

大きさを測る

檜野台 本間

先月、物の重さ（質量）を測ることについて書いた。今日は、色々なものの大きさはどのように測ることができるかについて書いてみる。私たちに気になる腹の周りは、巻き尺を使って測ることができる。少しおなかに力を入れてへこませると、いい値が出たりするから、信頼性はちょっと問題ある。

手近なものでは、地球の大きさはどうだろう。巻き尺で測ることはできない。しかし、そもそも長さの単位であるメートルは、「地球の赤道と北極点の間の子午線の長さの一千万分の一」と決められていたのだから、大昔から地球の大きさは測られていた。これは、距離のわかった二点で、北極星の仰角（仰ぎ見る角度）を測定すると決めることができる。江戸時代の伊能忠敬も、歩いた歩数で地上の距離を決め、天測をして正確な日本地図を作った。

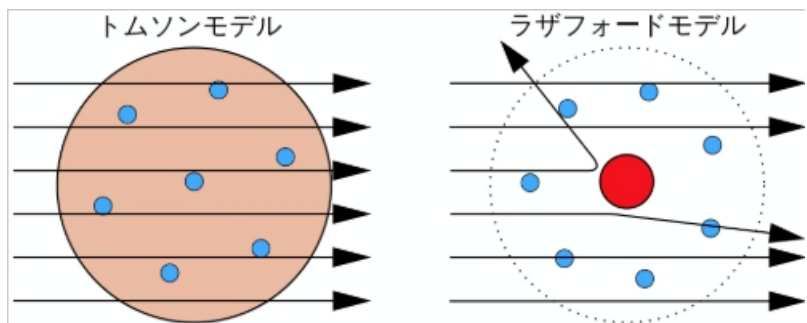
小さい方の代表、原子の大きさはどのように測られるのだろうか。わかりやすいのは、銅など金属などの結晶をイメージすることだ。金属の結晶は、下の図に示すようにきちんと並んでいる。体積のわかった結晶の重さを測ると、この結晶の中にいくつの金属原子が入っているか決められる。（金属の原子量とアボガドロ数を使う）その数を使えば原子一個の大きさ（体積）を計算できる。

ただ、ここで考えたいのは、このとき「原子」の大きさというのは何を測っているのかということだ。原子は、プラス⊕の電荷をもった原子核と、マイナス⊖の電荷をもった電子からできている。電子は原子核の周りにあって、その領域がほぼ球形をしていると考えてよい。つまり、原子どうしが図のようにくっついているというのは、⊖の電荷をもった電子どうしが、反発力に打ち勝って接触していると考えられる。電子を使って原子の大きさを測っているということになる。



<https://www2s.biglobe.ne.jp/~k-mamoru/kessyou.html>

電子のような⊖電荷をもつ粒子ではなくて、⊕電荷をもつ粒子で原子を見るとどうなるだろう。20世紀の初め、原子の構造は下の図に示すような二つのモデルが提案されていた。左のトムソンモデルは、電子を発見したケンブリッジ大学のトムソンの提案したモデルで、原子の⊕電荷は全体に広がっていて、そこに電子（●）が埋まっているので、パン生地レーズン（電子）が埋め込まれた、プラムプディングモデルともよばれていた。トムソンの弟子であるラザフォードらは、金の薄膜に⊕の電荷をもった粒子（ α 粒子）を照射した。図では矢印がその粒子の進路の予測を表している。左のトムソンモデルでは、⊕の電荷が原子全体に広がっているため、ほとんど大部分の α 粒子は素通りすることが期待された。



結果は、大きく角度を変えて跳ね返された α 粒子が観測された。つまり、右の図のように、 α 粒子よりす

<https://ja.wikipedia.org/wiki/原子模型>

っと重い $\oplus$ の電荷をもった金の原子核が原子の真ん中にいて、 $\oplus$ 電荷どうしの反発力が働くので α 粒子が跳ね返されたと考えられた。 $\oplus$ 電荷の粒子では、周りの電子はほとんど「見えなくて」、「見える」のは中心にある原子核だけ（この大きさは原子の大きさよりはるかに小さいことがわかっている）ということだ。このように、何を使って大きさを測るかで全く様子が変わってしまうことになる。大きさの数値だけではなく、どのようにして測られたのかということも注意する必要がある。