Maple 入門（プログラミング編）

西谷@関西学院大・理工

平成 24 年 9 月 19 日

目 次

第 1 章　基本操作 5
1.1 最初の一葉 (FirstLeaf):文法とヘルプとプロット 5
1.1.1 入力領域と注意点 (ShiftEnter) 5
1.1.2 命令コマンドの基本形 (command();) 5
1.1.3 ヘルプ (?) 6
1.2 初等関数とそのほかの関数 (Functions) 6
1.2.1 初等関数 (ElementaryFunctions) 6
1.2.2 ユーザー定義関数 (unapply) 7
1.2.3 package の呼び出し (with) 8
1.3 等号 (Equals) 8
1.3.1 変数への代入:= (colonequal) 8
1.3.2 変数の初期化 (restart) 8
1.3.3 方程式の解 (solve) 9
1.3.4 恒等式 (Identity) 9

第 2 章　Programming 11
2.1 代入と出力 (Variables, printf) 11
2.1.1 値の変数への代入 (:=) 11
2.1.2 整数と浮動小数点数 11
2.1.3 出力 (print, printf) 12
2.2 ループ (Loop) 13
2.2.1 for-loop 13
2.2.2 二重ループ 13
2.3 配列 (List) 17
2.3.1 基本 17
2.3.2 for-loop の省略形 17
2.3.3 リストへの付け足し (append, prepend) 18
2.3.4 2 つの要素の入れ替え 19
2.3.5 2 次元配列 (listlist) 19
2.3.6 list の表示 (listplot) 19
2.4 交通整理 (If) 22
2.4.1 if 22
2.4.2 next と break 23
2.5 手続き関数 (Procedure) 27
2.5.1 基本 27
2.5.2 戻り値 27
2.5.3 グローバル (大域)，ローカル (局所) 変数 27

第1章　基本操作

1.1　最初の一葉 (FirstLeaf):文法とヘルプとプロット

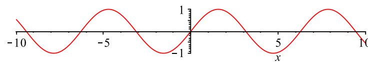
[[[解説]]]

1.1.1　入力領域と注意点 (ShiftEnter)

Maple を起動すると赤いプロンプトがともっている．ここに命令（コマンド）を打ち込んで Maple の計算部に『こちらの意志』を伝えて動作させる．例えば，

```
> plot(sin(x),x);
```

と入力し，enter を入力してみよ．sin 関数がプロットされる．



1. 赤い領域のどこにカーソルがあっても enter を入れれば，そのブロックごと Maple に命令として渡される．テキストでは enter を省略している．
2. テキストの修正は普通のワープロソフトと同じ．
3. 命令の入力ではなく，**改行だけをいれたいときは shift+enter を入れる．**
4. 命令は，enter を入れた順に解釈されるのであって，テキストの上下とは関係ない．

1.1.2　命令コマンドの基本形 (command();)

命令コマンドは全て次のような構造を取る．

```
> command(引数1,引数2,...);
```

あるいは

```
> command(引数1,オプション1,オプション2,...);
```

となる．

1. () の中の引数やオプションの間はコンマで区切る．
2. 最後の; （セミコロン）は次のコマンドとの区切り記号．
3. セミコロン (;) をコロン (:) に替えると Maple からの返答が出力されなくなるが，Maple への入力は行われている．
4. C 言語などの手続き型プログラミング言語の標準的なフォーマットと同じ．

命令コマンドを，英語の命令文と解釈してもよい．たとえば，

sin(x) を x について 0 から pi まで plot せよ．

という日本語を英語に訳すと，

```
plot sin(x) with x from 0 to Pi.
```

となる．この英語を Maple 語に訳して

```
> plot(sin(x),x=0..Pi);
```

となったとみなせる．英語文法の Verb (動詞), Object (目的語) を当てはめると，Maple への命令は，

```
> Verb(Object，その他の修飾);
```

である．英文でピリオドを忘れるなと中学時代に言われたのと同じく，Maple でセミコロンを忘れぬように．

1.1.3 ヘルプ (?)

ヘルプは少し違った構文で，例えば先程のコマンド plot のヘルプを参照するときには，

```
> ?plot;
```

である．

ヘルプ画面は，左側に操作アイコン，検索ウィンドウ，関連リストが表示され，右側にヘルプの本文がある．本文は，簡単な意味と使い方，説明，例，参照で構成される．ほとんどが日本語に訳されているが，古いテキストやあまり使わないコマンドは英語のまま．英語が分からなくても例を参考にすればだいたい予測できる．と言うより，日本語訳を読んでも初めはチンプンカンプン．Maple コマンドのコンセプトに慣れるまでは使用例をまねるのが一番の早道でしょう．

1.2 初等関数とそのほかの関数 (Functions)

[[[解説]]]

1.2.1 初等関数 (ElementaryFunctions)

四則演算と evalf 四則演算は"+-*/"．割り切れない割り算は分数のまま表示される．

```
> 3/4;
```

$$\frac{3}{4}$$

強制的に数値 (浮動小数点数) で出力するには evalf を用いる．

```
> evalf(3/4);
```

$$0.7500000000$$

多項式関数 (polynom) かけ算も省略せずに打ち込む必要がある．またベキ乗は"^"である．

```
> 3*x^2-4*x+3;
```

$$3x^2 - 4x + 3$$

平方根 (sqrt) 平方根は square root を略した sqrt を使う．

```
> sqrt(2);
```

$$\sqrt{2}$$

三角関数 (trigonal) sin, cos などの三角関数はラジアンで入力する．ただし， $\sin^2 x$ などは

```
> sin^2 x;
```

```
Error, missing operator or `;`
```

ではだめで,

```
> sin(x)^2;
```

$$\sin^2 x$$

と省略せずに打ち込まねばならない．三角関数でよく使う定数 π は"Pi" と入力する．Maple は大文字と小文字を区別するので注意.

ラジアン (radian) に度 (degree) から変換するには以下のようにする．

```
> convert(90*degrees, radians);
  convert(1/6*Pi,degrees);
```

$$\frac{1}{2}\pi$$

$$30\ degrees$$

その他の関数 (inifnc) その他の初等関数やよく使われる超越関数など，Maple の起動時に用意されている関数のリストは,

```
> ?inifnc;
```

で得られる．

1.2.2 ユーザー定義関数 (unapply)

初等関数やその他の関数を組み合わせてユーザー定義関数を作ることができる．

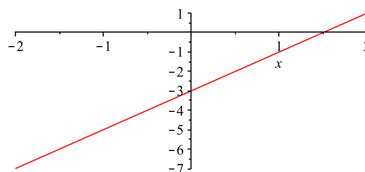
関数 $f(x) = 2x - 3$ とおくとする場合，Maple では,

```
> f:=x->2*x-3;
```

$$f := x \to 2x - 3$$

と，矢印で書く．これが関数としてちゃんと定義されているかは，いくつかの数値や変数を $f(x)$ に代入して確認する．

```
> f(3);                #res: 3 (以降出力を省略する場合はこのように表記)
  f(a);                #res: 2 a - 3
  plot(f(x),x=-2..2);
```



もう一つ関数定義のコマンドとして次の unapply も同じ意味である．

```
> f:=unapply(2*x-3,x);
```

$$f := x \to 2x - 3$$

ただし，矢印での定義ではときどき変な振る舞いになるので，unapply を常に使うようにこころがけたほうが安全.

1.2.3　package の呼び出し (with)

Maple が提供する膨大な数の関数から，目的とするものを捜し出すには help を使う．普段は使わない関数は，使う前に明示的に呼び出す必要がある．例えば，線形代数によく使われる関数群は，

```
> with(LinearAlgebra):
```

としておく必要がある．この他にもいくつもの有益な関数パッケージが用意されている．

```
> ?index[package];
```

で用意されているすべての package が表示される．

1.3　等号 (Equals)

[[[基本事項]]]

等号の意味　等号は，数学でいろいろな意味を持つことを中学校で学ぶ．それぞれの状況による意味の違いを人間は適当に判断できるが，プログラムである Maple では無理．Maple では，それぞれ違った記号や操作として用意され，人間が Maple に指示する必要がある．

1.3.1　変数への代入:= (colonequal)

変数に値を代入する時には:= (colonequal) を使う．例えば，

a=3，b=2 のとき，a+b はいくらか？

という問題を，Maple で解かす時には，

a に 3，b に 2 を代入したとき，a+b はいくらか？

と読み直し，

```
> a:=3; #res: 3
> b:=2; #res: 2
> a+b;  #res: 5
```

式の定義も同様．以下は $ax+b=cx^2+dx+e$ という式を eq1 と定義している．

```
> eq1:=a*x+b=c*x^2+d*x+e;
```

$$3x+2=cx^2+dx+e$$

a,b に値が代入されていることに注意．

1.3.2　変数の初期化 (restart)

一度何かを代入した変数を何も入れていない状態に戻す操作を変数の初期化という．すべての変数を一度に初期化するには，

```
> restart;
```

とする．なにか新たなひとまとまりの作業をするときには，このコマンドを冒頭に入れることを習慣づけるように．
作業の途中でひとつの変数だけを初期化するには，シングルクォート ’ でくくる．

```
> a:='a';
```

$$a$$

一時的代入に subs がある．

1.3.3 方程式の解 (solve)

3x=2 を満たす x をもとめよ.

という問題は,

```
> solve(3*x=2,x);
```

$$\frac{2}{3}$$

連立方程式は以下のとおり.

```
> solve({x+y=1,x-y=2},{x,y});
```

$$\left\{x=\frac{3}{2}, y=-\frac{1}{2}\right\}$$

ただし，solve だけでは，x,y に値は代入されない.

```
> sol1:=solve({x+y=1,x-y=2},{x,y});
> assign(sol1);
```

$$sol1 := \left\{x=\frac{3}{2}, y=-\frac{1}{2}\right\}$$

とする必要がある．確認してみると

```
> x,y;
```

$$\frac{3}{2}, -\frac{1}{2}$$

となり，値が代入されていることがわかる.

方程式の数値解 (fsolve) 解析的に解けない場合は，数値的に解を求める fsolve を使う．上で x に assign しているので，x を初期化している.

```
> x:='x';
> fsolve(log(x)-exp(-x),x);
```

$$x := x$$

$$1.309799586$$

1.3.4 恒等式 (Identity)

式の変形にも等号が使われる．例えば,

$$(x-2)^2 = x^2 - 4x + 4$$

というのが等号で結ばれている．式の変形とは，変数 x がどんな値であっても成り立つ恒等的な変形である.

この式変形も，問題としては,

(x-2)^2 を展開 (expand) せよ

と与えられるので，そのまま Maple コマンドに読み替えて

```
> expand( (x-2)^2 );
```

$$x^2 - 4x + 4$$

とすればよい．因数分解 (factor) や微分 (diff)・積分 (int) も同様に等号で結ばれるが，Maple には操作を指示する必要がある．詳しくは他の単元で.

第2章　Programming

2.1　代入と出力 (Variables, printf)

[[[解説]]]

2.1.1　値の変数への代入 (:=)

Maple は変数の初期設定で型宣言をする必要がない．数式処理の章で示したとおり，変数への代入は:=を使う．変数 a,b にそれぞれ 10,3 を代入し，a+b の結果を c に代入するというプログラムは以下の通り．

```
> a:=10: b:=3: c:=a+b;
```

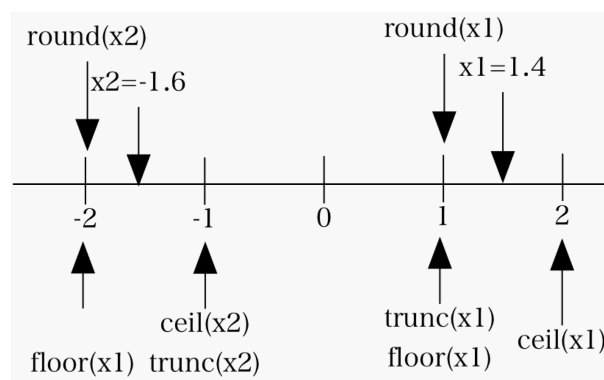
$$c := 13$$

2.1.2　整数と浮動小数点数

浮動小数点数から整数に直すにはいくつかの関数がある．

- trunc：数値から数直線で 0 に向って最も近い整数
- round：数値の四捨五入
- floor：数値より小さな最も大きな整数
- ceil：数値より大きな最も小さな整数

負の値の時に floor と trunc は違った値を返す．



小数点以下を取りだすには frac が用意されている．

```
> frac(1.7);
```

$$0.7$$

整数の割り算は irem(余り) と iquo(商).

```
> irem(7,3); #res: 1
> iquo(7,3); #res: 2
```

2.1.3　出力 (print, printf)

Maple ではデフォルトで結果が出力される．これを抑えるには行末の ";" を ":" に変える必要がある．出力を明示的におこなうには print を使う．デバッグの時に便利．

```
> x:=1: print(x); #res: 1
```

さらに，出力を整えるのに便利な printf 関数がある．これは C 言語と同じ構文で，

```
> printf("Hello world!!\n");
```

```
Hello world!!
```

と打ち込んで enter を押せば，出力が即座に表示される．値を表示するときには，

```
> i:=3: printf("%3d\n",i);
```

3

となる．これは

「変数 i に入っている値を，3 桁の整数形式で打ち出した後，改行せよ」

と言う意味．%3d が出力の形式，\n が改行を意味する．OS によっては，\は ¥ と画面あるいはキーボードで表示されているかもしれない．実数の出力指定は%10.5f で，全部で 10 桁，小数点以下 5 桁で浮動小数点数を表示．複数の変数の出力は

```
> printf("%3d : %10.5f \n",i,a);
```

などとなる．

表 2.1: printf の書式指定

%指定	意味
%o	整数を 8 進数で表示．
%d	整数を 10 進数で表示．
%x,%f	浮動小数点数として表示．
%e,%s	文字列を出力．

2.2　ループ (Loop)

[[[解説]]]

2.2.1　for-loop

繰り返す操作は loop でおこなう．もっとも単純な for-loop.

```
> for i from 1 to 3 do
    i;
  end do;
```

1

2

3

初期値や増減を調整した for-loop

```
> for i from 10 by -2 to 0 do
    i;
  end do;
```

10

8

6

4

2

0

loop 回数が少ないときは，loop の中身も出力される．これを止めるには，end do; の最後のセミコロンをコロンに変える．

2.2.2　二重ループ

i,j という二つの変数を使って 2 重化したループ.

```
> for i from 1 to 3 do
    for j from 1 to 3 do
      print(i,j);
    end do;
  end do;
```

$$1, 1$$
$$1, 2$$
$$1, 3$$
$$2, 1$$
$$2, 2$$
$$2, 3$$
$$3, 1$$
$$3, 2$$
$$3, 3$$

while-loop も同じように使える.

```
> i:=0;
  while i<5 do
    i:=i+1;
  end do;
```

$$0$$
$$1$$
$$2$$
$$3$$
$$4$$
$$5$$

[[[課題]]]

1. printf を使って次のように表示せよ.

   i) Hello world. ii) 1+1=2

2. 次の数を順に表示せよ.

   i) 1 から 5 までの整数. ii) 5 から 1 までの整数 . iii) 1 から 10 にある偶数.

3. 9x9 表を作れ.

4. 1 から 5 までの和を求めよ.

5. n を 5 にして，$n! = n \times (n-1) \times (n-1) \cdots 3 \times 2 \times 1$ を求めよ.

[[[解答例]]]

1.
```
> printf("Hello world!!\n");
```

```
Hello world!!
```

```
> i:=1;
> printf("%d+%d=%d\n",i,i,i+i);
```

$$1$$

$$1 + 1 = 2$$

2. i)

```
> for i from 1 to 5 do
    i;
  end do;
```

$$1$$
$$2$$
$$3$$
$$4$$
$$5$$

ii)

```
> for i from 5 to 1 by -1 do
    i;
  end do;
```

$$5$$
$$4$$
$$3$$
$$2$$
$$1$$

iii)

```
> for i from 2 to 10 by 2 do
    i;
  end do;
```

$$2$$
$$4$$
$$6$$
$$8$$
$$10$$

3.

```
> for i from 1 to 9 do
    for j from 1 to 9 do
      printf("%4d",i*j);
    end do;
    printf("\n");
  end do;
```

```
1   2   3   4   5   6   7   8   9
2   4   6   8  10  12  14  16  18
3   6   9  12  15  18  21  24  27
4   8  12  16  20  24  28  32  36
5  10  15  20  25  30  35  40  45
6  12  18  24  30  36  42  48  54
7  14  21  28  35  42  49  56  63
8  16  24  32  40  48  56  64  72
9  18  27  36  45  54  63  72  81
```

```
> sum1:=0; for i from 1 to 5 do
    sum1:=sum1+i;
  end do;
```

$$0$$

$$1$$

$$3$$

$$6$$

$$10$$

$$15$$

4.
```
> n:=5:
  total1:=1:
  for i from 1 to n do
    total1:=total1*i;
  end do;
```

$$1$$

$$2$$

$$6$$

$$24$$

$$120$$

2.3 配列 (List)

[[[解説]]]

配列は変数を入れる箱が沢山用意されていると考えればよい．配列を使うときは，箱を指す数 (示数，index) をいじっているのか，箱の中身 (要素) をいじっているのかを区別すれば，動作を理解しやすい．Maple にはいくつかの配列構造が用意されている．もっとも，頻繁に使う list を示す．

2.3.1 基本

リスト構造は，中に入れる要素を [] でくくる．

```
> restart; list1:=[1,3,5,7];
```

$$list1 := [1, 3, 5, 7]$$

要素にアクセスするには，以下のようにインデックスを指定する．

```
> list1[2]; list1[-1]; list1[2..4];
```

$$3$$
$$7$$
$$[3, 5, 7]$$

-1,-2 等は後ろから 1 番目，2 番目を指す．C 言語と違い 0 番目はない．

```
> list1[0];
```

```
Error, invalid subscript selector
```

ひとつの要素を書き換えるには，以下のようにする．

```
> list1[3]:=x: list1;
```

$$[1, 3, x, 7]$$

要素の数，および要素の中身を取り出すには以下のようにする．

```
> nops(list1);
> op(list1);
```

$$4$$
$$1, 3, x, 7$$

2.3.2 for-loop の省略形

for-loop を省略するのによく使う手を二つ．(#より後ろはコメント文です)

配列の生成 (seq)

```
> aa:=[]; #空で初期化
  for i from 1 to 3 do
    aa:=[op(aa),i]; #付け足していく
  end do:
  print(aa);
```

$$aa := []$$

$$[1, 2, 3]$$

同じことを seq を使って短く書くことができる．

```
> aa :=[seq(i,i=1..3)];
```

$$aa := [1, 2, 3]$$

配列の和 (sum)

```
> n:=nops(aa):
  total:=0:
  for i from 1 to n do
    total:=total+aa[i];
  end do:
  print(total):
```

$$6$$

同じことを sum を使って短く書くことができる．

```
> sum(aa[i],i=1..nops(aa));
```

```
Error, invalid subscript selector
```

sum や seq を使っていると，このようなエラーがよくでる．これは，for-loop をまわすときに i に値が代入されているため引っかかる．変数を換えるか，i を初期化すればよい．

```
> i;
```

$$4$$

```
> sum(aa[j],j=1..nops(aa));
```

$$6$$

2.3.3 リストへの付け足し (append, prepend)

op を用いると，リストに新たな要素を前後，あるいは途中に付け足すことができる．

```
> list1:=[op(list1),9];
```

$$list1 := [1, 3, x, 7, 9]$$

2.3.4 2つの要素の入れ替え

要素の 3，4 番目の入れ替えは以下の通り.

```
> tmp:=list1[3]:
  list1[3]:=list1[4]:
  list1[4]:=tmp:
  list1;
```

$$[1, 3, 7, x, 9]$$

2.3.5 2次元配列 (listlist)

[ ] を二重化することで 2 次元の配列を作ることも可能で, リストのリスト (listlist) と呼ばれる.

```
> l2:=[[1,2,3,4],[1,3,5,7]];
```

$$l2 := [[1, 2, 3, 4], [1, 3, 5, 7]]$$

要素へのアクセスは以下の通り.

```
> l2[2]; l2[2,3]; l2[2][3];
```

$$[1, 3, 5, 7]$$

$$5$$

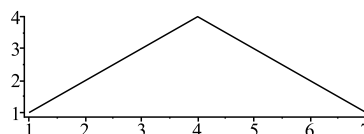
$$5$$

2.3.6 list の表示 (listplot)

list に入っている数値を視覚化するのには listplot が便利.

```
> la:=[1,2,3,4,3,2,1];
  with(plots):
  listplot(la);
```

$$[1, 2, 3, 4, 3, 2, 1]$$



[[[課題]]]

1. 1 から 100 までの整数のうち 5 個をランダムに含んだ配列を生成せよ.

   1 から 6 までのランダムな数を生成する関数は,

   ```
   > roll:=rand(1..6):
   ```

として作ることができる．実行は次の通り．

```
> seq(roll(),i=1..10);
```

$$5, 2, 5, 6, 2, 3, 4, 4, 6, 5$$

2. さいころを１００回振って，出た目 1 から 6 が何回出たかを表示せよ．
3. コイン 6 枚を一度に投げて，表向きの枚数を数えるプログラムを書け．
4. 0 から 9 までの整数 5 個から 5 桁の整数を作れ．(1 桁目が 0 になっても気にするな)
5. 小数点以下 8 桁のそれぞれの桁の数を配列に格納せよ．8 桁の少数は以下のようにして作られる．
6. 255 以下の 10 進数をランダムに生成して，8 桁の 2 進数へ変換せよ．
   整数の割り算には irem(余り) と iquo(商) がある．使用法は以下の通り．

```
> irem(7,3); #res: 1
> iquo(7,3); #res: 2
```

[[[解答例]]]

1.
```
> roll:=rand(1..100):
  [seq(roll(),i=1..5)];
```

$$[27, 96, 17, 90, 34]$$

2.
```
> roll:=rand(1..6):
> A:=[seq(0,i=1..6)];
```

$$[0, 0, 0, 0, 0, 0]$$

```
> for i from 1 to 100 do
    i1:=roll();
    A[i1]:=A[i1]+1;
  end do:
  A;
```

$$[16, 18, 21, 18, 18, 9]$$

3.
```
> toss:=rand(0..1):
  n:=6:
  up:=0:
  for i from 1 to n do
    up:=up+toss();
  end do:
  up;
```

$$3$$

4.
```
> roll:=rand(0..9):
  n:=5:
  A:=[seq(roll(),i=1..n)];
```

$$[5,7,3,7,6]$$

```
> sum1:=0:
  for i from 1 to n do
    sum1:=sum1*10+A[i];
  end do:
  sum1;
```

$$57376$$

5.
```
> restart;
  n:=8:
  roll:=rand(10^(n-1)..10^n):
  B:=evalf(roll()/10^n,8);
  A:=[]:
```

$$0.19550684$$

```
> B:=10*B;
  for i from 1 to n do
    A:=[op(A),floor(B)];
    B:=(B-A[i])*10;
  end do:
  A;
```

$$1.95506840$$

$$[1,9,5,5,0,6,8,4]$$

6.
```
> n:=8:
  roll:=rand(0..2^n-1):
  B:=roll();
```

$$246$$

```
> A:=[seq(0,j=1..n)]:
  for i from 1 to n do
    A[n-i+1]:=irem(B,2);
    B:=iquo(B,2);
  end do:
  A;
```

$$[1,1,1,1,0,1,1,0]$$

2.4 交通整理 (If)

[[[解説]]]

2.4.1 if

もっとも簡単な if 文の例.

```
> x:=-4:
  if (x<0) then
     y:=-x;
  end if;
```

4

例外付き.

```
> x:=3:
  if (x<0) then
    y:=-x;
  else
    y:=x;
  end if;
```

3

2 個の条件がある例

```
> x:=3:
  if (x<0) then
    y:=-x;
  elif (x>5) then
    y:=x;
  else
    y:=2*x;
  end if;
```

6

条件文に使える式と意味 関係演算子は<, <=, >, >=, =, <>で表記される. 論理演算子には and, or, xor, not がある. その他にもブール値を返す関数として implies, evalb, type などいくつかあり, 条件分岐に使える.

表 2.2: 条件分岐のいくつかの例

x と y の値が一致	(x=y)
x と y の値が一致しない	(x<>y)
条件文を複数つなぐ	((x>0) and (x<4))
	((x<0) or (x>4))
	not (x=0)

2.4.2 next と break

do-loop の途中で流れを変更するための命令．next は do-loop を一回スキップ．break はそこで do-loop を一つ抜ける．以下のコードの出力結果を参照．

```
> for i from 1 to 5 do
    if (i=3) then
  next;
    end if;
    print(i);
  end do:

#res: 1 2 4 5

> for i from 1 to 5 do
    if (i=3) then
      break;
    end if;
    print(i);
  end do:

#res: 1 2
```

[[[課題]]]

1. 西暦を代入したら，明治，大正，昭和，平成で答えてくれるプログラムを作成せよ．西暦 1868, 1912,1926,1989 年をそれぞれの元年とする．
2. 整数を代入したら，それ以下の素数をすべて表示するプログラムを作れ．素数かどうかの判定は Maple コマンドの isprime を用いよ．
3. p が素数で p+2 も素数のとき，これらは双子の素数と呼ばれる．10 以上，100 以下の双子の素数を全部見つけて出力せよ．
4. 素数判定を原理から実現せよ．ある数 n が素数かどうか (自分自身の数 n と 1 以外の数で割りきれないかどうか) を判定せよ．割り算の余り (剰余) は irem で求まる．例えば

   ```
   > residue:=irem(9,2);
   ```

   として変数 residue(余りの英語) を printf してみよ．番兵を置いておいて，n-1 から 2 までの数で n を次々と割っていき，一度でも割り切れれば番兵にマークをつける．ループが終わった後に番兵のマークを見て素数 (prime number) かどうかを判定すればよい．
5. うるう年かどうかを表示するプログラムをかけ．
   うるう年は 4 で割り切れる数の年．ただし，100 で割り切れる年はうるう年でなく，400 で割り切れる年はうるう年．
6. ゴールドバッハの予想
   「6 以上の偶数は二つの素数の和として表わされる」という予想を 100 以下の偶数について検証せよ．あらかじめ 100 までの素数をリストアップしておいてそのなかから組み合わせを探すと便利．

[[[解答例]]]

1.
```
> year:=1890;
  if year<1868 then printf("明治より前です．\n");
  elif year<1912 then printf("明治%d 年です．\n",year-1868+1);
  elif year<1926 then printf("大正%d 年です．\n",year-1912+1);
  elif year<1989 then printf("昭和%d 年です．\n",year-1926+1);
  elif year<2011 then printf("平成%d 年です．\n",year-1989+1);
  else printf("今年より後です．\n");
  end;
```

明治 23 年です．

2.
```
> n:=10:
  for i from 1 to n do
    if (isprime(i)) then
      print(i);
    end if;
  end do;
```

```
#res: 2 3 5 7
```

3.
```
> for i from 10 to 100-2 do
    if (isprime(i) and isprime(i+2)) then
      print(i,i+2);
    end if;
  end do;
```

```
11, 13
17, 19
29, 31
41, 43
59, 61
71, 73
```

4.
```
> n:=12:
  banpei:=0:
  for i from 2 to n-1 do
    residue:=irem(n,i);
    # print(n,residue):
    if residue=0 then
      banpei:=1;
      break;
    end if;
  end do:
  if banpei=1 then
    printf("%d is not prime number.\n",n);
  else
    printf("%d is prime number.\n",n);
  end if;
```

```
12 is not prime number.
```

5.
```
> year:=[2010,1984,2004,1800,1900,1600,2000]:
  for i from 1 to nops(year) do
    if (irem(year[i],400)=0) then
      printf("%d is a leap year.\n",year[i]);
    elif (irem(year[i],4)=0) and (irem(year[i],100)<>0) then
      printf("%d is a leap year.\n",year[i]);
    else printf("%d is not a leap year.\n",year[i]);
    end if;
  end do;
```

```
2010 is not a leap year.
1984 is a leap year.
2004 is a leap year.
1800 is not a leap year.
1900 is not a leap year.
1600 is a leap year.
2000 is a leap year.
```

別解

```
> for i from 1 to nops(year) do
    if (irem(year[i],4)=0) and ((irem(year[i],100)<>0) or (irem(year[i],400)=0)) then
      printf("%d is a leap year.\n",year[i]);
    else
      printf("%d is not a leap year.\n",year[i]);
    end if;
  end do;
```

略

6.
```
> prime1:=[];
  for i from 1 to 100 do
    if isprime(i) then
      prime1:=[op(prime1),i];
    end if;
  end do;
  prime1;
```

```
[2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 71,
73, 79, 83, 89, 97]
```

```
> nops(prime1);
```

```
> for i from 6 to 100 by 2 do
    for j1 from 1 to nops(prime1) do
      for j2 from 1 to nops(prime1) do
        if i=(prime1[j1]+prime1[j2]) then
          print(i,prime1[j1],prime1[j2]);
          break;
        end if
      end do;
      if j2<=nops(prime1) then
        break;
      end if;
    end do;
  end do;
```

```
6, 3, 3
8, 3, 5
10, 3, 7
中略
98, 19, 79
100, 3, 97
```

2.5　手続き関数 (Procedure)

[[[解説]]]

2.5.1　基本

複雑な手続きや，何度も繰り返すルーチンは proc で作る．proc は以下のようにして作る．

```
ユーザ関数名:=proc(仮引数)
  動作
end proc;
```

```
> test1:=proc(a)
    print(a);
  end proc:
```

proc の呼び出しは，以下のようになる．

```
> test1(13);
```

13

仮引数としてはどんな型 (変数や配列) でもよい．複数指定するときにはコンマで区切る．仮引数を proc の中で変更することはできない．下で示す global で取り込むか，local 変数にコピーして使う．

2.5.2　戻り値

proc の戻り値は return で指定される．return 文がないときは，最後の動作結果が戻り値となる．

```
> test2:=proc(a)
    return a+1;
  end proc:
```

```
> test2(13);
```

14

2.5.3　グローバル (大域)，ローカル (局所) 変数

proc の内部だけで使われるのが local，外部を参照するのが global．global,local を省略しても Maple が適当に判断してくれるが，あまり信用せず，明示的に宣言した方が良い．宣言の仕方は以下の通り．

```
変数名:=proc(引数)
  local 変数,変数...;
  global 変数,変数...;
  動作の記述
end proc;
```

[[[課題]]]

1. 三角形の面積底辺と高さを引数として，面積を返す関数 area を作れ．

2. MyIsprime 前章の課題 4 で求めた素数判定プログラムを proc にせよ．

3. ルートの距離

   二つの位置座標 x1:=[0.0, 0.0] x2:=[1.0, 1.0] から距離を求める MyDistance 関数を作れ．

   次に，4 つの位置座標 x[1]=[0.0, 0.0] x[2]=[1.0, 1.0] x[3]=[1.0, 0.0] x[4]=[0.0, 1.0] を読み込んで，座標順に [1,2,3,4,1] と巡る距離を求めよ．

4. 最大数

   ランダムな整数が格納されたリストを受け取り，そのリスト中の最大数を返す関数 MyMax を作れ．1 から 100 までのランダムな整数のリストは次のようにして作れる．

```
> roll:=rand(1..100):
  n:=50:
  A:=[seq(roll(),i=1..n)];
```

$$A := [45, 96, 6, 98, 59, 44, 100, 38, 69, 27, 96, 17, 90, 34, 18, 52, 56, 43, 83, 25, 90, 93, 60, 93, 14, 50, 47, 8, 46, 44, 9, 77, 59, 16, 1, 70, 77, 39, 92, 71, 67, 78, 51, 53, 12, 19, 63, 40, 90, 3$$

[[[解答例]]]

1.
```
> area:=proc(base,height)
    base*height/2;
  end proc:

> area(3,4); #res: 6
```

2.
```
> restart;
  n:=19:
  banpei:=0;
  for i from 2 to n-1 do
    amari:=irem(n,i);
    print(amari):
    if amari=0 then
      banpei:=1;
      break;
    end if;
  end do:
  if banpei=1 then
    print(n," is not prime number.");
  else
    print(n," is prime number.");
  end if;
```

$$0$$
$$1$$
$$1$$
$$1$$
$$19, \text{" } is\, prime\, number. \text{"}$$

```
> MyIsprime:=proc(n)
    local i,amari;
    for i from 2 to evalf(sqrt(n)) do
      amari:=irem(n,i);
      if amari=0 then
        return false;
      end if;
    end do:
    return true;
  end proc:
```

```
> MyIsprime(104729);
```

$$true$$

3.
```
> restart; x1:=[0.0, 0.0]: x2:=[1.0, 1.0]:
```

```
> MyDistance:=proc(x1,x2)
    local dx,dy;
    dx:=(x1[1]-x2[1]);
    dy:=(x1[2]-x2[2]);
    sqrt(dx^2+dy^2);
  end proc:
```

```
> MyDistance(x1,x2);
```

$$1.414213562$$

```
> x[1]:=[0.0, 0.0]: x[2]:=[1.0, 1.0]: x[3]:=[1.0, 0.0]: x[4]:=[0.0, 1.0]: x[5]:=x[1]:
  sum(MyDistance(x[i],x[i+1]),i=1..4);
```

$$4.828427124$$

4.
```
> MyMax:=proc(A)
    local imax,i;
    imax:=0;
    for i from 1 to nops(A) do
```

```
        if A[i]>imax then
            imax:=A[i];
        end if
      end do;
      return imax;
    end proc:
```

```
> MyMax(A);
```

100