

eラーニングを併用したプログラミング授業

生田目 康子†

近年、大学の対面型の授業においても、非対面の遠隔学習に使われるeラーニングを並行して使用するハイブリッド型での授業がみられるようになってきた。本報告では、プログラミングの授業にeラーニングを併用した授業について、eラーニングの授業ノートがどのように使われ、使い方が科目への態度にどのような差異があったか報告する。プログラミングは、コンピュータとの親和性が高く、情報技術の一翼を担っており、その授業内容は職業に直接役立つ学習項目も多く含んでいる。学生の自宅の情報インフラやプログラミングに対する態度が、学習活動に大いに影響すると考えられるので、これらについてアンケート調査を行った。プログラミングへの態度に関するアンケートの結果、3つの態度因子(有用興味因子、遂行能力因子、知識技能因子)を抽出した。さらに学生の自宅の情報インフラ、eラーニングによって収集した授業ノートの利用状況、授業への態度因子を分析した結果、以下が明らかとなった。授業時間外や試験直前などに授業ノートをアクセスしており、授業時間外の学習機会の拡大にeラーニングが貢献した。自宅の情報インフラ(パソコンの有無やインターネット接続)が、総ヒット数、成績、有用興味の因子得点に影響があった。授業ノートの総ヒット数の多少が、有用興味と遂行能力の因子得点に影響があった。授業ノートのアクセスの型から、よりの確な個別の学生指導の情報が得られる。

キーワード WWW, eラーニング, ハイブリッド型授業, プログラミング, 授業ノート

The traditional lesson of programming using E-learning.

Yasuko NAMATAME†

Abstract This paper is described about the hybrid type lesson using E-learning to the traditional lesson of programming. Usually, affinity of programming with a computer is very high. And programming is the fundamental technology of an information technology. Therefore, the contents of a lesson of programming include many study items which are directly useful to an occupation. We think, "The grade of equipment of information machines and equipment and the attitude against programming greatly affect students' study activities." First, the questionnaire survey about the attitude to programming was conducted on students. We extracted three factors as a result of factor analysis. They are a useful interest factor, an execution capability factor, and a knowledge skill factor. Furthermore, the history information on the lesson note collected by E-learning was analyzed. As a result, the following points were made clearly. 1) E-learning contributed to expansion of the study opportunity besides school hours. 2) The group with much number of times of access of a lesson note has the intentionally high factor score of useful interest and execution capability. 3) The information on individual student instruction is acquired by analyzing the access history which collected by E-learning.

Keyword WWW, E-learning, hybrid type lesson, lesson of programming, lesson note

1. はじめに

近年、ネットワークを介して直接対面することなく教育や学習を行うeラーニングが、企業や大学で活用されるようになってきた。また、フルタイムの大学生を前提とした対面授業にeラーニングを併用し、対面と非対面を複合したハイブリッド型の授業^{1),2),3)}も行われるようになった。eラーニングを活用することによって、学習機会の拡大、個別学生の

学習指導、電子空間上の意見交換の活性化などが可能といわれている。

我々は、対面型のプログラミングの授業にeラーニングを併用したハイブリッド型の授業を行った。本報告では、eラーニングが学生達にどのように活用されたか、そして、eラーニングが収集した学習記録について、授業内や授業外の学習活動を中心に分析した結果を報告する。

† 広島国際大学 社会環境科学部 情報通信学科
Faculty of Infrastructural Technologies, Hiroshima
International University

2. プログラミングの授業概要

担当したプログラミングの授業に関し、カリキュラム上の位置づけ、授業計画、教材と使用メディア、授業ノートの設計方針、サンプル画面などを概説する。

2.1 カリキュラム上の位置づけ

通常、プログラミングは、カリキュラム上では専門基礎に位置づけられることが多い。担当した授業のコンピュータ・プログラミングは、広島大学総合科学部が開設する教養的教育科目⁴⁾の個別科目のC群(主として自然科学関連)に属する。2学期制の前期、2単位、選択の授業科目である。したがって、この授業を通して、学生はプログラミング言語の文法知識を教わる受身の姿勢ではなく、演習を通じ、自発的で創造的な問題解決の姿勢を身に付けることを目標とした。

2.2 授業計画と開講クラス

授業計画は、週1回90分の授業15回を前提とする。コンピュータの未経験者を対象とし、表1の授業計画に基づいて、プログラミングの初級レベルの内容を解説と実習を通し修得する。教授方法は、授業時間の前半は講義形式とし、後半はプログラム演習の実習を指導する。

表1 授業計画(プログラミング-C言語)

回	内容	学習内容
1	コンピュータの基礎(1)	コンピュータの基本操作
2	コンピュータの基礎(2)	プログラミングの手順
3	プログラムの基礎(1)	初歩的プログラム、標準入出力関数
4	プログラムの基礎(2)	四則演算、変数、型
5	選択処理(1)	if文、関係・論理演算子
6	選択処理(2)	switch文、込み入ったif文
7	反復処理(1)	for文、while文
8	反復処理(2)	do-while文、数学関数
9	関数	関数(値渡し)
10	配列	数値の配列、文字配列
11	ポインタ	ポインタと配列、関数(参照渡し)
12	構造体	構造体の宣言と参照
13	ファイル処理	テキストファイルの入出力
14	まとめ(1)	選択、反復の総復習
15	まとめ(2)	配列、ポインタの総復習

2003年度前期の開講クラスは、5・6時限クラス(58名)、7・8時限クラス(29名)の2クラスであり、授業支援要員は

配置されなかった。

2.3 教材と使用メディア

授業で使用した教室は、大学の情報ネットワークに接続したノートパソコンが60台収容されている。その他、教室内には、書画表示用テレビ4台、プロジェクタスクリーン1台、白板などの設備はあるものの、いずれのメディアでも少し細かい解説は、教室の後ろ半分の学生からはよく見えないという問題があった。早期に、書画で表示している授業ノートは、情報ネットワークを介して学生のノートパソコンに表示することとした。結果として、解説に用いる授業ノート(板書相当)は、書画、プロジェクタ、eラーニングと移行した。大学では、WebCT⁵⁾⁶⁾を全学生向け授業インフラとしていることもあり、eラーニングのシステムとしてWebCTを使用した。WebCTへ学生登録が完了した授業9回目以降から、教材メディアとしてeラーニングを活用することとなった。これにより、授業ノートは、プロジェクタと学生のノートパソコンに表示させることができ、教室の後方の学生にも見ることができる。白板は、授業ノートに想定されない追加の解説や演習に関わる指示などのために使用した。表2に授業で使用したメディアを授業回数と対比させて示す。

表2 教材のメディアと使用状況

教材のメディア	左記メディア使用の授業回数	
白板	01-----05-----10-----15	
教科書	01-----05-----10-----15	
書画	01-----06	
プロジェクタ表示(html)	0708	
eラーニング	授業ノート	09-----13
	テスト	1415
	アンケート	15

注)表中の「--」は、継続して使用を意味する。

WebCTの授業ノートの設計方針を表3に示す。

表3 授業ノートの設計方針

種類	設計方針
授業ノート	授業ごとの目次ページをつける
	最初のページに授業の目標を入れる
	要点のみを短く解説する
	各ページはスクロール不要
	ページカウンタを入れる

サンプル画面として、11回(ポインタ)の最初のページ(図1)、13回(ファイル処理)の授業ノート(図2)をあげる。

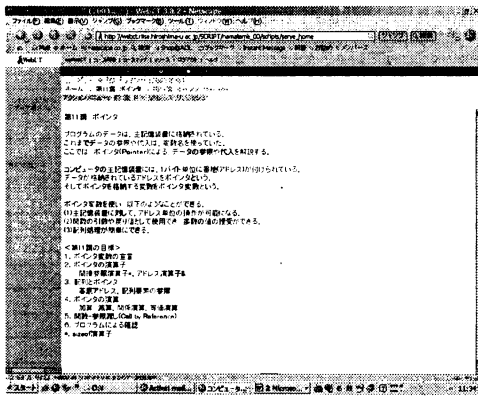


図1 11 回ポインタの最初のページ

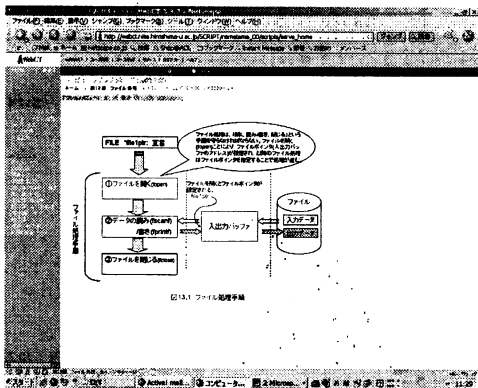


図2 13回ファイル処理の授業ノート

3. 受講生の状況

受講生 88名の所属学部、自宅の情報インフラ、プログラミングに対する態度などをアンケートなどにより調査した。

3.1 所属学部

授業は、教養的科目に位置づけられているので、受講生の学部を調査した。工学部(36人)、教育学部(26人)、理学部(15人)の3学部で受講生の9割近くを占める(図3)。なお、1年次生は、72人で、受講生の83%を占める。

3.2 自宅の情報インフラ

プログラミングの授業はコンピュータとの親和性が高いことから、受講生の自宅(アパートを含む)の情報インフラについて、「パソコン無」、「パソコン有・ネットワーク未接続」、「パソコン有・ネットワーク接続」の3者択一の調査を第3回目の授業に行った。結果は、「パソコン無」(30人、34%)、

「パソコン有・ネットワーク未接続」(30人、34%)、「パソコン有・ネットワーク接続」(27人、31%)であった。

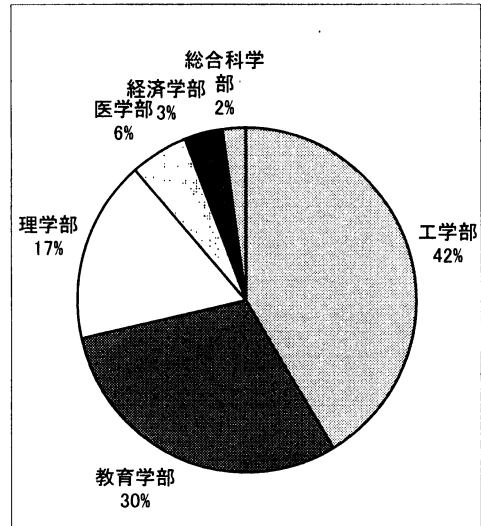


図3 受講生の学部分布

3.3 プログラミングに対する態度の調査

プログラミングは、情報技術の一翼を担っており、職業に直接役立つ学習項目も多く含んでいる。科目に対する態度が、学生の学習活動に影響する可能性が高いと考えられる。向後⁷⁾のプログラミングに対する態度の尺度項目を参考に5段階評価のアンケートを作成した。授業の2回と13回に調査を行い150件のデータを収集し、それらのデータを因子分析した。主因子法による初期の1.0以上の固有値は3因子(累積寄与率67.6%)であった。さらに、最尤法(因子軸の回転法としてKaiserの正規化を伴うプロマックス法)の結果、3因子(累積寄与率56.3%)を決定した(表4)。第1因子は、プログラミングについて「役に立つ、これから必要になる、プログラムを作ってみたい、もっと知りたい」など、プログラミングへの有用興味の因子である。第2因子は、「簡単だ、難しい、得意だ、苦手だ、うまく作ることができる、うまく作ることができない」など、プログラミングの遂行能力の因子である。第3因子は、「プログラミングについての知識がある、プログラミングすることができる」などプログラミングの知識技能についての因子である。これらの3因子は、向後⁷⁾の3因子(能力、効用、好悪)とほぼ同じである。なお、分析に際しては、エス・ピー・エス・エス社の「SPSS for Windows リリース11.0.1J」を用いた。

表4 プログラミングに対する態度に関する質問項目と回転後因子負荷量

	質問項目	第1因子	第2因子	第3因子
有用 興味 因子	11)プログラミングは役に立つと思う	0.821	-0.215	0.082
	16)プログラミングはこれから必要になると思う	0.738	-0.184	-0.023
	04)プログラムを作ってみたい	0.731	0.226	-0.183
	02)プログラミングについてもっと知りたいと思う	0.683	0.198	-0.122
	07)プログラミングは役に立たないと思う	-0.775	0.269	-0.297
	14)プログラムを作りたくない	-0.729	-0.159	0.108
	03)プログラミングは自分には無縁なものだと思う	-0.672	-0.065	-0.022
遂行 能力 因子	17)プログラミングは簡単だと思う	-0.092	0.685	0.004
	13)プログラミングは得意だ	0.045	0.626	0.287
	09)プログラムをうまく作ることができる	-0.152	0.588	0.364
	15)プログラムをうまく作ることができない	-0.072	-0.780	0.044
	05)プログラミングは苦手だ	-0.187	-0.764	0.089
	01)プログラミングは難しいと思う	0.137	-0.626	0.095
知識 技能 因子	08)プログラミングについての知識がある	-0.071	-0.022	0.931
	06)プログラミングすることができる	0.033	0.340	0.562
	10)プログラミングについての知識がない	0.017	0.102	-0.976
	12)プログラミングすることができない	-0.158	-0.379	-0.435

4. 授業ノートの活用状況

多くのeラーニングのシステムは、学習履歴情報を蓄積する機能を持つ。WebCTは、学生ごとに授業ノートのアクセス時刻の履歴情報を蓄積している。2003年6月17日から2003年7月29日まで、すなわち第10回の授業から定期試験までの期間について、授業ノートの活用状況を履歴情報に基づいて示す。

4.1 全体的使用状況

授業ノートはhtmlファイルで作成し、授業ごとに1つにまとめコンテンツの形で管理される。WebCTの管理情報からコンテンツごとのhtmlファイル数、容量(バイト数)、ヒット数、閲覧時間(秒)を表5に示す。

表5 授業ノートのコンテンツ使用状況

コンテンツ	htmlファイル数	容量(バイト)	ヒット数(回)	閲覧時間(秒)
10.配列	12	26,267	1,597	142,490
11.ポインタ	11	17,965	1,309	177,863
12.構造体	6	10,912	1,039	149,889
13.ファイル	7	20,946	741	105,539

注)受講生全体88名を対象とする。

4.2 学生ごとのヒット数の分布

授業ノートは、教室内のプロジェクトに表示し、それに基づいて解説を進めた。プロジェクトがよく見えない学生は、解説の進行に合わせて、各自のノートパソコンに授業ノートを表示するという使用方法とした。ノートパソコンに表示するか否かは学生自身の判断に任せた。受講生の総ヒットの

度数分布を図4に示す。ヒット数に応じ3つの群に分ける。

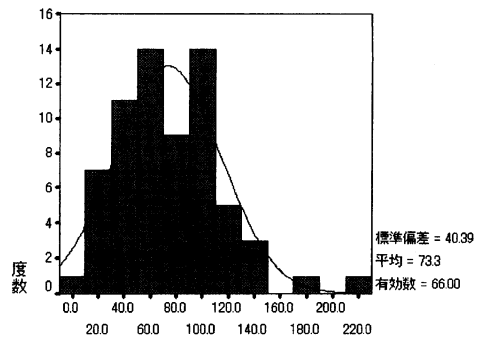


図4 受講生の総ヒットの度数分布

総ヒットの区分は、ヒット数54以下をH1群、ヒット数55以上かつ85以下をH2群、ヒット数86以上をH3群とする。

4.3 アクセスタイプの状況

授業ノートのアクセスの時間帯は、授業時間中、授業時間外、試験直前(定期試験の1週間前)に分類できる。表5のヒット数は、授業時間中 3,795(81%)、授業時間外 563(12%)、試験直前 328(7%)であった。さらに授業時間中の時間帯については、アクセスした授業ノートがその授業時間中のものか時間外のものかを分類した。これを図5に示す。アクセスの型に応じ、表5に示す群に分類した。コードA4は、授業時間中に他の授業の授業ノートを多くアクセスする。コードA3は、授業時間以外(定期試験1週間前を除く)に多くアクセスする。コードA2は、定期試験1週間前に多くアクセスする。コードA1は、授業時間中に当該

授業の授業ノートを多くアクセスする。

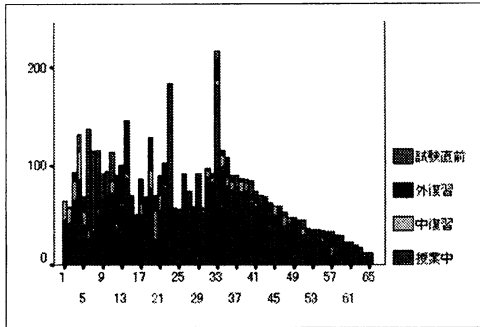


図5 学生ごとのアクセス時間帯別ヒット数

表5 アクセスの型

コード	ヒット数	総ヒットに占める割合	該当人数	
A4	50 以上	授業時間中に他の時間の授業ノートのヒットが20%以上	5	
A3		授業時間外の復習のヒットが20%以上	6	
A2		定期試験1週間前のヒットが20%以上	11	
A1		授業時間に対応した授業ノートのヒットが90%以上	10	
A0	左上, A4, A3, A2, A1 に該当しない学生			34

5. 分散分析と考察

これまでの章において、自宅の情報インフラ、総ヒットの区分、アクセスの型などの分類をした。これらの変数が、成績、プログラミングに対する態度因子(有用興味、遂行能力、知識技能)の得点に差があるか、データが欠損していない66名分について分散分析した。なお、多重比較の表中の有意水準については、*は $P < 0.05$ 、**は $P < 0.01$ 、***は $P < 0.001$ を意味する。

(1) 自宅の情報インフラの区分による多重比較(表6)

総ヒット数は、I1群(パソコン無)とI3群(パソコン有・ネットワーク接続)、I2群(パソコン有・ネットワーク未接続)とI3群について、後者のほうが前者に比べ平均が有意に高い。成績については、I1群とI3群について後者のほうが前者に比べ平均が有意に高い。また、有用興味の因子得点は、I1群とI3群について後者のほうが前者に比べ平均が有意に高い。

自宅の情報インフラは、I1, I2, I3の順に高度化していることから、各項目の平均もそれに応じ高くなると予

測するが、I2群の総ヒット、遂行能力の因子得点、知識技能の因子得点は、3群中最も低い値である。自宅のパソコンがあまり活用されていないと思われる。

(2) 総ヒット数の区分による多重比較(表7)

有用興味の因子得点は、H1群(ヒット数 54 以下)とH3群(ヒット数 86 以上)について、後者のほうが前者に比べ平均が有意に高い。遂行能力の因子得点も、H1群とH3群について、後者のほうが前者に比べ平均が有意に高い。

H1, H2, H3の順に授業ノートをアクセスする回数が多くなることから、各項目の平均もそれに応じ高くなると予測される。表7は予測にほぼ合致する。

(3) アクセスの型による多重比較(表8)

知識技能の因子得点は、A4群(ヒット数 50 以上で、授業時間中に他の時間の授業ノートのヒットが 20%以上)とA1群(ヒット数 50 以上で、授業時間に対応した授業ノートの参照が 90%以上)について、後者のほうが前者に比べ平均が有意に低い。アクセスの履歴情報から判断すれば、A1群は、授業時間の学習に集中している。一方、A4群は、過去に学習した部分や授業を欠席した部分を閲覧していることから、当日分の授業に集中していない部分が明らかに存在する。さらに、A4群は、成績や遂行能力の因子得点も高くない。A4群は、個別の学習指導が効果的であろう。

A1群は、知識技能に加えて有用興味と遂行能力の因子得点も高い。A2群(ヒット数 50 以上で、定期試験1週間前のヒットが20%以上)は、直前の学習が功を奏してか成績が5群中で最も良い。A0群は、有用興味の因子得点が5群の中で最低である。

6. まとめ

プログラミングの対面授業において、解説に用いる授業ノートをeラーニング経由で受講生にアクセスさせた。結果として、対面授業では収集不可能な授業ノートの履歴情報が収集できた。それらを基に以下が明らかとなった。

- (1) 授業時間外や試験直前にアクセスしており、学習機会の拡大にeラーニングが貢献した。
- (2) 自宅の情報インフラが、総ヒット数、成績、有用興味の因子得点に影響があった。

(3)授業ノートの総ヒット数の多少が、有用興味と遂行能力の因子得点に影響があった。

(4)授業ノートのアクセスの型から、よりの確な学生個別の指導の情報が得られる。

表6 自宅の情報インフラの区分による多重比較

項目	区分	I1	I2	I3	合計	F値	結果	有意水準
	自由度	18	24	24	66			
総ヒット	平均	63.28	55.04	99.08	73.3	10.106	I1<I3	**
	SD	34.69	32.70	39.15	40.40		I2<I3	***
成績	平均	77.33	80.08	84.38	80.89	5.352	I1<I3	**
	SD	8.196	6.171	7.008	7.527			
第1因子 (有用興味)	平均	0.882	1.071	1.578	1.204	3.595	I1<I3	*
	SD	0.853	1.021	0.758	0.922			
第2因子 (遂行能力)	平均	-0.779	-1.097	-0.680	-0.859	1.481		
	SD	0.778	0.862	0.943	0.878			
第3因子 (知識技能)	平均	-0.427	-0.612	-0.248	-0.429	0.944		
	SD	0.861	1.015	0.853	0.917			

注)区分は、I1:パソコン無、I2:パソコン有・ネットワーク未接続、I3:パソコン有・ネットワーク接続

表7 総ヒット数の区分による多重比較

項目	区分	H1	H2	H3	合計	F値	結果	有意水準
	自由度	21	18	27	66			
成績	平均	78.71	80.39	82.93	80.89	1.961		
	SD	6.149	8.375	7.641	7.527			
第1因子 (有用興味)	平均	0.758	1.258	1.514	1.204	4.447	H1<H3	**
	SD	0.99	0.735	0.868	0.922			
第2因子 (遂行能力)	平均	-1.19	-0.915	-0.563	-0.859	3.29	H1<H3	*
	SD	0.73	0.929	0.877	0.878			
第3因子 (知識技能)	平均	-0.556	-0.547	-0.251	-0.429	0.85		
	SD	0.988	0.895	0.879	0.917			

注)区分は、H1:ヒット数54以下、H2:ヒット数55以上かつ85以下、H3:ヒット数86以上

表8 アクセスの型による多重比較

項目	区分	A4	A3	A2	A1	A0	合計	F値	結果	有意水準
	自由度	5	6	11	10	34	66			
総ヒット	平均	83.6	111.67	91.55	86.1	55.35	73.3	4.855	A0<A2	*
	SD	30.27	16.693	27.736	38.556	40.572	40.395		A0<A3	**
成績	平均	76	80	83.45	81.6	80.74	80.89	0.888		
	SD	8.307	5.441	9.771	7.106	7.064	7.527			
第1因子 (有用興味)	平均	1.564	1.445	1.24	1.603	0.979	1.204	1.298		
	SD	0.708	0.599	1.147	0.928	0.89	0.922			
第2因子 (遂行能力)	平均	-1.400	-1.138	-0.657	-0.262	-0.97	-0.859	2.221		
	SD	0.476	0.834	0.887	1.091	0.793	0.878			
第3因子 (知識技能)	平均	-1.447	-0.177	-0.719	0.161	-0.403	-0.429	3.413	A4<A1	**
	SD	0.831	0.658	0.628	0.876	0.935	0.917			

注)区分は、A4:ヒット数50以上、かつ授業時間中に他の時間の授業ノートのヒットが20%以上、A3:ヒット数50以上、かつ、授業時間外の復習のヒットが20%以上、A2:ヒット数50以上、かつ、定期試験1週間前のヒットが20%以上、A1:ヒット数50以上、かつ、授業時間に対応した授業ノートのヒットが90%以上、A0:前記A4、A3、A2、A1に属さない

参考文献

- 1) 吉田文:『アメリカ高等教育におけるeラーニング -日本への教訓』, pp54-55, 東京電機大学出版局, 東京(2003).
- 2) 山地弘起, 佐賀啓男編:『高等教育とIT -授業改善へのメディア活用とFD』, pp52-60, 玉川大学出版部, 東京(2003).
- 3) Young, G.: 'Hybrid' Teaching Seeks to End the Drive Between Traditional and Online Instruction, *The Chronicle of Higher Education*, March 22, (2002).
- 4) <http://home.hiroshima-u.ac.jp/souka/index.htm> (広島

大学総合科学部トップページ)

- 5) WebCT Version 3.8 キャンパスエディション (<http://www.webct.com/>)
- 6) 隅谷孝洋, 稲垣知宏, 長登康, 中村純:『広島大学におけるWebCT運用』, 第11回日本WebCTユーザカンファレンス予稿集(2003).
- 7) 向後千春:『Webベース個別化教授システム(PSI)によるプログラミング授業の設計, 実施とその評価』, 教育システム情報学会誌, Vol20 No.3, pp.293-303. (2003)