

# 共鳴イオン化質量分析のためのレーザーパルス時間・空間同期法の開発

Timing synchronization and position stabilization of laser pulses

for multi-isotope analysis with resonance ionization mass spectrometry

\*富田 英生<sup>1</sup>, Volker Sonnenschein<sup>1</sup>, 寺林 稜平<sup>1</sup>, 服部 浩也<sup>1</sup>, 山口 穂乃花<sup>1</sup>, 趙 越<sup>3</sup>, 河合 利秀<sup>2</sup>,  
森田 真人<sup>3</sup>, 坂本 哲夫<sup>3</sup>, 奥村 丈夫<sup>2</sup>, 若井田 育夫<sup>4</sup>, 宮部 昌文<sup>4</sup>, 佐藤 志彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学, <sup>2</sup>日本中性子工学, <sup>3</sup>工学院大学, <sup>4</sup>日本原子力研究開発機構

2台の波長可変 Ti:Sapphire レーザーを用いた共鳴イオン化において、波長の制御に伴うレーザーパルスの発振タイミングと照射位置の相対変化を検知し、フィードバック制御することで、それらを同期させ、安定な共鳴イオン化信号を取得する体系を開発した。

**キーワード**：質量分析、波長可変レーザー、同位体分析、廃炉措置

**1. はじめに** 波長可変レーザーによる共鳴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法は、レーザー波長により対象とする元素を選択できるため、特定の元素の同位体分析が可能であり、放射性同位体分析に有用である。福島第一原子力発電所の廃炉作業などにおいては、多種多様な放射性核種の分析が求められるため、これまでに回折格子型 Ti:Sapphire レーザーによって発振波長を自動で調整し、対象とする元素を迅速に切り替えて同位体分析を実現する手法の開発を進めてきた<sup>[1]</sup>。今回は、2台の回折格子型 Ti:Sapphire レーザーを用いた共鳴イオン化質量分析において、波長の制御に伴うレーザーパルスの発振タイミングと照射位置の相対変化を検知し、フィードバック制御することで、それらを同期させ、安定な共鳴イオン化信号を取得する体系を開発した。

## 2. 共鳴イオン化用レーザーのパルス時間・空間同期

Ti:Sapphire レーザーは発振波長により共振器内での利得が異なるため、発振タイミングが変化する。そこで、 $\lambda/2$  波長板を用いて励起用 Nd:YAG レーザー（2倍波）の偏光を変化させ、ブリュースター角でカットされた Ti:Sapphire 結晶へ入射する励起用レーザーの強度を変化させることで共振器内の利得を調整し、発振タイミングが発振波長によって変化しないように制御する体系を構築した (Fig.1)。発振タイミング制御を用いて Zr の共鳴イオン化基礎実験を行った。1台の回折格子型チタンサファイアレーザー（2段目：370 ~ 375 nm）の発振タイミングを制御し、他方のレーザー（1段目：379.248 nm）の発振タイミングに同期させた結果、2台のレーザーの発振時間差を $\pm 13$  ns ( $1\sigma$ )に抑制できた (Fig.2)。2段目の波長を掃引した時、発振時間差が大きな波長域に存在する共鳴（371.2 nm と 371.5 nm）であっても共鳴イオン化によりイオンを取得できることが確認できた。発表では、イオン化領域におけるレーザーパルス照射位置の抑制についても報告する予定である。

参考文献[1] 富田ら、日本原子力学会 2020年春の大会、3N01.

**謝辞** 本研究の一部は、JST 先端計測分析技術・機器開発プログラムの助成を受けて実施されました。

\*Hideki Tomita<sup>1</sup>, Volker Sonnenschein<sup>1</sup>, Ryohei Terabayashi<sup>1</sup>, Koya Hattori<sup>1</sup>, Honoka Yamaguchi<sup>1</sup>, Yue Zhao<sup>3</sup>, Toshihide Kawai<sup>2</sup>, Masato Morita<sup>3</sup>, Tetsuo Sakamoto<sup>3</sup>, Takeo Okumura<sup>2</sup>, Ikuo Wakaida<sup>4</sup>, Masabumi Miyabe<sup>4</sup>, and Yukihiko Satou<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>Japan Neutron Optics Inc., <sup>3</sup>Kogakuin Univ., <sup>4</sup>JAEA

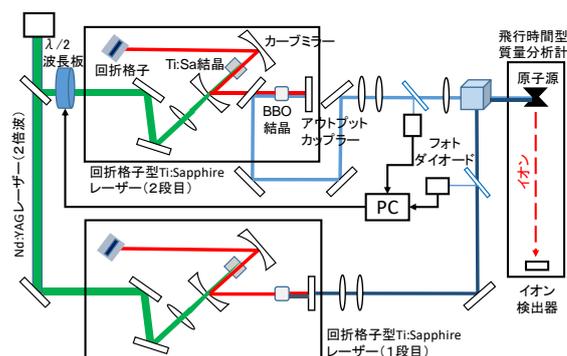


Fig.1 レーザーパルス時間制御系を組み込んだ共鳴イオン化質量分析装置の概要

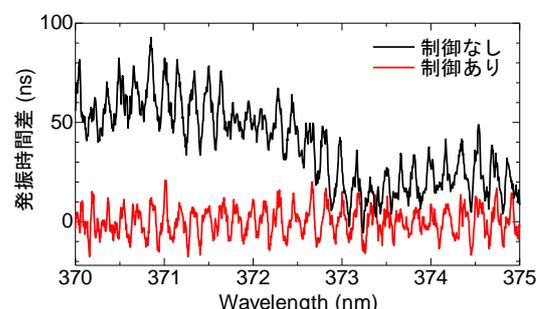


Fig.2 波長掃引による発振時間差の変化