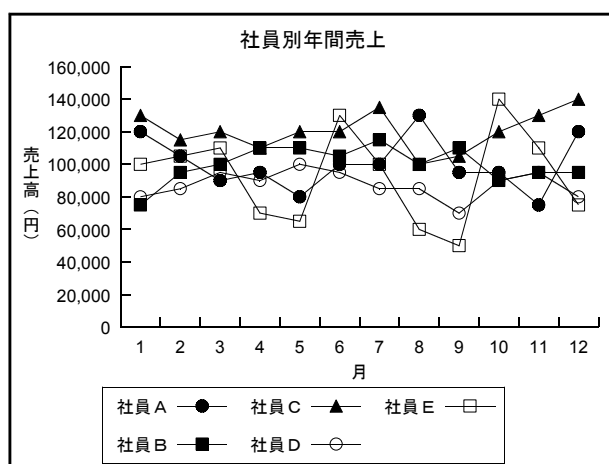


第 1 講：表計算ソフトウェアによるデータ処理（その 1）

コンピュータで動作するアプリケーション・ソフトウェアのジャンルの 1 つに**表計算**と呼ばれるものがある。見積もりや業績予想などの帳簿データをコンピュータで効率よく処理したいというビジネスサイドの発想で誕生したソフトウェアで、「スプレッド・シート (Spread Sheet)」と呼ばれることもある。

月	社員 A	社員 B	社員 C	社員 D	社員 E	当月売上
1	120,000	75,000	130,000	80,000	100,000	505,000
2	105,000	95,000	115,000	85,000	105,000	505,000
3	90,000	100,000	120,000	95,000	110,000	515,000
4	95,000	110,000	110,000	90,000	70,000	475,000
5	80,000	110,000	120,000	100,000	65,000	475,000
6	100,000	105,000	120,000	95,000	130,000	550,000
7	100,000	115,000	135,000	85,000	100,000	535,000
8	130,000	100,000	100,000	85,000	60,000	475,000
9	95,000	110,000	105,000	70,000	50,000	430,000
10	95,000	90,000	120,000	90,000	140,000	535,000
11	75,000	95,000	130,000	95,000	110,000	505,000
12	120,000	95,000	140,000	80,000	75,000	510,000
社員売上	1,205,000	1,200,000	1,445,000	1,050,000	1,115,000	6,015,000



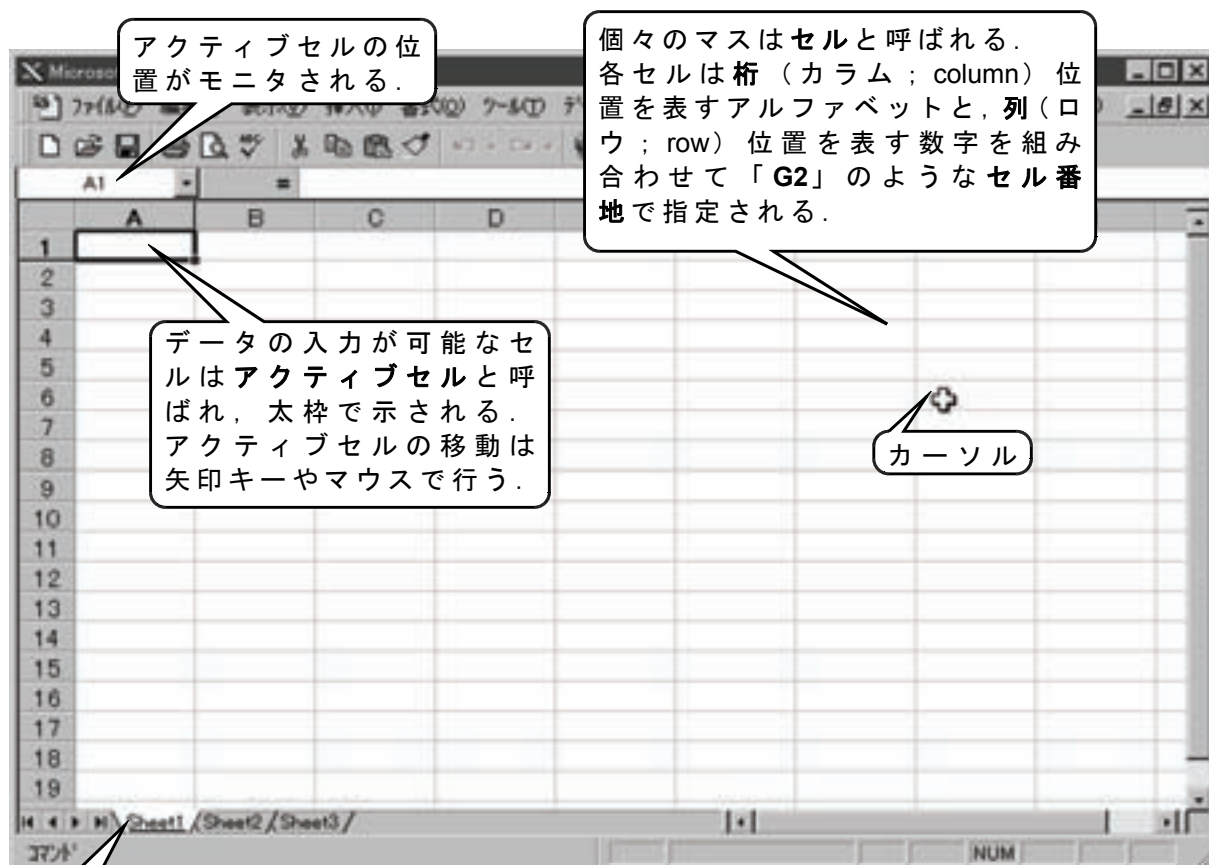
例えば、5 人の営業社員の年間売上を評価したいとする。左上のような表を作るには、売上高（データ）を縦横に罫線の入った集計表に記入し、算盤をはじいたり電卓を叩いたりして合計額を算出しなければならない。どこか 1 カ所間違っていれば、その部分を書き直して合計額をもう一度計算し直す必要がある。社員 5 人の 1 年分のデータならまだ手計算でも間に合うが、500 人の 10 年分のデータとなると、いったいどれだけの時間と人手が必要になることか…。ところが表計算ソフトで処理すれば、このような仕事は最小の手間と時間で完了する。いわゆる OA 導入による仕事の効率化である。

数字を眺めていてもその裏に潜むデータの傾向などはなかなかつかめない。そういうときはデータを視覚化するに限る、つまり、グラフにしてみるのである。表計算ソフトには数値データを簡単にグラフにしてくれる機能が備わっている。左上の表を折れ線グラフにしたのが右上の図で、売上にムラが多い社員が一目瞭然である。

現在最もよく利用されている表計算ソフトウェアは Microsoft 社の **Excel（エクセル）** である。このソフトウェアは非常に多機能かつ高性能であり、理科系の実験データ等を効率よく処理したり解析したりする用途に十分使える。表計算ソフトには Excel 以外にも Lotus 社の「1-2-3」、ジャストシステム社の「三四郎」などがある。しかし、操作する上で知っておくべき基本的な仕組みはどれも実によく似ており、また、できることもほとんど似通っている。今回は Excel を使用して表計算ソフトの基本をまず習得する。そして次回はデータの視覚化とシミュレーションにチャレンジする。

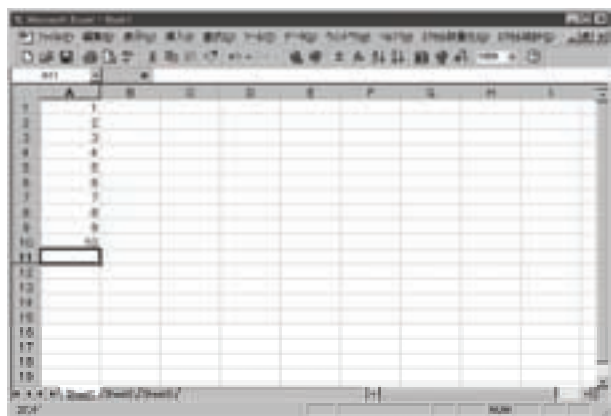
1. Excel の基本画面

Excel を起動すると下図のようなウィンドウが開く（画面は Excel97 のもの）。



多数のセルが集まってワークシートを構成する。ちょうど紙の集計表のイメージである。1枚のワークシートには 256 桁 × 65536 列 ≒ 1677 万個のセルがある。何枚かのワークシートが集まってブックを構成する。標準構成では Excel 起動時に 3 枚のワークシートからなるブックが開く。Excel のデータは通常このブック単位でファイルに保存される。ワークシートの名前はシートタブに表示される。標準構成では「Sheet1」「Sheet2」のように命名されているが、変更できる。

2. データ入力

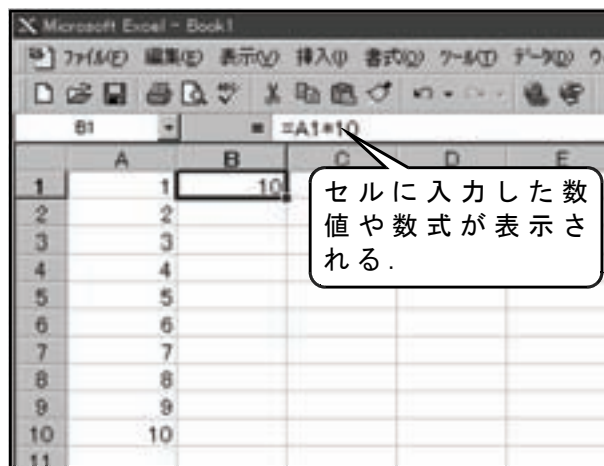
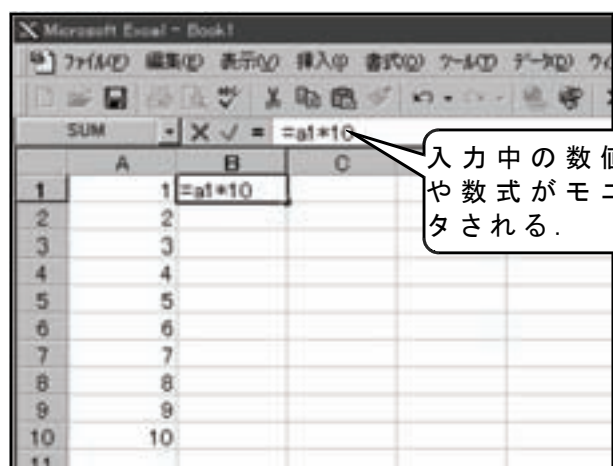


セルに数値データを入力してみる。

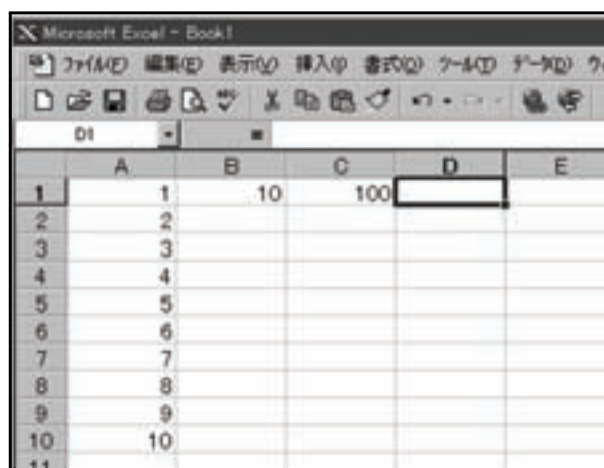
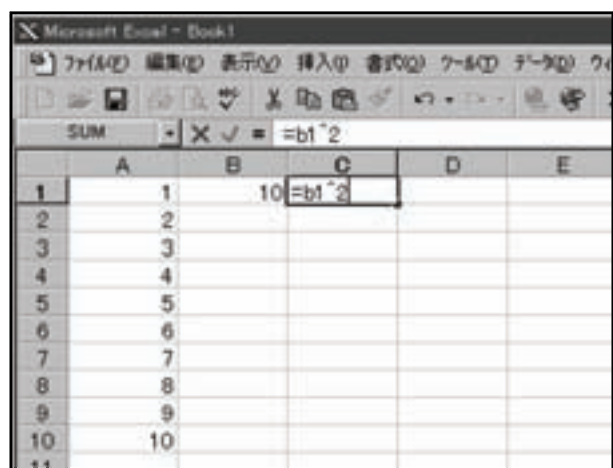
- ① A1 セルに 1 を入力。入力後 **Enter** キーを押すか、**下矢印キー**を押すと、アクティブセルが A1 から A2 に移る。
- ② A2 セルに 2 を入力。
- ③ 以下同様にして A1 ～ A10 セルに 1 ～ 10 の数値を入力（左図）。

3. 数式入力

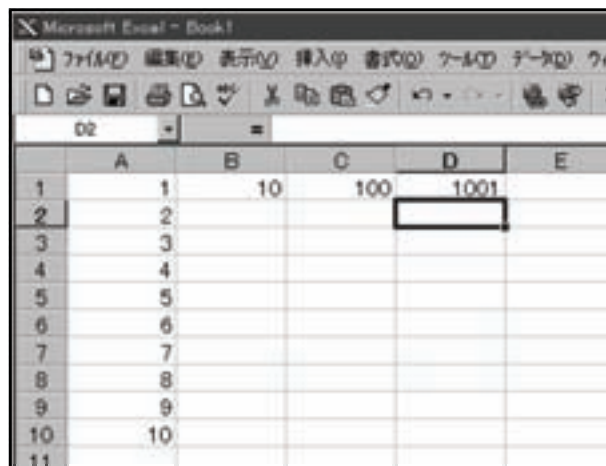
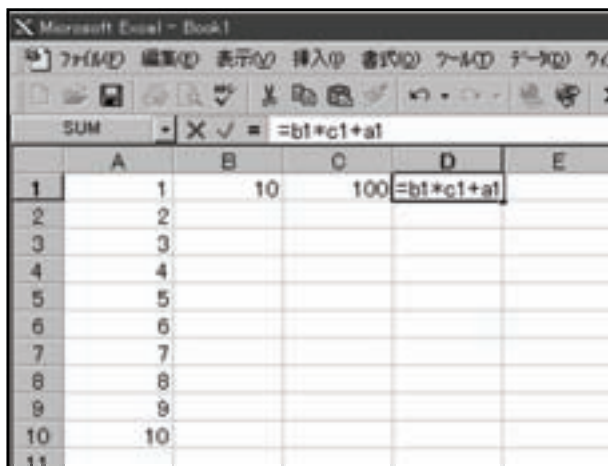
上で入力した数値データを使って簡単な計算を行う。そのためにセルに数式を入力する。



- ①アクティブセルを B1 に移動する。
- ②キーボードから「=a1*10」と入力。大文字と小文字の区別はない（上左図）。これは「A1セルのデータに 10 をかける計算を行え」という意味。
- ③入力し終わったら **Enter キー**を押すか、**下矢印キー「↓」**を押す。「10」という計算結果が B1 セルに現れる。アクティブセルは B2 に移動する。
- ④アクティブセルを B1 に戻すと、数式モニタに先ほど入力した数式が表示される（上右図）。これはワークシート上の B1 セルに現れるのは計算結果の「10」だが、B1 セルの実体は「=a1*10」という数式であることを示している。
- ⑤アクティブセルを C1 に移動。



- ⑥キーボードから「=b1^2」と入力（上左図）。これは「B1 の計算値を 2 乗する計算を行え」という意味。（「^」は「ハット」という記号，**Backspace キー**の 2 つ左隣のキー）
- ⑦入力し終わったら**右矢印キー「→」**を押す。C1 セルに計算結果の「100」が現れ、アクティブセルが D1 に移動する（上右図）。



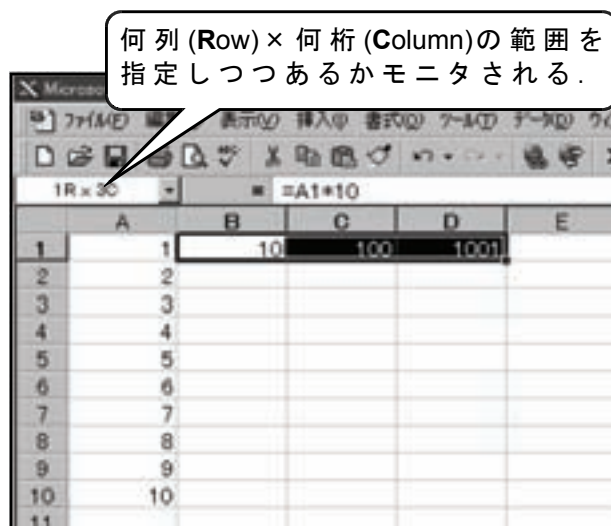
⑧ D1セルに「 $=c1*b1+a1$ 」と入力（上左図）。「C1の計算値とB1の計算値を掛け合わせ、さらにA1の値を足す計算を行え」という意味。

⑨入力し終わったら **Enter** キーか**下矢印キー**を押す。D1に計算結果「1001」が表示される（上右図）。

※ここまでの操作と関連事項のまとめ

- 1) 計算はセルに計算式を入力することで行われる。
- 2) セルに入力される数式は「=（イコール）」で始まる。
- 3) セルの番地（A1, G9 など）を、方程式の x や y などの変数として数式に組み込んで使う。
- 4) あるセルの計算結果を別のセルの計算に使える。
- 5) 数式が入力されたセルの計算結果がワークシートに表示される。
- 6) 種々の計算を行うための主な演算子は次の通り：
+（加算）， -（減算）， *（乗算）， /（除算）， ^（べき乗）
- 7) 数式内での演算規則（結合法則や演算順位）は一般の数学規則に従う。カッコを使って「 $=c1/(a1+b1)^{(1/2)}$ 」のような数式を入力することもできる。

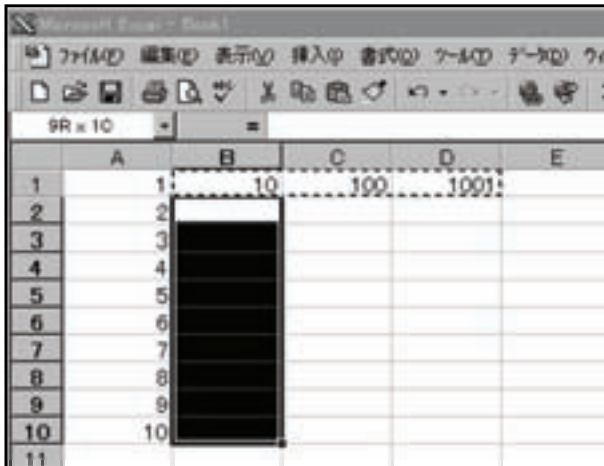
4. 数式の複写（相対セル番地の活用）



B2 ～ D10 セルに上と同じような数式を入力する際、各セルにいちいち入力するのではなく、Windows の共通操作である**コピー＆ペースト**機能を活用する。ここではキーボードによる操作を紹介するが、マウスでも同様の操作はもちろん可能である。

①複写元の先頭にアクティブセルを移動させる（ここでは B1 セル）。

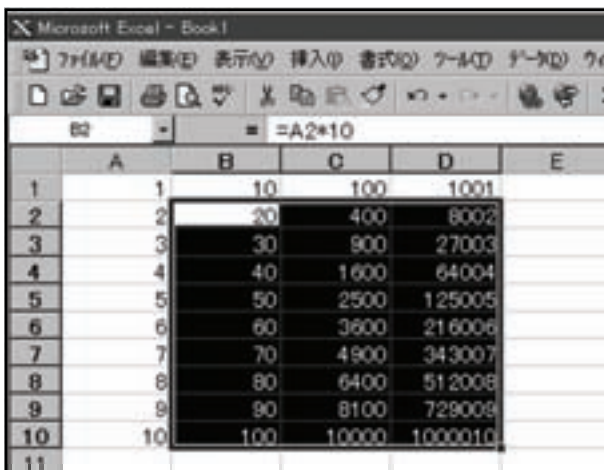
② **Shift** キーを押しながら**矢印キー**を操作して複写元の終点（ここでは D1 セル）までアクティブセルを移動させる（左図）。反転表示部が範囲指定された部分である。



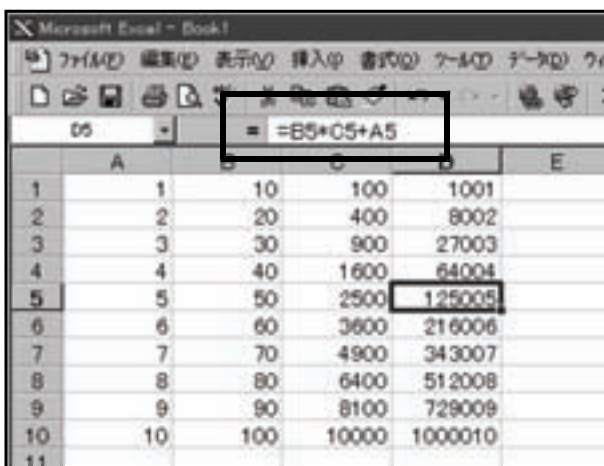
③ **Ctrl+C** キーを押して範囲指定部分をメモリにコピー。コピーされた部分が点滅する破線で囲まれる。

④ 複写先の先頭にアクティブセルを移動させる（ここでは B2 セル）。

⑤ 複写先を範囲指定するために、**Shift+矢印キー**を押して、複写先の終点までアクティブセルを移動させる（左図）。アクティブセルの移動に伴い反転した領域が指定範囲。ここでは、B2 ～ B10 セル（先頭カラムのみ）、あるいは、B2 ～ D10 セル（全体）を複写先として範囲指定する。



⑥ **Ctrl+V** キーを押して、メモリに保持していた内容を指定範囲にペーストする。計算結果が瞬時に指定範囲に現れる（左図）。



⑦ 例えば、アクティブセルを D1 から D10 にかけて順に移動させてみる。このとき、セルの内容を表示する欄（左図□囲み）には次のように表示される。

D1: =B1*C1+A1 ←入力した数式

D2: =B2*C2+A2

D3: =B3*C3+A3

...

D9: =B9*C9+A9

D10: =B10*C10+A10

複写した数式

複写先の数式中のセル番地が、アクティブセルの位置に対応して変わっていくことがわかる。

ひな形となる数式をどこかのセルに正確に入力しておけば、後はそのセルの内容をコピー&ペーストするだけで一気に計算が終わってしまう素晴らしさが実感できたでしょうか？

この仕組みを理解するために必要なのが**相対セル番地**の概念である。

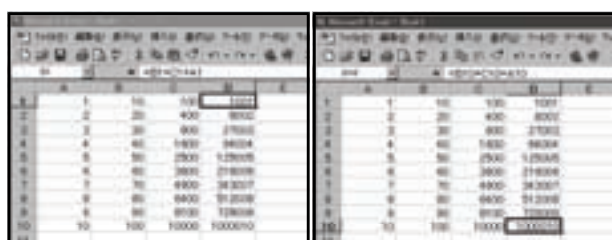
例えば、B5 セルには今「=A5*10」という数式が入っているはずだが、このセルの内容（数式）をコピー&ペーストで E5 セルに複写する。すると E5 セルには「=D5*10」という数式が自動的に入る。このときコンピュータは、「複写元セル(B5)の内容が **3 桁右**のセル(E5)に複写された」ことを把握しており、数式に含まれるセル番地を **3 桁分自動的にずらす**のである。

B5 セルの内容を B11 セルに複写すると、B11 セルには「=A11*10」という数式が自動的に入る。この場合は「複写元セル(B5)の内容が **6 列下**のセル(B11)に複写された」ので、コンピュータは数式に含まれるセル番地を **6 列分自動的にずらす**。

つまり、「**複写元のセル番地から見て何列何桁先に複写されたか**」という情報が数式中のセル番地に反映されるのである。絶対的な番地指定ではなく、複写元のセルからの相対的な位置関係で複写先でのセル番地が決まる、これが**相対セル番地**の概念である。

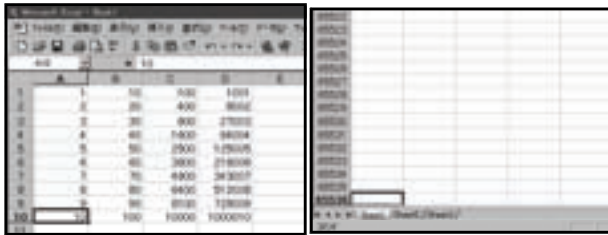
5. ワークシート作業時に知っておくと便利な操作

- ・ **アクティブセルの内容の削除**：アクティブセルの内容を削除したいときは、**Delete キー**を押す。
- ・ **複数のセルの一斉削除**：削除する範囲を指定（**Shift+矢印キー**を押して該当範囲を反転させる）した後、**Delete キー**を押す。
- ・ **セルの移動**：移動する範囲を指定（**Shift+矢印キー**を押して該当範囲を反転させる）した後、**Ctrl+X キー**を押す。指定範囲が点滅する破線で囲まれ、メモリに内容が保持される。移動先の先頭にアクティブセルを移し、**Ctrl+V キー**あるいは **Enter キー**を押す。指定範囲が移動する（**カット&ペースト**）。ただし**移動の場合、相対セル番地の変化はなく、移動元の内容が移動先にそのまま反映される**。
- ・ **範囲指定の解除**：上の操作で、指定範囲が点滅する破線で囲まれてしまった後で操作を見送るときは、**Esc キー**を押すと範囲指定を解除できる。



D1 セルがアクティブなとき、**Ctrl+↓** キーを押すと、連続するデータの末尾 D10 セルにいきなりジャンプする。

- ・ **桁の最後、列の最後にジャンプ**：**Ctrl** キーを押しながら上下左右の矢印キーのいずれかを押すと、連続するデータの末尾、桁や列の末端セルなどにジャンプできる。大きな表を操作するときに便利（左図）。

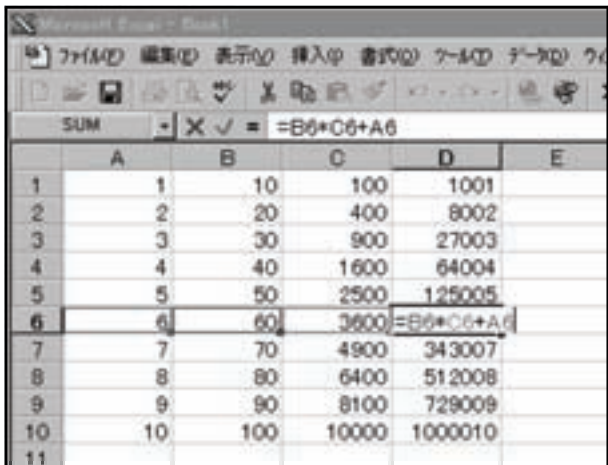


D10 セルがアクティブなとき、**Ctrl+←**キーを押すと、A10 セルにジャンプする。さらに **Ctrl+↓**キーを押すと、A 桁の末端セル(A65536)にジャンプする。



A1 セルがアクティブなとき、**Shift+Ctrl+→**キーを押すと、D1 セルにジャンプする。さらに **Shift+Ctrl+↓**キーを押すと、D10 セルにジャンプし、A1 ~ D10 をいっきに範囲指定できる。

- ・ **大きな領域の範囲指定**：上のジャンプ操作を **Shift** キーを押しながら行くと、マウスでスクロールするのも大変な大きな領域を一気に範囲指定できる（左図）。



- ・ **操作ミスをしたとき**：**Ctrl+Z** キーを押すと直前の状態に戻せる（**アンドウ**）。
- ・ **セルのデータの修正**：アクティブセルの内容を修正したいときは、**F2** キーを押す。アクティブセルの中でカーソルが点滅し、修正が可能になる（左図）。修正が完了すれば **Enter** キーを押す。

6. 自動再計算

表計算ソフトの素晴らしい機能の 1 つに再計算があげられる。あるセルの内容を変更すると、そのセルの番地を含んだ別のセルの値も自動的に変更されるという機能である。表が大きくなればなるほど、この機能の恩恵にあずかることができる。また、パラメータの値を系統的に少しずつ変化させたときに結果がどうなるか調べるような、シミュレーション計算にも活用できる。

	A	B	C	D	E
1	1	100	10000	1000001	
2	2	20	400	8002	
3	3	30	900	27003	
4	4	40	1600	64004	
5	5	50	2500	125005	
6	6	60	3600	216006	
7	7	70	4900	343007	
8	8	80	6400	512008	
9	9	90	8100	729009	
10	10	100	10000	1000010	
11					

	A	B	C	D	E
1	1	100	10000	1000001	
2	2	20	40000	8000002	
3	3	30	90000	27000003	
4	4	40	160000	64000004	
5	5	50	250000	1.25E+08	
6	6	60	360000	2.16E+08	
7	7	70	490000	3.43E+08	
8	8	80	640000	5.12E+08	
9	9	90	810000	7.29E+08	
10	10	100	1000000	1E+09	
11					

① B1 セルの数式を「=A1*100」に修正する．C1 および D1 セルの値が自動的に変わる（上左図）．

② B1 セルの内容を B2 ～ B10 に複写する．C2 ～ D10 セルの計算値が瞬時に変化する（上右図）．

※上右図 D5 ～ D10 セルの数値表示が指数型（ $1.25E+08 = 1.25 \times 10^8$ ）になっているのは、桁数が多すぎて通常表示では現在のセル幅に入りきれないため．

7. 絶対セル番地

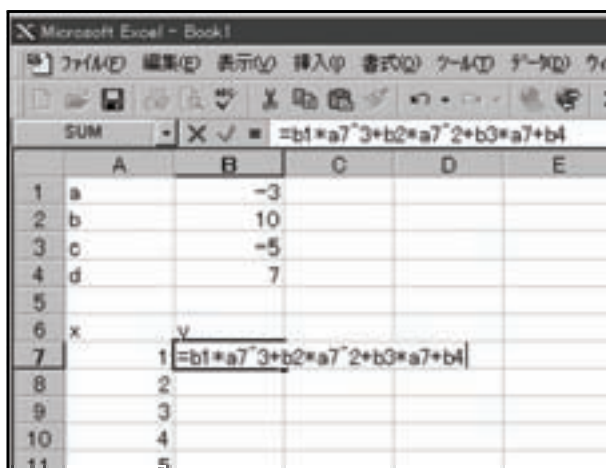
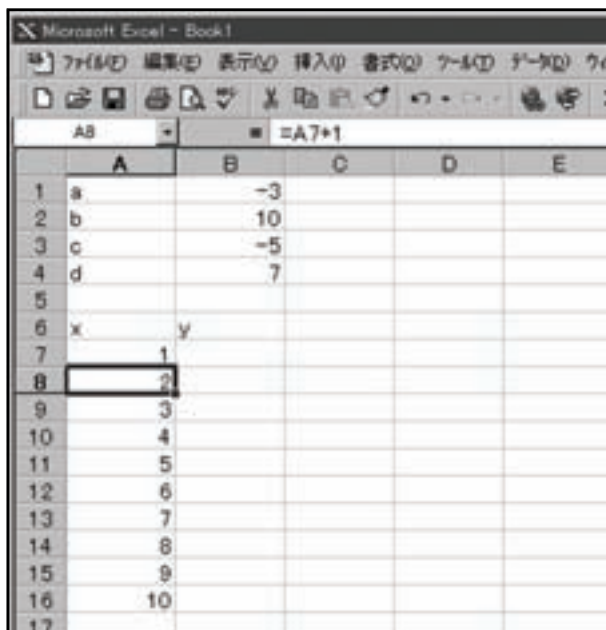
$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

という 3 次式がある． x の値が 1, 2, ..., 10 と変化するとき、 y の値がどうなるのか調べたい．また、係数 a , b , c および定数項 d の値もあれこれ変えてみたい．そこで、表計算ソフトでシミュレーションを行う．

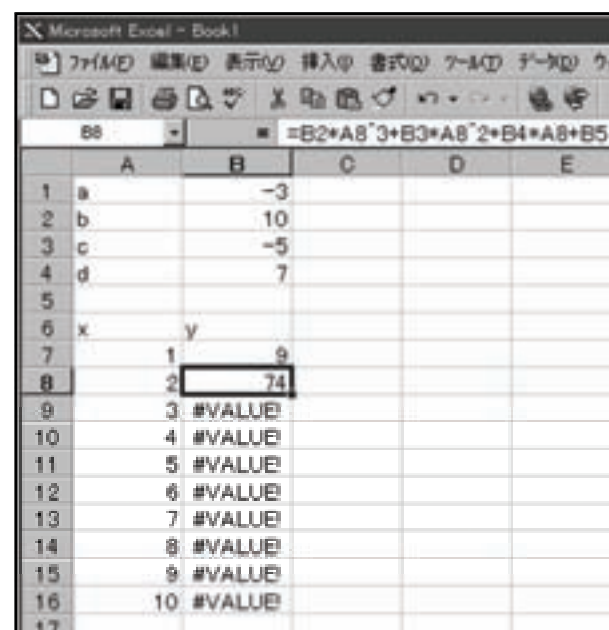
	A	B	C	D	E
1	a	-3			
2	b	10			
3	c	-5			
4	d	7			
5					
6	x	y			
7					
8					
9					
10					
11					

①シートタブの「Sheet2」を左クリック．まっさらな Sheet2 がアクティブワークシートとして最前面に表示される．同様の操作は **Ctrl+PageDown** キーを押しても行える．（Sheet1 に戻るときは **Ctrl+PageUp** キーを押す．）

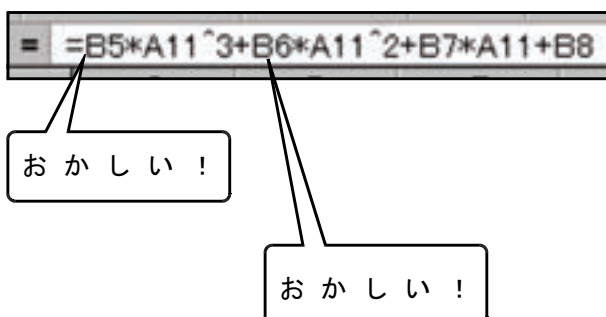
②式「 $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ 」の係数および定数項に相当するデータを設定する（左図）．A1 ～ A4 は a , b , c , d の係数などを表す記号、B1 ～ B4 がその具体的な数値．また、 x , y の値を A7 ～ B16 に表示するので、その項目名として、A6 セルに「 x 」、B6 セルに「 y 」を入力．



- ③ A7セルに 1 を入力.
- ④ A8セルに数式「=A7+1」を入力.
- ⑤ A8セルを A9～A16セルに複写. 1～10のxの値が出揃う(左図). 先ほどは1～10の数値を1つ1つ入力したが, 相対セル番地を利用して工夫すると, ずいぶん入力の手間が省ける.



- ⑥ B7セルに「 $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ 」に相当する数式を入力する(上左図).
- ⑦ B7に9が表示される. 続いてB7をB8～B16に複写する. するとB9～B16に「#VALUE!」というメッセージが表示されてしまう(上右図). これは「値がない!」というエラーメッセージである. また, B8の値もおかしい(13が正しい).



- ⑧ アクティブセルを B11 に移し, 数式をチェックしてみる(左図). 第1項の係数aに相当する部分にはB1セルの数値を使わなくてはならないのに, 何もデータの入っていないB5になっている. 一方, 第2項の係数bに相当する部分は文字データ「Y」が入っているB6が使われている. これではまともな値が出るわけがない.

これは便利な相対セル番地が足を引く例である。問題になっているのは、相対セル番地機能のために、数式に含まれている係数データのセル番地（B1 ～ B4）がずれてしまうことである。この問題を回避するために使われるのが**絶対セル番地**である。次のように修正を加える。

	A	B	C	D	E
1	a	-3			
2	b	10			
3	c	-5			
4	d	7			
5					
6	x	y			
7		1	9		
8		2	13		
9		3	1		
10		4	-45		
11		5	-143		
12		6	-311		
13		7	-567		
14		8	-929		
15		9	-1415		
16		10	-2043		
17					

⑨ B7セルを次のように書き換える。

修正前：=B1*A7^3+B2*A7^2+B3*A7+B4

修正後：=B\$1*A7^3+B\$2*A7^2+B\$3*A7+B\$4

⑩ B7セルに「9」が表示される。B7をB8～B16に複写する。

今度は左図のように、今度は正しい計算結果が表示されているはずである。

⑨で行った修正のポイントは、係数データのセルの列番号の前に「\$」を付けたことにある。\$が付けられた桁番号（アルファベット）や列番号（数字）は、複写されてもずれない。つまり、\$がアンカー役を担っており、相対セル番地機能でセル番地がずれるのを食い止めている。

この桁番号や列番号に\$の付いたセル番地を「**絶対セル番地**」と呼ぶ。

=C\$1*B7^3+C\$2*B7^2+C\$3*B7+C\$4

⑪ B7をC7にそのまま複写すると、左図のように係数データのセルがB桁からC桁にずれる。また、XのデータもA桁からB桁にずれている。当然、計算結果はおかしい。

	A	B	C	D	E
1	a	-3			
2	b	10			
3	c	-5			
4	d	7			
5					
6	x	y			
7		1	9		
8		2	13		
9		3	1		
10		4	-45		
11		5	-143		
12		6	-311		
13		7	-567		
14		8	-929		
15		9	-1415		
16		10	-2043		
17					

⑫ B7の数式を左図のように修正する。係数データのセルの桁および列の両方に「\$」を付けて絶対指定をする。さらに、Xデータの桁(A)にも絶対指定を行う。

⑬ B7をC7～C16に複写。B桁とC桁に同じ計算結果が現れるはずである。

	A	B	C	D	E
1	a	3			
2	b	10			
3	c	-5			
4	d	7			
5					
6	x	y			
7		1	15	15	
8		2	61	61	
9		3	163	163	
10		4	339	339	
11		5	607	607	
12		6	985	985	
13		7	1491	1491	
14		8	2143	2143	
15		9	2959	2959	
16		10	3957	3957	
17					

⑭例えば、係数 a のデータを-3 から+3 に変えてみる．再計算機能により、値が一斉に変化する．相対番地、絶対番地、再計算機能を組み合わせることにより、工夫次第で色々なシミュレーションが行える．

8. 3次元演算

異なる複数のワークシートを横断して計算を行うこともできる．このような計算は「**3次元演算**」「**串刺し演算**」などと呼ばれる．

	A	B	C	D	E
1	5月	第1週	第2週	第3週	第4週
2	A	30000	25000	20000	30000
3	B	40000	30000	45000	20000
4	C	25000	35000	30000	32000
5	D	32000	30000	30000	28000
6	E	43000	25000	40000	30000
7					

Sheet1

	A	B	C	D	E
1	6月	第1週	第2週	第3週	第4週
2	A	20000	35000	25000	25000
3	B	30000	30000	40000	30000
4	C	35000	20000	33000	25000
5	D	25000	32000	25000	40000
6	E	40000	30000	35000	25000
7					

Sheet2

例として、上図のような「Sheet1 の B2 ～ E6」と「Sheet2 の B2 ～ E6」を足し合わせて、結果を Sheet3 に表示することを考える．これは、5 人の営業社員 A ～ E の 5 月と 6 月の業績を週ごとに分析することになる．

	A	B	C	D	E
1	5月+6月	第1週	第2週	第3週	第4週
2	A	50000	60000	45000	55000
3	B	70000	60000	85000	50000
4	C	60000	55000	63000	57000
5	D	57000	62000	55000	68000
6	E	83000	55000	75000	55000
7					

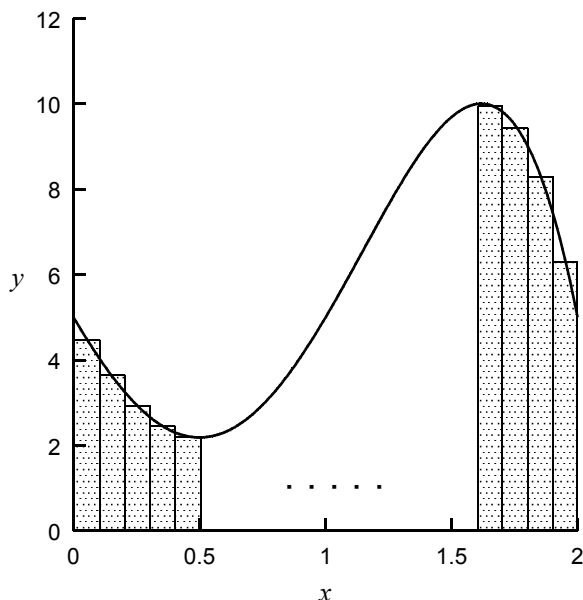
Sheet3 の B2 セルに

=Sheet1!B2+Sheet2!B2

と入力してください．これは「シート 1 の B2 セルとシート 2 の B2 セルを足す」という意味である．シート名とセル番地の間には「!」が入る．後は B2 セルを B2 ～ E6 に複写すれば、左図のような結果が得られることになる．

例題 1

曲線 $y = -5x^4 + 10x^3 + 5x^2 - 10x + 5$ を区間 $[0 \leq x \leq 2]$ で積分することを考える．積分公式にしたがって手計算を行えば， $\int_0^2 (-5x^4 + 10x^3 + 5x^2 - 10x + 5)dx = 11.3333\dots$ となる．



この定積分の計算を区分別求積法で行いなさい．区分別求積法とは，被積分曲線の積分区間を等幅の長方形で敷き詰めて，その長方形の面積の和で積分値を近似する方法である．当然，長方形の幅 Δx が狭いほど精度がよい．今回は $\Delta x = 0.1$ にして計算しなさい．

なお，左図の曲線は区間 $[0 \leq x \leq 2]$ における曲線 $y = -5x^4 + 10x^3 + 5x^2 - 10x + 5$ の概形を表している．

- ヒント：**
- ① まず $\Delta x = 0.1$ 刻みで x の値を決める．
 - ② 各 x の値に対応する y の値を求める．
 - ③ 各長方形の面積を求める．
 - ④ SUM 関数を使わずに長方形の面積の和を求める．これには工夫が必要．

例題 1 の考え方

Microsoft Excel - Book1

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 挿入(I) 書式(O) ツール(T) データ(D) エキスポート(S) ウ

D30 = =D29+C30

	A	B	C	D	E	F
1	a	-5				
2	b	10				
3	c	5				
4	d	-10				
5	e	5				
6	Δx	0.1				
7						

4次式の係数と定数項

xの刻み幅

xの始まりを0.05にするのがミソ

c11に「=b11*b\$6」を入力, c12以下に複写

d11に「=c11」を入力

a12に「=a11+b\$6」を入力, a13以下に複写

d12に「=d11+c12」を入力, d13以下に複写 (one step前の積算結果に次のstepの計算結果を足す)

	x	y	y* Δx	Sum
11	0.05	4.513719	0.451372	0.451372
12	0.15	3.643719	0.364372	0.815744
13	0.25	2.949219	0.294922	1.110666
14	0.35	2.466219	0.246622	1.357288
15	0.45	2.218719	0.221872	1.579159
16	0.55	2.218719	0.221872	1.801031
17	0.65	2.466219	0.246622	2.047653
18	0.75	2.949219	0.294922	2.342575
19	0.85	3.643719	0.364372	2.706947
20	0.95	4.513719	0.451372	3.158319
21	1.05	5.511219	0.551122	3.709441
22	1.15	6.576219	0.657622	4.367063
23	1.25	7.636719	0.763672	5.130734
24	1.35	8.608719	0.860872	5.991606
25	1.45	9.396219	0.939622	6.931228
26	1.55	9.891219	0.989122	7.92035
27	1.65	9.973719	0.997372	8.917722
28	1.75	9.511719	0.951172	9.868894
29	1.85	8.361219	0.836122	10.70502
30	1.95	6.366219	0.636622	11.34164
31			11.34164	
32				
33				

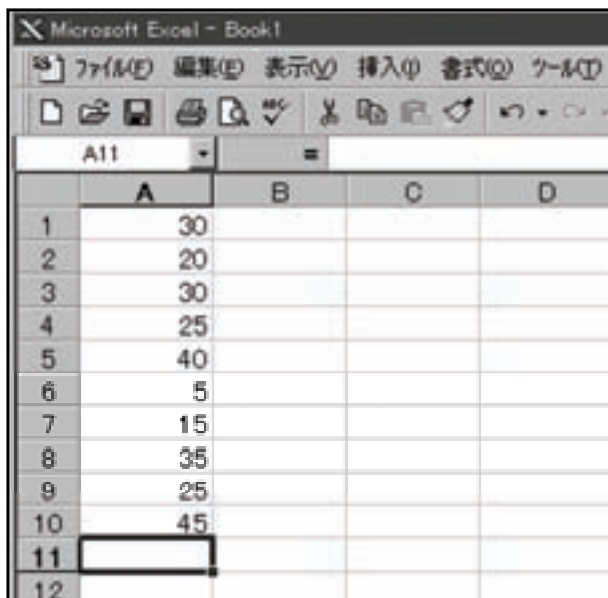
d30に求めるべき解はコレ

SUM関数を使って求めた場合 (c31に「=sum(c11:c30)」と入力)

b11に「=a11^4*b\$1+a11^3*b\$2+a11^2*b\$3+a11*b\$4+b\$5」を入力, b12以下に複写

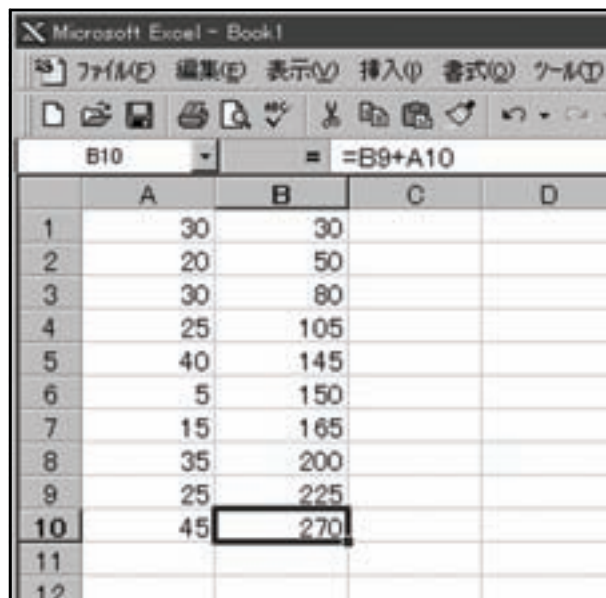
9. 和を求める

例えば、下左図のように A1 ～ A10 のセルにそれぞれ何かの数値データが入っているとき、その和を求めたい。そこでまず、B1 セルに A1 セルの値を初期値として複写する。次に、B2 セルに「=b1+a2」という数式を入力する。表示される結果は A1 セルと A2 セルの和になる。B2 セルの数式を B3 セルに複写すれば、A1 セルと A2 セルの和（つまり、B2 セルの結果）に A3 セルを足した値が現れる。同様にして、B2 セルの数式を B4 ～ B10 セルに複写すると、最終的に B10 セルに A1 ～ A10 セルの和が表示される（下右図）。



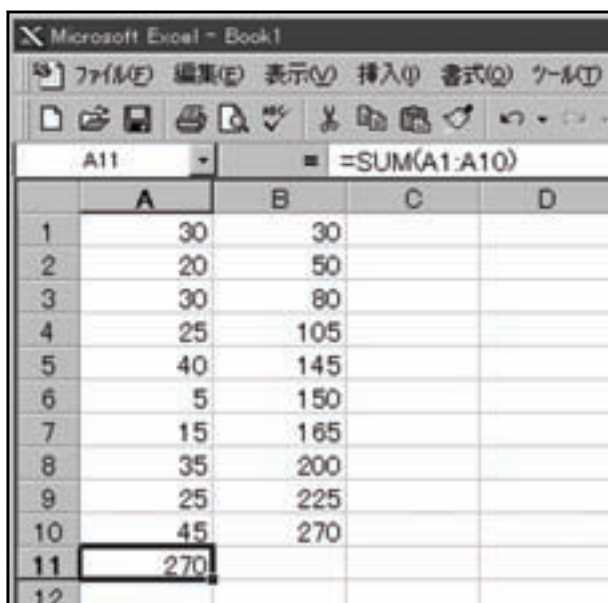
Microsoft Excel - Book1

	A	B	C	D
1	30			
2	20			
3	30			
4	25			
5	40			
6	5			
7	15			
8	35			
9	25			
10	45			
11				
12				



Microsoft Excel - Book1

	A	B	C	D
1	30	30		
2	20	50		
3	30	80		
4	25	105		
5	40	145		
6	5	150		
7	15	165		
8	35	200		
9	25	225		
10	45	270		
11				
12				



Microsoft Excel - Book1


	A	B	C	D
1	30	30		
2	20	50		
3	30	80		
4	25	105		
5	40	145		
6	5	150		
7	15	165		
8	35	200		
9	25	225		
10	45	270		
11	270			
12				

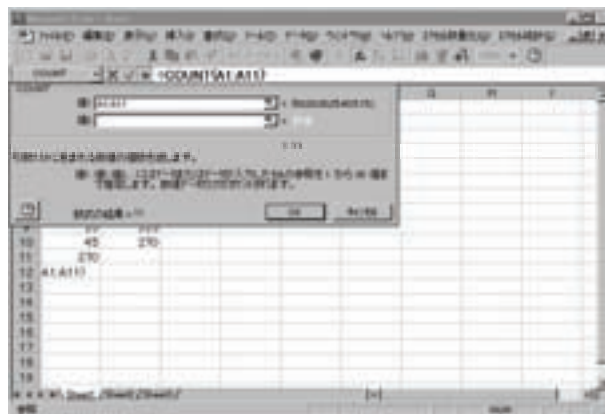
逐次的に計算しようとする、何とも面倒くさいが、**組込関数**を用いるとこの計算はいつも簡単にできてしまう。左図は A11 セルに組込関数 **SUM** を入力して、A1 ～ A10 セルの和を求めたところである。


組込関数は通常の逐次処理では難しい計算を肩代わりしてくれる機能（function；関数）であり、文字通り数式に組み込んで使用する。また、相対セル番地や絶対セル番地と同様に、表計算ソフトに必ず備わっている機能でもある。

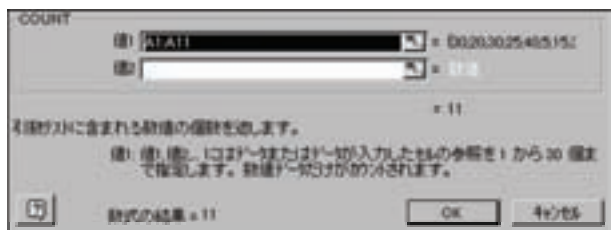
10. 組込関数を取りあえず使ってみる


表計算ソフトの組込関数にはいろいろな種類や機能があるが、関数電卓に搭載されているような機能はごく簡単に利用できる。まずは見よう見まねで使うのがよい。

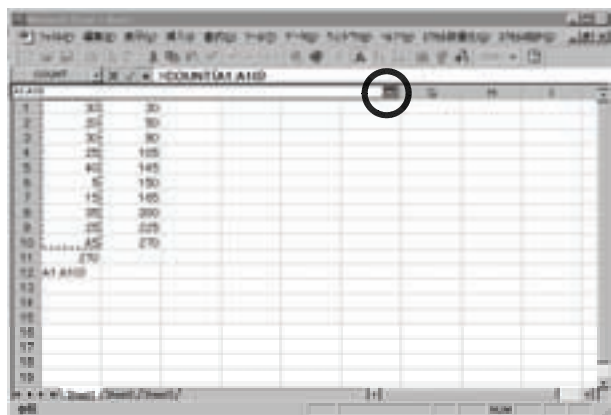
- ① A1 ～ A10 セルに適当な整数値（1 ～ 10 でもよい）を入力。
- ② A11 セルに「=sum(a1:a10)」と入力。あるいは、アクティブセルを A11 にして「オート SUM」アイコン  を左クリック。A11 セルに 55 が現れる。sum は指定範囲の数値の和を求める組込関数。








- ③ A12 セルに「=count(a1:a10)」と入力。あるいは、アクティブセルを A12 にして「関数貼り付け」アイコン  を左クリック。「関数の貼り付け」ウィンドウが開く（上左図）。「関数の分類」欄の「全て表示」か「統計」を選択，「関数名」欄の「COUNT」を探して W クリック。上右図のような画面に変わる。



- ④左図のウィンドウ内の「値 1」欄に、計算範囲を「a1:a10」と入力するか、「値 1」欄右端の範囲指定アイコン  を左クリック。ドラッグで A1 ～ A10 を指定する。



- ⑤範囲が決まれば「決定」アイコン  （左図○囲み）を左クリック。④のウィンドウに戻ったら「OK」を左クリック。A12 セルに 10 が表れる。
count は、指定範囲のデータの個数を求める組込関数。

- ⑥ A13 セルに「=average(a1:a10)」と入力。あるいは、アクティブセルを A13 にして「関数貼り付け」アイコン  を**左クリック**。「関数の貼り付け」ウィンドウが開いたら、③～⑤と同様にして、関数の指定と計算範囲の指定を行う。**average** は指定範囲の値の平均値を求める組込関数。もちろん平均値は、sum 関数で求めた総和 (A11 セル) を count 関数で求めたデータ個数 (A12 セル) で割っても求められる。
- ⑦ A14 セルに「=min(a1:a10)」と入力。あるいは、アクティブセルを A14 にして「関数貼り付け」アイコン  を**左クリック**。「関数の貼り付け」ウィンドウが開いたら、③～⑤と同様にして、関数の指定と計算範囲の指定を行う。**min** は指定範囲の値の最小値を求める組込関数。
- ⑧ A15 セルに「=max(a1:a10)」と入力。あるいは、アクティブセルを A15 にして「関数貼り付け」アイコン  を**左クリック**。「関数の貼り付け」ウィンドウが開いたら、③～⑤と同様にして、関数の指定と計算範囲の指定を行う。**max** は指定範囲の値の最大値を求める組込関数。
- ⑨ A16 セルに「=stdev(a1:a10)」と入力。あるいは、アクティブセルを A16 にして「関数貼り付け」アイコン  を**左クリック**。「関数の貼り付け」ウィンドウが開いたら、③～⑤と同様にして、関数の指定と計算範囲の指定を行う。**stdev** は指定範囲の値の母標準偏差の不偏推定値を求める組込関数。

11. 主な組込関数

組込関数の使い方が何となくわかってきただろうか？

組込関数は「関数名 ()」のように表され、カッコの中に、

- ①**セル番地** (「A10」「B20」のようなセル番地)
- ②**指定範囲** (「A1:A10」のように、開始セル番地と終了セル番地を「:(コロン)」でつないで指定)
- ③**数式** (「A1*B1」「10*A10」「(A1+B1)/C1^2+20」のように、セル番地や数値を用いた数式)
- ④**数値** (「100」「2」のような数値)

のようにパラメータを書き込んで使用する。これが基本である。

また、「=sqrt(max(a1:a10)) (A1 ～ A10 の最大値の平方根)」のように、組込関数の中に組込関数を入れることもできる。なお、大文字小文字は関係ない。


組込関数に書き込んだセル番地に対しても、**相対セル番地**および**絶対セル番地**が有効となる。例えば、a11 セルに「=sqrt(max(a1:a10))」と入力して、これを b11 セルに複製すると、b11 セルの数式は「=sqrt(max(b1:b10))」のように桁位置 (アルファベット) が自動的に変わる。同様に、a11 セルの数式を b12 セルに複製すると、b12 セルの数式は「=sq


rt(max(b2:b11))」となって、桁位置も列位置（数字）も変わる。

一方、a11セルに「=sqrt(max(a\$1:a\$10))」と入力して、これをb13セルに複写すると、b13セルの数式は「=sqrt(max(b\$1:b\$10))」となる。列位置は絶対化されているので変わらず、桁位置だけが相対化の対象となって変化する。



どんな関数があるのか知りたいときには、

「関数貼り付け」アイコン  を左クリックすれば「関数の貼り付け」ウィンドウが開いて、様々な関数を参照することができる。これをキーボードで行う場合には、**Alt+i**（挿入）→**F**（関数）を押す。

関数についてさらに詳しく知りたい場合には、「ヘルプ」アイコン  を左クリックする（左図○囲み）。

ヘルプアシスタントのイルカが登場してあれこれ尋ねてくるが、「この機能についてのヘルプ」→「選択した関数のヘルプ」と選択すると、「関数名」欄で選択している関数の詳細が表示される。左図は average 関数のヘルプ画面である。

実験などを行って得られた数値データに対して、様々な算術演算や統計演算を行うとき、データ量がそれほど多くなければ電卓を叩いて計算することも可能である（いわゆる手計算）。しかし、ある程度以上のデータ量になると、もはやコンピュータに頼らざるを得なくなる。そのような場合、以前は自分でコンピュータ・プログラムを作らないとどうしようもなかったが、表計算ソフトとその組込関数を活用すれば、プログラミング無しで複雑な演算を行うことができる。

次頁に比較的によく使う関数をあげておく。算術演算関数にはその逆関数もほとんど備わっているので、必要があれば探してみるとよい。

・ 算術演算関数

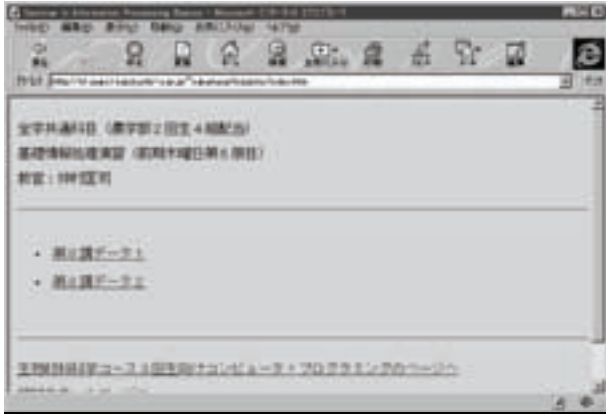
関数名	機 能
ABS(数値)	数値の絶対値が返る.
SIGN(数値)	数値が正ならば 1, 負ならば-1, ゼロならば 0 が返る.
EXP(数値)	自然対数を底として, 数値のべき乗が返る.
INT(数値)	指定した数値以下の最大の整数が返る.
MOD(数値, 除数)	数値を除数で割ったときの余りが返る.
SQRT(数値)	数値の平方根が返る. 数値 ≥ 0 .
LN(数値)	数値の自然対数が返る. 数値 > 0 .
LOG10(数値)	数値の常用対数が返る. 数値 > 0 .
ROUND(数値, 桁数)	数値を指定した桁数で四捨五入した値が返る.
RAND()	0 以上 1 未満の擬似乱数が返る. カッコに入れる数値無し.
PI()	円周率が返る. カッコに入れる数値無し.
SIN(数値)	数値のサイン (正弦) が返る. 数値の単位はラジアン.
COS(数値)	数値のコサイン (余弦) が返る. 数値の単位はラジアン.
TAN(数値)	数値のタンジェント (正接) が返る. 数値の単位はラジアン.
RADIANS(数値)	数値 (度, deg.) をラジアンに変換する.

・ 統計関数

関数名	機 能
AVERAGE(範囲)	範囲の平均値が返る.
CORREL(範囲 1, 範囲 2)	範囲 1 と範囲 2 の相関係数が返る.
COUNT(範囲)	範囲の数値データの数が返る.
SUM(範囲)	範囲の和が返る.
LARGE(範囲, 順位)	範囲の中から順位番目に大きな値が返る.
MAX(範囲)	範囲の最大値が返る.
MIN(範囲)	範囲の最小値が返る.
MEDIAN(範囲)	範囲の中央値が返る.
MODE(範囲)	範囲の最頻値が返る.
STDEV(範囲)	範囲の母標準偏差の不偏推定値が返る.
STDEVP(範囲)	範囲の標本標準偏差が返る.
VAR(範囲)	範囲の母分散の不偏推定値が返る.
VARP(範囲)	範囲の標本分散が返る.

12. 大きなデータを使った練習（その1）

ある程度スケールの大きいデータを扱ってみないと表計算ソフトのうま味がわからないであろう．そこでこちらでちょっとしたデータを準備した．Internet Explorer（以下 IE）でそのデータにアクセスすればすぐに使える．



- ① IE を起動し、「アドレス」欄に次の URL を入力してアクセス．

<http://h1sparc1.kais.kyoto-u.ac.jp/~nakamasa/kisojoho/>

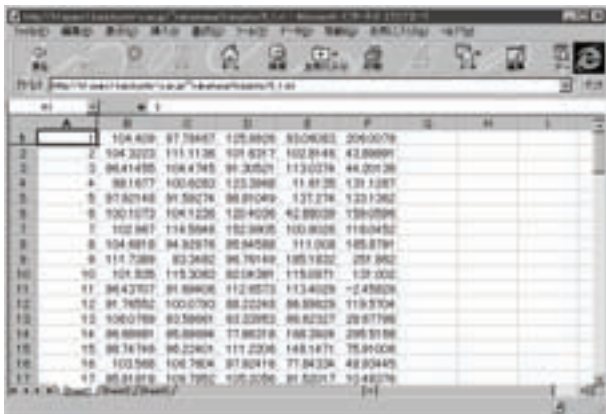
左図のようなページが開いたことを確認．

- ② 「第 7 講データ 1」を左クリック．「ファイルのダウンロード」に関する警告ウィンドウがでた場合には、「開く」をクリックすればよい．

- ③ IE の画面の中に Excel が現れる（左図）．この Excel は普通に Excel を起動した場合と同様に使用できる．「ツール」アイコン



を左クリックすれば、Excel で通常現れているアイコン類も現れる．



- ④用意したデータは次の通り．いずれも Excel の機能を使って人為的に発生させたデータ．

A1～A100：1～100の列番号

B1～B100：平均100，標準偏差 5の正規分布に従う乱数

C1～C100：平均100，標準偏差10の正規分布に従う乱数

D1～D100：平均100，標準偏差20の正規分布に従う乱数

E1～E100：平均100，標準偏差40の正規分布に従う乱数

F1～F100：平均100，標準偏差80の正規分布に従う乱数

- ⑤ B～F 各桁の和，データ個数，最小値，平均値，最大値，標準偏差を算出する（下図）．セルからセルへのジャンプ，セルのコピー&ペーストを活用すること．

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
92	92	100.7157	109.1236	76.52467	95.28856	37.49933			
93	93	91.7837	108.6701	126.427	121.0786	-0.00972			
94	94	97.81786	90.96353	75.38519	134.7799	-56.0514			
95	95	99.51704	97.91632	71.24597	78.07446	217.4899			
96	96	103.4933	89.34172	89.42696	183.8767	104.9445			
97	97	98.25377	89.87678	117.8004	101.6608	164.9901			
98	98	93.21009	98.0917	111.7713	100.0799	107.0283			
99	99	97.91418	92.15982	78.15295	94.84517	44.63402			
100	100	93.47235	87.89132	98.48637	52.37986	155.064			
101	和	9986.018	9954.03	10061.37	10121.15	10335.17			
102	データ個数	100	100	100	100	100			
103	最小値	88.23846	73.22596	34.38743	-6.54956	-168.018			
104	平均値	99.86018	99.5403	100.6137	101.2115	103.3517			
105	最大値	111.7389	117.3312	152.9905	189.6507	299.2797			
106	標準偏差	5.11848	9.494775	20.21561	40.82386	83.06005			

13. 数値の桁数を揃える（有効数字の取扱い）

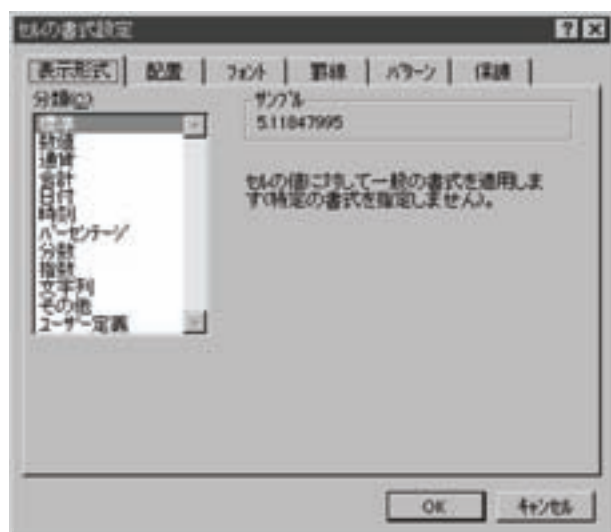
上で取り扱った数値データには，小数点以下が 6 桁もあるものや 2 桁しかないものなどが入り混じっている．ちょっとした試算に使うのであればこのままでもよいが，レポートとして人前に提出するような場合には，きちんと桁を揃えた数値を示すべきである．特に，実験やシミュレーションのデータを見せる場合には，どこまで精度が保証できるのかを明示する必要がある．信頼のおける数値としていったい何桁まで示せばよいかは，測定機器の精度と誤差計算から本来決まる．ここから有効数字と呼ばれる数値表記の概念が生じる．具体的な計算やその背後の考え方についてはここでは割愛するが，有効数字の桁数のおおよその決め方は以下ようになる．

- 1) **測定値（実験の生データ）**：測定機器の最小目盛の 1/10．1mm 刻みの定規で測った場合には 12.3mm のように示す．12mm ちょうどと判断した場合には 12.0mm と示す．副尺（バーニヤ）の付いた機器（スクリュー・マイクロメータなど）の場合には副尺の最小目盛が末位になる．
- 2) **測定値の誤差**：標準偏差などで示される．通常 2 桁．
- 3) **平均値**：誤差の末位と同じ位で打ち切る．例えば，計算上は 123.45678 という平均値が得られていても，誤差の値が 0.25 であれば 123.46 と表記する（有効数字 5 桁）．

12345.678 という値を有効数字 3 桁で示せといわれたらどうしたらよいだろう？ よく見られる勘違いが、有効数字 3 桁を小数点以下 3 桁を混同することである。有効数字の桁数とは精度保証付きの数値の桁数である。12345.678 を有効数字 3 桁で表せば 1.23×10^4 となる。もちろん 123×10^2 でも構わない。これで末尾の数字「3」以下には誤差が含まれているのか明示していることになる。同様に、0.000012345678 を有効数字 3 桁で示す場合には、0.0000123 でもいいし、 1.23×10^{-5} でも構わない。

表計算ソフトを使っていると、コンピュータに計算させたことに満足してしまって、信頼のおける表記までなかなか気が回らないことがよくある。電卓で計算を行い、液晶に表示されたやたらと桁の長い数字を臆面もなくレポートに書いてしまうのと同じことだ。せっかくの実験を正確に理解してもらうためにも、データの表記に気を付ける習慣を身に付けてもらいたい。

なお、経験則や実用性、あるいは法規などによって、「この実験のデータは有効数字 3 桁で表記すればよい」などと認められていることはよくある。実際の実験データを取りまとめるときには、そういう規定に縛られることの方が多いかもしれない。



それでは、先ほどのデータに対して桁揃えの操作を行ってみる。

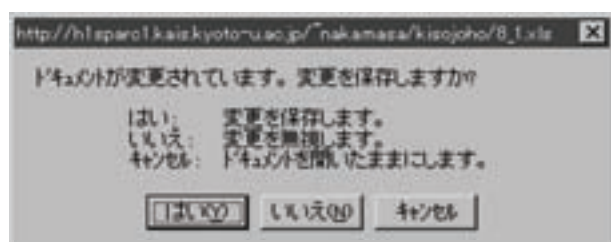
- ①標準偏差の数値を有効数字 2 桁にする。この場合、B106 と C106 は小数点第 1 位まで、D106 ～ F106 は 1 の位までの表示になる。まず、B106 ～ C106 を範囲指定する。
- ②マウスかキーボードで「書式」→「セル」とたどるか、**Ctrl+1** キーを押す。「セルの書式設定」ウィンドウが開く（左図）。
- ③「分類」欄の「数値」を選択する。「小数点以下の桁数」欄を操作できるようになるので、1 を入力。「OK」を**左クリック**するか **Enter キー**を押す。
- ④ B106 および C106 セルのデータが小数点以下第 1 位までの表示に変わる。
- ⑤ D106 ～ F106 セルに対しても、同様の操作を行う。ここでは「小数点以下の桁数」を 0 にすればよい。D106 ～ F106 セルの表示が有効数字 2 桁に変わる。

⑥桁数変更の練習として、B1 ～ B100 のデータは小数点以下第 1 位まで、C1 ～ C100 のデータは小数点以下第 2 位まで、D1 ～ D100 のデータは小数点以下第 1 位まで表示した指数型、E1 ～ E100 のデータは小数点第 2 位まで表示した指数型、F1 ～ F100 のデータは整数値(小数点以下 0 桁)に変えてみる。指数型データを指定したときに「1.03E+02」のように示されたら「 1.03×10^2 」の意味である。

上下方向に長いデータなので、範囲指定にマウスを使うと効率が悪い。Shift+Ctrl+矢印キーでジャンプしながら範囲指定を行うとよい。変更されたデータの冒頭部分を下図に示す。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	1	104.4	97.78	1.3E+02	9.31E+01	206			
2	2	104.3	111.11	1.0E+02	1.03E+02	44			
3	3	96.4	104.47	9.1E+01	1.13E+02	44			
4	4	98.2	100.63	1.2E+02	1.16E+01	131			
5	5	97.9	91.59	9.9E+01	1.37E+02	133			
6	6	100.1	104.12	1.2E+02	4.29E+01	159			
7	7	103.0	114.56	1.5E+02	1.01E+02	118			
8	8	104.7	94.93	9.6E+01	1.11E+02	186			
9	9	111.7	83.35	9.7E+01	1.85E+02	252			
10	10	101.5	115.31	9.2E+01	1.15E+02	131			
11	11	96.4	91.69	1.1E+02	1.13E+02	-2			
12	12	91.8	100.08	8.8E+01	8.69E+01	120			
13	13	108.1	93.59	9.3E+01	6.66E+01	29			
14	14	96.7	95.90	7.8E+01	1.68E+02	296			
15	15	98.7	96.22	1.1E+02	1.48E+02	76			

14. 大きなデータを使った練習（その2）



IEの「戻る」アイコンを左クリックする。このとき、左図のようなメッセージが表示されるだろう。このデータを保存したい場合には「はい」を選択して、データの保存を行うとよい。通常の保存作業と全く同じである。その後、もう一度「戻る」アイコンを左クリックする。特にファイル保存の必要がなければ、「いいえ」を選択する。

元のページに戻ったら、「第 7 講データ 2」を**左クリック**する。下図のようなデータが表示される。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	試料名	密度	測定1	測定2	測定3	測定4	測定5	測定6	測定7	測定8	測定9	測定10
2	A	0.1	37.12274	26.09028	26.97471	25.95328	30.25074	28.0507	33.83988	37.75535	45.33024	17.92105
3	B	0.2	32.6814	39.20801	19.45082	39.90751	52.81012	36.29894	47.3366	27.55128	27.1399	51.32866
4	C	0.3	44.89063	44.77005	68.6057	77.81029	76.74477	65.29919	39.14333	43.94178	56.36081	49.63723
5	D	0.4	85.90027	96.40339	50.51801	70.32192	76.99008	104.7577	104.8344	96.58839	73.37868	89.01877
6	E	0.5	113.1796	123.553	113.17	108.3964	89.13287	89.2538	92.5494	119.8967	91.43743	94.21157
7	F	0.6	100.8631	120.2127	111.2278	114.2692	107.8543	128.1869	122.6917	111.9752	124.9784	97.87259
8	G	0.7	147.75	130.2841	123.9635	143.542	153.8265	142.1486	159.1298	128.1238	142.2016	165.6401
9	H	0.8	174.0572	179.5461	159.2709	163.8482	173.5779	139.7176	175.7087	164.8673	152.233	162.6816
10	I	0.9	164.4726	207.3036	174.574	192.4905	173.2938	176.7147	173.9783	181.644	180.8961	185.519
11	J	1	220.9728	209.9463	205.3214	194.4029	194.4163	203.249	211.5507	192.9109	199.9993	195.9971
12	K	1.1	230.8605	212.5621	202.4096	215.7717	215.0871	224.3591	226.0728	228.8229	235.969	223.125
13	L	1.2	251.8397	253.6101	260.719	235.285	226.329	236.1324	228.5791	243.7294	226.7973	254.3725
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												

このデータは、密度の少しずつ異なる A ～ L の 12 種類の試料について、それぞれ 10 回ずつ材料破壊試験を行ったときの破壊荷重を想定している。例えば、試料 D の第 5 回目の破壊荷重（G5 セル）は約 77kgf であることがわかる。

ここで**データの並べ方に注意**してほしい。ある属性（ここでは密度）を持った試料を複数用意して、それらについて何らかの実験や測定を行い、得られたデータの平均値をその試料の代表値とすることはよくある。また、属性値が少しずつ変わると値がどう変化するかを調べることもよく行われる。そういうデータを表計算ソフトで処理するとき、データをワークシートにどうレイアウトするとよいのかという問題は、意外に重要である。

ここでは密度を表の上下方向に、測定回を左右方向に配置してある。属性値と測定回のどちらを上下、左右にしたらよいのかしばしば迷うところであるが、長くなる方を上下にとるのが 1 つの目安である。また、両者の関係を 2 次元グラフに表すときなどは、上下方向に同系列のデータが並ぶようにしておくが無難である。また、このとき X 軸に設定したいデータをなるべく左側の桁に配置する工夫も必要だろう。

それでは、試料 A ～ L の破壊荷重の平均値および標準偏差をそれぞれ算出してみよう。さらに、密度および測定値は小数点第 1 位まで、標準偏差は有効数字 2 桁で、平均値は標準偏差の末位に合わせて打ちきって、各数値の桁揃えを行ってみよう。

例題 2

上のデータを用いて、密度と平均値の相関係数を求めよ。相関係数とは2つの変量の間の直線的な関連性の強さを表す尺度である。対になった n 個のデータを

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \end{pmatrix} \dots \begin{pmatrix} x_n \\ y_n \end{pmatrix}$$

で表すとき、相関係数 r は次式で表される。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

このとき $-1 \leq r \leq 1$ である。 r が 1 に近づくほど、対になったデータは右上がりの直線関係（よく似た傾向を示すものどうし、正の相関が高い）を示し、 -1 に近づくほど右下がりの直線関係（正反対の傾向を示すものどうし、負の相関が高い）を示す。また、0 に近いとプロットした点はばらついて両者が無関係（無相関）であることを表す。

Excel には相関係数を求める組込関数が用意されているので、これを利用する。

例題 2 の考え方

m2に「=average(c2:l2)」を入力, m3以下に複写
(c~l桁の平均値を求める)

m2に「=stdev(c2:l2)」を入力, n3以下に複写
(c~l桁の標準偏差を求める)

セルの書式設定 (CTRL+1キー) で
小数点以下1桁に桁揃え

セルの書式設定 (CTRL+1キー) で有効数字が2桁になるように設定

セルの書式設定 (CTRL+1キー) でS.D.の末尾の桁位と平均値の末尾の桁位が揃うように設定

試料名	密度	測定1	測定2	測定3	測定4	測定5	測定6	測定7	測定8	測定9	測定10	平均値	S.D.
A	0.1	37.1	26.1	27.0	26.0	30.3	28.1	33.8	37.8	45.3	17.9	30.9	7.8
B	0.2	32.7	39.2	19.5	39.9	52.8	36.3	47.3	27.6	27.1	51.3	37	11
C	0.3	44.9	44.8	68.6	77.8	76.7	65.3	39.1	43.9	56.4	49.6	57	14
D	0.4	85.9	96.4	50.5	70.9	77.0	104.8	104.6	96.6	73.4	89.0	85	17
E	0.5	113.2	123.6	113.2	108.4	89.1	89.3	92.5	119.9	91.4	94.2	103	14
F	0.6	100.9	120.3	111.3	114.4	107.9	128.2	122.7	112.0	125.0	97.9	114	10
G	0.7	147.7	130.3	124.0	143.5	153.8	142.1	159.1	128.1	142.2	165.6	144	14
H	0.8	174.1	178.5	159.3	163.8	173.6	139.7	175.7	164.9	152.3	162.7	164	12
I	0.9	164.5	207.3	174.6	192.5	173.3	176.7	174.0	181.6	180.8	165.5	179	13
J	1.0	221.0	209.9	205.3	184.4	194.4	203.2	211.6	192.9	200.0	186.0	201	12
K	1.1	230.9	212.6	202.4	215.8	215.1	224.4	226.1	228.8	236.0	223.1	222	10
L	1.2	251.8	253.6	260.7	235.3	226.3	236.1	228.6	243.7	226.8	254.4	242	13
密度と平均値の相関係数												0.998	
有効数字2桁に直すとー												1.0	

密度と平均値の相関係数（2変量の直線的な関係の度合い）を求めるには、CORREL関数を用いるのが便利
ここではg15に「=correl(b2:b13,m2:m13)」を入力
(b2:b13は密度の範囲, m2:m13は平均値の範囲)