

アルカンチオール鎖の銀ナノ粒子吸着状態のコヒーレント超高速振動分光

Ultrafast vibration spectroscopy of alkanthiol adsorbed on silver nano-particles

○首藤健一¹・杉山夏輝¹・片山郁文¹・北島正弘^{1,2,3}・武田淳¹

(横浜国立大学¹・株式会社ルクスレイ²・防衛大³)

K. Shudo, N. Sugiyama, I. Katayama, M. Kitajima, J. Takeda

E-mail: ken1@ynu.ac.jp

パルスレーザーを用いた光の透過率や反射率の過渡応答には、電子励起やその散乱に伴う振動のコヒーレントな運動を実時間で追跡するための情報が含まれる[1]。特に金属のナノ構造に光照射した場合には、ラマン増強効果(SERS)によって金属表面の分子の振動の情報を得ることができる[2]。本研究では、15-carboxy-1-pentadecanethiol (CPDT) 分子の C₁₆ アルカン鎖を 銀のナノ粒子にチオール基で結合させ、その光透過率の変化を 7.5fs の光パルスを用いたポンプ=プローブ法で求めた。この過渡応答のフーリエ変換 (Fig. 1) では CPDT 分子の振動に概ね対応する成分が含まれていた。これらの成分のピークには、液体 CPDT から銀に吸着した影響によるシフトが見られ、概ね定常光ラマン分光と一致した。また過渡応答の時間分解フーリエ成分を見ると、振動モードが時間とともに変化していることが分かる (Fig. 2)。特に銀に吸着した場合には、初めに銀に近い炭素の C-H 振動 (図の C,D,E) が強く現れ、その後で分子全体に広がったコヒーレントな C-H 振動 (同 A,B) が現れて、最終的に液相のスペクトル (Fig. 2b) に近い形状で定常状態になった。以上の結果は フェムト秒超短パルスで振動モードの伝搬が追跡できることを示しており、銀粒子の SERS では 銀の電子状態の影響を強く受けている部位で特に強くラマン増強が生じ、それが分子全体の振動に ps 程度の時間で伝搬していることを明らかにした。

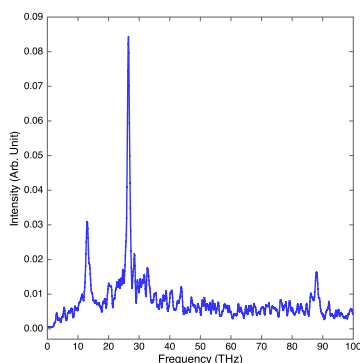


Fig. 1: Fourier-transformed spectrum of CPDT.

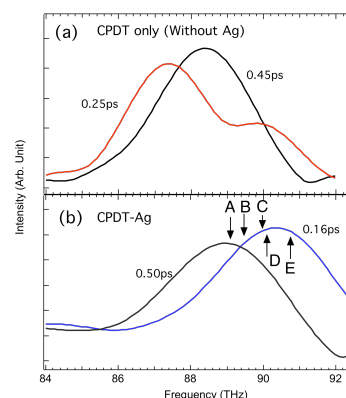


Fig. 2: Time-windowed Fourier- transformed spectra of (a) pure CPDT in liquid phase, and those of (b) CPDT anchored to Ag nano-particles. Indicated times mean the delay of probe after pump.

- [1] K. Shudo, I. Katayama, S. Ohno (eds): "Frontiers in Optical Methods: Nano-Characterization and Coherent Control" (2013, Springer-Verlag GmbH, Berlin/Heidelberg) ISBN 978-3-642-40593-8
- [2] J. Takeda, K. Ikufumi, K. Shudo, M. Kitajima: "Coherent phonon and surface-enhanced Raman scattering dynamics in solids", J. Luminescence 152, 23-27 (2014).