

# 理解度向上と学習方略の改善を促す 振り返り支援システムの提案・開発

手塚祐樹<sup>†1</sup> 高木正則<sup>†1</sup> 佐々木淳<sup>†1</sup> 山田敬三<sup>†1</sup> 澤里耕太郎<sup>†2</sup> 森本康彦<sup>†3</sup>

**概要：**構成主義的な学習観では「学習者が何を学びとるか」が重要視され、学習中の成功または失敗の要因を学習者が認識することが重要であると考えられる。振り返りをさせることで、学習者が何を学びとったかがわかるが、全学習者が上記のような振り返りを行えるとは限らない。本研究では、振り返りの質的向上を目的とし、期末試験の予測得点と学習者データの可視化による振り返り支援システムを提案・開発した。

**キーワード：**ラーニングアナリティクス、振り返り支援、教育の情報化

## Proposal and Development of Reflection Support System to Promote Comprehension Development and Improvement of Learning Strategy

YUKI TETSUKA<sup>†1</sup> MASANORI TAKAGI<sup>†1</sup> JUN SASAKI<sup>†1</sup>  
KEIZO YAMADA<sup>†1</sup> KOTARO SAWASATO<sup>†2</sup> YASUHIKO MORIMOTO<sup>†3</sup>

**Abstract:** In constructivism specific learning conception, "What learners learn" is important, and it is considered important for learners to recognize the factor of success or failure during learning. By reflection, you can see what learners have learned, but not all learners can reflect on them as described above. In this paper, in order to improve the reflection quality, we have proposed and developed a reflection support system.

**Keyword:** Learning Analytics, Reflection Support, Informatization of Education

### 1. はじめに

近年、MOOC や e ポートフォリオなどの利用が急速に拡大し[1]、膨大な学習行動ログや学習活動の記録（以下、学習者データ）が収集・蓄積されるようになってきた。これに伴い、ラーニングアナリティクスが注目を集めている[2]。ラーニングアナリティクスでは学習者の有用な学びの記録を収集・蓄積することが重要であると言われている。

一方で、高等教育における「振り返り（reflection）」は、変化が激しい社会の中で、他者と関わり合いながら自主的に学び続けるために必要な能力として近年注目されている。また、構成主義的な学習観において「教員が何を教えるか」から「学習者が何を学びとるか」への視点の転換が主張されている[3]。このため、学習中に期待通り成果が得られたのかどうかを常に振り返り、成功または失敗の要因を学習者が認識することが重要である。しかし、全学習者が上記のような振り返りを適切に行えるとは限らない。

そこで、我々は振り返りの質的向上を目的とし、期末試験の予測得点と学習者データの可視化による振り返り支援

システムを提案する。本研究では、振り返り支援システムを提案・開発するにあたり、理解度の向上に結びつく振り返りに役立つ学習者データを明らかにするために、現状の振り返りを量的な観点と質的な観点から分析する。また、期末試験得点の予測精度の向上に役立つ学習者データを、実際に得点予測を行った結果から分析する。

### 2. システム概要

提案する振り返り支援システムの概要図を図 1 に示す。

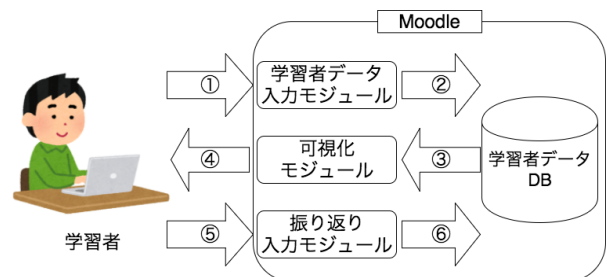


図 1 システム概要図

本稿で提案する振り返り支援システムの各モジュールは、Moodle の活動モジュールとして開発する。

学習者はまず、学習者データ入力モジュールを介して、自身の学習者データ（事前テストの得点など）を入力する

<sup>†1</sup> 岩手県立大学大学院  
Iwate Prefectural University Graduate School

<sup>†2</sup> トークノート株式会社  
Talknote, Inc.

<sup>†3</sup> 東京学芸大学  
Tokyo Gakugei University

(①, ②). 次に, 可視化モジュールで期末試験の予測得点と今までに入力した学習者データを閲覧することができる  
(③, ④). 最後に可視化された学習者データを閲覧しながら振り返り入力モジュールで振り返りを行う。

### 3. 研究課題

振り返り支援システムを開発するにあたり, 以下の研究課題を設定した。

1. 理解度の向上に結び付く振り返りに役立つ学習者データの解明
  2. 期末試験の得点予測に役立つ学習者データの解明
- 課題1については, 現状の振り返りを量的かつ質的に分析する(4章)。また, 課題2については, 過去に収集・蓄積した学習者データを用いて実際に得点予測を行い, 予測精度の良い学習者データの組み合わせから考察する(5章)。

### 4. 振り返りの現状分析

実際の授業で実践された振り返り活動の実践結果から, 振り返りの現状分析[4]を行った。

#### 4.1 科目概要

本学ソフトウェア情報学部1年次に開講されている専門基礎科目「情報基礎数学」(以下, 基礎数学)で実践されている振り返りを分析対象とした。基礎数学は数学リメディアル科目として, 基礎数学A~Cの3科目が開講されており, 入学直後に実施されたプレースメントテストで合格点に達しなかった学生が履修する。基礎数学ではソフトウェア情報学の様々な分野で必要となる数学的概念の基礎を学ぶ。各科目の学習内容は表1に示す。また, 授業では, 学生は4~5名程度からなるグループを編成し, 2グループに1人のTA (Teaching Assistant) やSA (Student Assistant) を配置している。

平成27年度の基礎数学Aと基礎数学Cでは用紙に印刷された振り返りシートを配布し, 毎回の授業時に振り返りの結果を記録させた。

表1 各基礎数学の学習内容

科目	学習内容
基礎数学A	三角関数, 指数関数, 対数関数, 数列, 極限, 微分法, 積分法
基礎数学B	順列, 組み合わせ, 確率, 統計
基礎数学C	命題論理・集合, ベクトル, 行列

#### 4.2 授業の流れ

これらの授業の流れは主に「eラーニング教材を活用した反転授業」と「作問学習とTA/SAとの個別面談」の2つがある[5]。表2に「eラーニング教材を活用した反転授業」の流れを示す。表2の「振り返りNo.」は表3の「振り返りNo.」と対応している。例えば, 表2の「事前テ

ストの採点・解説」後には, 表3のNo.1, No.2の項目について振り返りシートに記載する。

表2 授業の流れ

時間(分)	概要	振り返り No.
10	事前テスト	
5	事前テストの採点・解説	1,2
5	前回課題, 前回授業アンケートへのフィードバック	
50	グループ学習	3
10	事後テスト	
5	事後テストの採点・解説	4,5
5	授業アンケート	

学生は各授業前までにeラーニング教材を活用した事前学習(予習)を行う。授業は基本的に表2の流れで進行し, 各単元が終わるごと(1単元3回から5回の講義を実施)に「作問学習とTA/SAとの個別面談」を行う。個別面談の際には振り返りシートに記載された内容を基に助言や指導, 激励を行う。

#### 4.3 振り返りシートの記録方法と分析方法

第1回授業の際に全履修者に振り返りシートを配布し, 毎回の授業時間の中で教員から指示のあった項目(表3)について, 振り返りの内容を記入させた。全15回の授業終了時に振り返りシートを提出してもらい, 基礎数学Aの履修者54名と基礎数学Cの履修者54名の振り返りシートを分析した。

表3 振り返りシートへの記載事項

振り返り No.	記載項目
1	事前テストの得点(10点満点)
2	eラーニング・事前テストで分かった自分の弱点(自由記述)
3	グループ学習で分かったこと, 次回グループ学習に向けた改善点(自由記述)
4	事後テストの得点(10点満点)
5	事後テストで分かった自分の弱点・次回に向けた改善点(自由記述)

#### 4.4 振り返りシートの分析結果

##### 4.4.1 量的分析

量的分析として, 以下の2つの分析を行った。

1. 振り返りシートの記入率と期末試験の得点との相関
2. 成績上位者と成績下位者の振り返りシートの自由記述欄に記入された文字数

振り返りシートの記入率(実際に記入した項目数÷記入すべき項目数×100)と, 期末試験の得点との相関関係の分

析結果を表 4 に示す。なお、記述欄を数える際、学習者が授業を欠席した日付の記述欄と、「なし」「特になし」と記入されている自由記述欄は記述欄として数えないこととした。分析の結果、基礎数学 A では中程度の正の相関が確認でき、基礎数学 C では弱い正の相関が確認できた。この結果から、振り返りシートの記入すべき項目に記入する割合が高い学生ほど期末試験の得点が高い傾向にあることが分かった。

表 4 振り返りシート記入率 (%) と期末試験との相関

科目名	平均(%)	最小(%)	最大(%)	相関関係
基礎数学 A	82.00	8.33	100.00	0.53
基礎数学 C	74.02	20.00	96.67	0.24

次に、期末試験の成績上位者 12 名と成績下位者 8 名の振り返りシートの自由記述欄に記述された文字数を分析した結果を図 2 に示す。成績上位者と下位者は、成績の上から 12 人と下から 12 人を対象としたが、下位者の 4 名ほどから振り返りシートを回収することができなかつたため、下位者の振り返りシートとして 8 名の振り返りシートを用いている。図 2 から成績上位者が記入した文字数は成績下位者よりも多い傾向にあることが確認され、振り返りシートの自由記述の文字数が多い学生ほど、期末試験で高得点となる傾向があることが示唆できる。

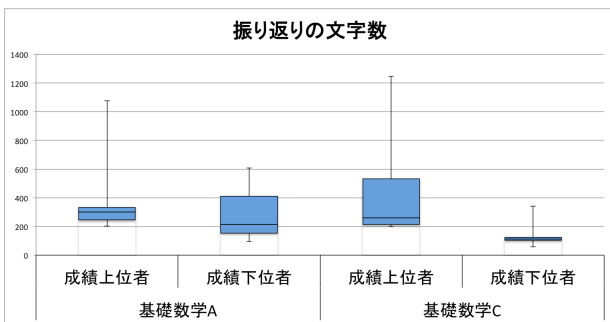


図 2 成績と自由記述欄に記載された文字数の関係

#### 4.4.2 質的分析

基礎数学 A と基礎数学 C の各講義時間中に実施している小テストの成績上位者と成績下位者および基礎数学 C の履修者全員の振り返りシートへの記述内容を、(1)原因・対策なし、(2)抽象的な原因・対策あり、(3)具体的な原因・対策あり、(4)過去の学習内容と結びつけた振り返りの 4 つに分類した。表 5 に成績上位者と下位者の記述内容の例を、表 6 に記述内容のカテゴリの分類と例をそれぞれ示す。また、成績下位者の記述内容の分類結果を図 3 に、成績上位者の記述内容の分類結果を図 4 に示す。

図 3、図 4 から、成績下位者は成績上位者に比べて問題を間違えた原因に関する記述が少なかったことが確認でき

る。これは、成績上位者は成績下位者より理解度の向上につながる振り返りを行っていると言える。また、基礎数学 C では成績に関係なく、具体的な振り返りができていると言える記述 (カテゴリ No.3 と No.4) は 5 割程度であった (図 5)。

表 5 自由記述欄の記載内容の例

科目名	上位/下位	記述内容の例
基礎数学 A	上位	増加範囲には=がつかないことを知らなかった
	下位	基本を理解する
基礎数学 C	上位	3 点が与えられた時の平行や垂直条件を含む点の求め方
	下位	全体的にできていなかった

表 6 記述内容のカテゴリの分類と例

カテゴリ No.	カテゴリ名	例
1	原因・対策なし	できた、全部わからなかった
2	原因・対策あり (抽象的)	ケアレスミス、予習する
3	原因・対策あり (具体的)	〇〇の求め方、〇〇の図を書いて考える
4	過去の学習内容と結びつけた振り返り	事前問題で間違った〇〇の計算に気をつけて解くことができた

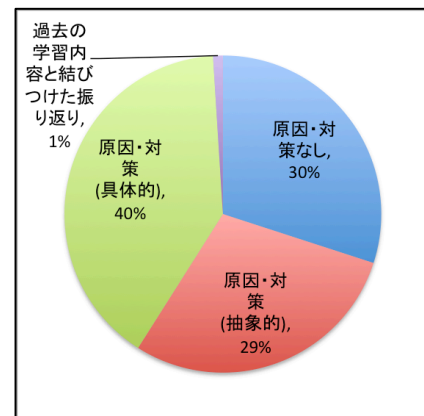


図 3 成績下位者の振り返り内容の傾向

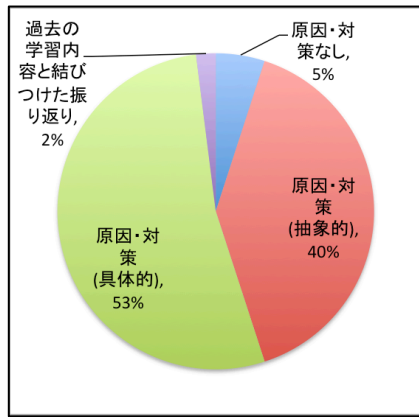


図 4 成績上位者の振り返り内容の傾向

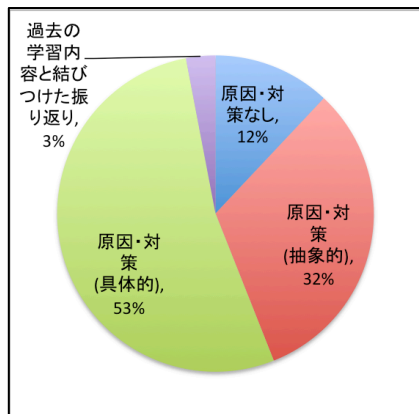


図 5 基礎数学 C 全体の振り返り内容の傾向

#### 4.4.3 記述内容例と振り返り時に参考になる学習者データ

振り返りシートの記述内容から振り返り時に参考になると考えた学習者データを表 7 に示す。記述内容の例から、学習者が自身の学習状況・理解度を把握できていないことも理解度の向上に結びつく振り返りができていない原因だと考える。そこで、自身の学習の理解状況について振り返りながら学習に取り組むことが期待できる V マーク式学習法[6]に注目した。

V マーク式学習法とは、学習者が主体的に学習に従事し、責任を持ちながら、自らの学習を調整する学びを促進させることを目的として提案された学習法である。この V マーク式学習法では、単に問題に正解できたかではなく、学習者自身がその問題の本質的な理解に至らなかったと感じた場合には問題に「V」を付与し、再度問題を解く。再度問題を解いた際、本質的な理解に至ったと感じた場合は「V」を「⓪ (V マーク)」に付け替え、解けなかった理由等を省察コメントとして記述する。

富永ら[6]は、大学生と大学院生 11 名を対象とした実験環境下で評価実験を行い、学習の理解度やモチベーションが高まること、学びの成長を意識し、実感しながら学習に取り組むことなどが示唆されたと報告している。

表 7 記述内容例と振り返り時に参考になる学習者データ

記述内容	参考になる学習者データ
(e ラーニングの問題において)ヒントを見て理解したつもりになった	e ラーニングのヒント閲覧回数
いつもより予習時間が短かったから公式をちゃんと使えなかったんだと思う	e ラーニングの学習時間
わからないところがわからなかった	V マーク式学習法における V の数

V マーク式学習法における V の数は、学習者自身が本質的に理解できていないと感じている問題の数を表しており、⓪の数は本質的に理解できていなかった問題を理解できたと感じた数を表している。そのため、V や⓪の数は、学習者の主観的な理解状況を表している学習者データとして活用できると考える。

## 5. 期末試験得点の予測に基づく分析

期末試験の得点の予測精度の向上に役立つ学習者データの分析を行う[7]。

### 5.1 科目概要

期末試験得点の予測に基づく分析でも、振り返りの現状分析の際に対象とした基礎数学を対象科目とした。本研究では、平成 26 年度と 27 年度に実施された基礎数学 B で収集・蓄積された学習者データを用いて、期末試験の得点予測の精度に影響を与える学習者データを分析する。

### 5.2 活用する学習者データとアルゴリズム

平成 26 年度と 27 年度に実施された基礎数学 B で収集した学習者データを表 8 に示す。

本研究では、表 8 の学習者データのうち(1)~(5)、(8)、(9)を活用した。(8)主観的な理解度調査アンケートと(9)高校時の数学履修状況はそれぞれ、「できる/習った」と回答した数、「できない/習っていない」と回答した数、「不明」と回答した数の 3 つに分けて得点予測に活用した。また、得点予測の精度に影響を与えている学習者データを判別するために、CART アルゴリズムを利用して決定木を構築して得点を予測した。

(6)e ラーニングの進捗率は、基礎数学では予習時に全ての演習問題を正解して進捗率を 100%にすることが課題(予習)としていたため、ほとんどの学生が 100%であった。そのため、今回の分析では期末試験の得点予測の精度に影響を与えない学習者データと判断し、活用しないこととした。(7)作問演習の成果物、(10)TA による個別面談結果においては、自由記述としているため、得点の予測に活用しにくい形式で蓄積されており、活用が難しいと考えたため、これらのデータも今回の分析では活用しなかった。

表 8 活用可能な学習者データ

No.	データ名	データの概要
(1)	プレースメントテストの得点	数学リメディアル科目の履修可否を判定するために入学直後に実施されるテストの得点(0~100点).
(2)	各授業の事前テストの得点	各授業の最初に実施される確認テストの得点(0~10点).
(3)	各授業の事後テストの得点	各授業の最後に実施される確認テストの得点(0~10点).
(4)	eラーニングの学習時間	各回の授業で公開されたeラーニング教材を利用して学習(教科書の閲覧と演習問題の回答)した時間(秒).
(5)	eラーニングのヒント閲覧回数	各回の授業で公開されたeラーニング教材のうち、演習問題を回答する際にヒントを閲覧した回数.
(6)	eラーニングの進捗率	各回の授業で公開されたeラーニング教材のうち、演習問題を回答して正解した問題の割合(0~100%).
(7)	作問演習の成果物	作問演習で作成された問題や相互評価時に投稿されたコメント.
(8)	主観的な理解度調査アンケート結果	各授業で学習する学習単元の理解状況を質問したアンケートへの回答結果(できる, できない, 不明)
(9)	高校時の数学履修状況	各授業で学習する学習単元の高校時の履修状況を質問したアンケートへの回答結果(習った, 習わなかった, 不明)
(10)	TAによる個別面談結果	各学習単元の最終回に実施したTAとの個別面談後にTAが入力した内容.

### 5.3 期末試験の得点予測の手順

期末試験の得点予測は以下の手順で行った.

#### 1. 欠損値の補完

実際の授業では、必ずしも履修している全学生がすべての回に出席するとは限らない. そのため、欠席した際は、その回に実施された事前テストや事後テストの得点などが欠損してしまう. 学習者データの一部が欠損してしまうと期末試験の得点を予測できないため、得点の予測を行う前に上記のような欠損値を補完する必要がある. 本研究では、欠損値の補完には、張らの欠損値補完法[8]を用いた.

#### 2. 分類器の構築

欠損値の補完後、分類器の構築を行った. 分類器の構築には、表 8 の(1)~(5)と主観的な理解度調査アンケートで(8-1)「できる」と回答した数、(8-2)「できない」と回答した数、(8-3)「不明」と回答した数、高校時の数学履修状況で(9-1)「習った」と回答した数、(9-2)「習わなかった」と回答した数、(9-3)「不明」と回答した数の 11 個の学習者データを用いた.

分類器の構築は以下の手順で行った.

##### 2-1. 使用する学習者データの組み合わせの決定

使用する学習者データの組み合わせを決定する. 学習者データは 11 個あるため、組み合わせは  $2^{11}-1$  通りとなる.

##### 2-2. 各授業終了時点で収集された学習者データをトレーニングデータとテストデータに分割

本研究では交差検証を用いて予測得点の誤差を求めるため、学習者データをトレーニングデータとテストデータに分割する. テストデータとして抽出するデータはランダムで抽出している.

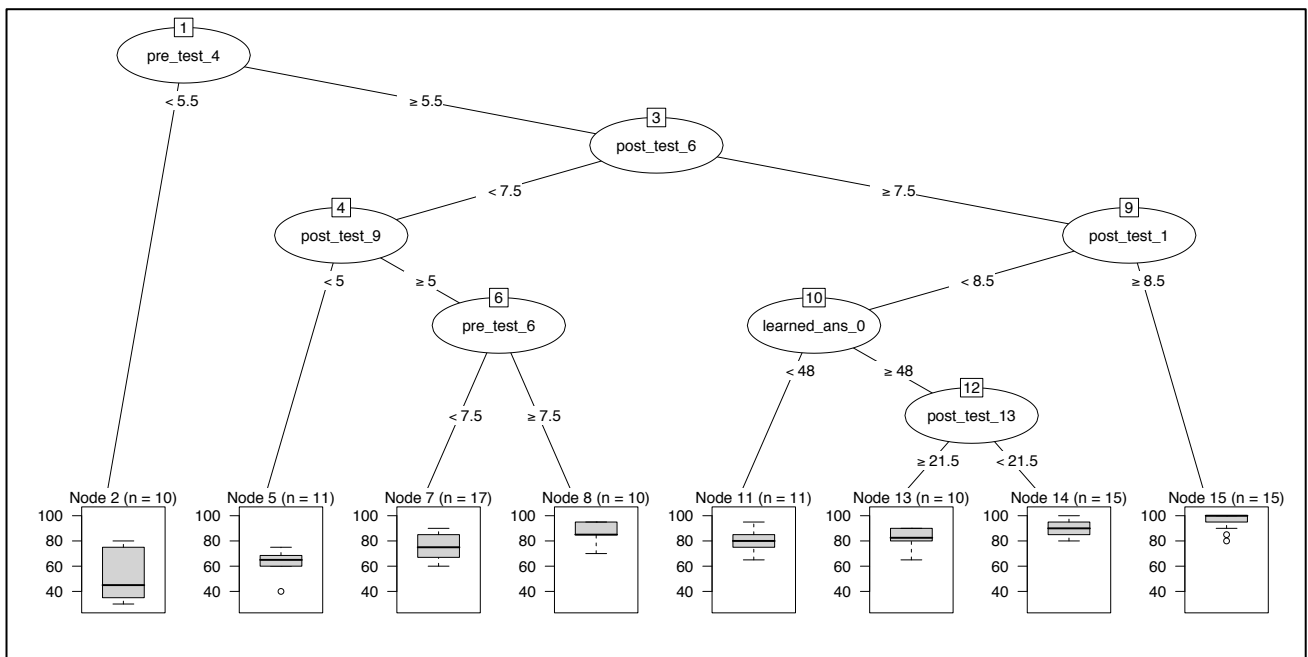


図 6 手順 2-3 で構築される分類器の例

2-3. トレーニングデータを活用し、CART アルゴリズムで分類器を構築

トレーニングデータとCARTアルゴリズムを活用し分類器を構築する。分類器を構築する際、学習者データを説明変数、期末試験得点を目的変数としている。構築した分類器の例を図6に示す。

今回は決定木アルゴリズムであるCARTを活用しているため、出力される分類器は樹形図のような形となる。また、アルゴリズムの特性上、分類器の構築には、目的変数に対して影響の強い説明変数から順番に上から下へと使用される。図6の例では、期末試験得点の決定に最も影響がある学習者データは第4回の事前テストの得点であることを示している。

3. 分類器を用いた得点の予測

手順3では、手順2で構築した分類器に、手順2-2で分離させておいたテストデータを与え、出力として期末試験の予測得点を得る。

5.4 分類器を用いた得点予測の精度評価と分析

交差検証により、5.3で述べた手順で予測した得点と実際の期末試験の得点の平均絶対誤差を算出して予測精度を評価し、予測精度と学習者データの組み合わせを分析した。

表9は各回終了時点で収集できる学習者データで構築した分類器の中で最小の平均絶対誤差と分類器を構築する際に用いた学習者データの組み合わせとなる。表の組み合わせにある番号は5.3で述べた、分類器を構築する際に用いた学習者データの番号と同一のものである。

表9より、平均絶対誤差が最も小さくなる分類器を構築する際に用いた学習者データの組み合わせに含まれるデータとして、(3)各授業の事後テストの得点(14回中14回)、(1)プレースメントテストの得点(14回中11回)が多いことがわかる。

表10に示すのは、表9とは逆の最大の平均絶対誤差とその分類器を構築する際に用いた学習者データの組み合わせである。表10より、平均絶対誤差が最も大きくなる分類器を構築する際に用いた学習者データの組み合わせに含まれるデータとして、(5)eラーニングのヒント閲覧回数(14回中11回)、(9-1)高校時の数学履修状況で「習った」と回答した数(14回中7回)が多いことがわかる。

表9、表10より、各界において最も平均絶対誤差が小さくなった、大きくなった学習者データの組み合わせは異なることがわかった。また、各授業の事後テストは表2に示したように、予習やグループ学習を行った後に行う小テストであり、10点満点中4点未満だった場合、授業後に再テストを受けることが求められていた。そのため、この事後テストの得点は各授業終了時の学習者の理解度を正確に表している数値であることが考えられる。プレースメントテストも基礎数学の履修の必要性を判断するために実施しているため、高校時に学んできたことに対する理解度を表

している数値であることが考えられる。一方で、(2)各授業の事前テストは、平均絶対誤差の最も低い組み合わせの学習者データに含まれたのは14回中2回だけであった(表9)。これは、事前テストでは、高得点を取ると成績に加点していたが、何点を取っても再テストを受ける必要がなかったため、事前テストを真剣に受けていた学生が少なかった可能性があり、結果として各学生の理解度を正確に表していなかったことが考えられる。以上より、期末試験の得点予測には、その時点での学習者の理解度を正確に表している値が有用であることが考えられる。

表9 各回の最も小さい平均絶対誤差と分類器の構築に用いた学習者データの組み合わせ

回	平均絶対誤差	組み合わせ
1	7.6875	(1), (3), (5), (9-3)
2	8.28125	(1), (2), (3), (8-3)
3	8.28125	(1), (2), (3), (8-3)
4	6.5625	(1), (3)
5	6.4375	(1), (3)
6	7.71875	(1), (3), (8-3)
7	7.71875	(1), (3), (8-3)
8	7.71875	(1), (3), (8-3)
9	7.71875	(1), (3), (8-3)
10	7.71875	(1), (3), (8-3)
11	7.71875	(1), (3), (8-3)
12	7.71875	(3), (9-1)
13	7.71875	(3), (9-1)
14	7.71875	(3), (9-1)

表10 各回の最も大きい平均絶対誤差と分類器の構築に用いた学習者データの組み合わせ

回	平均絶対誤差	組み合わせ
1	12.65625	(5), (8-2)
2	12.09375	(4), (8-2)
3	12.09375	(4), (8-2)
4	12.09375	(5), (8-2), (9-1)
5	12.40625	(5), (8-2), (9-1)
6	12.5625	(3), (4), (8-3), (9-1), (9-3)
7	12.9375	(5), (9-1)
8	12.9375	(5), (9-1)
9	13.03125	(5), (9-1)
10	13.03125	(5), (9-1)
11	12.8125	(5)
12	12.8125	(5)
13	12.8125	(5)
14	12.8125	(5)



## 6. 振り返り支援システム

提案する振り返り支援システムの概要は図 1 となるが、6 章では各モジュールの詳細について述べる。

### 6.1 学習者データ入力モジュール

「4 章 振り返りの現状分析」にて振り返りシートを分析した結果、振り返りに役立つ学習者データとして、e ラーニングのヒント閲覧回数、e ラーニングの学習時間、V マーク式学習法の V の数とした。本モジュールでは、これらの学習者データに加え、期末試験の得点予測に役立つ学習者データである、各回の事後テストの得点を入力するためのフォームを用意し、データベースへ保存する。

### 6.2 可視化モジュール

データベースに保存されている学習者データをグラフで学習者へ提示する。現在は、各学習者データを折れ線グラフで時系列順に表示することを考えている。

この際、学習者は閲覧したい学習者データを自身で選択できる。例えば、e ラーニングのヒント閲覧回数は振り返りに不要だと考える学習者は e ラーニングのヒント閲覧回数は非表示にすることができる。この機能により、各学習者がどのような学習者データを見ながら振り返りを行っているのかというログが収集できる。

### 6.3 振り返り入力モジュール

「表 3 振り返りシートへの記載事項」の項目を入力できる。e ラーニング自由記述・事前テストで分かった自分の弱点などの自由記述の部分に記述する際に、可視化モジュールにて自身の学習者データを閲覧しながら記述してもらうことを想定している。

### 6.4 システムの開発

上記の機能を備えた振り返り支援システムを開発した。この振り返り支援システムは、開発言語は PHP, JavaScript, DBMS は MySQL を用いて Moodle の活動モジュールとして開発した。図 7 に可視化モジュールの画面例を示す。各学習データは、学習者自身のデータとクラスの平均を同一のグラフに表示している。また、ページ上部にあるボタンをクリックすることで各グラフの表示/非表示を切り替えることができる。

## 7. まとめと今後の課題

### 7.1 まとめ

本稿では、振り返りの質的向上を目的とし、期末試験の予測得点と学習者データの可視化による振り返り支援システムの開発を行った。基礎数学の振り返りシートを分析した結果、e ラーニングのヒント閲覧回数、e ラーニングの学習時間、V マーク式学習法における V の数が理解度の向上に結びつく振り返りに役立つことが考えられる。また、期末試験得点の予測精度から、期末試験の得点予測に役立つ学習者データについて考察した。得点予測に役立つ学習者データとしては、事後テストの得点やプレースメントテ

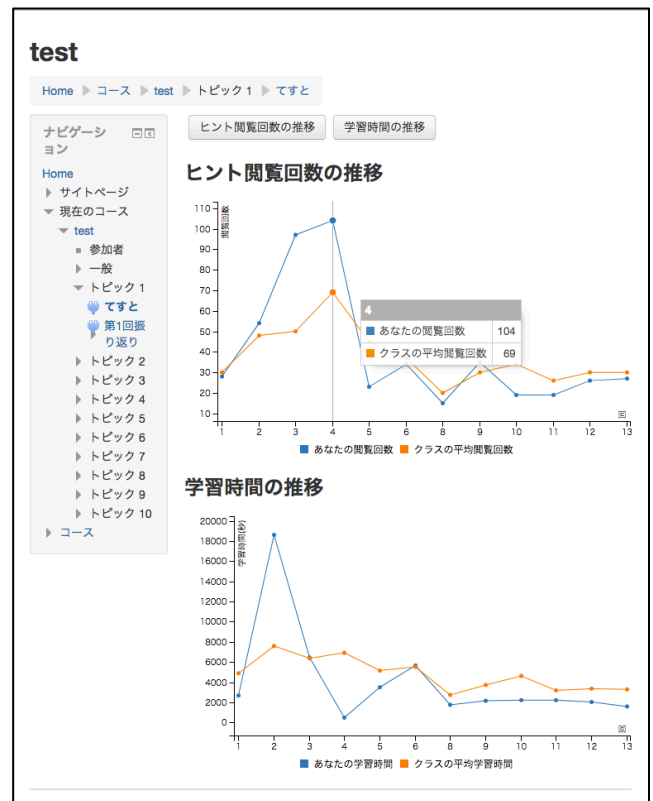


図 7 可視化モジュールの画面例

ストの得点のようなその時点での学習者の理解度を正確に表す値が有用であることが考えられる。

### 7.2 今後の課題

今後は、開発したシステムを基礎数学に導入してもらい、システムの評価を行っていく。

また、引き続き振り返りに役立つ学習者データについての分析も行っていく。分析の一案として、プレースメントテストから期末試験得点が向上した学習者群とあまり向上しなかった学習者群の可視化モジュールの表示/非表示設定を見比べ、得点が向上した学習者はどの学習者データを参考に振り返りを行っているのかを分析することを考えている。

**謝辞** 本研究は、JSPS 科研費 JP17K01139 の助成を受けたものです。

### 参考文献

- [1] 森本康彦, 喜久川功, 宮寺庸造. e ポートフォリオ活用のための蓄積文法と支援システムの開発. 日本教育工学会論文誌. 2011, vol. 35, no. 3, p. 227-236.
- [2] “1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge”. <https://tekri.athabasca.ca/analytics/>, (参照 2016-06-07).
- [3] 和栗百恵. 「ふりかえり」と学習 -大学教育におけるふりかえり支援のために-. 国立教育政策研究所紀行. 2010, vol. 139, p. 85-100.
- [4] 澤里耕太郎, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳. 学習ログの可視化と自己評価・相互評価による振り返り支援システムの提

- 案. 第78回情報処理学会全国大会, 4ZA-06, 2016.
- [5] 高木正則. 数学リメディアル教育における反転授業の実践と評価. 情報処理学会研究報告コンピュータと教育(CE). 2015, vol. 2015-CE-131, no. 14, p. 1-6.
  - [6] 富永健斗, 森本康彦, 丸山浩平, 宮寺庸造. eラーニングにおける主体的な学びを促進させる「Vマーク式学習法」の提案. 信学技法(IEICE Technical Report ET2016-34), 2016.
  - [7] 手塚祐樹, 高木正則, 山田敬三, 佐々木淳, 森本康彦. 数学リメディアル教育における期末試験の得点予測に活用できる学習者データの分析. 教育システム情報学会第41回全国大会講演論文集. 2016, p. 211-212.
  - [8] 張諾, 木村寛明, 高木正則. データの特徴選択に基づいた教育データの欠損値補完法. 電子情報通信学会技術研究報告. 2015, vol. 114, no. 513, p. 89-93.