

数学学習の探究 -書くこと、共有すること-

Exploring Mathematical Learning: Writing, Sharing

1019101 福島拓希 Hiroki Fukushima

1 はじめに

本章では、本プロジェクトの背景と目的を述べる。

1.1 背景

本プロジェクトのテーマは、「数学学習の探究 -書くこと、共有すること-」である。はじめに、数学を学ぶときに重要なことは何かを調査するため、数学の輪講を行った。すると、定義を問われたときに答えられなかったり、細かく記述する場合に解答をどのように書けば良いのか分からず、躓くことが多かった。そこで、プロジェクトメンバー同士で意見を出し合い、定義や記述が曖昧な部分について議論を行った。議論した内容を修正して作成した解答は、

- 前回作成した解答よりも記述が丁寧であった
- 第三者から見て理解できる解答であった
- 解答について質問されたとき、自信を持って答えることができた

このような経験から、

- 論理や記述を吟味するディスカッション
- 問題の解きなおし

を行うことによって数学への理解が深まったと考えた。

さらに、COVID-19の影響で授業がオンライン化され、対面での活動が減った。2020年度と2021年度は学習環境が類似しており、2020年度の活動内容は2021年度の活動に有用であると考えた。2021年度の活動を行うにあたって、2020年度の活動を先行研究として参考にした。我々は、対面の活動が減ったことにより、ディスカッションを行う機会が減ったと考えた。そのため、オンライン上でも「論理や記述を吟味するディスカッション」や「問題の解きなおし」が行える環境が有用であると考えた。これは学生全体にも同様なことが言えるため、学生全体がオンライン上でも「論理や記述を吟味

するディスカッション」や「問題の解きなおし」を可能にする取り組みを行うこととした。

1.2 目的

本プロジェクトの目的は、「Web アプリを用いて、数学の理解を深めてもらう」である。前節で述べたように、COVID-19の影響で授業がオンライン化され、従来の対面での活動のように数学の理解を深めることができなくなった。そのため、情報技術を用いることによって、オンライン上でも数学を深めることができる環境が必要であると考えた。

2 調査

我々は「数学を学ぶときに重要なこと」と「既存システムの利便性」を調べるため、数学の輪講を行った。

2.1 調査方法

2.1.1 数学を学ぶときに重要なこと

実際に我々が数学の問題を解き、理解を深めていくことで、数学を学ぶときに重要なことを調べた。数学の理解を深めるためにはどうすれば良いのか、数学を学ぶときに何がおきているのか、などを挙げた。

2.1.2 既存システムの利便性

我々は数学についての議論ができる既存のシステムを輪講の中で使用して、利便性の検討を行った。数学を学習する上で、便利な機能や不便な機能を挙げ、我々が開発する Web アプリの参考にすることとした。扱った既存のシステムは2020年度のプロジェクト学習の成果物である「MWUN」と「Google Jamboard」の2つの Web アプリである。「MWUN」は「書いて学習する」ことを重視しており、「書くこと」を重視した Web アプリである。「Google Jamboard」は Google が提供するアプリケーションの1つであり、オンライン上で使えるホワイトボードのような機能を持つ。この2つの Web アプリを選んだ理由は、解答の画像をアップロードでき、ディスカッションができるからである。

2.2 輪講の内容

我々が取り扱った数学の問題は、「 x に関する方程式 $ax = b$ を解く問題」と「2項間漸化式の一般項を求める問題」の2問である。

輪講の行い方は、まず初めにメンバー全員が各自で問題を解いて、その解答についてわからないことを質問し、数式の意味などについての話し合いを行った。メンバーだけでは解決することができない問題があった場合はTAや教員からの指導を仰いだ。その後、話し合いから学んだことをもとに、新たな解答の作り直しを行った。この話し合いと新たな解答の作り直しを繰り返し行い、プロジェクト内で1つの解答を作り上げた。

解答の写真を撮った画像を、「MWUN」または、「Google Jamboard」に投稿し、プロジェクトメンバー全員がいつでも見ることができるようにした。「MWUN」を使用した際は「MWUN」のコメント機能を活用し、「Google Jamboard」を使用した際は「Google Jamboard」の付箋機能や書き込み機能を利用し、ディスカッションを行った。

2.3 結果

輪講では、定義を問われたときや細かく記述するとき、解答をどのように書けば良いのか分からず、躓くことが多かった。その経験から、数学学習は、ただ問題を解くだけでなく、必要な記述や、数式の意味についての吟味を行う必要があるということがわかった。

2.3.1 数学を学ぶときに重要なこと

我々は、輪講を行った経験から、数学学習における2つの重要な要素を発見した。

1つ目は、論理や記述を吟味するディスカッションである。ここで、本プロジェクトにおけるディスカッションとは、教え合いや議論をすることとして進めた。輪講の中で、ディスカッションを行ったことで、定義や記述を正しく理解できていないことに気づき、正しい解法や別解を導くことができた。

2つ目は、問題の解きなおしである。せっかくディスカッションを行ってもそのまま放置してしまった場合、学んだことを忘れていたり、理解できていなかったため、理解は深まっていないことがわかった。そのため、ディスカッションで学んだことを書きだし、解答に反映させる必要があることがわかった。何度も解きなおしをして、訂正を行うことで、第三者から見ても理解できる

解答を作ることができた。

よって我々は、「論理や記述を吟味するディスカッション」と「問題の解きなおし」が数学の学習において重要であると仮説を立て、仮説に基づいたWebアプリを開発することとした。

2.3.2 既存システムの利便性

「MWUN」と「Google Jamboard」をディスカッションする上で重要だと考える機能とオンライン上で数学学習をする上での使い勝手という点で分析した結果、以下の機能を実装すべきだと考えた。

- ディスカッションをするためのコメント機能と返信機能
- ユーザーネームを一度入力すると記憶されるよう、アカウント制にし、コメントができるようにすること
- アップロードした解答画像の拡大縮小機能
- 他者の解答を容易に見ることができるようになる
- 解答の指摘をするための描画機能を、マウスやパッド操作でも使えるようにする

これらを参考に、Webアプリを開発することとした。

3 開発

輪講による調査の結果、我々は「論理や記述を吟味するディスカッション」と「問題の解きなおし」を重視したWebアプリを開発することとした。

我々は、数学のMathと、対話するという意味のTalk、を合わせて「マストク」と名付けた。

3.1 Webアプリの機能

本Webアプリは「論理や記述を吟味するディスカッション」と「問題の解きなおし」を促すことを目的とした。本Webアプリの主な機能を3つ述べる。1つ目は、ユーザが解答の画像をアップロードし、同じ問題を解いた別のユーザの解答と比べることができる機能である。2つ目は、わからなかったことを投稿する機能である。3つ目は、それを参考にして別のユーザと解答についてディスカッションする機能である。わからなかったことや、他人の解答を見て疑問に思ったことをコメントすることで、気づきや学びに繋げることができる。更に、得た気づきや学びを解答に反映させ、再度解答をアップロードすることでよりディスカッションを行うことがで

きる。

アップロードした解答を比較する機能に対しては、自分の解答との記述の違いを知ることで、他のユーザの解法を参考にできる狙いがあり、わからなかったことを投稿する機能に対しては、自分がわからなかったところを明確にし、ディスカッションの論点を作ることができる狙いがあり、ディスカッションする機能に対しては、自分の理解が曖昧な箇所や上記2つ狙いについて話し合うことで、問題点を発見し、より解答についての理解を深める狙いがある。

これらの機能の実装には、HTML、CSS、JavaScript、Ruby、MySQL2 を用いて行った。ページ構成を作成し、使いやすいページレイアウトを考案し、CSS によって実装した。また、コメント機能や解答比較機能では、Ruby と JavaScript を併用することで様々な複雑な機能を実装することができた。

3.2 「マストク」の期待される効果

「マストク」を使用することで期待される効果は主に3つある。

- 問題点の発見
- 数学の知識の習得
- 習得した知識の定着

まず、問題点の発見について説明する。1人で解答作成を行っている時、視野が狭くなり解答作成に詰まったり、間違いに気づくことができない場合がある。このような問題点を改善するために、利用者が解答をアップロードし、自分の解答についてディスカッションを行ってもらおう。問題を解いていて疑問に思ったことについてコメントをし、他の利用者の解答と違うところについてディスカッションを行うことにより、自分の解答の間違った部分や足りなかった部分などの問題点の発見に繋がる。

次に、数学の知識の習得について説明する。正しい解答を作成するために、発見した間違った部分や足りなかった部分についてディスカッションを行う。挙げた問題点を改善して反映させた解答について、再度ディスカッションを行うことで正しい定義の使い方や記述の仕方を学ぶことができ、数学の知識の習得ができる。

最後に、習得した知識の定着について説明する。ディスカッションをし、数学の知識を習得しただけでは、す

ぐにその知識を忘れてしまう。そのようなことにならないよう、習得した知識を自分の解答に反映させ、解きなおしを行うことによって習得した知識の定着を促すことができる。

4 検証

4.1 解析学 II 勉強会

本学の1年生に我々が開発した「マストク」を用いて解析学 II の勉強をする、解析学 II 勉強会 (以下、「勉強会」と記す) を実施した。

4.1.1 勉強会の目的

勉強会の目的は3つとした。

- 「マストク」を使うことで、本学の1年生に数学の理解を深めてもらう
- 「マストク」の効果調べる
- ディスカッションと解きなおしの重要性を理解してもらう

4.1.2 勉強会の実施内容

勉強会では極値を求める問題 [1] を扱い、参加者には勉強会前までに問題を解いてきてもらった。勉強会開始とともに、事前に解いてきてもらった解答の画像を「マストク」に投稿してもらった。次に、1グループ3人または4人とし、「マストク」上でディスカッションを行ってもらった。この際、ディスカッションが進んでいないグループを見つけ次第、主催者が話を切り出すように促した。その後、参加者全員に解きなおしを行ってもらい、その解きなおしを「マストク」へ投稿してもらった。最後に事後アンケートにて「マストク」の問題点について回答してもらった。

4.1.3 勉強会の結果

「マストク」を使用し、ディスカッションを行うことで、気づきや学びを得ることができていた。勉強会の中で問題の解きなおしをすることで、ディスカッションでの学びを解答に反映させることを促せた。しかし、事後アンケートから「マストク」の問題点も浮き彫りとなった。今後は問題点の修正と、多くの学生に使用してもらい、「マストク」の有用性と問題点をさらに検証することが必要であることがわかった。

4.2 解析学 II 授業内演習

より多くの学生に使用してもらうため、解析学 II の授業内で「マストク」を用いて演習 (以下、「演習」と記

す)を行った。

4.3 演習の目的

演習の目的は2つとした。

- 「マストク」を授業の現場で使用することで、どのような事が起こるのかを調べる
- 「マストク」の有効性と問題点を調べる

4.3.1 演習の実施内容

参加者に問題を解いてもらい、解答の画像を「マストク」に投稿してもらった。次に、1グループ3人または4人とし、「マストク」上でディスカッションを行ってもらった。最後に事後アンケートにて「マストク」の問題点について回答してもらった。

4.3.2 演習の結果

「マストク」で、ディスカッションが殆ど行われていなかった。「マストク」内を見ると、班のメンバーが1人しかいなかったグループ、コメントを全くしていないグループ、1人がコメントをしても返信がきていないグループが多くあった。事後アンケートで寄せられた「マストク」の問題点を参考にし、ディスカッションが活発に行われなかった要因を考察し、改善する必要があった。

5 まとめ

本プロジェクトは「論理や記述を吟味するディスカッション」と「問題の解きなおし」を重視したWebアプリの開発をし、数学の理解を深めてもらうために活動を行ってきた。

5.1 成果

プロジェクト活動を通して、達成することができた成果は2つある。

1つ目は数学の理解を深めるためのWebアプリを開発できたことである。数学の輪講より、数学を学ぶときには「論理や記述を吟味するディスカッション」と「問題の解きなおし」が重要だと仮説を立て、それらを重視したWebアプリ「マストク」を開発することができた。

2つ目は、解析学II勉強会を実施し、「マストク」の検証ができたことである。検証の結果より、「マストク」を使用し、ディスカッションを行うことで、気づきや学びを得ることができていた。また、勉強会の中で問題の解きなおしをすることで、ディスカッションで学んだこ

とを解答に反映させることを促すことができた。

5.2 今後の展望

解析学II勉強会や授業内演習で実際に「マストク」を利用して貰い、様々な評価や意見をもらうことで、問題点を見つけることができた。その問題点と改善案を述べる。

1つ目は、ディスカッションを活発に行えていないグループがあった。原因として、わからない人同士だとディスカッションが活発になりにくいことやディスカッションを積極的に行う人がいないグループがあったことが挙げられた。その改善案としてお互いの解答を採点して、それぞれの解答にフィードバックを返すことができる機能を追加することでフィードバックを話題にし、ディスカッションを円滑にすることができると考えた。

2つ目は、解きなおしで発生した疑問をディスカッションすることができないという意見があった。原因として、時間の都合上でディスカッションと解きなおしの一連の流れを十分に行えないことが挙げられた。改善案として解きなおしで発生した疑問点を解消できるような時間配分を想定する必要があると考えた。

3つ目は、同一のユーザーネームを用いることができないのでなりすましが発生するのではないかという意見があった。原因として、同じユーザーネームを複数人で使用することを想定していなかったことが挙げられた。改善案として、直近で使われたユーザーネームと同じものでログインするときに、そのユーザーネームは使用されているといった警告文を表示する必要があると考えた。

これらの問題点を改善し、今後「マストク」を快適に利用し、数学の理解を深めてもらえるようなシステムを目指す。

参考文献

- [1] 上見練太郎, 勝俣脩, 加藤重雄, 久保田幸次, 神保秀一, 山口佳三. 微分. 共立出版, 2019, p53, 練習問題 2.4, 4番, (1)(2).