

正誤表: 統計的機械学習の数理 100 問 with R

鈴木讓

2021 年 2 月 11 日現在

必ずしも誤植でなく、そのように変更した方が良い情報も含まれています。また、プログラムの修正は、<https://bitbucket.org/prof-joe> でも反映されています。

第 1 章

1. 頁 15 下 9: 接点 → 切片
2. 頁 19 下 3: $n = 100 \rightarrow N = 100$
3. 頁 20 下 2: $E(\hat{\beta}_i - \beta_i)(\hat{\beta}_j - \beta_j)^T \rightarrow E(\hat{\beta}_i - \beta_i)(\hat{\beta}_j - \beta_j)$
4. 頁 21 下 7: $X(X^T X)X^T y \rightarrow X(X^T X)^{-1}X^T y$
5. 頁 22(プログラム内) 下 2: `dchisq(i,x)` → `dchisq(x,i)`、[図 1.3](#)
6. 頁 25 上 6: $\beta_0 = 2 \rightarrow \beta_0 = 1$
7. 頁 25 下 7 行目、9 行目、頁 26 上 7 行目: $\beta_i \rightarrow \beta_j$ (4 箇所)、 $\beta \rightarrow \beta_j$ (2 箇所)
8. 頁 25 下 4: (1.17) → (1.18)
9. 頁 26 上 8: $\int_x^\infty f_m(t)dt \rightarrow \int_{-\infty}^x f_m(t)dt$
10. 頁 31 上 11: $y_* = x_*\beta + \epsilon$ の分布 → $y_* = x_*\beta + \epsilon$ の差の分布
11. 頁 31 下 6: $\sqrt{\frac{RSS}{\sigma}}/(N-p-1) \rightarrow \sqrt{\frac{RSS}{\sigma^2}}/(N-p-1)$
12. 頁 34 上 3: $H = X(XX^T)^{-1}X$ かつ → $H = X(XX^T)^{-1}X^T$ かつ
13. 頁 37 問題 10(b): $Evv^T = \sigma^2 I \rightarrow Evv^T = \sigma^2 \tilde{I}$
14. 頁 40 下 1-3: y (2 箇所) → y_*
15. 頁 41 上 7-8: ペアを赤で、後者の区間のペアを青で → ペアの上側を赤で、下側を青で

第 2 章

1. 頁 47: $\nabla L \rightarrow \nabla l(\beta_0, \beta)$ (2 箇所)、 $\nabla^2 L \rightarrow \nabla^2 l(\beta_0, \beta)$ (2 箇所)、 $\frac{\partial L}{\partial \beta_j} \rightarrow \frac{\partial l(\beta_0, \beta)}{\partial \beta_j}$ 、 $\frac{\partial^2 L}{\partial \beta_j \beta_k} \rightarrow \frac{\partial^2 l(\beta_0, \beta)}{\partial \beta_j \beta_k}$
2. 頁 48 下 3: 尤度が無限大に → パラメータが無限大に

3. 頁 49 下 7: それか正しくない確率は $1 - \sum_{k \neq \hat{k}} P(y = k|x) = 1 - P(y = \hat{k}|x) \rightarrow$ それか正しい確率は $1 - \sum_{k \neq \hat{k}} P(y = k|x) = P(y = \hat{k}|x)$
4. 頁 51 プログラムおよび問題 59 の 12 行目: $\text{dim}=\text{n}/2 \rightarrow \text{dim}=\text{length}(\text{test})$
5. 頁 52 プログラム: 6 行目削除、8-9 行目:


```
while(length(u)>1 && u[1]==u[2]){
  k=k-1; S=order(dis)[1:k]; u=sort(table(y[S]),decreasing=TRUE)
}
```

 11 行目: $\text{return}(v) \rightarrow \text{return}(\text{names}(u)[1])$
6. 頁 53 上 2: 誤り率最大 \rightarrow 誤り率最小
7. 頁 54 プログラム 8,9 行目 (4 箇所)、頁 61 プログラム 8 行目 (2 箇所): $\text{pnorm} \rightarrow \text{dnorm}$
8. 頁 57 下 10: $\beta_1 * x \rightarrow x\beta_1$
9. 例 35 プログラム 17 行目: $\text{level}=1 \rightarrow \text{level}=0$ (すべて $\text{level}=0$ になる)

第 3 章

1. 頁 64 3 個目のセル 43 行目: $\text{top.seq}=1+\text{seq}(0,135,10) \rightarrow \text{top.seq}=1+\text{seq}(0,135,15)$
2. 頁 66 上 2-3: $X_S \in \mathbb{R}^{r \times p} \rightarrow X_S \in \mathbb{R}^{r \times (p+1)}$, $X_{-S} \in \mathbb{R}^{(N-r) \times p} \rightarrow X_{-S} \in \mathbb{R}^{(N-r) \times (p+1)}$
3. 頁 66 上 5: $\sum_{j=1} x_j x_j^T = \sum_{j \in S} x_j x_j^T + \sum_{j \notin S} x_j x_j^T \rightarrow \sum_{j=1} x_j^T x_j = \sum_{j \in S} x_j^T x_j + \sum_{j \notin S} x_j^T x_j$
4. 頁 66 上 10: Sherman-Morrosion-Woodbury \rightarrow Sherman-Morrison-Woodbury
5. 頁 66 下 8: $\hat{\beta} - (X^T X)^{-1} X_S^T y_S - (X^T X)^{-1} \rightarrow \hat{\beta} - (X^T X)^{-1} X_S^T y_S + (X^T X)^{-1}$
6. 頁 67 例 42 「の値と」 削除
7. 例 42 プログラム 6,11 行目: $\mathbf{x} \rightarrow \mathbf{X}$
8. 頁 68 上 2: 1.6 節 \rightarrow 1.7 節
9. 頁 68 下 9: $\sum_{h=1}^r \{\hat{\alpha}_h - \hat{\alpha}\}^2 \rightarrow \sum_{h=1}^r \{\hat{\alpha}_h - \frac{1}{r} \sum_{j=1}^r \hat{\alpha}_j\}^2$
10. 頁 69 下 1-頁 70 上 2 および問題 38: $N \left\{ \sum_{i=1}^N x_i \right\}^2 \rightarrow \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^N x_i \right\}^2$, $N \left\{ \sum_{i=1}^N y_i \right\}^2 \rightarrow \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^N y_i \right\}^2$,
 $N \left\{ \sum_{i=1}^N x_i \right\} \left\{ \sum_{i=1}^N y_i \right\} \rightarrow \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^N y_i \right\} \left\{ \sum_{i=1}^N y_i \right\}$,
11. 頁 74 問題 32: (3.7) 削除
12. 頁 74 問題 33: $X_S \in \mathbb{R}^{(N-m) \times p} \rightarrow X_S \in \mathbb{R}^{r \times (p+1)}$, $X_{-S} \in \mathbb{R}^{r \times p} \rightarrow X_S \in \mathbb{R}^{(N-r) \times (p+1)}$,
 $\hat{y} = X_S \hat{\beta}_S \rightarrow \hat{y} = X_S \hat{\beta}$

第4章

1. 頁 81 2 番目のセルの最初: library(MASS) を追加
2. 頁 81 2 番目のセル 6: log(res\$value) → log(res\$value/n)
3. 頁 81 最後のセル 4: p-1)/(TSS → k-1)/(TSS
4. 頁 82 セル 6 (2 箇所): log(res\$value) → log(res\$value/n)
5. 頁 83 上 11, 頁 92 上 5: $f(y|x, \beta) := \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)^{p/2}}} \exp\{-\frac{1}{2\sigma^2}\|y - x\beta\|^2\} \rightarrow f(y_i|x_i, \beta) := \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\{-\frac{1}{2\sigma^2}(y_i - x_i\beta)^2\}$
6. 頁 83 下 6, 問題 40 ヒント: $\frac{\partial l^2}{\partial \sigma^2} = -\frac{N}{2\sigma^2} - \frac{\|y - X\beta\|^2}{2(\sigma^2)^2} \rightarrow \frac{\partial l}{\partial \sigma^2} = -\frac{N}{2\sigma^2} + \frac{\|y - X\beta\|^2}{2(\sigma^2)^2}$
7. 頁 84 例 47: $\nabla l = -\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N x_i^T (y_i - x_i\beta) \rightarrow \nabla l = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N x_i^T (y_i - x_i\beta)$, $\nabla^2 l = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N x_i^T x_i = \frac{1}{\sigma^2} X^T X \rightarrow \nabla^2 l = -\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N x_i^T x_i = -\frac{1}{\sigma^2} X^T X$, $E[\nabla l] = -\frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N x_i^T E(y_i - x_i\beta) = 0 \rightarrow E[\nabla l] = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i=1}^N x_i^T E(y_i - x_i\beta) = 0$, $E[(\nabla l)^2] \rightarrow E[(\nabla l)(\nabla l)^T]$
8. 頁 85 下 6-7: $V(\tilde{\beta}) - J^{-1} \rightarrow V(\tilde{\beta}) - (NJ)^{-1}$ (2 箇所)
9. 頁 86 上 2: $\int_S f(x)dx = 0 \implies \int_S g(x)dx = 0 \rightarrow \int_S f(x)dx > 0 \implies \int_S g(x)dx > 0$
10. 頁 86 図 4.2: $y = \log x$ のほうが大きい → $y = x - 1$ のほうが大きい。
11. 頁 86(4.7) 式, 89 上 4, 下 12, 頁 93 下 7 (4 箇所): $(\gamma - \beta)X^T X(\gamma - \beta) \rightarrow (\gamma - \beta)^T X^T X(\gamma - \beta)$
12. 頁 86 下 4: $f(z_i|x_1, \beta), \dots, f(z_N|x_N, \beta) \rightarrow f(z_1|x_1, \beta), \dots, f(z_N|x_N, \beta)$
13. 頁 89 下 3: 右側の $\int_{-\infty}^{\infty}$ を削除
14. 頁 90 上 9: $(-1)^j \rightarrow (-1)^{n-j}$
15. 頁 90 下 4, 頁 94 問題 45(f): $E[\log(\frac{\hat{\sigma}^2(S)}{N - k(S) - 1} / \frac{\sigma^2(S)}{N})] \rightarrow E[\log(\frac{\hat{\sigma}^2(S)}{N - k(S) - 1} / \frac{\sigma^2}{N})]$
16. 頁 92 問題 40 最小 → 最大
17. 頁 94 問題 44(d)S: $\frac{N}{2} \log(2\pi\sigma^2 e) + \frac{1}{2}(k+1) \rightarrow \frac{N}{2} \log(2\pi\sigma_k^2 e) + \frac{1}{2}(k+1)$
18. 頁 94 問題 45(b): $E(\frac{U}{m}) = -\frac{1}{m} \rightarrow E(\frac{U}{m}) = \frac{2}{m}$
19. 頁 90 下 4, 頁 94 問題 45(f): $E[\log(\frac{\hat{\sigma}^2(S)}{N - k(S) - 1} / \frac{\sigma^2(S)}{N})] \rightarrow E[\log(\frac{\hat{\sigma}^2(S)}{N - k(S) - 1} / \frac{\sigma^2}{N})]$
20. 頁 99 図 5.1 のキャプション: 例 49 の実行例 → 例 48 の実行例

第5章

1. 頁 101 下 2: $x^2 + x + 2|x| \rightarrow y = x^2 + x + 2|x|$

2. 頁 102 上 5: まず、(5.3) の第 2 項 \rightarrow (5.1) の第 2 項 頁 106 上 10,13, 頁 103 上 5: $n \rightarrow N$.

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{i,j} x_{i,k} = \begin{cases} 1, & j = k \\ 0, & j \neq k \end{cases} \rightarrow \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{i,j} x_{i,k} = \begin{cases} 1, & j = k \\ 0, & j \neq k \end{cases}$$

$$0 \in -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_{i,j} \left(y_i - \sum_{k=1}^p x_{i,k} \beta_k \right) \rightarrow 0 \in -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{i,j} \left(y_i - \sum_{k=1}^p x_{i,k} \beta_k \right)$$

$$0 \in -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_{i,j} (r_{i,j} - x_{i,j} \beta_j) \rightarrow 0 \in -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{i,j} (r_{i,j} - x_{i,j} \beta_j)$$

3. 頁 103 上 1: その場合、(5.5) の関係は成立しない。そこで、 \rightarrow ここでは、(5.5) において

4. 頁 103 上 6, 問題 52: $\sum_{i=1}^n x_{i,j}^2 = 1 \rightarrow \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{i,j}^2 = 1$

5. 図 5.6: (5.4) の値が等しい等高線、正方形は \rightarrow (5.4) の値が等しい等高線、ひし形は

6. 頁 104 例 50 プログラム 2-3 行目: `seq(0,100,0.1) \rightarrow seq(0,200,0.1), xlim=c(0,100) \rightarrow xlim=c(0,200)`

7. 頁 105 図 5.6 のキャプション: (5.4) の値が \rightarrow (5.6) の値が

8. 頁 105 上 6: $\hat{y}_i = \hat{\beta}_1 x_{i,1} + \hat{\beta}_2 x_{i,2} \rightarrow \hat{y}_i = \hat{\beta}_1 x_{i,1} + \hat{\beta}_2 x_{i,2}$

9. 頁 106 例 51, 問題 55: R プログラム 2-3 行目の間に `y=df[,1]` がはいる

第 6 章

1. 頁 113 上 2 (6.1) $y = \begin{cases} 1 + \epsilon, & 2m - 1 \leq |x| < 2m \\ -1 + \epsilon, & 2m - 2 \leq |x| < 2m - 1 \end{cases}, m = 1, 2, \dots$
 $\rightarrow y = \begin{cases} -1 + \epsilon, & 2m - 1 \leq |x| < 2m \\ 1 + \epsilon, & 2m - 2 \leq |x| < 2m - 1 \end{cases}, m = 1, 2, \dots$

2. 頁 113 プログラム 2 行目: `y=round(x)%%2*2-1+rnorm(n)*0.2 \rightarrow y=ceiling(x)%%2*2-1+rnorm(n)*0.2`

3. 頁 115 下 8,12,16,17: 添字がずれる $\beta_1, \dots, \beta_{K+4} \rightarrow \beta_0, \dots, \beta_{K+3}$

$$f(x) = \begin{cases} \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2 + \beta_4 x^3, & \alpha_0 \leq x \leq \alpha_1 \\ \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2 + \beta_4 x^3 + \beta_5 (x - \alpha_1)^3, & \alpha_1 \leq x \leq \alpha_2 \\ \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2 + \beta_4 x^3 + \beta_5 (x - \alpha_1)^3 + \beta_6 (x - \alpha_2)^3, & \alpha_2 \leq x \leq \alpha_3 \\ \vdots & \vdots \\ \beta_1 + \beta_2 x + \beta_3 x^2 + \beta_4 x^3 + \beta_5 (x - \alpha_1)^3 \\ \quad + \beta_6 (x - \alpha_2)^3 + \dots + \beta_{K+4} (x - \alpha_K)^3, & \alpha_K \leq x \leq \alpha_{K+1} \end{cases}$$

\rightarrow

$$f(x) = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3, & \alpha_0 \leq x \leq \alpha_1 \\ \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + \beta_4 (x - \alpha_1)^3, & \alpha_1 \leq x \leq \alpha_2 \\ \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + \beta_4 (x - \alpha_1)^3 + \beta_5 (x - \alpha_2)^3, & \alpha_2 \leq x \leq \alpha_3 \\ \vdots & \vdots \\ \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + \beta_4 (x - \alpha_1)^3 \\ \quad + \beta_5 (x - \alpha_2)^3 + \dots + \beta_{K+3} (x - \alpha_K)^3, & \alpha_K \leq x \leq \alpha_{K+1} \end{cases}$$

4. 頁 116 6.3 節冒頭: $\alpha \leq x \rightarrow \alpha_K \leq x$

5. 頁 118 例 55: $d_2(x) - d_4(x) \rightarrow d_2(x) - d_3(x), x_1, x_2, x_3, x_4 \rightarrow \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$

6. 頁 120 下 8: $\lambda \int_{-\infty}^{\infty} \{g''(x)\}^2 dx \rightarrow \lambda \int_{-\infty}^{\infty} \{f''(x)\}^2 dx$
7. 頁 121 プログラム 3: `for(i in 3:(n-1))` \rightarrow `for(i in 3:n)`
8. 頁 122 プログラム 6 行目, 問題 64: `c(40, 400, 1000)` \rightarrow `c(1, 30, 80)`
9. 頁 122 下 2, 問題 65:
 $H[\lambda] := X^T(X^T X + \lambda G)^{-1} X \rightarrow H[\lambda] := X(X^T X + \lambda G)^{-1} X^T$
10. 頁 123 例 58 プログラム 2 行目, 問題 65 のプログラム 12 行目: `0*1*rnorm(n)` \rightarrow `0.1*rnorm(n)`
11. 頁 124 下 12:
$$\begin{bmatrix} K_\lambda(x_1, y_1) & K_\lambda(x_1, y_2) & K_\lambda(x_1, y_3) \\ K_\lambda(x_2, y_1) & K_\lambda(x_2, y_2) & K_\lambda(x_2, y_3) \\ K_\lambda(x_3, y_1) & K_\lambda(x_3, y_2) & K_\lambda(x_3, y_3) \end{bmatrix} \rightarrow \begin{bmatrix} K_\lambda(x_1, x_1) & K_\lambda(x_1, x_2) & K_\lambda(x_1, x_3) \\ K_\lambda(x_2, x_1) & K_\lambda(x_2, x_2) & K_\lambda(x_2, x_3) \\ K_\lambda(x_3, x_1) & K_\lambda(x_3, x_2) & K_\lambda(x_3, x_3) \end{bmatrix}$$
12. 頁 125 例 60: 正則性 \rightarrow 正定値性
13. 頁 126 上 5: 各点 $x \in \mathbb{R} \rightarrow x \in \mathbb{R}^p$
14. 頁 126 上 9: (6.6) \rightarrow (6.7)
15. 頁 127 プログラム 下 3, 頁 129 プログラム 2 行目, 問題 67 プログラム 10 行目, 問題 68 プログラム 8 行目: `randn(1)` \rightarrow `randn(n)`
16. 頁 127 下 3: $h_1(x), h_2(x), h_3(x) \rightarrow h_3(x), h_4(x), h_5(x)$
17. 頁 130 上 1: $\sum_{j=3}^{k+1} \beta_j(x - \alpha_{j-2})^3 \rightarrow \sum_{j=3}^{k+1} \beta_j(x - \alpha_{j-2})_+^3$
18. 頁 132 命題 22 の証明: 最初の項は \rightarrow 第 2 項は, 第 2 項は \rightarrow 最初の項は
19. 頁 137 問題 66: Narayama-Watson \rightarrow **Nadaraya-Watson**
20. 頁 138 問題 67: $y_i - \beta(x)^T [1, x_i] \rightarrow y_i - [1, x_i] \beta(x)$

第 7 章

1. 頁 143 上 7: $x_{i,1} \dots \rightarrow x_{1,j}, \dots$
2. 頁 144 上 5: 引数 \rightarrow 変数
3. 頁 148 図 7.5 キャプション下 2: 1 から 12 \rightarrow 1 から **15**
4. 頁 151 図 7.7: 中央の表の 2 行 3 列目 49 \rightarrow 1
5. 頁 152 下 9: $\hat{f}_1(x), \dots, \hat{f}(x) \rightarrow \hat{f}_1(x), \dots, \hat{f}_B(x)$
6. 頁 153 例 67 プログラム: 7 行目 `dim=m` \rightarrow `verb dim=r`, 11 行目 `plot` の引数として `edge.arrow.size=0.1`
7. 頁 156 上 6, 上 9: $r_N = r_N - \hat{f}_B(x_N) \rightarrow r_N = r_N - \lambda \hat{f}_B(x_N)$
8. 頁 156 プログラム下 7: `res$i` \rightarrow `res.max$i`
9. 頁 157 例 70 プログラム、頁 162 問 74: 11 行目 `shrinkage=0.001` を `gbm` の引数に追加する。
10. 頁 159 問題 71: すみれ \rightarrow **あやめ**

第8章

1. 頁164下7: $\beta^T x_i \rightarrow x_i \beta$
2. 頁164下6, 頁178問題75: $(\beta_0, \beta) \in \mathbb{R}^p \times \mathbb{R} \rightarrow (\beta_0, \beta) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R}^p$
3. 頁166下2: $\alpha = -1/\sqrt{2}$ より $\rightarrow \alpha = 1/\sqrt{2}$ より
4. 頁167下10: $x = x_0 \in \mathbb{R}$ において $\rightarrow x = x_0 \in \mathbb{R}^p$ において
5. 頁167下7: $(\beta - \beta^*) \leq f_0(\beta) \rightarrow (\beta - \beta^*) = f_0(\beta)$
6. 頁168 (8.18): $\sum_{i=1}^N \alpha_i y_i x_i \rightarrow \sum_{i=1}^N \alpha_i y_i x_i^T$
7. 頁170上5: $\alpha = [\alpha_1, \dots, \alpha_N] \rightarrow \alpha = [\alpha_1^T, \dots, \alpha_N^T]^T$
8. 頁178問題75: $\beta_0 + x_i \beta < 0 \rightarrow y_i(\beta_0 + x_i \beta) < 0$
9. 頁174上3, 図8.5キャプション, 頁176上1, 頁182問86: ラジカルカーネル \rightarrow ラジアルカーネル
10. 頁177下5, 7, 9: $\epsilon \rightarrow \epsilon_i$

第9章

1. 頁189下6: L_2 ノルム \rightarrow L2 ノルム
2. 頁191上4: クラスタ数Kをか変えて \rightarrow クラスタ数Kを変えて
3. 頁193図9.6: complete と centroid の図が逆
4. 頁195下12-13: $\phi_i \rightarrow \phi_1$ (2箇所)
5. 頁195下18: $\phi_1 \in \mathbb{R}^N, \phi_2 \in \mathbb{R}^N, \dots, \phi_p \in \mathbb{R}^N \rightarrow \phi_1 \in \mathbb{R}^p, \phi_2 \in \mathbb{R}^p, \dots, \phi_p \in \mathbb{R}^p$
6. 頁195例85プログラム: 1行目に `n=100` を入れる
7. 頁196上14: 命題9より \rightarrow 命題8より
8. 頁196例86Rコード1行目: `nrow=n` \rightarrow `nrow=n`
9. 頁196のpca関数の4行目: `t(X)%*%X` \rightarrow `t(X)%*%X/n`
10. 頁199下2: 目的関数 \rightarrow 目的変数
11. 頁203問913行目: `single.complete` \rightarrow `dist.single`