

研究課題名 化学環境研究

実施体制

代表者： 化学環境研究領域 領域長 柴田康行

分担者：

上級主席研究員 田辺 潔

有機環境計測研究室 田辺 潔 (兼任)、伊藤裕康 (主任研究員)、橋本俊次 (主任研究員)、高澤嘉一 (研究員)、伏見暁洋 (PD)

無機環境計測研究室 瀬山春彦 (室長)、久米 博 (主任研究員)、田中 敦 (主任研究員)、鶴野 光 (RA)

動態化学研究室 横内陽子 (室長)、功刀正行 (主任研究員)、荒巻能史 (研究員)、斉藤拓也 (PD)、大木淳之 (PD)

生体計測研究室 三森文行 (室長)、梅津豊司 (主任研究員)、渡辺英宏 (研究員)、板山朋聡 (研究員)

領域長付研究員 岩根泰蔵 (PD)、松田あゆり (AF)

(PD: ポスドクフェロー、AF: アシスタントフェロー、RA: リサーチアシスタント)

基盤研究の展望と研究実施内容

化学環境研究領域は、化学の目で環境を捉え、環境問題に主として化学的アプローチで対処していくことを基本理念としながら、他の専門分野とも協力しつつ環境問題への取り組みを進めている。分析化学を中心的な柱の一つとしながら、対象となる環境や生物、生態系のシステムとしての理解とそこで起きる主要な化学的プロセスの理解の推進、並びにこれらに対する人間の社会経済活動の影響の把握を進め、こうした理解に基づくより効果的な対策立案への貢献を目標として、化学分析の高度化、複合化、体系化を進めている。そのための柱となる考え方として、1) 同位体の精密測定による環境中の物質循環（汚染物質の追跡、発生源特定などを含む）、或いは環境変動、気候変動の解析、2) 環境中・生体中有機化学物質の連続／高頻度分析、あるいは網羅的な分析による環境監視体制の拡充、があげられる。また、これまで取り組みが遅れていた課題として、3) ナノ粒子等微粒子の計測、キャラクタリゼーション手法の開発並びに高度化、があげられる。さらに、4) 汚染物質の生体・生物影響の評価手法の高度化、とくに機能の非破壊あるいは丸ごと分析手法（MRI、行動学的検査、微生物機能計測等）の高度化に関する研究も重要な柱と考えられる。また、こうした活動を通じて第1級の化学分析レベルを維持、発展させていくとともに、国などの環境モニタリングをリードし支えていくことも重要な任務と認識している。

以上の研究遂行のために、化学環境研究領域には4つの研究室が設置されている。

- A) 有機環境計測研究室では、ダイオキシン分析に代表される高感度高精度有機汚染物質分析のレベルを維持、発展させつつ、さらに多くの種類の汚染物質への対応を目指して、多次元分離ー同時多物質分析手法の高度化を目指した機器開発、複合手法開発を特別研究（H18～20）として進めている。また、日韓環境ホルモン並びに POPs 共同研究として、離島での POPs モニタリングを実施している。
- B) 無機環境計測研究室では、安定同位体並びに放射性同位体の計測技術の高度化による汚染の発生源解析に関する特別研究（H18～20）を進めるとともに、元素の化学形態、存在状態、局在に関する研究（経常研究等）、ナノテクを利用した大気浮遊粒子状物質中の新たな元素分析手法の開発（環境保全調査費：H16～20）などが進めている。
- C) 動態化学研究室では主に外部競争的資金（地球一括、推進費、科研費）や所内奨励研究費を取得・活用し、遠隔地の観測ステーションや船舶などを利用して、温室効果ガスその他の揮発性有機物、残留性有機汚染物質などの広域観測や長距離輸送、発生源等に関する観測研究が進めている。
- D) 生体計測研究室では競争的資金を取得して、MRI を用いた脳神経系の形態、機能、代謝等の計測と化学物質の影響解析に関する研究（科研費（～H18）など）、動物行動学による化学物質の脳神経系への影響解析に関する研究（奨励研究（H18～19）など）、ナノテクを利用した微生物機能評価手法の開発（環境保全調査費：H15～19）、等が行っている。
- E) その他、主な活動として、領域長を中心としてストックホルム条約への貢献や国の POPs モニタリング、有機ヒ素汚染への対応が、上級主席研究員を中心としてナノ粒子計測や国の環境モニタリングへの対応が、また有機環境計測研究室を中心に国のダイオキシンモニタリング関連事業への貢献が行われている。さらに、精度管理のための標準試料作成や環境試料長期保存事業（タイムカプセル事業）も分担して実施しているほか、有機ヒ素汚染以外にも石油汚染など、規模の大きい環境事例への緊急対応もいくつか行ってきた。

研究予算

(実績額、単位：百万円)

	平成 18年度	平成 19年度	平成 20年度	平成 21年度	平成 22年度	累計
運営交付金	経常 21 特別研究 35 奨励研究 6 施設費 37					
受託費	225*					
科学研究費	56*					
寄付金						
助成金						
総額	380*					

(外部資金は必要に応じて細分化。次年度以降は空欄)

*：他機関等への配分も含む

平成 18年度研究成果の概要

サブテーマ	平成 18年度の 研究成果目標	平成 18年度の研究成果（成果の活用状況を含む）
有機分析の高度化に関する研究	<p>領域 P-1：残留性有機汚染物質の多次元分析法の開発に関する研究では、残留性の高い有機汚染物質並びに代謝物を対象として、多成分同時、迅速、高分離、高精度をキーワードとする次世代分析手法の開発を主たる目的に、多次元クロマトグラフィーと高分解能 TOFMS の結合を柱とする新たな分析手法を開発することを目標とする。今年度は GCxGC/TOFMS システムの構築を行い水酸化 PCB の分析条件の検討、並びにフライアッシュ中のダイオキシン迅速分析条件の検討を行う。また、パーフルオロ化合物の熱分解生成物に関する検索を進める。日韓二国間協力課題として、ストックホルム条約有効性評価のための対象媒体に選ばれた大気中 POPs の測定法の調和をはかり、バックグラウンド値を比較する。さらに、大気中ナノ粒子の多元素・多成分同時計測技術を用いた環境評価技術の開発において、フィールド調査を行い、装置開発へのフィードバックを行う。</p>	<p>企業との共同研究により GCxGC と高分解能 TOFMS システムを結合し、各種試料の分析条件の検討を開始した。このうち、焼却場のフライアッシュ中のダイオキシン類の分析については、抽出後通常の前処理を行った場合と簡易処理しかなかった場合、さらに無処理の場合のいずれにおいても、ダイオキシン類の主要なピークを検出できる高い分離、検出能力を有することが実証できた（図1）。さらに3次元データの定量解析のためのソフトを自作して、定量化にむけた検討を進めた。パーフルオロ化合物については各種衣料品等の熱分解直接分析について基礎的な検討を進めるとともに、比較のため通常の有機溶媒抽出による含有物の分析を進めた。日韓 EDCs/POPs 共同研究を円滑に進めるためにワークショップ並びに政府間会合をつくばで開催するとともに、担当課題として日本側の大気試料捕集・分析手法を韓国に伝え、韓国側で主流の EPA 法との比較検討を進めた。また、波照間での毎月の POPs 捕集分析結果を韓国側のバックグラウンド地点でのデータと比較し、環境省がまとめた東アジア大気 POPs 分析結果（ストックホルム条約の第3回締約国会議（COP-3）に提出予定）に提供した。ナノ粒子に関するフィールド調査を推進し、その結果を学会報告並びに原著論文としてまとめて報告した。なお、企画部に併任となり、研究所の運営に関して様々な貢献を行っている（田辺上級主席）。</p>

<p>無機・同位体分析の高度化に関する研究</p>	<p>領域 P-2: 化学物質の動態解明のための同位体計測技術に関する研究では、各種汚染物質の発生源探索や環境動態解明のための指標として用いることを目的として重金属等元素の同位体存在度および有機化合物の放射性炭素同位体比の精密計測技術の開発、改良を行い、高精度な同位体分析システムを構築する。今年度はマルチコレクターICPMSによる鉛、ホウ素等の高精度同位体比測定条件の確立並びに応用を進めるとともに、室内じんのサンプリング方法の確立と構成成分のトレースキャラクタリゼーションに関する研究、アルデヒドの捕集並びに単離精製と¹⁴C分析に関する基礎検討を推進する。新たな炭素材料を用いた環境計測機器の開発においては、ナノサイズの多数の針状突起を有するカーボンナノクレーターを電子源とする新たなエックス線源を作成し、大気浮遊状粒子成分中の元素組成の連続測定にむけ評価を行う。氷床コア中宇宙線起源放射性核種の高密度高精度測定手法の開発では、3年間のまとめとして氷床コア中¹⁰Be等の測定法の確立を目指す。</p>	<p>マルチコレクターICPMSによる分析条件検討を進めるとともに、鉛同位体比の測定結果を原著論文にまとめ発表した。家庭ゴミを集めてその中の元素濃度などの測定を開始した。微細粒子ほど鉛濃度が上昇する傾向が認められた。また新築家屋の室内空气中アセトアルデヒドを捕集してその¹⁴Cレベルを測定し、バイオマス（木材）と化石燃料（接着剤、樹脂など）の寄与がほぼ半々という結果を得た（図2：国際学会報告、投稿中）。電子線取り出し窓の構造などに工夫を凝らしながら小型電子源ならびに小型エックス線源を試作し、電流とのエックス線強度の関係等、基礎的な情報収集を進めた（図3）。結果を国際ナノテク展に報告し、またナノテク展の開催、運営に尽力した。加速器MSについては、科研費班員の協力のもと氷床コア中の¹⁰Be、²⁶Al、³⁶Clの測定条件をそれぞれ確立でき、学会発表並びに原著論文への投稿を進めた。なお、加速器質量分析施設の完成から10年が経過したことを記念し、この間の成果のとりまとめならびに共同研究者同士の交流の機会として10周年記念講演会並びにポスター発表会を開催した。表面分析手法の環境研究への応用に関するこれまでの研究蓄積を背景に、書籍の1章を分担執筆したほか、日本化学会がまとめた「実験化学講座」20・2巻「環境化学」でも分担執筆を行った（瀬山室長）。</p>
<p>温室効果ガス等のVOC、POPs等の環境動態に関する研究</p>	<p>地球温暖化に関する重点プログラムの一環として、ハロカーボン類等の温室効果ガスの離島における連続観測体制を強化し、波照間に加えて落石での自動観測を開始する。それらのデータを使い、その長距離輸送実態の把握並びに発生状況の解明を進める（地球一括：東アジアにおけるハロゲン系温室効果気体の排出に関する観測研究）。また、奨励研究費：塩化メチルの炭素同位体比測定法の開発と大気観測への応用により、ハロカーボンの一つ塩化メチルの炭素同位体比測定技術</p>	<p>落石岬の地球環境研究センターモニタリングステーション内に自動分析装置を設置し、連続観測に入った（図4）。波照間での連続観測により、HFC製造過程での副生成物であるHFC-23の大半が中国から発生していることを明らかにして（図5）、原著論文として報告した。また、塩化メチルの炭素同位体比の高感度測定手法を確立し、10リッ</p>

	<p>を完成させ、実測結果からその発生源に関する特徴を推測する。推進費：大気中非メタン炭化水素の成分別リアルタイム測定システムの開発に関する研究では、大気化学的に重要な非メタン炭化水素の自動測定装置の設計、開発にとりかかる。科研費基盤 B:熱帯林発生源調査と安定同位体比測定による大気中塩化メチルの収支バランスの解明では、南西諸島ならびにマレーシアの熱帯林で調査を進め、塩化メチル発生量の多い樹種を探索、同定する。科研費：海洋起源ハロカーボン類のフラックスと生成過程では、海洋から生成するハロカーボン類について測定を開始する。また、これまで継続されてきた船舶を用いた POPs の観測について測定データを整理し、結果をまとめて報告する。</p>	<p>トルの大気から測定を行って、北半球と南半球で大きなずれのないことを明らかにした。これらのハロカーボンモニタリングの経験と知識を生かし、現在非メタン炭化水素の自動連続モニタリング装置の制作を進めている。熱帯植物からのハロカーボンの放出については、樹種その他気温や光などの影響に関する解析を行い、その一端を原著論文として発表した。また、温暖化プログラムに参画して定期航路船を用いた観測の一翼を担った。船舶による POPs モニタリングの一部を原著論文にまとめて発表するとともに、国際会議で報告した (図 6)。なお、ハロカーボン類に対する長年の研究の積み重ねが評価され、気象学会堀内賞を受けるとともに、世界気象機構 (WMO) のとりまとめたオゾン層破壊に関する報告書 "Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006" の第 1 章の執筆を共著で行った (横内室長)。</p>
<p>化学物質の生体機能への影響評価に関する研究</p>	<p>超高磁場 MRI (磁気共鳴イメージング) を用いて、人の脳に与える化学物質の影響を解析する新たな手法を開発する。そのため、科研費：超高磁場多核種 MRI を用いる脳機能発現の代謝機構の研究では、プロトンの他、炭素、リンのシグナルを捉えてそれぞれ脳内代謝に関連する化合物濃度を調べて化学物質の影響を解析できる手法を開発する。同じく科研費：超高磁場 MRI による人脳内の興奮性及び抑制性神経伝達物質の無侵襲同時計測法の研究では、脳内にある興奮性のグルタミン酸並びに抑制性の GABA のそれぞれの濃度を局所的に測定可能な高感度 MRI 技術を開発する。また、奨励研究費：興奮性および抑制性神経伝達物質の <i>in vivo</i> 同時濃度計測の実証に関する研究では、ネズミを用いて脳内におけるグルタミン酸、GABA の MRI 測定の結果を検証するための基礎的な検討を進める。奨励研究費：ジフェニルアルシン酸の発達影響に関する行動学的研究では、神栖でおきた地下水有機ヒ素汚染事例の原因物質であるジフェニルアルシン酸の脳内への移行の検証技術の開発ならびにその行動学的な</p>	<p>パルスシーケンスの改良により高感度化をはかり、各種代謝産物の測定が可能となった (論文発表)。また、正常人の脳の形態並びに各部位の定量化の作業を進めてデータベースを蓄積し、解析した結果、大脳皮質の相対サイズの変動に明らかな男女差を見いだして報告した (図 7)。一方、T2 緩和時間から脳内の鉄の分布を調べる新たな手法の可能性を見だし、報告した。ジフェニルアルシン酸のマウス行動への影響を多角的に検討した結果、一般的な運動活性、運動能力、課題遂行能力、情動試験に差は認められなかったが、受動的回避反応試験に用量に応じた違いが認められ、記憶・学習能力への障害が認められた (図 8)。ナノテクを利用した微生物機能への化学物質影響解析システムの構築を進め、国際ナノテク展で報告すると</p>

	<p>影響評価に関する研究を進める。こうした脳神経系への影響解析に加え、微生物を用いた化学物質の生命機能影響評価をナノテクノロジー技術で構築するあらたな研究課題として、環境保全調査費等委託：環境汚染修復のための新規微生物の迅速機能解析技術の開発で半導体製造技術を活用した微生物活性評価手法の開発を進めている。また、科研費：有害藻類モニタリングのための新規計測システム開発では、アジア諸国を対象に、湖沼におけるアオコのモニタリング手法の開発を進めている。</p>	<p>もに、ナノテク展開催、運営に尽力した。さらに東南アジア諸国での有害藻類の現地調査を行った。なお、三森室長は今年度開催された第34回磁気共鳴医学会大会の大会長に選ばれて、つくばでの会議開催を主導した。また、日本化学会の分析化学ディビジョンレポート「磁気共鳴イメージング」を執筆した。</p>
<p>その他、精度管理、試料保存、行政支援等に関わる研究業務</p>	<p>分析手法の確立並びに精度管理のための貢献として、環境省が進める POPs モニタリング結果の評価のための委員会を組織、運営するとともに、ダイオキシン分析技術の向上、或いはストックホルム条約の推進にむけて、各種委員会活動などへの参画を通じて貢献する。また、基盤ラボで作成される分析精度管理用の標準試料の作成に貢献するほか、環境試料の長期保存プログラム（環境タイムカプセル事業）のうち汚染に関連する試料の収集、保存に関する部分を分担し、また環境省から保管を委託されている環境モニタリング試料の有効活用に関する検討をすすめる。神栖でおきた地下水有機ヒ素汚染事例に対処し、各種試料の分析や分析結果の確認作業を請負業務として進めるとともに、研究班に参加し分析法の比較検討、標準化、精度管理のための均質化試料の作成などを進める。</p>	<p>基盤ラボ事業である環境タイムカプセル事業を分担し、環境試料の収集、保存作業を継続するとともに、環境省から継続して保存を委託されている化学物質実態調査試料の活用方策について、海外機関のヒアリングや文献情報収集、とりまとめの作業を行った。国内の POPs モニタリングデータを検討する実務者会議を請負業務として継続開催した。入札に伴う分析機関の変更によるデータの継続性担保のために審議を重ね、問題点の抽出と外部精度管理の必要性、方策について意見のとりまとめを行った。同じく環境省の主導する東アジア POPs モニタリングに参画し、Expert Working Group 座長として日韓共同研究のデータを含めた各国モニタリングデータの精査、とりまとめを行い、活動の成果をストックホルム条約のもとに設置された ad hoc Technical Working Group にアジア代表3カ国委員の一人として参画して報告し、全球レベルでのモニタリングデータの取得ととりまとめ、条約有効性評価（16条）の進め方などについて報告書を取りまとめた（柴田）。その他、ダイオキシン、POPs、重金属関連の各種委員会に複数の研究者が参画し、事業の推進とレベルアップに貢献した。神栖ヒ素汚染事例では生体試料、地下水、土壌の分析を継続するとともに、研究班においてジフェニルアルシ</p>

		<p>ン酸の実験動物体内分布データの蓄積を進め、また分析精度管理のための玄米標準試料作成並びに含有量共同分析に参画した。さらに、科研費研究でジフェニルアルシン酸分析高感度化を目指したマイクロ LC/MSMS システムの開発を進め、上記研究班研究や所内奨励研究へのフィードバックを行った。なお、こうしたヒ素の分析、並びに加速器 MS を用いた長寿命放射性核種分析による環境研究推進を評価され、日本環境化学化学会から功績賞を授与され、また日本化学会の「実験化学講座」20-2 巻「環境化学」の分担執筆を行った（柴田）。</p>
--	--	---

平成 19 年度の研究展望

- 1) 領域プロジェクトとして位置づけられている有機汚染物質並びに同位体分析のそれぞれの高度化に関する2つの特別研究課題をそれぞれ継続し、研究目標の達成と成果の発信に努める。
- 2) 特に有機汚染物質については、関連する POPs (ダイオキシン類を含む) に関する国際会議 (第27回残留性有機ハロゲン化合物に関する国際会議) が9月に東京で開催予定で、前領域長の森田昌敏組織委員長を支えながら、会議の成功と情報発信、情報交流に努める。
- 3) 同じく POPs の全球的削減を目指すストックホルム条約については、5月の第3回締約国会議で adhoc Technical Working Group の報告が承認されると条約有効性評価のための地域ごとの報告とりまとめ作業が開始される予定で、来年度から再来年度にかけて、国内 POPs モニタリングデータ、並びに東アジアモニタリングデータ等を柱としながらアジア地域レポートのとりまとめに貢献していくことが求められるものと想定され、これに対する所内体制の整備を進める。
- 4) ハロカーボン類などの VOC の観測、環境動態研究については、4月から室員を1名追加して研究推進体制の強化を図る予定である。
- 5) 生体機能の計測については、ジフェニルアルシン酸研究の継続、成果発信、並びにナノテク応用の微生物機能計測手法の確立を進めるとともに、脳神経系に対する化学物質影響の評価、解析手法の開発、確立に向けてプロジェクトを立ち上げる努力を引き続き継続する。
- 6) 領域研究を支える大型計測機器 (加速器 MS、タンデム MS、マルチコレクター ICPMS、SIMS、MRI、NMR) 並びに研究施設 (化学物質管理区域、無機測定用クリーンルーム、加速器試料調製室) のおもだったものにはそれぞれ特別研究、科研費研究等で研究予算がつき、施設運営予算とあわせて円滑な研究推進が図られているが、これらの装置の現状維持にとどまらず不断の改良を行い研究推進能力を高めて第一線の研究が続けられるよう引き続き大型研究費の獲得に努めるとともに、必要に応じて交付金を投資し研究費獲得への可能性を高めたり、所内外の研究者と協力して維持費を捻出しながら成果発信に努めるなどの努力も継続する。