

数学補習用 eLearning システム構築の試み

The development of an eLearning System for Supplementary Lessons in Mathematics

石川県立大学 教養教育センター 稲葉宏和・桶 敏

Abstract

We developed an eLearning system in order to provide supplementary lessons in mathematics. In this paper, we introduce how these supplementary lessons were used during 2014 school year, and discuss the practicality of this eLearning system.

Keywords: eLearning system; supplementary lesson; eLearning for mathematics

1. はじめに

2010年度から2013年度まで石川県立大学「教育改善プロジェクト『数学補習用 eLearning システム構築の試み』」を行った。

ここでは、後期開講の教養科目「数学」の進行に合わせて、補習 eLearning 教材を用意した。計算のスキルを上げ、自分でテキスト・参考書の計算をたどれるようにし、講義やテキスト・専門書の内容の理解の助けになることを目指した。

これまでの具体的な取り組みを報告してきた。(稲葉・桶, 2011; 稲葉・桶, 2012; 稲葉・桶, 2013; 稲葉・桶, 2014)

これらの取組は2013年度に一応の完成を見た。そこで、2014年度は、2013年度の内容と同じコンテンツを用い、数学補習の eLearning を行った。

また、年々参加者が減少傾向にあるので、それに対する対応も検討した。

2. 背景

石川県立大学は農学系の大学である。理工学系とは異なり数学に苦手意識を持っている学生が多い。

教養科目「数学」の受講者に行ったアンケー

トでは、年度により増減があるが高校での数Ⅲ・Cの履修者は半数程度であり、受験科目として他大学の個別学力試験で数学を受験したものは3割程度である。数Ⅰ・A以降の科目を受験科目として勉強していない。

実際、入学試験科目としての数学はセンター試験のみ(2006年までは選択、2007年から必須)であり、個別学力試験では課してはいない。

2006年より教養教育センターで新入生を対象に行っているプレースメントテスト(注1)の結果では、年度により増減はあるが3割程度の新入生が文系の高3レベルに達していないことが示されている。

そのため、高校数学の理解が十分でない学生が多い。これが数学に対し苦手意識を持つ学生の多さにつながっている。

しかし、理系専門科目を学習する際、専門書の中の数式を理解する数学の力が必要となる。そのため、基礎的な数学の習得が不可欠である。

数学が不得意な学生が講義の内容を理解するには補習が有効であると考えられる。補習は少人数対面で行うのが理想である。しかし、実際には、学生と教員の時間を合わせる事が難しい。そこで、時間と場所を選ばないという利点を持つ eLearning で補習を行うことを計画した。

eLearning では、いつでも・どこでも・何度でも学習することが可能となる。実際、学外からの利用が半分程度あり、夜間の利用も多くあった。

3. eLearning システムについて

eLearning システムとして、石川県立大学に既にある LMS (Learning Management System) の Moodle (井上他, 2006) を利用している。

Moodle 上に数学の補習のコースを作成し、補習の eLearning を行うこととした。LMS のサーバーは毎年更新される。そのため、毎年新たにソフトウェアなどのインストール・設定が必要となる。

4. 補習コースの特徴

Moodle 上に数学の補習コースを作成し、教養科目「数学」(選択科目)の講義に対応する補習の教材を作成した。

コースではまず学習の手引きを示し、学習方法について指示をした。画面で見ただけでなく「解説」や「問題」、「挑戦」の計算をノートや紙に書くようにする。その際にどのような式変形をしているかを考えながら書くようにする。必ずノートや紙に書き手を動かして理解するように、途中であきらめず継続して理解を重ねるようにする。質問については担当教員の所に気軽に、などである。

教材の基本的な構成は、図 1 に示すように、項目毎に「解説」とそれに対応する「問題」、「挑戦」の組からなる。図 2 に「解説」の例を、図 3 に「問題」の例を、図 4 に「挑戦」の例を示す。このように、「解説」だけでなく、穴埋めの「問題」や「挑戦」を用意することにより単調さを避けている。

教材の構成は、図 1 に示したように、講義の進度の項目ごとに「解説」(図 2)・「問題」(図 3)・「挑戦」(図 4)の組とした。「解説」と「問題」

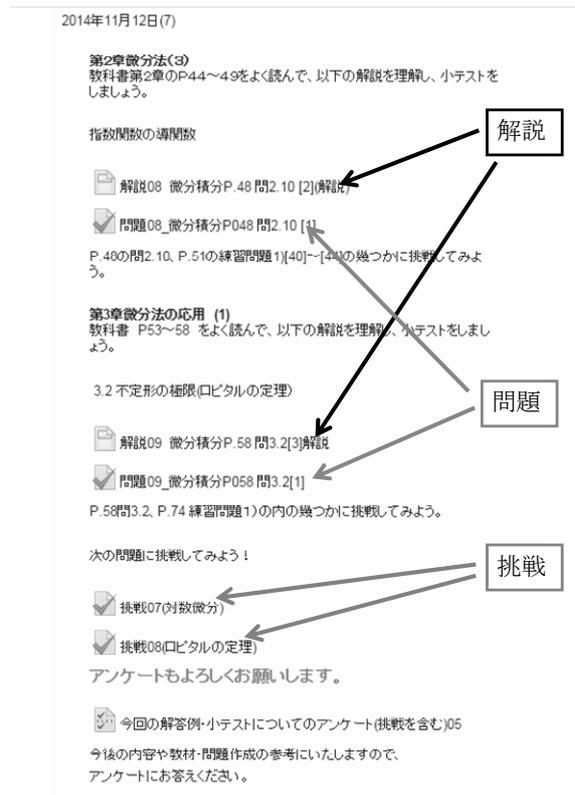


図 1 教材の基本的な構成の例

解説03 微分積分P.27 問2.1 [3](解説)

図 2 「解説」の例

の組を講義の進度に合わせた内容で毎回 2 組程度用意した。「挑戦」はその内容に応じて提供した。

教材はあまり多くなりすぎないように、むしろ

問題23_線形代数P064_練習問題3(1)
[ア]～[ス]に入る正しい数値を入れよ。

行列式 $\begin{vmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -3 \\ -1 & 3 & -1 \end{vmatrix}$ の値を計算せよ。

解法
開-サラスの法則より、行列式は

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

$$= a_{11}a_{22}a_{33} + a_{12}a_{23}a_{31} + a_{13}a_{21}a_{32} - a_{13}a_{22}a_{31} - a_{12}a_{21}a_{33} - a_{11}a_{23}a_{32}$$

であるから、

$$|A| = \begin{vmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 2 & -3 \\ -1 & 3 & -1 \end{vmatrix}$$

$$= 2 \times 2 \times \text{[ア]} + 0 \times (-3) \times \text{[イ]} + 1 \times 0 \times \text{[ウ]}$$

$$- 1 \times 2 \times \text{[エ]} - 0 \times 0 \times \text{[オ]} - 2 \times (-3) \times \text{[カ]}$$

[ア]は、数値 [イ]は、数値 [ウ]は、数値

[エ]は、数値 [オ]は、数値 [カ]は、数値

$$= \text{[キ]} + \text{[ク]} + \text{[ケ]} + \text{[コ]} + \text{[サ]} + \text{[シ]}$$

[キ]は、数値 [ク]は、数値 [ケ]は、数値

[コ]は、数値 [サ]は、数値 [シ]は、数値

$$= \text{[ス]}$$

[ス]は、数値

図3 「問題」の例

挑戦20(行列式)
[ア]～[キ]に入る正しい数値を入れよ。

行列式 $\begin{vmatrix} 1 & 3 & -3 \\ -1 & -3 & 2 \\ 2 & 2 & -3 \end{vmatrix}$ の値を計算せよ。

解法

$$|A| = \begin{vmatrix} 1 & 3 & -3 \\ -1 & -3 & 2 \\ 2 & 2 & -3 \end{vmatrix}$$

$$= 1 \times (-3) \times \text{[ア]} + 3 \times 2 \times \text{[イ]} - 3 \times (-1) \times \text{[ウ]}$$

$$- (-3) \times (-3) \times \text{[エ]} - 3 \times (-1) \times \text{[オ]} - 1 \times 2 \times \text{[カ]}$$

[ア]は、数値 [イ]は、数値 [ウ]は、数値

[エ]は、数値 [オ]は、数値 [カ]は、数値

$$= \text{[キ]}$$

[キ]は、数値

図4 「挑戦」の例

少ないくらいに用意した。それにより、挫折せずに続けられ、学習の習慣をつけられるよう配慮した。

5. 補習教材の特徴

数学の eLearning を行う上で、いくつかの問題点が存在する。

まず、数学記号や数式の表記方法に問題点がある。eLearning システムには数式の記述方法がない場合や困難であることが多い。

数学では、数学固有の記号が多いため eLearning で扱うことが難しい。数学記号の入力が直接できないため、TeX 形式や Maxima 形式を用いるなど様々な方法が試みられている(中村, 2010、中村他, 2010)。

石川県立大学には Moodle 以外の eLearning システムとして Glexa (注2) がある。しかし、数式の記述は困難であるため、数学の eLearning には向いていない。

eLearning では数式の記述が困難な場合が多いため、数式を画像として表示する、あるいは、教材を Web ページや PDF ファイルで提供するなどの工夫をしている場合が多い。(注3)

「解説」のようなものはこのような方法で提供することもできるが、「問題」のような小テスト形式の場合には利用できない。Moodle では、TeX 形式の記述が可能であるため、数式を表示することができる。そこで、実際に数式が表示できるよう、Moodle 上で TeX の設定・調整を行った。

数式がよりきれいに表示されるよう数式表示用マクロ emath (注4) をインストールし、設定・調整を行った。これにより以前に比べて数式が明瞭になった。さらに数式内にカナ文字を表示することも可能となった。穴埋め問題などで数式内の問題番号を数字ではなくカナ文字で表すことができ、紛らわしさを減らすことができた。

つぎに、「問題」の解答の入力方法に問題点がある。解答も当然数式で記述する必要がある。解答の数式の入力方法は TeX 形式や Maxima 形式などが用いられる。しかし、工学系の学生以外では入力方法の習得自体負担が大きい。特

に数学が不得意な学生には、解答の入力に TeX のような入力方法の取得は非常に負担が大きい。数学以外のところの障壁は極力ないほうがよい。

そこで「問題」では、答えの記述が TeX のような特別な入力書式にならないよう、数字の穴埋め、もしくは文字式の多肢選択とした。

他にも、解答の自動採点方法にも問題点がある。数学の解答は、最終の解答のみの記述でも正解は1つにならない。たとえば、解答が「 ax^2+bx+c 」の2次式の場合でも、「 ax^2+c+bx 」、「 $bx+ax^2+c$ 」、「 $bx+c+ax^2$ 」、「 $c+ax^2+bx$ 」、「 $c+bx+ax^2$ 」のいずれも間違いとはいえない。このようなことは、「問題」の解答を eLearning 上で行う場合、自動採点を行い、瞬時に採点結果のフィードバックを行う上で、事前に解答のすべての組み合わせを用意し、そのうちのどれでも正解と評価できるようにしておかなければならない。あらゆる組み合わせを網羅すること自体大変な準備を要する。

このような例にあるように最終解答のみを評価する場合でも大変であるが、プロセス自体も評価しようとする、事前にすべての組み合わせを用意することは不可能に近い。

今までの数学の eLearning では、「解説」のような教材を提示する、もしくは、「問題」形式でも最終の解答のみを入力するものが多い（齋藤他，2007）。以下で述べる図3や図4で示すようなプロセスを答えさせるようなものはほとんどない。

数学の不得意な学生の多くは、「問題」を示し、最終の解答のみを答えさせようとしても、どのように取り組んでよいのかわからない、もしくは最終の解答にたどり着かないことが多い。このことは、試験の解答に白紙が多いことからよく分る。

単に、最終的な解答のみを答えさせる場合には、自力で解答にたどり着く学力が必要である。

しかし、その学力がない不得意な学生には「問題」を解答できないので、有効ではないと考えられる。

そこで、補習としては、解答プロセスの穴埋めをさせることで答えに至る手助けをすることができる。穴埋め問題を答えさせることにより、解答プロセスを辿らせるようにした。

数学の問題を解くプロセスは一つではなくいくつかがある。

解答プロセスを穴埋め問題にすることで一つのプロセスのみで答えさせることになる。そのため他のプロセスでの解答を評価できないことになる。

しかし、対象学生は数学が不得意な学生であるので、まずは一つの解法のプロセスを理解させることが大切である。このことから、解答プロセスの穴埋め問題は有効であると考えられる。

これにより、単に最終の解答のみを答えさせようとして、手が出ない学生でも解答にたどり着くことができる。

数学では計算の途中経過を理解することが非常に重要であるので、図2にあるように「解説」ではほぼ省略なく計算過程を示した。途中の計算に使う公式を使うたびに青色で示して強調し、どのように計算をするかを記述した。

図3に示された穴埋めの「問題」でも、公式がどこでどのように使われるのかがわかるよう使う直前に提示し、計算はほとんど省略しないようにした。解説と同様、公式の提示も毎回使う毎に示した。

数学の不得意な学生は、どこで何の公式が使われているかが明示されていない場合や式変形が省略されることなどにより、どのように計算が行われているかがわからなくなる。テキストなどの紙の教材では紙面の関係で省略されていることもあえて明示し、わかりやすくなるよう心がけた。

6. 補習 eLearning の実際

(1) 参加方法

2010年度は最初の申し込みのみで、途中参加や1回だけの自由参加も認めなかった。アンケートでは途中参加や必要と思える回だけの参加を希望する意見があったため、2011年度以降は自由参加とした。これにより、途中参加や必要な回のみでの参加も可能となった。そのため、学力の低い学生だけでなくある程度の学力を持つ学生も参加した。学力的に多様な学生が参加するようになった。

図5に年度ごとの「問題」に解答した参加学生数を、図6に年度ごとの「問題」当たりの解答者数を示す。

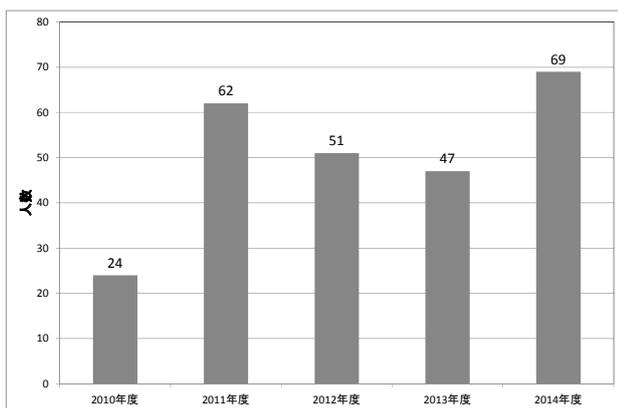


図5 「問題」に解答した参加学生数の変化

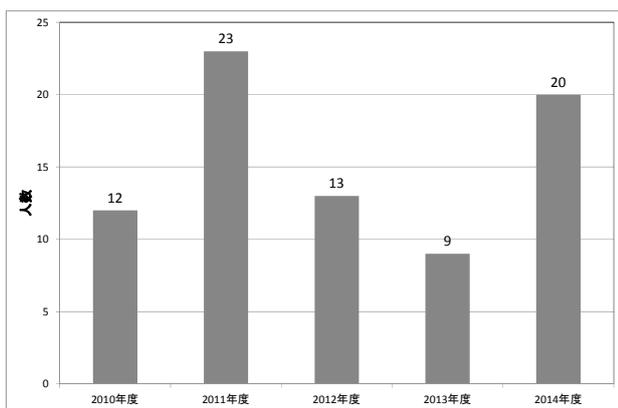


図6 「問題」当たりの解答者数の変化

参加人数（最低1回でも「問題」に解答した学生の数）は、自由参加になった2011年度以降減少傾向にあった。「数学」の講義のアンケートで毎年、5名程度「eLearningの存在を知らな

かった」との回答があったので、2014年度は時々よく分からない場合には補習 eLearning をやるように促した。その結果、参加人数が増加した。

特に、図6に示すように、「問題」当たりの解答者数が2011年度から2013年度にかけて、23人、13人、9人と減少していたが、推奨のアナウンスの効果があり、2014年度は20人となり増加した。

(2) 「問題」の設問方法

2010年度は、「問題」によって小テスト形式の穴埋めの解答欄が多くなりすぎるなど設問方法に課題が残った。2011年度以降は、数字の穴埋めの割合を少し減らし多肢選択を少し増やすことで、入力のおぼろげさを減らすよう工夫を続けている。

図3に示したように「問題」ではテキストの計算過程よりさらに詳しく計算過程を示し、穴埋めで誘導している。テキストではわからないところがわかるように工夫した。

「問題」などの小テスト形式では、受験するとすぐに結果がわかる。そのすぐ後に正解を示される。穴埋めの部分を箱にして、その中に色を変えて正解がわかるようにした。

(3) 「問題」の難易度

2011年度よりに全員を参加可能としたため、様々な学力の学生が参加した。アンケートでは、もう少し難易度の高い問題も出題して欲しいという意見が出ていた。

2014年度では、「問題」は2013年度と同じものを用いた。

2012年度から、2011年度のアンケートで要望のあった「問題」より難易度の高い「挑戦」の出題を始めた。

2013年度は、2012年度の「挑戦」を全面的に改訂し、問題数も23題に大幅に増やした。

その例の一部を図4に示す。内容は、過去

の試験問題を参考にして作成した。「問題」より途中の計算を少し省略し、テキストなどにある丁寧な計算過程の穴埋めとした。

数学の学習において、答えだけでなく途中の計算課程が非常に重要である。そのため、簡単な問題以外は計算が長くなる。このように途中経過を答えさせる必要があるため、数字の穴埋めを主とする限り必然的に解答欄が多くなるのは仕方のないことである。この点が、数学のeLearningがあまり行われなない一つの理由であると考えられる。

解答の入力方法は、さらなる改善の必要がある。

(4) 2014年度の結果

2011年度－2014年度の参加者別の「問題」解答回数のグラフを図7に示す。

よくわからない部分だけ受ける学生（1回や2－6回の参加）が多く6割強である。これは、例年も同程度である。

また、すべて参加した学生は2013年度では4%であったが、2014年度では16%に増加した。

「挑戦」の2013年度－2014年度の参加者別解答回数のグラフを図8に示す。こちらも「問題」と同様に、よくわからない部分だけ受ける1回や2-6回が比較的多い。次に、半分以上の回数を回答した7－11回、17-22回が多くなっている。

7. 参加者のアンケート結果

参加者から補習コースの感想や意見を求めるためアンケートを行った。アンケートは、Moodleのアンケートモジュール(Questionnaire)を利用した。図1の最下部にあるように、毎回の教材の終わりにアンケートを行った。アンケートの回答率は約35%であった。さらに、最終回にはコース全体に対するアンケートも行った。

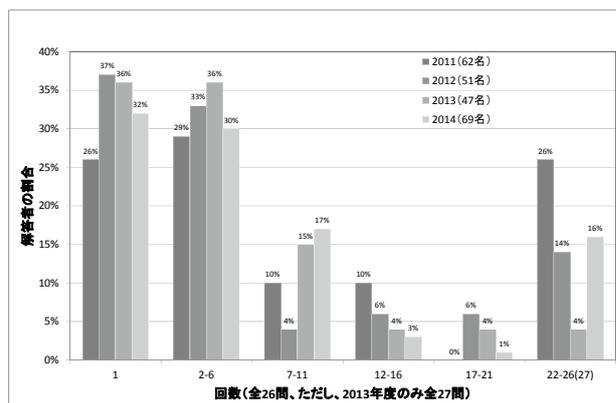


図7 解答者別の「問題（小テスト）」解答回数 (2011年度－2014年度)

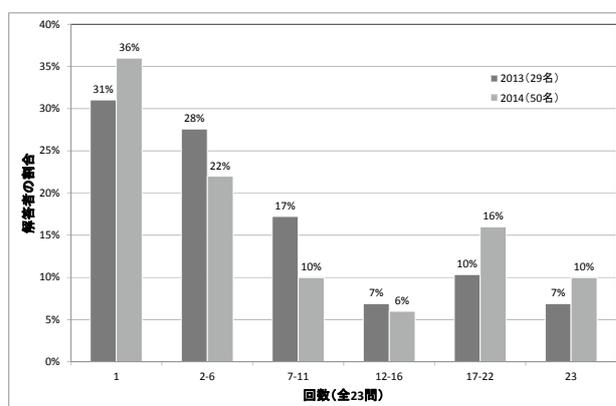


図8 参加者別の「挑戦」解答回数 (2013年度－2014年度)

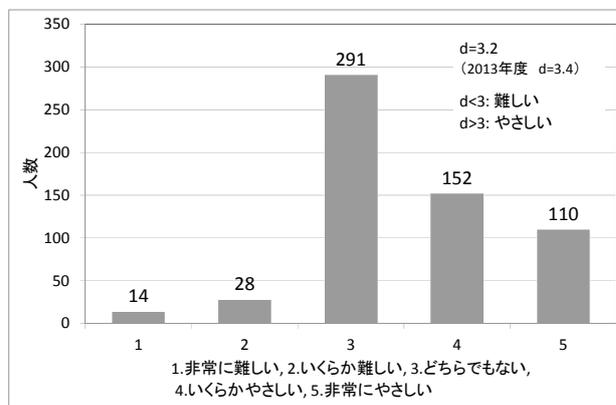


図9 アンケート結果 (1) 「解説」の内容は (延べ人数)

(1) 毎回のアンケート (累計)

アンケートでは、「解説」・「問題」の難易度や分量についてたずねた。毎回のアンケート回答の結果の累計を示す。

図9に「解説」の内容のやさしさについての結果を示す。「1:非常に難しい、2:いくらか難

しい、3: どちらでもない、4: いくらかやさしい、5: 非常にやさしい」の5段階尺度で3.2であり、3より少し大きいことから、わずかに「やさしい」と感じていたといえる。

図10に「解説」の詳しさについての結果を示す。「1: もっともっと詳しいほうがよい、2: もう少しだけ詳しいほうがよい、3: ちょうどよい、4: もう少しだけ簡単なほうがよい、5: もっともっと簡単なほうがよい」の5段階尺度で2.8であり、3より少し小さいから、わずかに「もう少し詳しいほうがよい」と感じていたといえる。

図11に「問題」のやさしさについての結果を示す。「1: 非常に難しい、2: いくらか難しい、3: どちらでもない、4: いくらかやさしい、5: 非常にやさしい」の5段階尺度で3.2であり、3よりすこし大きいから、わずかに「やさしい」と感じていたといえる。

図12に「解説」・「問題」の分量についての結果を示す。「1: 多すぎる、2: すこし多い、3: ちょうどよい、4: すこし少ない、5: 少なすぎる」の5段階尺度で3.0であり、3に等しいので多くも少なくもなく「ちょうど良い分量」と感じていたといえる。

図13に、「挑戦」のやさしさについての結果を示す。「1: 非常に難しい、2: いくらか難しい、3: どちらでもない、4: いくらかやさしい、5: 非常にやさしい」の5段階尺度で2.75であり、少

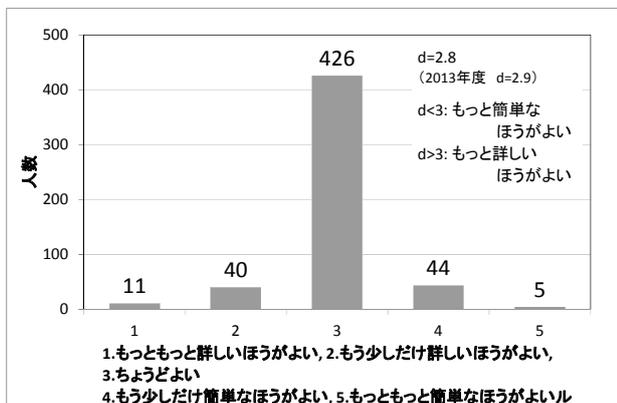


図10 アンケート結果 (2)「解説」の詳しさは (延べ人数)

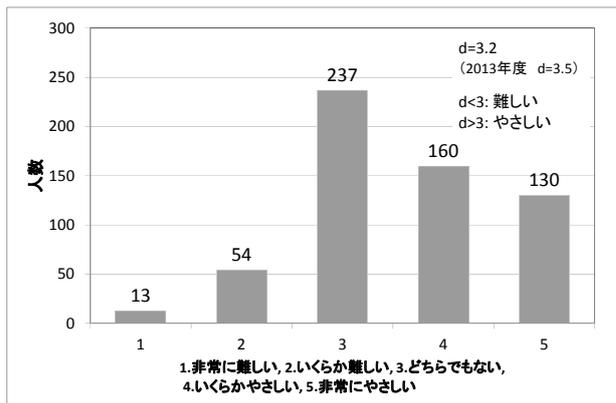


図11 アンケート結果 (3)「解説」の詳しさは (延べ人数)

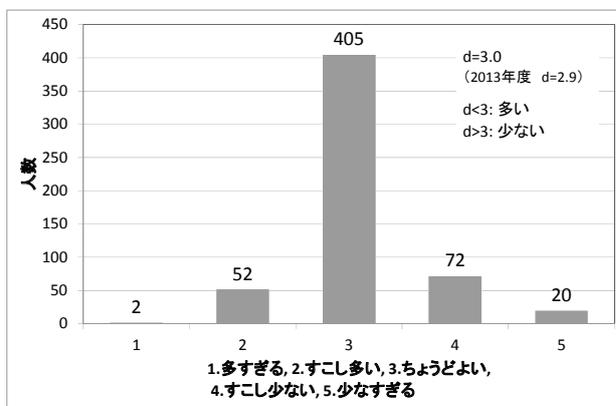


図12 アンケート結果 (4)「解説」・「問題」の量は (延べ人数)

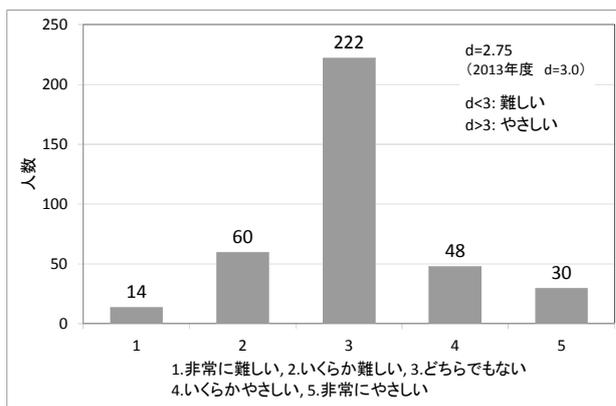


図13 アンケート結果 (5)「挑戦」の問題は (毎回、延べ人数)

し3より小さいので、わずかに「難しい」と感じていたといえる。

(2) 全体に対するアンケート

全体に対するアンケートは最終回に取った。

自由参加であるためと最終回は後期試験期間の直前であったため参加者は少なく、アンケートの回答者は16名（「問題」解答者の約23%）であった。

図14に、「問題」1問あたりの解答欄の数についての結果を示す。「多い（多すぎる・少し多い）」が6名、「少ない（もう少しあったほうが良い・少なすぎる）」が0名、「ちょうどよい」が10名であった。解答欄の数が多いと考えている学生が4割近くいる。

図15に、「挑戦」の問題数についての結果を示す。「少し多い」が4名、「すこし少ない」が1名、「ちょうどよい」が11名であった。「挑戦」の問題数が少し多いと考えている学生が1/4程度いる。

図16に「このコースは役に立ったと思いますか？」という問いの結果を示す。「有益（とても役に立った・少し役に立った）」が15名、「無益（あまり役に立たなかった）」が1名であった。ほとんどの学生が有益であったと考えている。

図17に「このコースを受けたことで、前より数学がわかるようになりましたか？」という問いの結果を示す。「わかるようになった」が12名、「変わらない」が4名であった。3/4の学生が、成果が上がったと考えている。

図18に「このコースの目標に掲げた教科書や専門書の数式の計算を追うことができるようになるという点について、できるようになったと思いますか？」という問いの結果を示す。「できるようになったと思う。」が10名、「あまり変わらない。」が6名であった。6割強の学生が、成果が上がったと考えている。

いずれも大半の学生が肯定的な答えをした。

自由記述の感想（原文ママ）では

- やりやすくてよかった
- わかりやすかった

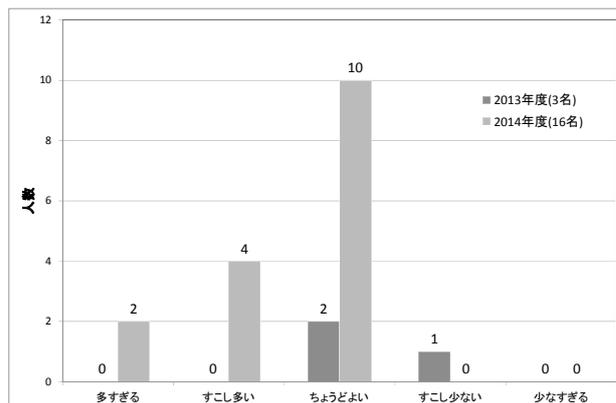


図14 全体に対するアンケート結果（1）
「問題」1問あたりの解答欄の数は
(2014年度16名回答)

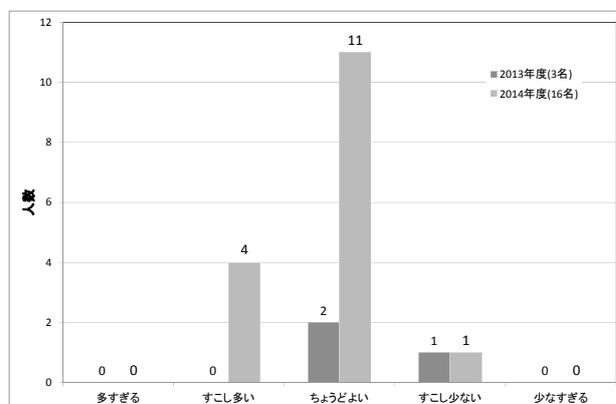


図15 全体に対するアンケート結果（2）
「挑戦」の問題は23問でしたが、問題数としては
(2014年度16名回答)

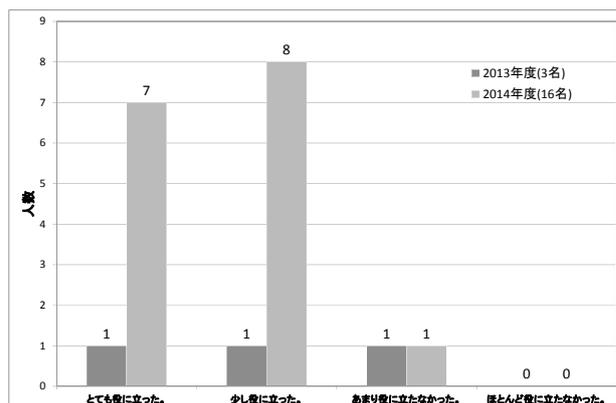


図16 全体に対するアンケート結果（3）
このコースは役に立ったと思いますか？
(2014年度16名回答)

- 受けてよかった
- 解説を読むことで、そういうことだったのかと理解できた。
- 少ししか受けていないがコースはわかり

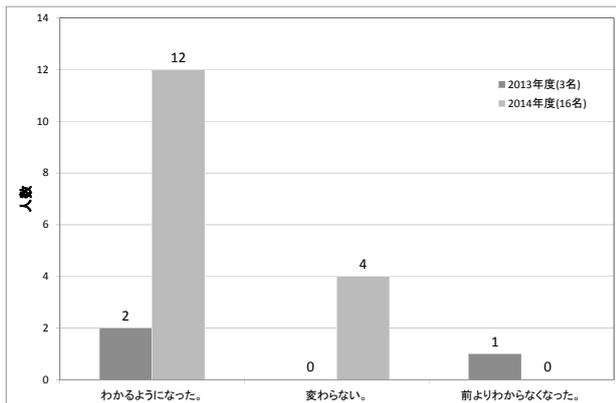


図 17 全体に対するアンケート結果 (4)
このコースを受けたことで、前より数学がわかるようになりましたか？ (2014 年度 16 名回答)

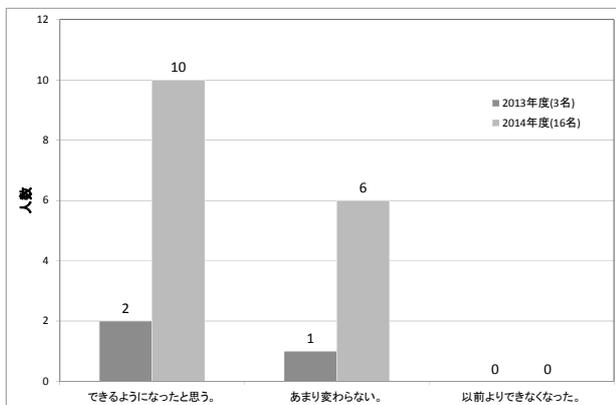


図 18 全体に対するアンケート結果 (5)
このコースの目標に掲げた教科書や専門書の数式の計算を追うことができるようになるという点について、できるようになったと思いますか？ (2014 年度 16 名回答)

やすいと思う。

- もっと早めに利用していただければよかった。
- やることを用意してもらうことで勉強し始めるとき苦にならない
- 授業の復習ができてよかったと思います。
- 忘れていたものを復習できてよかったなどのよかったという感想が多かった。

それに対して、

- 難しい
- 難しいです。
- 問題数が週によって違っていたのが気になった。

などの意見や、

- 空欄がもう少しわかりやすいと見落としが少なくなると思う

- 数字の入力が面倒だ

などの解答の入力方法に関する感想があった。

大部分が良いとする意見であったが、解答の入力方法に対する課題も残った。

8. 考察

2014 年度のアンケートの結果と、同じ「問題」「挑戦」を用いた 2013 年度の結果と比較する。()内は 2013 年度の結果である。

「解説」の内容のわかりやすさについては 5 段階尺度で 3.2 (3.4) であった。「解説」の詳しさについて 2.8 (2.9) であった。「問題」のやさしさについては 3.2(3.5) であった。「解説」・「問題」の分量については 3.0(2.9) であった。「挑戦」のやさしさについては 2.75 (3.0) であった。

これらの結果からわかるように、2014 年度は 2013 年度と同様の結果であり、大きな差はなかった。アンケートの自由記述でも、「わかりやすい」「やってよかった」などの肯定的意見が多かった。全体に対するアンケート結果も 2014 年度は 2013 年度とほぼ同様であった。

このように、2014 年度も 2013 年度と同様に参加学生に対するアンケート結果では好評であった。

内容についても、「解説」が丁寧で分かりやすいなどの感想や、「問題」「挑戦」などの穴埋めの小テスト形式により解答の道筋がよく分ったなどの感想も多くあった。

図 19 に 2013 年度のプレースメントテストのスコアと教養科目「数学」のテストの素点との関係のグラフを示す。●が eLearning を受講した学生、×が eLearning を受講しなかった学生を表す。破線の左側はプレースメントテストの結果が高校 2 年レベル以下の数学が不得手な学

生であり、右側は高校3年以上のレベルの学生を示している。

図19の破線の左側の2013年度の高校2年レベル以下の数学が不得手な学生では、学生数が少ないので参考程度ではあるが、eLearningを受講した学生のほうが受講しなかった学生に比べて「数学」のテストの素点が少し高いという傾向がみられる。

図19の破線の右側の2013年度の高校3年以上のレベルの学生では、eLearningの受講の有無の違いについて高校2年以下のレベルの学生ほど明確な傾向はみられないが、同様の傾向があるように見える。

図20に2014年度の結果を示す。高校2年以下のレベルの学生、高校3年以上のレベルの学生とも2014年度は2013年度ほど明確な傾向が見られなかった。

図21、22にeLearningの学習効果を表す事前のプレースメントテストのスコアの平均点と事後の教養「数学」の素点の平均点を示す。満点が異なるので、プレースメントテストのスコアを0.1倍して表示している。

これらのテストに対し平均点の差のt検定を行った。事前のプレースメントテストでは2013年度 ($t=0.414, df=118, n.s.$)、2014年度 ($t=0.097, df=98, n.s.$)とも有意差はみられなかった。

事後の教養「数学」の素点では、2013年度はeLearning受講ありがeLearning受講なしより平均点で約15点高く0.1%以下の水準で完全に有意であった ($t=3.494, df=118, p<.001$)。

それに対し、2014年度では有意差は認められず、有意傾向があったとは言えないが、両群間に差の傾向がいくらかあったと言える ($t=1.630, df=98, .10 < P < .15$)。eLearning受講ありの方が平均点で7点以上高いが標準偏差が大きいため、この差を有意とは言えなかった。

これらのことから、単に問題を提示し最終解

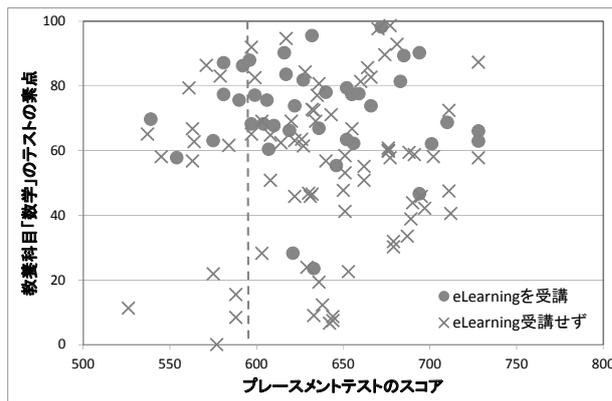


図19 プレースメントテストのスコアと教養科目「数学」のテストの素点との関係、破線の左側は高校2年レベル以下の数学が不得意な学生、右側は高校3年以上のレベルの学生（2013年度）

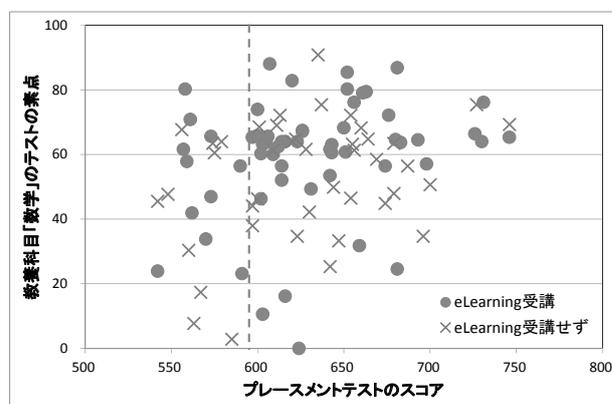


図20 プレースメントテストのスコアと教養科目「数学」のテストの素点との関係、破線の左側は高校2年レベル以下の数学が不得意な学生、右側は高校3年以上のレベルの学生（2014年度）

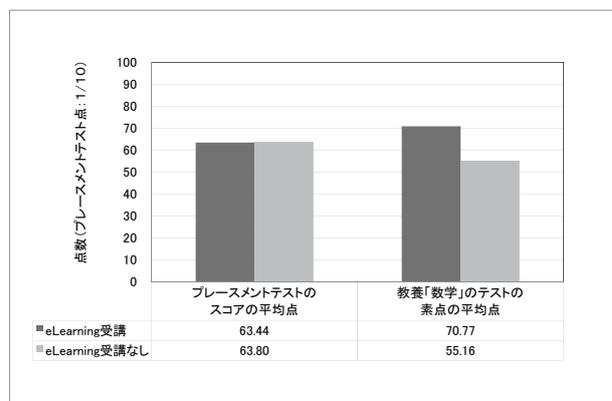


図21 eLearningの学習効果（2013年度）

答結果を答えさせるのではなく、途中のプロセスに注目して解法を理解させる方法は、数学が不得手な学生には有効であると考えられる。

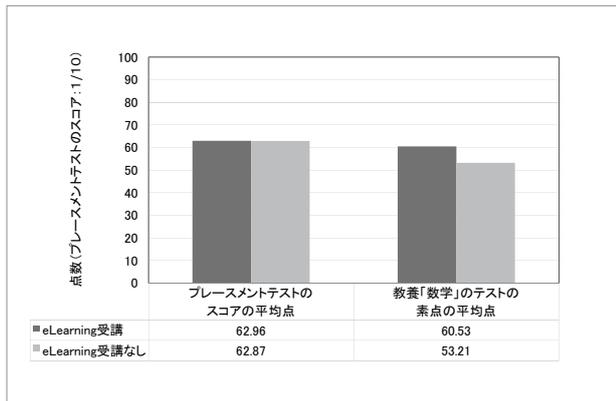


図 22 eLearnig の学習効果 (2014 年度)

それゆえ、ここで作成した数学補習用 eLearning システムと補習教材は学生に有益であったといえる。

しかし、プロセスを解答させる小テスト形式の解答方法には、解答の入力が煩雑などの問題点があることも分かった。

9. まとめ

2010 年度から引き続き数学補習用の eLearning システムの構築と補習用教材開発を試みている。2014 年度は 5 年目である。

2014 年度は、一応の完成を見た 2013 年度と同じ内容の数学補習 eLearning を行った。参加学生に対するアンケート結果では好評であった。

講義で何度も紹介・利用の勧めのアナウンスを行うことにより参加者が増加した。

この数学の補習教材の特徴は、「問題」や「挑戦」などの小テスト形式では、単に最終解答だけでなくプロセスを問う設問を用意したという点にある。自力で解答にたどり着けない学生でも、小テスト形式の穴埋め問題を解答することにより、プロセスをたどり、解法を理解することができる。

実際、高校 2 年レベル以下の数学が不得意な学生の 2013 年度の教養科目「数学」のテストの素点で eLearning を受講した学生のほうがテストの素点が少し高いという傾向が見られた。高校 3 年以上レベルの学生では、高校 2 年レベ

ル以下の学生ほど明確な傾向はみられないが、同様の傾向があるように見えた。

2014 年度では、2013 年度ほど明確な傾向が見られなかった。

平均点の差の t 検定の結果でも 2013 年度では有意差が見られたが、2014 年度では有意差はみられなかった。

2013 年度、2014 年度だけでなく、今後も eLearning の受講の有無の違いについて調べる必要があると考えられる。

また、このプロセスをたどる方法では、解答方法が煩雑になるという問題点がある。

数学記号の入力方法の改善や解答方法の煩雑さの解消が今後の課題となる。

謝辞

本取り組みは平成 22 年度～ 25 年度石川県立大学教育改善プロジェクトの援助を受けたものである。また、プレースメントテストは石川県立大学生物資源環境学部教養教育センターの援助を受けたものである。

本論文作成にあたり、お忙しい中ご助言いただいた、石川県立大学生物資源環境学部教養教育センターの矢野喜夫教授に感謝いたします。

注

1 新入生の学習歴から、高校文系（数学の基礎力、数 I、数 A）の内容のプレースメントテスト（IRT 診断テスト、株式会社エヌ・ティ・エス）を利用している。このプレースメントテストには、学生の成績に中学・高校の学年レベルのどこに相当するかの参考表記がある。

<http://www.manajin.info/irt/>

2 チエル社の web learning platform

<http://www.chieru.co.jp/products/glexa/>

3 例えば、金沢工業大学 数理工教育研究センターの「KIT 数学ナビゲーション」

<http://w3e.kanazawa-it.ac.jp/math/> や、大阪府立大学 高等教育推進機構の「webMathematicaで学ぶ大学数学」

<http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/MathOnWeb/> など

4 LaTeX 初等数学プリント作成マクロ emath

<http://emath.s40.xrea.com/>

参考文献

稲葉宏和・桶 敏. 2011. 数学補習用 e-Learning システム構築の試み. 平成 22 年度石川県立大学年報. 28-32.

稲葉宏和・桶 敏. 2012. 数学補習用 eLearning システム構築の試み (2). 平成 23 年度石川県立大学年報. 36-39.

稲葉宏和・桶 敏. 2013. 数学補習用 eLearning システム構築の試み (3). 平成 24 年度石川県立大学年報. 41-48.

稲葉宏和・桶 敏. 2014. 数学補習用 eLearning システム構築の試み (4). 平成 25 年度石川県立大学年報. 52-59.

井上雅樹・奥村晴彦・中田平. 2006. Moodle 入門. 海文堂.

齋藤純一・山方竜二. 2007. 講義の補助を目的とした e-Learning システムの開発と活用方法. 高等教育ジャーナル—高等教育と生涯学習—. 第 15 巻 61-66.

中村泰之. 2010. 数学 e ラーニング. 東京電機大学出版局.

中村泰之・中原敬広・秋山實. 2010. STACK と Moodle で実践する数学 e ラーニング. 数理解析研究所講究録. 第 1674 巻 2010 年 40-46.