

中赤外キャビティリングダウン分光におけるバックグラウンドノイズの低減

Reduction of Background Noise in Mid-IR Cavity Ring-Down Spectroscopy

名古屋大学¹、積水メディカル(株)創薬支援センター²、[○](M2)武田 農¹、(D2)寺林 稜平¹、
Volker Sonnenschein¹、(M2)加藤 修介¹、富田 英生¹、西澤 典彦¹、
吉田 賢二²、井口 哲夫¹

Nagoya Univ.¹, Sekisui Medical Co.,Ltd. Drug Development Solutions Center², [○]Shin Takeda¹,
Ryohei Terabayashi¹, Volker Sonnenschein¹, Shusuke Kato¹, Hideki Tomita¹,
Norihiko Nishizawa¹, Kenji Yoshida², Tetsuo Iguchi¹

E-mail: takeda.shin@i.mbox.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに 中赤外波長領域には様々な分子の基本音吸収線が存在するため、中赤外レーザー光源を用いた吸収分光による高感度な定量分析が可能である。特にキャビティリングダウン分光法 (Cavity Ring-down Spectroscopy : CRDS) は、光共振器を用いた超高感度なレーザー吸収分光の一つであり、中赤外光源と組み合わせることで、極微量分子の定量が実現できる^[1]。CRDS 測定においては、共振器内に蓄積された光が共振器鏡の反射率と共振器内の光吸収物質による吸収により指数関数的に減衰することを利用し、その減衰率 (リングダウンレート: $\beta = \beta_0 + \sigma Nc$ 、 σ : 光吸収断面積、 c : 光速) より光吸収物質の分子数密度 N を測定するため、レーザーの強度変動は原理上問題にはならない。一方で光共振器外からの僅かな反射光に起因するエタロン効果により、光吸収物質がないときのリングダウンレート β_0 がわずかに変動するため、極微量分子の分析においては感度が制限される。そこで、本研究では、このエタロン効果によるバックグラウンド (すなわち、 β_0) の変動を抑制するために、エタロン効果を生じる光路長を強制的に変調し、エタロン効果によるバックグラウンドの変動を平滑化させる手法^[2]について有用性を検討した。

2. ブリュースタースポイラーによるバックグラウンドノイズの低減 実験体系の概要を Fig.1 に示す。中赤外量子カスケードレーザー (中心波長 4.5 μm) を光源とする CRDS システムにおいて、CRDS 用光共振器の入射・出力側の光路に Si ウィンドウをブリュースター角となるように設置した (以降、このウィンドウをブリュースタースポイラーと呼ぶ)。その角度を周期 100 ms で ± 0.75 度変化させることで光路長を微小に変化させ、この変調を繰り返すことでエタロン効果の低減を試みた。ブリュースタースポイラーを動作させた場合とさせなかった場合の CRDS 測定で得られたスペクトルを Fig.2 に示す。エタロン効果に起因した周期的な β_0 の変動がブリュースタースポイラーの動作によって 1/5 程度に抑制され、バックグラウンドノイズが低減できることが示された。

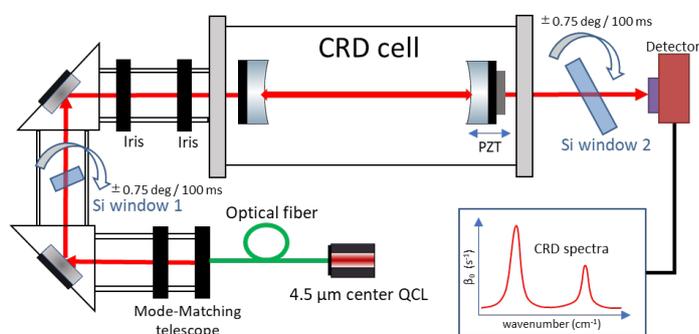


Fig. 1 Experimental setup of CRDS with Brewster Spoilers (BS)

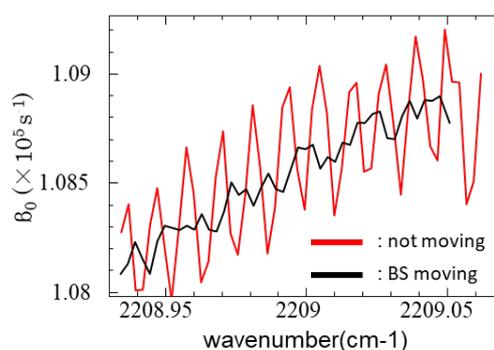


Fig. 2 Spectrum of CRDS with/without moving BS

参考文献 [1] 加藤修ら、2018 年第 79 回応用物理学会秋季学術講演会。 [2] R. Terabayashi *et al.*, JPS Conf. Proceed. (accepted).

謝辞 本研究は、国立研究開発法人日本医療研究開発機構研究成果展開事業 (先端計測分析技術・機器開発プログラム) による成果の一部である。