

80 Mspectra/s の中赤外波長掃引分光

Mid-infrared wavelength-swept spectroscopy at 80 Mspectra/s

東大理¹, JAXA², JST さきがけ³○川合 暁¹, Venkata Ramaiah Badarla¹, 橋本 和樹^{1,2}, 今村 翔之¹, 井手口 拓郎^{1,3}The Univ. of Tokyo¹, JAXA², PRESTO³○Akira Kawai¹, Venkata Ramaiah Badarla¹, Kazuki Hashimoto^{1,2},Takayuki Imamura¹, Takuro Ideguchi^{1,3}

E-mail: kawai@gono.phys.s.u-tokyo.ac.jp

中赤外振動分光は高感度・ラベルフリーな分子計測法として理学・医学・工学の幅広い分野で活用されている。その中で、タンパク質の構造変化や燃焼現象などポンプ-プローブ分光の使えない短時間非繰り返し現象の計測目的、あるいは分光イメージング、フローサイトメトリーなどの応用目的の測定においてはより高速にスペクトルを連続取得することへの需要がある。近年ではデュアルコム分光法などの高速フーリエ変換分光法の発展により最大で~1 Mspectra/s 程度のスペクトル取得レートが達成されているが[1][2]、それ以上の高速化は信号対雑音比(SNR)の制約によりなされていない。

波長掃引分光は同光パワー・同ノイズの条件下でフーリエ変換分光より $\sqrt{N}$ 倍(N : スペクトル点数)だけ潜在的に SNR が良いことが知られている[3]。そこで我々は Free-space chirp-enhanced-delay(FACED)[4]と呼ばれる、超短パルス光を時間伸長して波長掃引を行う手法に、中赤外フェムト秒 OPO と高速動作する量子カスケード検出器を組み合わせることによって、80 Mspectra/s というこれまでにない速度での中赤外波長掃引分光を実現した。測定のスเปクトル帯域は 4.0 - 4.9 μm (2040-2270 cm^{-1})で、分解能は 15 nm (7.7 cm^{-1})であった。また、SNR は積算なしで 91 とこれまでの中赤外デュアルコム分光研究と比較して高いものであった。加えて、フェニルアセチレンをサンプル物質として用いた測定においては、C-C 三重結合に由来する吸収線を明瞭に観測することができた。今後、実用性の高い手法としてさまざまな高速連続分光への応用が期待される。

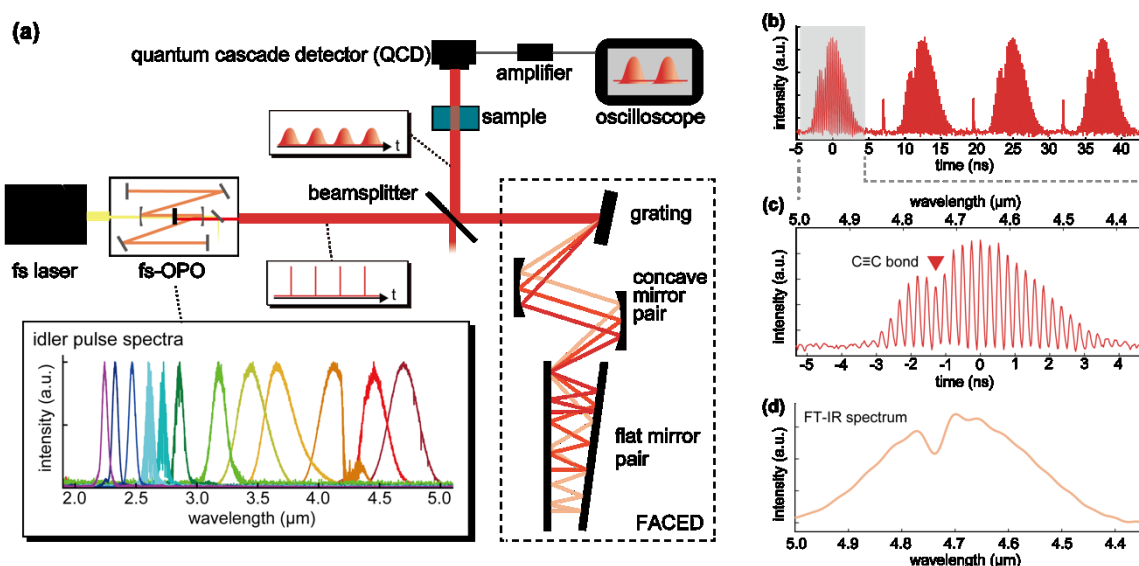


Fig. 1. Wavelength-swept infrared spectroscopy based on optical time stretching with FACED. (a) Schematic of the system. (b) Molecular spectra of phenylacetylene acquired by the system. (c) A magnified spectrum of (b). (d) A reference spectrum acquired by a normal FT-IR system.

[1] Yu, M *et al.* Nature Communications, 9(1), 6–11. (2018) [2] Klocke, J. L *et al.* Analytical Chemistry, 90(17), 10494–10500. (2018) [3] Childs, D. T *et al.* Applied Spectroscopy Reviews 50.10. (2015) [4] Wu, J *et al.* Light: Science and Applications, 6(1), e16196-10. (2018)