

# 数式処理電卓 TI-89 「数ナビ」の操作法

## —基本操作編—

# 目次

<b>1</b>	<b>基本操作</b>	<b>3</b>
1.1	電源の入れ方と切り方	3
1.2	画面の濃淡の調整	3
1.3	キーの押し方	3
1.4	計算の中断とエラーからの復帰	3
1.5	計算の仕方	3
1.6	入力式の編集	4
1.7	横スクロール	4
1.8	カットアンドペースト	4
<b>2</b>	<b>グラフ機能</b> $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F1}}$ ~ $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F3}}$	<b>4</b>
2.1	グラフの定義と描画 $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F1}}$ , $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F3}}$	4
2.2	描画範囲の指定 $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F2}}$	5
<b>3</b>	<b>表 (テーブル) 作成機能</b> $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F4}}$ , $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F5}}$	<b>5</b>
3.1	座標データを表で表示 $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F5}}$	5
3.2	表示の仕方の変更 $\blacklozenge$ $\boxed{\text{F4}}$	5
<b>4</b>	<b>グラフ画面における諸機能</b> $\boxed{\text{F2}}$ , $\boxed{\text{F3}}$ , $\boxed{\text{F5}}$	<b>6</b>
4.1	グラフの拡大・縮小 $\boxed{\text{F2}}$	6
4.2	グラフ上の移動 (トレース機能) $\boxed{\text{F3}}$	6
4.3	グラフ画面での数学機能 $\boxed{\text{F5}}$	7
4.3.1	グラフ上の点の座標 $\boxed{\text{F5}}$ 1 (Value)	7
4.3.2	$x$ 軸との共有点の座標 $\boxed{\text{F5}}$ 2 (Zero)	7
4.3.3	最大値・最小値 $\boxed{\text{F5}}$ 3,4 (Minimun, Maximun)	7
4.3.4	2つのグラフの交点の座標 $\boxed{\text{F5}}$ 5 (Intersection)	7
4.3.5	指定点での微分係数 (変化率) $\boxed{\text{F5}}$ 6 (Derivative)	8
4.3.6	指定点での接線の方程式 $\boxed{\text{F5}}$ A (Tangent)	8
4.3.7	その他の機能	8
4.4	グラフ画面の形式 $\boxed{\text{F1}}$ 9 (Graph Formats)	8
4.5	グラフ描画のスタイル $\boxed{\text{F6}}$ (Style)	9
<b>5</b>	<b>数式処理機能</b>	<b>10</b>
5.1	代数計算 $\boxed{\text{F2}}$	10
5.1.1	方程式を解く $\boxed{\text{F2}}$ 1 (solve)	10
5.1.2	因数分解 $\boxed{\text{F2}}$ 2 (factor)	10
5.1.3	展開 $\boxed{\text{F2}}$ 3 (expand)	10

5.1.4	分数式の通分	<b>F2</b> 4 (comDenom)	10
5.1.5	分数式の除算	<b>F2</b> 5 (propFrac)	10
5.1.6	関数の定義	<b>F4</b> 1 (Define)	10
5.2	微積の計算	<b>F3</b>	11
5.2.1	微分の計算	<b>F3</b> 1 (differentiate)	11
5.2.2	積分の計算	<b>F3</b> 2 (integral)	11
5.2.3	極限値の計算	<b>F3</b> 3 (limit)	11
5.2.4	和の計算	<b>F3</b> 4 (sum)	11
5.3	ベクトルや行列・行列式の計算		11
5.3.1	ベクトルの計算		11
	ベクトルの定義		11
	ベクトルの計算		12
	定義したベクトルの削除		12
5.3.2	行列の計算		12
	行列の定義		12
	行列の計算		12
	行列式		12
	固有ベクトルと固有行列		12
<b>6</b>	モードの切り替え	<b>MODE</b>	<b>13</b>
6.1	媒介変数表示された関数		13
6.2	角の単位		13

## 1 基本操作

### 1.1 電源の入れ方と切り方

- (1) 電源を入れるときは **ON** を押す。
- (2) 切るときは **2nd** **ON** を押す。
- (3) 最初に出てくる画面を基本画面という。
- (4) **HOME** を押すと、いつでもこの画面に戻ることができる。

### 1.2 画面の濃淡の調整

- (1) 画面を暗くするには **◆** **+**，明るくするには **◆** **-** を，それぞれ見やすい明るさになるまで何度か押す。
- (2) 電源を入れても何も表示されないときは画面が非常に薄く設定されている場合があるので，**◆** **+** を何度か押してみる。

### 1.3 キーの押し方

- (1) キーの上書いてある数，記号，機能を利用するには，そのキーをそのまま押す。
- (2) 各キーの左上と右上に小さく書いてある記号を利用するには，**2nd**，**◆**，あるいは **alpha** のキーを押してから押す。
- (3) 左上にある黄色の部分は **2nd** を押してから，右上にある緑色の部分は **◆** を押してから，そして紫色の部分は **alpha** を押してから押す。
- (4) 例えば，**2nd** **∧** を押すと  $\pi$  が，**◆** **∧** を押すと  $\theta$  が，そして **alpha** **÷** を押すと E が基本画面の一番下の行(この行を入力行という)に入力される。

### 1.4 計算の中断とエラーからの復帰

- (1) 数ナビが何かを計算中のときは画面の右下付近に busy が表示される。
- (2) この計算を途中で止めたいときは **ON** を押す。
- (3) エラーメッセージが表示されたときは，**ESC** を押せば元の画面に戻る。
- (4) いろいろなメニューを示す画面が出て，そのメニュー画面を消したいときも **ESC** を押すと元に戻る。

### 1.5 計算の仕方

いろいろな計算は，通常の関数電卓と同じである。計算結果は，右端に表示される。入力行(一番下の行)で、以下の計算を試してみよ。結果は上の画面(履歴画面という)に表示される。入力行をすべて削除するには **CLEAR**、上の画面(履歴画面)をすべて削除するには **F1** **8** **ENTER** を押す。

例 1)  $2 + 3 \Rightarrow 2$  **+**  $3$  **ENTER**

例 2)  $\sin \frac{\pi}{2} \Rightarrow$  **sin** **π** **÷**  $2$  **)** **ENTER**

例 3)  $\sqrt{3^2 + 1} \Rightarrow$  **√**  $3$  **∧**  $2$  **+**  $1$  **)** **ENTER**

解を小数で表示させたいときは **ENTER** ではなく **◆** **ENTER** とする。

例 4)  $\frac{1}{-\pi + 3.15} \Leftrightarrow 1$  **÷** **(** **(-)** **π** **+**  $3.15$  **)** **ENTER**

最初に負数がかるときは，**-** ではなく **(-)** を使う。数ナビは、符号としてのマイナス **(-)** と差の記号 **-** が区別されているので注意が必要である。また，分数式で分子や分母が式になっているときは，それらを **( )** で囲う必要がある。

例5)  $x = -3$  のとき  $x^2 - x \iff$   $\boxed{X} \boxed{\wedge} 2 \boxed{-} \boxed{X} \boxed{|} \boxed{X} \boxed{=} \boxed{(-)} 3 \boxed{ENTER}$

$\boxed{|}$  は、左側の式に何かを代入したいときに利用する。この場合は、 $x = -3$  という条件のもとで  $x^2 - x$  の値を計算している。 $x^2 - x$  のマイナスは差であるので  $\boxed{-}$  であるが、 $-3$  のマイナスは符号であるから  $\boxed{(-)}$  を使うこと。この例は代入の記号  $\boxed{|}$  の使い方の例として上げたので、実際には直接代入して  $\boxed{(-3)} \boxed{^2} \boxed{-} \boxed{(-3)}$  を計算してもよい。

## 1.6 入力式の編集

画面の一番下の入力行では、次のような編集機能がある。

$\boxed{\blacktriangleright}$ , $\boxed{\blacktriangleleft}$	$\iff$	左右に1字ずつ移動する
$\boxed{\blacktriangleleft}$	$\iff$	カーソルの左側にある1字を削除する
$\boxed{CLEAR}$	$\iff$	カーソルの右側が空白のときは左側を削除し、カーソルの右側が空白ではないときは右側だけを削除する。
$\boxed{F1}$ $\boxed{8}$	$\iff$	履歴画面をすべて消去する。
$\boxed{2nd}$ $\boxed{\blacktriangleright}$	$\iff$	その行の内容の右端に移動する。
$\boxed{2nd}$ $\boxed{\blacktriangleleft}$	$\iff$	その行の内容の左端に移動する。
$\boxed{\blacktriangleup}$ , $\boxed{\blacktriangledown}$	$\iff$	前に入力した式に逆昇ることができる。黒く反転している部分は、 $\boxed{ENTER}$ を押すと入力行に入力される。

入力行に「1234XYZT」と入れて、以上の編集操作を確認せよ。

## 1.7 横スクロール

- (1) 式が長くて液晶画面に全部を表示できないときがある。
- (2) そのようなときは、基本画面の右端に  $\boxed{\blacktriangleright}$  の記号がつく。
- (3) 表示されていない部分を見るには  $\boxed{\blacktriangleup}$  で見たい部分を黒く反転させ  $\boxed{\blacktriangleright}$  を押せばよい。
- (4) 例えば  $2^{100}$  を計算して、どのような値になるかを調べよ。

## 1.8 カットアンドペースト

数ナビは、パソコンにおけるようなカットアンドペーストができる。

- (1) 画面下の入力行が「1234XYZT」のとき、これを「XYZT1234」に修正したいとする。
- (2) カーソルを4とXの間に置く。
- (3)  $\boxed{\blacktriangleup}$  を押しながら  $\boxed{\blacktriangleright}$  を押すとXから右側が黒く反転する。
- (4)  $\boxed{\blacktriangleright}$  を押してXからTの右側までを黒く反転させる。
- (5) この状態で  $\boxed{\blacktriangledown}$   $\boxed{2nd}$  を押すと「XYZT」が切り取られる(カット)。
- (6)  $\boxed{2nd}$   $\boxed{\blacktriangleleft}$  とするとカーソルが左端にくる。
- (7) そこで  $\boxed{\blacktriangledown}$   $\boxed{ESC}$  を押すとXYZTが1の左側に貼りつけられる(ペースト)。

## 2 グラフ機能 $\boxed{\blacktriangledown}$ $\boxed{F1}$ ~ $\boxed{\blacktriangledown}$ $\boxed{F3}$

### 2.1 グラフの定義と描画 $\boxed{\blacktriangledown}$ $\boxed{F1}$ , $\boxed{\blacktriangledown}$ $\boxed{F3}$

関数の式を定義するだけで、簡単にそのグラフを表示させることができる。

- (1)  $\boxed{\blacktriangledown}$   $\boxed{F1}$  を押して  $y1$  の個所にカーソルを置き、 $\boxed{ENTER}$  か  $\boxed{F3}$  (EDIT) を押して入力行にカーソルを持ってくる。

- (2) 一番下の行である入力行で関数の式を定義して **ENTER** を押すと、定義した関数が  $y1 =$  の個所に表示されて左側に  $\surd$  印がつく。たとえば、入力行で  $x^3 - 3x$  **ENTER** とすると、 $y1 = x^3 - 3x$  となる。
- (3) **◆** **F3** を押すだけで、定義した関数のグラフが表示される。 $y2$  などにも定義すれば、 $\surd$  印のついた関数がすべて表示される。99 個まで定義できる。
- (4)  $\surd$  印をはずすには、 $\surd$  印をはずしたい関数を黒く反転させて **F4** を押せばよい。もう一度押すと、 $\surd$  印が再び表示される。
- (5) 一度定義した関数を削除するには、黒く反転させて **CLEAR** か **←** を押す。
- (6) すべて関数を削除するには、関数の定義画面 (**◆** **F1**) の状態で **F1** **8** **ENTER** を押す。

## 2.2 描画範囲の指定 **◆** **F2**

グラフを表示する範囲を自由に指定することができる。

- (1) グラフ画面の状態で **◆** **F2** を押す。
- (2) xmin, xmax, xscl, ymin, ymax, yscl, xres の値が表示される。
- (3) xmin と xmax は  $x$  軸の範囲を、ymin と ymax は  $y$  軸の範囲を示す。min は最小 (minimun), max は最大 (maximun) のことである。
- (4) 目盛を幾つ刻みにつけるかは、xscl, yscl で指定できる。scl は、目盛 (scale) の略である。
- (5) これらの値を変更するには、カーソルパッド (**▲**, **▼**) で変更したい部分に移動して、その数値を黒く反転させ、数字を打ち込むだけでよい。 $\pi$  や  $\sqrt{2}$  のような値も指定できるが、次の項目に移動すると小数値に変わる。
- (6) **ENTER** を押すと、次の項目に移る。
- (7) 範囲の指定が終わったら **◆** **F3** を押す。
- (8) 指定した範囲のグラフが画面全体に表示される。

## 3 表(テーブル)作成機能 **◆** **F4**, **◆** **F5**

グラフ画面に表示されているグラフの  $x, y$  座標のデータを、即座に表(テーブル)形式に変換できる。これは表計算機能とは別の機能である。このプリントでは説明していないが、表計算ではエクセルと同様の計算ができる。

### 3.1 座標データを表で表示 **◆** **F5**

- (1) グラフ画面の状態で **◆** **F5** を押す。
- (2)  $\surd$  印のついている関数の座標データが表示される。
- (3) カーソルパッド (**▲**, **▼**, **◀**, **▶**) で、表の数値の間を移動できる。
- (4) 標準ではピリオド「 $.$ 」を含めて 6 桁の数値が表示されるが、黒く反転している部分については、入力行にもっと正確な値が表示される。
- (5) **▲**, **▼** を押していくと、画面に表示されていない部分についても次々に値を表示していく。
- (6) 表示されている数値の桁数を変更するには、**◆** **||** **▶** を押す。何桁にするかを **▲**, **▼** で決めて **ENTER** を 2 回押す。この値を変更したときは、後で元の数値 6 に戻しておくこと。

### 3.2 表示の仕方の変更 **◆** **F4**

$x$  の値が始まる点や  $x$  の値の刻み幅を自由に変更できる。

- (1) 表が表示されている状態で **F2** (または **◆** **F4**) を押す。
- (2) tblStart: で最初に表示される  $x$  の値を指定する。 **▲**, **▼** で項目間を移動できる。

- (3)  $\Delta\text{tbl}$ : で、 $x$  の値の刻み幅を指定する。tblStart をもう一度変更するには  $\blacktriangle$  を押す。
- (4) 修正を終えたら  $\text{ENTER}$  を 2 回押す。
- (5) スタートの値や刻み幅が変わった表が表示される。

## 4 グラフ画面における諸機能 $\text{F2}$ , $\text{F3}$ , $\text{F5}$

### 4.1 グラフの拡大・縮小 $\text{F2}$




グラフが表示されている状態 ( $\blacklozenge$   $\text{F3}$ ) で、 $\text{F2}$  を押すと、いろいろなメニューが表示される。

- (1) 拡大するには  $\text{F2}$  2 を押す (2:ZoomIn)。拡大の中心をどこにするかを問い合わせしてくる(クロス印が点滅する)ので、カーソルパッド ( $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$ ,  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$ ) で拡大させたい中心に移動して  $\text{ENTER}$  を押す。指定した点を中心にして拡大再描画される。
- (2) 縮小するには、 $\text{F2}$  3 を押す (3:ZoomOut)。カーソルパッドで点滅するカーソルを動かして縮小の中心に移動。 $\text{ENTER}$  を押す。
- (3)  $\text{F2}$  1 を押すと (1:ZoomBox) 長方形上の範囲が指定でき、その範囲のグラフを拡大再表示させることができる。最初に長方形の左上の点を問い合わせるので、 $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$ ,  $\blacktriangleright$ ,  $\blacktriangleleft$  を押して位置を指定し  $\text{ENTER}$  を押す。次に長方形の右下の点を問い合わせるので、同様に指定して右下を指定して  $\text{ENTER}$  を押す。指定した長方形内のグラフが拡大再表示される。
- (4)  $\text{F2}$  4 を押すと (4:ZoomDec)、縦と横の目盛の幅が同じになり、原点を画面の中心とするグラフが表示される。
- (5)  $\text{F2}$  5 を押すと (5:ZoomSqr)、縦と横の目盛幅を同じにとって再描画される。Sqr は、正方形 Square の略である。
- (6)  $\text{F2}$  6 を押すと (6:ZoomStd)、 $x, y$  の範囲がそれぞれ  $[-10, 10]$  であるような範囲のグラフが表示される。これが標準画面である。Std は、標準 Standard の略である。
- (7)  $\text{F2}$  7 を押すと (7:ZoomTrig)、三角関数のグラフに適切な範囲で表示される。三角関数の上下がつぶれて表示されるときは、 $\text{F2}$  7 を押してみるとよい。Trig は三角法 Trigonometry の略である。

### 4.2 グラフ上の移動(トレース機能) $\text{F3}$

グラフ上を  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  で移動することができる。






- (1) グラフが表示されている状態で  $\text{F3}$  (Trace) を押す。
- (2) 画面の右端には、 $\blacklozenge$   $\text{F1}$  の何番のグラフであるかの番号が表示される。
- (3) クロス印がグラフ上で点滅する。
- (4) カーソルパッドの  $\blacktriangleright$ ,  $\blacktriangleleft$  を押すとグラフ上を左右に移動する。 $\text{2nd}$  を押しながら  $\blacktriangleright$ ,  $\blacktriangleleft$  を押すと、移動する動きが大きくなる。
- (5) クロス印がグラフ上を移動すると、入力行の上にはクロス印のある点の  $x, y$  座標が表示される。
- (6)  $x$  座標の数値を直接打ち込んで  $\text{ENTER}$  を押すと、その値を  $x$  座標に持つ点に即座に移動する。たとえば、1  $\text{ENTER}$  とすると、 $x$  座標が 1 の点に移動する。カーソルが点滅している間は、この操作を何度でも行える。ただし、画面範囲を大きくはずれた値を入れるとエラーとなる。
- (7) クロス印がグラフ上で点滅する。
- (8) カーソルパッドの  $\blacktriangleright$ ,  $\blacktriangleleft$  を押すとグラフ上を左右に移動する。 $\text{2nd}$  を押しながら  $\blacktriangleright$ ,  $\blacktriangleleft$  を押すと、移動する動きが大きくなる。
- (9) 表示範囲外の点に移動するとクロス印が見えなくなるが、右端の番号が表示されている限りは Trace モードの状態にある。

- (10) 複数のグラフが表示されているときは、定義した関数番号が最も小さい関数のグラフ上にクロス印がある。
- (11) 別な関数のグラフに移りたいときは、,  でグラフ間を移動することができる。
- (12) 何番のグラフ上を動いているかは、画面の右端に番号で表示される。
- (13) グラフ移動の状態から抜けるには、 を押す。

### 4.3 グラフ画面での数学機能







#### 4.3.1 グラフ上の点の座標 1 (Value)

グラフ上の指定された点の  $x, y$  座標を表示させることができる。



- (1) グラフが表示されている状態で ( )、 1(Value) を押す。
- (2) 「Eval x=?」として  $x$  座標の値を問い合わせるので、 $y$  座標を知りたい点の  $x$  座標を打ち込む。
- (3) 入力行の上の「xc:」の個所にその値が代入される。
- (4)  を押す。
- (5) 対応する  $y$  座標が「yc:」の個所に表示される。
- (6) このとき「Eval x=?」の表示は消えているが、右上に関数の番号が表示されている間は、次々に  $x$  に値を代入して対応する  $y$  座標を知ることができる。
- (7) この状態から抜けるには、 を押す。





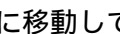

#### 4.3.2 $x$ 軸との共有点の座標 2 (Zero)

グラフと  $x$  軸との共有点の座標を求めることができる。


- (1) グラフが表示されている状態で、 2(Zero) を押す。
- (2) 左下に「Lower Bound?」と表示されるので、,  を利用して求めたい共有点の点の右側に移動して  を押す。
- (3) 次に、「Upper Bound?」と表示されるので、同様にして今度は求めたい共有点の右側に移動して  を押す。
- (4) しばらく計算したのち(右下に busy が表示される)、カーソルが零点に移動し、その座標を表示する。
- (5) 他の共有点を求めたいときは、もう一度  2 を押す。


#### 4.3.3 最大値・最小値 3,4 (Minimun, Maximun)

指定された範囲のグラフの最小値 ( 3) と最大値 ( 4) を求めることができる。以下は、最小値の場合を説明する。最大値も同様である。

- (1) グラフが表示されている状態で、 3(Minimun) を押す。
- (2) 左下に「Lower Bound?」と表示されるので、,  を利用して最小値を求めたい点の右側に移動して  を押す。
- (3) 次に、「Upper Bound?」と表示されるので、同様にして今度は求めたい最小値を与える点の右側に移動して  を押す。
- (4) しばらく計算したのち(右下に busy が表示される)、カーソルが最小値を与える点に移動し、その座標を表示する。
- (5) 他の最小値を求めたいときは、もう一度  3 を押す。

#### 4.3.4 2つのグラフの交点の座標 5 (Intersection)

2つのグラフの交点の座標を求めることができる ( 5)。

- (1) グラフが表示されている状態で、 5(Intersection) を押す。



- (2) 左下に「1st Curve? 」と表示されるので、 $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$  を利用して交点を求めたい2つのグラフを指定して  $\boxed{\text{ENTER}}$  を押す。カーソルがどのグラフ上にあるかは、右上に番号で表示される。
- (3) 次に、「2nd Curve? 」と表示されるので、同様に2つめのグラフを指定する。
- (4) すると、「Lower Bound? 」と表示されるので、 $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  を利用して求めたい交点の左側に移動して  $\boxed{\text{ENTER}}$  を押す。
- (5) 「Upper Bound? 」と表示されるので、同様に求めたい交点の右側に移動して  $\boxed{\text{ENTER}}$  を押す。
- (6) しばらく計算したのち(右下に busy が表示される)、カーソルが交点に移動し、その座標を表示する。
- (7) 他の交点求めたいときは、もう一度  $\boxed{\text{F5}}$  5 を押す。

#### 4.3.5 指定点での微分係数(変化率) $\boxed{\text{F5}}$ 6 (Derivative)

指定された点における微分係数(変化率)の値を求めることができる。

- (1) グラフが表示されている状態で、 $\boxed{\text{F5}}$  6(Derivative) を押す。
- (2) カーソルが出現して点滅する。
- (3)  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  を押して微分係数(変化率)を求めたい点に移動する。
- (4) 下の行に移動中の点の座標が表示される。
- (5) 求めたい点にきたら  $\boxed{\text{ENTER}}$  を押す。
- (6)  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  を押さなくとも、求めたい点の  $x$  座標を直接打ち込んで  $\boxed{\text{ENTER}}$  としてもよい。
- (7) その点の微分係数(変化率)の値が表示される。

#### 4.3.6 指定点での接線の方程式 $\boxed{\text{F5}}$ A (Tangent)

指定された点における接線の方程式を求めることができる。

- (1) グラフが表示されている状態で、 $\boxed{\text{F5}}$  A(Tangent) を押す。
- (2) カーソルが出現して点滅する。
- (3)  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  を押して接線を求めたい点に移動する。
- (4) 下の行に移動中の点の座標が表示される。
- (5) 求めたい点にきたら  $\boxed{\text{ENTER}}$  を押す。
- (6)  $\blacktriangleleft$ ,  $\blacktriangleright$  を押さなくとも、求めたい点の  $x$  座標を直接打ち込んで  $\boxed{\text{ENTER}}$  としてもよい。
- (7) その点の接線が表示される。その方程式も下段に表示される。

#### 4.3.7 その他の機能

その他に、範囲を指定しての積分値 ( $\boxed{\text{F5}}$  7)、変曲点の座標 ( $\boxed{\text{F5}}$  8)、2点間の距離 ( $\boxed{\text{F5}}$  9)、指定された範囲での曲線の長さ ( $\boxed{\text{F5}}$  B)などを、同様の方法で求めることができる。

#### 4.4 グラフ画面の形式 $\boxed{\text{F1}}$ 9 (Graph Formats)

グラフ画面 ( $\blacklozenge$   $\boxed{\text{F3}}$ ) では、軸の有無や、2つ以上のグラフを同時に描画させたりとかを指定することもできる。グラフが描画されている状態 ( $\blacklozenge$   $\boxed{\text{F3}}$ )、関数の定義画面 ( $\blacklozenge$   $\boxed{\text{F1}}$ )、あるいは範囲指定の画面 ( $\blacklozenge$   $\boxed{\text{F2}}$ ) において  $\boxed{\text{F1}}$  9 を押すと、「GRAPH FORMATS」の画面が現れる。

変更したい項目を  $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$  で指定して黒く反転させ、 $\blacktriangleright$  を押すと選択すべき項目が表示される。 $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$  か、あるいは直接数字を打ちこんで選択すべき項目を指定する。各項目の指定を終えたら、 $\boxed{\text{ENTER}}$  とする。

各項目の意味は、以下の通りである。

## GRAPH FORMATS

Coordinate	座標 (coordinate) をどのようなもので考えるを指定できる。ここは、いじらなくてよい。
Graph Order	複数の関数を定義しているとき、それらのグラフの描画の仕方を指定できる。通常は定義した関数が1つずつ順に続けて (Sequence) 描画される。それらを同時に (Simultaneous) 描画させたいときは、SIMULを選択する。
Grid	$x$ 軸上の目盛に従って、 $y$ 軸に平行な点線を入れるかどうかを指定できる。通常はOFFになっている。
Axes	軸 (Axes) を描くかどうかを指定できる。OFFを選択すると、軸は描画されない。
Leading Cursor	グラフを描くとき、先端に十字カーソルを描くかどうかを指定する。通常はOFFになっている。ONにするとグラフが描画される様子は分かりやすくなるが、描画のスピードが遅くなる。
Labels	軸に $x, y$ の文字を入れるかどうかを指定できる。通常はOFFになっている。

### 4.5 グラフ描画のスタイル $\boxed{F6}$ (Style)

グラフの定義画面 ( $\blacklozenge$   $\boxed{F1}$ ) では、個々の関数について、そのグラフの描画のさせ方を指定することができる。

まず、グラフの定義画面で関数を定義する。描画スタイルを指定したい関数の箇所に  $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$  で移動して、その関数を黒く反転させた状態で  $\boxed{2nd}$   $\boxed{F1}$  ( $\boxed{F6}$  のこと) を押す。1~8の選択肢が現れる。 $\blacktriangle$ ,  $\blacktriangledown$  で移動して指定して  $\boxed{ENTER}$  とすれば、そのグラフは指定されたようなスタイルで描画される。通常は「1:Line」が選択されている。

各スタイルの意味は、以下の通りである。

#### グラフ描画のスタイル $\boxed{F6}$

1: Line	グラフは、 $x$ の値を少しずつ変えながら $x, y$ の値を計算し、隣り合う2点をつなぐことにより描画される。この2点を直線 (line) でつなぐ。
2: Dot	隣り合う2点を線で結ばないで、単に点 (dot) を打つだけでグラフを表示する。
3: Square	隣り合う2点を線で結ばないで、単に四角い箱 (square) を置いてグラフを表示する。
4: Thick	隣り合う2点を太い (thick) 線で結ぶ。
5: Animate	グラフを描くとき、線や点で結ばないで、単にカーソルが移動するだけにする。グラフは残らない。
6: Path	グラフを描くとき、線や点で結ばないで、カーソルが移動しながらグラフを表示する。そのグラフは残る。
7: Above	グラフの上 (above) に陰影をつけながら描画する。
8: Belowe	グラフの下上 (below) に陰影をつけながら描画する。

## 5 数式処理機能

### 5.1 代数計算 **F2**

方程式の解法等の代数的機能は、基本画面の **F2** にまとめられている。グラフ画面や表(テーブル)画面から基本画面に戻るには、**HOME** を押す。

#### 5.1.1 方程式を解く **F2** 1 (solve)

**F2** 1(Solve) を押すと、方程式を解ける。入力行に solve( と出るので、そこに方程式と解くべき変数を指定する。たとえば、3次方程式  $x^3 - 3x + 3 = 0$  の解を求めるには、solve( $x^3 - 3x + 3 = 0, x$ ) **ENTER** とするだけである。解  $x = -2.1038034$  が表示される。solve( は、**alpha** を利用して「solve( 」と直接打ち込んでよい。複素解を求めるには、solve を csolve とする。

連立方程式の場合は、solve( $x^2 + y^2 = 1$  and  $x + y = 0, \{x, y\}$ ) のようにする。and の前後には空白 (**alpha**) **(-)** を入れること。最後は、変数の組を中括弧 { } で囲って指定する。

#### 5.1.2 因数分解 **F2** 2 (factor)

**F2** 2(Factor) を押すと、因数分解ができる。たとえば、factor( $x^4 - 4$ ) **ENTER** とすると、 $(x^2 - 2)(x^2 + 2)$  と因数分解される。入力行の factor( $x^4 - 4$ ) が黒く反転している状態で **▶** を押すとカーソルが入力行の右端に、**◀** を押すと左端に移動する。その後は、**▶**, **◀** でカーソルを移動させて編集できる。factor( $x^4 - 4, x$ ) とするとどうなるか。cfactor( $x^4 - 4, x$ ) とするとどうするか。

#### 5.1.3 展開 **F2** 3 (expand)

**F2** 3(Expand) を押すと、式の展開ができる。

たとえば、expand( $(x - 1)^{10}$ ) **ENTER** としてみよ。

#### 5.1.4 分数式の通分 **F2** 4 (comDenom)

**F2** 5(ComDenom) を押すと、分数式の通分ができる。

たとえば、comDenom( $1/a + 1/b$ ) **ENTER** とすると、 $\frac{a+b}{ab}$  が表示される。

#### 5.1.5 分数式の除算 **F2** 5 (propFrac)

**F2** 6(propFrac) を押すと、分数式の除算ができる。

たとえば、propFrac( $x^3/(x+1)$ ) **ENTER** とすると、 $\frac{-1}{x+1} + x^2 - x + 1$  が表示される。 $x^3$  を  $x+1$  で割ったときの商は  $x^2 - x + 1$  で余りは  $-1$  である。

#### 5.1.6 関数の定義 **F4** 1 (Define)

**F4** 1(Define) を利用すると、関数を簡単に定義することができる。

入力行に define と出るので、そこに関数を定義するだけである。たとえば、 $f(x) = x^2$  と定義したいのであれば、define  $f(x) = x^2$  **ENTER** とするだけである。その後は、入力行で  $f(3)$  **ENTER** とすれば、9 が表示される。 $f(x)$  の  $x$  には、数値だけではなく、文字や別な関数も入力できる。1変数の関数ではなく、2変数関数  $f(x, y)$  や数列  $a_n$  であっても同様である。数列  $a_n = n^2$  であれば、define  $a(n) = n^2$  **ENTER** とすればよい。また、 $f(x)$  をそのまま微分や積分の計算に利用できる。

あるいは、入力行で  $x^2$  としてから、**STO**  $f(x)$  **ENTER** としてもよい。

## 5.2 微積の計算 **F3**

微分、積分関係の機能は **F3** にまとめられている。微分、積分、極限值、和、積などからテイラー展開、微分方程式の解法までが行なえる。

### 5.2.1 微分の計算 **F3** 1 (differentiate)

**F3** 1(differentiate) を押すと、微分の計算ができる。d( と出るが、この d はアルファベットの d ではなく、微分機能としてのものである。 **F3** を押さなくとも、 **2nd** 8 でもよい。  $d(x * \sin(x), x)$  **ENTER** とすると、  $y = x \sin x$  の導関数  $y'$  が計算される。  $x$  と  $\sin(x)$  の間には、積の記号 **×** を押す必要があり、最後では微分する変数を指定する。したがって、  $x$  の関数である必要はない。  $d(x * \sin(x), x, 2)$  **ENTER** とすると、  $y = x \sin(x)$  の第 2 次導関数を計算する。たとえば、  $x = \pi$  のときの値を知りたいときは、 **▶** で入力行の右端に行き、  $d(x * \sin(x), x, 2) | x = \pi$  **ENTER** とする。  $n$  次導関数は求められない。  $n$  は具体的な数でなければならない。

### 5.2.2 積分の計算 **F3** 2 (integral)

**F3** 2(integral) を押すと、積分の計算ができる。  $\int($  と出るが、これは **2nd** 7 でもよい。  $\int(x * \sin(2x), x)$  **ENTER** とすると、不定積分  $\int x \sin 2x dx$  が計算される。定積分の計算は、  $\int(x * \sin(2x), x, 0, \pi)$  のように、積分範囲を指定するだけである。積分範囲には文字を含んでもよい。

### 5.2.3 極限値の計算 **F3** 3 (limit)

**F3** 3(limit) を押すと、極限値の計算ができる。limit( と出るので、その後に式、変数、収束先を指定する。たとえば、  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$  を計算するには、  $\text{limit}(\sin(x)/x, x, 0)$  **ENTER** とする。  $\infty$  の極限値も計算できる。  $\infty$  は **◆** **CATALOG** である。片側極限値の計算もできる。  $\lim_{x \rightarrow 2+0} \frac{1}{x-2}$  の場合は  $\text{lim}(1/(x-2), x, 2, 1)$ 、  $\lim_{x \rightarrow 2-0} \frac{1}{x-2}$  では  $\text{lim}(1/(x-2), x, 2, -1)$  とする。

### 5.2.4 和の計算 **F3** 4 (sum)

**F3** 4(Sum) を押すと、和の計算ができる。sum( と出るので、その後に式、和の変数、どこからどこまでの和かを指定する。

たとえば、  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$  を計算するには、  $\text{sum}(1/n^2, n, 1, \infty)$  **ENTER** とする。

## 5.3 ベクトルや行列・行列式の計算

数ナビは、ベクトルや行列・行列式の計算をすることもできる。

### 5.3.1 ベクトルの計算

ベクトルの定義

行ベクトル  $\vec{a} = (1, 2, 3)$  を定義するには、基本画面 (**HOME**) において、  $[1, 2, 3]$  **STO**  $a$  **ENTER** とする。  $[ ]$  は、 **2nd** キーを利用する。括弧  $( )$  ではないので注意する。

列ベクトル  $a = \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$  であれば、  $[1; 2; 3]$  **STO**  $a$  **ENTER** とする。コンマ「 $,$ 」とセミコロン「 $;$ 」との使い分けに注意する。2次元や4次元以上のベクトルでも同様である。

### ベクトルの計算

計算例として、 $\vec{a} = (1, 2, 3)$ ,  $\vec{b} = (4, 5, 6)$  と定義した上で  $2a + 3b$   $\boxed{\text{ENTER}}$  とすれば、 $(14, 19, 24)$  が表示される。

ベクトルの大きさ  $|\vec{a}|$  を計算するには、 $\text{norm}(a)$   $\boxed{\text{ENTER}}$  とする。norm は  $\boxed{\text{alpha}}$  キーを利用してもよいし、 $\boxed{\text{CATALOG}}$  6 を押して、 $\boxed{\blacktriangledown}$  で下がっていけば現れる。あるいは、 $\boxed{2\text{nd}}$  5 4 として、 $\boxed{\blacktriangledown}$  で下がって「H: Norms」を黒く反転させ、 $\boxed{\blacktriangleright}$  1 でもよい。

ベクトルの内積  $a \cdot b$  を計算するには、 $\text{dotP}(a, b)$   $\boxed{\text{ENTER}}$  とする。dot は内積の記号の  $\cdot$  であり、P は積 product の P である。 $\boxed{\text{alpha}}$  キーを利用してもよいし、 $\boxed{\text{CATALOG}}$  「,」を押して  $\boxed{\blacktriangledown}$  で d の箇所を探してもよい。あるいは、 $\boxed{2\text{nd}}$  5 4 として、 $\boxed{\blacktriangledown}$  で一番最後に下がって「L: Vector ops」を黒く反転させ、 $\boxed{\blacktriangleright}$  3 でもよい。

### 定義したベクトルの削除

$a, b$  の定義を取り消して、 $a, b$  に何も定義されていない状態に戻すには、 $\boxed{2\text{nd}}$   $\boxed{-}$  (VAR-LINK) を押す。 $\boxed{\blacktriangledown}$ ,  $\boxed{\blacktriangle}$  で取り消したい変数を黒く反転させて  $\boxed{\leftarrow}$  を押す。本当に削除してよいか確認を求めてくるので、そこで  $\boxed{\text{ENTER}}$  とすればよい。関数  $f(x)$  が定義されているとき、その関数は変数名が「f」の箇所に定義されている。

### 5.3.2 行列の計算

#### 行列の定義

行列  $A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 1 & -2 & -2 \\ 1 & -1 & 1 \end{pmatrix}$  を定義するには、入力行で  $[2,1,3;1,-2,-2;1,-1,1]$   $\boxed{\text{STO}}$  a とする。

数ナビは、大文字の A は表示できないので小文字で代用する。(3,3) 行列である必要はない。行や列の数は、数ナビのメモリの範囲であれば任意に決めてよい。

#### 行列の計算

行列  $a$  には上の値が、 $b$  には  $\begin{pmatrix} 4 & 3 & 9 \\ 0 & -1 & 1 \\ 3 & 1 & 6 \end{pmatrix}$  が定義されているものとする。この状態で、 $a + b$

や  $2a - b$  を計算してみよ。入力行で、普通に  $a + b$   $\boxed{\text{ENTER}}$ 、 $2a - b$   $\boxed{\text{ENTER}}$  とするだけである。行列の積も同様である。 $a \times b$   $\boxed{\text{ENTER}}$  としてみよ。行列  $A$  の逆行列  $A^{-1}$  は、式の通り  $-1$  乗すればよい。上の例の行列  $a$  の場合は、 $a^{-1}$   $\boxed{\text{ENTER}}$  で  $a$  の逆行列が表示される。

#### 行列式

行列  $A$  の行列式  $|A|$  の計算も簡単にできる。 $\text{det}(a)$   $\boxed{\text{ENTER}}$  とするだけである。行列式は、determinant という。 $\text{det}()$  は  $\boxed{\text{alpha}}$  を利用してもよいし、 $\boxed{2\text{nd}}$  5 4 2 としてもよい。上記の行列  $a$  に対して  $\text{det}(a)$  を計算すると、 $-8$  が表示される。

#### 固有ベクトルと固有行列

固有ベクトルと固有行列も計算できる。(多分、代数で 2 月頃学ぶことになると思われる。)  $\text{eigVl}(A)$   $\boxed{\text{ENTER}}$  とすると行列  $A$  の固有値が、 $\text{eigVc}(A)$  とすると行列  $A$  の固有ベクトルが表示される。固有値は Eigen Value、固有ベクトルは Eigen Vector という。 $\boxed{\text{alpha}}$  キーを利用してもよいし、固有値は  $\boxed{2\text{nd}}$  5 8、固有ベクトルは  $\boxed{2\text{nd}}$  5 9 でもよい。

## 6 モードの切り替え **MODE**

### 6.1 媒介変数表示された関数

媒介変数表示された関数  $x = f(t), y = g(t)$  のグラフを描くには、モードを媒介変数用に切り替えるが必要になる。**MODE** **▶** 2(PARAMETRIC) として **ENTER** を押すと媒介変数表示された関数の定義ができるようになる。その後は、**◆** **F1** で関数定義、**◆** **F3** でグラフ描画、**◆** **F2** で描画範囲の指定、**◆** **F5** で座標を表に変換、そして **◆** **F4** で表の開始位置や刻み幅を指定できる。

**◆** **F2** では、最初の3項目は  $x$  ではなく媒介変数  $t$  に関する項目なので注意すること。tmin は  $t$  の値をスタートさせる最初の値、tmax は  $t$  の値の最後の値である。tstep では、グラフを描くとき、 $t$  の値をどれくらいの間隔で増やしながらか、その間隔を指定できる。
















なお、 $y = f(x)$  に形に戻るには、**MODE** **▶** 1(FUNCTION) **ENTER** とすればよい。

### 6.2 角の単位

角の単位は、通常はラジアンで計算される。これを度に変更するには、**MODE** で **▼** を何度か押して「Angle」の位置まで下り、そこで **▶** 2(Degree) **ENTER** とする。その後、基本画面 (**HOME**) に戻り、そこでたとえば、 $\sin(30)$  **ENTER** とすれば  $1/2$  が表示される。ラジアンに戻すには、**MODE** で「Angle」の箇所を Radian の戻しておく。

## 索引

### [記号]

1st Curve .....	7
2nd Curve .....	7
2 点間の距離 .....	7
above .....	8
animate .....	8
Axes .....	8
below .....	8
busy .....	2
CLEAR .....	3
  .....	3
  .....	4
  .....	4
  .....	4
  .....	4
dot .....	8
 .....	5, 9
 .....	5
 .....	9
 .....	6
FORMAT .....	7
Grid .....	8
HOME .....	2
Labels .....	8
Leading Cursor .....	8
line .....	8
Lower Bound .....	6, 7
MODE .....	12
path .....	8
square .....	8
store  .....	9
thick .....	8
tmax .....	12
timin .....	12
tstep .....	12

Upper Bound .....	6, 7
VAR-LINK .....	11
xmax .....	4
xmin .....	4
xscl .....	4

### [あ]

アニメーション的なグラフ表示 .....	8
アルファキー .....	2

### 移動

左端に— .....	3
右端に— .....	3
陰影をつける .....	8
因数分解 .....	9
複素数の範囲の— .....	9

エラー画面 .....	2
-------------	---



### [か]

#### カーソル

—の左 1 字を削除 .....	3
—の左右移動 .....	3
—の左側を削除 .....	3
—の右側を削除 .....	3
角の単位 .....	12
片側極限値の計算 .....	10
カットアンドペースト .....	3
関数式の入力 .....	3
関数の定義 .....	9

#### 画面

—が薄い .....	2
エラー— .....	2
—の式が長くて見えない .....	3
—全部が表示されない .....	3
—に何も表示されない .....	2
—の濃度調整 .....	2
—の縦幅 .....	4
—の横幅 .....	4
標準— .....	5
—の見えない部分を見る .....	3

履歴—	2	—機能	3
キーの押し方	2	—の共有点	6
アルファ—	2	—画面の形式	7
ギリシャ文字—	2	原点中心の—	5
 —	2	原点中心の拡大	5
 —	2	最大値と最小値	6
$\theta$ の —	2	三角関数用の—	5
$\pi$ の —	2	—の座標の種類	8
記号		座標を表にする	4
代入の—	3	—上の指定点にジャンプ	5
基本画面	2	—の縮小	5
—に戻る	2	—画面に軸を入れる	8
極限値の計算	10	—上を移動する	5
曲線の長さ	7	数学機能	6
逆行列の計算	11	接線の方程式	7
行ベクトルの定義	10	—画面で縦に点線を入れる	8
行列		—の定義番号	5
逆—	11	トレース機能	5
固有—	11	—を同時に描画させる	8
—式	11	—の上に影をつける	8
—の積	11	—の下に影をつける	8
—の和差	11	パス	8
行列式の計算	11	—を1つずつ描画させる	8
ギリシャ文字の押し方	2	—を表示する	4
具体例		—を表示する関数の指定	4
代入の仕方の—	3	—を表示する範囲の指定	4
入力行の編集	3	—の標準画面	5
グラフ		—上の $y$ 座標	6
1st Curve	7	微分係数	7
2nd Curve	7	—描画スタイル	8
指定点の左側の指定	6, 7	—の描画の順番	8
指定点の右側の指定	6, 7	—を太線で表示	8
アニメーション的な表示	8	変化率	7
別なグラフに移動	6	—のボックス型拡大	5
—の $x$ 軸との共有点	6	目盛の指定	4
—の拡大	5	—画面に軸の名前を入れる	8
関数式の定義	4	—を線でつなく	8
関数式の入力	3	—をドットで表示	8
関数全部の削除	4	—を箱で表示	8
関数の削除	4	グラフの拡大・縮小	5
—間の移動	6	グラフの表示	4
画面の縦幅	4	グラフ表示する関数の指定	4
画面の横幅	4	グラフ表示の範囲指定	4
		グラフを描く順番	8



計算

極限值  $\lim$  の— ..... 10  
 逆行列の— ..... 11  
 行列式の— ..... 11  
 行列の積 ..... 11  
 行列の和差 ..... 11  
 固有値の— ..... 11  
 —の仕方 ..... 2  
 積分  $\int$  の— ..... 10  
 —の中断 ..... 2  
 導関数の— ..... 10  
 —中の表示 ..... 2  
 微分の— ..... 10  
 ベクトルの— ..... 10  
 和  $\sum$  の— ..... 10

固有値の計算 ..... 11  
 固有ベクトルの計算 ..... 11

[さ]

最大値と最小値 ..... 6

削除

カーソルの左側を— ..... 3  
 カーソルの右側を— ..... 3  
 関数全部を— ..... 4  
 関数の— ..... 4  
 定義した変数の— ..... 11  
 履歴画面の— ..... 3  
 三角関数用の画面 ..... 5

座標

$x$  軸との共有点の— ..... 6  
 グラフの  $y$ — ..... 6  
 —軸の名前を表示 ..... 8  
 —軸を書く ..... 8  
 —の種類 ..... 8  
 複数グラフの共有点の— ..... 6  
 変曲点の— ..... 7  
 座標を表にする ..... 4

式の展開 ..... 9

$\sum$  の計算 ..... 10

指定された点にジャンプする ..... 5

消去

エラー画面の— ..... 2

入力行の— ..... 2  
 メニュー画面の— ..... 2  
 履歴画面の— ..... 2  
 小数で表示 ..... 2

軸の名前を表示する ..... 8  
 軸目盛の指定 ..... 4  
 軸を入れる ..... 8  
 除算の計算 ..... 9

数学機能 ..... 6

$\boxed{2nd}$  キー ..... 2

積分の計算 ..... 10

定— ..... 10

接線の方程式 ..... 7

線分を継いでグラフを描く ..... 8

[た]

代入

—の記号 ..... 3

—の仕方 ..... 3

$\boxed{\blacklozenge}$  キー ..... 2

注意事項

最初の負数の扱い ..... 2

分数式の入力 ..... 2

通分 ..... 9

定義変数の削除 ..... 11

定積分 ..... 7

展開 ..... 9

電源

—を入れる ..... 2

—を切る ..... 2

トレース機能 ..... 5

度 ..... 12

導関数の計算 ..... 10

ドットでグラフ表示 ..... 8

[な]

入力行 ..... 2

カットアンドペースト ..... 3

—の消去 ..... 2

—の編集	3	行—	10
入力の仕方		—の計算	10
値の代入—	3	—の定義	10
負数の—	2	列—	10
分数式の—	2	別なグラフに移動	6
マイナス記号—	2	方程式	
[は]		接線の—	7
箱  でグラフ表示	8	—の解法	9
媒介変数表示された関数	12	連立—	9
表示		[ま]	
小数で—	2	メニュー画面	2
標準画面	5	[ら]	
表 (テーブル)		ラジアン	12
—機能	4	リーディングカーソル	8
座標を表にする	4	履歴画面	2
表示開始位置の指定	4	—の削除	3
表示桁数の変更	4	入力済みの式の利用	3
表示の刻み幅の指定	5	列ベクトルの定義	10
—の表示方法の変更	4	連立方程式の解法	9
表の開始位置の指定	4	[わ]	
表の刻み幅の指定	5	和の計算	10
表の表示桁数の変更	4	割り算の計算	9
微分係数	7		
微分積分	10		
微分の計算	10		
高次導関数	10		
負数の扱い方	2		
太線でグラフを描く	8		
分数式			
—の除算	9		
—の通分	9		
分数式の入力	2		
変化率	7		
変曲点	7		
編集			
カットアンドペースト	3		
入力行の—	3		
変数の削除	11		
ベクトル			