

前報では原子の数から質量を決める方法を述べました。その単位が「アボガドロ数」です。ところでアボガドロ数とプランク定数とは、実験と理論から次の公式によって正確に等価関係にあることが確認されています。

$$N_A = cM_e\alpha^2/(2R_\infty h) \quad (1)$$

ここで N_A , h は既出でそれぞれアボガドロ数、プランク定数です。 c もここまで読んだ人には見覚えのある、真空中の光の速度です。 M_e , α , R_∞ は見覚えの無い記号ですが、それぞれ電子のモル質量、微細構造定数、リュードベリ定数 (Rydberg constant) です。ここでは深く立ち入りませんが、電子の質量、および原子を構成する陽子、電子レベルの相互作用を表す定数程度に考えて下さい。これらのうち光の速度 c は定義値、すなわち不確かさゼロです。そして残る M_e , α , R_∞ については、いずれも不確かさが 10 桁あるいはそれ以上まで求められています。今問題にしている質量の再定義に必要な精度は 8 桁レベルなので、アボガドロ数とプランク定数はどちらを測定しても、他のより正確な物理定数 c , M_e , α , R_∞ からもう一方を正確に求める事が出来ます。

逆に言えばワット・バランスで求めたプランク定数と、シリコン単結晶から求めたアボガドロ数を (1) 式に入れたら、相互に不確かさレベルで一致しなければなりません。例えて言えば山の反対側同士から別々の方法 (ワット・バランス、シリコン結晶) で測量し、トンネルを掘り進んだとき、測量が正しければちゃんと開通するようなものです。もしずれ違ってしまったら、どちらかが、あるいは両方とも、測量 (プランク定数の決定およびアボガドロ数の決定) に間違いがあったこととなります。このようにプランク定数 (アボガドロ数) の決定には、一機関の結果だけではリスクがあります。二機関では違いがあったときどちらに問題があるのかわかりません。ここは三機関以上の測定結果が必須となります。そしてそれぞれの測定は独立に行われ、また異なる方法で行われる (すなわち相関が無い) 事が望まれます。

より具体的には後述する質量関連量技術諮問委員会から

- ・ワット・バランス法とシリコン球による方法を含む、少なくとも 3 つの独立な測定結果が、 5×10^{-8} より大きくない不確かさで一致すること
- ・これらの測定結果のうち、すくなくともひとつは 2×10^{-8} より小さい不確かさであること

の 2 条件が挙げられています。ちなみに前者の不確かさ 5×10^{-8} はキログラム原器の 100 年以上に渡る長期安定性、後者の 2×10^{-8} は一次標準レベルでの分銅測定の不確かさレベルを考慮しています。そしてこのような決定に関与をしている機関が、アメリカ NIST、カナダ NRC (共にワット・バランス法)、ドイツ PTB、日本 NMIJ (共にシリコン単結晶によるアボガドロ数の決定) の 4 機関なのです。

ところでこのような単位の見直しの条件をしれっと書いてしまいましたが、その合意形成と調整を果たすのがメートル条約および傘下の各技術諮問委員会（Consultative Committee、以下 CC）と呼ばれる組織です。

図1はメートル条約を中心とした、計量単位に関わる国際体制を示しています。最高議決機関である「国際度量衡総会」は概ね4年毎に開催され、直近の開催は2014年、次回は2018年に予定されています。単位の定義改定も総会決議事項です。このような総会に諮る議題は「国際度量衡委員会」が起草しますが、その原案は各量目の「技術諮問委員会」で検討されます。前述したと

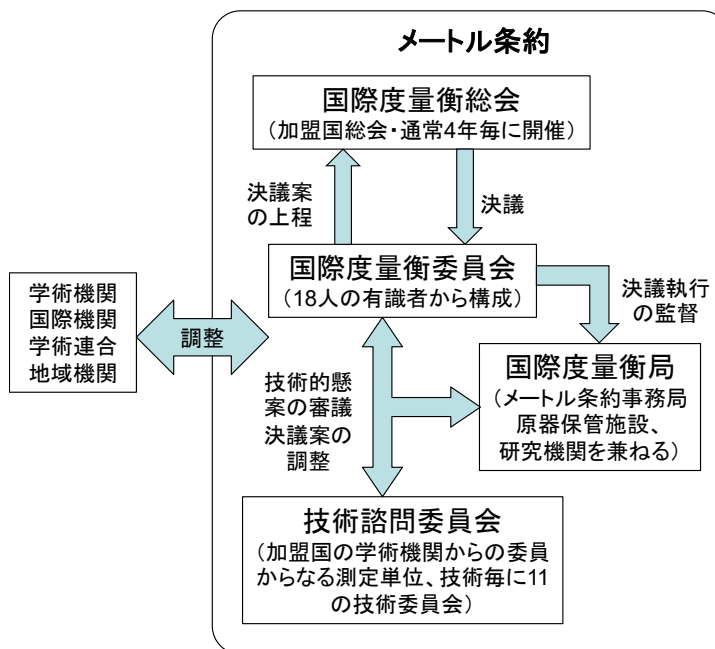


図1. メートル条約を中心とした国際体制

おり、質量の定義改定に必要な2つの実験的な条件は「質量関連量技術諮問委員会・Consultative Committee for Mass and Related Quantities: CCM」から勧告されています。その他の量目についても同様のCCが組織され、メートル条約加盟国の計量標準研究機関代表が委員となっています。

さらにこの技術諮問委員会のひとつで計量単位を横断的に審議する場、単位諮問委員会（Consultative Committee for Units: CCU）では計量標準研究機関の職員だけでなく、国際純粋・応用物理学連合（International Union of Pure and Applied Physics: IUPAP）、国際純正・応用化学連合（International Union of Pure and Applied Chemistry: IUPAC）などの学術機関、ISOやIECなどの国際標準化機構の代表者も委員となっています。単位の定義改定のような懸案に対して、学術機関は厳格性、普遍性を重視する一方、標準化機構は継続性や普及容易性を重視しがちです。CCUではこのように科学的・技術的妥当性だけでなく社会受容性も議論されています。

そしてこれらの様々なステークホルダーとの協議を経て、2018年に予定される度量衡総会の決議案が起草されることとなります。