

位相操作型干渉計を用いた超高速フーリエ変換コヒーレントラマン分光 Ultrafast Fourier-Transform Coherent Raman Spectroscopy with a Phase-Control Delay Line

○榎 祐介¹、玉光 未侑¹、中村 將¹、G. K. Podagatlapalli¹、井手口 拓郎¹、合田 圭介^{1,2,3}
(1. 東大理、2. UCLA、3. JST)

○Yusuke Sakaki¹、Miu Tamamitsu¹、Tasuku Nakamura¹、G. K. Podagatlapalli¹、Takuro Ideguchi¹、
Keisuke Goda^{1,2,3}
(1. UTokyo, 2. UCLA, 3. JST)

E-mail: yusukes@chem.s.u-tokyo.ac.jp, ideguchi@chem.s.u-tokyo.ac.jp

ラマン分光法は物質の振動スペクトルを測定する非破壊・非侵襲な分析手法であり、幅広い分野で利用されている。その中でも、コヒーレント反ストークスラマン分光法はパルスレーザーにより引き起こされる非線形効果により強い信号を得ることができるため高速測定が可能であり、バイオイメージングなどに応用されている[1]。しかしながら、一般的に高速測定はスペクトル分解能やスペクトル帯域とトレードオフの関係にあり、それを打破することは難しい。

本稿では、単一光検出器で同時にすべてのスペクトルを測定できるフーリエ分光法によって、従来の広帯域コヒーレントラマン分光の最高速度[2]の 50 倍にあたる 50 kHz の速さで広帯域のラマンスペクトルを測定する手法を開発した。この超高速測定を可能にしたのは高速回転のポリゴンスキャナを用いた位相操作型マイケルソン干渉計である (Fig.1)。4f 光学系のフーリエ面においてミラーの回転角度に比例した群速度遅延が生み出され[3]、それをスキャンすることによりラマン信号の時間波形が 20 μ s で周期的に測定される。時間波形のフーリエ変換により 1000 cm^{-1} 以上の広帯域で分解能 12 cm^{-1} のラマンスペクトルが得られた (Fig.2)。サンプルとして用いたトルエンに特徴的なピークが 787 cm^{-1} , 1005 cm^{-1} , 1031 cm^{-1} に観測された。現状、時間波形のゆがみによる分解能の低減がみられるが、干渉計の最適化によりスペクトル分解能は 4.2 cm^{-1} まで下げることができる。この超高速非線形ラマン分光法は細胞評価のためのフローサイトメトリーと組みわせるほか、医療や物質科学における広視野高速ラマンイメージングに応用が可能である。

【References】 [1] Charles H. Camp Jr and Marcus T. Cicerone, Nat. Photon. **9**, 295-305 (2015).

[2] Rajan Arora et al, Proc. Natl Acad. Sci. USA **109**, 1151-1153 (2012).

[3] Amy L. Oldenburg et al, Appl. Opt. **42**, 4606-4611 (2003).

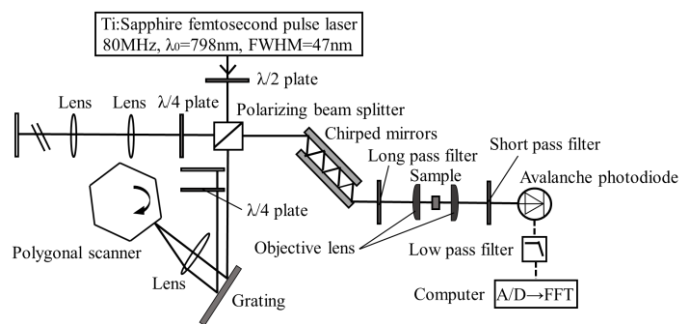


Fig.1 Experimental setup

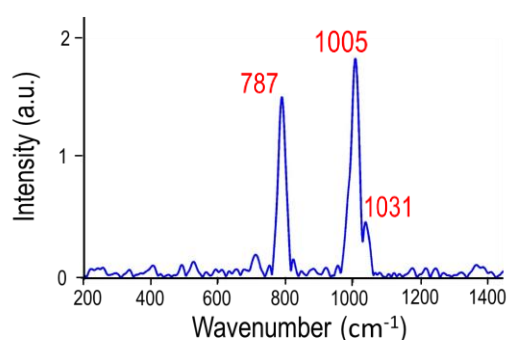


Fig.2 Raman spectrum of toluene