが第一義である。学術誌に掲載された論文は、国民への説明責任を果たすため、ホームページトピック欄において新着論文としてわかりやすく紹介する。さらに記者発表、講演等様々な機会を活用してより一層積極的に専門家以外にも広くわかりやすく成果を公表し、得られた成果の情報発信に努める。

(8) 競争的資金の積極的獲得

国水研の研究基盤及び研究者の能力の向上を図り、他の研究機関とも連携し戦略的な申請等を行い、競争的研究資金の獲得に努める。特に科学研究費助成事業の申請においては、これまでの一般的な基盤研究に加えて、海外連携研究への応募を積極的に行う。

(9) 法令遵守、研究倫理

法令違反、研究活動における捏造、改ざんや盗用、ハラスメント、研究費の不適切な執行といった行為はあってはならないものである。不正及び倫理に関する問題認識を深め、職員一人ひとりがコンプライアンス（規範遵守）に対する高い意識を獲得するため、必要な研修及び教育を実施する。利益相反については、透明性を確保して適切に管理し、研究の公正性、客観性及び研究に対する信頼性を確保する。

また、ヒトを対象とする臨床研究及び疫学研究並びに実験動物を用いる研究においては、その研究計画について各倫理委員会による審査を経て承認後、各倫理指針を遵守しつつ研究を実施し、その遵守状況について自己点検及び外部機関等による検証を行い、その結果をホームページにより公表する。実験動物を用いる研究においては、「実験動物飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準に即した指針」の遵守状況について自己点検及び外部機関等による検証を行い、その結果をホームページにより公表する。

(10) SDGs への対応

調査・研究及び業務を進めるにあたり、SDGs の目標の中で環境省が深く関わる可能性がある 3（健康・福祉）、4（教育）、6（水・衛生）、7（エネルギー）、11（都市）、12（持続可能な生産と消費）、13（気候変動）、14（海洋）、15（陸域生態系・生物多様性）につ

いて特に貢献することを意識し、17（実施手段）を用いたグローバル・パートナーシップの活性化を図りながら国際社会の持続可能な開発に寄与するものとする。

6. 重点項目の展開

(1) 水銀曝露の健康影響評価と治療への展開

メチル水銀曝露の健康影響評価と治療への展開を行うために、国水研の研究成果及び施設を積極的に活用した以下の取組を行う。

① 脳磁計及び MRI を使用したメチル水銀中毒症の病態及び治療効果の客観的評価法に関する研究の推進

平成 20（2008）年度から導入した脳磁計及び平成 24（2012）年度から導入した MRI を使用して、メチル水銀中毒症について、病態及び治療効果を客観的に評価するシステムの確立を目指して研究を推進する。また、研究に当たっては、医療機関及び研究機関等と連携し、脳磁計及び MRI を積極的に活用する。

② 水俣病に対する治療法の検討

水俣病患者、特に胎児性・小児性水俣病患者の諸症状に対する磁気刺激治療や機能外科等の最先端の治療の適用について、脳神経外科、脳神経内科、リハビリテーション医学の幅広い専門医と討議を行い、地元の医療機関と協力して治療研究を進める。

③ 外来リハビリテーションの充実

胎児性、小児性を中心とした水俣病患者の QOL（生活の質）の向上を第一の目的に、外来リハビリテーションを実施し、新しいリハビリテーション手法や先端技術を取り入れたリハビリテーション機器を積極的に導入し、加齢に伴う身体能力や機能の変化に対応したプログラムによる症状及び ADL（日常生活動作）の改善を目指す。さらに、参加者の生活の場、即ち自宅、入所施設、日々の活動施設等での QOL 向上のために適宜訪問を行い、ADL 訓練や介助方法、福祉用具や住環境整備について助言、指導する。

④ 水銀による健康影響に関する基礎的・疫学的研究

実世界で生じるが研究手段が確立していない水銀と他の物質の複合曝露による健康影響の実験的評価系を構築し、予防医学的観点からの基礎研究を実施する。さらにその知見を活用した疫学的研究への展開を目指す。

⑤ 水俣病の剖検例の病理組織標本及び資料の管理

水俣病の剖検例の病理組織標本及び資料については、デジタル化して永久保存するとともに有効活用できるよう、体制の整備を進め、最終的には水俣病ブレインバンク*の設立を目標とする。

*水俣病ブレインバンク：希少な水俣病剖検例の主に脳切片スライドを系統的に保管して、必要に応じて研究者が利活用できるシステム

(2) 水銀の環境動態

水銀の環境動態研究を発展させるために、これまでの研究に加えて国水研の研究成果及び施設を積極的に活用した以下の取組を行う。

① 水俣条約の有効性評価に資する水銀の環境動態に関する研究

水銀循環の媒体である大気・海洋・陸域を含めた分野横断的な研究を展開する。また、

環境中に存在する水銀を形態別（例えば金属水銀とメチル水銀など）に分析する技術を確立し、環境リスク評価の高精度化に資する研究を実施する。

(3) 地域・福祉向上への貢献

水俣病患者さんに医療を提供することを根幹としつつ、地域において人と人を結ぶハブとなること、さらに、地域課題の解決と地域の発展に貢献し、地域から「ここにいて欲しい」と思われる研究所となることを目標とする。水俣病患者や水俣病発生地域への福祉的及び技術的支援を推進するために、国水研の研究成果及び施設を積極的に活用した以下の取組を行う。

① メチル水銀汚染地域における介護予防事業の支援

かつてのメチル水銀汚染地域における住民の高齢化に伴う諸問題に対して、ADL の低下を予防することで健康維持につながるよう、リハビリテーションを含む支援を行う。具体的には、平成 18（2006）年度から平成 24（2012）年度まで実施した介護予防事業の成果をもとに、地域に浸透した事業に対する参画・支援を行い、水俣病発生地域における福祉の充実に貢献する。さらに、水俣病患者を含む高齢者福祉の充実のため、水俣市社会福祉協議会と連携して新たなフレイル対策事業を展開する。

② 介助技術・リハビリテーション技術に関する情報発信の充実

水俣病発生地域の医療の一翼を担い、介助技術・リハビリテーション技術を地域に普及させるために、介護、リハビリテーション及び医療関係者を対象にして、第一線で活躍している講師を招き、介助技術・リハビリテーション技術に関する講習会を開催し、知識の共有及び技術の向上を図る。

③ 水俣・芦北地域水俣病被害者等保健福祉ネットワークでの活動の推進

水俣病被害者及びその家族への保健福祉サービスの提供等に関わる機関等で構成される「水俣・芦北地域水俣病被害者等保健福祉ネットワーク」に参加し、関係機関との情報交換を行い、必要とされるリハビリテーション技術及び医療情報の提供を行う。

④ 水俣環境アカデミアとの連携

水俣環境アカデミアが実施する水俣地域における研修及び視察に関し、研修生の受入や研究者の講師派遣を積極的に行うとともに、各種事業への相互参画等、連携を図る。

⑤ アウトリーチ活動

水俣市、水俣高等学校及び国水研による連携・協力に関する協定に基づき、次世代を担う人材育成、人的・物的資源の相互活用、水俣地域の活性化等について、継続して取り組むものとする。さらに、水俣地域以外についてもアウトリーチ活動の拡大を行うとともに、水俣アカデミア等とのコラボ企画についても実施する。

⑥ 地元関係機関等との連携の強化

周辺自治体、地元医療機関、社会福祉協議会、水俣病患者入所施設・通所施設等水俣病患者等の支援に係る関係機関等との連携を図り、水俣病患者に関する情報交換及び共同事業を推進する。

環境中における水銀研究においても、水俣及び八代海周辺の漁業協同組合、熊本県漁連等の諸関係機関並びに周辺地域住民の意見や要望を配慮して研究を推進し、その情報の発信と地域とのつながりを重視した共同事業等を推進する。

⑦ 地域創生に向けた取組の推進

水俣市と締結した包括的連携協定を踏まえ、水俣病発生地域の活力ある将来を創出するための調査・研究及び業務を推進する。

⑧ 水俣病情報センターを活用した地域貢献の推進

水俣病発生地域の再生及び振興並びに環境教育及び学習の推進に寄与する場として水俣病情報センターの活用を促進する。

(4) 国際貢献の推進

水銀に軸足を置いたオンリーワン・ナンバーワンの研究を行い、国内外の研究をつなぐハブとなることを目標とする。

「水銀に関する水俣条約」において政府が国際社会に示した MOYAI イニシアティブの内容や世界の水銀汚染問題の現状等をふまえ、以下に示すような活動を行う。

① 国際的研究活動及び情報発信の推進

平成 9 (1997) 年以降、毎年水俣で開催してきた NIMD フォーラムは、平成 19 (2007) 年以降、国際水銀会議におけるスペシャル・セッションとしても開催するようになった。今後も、世界の水銀研究者とのネットワーク形成、世界における水銀汚染・最新の水銀研究についての国内外への発信、国水研からの研究成果発信、海外（特に開発途上国の研究者）への水銀研究の普及等の場として、NIMD フォーラムを継続する。国際水銀会議におけるブースでの水銀に関する情報発信についても継続して実施する。更に、有機水銀の健康影響に関する WHO 研究協力センターとしての任務を遂行するとともに、UNEP 水銀プログラムにおいても、水銀に特化した研究センターとしての専門性を発揮していく。また、開発途上国における環境やヒトへの水銀曝露影響が懸念される地域に対し、モニタリング技術の移転等、技術的見地からの貢献を目指す。

② 水銀研究活動の支援

国水研は、国際的な水銀研究振興拠点であることから、海外からの研修生等を積極的に受け入れる。また、海外研究者との共同研究の実施及び水銀研究に関する情報交換を推進するため施設環境の整備を図るとともに、指導的研究者を必要な期間招聘できる予算の確保に努める。

開発途上国における水銀汚染に対して、国水研が保有する研究成果、知見及び技術を活かし、現地での調査・研究、技術支援及び共同研究を行う。これらに関連して、JICA、UNEP、WHO その他機関との連携をこれまで以上に深めるとともに、より効果的、効率的な研修のため、国水研として積極的に事業プログラムに参画し、その計画や内容に対して提案を行う。

③ 水銀分析技術及び研修機能の充実並びに簡便な水銀分析技術の開発及び普及

「水銀に関する水俣条約」の発効を受けて、開発途上国では信頼性の高い水銀分析技術が一層重要視されることが想定される。これらのニーズに対応するために、水銀の分析技術及び研修受入体制の充実を図り、開発途上国でも活用可能な簡便な水銀の計測技術をメチル水銀に焦点を当てて開発するとともに、計測に有効な標準物質を提供していく。

④ 国際的ニーズに応じた支援・研究

国際的に発生する新たな水銀汚染及び環境影響への懸念に対し、知見及び技術の提供支援を行うとともに、調査・研究等による関与について積極的な検討及び実施を図る。

7. 広報活動及び情報発信機能の強化並びに社会貢献の推進

(1) 水俣病情報センター機能の充実

水俣病に関する情報及び教訓を国内外に発信することを目的に設置された水俣病情報センターの機能をより充実させるため、以下を実施する。

① 水俣病等に関する歴史的・文化的資料及び学術研究資料を保管・管理する内閣総理大臣指定の研究施設として、公文書等の管理に関する法律、行政機関の保有する情報の公開に関する法律及び関連法規の規定に則り、資料収集を行い、それらの適正な保管・管理を徹底する。さらに、保管資料の学術研究等の適切な利用の促進について、外部有識者の意見を踏まえつつ、利便性の向上を図る。

また、水俣病患者及び関係者への聞き取り調査の実施に伴う水俣病関連資料の整備と公開を進める。

② 研究成果を踏まえた最新情報の発信等、幅広い層の来館者ニーズに合致した効果的な展示を実現する。

③ 隣接する水俣市立水俣病資料館及び熊本県環境センターとの連携・協力を一層強化し、総合的な環境学習の場を提供する。

(2) ホームページの充実

ホームページは、国水研の活動を不特定多数に伝えるのに有用な手段であり、研究成果、講習会、広報誌、一般公開、NIMD Forum 等の情報を、研究者のみならず多くの国民が理解できるよう、わかりやすく、タイムリーに公開する。

(3) 水銀に関する情報発信の推進

国、県又は市主催の環境関連イベント等において、水銀に関する情報提供に協力する。国水研及び水俣病情報センターの来訪者並びに各種環境関連イベント参加者のうち、希望者に毛髪水銀測定を実施し、情報提供を行う。水銀に関連する問い合わせへ適切に対応するとともに、水銀に関連して作成したパンフレットやWEB サイトなどを活用して、関連する問題について適切な情報の発信・普及を推進する。

(4) 広報誌「NIMD+you」の発行継続

国水研の活動や研究成果をわかりやすくお伝えすることを目的とする広報誌「NIMD+you」について、発行を継続する。

(5) オープンラボ（一般公開）の定期的開催

子どもを含めた地域住民に対して国水研の認知度を高め、その研究や活動について広報するために、国水研の施設の一般公開を実施する。

(6) 見学、視察、研修の受け入れ

国水研及び水俣病情報センターへの見学、視察、研修について、積極的に受け入れる。

(7) 水銀に関する環境政策への関与

① 環境本省との緊密な連携を図り、政策・施策の情報把握、所内周知を行い、必要な情報を環境本省へ提供する。

- ②環境本省関連の水銀等に関する各種会議へ積極的に参加し、国水研の研究成果をもって、関連政策の立案や実現へ貢献する。
- ③世界で唯一の水銀に特化した研究機関として、国際機関との協力関係の発展に資する情報発信に努めるとともに、国際機関の活動に貢献する。

8. 研究評価体制の維持

環境省研究開発評価指針（平成 29 年 7 月 14 日総合環境政策統括官決定）、国立水俣病総合研究センター研究開発評価要綱（平成 29 年 7 月 14 日国水研第 1707142 号）及び国立水俣病総合研究センター研究評価実施細則（令和 3 年 12 月 13 日）に基づき、研究機関としての評価及び国水研の研究員の業績評価を以下のとおり実施する。

(1) 機関評価委員会

機関評価委員会は、国水研の運営方針、組織体制、調査・研究及びその支援体制、業務等が設置目的に照らし、妥当であるか、有効であるか及び改善すべき点は何かを明らかにすることを目的に、機関評価を 3 年に一度実施する。

(2) 研究評価委員会

研究評価委員会は、5 年間の中期計画に照らし、各年度における調査・研究及び業務の実施及び進捗状況を評価した上で、翌年度の企画について意見を述べる。各年度の第 4 四半期ごとに研究評価会議を開催し、最終年度は、中期計画に照らして研究成果を評価するとともに、次期中期計画について意見を述べる。

(3) 研究評価結果の反映と公表

研究評価委員会による評価結果は、国水研の調査・研究及び業務の効果的・効率的な推進に活用する。調査・研究及び業務への国費の投入等に関する国民への説明責任を果たし、評価の公正さ及び透明性を確保し、並びに、調査・研究の成果や評価の結果が広く活用されるよう、評価結果は公表する。

また、研究評価委員会で示された評価を受け、研究企画官による会議において翌年度以降の各課題の研究方針及び配分予算に係る協議・調整を行い、所長の承認を得るものとする。

(4) グループリーダー会議

グループリーダー会議は、所長、次長、主任研究企画官、各部長、各研究グループの代表及び所長が指名した者から構成され、主任研究企画官を委員長とする。

グループリーダー会議は、必要に応じて学会発表、論文投稿等の外部発表の内容の妥当性、外部との共同研究内容の妥当性、調査・研究に係る招聘・派遣の妥当性等について審議するとともに、調査・研究の企画及び情報共有を行い、グループ間の調整を図る。

また、研究評価委員会に先立ち、各年度の調査・研究及び業務の進捗及び成果について正当な研究評価を受けるため各課題の事前評価を実施する。

9. 活力ある組織体制の構築と組織運営の効率化

(1) 組織強化及び適正な業績評価

国水研の果たすべき役割及び地域事情を踏まえつつ、ワークライフバランスを考慮した効率的な組織運営となるよう役割分担、連携の体制及び人員配置について点検し、必

要な措置を講じる。研究員の採用に当たっては、資質の高い人材をより広く求めるため、外部関係者の協力を得つつ、適切な公募を行う。また、職員の意欲の向上に資するよう、適正な業績評価を行う。

(2) 職員の健康管理への配慮

安心して研究等に取り組める環境を確保するため、ワークライフバランスの推進、ハラスメント対策、メンタルヘルス対策等を実施し、職員の健康管理を適切に行う。

(3) 調達等の適正な実施

施設整備並びに研究機器、事務機器及び共通消耗品の購入については、組織の責務、必要性、費用対効果、事務作業の効率化・適正化等について判断し、国水研の所在する地域性を踏まえ適正に実施する。

(4) 研究施設及び設備の有効利用の推進

他の研究機関等との連携・協力を図り、研究施設及び設備の共同利用を促進する等、その有効利用を図る。

(5) 文書管理の徹底及び個人情報の適切な管理

国水研の諸活動の社会への説明責任を果たすため、文書管理を徹底するとともに、開示請求への適切かつ迅速な対応を行う。また、個人の権利利益を保護するため、個人情報の適正な取扱いをより一層推進する。

10. 環境配慮

環境省の直轄研究所として環境配慮を徹底し、環境負荷の低減を図るため以下の取組を行う。

(1) 環境配慮行動の実践

使用しない電灯の消灯、室内温度の適正化、電灯のLED化、裏紙の使用、3Rに基づく廃棄物の減量、適正な分別等を行う。また、深刻な海洋汚染問題の元凶となっているプラスチック製品（主にレジ袋、ペットボトル等のワンウェイ製品）の利用削減及び適正な処分を図る。物品・サービスの購入及び会議運営においても、環境配慮を徹底し、グリーン購入法特定調達物品等を選択する。また、環境配慮契約法による調達、省エネ改修についても積極的に進める。

(2) 適正な光熱水量等の管理

業務の環境配慮の状況を把握するため、毎月の光熱水量、紙の使用量及び廃棄物量を集計し、適正な管理を行い、環境配慮につなげる。

(3) 排水処理システムの保守・管理の徹底

排水処理システムの保守・管理を徹底し、不良箇所については、環境への影響が出ないよう速やかに修繕等を実施する。

11. 安全管理・事故防止等

関係法令等を踏まえた安全管理・事故防止等を行う。

(1) 保健衛生上の安全管理

①毒物劇物危害防止規定に基づき、毒物及び劇物の受払量及び保有量を記録し、盗難、紛失及び緊急事態の通報に備える。

②毒物及び劇物の廃棄の方法については政令等で定める技術上の基準に従い、適切に廃棄する。

③消防法上の危険物の適正保有のため定期点検を実施する。

(2) 事故防止

①危険有害であることを知らずに取り扱うことによる労働災害を防ぐため、薬品の危険有害性情報の伝達及び安全な取扱いに関する教育を行う。

②緊急事態及び事故並びに毒物劇物の盗難及び紛失が発生した際の危害を最小限に食い止めるために、事故発生時の応急措置に関する指導及び緊急連絡網の更新を適時行う。

(3) 有害廃液処理

①実験等により生ずる廃液を当センターの廃液処理フローに合わせて適正に分別し適宜保管するために必要な基礎知識及び情報に関する教育を、年度当初及び必要に応じて適宜実施する。

②実験廃液等に含まれる水銀及び他の共存化学成分も考慮し、適正な廃液処理を実施する。

(4) 放射線安全管理

国水研は放射性同位元素取扱施設を有しており、放射線障害防止法及び関係法令に基づく適正な安全管理を実施し、法令を遵守した研究実施のための教育訓練を年度当初及び必要に応じて適宜実施する。

国水研中期計画 2025
調査研究及び業務企画一覧

I. プロジェクト研究

1. 疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発途上国における水銀の曝露実態調査と技術移転

リスク評価グループ

2. 大気－海洋－海洋生物における媒体間水銀フラックスの計測技術の高度化による再評価

自然環境グループ

3. 水俣条約の有効性評価のための分析技術精度向上と水銀曝露低減

国際貢献・情報グループ

II. 基盤研究

1. 病態メカニズムグループ

- (1) メチル水銀による神経毒性メカニズムとその予防及び治療に関する基礎研究
- (2) メチル水銀の健康へのリスク低減を目的とした食品成分の研究、基盤研究
- (3) メチル水銀の毒性センサーを利用した毒性機序の研究

2. 臨床・福祉・社会グループ

- (1) 水俣病第二世代の社会的被害に関する研究－被害・加害構造と地域再生－

3. リスク評価グループ

- (1) メチル水銀曝露に対するハイリスクグループの曝露評価システムの強化
- (2) コモンマーモセットにおけるメチル水銀による神経症状の評価
- (3) メチル水銀の健康リスクと環境要因：歴史的試料・資料に基づく統合的解析

4. 自然環境グループ

- (1) 水・底質等に含まれる水銀の環境変化に伴う動態に関する研究
- (2) 海水及び底泥における水銀の微生物学的な化学形態変化過程に関する研究
- (3) 水銀放出地帯における環境負荷量・ヒト曝露量のオンサイトモニタリングと生体への金属水銀取込機構の解明
- (4) 海洋生態系における低次生物の群集構造と水銀の生物濃縮
- (5) 安定同位体比を用いた草原における水銀循環の研究

III. 業務

1. 臨床・福祉・社会グループ

- (1) 地域・福祉支援業務
- (2) 水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信
- (3) 水俣病病理標本及び関連資料を用いた情報提供
- (4) 慢性期水俣病患者の病型別日常生活動作（ADL）の経年変化解析

2. 自然環境グループ

- (1) 水銀及び科学に関するアウトリーチ活動

3. 国際貢献・情報

- (1) 毛髪水銀分析を介した情報提供
- (2) 水俣病情報センターにおける資料整備及び情報発信
- (3) 世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査
- (4) 国際シンポジウムおよび国際共同事業の推進
- (5) WHO 協力機関としての活動

資料3

令和7年度グループ別 研究・業務課題一覧

グループ	区分	課題番号	課題名	代表担当者
病態メカニズム	基盤研究	RS-25-01	メチル水銀による神経毒性メカニズムとその予防及び治療に関する基礎研究	藤村成剛
	基盤研究	RS-25-02	メチル水銀の健康へのリスク低減を目的とした食品成分の研究	永野匡昭
	基盤研究	RS-25-03	メチル水銀の毒性センサーを利用した毒性機序の研究	住岡暁夫
臨床・福祉・社会	基盤研究	RS-25-04	水俣病第二世代の社会的被害に関する研究―被害・加害構造と地域再生―	原田利恵
	業務	CT-25-01	地域・福祉支援業務	中村政明
	業務	CT-25-02	水俣病患者に対するリハビリテーションの提供と情報発信	中村 篤
	業務	CT-25-03	水俣病病理標本及び関連資料を用いた情報提供	丸本倍美
	業務	CT-25-04	慢性期水俣病患者の病型別日常生活動作(ADL)の経年変化解析	寶來佐和子
リスク評価	基盤研究	PJ-25-01	疫学調査に有用なバイオマーカーの探索及び開発途上国における水銀の曝露実態調査と技術移転	寶來佐和子
	基盤研究	RS-25-05	メチル水銀曝露に対するハイリスクグループの曝露評価システムの強化	山元 恵
	基盤研究	RS-25-06	コモンマーマーモセットにおけるメチル水銀による神経症状の評価	山元 恵
	基盤研究	RS-25-12	メチル水銀の健康リスクと環境要因:歴史的試料・資料に基づく統合的解析	坂本峰至
自然環境	プロジェクト	PJ-25-02	大気―海洋―海洋生物における媒体間水銀フラックスの計測技術の高度化による再評価	丸本幸治
	基盤研究	RS-25-07	水・底質等に含まれる水銀の環境変化に伴う動態に関する研究	松山明人
	基盤研究	RS-25-08	海水及び底泥における水銀の微生物学的な化学形態変化過程に関する研究	多田雄哉
	基盤研究	RS-25-09	水銀放出地帯における環境負荷量・ヒト曝露量のオンサイトモニタリングと生体への金属水銀取込機構の解明	丸本倍美
	基盤研究	RS-25-10	海洋生態系における低次生物の群集構造と水銀の生物濃縮	吉野健児
	基盤研究	RS-25-11	安定同位体比を用いた草原における水銀循環の研究	伊禮 聡
	業務	CT-25-05	水銀及び科学に関するアウトリーチ活動	丸本倍美

国際貢献・情報	プロジェクト	PJ-25-04	水俣条約の有効性評価のための分析技術精度向上と水銀曝露低減	原口浩一
	業務	CT-25-06	毛髪水銀分析を介した情報提供	永野匡昭
	業務	CT-25-07	水俣病情報センターにおける資料整備及び情報発信	原田利恵
	業務	CT-25-08	世界における水銀汚染懸念地域の毛髪水銀調査	藤村成剛
	業務	CT-25-09	国際シンポジウムおよび国際共同事業の推進	藤村成剛
	業務	CT-25-10	WHO 協力機関としての活動	寶來佐和子

資料 4

令和 7 年度人事異動

年月日	職 名	氏 名	異動事由	備 考
R7.4.1	総務課長	寺井 仁史	転入	中部地方環境事務所 総務課課長補佐より
R7.4.1	総務課庶務係長 (併)国際・情報	森田 憲史	転入	環境再生・資源循環局総務課 予算決算係長より
R7.4.1	臨床部リハビリテーション室 主任作業療法士	中村 篤	昇任	臨床部リハビリテーション室 作業療法士
R7.4.1	環境・保健研究部長	山元 恵	再任用	令和8年3月31日まで
R7.5.1	総務課	森本 涼太	転出	環境再生・資源循環局総務課へ
R7.5.1	総務課	近藤 光梨	転入	大臣官房秘書課より
R7.7.8	所長	伯野 春彦	転出	大臣官房環境保健部長へ
R7.7.8	所長	高城 亮	転入	厚生労働省大臣官房付より
R7.10.1	次長	齋藤 真知	転出	地球環境局地球温暖化対策課 事業監理官へ
R7.10.1	次長	香具 輝男	転入	大臣官房付より