

公立はこだて未来大学 2019 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2019 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

数理科学学習改革: みんなで振り返ろう

Project Name

Reform of Mathematical Science Learning: reflection on our learning

プロジェクト番号/Project No.

6-A

プロジェクトリーダー/Project Leader

相内優作 Yusaku Aiuchi

プロジェクトメンバ/Project Member

田中快人 Kaito Tanaka

林遼太朗 Ryotaro Hayashi

吉原大河 Taiga Yoshihara

牧野裕 Hiro Makino

南彩菜 Ayana Minami

山林凌 Ryo Yamabayashi

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

2020 年 1 月 22 日

Date of Submission

January 22, 2020

概要

公立はこだて未来大学（以下、本学と記す）において、解析学は1年次の必修科目であり、2年次以降における各コースの数理的基礎となる科目である。そのため、本学の学生は解析学を本学の1年次に必修で学ぶことの重要性を理解しているはずである。しかし、本プロジェクト内には、その重要性を理解できていない人が多く見られた。そこで、我々は「本学で数学を学ぶ意味」について議論した。その結果、我々はそもそも「本学で数学を学ぶ意味」について深く考えたことがないことに気付いた。これは本学の1年生にも同様のことが言えると考え、本学の1年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいるという仮説を立てた。次に、仮説を検証するために、解析学Ⅰ、Ⅱ履修者を対象とした解析学勉強会を実施した。その結果、解析学勉強会における事前アンケートの「数学を勉強する意義とは何だと思えますか」という質問に対し、「単位取得のため(進級)」と回答をした人が半数以上いた。このことから、我々は本学の1年生の中には2年次以降で数学が使われることを考えていない人がいると予想した。また、解析学勉強会の観察では、自力では問題が解けず解答欄が空欄であり、解説の際に数式だけをメモする人が存在した。このような行動を取る理由は、学習対象の概念を理解せず、問題の解答例を丸暗記しようとしているからであると考えた。事前アンケート結果と解析学勉強会の観察より、本学の1年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいることを確認した。そこで我々は本学の1年生が「本学で数学を学ぶ意味」に気付くことを目標とした。目標を達成する方略のヒントを得るために、事前アンケートの結果をもう一度振り返った。その過程で、「1年次の数学科目が2年次以降の科目や他分野にどのように使われているかを知っていますか」という質問に対して「知らない」または「あまり知らない」と回答した人が76%いたことを見出した。この結果から、1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを知ることで「本学で数学を学ぶ意味」に気付くことができると考えた。この考えのもと、我々は1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを示すことを目的としたWebアプリ「DIVE」を制作し、その有用性を確認するために、検証実験を行った。この実験結果から、我々が制作したWebアプリ「DIVE」を使用することで「本学で数学を学ぶ意味」に対する意識が変化することが明らかになった。

キーワード 解析学, 数学を学ぶ意味, Web アプリ, 科目間のつながり, 応用例

(※文責: 南彩菜)

Abstract

At Future University Hakodate, analysis is a compulsory subject in the first year and is the subject of the mathematical foundation for each course in the second and subsequent years. Therefore, this university student ought to understand importance of learning analysis as a compulsory subject in the first year. However, there were many members in this project who did not realize the value of learning analysis as a compulsory study in the first year. So, first of all, we discussed meaning of learning mathematics. As a result, we realized that we had never thought deeply about “meaning of learning mathematics”. We thought that this may be said to be true for the student in the first year of our university. Then we hypothesized that part of first year of this university does not think deeply about “meaning of learning mathematics”. In order to verify this hypothesis, we held a analytics study workshop for the students in Analysis I and II class. As a result, more than half of the respondents answered, “for earning credits(promotion)” to the question “What do you think is the meaning of studying mathematics?”. From this, we anticipated that there are people who does not think possibility of using mathematics after second year in the student of first year. Also, from the observation results of the analysis study workshop, participants could not solve the problem by themselves and the answer column was blank, it has been found that some people only write down formulas when explaining. We anticipated that the reason for taking such an action was to try to memorize an example of the answer to the problem without understanding the concept of the learning object. Motivated by the above two points, we guessed that part of first year of this university does not think about “meaning of learning mathematics”. Therefore, we aimed to create a system that makes people realize “meaning of learning mathematics”. We decided to look back at the results of the answer sheets in analysis study workshop to get some hints on how to become aware of the “meaning of learning mathematics”. As a result, it was found that 76% of respondents did not know how their first year mathematics subjects were used in the second and subsequent years or later subjects or in other fields. From this, we thought that learning the connection and application examples of mathematics subjects in the first year and subjects and in the second and subsequent years would help us realize the “meaning of learning mathematics”. Based on this idea, We have created a web application “DIVE” that aims of show the connection and application examples of mathematics subjects in the first year and subjects and in the second and subsequent years. Moreover, we conducted a verification experiment to see if we could notice the “meaning of learning mathematics” by using the web application “DIVE”. From the results of this experiment, it became clear that the web application “DIVE” we created was effective for noticing the “meaning of learning mathematics”.

Keyword Analysis, meaning of learning mathematics, web application, connection between subjects, application examples

(※文責: 山林凌)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	1
第 2 章	前期の活動	3
2.1	本学で数学を学ぶ意味の議論	3
2.1.1	本学で数学を学ぶ意味の議論の内容	3
2.1.2	本学の 1 年生に対する仮説	3
2.2	解析学勉強会	4
2.2.1	解析学勉強会を行う目的	4
2.2.2	プロジェクト内勉強会	4
2.2.3	解析学勉強会のアンケート作成	4
2.2.4	解析学勉強会に関する広報活動	10
2.2.5	解析学勉強会の実施内容	10
2.2.6	解析学勉強会の結果	12
2.2.7	解析学勉強会の考察	12
2.3	中間発表会	12
2.3.1	中間発表会の準備	13
2.3.2	中間発表会当日の状況	14
2.3.3	発表評価シートの結果	15
2.3.4	考察	17
第 3 章	後期の活動	18
3.1	Web アプリ「DIVE」制作	18
3.1.1	「DIVE」の制作経緯と背景	18
3.1.2	Web アプリの形態を選んだ理由	18
3.1.3	「DIVE」の狙い	19
3.1.4	題材調査	19
3.1.5	題材原稿作成	19
3.1.6	「DIVE」の由来	20
3.1.7	「DIVE」の特徴	20
3.2	Web アプリ「DIVE」の構成	23
3.2.1	html による Web ページの制作	24
3.2.2	css について	24
3.2.3	JavaScript について	24
3.2.4	GitHub について	25
3.2.5	Web フレームワーク Ruby on Rails について	25
3.3	成果発表会	26

3.3.1	成果発表会の準備	26
3.3.2	成果発表会の当日の様子	27
3.3.3	成果発表会の評価シートの結果	28
3.3.4	評価シートに対する考察	31
3.3.5	成果発表会の反省	31
3.4	実験	32
3.4.1	実験の目的	32
3.4.2	「DIVE」を使用する実験の準備	32
3.4.3	アンケート詳細	33
3.4.4	実験の実施内容	36
3.4.5	実験の結果	37
3.4.6	事前アンケートと事後アンケートの結果	37
3.4.7	観察結果	46
3.4.8	実験結果のまとめ	47
3.4.9	実験結果の考察	51
3.5	秋葉原にむけての開発	51
3.5.1	追加題材について	51
3.5.2	修正したシステムに関して	52
3.5.3	追加したシステムに関して	52
第 4 章	まとめ	54
4.1	今年度の活動	54
4.2	今後の展望	56
第 5 章	プロジェクト内のインターワーキング	57
5.1	牧野裕	57
5.2	田中快人	58
5.3	吉原大河	59
5.4	南彩菜	60
5.5	山林凌	61
5.6	相内優作	62
5.7	林遼太郎	64
付録 A	新規習得技術	66
付録 B	活用した講義	67
付録 C	相互評価	68
C.1	牧野裕による相互評価	68
C.2	田中快人による相互評価	68
C.3	吉原大河による相互評価	69
C.4	南彩菜による相互評価	69
C.5	山林凌による相互評価	69
C.6	相内優作による相互評価	70

C.7 林遼太朗による相互評価 70

参考文献 72

第 1 章 はじめに

本報告書は、プロジェクト「数理科学学習改革：みんなで振り返ろう」（以下、本プロジェクトと記す）の報告書である。本プロジェクトは、「公立はこだて未来大学（以下、本学と記す）の 1 年生の数理科学学習に対する意欲が向上すること」が目的である。そして我々は、この目的を達成するために本学の 1 年生が「本学で数学を学ぶ意味」に気付くことを目標に活動を行った。本報告書ではこの目標をもとに本プロジェクトがどのような活動を行い、どのような成果物を制作したのかを述べる。なお、本章では本プロジェクトの背景と目的を述べる。

（※文責：田中快人）

1.1 背景

本学は 1 年次に必修で情報科学や数学、プログラミングなどの情報技術に関する基礎を学ぶ。その中でも解析学は本学の 1 年次の必修科目である。しかし、本プロジェクトメンバーの中には、解析学が 1 年次の必修科目である意味をわからない人が多くいた。そこで、我々は「本学で数学を学ぶ意味」について議論した。その結果、「本学で数学を学ぶ意味」として以下の 4 点が挙げられた。

- 説得力のある説明ができるようになること
- 理由や根拠を確認する習慣がつくこと
- 順序立てて物事を考えられるようになること
- 2 年次以降の科目の前提知識として必要になること

しかし、我々はそもそも「本学で数学を学ぶ意味」について深く考えたことがないことに気付いた。これは本学の 1 年生にも同様のことが言えるのではないかと考え、本学の 1 年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいるという仮説を立てた。その仮説を検証するために解析学勉強会を行った。その結果、本学の 1 年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいると推測した。そのため、本学の 1 年生に「本学で数学を学ぶ意味」について考えてもらえる取り組みが必要であると考えた。

（※文責：吉原大河）

1.2 目的

本プロジェクトの目的は「本学の 1 年生の数理科学学習に対する意欲が向上すること」である。我々はこの目的を達成するために本学の 1 年生が「本学で数学を学ぶ意味」に気付くことを目標に活動を行った。1.1 より我々は本学の 1 年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない学生がいるという仮説を立てた。そして、仮説検証の結果「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない原因の一つとして本学の 1 年生は本学で数学を学ぶ必要性を感じていないことが挙げられた。それにより、本学の 1 年生には単位の取得さえできれば問題ないと考えてしまう人がいると考えた。そこで我々はそのような考えをもっている本学の 1 年生に「本学で数学を学ぶ意味」について考えて

Reform of Mathematical Science Learning: reflection on our learning

もらえるような取り組みが必要であると考えた。そしてその取り組みによって本プロジェクトの目的である「本学の1年生の数理科学学習に対する意欲が向上すること」の達成を目指した。

(※文責: 田中快人)

第 2 章 前期の活動

前期では、はじめに本プロジェクト内で「本学で数学を学ぶ意味」について議論した。次に、議論を通して立てた仮説の検証と、本学の 1 年生の学習状況の調査を目的として解析学勉強会を実施した。最後に、本プロジェクトの前期の進捗を報告し、他のプロジェクトを知ることを目的として中間発表会に参加した。

本章では、はじめに「本学で数学を学ぶ意味」についての議論した内容を述べる。次に、解析学勉強会詳細について述べる。最後に中間発表会の詳細について述べる。

(※文責: 田中快人)

2.1 本学で数学を学ぶ意味の議論

本学では 1 年次に必修で情報科学や数学、プログラミングなどの情報技術に関する基礎を学ぶ。我々は、本学で数学が必修科目であるには意味があると考えた。そこで我々は、はじめに「本学で数学を学ぶ意味」について議論をした。議論を通して気付いたことをもとに、仮説を立てた。

本節では、議論の内容について述べる。次に、議論を通して得られた仮説について述べる。

(※文責: 田中快人)

2.1.1 本学で数学を学ぶ意味の議論の内容

本プロジェクトメンバーは「本学で数学を学ぶ意味」を考えた。そこから、2 年次以降の専門分野に活かすため、理系大学生としての教養を身に付けるため、論理的思考力を身に付けるため、そして世の中で活かすことができるためなどが考えられた。次に、本学が学生全体に求めていることを把握すると「本学で数学を学ぶ意味」が分かると考えた。そこで、シラバス [2] から読み取れる「本学で数学を学ぶ意味」を調査した。シラバスから、「本学で数学を学ぶ意味」は科学全ての分野における基礎知識の 1 つで科学の諸分野で起こる問題を数学的に解決する能力の基礎を養うことであることが分かった。さらに、担当教員から提示された数学の問題を解き、数学とはどのようなものなのかを振り返った。結果、「本学で数学を学ぶ意味」は、説得力のある説明ができるようになる、理由や根拠を確認する習慣が身に付く、順序立てて物事を考えられるようになる、他教科にも応用できる基礎的な知識が身に付くなどが挙げられた。

(※文責: 田中快人)

2.1.2 本学の 1 年生に対する仮説

我々は 2.1.1 の議論を通して、今まで「本学で数学を学ぶ意味」について考えたことがなかったことに気付いた。このことから、本学の学生の中にも我々と同様に今まで「本学で数学を学ぶ意味」について考えたことがない人がいると予想した。そして、この予想を仮説とした

(※文責: 吉原大河)

2.2 解析学勉強会

2.1.2 で立てた仮説を検証するために、解析学 I 履修者を対象に、解析学勉強会を行った。解析学勉強会である理由は、本学の数学科目である解析学 I の中間テストの実施日が仮説を立てた日から近かったので、被験者を多く集めることができると考えたからである。解析学勉強会では解析学勉強会の参加者に対し、「本学で数学を学ぶ意味」に対する意識調査のアンケートを取った。また、参加者の学習状況を調査するために参加者の様子を観察した。

本節では、はじめに解析学勉強会を行う目的を述べる。次に、解析学勉強会を行うための準備内容と解析学勉強会の実施内容について述べる。さらに、解析学勉強会から得られたアンケート結果と観察結果を述べる。最後にアンケート結果と観察結果から得られた考察を述べる。

(※文責: 吉原大河)

2.2.1 解析学勉強会を行う目的

解析学勉強会を行う目的は、本学の学生の中には「本学で数学を学ぶ意味」について考えていない人がいるという仮説検証である。また、本学の 1 年生の学習状況の調査も目的とした。

(※文責: 吉原大河)

2.2.2 プロジェクト内勉強会

解析学勉強会の実施にあたり、我々は、解析学の理解を深めるために、プロジェクト内勉強会を行った。与えられた問題を他人に説明するように解き、全員の前で解説するものであった。プロジェクト内勉強会を行うにあたり、本学の解析学 I の講義で使用されている教科書 [1] の練習問題 1.3 を用いた。教科書 [1] の練習問題 1.3 を本プロジェクトメンバーや TA、担当教員の前で白板を用いて解説をすることによって、解析学の理解を深めようとした。解説するにあたり、本プロジェクトメンバーで担当する問題の箇所を決めた。プロジェクト内勉強会を行ったことにより、自分の理解度を把握するとともに解説する難しさを知ることができた。このプロジェクト内勉強会で扱った問題の一部と教科書 [1] の他の問題から、解析学勉強会に参加した学生が「定義を理解し、正しく問題に応用できているか」を確認できるような問題を抜粋した (図 2.1)。抜粋した問題を用いて、解析学勉強会で使用する問題用紙を作成した (図 2.2)。

(※文責: 牧野裕)

2.2.3 解析学勉強会のアンケート作成

解析学勉強会を実施するにあたり、以下の 3 つのアンケートを Google フォームで作成した。

- 解析学 I 履修者全員を対象とした事前アンケート
Q1: 数学が好きである。

教科書 p.11, 12 練習問題 1.3

1. 極限値を求めよ。
 - (1) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{2n}\right)^n$
 - (2) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n-1}{n}\right)^n$
2. 教科書の定理 1.2 と例 4 を用いて $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sqrt[n]{n!}}{n} = \frac{1}{e}$ を示せ。
3. 数列 $\{a_n\}$ から $b_n = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$ ($n = 1, 2, 3, \dots$) と定める。
 - (1) 数列 $\{a_n\}$ が有界列なら、 $\{b_n\}$ も有界列になることを示せ。
 - (2) 数列 $\{a_n\}$ が単調増加なら、 $\{b_n\}$ も単調増加になることを示せ。
4. (1) $\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots + \frac{1}{n^2} < \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{(n-1) \cdot n}$ を示せ。
 (2) 級数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ の収束を示せ。

図 2.1 教科書 p.11, 12 練習問題 1.3

解析学勉強会で使用した解析学の問題

1. 極限値を求めよ。
 - (1) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{2n}\right)^n$
 - (2) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{n-1}{n}\right)^n$
2. $\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots + \frac{1}{n^2} < \frac{1}{1 \cdot 2} + \frac{1}{2 \cdot 3} + \dots + \frac{1}{(n-1) \cdot n}$ を用いて、級数 $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2}$ の収束を示せ。
3. すべての実数 a で $\lim_{x \rightarrow a+0} [x]$ と $\lim_{x \rightarrow a-0} [x]$ を調べよ。

図 2.2 解析学勉強会で使用した解析学の問題

1. 全く好きではない
2. 好きではない
3. 好きである
4. ものすごく好きである

Q2: 数学が得意である。

1. 全く好きではない
2. 好きではない
3. 好きである
4. ものすごく好きである

Q3: 高校で学んだ数学 (複数選択可)

- 数学 I
- 数学 II

- 数学Ⅲ
- 数学A
- 数学B

Q4: 勉強の頻度

- 毎日
- 週1回
- 週2回
- 週3回
- 週4回
- 週5回
- 週6回
- 2週間に1回程度
- 1ヶ月1回程度
- テスト前のみ

Q5: 普段の勉強方法 (複数選択可)

- 教科書を読む
- ノートを見返す
- 参考書を使う
- ネットを使う
- 友達に聞く
- 先生に聞く
- 授業以外、特にやっていない

Q6: 問題が解けないなど困った時の勉強方法 (複数選択可)

- 教科書を読む
- ノートを見返す
- 参考書を使う
- ネットを使う
- 友達に聞く
- 先生に聞く
- 諦める

Q7: 教科書をじっくりと読みますか？

1. 全く読まない
2. 少し読む
3. 軽く読む
4. じっくりと読む

Q8: 高校数学と比べて大学数学の講義内容の難易度にどのような違いを感じますか？

- 難しい
- 簡単
- あまり違いを感じない

Q9: 高校数学と比べて大学数学の講義の進行速度にどのような違いを感じますか？

- 早い
- 遅い
- あまり違いを感じない

Q10: 高校数学と比べて大学数学の講義内での演習量にどのような違いを感じますか？

- 多い
- 少ない
- あまり違いを感じない

Q11: 高校数学と比べて大学数学の教科書問題の難易度についてどのような違いを感じますか？

- 難しい
- 簡単
- あまり違いを感じない

Q12: 高校数学と比べて大学数学の教科書の演習量についてどのような違いを感じますか？

- 多い
- 少ない
- あまり違いを感じない

Q13: 高校数学と比べて大学数学の教科書の読みやすさや理解しやすさについてどのような違いを感じますか？

- 読みにくい、理解しにくい
- 読みやすい、理解しやすい
- あまり違いを感じない

Q14: 講義を理解している

1. 全く思わない
2. あまり思わない
3. そう思う
4. 強くそう思う

Q15: 教科書の内容について疑問視をしながら読んでいる。(例: 定理は本当に定義から導き出されるのであろうか)

1. 全くしていない
2. あまりしていない
3. している
4. ものすごくしている

Q16: 数学を勉強する意義とはなんだと思いますか。

- 将来必要となるから
- 2.3年次以降の学習で役立つ
- 計算力の向上のため
- 論理的な思考力を身につけるため
- 単位取得のため(進級)
- その他

Q17: 数学を学んで得たいことは何ですか。

- 教科書を読む力
- 知識
- 計算力の向上
- 論理的な思考力
- 特になし
- その他

Q18: 1年次で学習した数学が、2年次以降の他教科の分野にどのように使われているか知っている。

1. 全く知らない。
2. あまり知らない。
3. 知っている。
4. よく知っている。

Q19: 大学1年で学ぶ数学科目の中で必要性を感じられない科目は何ですか。

- 解析学
- 線形代数学
- 情報数学
- なし(どれも必要性があると思う)

Q20: 数学を学ぶ上で意識していることがあれば書いてください。

● 解析学勉強会の参加者を対象とした解析学勉強会前アンケート

Q1: 以下の選択肢において数学を学習し、理解するにあたって重要だと思うものを順に選択してください。

1. 計算を早くすること
2. 計算を正確にすること
3. 友達を頼ること
4. 先生に聞くこと
5. 教科書内で省略されている計算や説明を補完すること
6. 問題を解くために必要な知識を教科書から探すこと
7. 問題を解くのに必要な知識をインターネットで検索をすること

Q2: 今回なぜ解析学学習会に参加しようと思いましたか？

● 解析学勉強会の参加者を対象とした解析学勉強会後アンケート

Q1: 以下の選択肢において数学を学習し、理解するにあたって重要だと思うものを順に選択してください。

1. 計算を早くすること
2. 計算を正確にすること
3. 友達を頼ること
4. 先生に聞くこと
5. 教科書内で省略されている計算や説明を補完すること
6. 問題を解くために必要な知識を教科書から探すこと
7. 問題を解くのに必要な知識をインターネットで検索をすること

Q2: 今回参加してみた感想をお聞かせください。

Q3: 今回の解析学学習会で学んだことをお聞かせください。

事前アンケートを取る目的は解析学勉強会の参加希望者数を把握することと、本学の1年生の「本学で数学を学ぶ意味」に対する意識を調査することであった。また、解析学勉強会前アンケートと解析学勉強会後アンケートを取る目的は、「本学で数学を学ぶ意味」に対する意識を調査することであった。3つのアンケート、全ての設問をプロジェクトメンバー全員で決めた。

(※文責: 牧野裕)

2.2.4 解析学勉強会に関する広報活動

解析学 I 履修者向けに解析学勉強会の詳細を記載したフライヤー (図 2.3) を山林が作成した。また、本学の解析学 I の講義を担当している香取先生、鈴木先生、田中先生に依頼して、解析学 I の講義内で宣伝を行った。ここでは作成したフライヤーを解析学 I 履修者の一部に配布し、解析学勉強会の実施内容を口頭で説明し、我々が配布したフライヤーに記載されている QR コードから 68 人に事前アンケートに回答可能とした。

解析学勉強会

日時 6月6日(木)5限、6限
※5限と6限は同じ内容を行います
どちらか一方のみ参加可能です

場所 4階C&D教室 **内容** 解析学の中間テストの
範囲を学習します

持ち物 普段勉強に使っているものを
持参してください ※PC、スマホ可

申込 メールかQRコードからアンケート
を回答したうえで希望日時をお答え
ください
※締切は6月2日24時まで
※限人数を超えた場合は抽選を行います
※落メールは6月4日火曜日に当選した方のみ
送信いたします

お問い合わせ
mathpro2019
@gmail.com

参加をご希望でない方もアンケートの協力よろしくお願いします

解析学を勉強したい人歓迎

図 2.3 宣伝活動用フライヤー

(※文責: 牧野裕)

2.2.5 解析学勉強会の実施内容

6月6日(木)の16:30~18:00(5限)と18:10~19:40(6限)の2回に分けて解析学勉強会を実施した。対象者を解析学 I 履修者とし、場所を本学の494,495教室とした。2回に分けた理由は、本プロジェクトメンバーが7人であるのに対して参加希望者数が44人と多く、本プロジェクトメンバーだけでは参加者の観察やアシストが困難であった為である。以下、解析学勉強会のタイムスケジュール(表 2.1)(表 2.2)を示す。

表 2.1 当日スケジュール 5 限

解析学勉強会前アンケート・説明	16:30~16:40	
	出題	解説
問題 1	16:40~16:55	16:55~17:10
問題 2	17:10~17:25	17:25~17:35
問題 3	17:35~17:43	17:43~17:50
解析学勉強会後アンケート・問題用紙スキャン	17:50~18:00	

表 2.2 当日スケジュール 6 限

解析学勉強会前アンケート・説明	18:00~18:10	
	出題	解説
問題 1	18:10~18:25	18:25~18:40
問題 2	18:40~18:55	18:55~19:05
問題 3	19:05~9:13	19:13~19:20
解析学勉強会後アンケート・問題用紙スキャン	19:20~19:30	

解析学勉強会当日の様子は図 2.4 であった。

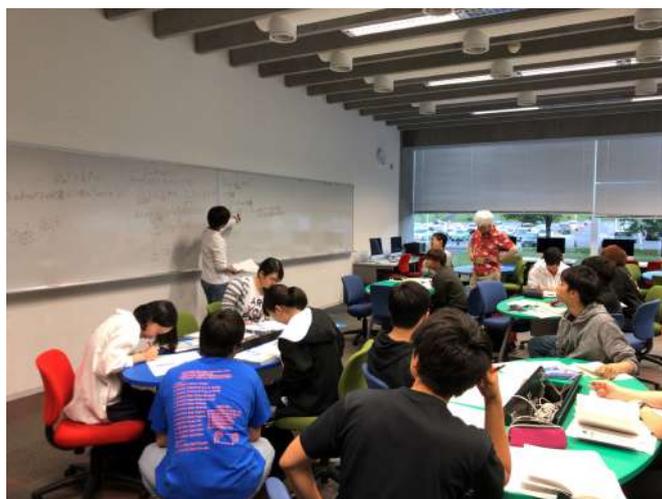


図 2.4 解析学勉強会当日の様子

1つのテーブルに参加者を3人から4人配置した。はじめに参加者に解析学勉強会前アンケートに回答してもらい、その後に問題を解いてもらった。タイムスケジュールに書いてある通り、問題を解く時間と解説する時間に、時間制限を設けた。問題に関する質問をした参加者に対して我々は教科書を読むように助言をしたり、個別に解説を行った。次に、全体に向けて白板で解説する時間を取った。最後に、参加者に解析学勉強会後アンケートを回答してもらった。我々は、参加者の学習状況の調査のため、参加者の様子を観察した。また、参加者の学習状況を調査するために解答用紙をスキャンしPDF化した。

(※文責: 牧野裕)

2.2.6 解析学勉強会の結果

解析学勉強会を宣伝する際にとった事前アンケートには 86 人が回答した。事前アンケートで「数学を勉強する意義とは何だと思えますか」という質問に対し、「単位取得のため (進級)」(図 2.5) と答えている人が 60.5% いた。この質問は複数回答可能であった。また、参加者の様子を観察した結果、我々が白板で問題を解説していた時、問題を解けずに解答用紙が白紙であった人が解答用紙に数式だけをメモしていた。

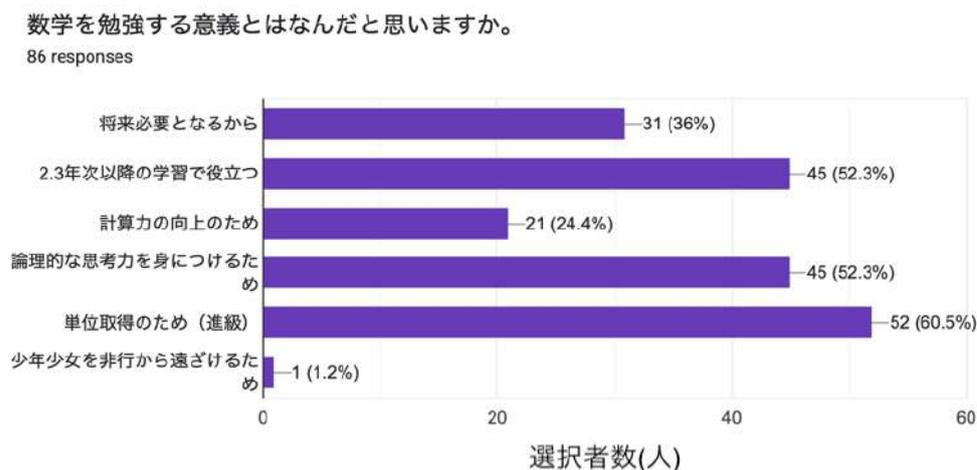


図 2.5 事前アンケート結果

(※文責: 牧野裕)

2.2.7 解析学勉強会の考察

事前アンケートの結果 (図 2.5) から、課題やテストの点数を取るためだけに数学を勉強し、2 年次以降での数学を使う可能性を考えてない人がいる考察した。また、観察結果からは、学習対象の概念を理解しないまま問題の解答例を丸暗記しようとしていると考察した。この考察より、我々は本学の 1 年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいると推測した。このような人は、本学の 1 年次で学習する数学の知識が身に付かず、2 年次以降の科目で苦勞すると考えた。したがって、我々は本学の 1 年生が「本学で数学を学ぶ意味」を考えていないことに着目し、この問題を解決するために「本学で数学を学ぶ意味」に気付いてもらうことを目標とした。

(※文責: 牧野裕)

2.3 中間発表会

本プロジェクトは、7 月 19 日 (金) に本学の 3 階モールにて中間発表会を行った。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。具体的には、他のプロジェクトの進捗を把握すること、普段のプロジェクト活動では得ることができない第三者からの意見をもらうことにより今後のプロジェクト活動の進行に役立てることである。本節では、はじめに、中間発表会に向けて行っ

た準備の内容について述べる。次に、聴衆に記入してもらった発表評価シートの結果について述べる。最後に、その結果をもとに行った考察及び反省を述べる。

(※文責: 林遼太郎)

2.3.1 中間発表会の準備

中間発表会で用いるポスターとスライドを作成するために、林・牧野・山林 (50 音順) の 3 人をポスター班、相内・田中・南・吉原 (50 音順) の 4 人をスライド班とし、2 つの班に分けた。

まずはじめに、ポスター作成の際には、見やすく論理関係が分かりやすくなるように工夫して作成した。具体的には、見出しを読む順番が視覚的に分かるように、配色を工夫した。また、文章は必要最低限にして、囲みや矢印を用いて論理関係が視覚的に分かりやすいように工夫した。

実際の作業工程では、まずはじめにアウトラインを林・牧野が作成した。次に、アウトラインをポスター班 3 人で推敲し、ポスターに記述する文章を作成した。さらに、作成した文章をもとに、山林が Illustrator を用いてデザイン性を考慮しながらポスターを作成した。最後に、作成したポスターを担当教員及び本プロジェクトメンバーに共有し、そこで得られた指摘をもとに文章、デザインの両方を修正し、ポスターを完成させた。(図 2.6)

次に、スライド作成の際には、簡潔で見やすくなるように工夫して作成した。具体的には、文章で書くことはなるべく避けて体言止めにするよう工夫した。また、各ページで伝えたいことを明確にして必要最低限の情報量に収めた。

実際の作業工程では、まずはじめに相内・田中がプロトタイプとなるスライドを作成した。次に、そのプロトタイプをもとに南・吉原が各ページの内容の詳細を検討し、最終的にはスライド班 4 人で意見を出し合ってスライド内の言葉の言い回しや構成を修正した。さらに、作成したスライドを本プロジェクトメンバーに共有し、内容の具体性やデザイン性を高めた。最後に、担当教員に共有し、そこで得られた指摘をもとに修正作業を繰り返し、完成させた。

最後に、本プロジェクトメンバー全員でポスターとスライドの内容に矛盾がないかを入念に確認した。

(※文責: 林遼太郎)

[2019 中間発表] No.06 担当教員 奥高 義亮、寺井 あすか、田中 吉太郎 アドバイザー 富永 敦子

数理科学学習改革：みんなで振り返ろう

Reform of Mathematical Science Learning: reflection on our learning

相内優作 Yusaku Aoiuchi 田中快人 Kaito Tanaka 林遼太郎 Ryohtarō Hayashi 牧野 裕 Hiro Makino 南彩菜 Ayano Minami 山根 遼 Ryo Yamabayashi 吉塚大河 Taiga Yoshihara

本年度の活動 Our activity

背景

数学を学ぶことについて深く考える機会がないこと

目的

数理科学学習に対する意欲の向上を図ること

Background
No opportunity to think deeply about the value of learning math.
Purpose
Improving motivation for mathematical science learning

* 昨年までは、1年生の数学学習の支援をするためのシステムを作りつづけてきた。
People before the previous year have made a system to support math learning in first grade.

仮説を立てた流れ Process of making a hypothesis

「数学を学ぶ価値」について議論した。

↓

そもそも...

私たちは今まで「数学を学ぶ価値」について深く考えたことがないことに気付いた。

↓

仮説

未来大の1年生も「数学を学ぶ価値」について深く考えたことがない。

数学学習状況の調査 -workshopの実施-

Survey of the math learning situation - Holding a workshop -

<h4>目的</h4> <ul style="list-style-type: none"> 「数学を学ぶ価値」についての意識調査 数学の学習の仕方を調査すること <p><small>Purpose</small> - Survey about "value of learning math" - Investigation of how to study mathematics</p>	<h4>検証方法</h4> <ul style="list-style-type: none"> アンケートの分析 数学の学習の仕方を観察すること 回収した解答用紙の分析 <p><small>Method of verification</small> - Analysis of questionnaire - Observation of how to study mathematics - Analysis of collected answer sheets</p>	<h4>workshopの様子</h4> 
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------

実施内容

日程：6月6日(木)
場所：4-9-4, 4-9-5教室
対象：解析学I 履修者

内容
・解析学Iの問題を4問題もってもらった。
・Googleフォームでアンケートを実施した。

Implementation content
Schedule: Thursday, June 6
Location: 9th classroom
Target: Analysis I students
Contents
- We asked targets to solve 4 questions of Analysis I
- We carried out questionnaire by Google form

結果

- アンケートの「数学を勉強する意義とは何だと思えますか」という質問に「単位取得のため」と回答をした人がいた。
- 解答用紙の分析結果から、解答に必要な日本語の記述が不十分であることが分かった。

Result
- There were students who answered "For earning credits" to the question "What do you think the meaning of studying mathematics is?"
- According to the observation results of the answer sheets, it was found that the Japanese necessary description for the answer is insufficient.

新たな問題の発見 Discovering a problem

workshopの結果から、解析学Iの内容を理解していないまま、単位を取るために勉強している人がいるのではないかと考察した。この勉強を「表面上の勉強」と呼ぶことにする。

↓

「表面上の勉強」は、他の数学の科目でも行われていると考え、問題視した。

We thought "study on the academic surface" was conducted in other math subjects and we regarded it as a problem.

問題の解決策 Solving a problem

対象者と目標 Target and Goal

対象者が目標に到達するために、目標を2段階設定しアプローチする。

<h4>対象者</h4> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">「表面上の勉強法」の欠点を知らない人たち</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">「表面上の勉強法」のしか知らない人たち</div>	<h4>目標</h4> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; margin-bottom: 10px; display: inline-block;">「表面上の勉強法」をやめようと思う</div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;">新しい勉強法を獲得しようと思う</div>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

成果目標 Achievement Goal

対象者をタイプ別に分類して、タイプ別にアプローチをし、対象者に新しい勉強法を獲得しようと思ってもらうシステムの実現を構想している。

We plan to classify the target people and handle problems by type and realize a system so that the target people think that they want to change the method of study.

図 2.6 中間発表会で使ったポスター

2.3.2 中間発表会当日の状況

7月19日(金)に本学の3階モールにて発表を行った。(図2.7)発表では、前半のグループと後半のグループにメンバーを分け、それぞれ発表者1人と残りのサポートメンバーで3回ずつ、計6回発表を行った。前半のグループは発表を田中、サポートを林・牧野が担当し、後半のグループは発表を相内、サポートを南・吉原・山根が担当した。

発表を行う前に、聴衆に発表評価シートを配布した。発表はスライドをプロジェクターでスクリーンに映して行った。その後聴衆から意見や質問などを受け付け、回答した。所属しているグループが発表担当でないときは、他のプロジェクトの発表を聞き、評価を行った。

(※文責: 林遼太郎)



図 2.7 中間発表会当日の様子

2.3.3 発表評価シートの結果

発表評価シートの項目は、発表技術と発表内容の2点であった。この2つの項目について、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った。中間発表会当日には、学生・教員等を含む62名から評価を受けた。これらを集計した結果、発表技術についての評価の平均は7.84(有効回答数 $n = 61$ 、標準偏差 $SD = 1.42$)、発表内容についての評価の平均は7.61(有効回答数 $n = 54$ 、標準偏差 $SD = 1.52$)であった(図 2.8)。項目ごとに記入があるものを有効回答、記入がないものを無効回答とした。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

- － 良かった点

- * スライド1枚に書かれている情報量が丁度良く分かりやすかった。
- * パワポを使って説明していて分かりやすかった。
- * スライドの情報量が丁度良かった。
- * はっきり話していてスライドも分かりやすかった。
- * 目線や声のボリュームを変化させていて内容が伝わりやすかった。
- * スライドの各タイトルが中身を要約したもので分かりやすかった。
- * 主張したいことを複数回言っていて分かりやすかった。
- * 質問への対応が早かった。
- * ジェスチャーがあって良かった。
- * 最初に流れを説明していて分かりやすかった。

- － 改善が必要な点

- * 図や写真などが分かりにくい。
- * よく聞こえなかった。
- * 質疑応答の流れが悪かった。
- * 手でスライドが見えなくなることがあった。

- * どこが重要なのか視覚的には分からなかった。
- * 手でスライドを指すのではなく棒を使うべき。
- * スライドの注目させるところにもっと変化が欲しかった。
- * ポスターに関する言及が1つもなかった。
- * 説明がくどい箇所が多かった。
- * キーワードでポイントを示すべき。

● 発表内容

－ 良かった点

- * 勉強会で実際に発見した問題に対してアプローチをしているのが良い。
- * プロジェクトの背景がしっかり説明されている。
- * 新しい勉強法を考えていて期待している。
- * 目的、目標、今の到達点がよく分かりまとまっていた。
- * 大学での勉強を見直す良いきっかけになった。
- * 説明の道筋が通っている。
- * アンケートを実施・分析しているのが良い。
- * アンケートの結果をまとめたグラフが欲しい。
- * 問題点を細かく突き詰めていて良かった。
- * 発表内容にとっても共感できた。

－ 改善が必要な点

- * システムに関して具体的な詳細が分からなかった
- * 問題に対する解決策が理解できなかった。
- * やっていることが分からなかった。
- * 定義語が多くて話が入ってこなかった。
- * 現状のアプローチの仕方は難しそうに感じた。
- * 新しいと思えるコンテンツがなかった。
- * 現状の解決策では不十分だと思う。
- * 何のために解析学勉強会を行ったのかが分かりにくい。
- * 結局何ができるようにしたいのか分からなかった。
- * プロセスの説明ばかりで解決策に重きを置いた内容ではなかった。

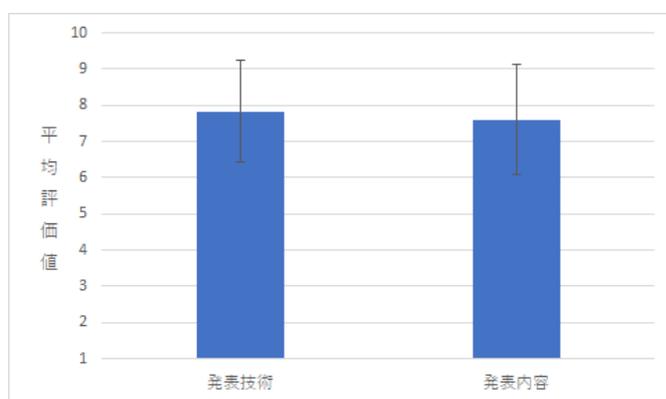


図 2.8 発表評価シートの分析結果

2.3.4 考察

まず、我々の発表で高評価を受けた点について述べる。発表技術の評価では「スライド1枚に書かれている情報量が丁度良く分かりやすかった」という意見があった。これは、各ページで何を伝えたいかを意識してスライドを作成することにより必要最低限の情報量にまとめることができたからであると考えられる。また、発表内容の評価では「勉強会で実際に発見した問題に対してアプローチをしているのが良い」という意見があった。これは、プロジェクトとしての背景や問題、目的を入念に議論した結果であると考えられる。

次に反省すべき点について述べる。発表技術に関しては「図や写真が分かりにくい」という指摘が目立った。この指摘に関しては、スライドの完成が当日にまで及んでしまったことで、推敲と修正の時間が十分に取れていなかったことが原因として考えられる。また、発表内容に関しては「システムに関して具体的な詳細が分からなかった」という指摘が目立った。この指摘に関しては、後期に制作予定であるシステムの詳細を詰める時間が不足しており、スライドに上手くまとめることができなかったことが原因として考えられる。

第 3 章 後期の活動

本章では、後期の活動について述べる。後期は前期に設定した目標を情報技術を用いて達成することが主な活動である。本章では、Web アプリの制作について、成果発表会について、実験についてを述べる。

(※文責: 山林凌)

3.1 Web アプリ「DIVE」制作

我々は 1 年生に「数学を学ぶ意味」に気付いてもらうことを目的として、Web アプリ「DIVE」を制作した。この節ではどのように「DIVE」を制作したかについて述べる。具体的には、制作経緯、Web アプリの形態を選んだ理由、Web アプリ「DIVE」の狙い、題材の調査について、原稿をどのように作成したか、システムにどのように反映したのかを述べる。

(※文責: 山林凌)

3.1.1 「DIVE」の制作経緯と背景

我々は本学の 1 年生に「本学の数学を学ぶ意味」について考えてもらうために、どうすれば良いかをまず議論した。そこで解決方針のヒントを得るために、解析学勉強会の際に実施した事前アンケートを見直した。アンケートの中に「1 年次の数学科目が 2 年次以降の科目や他分野にどのように使われているかを知っていますか」という設問があった。その中で「知らない」もしくは「あまり知らない」と答えた人が合計で 76% いた。このことから我々は、1 年次の数学科目と 2 年次以降の科目や応用例とのつながりが分かれば、1 年生に「数学を学ぶ意味」に気付いてもらえるのではないかと考えた。

(※文責: 山林凌)

3.1.2 Web アプリの形態を選んだ理由

我々は数学が苦手な人や数学に興味がない人に、手軽に制作物を利用してもらうために 2 つのことが重要だと考えた。まず 1 つ目は、インタラクティブに利用できることである。インタラクティブとは、ユーザーが一方向的に読むだけでなく、ユーザーの行動によって図やグラフなどに変化が起きるような、ユーザーとシステムが相互にやり取りをするものを言う。2 つ目は、時間や場所を選ばずに利用できることである。これは、この節のはじめに前述したとおり、必要なことだと我々は考えた。我々は、この 2 つのことを満たす最も適している情報技術が Web アプリだと考え、制作物の形態を Web アプリにした。

(※文責: 山林凌)

3.1.3 「DIVE」の狙い

本学の1年生に「数学を学ぶ意味」に気付いてもらうために、「DIVE」の狙いを3つに定めた。1つ目は、1年次の数学科目と2年次以降の科目や社会での応用例とのつながりを実体験を通して知ってもらうことである。ここでの実体験とは、1年次に学んだ知識がどのように応用されているのか実際に数学の問題を解くことで体験してもらうという意味である。2つ目は「DIVE」のコンテンツについて正しい知識を得てもらうことである、3つ目は、数学に対する興味関心が増加することである。

(※文責: 山林凌)

3.1.4 題材調査

我々は「DIVE」に載せる題材を何にするか考えた。まず本学の1年次に学ぶ数学科目が2年次以降の数学科目や社会でどのように使われているのかについて、シラバスや書籍を用いて調査を行った。例えば、シラバスを用いて1年次に学ぶ解析学の微分が2年次以降の何の科目の分野で扱われているか、について調査を行った。その中で、1年次に学ぶ数学科目の知識で問題を解くことが出来る、最小二乗法、ニュートン法、フーリエ変換、データの誤り訂正、ロジスティック方程式が「DIVE」に載せる題材候補となった。また書籍を用いて、「DIVE」に載せる題材候補である、最小二乗法、ニュートン法、フーリエ変換、データの誤り訂正、についての勉強を行った。その結果「DIVE」に載せる最初の題材を一次関数の最小二乗法(以下、最小二乗法と記す)に決定した。最小二乗法に決定した理由は、最小二乗法で用いられる偏微分が、本学の1年次に学ぶ数学科目である解析学の微分とつながっていること、社会での応用例が分かりやすいことである。

(※文責: 吉原大河)

3.1.5 題材原稿作成

原稿作成の流れはまず内容班である相内・牧野・南・吉原がそれぞれ持ち寄った題材について検討した。「DIVE」に載せる最初に取り掛かる題材を最小二乗法に決定した後、全体の構成を考えた。第1章、第2章、第3章の3つに分けて流れを作成することにした。第1章は社会での応用例と最小二乗法とはどのようなものなのか、第2章は最小二乗法についての原理の説明、第3章は例題とした。例題は、データの関係を表すための直線を最小二乗法を用いて求めるものである。第1章、第2章の原理の説明の前半部分を牧野が担当、第2章の原理の説明の後半部分と第3章を南・吉原が担当、説明で使用する画像は相内が担当した。全体の構成、誤字、脱字、言い回しなどについて班内で確認を行い、その後に担当教員へ確認依頼を出した。担当教員の確認後、再度班内で確認、修正、というサイクルを繰り返した。そして「DIVE」に載せる原稿が完成した。

(※文責: 相内優作)

3.1.6 「DIVE」の由来

DIVE の名前は 2 つの意味が込められている。1 つ目に、本学で数学を学ぶ意味に気付きより深い勉強を行うことを目指し、深みに潜るという意味の dive である。2 つ目に、将来の可能性を広げ可能性を無限大に広げることを目指し、発散させるという意味の divergence の頭 4 文字を取った dive という 2 つの意味が込められている。

(※文責: 相内優作)

3.1.7 「DIVE」の特徴

「DIVE」は本学 1 年生向けの Web アプリである。「DIVE」の特徴は「実体験」「インタラクティブな仕掛け」「社会での応用例の提示」「1 年次の数学科目とのつながりがある 2 年次以降の科目の表示」「噛み砕いた説明」「途中式の表示・非表示」「ページが 2 カラム」の 7 つである。

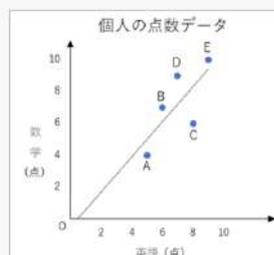
- 実体験

ここでの実体験とは、1 年次に学んだ知識がどのように応用されているのか実際に数学の問題を解くことで体験してもらうという意味である。それにより今習っている数学の知識が無駄ではなく重要であると認識することで「本学で数学を学ぶ意味」に気付くと考えた。よって例題は 1 年次に学ぶ数学科目で理解できる問題にした。例えば最小二乗法の問題を解くには偏微分の知識が必要になるが、本学 1 年次に学ぶ解析学の微分の知識のみで解けるようにした。

3. 実際にやってみよう

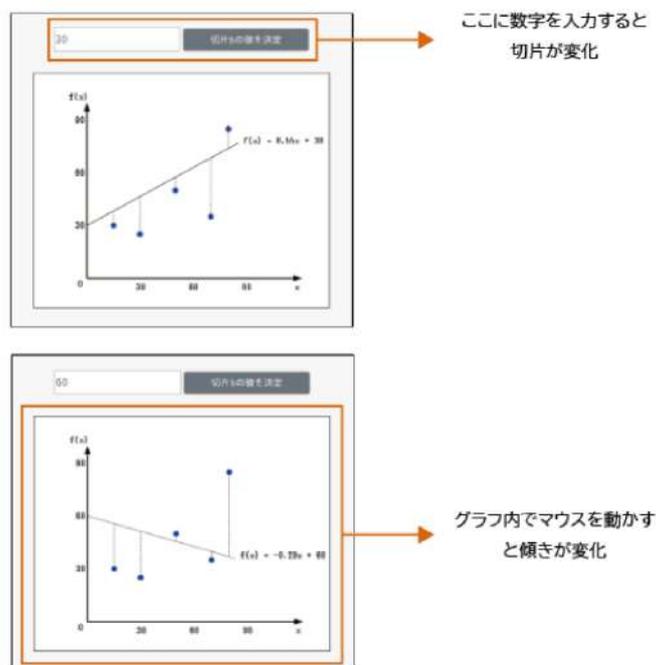
例題: 英語と数学の点数のデータに対して、「データの関係を表すための関数」が直線であると仮定する。このときの「データの関係を表すための直線」を最小二乗法を用いて求めよ。また、英語の点数が 4 点の人の数学の点数を求めた直線に基づいて予測せよ。

人名/点数	数学(点)	英語(点)
Aさん	5 ($= x_1$)	4 ($= y_1$)
Bさん	6 ($= x_2$)	7 ($= y_2$)
Cさん	7 ($= x_3$)	9 ($= y_3$)
Dさん	8 ($= x_4$)	6 ($= y_4$)
Eさん	9 ($= x_5$)	10 ($= y_5$)



- インタラクティブな仕掛け

ユーザーが直線の二次元グラフの値を直接操作できるようにした。この機能を追加したのは、実際に二次元グラフの値を操作してもらうことでより直感的に理解しやすくなるのではないかと考えたからである。この機能の具体的な内容は、切片はフォームに数字を入力することで変更でき、傾きはグラフの中でマウスカーソルを動かすことで変更できる、というグラフである。



- 社会での応用例の表示

社会で最小二乗法がどのように使われているかを載せた。これにより普段学んでいる数学が、どのような技術や分野に応用されていることを知ってもらおうと考えた。

1. はじめに

みなさん!

・1年生の必修科目として大学で数学を学んでいるけど、将来本当に必要な?
 ・数学を学ぶ意味がわからない!

など、今まで数学を学んできてそんな事を疑問に思ったことはありませんか?
 そこで、ここでは実際に1年生が数学の授業で学んでいる解析学が世の中で応用されている一例として「最小二乗法」というものを紹介します。

最小二乗法を用いると、

- ・既存の顧客情報 から 売上の予測
- ・天気や気温情報 から 来店客数の予測
- ・喫煙の年数 から 肺がんの有無
- ・身長の情報 から 体重の予測

といった「ある事柄からそれに関係する事柄の予測」に役立ちます。

- つながりがある 2 年次以降の教科の表示

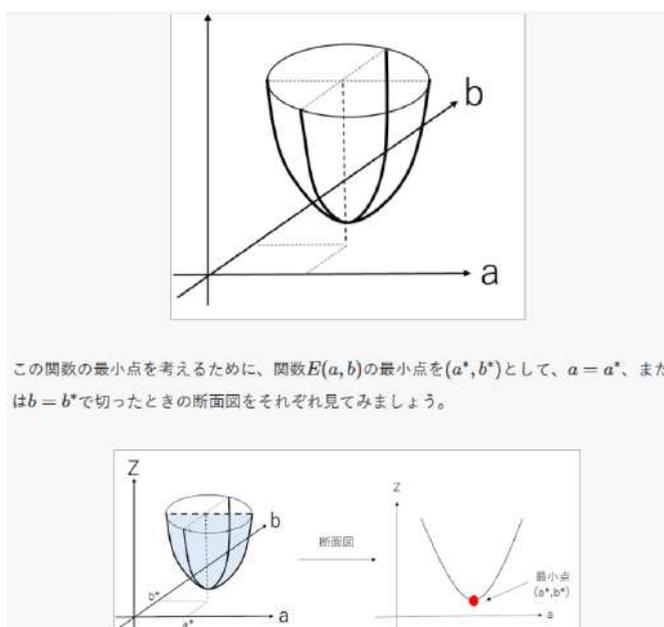
また、被験者に科目間のつながりを知ってもらうために、1 年次の数学科目とのつながりがある 2 年次の数学科目の一覧を示した。それにより今学んでいる数学科目が 2 年次以降にも使われていることが分かれば、被験者が「本学で数学を学ぶ意味」について気付くと考えた。

以下の2,3年次の講義で扱われています

- ・ 応用数学II
- ・ 数値解析
- ・ 物理と情報処理I
- ・ 複雑系科学実験

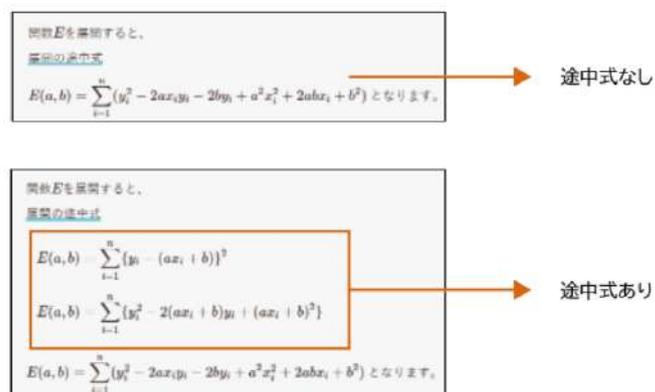
- 噛み砕いた説明

最小二乗法の説明で 3 次元グラフが出てくるが、1 年次に学ぶ数学科目では 3 次元グラフを扱わない。そのため 3 次元グラフの一部に注目し、1 年次にも学ぶ 2 次元グラフとして扱うことで分かりやすくした。また説明ではグラフの画像を多く使用し、インタラクティブな仕掛けと同様に、直感的にわかりやすくした。コンテンツを学べる既存の Web サイトや従来の e-learning など多数存在する。既存の Web サイトや従来の e-learning と違う点は、噛み砕いた説明があること、インタラクティブな仕掛けがあること、本学の 1 年生用に特化していることである。



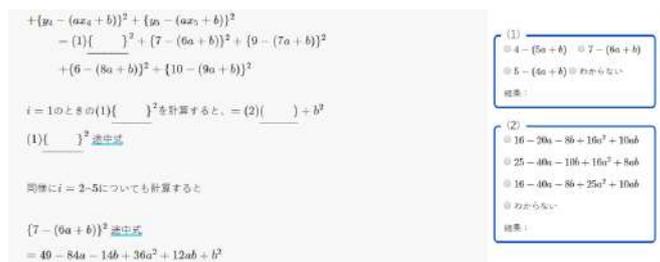
- 途中式の表示非表示機能

途中式と書かれたボタンをクリックすることで、途中式の表示・非表示の切り替えが行えるようにした。この機能を追加したのは、数学が苦手な人の立場になって考えた際に、数式が一度にたくさん表示されているのを見ると、やる気がなくなってしまうのではないかと考えたからである。



- ページが2カラム

どんなに書いてある内容が良かったとしてもページの見目が悪ければ、書いてある内容が伝わらないと考えたのでページ全体で違和感が生まれないように調節した。そして「DIVE」のページを2カラムの形式にした。2カラムというのは、表示されているページが2列になっているものを指す。この機能を追加したのは、メインコンテンツとサブコンテンツを分けて考えることが容易になるためである。我々は、ページの左側を全体の2/3を占めるメインコンテンツを記載するスペースにした。ページの右側は残りの1/3を占め、注釈や問題の解答欄といったサブコンテンツのスペースとした。



(※文責: 山林凌)

3.2 Web アプリ「DIVE」の構成

我々はプロジェクト活動の最終成果物として Web アプリ「DIVE」を制作した。制作の主な手順としては、まず Web フレームワークで Web アプリを作る環境を整えた。次に HTML で内容班からなげられた題材を文字お越しした。次に CSS を用いて全体的な見目を整えた。次に本プロジェクトメンバーで話し合っ考えた機能を JavaScript を用いて搭載した。次にシステム班がそれぞれ記述したソースコードを GitHub を用いて共有した。最後にシステム班が制作した成果物を

システム班以外のメンバーや教員、第三者もみることができるよう Heroku を使ってデプロイした。そしてそれらの制作を行う上で我々は様々な勉強を行った。そこでこの節ではまず HTML による Web ページの制作について述べる。次に Web アプリ全体を修飾するために使った CSS について述べる。次に Web アプリの様々な機能の実装に使った JavaScript について述べる。さらにソースコードを共有・管理するために用いた GitHub について述べる。最後に Web アプリの作成に使った Web フレームワークについて述べる。

(※文責: 田中快人)

3.2.1 html による Web ページの制作

本プロジェクトで制作する Web アプリは、文章での記述が必要不可欠だった。そこで、システム班は文章を記述するのに必要不可欠な HTML を使った Web ページの表示方法をいくつか調べた。

はじめに、HTML で LaTeX が使えるようにする方法を調べた。今回 Web アプリ「DIVE」を制作する上で数式を記述することは避けては通れない。なぜなら数式が見にくいと Web アプリ全体のクオリティが下がってしまうからである。そこで少しでも見栄えを良くするために LaTeX を使用した数式の表示を調べた。その結果、HTML で LaTeX を使うことに成功し見やすく数式を表示することができた。

次にクリックによって文章を表示したり非表示にしたりする方法を調べた。これは、数式を全て羅列してしまうと、数学が苦手な人がやる気をなくしてしまうと考えたからである。そこでシステム班は HTML を使ってクリック表示ができる方法を調べた。その結果、長くなってしまう計算の途中式や説明文の表示をクリックによって切り替えことに成功した。

最後にツーカラムにする方法を調べた。本文の注釈を入れたり、例題の解答をするためのスペースを作ったりするためにツーカラムにする必要があった。そこで HTML を使ってツーカラムにする方法を調べた。その結果、第 2 章と第 3 章にツーカラムを導入することができた。

(※文責: 田中快人)

3.2.2 css について

今回我々は Web アプリを制作するうえで Web アプリ全体を修飾するために css を使った。主に視覚的な見やすさを向上させたり文字サイズやフォントを整えたりするために使用していた。また、ほかには内容班から強調するよう依頼された箇所を見やすく強調したりするのも使った。Web アプリ内で使う文字サイズやフォントを CSS で定義することで Web アプリを制作してときに定義を重複させて使うことができる。それによって文字サイズやフォントを容易に統一したり全体的な見た目の調整をしたりすることができた。

(※文責: 田中快人)

3.2.3 JavaScript について

今回 Web アプリを制作するうえで様々な部分で JavaScript を用いた。JavaScript を有効に活用するためにいくつか調べた。

はじめに JavaScript を使ったスライドの埋め込み方法について調べて実装した。これは何枚も画像を羅列するのではなく、スライド形式にすることでユーザーによる操作の負担を軽減するためである。

次に JavaScript を使ったページ読み込み後にリロードして LaTeX を表示させる方法について調べた。前述のとおり HTML 内で LaTeX を使っているためにただページを表示するだけでは LaTeX が読み込まれずユーザーがリロードしなくてはいけなかった。そこでシステム班はページが読み込まれた後に自動的にリロードさせる方法を調べた。その結果、ユーザーがリロードしなくても読み込み後に自動的にリロードさせることに成功した。これにより LaTeX をユーザーに手間をかけさせることなく表示することができた。

次に JavaScript を使ったインタラクティブなグラフの表示の方法について調べた。これは、ユーザーがグラフをただ見るだけではなく実際に動かさせた方が興味が湧き、理解を深めやすいのではないかと考えたからである。その結果、ユーザーがインタラクティブに関数の傾きや切片を操作できるグラフを実装することができ、この Web アプリの主要な機能の 1 つになった。

最後に JavaScript を使ったユーザーの解答チェック機能の方法について調べた。Web アプリ内にはより理解を深めてもらうことを目的にユーザーが自力で解く例題を用意した。問題を解くだけでは解答までしないと意味がないのは明白である。そこでまず例題部分に HTML を使って選択式のラジオボタンを表示した。次に JavaScript によってユーザーが選択した解答の正誤チェックができるようにした。それによってユーザーが Web アプリを使う際にユーザー自身で解答を確認しながら例題を解き進めることができるようになった。

(※文責: 田中快人)

3.2.4 GitHub について

システム班は田中・林・山林の三人であった。Web アプリを制作するうえでそれぞれにタスクが振られた。そしてそれぞれがそれぞれのタスクを完了させるためにソースコードを書いていた。そしてソースコードが各自バラバラなままでは成り立たないのでそれらのソースコードをまとめて一つのものにする為に GitHub を使った。主な作業としては田中と山林が書いたソースコードを林にプルリクエストを送り林がそれを承認することで最新のものに上書きされた。GitHub を使った作業は主に林が行った。メンバーの中で GitHub に知識のある林がほかの二人に時間をかけて分かりやすく教え、環境を構築できた事で円滑に作業を進めることが出来た。

(※文責: 田中快人)

3.2.5 Web フレームワーク Ruby on Rails について

開発メンバーの中に使用経験があるメンバーがいたことから、Web アプリのバックエンドに使う言語に Ruby を選んだ。その中から最も主要な Web フレームワークである Ruby on Rails を本プロジェクトの開発に使用することにした。Ruby on Rails は、MVC アーキテクチャを採用しており、前述した HTML, CSS, JavaScript は MVC アーキテクチャに従って記述した。また、開発メンバー以外の本プロジェクトメンバーにも成果物の進捗が見えるように PaaS(Platform as a Service) の 1 つである Heroku を使ってデプロイをした。これにより教員や開発メンバー以外の本プロジェクトメンバーにも成果物が可視化された。

3.3 成果発表会

成果発表会は、プロジェクト学習においてそれぞれのプロジェクトが最終成果を発表する場である。12月6日(金)に本学の1階プレゼンテーションベイ、3階モールにて開催された。我々は本学3階モールにて発表を行った。この節では、成果発表に向けて行った準備について述べる。次に当日の状況について述べる。さらに、聴衆に記入してもらった評価シートから得られた結果を述べる。最後にその結果から得た考察と反省について述べる。

(※文責: 南彩菜)

3.3.1 成果発表会の準備

我々は成果発表会に向けて、スライド班とポスター班の2つに分かれて活動を行った。スライド班は相内優作・牧野・南・吉原(50音順)の4名、ポスター班は田中・林・山林(50音順)の3名がそれぞれ担当した。

はじめに、スライド作成の際には聴衆が見やすく、理解しやすいような内容とデザインになるように工夫して作成した。具体的には、シンプルな配色で作成することで聴衆にとって見やすいスライドを作成した。また、載せる文章を簡潔にまとめること、目立つような配色にすることで聴衆に注目してほしい場所が分かるようにした。

実際にスライドを作成した工程を述べる。まずスライド班全員で大まかなスライドの構成を矛盾がないように作成した。次にスライドの構成をもとに、相内と牧野の2名がスライドのプロトタイプを作成した。さらに、そのプロトタイプをもとに南と吉原が各ページの詳細を記入した。詳細を記入後、スライド班内で意見を出し合い、聴衆が理解しやすいデザインと内容に修正した。最後に作成したスライドを担当教員に共有し、指摘をもらった。その指摘をもとに修正作業を繰り返し、完成させた。

次に、ポスター作成の際には、直観的につながりが分かるように工夫して作成した。具体的には、文章量を出来るだけ少なくしグラフやイラスト、スクリーンショットなどを多く取り入れたことで聴衆にとって見やすいポスターを作成した。

実際にポスターを作成した工程を述べる。まず、ポスターに載せるべき内容の議論を行った。議論の結果、ポスターに載せるべき情報が多かったため、本プロジェクト活動の概要をまとめたポスターとWebアプリ「DIVE」を説明するポスターの2枚に分けて作成した。ポスターに記載する簡潔な文章の作成や英訳の作成を田中・林が行った。その後、ポスター班内で推敲作業を行い、必要な図について考えた。最終的なレイアウトやデザインの調整は山林が担当した。さらに班内でポスターに記載する文章として長すぎないことを確認した。次に作成したポスターを本プロジェクトメンバーと担当教員に共有し、指摘をもらった。スライドと同様に、その指摘をもとに修正作業を繰り返し、ポスター(図3.1)(図3.2)を完成させた。

(※文責: 南彩菜)



図 3.1 本プロジェクト活動の概要をまとめたポスター

3.3.2 成果発表会の当日の様子

12月6日(金)、本学の3階モールにて発表を行った。成果発表会では、前半のグループと後半のグループにメンバーを分け、それぞれ発表者1人と残りのサポートメンバーで3回ずつ、計6回の発表を行った。前半のグループは発表を山林、サポートを田中・牧野・南が担当し、後半のグループは発表を相内、サポートを林・吉原が担当した。

発表を行う前に、聴衆に対して評価シートを配布し、記入してもらった。

当日は、Webアプリ「DIVE」のデモを含むスライドをプロジェクターでスクリーンに映して約13分の発表を行った(図3.3)。その後聴衆から意見や質問を受け付け、回答した。所属しているグループが発表担当でないときは、他プロジェクトの発表を聞き、評価を行った。

(※文責: 南彩葉)

[2019 成果発表] No.06 担当教員 美高 義典、寺井 あすか、田中 古太郎

Web アプリ「DIVE」

Web application 「DIVE」

担当教員 Yusaku Asuchi 田中 扶人, Kaiko Tanaka 林 建太郎, Ryotaro Hayashi 牧野 晃, Hiro Makino 岡野 崇, Avana Minami 山本 凌, Ryo Yamabayashi 吉原 大河, Taiga Yoshihara

ねらい Aim

1 年次の数学科目と 2 年次以降の科目や応用例とのつながりを
実体験を通して知ってもらうこと

We want FUN students to know the relationship between mathematics in first grade and subjects
in second grade and later, and examples

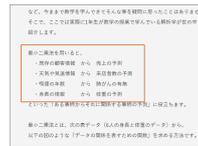
PR ポイント PR points

2,3 年次の講義とのつながりと応用例

Examples and connection to lectures in the second and third years students



2,3 年次の講義とのつながりを記載
Describes the connection to lecture of the second
year students and third year students.



身近でどのように役立つかを説明
Evaluating how mathematics helps close to around

問題を解くことによる実体験

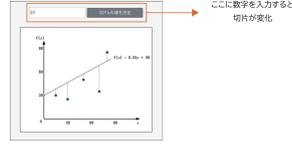
Experiences of answering questions



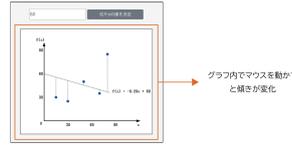
実際に問題を解いてもらうことで理解が深まると考えた
穴埋め形式で選択解答ができるようにした
- We thought that understanding deepened by having you answer problem actually
- You can answer in the form of hole filling

インタラクティブ性

Interactivity



ここに数字を入力すると
切片が変化



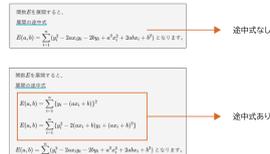
グラフ内でマウスを動かすと
傾きも変化

フォームに値を入力してグラフを実際に操作して
もらうことでより直観的に理解ができる

We thought students can understand more intuitively by entering
a value in the form and operating the graph

読みやすさの工夫

Designed to be easy to read



途中式なし

途中式あり

クリックで表示・非表示を切り替え
Changing show or hide by clicking

図 3.2 Web アプリ「DIVE」を説明するポスター



図 3.3 発表の様子

3.3.3 成果発表会の評価シートの結果

ここでは評価シートの分析結果を示す。評価シートの項目は、発表技術と発表内容の 2 点であった。評価シートは、この 2 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。成果発表会当日では、企業の方や高校生といった外部の方々、学生や教員を含む 76 名から評価を受けた。項目ごとに記入があるものを有効回答、記入がないものを無効回答とした。発表技術の項目における評価の平均は 7.75(有効回答数 N=76、標準偏差 SD=1.62) であり、発表内容の項目における評価の平均は 7.63(有効回

答数 N=68、標準偏差 SD=1.57)であった。評価の平均と標準偏差のグラフ(図 3.4)を以下に記載する。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

- － 良かった点

- * 声の大きさが良い。
 - * シンプルな色で統一されたスライドが見やすかった。
 - * 動画を流しながらの解説がわかりやすかった。
 - * 内容がよくまとまっていた。
 - * 専門知識がなくても分かりやすい。
 - * 真面目な好感の持てる話し方で良く練習されていた。
 - * スライドのどこを着目すればよいか分かりやすかった。
 - * 長時間見ることができる配色だった。
 - * 指し棒を使っていて分かりやすかった。
 - * スライドの配色が良かった。

- － 改善が必要な点

- * 原稿を見すぎている。
 - * スライドに図等がなく見づらい。
 - * 遠くからだとポスターが見にくい。
 - * 近くに寄りたくなるようなビジュアルがない。
 - * 字が細かく見づらかった。
 - * 声の抑揚があるとよい。
 - * スライドにもう少し情報があるとよい。
 - * ポスターの説明がほしい。
 - * アンケートに関する詳しい情報があるとよい。
 - * 声が通りにくい。

- 発表内容

- － 良かった点

- * 具体例があり、わかりやすかった。
 - * 未来大生の多くが考えていることを題材にしていた。
 - * つながりを意識することで学ぶ意欲が上がったと思った。
 - * つながりに着目したことが良い発見だと思った。
 - * 学ぶ意味に着目するのは根本的な問題の解決につながると思った。
 - * 未来大生に必要なテーマだと思った。
 - * 結果、考察、方針の流れが妥当でわかりやすかった。
 - * アプリを作るまでの流れが分かりやすく、納得できるものだった。
 - * 仮説から解決までのプロセスが良い。
 - * 実験の詳細が話されていた。

- － 改善が必要な点

- * 何のために数学を学ぶのかを説明するべき。
 - * デモでは最小二乗法と数学を学ぶ意味の関係があまりよく分からない。
 - * つながりがわかることや、学ぶ意味をどのように評価するのが不明。

Reform of Mathematical Science Learning: reflection on our learning

- * 有用性の検証実験を成果発表会前に行うべき。
 - * 一般向けに、未来大でのカリキュラムを最初に伝えるべき。
 - * 主張が明確にできていない。
 - * 背景と目標、目標と提案にずれがあるように感じた。
 - * 仮説に対する検証方法やそれ以降の活動の論理の組み立てができていない。
 - * 実際に動くものが見たい。
 - * 2年次以降の科目との関係性が数学を学ぶ意義がないと解釈してしまった。
- Web アプリ「DIVE」について

－ 良かった点

- * グラフが動くこと。
- * 計算の仕方と講義が関連付けされていてわかりやすい。
- * 活用例などが分かるのが良かった。
- * 利用しやすい。
- * 噛み砕いた説明が分かりやすかった。
- * 穴埋め形式は手軽に利用がしやすいと思った。
- * 計算式を一部隠す工夫が良いと思った。
- * インタラクティブな仕組みがあること。
- * 具体例があって良かった。
- * わくわくするような内容だった。

－ 改善が必要な点

- * 数学を教えるアプリになってしまっているのではないか。
- * 問題が結構な分量があり読むのが大変そう。
- * 堅苦しい印象を受けた。
- * 他の題材も必要。
- * 例示にイラストを使った方が良いのではないか。
- * 専門分野に関する情報が足りない。
- * もう少しインタラクションがあってもよい。
- * 数学に興味がある人でないと積極的に利用しようとは思わない。
- * 省略している部分が見づらい。
- * 数学が多様な場面で用いられているイメージ図があるとよい。

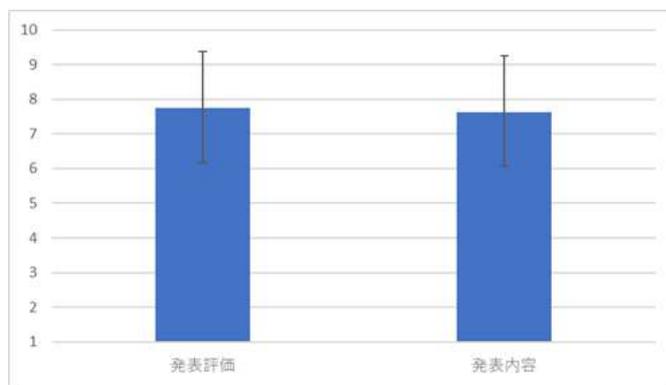


図 3.4 評価の平均と標準偏差

(※文責: 南彩葉)

3.3.4 評価シートに対する考察

評価シートの発表技術の項目における評価から考えられることを述べる。発表技術に関しては、「声の大きさが良い」や「シンプルな色を使っていてスライドが見やすい」などの好意的な意見もあるが、「原稿を見すぎている」や「スライドに図等がなく見づらい」といった指摘も見受けられた。発表練習をより行うことや、聴衆の立場になった見やすいスライドを作ることが必要だと考えられる。

評価シートの発表内容の項目における評価から考えられることを述べる。発表内容に関しては、「数学を学ぶ意味」や「数学が他教科や社会でどのように使われているか」といった観点に着目したことに対して好意的な意見が多く見受けられた。このことから、数学の学び方ではなく、「数学をなぜ学ぶのか」という新しい観点に着目したことが高く評価されたと考えられる。また、解決手法として数学とのつながりに着目したことも、妥当であるとして評価された。その一方で、「Web アプリ『DIVE』の有用性が分からない」という指摘を受けた。成果発表会前に Web アプリ「DIVE」の有用性を検証する実験を行うべきであったと考えられる。

Web アプリ「DIVE」に関する評価から考えられることを述べる。インタラクティブな仕組みや、専門知識がなくても分かるように噛み砕いた説明に関して高い評価を得た。しかし、「文章量が多く、堅苦しい印象を受ける」という意見も見受けられた。より利用しやすい Web アプリにするためには、イメージ図を用いるなどデザインの工夫が必要であると考えられる。

(※文責: 南彩葉)

3.3.5 成果発表会の反省

成果発表会を振り返って反省点とその改善策について述べる。

1 つ目の反省点として、先を見据えたスケジュールの設定が出来ていなかったことが挙げられる。先を見据えたスケジュールが設定されていなかったため、当日の発表で使用するデモの作成に取り掛かるのが遅くなってしまった。また、Web アプリ「DIVE」の制作が長引いてしまったことで、スライド作成にかけられる時間が予定よりも大幅に短くなった。それに伴い、発表練習が不足した。結果として、Web アプリ「DIVE」の良さを最大限に伝えられる発表にはならなかった。

2 つ目の反省点として、タスクの管理が出来ていなかったことが挙げられる。成果発表会直前の準備段階において発表者にタスクが偏ってしまった。この際、プロジェクト全体のタスクを把握している人がいなかったため、タスクの偏りに事前に気付くことが出来なかった。

以上の 2 つの反省点から、スケジュールとタスクの管理を行う役職を設けた。毎週のプロジェクト活動におけるスケジュールを立て、本プロジェクトメンバー全員のタスクを把握する役職である。この役職を新たに設けることで、スケジュールを守ることを徹底できる体制になった。また、プロジェクト全体のタスクを俯瞰して管理出来るような体制になったため、タスクが偏りすぎるものがなくなった。

(※文責: 南彩葉)

3.4 実験

本節では、本学の1年生を対象に行った「DIVE」の有用性を調べる実験について述べる。はじめに実験を実施する目的、実験を行うための準備内容、実験の実施内容について述べ、次に実験の際に取ったアンケートの結果と観察から得られた考察について述べる。

(※文責: 相内優作)

3.4.1 実験の目的

我々は、本学の1年生が「本学で数学を学ぶ意味」に気付いてもらうことを本プロジェクトの目標とし、1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりが分かるWebアプリ「DIVE」を制作した。本実験の目的は「DIVE」を使用することで、本学の1年生が「本学で数学を学ぶ意味」に気付いたかどうかなどの意識変化を検証するものである。

(※文責: 相内優作)

3.4.2 「DIVE」を使用する実験の準備

「DIVE」を使用する実験の準備として、当日に被験者が記入する書類や、実験の前後に回答してもらうアンケートを作成した。

(※文責: 相内優作)

書類とアンケートの準備

実験を実施するために、まず実験の時間配分の表を作成した(表3.1)。実験は被験者の都合の良い時間に実施したため、実験の時間配分を揃えるために時間配分の表を作成した。また被験者に記入してもらう書類を準備した。同意書は解析学勉強会で使用した同意書をもとに山林が作成を行った。その後担当教員にチェックをもらい、指摘を頂いた点を修正を行った。また「DIVE」の有用性を示すために、被験者に実験の前に回答してもらう事前アンケートと、被験者に実験の後に回答してもらう事後アンケートを作成した。実験前と後に回答してもらうアンケートを比較することで有意性を測るためである。事前アンケートと事後アンケートのGoogleフォームへ飛ぶQRコードを載せた書類(図3.5)を用意した。

表 3.1 当日スケジュール

時間 1 時間	自分達	1 年生
10 分	書き方説明	事前アンケート、同意書記入
40 分	観察、質問対応	「DIVE」を使用
10 分	書き方説明	事後アンケート記入

(※文責: 相内優作)



図 3.5 事前事後アンケート QR コード

3.4.3 アンケート詳細

我々は「DIVE」の有用性について、達成目標を設定し、実験の前後に取るアンケートのデータを取得し解析することで達成目標が達成出来ているかを検証しようと考えた。

達成目標は

- 被験者全員が最小二乗法に対する知識が得られ、他教科・他分野とのつながりがわかる
- 被験者全員が 1 年次の数学科目と 2 年次以降の数学科目や社会での活用例とのつながりがわかることで数学の勉強が無駄ではないと感じる
- 本学で数学を学ぶ意味について気付いていない人が本学で数学を学ぶ意味について気付く

の 3 つである。

「被験者全員が最小二乗法に対する知識が得られ、他教科・他分野とのつながりがわかる」は最小二乗法に関するクイズの設問 (Q7 Q8) で検証を行なった。

- 最小二乗法に関するクイズ設問

Q7: 以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを 1 つ選んでください

- － 誤差の二乗の和を最小にすることを考える
- － 誤差の二乗の差を最小にすることを考える
- － 誤差の二乗の積を最小にすることを考える
- － 誤差の二乗の商を最小にすることを考える
- － わからない

正解の選択肢は「誤差の二乗の和を最小にすることを考える」である

Q8: 以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを全て選んでください

- 近似直線を求めることが出来る
- 近似曲線を求めることが出来る
- 連続関数で近似が出来る
- 不連続関数で近似ができる
- わからない (この選択肢を回答する場合、他の選択肢を選択しないでください)

正解の選択肢は「近似直線を求めることが出来る」「近似曲線を求めることが出来る」の2つである

● つながりに関する設問

Q9: 「1年次で学んだ知識が、2年次以降に学ぶ最小二乗法に関連していること」を知っていますか

- 最小二乗法を聞いたことがない
- 1年次の知識が関連していることは知らない
- 1年次の知識が関連していることを知っている

Q10: あなたは今後最小二乗法を「ある事柄からそれに関係する事柄の予測」に使うと思いますか

- 最小二乗法を聞いたことがない
- 最小二乗法を聞いたことはあるが、予測に使われていることは知らない
- 最小二乗法が予測に使われていることは知っているが、自分が今後、実際に使うとは思わない
- 最小二乗法が予測に使われていることは知っているし、自分が今後、実際に使うと思う

Q11: 自分が思ってもいないような技術や分野に、普段学習している数学が応用されている可能性があると感じていますか

- 普段学んでいる数学は、技術や分野に応用されているとは思わない
- 普段学んでいる数学は、技術や分野に応用されていることはなんとなく知っているが、実感できていない
- 普段学んでいる数学は、技術や分野に応用されていると、具体的に実感している
- 最小二乗法が予測に使われていることは知っているし、自分が今後、実際に使うと思う

「DIVE」により数学に対する興味・関心が変化したかを検証する設問 (Q15 Q16) を用意した。これはいずれかの達成目標が達成された場合に、被験者が「DIVE」のどの部分に影響を受けたか、直接要因を探るための質問である。

● 数学に対する興味・関心が変化したかを検証する設問

Q15: 数学に対する興味・関心について、Web アプリ「DIVE」を利用する前と比較してどの

ように変化しましたか

- 増加した
- 変化しなかった
- 減少した

Q16: なぜ数学に対する興味・関心が増加したのかご記入ください (自由記述)

● システムに関する設問

Q17: 文字は読みやすかったですか

- はい
- いいえ

Q18: 「いいえ」と回答した方に質問です。なぜ読みにくかったですか

Q19: 操作しやすかったですか

- 操作しやすい
- 普通
- 操作しにくい

Q20: 挿入されていた画像・スライドは理解しやすかったですか

- はい
- いいえ

Q21: その他、改善点などはございますか

また事前アンケートで学習行動に関する設問 (Q1 Q6) を 6 つ用意した。選択肢が 1.2.3.4 の 4 択であり選択肢の番号がそのまま回答者の点となる。6 つの点を平均した時に点が 2.5 以上の人を「浅い勉強をしている人」と定義 (以下、A とする) した。6 つの点を平均した時に点が 2.5 未満の人を「深い勉強をしている人」と定義 (以下、B とする) した。

● 学習行動に関する設問

Q1: 数学の講義中に、板書以外にも先生の話していたことや自らの気づきなどもメモしますか

1. ほとんど毎回メモをする
2. メモをすることもある
3. ほとんどメモをしない
4. メモをしたことがない

Q2: 数学の講義の予習を自主的に行いますか

1. ほとんど毎回行う
2. 行うこともある
3. ほとんど行わない

4. 行なったことがない

Q3: 数学の知識に興味を持ったものを自ら調べますか

1. ほとんど調べる
2. 調べることもある
3. ほとんど調べない
4. 調べたことがない

Q4: 数学の課題について、自分の取り組み方に最も近いものをお選びください

1. 調べるなどして、ほとんど自力で解く
2. 調べるなどして、自力で解くこともある
3. ほとんど自力で解くことはない
4. 自力で解いたことはない

Q5: 数学の講義中に説明が省略された定義や定理の証明を確認しますか

1. ほとんど確認する
2. 確認することもある
3. あまり確認しない
4. 確認したことがない

Q6: 数学の講義で出てきたわからない問題について、自分の取り組み方に最も近いものをお選びください

1. 調べるなどして、ほとんど自力で解く
2. 調べるなどして、自力で解くこともある
3. ほとんど自力で解くことはない
4. 自力で解いたことはない

「浅い勉強をしている人」は DIVE の現コンテンツである最小二乗法を実体験を通して理解したか、数学に対する興味・関心が変化したか、「本学で数学を学ぶ意味」に気付いたかどうかの検証を行う。既に実験を行う段階で、「深い勉強をしている人」は DIVE の現コンテンツである最小二乗法を実体験を通して理解したか、数学に対する興味・関心が変化したかの検証を行う。

(※文責: 相内優作)

3.4.4 実験の実施内容

実験は被験者の都合の良い時間に合わせ、12月17日(火)、18日(水)、19日(木)、20日(金)の4回に分けて行った。本学の1年生23人に対して実験を行った。教室は有線LANが使用できる584教室、583教室を利用した。被験者に集まってもらった後に同意書に記入してもらい、Googleフォームへ飛ぶQRコードから事前アンケートに回答してもらった。次に「DIVE」を40分使用してもらった。「DIVE」の使用方法は使い方ページを見るように促し、使い方の説明は行わなかった。被験者が「DIVE」を使用している間、我々は「DIVE」を使用している様子を観察した。観察項目は「時間をかけている箇所について」「操作性について」「理解度について」「問題を解く際

の様子について」「注釈について」の5つの点を特に注目して観察した。最後に Google フォームへ飛ぶ QR コードから事後アンケートに回答してもらった。

(※文責: 吉原大河)

3.4.5 実験の結果

実験の前後で実施した事前アンケートと事後アンケートの結果と、我々が観察した結果について述べる。

(※文責: 林遼太郎)

3.4.6 事前アンケートと事後アンケートの結果

実験で実施した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。

- 事前アンケート

Q1: 数学の講義中に、板書以外にも先生の話していたことや自らの気付きなどもメモしますか (選択回答)(図 3.6)



図 3.6 Q1

Q2 : 数学の講義の予習を自主的に行いますか (選択回答)(図 3.7)



図 3.7 Q2

Q3 : 数学の知識に興味を持ったものを自ら調べますか (選択回答)(図 3.8)

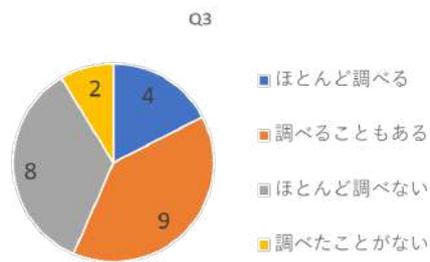


図 3.8 Q3

Q4 : 数学の課題について、自分の取り組み方に最も近いものをお選びください (選択回答)(図 3.9)



図 3.9 Q4

Q5 : 数学の講義中に説明が省略された定義や定理の証明を確認しますか (選択回答)(図 3.10)



図 3.10 Q5

Q6 : 数学の講義で出てきたわからない問題について、自分の取り組みに最も近いものをお選びください (選択回答)(図 3.11)

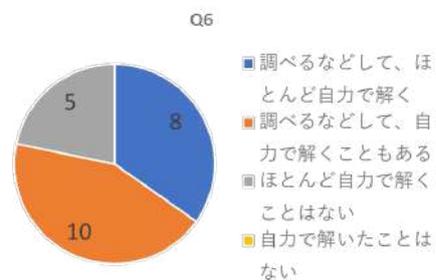


図 3.11 Q6

Q7 : 以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを1つ選んでください (選択回答)(図 3.12) 正解の選択肢は「誤差の二乗の和を最小にすることを考える」である。



図 3.12 Q7 事前

Reform of Mathematical Science Learning: reflection on our learning

Q8：以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを全て選んでください (複数選択回答)(図 3.13)

正解の選択肢は「近似直線を求めることができる」「近似曲線を求めることができる」の2つである。



図 3.13 Q8 事前

Q9：「1年次で学んだ知識が、2年次以降に学ぶ最小二乗法に関連していること」を知っていますか (選択回答)(図 3.14)



図 3.14 Q9 事前

Q10：あなたは今後最小二乗法を「ある事柄からそれに関係する事柄の予測」に使うと思いますか (選択回答)(図 3.15)



図 3.15 Q10 事前

Q11：自分が思ってもいないような技術や分野に、普段学習している数学が応用されている可能性があると感じていますか (選択回答)(図 3.16)

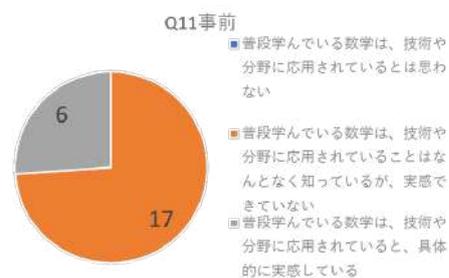


図 3.16 Q11 事前

Q12：自分の勉強法を友達などの他の人にお勧めできると感じますか (選択回答)(図 3.17)



図 3.17 Q12 事前

Q13：自身が行っている勉強方法や勉強に対する姿勢に対して、どのように感じていますか (選択回答)(図 3.18)

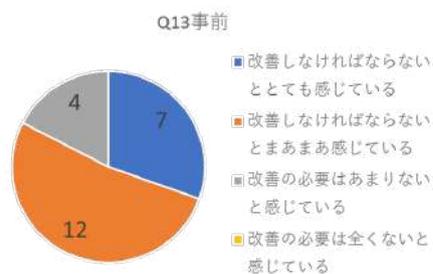


図 3.18 Q13 事前

Q14：「現在学んでいる数学がこれから学ぶ他教科や現実社会でどのように使われているかを意識して行う勉強」に対して、どのように感じていますか (選択回答)(図 3.19)

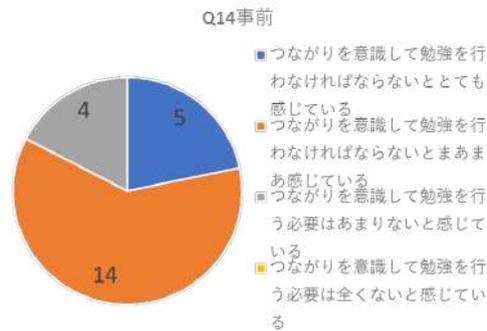


図 3.19 Q14 事前

● 事後アンケート

Q7：以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを1つ選んでください (選択回答)(図 3.20) 正解の選択肢は「誤差の二乗の和を最小にすることを考える」である。



図 3.20 Q7 事後

Q8：以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを全て選んでください (複数選択回答)(図 3.21)

正解の選択肢は「近似直線を求めることができる」「近似曲線を求めることができる」の2つである。



図 3.21 Q8 事後

Q9：「1年次で学んだ知識が、2年次以降に学ぶ最小二乗法に関連していること」を知っていますか (選択回答)(図 3.22)



図 3.22 Q9 事後

Q10：あなたは今後最小二乗法を「ある事柄からそれに関係する事柄の予測」に使うと思いますか (選択回答)(図 3.23)

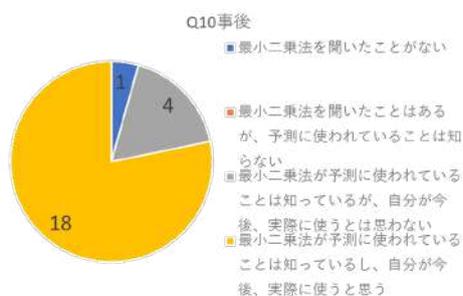


図 3.23 Q10 事後

Q11：自分が思ってもいないような技術や分野に、普段学習している数学が応用されている可能性があると感じていますか (選択回答)(図 3.24)



図 3.24 Q11 事後

Q12：自分の勉強法を友達などの他の人にお勧めできると思いますか (選択回答)(図 3.25)

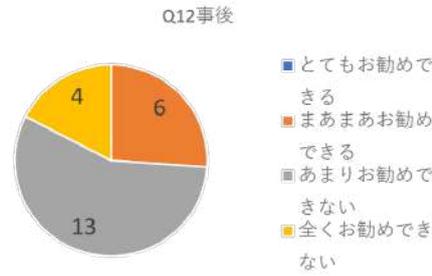


図 3.25 Q12 事後

Q13：自身が行っている勉強方法や勉強に対する姿勢に対して、どのように感じていますか (選択回答)(図 3.26)

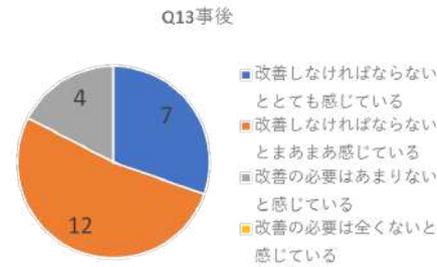


図 3.26 Q13 事後

Q14：「現在学んでいる数学がこれから学ぶ他教科や現実社会でどのように使われているかを意識して行う勉強」に対して、どのように感じていますか (選択回答)(図 3.27)

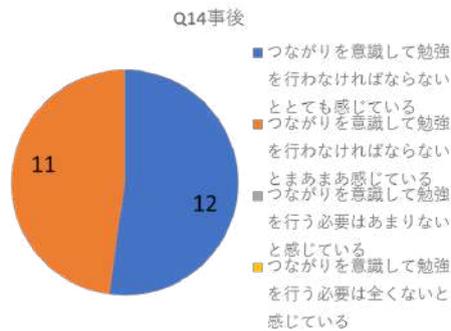


図 3.27 Q14 事後

Q15 : 数学に対する興味・関心について、Web アプリ「DIVE」を利用する前と比較してどのように変化しましたか (選択回答)(図 3.28)



図 3.28 Q15

Q16 : なぜ数学に対する興味・関心が増加したのかご記入ください (自由記述)

- 数学の具体的な利用方法を体験できたので数学の身近さを知ることができたから
 - 現実世界で役立っていることを知れたから
 - 今まで以上に数学が活用されていることが分かったから
 - グラフが自分の設定した値によって自由に描けるので視覚的にも楽しかったから
 - どのように使われているのか、どうしてそのようになるのかを具体的に書いていたから
- などといった回答があった。

Q17 : 文字は読みやすかったですか (選択回答)(図 3.29)



図 3.29 Q17

Q18 : 「いいえ」と回答した方に質問です。なぜ読みにくかったですか
回答無し

Q19 : 操作はしやすかったですか (選択回答)(図 3.30)

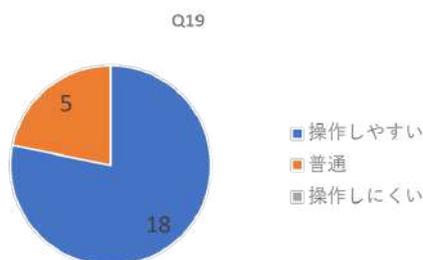


図 3.30 Q19

Q20：挿入されていた画像・スライドは理解しやすかったですか (選択回答))(図 3.31)

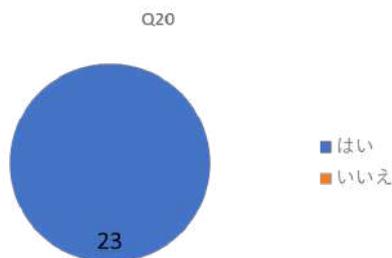


図 3.31 Q20

Q21：その他、改善点はございますか

- － 曲線で近似した場合どのくらい複雑になるのか知りたい
- － 断面図の所がいまいち理解できなかった
- － 回答のチェックを一問ずつできたら良い

といった回答があった。

(※文責: 林遼太郎)

3.4.7 観察結果

次に観察結果について述べる。観察項目は「時間をかけている箇所について」「操作性について」「理解度について」「問題を解く際の様子について」「注釈について」の5つの点である。

- 時間をかけている箇所について
章毎に1章(社会での応用例)、2章(原理の説明)、3章(例題)の順番で時間がかかっていた。図やスライド、グラフの操作、数字を入力しグラフが変わるのを確かめるなどインタラクティブな仕掛けにも時間をかけていた。
- 操作性について
全体を通して、操作に困っている様子は見られなかった。インタラクティブな仕掛けを使いこなしていたり、途中式を表示する下線部のクリックも行えていた。数字を入力した後に、値を決定するボタンをクリックすることでグラフが変化する仕掛けであるが、ボタンをクリックせずに数字を入力しただけの人がいたため、グラフを通して最後の値を予測する問題で操作に困る人が数人いた。
- 理解度について
人によって読む速度はばらつきがあったが、読む速度が遅い人でも1つ1つ頷きながら読み進めていた。3次元グラフが表示されている所で手が止まったり読むスピードが遅くなっている人が多かった。また3次元グラフのあたりから数式が多くなっていたことで集中力が途切れそうな人もいた。

- 問題を解く際の様子について

問題を解く際に、暗算で解答してる人と紙に途中の計算をしている人に分かれていた。自分の出した値を代入するなど検算を含めて行い、導いた答えをグラフで確認することもあった。解答の選択肢に自分の答えがない場合は解き直しを行っていた。第1章、第2章を読む速度が早かった人でも第3章では速度が遅くなっていた。例題の問題についてはほとんどの被験者が全問回答出来ていた。

- 注釈について

注釈は読んでいる人が多かった。途中式は、理解ができていそうな人でも読む人と読まない人に分かれていた。理解が難しそうな人は途中式を表示する人が多かった。

(※文責: 山林凌)

3.4.8 実験結果のまとめ

学習行動の設問の結果、被験者数 23 人のうち、「浅い勉強をしている人」が 9 人、「深い勉強をしている人」が 14 人と分類した (図 3.32)。

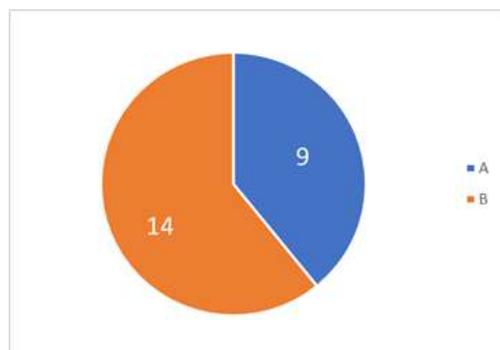


図 3.32 分類分け

クイズ設問の 1 つ目 (以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを 1 つ選んでください) では「浅い勉強をしている人」の中で正解した人は事前アンケートでは 0 人であったが、システム使用後の事後アンケートでは 9 人全員が正解していた。「深い勉強をしている人」の中で正解した人は事前アンケートでは 2 人であったが、システム使用後の事後アンケートでは 11 人が正解していた (図 3.33)。

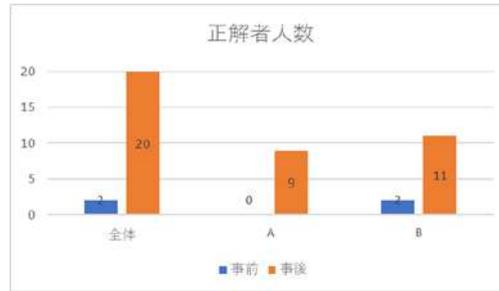


図 3.33 クイズ設問 1

クイズ設問の 2 つ目 (以下の選択肢の中で最小二乗法の記述として正しいと思うものを全て選んでください) では「浅い勉強をしている人」の中で正解した人は事前アンケートでは 0 人であったが、システム使用後の事後アンケートでは 9 人全員が正解していた。「深い勉強をしている人」の中で正解した人は事前アンケートでは 2 人であったが、システム使用後の事後アンケートでは 14 人全員が正解していた (図 3.34)。

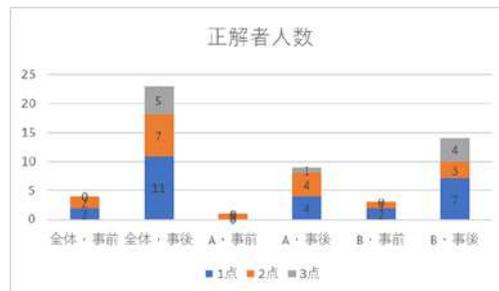


図 3.34 クイズ設問 2

この結果より、「浅い勉強をしている人」と「深い勉強をしている人」の両方でクイズの正答率が大きく増加したことから、「DIVE」の現コンテンツである最小二乗法を実体験を通して理解したと言える。また「浅い勉強をしている人」の正答率が特に大きく増加した。

「浅い勉強をしている人」は、事前アンケートで 9 人中 7 人が「最小二乗法を聞いたことがない」と回答していたが、事後アンケートでは 9 人中 6 人が「1 年次の知識が関連していることを知っている」と回答した。対応のある t 検定の結果、 $t(8)=5.96$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準 1% で有意差が確認された。「深い勉強をしている人」は、事前アンケートで 14 人中 11 人が「最小二乗法を聞いたことがない」と回答していたが、事後アンケートでは 14 人中 12 人が「1 年次の知識が関連していることを知っている」と回答した。対応のある t 検定の結果、 $t(13)=5.97$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準 1% で有意差が確認された。全体では、対応のある t 検定の結果、 $t(22)=8.38$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準 1% で有意差が確認された。

「浅い勉強をしている人」の中で、「最小二乗法が予測に使われていることは知っているし、自分は今後、実際に使うと思う」と回答していた人が事前アンケートで0人であったが、事後アンケートでは9人中6人であった(図3.35)。対応のあるt検定の結果、 $t(8)=7.00$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準1%で有意差が確認された。「深い勉強をしている人」の中で、「最小二乗法が予測に使われていることは知っているし、自分は今後、実際に使うと思う」と回答していた人が事前アンケートで0人であったが、事後アンケートでは14人中12人であった。対応のあるt検定の結果、 $t(13)=9.95$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準1%で有意差が確認された。全体では、対応のあるt検定の結果、 $t(22)=12.35$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準1%で有意差が確認された。

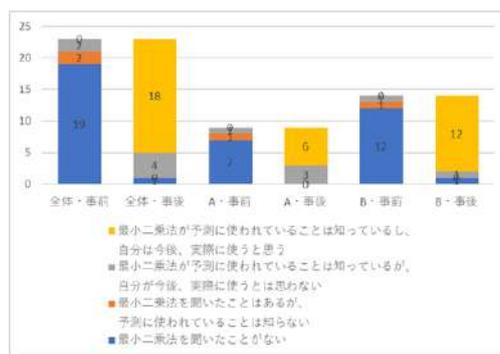


図 3.35 つながりに関する設問 1

「浅い勉強をしている人」の中で、「普段学んでいる数学は、技術や分野に応用されていると、具体的に実感していると思う」と回答していた人が事前アンケートで9人中3人であったが、事後アンケートでは9人中7人であった(図3.36)。対応のあるt検定の結果、 $t(8)=2.53$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準5%で有意差が確認された。「深い勉強をしている人」の中で、「普段学んでいる数学は、技術や分野に応用されていると、具体的に実感していると思う」と回答していた人が事前アンケートで14人中3人であったが、事後アンケートでは14人中9人であった。対応のあるt検定の結果、 $t(13)=3.12$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準1%で有意差が確認された。全体では、対応のあるt検定の結果、 $t(22)=4.11$ 、 $p<0.01$ 。よって有意水準1%で有意差が確認された。

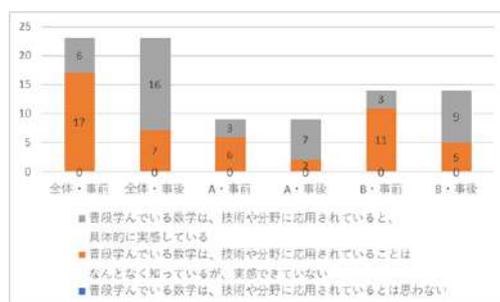


図 3.36 つながりに関する設問 2

「浅い勉強をしている人」と「深い勉強をしている人」に気付いている人のいずれも、最小二乗法が1年次の知識が関連していることを知ってもらうことが出来た。このことから「DIVE」は、1年次の数学科目が2年次以降の科目知識である最小二乗法に使われていることと、実際に最小二乗法がどのように使われているかを正しく知ることが出来るようになることであることが明らかになった。また将来、数学科目が世の中でどのように使われているかを提示できる「DIVE」は「本学で数学を学ぶ意味」に気付いている人たちに特に有用であるといえる。

「浅い勉強をしている人」は、数学に対する興味・関心が増加した人が9人中5人、変化なしが9人中4人であった。「深い勉強をしている人」は、数学に対する興味・関心が増加した人が14人中13人、変化なしが1人であった。「浅い勉強をしている人」と「深い勉強をしている人」の全体の78%が、「DIVE」を使用することで、数学に対する興味・関心が増加した(図 3.37)。

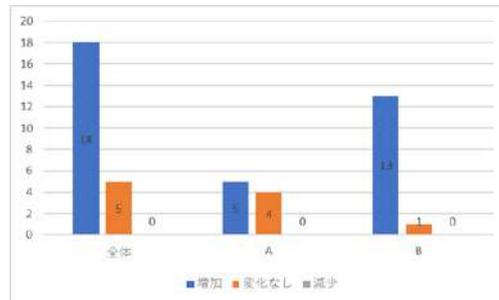


図 3.37 興味・関心

事後アンケートの結果より「浅い勉強をしている人」の中で、「つながりを意識して勉強を行う必要はあまりないと感じている」と回答した人が0人になり、「つながりを意識して勉強を行わなければならない」ととても感じている」、「つながりを意識して勉強を行わなければならないとまあまあ感じている」と回答した人のみになった(図 3.38)(図 3.39)(図 3.40)。「浅い勉強をしている人」では、対応のある t 検定の結果、 $t(8)=1.79$, $p>0.05$ 。よって有意差は確認されなかった。「深い勉強をしている人」では、対応のある t 検定の結果、 $t(13)=2.69$, $p<0.05$ 。よって有意水準 5% で有意差が確認された。また全体の回答として「つながりを意識して勉強を行わなければならない」ととても感じている」と回答した人の人数が一番多くなった。対応のある t 検定の結果、 $t(22)=2.90$, $p<0.01$ 。よって有意水準 1% で有意差が確認された。

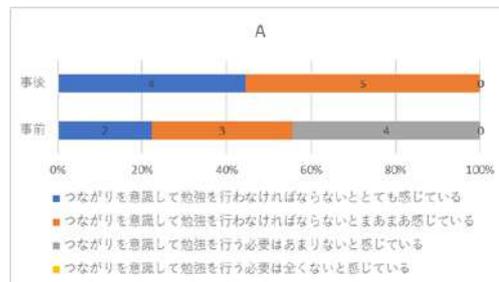


図 3.38 学習意欲 A

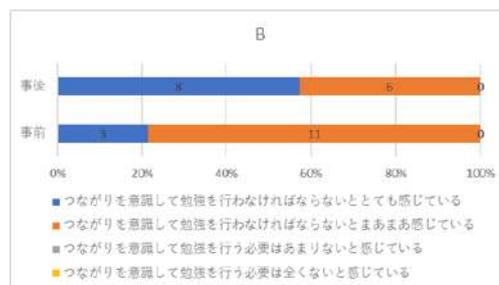


図 3.39 学習意欲 B

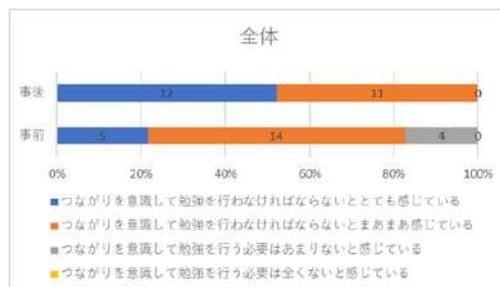


図 3.40 学習意欲 全体

(※文責: 山林凌)

3.4.9 実験結果の考察

この結果より「DIVE」を使用することで、つながりを意識した勉強が重要であると認識したと考えられる。つながりを意識した勉強が重要であると認識すれば、「本学で数学を学ぶ意味」の1つについて気付いたことになる。そのため「DIVE」は、本プロジェクトの目標である「本学で数学を学ぶ意味」に気付かせることが出来るシステムであるということが明らかになり、「DIVE」の有用性を示すことができた。

(※文責: 林遼太郎)

3.5 秋葉原にむけての開発

我々は秋葉原で発表を行うにあたって実験終了時点の Web アプリでは成果物として不完全だと考えた。そこで、成果発表会の際に教員の方々からの意見と、実験を行ったときの被験者の意見を参考にして Web アプリ「DIVE」の改善を行った。本節では、はじめに Web アプリ「DIVE」の追加した題材について述べる。次に、Web アプリ「DIVE」の修正したシステムについて述べる。最後に、Web アプリ「DIVE」の追加したシステムについて述べる。

(※文責: 吉原大河)

3.5.1 追加題材について

実験終了時点で、Web アプリ「DIVE」の題材は最小二乗法の一つである。それでは、最小二乗法だけが1年次の数学科目とのつながりがあると利用者が誤解する恐れがある。さらに、最小二乗法を2年次以降の科目や社会で利用しない場合には効果が低くなってしまふ。したがって、題材を増やすことに決定した。題材を増やすにあたり、3.1.4で調査と勉強をしたニュートン法、フーリエ変換、データの誤り訂正、ロジスティック方程式の中から、Web アプリ「DIVE」に載せる2つ目の題材をフーリエ変換に決定した。フーリエ変換に決定した理由は、フーリエ変換に必要な知識の積分を本学の1年次に学ぶ数学科目の解析学とつながりがあること、社会で画像処理や、音の処理など様々なことに応用されていることがあげられる。

(※文責: 吉原大河)

3.5.2 修正したシステムに関して

秋葉原での発表にむけて本プロジェクトは Web アプリ「DIVE」のシステム修正を行った。修正内容は実験を行った際に設けた「その他改善点などありましたらお聞かせください」という項目から回収できた結果を参考にした。

まずはじめに「切片を記入するところを使っていた時に、空白に入力する前にもともと設定されている切片の値(60とか)がすでに書かれていると、その欄に入力することで変更できるということがわかりやすいかもしれないと思いました。」という意見があった。それをもとに当初は Web アプリ内にあるインタラクティブなグラフの作成部分びフォームが空白であった状態からデフォルトの値が入っている状態にした。これにより以前よりもインタラクティブなグラフの部分において視覚的にわかりやすくなった。

次に「回答のチェックを一問ずつできたら、それもまたいいのではないかと思います…」や「回答をすべて選択してから合っているかのチェックだったので自分の回答が不安なまま進めていったので随時確認する方が良いかなと思いました」といった意見があった。そこで例題ページの解答チェックを一問ごとにした。「DIVE」作成当初は解答チェックは一問ごとだったのだが、Web アプリを全員で共有した後にプロジェクトメンバーや教員間で話し合った結果全問一斉チェックのほうが良いのではないかと全問一斉チェック方式にして実験を行った。しかし、このような意見が得られたために当初の一問ごとのチェックにシステムを戻した。この結果より制作者側の意見がすべて正しいわけではなく第三者の意見が重要になるということが改めてわかった。

次に、「問題文の空白には自分が回答した答えが表示されると問題が解きやすいと思いました。」という意見があった。そこで当初は空白には何も入らない状態だった例題ページで解答を選択した際に対応する空白部分に選択した値ははいるようにした。実験時には例題ページにある空白部分は常に空白のまま自分の解答を確認するのが手間になってしまっていた。しかし、意見をもとに選択した解答が空白にはいるようにしたことで自分の解答を確認しやすくなったため、各段に問題をとくのがスムーズになったと考える。

最後に「3 ページで終わりならばそこで「次へ」ボタンを消えるようにしてほしいです。」という意見があった。我々が作成した Web アプリでは各章ごとにページ遷移を設置したが次に遷移するページが存在しない最後の章のページにも「次へ」ボタンを表示させてしまっていた。それにより、Web アプリ「DIVE」を使用した際にどこが最後のページが分からず何度か反応しない「次へ」ボタンを押して少し戸惑う学生が見られた。そこで我々はこの意見を参考に最後のページの「次へ」ボタンだけではなく、最初のページの「前へ」ボタンも同様に削除した。これにより以前より最初のページと最後のページが視覚的にもわかりやすくなった。以上が秋葉原で発表を行うにあたって実験時に回収したアンケートを参考に行ったシステム修正である。

(※文責: 田中快人)

3.5.3 追加したシステムに関して

前述のとおり、秋葉原に向けて新たなコンテンツとして「フーリエ変換」を追加する。そこで我々システム班はコンテンツの追加に伴って搭載するシステムについて検討した。

はじめに、画像の差し込みである。最小二乗法の時点でもこのシステムとして搭載していた。しかし、フーリエ変換では画像が主になってくる。したがって差し込む画像のクオリティや差し込み

方によってユーザーの使いやすさが大幅に変化してしまうと考えた。そこで我々システム班は最小二乗法の時よりもみやすく、視覚的にわかりやすいものにする事でユーザーの理解がより深めることをめざした。

次に、クリックによる表示・非表示機能である。これも画像の差し込み同様最小二乗法の時点でもシステムとして搭載していた。しかし、最小二乗法に比べフーリエ変換ではより複雑な数式がでてきたり、少し長めの解説文が出てくることになる。そこでただ表示・非表示を可能にするだけでなく最小二乗法のときの経験を活かしより見やすく理解してもらえらるような機能にすることをめざした。

最後に波の重ね合わせである。フーリエ変換の逆である逆フーリエ変換では波を少しずつ足し合わせていくと一枚の画像として成立するように見えるという解説が存在する。しかし、製作者側からの一方的な解説だけではユーザーの理解が深まりにくい。そこで実際にユーザーが操作して自由に足し合わせていき足した結果が順次可視化できるようにする機能を考えた。そしてこの機能があることで逆フーリエ変換による波の重ね合わせを実体験できることでユーザーの理解がより深まる。

これらの機能を搭載することでフーリエ変換の理解がより深まると考える。そしてフーリエ変換というコンテンツを増やすことで最小二乗法だけだったときに比べてよりシステムの効果が見られると考える。

(※文責: 田中快人)

第4章 まとめ

本章では、本プロジェクトにおける今年度の活動と、今後の展望について述べる。

(※文責: 吉原大河)

4.1 今年度の活動

前期は、数学を学ぶ意味の議論、解析学勉強会、中間発表会を行った。

「本学で数学を学ぶ意味」の議論では、本プロジェクトメンバーが本学の1年次の必修科目である数学科目を学ぶ意味についての議論を行った。その結果、我々が今まで「本学で数学を学ぶ意味」について考えていなかったことに気付いた。そこで我々は本学の1年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいるという仮説を立てた。その仮説を検証するために解析学勉強会を行った。

解析学勉強会の目的は、本学の1年生の「本学で数学を学ぶ意味」に対する意識調査と本学の1年生の数学学習状況の調査である。事前アンケートで「数学を勉強する意義は何だと思いますか」という質問に対し「単位取得のため(進級)」と回答してる人が60.5%いた。また勉強会の問題の解説時に、問題を解けずに回答用紙が白紙である人が、日本語の記述を書かずに数式だけをメモしていることが確認できた。これは学習対象の概念を理解しないまま問題の解答例を丸暗記しようとしているからと考察した。上記2点より、我々は本学の1年生の中には「本学で数学を学ぶ意味」を考えていない人がいると推測した。

中間発表会では我々が前期に行った活動について発表を行った。発表技術と発表内容についての評価を受けた。発表技術は「スライド1枚に書かれている情報量がちょうど良くわかりやすかった」「図や写真がもっとほしい」などの評価があった。発表内容は「実際に行われた解析学勉強会のアンケートの結果から目標を設定しているのが良かった」「問題に対する解決策が理解できなかった」などの評価があった。

後期は、Webアプリ「DIVE」の制作、成果発表会、実験を行った。

まず、我々は本学の1年生に「数学を学ぶ意味」について考えてもらうために、どうすれば良いかを考えた。そこで、前期に行った解析学勉強会の事前アンケートを見直した。そのアンケートの結果から1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを知らない人が多くいた。この結果から1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを示すことで、「本学で数学を学ぶ意味」に気付くのではないかと考えた。そこで、数学が苦手な人や興味のない人に、手軽に利用してもらい、1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを知ってもらうためには、インタラクティブ性といつでもどこでも使えるという2点が重要だと考えた。その2点を満たすWebアプリという形態を選んだ。

Webアプリ「DIVE」の狙いは、「1年次の数学科目と2年次以降の科目や社会での応用例とのつながりを実体験を通して知ってもらうこと」「Webアプリ『DIVE』のコンテンツについて正しい知識を得ってもらうこと」「数学に対する興味関心が増加すること」の3つである。この3つの狙いを実現するためのWebアプリ「DIVE」の特徴は「実体験」「インタラクティブな仕掛け」「社会

での応用例の提示」「1年次の数学科目とのつながりがある2年次以降の科目の表示」「噛み砕いた説明」「途中式の表示・非表示」「ページが2カラム」の7つである。

成果発表会では我々が今年度行った活動についての発表を行った。発表技術と発表内容についての評価を受けた。発表技術は「声の大きさがよかった」「スライドのどこに着目すればよいか分かりやすかった」「ポスターの説明が欲しい」「スライドに写真や画像があるとよい」などの評価があった。発表内容は「つながりに注目したことが良い発見だと思った」「学ぶ意味に着目するのは根本的な問題の解決に繋がると思った」などの評価が多く、つながりや学ぶ意味に着目したという点が評価された。しかし「Webアプリ『DIVE』の有用性が分からない」という指摘を受けた。成果発表会前にWebアプリ「DIVE」の有用性を検証する実験を行うべきであったと考えられる。

実験ではWebアプリ「DIVE」の有用性を検証した。有用性とは被験者に最小二乗法の知識が正しくついたか、被験者が1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを知ることができたか、被験者の数理科学学習に対する意欲が向上したか、被験者が「本学で数学を学ぶ意味」について気付いたかの4点である。

はじめに、最小二乗法の知識が正しくついたかについて述べる。アンケートからクイズの正答率が大きく増加したことから、Webアプリ「DIVE」を利用することによって最小二乗法を正しく理解できたといえる。

次に、被験者が1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを知ることができたかについて述べる。事前アンケートと事後アンケートの「自分が思ってもいないような技術や分野に、普段学習している数学が応用されている可能性があるかと実感していますか」という設問の回答の差に統計的に有意か確かめるために有意水準1%で両側のt検定を行った。その結果、 $t(22)=4.11$ 、 $p<0.01$ となった。よって有意であることがわかった。このことから、Webアプリ「DIVE」を利用することによって1年次の数学科目と2年次以降の科目や応用例とのつながりを知ることができたといえる。

さらに、被験者の数理科学学習に対する意欲が向上したかについて述べる。事後アンケートの「数学に対する興味・関心について、Webアプリ「DIVE」を利用する前と比較してどのように変化しましたか」という設問に対して「増加した」と回答した人が23人中18人と全体の78%であった。このことから、Webアプリ「DIVE」を利用することによって数理科学学習に対する意欲が向上したといえる。

最後に、被験者が「本学で数学を学ぶ意味」について気付いたかについて述べる。事前アンケートと事後アンケートの「数学の分野間のつながりを意識して行う勉強」に対して、どのように感じていますか」という設問の回答の差に統計的に有意か確かめるために有意水準1%で両側のt検定を行った。その結果、 $t(22)=2.90$ 、 $p<0.01$ となった。よって有意であることがわかった。このことから、Webアプリ「DIVE」を使うことで「本学で数学を学ぶ意味」について気付いたといえる。しかし、「浅い勉強をしている人」「深い勉強をしている人」で分類すると結果は違った。「浅い勉強をしている人」で有意水準5%で両側のt検定を行った。その結果、 $t(8)=1.79$ 、 $p>0.05$ となった。よって有意ではないことがわかった。「深い勉強をしている人」で有意水準5%で両側のt検定を行った。その結果、 $t(13)=2.69$ 、 $p<0.05$ となった。よって有意であることがわかった。つまり、「浅い勉強をしている人」への効果は「深い勉強をしている人」への効果より低いといえる。これは、「浅い勉強をしている人」は「深い勉強をしている人」より、つながりを知る過程よりつながりを知ることができた結果を重要視していないために、つながりを意識した勉強をすることをあまり重要視していないと考える。

これら4つのことからWebアプリ「DIVE」は、本プロジェクトの目標である「本学で数学を

学ぶ意味」に気付かせることが出来るシステムであるということが明らかになり、「DIVE」の有用性を示すことができた。

(※文責: 吉原大河)

4.2 今後の展望

実験で得られた結果より、以下の3点のシステムの改善を検討している。

- 機能の改善
- 題材内容の改善
- 題材の追加

1つ目に機能の改善について述べる。第3章の例題で問題を10問解いてもらったが、解答をチェックできる場所は最後にしかないため、自分の回答の正誤が不明なまま次の問題を解くことになっていた。よって、解答の正誤判定を1問ずつチェックできる機能の追加を検討している。また、第3章の例題を利用者が解いた解答を保存できないのでグラフの値を入れるときなどに誤った操作をしてページを更新したり、移動したときに今まで答えた解答が消えてしまい見直すことが難しくなっている。よって、解答を保存できる機能の追加を検討している。さらに、最小二乗法の第2章で2変数の3次元グラフを用いる。しかし、本学の1年生にわかりやすくするために、本学の1年次の講義では2変数を扱わないため、あまりなれていないと考える。そのため、3次元グラフをプログラミングを用いて3Dで表現し奥行きをつけること、グラフをドラックすることでグラフを回転させ様々な角度でグラフを確認できるようにすることを検討している。

2つ目に、題材内容の改善について述べる。最小二乗法を説明する際に、二変数関数の極小値があることをグラフを用いて説明していた。これだとグラフを書けない場合に最小値があることを確かめることができない。したがって、数式だけで最小値があることを確かめることができるヘッセ行列を用いた方法も載せることを検討している。また、フーリエ変換の第2章では、フーリエ級数展開の導出はしているがフーリエ変換の導出はできていない。フーリエ変換ではオイラーの公式を用いるなど今Webアプリ「DIVE」に載っている知識より難しい知識を扱う。このような知識を数学が苦手な人にもわかりやすい説明でフーリエ変換の導出を載せることを検討している。

3つ目に、題材の追加について述べる。現段階で「DIVE」の題材が2つしかないので、「データの誤り訂正」と「ロジスティック方程式」の2点の題材の追加も検討している。「データの誤り訂正」は、データの送受信に使用され、本学の1年次の履修科目である情報数学の2進数の知識が必要になる。「ロジスティック方程式」は人口推移や個体数変化の予測などに使用され、本学の1年の履修科目である解析学の微分積分の知識が必要になる。この2つの題材を追加することで、本学2年次以降の科目や応用例とのつながりを今以上に示すことが出来ると考えている。

今後Webアプリ「DIVE」をより多くの人に効果的に利用してもらい、さらに利用者が使い易いように改善するためには、上記の3点の内容が重要なものと考えている。

(※文責: 吉原大河)

第5章 プロジェクト内のインターワーキング

本章ではプロジェクトメンバーが各自で内省したものを記述する。

(※文責: 牧野裕)

5.1 牧野裕

私はプロジェクト活動を1年間通して行ってきた。そこで多くのことを学んだ。ここでは私が1年間のプロジェクトを通して学んだことを述べる。

私は、後期のプロジェクト活動後半でスケジュール管理の役職についた。役割についてからは、振り当てられた全員のタスクが期限内にこなされているのかを確認するようになった。この役職で仕事を行ってきながら学んだことは、2点ある。1つ目は、期限内に個人がタスクを終わったことを確認できるものを作成することが良いことである。スケジュール管理者を始めた当初、個人のタスクが終わったか確認できるもの作成してなかった。期限内にタスクが終わってるか確認できないので、1人のプロジェクトメンバーが今後の作業に影響が出るので困ると言っていた。つまり、期限内に確認できるものを作っていないと、個人のタスクが終わっているのかわからないので、今後の作業にも影響がでてくるのが分かった。したがって、期限内に個人がタスクを終わったことを確認できるものを作成することは重要であることを学んだ。2つ目は、スケジュールが決まった際に、その場で記入すると良いことである。スケジュールが決まった際に、記入をしておかないと、後に書くのを忘れて、情報が曖昧になってしまうのでスケジュール事態を管理できなくなる。また、その場でスケジュールを記入しておく、他のスケジュールとの調整をすることが容易になる。したがって、スケジュールが決まった際に、その場で記入をしておく、スケジュールに間違いがなく、スケジュールを調整することが容易になるので重要なことが分かった。

プロジェクトで「本学で数学を学ぶ意味」に気づかせるアプリ「DIVE」を制作することになった。その際、内容を書く内容班と、システムを作るシステム班にプロジェクトメンバーを振り分けた。私は、内容班となった。内容を原稿を作成する際に学んだことは3点ある。1つ目は、書く内容に誤りがあるてはならないことである。これは、当然ではあるかもしれない。しかし、初めの頃私はこのことを全く意識をしていなかった。意識をすることとなったきっかけは、担当教員から「これは教材となるものであるから、誤ったことをのせてはならない」と言われたことである。書いてある内容が、初めて読む内容である場合、読者はそれに関連する知識がないため内容を信じるかもしれないと考えた。誤ったことを書くと読者が間違った知識を得ることになることになるので、間違った知識を持たせないために、これは大変重要なことであることだと認識した。したがって、書く内容には誤りがあるてはならないことを学んだ。2つ目は、内容に関する知識を調べる際には、常に調べる内容を考えることが重要だと分かった。私は、内容班で内容を作成する際、主に内容に関する知識を調べるが多かった。調べる内容は、まだあまり理解していない内容であった。そのため、調べる内容のキーワードがあまり分からないので、関連してと思われる少しのキーワードを頼りに調べて行った。調べると、ほとんどのものは内容が同じであった。そのため、内容が理解できないと調べる内容がなくなってしまう。そこで、私は他のキーワードはないのかと

調べたサイトを参考にしながら常に考えた。その結果、もう一度調べた際に、以前には気付かなかった他のキーワードが見つかり、そのキーワードを辿ることによって他の視点から調べることができた。これを数回繰り返すことによって、理解を深めることができた。また、以前のサイトや本を振り返ると内容が以前より分かるので、さらに理解を深めることができた。したがって、私は分からないことを調べる際には常に調べる内容を考えることで内容の理解を深めることができるので重要だと分かった。3つ目は、書く内容を詳細に決めておくことである。内容班で書く内容を決める際に、内容班の一部のメンバーは理論の理解させる内容、他のメンバーは応用例を示す内容と初めの頃は書こうとしている内容が違った。そのため、上手く内容を書くことができなかった。したがって、書く内容を詳細に話し合うことが重要であることが分かった。

私は、1年間のプロジェクト活動を通してスケジュール管理の方法や知らないことを理解するまで調べる方法など多くのことを学んできた。学んだことを卒業研究など今後の活動の参考にしたい。

(※文責: 牧野裕)

5.2 田中快人

私は一年間のプロジェクト学習を通して議事録の記入係として活動を行った。この活動をしながらプロジェクト学習を行ってきたうえで学んだことが三つある。ここではその学んできたことを述べた後にそれをふまえての今後の目標について述べる。

1つ目は活動の記録をとることの重要性である。人はだれしも忘れる生き物である。ましてや一年を通して行うプロジェクト学習においてどんな活動を行ったのか忘れてしまう日ができてしまうのは必然ともいえる。そんな中で重要になるのがその日その日の活動を記録した議事録であると考えられる。議事録はいつどんな話し合いをしてどんなことが決まったのかを記し、いつでも簡単に見返すことができる。議事録を見ることで抜け落ちていた記憶を呼び戻すことができる。また、重複した議論になりかけたときに記録がとられていれば以前に議論した証拠となり重複した議論を行う無駄な時間を省くことができる。私はこのような議事録の存在意義を強く意識して少しでもメンバーにとって良い議事録になるように議事録の記入係を全うしてきた。そして一年間のプロジェクト活動を通して良い議事録を記入できていたと感じている。これらをふまえて今後何かの活動を行うときは活動の記録をとることを忘れずに行っていきたい。

2つ目はスケジュールリングの難しさである。プロジェクト活動を行うにあたってイベントや最終締め切りから逆算して細かい締め切りをできるだけ厳密に決めていたつもりになってしまっていた。しかし実際には、議論が想定よりも長引いてしまい大幅にタイムロスをしてしまったり、タスクや締め切りが重なってしまい締め切りに間に合わないものがあったり、何とか終わらせても完成度の低いものになってしまっていた。これらの要因からプロジェクト活動においてスケジュール通りにいかないことが多々あった。それにより様々な作業が後手になってしまっていた。しかし、これらの改善点として多少議論が収束しなくても時間内で切り上げることや、一旦議論をやめて時間があまればまた議論に戻ることにすることなどが挙げられた。今後スケジュールリングをする際はこれらの反省点や改善点を意識しながらよりよいスケジュールリングが行えよう心掛けたい。

3つ目は情報共有の重要性である。数あるタスクをメンバーに振り分けることで一人一人の重さは多少減るものの、どこかのタスクが完了しないと手を付けられないタスクもいくつか存在した。それによりタスクの進捗やスケジュールなどの情報が共有されなかったことでプロジェクト全体の

進行が遅れてしまっていた。前期や後期の前半においては情報共有があまりなされていなかった。そのため提出物が期限ぎりぎりまで終わらずレビューの時間が少ないためにクオリティが下がってしまうことも多々あった。しかし、教員の方々や TA さんから指摘されたことをもとに問題点を洗い出して後期の後半は情報共有がそれまでと比べて大幅によくなった。そのおかげで様々なタスクを余裕をもって終わらせたりレビューを何度か行ったりすることができたことで提出物のクオリティを上げることができたと感じた。そして、それらのことをふまえて何か活動を行う上で情報共有をすることは重要だと改めて学んだ。これらを参考に、これからは情報共有をおろそかにせずにきちんと行いたいと思う。

4つ目はシステムについての己の実力のなさである。これは学んだことというよりは改めて実感させられたことである。我々は今回のプロジェクト活動の成果物として Web アプリを制作した。プロジェクトメンバーはアプリの内容を考える内容班と Web アプリそのものを制作するシステム班に分断された。私はシステム班として活動を行った。しかし、Web アプリを作ること自体あまり経験がなかったために作業がとても滞ってしまうことが多々あった。Web アプリの機能として実装する内容についてはいくつか勉強したり調べたりしたもの自力では完成させることができず、同じシステム班のメンバーの助けがあったからこそ完成させることができた。また、一部実装予定だった機能がメンバーの誰もできなかったために実装ができなかった機能があった。これらの経験をしてもっと自分に実力があればよりクオリティの高い Web アプリを作ることができたのではないかと思う。以上の反省をふまえてもう少しプログラミングの能力を上げるために勉強していきたいと思う。

最後に、今回プロジェクト活動を通して成功からも失敗からも学んだことがある。そして、今後なにか活動を行うときはその成功も失敗も全て参考にしていきたいと思う。また、プロジェクト活動を通して学んだこと以外にも活動を行う中で身についたことは数えきれないほどある。なので、それを無駄にするのではなく全て活かして今後の研究などに励んで行きたいと思う。

(※文責: 田中快人)

5.3 吉原大河

私は本プロジェクトの成果物である Web アプリ「DIVE」の検証実験の責任者であった。この役割を通して2つのことを学んだ。

1つ目は、私はこう思うと楽観的に考えてはいけないことである。今年度は昨年度まで行っていた勉強会ではなく、実験になるので人が集まらないと考えた。そのために、我々は謝礼金を払えば人が集まるだろうと考えて広報活動を行った。その結果、集まったのは1人だった。このように我々は謝礼金を払うという報酬があれば人が集まると考えていたが実際には人は集まらなかった。つまり、自分本位に考えるのではなく、相手の立場に立って物事を考える重要性を学んだ。

2つ目は、アンケート作成の難しさである。アンケートの設問を作るうえでアンケート回答者に一意に伝わるようにすることや設問が長くなりすぎないように気を付けた。このとき、一意に伝わるようにすると文が長くなる。逆に、設問を短くすると一意に伝わらなくなってしまう。このように2つのバランスを取ることが難しかった。さらに、アンケートを制作するうえで富永先生に相談を行った。その時アンケートの設問には様々な尺度があることを聞いた。我々が初めに制作したアンケートでは学習行動を聞く設問に2つの尺度が混ざっていた。このように尺度が混ざっていると分析することがとても困難となってしまう。つまり、アンケートでは、私が聞きたいことをただ聞

くだけでなく、その後の分析するときのことも考えて作成しなければいけない難しさを学んだ。

成果物の Web アプリ「DIVE」の制作では、主に扱った題材の数学の知識を説明する原稿を制作することを担当した。この役割をする上で、間違いのあることを載せないこと、わかりやすい説明することの2点を特に心がけて制作した。間違いのあることを載せないために、私がわからないことやうろ覚えなことをなくするために関連書籍やインターネットを利用して勉強を行った。その際にインターネットにある正しい情報と間違っただけの情報を取捨選択の方法を学んだ。また、わかりやすい説明をするためには、十分な知識が必要なことはもちろん、その知識を伝えるために文章にする能力が重要なことを学んだ。さらに、原稿を作るにあたって、何度も本プロジェクトメンバーや、担当教員にレビューしてもらう機会が多々あった。そのレビューを通して、私にはない新たな考え方を知ることができた。

最終発表会では、当日に使うスライドの作成と当日の質問に対する回答を担当した。スライドの制作では、担当教員からスライド一枚に載せる情報量はできるだけ少なくすること、初めて出てくる言葉はしっかりと説明することなど聴衆の立場に立ってわかりやすいようにするというアドバイスもらった。また、最終発表会の評価シートには図表を増やすと見やすくなるという指摘が多かった。このようなアドバイスや指摘のおかげでスライドの作成方法を学ぶことができた。

プロジェクト活動を通して、このような学びや新たな考え方を知ることができた。これらは、プロジェクト活動以外にも今後の卒業研究や社会に出た時ときなど様々なことに応用できると考える。そのため、これらのことをプロジェクト活動が終わっても忘れずに私の中にしっかりと落とし込み、今後活かしていきたいと考える。

(※文責: 吉原大河)

5.4 南彩菜

私は通年で議論の内容や、タスクの進捗、スケジュール等といったプロジェクトメンバー全体で共有すべき事柄を白板にまとめる役割であった。白板にまとめる際に2つのことを心がけていた。1つ目は簡潔な文章や図を使い、議論の内容を整理しておくことである。これは議論が堂々巡りになってしまうことや、議論の目的を見失ってしまうことを防ぐために心がけていた。2つ目はタスクの担当や期日を明確にすることである。これはタスクやスケジュールが後で確認しやすいようにするためである。この役割を1年間務めたことで、人の意見をきちんと聞き、自分の言葉でまとめる力が身についた。

Web アプリ「DIVE」の制作において、私は主に扱う題材の数学的な知識をまとめる章を担当した。数学的に間違っている情報が含まれていないことはもちろんのこと、専門的な知識のない1年生が分かるように文章を作成する必要があった。分かりやすく伝える文章を書くために知識が不十分だったため、自分が受講した講義のノートを見返す、関連書籍を読むなど自主的に勉強を行った。教える事柄を十分に理解していなければ、分かりやすく教えることは不可能だということを身をもって体験できるいい機会だったと思う。今後も現状の自分に満足せず、知識が不足していると感じた事柄に関して自主的に勉強を行うようにしていきたい。 Web アプリ「DIVE」に使用する文章や、本報告書の作成にあたって、自分以外の本プロジェクトメンバーや TA、担当教員に何度もレビューをしてもらった。レビューを通じて、自分にはなかった新しい観点や新しい視点を獲得することが出来た。自分で文章を書く際にはこのレビューで得た観点や視点で自分の文章を見直すなど、今後の文章推敲の際の基準にしていきたいと思った。また、他メンバーの文章をレビューする

機会もあった。このレビューを通じて自分の伝えたいことを、誤解のないように相手に伝える難しさや、相手の意見を尊重しつつも自分の意思を伝える難しさを感じた。

後期に行われた成果発表会の準備に関して、私は当日の発表に使うスライドを作成する担当であった。スライドの作成にあたり、担当教員に何度も確認してもらい、指摘や改善案などの意見をいただいた。その意見はスライド作成に関してとても勉強になった。これから先、卒業研究をはじめ、様々なところでスライドを作る機会があると思うので、活かしていきたいと思う。また、成果発表会の準備の段階でスケジュール管理が甘いことが明確になった。締め切りを厳守するという意識が緩んでいたり、自分以外のメンバーがどのようなタスク担当をしているのか、またそのタスクの期日はいつなのか、など他メンバーのタスクを把握しきれていなかった。このことから私は複数人で活動をする際の運営の難しさを感じた。今後、複数人で活動を行う際には全員が全員のタスクやスケジュールを把握できるような仕組みを取り入れたいと思う。

1年を通じて行ったプロジェクト活動を通じて、複数人で活動を行う際の難しさを感じた。週に2回あるプロジェクト学習時間やWebアプリ「DIVE」の制作、スライド作成において、タスクが偏っていた。私は他メンバーのタスクだったはずなのに自分が担当することになったり、重たいタスクを担当することが多かった。1人では出来ないことを他のメンバーで補完できるのがプロジェクト活動の利点ではあるが、タスクを等配分することにおいては難しいと感じた。また、タスクが多かったため、自分の時間を削って対応していたが、タスクを配分するような働きかけをもっと行う必要だったと思う。今後、複数人で行う活動で活かしていきたいと思う。

(※文責: 南彩葉)

5.5 山林凌

私は本プロジェクト唯一のデザインコースの学生だったので、発表会のポスターやスライド、システムの見た目などを確認し、修正する役割として本プロジェクトの活動に携わった。その中で学んだことと、反省点について述べる。

まず初めに、発表会のポスター作成について述べる。私は中間発表会と成果発表会ともにポスターを制作するのをメインで活動した。最初はポスターを作る際に、プロジェクトメンバーに確認すれば見づらいデザインなどは指摘してもらえるとと思っていた。しかし、プロジェクトメンバーに見せるとデザインのことはよくわからないから任せるという声が多く、自分で気付いて修正するには限度があるので苦労した。学生間の確認があまりできていないので、教員の方々に確認を依頼したとき修正点が多くあって対応するのが大変になるということもあった。今までのグループ活動はすべてデザインコースの科目でデザインコースの学生と行ったことしかなかった。なので、グループメンバーに意見を求めると必ず修正点を指摘されていた。しかし、デザインについてわかっている人が周りにいたから指摘をさせていただいただけだということも学んだ。中間発表の際にはうまく指摘してもらえなかったが成果発表の際には学んだことを活かして、気になる点がないか細かく聞くようにした。例えば、文字や図の量、全体のバランス、色合いについてである。すると、中間発表のときに比べてプロジェクトメンバーから指摘をもらうことができるようになった。このことから、修正点などが欲しいときは周りの人に私がやってほしいことを理解してもらっているかどうかに関わらず、細かく説明することが重要だというこの反省を、卒業研究や社会で働く際にも活かしたいと考えている。

次に、発表会のスライド作成について述べる。スライドは見た目だけ修正する役割だった。こち

らも上記のポスターと同じように、ある程度のデザインはしてもらえるものだと思っていた。しかし、スライドをみると、統一感がなかったり文字が多すぎたりして見づらくなっていた。初めは、見ればすぐに感じる違和感なのになぜ修正されていないのだろうと感じたが、デザインに違和感があってもその原因が何かわからないので修正することが難しくなっているということが分かった。今まで私がグループ活動を行ってきたデザインコースの学生は原因を突き止めることができていたのである程度の修正はされていたのだということにも気が付いた。反省点は、スライドのような見やすくなるために必要なことが分かりやすくまとめられているものは、作成を始める前に共有して反映してもらうことが作成する側にとっても、修正する側にとってもよいということである。これは成果発表後に気付いたことなのでプロジェクト活動中には反省を活かすことはできなかった。なので、このことも今後役立てていきたいと考えている。

最後にシステムについて述べる。私は Web アプリ「DIVE」のデザイン面のほとんどのことを担当した。デザイン面は最初からある程度考えて、修正があれば合わせて修正していたが、大幅に変更することもしばしばあったので要素が出揃ってから修正することが多かった。そのため、全体の締め切りは決められていたため、要素が出揃うのが遅れると自動的にデザインを短期間で修正しなければいけなかった。全体の進行が遅れてしまったことにも問題があると思うが、私がそのことを催促したり、遅れることを最初から考えてスケジュールを申し出ていれば対応できたことだと考える。プロジェクト活動の最後の方にはプロジェクトメンバー全員がスケジュールを気にかけることができていたので、このようなことはあまり起きなかった。このことは、個人でスケジュールを立てるときにも影響してくることだと思うので、今後の活動でも気を付けていきたいと考えている。

(※文責: 山林凌)

5.6 相内優作

私は1年間プロジェクトリーダーとして活動した。プロジェクトの日ごとに、1人1回ずつ司会を行い、最終的には投票をしてプロジェクトリーダーを決めた。投票の結果、相内が3票、林が2票、田中が1票で、相内と林で話し合いを行い、相内がリーダー、林がサブリーダーとなった。約半数の投票の結果、リーダーとなったが逆に言えば、約半数からは信任を得ていないということだ。その中でプロジェクトリーダーとして活動していく中で何をしたら良いかが不明瞭のまま、プロジェクト学習が始まった。

この数学プロジェクトは過去4年間違うテーマでプロジェクト活動を行っていた。主なテーマは数理学習に対する支援である。今年からテーマが変わり、数理学習への意欲を向上させることに変更された。このテーマは担当教員によって決定される。昨年度のテーマと大きく変わったことで、プロジェクトの方針も変わっていた。プロジェクトの進め方も初めは手探り状態であった。TAさんや教員に、プロジェクトのように時間が決まっている話し合いでは、司会進行役がいた方がいいこと、3時間の時間配分を予め決めておいたほうがいいこと、この3時間を効率良く使うために、この場でしか出来ない議論、決定事項を行うことといったアドバイスを頂いた。序盤のプロジェクトではその3点に注意し進行していた。

プロジェクト活動で学んだことは、情報収集の必要性、プロジェクト運営である。

まず情報収集の必要性である。sispに載っている情報も非常に分かりづらく、全て読むのはなかなか大変であり、プロジェクトメンバーは基本的にsispを読まないで、提出物の種類の書類をどのように提出すればよいかわからないことが多く、自分が記入例を出し、この通りに作業をお願い

しますという所までやる必要もあった。また sisp で分かりづらい点や不明瞭な点については、自分は他のプロジェクトリーダーと確認をとり解決を行った。実験の実施にあたっては事務局の方に何回も確認を依頼した。

また今年度のテーマが例年と変わったが、それでも一度、過去のプロジェクトについての報告書について4年度分全て読み、それによりプロジェクトの方針を決めたり、プロジェクトの方針のヒントを得るなどの必要性があったと感じる。卒業研究でもそうだが、過去の論文を読み、そこからの着想を得ることが必要であったと思う。

実験の書類の準備も当日のスケジュール、実験実施報告書、実験実施報告書の記入例など実験1つとっても様々である。書類準備などの雑用なようなものは結構な準備がかかるが、プロジェクトメンバーからすれば時間がかかっているように感じるだろう。プロジェクトメンバーが誰も関心がない中1人で作るのはなかなか大変であった。

次にプロジェクト運営である。プロジェクトは週2回行われるが、逆に言えばその週2回しか全員が顔を合わせる機会がない。活動日は水曜日、金曜日の2日であり、課題があった場合に意思疎通がうまくいっておらず、プロジェクトメンバーが課題の中身のニュアンスを勘違いしてプロジェクトが何も進まないこともあった。

プロジェクトで決定事項がある場合は、多数決ではなく全員が納得するまで議論を行った。これは全員が納得して進まなければ、後々の不満につながり、掘り返すことがあるかもしれないと考えたからだ。その話し合いで方針を決定するまでに時間がかかることも多く、多数決を行わないにしろ、話し合いで行き詰った時の解決策などを考える必要があった。それを行わなかったため、話し合いの時間が無駄に伸びてしまった。また、プロジェクトの決定事項を決めた後に、教員方からの指摘を受け、話し合いが白紙になり、また1から考え直すことが多かった。何かの締め切りに向けて動いているときにプロジェクトは進むことが少なく話し合いを繰り返していた。スケジュールを予め予備日なども含めて計画を立てていたが、その通りになることは少なかった。教員との連携が取れていないことが大きかった。教員との情報共有も必要であったと思う。

理想論として、プロジェクトリーダーの役割は、司会進行、進捗確認、諸連絡、当日のスケジュール管理、全体のスケジュール管理、タスク管理、グループ間との連絡係、教員との連絡係、教員との情報共有が行うことだと思う。しかし、プロジェクトリーダーが全て行うのではなく、役割をそれぞれ分配して、プロジェクトの運営を行うことも必要であると感じた。

自分は後期、報告書責任者として、報告書をメインに事務連絡を行ってきた。絶対に提出物に漏れがあってはいけないので、早い段階から sisp を確認し、不明点はワーキンググループに確認するようにした。役割を分けたことで、話し合いの質も上がってきたと思う。ようやくプロジェクトとしてまとまりかけた時にプロジェクトが終了になった。

結局の所、リーダーはもっと雑務などをこなし、プロジェクトメンバーがプロジェクトに集中できるような環境を整える必要性があったと思う。プロジェクト活動を通年行ったからこそ、プロジェクト全体の運営の仕方を学ぶことが出来た。1人で卒業研究を進めて行う際や、複数人で活動を行う際は、プロジェクト活動で得た経験を活かしていきたいと思う。

(※文責: 相内優作)

5.7 林遼太郎

私はプロジェクト全体の副リーダー・システム班のリーダーとしてプロジェクト活動に携わった。その中で学んだこと、反省点について述べる。

前述したように、私はプロジェクト活動が始まってまもなくプロジェクト全体の副リーダーになることが決まった。副リーダーの役割はプロジェクトリーダーと連携してプロジェクト活動を引っ張っていくこと、プロジェクト活動が円滑に進むように、活動方針を見直し修正することである。当初は、自分がそのような立場に適任だとは思っておらず、実際に前期のプロジェクト活動では実質的には他のプロジェクトメンバーと変わらなかったと思う。後期になってプロジェクト活動が始まってから、私はシステム班のリーダーになった。GitHubによるソースコードの管理、システム班内でのタスク管理、内容班と連携することがシステム班のリーダーとしての役割である。私はシステム班のリーダーとして2つのことを学んだ。1つ目は技術である。後期のプロジェクト活動が始まってまもなく、知識不足ながらも制作物をどのプログラミング言語で作るか、ソースコード管理はどのツールで行うかなどの技術選定を行った。その結果、プログラミング言語にはRuby、ソースコードのバージョン管理にはGitHubやSourceTreeを選定した。その後はプログラミングの環境構築法やツールの使い方をシステム班のメンバーに教え、成果物の制作に必要な環境構築をした。開発段階においても内容班からの要求をタスク化して分担したり、RubyやGitHub、SourceTreeにも熟達してきた。2つ目は、プロジェクトマネジメントである。実際にはプロジェクトマネジメントと言えるほどの大きなことはできなかったのだが、前述したようなタスク管理などのマネジメントを繰り返すことで、プロジェクト内でのコミュニケーションの重要性を実感できた。

このように、後期のプロジェクト活動、特にシステム班としての活動を通して、積極的にプロジェクト活動に携わるようになり、システム班ではなくプロジェクト全体での議論でも前期とは見違えるほど意見を述べるようになったと思う。実際に成果発表会が終わった後には、プロジェクト活動の進行役として議論や活動時間のマネジメントをすることになった。そこで私は、2つのことを意識してプロジェクト活動の進行をした。1つ目は基本的なことではあるものの、コミュニケーションを積極的に図ることである。自分が意見を出すことはもちろん、意見を出していなかったり、何か意見がありそうな人には、積極的に意見を求め、議論が活発化するように工夫した。また、以前まで不足していた担当教員とのコミュニケーションも積極的に行った。2つ目は活動の振り返りを行うことである。以前までは、決めたことや立てたスケジュールを振り返ることがなかった。タスクの振り返りなどを積極的に行うことで以前よりもタスクの締め切りに意識的になったと思う。以上のような2つのことを意識してプロジェクト活動の進行をすることで、以前より円滑にプロジェクトが進むようになったと思う。

プロジェクト活動を通して、プロジェクト活動開始当初はなかったシステム制作に関するスキルや議論能力、マネジメント能力など様々なことを学んだ。ただ、反省点が2つある。まず1つ目に、プロジェクトの副リーダーとしてプロジェクト活動を引っ張ることができなかった。前述したようにプロジェクト活動終盤では進行役をやったり、システム班を引っ張るなどして中心的な役割を担っていたと思うが、制作物を何にするかなどの議論をしていた前期のプロジェクト活動では何ら特別な役割を果たせなかった。2つ目はプロジェクトリーダーとの連携ができていなかったことである。プロジェクトリーダーともっと上手く連携していれば早い段階でプロジェクトが上手く進行していた可能性がある。

Reform of Mathematical Science Learning: reflection on our learning

今後複数人で活動する際は、プロジェクト活動を通して得たスキルを活かし、今回のプロジェクト活動では導入することができなかったアジャイル開発などの開発手法や本格的なプロジェクトマネージメントを導入していきたい。

(※文責: 林遼太郎)

付録 A 新規習得技術

TeX 解析学勉強会の問題用紙、発表評価シート、グループ報告書などを作成するために用いた。

Adobe Illustrator 解析学勉強会の告知フライヤー、中間発表用ポスターを作成するために用いた。

(※文責: 相内優作)

付録 B 活用した講義

解析学 I プロジェクト内勉強会で数学の問題を解く際や、workshop にて問題や模範解答を作成する際に用いた。

科学技術リテラシ 報告書を記述する際のアウトラインや文章の作成に用いた。

情報デザイン I フライヤーやポスター等のグラフィックデザインをする際に用いた。

(※文責: 相内優作)

付録 C 相互評価

C.1 牧野裕による相互評価

田中快人 議事録を毎回書いかいており、過去を振り返るときに助かった。また、与えられたタスクを早めに終わらせてくれるので、即座にタスクを反映しやすく、非常に助かった。

吉原大河 内容班で内容をきっちりと作ってくれて、手直しが少なく助かった。また、時には厳しい指摘や意見を述べてくれたので、修正の際に役立った。

南彩葉 スケジュールを立てる、タスクをまとめるなど内容班を引っ張ってくれた。また、白板に議論の内容を文字にしてくれたので、その日に行った議論を振り返りやすく助かった。

山林凌 ポスターやスライドなどといった全てのデザインを担当してくれたので、デザインをあまり知らない身からして助かった。また、成果物の名前を決めてくれたので助かった。

相内優作 報告書の資料や実験の資料を事前に印刷をして用意してくれたので助かった。また、図や表を大半作ってくれたので、他の作業に集中することができた。

林遼太郎 プロジェクト時間内の司会進行役という役割をしっかりとこなしてくれており、後期の前半とは違いプロジェクト時間内にプロジェクトが終わることができたので助かった。

(※文責: 牧野裕)

C.2 田中快人による相互評価

牧野裕 スケジュールを決まり次第記入してくれて確認しやすかった。スケジュールの期限が近づくと念のため連絡をしてくれたり未提出の人へ確認したりしてくれて助かった。

吉原大河 内容班として活動していて、システムにのせる分野についてきちんと勉強していてすごいと思った。報告書についてレビューをおこなってくれて修正の目処が立てやすかった。

南彩葉 内容班として活動していて、システムにのせる分野についてしっかりと勉強してすごいと思った。プロジェクト活動で曖昧になっていた目的や目標に関してまとめて確認しやすくしてくれて助かった。

山林凌 最終発表会で用いるポスターやスライド、システムの見た目全体などプロジェクト活動全体のデザイン面を見てくれてデザインコースの人が一人しかいないのもあってすごく助かった。

相内優作 プロジェクト活動全体における雑務をほとんど全てこなしてくれて提出物や記入物、印刷物がきれいにわかりやすくまとまっていてとても助かった。後期の活動の前半において進行をしてくれていた。

林遼太郎 システム班のリーダーとして活動してくれていた。システムのバックエンドを重点的に行ってくれて本当にすごいと思った。プロジェクト活動の後半において進行役をしてくれていた。

(※文責: 田中快人)

C.3 吉原大河による相互評価

牧野裕 決まったスケジュールをスケジュールを管理するシステムにすぐに反映してくれていた。

また、議論の時にはしっかりと自分の意見を述べていた。

田中快人 プロジェクトで行われた議論や決めごとを議事録にまとめてくれた。与えられてたタスクをすぐに対応していた。

南彩菜 議論していることを白板などにわかりやすくまとめてくれていた。内容班の原稿を制作・修正の時に多くの案を出してくれた。さらに、内容班のスケジュールの管理やまとめなど内容班を引っ張ってくれた。

山林凌 発表会のポスターやスライド、成果物などのデザインを唯一のデザインコースのメンバーとして整えてくれた。メンバーが出した意見をまとめて成果物の名前を決めてくれた。

相内優作 プロジェクト全体の提出物やスケジュールの共有、プリントの印刷など事務的な作業全般を行ってくれた。

林遼太郎 最終発表以降は司会進行役として、活動をうまく回してくれていた。また、システム班の主戦力として作成・改善をしてくれた。

(※文責: 吉原大河)

C.4 南彩菜による相互評価

牧野裕 スケジュール管理者として、スケジュールやタスクの管理をこまめに行ってくれていた。

また、議論の際に自分の意見をしっかりと発言していた。

田中快人 議事録係として毎回の記録を取ってくれていた。与えられた自分のタスクに関しては、メンバーの中で一番対応が早かった。

吉原大河 内容班の主力としてタスクを積極的にこなしていた。筋の通っている意見をよく発言してくれていた。原稿作成や推敲を行う際に中心となって活動をしていた。

山林凌 本プロジェクトメンバーにおいて、唯一のデザインコースであったため発表に用いるスライドやポスターのデザインに関して積極的に活動を行っていた。

相内優作 提出しなければならない書類など、事務仕事を主に担当してくれていた。また、前期と後期の一時期は司会進行を行っていた。

林遼太郎 成果発表会が終わってからプロジェクト活動の司会進行を行ってくれた。TA や教員、また学生間でのコミュニケーションを活発にしてくれた。

(※文責: 南彩菜)

C.5 山林凌による相互評価

牧野裕 プロジェクトを行っている間に迅速にスケジュールの記入を行ってくれた。私が行うリマインドの仕事もできていないときには代わりにやってくれた。

田中快人 システム制作の時に他の人がうまくいっていないことを調べてくれるなど手助けをしてくれた。与えられたタスクを素早くこなしてとても助かった。

吉原大河 議論を行う上で積極的に発言してくれたので議論が進みやすくなったので助かった。シ

STEM班から内容班に対する質問にも的確に答えてくれた。

南彩葉 議論の内容を白板などに分かりやすくまとめてくれたので議論がしやすくなった。与えられたタスクに真面目に取り組んでいた

相内優作 提出物や報告書の修正時の印刷などの事務作業を積極的に行ってくれていた。手があいているときにタスクを引き受けてくれて助かった。

林遼太郎 システム班でのまとめ役を行ってくれた。行うべきタスクの優先順位を示してくれたので必要な作業にすぐに取り組むことができた。

(※文責: 山林凌)

C.6 相内優作による相互評価

牧野裕 Tex の結合作業を前期、後期共に積極的に行なってくれた。見本を用意してくれることで皆がTexの作業を行いやすくなった。またプロジェクトでは常に先を考えた意見を発言していた。

田中快人 議事録を毎回書いてくれたおかげで、週報が書きやすかった。プロジェクト内で意見をまとめることも行なってくれた。

吉原大河 流されそうな意見があった場合に疑問があると意見が正しいかどうかを確認していた。原稿作成のための勉強をしていた。

南彩葉 書記を毎回書いてくれたおかげで、白板に必要なすべての情報が書かれていた。書くと同時に意見をまとめてくれた。

山林凌 デザインコースが1人の中、ポスター制作などイラスト面で活躍していた。また無言の時であっても何かしらの発言を積極的に出していた。

林遼太郎 夏休みにシステムの勉強を行い、システム班として活躍してくれた。プロジェクト内で出た疑問点について解決方針を考えていた。

(※文責: 相内優作)

C.7 林遼太郎による相互評価

牧野裕 論理的に物事を考え、議論においては積極的に発言をしてくれた。また、スケジュール管理を積極的に行ってくれた。

田中快人 議事録をはじめ、システム班内のタスクにおいても様々なタスクを柔軟にこなしてくれた。また、仕事が早く一定の信頼感があった。

吉原大河 論理的に物事を考え、発言や指摘をしてくれた。また、内容班の原稿作成において中心的な役割を担っていた。

南彩葉 書記として記録を残すだけでなく、時にはプロジェクトの進行もしてくれた。また、議論の際には積極的に発言してくれた。

山林凌 スライドレビューやポスター作成をはじめ、デザイン関係全般で積極的に活動してくれた。また、議論の際にも積極的に自分の意見を出してくれた。

相内優作 提出物のスケジュール管理やプリントの印刷などの雑務を積極的にやってくれた。また、前期はプロジェクト活動の進行役をやってくれた。

参考文献

- [1] 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. 書籍名. “微分 改訂版”. 共立出版, 2014.
- [2] 公立はこだて未来大学平成 31 年度講義要綱 (シラバス)

