

# 生体・環境中トレーサー応用に向けた 中赤外キャビティリングダウン分光に基づく $^{14}\text{C}$ 分析法の開発

Development of Analytical Method for  $^{14}\text{C}$  Determination

by Mid-Infrared Cavity Ring-down Spectroscopy toward Tracer Applications

\*寺林 稜平<sup>1,3</sup>, Volker Sonnenschein<sup>1</sup>, 富田 英生<sup>1</sup>, 仲田 (狩野) 麻奈<sup>1</sup>, 加藤 修介<sup>1</sup>, 武田 晨<sup>1</sup>,  
金 磊<sup>1\*\*</sup>, 山中 真仁<sup>1</sup>, 西澤 典彦<sup>1</sup>, 齊藤 圭亮<sup>1</sup>, 吉田 賢二<sup>2</sup>, 井口 哲夫<sup>1</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学、<sup>2</sup>積水メディカル(株)創薬支援事業部、<sup>3</sup>日本学術振興会特別研究員

\*\* 現在は東京大学に所属

**抄録:** 放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) の生体・環境中トレーサー応用への適用を念頭に、中赤外レーザーを用いたキャビティリングダウン分光に基づく  $^{14}\text{C}$  分析法の開発を進めている。今回は植物中  $^{14}\text{C}$  トレーサー分析実証に向けた固体試料導入部の構築、および、分析システムの感度向上に向けたファイバーベース中赤外光周波数コムによる中赤外レーザー波長較正法の開発について報告する。

**キーワード:** 放射性炭素同位体、微量分析、レーザー分光

**1. 諸言** 放射性炭素 ( $^{14}\text{C}$ ) は、炭素唯一の天然放射性同位体であり、核施設の安全な運用や施設の廃止における分析ニーズが存在する他、生体・環境中の有用なトレーサーとして、医学・環境学など様々な領域に利用されている。これに伴う  $^{14}\text{C}$  分析には、天然同位体比 (1 ppt) レベルの高いアバダンス感度が必要とされ、現状、加速器質量分析法が用いられているが、その限られた測定スループットと高額な測定コストは、 $^{14}\text{C}$  トレーサー応用の拡大を妨げている。そこで、高感度かつ迅速・簡便・高スループットを兼ね備えた新しい  $^{14}\text{C}$  分析として、超高感度レーザー吸収分光法であるキャビティリングダウン分光 (Cavity Ring-Down Spectroscopy: CRDS) に基づく  $^{14}\text{C}$  分析法 ( $^{14}\text{C}$ -CRDS) を開発し、生体・環境中  $^{14}\text{C}$  トレーサーにおける極微量  $^{14}\text{C}$  定量分析における有用性を明らかとすることを目的とした研究を進めている。これまでに、特に医薬品開発領域における  $^{14}\text{C}$  ヒト体内トレーサー分析に向けた分析システムを構築し、10 ppt レベルの分析感度を達成したうえで、ヒト生体実試料中  $^{14}\text{C}$  分析、動物に対する薬物動態評価の実証を行ってきた<sup>[1]</sup>。現在、植物を対象とした  $^{14}\text{C}$  トレーサー分析への本システムの適用検討を行っている。例えば、異なる環境条件下で生育させた植物に  $^{14}\text{CO}_2$  ガスを供与し、光合成により葉から吸収させた  $^{14}\text{CO}_2$  の動きを植物体内  $^{14}\text{C}$  濃度測定により測定することで、植物中炭素動態を評価することが可能である<sup>[2]</sup>。このような応用に  $^{14}\text{C}$ -CRDS を適用することで、リアルタイムに  $^{14}\text{C}$  定量が可能となり、より詳細に動態を評価できると期待される。

## 2. 植物試料導入部の構築と分析感度の向上

これまでに開発された  $^{14}\text{C}$ -CRDS 分析システムをベースとして、植物試料中  $^{14}\text{C}$  測定に向けた試料導入部を構築した。概要を Fig. 1 に示す。植物試料は固体試料用サンプラーに導入され、燃焼管で燃焼酸化 (炭酸ガス化) される。発生した二酸化炭素は除湿機構、全炭素量測定計を通過した後、液体窒素を用いた  $\text{CO}_2$  トラップにより濃縮されて CRDS 分析セルに導入される。分析セル中光共振器に入射した中赤外レーザー (DFB-QCL) を入射し、 $^{14}\text{C}$  を含んだ二酸化炭素に対する CRDS を行う。本システムの基本特性とともに、分析感度向上に向けたファイバーベース光周波数コムを用いた DFB-QCL 波長較正法の開発についても報告する予定である。

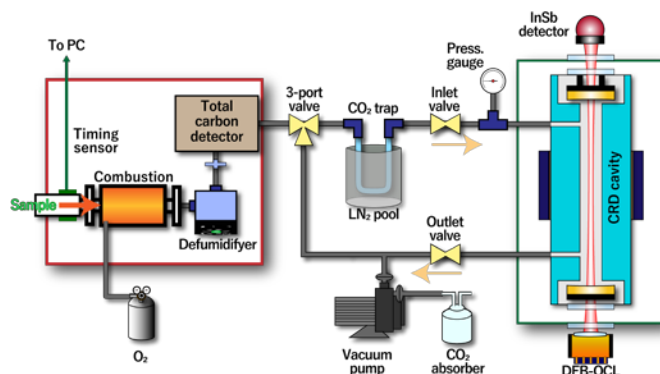


Fig. 1 植物試料分析システムの概要

**参考文献** [1] V. Sonnenschein *et al.*, *J. Appl. Phys.* (accepted). [2] M. Durand *et al.* *Plant Physiology* **170**, 1460-1479 (2016).

**謝辞** 本研究は JSPS 特別研究員奨励費 JP18J14881 および JST/AMED 先端計測分析技術・機器開発プログラムの支援を受けて実施されました。

\*Ryohei Terabayashi<sup>1,3</sup>, Volker Sonnenschein<sup>1</sup>, Hideki Tomita<sup>1</sup>, Mana Kano-Nakata<sup>1</sup>, Kato Shusuke<sup>1</sup>, Shin Takeda<sup>1</sup>, Lei Jin<sup>1\*\*</sup>, Masahito Yamanaka<sup>1</sup>, Norihiko Nishizawa<sup>1</sup>, Keisuke Saito<sup>1</sup>, Kenji Yoshida<sup>2</sup> and Tetsuo Iguchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nagoya Univ., <sup>2</sup>Sekisui Medical Co., Ltd., <sup>3</sup>JSPS research fellow, \*\* Univ. of Tokyo (Current affiliation)