

波長 2-5 μm 域における波長可変な広帯域赤外量子吸収分光測定の実証

Demonstration of tunable broadband infrared quantum absorption spectroscopy in the mid-infrared region 2-5 μm

京大院工¹ ○(D)荒畑 雅也¹, 向井 佑¹, 田嶋 俊之¹, 岡本 亮¹, 竹内 繁樹¹

Kyoto Univ.¹, °Masaya Arahata¹, Yu Mukai¹, Toshiyuki Tashima¹, Ryo Okamoto¹, Shigeki Takeuchi¹

E-mail: arahata.masaya.34c@st.kyoto-u.ac.jp

従来の赤外分光装置では、光源に用いられる発熱体の指向性や発熱、また、赤外域の検出器の感度が可視域のものに比べて低いという問題があった。これに対して近年、赤外量子吸収分光測定(Infrared Quantum Absorption Spectroscopy; IR-QAS)が提案され、その原理検証実験が行われた[1]。赤外量子吸収分光測定とは、可視光源により生成された可視-赤外域量子もつれ光子対による非線形干渉計を用いた分光法である。これにより安価で性能の良い可視域の光源と検出器を用いた赤外吸収分光測定が可能となる。我々のグループではフーリエ変換型赤外量子吸収分光測定の理論定式化と近赤外域における実証実験を行った[2]。しかし、可視-赤外域量子もつれ光子対の発生帯域が限られていたため、測定波長域は 1.5~1.56 μm [2]、4~4.5 μm [1]で 1 μm 以下に留まっていた。

今回我々は、波長 2~5 μm 域で波長可変な広帯域赤外量子吸収分光測定を行ったので報告する。Fig.1(a)に実験系を示す。波長 532 nm の CW レーザー光を励起光源として集光レンズで LiNbO₃ (LN)結晶に集光し、可視(シグナル)-赤外(アイドラー)光子対を下方変換(Type-I)により同軸で発生させた。その後、これらを励起光とともに再度 LN 結晶に集光し 2 回の光子対生成過程間の量子干渉を可視光子の検出光子数より観測した。このとき、水平面(紙面)内で結晶を回転させることで、発生光子対の波長を制御した[3]。Fig.1(b)は構築した波長可変 IR-QAS 測定系により測定した厚さ 1 mm の熔融石英ガラスの中赤外域での透過率スペクトルを示している。試料がある場合とない場合の量子干渉信号の明瞭度の比から求めた波長ごとの試料の透過率(赤丸)は、現行のフーリエ変換型赤外分光装置で測定した透過率(黒線)と良い一致を示していることが確認できる。

本研究の一部は、MEXT Q-LEAP (JPMXS0118067634), JST-CREST (JPMJCR1674), 科研費・科学技術振興調整費(21H04444)の支援によって行われた。

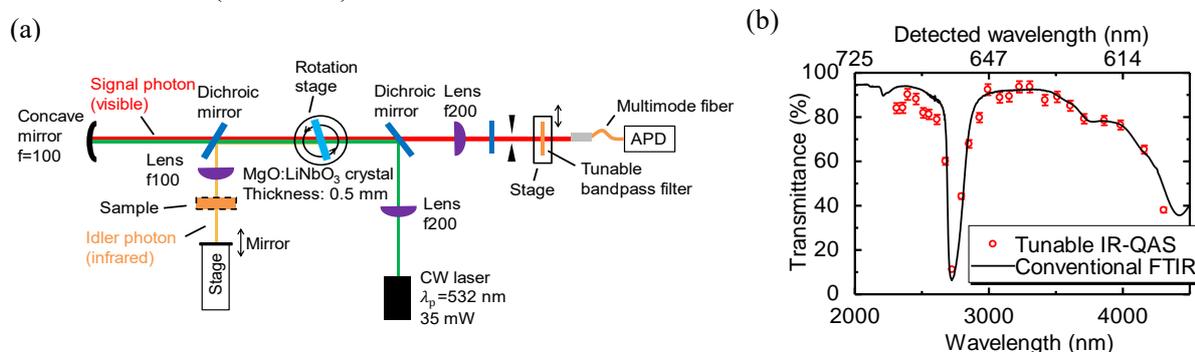


Figure 1: (a) Schematic of tunable IR-QAS system. APD: Avalanche photodetector. (b) Transmission spectrum of a silica glass measured by tunable IR-QAS system.

[1] D. Kalashnikov *et al.*, Nat. Photonics **10**, 98 (2016). [2] Y. Mukai, *et al.*, Phys. Rev. Applied **15**, 034019 (2021). [3] M. Arahata, *et al.*, J. Opt. Soc. Am. B **38**, 1934-1941 (2021).