

公立はこだて未来大学 2016 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University Hakodate 2016 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

未来大における数学学習環境のデザイン

Project Name

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

グループ名

数学班

Group Name

Mathematical Group

プロジェクト番号/Project No.

2-B

プロジェクトリーダー/Project Leader

1014216 川勝海人 Kaito Kawakatsu

グループリーダー/Group Leader

1014249 はい孝貴 Takaki Hai

グループメンバ/Group Member

1013191 磯部俊樹 Toshiki Isobe

1014170 阿部晋之介 Shinnosuke Abe

1014177 平葭初美 Hatsumi Taiyoshi

1014229 馬田拓実 Takumi Mada

1014243 神樹 Itsuki Jin

1014249 はい孝貴 Takaki Hai

指導教員

高村博之 香取勇一 美馬義亮 富永敦子 椿本弥生

Advisor

Hiroyuki Takamura Yuichi Katori Yoshiaki Mima Atsuko Tominaga Mio Tsubakimoto

提出日

2017 年 1 月 18 日

Date of Submission

January 18, 2017

概要

本学には様々な入試形態があり、1年次必修科目「解析学」の基礎となる高校の学習科目「数学III」を履修せずに入学してくる学生も多い。本学はそのような学生達にリメディアル教育を数年前から提供しているものの、解析学の学習に困難を抱えている学生が多いことが授業評価や定期試験結果などからわかる。それは、単位を何とか取得しても、後に上位科目の学習で更なる困難を生むことになる。そこで解析学の自学自習支援を目標として立ち上がったプロジェクトが、本プロジェクトの前身である昨年度の「未来大生のための数理科学学習環境の整備」である。その成果はWeb教材「ますますたでい」として実現されたが、利用者学習レベルによっては不十分な部分があった。本プロジェクトは、それを補うことを目標として、自分達の学習経験から得られた新たな視点から新たな教材を開発し、狭い学習範囲であるが一定の成果を挙げる事ができた。この報告書は、その活動の中で、特にコンテンツ作成を担当する数学班の活動記録である。

キーワード 解析学, 1年生, 数学用語, 学習支援

(※文責: 馬田拓実)

Abstract

There are various entrance examination forms at FUN and many students enter the FUN without taking high school learning subject "mathematics III" which is basis of required subject "analysis" for freshmen. Although FUN provides remedial education for such students a few years ago, we prove many students have difficulty learning from class evaluation and result of regular test. Even if you get a credit, you will suffer further by learning the high level subject. Therefore the project which start up with the goal of self-study support of analysis is last year's project "Improvement of Environment for Learning Mathematics at FUN" which is the predecessor of this project. This achievement was realized as web teaching materials "Math-ma-study" but there were insufficient parts depending on level of user. This project's goal is covering it. We develop new teaching materials from new vision what was gotten our learning experience. As a result, we got achievement. This report is activity record of mathematics group that created new contents especially in our activity.

Keyword analysis, freshmen, mathematics terminology, learning support

(※文責: はい孝貴)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	現状における問題点	1
1.3	本プロジェクトの目的	2
1.4	昨年度の成果	2
第 2 章	「ますますたでい 2015」再構築までの流れ	4
2.1	支援方法の検討	4
2.2	プロジェクト内研修会	4
2.2.1	内容	4
2.2.2	結果	5
2.2.3	考察	6
2.3	解析学勉強会	6
2.3.1	内容	6
2.3.2	結果	8
2.3.3	考察	9
2.4	中間発表会	9
2.4.1	発表準備	9
2.4.2	発表評価シートの結果	9
2.4.3	考察	10
第 3 章	成果とその評価	12
3.1	「ますますたでい」の作成	12
3.2	解析学 II 勉強会	13
3.2.1	内容	13
3.2.2	結果	14
3.2.3	考察	15
3.3	「ますますたでい」改善	15
3.4	最終発表	16
3.4.1	発表準備	16
3.4.2	発表評価シートの結果	16
3.4.3	考察	17
3.5	グループ目標の達成	17
第 4 章	課題解決の過程	19
4.1	グループ内のインターワーキング	19
4.1.1	磯部俊樹	19
4.1.2	阿部晋之介	19

4.1.3	平葭初美	20
4.1.4	馬田拓実	21
4.1.5	神樹	21
4.1.6	はい孝貴	22
4.2	数学班の活動内容	23
第 5 章	まとめ	24
5.1	グループ活動のまとめ	24
5.2	プロジェクトの展望	24
付録 A	新規習得技術	26
付録 B	活用した講義	27
付録 C	相互評価	28
参考文献		31

第 1 章 はじめに

本プロジェクトは昨年度行われていた「未来大生のための数理科学学習環境の整備」を引き継いで行われたものである。この章では、このプロジェクト活動における背景と目的、昨年度のプロジェクトについて記述する。

1.1 背景

本学には様々な入試形態がある。現在の本学の AO 入試では、「数学 I、数学 II、数学 A、数学 B」・「情報科学」・「デザイン」の 3 つから 1 つ選択して受験できるため、必ずしも数学を用いなくてもよい。また、推薦入試では数 IA と数 IIB は必須科目であるが数学 III は範囲ではない。前期一般入試では数学 I、数学 II、数学 A、数学 B は必須であるが、数学 III は選択である状況である。後期一般入試では大学入試センター試験による選抜方式のため、数学 III を学習していなくても本学に受験することが可能である。

本学の数学科目は高校時に学んだ数学の知識が基礎となっている。高校時代の数学の知識に不安のある学生のため、本学はリメディアル教育を実施している。具体的には、数学 IIB 特別講習や数学 III 特別講習を数年前から提供している。それでも時間的制約からそれらの学習内容を含めて解析学に対して相当の自学自習が必要とされている。

自学自習が必要であるということは 1 年生自身も自覚している。解析学 I の授業評価アンケートの「次の年度の学年に、この講義に対する感想をまとめて伝えてください。」という項目では、「難しいです。これまでの数学を定理から学びなおすことを推奨します。数 III の教科書を再度確認して頑張ってください。」「高度な内容を学習するため、しっかりと復習することが大切です。」などの意見からわかる。しかし、自覚しているにも関わらず、解析学 I の受講している学生の半数以上が、期末テストで 60 点未満であった。このことから解析学の自学自習に困難を抱えている学生が多い。

(※文責: 馬田拓実)

1.2 現状における問題点

我々は、1 年次の数学科目の単位を取得することができたのにも関わらず、2 年次以降の数学科目で苦勞している（以下、「苦勞している」という言葉の意味は、数学に取り組むための前提知識が不足しており、理解が進まない状態をさす）。例えば、覚えた公式をそのまま適用したら試験で減点されてしまった、1 年次の単位を取得することはできたが学習した内容について把握していなかった、といった現象が起きている。その原因は、計算方法だけをパターン化して覚えてしまい、計算の意味を理解していないためであった。さらに、そのような覚え方をしている原因として「計算の意味を理解していないのに問題が解けることで、理解が深まったと誤解してしまうこと」が考えられた。『教育課程実施状況調査』によると、数学学習において「基礎的な計算技能の定着については低下傾向は見られなかったが、計算の意味を理解することなどに課題が見られた。」とある [1]。これは、我々が数学科目で苦勞している原因と一致している。昨年度のプロジェクトメンバー

も同様に解法のパターンを暗記する学習を行い、2年次以降の数学科目で苦勞している。そして昨年度と我々の苦勞している原因も一致している。このことから本学1年生も同様の状態になると考えた。

(※文責: 馬田拓実)

1.3 本プロジェクトの目的

このプロジェクトは解析学の学習を支援するために生まれた。1.2では1年生も我々と同様な状態になると考えた。このことから学習支援の対象を1年生に絞った。また、未来大の学生は入学時にパーソナルコンピュータを購入することが義務付けられている。全員がインターネットを使用できる環境下にあるため、情報技術を用いて支援することとした。具体的には、昨年度作成された「ますますたでい」を再構築して問題解決に取り組む。

(※文責: はい孝貴)

1.4 昨年度の成果

本プロジェクト「未来大における数学学習環境のデザイン」は昨年度「未来大生のための数理学学習環境の整備」から引き続き行われている。昨年度は未来大の1年生向けの解析学の学習環境を構築する試みを行った。具体的には、

- 数学学習に対するモチベーションの向上
- 教科書の理解への支援
- 勉強方法の改善を促すこと

以上3つを、構築する学習環境として掲げた。活動を行うにあたって昨年度は、はじめに昨年度のプロジェクトメンバーの数学学習の問題点がどこにあるのかについて考えた。問題点として推測されたのは、昨年度のプロジェクトメンバーは過去問の解答方法をパターンで覚えるだけの学習を行い、教科書の内容を理解していないということであった。これらの問題点を解決するため、昨年度は以下の4つの活動が行われた。

- 当時の1年生の学習環境の調査
- 未来大の学習支援組織「メタ学習ラボ」へのヒアリング調査
- Webコンテンツの作成と試用
- 1年生を対象とした解析学勉強会の開催

この活動を経て、得られた主な成果物が「ますますたでい」であった。この報告書ではこれ以降、前年の2015年度に開発された「ますますたでい」を「ますますたでい 2015」と呼ぶことにする。「ますますたでい 2015」は教科書を理解できる学習方法を促すWebコンテンツである。解析学の勉強において行き詰ったときに学習の手助けとなるシステムの提供を目的として作られた。「ますますたでい 2015」は、チェックテストと確認問題を通して、学習者が理解できていない箇所を把握し、教科書を読んで理解を促すようにする内容であった。この「ますますたでい 2015」は1年生を対象とした解析学勉強会で試用された。この勉強会では勉強会参加者、つまり試用者による「ま

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

すまたでい 2015」の評価が行われた。その中で「使いやすい」、「解説やヒントは親切」などのポジティブな評価は多く得られた。しかし一方で、

- 問題の出し方が「はい」、「いいえ」の2択だったから、学習者が本当に理解をしているのかを確かめることができない。
- 解説の部分の説明が不足しており、学習者がその解説を理解できない場合に問題を進めることができなくなってしまう。
- 解説が分からなかった場合、質問ページに飛ぶ使用となっているが自学自習のシステムとして完結してない。
- その問題と類似した問題しか解けないような解説になっている
- サイト中に存在する些細な数学用語でも説明を補ってほしい

といった改善すべき点も得られた。

(※文責: 馬田拓実)

第 2 章 「ますますたでい 2015」再構築までの流れ

2.1 支援方法の検討

プロジェクトが始まった 4 月から 5 月の間で、我々は 1 年生に対してどのようにして学習支援を行うか話し合った。具体的には、3 つのグループに分かれ話し合い、その後、グループの意見を発表した。「ますますたでい 2015 を改善したい」、「1 年生を対象に勉強会を行いたい」等の意見が出された。しかし、どのように「ますますたでい 2015」を改善したいのか、どのような勉強会を行いたいのか、といった事が明確ではなかった。それは昨年度のプロジェクトがどのような理由で、「ますますたでい 2015」を作成したのかについて知らなかったからであった。そこで、昨年度の活動内容を把握をした。昨年度ははじめに自身の解析学学習の問題点を把握していたことが分かった。昨年度の活動を見習い、我々も自身の解析学学習の問題点の把握から始めることにした。そこで、プロジェクト内研修会を実施した。

(※文責: 阿部晋之介)

2.2 プロジェクト内研修会

2.1 で記述したように、我々は実際に問題を解きどのような点で躓いているのかを把握するためプロジェクト内研修会を実施した。プロジェクト内研修会の詳細について以下に記述する。

2.2.1 内容

5 月 20 日から 5 月 27 日の間に、2 回のプロジェクト内研修会を実施した。2.1 に記述した通り、我々の数学学習の問題点を把握することがプロジェクト内研修会の目的である。具体的な解析学の問題を解くことで、どのような点で躓くのか、どのように考えて解答をしたのかを調査した。本学の解析学 I で用いられている教科書に掲載されている極限の分野の問題から選定し解いた。どのような点で躓くのかを確認するため、自分が解けそうで解けない難易度の問題を各自選定した。選定した問題の解答をプロジェクトメンバー全員の前で説明した。特に「なぜ、その解答に至ったのか」という思考の過程を説明した。プロジェクト内研修会では以下の問題について主に検討した。

- $\arctan 2 + \arctan 3$ を求めよ。
- Napier の定数 e の定義から従う事実 $e = \lim_{t \rightarrow 0} (1 + t)^{\frac{1}{t}}$ と対数関数の連続性を用いて $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - 1}{x}$ を求めよ。
- $\lim_{x \rightarrow 0 \pm 0} \frac{\sin(x - a)}{x^2 - a^2}$ を調べよ

- $\lim_{x \rightarrow \pi} \frac{1 + \cos x}{\sin^2 x}$ を調べよ

我々は各自異なる問題を解いてきたが、問題を解く過程で我々の理解に最も問題点があった下の問題について、深く検討することとなった。

極限を調べよ。

$$\lim_{x \rightarrow 0+0} \sin \frac{1}{x} \quad (2.1)$$

主に、以下のことが疑問点として挙げられた。

- 「極限を調べよの調べよとは何か？」
- 「いつから調べよが使われたのか？」
- 「調べよと求めよの違いとは何か？」
- 「不定と使っていたが教科書に使われているのか？」

その疑問点を教科書を調べながら、研修会を進めた。

(※文責: 神樹)

2.2.2 結果

プロジェクト内研修会を行った結果、以下の5つのことが明らかとなった。

- 問題文の意味を十分把握していないまま問題を解いていた
- 教科書を深く理解していなかった
- $x \rightarrow 0$ というような極限の表記方法が分かっていなかった
- 極限が不定であるというように教科書に存在しない解答をしていた
- 過去の記憶に頼り、解答をしていた

問題文の意味を把握していなかったという点について着目する。問題文は「極限を調べよという」文であった。この文は「極限が存在するかどうかを判定し、存在する場合はその値を求めよ」という意味である。しかしプロジェクトメンバーはこの問題文の意味を把握せずに、 x に0を代入してしまったり、存在するかどうかを判定せずに極限值を求めたりしてしまっていた。加えて、担当教員に「調べよ、というのは具体的に何をすること？」などといった質問に答えることができなかった。

次に教科書を深く理解していなかった点について着目する。プロジェクトメンバーが解答のプロセスを説明する際に「無限大に発散します」、「0に収束します」といった言葉を当たり前のように使用していた。しかし、実際に教員やプロジェクトメンバーに「収束ってどういう意味ですか？」と質問された時にははっきりと答えることができなくなった。 $\lim_{x \rightarrow 0} f(x)$ という極限の表記方法がわかっていなかった点については、極限の意味を理解せず値を代入するなど行っていた。

教科書に存在しない解答をしていたことについては、極限を調べる際に、「極限が不定」という言葉を使用していた。しかし「不定」という言葉は教科書では使われていない。これは、高校時代の数学の知識をうろ覚えしており、言葉の意味を確認しないまま使用していた。

最後に過去の記憶に頼り解答していた点について着目する。解答の説明で式の変形をどのように行ったのかを説明をする際、正しい変形をしていてもそれを説明することができない場面があっ

た。これは過去の記憶を頼りに解答し、その記憶が正しいものなのか、どこで得た記憶なのかを確認しないまま解答してしまったためである。

(※文責: 神樹)

2.2.3 考察

プロジェクト内研修会の結果から、プロジェクトメンバーは教科書を利用することが少なく、内容も曖昧にしか把握してなかった。特に教科書に存在しない言葉を使っていたことからこの事は明確になる。このことから我々の問題点は数学用語の意味を十分に理解していないのではないかと考察した(以下、数学用語の意味を理解するというのは、定義の意味、定理の証明や使い方を説明でき、それらを正しく使える状態として使う)。プロジェクトメンバーが教科書を読んでも理解できないのは、本学の過去問を頼りに解析学を勉強していたことが原因の一つだと考えた。そこで本プロジェクトでは1年生にもプロジェクトメンバーと同じ状態にあるのではないかと考えた。プロジェクト内研修会の結果から、プロジェクトメンバーは教科書を利用することが少なく、内容も曖昧にしか把握してなかった。特に教科書に存在しない言葉を使っていたことからこの事は明確になる。このことから数学用語の意味を十分に理解していないのではないかと考えた(以下、数学用語の意味を理解するというのは、定義の意味、定理の証明や使い方を説明でき、それらを正しく使える状態として使う)。プロジェクトメンバーが教科書を読んでも理解できないのは、本学の過去問を頼りに解析学を勉強していたことが原因の一つだと考えた。昨年度のプロジェクトメンバーも同様に過去問頼りに勉強していた。そこで本プロジェクトでは現在の1年生にもプロジェクトメンバーと同じ状態にあるのではないかと考えた。

(※文責: 馬田拓実)

2.3 解析学勉強会

2.2で記述したように、プロジェクト内研修会の結果から、1年生も我々と同じ状態ではないかと仮説を立てた。その仮説を検証するために解析学勉強会を行った。解析学勉強会の詳細については以下に記述する。

2.3.1 内容

6月8日と6月10日の2度、1年生を対象とした解析学勉強会を本学1階のアトリエ側円卓にて実施した。解析学勉強会の目的は、本プロジェクトメンバーの問題であった「数学用語の意味を十分に理解していないこと」が1年生も同じ状況下にあるかどうか調査するためである。調査のため、参加者が数学用語を理解しているかどうかの確認を行った。その準備として数学班は主に解析学勉強会で使う問題作成、解答作成、チェックリスト作成を行った。それらの詳細について以下に記述する。

- 問題作成

我々の問題である「数学用語の意味を十分に理解していない」ことが1年生にも当てはまるかどうか調査することが今回の目的であった。そこで、我々がプロジェクト内研修会で用

いた

$$\lim_{x \rightarrow 0+0} \sin \frac{1}{x}$$

をメインとして問題を作成した。(1)は三角関数の極限の問題を出題した。これは(3)の問題に取り掛かるための前提知識として三角関数の極限の知識が必要となるためである。それを確認してもらうために(1)を出題した。(2)は片側極限に関する問題を出題した。これも(1)と同様に、片側極限が何のためにあるのか、片側極限はそもそも何なのかといったことを理解していないと、(3)を解くことが困難である。それらを確認するための段階として(2)を出題した。扱った問題は以下の通りである。

次を調べよ。

(1) $\lim_{x \rightarrow 0} \sin x$

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

(3) $\lim_{x \rightarrow 0+0} \sin \frac{1}{x}$

● 解答作成

1年生に対しこれらの問題を解説するためには、1年生がどういった部分で躓くのか、どの部分でわからなくなるのかを予測し、それらの解説をプロジェクトメンバーができるようにしておかなければならない。そのため、正しい解答を記述するだけでなく1年生のための解説の手順についても検討し作成した。例えば、

$$\lim_{x \rightarrow 0} \sin x$$

という式を見た時に1年生はまずどういった記述をするのかなどを予測し、誤った記述はどういったものが挙げられるのか、誤った記述をしていた時にその原因にはどういったものが挙げられるのか、などを検討した。しかし、我々は正しい解答を書くということに視点を当ててしまい、解説の手順について検討する時間が大幅に少なくなってしまい、解析学勉強会直前までこの作業を行った。

● チェックリスト作成

今回の解析学勉強会の目的である1年生が数学用語を理解しているか調査するために、チェックリストを作成した。チェックリストの内容は主に解析学勉強会上がった疑問点を用いた。これは、我々が理解していなかったことを1年生が理解しているか確認するためでもある。

- 「極限を調べよ」という問題に対して何を示せばいいかわかりますか?
- 数列が「ある数に収束する」ことの意味を知っていますか?
- 数列が「発散する」ことの意味を知っていますか?
- $\lim_{x \rightarrow a, a > 0} f(x)$ の意味を知っていますか?
- $\sin \frac{1}{x}$ のグラフは書くことはできますか?
- 片側極限は何のためにあるか、その理由を知っていますか?

解析学勉強会当日はまず初めに、チェックリストに取り組んでもらった。その後、問題を解いてもらった。問題を解いてもらった後は、解答解説を行った。解答解説は各円卓ごとに

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

行った。解説を行うと、「極限を調べよの意味が分からない」等の我々と類似した疑問点が出てきた。解説後は再び先ほど解いた問題を解いてもらった。最後にチェックリストを再びやってもらった。

1年生の解析学勉強会の様子を観察し、記録した。勉強会の様子を図 2.1 に示す。



図 2.1 解析学勉強会の様子

(※文責: 馬田拓実)

2.3.2 結果

解析学勉強会から1年生は「発散する」「収束する」の意味を分かっていなかった。「振動する」は発散に含まれていることを知らなかった。教科書を読みながら解答を行っていた。プロジェクトメンバーが1年生に対し「極限を調べよの調べよとは何か?」といった質問を問かけると曖昧な答えや教科書とは別の意味を答えていた。

これらの結果から1年生は教科書を使用しているが、極限の問題に正確に答えることはできなかった、1年生も数学用語の意味を十分に理解していないことが分かった。

(※文責: 阿部晋之介)

2.3.3 考察

2.3.2 から、1年生は教科書を使用しているが、極限の問題に正確に答えることはできなかった。この原因として数学用語の意味を十分に理解していないためであると考えた。数学用語を理解していないため教科書に書かれている内容を理解できず、問題を正確に答えることができないためである。この状態を続けた場合、2年次以降の科目で扱われる数学用語を理解できないため、1年生もプロジェクトメンバーと同じように2年次以降の科目の内容を理解できない恐れがある。このため本プロジェクトでは解析学学習で数学用語の理解が重要であると考えた。このことを踏まえて、我々は数学用語の理解の補助を目的としたシステムを作成することとした。

(※文責: 神樹)

2.4 中間発表会

2.3 までの活動を前期行った。前期での活動について中間発表会でプレゼンテーションを行った。中間発表会では聴衆に評価シートを配布し、発表技術と発表内容について評価してもらった。中間発表会までの準備と発表評価シートの評価結果について以下に記述する。

2.4.1 発表準備

中間発表会に向けて、発表スライドを作成するスライド班、発表原稿を作成する原稿班、ポスターを作成するイラストレータ班の3つに分けて準備を行った。それぞれの班でスケジュールを決め、発表に向けて取り組んだが、班ごとの意思疎通が不十分であったために、スライドやポスター作成の進捗が遅れが生じた。具体的には、3つの班の共通した内容に対しての指摘を受けていたにも関わらず、班同士が情報共有をしていなかったことが多々あった。それを別々に修正を行ったため時間がかかってしまった。進捗の遅れを取り戻すため、プロジェクトメンバー全員と担当教員とで発表内容についての確認を行った。そして、確認した発表内容に基づいて担当教員指導のもとスライド、ポスター作成を行い、中間発表会前日にスライドとポスター両方が完成した。

(※文責: 神樹)

2.4.2 発表評価シートの結果

中間発表会では、前半と後半にメンバーを分けて、それぞれ3名で3回ずつの計6回の発表を行った。その発表の際に、聴衆に対して発表評価シートを配布し、記入してもらった。発表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つの項目で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形式で作成した。中間発表会当日は、学生と教員を含む70名の評価を受けた。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6.91(有効回答数 $n=65$ 、標準偏差 $SD=1.64$)、発表内容についての評価の平均は6.43(有効回答数 $n=63$ 、 $SD=1.84$)であった。また、自由記述によるコメントでは、

- 目的、調査、発見などきっちり分けて説明していたのでよかった
- 身ぶり手ぶりあって声も聞き取りやすかった

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- スライドの構成が段階的で分かり易かった
- 背景から問題点の洗い出しはしっかりできていてよかった
- 分析の仕方に説得力があってよかった
- プロセスが細かく入っており、その点は理解しやすかった

といったポジティブな意見が多く得られた。その一方で、

- 声が小さかった
- 例や図が少なく感じた
- 話の前後のつながりがわかりづらかった
- スライドが台本になっている
- 今後何をするのかわからなかった
- 今後、達成しようとしている目的が不明確

などの、ネガティブな意見も多かった。

(※文責: 神樹)

2.4.3 考察

発表評価シートでの、発表技術と発表内容の評価の平均点は、10点満点中6点前後とまずまずの結果であった。発表技術に関する評価では、発表時の声が小さかった点や、スライドを読んでしまっていた点が指摘されていた。これらの指摘については、中間発表前日に発表スライドが完成したために、十分に発表練習を行うことができなかつたからだと考える。また発表内容の評価では、評価シートのコメントから「今後、達成しようとしている目的が不明確」という指摘があった。この指摘については、プロジェクトメンバー自身がこれまでの活動の動機について深く考えていなかったためだと考えられる。また、「今後何をするのかわからなかった」という指摘については、プロジェクトでの今後の活動をより明確化していく必要があると言える。しかし前期の活動では1年生の解析学学習を整備するために問題の検討と支援のあり方を検討した。そのため前期で固めた今後の方針を活かし、後期ではWebシステム開発によって1年生の数学学習環境の整備を実現する。

(※文責: 神樹)



図 2.2 中間発表会の様子

第 3 章 成果とその評価

本グループでは「ますますたでい」に導入するコンテンツを作成することを目標とし、活動した。前期の解析学勉強会の結果から、本プロジェクトでは解析学学習で数学用語の理解が重要であると考えた。そこで、導入するコンテンツは数学用語の理解の補助を目的として作成に取り組んだ。そして数学用語の理解の補助を行うシステム「ますますたでい」を作成した。しかし、ただ作成しただけでは実際に効果があるのかわからない。そのため、「ますますたでい」の評価をするために、解析学 II 勉強会を行った。そして、勉強会の結果から「ますますたでい」の改善を行った。そしてそれらを最終発表でプレゼンテーションを行った。それらの詳細について以下に記述する。

3.1 「ますますたでい」の作成

これまで行った活動をすべて踏まえ、Web システム「ますますたでい」の作成を行った。ますますたでいはこれまでの活動で得られた課題の解決を目標とする。昨年度の本プロジェクトの成果物「ますますたでい」を選んだ理由は、我々の「数学用語の理解を促す」という目標が今年の「ますますたでい」の改善に役に立つと考えたからである。昨年は「教科書の理解の支援」「数学学習に対するモチベーションの向上」「勉強方法の改善を促すこと」を目標として行われた。その目標のもと「ますますたでい」が作成された。しかし「解説の部分の説明が不足しており、学習者がその解説を理解できない場合に問題を進めることができなくなってしまう。」などの改善点が見られた。そこで、数学用語の理解を促すことにより、昨年度の目標である「教科書の理解の支援」をしつつ改善することにした。

「ますますたでい」の作成にあたって、我々は最初に使用する問題の選定を行った。問題選定を行う際に 1 年生が学ぶ分野を列挙し、分野を決めることで扱う数学用語の範囲を限定した。そして「ロピタルの定理」という数学用語に関する問題を 3 問選定した。「ロピタルの定理」の問題を選んだ理由は 2 点ある。理由をいかに記す。

- ロピタルの定理を使うためには、不定形のタイプを確認し、 $\frac{0}{0}$ または $\frac{\infty}{\infty}$ 形に変形しなければならない。この作業を行うために必要な知識と数学用語を含んでいる。例えば、不定形を確認するにはまず極限を理解していないといけない。そして問題によっては $0 * \infty$ のような不定形のタイプになる場合もある。ここから $\frac{0}{0}$ または $\frac{\infty}{\infty}$ の形に変形するときも、問題によっては指数対数の性質を理解していなければいけない。このように学べることが多い問題だと考えたため選定した。
- この「ますますたでい」の評価を得るために 1 年生を対象とした解析学 II 勉強会を行う予定であった。解析学勉強会は中間テスト時期に行う予定であったため、できるだけ進捗を合わせたため選定した。

問題は以下の 3 問になっている。

$$\lim_{x \rightarrow \infty} x \left(\frac{\pi}{2} - \arctan x \right) \quad (3.1)$$

$$\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (\tan x)^2 \log(\sin x) \quad (3.2)$$

$$\lim_{x \rightarrow 0+0} x^x \quad (3.3)$$

問題は教科書に載っている「ロピタルの定理」を適用する問題の中から選定した。我々がそれぞれ1問ずつ解答し、プロジェクトメンバー全員の前で解説した。解説した問題の中で、用語の意味がわかっていなかった点が多い問題を選定した。最終的に、プロジェクトメンバー全員による投票で実装する問題を決定した。

作成した「ますますたでい」には主に「チェックテスト」、「本題」、「補足」の計3つの機能がある。各コンテンツの詳細をいかに記す。

- チェックテスト

チェックテストは本題を解くために必要な知識を確認することを目的として作成した。チェックテストの解答方法は選択式と穴埋め式の2種類である。チェックテストを間違えたときに、その問題にあった補足が表示される。このことによりユーザーは自分に足りない知識を確認することができる。今回は先に本題で必要となる知識を確認することによって、「ロピタルの定理」という数学用語の理解を促した。

- 本題

本題は複数の段階に分かれてできている。順を追って解くことにより、段階的に知識を身に着けることができる。段階ごとに分けてある解答を組み合わせると正しい解答になるように本題を作成した。これはロピタルの定理の正しい使い方を、具体的な問題を使って説明するためである。

- 補足

チェックテストで分からなかった問題のヒントを表示する。教科書に載っている公式や定理については、教科書の何ページに記載されているかを表示した。このことにより必要な箇所を的確に知識の確認をすることが可能である。問題の間違い方によっては、補足の内容が変わる部分も複数実装した。このことにより、その問題に適切な知識が確認できる。

以下に、「ますますたでい」使用の流れを記す。

1. 問題を選んでもらう
2. チェックテストを解いてもらう
3. 間違えた場合に補足を表示
4. チェックテスト終了後、問題を解いてもらう
5. 間違えた場合、補足を表示、もしくはそれに関するチェックテストに戻る
6. 5が終了したら1に戻り、次の問題を解いてもらう

(※文責: 阿部晋之介)

3.2 解析学 II 勉強会

本プロジェクトが作成した「ますますたでい」の評価を得るために解析学 II 勉強会を行った。解析学 II 勉強会の詳細を以下に記述する。

3.2.1 内容

数学学習コンテンツを作成して評価を得るために解析学 II 勉強会を2回開催した。解析学 II 勉強会の概要は以下に記す。

日時

平成 28 年 10 月 28 日、18:10~20:00, 11 月 8 日、18:10~20:00

参加者

解析学 II を受講している本学年生 35 名

最初に 1 年生に対し、勉強会の内容の説明と「ますますたでい」の使い方について説明を行った。次に、「ますますたでい」の問題を 1 問解いてもらい、その後、実際に紙でその一問を解いてもらった。それを計三問繰り返した。最後にアンケートに答えてもらった。

(※文責: はい孝貴)

3.2.2 結果

解析学 II 勉強会で行なったアンケート調査から「ますますたでい」の評価を行なった。「ますますたでい」で勉強したことにより、「ロピタルの定理をどの程度理解していましたか?」という質問に対して、理解できたという一年生が 45.5% いた。また、「ますますたでいで最初に行ったチェックテストは問題を解くうえで役に立ちましたか?」という質問に対して 69.7% の一年生がとても役に立ったと答えた。また、それに関する「どのように役に立ちましたか?」という質問に対して、

- 実際にロピタルの定理を使う際の記述の仕方が多少わかった気がした
- 段階を踏んで確認できた
- ロピタルの定理の流れがわかった
- 普段使わない方法を示してくれた。そして使いやすかった
- 問題の解き方の手順を 1 つ 1 つ踏みながら確認することができた
- 問題を解く上で順番通りに解けるようになった
- 問題を細かいステップに分けて解くことができたので理解しやすかった
- 考え方の道筋がわかった
- 解答に何が必要かわかった
- 分からないところが全て理解することができた
- 解くために必要な基礎知識を確認できた

などのコメントがあった。また、「ますますたでいを他の单元でも使用したいと思いますか?」という質問に対して、78.8% の一年生が「はい」と答えた。

改善してほしいところに関しては

- ヒントが出ないところがあって悲しかった
- 全ての問題で参照できる箇所を教えてほしい
- 引っ掛ける選択肢を増やしてもいいと思う
- 様々な公式の練習問題もあると覚えるだけでなく、自ら導くことや覚えることができると思った
- もっと多くの問題演習ができればいいと思った
- 選択問題と記述問題のバランスをちょうどよくした方がいいと思った
- 多くの範囲で使えるようになると嬉しい

などのコメントがあった。

3.2.3 考察

まず、「ますますたでいで勉強したことにより、ロピタルの定理をどの程度理解でいましたか?」というアンケートに対し、「理解できた」という一年生が45.5%、「やや理解できた」という一年生が48.5%いた。この結果から、数学学習コンテンツ「ますますたでい」は数学用語の理解の補助を可能にしたといえる。今回、本グループでは「ロピタルの定理」に着目し、問題を選定した。「ますますたでいで最初に行ったチェックテストは問題を解くうえで役に立ちましたか?」に関して「どのように役に立ちましたか?」の質問に対し「段階を踏んで確認できた」「問題を細かいステップに分けて解くことができたので理解しやすかった」といった意見より、チェックテストによってプロセスを確認させていることがいえる。しかし、「ヒントが出ない」「もっと多くの問題演習ができたらいと思った」といった改善点が存在するため、完全に補助ができるとはいえない。よってこれらの改善することにより、さらなる数学用語の理解の補助ができると考えられる。

(※文責: 阿部晋之介)

3.3 「ますますたでい」改善

「ますますたでい」を使ってもらう機会として、解析学 II 勉強会を2回行った。1年生からは「問題の解き方の手順を1つ1つ踏みながら確認することができた」、「解くために必要な基礎知識を確認できた」、「問題を細かいステップに分けて解くことができたので理解しやすかった」の様な、ますますたでいに対して高い評価を得られた。しかし、「ヒントが出ないところがあって悲しかった」、「選択問題と記述問題のバランスをちょうどよくした方がいいと思った」の様なコメントをもらった。解析学 II 勉強会で得られた意見や、解析学 II 勉強会の中で1年生が理解に苦しんだ点を中心にして、ますますたでいのコンテンツ改善を行った。主な改善は以下の通りである。

比の形の意味の説明

解析学 II 勉強会で問題に「比の形に変形すると」と書かれた箇所がある。これは、ロピタルの定理を適用するために、不定形のタイプを分類したあとに、 $\frac{0}{0}$ 又は $\frac{\infty}{\infty}$ の形に変形する箇所となる。改善前の状態の場合、「比の形に変形する」とはどういったことをするのかについて理解することが難しい。これでは、「比の形」という用語の意味を理解せず解答を行ってしまう可能性がある。それを防ぐため、チェックテストの補足に比の形の意味、説明を加えた。

不定形の説明

解析学 II 勉強会で質問が多かった極限の不定形について、どのような場合に不定形になるかを説明するだけでなく、どのようなものが不定形となるのかについても表示した。ロピタルの定理を適用するためには、その問題が不定形かどうかを分類する必要がある。そのためには、不定形にはどのようなものがあるのか、それがなぜ不定形になるのかを理解しておく必要がある。

教科書の行数追加

補足の中には教科書のページ数を表示する箇所がある。教科書のページ数だけを表示させるだけだと、そのページ中のどこに調べたい用語の説明が書いてあるか分からない。従って、読ませたい部分を詳しく表現させることで重要な情報だけを伝えた。

指数関数の連続性についての説明

解析学 II 勉強会時にはまだ補足が完成してなかったため修正した。指数関数の連続性を用いると極限と関数の順番を入れ替えることができることを伝えるための補足である。具体的な例を見せることにより、順番の入れ替えを理解させることにした。以下、実際にあげた例である。

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(\lim_{x \rightarrow a} x) = f(a)$$

(※文責: 神樹)

3.4 最終発表

3.4.1 発表準備

最終発表に向けて、スライドを作成するグループ、ポスターを作成するグループ、システム修正を行うグループの3つのグループに分かれて作業を行った。それぞれのグループでスケジュールを立てて作業を行った。システム修正は最終発表前にはすべて完了しスライド・ポスター作成のグループと合流できるようスケジュールを立てて作業を行った。中間発表会での反省を踏まえ、グループ同士の進捗確認や声掛けなどを徹底して行った。スケジュールには遅れが出てしまったが、メンバー同士で作業内容を細分化するなどして、ポスターとスライドともに余裕をもって完成することができた。そのため発表練習も十分行うことができた。

(※文責: 神樹)

3.4.2 発表評価シートの結果

最終発表では、前半と後半にメンバーを分けて1回の発表を3名で分担し、それを前半3回、後半3回の計6回発表を行った。中間発表と同様に、聴衆に対して発表評価シートを配布し、記入してもらった。発表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つの項目で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形式で作成した。最終発表会当日は、学生と教員、一般の方を含む86名の評価を受けた。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7.85(有効回答数 n=84、標準偏差 SD=1.38)、発表内容についての評価の平均は7.8(有効回答数 n=84、SD=1.15)であった。また、自由記述でのコメントでは、

- 聞き取りやすい声量であり良かったと思う
- 話し方が上手でわかりやすかった
- 活動の内容がよく分かりました
- 原稿を全く見ないプレゼンスタイルがとても良かった
- スライドの展開がわかりやすかった
- 昨年度の成果物に改良を加え、それに対して客観的な評価が行えていた

- 改善点などがわかりやすかった

といったポジティブな意見が多く寄せられた。しかし、その一方で、

- デモのスピードが速くて、最初の方がよく見えなかった
- デモのテンポが早すぎて画面をみるヒマがなかった
- システム使用の流れの図があると分かりやすいと思った
- 「ますますたでい」における結果の分析がまだ不十分かと思います
- アンケートが単に感想になっているかもしれません。内容を方法に工夫が必要かと思います
- 声が小さすぎて聞こえない
- アンケートの「理解できた」は分かったつもりではないの？

といった意見も得ることができた。

(※文責: 神樹)

3.4.3 考察

発表評価シートの結果では、発表技術と発表内容の評価の平均点はそれぞれ 7.85 と 7.8 であった。中間発表と比べ、スライドやポスター作成がスムーズに進んだため、発表練習を多く重ねることができたため中間発表よりもよい評価を得られたと考えられる。発表技術に関する評価では、声の大きさやスライドの展開といった部分で良い評価を多く得られた。しかし、システムのデモが早すぎてよく見えなかった、という指摘もあった。発表の練習については十分に行うことができたが、デモについては練習量や聴衆の立場に立ってデモンストレーションを行う回数が不足していたため指摘が多かったと思われる。発表内容については、活動の内容がよくわかった、昨年度の成果物に改良を加え、それに対して客観的な評価が行えていた、といった良い評価を得られることができた。しかし、「ますますたでい」における結果の分析がまだ不十分かと思います、アンケートの「理解できた」は分かったつもりではないの?、といった部分での指摘があった。良い評価については、前期からの活動を踏まえプロジェクトメンバーが自身の活動についての動機付けや活動内容を明確にすることができたからであると考えられる。指摘部分については、システム作成に時間がかかってしまい、結果の分析やアンケートの分析がおろそかになっていた部分があると考えられる。

(※文責: 神樹)

3.5 グループ目標の達成

本グループの目標は Web システム上に導入するコンテンツを作成することである。コンテンツは数学用語の理解の補助を目的としたものである。9月中旬から下旬にかけて、Web システム上に出題するための問題を解析学の教科書から選定した。選定した問題については、3.1 で記述した通り、学べることが多い問題だと考えたため「ロピタルの定理」に関する問題を選定した。10月中は選定した問題についてのチェックテスト、本題の解答・補足の作成を行った。システムの評価を得るために、解析学 II 勉強会を行った。解析学 II 勉強会でますますたでいに関するアンケートに答えてもらった。その結果、「問題の解き方の手順を 1 つ 1 つ踏みながら確認することができた」、「解くために必要な基礎知識を確認できた」「問題を細かいステップに分けて解くことができたので

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

理解しやすかった」という意見があった。これは数学用語の理解することに対して手助けができたことを意味する。従って、数学用語の理解の補助を目的としたコンテンツを作成することができたと言える。

(※文責: 馬田拓実)

第 4 章 課題解決の過程

4.1 グループ内のインターワーキング

4.1.1 磯部俊樹

- 5月 今年度のプロジェクト活動を行うにあたり、どのように活動するかを3グループに分かれて議論したが、具体的な案件を出すことができなかった。自分たちが具体案を出すために実際に問題を解いてみる必要があると考え、問題点を探すためにプロジェクト内研修会を行った。
- 6月 プロジェクト内研修会で得られた問題点から仮説を立て、その仮説が正しいかどうかを調査するために解析学勉強会を行った。解析学勉強会の準備の際には問題作成班として参加し、使用する問題の選定やチェックリストの作成、問題の解説の準備を行った。解析学勉強会当日では問題解説を行い、解析学勉強会終了後はチェックリストや1年生の解答の解析と分析を行った。
- 7月 勉強会の結果を踏まえて今後の方針を考えた。中間発表に向けての準備では原稿班として活動を行った。発表会当日はスライドを使用して中間発表を担当した。
- 8月 後期の活動のために解析学を勉強しようとしたが、進まなかった。
- 9月 後期の活動でシステムに組み込むための問題作りを手伝った。主に問題のレイアウトの原型をまとめる作業を行った。
- 10月 解析学II勉強会のために引き続き問題作りの作業を手伝った。解析学II勉強会当日では1年生の質疑応答を行った。
- 11月 10月の解析学II勉強会に引き続き、解析学勉強会では1年生の質疑応答を行った。解析学II勉強会の反省が終わった後は、最終発表のための準備に携わった。自分はスライド作成を手伝った。
- 12月 最終発表のスライド作成と、発表直前ではポスター作りの手伝いも行った。最終発表ではアンケート配布、回収を行った。最終発表後は最終報告書作成の作業を行った。

(※文責: 磯部俊樹)

4.1.2 阿部晋之介

- 5月 プロジェクト内で今後の活動方針を決めるため、3つのグループに分かれ議論した。しかし、方針がなかなかまとまらなかった。そこで、まず数学理解を深めるため、プロジェクト内研修会を行った。
- 6月 プロジェクト内研修会の結果で得られた仮説をもとに、1年生に対し解析学勉強会を行った。アンケート班に所属し、解析学勉強会前後にアンケートを行うことで1年生の学習環境を分析した。解析学勉強会当日は、1年生の様子を観察し、記録した。
- 7月 プロジェクト内研修会及び解析学勉強会の結果から、我々の今後の方針を決めた。中間発表の準備では、スライドの作成に携わった。中間発表当日は、本プロジェクトの紹介を含め今

後の展望へとプレゼンテーションを行った。

- 8月 夏季休業期間に入り個人での活動となったが、グループメンバーとの連携がうまく取れずプロジェクトは進行しなかった。
- 9月 数学班としてシステムに導入する問題を検討し、問題の解答・解説を行った。選定された問題に対し、解答とチェックテストの遷移図を作成した。
- 10月 チェックテストの検討と修正箇所の遷移図作成を行った。システム班との連携や数学班内での役割分担がうまく機能せず、システムの導入に時間がかかった。
- 11月 システムの評価を受けるためシステムを利用した解析学 II 勉強会を開催した。当日では1年生の観察、問題の解説を行った。解析学 II 勉強会の結果、システムの修正箇所を発見した。システム修正班としてチェックテストの見直しなど修正を行った。
- 12月 最終発表に向けてポスター作成に携わり、当日では発表者としてプレゼンテーションを行った。

(※文責: 阿部晋之介)

4.1.3 平葎初美

- 5月 3つのグループに別れ、今年度の本プロジェクトの活動内容、活動方針を議論した。しかし、プロジェクトメンバーの数学学習支援に対するイメージ不足から、案をまとめることに苦労した。そこで、実際に数学の問題を解く場を設けるために、プロジェクト内研修会を実施した。
- 6月 プロジェクト内研修会で得られた結果をもとに仮説を立て、それを検証するために1年生を対象とした解析学勉強会を行った。解析学勉強会を行う事前準備として、問題作成班に所属した。主な活動内容は、検証を行うための問題選定、数学用語の理解度を確保するためのチェックリスト作成、解説の段取りを決定である。勉強会当日は、解答解説班として1年生に解説を行った。勉強会実施後は、回収した解答用紙とチェックリストをもとに、分析、考察を行った。
- 7月 解析学勉強会の結果をもとに、本プロジェクトの活動方針を検討し直した。また、中間発表に向けての準備として、イラストレータ班に所属した。主な活動内容は、プリンタ講習会への参加、Illustrator の勉強、中間発表用のポスター作成である。中間発表当日は、スライドを用いた発表を担当した。
- 8月 後期の活動に向けて、夏季休暇中の個人課題を設定した。しかし、ほとんど実行することができなかった。
- 9月 後期は学習支援サイトのコンテンツ作成を行う数学班に所属した。主な活動内容は、学習支援サイトで扱う問題の選定、その問題を解くために必要な知識の洗い出しである。
- 10月 学習支援サイトのコンテンツ作成を行った。主な活動内容は、コンテンツの遷移図作成である。また、作成した学習支援サイトを実際に利用してもらうために、解析学 II 勉強会を行った。勉強会当日は、学習支援サイトの使い方、サイト上の問題に関する解説、サイトの評価を行うアンケートを実施した。
- 11月 解析学 II 勉強会で得た評価をもとに、サイトの改善を行った。また、最終発表に向けてポスター作成に携わった。主な活動内容は、ポスターのレイアウト選考である。
- 12月 発表会当日は、スライドを用いた発表を担当した。また、発表評価シートの集計を行った。最終発表会後は、報告書の作成を行った。

4.1.4 馬田拓実

- 5月 本プロジェクトの今年度の活動内容について、3つのグループに分かれて議論した。しかし具体性のある案は出てこなかった。原因として、解析学の問題を解いていないことが挙げられた。そこで、プロジェクト内研修会を行い数学学習における問題点の調査を行った。
- 6月 プロジェクト内研修会で得られた仮説を検証するために解析学勉強会を実施した。解析学勉強会準備時には、問題の選定、数学用語の理解を調査するチェックリストの作成、問題解説の作成に携わった。解析学勉強会当日は、問題解説を行った。解析学勉強会終了後には、チェックリストや1年生の解答の分析を行った。
- 7月 勉強会の結果を踏まえて今後の方針を決定した。中間発表に向けての準備をスライド班としてスライド作成を行った。また、原稿の仕事にも携わった。発表会当日は、聴衆から出た質問に答えることを担当した。
- 8月 後期の活動に向けて、解析学の自学自習に取り組んだ。
- 9月 後期の活動に向けて、解析学の自学自習に取り組んだ。また、夏休みが明けた後はシステムに載せる問題の選定、解答作成、チェックリスト作成、補足作成に取り組んだ。
- 10月 9月に引き続き、解答作成、チェックリスト作成、補足作成に取り組んだ。また、システムの評価の機会とした1回目の解析学II勉強会を行った。解析学II勉強会当日には、1年生の質疑応答、質問記録を主に行った。
- 11月 10月に行った1回目の解析学II勉強会で1年生が分かりづらかった部分の修正に携わった。2回目の解析学II勉強会も行った。当日は前回と同様に1年生の質疑応答、質問記録を主に行った。その後、2回目でも出てきた修正部分の改善や1年生の解答の採点を行った。最終発表のスライド作成に携わった。
- 12月 最終発表のポスターの人手が足りなくサブポスターの作成も行った。最終発表では質問記録を行った。その後は報告書作りを行った。

(※文責: 馬田拓実)

4.1.5 神樹

- 5月 今年度の活動内容について3つのグループに分かれて検討した。しかし、良い案が出ずまもらなかった。その原因として、プロジェクトメンバーが数学の問題を実際に解いていないことが挙げられた。そこで、実際に数学の問題をとき数学学習での問題点を把握するためにプロジェクト内研修会に参加した。
- 6月 プロジェクト内研修会で得られた結果から、仮説を立てた。その仮説を検証するために、本学の1年生を対象とした解析学勉強会を実施した。準備作業としては、使用する問題の選定、数学用語の理解を調査するチェックリストの作成、問題についての解説の段取りの決定に携わった。解析学勉強会当日は、1年生に対し、使用した問題の解説を行った。解析学勉強会実施後は、1年生の答案用紙とチェックリストの分析、考察を行った。
- 7月 解析学勉強会の結果を踏まえて、プロジェクト全体の方針について考えた。また中間発表に向けての準備をスライド班として発表当日に使用するスライドの作成を担当した。発表会当

日はスライドを用いて発表を行った。他には、プロジェクトWGが主催するTeX講座に参加した。

- 8月 後期のシステム作成に向けた解析学の学習を行ったが、メンバーとの連携不足などによりあまり進まなかった。
- 9月 システム作成のための問題、チェックテストを作成した。解析学の勉強不足により、効率良くは進まなかったが、グループ内で補いながら作業を行った。メンバーによって解析学の学習量に差があったため、作業量に差ができてしまった。
- 10月 解析学の勉強不足により、問題の作成に時間がかかってしまいシステム班への問題のシステム化が遅れてしまった。そのため全体のスケジュールを圧迫することになってしまった。
- 11月 システムを用いた解析学II勉強会を開催した。勉強会では1年生への声掛けや1年生からの疑問への対応を行った。勉強会の結果を踏まえシステム修正を行った。スケジュールの見通しが悪かったため、システム修正が最後まで終わることができず余裕を持つことができなかった。また、1年生の予定の見通しが立っていなかったため、解析学の期末試験前に問題の採点が終わらなかった。1年生のために活動してきたために、非常に申し訳ないことをした。
- 12月 最終発表のポスター作成を行った。ポスター担当のメンバーと連携、指示を取りながら余裕をもって作成することができた。報告書は、12月の仮提出を目標としたが提出できなかった。そのため、これまでの活動を踏まえきちんとスケジュールを立て直し執筆している。

(※文責: 神樹)

4.1.6 はい孝貴

- 5月 今年度のプロジェクトの活動を具体的に検討するために3つのグループに分かれて議論した。しかし、具体的な案は生まれなかった。そこで、何が問題なのかを探るためにプロジェクト内研修会を行った。
- 6月 研修会から得た結果をもとに、仮説が正しいのかどうかを確かめるために1年生の解析学勉強会を行った。勉強会の準備期間は問題作成班として活動した。勉強会当日は1年生に問題の解答を解説する解説班として活動した。
- 7月 研修会と勉強会の結果を踏まえて今度の方針を考えた。中間発表に向けての準備期間は原稿班として活動した。また、中間発表当日はスライドを見ながらプレゼンをした。
- 8月 後期の活動に向けて解析学の勉強を行おうとしたが、進まなかった。
- 9月 後期の活動が始まり、システム内に入れる問題を選定し、解答・解説、チェックテストを作成した。
- 10月 システム作成の際、勉強不足により、解答・解説の作成が遅れ、全体的なスケジュールが遅れてしまい、システム班との連携があまりうまく取れなかった。
- 11月 数学学習コンテンツの評価を得るために1年生の解析学IIの勉強会を行った。勉強会では、1年生に声をかけたり、分からないことに対する対応を行った。また、勉強会の評価をもとに、システムの修正を行った。勉強会終了後は、1年生の解いた問題を採点したが、1年生の期末試験の予定を把握していなかったため、期末試験前に採点を終わらすことができなかった。
- 12月 最終発表に向けてポスターの英訳を行った。発表当日は、アンケート配り、回収を行った。

4.2 数学班の活動内容

- 5月 今年度のプロジェクト活動でどのようなことをやりたいか検討するために3つのグループに分かれて議論した。しかし、出てきた案はすべて抽象的で具体的な案を考えることはできなかった。プロジェクト内研修会を行なった。その結果、数学用語の意味を理解していると勘違いしていることが分かった。そのことから、一年生も同様なことが起こっているのではないかと仮説を立てた。
- 6月 研修会の結果をもとに、仮説が正しいかどうかを検証するため、一年生の解析学I勉強会を行なった。その結果、一年生も我々と同じく、数学用語の意味を理解していなかった。
- 7月 研修会と勉強会の結果を踏まえて、中間発表の準備を行なった。その後、後期の活動に向けて、数学班、システム班、PR班の3つのグループに分かれた。
- 8月 夏季休業中の個人課題を設定し、各自で解析学の勉強を行なった。夏季休業中は、何度か連絡を取り合い、課題の進捗状況を報告し合った。
- 9月 後期の活動開始とともに、数学班としての活動も本格的に始まった。webサイトのコンテンツ内容を決めるために、解析学で用いる数学用語を洗い出した。そして、挙げられた候補の中からwebサイトで扱う問題を解析学の教科書から選定した。
- 10月 選定した問題の分解作業を行った。問題を解く上で必要な定義や数学用語をあぶり出し、webサイトに落とし込むための議論をした。コンテンツは、順序通りに問題を解く本問と、本問を解く上で必要な基礎知識を確認するチェックテストに分けて考案し、システムに実装した。作成したwebサイトの評価を得るために、一年生を対象とした解析学勉強会を行った。
- 11月 10月に行った解析学勉強会で得られた評価や意見をもとに、作成したwebサイトの修正、改善を行った。修正したwebサイトの評価を得るために、2回目の解析学II勉強会を開催した。その後は、システム修正班と発表会・報告書班に分かれて活動した。システム修正班は、2回目の勉強会で得られた評価や意見をもとに、webサイトの改良を行った。発表会・報告書班は、12月の成果発表会に向けて、これまでの活動内容の整理やまとめといった準備を行った。
- 12月 成果発表会後は、役割分担をしてグループ報告書の執筆に取りかかった。この際、毎回の活動議事録やグループ週報と照らし合わせながら、矛盾がないよう注意した。
- 1月 12月と同様にグループ報告書を執筆した。

第 5 章 まとめ

5.1 グループ活動のまとめ

初めに我々が 1 年生に対してどのような支援を行うかを話し合った。これからのプロジェクトの方針を見出すことがなかなかできなかった。そこでプロジェクト内研修会を行ない、自身の解析学における問題点を探ることにした。プロジェクト内研修会を通して自分たちが「数学用語の意味を十分に理解していないこと」を認識した。そしてその事が原因で、2 年次以降の数学科目の理解が困難になっていたと把握した。1 年生も我々と同様な状態になると考えた。その考えを調査するために、1 年生を対象とした解析学勉強会を行なった。その結果、我々と同じく、数学用語の意味を十分に理解していなかったことを把握した。そこで、我々は数学用語の理解の補助を目標とした。後期からは、数学用語の理解の補助という目的とした Web システム「ますますたでい」を新しく作ることにした。「ますますたでい」には

- システム開発
- コンテンツ作成
- システム評価の場の企画

の 3 つの仕事が必要だと考えた。我々は特にコンテンツの作成を担当する数学班として活動することになった。コンテンツの実装内容としては、「ロピタルの定理」に関する問題を 3 題選定し、それに関するチェックテスト、本題・補足を作成した。その後「ますますたでい」の評価を得るために解析学 II 勉強会を行なった。解析学 II 勉強会中に、「ますますたでい」に関するアンケートに答えてもらった。1 年生から以下のような高評価を得ることができた。

- 問題の解き方の手順を 1 つ 1 つ踏みながら確認することができた
- 解くために必要な基礎知識を確認できた
- 問題を細かいステップに分けて解くことができたので理解しやすかった

しかし、1 年生の意見から以下のような改善点も見つかった。

- 補足が分かりづらい箇所がある
- 問題数が少ない
- ロピタルの定理だけしか学べない

12 月 9 日に行われた最終発表会では、スライドやポスターを用いて本プロジェクトの成果を発表した。最終発表時に行われたアンケートの結果では発表技術と発表内容の評価の平均点はそれぞれ 7.85 と 7.8 であった。この結果から本プロジェクトは高い評価を得られた。

(※文責: はい孝貴)

5.2 プロジェクトの展望

解析学 II 勉強会の結果と考察を踏まえて、以下の 3 つの展望を検討している。

- 「ますますたでい」だけでも完全な数学用語理解を促す工夫を行う
- 「ますますたでい」に問題を追加する
- 「ますますたでい」の評価と改善を繰り返す

解析学 II 勉強会では、1 年生がコンテンツを使用して、その中で分からないことを我々グループメンバーが疑問に答えるという形式であった。しかし、一人で使用する場合、そのコンテンツだけで全て理解できるようにしなければならない。よって、「ますますたでい」単体でも数学用語を理解できるような工夫をする必要があると考えた。3.2.2 で、「多くの範囲で使えると嬉しい」「もっと多くの問題演習ができたらいと思った」などのコメントがあった。実際、今回作成したコンテンツは、ロピタルの定理を 3 題選定しただけだった。それだけでは他の分野をカバーできないと考えた。そこで、解析学のロピタルの定理だけではなく、線形代数学、積分などの問題も追加する必要があると考えた。昨年度の「ますますたでい」は学内だけでしか利用できなかった。しかし、それでは学外で「ますますたでい」を使って勉強したい場合、勉強することができない。よって、学外でも利用できるようにする必要があると考えた。また、これらの評価と改善を繰り返すことによって、より良いコンテンツが作成できると考えた。

以上が我々の今後の展望である。

(※文責: はい孝貴)

付録 A 新規習得技術

Adobe Illustrator ポスターを作成するために用いた。

TEX 発表評価シート、個人報告書、グループ報告書などを作成するために用いた。

(※文責: 神樹)

付録 B 活用した講義

解析学 I、II プロジェクト内研修会で問題を解くことや、解析学勉強会でチェックリストを作成することに利用した。

科学技術リテラシ 報告書を書く際、アウトラインを書くことに活用した。

(※文責: 神樹)

付録 C 相互評価

[はい孝貴への評価]

- 阿部晋之介
グループリーダーとしてメンバーとのコミュニケーションをとるなどの取り組みが見られた。システム作成では数学的な知識で貢献し、勉強会といったイベントでは1年生に対し、親身に解説をするなどの責任感があった。
- 馬田拓実
最初はリーダーの仕事になれていなかったが、徐々に周りが見えるようになったと思う。ただ自分の仕事に集中して、ほかのメンバーに仕事を振ることができていなかった点もあった。しかし前期より努力していたと思う。
- 神樹
グループリーダーながらも、グループメンバーの一員として作業を一生懸命行っていた。システム作成については数学的な内容の部分について大変頼りになった。しかし、メンバーとしての意識が強く、リーダーとしての作業をおろそかにする部分があったため作業にはメリハリを付けると良い。
- 磯部俊樹
グループリーダーとして、グループの仕事を果たそうと頑張っているのが見受けられました。他のメンバーのサポートが多かったですが、努力の姿勢は見られました。
- 平葎初美
本人からのコメントを得られなかった。

[磯部俊樹への評価]

- はい孝貴
途中から作業に積極的に参加しなかったり、連絡が途絶えたりしていた
- 阿部晋之介
グループが今何を進めているかといった状況を把握していた。しかし、あまり意見を出さないことや連絡を取らない部分も見られた。
- 馬田拓実
作業をやっていたのか分からない。仕事を振られても期限ぎりぎりになることがほとんどだった。自分から積極的に仕事を行ったり、発言をすることはなかった。特に報告書作成においては期限過ぎてから提出し、その後連絡もしない、修正には参加しないと悪い部分で目立っていた。
- 神樹
後期の復帰については良かったと思うが、もっと積極的に作業を行ってほしかった。また、メンバー間の連絡ではもう少し積極的に行ってほしかった。
- 平葎初美
本人からのコメントを得られなかった。

[阿部晋之介への評価]

- はい孝貴
システム修正で、細かい作業など積極邸にやってくれていた。報告書に関しても自分に分担された部分をしっかりこなしてくれた。
- 馬田拓実
システム修正での遷移図の作成など目立たないが必要な仕事を積極的にやってくれたと思う。報告書作りでも、自分の仕事をしっかりやってくれたと思う。
- 神樹
メンバーでの話し合いが滞ったときに、的確な意見を主張することが多かった。普段の作業にももう少し積極的に行うと良いと思った。システム作成以外にも報告書作成にも尽力してくれた。
- 磯部俊樹
全体として目立たないような仕事をきっちりとこなしていて、グループでは必要な仕事をこなしていたと思いました。
- 平葎初美
本人からのコメントを得られなかった。

[馬田拓実への評価]

- はい孝貴
グループの話し合いで自分の意見を積極的に言ったり、そのおかげで作業が早く進んだ。報告書に関しては、積極的に作業に参加してくれた。
- 阿部晋之介
論理的で客観的な意見を述べるができるメンバーであり、グループの目的を達成するため必要なプロセスや考えを提案してくれた。また自分が担当していない仕事などを積極的に行うなどの行為がありグループにとっても貢献していた。
- 神樹
彼のおかげでグループの活動が進んだといって過言ではない。話し合いや、システム作成の作業でも尽力してくれた。他にも報告書などの作業にも参加してくれた。非常に心強い存在であった。
- 磯部俊樹
グループで積極的な意見があり、グループでは必要不可欠な存在として、グループの作業を行ってくれました。
- 平葎初美
本人からのコメントを得られなかった。

[神樹への評価]

- はい孝貴
彼のおかげでシステム修正、報告書が進んだ。報告書に関しては、他のメンバーが一切手をつけていない部分を自ら進んで作業してくれていた。また、周りの作業状況をよく把握していて、リーダー的存在であった。
- 阿部晋之介
グループのことを一番に考え、貢献した人物だった。グループの作業に積極的に行動し、メ

ンバーへの呼びかけや役割分担など多くの仕事を果たしてくれた。また仕事へ対して最後までやるといった彼の意志がグループの活動を進めるにあたって必要不可欠なものであった。

- 馬田拓実

彼のおかげで数学班が崩壊せずに済んだ。他のメンバーの仕事の遅れをカバーしたり、今なにすべきか分かっている、彼が一番この班の状況を理解していたと思います。数学班に必要な不可欠な存在であった。

- 磯部俊樹

グループ内での作業は彼無しでは進むことはないと思うぐらい、グループの中心となって活動していました。もう1つのリーダー的存在として、活動していました。

- 平葎初美

本人からのコメントを得られなかった。

[平葎初美への評価]

- はい孝貴

システムのコンテンツの作成では、細かい作業を積極的にしてくれた。また、最終発表では最後まで一生懸命発表の練習をしていた。しかし、報告書に関しては連絡が途絶えて作業に参加してくれなかった。

- 阿部晋之介

システムの遷移図などの仕事を積極的に行い、最終発表では本番前まで練習を欠かさず行っていた。しかし、連絡がとれないといった部分もみられた。

- 馬田拓実

システム班との橋渡しを積極的に行ってくれた。最終発表では進んで発表を行ってくれた。しかし、報告書に限っては、自分の仕事もやらない、連絡を取らない、修正もやってくれない等悪い部分が目立った。

- 神樹

システム作成などでは考える作業もだが、文章化する作業など作業を行うメンバーが少ない時に活躍してくれた。最終発表までの作業は非常に高い評価だと思うが、報告書執筆については積極的に参加してほしかった。

- 磯部俊樹

システムのコンテンツ作成ではシステム班と積極的に協力的な活動してまいりました。最終発表も頑張っていました、最終報告書ではあまり姿が見られませんでした。

参考文献

- [1] 伊藤裕子, 桑原輝隆, 細坪護挙. ”忘れられた科学 - 数学 ～主要国の数学研究を取り巻く状況及び我が国の科学における数学の必要性～”. 2006.
- [2] 文部科学省. ”算数・数学科の現状と課題, 改善の方向性(検討素案)”.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryo/06082203/006.htm,
(参照 2016-7-15) .
- [3] 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. ”微分 改訂版”. 共立出版, 2014.