

曲線と曲面——微分幾何的アプローチ (裳華房) 第2版正誤表

梅原雅顕・山田光太郎

2010/11/20

青字は修正対象箇所，赤字は修正後の文章。

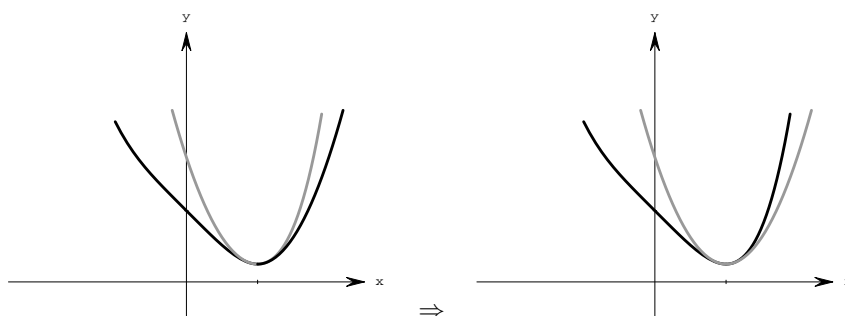
- v ページ，下から 3-4 行目

<http://www.math.wani.osaka-u.ac.jp/group/umehara/>

<http://kotaro.math.kyushu-u.ac.jp>

⇒ <http://www.math.titech.ac.jp/~kotaro/>

- 15 ページ図 2.4 左側：



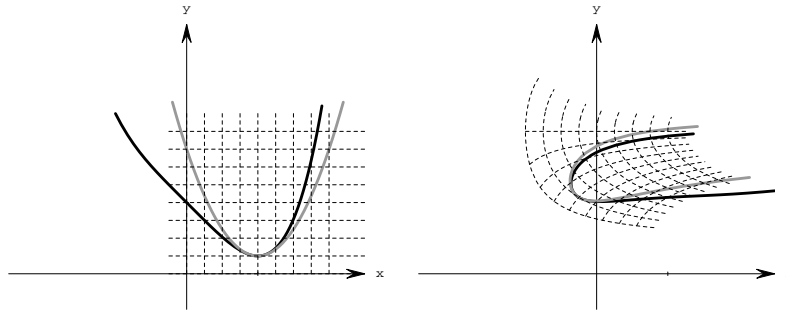
- 18 ページ，10 行目

$$\det \begin{pmatrix} x_r & x_\theta \\ y_r & y_\theta \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \theta & -r \sin \theta \\ \sin \theta & r \cos \theta \end{vmatrix} = r \neq 0$$

$$\Rightarrow \det \begin{pmatrix} x_r & x_\theta \\ y_r & y_\theta \end{pmatrix} = \det \begin{pmatrix} \cos \theta & -r \sin \theta \\ \sin \theta & r \cos \theta \end{pmatrix} = r \neq 0$$

- 18 ページ図 2.5：

図を以下のものに差し換える：



- 30 ページ, 2 行目

「 $\Theta(0, l) - \Theta(0, 0) = \pm\pi$ 」 \Rightarrow 「 $\Theta(0, l) - \Theta(0, 0) = \pi$ 」

- 33 ページ 補題 3.5 :

補題 3.5 ジェネリックな閉曲線 γ と単純閉曲線 σ が有限個の点で接することなく交わっていて, σ 上には γ の自己交叉がないものとする. このとき, γ と σ が交わる点 Q において γ の進行方向に対して σ が左側から右側へ交叉するとき, $\text{sgn}_{\gamma, \sigma}(Q) = +1$, 右側から左側へ交叉するとき, $\text{sgn}_{\gamma, \sigma}(Q) = -1$ とすると, 次が成り立つ:

\Rightarrow 補題 3.5 ジェネリックな閉曲線 γ と単純閉曲線 σ が有限個の点で接することなく交わっていて, σ 上には γ の自己交叉がないものとする. このとき, γ 上に基点をとり, γ が σ と交わる点 Q をはじめて通るとき, Q において γ の進行方向に対して σ が左側から右側へ交叉するならば, $\text{sgn}_{\gamma, \sigma}(Q) = +1$, 右側から左側へ交叉するとき, $\text{sgn}_{\gamma, \sigma}(Q) = -1$ とすると, 次が成り立つ:

- 34 ページ, 2 行目 以下を削除:

そこで γ が少なくとも 1 つ自己交叉をもつとすると, γ は少なくとも 1 つ自己交叉のないループをもつ.

- 34 ページ 定理 3.4 の証明, 図の下:

自己交叉が $n - 1$ 個の曲線については定理が成立すると仮定し, 自己交叉が n の場合を考える. 基点 P を出発して, 初めて出会う自己交叉のないループの角を Q_1 とし, Q_1 が正交点〔負交点〕とする. 点 Q_1 からそのまま進んでふたたび Q_1 に戻るループの角を (C^∞ 級で) 丸めてできる単純閉曲線を γ_1 , Q_1 を右折〔左折〕してふたたび Q_1 に戻るループの角を丸めてできる閉曲線を γ_2 とする (図 3.6. 角を丸める方法については付録 B-5 の命題 5.7 参照).

\Rightarrow 自己交叉が $n - 1$ 個の曲線については定理が成立すると仮定し, 自己交叉が n の場合を考える. 自己交叉 Q_1 を一つ選び, Q_1 からそのまま進んでふたたび Q_1 に戻る曲線の部分の角を (C^∞ 級で) 丸めてできる閉曲線 γ_1 が単純閉曲線となるようにすることができる. そのような自己交叉のうち, 基点 P を出発して最初にあらわれるものを Q_1 とすると γ_1 は Q_1 より手前の交点を通らない. 一方, γ_1 と反対側に角を丸めてできる閉曲線を γ_2 とする. (角を丸める方法については付録 B-5 の命題 5.7 参照).

- 34 ページ, 下から 5 行目 **すると** ⇒ **ここで, Q_1 の交点の符号に注意すると,**
- 34 ページ, 下から 3 行目

$$\begin{aligned}
 &= \text{sgn}_{P,\gamma}(Q_1) + \sum_{R: \gamma_2 \text{ 上の } \gamma_1 \text{ との交点}} \text{sgn}_{\gamma_2,\gamma_1}(R) + \sum_{S: \gamma_2 \text{ の自己交点}} \text{sgn}_{\gamma_2,\gamma_2}(S) \\
 \Rightarrow &= \text{sgn}_{P,\gamma}(Q_1) \left(1 + \sum_{R: \gamma_2 \text{ 上の } \gamma_1 \text{ との交点}} \text{sgn}_{\gamma_2,\gamma_1}(R) \right) + \sum_{S: \gamma_2 \text{ の自己交点}} \text{sgn}_{\gamma_2,\gamma_2}(S)
 \end{aligned}$$

- 42 ページ 5 行目: 「系 2.8 より接触の次数は」 ⇒ 「**命題 2.6** より接触の次数は」
- 43 ページ 1 行目: 「 $T \circ \gamma$ は P において」 ⇒ 「 $T \circ \gamma$ は $T(P)$ において」
- 79 ページ 下から 4 行目:
 - 「とくに $a = 1$ で $b = 0$ のとき」 ⇒ 「とくに $a = 0$ で $b = 1$ のとき」
- 48 ページ, 脚注 2)
 - 「フレネ」 ⇒ 「**フルネ**」
- 50 ページ, 2 行目
 - 「 $\mathcal{F}(s)$ は s によらない定数行列」 ⇒ 「 $\mathcal{F}(s)^t(\mathcal{F}(s))$ 」は s によらない定数行列」

- 79 ページ (8.11) 式:

$$x(u) = e^u, z(u) = \int_0^u \sqrt{1 - e^{2t}} dt \Rightarrow x(u) = e^{-u}, z(u) = \int_0^u \sqrt{1 - e^{-2t}} dt$$

- 95 ページ, 9 行目

$$\left. \frac{\partial \mathcal{L}(\gamma_w)}{\partial w} \right|_{w=0} \Rightarrow \left. \frac{d\mathcal{L}(\gamma_w)}{dw} \right|_{w=0}$$

- 95 ページ, 14 行目

$$\left. \frac{\partial \mathcal{L}(\gamma_w)}{\partial w} \right|_{w=0} \Rightarrow \left. \frac{d\mathcal{L}(\gamma_w)}{dw} \right|_{w=0}$$

- 101 ページ 下から 4 行目: 「 $2\pi n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_j} (T_{i,j} \mathcal{O} \dots)$ 」 ⇒ 「 $2\pi n = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} (T_{i,j} \mathcal{O} \dots)$ 」

- 103 ページ 下から 4 行目:

$$d_E(P, Q) := \sqrt{(u_1 - v_1)^2 + (u_2 - v_2)^2} \Rightarrow d_E(P, Q) := \sqrt{(u_1 - u_2)^2 + (v_1 - v_2)^2}$$

- 116 ページ, 2 行目, 3 行目; 右側

$$\begin{aligned}
 \frac{d^2 \hat{u}}{dt^2}(t) &= c^2 \frac{du}{dt}(ct; \xi, \eta), & \Rightarrow & \frac{d^2 \hat{u}}{dt^2}(t) = c^2 \frac{d^2 u}{dt^2}(ct; \xi, \eta), \\
 \frac{d^2 \hat{v}}{dt^2}(t) &= c^2 \frac{dv}{dt}(ct; \xi, \eta) & & \frac{d^2 \hat{v}}{dt^2}(t) = c^2 \frac{d^2 v}{dt^2}(ct; \xi, \eta)
 \end{aligned}$$

- 116 ページ 13 行目 (補題 11.7 の証明 3 行目): 「 $\xi^2 + \eta^2 < \varepsilon$ 」 \Rightarrow 「 $\xi^2 + \eta^2 < \varepsilon^2$ 」
- 116 ページ 14 行目 (補題 11.7 の証明 4 行目): 「 $(\xi/\delta)^2 + (\eta/\delta)^2 < \tilde{\varepsilon}$ 」 \Rightarrow 「 $(\xi/\delta)^2 + (\eta/\delta)^2 < \tilde{\varepsilon}^2$ 」
- 117 ページ, 下から 8 行目
「 (r, θ) を考える十分小さい正の数」 \Rightarrow 「 (r, θ) を考える . 十分小さい正の数」
- 120 ページ (12.2) 式と (12.3) 式を入れ替える .
- 128 ページ, 2 行目

$$\mu(e_1)e_1 - \mu(e_2)e_2 - [e_1, e_2] \quad \Rightarrow \quad \mu(e_1)e_1 + \mu(e_2)e_2 - [e_1, e_2]$$

- 128 ページ, 3 行目 「(12.3), (12.1) と 補題 13.1 より」 \Rightarrow 「(12.2), (12.1) と 補題 13.1 より」
- 128 ページ, 4 行目

$$\omega_1(\mu(e_1)e_1 - \mu(e_2)e_2 - [e_1, e_2]) \quad \Rightarrow \quad \omega_1(\mu(e_1)e_1 + \mu(e_2)e_2 - [e_1, e_2])$$

- 128 ページ, 下から 11 行目

ともに (13.10) をみtasることから \Rightarrow ともに (13.11) をみtasることから

- 134 ページ, 10 行目

$$X_4 = (u^2 - v^2) \frac{\partial}{\partial u} - 2uv \frac{\partial}{\partial v} \quad \Rightarrow \quad X_4 = (u^2 - v^2) \frac{\partial}{\partial u} + 2uv \frac{\partial}{\partial v}$$

- 135 ページ 下から 4 行目:
「 f を S から M へのはめ込みという」 \Rightarrow 「 p を S から M へのはめ込みという」
- 150 ページ 下から 2 行目:
「一定な平均曲率をもつ曲率の臍点は」 \Rightarrow 「一定な平均曲率をもつ曲面の臍点は」
- 152 ページ 11 行目:
「この $Y_j(t)$ が $t = 0$ から $t = 1$ まで変化するまでの回転数」
 \Rightarrow 「この $Y_j(t)$ が $t = 0$ から $t = l$ まで変化するまでの回転数」
(「1(いち)」を「l(エル)」に)

- 170 ページ 下から 3 行目:

$$\det(\mathbf{a}, \tilde{\mathbf{b}}, \mathbf{c}) = \det(\mathbf{a}, \tilde{\mathbf{b}}, \tilde{\mathbf{c}}) = |\mathbf{a}| |\tilde{\mathbf{b}}| |\tilde{\mathbf{c}}| \det \begin{pmatrix} \mathbf{a} & \tilde{\mathbf{b}} & \tilde{\mathbf{c}} \\ |\mathbf{a}| & |\tilde{\mathbf{b}}| & |\tilde{\mathbf{c}}| \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow \det(\mathbf{a}, \tilde{\mathbf{b}}, \mathbf{c}) = \det(\mathbf{a}, \tilde{\mathbf{b}}, \tilde{\mathbf{c}}) = |\mathbf{a}| |\tilde{\mathbf{b}}| |\tilde{\mathbf{c}}| \det \begin{pmatrix} \mathbf{a} & \tilde{\mathbf{b}} & \tilde{\mathbf{c}} \\ |\mathbf{a}| & |\tilde{\mathbf{b}}| & |\tilde{\mathbf{c}}| \end{pmatrix}$$

- 174 ページ 10,11 行目 :

$$\begin{aligned} (\mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c})) \cdot \mathbf{c} &= (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) = (\mathbf{c} \times (\mathbf{c} \times \mathbf{a})) \cdot \mathbf{b} \\ &= ((\mathbf{c} \cdot \mathbf{a})\mathbf{c} - |\mathbf{c}|^2\mathbf{a}) \cdot \mathbf{b} = (\mathbf{c} \cdot \mathbf{a})(\mathbf{c} \cdot \mathbf{b}) + |\mathbf{c}|^2(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) \\ \Rightarrow (\mathbf{a} \times (\mathbf{b} \times \mathbf{c})) \cdot \mathbf{c} &= (\mathbf{b} \times \mathbf{c}) \cdot (\mathbf{c} \times \mathbf{a}) = (\mathbf{c} \times (\mathbf{c} \times \mathbf{a})) \cdot \mathbf{b} \\ &= ((\mathbf{c} \cdot \mathbf{a})\mathbf{c} - |\mathbf{c}|^2\mathbf{a}) \cdot \mathbf{b} = (\mathbf{c} \cdot \mathbf{a})(\mathbf{c} \cdot \mathbf{b}) - |\mathbf{c}|^2(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) \end{aligned}$$

- 174 ページ 14 行目 :

$$\left[(\mathbf{b} \cdot \mathbf{c})\gamma + |\mathbf{c}|^2\delta = (\mathbf{c} \cdot \mathbf{a})(\mathbf{c} \cdot \mathbf{b}) + |\mathbf{c}|^2(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) \right] \Rightarrow \left[(\mathbf{b} \cdot \mathbf{c})\gamma + |\mathbf{c}|^2\delta = (\mathbf{c} \cdot \mathbf{a})(\mathbf{c} \cdot \mathbf{b}) - |\mathbf{c}|^2(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) \right]$$

- 186 ページ, 9 行目

$$\lim_{u \rightarrow \pm \frac{\pi}{2}} \eta = \pm \infty \quad \Rightarrow \quad \lim_{v \rightarrow \pm \frac{\pi}{2}} \eta = \pm \infty$$

- 191 ページ 12 行目 :

$$\sigma(u) := \gamma(u) + \frac{c(u)}{a(u)}\xi(u)$$

とおくと, ...

$$\Rightarrow \sigma(u) := \gamma(u) + \frac{c(u)}{a(u)}\xi(u)$$

とおくと, $\xi, \dot{\xi}$ の 1 次独立性より $b/a, c/a$ はともに C^∞ 級関数になり,

- 193 ページ下から 8 行目 :

$$\left[q_v = \xi = (\cos \theta)\dot{\sigma} + (\sin \theta)\mathbf{n} \right] \Rightarrow \left[q_v = \eta = (\cos \theta)\dot{\sigma} + (\sin \theta)\mathbf{n} \right]$$

- 198 ページ 8 行目 : 「逆関数定理 (A-1 の定理 1.4)」 \Rightarrow 「逆関数定理 (A-1 の定理 1.5)」

- 201 ページ, 13 行目

(6.1) が成り立つことがわかる. 式

(6.1) はフルネの公式と §2 の (2.7) 式をあわせれば, 直接計算でも示せる.

\Rightarrow

(6.1) が成り立つ. ただし $\tilde{\gamma}$ に特異

点があると, ここでの \mathbf{n} は $\tilde{\gamma}$ の左側から右側に变化する可能性がある.

- 202 ページ下から 9 行目 : 「 $\kappa_n = \gamma'' \cdot \nu = -\gamma' \cdot \nu$ 」 \Rightarrow 「 $\kappa_n = \gamma'' \cdot \nu = -\gamma' \cdot \nu'$ 」

- 206 ページ, §1 問題 3 の解答

... $x = \varepsilon^2 \cos^2 t$ とおき, $0 < \sqrt{1 - \theta \varepsilon^2 \cos^2 t} < 1$ に注意すれば,

$$\pi \left(2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2 - \frac{3}{32}\varepsilon^4 \right) < \int_0^{2\pi} \sqrt{1 - \varepsilon^2 \cos^2 t} dt < \pi \left(2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2 \right)$$

となる.

... $x = \varepsilon^2 \cos^2 t$ とおき, $\varepsilon < 1/3$ のとき $8/9 < \sqrt{1-\varepsilon^2} < \sqrt{1-\theta\varepsilon^2 \cos^2 t}$ に注意すれば,

$$\Rightarrow \pi \left(2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2 - \frac{27}{256}\varepsilon^4 \right) < \int_0^{2\pi} \sqrt{1-\varepsilon^2 \cos^2 t} dt < \pi \left(2 - \frac{1}{2}\varepsilon^2 \right)$$

となる.

- 207 ページ, §8 問題 8 (3) の解答の 2 行目:

「さらに $\kappa(0) = \dot{f}(0)$, $\dot{\kappa}(0) = \ddot{f}(0)$ 」 \Rightarrow 「さらに $\kappa(0) = \dot{f}(0)$, $\dot{\kappa}(0) = \ddot{f}(0)$ 」

- 209 ページ 3 行目 (問題 5 の解答):

$$w = re^{i\theta} \left(z + \left(-\frac{q}{p} \right) \right) \Rightarrow w = re^{i\theta} \left(z + \frac{q}{p} \right)$$

- 211 ページ, §8, 問題 4 の解答:

1. 楕円放物面

$$K = \frac{4}{a^4 b^4 (1 + 4x^2/a^4 + 4y^2/b^4)^2} \Rightarrow K = \frac{4}{a^2 b^2 (1 + 4x^2/a^4 + 4y^2/b^4)^2}$$

2. 双曲放物面

$$K = -\frac{4}{a^4 b^4 (1 + 4x^2/a^4 + 4y^2/b^4)^2} \Rightarrow K = -\frac{4}{a^2 b^2 (1 + 4x^2/a^4 + 4y^2/b^4)^2}$$

- 212 ページ, §8 問題 4 の解答 (5) 二葉双曲面

$$K = -a^2 b^2 c^2 / \Delta^4 \Rightarrow K = a^2 b^2 c^2 / \Delta^4$$

$$H = \frac{abc}{2\Delta^3} \{ a^2 (\cosh^2 u \cos^2 v - \sin^2 v) + b^2 (\cosh^2 u \sin^2 v - \cos^2 v) + c^2 \sinh^2 u \}$$

$$\Rightarrow H = \frac{abc}{2\Delta^3} \{ a^2 (\cosh^2 u \cos^2 v + \sin^2 v) + b^2 (\cosh^2 u \sin^2 v + \cos^2 v) + c^2 \sinh^2 u \}$$

北海道教育大学の宮本幸紀さんに御指摘いただきました

- 213 ページ, §9 の問題 3 (3) の解答: 「 $\lambda_u p_u - \lambda_v p_v = 0$ 」 \Rightarrow 「 $\lambda_u p_v - \lambda_v p_u = 0$ 」

- 213 ページ, §10 の問題 2 の解答 4 行目の式:

$$\gamma''(s) = u''(s)p_u + v''(s)p_v + (u'(s))^2 \nu \Rightarrow \gamma''(s) = u''(s)p_u + v''(s)p_v + R(v'(s))^2 \nu$$

- 213 ページ, §10 の問題 2 の解答 5 行目: 「 $R^2(u')^2 + (v')^2 = 1$ 」 \Rightarrow 「 $(u')^2 + R^2(v')^2 = 1$ 」

- 213 ページ, §10 の問題 2 の解答 7 行目:

「とくに $a = 0$ のときは母線, $a \neq 0$ のときはつるまき線である」

\Rightarrow 「とくに $c = 0$ のときは母線, $c \neq 0$ のときはつるまき線である」

- 214 ページ, §12 の問題 1 の解答

以下に差し替え:

(12.1) と (12.2) から (12.3) を導くのはそれほど難しくない。ただし $d\alpha$ が性質

$$d\alpha(fX, Y) = f\alpha(X, Y)$$

を満たすことも確かめる必要がある。そのためには、ベクトル場の交換子積の性質

$$[fX, Y] = f[X, Y] - df(Y)X$$

を用いる。

- 215 ページ, 上から 3 行目:

$$\int_{\gamma_1} \alpha - \int_{\gamma_2} \alpha = \int_{\gamma} \alpha = \int_D d\alpha = 0 \quad \Rightarrow \quad \int_{\gamma_1} \alpha - \int_{\gamma_2} \alpha = \int_{\gamma} \alpha = \int_{\Omega} d\alpha = 0$$

- 225 ページ, 梅原の略歴

筑波大学助手, 大阪大学助教授, 広島大学教授を経て, 現在 大阪大学 教授 \Rightarrow

筑波大学助手, 大阪大学助教授, 広島大学教授, 大阪大学教授を経て, 現在 東京工業大学 教授

- 225 ページ, 山田の略歴

慶應義塾高等学校教諭, 熊本大学講師・助教授を経て, 現在九州大学 教授

\Rightarrow

慶應義塾高等学校教諭, 熊本大学講師・助教授, 九州大学教授を経て, 現在 東京工業大学 教授