

光電場波形の自由な形成を可能に

多色のレーザーパルス光をアト秒精度で制御

今回当研究部門では光位相精度で6色のフェムト秒パルスを同期することに成功した。通常レーザーパルス内の光波位相はレーザー共振器の揺らぎにより一定に保つことはできない。独立した光源の光位相まで制御するためには共振器長を非常に精度良くコントロールする必要がある。(その精度は、アトメートル(1アトメートル:10⁻¹⁸メートル)の精度で制御されることが要求される。)

我々はコンパクトなフェムト秒の光パラメトリック発振器を作成して6色のフェムト秒パルスを作り出した。ポンプ光としてチタンサファイアレーザー(3 ω :波長850nm)を用い、シグナル光(2 ω :波長1275nm)、アイドラー光(ω :波長2550nm)をパラメトリック発振器から発生させる。パラメトリック発振器はシグナルの第二高調波(4 $\omega_1=2\omega \times 2$:波長638nm)、ポンプとアイドラーの和周波(4 $\omega_2=3\omega+\omega$:波長638nm)、ポンプとシグナルの和周波(5 $\omega=3\omega+2\omega$:波長510nm)、そしてポンプの第二高調波(6 $\omega=3\omega \times 2$:波長425nm)を同時に出力する。4 ω_1 と4 ω_2 とは同じ波長であるため干渉し位相情報を得ることができる。これを共振器長にフィードバックするこ

とにより全ての光位相を一定の関係にすることができた(4 ω_1 と4 ω_2 との干渉で確認)。ポイントは高安定なレーザー装置を作ることとフィードバック回路の改良である。チタンサファイアレーザーとパラメトリック発振器の相対的な共振器長揺らぎはアトメートル(10⁻¹⁸メートル)まで低減されたことになる。相対的な光周波数の揺らぎも1秒平均で1ミリヘルツ以下に長時間抑えることができています。光の位相揺らぎに換算すると0.1rad程度であり、アト秒の精度で多色の光位相が制御されたことになる。

光位相が同期された6色のフェムト秒パルスを適当な位相で重ね合わせるにより、任意の光電場波形(アト秒パルスや三角波など)を作り出すことができる。これを用いると自然界では起こらない化学反応の実現や光パルスの超短パルス化による光通信への応用、異波長光パルスの高精度同期によるコンプトン散乱フェムト秒X線パルス発生など様々な応用が期待される。今後は合成光電場波形の計測や利用法の研究をすすめ、新しい光応用を開拓したいと考えている。

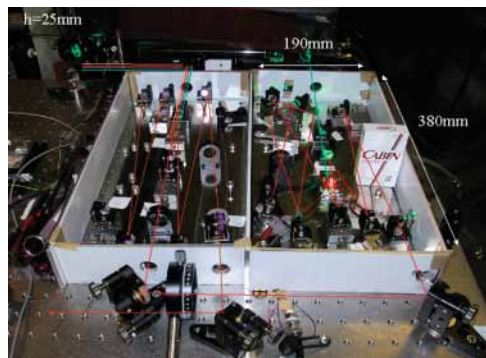


図1 実験装置外観

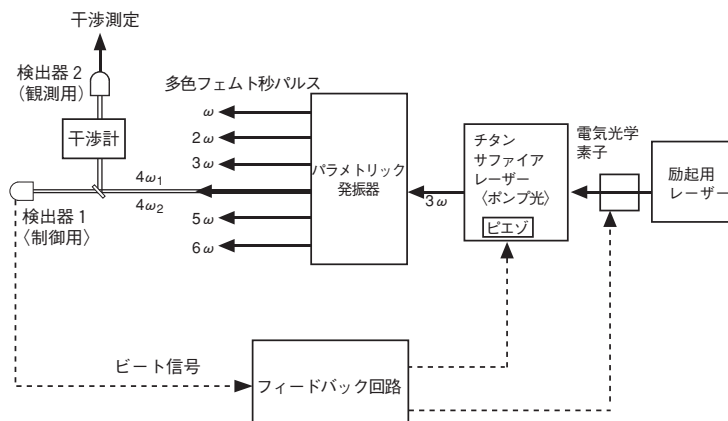


図2 実験配置図



こばやしやうへい
小林洋平
y.kobayashi@aist.go.jp
光技術研究部門

関連情報

- Y. Kobayashi, H. Takada, M. Kakehata, K. Torizuka: Opt. Lett. Vol. 28, 1377 (2003).
- Y. Kobayashi, H. Takada, M. Kakehata, K. Torizuka: Appl. Phys. Lett. Vol. 83, 839 (2003).