

【研究ノート】

基礎数学科目でのLMSの活用と効果

鯉川 雅之

佐賀大学理工学部機能物質化学科

はじめに

義務教育および高等学校教育課程では「ゆとり教育」の見直しが始まったが、大学新入生の基礎学力低下の問題は当面の間続くことが予想されるため、このような学生のケアを含めた基礎学力再生のための効果的手法を積極的に取り入れて行くことが必要である。近年こうした学習サポートのためのシステムとして、本学でも推進しているe-ラーニングを利用した学習管理システム（以下LMS= Learning Management System）の活用が取り上げられている。LMSは単に学習課題を配信するだけではなく、受講者の学習履歴や成績管理などをデータベースで統合的に管理することができるため、特に基礎教育科目では有効性が期待できる教育手法である。今回は試みの一つとして、このLMSを基礎数学科目に活用した講義を実践したので、その活用方法と効果について紹介する。

1. 対象科目のこれまでの動向

今回LMSを活用した講義は、線形代数を講義する1年次専門基礎科目の「基礎数学及び演習Ⅲ」という科目である。本学科は2003年度にカリキュラム改訂を行い、1年次履修専門科目の講義では、教育効果を高めるために約100名の新入学生を2クラスに分け、2名の教員で講義内容を検証しながら担当する体制をとっている。今回紹介する基礎数学及び演習Ⅱも2003年度から現在まで2名の教員で協力して担当してきたが、当学科に入学してくる学生は理系学科ではあるものの数学を苦手とする傾向（特に線形代数）があるためか、あまり合格率の高い科目ではない。参考までに2003-2008年度の合格率を示す。

表 1 2003～2008年度の基礎数学及び演習Ⅱの合格率

年度	2003	2004	2005	2006	2007	2008
合格率 (%)	73.3	85.2	48.6	70.1	77.0	61.8
				(36.0)*	(6.7)*	(75.0)*

※()内は再試験の合格率

年度により中間試験やレポート課題の回数の違いがあるため一概に比較はできないが、2005年度は危機的状況にあり、この年を境に隔週の補講や定期試験前の特別補講などを実施して、教員・学生共に力をつくし、なんとか2006、2007年度で70%程度の合格率に回復させてきた。ところが2008年度はまた急激に落ち込むといったように、教員も学生も限界に近づいているのに合格率はあがらないというスパイラルに陥ってしまっている。

不合格者の答案を分析すると、単純な計算ミス・転記ミスが年々指数関数的に増加しており、また問題文の読解ができないといった傾向が強くなっていることが見て取れた。これに対処するためには、①ミスを減らすための反復練習、②教科書すら読まない学生にも問題文を読めるようにする工夫、といった対応が必要であることがわかり、新しい取り組みとしてLMSの導入を図ることは、現状解決に極めて有効であると判断された。

2. 導入の方法

我々が取り組んだLMSの利用方法は、毎週の論点の復習である。これまでは隔週ごとにレポート課題を課していたが、必ず毎年度2割程度の学生は提出率が低いか期日に遅れがちになる傾向があり、課題の取り組み姿勢をどのように改善して行くかが問題であった。最近の世代の特徴として「紙面での読み書き」離れが加速していることもレポート提出を遅滞させる一因と思われるため、紙面でのレポート作成を「モニターでのキー入力」に代えることができるLMSの導入は、最近の世代の傾向に則した手法とも考えられる。そこで2009年度は、毎週講義後に必ず復習する姿勢が身につくように、レポート課題を廃してLMSへの切り替えに踏み切った。LMSで使用する演習問題は、その時の講義範囲に相当する内容で、教科書例題レベルから実際の定期試験レベルの問題まで段階的に数を揃えて一回の課題では3～4間を出題することとした。

2点
得点: 3

次のように行列を定義するとき ABC を計算しなさい。

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ -2 & 0 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$$

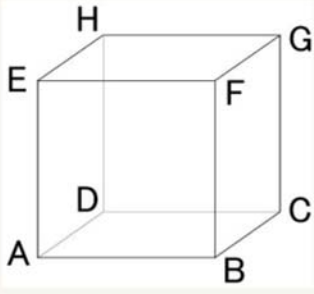
$$C = \begin{pmatrix} 2 & -1 & 3 \\ 2 & 1 & 1 \\ -1 & 2 & 2 \end{pmatrix}$$

1つの答えを選択してください。

- a. 計算できない
- b. $\begin{pmatrix} 8 & -10 \\ -2 & 6 \end{pmatrix}$
- c. $\begin{pmatrix} 8 & -10 \\ -2 & 6 \\ 13 & -11 \end{pmatrix}$
- d. $\begin{pmatrix} 8 & -10 & 18 \\ -2 & 6 & -18 \end{pmatrix}$
- e. $\begin{pmatrix} 8 & -10 & 18 \\ -2 & 6 & -18 \\ 13 & -11 & 9 \end{pmatrix}$

2点
得点: 5

図に示す立方体において、 $\overrightarrow{AB} = a$ 、 $\overrightarrow{AD} = b$ 、 $\overrightarrow{AE} = c$ とするとき、 \overrightarrow{CE} を a, b, c を使って表しなさい。



1つの答えを選択してください。

- a. $-a-b-c$
- b. $a-b-c$
- c. $a-b+c$
- d. $a+b-c$
- e. $-a+b-c$
- f. $-a+b+c$
- g. $-a-b+c$
- h. $a+b+c$

図1 線形代数の出題例

また、解答に当たってのルールは以下の通りとした。

- 出題形式は選択問題
- 誤回答しても5回まで解答可能とし、得点はその平均点とする。
- 解答期限は講義後1週間（月曜5校時の講義なので、翌週月曜4校時まで）
- 教科書の章が終了するごとに点数を計算し、成績不良者には補講を実施する

初回講義でのガイダンス時に、講義内容と課題を記した「講義スケジュール」とLMSの利用方法を記した「復習問題解答方法」を配布して受講生にスケジュール・アクセス方法・回答の期限やルール等を説明した。また、初回はアクセス練習の形で①自宅からのアクセスが可能か？②画面表示に問題はないか？などの注意事項を確認させるにとどめ、本格運用は2週目からとした。

運用中は週に一度回答状況を点検し、成績の芳しくない学生を補講対象者として呼び出し、課題の解説や教科書の演習問題を解かせるなどの内容で補講を実施した。

平成21年度 基礎数学及び演習Ⅱスケジュール

回	日付	曜日	内容	LMS課題	補講	自習
第1回	4月13日	月	ガイダンス、1章 行列(定義、演算)2~9頁			行列演算の復習
第2回	4月20日	月	1章 行列(演算、演習)10~17頁	行列1 4/27締切		p17演習1.3 p18演習7.8 p19演習12
第3回	4月27日	月	2章 行基本操作と応用(連立1次方程式、基本操作、階数)24~33頁	行列2 5/11締切		p42演習1.2
第4回	5月11日	月	2章 行基本操作と応用(階数、逆行列、演習)34~41頁	行列3 5/18締切		p41問12
第5回	5月18日	月	3章 行列式(性質、計算)46~54頁	行列式1 5/25締切		行列式演算の復習
第6回	5月25日	月	3章 行列式(余因数展開)56~61頁	行列式2 6/1締切	5/26(火) 4校時 403	p71演習2 p74演習7 p75演習9
第7回	6月1日	月	3章 行列式(余因数展開、積、演習)62~69頁	行列式3 6/8締切		p73演習0.5
第8回	6月8日	月	行列および行列式への応用	休み		練習問題の復習
第9回	6月15日	月	4章 ベクトルと計量(ベクトルの基礎性質、内積)78~85頁	ベクトル1 6/22締切	6/16(火) 4校時 403	ベクトルの定義、性質の復習
第10回	6月22日	月	4章 ベクトルと計量(ベクトルの成分[平面])86~89頁	ベクトル2 6/29締切		p89問11、問12、問13、問15
第11回	6月29日	月	4章 ベクトルと計量(平面的座標幾何への応用)90~93頁	ベクトル3 7/6締切		p104演習1.2.3
第12回	7月6日	月	4章 ベクトルと計量(ベクトルの成分[空間]、空間幾何への応用)94~99頁	ベクトル4 7/13締切	7/7(火) 4校時 403	p105演習4
第13回	7月13日	月	4章 ベクトルと計量(外積)100~103頁	ベクトル5 7/21締切	7/21(火) 4校時 403	p106演習6.7
第14回	7月23日	木	4章 ベクトルと計量(外積、演習)104~109頁	ベクトル6 8/3締切		p109演習10
第15回	8月3日	月	期末試験			解答できなかった問題の見直し

行列と行列式の定義を理解し、行列の階数、逆行列等の行列に関わる基礎的な問題を解くことができる。
二次元及び三次元のベクトルを理解し、内積、外積等のベクトル問題に関する定理を用いて幾何問題を解決することができる。
期末試験(80%)、LMS課題(20%)により評価する
4/5以上の出席をしていること。
総合評価60点以上を合格とする。
30点以上80点未満は再試験対象者となり、指定された課題を提出した場合のみ受験できる。

成績評価の方法と基準

「基礎数学および演習Ⅱ」の復習問題解答方法

1. サイトへのアクセス
 - 1) 佐賀大学のページ (<http://www.saga-u.ac.jp/>) にアクセスする。

 - 2) 「在校生の方へ」をクリックし、「eラーニング」を選択する。
 - 3) 「eラーニング(科目履修用)」をクリックする。
 - 4) 科目履修用サイトのページが表示される。
 - 5) 「サイトB」をクリックする。

 - 6) ログイン画面が表示される。
 - 7) ユーザ名(総合情報基盤センターのID)とパスワードでログインできる。


図2 LMS利用方法の配布説明資料

3. 活用状況

問題ミス(文章のミスや選択肢が無いなどのミス)や各受講生のインターネット環境によるトラブルが少々あったものの比較的速やかに対応可能な内容であったため、学生の回答率(注:正答率ではない)も受講放棄者を除けば100%であり、序盤はそれほど大きな問題とはならず順調に進行した。

しかし、2回目の補講のあたりから少し問題が現れ始めた。この頃から解答期限ぎりぎりにしか解答しないケースが増えてきたため、補講対象者の判定が遅れて補講日に連絡が間に合わないという事態が発生してしまった。これは締め切りを月曜4限にしていたせいであり、こちらの判断が甘かったことに原因があった。この件を講義担当者間で協議して、締切日の設定を全面的に変更して日曜日までとすることで後半を乗り切った。

終盤に近づいてくると、予想されたことではあるが回答率が低下し始め92～85%の回答率に止まってしまったが、それでも旧来のレポート課題の提出率に比べ改善された。

4. 活用効果と今後の課題

受講生の回答状況は、アクセス日、所要時間、評点などの情報としてデータベース化され、以下のような画面にて直ちに状況分析が可能である。

113名の学生が127回受験しました。

可視グループ:

名: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 姓: ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

ページ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (次へ)

<input type="checkbox"/>	名 / 姓	開始日時	完了日時	所要時間	評点/10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 21日 10:12	2009年 04月 21日 10:17	4分 59秒	10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 21日 20:35	2009年 04月 21日 20:38	3分 7秒	10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 23日 21:32	2009年 04月 23日 21:40	8分 43秒	10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 20日 18:10	2009年 04月 20日 18:12	2分 9秒	10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 25日 19:56	2009年 04月 25日 20:08	11分 44秒	10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 22日 21:33	2009年 04月 22日 21:48	14分 49秒	10
<input type="checkbox"/>	 [名前]	2009年 04月 21日 10:26	2009年 04月 21日 10:30	4分 14秒	7
<input type="checkbox"/>		2009年 04月 21日 21:17	2009年 04月 21日 21:19	1分 14秒	10
<input type="checkbox"/>		2009年 04月 22日 13:47	2009年 04月 22日 13:48	1分 8秒	10
<input type="checkbox"/>		2009年 04月 23日 14:50	2009年 04月 23日 14:51	31秒	10

図3 回答状況の分析画面

この例では、上から6人目までの学生は満点を取っているが、7人目は間違ってしまったため、3回やり直しているということが把握できる。このように細かな受講生個々の状況分析から全体的な傾向まで分析可能であるため、回答状況に照らし合わせた対応を直ちに取ることができるという点が、従来のレポート課題提出には真似のできなかつた優れた点である。これにより、補講を受けさせたほうがよい学生を的確に判断できたため、これまで以上に効果的な補講を実施することができたと思われる。

このような状況のなか、今年度の合格率は定期試験73.7%、再試験71.4%となった。前述したこれまでの結果と比較すると、定期試験、再試験共に通算平均（69.9%）より高い合格水準であったことから、LMSの導入による効果が現れたものと考えられる。

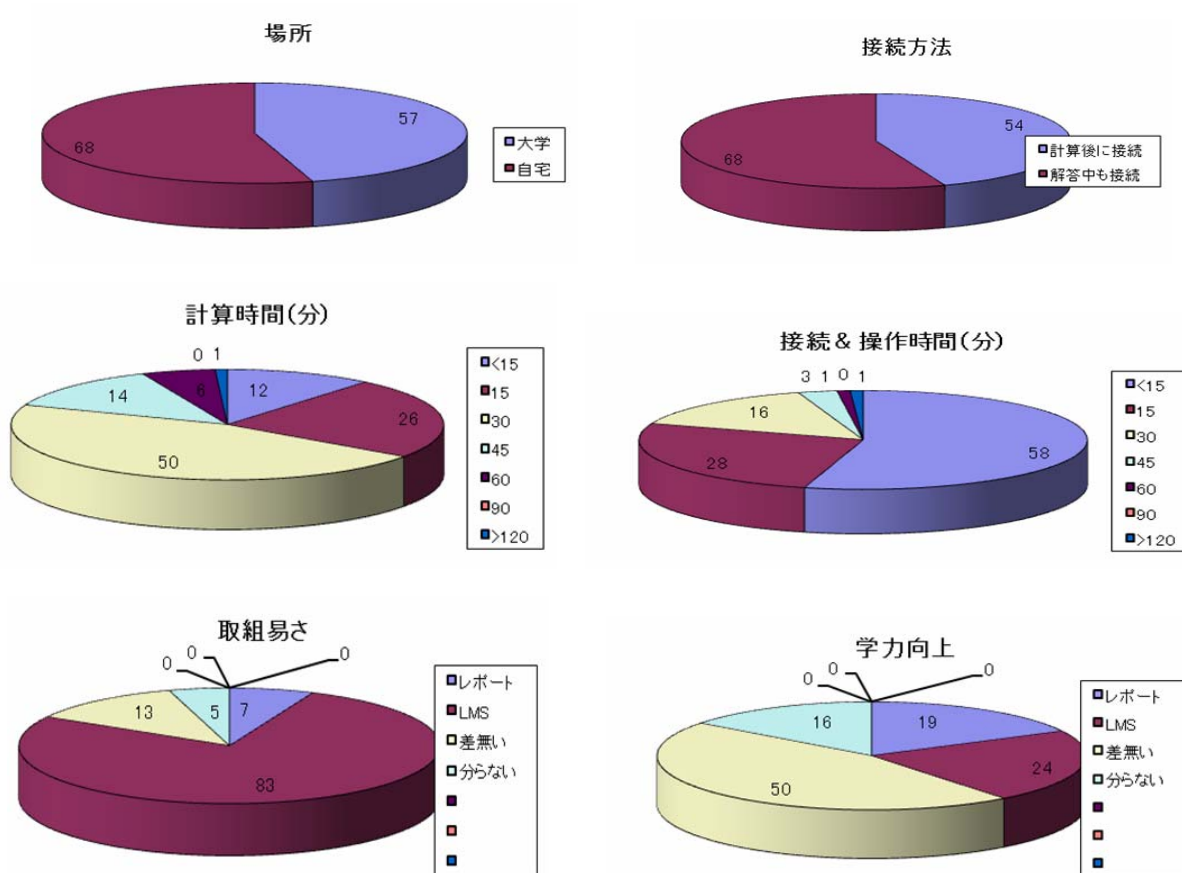
また、LMSに対する学生の意識を調査するため、本科目のLMS導入に関してのアンケート調査を実施した。アンケート項目と集計結果を以下に示す。

平成21年度基礎数学及び演習ⅡにおけるLMS利用についてのアンケート

【アンケート項目】

1. 回答している場所は何処ですか？
2. 回答方法は次のどれになりますか？
3. 1回の小テストの計算に要する時間はどれ位ですか？
4. ネットの接続および1回の小テストの回答操作（途中の計算時間は含まない）に要する時間はどれ位ですか？
5. 取り組みやすさは「同じ課題をレポートとして提出する場合」と比較し、どのように思いますか？
6. 学力向上の面では、「同じ課題をレポートとして提出する場合」と比較してどのように思いますか？

【アンケート集計結果】



「解答場所」は自宅がやや多く、本来の目的である自宅での復習が実践されていると考えられる。「解答時間」は5分から120分まで差があるが、30分程度の回答が半数を占めており、30分以下を合わせると大部分の80%程度となっている。また、「操作時間」では15分及びそれ以下を合わせた数が同様に80%程度になるため、大部分の学生は45分程度をLMS演習に費やしていると考えられ、復習としては適切な分量であると判断できる。「取組易さ」では約75%がレポートに比べて取り組みやすいと回答しており、大勢としてはLMSはモニター画面世代の学生の性質にマッチしていると考えられる。また「LMSは良い・便利・面白い・楽しい」という内容の自由意見も23件あり、楽しみながら学習することによる学力の定着効果も期待される。しかし一方で、差がないあるいはレポートのほうが良い、との回答も合わせて20%程度あった。LMSの回答率が次第に低下してきたのはここに理由があると考えられ、その原因がどのような点にあるのかを再度調査する必要がある。最後の質問項

目である「学力向上」に関しては、大半は差がないあるいは分らないとの回答であり、残りはレポート・LMSがほぼ同数であることから、今回の方式が学力向上に有効であったかどうかは判断が難しいところである。

合格率やアンケート結果から今回のLMS導入を総合的に判断すると、大半の学生にとっては復習に取り組みやすい環境を設けることで定期的な復習時間の確保に成功し、最終的な合格率の向上につながったと判断される。しかし、効果的であったかどうか学生自身の認識が不透明なこと、またコンピューター操作が不得手などの理由により次第に回答しなくなってくる学生にどのように対応していくかなどの課題が見出された。

おわりに

LMSの活用は、今後入学してくる世代にとっては取り組みやすい復習教材となっていくことは間違いないと思われ、基礎教育科目での利用が増加することを期待する。しかし、コンピューター操作の不慣れやアクセストラブルなどの講義の本質とは異なる部分で苦手意識を与えてしまうかもしれないことにも十分配慮し、取り組みやすい内容とアクセスしやすい環境を構築して行くことが重要である。

【参考文献】

佐賀大学eラーニングスタジオ WEBサイト、<http://net.pd.saga-u.ac.jp/e-learning/>

岡本敏雄、香山瑞恵、人工知能と教育工学—知識創産指向の新しい教育システム—、第12章 知的e-Learning/LMS、2008年、オーム社。