

遠隔作用・近接作用

トミー@物理のかぎプロジェクト

2005-10-2

遠隔作用・近接作用という考えは、物理学の発展と共に生じてきました。ここでは、遠隔作用・近接作用とはどのようなものなのか、またそれらはどのようにして生まれたのか、について説明します。

遠隔作用の考え方

『遠隔作用の力』とは、離れた物体間に、直接作用する力のことを言います。

この考え方は、ニュートンが自ら考えついた万有引力について思考した結果生まれたものです。ここで惑星と太陽間に作用する引力の法則の式を見てみましょう。

$$F = G \frac{mM}{r^2} \quad (1)$$

ここで F は惑星と太陽間に作用する引力、 G は比例定数、 m は惑星の質量、 M は太陽の質量、 r は惑星と太陽の距離を表します。ニュートンは (1) 式の、特に比例定数 G に注目しました。

実は、この比例定数 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$ は惑星の種類にも太陽にも関係しない自然定数なのです。ということはこれは、

「自然界に実在するあらゆる物体間には、それらの物体が質量をもつ限り、(1) 式の引力が作用する」

ことを意味すると、ニュートンは考えたのです。この力のことを『万有引力』といいます。しかし、ここで問題が生じました。(1) 式は、2 個の粒子の間の距離の 2 乗に反比例する力であることを表していますね。つまりこの力がはたらく時、粒子は接触していないのです。何もない空間内において距離をもつ 2 個の物体間に、どうしてこのような力がはたらくのか、ニュートンは当初わかりませんでした。

そこで彼は、この力の原因を他に考えることはせずに、ありのままを受け止めることにしました。つまり (1) 式の力は、離れた物体の間に直接作用するのだ、そういうものなのだ、と考えることにしたのです。

実はこれには理由があります。ニュートンが生きた時代は、かの有名な魔女裁判などが行われていた時代でした。そのため、「(1) 式の力の原因が他にある」とした場合、せっかく開かれ始めた近代科学への扉をニュートン自ら閉ざしてしまう可能性があったのです。自然現象に対して、それ

は神の力だ、とか、精霊の意志だ、などという考え方が横行していたためです。ニュートンはそういった考え方を否定するため、「物体間の力は接触によってのみ生じる」と考えられていた時代に、敢えて『遠隔作用の力』を持ち込んだのです。

かくして『遠隔作用』の考え方は生まれ、ニュートンが発表した当時は常識離れしたものだったのが、それから 100 年もすると物理学者の間では常識となってしまいました。

近接作用の考え方

では、近接作用の考え方とはどのようなものなのでしょうか。

『近接作用の力』とは、何らかの“場”を仲立ちとして生じ、作用する力のことを言います。