中赤外光周波数コムと光フィードバック量子カスケード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放射性炭素分析法の開発

Development of radiocarbon analysis based on cavity ring-down spectroscopy using optical feedback quantum cascade laser and mid-infrared frequency comb

名古屋大 [1]，東京大 [2]，産総研 [3]，○齊藤 圭亮 [1]，寺林 稜平 [1,2], Volker Sonnenschein[1],
岩元 一輝 [1]，西澤 典彦 [1]，阿部 恒 [3]，富田 英生 [1]

Nagoya Univ.[1], Univ. of Tokyo[2], AIST[3], °Keisuke Saito[1], Ryohei Terabayashi[1,2],
Volker Sonnenschein[1], Kazuki Iwamoto[1], Norihiko Nishizawa[1], Hisashi Abe[3], Hideki Tomita[1]

E-mail: saito.keisuke.u1@s.mail.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

高感度と高いスループットを兼ね備えた ^{14}C 分析手法として、高感度レーザー吸収分光法の一つである中赤外キャビティリングダウン分光法（Cavity Ring-down Spectroscopy: CRDS）を用いた手法（^{14}C-CRDS）の開発を進めている。これまでに、$^{14}CO_2$ の吸収を測定対象として、4.5 μm 帯分布帰還形量子カスケードレーザー（DFB-QCL）を光源とした ^{14}C-CRDS 分析システムを構築、および、V 字型光共振器を用いた光フィードバックにより DFB-QCL を狭帯域化したシステムの開発により ^{14}C 分析の高感度化を行ってきた。本研究では、光フィードバックにより安定化した DFB-QCL を超短パルスファイバーレーザーベースの中赤外光周波数コム（MIR-OFC）[1,2]で波長校正する体系で CRDS を行い、性能を評価した。

2. 中赤外光周波数コムを用いたキャビティリングダウン分光

実験体系を Fig.1 に示す。V 字型光共振器を用いた光フィードバックにより狭帯域化した DFB-QCL を高フィネス光共振器（ガスセル）に導入し、透過光強度を光検出器で測定、光蓄積後の減衰（リングダウン信号）をデジタイザーにて取得し、減衰率 β を測定した。QCL の一部は MIR-OFC とともに光ファイバーに結合させ、ビート信号（周波数差）を RF スペクトラムアナライザーで取得した。QCL 電流を 2208.6 ~2209.5 cm^{-1} の領域で段階的に変化させ、CO_2, N_2O, H_2O, CO を含むガスの CRDS スペクトルを取得した（Fig.2）。本発表にて、分光測定性能の詳細を報告する予定である。

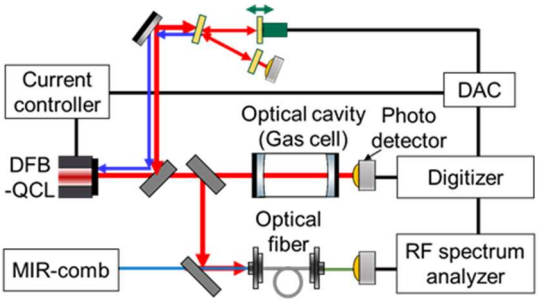

Fig.1 Experimental setup using DFB-QCL and MIR-comb

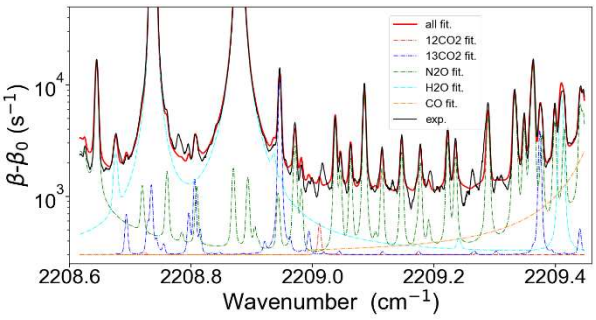

Fig.2 Typical CRDS spectrum

参考文献：[1] L. Jin *et al*. Appl. Phys. Express, **10**, 012503 (2017), DOI: 10.7567/APEX.10.012503
[2] L. Jin *et al*., IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron. **24**, 0900907 (2018), DOI: 10.1109/JSTQE.2017.2759258

謝辞： 本研究の一部は JSPS 科研費 20K15205, JST CREST「革新光」 JPMJCR2104, JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2125 の支援を受けて実施されました。