

電場

崎間@物理のかぎプロジェクト

2004-07-24

電荷同士に働く力がクーロンの法則で決められるのは分かりました。式の形も万有引力の式に似ていて覚えやすく、直感的にも理解しやすいです。しかしこの力とはいったいどのようにして働くのでしょうか。電荷と電荷の間には何も無いのに、力は確かに働いています。これを電荷同士に直接力が働くのではなく、その間に「電場」というものが介在していると物理学者たちは考えます。まず電荷が電場をつくり、他の電荷は電場から力を受けると考えるのです。なぜなら、このほうが都合がいいからです。

その電場の定義ですが、これは簡単です。クーロンの法則より電気量 q クーロンと Q クーロンの間に働く力は

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2}$$

と書けます。これをちょっとだけ変形します。

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} q$$

上式は 力 = 電場 × 電荷 という形になっていますから、電気量 Q クーロンの電荷がつくる電場 E は

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

と書けます。これが電場の定義になっています。電場を使うと電気量 q クーロンと Q クーロンの電荷の間に働く力は、

$$F = qE$$

となります。

電場は大きさと方向をもつので一般にはベクトルで表現します。位置ベクトルを r とすると単位ベクトルは r/r と書けるので、電場のベクトル表現は電場の大きさに単位ベクトルを掛けて

$$\mathbf{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \frac{\mathbf{r}}{r}$$

と表せます。電気量 q クーロンの電荷がこの電場から受ける力は

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E}$$

というベクトルで表せます。まずある電荷から電場がつけられ、その電場に別の電荷が来ると電場から上の式で表される力を受けると、というイメージを大切にしてください。