

物理こぼれ話 (2)

KENZOU

2016.3.13

第2話. 重さはなにを基準として測られる？

重さと質量の違いはなんだ

「重さ」と「質量」はまったく違うものだということをまず理解しておこう。重さというのは「力」で、地球が物体を引っ張る力、つまり万有引力なんだ。よく御存じのように、力は

$$\text{力} = \text{質量} \times \text{加速度}$$

で定義されるね。「重さ」にでてくる加速度は重力加速度だ。地表での重力加速度 g は約 9.8 m/s^2 , 月面上での重力加速度は約 1.6 m/s^2 なので、月面上では重さが地上に比べて約 $1/6$ になる。つまり「重さ」はどこにいても同じという普遍的な値ではない。一方、「質量」は物質そのものがもっている値で、地球上であろうと月面上であろうと変わらない基本的・普遍的な量なんだ。質量の単位は kg で、重さの単位は kg 重 と重力加速度の“重”が付く。

- コニー：よく体重計で測った体重は何十 kg というけど、これは「重さ」なの「質量」なのという疑問をネットでよく見かけるけど、一体どうなの？
- K氏：うん、結論から言えば質量なんだ。バネばかりの上に乗るとバネが縮む。フックの法則からこの縮み量はバネを押す力に比例する。この力を重力加速後で割ってやると質量になるだろう。簡単にいえば、体重計はそのようなことをやっているんだね。例えば体重計で 60kg とでたとしよう。仮にこれが「重さ」だとしたらその人の「質量」は $60\text{kg 重} \div 9.8\text{m/s}^2 \doteq 6\text{kg}$ となる。これはあまりにも軽すぎるよね。ダイエットにはいいかもしれないが。
- コニー：ハハハ～（乾いた笑）

ということで、前置きはこれくらいにしてお話をすすめることにしよう。さて、日常感覚的に「重さ」という言葉を使ってお話を進めるけど、その中身は「質量」のことを言っているということを入念に入れておいてね。

重さ（質量）の基準は水？

日常、これは「重い」とか「軽い」という表現を使っているが、それは何かの基準に比べてということだ。AよりBの方が重いといえば、Bが基準となっているわけだ。しかしAの質量は $A\text{kg}$ 、Bの質量は $B\text{kg}$ といいたすと、 kg という質量が共通の基準になっている。第2話はこの kg はどのようにして決められているのかということのお話だ。

kg の基準は最初は「水」だった。1795年に「1気圧の下での0℃における1リットルの水の質量」を1キログラムと定義した。その後、0℃の温度条件が、水の密度が最大になる3.98℃に改められている。ところがよく考えてみると、1気圧という条件の中にすでに質量の概念が含まれている。

- コニー：そうね、圧力は力で、力には質量が含まれているものね。
- K氏：そうなんだ、質量を決めるのに質量を使っている。。。

いろいろ変遷があって、1880年に kg の基準となる国際キログラム原器（標準器）がフランスでつくられた。白金90%とイリジウム10%の合金で、直径・高さともに約39mmの円柱形をしている。

1889年、第1回国際度量衡総会で各国にこの原器の複製配布が決まり、日本には40個作成された原器のうちNo.6が提供され、独立行政法人・産業技術総合研究所に保管されている。日本国キログラム原器は標準器と比べて0.176mg重かったそうだ。国際キログラム原器は表面吸着などの影響により年々増加しており、その量は年に $0.1\mu\text{g}$ (0.000001g) 程度と見られている。今なお普遍的な物理量ではなく人工物に基づいて値が定義されているのはキログラムだけなんだ。



- コニー：質量の単位 kg が人工物によって定義されているのは何とも心もとない感じね。時間がたてば原器の質量も変わることだし。
- K氏：そうだね、1980年代に42年ぶりに国際キログラム原器の洗浄を行ったときには、質量が約 $60\mu\text{g}$ 、2007年に9月には洗浄を行ったわけでもないのに $50\mu\text{g}$ 軽くなったといわれている。こうした問題を解決するために2011年、パリで開かれた国際度量衡総会で「国際キログラム原器」を廃止して新しい定義を設けることが決議された。まだ紆余曲折があるようだけど、そのうち新しい定義が決まるだろうね。さて、ちょっと休憩して第3話に入ろう。

第2話終わり