

# 高等学校数学科におけるスマートフォンの活用実践と それに関する一考察

千葉県立船橋啓明高等学校 大橋 真也<sup>1</sup>(Shinya OHASHI)  
Chiba prefectural Funabashi-Keimei Highschool

## 1 はじめに

2014 年に総務省から発表された調査報告「ICT の進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」によると、10 代の 77.2% の人がスマートフォンを所持している。実際、高等学校の教室を見回すと、スマートフォンを持っていない人は、1 学級の中に 1 人いるかいないかである。総務省の統計とのズレは、10 代の範囲が広く、小学校高学年なども含んでいるためと考えられる。スマートフォンは、現在の高校生のほとんどすべての人が所持しており、彼らにとって最も身近な情報機器であると言ってもよいだろう。また、昨年よりスマートウォッチを携帯している生徒も出てきており、定期考査や入学試験などでの教室内への持ち込める物品の見直しも行われている。

このようなスマートフォンに関しては、通常の教育で用いられている ICT とは異なり、社会的に学習を阻害する機器であるような風潮がある中、本実践では逆転の発想でスマートフォンが学習ツールとして活用できる可能性について考えていく。

## 2 高校生とスマートフォン

高等学校における、スマートフォンの普及は、SNS などへの不適切な投稿なども含め、様々な新しい生徒指導上の問題も引き起こし、便利な情報機器であるにもかかわらず、学習活動などの妨げになると考えられ、心配されている。確かに現在の高校現場を見てみると、一部の学校を除いては、校則で携帯電話等の持ち込みを禁止している学校は少ない。そのために学校によっては、休み時間や昼休みはスマートフォンのゲームアプリに熱中している例も少なくない。また学級の中での SNS のコミュニケーションも普及しており、直接的な関係よりも SNS での友人関係を重視することによるトラブルも見られる。

高校生にとって、スマートフォンはゲーム機であり、コミュニケーションツールでもあり、最もプライベートに活用している情報機器であると言ってもよいだろう。また、電子辞書のように活用目的が特定されている機器とは異なり、汎用性の高い機器であり、プライベートな活用をしているため、使用環境や利用内容が生徒個々に異なるのも現状である。しかし、これだけ身近な機器であることから、学習ツールとして活用しようと

---

<sup>1</sup>conway@pisces.bekkoame.ne.jp

する研究も少ないが出てきている。しかし、これらの研究の中には授業者の思い込みによる研究も見られ、生徒の実態などと合致しない実践研究も少なくない。

後述する活用実践を以前に、様々なスマートフォンのアプリ（アプリケーションソフトウェア）を試用し、生徒に紹介した。それらアプリ自身に生徒が興味を持てなかった例もあるが、実際には生徒の学習内容に合っていないアプリも多く見られた。また、生徒は一旦そのアプリが気に入ると、使いこなしそのアプリの不具合をいくつも発見して教えてくれることもあった。その中でも英単語アプリを活用している生徒は多いが、それ以外は「受験サブリ」のような講義の動画のアプリ以外は、あまり活用しようとする動きは見られなかった。生徒の中には「学習＝紙メディア」であり、スマートフォンとあまり結びついていないこともあるのだろう。

### 3 スマートフォンの数学科活用実践

数学科の授業においてもスマートフォンを活用させる試みを行ってきた。数学に関する数学グラフアプリを生徒にスマートフォンに入れるようにすすめ、機会あるごとに授業内で活用しようとしたが、授業外でも活用していこうとする動きは見られなかった。そのため手軽により汎用性のあるツールを数学科の授業の中で活用するために次のような試みを行った。

#### 3.1 カメラ機能の活用

以前より、生徒は欠席した日などに友人の授業ノートを借りるのではなく、携帯電話のカメラ機能を使って撮影していた。また授業の板書内容をノートに写すのが間に合わない時などは、休み時間になると携帯電話のカメラ機能を使って黒板を撮影していた。授業内に携帯電話等を出して操作することは、生徒自身も好ましくないと考えて、休み時間までそのような行動を起こすことはなかった。

このような状況を見て、より積極的に授業時間内で学習でカメラ機能を活用するために、授業の流れや板書方法などを変更して授業展開を行った。対象科目は高校3年生の「数学III」と学校設定科目「数学研究 $\gamma$ 」「数学研究 $\alpha$ 」の3科目である。以前は、授業解説に約25分、その後問題演習に約15分、答え合わせ及び解説に約10分というような流れで授業展開していたが、授業ノートをまとめるのに時間がかかり、前半の授業解説のノート作成が問題演習に食い込み、問題演習がなかなか開始できない状況もあった。また演習した問題の解答解説もノートをとることに意識が集中しすぎて、肝心の解説を聞いていない生徒も多く見られた。本来は授業内容を理解し、演習問題でその知識や技術を定着させようという意図であるのに、ノート作成に注力してしまい、理解が深められない状況が見られていた。また、問題演習でも、綺麗なノートを作成したい生徒は、誤っているかもしれない自分の解答をノートに書くことを避け、問題自体を解答するために思考を行わない生徒も見られた。またノートを記述する際も単に写しているだけで、内容を考えていないノートも見られた。



図 1: 授業のまとめはスマホのカメラで

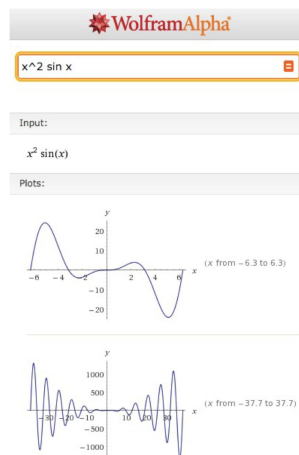
カメラ機能を利用する新しい授業展開として、ある程度の予習をしておくことを前提に、必要な時は簡単な解説（数分）を行い、その後問題演習に30分の時間を与えた。生徒が問題演習中に授業者が板書内容をまとめて整理し、後の15分でノートは取らせずに解説に集中させ、残りの5分で授業内容の整理及びノート整理を行わせた。最後のノート整理に関しては、授業時間中ではあるが、黒板をスマートフォンのカメラ機能で撮影することを前提として、授業外でノートを清書することを指示した。初めは授業中にスマートフォンを活用することに戸惑っていた生徒も多かったが、数回行くと自然にスマートフォンを活用する場面が理解でき、きちんとけじめをつけて活用し始めた。当然のことであるが、板書計画も変更した。以前はノートを取らせることを前提にある程度の文字の大きさとで解説や解答を板書していたが、カメラで撮影することを前提とすると、文字を多少小さくし、黒板に内容を圧縮して記述し、できれば黒板1枚で1時間分の解説を板書することで授業を展開した。こうすることで、自分で問題内容を把握し、解答するために思考したものを解説する、そしてその後にノートを整理することで、生徒自身が当該の単元内容や問題を3回通過させることが可能となった。

板書内容を写真に収めてしまうことで、ノートを取らなくてもよいと考える生徒もいることを心配したが、ノート点検を行っている範囲では、ノートができていない生徒は少ない。生徒によっては、以前より綺麗に整理されてまとめられているノートも見られた。また写した解答解説を生徒自らの判断で学級のSNSに流し共有することで、欠席生徒などの対応にも貢献できるようにもなった。朝の学級や試験前の様子を見ると、スマートフォンの画面を見ながら勉強する姿が見られるようになった。生徒自身の中でのゲーム機やコミュニケーションツールだけであったスマートフォンが、学習ツールとして使えることを認めたのだろう。

あるとき、黒板から斜めの位置に座る生徒が写しにくそうにしているのを見て、「台形補正ができるアプリを使っていないの」と聞くと、使用していない生徒は多く、具体的なアプリを紹介すると、すぐに活用し始めその使用感に感動していた。

### 3.2 Wolfram Alpha の活用

本年の6月頃から、数学IIIの内容も難しくなり、グラフを書くために時間がかかり、本来の問題の内容に取り組めない生徒も出てきていた。そこで解決策になるかと考え、Wolfram Alphaを使うことを勧めた。授業の中で、カメラ以外のアプリを使用させることに関しては前述した数学グラフアプリの活用も行ったが、操作性などの問題から普及しなかった。Wolfram Alphaについては、最初にQRコードを用意し、学級の掲示板に掲示し、Wolfram AlphaのURLをお気に入りまたはショートカットとして登録させた。また数式の入力に戸惑うことも考えて、数式入力の方法を記したプリントを配布した。Wolfram Alphaを使う場面は、授業内で明示する場合もあるが、問題演習などの場面でも、生徒の判断で適宜使用させた。数学グラフアプリは、操作を覚える手間があったが、Wolfram Alphaは、Googleなどの検索エンジンと同様に検索欄に必要な内容を書き込むだけの簡便さが生徒には操作しやすかったと考える。



**Wolfram Alpha (W|A) のすすめ**

これから数学IIIの復習のついでに、Wolfram Alphaを使い、グラフを表示したり、微分・積分の答えを手早く求めたりできることを学級に伝えます。

そのため、次のURLや検索された Wolfram Alpha のショートカットまたは「Wolfram Alpha」をブックマークすることをお勧めします。数学IIIの授業の時、問題演習中や休憩時は、Wolfram Alpha を「F」キーで検索エンジンとして呼び出せるものですが、難しいことはあっても、Google と同じように検索エンジンとして使うことが出来ます。ただし、確かな計算結果や確かな情報しか出さずありません。また、入力も自力も検索ですが、数学に関することならば、正確な結果も検索してくれます。数学や工学に詳しい人は、Wolfram Alpha を使うようにして行くとも役に立つこともかなりあるかもしれません。

URL  
<http://www.wolframalpha.com/>  
 (「wolframalpha」を検索しても見つかるはずですが)  
 有利の「F」キーもありますが、今は使いたくありません。

○式の入力方法  
 目的の数式を入力すれば、それと関係することはいらないです。関数の解、微分、積分、グラフなどです。

数学Ⅲの表記	W A での表記
$x^3 - 2x + 5$	$x^3-2x+5$
$x + 1$	$(x+1)/\sqrt{x^2-1}$
$\sqrt{x^2 - 1}$	$e^{2x-1} \sin(2x+1)^3$
$e^{2x-1} \sin(2x+1)^3$	$(\log_3 x)'$
$(\log_3 x)'$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}$
$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}$	$\int e^x \sin x dx$
$\int e^x \sin x dx$	$\int_0^\pi e^x \sin x dx$
$\int_0^\pi e^x \sin x dx$	$\int_0^\pi e^x \sin x dx$

Wolfram Alpha の使い方  
 とにかく使い慣れた方がいいです。

数学Ⅲでの表記	W A での表記
$x^3 - 2x + 5$	$x^3-2x+5$
$x + 1$	$(x+1)/\sqrt{x^2-1}$
$\sqrt{x^2 - 1}$	$e^{(2x-1)} (\sin(2x+1))^3$
$e^{2x-1} \sin(2x+1)^3$	$(\log_3 x)'$
$(\log_3 x)'$	$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}$
$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sin x}{x}$	$\int e^x \sin x dx$
$\int e^x \sin x dx$	$\int_0^\pi e^x \sin x dx$
$\int_0^\pi e^x \sin x dx$	$\int_0^\pi e^x \sin x dx$

図 2: 配布した Wolfram Alpha のプリントと数式の入力方法

授業外では全く使用していない生徒もいたが、一部の生徒は頻繁に使用していた。式を入れるだけでグラフの概形、導関数、不定積分などを計算してくれるので、重宝している生徒も多かった。

他の数学アプリに比べて、Wolfram Alpha を利用する生徒が多く、生徒が学習ツールとして受け入れてくれたのは、なぜなのだろうか。前述したように式を入力するだけで、

グラフだけでなくその式から類推される様々な結果を出力してくれること、それらの多くの結果の中から先生が選択するのではなく、必要な情報を自ら選択できること、教科書外の内容も自然に出力され、より発展的な内容があることを認識させることなどが、その原因であると考えられる。

Surjectivity:  
surjective onto  $\mathbb{R}$

Parity:  
odd

Series expansion at  $x=0$ :  
$$x^3 - \frac{x^5}{6} + \frac{x^7}{120} + O(x^9)$$
  
(Taylor series)

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

Indefinite integral:  
$$\int x^2 \sin(x) dx = 2x \sin(x) - (x^2 - 2) \cos(x) + \text{constant}$$

Alternative representations:  
$$x^2 \sin(x) = \frac{x^2}{\csc(x)}$$

More

図 3: WA の出力がお節介が生徒の好奇心を誘う

Wolfram Alpha には有料のアプリもあるが、この実践の中では、Web ブラウザで表示される無料の Wolfram Alpha を使わせた。

### 3.2.1 Wolfram Alpha を用いた Active Learning

高等学校では、次期学習指導要領から導入される「アクティブラーニング」であるが、このような授業機会にスマートフォンを用いたアクティブラーニングを計画した。アクティブラーニングとは、平成 24 年中教審答申「新たな未来を築くための 大学教育の質的転換に向けて」によると、

教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。

と示されている。以前にも携帯端末を用いた探索的授業実践を実施したことがあったが、それもこの定義に合わせるとアクティブラーニングと言えるだろう。ただこの定義を読み解くと、単なる協働学習やグループワークをアクティブラーニングと呼ぶのではなく、さらに「活動的」ならばアクティブラーニングというわけではないことがわかる。生徒の「能動的な学習」や「汎用的能力の育成」を目的としているものをアクティブラーニン

グと呼ぶと読み取れる。昨今「アクティブラーニング」に関する研究授業公開などが各所で開催されているが、前者の「受動的かつ活動的な協働学習」を展開している例も多い。

数学 III は、計算問題や反復練習が多く、実際に実施すると、進度もまちまちであるため、個人の進度に任せていると、その対応が大変である。そのため小グループを構成し、自分たちで課題設定をさせ、グループワークを行わせた。生徒に提示した条件は以下の通りである。

- 学習の目標や進めるペースはグループに任せる
- もちろん、スマホは机の上に出しておいてよい
- 問題集や教科書の詳解を見たら負け
- 使っているのは、友達と Wolfram Alpha と参考書と自分の頭脳のみ

この実践は、形式的にはグループ協働学習にあたる、これで生徒の能動的な学習にするために、授業者は単なる時間管理をするコーディネータ役となり、答えを持っているのは Wolfram Alpha や友達とすることで、生徒は先生を頼りにすることなく、自主的な学習の機会を得たと考えられる。

### 3.2.2 生徒は自ら試していく

Wolfram Alpha の授業内での導入を始めた当初は数式入力に戸惑う生徒も数人見られたが、1 年時に Processing などのプログラミング言語を情報科の科目で実習していることもあり、大きな混乱はなかった。生徒の誤入力の多くは、分数式の分母やルートの範囲、指数部分などをカッコでくくるという演算範囲を明示的に指定する部分であった。

授業では、極限、微分、積分などで多く活用するので、それぞれ「lim」、「'」、「int」などの記号で入力させた。単語を覚えさせる意味で、積分に関しては当初 integrate と入力させようと指導していたが、時間節約のために短縮した表記で入力させた。Wolfram Alpha は英単語のスペルミスに関しては、類推して判断してくれるので、多少のスペルミスには対応できるが、生徒の入力速度が遅いのではと考えて、プリントにも簡略表記で記述した。

生徒は、微分や不定積分に関しては、数式のみを入力して答えを出力させていたが、定積分は積分範囲を与えなければならないためにきちんと入力しなければならない。そのため生徒は入力を次第に工夫するようになった。

例えば  $\int_0^{\pi} x \cos x dx$  を計算するために、本来は「int x cos x from x=0 to pi」と入力するところを生徒は、いつの間にか、「int x cos x ,x=0,pi」とするようになり、やがて「∫ x cos x,x=0,π」と入力するようになった。生徒の入力は想像していたよりも速く、全角半角の切り替えも素早く行うことができていた。普段から Twitter や LINE で会話しているせいだろう。「せきぶん」を変換し「∫」を表示させ入力していた際に、それでは Wolfram Alpha 評価できないだろうと考えていた。しかし「∫」は単なる全角文字ではなく、Unicode で与えられている国際的な文字セットの一部であるために Wolfram Alpha は評価したのである。私自身「∫」や「√」、「π」などは試してみることもさへなかったが、生徒はいろいろな可能性を試して、自分に合った入力を身につけていく。「∫」



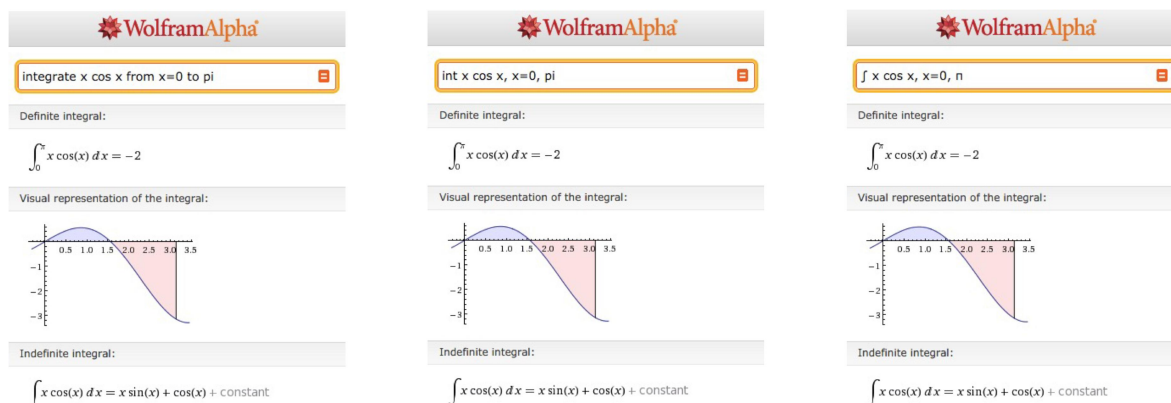


図 4: 生徒の入力が進化する

は、数式の 3D 表記を意識したものなのだろうか. `int` よりも単に「せきぶん」と入力することが覚えやすかったこともあるが、教科書で見慣れた 3D 表記を目指したとも考えることができる. 本来の数式の 3D 表記ができるようなコマンドやパレット操作できるとしたら生徒はどのような選択をするかは、今後の研究で明らかにしていきたいと考える.

## 4 おわりに

これらの実践で生徒のスマートフォンに対する意識が多少変化したと考えられる.

- 電子辞書のように、必要なときにスマートフォンを学習に使うとする.
- スマートフォンにスキャナソフトを入れ、ノートの内容を管理し、通学時に学習に活用している生徒もいる.

授業中に必要なときは、スマートフォンを活用させることで、生徒の学習に活用しようという考えが形成され、その活用方法も変わっていくと考えられる. これらの関しても今後研究していこうと考えています.

また従来からある「数学ソフトウェアは、答えをすぐ出力してしまうので学習には不向きである」という考えは、その活用方法を工夫することで、反復学習や発展学習に活用できると考えた. 授業のある場面で、アクティブラーニングを取り入れ、そこにスマートフォンなどを活用させることで、生徒のモチベーションも上がり、能動的な学習を展開することができることも観察できた.

今回の実践に関しては、千葉県教育庁の指導主事並びに教頭先生、多くの同僚の数学科の先生にも見ていただき、様々なアドバイスをいただいた. 授業見学や指導していただいた先生方は、「授業の中でこのようなスマートフォンの活用があるとは考えなかった」という意見をいただいた.

スマートフォンが学力低下に結びつくという社会的な風潮は根強いが、学力向上に役立てようという発想の転換で、生徒の意識も変容することがわかった. 今後もスマートフォンの学習への活用の可能性を追求していきたいと考えている.