

## 空間光変調素子を用いたアト秒位相変調器の開発

(分子科学研究所<sup>1</sup>, 科学技術振興機構・CREST<sup>2</sup>, 総研大<sup>3</sup>, テンプル大<sup>4</sup>)○ 千葉 寿<sup>1, 2</sup>, 香月 浩之<sup>1, 2, 3</sup>, 穂坂 綱一<sup>1, 2</sup>, 島田 紘行<sup>1, 2</sup>,  
Delagnes Jean-Christophe<sup>1, 2</sup>, Robert J. Levis<sup>4</sup>, 大森 賢治<sup>1, 2, 3</sup>

## {序}

我々はこれまでに、フェムト秒レーザーパルス対の位相差をアト秒レベルの安定性と分解能で制御するアト秒位相変調器 (APM) を開発してきた。これを分子振動波束の制御に適用し、かつてない超高精度の量子干渉を実現した[1-3]。

APM は図 1 に示すようにマイケルソン干渉計を基本構造に持つ装置である。干渉計全体を真空容器内に設置し、一方の光路上に置かれた気体セルの圧力を精密にコントロールすることにより超高分解能で光の位相を制御することが可能である。

今回我々は、APM の一方の腕に新たに空間光変調器 (SLM) を挿入した新型 APM の開発を行なった。この装置を用いれば、これまで開発した APM と同様に高精度でのパルス間位相制御に加え位相振幅変調パルスとフーリエ変換限界パルスとの間の自由度の高い位相制御が可能となる。

## {装置の概略}

図 2 に装置の概略を示す。基本構造は旧型の APM と同様にマイケルソン型干渉計となっている。一方の光路には精密に位相操作するためのガスセルと、おおまかな時間差を設定するためのステップモーター駆動ステージを設置した。もう一方の腕には SLM を挿入し位相振幅変調パルスを得ることが出来る。

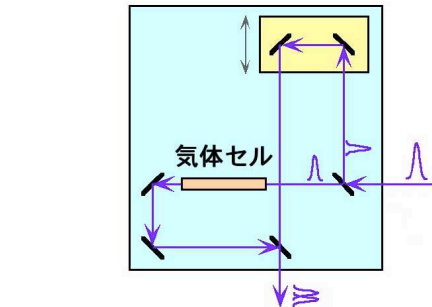


図 1. アト秒位相変調器 (APM) の基本構成

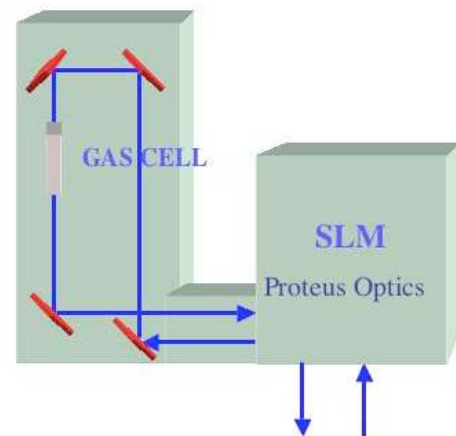


図 2. 新型 APM の概略図

## {動作について}

性能評価として中心波長 $\sim 800\text{nm}$ 、 $\sim 100\text{fs}$  のパルス幅を持ったレーザー光を導入し光学干渉スペクトルを測定した。出力されたレーザー光は分光器へ入力し 1024ch のマルチチャンネル検出器で測定した。図 3 は SLM を通過したパルスともう一方の

ステッピングモーター駆動ステージを設置した光路を通過した二つのレーザーパルス間の遅延時間をほぼ0として測定したパワースペクトルである。図3上の図は二つのレーザーパルスが建設的に干渉するような位相関係に光学ステージを設定した時に得られた干渉スペクトルであり、強調されたスペクトルが観測されていることが分かる。また下の図は位相を $\pi$ だけずらし破壊的に干渉する位相関係に光学ステージを設定した時に得られた干渉スペクトルである。ほぼ完全に打ちけしあった干渉が観測されていることが分かる。このように旧型の APM と同等の精度で干渉をほぼ完全に制御できる実用的な装置であることを確認した。

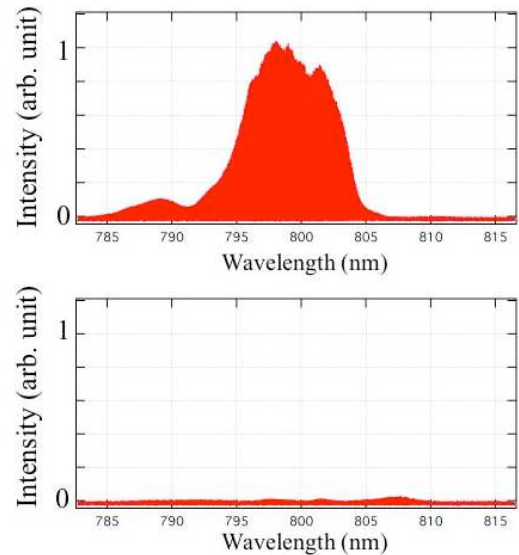


図 3. 新型 APM を用いて測定  
光学干渉スペクトル

さらに新型 APM 内部の SLM と遺伝的アルゴリズムに基づく適応学習制御機構を組み合わせることによって、極めて自由度の高いコヒーレント制御が可能になった。

遺伝的アルゴリズムおよび SLM の動作試験として中心波長 $\sim$ 800nm、パルス幅 $\sim$ 100fs の位相の乱れたレーザー光を SLM へ導入しパルス圧縮を試みた(→図4)。SLM を通過したレーザーパルスを BBO 結晶に入射して倍波を発生させた後にフォトダイオード(PD)により観測し、その強度が上がるように遺伝的アルゴリズムを動作させ SLM に与えるパラメーターを調整した結果、効果的にパルスを圧縮することができた。本報告では位相振幅変調パルスとフーリエ変換限界パルスとの干渉、遺伝的アルゴリズムを適用した SLM の詳しい動作について報告する。

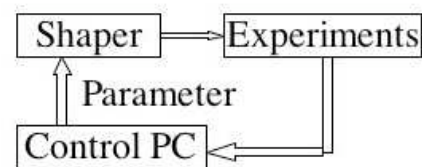
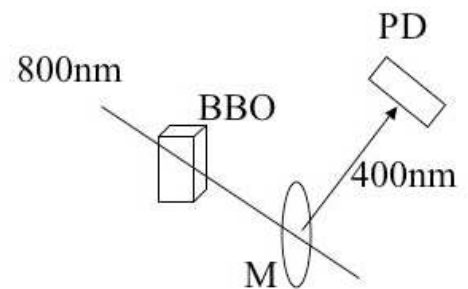


図 4. 遺伝的アルゴリズムを  
適用した測定の 1 例

- [1] K. Ohmori, H. Katsuki, H. Chiba *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **96**, 093002 (2006).
- [2] 大森賢治, “アト秒精度のコヒーレント制御- 分子振動波束への応用-”. 日本物理学会誌 **59**, 615-618 (2004).
- [3] K. Ohmori, Y. Sato, E.E. Nikitin, and S.A. Rice, *Phys. Rev. Lett.* **91**, 243003 (2003).