

A-8

グラフィックソフトを活用したテイラー展開とフーリエ級数展開の可視化  
 -オンライン授業を意識したテイラー展開とフーリエ級数展開に関する問題解法-  
 Visualization of Taylor series and Fourier series using graphic software  
 - Solving Taylor series and Fourier series problems which are conscious of online class -

○野口拓也<sup>1</sup>, 鈴木潔光<sup>2</sup>\*Takuya Noguchi<sup>1</sup>, Kiyomitsu Suzuki<sup>2</sup>

Abstract: Graphic software called GeoGebra is known as a free software which helps visualize mathematical problems. I used this software to visualize Taylor series and Fourier series problems to see what effect it has on students.

## 1. はじめに

テイラー展開は、円周率、対数の精度の高い近似値に応用されており、フーリエ級数展開は、振動の解析、光学、量子力学などの様々な分野で用いられており、基礎的な役割を担っている。しかし、テイラー展開やフーリエ級数展開は公式のみで形式的に学ぶことが多く、その違いや意義を把握していないのが現状であろう。

本学物理学科2年生に、後期の授業内で無記名のアンケートをとったところ、“テイラー展開の学習経験があるか?”と“フーリエ級数展開の学習経験があるか?”という質問に関して、テイラー展開は100%(124/124)、フーリエ級数展開は97.7%(121/124)が「はい」と答えている。

次に、“テイラー展開がどのようなものか理解しているか?”という質問に関して、「いいえ」と答えた学生は6.5%(8/124)、「あいまい」と答えた学生が25.8%(32/124)おり、

“フーリエ級数展開がどのようなものか理解しているか?”という質問に関して、「いいえ」と答えた学生は15.3%(19/124)、「あいまい」と答えた学生が58.9%(73/124)いた。

しかし、“テイラー展開とフーリエ級数展開の違いを理解しているか?”という質問に関しては、「いいえ」と答えた学生は16.1%(20/124)、「あいまい」と答えた学生が45.2%(56/124)いた。

この結果から、テイラー展開を理解している学生はある程度いることがわかったが、フーリエ級数展開は学んだことがあるのにも関わらず、テイラー展開との違いやそのものをあまり理解していない学生が過半数を超えていることがわかった。物理学科の2年生ならば、前期に物理数学Ⅱ及び物理数学演習でテイラー展開、フーリエ級数展開を学んだばかりなのにも関わらず、この結果は良いものとは言えないだろう。

本研究では、これらの背景を踏まえ、グラフィックソフトを活用し、グラフィックソフト有用性の調査、

テイラー展開とフーリエ級数展開の問題を扱うことを試みた。以下、2章では実践方法について、3章では実践結果について、4章ではまとめを記述する。

## 2. 実践方法

本実践は、2年次後期に設置されている授業である「数式画像処理」の中で行った。この授業は、ネットワークにつながれた学生1人1台のPCを利用して実施している。グラフィックソフトとしては、 $\text{GeoGebra}$ を利用した。授業教室のPCには、 $\text{GeoGebra}$ がインストールされているので、今回はインストールされている $\text{GeoGebra}$ を利用したが、 $\text{GeoGebra}$ はインストールしなくても、オンライン上で利用することができるので、オンライン授業に活用するには便利なソフトウェアである。さらに $\text{GeoGebra}$ は、フリーソフトであるという利点もある。

## 手順Ⅰ

まず、テイラー展開とフーリエ級数展開の項数の増加による変化を視覚的に確認できる教材と問題をURLで配布した。

## 手順Ⅱ

$f(x)=\sin(x)$  のテイラー展開…(1)の次数が9の係数を $\text{GeoGebra}$ のスライダー機能を使って項数を増やし変化を可視化させ、求めさせた。

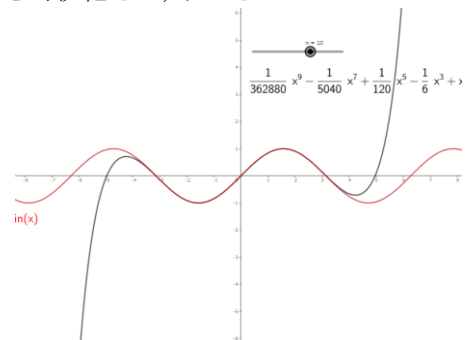


Fig 1 Graph (1) drawn by GeoGebra

## 手順Ⅲ

フーリエ級数展開の一つの特徴である不連続点においてギブス現象が発生し、元の関数と同じ形には

ならなくなってしまうことを確認させた。

$$f(x) = \begin{cases} -1 & : -\pi \leq x < 0 \\ 1 & : 0 \leq x < \pi \end{cases} \text{ のフーリエ級数展開} \dots (2)$$

を GeoGebra のスライダ機能を使って項数を増やし変化を可視化させ、ギブス現象がどのような現象かを GeoGebra の教材を使って調べ、簡潔に書かせた。

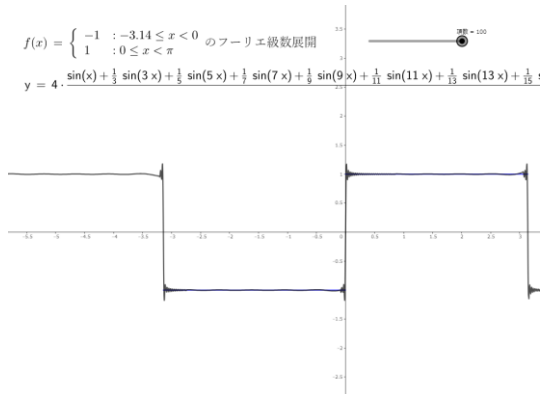


Fig 2 Graph (2) drawn by GeoGebra

### 3. 学生の反応

授業後にアンケートを無記名でとった。まず，“テイラー展開，フーリエ級数展開がどのように展開していくか、そして特徴や違いを理解できたか？”を質問した結果を Fig 3 に示す。結果として，よく理解できた・多少理解できたを合わせて 86.3%(101/117) になった。20 分で授業を行い，問題数が少ないにも関わらず，“多少理解できた”が，一番多いのは，妥当なところであろう。

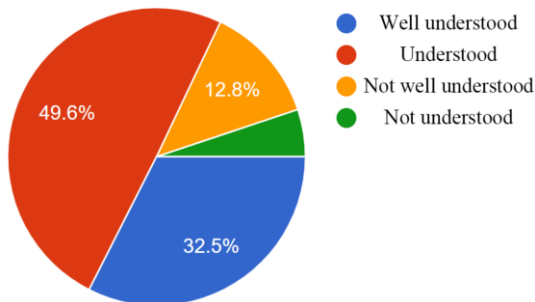


Fig 3 Questionnaire results on whether students can understand the characteristics and differences of Taylor series and Fourier series and how they change their shapes.

次に，“教材を扱ってみて，GeoGebra が使い易かったかどうか？”を質問した結果を Fig 4 に示す。結果として，とても扱いやすかった・扱いやすかったを合わせて 72.1%(96/117) になった。

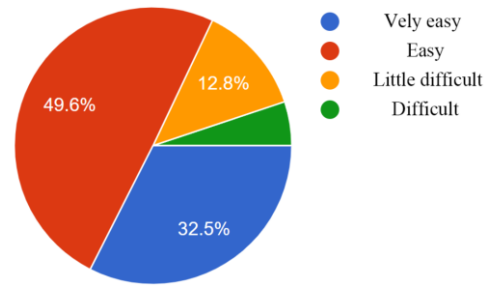


Fig 4 Questionnaire results on whether students could easily use GeoGebra.

次に，“このようなネットワークやソフトウェアを利用した授業についてどう思うか？”を自由記述で回答してもらったところ，回答した学生の 97.4% (114/117) が肯定的な意見を書いていた。典型的な記述例は，“視覚的に理解がしやすくなるのでいいと思います。”“将来性があり、もっと活用していくべき。”等であった。一方で否定的な意見の記述例は“ソフトウェアの扱いが難しい。”“アナログ形式の授業の方が良い。”などソフトウェアの利用の問題面に焦点を当てている学生がいた。

### 4. まとめ

本稿では，GeoGebra を活用して，グラフィックソフトの有用性の調査，及びテイラー展開とフーリエ級数展開の問題を理解させることを試みた実践について報告した。ネットワークやソフトウェアを用いた授業に対しての学生の評価も大好評で GeoGebra の有用性や扱いやすさを確認することができた。しかし今回の授業では，GeoGebra を扱うのが初めての学生が大多数で，一部の学生は利用に苦しんでいたが，一度でも扱い方を覚えればそれ以降は何度でもスムーズに扱えるようになると考えられる。GeoGebra のようなグラフィックソフトを使いこなせるようになれば，自分の計算やグラフが正しいかどうかの確認はできるので，このような経験は将来の勉学に役立つと考えられる。

今後の展望として，大学数学の発展的な内容や桁数の多い計算を，電卓を利用して求めるのと同様，解答の確認やグラフ描画を，ネットワークやソフトウェアを利用して，学生たちが容易にできるようになることが，今後の目標である。

### 5. 参考文献

[1] <https://www.kyoumu.cst.nihon-u.ac.jp/syllabus/Publication/2022/course/1/M11N/5191>  
 [2] <https://www.kyoumu.cst.nihon-u.ac.jp/syllabus/Publication/2022/course/1/M53O/5193>