
5 章

実験施設と 同位体環境学共同研究

総合地球環境学研究所で一緒に研究するにはどうしたら良いでしょうか？
できることも、できないこともあります。まずはお問い合わせください。

実験施設と分析装置

総合地球環境学研究所研究基盤国際センター計測・分析室

地球研には 18 の実験室があります。地球研においては幅広い分野のプロジェクト研究が行われていますが、実験室はプロジェクト単位で分けられてはおらず、研究目的別に分かれています。

その中に、安定同位体測定のための実験室が複数あり、下記に示す同位体分析装置があります。

水の水素・酸素同位体比分析装置：水 (H_2O) に含まれる水素の安定同位体比 ($\delta^2\text{H}$)・酸素の安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) を測定する装置です。地球研では、「キャビティリングダウン分光法」を用いた分析装置を採用しています。ろ過した水試料を自動的に水蒸気に気化し、レーザー光を当てて光の減衰を見ることで同位体比を測定します。

軽元素同位体比質量分析装置：有機物に含まれる水素の安定同位体比 ($\delta^2\text{H}$)・酸素の安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) を測定する分析装置、試料に含まれる炭素の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)・窒素の安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) を測定する分析装置、試料に含まれるイオウの安定同位体比 ($\delta^{34}\text{S}$) を測定する分析装置があります。それぞれの前処理装置に固体試料をセットすることで、試料のガス化を行い (H_2 、 CO 、 CO_2 、 N_2 、 SO_2)、電場と磁場で各同位体を分離したのち、安定同位体比を測定します。また、無機物の炭素の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)・酸素の安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) を測定する分析装置もあります。

表面電離型質量分析装置 (TIMS)：目的の元素を分離してフィラメントに塗布し、真空中でイオン化し、電場と磁場で各同位体を分離したの

ち、安定同位体比を測定します。微量で高感度の測定ができるため、地球研では、Sr、Nd などの同位体比分析に用いています。

高分解能マルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析装置 (MC-ICP-MS)：試料を水溶液の状態で導入し、アルゴンプラズマでイオン化し、電場と磁場で各同位体を分離したのち、安定同位体比を測定します。多くの元素の同位体比を迅速に測定ができるため、地球研では、Sr、Pb、Zn、Fe、Ni などの同位体比分析に用いています。

誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS)：水に溶けている元素の量を測定する装置です。主要元素から微量元素まで測定できるため、多元素の濃度分析を一度に行うことができます。

イオンクロマトグラフ：水に溶けている主要元素イオンの量を測定する装置です。陽イオン (Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+}) と陰イオン (F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-}) を測定できます。

これらの装置は「共通機器」と呼ばれ、地球研で行われているプロジェクトのメンバーに登録されている方は、実験施設の利用申請を経て利用できます。そのほか、次節で示す「同位体環境学共同研究」に採択された方も利用が可能です。

地球研の実験施設には、これらのほか、空気中に舞っているちりやほこりのような汚染のない環境で試料を処理するクリーンルームや、顕微鏡下で試料の微小部位を削り出す微量試料掘削回収装置もあり、共同研究に用いることができます。

同位体環境学共同研究へのお誘い

総合地球環境学研究所研究基盤国際センター計測・分析室

地球環境に関する研究においては、対象とする地域や時間のスケールはさまざまですが、水・大気・生物・土壌など生態系を構成する種々の要素、人間の活動とその歴史など、あらゆる人間と自然の相互作用環のなかに、元素の安定同位体比という「指紋」が内在しています。地球研では、多様な環境物質と多くの元素について、この指紋情報を得ることができる実験機器を整備してきました。さまざまな元素の濃度や同位体比を用いることで、ある物質の産地や発生源、それが生まれるプロセスが明らかになると期待され、環境診断の精度向上や学際研究のツールとして高い可能性があります。これらの分析を通じて、地球環境問題の解決に資する研究をおこなうことは重要なミッションです。地球研では、これらの研究を「同位体環境学」と呼び、全国の研究者との共同研究（同位体環境学共同研究事業）を 2012 年度より進めています。

同位体環境学共同研究事業は、「地球化学」「水文学」「生態学」「地質学」「鉱物学」「人類学」「食品科学（産地判別）」「科学捜査」など、細分化された専門的学問領域で活用されている「同位体手法」を、幅広い環境学の研究に利用し、単なる「機械の共同利用」ではなく、「研究方法」や「研究成果の活用方法」も共有する共同研究をめざしています。個別学問領域で用いられてきた「同位体手法」を、学際的な地球環境学の枠組みで利用するにはどうすればよいのか、さらに社会と連携する超学際的アプローチでは安定同位体情報をどのように活用することができるかということを考えています。

同位体環境学共同研究事業は、総合地球環境学研究所研究基盤国際センター計測・分析室の事業として行っていますが、所内外の専門家に入って

いただいている「同位体環境学委員会」の助言をいただいて運用しています。同位体環境学共同研究事業では、2012 年度から 2022 年度までに、国公立大学 54 機関、私立大学 16 機関、国立・地方の研究機関 29 機関、海外の大学・研究機関 19 機関の合計 118 機関の利用がありました。

同位体環境学共同研究事業は年度ごとに公募しており、幅広い分野の申請を受け付ける「一般共同研究」と、計測・分析室と密に連携した新しい分析手法の開発などをおこなう「計測・分析室共同研究」を募集しています。2023 年度からは人間文化研究機構広領域連携型基幹研究プロジェクト「人新世に至る、モノを通した自然と人間の相互作用に関する研究（略称：人・モノ・自然プロジェクト）」と連携した「人・モノ・自然プロジェクト」連携公募共同研究も開始しています。

同位体環境学共同研究事業に採択された方には、「同位体環境学ガイダンス」（毎年度前半に開催）によって機器の特徴や必要な前処理などを理解していただき、「同位体環境学シンポジウム」（毎年 12 月に開催）において発表することで研究結果の取りまとめに生かしていただいています。また、日本地球惑星科学連合大会（Japan Geoscience Union; JpGU）に「環境トレーサビリティ手法の開発と適用」というセッションを設け、得られた研究成果の発信に関しても活用していただいています。

2020 年度からは、研究者以外の方でもご利用可能な「同位体環境学」相談窓口を設けています。この項目をもっと詳しく知りたい、同位体でこういうことは出来るのか？ など、ホームページ版「同位体環境学がえがく世界」（<https://www.environmentalisotope.jp>）の連絡先にお問い合わせください。