情報通信研究機構
NICT先端研究 ㉙

光格子時計で究極の1秒

情報通信研究機構・電磁波研究所
時空標準研究室室長
井戸　哲也

98年東大院卒。JILA（米国NIST／コロラド大学）などを経て2006年にNICT着任。黎明期より光格子時計に携わり、加えて現在は光周波数計測技術、遠距離周波数比較技術、時系信号生成技術等広く時刻周波数標準に関わる研究に従事する。博士（工学）。

人類が科学技術をここまで発展させてきた大きな要因の一つは自然を数字で表現できたことが大きい。長さ・時間・重さなどについて、それらの量を数字で表現することによって、我々はより厳密に自然の性質を調べ、理解できる。数字で表す、つまり測定するということは、つきつめると基準単位量を用意し、それと測定したい量の比率を取ることであり、究極の精度を目指す測定では、基準単位量の実現精度（信頼性）で測定そのものの精度が決まる。

現在最も精度が高い基準単位量は時間の単位であり、現行の国際単位系の1秒を実現するセシウム原子による標準を使用すると、比率にしてわずか100兆分の1の時間差を見分けることができる。これを「16ケタの精度」という。そして情報通信研究機構（NICT）ではこれを超える17ケタの精度で時間の基準が開発されており、ここでは光学域にある原子の遷移を利用する。

この時間標準の方式は光格子時計と言われ、東京大学の香取秀俊教授が提案した日本発の方式であり、NICTはその黎明期からこれに関わってきている。面白いことに精度により高い基準があると、これまで信頼してきたセシウムに基づく標準値が16ケタ目でふらふらするのが見えてくる。こうなると国際単位系の権威失墜となりかねない。

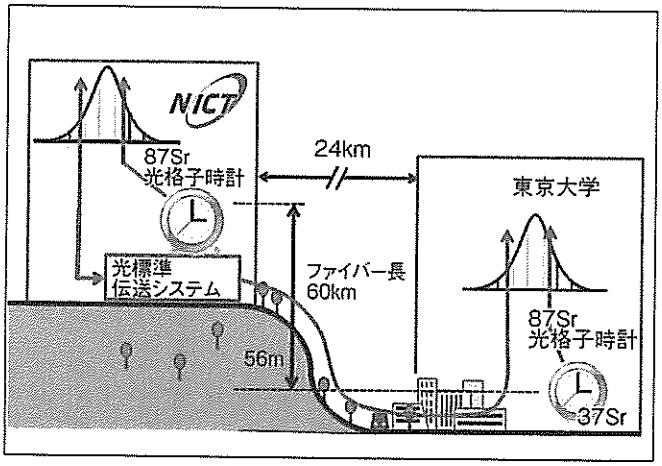
そのため2025年頃をめどとして秒の再定義が検討されている。光格子時計はこの新しい基準の1秒を定義する有力な候補となっており、もし半世紀ぶりに変更される定義が日本発の方式となれば、これは我が国の科学史に残る偉業となる。

また、光格子時計の高い精度によって地球上でも一般相対論に基づく時空の歪み、つまり重力による時計の歩度の変化を観測できるようになってきた。

NICTは11年に東大との共同研究で、NICT本部（小金井）と東大本郷キャンパスの二つの光格子時計の進み方が標高差56㍍によってズレてくることを検出した。これは相対論の検証となると共に、これを重力センサとして利用できる可能性も示唆しており、世界各国で同様なリンクの実験が行われるさきがけとなった。

また、重力環境は月や太陽の位置関係で変化するため、この精度のままでは世界中で同じ時の流れを共有できない。今後どのようにして世界で同じ時刻を共有していくのか、日本標準時を生成・供給するNICTはそのような世界的な議論の場にも参加している。

（火曜日に掲載）



NICT―東大光ファイバリンクによる光格子時計周波数比較の模式図。武蔵野台地の上にあるNICT本部（小金井）は東大本郷キャンパスに比べて標高が56㍍高いため、これら2つの光格子時計の進み方にはズレが生じる