

発散しない Rydberg 原子波束

(青学大理工) ○前田はるか

Nondispersing Rydberg Wave Packets

(Aoyama Gakuin Univ.) Haruka Maeda

When exposed to a weak, near resonant microwave field, Rydberg atoms are evolved into what are so-called “non-dispersing” Rydberg wave packets (NDWP). Electron motion of the NDWP is phase-locked to the driving field, and they retain the periodical motion for times in excess of a few μs . In the present talk we will report a simple physical picture of what the NDWP is and then a few simple experimental demonstration of coherent control of Rydberg atoms (and molecules) by making use of forced synchronization of electron motion with the microwave fields.

微弱な近共鳴マイクロ波を Rydberg 原子に照射することによって生成される Rydberg 波束は、従来のブロードバンド短パルスレーザーをもちいて励起される「通常の」波束とは異なり非常に長寿命であり、デコヒーレンスに対してロバストであるという特徴を持つ。本講演では発散しない波束の特徴、及びそれを利用した幾つかの原子（分子）の量子制御の例などを紹介する。

原子・分子等多準位系にレーザーなどのコヒーレント電磁波を用いて生成される量子波束の運動を高度に制御する原理の研究や技術の創出は、原子（・分子）の量子制御を行う上で一つの鍵を握る。

ブロードバンドの短パルスレーザーを用いて生成される「通常の」原子波束はいったん生成された後、クーロンポテンシャル中を「自由に」運動するため、外部からの擾乱によって短時間のうちに壊れてしまうという性質を持つ。一方、微弱な近共鳴マイクロ波を Rydberg 原子に照射することによって生成される発散しない波束では、マイクロ波に強制的に位相同期された電子が、少なくとも 50,000 回（ $\sim 3 \mu\text{s}$ ）以上、軌道運動する様子が観測されており、この様にして生成された波束がデコヒーレンスに対してロバストであることが判明した [1, 2]。このことを利用した、発散しない原子波束の量子メモリ [3] への応用の可能性 [4] などが議論されている。

その他、電子の強制位相同期現象を利用することで原子の内部エネルギーの制御や原子配向、角運動量状態の制御などが可能であることが実験的に実証されており、同様な原理に基づく二原子分子の回転制御など、分子への応用も示唆されている [5]。本講演では発散しない波束に関する簡単な物理、及び、それを利用した上述の幾つかの原子（分子）の量子制御実験の例などを紹介する。

参考文献

- [1] H.Maeda and T.F. Gallagher, PRL 92, 133004 (2004).
- [2] H.Maeda and T.F. Gallagher, PRA 75, 033410 (2007).
- [3] E.A. Shapiro et al., PRL 98, 050501 (2007).
- [4] J. Ahn et al., Science 287, 463 (2000).
- [5] J.H.Kim et al., PRA 63, 043420 (2001).

