

Wolfram Alpha と数学教育

千葉県立船橋旭高等学校 大橋 真也 (Shinya Oohashi)
Chiba prefectural Funabashi-Asahi Highschool

2009 年に Mathematica の開発元でもある Wolfram Research 社から「Wolfram Alpha」と呼ばれる検索エンジンが発表された。従来の単なる Web を検索する検索エンジンとは異なり、さまざまなデータや計算環境を提供してくれる検索エンジンである。本稿では、Wolfram Alpha が主に中等教育における数学科の授業でどのように活用できるかについて考察し、その可能性について探る。

1 はじめに

多くの中学校や高等学校では、コンピュータ教室はあるが、情報教育に使っていることが多く、数学科の科目の中で使うことが難しい。また数式処理システムが学校のコンピュータには導入されていないことも多く、また保守契約の関係でフリーの数式処理システムも導入することができないのが現状である。

そのため教室での PC および携帯端末での活用等も考慮し、Web ベースの数式処理システムの導入について考えた。Web ベースの数式処理システムにはさまざまなものがあるが、無料でサーバの構築などの手間なども必要がないという意味で、2009 年に発表された検索エンジンである Wolfram Alpha を数学教育の中で活用し、その活用の可能性について考察を行った。

2 Wolfram Alpha とは何か

2.1 Wolfram Alpha

2009 年 3 月に Mathematica の開発元でもある Wolfram Research 社から「Wolfram Alpha¹」と呼ばれる検索エンジンであるが、Wolfram Mathematica のような数式処理システムとは異なり、データベース的な面や検索エンジン的な面を備えている。現時点では、英語以外の自然言語には対応していないが、自然言語として処理が可能である。

Wolfram Alpha には、以下のような特徴がある。

- 無料で利用できる
- 数式処理的な機能が簡単に使える
- さまざまなデータが利用できる
- 携帯電話や iPhone, iPad から活用できる

¹<http://www.wolframalpha.com/>

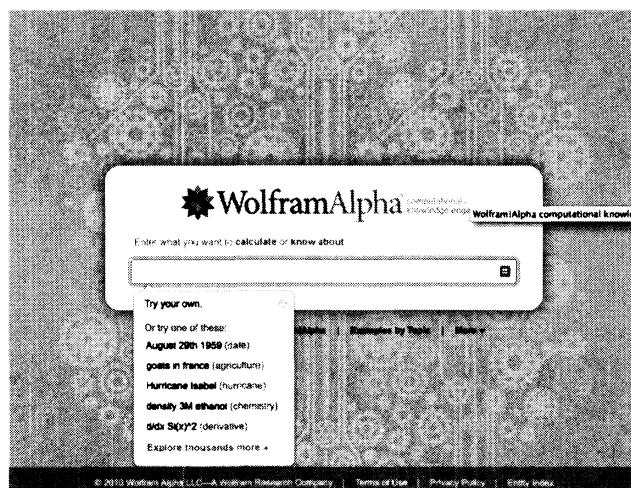


図 1: Wolfram Alpha

Wolfram Alpha と Mathematica の関係は次の図に表わされるような関係である。Mathematica を Web ベースで活用できる webMathematica と異なり、Mathematica の数式処理の機能と多くのデータベースを活用して自然言語による問い合わせに対応する解答を検索するというものである。Mathematica の次期バージョン (2010 年 12 月リリースのバージョン 8) では、ノートブック内から Wolfram Alpha の機能呼び出すことが可能になり、Mathematica 自身の可能性をさらに拡張していく予定である。一方で Wolfram Alpha は、数式処理ソフトのようなプログラミング機能などが無いために、意図した解答とは異なる解答や複雑な処理などをするのには向いていないと考えられる。さらに Mathematica の現バージョンで実現している動的処理などを行うこともできない。しかしながら、簡単な数式処理の機能を活用することに限定していくと、教育分野における活用では、その可能性は広がったと考えることができる。Mathematica の多くのコマンドを覚える苦勞もなく数式処理的なことが容易に活用可能であるからである。

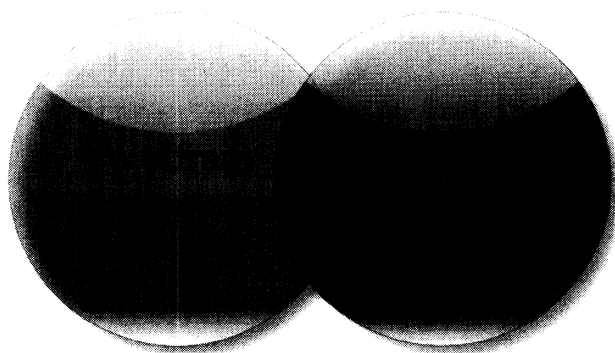


図 2: Wolfram Alpha と Mathematica の関係

2.2 Homework Day

2009年10月29日にK12の子どもたちの課題を解決していくための Homework Day という企画がインターネットを通じて多地点で開催され、初等中等教育における活用の可能性を探求した。

小学校の児童の算数に限らず、様々な疑問に Wolfram Alpha をもちいて解決していこうという企画である。

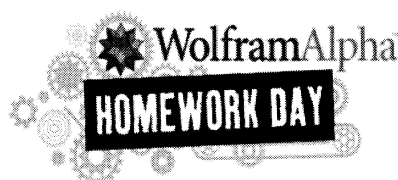


図 3: Homework Day

米国の小学校でのその活用の様子が、YouTube などにも公開されている。

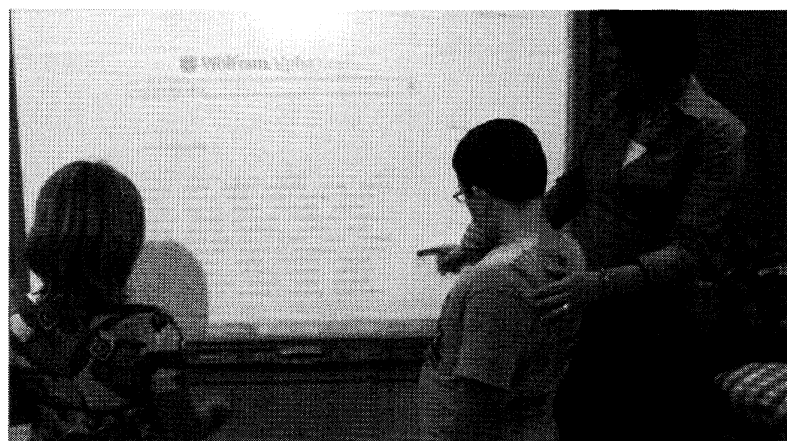


図 4: Homework Day の様子

3 学校教育と Wolfram Alpha

3.1 データベースとしての活用

新学習指導要領で新しく導入される中学校の「資料の活用」や高等学校の「データの分析」などでは、信頼性のある現実のデータなどが必要になることがある。そのようなデータに関しても Wolfram Alpha は出所を明確にしたさまざまなデータを出力することができ、それらを容易に活用することができる。またそれらのデータを元に pdf ファイルを作成することも可能である。次の例では「1 euro」と入力した際の出力結果である。

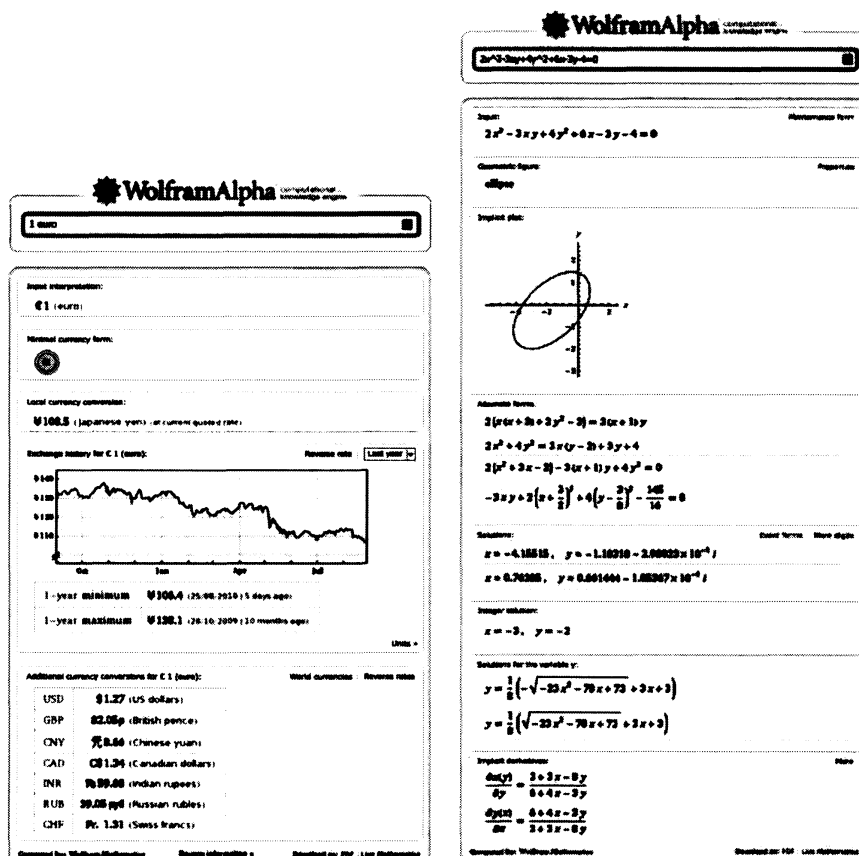


図 5: Wolfram Alpha の数学での活用例

結果では、1 ユーロのここ数カ月での円との換算レートの推移や他国の通貨との換算レートが出力されている。

3.2 数式処理としての活用

Mathematica とは異なるが、ある程度の数式処理を自然言語 (英語) で命令することによって、解釈し実行してくれる。次の例では x, y の 2 変数の 2 次方程式を入力している。

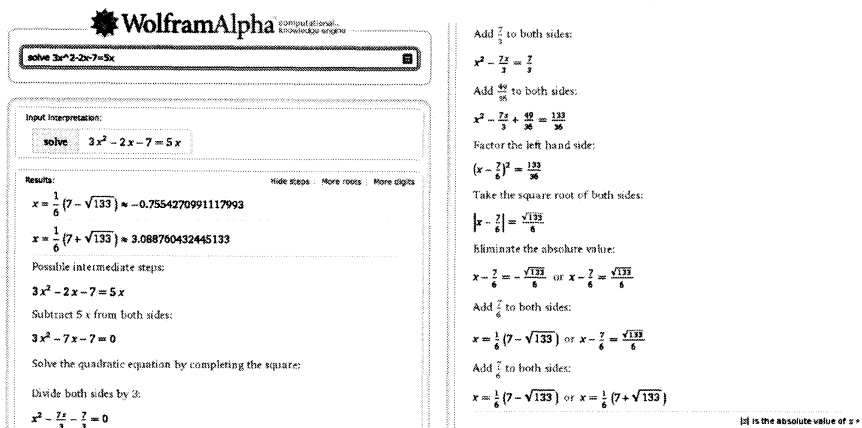
出力では、その式に関する情報や方程式のグラフを瞬時に表示してくれる。

またステップごとの実行も内容によっては可能である。次の例は、方程式を解いていく手順をステップごとに表示している例と複雑な式を微分していく手順を示している。通常の Mathematica では難しいことであるが、これに関しても数学教育を意識した配慮を見ることができる。

3.3 英語、理科、地理、政治経済

Wolfram Alpha は、数学に限らず様々な強化での活用も考えることが可能である。

- 自然言語による命令 (英語)
- 様々な理科に関するコンテンツ



WolframAlpha computational knowledge engine

solve $3x^2 - 2x - 7 = 5x$

Input interpretation: solve $3x^2 - 2x - 7 = 5x$

Results:

$$x = \frac{1}{6}(7 - \sqrt{133}) \approx -0.7554270991117993$$

$$x = \frac{1}{6}(7 + \sqrt{133}) \approx 3.088760432445133$$

Possible intermediate steps:

$$3x^2 - 2x - 7 = 5x$$

Subtract 5 x from both sides:

$$3x^2 - 7x - 7 = 0$$

Solve the quadratic equation by completing the square:

Divide both sides by 3:

$$x^2 - \frac{7x}{3} - \frac{7}{3} = 0$$

Add $\frac{7}{6}$ to both sides:

$$x^2 - \frac{7x}{3} + \frac{49}{36} = \frac{7}{3} + \frac{49}{36} = \frac{133}{36}$$

Factor the left hand side:

$$(x - \frac{7}{6})^2 = \frac{133}{36}$$

Take the square root of both sides:

$$|x - \frac{7}{6}| = \frac{\sqrt{133}}{6}$$

Eliminate the absolute value:

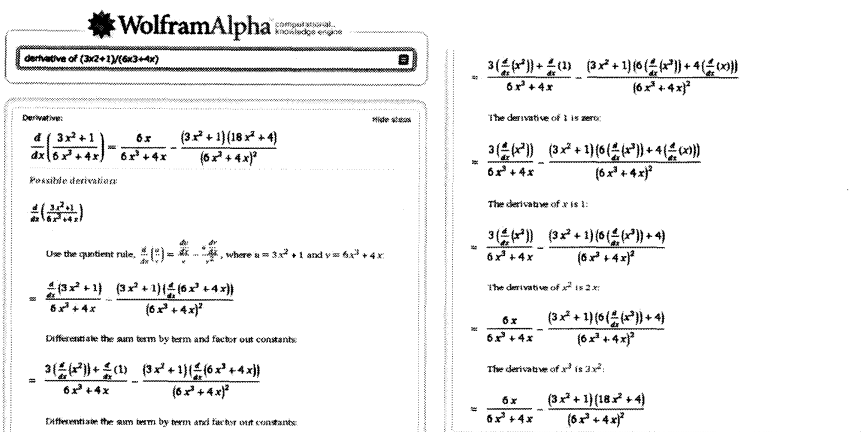
$$x - \frac{7}{6} = -\frac{\sqrt{133}}{6} \text{ or } x - \frac{7}{6} = \frac{\sqrt{133}}{6}$$

Add $\frac{7}{6}$ to both sides:

$$x = \frac{1}{6}(7 - \sqrt{133}) \text{ or } x = \frac{1}{6}(7 + \sqrt{133})$$

|x| is the absolute value of x

図 6: 方程式の解法の例



WolframAlpha computational knowledge engine

derivative of $(3x^2+1)/(6x^3+4x)$

Derivative:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{3x^2+1}{6x^3+4x} \right) = \frac{6x}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1)(18x^2+4)}{(6x^3+4x)^2}$$

Possible derivation:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{3x^2+1}{6x^3+4x} \right)$$

Use the quotient rule, $\frac{d}{dx} \left(\frac{u}{v} \right) = \frac{u'v - u v'}{v^2}$, where $u = 3x^2 + 1$ and $v = 6x^3 + 4x$:

$$= \frac{\frac{d}{dx}(3x^2+1)}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1) \frac{d}{dx}(6x^3+4x)}{(6x^3+4x)^2}$$

Differentiate the sum term by term and factor out constants:

$$= \frac{3 \left(\frac{d}{dx}(x^2) \right) + \frac{d}{dx}(1)}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1) \left(\frac{d}{dx}(6x^3+4x) \right)}{(6x^3+4x)^2}$$

Differentiate the sum term by term and factor out constants:

$$= \frac{3 \left(\frac{d}{dx}(x^2) \right) + \frac{d}{dx}(1)}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1) \left(6 \left(\frac{d}{dx}(x^3) \right) + 4 \left(\frac{d}{dx}(x) \right) \right)}{(6x^3+4x)^2}$$

The derivative of 1 is zero:

$$= \frac{3 \left(\frac{d}{dx}(x^2) \right)}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1) \left(6 \left(\frac{d}{dx}(x^3) \right) + 4 \left(\frac{d}{dx}(x) \right) \right)}{(6x^3+4x)^2}$$

The derivative of x^2 is 2x:

$$= \frac{3 \left(\frac{d}{dx}(x^2) \right)}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1) \left(6 \left(\frac{d}{dx}(x^2) \right) + 4 \right)}{(6x^3+4x)^2}$$

The derivative of x^2 is 2x:

$$= \frac{6x}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1) \left(6 \left(\frac{d}{dx}(x^2) \right) + 4 \right)}{(6x^3+4x)^2}$$

The derivative of x^2 is 2x:

$$= \frac{6x}{6x^3+4x} - \frac{(3x^2+1)(18x^2+4)}{(6x^3+4x)^2}$$

図 7: 微分のステップの例

● 地理, 政治, 経済に関するデータ

ここに挙げたモノはほんの一例であるが, Wolfram Alpha では, 様々な分野で Web 検索して調べ学習の多くが実現可能であるだけでなく, 確度の高い情報を得ることができる点では優位であると考えられる。

次の例は, 「caffeine」, 「kyoto」, 「Apple Microsoft」を検索した例である。「caffeine」は綴りを多少間違えてもそれと類推して認識し, 分子モデルなど様々な情報を提供する。「kyoto」は, 人口, 現在気温などの様々な地理的情報を提供してくれる。「Apple Microsoft」とすると, Apple と Microsoft の株価の推移などを比較して分析することが可能である。

4 課題学習と Wolfram Alpha

4.1 課題学習と Wolfram Alpha

Wolfram Alpha は自学自習や個別学習, 一斉指導などでも活用することが可能であるが, 高等学校の課題学習の手がかりにすることも可能である。

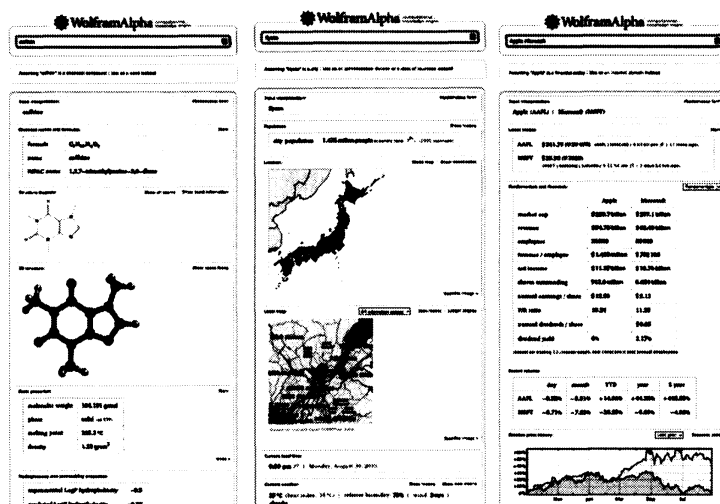


図 8: 他教科での活用の例

4.2 サーチエンジンと Wolfram Alpha

前述したように Wolfram Alpha では、Google などのサーチエンジンでは得るのが難しい確度の高い情報が得られる。また通常の検索エンジンでも Wolfram Alpha を取り入れる方向になってきている。またウェブブラウザのツールバーとして設定しておくことによって、より活用しやすくなる。

4.3 Wolfram Alpha for iPhone / iPad

Wolfram Alpha は、iPhone のような携帯端末でも活用可能であり、スマートフォンや携帯電話のフルブラウザなどでも活用可能である。iPhone では専用アプリケーションも安価で販売しており、そこからは数式などが容易に入力できたり、枠内に数式をきれいに整形して表示するなど細かな点で配慮されている。

4.4 Wolfram Alpha Widget Builder

また Wolfram Alpha では、現在は実験的ではあるが、自分でカスタマイズして教材を作成することができる。Wolfram Alpha Widget Builder と呼ばれるこの機能では、実際に Wolfram Alpha で検索した例をもとにして、必要な部分を入力させるような小さなアプリケーションが作成可能となる。例えば、「factor $x^{105}-1$ 」と因数分解をさせた結果から、「105」の部分を利用者に入力させ、その変化を見ることができるようなアプリケーションを作成可能なのである。作成したアプリの表示画面を以下に示す。

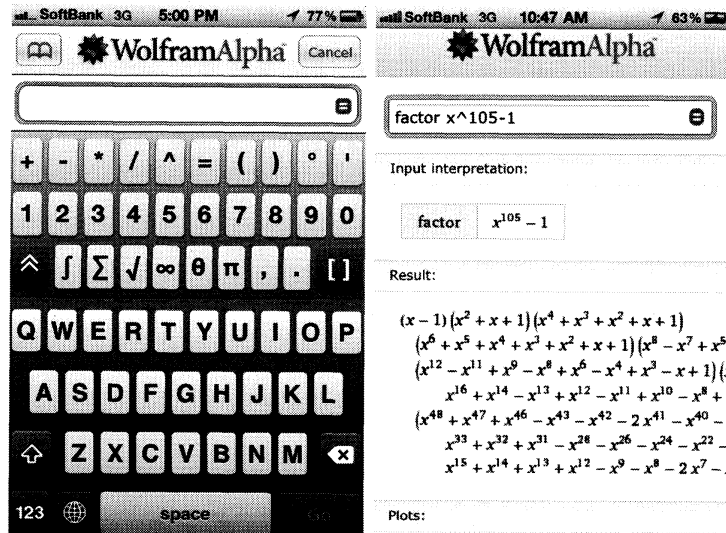


図 9: iPhone の専用アプリの表示と Safari の表示

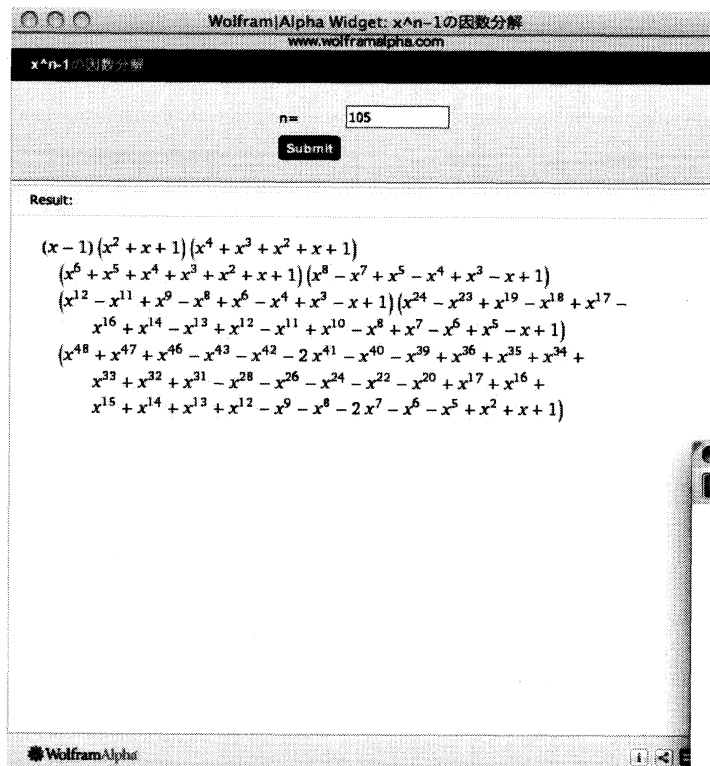


図 10: Wolfram Alpha Widget Builder の活用例

5 おわりに

Wolfram Alpha は, Mathematica とは全く異なる使い方で使うことができ, 様々な可能性を持った Web ベースの数式処理ソフトということができよう. また検索エンジンとしても学校教育に適したものということができる. さらに学校教育における教材を作る上では十分な機能を備えているとは言いがたいが, Mathematica にはなかった部分を補完できるような教材を作成することが可能であり, それらの教材は課題学習などで活用することも可能である.

2010 年の 12 月には, 実際に筆者が Wolfram Alpha を活用した検証授業を行う予定である. 高校生 1 年生を対象とした数学の授業であるが, 実際に活用することによって, さらなる活用の可能性を今後も追求していこうと考えている.