

E-13 相対論的単位系

日本文理大学工学部機械電気工学科^A 竹本義夫^A, 島元世秀^A

1. 電荷と電流の単位

(a) 電荷間の力 (1)、電流間の力 (2) は独立している。

$$(1) \quad \mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (\text{Coulomb}) \quad \cdot \cdot \text{電荷間の力}$$

$$(2) \quad \mathbf{F} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I_1 I_2 ds_1 ds_2}{r^2} \quad (\text{Ampere} \cdot \text{Biot} - \text{Savart}) \quad \cdot \cdot \text{電流間の力}$$

現在は、電流間の力で電流を定義し、これを用いて電荷を定義している。

本来は、(1),(2) の式で独立に電荷・電流を定義することができる。

(b) 相対論的には (1),(2) を含む (3) の形であり、電荷・電流の定義は関連している。

$$(3) \quad \mathbf{f} = \frac{\rho_1 \mathbf{r}}{r^3} \rho_2 - \frac{\mathbf{J}_{s1} \times \mathbf{r}}{cr^3} \times \frac{\mathbf{J}_{s2}}{c} - \frac{\mathbf{J}_{s1} \bullet \mathbf{r}}{cr^3} \frac{\mathbf{J}_{s2}}{c} - i \left(\frac{\mathbf{J}_{s1} \times \mathbf{r}}{cr^3} \rho_2 - i \frac{\rho_1 \mathbf{r}}{r^3} \times \frac{\mathbf{J}_{s2}}{c} \right) \quad \cdot \cdot \rho \text{は電荷、} \mathbf{J} \text{は電流である。}$$

2. 電荷と磁荷の単位

(c) 電荷間の力 (4)、(存在していれば) 磁荷間の力 (5) は独立している。

$$(4) \quad \mathbf{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \quad (\text{Coulomb}) \quad \cdot \cdot \text{電荷間の力}$$

$$(5) \quad \mathbf{F} = \frac{qm_1 qm_2}{4\pi\mu_0} \frac{\mathbf{r}}{r^3} \quad (= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{qm_2}{c\mu_0} \frac{qm_1}{c\mu_0} \frac{\mathbf{r}}{r^3}) \quad (\text{Gauss}), \quad \epsilon_0\mu_0 = \frac{1}{c^2} \quad \cdot \cdot \text{磁荷間の力}$$

現在は、磁荷の存在は立場によって異なっているが、(4),(5) の式で独立に電荷・磁荷を定義することができる。

(d) 虚電荷を磁荷の数学的表現として取り入れると (4),(5) を含む (6) の形であり、電荷・磁荷の定義を関連させることができる。

$$(6) \quad \mathbf{f} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2 \mathbf{r}}{r^3} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1' q_2' \mathbf{r}}{r^3} - i \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q_1 q_2' \mathbf{r}}{r^3} - \frac{q_1' q_2 \mathbf{r}}{r^3} \right) \quad \cdot \cdot q \text{は電荷、} q' \text{は磁荷である。}$$

詳しくは <http://www.nbu.ac.jp/~takemoto/genko.html>