

## Maple による数式処理 3

4 June 2009 谷口 貴志

Maple によるグラフ・アニメーション作成法について練習します。

### 1. Maple の起動

「スタート」/「全てのプログラム」/「専門ソフト」/「Maple 12」/「Maple 12」

### 2. plot コマンドの図形出力を編集して display コマンドで描画する。

[> with(plots) :  グラフ描画の環境を起動します。

[> f := (x) -> x^3-3\*x  x についての関数 f を  $f(x)=x^3-3x$  として定義します。

[> p := plot(f(x), x=-2..2)  x=-2~2 の範囲で  $f(x)$ , x) のデータセットを p として定義します。

[> display(p, axes=boxed)  box の中に  $f(x)$  についてのプロットを描画します。

ここで、axes=frame, normal, none などを試して、違いを見る。

### 3. 表題をつける

[> display(p, axes=boxed, title='Sample', titlefont=[op1,op2,n])

title, titlefont コマンドにより表題を制御できる。ここで

“op1”は font type であり **TIMES, COURIER, HELVETICA** 等が指定可。

“op2”は font style であり **ROMAN, BOLD, ITALIC, BOLDITALIC** 等が指定可。

“n”は font size である。

いろいろ試みて、好みの表題をつける。

### 4. 座標にラベルをつける

[> display(p, axes=boxed, title='Sample', titlefont=[op1,op2,n], labels=[x,y], labelfont=[op1,op2,n])  labelfont のオプションは titlefont と同様。

### 5. グラフ上にテキストを表示する。

[> q := textplot([-1, 2, 'Max'], font=[op1,op2,n])

[> r := textplot([1, -2, 'Min'], font=[op1,op2,n])

[> display(p, q, r, axes=boxed, title='Sample', titlefont=[op1,op2,n], labels=[x,y], labelfont=[op1,op2,n])  この例では“Max”、“Min”をそれぞれ  $(x,y)=(-1,2)$ ,  $(1,-2)$  上に出力します。

### 6. グラフを重ねて表示する。

[> f := (x) -> x^3-3\*x  x についての関数 f を  $f(x)=x^3-3x$  として定義します。

[> g := (x) -> diff(f(x),x)  f の 1 次導関数を  $g(x)$  として定義します。

[> p := plot(f(x), x=-2..2, style=POINT, symbol=DIAMOND)  x=-2~2 の範囲で  $f(x)$ , x) のデータセットを p として定義します。プロットの際は **DIAMOND(◇)** を使用する。

[> q := plot(g(x), x=-2..2, style=POINT, symbol=BOX)  x=-2~2 の範囲で  $g(x)$ , x) のデータセットを q として定義します。プロットの際は **BOX(□)** を使用する。

`[>display(p, q, axes=boxed, title='Sample', titlefont=[op1,op2,n], labels=[x,y],  
labelfont=[op1,op2,n])` `enter`

## 7. アニメーション

`[> with(plots):` `enter` プロット環境 (アニメーションを含む) を起動する。

`[> animate( plot, [t*sin(x), x=0..10], t=0..2)` `enter` 関数  $t \sin(x)$  の  $x=0 \sim 10$  の領域について、時間パラメータ  $t=0 \sim 2$  におけるアニメーション。

表の部分をクリックするとツールバーにアニメーション関連のスイッチが現れる。

「アニメーション」/「連続再生」、「アニメーション」/「再生」により連続的に再生。

パワーポイントへの貼り付けは、アニメーション上を右クリックして「エクスポート」/「GIF形式」を選択し、適当なファイル名で保存する。パワーポイントを起動させる。保存した GIF ファイルを右クリック/「コピー」して、パワーポイント上で右クリック/「貼り付け」する。スライドショーで自動的にアニメーションが開始する。

`[> animate(pointplot, [[[x, sin(x)]],x=-Pi..Pi)` `enter` 点  $(x, \sin(x))$  について、 $x$  が  $-\pi \sim \pi$  の動き。

`[> curve := plot(sin(x), x=-Pi..Pi);` `enter`  $\sin(x)$ ,  $x=-\pi \sim \pi$  のプロットを "curve" の名前で定義。

`[> animate(pointplot, [[[x,sin(x)]],x=-Pi..Pi, background=curve)` `enter` 背景に curve を表示。

## 8. 初期条件付で微分方程式を解く

`[> eq := diff(diff(x(t),t),t)=-k*x(t);` `enter` 微分方程式  $m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$  を "eq" の名前で定義

`[> sol:=dsolve([eq, x(0)=1,D(x)(0)=0], x(t));` `enter` "eq" を  $x(t)=1$ ,  $x'(t)=0$  の初期条件下で解く。

`[> f := rhs(sol)` `enter` 解 sol の右辺の式のみを f に代入

`[> curve2:=plot(f, t=0..10)` `enter` 答えを図示

`[> animate( pointplot, [[[t,g]]], t=0..10, background=curve2)` `enter`

## 9. 課題：バネに結ばれた質点について、速度に比例する摩擦力が働く場合の運動方程式

バネ (力の定数  $k$ ) に結び付けられた質量  $m$  の質点について、速度に比例する摩擦力 (摩擦係数を  $b$ ) が働く場合の運動方程式は

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx - b \frac{dx}{dt} \quad (1.1)$$

で与えられる。  $g = b/2m$ 、  $\omega = \sqrt{k/m}$  としたとき、(i)  $g > \omega$  ならば一様にバネは伸びきり (過減衰)、(ii)  $g = \omega$  で臨界となり (臨界減衰)、(iii)  $g < \omega$  で振動する (減衰振動)。

今、  $k=1$ ,  $m=1$  とし、さらに初期条件として  $x(0)=1$ ,  $x'(0)=0$  とする。幾つかの  $b$  について微分方程式を解き (「 $x(t)$ を求める」の意)、過減衰、臨界減衰、減衰振動の様子をアニメーションで確認する。

(i~iii)について、微分方程式の解とアニメーション (横軸に時間、縦軸に  $x(t)$ ) を powerpoint 上にまとめて、メール添付にて提出せよ。

授業内容に対する感想・意見を最終ページに記入してください。

