

平成 22 年 6 月 30 日現在

研究種目：基盤研究 (C)
 研究期間：2006～2009
 課題番号：18500745
 研究課題名 (和文) ユニバーサル・アクセス時代における大学のプログラミング教育手法の研究
 研究課題名 (英文) Effective Teaching Educational Method of Computer Programming Education in Universal Access Stage of Higher Education
 研究代表者
 寺川佳代子 (TERAKAWA KAYOKO)
 常磐会学園大学・国際コミュニケーション学部・講師
 研究者番号：20300303

研究成果の概要 (和文)：進化の早い現代社会において情報リテラシ教育を効果的に行う必要があるが、ユニバーサル・アクセス化が進む大学では、その実践には様々な困難が生じる。本課題では実際にユニバーサル・アクセス化が進んでいる文系の私立大学において協調学習に注目し、情報リテラシ教育、中でも初歩的なプログラミング教育の効果的教授法に焦点を当てた授業の実践研究を行った。この中で、プログラミングの初学者が自己学習できるテキスト教材について開発指針を定めたいえで試作した。

研究成果の概要 (英文)：In rapid progress of information technology, literacy of information technology (IT) including basics of programming is required as core skill in modern society. However, facing the diversity of learners in universal access stage of higher education, teaching of IT literacy gets more and more difficult. This research studied effective facilitation method for teaching basics of programming to nontechnical course students with collaborative learning through practice in actual courses. Furthermore, the authors discussed guidelines for textbook to support self-study of programming, and developed an original textbook for beginner programmers along the guideline.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	1,200,000	0	1,200,000
2007 年度	900,000	270,000	1,170,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
総計	3,600,000	720,000	4,320,000

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：情報教育，協調学習，情報リテラシ，プログラミング教育

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本の高等教育

近年，日本では高校を卒業した者の約50%が大学または短大に進学している。マーチン・トロウのモデルによれば日本の高等教育が「マス段階」から望めば誰でも高等教育を受けられるという「ユニバーサル・アクセス段階」へ移行したことになる。このことは高等教育を受けたい学生にとっては望ましいが，一方で多くの問題も抱えている。日本には国立，公立，私立大学が存在するが，高等教育の底辺の拡大は主に私立大学によって担われている。18歳人口の減少に伴い，約50%の私立大学，とりわけ地方の大学と小規模の大学が入学定員割れを生じており経営上の問題を抱えている。このような状況で私立大学が学力や学習動機が低く，将来の希望進路も不明確な学生たちを受け入れており，教育の実施上の困難に直面している。

(2) 情報教育ニーズ

急激に進む情報化とその社会的影響から，現在の社会では，個々人に対する情報活用能力の要求が高くなってきている。それゆえ，コンピュータリテラシ教育は高等教育での重要課題の1つとなっている。米国 National Research Council の報告では現代社会で必要な情報技術を持つ人材として，「情報技術に対する基本的な概念を理解し，情報技術を実際に使いこなせる技能を持ち，新技術にも対応できる応用力を兼ね備えた人物」を意味する FIT Person(Fluent in Information Technology Person)が提案されている。この報告で特徴的なことの1つは現在の情報技術に関する知識獲得だけではなく，技術の複

雑さや変化に対応する自己学習力の養成などが求められている点である。この種の一般的な能力は大学教育全般について必要ではあるが，とりわけ変化の激しい情報分野の教育では切実な問題と位置づけられる。コンピュータリテラシ教育の必要性の認識から日本では，2003年より普通科高等学校で「情報」が新しく必修科目として導入されたが，さまざまな理由から十分に実質化しておらず，実社会のニーズとの間を埋めることが大学教育に求められている。

2. 研究の目的

本研究ではユニバーサル・アクセス化が進む高等教育において社会的ニーズの増大している情報教育の中で，基礎的なプログラミングの教育を取り上げ，グループ学習，教材，PBL(Project-Based Learning)などを組み合わせた効果的な教授法の確立・自主的な学習を促進するための動機づけ方法・環境デザインについて明らかにすることを目的とした。

社会においては，問題解決能力，論理的思考力を要する仕事の増加，WEB ページ制作や頻繁な更新の必要性の増加に伴うプログラミング教育の必要性が高まってきている。これは単に専門のプログラムの養成そのものの必要性よりむしろコンピュータを多用しながら論理的なものの考え方を要する仕事の増加が背景にある。一方でユニバーサル・アクセス化する大学では学習者の側にも基礎学力，理解力，モチベーションの低下などに問題が存在する。高校での制度，カリキュラム，家庭環境が多様であり進学目的も必

ずしも積極的でなく様々なものとなってきていることが原因と考えられる。

このような状況でプログラミング教育を行う場合以下のようなプログラミング特有の問題点が存在する。

- 同時に習得すべき概念量が多い
- 抽象度が高い
- 作業の正確さが求められる
- 実際の機器操作を伴う

プログラミングは抽象的概念の獲得や問題解決、論理的思考など、それ自体が学習者に包括的なスキルを要請する。さらに、技術変化への適応力、自己学習の必要性が求められる、それらを満たす教育、すなわち自己学習力の養成が必要となる。

本研究では、先に述べたような現代社会の基礎的なスキルの一つとしてのプログラミングの教授法やカリキュラムの改善策を検討する。

プログラミングにおいては実際の機器操作やプログラムの記述、実行などで細かな多くの行為を的確に行うことが要求される。これを限られた教員で指導するためにはグループ学習など協調的な学習を導入し相互の教えあいでこのような行為の失敗にきめ細かい対応を可能にするとともに、教えさせることによって知識をより明確に獲得させることが期待できる。また、プログラミングに要求される能力である問題解決においても、グループでの取り組みにより、1人ではできない課題の達成も期待できる。さらに各自に割り当てられた課題を教えることにより得られる自己効力感達成感の享受も期待できる。

本研究はユニバーサル・アクセス段階の大学における情報教育について、自己学習力の

獲得までを視野に入れて検討した点で特徴がある。

3. 研究の方法

ペア学習は協調学習の一つの形態であるが、学生同士の相互の助け合いによる学習の促進と、個人が自立的に学習する能力の獲得とを狙って最小のグループ構成であるペアでの学習を行おうというものである。これはソフトウェア開発の技法であるペアプログラミングに着想を得た手法である。ペアプログラミングでは、2人の開発者が1台のコンピュータを共用しながらプログラミングを行うことによりコードの品質を高めるとともに、プログラマ間での情報共有を促す効果を持っている。ただし、この技法はおもに熟練者同士がペアを組むことを想定しており、初学者同士でペアを組んだだけでは学習が進まない。

そこで、本研究では初心者同士のペアでの学習を促進するために Jigsaw Classroom の手法を組み合わせた。Jigsaw Classroom は Aronson らにより提唱されたグループ学習の1手法である。この手法では、まずクラスに1つの大テーマを決める。クラスを少人数のグループに分けてこの大テーマに取り組みさせるが、その際、まず大テーマに沿った小テーマをグループの個々の児童に与え、各自与えられた小テーマについて調べてくる。次に、同じ小テーマについて調べてきた児童を集め、事前討論によってその内容について理解を深める。最後に、当初のグループに分かれて、小テーマを統合する形で大テーマについて、最終意見をまとめる。このように個々の児童が分担する小テーマに習熟することを通じてグループ内で児童間の相互依存性を高め、個々の児童が主体的にグループ活動に関われるようにするのである。この手法をペ

ペアでの学習と組み合わせることにより、プログラミングにおける一定の異なるスキルを身につけた状態でペアでの学習に取り組ませることができる。

さらに、ペアでの主体的な学習を促進するために、本研究では教材についても配慮を加える。初学者が毎回の授業で目的を明確にして、自分達で学習を進めてゆくことが可能なように教科書を準備する。そこでは、プログラミングにおいて獲得する概念のみならず、試すことができる例題とその実行結果を完全な形でしめすこと、その内容についての解説だけでなく、英単語やさまざまな記号が用いられるプログラミング言語での読み方や語源などを示して学習者のコミュニケーションを支援すること、プログラミングに際して生じる典型的なエラーを示してトラブルシューティングを支援すること、例題に変化を加える演習課題により応用力を付けさせることなど、従来の教科書では十分に配慮されていなかった点を改善し、学生が自習しやすい環境を創出することを狙った。また、一方で市販の参考書を参照して、これを読みながら発展的な課題に取り組ませることも併せて行うことで、自己教育力を養うことなど総合的な能力の獲得に配慮して執筆している。

大学では通常、1科目は週1回、90分で構成され、半期15回程度の授業回数となっている。今回の研究の対象となるクラスの受講生は非技術系の4年制大学で2回生以上を対象に開講されている「ウェブプログラミング演習」という科目である。授業内容はWebページを作成する基礎的な内容であり、HTMLタグとスタイルシートによるページ記述とJavaScriptを用いた動的なページ作成から構成されている。まとめたものを表1に示す。

表 1. 実践条件

対象科目	ウェブプログラミング演習	
受講生	4年制大学2回生以上	
教授内容	HTMLタグ・スタイルシート・JavaScript	
主 課 題	課題1	HTMLタグとスタイルシートを利用した自己紹介（作成ページ数・使用タグを指定）
	課題2	課題1に加えてJavaScriptの機能を複数使用
授業時間	90分/1回、週1回、半期	

授業の計画としては全15回の授業期間中に2回の主課題提出の機会を設ける。毎回の授業では授業目標の明確化し、積極的な受講態度と自己学習力の向上を期待して、主課題の達成に必要な小課題（副課題）を1テーマまたは2テーマ用意し、常に主課題との関連性を意識させるように配慮する。

2テーマを設定した授業についてペア学習方式を適用する。1回の授業が90分と短いため、2回の授業を1つの単位として2テーマを学び、Jigsaw法の適用に際しては1週目にペアの片方ずつに異なる課題を割り当てて学習させ、翌週にペアを組んで教えあい、両方の課題を使う問題への取り組みを行わせる。

授業で用いる教材については学生たち自身での学習を支援し、自己学習能力の向上を目指すために初学者がプログラミングを学習する際に問題に配慮した教科書を開発して利用することとした。このほかに、自己学習力の養成のためHTMLとJavaScriptについて網羅的に解説した教科書を参考書として併用し、必要に応じて参照させている。

教科書の執筆指針として以下のものを定めた：

- 1) 毎回の学習目標を明示する.
- 2) 完全な例題とその実行結果を、スクリーンショットを多用しながら明示し、自らが例題を試し、結果を確認できるようにする.
- 3) 例題の実行についてチェック欄を設け、実行したことを明確に意識させる.
- 4) このあとに例題に含まれるプログラミングの概念を解説する.
- 5) 英単語や特殊記号が多用されるプログラミング言語についてのコミュニケーションを支援するために読み方や語源などを明記する.
- 6) 例題の実行に際して典型的に生じるエラーを示し、その原因、対処法を明示する.
- 7) 応用的な練習問題とその実行例を示し、学習する概念を経験的に理解させる.
- 8) 参照箇所を明記して参考書を読ませ、学

習課題と関連する発展的な内容を自習する課題を設ける.

開発したテキスト教材の例を図 1 に示す. 学習環境としては Windows XP が稼動するパソコンを用い、HTML とスタイルシートについてはページ内容の確認用のブラウザとして Internet Explorer 6 を、後半の JavaScript についてはデバッグのために Java コンソールが利用できる FireFox を用いる.

4. 研究成果

対象科目では 5 年前からペア学習を試行しているが、上記の実践上の構成は過去の授業での問題点を踏まえて 2009 年度の授業 (10 月～1 月) で導入したものである. 実施中の学生の受講態度はおおむね真面目であり、課題の解決を途中であきらめてしまう学生も見受けられない. 積極的とはいえない

ウェブプログラミング演習

第 3 回 2008/10/27

課題 A リスト

授業目標:

グループ A: リスト (箇条書き) の書式を学びます。


グループ B: フレームを使ったページの分割を学びます。

第 4 回(11/10)ではグループ A、グループ B で学んだ人が

第 3 回(10/27)

グループ B
フレーム
(frame)

グループ A
リスト(list)



リスト(list)
&
フレーム(frame)

第 4 回(11/10)

【グループ A: リスト(箇条書き)】教科書 pp.88-99

1. 番号なしリスト

エル

```
<u 1 >
```

番号なしリストの開始

```
  エルアイ
```

```
  < 1 i >      </i>
```

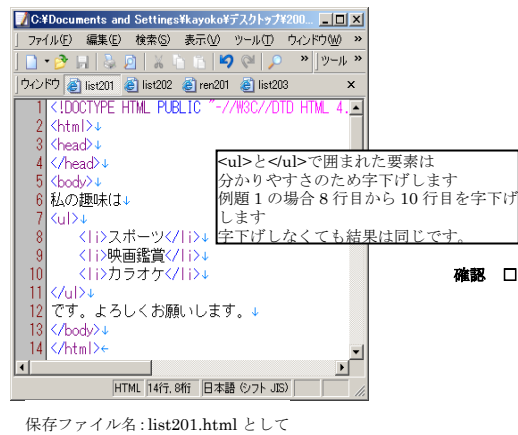
```
  <i>          </i>
```

リスト(箇条書き)の要素

```
  <i>          </i>
```

```
</u 1 >
```

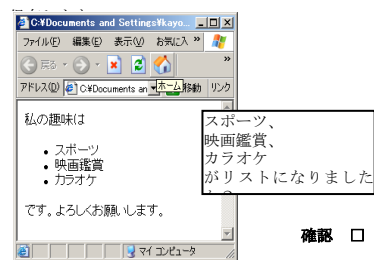
番号なしリストの終了



```

1 <!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
2 <html>
3 <head>
4 </head>
5 <body>
6 私の趣味は
7 <ul>
8   <li>スポーツ</li>
9   <li>映画鑑賞</li>
10  <li>カラオケ</li>
11 </ul>
12 です。よろしくお願ひします。
13 </body>
14 </html>
  
```

保存ファイル名: list201.html として



私の趣味は

- スポーツ
- 映画鑑賞
- カラオケ

です。よろしくお願ひします。

図 1. 開発したテキスト教材の例

までも熱心に授業に取り組んでいた。

2007年度から2009年度のペア学習の実践結果を以下に示す。なお、2008年度から先述の独自に開発したテキスト教材を用いた。評価方法は次の4項目による。

- 実技テストの結果
- 課題の提出状況
- 学生へのアンケート結果
- 教員の観察

いずれの年も実技テストは2回行った。1回目のテストは授業開始後4、5週目に行い2回目は授業の終盤に行った。2007年度は、1回目のテストを受けた学生は20名だが、2回目まで残った学生は9名だった。2008年度は1回目が8名で2回目まで6名が残り、2009年度は1回目が8名がテストを受けたのに対し2回目は5名であった。1回目のテストではHTMLタグ

とスタイルシートに関するものだけであり、リスト構造に関する問いが4問とボックススタイルに関する問いが5問で構成されている。質問は比較的簡単なものであるが一部は授業で未学習の分野を含んでいるため、テキストの使用を許可した。

2回目のテストは、1回目の内容に加え、JavaScriptの分野も含んでおり、授業で学習した分野からはframe、コンソールからの入力、if文を、未学習分野からはimageのサイズ変更、link、ラジオボタンを使用する設定変更を出題した。受験者のテスト結果は概ね2007年度の結果が最も優れているが、授業の途中脱落者を考慮すると2007年度では過半数が脱落したのに対し2008年度では8名中6名2009年度は8名中5名であり、単純な比較はできない。2007年度の結果のほうが2008年度、2009

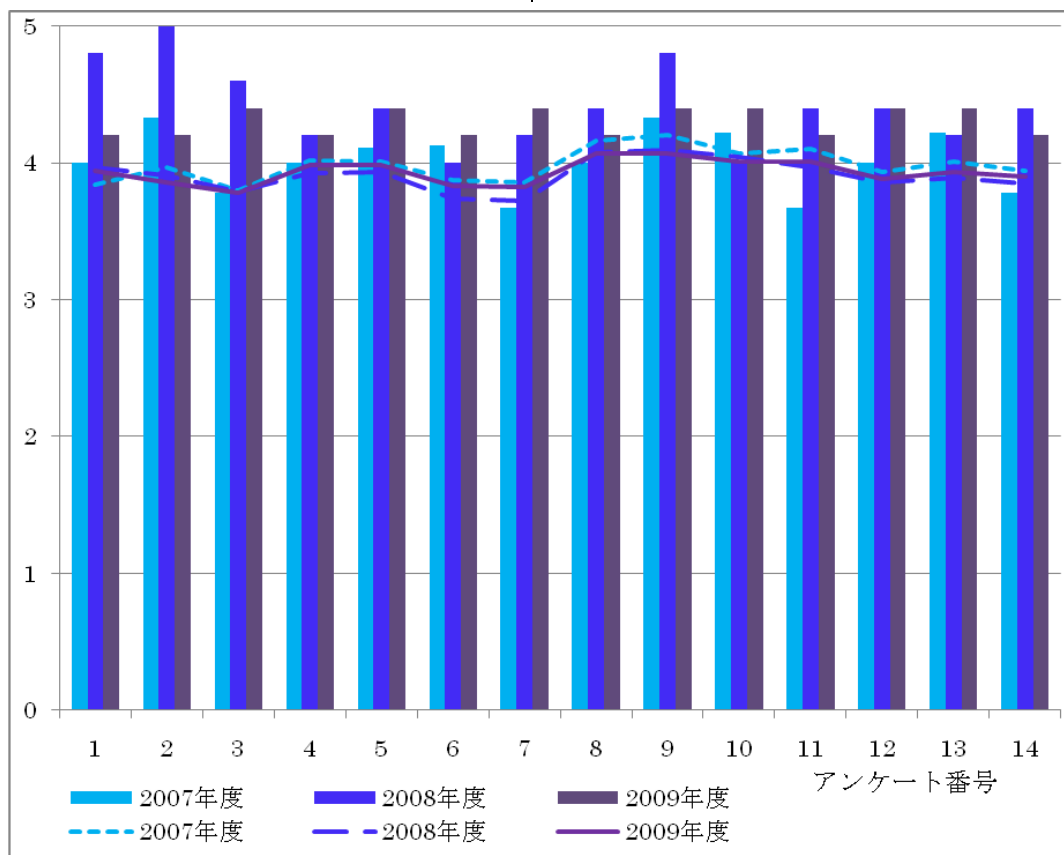


図 2.アンケート結果

年度より良かった点については、テストは参考テキストを参照する問題が出題されたが2008、2009年度の学生は独自開発したテキストを読むことが多く参考テキストを参照するのに慣れていなかったためだと考えられる。また、課題提出の状況からは提出者についてはどの年度も概ね学習目標を達成していた。

毎年、授業終盤に大学によって行われる学生へのアンケートは学生の授業態度、授業内容と構成、教師の態度や教材などを含む14項目から構成されている。2007年度から2009年度のアンケート結果を図2に示す。棒グラフが対象科目の授業の平均、折れ線グラフが大学全体の平均である。アンケート番号1から3が学生自身の授業への参加態度、4から7が授業内容について、8から14が教師について問う内容となっている。2008年度と2009年度のほぼ全項目の結果が2007年度を上回っていた。さらに、2007年度の結果は大学全体の平均とほぼ同じであったが2008年度の結果は、大学全体の平均を1項目を除く全項目で上回っており、2009年度は全項目で上回っていた。自由記述では、2007年度では「自分で調べる力が身についた」など肯定的な意見が見られたが2008年度には見られなかった。一方で「ペアの相手を変えてほしかった」「もっと教えてほしかった」とする否定的意見も2007年度のみに見られた。2008年度と2009年度の自由記述は「難しかったがおもしろかった」というような意見が複数見られた。

授業担当教員による観測結果では、2007年度では授業の初期段階から参考テキストを参考にしてきたが、2008年度と2009年度では開発したテキスト教材のみを参考にしてきた。2008年度の学生のほうが2007

年度より頻繁に教えあいを行っていた。さらに2009年度の学生はペアを超えて積極的に質問しあう姿が頻繁に見られた。これは授業内容の変化による現象ではなく受講学生の特質と思われる。参考テキストの参照が少なくなった2008年度の結果を踏まえて2009年度の提出課題2では未学習分野のJavaScriptの機能を少なくとも1つ入れることとしたため、提出課題2を作成するに当たり頻繁に参考テキストを参照する姿が見られた。

この研究において、4年間の間にペア学習を提案し、教材も開発した。その間、学生が途中で授業を放棄する割合が減り、自分で不明な点を調べる力が身につけてきたと結論づけられる。

本研究では初学者を対象とするプログラミングの授業方法としてペア学習を提案し、そこでのJigsaw法の導入方法とプログラミングの学習プロセスに配慮した教材の構成方法について議論した。この実践を通じてユニバーサル・アクセス化の進む大学においても教材や環境を工夫することにより、ある程度は途中脱落者を防ぎ、さらに自己学習力を身につけることが可能であることが実践を通じて判明した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① 寺川 佳代子, 喜多 一, 小規模私立大学でのグループ学習による情報教育の実践, 京都大学高等教育研究, 査読有, No.14, pp. 13-24, 2008.

[学会発表] (計4件)

- ① Kayoko Terakawa Paired Learning of Dynamic Web Page Formatting, ED-MEDIA-2009, 2009.6.23.
- ② Kayoko Terakawa, Facilitation of

Collaborative Learning in Colleges
under Universal Access Stage:
Practice in Computer Literacy
Courses, ED-MEDIA-2008, 20087.1.

- ③ 寺川 佳代子,ユニバーサル・アクセス
段階における大学での情報教育の実践,
大学教育研究フォーラム, 2008.3.27.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

寺川 佳代子 (TERAKAWA KAYOKO)

常磐会学園大学・国際コミュニケーション
学部・講師

研究者番号: 20300303

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

喜多 一 (KITA HAJIME)

京都大学・学術情報メディアセンター・
教授

研究者番号: 20195241