

チャープパルス上方変換を用いた超広帯域中赤外ポンプ・プローブ分光 Ultrabroadband mid-infrared pump-probe spectroscopy using chirped-pulse upconversion

分子研¹, 台湾交通大² ○白井英登¹, 葉恬恬², 野村雄高¹, 羅志偉², 藤貴夫¹

Institute for Molecular Science¹, National Chiao Tung Univ.²

○H. Shirai¹, T. T. Yeh², Y. Nomura¹, C. W. Luo², T. Fuji²

E-mail: shirai@ims.ac.jp

中赤外領域のエネルギーは分子の振動や回転運動および半導体に生成される自由キャリアのバンド内遷移等に共鳴しており、基礎科学から産業までの広い分野において重要な領域である。しかし、この領域における検出器の性能は可視光領域のものと比較して貧弱であり、高速・多チャンネルの計測は不得手という問題を抱えている。例えば、ポンプ・プローブ分光において、光劣化の激しい生体系・有機系試料や不可逆な現象を捉えるために、分散型分光器を用いて高速にスペクトルを測定することは重要な課題の一つといえる。

最近、我々はチャープパルス上方変換 (CPU) という手法を用い、超広帯域中赤外光を可視光へと変換することによって、単一ショットで高い周波数分解能・空間分解能を有するスペクトル測定に成功した [1]。本講演では、この CPU を超広帯域中赤外ポンプ・プローブ分光系に組み入れた実験を行なった結果を報告する。

実際に構築した超広帯域赤外ポンプ・プローブ分光系の模式図を図 1(a) に示す。光源はチタンサファイア増幅器であり、中心波長 800 nm, パルスエネルギー 0.85 mJ, パルス幅 30 fs, 繰り返し周波数 1 kHz である。光源から出力された光をそれぞれポンプ光, チャープパルス光および中赤外光 (プローブ光) 発生用の 3 つに分岐した。中赤外光 (2~20 μm , 7 fs) はフィラメンテーション法により発生させた [2]。これらのポンプ光およびプローブ光を試料であるゲルマニウム (Ge) に照射し、光学ステージを用いて遅延時間を変化させた。また、チョッパーを使って、ポンプ光パルスが 1 パルスおきに遮られるようにし、プローブ光のパルス列に対してポンプ光の照射と非照射が交互となるようにした。こうすることによって、ショット毎の反射率変化を測定できるようにした。0.7 ps まで伸長させたチャープパルス光と試料を反射した中赤外光を窒素ガス中で集光させ、四光波混合法 (FWMDFG) により可視光へと変換し、可視光用の分光器を用いて検出した。図 1(b) は Ge を 4.7 GW/cm² で励起した場合における、中赤外の反射率の変化量である。観測された反射率の変化の超高速ダイナミクスはポンプ光励起によってスペクトルがシフトしたことに起因していると考えられる。

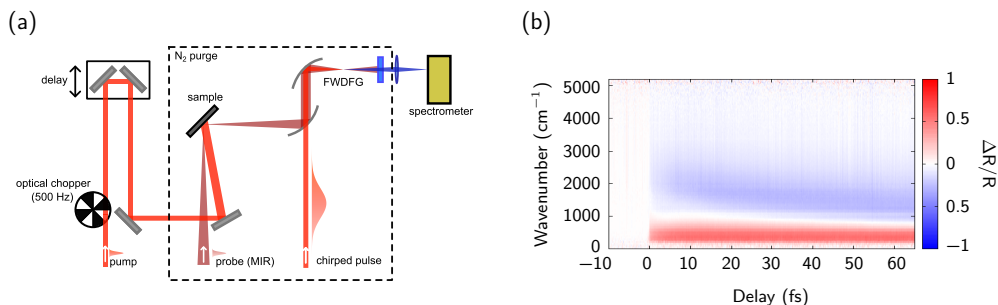


図 1: (a) チャープパルス上方変換を用いた超広帯域赤外ポンプ・プローブ分光系の模式図 (b) Ge における中赤外光の反射率変化

[1] Y. Nomura, et al. Opt. Express **21**, 18249 (2013).

[2] T. Fuji, et al. Opt. Lett. **32**, 2481 (2007). Y. Nomura, et al. Opt. Express **20**, 24741 (2012).

T. Fuji, et al. Appl. Sci. **3**, 122 (2013).