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

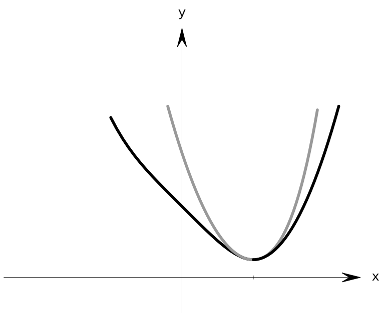
2009/11/29

青字は修正対象箇所，赤字は修正後の文章.

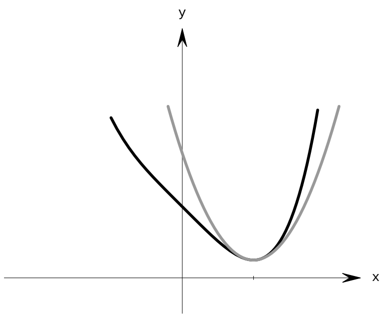
- **v ページ，下から 4 行目**

http://kotaro.math.kyushu-u.ac.jp ⇒ http://www.math.titech.ac.jp/~kotaro/

- **15 ページ図 2.4 左側：**



⇒



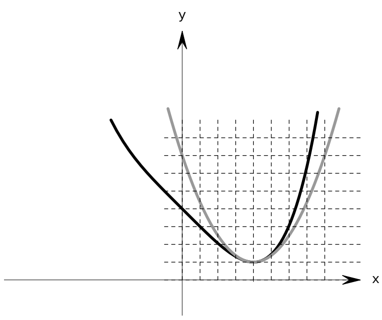
- **18 ページ，10 行目**

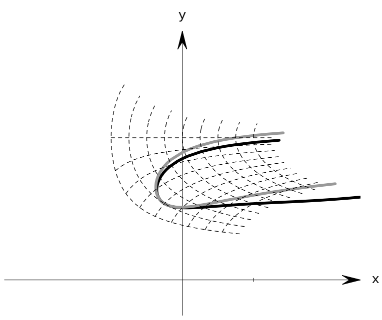
$$\det\begin{pmatrix} x_r & x_\theta \\ y_r & y_\theta \end{pmatrix} = \begin{vmatrix} \cos\theta & -r\sin\theta \\ \sin\theta & r\cos\theta \end{vmatrix} = r \neq 0$$

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

- **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，$\mathrm{sgn}_{\gamma,\sigma}(\mathrm{Q})=+1$，右側から左側へ交叉するとき，$\mathrm{sgn}_{\gamma,\sigma}(\mathrm{Q})=-1$ とすると，次が成り立つ：

$\Longrightarrow$ **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，$\mathrm{sgn}_{\gamma,\sigma}(\mathrm{Q})=+1$，右側から左側へ交叉するとき，$\mathrm{sgn}_{\gamma,\sigma}(\mathrm{Q})=-1$ 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）．

$\Longrightarrow$ 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過しない．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 $\Rightarrow$ 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**

$$=\mathrm{sgn}_{\mathrm{P},\gamma}(\mathrm{Q}_1)+\sum_{\mathrm{R}:\ \gamma_2\text{ 上の }\gamma_1\text{ との交点}}\mathrm{sgn}_{\gamma_2,\gamma_1}(\mathrm{R})+\sum_{\mathrm{S}:\ \gamma_2\text{ の自己交叉}}\mathrm{sgn}_{\gamma_2,\gamma_2}(\mathrm{S})$$

$$\Rightarrow\quad =\mathrm{sgn}_{\mathrm{P},\gamma}(\mathrm{Q}_1)\left(1+\sum_{\mathrm{R}:\ \gamma_2\text{ 上の }\gamma_1\text{ との交点}}\mathrm{sgn}_{\gamma_2,\gamma_1}(\mathrm{R})\right)+\sum_{\mathrm{S}:\ \gamma_2\text{ の自己交叉}}\mathrm{sgn}_{\gamma_2,\gamma_2}(\mathrm{S})$$

- **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 $T(\mathrm{P})$ 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：**
$$x(u)=e^{u},\ z(u)=\int_0^u\sqrt{1-e^{2t}}\,dt \quad\Rightarrow\quad x(u)=e^{-u},\ z(u)=\int_0^u\sqrt{1-e^{-2t}}\,dt$$

- **95 ページ，9 行目**
$$\left.\frac{\partial\mathcal{L}(\gamma_w)}{\partial w}\right|_{w=0} \quad\Rightarrow\quad \left.\frac{d\mathcal{L}(\gamma_w)}{dw}\right|_{w=0}$$

- **95 ページ，14 行目**
$$\left.\frac{\partial\mathcal{L}(\gamma_w)}{\partial w}\right|_{w=0} \quad\Rightarrow\quad \left.\frac{d\mathcal{L}(\gamma_w)}{dw}\right|_{w=0}$$

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

- **103 ページ下から 4 行目：**
  「$d_{\mathrm{E}}(\mathrm{P},\mathrm{Q}):=\sqrt{(u_1-v_1)^2+(u_2-v_2)^2}$ ⇒「$d_{\mathrm{E}}(\mathrm{P},\mathrm{Q}):=\sqrt{(u_1-u_2)^2+(v_1-v_2)^2}$

- **116 ページ，2 行目，3 行目; 右側**
$$\begin{aligned}\frac{d^2\hat{u}}{dt^2}(t)&=c^2\frac{du}{dt}(ct;\xi,\eta),\\ \frac{d^2\hat{v}}{dt^2}(t)&=c^2\frac{dv}{dt}(ct;\xi,\eta)\end{aligned}\quad\Rightarrow\quad\begin{aligned}\frac{d^2\hat{u}}{dt^2}(t)&=c^2\frac{d^2u}{dt^2}(ct;\xi,\eta),\\ \frac{d^2\hat{v}}{dt^2}(t)&=c^2\frac{d^2v}{dt^2}(ct;\xi,\eta)\end{aligned}$$

- **116 ページ 13 行目（補題 11.7 の証明 3 行目）：** 「$\xi^2+\eta^2<\varepsilon$」⇒「$\xi^2+\eta^2<\varepsilon^2$」

- **116 ページ 14 行目（補題 11.7 の証明 4 行目）：** 「$(\xi/\delta)^2+(\eta/\delta)^2<\tilde{\varepsilon}$」⇒「$(\xi/\delta)^2+(\eta/\delta)^2<\tilde{\varepsilon}^2$」

- **117 ページ，下から 8 行目**
「(r,θ) を考える十分小さい正の数」⇒「(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**

$$\mu(\boldsymbol{e}_1)\boldsymbol{e}_1-\mu(\boldsymbol{e}_2)\boldsymbol{e}_2-[\boldsymbol{e}_1,\boldsymbol{e}_2] \qquad\Rightarrow\qquad \mu(\boldsymbol{e}_1)\boldsymbol{e}_1+\mu(\boldsymbol{e}_2)\boldsymbol{e}_2-[\boldsymbol{e}_1,\boldsymbol{e}_2]$$

- **128 ページ, 3 行目** 「(12.3), (12.1) と 補題 13.1 より」⇒ 「(12.2), (12.1) と 補題 13.1 より」

- **128 ページ，4 行目**

$$\omega_1\bigl(\mu(\boldsymbol{e}_1)\boldsymbol{e}_1-\mu(\boldsymbol{e}_2)\boldsymbol{e}_2-[\boldsymbol{e}_1,\boldsymbol{e}_2]\bigr) \qquad\Rightarrow\qquad \omega_1\bigl(\mu(\boldsymbol{e}_1)\boldsymbol{e}_1+\mu(\boldsymbol{e}_2)\boldsymbol{e}_2-[\boldsymbol{e}_1,\boldsymbol{e}_2]\bigr)$$

- **128 ページ，下から 11 行目**

ともに (13.10) をみたすことから ⇒ ともに (13.11) をみたすことから

- **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」⇒ 「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」⇒ 「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」

⇒ 「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：**

$$\det(\boldsymbol{a},\tilde{\boldsymbol{b}},\boldsymbol{c})=\det(\boldsymbol{a},\tilde{\boldsymbol{b}},\tilde{\boldsymbol{c}})=|\boldsymbol{a}|\,|\boldsymbol{b}|\,|\boldsymbol{c}|\det\left(\frac{\boldsymbol{a}}{|\boldsymbol{a}|},\frac{\tilde{\boldsymbol{b}}}{|\tilde{\boldsymbol{b}}|},\frac{\tilde{\boldsymbol{c}}}{|\tilde{\boldsymbol{c}}|}\right)$$

$$\Rightarrow\qquad \det(\boldsymbol{a},\tilde{\boldsymbol{b}},\boldsymbol{c})=\det(\boldsymbol{a},\tilde{\boldsymbol{b}},\tilde{\boldsymbol{c}})=|\boldsymbol{a}|\,|\tilde{\boldsymbol{b}}||\tilde{\boldsymbol{c}}|\det\left(\frac{\boldsymbol{a}}{|\boldsymbol{a}|},\frac{\tilde{\boldsymbol{b}}}{|\tilde{\boldsymbol{b}}|},\frac{\tilde{\boldsymbol{c}}}{|\tilde{\boldsymbol{c}}|}\right)$$

- **174 ページ 10,11 行目：**

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

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

- **174 ページ 14 行目：**

「$(\boldsymbol{b}\cdot\boldsymbol{c})\gamma+|\boldsymbol{c}|^2\delta=(\boldsymbol{c}\cdot\boldsymbol{a})(\boldsymbol{c}\cdot\boldsymbol{b})+|\boldsymbol{c}|^2(\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b})$」⇒ 「$(\boldsymbol{b}\cdot\boldsymbol{c})\gamma+|\boldsymbol{c}|^2\delta=(\boldsymbol{c}\cdot\boldsymbol{a})(\boldsymbol{c}\cdot\boldsymbol{b})-|\boldsymbol{c}|^2(\boldsymbol{a}\cdot\boldsymbol{b})$」

- **186 ページ，9 行目**

$$\lim_{u\to\pm\frac{\pi}{2}}\eta=\pm\infty \qquad\Rightarrow\qquad \lim_{v\to\pm\frac{\pi}{2}}\eta=\pm\infty$$

- **191 ページ 12 行目：**

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

とおくと，...

$\Longrightarrow$

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

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：**

「$q_v = \xi = (\cos\theta)\dot{\sigma} + (\sin\theta)\boldsymbol{n}$」$\Rightarrow$ 「$q_v = \eta = (\cos\theta)\dot{\sigma} + (\sin\theta)\boldsymbol{n}$」

- **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．

$\Longrightarrow$

(6.1) が成り立つ．ただし $\tilde{\gamma}$ に特異点があると，ここでの $\boldsymbol{n}$ は $\tilde{\gamma}$ の左側から右側に変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**

$\ldots x = \varepsilon^2 \cos^2 t$ 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．

$\Longrightarrow$

$\ldots x = \varepsilon^2 \cos^2 t$ 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，

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

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 $\kappa(0) = \ddot{f}(0)$，$\dot{\kappa}(0) = \dddot{f}(0)$」

- **209 ページ 3 行目（問題 5 の解答）：**

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

- **211 ページ，§8, 問題 4 の解答：**
  1. 楕円放物面
  $$K = \frac{4}{a^4b^4(1+4x^2/a^4+4y^2/b^4)^2} \quad \Rightarrow \quad K = \frac{4}{a^2b^2(1+4x^2/a^4+4y^2/b^4)^2}$$
  2. 双曲放物面
  $$K = -\frac{4}{a^4b^4(1+4x^2/a^4+4y^2/b^4)^2} \quad \Rightarrow \quad K = -\frac{4}{a^2b^2(1+4x^2/a^4+4y^2/b^4)^2}$$

- **212 ページ，§8 問題 4 の解答 (5) 二葉双曲面**

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

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

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：** 「$\lambda_u p_u - \lambda_v p_v = 0$」⇒「$\lambda_u p_v - \lambda_v p_u = 0$」

- **213 ページ，§10 の問題 2 の解答 4 行目の式：**
  $$\gamma''(s) = u''(s)p_u + v''(s)p_v + \bigl(u'(s)\bigr)^2\nu \quad \Rightarrow \gamma''(s) = u''(s)p_u + v''(s)p_v + R\bigl(v'(s)\bigr)^2\nu$$

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

- **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」
⇒「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，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

　　⇒

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