

公立はこだて未来大学 2020 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2020 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

数学の学び方を理解する

Project Name

Understanding how to learn Mathematics

プロジェクト番号/Project No.

9-A

プロジェクトリーダー/Project Leader

岩崎照大 Shota Iwasaki

グループメンバ/Group Member

東和輝 Kazuki Azuma

相澤武留 Takeru Aizawa

石原和真 Kazuma Ishihara

三軒家宏將 Kousuke Sangenya

三木麻理子 Mariko Miki

渡部丈 Jou Watabe

中村優真 Yuma Nakamura

小路智也 Tomoya Shouji

中井遙夏 Haruka Nakai

堂前岳 Takeru Domae

指導教員

美馬義亮 寺井あすか 田中吉太郎

Faculty member

Yoshiaki Mima Asuka Terai Yoshitaro Tanaka

アドバイザー

富永敦子

Advisor

Atsuko Tominaga

提出日

2021 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2021

概要

公立はこだて未来大学（以下、本学と記す）において、数学科目は 1 年次の必修科目であり、2 年次以降の数学科目や、情報技術を学ぶ上での基礎になる科目である。本学ではこれまで数学科目は対面式で講義を行ってきた。しかし、2020 年度の前期の講義は全てオンライン講義であった。このことから数学科目の学習環境が大きく変わり、理解度に影響を及ぼしていることが推察された。また、本プロジェクトメンバーが受講している数学の講義でノートをとる機会が減っていた。これらのことから、「数学の講義がオンラインになり、書く機会が減った」という仮説を立てた。また、前期にて我々は数学的帰納法の輪講を行うことでプロジェクトメンバーの一人一人の数学の理解度を把握しようとした。その結果、自分の作成した解答を説明できない学生が多くいた。これは「人に伝えるための書く」ことを意識せずに解答を作っていたことが原因であると考えた。我々はこのことが問題点であると考えた。次に、我々の立てた仮説を検証するために、1 年生の解析学 I のオンライン講義の形態について調べた。それを踏まえた上で、1 年生に対して「数学の学習において有効な手段」を探るためのアンケートを実施した。仮説を実証できるようなアンケートの結果は得られなかったが、「書く量と数学の成績に正の相関があった」ことに気づいた。この仮説の検証の結果と数学的帰納法の輪講の経験から我々は最終目標を「数学の学習者に、人に伝えるために解答を書くことが重要だと意識してもらおう」とした。この目標を達成するために我々は Web アプリを開発した。この Web アプリに「人に伝えるために書くことの重要性」を通じて数学の理解を深めて欲しいと願い、Mathematical Writing for UNderstanding の頭文字から『MWUN』と名付けた。『MWUN』はオンライン上で数学の輪講に類似した経験をすることで、利用者に「人に伝えるために書く」ことが重要であることを意識してもらうものである。開発後に『MWUN』を利用することで、利用者が書くことの重要性に気づいたかどうかを検証するために本学 1 年生に対し解析学 II 勉強会を行った。参加者の解答や、勉強会に関するアンケートの結果から、『MWUN』は「人に伝えるために書く」ことが重要であると意識づけることがわかった。

キーワード 解析学, 1 年生, オンライン講義, 学習支援

(※文責: 中村優真)

Abstract

At Future University Hakodate, mathematics is a compulsory subject in the first year, and is the basis for learning mathematics and information technology in the second and subsequent years. In this university, mathematics courses have been taught face-to-face. However, in the first semester of the 2020 academic year, all classes were taught online. This suggests that the learning environment for mathematics courses has changed significantly, and that this has affected the level of understanding. In addition, there were fewer opportunities for note-taking in the mathematics classes taken by the project members. Based on these findings, we hypothesized that the opportunity for writing has decreased because the mathematics classes are now online. Also, in the first semester, we tried to understand the level of understanding of mathematics of each project member by giving a lecture on mathematical induction. As a result, many of the students could not explain their answers. We thought this was due to the fact that they were creating their answers without thinking about "writing to communicate to others. We considered this to be a problem. Next, in order to verify our hypothesis, we investigated the format of the online class for first-year students of Analysis I. Based on the results, we concluded that the first-year students were not aware of the need to "write to communicate to others. Based on this, we conducted a questionnaire survey to find out the "effective means of learning mathematics" for first-year students. Although the results of the questionnaire did not substantiate our hypothesis, we noticed that there was a positive correlation between the amount of writing and mathematics performance. Based on the results of testing this hypothesis and our experience in the mathematical induction course, we set our final goal as "to make the learners of mathematics aware of the importance of writing answers to communicate to others. To achieve this goal, we developed a Web app. To achieve this goal, we developed a Web application, which we named "MWUN," an acronym for "Mathematical Writing for UNDERstanding," in the hope that it would deepen understanding of mathematics through "the importance of writing to communicate. MWUN is designed to make users aware of the importance of "writing for communication" by providing them with an online experience similar to a mathematics lecture. After the development of MWUN, we held a study session of Analysis II for first-year students of our university in order to verify whether or not the users realized the importance of writing by using MWUN. From the answers of the participants and the results of the questionnaire about the study session, it was found that "MWUN" made them aware of the importance of "writing to communicate to others".

Keyword Analysis, First grade students, Online class, Learning support

(※文責: 東和輝)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
1.3	2017 年活動内容	2
1.4	2018 年活動内容	3
第 2 章	前期の活動	6
2.1	数学の輪講	6
2.1.1	輪講の目的	6
2.1.2	輪講で取り扱った内容	6
2.1.3	輪講から得られた成果	7
2.2	仮説と目標の決定	8
2.2.1	仮説の決定	8
2.2.2	目標の決定	9
2.3	学習環境の把握	9
2.3.1	プロジェクトメンバーの数学学習環境の把握	9
2.3.2	1 年生の数学講義環境の調査	9
2.4	中間発表会	10
2.4.1	中間発表に向けた準備	10
2.4.2	中間発表当日の状況	13
2.4.3	発表評価シートの結果	13
2.4.4	考察	16
2.5	前期のまとめと後期の展望	17
第 3 章	後期の活動	18
3.1	アンケートの実施	18
3.1.1	アンケートの目的	18
3.1.2	アンケートの準備	18
3.1.3	アンケートの作成	19
3.1.4	アンケートの実施	20
3.1.5	アンケートの結果分析の手続き	20
3.1.6	アンケートの結果	22
3.1.7	アンケートの考察	22
3.2	『MWUN』の開発	23
3.2.1	『MWUN』の狙い	23
3.2.2	『MWUN』の機能	24
3.2.3	『MWUN』の概要	26
3.2.4	『MWUN』の設計	27

3.2.5	『MWUN』の開発環境と開発方針	28
3.2.6	『MWUN』のサイト構成と画面構成	28
3.2.7	『MWUN』への機能実装	29
3.3	解析学Ⅱ勉強会	30
3.3.1	勉強会の目的	30
3.3.2	勉強会における問題の選定	31
3.3.3	勉強会に向けての準備	31
3.3.4	勉強会当日の実施内容	33
3.3.5	アンケート詳細	34
3.3.6	分析に用いる検定方法	35
3.3.7	事前と事後アンケートの結果	35
3.3.8	事前と事後アンケートの考察	39
3.3.9	解析学Ⅱ勉強会全体の考察	39
3.4	成果発表会	40
3.4.1	成果発表会に向けた準備	40
3.4.2	当日の質疑応答	44
3.4.3	発表評価シート	46
3.4.4	考察	49
3.5	最終報告書	50
第4章	まとめ	52
4.1	活動のまとめ	52
4.2	今後の展望	53
4.3	課外発表会	55
4.4	謝辞	56
第5章	プロジェクト内のインターワーキング	57
5.1	東和輝	57
5.2	岩崎照大	58
5.3	相澤武留	59
5.4	石原和真	60
5.5	三軒家宏将	63
5.6	三木麻理子	65
5.7	渡部丈	66
5.8	中村優真	68
5.9	小路智也	69
5.10	中井遥夏	70
5.11	堂前岳	71
付録A	新規習得技術	74
付録B	活用した講義	75
付録C	相互評価	76

C.1	東和輝による相互評価	76
C.2	岩崎照大による相互評価	77
C.3	相澤武留による相互評価	78
C.4	石原和真による相互評価	79
C.5	三軒家宏将による相互評価	80
C.6	三木麻理子による相互評価	80
C.7	渡部丈による相互評価	81
C.8	中村優真による相互評価	83
C.9	小路智也による相互評価	84
C.10	中井遥夏による相互評価	85
C.11	堂前岳による相互評価	86
付録 D	勉強会実施のため大学に申請した書類	88
	参考文献	92

第 1 章 はじめに

本章では、本プロジェクトが活動を行う上での背景と目的を述べる。

(※文責: 中村優真)

1.1 背景

今年度は COVID-19 の影響により、講義の形式が大きく変わった。これに伴い学習環境が大幅に変更された。そこで我々は講義のオンライン化が数学の学習に及ぼす影響や、今までの講義の受け方との違いについて議論を行った。

その結果、

- ・ 講義のコンテンツを時間を気にせずいつでも受講できる
- ・ 講義のコンテンツを用いて不明な点について繰り返し学習できる

という利点があった反面、

- ・ 講義のコンテンツでも理解できない部分を質問するのに敷居が高くなる
- ・ スクリーンショットなどの便利な機能を使うことで実際に手を動かして文字を書く機会が減る
- ・ 人に会う機会が少なくなり、課題などのリマインダを受けることが少なくなる。

などの欠点もあった。

我々は、数学の学習において実際に手を動かして文字を書くことが、自分の理解できていない部分を把握し、正しい知識を会得することを手助けすると考えた。したがって、列挙した欠点の中の「スクリーンショットなどの機能の利用が、ノートを書いたり数学の解答を書くといった手書きの機会を減少させる」ことにつながると考え、「書く機会の減少」が問題であると考えた。この問題はプロジェクトメンバーに限らず、数学の学習者に共通して起こりうるものである。したがって我々は、数学の学習者に書くことの重要性を理解してもらえるような取り組みを行うこととした。

(※文責: 中村優真)

1.2 目的

本プロジェクトの目的は概要に述べたように「情報技術を用いて、数学の学習者に、人に伝えるために解答を書くことが重要であることを意識してもらう」である。

まず情報技術を用いた理由は、2つである。

1つ目に友人以外のさまざまな学生同士であっても情報技術を用いれば、数学を学びあうことができるからである。従来の対面講義では、数学でわからないことがあったらすぐに友人や教員に質問したりすることができた。しかし、今年度はそれをする 것도、簡単にはできない。そのため、

我々は学生達が同じ場になくても、より多くの学生に対して、数学の学習を補助できるように支援をしたいと考えたからである。

2つ目に本学は、情報技術を受け入れやすい環境にあるからである。本学の学生は多くの講義で情報技術を利用している。例えば、教育支援サービス manaba、オンラインでの会議を実現するビデオチャットサービス Zoom などが挙げられる。特に Zoom では、本学の学生はすべての講義を受講する際に利用していたので、情報技術の利用に抵抗感が少なく、スムーズに操作できると考えられる。よって、情報技術を学習手段として用いることは有効であると考えられる。

以上のことを踏まえて我々は、「情報技術を用いて、『書いて学習する』ことの重要性を理解してもらい、数学における記述の力を身につけてもらう。そのことの有効性を示すために1年生の数学学習の支援を行うこと」をプロジェクトの目的とした。

(※文責: 三軒家宏將)

1.3 2017 年活動内容

2017 年度は、数学における e-Learning サービスの実現するという目的の中で「2016 年度の活動によってあげられた問題点を解消し、本学 1 年生に、より効果的に数学を学んでもらうための Web サービスの作成」を目標とした。

この目標を設定する際に、2016 年度の活動によってあげられた問題点がいくつかあげられた。その中でも 2017 年度は特に 3 つの問題点が重要だと判断した。以下にそれら 3 つの問題点の詳細と、問題点の対策について述べる。

1 つ目の問題点は、2016 年度の成果物である「ますますたでい 2016」は使用する場所が限られるということである。ますますたでい 2016 は、パソコンで使用することを想定しており、さらに、使用は学内のみに限られていた。そこで、2017 年度はパソコンでもスマホでもアクセス可能な Web サービスの作成を目指した。

2 つ目の問題点は、ますますたでい 2016 は一人で使用することができないことである。ますますたでい 2016 は、プロジェクトメンバーが使い方を補助する必要があり、ユーザーが一人で使用することができなかった。そこで、2017 年度は、一人でも使用できる Web サービスの作成を目指した。

3 つ目の問題点は、ますますたでい 2016 は問題数が少ないことである。ますますたでい 2016 は、1 つの問題に対し、大量のチェックテストがあったため、問題の作成及び実装に時間がかかってしまった。そこで 2017 年度は、Web サービスで使用する 1 つ 1 つの問題にかかる実装の手間や時間を減らすことを目指した。

以上 3 つの問題点の解消を目指し 2017 年度は、自分たちが抱える問題は 1 年生も抱えてるのではないかという考えのもと、プロジェクト学習会を行った。そこで、曖昧な数学の知識のまま解答を行っていることが問題だと考え、「用語を理解するためには、教科書を読むことが重要である」という考察を行った。ここで、読むとは、「問題を解くときわからない用語があったとき、教科書を用いて調べる。調べたうえで、その説明の中にわからない用語があった場合、教科書の前のページに戻って調べる。そして、わからない用語がなくなるまで繰り返す。」と定義した。この考察を仮説とし、仮説を検証するために本学 1 年生を対象とした勉強会を行ったところ、本学 1 年生も教科書を読むことができていないことがわかった。そこで、目標であった「教科書を読むことを促

し、支援する e-Learning サービス」、モバイル Web アプリ「Modoluca」を作成した。

モバイル Web アプリ「Modoluca」とは、教科書の問題を解く際に手が止まってしまう箇所（以下つまづきポイント）に対して、教科書のどこを読めばつまづかないのかをチャット形式で学習者に教示するアプリである。

Modoluca には主に 2 つのシステムのメリットが存在する。それら 3 つのメリットとは「対話式での学習であること」、「モバイル対応であること」である。以下に、それぞれのメリットについての詳細を述べる。

1 つ目のシステムのメリットは、Modoluca は対話形式で教科書読解の支援をすることである。Modoluca は、学習者が理解できない部分を判断して、学ぶべき数学用語を提案してくれる。学習者は Modoluca を使用し、わからないことがなくなるまで繰り返し数学用語を学習することで、教科書を戻って調べる学習方法の体験をすることができる。また、Modoluca を使用した対話式の学習方法は指導者を必要としないため、時間を選ばずに、一人で気軽に自学自習ができる。

2 つ目のシステムのメリットは、Modoluca はモバイル対応していることである。モバイル向けのアプリにすることで、ユーザーは使用する場所を選ばずに、手軽に学習ができる。また、Modoluca はウェブアプリであるため、登録すれば誰でも利用可能である。Modoluca は Microsoft Azure のクラウドサーバーで管理しているため、サーバー利用で発生する費用は、使用した分のみである。これにより、Modoluca は少ない利用者数でも低コストでの運用が可能になっている。

以上 2 つのシステムのメリットにより、Modoluca は、ユーザーに教科書を読むことを促進し、教科書を読むことを支援することに成功した。

最後に、Modoluca を実際に本学 1 年生に使用してもらったことで得た、本学 1 年生に対しての新たな問題点について述べる。

2017 年度は、Modoluca を作成し、本学 1 年生に使用してもらうことによって、本学 1 年生に教科書を読むことを支援することに成功した。しかし、実際に Modoluca を使ってもらったことで、教科書の読む箇所がわかっていてもそこに書いてある内容を理解できない本学 1 年生がいることが新たにわかった。また、Modoluca を使用しても、「数学の問題の解答の記述方法がわからない」、「公式や定理をうまく使えない」などの問題点が新たな知見としてあがった。

2020 年度では、我々は数学的帰納法の輪講を行ったとき、2017 年度のプロジェクト学習会と同様に、教科書をよく読んでおらず、数学の定義が曖昧であったことが問題だと考えた。そこから、仮説を考える際に、2017 年度が同じ問題を抱え、仮説を読むことをテーマとしていたことを知った。我々は、最終的に仮説では書くことをテーマとしたが、我々の活動の中で、2017 年度の活動内容を参考させていただいた。

(※文責: 岩崎照大)

1.4 2018 年活動内容

2018 年度の本プロジェクトでは「情報技術を用いて数理科学を学べる環境を整備し、1 年生の数学学習を支援すること」を目的として活動を行った。ここでは、活動内容を前期と後期に分けて説明する。

2018 年度の前期では、プロジェクト内学習会、解析学 I 勉強会、中間発表会が行われた。プロジェクト内学習会の目的は、数学の問題を解く上で、学習方法と数学の理解に関する現状を把握すること、そして 1 年生を支援するために必要である知識の習得であった。これらの目的を

Understanding how to learn Mathematics

達成するために、1年生が学んでいる『微分』の教科書に記載されている問題を輪講方式で学習が行われた。その中で学習方法についての問題点を集めてまとめた。その問題点とは、略解と自ら解いた解答を照らし合わせ一致した場合、理解していたと思い込んでしまうことであった。よって他者からの数学用語についての質問を受けた際に、答えられない場合があった。この問題点は、数学用語の意味を正しく理解しておらず、人に説明できない状態であることが原因であった。またプロジェクト内学習会で扱った問題のうち、証明問題が苦手であるということに気づくこととなった。その理由として、以下の3つが挙げられた。

- ・ 数学用語が理解できていない
- ・ 証明の方針が立てられない
- ・ 解答の記述の仕方が分からない

また、1年生は同じ大学の学生であるので、彼らの苦手とすることは当時のプロジェクトメンバーの苦手と一致する部分が多いと考え、「1年生は証明問題が苦手である」という仮説を立てられた。

次に、プロジェクト内学習会で立てた仮説の検証を行うため、解析学Ⅰ勉強会が行われた。また、1年生の数学学習の現状調査も行われた。参加者の解答、アンケートの分析、参加者が解答している様子の観察から、分析が行われた。

その結果から、1年生は証明問題が苦手であることを発見した。また、証明問題を解く際に苦手の理由となった、数学用語が理解できていない、証明の方針が立てられない、解答の記述の仕方が分からないことも当時のプロジェクトメンバーと同様であることがわかった。この結果から、1年生に対して証明問題に焦点を当てた学習支援をすることが目的となった。

中間発表会では前期に行った活動についての発表が行われ、発表技術と発表内容の評価を受けた。発表技術は、「プレゼンが見やすく理解しやすかった」、「聞きづらい」、「流れが悪い」などがあり、発表内容は、「発表内容の構成がわかりやすかった」という評価を受けた。

後期では、プロジェクト内学習会、Webサービスの構築、解析学Ⅱ勉強会、成果発表会を行われた。

後期プロジェクト内学習会の目的は、数学の理解に関しての現状把握、1年生の学習環境を支援する上で必要な数学知識の習得、Webサービスに導入するコンテンツ作成のためであった。この学習会は、前期プロジェクト内学習会と同様に1年生が取り組んでいる『微分』の教科書に記載されている問題を解き、解答の発表が行われ、発表者以外のメンバーと教員からのレビューを受けながら学習する方法であった。前期に見出した証明問題を苦手とする理由である「数学用語がわからない」、「証明の方針が立てられない」、「証明の記述の仕方がわからない」、この3つを意識しながらプロジェクト内学習会を行われたことで、これらを解決するためのヒントを得た。

証明問題が苦手な1年生に証明問題を解く手助けをするWebサービスの作成を行われた。証明問題を解く際に前提知識となる数学用語の確認と証明の方針立てを複数選択問題で行われ、次に証明問題の解答の文章を並び替えて証明問題を解くWebサービス『ならばま証』が構築された。『ならばま証』が証明問題の解き方を学ぶことに有効的であるかどうかの検証をするために、解析学Ⅱ勉強会を開催された。その結果、『ならばま証』が証明問題の解き方を学ぶことに有効的であることが明らかとなった。

最後にプロジェクトにおいて各プロジェクトが最終的な成果を発表する成果発表会が行われた。前期同様、発表技術と発表内容の評価を受けた。発表技術は、発表者に対して好意的な意見が

Understanding how to learn Mathematics

多く、スライドに関しては「見やすい」、「構成が良かった」などの意見が多くあった。発表内容に関しては、「証明問題に特化したシステムが良かった」という意見が多く寄せられたため、証明問題に注目したサービスを作るという点が評価された。

(※文責: 東和輝)

第 2 章 前期の活動

本章では前期に行った活動について報告する。前期の主な活動目的は我々の数学に対する理解度の把握、知識の習得と今年度からの大幅な学習環境の変更に伴う学習方法の変化の把握である。具体的には「数学の輪講」「学習環境の把握」「仮説の決定」「アンケートの作成」「中間発表会」である。それぞれの項目について目的、実施内容、成果を含め活動の詳細と前期のまとめについて述べる。

(※文責: 中村優真)

2.1 数学の輪講

我々は事前にそれぞれが解答してきた同一の問題について毎講義の初めに輪講を行ってきた。話し合いの中で、同じ数学の講義を受講してきたのにも関わらず、プロジェクトメンバーそれぞれで解答までの道筋が異なっていることに気付いた。それぞれの解答から、どのように記述することが丁寧でわかりやすいものになるかをそれまでに学んできたことを用いて考えた。

(※文責: 三木麻理子)

2.1.1 輪講の目的

輪講によって、メンバー同士がその考えに至った道筋を互いに理解することで、多面的なものの見方と思考力を養うことができる。また、複数人と協力することで問題解決能力の向上とコミュニケーションをとる中で問題自体への理解を深めることを目的としている。

我々のプロジェクトでは、「数学の学び方を理解する」というコンセプトが掲げられていた。これを実行していくための問題解決の第一歩として、輪講という形をとり、数学の学びに対してプロジェクトメンバー 1 人 1 人の理解度を確認しつつ、全員で共通の認識をもてるように意識した。

(※文責: 三木麻理子)

2.1.2 輪講で取り扱った内容

我々が取り扱った数学の問題は、「3 以上の自然数 n について $2^n > 2n + 1$ を数学的帰納法により示せ」という問題であった。まず初めにメンバー全員が各自で問題を解いて、その解答について議論をしていった。プロジェクト内で 1 つの数学的帰納法の解法を作り上げた。

その後は、微分の教科書の「極限」と「逆関数」の練習問題を一人一人に割り振って課題として解いてきてもらい、毎講義の初めに 3 人ずつ発表をし、それについてプロジェクトメンバーで議論をした。

・実際に取り扱った問題

(教科書問 11)

(3) $\arctan 1$ の値を求めよ

(教科書練習問題 1.6)

1.

$$(1) \lim_{x \rightarrow \pm 0} e^{\frac{1}{x}}$$

$$(2) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{1 + e^{\frac{1}{x}}}$$

$$(3) \lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^{\frac{1}{x}} - 1}{e^{\frac{1}{x}} + 1}$$

2.

方程式 $\arccos \frac{1}{\sqrt{5}} = \arctan x$ を満たす x を求めよ。

3.

(1) $\arctan x = \arcsin x \sqrt{1 + x^2}$ を示せ。

(2) $\arctan x + \arctan \frac{1}{x} = \frac{\pi}{2}$ を示せ。

4.

$y = \cot x$ の逆関数を $y = \operatorname{arccot} x$ とするとき次を示せ。

$$\operatorname{arccot} x = \begin{cases} \arctan \frac{1}{x} & (x > 0) \\ \arctan \frac{1}{x} + \pi & (x < 0) \end{cases}$$

5.

$$(1) y = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \text{ の逆関数は } y = \log x + \sqrt{x^2 - 1}$$

$$(2) y = \frac{e^x - e^{-x}}{2} \text{ の逆関数は } y = \log x + \sqrt{x^2 + 1}$$

$$(3) y = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \text{ の逆関数は } y = \frac{1}{2} \log \frac{1+x}{1-x} \quad (-1 < x < 1)$$

(※文責: 三木麻理子)

2.1.3 輪講から得られた成果

輪講という形をとることで、ただ自分が問題を解けるという地点に留まらず、より深い理解と自分の考えを伝える技術の向上が見られた。また、解法を書き出して見せ合うことで表現や定義の違いが多数あることに気づき、それを統一することで我々の数学的帰納法の解法を確立させることができた。

5月には、書き出した解答の差異を浮かび上がらせ、どのように明記すればより伝わりやすく、解答としてふさわしいものになるのかを模索した。まだ慣れていない点多かったため、全体的に説

明不足で方向性が定まっていなように感じた。それらを解説するため、例えば、 k が何であるのかを示すことや、イメージ図を描いて説明することなどをアドバイスし合い、反省点を毎回まとめた。・プロジェクト内で作り上げた数学的帰納法の解法

問題文 n_s を 1 つの自然数とする。

自然数 n に関する命題 $P(n)$ が n_s 以上のすべての n で成り立つことを数学的帰納法によって示せ。

解法の手順は以下である。

(1) $P(n_s)$ が成り立つことを示す。

(2) n_s 以上の任意の自然数 k を 1 つとったとき、 $P(k)$ が成り立つことを仮定する。

仮定から、 $P(k+1)$ が成り立つことを示す。

(1),(2) より、命題 $P(n)$ が n_s 以上のすべての自然数で成り立つことが証明された。

議論を行う際に、我々の数学の論理記号や記述の仕方の理解が曖昧であったため、議論の中で人に説明をする際に間違ったことを間違ったまま伝えてしまうことが起こった。また、口で伝えることは難しいということがわかったが、丁寧に記述を行うことで相手に自分の意図を伝えられるようになると感じた。以上のことから、書いて伝えるという手段をとる事が重要であると考えた。

(※文責: 三木麻理子)

2.2 仮説と目標の決定

輪講を行った経験から、数学の学習において重要なことについて議論した。その結果から我々が立てた数学学習における仮説、およびそれを実証するための目標をここで述べる。

(※文責: 三軒家宏將)

2.2.1 仮説の決定

輪講を行う中で、オンラインの数学学習における 2 つの仮説を立てた。

1 つは教科書を読む機会が減ったということである。もう 1 つは書く機会が減ったというものである。その中でも特に我々は、数学的帰納法の輪講で数学では書くということが重要であると考えていた。このことから書くことに着目し、「数学の講義がオンラインになり、書く機会が減った」という仮説を立てた。

(※文責: 三軒家宏將)

2.2.2 目標の決定

我々は輪講の経験から、数学を理解するためには書いて伝えること及び書くことで知識を整理することが重要であると考えた。従って、私たちが立てた仮説が正しければ、オンライン講義の増加は書く機会が減少させ、「数学を理解する能力が衰える」という問題が生じるのではないかと推測される。

「書く」機会の増加を図るために『書いて学習する』ことの重要性を理解してもらい、数学における記述の力を身につけてもらう。そのための支援を行う。」という目標を立てた。また、この目標を達成するためには、どのように支援するのが効果的なのかデータを収集する必要があると考え、我々はアンケートを用いることにした。

(※文責: 三軒家宏将)

2.3 学習環境の把握

今年度は COVID-19 の影響により、講義の形式が大きく変わった。オンラインでの講義となり、対面でのコミュニケーションをとる機会が減少した。そのことにより、学習環境がどのように変化しているのかという現状を知るため、まず初めに我々はプロジェクトメンバーの現在の数学の学習環境について議論し、昨年度以前と変化が起きていることがわかった。本学 1 年生の数学の学習環境にも変化が起きていることが予想されたため、本学 1 年生の必修科目である線形代数学 I と解析学 I の講義の実態調査を行った。本章ではプロジェクトメンバーと本学 1 年生の数学学習環境の調査に関する目的、実施内容及び成果について述べる。

(※文責: 三木麻理子)

2.3.1 プロジェクトメンバーの数学学習環境の把握

今年度から学習環境が変わり、ほとんどの講義がオンライン形式になった。そこでオンラインでの数学学習について考えるために、まずは自分たちの数学の学習環境について話し合った。議論した結果、スクリーンショットなどの便利な機能を利用することで、ノートをとらなくても講義内容を記録することが出来るということが分かった。また、講義によっては講義動画がアップロードされており、いつでも講義内容を見返すことが出来るようになっていたことが分かった。このことから我々は、オンライン学習により手書きで板書をとることが減っている、という仮説を立てた。手で書いて覚えるということを重要だと考えたため、その機会が減ったことは問題であると考えた。

(※文責: 三木麻理子)

2.3.2 1 年生の数学講義環境の調査

本学 1 年生が受講している線形代数学 I と解析学 I の授形態を調査した。これらの講義は担当教員により形式が異なっていた。それぞれの担当教員にメールを送り、講義を受講、または講義動画の

視聴をし、調査した。講義形態には Zoom を用いてリアルタイムでオンライン講義を行う同期型の講義と、あらかじめ担当教員が録画した動画を定期的に公開する非同期型の 2 種類があった。板書には教員がタブレット端末のデジタルノートアプリの無地の画面にスタイラスペンで手書きで筆記する形式と、説明が記載された PDF 資料にスタイラスペンで加筆する形式の 2 種類があった。また、板書をとったノートの提出を課すクラスもあった。レポートについては多くのクラスは昨年度以前と同じく形式である A4 のレポート課題を配布し手書きで作成したものを提出するやり方をとっていた。しかし一部のクラスは本学で利用されている Web アプリ形式の教育支援サービス manaba を利用していた。manaba のページ上に公開された演習問題を与えられた選択肢から選んで解答し提出する形式であった。以上の事項について表 2.1 にまとめた。

科目	クラス	講義形態	板書	ノート提出	レポート
線形代数学 I	ABCD	非同期型	手書き	なし	手書き
	EFGH	同期型	手書き	なし	manaba
	IJKL	同期型	手書き	あり	不明
解析学 I	ABCD	非同期型	手書き	なし	手書き
	EFGH	同期型	手書き	なし	手書き
	IJKL	非同期型	PDF 資料に手書きで加筆	なし	手書き

表 2.1 講義の調査結果

(※文責: 相澤武留)

2.4 中間発表会

中間発表会は、各プロジェクト間の交流を目的としている。我々のプロジェクトの進捗を率直に報告するとともに他のプロジェクトの状況を知ること、そして、普段プロジェクト内ではあまり聞くことのできない第 3 者からの貴重な意見を得ることにより、今後のプロジェクトの進行に役立てることが目的である。また、今回の中間発表会は、COVID-19 の影響で Zoom を利用したオンラインでの発表になった。本節では中間発表会について記述する。まず初めに中間発表会に向けて行った準備の内容について示す。次に聴衆に記入していただいた評価シートから得られた結果を示す。最後にその結果をもとに行った考察及び反省を示す。

(※文責: 中井遥夏)

2.4.1 中間発表に向けた準備

中間発表会での発表を行うにあたり、一部メンバーはアンケート作成と並行して準備を進めていた。以下そのメンバーを「中間発表準備班」とした。中間発表準備班のメンバーは石原、三軒家、堂前、中村、中井である。

はじめに、中間発表準備班のメンバーで発表に必要な制作物を話し合った。そして発表に必要な制作物がプロジェクト紹介文・プロジェクト紹介動画・ポスターの 3 つであることを確認した。

次に中間発表準備班メンバー各人の制作物の担当を決めた。それぞれの担当は、プロジェクト紹介文が中村、プロジェクト紹介動画が三軒家と石原と堂前、ポスターが中井である。次に各制作物

の作成の過程について説明する。

プロジェクト紹介文は、担当者的中村がベースとなる文書を作成した。そのあと作成した文章をプロジェクトの時間内に教員やプロジェクトメンバーに複数回レビューしてもらった。教員からのプロジェクト紹介文のレビューでは「文章の主語述語が正しくない」や「前期に活動したことを端的に伝えられてない」などの指摘を受けた。それらの指摘をもとにして、本プロジェクトの活動の軸である「書くことの重要性」に着目したことが伝わるように意識して、プロジェクト紹介文を修正し完成させた。

プロジェクト紹介動画は、まず担当者的の堂前が中心となって前期で行った活動である「数学の輪講」「学習環境の把握」「仮説と目標の決定」「アンケートの作成」の4点についてスライドにまとめる作業を行った。「アンケートの作成」の詳細については、便宜上、本報告書内の「後期の活動」の章で後述している。

次に作成したスライドを教員やプロジェクトメンバーに複数回レビューしてもらった。スライドのレビューでは、「利用されているフォントの種類が統一されていない」や「本プロジェクトの目的や問題意識がはっきりと伝わらない」などの指摘を受けた。その指摘をもとにスライドの内容と見た目の向上を図った。スライドの内容の修正では、曖昧な表現や言葉を利用せず、前期時点での我々のプロジェクトの進行状況を正直に伝えることに重きを置き、端的に活動内容を紹介した。スライドの見た目の修正については、利用するフォントやフォントの大きさを統一したり、読みやすさを考慮してスライド一枚の文章量を減らしたりすることで、スライド内の情報を整理整頓し、スライドを完成させた。

そして、完成したスライドを利用して担当者的の石原と三軒家がプロジェクト紹介動画を作成した。プロジェクト紹介動画は、作成したスライドを利用しながら原稿を読み、録音するという形で作成した。作成する上で、「文章の区切り方」や「早口になりすぎない」などの観点を録音時に注意しながら原稿を読み上げ、プロジェクト紹介動画を完成させた。

ポスターは、担当者的の中井がプロジェクト紹介動画の際に用いられたスライドを内容を元に作成した。次にポスターのレビューをプロジェクトメンバーと教員で複数回行った。ポスターのレビューを行う中で「スライドの内容とポスターの内容が一致していない」や「ポスターの背景と文字の色が見づらい」などの指摘を受けた。その指摘をもとに内容と見た目について再度検討し作成した。再度作成したポスターは、スライドと内容を一致させつつ、文章の量を可能な限り減らし、代わりにインフォグラフィックスを意識してイラストや図を利用した。また背景の色を暗い濃い色、文字の色を明るい薄い色にすることで、濃淡をはっきりさせ、見やすくすることで完成させた。図 2.1 に中間発表のポスターを表示する。

[2020 中間発表] No.09 羽田新美 渡島 雅夫、寺井あすか、田中 吉太郎 アドバイザー 冨永 敦子

数学の学び方を理解する

Understand how to learn mathematics

参加者 Kazuki Krana 吉崎 悠大 Shota Iwasaki 河津 武史 Takeru Kitawa 石原 和真 Kazuma Ishihara 三好 孝宏 Kokiyo Sanganeya
 三木 尚子 Marina Miki 渡部 文 Jyu Wakabe 中村 夢美 Yuma Nakamura 小島 聖也 Tamiya Shoji 中津 遥真 Haruka Nishii 佐野 倫 Takeru Doman

活動内容 Our activity

1. 数学の輪講 A journal club of mathematic

行った理由 Reasons

- 学びの楽しさを共有する
- 相互に意見を述べたい

数学的帰納法を用いた理由 Reasons for using mathematical induction

- 上記のテーマが数学的帰納法で証明される
- 証明する過程が面白そうだったので
- 発表のしやすさや発表の準備が楽そうだった

わかったこと Findings

数学の理解が深かった → 間違ったことが伝わってしまう
 伝えることが難しいこと → 書くことによって他の人が理解しやすくなった

考察 considerations

- 言葉の定義を正しく把握しておく必要がある
- 書くという事が重要である

2. 仮説と本プロジェクトの目標の設定 Setting hypotheses and goal for this project

学習環境から考察

3年生の数学のオンライン授業の考察
 ↓
 授業のスクリーンショットを利用する学生が増えた
 ↓
 1年生の中にも手書きでノートをとらない学生がいるのではないかと仮説

仮説の決定

オンライン授業により書く機会が減少している

仮説から見える問題点

書く機会が減少したことで数学を理解する能力が衰えた

目標の決定

「書く」ことによって実際に起こる変化（授業中や説明文など）を把握にできるようなサービスを提供する
 ない、人に説明できるくらいまで理解してもらい
 「書く」ことの大切さを確認してもらう
 そのための実践を行う

3. アンケート作成 Questionnaire creation

アンケート作成の目的

- 仮説の立証のため
- 数学のオンラインでの学習環境の把握
- 有効的な支援策を考えるため

アンケート作成の準備

- 現代代数学Ⅰと解析学Ⅰの講義を体験し、授業形式・検査方法・レポートの量や内容を調べる
- アンケートのチェックリストを作成

授業形態の調査結果

- 対面式の授業と同じような授業やレポートの授業が多かった
- 一方でPDF資料に書き込むことを推奨している講義があった
- 毎授業に出されるレポートの分量にも差があった

Purpose

- To prove a hypothesis
- To understand the online learning environment for mathematics
- To come up with an effective support plan

Preparing the questionnaire

- Experience a lecture on basic algebra I and analysis I and investigate the class format / Writing methods / Estimating the amount and content of reports
- Create a questionnaire checklist

Survey results of the class format

- It was a lot of the same board and report classes as the face-to-face classes
- On the other hand, there were lectures that recommended writing to PDF documents
- There was a difference in the amount of reports given in each class

アンケート内容

- ノート作成に関する質問
- 数学学習の実態に関する質問
- 後期の学習支援につながる質問

ポイント

- 回答者が選択肢を選ぶのに苦労しないよう5個の尺度に分けた
- ノートをとる意味を明記して、回答者が迷いなく回答できるようにした

Questionnaire contents

- Questions about the format
- Questions about the reality of Mathematics
- Questions that will help support learning in the 1st year

Point

- It is divided into five scales so that respondents do not have difficulty in choosing a choice
- The meaning of each filling was clearly stated so that respondents could respond to the questions without hesitation



実際のアンケートの形式

4. 後期の展望 Prospects for the second half of the year

- アンケートの実施
- アンケートの分析と仮説の立証
- 「書く」ことに焦点を置いた1年生の数学学習を支援するサービスをつくる

- Conducting a survey
- Questionnaire analysis and hypothesis proving
- Create a service to support first-year math learning with a focus on "writing"

図 2.1 中間発表のポスター

(※文責: 中井遥夏)

2.4.2 中間発表当日の状況

2020年7月17日金曜日にオンラインにて行った。14時50分から15時50分まで予めYouTube上の紹介動画を見せた。その後、Zoomで改めて前期の活動の説明を行った上で、質問や意見を受け付けた。

(※文責: 中井遥夏)

2.4.3 発表評価シートの結果

我々は、2020年7月17日金曜日に行った中間発表会の聴衆に「発表技術」「発表内容」「仮説の評価」の3つの観点から評価をうけた。また今回は、COVID-19の影響でZoomを利用したオンラインでの発表だったため、発表評価シートの記入も紙媒体ではなく、Googleフォームを利用した評価シートに記入してもらった。発表評価シートはこの3つの項目に対して、1（非常に悪い）から10（非常に優秀）の10段階評価と自由記述によるコメントを記入してもらうものであった。中間発表会当日では、学生と教員を含む43名（学生36名、教員7名）の評価を集計した。

発表技術の評価についての平均は、7.28(回答数 $n=43$ 、標準偏差 $SD = 1.48$)、葉票内容についての評価の平均は、7.40(回答数 $n=43$ 、標準偏差 $SD = 1.44$)、仮説についての評価の平均は、7.33(回答数 $n=43$ 、標準偏差 $SD=1.68$)であった。発表技術の評価点数と人数のグラフ(図 2.2)、発表内容の評価点数と人数のグラフ(図 2.3)、仮説の評価点数と人数のグラフ(図 2.4)、それぞれ評価の平均と標準偏差のグラフ(図 2.5)を以下に載せる。また、自由記述で得られた回答の一部を以下に挙げる。

発表技術

-良い点

- ・手書きという行動の重要性について、気づいたプロセスが明確
- ・ビデオオンはプロジェクトとしてプレゼンしてる感があるがよい
- ・スライドを適宜見せてくれたので質問がしやすい。
- ・質疑応答では、あらかじめ想定問答が用意されていてよかった。

-悪い点・指摘

- ・話をつなげるために聴衆者を指名するのはかなり認知的負荷が高い。
- ・発表の流れをもう少し考えたほうが良いかなと思った。
- ・カンペを読んでいるだけの発表という印象
- ・文章を読むのが速いのでわからない部分が多かった
- ・動画内容で説明したことを10分間使って説明していたため質問する時間があまりにも短かった。
- ・動画で内容は紹介しているので説明は短くていい

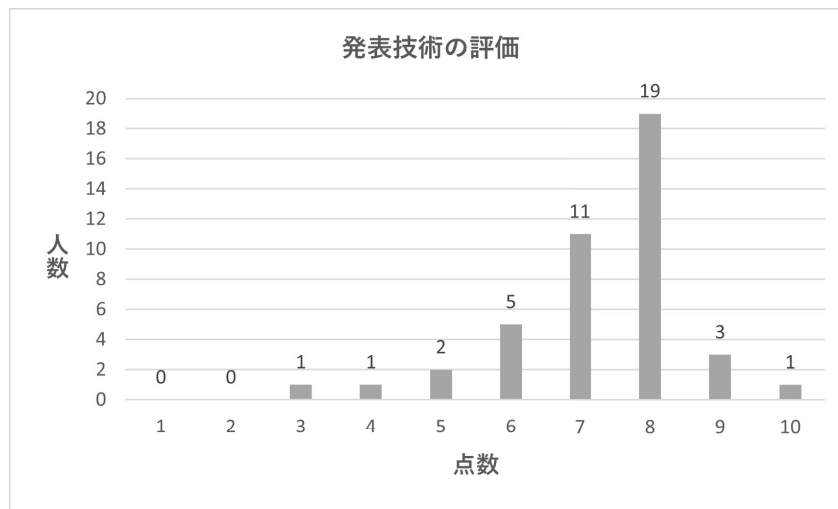


図 2.2 発表技術に関する評価の分布

発表内容

-良い点

- ・仮説の根拠がわかりやすかったと思う。
- ・仮説から調査までの内容がまとまっており、理解しやすかった。
- ・実際に数学的帰納法を解いて得た課題から考察できている点がいいと思った。

-悪い点・指摘

- ・どんなものを作るのか、最後までよくわからなかった。
- ・それぞれで結論に至るまでの内容が長く、伝えたいこと、伝えるべきことがはっきり伝わってこない。
- ・最終的な目標は「1年生向け」の「数学学習支援」サービスを作ることなのではないでしょうか。動画の最後では1年生、ポスターの目標には書くことによって書いてあり、どちらなのかわかりにくかったです。

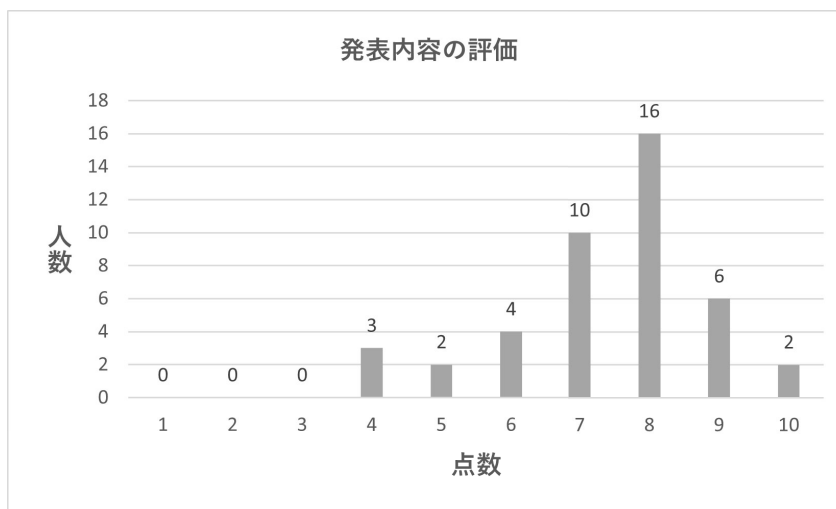


図 2.3 発表内容に関する評価の分布

仮説の評価

-良い点

- ・プロジェクトのメンバー自身の問題から問題を探していくことがよかった。

-悪い点・指摘

- ・仮説を立てる前の調査が足りない気がした。
- ・書くことが減ったからどのように影響するかについて仮説を立てるべきだと感じた。
- ・「書くことで他の人が理解しやすくなった」とあるが、「書くことで説明する人の理解が深まって他の人が理解しやすくなったのか」、「書くことで説明される人が理解しやすくなって他の人が理解しやすくなったのか」で後者の根拠にはならないと思った。

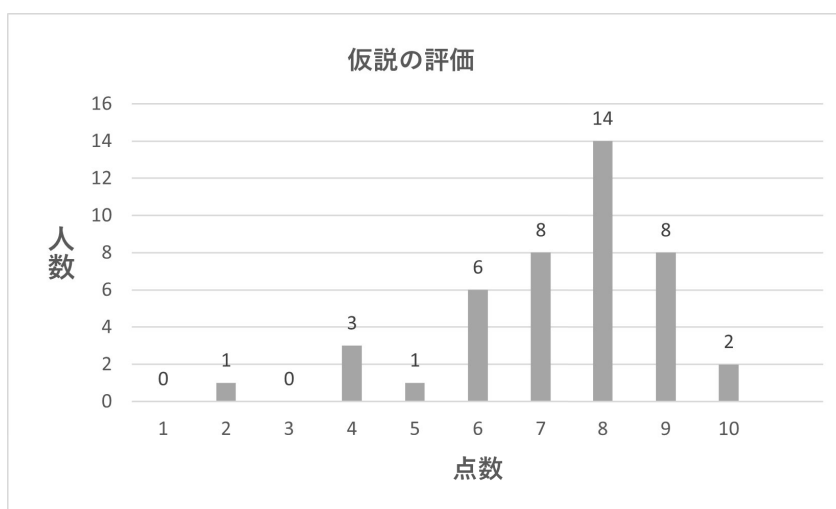


図 2.4 仮説に関する評価の分布

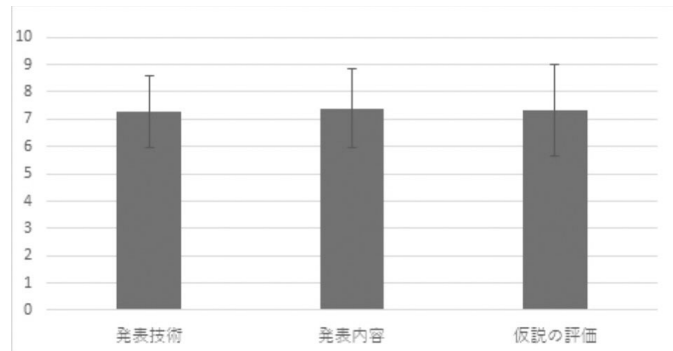


図 2.5 講義の調査結果

(※文責: 小路智也)

2.4.4 考察

我々の「発表技術」「発表内容」についての平均の評価は、高い値をとっていたが、コメントでは聴衆から発表に対する悪い指摘を受けることも多々あった。

まず初めに、発表評価シートのコメントから中間発表会までの準備段階における反省点を述べる。聴衆からは、「カンペを読んでいるだけの発表」、「15 分の場を聴衆者を指名するのは負荷が大きい」、「事前動画で説明したことを 10 分間使って同様に説明していたので、質問する時間が短い」などの指摘が多くみられた。我々の中間発表会に対する発表の準備不足や、オンラインでの発表という新しい形式にあらゆる可能性を考えた対応が不十分だったため、このような結果を招いた。これから我々の問題点は、中間発表に対する制作物に取り掛かる時期が遅れ、すべての制作物を同時進行で扱うことになってしまったため、当日ギリギリまで完成させるのに時間を費やした。これによって、発表練習、聴衆者から見た視点、当日の発表の流れなどの議論をチームメンバーで共有する時間を作ることができなかったことも原因として挙げられる。そのため、聴衆からは、我々の発表に対する問題が多く見られたのではと考える。早い段階から中間発表会を見据え、スケジュール管理をすることで、精度の高い発表を作り上げていくべきであった。この経験から、先を見据えたスケジュール管理の重要性を認識した。

次に評価シートに基づいて我々の活動を振り返る。まず初めに我々の発表で、高評価を受けた点について述べる。発表技術の評価に関しては、「スライドを適宜みせてくれたので、質問しやすい」「ポスターを画面に表示することで、内容をとらえやすくしているのが良い」という良い指摘を頂いた。理由として、発表を聴衆者視点で考慮し、必要最低限の情報量で、簡潔にまとめられたポスターを用いて説明することで、聴衆者が困惑しないように配慮したためである。また発表内容や、仮説の評価については、「実際に数学的帰納法を解いて得た課題から考察出来て良い」、「仮説の根拠がわかりやすかった」などが挙げられた。

その次に、反省すべき点について述べる。発表技術に関しては、発表の流れに対する指摘が多く見られた。また発表内容と仮説の評価については、「どんなものを作るのか、最後までよくわからなかった」などの指摘から我々の目標設定のあいまいさが浮き彫りとなる結果となった。今後プロジェクト内で時間管理やシステムの具体的な詳細について議論していく必要がある。

(※文責: 小路智也)

2.5 前期のまとめと後期の展望

我々は、数学的帰納法を用いた問題を解くことから「数学の学び方」とは何かを考えた。そして、オンラインという環境の中、本来の学習と異なる点を我々の現状から考えた。これらのことから、本学1年生における数学学習で「書く」ことが減ったことにより、数学の理解度が低下しているのではないかという仮説を立て、数学における「書く」ことの重要性を理解してもらい、記述の力を身に付けてもらうことを目指すことにした。

我々は、数学の輪講を継続的に行うことで数学における記述に必要なことや我々の理解度を深めるということを行ってきた。これらの経験則から本学の1年生に対しても同じように体験してもらうことや記述を助けるような支援策を考えていきたい。そのために後期の初めにアンケートを実施し、1年生の数学学習の現状を把握することを行う。また、中間発表会では「目標や仮説に関して曖昧な部分がある」や「書くことにはいろいろな種類があると思うが、どういう『書く』を想定しているのか」といった指摘があった。このことを踏まえ、今後はより具体的な支援策や我々が想定している内容を議論し、最終成果物につなげていこうと考える。

(※文責: 堂前岳)

第 3 章 後期の活動

本章では後期に行った活動について報告する。後期の活動は前期に作成したアンケートの実施、Web アプリの開発、勉強会の実施、最終成果発表会、最終報告書の作成である。それぞれ項目で活動の目的や成果の詳細について述べる。

(※文責: 堂前岳)

3.1 アンケートの実施

本節では、アンケート班が行った、解析学 I、線形代数学 I における書くことに関する数学講義環境のアンケート調査について述べる。この調査では数学の講義がオンラインになり書く機会が減った、という仮説の検証と、Web アプリ『MWUN』のサービス設計とその使い方を定めるために質問紙を作成した。本節では、まず、アンケートの目的について述べる。次に、アンケートに向けての準備と、アンケートの質問項目の作成、実施について述べる。最後に、アンケートを集計し、得られた回答の分析結果と考察を述べる。

(※文責: 岩崎照大)

3.1.1 アンケートの目的

例年の対面式の解析学 I の講義ではほとんどの学生が大学ノートかルーズリーフのどちらかにシャープペンシルで板書をとっている。しかし、2020 年度の数学の講義はすべてオンラインで行われていたため、学生がどのような姿勢で受講しているかが不明であった。そのため、板書のとり方などの数学学習の状況を明らかにする必要があった。またオンライン、対面に関わらず数学学習におけるノートを書く機会や教科書の練習問題を手を動かして解く機会などはじめとした「書く」機会が解析学の理解にどの程度影響を及ぼしているのかを明らかにする必要があった。これらを調査するため、高校時に板書をとった頻度、解析学 I で板書をとった頻度、レポート成績、わからない問題を相談する機会の有無について調査した。

(※文責: 渡部丈)

3.1.2 アンケートの準備

アンケートの準備にあたって、まず過去の学術的なアンケートの例を調べた。2018 年度に本学で行われたプロジェクト「数理科学を学ぶ環境のデザイン」で行ったアンケートを参考にした。またアンケート作成経験のある学生がいなかったため、参考文献 [1] をもとにアンケートの作成、実施、回答の分析を行った。2020 年現在、インターネット上で行うアンケートでは Google フォームが主流であり、CSV 形式で回答を出力できることから Google フォームでアンケートを実施する

こととした。アンケートの解析には、統計分析ソフト R を用いた。まず、R 環境を構築と基本的な統計量の導出方法の確認を班内で行った。R はバージョン 4.0.2 を用いた。

(※文責: 渡部丈)

3.1.3 アンケートの作成

回答者対象者は本大学の解析学 I の受講者全員であった。解析学 I の講義は 1-ABCD、1-EFGH、1-IJKL の 3 クラスに分かれており、それぞれのクラスの担当教員は異なっていた。数学における書くことと、数学の理解度の関係性を調べるために、相関係数の測った。

まず、解析学 I について学習する上で書く動作を伴った学習を以下の 4 つに分類した。「書くことを板書をノートにとること」、「講義で課されるレポート問題を解くこと」、「まとめノートを書くこと」、「試験勉強をした際にかくこと」の 4 つであった。板書をノートにとる頻度について調査するにあたっては解析学 I を担当する教員によって板書の形式が異なっていたため、すべての解析学 I のクラスに対応した質問文を作成した。

1-ABCD、1-EFGH の解析学 I の講義では担当教員がタブレット端末の画面を共有し、筆記に対応した Web アプリに板書を書いていき、その画面を共有する方式であった。共有された板書の内容は対面式の講義時のホワイトボードへの板書と似た形式であった。このため、紙ノートに書く頻度と共有画面のスクリーンショットについて質問することで調査した。1-IJKL のの解析学の講義は、予め担当教員が作成した講義資料に加筆していく形であり、スクリーンショットの有無と PDF 資料への加筆方法と加筆する頻度を調べる質問文を作った。講義ごとのレポートはほとんどの学生が提出しているため、調査しないこととした。

本プロジェクトメンバーが受講した 2018 年度の解析学 I の講義では一部の受講者が、主にテスト前に知識を整頓することを目的としてまとめノートと呼ばれるものを作っていた。これは、それまでにとってきた板書やレポート、教科書に記載された定義や解の導出手順のメモなどをまとめたノートのことである。まとめノートを作るにあたっては数学における書くことの一部にあたるものであるため、まとめノートを作ったか否か、及びまとめノートを作るのに費やした時間について調査する質問を作った。

一定数の学生はテスト前にレポートの解き直しや教科書の練習問題を解くことで、テスト対策をしていた。そのため、試験勉強において、教科書の問題を解く頻度やレポートの解き直し頻度を測るために試験勉強において手を動かす頻度と、試験勉強に要した時間について調査する質問を作った。

一般的に数学の理解度は数学のテストの点数で測っていた。また、講義ごとに課されるレポートは講義ごとで扱った内容の定着だけでなく、講義で扱った内容の理解度を測るためにも課されいた。そのため、数学の理解度を測ることができると考えた。これに加えて、テストとレポートは解答者が問題において適切な思考過程を踏んだことを紙を通じて採点者に伝えることができた場合に点数が作という性質を持っている。このことから書くことを通じて数学における人に伝える能力を示していると考えた。数学の理解度を測る数値、及び人に書くこと通じて数学を伝える能力の数値として自己申告制の解析学 I の成績の質問を設けた。解析学 I の講義の成績はテストと講義に課されるレポート問題から構成されていた。これらのテストの成績とレポートの成績の 7 対 3 の和を数学の理解度とした。

例年の解析学 I 書く頻度が減っているかを調査するための目安として、高校の数学の授業で板書

を手書きでノートをとる頻度についての質問を設けた。

2020 年度の解析学 I の受講生のほとんどは本大学の 2020 年度入学者であった。入学式が少人数で行われたことや、解析学 I を含め、多くの講義が全面的にオンラインで行われ交友関係を深める機会が減った可能性があるため、大学内での交友関係の広さが例年と大きく異なる可能性があった。そのため、例年では多くの学生が友人に解析学 I のレポートのわからない問題について相談しあっているため、解析学 I では相談し合うニーズが有る。今年度の解析学 I の受講生の相談し合うニーズが満たされているかを調査するため、友人に相談する機会について調査する質問を作った。また、相談し合った学生が相談した際に使った SNS や教える際に与えるヒントの出し方について調査する記述式の質問を作った。

(※文責: 相澤武留)

3.1.4 アンケートの実施

アンケートは 2020 年 10 月 2 日から 10 月 9 日に行った。104 件の回答が得られた。予めメールを 10 月 2 日に 1 年生全員に対して送付した上で、10 月 4 日に Zoom 上で行われた解析学 II の講義で 1 年生に対してアンケートの説明を行った。

(※文責: 相澤武留)

3.1.5 アンケートの結果分析の手続き

本アンケートの結果の分析には 2 つの方法を用いた。1 つ目は R を用いた分析であった。R での分析を行うために CSV ファイルの成形を Excel で行った。Google フォームから結果を CSV 形式でコンピュータにダウンロードした上で、Excel で CSV ファイル結果を Excel でタイムスタンプを削除し、質問文の選択肢が日本語書かれた部分を整数に置換した。また、記述式の回答も CSV ファイルに含まれていたが、R では記述式の回答にカンマが含まれていると正常に読み込めないため、カンマを句読点に変換した。書く機会と、成績の間の相関係数の出力と無相関検定を行うため、書く機会と成績にそれぞれスコアをつけた。書く機会は、4 つに分けた内の板書を手書きでとること・まとめノート作成・試験勉強において書く機会の 3 つからスコアを出した。スコアは書く量の多い板書の比重が大きくなり、試験勉強において書く場合は、板書に比べて書く量は少ないと見積もったが、頭の中で数式を立てながら書いていく作業であるため、比重を大きくすべきだと判断した。

書くスコア X_i は板書を手書きでノートにとる頻度と試験勉強にかけた時間とまとめノート作成にかかった時間の和をとった。データ数 $n = 104$ 、ノートをとる頻度を N_i 、試験勉強時間を S_i 、試験勉強において手書きの割合を Sr_i 、まとめノートを書くのにかけた時間を M_i として、

$$X_i = N_i C_N + S_i (S r_i + 3) C_S + M_i C_M$$

ただし、書くスコアを 10 としたとき、板書を手書きでノートにとる頻度を 5、試験勉強にかけた時間 (h) に書く頻度をかけた値を 4、まとめノートの作成にかかった時間を 1 の割合にした。

$$C_N \sum N_i : C_S \sum (S_i S r_i + 3) : C_M \sum (M_i) = 5 : 4 : 1$$

ただし、 $C_N = 1.17$, $C_S = 0.051$, $C_M = 0.45$ である。

成績スコア Y_i は自己評価でのテストの成績と自己評価でのレポートの成績の和をとった。テスト成績とレポート成績は 7 対 3 の割合とした。テスト成績を Gt_i 、レポート成績を Gr_i として、

$$Y_i = Gt_i D_{Gt} + Gr_i D_{Gr}$$

$$C_{Gt} \sum Gt_i : C_{Gr} \sum Gr_i = 7 : 3$$

となるように、 $C_{Gt} = 2.06$, $C_{Gr} = 0.84$ とした。

実際に相関係数を求めるために X_i の平均を \bar{x} 、 Y_i の平均を \bar{y} とし、以下の数式で相関係数 r を求めた。

$$r = \frac{\sum (X_i - \bar{x})(Y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (Y_i - \bar{y})^2}}$$

2 つ目に Google フォームの回答ページの下部にある、回答の概要にプロットされたグラフ (図 3.1) を用いた。成形後、R 上でデータフレームに読み込み、数値の出力とデータから回帰直線のプロットを行った。回帰直線を $b = \bar{Y} - a\bar{X}$ とし、最小二乗法から a, b の値を決定した。 x 方向に「書く量」のスコア、 y 方向に「数学の成績」のスコアの軸をとりデータの散布図と回帰直線を以下に示す。

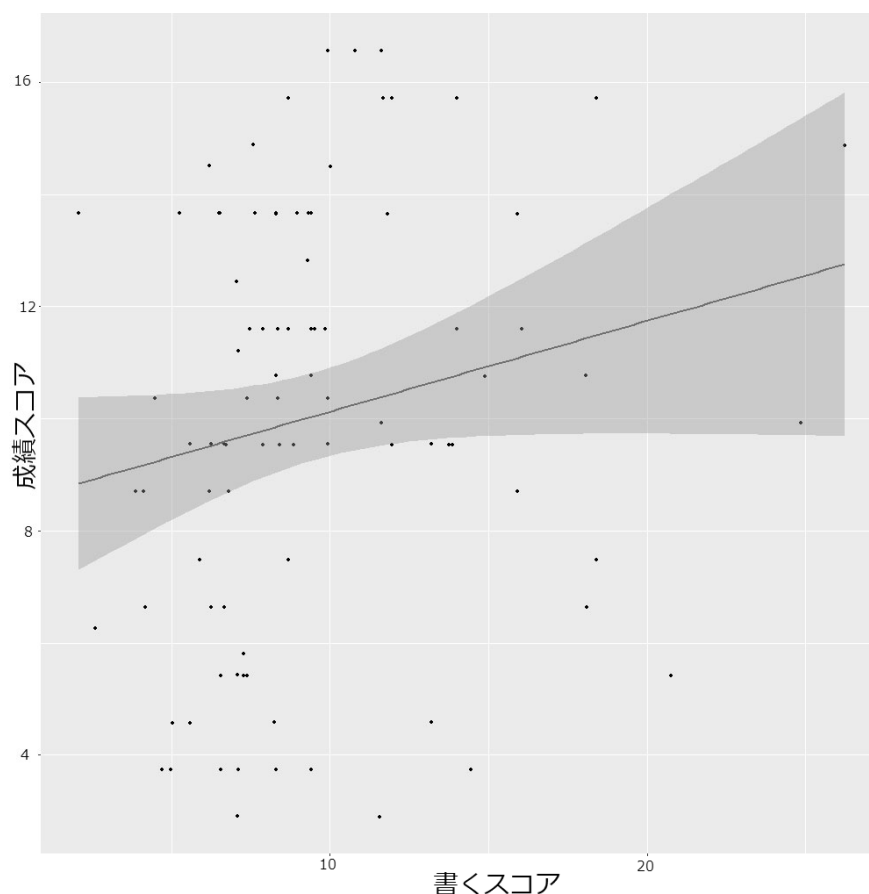


図 3.1 回帰直線と散布図

(※文責: 相澤武留)

3.1.6 アンケートの結果

105 件の結果が得られた。板書を手書きでノートにとる頻度は日本語の選択肢に対して、「毎回とっていた」を 5、「大体とっていた」を 4、「時々とっていた」を 3、「あまりとらなかった」を 2、「全くとらなかった」を 1 として数値を与えた。このとき、高校の数学の授業で板書を手書きでノートをとった頻度の平均値は 4.19 であり、解析学 I の講義で板書を手書きでノートをとった頻度の平均値は 4.26 であった。高校の数学の授業が対面式であったとみなすと、板書を手書きでノートにとる頻度は変化していなかった。スクリーンショットを時々、大体、または毎回とっていた学生は 16.2% であった。友人と相談した機会のある回答者は 59.0% であった。このことから、半分以上の回答者は友人と相談しようと思ったことがあることがわかった。友人と相談した機会のある回答者のうち SNS を利用した回答者は 60.9% であった。本学においてすべての学生が Zoom のアカウントを持っているが、相談した機会のある回答者のうち Zoom を利用して相談した学生は 3.13% であった。このことから、SNS で相談した場合があっても Zoom を用いて相談をした場合は非常に少なかった。また、解析学の得意な友人と自分の回答を議論したい回答者は 83.3% であった。

外れ値を除いた場合の書くスコアと成績スコアの相関係数は 0.19 であり、無相関検定を行った結果、5% の有意水準で有意であった。書く頻度と成績の相関は小さいながらあった。試験勉強において 5 段階で書く度合いと試験勉強の時間の積を試験勉強書くスコアとした場合、試験勉強書くスコアと成績スコアの相関係数は 0.28 であり、無相関検定を行った結果、1% の有意水準で有意であった。

(※文責: 相澤武留)

3.1.7 アンケートの考察

本アンケートは、数学における書く機会の増減と、数学について友人と相談するについて調査し、105 件の回答を得た。回答者の高校の数学の授業において板書を手書きでノートにとった頻度と解析学 I において板書を手書きでノートにとった頻度に差が認められなかった。数学において板書を手書きでノートにとる機会が減少していないという結果から、数学の講義はオンラインになったが書く機会は減っていなかったことがわかった。

解析学 I について友人と相談した機会のあった回答者が多かった。相談に利用したサービスには LINE や Twitter などの SNS が多かったのに対して、本学の講義で広く使われている Zoom を利用した回答者は少なかった。

一般的に、数学の理解度を高めるためには、書く機会が必要である。しかし、本アンケートの結果は調査した以下の 2 つの書くことが数学の理解度の相関について肯定する結果が出なかった。板書を手書きでノートにとることは相関係数が 0.19 であり、無相関検定から 5% 有意水準で有意ではなかった。まとめノートを書いた回答者は全体の 31.4% にあたる 34 件であり、まとめノート作成者の作成所要時間の標準偏差が 8.03 分と大きかった。この結果からまとめノートと成績スコアについて十分な相関関係は見られなかった。それに対して、試験勉強において書くことと成績の相関は板書を書く頻度よりも大きく、無相関検定は 5% 水準で有意であった。以上の 3 つの書く機会についての結果から試験勉強において回答者が解析学 I において書くことを促すことが効果的であると考えられる。

多くの解析学 I の受講者は教科書の練習問題を解くことで試験勉強をしていると考え、教科書の練習問題を書いて解くことを促すべきであることが示唆された。また、ビデオ通話ベースのサービスよりも SNS の需要が多い結果から、教科書の練習問題を解き、SNS に近い形のサービスを提供するのがよいと考えられる。

(※文責: 相澤武留)

3.2 『MWUN』の開発

前章を踏まえて我々は前期に行った輪講における書く機会に着目した。解析学 I、II の輪講では我々が輪講の準備を行うために書いた解答や聴衆に見せるためのノートを作ることは、数学の理解に対して効果的であったと感じていた。また、このことに加えて輪講では書いたものについてコミュニケーションをとったことも、数学の理解を促したと考えられる。

これらのことから、アンケートで最も効果的であった教科書の練習問題を解き、輪講のようなコミュニケーションを促す Web アプリを作ることにした。

我々は「人に伝えるために書くことの重要性」を通じて数学の理解を深めて欲しいと願い、Mathematical Writing for UNderstanding の頭文字から『MWUN』と名付けた。対象者は数学の学習者とする。この説では開発した『MWUN』の機能、狙い、概要、設計及び実装方法について紹介する。

(※文責: 中村優真)

3.2.1 『MWUN』の狙い

『MWUN』の主な狙いは「人に伝えるために書く」ことの重要性を意識してもらうことである。詳しい機能については後述するが、Web アプリには自分の解答をアップロードする機能があり、解答を他の人が見ても理解できるように意識したものを作る。そうすることで利用者は自分の意見を整理しながら正しい解答を書く。これを行うことによる恩恵が 2 つある。

- ・記述力の向上
- ・数学の知識の定着

の 2 つである。

まず、記述力の向上について説明する。利用者がアップロードした解答に対して他の利用者から指摘を受けたり、自分の解答と比較することで自分の解答の間違った部分、自分の解答に足りない部分を把握することができる。後にこの把握した部分を修正した解答で同じことを繰り返す。この作業を何度も繰り返していくことで誰が見ても理解できる数学的に正しい解答を徐々に作っていくことができる。

次に、数学の知識の定着について説明する。前述したように、正しい解答を作る過程で他の利用者から不足している事柄を得ることができる。つまり正しい解答を作るように意識づけることは同時に不足している数学の知識を補うことにもつながる。また、自分の理解できている部分について自分の力でまとめ、他者に指摘をすることで、指摘をした事柄についての理解度が深くなり、自分

の理解できている部分を再確認できる。この指摘を行うためには相手の立場になって詳細までわかりやすく伝えることが重要である。以上のことから人に伝えるために書くことは数学の知識の定着につながると考えた。

これら2つの恩恵を感じることで「人に伝えるために書く」ことの重要性を意識してもらう。

(※文責: 中村優真)

3.2.2 『MWUN』の機能

次に大まかに Web アプリの機能について述べる。

本 Web アプリは前述のとおり「人に伝えるために書くことを意識してもらう」ことを目標としており、ユーザが解答などの写真をアップロードし別のユーザがそれに対しコメントするという2つの機能がある。図 3.2 から図 3.5 までに表示する。

まず画像をアップロードするにはアップロードページで問題の単元、タイトル、ニックネームを入力して送信する。

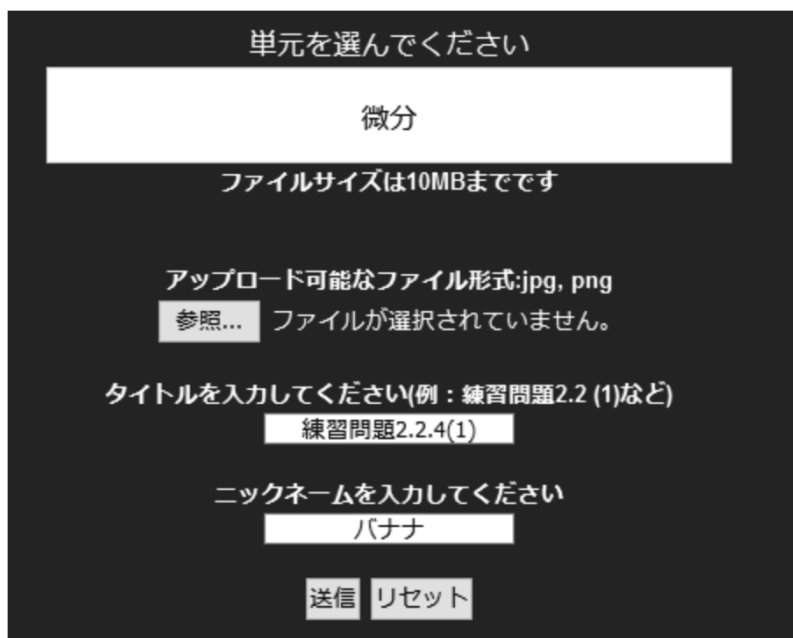


図 3.2 アップロードページ

すると写真一覧のページにこの写真のページが追加されるので、そこから写真のページを開くことでコメントを書くことができる。

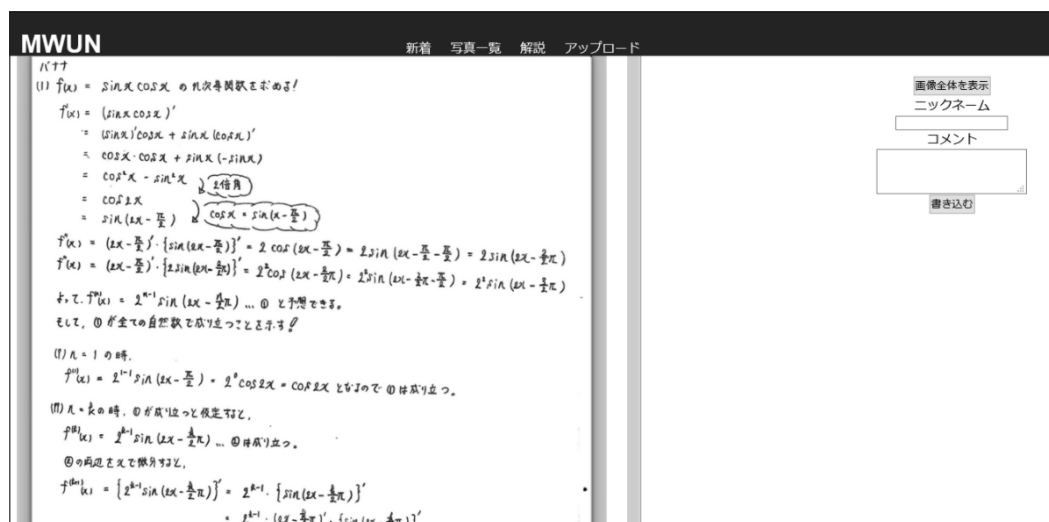


図 3.3 写真ページ①

右側にコメントを書き込む。

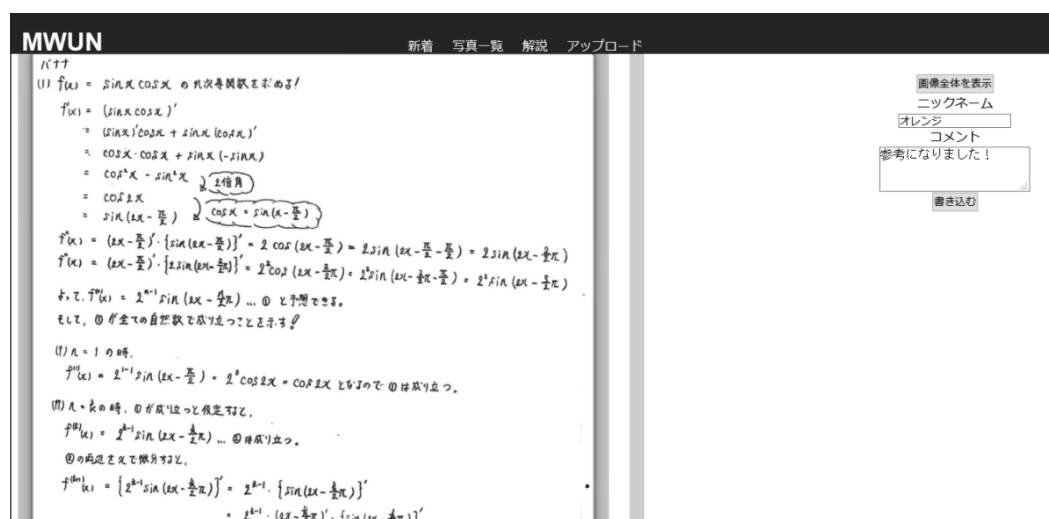


図 3.4 写真ページ②

すると画像の右側にコメントが表示される

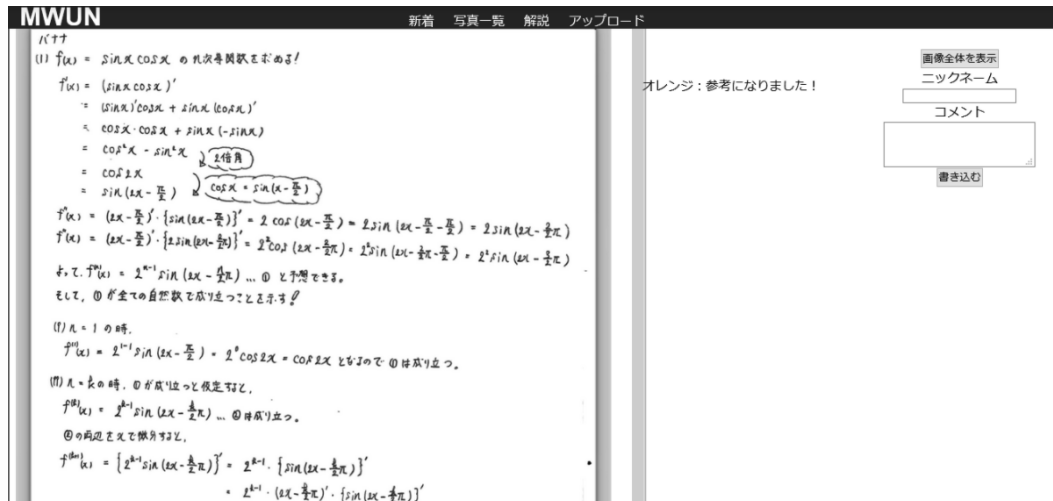


図 3.5 写真ページ③

このように、写真をアップロードする機能とコメントをする機能があるが、これらはプロジェクトの目的でもある「人に伝えるために書くことを意識してもらう」ことを狙いとして構成されている。

画像をアップロードする機能に対しては、主に次の3つの狙いがある。

- ・他の人が読みやすい解答を意識するようになる
- ・自分の知識の足りない部分を整理できる
- ・他のユーザの解答を参考にできる

コメントを書く機能については主に2つ狙いがある。

- ・他の人の解答から良い部分を取り入れやすくなる
- ・間違いやすい部分などを共有できる

つまりユーザにとって「人に伝えるために書くことを意識してもらう」という目的以外にも様々な恩恵があるシステムとなっている。また書き込まれたコメントは15分で消えるように設定されており、とりあえずノートなどにメモをとる必要がある。これも書く機会の増加につながるものとなっている。

本システムの特徴として、匿名性を持ちながら解答にコメントができる一方で Web アプリの管理者側で利用者の制限をすることができる。つまり他の SNS と比較してより解答について指摘を行いやすい環境であるといえる。

(※文責: 三軒家宏将)

3.2.3 『MWUN』の概要

まずは Web アプリという形態をとった理由についてだが、主に3つの理由がある。1つは大学への登校が制限されたことである。これによりオンラインで学習を支援するサービスの需要が高

まったと考えた。2つ目は好きなタイミングで利用できるということである。学生同士で時間を決めて集まらずとも他の学生から意見をもらったり、また他の学生に質問をすることもできる。3つ目は手軽であるという点である。サーバ上で Web アプリを起動させておけばユーザ側からインストールをする必要がなく手軽に利用できるのがユーザの増加につながると考えたためである。

また、3.1.1 節で述べたように写真をアップロードする機能とコメントをする機能があるが、これらはプロジェクトの目的でもある「人に伝えるために書くことを意識してもらう」ことを狙いとして構成されている。画像をアップロードする機能に対しては、主に次の3つの狙いがある。

- ・他の人が読みやすい解答を意識するようになる
- ・自分の知識の足りない部分を整理できる
- ・他のユーザの解答を参考にできる

コメントを書く機能については主に2つ狙いがある。

- ・他の人の解答から良い部分を取り入れやすくなる
- ・間違いやすい部分などを共有できる

つまりユーザにとって「人に伝えるために書くことを意識してもらう」という目的以外にも様々な恩恵があるシステムとなっている。また書き込まれたコメントは15分で消えるように設定されており、とりあえずノートなどにメモをとる必要がある。これも書く機会の増加につながるものとなっている。本システムの特徴として、匿名性を持ちながら解答にコメントができる一方で Web アプリの管理者側で利用者の制限をすることができる。つまり他の SNS と比較してより解答について指摘を行いやすい環境であるといえる。

(※文責: 三軒家宏將)

3.2.4 『MWUN』の設計

我々は、『MWUN』の開発を行う「システム班」と『MWUN』を実証するための勉強会を計画する「勉強会班」に分かれて作業を行った。システム班では、『MWUN』の要件定義、デザイン、開発を行った。この項ではシステム班によるシステム設計について述べる。

初めに Web アプリの狙いを実現するために必要な機能案を考えた。この段階で考えた機能案について以下に挙げる。

- ・单元ごとに対応する写真をアップロードする。
- ・アップロードされた写真に対してコメントを投稿する。
- ・解説ページを導入する。
- ・写真をアップロードすることで対応する単元の解説ページを閲覧できるようにする。
- ・指摘リクエストを送る。
- ・コメントを入力する際に数式のキーボードを導入する。
- ・PDF ファイルをアップロードできるようにする。
- ・確認テストを導入する。
- ・ユーザ登録機能を実装する。
- ・Twitter アカウントを連携して利用できるようにする。

以上を踏まえて、初めに必要最低限の機能が備わったプロトタイプの作成を行うこととした。プロトタイプに実装した機能は以下に挙げる。

- ・ 单元ごとに対応する写真をアップロードする。
- ・ アップロードされた写真に対してコメントを投稿する。
- ・ 勉強会で利用する問題の解答を解説するページの作成をする。

『MWUN』のデザインについては、画面構成案を手書きで作成し、システム班内で構成案についてフィードバックをもらい、その後 Adobe XD を用いて画面構成案の作成を行った。

(※文責: 堂前岳)

3.2.5 『MWUN』の開発環境と開発方針

『MWUN』の開発環境は、VSCode で HTML、CSS の編集を行えるようにし、データベースと PHP の動作環境には、Xampp を用いた。これらの言語を用いた理由としては、システム班にフロントエンドの構築経験がなかったことである。また、プロトタイプの作成は短い期間で行われるため、比較的学習コストが低くなるような言語を用いて作成した。javascript や jQuery、フレームワークを利用しなかった理由も同様である。

『MWUN』を運用するためには、サーバが必要であるため、利用するサーバについて検討を行った。サーバサイドも利用言語と同様にサーバ構築や管理の経験がなかったため、レンタルサーバを利用することにした。今回利用したレンタルサーバはさくらインターネットのサーバである。このレンタルサーバは、PHP の環境や MySQL の環境が構築済みであるため、今回の開発に向いていると判断し、利用するに至った。

(※文責: 堂前岳)

3.2.6 『MWUN』のサイト構成と画面構成

『MWUN』の画面構成はトップページ、写真一覧ページ、写真ページ、解説ページ、アップロードページである。画面構成図は図 3.6 に示す。トップページ、解説ページ、アップロードページは、HTML と CSS のみで作成し、写真一覧ページ、写真ページ、アップロードページは、PHP と MySQL を加えてページを作成した。各ページのデザインは、主に CSS で調整しており、背景色やテキストの中央寄せ、メニューナビのスタイルなどを設定している。

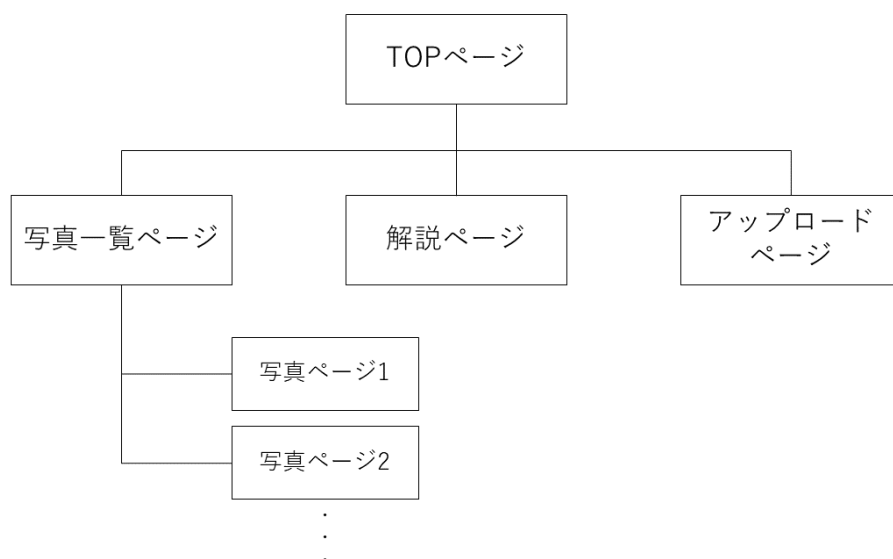


図 3.6 MWUN の画面構成図

(※文責: 堂前岳)

3.2.7 『MWUN』への機能実装

本項では、プロトタイプに実装した機能の実装方法とプロトタイプからの改善について述べる。

写真をアップロードする機能は、HTML ページに単元と写真のタイトルやユーザのニックネームを入力するテキストボックスを作成し、そのテキストボックスから取得したパラメータを PHP のソースでデータベースに作成した写真保存用のテーブルに格納するようにしている。このテーブルでは、写真のパス、単元ごとに割り振られた id、タイトル、ニックネームを保存している。この際、写真のパスを保存しているのは、ファイルそのものをデータベースに格納するとデータベースの容量を圧迫するため、ファイルを保存しているパスを保存することでデータベースの容量を小さくしている。写真はサーバ内に作成したディレクトリに保存されており、単元ごとにディレクトリを分けられている。保存された写真は、写真一覧ページから見る事が可能であり、写真一覧ページでは PHP のソースを利用して、選んだ単元の写真をデータベースから取り出し、アップロードする際につけたタイトルとニックネームを一覧に表示している。

アップロードした写真に対してコメントを投稿する機能は、写真一覧から選択した写真ページでできるようになっている。コメントは写真のパスとユーザ情報を格納しているテーブルとは別にコメント用のテーブルを作成し、選択した写真のファイルパスに紐づけてコメントの内容とコメントをしたユーザのニックネームをデータベースに格納している。「送信」を押すと入力したコメントが表示されるようになっている。

解説ページは、TeX で作成した解答の PDF ファイルを表示する形式で作成していた。しかし、ファイルを表示することで背景色と異なる色が混ざり、見えにくくなってしまったため、HTML のソースに直接 TeX を埋め込む形式に変更した。

前述した機能は実装することができたため、完成したプロトタイプをプロジェクトメンバーに利用してもらい、フィードバックを受けた。その際に写真がサイズが大きく、一定サイズのフレームに入れた際に写真全体を見通すことができなくなってしまうことや『MWUN』ならではの機能を

実装、ファイルのアップロードサイズに関する改善点がでてきたため、勉強会に向けてプロトタイプに修正を加えることになった。

写真全体を見通すことができない問題点に対して、写真サイズの縮小を行おうと考えたが、アップロードされる写真ごとにサイズが異なるためうまく実装することができなかった。そのため、別タブで写真全体を表示できるように「写真全体を表示」というボタンを追加した。

『MWUN』ならではの機能を新しく追加できないかを検討した結果、コメントを一定時間経過したら削除するという機能案が上がったため、実装をすることとなった。この機能を実装するために、コメントのテーブルに新たにコメントした時間を格納できるようにし、コメントした時間とチェックを行った時間の差を計算し、一定時間が経過していたコメントの削除を行う PHP ファイルの実行を cron で設定した。cron では、どのタイミングでコメントの経過時間チェックをするかを設定することができる。勉強会では、15 分経過したらコメントを削除するようにし、経過時間のチェックは 2 分ごとに行うように設定した。

プロトタイプ完成時にファイルアップロードサイズが制限されて、スマートフォンで撮った写真がアップロードできない問題点が出てきた。原因は、php.ini というファイルで初期設定されているアップロードの最大サイズが小さく設定されており、アップロードに失敗した写真のサイズは 2MB 程度であり、設定された値よりも大きくなってしまったため、アップロードされなかった。そのため、php.ini にアップロードできるファイルサイズの最大を 10MB に設定し、解決した。

(※文責: 堂前岳)

3.3 解析学 II 勉強会

本節では、本学 1 年生を対象として行った解析学 II 勉強会 (以下、本節では「勉強会」と記す) について述べる。始めに、勉強会の目的について述べる。次に、この勉強会を行うにあたっての準備状況と当日の実施内容について記述する。最後にこの勉強会から得られたアンケートや本学 1 年生の解答、勉強会の考察について述べる。

(※文責: 渡部丈)

3.3.1 勉強会の目的

解析学 II 勉強会とは、解析学 II を履修している本学 1 年生を対象とした勉強会である。対象を 1 年生としたのは、我々が行ってきた輪講の内容が 1 年生で学ぶ解析学についてであったこと、3.1 節で述べたアンケート調査によって 1 年生の数学学習の現状を知っていたことなどが挙げられる。

具体的には、我々が開発した『MWUN』を通して手書きで書くことを促し、人に伝えるための書くことの重要性を意識してもらうことを目的として勉強会を開催した。今年の COVID-19 感染症流行の状況から、例年のような対面形式での勉強会開催は困難だと思われた。だが、開発してきた『MWUN』の実証をするためにも、オンラインでの勉強会を企画することにした。

(※文責: 渡部丈)

3.3.2 勉強会における問題の選定

1年生のための勉強会を開くにあたって、前期の活動のように自分たちで数学の問題を解くことが重要だと考えた。なぜなら、1年生に解いてもらう問題はどのようなものが有益であるのか、どんな問題を扱えば我々の目的と一致するのかなどを知るためには実際に我々が解いてみなければわからないと考えたからである。そこで前期と同じ形式でメンバーの相澤、石原、三木、渡部、小路を勉強会班とし、数学の輪講を実施した。

輪講で利用した問題は、1年生の利益になることを考えて、『微分』[1]の教科書の中からの中間試験で出題される範囲から選んだ。具体的には練習問題2.2の問2、問3、問4と練習問題2.4の問1と練習問題2.4の問4を解き、輪講を行った。解いていく過程で、どのような知識を用いて問題を解けばいいのかや問題が解けない人はどのような所で躓いてしまうのかということを改めて考えることができた。

そうして最終的に、勉強会で扱う問題は練習問題2.4の問4とした。我々が前期に数学的帰納法の問題を解いていた経験や、後期の勉強会にむけた輪講において、問題を解くうえで重要な点がいくつも含まれていると考えたことからこの問題を選んだ。実際の問題を図3.7に載せる。

n 次導関数 $f^{(n)}(x)$ を求めよ。

$$(1) f(x) = \sin x \cos x \quad (2) f(x) = \frac{x}{(1-x)^2}$$

図 3.7 当日扱った問題 (微分, 共立出版)

(※文責: 渡部丈)

3.3.3 勉強会に向けての準備

システム班の活動については3.2.4節で述べているため、ここでは勉強会班の活動について述べる。勉強会班は、勉強会に向けての作業効率を高めるため各メンバーが作業の責任を分担した。具体的な作業とは、

- ・勉強会開催の告知に関わる書類の作成や各方面への連絡活動
- ・勉強会全体に関するシナリオの検討
- ・勉強会で扱う数学問題に対する模範解答の作成
- ・我々が示したいことを裏付けるデータの収集をするためのアンケートの作成

の4つである。それぞれ具体的な活動について述べる。

1つ目について、勉強会を開催するにあたって、1年生への告知協力をお願いをするため、解析学IIの教員の方々にメールでアポイントをとった。また、告知のためにポスターの作成や参加フォームを作成をした。図3.8にポスターをのせる。そして、COVID-19感染症流行によりメンバーが

当日大学に集まるためには勉強会実施計画書をプロジェクト学習ワーキンググループに提出し、実施の許可を得る必要があった。そのため実施の目的・手段・日程などを細かく記述した計画書を作成した。実際に申請した書類については報告書付録 D として添付する。

解析学 II 勉強会

・実施要項
日時: 11月13日(金) 18:10~20:20(予定より早く終わる場合があります)
場所: Zoom(参加者にはリンクを後程お知らせします)
扱う問題: n 次導関数
持ち物: 微分の教科書、解答用の紙2枚
申し込み: 以下のURLまたはQRコードから
<https://forms.gle/FuFPKyj9RgJtMArB9>




図 3.8 ポスター

2つ目について、実際の勉強会を想定してどのようなスケジュールで実施するか、当日偶発的に発生し得る事案の検討などを詳細に行った。その過程で勉強会のリハーサルも必要だと考えたため、その企画も行った。リハーサルは我々が企画する勉強会が実現できるか、またどのような問題が発生するのかといったことを洗い出すことを目的とした。また当日は Zoom を用いて開催したため、画面共有用の進行スライドの作成も行った。進行スライドは1年生が今何をすればいいのかわかるようにタイムスケジュールの表示や、QRコードなどを示して簡単にアンケートに答えてもらえるように工夫をした。

3つ目について、勉強会で1年生に解いたもらった問題に対する解説用の模範解答を作成した。扱った問題は『微分』の教科書の n 次導関数を求める問題を扱ったが、1年生が躓きやすいポイントを今までの数学の輪講の経験も踏まえてわかりやすく記述するように工夫をした。また様々な解答があることを想定し、解答には別解も載せるようにした。模範解答は TeX で執筆し、PDF として勉強会終了後参加者に配布した。解答を作成するにあたって教員の方や TA から何度も指導をいただき作成することができた。

4つ目について、勉強会に参加した1年生へのアンケートの作成を行った。このアンケートでは、『MWUN』利用前と利用後での1年生の意識の変化をより詳細にとらえることができるように事前と事後でアンケート項目を考え、作成した。詳細なアンケート内容については3.3.5節において記述する。

(※文責: 渡部丈)

3.3.4 勉強会当日の実施内容

まず勉強会当日のプロジェクト活動について述べる。プロジェクト活動前の段階で、実施するアンケートの内容が確定しておらず、活動時間中にアンケートを作成することになってしまった。アンケートの未完了は、勉強会実施自体を破綻させ得る状況を招いたため、勉強会班としてはこの点猛省するとともに今後このようなことがないようにしていきたいと考えた。

勉強会は 2020 年 11 月 13 日金曜日の 18 時 10 分から 20 時 00 分の時間にオンラインで実施した。プロジェクトメンバーの集合には、本学 4 階の 484 室を利用した。その際は COVID-19 感染症対策に留意したうえで実施した。具体的には、社会的距離を保つため予め座席の指定を工夫して行ったこと、手指消毒・室内換気を十分に行ったこと、シートを作成し、体温・体調記録をしたうえで参加させたことなどであった。

個人で応募した 12 名には、事前に当日参加用の Zoom のリンクを通知した。当日の参加者は合計 10 名であった。勉強会当日の実施内容を以下に述べる。

まず開始時間になり次第、我々は参加者に勉強会のタイムスケジュールを説明し簡単なプロジェクトメンバーの自己紹介を行った。その後、事前アンケートの回答をお願いし、終了してから問題を解く際の注意点について説明した。注意点として、『MWUN』に解答をアップロードしてもらう都合上解答用紙は解く問題ごとに用意すること、解答者を一意に区別するため事前アンケートで記述してもらったニックネームを解答の左上に書いてもらうこと、どうしてもわからない時は教科書をまずは調べてみることを説明した。注意点を述べた後、扱う問題について参加者に説明した。出題した問題は『微分』の教科書の p.42 練習問題 2.2 の問 4 を扱った。解答の方法として、参加者に解答用紙を用意してもらって手書きで問題を解いてもらった。問 4 は 2 つの問題があり、最初の問題は『MWUN』を利用しないで解いてもらった。参加者が最初の問題を解き終わった後、我々は参加者に『MWUN』の利用方法について説明を行い、参加者に実際に『MWUN』を利用してもらった。具体的には解答を『MWUN』上で共有し、他者の解答の批評を相互に行ってもらった。『MWUN』を利用した上で問 4 のもう 1 つの問題に解答してもらい、最終的に 2 枚の解答用紙をとった写真をメール添付の形で我々に提出してもらった。これらが終わったのち、我々は参加者が解答した問題の解説を行った。最後に、勉強会後アンケートに回答してもらって勉強会を終了とした。

我々は、以上の内容で勉強会を開催した。表 3.1 に勉強会のタイムスケジュールを、図 3.9 に当日の様子を掲載する。

開始時間	終了時間	内容
18:10	18:20	開始の挨拶、事前アンケート回答、問題の提示と解く際の注意点説明
18:20	18:35	問題解答
18:35	18:45	Web アプリの説明
18:45	18:55	Web アプリの利用
18:55	19:10	問題解答
19:10	19:20	Web アプリの利用
19:20	19:25	小テスト解答
19:25	19:30	解答用紙回収
19:30	19:50	解説
19:50	20:00	終了の挨拶、事後アンケート回答

表 3.1 勉強会のスケジュール



図 3.9 2020 年 11 月 13 日オンライン勉強会の様子

(※文責: 渡部丈)

3.3.5 アンケート詳細

この章では事前アンケートと事後アンケートの結果について述べる。勉強会がオンライン実施ということもあり、事前アンケートでは 10 人、事後アンケートでは 9 人が回答した。アンケートでは Web アプリ「MWUN」を利用してもらう前と後にて、数学に関する意識調査を行った。事後ア

ンケートでは、事前アンケートと同様な質問を行い、書くことに関する意識に変化があるのかを調査した。それに加えて「MWUN」を勉強会の参加者が利用して UI(User Interface) の評価を行った。

(※文責: 小路智也)

3.3.6 分析に用いる検定方法

事前アンケートと事後アンケートでの比較を行うために両方の回答をした 9 人の勉強会参加者に統一して分析をすることにした。分析対象は事前と事後で同様な質問をした 4 つに絞った。また分析は統計計算するために Excel を用いる。Google フォームから得られた結果の事前データと事後データを Excel に 1 つにまとめて整理を行った。そこからアンケートの回答者を無作為に抽出した標本データとして検定することを考える。母集団の母数（「MWUN」を利用する学生達）について仮説を立てて、それが棄却するかどうかを統計的に母集団の平均に関しての差の検定を行う。[2]

2 つの標本は同じ対象の回答者で対応のあるデータとして考えることが出来る。そのため事前データと事後データの 2 標本の検定を行うのではなく、事後データから事前データを引いた差の 1 標本の検定方法を用いることにして、以下ではその差を「対応のあるデータの差」と呼ぶことにした。帰無仮説は、対応のあるデータの差の平均が 0 である、対立仮説は対応のあるデータの差の平均が 0 ではないとして考えた。対応のあるデータの差の母平均を $diff$ として数式で表記する以下のとおりである。

帰無仮説 $H_0 \quad diff = 0$ 、対立仮説 $H_1 \quad diff \neq 0$

母分散が未知の母平均 $diff$ の両側検定を行う。自由度 9-1 の t 分布に従い、有意水準を 1% に設定し、t 分布表を用いて $t_{8}(0.005)=3.355$ である。検定統計量 t とすると棄却域 R は $t < -3.355$ 、 $3.355 < t$ として検定を行う。この検定では母分散が分からないので、標本分散 S^2 を用いる検定統計量 t を利用する。標本を X_i 、 X_i の標本平均を \bar{x} 、標本数 n とする。以下の数式で標本分散 S^2 と検定統計量 t を求める。

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2$$

$$t = \frac{\sqrt{n}(\bar{x} - diff)}{S}$$

(※文責: 小路智也)

3.3.7 事前と事後アンケートの結果

この章では、「事前アンケートの結果」、「事後アンケートの結果」「事前と事後アンケートでの同様な質問の結果」「検定結果」の 4 つに分類して述べる。

・数学に関する意識調査の事前アンケートについて

1.1 数学に関して当てはまるものを選択してください。(複数選択可能)

選択肢は「数 IA が不安だ」、「数 IIB が不安だ」、「数 III が不安だ」、「解析学 I が不安だ」、「解析学

Ⅱが不安だ」「数学に不安がない」の6つである。数ⅠAと答えた人は5人、数ⅠBでは6人、数ⅠⅡでは7人、解析学Ⅰ、Ⅱではそれぞれ8人であった。数学に不安がない人は1人いた。

1.2「数学の勉強でわからないことがあった時に、誰に質問しましたか。」(複数選択可能)という質問に対して、選択肢は「先生」、「友人」、「上級生(TA)」、「その他」の4つである。

結果は「先生」、「上級生(TA)」がそれぞれ2人、「友人」と答えた人は10人と全員であった。

・事後アンケートでの「MWUN」のUI(User Interface)の評価について

2.1「他の人からもらったコメントを書き写しましたか？」という質問に対して、選択肢は「全て書き写した」、「ある程度書き写した」、「あまり書き写していない」、「全く書き写していない」の4つである。

結果は「ある程度書き写した」と答えたのが全体の66.7%、「あまり書き写していない」が33.3%であった。

2.2「コメントが消えることにより、他の人からもらった指摘を意識しましたか？」という質問に対して選択肢は「非常に意識した」、「意識した」、「意識しなかった」、「全く意識しなかった」の4つである。

結果は「非常に意識した」と答えたのは全体の22.2%「意識した」が33.3%「意識しなかった」が44.4%であった。

2.3「他の人がアップロードした画像から参考にしたことや発見したことはありましたか？」という質問に対して、選択肢は「あった」、「なかった」の2つである。

結果は「あった」と答えたのは全体の77.8%、「なかった」と答えたのは全体の22.8%であった。具体的な回答を見てみると、「自分以外のひとがどのように考えているのかがわかった」、「変換のしかたや、どう規則を見つけているかが参考になりました。」などがあった。

2.4「今後もこのシステムを利用したいと思いましたが？」という質問に対して、選択肢は6段階評価で、3の質問の尺度と同様である。結果は「4」と答えたのが4人、「3」また「4」がそれぞれ2人、「6」と答えた人が1人であった。尺度でいうと4以上の人が7人いて全体で77.7%であった。またシステムに関して具体的な解答を見ていくと、「コメントが消えるなどの工夫は良いと思いましたが、システム全体としての使い勝手やUIが悪く、今後も使おうという気にはなれなかったです。」「匿名取引なのが良かったと思いますが参加人数が少ないのである程度わかってしまうんだなあと思いました。」「UIが少し見にくいと感じました。匿名であったり、他の人からの意見がもらえるのはいいと思いました！」などがあった。

・事前アンケートと事後アンケートでの同様の質問について

3.1「数学を勉強するうえで、客観的な視点を意識して解答することは大事だと思いますか？」という質問に対して選択肢は6段階評価で、1が「とても思わない」、6が「とても思う」とする。

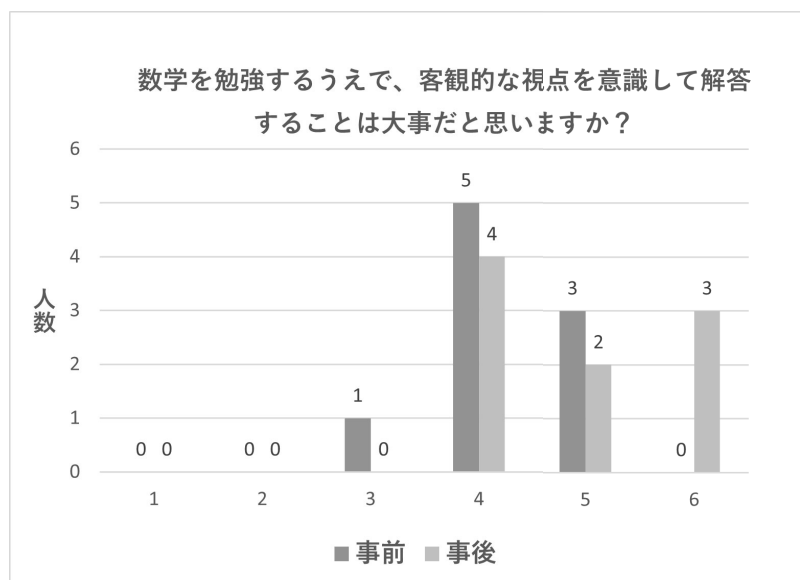


図 3.10 質問 3.1 に対する分布

結果は図 3.10 のように、事前アンケートでは「3」と答えた人が 1 人、「4」が 5 人、「5」が 3 人であった。また事後アンケートでは、「4」と答えた人が 4 人、「5」が 2 人、「6」が 3 人であった。

3.2 「数学を学ぶ上で他人の解答に対して指摘をすることは大事だと思いますか？」という質問に対して選択肢は 6 段階評価で、質問 3.1 の尺度と同様である。

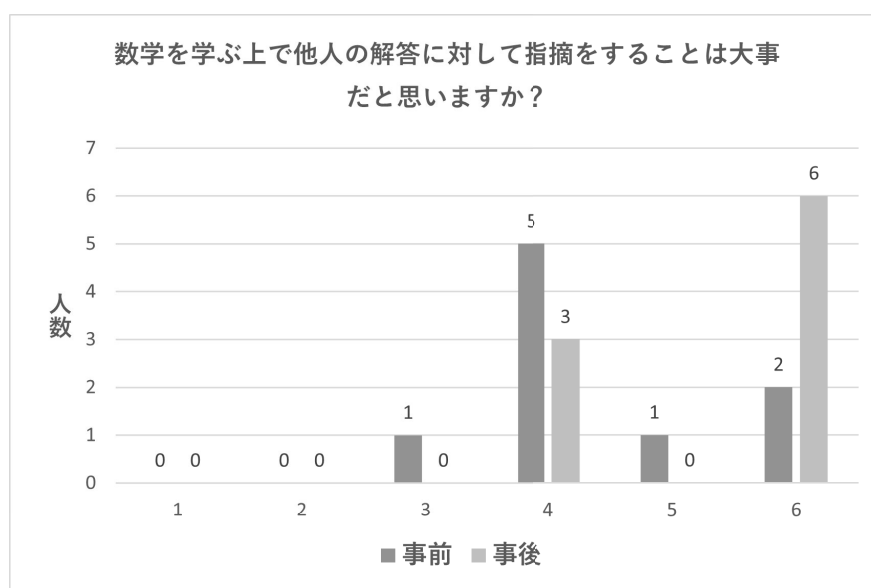


図 3.11 質問 3.2 に対する分布

結果は図 3.11 のように事前アンケートでは「3」または「5」と答えた人はそれぞれ 1 人ずつで、「4」が 5 人、「6」が 2 人であった。また事後アンケートでは「4」と答えた人が 3 人、「6」が 6 人であった。

3.3 「数学を学ぶ上で自分の解答に対して指摘を受けることは大事だと思いますか？」という質問に対して選択肢は 6 段階評価で、質問 3.1 の尺度と同様である。

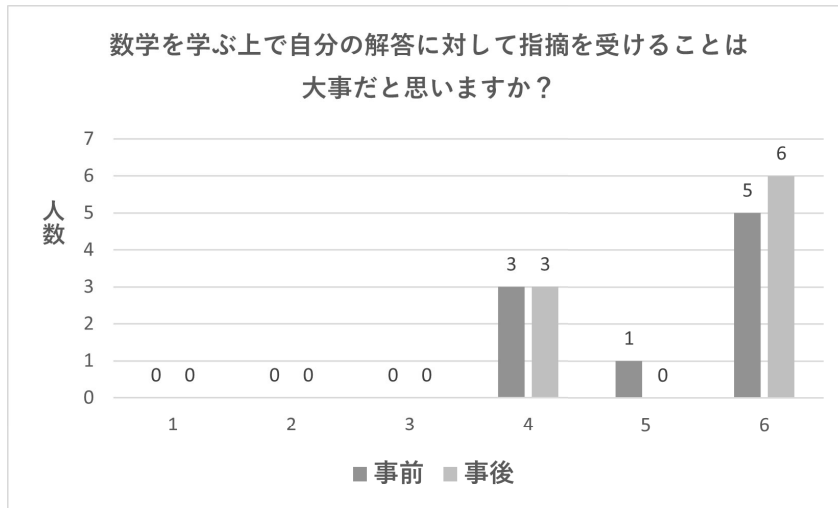


図 3.12 質問 3.3 に対する分布

結果は図 3.12 のように事前アンケートでは「4」と答えた人は 3 人、「5」が 1 人、「6」が 5 人であった。また事後アンケートでは「4」と答えた人は 3 人、「6」が 6 人であった。

3.4 「他の人の解答から自分の理解を深めることができますか？」という質問に対して選択肢は 6 段階評価で、質問 3.1 の尺度と同様である。

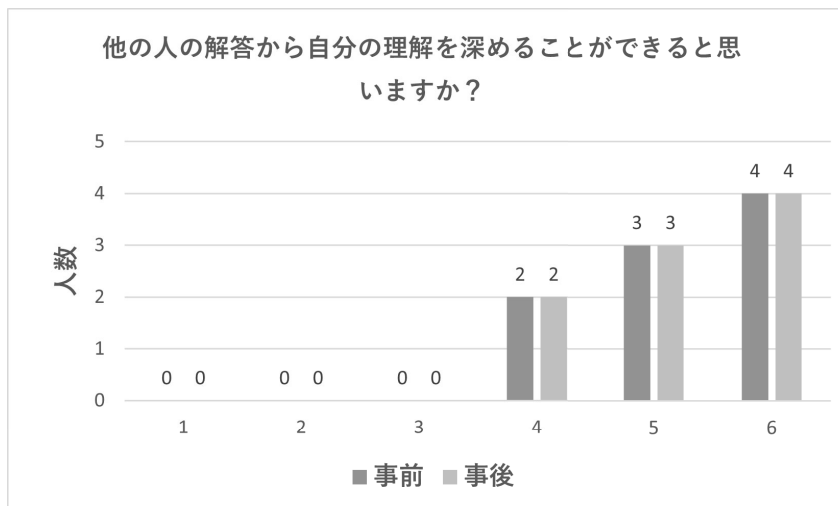


図 3.13 質問 3.4 に対する分布

結果は図 3.13 のように事前アンケートでは「4」と答えた人は 2 人、「5」が 3 人、「6」が 4 人であった。また事後アンケートでも同様の結果になった。

・ 検定結果

事前と事後で同様にした質問 3.1、3.2、3.3、3.4 に対して検定を行った結果、質問 3.1 は検定統計量 $T=4.000$ となり棄却域 R に入るため帰無仮説 H_0 は棄却された。質問 3.2、3.3、3.4 では検定統計量 T がそれぞれ $T = 2.285, T=0.426, T=0.000$ となり棄却域 R には入らないため帰無仮説 H_0 は棄却されなかった。

(※文責: 小路智也)

3.3.8 事前と事後アンケートの考察

事前アンケートでは、数学が難しくなるにつれて、不安を抱える生徒が多いという結果が出た。例年であれば、このような数学に対する不安は、友人や先輩に相談して解決することができた。しかし、今年は COVID-19 の影響で、ほとんどがオンラインでの講義となったため、疑問点を友人と直接コミュニケーションを取りながら解決するということが難しくなっていると予想される。しかし、このような状況でも、我々が開発した『MWUN』を数学の学習に取り入れることで、Web アプリを介して友人と一緒に問題に取り組むことができる。以上のことから、『MWUN』を用いた数学の学習の支援は学生たちにとって有用であると考えられる。

事後アンケートの質問 2.1、2.2、2.3 の結果から Web アプリ上で他の人からもらったコメントを自分の学習に生かすことができている学生が多いのではと感じた。しかし、「全て書き写した」という学生が 1 人もいない結果となったので、確実に指摘を書かせることを促せていないのか、質や量において書き写すに値するほどのコメントをもらっていない、または時間制限が短すぎて写せなかったといったことが考えられる。次に質問 2.4 の結果と『MWUN』のシステムに関する自由記述からは、利用者が匿名である点、他人からの意見がもらえるシステムは肯定的に受け入れてもらえる傾向にあったと思う。しかし、UI や使いやすさについて改善してほしいというコメントが多く見られた。それには『MWUN』の実用化に向けて、3.2.4 節で述べた必要最低限の機能、『MWUN』独自の機能を優先して実装をするまでに、勉強会のギリギリまで時間を要してしまった背景がシステム班の中で挙げられた。そのため、UI などデザイン面の修正までに手が回らなかったのではないかと考える。

(※文責: 東和輝)

3.3.9 解析学 II 勉強会全体の考察

『MWUN』のアップロード機能によって手書きによる問題の解答を共有・閲覧することができ、他者から指摘をもらうことで自分の解答を改善することができる。また他者に指摘をすることで、その分野に関する理解度を深めることができるようになる。

まず勉強会における『MWUN』についての考察を述べる。今回の勉強会において、指摘を行える・もらえる機能に対する共感の声やアンケート分析結果からも、解答の改善や理解を深めることを通して人に伝えるために書くことを意識してもらえたと考えられる。

参加者の解答に着目すると、さまざまな計算式や解法が 1 つとは限らない問題を扱ったので、参加者の解答の中でも計算過程や解答の記述の仕方にさまざまな違いが見られた。たいていの数学の問題の解法は 1 つだけしか掲載されていなかったり、また途中式の部分が省かれて書かれていることが多く、問題の解き方を人に説明できるまで理解するのが難しい。しかし『MWUN』を利用すれば、複数の解法、途中式、式変形、文字の定義の仕方、記述方法などさまざまなことを相手から学ぶことができるため、問題が解けている学生であっても別の解法を学ぶことが出来ると考える。そのため、勉強会での解答から、数学の問題で、複数の解法が存在したり、式変形を多く要するのであれば、1 つの問題に対して学べるものが多くあるので、『MWUN』の利用価値がより高まるとだろうと推測する。

また実際『MWUN』を利用している様子を見てみると、最初は自発的なコメントは少なかったが、我々がコメントを書いて促すことで少しずつコメントをする人が増えていった。このことから

やはり慣れていない人がいきなり建設的なコメントをすることは難しく、ある程度『MWUN』を用いて経験を積んでいくことで学習効果が現れていくのだろうと考えられる。

コメントが消える機能については、アンケート結果からある程度意味を持って受け入れられているが、本当に今の設定時間でよいのかという検討課題もある。UIなどの改善点もいくつかあるため、それらについては4.2節にて記述する。

次に勉強会での1年生の学習についての考察を述べる。事後アンケートの自由記述では、「そもそも微分がわかってないので、少し理解し難かったです」といった回答がみられた。この回答者にとって、基礎的な分野の理解ができていなかったのも、我々が行った解説では今回の問題を十分理解することはできなかつたろうと考えられる。全ての人の学習を十分に支援することは難しいが、数学学習において様々な悩みをもっている1年生のことを想定し、より親身になって企画ができていればさらに良い勉強会になっていただろうと考えた。

(※文責: 渡部丈)

3.4 成果発表会

成果発表会とは、プロジェクト内学習会において各プロジェクトが最終的な成果を発表する場である。2020年12月4日金曜日にZoomを用いたオンライン形式で開催された。我々は、Webサイトにてスライドを用いた発表動画とポスターを公開し、Zoomでは簡潔な説明を述べたうえで質疑応答を行った。本節では、まず成果発表会に向けての準備について述べる。次に、当日にZoom内で行った質疑応答について述べる。最後に、聴衆に記入して頂いた評価シートの分析と結果、考察について述べる。

(※文責: 岩崎照大)

3.4.1 成果発表会に向けた準備

我々は成果発表会に向けて、東、岩崎は勉強会企画と並行して準備を進めていた。以下そのメンバーを「成果物発表班」とする。

「成果物発表班」は、まずGoogleスライドを用いて発表時のスライド制作に取り組んだ。その際、TAから以下のアドバイスをいただいた。

- ・始めに伝えたいことを書き出し、それを1つ1つスライドに入れる
- ・スライド内の文字は簡潔にする
- ・白背景に黒太文字は視覚的に見づらい
- ・色を利用するときは色相環を参考にする

以上をもとに、まずは今年度の我々の活動を明確するためにGoogleドキュメントに書き連ね、それらをベースにスライドの流れを作成した。その後、スライドの内容についてのアドバイスを参考に詳細にしていき、それと同時に原稿の作成を進めた。

勉強会の終了後、「システム班」と「勉強会班」の一部を「成果物発表班」として合流し、「スライド・原稿」「プロジェクト紹介文」「プロジェクト紹介ポスター」の作成にメンバーを分担して取

り組んだ。「勉強会班」の一部は、勉強会のデータを分析し、スライドやポスターに掲載するための作業に取り組んだ。

「スライド・原稿」は、「成果物発表班」が事前に作成したものをプロジェクトメンバーと教員に発表し、以下の指摘を受けた。

- ・話に一貫性がなく、主張したいことや成果が分からない
- ・「書くこと」について詳細を記載すべきである
- ・グラフのメモリについて記載されてなく、不完全な状態である
- ・アンケート解析に相関係数を利用したが、具体的な数値を記載すべきである
- ・話の流れがつかみややすいよう、実際に行った順番から入れ替えるべきである
- ・システムの詳細を具体的に細かく伝える必要がある
- ・デザインが全体的に見づらい

これらの指摘を受けたため、スライドの再構築を行った。指摘部分を中心に、細部の修正やシステムのデモンストレーションを追加した。

今年度の成果発表会はオンライン上で行うため、発表時に Web アプリ『MWUN』の実演は不可能だと考え、デモンストレーションの動画を作成し、スライド内に入れることを決定した。動画は要点がわかりやすい「biim システム (図 3.14)」を採用し、字幕とは別に補足事項などを横枠に付け加えた。また、動画の字幕を発表者が読み上げるか、音声読み上げ機能を採用し読み上げさせるかという議論があった。議論の結果、音声読み上げ機能は個人によっては聞きにくく、耳障りなのではないかという意見があったため、発表者がタイミングを合わせて読み上げる形を採用した。

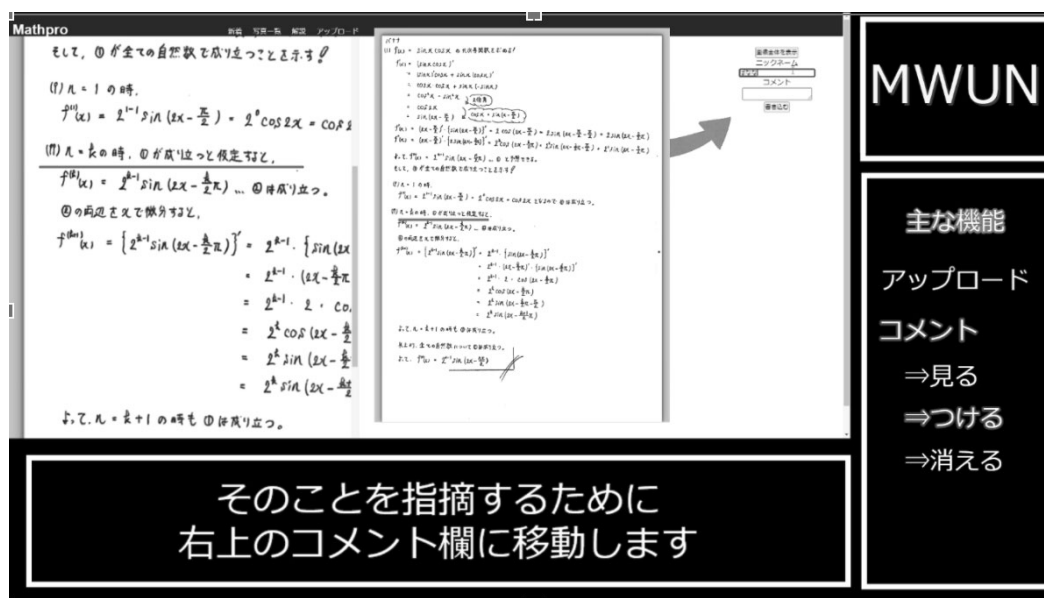


図 3.14 biim システムを利用したプロモーション動画の一部

「プロジェクト紹介文」について、担当メンバーが文章を作成しプロジェクトメンバーと教員全員でレビューをした。その際、スライドとの文言のズレが生じたので用語統一や、改めてストーリーを共有し、認識に誤差が生じないよう確認した。その後、改めてブラッシュアップし、最終版を完成させた。

「プロジェクト紹介ポスター」は、我々の活動がわかりやすいような見出しを 6 つに分けた。そ

Understanding how to learn Mathematics

の中で、ポスター内でストーリーが分かりやすいよう起承転結に重きを置いた見出しになるように作成している。見出しの詳細は前述の用語統一等を用いて作成し、閲覧者が見やすく簡単に理解してもらえよう要点をまとめた図や簡略化したグラフ、写真を用いた。図 3.15 にポスターを示す。

[2020 成果発表] No.09 担当教員 美馬 義亮、寺井 あすか、田中 吉太郎 アドバイザー 富永 敦子

数学の学び方を理解する

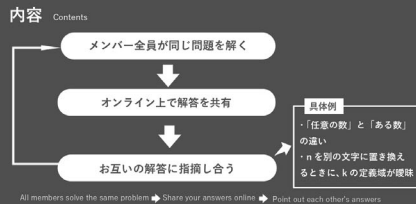
Understanding how to learn mathematics

東和輝 Kazuki Azuma 岩崎照大 Shota Iwasaki 相澤武留 Tekeru Aizawa 石原和真 Kazuma Ishihara 三軒家宏将 Kosuke Sangenya
三木麻理子 Mariko Miki 渡部文 Jou Watabe 中村優真 Yuma Nakamura 小路智也 Tomoya Shoji 中井遥夏 Haruka Nakai 堂前岳 Takeru Domae

① 数学の輪講

A journal club of mathematic

行った理由 Reasons
メンバーの理解度を確認する
Confirm the level of understanding of members in mathematical induction



結果 Result
人に説明する時に数学の言葉の定義に対する認識、解釈の食い違いが伝えた側と伝えられた側に生じた
When we explained the answer to others, there was a discrepancy in perception and interpretation of the definition of mathematical words between the speaker and the listener.

考察 Considerations
・自分の考えを相手に正確に伝えるためには
書くという手段が有効であると考えた
We thought that the means of "writing" was effective in communicating our thoughts to the other party accurately.
・書くことについて4つの分類をした
We made four classifications about writing.

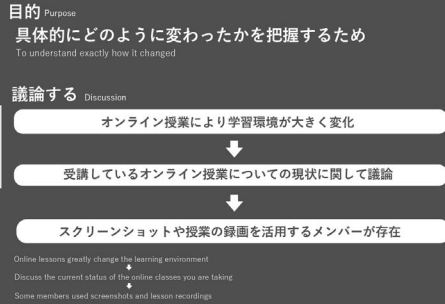
- 板書をノートにとる
- レポートの問題を書く
- 試験勉強で問題を解きなおす
- 学習用にまとめたノートをつくる

人に伝えるための解答づくりが重要だと考えた
We thought it was important to create answers to tell people.

② 学習環境の把握

Grasp of the learning environment

背景 background
今年度から学習環境が大幅に変更されたから
Because the learning environment has changed significantly from this year



結果 Result
メンバーの中で書く機会が減少している人がいた
The chances of writing are decreasing even for the first year students.

考察 Considerations
・本学1年生も書く機会が減少しているのではないかと
The chances of writing are decreasing even for the first year students.

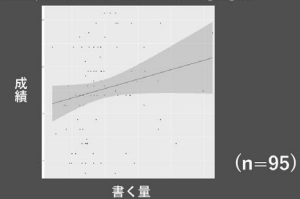
数学を理解を深めるために書く機会を増やしたい
We want more opportunities to write to better understand math.

③ アンケート調査

Questionnaire survey

目的 Purpose
書く機会が増加すると数学の理解が深まるのかわかるため
To confirm if more writing opportunities will deepen your understanding of mathematics

結果 Result
書く量と成績に正の相関があった
There was a positive correlation between the amount of writing and grades



書く量と解析学Ⅰの成績でピアソンの積率相関係数の無相関検定を行った結果
Results of uncorrelated test of Pearson's product moment correlation coefficient based on the amount of writing and the results of Analysis I

考察 Considerations
書く量が増えると成績が良くなる
→ 書く量が増えると人に伝えることが上手になり数学の理解が深まるだろう
→ オンラインでも書くことを促したい

The more you write, the better your grades
→ The more you write, the better you will be at telling people and your better understanding of mathematics.
→ We want to encourage first graders to write online.

④ Web アプリの開発

Web application development

Web アプリの開発目的 Web application development purpose
人に伝えるための書くことの重要性に気づいてもらうため
To make people aware of the importance of writing to convey

由来 Source
Math Write Understand Notice の頭文字を取って
→ MWUN (ムーン)
Take the acronym for math write understand notice → MWUN

Web アプリ「MWUN (ムーン)」の狙い Aims

- 人に伝えるための解答をつくることを意識させる
- アプリを使って指摘をうけ、解答を改善できる
- 人に伝えるための書くことの重要性に気づいてもらう

・Make people aware of creating answers to convey
・You can use the application to receive suggestions and improve your answers
・Make people aware of the importance of writing to convey

システムの機能 Functions

- 数学の輪講の経験をできるような Web アプリを開発
- 数学の解答を写真に撮り、アップロードする
- アップロードされた写真に他者が指摘を行う
- コメントが一定時間で消える

・Develop a web application that allows you to experience math journals
・Take a photo of your math answer and upload it
・Others point out the uploaded photo
・Comments disappear after a certain period of time

成果物 Product
インターフェース Interface



解答をアップロードする画面

解答を見て指摘し合う画面

⑤ 解析学Ⅱ勉強会

Studying for "Analysis II"

目的 Purpose
MWUNを通して人に伝えるための書くことの重要性に気づいてもらえるか確かめるため
To make sure that you realize the importance of writing to communicate to others through MWUN

実施内容 Implementation content

日時 11月13日(金) 18:10~
場所 オンライン開催
対象 解析学Ⅱ受講者 10名

・事前事後のアンケートの比較
・MWUN使用前後の解答の比較

勉強会の様子

アンケート結果 Questionnaire Results
解答を作成する際に気をつけることとは何か？
What are some things to keep in mind when creating answers?



アンケートからわかったこと What we learned from the questionnaire

- わかりやすい解答をつくる意識をもってもらった
- 客観的な視点を意識しながら解答する事の重要性を意識してもらえた

・They were conscious of creating an easy-to-understand answer
・They were aware of the importance of answering while being aware of an objective perspective

解答からわかったこと What we learned from the answer

- 指摘をうけて計算過程が詳細に書かれるようになった
- オンラインにも関わらず記述量が増えた

・In response to the indication, the calculation process has come to be described in detail.
・The amount of description has increased despite being online

まとめ

Conclusion

今年度の成果 Results of the year

- 書くことは、人に伝えることを意識することで数学の知識を整理でき、自分の考えを正確に伝えられる

- Web アプリ「MWUN (ムーン)」を制作した
- 「MWUN (ムーン)」の使用で人に伝えるために書くことを意識してもらえた

- Writing is conscious of telling people Organize your knowledge of mathematics and convey your thoughts accurately
- Created the web application "MWUN"
- By using "MWUN", we were able to make the first year students of Future University Hakodate aware of writing to tell people

展望 In future

これからの『MWUN (ムーン)』の改善点

- アカウント登録機能を実装する
- コメント通知機能を実装する
- 指摘と質問を区別できるようにする

Improvements of "MWUN" in the future

- Implement account registration function
- Implement a comment notification function
- Be able to distinguish between points and questions

図 3.15 プロジェクト紹介ポスター

発表当日のために、司会や説明担当者、質問への回答者を割り振り、数度にわたりオンライン上でリハーサルを行った。また、聴衆から受けるであろう質問を予想し、その回答を全員の共通認識と誤差が生じないものをいくつか用意した。

(※文責: 東和輝)

3.4.2 当日の質疑応答

・数学の記述を促すことでどういう効果を得ることが出来ますか？

→人に見せて説明できる解答を記述することで、自分自身もその問題に対する理解が不足している部分の発見や、より深い理解を得ることが出来ると考えています。

・『MWUN』と勉強会どちらが重要だったのでしょうか？

→勉強会は1年生に『MWUN』を利用してもらい、その前後での解答方法や書くことに対する意識の違いを把握するための実験として開催しました。ですので、勉強会で取り扱った問題を理解してもらい以上に、我々が想定している『MWUN』を利用することで得られる記述や意識を持ってもらえることを目的としています。

・Webアプリの指摘コメントが消える機能の時間制限によっては、記述を修正する時間が短いのではないですか？

→現状は15分で実装しています。理由として、自分の解答を修正する時間としては十分だと考えているからです。

・コメントによる指摘は高度なことだと思います。具体的に、数学ができる人とできない人の差についてはどう考えていますか？

→勉強会を行った際に観察していてわかったことですが、自分が理解していない部分を把握できない人はコメントを書く行為自体が難しいのではないかと考えています。そこで、そのような人向けになぜその解答方法になったのかをコメントできるような機能を考えています。

・このWebアプリを作るあたっの経緯はどのようなものだったのでしょうか？このようなことはZoomでもある程度できると思いますがどうでしょうか。

→このWebアプリの特徴として匿名で投稿することができます。普段関わりのない1年生ともやり取りが行えるということは従来のツールなどとの差別点となっていると思います。

・よくまとめられていて、COVID-19を意識してやっていたいいと思いました。しかしポスターのまとめが少し寂しく感じました。書くことが重要だというのは最初からわかっていたはずでこのプロジェクトでいろいろ発見したと思うのですが、プロジェクト内で得た学習成果、発見事項は具体的に何ですか？

→輪講から数学の理解がまだまだ足りていないことや、人によって記述方法が異なることに気づいた。そこから数学が得意なメンバーでも、相手に伝えるための記述ができていないことが分かりました。そこから書くことをおろそかにせず、相手に伝えることを意識して書くことが重要だと理解

しました。

・書く量と成績の相関のグラフを見ましたが、正の相関をみるのは非常に難しいと思います。書くことが大事そうだというのは直感でわかります。また学習のときに使う教材は人によって違うと思います。聞いて考える人もいると思うし、他のアプローチのしかたもあると思うのですが、違う方法も検討しましたか？

→今年度はオンラインでの講義形態に変更されたので、その一番影響を受けたであろう書くことに着目して仮説を立てました。

・数学的帰納法を輪講で取り上げたのはなぜですか？

→数学的帰納法の問題は証明をする必要があるため、式変形以外に、日本語で記述する必要があります。日本語で”ある自然数””すべての自然数”とはどのような違いがあり、帰納法の証明にはどちらを利用するのが適切であるかという議論が生まれました。

・書く量とあるが、数式を書く量なのか、説明を書く量なのか、どちらでしょうか？

→両方です。ただし、説明には、日本語での解答の説明も含まれます。

・相関係数 0.19 は正の相関とは言えないと思いますが、なぜ正の相関と捉えましたか？

→ピアソンの積率相関係数の無相関検定を行った結果、弱い正の相関がありました。1%水準で有意であるため、相関がないという帰無仮説が棄却されました。

・ログイン機能についてどのような理由で今後実装したいと考えていますか？

→主になりすまし防止と、つけられたコメントを見ずに消えてしまうことを防止するための機能を実装したいと考えています。

・個人の書くと Web アプリの書くの違いとはなんですか？

→個人の書くはノートを取る、アプリはレポート・試験を解くの書くであって、それに対する勉強は違うと考えています。

・アンケートで書く量とあるがこの基準はなんでしょうか？

→「板書を取る」「レポートを解く」「問題を解きなおす」「まとめノートを作る」の4つの項目について分けて考えたものを質問しています。

・その質問では文字数を数えさせたのでしょうか？

→文字数ではなく、主に書く頻度について質問しました。

・グラフの成績は実際の解析学 I の成績でしょうか？

→自由回答とし、あくまで主観的な観点で答えてもらうように質問しました。

・その質問は何段階評価で回答してもらいましたか？

→6段階です。

・学習環境の把握で、メンバー内で考えたが数学を学ぶ機会がある学生はいたのでしょうか？

Understanding how to learn Mathematics

→数学にかかわらず学習環境で考えました。

・書くことが大事だと気付かせるターゲットはどこを意識していますか？

→本学1年生全体です。

・人に伝えることが難しいと考えて、書くことだけに注目した理由はなんですか？

→今年度の情勢からオンライン上での支援を考えており、輪講の経験から口頭で伝えることよりも書いて伝えることが有効であると考えていたためです。

・勉強会後の意識や効果の向上について把握していますか？

→今はしていないが、今後行う可能性があります

・ポスターの今後の展望にはアプリに関する事について述べられていますが、考察にオンラインでも書くことを促したいというものがあります。こちらについては何か今後どのようにオンラインでも書くことを促そうと考えていますか？

→現状ではオンライン講義で利用していただければ、書くことを促すシステムになっていると考えています。

・数学が苦手な人に対する支援策は何か考えましたか？

→得意な人も理解できていないものが多かったので区別せずに支援策を考えました、実際に『MWUN』を使うと苦手な人もある程度手が進んでいました。

・システムの苦労点はなんですか？

→メンバーの一部はプログラミングに不安があったので1から勉強し、手探りで制作したことに苦労しました。

・写真のアップロードに私は苦労したのですが実際どうだったのでしょうか？

→プログラミングに詳しい人が中心となって制作しました。

(※文責: 中村優真)

3.4.3 発表評価シート

2020年12月4日金曜日、オンラインにて行い、共通のZoomのミーティングに参加し、各プロジェクト専用のブレイクアウトルーム内で発表を行った。前半と後半にメンバーを分けて、3回ずつ、計6回の発表を行った。その際に、評価アンケートを行うサイトを用意し、記入してもらった。評価シートの項目は、発表技術と発表内容の2つであった。この2つの項目は1(非常に悪い)から10(非常に優秀)の10段階評価と、自由記述によるコメントを記入してもらった。当日は、学生と教員を含む42名の評価を受けた。発表は聴衆が14時50分から15時50分の間にYouTube上の紹介動画を見た。

Understanding how to learn Mathematics

その後、Zoom の部屋で改めて前期の活動の説明を行った上で、質問や意見を受け付け、答弁をしたり、『MWUN』のデモを画面共有したりした。発表者以外は他プロジェクトの発表を聴き、評価した。

発表評価シートの結果として、発表技術についての評価の平均は 7.74（有効回答数 N = 42、標準偏差 SD = 1.72）であり、発表内容についての評価の平均は 8.05（有効回答数 N = 42、標準偏差 SD = 1.46）であった。発表技術よりも発表内容の方が評価が高かった。発表技術の評価点数と人数のグラフ、発表内容の評価点数と人数のグラフを図 3.16, 図 3.17、それぞれ評価の平均と標準偏差の箱ひげグラフを図 3.18 に載せる。また、自由記述で得られた回答の一部を以下に挙げる。

発表技術

-良い点

- ・初めに説明があったのが質問しやすかった
- ・スライドが表現の工夫があり、見やすかった
- ・質問に対しての回答が的確だった
- ・ポスターの流れがわかりやすく、見やすかった
- ・聞き取りやすい声だった
- ・発表の構成がしっかりしていた

-悪い点・指摘

- ・動画が単調で強調したい部分の印象が残らなかった、構成が自然な流れでリンクしてほしかった
- ・ポスターの色が暗めで、文章量が多かった
- ・囁んだり、ぼそぼそした声で聞き取りにくかった、話す間隔が長く理解しにくかった
- ・情報の共有が十分ではなかった
- ・MWUN の表示を大きくするか、表記を統一してほしかった
- ・グラフの詳しい説明があればよかった
- ・質疑応答の一度の応答での情報量を多くしてほしい

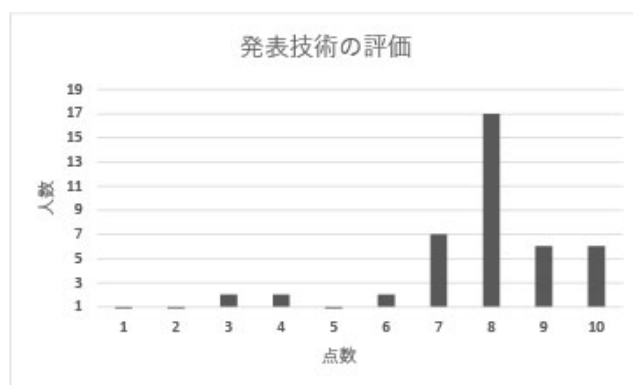


図 3.16 発表技術に関する評価の分布

発表内容

-良い点

- ・実験からの理論的考察が実を結び学力向上に貢献して素晴らしいと思う
- ・試行実験や考察から開発物を考案し提供、実際に勉強会を開いて評価を行うなど、プロジェクトが一通りの活動サイクルを回していることに興味した
- ・作成した Web アプリがどのような目的で作成されたか、その Web アプリを用いて実験を行ったことで、結果に具体性が増して、聞きやすい結果になった
- ・どういう経緯でプロジェクトが進んでいったのか分かりやすい発表だった
- ・電子化により今後さらに板書などは減っていくのではないかと考えているため、興味深い発表だった
- ・私たち高校生にとって身近な問題でありすごく分かりやすかった
- ・自分で感覚的にしかわからない数学の学びについて、よくわかる内容でよかった
- ・先生の鋭い指摘に対してもしっかり受け答えして納得させていた

-悪い点・指摘

- ・実際に紙に書く際とこの『MWUN』の明確な違いをもっと押し出して欲しかった
- ・講義を受けてもわからない問題が、たった数行のコメントやアドバイスで理解でき、自分の回答に反映させれるとは考えにくいと思う
- ・実験参加者をより増やすことができればより信頼できるデータになると思った・参考となる研究も見つけて欲しかった
- ・アンケートの取り方にちょっとだけ疑問を覚えた
- ・アンケートが主観的な項目が多いため、信憑性が少し足りないかなと思う
- ・まとめの内容が寂しい
- ・全体の取り組みを俯瞰して眺め、メタなレベルから「自分たちがやったことは何だったのか」を概念化してまとめられれば、さらに良かったと思う
- ・「書くことが重要だと（被験者に）気づいてもらうことができた」だけでは、プロジェクトのスタート地点からの差分が表現されてきていない
- ・MWUN が、客観的な視点を意識させるのに直接的に有効なのか、そもそも記入を促すという間接的な効果なのか、検討されるとよいと思った
- ・「書く」ことが重要なのはわかったのですが、「書く量」ではなく「筆記量」などのほうが見たい目が良いと思った

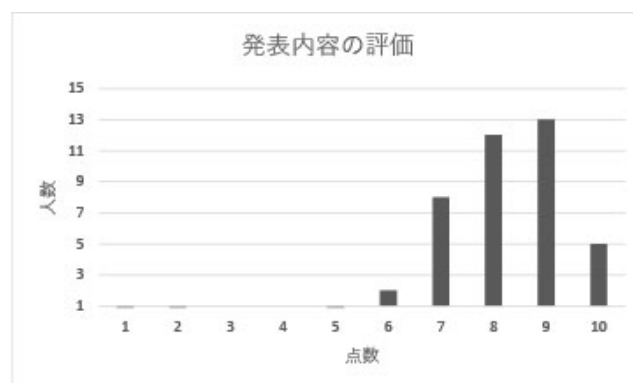


図 3.17 発表内容に関する評価の分布

『MWUN』について

-良い点

- ・『MWUN』のコメントが15分で消えるとのことだったが、消えることで自分でメモを取ることを促す効果があると思う
- ・ぜひアプリを完成させてサービスを開始してほしい
- ・コメントが20分で消える機能は考えたこともないものだったのでとても興味深かった
- ・自身の回答に対して他人からコメントが付けられる機能がオンライン学習の環境において使いやすそうでとてもいいなと思った

-悪い点・指摘

- ・アプリ内の解答の保証性をどのようにするのか気になった
- ・コメントが複数きたら時間が短いと思う
- ・コメントの付け方がTLでの文字表記のみでは何についてのコメントなのか理解しにくく書くことも難しい場合があると思う
- ・コメントの質にも左右されると思う

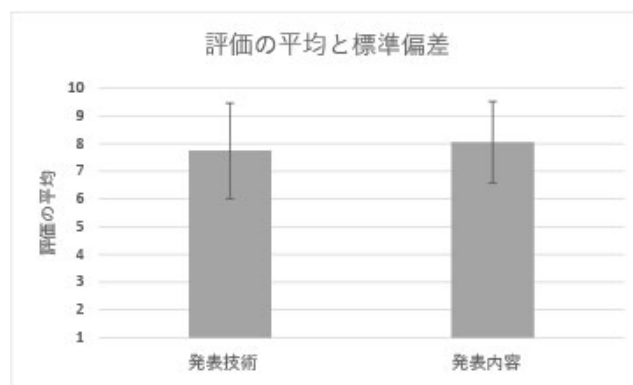


図 3.18 発表評価と内容に関する箱ひげ図の分布

(※文責: 中井遥夏)

3.4.4 考察

発表技術に関しては、発表者に対して、「聞き取りやすかった」という意見が多くあった一方で、「囁んでることが多い」、「話す間隔が長く理解しにくい」という意見もあったため、落ち着いた発言の必要性を感じた。ポスターに関しては、「見やすい」、「流れがわかりやすい」といった意見が多かったが、「文章量が多い」、「配色が暗い印象をうけた」といった意見もあるため、デザインに一部改善が必要だと感じた。また、発表に関して、「説明がわかりやすい」、「質疑応答が的確だった」といった好意的な意見が多かった。しかし、発表動画では「単調だった」といった意見が多かったため、発表の仕方やスライドに強調のメリハリが必要だと感じた。

発表内容に関しては、プロジェクト全体に関して、「書くことについての着眼点」、「Web アプリ

の開発」、「実験とその考察」といった一連の流れを評価するような意見が多かった。アンケートや勉強会で集計したデータに関しては、「主観的な項目が多く、信憑性が低い」、「実験参加者をもっと増やすと信頼できるデータになる」といった意見があった、また、「参考となる研究を見つけてほしかった」という意見もあったので、今後のデータ収集や研究を進めるうえで参考にしていきたい。さらに、まとめや成果に関して、「自分たちがやったことは何だったのか」、「スタート地点からの差分」、「新たな発見」などまとめると良いといった意見もあったので、プロジェクト全体で改めて振り返る必要があると感じた。

Web アプリ『MWUN』に関しては、コメントが消えるといった機能の工夫を評価する意見や、完成し実装することを期待するような意見があった。しかし、コメント機能について、「解答の改善はコメントの質による」、「文字表記のコメントでは理解しにくい」といったコメントが解答に反映できるのかということが懸念される意見が多かったので、今後、議論やシステムの改善が必要であると感じた。

以上が発表評価シートの意見、指摘である。成果発表全体を通じて、発表技術、内容共に評価点が高かったので、客観的にもよい成果をあげることができたと考えた。しかし、Web アプリ、成果に関しては改善点が多く挙げられた。この改善点を活かしながら議論を行い、必要な機能の追加をすることが重要であるだろうと考えた。

(※文責: 岩崎照大)

3.5 最終報告書

本節では、プロジェクト学習最終報告書を作成する際に行った活動について述べる。我々がプロジェクト学習最終報告書を作成する際に、章立ての検討、詳細化アウトライン制作、文責の振り分け、本文の作成、概要の英訳、本文のレビューと訂正を行った。以下はその活動の詳細である。報告書を作成する際は Overleaf を利用した。

まず、プロジェクト学習最終報告書を作成するにあたり、我々はまず章立ての検討を行った。章立ての検討をする際、過去の報告書や我々の中間報告書に目を通し、最終報告書に求められている項目を列挙及び検討を行った。章立ての検討をする際、我々の活動を今一度振り返り、最終報告書の各章の名前と順番を決定した。

その後詳細化アウトライン制作を行った。詳細化アウトラインとは、文章の内容を表に整理し、書く内容を記述したものである。我々は表計算ソフトを利用して詳細化アウトラインを作成した。

詳細化アウトラインを作成した後、我々は章と節ごとに文責を振り分け、最終報告書を書いた。文責は担当した項目を優先的に割り振りを行った。例えば、システム班は優先的に『MWUN』の章に割り振りを行った。また、プロジェクト学習最終報告書は 1 人に対し、5 ページ書くことが条件である。担当箇所を割り振った後、我々は 1 人 5 ページ文章を書けるように、調整を行った。

概要は 1 度完成させた後、英訳を行った。

プロジェクト学習最終報告書の本文を書き終わった後、我々はグループごとに分かれ、報告書のレビューと本文の訂正を行った。レビューの際は 1 度仮提出を行い、教員とプロジェクト TA にも協力してもらい、言葉の使い方や、構成、本文の構造についての指摘を受けた。

これらの指摘とプロジェクト内でのレビューを参考に、我々はプロジェクト学習最終報告書の訂正を行い、完成させた。

第 4 章 まとめ

本章では、プロジェクト学習における活動のまとめと今後の展望について述べる。

(※文責: 石原和真)

4.1 活動のまとめ

前期では数学の輪講、中間発表会に取り組んだ。

数学の輪講ではプロジェクトメンバー内で数学に対する知識を確認しあった。メンバー各自で数学的帰納法の問題を解き、お互いの解法について良い点悪い点を指摘しあった。

この輪講からオンラインで自分の考えなどを伝えることの難しさに気づいたが、一方で自分達の伝えたいことをノートなどに書いて見せることでそれが伝わりやすくなり、書いた本人も知識の整理や理解できていない箇所などを把握することにつながると気づいた。

この輪講の経験から、数学学習において書くことが重要であるという仮説に至った。

また、講義がオンライン講義に移行したことを受けて、書くという機会自体が「スクリーンショットをとれる」「動画で見返せる」などの理由から減っていることをプロジェクトメンバー内で確認しあった。

ここから我々の目的はオンラインで学生達に書くことを促すサービスを提供することになった。

中間発表会では活動の内容を動画にまとめ、Zoom で質疑応答を行うという形になった。

発表技術に関しては「文字が多くて少しみづらかった」「ポスターで簡潔に説明した後で質疑応答を行っていてわかりやすかった」「質疑応答の時間の際に動画内容で説明したことを 10 分間使って説明していたため質問する時間があまりにも短かったように感じた」など特に質疑応答の時間が短いという意見が多かった。

発表内容に対しては「目標がよくわからない」といった指摘が多かったが「活動内容がわかりやすかった」といった回答も見られた。発表用スライドは少し文字が多く、また質疑応答の時間があまりとれず意見をもらう時間があまり取れなかったという問題があった。またこの時点ではあまりプロジェクトの目標が決まっておらず、それを指摘されることも多かった。

後期の活動ではアンケート、Web アプリ『MWUN』の開発、勉強会を行った。まずアンケートでは前期の活動で立てた仮説について、書くことと数学の理解度の関係性をアンケートで調べた。結果として書く量と解析学 I の成績には正の相関があったということが分かった。この結果から書く量と人に伝える事は関係があり、人に伝えられるようになることで数学に対する理解が深まるという考察をした。

次に Web アプリ『MWUN』の開発を行った。人に伝えるために書くことの重要性を理解してもらうことを目的としたもので、利用者が問題の解答などをアップロードしそれに他の利用者がコメントするというサービスである。

他の利用者に見せる解答を作成するうえで自然と人に伝えるために書くことを意識するようになるだろうという狙いがあり、他の SNS と比較してある程度の匿名性がある一方で、サービスの管

理側である程度利用者を制限できるので、気軽に画像のアップロードや指摘がしあえるといったメリットがある。また書く機会を増やす狙いのために指摘が一定時間で消えるようにした。後から見ることができなくなるので、ノートなどに書き写す機会が増えるだろうという狙いからである。

勉強会では解析学Ⅱ履修者10名に『MWUN』を利用し、解析学Ⅱの問題の解答を指摘してもらおうという手法をとった。目的は『MWUN』の有用性の検証であり、『MWUN』利用前後での解答の変化の比較、事前事後アンケートの比較から評価を行った。とくにアンケートでは「解答を作成する際に気をつけるとよいことはなんだと思いますか?」という質問に対して「わかりやすい解答を作るのが重要」という回答が事前アンケートの60%から事後アンケートでは88.9%に増加、ほかの人にとってわかりやすい解答の作成を意識してもらうことができたと考察できる。

また、アップロードされた写真を確認した上では利用者の書く量は増加しており、書く量、解答を作るうえでの意識などの向上が見られ、『MWUNの目的』である「人に伝えるために書くことの重要性を理解してもらう」ことに一定の効果があり、有用なシステムであると示すことができた。

最後に各プロジェクトが最終的な成果を発表する成果発表会を行った。発表技術に関してはスライドやポスターの構成が良かった、声が聞き取りやすかったなどの回答が見られた。

一方で、スライドの画像が小さく見づらかった、グラフが見づらく何を示した物なのかが分かりづらかったといった回答があった。

発表内容については先行研究があまりないのが残念、アンケートの項目が主観的であることが多くアンケートの信憑性が低く感じたなどの意見があった。

(※文責: 三軒家宏将)

4.2 今後の展望

解析学Ⅱ勉強会で実際に参加者の本学1年生に『MWUN』を利用してもらい、『MWUN』に関する評価や意見を貰うことで、様々な改善点を見つけることができた。また、成果物発表会でも質問や指摘を頂くことで、現状何が足りないのかを今一度認識することができた。それにより、我々は以下の内容の修正及び追加を検討している。

- ・アカウント登録機能の実装
- ・投稿削除機能の実装
- ・コメント通知機能の実装
- ・コメント自動削除機能の向上
- ・指摘と質問を区別できるようにする
- ・デザイン面の向上

1つ目に、アカウント登録機能の実装について述べる。勉強会当時のコメント機能ではコメント投稿者の名前が設定はできたが、名前について規則はなく、他のユーザーと同じ名前が使うことができる、いわゆる「なりすまし」が容易にできる状況であった。プロジェクトでの勉強会を実施した際は、人数の少なさや事前に投稿者の名前を教えてもらうことで、管理者側は誰がどのような投稿をしたのかある程度予想はできた。しかし、IDがないため予想の域を出ず、これが多人数になった場合は誰がどのような投稿をしたのか管理するのが非常に困難になるだろう。そこで、我々

は個人情報のセキュリティ向上が必要だと認識し、ユーザー登録機能の実装が必要だと考え、検討している。例えばユーザー ID 実装や他のユーザーと同じ名前を利用禁止にすることにより、ユーザーのなりすましを防止を実現する。このようにしてシステムの安心性を高めていきたい。

2 つ目に投稿削除機能の実装である。現在のシステムでは 1 度投稿した解答は管理者でなければ、削除することができず、解答を誤送信した際は、管理者に一度連絡し削除する必要があった。実際、参加者が間違えて送信してしまい、一度プロジェクトメンバーに連絡をしてから投稿を削除するということがあった。実際に本システムを利用する際は、1 度の誤送信が利用者と管理者、お互いにとって大きな負担になると考えている。よって、投稿者が自分が投稿した解答を削除できる機能の実装を検討している。これにより、ユーザーがより利用しやすい環境を実現できるように目指す。

3 つ目に、コメント通知機能の実装について述べる。勉強会では解答を投稿した直後にコメントが送られる環境だったが、このシステムを実際に利用する際はコメントがいつ来るかわからない状況である。このようになると、自分がいつコメントを貰ったか気付くことができず、せっかく頂いたコメントも見なければ意味のないコメントとなってしまう。また、コメントを確認するには定期的に自分で確認する必要があった。これは勉強を手助けするシステムが利用者の勉強時間を妨げるかもしれないという状況だった。この状況を改善するために、我々はコメント通知機能の実装を検討している。先述したアカウント登録機能を応用することによって、コメントを受け取った際に、ユーザーのメールやスマホに通知が送られるという機能である。これによりリアルタイムでコメントを確認し、無駄のないシステム利用を実現することができる。

4 つ目に、コメント自動削除機能の向上について述べる。解析学 II 勉強会や成果物発表会で良い評価を頂いたコメント自動削除機能だが、良い評価を頂く一方で以下のような指摘も頂いた。

- ・コメントが複数きたら時間が短いと感じます
- ・消えるまでの時間をもっとあると安心して使えらと思ます
- ・これは利用者がずっと MWUN を使っているという想定ですか
- ・アプリ指摘コメントが消えるようになるので指摘の内容ながかったり短くするのではないかな
- ・15 分では短すぎる

実際、自動で消えるコメントを全て確認するためには常に『MWUN』を見てなければならないという課題があった。前述したように、この機能は利用者の数学学習を手助けするはずが、利用者の勉強時間を妨げる可能性があった。それを解決するために、我々は、先述したアカウント機能を応用することによって『MWUN』へのログインから一定時間でコメントが消える機能への修正を検討している。また、ここでの一定時間とは現在は 15 分を想定しているが、今後何度かテストを行いより適正な時間に修正する予定である。

5 つ目に、質問と指摘でコメントを分ける機能の実装について述べる。解析学 II 勉強会では解答に対し、利用者が解答に対し指摘をする意識のほうが強くなり、数学の知識に自信がない利用者はコメントがしにくい、という意見を頂いた。この課題に対し、コメントを送る前にコメント投稿者は質問か指摘かを選択できるようにし、指摘する自信がないユーザーでも質問という形で、自分のわからないところを聞けるようにする。また、コメントする前に指摘か質問かを決めることによって、ユーザーにコメントの内容を考えやすくする狙いもある。これによりコメントに対する敷居を低くし、議論を活発にするのが目的である。

6 つ目に、デザイン面の向上について述べる。解析学 II 勉強会にて 1 年生から UI やコメントが

見づらいつというアンケートの結果を得た。具体的な例としては以下のようなコメントを頂いた。

- ・ UI が少し見にくいと感じました
- ・ システム全体としての使い勝手や UI が悪く、今後も使おうという気にはなれなかつたです
- ・ 解答の大きさが固定されていて見づらかつた

我々は、このアンケート結果を受け、より使いやすいデザインの検討をしている。以上のように、レイアウトの見づらさや投稿された画像のサイズ調整の不可、コメントの位置が問題であると考へた。そのため、今後の修正点としては、コメントのサイズや位置の調整、投稿された回答のサイズを拡大縮小する機能を実装することにより、見やすくするような改善が必要だと考へている。また、今回は Web ページ版しか制作しなかつたため、Web ページだけではなく、スマホ版のレイアウトやアプリの実装も検討している。

以上 6 つが今後『MWUN』をユーザーに、より快適に利用してもらうために必要な改善点であると考へている

(※文責: 石原和真)

4.3 課外発表会

課外発表会とは、例年実施している秋葉原でのプロジェクト学習の発表会である。今年度は COVID-19 感染症対策を鑑み、秋葉原会場と本学で Zoom を用いたオンライン上での発表会として実施することとなっている。企業の方々には秋葉原会場およびオンラインにてご参加いただき、プロジェクト学習での成果をご覧いただくこととなっている。課外発表会への参加は任意であるため、我々は岩崎、小路、中井の代表者 3 名を選出し、課外発表会への参加表明を行った。

課外発表会への参加を表明した理由は主に 2 つある。

1 つ目は、就活面である。課外発表会には、企業の方々が多く参加する。そこで、我々の成果を企業の方々にアピールすることができる。課外発表会では、オンラインではあるが企業の方と自由に交流できる時間帯がある。その際に、企業の方と個人的に連絡先を交換することも可能である。コロナ下で就職活動への悪影響が懸念される中で、多数の企業の方に対して直接発表を通してスキルをアピールし、人脈を構築するための機会として活用できる。我々は課外発表会を通して、就活面を有利にできるため課外発表会に参加することにした。

2 つ目は、経験面である。我々が受講している講義では、大学外の方に向けて発表を行うという機会は少ない。学内で行うものと違い、学生ではなく企業の方々が多いため、より専門的な視点やビジネス面でどう生きるか評価されることになると考へられる。よって、我々が発表のために準備するものも対応していく必要がある。また、そのような準備を行ったうえで、企業の方々から指摘をいただくことで、次に発表をするときに活かすことができる。我々は、課外発表会を通して、企業の方々からアドバイスを直接頂けるような貴重な経験ができると考へ、課外発表会に参加することにした。

課外発表会に参加するにあたり、我々は成果発表会について反省した点を改善する必要がある。反省点をまとめるため、成果発表会について、主に当日に Zoom 内で行った質疑応答と聴衆に記入していただいた評価シートに関して分析と考察を行った。

質疑応答では、聴衆が我々の発表から抱いた疑問についての質問を、我々が解答した。多くの質

問は、我々の考えてきたことや行ってきたことを答えるものであったが、中には今後、プロジェクト全体で議論をする必要があると感じた質問もあった。例えば、「結論で述べられていた数学において書くことが重要だというのは当然なことである。このプロジェクト内で得た学習成果、発見事項はなにか？」という質問である。我々は、数学的帰納法の輪講を行った際に、人に自分の考えを伝える時に、数学の言葉の定義に対する認識、解釈の食い違いが伝えた側と伝えられた側に生じた。よって、我々は「人に伝えるために書く」ということが数学学習において必要であると発見した。そこで、我々が発見した、人に伝えることを意識して書くことを用いた新しい学習方法を提案したいという考えのもと、スライドやポスターを作成した。しかし、この質問から、我々が発表を通して一番伝えたかったことが、聴衆に伝わっていなかったと考えた。この反省を活かし、課外発表会では、発表の構成やデザインを改善する必要があると考えた。

評価シートでは、発表技術に関して、発表する際に用いるスライドやポスターを作成するとき、文章量を減らし、配色を工夫することで、より見やすいデザインに改善する必要があると考えた。また、発表が単調にならないように、発表の仕方やスライドに強調のメリハリが必要だと考えた。発表内容に関しては、自分たちがやってきたこと、スタート地点からの差分、新しい発見などをうまくまとめる必要があると考えた。

以上の反省を活かし、課外発表会では、我々が行ってきたプロジェクトの成果を聴衆に伝えられるよう、スライドやポスターの作成などの準備に取り組んでいきたい。

(※文責: 岩崎照大)

4.4 謝辞

本プロジェクトを遂行するにあたり、香取勇一先生、田中吉太郎先生、鈴木恵二先生、由良文孝先生、寺沢憲吾先生、寺井あすか先生には解析学 I、線形代数学 I の調査、及び、解析学 II の勉強会に協力していただき深く感謝いたします。

(※文責: 岩崎照大)

第5章 プロジェクト内のインターワーキング

5.1 東和輝

本年のプロジェクト学習において、プロジェクトメンバー内で様々な経験をし、学習してきた。以下では私個人の経験と学習したことについて述べる。

はじめに個人の数学学習について学んだことを述べる。

私は数学が好きである。しかし、本学の数学科目において、特筆すべき成績を取めたわけではなく、学習方法も個人で確立するものもなく今後の学習に不安を持っていた。それらを理由に自分の学習の改善が見込めると考えこのプロジェクトを選んだ。

プロジェクト学習が始まり、まずは数学的帰納法の輪講が始まった。この時、扱った問題は高校の学習範囲内だったため、自分でも簡単に正答を導き、他人と議論が出来るだろうと考えていた。しかし、それはただの過信であった。輪講が始まり、私は他人の解答をみて何も意見や指摘が出来なかったのである。不完全であろう他人の解答を見ても、どの部分が違うのか全く分からなかったこともあり、改めて自分の学習はまだ未熟であったと感じた。その後多くの議論を交わす中、数学的帰納法という証明方法の根本的な考え方が理解できていないと気付いた。これは、この分野だけではなく、数学の学習すべてで自分は公式や証明方法が理解できているのか考えさせられるものであった。

これらから、私は「自分の数学学習法を考えなおし、復習し正しい理解をすること」を個人としての目標にした。個人目標の達成度については後述する。

次に、プロジェクトの活動として学習したことを述べる。主に「アンケート調査」「成果発表」の2点である。

まず、「アンケート調査」についてアンケートを作成するうちに気付いた点がある。それは相手に正確に情報を伝えることは難しいということだ。これは、アンケートの質問文を考え、それを教員にレビューしていただいた時、質問文は何を聞きたいのかわからないというコメントをいただいた。その後、その質問文を見返したときこれはどのような情報を得たいのか理解できていないことに気付いた。これは、前述した輪講にも通ずる部分があり、相手に物事を伝えるためにはまず自分が理解すべきであると改めて痛感し、人に伝えることが出来るまで理解してもらうことは重要であると個人間で再認識した。

「成果発表」において、私はこれらの活動の最終責任者の任についた。私は過去の経験から、同様の責任をもって人と接すると高圧的な態度を取ってしまい、結果担当メンバー間での円滑なコミュニケーションを妨げているという自覚があった。その反省から同じような経験をしないために個人目標として「メンバー間で円滑なコミュニケーションを行ってもらう」ことを考え、それを行うために「余裕」を持つことを考えた。

その取り組みの1つはスケジュール管理である。過去の経験では、大雑把なスケジュールのみ立て、期日の直前で余裕なく焦ることが高圧的な態度を一因であった。それをもとに、今回の活動では詳細なスケジュールを立て、それを確実にこなすことによって余裕が出来ると考えた。また、定期的にグループリーダーに進捗を確認し、遅れが出ている部分があれば積極的に助けに入ることを徹底した。結果として、期日直前にほぼ白紙の状態から作成しなおす事があり、スケジュール通り

に物事は進まなかったが、自分の中での余裕を持つことが出来たため、メンバー間で円滑なコミュニケーションが出来たのではないかと考えている。

しかし、成果発表のメンバーの反省を聞くと、発表直前に不明点があったが誰にも確認が取れず、個人で解決したというコメントがあった。理想的なグループワークであれば不明点があれば責任者に確認し、責任者がメンバー内で共有・解決するべきだと考えられるので、私が立てた目標は達成出来なかったことになる。これは、各グループリーダーとのみ意見交換をし、メンバー全員に話を聞かなかったことで発生した問題だと考える。

この結果を踏まえて、次回同様の責務を負う場合はスケジュール管理を行うこと、そして定期的にメンバー全員から進捗や現段階での不明点を確認したいと考えている。

また、成果発表会当日に想定外の問題で事前の段取り通りにいかず、1人で発表することになった。この体験は、自分もパニックになり詳細を記憶していないことや、記録が残っていないことが残念ではあるが、今後想定外のことが起こった時に少しでも余裕を持てるようになったのではないかと考える。

最後に、私の現状学習方法と今後について述べる。

1年間このプロジェクトを通して、数学の学習方法として一番有効だと考えたのはやはり「人に説明出来るまで書いて理解する」ことである。これを元に、今は高校数学からのまとめノート作りを行っている。しかし現状では、オンライン学習がメインなこともあり説明する相手がいないことが問題である。そのため、現時点では人に説明していると仮定して文字や数式を書き、それを復唱している。また、その中で新たな解法や考え方を学習し、それがとても面白いと感じている事で、改めて私は数学が好きだと感じている。

将来的に今後も自分の理解向上という目的を含めて、プロジェクト学習の経験を活かし数学学習に携わる事をしたいと考えている。

(※文責: 東和輝)

5.2 岩崎照大

私はこの1年、プロジェクトの活動をプロジェクトリーダーとして過ごし、多くのことを学んできた。ここではプロジェクトを選んだ理由、自身が行った成果、プロジェクトを通して学んだことを述べる。

はじめに、私が本プロジェクトを選んだ理由は、人に数学を教えることに興味があったからである。私は教員を目指していたこともあって、教育ということに興味があった。そこで、「数学の学び方を理解する」といったプロジェクトのテーマが自分にあっていると感じ、本プロジェクトに参加することを決めた。また、私は数学の知識を身につけたいということも理由の1つである。私は本校で多くの講義を受けてきたが、その中でも数学を取り扱う講義に面白さを感じてきた。そこでより数学に対する関心が高まったため本プロジェクトに参加し、数学を学びたいと考えた。

次に、私自身がプロジェクト活動で行ってきた成果は、主にプロジェクトリーダーとしてのプロジェクトの進行である。私は、どうすればスムーズにプロジェクトを進行させられるか考えながら司会を行ってきた。実際には、思ったより議論が進まない、作業が難航するなど、問題があり簡単なものではなかったが、プロジェクトメンバーにも助けをもらいながら工夫をこなし、進行を行うことができた。また、プロジェクトリーダーとして活動の全体を見通すことができた。そのことを

活かし、中間発表会、成果発表会のスライドなど提出物の作成に大きく貢献できたと感じる。特にプロジェクトのストーリーを考えるうえでやってきたことのつながりを客観的にとらえることを意識し、発表会に向けたスライド、原稿の作成することができた。

最後に、私がプロジェクトを通して学んできたことは、グループワークの難しさである。大学の講義の多くは個人作業で課題に取り組むことが多かった。そこで、集団で活動するプロジェクト活動を進めるうえで問題を抱えることが多々あった。例えば、情報共有やスケジュール、タスクの管理である。情報の共有を徹底して行わないと、1人当たりの作業量に差が出てしまい、スケジュールが思ったように進まず、それぞれのグループで目的に差異が生じ、全体のストーリーに支障をきたすことがあった。プロジェクトを進めるうえで、このことに気づくのが遅くなってしまい、スケジュールを立ててもうまく進まないことが多くあった。社会人になったときグループワークの機会がますます多くなると予想されるため、今後に活かしていきたいと考えた。

また、フィードバックの大切さを学ぶことができた。プロジェクト活動を通して、フィードバックの質が悪く、それと同時にフィードバックを試みる機会が少なく、フィードバックに対する甘さがあった。その結果、メンバーで作った制作物の質が悪く、担当教員からのフィードバック頼りになってしまっていた。このことから制作物の質をあげるときフィードバックの試行回数を増やすこと、一度のフィードバックの質をあげることで、より良いものができると考えたので、個人の作業でも集団の作業でも活かしていきたいと考えた。

さらに、プロジェクトリーダーの経験でまとめる力が身につけられたと考える。集団で活動するうえで、人をまとめる機会はあまり多くなかったので、全体を見通した活動を考えることや、議論をする際にグループワークを用いるなどの工夫が必要だとわかった。実際に先を見通すことが難しく、うまくいかないことも多かったため、リーダーとして活動するときにも、リーダーをサポートするときにもどうすれば活動がうまくいくのかということを改めて考えて行きたいと感じた。

数学に関しては、プロジェクト内で行ってきた数学の輪講により、正しい数学の知識を身に付けることができた。特に数学的帰納法の輪講では、多くの時間を費やし、議論を重ねてきた。他者の解答に対して指摘をするとき、正しい数学の知識が必要であった。そこで、知識をまとめてプロジェクトに臨み、見やすい解答を作成することは良い経験になった。この輪講を通じて、我々が着目した人に伝えることを意識して書くことの大切さを学ぶことができたため、今後も数学を学ぶ上で輪講を積極的に行っていきたいと考えた。

このプロジェクトの活動は、集団としての活動という点でも、研究としての点でも、今のうちに経験をしておいて良かったと感じさせられる学べたことが多かったため、今後の自分の活動に活かしていきたい。

(※文責: 岩崎照大)

5.3 相澤武留

アンケート班は私を含めて5人で構成され、2020年7月から10月にかけて活動をした。アンケート班内においての私の役割はアンケートの作成と分析の2つであった。アンケート作成の経験のある学生がプロジェクト内にいなかったため、私が個人的にアンケート調査に関する参考文献を用意した上で参考文献に沿って、質問項目の作成、分析を行った。前期の活動期間は対面式のプロジェクト学習の時間がなかったため、参考文献を班内で共有することが難しく、参考文献を持って

いる私が質問項目などの活動を行った。7月の活動期間内は夏休み期間と後期に製作するサービスが決まっていなかったため、数学における書くことについて議論を行った。解析学 I において想定される書くことを板書をとること、まとめノートを作ること、講義レポートを解くこと、試験勉強において問題を解くことの4つにわけた。中間発表会の準備がある7月はアンケート作成に注力することが困難であったため、統計解析環境 R の使い方の習得や質問項目の作成の多くは8月・9月に行った。9月にアンケート調査をする前に Web アプリの製作が始まっていたため、Web アプリを製作する上で必要な質問項目をシステム班を議論した。その結果、解析学 I 受講者が友人と相談する方法を尋ねる質問項目を作った。

勉強会班は私を含めて4人で構成され、2020年10月から11月にかけて活動をした。勉強会班内において私の役割は実験計画と事前アンケート・事後アンケートの作成であった。勉強会は Web アプリの実証実験を目的として行った。解析学 II の中間テストの直前に中間テストのテスト範囲である n 次導関数について扱った。 n 次導関数の教科書問題を勉強会で扱うため、班内で n 次導関数の練習問題の輪講を行い、実験に向いている問題を勉強会で取り扱えるよう準備をした。

実験計画と事前・事後アンケートの作成には時間を要することが見越されたため、3週間前から取り掛かった。実験計画に取り掛かるためには、Web アプリを使った学習の手続きが詳細に定まっている必要があった。手続きは、教科書の問題を1人で解答用紙に書き、5人程度で構成されたグループのページに解答用紙の撮影した画像をスマートフォンでアップロードし、チャット機能で問題の解法手順誤りなどを指摘するコメントをし合い、解答用紙に加筆、または修正を加えるという手順に定めた。実験計画をする段階では Web アプリのデザインや使い勝手の良し悪しがわかっていなかったため、しばしば想像図から実験計画を行った。実験では被験者は2回、Web アプリを利用したが、実験の当日まで2回目に被験者が解いた問題を Web アプリを利用しないことにより、1回目の問題解答と Web アプリの利用と2回目の比較によって Web アプリの実証を行う計画をしていた。実験方法のアイデアに枯渇していた私は上のような比較方法の実験のみを構想していた。しかし、実験の当日になり、大幅に事前・事後アンケートの変更が必要であることがわかった。しかし、実験直前に1人で事前・事後アンケートを大幅な変更をすることは困難であるため、システム班のメンバーや教員・TA と直接議論を行った。システム班のメンバーで、2回とも Web アプリを利用した方法で実験するアイデアを持つメンバーがいたため、そのメンバーを中心に事前・事後アンケートの作成が完了した。

勉強会で行った実証実験は被験者の認知心理学的な変化を捉える必要があった。私は高校化学で行う化学変化の実験や、物理的な実験である回路の実験など、物体に対する実験の経験しかなく、認知心理学の知識や認知心理学的な実験事例の調査がごく僅かであったため、実験計画及び、アンケート作成が困難であった。実験方法は学問分野により大きく異なり、実験したい内容の学問分野の学習と実験事例の論文を読むことがよいと考えられる。

(※文責: 相澤武留)

5.4 石原和真

私はプロジェクト活動を1年通して行うことによって、多くのことを学び、経験をしてきた。以下はプロジェクト学習、特に後期のプロジェクト学習で経験したことを述べていこうと思う。今年はい例の状況下によって、プロジェクト学習をオンラインで行うこととなった。オンラインでのプロジェクト学習は前期でも経験をしたが、やはりオンライン下での活動は慣れないものであ

る。後期でこそ3回に1回は大学で対面活動が許可されたものの、他は全てオンラインであった。自分はZoomを管理する役職であったが、普段管理者側でZoom会議には参加をしないため、慣れない操作でZoomの設定ミスが発生することもあった。今まで教えられたことだけを学ぶような講義態度だったため、自分から学びに行くことが少なく、このような設定ミスが起こったと思われる。その後Zoomのシステムを見直すことによって設定ミスの再発は防げるようになった。このようにZoomの管理という学習にあまり関係ないと思われる部分でも自分の学習態度を見直すことができた。

次に、後期のグループ活動について述べようと思う。後期の初めはサーバー班とシステム班、勉強会班に分かれて活動を行った。ここで言うシステムとは最終成果物である『MWUN』のことである。私は『MWUN』を作るためのサーバーを立てるサーバー班に配属された。しかし、私はサーバーに関する知識は全く無く、急いでサーバーについての知識を習得しようと試みたものの、知識を習得している間に同じ班のメンバーが全て仕事を終わらせてしまった。サーバーは問題なく稼働できたものの、自分はほとんどプロジェクトの役に立てず、改めて自分の知識の無さを思い知った。今後は講義で学習することだけでなく、自分から進んで知識を取り入れていくことをしていきたい。

サーバー設定が終わった後、システム班と勉強会班に分かれて活動を行った。私は勉強会班に分かれ、1年生に向けた解析学Ⅱの勉強会を実施した。私は主に、勉強会のスケジュールやスライドの制作、当日のZoom管理や司会を担当した。勉強会のスケジュールはオンラインということもあり、当初予定していた時間より大幅に長くなってしまった。スライドも何度も推敲やり直しを繰り返して修正を行った。しかし、当日全て予定通りに行ったとは言い切れず、改めて企画というもの大変さを理解した。それでも参加した1年生から勉強会に参加してよかったという感想をいただき、このプロジェクトでのやりがいを感じた。また、スケジュールやスライド制作だけではなく、勉強会でどのような問題を扱うかなども考えた。自分は数学が得意ではないので、あえて得意ではない立場から問題に対して意見を出して、参加者がどこで躓きやすいのか、どこを重点的に開設したほうがいいのかなどの意見を出し、プロジェクトに貢献した。

その後は発表会に向け、スライド制作や当日に見せる動画撮影を行った。自分はスライド制作を主に担当した、前期の反省を生かし後期ではスケジュールを設定し、余裕を持ったスライド制作を目指した。スライドはデザイン学部の人々がポスター制作のため我々だけで制作することになり、何度も修正や作り直しを先生やTAに要求された。スライド制作は過去のスライドなどを参考にしつつ、ほぼ手探りで制作していった。そのため、予定より少し遅れ、時間外活動をいくつか行うことになったが、何度も修正を加えながらも満足のいくスライドに仕上がった。また、発表会当日では前期に引き続き、質疑応答前に見せる動画の制作を行った。前期では発表をする際囁んでいる、言葉が少し早いなどの指摘を受けたため、成果物発表会ではそこを重点的に意識し、改善していった。また、発表会当日では質疑応答の対応やサポートを行った。質疑対応では一度司会者に質問を割り振られたが、自分の事前知識不足により十分な回答をすることができなかった。そこで自分の成果物発表に対する意識の甘さを感じた。

次にこのプロジェクト活動を通じて学んだことを述べる。

まず、グループワークの難しさである。当たり前のことだがグループワークをするにあたって、相手に自分の意見を伝えることができなければグループワークというのは成立しない。しかし今年のオンライン講義という状況下で、自分の意見を伝えることは普段よりも難しく感じられた。しかも、本プロジェクトは11人という大所帯なので、意見を発信しても全員に正しく伝えていたとは言えず、非常にもどかしい状況であった。この状況を打破すべく、Zoomでのプロジェクト外でも

Slack で情報共有や、プロジェクト前の発表資料作りに力を入れることにした。それにより、自分の意見が相手に伝わりやすくてだけでなく、プロジェクト全体も円滑にコミュニケーションを行うことができた。それらがうまくいけば、プロジェクト全体の作業効率も上がり、前期より良い発表をすることができたと思っている。そのことから意見を正しく伝え、共有することがグループワークにおいて大事だということを知った。

次に、計画やスケジュールの大切さである。自分は今までスケジュールを立てず、気付いたら課題をやるような生活だった。しかし、プロジェクト学習をするにあたって、この生活を見直すことにした。なぜならば、プロジェクト学習では、個人の活動ではなく複数人での活動が主となるため、1人の遅れが大きく全体の進行に影響する。それにより自分でスケジュールを立て、余裕をもって課題を取り組み、課題自体の質を上げることを目指した。また、スケジュールは個人だけでなく、プロジェクト全体でも重要になった。プロジェクトは思いつきで課題を実行したならば、決して期限内に終わるような量ではなく、綿密なスケジュールの下、ようやく完成するものである。前期はそれがうまくいかず、中間発表前に慌てて徹夜で発表のスライドを作るようなことになった。後期ではそれを反省し、1日単位で個人とグループにタスクを振り分け、互いに進捗状況を確認し合うことにした。その結果、前期よりある程度余裕をもって、最終成果発表に臨むことができた。今後も課題や研究においてプロジェクトで学んだスケジュールリングを使っていきたいと思う。

次に、数学という学問の難しさを改めて知った。元々数学には苦手意識があったが、このプロジェクトで数学というものに再び向き合うことになった。その結果、自分がいかに数学というものを知らずに課題や試験を解いていたかが明らかになった。例えば数学の文字や定義についてある。数学の定義は今まで形式的に定義してきたが、本プロジェクトに参加するにあたって、いかにこの定義が大切であるか、自分がいかに定義をないがしろにしてきたかがわかった。その後、定義について再認識したが、問題はさらにあつた。それは勉強会である。勉強会は当たり前のことだが、参加者に対して数学を教えることである。教えるときは数学について生半可な知識ではいけないことは自明の理である。そこで私は数学について学ぶ立場ではなく、教える立場として数学を認識することになった。この際、自分は数学が苦手な立場として間違えやすい範囲や、特に解説してほしい項目をプロジェクトメンバーとともに話し合った。しかし、ここで問題が発生した。数学というのはいくつもの解答の仕方がある。数学を教えるということは、数学の問題の解答の方法を教えなければならない。そこで我々は1つの問題に対して、複数の解答方法を出し合った。そしてどの解答方法が適切か、前期で行った数学の輪講は活かされているのかなどを確認し、解答を作成した。この際、私は数学が苦手な立場として、この解説は読む際に複雑ではないか、1度読むだけで理解できるかなどを考え、プロジェクトに貢献した。この一連の流れを通して、数学というものに再度向き合い、数学を学習する、教える両方の立場で関わることができた。このような経験ができたのもプロジェクトのおかげだと思う。

最後にプロジェクト全体を通して、思ったことや考えたことを述べる。私は、数学が苦手だが、数学が苦手な人の立場に立って数学を教えることができるのではないかとこのプロジェクトを選択した。実際、勉強会準備では苦手な人の立場に立って間違えやすい部分を教えることができたと思う。このように、今まで自分では気付かなかった知識を見つけることができたと思う。また、人と関わる際は、自分から積極的に意見を発信するのも大事だが、意見を聞き入れることが重要であると学んだ。しかし、それでも1年間のプロジェクト全体を通して、自分からあまり意見を言えずに、他の人の意見に便乗することが多かったと思う。今後はそのようなことが起こらないように、自分の意見をしっかり持ち、議論に参加していきたい。そして何よりもスケジュールリング

の大切さを学んだ。プロジェクトでは個人の予定管理はもちろんのこと、全体でのスケジュールの共有や管理が非常に大事になってくる。プロジェクトでは少しのスケジュール管理ミスは修正が効いたものの、これからの卒研や社会では少しのスケジュールミスが許されなくなるだろう。それらの事前準備のためにプロジェクトではいかにスケジュール管理が重要であり、必要であるかというのを学んだ。

以上のように1人では決して学ぶことのできない経験をプロジェクトでは学ぶことができた。もちろん成功だけではなく、多くの失敗や反省もあった。個人の活動では気付くことのできない、グループワークでの人との関わりあいや、考え方の多様性、グループワークを円滑に進めるための方法も学んだ。また、自分が何が出来て、何が出来ないのか、何を改善すべきかなどを見直すいい機会となった。この1年大変なことや失敗があったが、全て自分の経験となり、これからの大学での研究や社会においても決して無駄にはならないと思っている。今後残り少ない大学生活、プロジェクトで学んだことをしっかり生かして過ごしていきたいと思う。

(※文責: 石原和真)

5.5 三軒家宏将

前期の活動では数学の輪講、学習環境の調査などを行った。

数学の輪講ではまずは数学的帰納法の証明、あとは逆関数や微分などの学部1年生が引っ掛かりそうな問題の証明の手順、問題の解き方についてプロジェクトメンバー内で議論しあった。

まず数学的帰納法の輪講については「とある自然数 k 」という表現を用いるか「すべての自然数 k 」という表現を用いるのかという部分で活発に議論を行った。

自分は一人だけ納得できなかつたが後で美馬先生の出してくれた「とある自然数」の表現では数学的帰納法で証明しきれない例で納得することができた。

このようにプロジェクト活動のようなアクティブラーニング的な学習法では自分のような声の大きい人間が場を制圧してしまうことがあるが、こういう風に少しずつ介入してくれることで教授方は違っている方向に進もうとするのを止めてくれた。

逆関数や微分の解き方についてはあまり意見はぶつからなかつたし、教授陣にもあまり突っ込まれることがなかつたのでそこまで間違つたことは言っていなかつたんだと思う。

そしてこれらの輪講を行っていく中で、しかしながらプロジェクトメンバー内で数学の輪講を行う意義について明確に考えられていた人はいなかつたのではなかつたのではないだろうか。

皆がなんとなく言われたからやろうという姿勢で取り組んでいたように感じる。

この部分もはやめに気づいた人がいたならなぜこれに取り組んでいるのかについてもっと考える時間をとろうとする流れが必要であつたと思う。

それから教授陣やTAの方たちからのお話を聞き、とりあえずなんとなくアンケートをとろうという流れになって、それを作っている途中で中間発表会を迎えた。

これは後期の活動ではでもいえることだし、確か前期の活動報告書か何かにも書いた記憶がある

Understanding how to learn Mathematics

が、スケジュールをあらかじめ決めておき、それを目に見える形で提出するべきだった。

そうすれば自分たちは今何をすればいいのかもわかりやすくて作業効率も上がったはずだし、ほかのメンバーの進捗もわかりやすくなったはずである。

プロジェクト活動終盤では一応そのような表はあったものの管理体制は少し考えるべきだった。

後期の活動では WebWeb アプリの開発を主に行った。

自分はそもそもサーバ関係を管理する班にいたが、管理は一人いれば出来そうということで自分一人だけシステム班に残りあとの2人は別の班に移動することになった。

しかしながら自分は html も javascript もあまり触ったことがなかったし、何を Web アプリに組み込むべきなのかが他の班との連携不足で見えていなかったのので何の技術を習得すればいいかもあまりわかっていなかった。

そもそも Web アプリは php で動かしていたし、データベースも動かす必要があったから、正直なところもう何人かはシステム班に必要だったように思う。

自分がこのプロジェクトを選んだ理由はそもそも中学校や高校の教員になりたいからで、数学を学び方を理解するというプロジェクトはまさに自分にうってつけだと思ったからである。

今年のプロジェクト活動では書くことが数学の理解の上では重要であるという仮説から書くことを支援する Web サービスを提供することになった。

これは実際よい取り組みであったと思うし、成果発表会などで他の先生方達からも取り組みに対してはおおむね高評価をいただいていた。

しかしながら一方でこの取り組みと数学の学びかたを理解する事がつながっていたのかについては疑問が残るし、例えば自分がこの活動から将来生徒たちを書くことが重要であると声を大にしては言えないような気がする。

これはつまり活動の結果がメタ化できていなかった、例えば論文を持ってきてこの研究と比べて自分たちの活動はどうだとかそういう別の視点を入れる事ができていなかったということだと思う。

プロジェクト活動全体を通して振り返ってみると、自分の弱点をよく見なおせたと思う。

特に自分の意見をなかなか修正できないところがよく見えた。

前期の活動で輪講を行っているとき自分の意見を押し通そうと、プロジェクトメンバーと衝突することがあった。

これはかなりプロジェクトメンバー内でも不評であったので、後期の活動ではできる限り自分の意見を出さないようにメンバーのサポートに徹するよう努めたけれど、これは自分の弱点を克服す

るうえであまりよい方法ではなかったと思う。

プロジェクト全体の方向について意見をすべきタイミングがいくつかあってあえて何も言わなかったのだが、かなりなあなあで適当で楽な方向に進んでしまった。

どちらの姿勢でも基本的に自分の意見は変えていなくてそれを出しているか出していないかの違いでしかなく、本当に自分の意見を無意味にしてしまうアプローチであったと思う。

この解決法の1つとして考えたのは、つまり自分の意見をどのタイミングで出せばいいのかを考える必要があるということである。

前期活動の言いたいことを何でも言うのも後期活動の何も発信しないことも間違っていて、つまりどのタイミングで何を発信するのかを考える必要がある。

議論の流れを読み、どのタイミングで意見を発表すればどういう影響が起こるのかを考えつつ議論に参加する必要があるらしいということだ。

例えば輪講での議論を考えれば、一人の意見程度で議論が進むわけではないとわかっているはずであるから、自分と同意見の人がなくなった時点で議論は打ち止めるべきであった。

後期の活動に関していえばいろいろとタイミングがあったが、システム班の人数が足りないことを早めにかスケジュールの管理をするマネージャー的な役割の人を作るべきであるとかそういうところを発言するべきであった。

また他に考えたこととしては、人によって自分から活動しようとする方がいる一方で、言われないとやらないという方もいるということである。

これは主に自分が活動に積極的でなかったので言えることだが、そういう人はほかの人がどれくらいの進捗を出していて、また自分はどれだけ進捗が出せていないのかを全体で共有していくべきであると思う。

全く主観的な話ではあるが、取り組む上でも意識が高まるのではないかと考える。

(※文責: 三軒家宏将)

5.6 三木麻理子

私が1年間のプロジェクト活動の中で学んだこと、またその成果についてここで述べていきたいと思う。

まず前期に、私はアンケート班の一員となった。そこで、1年生の数学オンライン講義の手助けとなることを考えるために、講義の現状を知ることが目的としたアンケートを実施し、我々が1年生として講義を受けていた時との違いを多数見つけることができたのである。オンラインで数学を学ぶことの良い点と悪い点が浮かび上がり、より質のいい学び方とはなにか模索した。1つ重要な成果としては、書いて考えることの多さと、成績の優秀さは正の相関があることが判明したことだ。この結果からオンラインで学ぶ場合でも、手を動かして学習することを奨励したいという結論を導いた。私自身の成果としては、周りとのスケジュールを調節して行動すること、沢山の意見を見える形でまとめ、人に伝えることを意識した資料を作成することなど、学生のうちだけでなく生涯に渡って必要なことを経験できたと思う。また、個人でではなく複数人で作業するために、自分のコミュニケーション能力の低さを痛感し、言葉で伝える力を養わなくてはいけないと考えた。

さらに数学的帰納法の問題を解き、輪講という形をとって理解を深めている時も多くの障害を感じた。私は中・高共に最も得意な教科が数学だったため、クラスメイトに教える機会も多かったのだが、前記でも述べているように私の言葉で伝える能力の低さから中々上手く教えられことができなかつた。その欠点がこの輪講でも出てしまい、考えていることの伝達が思うようにできなかつた。また、メンバーの解法を見ていると、言葉の定義や表現に認識の差異があることがわかつた。例えば数学的帰納法の証明の際、 $n=k$ と仮定する時、 k が「任意」であるなのか「とある」であるのかといった点で考え方が異なるということに気づき、話し合つて「任意である」という認識に統一した。このような違いを浮かび上がらせ、解法を一致させることで我々の数学的帰納法の解法を確立させることができた。これはプロジェクト全体としても私個人としても前期の活動で得れた大きな成果だと言えるだろう。

後期は、グループでの活動に参加することができなかつたため、前期に行っていた数学的帰納法を1人でまとめる活動をしていた。メンバーで議論してきたことを順番にまとめていき、プロジェクト全体で話し合われた内容の流れを見やすい形で整理することを意識した。また、勉強会で取り扱う微分の教科書の練習問題の別解についても考えた。数学の解法が一通りではないという魅力をより実感できる活動になったと思う。ただ、自分の都合により、グループに貢献できるようなことが中々できなかつたことがとても悔やまれる。

約1年間プロジェクトに参加してきて、想像以上の障害を実感した。しかしその中で自分の持てる能力をどのようにしたら発揮できるのか、役立たせることができるのかに関しては人一倍考え、自分が可能なことを必死に模索した。迷惑をかけてしまうことが多かつたが、非常に学ぶことが多い活動となった。今後に生かせる学びとなるように、自分の中で消化していきたい。

(※文責: 三木麻理子)

5.7 渡部丈

私は、これまでの自分の数学学習を振り返るとともに数学が苦手な人にわかりやすく教える方法をメンバーと議論して導き出していきたいという思いでこのプロジェクトに参加した。

当プロジェクトの最初の活動として、数学的帰納法の問題をプロジェクトメンバー全員で解き、お互いに良い点、悪い点、気づきなどを話し合うことを行った。自分はそれなりに数学が得意だと考えていたが、問題を議論しあう過程で言葉の定義や証明の論理展開などの理解がいかに曖昧であったかを知ることができた。人に自分の考えを説明するのはとても難しく、理解が曖昧なままで教えるなどもつての外であると痛感した。そのような事情もあつて自分たちの理解や人に教えるということを意識するために、毎週プロジェクトの最初の時間に本学1年生の解析学Iの範囲で数学の輪講を行うことになった。

次の活動として、このプロジェクトが何をしたいのかということ考えた。議論は堂々巡りの状態に陥り、なかなか進むことができないこともあつた。そこで、先生方から仮説を立ててみてはどうかというご指摘を受け、仮説づくりへと動き出していった。数学学習に関する仮説や、オンライン講義という環境下で学習環境がどのようになっているのかなど自分たちの経験も踏まえながら考えた。このころからグループ・ペアワークなどを取り入れながら議論を進めていった。

大筋の仮説も決定し、それを検証するためにアンケートを作成して実施しようということになったが中間発表が近づいていたこともあり、アンケートを完成させることができなかった。私はアン

ケート班の責任者だったが、マネジメントをしっかりとすべきであったと反省している。

中間発表の準備だったが、何よりもスケジュールを決めることができなかつたことが反省点として挙げられる。ぎりぎりになるまで発表物ができておらず、発表練習も十分に行うことができなかつた。私もプロジェクト時間外活動に参加してスライド・原稿作成に携わったが多くのメンバーが疲弊していて、本当に余裕をもって仕上げるのが大事だと教訓になった。練習不足のまま発表当日を迎え、当日に発表内容を変更するというアクシデントもあったが自分たちの時は質問にもそれなりに答えられたのでそこもよかったと考える。

前期を振り返って感じたことを述べる。自分は最初、なかなか積極的に発言することができなかつたが徐々に意見を述べるできるようになっていったと感じていて成長できた点だと思う。そして様々な人と議論をして意見を交わすということがこれまであまりなかつたが、相手の主張を聞くこと・理解することの重要性を学ぶことができた。

後期に入ってからまず前期に実施できなかったアンケートを作成し、実施したがそこまで至るのに大変な苦労があった。アンケートを作成することは、手法もちろんそうだがどんなことを聞きたいのか、どんなデータを得たいのかといったことをはっきりさせることが大事であると痛感した。そして回答者目線でわかりやすい問いであるかなど、このアンケート作成を通して学べたことがたくさんあった。データをとった後はその分析を行ったが、他のメンバーに任せてしまっていたことも良くなかつたなど反省している。後にこういったデータは根拠となり得るし、あまりデータの処理になれていないからと逃げるのではなく、わかっている人から教を乞うといった貪欲さが必要だった。

自分が関わったその次の活動として、Web アプリを含めた我々が考える新しい勉強方法の実証の場として勉強会の企画を行った。責任者として、実施予定日の1か月前ほどから企画を行い、やるべき作業も各メンバーに割り振ることをして、進行は順調であるように思えた。しかしなぜ勉強会をやるのか、どんな結果が得られればよいのかといった核の部分が曖昧なまま、形式的なことは決まっても中身がないといったことに気付かず進行していつてしまった。教員の方々から何度も指摘されていたのに、しっかり議論の時間を設けず目先のことばかりやってしまったのは本当に責任者として責任を痛感するところであった。アンケート内容も当日まで決まっていなかつたが、教員の方々、TA、プロジェクトメンバーの力を借りて何とか実施することができた。勉強会について総じて反省をすると、前回のアンケート作成のときの作業効率の課題を鑑みて勉強会では各メンバーに作業を分担したが、個人の負担が大きくなりお互いがお互いの作業についてチェックできなかったことが問題として上げられる。お互い忙しいだろうということから誰にも相談できずに事を進めてしまった。何度もアドバイスをいただいたことだが、進捗管理と報告・相談は本当に大事なことで成果発表に向けてはこれを気を付けていかなければならないと感じた。

そうして成果発表会の準備に入ったが、これまでの反省をもとにできるだけ原稿・スライド作成やポスター作成などの作業に関わるように心がけた。どのくらい作業が進んでいるのかということ自分を把握し、メンバーとも前よりいっそう連絡をとるようにした。スケジュールを決めてスライドの仮完成などを進めていったので中間発表の時よりは計画的にできたとは考えた。しかし、しょうがないとはいえ多くのメンバーが時間外活動をするのが多くなり、そこはお互いを思いやって作業する日時を分担できればなおよかったと感じた。成果発表会の質疑応答については事前に打ち合わせをしていたので当日ある程度対応できたとは思いますが、予想外の質問や空いた時間の埋め方などもっと工夫ができたのではないかと考えた。

後期を振り返って感じたことを述べる。前期より積極的にプロジェクトに関わることはできたと考えるが、責任者を任された身として、マネジメントであるとか作業の進め方だとか、経験が浅

いとはいえ多くの課題があったと感じる。前期の活動に比べて、スケジュールを意識してしなければならぬことが増えたので、予定管理の方法など試行錯誤しながらいつも考えていた。自分のことも含めて、スケジュール表を作ってもなかなか記入の頻度が増えないなどの課題があった。しかし、こういった失敗の経験を得たので、次の機会では同じ失敗をしないように活かしていきたいと思う。

プロジェクト総じての振り返りについて述べる。私は確実に、この貴重な機会を経ていろいろなことを学び成長できたと思う。これまでに述べてきたように成功より失敗のほうが圧倒的に多いが、自分やメンバーと主体的に考えることを通じて様々な問題への向き合い方を学んだ。もちろん失敗からだけでなく成功から得たこともたくさんある。経過はともかく最終的に勉強会やアンケートを実施できたという事実が自分の自信につながった。結果として計画していたことを実現できたので、次に企画に携わる時はもっとうまくできるように努力しようと強く思うことができた。社会に出ればこのようなことは幾度もあると思うが、大学生のうちにこういった経験をしたことは大きな武器となると感じる。自分は当初意見を表明したり議論をすることは苦手だったが、メンバーの一員として責任をもって作業を進めることでそういったことが少しづつできるようになっていった。これから先で、チームで進めるような活動はきっと経験していくと思うのでその時は自分の役割をしっかりと認識し活躍できるように努力していきたい。

(※文責: 渡部丈)

5.8 中村優真

私はプロジェクト学習一年を通じてさまざまなことを学び、身につけた。ここでは私が学んだこと、身につけたものについて述べる。

初めにプロジェクトを選んだ理由と身につけたものを述べる。私は数学が得意であり、自分の長所を生かせるようにこのプロジェクトを選んだ。私はプロジェクト学習が始まるまで、数学の知識や学習方法、数学の答案の書き方に関して絶対的な自信を持っていた。というのも元々数学が得意であり、私の勉強法が正しく、誰よりも数学の学習に時間を割いている自信があったからである。しかしプロジェクト学習が開始した時に行った数学的帰納法の輪講でこの自信はなくなってしまった。根拠は2つある。1つは他の人の解答をみても正しい指摘ができなかったことである。間違っているのはわかるのにどのように間違えているかを指摘できなかった。この時初めて私の数学の知識が足りていないことに気づいた。2つめは議論を進めていくうちに数学的帰納法の深い理解ができていなかったと気づいたことである。先生方からの質問に対し正しい解答ができず、他のメンバーの言っている事が正しいか間違っているかの判断すらつかないことも多くあった。この経験をしたことから私のプロジェクトの目標を「自分の考えを正しく伝える方法」、「自身の数学のレベルを上げるための新たな勉強法の模索」とした。

まず、「自分の考えを正しく伝える方法」についてである。一年を通じて議論をする際に自分の考えが上手に伝わったとき、伝わらない時があった。それぞれの大きな違いは「初めに結論を述べているかどうか」であると考えた。結論を述べ、根拠を示すことで相手は私の発言を理解してくれると感じた。これは意見交換だけではなく議論の際にも活用できると考える。例えば議論の話題、話すべき内容をあらかじめ書き綴っておくことで話がブレることなく議論を進めることができる。次に、「自身の数学のレベルを上げるための新たな勉強法の模索」である。これは今年度の

テーマにも沿った「書く」ことを頻繁に行うのが効果的であると考えた。ただし今年度のテーマとは異なり、私にとっては自分が不明だったことをメモ的に「書く」ことが効果的であると考えている。根拠をいかに示す。私は今まであまり書くことを重要視していなかった。これ自体は間違っているとは思っておらず、記述をするよりも話を聞き、目で見ることが頭に入ってくるからである。ただ、今までは不明点を不明点のままにし、講義の範囲全てに復習を行うことで理解をしていた。そこで教科書などに印をつけることで復習するべき場所がわかりやすくなるので復習の効率が上がるだろうと考えたからである。以上2つがプロジェクト学習を通じて得たものである。

続いてプロジェクト学習を通じて学んだことについて述べる。私がこの一年で学び、成長できたと感じることは、人との接し方である。少し広義的な意味であるが、私は今までの人生一人で作業をすることが多く、私にはそちらの方が適しているとも自覚していた。しかしプロジェクト学習は仲間と協力し、目標を達成することが必須である。そのために頻繁にコミュニケーションを取りながら、時にはぶつかりながら議論を進めてきた。全く慣れないことを行っていたのでうまくいかないことが多かった。しかし後半になるにつれ、効率的に動くには何をすべきなのかを優先的に考えることができるようになったと感じる。もちろんまだ足りないが、それでも何もできなかった一年前と比較すると成長できたと感じる部分である。協力するのは学生だけではなく先生方もである。これから先、私はさまざまな人間と出会うだろうが、このプロジェクト学習で培った経験を活かしていきたいと考えている。

(※文責: 中村優真)

5.9 小路智也

私は1年間のプロジェクト活動を通して、多くのことを学び、経験をしてきた。特に自分の役割についてをプロジェクト進めていく上で述べていく。まずは前期の自分の活動について振り返る。

前期では私はプロジェクトを円滑進めるために Google ドライブで活動の情報を共有できるようにした。初めは wiki を利用していたが、班が2つ別れたりすると、多くの情報を共有する際不自由であった。その点に関して Google ドライブを用いることは、活動の進捗をまとめやすくすること出来た。しかし自分で作成したにもかかわらず、書いた場所をまとめるフォルダを想定して、作ることが出来ず、ドキュメントが整理されずにバラバラの状態であった。過去の活動内容のわかりやすく共有することできなかったのは私が作成したにも関わらず、利用方法をメンバーに任せる形をとることになり、プロジェクトの限りある会議の時間を費やす結果となってしまった。ここでは、ただ指示をだされた自分の行動をとるだけで終わらず、責任をもって行うプロジェクトを回す必要があるのを学ぶことが出来た。また前期の会議では、私は積極的に発言しようと努力した。しかし数学の輪講で私は考えがまとまらない状態で発言すること多くあった。それには、会議のための事前準備の不足、メンバーの発言を整理するためメモを細かく取ること出来ず、聞くことばかりに意識していたことが原因としてあった。端的に相手に伝わるように、わかりやすく発言することの重要性を学ぶことができた。後期では、アンケートの作成に4人のグループのうちの1人として、関わった。アンケートは1年生の数学の意識調査という目的があったので、私は質問を多く考えて提案をした。しかし、決められた期限までにアンケートの実行することを意識してプロジェクト進めていた。そのため得られた結果からどのようにして分析を行うのかが明確ではなかった。アンケートを行ってから分析方法を決めてしまったのは、反省点であった。アンケート作成には経緯、アンケート内容、結果、分析方法、プロジェクトとどうつながるのかなどの先々のこと考

慮し、十分な準備が出来た状態になるために期限を設定して、取り組む必要があった。システム班の開発になるべく早く役立てたいため、私の中にはアンケートを作って、実行するまでにはすぐに行けるだろうという認識でいた。だからアンケート期限を優先的に決めてから詳細をつめるようにしたのも原因としてあったのは、自分のアンケートに対する知識不足が関係した。アンケート作成には綿密な計画と多大な時間を必要とし、活動する順序が重要であることを学んだ。全体の活動を通して、中間発表の準備やアンケート作成、勉強会の運営、最終発表の準備のすべての活動において期限ギリギリで作業することが、多くあった。個人タスクとスケジュール管理が甘かったことが考えられる。それに加えて、オンラインで活動なので、いつでもできるという気持ちから、講義のプロジェクト学習の会議だけではなく、時間外での活動がする機会が多かった。講義での会議の重要性が薄れ、余裕ができるようにスケジュールを決めていたはずが、時間を有効的に使えるような価値のある会議のすることが出来なかったと考えた。私は会議でできること、個人でもできること、うまく分類し時間を有効に使えるように今後に生かしていきたい。

(※文責: 小路智也)

5.10 中井遥夏

私はこのプロジェクトで主に「メンバー同士のコミュニケーションの取り方」「デザインの難しさ」「スケジュール管理の難しさ」の3点を1年間を通して学ぶことができた。

まず1つ目「メンバー同士のコミュニケーションの取り方」について感じたことや学んだことを説明する。今年のプロジェクト学習はコミュニケーションの取り方が例年とは異なった。前期ではすべてオンラインで会議を行い、後期では我々のプロジェクトは対面形式で行った会議は2週間に1回でしか行われなかった。コミュニケーションを取るツールとして、slackやZoomを主に用いたが、私は前年までほとんど利用していなかったため、プロジェクトの始めの方は戸惑ってしまい、会議での発言や進捗報告が上手く行えないことがあった。しかし次第にツールの使い方に慣れ、成果発表会が終わるころには滞りなく使えて進捗報告などに利用できるようになった。また会議での発言という点では、担当教員の方からの講評で、進捗報告の大切さや議論での発言の重要性を教えて頂き、微々たるものでも発言や確認すること自体に意味があることを理解することができ、徐々に発言や確認を臆することなくできるようになった。また始めは全員が初対面のプロジェクトメンバーで発言しにくい雰囲気を感じていたが、段々と仲を深めることができ、プロジェクト全体で発言しやすい雰囲気作りを行えたことで、プロジェクト初期の頃よりもコミュニケーションの取りやすさが向上していることも感じられた。これからは新しいツールを積極的に利用しコミュニケーションを円滑に行えるようにしたいと考える。また今回は周りが良い雰囲気作りを行ってくれたので、次の機会ではコミュニケーションのしやすい雰囲気作りを自分も行えるように努めたいと考える。

次に2つ目「デザインの難しさ」について説明する。我々は学習の「方法」について新たなデザインをしようとプロジェクトを進めたのだが、難しいと感じたことが2点ある。

1点目は学習者の抱えている悩みや問題を考えるのには、まず我々がその科目に関する一定の知識を持ち合わせていないと、話し合いすら進まないということである。これは、我々の場合の科目は、数学Ⅲや解析学のことである。私は情報デザインコースに所属していたため、数学に久しく触れておらず、プロジェクト開始時ではほとんどの知識が抜け落ちていた。そのため学習者が困っていることというよりも、自分が困っていることという観点でしか議論に参加できなかった。もち

ろん自身が悩むことで発見できる課題はあるが、知識がないと何がわからないかもわからない状態となり、うまく言葉にできないことがとても多かった。どちらかという課題を発見される側に近い状態で、知識の壁を感じながらプロジェクトを行っていて、難しさを感じた。

2点目は新たな学習方法を提案するには生半可な技術では満足いく結果は出せないということである。我々は成果物として Web アプリを作成したのだが、技術がまったく追いついておらず、実際にオンライン勉強会で利用してもらったが、アイデアなどは良いが、使いづらいという声が多いように感じた。UI の部分やコメントするという部分が利用感の不満につながっていた。正直なところ完成させることが目的となり、使ってもらうユーザのことが後回しになってしまっていた。課題発見も難しいが課題解決も同じくらい難しいことを改めて痛感した。

最後に3つ目「スケジュール管理の難しさ」について説明する。教員や TA から講評でよく指摘されたもののなかでスケジュール管理の甘さがあった。例を挙げると、システムのプロトタイプ完成期限を守れなかったり、勉強会が始まる直前までその準備が終わっていなかったりと細かなものを含めれば、数えきれないほどあった。なにがそんなに難しかったのかというと、個人に割り振られるタスクを管理できなくなったことがあると私は考える。特定の人にタスクが偏り、キャパシティをオーバーしていても気づけないことが多かった。またタスクを文章などに起こしておらず、オンライン環境においてはメンバーのタスクを把握することが難しかったと考える。普段だと目に見えていた作業が、対面で会えないことで確認できず、ついつい自分のタスクにばかり集中してしまうことで管理しきれなかったのではないかと考える。

1年間を通して「メンバー同士のコミュニケーションの取り方」「デザインの難しさ」「スケジュール管理の難しさ」を学んできたが、自分に足りない要素であることを自覚しなければならぬと感じた。特にスケジュールの管理の部分として、早めに研究のステップを踏めるようにまず行動に移すことを卒業研究で心がけたい。

また COVID-19 感染防止のため対面での作業が難しい状況下で、本プロジェクトがシステム開発や勉強会が行えたのは、メンバー各人が責任を持って役割を全うしてくれたおかげであるのでプロジェクトメンバーには感謝しかない。

(※文責: 中井遥夏)

5.11 堂前岳

前期のプロジェクトでは、数学の輪講を行い、自分たちのオンライン学習状況から仮説を立て、アンケートの作成を行った。輪講では、今までやったことある問題を取り扱って行ったが、忘れていたり今までの解き方が曖昧で人に伝わりづらいということがあった。アンケート作成を始める頃からは、中間発表の資料作成班として活動をし、主にスライドの作成と発表評価サイトの作成を行った。夏休み中は、引き続き数学の輪講を行い、個人作業では報告書の担当箇所の執筆を行った。

後期のプロジェクトでは、初めに前期に準備をしたアンケートを実施し、そこからシステムの開発に向けてシステム案を考えた。私はシステム班となったため、システムの案についてを考えた。我々が輪講を経験することで得た、人に伝えるために書くということの重要性を他の学習者にも理解してもらいたいということから写真をアップロードし、その写真に対して相互にコメントをシェアすることで輪講のような体験を得ることができるよう Web アプリの開発を行うこととなった。

私はインターンシップで PHP を用いた開発を経験し、PHP の学習を行っていたため、システム班のリーダーとして開発に携わることになった。他のシステム班は、今回用いた言語を利用した経験はなかった。そのため、開発初期は全体のページを HTML で作成し、写真のアップロードやコメント投稿、データベースに関係するところを全て担当した。また、他のメンバーに担当部分の割り振りを行い、実装に詰まった際には、補助を行った。その後、追加したコメントを一定時間で削除する機能の実装も担当した。勉強会の終了後は、最終成果発表に向けて紹介文の作成の補助やスライド作成の補助にあたった。報告書の作成は、主にシステム開発の部分を担当した。

前期と後期を通して反省した点は 3 つある。

1 つ目は、開発を進めるうえでリーダーとしてシステム班のメンバーに適切な形でタスクを割り振ることができなかつたことである。経験がないメンバーに対してこの機能を担当して実装してほしいというようお願いをしまい、具体的にどういうことをしたらいいのかという状況にさせてしまった。タスクを割り振る際には、タスクの内容を自分の中でより詳細にしてから調査してほしい内容や修正点を伝えることでメンバーにわかりやすく、取り組みやすいタスクにできていたと思う。

2 つ目は、プロジェクトの活動内で自分の意見を多く言えなかつたことである。自分の中でじっくりと考えたうえで適切な意見をわかりやすく伝えたいあまりにプロジェクト時間内の話し合いではすぐに意見を言えなかつた。プロジェクトでは度々意見が出てこないことがあり、そういったときに自分の考えを伝えられたら話し合いを進めることができた可能性があったと思う。そういったこともあり、他の人の意見をいいのではないのかという回数が増えて話し合いを誤った方向に進めてしまうことや自分の意見を伝えることが少なくなってしまうと思う。

3 つ目は、MWUN に想定していたような機能やデザインを実装しきることができなかつたことである。自分自身もどのようなアプローチで実装するか調査が足りなかつたり、難しいことを最初からやろうとしてしまったことから 1 つの機能の実装に時間をかけすぎてしまったことから満足いくような機能やデザインを実装しきれなかつた。時間がないからといって焦って一気に 100 実装しようとしてしまっていたが、1 からしっかりと勉強して実装した方ができていたのではないと思う。また、データベースは後期の講義から学習し始めたため、全く知識がない状態から使い始めたため、ファイルの保存をしているテーブルやコメントのテーブルの設計がうまくできていなかったと思う。

以上のような反省点があったが、一方でプロジェクトを通して得たことも 3 つある。

1 つ目は、発表スライドやポスター、報告書を作成する際の言葉選びや文章の作り方である。同じような意味だと思っていたことも調べてみれば、微妙なニュアンスの違いがあったり、自分が書いた文章が曖昧であることに少しずつ気づけるようになってきたと思う。また、高専の在学時に卒業論文の執筆経験があったため、文の作成には慣れており、他のメンバーの文章や書き方についてをアドバイスできるようになったこともよかったと思う。この経験は、来年度の卒業論文にも活かしていきたいと思う。

2 つ目は、チームでの開発経験である。個人で開発することがあってもチームで開発はなかなかできることではない。インターンシップでも複数人で 1 つのサイトの不具合修正を行ったが、個人で作業したことを他人と共有し、それが正しい実装方法なのかを他人と考えることができるのは良い経験だと思う。プロジェクトでは、リーダーとなり、うまくマネジメントすることができなかつたが、こういった経験は社会人になったときにも生きてくると思う。

3 つ目は、スケジュール管理の重要性である。我々は、中間発表まであまりスケジュール管理をすることができていなかった。その影響もあり、中間発表の資料作成が直前まで続いてしまったこ

とやスライド・ポスターのレビューを複数回行うことができなかった。後期になるとスケジュール管理を徐々に意識して作業を進めていったことで最終成果発表のスライドの作成が早くから行えたことや個人のタスクをメンバーが把握できるようになった。把握するだけでなく、他のメンバーの進捗に応じてリマインドや作業状況の確認を個人で行えているとより円滑に作業が進められると思う。この経験からスケジュールは細かく詳細に決めることが重要であるということを知り、それをメンバーに共有することでお互いがどのタスクをやっているのかということが把握できる。この管理を最初からできていたらもう少し余裕をもって開発始めることができていたかもしれないという反省もある。

プロジェクト全体を振り返ると、私は改めて数学の難しさや奥深さを感じる事ができたと思う。いろんな本を読んでみても表現が微妙に違うことがあり、違うのにもかかわらず指している意味は同じようなことがあった。数学的帰納法にたくさんの時間を割いて輪講をやってみて言葉1つで伝わり方が違うということを知り、これを他人に伝えることで気づけたと思う。これからはこれらのことを数学を学習していくうえで大事にしていこうと思う。また、開発経験のない自分でも『MWUN』を作ることができたというのは、今後何かを作るうえで自信になるとし、就職後もこの経験を活かして活動していければいいなと思う。

最後に、本年度は難しい環境下で行ったプロジェクトではあったもののこの状況だからこそ今回作成したシステムがあると思う。また、今年度高専から編入してきてわからないことが多い中、プロジェクト時間内でも時間外でも様々なことを教えてもらい、体調不良時や他講義の課題で忙しい時期も多くサポートしてもらえたおかげでこのプロジェクトの活動ができたと思う。プロジェクトメンバーのみんなには感謝したいと思う。プロジェクトとしては、度々壁にぶつかることもあり、先生やTAの方々にご迷惑をおかけすることも多々あり、時にはお力添えをいただいたことで今年度のプロジェクトを進めることができたと思う。ここで得たことや反省したことはこれからの卒業研究や社会人として働くことになってもずっと活かしていきたいと思う。

(※文責: 堂前岳)

付録 A 新規習得技術

Adobe Illustrator

中間発表用ポスターを作成するために用いた。

(※文責: 岩崎照大)

付録 B 活用した講義

解析学 I

数学の輪講に取り組む際に用いた。

システムと微分方程式続論

オンラインにおける数学学習と 1 年生の受講状況を想定する際に参考にした。

(※文責: 岩崎照大)

付録 C 相互評価

C.1 東和輝による相互評価

岩崎照大 成果発表会班として積極的にストーリーを組み上げてもらってスライド等作り上げやすくなった。プロジェクトリーダーとしても意見をうまくまとめることが出来ていた。しかし、決定したものははっきりした形に残さなかった分、会議が停滞してしまったのではないかと。自分の中では理解していると思うので、それをメンバー全員に共有することが出来るというのではないかと。

相澤武留 色々な文献をもとにした意見をよく出してもらい、中には色々面白い意見も多かった。アンケート物に対しては、その知識を利用していいデータを出してくれたと思う。よく見受けられたのが、意見を述べる時に言葉にしたいことがまとまってないことが多く、受け手側がすべてを理解することが難しいことが多かった。書くことで自分の考えがまとまるということを経験ではなく、自分の発言でも意識するとよいのではないかと。

石原和真 最終報告書作成責任者として担当やスケジュール調整の調整をうまく組んでくれた。また、停滞した会議に対して一度見直す意見をよく出してくれた。その客観的な視点で意見できるのであれば、自分の意見を発することでメンバーに見えなかった視点が見えてくると思うので、もっと積極的に発言してほしい。

三軒家宏将 システム班の作業に関わることはなかったが、中心的に働いてくれたと思う。会議で出してくれる意見も少なかつたとはいえ、現実的かつ独特なものが多かったのが素晴らしいと感じていた。今後は自分が考えたことを胸の内に秘めず、厳しい意見も多く発言するとメンバーの甘い見通しを正すことが出来てよいと思う。

三木麻理子 後期は一緒に作業する機会がなかったので多くを語る事が出来ない。裏でこちらの助けになるような個人タスクをこなしていると聞いていたが、進捗が何も見えず非常に残念である。

渡部文 アンケート・勉強会班リーダーとして、責任をもって非常に多くのタスクを積極的に引き受けて作業してくれた。故に今まで何を決めて何をしたのかわかりやすく、会議や作業も混乱することなく進んだ。また、会議中も多くの意見を発してくれた。しかし、会議のまとめ役としては上手く意見をまとめることが苦手なのだと感じた。一緒に活動して書いてまとめることは得意だと感じたので、意見を紙に書きだしてメリットデメリットを書くこととまとめてみるのはどうだろうか。

中村優真 会議やシステム開発、報告書作成など様々な活動で積極的に活動していた。特に、勉強会班では内にはかかわらず勉強会に向けてプロジェクト時間内外関わらず参加し、意見を多くくれたことには感謝している。自分も人のことを言えないが、自分の意見をはっきりしている分、熱くなるとなかなか周りの意見が見えないこともあったと思うので、同様のことがあった時に柔軟に周りの意見を受け入れられるとよいと思う。

小路智也 会議にて多くの意見や発想を出し、メンバー内に新たな色々な考えが生まれた。また、積極的に多くのタスクをこなし、アンケートや勉強会のサポートを行ってもらった。しかし、会議において、話の流れに合わない意見を発することがあり、円滑な進行を妨げるこ

があった。今後は、会議の内容を書き起こして確認し、自分の意見は今話すべき事柄なのか確認して発言してみてもうだろうか。

中井遥夏 中間発表に続いて成果発表のポスター作製を短期間で要点をまとめ、見て理解しやすいものを作成してくれた。また、システムのデザインについても比較的短い時間の中で最低限利用できる形にはなったと感じた。これらの作成を基本的に一人に頼って作業してもらったが、多く意見を求めることがなかったので、今後困ったときはもっと仲間を頼ってみるとより良いものができるのではないかと感じた。

堂前岳 システム班のリーダーとして、かなり多くのタスクをこなしていた。また、勉強会班からの仕様変更などの注文を確実に反映してもらったので勉強会が円滑に進んだと感じた。前期の活動から人の話をまとめるのがうまいと感じたので、今後は積極的に自分の意見を発してみ、全体の意見をまとめてみるとよいと思う。

(※文責: 東和輝)

C.2 岩崎照大による相互評価

東和輝 議論にも行動にも自分の意思がハッキリと表れていて、プロジェクトの作業の進行に大きく貢献してくれていた。あまりに直球すぎる発言にメンバーが不安そうな顔をする時があったので、時と場合によって発言を柔らかくする必要があると感じた。

相澤武留 特にアンケート、勉強会では自身で参考文献を積極的に活用し、他者にはない知識を得ることでプロジェクトの作業に大きく貢献してくれた。議論では、そう思う、それは違うと進行を正してくれて安心できた一方で、意見を話すときに遠回りな言い方で、結局何を主張していたかわからなくなった時もあったので自分の意見を簡潔に述べて欲しかった。

石原和真 年間を通して、メンバーが慣れていない Zoom の機能を使いこなし、プロジェクトの進行に大きく貢献してくれた。作業面でも、プロジェクト時間外の活動にも積極的に参加し、自分のタスクを探し、実行してくれたことが非常に助かった。流されやすい性格もあるのかもしれないが、議論では他人に同調する意見が多い気がしたので、もう少し自分の意見を積極的に述べて欲しかった。

三軒家宏将 議論では、メンバーが出しづらいような意見でもズバズバと発言してくれて、我々も現実を受け止めて作業することができ、プロジェクト活動に大きく貢献してくれた。作業の時、あまり進捗が掴めていなかったのも、お互いのコミュニケーション不足を感じた。

三木麻理子 議論では、自身の環境もあり、数学を教えられる側からの意見も出してくれる貴重な存在で、作業でも課せられたタスクをきちんとこなしてくれていた。後期では、コミュニケーションが取りにくく、状況がわからなかったのも、発信してほしかった。

渡部丈 アンケート班、勉強会班、ともにリーダーとしてメンバーをまとめてくれていて、作業では献身的な姿勢から、見やすい白板など班員が作業しやすい準備を時間外活動で積極的に行ってくれていてプロジェクトの進行に大きく貢献してくれた。議論や作業が停滞した時、進行が止まっていた印象なので、アドリブでも柔軟な対応ができれば良いと感じた。

中村優真 議論で、プロジェクトのことをよく考えてくれていて感じる発言を積極的にしてくれて、発言力があり、作業でも積極的にタスクを行い、プロジェクト活動に大きく貢献してくれていた。ところどころ作業が雑になってしまったり、議論で自分なりの解釈で終わってしまったり後々ニュアンスでズレが生じた部分もあったので、最後まで詰めに甘くしないように

すべきだと感じた。

小路智也 積極的に発言をしてくれたり、積極的にタスクを請け負ってくれたり、プロジェクト活動に大きく貢献してくれていた。提出の締め切りなどには敏感で、こまめに確認を取ってくれたおかげで助かる場面が多かった。議論の最中に話がズレてしまうことがあったので、今は何について議論しているのか確認することが必要だと感じた。

中井遥夏 デザインコースであることもあって専門的な知識や持っているアプリをいかし、Webアプリの見た目などのデザイン面、ポスター制作など難しいタスクをこなしてくれてプロジェクト活動に大きく貢献してくれた。議論では、折角良い意見を持っているのに発言しないことがもったいないと感じることがあったので、積極的に発言して欲しかった。

堂前岳 特に Web アプリの開発では、リーダーとして班員をまとめ、メンバーの慣れない言語を自身の知識にして、作業を進め、ものにしてくれたのが非常に助かった。議論では、発言を求めたときの的を射た意見を出してくれていたのも、もっと積極的に発言して欲しかった。

(※文責: 岩崎照大)

C.3 相澤武留による相互評価

東和輝 体調不良でプロジェクトに出ることができなかった次の週に配慮を受けることなく、活動に対して積極的に参加していた。後期では誰もタスクの管理をうまくできなかった。しかし彼がタスクの負担の見込みをし、うまくは行かなかったものの積極的に声をかけるなど、精力的に取り組んでいた。

岩崎照大 中間発表制作班とアンケート班の両班のタイムスケジュールや ToDo など、班をこえた活動について調整を行っていた。前期ではに対して責任感をもって取り組んでくれていたように見えました。

石原和真 Zoom の管理などをしていて、勉強会では、被験者に対して、非常に好意的な印象を与えるように気をつけていた点がよいと思った。数学学習に対してもう少し意見を持つと良いように思った。

三軒家宏将 スライド作りなどを担当していた。意見を積極的に述べていたため議論が活発になりやすかった。

三木麻理子 前期ではアンケート班でグループワークを行った際、プロジェクト外から見た視点を意識してアンケートづくりをしていた。後期については一緒に活動していないため記述しないものとする。

渡部丈 アンケート調査と勉強会に対して責任感をもって取り組んでいた。プロジェクト時間外の作業に多くの時間を費やしており、中間発表や成果発表でうまくスライドを作っていた。後期では特に勉強会班のグループワークタイムの進行を常にしており、白板をとっていた。そのため、うろ覚えになったことを後で見返すことができた。

中村優真 中間報告書の制作を担当していた。輪講では数式の細部まで説明をしていたため、わかりやすかった。私とは異なる班で作業を行っていたが、私たちの作業内容について積極的に聞きに来る点がよいと思った。

小路智也 発表会の質疑応答の準備などをしていて、中間報告書では積極的に執筆作業を行っていた。後期では同じ班であったが積極的にデータの解析を行っていた。

中井遥夏 中間発表のポスターを作っていたが、ポスターには図を用いた説明を挿入していたた

め、わかりやすかった。成果発表会においてもポスター作成を行っていた。

堂前岳 前期では数式ツールを使って、見やすい輪講を行っていた点がよかった。後期では班が異なっていたため、一部しかわからないが、Web アプリの作成の進捗をプロジェクトの日ごとに報告をしていた。実験を行う日が近くなってから作り途中の Web アプリの様子を見ることができたが、もう少し早くから見せてもらえた方がよかった。

(※文責: 相澤武留)

C.4 石原和真による相互評価

東和輝 議論において的確で現実的な意見を述べ、話が脱線しかけた際もすぐに修正してくれたのがプロジェクトで助かった。議論が決断しない際は率先して意見を出しプロジェクトをすすめる、予定表のおかげ前期より余裕をもって活動をする事ができた。

岩崎照大 プロジェクトリーダーとしてプロジェクト全体をまとめ上げてくれた。個人での連絡の取り合いも積極的に行い、逐次活動の進捗状況を確認してくれたおかげで、プロジェクトをスムーズに進めることができた。

相澤武留 アンケートに関する仕事を率先して担当してくれた。自分から論文を探し、プロジェクトで共有してくれたおかげで、成果物発表や最終報告書がより深みのあるものに仕上がった。ただ一人で担当する仕事が多かったらうから、そこはメンバーに割り振ってよかったのかもしれない。

三軒家宏将 後期はサーバー管理や成果物制作、動画制作といった技術や知識が要求される分野でプロジェクトに貢献してくれた。また、停滞したプロジェクトを動かしたり、脱線した話を修正するような意見も出してくれたので、積極的に発言してもよかったと思う。

三木麻理子 後期は個人タスクをしてたようだが、特に連絡もなかったので一度くらい活動報告をしてもよかったのではないかな。

渡部丈 勉強会班のリーダーとして意見をまとめたり、他の班への進捗報告などをしてくれた。勉強会班で決断ができなかった時も、意見をだし決断してくれたおかげでプロジェクトを円滑に進めることができた。スケジュールやタイムテーブル作成時の相談にも乗ってくれて助かった。

中村優真 成果物班のリーダー的存在としてチーム作業の進行担当のおかげで効率的に作業を進められた。また、休日の活動にも積極的に参加し、成果物班だけでなくプロジェクト全体を見渡して、行動してくれた。

小路智也 プロジェクトの仕事1つ1つに責任を持ち、自分の管轄外の仕事も担当することによってプロジェクトを円滑に進めることができた。

中井遥夏 プロジェクトのポスターからスライドまでデザイン関連を主に担当してくれて、デザイン学部が一人しかいない中、プロジェクトに貢献してくれた。また、数学が苦手な立場から意見を出すことによって、より1年生によりそった成果物や勉強会にすることができたと思う。

堂前岳 システム班リーダーとして勉強会班が出した要求にも全員が満足する形で実現してくれた。全体の活動でも全員の話聞いて、話を合わせるようにしてくれたおかげでプロジェクトを全員で円滑に進めることができた。

(※文責: 石原和真)

C.5 三軒家宏將による相互評価

東和輝 あまり同じ班にいなかったが、活動報告時にかなり分かりやすく進度を報告してくれていて助かった。

岩崎照大 プロジェクトのリーダーとしていろいろ試行錯誤してくれていた。メンバーの件など難しい部分も多々あったと思うがフレキシブルに対応を工夫していた。

相澤武留 アンケートなどについての自分の意見をよく伝えてくれた。そこから修正点などを見つける足がかりになることが多く、客観的な視点を取り入れやすくなった。

石原和真 発表用の動画を取る係で2回同じになり、スライドに声をあてた。前期に比べて後期では若干声の早口さが弱まっていたように感じる。

三木麻理子 途中からあまり話し合いに参加されていなかったのあまり書けることがないが、前期の活動では意見を綺麗にまとめていた。もう少し発表する機会があれば活動に参加しやすくなったのではないかと思う。

渡部丈 アンケートなどデータの操作を主に担当していた。難しい手法を使ってデータの解析を行っていたが、何を行っていたのか分かりずらかったのでその解説などをもう少しやってくれると嬉しかった。

中村優真 気になったことをすぐ発言してくれるので、議論が活発になった。また分かりずらそうな部分を一度聞いて整理してくれたので議論の流れがスムーズで分かりやすくなった。

小路智也 メンタル面での弱点を克服して発言を積極的に発言してくれていた。大切な部分をとらえて議論してくれるので方向性を見失いづらくなった。

中井遥夏 デザインコースのメンバーが一人しかいないということで負担をかけてしまった。後期の活動では他のメンバーに支援を求めるなどしていたが、自分自ら手伝いに行くべきだったと反省している。

堂前岳 MWUN の開発はほぼ堂前君がやってくれた。Web 開発に関する知識のなさを実感させられたので戦力となれるように javascript などの知識を得ていきたい。

(※文責: 三軒家宏將)

C.6 三木麻理子による相互評価

東和輝 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。前期では、多面的なものの見方で、鋭い意見を多く伝えていました。話の展開がスムーズになるようにしてくれていました。

岩崎照大 後期からグループ作業が出来なくなってしまい、プロジェクトとは関係のないところで迷惑をかけてしまい申し訳ありませんでした。他の学生や先生方に連絡してくれたりしてとても助かりました。一年間プロジェクトリーダーとして、プロジェクト全体に現状を報告してくれたり、スケジュールを細かく立ててくれていました。

相澤武留 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。同じアンケート班で活動していた時、班の中心的存在としての的確な意見を多く伝

えてくれていました。

石原和真 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。Zoomの管理という役を引き受けてくれたり、勉強会の司会をしてくれたりと多面に渡って活躍していました。

三軒家宏将 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。システム班で中心的に活動してくれていたと聞いています。前期の時は、全体での話し合いの時も積極的にメンバーに話を振ってくれていました。

渡部丈 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。アンケート班と勉強会班のリーダーとしてみんなが本来やりたがらない所を積極的に引き受けてくれました。また、全体の話し合いでも多く発言していました。

中村優真 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。システム開発や報告書作成の際、積極的に仕事を引き受けてくれたと聞いています。前期には周りの意見を聞いて、うまく話し合いをまとめてくれていて、とても助かりました。

小路智也 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。会議の際は的確な意見を出し、活発な議論の進行を促してくれていました。また前期の時には、2つの班を掛け持ちしてとても大変だったと思いますがとても助かりました。

中井遥夏 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。デザインコースのメンバーとしてシステムのデザインやポスターの制作に積極的に取り組んでくれていました。

堂前岳 後期は一緒に作業することが無かったので評価することが出来ません。プロジェクトのグループ作業に貢献できず、不快な思いをさせてしまったかもしれません。申し訳ありませんでした。システム班のリーダーとして多くの仕事を積極的に引き受けてくれたと聞いています。前期の全体での話し合いの時も、話の展開がとても上手であると感じました。

(※文責: 三木麻理子)

C.7 渡部丈による相互評価

東和輝 成果発表会のリーダーとしてスケジュールを組んだり作業の指示を出してくれていました。東君のスケジュールがあったので前期の二の舞にはならず済んだと思っています。また自分は優柔不断なので、普段から東君の決断力はすごいな、と思っていました。自分でも言っていたけど、「ここで言ったほうがいいな」みたいに思ったことをその場で言えたらもっとよかったのかなと思います。

岩崎照大 プロジェクトのリーダーとしてこの一年間私たちを引っ張ってきてくれました。リーダーとして責任をもってやっていくことはとても大変だったと思いますが、常に締め切りや

何をしていくかなど細かく目を配っていてくれていてとても頼もしかったです。リーダーとして色々な仕事を引き受けてくれていましたが、全部背負うのも大変なのである程度メンバーには命令的に仕事を割り振ってもよかったのかなと思いました。

相澤武留 同じグループでともに作業をすることが多かったのですが、本当に相澤君にはお世話になりました。アンケートを作成する際にはいろんな資料を読んで中心的になって進めてくれました。資料などから得た知識をもとに、どうすればアンケートで最大限欲しいデータが得られるのか、実験の方法はこれでいいのかと突き詰めて考えてくれました。プロジェクトの活動において、設定した締め切りなどを超えてしまうことがあったと思うので、スケジュールをもっと意識できるようになればいいなと思いました。

石原和真 最終報告書のリーダーとして報告書のとりまとめをしてくれました。勉強会での役割として、勉強会の進行や台本を考えてもらっていました。石原君が意見を出してくれたことは、なるほどな、と思いつかなかったことがいくつもあり本当にすごいなと思いました。そういったことを感じたので、もっとプロジェクト活動中に自分の意見を発信出来たらいいのかなと思いました。

三軒家宏將 システム班でずっと活動をしてきていました。プロジェクト活動の中で一緒に作業をする機会は少なかったのですが、全体で文章を考える時など、的確な指摘をして文章を向上させていたのはすごいなと思っていました。自分のタスクについての進捗報告が Slack などを通じてもっとできたらいいのかなと思いました。

三木麻理子 前期と一緒にアンケート作成をしたり、後期も数学の輪講に取り組んだりと何度か一緒に作業する機会がありました。自分のできる範囲で頑張っていたと思います。slackなどで少しでも自分の作業報告ができればもっと良かったなと思いました。

中村優真 プロジェクトにおいて、積極的に発言してくれているおかげで全体が潤滑にまわっているところもあるのかなと思っています。またプロジェクトの時間外活動などでも、助けを求めるとすぐに駆け付けてくれるので本当に頼りになって心強かったです。よく文章に自信がない、と言っていました。僕の記事にも結構指摘をくれていたし、そんなことはないと思います。他のメンバーも言っていました。自分にもっと自信をもって活動することができればもっといいなと思いました。

小路智也 小路君とは多くの時間において一緒に作業をしてきました。積極的に意見をくれるので、リーダーとして議論を進める時にとてもありがたい存在でした。率先してスケジュールなど気にしてくれていたことも、プロジェクト全体の意識向上につながったのではないかと思います。ただ意見をもらえるのはありがたいのですが、もう少し他の人の意見を聞く姿勢や何を伝えたいのかまとめてから発言することなどを意識すれば、もっといいのかなとも思いました。

中井遥夏 デザインの経験がほとんどないこのプロジェクトにおいて、『MWUN』やポスターのデザインなどを一手に担ってもらっていて本当にありがたいことだと思いました。ポスター制作の際と一緒に活動しましたが、前期の活動も踏まえてどうやってやればポスターを効率的に作れるかいろいろ考えていてすごいなと感じました。ポスターを作るのはいろいろと大変だとは思いますが、困ったことがあったらすぐにグループメンバーなどに相談することができれば、もっといいなと思いました。

堂前岳 システム班のリーダーとして Web アプリ『MWUN』の開発を進めてきてくれました。堂前君を始めとするシステム班の力がなければここまでのアプリはできなかつたと思います。人の話を聞いて理解する能力がすごいなと思っていて、同じリーダーとして学ぶべきところ

があるなと思っていました。普段も、議論において的確な指摘をしたりと、プロジェクトのことをよく考えているのだなと思いました。その考えていることをプロジェクト活動中にもっと発信できたらもっといいな、と思いました。

(※文責: 渡部丈)

C.8 中村優真による相互評価

東和輝 状況判断をすることで議論が加速することが多かった。しかし状況判断ができすぎてしまうがゆえなのか、自分以外に対して威圧的な態度をとってしまうことが多くあると感じたので、そこを修正できるとなお良いと思う。

岩崎照大 他の人の力を借りずに自分でやりすぎてしまうところがあるように感じた。具体的には資料作成のところになるが、人がだんだんと減って最後は自分でなんとかしてしまっていたがもう少し他の人を頼っても良いのではと感じた。

相澤武留 自分の意見が他の人にあまり通じていないことがあったように感じる。具体的には声が聞き取りづらいことがあったのでハキハキ喋ったり自信を持って話すことが大事だと思う。

石原和真 人の意見に乗っかりすぎること自分の意見を伝えられていないことが多かった。たまに意見を持ってないのか。と感じることもあったので意見に乗っかるときは理由を述べられるようにしておくのが良いと思う。

三軒家宏将 プロジェクト活動外でも色々活動を行ってはいると思うのだが、進捗が把握できないところがあった。こまめに自分が何をしているか、連絡を頻繁にとることで進捗の把握ができると思う。

三木麻理子 潜在能力やポテンシャルがかなり高いと思うのですが、それを発揮できていないのもったいないと思う。今後はその部分に関して自信持ってもらいたい。

渡部丈 一人でなんでもできてしまうがゆえ、あまり人に頼まずに自分でなんでもこなしてしまっていた。プロジェクト全体の反省でもあるが、やはり自分以外とこまめに連絡を取りながら仕事を振ることで自分を楽にしようと考えてよかったと思う。

小路智也 人と会話する時に自分の意見だけを話して聞く耳がなかったのではないかと感じることもあった。また、話している意見のベクトルがズレていて、議論は踊るされど進まず状態になってしまったように感じる。相手の話を聞き、何をすべきかを判断できると良いと思う。

中井遥夏 プロジェクトの時間中の発言が少なかったように感じる。とても良い意見を持っているはずなのにそれが伝わらないのはとてももったいないように感じるので司会者の技量にもよるが、自分の意見を伝えることができるようにしていくことが大事だと思う。

堂前岳 プロジェクトの時間中の発言が少なかったように感じる。とても良い意見を持っているはずなのにそれが伝わらないのはとてももったいないように感じる。他にも開発技術などが素晴らしいと思う。しかし、それが故に任せっきりになってしまって申し訳なく感じる。

(※文責: 中村優真)

C.9 小路智也による相互評価

東和輝 今後の見通しを立て、僕らが気づかない細かい部分まで意見を出して考えてくれました。

議論が止まったときに違った視点から考えてくれてプロジェクトでかなり助かりました。期限がせまってくると感情的になることがあったので、冷静になって伝えてほしいかなと思いました。

岩崎照大 各班の情報の共有しリーダーとしての会議をどう進めていくか常に考えていて助かりま

した。でも一人でリーダーだからというのでタイムスケジュールや宿題の掲示などやっているように思います。メンバーに自分のやることで精一杯ならないように指示だしたりすればいいかな。メンバーはちゃんと岩崎君のことはわかっているの、行動してくれると思います。それといい雰囲気作りのためだと思うのですが、メンバーが提出期限を守れなかったときの対応が優しすぎるのかなと思いました。厳しくいうところはいうべきだと思います。

相澤武留 同じグループで作業する期間が長く、自分には気づけない細かい詳細を指摘して先先の

ことがよりはっきりと見えているなど感心しました。アンケートの知識は相澤君しかいないからという重圧からアンケート内容や分析方法を責任を感じて、無理をして自分の役割に取り組んでいたように感じました。仲間をもっと頼っていけばよかったなと思いました。

石原和真 映像の撮影や時間外活動の計画や計画書の作成など普段後回しにしてしまう作業を積極

的行ってくれて会議がスムーズで助かりました。ただ会議での意見交換で、メンバーと同意見のようとして自分の考えていることを詳しく発言できていなかったかなと思う。自分は同じだと思っていても少しは違うかもしれないので、自分の意見でつたえることが大事だと思います。

三軒家宏將 動画がスライドやポスターが終わったうえで作らなければいけないのに文句を言わずに

チームメンバーのために頑張ってくれて助かりました。メンバーの中でこのままで行こうなどの甘えが生じてしまっても自分の身は気にせず見通しを正そうと発言してくれたのがよかった。このプロジェクトに対する熱い思いがあるなと思った。前期の輪講での発言のように、後期も自信をもって発言してほしかったです。

三木麻理子 残念ながら後期はなかなかコミュニケーションとれなかったが、個人ワークによって

チームメンバーに役立てることが出来ていたと思う。前期の仮説を決めるときに私には考えられない視点を挙げてくれて議論がすすみました。これからも意見出している発言とらわれずに自身持って意見だしてください。

渡部丈 きれいな白板で作業を効率よく進めることができました。自分のことだけではなく仲間思い

でかなり助かりました。メンバーの意見をうまくまとめて記述したり発言するのがとても上手で私がうまくまとまらずに話しているとき助かりました。これからも積極的に続けてください。

中村優真 いろいろと意見がでたときにすぐに自分がまとめてかいてくれるところかなり活躍して

もらって助かりました。意見も積極的に出してくれてオンラインのプロジェクトで黙ってしまわないように行動してくれてありがとうございます。少し自分をマイナスに見せる発言があったので、自分に自信を持っていいと思います。

中井遥夏 数学が苦手な立場でも仮説決定の時積極的の発言してくれて、いろいろな視点で考える

ことができ、より深いものにすることができました。ポスターの制作でもスライドや原稿もあまり完成してない状態にもかかわらず、自分は意見をだすだけで、ポスター作りに一人

でやってもらって本当に助かりました。ただポスターに役に立てる考え方などデザインコースならではのことをメンバーに教えてほしかったなと思いました。

堂前岳 細かいところにいつも気づいてくれてプロジェクトを進めていく上でかなり助かりました。議事録がかなりみやすいので、このまま続けてほしいです。もう少しシステムの内容深く伝えてほしかったです。

(※文責: 小路智也)

C.10 中井遥夏による相互評価

東和輝 議論が行き詰ったとき、問題を多角的にみて鋭いコメントをし、議論に勢いを作ってくれ話が進むためきっかけ作りが上手だった。本プロジェクトメンバーはどっちつかずなメンバーが多かったので、彼の誰に対してもはっきりモノを言う姿勢が本プロジェクトで非常に助かった。

岩崎照大 全体の行動の統率を取る際に、スケジュールの確認やアナウンスをしてくれたことでプロジェクトの進行を進みやすくしてくれていた。ただプロジェクト全体の方針のような重要な事柄を決定する場合に、先の見通しを立てずに話を進めてしまうことが多く、慎重さが足りないと感じることがあった。

相澤武留 アンケート作成チーム引っ張り、中間発表の準備も積極的に参加して準備を手伝ってくれた。みんなが行き詰っているときも、手際よく進めてくれた。ただ勉強会以降、モチベーションが燃え尽きたように見えてしまったのがもったいなかった。

石原和真 前期では発表当日の zoom の管理という重要な役割を問題なくこなしてくれ、後期ではそれに加えて勉強会の司会を行うなど、周りがやりたがらない役割をこなしていて有難かった。

三軒家宏将 スライドの完成が遅くなってしまい、動画の作成にも影響が出たが、短い時間で原稿を読んだり、紹介動画を作成してくれて有難かった。またメンバーが気づいていない鋭い指摘が多く助かる場面があった。前期の数学的帰納法での議論の際は、少数派になったの意見をはっきり言えるかなりやる気のあるメンバーなのかと思ったが、それ以降はあまり前に出てこないように見えたのがもったいないと感じた。

三木麻理子 周りに女の子がいない中で積極的に議事録を取ろうとしてくれたり、数学が好きであることを活かしていろんな角度から意見してくれていて議論に深みが出ていた。

渡部丈 アンケートを作成する際、相澤君と2人でアンケート作成チームを引っ張ってくれていて頼もしかった。また彼本来の人柄の良さが活動時ににじみ出ており、議論前にドキュメントをまとめて用意してくれたり、グループの領域を越えて作業を手伝ってくれるなど、彼の頑張りなしでは発表ができなかったと思うほど、頑張ってくれた。少し自分を犠牲にしすぎる場面が多かったので、うまく他のメンバーを巻き込んで作業を分担するなどしてほしかった。

中村優真 グループ活動の中心でうまく私たちにリードしてしてくれた。頭の回が早く、意見を出すのが上手いという印象を持った。前期後期を通してメンバーや教員とコミュニケーション上手く取りながら活動できていた。自身のできることとできないことを把握しており、適材適所を見抜いて自身の作業を行っていたのが良かった。ただ、自分の能力を過小評価し過ぎずに挑戦できると尚良いと感じる。

小路智也 中間発表当日のスケジュールを組んでくれて有難かった。また発表の準備を一番手伝ってくれたので助かった。かなり真面目で、メンバーが言いづらいことも発言してくれていた。ただ発言に関して、周りが見えずに気づかず人を傷つけたりメンバー同士の信頼関係の摩擦になっていたりする部分があったので、一度冷静に周りを見てから発言することを意識すると尚良くなると思う。

堂前岳 評価フォームの作成を主にやってくれていて、作成自体も余裕をもって作成してくれていて有難かった。編入してきて、知らない人間ばかりなのに、うまくコミュニケーションが取れていて凄いなと思った。後期では、Web アプリの開発のリーダーというとても重要な役割を果たしてくれた。彼自身も開発は初めてだったが、Web アプリを利用できる形まで完成させたのは素晴らしいと思う。自身の意見をしっかりと持っているのに、プロジェクト全体でなかなか発言できないのが惜しいと思った。

(※文責: 中井遙夏)

C.11 堂前岳による相互評価

東和輝 非常に鋭く刺さる意見を言ってくれていたと思う。議論が思うように進まない時に何のための議論なのか、本筋とずれていないのかということ指摘してくれていたことでプロジェクトを進められることができたと思う。時々、強い口調になってしまったところが気になった人もいたかもしれない。

岩崎照大 プロジェクトリーダーになってから大変な中プロジェクトの準備をしてくれたり、スムーズな進行をしてくれた。いろんな人の意見をうまくまとめて全員にわかりやすいように説明してくれていた。何かを決定する際にとりあえずこれでいいかというふうに決めることが多かったため、後々苦戦することもあった。

相澤武留 アンケートに関わる調査などを1人で行ってくれた。中間報告の準備でも資料作成に多く関わってくれた。後期は勉強会の企画を時間外でもたくさん行ってくれていた。時々、言葉の認識の違いなどを指摘せず、発表会前や報告書の作成の際にそれをすり合わせるようなことがあったため、その場で言ってくれるとよかった。

石原和真 講義時間以外でも Zoom の管理を行ってくれた。意見も多く述べてくれていたと思う。リーダーとなって進行する際に困って作業を進めることができなくなっていたため、まわりの人にもっと助けを求めてやってくれてよかったと思う。

三軒家宏將 他のメンバーが見落としているところを鋭く突いてくるような意見を言ってくれた。時間の少ない中でも発表動画の作成をしっかりと行ってくれていた。前期と同じように後期も発言してくれるとより活発で良い議論になることもあったのかと思う。

三木麻理子 グループワークなどで積極的に意見を出してくれてよかった。

渡部丈 積極的に意見を言ってくれていて議論を円滑に進められるようにしてくれていたと思う。講義時間以外の作業も多く参加してた。後期は勉強会班のリーダーとなって積極的な活動をして勉強会の企画を進めてくれていたと思う。どんな作業も一人で担当することが多く負担が多くなっていったように感じたため、より分担して作業できていると良かったと思う。

中村優真 いつもみんなの考えをまとめたり、自分の考えを率先していってくれるのでプロジェクトが成り立っていると思う。後期は、システム班として一緒に作業を行い、難しい部分を担当してくれていたが、諦めずにいろいろなやり方を探してやってくれていた。自分ではでき

Understanding how to learn Mathematics

ないと諦めてしまうことが、まれにあったのもう少し自分を信じてもいいなと思った。

小路智也 細かい情報を何度も通知してくれていたのでプロジェクト内での情報共有ができていたと思う。後期になっても前期と同じように提出物の期限を細かく確認したり、話し合うべきことを提案してくれたりしていた。たまに、そのときの話題とはずれた話題を持ち込んでしまうことがあったので、落ち着いてそのときの話題を理解してもらえると良いと思う。

中井遥夏 数学が苦手な人の視点からとても良い考えを出してくれたと思う。ポスターもとてもよかった。システム班として一緒に作業を行い、とても雑にデザイン面を任せてしまったが、一生懸命やってくれていた。悩んでいることやわからないことをすぐに共有してくれているともっと良かったと思う。

(※文責: 堂前岳)

付録 D 勉強会実施のため大学に申請した書類

勉強会実施のために、プロジェクト学習ワーキンググループへ提出した書類を以下に添付する。

(※文責: 渡部丈)

解析学 II 勉強会計画書

プロジェクト名: 数学の学び方を理解する
勉強会責任者: 情報システムコース 3年 1018128 渡部丈

<実施背景>

これまでのプロジェクト活動で数学の輪講(複数人で解答を共有し議論すること)を通して、丁寧に書くことや他者からの指摘について考えることが数学の問題を理解する上で重要だとわかった。その経験を参考に数学学習を支援するシステムを我々で開発してきた。そして、実際にそれが学習者にとって有用なものであるかどうかを評価する必要があると考えた。そこで、一年生にむけた勉強会を実施しシステムを用いて学習してもらうことを企画した。

<実施目的>

- ・当プロジェクトが考案したシステムのプロトタイプを一年生に実際に使用してもらい、そこから得られる効果やシステムそのものの評価を検証すること。
- ・実際に数学の問題について解き、メンバー同士で説明しあってきた経験を踏まえて、勉強会を通じて一年生に教える機会をもつこと。

<方法>

- ・対象者
本学解析学 II 履修者を対象とする。なおスケジュールの都合上、ABCD クラスの試験後の勉強会となってしまうため ABCD クラスの学生の参加は見込めなさそうではあるが、ABCD クラスであっても勉強会に参加することを希望する学生にはぜひ参加してもらうように告知の際に伝達する。
- ・日時と場所
2020 年 11 月 13 日(金)の 18 時 10 分から 20 時 15 分を予定している。場所について、参加者は Zoom での参加を考えているため Zoom のリンクを後程発行する。プロジェクトメンバーは大学にて全員集合することを考えているため、集合場所として本プロジェクト活動場所である 484 教室の使用を希望する。

図 D.1 申請書 1 枚目

Understanding how to learn Mathematics

・勉強会の告知方法、参加方法

一年生への一斉メール送信に加えて、後に解析学IIご担当の先生方に連絡を取り、授業冒頭で勉強会の紹介をさせていただくことを検討している。また参加方法として、こちらでGoogleフォームを作成し、事前に必要情報を記入の上で当日参加してもらうことを検討している。

・概要

上記の目的を達成するために、勉強会前後でアンケートをとり当プロジェクトが期待する、システムを使用したことによる効果が得られたかどうかを検証する。また、勉強会参加者の解答用紙を回収し、システム使用前後で解答に差異がみられたかどうかを検証する。

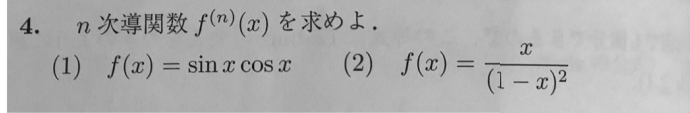
・詳細

-使用するもの

「微分」の教科書：

一年生の解析学で用いる「微分」教科書を用いる。勉強会で用いる問題はp.42練習問題2.2_4を扱う予定である。問題内容は以下図1に示す。

図1 解析学II勉強会で用いる問題



4. n 次導関数 $f^{(n)}(x)$ を求めよ.

(1) $f(x) = \sin x \cos x$ (2) $f(x) = \frac{x}{(1-x)^2}$

電子機器：

配信用機材としてPC、タブレット端末を用いる。タブレット端末はメンバーの個人所有のものを使用する。

図 D.2 申請書 2 枚目

-当日の動き

当日の流れについて、以下表 1 で述べる。

表 1 解析学 II 勉強会タイムスケジュール

開始時間	終了時間	内容	詳細
18:10	18:20	事前アンケート回答、問題の提示と解く際の注意点説明	諸注意を説明、参加者はアンケートに回答
18:20	18:40	問題解答	参加者は教科書練習問題2.2_4_(1)を解く
18:40	18:50	システムの説明	システムの趣旨、使い方を説明
18:50	19:10	システムの使用	参加者はシステムを使用
19:10	19:30	問題解答	参加者は教科書練習問題2.2_4_(2)を解く
19:30	19:35	解答用紙の回収	参加者から解答用紙の回収
19:35	20:05	解説	プロジェクトメンバーが上記2つの問題について解説
20:05	20:15	事後アンケート回答後、終了	参加者はアンケートに回答

・予想される結果

ここでは、勉強会を通して我々が検証したいことについて以下で詳しく述べる。なお以下の検証については、前述したようにアンケートと解答を用いて分析する。

- システムを使用する前後の解答を比較して、解答の記述になんらかのよい変化がみられること。文章が丁寧になったり、計算過程を残す工夫がなされていることなどが発見できるとよいと考える。
- システムの機能であるコメント機能を用いた意見交換の場が、数学学習にとって役に立つことだと参加者に感じてもらうこと。
- システムを使用することが参加者にとって勉強のモチベーションを向上させる機会となること。システムを使用して試験の点数が上がったとまでは言えなくとも他の人と解答を共有して比較した経験が試験勉強にむけた自信につながっていけばよいと考える。
- システムの使いやすさがどの程度なのか客観的な評価をしてもらうこと。
- 勉強会に参加して、自分が本当にわかっていなかったところはどこなのか知って理解してもらうこと。
- n 次導関数の問題を通して、問題には様々な考慮すべき内容があることに気づいてもらうこと。計算の煩雑さや予測を立てること、数学的帰納法を正しく運用できるかどうかといったことに気づくことを狙いとしている。

図 D.3 申請書 3 枚目

・意義

勉強会を通じて、上記の予想される結果の項で述べたようなことがおきれば、一年生の数学学習に寄与できるようなモデルができると考えている。数学の問題がわからない人は繰り返しシステムを用いて人の解答がどのような方針・構造で書かれているのかを知ることができる。そうすると自分が解答を記述するときに、「他の人が見た時わかりやすいかな」といった視点(メタ認知的な視点)を持つてくれるようになるのではないかとというのが理想である。

<新型コロナウイルス感染症対策に対する取り組み>

・プロジェクトメンバーが集団で残って作業するにあたって、大学から提示されている感染防止マニュアルに則り感染症拡大防止策を徹底する。まずメンバーの大学登校前の検温を義務付け、記録させる。その時点で体調の異変や体温が高い場合登校を自粛させるようにする。なおマスク着用も従来通り徹底する。次に大学で活動時は、従来の活動通りこまめな手指消毒や各自適切な距離をとって活動すること、喚起もこまめにおこなうことなど三密をさけることを徹底する。万が一活動中に体調不良を訴えた者が出た場合、速やかに帰宅を促すとともに関係メンバーの活動を見合わせることも検討する。

<備考>

・参加人数は事前に把握する予定だが、当日十分な人数が集まらなかった場合勉強会開催を中止する場合がある。

<引用文献>

上見練太郎・勝股脩・加藤重雄・久保田幸次・神保秀一・山口佳三(2018). 微分改訂版 共立出版, p42

図 D.4 申請書 4 枚目

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,(2018) , 微分, 共立出版.
- [2] 豊田秀樹, (2015), 紙を使わないアンケート調査入門:卒業論文, 高校生にも使える, 東京図書.
- [3] 統計学の時間「2 標本 t 検定とは」<https://bellcurve.jp/statistics/course/9427.html>