

2 Mathematica でグラフを描く

1. 関数 Plot を利用してグラフを描く

その説明はメニューバの ヘルプ をクリックし、ドキュメントセンターを選択。次に表示画面の検索欄に、Plot を挿入し、ボタン >> をクリックするとコマンド Plot の使い方が表示される。または ?Plot をタイプし実行して表示させてもよい。

(1) 関数 $f(x)$ を区間 $[a, b]$ でグラフとしてあらわすとき

```
Plot[f[x],{x,a,b}]
```

例 1

```
Plot[Sin[2 x],{x,-Pi,Pi}]
```

Mathematica 8 では、いつも最初（左端に）、プラスキーが示されるようになるので矢印のカーソルをそのプラスキーに移動させ、自由形式入力をクリックするか、または、そのまま、 $=$ （タイプの $=$ ）を入力し、自由形式の言語入力モードにする。続いて、例えば、plot sin 2x from -pi to pi とタイプ入力すれば、上の式に変換されて、その変換式とグラフが表示される。この変換式をクリックすると、変換式とグラフだけが残し、そのまま内容の追加または以下の (3) にあるオプションを追加できる。

(2) いくつかの関数 $f(x), g(x), \dots, h(x)$ を区間 $[a, b]$ で同時にグラフとしてあらわすとき

```
Plot[{f[x],g[x], ..., h[x]},{x,a,b}]
```

例 2

```
Plot[{Sin[2 x],x^2},{x,-Pi,Pi}]
```

(3) Plot で利用できるオプションは上の Plot の使い方の画面の下部にある例題の前にある $\triangleright$ をクリックし、さらに表示される画面の下部にあるオプションの前にある $\triangleright$ をクリックすると表示される。

- AspectRatio->Automatic (横軸と縦軸の目盛りの比が $1:1$ に設定される。また、AspectRatio->a とすると画面の横：縦 $= 1:a$ に設定される)
- PlotStyle->RGBColor[a,b,c] (描かれる曲線の色を赤、緑、青の比率が $a:b:c$ になる。ただし、 $0 \leq a, b, c \leq 1$)。RGBColor[a,b,c] の代わりに Hue[a] ($0 \leq a \leq 1$ で、 a が大きくなるにつれて、図形の色は赤、黄、青と変化する) を利用してもよい。
- 独自に、 x 軸の目盛りを $-\pi, \pi$ 、 y 軸の目盛りを $-1, 1$ のようにつけたいときは、Ticks->{{-Pi,Pi},{-1,1}} のようにし、最初の { } に x 軸の目盛りを、コンマの後、{ } に y 軸の目盛りを挿入し、全体をまた { } で結ぶ。
- PlotRange ->{{a,b},{c,d}} (横方向は a から b まで、縦方向は c から d の範囲のみでグラフを描く)
- グラフ表示の大きさを調整するときは、ImageSize->300 のようなオプションを利用し、300 の値をいろいろ変化させる。

例 3

```
Plot[{Sin[2 x],x^2},{x,-Pi,Pi},PlotStyle->Hue[0.0]]
```

例題 1 $\sin x$ と $\cos x$ および $\sin x + \cos x$ のグラフを区間 $[-\pi, \pi]$ に描き, $\sin x + \cos x$ のグラフは, $\sin x$ と $\cos x$ のグラフの高さを加えて描かれていることを確認せよ.

解: 以下のようにしてグラフを描くようにする.

```
Plot[{Sin[x],Cos[x],Sin[x]+Cos[x]},{x,-Pi,Pi},AspectRatio->Automatic,  
PlotStyle->{Hue[0.4],Hue[0.6],Hue[0.0]}]
```

2. Mathematica で描くグラフを Word に貼り付ける

例えば, 上の例 3 で描かれているグラフを上にも Word に貼り付ける場合.

- (1) グラフをクリックするとオレンジの線で囲まれる.
- (2) 編集メニューからコピーを選択する.
- (3) スタートメニュー (プログラム) から Microsoft Word を起動させて開く.
- (4) 編集メニューから貼り付けを選んでクリックする.

このようにすると簡単に Word に, グラフを貼り付けることができる.

(うまくいかなければ, ① 最初に表示される = とグラフの間をクリックして縦線を入れるか, `img` とタイプする. このとき, `img` の後に選んだグラフが縮小されて表示される.

② この小さなグラフをクリックするとオレンジの線で囲まれるので, 上の 2 へ進む)

表示されたグラフを Word 上で, 移動または拡大など変更させるときは, 例えば, グラフ上にカーソルをおき, 右クリックで表示される図の書式設定を利用する.

3. アニメーション

関数 `Manipulate` はバージョン 6.0 から登場した新しい機能である. まず以下をタイプタイプして実行してみる.

例 4

```
Manipulate[Plot[Sin[x+t],{x,-Pi,Pi},PlotRange->{{-Pi,Pi},{-1,1}}],  
{t,1,5,0.1}]
```

(すなわち,

```
Manipulate[  
    ,{t,1,5,0.1}]
```

の [] 内の空白の部分に, 関数 $\sin(x+t)$ のグラフを出力するプログラム

```
Plot[Sin[x+t],{x,-Pi,Pi},PlotRange->{{-Pi,Pi},{-1,1}}]
```

を挿入するようにタイプする)

ここで, オプション `PlotRange->{{-Pi,Pi},{-1,1}}` は出力されるグラフの範囲を $-\pi \leq x \leq \pi, -1 \leq y \leq 1$ のように定める指令である. Mathematica には, 何も指令がないと与えられた関数によって, グラフの出力範囲を自動的に定める設定がなされてい

る. この範囲をすべてのグラフで一定にするためである. また, 上の $\{t, 0, 5, 0.1\}$ によって t は, 0 から始まり, 0.1 のステップで 5 まで, 0, 0.1, 0.2, ... と値が適用されて, $\sin x, \sin(1.1)x, \sin(1.2)x, \dots, \sin(4.5)x, \sin 5x$ のグラフが順に描かれるようになる.

Manipulate の操作

- (1) アニメーションを見たいときは, スライダーの右にある記号 $+$ をクリックすると, $-$ に変わりその下にアニメーションバーが出現する. その画面で再生キー $\triangleright$ をクリックすると指定したアニメーションが実現される.
- (2) プラスボタンをクリックすると指定したステップだけ増加した値のグラフ表示に変わる. マイナスボタンで, 指定したステップだけ減少した値のグラフ表示に変わる. このように必要に応じてグラフ変化を見ることができるので, 特別な場合でない限り, スライダーを動かす必要はない.
- (3) グラフ画面の右上にあるプラスボタンをクリックするとメニューバが表示され, 設定を初期値の戻すこともできる.

関数 **Manipulate** については, `?Manipulate` で表示される画面にその使い方の説明がある.

Note : 単語 `manipulate` は巧みに操作するという意味である.

例題 2

$\sin x, \sin 3x, \sin 5x, \sin 7x, \sin 9x$ の 5 つのグラフを区間 $[-\pi, \pi]$ で, 値域を $[-1, 1]$ と指定し, 順に赤色で描くアニメーションを作れ.

答 表現したい関数は, k を用いて, $\text{Sin}[k*x]$ のように定義して次のようにする.

```
Manipulate[Plot[Sin[k*x], {x, -Pi, Pi}, PlotRange -> {{-Pi, Pi}, {-1, 1}},
  PlotStyle -> Hue[0.0]], {k, 1, 9, 2}]
```

すなわち `Manipulate[ , {k, 1, 9, 2}]` の空きのところに以下の

```
Plot[Sin[k*x], {x, -Pi, Pi}, PlotRange -> {{-Pi, Pi}, {-1, 1}},
  PlotStyle -> Hue[0.0]]
```

を入れる. このとき, k は, 1 から 9 まで, 2 間隔で適用される.

この **Manipulate** はグラフだけでなく, いかのように数値の値の変化もグラフ同様に表示できる.

例 5

```
Manipulate[(1+1/n)^n, {n, 1, 50}]
```

4. グラフに点や円を追加して描きたいときは

オプション `Epilog` = (`Epilog -> { }` の追加) によって, 以下のようになると上の 2) のグラフに, 青色で大きな点を追加して描くことができる.

```
Plot[{Sin[x], Cos[x]}, {x, -Pi, Pi}, PlotStyle -> {Hue[0.2], Hue[0.5]},
  Epilog -> {Hue[0.6], PointSize[0.1], Point[{0, 0}]}
```

点の場合、{ }の中に、色、大きさ(PointSize[0.1])の順で、点の位置(Point[{0,0}]に対応)の前に指定するのが約束である。円の場合は {Hue[0.6],Circle[{0,0},1]}のように中心({0,0}), 半径(1)を指定する。上と同じように色の指定はその前に指定するようにする。

```
Plot[{Sin[x],Cos[x]},{x,-Pi,Pi},PlotStyle->{Hue[0.2],Hue[0.5]},
AspectRatio->Automatic,
Epilog->{Hue[0.6],Circle[{0,0},1]}]
```

このようにすると原点を中心とする半径 1 の円が青色で追加される。

詳しくは ?Epilog からヘルプ画面を見てください。

ListAnimate コマンドもあるよ！

アニメーションを実現するために、ListAnimate という関数がある。これは、関数 Table でたくさんのグラフのリストが用意されているときに利用できる。以下を比べてみてください。まず

```
Table[Plot[Sin[i*x]},{x,-Pi,Pi},PlotRange->{{-Pi,Pi},{-1,1}},
PlotStyle->Hue[0.0]],{i,1,9,1}]
```

グラフが順に並んで、すべて表示される。次に、ListAnimate[] の [] の中に上をすべて選択しコピーして貼り付ける。

```
ListAnimate[Table[Plot[Sin[i*x]},{x,-Pi,Pi},
PlotRange->{{-Pi,Pi},{-1,1}},PlotStyle->Hue[0.0]],{i,1,9,2}]]
```

今度は、上のグラフが順に表示されるアニメーション画面になる。

問題

- (1) 関数 $\sin ix$ ($i = 1, 2, 3, 4$) を $[-\pi, \pi]$ で Plot し、 i が大きくなるとグラフはどうなるか (Animate コマンド、または Manipulate を用いて調べよ)。
- (2) 関数 $x^2 \sin ix$ ($i = 1, 2, 3, 4$) を $[-2\pi, 2\pi]$ で Plot し、その様子を見て、 i が大きくなるとグラフはどうなるか。
- (3) 関数 e^{ix} ($i = 1, 2, 3$) を $[-1, 2]$ 上で Plot し、 i が大きくなるとグラフはどうなるか。(指数関数 e^{ix} は Exp[i*x] で表記する。ここで、i と x の間はスペースキを押すか、*を入れる)
- (4) 関数 $e^x e^{2x}$, $e^x + e^{2x}$, e^{3x} を $[-1, 2]$ 上で Plot し、 $e^x e^{2x}$ のグラフを見つけよ。

NOTE: Mathematica ではグラフを描くことは、細かい点をつないで表示する。その意味で、グラフを描くことを「Plot する」ともいう。