



大森 賢治（教授）

1987年 東京大学卒業 1992年 同大学院工学系研究科博士課程修了、工学博士 東北大学助手・助教授を経て2003年9月より現職 2004年～2005年 東北大学客員教授併任 2001年～2004年 科学技術振興事業団戦略的基礎研究推進事業併任
TEL: 0564-55-7361 FAX: 0564-54-2254
電子メール: ohmori@ims.ac.jp

「物体は見方によって粒子になったり波になったりする。」量子論の本質はここにあります。量子論は1920年代に確立された比較的新しい理論ですが、今や先進国のGNPの30%は量子論に依存していると言われています。しかし、実は私達はまだ量子論を完全には理解し切れておらず、その応用の余地も膨大に残されているのです。我々は、量子論の理解を深め新たな応用分野を切り拓く事を目標に、物質の波としての性質（コヒーレンス）を完全に制御するというテーマに挑戦しています。我々の研究グループが開発したアト秒位相変調器（APM）は光の波としての振動のタイミング（位相）を操る装置です。真空中でレーザー光を二つに分けて、一方を気体が入ったチューブに通し速度を変化させることで、10アト秒（アト： 10^{-18} ）を切る精度で二つの光電場の振動のタイミングを調節することができます。そのようにして位相制御された二つのフェムト秒（フェムト： 10^{-15} ）レーザーパルスを分子に照射すると、分子の中にそれぞれのパルスの位相を記憶した二つの原子波（波束）が発生し、それらが強め合ったり打ち消し合ったりする様子を完全に制御する事ができます（図1）。このような波束の干渉を使えば、1個の分子の中にバーコードのような情報を書き込むこともできます（図2）。将来的には、1個の原子や分子に大量の情報を記録したり、物質内の化学結合をナノテクを超える精度で操

作することも可能になると期待されています。

今後我々の研究グループでは、APMを高感度のデコヒーレンス検出器として量子論の基礎的な検証に用いると共に、さらに自由度の高い量子位相操作技術へと発展させることを目指しています。そしてそれらを希薄な分子集団や凝縮相、固体、表面に適用することによって、当面は以下の4テーマの実現に向けて研究を行なっていく予定です。

デコヒーレンスの検証と抑制

デコヒーレンスは、物質の波としての性質が失われて行く過程です。テクノロジーの観点から言えば、反応制御や量子情報処理のエラーの要因ですが、それ以前に量子論における観測問題と密接なつながりをもつ重要なテーマです。その本質に迫り、制御法を探索します。

高精度の化学反応制御

サブ10アト秒の量子位相精度は紫外光を用いたコヒーレント制御を可能にします。これによって分子の電子励起状態を利用した高精度の反応制御が可能になるでしょう。

アト秒軟X線パルス源の開発と応用

強光子場中の高次非線形過程をコヒーレント制御し、効率の良いアト秒軟X線パルス源の開発を目指します。これをアト秒時間分解分光に用います。

分子ベースの量子情報科学の開拓

高精度の量子位相操作によって分子内の複数の自由度を用いる任意のユニタリ変換とそれに基づく高度な量子情報処理の実現を目指します。

これらの研究の途上で量子論を深く理解するための何らかのヒントが得られるかもしれません。その理解はテクノロジーの改革を促すでしょう。我々が考えている「アト秒量子エンジニアリング」とは、量子論の検証とそのテクノロジー応用の両方を含む概念です。

参考文献

- 1) K. Ohmori, Y. Sato, E. E. Nikitin and S. A. Rice, "High precision molecular wave-packet interferometry with Hg-Ar dimers," *Phys. Rev. Lett.* **91**, 243003 (2003).
- 2) 大森賢治, "アト秒精度の量子波束エンジニアリング," 応用物理 **71**, 特集「躍進する量子エレクトロニクス分野」, pp. 195-199 (2002).

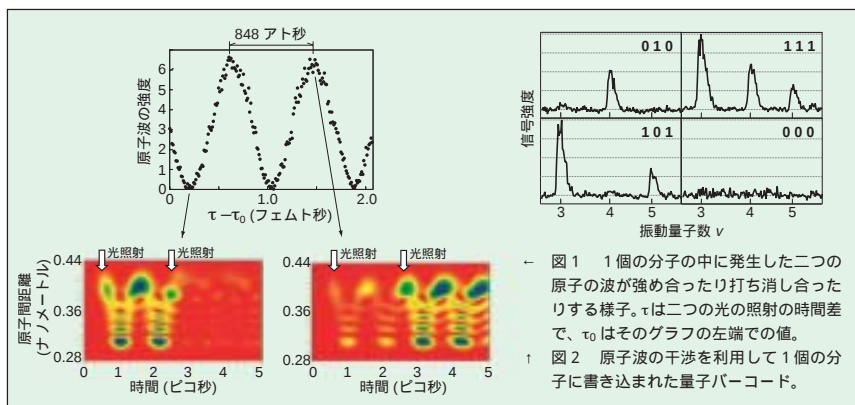


図1 1個の分子の中に発生した二つの原子の波が強め合ったり打ち消し合ったりする様子。 τ は二つの光の照射の時間差で、 τ_0 はそのグラフの左端での値。

図2 原子波の干渉を利用して1個の分子に書き込まれた量子バーコード。