

「キログラム」の新しい定義に関して良くいただくご質問

産業技術総合研究所 計量標準総合センター 工学計測標準研究部門

質量標準研究グループ長 倉本 直樹 (n.kuramoto@aist.go.jp)

- 報道各社の皆様や実験施設の見学においでになる方から良くいただくご質問とそのご回答をまとめさせていただきました。
 - 2018/12/11 : Q1-Q8を追加
 - 2018/12/12 : Q9を追加

Q1 : 「キログラム (kg)」の定義とは？

A1 : 毎朝体重計に乗られる方もいらっしゃるかもしれません。例えば「50 キログラム (kg)」と表示された場合は、体重が1キログラムの50倍あるということの意味しています。1キログラムが具体的にどれくらいの質量 (重さ) であるかがキログラムの定義です。

Q2 : いつ頃から「キログラム」という言葉が使われているの？

A2 : その起源は18世紀末のフランスとされています。ちょうどフランス革命の頃です。当時は、水1リットルの質量 (重さ) として定義されていました。

Q3 : ある物の質量を測定するたびに基準として1リットルの水を使っていたの？

A3 : 測定のために水を準備するのは大変なので、水1リットルにほぼ等しい質量を持つ分銅（おもり）がつくられました。これが「確定キログラム原器」です。実際の測定には、この「確定キログラム原器」を基準にして質量が測定された分銅が使われていました。この「確定キログラム原器」ですが、現在はすでに引退しており、フランスの国立公文書館で大切に保管されています。

Q4 : 「国際キログラム原器」って？

A4 : 「確定キログラム原器」は純粋な白金で作られていましたが、白金は軟らかく摩耗に弱いので、硬くするためのイリジウムを10%混ぜた白金イリジウム合金製の分銅「国際キログラム原器」が作成されました。1889年には、この質量としてキログラムが定義されています。現在も、この約130年前に作られた「国際キログラム原器」の質量としてキログラムは定義されています。

Q5 : 国際キログラム原器の質量は本当に変化しないの？

A5 : 非常に重要な役割を担っている国際キログラム原器ですが、その質量が徐々に変動している可能性のあることが分かってきました。どのくらい変動しているかですが、100年間で1億分の5キログラムと考えられています。

Q6 : 国際キログラム原器の質量は増えるの？減ってるの？

A6 : 非常に難しいご質問です。国際キログラム原器の質量が、すべての質量測定の基準です。このため国際キログラム原器の質量が増えているか、あるいは、減少しているかを正確に表現することは難しいです。A5に記載したように、「その質量が100年間で1億分の5キログラム程度変更している可能性がある」という表現にとどめています。

Q7 : 「日本国キログラム原器」って？

A7 : 「日本国キログラム原器」は「国際キログラム原器」のコピーの一つです。1889年に我が国に配布されました。それ以来、質量の国家計量標準として用いられています。現在は、産業技術総合研究所の地下金庫で大切に保管されています。

Q8 : 「国際キログラム原器」と「日本国キログラム原器」の違いは？

A8 : 「国際キログラム原器」はパリ郊外の国際度量衡局に厳重に保管されています。そのコピーがメートル条約の加盟国に配布され、質量の国家標準として用いられています。「日本国キログラム原器」もそのコピーの一つです。「国際キログラム原器」の質量はちょうど1 kgです。誤差もゼロです。一方、「日本国キログラム原器」の質量は、「国際キログラム原器」を基準にして1990年頃に測定されました。その質量値は

$$m_{\text{No.6}} = 1.000\,000\,176 \text{ kg}$$

です。またその不確かさは

$$0.000\,000\,0023 \text{ kg}$$

です。このように「日本国キログラム原器」の質量はちょうど1 kgではありません。またその質量は不確かさを持っています。

Q9：定義が改定されると「シリコン球体」の質量がちょうど1キログラムになるのですか？

A9：新しくキログラムの定義となるのはプランク定数 h です。その値は以下のとおりです。

$$h = 6.626\ 070\ 150 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

不確かさ（誤差）はゼロです。このプランク定数からシリコン原子1個の質量を求めることができます。従って、シリコン球体中の原子の数を数えることで、シリコン球体の質量を求めることができます。ただし、その質量は1キログラムちょうどではありません。少し1キログラムからずれています。また、原子の数を数える作業には必ず不確かさがともないます。その結果、シリコン球体の質量値にも必ず不確かさが伴います。その不確かさは24マイクログラム（1億分の2.4キログラム）程度になる見込みです。