

## Working with Complex Numbers

$$x + y \cdot 1i$$

where x and y are real numbers, and

$$1i = \sqrt{-1} \quad 2 + 13i \quad \overline{2 + 13i} = 2 - 13i \quad \overline{2 + 13i} \cdot (2 + 13i) = 173$$

1i 虚数のみの表現方法

$$1i^2 = -1$$

$$(x + y \cdot 1i) + (u + v \cdot 1i) = (x + u) + (y + v) \cdot 1i$$

$$(x + y \cdot 1i) \cdot (u + v \cdot 1i) = (x \cdot u - y \cdot v) + (x \cdot v + y \cdot u) \cdot 1i$$

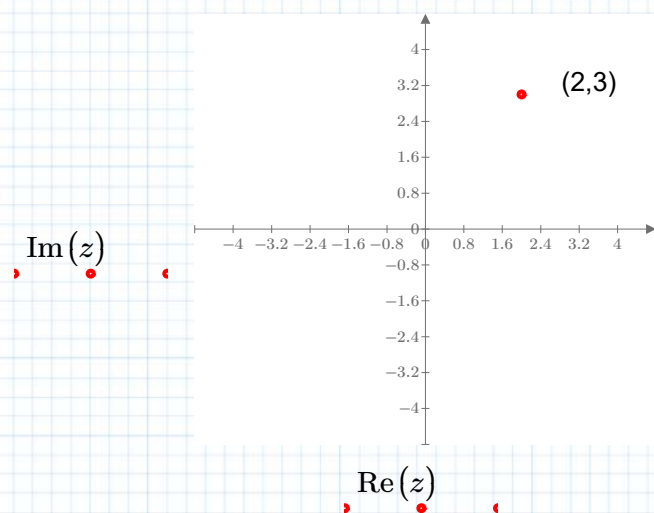
$$(2 + 3i) + (7 - 4i) = 9 - 1i$$

$$(2 + 3i) \cdot (7 - 4i) = 26 + 13i$$

$$\operatorname{Re}(7 - 4i) = 7 \quad a := -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 1i \quad a^2 = -0.5 - 0.866i \quad a^3 = 1 + 1.11i \cdot 10^{-16}$$

$$\operatorname{Im}(7 - 4i) = -4 \quad \operatorname{Re}(a) = -0.5 \quad \operatorname{Im}(a) = 0.866 \quad \arg(a) = 2.094$$

$$z := 2 + 3i \quad a^3 \xrightarrow{\text{simplify}} 1 \quad |a| = 1 \quad \arg(a) \xrightarrow{\text{simplify}} \frac{2 \cdot \pi}{3}$$



$$|2 + 3 \cdot 1i|$$

$$|2 + 3 \cdot 1i| = 3.606$$

$$|2 + 3 \cdot 1i| \xrightarrow{\text{simplify}} \sqrt{13}$$

$$|2 + 3 \cdot 1i| \rightarrow \sqrt{13}$$

$$|2 + 3 \cdot 1i| \xrightarrow{\text{rewrite, e}} \sqrt{13}$$

$$e = 2.718$$

演算子/コマンド	説明	キーボードショートカット
x	絶対値	
x + y	加算	+
x	行列式	
$\frac{x}{y}$	除算	/
$y^x$	べき乗	^
n!	階乗	!
x + y	除算 (+使用)	Ctrl + /
(x)	一对の括弧	(
x · y	乗算/ドット積	*
x - y	符号反転/減算	-
.	関数の引数を区切	.

演算子/コマンド	説明	キーボードショートカット
$\sqrt{x}$	平方根およびn乗根	\
x%	パーセント	%

演算子/コマンド	説明	キーボードショートカット
A ⊗ B	階乗コンボリョーション	Ctrl + Shift + V
$\frac{d^2}{dt^2} f(t)$	微分	Ctrl + Shift + D
$\int_a^b f(x) dx$	積分	Ctrl + Shift + I
A * B	線形コンボリョーション	Ctrl + Shift + L
g = f	プライム	Ctrl + ' (アポストロフイ)
$\prod_{j=m}^n X$	総乗	Ctrl + Shift + #

$$A(t) := e^{-2 \cdot t} \quad B(t) := e^{-1 \cdot t}$$

$$A(t) * B(t) \xrightarrow{\text{simplify}} \text{convolve}(e^{-2 \cdot t}, e^{-t})$$

$$A(t) * B(t) \xrightarrow{\text{laplace}} \text{laplace}(\text{convolve}(e^{-2 \cdot t}, e^{-t}), t, s)$$

$$A(t) \xrightarrow{\text{laplace}} \frac{1}{s+2}$$

$$\frac{1}{s+1} \cdot \frac{1}{s+2} \xrightarrow{\text{invlaplace}} e^{-t} - e^{-(2 \cdot t)}$$

$$B(t) \xrightarrow{\text{laplace}} \frac{1}{s+1}$$

$$\frac{1}{s+2} \cdot \frac{1}{s+1} \xrightarrow{\text{invlaplace}} e^{-t} - e^{-(2 \cdot t)}$$

コンボリユーション演算子

ヘルプセンター  
PTC Mathcad

コンボリユーション 検索 アドバンス

並べ替え順: 関連性

合計 34 個中 1 - 34 の検索結果

**デコンボリユーション**

deconvolve(vz, vx) - 任意位相で 2 つのベクトル間のデコンボリユーション (1D) を実行します。この関数は 2D デコンボリユーションをサポートしていません。引数 vz、vx はベクトルです。関連リンク その他の配列関数について 例: 行列間のデコンボリユーションと相互相関 ...

**コンボリユーション演算子**

演算子 説明 キーボードショートカット 2 つのベクトルまたは行列の線形コンボリユーションを実行します。この演算は convolve(A, B) と同じです。Ctrl + Shift + L 2 つのベクトルまたは行列の循環コンボリユーションを実行します。この演算は convolve(A ...

**コンボリユーションと相互相関**

convolve(S, K, [BC], [OV]) - 任意位相で 2 つのベクトル間のコンボリユーション (1D) または 2 つの行列間のコンボリユーション (2D) を実行します。時間でのコンボリユーションは周波数での乗算に相当し、周波数でのコンボリユーションは時間での乗算に相当し、これはデジタルフィルタで便利です。cro ...

**コンボリユーションによるエッジ検出**

次の関数を使用して、画像行列に対して各種カーネルを順番にコンボリユーションすることで、画像内のエッジを検出します。エッジ検出を行うことで、境界に依存する特定のタイプの特徴の判別率を向上させることができます。freichen(M) - 行列 M に対して Frei-Chen コンボリユーションによるエッジ検出を実行します。...

**コンボリユーションと比較によるエッジ検出**

コンボリユーション演算子

演算子	説明	キーボードショートカット
$A * B$	2 つのベクトルまたは行列の線形コンボリユーションを実行します。この演算は convolve(A, B) と同じです。	Ctrl + Shift + L
$A \odot B$	2 つのベクトルまたは行列の循環コンボリユーションを実行します。この演算は convolve(A, B, 1) と同じです。	Ctrl + Shift + V

オブランド

● 4 は入力値を表すベクトルまたは行列です。配列の要素は実数または複素数です。

ベクトルと行列について

ヘルプセンター  
PTC Mathcad

ベクトル 検索 アドバンス

並べ替え順: 関連性

合計 375 個中 1 - 375 の検索結果

**ベクトルと行列について**

ベクトルと行列は総称として "配列" と呼ばれます。ベクトルは 1 行 x n 列 (行ベクトル) または 1 列 x n 行 (列ベクトル) であり、行列は m 行 x n 列の配列です。通常の変数は値を 1 つだけとりませんが、配列には複数の値が格納されます。ベクトル引数をとる関数は、通常は列ベクトルをとりま ...

**配列の使用について**

大きな配列を計算した場合、先頭の 12 行 x 12 列だけが最初に表示されます。配列にその他の要素がある場合、配列の左上隅または右下隅に 3 つの点が表示されます。配列のサイズを変更して非表示になっている要素を表示したり、行と列の添字を表示したりすることができます。デフォルトでは、配列は添字 0 から始まります。組み込みの OR ...

**例: ベクトル添数**

例: ベクトル添数 ベクトルを定義します。評価すると、簡約化されて表示されます。複素ベクトルを v に加算します。ベクトル w の符号を反転します。ベクトル w にスカラーを掛け合わせます。ベクトル v の各成分の和を求めます。Ctrl+\$ キーを押して絶対演算子を挿入します。注記 これは次の計算と同等です ...

**ベクトルのノルム**

norm(v) - ベクトル v のノルムを返します。引数 v は列ベクトルです。関連リンク 配列特関数について ノルム演算子 例: 行列ノルムと行列式関数 ...

**ベクトルの成分数**

ベクトル成分数を返します。ベクトル成分数は、ベクトル成分の ...

ベクトルと行列について

ベクトルと行列は総称として "配列" と呼ばれます。ベクトルは 1 行 x n 列 (行ベクトル) または 1 列 x n 行 (列ベクトル) であり、行列は m 行 x n 列の配列です。

通常の変数は値を 1 つだけとりませんが、配列には複数の値が格納されます。

ベクトル引数をとる関数は、通常は列ベクトルをとりま。計算の際、数値やスカラー変数と同じように配列を作成して使用できます。

一般的な演算子や関数の多くは配列でも使えますが、配列専用の配列演算子もあります。

- インデックス演算子 - 配列内の特定の要素を返すか割り当てます。
- 行演算子 - 行列の行を返します。
- 列演算子 - 行列の列を返します。
- 転置行列演算子 -  $n \times m$  配列の行と列を入れ替えた  $m \times n$  配列を返します。

配列および入れ子配列の内容

配列には数値、式、文字列のいずれかを格納できます。配列にはその他の配列を格納することもでき、このような配列を入れ子配列と呼びます。

行列の大きさとメモリ管理

PTC Mathcad

### 配列およびテーブルの作成について

配列の作成

ベクトルと行列は次のような方法によって作成できます。

- メインボンの「行列/テーブル」タブを使用する
- キーボードショートカットを使用する
- ファイルからデータをインポートする
- インデックス演算子、範囲、および配列要素の値をその添字に関連付ける式を使用して行列を定義する
- 特殊行列を生成する関数を使用する。たとえば、関数 **identity** は、対角要素が 1 に設定され、その他の要素が 0 に設定された  $n \times n$  行列を返します。

**注記**

- 行列に変数名を割り当てて任意の計算で使用できます。
- 配列に空の要素を含めることはできません。実際の値を持たない任意の配列要素には **NaN** を挿入します。
- 要素を手入力で個別に定義すると、行列が大きくなったり、行列の一部の要素が予期せず 0 に設定されることがあります。

テーブルの作成

テーブルは次のいずれかの方法によって作成できます。

- メインボンの「行列/テーブル」タブを使用する
- キーボードショートカットを使用する

関連リンク

ベクトルと行列について

PTC Mathcad

### 例: ベクトル代数

1. ベクトルを定義します。評価すると、簡約化されて表示されます。

$$v = \begin{bmatrix} 3+10i \\ 1-4i \\ 5 \cdot 10 \end{bmatrix}$$

2. 複素ベクトルを  $v$  に加算します。

$$w = v + \begin{bmatrix} 7 \\ 2i \\ -18 \end{bmatrix}$$

3. ベクトル  $w$  の符号を反転します。

$$-w = \begin{bmatrix} -20 \\ 3-2i \\ -32 \end{bmatrix}$$

4. ベクトル  $w$  にスカラーを掛け合わせます。

$$3 \cdot w = \begin{bmatrix} 60 \\ -9+6i \\ 96 \end{bmatrix}$$

5. ベクトル  $v$  の各成分の和を求めます。Ctrl+S キーを押して総和演算子を挿入します。

式をコピー

PTC Mathcad

### 例: ベクトル代数

$\|w\| = 37.908$

**注記**

これは次の計算と同等です。

式をコピー

ベクトルとは何者かとして、配列とも呼ばれます。ベクトルは1行 x n 列 (行ベクトル) または1列 x n 行 (列ベクトル) であり、行列は m 行 x n 列の配列です。通常の定数は値を1つだけとりませんが、配列には複数の値が格納されます。ベクトル引数をとる関数は、通常は列ベクトルをとります ...

**配列の使用について**  
 大きな配列を計算した場合、先頭の12行 x 12列だけが最初に表示されます。配列にその他の要素がある場合、配列の左上隅または右下隅に3つの点が表示されます。配列のサイズを変更して非表示になっている要素を表示したり、行と列の添字を表示したりすることができます。デフォルトでは、配列は添字0から始まります。組み込みのOR ...

**例: ベクトル代数**  
 例: ベクトル代数 ベクトルを定義します。評価すると、簡約化されて表示されます。複素ベクトルを v に加算します。ベクトル w の符号を反転します。ベクトル w にスカラーを掛け合わせます。ベクトル v の各成分の和を求めます。Ctrl+S キーを押して絶対演算子を挿入します。 注記 これは次の計算と同様で ...

**ベクトルのノルム**  
 norm(v) - ベクトル v のノルムを返します。引数 v は列ベクトルです。関連リンク 配列特徴関数について ノルム演算子 例: 行列ノルムと行列式関数 ...

**ベクトルの成分数**

式をコピー

$$\sqrt{w \cdot w} = 37.908$$

- ベクトル  $w$  を転置します。Ctrl+Shift+T キーを押して転置演算子を挿入します。  
 $w^T = [13 \ -3 \ 50]$
- ベクトル  $w$  の複素共役を求めます。Ctrl+\* キーを押して複素共役演算子を挿入します。  
 $\overline{w} = \begin{bmatrix} 20 \\ -3 - 2i \\ 32 \end{bmatrix}$
- ベクトル  $v$  と  $w$  のドット積を求めます。  
 $v \cdot w = 1.869 \cdot 10^3 + 6i$   
 1つ目のベクトルの各成分に2つ目のベクトルの複素共役の対応する成分を掛け合わせてその結果を合計することでドット積が計算されます。
- ベクトル  $v$  と  $w$  の外積を求めます。Ctrl+@ キーを押して外積演算子を挿入します。  
 $v \times w = \begin{bmatrix} 54 - 100i \\ 584 \\ 21 + 26i \end{bmatrix}$

関連リンク  
[配列の使用について](#)

$$A := \begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A * B = \begin{bmatrix} 12 & 14 & 15 & 10 & 6 \end{bmatrix}$$

$$A \cdot C = 35$$

$$\text{convolve}(A, B, 0, 1) = \begin{bmatrix} 5 & 9 & 12 & 14 & 15 \end{bmatrix}$$

$$\text{convolve}(A, B, 1, 1) = \begin{bmatrix} 15 & 15 & 15 & 15 & 15 \end{bmatrix}$$

$$B := \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{convolve}(A, B, 0, 1) = \begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{convolve}(A, B, 1, 1) = \begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$C := \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{bmatrix}$$

コンボリューションと相互相関

ヘルプセンター  
**PTC Mathcad**

コンボリューション 検索 **アドバンス**

並べ替え: 関連性

合計 34 個中 1 - 34 の検索結果

**デコンボリューション**  
 deconvolve(vz, vx) - 任意位相で2つのベクトル間のデコンボリューション (1D) を実行します。この関数は2D デコンボリューションをサポートしていません。引数 vz、vx はベクトルです。関連リンク その他の配列関数について 例: 行列間のデコンボリューションと相互相関 ...

**コンボリューション演算子**  
 演算子 説明 キーボードショートカット 2つのベクトルまたは行列の線形コンボリューションを実行します。この演算は convolve(A, B) と同じです。Ctrl + Shift + L 2つのベクトルまたは行列の循環コンボリューションを実行します。この演算は convolve(A ...

**コンボリューションと相互相関**  
 convolve(S, K, [BC], [OV]) - 任意位相で2つのベクトル間のコンボリューション (1D) または2つの行列間のコンボリューション (2D) を実行します。時間でのコンボリューションは周波数での乗算に相当し、周波数でのコンボリューションは時間での乗算に相当し、これはデジタルフィルタで便利です。cro ...

**コンボリューションによるエッジ検出**  
 次の関数を使用して、画像行列に対して各種カーネルを順番にコンボリューションすることで、画像内のエッジを検出します。エッジ検出を行うことで、境界に依存する特定のタイプの特徴の判別率を向上させることができます。freichen(M) - 行列 M に対して Frei-Chen コンボリューションによるエッジ検出を実行します。 ...

**コンボリューションと比較によるエッジ検出**

**コンボリューションと相互相関**

- convolve(S, K, [BC], [OV])** - 任意位相で2つのベクトル間のコンボリューション (1D) または2つの行列間のコンボリューション (2D) を実行します。  
 時間でのコンボリューションは周波数での乗算に相当し、周波数でのコンボリューションは時間での乗算に相当し、これはデジタルフィルタで便利です。
- crosscorr(S, K, [BC], [OV])** - 任意位相で2つのベクトル間の相互相関解析 (1D 相関) または2つの行列間の相互相関解析 (2D 相関) を実行します。  
 相関は一方の時系列を逆順にしたコンボリューションに相当し、系のインパルス応答を求める場合によく使用されます。  
**crosscorr** 関数を使用して画像を相関できます。  
**crosscorr** 関数は廃止された関数 **correl** と **correl2d** の機能を兼ね備えています。

引数

- S** は入力信号を表すベクトルまたは行列です。配列の要素は実数または複素数です。
- K** はカーネルを表すベクトルまたは行列です。配列の要素は実数または複素数です。
- BC** (オプション) は、相関中の行列の境界の処理方法を指定することで実行するコンボリューションのタイプを指定する整数の引数です。**BC** は 0 (デフォルト)、1、2、3 のいずれかに設定できます。ここで、
  - 0: 線形 (ゼロパディング) - 行列の外側のピクセルはゼロとして扱われます。
  - 1: 循環 (周期折り返し) - 行列の外側のピクセルは行列の周期的連続として扱われます。
  - 2: 反射 - 行列の外側のピクセルは行列の境界に沿ってミラーによって反射しているかのように扱われます。
  - 3: 連続 - 行列の外側のピクセルは行列内の最後の値が繰り返しているものとして扱われます。
- OV** (オプション) は、2つ目の信号のシフトを適用するかどうかを指定する整数値または2つの整数値のベクトルです。これは、カーネル行列 **K** と入力信号行列 **S** との最初の行と列の重なり (位相相関) を指定するときに使用されます。ベクトルの1つ目の成分は行の重なりを指定し、2つ目の成分は列の重なりを指定します。  
 重なるの最小値は1以上、重なるの最大値はカーネルサイズ以下でなければなりません。

