

研究論文

# 授業支援システムを用いたプログラミング基礎教育の授業実践

佐野 繭美\*・橋本はる美\*・河俣 英美\*\*・横山 宏\*\*\*・松永 公廣\*\*\*\*

## Teaching Practice in Programming Base Education Using a Class Support System

Mayumi SANO・Harumi HAHSIMOTO・Hidemi KAWAMATA・Hiroshi YOKOYAMA・Kimihiro MATSUNAGA

### 【要 約】

大学のプログラミング基礎教育において修得させたい能力は、初歩的なプログラミング能力、課題内容に関して相談できるコミュニケーション能力、論理的思考能力、自己学習能力などである。これらの能力を持つ学習者が世間一般や産業界から求められていると考える。

しかし、現状では、積極的に自分でプログラムを考えている学習者は少なく、プログラムの作成から実行までの操作ができれば満足している学習者が多く見受けられる。

また、プログラミング初心者は、授業内容が進むにつれて、プログラムの構造が複雑になるため、途中で構造を作ることができなくなり、論理的思考を身につけるまでに至らないことが多い。教員が学習者の学習内容の理解度を把握し、理解度が低い内容は次回の授業に反映させて、つまづきをなくして次の内容に進む工夫が必要と考える。

授業を受ける学習者は、高校の教科「情報」で教育をうけており、最低限の機器操作能力は持っているが、抽象的な数操作や概念理解の学習経験が少ないうえ、積極的に学習する心構えは希薄であり、授業活動を支援するシステムが必要となる。

そこで、これまでの授業実践より、授業設計に役立つ知見を収集し、それらを組み合わせた授業支援システムを開発した。本稿では、2007年度に実施した授業支援システムを用いた授業実践について述べる。

\* 摂南大学情報メディアセンター  
\*\* 摂南大学経営情報学部非常勤講師  
\*\*\* 大阪電気通信大学総合情報学部  
\*\*\*\* 摂南大学経営情報学部

## 1. はじめに

大学のプログラミング基礎教育において修得させたい能力は、初歩的なプログラミング能力、課題内容に関して相談できるコミュニケーション能力、論理的思考能力、自己学習能力などである。これらの能力を持つ学習者が世間一般や産業界から求められていると考える。

しかし、現状では、積極的に自分でプログラムを考えている学習者は少なく、プログラムの作成から実行までの操作ができれば満足している学習者が多く見受けられる。

また、プログラミング初心者は、授業内容が進むにつれて、プログラムの構造が複雑になるため、途中で構造を作ることができなくなり、論理的思考を身につけるまでに至らないことが多い。教員が学習者の学習内容の理解度を把握し、理解度が低い内容は次回の授業に反映させて、つまづきをなくして次の内容に進む工夫が必要と考える。

授業を受ける学習者は、大学入学資格取得者、編入学生、留学生など多様である。それらの学習者の授業に対するニーズは多種多様であり、情報機器操作レベルから少し高度なプログラミング教育に含まれると思われる内容まで範囲が広い。また勉学のやる気、興味・関心の対象、基礎学力や日本語能力などの学習力にもばらつきがある。学習者は高校の教科「情報」で教育をうけており、最低限の機器操作能力は持っているが、抽象的な数操作や概念理解の学習経験が少ないうえ、積極的に学習する心構えは希薄であり、授業活動を支援するシステムが必要となる。

そこで、これまでの授業実践より、授業設計に役立つ知見を収集し、それらを組み合わせた授業支援システムを開発した。本稿では、2007年度に実施した授業支援システムを用いた授業実践について述べる。

## 2. 授業支援システムとCプログラミングツールの概要

本論文で詳細に述べる授業支援システムは、支援システムを操作することによって学習者自身に学習状況を認識させ、積極的に学習を進めることを目的とし、次のような6つの機能を備えている。

- ①学習者が授業毎の出席時刻を確認できる「出席履歴表示機能」
- ②学習者が講義を聞きながら、講義内容の復習ができる既存のWeb問題集による「講義内容確認小テスト機能」
- ③教員が授業途中で講義内容の理解度を学習者からの投票結果で確認できる「MS (モヤッとスッキリ) チェック機能」
- ④学習者が授業で出題された全演習問題 (ヒントも含む) を確認できる「演習問題一覧表示機能」
- ⑤学習者が課題の提出状況を確認できる「課題提出履歴機能」
- ⑥学習者が授業ごとに毎回学んだ学習内容の理解度をチェックする「学習内容チェック機能」

学習者は、プログラム作成以外の授業中に行なう登録・閲覧操作を全て授業支援システム上で行なうことができる。例えば出席登録・閲覧機能を取り入れたことによって、学習者が出欠を自己管理するようになり、教員に自分の出席に関する質問をすることがなくなり、教員はい

くぶん授業に専念できるようになることも期待できる。提出課題登録・閲覧機能も同じ考えにもとづく。また、学習に必要な情報を授業支援システム上で閲覧できるため、進度の異なる学習者が各自のペースで学習を進めることができる。

教員は、このシステムを使って、授業中または授業後に学習内容の理解度などの集計結果を確認することができる。

授業支援システムは、PHPとMysqlで構築されたwebシステムである。学生の周囲がインターネットに接続できる環境であれば、自宅からの閲覧も可能である。図1に授業支援システムの学習者画面を示す。画面上部に支援システムの機能が配置されている。

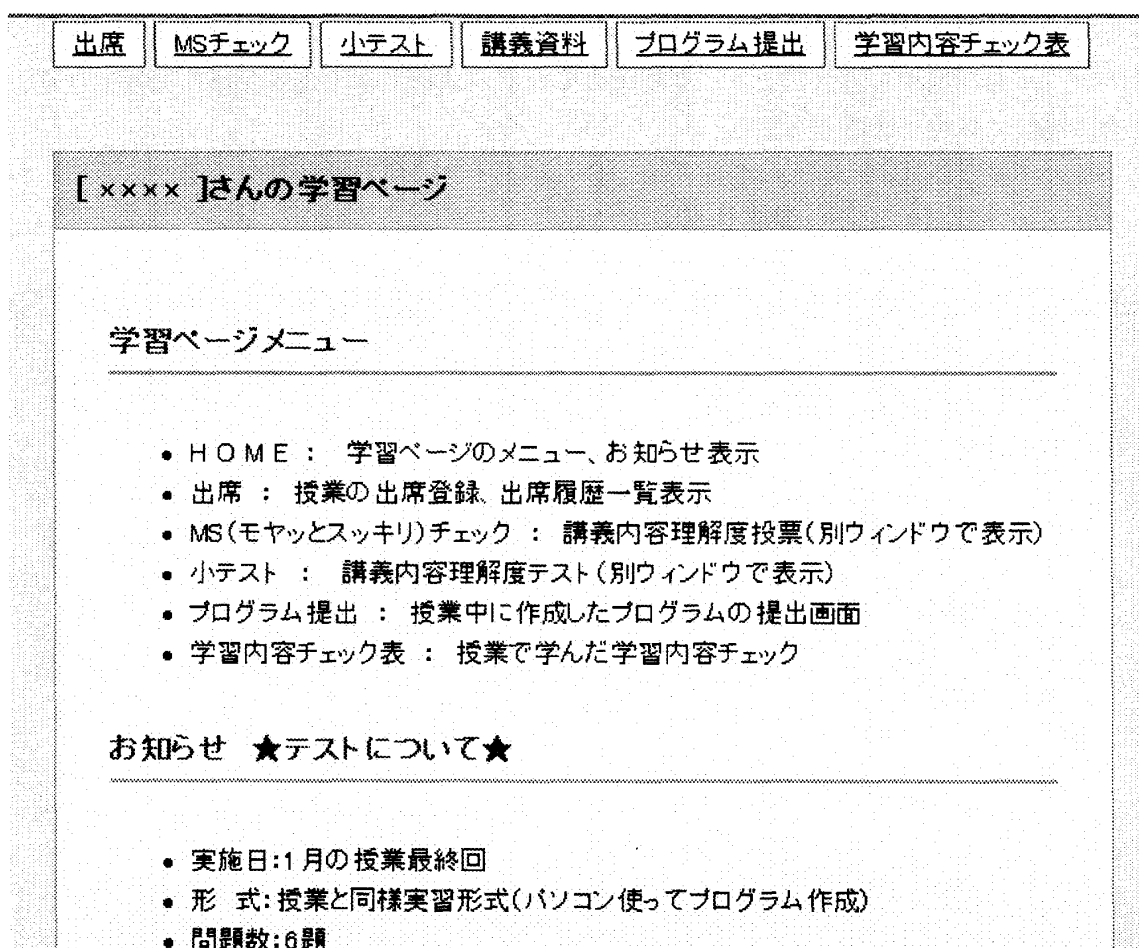


図1 授業支援システム学習者画面

また、これまでの授業実践の経験より、学習者はコマンドラインで行なうプログラムの作成から実行までの操作手順に慣れるまでに少し時間がかかることがわかった。この操作に慣れるまでの時間と時々忘れてとまどうことを少なくするため、プログラムの作成から実行までをボタン操作で行なえる図2のようなCプログラミングツールを作成した。そのことによって学習者は授業内容の理解に十分に時間を配分出来ることとなった。

操作方法は、学習者がソースプログラム欄にプログラムを入力し、保存ファイル名欄に保存ファイル名を入力した後、「コンパイルリンク・プログラム実行」ボタンを押す。コンパイルが正常に終了した場合、別ウィンドウにプログラム実行結果が表示される。プログラムにエラーがあり、コンパイルが正常に終了しなかった場合は、図2のようにコンパイルエラー欄にエラーメッセージが表示される。

このツールを利用することにより、学習者のプログラム作成時の煩雑な操作は軽減され、授業内容の理解に集中できると考える。

ツールの開発言語はVisual Basicを使用し、Cコンパイラは学習者が自宅で学習することも考え、フリーソフトであるLSIC-86を使用している。

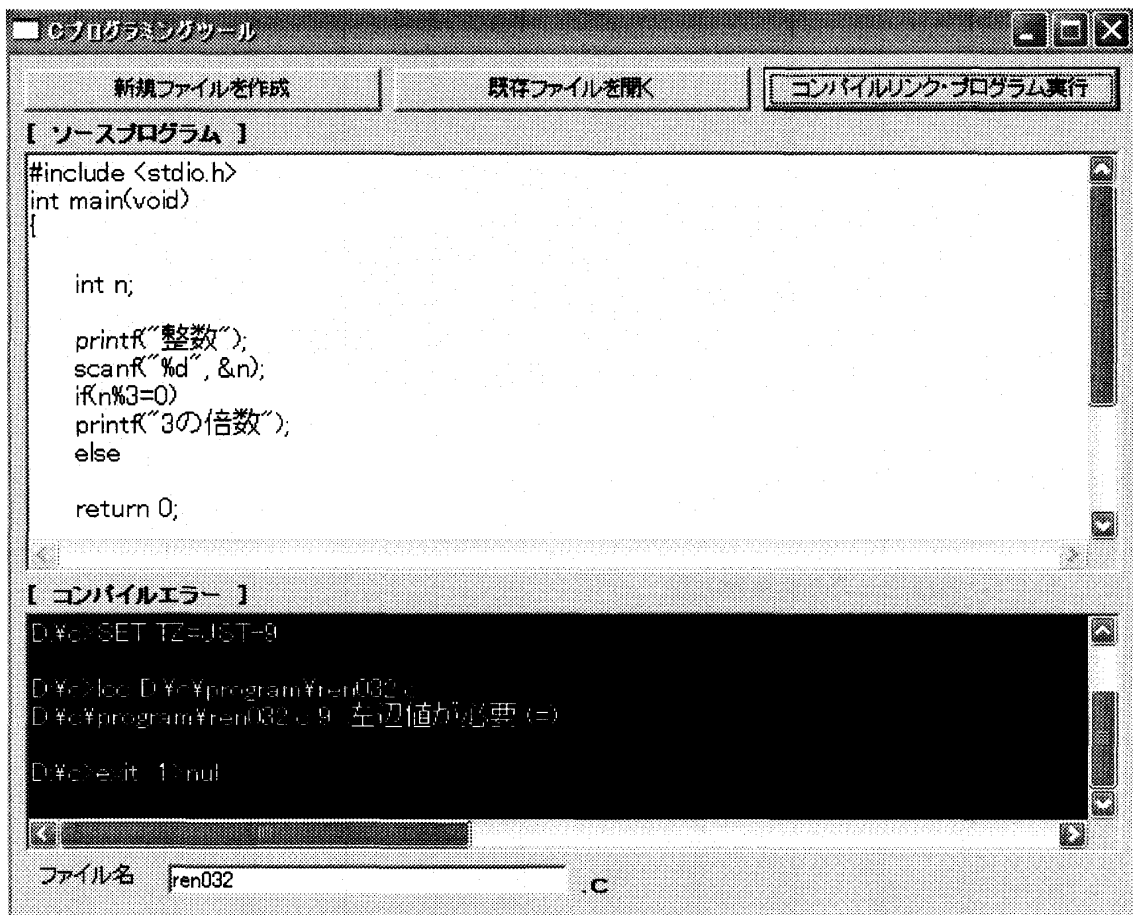


図2 Cプログラミングツール画面

### 3. 実践内容

実施対象は、2007年摂南大学経営情報学部経営情報学科1年生で、授業履修者は87名（2006年度は70名程度）ある。この教科の性格は、後期科目で選択教科のプログラミング基礎で、指導者は、教員1名と助手2名（2006年は1名）である。従来は教員1名と助手1名であったが、2007年度は87名を教育することになったため、学習者の多様性（知識、意識、スキルなど）を考え合わせ、助手1名を臨時増員された。

授業回数は全13回であるが、教室最終回に演習テストを行なうため、12回の授業でメッセージの表示、数の計算、キーボードからの入力、判断・分岐処理、繰り返し処理を学習する。

配当年次が1年生であることと学習者特性を踏まえて、教育内容を絞るとともに繰り返し演習を行うなど丁寧な授業を行なう。

授業は1コマ90分である。最初の30分は、学科オリジナルテキストの解説をしながら、同時進行でその内容に関するweb問題集を解かせて学習内容を確認させる。Web問題集を解かせることにより、講義に集中させることが目的である。Web問題集の回答結果をリアルタイムに集計し、理解状況を把握しながら進める。残りの60分で5～8題の課題を与え、課題は授業支援システムで提出させる。授業の終わりに内容の理解チェックのための到達度アンケートに回答させ、集計結果を参考にして、次回の授業の進度調整や課題内容に反映させている。

演習課題は、課題内容で指定した出力結果が表示されれば、学習者は「プログラミングができた」という判断をすることが多いので、学習者自身がプログラムを考えて作ることを目的に多種類の課題を準備して、様々のケースを繰り返し演習させている。

授業で用いる課題例を図3に示す。課題の構成要素は、練習問題番号、出題日、学習目標、問題内容、ヒント、実行例、フローチャートである。課題内容は、内容を吟味して易しい言葉で記述し、学生の理解しやすさに配慮している。学習目標は課題ごとに設定し、この課題で何を学ぶのかということを明確にした。フローチャートは、各パーツがプログラムの流れる順番に表示されるようアニメーション機能をつけるなど、各問題の処理手順を考えるイメージができるように工夫している。

授業6回目までは、課題のヒントでフローチャートを参考にしていない学習者は少なかったが、7回目以降の課題内容の構造が分岐と繰り返しの組み合わせなど複雑になってきたため、フローチャートを用いて問題の解説を行なうと、参考に活用する学習者が増えてきた。

課題の解答例は、前々週のもの前週の授業後から今週の授業開始まで学習者が見ることができるようにしており、授業中は見ることができない。その理由は、遅れ気味の学習者の授業への集中度を低下させないようにするためである。

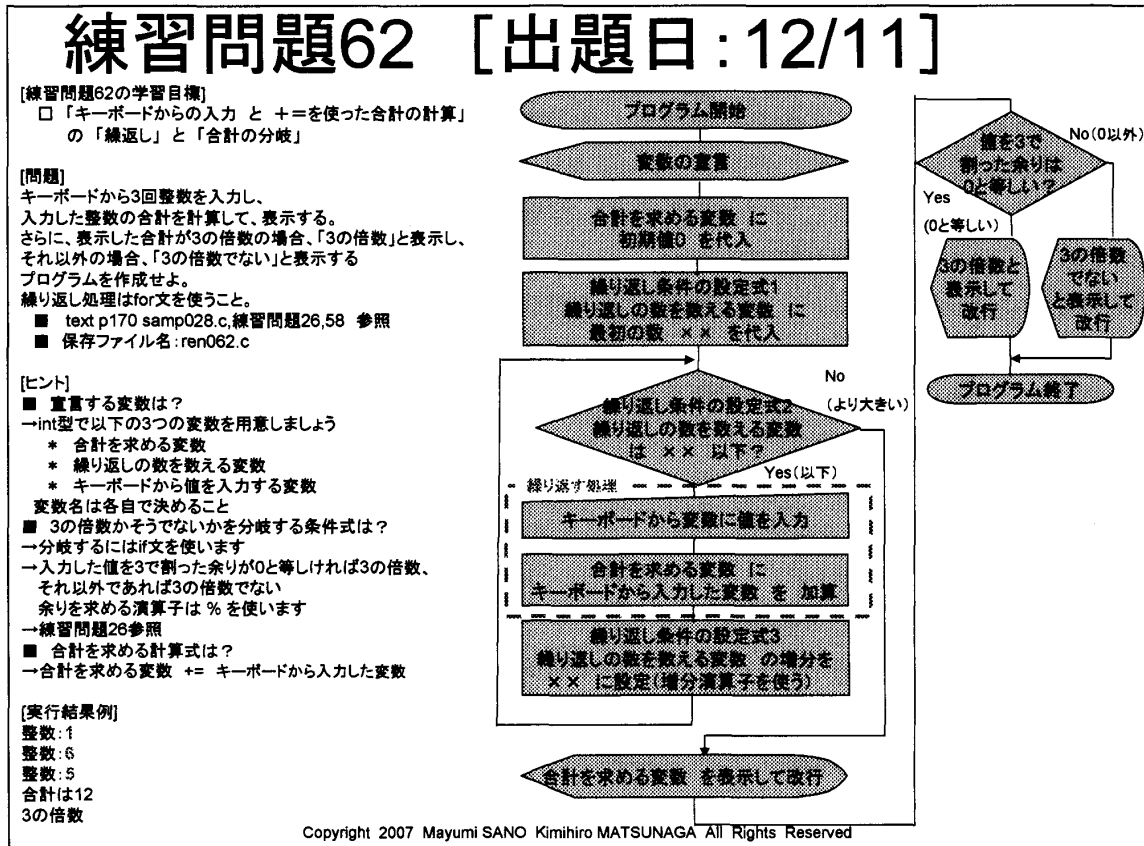


図3 課題例

#### 4. 実践結果の分析

表1は、授業5回目の授業後に学習者が回答するアンケート項目である。質問項目は、教育目標や教材と授業支援システムなどに関する内容である。

表1 授業5回目のアンケート項目

整数の計算結果が表示することができるようになりましたか
実数の計算結果が表示することができるようになりましたか
変数のデータ型にはint型とdouble型があることがわかりましたか
変数を使うためには宣言が必要であることがわかりましたか
変数に値を代入する方法がわかりましたか
変数にキーボードから値を入力する関数がわかりましたか
scanf(入力)関数とprintf(出力)関数ではdouble型の変換指定(%lfと%f)が違うことがわかりましたか
int型の変数にキーボードから整数の値を入力する方法がわかりましたか
Double型の変数にキーボードから実数の値を入力する方法がわかりましたか
今日の授業の満足度はどうでしたか
今日の授業の達成度はどうでしたか

図4は、表1のアンケートに対して学習者が回答した結果をグラフ化したものである。回答の選択肢は5段階で、5:「強くそう思う」、4:「ややそう思う」、3:「どちらともいえない」、2:「あまりそう思わない」、1:「全く思わない」で、数値は回答者全員の平均を示している。

図4には、時間経過がわかるように凡例の日付で区別して、3回目、4回目、5回目の集計結果を同時に示している。図中央の3回目と4回目のアンケート結果を比較することによって、学習者が「整数の計算結果を表示できる」の理解が不十分となっており、4回目の教育目標の理解度低いため、5回目の授業で理解不足の内容について再度演習したところ、期待通りの改善が見られたことが図4の中央あたりの数値から読み取れる。また5回目ではじめて学んだキーボードからの入力方法については数値が低いため、次回に繰り返し演習することの必要性が読み取れる。

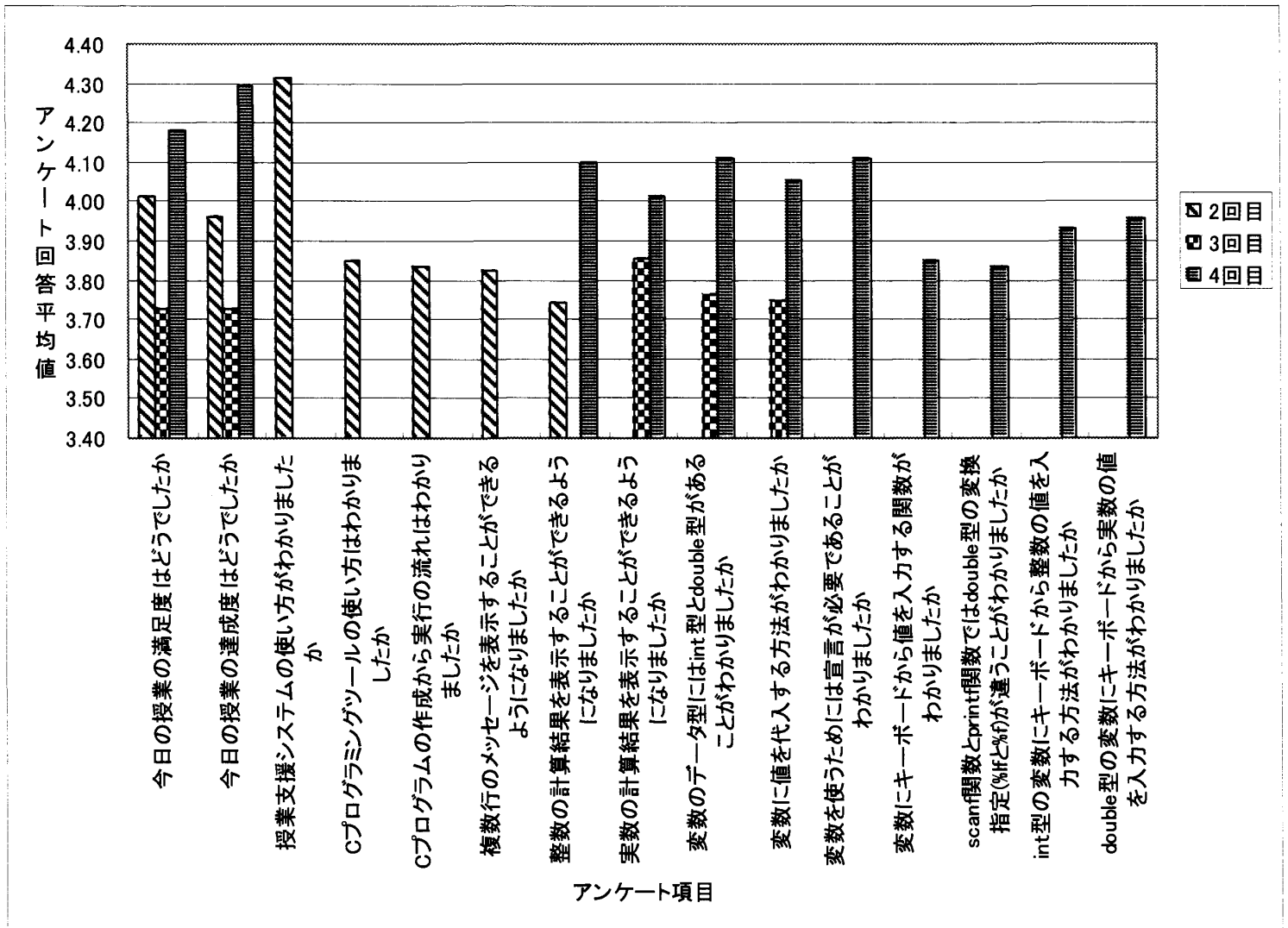


図4 授業アンケートの集計結果

プログラミング基礎のような積み上げ型の授業では、毎回の授業内容が理解不足のまま進めていくと、満足度や到達度を高めることが容易でないことが、図4の満足度と自信度の推移から推察される。

学習者の理解度と満足度や達成度の関係を検討するために、6回目～10回目までのアンケート項目とその集計結果を表2に示す。この時期の課題は、プログラミング基礎の授業で学習者の理解度が低くなるプログラム制御文（分岐、繰り返し）を組み合わせる内容である。

表2 アンケートによる理解度の見直しの効果

内容	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
今日の授業の満足度はどうでしたか	3.59	3.82	3.25	3.97	4.48
今日の授業の達成度はどうでしたか	3.70	3.94	3.08	4.13	4.52
ifの構文「 if (条件式) 文1 else 文2 」の使い方がわかりましたか	3.33	3.80	3.23	3.67	
if文の条件式で利用する演算子の使い方がわかりましたか	3.40	3.64	3.13	3.86	
if文の条件式の演算結果の真偽が判断できますか	3.47	3.58	3.16	3.64	
「for (式1;式2;式3) 」の使い方がわかりましたか			3.16	3.52	4.32
「for (式1;式2;式3) 」の式の意味はわかりましたか			3.23	3.70	4.33
For文を使った繰り返し処理のプログラムの流れはわかりましたか			3.25	3.80	4.32
For文の繰り返し回数を数える変数の値の変化はわかりましたか			3.19	3.80	4.33

表2より、プログラム制御文（分岐と繰り返し）の学習は、学習者にとって、大変難しいと感じていることがわかる。表2を見ると、7回目の授業における教育目標は分岐（if文）であった。学習者は単独で分岐命令を使う場合は、使い方を理解できたとみられるが、8回目に「分岐」と「繰り返し」（ifとfor）を組み合わせると、1度改善された「分岐」の理解度は低下し、その上、新しく学習した「繰り返し」の理解度も低迷している。教育目標の理解度に関するアンケートの集計結果から以上のことが読み取れたため、課題を変えて9回目に再度同じ内容の授業を行なった。そうすると双方とも改善していることがみえる。

以上の内容が視覚的に説明するため、表2を図5と図6に表示した。アンケートの集計結果で、授業内容を見直したことが理解度・満足度・達成度に反映していることがみえる。



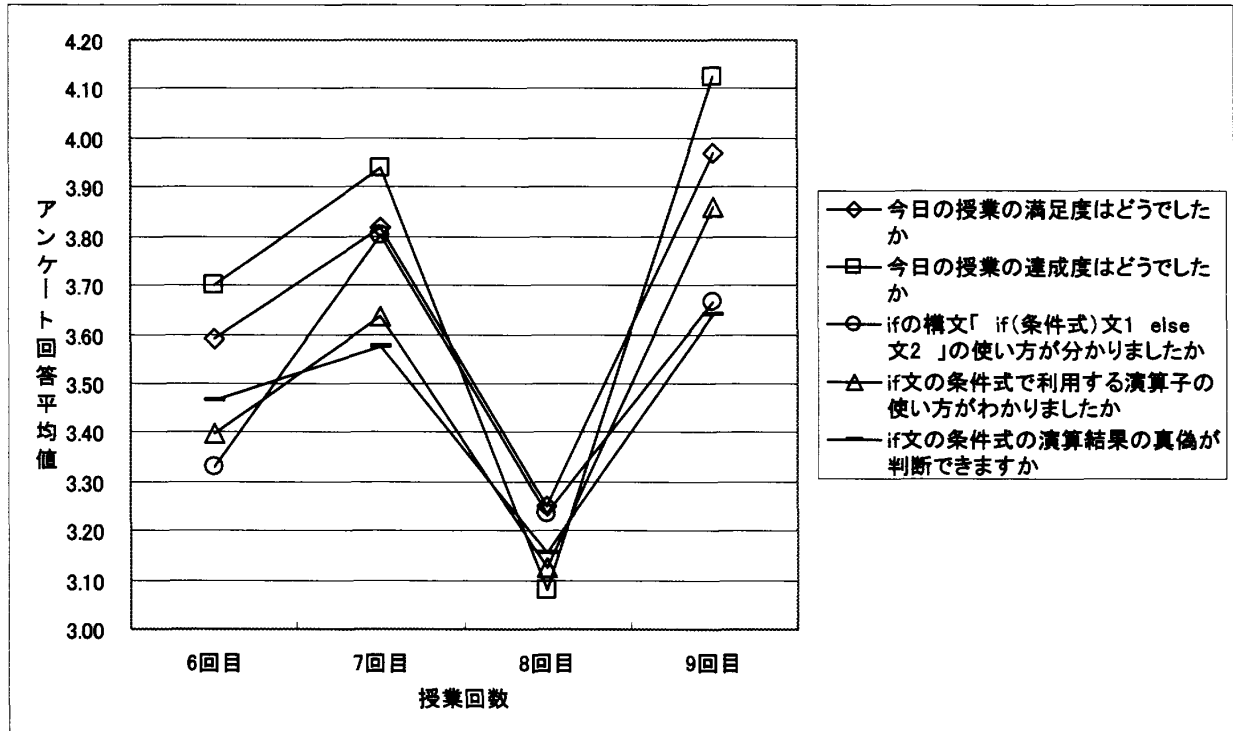


図5 理解度・満足度・達成度の推移 1

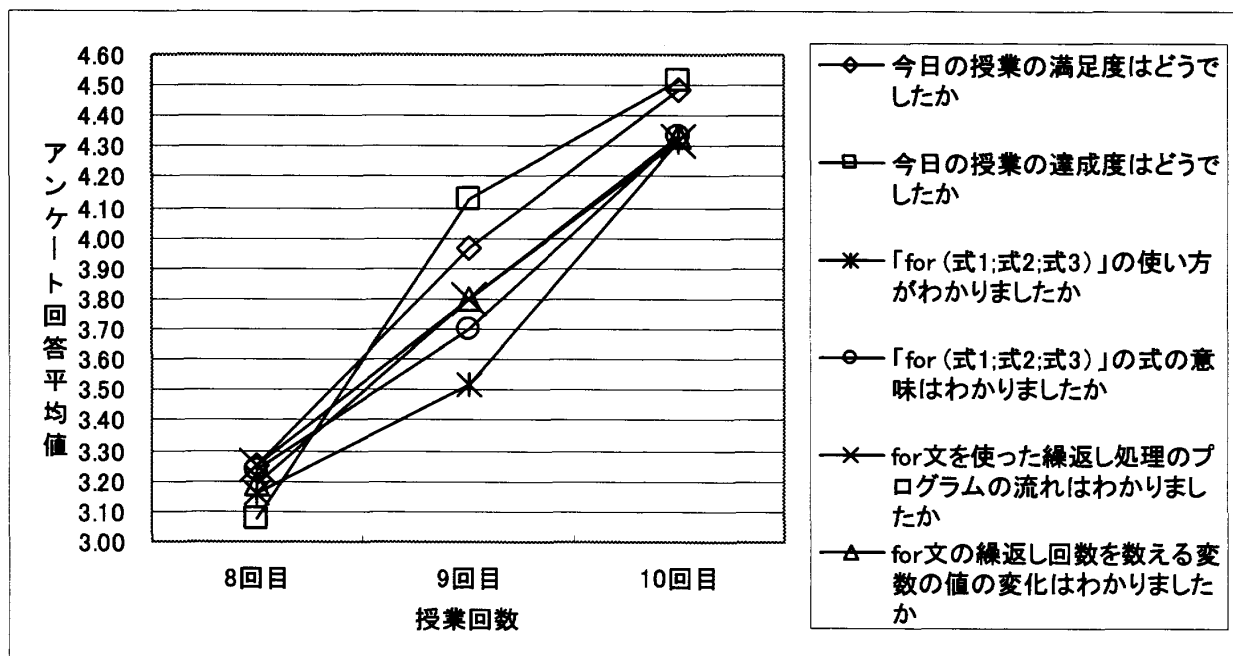


図6 理解度・満足度・達成度の推移 2

次に、各課題の提出数から満足度と達成度の変化を検討する。図7は、授業ごとの提出数である。学習者数に比べて演習課題の提出数が60に満たない課題は、6回目には演習課題番号の26～29で、課題内容は「キーボードからの入力」と「分岐」が組み合わせられていた。課題数が9題と多かったのも4つの課題で提出数が少ない要因と考えている。7回目は、前週の理解度を考慮して同じ内容を繰り返し、今年から増員された助手1名が重点的に遅れ気味の学習者の対応したこともあり、演習課題の提出数が60に満たない課題は2つに減少している。8回目は、「繰り返し」と「分岐」が組み合わせられた課題であったが、提出数が60に満たない課題は8課題のなかで2つであり、その2つの課題は他の課題より難しいと判断できる内容であった。以上のように、授業の満足度や達成度は教育目標の理解度に関連することが知られるとともに、提出された課題数も理解度を測る重要な判定因子になっていると考えられる。

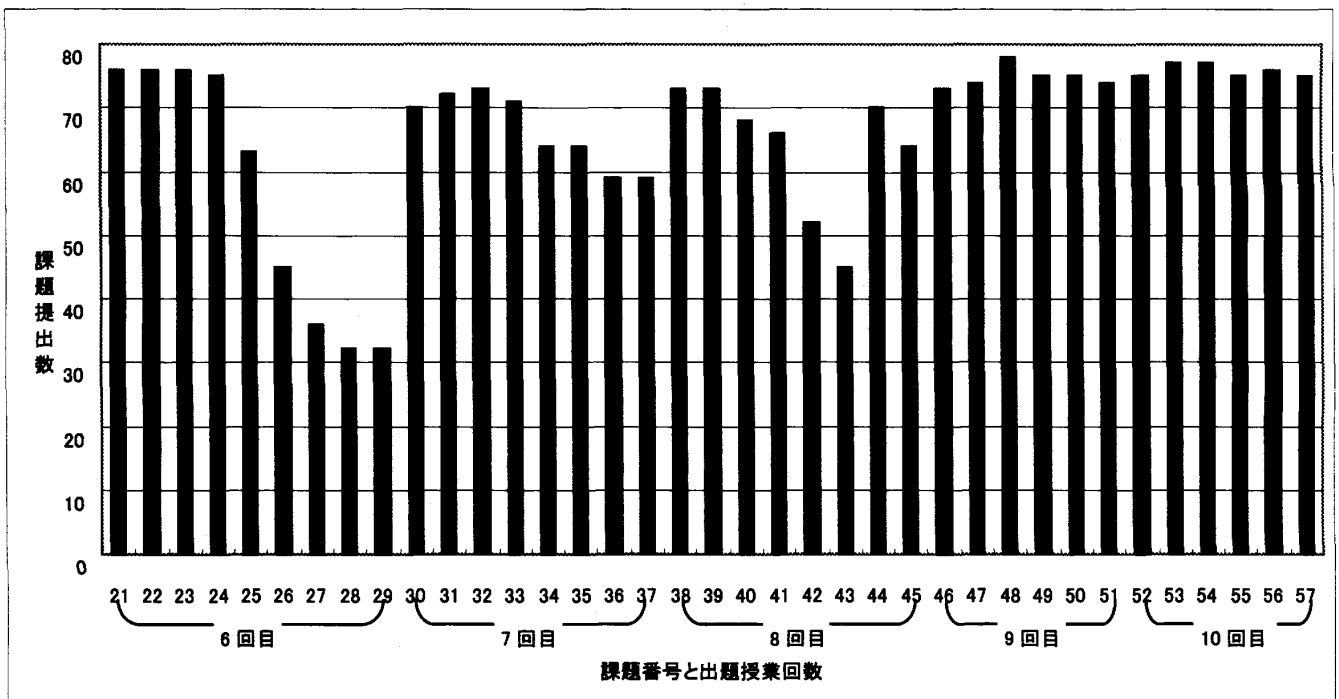


図7 課題ごとの提出数

図8は、授業開始から11回目までの出席記録の集計結果である。出席回数が4回以下の学習者は6名で受講登録した学習者数の1割に満たず、80名程度の学習者は授業に積極的に参加していることが伺える。そして、選択科目であるにもかかわらず欠席をしない学習者が半数を超えることは、学習の動機付けが高いことを示している。

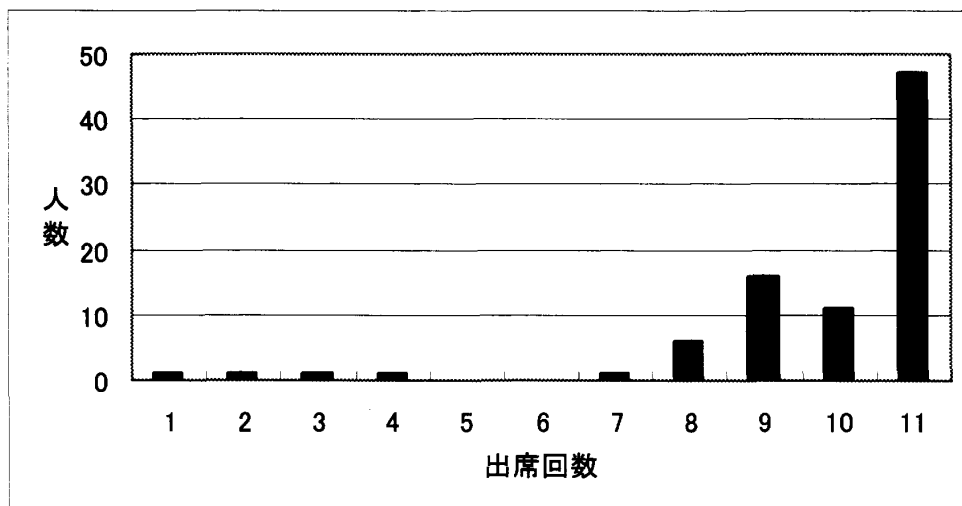


図8 出席回数の分布

授業開始から11回目までの授業で出題した演習課題は73題である。その提出数の分布を図9に示す。横軸は演習課題の提出数の階級（5刻み）で、縦軸は各階級に所属する学習者の人数である。8割以上提出している学習者が大多数を占めており、クラスとして積極的に演習し、理解を深めていることが知られる。

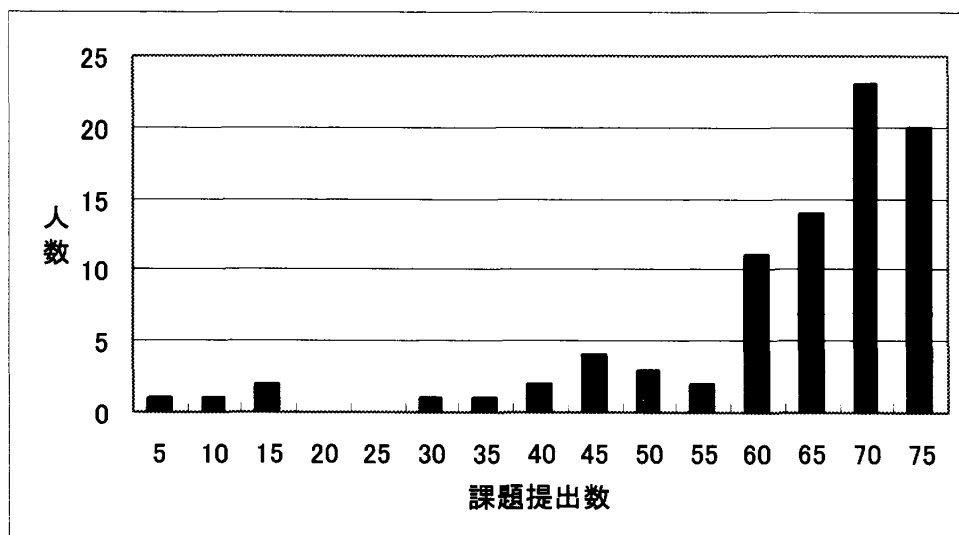


図9 課題提出数の分布

図10における理解度は、授業をうけた各学習者が回答した複数の教育目標の理解度の平均を計算して、さらに全学習者の平均をとったものである。満足度は全学習者の平均である。

$$\text{理解度} = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m s_j / m) / n$$

$$\text{満足度} = (\sum_{j=1}^n s_j) / n$$

n : 学習者数

m : 教育目標数

s<sub>j</sub> : 教育目標の回答値 (1～5)

理解度と満足度の関係が強いことがよくわかる。理解度と満足度の相関係数は0.966で、理解度を高めることで満足度を押し上げていることが知られる。

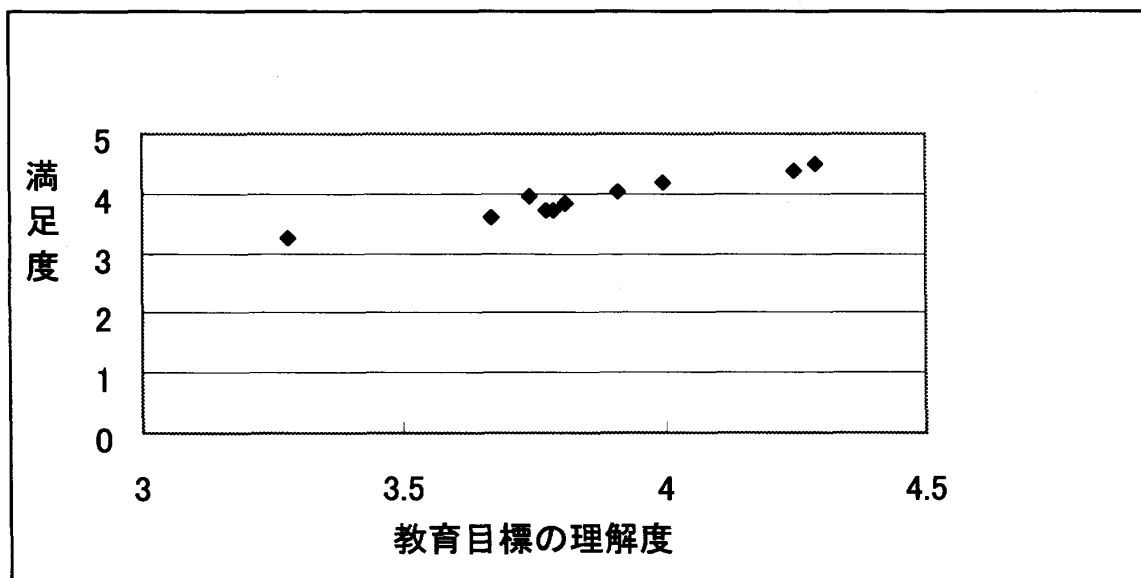


図10 教育目標の理解度と授業の満足度

同じように図11における授業の理解度は、授業をうけた各学習者が回答した複数の教育目標の理解度の平均を計算し、さらに全学習者の平均をとったものである。達成度は全学習者の平均である。図10と図11は類似の傾向を示していることが知られる。

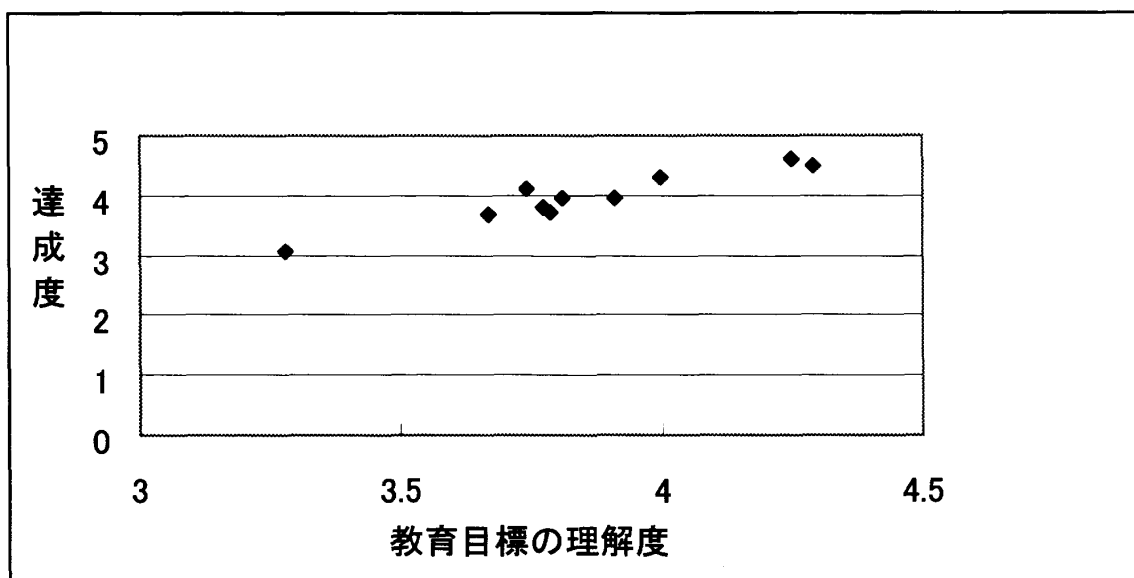


図11 教育目標の理解度と授業の達成度

#### まとめ

授業中の学生の様子をみていると、授業支援システムとCプログラミングツールを用いることにより、学習者は授業中に必要な登録・閲覧操作を容易に行なうことができ、演習課題を考えることに集中できているように感じられた。また、演習課題にも教員や友人と相談しながら、積極的に取り組む姿がみられた。

毎回の学習内容の理解度を確認して、授業を見直し、学習内容のつまづきを補強することにより、演習課題の内容が全くわからないという学習者はいない。

今後の課題は、一部手動で行なっている演習課題の登録や演習課題の解答例の更新などをシステム化し、教員の授業準備作業の負担を軽減し、そして授業実践を容易化できるようにすることが課題として残されている。

参考文献

- (1) 高橋参吉、松永公廣、橋本はる美、佐野繭美：  
“Cプログラミング教育におけるWebを用いた電子問題集の利用”、  
教育システム情報学会誌、Vol. 18、No. 1、pp. 95-100(2001)
- (2) 高橋参吉、佐野繭美、橋本はる美、牧野純、松永公廣：  
“Web問題集を使ったCプログラミングの授業設計”、  
教育システム情報学会誌、Vol. 20、No. 4、pp. 392-397(2003)
- (3) 佐野繭美、橋本はる美、高橋参吉、松永公廣：  
“授業方法と学習成績 -Cプログラミング授業において-”、  
教育システム情報学会第29回全国大会講演論文集、pp. 419-420(2004)
- (4) 佐野繭美、橋本はる美、高橋参吉、松永公廣：  
“教育実践によるCプログラミング授業方法の比較”、  
教育システム情報学会誌、Vol. 23、No. 2、pp. 76-82(2006)
- (5) 佐野繭美、横山宏、橋本はる美、下倉雅行、松永公廣：  
“文科系学習者のためのCプログラミング教育支援システムの開発と実践教科”、  
情報コミュニケーション学会第4回全国大会論文集、pp. 93-94(2007)
- (6) 佐野繭美、横山宏、下倉雅行、松永公廣：  
“大学におけるプログラミング基礎教育の実践”、  
教育システム情報学会研究報、Vol. 21、No. 6、pp. 162-167(2007)
- (7) 横山宏、下倉雅行、佐野繭美、松永公廣：  
“大学における情報教育での科目デザイン”、  
大阪電気通信大学『人間科学研究』第9号、pp. 15-36(2007)
- (8) 佐野繭美、橋本はる美、横山宏、海尻賢二、松永公廣：  
“授業支援システムを用いたCプログラミング教育の実践”、  
教育システム情報学会第32回全国大会講演論文集、pp. 188-189(2007)