

セルフレラーニング型授業の試み

- LMS・ビデオ教材・評価支援システムによるプログラミング教育 -

Practice Example of Self-Learning Course

- Programming Education Using LMS, Video Contents and Evaluation Assistant System -

渡辺博芳 高井久美子 佐々木茂 荒井正之 武井恵雄
帝京大学理工学部

Abstract: In traditional learning environments, it is very difficult to provide satisfactory courses to both active and inactive learners. However, such courses are readily achievable by using the latest learning technologies such as learning management systems(LMS). In this paper, courses in which each student can learn at his/her own pace are called "self-learning courses". Students are expected to adopt the appropriate attitude and be able to learn by themselves through the courses. We designed a self-learning course which aims at giving students an understanding of the CPU (central processing unit) and helps them learn programming in an assembly language. In the course, we constructed a self-learning environment using the combination of an evaluation assistant system of students' programs, a server for streaming digital media and a learning management system WebCT. Our practice showed that students in the self-learning course understood and enjoyed classes much more than students in the traditional-style course.

Keywords: self-learning, LMS, programming education, COMET /CASL

1. はじめに

近年，自己学習力（自学自習力）が不足する大学生がかなり多い．そのため，我々は従来から演習授業でありながら，講義，例題演習，課題演習，修了試験をセットにした形態での授業実践を行い，成果をあげてきた．一方で，「講義を含むため自分のペースで学べない」，「自己学習力を持たない学生は受身の姿勢から抜け出せない」といった限界も見えてきた．そこで，我々は市販の学習管理システム（LMS）「WebCT」^(注1)の導入を機に，ビデオ教材配信サーバと我々が開発した初等アセンブラプログラミング評価支援システムを組合せて，セルフレラーニング型の授業実践^[1]を試みた（図1）．本稿では，我々が試みたセルフレラーニング型授業の方法と実践結果について述べる．

2. セルフレラーニング型授業

我々が目指す「セルフレラーニング型授業」とは，「学生が自ら，そして自分のペースで学ぶことができる授業，かつその授業を履修することで学生が自己学習力を育成できるような授業」である^[1]．講義中心で進められる座学授業に対して，いわゆる演習授業は，「与えられた課題に対する問題解決を自分でを行い，その成果物を提出するような形態」が多いので，「自ら，かつ自分のペースで学ぶ授業」と考えられるが，典型的な演習授業は，実は「学生が自己学習力を持っていること」を前提としていると思われる．学生の自己学習力を前提とした演習授業は，我々が目指すセルフレラーニング型授業とは異なる．

自己学習力が不足する学生を対象として演習授業を行う際，学生が自ら問題解決を行うように導く必要がある．そこで，我々は，導入のための講義や演習フェーズでのミニ講義などを行う形態の演習授業を行ってきた．それによって，教育効果を高めることはできる

Hiroyoshi Watanabe*, Kumiko Takai, Shigeru Sasaki,
Masayuki Arai and Shigeo Takei
Teikyo University
*E-mail:hiro@ics.teikyo-u.ac.jp

が、先述のような問題も顕在化してきた。従来の環境では、「自己学習力の不足する学生へのサポート」と「本当に自分のペースで学べる授業形態」を両立することは困難なのである。これらの両立は、LMSやビデオ教材の活用によって可能となると考えられる。

セルブラーニング型の授業は、基本的に以下のような形態で実施する。

全員の学生に講義したい内容に関しては、いわゆるe-Learningで用いられるような教材コンテンツを作成し、LMSを介して学生に提供する。

授業の最初で教員は目的意識や動機付けのために、教室全体に対してアドレスを行うが、全体への講義は行わず、状況を見て、数人を集めてミニ講義を行うなど、個別のインタラクションを図る。

遠隔・非同期による授業（インターネット授業）での単位認定が可能になったが、自己学習力が欠如している学生に対してインターネット授業はうまく機能しないと考えられる。e-Learningでは学習者が能動的であるべきと言われている^[2]が、インターネット授業がうまく機能するためにも、同様に学習者が能動的であることが条件となるからである。我々が目指しているセルブラーニング型授業は、ミニ講義などの個別のインタラクションを含む「半インターネット授業」といった形態で実現できるので、自己学習力の乏しい学生がインターネット授業のための学習スキルや自己学習力を身に付けるためにも有効であると考えられる。

3. 対象となる授業の概要

セルブラーニング型授業実践を試みた初等アセンブラプログラミング演習授業は、理工学部情報科学科の2年次後期に3時限連続の演習授業6回（1.5単位）として設定されている。この授業の目的は、情報技術の基本で

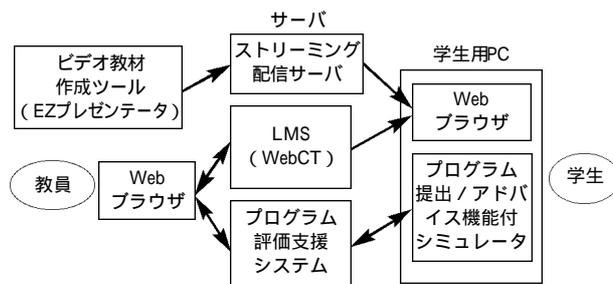


図1 授業を支援するシステム

あるCPUの構成と動作を深いレベルで理解し、課題のアセンブラプログラムで表現できるようになることである。CPUの学習では、演算部と制御部の二つのオートマトンの相互作用を徹底的に理解する必要があり、その学習内容は、自分で考え、やってみることが重要な授業の典型である。授業の内容は以下の通りである。

1回目：

CPUとアセンブラプログラミング概要の講義を受け、シミュレータの使い方を学ぶ。

2回目～5回目：

初等アセンブラプログラミング演習であり、簡単な講義の後、課題が提示され、その題意を満たすプログラムを作成する。プログラム提出は、合格するまで再提出を繰り返す。

6回目：

修了試験とCPU理解のための実習である。CPU理解では一つの命令の実行過程に関する講義を受け、その後、シミュレータで実際に命令の実行を詳細にトレースして理解を深める。

実践したセルブラーニング型授業では、2回目～6回目の講義内容に相当する部分をHTML教材およびビデオ教材で提供した。

4. 授業実践の方法

(1) 授業を支援するシステム

授業を支援するシステム構成を図1に示す。

学習管理システム（LMS）

学生への教材提供の基盤となるシステムである。LMSとしてはWebCTを採用した。今回は、WebCTが持つ機能のうち、HTMLベースの教材提供、セルフテスト、小テスト・授業アンケートの機能を主に利用した。

ビデオ教材作成ツールと配信サーバ

PowerPoint形式のスライドから、簡単にデジタルビデオ教材を作成するツールである「EZプレゼンター」を採用し、教員が手作りのビデオ教材を作成した。作成したビデオ教材はストリーミング配信サーバから配信する。ビデオ教材の画面例を図2に示す。学生はこのようなビデオ教材を理解するまで繰り返し見ることができる。

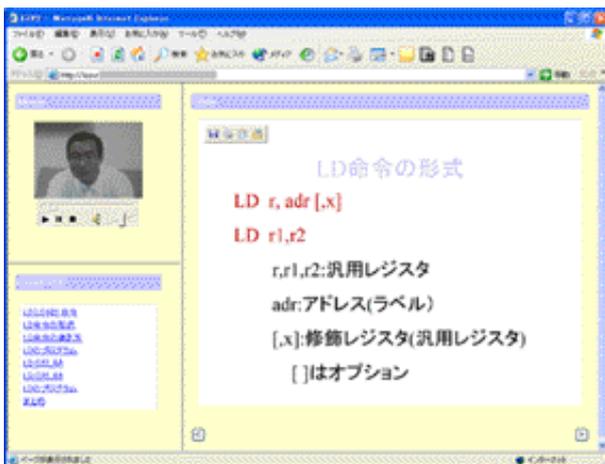


図2 ビデオ教材の画面例

プログラム評価支援システム

学生が作成したプログラムが提示した課題の題意を満たしているかどうかの評価とアドバイス文の提示を支援するシステムである^[3]。このシステムはプログラムの動作を自動評価し、プログラム実現方法の評価とアドバイス文の提示を、事例ベースを用いて支援する。この支援システムを用いることで、提出されたプログラムに対するフィードバックを学生に素早く与えることができる。学生は教員に「合格」と言うことで自信を持ち、安心して次のステ

ップに進める。一方、問題点がある場合はそれが何かを早く知りたいので、素早くフィードバックを与えることは学生が自分のペースで学ぶ上で重要であると考えられる。

プログラム提出・アドバイス機能付シミュレータ

COMET/CASLを対象とした自作のシミュレータWCASL- を拡張し、プログラム提出機能と完成に近いプログラムに対する自動アドバイス機能^[4]を付加した。WCASL-^[5]は、「初等アセンブラプログラミング習得のためのモード」と「CPU理解のためのモード」の二つのシミュレーションモードを持つ。

(2) 教材コンテンツ開発

教材コンテンツは、授業ごとにLMSのコンテンツモジュールとして作成した。教材はHTMLのページが基本であり、各ページにセルフテストを設けた。また、HTML教材からビデオ教材へのリンクを持たせた。教材コンテンツ開発においては、特に以下の点に留意した。

複数の学習手段を提供

学習者のスタイルに応じて、選択できるように、ある学習対象に対して、HTML教材、ビデオ教材、ナレーション無スライド、印刷されたハンドアウトなど、複数の教材を用意した。

学習目標の明確化と学習順序の提示

学習目標を明確に示すことは、通常の授業でも同様であるが、セルフラーニング型授業では特に重要になる。さらに、自己学習力の不足する学生を導くために、典型的な「学習順序の提示」が必要となる。また、学習順序の提示は、「上級学習者」である教員の学習軌跡を提示して見せる効果もあり、学生が自己学習力を育成するのにも役

STEP01 算術演算を理解する

- ・CPU2の中の「2.算術演算」のコンテンツを見て、セルフテストをやる。
- セルフテストに正しく解答できるまで何度もやろう。
- ・ADDAを理解する。
 - テキストp27のプログラムを実行しよう。
 - (AA)と(BB)の値をいろいろと変えて実行してみよう。
 - プログラムの意味がわかるまで、何度も実行しよう。
- ・SUBAを理解する。

STEP02 論理演算ANDを理解する

図3 提示した学習手順の例

立つと思われる。図3に提示した学習手順の例を示す。

インタラクティブ性のある教材の活用単に教材を閲覧するだけでは単調になりがちな学習活動に変化を与えるために、インタラクティブ性のある教材を含めることが重要である。今回の演習授業ではWCASL- シミュレータを活用したが、他にもWebCTのセルフテスト機能を活用した。セルフテストは、質問の解答を選択すると、その解答に対して正解・不正解の情報と解説がフィードバックされるという単純な機能であるが、理解したかどうかを学生自身で確認するためには十分である。我々の過去の実践においても、セルフテストは学生にたいへん好評であった。

5. 授業実践の結果

2002年度の授業では、履修者数の関係で二つの教室に分けて行うことになった。そこで、一方の教室では従来我々が行ってきた授業形態をとり、もう一方の教室はセルフラーニング型授業を行った。ここでは、従来型授業の教室を教室A、セルフラーニング型授業の教室を教室Bと呼ぶことにする。第1回の授業で二つの教室の授業形態をあらかじめ丁寧に

表1 前半と後半の各教室の人数

| 教室/クラス | 前半 | 後半 |
|--------|----|----|
| 教室A | 65 | 60 |
| 教室B | 26 | 30 |

表2 各教室の修了試験の平均点数

| 教室/クラス | 前半 | 後半 |
|--------|------|------|
| 教室A | 63.7 | 62.6 |
| 教室B | 72.0 | 63.3 |

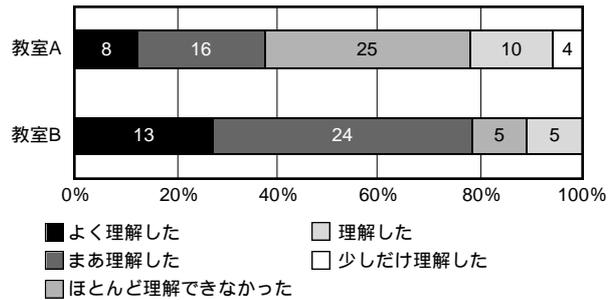


図4 理解度について回答結果

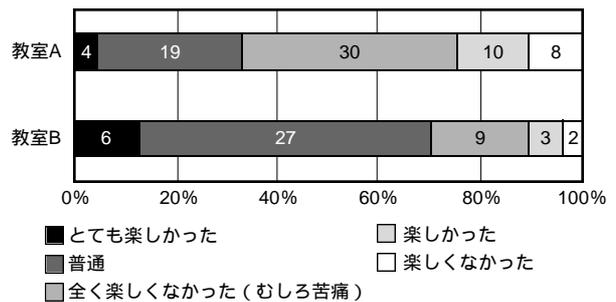


図5 授業の楽しさについての回答結果

説明し、新形式の教室Bへの参加学生を募った。その結果、教室Aと教室Bは表1に示すような人数配分となった。

修了試験の結果(平均点)を表2に示す。前半クラスでは、教室Bの平均点の方が著しく高かった。ただし、統計的に有意ではない。後半クラスでも、差が小さいものの、教室Bの平均点のほうが高かった。

図4は、授業の理解度についての質問の結果(図中の数字は人数)である。教室Bでは約80%の学生が「理解した」と感じており、その割合は教室Aに比較して著しく高い。すなわち、セルフラーニング型授業のほうが、学生自身が理解したと実感していることがわかる。

また、図5は授業の楽しさについての質問の結果である。教室Bでは約70%の学生が「楽しかった」と感じており、その割合は教室Aに比較して著しく高い。楽しさは学習意欲に寄与すると考えられる。

以上の修了試験結果およびアンケート結果から、教室Bのほうが、教育効果が大きかったと考えられる。ただし、以下のような点を考慮する必要がある。

- ・二つの教室へのグループ分けが無作為ではなく、授業形態を説明した後、学生の希望で分けたため、元々教室Bの学生は学習に対する自覚が高かった可能性がある。
- ・表1に示すとおり、結果として教室Bのほうが少人数であり、少人数教育の効果が出た可能性がある。

以上のような要因もあると考えられるが、学生の自主性を重視したセルフラーニング型授業が効果的であることも示された。

教室Bの学生が記述した感想（自由記述）の例を示す。

- ・自分のペースでやれるのが一番の魅力でした。人のペースに影響されずに自分の感覚でやれるのがよかったです。
- ・この授業が始まるとき自分のペースで授業を進めていくことができると言っていたが、本当にその通りで、自分のやりたいように勉強することができて、とても真剣に取り組むことができたし、力になったと思う。このような授業方法だったら、他の授業でもやってみたい。

同じように、「自分のペースで学習できることがよかったです」という指摘は、教室Bでアンケートに回答した47人中13人の学生が述べており、我々が目指していた授業が概ね実践できたと考えられる。

6. おわりに

学習管理システム（LMS）、ビデオ教材の配信、および我々が開発したプログラム評価支援システムを組合せたセルフラーニング型授業の実践について述べた。実践結果から、セルフラーニング型授業は、学生が自ら学ぶことができ、教育効果は大きいことがわかる。

授業のアンケートで次のような感想を書いた学生がいた。「講義以上に成果が出たと思います。周りの騒音、黒板の文字などに左右されないのも極めて効率がよかったです。今後こんな形式の授業が主流になる気がします。」

今後、セルフラーニング型授業のあり方について検討を続け、このような授業を増やしていきたい。

注

- (1) 学習管理システム(LMS)は、学習者の登録、学習履歴の管理、学習の進捗管理、コンテンツ配信等の基本機能を持つ、e-Learningの基盤となる管理システムの総称で、WebCT (WebCT社製)は代表的なLMS製品の一つである。

参考文献および関連URL

- [1] 渡辺博芳,高井久美子,佐々木茂,荒井正之,武井恵雄: WebCTを活用したセルフラーニング型授業の試み. 第1回日本WebCTユーザカンファレンス予稿集,2003.
- [2] 清水康敬: サイバーキャンパスとこれからの大学教育. 大学教育と情報,Vol.3 No.4, pp.2-9, 2003.
- [3] 渡辺博芳,荒井正之,武井恵雄: 初等アセンブラプログラム評価支援システムの開発と活用. (社)私立大学情報教育協会論文誌・情報教育方法研究,Vol.5 No.1, pp.1-3, 2002.
- [4] H.Watanabe, K.Takai, M.Arai and S.Takei: Case-Based Adviser for Near-Miss Programs. Proc. of Int. Conf. on Artificial Intelligence in Education, pp.149-156, 2003.
- [5] <http://www.ics.teikyo-u.ac.jp/wcasl2/>

製品名および会社名は各社の商標または登録商標。