

# ベクトル・行列の表示可能なeラーニングの実践 に関する研究

南野公彦<sup>†</sup>, 松村初<sup>†</sup>, 山西徹<sup>†</sup>, 酒井辰也<sup>†</sup>, 江見圭司<sup>†</sup>

線形代数の初歩的な科目をeラーニングによって実施したのでここに報告する。用意したeラーニング教材はPrest producerにより作成した説明用ビデオ、WebCT Vistaに付属するアセスメント機能による課題である。また、本科目では3週に1回の頻度でスクーリング(教室での対面授業)を実施した。そこではプリント教材による問題演習とビデオ教材の説明の補足、質問の受付を行った。

## Research for the practice of e-learning with viewing vectors and matrices

KIMIHIKO NOUNOU<sup>†</sup>, MHAJIME MATSUMURA<sup>†</sup>, TORU YAMANISHI<sup>†</sup>  
TATSUYA SAKAI<sup>†</sup>, KEIJI EMI<sup>†</sup>

We have reported a practice of basic linear algebra with blended e-learning. We have prepared for video materials and assessment tests with WebCT. In this subject, our students have face-face classes every three week.

### 1. はじめに

京都コンピュータ学院、京都情報大学院大学では、2003年度より大規模なCMSを導入し、eラーニングを効果的に活用すべく努めている。2006年度前期よりeラーニング対象科目が拡がり、知識伝授型科目だけでなくコンピュータリテラシーの実習科目や、数学科目のうちのリメディアル的要素の強いものもeラーニングで行うという方針が出された。数学をeラーニングで行うことに懸念する声もあり、ベクトルや行列などの表現にも労力がかかることが予想されたが、Web上の数式作成にはMathMLを利用し、学院設置の実習用PCや学生個人所有のPCにMathPlayerをインストールすることにより、表現のめどが立ったので実施に踏み切った。

### 2. 授業概要

#### 2.1 低価格なシェアウェア

本科目「情報数学 2」は次に挙げるようなベクトルや行列計算の基本事項を学習する科目で、京都コンピュータ学院1回生のうち、9つのクラス(347人)に対して開講された。

- ・ベクトルのスカラー倍、加法、減法
- ・ベクトルの内積・外積
- ・ベクトルの一次独立、一次従属

- ・行列の加減乗、行列式
- ・連立一次方程式、逆行列
- ・一次変換(拡大、回転、合成変換、逆変換、直交変換)

本科目は2005年度までは対面授業のみで行われており、eラーニング実施に当たって教育目標は、昨年度と同じ内容をカバーすること、定期試験受験者の平均点を維持することの2点とした。

#### 2.2 授業構成

##### (1) モデルのビジュアル化

担当者はP、Q、Rの3人で、1人3クラスを受け持った。スクーリングは各人週1コマが設定されており、学生は3週に1回、対面授業に出席することになる。学生から見た学習のフローを図1にまとめた。

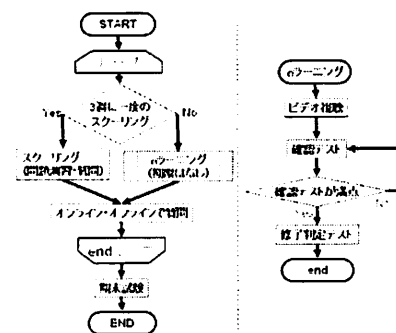


図1. 学習フロー

<sup>†</sup> 京都情報大学院大学&京都コンピュータ学院  
The Kyoto College of Graduate Studies for Informatics & KCG

・ビデオ(図2) …1 週当たり 30~60 分。概念や計算方法の説明を行う。

・確認テスト(図3) …1 週当たり 2~6 問。基本的な問題で繰り返し受験でき、満点を取らないとコンテンツは先に進めない。スクーリングには出席できる。

・修了判定テスト…1 週当たり 2~4 問。確認テストと同種の問題で 2 回まで受験可能。最終的な成績判定に加味する。

・スクーリング…学生にとっては 3 週に 1 回の頻度で行われる。決められた時間・教室での対面授業。プリントでの問題演習や解説、質問受付など。

・オフィスアワー…学生は担当教員に対し、スクーリング時だけでなく、WebCT 上のメールや掲示板で質問することができる。しかし、数学はメール等では質問しづらいと想定されるため、教員室で P が待機し、全クラスの学生の質問を受け付ける「オフィスアワー」を設けた。

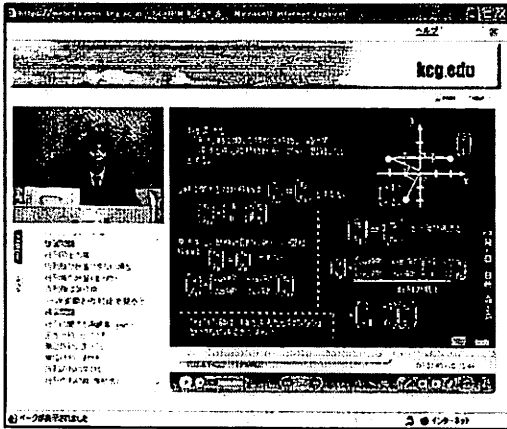


図 2. ビデオ教材

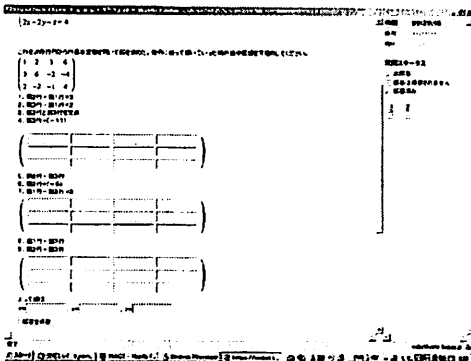


図 3. アセスメント (確認テスト)

## 2.2 教材開発

開発した教材の概要を表 1 に示す。また、担当者間のビデオ、アセスメント開発フローをそれぞれ図 4、図 5 に示す。

ビデオ	概念や計算方法を図やアニメーションを多用して説明する PPT と講師の説明シーン、板書シーンを Prest Producer で同期させたビデオを作成し、ストーリーミング配信する。
確認テスト 修了判定テスト	WebCT のアセスメント機能を利用したオンラインテスト。
スクーリング用 プリント	スクーリングで配布するプリント。

表 1. 教材の概要

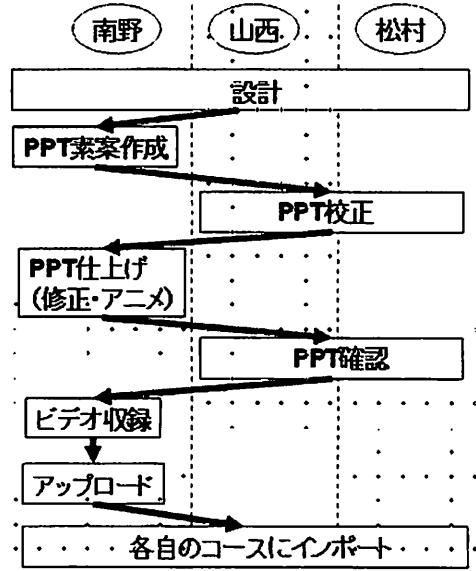


図 4. ビデオ作成フロー

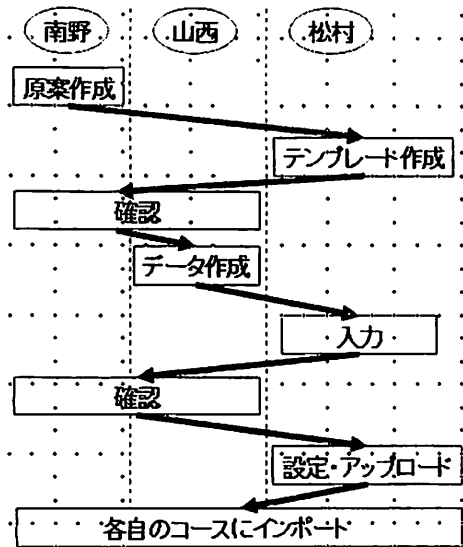


図5. アセスメント作成フロー

また、開発に要する時間の見積もりは  
 ・ビデオ作成…(PPT ファイル作成5時間, 収録1時間)  
 ×15回  
 ・アセスメント作成…3時間×15回  
 ・スクーリング用プリント…3時間×4回  
 の計約150時間とした。

教材開発で工夫した主な点は、以下の4点である。

- ・学生のモチベーションがアップするように、ビデオの冒頭で学習する意義を説明した。
- ・アセスメントは出題部分には LaTeX MathML, ASCII MathML を、穴埋め解答欄には HTML の <TABLE>タグを使用することで、図3のようにベクトルや行列を適切な形式で表示した。
- ・アセスメントは毎回少量ずつ提示し、満点を取らないと次のコンテンツに進めないように公開設定することで反復演習を促した。
- ・スクーリング時のプリント教材には、基本事項のまとめ、具体例、例題とその解法、練習とその解を掲載し、その教材だけでも学習できるように配慮した。

### 3. 実施結果

#### 3.1 コンテンツの開発

昨年までの授業内容をすべてカバーすることを目指していたが、コンテンツの作成が遅れ、「ベクトルの外積」と「直交変換」を取り扱うことができなかった。

開発に要した時間数を表2に示す。

内容	詳細	担当	時間
全体設計		P	8
		Q	8
		R	8
		S	5
ビデオ (9回分)	PPT素案	P	24
	PPT校正	Q	1.5
		R	21
	PPT仕上げ	P	54
	ビデオ撮影	P	28
	アップロード	P	6
アセスメント (9回分)	設計	P	4.5
	素案作成	P	4
		R	30
	データ作成	Q	6.5
		P	7
	入力	R	15
		P	4
確認	Q	6	
	P	6	
アップロード	R	9	
スクーリング 用プリント (5回分)	PDFプリント	Q	22
	手書きプリント	R	9
		P	2
定期試験	素案作成	P	3
		R	3
	校正	Q	1

表2. コンテンツ開発時間 (計約260時間)  
(P 南野, Q 山西, R 松村)

ビデオ作成に約135時間を費やしているが、その大半はPPT作成に費やされた。1回分のPPTは約20枚であったが、学生がビデオだけを視聴して学習が継続できるようにするため、基礎的な概念や計算、さらにはモチベーションアップのための話題もすべてPPT化し、アニメーションを付けたため、莫大な時間がかかって

しまった。「PPT仕上げ」に1回あたり6時間かかっているが、この部分は図形の新規作成や修正、や文字のフォント、サイズ、アニメーションの変更にあてられた。

アセスメント作成に約90時間かかっている理由は、WebCTのアセスメント機能による穴埋め問題がMathMLだけでは実現できず、<TABLE>タグも併用しなければならなかったこと、問題入力のインターフェースがWebブラウザしかなく、また配点等の一括設定ができずに非常に手間がかかったことなどが挙げられる。

ただ、今回は前期の開発経験のおかげで、メンバー間の意志の疎通はうまくいっていたように思う。特に教材や実施形態の用語の定義がはっきりしていたため、各自がやるべきことを具体的にイメージできたことがその要因であろう。複数メンバーで開発する際はまず言葉の定義を統一することが最重要である。

### 3.2 スクーリング実施状況

スクーリングの実施に当たって最も困難だったのは、ほとんどの学生のeラーニングコンテンツの取り組みが遅かったことである。3週に一度のスクーリングというのは学生がビデオを視聴し、アセスメントに取り組んだ後に、概念や問題の解き方についての自分の分からないところを明確にしてスクーリングに臨むことを想定していた。しかし、そのような学生は1割程度で、大多数はビデオすら視聴していなかった。そのため、スクーリングでは基本的な事柄から説明せざるを得ず、きちんとコンテンツをこなしている学生ほど逆にスクーリングがつまらないという状況になってしまった。

### 3.3 学生からの質問

オンラインではWebCTのメールや掲示板で質問ができたが、数学そのものに関する質問はなく、アセスメントの表示が崩れたなどの連絡のみであった。

また、オフィスアワーのほうは、9クラスの全学生に対して開設したにもかかわらず、質問に来た学生はわずかに2人だった。

スクーリングでは普通に質問が出たが、理解できない事柄があっても質問をしない学生も多い。そのような学生に対しては、教員のほうから一つひとつ確認してあげるより他にない。

### 3.4 期末試験結果

2002～2006年度の期末試験の得点分布の推移を図6に示す。

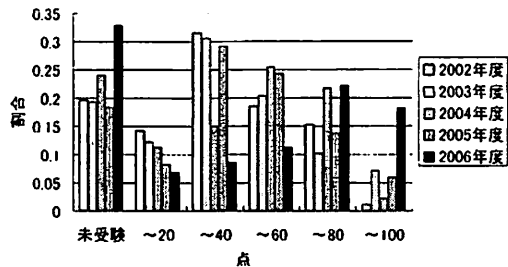


図6. 期末試験の結果

2006年度の得点は全体的に上がっているが、出題範囲や問題の難度、模擬試験の実施の有無など条件が違いすぎているので比較することに意味はない。特筆すべきは未受験者の割合が、全受講者の3分の1も出てしまったことである。

オンライン教材の取り組み状況と期末試験結果との関連を見るため、各学生のアセスメント(修了判定テスト)の得点と期末試験の得点の散布図を図7に示す。

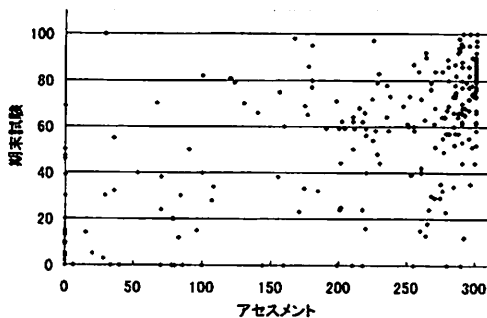


図7. アセスメント結果

### 3.5 学生からの評価

本学院では、学期末にオンラインで学生に授業評価を入力してもらっている。回答数は全体の10%程度であり、入力してくれるのはたいてい意欲的に学習してくれている学生なので、かなりバイアスがかかったものになっているが、そこで得られた学生の意見をまとめる。

#### 【授業形式について】

eラーニング2週、スクーリング1週というサイクルについては賛否両論である。数学をeラーニングにすること自体が間違っている、という意見や、全部eラーニングでもよいという意見もあった。

#### 【ビデオについて】

授業内容がわかりやすかったという意見が多かった。ただ、問題を板書で解いているシーンは見づらいという意見があった。

#### 【アセスメントについて】

アセスメントの締め切りを設けなかったことは学生には好評だった。しかし、確認テストで満点を取らないと次に進めない仕組みは、ゲームみたいで楽しいという学生もいる反面、何度繰り返しても満点が取れなくて辛いという学生もいた。

#### 【スクーリングについて】

プリント教材を使うスクーリングは大変評判が良かった。一つひとつ問題を解き、分からないところがある学生を教員のほうから見つけてあげる事がやはり一番のサービスなのだろう。

## 4. 考察

今回のeラーニングをメインとする授業実施により、ビデオやアセスメントに積極的に取り組む意欲的な学生に対しては所期の目的を達成できたと言える。これは、問題が解けるようになるまで繰り返し自学自習しなければならない仕組みが有効であったからではないかと考えられる。

しかし、意欲的でない学生は、ビデオやアセスメントにほとんど取り組まず、結果として2005年以前のスクーリングのみのときよりも脱落者を増やしてしまった。これは、学習の動機付けを与える機会が減ったこと、教員からの声掛けなどに促されることで学生が分からないところを質問する機会が減ったこと、学生同士の教え合いの場が減ったことなどが原因と考えられる。またアセスメントで満点を取らないと先へ進めない設定にしたことは、1つのテーマで躓いている学生からその先のテーマの学習の機会を奪い、学習意欲の低下にもつながってしまった可能性がある。一度学習意欲が低下すると、スクーリングにも出席せず、早期に脱落が決定的となってしまう。このような設定にする場合は、特に学習の初期段階のフォローアップに細心の注意を払い、一つひとつ確実にアセスメントをクリアさせる手立てが必要であった。

## 5. 今後に向けた改善

今年度の一番の問題点は約3分の1の学生がeラーニングコンテンツに取り組まなかったことである。教育効果を上げるためには、まず数学を学ぶことの意義付けをしっかりと与え、学生の学習意欲を高めること、

そして学習をある程度強制する仕組みを作ることが必要である。来年度はゲーム開発やシステム開発などの応用系の担当教員に初回のビデオに出演してもらい、数学を学ぶことが将来の自分たちの学習にどう結びつくのかを説明してもらい、また、その内容を配布資料に加えるなどの策をとり、学習への動機付けのや強制力を高めた学習システムを構築しようと企画している。

## 謝辞

コンテンツ開発に対してアドバイスをくださった京都コンピュータ学院eラーニング開発センター、教育統括部の皆様に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 江見圭司「数式表示可能な数学のe-ラーニングシステムの構築と実践」JSISE Research Report vol.21. no.1(2006-6) p49-52
- [2] 作花一志, 村上宗隆「Excelで学ぶ基礎数学」(共立出版, 2000)