

WebCT を活用したオブジェクト指向プログラミング教育の実践例

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 〒320-8551 宇都宮市豊郷台 1-1

E-mail: † {hiro,kumiko,sasaki,arai,takei}@ics.teikyo-u.ac.jp

あらまし 我々は、自分のペースで学べる、かつ自己学習力を涵養できる授業として「セルフラーニング型授業」の実践を行っている。2003 年度前期には、3 年次の学生を対象にオブジェクト指向プログラミング演習授業において実践を行なった。本報告では、実践結果に基づいて、手作りビデオ教材やコンテンツに含めた物語の効果、実践を通して得た知見などについて報告する。

キーワード オブジェクト指向プログラミング, セルフラーニング, 物語導入型教材, WebCT

A Practice Example of Object Oriented Programming Education Using WebCT

Hiroyoshi WATANABE[†] Kumiko TAKAI[†] Shigeru SASAKI[†]

Masayuki ARAI[†] and Shigeo TAKEI[†]

† School of Science and Engineering, Teikyo University Toyosatodai 1-1, Utsunomiya, 320-8551 Japan

E-mail: † {hiro,kumiko,sasaki,arai,takei}@ics.teikyo-u.ac.jp

Abstract This paper describes an introductory object oriented programming course using WebCT. The course is designed as a self-learning course in which each student can learn at his/her own pace and students are expected to adopt the appropriate attitude and be able to learn by themselves through the course. We include stories in the teaching material contents in order to construct virtually-situated learning and make contents familiar to students.

Keyword Object Oriented Programming, Self Learning, Teaching Material Contents with Stories, WebCT

1. はじめに

近年、自主的に学習をする力（自己学習力）の乏しい大学生が少なくないと感じている。与えられた課題に対して問題解決を行い、それをレポートで提出するといった典型的な演習授業の形態においては、自己学習力の乏しい学生が自ら問題解決を行って力を付けていくことが困難なことが多い。そこで我々は、演習授業ではあるが、講義、例題演習、課題演習、修了試験を 1 セットとする形の授業を行ってきた。しかし、このような講義を含む形態では学習進度の同期をとる必要が生じるため、次のような問題が生じることも明らかになった。

- ・ 常に教員の指示を待つなど、学生に受身の学習姿勢が習慣化される傾向がある。
- ・ 自己学習力のある学生の中には、講義などで自分のペースを乱されることを煩わしく感じる者もいる。

従来の授業環境では、「自己学習力の乏しい学生に対する支援」と「自己学習力を持つ学生が本当に自分のペースで学べる授業」を両立することは、困難であった。しかし、WebCT のような LMS を利用することでそれが可能になる。

本稿では、オブジェクト指向プログラミング教育を

対象として実現したセルフラーニング型授業の実践について報告する。オブジェクト指向プログラミング演習授業における WebCT を活用した初年度の授業実践については既に報告した[1,2]。2 年度目は、講義内容を手作りビデオ教材によって提供することで、セルフラーニング環境を整えた。また、初年度からオブジェクト指向プログラミングにおけるオブジェクト指向設計（仕様）と製作（実装）の独立性など、オブジェクト指向の考え方が用いられる状況を説明するために教材コンテンツに「物語」を含める試みを行なっている。

2. セルフラーニング型授業

WebCT を核とした学習環境でのセルフラーニング型授業の試みについては既に報告した[2,3]が、我々の目指している「セルフラーニング型授業」について簡単にまとめておく。

2.1. セルフラーニング型授業の概要

我々は、学生が自分のペースで学習できるような授業形態、かつその授業を履修することで自己学習力を育成できるような授業形態を「セルフラーニング型授業」と呼んでいる。自己学習力を育成することも目的としている点で従来からの典型的な演習授業やいわゆるインターネット授業とは異なっている。

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はインターネット授業のような形態はうまく機能しないと考えられる。つまり、e-Learningでは学習者が能動的であるべきと言われている[4,5]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。我々が目指しているセルフラーニング型授業は、以下に述べるように、言わば「半インターネット授業」といった形態で実現することができる。そこで、セルフラーニング型授業は、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。

2.2. セルフラーニング型授業実現方法

セルフ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なうが、全体への講義は行なわない。教員は個別のインタラクションを図り、状況を見て、数人を集めてミニ講義を行なう。

2.3. 教材構成のポイント

セルフラーニング型教材を構成する際のポイントとして、以下のようなことが考えられる。

- ・ 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立つと思われる。
- ・ 複数の学習手段を提供：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、複数の教材を用意する。学習者が自分の学習スタイルに応じて、選択できるようにするためである。
- ・ 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。シミュレータなどの教材も有効であるが、例えば、WebCT ではセルフテストを活用することが考えられる。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。

3. 「物語」導入型教材

3.1. 「物語」導入の目的

教材コンテンツに物語を持たせた主な目的は、学習対象である概念が使われる状況や、解くべき課題が置かれている状況設定を学生に明確にすることにある。状況の中での学習の有効性が指摘されているが、実際に大学の授業で状況の中での学習を行なうことは困難である。そこで、物語を展開することで擬似的な状況を作り出すことが考えられる。

教材に物語を持たせるもう1つの目的は、学生に授業内容に親しみを持ってもらうことである。授業内容への親しみや楽しさによって、学習の動機付けを補助することが期待される。

3.2. オブジェクト指向プログラミング教材の全体

対象としている授業(コース)は、情報科学を専門に学ぶ学科の3年次前期に設定されており、2時限連続の授業(クラス)6回から構成されている。このコースを履修する学生は1,2年次でプログラミング1~4を履修し、プログラミングにおける基本的な概念を習得していることが想定されている。本コースではオブジェクト指向プログラミング入門に焦点をあて、カプセル化、メッセージとその反応としてのメソッド、クラスとインスタンス、例外処理、継承などを理解することを学習目的としている。

特にオブジェクト指向プログラミングにおいて、オブジェクト指向設計(仕様)と製作(実装)の独立性、分離性を意識してプログラムを作成することが重要である。しかし、学生には、そのような必然性や利便性が理解しにくい。そこで、プログラム開発部の部長、先輩、新人社員の物語によって、それらの必然性や利便性を説明することにした。

教材コンテンツの構成は以下の通りである。

第0話 「仕事は突然やってきた - 物語のイントロと予習事項 - 」

第1話 「クラスを使って楽々プログラミング - オブジェクト指向プログラミングの概要 - 」

- ・ なぜ、オブジェクト指向なのか。
- ・ オブジェクト指向を特徴付けるもの。
- ・ オブジェクト指向言語としての C++。

第2話 「時間オブジェクトを製品化せよ - 宣言部と実装部の分離 - 」

- ・ クラスの宣言部と実装部を分離することの意味。
- ・ スコープ解決演算子の役割。
- ・ コンストラクタの役割。

第3話 「時間オブジェクトをバージョンアップせよ

- オーバーロードと例外処理 - 」

- ・ 演算子のオーバーロード .
- ・ 例外処理 .

第 4 話「スタッククラスを開発せよ - 共同作業としてのプログラミング - 」

- ・ 役割分担によって共同作業としてのプログラミングを体験 .

第 5 話「スタックシミュレータを開発せよ - 継承による差分プログラミング - 」

- ・ 継承 .

第 6 話「正社員への道 - 修了試験と総合演習 - 」

- ・ 修了試験 .
- ・ フレンド関数 .
- ・ 総合演習 .

第 4 話では、スタッククラスの宣言部を示し、それを基にスタッククラスの実装部を書く役割と、スタッククラスのテストプログラム（メインプログラム）を書く役割を分担して演習を行い、最後にリンクして 2 人組で完成させるという実習を行った。第 6 話の修了試験は、WebCT 上ではなく、普通教室でペーパー試験を行った。

3.3. 毎回の授業用教材の構成

毎回の授業用のコンテンツを 1 つのコンテンツモジュールとして構成した。図 1 にコンテンツモジュールの構成例を示す。コンテンツモジュールは以下から構成する。

- (1) 目標：授業の目標はシラバスで提示しているが、ここでその回の授業の目標をもう一度明確にする。



図 1 コンテンツモジュールの構成例

- (2) 学習内容：学生が読んで、学習対象を理解するた

めのコンテンツである。これは、さらに以下を含む。

- ・ 物語
 - ・ 図表を含む本文
 - ・ デジタルビデオ教材へのリンク
 - ・ ナレーション無しスライドへのリンク
 - ・ 学習手順を示すアノテーション
 - ・ セルフテスト
- (3) 練習問題：授業日に行なうプログラミングの練習問題である。できるだけ予習において練習問題に取り組み、授業中にわからない点を質問することを推奨している。
 - (4) 課題：翌週の授業日前日までに提出する課題である。予習期間は非公開とし、授業日に提示している。
 - (5) 小テスト：学生が自分の学習の達成度を知ることが目的としたまとめの小テストである。学生に課題の提出を求めるだけでは、課題を完成させる作業に集中し、概念を理解するための学習がおろそかになる可能性があるため、毎回の授業後に配置した。
 - (6) まとめ：コンテンツモジュールの最後には、そのコンテンツモジュールで学んだことについての要約を配置した。「xxx について学んだ」という記述だけでなく、学んだこと的具体的内容を記述するよう心がけた。

デジタルビデオ教材は、EZ プレゼンタータを利用して作成した。EZ プレゼンタータは ppt 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。図 2 にデジタルビデオ教材の画面例を示す。ナレーション無しスライドは、デジタルビデオ教材で用いられているスライドを整理したものである。

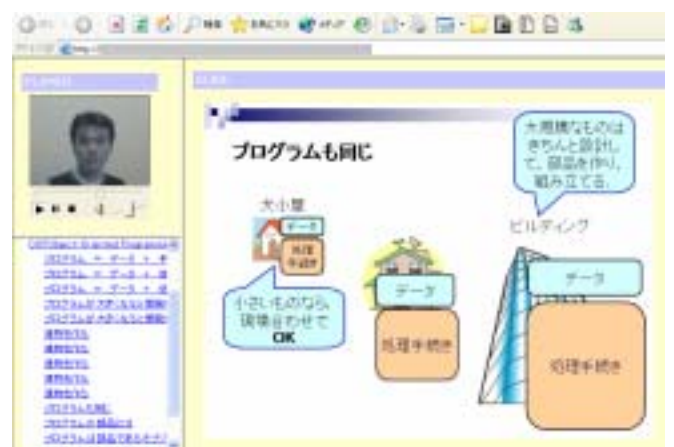


図 2 EZ プレゼンタータによるビデオ教材画面例

4. 2003 年度の授業実践

4.1. 典型的な授業の進め方

最初に出席をとった後、その回の授業の目的を明確にすることと、学生のモチベーションを高めることを目的として、教室全体を対象として話をする。その後、直に自学モードに移行する。この時点で、次週までに提出する課題と小テストを公開する。自学モード時に、教員は以下のような活動を行なう。

- ・ 教室内をまわり、学生との個別インタラクションを図る。ただし、学生からの自主的な質問に加点することを伝えておき、できるだけ学生が自主的に動くよう仕向けた。
- ・ 練習問題のうち単に例題を実行するものでないものについては、できた学生に手をあげてもらい、個別にチェックを行なう。
- ・ 状況を見て、練習問題や課題のヒントについてミニ講義を行なう。

授業時間終了直前に、次週までにやるべきことを再確認し、解散とする。ただし、授業時間終了後も、しばらく教員が演習室に残り、学生の質問への対応や練習問題のチェックを続けた。

最後の授業では修了試験を行なう。課題を全て提出し、修了試験に合格することが単位取得の条件となる。毎回の授業での練習問題のチェック、自主的な質問、小テストについては加点し、修了試験が合格点を下回った場合でも、獲得得点を加算して合格点に達すれば修了試験は合格とすることにした。このことをガイダンス時に伝え、自主的な学習のインセンティブを試みた。

4.2. 前年度からの改善点

前年度から改善点（変更点）は、主に以下の3点である。

- (1) ビデオ教材の提供：前年度は教室全体へのアドレスの後、直に学習内容に関してミニ講義を行っていた。これをビデオ教材で提供することで、セルフラーニング環境を整えた。ビデオ教材のメリットは繰り返し見ることができる点にある。
- (2) 小テストの扱いの変更：前年度は授業ごとの小テストの受験回数は1回とし、得点を最終的な成績に反映させることとした。今年度は指定された期間内なら何度でも受験が可能とし、得点は直接成績に反映させるのではなく、修了試験の得点が低い場合に加算できる点数として扱った。小テストを何度も解くことで、学習してもらおうことを意図した。
- (3) 前提知識についての補習ビデオ教材の提供：本授業は、プログラミングの履修を前提としているが、前年度までの経験から、前提となる知識を十分に

習得していない学生が少なくないことがわかった。そこで、第0話のガイダンスに if 文や for 文など前提となる知識についての復習のためのビデオ教材を配置した。

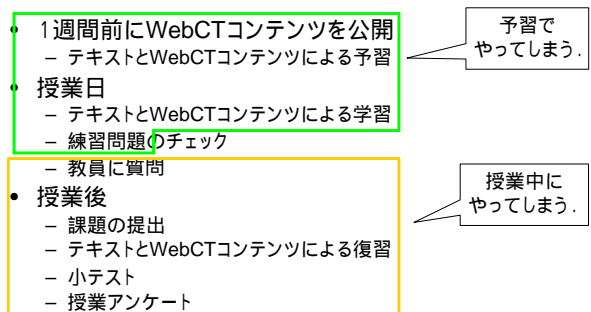
ガイダンスにおいて学生には図3を用いて学習の進め方を説明した。「予習を徹底し、できるだけ、図3(b)のように進めること、予習をしないと図3(c)のようになるのでそれは避けること」と指示した。しかし、実際には図3(c)のように学習が進行した学生も多かった。

5. 授業実践の評価

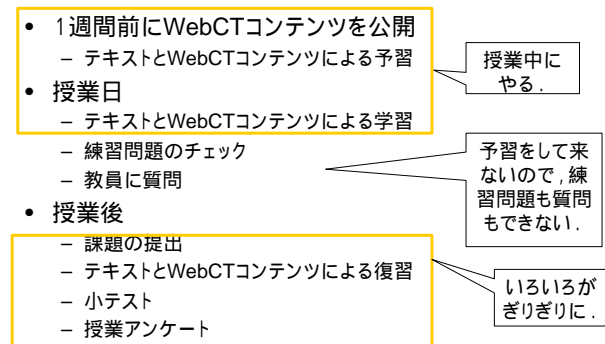
前半後半2つのクラスに対して授業を行なった。それぞれの履修者数は66人(B組,前半クラス)と61人(A組,後半クラス)であった。毎回の授業と授業の最後にアンケート調査を行なった。

- ・ 1週間前にWebCTコンテンツを公開
 - テキストとWebCTコンテンツによる予習
- ・ 授業日
 - テキストとWebCTコンテンツによる学習
 - 練習問題のチェック
 - 教員に質問
- ・ 授業後
 - 課題の提出
 - テキストとWebCTコンテンツによる復習
 - 小テスト
 - 授業アンケート

(a) 標準的な学習の進め方



(b) お奨めの学習の進め方



(c) 最悪の学習の進め方 (悪い例)

図3 学習の進め方についての説明図

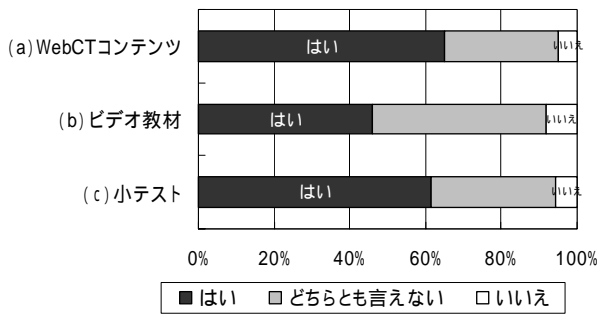


図4 WebCTコンテンツ，ビデオ教材，小テストについてのアンケート結果

5.1. 昨年度からの変更点についての評価

毎回の授業後のアンケートで，以下のような質問を行なった．

- (a) WebCT のコンテンツ(ページやセルフテスト)を使って学習したら，より深く理解できましたか．
- (b) デジタルビデオの講義を聞いたら，より深く理解できましたか．
- (c) 小テストを 100 点になるまで解くことにより，より深く理解できましたか．

それぞれの質問に対して回答の選択肢は，「はい」「いいえ」「どちらとも言えない」の3つである．結果は各回の授業で多少異なり，「はい」の割合が比較的低い回の授業用コンテンツから改善を図ることができる．

全体的な結果として，2つのクラスの毎回の合計において各選択肢の割合を示したのが図4である．WebCTコンテンツという表現には，学習内容の説明の他，物語やセルフテストなどが含まれるため，理解の役に立つという意味で「はい」の割合が高くなっていると思われる．それに比べるとビデオ教材では「はい」の割合が小さくなっている．また，小テストは比較的役に立っていると思われる．

5.1.1. 手作りビデオ教材

図4ではビデオ教材の「はい」の割合がWebCTコンテンツに比較して低かった．WebCTコンテンツのみで理解ができる学習者にとっては，ビデオ教材の有用性が少ないかもしれない．ビデオ教材の数が十分でないコンテンツモジュールが存在することも原因の1つと考えられる．ただし，個別の学生の感想からはビデオ教材が役に立っていることが伺えた．

また，今回，授業の後半でビデオ教材のNG集の一部を公開した．これによって「学習者に楽しさを与えモチベーション向上に寄与すること」，「ビデオ教材やコンテンツ作成は手間がかかることをわかってもらい，教材コンテンツをより丁寧に学習する気持ちを持ってもらうこと」を期待した．NG集を公開した翌週の授

業の感想に，NG集について記述した学生が2人いた．

- ・ 「NG集最高でした。」
- ・ 「ビデオ教材の中のNG集を見てコメント取りにとても苦労されたのが伺えました．よく見ると服が変わっているの長い時間をかけてやってくれたのだなぁと少し感動しました。」

後者の感想を読むと，少なくとも，コンテンツ作成に労力がかかることが伝わっていることがわかる．

5.1.2. 「小テストの扱い」の変更

図4に示すように，小テストが学習に役に立ったとする学生は比較的多い．ただ，前年度のアンケートで同様な質問においても，「役に立った」と答える学生が60%を超える程度で，今回の結果と同程度であったので，小テストの扱いを「1回だけ受験可能」から「何回も受験可能」に変えたことの効果とは言えない．授業を担当している教員の感触として，「何回も受験可能」とした今年度の方がうまく小テストが活用されている感じがするという程度である．

5.1.3. 前提知識についての復習用コンテンツ

図5は毎回の授業での「楽しさ」についての質問の回答から求めたポイントである．2002年度A組は最初の授業から楽しさのポイントが低かったが，今年度は前提知識についての復習用コンテンツを用意することで，回避することができたと思われる．

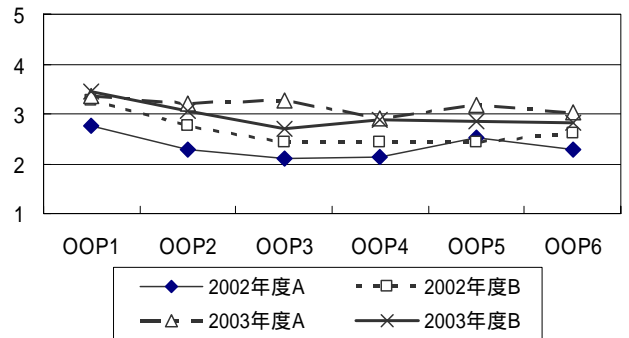


図5 授業の楽しさについての質問に対する5段階の選択肢から求めたポイント(5に近いほど「楽しい」)

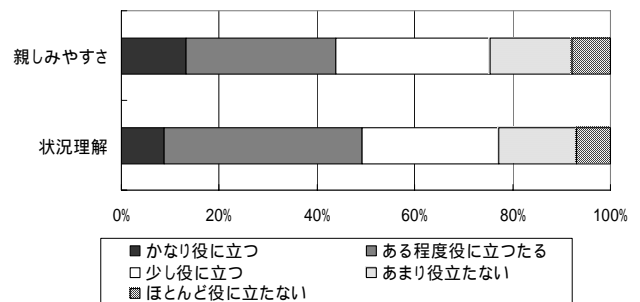


図6 物語が役に立つかどうかについての質問の結果

5.2. 「物語」についての評価

授業最後のアンケートにおける「物語の有用性に関する質問」の結果を図6に示す。図6より、「親しみやすさ」、「状況理解」いずれの観点からもある程度有用であると言える。前年度の同じアンケート結果においても、「親しみやすさ」については「かなり役に立つ」と「ある程度役に立つ」の合計が40%を超える程度で同程度であった。一方、「状況理解」については、前年度「かなり役に立つ」と「ある程度役に立つ」の合計は30%程度であったが、今年度は50%近くになっている。これが今年度の方がセルフラーニングの度合いが強まっていることと関連するかどうかに興味深い。

また、自由記述の感想で、「物語は最初の学習時はいよいのだが、繰り返し学習する際や、試験勉強のために学習する際には、邪魔になる」といった指摘があった。これについては以下のような改善策が考えられる。

- ・ 物語部分と学習内容部分を明確に分けること。
- ・ ボタンなどで、物語の表示と非表示を切り換えられるようにすること。

5.3. 前年度に履修した演習授業との比較

今回の履修生の中には、昨年度、初等アセンブラプログラミングの学習に際して、授業形態の異なる2つの教室に別れて学習を行なった学生が含まれている。教室Aでは我々が従来行ってきた授業形態で授業を行い、教室Bではセルフラーニング型で授業を行なった[2]。昨年度履修した初等アセンブラプログラミング(CPU)の授業スタイルとどちらがよかったかについての質問をそれぞれの教室ごとにまとめたのが図7である。ただし、授業スタイルについて質問したが、「CPUの方が内容が簡単だから」とか、「アセンブラよりC++の方がよいから」といった授業内容を理由にあげている者も少なからず含まれている。

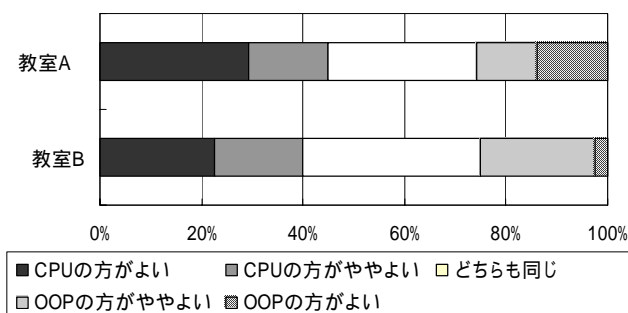


図7 CPUとOOPの授業スタイルの比較

教室Aの学生は、従来型とセルフラーニング型を受講したことになる。そのうちの45%がCPUの方がよいと感じている。その理由としては、「講義形式の方がよい」というものが最も多い。一方で、25%の学生がOOPの方がよいと感じていて、「自分のペースで学べるか

ら」というのが最も多い理由である。

教室Bの学生は、両方をセルフラーニング型で受講したが、教室BのCPUに比較すると、OOPの方がミニ講義の数が多かった。どちらも同じという学生の中には「人数が増えても同じように学習ができた」と記述している者がいたが、CPUの方がよかったと感じている40%の学生の理由の中で最も多いのは「少人数だったので集中しやすいし、質問もしやすい」といったものであった。一方、25%程度の学生がOOPの方がよかったと感じているが、これは「ミニ講義が多かったこと」が最も多い理由である。

教室Aと教室Bの人数比がおおよそ2:1であったことから、大雑把に「学生の約1/3がセルフラーニング型、1/3が従来型をそれぞれ好み、残り1/3はどちらでもよい」と見ることができる。

6. おわりに

WebCTを活用したオブジェクト指向プログラミング教育について述べた。授業終了後のアンケートで、「自分のペースで学ぶことができた」といった感想を書いた学生が17人と多かったことから、「自分のペースで学べる授業」といった点では成功していると思われる。一方、この段階で「自己学習力が身に付いているかどうか」を評価するのは困難であるが、以下のようなことから我々は、少しずつではあるが、自己学習力が身に付いてきているのではないかと感じている。

- ・ 授業の回数を重ねるごとに、自主的な質問をする学生が増えてきたこと。
- ・ 「最初は学習しづらかったが、徐々に慣れていき、最後には楽しくできるようになった」という感想を書いている学生が5人程度いたこと。
- ・ 毎回の授業後の感想で「予習が重要だ」といったことを書く学生が多かったこと。

今後とも、セルフラーニング型授業の実践および評価を行っていきたい。

文 献

- [1] 渡辺博芳, 佐々木茂, 高井久美子, 武井恵雄: 「物語」導入型教材コンテンツを用いたオブジェクト指向プログラミング教育の実践例, 情報教育シンポジウム論文集, Vol.2002, pp.133-138, Aug. 2002.
- [2] 渡辺博芳, 佐々木茂, 高井久美子, 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, Mar. 2003.
- [3] 渡辺博芳, 佐々木茂, 高井久美子, 荒井正之, 武井恵雄: セルフ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--, 第11回情報教育方法研究発表会予稿集, pp.90-91, July, 2003.
- [4] 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.11, No.4, pp.2-9, 2003.
- [5] 清水康敬: e-Learningの在り方と展開の視点, 教育システム情報学会誌, Vol.20, No.2, pp.238-246, 2003.