第12章　プログラム機能

通常の構造化言語のプログラムを組むことができるのであれば, 数ナビでのプログラミングは容易です。既存のプログラム言語のコマンドを, 対応する数ナビのコマンドに書き換えるだけで済むと思われます。

数ナビには, すでにグラフ機能があるので, グラフを描かせるためのプログラム上の細々部分はすべて省略できます。また, プログラム上でも式の計算ができるので, Mathematica や Maple のような本格的な数式処理ソフトに近い機能を持っています。その意味で, 数ナビのプログラミング機能はかなり強力です。このプログラム機能を使いこなせば, いろいろな工学上のシミュレーションを自分で行うことも容易と思われます。

この冊子では触れませんが, 数ナビで使用されている CPU はモトローラ 68000 です。パソコンで C 言語やアセンブリ言語でプログラムを作成して, それを数ナビに転送して実行させることが可能です。詳しくは, 下記を参照してください。

`http://mech.u-fukui.ac.jp/~Kawa-Lab/ttt/sdk/index.html`

`http://tigcc.ticalc.org/`

12.1　数ナビでのプログラミング

数ナビでのプログラムは, プログラムエディターで行います。 APPS を押して現れるアイコンから選択してください (図 1)。アイコンを表示しない設定にしているときは, APPS 7 を押してください。「1: Current」「2: Open」「3: New」のいずれかの選択を求められるので, 「3: New」を選択します (図 2)。「1: Current」は前回の続き, 「2: Open」はすでに保存されているファイルを呼び出すときに指定します。

新規作成を選択する場合は, 最初にファイル名を「variable」の箇所に指定します (図 3)。適当な名前 (たとえば「sample」など) を入れてください。そうすると, 図 4 のような画面が現れます。Prgm 〜 EndPrgm の間にプログラムを入力します。プログラムのコマンドや書式などは, ここでは説明しません。購入時のマニュアルを見てください。

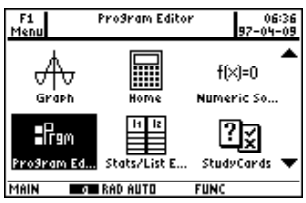

図 1

図 2

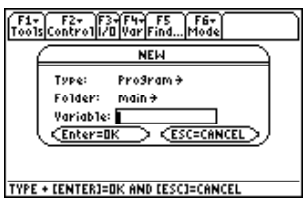

図 3

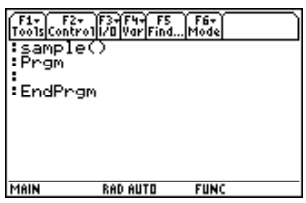

図 4

大域変数と局所変数の区別や, プログラムの他に関数を作成することができるなど, 通常のプログラム言語と同等の機能があります。以下は, 利用できる命令語です。

Cycle	Define	Exit	For···EndFor	Goto	If···EndIf
Lbl	Local	Loop···EndLoop	Return	While···EndWhile	

12.2　幾つかのプログラム例

12.2.1　方程式 $f(x)=0$ の実数解

以下は, 方程式 $f(x)=0$ が区間 $[a,b]$ の中に 1 個の実数解を持つ場合に, その実数解を求めるものです。区間の両端における関数の値が異符号の状態を保ったまま, その区間をどんどん狭めていくことで実数解の近似値を求めようとしています。ただし, 関数 $f(x)$ はすでに [STO] や [F4]1 などを利用して定義済みであるものとし, a,b は $f(a)f(b)<0$ であるように指定するものとします。

```
: kai(a,b)                    プログラム名を kai とする。引数は, 区間 [a,b]
: Func                        関数であることを宣言
: Local aa, bb, ee, mm, yy    ローカル変数の宣言
: a→aa                        a の値を aa に代入する
: b→bb                        b の値を bb に代入する
: (a+b)/2→mm                  (a+b)/2 の値を mm に代入する
: 10 ^ (−6)→ee                誤差の限界を 10^−6 にして ee に代入する
: While abs(f(mm))>ee         |f(mm)| > ee ならば以下を実行する
:   If f(aa)*f(mm)>0 Then     f(aa) と f(bb) が同符号ならば, 以下を実行する
:     mm→aa                     mm の値を aa に代入する
:   Else                      f(aa), f(bb) が同符号でないときは, 以下を実行する
:     mm→bb                     mm の値を bb に代入する
:   EndIf                     If 文終わり
:   (aa+bb)/2→mm              (aa+bb)/2 を mm に代入する
: EndWhile                    While 文終わり
: Return approx(mm)           誤差 10^−6 以内で求めた実数解 mm を返す
: EndFunc                     関数定義の終了
```

通常のプログラム言語の理解があれば, 以上の内容は明らかと思われます。代入の記号に → が利用されるので, 他のプログラミング言語よりは分かりやすいといえるでしょう。デフォルトのまま mm を表示させると分数で表示される場合があるので, approx を利用して小数表示させています。

このプログラムは, 方程式の実数解を求める通常のアルゴリズムに添ったものですが, 数ナビは数式処理ができるので, このような方程式の解はプログラムを組むことなく容易に求められます。単に, 「solve($f(x)=0,x$)」と方程式と変数を指定するだけです。csolve を用いれば, 複素数解まで表示されます。この solve コマンドはプログラムの中でも利用できるので, 実際には方程式を解くために上記のようなプログラムを作る必要はありません。

なお, この方程式を解く solve 機能を利用して, あえてプログラムにすると, 以下のような簡潔なプログラムになります。

: kai2()	プログラム名を kai2 とする。
: Func	関数であることを宣言
: local xx	ローカル変数であることの宣言
: solve(f(x),x) → xx	数式処理で方程式を解き, その解を xx に代入する
: Return xx	解 xx を返す
: EndFunc	関数定義の終了

12.2.2　シンプソンの公式

プログラム例として, 数値積分の場合も紹介しておきます。シンプソンの公式は, 区間 $[a, b]$ を $2n$ 等分して分点を (x_k, y_k) $(0 \leqq k \leqq 2n)$, 区間の幅を $h = (b-a)/2n$ とするとき, 定積分の値を

$$\int_a^b f(x)dx \fallingdotseq \frac{h}{3}\{y_0 + 4(y_1 + y_3 + \cdots + y_{2n-1}) + 2(y_2 + y_4 + \cdots + y_{2n-2}) + y_{2n}\}$$

により近似計算するものです。右辺は, $\displaystyle\sum_{k=0}^{n-1} \frac{h}{3}(y_{2k} + 4y_{2k+1} + y_{2k+2})$ を計算することにより得られるので, たとえば以下のようなプログラムになります。ただし, $f(x)$ はすでに定義済みとします。

: simp(aa,bb)	プログラム名を simp とし, 区間 $[aa, bb]$ での積分を考える
: Prgm	プログラムであることを宣言
: local ee,hh,ii,nn,sa,sb	ローカル変数であることの宣言
: local xa,xb,xd,ya,yb,yd	xc, yc はシステム変数で利用されるので省く
: 10 ^ (−6)→ee	誤差の限界を 10^{-6} にし, ee に代入
: (bb−aa)/2→hh	区間の中点の座標を hh に代入
: aa→xa:(aa+bb)/2→xb:bb→xd	区間を 2 等分したときの座標を求める
: f(xa)+4f(xb)+f(xd)→sa	sa を計算
: hh∗sa/3→sa	sa は区間を 2 等分した場合の値
: Disp approx(sa)	sa の値を小数表示する
: 2→nn	$nn = 2$ として 4 等分から繰り返し計算を開始
: Loop	以下の内容を繰り返す
:　0→sb:aa→xa	初期値の設定
:　(bb−aa)/(2∗nn)→hh	区間の幅の計算
:　For ii, 1, nn, 1	繰り返し変数を ii とし, 以下を nn 回繰り返す
:　　f(xa)→ya	$ya = f(xa)$ とする
:　　f(xa+hh)→yb	$yb = f(xa + hh)$ とする
:　　f(xa+2∗hh)→yd	$yd = f(xa + 2hh)$ とする
:　　sb+(ya+4∗yb+yd)/3→sb	$(ya + 4yb + yd)/3$ を sb に加える
:　　xa+2∗hh→xa	計算する小区間の左端を次の計算用に変更する
:　EndFor	ii による繰り返しの終了

```
:   hh*sb→sb                    sb が, 2nn 等分した場合の面積
:   If abs(sa−sb)<ee Then       直前の面積 sa との差が ee 以下なら以下を実行する
:     Exit                      Loop から脱出する
:   Else                        |sa − sb| ≧ ee のときは以下を実行
:     Disp approx(sb)           sb を表示する
:     sb→sa:nn+1→nn             sb を直前の値 sa とし, 分割数を増やす
:   EndIf                       If 文を終了する
: EndLoop                       Loop 文を終了する
: Disp approx(sb)               最終結果を表示する
: EndPrgm                       プログラムの終了
```

通常のプログラムと全く同様であることが分かるでしょう。プログラムの作成練習や計算のアルゴリズムの理解のためには, このようなプログラムを作成すること有用ですが, 単に定積分 $\int_a^b f(x)dx$ の値を求めたいのであれば, $\int(f(x),x,a,b)$ というコマンドを打ち込むだけで済みます。数ナビのプログラムでは, このような数式処理のコマンドもプログラムの中で利用できるので, 作成できるプログラムの範囲が大きく広がることになります。その意味で, 他の C や BASIC などの言語よりは強力なプログラム言語といえます。

このマニュアルは，独立行政法人日本科学技術振興会の平成 22 年度〜24 年度科学研究費補助金 基盤研究 (C) 課題番号 22500830 (研究代表者：梅野善雄) の支援を受けて作成されたものです。