

数学補習用 e-Learning システム構築の試み

石川県立大学 教養教育センター 稲葉 宏和・桶 敏

1. はじめに

石川県立大学は、石川県立農業短期大学を母体として、2005年に開学した大学である。生物資源環境学部1学部3学科で構成されており、1学年の入学総定員120名の小規模の大学である。学部の性質上、理系であっても、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。本学の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、2次試験では課してはいない。

教養科目の数学の受講者に行ったアンケートでは、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、数学を他大学の2次で受けたものは14%に過ぎない。そのため、本学では新入生の高校数学の履修が十分でない学生を対象にリメディアル科目の「基礎数学」が開講されている。高校元教諭により、高校の内容が半期で講義されている。その「基礎数学」の後を受け、教養科目の「数学」が1年後期に開講されている。選択科目であるが、毎年8割強の学生が受講している。半期の科目で、1変数の微分積分と線形代数の入門を講義している。

2006年より、教養教育センターでは新入生を対象にプレースメントテストを行っている。開始当初、適当なものがなかったため、高校文系(数学の基礎力、数Ⅰ、数A)の内容についての問題を選択した。このプレースメントテスト(注1)は、過去に全国20万人の中・高校生を対象に基礎学力調査(試行テスト)の結果に基づき、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り、学生のレベルの参考となる。

プレースメントテストの実施結果によると、例年2割強、多い年で3割弱の新入生が、文系の高3レベルに達していないことがわかった。平均して30名程度の学生が文系高3レベルに達していない。そのためかテストなどで手付かずの問題が多い学生がいる。教養科

目の「数学」のテキストは易しいものを選んでいますが、難しいという学生がいる。今までの数学の学習不足で、数式を理解するための計算力が不足していると考えられる。しかも、数学に苦手意識があるため、単純な計算練習を実行する意欲はないと思われる。

しかし、質問を受けたとき、詳しい計算を示すと理解するようである。このことから、テキストなどでは省略されている計算を詳細に示すことで理解のプラスになると考えられる。

そのよう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のが難しい。そこで、時間と場所を選ばないe-Learningで補習を行うこと計画した。

特に、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ことが必要となる。専門書の多くは、高校数学の知識を前提にしている。

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ようにすることを目指す。それにより、リメディアルではないが、計算スキルをあげることで、高校の数学の理解の助けにもなる。数学の復習をするe-Learningとして、専門書やテキストの計算を追うことができるようになり、自習できる計算力の養成を目指す。そのためのe-Learningシステムの構築と教材の開発を試みる。

2. e-Learning システム構築の試み

既に、本学にあるLMS(Learning Management System)のMoodle(井上他, 2006)を利用する。Moodle上に、数学の補習のコースを作成し、補習のe-Learningを行うことにした。

数学では、数学の記号が多く、e-Learning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、さまざまな入力方法が提案されている。そこでは、mathML（中村 晃，2007）や Maxima（中村泰之，2010）、webmathemtica（大阪府立大学）などの活用が試みられている。

Moodle 上では、 T_eX で数式表示が可能である。そこで、実際に数式が表示できるよう、 T_eX の設定・調整を行った。 T_eX では、入力方法を理解する必要がある。工学系の学生以外では入力方法の習得だけでも負担が多い。本学の学生には、数学の学習以外のところまでできる限り負担のないようにするのが望ましい。

そこで、教材の作成には T_eX を用いるが、学生の入力には T_eX の入力を用いないようにした。そのため、小テストなどの解答には、穴埋めや多岐選択の形式を用い、学生に負担がかからないようにした。

補習は、個別指導で行うことが望ましいが、学生と

教員の時間を合わせる事が困難な場合が多い。e-Learning では、時間や場所を問わないという利点がある。実際、本プロジェクトの試みでは、学内からのアクセスは 43.7%、学外からのアクセスが 56.3%であった。いつでも、何度でも、学習することが可能であり、試験前に復習としてアクセスする学生もいた。

3. Moodle 上の補習教材開発の試み

Moodle 上に数学の補習コースを作成し、「数学」の講義に従って補習の教材を作成した。

図1に、1回の教材の構成の例を示す。教材は、講義の進度に従い、毎週、解説・小テストの組を2・3組程度用意した。あまり多くなりすぎないように、むしろ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。

補習は12週行った。教材として、解説を27題、小

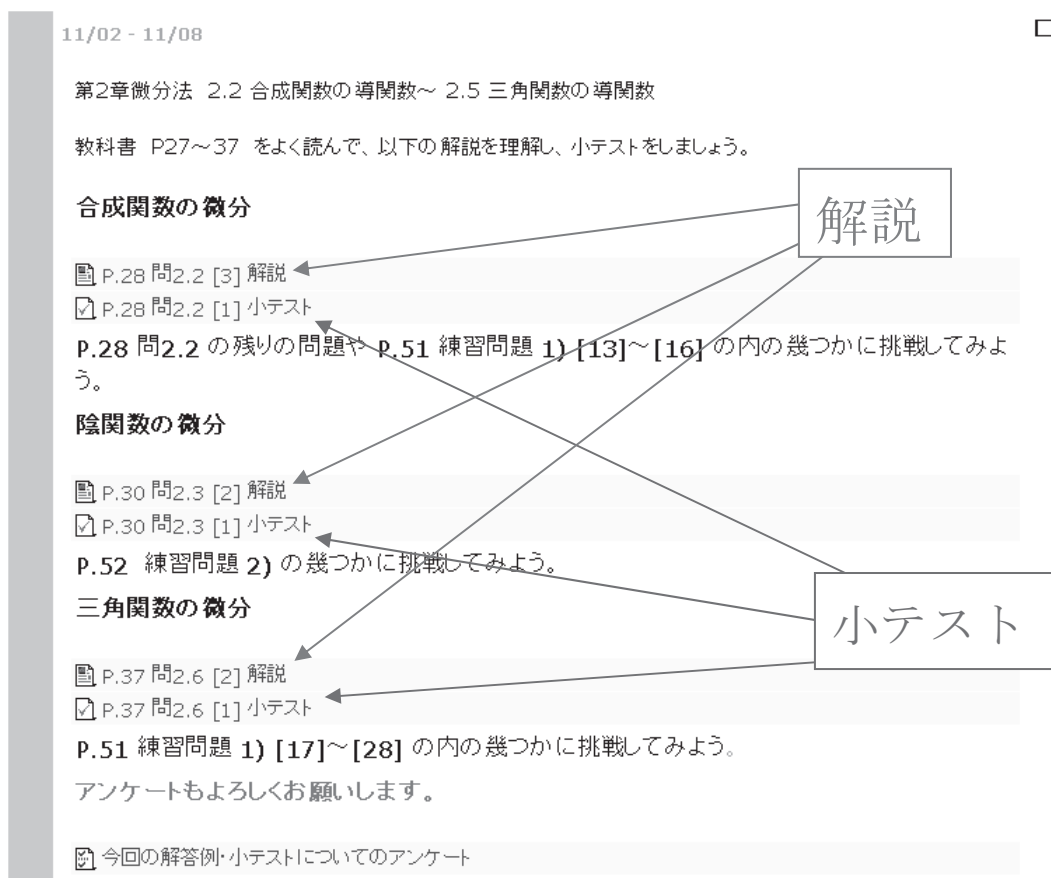


図1 1回の教材の構成の例

テストを29題作成した。学習の手引きとして、画面で見るだけでなく、解説や小テストの計算をノートや紙に書くよう指示した。小テストも説明に従い穴を埋めながら完成するように指示した。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指示した。必ずノートや紙に書き手を動かして理解するよう、途中であきらめず継続して理解を重ねるよう指示した。質問については、教員のところに気軽に来ようように指示した。

P.28 問2.2 [3] 解説

$y = \frac{1}{\sqrt[3]{2x-3}}$ を微分しよう。

解法

$y = \frac{1}{\sqrt[3]{2x-3}} = (2x-3)^{-\frac{1}{3}}$ であるから、

$u = 2x-3$ とおくと、合成関数 $y = \{u(x)\}^{-\frac{1}{3}}$ となる。

それぞれの関数の微分は P.24 $y = x^n$ の微分公式 $(x^n)' = nx^{n-1}$ を用いて

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{du}(u^{-\frac{1}{3}}) = -\frac{1}{3}u^{-\frac{1}{3}-1} = -\frac{1}{3}u^{-\frac{4}{3}}$$

$$\frac{du}{dx} = \frac{d}{dx}(2x-3) = 2 \times 1x^{1-1} - 0 = 2x^0 = 2$$

P.28 合成関数の微分公式を用いて $\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx}$ を用いて

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx} = -\frac{1}{3}u^{-\frac{4}{3}} \times 2 = -\frac{2}{3}u^{-\frac{4}{3}}$$

$$= -\frac{2}{3u^{\frac{4}{3}}} = -\frac{2}{3\sqrt[3]{u^4}}$$

u は $u = 2x-3$ であるから元に戻して

$$= -\frac{2}{3\sqrt[3]{(2x-3)^4}}$$

図2 解説の例

そこで、解説はファイルとしてアップロードせず、テキスト表示とし、書き写すようにした。図2に解説の例を示す。解説の問題はテキストの間から選んだ。

テキストは、やさしい説明のあるものを選んでいいる。しかし、それでも途中がわかりにくいという意見があったので、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、どのような計算をするかを記述した。アンケートの感想では詳しくすぎるという意見もあった。

解説だけでは単調になると考えられるので、解説の内容を確認できるよう解説と同じ項目の小テストを用意した。小テストは、答えの記述が特別な入力書式にならないよう、数字の穴埋めを中心にした。

図3に小テストの例(一部分)を示す。Moodleの小テストの穴埋め問題を用いた。学生は、問題の解答欄に数字などをを入力する。すべてを入力し、最下段にある送信ボタンをクリックして、解答を終了する。

この解答の採点結果の例(一部分)を図4に示す。正答には緑色の✓が付き、誤答には赤色の×が付く。すぐに、正誤の判定が受けられるので、学生はその結果を見て、その場で復習ができる。その下に続いて正解が示されている。図5にその正解の例を示す。問題

1 4 P.28 問2.2 [1] 問題

得点: -- /32

[1]~[32]に正しい数値を入れよ。

$y = (1-2x^2)^3$ を x で微分しよう。

解法

$u = [1] - [2]x^{[3]}$ とおくと、合成関数 $y = u^{[4]}$ となる。

[1]は、数値 [2]は、数値
 [3]は、数値 [4]は、数値

それぞれの関数の微分は P.24 $y = x^n$ の微分公式 $(x^n)' = nx^{n-1}$ を用いて

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{du}(u^{[5]}) = [6]u^{[7]-1} = [8]u^{[9]}$$

[5]は、数値 [6]は、数値 [7]は、数値
 [8]は、数値 [9]は、数値

$$\frac{du}{dx} = \frac{d}{dx}([10] - [11]x^{[12]}) = [13] - [14] \times [15]x^{[16]-1}$$

$$= -[17]x^{[18]} = -[19]x$$

[10]は、数値 [11]は、数値 [12]は、数値
 [13]は、数値 [14]は、数値 [15]は、数値
 [16]は、数値 [17]は、数値 [18]は、数値
 [19]は、数値

図3 小テストの例(一部分)

P.28 問2.2 [1] 小テスト - 受験 1

1 得点: 32/32 P.28 問2.2 [1] 問題

[1]~[32]に正しい数値を入れよ。

$y = (1-2x^2)^3$ を x で微分しよう。

解法

$u = [1] - [2]x^{[3]}$ とおくと、合成関数 $y = u^n$ となる。

[1]は、数値 ✓ [2]は、数値 ✓
 [3]は、数値 ✓ [4]は、数値 ✓

それぞれの関数の微分は P.24 $y = x^n$ の微分公式 $(x^n)' = nx^{n-1}$ を用いて

$$\frac{dy}{dx} = \frac{d}{du}(u^{[5]}) = [6]u^{[7]-1} = [8]u^{[9]}$$

[5]は、数値 ✓ [6]は、数値 ✓ [7]は、数値 ✗
 [8]は、数値 ✓ [9]は、数値 ✓

$$\frac{du}{dx} = \frac{d}{dx}([10] - [11]x^{[12]}) = [13] - [14] \times [15]x^{[16]-1}$$

$$= -[17]x^{[18]} = -[19]x$$

[10]は、数値 ✓ [11]は、数値 ✓ [12]は、数値 ✓
 [13]は、数値 ✓ [14]は、数値 ✓ [15]は、数値 ✓
 [16]は、数値 ✓ [17]は、数値 ✓ [18]は、数値 ✓
 [19]は、数値 ✓

図4 小テストの採点の例(一部分)

速報

P.28 問2.2 [1] 正解

$y = (1 - 2x^2)^3$ を x で微分しよう。

解法

$u = (1 - 2x^2)^2$ とおくと、合成関数 $y = u^3$ となる。

それぞれの関数の微分は P.24 $y = x^n$ の微分公式 $(x^n)' = nx^{n-1}$ を用いて

$$\frac{dy}{du} = \frac{d}{du}(u^3) = 3u^2 = 3(1 - 2x^2)^2$$

$$\frac{du}{dx} = \frac{d}{dx}(1 - 2x^2) = 0 - 2 \times 2x^{2-1} = -4x = -4x$$

P.28 合成関数の微分公式を用いて $\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx}$ を用いて

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{du} \frac{du}{dx} = 3(1 - 2x^2)^2 \times (-4x) = -12x(1 - 2x^2)^2$$

u は $u = (1 - 2x^2)^2$ であるから元に戻して

$$= -12x(1 - 2x^2)^2$$

部分的に正解
この解答の評点: 31/32 この解答にペナルティはありません。

図5 正解の例

の解答欄に対応する正解がわかりやすいように、箱で囲い赤色で表されている。学生は解答の確認ができる。最下段に、正答数が示されている。

4. 具体的な取り組み

補習の対象者は、教養科目の「数学」の受講者のうち、数学の不得意なものを対象にした。実際には、「数学」の講義内で補習の e-Learning を紹介し、Moodle の数学のコース内に教材のサンプルを示し、学生に実際に体験をし、コースを受けるかどうかを判断してもらった。

学習を続けるよう意識してもらうため、参加方法は、学生からの申し込みとした。さらに、プレースメントテストで文系の高3レベルに到達していない学生については、特に参加を勧めた。また、参加の意思を明確に持ってもらうため、学生自らの申し込みのみとし、途中参加を認めなかった。

参加学生は教養科目の「数学」履修届出者 139 名中 24 名 (17%強) であった。参加学生のレベルとして、中2レベルは1名、中3レベルは1名、高1レベルは2名、高2レベルは5名、高3レベルは13名であった。

講義は火曜日に行われ、準備の都合で、その進度にあわせてその週の木曜日に補習教材の更新をした。更

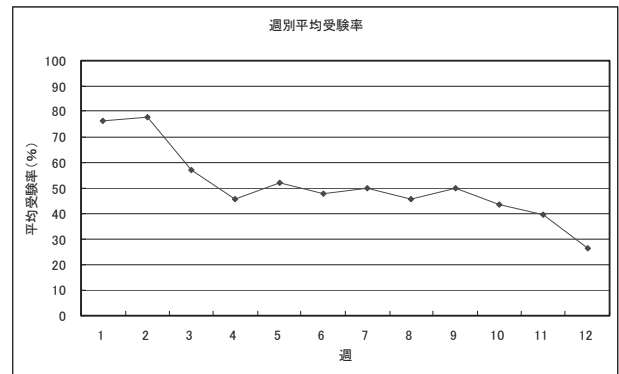


図6 週別平均受験率

新時に、Moodle のメッセージ送信を使い、参加学生に更新の連絡をした。ただし、小テストの解答には期限を設けず、いつでも受けられるようにした。

参加学生の受験率を図6に示す。受験率は小テストの解答人数から求めた。初めの2週は75%強であったが、それ以降50%程度で続き、最後の3週は減少し、最終週は26%強になった。最終週は、講義の最終週であり、他の講義科目でレポートの提出や試験が行われているため、受験率が減った可能性がある。平均受験率は約50%であった。また、33%の学生は8割以上の問題に解答していた。しかし、8%の学生は、初めから1度も小テストの受験をしなかった。

参加学生にアンケートを取った。アンケート回答者は小テスト参加者の半数程度(数名)であった。毎回、解説と小テストの内容や量について尋ねた。その結果、解説と小テストの内容については、概ねわかりやすい・やさしいとのことであった。量についても、ちょうど良いとのことであった。もう少し問題があっても良いとの意見もあった。

最終回に、補習コース全体についてのアンケートを取った。最終回にとつたため回答者は5名と少なかった。

参加形式については、最初に申し込むだけでなく、途中参加や必要と思える回だけの自由参加の希望が多かった。また、補習コースが役に立ち、以前より数学がわかるようになったとの意見が多かった。目的であ

った教科書の数式の計算を追うことが少しはできるようになったと思うとの意見が多かった。コースに参加し、続けられた学生には概ね好評であった。勉強するよい機会になったという意見や、問題を実際に解いてみてよくわかったなどの意見もあった。

問題点として、補習教材の更新が講義の日ではなく、2日後になってしまった。準備の関係でそうだったが、復習の意味からも当日に更新すべきであった。また、文字や数式が読みにくいものもあり、小テスト形式の穴埋めの解答欄が多くなりわかりにくくなってしまった。設問方法などに工夫が必要と考えられる。

5. まとめ

数学補習用の e-Learning システムの構築と補習用教材の開発を試みた。LMS として、Moodle を用いた。Moodle 上での数式の表示には T_eX を用いた。講義の内容に即した補習用教材を試作し、実際に補習の e-Learning を行った。参加学生には概ね好評であった。

しかし、教材の更新時期や小テストの設問方法などコンテンツの問題点や参加方法や継続的な参加を促す方法の必要性など運用上の問題点など今後の課題が明確になった。

6. 謝辞

本取り組みは平成22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。

(注)

注1 2009年まで旺文社、2010年からゴートゥースクール・ドット・コムが運営。

参考文献

井上雅樹、奥村晴彦、中田平. 2006. *Moodle 入門*. 海文堂.

中村 晃. 2007. KIT 数学ナビゲーションを活用したリンク・バック・ラーニング. *KIT progress : 工学教育研究* 12 : 29-38.

中村泰之. 2010. *数学 e ラーニング*. 東京電機大学出版局.

大阪府立大学. *webmathematica を用いた数学学習支援サイト*.

<http://www.las.osakafu-u.ac.jp/lecture/math/webmath.html>