

# 数学学習環境のデザインと実現

## Design and Implementation of a Learning Environment for Mathematics

大島洋明 Hiroaki Ohshima  
伊藤蘭 Ryo Ito  
古屋匠匠 Sho Furuyoshihiko

大河原昂也 Koya Okawara  
世原悠莉 Yui Sasahara  
須貝奎哉 Keiya Sugai

乗田拳斗 Kenta Nonita  
田谷花乃子 Kanoko Taya  
南部優太 Yuta Nambu

鍋田志門 Shimon Nabeta  
馬場鯨介 Kiyosuke Baba  
知子澤考輔 Kosuke Umetazawa

石村秀翔 Shuto Ishimura  
後藤春奈 Haruna Goto  
戸坂俊平 Shunpei Tozaka

### 過去の成果 Past Products

#### ますますたでい(2015)

わからない部分のわかるようになるwebサイト

"Math-ma-study" ver.2015: Website, can find users' lack of mathematical understanding.



#### もどりま表(2015)

高校、大学での数学関連科目を表にしたもの

"Modorimay" : Chart, shows mathematics courses' relation between high school and university.



#### ますますたでい(2016)

数学用語の理解を補助する web サイト

"Math-ma-study" ver.2016: Website, assist users to learn mathematical terms.



### 学ぶ Learn

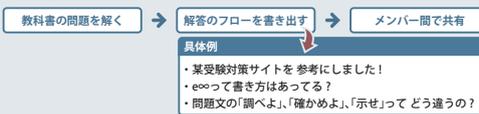
#### プロジェクト内学習会 Learning in Project

目的 Purpose

- e-Learning システムを制作するため、解析学を正しく理解する
- 問題点の把握のために、1年生と同じ視点で数学を復習する

Understanding math precisely to produce e-Learning contents. Studying mathematics through the eyes of 1st graders to grasp problems.

内容 Detail



Solving problems of textbooks -> Write the flow of the answer -> Share it among members

結果 Result

- メンバーの答案から、定義と異なる解答が多数見つけた
- メンバーは教科書を読んでいるつもりだが、実際は読んでいなかった
- 教科書の効果的な読み方を発見した
- 数学に関する web サイトの誤りを発見

Many answers different from the definitions were found from the members' answers. There were wrong answers which were NOT based on the definition. We discovered effective reading of textbooks. Find out mistakes of the web site relating to mathematics.

教科書を「読む」とは How to read textbooks



Search by textbook -> back to the previous page -> Back more -> Continue to return until learner understand the explanation

### 調べる Research

#### 解析学 I 勉強会 Studying for "Analysis I"

目的 Purpose

- プロジェクト内学習会で発見した我々の問題点が、1年生にも該当するかどうか調査する
- 1年生は解答の際に教科書をどのように使用しているか観察する
- 効果的な教科書の読み方が1年生にも有効であるか検証する

Investigate whether our problem which found out in project learning is applicable to 1st graders. To observe how 1st graders use textbook when they answer. To verify our learning method is effective for 1st graders.

実施内容 Detail

日程：6月16日(金)  
場所：未来大学 講堂  
対象：解析学 I 履修者 42名  
• 2問の問題を解いてもらった  
• 勉強会の前後で、アンケートを実施した

勉強会の様子 Appearance



We asked two answers of mathematics. We conducted a questionnaire before and after the study meeting.

結果 Result

- 1年生も教科書を見ているだけで、読んでいなかった
- 1年生は用語の定義を知る重要性や、調べ方を理解していなかった
- 1年生と教科書の読み方を共有すると、自発的に読むようになった
- スマホを使って解き方や数学用語を検索していた

1st graders claim that "I read textbook to solve questions". However, they only look textbook. First graders did not understand the importance of knowing the definition of the term and the method of investigation. 1st graders read textbook, because we try to apply our learning method. Using a smartphone to search for how to solve and mathematical terms.

アンケート結果 Result of the questionnaire

Q.なぜ大学の教科書を参考にしますか?



勉強会を通して教科書が講義の基礎であると認識し、これから参考にすると答えた学生が 36.7%増 Students recognized that textbooks are the basis of lectures through study meetings and 36.7% more students said they would like to refer now.

### 今年度の目標 In 2017

#### 目標とする成果 Goal

- 高校数学まで立ち戻って、用語や定理を正しく理解してもらえるような学習補助教材の制作
- 「読む」を促し、「読む」を支援する e-Learning システムの作成

Learning material that let user understand terminology and theorem going back to high school mathematics. User can learn without assistant.

Create an e-Learning system to encourage "Read" and support "Read".

### 作る Develop

#### 仮説立案 Set up a hypothesis

- 調査結果をもとに、教科書を「読む」ことを促し、「読む」を支援するための機能案を複数出し合った
- 機能案のユーザーストーリーを作成し、価値が高いと考えられる3つのアイデアを選んだ
- アプリのプロトタイプを行い、使用した上で学習に1番効果的と考えられるアイデアの開発に着手した

Based on the results of the survey, argued to "read" the textbooks and presented several functional proposals to support "reading".

Created a user story of the proposed functions and chose three ideas that are considered highly valuable.

After prototyping the application, we started to develop ideas that are thought to be the most effective for learning after using it.

#### 開発 Develop

コンテンツ Contents

- 過去の解析学 II 中間試験の問題を参考に、教科書「微分」の章末問題から7問を選択
- 問題の中で、解答者がどの部分でつまづきやすいのかを調査
- 教科書から数学用語を列挙し、問題と関連する用語を紐付け
- 問題を解くための補足説明を追加した模範解答の作成

Seven questions are chosen from the end of chapter texts, with reference to the problem of midterm examination in analysis.

Investigate which part of the problem solvers are easy to stumble. Enumerate mathematical terms from textbooks and link terms related to problems.

Create an example answer with supplementary explanation for solving problems.

システム System

- 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や、手軽・時間と場所を選ばないという理由で、スマートフォン向けのwebサービスを作成
- 認知付加を低減させるためにチャット形式のインターフェイスを採用
- 教員等の指導する人がいなくても使えることや、質問に対してすぐに返答できることから bot システムを構築

Create web services for smartphones because many of the participants in the study group were using smartphones and because they did not choose easy, time and place. Adopted chat type interface to reduce cognitive addition. Build a bot system from things that can be used even without teachers' guidance and who can reply to questions as soon as possible.

#### 成果物 Product

インターフェイス Interface



模範解答 Example answer

$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x}$  は  $x \rightarrow \infty$  で不定形  $\frac{\infty}{\infty}$  であるので、ロピタルの定理より、  

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{0}{-1} = 0$$
  
 等号は右から成立する。

コメント

「微分」p.50  
 定理 2.12 (L'Hopital)  
 $f, g$  が  $x \rightarrow a$  で不定形である  $(f/g)$  について、つぎは右辺が有限または  $(\infty - \infty)$  であれば成り立つ。  

$$\lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f'(x)}{g'(x)}$$
  
 とするときに、ロピタルの定理を使用するためには、右辺が「収束または  $(\infty - \infty)$ 」でなくてはならない。そのため、解答内にその仮定を確認して使っていることを「等号は右から成立する」と表現している。

### 確かめる Check

#### 解析学 II 勉強会 Studying for "Analysis II"

目的 Purpose

- Modoluca による学習方法は効果的か検証をする
- Modoluca は教科書の利用を促すことができるか調べる

Check if Modoluca's learning method is effective. Check if Modoluca can encourage use of textbooks.

実施内容 Details

日程：11月10日(金)  
場所：未来大学 494, 495 教室  
対象：解析学 II 履修者 32名  
• Modoluca を使って数学の問題を解いてもらった  
• 勉強会の前後で、アンケートを実施した

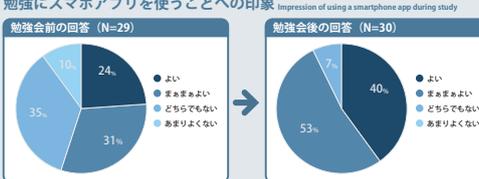
Understanding math precisely to produce e-Learning contents. We conducted a questionnaire before and after the study meeting

勉強会の様子 benkyukai no yousu

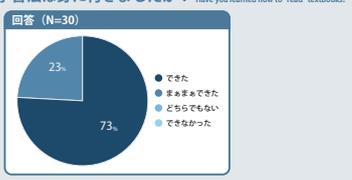


#### アンケート結果 Result of the questionnaire

勉強にスマホアプリを使うことへの印象 Impression of using a smartphone app during study



教科書を「読む」学習法は身に付きましたか? Have you learned how to "read" textbooks?



Modolucaの良かった点を教えてください Have you learned how to "read" textbooks?

回答 (自由記述)

- 教科書をしっかり読むきっかけになったこと、理解しながら問題を解けること
- わからない場合振り回りが明確になる点
- 自分のわからない部分までわかりやすく誘導してくれた点
- 教科書を見直す機会を与えてくれる点

Being able to read textbooks firmly, to understand and solve problems. If you do not understand Points where reflection is clear. Points that guided me to an unknown part in an easy-to-understand way. Points that give opportunities to review textbooks.

### まとめ Conclusion

#### 1年生へ与えた効果 Effect on 1st graders

- 1年生に教科書を読む、正しい学習方法を知ってもらえた
- 1年生のわからない箇所を浮き彫りにできた
- 安易に解答を提示しないことで、1年生に真剣に考えてもらえた

We could make 1st graders know correctly method of study which to read textbook.

We were able to find a point that 1st graders do not know.

We could make freshmen know correctly method of study which to read textbook

#### プロジェクトの成果 Achievement of the project

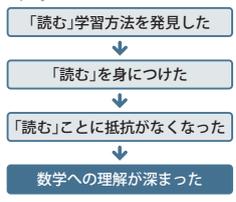
- 効率良く多くの問題・回答を作成することを実現した
- e-Learning システム「Modoluca」を作成した
- Modoluca で1年生に教科書を「読む」ことを促し、「読む」を支援した

Realized to create many problems and answers efficiently. Created e-Learning system "Modoluca".

We encouraged to 1st graders to "read" textbooks and supported "reading" by using Modoluca.

#### メンバーの成果 Achievement of the member

教科書を使うことで By using textbooks



We found a learning method to "read" textbooks -> We learned to "read" a textbook -> Understanding of mathematics has deepened -> We lost resistance about reading textbooks

### 展望 In Future

#### これから From now on

- 教科書の説明では定義や定理の意味を理解できない人のサポート
- 「数 III 特別講習」や「メタ学習ラボ」等の外部機関との連携

Support for those who can not understand the meanings of definitions and theorems in explanations of textbooks. Collaboration with external institutions such as "Number III special lecture" and "Meta learning lab".

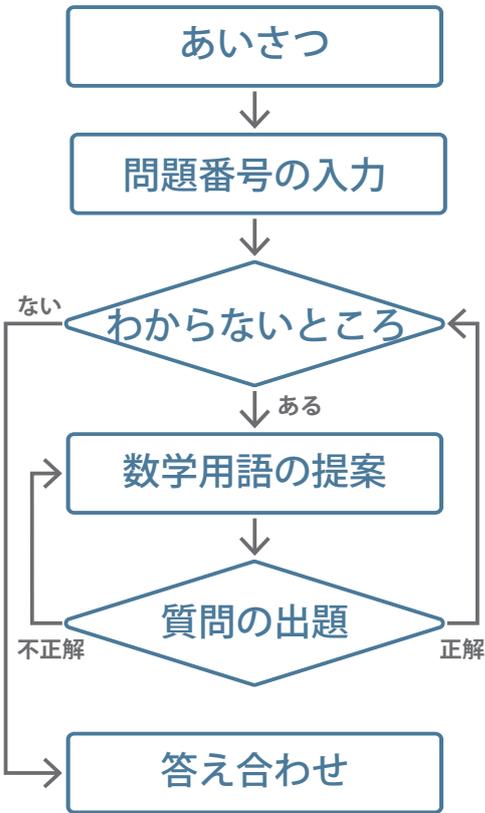
#### Modolucaの改善 Improvement of Modoluca

- 選択肢のない単語でも調べることができるように対応
- 数学学習における UX 向上のため、更に使いやすい UI への修正
- 積分の問題を追加することによる、解析学 II 期末試験への対応

Corresponds so that even non-choice words can be examined. Correction to UI which is easier to use for improving UX in mathematical learning. Responding to the final examination of "Analysis II" by adding the problem of integration.

## Point1: 対話形式で学習

### 会話のフロー



まずはあいさつからスタート。

問題ごとに、最適なサポートを提供。

我々が学習する中で発見した学習者が間違えるポイントを提案。

「わからない」を解決できる数学用語が教科書のどこに載っているか提示。

教科書を読まないで答えられない質問で、教科書の使用を促進。

模範解答は数学用語の学習に応じて、段階的に解放。



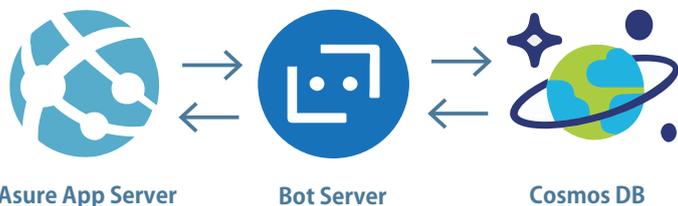
ModoLuca は、対話形式で教科書読解の支援を行います。

学習者が理解していない部分を判断して、学ぶべき数学用語を提案してくれます。

わからないところがなくなるまで、繰り返し数学用語を学習することで、

教科書に戻って調べる学習方法の体験を可能にしています。

## Point2: モバイル対応



モバイル向けにすることで、手軽に学習できます。

また、ウェブアプリであるため、登録すれば誰でも利用可能です。

Microsoft Azure のクラウドサーバーで管理しているため、サーバー

利用で発生する費用は、使用した分のみです。これにより、少ない

利用者数でも低コストでの運用が可能になっています。

## Point3: 高い拡張性



単語のデータは木構造で連結されています。対話フロー内で数学用語を提案する機能は、木構造のリンクをたどることで実現しています。

応答処理は、Microsoft Bot Framework によって自動化されています。

よって、問題を追加する場合の処理は、

1. 数学用語を DB に追加する
2. 模範解答をディレクトリに追加する

この2点のみで可能であり、高い拡張性を保持しています。