新しい時間をつくる

Searching for a New Second

香取秀俊 (東京大工/理研/ERATO)

Hidetoshi Katori (Univ. of Tokyo, RIKEN, ERATO)

E-mail: katori@amo.t.u-tokyo.ac.jp

普遍的な周期現象を利用して時間を共有する道具が時計でした。1967 年以来、セシウム原子の振動が SI 単位系の 1 秒を決め、現在では国際原子時として 15 桁の精度が共有されています。ところが、この 10 年間に劇的な進歩を遂げた原子時計は、重力で曲がった相対論的な時空間での時間の共有の難しさを露呈させ、さらには物理学が暗黙の仮定をする物理定数の恒常性まで研究の対象にしようとしています。

光格子時計は、魔法波長のプロトコルによって、高安定・高精度な新たな原子時計の可能性を提起しました。2001 年の提案以来、現在までに 20 以上の研究拠点で開発が進み、SI 秒を 100 倍以上凌駕するその精度は、秒の再定義を迫っています。最近、我々が開発した 18 桁の精度の光格子時計では、地上で高低差 1cm の重力ポテンシャル差さえ重力赤方偏移として読み出します。

理研と東大に設置した 2 台の光格子時計を 30km の光ファイバでつなぎ、時計の重力シフトから重力のポテンシャルの実時間計測を行う「相対論的測地」実験、SI 秒の制限を超える精度での異種 (Sr, Yb, Hg) 原子時計の比較、それを用いる物理定数の恒常性の検証など、最新の研究成果を紹介し、未来の時計の役割を展望します。

参考文献

- [1] H. Katori, Spectroscopy of strontium atoms in the Lamb-Dicke confinement, in the proceedings of The 6th Symposium on Frequency Standards and Metrology, P. Gill, Ed. (World Scientific, 2002), pp. 323-330.
- [2] H. Katori, Optical lattice clocks and quantum metrology. *Nature Photon.* 5, 203-210 (2011).
- [3] I. Ushijima, M. Takamoto, M. Das, T. Ohkubo, H. Katori, Cryogenic optical lattice clocks. *Nature Photon.* 9, 185-189 (2015).
- [4] M. Takamoto et al., Frequency ratios of Sr, Yb, and Hg based optical lattice clocks and their applications. *Comptes Rendus Physique* 16, 489-498 (2015).
- [5] K. Yamanaka, N. Ohmae, I. Ushijima, M. Takamoto, H. Katori, Frequency Ratio of ^{199}Hg and ^{87}Sr Optical Lattice Clocks beyond the SI Limit. *Phys. Rev. Lett.* 114, 230801 (2015).