



窮理の部屋 177

対数的なものの方

前回、「うちゅう」7月号では、対数グラフについてご紹介しましたが、この対数的なものの方というのは、特に大きく異なる数字の間では重要になることが多いのです。

原子体重計

前回ご紹介した展示場4階の「原子体重計」、私の体を構成する原子の数が表示されます(標準的な人体の元素構成から、体重で比例計算したもの)。これを普通のグラフ(a)と対数グラフ(b)にしてみると、その違いがよくわかります。図1(a)の普通のグラフでは、窒素原子より先はほとんどグラフでわかりません。これは、窒素原子の数は水素原子の数の約50分の1、リンから亜鉛までは全て200分の1以下しかないからです。一方、図1(b)の対数グラフでは、窒素から先も最後の亜鉛まで、その数の違いがよくわかります。

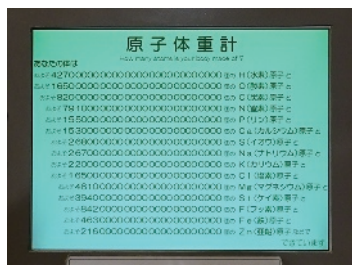
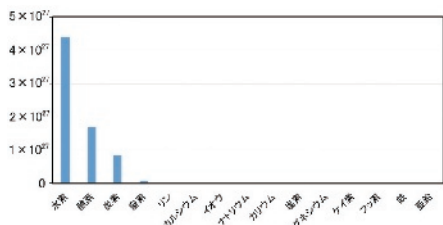
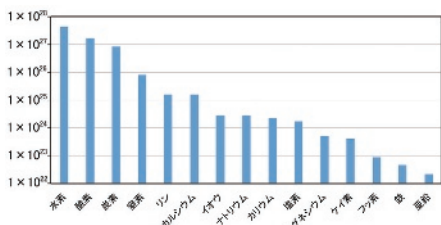


写真1. 原子体重計



(a)普通のグラフで表示



(b)対数グラフで表示

図1. 私の体を構成する元素ごとの原子の数

さらに、図1(b)のグラフの縦軸と横軸を逆にして、横軸の右端を原子の個数1個にして描いたグラフが図2です。すると、写真1で数字が並んでいる様子と、図2の棒グラフの棒の長さが、同じような並びになっていますね。これは、原子の数が10分の1になると、写真1では並んでいる数字がひとつ減り、図2では棒の長さが一桁分短くなるからなのです。

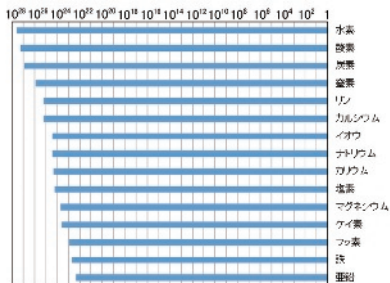


図2. 横軸を個数の対数にした場合

地球の大きさと原子の大きさ

地球の大きさは直径が約1万3000kmです。また、水素原子の大きさは直径が0.1nm(1億分の1cm)くらいです。つまり、地球の直径は水素原子の 1.3×10^{17} 倍もあります。この地球と原子の大きさの対数的なちょうど中間(相乗平均)は36mm、ピンポン球(直径40mm)程度となります。

これは、原子をピンポン球で表わす(4億倍にする)と、ピンポン球は地球の大きさに比べて小さくなるということになります。逆に地球をピンポン球で表わす(4億分の1の大きさにする)と、ピンポン球は原子の大きさになるということでもあります。それくらい、原子は小さくて、地球は大きいのですね。

地球上の水の量

地球上の水の総量は、14億立方キロメートル(1km×1km×1kmの水槽に14億杯)程度といわれています。これは、水分子の数にすると、 4.7×10^{46} 個くらいになります。4.7×10⁴⁶の平方根をとると約 2.2×10^{23} で、水分子 2.2×10^{23} 個は約6.7g、小さじ1杯ちょっとです。

これは、水分子が 2.2×10^{23} 個集まると小さじ1杯くらいで、地球上には小さじ 2.2×10^{23} 杯くらいの水があるということです。また、小さじ1杯の水を地球全体の水とよくかき混ぜて、また小さじ1杯だけすくと、その中には最初に小さじに入っていた水分子が1個くらい入っているということになります。

どちらが正解に近い？

ものの値段を当てるテレビ番組などで、誰が一番正解に近いか？といった場合について考えてみましょう。

例えば、正解が10,000円で、Aさんは8,000円、Bさんは12,300円と答えた場合、Aさんは2,000円の差、Bさんは2,300円の差なので、Aさんが正解に近いですね。

では、正解が1,000,000円で、Aさんは1,000円、Bさんは3,000,000円と答えた場合はどうでしょう？正解との差は、Aさんが999,000円、Bさんが2,000,000円ですので、Aさんの方が近いと言えば近いのですが、なにが納得いかないですよ。この場合、Aさんは正解の1/1000の値段を付けました(正解はAさんの答えの1,000倍)。でもBさんの答えは正解の3倍でしかありません。引き算をして差を比べるとAさんの方が正解に近いのですが、割り算をして比を出すとBさんの方が圧倒的に近いのです。

ただ、最初の例では正解はAさんの答えの1.25倍で、Bさんの答えは正解の1.23倍なので、対数的には8,000円より12,300円の方が10,000円に近いのです。なのでこういう差が小さい場合には、対数的に見るより引き算をした方が感覚的です。

長谷川 能三(科学館学芸員)