第7章 リストデータと表計算 List&Spreadsheet

Home 画面で「List&Spreadsheet」のアイコンを選択すると、エクセルと同じような表計算を行う ことができ、リストデータを一つの列データとして扱うことができます.そこでは、センサーを利用 して収集した実データは自動的に列データとして収録されるので、即座にグラフ化や統計解析を行う ことができます.

この章では,統計解析を行うために必要な表データの作成方法や,そのデータの取り扱い方につい て説明します.

23 リストデータ

23.1 List&Spreadsheet の追加方法

Nspire では,エクセルと同様の表計算を行うことがで きます.表計算のページを追加するには,最初に,追加 するページを現在のプロブレムの中のページとして追加 するのか,それとも新たなプロブレムを作ってその中の ページとして追加するのかを自分で決定する必要があり ます.どちらにしてよいか分からないときは,現在のプ ロブレムの中のページとして追加しておきましょう.

現在のプロブレムの中のページとして追加するには, 単に <u>ctrl</u> <u>doc</u>を押すと現れるメニューから「4: Add List&Spreadsheet」を選択するだけです. あるいは, <u>on</u>を

1.2 1	.3 2.1	'sample doc 🤜	, ₽,4	D [
A A	В	C	D	1
-				
1	1			ľ
2				
3				
4				
5		-		
A1		-		4 1

図 23.1: 表計算のページ

押して Home 画面に戻り,下部に表示されている List&Spreadsheet のアイコンを選択しても,同じ プロブラム内のページとして表計算のページが追加されます.

新しいプロブレムを作ってその中のページとして追加するには、 [doc] ④によるメニューから「1: Problem」を選び、そこに表示されるメニューから「4: Add List&Spreadsheet」を選択します.

図 23.1 は,新たなプロブレムの中のページとして追加しています.表計算のページを,この章では「テーブル画面」と呼ぶことにします.

23.2 リストデータの入力

テーブル画面では、列はアルファベット 26 文字で区別され、行は 2500 行まであります.

1行目の英字部分では、その列に名前をつけることができます.2行目の「=」のついた行では、列の間の計算式を定義することができます.定義の仕方は、図23.2の箇所で説明します.

具体的な値は、3 行目以降の行に入力します. 一つ一つの欄はセルといいます. 値は、数ばかりで

はなく文字式や数式でもかまいません. 値を入力するには,入力するセルを **▲** ▶ ▲ ▼で選択して直接入力します.入力して enter を押すと,その列の1つ下の行に移動します. したがって,値を直接入力するときは,入力するごとに enter を押していけばよいでしょう. 画面下部には,セルの場所と値が表示されています.

1.2 1.3 2.1

A bango

Ξ

2

3

4

5

B1 =1

図 23.2 では, A 列に「bango」という名前をつけて, 1 から5までを直接入力しています. B 列では「nijo」とい う名前をつけて, A 列の値を2 乗しています. 列の数が 増えると,後でみたときに,その列にはどんな値が入力 されているのか分からなくなるので,簡単なデータでも 名前をつけておいた方がよいでしょう.

2 乗の値は, B 列の2 行目の「=」の箇所に計算式を定 義して行っています. そのセルにカーソルをおいてから 「bango²」と打ち込みます。打ち込んだ瞬間に「--b

5 25

🕨 *sample doc 🕁

1

4

9

16

B nijo

2

3

4

=bango^2

「bango²」と打ち込みます.打ち込んだ瞬間に「=b···」 と等号が表示されます. B 列を定義する式を入力する箇

図 23.2: 入力例

RAD

所なので,この等号を削除してはいけません.自動計算になっているので,A列の6行目に「6」を 打ち込むと,隣のB列の値は自動で「36」になります.

列に名前をつけると、その列のデータは同じ名前のリストデータとして保持されます.その名前は 同じプロブレム内のページで有効です.異なるプロブレムにまでは引き継がれません.このことを確 認するために、テーブル画面のあるプロブレム内に計算ページを追加します。

図 23.3 は, [ctrl][doc]を押して「1: Add Calculator」を選択することで計算画面「2.2」を追加し たものです. 定義した変数の一覧は [var]を押すと (a) のように表示されます. その変数の内容は, 変 数名にカーソルをあてがって [enter]を押すと (b) のように表示され, 図 23.2 のデータが列単位で記 憶されていることが分かります.



1.3 2.1 2.2	🕨 *sample doc 😽	RAD 🚺 🕅
bango	{1,2,3,4	,5,6}
nijo	{ 1,4,9,16,25	5,36}
I		
(b) リストデータ	

図 23.3: 列内容の確認

この逆のことを行うことができます. つまり,最初に計算画面でリストデータを定義しておいて, そのデータをテーブル画面で呼び出す方法です. たとえば,図 23.4(a)のように,計算画面で奇数の 値を ctrl [101]を利用して「kisu:={1,3,5,7,9,11}」として定義して,(b)のようにテーブル画面 の C 列の 1 行目で「kisu」と打ち込みます. すると, C 列に定義した奇数データが入力されます. リ ストデータの名前を 1 行目に定義して列データを入力すると,その列のデータを修正するとリスト データの対応する値も同時に修正されます.列のデータは、1行目で名前をつけたリストデータとし て保持されます.

リストデータの名前を2行目の「=」の箇所に打ち込んでも列データとして読み込まれますが、その場合はデータの値が読み込まれるだけです。その列のデータを変更すると列データの定義式とは異なる値になるので、列の定義式と列データは消去されて変更した値だけが残ります。



1	1.3 2.1 2	.2 *samp	le doc 🗢		RAD	X
-	A bango	^B nijo	^C kisu	D		1
=		=bango^2				T
4	1	1	1			T
2	2	4	3			
100	3	9	5			
4	4	16	7			
171	5	25	9			V
с.	kisu				-1	Je .

(b) テーブル画面での読み込み

図 23.4: 計算画面のリストデータのテーブル画面での読み込み

名前をつけたリストデータが多くなると,どのデータ にどのような名前をつけたか分からなくなったりします. そのようなときは,名前の一覧を表示してその中から選 択することもできます.

カーソルを,リストデータを取り込みたい列の1行目 か2行目において [var]を押し,「3: Link to」を選択しま す.名前がつけられているリストデータの一覧が表示さ れるので,その中から列に読み込ませたいリストデータ を選択します.カーソルを1行目においた場合は,その 列のデータはリストデータそのものです.2行目におい た場合は,データが読み込まれるだけです.

•	A bango	^B nijo	C kisu	1:Stor	re Var	
=		=bang b	ango	Steink	Top	
1	1	(***) ((***) (*	nijo	1		T
2	2	4		3		
3	3	9		5		
4	4	16		7		
5	5	25		9		T

図 23.5: リストデータの一覧からの選択

なお、1つのリストデータを複数の列で読み込ませることはできません. 図 23.5 の場合は、カーソルはD列にあります.「kisu」はすでにC列に読み込ませているので、 enter を押すと「Cannot link to same list/variable twice.」というエラーメッセージが表示されます.

23.3 カーソルのセル移動

セルの移動は ▲ ▼ によりますが, データ数が多くなると一つずつ移動するのは煩わしくなります. そのようなとき, その列の最下行や, 1 画面下にジャンプすることができます. 特定の行に飛ぶには, [menu] [1]の「4: Go to」を選択して行数を入力します. [ctrl] [G] でもかまいません.

キー	移動先	キー	移動先
$\left[\text{ctrl} \right] \left[7 \right]$	列の第1行に移動	ctrl 9	1 画面上に移動
ctrl 1	列の最下行に移動	ctrl 3	1 画面下に移動

表 23.1: セルの大幅移動

7-4 第7章 リストデータと表計算

23.4 セルデータの諸操作

セルデータの修正

いったん入力したデータを修正するには,そのデータ があるセルにカーソルを置いて修正値を入力します.

ただし、そのデータ列が2行目の「=」を利用して定義 されている場合は注意が必要です.「=」を利用して定義さ れている場合は、その列のデータは修正できません.たと えば、B列はA列のデータを2乗した値です.B列のデー タを修正すると、そのデータはもはやA列の2乗ではなく なります.そのようなときは、「Data Loss」のメッセージが 表示されて注意喚起がなされます.「Ok」として enter」を 押すとB列の定義式とデータが削除されて、新しく入力



図 23.6: 「Data Loss」の注意喚起

したデータだけが残ります.なお,セルデータのコピーは [ctrl] [C],貼り付けは [ctrl] [V] です.

セルデータの削除

いったん入力したセルデータを削除するには,そのデータのあるセルにカーソルをおいて [del]を 押します.データが削除されて「_」が表示されます.この記号は,そのセルはデータのない空のセル であることを示しています. [del]を利用して削除すると,そのセルの値を利用している他の列のセ ルデータも削除されます.

データのあるセル自体を削除するには、削除したいセルにカーソルを置いて [ctrl] menu]を押しま す. 図 23.7(a) のメニューが表示されるので「5: Delete Cell」を選択します.

(a) ではカーソルは A 列の 2 行目にあります.そのデータ「2」を削除すると,(b) のように B 列の 2 乗の値も削除されます.削除するセルの下側にあるセルが,上側に 1 つ移動することになります. そのセルの値を使用して定義されている他の列のセルも同時に削除されますが,C 列は A 列のセル を使用していないので,A 列や B 列のセル移動に C 列は影響されません.

複数のセルを削除するには,削除したいセルの一番上か一番下にカーソルを置き, [shift]を押しな がら ▼や ▲ で削除するセルの範囲を指定して同様にします. 範囲は薄青で反転表示されます.

「=」を利用して定義された列の場合は、セルデータを削除すると、その列の定義式とデータ全体 が削除されます. 定義式自体が削除されるので「_」は表示されません.

A ba	ngo 2:Copy	D		•	A bango	^B nijo	⊂ kisu	D	1
=	3:Paste			=		=bango^2			
1	1 4:Insert C	iell 1		1	1	1	1		1
2	2 6:Fill	3		2	3	9	3		
ŧ	3 7:Variable	5		3	4	16	5		
	4 9:Summa	ny Plot 7		4	5	25	7		
ā.	5 B:Color	sraph 9		151	6	36	9		
2 2	1		4 1	A2	3				1.

図 23.7: セルデータの削除

列や行の削除

列のデータをすべて削除するには、その列の先頭にカーソルを置いて ▲を押します.その列が 薄青く反転表示されるので、その状態で del を押すと列データがすべて削除されます.1つの列を 薄青反転表示させた状態で、 shift を押しながら ◀ ▶を押すと列の範囲を広げることができます. [ctrl] Z を押すと削除したデータが復活します.列のデータではなく列自体を削除するには、その列 を薄青く反転表示させた状態で [ctrl] [menu] を押して「5: Delete Column」を選択します.削除し た列の右側に入力済みの列があるときは、削除後にその列は左側に移動します. [ctrl] Z を押すと、 カーソルがどこにあっても元の箇所に削除した列が復活します.

行のデータについても同様です。削除したい行の左端にカーソルを置くと、その行が薄青く反転表示されるので、 del を押すと行のデータが削除され、 ctrl menu から「4: Delete Row」を選択すると行自体が削除されます。ただし、削除すると列の定義式と矛盾するような列は除外されます。いずれも、 ctrl Z で削除した行データが復活します。

なお、薄青の反転表示の状態で [ctrl] C を押すと列がコピーされ、 [ctrl] V を利用して他の列に 貼り付けることもできます.

セルの挿入

列データの途中にセルを挿入するには、セルを挿入したい行にカーソル置いて [ctrl] menu) を押し、 「4: Insert Cell」を選択します. セルが下側に移動して、カーソルの箇所に空のセルが挿入されます. その列が他の列の定義で使用されているときは、他の列の該当箇所でもセルが挿入されます.

図 23.8 では、A 列の 2 行目にカーソルを置いてセルを挿入しています. B 列の 2 行目にもセルが 挿入されます. C 列は影響を受けません. また、セルの挿入が列の定義式と矛盾するときは挿入でき ません.

	0	1:Cut 2:Copy 3:Paste		D		2
1	1	4:Insert Cell 5:Delete Cell	1		_	Ť
2	3	6:Fill	3			
3	4	7:Variables	5			1
4	5	9:Summary Plot	7			
5	6	A:Quick Graph B:Color	9			
A2 3					-	

1	1.3 2.1 2	.2 🚺 *samp	le doc 🗢	- 1	RAD	X
	A bango	^B nijo	^C kisu	D		
=		=bango^2				ĪΠ
1	1	1	1			Ī
2	1	1 0 1	3		_	
3	3	9	5			
4	4	16	7			
5	5	25	9			V
A2	-				4	J.
		(b) 挿フ	入後の画面	Í		

図 23.8: セルの挿入

列や行の挿入

列を新しく挿入するには、挿入したい列にカーソルを置いて (行はどこでもよい) menu 2 から 「3: Insert Column」を選択します.既存の列は右側に移動して、カーソルを置いた列に空の列が挿 入されます.行を挿入するには、同様にして「2: Insert Row」を選択します.

列の移動

列の位置を移動させるには、その列を薄青反転表示させて menu [1] [1] を押します. さらに **▲** ▶ を 押すと縦の太線が表示されます. 移動位置に動かして enter を押すと、太線の右側に移動します.

セルデータの参照

List&Sreadsheet の画面で一つ一つの列はリストデー タです. 各列に名前をつけておくと,計算画面でもその リストデータを取り扱うことができます. さらに,リスト データを列データとしてまとめたテーブル画面では,エ クセルのような相互参照をすることができます.

参照の仕方はエクセルと同様です.たとえば,A列3行 目の値は「A3」として参照することができます.ここで, D列1行目を「=A1*C1」としてみます.1×1=1なので D1には「1」が表示されますが,最下行では「=A1*C1」 という式が表示され値は表示されません.このD1のセ

	A bango	^B nijo	^C kisu	D	^
=		=bango^2			Ī
1	1	1	1	1	Ĩ
2	2	4	3	6	
3	3	9	5		
4	4	16	7		
5	5	25	9		V
D2	=a2.c2				

図 23.9: 相対参照

ルを ctrl C でコピーして D 列 2 行目に [ctrl] V で貼りつけると, 2 行目の「A2*C2」の値が表示 されます. 最下行では「=A2*C2」と表示され,行の番号が1つ増えています.

複数のセルを反転表示させて貼り付けると個々のセルの番号が1つずつ増えていき,エクセルと同 じような処理をすることができます.行の番号がセルの位置により自動的に変わっていくので,この ような参照方法を相対参照といいます.

列に名前をつけているときは名前で参照することもできます.たとえば, A1*C1 であれば, [] でリ ストの要素の位置を示して bango[1]*kisu[1] として参照することができます.ただし,それをコピー して別なセルに貼り付けても,要素の位置 (行番号) は変わりません.

何かの定数をいろいろな箇所で使用するときは、その定数の場所は固定されています.そのような ときは、エクセルと同様に列記号と行番号の前に\$をつけます.たとえば、「A3」の値を参照したいと きは「\$A\$3」とします.このような参照方法を絶対参照といいます.

23.5 規則性のある列データの定義 (menu) [3] [1]

列データに数列のような規則性があるときは,その規 則性を定義してデータを入力することができます.それ を行うには,図 23.10 のような menu ③ により表示さ れるメニューから「1: Generate Sequence」を選択しま す.そうすると,図 23.11(a)の画面になるので,そこで 式を定義します.各項目の内容は表 23.2 にまとめました.

たとえば、漸化式でu(n) = 2*u(n-1)+1と定義して みましょう。右辺の式を入力することになります。ただ し、初期値は1とします。簡単な計算から分かるように、 漸化式u(n) = 2*u(n-1)+1, u(1) = 1で定義される数 seqGen



列の一般項は $u(n) = 2^n - 1$ です.したがって、最初の「Formula」の箇所は直接 $u(n) = 2^n - 1$ と定義

してもかまいません.必要な項目を定義し終えたら [enter]を押すとデータが書き込まれ,図 23.11(b) のように 2 行目の定義式の内容が一番下の行に表示されます.この例の場合は,次の内容で定義されています.

seqgen $(2 \cdot u(n-1) + 1, n, u, \{1, 6\}, \{1\}, 1)$

seqGen は,このような列データを生成するコマンドです.この式を2行目の「=」の箇所に直接 書き込んでもかまいません.同じ式を計算画面で入力すると,図 23.11(b)のD列のデータからなる リストが { } で囲まれて生成されます.

メニュー項目	項目の内容
Formula u(n)=:	数列 u(n) の規則性を定める式を定義する.
Initial Terms:	数列 u(n) の初期値 u(1) を指定する.
no:	番号 n の値の,最初の値を指定する.
nMax:	番号 n の値の,最後の値を指定する.
nStep:	番号 n の値の,刻み幅を指定する.
Ceiling Value:	u(n) の値の閾値を指定する.

表 23.2: (menu) 3 1 の各項目の内容



図 23.11: 規則性のある列データの定義

表 23.2 と重複しますが, seqGen(引数 1, 引数 2, 引数 3, 引数 4, 引数 5, 引数 6, 引数 7) の各引数の 内容は,表 23.3 にまとめました.

引数1にはnの式を打ち込みます.漸化式で定義することもできます.引数1をnの式で定義した ときでも,引数3では数列を表す文字を指定する必要があります.定義式から初期値が計算可能なと き,あるいは初期値がなくても計算可能なときは引数5は省略してかまいません.図23.11(a)では 初期値を2番目に指定しますが,seqGenの引数としては5番目になるので注意してください.引数 6も,番号を1ずつ増やすときは省略してかまいません.引数7を省略すると引数4の範囲内の値が 生成されます.引数7の値を指定すると,引数4の範囲内であっても,生成するデータ値が大きくな りすぎるときは指定値の直前でデータ生成が停止します.たとえば,n!の値を1から10まで生成す るように指定して,以下のように引数7で1000を指定してみます. 6! = 720, 7! = 5040なので,この場合は $1 \le n \le 6$ の範囲の値しか生成されません.なお,階乗の記号!は?!!の箇所にあります.

seqgen $(n!, n, u, \{1, 10\}, \{1\}, 1, 1000)$

表 23.3: 列データを生成するコマンド seqG	Gen の引数
----------------------------	---------

引数	引数の内容
引数 1:	数列 u(n) の規則性を定める式を定義する.
引数 2:	番号付けに用いる文字を指定する.
引数 3:	数列の区別に使う文字を指定する.
引数 4:	番号の初期値と最終値をリストで指定する.
引数 5:	初期値の値をリストで指定する.
引数 6:	番号を増加させる刻み幅を指定する.
引数 7:	データ生成を止めるデータの最大値を指定する.

図 23.11(a) に依って定義しないで, コマンド seqGen を利用して 2 行目に自分で定義するときは, 引数 1 の定 義式に数列を表す文字が使用されていなくとも, 引数 3 ではその文字を指定する必要があります. 上記の階乗の 例の場合は, Nspire は u(n) = n! として列データを生成 します. それは列データを生成するために使用したロー カル変数なので, 計算画面では u(n) は未定義式になり ます.

1	1.3 2.1 2.2 *sample doc 🕁 🛛 RAD 🚺				
	^B nijo	^C kisu	D	E	2
=	=bango^2		=seqgen(2	=seqgen(i	
1	1	1	1	1	
2	4	3	3	2	
3	9	5	7	3	
4	16	7	15	4	
5	25	9	31	5	
E -	=seqgen(n,	$n, u, \{1, 10\}$)		

図 23.12: 自然数の生成

表計算として使用するときは,最初の列は単なる自然 数としたい場合があります.そのようなときは,たとえ

ば「=」の行で seqGen(*n*, *n*, *u*, {1,10}) とすると, 1 から 10 までの自然数が生成されます. この場合 は,5番目以降の引数は省略することができます.

23.6 乱数を利用した列データの定義

表計算が必要になるのは,データの平均等の値を求め たり統計解析を行う場合や,いろいろなシミュレーション を行う場合と思われます.何らかの統計的なシミュレー ションを行う場合は,最初に乱数を利用して元になるデー タを発生させることになります.

Nspire は,5種類の乱数を発生させることができます. 乱数の種類は menu 3 5 に登録されているので,そこ から必要な乱数を選択します.

各乱数の内容は下記のようになっています.



図 23.13: 乱数データの発生

		-
乱数	入力行での表示例	コマンドの内容
Number	rand()	0と1の間の数を乱数で返す.
Integer	$\operatorname{randInt}(m,n)$	整数 m と n の間の整数を乱数で返す.
Binominal	$\operatorname{randBin}(n,p)$	二項分布 $Bin(n,p)$ にしたがう整数を乱数で返す.
Normal	$\operatorname{randNorm}(\mu, \sigma)$	正規分布 $\mathrm{N}(\mu,\sigma)$ にしたがう数を乱数を返す.
Sample	$\operatorname{randSamp}(\operatorname{list})$	リストデータの中から、ランダムに抽出したデータを返す.

表 23.4: menu [3] [5] による乱数の種類

乱数を表データの1つの列データとして生成するには, 2行目の「=」の箇所で,たとえば「randInt(1,100,10)」 とします.1から100までの整数がランダムに10個生 成されます.図 23.11(a)を利用する場合は,1行目の 「Fomula」の箇所で「randInt(1,100)」とし,「 $n_0 = 1$ 」 「nMax = 10」「nStep = 1」とします.図 23.14では,こ の方式で入力しています.「randInt」の入力は,英字キー を利用するか [catal]を利用します.

これらの乱数は,計算画面でも利用することができま す.表 23.15の4行目の表示例は,計算画面の入力行で の表示例です.指定した乱数が1個返されています.乱 数がk個必要なときは引数を増やして必要な個数を指定 します.たとえば randInt(1,100,10)とすると,図 23.15 の最後の行のように1から100までの整数から10個の乱 数整数がリストで返されます.

同じコマンドであっても, randInt が実行されるごとに 乱数を発生させるので,図 23.15の最後の行と,図 23.14 の右側の列では異なる値になっています.



•	⊂ kisu	D	E	F
=		=seqgen(2	=seqgen(r	=seqgen(
1	1	1	1	28
2	3	3	2	13
3	5	7	3	6
4	7	15	4	73
5	9	31	5	2

図 23.14: テーブル画面での乱数

1.3 2.1 2.2 *sampl	le doc 🗢	RAD 🚺
bango	{1,2	2,3,4,5,6}
nijo	{ 1,4,9,2	16,25,36}
kisu:={1,3,5,7,9,11}	{1,3,	5,7,9,11}
randInt(1,100)		95
randInt(1,100,10) {91,15,52,41	1,74,5,34,1()0,21,80}

図 23.15: 計算画面での乱数

randBin $100, -5, 10$	iple doc 🤝 🛛 RAD 🕼
{17,16,20,	12,22,13,24,23,11,14}
randNorm(70,10,5) {94.5647,53.2029,55.	6116,65.1072,78.6441
$ll:=\{a,b,c,d,e\}$	$\{a,b,c,d,e\}$
in (man)	1

図 23.16: いろいろな乱数

7-10 第7章 リストデータと表計算

テーブル画面で乱数の列を定義するとき,図 23.11(a) によらずに,「=」の行でたとえば「=rand(1,100,10)」 としても整数乱数が 10 個生成されます. こちらのやり方の方が簡単かもしれません.

23.7 列の並べ替え

列のデータを並べ替えることもできます.複数の列を指定して1つの列のデータをもとに並べ替えることもできますが、並べ替えると列の定義式は削除されます.1つの列だけを並べ替えると、並べ 替え後に元のデータを復元することはできないので注意してください.

元に戻したいときは,行の番号順の列も作っておいて,その列も含めて並べ替えることです.並べ 替え後に,今度は,行番号の列をキー列にして昇順に並べ替えると元の状態に復元されます.列の定 義式は削除されるので注意してください.

列データの並べ替えを行う手順は、下記の通りです.

- (1) 並べ替える列を選択して薄青反転表示にする.列選択の仕方は23.4節を参照してください(7-5頁).
- (2) [menu] [1] で「6: Sort」を選択する (図 23.17(a)).
- (3) 並べ替えると元のデータが書き換えられ,列の定義式は削除される. そのような並べ替えを実行 してもよいかどうかの確認を求められる (図 23.17(b)).
- (4) 上記で「Ok」を選択すると選択した列が表示されるので、並べ替えのキーとする列「Sort By」
 と、昇順 (Ascending) か降順 (Descending) のいずれにするかを指定する (図 23.17(c)).
- (5) 並べ替えが実行される.列の定義式は削除される (図 23.17(d)).

図 23.17 で, E列では自然数を昇順に生成しているので,今度はE列とF列を選択して,E列を キー列にして並べ替えると元の状態に戻ります.ただし,列の定義式は削除されたままです.



Ascending

Cancel

(c) 並べ替えのキー列と昇順・

OK

6

4 1

隆順

7

15

31

3

4

5

E:F





(d) 並べ替えの結果

図 23.17: 列データの並べ替え

24 表計算

24.1 表計算

エクセルのような表計算を行うには、 [menu] 3] で「6: List Math」を選択します.



 \mathbb{X} 24.1: $\overline{\text{(menu)}}$ 3 $\overline{6}$: List Math

この箇所で計算できるのは,指定された範囲内の最小値,最大値,平均値,総和などの基本統計量 です. セルの範囲指定の仕方は,エクセルと同様です.次のような形で指定します.

- (1) Am: An …… 同じ A 列の m 行目と n 行目の間の範囲.
- (2) Am: Cm ····· 同じ m 行目の A 列と C 列の間の範囲.
- (3) Am: Cn ····· A列m行目とC列n行目を対角線の頂点とする長方形の範囲.

表 24.1 は, menu 3 6 の各項目の内容をまとめたものです. これらの値を求めるには, 計算し た値を表示させるセルをカーソルで選択して, そのセルで「= ・・・」として, 表 24.1 の定義例のよう に入力します。最初のコマンドは, menu 3 6 から選択するか, または英字キーを利用して自分 で打ち込みます.

表 24.1: (menu) (3) (6) List Math

項目	セルでの定義例	コマンドの内容
1: Minimun	$=\min(A1:C3)$	指定された範囲内の最小値を返す.
2: Maximun	$=\max(A1:C3)$	指定された範囲内の最大値を返す.
3: Mean	=mean(A1:C3)	指定された範囲内の平均値を返す.
4: Median	=median(A1:C3)	指定された範囲内のメディアンを返す.
5: Sum of Elements	=sum(A1:C3)	指定された範囲内の総和を返す.
6: Product of Elements	=product(A1:C3)	指定された範囲内の総積を返す.
7: Sample Standard Dev \cdots	=stDevSamp(A1:C3)	指定された範囲内の標本標準偏差を返す.
8: Sample Variance	=varSamp(A1:C3)	指定された範囲内の標本分散を返す.
9: Population Standard \cdots	=stDevPop(A1:C3)	指定された範囲内の母標準偏差を返す.
A: Population Variance	=varPop(A1:C3)	指定された範囲内の母分散を返す.

セルでの定義例では,セルの範囲をいずれも A1と C3 の間としています.この範囲指定は,メニュー に従いながら指定することもできます.詳細は,「日本語ガイドブック」(90 頁)をみてください.

「Sample Variance」は標本分散、「Population Variance」は母分散と訳されます. 母集団が N 個 の資料からなるとき、その母分散 σ^2 は、母平均を μ とすると

$$\sigma^{2} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (X_{i} - \mu)^{2} = \frac{1}{N} \left\{ (X_{1} - \mu)^{2} + (X_{2} - \mu)^{2} + \dots + (X_{N} - \mu)^{2} \right\}$$

により計算されます. 一方, この母集団からn個の標本を抽出して $X_{k_1}, X_{k_2}, \ldots, X_{k_n}$ とするとき, その標本分散は, 標本平均を \bar{X} とすると

$$S^{2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} (X_{k_{i}} - \bar{X})^{2} = \frac{1}{n} \left\{ (X_{k_{1}} - \bar{X})^{2} + (X_{k_{2}} - \bar{X})^{2} + \dots + (X_{k_{n}} - \bar{X})^{2} \right\}$$

により計算されます.標本分散の平均と母分散 σ^2 の間には,

$$E(S^2) = \frac{n-1}{n}\sigma^2$$

という関係があるので,

$$U^{2} = \frac{n}{n-1}S^{2} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} (X_{k_{i}} - \bar{X})^{2}$$

とおくと, U²の平均は

 $E(U^2) = \sigma^2$

となります. menu 3 6 を利用すると,標本分散では U^2 が,母分散では σ^2 が求められます.

母集団が無限母集団の場合は、標本分散 S^2 から計算される不偏分散 U^2 で母分散 σ^2 を推定することになります。そのよう場合の表現と、語句の使い方が逆になっているので気をつけてください。

次に、これらのコマンドを利用して、具体的に計算してみましょう. C 列には奇数データが6 個入 力済みなので、そのデータを利用します. 基本統計量を記録する列として、隣の D 列に新しい列を挿 入して「keisan」と名前をつけておきます. 挿入の仕方は 7-5 頁を参照してください.

表 24.2:6 個の奇数 {1,3,5,7,9,11} の基本統計量

項目	定義例	計算例
1: Minimun	$=\min(C1:C6)$	最小値の1が返される.
2: Maximun	$=\max(C1:C6)$	最大値の11が返される.
3: Mean	=mean(C1:C6)	$(1+3+\dots+11)/6 = 36/6 = 6$
4: Median	=median(C1:C6)	偶数個の中央値なので, (5+7)/2=6
5: Sum of \cdots	=sum(C1:C6)	$1+3+\dots+11=36$
6: Product of \cdots	=product(C1:C6)	$1 \cdot 3 \cdots 11 = 10395$
7: Sample Stan \cdots	=stDevSamp(C1:C6)	$\sqrt{\{(1-6)^2+(3-6)^2+\cdots\}/5} = \sqrt{14}.$
8: Sample Var \cdots	=varSamp(C1:C6)	$\{(1-6)^2 + (3-6)^2 + \cdots \}/5 = 14.$
9: Population St \cdots	=stDevPop(C1:C6)	$\sqrt{\{(1-6)^2+(3-6)^2+\cdots\}/6} = \sqrt{105}/3.$
A: Popul··· Var···	=varPop(C1:C6)	$\{(1-6)^2 + (3-6)^2 + \cdots\}/6 = 35/3.$

たとえば, D1 のセルにカーソルを置き「=min(c1:c6)」として [enter]を押すと, D1 に最小値の 「1」が書き込まれます.テーブル内では計算した値が表示され,その定義式は最下行に表示されます. 図 24.2 では, D 列に表 24.2 の順の値が一つずつ書き込まれています.

C kis	u	D keisan	E	F		ľ
=			=seqgen(2			
1	1	nin(<i>c1:c6</i>)	1		1	
2	3		3		2	
3	5		7		3	
4	7		15		4	
5	9	1	31		5	12

● B r	nijo	⊂ kisu	D kihon	E
= =b	ango^2			=seqgen(2
1	1	1	1	1
2	4	3	11	3
(M)	9	5	=mean(c1	7
4	16	7	6	15
5	25	9	36	31

図 24.2: 基本統計量の計算

24.2 計算画面でのリストデータの取り扱い

表 24.1 のコマンドは,計算画面で使用することもでき ます.テーブル画面で各列に名前をつけておくと,計算 画面ではその列をリストデータとして取り扱うことがで き,表 24.1 のコマンドの引数としてリストデータやリス トデータの名前を利用することができます.

たとえば、計算画面でリストデータ kisu の平均を求めるには、次のようにします.

mean(kisu) $\sharp t$ mean({1,3,5,7,9,11})

リストデータに名前をつけておくと,そのリストデー タを用いたいろいろな計算をすることができます.たと えば,「kisu²」とすると,図 24.4 の 2 行目のように kisu の各要素を平方した値からなるリストが返されます.

n個の標本の分散を求める定義式は,

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

ですが、この式を変形すると

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (X_i - \bar{X})^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - (\bar{X})^2$$

1.3 2.1 RAD *sample doc < min(kisu) max(kisu) 11 mean(kisu) 6 median(kisu) 6 sum(kisu) 36 product(kisu) 10395 stDevSamp(kisu) $\sqrt{14}$

図 24.3: 計算画面での基本統計量

1.3 2.1 2.2 + *samp	ile doc 🗢 🛛 RAD 🕼 🎽
varPop(<i>kisu</i>)	35 3
kisu ²	{1,9,25,49,81,121}
sum (kisu ²)	286
mean(kisu ²)-(mean(kisu	$())^2 \frac{35}{3}$
n	

図 24.4: リストデータの各種計算

と表すことができます.これは,分散は,2乗の平均と平均の2乗の差で表されることを示していま す.したがって,リストデータ kisu の場合の分散は,mean(kisu²)-(mean(kisu))² により計算するこ とができます.この値は,表 24.4 の1 行目に示されている varPop(kisu) と同じ値になります.

24.3 列データのグラフ化

表データからグラフを表示させるとき, menu 3 の メニューを利用すると次の2種類のグラフを描画するこ とができます. この節では, これらのグラフを描画する ための手順について説明します.

(1) ^{[8:} Summary Plot]

たとえば,科目名の列と,対応する科目の成績の 列があるとき,科目ごとの成績の棒グラフを描画す ることができます.



(2) 「9: Quick Graph」

たとえば、あるクラスの数学と物理の成績があるとき、個々の科目の度数分布表や箱ひげ図、 あるいは2つの科目の散布図を描画することができます.

なお、「Data&Statistic」アプリケーションを利用すると、円グラフや折れ線グラフなどの、より多 彩なグラフを描画することができます.詳しくは、第8章で説明します.

 [8: Summary Plot]
 [menu]
 3
 8

幾つかの区分が書かれた列と、その区分に該当する度 数が書かれた列があるとき、その度数を棒グラフで表し ます.たとえば、この章の例として入力済みのデータを利 用して、A列の「bango」の値別に、B列の「nijo」の値 を棒グラフで表示させてみます、手順は下記の通りです.

(1) menu 3 から「8: Summary Plot」を選択します.
 (2) 次に, どの列のデータを使用するかを問われます.

- 「X List」では、横軸に使用する、区分名を書 いた列を指定します (図 24.6).
- 「Summary List」では、その区分に対応する 度数が書かれた列を指定します。

▶を押すと名前のついている列の一覧が表示 されるので,その中から選択します.

 「Display On」では、画面を左右2つに分けて 右側にグラフを表示するか (Split Page)、また は新たなページを作って表示するか (New Page) を選択します。

標準では,左右に分割して右側に表示します. 以下は,画面分割をする場合を示します.



図 24.6: 列データの選択



図 24.7: 画面分割による棒グラフ

(3) 「Ok」を選択して [enter] を押すと, 画面が分割されて右側にグラフが表示されます (図 24.7).

(4) テーブル画面に戻るには、 [doc] [5]のメニューから
 「8: Ungroup」を選択します. または、画面が分割
 されている図 24.7 の状態で [ctrl] 6]を押してもテー
 ブル画面だけのページに戻ります.

テーブル画面に戻っても,グラフ画面は次のペー ジに挿入されています.グラフを表示させるごとに グラフページが追加されていくので,いろいろ試し ているとかなりの数のページが追加されてしまいま す.後で <u>ctrl</u> ▲で一覧を確認し,不要なページは 削除しておきましょう.



 \boxtimes 24.8: $\lfloor doc \rfloor \lfloor 5 \rfloor$ [8: Ungroup]

なお,(2)の指定の「Display On」の箇所で画面分割をしないでグラフを描画するページを新 たに作った場合は, [ctrl] ◀ ▶ によるページ移動でテーブル画面に戻ることができます.

(5) テーブル画面に戻った後にグラフ画面をもう一度見たいときは,テーブル画面の状態で[ctrl][4]を 押します. 画面が分割されて,現在のページが左側,次のページが右側に表示されます.

なお,(2)で指定する「X List」は,数値データではなく,科目名などのカテゴリカルデータです. 数値データを指定することもできますが,その場合は数値ではなくカテゴリカルデータとして扱われ ます.要するに,単なる区別をするためのデータです.

「X List」のデータが数値のときは,値が昇順に並べ替えられて横軸に並べられます.文字列のときは,その列に書かれている順番に横軸に並べられます.

9: Quick Plot menu 3 9

このコマンドを利用すると、1つの列のヒストグラムや箱ひげ図を表示したり、2つの列データの 散布図を表示させることができます.

最初に,ここでのグラフを表示するために必要な列デー タを新たに作っておきます.たとえば,40人クラスの数 学の成績が正規分布 N(67,13)にしたがい,物理の成績が 正規分布 N(63,17)にしたがったとして,新たな列データ を作成します.

正規分布 N(μ , σ) に従う乱数は randNorm により発生 させることができます (23.6 節).数学の成績を G 列に, 物理の成績を H 列に作るとすれば,「=」の行では次のよ うに定義することになります.

- 数学:round(randNorm(67, 13, 40), 0)
- 物理:round(randNorm(63, 17, 40), 0)

randNorm による乱数は小数値になるので,round を利用して小数第1位を四捨五入して整数値に しておきます.seqGen を利用する場合は (23.5 節),「=」の行で次のように定義します.

 $seqGen(round(randNorm(67,13), 0), n, u, \{1, 40\})$

•	F	G math	H phys	1
=	=seqgen(r	=round(ra	=round(ra	
1	1	63.	49.	
2	2	61.	30.	
107	3	57.	37.	
4	4	61.	81.	
15	5	39.	48.	-

図 24.9: 数学・物理の成績データ

[menu] ③ 1 を利用する場合は、「Formula u(n) =」の箇所に、「round(randNorm(67, 13), 0)」 などと打ち込み、nの範囲を指定します。物理も場合も同様にするか、または数学で定義した定義式 を [ctrl] [C]によりコピーしてから、物理の定義式の箇所に [ctrl] [V]により貼り付けて、平均などの 値を修正するとよいでしょう。各列には、名前を付けておきます。図 24.9 のようなデータが生成さ れるはずです。乱数による値なので、皆さんが生成した値とは異なります。

列データを作成したら,カーソルを数学の成績を生成 した G 列において menu ③ 9 を押すと,右図のよう なグラフが表示されます.このようなグラフをドットプ ロットといいます.1個のドットは1人を表すので,この 図をみれば成績がどのように分布しているのかを概観す ることができます.



ヒストグラム [menu] [1] [3]

ヒストグラムを描画するには,最初にタッチパッドで マウスカーソルを出し,右側の画面を <

へにより選択し

ます. 選択されたグラフ画面の外枠が太線になるので,その状態で <u>menu</u> から「1: Plot Type」を選 択します. 図 24.11(a) のようなメニューが現れて,この「Quick Plot」で変更できるグラフの種類が 表示されます. ヒストグラムを描画するには「3: Histogram」を選択します.選択した瞬間に,ドッ トプロットの画面が (b) のようなヒストグラムの画面に変わります.



図 24.11: menu 1 3 ヒストグラム

ヒストグラムの柱の幅は自動的に設定されます. 幅は $a \leq x < b$ として設定されるので,右端の値 を持つ値は右側の柱に含まれます. 縦軸は度数です. 「Frequency」と表示されています.

柱の幅や,縦軸のスケールを変更するには, menu 2から「2: Histogram Properties」を選択し ます. 図 24.12(b)のようなメニューが表示されます. 柱に関する設定は「2: Bin Settings」を選択し て, さらなるメニューから,柱の幅を同じにするときは「1: Equal Bin Width」を,柱の幅が異なる 場合は「2: Variable Bin Width」を選択します.「1」を選択すると (c)の画面になり,柱の幅と左端 の柱の位置 (alignment)を指定します. 幅が同じなので,柱の位置は1つの柱の位置を指定するだけ でかまいません. ここでは,幅を5刻みにして,1つの柱の左端を40にしています.「Ok」を押すと, (d)のようなヒストグラムが表示されます.



図 24.12: menu 2 2 2 1 ヒストグラムの柱の幅の変更

柱の縦軸のスケールを変更するには、 menu 2 2 で「1: Histogram Scale」を選択します.「1: Frequency」は度数,「2: Percent」は百分率,そして「3: Density」は全度数に対するその階級の割合 が柱の面積になるように設定されます. 図 24.13(a) では,百分率を選択しています.



箱ひげ図 (menu) 1 2

箱ひげ図を作るには、マウスカーソルをグラフ画面に おいて、 [menu] の「1: Plot Type」から「2: Box Plot」 を選択します (図 24.11(a) 参照).

箱ひげ図はデータの分布の様子を図で示すもので,箱 の中央線はメディアン,左端は第1四分位数,右端は第三 四分位数です.また,左側の線分の端点は最小値を,右 側の線分の端点は最大値を示しています.

複数の列データの箱ひげ図を表示させるには、[menu] 2 から「5: Add X Variable」を選択します.追加する列デー タの名前の一覧が表示されるので、たとえば物理 (phys)



図 24.14: 箱ひげ図

を選択すると、図 24.15(b) のように、2つの箱ひげ図が表示されます.

物理の箱ひげ図の左側の線分から離れた箇所にドットが表示されていますが,それは外れ値です. それを表示しないようにするには, menu 2から「3: Extend Box Plot Whiskers」を選択します. 線分が伸びた箱ひげ図になります.





図 24.15: [menu] 2] 5] 複数の箱ひげ図

散布図

2つの列データの散布図を描画するには,いったんテー ブル画面だけのページにします.画面が分割されている ときは, [ctrl] 6]を押すとテーブル画面になります.

まず, 散布図を作成する2つの列を指定します. 具体 的には, カーソルを1つの列の1行目において▲を押し て薄青で反転表示させます. さらに, Shift を押しなが ら▶を押すと右側の列も反転表示されます. 列が離れた 複数列の反転表示はできないので, 離れているときは隣 り合うように列を移動しておきます (7-6 頁参照).



図 24.16: 散布図

散布図を描く列を指定したら, menu 3 で「9: Quick Plot」を選択すると (図 24.5 参照), 図 24.16 のような散布図が描かれます. 数学は得意なのに物理が 0 点という, 極端なケースが含まれています.