

よくある間違いを題材としたウェブクイズシステムの開発 Development of a Web System for Quizzes Based on Common Mistakes

秋山 綱紀, 加藤 晴史郎, 西岡 圭太, 北庄司 信之, 中川 勇人, 堀 晴菜
*AKIYAMA Koki, KATO Seishiro, NISHIOKA Keita,
KITASHOJI Nobuyuki, NAKAGAWA Hayato, HORI Haruna*

我々は、よくある間違いに基づいたウェブクイズシステムを開発して、対面授業内に導入した。アンケート調査によると、我々のよくある間違いに基づいたウェブクイズシステムが学習内容の理解に役立つと感じた学生の割合は約 63%, 72%だったのに対して、役立たないと感じた学生の割合は約 13%, 8%だった。また、約 80%の学生が、自身がよくやってしまう間違いが含まれていたと回答した。さらに、我々のよくある間違いに基づいたウェブクイズシステムは、学生の自由記述文でも多くの支持を得た。

キーワード：数学教育, ウェブクイズ, MySQL, SEG

We developed a web system for quizzes based on common mistakes and introduced it into face-to-face classes. According to surveys of questionnaire, we found that the percentage of students who felt our system was helpful for understanding the learning content was about 63 or 72%. On the other hand, the percentage of students who felt our system was not helpful for understanding the learning content was about 13% or 8%. Moreover, almost 80% of students responded that the mistakes they often make were included in our system. Furthermore, our web system for quizzes based on common mistakes got considerable support from the students in their free description.

Keywords: Math. Education, Web Quizzes, MySQL, Serious Educational Game

1. はじめに

アメリカでは21世紀に入る前後頃から、対面授業とオンライン教育コンテンツを織り混ぜた学習、いわゆるブレンディッド・ラーニング (blended learning) が普及している¹⁻³⁾。オンライン学習では、学習者の能動的かつ自己調整的な学習を実現して意欲を高め、教員側も学習者のデータを容易に取得・分析して傾向を把握できる。かつ、対面授業内ではProject-Based Learningなどを用いて発展・探求的な学習を実施したり、データに基づいた教員による手厚い直接個別指導を実施したりすることで、個別最適化を図る。言わば2段階の方法論・教育システムは効率的である。

その結果、対面授業のみの場合よりも教育効果が高いことが多数報告されており、蓄積された事例を総合的に統計分析するメタアナリシスにおいても、

- (1) 対面授業よりもブレンディッド・ラーニングの方が有意に高い効果が得られること、
- (2) STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) 分野の方が非STEM分野におけるブ

レンディッド・ラーニングよりも有意に高い効果が得られることが報告されている⁴⁾。

2. 教材の構想経緯

2018年度後学期の「線形代数Ⅱ」や2019年度の「工学のための数理工Ⅰ・Ⅱ」といった科目を筆頭著者が初めて担当するのにあたって試行していた、学習者がよくやりそうな間違いをテーマとした〇×クイズを、我々は作成した。当時はパワーポイントスライド形式で、試験前の復習の授業内でスライドをスクリーンに投影して出題して、学習者に時間を与えて〇か×かを考えてもらい、答え合わせと解説を実施する形だった。この取り組みに対する学生の評価は好評で、ゲーム感覚で楽しみながら取り組んでいる姿勢が印象的だった。

その後は、コロナ禍によるオンラインコンテンツの開発やカリキュラム再編などに時間をとられて、なかなか発展させることができずにいたが、2024年度からウェブクイズシステム「よくある間違い〇×クイズ（以下、本システム）」として開発を始めた。本稿では、次章で述べる「技術者のための数理」におけるブレンディッド・ラーニングとしての活用について報告する。

3. 技術者のための数理

金沢工業大学（以下、本学）では、初年次生に関数や微積分の基礎知識を復習させて、専門科目での活用例も交えながら専門分野に必要な数学を身に付けさせる、「工学のための数理工Ⅰ・Ⅱ」、「建築のための数理工Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ・Ⅳ」、「バイオ・化学のための数理工Ⅰ・Ⅱ」という統合型科目があった⁵⁾。2020年度に社会的要請に基づいて対面授業が中断されて、遠隔授業のために授業動画の配信（Video On-Demand, VOD）や「工学のための数理工Ⅰ・Ⅱ」では「授業演習課題」と名付けた自動採点の即時フィードバック型ウェブ演習課題などのオンライン教育コンテンツが導入された^{6,7)}。その後は、再開された対面授業とのブレンド型の授業が展開された^{8,9)}。

2025年度から実施された本学の学部学科改組に先立って、2023年度からこれらの統合型科目が合流して、初年次前学期開講の必修科目「技術者のための数理Ⅰ・Ⅱ（以下、本科目）」と2年次前学期開講の選択科目「技術者のための数理Ⅲ」という科目群に再編された¹⁰⁾。「技術者のための数理Ⅰ（以下、数理Ⅰ）」では主に関数、「技術者のための数理Ⅱ（以下、数理Ⅱ）」では主に微分積分、「技術者のための数理Ⅲ」では関数の連続性やパラメータ表示、対数微分法、置換積分、部分積分などの数理Ⅰや数理Ⅱでは学習時間が不十分だった内容を補うような構成となっている。これに伴って、専門科目に関する教育内容が大きく削減された。

本科目では、従来から開講前に学力診断を実施して、学科内で習熟度が比較的高い学生を集めた「標準クラス」と低い学生を集めた「基礎クラス」の2段階にクラス分けを行っている。再履修生は「基礎クラス」に振り分けられる。本科目は週2回の2単位科目で春学期に数理Ⅰ、夏学期に数理Ⅱを実施するが、基礎クラスの学生には更に週1回の「数学力強化プログラム」という補充授業が行われている。

4. 問題意識と目的

4.1 旧来の教育における問題点

前身科目も含めて2019年度から継続的に本科目を担当する中で小テストや試験の採点をしていて、多くの学習者が共通して間違える事項があることに気付かされる。それらの間違いやすい事項は、年によって（学習者の学力水準や授業内の対策にもよる）変化していくこともあるが、近年は、より前段階でつまづく学習者が増えているように感じる。

これらを解消するべく、授業内では板書をしながら数学的にやってはいけない事項を先回りして口頭

説明するのだが、初めて学ぶ機会においてこのような先回りした知識を与えたとしても、情報過多になって本来伝達したかった知識すら定着しないことになりかねない。また、「やってはいけない」という否定的な印象ばかりが記憶に残りやすいようで、正しい事項の方が再現されないことも多い。さらに、専門分野の要素は削減されたとは言え、以前は通年で教えていた事項を前学期に詰め込んでいるカリキュラムであるから、ことあるごとに注意を網羅する時間的余裕もあまりない。

結局、小テストの際に例年繰り返される間違いの山に直面して、教員は小テストの解説と称して間違いを解消するべく解説をすることになる。しかし、テストの点数にショックを受けた学習者は聞く耳を持たないことも多く、前向きな改善意欲をもてない学習者も含めて、同じ間違いを繰り返すことで教員の熱意が下がっていく負の連鎖が起きやすい。また、短時間で押しつけられる「これは良くてあれはダメ」程度の表面的なパターン理解では、その認識と少し異なったケースが出てくるだけで対応できなくなる。なぜそれが間違いなのかが腑に落ちていないと、定着にも影響を及ぼしやすい。

現状、最も有効なのは個別指導における解説である。学習者の誤解が生じている根本要因を対話によって探り出して、その誤解がなぜ間違いなのかを例を通して納得させるという指導は有効である。しかし、その対象者の数が増えると、教育者側の体力・精神・時間的負担は莫大となり、破綻が生じかねない。そこで教材化することで、個別指導が必要な人数を抑え込むことが切望される。

4.2 教材開発の目的

以上を通して考案した本システムの主要な目的は、次の通りである。

- (1) 学習者に間違いやすい点を伝えて、注意喚起すること
- (2) 実際に間違いを経験することで、改善を促すこと
- (3) なぜそれが間違いなのか、正しくはどうあるべきなのかを納得してもらうこと
- (4) 簡易的な解説では納得できない場合は、KIT 数学ナビゲーション¹¹⁾に誘導して学習できること
- (5) 比較的単純なクイズ形式として、気軽にゲーム感覚で取り組んでもらうこと
- (6) 教員側も学習者の現状を把握しつつ、対面授業内での活用やフィードバックが可能になること

5. 教材開発方法と工夫

5.1 目的を果たすための工夫

(1)の目的を果たすために、ひとつの教材に網羅的にまとめることで効率化を図った。時間的制約を解消するべくオンライン教材として、(学内ネットワークにアクセスできれば)いつでもどこでも取り組めるものとする。一方で、対面授業内でも教員主導で活用することで教材活用の徹底が図れる。基礎クラスの数学力強化プログラム(補充授業)における活用を意識して、2019年度のスライド形式での実践も再現できるようなUIを目指した。

経験から学ぶのが本来の人類の学習スタイルであることを考慮して、実際に学習者が選択をすることで結果が表示される形にした。即時フィードバックには解説も含まれており、なぜそれが間違いなのか、抽象・一般的な解説(公式や文字を使った抽象論)と具体的な解説(具体的な数字に置き換えた説明)のなるべく2パターンで説明するようにした。学習者の好みに応じて選択してもらえれば良く、解説の更なる追加実装がシステム的には容易になっており、今後は動画も含めて充実させていきたいと考えている。また、基本的には基礎クラスを対象としているので、各解説はスライド1枚分の情報量にして、簡略化に努めた。一方で、しっかりと知識が欲しい学習者が存在することも意識して、本学で開発している数学の学習支援ウェブサイトKIT 数学ナビゲーション¹¹⁾との連携も図り、補足知識や更に進んだ知識の構築も期待する。

(5)の目的を果たすために、あまりテストのような形式にならないことを意識した。「よくある」という名称にしたのも、他の人もよく間違っているという、間違えることに対する心理的な負担の軽減を意

図しており、気軽に学習できる教材を目指している。

(6)の学習者のデータ取得については、2025年度のプロトタイプでは未実装である。8.2節の今後の課題で述べるような機能を現在検討している。

5.2 開発手順と方法

教員側で、これまでの授業や個人指導経験を通して蓄積した、実在する「よくある間違い」やそれらの解消のために有効だった説明をスライドにまとめた。システム構築にあたって、5.1節のような工夫を実現するための仕様を、学生スタッフと一緒に検討して決定した。学生スタッフがMySQLを用いてスライドの情報をデータベース化して、そこからデータを表示するウェブクイズシステムを開発した。

問題や選択肢、解説の部分は画像ファイルであり、それをデータベースから読み込んで表示している。スライドであれば、レイアウトも比較的簡単に変更可能であるし、テキスト入力時のエラーも防ぎやすくエラーチェックも簡略化できる。また、今後の問題や解説の追加実装も比較的容易となるだろう。

5.3 実装済みの問題

2025年度に試行したプロトタイプ¹²⁾の単元選択画面を図1に示した。単元を選択した後、問題番号を選択することで、問題が表示される。2025年度に試行したプロトタイプに実装済みの問題の単元別問題数を表1にまとめた。左側が「技術者のための数理Ⅰ」の範囲であり、右側が「技術者のための数理Ⅱ」の範囲である。

まず、問題だけが表示され、選択肢の中から正しいと思う解答を選択してもらい。選択すると正解か不正解かが表示され、問題の下に解説が表示される。その画面の例を図2に示した。左下の「他の解説を見る」をクリックすると、全解説が表示される。右側には、この問題に関連したKIT数学ナビゲーションのページへのリンクが紹介され、更なる知識を取得できる。



図1 本システム¹²⁾の単元選択画面

表 1 作成した問題の単元別問題数

科目名	単元	問題数	科目名	単元	問題数
技術者のための数理 I	数と式	14	技術者のための数理 II	導関数の定義	1
	部分分数分解	1		接線・法線	2
	指数	2		微分法	11
	対数	10		数列の和	5
	三角関数	7		数列の和の極限	1
	逆三角関数	3		積分	13
	極限	9			

よくある間違い○×クイズ
Chapter・Section・Question
KIT数学ナビゲーション スタート画面

正しいと思う解答を選択してください。

指数 (1/2)

正しいのはどっち？

$3^2 \times 3^4 = 3^{2 \times 4}$

$3^2 \times 3^4 = 3^{2+4}$

次の問題

選択肢

$3^2 \times 3^4 = 3^{2 \times 4}$

$3^2 \times 3^4 = 3^{2+4}$

正解！
関連するリンクは下へ

解説

正解： $3^2 \times 3^4 = 3^{2+4}$

【間違いである理由（一般論）】
（ a, m, n は 0 ではない正の整数）
指数は何回掛け算しているのかを表しているの、
 a^m は a を m 回掛け算していることを意味する。つまり、次式が成り立つ。
 $a^m \times a^n = \underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_m \times \underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_n = \underbrace{a \times a \times \cdots \times a}_{m+n} = a^{m+n}$
ゆえに、（左辺） $= 3^2 \times 3^4 = 3^{2+4} = 3^6$
となる！
考え方のアドバイス
指数法則で迷ったら、指数の定義に戻って考えてみよう！

他の解説を見る

次の問題

KIT数学ナビゲーションの関連リンク
・ [指数法則](#)

図 2 本システム¹²⁾の解説画面の例（指数の Q1）

6. 調査と分析方法

6.1 調査方法

2025 年度前学期に、期末試験後に本学の学習支援システム（以下、e シラバス）を用いたアンケート調査を、共著者らが担当した学生を対象として実施した。記名欄は設けなかったが、e シラバスに学生は個人 ID でログインするため、実質的には記名式である。また、本学研究倫理委員会の承認を得たうえで、対象学生には研究の目的やデータの処理方法、プライバシーの保護等について説明し、同意の署名を得て実施した（承認番号：2212005）。

本稿で紹介するのは、○×クイズに関する次の選択式の 3 問と、自由記述形式の 1 問である。

- ・これまでのよくある間違い○×クイズに限定すると、学習内容の理解・習得にどれくらい役に立ちましたか？

- ・これまでのよくある間違い〇×クイズにどのくらい取り組みましたか？
- ・これまでのよくある間違い〇×クイズに、自身がよくやってしまう間違いは含まれていましたか？
- ・よくある間違い〇×クイズの感想を教えてください。

6.2 分析方法

まず、共著者らが担当した 7 つの基礎クラス全 265 名のうち、221 名から同意を得た（同意率：約 83.4%）。そのうち、過去に履修した影響を排除するため、再履修生 3 名のデータを分析対象から除いた。この段階における有効回答率（同意した学生のうちの回答数/同意数）は、数理Ⅰでは約 82.6%，数理Ⅱでは約 74.8%だった。

また、e シラバスでは、数学力強化プログラムの共通配信教材として本システムが全クラスに提供されていたが、その活用方法や頻度は授業を担当する各教員に委ねられていた。そこで、「これまでのよくある間違い〇×クイズにどのくらい取り組みましたか？」の回答で、「5：全く取り組まなかった」を選択した学生（数理Ⅰ：77 名、数理Ⅱ：82 名）は、本システムを評価できる状況にないと判断して分析対象外とした。

7. 結果と考察

7.1 学習内容の理解・習得への有用性

図 3 に「これまでのよくある間違い〇×クイズに限定すると、学習内容の理解・習得にどれくらい役に立ちましたか？」に対する回答の集計結果をまとめた。6.2 節で述べたように、全く取り組まなかった学生を対象外とする処理を実施したが、「6：全く活用しなかった」が若干名だけ存在した。全体的には、肯定的な回答（選択肢：1，2）が 6，7 割に達し、否定的な回答（選択肢：4，5）の約 1 割よりも優勢である。

数理Ⅰと数理Ⅱを比較すると、肯定的な回答の割合が 63%から 72%に増加している。一方で、否定的な回答の割合が 13%から 8%に減少している。有用性を感じた学生が継続利用していただけたかもしれないが、数理Ⅱの内容の方が有用性を感じやすいようだ。

7.2 取り組んだ割合

図 4 に「これまでのよくある間違い〇×クイズにどのくらい取り組みましたか？」に対する回答の集計結果をまとめた。6.2 節で述べたように、「5：全く取り組まなかった」を選んだ学生は対象外となっていることは注意しておく。指定された全問題に取り組んだのは 2，3 割にとどまっているが、約半分以上であれば 7，8 割に達している。

数理Ⅰと数理Ⅱを比較すると、より多くの問題に取り組んでいる割合が増加傾向である。有用性を感じた学生が継続利用していただけたかもしれないが、数理Ⅱの内容の方がより多く取り組まれているようだ。

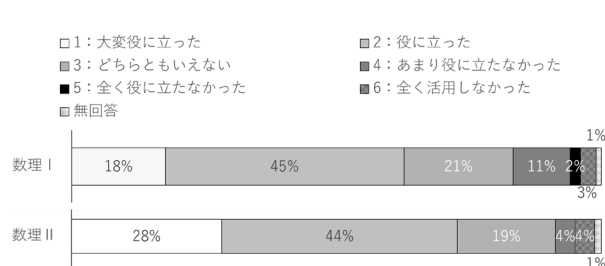


図 3 本システムは学習内容の理解・習得にどれくらい役に立ったか

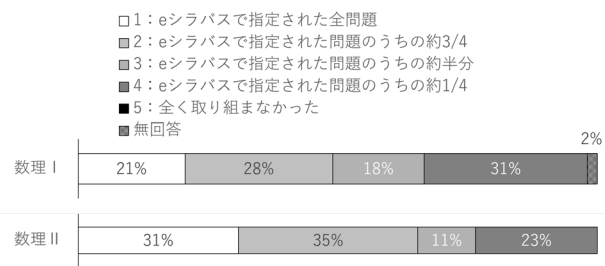


図 4 本システムにどのくらい取り組んだか

7.3 自身のよくある間違いが含まれていたか

図5に「これまでのよくある間違い〇×クイズに、自身がよくやってしまう間違いは含まれていましたか?」に対する回答の集計結果をまとめた。6.2節で述べたように、全く取り組まなかった学生を対象外とする処理を実施したが、「3:活用していないので分からない」が若干名だけ存在した。

数理ⅠとⅡともに約8割の学生が肯定しており、自身のよくある間違いと一致した学生が多かったことが分かった。教員側で把握しているものと学生側の認識がおおよそ合っていることが読み取れる。クラスごとにデータを仕分けしてみると、(数理Ⅱの無回答1名を除いて)数理ⅠとⅡの両方で全員が肯定しているクラスが存在した。そのクラスは、約4割が全問題に取り組み、半分以上取り組んだ学生が約9割以上であり、最も本システムの活用状況が活発であった。さらに、テスト返却時の解説の際に、こういう間違いが実際に多かったけど、これは既に本システムで出題済みであるという指摘をしていた。また、数理Ⅱの期末試験の直前の復習の授業回では、本システムをスクリーンに投影してざっくりと一通り復習して、試験直前にも確認しておくという良いことを指摘した。よく取り組んでいる方が多くの問題に触れる機会があり、必然的に自身も間違っている問題が含まれることが実感しやすいのだろう。

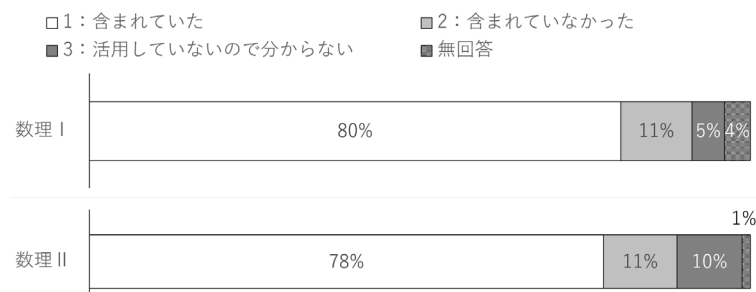


図5 本システムに自身がよくやってしまう間違いは含まれていたか

7.4 感想の自由記述

「よくある間違い〇×クイズの感想を教えてください」に対する回答の集計結果を、数理Ⅰ(回答数: 60)については表2に、数理Ⅱ(回答数: 40)については表3にまとめた。

「特になし」や「あまり利用していないのでわからない」といった趣旨の回答を除くと、肯定的な回答が多数であった。目的(1)・(3)が果たされていることが読み取れるコメントが多かったが、「手軽」や「面白い」、「楽しい」などの目的(5)に関するコメントもあり、本システム構築にあたって工夫した部分が学習者に承認されていることが分かった。

また、否定的なコメントを記した学生も、序盤の非常に基本的な問題しか経験していない人など、利用回数が少ない人たちのものが目立った。継続して利用していけばそういった認識は改まるのではないかと考える。このレベルの問題でも「難しい」というコメントがあるが、間違いに引かれる頻度が高くて難しいと感じたのか、問題自体が難しいと感じたのか、詳しく聴取してみたいと感じた。

8. まとめと今後の課題

8.1 まとめ

「よくある間違い〇×クイズ」と呼称するウェブクイズシステムを開発した。これは、過去の履修者たちの答案を採点した際によく見かけた間違いを取り上げて、主に2択、場合によっては4択のクイズにしたものであり、MySQLデータベースを用いて開発している。これまでは、授業内で散発的に注意喚起をしたり、テスト後の復習の際に指摘したりしているような事項ではあるが、予めまとめて経験し

表2 よくある間違い〇×クイズに対する感想の自由記述のまとめ（数理Ⅰ）

回答の分類	自由記述内容の例（原文のまま）
肯定的 (81.7%)	高校で習った分野に関する基礎問題を出題してくれることやこれは出来ると思っていた問題が間違っていたりと認識を改めることができ、とても良い機会だったと思う。
	簡単ではあるけどちょうど間違いやすい問題がそろっているので確認しやすかった。
	ほとんど基礎的なものが問題として出されたが、たまにどちらが正解かわからなくなるものがあり、その理由まで解説してくれるのが良かった。
	よくやってしまっていた間違いや思い込みを訂正するいい機会でした。
	手軽に取り組める点。間違いにすぐ気付くことができる点。
	自分なりに小テストの対策に役立っていた。
	選択肢が二つですぐに回答しやすく、解説も簡単で分かりやすい
	簡単なものもあったが、かなり迷うような問題もあり面白かった。
	回答の仕方が簡単で、すぐに確認ができるので良かった。
	よくある間違いの方で覚えていたことを認識できた
否定的 (8.3%)	記憶に残らないのだあまり意味がないと思ってしまいました
	よくある間違いをしたのが腹立った
	むずい
	最初の一回しか受けていないからわからないが、最初受けた感想はやってもやらなくてもかわらないという感じだった。
	クリックを間違えてしまうとそのまま回答されてしまうのが気になった
その他 (10.0%)	特になし
	あまり利用していないのでわからない。

表3 よくある間違い〇×クイズに対する感想の自由記述のまとめ（数理Ⅱ）

回答の分類	自由記述内容の例（原文のまま）
肯定的 (90.0%)	面白かった
	選択式で簡単に答えやすく、間違えてもどうして間違いなのかを簡単に確認することができてとても良かった。
	自分がよく間違えるような問題が多くそろっていてテスト前に見返すことによって、間違いを減らすことができた。
	ミスしやすい箇所が分かったのでよかったです
	自分が間違えていたことがたくさんあっていいクイズだと思った
	楽しく、間違いを発見できた。
	解説が分かりやすかった
	ここで勘違いに気づくことで問題が解けるようになった
否定的(2.5%)	難しい
その他 (7.5%)	特になし
	あまりやっていないからわからない。

てもらうことで、解説を通して効率よく矯正することなどが狙いである。試験前の最終確認時にまとめて復習することもできる。

2025 年度は、「技術者のための数理Ⅰ・Ⅱ」という科目用の問題の実装を終え、「数学力強化プログラム」という比較的学力が低い基礎クラス対象の補充授業において活用した。履修者たちの本システムに対する主観的評価を調査したところ、約 7 割が指示された問題の半分以上に取り組み、約 8 割が自身もよくする間違いが含まれていたと回答し、約 6, 7 割が学習内容の習得に役立つことに肯定的な回答をした。自由記述の感想においても、回答者の約 8, 9 割が肯定的な感想を述べており、意図していた目的の多くが果たされていることも読み取れた。

8.2 今後の課題

本稿では、学習者の主観的な評価から本システムの有効性について議論したが、紙幅と分析時間の関係で掲載を断念した、期末試験における正答率のような客観的なデータを基にした分析も、今後紹介していきたい。

次に、本システムの今後の構想について述べる。取り急ぎ、2025 年度後学期からの後追い再履修クラス開講に向けて、選択肢の表示位置などのレイアウト変更が実施されるのは確定済みである。また、「技術者のための数理Ⅲ」で扱う置換積分や部分積分などの新規単元の実装も予定されている。

8.2.1 ログイン機能の実装

2025 年度後学期までにログイン機能を実装する予定である。ログインしてもらうことで、学習者のデータを取得することができ、各教員が自身のクラスに合わせた形でカスタマイズさせることもできる。例えば、問題ごとの初見正答率の表示、不正解だった問題のみの表示、人気の解説を上位に表示させる、正答率ランキングの表示、授業の進捗状況に合わせて表示する問題を選択可能などの機能が考えられる。

8.2.2 問題のランダム表示

現在のプロトタイプでは固定された問題しか表示されないが、このままだと複数回挑戦している内に正解の位置を覚えてしまうことが想定される。各設問における間違いの主旨に沿った類題を問題プールに蓄積させ、そこからランダムに表示させるようにすることで、この問題を解消できる。

8.2.3 ゲーム要素

現在の時点で構想されているのは、ランキング表示やタイムアタックなどの競争・報酬要素や、単元ごとに正答率が高い問題から順に出題されるサバイバルモードなどである。開発にたずさわる学生目線のアイディアも取り入れていきたい。

謝辞

本システムの開発にあたり、原案スライド作成の補助をして頂いた元 Student Assistant の夏梅優希氏、確認などを分担して頂いた本学の釜親徹教授と谷口哲也准教授、本科目における共通教材としての採用を審査して頂いた、教材改善案創出会議の諸先生方に心から感謝を申し上げます。

参考文献

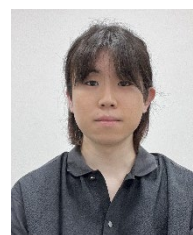
- 1) S. Harvey・Building Effective Blended Learning Programs・Educational Technology・Vol.43, No.6・51-54・(2003)
- 2) J. Bersin・The Blended Learning Book: Best Practices, Proven Methodologies, and Lessons Learned・Pfeiffer・San Francisco・(2004)
- 3) M.B. Horn and H. Staker・BLENDED: Using Disruptive Innovation to Improve Schools・John Wiley & Sons・New York・(2015). 小松健司訳・ブレンディッド・ラーニングの衝撃「個別カリキュラム×生徒主導×達成度基準」を実現したアメリカの教育革命・教育開発研究所・東京・(2017)

- 4) H.M. Vo, C. Zhu, and N.A. Diep・The Effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis・Studies in Educational Evaluation・Vol.53・17-28, (2017)
- 5) 杉本浩・工学部基礎教育における数・理・工の統合・物理教育・Vol.46, No.4・226-227・(1998)
- 6) 秋山綱紀, 井手勇介, 渡辺秀治, 西岡圭太, 堀田英一, 伊藤充・遠隔授業における即時フィードバックが得られるウェブ演習システムの効果・工学教育・Vol.70, No.3・41-47・(2022)
- 7) 秋山綱紀, 井手勇介, 渡辺秀治, 西岡圭太, 堀田英一, 伊藤充, 高村松三・即時フィードバックが得られるウェブ演習システムの遠隔授業への導入と改良・KIT Progress・No.30・116-126・(2022)
- 8) 秋山綱紀, 西岡圭太, 井手勇介, 渡辺秀治, 堀田英一, 伊藤充, 高村松三・対面と遠隔を交互に実施する授業におけるブレンディッド・ラーニングに対する主観的評価・科学教育研究・Vol.47, No.4・383-391・(2023)
- 9) 秋山綱紀, 西岡圭太, 井手勇介, 渡辺秀治, 堀田英一, 伊藤充, 高村松三・ほぼ隔週の遠隔授業における混乱回避の取り組みの効果・KIT Progress・No.32・80-90・(2024)
- 10) 秋山綱紀・第23回数理工教育セミナー『情報化社会における新しいSTEAM教育の展開』数理工統合教育の改革と将来～思考や理解の深化を目指した生成AIの活用～・金沢工業大学数理工教育研究センター・石川・(2025) (学外非公開資料)
- 11) KIT 数学ナビゲーション, トップページ, <https://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/index.html>, 閲覧日: 2025年8月17日
- 12) KIT STEMナビゲーション: よくある間違い○×クイズ, トップページ, <http://nakira.etc.kanazawa-it.ac.jp/~OXquiz/index.html>, 閲覧日: 2025年8月17日 (学内ネットワーク限定)

[受付日 令和7年(2025年)11月20日, 採択日 令和7年(2025年)12月15日]



秋山 綱紀
准教授・博士(理学)
基礎教育部
数理・データサイエンス・
AI教育課程
数理工教育研究センター



加藤 晴史郎
情報フロンティア学部
メディア情報学科4年
数理工教育研究センター
学生スタッフ



西岡 圭太
教授・博士(理学)
基礎教育部
数理・データサイエンス・
AI教育課程
数理工教育研究センター



北庄司 信之
教授・博士(工学)
基礎教育部
数理・データサイエンス・
AI教育課程
数理工教育研究センター



中川 勇人
講師・博士（数理学）
基礎教育部
数理・データサイエンス・
AI 教育課程
数理工教育研究センター



堀 晴菜
講師・博士（環境科学）
基礎教育部
数理・データサイエンス・
AI 教育課程
数理工教育研究センター