

位相制御型のフーリエ分光法の開発

Development of phase-controlled Fourier-transform spectroscopy

東大理¹, JAXA², JST さきがけ³, ○橋本 和樹^{1,2}, 井手口 拓郎^{1,3}UTokyo¹, JAXA², PRESTO³, °Kazuki Hashimoto^{1,2}, Takuro Ideguchi^{1,3}

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

フーリエ分光法(FTS)は簡便な構成で広帯域・高分解能なスペクトル取得を可能にする手法として、50年以上もの長きに渡り様々な分野で応用されてきた[1]。スペクトル取得レートがマイケルソン干渉計の低速の走査ミラーに依存するため、FTS は気相の吸収線を分解できる分解能でかつ 10 kHz を超える取得レートを要する非反復的現象の追跡[2]を得意としない[3]。デュアルコム分光法(DCS)は繰り返し周波数の異なる 2 つの光周波数コムを用いることでナイキスト限界の効率の良いスペクトル取得を達成し、従来の FTS の問題点であった取得レートを劇的に向上させた[4]。しかしながら、DCS は FTS と比較して電氣的・光学的に高性能なシステムを要するのに加え、太陽光・ランプなどのインコヒーレント光源を用いたパッシブ分光計測に対して不向きである[5]。

本研究では従来の FTS を再考する形で、位相制御型のフーリエ分光法(PC-FTS)を開発した(Fig.1 (a))[6]。PC-FTS はスペクトル軸上の線形の位相を介して時間軸上の群遅延を掃引する機構を取り(Fig.1 (b))、ナイキスト領域をフルに使った高速・広帯域・高分解能なスペクトル取得を可能にする(Fig. 1(c))。原理検証実験として、Er レーザーを光源に組み込んだ PC-FTS によりアセチレンガスの近赤外吸収スペクトルを 12 kHz の取得レートで取得した (Fig. 1(d))。加えて、本手法がパッシブ分光に適用できることを示すためインコヒーレント光源を用いたスペクトル取得も行った。

本手法は分子の基準振動が集まる中赤外領域にも拡張可能であり、燃焼計測や環境ガスモニタリングなど様々な分野への応用も期待される。

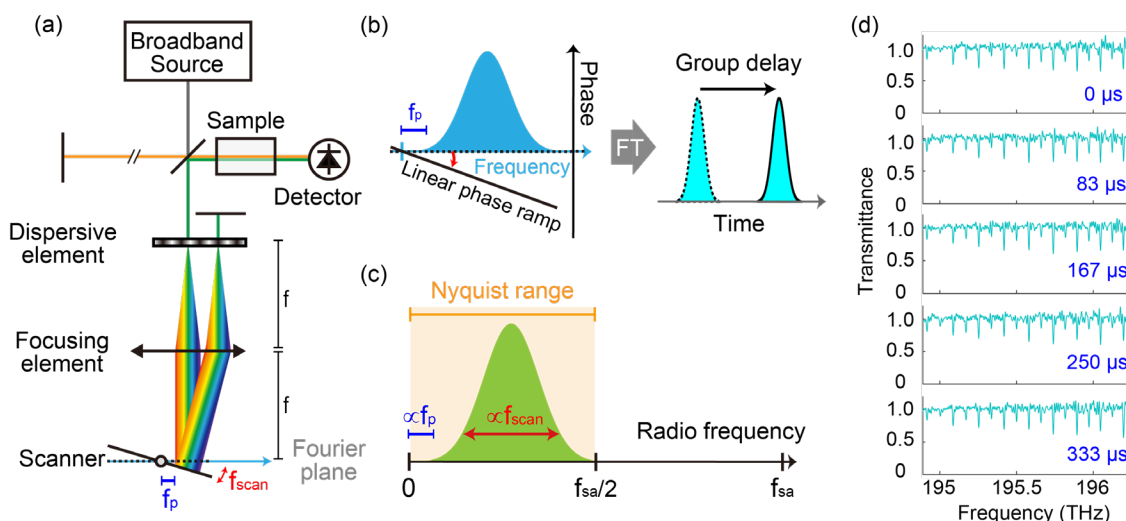


Fig. 1 PC-FTS. (a) Schematic of PC-FTS. f_p : difference in frequency between the pivot position and the spectral edge. f_{scan} : scan rate of the scanner. (b) Relation between linear spectral phase and group delay. (c) Nyquist-limited spectral acquisition with PC-FTS. f_{sa} : Sampling frequency. (d) Continuous absorption spectra of C₂H₂ obtained at 12 kHz.

[1] P. R. Griffiths and J. A. De Haseth, Fourier Transform Infrared Spectrometry (2007). [2] T. Werblinski et al, Appl. Opt. **56** (2017) 4443. [3] T. Häber et al, Phys. Chem. Chem. Phys. **1** (1999) 5573. [4] I. Coddington et al, Optica **3** (2016) 414. [5] S. Boudreau and J. Genest, Opt. Express **20** (2012) 7375. [6] K. Hashimoto and T. Ideguchi, Nat. Commun. **9** (2018) 4448.