

超高感度迅速放射性炭素同位体分析装置の開発

(4) 中赤外 ^{14}C -キャビティリングダウン分光システムの開発

Development of Highly Sensitive and Rapid Radioactive Carbon Analysis System

(4) Development of Mid IR Cavity Ring-down Spectroscopy System for ^{14}C Analysis

○富田 英生¹, Volker Sonnenschein¹, 寺林 稜平¹, 緩詰 聡士¹, 弘津 嵩大¹, 佐藤 淳史²,
金 磊¹, 山中 真仁¹, 西澤 典彦¹, 大森 茜², 井手野 晃², 大原 利成², 井口 哲夫¹

(1. 名大院工, 2. 積水メディカル(株))

°H. Tomita¹, V. Sonnenschein¹, R. Terabayashi¹, S. Yuruzume¹, T. Hirotsu¹, A. Sato²,

L. Jin¹, M. Yamanaka¹, N. Nishizawa¹, A. Omori², A. Ideno², T. Oh-hara², T. Iguchi¹

(1. Nagoya Univ., 2. Sekisui Medical Co., Ltd.)

E-mail: tomita@nagoya-u.jp

1. 緒言 近年、光共振器を用いた超長光路な吸収分光であるキャビティリングダウン分光法 (Cavity Ring-down Spectroscopy: CRDS) と中赤外 $4.5\ \mu\text{m}$ 帯の $^{14}\text{CO}_2$ 分子基本音吸収を組み合わせた ^{14}C 分析法 (^{14}C -CRDS) が提案され、開発が進められている[1,2]。本プロジェクトでは、生体試料中 ^{14}C 分析のための中赤外 CRDS システムの開発を行っている。今回は、中赤外 CRDS システムの概要と、これまでの成果について報告する。

2. ^{14}C -CRDS システムの概要と近赤外レーザーを用いた基礎実験

^{14}C -CRDS システムの概要を Fig. 1 に示す。2枚の高反射率ミラーによって構成される光共振器を囲むように設置したガスセルに、前処理によって CO_2 化された試料 (ガス状 $^{14}\text{CO}_2$) を導入する。中赤外光 (波長 $4.5\ \mu\text{m}$) を光共振器入射させた後、共振器内の光子の蓄積時間 τ_0 よりも十分に早く入射光を遮断すると、光共振器より漏れでてきた光 (透過光) 強度 I は、指数関数的減衰 $I(t) = I_0 \exp(-\beta_0 t)$ ($\beta_0 \equiv \tau_0^{-1}$: 光共振器固有の減衰率) を示す。光共振器内に光吸収物質 (断面積: σ , 数密度: N) が存在すると、その減衰率 β は、 $\beta_0 + \sigma Nc$ (c : 光速) となるため、 $\beta - \beta_0 = \sigma Nc$ を測定することで、光吸収物質の数密度を測定できる。炭素同位体を含む分子種の振動・回転準位は、同位体ごとにわずかに異なっているため、高分解能中赤外光源を用いて $^{14}\text{CO}_2$ 分子の基本音吸収線の選択的な分光を行うことで、 ^{14}C 分析が可能となる。ここで、高いアバダンス感度を得るには、 $^{14}\text{CO}_2$ の吸収線近傍に存在する $^{13}\text{CO}_2$ の吸収線の影響を低減するための試料冷却 (-40°C 程度) が求められる。このため、2重構造チャンバーを採用してガスセルを真空断熱し、ガスセルの低温での温度制御を行う。

$1.6\ \mu\text{m}$ 帯半導体レーザーを用いて基礎実験を行った結果、炭素安定同位体 (^{12}C と ^{13}C) を含む CO_2 吸収線の CRDS により安定炭素同位体分析が可能であることを確認した。今後、 $4.5\ \mu\text{m}$ 帯レーザーを用いた基礎実験を進め、 $^{14}\text{CO}_2$ 分析性能を評価する予定である。

[1] H. Tomita *et al.*, *J. Power Energy Systems* **2**, 221, (2008). [2] I. Galli *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **107**, 270802, (2011).

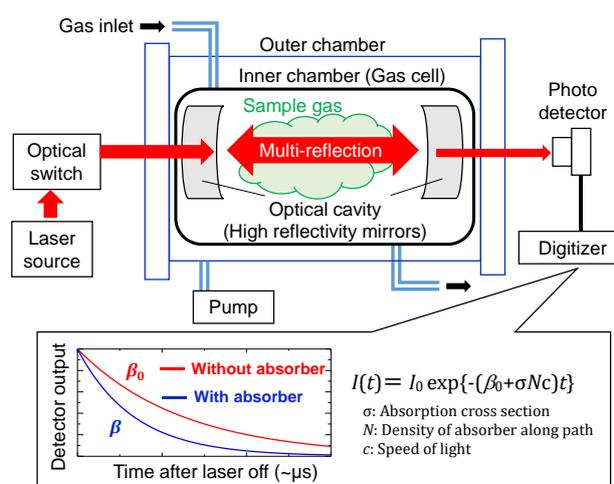


Fig. 1 CRDS System for Carbon Isotope Analysis