

# 表ソフト (作表・表計算)

“MS-Excel” を使う

表ソフトの表計算機能はそれなりに強力で、  
結構色々なことが出来る

という訳で、今回は、

## 表ソフトで数理実験

をして遊ぼう!!

## 現象

- 自然現象 → 自然科学
- 社会現象 → 社会科学
- 人文現象 → 人文科学
- 数理現象 → 数理科学・数学

## 数理実験の準備

- **起動:** [スタート] → [プログラム]  
→ [Applications] → [Excel2007]  
(新規ファイル (Excel Book) が開いている)
- **名前を付けて保存:** [F12] または  
[Office ボタン] → [名前を付けて保存]  
A0nxxyyy-1215.xlsx (半角英数字で!!)  
(自分の学生番号-今日の日付)

途中での保存は、

- **上書き保存:** [Ctrl+s]  
または [Office ボタン] → [上書き保存]  
で良い (適宜保存せよ)。

## 本日のお品書き

- $\sqrt{2}$  を求める
- うさぎ算 (Fibonacci 数列)
- 個体数変化の数理モデル
- 九九の表
- 二項係数 (Pascal の三角形)

## $\sqrt{2}$ を求める

用意されている平方根関数を用いれば良い

適当なセルで =SQRT(2)

のだが、ここでは

四則演算の繰返しで近似計算してみよう

- A1 に 1
- A2 に =(A1+2/A1)/2 として、下にコピー  
(10 くらいまでで良いかな)
- (検算) B1 に =A1^2 として、下にコピー

## $\sqrt{2}$ を求める

用意されている平方根関数を用いれば良い

適当なセルで `=SQRT(2)`

のだが、ここでは

四則演算の繰返しで近似計算してみよう

- A1 に 1
- A2 に `=(A1+2/A1)/2` として、下にコピー  
(10 くらいまでで良いかな)
- (検算) B1 に `=A1^2` として、下にコピー

## $\sqrt{2}$ を求める

- A1 に 1
- A2 に  $=(A1+2/A1)/2$  として、下にコピー  
(10 くらいまでで良いかな)
- (検算) B1 に  $=A1^2$  として、下にコピー

この原理:

- $a = \sqrt{2}$  なら  $a = \frac{2}{a}$
- $a \neq \frac{2}{a}$  なら、平均を取れば近付くだろう



## $\sqrt{2}$ を求める

小数点以下の表示桁数を増やしてみると

1.41421356237309000000

内部で保持している計算結果は有限の桁数で、  
それ未満は精密な値ではない(丸め誤差)

丸め誤差がなければ延々と値は変わって  
 $\sqrt{2}$  に近付いていくが、

或る程度落ち着いたら近似値として良いだろう  
この時の誤差: 打切誤差

## $\sqrt{2}$ を求める

小数点以下の表示桁数を増やしてみると

1.41421356237309000000

内部で保持している計算結果は有限の桁数で、  
それ未満は精密な値ではない (**丸め誤差**)

丸め誤差がなければ延々と値は変わって  
 $\sqrt{2}$  に近付いていくが、

或る程度落ち着いたら近似値として良いだろう  
この時の誤差: 打切誤差

## $\sqrt{2}$ を求める

小数点以下の表示桁数を増やしてみると

1.41421356237309000000

内部で保持している計算結果は有限の桁数で、  
それ未満は精密な値ではない(丸め誤差)

丸め誤差がなければ延々と値は変わって  
 $\sqrt{2}$  に近付いていくが、

或る程度落ち着いたら近似値として良いだろう  
この時の誤差: 打切誤差

## $\sqrt{2}$ を求める

誤差:

- 測定誤差
- 計算誤差
  - ★ 丸め誤差
  - ★ 打切誤差

測定の精度より細かい値は意味がない

やたら長い桁の数値を持ち出す人には注意!!  
(数字に強いが数理に弱い?)

## $\sqrt{2}$ を求める

誤差:

- 測定誤差
- 計算誤差
  - ★ 丸め誤差
  - ★ 打切誤差

測定の精度より細かい値は意味が**ない**

やたら長い桁の数値を持ち出す人には注意!!  
(数字に強いが数理に弱い?)

## $\sqrt{2}$ を求める

誤差:

- 測定誤差
- 計算誤差
  - ★ 丸め誤差
  - ★ 打切誤差

測定の精度より細かい値は意味が**ない**

やたら長い桁の数値を持ち出す人には注意!!  
(数字に強いが数理に弱い?)

## うさぎ算

次のシートに移ろう (左下のタブをクリック)

- 1 月に子うさぎが 1 対いる
- 子うさぎは子を産まない
- 生まれて 2 月目には親うさぎになる
- 親うさぎ 1 対は子うさぎを 1 対産む

1 年後には何対になるだろうか？

## うさぎ算

月	親	子	合計
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	2
4	2	1	3
5	3	2	5
6	5	3	8
...	...	...	...

$$a_n = a_{n-1} + a_{n-2} \quad (\text{直前の2項の和})$$

→ **Fibonacci** 数列



## うさぎ算

月	親	子	合計
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	2
4	2	1	3
5	3	2	5
6	5	3	8
...	...	...	...

$$a_n = a_{n-1} + a_{n-2} \quad (\text{直前の2項の和})$$

→ **Fibonacci** 数列

## うさぎ算 (Fibonacci 数列)

- $a_1 = a_2 = 1$
- $a_n = a_{n-1} + a_{n-2} \quad (n \geq 3)$

これを表ソフトで計算しよう

- A1 と A2 とに 1
- A3 に =A2+A1 として、下にコピー

どんな風に増えるか？ 直前の何倍くらい？

- B2 に =A2/A1 として、下にコピー

大体 1.618034 倍くらいに増えるようだ。

## うさぎ算 (Fibonacci 数列)

- $a_1 = a_2 = 1$
- $a_n = a_{n-1} + a_{n-2} \quad (n \geq 3)$

これを表ソフトで計算しよう

- A1 と A2 とに 1
- A3 に  $=A2+A1$  として、下にコピー

どんな風が増えるか？ 直前の何倍くらい？

- B2 に  $=A2/A1$  として、下にコピー

大体 1.618034 倍くらいに増えるようだ。

## うさぎ算 (Fibonacci 数列)

- $a_1 = a_2 = 1$
- $a_n = a_{n-1} + a_{n-2} \quad (n \geq 3)$

これを表ソフトで計算しよう

- A1 と A2 とに 1
- A3 に  $=A2+A1$  として、下にコピー

どんな風が増えるか？ 直前の何倍くらい？

- B2 に  $=A2/A1$  として、下にコピー

大体 1.618034 倍くらいに増えるようだ。

## うさぎ算 (Fibonacci 数列)

大体 1.618034 倍くらいに増えるようだ。

実は、

$$a_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left( \left( \frac{1 + \sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1 - \sqrt{5}}{2} \right)^n \right)$$

で、

$$\frac{1 + \sqrt{5}}{2} \doteq 1.618034 \quad \dots \text{黄金比}$$

## うさぎ算 (Fibonacci 数列)

### 黄金比・黄金分割

$$\tau = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.61803398 \dots$$

- 自然界の様々な所に表れる比
- 人間はこの比を美しいと感じるようだ
- $\tau : 1 = 1 : (\tau - 1)$

参考:  $\sqrt{2} : 1 = 1 : \frac{\sqrt{2}}{2} \dots$  白銀比

参考: ねずみ算 というのもある  
(塵劫記 … 江戸時代の数学書)

- 1 月にねずみが 1 対いる
- 親ねずみ 1 対は子ねずみを 1 対産む  
(塵劫記の問題では 6 対)
- 生まれて 1 月目には親ねずみになる

1 年後には何対になるだろうか？

$a_{n+1} = 2a_n$  : 等比数列  
(現在の個体数に比例して増える)

## 個体数変化の数理モデル

次のシートに移ろう (左下のタブをクリック)

“現在の個体数に比例して増える”として、  
どんな風に増えるか観察してみよう  
… 数理モデル

- A1 に 0.01
- A2 に  $=2*A1$  として、下にコピー  
(大体 20 ~ 30 くらいまでで良いかな)  
→ あっという間に増える



## 個体数変化の数理モデル

実際には資源 (食糧・空間) が有限なので、  
多くなると成長にブレーキが掛かる  
(より精密と思われるモデル)

- $A_1$  に 0.01
- $A_2$  に  $=2*A_1*(1-0.01*A_1)$  として、  
下にコピー  
(大体 20 ~ 30 くらいまでで良いかな)

→ 頭打ちになる

## 個体数変化の数理モデル

実際には資源 (食糧・空間) が有限なので、  
多くなると成長にブレーキが掛かる  
(より精密と思われるモデル)

- $A_1$  に  $0.01$
- $A_2$  に  $=2*A_1*(1-0.01*A_1)$  として、  
下にコピー  
(大体 20 ~ 30 くらいまでで良いかな)

→ 頭打ちになる

## グラフの作成・挿入

グラフを書いてみよう

範囲指定 → リボンメニューの [挿入][グラフ]  
→ グラフの種類・体裁を選択

種類を適切に選択せよ

- 棒グラフ: 分量の**比較**
- 折れ線グラフ: 分量の**変化**
- 円グラフ: 分量の**割合**
- レーダーグラフ: 分量の**バランス**

など

## 個体数変化の数理モデル

- A1 に 0.01
- A2 に  $=2*A1*(1-0.01*A1)$  として、  
下にコピー

グラフを書いてみよう → ロジスティック曲線

範囲指定 (ここでは列指定でも可)

→ リボンメニューの [挿入][グラフ]

ここではグラフの種類は何にすべき？

## 個体数変化の数理モデル

- A1 に 0.01
- A2 に  $=2*A1*(1-0.01*A1)$  として、  
下にコピー

グラフを書いてみよう → **ロジスティック曲線**

範囲指定 (ここでは列指定でも可)

→ リボンメニューの [挿入][グラフ]

ここではグラフの種類は何にすべき？

## 個体数変化の数理モデル

パラメタを色々変えてみたい

- A1 に 0.01
- C1 に 2
- C2 に 0.01
- A2 を  $=C1*A1*(1-C2*A1)$  として、  
下にコピー

これで C1, C2 を変えると自動的に変わる

色々試してみよう

## 個体数変化の数理モデル

更に実際には、直前の世代だけではなくて、  
もう一世代前のツケを払っている、  
というモデルの方が近いとも言われている

- A1 に 0.01
- C1 に 2
- C2 に 0.01
- A2 を  $=C_1 * A_1 * (1 - C_2 * A_1)$  (同じ)
- A3 を  $=C_1 * A_1 * (1 - C_2 * (A_2 + A_1))$

として、下にコピー

どうなるだろうか？

## 九九の表

次のシートに移ろう (左下のタブをクリック)

まず、1 から 9 までのデータを作るには …

A2 を 1 とした後、

- A3 に  $=A2+1$  として、A10 まで下にコピー  
または、
- **連続データの作成: [Ctrl]+下にドラッグ**

同様に B1 を 1 とした後、

- C1 に  $=B1+1$  として、J1 まで右にコピー  
または、
- **連続データの作成: [Ctrl]+右にドラッグ**



## 九九の表

次のシートに移ろう (左下のタブをクリック)

まず、1 から 9 までのデータを作るには …

A2 を 1 とした後、

- A3 に  $=A2+1$  として、A10 まで下にコピー  
または、
- **連続データの作成: [Ctrl]+下にドラッグ**

同様に B1 を 1 とした後、

- C1 に  $=B1+1$  として、J1 まで右にコピー  
または、
- **連続データの作成: [Ctrl]+右にドラッグ**

## 九九の表

A2:A10 と B1:J1 とに

1 から 9 までのデータが入った

B2 にどういう数式を入れたら、

それを B2:J10 の範囲にコピーして

「九九」の表になるか？

(ヒント: 相対参照・絶対参照)

## 九九の表

折角の表なので、少し見栄えをいじってみよう

縦横の大きさの調整:

- 行の高さ: 行範囲指定  
→ [右クリック][行の高さ]  
または、行の境界線をマウスで調整
- 列の幅: 列範囲指定  
→ [右クリック][列の幅]  
または、列の境界線をマウスで調整

## 九九の表

罫線を引いてみよう

範囲指定

→ [右クリック][セルの書式指定][罫線]  
または、リボンメニューの [フォント][罫線]

例:

- 基本は細線
- 外枠は太線
- 乗数被乗数と積との境 (題目と項目との境)  
も太線
- 左上は斜線

## 九九の表

16 以上の値を強調表示してみよう

→ 条件付き書式

範囲指定 →

リボンメニューの [スタイル][条件付き書式]  
[セルの強調表示ルール][指定の値より大きい]

→ 値を指定

他にも、ここでは

[カラースケール] なども面白いかも

## 二項係数 (Pascal の三角形)

次のシートに移ろう (左下のタブをクリック)

二項係数 (組合せの数):

$${}_n C_k = {}_{n-1} C_k + {}_{n-1} C_{k-1}$$

- A1 を 1 として、下にコピー
- B1 を 0 として、右にコピー
- B2 を =B1+A1 として、全体にコピー  
(画面に見えるくらいの範囲で良い)

## 二項係数 (Pascal の三角形)

偶数のセルを色で塗りつぶして表示してみよう  
→ 条件付き書式

範囲指定 (今は全範囲指定で可) →

リボンメニューの [スタイル][条件付き書式]  
[セルの強調表示ルール][その他のルール]  
[数式を使用して、書式設定するセルを決定]

- 数式:  $=\text{MOD}(A1, 2)=0$
- 書式: [塗りつぶし] で適当な色を指定

結構面白い?

## 二項係数 (Pascal の三角形)

偶数のセルを色で塗りつぶして表示してみよう  
→ 条件付き書式

範囲指定 (今は全範囲指定で可) →

リボンメニューの [スタイル][条件付き書式]  
[セルの強調表示ルール][その他のルール]  
[数式を使用して、書式設定するセルを決定]

- 数式:  $=\text{MOD}(A1, 2)=0$
- 書式: [塗りつぶし] で適当な色を指定

結構面白い?



## 二項係数 (Pascal の三角形)

偶数のセルを色で塗りつぶして表示してみよう  
→ 条件付き書式

範囲指定 (今は全範囲指定で可) →

リボンメニューの [スタイル][条件付き書式]  
[セルの強調表示ルール][その他のルール]  
[数式を使用して、書式設定するセルを決定]

- 数式:  $=\text{MOD}(A1, 2)=0$
- 書式: [塗りつぶし] で適当な色を指定

結構面白い?

## 二項係数 (Pascal の三角形)

偶数のセルを色で塗りつぶして表示してみよう  
→ 条件付き書式

$$=MOD(A1, 2)=0$$

MOD : 割った余りを答える関数

セルの参照は

指定範囲の左上セルに設定するつもりで  
(他のセルにも相対指定の要領で適用される)

modulus: 法・割る数・

基準・単位になるもの・“のり”

## 二項係数 (Pascal の三角形)

偶数のセルを色で塗りつぶして表示してみよう  
→ 条件付き書式

$$=MOD(A1,2)=0$$

MOD : 割った余りを答える関数

セルの参照は

指定範囲の左上セルに設定するつもりで  
(他のセルにも相対指定の要領で適用される)

**modulus:** 法・割る数・

基準・単位になるもの・“のり”

## 二項係数 (Pascal の三角形)

偶数かどうかを知るだけなら、  
始めから割った余りだけ計算すれば良かった

- A1 を 1 として、下にコピー
- B1 を 0 として、右にコピー
- B2 を  $=\text{MOD}(B1+A1, 2)$  として、  
全体にコピー
- [条件つき書式] は値が 0 のときで良い

## 二項係数 (Pascal の三角形)

- A1 を 1 として、下にコピー
- B1 を 0 として、右にコピー
- B2 を  $=\text{MOD}(B1+A1, 2)$  として、  
全体にコピー
- [条件つき書式] は値が 0 のときが良い

他の数で割った余りは？

3 で割った余りなら、 $=\text{MOD}(B1+A1, 3)$

色々変えて試すのには、さっきの方法が使える  
やってみよう

## 今日の課題の提出法

### 数理実験のファイルを電子メールで提出

- 件名: 1215 (半角英数字で!!)
- 作成した MS-Excel ファイルを  
A0nxxyyy-1215.xlsx  
(自分の学生番号-今日の日付) で保存  
(半角英数字で!!)  
→ 添付ファイルで提出
- メール本文に  
自分の学生番号・氏名を記す