

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

システム班

Group Name

System Group

プロジェクト番号/Project No.

2-A

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

1014128 荒川貴大 Takahiro Arakawa

グループメンバ/Group Member

1013132 越田由利奈 Yurina Koshida

1014128 荒川貴大 Takahiro Arakawa

1014194 大内優香 Yuhka Ohuchi

1014202 辻本海成 Kaisei Tsujimoto

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

解析学は公立ほこだて未来大学(以下、未来大と記す)の1年次の必修科目である。また、解析学は2年次以降における各コースの数理的基礎となる。本プロジェクトの目的は、未来大1年生を対象とした、解析学の学習環境を整備することである。本プロジェクトは前年度のプロジェクト「未来大生のための数理科学学習環境の整備」に引き続いて行われている。詳しくは1章で述べる。

まず活動方針を検討し、前年度プロジェクトの成果物「ますますたでい」の改善を軸とした。どのようなコンテンツが1年生の学習支援に役立つかを調査するためにプロジェクト内研修会を実施した。その結果、プロジェクトメンバーは教科書を深く理解しておらず、正しく数学用語を使うことが出来ていないとわかった。そして1年生も数学用語の意味を理解していないのではないかという仮説を立てた。この仮説の検証をするために解析学Ⅰ勉強会を実施した。その後、グループに分かれてWebサイト開発の作業分担をした。詳しくは2章で述べる。

本グループ(システム班)の目的は、学習者が解析学の問題を自習する中で、自分が理解していなかった数学の概念や数学用語の意味の理解を導くことができる、「ますますたでい 2016」というWebサイトを開発することである。この内容については3章で述べる。

「ますますたでい 2016」を開発するため、Webサイトの構築技術を習得した。その後、数学班が作成した問題を、本グループがWebサイトとして実装した。詳しくは4、5章で述べる。

開発した「ますますたでい 2016」の評価を得るため、PR・イベント班が主体となって解析学Ⅱ勉強会を実施した。中間発表会、成果発表会の結果を含めて、詳しくは6章で述べる。

解析学Ⅱ勉強会、成果発表会での評価をもとにWebサイトを改善した。今後の展望を含めて、詳しくは7章で述べる。

キーワード Webサイト, 解析学, 学習環境, システム開発, ますますたでい

(※文責: 荒川貴大)

Abstract

Analysis is a required subject for the freshman in Future University Hakodate (FUN). In addition, Analysis provides the mathematical foundation for each course in and after the second year. The purpose of this project is to improve the learning environment of Analysis for the freshman of FUN. This project is carried out following last year's project "Improvement of Environment for Learning Mathematics at FUN." The details are described in Chapter 1.

First of all, the project members examined the policy of activities, then focused on improving one of the deliverables of last year's project called "Math-ma-study." The project members re-studied Analysis to investigate what contents are useful for learning support for the freshman. As a result, the project members didn't understand the concept of mathematics, acquired by reading the textbook carefully, and it turned out that we couldn't use mathematical terms properly. Then the project members hypothesized that the freshman may not understand the meaning of mathematical terms. In order to verify this hypothesis, the project members conducted Analysis I Workshop. After that, the project members were divided into three groups and shared work for website development. The details are described in Chapter 2.

The purpose of this group (System Group) is to develop the website called "Math-ma-study 2016," that can guide understanding of mathematical concepts and meanings of mathematical terms that the learner did not understand while they learn the problem of analysis by themselves. This is described in Chapter 3.

In order to develop "Math-ma-study 2016," the group members acquired some technology for development of website. After that, this group implemented the problem created by Mathematical Group as a system. The details are described in Chapters 4 and 5.

In order to evaluate "Math-ma-study 2016," this project, mainly PR-Event Group, conducted Analysis II Workshop. Including the results of the intermediate presentation and achievement presentation, the details are described in Chapter 6.

This group improved "Math-ma-study 2016" based on the evaluation in Analysis I I Workshop and achievement presentation. Including future prospects, the details are described in Chapter 7.

Keyword Analysis, Learning Environment, System Development, Math-ma-study, Website

(※文責: 荒川貴大)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	本プロジェクトの背景	1
1.2	現状における問題	1
1.3	前年度の 2015 年度の成果	1
1.4	本プロジェクトの目的	2
第 2 章	前期の活動	3
2.1	活動方針の検討	3
2.2	プロジェクト内研修会	3
2.3	解析学 I 勉強会	4
2.3.1	内容	4
2.3.2	結果	4
2.3.3	考察	5
2.4	グループ分け	5
第 3 章	到達目標	6
3.1	システム班の目的	6
3.2	システム班の活動内容	6
第 4 章	課題達成のプロセス	7
4.1	夏季休業期間	7
4.2	9 月末	7
4.3	1 回目の解析学 II 勉強会までの期間	8
4.3.1	開発環境の整備	8
4.3.2	Web サイトのインターフェースの設計	8
4.3.3	数学の問題	9
4.3.4	サーバの仕様	9
4.3.5	実装方法	10
4.3.6	開発体制	10
4.3.7	開発成果物	10
4.4	2 回目の解析学 II 勉強会までの期間	12
4.5	12 月のはじめまでの Web サイト改善期間	12
4.5.1	新トップページ	12
4.5.2	数学の内容拡充	12
4.5.3	「ますますたでい 2015」とのリンク	13
4.5.4	「ますますたでい 2016」全体のデザインの改善	13
第 5 章	プロジェクト内のインターワーキング	14
5.1	越田由利奈	14

5.2	荒川貴大	14
5.3	大内優香	15
5.4	辻本海成	16
第 6 章	結果	18
6.1	成果物：「ますますたでい 2016」	18
6.1.1	「ますますたでい 2016」の作成	18
6.1.2	プロジェクト実施を通して得た能力	20
6.2	プロジェクトとして得た評価	21
6.2.1	解析学 I 勉強会	21
6.2.2	中間発表会	23
6.2.3	解析学 II 勉強会	24
6.2.4	成果発表会	25
第 7 章	今後の目標と展望	27
7.1	解析学 II 勉強会のアンケートの考察	27
7.1.1	Web サイトを繰り返し利用してもらうための工夫	27
7.1.2	「ますますたでい 2016」に解析学の問題を追加	27
7.1.3	画面のデザイン修正	27
7.2	開発方法の改良	28
7.2.1	問題作成の自動化	28
7.2.2	問題追加の簡略化	28
付録 A	新規習得技術	29
付録 B	活用した講義	30
付録 C	相互評価	31
付録 D	解析学 I 勉強会アンケート結果	33
付録 E	中間発表会アンケート結果	40
付録 F	解析学 II 勉強会アンケート結果	45
付録 G	成果発表会アンケート結果	51
付録 H	使用した HTML のテンプレート	59
参考文献		61

第 1 章 はじめに

1.1 本プロジェクトの背景

数学は現代の科学技術を学ぶ上で必要不可欠な学問である。

微分積分は力学、電磁気学などを含む物理学をはじめ、化学、生物学、工学、社会科学などを解析する上で不可欠な手法である。たとえば、渡辺らの [1] では微分方程式の導出をしている。村木・喜多の [2] ではテイラー展開を用いている。大野らの [3] ではロピタルの定理を用いている。

また数学はプログラミングにも役立つ。例えば、フーリエ変換を行う際には解析学の知識を利用し、コンピュータグラフィックスで座標変換を行う際には線形代数学の知識を利用する。

未来大でも数学学習に重点を置いている。未来大において 1 年次の数学の科目はすべて必修科目であり、「解析学 I・II」、「線形代数学 I・II」、「数学総合演習 I・II」、「情報数学」がある。この科目は 2 年次以降における各コースの数理的基礎となる。例として、2 年次の科目である「システムと微分方程式」や「応用数学 I」は「解析学 I・II」を基礎知識としている。

(※文責: 荒川貴大)

1.2 現状における問題

プロジェクトメンバーは 1 年次の数学科目の単位を取得しているにも関わらず、2 年次以降で数学科目の講義を理解できていないことが明らかになった。この原因として、1 年次以前の数学科目で、計算の意味を理解しないまま、計算方法をパターン化して覚えていることが挙げられる。このような覚え方をする原因は、計算の意味を理解していないのに、問題が解けることで、理解できたと誤解するためであると考えられる。そこで、2 年次以降で数学科目の講義を理解できなくなることを未然に防ぐため、1 年生に対して数学の本質的な理解を促す学習環境を提供する必要がある。

(※文責: 荒川貴大)

1.3 前年度の 2015 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、前年度の 2015 年度の「未来大生のための数理科学学習環境の整備」を引き継いで実施されている。「未来大生のための数理科学学習環境の整備」では未来大の 1 年生向けの解析学の学習環境を構築する以下の試みを行った。

- 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 2015 年度は、はじめに 2015 年度のプロジェクトメンバー自身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、2015 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

だけの学習は行うものの、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、2015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サイトの作成と試用
- 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。なお、今年度開発した「ますますたでい」との混同を防ぐため、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」、今年度開発した「ますますたでい」を「ますますたでい2016」と述べる。「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サイトである。解析学の勉強において行き詰ったときに手軽に学習できるサイト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もの内容であった。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「ますますたでい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「解答の書き方がわかりにくい」といった改善点も得られた。

(※文責: 大内優香)

1.4 本プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は未来大1年生の解析学の学習環境を整備することである。ここでの学習環境とは、学習を進める時に、より数理科学を身近に感じるとともに、より深い学びを行うための手段のことである。この具体的な達成方法として、前年度の成果物である「ますますたでい2015」を改善した「ますますたでい2016」を開発する。なぜなら、未来大生は全員がコンピュータを所持しており、インターネットを利用できる環境にあるためである。

(※文責: 荒川貴大)

第 2 章 前期の活動

2.1 活動方針の検討

本プロジェクトが始まった 4 月下旬から 5 月中旬まで、プロジェクトメンバーは 3 つのグループに分かれ、各グループで学習支援の方法について考えた。その際に、以下の 3 つに論点を絞り議論した。

- 未来大において数学教育が抱える問題点は何か
- 未来大生の数学教育が抱える問題の中で自分たちが関われる問題は何か
- 今、未来大の 1 年生はどのような支援を求めているのか

その結果、「ますますたでい 2015」を拡張することが解析学の学習環境を整備することに役立つと考えた。次に新たなコンテンツについて、各グループごとにポスターセッション方式で議論した。その中で、「ますますたでい 2015」に追加するコンテンツの案がいくつか出た。しかしプロジェクトメンバーは、自分たちが 1 年生の立場に立って考えていなかったため、どのような支援が 1 年生に対して効果があるのか確証がなかった。

そこでプロジェクトメンバーは、どのようなコンテンツが 1 年生の学習支援に役立つかを調査することにした。まず、1 年生の立場に近づくためにプロジェクト内研修会を実施した。

(※文責: 大内優香)

2.2 プロジェクト内研修会

プロジェクト内研修会は 5 月 20 日から 5 月 27 日にかけて実施した。解析学 I で用いられている教科書、共立出版「微分改訂版」[4] に掲載されている極限の分野の問題から、解答者の学力に見合った問題を各自で選定した。その理由は、1 年生と同じ学習範囲の問題を選定することで、少しでも 1 年生の立場に近づくためである。使用された問題は $\lim_{x \rightarrow 0+0} \sin \frac{1}{x}$ であった。ほかにも様々な問題があったが、この問題において議論が一番白熱した。次に、その問題に対して解答を行った。さらに、その答案をもとにプロジェクトメンバーと担当教員の前で各自、解答に至るの経緯の説明、思考プロセスの解説をした。解析学の担当教員の指摘や他のプロジェクトメンバーとの議論により、プロジェクトメンバーの解答の、どの部分に問題点があるかどうかを把握した。

プロジェクト内研修会を行った結果、プロジェクトメンバーは教科書を深く理解しておらず、正しく数学用語を使うことが出来ていないとわかった。そこでプロジェクトメンバーは、1 年生も数学用語の意味を理解していないのではないかと仮説を立て、解析学 I 勉強会を実施した。

プロジェクト内研修会を行うことで、プロジェクト全体の方針、数学班の活動指針が少し明確になったが、システム班には大きな影響はなかった。

(※文責: 大内優香)

2.3 解析学 I 勉強会

2.3.1 内容

6月8日と6月10日の2回、1年生を対象とした解析学I勉強会を1階アトリエ側円卓で実施した。解析学I勉強会の目的は、3.2.3で述べた仮説を検証することである。それを検証するために、参加者の1年生が数学用語を把握しているかどうかの確認と学習状況の調査を実施した。

この調査を実施するために、主に3つの準備を行った。

- 広報関連

1年生に参加してもらうために、広報活動を実施した。具体的には、1年生に勉強会告知メールの送信や、チラシを作成し配布した。

- アンケート作成関連

1年生が教科書を使用していないという仮説を調査するために、数学学習状況調査ができるアンケートを作成した。作成したアンケートは解析学勉強会の前と後、中間テスト後の3種類である。

- 問題作成関連

数学用語の理解について調査するために、1年生に解いてもらう問題を作成した。自分たちが理解していなかった極限に関する問題を選定した。選定した問題は以下に示す。

次を調べよ。

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

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

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

「極限を調べよ」の意味など数学用語の確認に繋がると考え、最初に、プロジェクト内研修会で使用した(3)の問題を選んだ。さらに、(3)の問題だけでは難易度が高いのではないかと考え、(3)の問題のを段階を踏んで解けるように(1)では三角関数の極限、(2)では分数関数の極限の問題を選定した。加えて、問題を解いてもらうだけでは調査が不十分だと考え、問題文に使われている数学用語の意味を問うチェックリストを作成した。

(※文責: 大内優香)

2.3.2 結果

解析学I勉強会のアンケートや解析学I勉強会の前後のチェックリスト、解析学I勉強会での1年生の観察記録を集計した結果、

- 1年生の9割が自習時に教科書を使用している
- 「調べよ」「収束する」といった数学用語の説明が曖昧だった

などということがわかった。結果の詳細は、第6章 6.2.1で述べる。

(※文責: 大内優香)

2.3.3 考察

1年生は教科書を使用しているが、極限の問題を完答できなかった。その理由として数学用語を理解していないと推測した。この推測が正しければ、1年生もこのままでは我々と同じように2年次以降の科目の内容を理解できない可能性がある。また、この勉強会で発見できたことが2つある。

- 点の動きとグラフを示すことで1年生の理解が進む可能性が高い。
- 複数人で議論することによって理解が促される可能性が大きい。

これらを踏まえて我々は学習支援を行うことを検討することにした。

(※文責: 大内優香)

2.4 グループ分け

後期のWebサイトの開発に向けて、以下のようにグループに分けて作業を分担することにした。

システム班

- UI設計
- 実装
- サーバの整備

数学班

- 問題選定
- 詳細な解答作成
- コンテンツ設計

PR・イベント班

- 勉強会企画書作成
- 広報活動
- 勉強会運営
- アンケート作成

(※文責: 荒川貴大)

第 3 章 到達目標

3.1 システム班の目的

本グループの目的は、数学班が作ったコンテンツをもとに Web サイトを開発することである。プロジェクトメンバーは、前期の活動であるプロジェクト内研修会の結果より、数学用語の意味を知っていると思い込んでいた。その後行った解析学 I 勉強会の結果から、今年度の 1 年生もプロジェクトメンバーと同じ状況であることがわかった。解析学 I 勉強会終了後、この問題を解決するためには、どうすればよいのかプロジェクトメンバーで検討した。その後、数学班を中心に数学用語に関する問題をいくつか選定し、作成することにした。これらをふまえて、システム班はその問題を扱った学習支援サイト「ますますたでい 2016」を実装することにした。

(※文責: 大内優香)

3.2 システム班の活動内容

システム班において以下の活動を行った。

- 実装のための技術習得 (HTML, CSS, JavaScript)
- 開発環境の整備
- 役割の分担 (各言語の担当、サーバ担当)
- Web サイトのデザイン考案、遷移図の作成
- Web サイトを実装
- サーバへのアップ
- 勉強会で Web サイトの評価を得る
- 評価をもとに Web サイトの改善

(※文責: 大内優香)

第 4 章 課題達成のプロセス

本プロジェクトのシステム班として行った活動は大きく分けて 5 つの期間に分けることができる。それらの期間とそこで行われた活動の概要は以下の通りである。

夏季休業期間 後期の活動までの準備

9 月末 Web サイト作成の練習

1 回目の解析学 II 勉強会までの期間 「ますますたでい 2016」 ver1 の作成

2 回目の解析学 II 勉強会までの期間 「ますますたでい 2016」 ver1 の修正

12 月のはじめまでの Web サイト改善期間 「ますますたでい 2016」 ver1 を受けて改善された
「ますますたでい 2016」 ver2 の作成

ここでは 4.1 章から 4.5 章でそれぞれの期間で行った活動の詳細を述べる。

(※文責: 辻本海成)

4.1 夏季休業期間

夏季休業期間^{*1}には、システム班の各メンバーが前期の最後に決めたそれぞれの課題を行った。そこで行った課題は大きく分けて Web サイトのフロントエンド^{*2}とバックエンド^{*3}の 2 種類に分けられる。フロントエンドでは、Web サイトのひな型制作と Web サイトの掲示板の遷移図制作を行った。バックエンドでは、前年度の本プロジェクトが使用したサーバの環境を仮想環境上で実現するためのマニュアル作成と WordPress を仮想環境上で実現するマニュアルを作成した。後期のプロジェクト開始時に夏季休業期間の成果をプロジェクト内で発表した。先ほど述べたフロントエンドとバックエンドに関する成果はあったが、前期の最後に決めた課題をすべて遂行することはできなかった。

(※文責: 辻本海成)

4.2 9 月末

夏季休業期間終了から 10 月が始まる 9 月 23 日から 9 月 28 日までの間は、システム班の現状と問題点を洗い出した。そこで判明した問題点は、メンバーが全員 Web サイト制作の初心者であったことである。これを踏まえて、細かい個別のスケジュールを決定した。まず HTML、CSS に触れていたメンバーによる HTML、CSS、JavaScript の講習会を行った。ここでは、サンプルの Web ページを用いた HTML や CSS の概要を学んだ。そのあと、実際にサンプルの Web ペー

*1 2016 年 8 月 2 日から 2016 年 9 月 19 日

*2 ユーザや他のシステム、ソフトウェアなどと直接データなどのやり取りを行うクライアント側で動作するプログラムのこと。

*3 ユーザから直接見えないところでデータの処理や保存、処理結果の出力などを行うサーバー側で動作するプログラムのこと。

ジをトレースする作業を課題としてメンバーに課した。また、進捗管理ツールとして「Brabio!」、ソースコードのバージョン管理ツールとして「Git」を使用することを決定した。

(※文責: 辻本海成)

4.3 1 回目の解析学 II 勉強会までの期間

4.3.1 開発環境の整備

実際に「ますますたでい 2016」を作成するにあたってメンバーが利用するソフトウェアなどの開発環境を整えた。メンバーが異なる開発環境を使うと、不具合が起こった際の復旧に時間がかかると考え、メンバー全員が同じ開発環境を整えた。使用したツールは以下のとおりである。

- Atom
Atom はテキストエディタに分類される。外部のプラグインが豊富でコーディングに際し便利になると考えシステム班では採用した。
- SourceTree
SourceTree は Git の操作を GUI 上で行うことができるソフトウェアである。システム班のメンバーのほとんどが Git に不慣れであったため、直感的に操作が認識できる GUI のソフトウェアを採用した。
- Prepros
Prepros は CSS ファイルを作成するものである。メンバーの一人が使い慣れているため採用した。Prepros の採用理由は 4.3.5 で詳しく述べる。

(※文責: 辻本海成)

4.3.2 Web サイトのインターフェースの設計

「ますますたでい 2016」のレイアウトを改善するために `fullpage.js`^{*4} と `remodal.js`^{*5} を「ますますたでい 2016」に導入した。どちらも「ますますたでい 2015」とのデザイン面において大きな変更となった要因である。以下に `fullpage.js` と `remodal.js` を「ますますたでい 2016」に導入した経緯を述べる。

前年度の「ますますたでい 2015」は、問題の右側に補足が出る形式であった。問題の量と補足の量を同じにしないとバランスが悪くなるためこの形式にはレイアウト上の問題があると我々は考えた。この問題点を解決するために、前年度の「ますますたでい 2015」のような、上から下に流れるレイアウトではなく、左から右へ流れるレイアウトに変更した。このレイアウトでは、問題を横に並べ、その下に補足を配置することによって、補足の量の制限がなくなる。これを実現するために導入したのが `fullpage.js` であった。これは jQuery のプラグインの 1 つである。このプラグインは Google や Sony、Apple の Web サイトで使用されており、認知度が高く、プラグインの使い方を説明するサイトも多かった。

ほかにも前年度の「ますますたでい 2015」には、ブラウザの標準機能であるウィンドウアラート

*4 <http://alvarotrigo.com/fullPage/>

*5 <http://vodkabears.github.io/remodal/>

を使用していたことによる問題もあった。これは「正解です」、「不正解です」などの「ますますた
でい 2015」からのメッセージをユーザーに伝えるために利用されていた。しかしこの機能は、ブ
ラウザ側で表示しないように設定することもできるため、この機能に依存しないものを使わなけれ
ばならないと考えた。そこで、システム班は remodal.js を「ますますたでい 2016」に導入した。
remodal.js はモーダルポップアップを手軽に表示できる jQuery のプラグインである。以上のこと
から、システム班は fullpage.js と remodal.js を導入した。

(※文責: 辻本海成)

4.3.3 数学の問題

「ますますたでい 2016」を制作する上で、システム班と数学班の役割を明確に分けた。このこと
から数学班は数学の問題の作成に専念できた。同様にシステム班も自らの作業に専念できた。また
あらかじめ数学班とシステム班とで数学の問題の形式を定めたことで、数学班とシステム班間の数
学の問題の引継ぎがスムーズになった。以下に数学班との作業分担の詳細を述べる。

「ますますたでい 2016」のコンテンツとして載せる数学の問題は数学班が作成したものを利用
した。システム班が 4.2、4.3.1 で述べた Web サイト開発の準備をしている間、数学班は「ますま
すたでい 2016」に載せる問題を検討し、作成した。このように数学班が作成した問題の内容にシ
ステム班はほとんど関与しなかった。しかし、次に述べる 2 点においてのみ、数学班と協力した。

1 点目は、問題の解答形式や画面のイメージはシステム班と数学班で検討したことである。これ
によりコンテンツとして載せる数学の問題の形式が決定した。2 点目は、解答した際の画面遷移を
わかりやすくするため、数学班の問題作成担当者に樹形図を書いてもらったことである。数学班だ
けでは先ほど述べた協力した点について対処できないため、数学班と協力した。

数学の問題の数式を「ますますたでい 2016」に実装するために MathJax を導入した。これは
Web ページ上で $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ のコマンドで数式が使えるようにするためのものである。また 4.3.2 で述べ
た通り fullpage.js を導入したので、補足の量の制限がなくなり 1 つの問題にたくさん補足をつけ
ても実装できるようにした。このように、数学班には極力 Web サイトのことを考えずに問題作成
の作業に取り組んでもらえるようにした。

(※文責: 辻本海成)

4.3.4 サーバの仕様

前年の 2015 年度に使用したサーバをシステム班は引き続き利用した。以下でサーバの情報を述
べる。

場所 研究実験室 152

機種 Dell PowerEdge T110 II

OS CentOS 7.0

FQDN math.fun.ac.jp

前年度からの変更点は、Apache のドキュメントルートの設定を `/var/www/html/wordpress` か
ら `/var/www/html` へ変更した。このように変更した理由は、「ますますたでい 2016」と「ますま

すたでい 2015」を同じドメイン名で利用するためであった。

(※文責: 辻本海成)

4.3.5 実装方法

「ますますたでい 2016」は Web サイト上で実現されている。一般的な Web サイトと同じように、「ますますたでい 2016」も HTML、CSS、JavaScript によって構成されている。「ますますたでい 2016」を構成する 3 つの要素について次に述べる。まず、HTML は HTML5 を使用した。CSS は直接記述せず別の方法をとった。その方法は、SCSS を実装し Prepros を用いてコンパイルすることで CSS を生成する方法であった。直接 CSS を記述するのではなく SCSS を用いた理由は 2 点あった。1 点目は、CSS を担当するメンバーがこの方法を普段からよく使っているためであった。2 点目は、SCSS は CSS よりも ID やクラスの入子構造の表現が直感的だからであった。最後に JavaScript は単に JavaScript のみで記述するのではなく、jQuery と呼ばれる JavaScript ライブラリやそのプラグインを導入した。jQuery には、Write Less, Do More のとおり、プログラムを簡潔に記述できる利点があるため、システム班では「ますますたでい 2016」にこれを採用した。

(※文責: 辻本海成)

4.3.6 開発体制

システム班では複数人での開発手法としてウォーターフォールモデルを採用した。ウォーターフォールモデルを採用した理由は 2 点あった。1 点目は、システム班のメンバーそれぞれに得意な分野が存在した点である。2 点目は、1 点目のそれぞれの得意分野が重なっていなかった点である。これらの理由によってこのモデルを採用し、高いレベルで作業を分担した。作業の工程は順に、数学班による数学の問題作成、HTML 作成、JavaScript と CSS の作成、サーバへアップであった。システム班内の作業量でみると、JavaScript と CSS の記述が 1 番のウェイトを占めていた。このことから、HTML 担当者とサーバ担当者のタスクがない期間がしばしば発生した。そこでシステム班では、タスクがないときは数学班との調整やスケジュール管理、Wiki の整理、「ますますたでい 2016」で使用するグラフの作成を行うことで作業量に差が出ないように工夫した。この工夫もあり、自己評価ではあるがウォーターフォールモデルを採用した開発は成功したと考えている。しかし数学班の進捗遅れがシステム班に直接影響したこと、ほかのシステム班のメンバーが行った作業内容がわかりにくいという 2 点の問題点があった。

(※文責: 辻本海成)

4.3.7 開発成果物

「ますますたでい 2016」に載せる数学の問題は 4.3.3 で述べた通り数学班が作成した。そこではシステム班と数学班での問題の受け渡しにおいて数学の問題の形式を定めたと述べた。その形式は以下の 4 つのルールからなる。それらのルールを満たしたコンテンツを数学班に作成するように求めた。

- コンテンツは紙媒体または電子媒体で遷移図を作成 (図 4.1)

- JavaScript の実装で不整合を防止するために紙媒体で樹形図を作成
- コンテンツ内の文は「選べ」や「確認してみよう」などで表現を統一する
- 修正案を出す際は、修正前の問題と修正後の問題を記載する

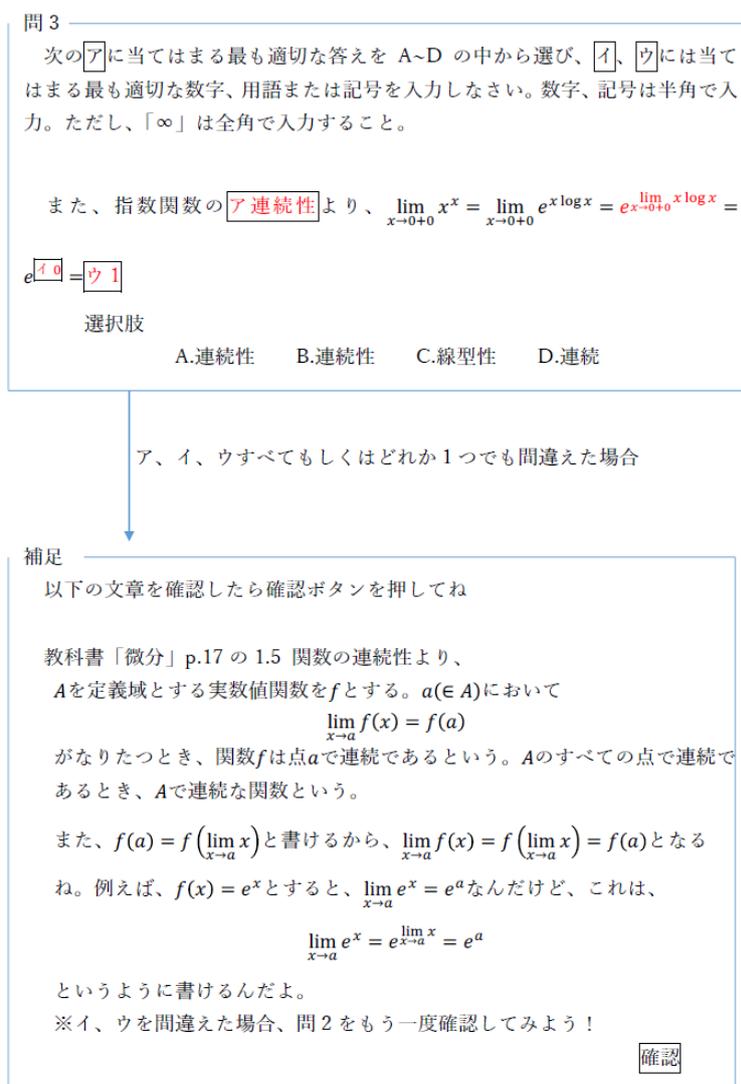


図 4.1 「ますますたでい 2016」微分 (3) 問 3 の遷移図

これらのルールを満たしたコンテンツをもとに HTML を作成した。システム班ではあらかじめ「ますますたでい 2016」を構成する HTML のテンプレートを用意した。これにより、数学の問題を実装する時間が大幅に削減できた。使用したテンプレートは付録 H に載せた。

HTML を作成する際には、ほかのシステム班のメンバーが JavaScript と CSS の作成をしやすいように、div タグの id 名を統一した。さらに、数学班から修正案がくることを考え問題文の文章

部分と数式部分で div タグを分けることによって、修正箇所を把握しやすくした。また、システム班メンバー間で HTML を共有する際には、どの部分を実装・修正したか GitHub のコミットメッセージに記載することに注意した。

(※文責: 大内優香)

4.4 2 回目の解析学 II 勉強会までの期間

1 回目の解析学 II 勉強会でのアンケート結果を踏まえて、システム班は「ますますたでい 2016」のページ内画面遷移と数学の問題の修正を行った。勉強会で行ったアンケートの結果に「ますますたでいのページ遷移がわかりにくい」との回答があったため、「ますますたでい 2016」のページ内画面遷移の修正が必要であると考えた。修正内容は、問題に正解した際の動きである。具体的には、自動遷移から手動で次の問題ページへ進めるものにした。また同様にアンケートから、数学の問題もより充実させたほうが良いと考え、数学班と連携して数学の問題の追加と修正を行った。

(※文責: 辻本海成)

4.5 12 月のはじめまでの Web サイト改善期間

勉強会では実装できなかった内容や、勉強会で明らかになった改善点を「ますますたでい 2016」に実装した。実装したものは大きく分けて 4 点であった。

- 新トップページ
- 数学の内容拡充
- 前年度の「ますますたでい 2015」とのリンク
- 「ますますたでい 2016」全体のデザイン改善

以下にそれぞれの内容についての詳細を述べる。

(※文責: 辻本海成)

4.5.1 新トップページ

「ますますたでい 2016」のトップページにも fullpage.js を導入した。fullpage.js を導入した理由は、問題ページで使用していた fullpage.js がトップページでは使用されておらず単なる静的な Web ページであったためである。また新トップページ作成と同時に「ますますたでい 2016」の使い方を説明するページも作成した。

(※文責: 辻本海成)

4.5.2 数学の内容拡充

勉強会の結果を踏まえて、数学の問題のコンテンツ量を増やした。実装の方法は 4.3.3 と同一であった。

4.5.3 「ますますたでい 2015」とのリンク

前年度の「ますますたでい 2015」にもアクセスできるように新トップページ上に前年度の「ますますたでい 2015」へのリンクを作成した。4.3.4 で述べたサーバのドキュメントルートには前年度の「ますますたでい 2015」も残っていた。ここへ直接リンクを張る形で前年度の「ますますたでい 2015」へのアクセスを実現した。しかし、前年度の「ますますたでい 2015」の CSS や JavaScript が読み込まれないことであった。原因として、ファイルの参照パスがドキュメントルートに依存していることが考えられた。この問題の対応は前年度の「ますますたでい 2015」作成者が行った。具体的な作業は、CSS と JavaScript を読み込む際の参照パスを書き換えることであった。

(※文責: 辻本海成)

4.5.4 「ますますたでい 2016」全体のデザインの改善

「ますますたでい 2016」のデザイン改善として、フォントサイズやコンテンツの配置を修正した。勉強会までに実装されていたボタンは仮配置のものであったのでそれらを差し替えた。これらのデザインについてはユーザーによる評価はなされていない。自己評価ではあるが、配色やフォントサイズなどのデザイン性の向上はみられたと考える。

(※文責: 辻本海成)

第 5 章 プロジェクト内のインターワーキング

5.1 越田由利奈

- 5月 プロジェクトでどのような活動を行っていくのか、川勝海人・磯部俊樹・馬田拓実・宮古紘圭と議論し、発表した。その中で具体的なコンテンツの案はいくつか出たが、このコンテンツは効果に疑問があった。そのため、プロジェクト内研修会に参加し、学習者の立場に立つことで、コンテンツ案が学習者の学習支援に繋がるかを検証することにした。
- 6月 プロジェクト内研修会で得られた結果を検証するために1年生を対象とした解析学I勉強会を実施した。アンケート作成を主な活動としながら勉強会の準備に携わった。勉強会前後に実施するアンケートの内容を考え、Illustrator を使用しアンケート用紙の作成を行った。勉強会当日は記録係として1年生の様子を記録した。勉強会実施後はアンケートの集計・分析を行った。
- 7月 解析学I勉強会の結果を踏まえて今後の方針を考えた。また中間発表会に向けてイラストレータ班として活動を始めた。具体的には、イラストレータ班のメンバーにIllustrator を教えるための資料作りをしてIllustrator を教えた。その後、全体の流れを示したポスターと、プロジェクト内研修会・解析学I勉強会の内容を述べたポスターの制作・監修に従事した。中間発表会当日はポスターに対する質疑応答を担当した。
- 9月 HTML・CSS（・JavaScript）講座を開いWebサイト開発の土台を固めた。またWebサイト開発の方針を決めるように積極的に意見を出した。サイトの試作のデザインを整えた。
- 10月 メンバーが発案のFullPageを使いサイトのデザイナー新し、HTMLの雛形制作をした。
- 11月 解析学II勉強会2回目について、参加者の様子の記録と、質問の受け答えを行った。その後、Webサイトの修正から離れ、成果発表会に向けてシステム班の活動をまとめた。その他、報告書作成の活動計画を検討した。
- 12月 勉強会が終わり、主にWebサイト修正をした。具体的には、サイトのデザイン統一とトップページ修正をした。

(※文責: 越田由利奈)

5.2 荒川貴大

- 5月 今年度の活動内容を検討している期間、入院のため欠席した。入院中、プロジェクト内の情報共有の場として用いているWikiを通じて、プロジェクトの進行状況を共有した。また、進行に合わせて解析学の問題を解いた。退院後、プロジェクト内研修会から参加した。
- 6月 研修会を通じて立てた仮説を検証するために、解析学I勉強会を開催した。解析学I勉強会の準備期間は広報班として、解析学I履修者に向けて告知メールを作成した。また、宣伝チラシを作成し、1年IJKLクラスの解析学Iの講義で宣伝チラシを配布した。解析学I勉強会の当日、1回目は司会進行役として、タイムスケジュールを決め、主にタイムキーパーとして活動した。2回目は記録班として、参加者の様子を記録した。
- 7月 研修会、及び解析学I勉強会の結果を踏まえて、プロジェクトの今後の方針や、成果物とす

るものについて検討した。その後、中間発表会に向けて原稿の一部を作成した。作成した原稿をもとに中間発表会で用いるスライドを作成した。また、中間発表会で配布する発表評価シートを作成した。中間発表会当日、作成したスライドを用いて発表を行った。この他、ツール制作の参考とするため、Java エバンジェリストによるクラウドハンズオンに参加した。加えて、報告書作成の参考とするため、プロジェクト学習ワーキンググループによる \TeX 講座に参加した。

- 9月 Web サイトの運用の準備として、前年度のプロジェクトで使用されたサーバについて調べた。また、JavaScript、Git について新たに学んだ。グループリーダーとして、システム班の活動内容の検討や日程の調整をした。また、プロジェクトリーダーとグループリーダーによるリーダー会議を行った。
- 10月 「ますますたでい 2016」について、HTML と JavaScript のコーディング、GRAPES を用いた関数グラフ画像の作成、サーバにてリリースとバージョンアップの管理を行った。JavaScript の実装の際、仕様では入力に対する遷移が網羅されていないことが判明し、数学班に樹形図を書くよう求めた。このような、数学班からの要求事項を実装可能なものになるよう掘り下げる役割をした。解析学 II 勉強会 1 回目について、参加者の様子を記録した。グループリーダーとして、Wiki で進捗の視覚化を試みた。また、リーダー会議を進捗確認とプロジェクト学習時間内の活動予定についてのミーティングとし、定期的に行った。
- 11月 解析学 II 勉強会 2 回目について、参加者の様子の記録と、質問の受け答えを行った。その後、Web サイトの修正から離れ、成果発表会に向けてシステム班の活動をまとめた。その他、報告書作成の活動計画を検討した。
- 12月 成果発表会で用いるポスターを作成した。また、成果発表会で配布する発表評価シートを作成した。成果発表会后、グループ内で報告書作成計画を立て直し、報告書作成に取り掛かった。

(※文責: 荒川貴大)

5.3 大内優香

- 5月 今年の活動をどのようにしていくか 3 グループに分かれ議論した。様々な意見が出たが、自分たちで実際に問題を解いていなかったために案がまとまらなかった。そこで自分たちで問題を解いてみるためにプロジェクト内研修会を行った。
- 6月 プロジェクト研修会の結果から得られた仮説を検証するために本学の 1 年生を対象に解析学 I 勉強会を実施した。解析学 I 勉強会の準備では問題作成班として、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、当日の問題解説の段取りを決定した。解析学 I 勉強会当日は、解答解説班として 1 年生に対し問題の解説を行った。解析学 I 勉強会終了後、1 年生の解答用紙、チェックリストの集計結果より分析、考察を行った。
- 7月 解析学 I 勉強会の分析、考察を踏まえ、今後の方針を検討した。また、中間発表会の準備としてイラストレータ班に所属し、ポスター作成をした。情報デザインコースのメンバーを講師役とし、Illustrator 講習会を行い、基本技術を身に付けた。ポスター作成は、プロジェクト内研修会と解析学勉強会の内容を述べたサブポスターの作成を主に担当した。中間発表会当日は、ポスターに対する質疑応答を担当した。
- 9月 当初の実装予定だった、掲示板の遷移図を作成した。システム班のメンバーが開催した

HTML・CSS・JavaScript 講座に参加しこれらについて学び、さらに共有のために github・sourcetree の使い方について学んだ。

- 10 月 数学班が作成した問題案をまとめ、遷移図を作成した。作成した遷移図をもとに問題 3 問の HTML を書いた。問題の数式を HTML で表示させるために、TeX の書き方も学んだ。そのほかにも、Web サイトの実装の上で自分の作業が一番初めに行うことと、数式や文書の実装を担当することを考え、数学班との連絡役を担当した。完成した Web サイトの評価のために行った解析学 II 勉強会では、参加者が Web サイトを利用している際にバグがないかチェックした。
- 11 月 10 月末に行った解析学 II 勉強会でのアンケート結果から数学班が作成した修正案、その勉強会前に間に合わなかった修正案をもとに Web サイトの修正を行った。その作業を行いつつ、「ますますたでい 2016」の使い方ページに記載する文章を考案した。Web サイトの修正が終了した後は、動作確認のテストを行った。11 月末からは、成果発表会で使用するポスターの作成をした。ポスター作成は、Illustrator を使用して、メインポスターの修正と、「ますますたでい 2016」について説明したサブポスターを担当した。
- 12 月 11 月から引き続き、成果発表会のポスターの作成を行った。成果発表会当日は。ポスターに対する質疑応答、「ますますたでい 2016」デモスペースでの使い方の説明を担当した。

(※文責: 大内優香)

5.4 辻本海成

- 5 月 今年の活動の方針を決めるために 3 グループに分かれた。それぞれのグループで方針や活動内容案を考えた。しかし、なかなか良い案がまとまらなかった。良い案がまとまらない原因として、自分たちが数学の問題を実際に解いていないことが挙げられた。そこで実際に解析学の問題を解くという機会を設けるため、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を検証するために 1 年生を対象とした解析学 I 勉強会を実施した。阿部、越田、米倉とともに解析学勉強会の準備に携わった。具体的には、解析学勉強会前後に実施したアンケートの作成や勉強会申し込みフォーム、1 年生の解析学 I 中間テスト後のアンケートを Google Forms を利用し、作成した。解析学 I 勉強会当日は 1 年生の様子を観察し、記録した。解答解説班の役割である、出題した問題の 1 年生への解説も一部担当した。解析学 I 勉強会実施後は 1 年生に回答してもらったアンケートの集計を行い、分析を行った。
- 7 月 解析学 I 勉強会の結果を踏まえてプロジェクト全体の方針を考えた。また、中間発表会に向けての活動をイラストレータ班としてスタートした。はじめに、Adobe Illustrator の基本的な技術を習得した。これはデザインコースに所属している学生が講師役となって進められた。中間発表会用のポスターは主にプロジェクトの全体の流れを示したメインポスターの作成に携わった。他にも、Microsoft Java エバンジェリストによる、クラウドハンズオンに参加した。中間発表会当日はポスターに対する質疑応答を担当した。
- 9 月 前年度のサーバーの環境を仮想環境上で実現した。また実現するためのマニュアルを作成した。他に GitHub や SourceTree の使い方を他のグループメンバーに共有した。その共有方法は Git の使い方資料の作成と SourceTree の使い方講習会であった。
- 10 月 「ますますたでい 2016」作成に向けて実際にコーディングを行った。主に JavaScript の実

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

装を担当した。他に本年度の「ますますたでい 2016」のメインとなるデザインを提案した。具体的には、「ますますたでい 2016」へ fullpage.js を導入することを提案した。10 月末には解析学Ⅱ勉強会を行った。そこでは Web サイトのトラブルの対応や参加者の様子の記録を担当した。

11 月 解析学Ⅱ勉強会のアンケート結果をふまえて「ますますたでい 2016」の修正を行った。こちらも同様に JavaScript を担当した。また修正した「ますますたでい 2016」のサーバーへのアップロードも担当した。他に「ますますたでい 2016」のトップページの修正案を提案し仮配置の画像を差し替えた。

12 月 「ますますたでい 2016」の修正が完了し、成果発表会の準備を行った。主に作成されたスライドを修正、追加し他の発表メンバーに共有した。発表会当日はスライドでの発表と質疑応答を担当した。

(※文責: 辻本海成)

第 6 章 結果

6.1 成果物：「ますますたでい 2016」

6.1.1 「ますますたでい 2016」の作成

「ますますたでい 2016」について

「ますますたでい 2016」の目的と概要

「ますますたでい 2016」は数学用語理解を目的とした学習支援サイトである。「ますますたでい 2016」はトップページと問題ページからなる。トップページには「ますますたでい 2016」の説明、「ますますたでい 2016」の使い方、問題ページへのリンク、前年度の「ますますたでい 2015」へのリンクが配置されている。問題ページには、教科書 [4] から選んだ問題を使って「ますますたでい 2016」の問題が配置されている。その「ますますたでい 2016」の問題は 3 問用意されている。

(※文責: 荒川貴大)

「ますますたでい 2016」の各問題の概要

「ますますたでい 2016」には (1) から (3) までの 3 問の問題が用意されている。それぞれの問題は以下に挙げた。

- (1) $\lim_{x \rightarrow \infty} x \left(\frac{\pi}{2} - \arctan x \right)$
- (2) $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} (\tan x)^2 \log(\sin x)$
- (3) $\lim_{x \rightarrow 0+0} x^x$

いずれの問題も不定形の極限の問題であり、ロピタルの定理を用いて解答する問題である。また問題の順番にも工夫がなされている。工夫の内容は、(1) から (3) につれて問題のレベルが上がることである。(1) は単に比の形に変形し、ロピタルの定理を適用するものである。次に (2) は (1) の問題の知識に加えて、合成関数の微分の知識が必要となる。最後に (3) は (1) の問題の知識に加えて、指数関数の連続性の知識が必要となる。

現段階では上に挙げた 3 問のみが「ますますたでい 2016」に実装されている。将来的に問題を増やすこともできるように「ますますたでい 2016」のトップページは設計されている。具体的には、fullpage.js の機能の 1 つである Web ページの横スライド機能を使って問題を掲載するページを増やせるように設計した。

(※文責: 荒川貴大)

「ますますたでい 2016」の問題ページの概要

「ますますたでい 2016」の問題はいずれもチェックテストと本問の 2 部構成となっている。チェックテストでは挑戦している問題を解くための前提知識を確認できるようになっている。チェックテストは図 6.1 の通り問題部分と補足の部分に分けられる。問題で間違えるか、正解した場合でも補足を表示させるボタンを押すと補足が表示される。補足は各問題に付随するヒントのよ

うなものである。それぞれの問題を解くための前提知識を補足するために、教科書へ誘導したり例を出したりしている。チェックテストをすべて正解すると本問を挑戦することができるようになる。本問では、用語の使い方や、正しい解答の書き方を確認できるようになっている。本問はいずれの問題でも4問で構成されている。その4問を組み合わせ、紙に書くと正しい解答になるように工夫されている。また本問での問題に間違えると補足が出たりチェックテストに戻って再確認したりできるようになっている。

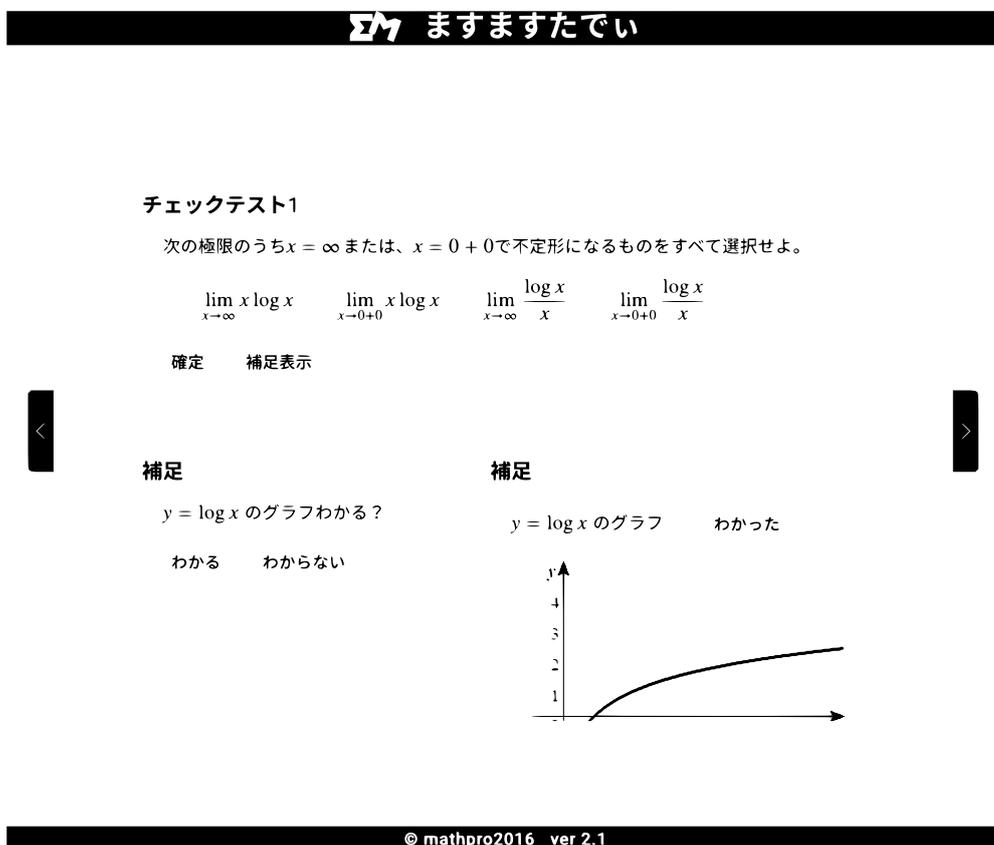


図 6.1 「ますますたでい 2016」の画面

(※文責: 辻本海成)

「ますますたでい 2016」の機能

「ますますたでい 2016」には特徴的な機能があり、それは以下の3つである。

- 補足をあえて表示させる機能
- 横移動ボタン
- GoToCurrentPage ボタン

各機能の詳細は以下で述べる。

補足をあえて表示させる機能

「ますますたでい 2016」の主なコンテンツは数学の問題であるチェックテストや本問である。しかし筆者らは、それらだけではなく補足にも大切なことがたくさん含まれていることに注目した。またチェックテストと本問を正解した人にも補足を見てほしいと感じた。そこで「ますますたでい

2016」に補足全表示ボタンを実装した。これはチェックテストや本問を正解した際に、その問題の補足をすべて確認できるようにする機能である。この機能は JavaScript を用いて実装した。また次に述べる横移動ボタンと GoToCurrentPage ボタンも同一の方法で実装した。

(※文責: 辻本海成)

横移動ボタン

横移動ボタンは「ますますたでい 2016」のチェックテストや本問の各問題を自由に移動するためのものである。「ますますたでい 2016」の利用者には自由に前の問題を見直すことをできるようにするために、このような機能を実装した。

(※文責: 辻本海成)

GoToCurrentPage ボタン

GoToCurrentPage ボタンは、「ますますたでい 2016」の問題において補足として前の問題へ戻った際にもとの（間違っ問題の）ページに戻れるようにする機能である。この機能を実装することにより、何ページか前の問題に戻った場合でも、何回も横移動ボタンを押すこともなく 1 クリックで戻ることが可能になった。

(※文責: 辻本海成)

6.1.2 プロジェクト実施を通して得た能力

習得技術

「ますますたでい 2016」を制作するにあたり習得した技術がある。習得技術の内容は以下の通りである。

- Web サイトの土台を作る HTML
 - form タグによってフォームを作る技術
 - CSS、JavaScript を呼び出す技術
 - ページ内の特定の場所にリンクさせる技術
- Web サイトのデザインを整える CSS
 - float、clearfix を用いたレイアウト技術
 - z-index を設定してヘッダーやフッターを実装する技術
 - Roboto や NotoSansJP などの Web フォントをインポートする技術
- Web サイトに動きをつける JavaScript とそのライブラリである jQuery
 - HTML 内のフォームに格納されたデータを条件判定する技術
 - 補足、ボタンなどの表示／非表示、色を変えるなどを制御する技術
 - ポップアップを表示させる技術
 - 特定のページに遷移させる技術

プロトタイプ制作にあたり、HTML・CSS・JavaScript はシステム班内講習会を行い、これらの技術を学んだ。基本的な知識を共有した後は、担当した部分の技術を実装過程で習得していった。

jQuery は JavaScript の担当者が開発過程で独自に学び習得した。

(※文責: 越田由利奈)

開発工程の経験

「ますますたでい 2016」を開発することにより、複数人での開発が経験できた。開発の大まかな流れは以下の通りである。

夏季休業期間 後期の活動までの準備

9 月末 Web サイト作成の練習

解析学 II 勉強会までの期間 「ますますたでい 2016」 ver1 の作成

2 回目の解析学 II 勉強会までの期間 「ますますたでい 2016」 ver1 の修正

12 月のはじめまでの Web サイト改善期間 「ますますたでい 2016」 ver1 を受けて改善された
「ますますたでい 2016」 ver2 の作成

1 回目解析学 II 勉強会が控えた 10 月 28 日の直前ではコンテンツに不備があったために、また 2 回目解析学 II 勉強会が控えた 11 月 8 日の直前では 1 回目で発見した瑕疵を修正するために、厳しい開発スケジュールとなった。この厳しい開発スケジュールを乗り切るため、以下のことを意識して開発スケジュールを組んだ。

- プロジェクト内におけるシステム班の仕事を明確にする
- コンテンツ作成班である数学班に求める設計書の体裁を取り決める
- システム班の詳細な作業を列挙する
- 可能なことと、不可能なことの見極めをする
- 数学班と日程の交渉を行う
- 数学班から来た設計書を基に大まかな作業内容とスケジュールを把握する
- 1 日刻みの細かいスケジュールを設定する

特に、1 日刻みの細かいスケジュールの設定には時間をかけて会議した。この工程にしっかり取り組むことにより、厳しい開発スケジュールを乗り切った。

(※文責: 越田由利奈)

6.2 プロジェクトとして得た評価

6.2.1 解析学 I 勉強会

勉強会前アンケート

勉強会や学習への意識・学習態度を訊ねるため勉強会を行う前にアンケートをとった。設問は全部で 13 あり、回答数は 40 であった。アンケートの結果は付録 D に載せた。

(※文責: 越田由利奈)

勉強会前アンケートの分析

このアンケートより、自分は勉強をしているつもりだが、数学学習や単位取得に自信のない学生が多かったことがわかった。勉強会に参加した理由を選んでください、という設問に対しては、「単位がヤバイと感じたため」と答えた学生が多かった。普段は講義以外の場で数学の勉強をしますか、という設問に対しては、はいと答えた学生が6割以上いたにもかかわらず、中間テストでいい点をとる自信がありますか、という設問に対し、自信がないと答えた学生が大半であった。

(※文責: 越田由利奈)

勉強会後アンケート

勉強会の感想や中間テストへの意気込みを訊ねるため、勉強会を行った後にアンケートをとった。設問は全部で8あり、回答数は39であった。アンケートの結果は付録Dに載せた。

(※文責: 越田由利奈)

勉強会後アンケートの分析

勉強会が最後にアンケートをとった結果、勉強の仕方がわかった学生や勉強をしようと思った学生が多かった。アンケートに答えた学生は全員中間テストに向けて勉強しようと思っていた。この勉強会で、極限の基礎知識・解答の作り方・教科書を使うこと、などがわかったと学生がいた。以上の結果より、勉強会を行うことで、勉強の仕方がわかった学生や、中間テストに向けて勉強しようと思った学生がいたことがわかった。

(※文責: 越田由利奈)

中間テスト後アンケート

中間テストの結果に対する手応えを訊ねるため中間テストが終わった後にアンケートをとった。設問は全部で5あり、回答数は24であった。アンケートの結果は付録Dに載せた。

(※文責: 越田由利奈)

中間テスト後アンケートの分析

このアンケートより勉強会は中間テストの役に立ったと言えることがわかった。アンケートに答えた学生の6割が、中間テストに勉強会が役に立ったと答えた。またアンケートに答えた学生は、勉強会で学んだ極限に関すること・グラフよりという表現がよくないこと・解答する方法、などが役に立っていると答えた。

(※文責: 越田由利奈)

6.2.2 中間発表会

前期の終わりに中間発表会を行い、発表技術に対する評価と発表内容に対する評価を受けた。回答数は70で、評価の平均点は表6.1の通りであった。評価の結果の詳細は付録Eに載せた。

表 6.1 中間発表会評価平均点

発表技術について	発表内容について
6.91	6.43

(※文責: 越田由利奈)

発表技術について

発表技術についての評価は、プレゼンに対するもの・発表者の発表態度・スライドに関して良い面と悪い面の両方の評価をもらった。プレゼンに対する良い評価は、「構成が段階的でわかりやすかった」・「目的がわかりやすかった」・「どこが区切りかわかりづらい」、などがあつた。一方で、「話の前後がわかりづらい」・「気づいたら終わってた」・「スライドのみで話退屈した」、などの悪い評価もあつた。発表者の発表態度に対する良い評価は、「声が大きく聞き取りやすかった」・「話し方が丁寧」、などがあつた。一方、「発表中に身体を揺らさない方が良いと思う」・「アイコンタクトがあまりない印象」、などの悪い評価もあつた。スライドに関する良い評価は、「簡潔でわかりやすかった」・「写真などを見ることで活動の雰囲気が伝わった」、などの評価があつた。一方、「文字だけのスライドが多いためスライド内でも色をつけて強調して見やすくして欲しい」・「矢印の向きが上下どちらもあるのが視線の流れを否定していて不快」、などの悪い評価もあつた。

(※文責: 越田由利奈)

中間発表会フィードバックへのアクション

中間発表会での評価を踏まえ、成果発表会では発表構成やスライドを工夫した。発表構成では、スライドのみで話退屈することがないように、「ますますたでい2016」のデモを行った。スライドでは、スライド内で色をつけて、強調したい部分を目立たせるようにした。

(※文責: 越田由利奈)

発表内容について

発表内容についての評価は、活動内容・数学学習・実現方法・今後の展望についての意見や評価をもらった。活動内容としては「メタ学習ラボとの切り分けについて、あとで話を聞くと明確な違いを理解できた」・「なぜ極限值についての問題を扱ったのか」、などのコメントをもらった。数学学習に対するコメントとしては、「実際数学学習のキーワードとなる言葉よりもその関数や式の証明の方が大切だと感じた」、と指摘するものがあつた。実現方法に対するコメントとしては、「問題集的なものをWeb上で実現する利点は?紙でもよくないか?」など、今後の目標ややりたいことが

明確に固まっていないことに対する指摘などがあった。

(※文責: 越田由利奈)

中間発表会フィードバックへのアクション

中間発表会での指摘を踏まえ、今後の計画を具体的に定めることを意識した。

(※文責: 越田由利奈)

6.2.3 解析学Ⅱ勉強会

勉強会を行なった後にアンケートをとった。回答数は33であった。アンケート内容は、数学学習について訊ねる項目が10で、「ますますたでい2016」について訊ねる項目が8であった。アンケートの結果の詳細は付録Fに載せてある。

(※文責: 越田由利奈)

数学学習について

今回の勉強会を行う上で、「ますますたでい2016」は数学を学習するときに役立つかを訊ねる内容を中心にアンケートをとった。

(※文責: 越田由利奈)

数学学習についてのアンケートの分析

「ますますたでい2016」が数学学習に役立つと感じた学生が多かった。アンケートに答えた全ての学生が、「ますますたでい2016」で行なったチェックテストが問題を解く上で役にたったと解答した。また、ほとんどの学生が、「ますますたでい2016」で勉強したことにより、ロピタルの定理を理解できたと答えた。「ますますたでい2016」で勉強したことにより、今回取り扱った不定形の極限を求める問題を解けたと答える学生がほとんどだった。「ますますたでい2016」を用いることにより「解法の手順を追って確認できた」とコメントした学生もいた。「ますますたでい2016」は解析学Ⅱのテスト勉強に役立つと感じた学生がほとんどだった。以上の結果より、「ますますたでい2016」は数学学習の役に立ったと言える。

(※文責: 越田由利奈)

「ますますたでい2016」について

今回の勉強会を行い「ますますたでい2016」を使う中で、「ますますたでい2016」の使い勝手を訊ねる内容を中心にアンケートをとった。

(※文責: 越田由利奈)

「ますますたでい 2016」についてのアンケートの分析

「ますますたでい 2016」は、使いやすい・見やすいと感じる学生が多かったが、一部改善すべき点も見られた。8割以上の学生が操作方法がわかりやすかったと答えていた。8割以上の学生がデザインが見やすかったと答えていた。また「問題に入る前に練習や下準備を行えるので問題を解く時に手が止まったらわからないということになりスラスラできたら自分ができたことがわかる」・「段階を踏んで回答できる」などのコメントもあった。一方で、選択式で回答できてしまうことが学習効果を抑えているのでは・問題数が少ない・ページ移動すると問題がリセットされている、などの問題点を指摘された。以上の結果から、学習者の「ますますたでい 2016」は、利用しやすいと感じる学生は多かったが、改善すべき点もあった。

(※文責: 越田由利奈)

6.2.4 成果発表会

後期にプロジェクトの最終成果を発表する成果発表会を行い、発表技術に対する評価と発表内容に対する評価を受けた。回答数は 86 である。回答者の内訳は 6.2 に載せてあり、評価の平均点は表 6.3 に載せてある。評価の結果の詳細は付録 G に載せてある。自由記述に関しては一部抜粋したものである。

表 6.2 閲覧人数

内訳	前半	後半	全体
1 年生	8	4	12
2 年生	1	3	4
3 年生	19	17	36
4 年生	7	2	9
M1	0	1	1
教員	3	5	8
職員	1	0	1
一般	3	1	4
学生	0	1	1
西高	6	0	6
札幌藻岩	0	1	1
無記入	1	2	3
合計	49	37	86

表 6.3 評価

内訳	前半	後半	全体
発表技術	7.75	7.97	7.85
発表内容	7.76	7.86	7.80

発表技術について

発表技術についての評価は、プレゼンに対するもの・発表者の発表態度に関して良い面と悪い面の両方の評価をもらった。プレゼンに対する良い評価は、「デモがありわかりやすかった」・「目的、方法、評価がよく伝わるように工夫されていた」、などがあつた。一方で、「前置きが少し長かった」・「デモはもう少しあってもよいと思う」、などの悪い評価もあつた。発表者の発表態度に対する良い評価は、「声が聞き取りやすかった」・「読み込んでいることがわかった」、などがあつた。一方、「目の前で指し棒を振り回されると怖い」・「一部スライドの文章を読むだけになる場面があつた」、などの悪い評価もあつた。

また前半と後半で発表者が異なつたため前半と後半では評価が異なるものもあつた。前半の発表に対する評価としては「全ての発表者が聞きやすい発表を行っている」・「スライドを差しながら説明していてわかりやすかった」というコメントに対して、後半の発表に対する評価としては「説明→デモの流れがスムーズだった」・「チームワークも良く、全員で良い発表をしようとする姿勢が良かった」というコメントがあつた。

(※文責: 越田由利奈)

発表内容について

発表内容についての評価は、制作物について・活動内容・「ますますたでい 2016」に対する分析についての意見や評価をもらった。制作物に関するコメントとしては、「ただ問題をわかる、わからないというものともとせらずに、チェックテストなどを問題のヒントとして解きやすくさせる方法は知識の発展になって良いと思った」・「本問とチェックテストの UI がほぼ同じでどっちの画面か分かりづらい」・「間違つた解答例はぜひ実装して欲しい」、などの感想・意見があつた。活動内容に対するコメントとしては、「切り口が面白い」・「問題点を発見するプロセスが実践的で良かった」、などの意見があつた。「ますますたでい 2016」に対する分析については、「論理的にはスジが通つていると思うがグラフ(アンケート)には意味がないと思う(わかつたつもりが検出出来てないのでは?答えた学生のうち、配点はどうだった、と結果と繋げないと意味がない)」・「“わかつたつもり”の解消がどう結果につながつたのかわからない」・「アンケートの“理解できた”はわかつたつもりではないの?」、などの指摘があつた。

(※文責: 越田由利奈)

第 7 章 今後の目標と展望

7.1 解析学 II 勉強会のアンケートの考察

解析学 II 勉強会で参加者に行ったアンケート、成果発表会で傍聴者に書いていただいた発表評価シートの集計結果から改善案がいくつか見つかった。その中でも、実際に行うべき改善点として 3 つ挙げられた。

- Web サイトを繰り返し利用してもらうための工夫
- 「ますますたでい 2016」に解析学の問題を追加
- 画面のデザイン修正

以下にそれぞれの詳細を述べる。

(※文責: 大内優香)

7.1.1 Web サイトを繰り返し利用してもらうための工夫

解析学 II 勉強会では、「ますますたでい 2016」を使用して一通り問題を解いてから実際に同じ問題を紙のテストで確認することによって、「ますますたでい 2016」の効果があつたのではないかと考えた。だが、現在の「ますますたでい 2016」自体には何度も繰り返し使ってもらうような促しがない。それでは、「わかつたつもり」になってしまうのではないかと考え、「わかつたつもり」にならないためにも繰り返し「ますますたでい 2016」を利用してもらう必要がある。

(※文責: 大内優香)

7.1.2 「ますますたでい 2016」に解析学の問題を追加

解析学 II 勉強会のアンケートより、「問題数を増やす」、「『ますますたでい 2016』の使える範囲を増やす」などの意見をもらった。しかし、現状では微分の問題が 3 問のみである。その理由は、Web サイトの実装する前段階である問題の設計に時間がかかってしまったからである。Web サイトの実装自体は、ある程度ひな型が出来ているため時間が大幅にかかる訳ではない。これらをふまえて、問題を増やすためには問題設計に時間がかかってしまうといった課題を解決する必要がある。本グループとしては設計をスムーズに行うための仕様書のフォーマットを改善するなどの工夫を行いたい。

(※文責: 大内優香)

7.1.3 画面のデザイン修正

解析学 II 勉強会アンケートでは、「画面遷移のデザインの工夫が必要」といった意見をもらった。その意見をふまえて自分が問題の中でも、どの位置にある問題を解いているかわかるように問題の

進捗バーを実装しようと考えた。だが、fullpage.js の機能を用いてうまく実装できなかったので、次年度では実装してもらいたい。

(※文責: 大内優香)

7.2 開発方法の改良

Web サイト開発を行う過程で、よりスムーズに開発を行うため、開発方法について以下の案が出た。

- 問題作成の自動化
- 問題追加の簡略化

以下にそれぞれの詳細を述べる。

(※文責: 越田由利奈)

7.2.1 問題作成の自動化

「ますますたでい 2016」に問題を実装する際は、実装するたび HTML・CSS・JavaScript のファイルをそれぞれ作っていた。しかしこの方法では、時間がかかる、問題ごとにデザインが変わってしまう、といった課題があった。

この課題を解決するために、作成したい問題を入力すると、問題ページを自動生成するシステムの制作が提案された。しかし制作時間がなく、この案が実現されなかった。そのため、次年度では問題作成の自動化システム開発に取り組んでももらいたい。

(※文責: 越田由利奈)

7.2.2 問題追加の簡略化

「ますますたでい 2016」に問題を追加する際は、HTML・CSS・JavaScript のファイルを追加するたびに、逐一手動でサーバにアップロードしていた。

この作業を簡略化するために、問題追加を自動で行うシステムの構築が提案された。しかし構築時間がなく、この案が実現されなかった。そのため、次年度では問題追加を簡略にするシステム構築に取り組んでももらいたい。

(※文責: 越田由利奈)

付録 A 新規習得技術

TeX

- 数式を表す技術
- 分割した tex ファイルを統合する技術
- グループ報告書において、文章や図表、箇条書きを表す技術

HTML

- form タグによってフォームを作る技術
- CSS、JavaScript を呼び出す技術
- ページ内の特定の場所にリンクさせる技術

CSS

- float、clearfix を用いたレイアウト技術
- z-index を設定してヘッダーやフッターを実装する技術
- Roboto や NotoSansJP などの Web フォントをインポートする技術

JavaScript

- HTML 内のフォームに格納されたデータを条件判定する技術
- 補足、ボタンなどの表示／非表示、色を変えるなどを制御する技術
- ポップアップを表示させる技術
- 特定のページに遷移させる技術

(※文責: 荒川貴大)

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 I 勉強会でチェックリストを作成すること、「ますますたでい 2016」の問題表記に活用した。

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。

プロジェクトマネジメント バージョン管理、進捗管理に活用した

ヒューマンインタフェース演習 HTML、CSS の技術習得に活用した。

企業実習 SourceTree の導入に活用した。

システム管理方法論 システム管理に活用した。

AI プログラミング I プログラミング知識の習得に活用した。

パターン認識 プログラミング知識の習得に活用した。

(※文責: 荒川貴大)

付録 C 相互評価

荒川貴大による相互評価

越田 Illustrator、Web アプリケーション構成、Preprosなどで、専門知識を生かして講習を行っていた。「ますますたでい」開発ではデザイン面での実装を全面的に担当してもらった。また、成果発表会の発表練習で忙しいなか、ポスター作成における多くの作業を手伝ってもらった。一方で、開発中に本プロジェクトの目的に「ますますたでい」がどのように関与するのかなど、システム班のあり方を考えていた。

大内 「ますますたでい」開発および修正において数学班と多く折衝してもらった。「ますますたでい」のHTMLファイル作成、修正については短時間で効率的に作業を行っていた。また、グループ週報を毎週進んで書いてもらった。これらのおかげで、安心して作業できたと感じる。

辻本 サーバ構築方法、GitとSourceTreeの仕組み、後期期末試験に向けた勉強会開催のデメリットについて、スライド資料を準備して発表していた。解析学Ⅱ勉強会では「ますますたでい」が「わかったつもり」を生み出す原因になるのではないかと、という鋭い指摘をしていた。また後期期末試験に向けた勉強会開催について、実現可能性を考慮した具体的な案を考えていた。他方で、GitHub上での更新を通知する機能や、「ますますたでい」をMicrosoft Azureを用いて学外からアクセスできるようにする検証など、意欲的な試みを多くしていた。

(※文責: 荒川貴大)

越田由利奈による相互評価

荒川 グループリーダーとして、全体をよく見てくれたと思う。議論している中で落とし穴があったらしっかり指摘するところや、細かい記録やWikiの整理など情報をまとめてくれたことは、活動していく中で大きな助けとなった。サーバの設定やJavaScriptの記述など、自分ができないところもたくさん担当してもらい、頭が上がらない。

辻本 グループの盛り上げ役として大きく貢献したと思う。つらい納期の際も面白い言い回しを使いながら会議を進めていくことにより、雰囲気の良いままグループの仕事を行えたと思う。また、会議が煮詰まっている時に新しい提案をしたり、周りの状況を見ながらタスクの可否を判断してグループが無理のないように動くことに貢献していたと思う。グループがスムーズに動くことができたことに対しても貢献したと思う。

大内 誰よりも仕事を率先して行っていた。会議のメモを取る係を自分から担い、Webサイト開発の土台となるコードを書く作業ではグループメンバーが驚くほど仕事を早く終え、他グループとの連携ではグループメンバーが仕事をしやすいように配慮しつつ班単位での連携を取るなど、早くやらなければいけない作業を迅速にこなすなど、グループの仕事にとっても貢献していたと思う。

(※文責: 越田由利奈)

辻本海成による相互評価

荒川 システム班のリーダーとして頑張ってくれたと思う。「ますますたでい」を作成している際はリーダーとして Wiki の記録やグラフ作成、サーバーの設定、数学班との樹形図作成など様々なことを行ってもらった、感謝。特にサーバーの設定を Wiki に残してくれたのは最高のファインプレーだったと思う。12 月以降から少し静かだと感じたが、おおむね後期を通してグループに貢献していたと思う。

越田 システム班デザイン部門の要として HTML の設計と CSS の実装を頑張っていた。「ますますたでい」の HTML の設計と CSS の実装はほとんど任せてしまったぐらい精力的に作業を行っていた。少し作業量に偏りがあったり、プロジェクトが見渡せていない時があったりしたが、それを上回る貢献はしたと思う。

大内 システム班の中では一番仕事の取っ掛かりが早かったと思う。特に面倒な HTML の記述を驚異的な早さで終わらせてくれたのは助かった。自分の仕事が終わった際、そのまま休憩するのでなく、ほかの仕事を探す姿勢も素晴らしいと感じた。特に数学班との連携の場面でお世話になりました。

(※文責: 辻本海成)

大内優香による相互評価

荒川 グループリーダーとして、進捗管理、報告をおこなってくれた。グループ内の話し合いがそれそうなときには、しっかり話を戻してくれた。また、プロジェクト内のグループリーダー会議の内容を Wiki などにまとめてくれたので、ほかの班の現状やその日の目標など把握しながら作業ができた。

越田 グループリーダーではないが、仕事の割り振りや話し合いの進行などリーダーシップを発揮してくれていた。HTML に関して相談やわからないところを聞くとすぐ答えてくれ、とても助かった。本プロジェクトの唯一のデザインコースということもあるが、デザイン関係の仕事とほぼすべてやってくれていた。

辻本 グループ内の話し合いでは、幾度となく新しい提案を出してくれ、スムーズに進めることができた。また、仕事に取り掛かるのが早く、バグの修正などすぐに対応してくれた。自分がほかの用事でグループ活動ができないときがあればその前までに仕事を終わらせたり、自分の仕事をしっかりとこなすのはもちろんのこと、早く作業が終わると他のメンバーの仕事を手伝ったりと様々な仕事をしてくれた。

(※文責: 大内優香)

付録 D 解析学 I 勉強会アンケート結果

勉強会前アンケート

1. 勉強会に参加した理由を選んでください (表 D.1)

表 D.1 勉強会に参加した理由

単体がヤバイと感じたため	23
自身の知識の確認のため	9
自身の圧倒的成長のため	4
解析学が好きだから	1
これからヤバくなると予想したため	1
テスト直前だったため	1
テスト勉強を含めて	1

2. 中間テストでいい点を取ることができる自信はありますか? (表 D.2)

表 D.2 中間テストでいい点を取る自信はあるか

とても自信がある	0
自信がある	2
自信がない	16
全然自信がない	22

3. 普段は講義以外の場で数学の勉強をしますか? (表 D.3)

表 D.3 普段は講義以外の場で勉強するか

はい	27
いいえ	13

- 3-1. 上記質問で“はい”と答えた方、1週間でどれくらい自習していますか? (表 D.4)

表 D.4 1週間でどのくらい勉強するか

0.5 時間	1
1 時間	9
1.5 時間	1
2 時間	9
3 時間	6
4 時間	1

4. 解析学を勉強するときはどういうツールをういますか? (複数回答可) (表 D.5)

表 D.5 解析学を勉強するとき用いるツール

教科書	36
ノート	9
過去問	5
友達と一緒に	1
参考書	1
図書館	1
総合演習のプリント	1
数 III の教科書	1
総スマホのアプリ	1
授業配布のプリント	1
高校の問題	1

5. 問題が解けないときはどうやって解決していますか? (表 D.6)

表 D.6 問題が解けないときの解決方法

友達や先輩と解決	27
自分で解決	14
あきらめる	2
その他	1

6. 勉強するときは一人で勉強しますか? (表 D.7)

表 D.7 勉強するときは一人か

ひとり	32
複数人	5

7. 複数人と答えた方、みんなでやるときはどういう人とやりますか? (表 D.8)

表 D.8 複数人でやるときはどういう人とやるのか

自分よりできる人	4
仲がいい人 (数学の実力は問わない)	2

8. 中間テストに向けて何か勉強していますか? (表 D.9)

表 D.9 中間テストに向けて勉強しているか

はい	15
いいえ	20

表 D.10 中間テストに向けての勉強は具体的に何を行なっているか

教科書を読む	10
教科書の問題を解く	9
過去問を解く	3
参考書などを利用する	1

8-1. 上記質問で“はい”と答えた方、具体的に何を行なっていますか？（複数回等可）（表 D.10）

8-2. 二つ上の質問で“いいえ”と答えた方、勉強しない理由はなんですか？（複数回等可）（表 D.11）

表 D.11 中間テストの勉強をしない理由

勉強方法がわからない	16
時間がない	8
あきらめた	2
中間テストの範囲はなんとかなると思う	1

9. 解析学は好きですか？（表 D.12）

表 D.12 解析学は好きか

とても好き	2
好き	10
好きではない	23
全然好きではない	4

10. 解析学は比較的得意な方だと思いますか？（表 D.13）

表 D.13 解析学は比較的得意だと思うか

とても得意だと思う	1
得意だと思う	3
得意ではないと思う	8
全然得意でないと思う	17

勉強会后アンケート

1. 中間テストでいい点を取ることができる自信はありますか？（表 D.14）
2. これから解析学を勉強する上でどれが一番有効なツールだと思いますか？（表 D.15）
3. 問題が解けないときはどうやって解決しますか？（表 D.16）
4. 中間テストに向けて何か勉強しようと思いますか？（表 D.17）
5. 上記質問で“はい”と答えた方、具体的に何を行いますか？（複数回等可）（表 D.18）

表 D.14 中間テストでいい点を取る自信

かなり自信がある	0
自信がある	10
自信ない	15
全然自信ない	10

表 D.15 解析学を勉強する上で一番有効だと思うツール

教科書	36
ノート	12
過去問	10
参考書	2
ネット	2
配布プリント	1
数 III の教科書	1
先輩	1

表 D.16 問題が解けないときの解決方法

友達や先輩と解決	30
自分で解決	7
先生に聞いて解決	2

表 D.17 中間テストに向けて勉強しようと思うか

はい	35
いいえ	0

表 D.18 中間テストに向けての勉強は具体的に何をするか

教科書を読む	29
教科書の問題を解く	28
過去問を解く	18
参考書などを利用する	7
数 III の勉強	1

6. この勉強会で得たものはなんですか？

数学について

(知識)

- 極限の基礎知識

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 極限で、 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha \Leftrightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} |a_n - \alpha| = 0$ ということ
- $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha \Leftrightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} |a_n - \alpha| = 0$ と $\lim_{x \rightarrow \alpha} \sin x = \sin \alpha$ についての理解
- 発散ということばの意味 (高校と大学の違い)
- 発散の意味 (∞ か $-\infty$ が発散だと思っていた)
- 言葉の意味の理解 (極限を調べる)
- 定義の確認

(解答の仕方)

- 片側極限の解き方、定理を使った照明の仕方。
- 問題に対する答え方がわかった。
- 解答の作り方、書き方

(考え方)

- $\sin \frac{1}{x}$ のグラフは人では書けないことを学んだ。
- グラフよりとグラフを引用しての解答はダメなんだと学んだ。
- グラフの書き方を覚えることができた。
- グラフを書くとわかりやすい
- 自分がガウスの考え方を理解していないことが分かった。
- 今まであいまいだったものをきちんと説明してもらえたのでよく分かりました

教科書の中身、教科書を使う

- 教科書で、定理をきちんと理解することの大切さ。
- 教科書の定理の意味が分かった。
- わかりやすい説明で理解でき、教科書を理解することが大切だと思った。
- 教科書を使うこと
- 教科書をじっくり読むことの大切さ
- 極限の概念について少しわかった。もっと教科書をよく読んで勉強していきたい。

学習について

(意識)

- 数学の難しさ
- 自分はとても大事なところで勘違いをしていたのでそれに気付いて良かった。
- 勉強する意欲
- なぜこの答えになるのか記述する力がないことはもともとわかっていたがここまでひどいとは思わなかったのでこれから意識して勉強しようというやる気と方針が手に入った。
- 高校で勉強してきた数学とどのぐらい大学での解析学が違うのか、どう勉強していけばいいのかがわかった。
- 分からなかったところを積極的に聞いていこうと思った。(わからないことへの認識)
- 解析学であやふやだった部分が少し解決できました
- 理解をしても説明ができないと完全に理解できていないことがわかるということが分かった。

- 今までの授業内容はそれなりに理解していたものの、問題の解き方、書き方についての理解が不十分だったのですが、この勉強会を通して何をどう書けばいいのか理解できてよかったです。

(考え方)

- 定理などを理解して記述すること
- 問題の考えかた、見方を少しだけ理解することが出来た。
- 感覚で考えるのではなく論理的に考える力
- 証明問題を理解すること。
- なぜその答えがでるのかという明確な証明方法
- 解き方の重要性

7. 解析学は好きですか? (表 D.19)

表 D.19 解析学は好きか

とても好き	5
好き	9
好きでない	23
全然好きでない	3

8. 解析学は比較的得意な方だと思いますか? (表 D.20)

表 D.20 解析学は比較的得意な方だと思うか

とても得意だと思う	1
得意だと思う	6
得意でないと思う	20
全然得意でないと思う	11

中間テスト後アンケート

1. 中間テストの手応えはどうでしたか? (表 D.21)

表 D.21 中間テストの手応え

とても手応えを感じた	0
手応えを感じた	7
手応えを感じなかった	12
全然手応えを感じなかった	5

2. 中間テストの前にどんな勉強をしましたか?

- 教科書を読む
- 過去問を解く

- 先生に渡されたプリントに取り組んだ
- 教科書の問題
- 数学総合演習の問題を解く
- 過去問にあった系統の問題と中心に説いた。
- ノートに書いてある証明などを見直した

3. 先日開催した勉強会は中間テストにどれぐらい役に立ちましたか? (表 D.22)

表 D.22 勉強会が中間テストに役立ったか

とても役に立った	3
役に立った	12
役に立たなかった	7
全然役に立たなかった	2

4. 勉強会の何が役に立ちましたか?具体的にお書きください

- 極限に関して
- 解析学は細かい説明も大切だということを知った
- 概念の再確認
- グラフよりという表現は、駄目だということ
- どんな回答が求められているのかわかった
- 頑張ればできそうという手応え
- 似たよう問題が出てきた
- \sin の極限
- 右側左側極限について
- 理解してなかった定義を理解することができました
- 解答の仕方がわかっていなかったことあったので教えてもらえた
- 解答する際の考え方
- どのような問題が出るかわかった
- 解説がわかりやすくて、授業でわからなかったところがわかった
- 極限の見分け方

5. またテスト前に同じような勉強会があれば参加したいと思いますか? (表 D.23)

表 D.23 また勉強会があれば参加したいか

参加したいと強く思う	13
参加したいと思う	6
参加したいと思わない	3
全然参加したいと思わない	2

(※文責: 越田由利奈)

付録 E 中間発表会アンケート結果

発表技術について

評価一覧

発表の仕方について良いところ

(プレゼン全体)

- スライドの構成が段階的でわかりやすかった。
- 話の流れがとてもよかった。
- 自分たちが行ってきたこと、流れがわかりやすく説明できてたと思う。
- 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。
- 一つ一つの項目についてはよくわかった。
- プロジェクトの目的がわかりやすい。

(発表者)

- 発表が聞きやすかった。
- 声が大きく聞き取りやすかった。
- 声が聞こえやすかった。
- 身振り手振りあって声も聞き取りやすかった。
- プレゼンの声の大きさがよかった。
- ゆっくり話していてわかりやすくてよかった。
- 話し方が丁寧。
- 話し言葉はわかりやすい日本語であった。

(スライド)

- スライドにページ数があるところがいいと思う。
- スライドが簡潔でわかりやすかった。
- スライドはシンプルに見やすいのでいいと思う。
- 写真などを見ることで、活動の雰囲気が伝わった。

発表の仕方について悪いところ

(プレゼン全体)

- 構成がまとまりなくわかりにくい所があった。
- 話の前後のつながりわかりづらかった。
- どこが区切りかわかり辛い。気づいたら終わってた。
- 発表が非常に長く感じた。
- プロジェクト全体の目的が何なのか、ということが伝わらなかった。

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 今後何をやるのか不明→質問してわかった。
- スライドには文字をあまり書かず、口で説明するとういと思う。
- 実際の資料的なものだったりとか目を引くものを用意すべきだったと思う。
- 正直スライドのみで退屈した。
- 右のモニターの説明がなく、わからなかった。

(発表者)

- 声が小さいので後ろの方まで聞こえない
- 言い淀みが多い
- レーザーポインターをもっと積極的に用いた方が良いのでは。
- 発表中に体を揺らさない方が良いと思う。
- プレゼンター、質問受けている時口を開けるのやめた方がいい。
- アイコンタクトがあまりない印象。
- もっと audience に向かって目標を向けた方が良いと思う。
- 数学の話をしている時自信がないように見える。
- スライドが台本になっている。何を強調したいのかわからない。
- 同じことを連呼していた。

(スライド)

- 例や図が少なく感じた。
- スライドが単調。
- 矢印の向きが上下どちらもあるのが視線の流れを否定していて不快。
- 文字だけのスライドが多いためスライド内でも色をつけて強調して見やすくして欲しい。
- 一部文字が小さくて見づらいところがあった。
- プロジェクターでの表示が見づらい。

活動内容寄り良いところ

- アンケートの結果を活かしているのがよかった。
- 勉強会などの経験から考えがまとめられていると思う。
- 今後の活動内容（完成形の具体イメージ）が示されていると良いのではと思う。

活動内容寄り悪いところ

- わかったことが次につながっていない。
- メタラボと比べてどのような利点があるのかを明確にした方が良い。
- 大学1年生を対象にした意味は？
- 勉強会→教科書を不十分に読んでないことがわかった→対応方法が不明確
- 勉強会←単に不勉強なだけか？

疑問

- 数学用語を教えるようなものをどのように実装するのか。
- これからの展望（アプリケーション、システム）が分からなかった。

発表内容について

評価一覧

感想

(プラス)

- 内容がとても身近なことなのでわかりやすかった。
- 自分自身、数学が苦手なので頑張っ欲しい。
- 個人的に数学が好きなので、興味深い。

(マイナス)

- 動機が押し付けのように感じる。自分たちと1年生の学習環境の違いを分析すれば。
- とりあえず、おもしろくはない。

活動そのもの・活動の流れについて

(流れ)

- 目的について前期活動を流れに沿って活動していることがわかった。
- 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。
- 問題を見つけ解決するという流れはとても良いと思う。
- プロセスは細かく入っており、その点は理解しやすかった。

(細かい部分)

- 目的を立てた理由がわかりやすかった。
- 数学学習環境のデザイン（1年生向け）とはいえ、扱うのは解析学だけ？
- 単位取得が目的なのが自習させることに役立つ環境なのか？（自分は後者と解釈した）
- 今後、達成しようとしている目的が不明確。「理解の補助」とは何？

発表方法・活動の中身

(疑問)

- なぜ極限值についての問題を扱ったのか。
- 苦勞してほしくないだけが目的なのか、その先があるのか分からない部分があった。

(意見)

- もっと具体的に例示を多くした方が知識が乏しい人でもわかりやすくなると思う。
- システムのモックアップぐらいはほしかった。
- 起承転結へのキーワードがスライドに少なかったため、あるとつなげやすくまとまりやすいと思う。
- 例に挙げた問題について少ししゃべっても良かったのではと思った。

(指摘)

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 根本的に当たり前の説明が多かった。
- 発表内容がわかりづらい部分があった。
- 必要性に対する説得力がない。
- メタ学習ラボとの切りわけについて、後で話を聞くと明確な違いを理解できました。
- 解析学の教え方と教本が悪ように聞こえる。

数学学習

(数学用語の理解とは)

- 数学用語の意味を理解していないのではなく、数学用語の意味を理解している気になっているのだと思う。
- 数学用語の意味を知らない、とは?理解している、とは?
- 自分はわりと数学は雰囲気解いていて、用語を用いて理解しなくても正解することができた。

(数学用語の理解以外の方法)

- 実際数学のキーワードとなる言葉よりもその関数や式の証明のほうが大切だと感じた。
- 単語の定義以外にも解析学が分からない理由があると思うがそのサポートはしないのか?

(その他)

- 昨年度から教科書へ戻る、では教科書で最初から最後まで勉強すればいいのではないか。

活動内容、実現方法

(現状把握)

- 実際に現在の1年生を対象に調査することで現状をリアルに把握できていていい。
- 実際に2回1年生の勉強会を開催して問題点を把握していて良いと思う。

(対象の調査)

- できない人ばかり見ている。分かる人がどうなのかも議論すべき。
- 協調学習する際、そもそも全然数学できない人に対する効果があるかどうかの証拠が足りていないように感じる。
- 1年生が「理解した」といった後に、簡単なテストをしたらまた違う評価が得られたのでは?
- 対象をしぼることも考えるといいと思う。

(実現方法)

- なぜ情報技術とデザイン技術で助けるといいと思ったか?
- 問題を解くことではなく問題を理解することが大切だと感じた。
- 問題集的なものをweb上で実現する利点は?紙でもよくないか?

今後について

(具体性)

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 具体的にどんなものを作るのかなどがあまりわからない。
- どのような方向性で学習させるのかの説明が欲しい。
- デザインの内容についてそもそもキカクがあまり伝わってこなかった。
- 複数人で議論しながらとあるが、それはまとまりの中に理解者が（集団の数だけ）必要になるのでは？

（不明確）

- 勉強会と研修会の結果を見て今後の目標を慎重に決めてほしい。
- 次回（後期）への目標を明確にしてほしかった。
- 願望が当たり前すぎて成果として現れるか不安に感じた。
- 今後の活動が明確に見えない。
- ゴールがあやふや。
- 今後何するのかはわからなかった。
- あとは方法次第だと思う。
- 今後の展望をより具体的にしたほうが良い。
- 具体的案が不明確、昨年度の改良のみ？

（理由）

- 今後の展望の部分ではなぜそうなのかという部分をもっと説明してほしかった。
- 昨年度の verup という説明がない。

（吟味）

- 去年の verup が最も最適なのか？

（実現可能性）

- スケジュールだけ見ると夏季休業も活動しているように見えるけど大丈夫？
- 支援すると言ったが、そもそも利用している学生はいるの？
- アプリ開発のスケジューリングに無理があり、メンバーに負担がかかるのでは？

（意見・提案）

- 「ナブラ演算子ゲーム」のようなゲーミフィケーションを用いて数学を勉強すると、するすると覚えてやる気も出るので、是非検討してほしい。
- 本質を理解させるというのは素晴らしいことだと思うが、その後もサポートしてはどうだろうか。
- 現状で数学学習支援を目的とするソフトやサービス等を調査、分析してはどうだろうか？

（※文責：越田由利奈）

付録 F 解析学 II 勉強会アンケート結果

数学学習について

1. 「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？
(表 F.1)

表 F.1 チェックテストは問題を解く上で役に立ったか

とても役に立った	23
役に立った	11
どちらとも言えない	0
役に立たなかった	0
全く役に立たなかった	0

1-1. どのように役に立ちましたか？役に立たなかった場合は、それはなぜですか？

- ロピタルの定理の記述方法がわかった
- 範囲の確認ができた
- わかりやすい
- 使いやすい
- 段階を踏んで確認できた
- 論理的な思考の流れを作る助けになった
- わからないことが多いことに気がつくことができた
- 勉強する機会を与えてもらった
- 何から始めたらいいかわかった
- 間違いをすぐ見返すことができた
- 必要なものを思い出すことができた
- 基礎の曖昧だった部分が確認できた

2. 「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、理解出来ましたか？
(表 F.2)

表 F.2 ロピタルの定理を理解できたか

とても理解できた	15
理解できた	16
どちらとも言えない	2
理解できなかった	0
全く理解できなかった	0

3. 「ますますたでい」で勉強したことにより、今回取り扱った不定形の極限を求める問題をどの程度解けましたか？ (表 F.3)

表 F.3 不定形の極限を求める問題は解けたか

かなり解けた	15
解けた	14
どちらとも言えない	4
解けなかった	0
全く解けなかった	0

3.2. 解けなかった場合、わからなかったところを教えてください。

- 自分のロピタルの定理を使う際の記述の仕方があっているのか不安なところ
- 「指数関数の連続性」という言葉が必要な点
- 時間が足りない
- ロピタルの定理を使う前の不定形の形にするところ
- 指数関数の変形
- 比の変形や細かい計算がわからなかった

4. 「ますますたでい」を使って学習した後の確認テストは、解きやすかったですか？（表 F.4）

表 F.4 確認テストは解きやすかったか

とても解きやすかった	24
解きやすかった	7
どちらとも言えない	2
解きにくかった	0
とても解きにくかった	0

4.2. その理由を教えてください。

- 勘で当たるところがある
- ロピタルの定理の条件や計算を学習できたため回答の仕方がわかったから
- しっかりと理解して取り組めた
- 解き方がわかった
- 一回頭に入ったから解きやすかった
- 問題を解くための知識を全て得ることができた
- ヒントを教えてくれるから
- 論理的な考え方が理解できた
- チェックテスト形式で、その問題に使う技法に関する解説が行われていてその問題においてどのように解くかの流れを前もって組み立てることができたため
- 忘れていた部分を思い出すことができた
- 流れはなんとなくわかっていても何を書けばいいかわからない
- 解くというより暗記で覚えてないところがあやふやだった
- 計算過程でつまづいた
- 間違えた時にどこを復習すればいいかわかりやすかった

- 解法の要点を掴んだ状態で問題に取り組めたから

5. 「ますますたでい」は解析学のテスト勉強に役立つと感じましたか？（表 F.5）

表 F.5 「ますますたでい」がテスト勉強に役立つと感じたか

とても役に立つと感じた	22
役に立つと感じた	9
どちらとも言えない	2
役に立たないと感じた	0
全く役に立たないと感じた	0

5.1. どのようなところが役に立ちましたか？あるいは役に立ちませんでしたか？（

- 事前に必要な定理などの確認ができた
- 解法の手順を追って確認できた
- 問題の基本を確認できた
- ロピタルの定理を利用する問題の解き方を学ぶことができた
- 回答方法の流れがわかった
- 論理的考え方の構築
- 一つずつ丁寧に解くことができた
- どこに「ロピタルの定理より」や「指数関数の連続性より」といった注釈を差し込むかの解説が細かくなされていたため。
- 間違えた時のヒントが的確
- わからないところもしっかり確認できた
- 1 から自分で解くのは抵抗があったが補助のようなものがあると取り組みやすかった
- 単元によって適しているかどうか変わると思う
- 補助がきちんとあり、授業で理解できなかったとしても、理解できる

6. 「ますますたでい」をほかの単元でも使用したいと思いますか？（表 F.6）

表 F.6 「ますますたでい」を他の単元でも使用したいと感じるか

はい	26
いいえ	1
どちらとも言えない	6

ますますたでいについて

1. 操作方法は分かりやすかったですか？（表 F.7）

1.1. 分かりづらかったところを教えてください。

- カーソルを合わせると色が変わってくれと嬉しい
- クリックするボタンが「問題を解く」ではなく「次に進んでください」などにするとスムーズだと思う

表 F.7 操作方法はわかりやすかったか

とてもわかりやすかった	18
わかりやすかった	11
どちらとも言えない	3
わかりにくかった	1
とてもわかりにくかった	0

- 選択する場所が狭い
- 補助の解説の“わかった”を押し忘れやすい
- 問題の後で、すぐ確認問題を解いていいのかわからなかった
- クリックすべき場所がわかりにくかった（戻りボタンなど）
- 正解してからどうすればいいかはじめはわからなかった

2. デザインは見やすかったですか？（表 F.8）

表 F.8 デザインは見やすかったか

とても見やすかった	22
見やすかった	6
どちらとも言えない	4
見にくかった	1
とても見にくかった	0

2.2. 見づらかったところを教えてください。（表 F.7）

- たまに回答の選択肢が見切れてしまう時があった
- スタート画面の問題の周りの色が背景と同じだったので、少し押しにくいと思いました。

3. 「ますますたでい」を今後利用したいと思いますか？（表 F.9）

表 F.9 「ますますたでい」を今後利用したいと思いますか

とても利用したいと思います	18
利用したいと思います	15
どちらとも言えない	2
利用したいと思わない	0
全然利用したいと思わない	0

4. 「ますますたでい」を利用して、全体的にどの程度満足しましたか？（表 F.10）

5. 「ますますたでい」の良かったところは何ですか？

- 問題を解く前に必要な情報を確認できる
- 段階を踏んで回答できる
- わからない問題の記述がしてある教科書のページが載っている
- わかりやすく解説している

表 F.10 「ますますたでい」を利用してどのくらい満足したか

とても満足した	22
満足した	10
どちらとも言えない	1
満足していない	0
全然満足していない	0

- シンプルなデザイン
- 基礎を重視したチェックテストがある
- 理解すべき点を復習できたところ
- 問題に入る前に練習や下準備を行えるので問題を解く時に手が止まったらわからないということになりスラスラできたら自分ができたことがわかるから
- 間違ったところの補足
- その問題ごとの解答の流れに関する説明を見ながら解答を作成できたのでどこに何を記述するかを考えやすかった点
- 一つ一つ確認できる
- その問題ごとの解答の流れに関する説明を見ながら解答を作成できたのでどこに何を記述するかを考えやすかった点
- わかりやすく学べる
- その問題ごとの解答の流れに関する説明を見ながら解答を作成できたのでどこに何を記述するかを考えやすかった点
- 誰でもすぐに利用でき、補足が理解を深めるのに役立つ
- 教科書で確認するページが出てくる
- パソコンで学べるので、紙で解くよりやる気が起きる

6. 改善すべきところはありますか？

- ヒントが出ないところがあって悲しかった（指数関数の連続性）
- 選択式だと勘で答えることもできてしまう
- 回答の選択肢をプルダウンメニューでなく、ラジオボタンにした方が選択しやすかった
- 矢印キーを押してページを移動する時の動きが遅いため、長い問題だと見たいページを見るのに時間がかかると思う
- 全ての問題で参照できる箇所を教えて欲しい
- 言葉の答えを要求する時はその答えを明確にする必要があると感じた
- 引っ掛ける選択肢を増やす
- 空欄を多くする
- 問題数を増やす
- 問題を見返したい時にリセットされている部分
- 教科書の行数がないから参照する場所がわからない
- 画面遷移のデザインを工夫
- わかっても解説を出して欲しい
- 選択問題と記述問題のバランスをちょうどよくする

- 「ますますたでい」 を使える範囲を増やす

(※文責: 越田由利奈)

付録 G 成果発表会アンケート結果

前半

発表の仕方について良いところ

(プレゼン全体)

- 話の流れがとてもよくわかった。
- プレゼンテーションの内容は活動を網羅的に話す構成となっており、全体を知ることができた。
- 3人の漫才も良かった。
- 工夫のある発表で良かったと思う。
- スライド発表が視聴者側の視点でおもしろかった
- スライド内の情報と発言でのバランスが良く、わかりやすかった。
- ポスターのデザインが良い。
- ポスターの英語の使い方が良い。

(発表者)

- 聞き取りやすい声量であり良かったと思う。
- 全ての発表者が聞きやすい発表を行っている。
- かたすぎない発表で良かった。
- いい声をしていた。
- 声が出ていて速さも聞きやすかった。
- 発表の声は聞き取りやすかった。
- 言葉に抑揚があり聞きやすい。
- ハキハキと引き付けるようなプレゼンでした。
- テンポよく発表していてとても聞きやすかった。
- 難しい単語のようなものも出たけど、補足してくれているから発表を理解しやすかった。
- スライドを差しながら説明していてわかりやすかった。
- 原稿を全く見ないプレゼンスタイルがとても良かった。
- 声がとても大きくて聞きやすく最後まで集中して聞くことのできたプレゼンだった。

発表の仕方について悪いところ

(プレゼン全体)

- 茶番必要？
- 途中で別の人少しだけ話すと聞きにくい。
- 話す人が変わる理由がわからない
- PCの操作を発表者以外の方がすべき。

(発表者)

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- たまに早口になっていることがあるのでそこを改善すると良いと思う
- 母音と子音のバランスが悪いので聞き取りづらい。
- デモ早い。
- 目の前で指し棒を回されると怖い。
- イントロの演劇の全力度が足りない。
- 指示棒が視界内で動き回って気になった。使わない時はしまうなり、動かさないようにしてほしかった。
- 一部メリハリが強すぎてくどく感じる。
- 相手への発表するなら重要なところの声の大きさももう少し欲しい。

(スライド)

- スライドで矢印が下から上に向いているのが気持ち悪い。

活動内容寄り良いところ

- プロジェクトを用いて勉強することができることを知りました。
- 勉強の向上を目的としたプロジェクトなので観点が良いと思った。
- 以前作ったものをさらによくするのはとてもいいと思った。
- 入学したら「ますますたでい」を使ってみたいと思った。
- 数学が苦手な人は多いと思う。
- 実用化できたら、かなりの人が助かると思う。
- 学習支援ツールとしていいと思う。
- 勉強会等を行って結果を出しているのが良かった。
- まだ、台本を読んでいるだけというふうに見えた。
- 所々でスライドが難しかった。

疑問

- 工夫について何か案はあるのか？

後半

発表の仕方について良いところ

(プレゼン全体)

- サイトのデモがあり分かりやすかった
- わかりやすいスライドで聞きやすいプレゼンでした
- 動画を使っても良かった、後半はリングージして分かりやすかった
- 茶番(笑)でも共感できた。
- 目的、方法、評価がよく伝わるよう工夫されていました。
- 説明→デモの流れがスムーズだった。

(発表者)

- チームワークも良く、全員で良い発表をしようとする姿勢が良かった。

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 見る人を惹きつけるような工夫がされていた。
- 実演しながらのプレゼンは分かりやすい
- 小芝居が面白い。
- 声が聞き取りやすかった。
- 少し噛んでいましたが、とても元気がよく、とても聞き取りやすかったです。
- 声、アクセントはしっかりしていて、頭に内容がしっかり入ってくる。
- 声の大きさ、スピードがちょうどよかった。
- 読み込んでいることがわかる感じだった
- 発表者三人とも発表がうまくて伝わりやすかった。
- 発話者の抑揚が素晴らしい。不備もなく良かった。
- 聞きやすくとてもよい発表だったと思います
- 聞き取りやすい声量だった
- 抑揚が強く、わかりやすい説明だった。
- 話し方が上手で分かりやすかった

(スライド)

- スライドもシンプルで見やすかった
- スライドはシンプルでしたが、わかりやすく読みやすかったです。
- デモや具体例がないので何を工夫したのかわからなかった
- デモをプレイしてみたかったです。

発表の仕方について悪いところ

(プレゼン全体)

- 前置きが少し長かった。
- 目的をズバツと言ってほしかった。
- デモはもう少しあってもよいと思う。

(発表者)

- “え〜”などの言葉でつなぐのはよくないと思います。
- スライドの文字を読んでいるだけに感じた
- とてもいいんだけど声の大きさが…本当に声の大きさだけ直せば10でした
- 一部スライドの文章を読むだけになる場面があった。
- 声が小さい
- 少し声が小さく聞き取りにくかったです。
- 前半がしゃべりの内容とパウポの文章が別々なので話を聞いている間目が泳ぎがちだった。
- 少し話すスピードが速かった。
- 声が聞き取りやすかったです。棒がスクリーンにバシバシ当たると見づらいです。
- 二番目の発表者の声が聞き取りにくかった。

(スライド)

- スライドの構成についてももう少し工夫が必要。

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- スライドの大事な部分がわかりにくい。
- スライドに字が多くて少し見づらかった。

活動内容寄り良いところ

- 学習と演習の繰り返しを行っているので、身につけやすいと感じた。補足がいいと思う
- 活動の内容がよく分かりました
- 研究の内容が明確でわかりやすかった。改善点も明確だった。

疑問

- 数学用語の理解は解ければ ok なのか？

制作物への感想

- 改善点などがわかりやすかったです。今後使ってみたいと感じました
- 背景や方針を一から丁寧に説明していたので、目的などを理解できました。数学が苦手なので使ってみたいです。
- 数学に何かの突っかかりを感じている人には良いと思った
- 去年の成果物をさらに発展させていて良いと思いました。それを実際に 1 年生に使ってもらって、学習の支援ができていてすごいと思いました。
- 教員の方々からの意見は正直どうでもよく感じた。とても需要のあるサイトだと思うし、ロピタルの定理が嫌いなら学生に教える必要はないと思う。とても素晴らしい成果物だった。
- 論理的に数学を考えるととても楽しいです、自分が思っている問題解法の理想を発表されていてとても共感できた
- 純粋に使ってみたいと思った。

発表方法

(発表内容)

- どのような研究だったかわかりやすかった。
- 内容が遠回しすぎる印象を受けた。
- 考察もありよかった
- グラフでの主張が弱い。
- 時間内に活動した内容が伝わってきた。
- 考察の根拠をもう少し書いて欲しい。
- 実験対象一年生 35 人の情報をもっとほしかった。
- 仕様の流れの図があるとわかりやすい。
- デザイン技術って何？ (内容の詳細)
- 内容の流れ)
- 制作までのプロセスが明確、的確で非常に良いと思った。
- どうしてこの目標設定をしたのか細かく説明があるのでわかりやすい。
- 「ますますたでい」を作ろうとした経緯が良くわかった。
- 「デザインが見やすく」「分かりやすく」→プロセス、前後の具体例でどう見やすいのか、分

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

かりやすいのかが不明

- 目的の絞り込みと、アプローチの方法に工夫がよく行われていて、よく考えた様子が伝わった。
- 発表の流れがわかりやすかった。

(発表者)

- 内容はとても興味をもてるがまわりの物音で少し聞こえないところがあった。
- わかりやすいプレゼンでしたが質問への回答ができていなかったかと
- 早めに用語の例が欲しい。
- 少し聞きづらかった。

(スライド)

- 全体的に分かりやすいプレゼンスライドだと感じました
- スライドは見やすくていい。
- 数式やグラフの数字等が少し見づらかった。

(デモ)

- 「ますますたでい」の実演の所が少し早くおわりすぎていて少しわかりづらい。
- 「ますますたでい」を実際に動かすことで理解しやすくなっていた
- デモのテンポが早すぎて画面をみるヒマがなかった。
- スライドの展開がわかりやすかった
- デモ早くて分かりにくかった。
- デモがあって良かった。

活動の中身・活動の流れについて

(今年の活動・制作物を踏まえ)

- 内容は面白い切り口だと思う。
- 昨年度からの改善点はよくわかった。
- 高校生の時に考えていたことはすごく共感できました。
- 昨年度の問題点がわかりやすかった。
- 昨年度との差別化できるのは素晴らしいと感じた。
- 昨年のもも分かなければ先に進めないはずですが？
- 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。
- 昨年との結果の比較が知りたかった。

(プロジェクトのプロセスに関して)

- 一年生の問題点を発見するプロセスが実践的で良かった。
- 目的や提案プロセスがしっかりしており、良い結果も得られて良いと思った
- 目的を決定するまでの流れが細かく、活動の進め方が丁寧で良いと思った。
- 何度も評価をし、改善するというプロセスはすばらしいと思います (プロジェクトの目標に関して)

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 昨年の「ますますたでい」の課題と、自分たちの経験をもとに目標を決めていて、良い流れの活動になっていると思った。
- 目標や仮説がはっきりしていて分かりやすい。

(サイトの試用について)

- 実際に生徒に使用させて、回答数が上がっている結果が出たのは何よりの成果だと思った。
- フィードバックから改善点をするのは良い流れだと感じた。

(今後の改善・展望に関して)

- 今後の改善、展望まで考えられていて、発展性のある内容で良かった。
- 「ますますたでい」の改善に効果が出ているので今後他の分野にも使えると面白い

数学学習・制作物の中身について

(ロピタル定理について)

- 「ロピタルの定理」が大事なテーマだとは思えない。数学を学ぶ動機付けの方を頑張って欲しい
- ロピタルにおいては、結果が収束する時使えるのが重要だと思うが、それができた人はいたのか。
- ロピタルの定理が使いにくいのはなぜ？

(学習について)

- 数学用語がわからなかったり、教科書を読まないという結果に対しての原因がわからなかった
- 用語理解の補助だけで数学ができるようになるのか疑問。

(「ますますたでい」の効果について)

- ただ問題をわかる、わからないというものともとのせいで、チェックテストなどを問題のヒントとして解きやすくさせる方法は知識の発展になって良いと思った。
- 「わかった」と回答するだけでは進めない仕組みは良い。
- チェックテストだけだとわかったつもりになるが、変更点によりわかったつもりを防げることから十分に良かったと思う。
- わかったつもりを検出するのはよいアイデアだと思う。
- 「ますますたでい」によって数学の論理が理解できるようになるというのが印象的であった。
- 教科書補助ツールとして有用だと思う。
- 問題の選択肢が4つな時点で数を答えれば当たってしまうから、分からないままになってしまう人がいると思う。

(「ますますたでい」の内容について)

- 「ますますたでい」において、間違った時戻すべきなのは教科書であるように感じた。
- 間違えた時の補足の文章が煽りのようになっている。
- 補足は間違った箇所だけでいい。

- 「ますますたでい」が大きく進歩してる。機能もデザインも良い。
- 本問とチェックテストの UI がほぼ同じでどっちの画面か分かりづらい。

「ますますたでい」の分析に関して

(対象者の偏り)

- 調査の対象が勉強会に参加している人たちであり、彼らはすでに十分なやる気があるものと思われるので、調査から得られるデータは自然と有利なものになると思う。
- 対象者は1年生だけでなく、2年生とかでもできたらよいデータがとれたと思います(分析に対する意見)
- 計画の流れ、目標はわかりやすかったが、「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う。
- 勉強会の部分でシステム使ってから紙で同じ問題を解いていたが、内容を覚えていたからできたという可能性はないのかと思った。

(分析結果)

- 論理的にはスジが通っていると思うがグラフ(アンケート)には意味がないと思う(わかったつもりが検出出来てないのでは? 答えた学生のうち、配点はどうだった、と結果と繋げないと意味がない)
- 結論は客観的な情報ではなく、主観的な情報に依存するべき、統計的な分析がなかった。
- 「わかったつもり」の解消がどう結果につながったのかわからない。
- アンケートの「理解できた」は分かったつもりではないの?
- 改善を行った結果はどうか?

(分析方法)

- 定期的にご利用してどれほど学力が上がったか～みたいなことがわかればいいな～使ってみてほしいと思う。
- ペーパーテストの結果は? 期末試験で点が取れなければ意味がない。
- 理解のところの根拠がアンケートのみのところだけ気になった。
- アンケートが単に感想になっているかもしれない。
- アンケートは適切か? 効果を見るなら使用前と比較すべき。
- 定量的な評価があると良かった。
- 実際のテストの結果から理解度を産出できたのでは

制作物に対する要望・意見・疑問

(意見)

- 間違った解答例はぜひ実装して欲しい
- 擬似の活動や教材の比較が欲しい。

(指摘)

- チェックテストに入るまでのページ遷移の仕方の UI が少しよくないと思った。

Designing Learning Environment for Mathematics at FUN

- 内容方法に工夫が必要かと思う。
- ありうる解答パターンを想定して質問と補足を行っておりよく考えられたシステムだと思った。
- 確認テストを多くしたらいい。
- 実験方法は長期的なものにしたらいいと思う。
- 「ますますたでい」は興味深い内容だと思いますが、まだまだ改善が多くあるように感じます。

(疑問)

- どういうシーンで使われるシステムなのかももう少し知りたかった。
- どのような部分を改善したのか具体的に知りたい
- 評価と改善の具体性が弱い。

(※文責: 越田由利奈)

付録 H 使用した HTML のテンプレート

ソースコード H.1 HTML テンプレート

```

1 <!DOCTYPE HTML>
2 <html lang="ja">
3
4 <head>
5
6   <meta charset="UTF-8">
7   <title>テンプレート</title>
8   <script type="text/javascript" src="http://cdn.mathjax.org/mathjax/latest/
      MathJax.js?config=TeX-AMS-MML_HTMLorMML"></script>
9 </head>
10 <body>
11   <!--チェックテスト○-->
12   <div class="slide" data-anchor="slide☆">
13     <div class="panel">
14       <!--チェックテスト○の問題部分-->
15       <div id="check○">
16         <!-- メイン問題 -->
17         <div id="check○_main" class="box">
18           <!-- タイトル -->
19           <div id="check○_main_title" class="Title">チェックテスト○</div>
20           <!-- 文章 -->
21           <div id="check○_main_sentence" class="contents">
22             文章
23           </div>
24           <!-- 式 -->
25           <div id="check○_main_formula" class="contents">
26             式
27           </div>
28           <!-- formタグ --> <!-- 記入 -->
29           <div id="check○_main_select" class="selection"> <!-- class="
      selection" -> 入力対象のスタイル制御 -->
30           <form name="checkTest○_main">
31             <!-- ラジオボタン -->
32             <div class="selectbox">
33               <label class="select_button"><input type="radio" id="
      check○_main_select1" name="check○_main" value="graph1">選
      択肢1</label>
34               <label class="select_button"><input type="radio" id="
      check○_main_select2" name="check○_main" value="graph2">選
      択肢2</label>
35               <label class="select_button"><input type="radio" id="
      check○_main_select3" name="check○_main" value="graph3">選
      択肢3</label>
36               <label class="select_button"><input type="radio" id="
      check○_main_select4" name="check○_main" value="graph4">選
      択肢4</label>
37             </div>
38             <div class="confirm_button">
39               <input type="button" id="check○_main_submit" class="button"
      value="○
      " onclick=""> <!-- class="button" -> ボタンのスタイル制御
      -->
40               <input type="button" id="check○_main_showsub" class="button"
      value="○

```

```

41         " onclick=""> <!-- class="button" -> 補足全表示ボタン -->
42     </div>
43 </form>
44 </div><!-- formタグ line35:id=check〇_main_select -->
45 </div><!-- メイン問題 line9:id=check〇_main -->
46 <!-- 補足 -->
47 <div id="check〇_sub" class="hidden_box">
48     <!-- タイトル -->
49     <div id="check〇_sub_title" class="Title">補足</div>
50     <!-- 文章 -->
51     <div id="check〇_sub_sentence" class="contents">
52         文章
53     </div>
54     <!-- 式 -->
55     <div id="check〇_sub_formula" class="contents">
56         式
57     </div>
58     <!-- 図(グラフ) -->
59     <div id="check〇_sub_figure" class="contents">
60         <div id="check〇_sub_figure1">
61             
62         </div>
63         <div id="check〇_sub_figure2">
64             
65         </div>
66     </div>
67     <!-- formタグ -->
68     <div id="check〇_sub_select" class="selection">
69         <form name="checkTest〇_sub">
70             <!-- チェックボックス --> <!-- inputタグのnameは名前を統一する -->
71             >
72             <div class="selectbox">
73                 <label class="select_button"><input type="checkbox" id="
74                     check1_sub_select1" class="select_button" name="check1_sub"
75                     value="1">選択肢
76                     1</label>
77                 <label class="select_button"><input type="checkbox" id="
78                     check1_sub_select2" class="select_button" name="check1_sub"
79                     value="2">選択肢
80                     2</label>
81                 <label class="select_button"><input type="checkbox" id="
82                     check1_sub_select3" class="select_button" name="check1_sub"
83                     value="3">選択肢
84                     3</label>
85                 <label class="select_button"><input type="checkbox" id="
86                     check1_sub_select4" class="select_button" name="check1_sub"
87                     value="4">選択肢
88                     4</label>
89             </div>
90             <div class="confirm_button">
91                 <input type="button" id="check〇_sub_submit" class="button"
92                     value="〇"
93                     " onclick="">
94             </div>
95         </form>
96     </div><!-- formタグ line91:id=check〇_sub_select -->
97 </div><!-- 補足 line64:id=check〇_sub -->
98 </div><!-- チェックテスト〇の問題部分 line6:id=check〇 -->
99 </div><!-- 3:id=panel -->
100 </div><!-- 2:id=slide☆ -->
101 </body>

```

参考文献

- [1] 渡辺千仞, 朱兵, 藤祐司. “研究開発投資の最適軌道管理に関する理論的・実証的分析”. 研究技術計画, 16(1), pp.83-101. 2003.
- [2] 村木茂, 喜多泰代. “3次元画像解析とグラフィックス技術の医学応用に関するサーベイ”. 電子情報通信学会論文誌 D, 87(10), pp.1887-1920. 2004.
- [3] 大野勝久, 小島貢利, 松本雅人, 中島健一. “JIT生産システムにおける引き取り周期を考慮した外注かんばん枚数の最適化”. 日本経営工学会誌, 45(6), pp.505-513. 1995.
- [4] 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.