

レーザー共鳴イオン化飛行時間質量分析のためのグラファイト原子源の開発

Development of graphite furnace atom source for resonance ionization time of flight mass spectrometry

*山口 穂乃花¹, 服部 浩也¹, 井坪 暁¹, Volker Sonnenschein¹, 寺林 稜平², 富田 英生^{1,3}, Klaus Wendt⁴

¹名古屋大学, ²東京大学, ³JST さきがけ, ⁴マインツ大学

放射性核種・同位体分析法であるレーザー共鳴イオン化質量分析においては、試料中の原子化が不可欠であり、原子化を行う原子源の安定性や再現性が分析性能に直結する。そこで、抵抗加熱のグラファイト原子源の構築を行い、原子源の動作確認を行った。

キーワード：質量分析、同位体分析、廃炉措置

1. はじめに

レーザーによる元素選択的なイオン化と質量分析を組み合わせた共鳴イオン化質量分析（Resonance Ionization Mass Spectrometry: RIMS）は、簡便な前処理で迅速な元素・同位体分析が可能であるため、福島第一原子力発電所の廃炉作業における組成が不明な試料の分析や α 核種などを用いた放射線治療に関連した不純物分析などへの応用が期待されている。本研究では、RIMSによる多元素・同位体迅速分析に向けて、飛行時間型質量分析計を用いたRIMSシステムにグラファイト原子源を導入し、その基本性能を確認した。

2. グラファイト原子源の概要

RIMSにおいてはイオンビームによる2次中性原子の生成など、いくつかの原子化手法があるが、液体・固体試料のいずれに対しても適用可能で定量分析にも適したグラファイトチューブを用いた抵抗加熱原子源を設計し、導入した。本原子源の外観をFig.1に示す。試料を加熱するグラファイトチューブ（外径4.3 mm, 内径2.5 mm, 長さ50 mm）の一端は熱膨張による破損を防ぐ板バネを介して銅製電極Aと接続され、他方はTa製フロントブレードで固定され、それに電極Bが接続されている。構築した原子源を飛行時間型質量分析計の真空チャンバーに導入し、電流を90 Aまで流した際の温度を非接触式温度計で測定した結果、およそ1700℃まで加熱できることが確認された（Fig.2 参照）。

3. Cs 共鳴イオン化基礎実験

本グラファイト原子源を用いたRIMSを検証するために、2台の高繰り返し率Ti:Sapphireレーザーを用いたCs二色共鳴イオン化スキームによるCsの共鳴イオン化実験を行った。ICP用Cs標準溶液を20 μ L滴下したTa箔をグラファイト原子源に入れ、加熱によりCs原子を生成し、レーザーにより共鳴イオン化した。イオン計数がCsの共鳴波長で増大する共鳴イオン化スペクトルが得られ、本原子源がRIMSに適用できることが確認された。今後、RIMSによる多元素・同位体迅速分析に適用し、定量性評価を進める計画である。

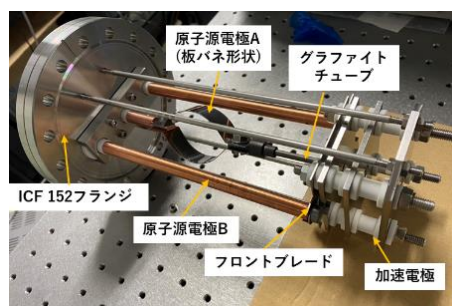


Fig.1 グラファイト原子源の外観

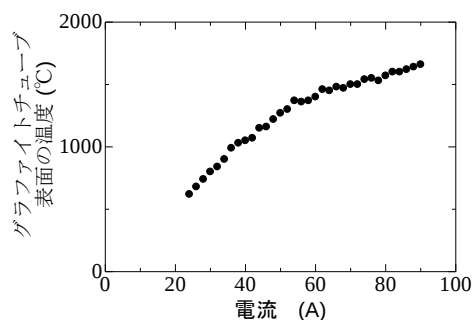


Fig.2 原子源の電流と温度の関係

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ量子生体 JPMJPR19G7 の支援を受けて実施されました。

*Honoka Yamaguchi¹, Koya Hattori¹, Gyo Itsubo¹, Volker Sonnenschein¹, Ryohei Terabayashi², Hideki Tomita^{1,3}, Klaus Wendt⁴

¹Nagoya Univ., ²Univ. of Tokyo, ³JST PRESTO, ⁴Johannes Gutenberg Univ. Mainz