

8-12 μm 帯中赤外分光システムの高感度化

東大物性研¹, トヨタ自動車², °石塚 悠也¹, 多屋 奏一¹, 櫻井 治之¹, 谷 峻太郎¹,
米田 修², 須藤 裕之², 斎藤 広明², 小林 洋平¹

ISSP, Univ. Tokyo¹, Toyota Motor Corp.², °Yuya Ishizuka¹, Soichi Taya¹, Haruyuki Sakurai¹, Shuntaro Tani¹,
Osamu Komeda², Hiroyuki Suto², Hiroaki Saitoh², Yohei Kobayashi¹

E-mail: y-ishizuka@issp.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】

中赤外領域には分子の振動に由来する多数の吸収線が存在し、呼気診断や燃料分析など様々な分野での応用に向けて、様々な分光法について研究が行われている。特に呼気診断においては、リアルタイムに複数の分子種を識別するため、高速であり、高分解能・高帯域な中赤外分光系が必要である。我々は中赤外光コムを光源として、超高次分散素子と2次元アレイ型ディテクタによる中赤外分光システムの構築を行ってきた。昨春の学会では、リアルタイム測定が可能な、広帯域・高分解能である8-12 μm 帯における中赤外分光システムの構築を報告した。本研究では、構築した中赤外分光システムに対してヘリオットセルを導入して、光路長を長くすることで、高感度化を試みた。また、アンモニアやアセトンに対して吸収分光を行い、スペクトルを取得した。

【実験】

実験のセットアップを図1に示す。繰り返し周波数100 MHzのYb添加ファイバーレーザーを光源とし、フォトニック結晶ファイバーを用いて発生した白色光の1.1 μm の光と1 μm の基本波との差周波発生により中赤外光コムを生成した。差周波発生における非線型光学結晶にはGaSeを用いた。発生した中赤外光を光路長が31.2 mのヘリオットセルに入射し、透過光をエッセル回折格子とクロスディスペンザーにより分散させて、中赤外カメラにより検出した。600 msの積算時間に相当する30フレームの積算によりSN比130となり、これはアンモニアの検出限界に換算すると30 ppbに相当する。健康者の呼気に含まれるアンモニアの濃度の平均値が265 ppb[2]であることから、構築したシステムにより呼気中の特定の種類の微量ガスを検出可能であるといえる。また実際に構築した実験系により1 ppmの濃度のアンモニアの吸収分光を行い、取得したスペクトルを図2に示す。

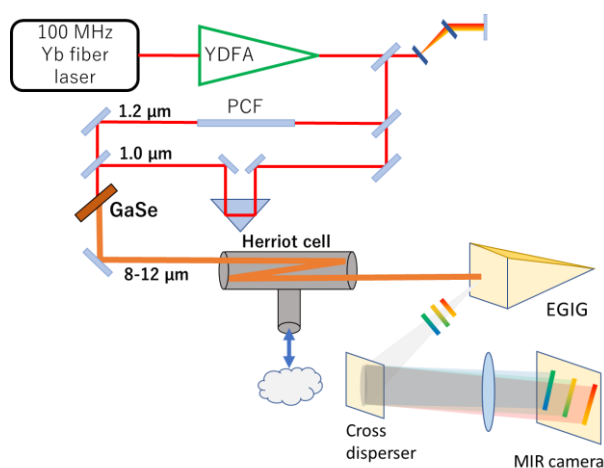


図 1. Experimental setup. YDFA: Yb-doped fiber amplifier,
PCF: Photonic crystal fiber, MIR: Mid-IR

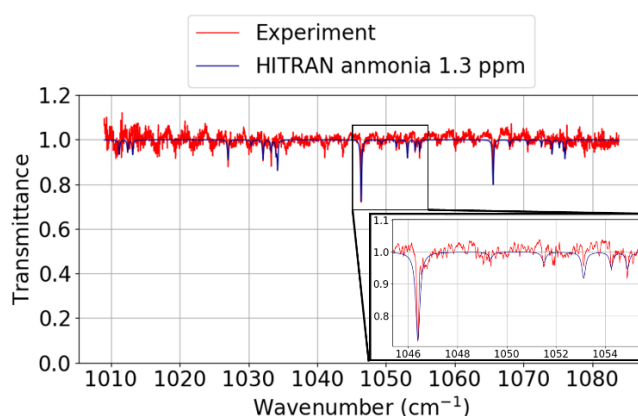


図 2. Absorption spectrum of 1 ppm ammonia

[1] 石塚 悠也, 谷 峻太郎, 小林 洋平, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会(2021).

[2] Hibbard T, Killard AJ. J Breath Res. 5(3):037101(2011).