

数学学習環境のデザインと実現

Design and Implementation of a Learning Environment for Mathematics

1013223 乗田拳斗 Kent Norita

1 はじめに

本プロジェクトは、数学学習環境の整備をすることを活動の目的としている。活動を行うにあたって、まずは本プロジェクトの背景や目的の理解、昨年度の活動の調査を行った。この章では、本プロジェクトの背景・目的について述べる。次に、昨年度の成果を踏まえた上で検討した今年度の活動方針を述べる。

1.1 背景

公立はこだて未来大学(以下「本学」と記す)のカリキュラムポリシーの中には「学部共通専門科目群」がある。この科目群は、各コースで専門科目を学ぶための、基礎的な能力を身につけるために存在する。このポリシーに則って数理思考を学ぶために、本学の学生は1年次に解析学Ⅰ・Ⅱを履修する。これらの科目は、2年次以降に履修する科目の基礎となっている。しかし、本プロジェクトの中には、以下のようなメンバーの姿が見受けられた。

- 「力学基礎」で微分がでず、テストで0点を取ってしまった
- 「システムと微分方程式」で積分ができずに散々な目にあった

このようなことが起きた原因として、解析学Ⅰ・Ⅱの理解が不十分であったことが考えられる。つまり、数理思考が身につけていないのである。この思考を身につけるため、解析学履修者を対象に、補習講義等の支援を実施する必要があると考える。しかし、教員と学生が時間を合わせて講習を行うことは困難である。そこで、時間と場所を選ばずに、1人で利用することが可能な、webサービスを提供することが効果的であると考えた。

1.2 本プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、数学を対象として、学ぶ動機や目的意識を高めるための学習環境を、情報技術やデ

ザイン技術を用いて整備することである。前節で述べたように、解析学履修者には学習支援が必要である。しかし、学習者毎に学習スタイルが異なるため、一人一人に合わせた整備をすることは難しい。そこで、この課題を解決するためにwebサービスを作成することとした。

林(2012)の定義によると、e-Learningとは、「教育・学習にICT(InformationCommunication Technology)を用いて、その効率や効果を高めるもの」である。松田(2006)によると、e-Learningのメリットは、「いつでもどこでも学べる」、「教育内容を標準化できる」等がある。「いつでもどこでも学べる」ことは、様々な学習スタイルに合わせた支援を可能とする。「教育内容が標準化できる」ことは、学習者毎に差異が生じない教育の提供を可能とする。これらのメリットから、webサービスは学習スタイルが異なる本学の学生支援する方法として、合理的である。

また、本学の環境は、2つの理由からwebサービスの導入が容易である。1つ目は、本学の全学生はコンピュータを所有しており、実行環境が整っていることである。2つ目は、本学にはwebサービスを用いる講義があるため、学生は抵抗感が少なく、スムーズに操作できることである。

1.3 今年度の活動方針

我々は過去のプロジェクト成果を検討した。その結果、今年度は3つの対策を行うことにした。1つ目は、学内ネットワーク外からでもアクセス可能なWebサービスの作成である。また、スマートフォンからも利用可能なものとする。この対策によって、場所を問わずに学習できるものになる。2つ目は、学習者が特別な支援を受けず、1人でも利用可能なwebサービスを作成することである。3つ目は、問題作成に要する時間や実装の手間を減らし、昨年度よりも問題を増やすことである。以上の対策によって、我々はこれまでとは異なるアプロー

ちによって、1年生に、より効果的に数学を学んでもらうためのwebサービスの実現を目指した。

2 調査

前期にて、我々自身が数学を正しく理解するため、プロジェクト内学習会を行った。その結果、1年生の数学学習に関する仮説が浮上した。この仮説を検証するため、1年生に対して解析学I勉強会を行った。本章では、プロジェクト内学習会と解析学I勉強会の目的・内容・結果・考察について述べる。

2.1 プロジェクト内学習会

今年度の目標である、webサービスの作成を実現するため、我々はプロジェクト学習の最初の活動としてプロジェクト内学習会を行った。この活動の目的は2つある。1つ目は、我々が数学を正しく理解することである。我々の数学に対する理解が不十分である場合、作成したwebサービスが学習者に誤った知識を与えてしまう可能性がある。そのような事態を避けるため、我々は数学の深い理解や正しい知識を身につける必要があった。2つ目は、我々の数学学習における問題点を発見することである。この発見が1年生の悪い学習習慣を発見することに繋がると考えた。プロジェクト内学習会の内容は次の通りである。

1. 教員が解析学の教科書から出題した問題を、メンバーが自力で解いた。この時、教科書や講義ノート、参考書、インターネットなど、使用する物は自由とした。
2. 解答の最中に、参考にした物、解答を作成する際の考え方、不明瞭な点を細かく解答用紙に記した。
3. メンバーは作成した解答を共有し、他のメンバーや教員にコメントをしてもらった。

この学習を6度繰り返し、行った。

プロジェクト内学習会にて、我々の解答方法や学習方法には3つの問題があることが判明した。1つ目は、不確かな記憶や曖昧な知識を元に解答をしていたことである。この問題が、教科書では定義されていない定理の記述や、不十分な解答を作成してしまう原因となっていた。2つ目は、分からない箇所をインターネットで検索していたことである。インターネットは手軽に利用することができる一方で、信憑性に欠ける情報や、数学的な

裏付けが不十分な情報が存在する。我々はこの事実気づかぬまま、数学概念の理解なく、インターネットの情報を解答に用いていた。この問題をメンバーや教員と共有し、インターネットで調べることの危険性を認識した。3つ目は、教科書を深く理解していなかったことである。多くのメンバーは、教科書をどのように使用すればよいのか理解していなかったため、教科書よりもインターネットを多用していた。

この勉強会を経て、インターネットの危険性を認識した我々は、教科書を正しく読んだ。すると解答に必要な情報を見つけることができた。また、不明瞭な箇所を見つけたら教科書を読み、それでもわからなければ該当箇所の前のページへ戻って読むことを繰り返す学習が効果的であると発見した。そして、この学習方法を「読む」と定義づけた。我々は「読む」学習方法を行うことで、数学の考え方が明確になると同時に理解が深まった。

2.2 解析学I勉強会

解析学I勉強会とは、1年生を対象に実施した勉強会のことである。この勉強会を開催する目的は以下の3つである。

- 「1年生も我々と同様に教科書を読んでいない」という仮説を検証する
- 1年生の数学の学習方法を調査し、その実態を把握するためのデータを集める
- 教科書を「読む」学習方法が、1年生にどのような影響を与えるか調査する

勉強会の準備は3班に分かれて取り組んだ。広報活動や進行計画を行った広報班、問題と解答の作成を行った数学班、アンケートの作成と集計を行ったアンケート班である。勉強会の最中、我々は1年生へのインタビューや、問題へ取り組む様子の観察を行った。1年生は我々が提示した問題への解答および、勉強会の前後で数学学習に関するアンケートの回答を行った。

勉強会の結果、1年生も我々と同様に教科書を「読んで」いないことがわかった。これは以下の結果から判断した。

- アンケートで、多くの1年生は教科書を「使っている」と答えていたが、勉強会にて教科書をただ眺めている様子や、解答用紙に教科書には載っていない記述が見受けられたこと。

- 問題を解答する際に教科書内の用語や定理ではなく、例題や略解を参考に解答を作成する学生が多かったこと。
- 教科書ではなく、スマートフォンを用いて、インターネット上の知識を参考に解答している様子が見受けられたこと。

一方で、我々が発見した「読む」学習方法を体験してもらおうと、1年生は教科書の有用性を認識し、自発的に用いるようになった。つまり、教科書を「読む」学習方法を促すことができた。

3 開発

後期の活動開始時、我々は前期の調査結果を元に、どのような web サービスを作成するかという議論を行った。「ユーザー」「欲求」「課題」「製品の特徴」の4つの軸を定めた上で、プロジェクトメンバー全員で、どのような web サービスが1年生へ有効か発案した。我々はこのときに作成した案を「価値仮説」と定義した。その後、メンバー全員で作成した「価値仮説」を元に3班に分かれ、システムのプロトタイプングを行った。最終的に実装することとなった案は、プロトタイプを3班で持ち寄った上で、1年生に1番効果的であると思われる物をコンペティション形式で決定した。

コンペティションの結果、作成する web サービスは、スマートフォン向けの物に決定した。これは、解析学 I 勉強会の参加者の多くがスマートフォンを用いていたこと、時間と場所を選ばずに利用可能なことが理由である。また、ユーザインタフェースは認知負荷を低減させるため、1年生にも馴染み深いチャット形式のデザインを採用した。そして、教員等の指導する人がいなくても使えることや、質問に対して即時に返答可能なことから、bot システムの作成を思案した。

システム開発にあたり、実装班を設けた。実装班が開発した機能は、ログイン機能、基本情報表示機能、設問表示機能、対話 UI 表示機能、メモ機能、模範解答表示機能の6つである。これらの機能を実現するために、HTML・CSS・JavaScript による UI、会話モデル、Microsoft が提供する Bot サービス、数学用語や教科書情報を格納するためのデータベースの作成を行った。システムに組み込む問題の作成にあたり、コンテンツ班を設けた。コンテンツ班は web サービスに掲載する問題

を作成するため、過去の解析学 II 中間試験の問題を参考に、教科書から7問を選択した。次に、問題の中で1年生はどの部分でつまづくのかを調査した。それと同時に教科書から数学用語を列挙し、問題と関連する用語の紐付けを行った。最後に、問題を解く際の補足説明を追加した模範解答の作成を行った。コンテンツ班が作成した問題、模範解答、数学用語リストを実装班が開発したシステムへ組み込み、web サービスが完成した。我々は完成したこの web サービスを「ModoLuca」と命名した。

4 検証 (解析学 II 勉強会)

解析学 II 勉強会とは、1年生を対象に実施した勉強会のことである。ModoLuca の効果をアンケートや観察で調査するため、この勉強会を行った。実施の目的は以下の通りである。

- ModoLuca が1年生に対して、教科書の利用を促すことが出来るのかを調査する
- ModoLuca の品質を向上させるため、フィードバックを受けて改善箇所を調査する

勉強会の準備や当日の運営は検証班が行なった。作業内容は、勉強会の目的や目標を記した企画書の作成、参加者を募るための広報活動、備品の作成や用意、当日の司会進行、アンケートの作成や集計作業の実施である。

勉強会にて、1年生は我々が提示した2題の演習問題の解答を行った。この際、ModoLuca 使用時と未使用時の変化を比較するため、1題目は ModoLuca を使用せずに、2題目は ModoLuca を用いて解答を行うように教示した。また、勉強会の前後で数学学習や ModoLuca に関するアンケートに回答した。我々は運営・チューターとして、1年生へのインタビューや、問題へ取り組む様子の観察、ModoLuca の操作説明を行った。

勉強会の結果、ModoLuca を用いた学習が効果的であり、ModoLuca が1年生に対して、教科書の利用を促進することが出来たとわかった。これらの結果は、アンケートや観察の結果として述べることができ、以下のとおりである。

- スマートフォンアプリを用いて勉強をすることについて、良い印象を持つ人が勉強会前は約5.5割だったのに対し、勉強会後は約9割にまで上昇したこと
- これからも ModoLuca を使いたいと思った人が約

9割いたこと

- Modoluca 未使用時の参加者には、ノートや教科書の数式を模写している様子や、完全に手が止まってしまっている様子が見受けられるのに対し、Modoluca 使用時に参加者は教科書を「読む」ようになったこと

5 まとめ

我々は1年間、教科書の「読む」を促し、「読む」を支援する web サービスの作成を目標とし、活動を行った。本章では、メンバーの成果、本プロジェクトの成果、今後の展望について述べる。

5.1 成果

年間を通して数学を学習することにより、メンバーは2つの成果を得た。1つ目は、教科書を「読む」学習方法を発見し、身につけたことである。我々はプロジェクト内学習会にて、曖昧な知識やインターネットに頼ることの問題点と危険性を認識した。その後、解答中につまづいた場合は、教科書にて該当箇所の前に戻って調べる作業を徹底して行った。この手法を繰り返し行い、教科書を読み込むことによって、数学の理解を深めた。そして、我々はこの学習方法を「読む」と定義した。また、この学習方法が数学だけではなく、他教科の教科書や論文を読む際にも効果的であることも同時に発見した。2つ目は、数学をわからない人が、どの箇所でもつまづくのかを当事者と同じ目線になって考えることができたことである。我々のプロジェクトには数学が得意な人と苦手な人、数学が好きな人と嫌いな人が存在した。それらのメンバーが一堂に会し、同じ問題を解き、教え合うことによって、様々な目線から数学学習の問題について考察を行った。このフローを経ることによって、お互いの数学に対する認識や課題を理解することができた。これらの成果が、Modoluca を作成する際に、良い効果をもたらしたと考えられる。

次に、1年間の活動を経て、プロジェクトとして達成した2つの成果について述べる。1つ目は、1年生に対して教科書の「読む」を促し、「読む」を支援したことである。これはプロジェクト内学習会で教科書を「読む」学習方法を発見し、作成した Modoluca にてその学習方法を提供することにより実現した。Modoluca を作成した後、我々は有用性を検証するため、解析学Ⅱ勉強

会を実施した。そこで得たアンケート結果や利用者満足度から、学習の支援ができたと判断した。2つ目は、「ますます2016」よりも出題問題を増やしたことである。昨年度は問題数が3問だったのに対し、今年度は7問を用意した。背景として、多くの問題・回答を効率よく作成する手法を用いたため、容易に問題を追加することを実現した。また、プロジェクトメンバー全員で数学学習を行ったことも問題数を増やすことができた理由として挙げられる。この作業の副次効果として、解析学Ⅱ勉強会の際に、数学の解答作成にあたったコンテンツ班のメンバーだけでなく、プロジェクトのメンバー全員がチューターを務めることができた。

5.2 展望

我々が作成した Modoluca の展望は3つある。1つ目は、調べられる数学用語を増やすことである。Modoluca の使用履歴から、1年生はデータベースに存在しない数学用語を調べていた。このことから、データベース内の数学用語を増やす必要があると考えた。2つ目は、積分の問題を追加することである。現在、全クラスが共通で学習している微分の問題を公開している。しかし、積分の問題が含まれていないため、期末試験に向けた学習をすることができない。そのため、積分の問題を追加し、期末試験対策の学習を支援する必要があると考えた。3つ目は、さらに使いやすいサービスへ改善することである。そのため、UX や UI の考察を行い、リデザインをする必要があると考えた。これら3つの改善を行うことで、ユーザー数の増加や、より効果的な学習環境の提供することが望まれる。

プロジェクトの展望として、Modoluca の利用想定外の1年生をサポートすることが挙げられる。我々は今年度、「読む」学習方法を提供することに注力した。しかし、教科書を理解することができないため、「読む」学習方法ができないという人もいることが判明した。我々はこれらの1年生の支援を行う必要があると考えた。

参考文献

- [1] はやしゆうすけ 林雄介. 「実用的 e-Learning 環境の構築と運用」特集号の発刊にあたって. 教育システム情報学会誌, 29, pp.5-6.
- [2] まつだのりちか 松田典親. e-Learning の教材作成 -入学前の数学自習教育. 奈良文化女子短期大学紀要, 15, pp.61-66.