

放射線工学部会セッション

レーザーを活用した分析計測・制御システムの研究と原子力工学への展開

Researches on analysis and control systems using lasers
and their applications to nuclear engineering

共振器増強レーザー吸収分光による微量同位体分析とその応用

Trace isotope analysis with cavity enhanced laser absorption spectroscopy and its applications

*富田 英生¹

¹名古屋大学

トリチウムと放射性炭素同位体 (^{14}C) は共に β 壊変核種であり、かつ、放出される β 粒子のエネルギーが低いため、液体シンチレーションカウンティングなどの放射線計測に基づく定量分析が広く行われている。一方、極めて高いアバンドランス感度が必要とされる ^{14}C 分析においては、加速器質量分析を用いるのが一般的である。トリチウムや ^{14}C の生体・環境トレーサーとしての応用や放射性廃棄物分析などにおける分析においては、前処理が簡便で、測定による有機廃棄物が生じない迅速・簡便かつ高感度な分析システムが求められている。

近年、迅速かつ高感度な ^{14}C 分析法として、レーザー吸収分光に基づく手法が開発され^[1]、注目が集まっている。本手法は、分子のエネルギー準位がその分子を構成する同位体により異なることを利用し、炭素を含む試料を燃焼酸化して CO_2 ガスを発生させ、 ^{14}C を含む CO_2 分子の光吸収量を狭帯域なレーザーにより選択的に測定することで、 ^{14}C を定量するものである。 ^{14}C 同位体比が低くごくわずかにしか $^{14}\text{CO}_2$ 分子が存在しない試料の分析には、 CO_2 の基本音吸収のある中赤外領域と光共振器で増強したレーザー吸収分光（キャビティリングダウン分光：CRDS）を用いる必要がある。

これまでに、講演者らは ^{14}C を含む CO_2 を ppt レベルで分析する装置の開発と薬物動態分析などへの応用などを進めてきた^[2]。また、本手法のトリチウム分析への適用に向けた開発にも着手している^[3]。本講演では、共振器増強レーザー吸収分光による ^{14}C およびトリチウム分析法の開発状況について説明するとともに、カーボンニュートラル社会の実現に向けた有機資源分析・環境計測への応用などへの展望についても紹介する予定である。

参考文献

- [1] I. Galli *et al.* : Phys. Rev. Lett., 107, 270802 (2011).
- [2] R. Terabayashi *et al.* : J. Appl. Phys., **132**, 083102 (2022).
- [3] K. Iwamoto *et al.* : Jpn. J. Appl. Phys., **62** 036001 (2023).

謝辞 本研究の一部は、JST さきがけ「量子生体」JPMJPR19G7、CREST JPMJCR2104、JSPS 科研費・学術変革領域研究 B 22H05021 の支援を受けて行われたものです。

*Hideki Tomita

¹Nagoya Univ.