最終更新日: 2007 年 7 月 29 日

「C 言語による数値計算入門」(第 2 刷) 正誤表

	誤	正
p.1 の最終行	$d_1 = 0$ を許すと浮動小数点数 $\bar{x}$ は	$d_0 = 0$ を許すと浮動小数点数 $\bar{x}$ は
p.2 の 2 行目	ここで，$d_1 \neq 0$ とすると，	ここで，$d_0 \neq 0$ とすると，
p.5 の中程	仮数は $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^5} = 1.59375$ なので，$\bar{x}$ は，$\bar{x} = 1.59345 \times 2^8 = 408$ となっています．	仮数は $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^5} = 1.59375$ なので，$\bar{x}$ は，$\bar{x} = 1.59375 \times 2^8 = 408$ となっています．
p.6, 4 行目	これと `y=11110000` との	これと `11110000` との
p. 8 の中程	64 バイトの倍精度型変数を格納するには	64 ビットの倍精度型変数を格納するには
p. 12, (1.3)	$$1 + u = \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{0}{2^2} + \cdots + \frac{0}{2^{52}}\right) \times 2^0 = 1$$	$$1 + u = \left(1 + \frac{0}{2} + \frac{0}{2^2} + \cdots + \frac{0}{2^{52}}\right) \times 2^0 = 1$$
p.32, 脚注 4 に追記	ここでは埋め合わせ法と呼ぶことにします．	ここでは埋め合わせ法と呼ぶことにします．ちなみに，フリー百科辞典ウィキペディア (`http://ja.wikipedia.org/`) では,「補正加算」と訳されています (2007 年 7 月確認).
p.33，プログラム 2.10 の冒頭のコメント	`0.1` を `N` 回掛けるプログラム	`0.1` を `N` 回加えるプログラム
p.46, 分かりやすくするため，部分ピボット選択のアルゴリズムに追記	【前進消去】 `end for`	【前進消去】 `end for` 【後退代入】
p.53，LU 分解を利用して $A\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ を解くアルゴリズムの中程	$b_i \leftrightarrow b_i + a_{ik}b_k$	$b_i \leftarrow b_i + a_{ik}b_k$

	誤	正
p.53, 定理 3.3 の逆の証明	A は対角化可能なので，$\forall \boldsymbol{x} \in \mathbb{R}^n$ を	A は対角化可能なので，$\forall \boldsymbol{x} \in \mathbb{R}^n$ $(\boldsymbol{x} \neq \boldsymbol{0})$ を
p.58, 下から 3 行目	ただし，定理 3.4 の逆は必ずしも成り立たちません．	ただし，定理 3.4 の逆は必ずしも成り立ちません．
p.59, 定理 3.5 の冒頭部分を削除	n 元連立一次方程式 $A\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ を考える．このとき，n 次正方行列 A が対称正定値行列ならば，	~~n 元連立一次方程式 $A\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ を考える．このとき，~~n 次正方行列 A が対称正定値行列ならば，
p.59, 定理 3.5 の証明の前半	次に，B の正定値性を示します．$\tilde{\boldsymbol{x}} = [x_2, x_3, \ldots, x_n]^t \in \mathbb{R}^{n-1}$ に対して，	次に，B の正定値性を示します．任意の $\tilde{\boldsymbol{x}} = [x_2, x_3, \ldots, x_n]^t \in \mathbb{R}^{n-1}$ に対して，
p.59, 定理 3.5 の証明の中程	ここで，A は対称正定値なので，$\boldsymbol{x} = [x_1, x_2, \ldots, x_n]^t \in \mathbb{R}^n$ に対して	ここで，A は対称正定値なので，任意の $\boldsymbol{x} = [x_1, x_2, \ldots, x_n]^t \in \mathbb{R}^n$ $(\boldsymbol{x} \neq \boldsymbol{0})$ に対して
p.59, 定理 3.5 の証明の最後	ここで，$x_1 = -\dfrac{1}{a_{11}} \sum_{j=2}^{n} a_{1j} x_j$ なので $(\tilde{\boldsymbol{x}}, B\tilde{\boldsymbol{x}}) > 0$ となります．	$\boldsymbol{x}$ は任意だったので，特に $x_1 = -\dfrac{1}{a_{11}} \sum_{j=2}^{n} a_{1j} x_j$ とすると，$(\tilde{\boldsymbol{x}}, B\tilde{\boldsymbol{x}}) > 0$ となります．

	誤	正
p.60, 定理 3.7 の証明〜p.61 の 2 行目までを変更.	(証明) A は対称正定値なので，定理 3.6 より上三角行列 U と下三角行列 L を用いて $A = LU$ と分解できます. $\vdots$ (省略) $\vdots$ となります．ただし，$l_{11} = \sqrt{a_{11}}$，$l_{i1} = a_{i1}/l_{11} (i = 2, 3, \ldots, n)$ とします. 以上のことを踏まえると，コレスキー分解のアルゴリズムは次のようになります.	(証明) $A = LL^t$ を満たす下三角行列を具体的に構成します. $A = LL^t \iff$ $$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} & & & \\ l_{21} & l_{22} & & \\ \vdots & \vdots & \ddots & \\ l_{n1} & l_{n2} & \cdots & l_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_{11} & l_{21} & \cdots & l_{n1} \\ & l_{22} & \cdots & l_{n2} \\ & & \ddots & \vdots \\ & & & l_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.21)$$ を成分で表すと， $$a_{ij} = \sum_{k=1}^{j} l_{ik} l_{jk}, \quad (1 \le j \le i \le n)$$ となるので，L の要素は $j = 2, 3, \ldots, n$ の順に $$a_{ij} = \sum_{k=1}^{j-1} l_{ik} l_{jk} + l_{ij} l_{jj}$$ より， $$l_{ij} = \frac{1}{l_{jj}} \left(a_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} l_{ik} l_{jk} \right), \quad j < i \le n \qquad (3.22)$$ となります．ここで，$i = j$ とすると， $$l_{jj} = \sqrt{a_{jj} - \sum_{k=1}^{j-1} l_{jk}^2} \qquad (3.23)$$ となります．ただし，$l_{11} = \sqrt{a_{11}}$，$l_{i1} = a_{i1}/l_{11} (i = 2, 3, \ldots, n)$ とします. 後で示す定理 3.8 によれば，$a_{jj} - \sum_{k=1}^{j-1} l_{jk}^2 > 0$ が成り立つので，(3.22) と (3.23) より L を決定することができます. ■ このような対称正定値行列 A の分解 $A = LL^t$ を**コレスキー分解**といいます. $A = LL^t$ とコレスキー分解できると，$A\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ は $LL^t\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ と表せます．よって，次のようにすれば連立一次方程式 $A\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ を解くことができます. 1. $L\boldsymbol{y} = \boldsymbol{b}$ より $\boldsymbol{y}$ を求める．(前進代入) 2. $L^t\boldsymbol{x} = \boldsymbol{y}$ より $\boldsymbol{x}$ を求める．(後退代入) このようにして，連立一次方程式を解く方法を**コレスキー分解法**といいます．コレスキー分解ができれば，連立一次方程式の解は前進代入と後退代入のみで求められるので，以下ではコレスキー分解のアルゴリズムのみを示すことにします.

	誤	正
p.60 の脚注		定理 3.7 の証明の変更に伴い，脚注 8 を削除
p.61 の定理 3.8 の前	コレスキー分解を行うときには，(3.23) を計算する必要がありますが，この計算を行うには $a_{jj}-\sum_{k=1}^{j-1} l_{jk}^2 \geq 0$ が保証されていなければなりません．	コレスキー分解を行うときには，(3.22) と (3.23) を計算する必要がありますが，この計算を行うには $a_{jj}-\sum_{k=1}^{j-1} l_{jk}^2 > 0$ が保証されていなければなりません．
p.61 の定理 3.8	n 次正方行列 A が対称正定値ならば $a_{jj}-\sum_{k=1}^{j-1} l_{jk}^2 \geq 0$ である．	n 次正方行列 A が対称正定値ならば $a_{jj}-\sum_{k=1}^{j-1} l_{jk}^2 > 0$ である．
p.61，定理 3.8 の証明	また，A_m は対称なので，定理 3.7 より $$A = L_m L_m^t$$ となります． ここで，ある $m(1 < m \leq n)$ において最初に $a_{mm}-\sum_{k=1}^{m-1} l_{mk}^2 < 0$ となったとします．このとき，(3.23) より l_{mm} は純虚数となります．	また，(3.21) において $n = m$ とすれば， $$A_m = L_m L_m^t$$ が成り立ちます．A_m は正定値なので，定理 3.2 より正則であり，ゆえに L_m も正則で $l_{mm} \neq 0$ となります．(3.23) より，このことは $a_{mm}-\sum_{k=1}^{m-1} l_{mk}^2 \neq 0$ を意味します． ここで，ある $m(1 < m \leq n)$ において最初に $a_{mm}-\sum_{k=1}^{m-1} l_{mk}^2 < 0$ となったとします．このとき，(3.23) より $l_{mm} \neq 0$ は純虚数となります．

	誤	正
p.68 の脚注番号		脚注 8 の削除に伴い，脚注番号を 9 から 8 へ変更

p.73, 対象区間の探索アルゴリズム	`If` $f(y_1)f(y_2) < 0$ `then`
	　`Output` y_1, y_2
	`end if`
		`If` $y_1 y_2 < 0$ `then`
		　`Output` $x-h, x$
		`end if`

p.125 の 2 行目	基本多項式とます.	基本多項式といいます.
p.128 の式 (6.15)	$$\begin{aligned} \lvert f(x)-P_n(x)\rvert &\leq \frac{1}{(n+1)!}\lVert f^{(n+1)}\rVert_{C[a,b]}\lvert\omega_{n+1}(x)\rvert \\ &\leq \frac{1}{(n+1)!}\lVert f^{(n+1)}\rVert_{C[a,b]}\lVert\omega\rVert_{C[a,b]} \end{aligned}$$	$$\begin{aligned} \lvert f(x)-P_n(x)\rvert &\leq \frac{1}{(n+1)!}\lVert f^{(n+1)}\rVert_{C[a,b]}\lvert\omega_{n+1}(x)\rvert \\ &\leq \frac{1}{(n+1)!}\lVert f^{(n+1)}\rVert_{C[a,b]}\lVert\omega_{n+1}\rVert_{C[a,b]} \end{aligned}$$
p.153, 演習問題の追加を奨励		7.5 定積分 $\int_a^b f(x)dx$ に対するシンプソン公式の誤差は $$\lvert I-S_{2n}\rvert = \frac{h^4}{180}\lvert f^{(3)}(b)-f^{(3)}(a)\rvert + O(h^6)$$ となることを示せ. 7.6 $\int_0^1 \frac{4}{1+x^2}dx$ に対するシンプソン公式の誤差は $O(h^6)$ となることを示せ.

	誤	正
p.157, euler 関数の刻み幅を説明に合わせる	`h = (b-x)/n;      /* 刻み幅 */`	`h = (b-a)/n;      /* 刻み幅 */`
p.159, heun 関数の刻み幅を説明に合わせる	`h = (b-x)/n;`	`h = (b-a)/n;`
p.161，rk4 関数の dvector 関数を削除	`y = dvector( 0, n );   /* y[0,1,...n] の確保 */`	
p.160，最後から 2 行目	プログラム 8.1 と同じ例をホイン法で解くためのプログラムは	プログラム 8.1 と同じ例をルンゲ・クッタ法で解くためのプログラムは
p.162, (8.17)	$y(x+h)-y(x)=h(\lambda_1 k_1+\lambda_2 k_2+\lambda_3 k_3+\lambda_4 k_4)$	$y(x+h)-y(x)=h(\lambda_1 k_1+\lambda_2 k_2+\lambda_3 k_3+\lambda_4 k_4)+O(h^5)$
p.164，(8.23) の 5 行目	$+\gamma_1^2 h^4\left(D_1 f+\frac{h}{2!}D_1^2 f+O(h^2)\right)\frac{\partial^2}{\partial y^2}\Big\}f$	$+\gamma_1^2 h^4\left(D_1 f+\frac{h}{2!}D_1^2 f+O(h^2)\right)^2\frac{\partial^2}{\partial y^2}\Big\}f$
p.165, 2 行目	$=f+\tilde{D}_3 f+\frac{\tilde{D}_3^2}{2!}+\frac{\tilde{D}_3^3}{3!}+O(h^4)$	$=f+\tilde{D}_3 f+\frac{\tilde{D}_3^2}{2!}f+\frac{\tilde{D}_3^3}{3!}f+O(h^4)$
p.166, (8.27) の下	とすれば，$D_1=\alpha_0 Df$ となります．同様に，$D_2 f$ と D_f，$D_3 f$ と D_f との比を	とすれば，$D_1 f=\alpha_0 Df$ となります．同様に，$D_2 f$ と Df，$D_3 f$ と Df との比を
p.166, (8.28) の下	とすれば，$D_2=\alpha_1 Df$，$D_3=\alpha_2 Df$ となり，	とすれば，$D_2 f=\alpha_1 Df$，$D_3 f=\alpha_2 Df$ となり，
p.180，bvp 関数の dvector 関数を削除	`b = dvector( 1, n-1 );      /* 右辺ベクトル */`	
p. 215,「多倍長演算の基本的な考え方」の 4 行目	例えば，$n=5$ とし，扱う数を $x=3141592653$ とするとしたときには	例えば，$n=5$ とし，扱う数を $x=31415926535$ としたときには，
p.216，減算アルゴリズム	`sub = x[i] - y[i] + borrow`	`sub = x[i] - y[i] - borrow`