『多様体上の最適化理論』第 1 版第 3 刷の正誤表（2025 年 10 月 20 日）

訂正箇所	誤	正
p.46, 下から 10 行目	$\operatorname{grad}(\boldsymbol{x}_k)$	$\operatorname{grad} f(\boldsymbol{x}_k)$
p.109, 1 行目	$\in \mathscr{O}$	（削除）
p.197, 4 行目	$\gamma\colon I \to \mathbb{R}$	$\gamma\colon I \to S^{n-1}$

p.364 の証明の最後に次の段落を追加：

最後に，$p \in \mathcal{M}$ について $T_p\mathcal{M} = \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ を示します．$\mathcal{M}$ 上の点の F による像は常に q で一定なので，$\iota\colon \mathcal{M} \to \bar{\mathcal{M}}$ を包含写像とすると，$0 = \mathrm{D}F|_{\mathcal{M}}(p) = \mathrm{D}(F \circ \iota)(p) = \mathrm{D}F(p) \circ \mathrm{D}\iota(p)$ が成り立ちます．よって，任意の $\xi \in T_p\mathcal{M}$ に対して $\mathrm{D}F(p)[\xi] = \mathrm{D}F(p)\big[\mathrm{D}\iota(p)[\xi]\big] = 0$ となるので $\xi \in \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ です．したがって $T_p\mathcal{M} \subset \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ であり，$\dim T_p\mathcal{M} = m - n = \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ であることより $T_p\mathcal{M} = \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ が成り立ちます．

以上

『多様体上の最適化理論』第1版第2刷の正誤表（2025年10月20日）

訂正箇所	誤	正
p.10, 下から5行目	$0 < \mu_1 < \mu_2 < \cdots < \mu_p$	$\mu_1 > \mu_2 > \cdots > \mu_p > 0$
p.46, 下から10行目	$\operatorname{grad}(\boldsymbol{x}_k)$	$\operatorname{grad} f(\boldsymbol{x}_k)$
p.61, 8行目	$t_k := 1/(k+1)$	$\boldsymbol{e} := \boldsymbol{d}/\\|\boldsymbol{d}\\|_2$，$t_k := 1/(k+1)$
p.61, 8行目	$\boldsymbol{d} \sin t_k$	$\boldsymbol{e} \sin t_k$
p.61, 10行目	$\boldsymbol{d}$	$\boldsymbol{e}$（3箇所）
p.61, 11行目	$\boldsymbol{d} \in \mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$	$\boldsymbol{e} \in \mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$ であり，$\mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$ が 錐であることから $\boldsymbol{d} = \\|\boldsymbol{d}\\|_2\, \boldsymbol{e} \in \mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$
p.109, 1行目	$\in \mathscr{O}$	（削除）
p.158, 定義5.9.5の3行目	$\mathcal{G}$ は X に滑らかに作用する	$\mathcal{G}$ は $\bar{\mathcal{M}}$ に滑らかに作用する
p.172, 下から6行目	$\mathbb{R}^{n \times n}$	$\mathbb{R}^{p \times p}$
p.197, 4行目	$\gamma \colon I \to \mathbb{R}$	$\gamma \colon I \to S^{n-1}$
p.212, 例7.2.1の1行目	$R_x(\boldsymbol{\eta})$	$R_{\boldsymbol{x}}(\boldsymbol{\eta})$（$x$ をボールドに）
p.274, 9行目	n_2 次元	n_2 次元多様体
p.277, 下から5行目	$0 < \mu_1 < \mu_2 < \cdots < \mu_p$	$\mu_1 > \mu_2 > \cdots > \mu_p > 0$
p.288, 下から5行目	$(\mathbb{R}^N)^K$	$(\mathbb{R}^n)^K$
p.290, 9行目	$\bar{\bar{f}} \colon \mathbb{R}^{n \times n}$	$\bar{\bar{f}} \colon \mathbb{R}^{n \times n} \to \mathbb{R}$
p.295, 下から2行目	$\boldsymbol{\mu}^\top \boldsymbol{g}(\boldsymbol{x}) = 0$	$\boldsymbol{\mu}^\top \boldsymbol{g}(x) = 0$（$x$ のボールドを解除）

p.364の証明の最後に次の段落を追加：

最後に，$p \in \mathcal{M}$ について $T_p\mathcal{M} = \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ を示します．$\mathcal{M}$ 上の点の F による像は常に q で一定なので，$\iota \colon \mathcal{M} \to \bar{\mathcal{M}}$ を包含写像とすると，$0 = \mathrm{D}F|_{\mathcal{M}}(p) = \mathrm{D}(F \circ \iota)(p) = \mathrm{D}F(p) \circ \mathrm{D}\iota(p)$ が成り立ちます．よって，任意の $\xi \in T_p\mathcal{M}$ に対して $\mathrm{D}F(p)[\xi] = \mathrm{D}F(p)\big[\mathrm{D}\iota(p)[\xi]\big] = 0$ となるので $\xi \in \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ です．したがって $T_p\mathcal{M} \subset \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ であり，$\dim T_p\mathcal{M} = m - n = \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ であることより $T_p\mathcal{M} = \operatorname{Ker} \mathrm{D}F(p)$ が成り立ちます．

以上

『多様体上の最適化理論』第 1 版第 1 刷の正誤表（2025 年 10 月 20 日）

訂正箇所	誤	正
p.10, 下から 5 行目	$0 < \mu_1 < \mu_2 < \cdots < \mu_p$	$\mu_1 > \mu_2 > \cdots > \mu_p > 0$
p.39, 2 行目・3 行目	$\boldsymbol{x}_{K+1}$（3 箇所）	$\boldsymbol{x}_K$
p.44, 16 行目	(2.31)	(2.32)
p.46, 下から 10 行目	$\mathrm{grad}(\boldsymbol{x}_k)$	$\mathrm{grad}\, f(\boldsymbol{x}_k)$
p.56, 下から 2 行目	$\boldsymbol{d}_k$ に対する	$\boldsymbol{d}_k$ が降下方向であるとき，
p.58, 下から 5 行目	$g_i(\boldsymbol{x}) = 0$	$g_i(\boldsymbol{x}) \le 0$
p.61, 8 行目	$t_k := 1/(k+1)$	$\boldsymbol{e} := \boldsymbol{d}/\\|\boldsymbol{d}\\|_2$，$t_k := 1/(k+1)$
p.61, 8 行目	$\boldsymbol{d} \sin t_k$	$\boldsymbol{e} \sin t_k$
p.61, 10 行目	$\boldsymbol{d}$	$\boldsymbol{e}$（3 箇所）
p.61, 11 行目	$\boldsymbol{d} \in \mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$	$\boldsymbol{e} \in \mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$ であり，$\mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$ が 錐であることから $\boldsymbol{d} = \\|\boldsymbol{d}\\|_2\, \boldsymbol{e} \in \mathcal{T}_{S^{n-1}}(\boldsymbol{x})$
p.77, 下から 11 行目	$\mathrm{D}g_{\mathcal{A}(\bar{\boldsymbol{x}})}[\boldsymbol{d}]$	$\mathrm{D}g_{\mathcal{A}(\bar{\boldsymbol{x}})}(\bar{\boldsymbol{x}})[\boldsymbol{d}]$
p.109, 1 行目	$\in \mathscr{O}$	（削除）
p.134, 定義 5.3.4 の 3 行目	$(\mathcal{V}; y_1, y_2, \ldots, y_n)$	$(\mathcal{V}, \psi) = (\mathcal{V}; y_1, y_2, \ldots, y_n)$
p.153, 5 行目	$X \in \mathbb{R}^n$	$X \in \mathbb{R}^{n\times n}$
p.158, 定義 5.9.5 の 3 行目	$\mathcal{G}$ は X に滑らかに作用する	$\mathcal{G}$ は $\bar{\mathcal{M}}$ に滑らかに作用する
p.172, 下から 6 行目	$\mathbb{R}^{n\times n}$	$\mathbb{R}^{p\times p}$
p.173, 脚注 4	任意の $\mathcal{H}_x$	$T_x\bar{\mathcal{M}}$ の任意の線形部分空間 H_x
p.178, 下から 7 行目	$\mathrm{grad}\, f(\boldsymbol{x})$	$\mathrm{grad}\, f$
p.197, 4 行目	$\gamma\colon I \to \mathbb{R}$	$\gamma\colon I \to S^{n-1}$
p.202, 5 行目	$c \in (a, b)$	$c \in (0, 1)$
p.202, 定義 6.9.1 の 4 行目	$\gamma\colon [0,1] \in \mathcal{M}$	$\gamma\colon [0,1] \to \mathcal{M}$
p.212, 例 7.2.1 の 1 行目	$R_x(\boldsymbol{\eta})$	$R_{\boldsymbol{x}}(\boldsymbol{\eta})$（$x$ をボールドに）
p.220, 下から 7 行目	$\mathcal{M}$ 上の	$\bar{\mathcal{M}}$ 上の
p.229, 下から 10 行目	$x^\star$	$\boldsymbol{x}^\star$（x をボールドに）
p.248, 下から 12 行目	g の最小点	η
p.249, 定理 8.1.1 の 4 行目	仮定 7.7.1 が成り立つ	仮定 7.7.1 が成り立つとし，f は下に有界
p.250, 下から 5 行目	$1/\sqrt{K+2}$	$1/\sqrt{K}$
p.250, 下から 4 行目	$1/\sqrt{K+1}$	$1/\sqrt{K}$
p.257, 定理 8.2.1 の 6 行目	仮定 7.7.1 が成り立つ	仮定 7.7.1 が成り立つとし，f は下に有界
p.260, 定理 8.2.2 の 5 行目	仮定 7.7.1 が成り立つ	仮定 7.7.1 が成り立つとし，f は下に有界
p.260, 下から 12 行目	$0 <$	$0 \le$
p.260, 下から 9 行目	$\\|\eta_k\\|^2_{x_{k+1}}$	$\\|\eta_k\\|^2_{x_k}$
p.263, 定理 8.3.1 の 3 行目	ニュートン法	ステップ幅が 1 のニュートン法
p.270, 13 行目	$\rho' \le \rho < 1/4$	$\rho' < \rho < 1/4$
p.270, 下から 1 行目	(8.4)	（アルゴリズム 8.4）
p.271, 13 行目	$-\\|X\boldsymbol{v}\\|_2^2$ を	$-\\|X\boldsymbol{v}\\|_2^2$ の
p.274, 9 行目	n_2 次元	n_2 次元多様体
p.276, 下から 3 行目	$T_x\mathcal{M} = T_{x_1}\mathcal{M}_1 \times T_{x_2}\mathcal{M}_2$	$T_x\bar{\mathcal{M}} = T_{x_1}\bar{\mathcal{M}}_1 \times T_{x_2}\bar{\mathcal{M}}_2$

訂正箇所	誤	正
p.277, 下から 5 行目	$0 < \mu_1 < \mu_2 < \cdots < \mu_p$	$\mu_1 > \mu_2 > \cdots > \mu_p > 0$
p.281, 図 9.3	$\\|\mathrm{grad} f(x_k)\\|_2$（グラフの縦軸）	$\\|\mathrm{grad} f([X_k])\\|_{[X_k]}$
p.283, 13 行目	$\nabla_{(\xi,\eta)}(U, V)$	$\nabla_{(\xi,\eta)}\mathrm{grad} f$
p.286, 6 行目・8 行目	（式番号）	（6 行目でなく 8 行目の式を (9.21) とする）
p.286, 10 行目	$\top$	$\perp$
p.288, 下から 5 行目	$(\mathbb{R}^K)$	$(\mathbb{R}^n)^K$
p.289, 5 行目	$\mathbb{R}^K$	$\mathbb{R}^K_{++}$
p.290, 9 行目	$\bar{\bar{f}} \colon \mathbb{R}^{n\times n}$	$\bar{\bar{f}} \colon \mathbb{R}^{n\times n} \to \mathbb{R}$
p.290, 8 行目・11 行目	（式番号）	（8 行目を (9.28)，11 行目を (9.29) とする）
p.290, 13 行目	(9.27) と (9.28)	(9.28) と (9.29)
p.291, 下から 8 行目	w_1, w_2, w_3	$\hat{w}_1, \hat{w}_2, \hat{w}_3$
p.291, 下から 1 行目	$\boldsymbol{w} = [0.2 \quad 0.3 \quad 0.5]$	$\boldsymbol{w} = [0.2 \quad 0.3 \quad 0.5]^\top$
p.295, 下から 2 行目	$\boldsymbol{\mu}^\top \boldsymbol{g}(\boldsymbol{x}) = 0$	$\boldsymbol{\mu}^\top \boldsymbol{g}(x) = 0$（$x$ のボールドを解除）
p.298, 1 行目	$\mathbb{R}^n$	$\mathbb{R}$
p.299, 5 行目	$\bar{\boldsymbol{x}}$	$\bar{x}$（x のボールドを解除）
p.305, 脚注 4	$T_{\varphi(\bar{x})}\mathcal{U} = \mathbb{R}^r$	$T_{\varphi(\bar{x})}\varphi(\mathcal{U}) = \mathbb{R}^n$
p.312, 下から 3 行目	$-2\boldsymbol{x} +$ （2 箇所）	$-2A\boldsymbol{x} -$
p.312, 下から 1 行目	$(I_n - \boldsymbol{x}\boldsymbol{x}^\top)\max\{\boldsymbol{0}, \boldsymbol{\mu}_k - \rho_k \boldsymbol{x}\}$	$-(I_n - \boldsymbol{x}\boldsymbol{x}^\top)\big(2A\boldsymbol{x} + \max\{\boldsymbol{0}, \boldsymbol{\mu}_k - \rho_k \boldsymbol{x}\}\big)$
p.323, 12 行目	$\sum_{i=1}^m$	$\sum_{i=1}^n$
p.332, 式 (A.13)	x_j	e_j
p.337, 下から 13 行目	$A \in \mathbb{R}$	$A \subset \mathbb{R}$
p.350, 14 行目	線形部分空間	線形部分空間全体
p.351, 2 行目	$A, B \in \mathbb{R}^n$	$A, B \in \mathbb{R}^{n\times n}$
p.362, 1 行目	$c_j(p)\left.\dfrac{\partial}{\partial x_i}\right\|_p$	$c_j(p)\left.\dfrac{\partial}{\partial x_j}\right\|_p$
p.367, 9 行目	r^{2^k}	$\{r^{2^k}\}$
p.374, 1 行目	$\langle \tilde{\nabla}_{\boldsymbol{U}} \boldsymbol{V}, \boldsymbol{W} \rangle_x$	$\langle \tilde{\nabla}_{\boldsymbol{U}} \boldsymbol{V}, \boldsymbol{W} \rangle_{\boldsymbol{x}}$（$x$ をボールドに）
p.375, 18 行目・21 行目	$\mathrm{D}\big(\mathrm{D}\Phi(x)\big)$ （2 箇所）	$\mathrm{D}\big(\mathrm{D}\Phi(x)\big)(0_x)$
p.377	（演習問題 7.8 の解答例）	（後述）
p.379, 下から 3 行目から p.380, 2 行目	R_{x_1}（3 箇所）	$R^{(1)}_{x_1}$
p.379, 下から 3 行目から p.380, 2 行目	R_{x_2}（3 箇所）	$R^{(2)}_{x_2}$

p.364 の証明の最後に次の段落を追加：

最後に，$p \in \mathcal{M}$ について $T_p\mathcal{M} = \mathrm{Ker}\,\mathrm{D}F(p)$ を示します．$\mathcal{M}$ 上の点の F による像は常に q で一定なので，$\iota \colon \mathcal{M} \to \bar{\mathcal{M}}$ を包含写像とすると，$0 = \mathrm{D}F|_{\mathcal{M}}(p) = \mathrm{D}(F \circ \iota)(p) = \mathrm{D}F(p) \circ \mathrm{D}\iota(p)$ が成り立ちます．よって，任意の $\xi \in T_p\mathcal{M}$ に対して $\mathrm{D}F(p)[\xi] = \mathrm{D}F(p)\big[\mathrm{D}\iota(p)[\xi]\big] = 0$ となるので $\xi \in \mathrm{Ker}\,\mathrm{D}F(p)$ です．したがって $T_p\mathcal{M} \subset \mathrm{Ker}\,\mathrm{D}F(p)$ であり，$\dim T_p\mathcal{M} = m - n = \mathrm{Ker}\,\mathrm{D}F(p)$ であることより $T_p\mathcal{M} = \mathrm{Ker}\,\mathrm{D}F(p)$ が成り立ちます．

演習問題 7.8 の解答例において，p.377 の 10 行目から 12 行目を以下のように訂正：

ここで，ノルムの同値性からある定数 $\gamma > 0$ が存在して，任意の $\boldsymbol{a} \in \mathbb{R}^n$ に対し $\|\boldsymbol{a}\|_\varphi \le \gamma\|\boldsymbol{a}\|_2$ となるので，$\boldsymbol{c} := [C_i] \in \mathbb{R}^n$ に対して$\cancel{C := \|\boldsymbol{c}\|_\varphi}$ $C := \gamma\|\boldsymbol{c}\|_2$ とおくと，$\|\boldsymbol{h}\|_\varphi < r_0$ なる任意の $\boldsymbol{h}$ に対して，$\|\boldsymbol{G}(\boldsymbol{h}) - \boldsymbol{G}(\boldsymbol{0}) - \mathrm{D}\boldsymbol{G}(\boldsymbol{0})[\boldsymbol{h}]\|_\varphi \le \cancel{\|\|\boldsymbol{h}\|_\varphi^2 \boldsymbol{c}\|_\varphi}$ $\gamma\big\|\|\boldsymbol{h}\|_\varphi^2 \boldsymbol{c}\big\|_2 = C\|\boldsymbol{h}\|_\varphi^2 = C\|d\|^2$ となる．

以上