

# Wolfram Alpha による 数式処理マニュアル

大分大学理工学部 共創理工学科 数理科学コース

大分大学工学部 知能情報システム工学科

# 目次

## Chapter 1 導入

1.1 Wolfram Alpha の概要	3
1.2 数式記述の基本	4
1.3 検索画面の見方	5

## Chapter 2 基礎的な数式処理

2.1 数式の変形	6
2.2 数式の整理	6
2.3 数式の展開	7
2.4 因数分解	7
2.5 方程式の解	
2.5.1 代数方程式の厳密解	8
2.5.2 一般的な方程式の数値解	9
2.6 連立方程式の解	10
2.7 部分分数分解	11
2.8 漸化式	11
2.9 定義域と値域	
2.9.1 定義域	12
2.9.2 値域	12
2.10 グラフの表示	13

## Chapter 3 微積分

3.1 微分	
3.1.1 一階微分	14
3.1.2 n 階微分	14
3.1.3 偏微分	15

3.2 積分	
3.2.1 不定積分	15
3.2.1 定積分	16
3.3 テイラー展開	16
3.4 極限值	17
3.5 微分方程式	17

## Chapter 4 コマンド集

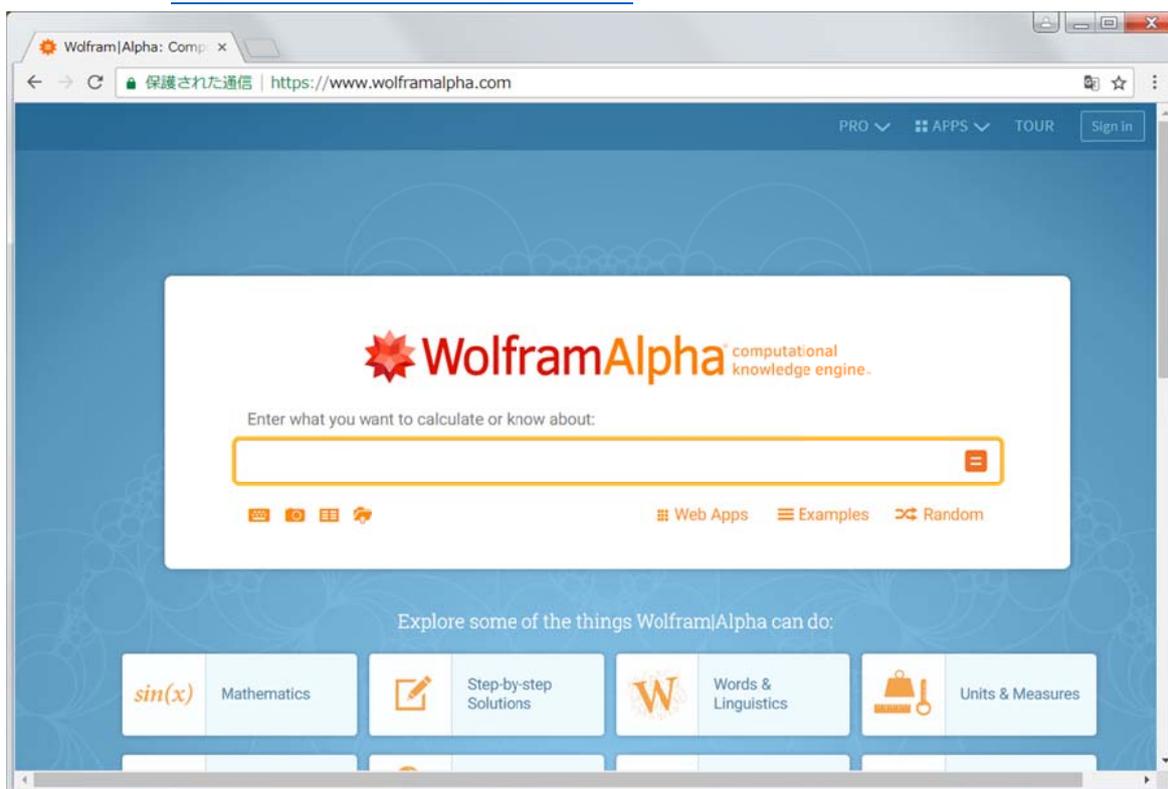
4.1 数について	
4.1.1 定数	18
4.2 数学関数	
4.2.1 基本演算	18
4.2.2 数値関数	18
4.2.3 初等関数	19
4.2.4 階乗に関する関数	20
4.2.5 数論に関する関数	20
4.3 数値計算	
4.3.1 数値化	20
4.3.2 式の操作	20
4.3.3 多項式	21
4.3.4 行列計算	21
4.3.5 方程式	22
4.3.6 微分積分	22
4.3.7 最適化	23
4.3.8 データ処理	23

# Chapter 1

## 導入

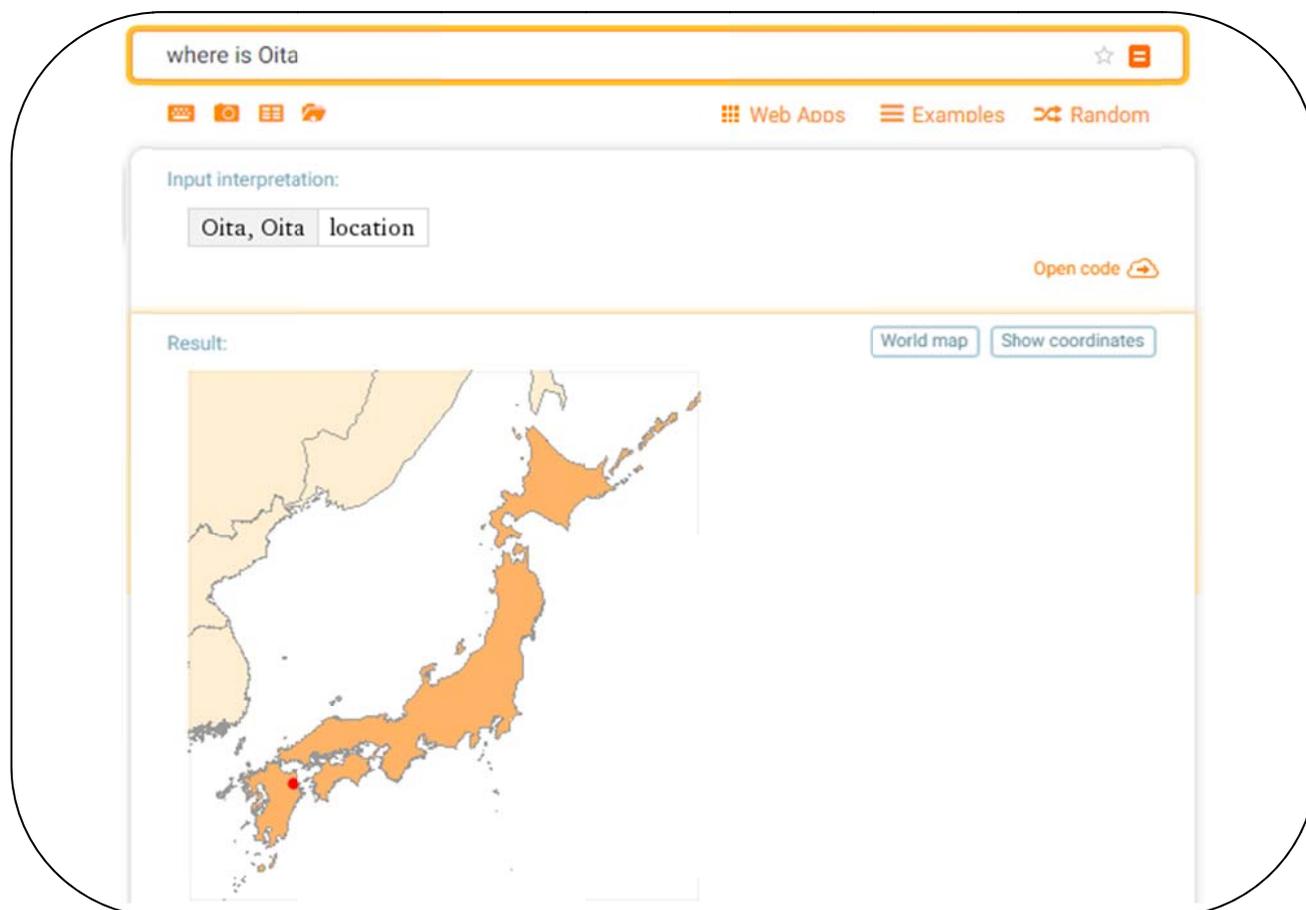
### 1.1 Wolfram Alpha の概要

Wolfram Alpha はウルフラム・リサーチが開発した質疑応答 Web サービスである。Google や Yahoo などの検索サービスで「ウルフラムアルファ」や「Wolfram Alpha」などと検索すると下図のようなページ (URL: <http://www.wolframalpha.com/>) にたどりつき、誰でも無料で利用できる。



Wolfram 社は数学の研究で利用される数式処理ソフトウェア Mathematica を販売している会社で、数式処理ソフトウェアとは文字通り数式の処理を可能にするソフトである。一般的な数値計算法によってコンピュータで、 $x^2 = 2$  という方程式の解を求めようとする、近似値  $x = 1.414$  (コンピュータの性能によってより高位の小数まで) を返す。数式処理ソフトは、 $x = \sqrt{2}$  のように数式の形で答を返してくれるソフトである。この数式処理ソフトウェアにより、人間が手計算で実行すると膨大な時間がかかるような量の代数計算などが可能になり、新たな数学の結果や、さらに新たな数学分野も生まれた。しかし、Mathematica は研究用のソフトのため高価 (約 50 万円) でなかなか手がでない。一方で研究者でもなければ手の込んだプログラムを計算させることは少なく、先ほどの例のような簡単な計算ができれば十分である。Wolfram Alpha は Mathematica を用いて作成された Web サービスで上記のような簡単な質問に答えてくれる。

このサービスでは言語による質問や数式処理のリクエストを入力してそれらに対する応答を得ることができる。例えば検索ボックスから「**Where is Oita?**」と入力し質問を行うと、下図のように「大分県の場所」についての応答が得られる。



また、言語による質問に対してだけでなく、数式処理に対しても応答が得られる。数式処理についてはある程度 Mathematica の知識が必要になる。本マニュアルではこういった数式処理について詳述したい。

例えば  $(x + y)^{40}$  という数式を展開する作業など、手計算では時間のかかる数式処理でも Web 上で素早く手軽に応答が得られる。

## 1.2 数式記述の基本

まず、Wolfram Alpha を電卓のように使うことを考える。

加法	+
減法	-
乗法	*
除法	/
べき乗	^

四則演算の記述は Wolfram Alpha では右図のように記述する。

例えば  $1+2\times 3\div 4^5$  の計算をしたければ

**1 + 2 \* 3 / 4 ^ 5** と入力すればよい。

また、Wolfram Alpha では組み込みの定数、関数を利用することができる。

$\sin x$	sin(x)
$\exp x$	exp(x)
$\log x$	log(x)
$\pi$ (円周率)	Pi, pi
$e$ (ネイピア数)	E, e
$i$ (虚数単位)	I, i

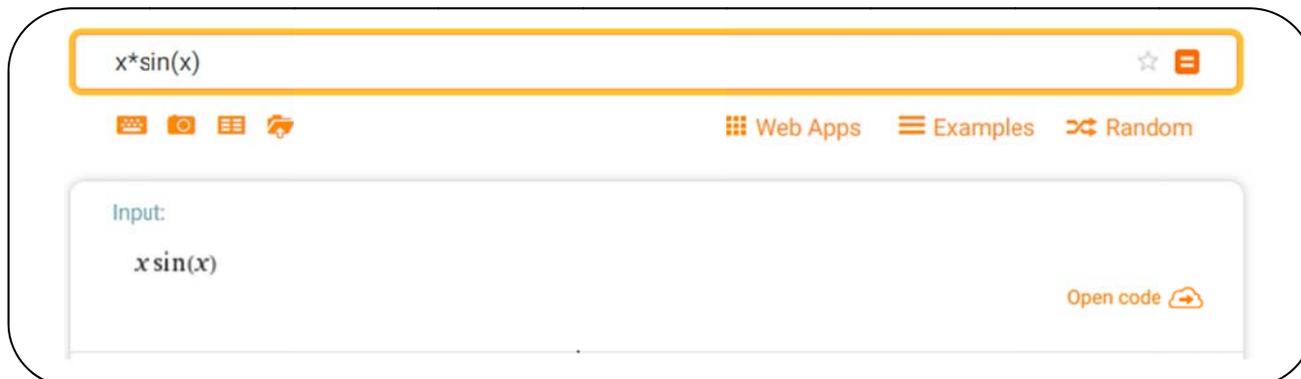
数学関数、定数に関しては Wolfram Alpha でも右図のようにほぼ同じ形で扱うことができる。

例えば、 $\sin(\pi i)$  を表したいときには、  
**sin(pi\*i)** と入力すればよい。

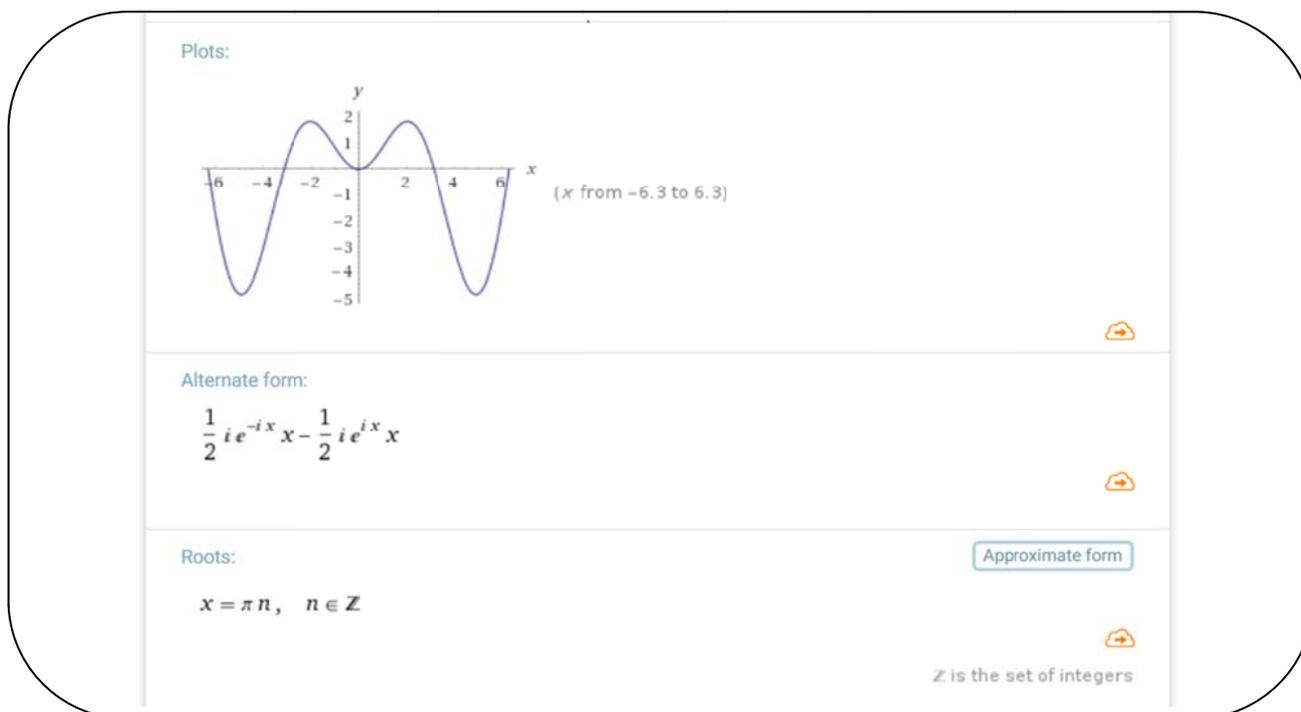
Mathemtica では組み込みの定数や関数は大文字で始まり、小文字で始めるとエラーが生じたりするが、Wolfram Alpha では大文字・小文字はいずれでも認識してくれるため（プログラムとしての厳密さは損なわれるが）、いわゆるプログラム言語のような細かいエラーに悩まされずにすむ。

### 1.3 検索画面の見方

例として、 $x \sin(x)$ を検索ボックスから検索してみる。



検索はオレンジ色の枠内に数式を入力し、枠内右端の「=」ボタンを押すか、「**Enter キー**」を押すことで検索結果を得られる。水色文字の「**Input**」の項目では、入力された数式を表示している。さらにその下には、下図のようなグラフや数式が表示されている。



図中水色文字の項目はそれぞれ

「**Plots**」 → 「**グラフ表示**」

「**Alternate form**」 → 「**変形式**」

「**Roots**」 → 「**根（解）**」

を表しており、検索した数式に対する様々な情報を表示してくれる。また、この中の特定した情報を表示させたい場合、関数を用いるとよい。関数については次の章で説明をする。

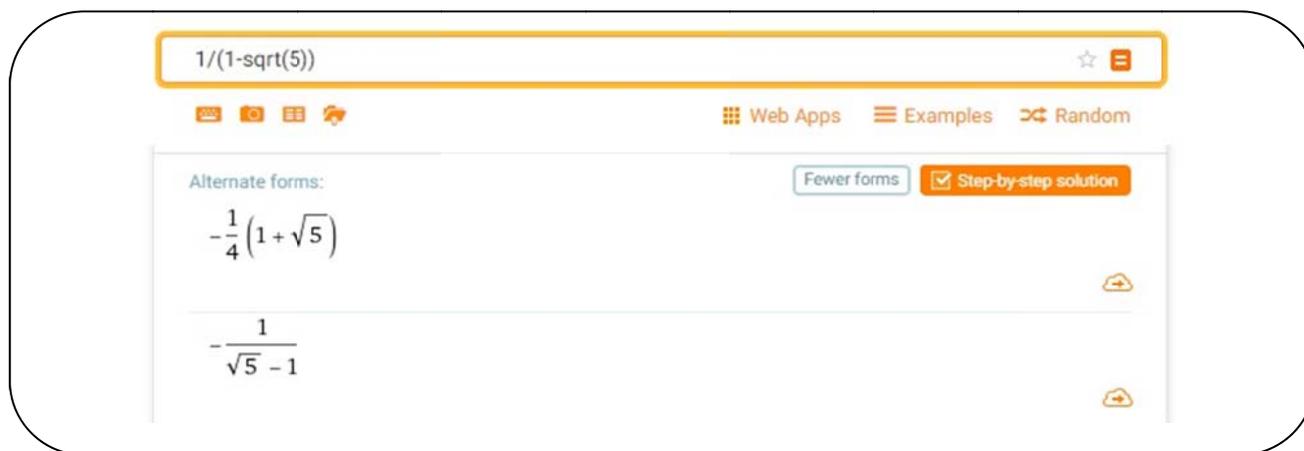
# Chapter 2

## 基礎的な数式処理

### 2.1 数式の変形

検索ボックスに数式を入力すると「**Alternate form**」の項目に入力された式の変形式が表示される。

例：  $\frac{1}{1-\sqrt{5}}$  の変形式 → **1/(1-sqrt(5))**

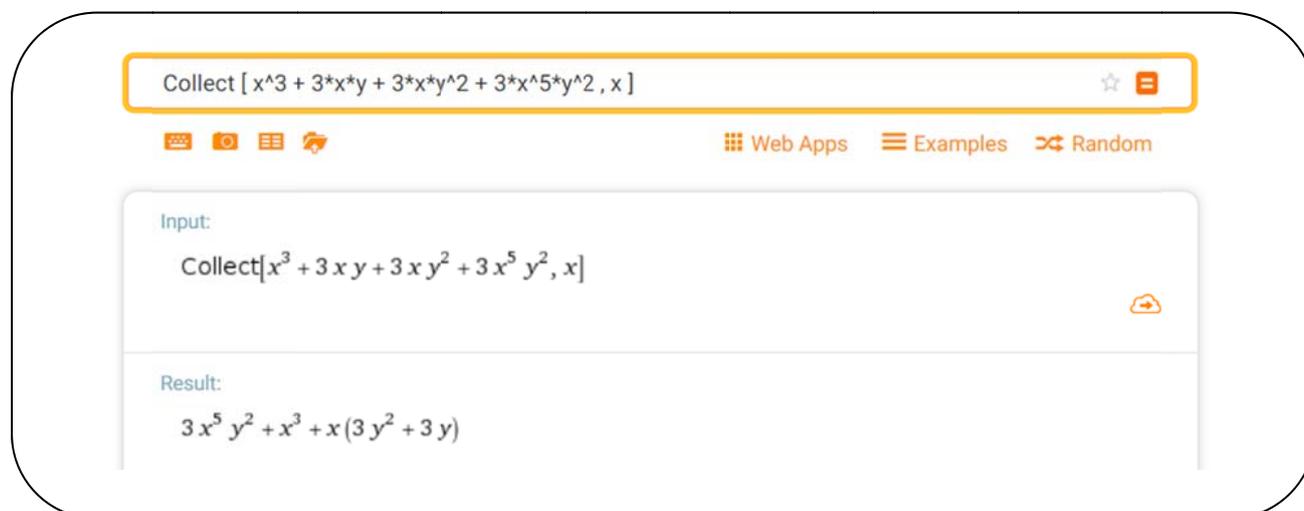


### 2.2 数式の整理

関数「**Collect**」を用いると与えた数式を整理できる。結果は「**Result**」表示される。

例：  $x^3 + 3xy + 3xy^2 + 3x^5y^2$  を  $x$  について整理

→ **Collect [  $x^3 + 3*x*y + 3*x*y^2 + 3*x^5*y^2$  ,  $x$  ]**



## 2.3 数式の展開

関数「**Expand**」を用いると与えた数式の展開ができる。

例：  $(x + y + z)^3$  の展開 → **Expand[ (x + y + z)^3 ]**

The screenshot shows a Wolfram Language interface. At the top, a search bar contains the input `Expand[(x + y + z)^3]`. Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The "Input interpretation:" section shows the command `expand` and the expression  $(x + y + z)^3$ . A button labeled "Open code" is visible. The "Result:" section displays the expanded polynomial:  $x^3 + 3x^2y + 3x^2z + 3xy^2 + 6xyz + 3xz^2 + y^3 + 3y^2z + 3yz^2 + z^3$ , with a note "(10 terms)". A checkbox for "Step-by-step solution" is checked. A download icon is present at the bottom right of the result area.

## 2.4 因数分解

関数「**Factor**」を用いると与えた数式の因数分解ができる。

例：  $x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz$  の因数分解 → **Factor[ x^3 + y^3 + z^3 - 3\*x\*y\*z ]**

The screenshot shows a Wolfram Language interface. At the top, a search bar contains the input `Factor[x^3 + y^3 + z^3 - 3*x*y*z]`. Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The "Input interpretation:" section shows the command `factor` and the expression  $x^3 + y^3 + z^3 - 3xyz$ . A button labeled "Open code" is visible. The "Result:" section displays the factored form:  $(x + y + z)(x^2 - xy - xz + y^2 - yz + z^2)$ . A download icon is present at the bottom right of the result area.

## 2.5 方程式の解

### 2.5.1 代数方程式の厳密解

関数「**Solve**」を用いると代数方程式の解を得ることができる。

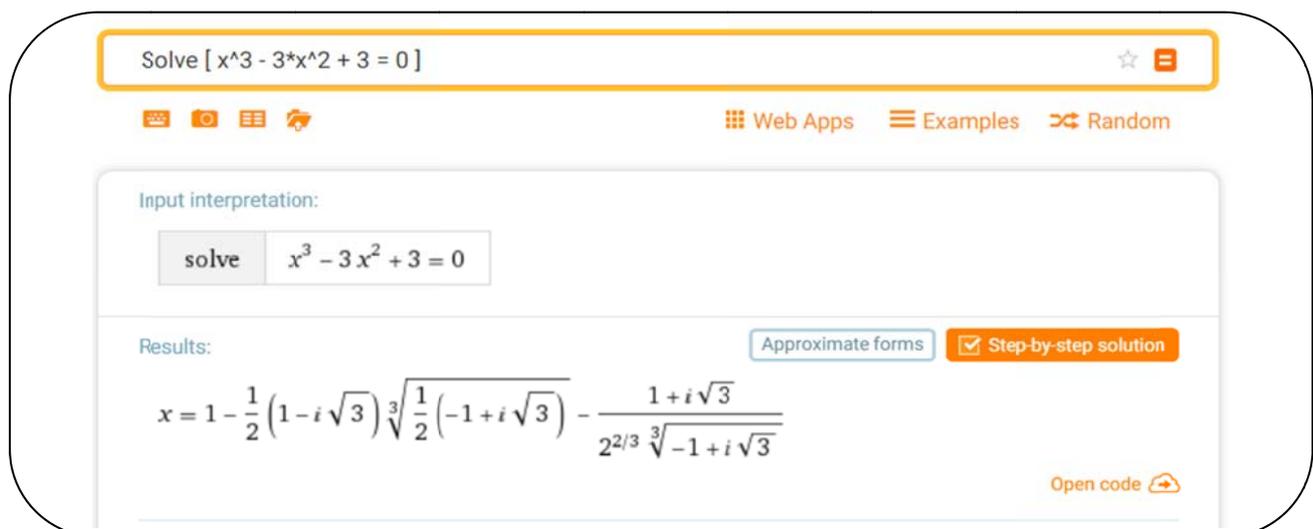
代数方程式の場合に得られた解は厳密解であり、複素数の範囲での解も得ることができる。

例：  $x^3 - 2x^2 - x + 2 = 0$  の厳密解 → **Solve [  $x^3 - 2x^2 - x + 2 = 0$  ]**



The screenshot shows a web interface for solving equations. The input field contains "Solve [  $x^3 - 2x^2 - x + 2 = 0$  ]". Below the input, there are icons for "Web Apps", "Examples", and "Random". The "Input interpretation:" section shows a "solve" button and the equation  $x^3 - 2x^2 - x + 2 = 0$ . The "Results:" section displays the solutions  $x = \pm 1$  and  $x = 2$ . There is a "Step-by-step solution" button and an "Open code" link.

例：  $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$  の厳密解 → **Solve [  $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$  ]**

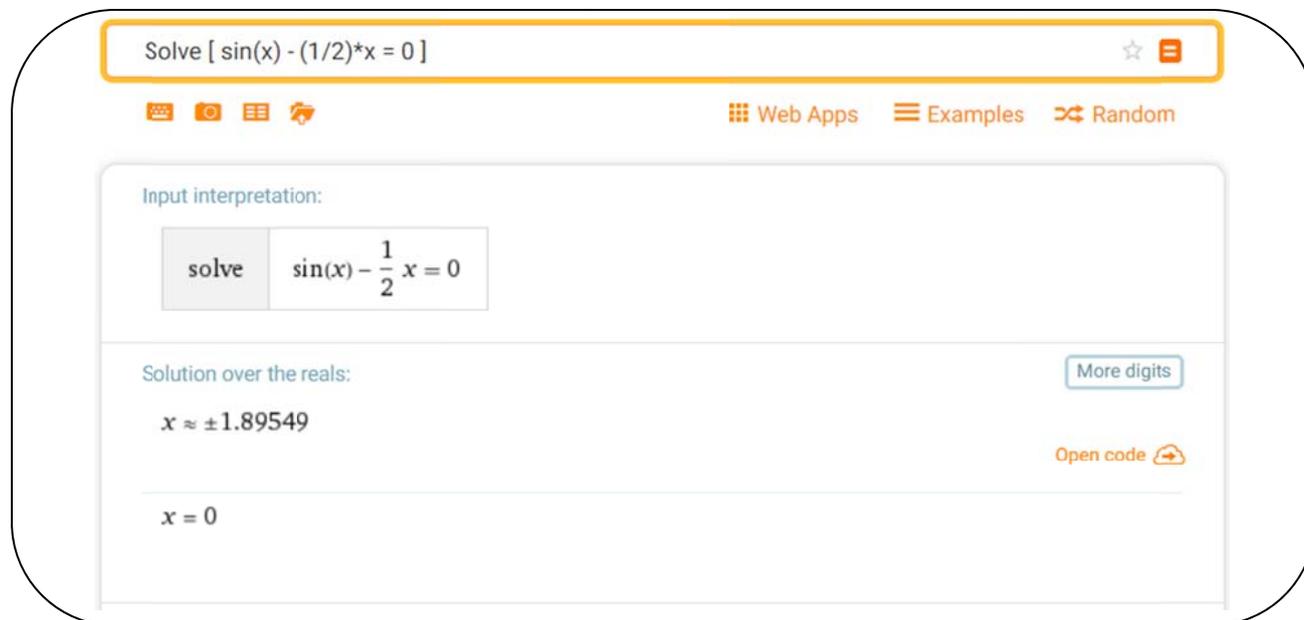


The screenshot shows a web interface for solving equations. The input field contains "Solve [  $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$  ]". Below the input, there are icons for "Web Apps", "Examples", and "Random". The "Input interpretation:" section shows a "solve" button and the equation  $x^3 - 3x^2 + 3 = 0$ . The "Results:" section displays the solutions  $x = 1 - \frac{1}{2}(1 - i\sqrt{3})\sqrt[3]{\frac{1}{2}(-1 + i\sqrt{3})} - \frac{1 + i\sqrt{3}}{2^{2/3}\sqrt[3]{-1 + i\sqrt{3}}}$ . There is an "Approximate forms" button, a "Step-by-step solution" button, and an "Open code" link.

## 2.5.2 一般的な方程式の数値解

代数方程式では厳密解が得られるが、一般の方程式では厳密解が得られない場合がある。

例：  $\sin x - \frac{1}{2}x = 0$  の解 → **Solve [ sin(x) - (1/2)\*x = 0 ]**



The screenshot shows a web-based equation solver interface. At the top, the input field contains the equation  $\text{Solve [ sin(x) - (1/2)*x = 0 ]}$ . Below the input field, there are navigation icons for "Web Apps", "Examples", and "Random". The "Input interpretation" section shows the equation  $\text{solve sin(x) - \frac{1}{2}x = 0}$ . The "Solution over the reals" section displays the numerical solution  $x \approx \pm 1.89549$  and the exact solution  $x = 0$ . There are buttons for "More digits" and "Open code" next to the numerical solution.

上図では、「 $x =$ 」の解の他に、「 $x \approx$ 」の解が表示されている。この解が与えられた数式の数値解となる。数値解は計算機の実数演算により誤差を含んだ解であるので、 $x$  に数値解を代入しても 0 にならない場合がある。

## 2.6 連立方程式の解

検索ボックスに方程式をカンマ区切りで入力すると、その連立方程式の解が得られる。

例：連立方程式 
$$\begin{cases} x + y + z + a = 3 \\ 2x + 5y + z - 2a = 9 \\ x + y + 7z - 3a = 2 \\ x + y + 3z - 2a = 8 \end{cases}$$
 の解を求める。

→  $x + y + z + a = 3$  ,  $2 * x + 5 * y + z - 2 * a = 9$  ,  
 $x + y + 7 * z - 3 * a = 2$  ,  $x + y + 3 * z - 2 * a = 8$

上記の方法では、連立方程式が大規模である場合に不便である。そこで、連立方程式を行列化して解を求める方法も存在する。なお、行列の積にはピリオド「.」を用いる。

例：
$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 5 & 1 & -2 \\ 1 & 1 & 7 & -3 \\ 1 & 1 & 3 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 9 \\ 2 \\ 8 \end{bmatrix}$$
 の解 →  $\{\{1,1,1,1\},\{2,5,1,-2\},\{1,1,7,-3\},\{1,1,3,-2\}\} \cdot \{x,y,z,a\} = \{3,9,2,8\}$

## 2.7 部分分数分解

「Partial Fractions」を用いると与えた数式の部分分数分解ができる。

例： $\frac{x^2 - 4}{x^4 - x}$ の展開 → Partial Fractions [  $(x^2 - 4)/(x^4 - x)$  ]

The screenshot shows a web application interface for partial fraction decomposition. At the top, the search bar contains the text "Partial Fractions [  $(x^2 - 4)/(x^4 - x)$  ]". Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main input area is labeled "Input:" and contains a text box with "partial fractions" and a math input field with  $\frac{x^2 - 4}{x^4 - x}$ . To the right of the input field is an "Open code" button. Below the input area, the "Result:" section displays the decomposition:  $\frac{x^2 - 4}{x^4 - x} = \frac{-3x - 1}{x^2 + x + 1} - \frac{1}{x - 1} + \frac{4}{x}$ . A "Step-by-step solution" button is visible on the right side of the result area.

## 2.8 漸化式

検索ボックスに漸化式を入力すると、解を求めることができる。

例： $F(n) = F(n-1) + F(n-2), F(1) = 1, F(2) = 2$ の解

→  $F(n) = F(n-1) + F(n-2), F(1) = 1, F(2) = 2$

The screenshot shows a web application interface for solving recurrence equations. At the top, the search bar contains the text " $F(n) = F(n-1) + F(n-2), F(1) = 1, F(2) = 2$ ". Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main input area is labeled "Input:" and contains a text box with the recurrence equation and initial conditions: " $F(n) = F(n-2) + F(n-1) | F(1) = 1 | F(2) = 2$ ". To the right of the input field is an "Open code" button. Below the input area, the "Recurrence equation solution:" section displays the solution:  $F(n) = \frac{F_n + L_n}{2}$ . At the bottom right, there is a note: " $F_n$  is the  $n^{\text{th}}$  Fibonacci number" and " $L_n$  is the  $n^{\text{th}}$  Lucas number".

## 2.9 定義域と値域

### 2.9.1 定義域

「Domain Of」を用いると与えた数式の定義域を求めることができる。

例： $\frac{x}{x^2 - 1}$  の定義域 → **Domain Of  $F(x) = x/(x^2 - 1)$**



Domain Of  $F(x) = x/(x^2 - 1)$

Web Apps Examples Random

Input interpretation:

domain  $F(x) = \frac{x}{x^2 - 1}$

Result:

$\{x \in \mathbf{R} : x \neq -1 \text{ and } x \neq 1\}$   
(assuming a function from reals to reals)

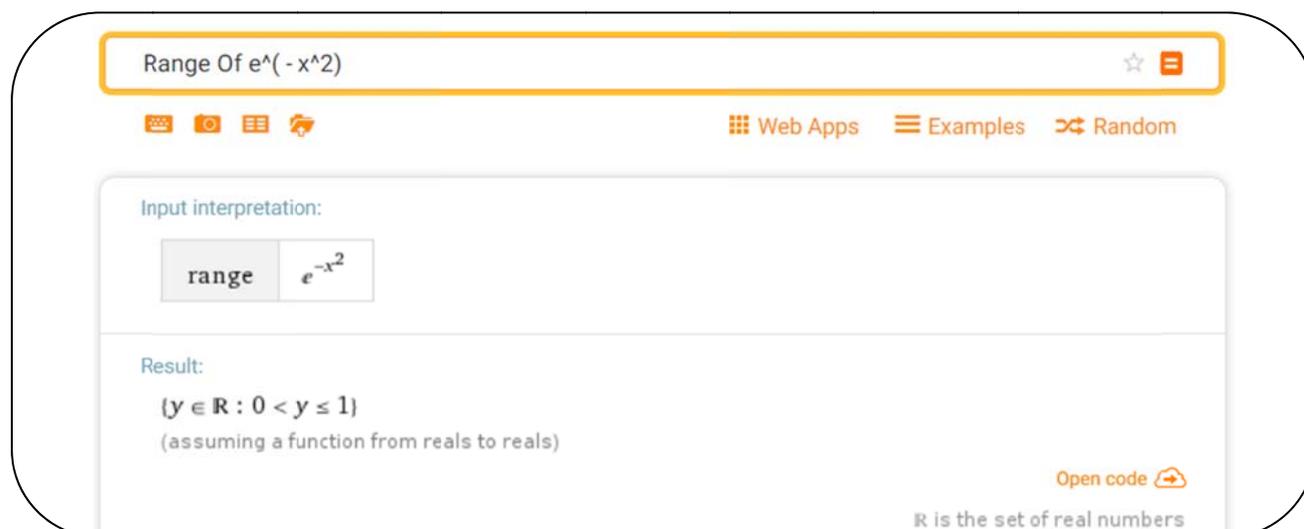
Open code

$\mathbf{R}$  is the set of real numbers

### 2.9.2 値域

「Range Of」を用いると与えた数式の値域を求めることができる。

例： $e^{-x^2}$  の定義域 → **Range Of  $e^{(-x^2)}$**



Range Of  $e^{(-x^2)}$

Web Apps Examples Random

Input interpretation:

range  $e^{-x^2}$

Result:

$\{y \in \mathbf{R} : 0 < y \leq 1\}$   
(assuming a function from reals to reals)

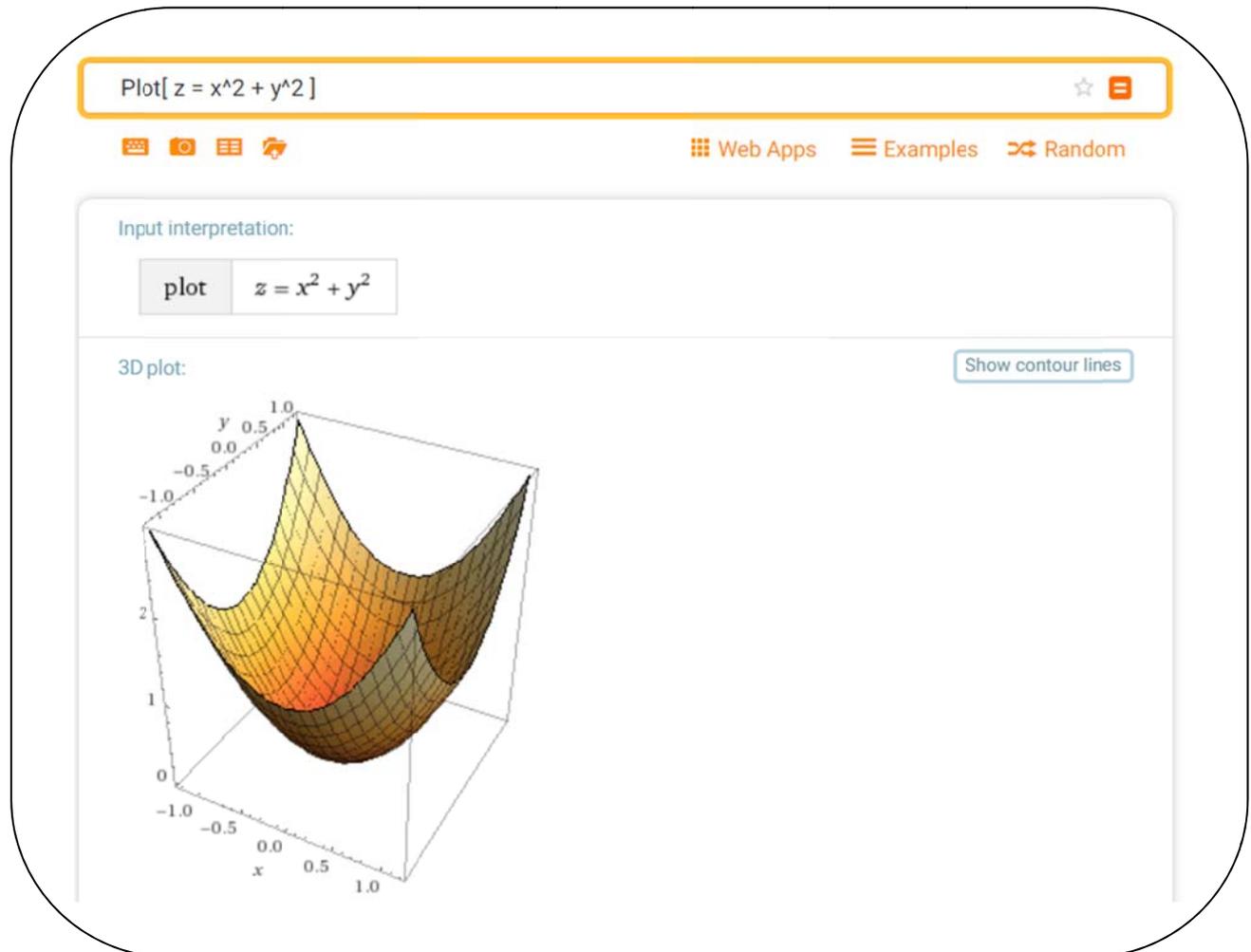
Open code

$\mathbf{R}$  is the set of real numbers

## 2.10 グラフの表示

関数「Plot」を用いると、数式をグラフ化することができる。

例：  $z = x^2 + y^2$  をグラフ表示 → **Plot[  $z = x^2 + y^2$  ]**



# Chapter 3

## 微積分

### 3.1 微分

#### 3.1.1 一階微分

関数「D」を用いると数式の一階微分ができる。

例：  $x \sin x^2$  の一階微分 →  $D[ x*\sin(x^2) ]$

D[ x\*sin(x^2) ]

Web Apps Examples Random

Derivative:  Step-by-step solution

$$\frac{d}{dx}(x \sin(x^2)) = \sin(x^2) + 2 x^2 \cos(x^2)$$

Open code

#### 3.1.2 n 階微分

また、関数に追加で引数を与えることによって n 階微分も可能である。

求める微分の階数を n としたとき、 $D[ F(x),\{ x , n \}]$ で求めることができる。

例：  $x \sin x^2$  の三階微分 →  $D[ x*\sin(x^2),\{ x , 3 \} ]$

D[ x\*sin(x^2),{ x , 3 } ]

Web Apps Examples Random

Derivative:  Step-by-step solution

$$\frac{d^3}{dx^3}(x \sin(x^2)) = (6 - 8 x^4) \cos(x^2) - 24 x^2 \sin(x^2)$$

### 3.1.3 偏微分

さらに、 $D[ F(x, y), x ]$ とすることで  $x$  についての偏微分、 $D[ F(x, y), y ]$ で  $y$  についての偏微分を求めることができる。

例 :  $xy + 2xy^3 \sin(y^2)$  の  $y$  についての偏微分  $\rightarrow D[ x*y+2*x*y^3*\sin(y^2), y ]$

The screenshot shows a web interface for a mathematical tool. At the top, a search bar contains the input  $D[ x*y+2*x*y^3*\sin(y^2), y ]$ . Below the search bar are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area displays the result under the heading "Derivative:". The derivative is given as  $\frac{\partial}{\partial y}(x y + 2 x y^3 \sin(y^2)) = x(6 y^2 \sin(y^2) + 4 y^4 \cos(y^2) + 1)$ . There is a "Step-by-step solution" button and an "Open code" link.

## 3.2 積分

### 3.2.1 不定積分

関数「Integrate」を用いることで不定積分を計算することができる。

例 :  $\int e^{ax} \sin(bx) dx$   $\rightarrow$  Integrate[ ( e^(a\*x) ) \* sin(b\*x) ]

The screenshot shows a web interface for a mathematical tool. At the top, a search bar contains the input Integrate[ ( e^(a\*x) ) \* sin(b\*x) ]. Below the search bar are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area displays the result under the heading "Indefinite integral:". The integral is given as  $\int e^{ax} \sin(bx) dx = \frac{e^{ax} (a \sin(bx) - b \cos(bx))}{a^2 + b^2} + \text{constant}$ . There are buttons for "Approximate form" and "Step-by-step solution", and an "Open code" link.

### 3.2.1 定積分

また、関数に追加で引数を与えることで定積分の値を求めることができる。

区間 $[a, b]$ の定積分は **Integrate[ F(x),{x, a, b} ]** のようにすれば求めることができる。

例:  $\int_0^{\pi} \sin(x) dx \rightarrow \text{Integrate}[ \sin(x),\{x, 0, \pi\} ]$

The screenshot shows the WolframAlpha interface. The search bar contains the input `Integrate[ sin(x),{x, 0, pi} ]`. Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area displays "Definite integral:" followed by the result  $\int_0^{\pi} \sin(x) dx = 2$ . There is a "Step-by-step solution" button and an "Open code" link.

### 3.3 テイラー展開

関数「**Series**」を用いるとテイラー展開ができる。例えば  $x = a$  周りで  $b$  次の項まで求めるときには **Series[ F(x),{x, a, b} ]** とすればよい。

例:  $e^x$  を  $x = 1$  周りで 7 次の項まで求める  $\rightarrow \text{Series}[ e^x,\{x, 1, 7\} ]$

The screenshot shows the WolframAlpha interface. The search bar contains the input `Series[ e^x,{x, 1, 7} ]`. Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area displays "Input interpretation:" with a table showing the function  $e^x$  and the expansion point  $x=1$  and order  $x^7$ . Below this, it shows the "Series expansion at x=1:" with the formula 
$$e + e(x-1) + \frac{1}{2}e(x-1)^2 + \frac{1}{6}e(x-1)^3 + \frac{1}{24}e(x-1)^4 + \frac{1}{120}e(x-1)^5 + \frac{1}{720}e(x-1)^6 + \frac{e(x-1)^7}{5040} + O((x-1)^8)$$
 and notes "(Taylor series)" and "(converges everywhere)". There are "Open code" and "More terms" buttons.

### 3.4 極限值

関数「**Limit**」を用いると数式の極限を求めることができる。関数の後ろに追加で「**as -> n**」と入力することで  $x \rightarrow n$  の極限にできる。

例 :  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} \rightarrow \text{Limit}[ \sin(x)/x ] \text{ as } x \rightarrow 0$

The screenshot shows a web interface for a calculator. The search bar contains the text "Limit[ sin(x)/x ] as x->0". Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area displays the result "Limit" and the equation  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(x)}{x} = 1$ . There is a "Step-by-step solution" button and an "Open code" link.

### 3.5 微分方程式

微分方程式も関数「**Solve**」を用いて解くことができる。微分項の入力の際は「**'**」を用いる。

例 :  $xy' + y = y \log((x^2 + 1)y)$   $\rightarrow \text{Solve}[ x*y' + y = y*\log((x^2 + 1)*y) ]$

The screenshot shows a web interface for a calculator. The search bar contains the text "Solve[ x\*y' + y = y\*log((x^2 + 1)\*y) ]". Below the search bar, there are navigation icons and links for "Web Apps", "Examples", and "Random". The main content area displays "Input interpretation:" with a "solve" button and the equation  $x y' + y = y \log((x^2 + 1) y)$ . Below this, it says "log(x) is the natural logarithm". The "Differential equation solution:" section shows the equation  $y(x) = \frac{e^{2x(c_1 + \tan^{-1}(x)) + 1}}{x^2 + 1}$ . There are buttons for "Approximate form" and "Step-by-step solution", and an "Open code" link. At the bottom, it says "tan^{-1}(x) is the inverse tangent function".

# Chapter 4

## コマンド集

### 4.1 数について

#### 4.1.1 定数

円周率	pi
ネイピア	e
度	degrees
虚数単位	i
無限大	infinity

### 4.2 数学関数

#### 4.2.1 基本演算

加算	+
減算	-
乗算	*
除算	/
べき乗	^

#### 4.2.2 数値関数

絶対値	Abs
四捨五入	Round
フロア関数	Floor
シーリング関数	Ceiling
最大値	Maximum
最小値	Minimum
区間	Interval
複素数の実部	Re
複素数の虚部	Im

複素共役	Conjugate
複素数の偏角	Arg
整数除算の剰余	Mod
整数除算の商	Quotient
有理数への変換	Rationaliza
乱数の発生	Random Number

#### 4.2.3 初等関数

対数関数	Log
指数関数	Exp
平方根	Sqrt
正弦	Sin
余弦	Cos
正接	Tan
余割	Csc
正割	Sec
余接	Cot
逆正弦	ArcSin
逆余弦	ArcCos
逆正接	ArcTan
逆余割	ArcCsc
逆正割	ArcSec
逆余接	ArcCot
双曲線正弦	Sinh
双曲線余弦	Cosh
双曲線正接	Tanh
双曲線余割	Csch
双曲線正割	Sech
双曲線余接	Coth

逆双曲線正弦	ArcSinh
逆双曲線余弦	ArcCosh
逆双曲線正接	ArcTanh
逆双曲線余割	ArcCsch
逆双曲線正割	ArcSech
逆双曲線余接	ArcCoth

#### 4.2.4 階乗に関する関数

階乗	!
二重階乗	!!
二項係数 ${}_n C_p$	Binomial[n,p]
ガンマ関数	Gamma
対数ガンマ関数	LogGamma
二重ガンマ関数	PoyGamma

#### 4.2.5 数論に関する関数

素因数分解	Factorinteger
整数 N の素数判定	Primeq[N]
数 a~c の最大公約数	Gcd[a,b,...,c]
数 a~c の最小公倍数	Lcm[a,b,...,c]

### 4.3 数値計算

#### 4.3.1 数値化

x を数値化	N[x]
x を p 桁で数値化	N[x,p]

#### 4.3.2 式の操作

式を簡単にする	Simplify
式を展開する	Expand

有理式を展開する	ExpandAll
部分分数分解	Partial Fractions
分子のみの展開	ExpandNumerator
分母のみの展開	ExpandDenominator
多項式の因数分解	Factor
通分	Together
数式の整理	collect
数式をグラフ化する	Plot
数式の値域を調べる	Range Of
数式の定義域を調べる	Domain Of

#### 4.3.3 多項式

多項式の変数を調べる	Variables
多項式の係数を調べる	CoefficientList
多項式のモジュロ剰余	PolynomialMod
多項式の商	PolynomialQuotient
多項式の剰余	PolynomialRemainder
最大公約多項式	PolynomialGcd
最小公倍多項式	PolynomialLcm
多項式の二乗因数	FactorSquareFree
多項式の分解 $f(x) = g(h(x))$ となる $g, h$ を見つける	Decompose

#### 4.3.4 行列計算

$n \times n$ の単位行列	IdentityMatrix[n]
要素 $a, b, c$ の対角行列	DiagonalMatrix[a,b,c]
行列の積	. (ドット)
外積	Outer
逆行列	Inverse
一般化逆行列	PseudoInverse

転置行列	Transpose
行列式	Det
固有値	Eigenvalues
固有ベクトル	Eigenvectors
固有値と固有ベクトル	Eigensystem
特性多項式	CharacteristicPolynomial
線形方程式を解く	LinearSolve
ゼロ空間	NullSpace
行既約行列	RowReduce
一般化余因子	Minors
行列のべき乗	MatrixPower
行列の指数関数	MatrixExp
QR 分解	QRDecomposition
LU 分解	LUDcomposition
Jordan 分解	JordanDecomposition

#### 4.3.5 方程式

方程式を解く	Solve
超越方程式を数値的に解く	FindRoot
微分方程式を解く	DSolve
指定された変数について解く	SolveAlways
方程式を等しいとおく	==

#### 4.3.6 微分積分

級数を求める	Sum
乗積を求める	Product
極限	Limit
導関数	'
微分, 偏微分	D

積分	Integrate
テイラー展開	Series
逆級数	InverseSeries

#### 4.3.7 最適化

線形計画	LinearProgrammin
最小点を求める	FindMinimum

#### 4.3.8 データ処理

多項式による補間	IntrpolatingPolynomial
フーリエ変換を求める	Fourier
逆フーリエ変換を求める	InverseFourier

製作者

知能情報システム工学科・情報科学基礎講座第七研究室

紫村 一輝

本マニュアルの著作権は紫村一輝に帰属します。

Copyright©2017 Kazuki Shimura All Right Reserved.

本マニュアル利用に関する問い合わせ・ご相談は吉川周二（yoshikawa@oita-u.ac.jp）までお願いします。