

以下の例題を Fortran もしくは C 言語を用いてプログラム化せよ。

## IF 文

(8) 実数  $a$  を標準入力から読み込み、その絶対値を出力(IF 文を使って書く)

(9) 3つの実数  $a, b, c$  を標準入力から読み込み、最大値と最小値を出力(IF 文を使って書く)

(10) 実数  $a$  を標準入力から読み込み、その平方根を出力。これを DO 文で繰り返す。読み込んだ  $a$  が負の数であればプログラムを終了する。

(11)  $ax^2 + bx + c = 0$  の係数  $a, b, c$  (倍精度実数とする) を標準入力から読み取り、解  $x$  を出力。 $a=0$  の場合、 $a=b=0$  の場合、 $b^2-4ac$  の正負などを正しく場合分けする。解が複素数になる場合は複素数解を表示。

## 関数副プログラム

(12) 階乗  $N!$  を実数で計算する関数副プログラムを作り、それを用いて  $N$  が 1 から 30 までの階乗を出力

(12') 階乗  $N!$  を実数で再帰的に計算する関数副プログラムを作り、それを用いて  $N$  が 1 から 30 までの階乗を出力

(13)  $e^x$  の  $x=0$  でのテーラー展開は

$$e^x = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{x^k}{k!}$$

で与えられる。(12) で作った階乗を計算する関数副プログラムに加えて、 $x$  と  $n$  を引数として  $n$  次までのテーラー展開を計算する関数副プログラムを作成し、 $x$  が  $-1.0$  から  $1.0$  まで  $0.5$  刻みで、組み込み関数  $\text{EXP}(x)$  の値と  $10, 20, 30, 40$  次までのテーラー展開の値を出力して比較。

(14) 行列指数関数はべき級数によって定義される

$$e^A = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{A^k}{k!}$$

ここで  $A$  は  $n \times n$  の行列である。

Pauli 行列として以下の3つの  $2 \times 2$  の複素行列を定義する。

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

このとき、

$$e^{i\theta\sigma_k} = I \cos \theta + i\sigma_k \sin \theta \quad (k = x, y, z)$$

となることが知られている。ただし  $I$  は  $2 \times 2$  の単位行列である。以下の方法でこの左辺と右辺が数値的に一致することを示す。

- ・ 行列のべき乗  $A^k$  を再帰的に計算する関数副プログラムを作成
- ・ これを用いて行列指数関数をテーラー展開で計算する関数副プログラムを作成
- ・ 30 次までのテーラー展開で左辺を計算し、 $\theta$  が  $-180^\circ$  から  $180^\circ$  まで  $30^\circ$  ごとに、 $k=x,y,z$  それぞれについて左辺と右辺が数値的に一致することを示す。