

## 加速器質量分析の現状と未来

(2023 年 3 月 17 日 9:00-12:10 上智大学 四谷キャンパス+オンライン A304 会場)

世話人 山形武靖 (東京大学) 加藤匠 (奈良先端技術大学院大学) 瀬木利夫 (京都大学)

加速器質量分析 (Accelerator Mass Spectrometry、以下 AMS)は主として長半減期放射性核種を目的として、同位体比で  $10^{-15}$  オーダーと超高感度に測定できる。最も有名な AMS 対象核種は  $^{14}\text{C}$  (半減期 5730 年)で、考古学や海洋大循環モデルに時間軸を与えることが出来るため盛んに測定されている。1977 年に Muller らによって発表された AMS は高感度化の恩恵により、ごく少量の試料で測定が可能になり、データのスループットが飛躍的に向上した。例えば先述の  $^{14}\text{C}$  を例にとると、ベータ線測定では g 単位の試料が必要であったが、AMS では mg 単位で済むようになり、古木の年輪ごとの測定が可能になるなど様々な応用研究が誕生した。近年は高効率化と小型化が進み  $^{14}\text{C}$  では加速電圧 1MV を下回る小型 AMS が主流となっている。大型 AMS に目を向けると、多核種化と高感度・高精度化が進み、極域のアイスコアの宇宙線生成核種から過去の太陽活動・地磁気の変動の情報を復元する、人類の核活動により生成した長半減期核反応生成物の環境中での動態を調べる研究等の応用研究が生まれている。

日本においても東京大学がいち早く AMS 研究開発に着手し、筑波大学、名古屋大学、国立環境研究所などと切磋琢磨し世界と伍する研究を行ってきた。2000 年代になるとルーチンとしての測定も可能になり、岩石に宇宙線照射され生成する in-situ CRN の応用研究を行うことが可能になっている。2005 年に小型 AMS が株式会社パレオラボ、その後も山形大学などに導入され、 $^{14}\text{C}$  を用いた研究が活発に行われている。

一般的になってきた AMS であるが、依然として高度な分析化学であることに変わりはなく、応用研究の目的、高性能な測定機器とともに試料の処理も良いデータを得るために欠かせない。また高感度・高精度な測定が可能になっても必要とする応用研究がなければロストテクノロジーとして埋もれてしまう可能性が高い。AMS 研究は測定機器、試料処理と研究目的のバランスが優れていなければ発達しない。

本シンポジウムでは「加速器質量分析の現状と未来」と題し、AMS 研究を代表する 5 名の研究者を招待し、日本の AMS 研究の現在地と今後主流となると予想される新技術との組み合わせ、小型化についての今後の展望について議論を行った。また 2023 年秋に富山で開催される IBA/PIXE2023 におけるセッションを見据えてイオンビーム応用分野との共催という形でのシンポジウムを行なった。招待講演終了後に総合討論の時間を設け、講演者への再質問、AMS 研究業界が抱える今後の問題点など活発な議論が行われた。

## プログラム

1. 「加速器質量分析を理解する」 松崎浩之（東京大学 MALT）
2. 「加速器質量分析における新しい同重体分離手法の研究開発」 三宅泰斗（理化学研究所）ほか
3. 「レーザー光脱離を活用した環境試料中の  $^{90}\text{Sr}$  の加速器質量分析」 本多真紀（日本原子力研究開発機構）ほか
4. 「JAEA-AMS-TONO における超小型 AMS の開発」 藤田奈津子（日本原子力研究開発機構）
5. 「炭素 14 年代測定における試料処理 - 埋没試料と樹木年輪を中心に - 」 坂本稔（国立歴史民俗博物館）
6. 総合討論 司会 笹公和（筑波大学）

シンポジウムは開会に先立ち世話人代表の山形から主旨説明が行われた。前半は日本 AMS 研究協会会長としてご尽力されている東大 MALT の松崎浩之先生から「理解する」をキーワードに AMS 研究をレビューする講演があった。超高感度分析を行う際の問題点と加速器を使うメリットについて、応用研究と歴史のレビューがあった。理研の三宅泰斗先生からはイオン化する原子の電子親和力の差を利用したレーザー光脱離で同重イオンを分離する、加速器に頼らず同重体干渉を低減するイオンクーラーの原理と自身が手がけられた実機導入のためのテストベンチの紹介が行われた。後半のセッションでは JAEA の本多真紀先生からウィーン大学 VERA の AMS で導入されているレーザー光脱離を用いた  $^{90}\text{Sr}$ -AMS を用いて福島第一原子力発電所周辺環境試料中の  $^{90}\text{Sr}$  の測定についての講演があった。AMS は少量試料で測定出来るため試料処理の簡便・高速化と高データスループットの利点を利用したデータセット作成について利点があるとの説明があり、今後も積極的に研究を進められるとのことであった。JAEA 藤田奈津子先生からは JAEA-AMS-TONO の超小型 AMS について開発状況の紹介と超小型化に際し導入する新技術についての紹介があった。現在は加速電圧 200-500 kV が主流の小型 AMS であるが、JAE-AMS-TONO では 40kV と文字通り桁違いの低加速電圧で、サイズも 2m x 2m と他の種類の質量分析と同程度の規格を設計されている。この規格での AMS が可能になれば、日本発で世界最小の AMS を開発できることになる。最終的には輸送車で運び、試料を採取した現地で測定出来るようにしたいという夢のような計画も披露された。招待公演の最後は歴史民俗博物館の坂本稔先生から  $^{14}\text{C}$  の前処理についての注意点と歴博における取り組みについてのご講演があった。総合討論では今後の多核種化に向けて標準試料作成の問題点についてなど予定した 20 分間を超えて活発な議論が行われた。

結びにご講演を快く引き受けていただいた先生と参加していただいた方々に厚く御礼申し上げます。