

準拠して行われているので、やむを得ない。せめてもの罪滅ぼしに、マクスウェル方程式まですべて説明を終えたところで、これをよりわかりやすく記述する別の単位系について紹介することにしたい。

さて、MKSA 単位系では、電気の基本単位は電流の強さを表すアンペア [A] であり、電荷の単位であるクーロン [C] は、「1 アンペアの電流が 1 秒間に運ぶ電気量」ということで決定される。アンペアというのは家庭用電力でも目にするなじみ深い単位であるが、その正確な定義は 2 本の平行電流どうしにはたらく力に基づくという、まったく回りくどいものである。高校の物理の教科書では、それを避けるためか、まず静電気学に出てくる電荷のクーロンという単位を、ここでしたように「1 アンペアの電流が 1 秒間に運ぶ電気量」すなわち、単位の関係式として書くと $[C] = [A \cdot s]$ と定義し、次に電流の章では、「1 アンペアは 1 秒間に 1 クーロンの電荷が流れるような電流のことである」などと平気で書いてあるものもある。論理的に整合がとれていることが、完成された理論としての古典物理学の身上であるが、このような循環論法がまかり通るようでは、教科書検定が機能しているとはいえない。本書でも、第 8 章にならないとアンペアを正しく定義することはできないが、それはこの本が論理的に欠陥を持っているからではなく、MKSA 単位系の特質としてそうなっているからである。本書のように、電磁気学の成立を発見法的に進めていくには、MKSA 単位系は実はまったく不向きなのである⁶⁾。

したがって、単位の正しい定義についてはしばらくお待ちいただくとして、さしあたって、クーロンという単位で (2.1) の電気量を表すことにすると、(2.1) は、

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (2.2)$$

と表される。比例係数の分母に出てくる ϵ_0 という定数には「真空の誘電率」という意味不明の名前が付いているが、なぜこんなものが現れなければならないかというのは、ひとえに電気量を表すクーロンという単位の定義が適切なものではないからにほかならない。MKSA 単位系をひょうぼう標榜する以

6) しかし、本書は歴史的発展に忠実ではない。初学者が新しい考えをどうしたら最も受け入れやすいか、仔細に検討した上で、歴史を再構成してある。

上は、この量を忘れてはいけぬのであるが、だからといってその意味を考え過ぎてはいけぬ。本当は、こんなパラメーターはないに越したことはないのである。

この単位系では電子の電荷は、

$$e = -1.6022 \times 10^{-19} \text{ C} \quad (2.3)$$

と表される。陽子の電荷はその -1 倍に正確に等しい。また、 ϵ_0 は

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{Nm}^2} \quad (2.4)$$

という値を持つことが知られている。したがって、SI 単位系では真空中でのクーロン力の比例定数は、

$$k_0 = 8.988 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \quad (2.5)$$

という大きな値をとることになる。これから、クーロンという電荷の単位が大き過ぎることが想像されるが、このことは第 2 部で実用上の応用を考える際に、実際に困ったことであることがわかる。

例題 2.1

電子の質量は $m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 、ニュートンの重力定数は $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2} \text{ kg}^{-1}$ である。2 つの電子の間にはたらく電気的反発力と万有引力(重力)の比を求めよ。

解 重力 F_G とクーロン力 F_C の比は距離によらず、

$$\frac{F_G}{F_C} = \frac{Gm_e^2}{k_0 e^2} = 2.4 \times 10^{-43}$$

という小さな値をとる。 ■

2.6 クーロンの法則のベクトル表現

力はベクトルであるから、クーロン力もベクトル表記が可能であるし、またそうすべきである。これまで、式 (2.1) や (2.2) では力の符号については気にしなかったが、よく知られているように、正電荷どうし、負電荷どうしの間には反発力が、正電荷と負電荷の間には引力がはたらく。つまり、2 つの電荷の積が正であればその間には反発力が、負であれば引力がはたらくのである。このことから、クーロン力を力の向きまで含めてベク