

課題名 (タイトル) :

テラワットサブ 10-fs レーザーシステムの開発とその応用
Development of a terawatt sub-10-fs laser system and its application

利用者氏名 : アマニ イランル (A. Amani Eilanlou)

所属 : 和光研究所 基幹研究所 緑川レーザー物理工学研究室

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

原子内の電子の超高速のダイナミックスを観測するために、高強度の単一アト秒(10^{-18} s)パルスが必要である。高強度の単一アト秒パルスを発生するために、出力はテラワット(TW)以上で、パルス幅が 10 fs 以下のレーザーシステムを開発する必要がある。本研究では、既に 1.1 TW, 9.9 fs の Ti:sapphire レーザーシステムの開発に成功し、その基本波と二倍波で合成された二色レーザー電場で高強度の単一アト秒パルスの発生を目指す。

2. 具体的な利用内容、計算方法

二色レーザー電場で高次高調波を発生し、相対遅延を変化させた結果、高調波の周波数変調を初めて観測することができた。そのメカニズムを解明するために、理研の RICC で時間依存シュレディンガー方程式 (TDSE) を数値解析し、希ガス原子(Ar, Ne)から発生される高次高調波のスペクトルや得られるアト秒パルスを計算した。また、二色レーザー電場を最適化し、より簡単に単一アト秒パルスが発生できる条件を探った。

3. 結果

高調波の周波数変調は主に、二倍波の周波数が基本波の丁度 2 倍ではないことで生じることが分かった。また、この現象で高調波スペクトルに新しい周波数成分が加わることを利用し、二色レーザー電場を最適化し、より簡単に単一アト秒パルスを発生できる条件を見つけた。その結果、基本波のパルス幅を 12 fs 以下に、2 倍波の波長が 380 nm よりも短くすれば、より簡単に高強度の単一アト秒パルスを発生できることを示した。

4. まとめ

以上のように、数値解析を利用し、実験で観測された新しい現象のメカニズムを解明できた

けではなく、今後より効率よく高強度の単一アト秒パルスを発生するために、数値解析を活かすことにした。

5. 今後の計画・展望

数値解析の結果を実験に活かし、開発したレーザーシステムで高強度の単一アト秒パルスの発生を目指す。また、実験で再び新しい現象を発見できたら、数値解析をそのメカニズムの解明に利用する。

6. RICC の継続利用を希望の場合は、これまで利用した状況 (どの程度研究が進んだか、研究においてどこまで計算出来て、何が出来ていないか) や、継続して利用する際に行う具体的な内容

二色レーザー電場の条件を変え、高次高調波発生を数値解析すると、アト秒パルス発生以外にも、いくつかの未知の現象が生じることは分かった。そのメカニズムの解明がさらに必要である。また、高調波を発生した後に、基本波のレーザーパルスはどのように変化することも検討すべきである。これで、基本波の再利用が可能になり、高次高調波の応用が広がることに繋がる。

平成 22 年度 RICC 利用報告書
平成 21 年度 RICC 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

1. A. Amani Eilanlou, Y. Nabekawa, K. L. Ishikawa, H. Takahashi, E. J. Takahashi, and K. Midorikawa, “Frequency modulation of high-order harmonic fields with synthesis of two-color laser fields,” *Opt. Express* **18**, 24619-24631 (2010).

【国際会議、学会などでの口頭発表】

1. A. Amani Eilanlou, K. L. Ishikawa, Y. Nabekawa, H. Takahashi, and K. Midorikawa, “Relaxing the conditions of isolated attosecond pulse generation by optimizing the wavelength of a detuned second harmonic field,” The 4th Asian Workshop on Generation and Applications of Coherent XUV and X-ray Radiation, Pohang, South Korea, January 2011 (Poster).
2. A. Amani Eilanlou, Y. Nabekawa, K. L. Ishikawa, H. Takahashi, E. J. Takahashi, and K. Midorikawa, “Frequency modulation of high-order harmonic fields with synthesis of two-color laser fields,” The 31st Annual Meeting, The Laser Society of Japan, Tokyo, January 2011.
3. A. Amani Eilanlou, K. L. Ishikawa, Y. Nabekawa, H. Takahashi, E. J. Takahashi, and K. Midorikawa, “Simulation of periodical frequency modulation of high-order harmonics by a two-color laser field,” The 71st Autumn Meeting, The Japan Society of Applied Physics, Nagasaki, September 2010.