

曲線と曲面——微分幾何的アプローチ 改訂版 (裳華房)

改訂第 1 版 正誤表

梅原雅顕・山田光太郎

2022/07/14

青字は修正対象箇所，赤字は修正後の文章．

第 1 章

5 ページ，一番下 (アステロイドの助変数表示) :

$$x(t) = a^3 \cos^3 t, y(t) = a^3 \sin^3 t \Rightarrow x(t) = a \cos^3 t, y(t) = a \sin^3 t$$

7 ページ 8 行目:

$$\gamma(t) := a^3 (\cos^3 t, \sin^3 t) \Rightarrow \gamma(t) := a (\cos^3 t, \sin^3 t)$$

19 ページ，下から 2 行目:

さらにヤコビ行列式は \Rightarrow さらに， φ のヤコビ行列式は

27 ページ 1 行目:

n 次の正方行列 A は， ${}^tAA = A{}^tA = I$ (I は n 次の単位行列) をみたすとき，直交行列とよばれる．

$\Rightarrow n$ 次の正方行列 A は， ${}^tAA = A{}^tA = I$ (I は n 次の単位行列) をみたすとき，すなわち tA が A の逆行列であるとき直交行列とよばれる．

30 ページ，図 3.1 のキャプション:

正則ホモトピー同値類 \Rightarrow 正則ホモトピー同値類の代表元

31 ページ，一番下の 3 行:

定理 3.2 単純閉曲線の回転数は 1 または -1 である．

[証明] 直感的にはいかにも明らかそうな主張であるが，証明は単純ではない．いま

x 軸に平行な直線をはるか下の方から上向きに平行移動して，曲線に

\Rightarrow 定理 3.2 単純閉曲線の回転数は 1 または -1 である．

単純閉曲線が円と同値であることは，この定理と定理 3.3 より従う．

[証明] x 軸に平行な直線をはるか下の方から上向きに平行移動し，曲線に

40 ページ，2 行目の左辺:

$$\tilde{s}(s, t) \Rightarrow \tilde{w}(s, t)$$

41 ページ 10 行目:

$$(a > 1 \text{ は定数}) \Rightarrow (a > 1 \text{ は定数}, \theta \in \mathbf{R})$$

45 ページ，脚注 3:

写像 $z \mapsto 1/\bar{z}$ で与えられる. \Rightarrow 写像 $z \mapsto 1/\bar{z}$ (\bar{z} は z の共役複素数) で与えられる.

46 ページ, 下から 8 行目:

2 次の接触をしている. T は微分同相であり,

\Rightarrow 2 次の接触をしている. T はその点の近くでの微分同相であり,

49 ページ, 下から 5 行目:

定理 4.5 より $\gamma(t) \in \bar{D}_t \subset D_s$ となるが, これは $\gamma(s) \notin D_s$ に矛盾する.

\Rightarrow 定理 4.5 より $\gamma(s) \in \bar{D}_s \subset D_t$ となるが, これは $\gamma(t) \notin D_t$ に矛盾する.

50 ページ 3 行目:

対数うずまき線のなす角は一定である. \Rightarrow 対数うずまき線のなす角は, 半直線によらず一定である.

52 ページ 5 行目:

$\kappa(s) = |\gamma''(s)| \geq 0 \Rightarrow$ (削除)

54 ページ 7 行目:

弧長によってパラメータづけられた空間曲線 $\gamma(s)$

\Rightarrow 弧長でパラメータづけられた, $\kappa > 0$ となる空間曲線 $\gamma(s)$

第 II 章

65 ページ, 1-4 行目:

が曲面の接平面となり, p_u, p_v の両方に直交し, 次の式で定義される向きの
単位ベクトル

$$(6.8) \quad \nu := \frac{p_u \times p_v}{|p_u \times p_v|}$$

が曲面の単位法線ベクトルとなる.

\Rightarrow が曲面の接平面となる. p_u, p_v の両方に直交する単位ベクトルは \pm の任意性があるが, ここでは

$$(6.8) \quad \nu := \frac{p_u \times p_v}{|p_u \times p_v|}$$

を曲面の単位法線ベクトルとする.

65 ページ, 5-9 行目 (差し替え):

いま, uv 平面上の 1 点 (u_0, v_0) に対応する曲面上の点 $p(u_0, v_0)$ の座標を (x_0, y_0, z_0) とし, この点における単位法線ベクトルを $\nu = (a, b, c)$ と成分表示すると, 曲面の接平面の方程式は

$$a(x - x_0) + b(y - y_0) + c(z - z_0) = 0$$

で与えられる.

⇒ **たとえば, 関数 $z = f(x, y)$ のグラフの単位法線ベクトルは**

$$\nu = \frac{1}{\sqrt{1 + f_x^2 + f_y^2}}(-f_x, -f_y, 1)$$

で与えられる.

65 ページ, 下から 7 行目:

$$p_v = 0 \Rightarrow p_v = \mathbf{0} \text{ (太字)}$$

66 ページ, 6-7 行目:

曲面 $p(u, v)$ が与えられているとし, D をこの助変数表示が定める領域とする. このとき, 領域 D が

⇒

曲面 $p(u, v)$ に対して, この助変数表示が定める領域が**有界閉領域 D を含むとする**. このとき, D が

76 ページ 11 行目:

半径 a , 高さ $2\pi b$ の円柱の側面積に等しい → 半径 b , 高さ $2\pi a$ の円柱の側面積に等しい

79 ページ 6 行目:

$$AP = \begin{pmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \mu \end{pmatrix} P \quad \rightarrow \quad AP = P \begin{pmatrix} \lambda & 0 \\ 0 & \mu \end{pmatrix}$$

81 ページ 3 行目:

第二基本形式が座標変換でどのように変わるかを調べよう.

⇒

式 (6.8) で ν を定めたとき, 第二基本形式が座標変換でどのように変わるかを調べよう.

81 ページ 4 行目:

(節末の問題 4) ⇒ (§6 の問題 4)

81 ページ, 12-14 行目:

負の座標変換に対しては $(u, v) \mapsto (v, u)$ と助変数の順序を入れ替えれば正の座標変換にできるから, このことにより一般性を失うことはない.

⇒ **ただし, 単位法線ベクトル ν を座標の正負と無関係に定めた場合には, 第二基本形式は正負どちらの座標変換でも不変になる.**

82 ページ 3 行目:

変換式 (7.13), (8.3) によって, 行列 A の座標変換の公式

⇒ (7.13), (8.3), **(8.4) の第 1 式により, A の座標変換の公式**

83 ページ 9 行目:

負の座標変換では, ガウス曲率は不変で,

⇒ 負の座標変換では, ν を **(6.8) 式のようにとると, ガウス曲率は不変で,**

84 ページ 4 行目:

xy 平面 ⇒ **半径 1 の円柱面**

84 ページ, 15-18 行目:

単位法線ベクトルとして, $\nu = (1/a)p$ がとれる. すると第二基本形式は

$$II = -dp \cdot d\nu = -\frac{1}{a} dp \cdot dp = -\frac{1}{a} ds^2$$

と, 第一基本形式 ds^2 に比例するため, ワインガルテン行列 A は, 単位行列の $-1/a$ 倍となり, ガウス曲率は $1/a^2$ で平均曲率は $-1/a$ となる.

⇒ 単位法線ベクトルとして, $\nu = -(1/a)p$ がとれる. すると第二基本形式は

$$II = -dp \cdot d\nu = \frac{1}{a} dp \cdot dp = \frac{1}{a} ds^2$$

と, 第一基本形式 ds^2 に比例するため, ワインガルテン行列 A は, 単位行列の $1/a$ 倍となり, ガウス曲率は $1/a^2$ で平均曲率は $1/a$ となる.

85 ページ, 命題 8.5 の証明 (差し替え):

$a, b \in \mathbb{R}^3$ を列ベクトルとみなすと, その内積 $a \cdot b$ は行列の積として $a \cdot b = {}^t a b$ と書ける (付録 A-3 の (A-3.1) 参照). いま, p_u, p_v, ν を列ベクトルとみなしてできる 3 次正方行列 $P_1 := (p_u, p_v, \nu)$, $P_2 := (\nu_u, \nu_v, \nu)$ を考えると, 第一, 第二基本行列の定義から

$${}^t P_1 P_1 = \begin{pmatrix} \hat{I} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & 1 \end{pmatrix}, \quad -{}^t P_1 P_2 = \begin{pmatrix} \hat{II} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & -1 \end{pmatrix}$$

が成り立つから,

$$-P_1^{-1} P_2 = -({}^t P_1 P_1)^{-1} ({}^t P_1 P_2) = \begin{pmatrix} \hat{I}^{-1} \hat{II} & \mathbf{0} \\ 0 & -1 \end{pmatrix},$$

すなわち

$$(\nu_u, \nu_v, \nu) = P_2 = -P_1 \begin{pmatrix} \hat{I}^{-1} \hat{II} & \mathbf{0} \\ 0 & -1 \end{pmatrix} = -(p_u, p_v, \nu) \begin{pmatrix} A & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & -1 \end{pmatrix}$$

となり, 結論を得る. □

85 ページ, 12 行目と 14 行目:

$$\begin{pmatrix} \hat{I}^{-1} \hat{II} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & -1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} \hat{I}^{-1} \hat{II} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & -1 \end{pmatrix}$$

(太字)

90 ページ, 問題 1:

証明せよ. ⇒ 証明せよ (§7 の問題 1 参照).

95 ページ 5 行目:

よって $\sigma''(s_0) = \kappa_n(s_0)\nu$ となる ⇒ よって $\sigma''(s_0) = \kappa_n \nu$ となる

98 ページ 25 行目:

であたえられる. ⇒ であたえられる. とくに 2 つの主方向は法曲率の最大・最小を与える.

99 ページ 4 行目:

x 軸の方向が主方向であるから $M = 0$ となり, 第二基本行列は対角行列になる.

⇒ x 軸の方向が主方向だから $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ は A の固有ベクトルなので A は対角行列になる .

112 ページ 10 行目:

球面や輪環面 (§6 の問題 1) などは R^3 の有界閉集合

⇒ 球面や輪環面 (§6 の問題 1) などは R^3 の境界をもたない有界閉集合

120 ページ, 問題 8:

(10.14) を (10.16) から ⇒ (10.16) を (10.13) から

120 ページ, 一番下:

$$(x, y, z) \in R^2 \Rightarrow (x, y, z) \in R^3$$

121 ページ 7 行目:

$$\text{空間曲線 } \gamma(t) \Rightarrow \text{空間曲線 } \gamma(s)$$

134 ページ, 問題 1(1) の 2 行目:

$$(a \leq s \leq b, |s| \leq \varepsilon) \Rightarrow (a \leq s \leq b, |t| \leq \varepsilon)$$

第 III 章

137 ページ, 10-11 行目:

さて, 多様体 S が向きづけられており, さらにリーマン計量³⁾ ds^2 が与えられているとき, (S, ds^2) をリーマン多様体という .

⇒ さて, 多様体 S が向きづけられており, さらにリーマン計量³⁾ ds^2 が与えられているとき, (S, ds^2) を向きづけられたリーマン多様体という .

139 ページ 3 行目:

$$C^\infty(S) \Rightarrow C^\infty(U)$$

141 ページ 4 行目:

問題 2 ⇒ 問題 3

141 ページ 11 行目:

面積要素 $d\hat{A}$ は第一基本量を用いて ⇒ 面積要素 $d\hat{A}$ は ds^2 の成分を用いて

142 ページ 12 行目:

$$\begin{aligned} d\omega_1 &= a(\omega_1 \wedge \omega_2) (= a d\hat{A}), & d\omega_2 &= b(\omega_1 \wedge \omega_2) (= b d\hat{A}) \\ \Rightarrow d\omega_1 &= a(\omega_1 \wedge \omega_2), & d\omega_2 &= b(\omega_1 \wedge \omega_2) & (a d\hat{A}, b d\hat{A} \text{ を削除}) \end{aligned}$$

142 ページ, 16-18 行目:

S が向き付けられている場合には $\{e_1, e_2\}$ を正の向きの正規直交基底にとることにより, $d\hat{A}$ を S 全体で定義された面積要素の U 上への制限とみなすことができる .

⇒ S が向き付けられている場合には, S 全体で定義された面積要素 $d\hat{A}$ をとることができ, とくに $\{e_1, e_2\}$ を正の向きの正規直交基底にとると, $d\hat{A} = \omega_1 \wedge \omega_2$ となる .

142 ページ, 下から 5 行目:

S の正規直交基底の場 $\Rightarrow U$ の正規直交基底の場

143 ページ 10 行目:

接続形式 $\tilde{\mu}$ は \Rightarrow 上の $\{\tilde{e}_1, \tilde{e}_2\}$ に関する接続形式 $\tilde{\mu}$ は

150 ページ 8 行目:

領域 $D \Rightarrow$ 有界閉領域 D

152 ページ, 一番下:

$$V \leftrightarrow W \Rightarrow V \leftrightarrow \hat{V}$$

153 ページ 12 行目:

$$= df(X)\hat{Y} + f\widehat{\nabla_X Y} \Rightarrow = df(X)Y + f\nabla_X Y$$

153 ページ, 下から 3 行目:

$$(U; u, v) \Rightarrow (U; (u, v))$$

158 ページ 14 行目:

$$(U_j; u_j, v_j) \Rightarrow (U_j; (u_j, v_j))$$

161 ページ, 例 14.3 を次で差し替え:

$\mathbf{R}^2 \setminus \{(0, 0)\}$ を 2 つの開集合

$$U_1 := \mathbf{R}^2 \setminus \{(u, 0) \in \mathbf{R}^2 \mid u \geq 0\}, \quad U_2 := \mathbf{R}^2 \setminus \{(u, 0) \in \mathbf{R}^2 \mid u \leq 0\}$$

の和集合と考える. U_1 上の 2 つのベクトル場を

$$(14.3) \quad \begin{aligned} Y_1 &:= \left(u + \sqrt{u^2 + v^2}\right) \frac{\partial}{\partial u} + v \frac{\partial}{\partial v}, \\ Z_1 &:= \left(u + \sqrt{u^2 + v^2}\right) \frac{\partial}{\partial u} - v \frac{\partial}{\partial v} \end{aligned}$$

で定め, U_2 上の 2 つのベクトル場を

$$(14.4) \quad \begin{aligned} Y_2 &= -v \frac{\partial}{\partial u} + \left(u - \sqrt{u^2 + v^2}\right) \frac{\partial}{\partial v}, \\ Z_2 &= v \frac{\partial}{\partial u} + \left(u - \sqrt{u^2 + v^2}\right) \frac{\partial}{\partial v}, \end{aligned}$$

と定める. いま,

$$\begin{aligned} Y_2 &= -v \frac{\partial}{\partial u} - \frac{v^2}{u + \sqrt{u^2 + v^2}} \frac{\partial}{\partial v} \\ &= -\frac{v}{u + \sqrt{u^2 + v^2}} \left(\left(u + \sqrt{u^2 + v^2}\right) \frac{\partial}{\partial u} + v \frac{\partial}{\partial v} \right) = -\frac{v}{u + \sqrt{u^2 + v^2}} Y_1 \end{aligned}$$

であることに注意すると, $\eta := \{(U_j, Y_j)\}_{j=1,2}$ は $\mathbf{R}^2 \setminus \{(0, 0)\}$ 上の射影的ベクトル場を定める. 同様に $Z_2 = \{v/(u + \sqrt{u^2 + v^2})\} Z_1$ が $U_1 \cap U_2$ 上で成り立つので, $\zeta := \{(U_j, Z_j)\}_{j=1,2}$ も $\mathbf{R}^2 \setminus \{(0, 0)\}$ 上の射影的ベクトル場を定める. 図 14.2 の左側は η が生成する流れを, 右側は ζ が生成する流れを表したものである. \diamond

163 ページ, 下から 3 行目:

$$\mathbf{R}^2 \setminus \{(0, 0)\} \Rightarrow D \setminus \{(0, 0)\}$$

163 ページ, 一番下:

$$\xi_1 = \{(U_1, X_1), (U_1, X_2^\perp)\}, \quad \xi_2 = \{(U_2, X_1^\perp), (U_2, X_2)\}$$

$$\Rightarrow \xi_1 = \{(U_1, X_1), (U_2, X_2^\perp)\}, \quad \xi_2 = \{(U_1, X_1^\perp), (U_2, X_2)\}$$

165 ページ 7 行目:

例 14.2 \Rightarrow 例 14.3

165 ページ 9 行目:

例 14.2 \Rightarrow 例 14.3

166 ページ, 下から 8 行目 ::

曲面上のベクトル場 \Rightarrow 曲面上の射影的ベクトル場

176 ページ, 下から 7 行目:

$$(a, b, c, d \in \mathbf{R}; ad - bc \neq 0) \Rightarrow (a, b, c, d \in \mathbf{R}; ad - bc = 1)$$

182 ページ, 下から 4 行目:

平均曲率が一定なはめ込み $p: S \rightarrow \mathbf{R}^3 \Rightarrow$ 平均曲率が 0 でない定数であるはめ込み p

182 ページ, 下から 3 行目:

平均曲率が一定なので \Rightarrow 平均曲率が 0 でないので

188 ページ 1 行目:

リーマン多様体 $S \Rightarrow$ リーマン多様体 (S, ds^2)

189 ページ 6 行目:

リーマン多様体 $S \Rightarrow$ リーマン多様体 (S, ds^2)

付録 A

200 ページ 8 行目:

\mathbf{R}^n の十分小さい領域 $D' (C D)$ で定義された $\Rightarrow \mathbf{R}^2$ の十分小さい領域 D' で定義された

200 ページ 14 行目:

ある近傍^{*9} $U (C D)$ で定義 \Rightarrow ある近傍^{*9} U で定義

付録 B

213 ページ, 下から 9 行目:

曲線族 $\{C_t\}$ が陰関数 $F(x, y, t) = 0$ で与えられているなら, 方程式
 \Rightarrow 曲線族 $\{C_t\}$ が特異点をもたない陰関数 $F(x, y, t) = 0$ で与えられているなら,

213 ページ, 下から 7 行目:

包絡線を与える. \Rightarrow 包絡線の候補を与える.

213 ページ, 下から 6 行目:

したり, あるいは x, y を t について解けばよい.
 \Rightarrow したり, x, y を t について解けばよい. $F_y \neq 0$ として一般性を失わない.

214 ページ 2 行目:

各 t で C_t に接し, 包絡線になる. \Rightarrow 各 t で 曲線族 に接し, 包絡線の候補になる.

214 ページ, 6-8 行目:

これより t を消去して

$$(x - y)^2 - 2(x + y) + 1 = 0$$

となる．したがって図 B-1.1 左の包絡線は包絡線であることがわかる．

⇒ これより t を消去して $(x - y)^2 - 2(x + y) + 1 = 0$ となる．したがって図 B-1.1 左の包絡線は包絡線であることがわかる．ただし $F(x, y, t) = x + t^3$ など、この方法で求まるものは必ずしも包絡線とは限らない．

231 ページ 11 行目:

$$e(u) = \mathbf{0} \Rightarrow e(u) = \mathbf{0} \text{ (細字)}$$

233 ページ, 下から 10 行目:

$$\gamma' = \mathbf{0} \Rightarrow \gamma' = \mathbf{0} \text{ (太字)}$$

241 ページ 11 行目:

$$\text{ある値 } \delta \Rightarrow \text{ある値 } t$$

241 ページ 12 行目:

$$q(s, \delta) \Rightarrow q(s, t)$$

249 ページ, 13-14 行目:

$$uv \text{ 平面 } \mathbf{R}^2 \Rightarrow \text{座標平面 } \mathbf{R}^2$$

253 ページ 3 行目:

$$\nu_{\bar{u}} \neq \mathbf{0} \Rightarrow \nu_{\bar{u}} \neq \mathbf{0} \text{ (太字)}$$

254 ページ 2 行目:

$$p_v \text{ の第三成分: } \beta + 2 \Rightarrow (\beta + 2)/2$$

254 ページ 4 行目:

$$(B-8.9) \text{ 式: } \nu := \frac{1}{\alpha^2}(\dots \Rightarrow \nu := \frac{1}{\alpha}(\dots$$

254 ページ 8 行目:

$$\lambda = \det(p_u, p_v) = \Rightarrow \lambda = \det(p_u, p_v, \nu) =$$

255 ページ 5 行目:

$$\nu_{\eta} = \nu_v \text{ の第三成分: } 2u \cosh v(\alpha - 2) \Rightarrow 2u \cosh v(2 - \beta)$$

解答

267 ページ, §1 の問題 3 の 3 行目:

$$8/9 \Rightarrow 2\sqrt{2}/3$$

267 ページ, §1 の問題 3 の 5 行目:

$$\frac{27}{256} \varepsilon^4 \Rightarrow \frac{27\sqrt{2}}{256} \varepsilon^4$$

271 ページ 10 行目:

$$(\dot{\gamma}, \ddot{\gamma} \text{ の一次結合}) + \frac{\ddot{\gamma}}{|\dot{\gamma}|^3} \Rightarrow (\dot{\gamma}, \ddot{\gamma} \text{ の一次結合}) + \frac{\ddot{\gamma}}{|\dot{\gamma}|^3}$$

271 ページ 14 行目:

$$\text{フルネの公式} \Rightarrow \text{フルネ・セレの公式}$$

271 ページ, §5 問題 7 の解答:

γ を原点中心, 半径 r の球面上の曲線とする. $\gamma \cdot \gamma = r^2$ なので, 弧長パラメータをとり微分すると $\gamma' \cdot \gamma = 0, \gamma'' \cdot \gamma = -1$. これより $\gamma = (-1/\kappa)\mathbf{n} + a\mathbf{b}$ と書ける. とくに $a^2 = r^2 - \kappa^2$ となり定数だから, $e = \gamma' = -(1/\kappa)\mathbf{n}' + a\mathbf{b}'$. これにフルネ・セレの公式を適用すると撓率が 0 となることがわかる.

273 ページ 6 行目:

(7.3) のみ示す \Rightarrow (7.4) のみ示す

273 ページ, §7 の問題 7:

$$E = \dot{x}^2 + \dot{y}^2 \rightarrow E = \dot{x}^2 + \dot{z}^2$$

274 ページ 8 行目:

$$R(AB)R^{-1} = RR^{-1}R^{-1}BR^{-1} = R^{-1}BR^{-1} \text{ であるが } R^{-1} \text{ も } B \text{ も} \\ \Rightarrow R^{-1}(AB)R = R^{-1}R^2BR = RBR \text{ であるが } R \text{ も } B \text{ も}$$

277 ページ, §10 問題 2 の解答 4 行目:

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

277 ページ, 下から 4 行目:

$$\frac{d}{ds} \left(\frac{1}{|\dot{\gamma}|} \right) \dot{\gamma} + \frac{\ddot{\gamma}}{|\dot{\gamma}|} \quad \Rightarrow \quad \frac{d}{ds} \left(\frac{1}{|\dot{\gamma}|} \right) \dot{\gamma} + \frac{\ddot{\gamma}}{|\dot{\gamma}|^2}$$

277 ページ, 下から 3 行目:

(10.2) の右辺に代入すればよい. \Rightarrow (10.13) の右辺に代入すればよい.

278 ページ 3 行目:

(10.4), (2.7) より \Rightarrow (10.13), (2.7) より

278 ページ 5 行目:

公式 (10.4) \Rightarrow 公式 (10.13)

278 ページ, 下から 11 行目:

$$0 = \gamma \cdot \gamma + \gamma \cdot \gamma'' \quad \Rightarrow \quad 0 = \gamma' \cdot \gamma' + \gamma \cdot \gamma''$$

282 ページ, 下から 8 行目:

$$F(x, y, t) = x \sin t + y \cos t - 2 \sin t \cos t \Rightarrow F(x, y, t) = x \sin t + y \cos t - \sin t \cos t \\ (2 \text{ をとる})$$

285 ページ 6 行目:

2. \Rightarrow 3. (問題番号)

285 ページ 17 行目:

3. \Rightarrow 4. (問題番号)

285 ページ, 下から 7 行目:

$$-2(6u^2 + v)(1 + u^2 + u^4) \Rightarrow -2(6u^2 + v)\sqrt{1 + u^2 + u^4}$$

286 ページ 1 行目:

4. \Rightarrow 5. (問題番号)

286 ページ 6 行目:

5. \Rightarrow 6. (問題番号)

参考文献

文献 [31]:

佐竹一郎 ⇒ 佐武一郎

索引

293 ページ, 右の 7 行目:

接触平面 *tangent plane* ⇒ 接触平面 *osculating plane*