

新規の分散補償法を用いたアト秒パルス列発生 III

Generation of Attosecond Pulse Train with Novel Dispersion Compensation Technique III

電通大 先進理工, °吉井 一倫, 伊藤 公人, 森宗 慶, 桂川 眞幸

Univ. of Electro-Communications, °Kazumichi Yoshii, Kimihito Ito, Kei Morimune, and Masayuki

Katsuagawa

E-mail: yoshii@pc.uec.ac.jp

1. はじめに

水素分子の振動準位を 2 波長のレーザーを用い断熱的に励起し、紫外-可視-近赤外に渡る広帯域離散スペクトルから成る誘導ラマン散乱の高次系列光を同軸上に発生させることができる。生成された離散スペクトルは互いに位相コヒーレントであり、スペクトル位相の操作（分散補償）を行うことで時間領域において数フェムト秒(fs)から数百アト秒(as)に至る超短パルス光列を形成できる。当研究室では、光軸上に透明媒質を設置しその物質長を変化させることで分散補償を行える新規手法を提案した[1]。最近、本手法の実証実験としてこれを用いた 1.8 fs パルス光列発生に成功している[2]。本研究では、本手法を適用したアト秒域に至る超短パルス光発生を目的とする。この目的のために構築した新たな実験システムと設計した分散補償装置によるパルス光発生の数値実験結果を報告する。

2. 実験システム

誘導ラマン散乱高次系列光発生のための 2 波長励起光として、1 波長注入同期レーザーから出力される 801.8268 nm のパルス光と、バルク型周期分極反転ニオブ酸リチウムにより連続光から高強度化された 1203.299 nm のパルス光を用いる。パルス化した 1203 nm の光はバルク型 LiNbO₃ 結晶を用いてさらに増強させる。励起 2 波長は、液体窒素温度に保持した気相パラ水素に集光し、全バンド幅 1 PetaHz 程度 (モード本数~9 本)の離散スペクトル光を発生させる。

発生した離散スペクトル光の分散補償方法として、提案した数値探索法を用いる[1]。これは最適化プログラムを用い、全スペクトル位相が 2π の整数倍に分布するような物質長を数値解析的に探索する手法である。分散媒質として無水合成石英とフッ化カルシウムを採用し、同種の同じ形状のプリズム型素子 4 個を図 1 挿入図のように配置する。1 台の精密ステージを直進させることでビームを空間的に分散させることなく光路長を変化させ、各スペクトル位相の制御を行う。

パルス幅の評価には、連続スペクトルの位相測定法として広く用いられる SPIDER (Spectral

phase interferometry for direct electric-field reconstruction)法を離散スペクトルに応用した装置を用いる[2]。

3. 数値実験結果

周波数間隔 124.7446 THz, 9 本のモードからなる帯域 998 THz のコヒーレント離散スペクトル光を対象として、上記 2 種類の分散媒質を用いた超短パルス光発生について数値実験を行った。物質長変化 ΔL に対する強度時間波形のピーク強度の変化を図 1 にプロットしている。フーリエ変換限界ピーク値の 90%以上回復する極大値が 3 mm づつの物質長変化の間に数十点現れる。極大値では、パルス幅約 850 as, 繰り返し間隔 8.02 fs の超短パルス光列が生成される。この結果は、本手法が任意の初期スペクトル位相を持つ現実の実験系においても十分に機能することを示している。発表では、最新の実験結果も併せて報告する。

参考文献

- 1) K. Yoshii, J. K. Anthony, and M. Katsuagawa, Light: Science & Applications, **2**, e58 (2013).
- 2) 吉井, 中村, 萩原, Suhaimi, 桂川, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 17p-F7-8 (2014).

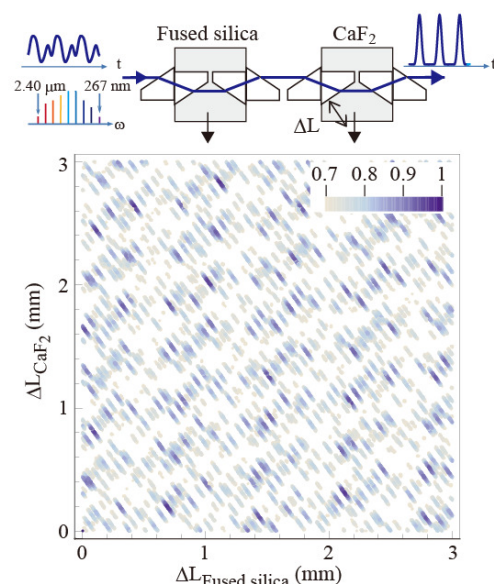


図 1. 物質長変化 ΔL に対する強度時間波形のピーク値変化の計算結果. 挿入図は分散補償システムの構成図.