

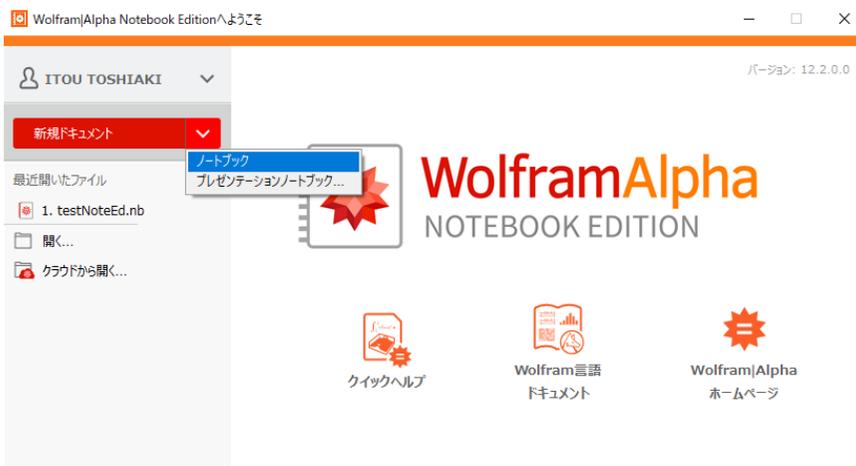
3 Wolfram|Alpha Notebook Edition

3-1 Wolfram|Alpha と Wolfram|Alpha Notebook Edition

これまでの章では主に Wolfram|Alpha を用いる場合を想定してきましたが、ここでは 2019 年に公開された Wolfram|Alpha Notebook Edition について触れたいと思います。Wolfram|Alpha Notebook Edition は Wolfram|Alpha が機能拡張され、より優れたユーザー支援環境です。

3-1-1 Wolfram|Alpha Notebook Edition Ver.12 の初期起動画面

とりあえず Wolfram|Alpha Notebook Edition の概要を知りたい方は、以下の「ようこそ」画面内の「クイックヘルプ」を見るといいでしょう。



さて、初めて入力し実行してみます。新規ドキュメントの「ノートブック」を選びます。「新規ドキュメント」の部分をクリックすると、初期設定の「ノートブック」形式の以下の左図が表示されます。黄色い枠の部分  が、

Wolfram|Alpha の入力ボックスです。この入力ボックスに「重積分」と入力し実行すると、図のような重積分アプリが起動されました（下図）。



Wolfram|Alpha Notebook Edition は Wolfram|Alpha に追加された機能として、複数の入力とその結果を同時に扱えるため、表示画面に色々な情報が追加で現れます。次の図は、

「 $\sin(x)$ 」のグラフを描き、次に「 $\sin^2(x)$ 」のグラフを描き、最後に $\int_{-\pi}^{2\pi} \sin^2(x) dx$ を実行した例です。試行操作の順に In[実行入力番号]、Out[実行結果番号] が表示ボックスの左に沿って表示されます。これは、過去の試行操作および結果の再利用をしたいときに参照番号として利用できる便利な機能を提供します。

数式などの入力でギリシャ文字や積分の記号を入力したい場合があります。その場合は

Wolfram|Alpha NOTEBOOK EDITION

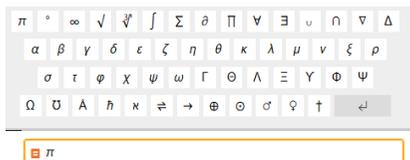


の右側にある



「特殊文字の入力…」をクリックすると特殊文字の入力ができる

パレットが表示され、希望の文字をクリックすることで入力できます。次の図の中の π はこのようにして入力できます。



さて色々な実行（試行）を重ねていくと結果表示が多くなり見にくくなります。そこでこれらの表示を折りたたんで隠しておくことができます。右下の図は「 $\sin(x)$ のグラフ」、

「 $\sin(x)$, $\sin(x)^2$, $\sin(x)^3$, $\sin(x)^4$ のグラフ」, 「 $\sin(x)/x$ のグラフ」, 「 $\sin(1/x)$ のグラフ」を順に描いた場合に、「 $\sin(x)$ のグラフ」、

「 $\sin(x)$, $\sin(x)^2$, $\sin(x)^3$, $\sin(x)^4$ のグラフ」, 「 $\sin(x)/x$ のグラフ」の描画セルを取りたたんだ状態の画面です。「 $\sin(1/x)$ のグラフ」を折りたたむには、図のように一番右の「表示セル単位の囲み線」をマウスでクリックし選

び（この図では青表示にかわっています）、もう一度クリック（ダブルクリック）すると折りたたむ操作になります。開きたい場合は、折りたたんであることが分

かる「セル単位の囲み線（下に矢印がある線）」をマウスでダブルクリックします。もし表示をセル単位で削除したい場合は、「表示セル単位の囲み線」をマウスでクリックし選び Delete キーにより削除できます。また自分でセルの

$\sin(x)$ のグラフと関係する色々な関数のグラフ

$\sin(x)$ のグラフ

関連する計算 完全なWolfram|Alphaの結果

$\sin(x)$, $\sin(x)^2$, $\sin(x)^3$, $\sin(x)^4$ のグラフ

関連する計算 完全なWolfram|Alphaの結果

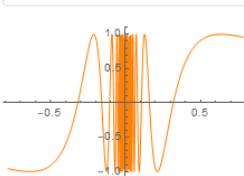
$\sin(x)/x$ のグラフ

関連する計算 完全なWolfram|Alphaの結果

$\sin(1/x)$ のグラフ

関連する計算 完全なWolfram|Alphaの結果

Plot[Sin[1/x], {x, -Pi/4, Pi/4}]



属性を「テキスト」と指定をすれば、簡単な見出しとして作成できます。こうして自分独自の Notebook を作ることができ、ファイルとし保存でき、再び参照・利用・加工できます。

1. $\sin(1/\sin(x))$ のグラフを描いてみましょう。
2. $\sin(x+y)$, $\sin(1/(x+y))$ のグラフを描いてみましょう。

以上のような背景から、Wolfram|Alpha Notebook Edition を最大限活用するには、日常に筆記で使うノートと同じかそれ以上の大きさの画面と、それに伴うデータ入力機能を備えた情報機器(例えばNote PC以上で、ネットワークにつながった機器)をお勧めします。スマートフォンやタブレット端末でも、ファイルの内容を後に閲覧する資料等(またはユーザーに入力だけさせる簡易テストのようなもの)には問題なく利用できると思います。逆に、Wolfram|Alphaは、ネットワークにつながったスマートフォンやタブレット端末、その他モバイル環境での利用にも柔軟に対応できますが、詳細な手順を踏んでの利用には向きません。Wolfram|Alpha Notebook Edition は、Web上で利用できるクラウド版と、それぞれの手もとのDesktop PC (Note PC)にインストールして利用できるデスクトップ版のどちらも使えるハイブリッド型です。利用目的で使い分ければいいのですが、基本的に手元のPCにインストールした環境で機能を最大限使い、その結果のファイルをWEB上に保存して利用するのが良いと思います。

3-1-2 Wolfram|Alpha Notebook Edition と Wolfram|Alpha はどこが違う？

Wolfram|Alpha Notebook Edition と Wolfram|Alpha の違いを簡単に述べます。

1. Wolfram|Alpha は、入力ボックス部分へは毎回 1 回ごとの入力と実行しかできず、その結果を保存できません。結果は基本的に全て画像表示されます。従い画像として結果をこまめに保存することはできます。再利用には不向きです。
2. Wolfram|Alpha Notebook Edition は、Wolfram|Alpha と異なり、複数の実行結果を自分の PC か Web サービス環境上に 1 つのノートの形式（複数のファイルも可）で保存することができ、また再利用できます。このノートは編集機能やプレゼンテーション資料作成機能があります。従い、配布（教材）資料開発機能があります。
3. Wolfram|Alpha Notebook Edition は、上位機能を有する Mathematica 等で動作する Wolfram Language（一般にこの Language を知らないユーザーでも）を、自然言語入力で利用できる機能を提供します。これより、幾分複雑な条件を付けた計算や評価などが簡単にできるようになりました。Mathematica という上位機能の環境が使えるので、優れた数式処理の機能が有効に使えます。

補足： Wolfram|Alpha に無かった大事な数式処理の機能とは、例えば $f(x)=3x$ と先に実行しておくと、続く別の入力ボックスで、 $f(2)$ 入力すると 6 が自動計算され表示される。また $a=3, b=2$ と先の入力ボックスで入力し実行しておくと、後に続く別の入力ボックスで $a+b$ と入力すると 5 となり、過去の入力の記憶を反映し自動計算され表示される、等の機能です。これは日常、私たちが手計算で順に計算を進めていくときの流れと同じで、非常に役立つ機能です。

右は先の違いの3
の記述の補足で
す。最初の入力ボ
ックスでは、自然
言語による $x^2 + y^2$
の変数 x に関する積
分の実行です。
Enterキーによる実
行後に自動表示さ
れたIn[5]の右の表

The screenshot shows two input-output pairs in Wolfram|Alpha Notebook Edition. The first input is a natural language query: $x^2 + y^2$ を x で積分. The interface shows the Wolfram Language input `In[5]= Integrate[x^2 + y^2, x]` and the output `Out[5]= $\frac{x^3}{3} + x y^2 + c_1$` . The second input is `Integrate[% , y]`, where `%` refers to the previous result. The Wolfram Language input is `In[6]= Integrate[x^3 / 3 + x y^2 + C[1], y]` and the output is `Out[6]= $\frac{x^3 y}{3} + \frac{x y^3}{3} + c_1 y + c_2$` .

示内容はWolfram Languageです。先の自然言語入力された「 $x^2 + y^2$ を x で積分」と同じ指定がWolfram Languageではどう対応するかが表示されます。このWolfram Languageを詳しく知って使いたいユーザー以外には特に必要のない情報の自動表示ともなります。求めたい結果はOut[5]に表示されます。ここで c_1 は積分定数です。ところで自然言語入力の時、W|Aは「式」と「式以外の変数や数字」は必ず、”か助詞で区切る、が現在認識できる入力のルールです。従い「 $x^2 + y^2$ の変数 x に関する積分」や「 $x^2 + y^2$ x の積分」は入力どおりの解釈で実行されません。注意しましょう。この点は次期バージョンでは改善されるとのことです。次の入力ボックスでは、あえてWolfram Languageで入力を試みた結果です。これはWolfram Languageでは、`Integrate[% , y]`は、ひとつ前の実行結果を意味する記号`%`を変数 y で積分(Integrate)せよ、の指定入力となります。ここで重要なのは、W|Aの入力ボッ

クスに Wolfram

Language を直接入

力し、背後にある上

位機能を有する

Mathematica を直接

扱う機能が備わっているということです。上図は、このような Wolfram

Language が面倒なユーザーが、別の便利な機能で同

様な処理をした場合の例です。Out[5]の結果の上で

マウスの右クリックを行うと、式に対して行いたい処

理の候補が「サジェションバー」によって示されま

す。「xについて積分」タブの横にあるボタンをクリッ

クし、「yについて積分」を指定し実行する例です。結果は同じものが得られま

す。[追記：積分定数 c_2 が表示されませんがこの指定法は不定積分と判断され

ないのでしょう。注意しないとけません。]

Input: $x^2 + y^2$ を x で積分

Out[5]: $\frac{x^3}{3} + x y^2 + c_1$

Menu options: 因数分解, 通分して約分, xについて微分, xについて積分, yについて積分

$$\text{Out}[5] = \frac{x^3}{3} + x y^2 + c_1$$

$$\text{In}[7] = \int \left(\frac{x^3}{3} + x y^2 + c_1 \right) dy$$

$$\text{Out}[7] = \frac{x^3 y}{3} + \frac{x y^3}{3} + c_1 y$$

右図は先の補足の実行

例です。 $a=3, b=2$ と先の入

力ボックスで入力し実行

しておく、後に続く別

の入力ボックスで $a+b$ と

入力すると 5 となり、過

去の入力の記憶を反映し

自動計算されます。また

「unset a」や「clear f(x)」

などの、実行の途中で過去の記憶を消す機能も備わっています。

Input: a=3, b=2とする

Out[9]: 2

Input: a+b

Out[10]: 5

3-2 Wolfram|Alpha Notebook Edition と Mathematica

先の節では Wolfram|Alpha Notebook Edition の概要でしたが、Wolfram|Alpha Notebook Edition の機能について、その利用例をもとに紹介したいと思います。

Wolfram|Alpha Notebook Edition は Wolfram|Alpha と Mathematica の機能を簡単に切り替えて利用することができます。

右の利用例は、初めに Wolfram|Alpha 流の自然言語入力を用いて簡単な微分方程式の解を求めた例です。In[10]には Wolfram Language で、この微分方程式の解を求める際の指定方法が表示されています。これは Mathematica を用いて解く場合と同じです。そこで In[10]の表示の部分をマウスでドラッグ・コピーし次の入力ボックスに貼り付けて、実行した結果が Out[11]であり、これは Out[10]の結果と同じとなります。次に

微分方程式 $y''(x) + a y'(x) + b y(x) = 0$ を解く

ステップごとの解説 完全な Wolfram|Alpha の結果

In[10]= DSolve[y''[x] + a*y'[x] + b*y[x] == 0, y[x], x]
[微分方程式を解く]

Out[10]= {{y[x] -> c1 e^(1/2 x (-sqrt(a^2-4b)-a)) + c2 e^(1/2 x (sqrt(a^2-4b)-a))}}

DSolve[y''[x]+a y'[x]+ b y[x]==0,y[x],x]

ステップごとの解説 完全な Wolfram|Alpha の結果

In[11]= DSolve[y''[x] + a*y'[x] + b*y[x] == 0, y[x], x]
[微分方程式を解く]

Out[11]= {{y[x] -> c1 e^(1/2 x (-sqrt(a^2-4b)-a)) + c2 e^(1/2 x (sqrt(a^2-4b)-a))}}

$y''(x) + a y'(x) + b y(x) = 0$

完全な Wolfram|Alpha の結果

In[27]= y''[x] + a*y'[x] + b*y[x] == 0

Out[27]= a y'(x) + b y(x) + y''(x) = 0

これを解け

ステップごとの解説 完全な Wolfram|Alpha の結果

In[28]= DSolve[b*y[x] + a*y'[x] + y''[x] == 0, y[x], x]
[微分方程式を解く]

Out[28]= {{y[x] -> c1 e^(1/2 x (-sqrt(a^2-4b)-a)) + c2 e^(1/2 x (sqrt(a^2-4b)-a))}}

Wolfram|Alpha Notebook Edition 流の解法の例を示します。初めに入力ボックスに「 $y''(x) + a y'(x) + b y(x) = 0$ 」と入力し実行しておきます。これにより「この式」が記憶されます。次の入力ボックスに「これを解け」と入力すると **Out[10](Out(11))** と同じ結果が表示されます。

この方法はグラフを描くときにも応用できます。例えば「 $\sin(x) \cos(x)$ の微分」として関数の導関数を求めておけば、直ちに「このグラフ」とすることで、導関数がグラフ表示できます。以下がその結果です。



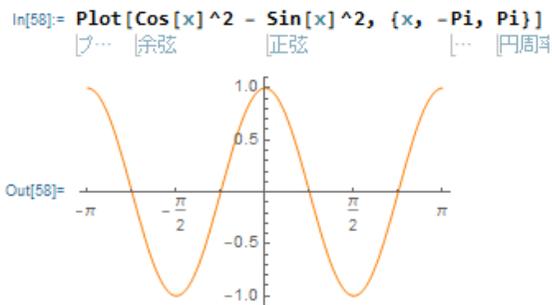
ただし「このグラフ」による表示範囲

が気に入らないため、描画範囲「 $\{x, -6.6, 6.6\}$ 」を「 $\{x, -\pi, \pi\}$ 」へ変更したいと思います。この場合、Mathematica への入力ボックスである **In[57]** の描画範囲を下図のように直接編集し、(Enter キーでなく、Mathematica の実行指定の)

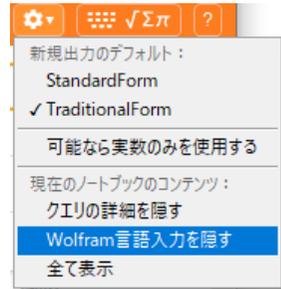
Shift+Enter キーにより実行します。

ここで **Pi** は π と同じです。この操作により、背後で処理している Mathematica に直

接このセルの中から修正を実行させることができます。



Mathematica や Wolfram Language に興味がないか馴染みのないユーザーの方はこの Mathematica の入力ボックス表示がかえって邪魔になる場合があります。その際はウィンドウの右上にある「ギア」ボタンをクリックし「Wolfram 言語入力を隠す」を指定すると表示がなくなります。そうではなく Wolfram Language を将来使って色々な機能を使いたいときは、表示設定にしておく、気楽な雰囲気 Wolfram Language を知っていくことができます。以下は Wolfram Language を直接入力し実行した例です。



```
t=x;Do[t=1/(1+k*t),{k,2,6,2}];t
```

[回復指定]

```
Map[f,{a,b,c,d,e}]
```

完全なWolfram|Alphaの結果

```
f /@ {a, b, c, d, e}
```

```
{f(a), f(b), f(c), f(d), f(e)}
```

```
t = x; Do[t = 1 / (1 + k * t), {k, 2, 6, 2}]; t
```

[回復指定]

$$\frac{1}{\frac{6}{4} \frac{1}{2x+1} + 1}$$

3-3 Wolfram|Alpha と Wolfram Language (Wolfram 言語)

この節では Wolfram Language を使うことで Wolfram|Alpha をより有効的に使う方法の例を紹介します。Notebook Edition がこれまでの Wolfram|Alpha の機能が拡張されたものと判ります。

・ Wolfram Alpha のデータサイエンス指向の機能を用いた例

入力ボックスに「日本の人口」と入力し実行すると下図が表示されます。色々な人口の統計量が知りたい場合に、一番簡単な指定は実行後に現れた  完全な Wolfram|Alpha の結果 をクリックすることです。これより  日本の人口 に示される情報でも十分かもしれません。ここでは、この表示が多いため一番右のセルの囲み線をクリックし表示を閉じています。

しかし In[25] に現れた  日本 COUNTRY [ population] の意味も気になります。"Population" は日本語で「人口」です。そこで Wolfram Language で同じ操作 `Entity["Country", "Japan"]["Population"]` を入力してみます。すると同じ結果が表示されます。この Entity の使い方の説明は Wolfram 言語ヘルプから調べて下さい。Wolfram Research 社が独自に集めている非常に膨大なデータベースを利用したいときに使います。先の `[Population]` 以外のキーワードに何があるかを表示させているのが `Entity["Country", "Japan"]["Dataset"]` という入力



になります。 [Population]以外にも、ここに現れたキーワードでデータベースから検索引用でき加工できるということです。ここでは Dataset の表示結果が非常に多いため、セルを折り返し非表示にしてあります。また右の例は、ネットワーク・クラウド(WebSearch を用い)から、キーワード「ramen」に関連する情報を表示したものです。Wolfram Language を直接入力しています。ヘルプから関数 WebSearch を探して、そこにある例を参考にしました。



3. 「ramen」を「アイスクリーム」や「ice cream」などにするとどうなるでしょうか？

3-4 プレゼンテーション・教材資料作成、ノート機能

以下は、ファイルの開始で「**プレゼンテーションノートブック**」を指定してプレゼンテーション資料を作ろうとしている例です。この資料は先の 3-1-1 節でのファイルをメニューから指定して挿入して加工しました。メニューから「**パレット**」→「**文書作成アシスタント**」を起動して、タイトルのセルや文字の色を変えた表示指定にしています。この機能を用いると色々な資料が、効果的に作成できます。

The screenshot displays the Wolfram|Alpha Notebook Edition interface. The main window shows a presentation slide with the title "三角関数を調べよう!" (Let's explore trigonometric functions!). The slide content includes the text "三角関数は身近な関数だけれど実は難しい関数" (Trigonometric functions are familiar, but they are actually difficult functions) and "sin(x)のグラフと色々な関数のグラフ" (Graphs of sin(x) and various other functions). Below this, there are four rows of input cells, each containing a trigonometric function and its graph: $\sin(x)$, $\sin(x)^2$, $\sin(x)^3$, and $\sin(1/x)$. Each row includes a "Run Calculation" button and a "Full Wolfram|Alpha Result" icon.

On the right side, the "Document Creation Assistant" (文書作成アシスタント) panel is open. It features a "Document Creation and Writing" (文章作成と書式) section with various styling options. Under "New Cell Creation - Select Cell Change" (新規セルの作成 - 選択セルの変更), there are dropdowns for "Title Cell" (タイトルのセル) and "Text Cell" (テキストのセル). The "Cell Change" (セルの変更) section includes options for "Cell Joining" (セルの結合) and "Cell Splitting" (セルの分割). The "Text Style" (テキストのスタイル) section includes font size (13.8pt) and font color (black) settings. The "Image Style" (画像のスタイル) section includes background color and border options. The "Notebook Style and Action" (ノートブックのスタイルとアクション) section includes search and refresh buttons. The panel also shows "Type Set" (タイプセット) and "Help and Settings" (ヘルプと設定) sections.

右図の例はすべてのセルを閉じて「折たたんで」、項目だけを表示している状態です。ここで右のセルの青い部分をマウスでクリックします。すると閉じてあった部分だけ開いて表示することができます。右はその実行例です。この様に発見的で、その場で実際に実行できる効果的なプレゼンテーション資料が作成できます。

また  をクリックすると全画面でのプレゼンテーションモードになります。

Wolfram|Alpha に慣れた人はまず以下のような入力をしたくなりますね...

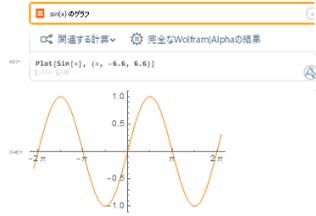
この結果はそのままプレゼンテーションの資料に使いたいくらいです。是非実行してみてください。先の WebSearch の結果も加えると面白そうな資料がすぐに出来そうです。もう少し動きのあるものがない、というときは例えば Manipulate 関数を使った資料はどうでしょうか？(右図) ユーザーが a の部分のスライダーをマウスで動かすと動的に関数もそれに合

三角関数を調べよう！

三角関数は身近な関数だけれど実は難しい関数
sin(x)のグラフと色々な関数のグラフ

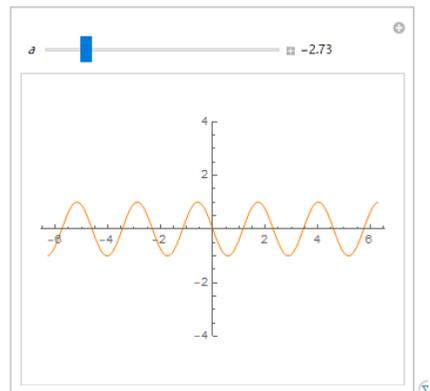
三角関数を調べよう！

三角関数は身近な関数だけれど実は難しい関数
sin(x)のグラフと色々な関数のグラフ



完全な Wolfram|Alpha の結果

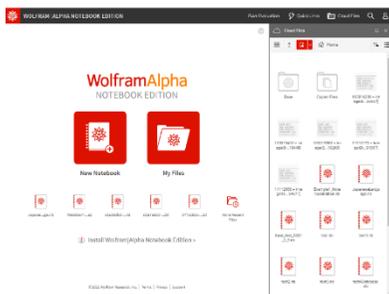
```
Manipulate[Plot[Sin[a * x], {x, -2 * Pi, 2 * Pi},
  {操作} [プロット] [正負] [四捨五入] [内蔵率]
  PlotRange -> {-4, 4},
  {プロット範囲}
  {{a, 0}, -4, 4, Appearance -> "Labeled"}]
  {外観}
```



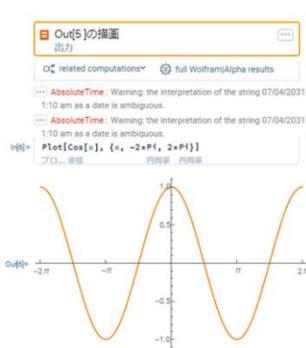
わせ変化します。楽しいですね！ これは Wolfram Language の Manipulate 関数が自動利用された結果です。教材としてもすぐ使えそうです。体験的、実験的な数学ができる動的な教材開発も簡単です。

3-5 Cloud 版 Wolfram Alpha Notebook Edition

インターネットブラウザからキーワードで「Wolfram Cloud」を入力し、たどっていく右のような画面にたどりつきます。New Notebook をクリックし選択したとします。My files は既存の保存したファイルを参照する場合に利用します。初めに表示された以下のような



画面で、Wolfram Alpha Notebook Edition が日本語での自然言語対応にするため、初めに入力ボックスに「`$Language="Japanese"`」と入力し実行しておきま



す。これより Wolfram|Alpha の日本語による自然言語入力と同じ感

覚で、日本語が使えるようになります。右

の図では「Out[5]」と入力して「In[5]」の結果を後から参照して用いた例です。

このように先に実行した結果を後から必要な時に参照して用いることができます。これが Wolfram Alpha と異なり Notebook Edition の利点です。

3-6 発展

先の2章で Wolfram|Alpha の機能を用い「数学の広がり」を調べてきました。いろいろ調べ考察した結果をこの Notebook Edition で、より自分の知識活動の結果として有効利用できるようなるはずですよ。どうしてメモとして Wolfram|Alpha の結果がファイルとして残しておけないの？と不満に思っていた人は、Notebook Edition を使しましょう。

現在簡単に色々な知識が手に入ります。そのため頭の中がいっぱいでどうしていいかわからなくなります。特に難しい専門用語（数学用語

など）が混入している解説記事に出会います。こんな時はこの数学用語を自分で調べ Notebook Edition で整理してみるのもいいのではないのでしょうか。例えば、「GDP Japan」と入力し Wolfram|Alpha で表示させると大変になるので注意しましょう。先の図は**結果の一部**です。「Definitions」機能がいいですね。

