

1 STUDY

自分が研究している原子 (atom) とはどのようなものであるのか、また私の理解はどのようなものであるのかをできるだけ簡単な言葉と図で説明したいと思います。まず長さのスケールの話から始めましょう。

物理屋さんたちは物事をだまかに捉える癖があります。それをオーダーとか見積もりとか呼んでいるのですが、例えば人間の身長は 1m オーダー、髪の毛の直径は 10^{-3} m オーダーといった感じです (図 1)。ここで 10^{-3} m という表記を用いましたが

$$10^{-3}\text{m} = \frac{1}{10^3}\text{m} = \frac{1}{1000}\text{m} = 0.001\text{m} = 0.1\text{mm}$$

ということですので 10^{-3} m は (1m に比べて) とても小さいイメージを持ってもらえればいいと思います。最近よく聞くようになったナノテクノロジーとは 10^{-9} m(nano) オーダーの技術を指しています。原子や分子などは 10^{-9} m オーダーの大きさです。

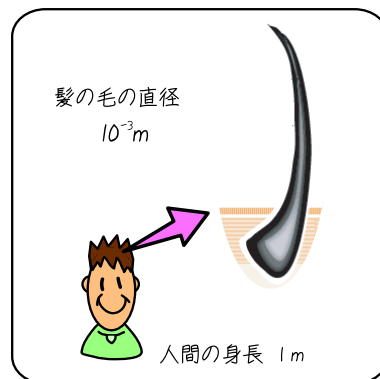


図 1 長さのオーダー

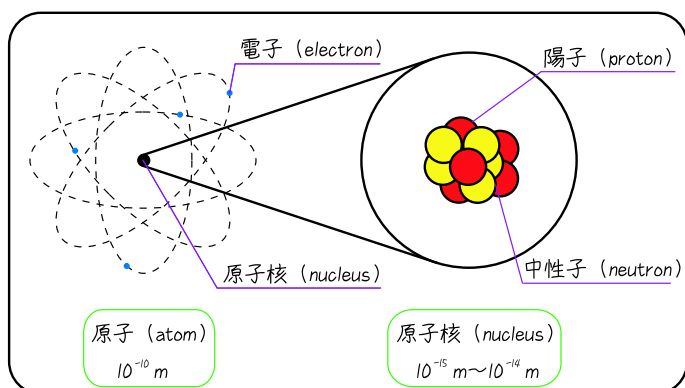


図 2 原子と原子核

小さい原子核 (nucleus) とその周りを回る電子 (electron) から構成されることが分かりました*1。原子核の大きさは

$$10^{-15}\text{m} = 1\text{fm}(\text{フェムトメートル})$$

程の大きさしかありません。これがどういう大きさか想像がつくでしょうか。原子の大きさは 10^{-10} m ですから大きさのオーダーを比べると、その差は 5 桁にもなります。具体的にイメージすると、ちょうど東京ドームの大きさが 10^3 m(100m) なのでドームの中心に大きめの砂粒 (10^{-2} m=1mm) があるとしたら、これを原子核とするとそのドームの外を (さらに小さい) 電子が回っているのが原子です。原子核と電子の間は何もありません。なんだかスカスカな感じがしますね。ではもう一つ例を挙げてみましょう。ちょうど原子核の構造は太陽系の惑星と似たところがあります。中心に非常に重い太陽 (原子核) がありその周りを惑星 (電子) が回って

私たちは非常に昔から「この世は何からできているのだろう」という疑問を抱き、実験を通して自然に対する理解を深めていきました。すると多種多様に見える物質も、ある限られたモノ (原子) から構成されていることが分かってきました。現在はあまり使われませんが、原子の世界をÅ(オングストローム) オーダー

$$1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$$

と言ったりします。最近では精度が高い実験が行われるようになって、原子はさらに

*1 最新の実験や理論計算からは、原子核はクォーク (quark) からできていることが分かっています。

いる、という感じです。しかし太陽の直径が 10^9m であることを考慮すると、太陽系の一番外側の海王星^{*2}との距離が 10^{12}m ですから太陽の代わりに地球 (直径 10^7m) をおくとオーダーが合います^{*3}。

今の例で考えると、原子核の中心力 (引力) が惑星の重力に比べて非常に大きいことが分かります^{*4}。

2つほど例を出しましたが、原子の構造についてのイメージはできたでしょうか。イメージに縛られすぎるのは良くないですが、模型を考えることは原子を理解するのに役立つことがあります。この小さな世界の出来事は目で観測することができませんから、数学 (と実験と想像力) に頼るしかないのです。

私は原子核の構造を数値計算を用いて解析していますが、大まかな理解は今述べたようなものです。難しそうなのをやっ

ていますが、理解の程はそれほどでもないんです。そして、専門に研究しているといっても原子核について分からないことがまだたくさんあります。単純そうに見える原子核ですら複雑に相互作用していて、正確に解くことができません。この理解がちょっとでも深まるといいなあと切実に思っています。

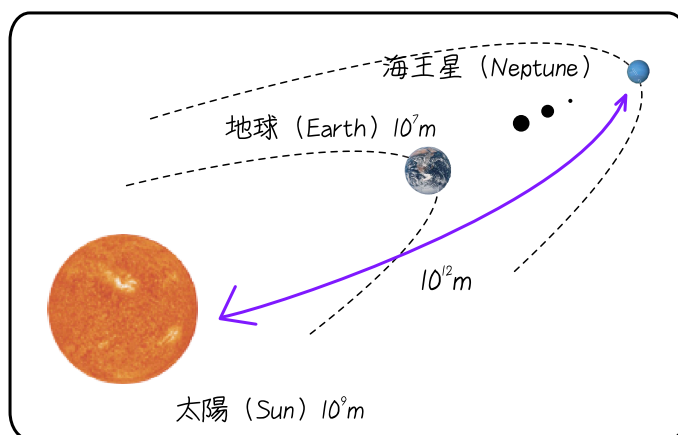


図3 太陽系の大きさ

*2 冥王星は惑星ではなくなりました。

*3 中心に地球 (10^7m) があり、その周りを惑星が回っているという模型です。ただしこの場合、地球の周りを回る惑星 (電子) で一番近い惑星は海王星 (中心からの距離 10^{12}m) となり、その間には惑星は全くありません。

*4 誤解を招く表現かもしれませんが、太陽の代わりに質量の小さな地球をおくことからこのような考察をしました。