

「新版 マクスウェル方程式」第3刷に対する正誤表

(2023.9.11)

訂正の大半は2019年の国際単位系 (SI) の改定への対応である。

- p. 3, 下から5行目. [式 (1.16) を文中に入れる.]

[旧]

電磁気的な量と力学的な量の関係を規定しているのが電流の定義である。

アンペアは、真空中に1メートルの間隔で平行に配置された無限に小さい円形断面積を有する無限に長い二本の直線状導体のそれぞれを流れ、これらの導体の長さ1メートルにつき 2×10^{-7} ニュートンの力を及ぼし合う一定の電流である。(第5回 CGPM, 1948)

この定義は*7) 磁気定数 (真空の透磁率) μ_0 を正確に $4\pi \times 10^{-7}$ H/m に固定する役割をしている。すなわち、ビオ・サバールの法則とローレンツ力の式を組み合わせると、

$$F = (I_2 l) \mu_0 \frac{I_1}{2\pi r} \quad (1.6)$$

が得られるが、ここに、力 $F = 2 \times 10^{-7}$ N, それぞれの導体の電流 $I_1 = I_2 = 1$ A, 導体間の距離 $r = 1$ m, 導体の長さ $l = 1$ m を代入すると、 μ_0 の値が決定される*8)。アンペアの大きさが決まると、電荷の単位であるクーロン ($C = A s$), 電圧の単位であるボルト ($V = J/C$) は自動的に決まる。式 (1.3) と c_0 と μ_0 から ϵ_0 も、決定される。

[新]

電磁気学の基礎的な量である電流の単位アンペア (A) は

アンペアは、電気素量 e を単位 C (A s に等しい) で表したときに、その数値を $1.602176634 \times 10^{-19}$ と定めることによって定義される。(第26回 CGPM, 2018)

と定められるようになった^[12,15]。この定義は電子の電荷を基準としていて分かりやすいが、以前は「平行電流間に長さ1mにつき 2×10^{-7} ニュートンの力が働く場合の電流を1アンペア」*7) というものであった(1948年)。この定義は磁気定数 (真空の透磁率) μ_0 を $4\pi \times 10^{-7}$ H/m に固定する役割をしていた。すなわち、ビオ・サバールの法則とローレンツ力の式を組み合わせると、 $F = (I_2 l) \mu_0 I_1 / (2\pi r)$ が得られるが、ここに、力 $F = 2 \times 10^{-7}$ N, それぞれの導体の電流 $I_1 = I_2 = 1$ A, 導体間の距離 $r = 1$ m, 導体の長さ $l = 1$ m を代入すると、 μ_0 の値が決定される*8)。

- p. 4, 式 (1.6) を文中に埋め込んだことに伴って、式番号 (1.7), (1.8) を

(1.6), (1.7) に繰り上げる.

- p. 4, 脚注 *8)

[旧]

ニュートンの定義に含まれるキログラムは (パリに保管されている) 「国際キログラム原器の質量」であると, 古典的な方法で定められている.

[新]

ニュートンの定義に含まれるキログラムは, 「国際キログラム原器の質量」とされていたが, プランク定数 h の定義値化によって定められるようになった [12,15]. 今や, アンペアは力や質量と独立に定められている.

- p. 4, 下から 2 行目

[旧]

これらの定数の具体的な値は次のようにまとめることができる:

$$c_0 = 299\,792\,458 \text{ m/s } (\sim 300 \text{ Mm/s}),$$

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m } (\sim 1.26 \text{ uH/m}),$$

$$\varepsilon_0 = 1/\mu_0 c_0^2 (\sim 8.85 \text{ pF/m}),$$

$$Z_0 = \mu_0 c_0 (\sim 377 \Omega).$$

これらは測定値ではなく, いずれも定義であり, 値に不確かさはない.

[新]

Z_0 はフォン・クリッツィング定数 $R_K := h/e^2$ を用いて $Z_0 = 2\alpha R_K$ と表すことができる. $\alpha = 7.297\,352\,5693(11) \times 10^{-3}$ は微細構造定数とよばれ, 実験で非常に高い精度で定められている.

これらの定数の具体的な値は次のようにまとめることができる:

$$c_0 = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

$$\mu_0 = 1.256\,637\,062\,12(19) \times 10^{-6} \text{ H/m } \sim 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m},$$

$$\varepsilon_0 = 8.854\,187\,8128(13) \times 10^{-12} \text{ F/m},$$

$$Z_0 = 376.730\,313\,668(57) \Omega.$$

- p. 102, (8.48), 最右辺, 大括弧を閉じる直前に挿入

$$\left. \right) \rightarrow \mathbf{r}'$$

- p. 102, (8.49), 最右辺, 大括弧を閉じる直前に挿入

$$\left. \right) \rightarrow \mathbf{r}'$$

- p. 105 (9.1), マイナス符号をとる

$$-\nabla(\mathbf{p} \cdot \nabla) \frac{1}{4\pi r} \rightarrow \nabla(\mathbf{p} \cdot \nabla) \frac{1}{4\pi r}$$

- p. 163, 図 12.5, 右縦軸の目盛り (上から 2 番目) を修正
 $-\frac{2}{3} \rightarrow -\frac{1}{3}$
- p. 249, 参考文献 [12] の差し替え
[12] BIMP (ed.), The International System of Units, 9th edition (2019).
国際単位系 (SI) 第 9 版 (2019) 日本語版:
<https://unit.aist.go.jp/nmij/public/report/si-brochure/>
- p. 249, 参考文献 [15] の差し替え
[15] 佐藤文隆, 北野正雄 : 「新 SI 単位と電磁気学」 (岩波書店, 2018)

奥付き修正 (赤字の部分を追加願います.)

著者略歴:

きたの まさお
北野 正雄

1952 年 京都市に生まれる.

1975 年 京都大学工学部電子工学科卒業

1977 年 同大学大学院修士課程修了

京都大学工学部助手, 講師, 助教授を経て,

1999 年 同大学院工学研究科教授 (- 2018 年)

2014 年 京都大学理事・副学長 (- 2020 年)

2022 年 大阪大学量子情報・量子生命研究センター

現在に至る.

その間, プリンストン大学物理学科研究員 (1984 - 86 年)

京都大学工学博士

京都大学名誉教授

著書: 「電子回路の基礎」(培風館, 1999), 「量子力学の基礎」(共立出版, 2010),

「新 SI 単位と電磁気学」(共著) (岩波書店, 2018)

専門: 量子エレクトロニクス, 量子光学, 電磁波工学