正誤表

ページ、行	(誤)	(正)
p. 4、下から 2 行目	$-\theta \sim \theta - \mathrm{d}\theta$	$-\theta \sim -\theta - \mathrm{d}\theta$
p. 16、(1.32) 式の右辺	$\phi(\boldsymbol{r}_\mathrm{B}) - \phi(\boldsymbol{r}_\mathrm{A})$	$\phi(\boldsymbol{r}_\mathrm{A}) - \phi(\boldsymbol{r}_\mathrm{B})$
p. 36、10 行目	(1.24) 式	(1.25) 式
p. 38、図 2.10(b)	φ	θ
p. 40、2.3 節の 3 行目	球座標	極座標
p. 43、例題 2.3 の解、4 行目	(1.49) 式	(1.51) 式
p. 47、(3.2) 式の 2 行下	例題 2.1 の	図 2.2 の
p. 51、図 3.3	$Q_i = 1$	$\phi_i = 1$
p. 60、(3.38) 式の 2 行上	静電容量は (3.37) 式	静電容量は (3.21) 式
p. 60、(3.38) 式の 2 行上	静電エネルギーは (3.28) 式	静電エネルギーは (3.38) 式
p. 61、(3.44) 式の 3 行下	(3.41) 式	(3.43) 式
p. 99、(5.19) 式	$\boldsymbol{i} = \sigma_\mathrm{c}\boldsymbol{E}$	$\boldsymbol{i} = \sigma_\mathrm{c}\boldsymbol{E}$ または $\boldsymbol{E} = \rho_\mathrm{r}\boldsymbol{i}$
p. 109、図 5.11	C	ΔC
p. 120、最後の行	$\cos\alpha$	$\sin\alpha$
p. 120、図 6.5		(b) を追加
p. 126、図 6.11		修正
p. 133、(6.30) 式の 2 行下	演習問題 6.9	演習問題 6.10
p. 138、(6.41c) 式の下	(1.44a)∼(1.44c) 式	(1.46a)∼(1.46c) 式
p. 140、1 行目	(1.44) 式	(1.46) 式
p. 141、図 6.23		電流を y 軸上 $(y = \pm d/2)$ に置く
p. 144、問題 6.3、3 行目	流れる電界の強さ	生じる電界の強さ
p. 154、12 行目	図 2.7	図 2.9
p. 156、3 行目	図 2.8	図 2.9
p. 160、1 行目	(7.30b) 式	(7.30a) 式
p. 160、2 行目	(7.30a) 式	(7.30b) 式
p. 161、(7.35) 式の下	中間状態	第 2 種であり、混合状態
p. 167、図 8.4		(b) を追加
p. 168、図 8.5		電流方向を示す
p. 172、(8.21) 式の下 4 行目	(7.30) 式	(7.31) 式
p. 172、(8.21) 式の下 5 行目	軸方向の単位長さ当り	天頂角方向の単位長さ当り
p. 181、12 行以下		後述の修正 1

p. 185、 9.1 節の本文 8 行目	磁化電流	電流
p. 188、 4 行目	(4.6) 式	(4.3) 式
p. 195、 9.3 節の本文 6 行目	ゼロであるどきの	ゼロであるときの
p. 197、図 9.13		長方形 C を書き加える
p. 201、最後の行	鏡像方	鏡像法
p. 203、 7-8 行目		$(1/\mu_0)(\partial A_{\mathrm{v}x}/\partial z)_{z=0} =$ $(1/\mu)(\partial A_{\mathrm{m}x}/\partial z)_{z=0}$
p. 207、表 9.5、最後の行右	$B = \mu_0/\tau$	$B = \mu_0\tau$
p. 207、表 9.6、最後の行左	$\mathrm{div}\boldsymbol{D} = -\rho_{\mathrm{m}}$	$\mathrm{div}\boldsymbol{P} = -\rho_{\mathrm{m}}$
p. 214、 (10.11) 式の 2 行下	$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{v} \times \boldsymbol{v} - \mathrm{grad}\phi$	$\boldsymbol{E} = \boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B} - \mathrm{grad}\phi$
p. 218、 9 行目	(付録 5.3 参照)。	(付録 A.5.3 参照)。
p. 218、 (10.20) 式の下 4 行目	(9.11) 式	(9.12) 式
p. 218、下から 6 行目	(4.26) 式	(4.23) 式
p. 220、 (10.27) 式の下 1 行目	(8.28) 式	(8.34) 式
p. 220、 (10.27) 式の下 2 行目	(8.29) 式	(8.35) 式
p. 220、例題 10.3 の 1 行目	(8.29) 式	(8.35) 式
p. 222、 8 行目	(8.29) 式	(8.35) 式
p. 222、下から 4 行目	(8.26) 式	(8.32) 式
p. 229、問題 10.4、 1 行目	直線導線から d	直線導線から R_0
p. 231、図 10.17		スイッチに A 側と B 側を記入
p. 233、 11.1 節 6 行目	(4.18) 式	(4.17) 式
p. 235、 11 行目	$\pi R^2 D(t)$	$\pi R^2 \partial D(t)/\partial t$
p. 237、 16 行目	$(\omega/2\pi = 1 \times 10^{10})\mathrm{Hz}$	$(\omega/2\pi = 1 \times 10^{10})$
p. 237、 17 行目	$2\pi \times 10^{-7}$	6×10^{-8}
p. 237、 20 行目	3×10^6	2×10^6
p. 237、下から 3 行目	(11.6) 式	(11.7) 式
p. 238、 2 行目	$\Delta\boldsymbol{B}$	$-\Delta\boldsymbol{B}$
p. 243、 3 行目	$V' - 2R'I$	$V' - 2LR'I$
p. 243、 4 行目	$(V' - 2R'I)I = V'I - 2R'I^2$	$(V' - 2LR'I)I = V'I - 2LR'I^2$
p. 243、 5 行目	$2R'I^2$	$2LR'I^2$
p. 250、 (12.21) 式	$\boldsymbol{n} \cdot (\epsilon_1\boldsymbol{E}_2 - \epsilon_1\boldsymbol{E}_1) = 0$	$\boldsymbol{n} \cdot (\epsilon_2\boldsymbol{E}_2 - \epsilon_1\boldsymbol{E}_1) = 0$
p. 256、 (12.55) 式	$\frac{\partial E_y}{\partial x} + \frac{\partial E_x}{\partial y} = 0$	$\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} = 0$
p. 257、 6 行目	境界条件をしては	境界条件としては
p. 257、 (12.62) 式	$E_z = 2K_1 \sin(m\pi x/a)$	$E_z = 2K_1' \sin(m\pi x/a)$

p. 257、(12.62) 式の下	となる。	の形 $(K_1' = \mathrm{i}K_1)$ になる。
p. 259、(12.71) 式		cos の中の虚数単位 i をとる
p. 259、(12.73)-(12.75) 式		cos の中の虚数単位 i をとる
p. 259、下から 4 行目	(4.19) 式	(4.18) 式
p. 259、下から 3 行目	(6.30) 式	(6.32) 式
p. 283、下から 2-3 行目		適当な位置で改行
p. 287、下から 3 行目	$\frac{\lambda a}{2\pi\epsilon_0 b(a^2+b^2)^{1/2}}$	$\frac{\lambda a}{4\pi\epsilon_0 b(a^2+b^2)^{1/2}}$
p. 287、下から 2 行目	$\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 b}[\cdots]$	$-\frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 b}[\cdots]$
p. 295、2.7、10 行目	$\int_0^{2\pi}\sigma\mathrm{d}\varphi = -\frac{\lambda(d^2-a^2)}{\pi a}\int\cdots$	$\int_0^{2\pi}\sigma a\mathrm{d}\varphi = -\frac{\lambda(d^2-a^2)}{\pi}\int\cdots$
p. 297、3.1、8 行目の式の分母	$\log R_0 - \log b$	$\log R_0 - \log d$
p. 299、3.7、2 行目	$\pm\epsilon_0 E = \epsilon_0 V/d$	$\pm\epsilon_0 E = \pm\epsilon_0 V/d$
p. 299、3.7、4 行目	$\epsilon_0 V/(d-t)$	$\pm\epsilon_0 V/(d-t)$
p. 299、下から 2 行目の式の分母	$2\epsilon_0 b[a(d-t)-tx]^2$	$2\epsilon_0 b[a(d-t)+tx]^2$
p. 302、下から 3 行目	$\sigma(\varphi)$	$\sigma_{\mathrm{p}}(\varphi)$
p. 303、20 行目の右辺の係数	$\frac{\lambda}{2\pi(\epsilon+\epsilon_0)}$	$\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0(\epsilon+\epsilon_0)}$
p. 303、20 行目の右辺の第 2 項	$-(\epsilon+\epsilon_0)\log\cdots$	$-(\epsilon-\epsilon_0)\log\cdots$
p. 310、6 行目の式の右辺第 3 項		$-w$ をとる
p. 323、10.2 の 4 行目の式の最後	$-\mu_0 I_{\mathrm{m}} b\omega\log\cdots$	$-\frac{\mu_0 I_{\mathrm{m}} b\omega}{2\pi}\log\cdots$
p. 323、10.4 の最後の式の分母	$[R_0^2+(d_0+vt)^2][\cdots]$	$2\pi[R_0^2+(d_0+vt)^2][\cdots]$
p. 324、10.5 の最後の式の分母	$[R_0^2+(d_0+vt)^2][\cdots]$	$2\pi[R_0^2+(d_0+vt)^2][\cdots]$
p. 325、10.8 の最後の式		マイナス符号をとる
p. 326、10.10 の 6 行目の第 3 式		積分に $\mathrm{d}t$ を追加
p. 327、11.3 の 6 行目の式	$\omega\mu_0\sigma_{\mathrm{c}}B_z$	$\omega^2\mu\epsilon B_z$
p. 328、11.5 の 9 行目	全エネルギー	単位長さ当たりのエネルギー
p. 328、11.5 の 10 行目	U_{m}	U'_{m}
p. 329、14 行目の式	$\boldsymbol{i}_{\mathrm{x}}$	$\boldsymbol{i}_x$
p. 330 の 5-9 行目	c	c_0
p. 330 の 12.2 の 5,6 行目	c	c_0
p. 330 の 12.2 の 9 行目の式	$\tau_y(x) = \frac{B_x(z=0)}{\mu_0}$	$\tau_x(x) = -\frac{B_y(z=0)}{\mu_0}$
p. 330 の 12.2 の 9 行目の式の最右辺		$\cos\theta$ を削除
p. 331 の 12.4 の解答		後述の修正 2

修正 1

次に磁気エネルギーから力を求めてみよう。直線導線の電流 I_1 そのものの磁気エネルギーと長方形コイルの電流 I_2 そのものの磁気エネルギーはコイルの変位によっても変化せず、したがって力には関与しない。関与するのは相互作用の磁気エネルギー、すなわち相互インダクタンスを用いて与えられるものだけである。電流 I_1 によって長方形

コイルを貫く磁束は

$$\Phi = L_{21}I_1 = \frac{\mu_0 I_1 b}{2\pi}\int_x^{x+a}\frac{\mathrm{d}r}{r} = \frac{\mu_0 I_1 b}{2\pi}\log\frac{x+a}{x} \tag{8.42}$$

となる。したがって (8.5) 式を用いて、関与する磁気エネルギーは

$$U_{\mathrm{m}} = \frac{1}{2}(L_{12}+L_{21})I_1 I_2 = \Phi I_2 = \frac{\mu_0 b I_1 I_2}{2\pi}\log\frac{x+a}{x} \tag{8.43}$$

であり、働く磁気力は

$$F = -\frac{\partial U_{\mathrm{m}}}{\partial x} = \frac{\mu_0 ab I_1 I_2}{2\pi x(x+a)} \tag{8.44}$$

と (8.41) 式とは逆の結果になる。

このことは何を意味するのであろうか。上の結果はコイルが $x \to x+\Delta x$ と微小距離だけ移動する間に磁気エネルギーが $-F\Delta x$ のように減少していることを示している。これに対して、正しい結果になるには全体の磁気エネルギーは $\Delta U_{\mathrm{m}} = 2F\Delta x$ だけ増えなければならない。 (8.5) 式の相反性から、このうちの半分はコイルの磁気エネルギーの増加であり、これはコイルに生じる起電力 V によってもたらされるものと期待される。すなわち、 Δx だけの移動が Δt の時間内に行われるのであれば、起電力による仕事は $VI_2\Delta t$ であり、これがコイルを貫く磁束の変化

$$\Delta\Phi = -\frac{\mu_0 I_1 I_2 ab}{2\pi x(x+a)}\Delta x \tag{8.45}$$

を用いて $-\Delta\Phi I_2$ に等しいことになる。これから Δt を十分小さくして

$$V = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \to -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t} \tag{8.46}$$

が導かれる。これが第 10 章で学ぶ誘導起電力である。

以上の例から言えることは、これまでの知識の範囲で仮想変位の原理を用いて磁気エネルギーと磁気力の間の関係を導くには、 8.3 節で行ったように電流が孤立しており、かつ貫く磁束が変化しないような系を取り扱う必要があるということである ((8.46) 式の V がゼロであることに注意)。一般には上で取り扱った例のように、二つの電流間での電磁誘導現象がからむことが多く、仮想変位を用いるのに注意を要する。

なお、超伝導体を用いた、このような条件を満たす系について、磁気エネルギーから磁気力を導くのは、 8.3 節を逆にたどることになるので、ここでは割愛する。

修正 2

12.4 この場合、 E_x、 E_y、 B_x および B_y に対する境界条件は (12.56) 式で与えられるが、求めるべき B_z についての境界条件はこれらと (12.52b) または (12.52c) 式より、 $x = 0, a$ において

$$\frac{\partial B_z}{\partial x} = 0$$

となる。同様に (12.52a) または (12.52d) 式より、 $y = 0, b$ において

$$\frac{\partial B_z}{\partial y} = 0$$

となる。これらの境界条件より (12.51b) 式の一般解は

$$B_z(x,y,z,t) = A'\cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right)$$

となる。これと $E_z = 0$ を (12.52a)-(12.52d) 式に代入し

$$E_x = \mathrm{i}A'\ \frac{n\pi\omega}{k^2 b}\ \cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right)$$

$$E_y = -\mathrm{i}A'\ \frac{m\pi\omega}{k^2 a}\ \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right)$$

$$B_x = \mathrm{i}A'\ \frac{m\pi\gamma}{k^2 a}\ \sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos\left(\frac{n\pi y}{b}\right)$$

$$B_y = \mathrm{i}A' \ \frac{n\pi\gamma}{k^2 b} \ \cos\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right)$$

となる。なお、簡単のためいずれも $\exp[\mathrm{i}(\omega t - \gamma z)]$ の因子を除いてある。これより z 軸方向のポインティング・ベクトルは

$$S_{\mathrm{P}z} = A'^2 \ \frac{\pi^2\gamma\omega}{\mu_0 k^4} \left[\frac{n^2}{b^2}\cos^2\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin^2\left(\frac{n\pi y}{b}\right) + \frac{m^2}{a^2}\sin^2\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\cos^2\left(\frac{n\pi y}{b}\right)\right]\sin^2(\omega t - \gamma z)$$

以下同じ。

図の修正

図 6.5

図 6.11

図 6.23

図 8.4

図 8.5

図 9.13

図 10.17