

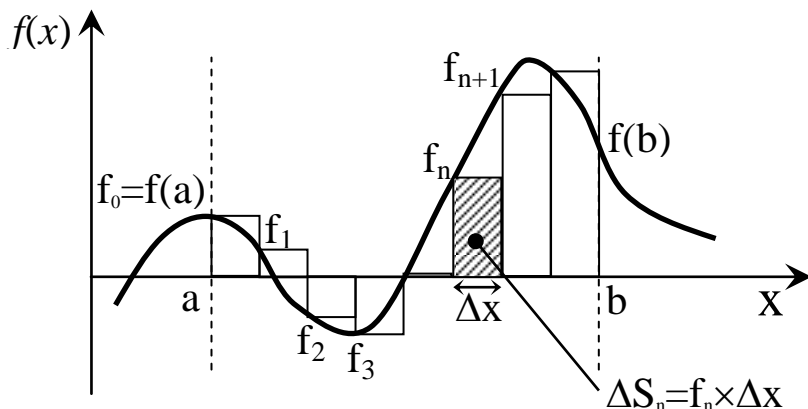
## Excel で積分

09 July 2009 谷口貴志

解析的な積分を実行するのが困難な時、数値的な積分を行うと実際上有用である。今回は Excel を用いて、表計算により数値的な積分を行う。

しかしその前に、まず、エクセルの簡単な使い方について説明し、そのあと、Excel を用いた数値積分について演習を行うこととする。

ある関数  $f(x)$  について、区間  $[a, b]$  で積分することは、 $f(x)$  により切り取られる“面積”を求めることに相当する。一番簡単な例では、下図に示した微小な長方形の“面積”の和を求めることになる。



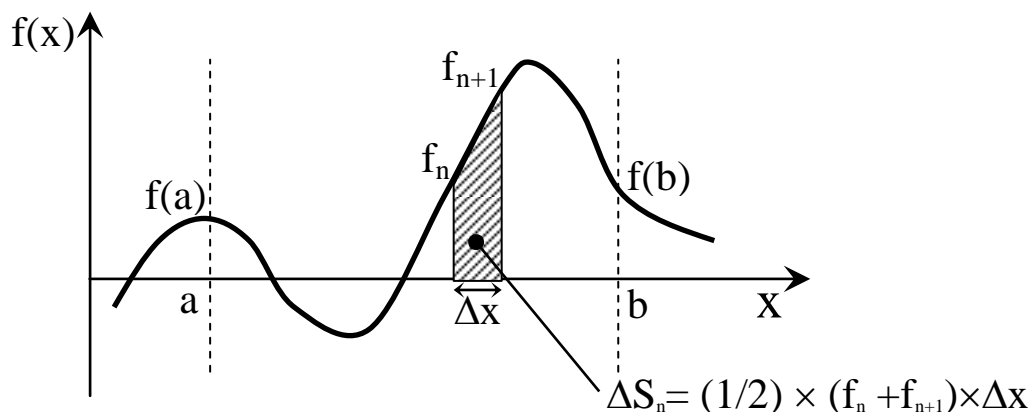
よって、区間  $[a, b]$  で関数  $f(x)$  が  $x$  軸となす面積は

$$S = f_1 \cdot \Delta x + f_2 \cdot \Delta x + f_3 \cdot \Delta x + \cdots + f_N \cdot \Delta x = (f_1 + f_2 + f_3 + \cdots + f_N) \cdot \Delta x$$

あるいは

$$S = f_0 \cdot \Delta x + f_1 \cdot \Delta x + f_2 \cdot \Delta x + \cdots + f_{N-1} \cdot \Delta x = (f_0 + f_1 + f_2 + \cdots + f_{N-1}) \cdot \Delta x$$

しかし、上図より明らかなように、長方形は  $f(x)$  により切り取られる面積を表現しているとは言いがたい。台形公式と呼ばれる方法では下図のように台形を用いる。



よって、区間  $[a, b]$  で関数  $f(x)$  が  $x$  軸となす面積は

$$\begin{aligned} S &= (1/2)(f_0 + f_1) \cdot \Delta x + (1/2)(f_1 + f_2) \cdot \Delta x + \cdots + (1/2)(f_{N-1} + f_N) \cdot \Delta x \\ &= (f_1 + 2f_2 + 2f_3 + \cdots + 2f_{N-1} + f_N) \cdot \Delta x / 2 \end{aligned}$$

で求められる。

一方、シンプソンによれば、より精度の高い公式は (N を偶数とすると)、

$$\begin{aligned}
 S &= (f_0 + 4f_1 + 2f_2 + 4f_3 \cdots + 2f_{N-2} + 4f_{N-1} + f_N) \cdot \Delta x / 3 \\
 &= (f_0 + 4s_{\text{odd}} + 2s_{\text{even}} + f_N) \cdot \Delta x / 3 \\
 s_{\text{odd}} &= f_1 + f_3 + f_5 \cdots + f_{N-1} \quad s_{\text{even}} = f_2 + f_4 + f_6 \cdots + f_{N-2}
 \end{aligned}$$

である。

### 課題 1

(a) 以下の和を求めよ。

$$\zeta(p) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{n^p}$$

N	p=2	p=3	p=4
10			
100			
1000			
infinity	$\pi^2 / 6$	unknown	$\pi^4 / 90$

以下の積分について、

(b) 長方形と台形を用いる方法、そして Simpson の方法を用いて数値積分せよ。その際、区間  $[0, \pi/2]$  を N 分割し求めよ。[注: Simpson の方法については、授業中に説明する。]

$$\int_0^{\pi/2} \cos(x) dx$$

計算の精度について調べるため、積分区間を 10, 100, 1000 分割した場合について計算し、以下のような表を作成せよ。

分割数 N	長方形の方法の誤差	台形の方法での誤差	Simpson の方法での誤差
10			
100			
1000			

(c) 同様に、以下の式を数値積分せよ。

$$S_2 = \int_0^1 4\sqrt{1-x^2} dx$$

また、同様な表を作成せよ。

分割数 N	長方形の方法の誤差	台形の方法での誤差	Simpson の方法での誤差
10			
100			
1000			

(d) (a)と(b)で求めた表を用いて、横軸を分割数 N の対数、 $\log(N)$ 、縦軸を誤差 D として、グラフを作成しなさい。

## 用語

1. **セル**: 一番小さい長方形の箱 (1 の A)
2. **アクティブセル**: 太枠で囲まれたセルのこと
3. 行と列: (1,2,3....行、A, B, C, D...列)

## セルの移動

1. 矢印キーで移動する
2. マウスで移動する
3. Tab、Enter、Shift+Tab、Shift+Enter で移動する
 

<b>Tab</b> :	右横への移動、	<b>Enter</b> :	縦(下)への移動、
<b>Shift+Tab</b> :	左横への移動、	<b>Shift+Enter</b> :	縦(上)への移動
4. PageDown、 PageUp で移動する
5. **Ctrl+Home**: 1 行 A 列へ移動
6. **Home**: 行頭へ移動
7. **Ctrl+End**: 入力されているセルの中で、一番右下へ移動
8. **End**:

## セルの選択

1. クリックして選択する
2. ドラッグして選択する : 領域が選択できる
3. **Shift** を押しながらクリックして選択する : 領域が選択できる
4. **Shift** を押しながら、矢印ボタンして選択する : 領域が選択できる
5. **Ctrl** を押しながらクリックして選択する : クリックしたセルを複数選択できる

## セルの挿入

「セルを選択」、右クリックし、「挿入」を選択、「ずらす方向を指定」し実行。  
 (複数行挿入したいときには、複数行を選択し、同様の操作を行うと可能)

## セルのコピー・貼り付け・切り取り、セルの結合・解除

1. セルのコピー 領域を選択した後,, **Cntl+C**
2. セルの貼り付け 貼り付けたいセルの位置に移動し、**Cntl+V**
3. セルの切り取り 領域を選択した後,, **Cntl+X**
4. セルの結合 「セルを 2 つ以上選択」し「右クリック」すると出てくる  
「セルの書式設定」の中の「配置」を利用
5. 結合の解除 上記の逆プロセス

## 行と列の操作

1. 行と列の挿入の仕方
  - 一番左(上)端にある行(列)番号を右クリックし行(/列)を選択、
  - 右クリックで「挿入」を選択、選択した行(列)の上(左)に新しい行(列)が挿入  
(複数行挿入したいときには、複数行を選択し、同様の操作を行うと可能)
2. 行と列のコピー・貼り付け・切り取り
  - 一番左(上)端にある行(列)番号を右クリックし行(/列)を選択、
  - 右クリックで「コピー」(or 「貼り付け」、「切り取り」)を選択

## 編集機能の基本

1. 操作の取り消し(元に戻す)                      Cntl+z
2. 操作の繰り返し(やり直し)                      Cntl+y

## データ管理機能の基本

### 1. 並び替え

「あいうえお順」や「アルファベット順」など指定の順にデータを並び替えること  
メニューの中の「データ」から「並び替え」を選択。後の操作は、指示に従えばよい。

### 2. オートフィルタ

指定したデータ内容を含むセルだけを表示させること  
メニューの中から「フィルタ」を選択し、表示させたい内容を指定。

### 3. 入力規則

## 関数の書き方

1. 関数の基礎知識    A. 必ず「=」から始める。  
                          B. 半角でなければならない。大文字、小文字の区別はない。

### 2. 四則演算                      セル中次のようにやってみよう。

(+, -, *, /)	= 3 + 4	[Enter]
	= 3 - 4	[Enter]
	= 3 * 4	[Enter]
	= 3 / 4	[Enter]

### 3. セル参照のしかた

- ・ 例えば、A 列 1 行(A1)のセルが 999 のとき、B 列 1 行のセルにその値を使いたいとき、**B 列 1 行のセルで = A1**
- ・ A 列 1 行が 999 で、B 列 1 行が 1001 のとき、この和を C 列 1 行のセルで計算したいならば、**C 列 1 行のセルで = A1\*B1**

### 4. セルの相対参照 (コピーで、おおもとの参照先ではなく、コピー元が参照される)

### 5. セルの絶対参照 (コピーでも、大本の参照先がコピーされる。

例えば、=\$A1 or =\$A\$1 として用いる。この 2 つの違いは授業中に。

## 関数の紹介

### 1. 条件を指定する IF

IF( 条件式, 条件式に当てはまる場合, 条件に当てはまらない場合 )

例 1 IF( A1 <=50, “○”, “×” ) A1 の値が 50 以下のとき、○、それ以外×と表示。

例 2 IF(A1<=50, A1\*3, A1/2) A1 が 50 以下の時、A1 を 3 倍、それ以外 1/2 倍

例 3 IF(A1<=50, A1\*3, IF(A1<=100, A1/2, A1-50))

A1 が 50 以下の時、A1\*3,

それ以外で、A1 が 100 以下のとき、A1/2、更にそれ以外は A1-50

### 2. 合計を求める SUM

SUM( セル参照、セル参照、セル参照、... )    例 =sum( A1, B3, D4, E2 )

SUM( セル参照: セル参照 )                      例 =sum( B1:B3 )    B1+B2+B3

例 =sum( B1:C3 )    B1+B2+B3+C1+C2+C3

### 3. 剰余を求める(割ったあまり) MOD

MOD( 数値, 除数 )    数値を除数で割ったあまり    =MOD( A2, 2 )

### 4. 平均値を求める AVERAGE

AVERAGE(セル参照、セル参照、セル参照、... ) 例 =average(A1, B3, D4, E2)

AVERAGE( セル参照: セル参照 )    例 =average(B1:B3) 例 =average(B1:C3)

5. 最大値、最小値を求める MAX、MIN  
 MAX( セル参照、セル参照、セル参照、... ) 例 =MAX( A1, B3, D4, E2 )  
 MAX( セル参照:セル参照 ) 例 =MAX( B1:B3 ) 例 =MAX( B1:C3 )
6. 文字列の結合: &  
 例 A1が“化学” A2が“講義” のとき、A3 のセルで =A1&A2  
 例 A1が“化学” A2が“講義” のとき、A3 のセルで =A1&"の"&A2
7. 空白の指定方法 (ダブルクォーテーションを2つつける。つまり、「 ” 」)
8. 分散  $\sigma^2$  の計算  $\sigma^2 = (n\sum x^2 - (\sum x)^2) / n^2$  VARP(セル参照:セル参照)
9. 標準偏差  $\sigma$  の計算, sqrt( $\sigma^2$ )関数を用いるか STDEVP(セル参照:セル参照)
10. 条件を満たす件数の算出 COUNTIF(セル参照:セル参照, 条件)  
 例: COUNTIF( B1:B100, ">=90" ) B1 から B100 までのセルの中で値が 90 以上の数
11. 条件を満たす件数の算出 (複数条件と範囲 )  
 例: COUNTIFS( B1:B100, ">=80", B1:B100, "<90" ) B1 から B100 までのセルの中で値が 80 以上 90 未満の数

#### 関数でよく起こるエラー

1. 割り算 例 =1/0 #DIV/0! と表示される。
2. 参照エラー 参照先に値がない場合 #VALUE! と表示される。
3. 循環参照 例 =以下で自己参照したり、LOOP 状の参照になった場合。