

Canada assumes weighty mantle

ワット天秤が英国からカナダへ

Nicola Jones Nature Vol. 460(1070)/27 August 2009

1 キログラムという量をキログラム原器に頼らずに定義する研究に、「ワット天秤」という実験装置が使われている。実際にその研究に役立つほど高い精度を実現しているワット天秤は、現時点では世界で2台だけだ。そのうちの1台がこのほど、ワット天秤の生まれ故郷である英国からカナダに売却されることになり、ばらばらに分解され、輸送された。

一部の英国の科学者たちはワット天秤を自国から失うことを悲しみ、一方、カナダの研究者たちは興奮している。また、世界中の計測学者たちも固唾をのんでその成り行きを見守った。米国の国立標準技術研究所（NIST；メリーランド州ゲイサースパーク）で、世界トップクラスの精度をもつもう1台のワット天秤を使って研究している Richard Steiner は、「輸送のためには、ワット天秤を完全にばらばらにし、再び組み立てることになります。何か壊れないか心配です。ワット天秤はとても壊れやすく、その大部分はかなり古いからです」と話す。カナダ側の研究所は天秤を8月末までに受け取る予定だ。

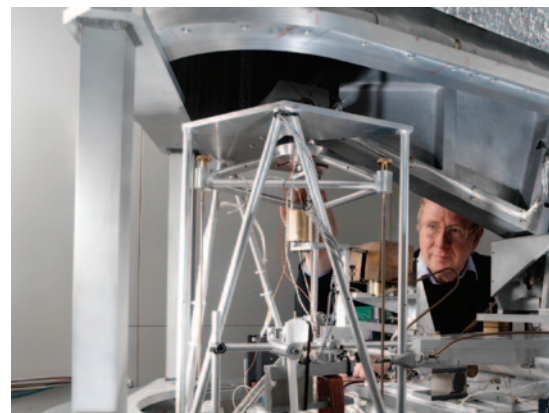
1 キログラムは、いまだに人工物（白金とイリジウムの塊でパリ近郊の貯蔵室に保管されている国際キログラム原器）で定義されている唯一の物理単位。時間の経過とともにこのキログラム原器に原子が付着したり、はがれ落ちたりするため、その質量は変化する。このため計測学者たちは、光のエネルギーと振動数の関係を決めるプランク定数のような、もっと安定した量に基づいて1キログラムを再定義しようと試みてきた。プランク定数は、量子物理学と電磁気学の方程式を通じて質

量に関連付けることができるのだ。

プランク定数を高精度に決める最良の方法が、正確なワット天秤を使う方法だ。カナダに送られた装置はミニバンほどの大きさがあり、天秤棒の長さは1メートルある。現在のキログラム原器による質量の定義に基づいてプランク定数を求めるには、天秤の一方に正確に質量がわかっている試料を乗せる。もう一方には磁場中に置かれた直径30センチメートルの金属コイルがある。コイルに電流を流すと電磁気力が発生し、もう一方の側の重力とつり合う。さらにワット天秤で別の測定を行い、高精度な測定が難しい物理量を算出式から消去し、プランク定数を求める。プランク定数が十分に高精度に求めれば、原器を使わずに逆にプランク定数とワット天秤で1キログラムを定義することが可能になる。

ワット天秤は、英国のレッドイントンにある英国立物理学研究所（NPL）で1975年に考案された。Ian Robinson は最初のワット天秤の開発に加わり、その後継機などを使って30年以上、研究続けてきた。彼はこの夏、彼のライフワークであるワット天秤を輸送するため、分解した。1トンの磁石など、500個を超える部品を約50個の木箱に詰めた。精密コイルはRobinsonが自分自身で梱包した。「だれかがこのワット天秤を壊してしまうようなことがもしもあれば、それは私自身でなければなりません」と彼は話す。

英国立物理学研究所の研究部門長である Kamal Hossain は、「私たちはこのワット天秤を使って既にすばらしい研究成果を上げることができました。今後はナノ計測学のようなより実用的な分野の研究の重



Ian Robinson はカナダに移設するワット天秤を調整し、その精度をさらに上げることができるかもしれない。

点を移したいので、ワット天秤の研究はやめることに決めたのです」と話す。

カナダの国立計測標準研究所（オンタリオ州オタワ）の計測学の責任者である Alan Steele は、「英国立物理学研究所がワット天秤の研究をやめるという決定を聞いたとき、かなり驚きました」と話す。ワット天秤がカナダに到着すれば、Steele の研究室がこれまで行ってきた計測学の研究をさらに押し広げるとともに、カナダも1キログラムを再定義する研究に参入することになるだろう。

真の値を求めて

1キログラムを再定義するもう1つの方法が、アボガドロ数（1モルの物質中の原子あるいは分子の数）をもっと正確に決める方法だ。実際には、ケイ素のほぼ完全な球に含まれる原子の数を決定する方法がとられている。もしも将来、質量の再定義としてプランク定数とワット天秤を使う方法が認められることになれば、ワット天秤を

もつ国立研究所は質量を正確に測定したり、質量の標準を維持したりする重要な役割を担うことになる。ワット天秤は、スイスとフランスでも作られ、試験されているが、それらが十分な精度を実現したことを証明するデータはまだ公表されていない。

今のところ、米国立標準技術研究所のワット天秤で得られたプランク定数と、英国立物理学研究所のワット天秤で得られたプランク定数は完全には一致していない。それぞれの測定の不確かさはともに10億分の数十 (1×10^{-8} のオーダー) であるが、最近発表された最も新しい両研究所のプランク定数測定値には、測定の不確かさよりも10倍大きな違いがあった。一方、ケイ素の球の方法で研究しているチームは、米国立標準技術研究所で得られたプランク定数の値とかなりよく一致するデータが得られていると話しているが、

データはまだ発表されていない。2011年に開かれる国際度量衡総会で1キログラムを再定義できるよう、それまでに不一致を解決することが目標だ。

Steeleらの研究チームは、Robinsonに協力してもらって10月にワット天秤を組み立て始める計画だという。振動がなく、磁場の影響も遮蔽されているオタワの研究所は、敏感な装置を使う研究に理想的な場所であることがわかるはずだとSteeleらは考えている。「ワット天秤をカナダに移動させることは、プランク定数を精密に決めるための、3番目の独立したデータセットを作ることになるはずで、この装置はあまりに複雑なので、いったんばらばらに分解して組み立てることは新しい実験をするのと同じだからです」とSteeleは話す。一方、Robinsonは「私はワット天秤を使った自分の実験に小さな

欠陥を見つけたかもしれない」という。ワット天秤をもう一度組み立てたときに、彼はそれを修正するつもりだ。その結果、もしも米国立標準技術研究所の値と一致したら、正しいプランク定数はいくらなのか、合意は容易なはずだ。

Robinsonは、英国立物理学研究所の近くを走る電車の線からの磁場の影響に悩まされていた。カナダの研究所へ移設すれば精度は向上するだろうと彼も考えている。「英国で研究を続けることができないのは悲しいことです。しかし、重要なことは誰かがワット天秤を動かし続けることです。それは誰でもかまいません。最も大事なことは、それが捨て去られてしまわないようにすることです」と彼は話している。
(新庄直樹 訳) ■