「ガイダンス 確率統計」正誤表

初版 1 刷，2 刷の正誤表 （2023 年 3 月 13 日）

2 刷発行後に気付いた誤りなどの多くは本書を精読下さった読者の方々：倉知美保さん，佐藤尚さん，杉浦敏仁さん，関口真廷さん，藤原祥吾さん，山形侑史さんにご指摘頂いたものです．ここに謝辞を述べさせて頂きます．

頁	場所	誤	正
1 (追加)		要素をすべて書き並べる外延的記法	要素を書き並べて表す外延的記法
1 (追加)		要素の代表のみたす条件を書く内包的記法	要素の条件を述べて表す内包的記法
2	例 1.1.1	2 枚の硬貨を同時に投げて「少なくとも表が 1 枚現れる事象」は，	たとえば，「少なくとも表が 1 枚現れる事象」は，
8	例題 1.2.1	1 の目の出る確率が p^2	1 の目が出る確率が p^2
11	定義 1.3.1	このとき，事象 A が起こったときに，事象 B が起こる確率を	このとき，事象 A が起こったときに事象 B が起こる確率を
11	定義 1.3.1	で定義して，この $P_A(B)$ を，「事象 A が起こったときの事象 B が起こる条件付き確率」とよぶ．	で表し，この $P_A(B)$ を「A が起こったときの B の条件付き確率」とよぶ．
15	例題 1.3.2 【解答】 (1)	たとえば (g, b) と書くとき，括弧の左の g は 1 人目の子供 (上の子) が女で，括弧の右の b は 2 人目の子供 (下の子) が男を意味するものとする．	たとえば (g, b) と書くとき，括弧の左の g は 1 人目の子供 (上の子) が女であることを意味し，括弧の右の b は 2 人目の子供 (下の子) が男であることを意味するものとする．
16	例題 1.3.2 【解答】 (3)	たとえば (g, b, i) $(i = 1, 2)$ と書くとき，括弧の左の g は 1 人目の子供 (上の子) が女で，	たとえば (g, b, i) $(i = 1, 2)$ と書くとき，括弧の左の g は 1 人目の子供 (上の子) が女であることを意味し，
19	例題 1.3.4 の【解答】	また，取り出した製品が不良品である事象を E とおく．条件から	また，取り出した製品が不良品である事象を E とおく．条件より，
19	トピックス 1	1 つのカーテン (c_1 とする) を選ぶ (まだカーテンは開けない)．	1 つのカーテンを選ぶ (まだこのカーテンは開けない) (c_1 とする)．

頁	場所	誤	正
19	トピックス 1	残りの 2 つのカーテンのうち不正解のカーテン (c_2 とする) を 1 つ選んで開けてみせる．	残りの 2 つのカーテンのうち不正解のカーテンから無作為に 1 つ選んで開けてみせる (c_2 とする)．
21	演習 1.7	表が出る確率が 2/3 である 1 枚の硬貨を	表が出る確率が 2/3 である 1 枚のコインを
21	演習 1.9	このとき，A_{ij} のどの 2 組も独立であるが，	このとき，A_{ij} のどの「相異なる 2 組」も独立であるが，
22	演習 1.13 (3)	線分 AP と線分 RB の長さのうち，少なくとも一方が b 以下である確率を求めよ．	線分 AP と線分 RB の長さがいずれも b より大きくなる確率を求めよ．(補足：解答には第 3 章の同時密度関数の概念，および例題 3.2.2 の考え方が必要となる．)
33	注意 2.1.5	ここで，事象 $\{a \leq X \leq b\}$ の 2 通りの分解方法	ここで，$a < b$ をみたす任意の実数 a, b に対して，事象 $\{a \leq X \leq b\}$ の 2 通りの分解方法
48	例 2.3.4	$E(X) = \sum_{k=1}^{n} k_n\mathrm{C}_k p^k q^{n-k} = \cdots$	$E(X) = \sum_{k=0}^{n} k_n\mathrm{C}_k p^k q^{n-k} = \cdots$
53	例題 2.3.2 の【解答】	確率変数を適切に定義するところから議論を始める必要がある．	確率変数を適切に定義する議論から始める必要がある．
55	演習 2.9	(Ω, P) 上の確率変数 X の密度関数が $f(x)$ であるとき，	(Ω, P) 上の確率変数 X の密度関数が $f(x)$ であり，この関数 $f(x)$ がすべての実数 x で連続であるとき，
57	例 3.1.1	が成り立つため，$\varphi(X)$, $\psi(Y)$ も独立である．	が成り立ち，$\varphi(X)$, $\psi(Y)$ が独立であることがわかる．
57, 58	例 3.1.1	以上は 2 つの離散型確率変数 X, Y の場合で考察したが，	以上では，離散型確率変数が 2 つの場合で考察したが，
59	系 3.1.1 の [証明]	ここで，0 と 1 以外の自然数 m に対しては	ここで，0 と 1 以外の整数 m に対しては
66	定理 3.2.1	また X と Y が独立であれば $E(XY) = E(X)E(Y)$ が成り立つ．	また，X と Y が独立であれば $E(XY) = E(X)E(Y)$ が成り立つ．

頁	場所	誤	正
69	補題 3.2.1 [証明]	が成り立つため，$E(XY) = 0$ がわかる．したがって，$\|E(XY)\| \leq \sqrt{E(X^2)}\sqrt{E(Y^2)}$ が成り立つ．ここで，X, Y を $\|X\|, \|Y\|$ に置き換えても	が成り立つため，$E(XY) = 0$ がわかり，$\|E(XY)\| \leq \sqrt{E(X^2)}\sqrt{E(Y^2)}$ が得られる．次に，X, Y を $\|X\|, \|Y\|$ に置き換えても
71	例題 3.2.2	長さが 2 の線分 AB があり，AB の中点を C とする．AC 上に無作為に点 P を取る．この点 P に対して，AQ の長さが AP の長さの 2 倍になるように AB 上に点 Q を取る．さらに，線分 QB 上に無作為に点 R を取り，$Y =$「線分 QR の長さ」と定める．このとき，$P(Y \geq 1)$，$E(Y)$ および $V(Y)$ の値を求めよ．	長さが 2 の線分 AB があり，AB の中点を C とする．まず，AC 上に無作為に点 P を取る．次に，この点 P に対して，AQ の長さが AP の長さの 2 倍になるように AB 上に点 Q を取る．さらに，線分 QB 上に無作為に点 R を取り，$Y =$「線分 QR の長さ」と定める．このとき，Y の期待値 $E(Y)$ を求めよ．
71, 72	例題 3.2.2 の【解答】	本正誤表の下に記載した内容に差し替わる．	
72	問 3.2.1	例題 3.2.2 の設定のもとで，$Z =$「線分 AR の長さ」と定める．このとき，$P(Z \geq 1)$ の値を求めよ．	例題 3.2.2 の設定のもとで，$P(Y \geq 1)$ の値を求めよ．
79	例題 3.2.5	表が出る確率が p $(0 < p < 1)$ である 1 枚の硬貨がある．この硬貨を 3 回続けて投げるとき，	表が出る確率が p $(0 < p < 1)$ である 1 枚のコインがある．このコインを 3 回続けて投げるとき，
79	例題 3.2.5 【解答】	(i 回目に硬貨が表)	(i 回目にコインが表)
79	例題 3.2.5 【解答】	(i 回目に硬貨が裏)	(i 回目にコインが裏)
79	問 3.2.3	表が出る確率が p $(0 < p < 1)$ である 1 枚の硬貨がある．この硬貨を 3 回続けて投げるとき，1 回目から連続して表が出る回数を X とおく．このとき，平均 $E(X)$ と分散 $V(X)$ を求めよ．	表が出る確率が p $(0 < p < 1)$ である 1 枚のコインがある．このコインを 3 回続けて投げるとき，1 回目から連続して表が出る回数を X とおく．このとき，平均 $E(X)$ と分散 $V(X)$ を求めよ．(ヒント : X の取り得る値は $\{0, 1, 2, 3\}$．)
80	定理 3.2.4 [証明]	(X, Y) の同時密度関数は $h(x, y) = f(x)g(y)$ である．	(X, Y) の同時密度関数は $f(x)g(y)$ である．

頁	場所	誤	正
80	定理 3.2.4 [証明]	$\cdots = P((X,Y) \in D(a,b)) = \iint_{D(a,b)} h(x,y)dxdy$	$\cdots = P((X,Y) \in D(a,b))$
81	系 3.2.4 [証明]	後は同じ議論を $n-2$ 回繰り返すことで結論が得られる．	後は同様の議論を繰り返すことで結論が得られる．
88	系 3.2.7 [証明]	$\frac{2n^{\frac{n}{2}}}{2^{\frac{n}{2}}\Gamma(\frac{n}{2})} y^{n-1} e^{-\frac{ny^2}{2}}$ $(y \geq 0)$	$\frac{2n^{\frac{n}{2}}}{2^{\frac{n}{2}}\Gamma(\frac{n}{2})} y^{n-1} e^{-\frac{ny^2}{2}}$ $(y > 0)$
88	系 3.2.7 [証明]	$0 \quad (y < 0)$.	$0 \quad (y \leq 0)$.
96	系 3.4.1 の直前の文章	X と Y が無相関で $\rho(X,Y) = 0$ であっても X, Y が独立とは限らない．	X と Y が無相関で $\rho(X,Y) = 0$ であっても，X, Y が独立であるとは限らない．
97	系 3.4.2 の直前の文章	以上の考察は n 変量確率変数にも拡張できて，	以上の考察は n 変量確率変数の場合にも拡張できて，
97	系 3.4.2 の直前の文章	「代表的な統計量の標本分布の特徴」を明らかにするために利用する．	「代表的な統計量の標本分布の特徴」を明らかにするために利用される．
111	例題 5.1.2	各 X_k は同じ分布に従い，$E(X_k) = \mu$ かつ $V(X_k) = \sigma^2$ とする．	各 X_k は同じ分布に従い，平均 $\mu = E(X_k)$ が存在し，分散 $\sigma^2 = V(X_k)$ が有限とする．
132	演習 5.2	$P\left(\left\|\frac{S_n}{n} - p\right\| < \varepsilon\right) \geq 0.95$	$P\left(\left\|\frac{S_n}{n} - p\right\| \leq \varepsilon\right) \geq 0.95$
132	演習 5.6	表の出る確率が p $(0 < p < 1)$ である 1 枚の硬貨がある．この硬貨を何回も続けて投げるとき，	表の出る確率が p $(0 < p < 1)$ である 1 枚のコインがある．このコインを何回も続けて投げるとき，
132	演習 5.6	$p-q-\varepsilon < \frac{H_n - T_n}{n} < p-q+\varepsilon$	$p-q-\varepsilon \leq \frac{H_n - T_n}{n} \leq p-q+\varepsilon$
147	例 6.2.3	これらは 0 または 1 の値を取る．	これらの値は 0 または 1 である．
147	例 6.2.3	たとえば表が出る確率が p である硬貨を 100 回投げて 70 回表が出たとすると，	たとえば表が出る確率が p であるコインを 100 回投げて 70 回表が出たとすると，
147	例題 6.2.2 の【解答】	これらは 0 以上の整数の値を取り，	これらの値は 0 以上の整数であり，
148	例題 6.2.3 の【解答】	これらは実数値であり，	これらの値は実数であり，
162	例 7.2.1	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha/2}$ とおく：	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha/2}$ となる：
163	例 7.2.1	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha}$ とおく：	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha}$ となる：
163	例 7.2.1	$-\sqrt{-2\log c} = -z_{\alpha}$ とおく：	$-\sqrt{-2\log c} = -z_{\alpha}$ となる：
165	例 7.3.1	ここでは，$n \geq 2$ とし，検定統計量 T_n と，確率変数 $\widetilde{T}_n$ を	ここでは，$n \geq 2$ とし，検定統計量 T_n と確率変数 $\widetilde{T}_n$ を

頁	場所	誤	正
166	例 7.3.1	また，準備のため次の関数	また，準備のため，関数 $h_m(x)$ を
166	例 7.3.1	を定義する．この関数 $h_m(x)$ の導関数 $\frac{d}{dx}h_m(x)$ とその符号について，	と定義する．この関数 $h_m(x)$ の導関数 $\frac{d}{dx}h_m(x)$ とその符号について，
168	例題 7.3.1	母標準偏差 σ は 1.0 g より大きいと考えてよいか，有意水準 5% で検定せよ．	このとき，母標準偏差 σ は 1.0 g より大きいと考えてよいか，有意水準 5% で検定せよ．
171	7.4 節	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha/2}$ とおく：	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha/2}$ となる：
172	7.4 節	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha}$ とおく：	$\sqrt{-2\log c} = z_{\alpha}$ となる：
172	7.4 節	$-\sqrt{-2\log c} = -z_{\alpha}$ とおく：	$-\sqrt{-2\log c} = -z_{\alpha}$ となる：
172	例題 7.4.1	不良品が 15 個あった．この対策により工程は改善されたといえるか，	不良品が 15 個あった．このとき，この対策により工程は改善されたといえるか，
173	演習 7.3	表が出る確率が 1/6 の硬貨 A と，表が出る確率が 5/6 の硬貨 B の区別ができなくなった．そのため，試しに片方の硬貨を選び，その硬貨が 2 回表を出すまで繰り返し投げて，その硬貨が硬貨 A か硬貨 B かを判断することにした．まず，この硬貨の表が出る確率を p とし，	表が出る確率が 1/6 のコイン A と，表が出る確率が 5/6 のコイン B の区別ができなくなった．そのため，試しに片方のコインを選び，そのコインが 2 回表を出すまで繰り返し投げて，そのコインがコイン A かコイン B かを判断することにした．まず，このコインの表が出る確率を p とし，
215	付録 B の演習 1.7	$\cdots$ と分解できる．E_{n-1} と T_n は独立であり，O_{n-1} と H_n も独立である．	$\cdots$ と分解できる．なお，E_{n-1} と T_n は独立であり，O_{n-1} と H_n も独立である．
217	付録 B の演習 1.13 (3)	本正誤表の下に記載した内容に差し替わる．	
221	付録 B の問 3.2.1	$Z(\omega_1, \omega_2) = 2\omega_1 + \omega_2$ であるため，$P(Z \geq 1)$ は，Ω のうち $2\omega_1 + \omega_2 \geq 1$ となる部分の面積であり，その値は 3/4 である．	$P(Y \geq 1) = \int_1^\infty h(y)dy = -\frac{1}{2}\int_1^2 \log(y/2)dy = \frac{1}{2}(1 - \log 2)$．
226	付録 B の演習 3.10	Y_r が関係式 (3.51) をみたすとする．このとき，補題 A.6.2 より，	Y_r が関係式 (3.51) をみたすと仮定する．ここで，補題 A.6.2 より，
226	付録 B の演習 4.3	$\tan\alpha = r_{xy}s_x/s_y$ かつ $\tan\beta = s_x/(r_{xy}s_y)$	$\tan\alpha = r_{xy}s_y/s_x$ かつ $\tan\beta = s_y/(r_{xy}s_x)$

頁	場所	誤	正
227	付録 B の演習 4.3	$\dfrac{\lvert r_{xy}s_x/s_y - s_x/(r_{xy}s_y)\rvert}{1+(s_x^2/s_y^2)}$	$\dfrac{\lvert r_{xy}s_y/s_x - s_y/(r_{xy}s_x)\rvert}{1+(s_x^2/s_y^2)}$
227	付録 B の演習 5.2 (B.16)	$\lvert S_n/n-p\rvert<\varepsilon$	$\lvert S_n/n-p\rvert\leq\varepsilon$
227	付録 B の演習 5.2 (B.16)	$\left\lvert\frac{S_n-np}{\sqrt{npq}}\right\rvert<\varepsilon\sqrt{\frac{n}{pq}}$	$\left\lvert\frac{S_n-np}{\sqrt{npq}}\right\rvert\leq\varepsilon\sqrt{\frac{n}{pq}}$
229	付録 B の演習 5.6 (3)	$p-q-\varepsilon<\frac{H_n-T_n}{n}<p-q+\varepsilon$ (※ 2 箇所)	$p-q-\varepsilon\leq\frac{H_n-T_n}{n}\leq p-q+\varepsilon$ (※ 2 箇所)
229	付録 B の演習 5.6 (3)	$\left\lvert\frac{H_n}{n}-p\right\rvert<\frac{\varepsilon}{2}$ (※ 2 箇所)	$\left\lvert\frac{H_n}{n}-p\right\rvert\leq\frac{\varepsilon}{2}$ (※ 2 箇所)
229	付録 B の問 6.2.2	これらは 0 以上の整数であり，	これらの値は 0 以上の整数であり，
229	付録 B の問 6.2.3	これらは 0 以上かつ m 以下の整数値を取り，	これらの値は 0 以上かつ m 以下の整数であり，
230	付録 B の問 6.2.5	これらは 0 以上かつ θ 以下の実数値であり，	これらの値は 0 以上かつ θ 以下の実数であり，
231	付録 B の演習 6.4	これらは 0 以上，かつ 1 以下の実数値を取り，	これらの値は 0 以上かつ 1 以下の実数であり，
232	付録 B の演習 6.6	$x>0$ に対して，$P(m_n>x)$ は	$x>0$ に対して $P(m_n>x)$ は
232	付録 B の演習 6.6	$x>0$ に対して，$P(m_n>x)$ は	$x>0$ に対して $P(m_n>x)$ は
232	付録 B の演習 6.6	よって，$x>0$ に対して，$P(m_n>x)$ の微分は	よって，$x>0$ に対して $P(m_n\leq x)$ の微分は
233	付録 B の演習 7.2	よって，検出力関数 $1-\beta(\mu)$ $(\mu>0)$ は，	よって，検出力関数 $1-\beta(\mu)$ $(\mu>0)$ は
237	関連図書	参考文献の直下に関連図書という項目を追加し，右の文言を追加	本書の内容に関連する推薦図書を紹介する． 数理統計学の推薦図書： ・久保川達也，現代数理統計学の基礎，共立出版，2017. 極値統計学の推薦図書： ・西郷達彦・有本彰雄，R による極値統計学，オーム社，2020.

例題 3.2.2 の【解答】(訂正後)：71,72 頁

$X =$「線分 AP の長さ」と定め，$Y =$「線分 QR の長さ」と定める．このとき，関数 $f(x, y)$ を

$$f(x,y) = \begin{cases} 1/(2-2x) & (0 \leq x < 1,\ 0 < y \leq 2-2x) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

と定めると，任意の区間 I, J に対して次式が成り立つ．

$$\begin{aligned} P(X \in I, Y \in J) &= \int_0^1 1_I(x) \left(\frac{1}{2-2x} \int_0^{2-2x} 1_J(y) dy \right) dx \\ &= \iint_{I \times J} f(x,y) dx dy. \end{aligned}$$

よって，$f(x, y)$ は (X, Y) の同時密度関数である．次に，Y の周辺密度関数は

$$h(y) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) dx = \begin{cases} 0 & (y \leq 0 \text{ または } 2 < y) \\ -\frac{1}{2}\log(y/2) & (0 < y \leq 2) \end{cases}$$

である．ここで，ロピタルの定理より，関係式

$$\lim_{y \to +0} y^2 \log y = \lim_{y \to +0} \frac{\log y}{y^{-2}} = \lim_{y \to +0} \frac{y^{-1}}{(-2)y^{-3}} = -\frac{1}{2} \lim_{y \to +0} y^2 = 0$$

が成り立つため，この関係式と部分積分公式より，

$$\int_0^2 y \log y dy = 2 \log 2 - 1$$

が得られる．したがって，Y の期待値は次のように計算できる．

$$E(Y) = \int_{-\infty}^{\infty} y h(y) dy = -\frac{1}{2} \int_0^2 y \log\left(\frac{y}{2}\right) dy = \frac{1}{2}.$$

演習 1.13 (3) の【解答】(訂正後)：217 頁

$X =$「線分 AP の長さ」，$Y =$「線分 PR の長さ」と定めると，(X, Y) の同時密度関数 $f(x, y)$ は，$0 \leq x < a$ かつ $0 < y \leq a - x$ のとき $f(x, y) = 1/(a(a - x))$ であり，それ以外のとき $f(x, y) = 0$ である．したがって，求める確率は

$$\begin{aligned} &P(X > b, a - (X+Y) > b) = E(1_{(b,\infty)}(X) 1_{(-\infty, a-b)}(X+Y)) \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} 1_{(b,\infty)}(x) 1_{(-\infty,a-b)}(x+y) f(x,y) dx dy = \int_b^a \frac{(a-x-b) \vee 0}{a(a-x)} dx \\ &= (a-2b)/a + (b/a)\log(b/(a-b)). \end{aligned}$$