

究極の時計を目指して

Sr/Yb 光格子時計の開発



赤松 大輔

あかまつ だいすけ

d-akamatsu@aist.go.jp

計測標準研究部門

時間周波数科 波長標準研究室

研究員

(つくばセンター)

2009年入所。次世代光周波数標準としての光格子時計の研究・開発を行っています。特に、Sr/Yb 光格子時計の開発に従事していて、究極の時計を用いた応用実験などに興味があります。

関連情報：

- 参考文献

D. Akamatsu *et al.* : *Opt. Express*, 19, 2046 (2011).

T. Kohno *et al.* : *Appl. Phys. Express*, 2, 072501(2009).

- 共同研究者

安田 正美、保坂 一元、稲場 肇、中嶋 善晶、河野 託也、大苗 敦、洪 鋒雷（産総研）

究極の精密計測

数多くの物理量の中で、現在最も正確に計測できる量は「周波数」です。その周波数計測の精度は、秒の定義を実現しているセシウム原子時計で決まり、およそ15桁に達します。つまり周波数計測に関する実験結果は、15個の数字が並ぶような値になります。このような精密な周波数計測がGPSや高速データ通信など、現在の科学技術を根底で支えています。

セシウム原子時計は、その発明以来もっとも精密な時計でしたが、現在それが置き換えられようとしています。その有力な候補の一つが、「光格子時計」です。産総研では、これまで東京大学の香取教授のグループと協力してストロンチウム (Sr) を用いた光格子時計の実証実験を行いました。さらにイッテルビウム (Yb) を用いた光格子時計の研究・開発を行い、2009年にはその実証実験にも成功しました。

デュアル光格子時計

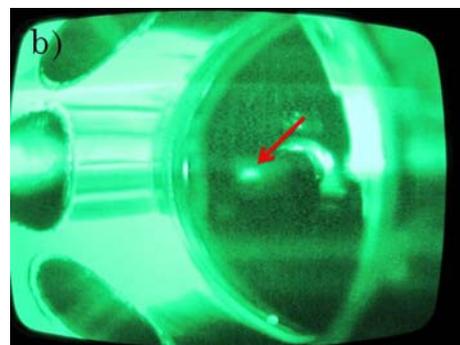
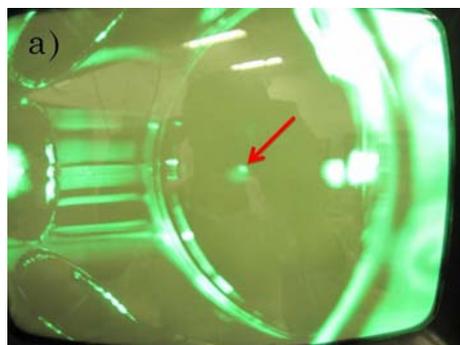
現在、私たちはYb光格子時計の性能向上に努めていますが、近い将来その周波数精度は、秒の定義であるセシウム原子時計を上回ると考えています。光格子時計が、セシウム原子時計を上回る性能を示すためには、二つの独立した

光格子時計の“針”の進み方がどれだけ一致しているかを確認する実験が必要です。専門的には、二つの光格子時計の時計遷移周波数の比を精密に計測することになります。

そこで、私たちは2009年にSr/Yb光格子時計を同じ場所(同じ真空槽の中)で実現できるようなシステムの開発に着手しました。これまでに、レーザー冷却用光源の開発も終了し、二種類の原子集団を同じ場所で冷却することに成功しました。最近ではSr原子を数 μ Kの極低温まで冷却することに成功しています。

今後の展開

まずは、Sr/Yb原子集団を“魔法波長”と呼ばれる波長をもつレーザーで捕獲し、それぞれの原子の時計遷移周波数を計測することを目指します。そして、時計遷移周波数の比を精密計測し、光格子時計の優位性を示したいと考えています。このような超精密実験を通じて、物理定数の時間変化など、全く新しい物理現象に出会うかもしれません。また、光格子時計の応用として、重力ポテンシャルの測定による地球環境のモニタリングや地震予知などさまざまな夢のある提案がなされています。



真空槽の同じ場所に磁気光学トラップされた a) Sr 原子集団と b) Yb 原子集団
これらの原子集団を同時にトラップすることも可能である。