

## ICTを活用したプログラミング教育の実践

## A Study on the Practice of Programming Education Using ICT

森田 彦

札幌学院大学社会情報学部

Abstract: Through analysis of the learning styles of students who do not have a clear understanding of computer programming lessons, we realized that in order to improve their understanding it was necessary to show them explicitly the way of learning. To this end, we constructed a Web-based examination system and advised them to try it until they could get a score of more than 80 %. Also, at every class we asked students several questions about the previous week's subjects so as to clarify what was not understood well. For this, we made and used a Web-based survey system which counts the distribution of answers automatically on the Web. Using these systems, the final examination's scores of students, who did not have a good understanding at the beginning, has been greatly improved. We also found that it is necessary to keep students' motivation of learning in order to get such results.

Keywords: the way of learning, web-based examination system, web-based survey system

## 1. はじめに

筆者が担当している「データ構造とアルゴリズム論」は基本的なデータ構造とアルゴリズムを理解し、そのプログラミングへの応用を実践的に学習する講義・演習一体型科目である。本学部では全員に携帯PCの所有を義務づけているので、このような講義・演習一体型授業もネットワーク環境の整った一般講義室で行っている。授業は、学習内容および演習課題を配布プリントに詳細に記述して渡し、学習ポイントの解説の後、演習課題に取り組みさせるという形式で運営している。当初は、過半の学生がプリントを一読することで支障なく理解できていたものの、学生の多様化に伴い、最近は一定の理解度を維持することが難しくなってきた。その問題を具体的に図1で示そう。

これは同科目の第1回テストの得点分布である。同科目では中間と期末の2回のテストを実施し、基本的にその平均点で成績を決め

ている。図1(a)は2005年度の分布である。これを見ると平均点近傍のピークを中心とする分布になっているが、この後、低得点者が徐々に増加し、09年度には図1(b)のように、

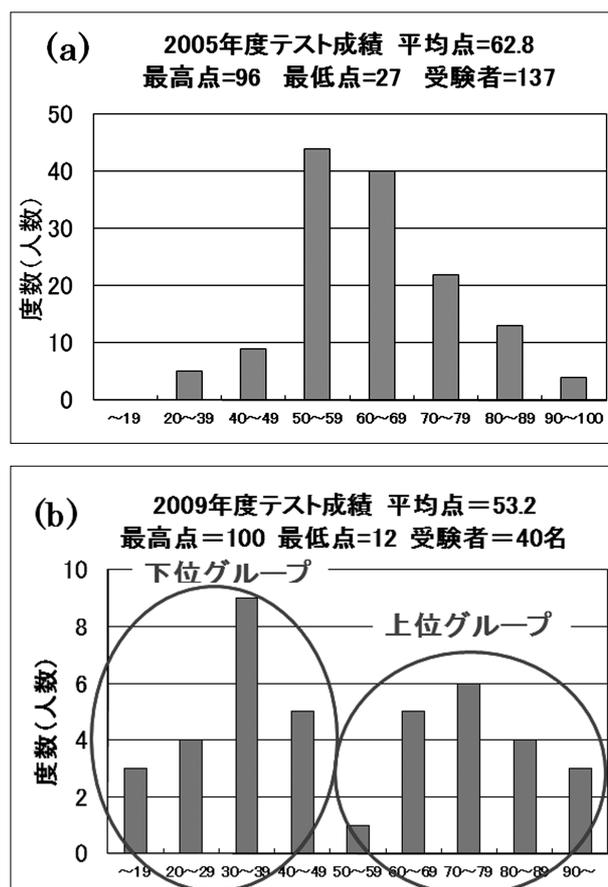


図1 第1回テスト得点分布の推移

はっきりとした2極分化傾向が現れてきた。ここに、テストのレベルはほぼ同水準を維持しているため、これは明らかに学生側の変化と言える。05年度には約1割だった50点未満のグループがこのように受講生の半分を占める勢力になった以上、このグループの存在を看過することはできない。そこで、この成績下位グループが抱えている問題を分析した上で、その改善に資する教育方法を見出したい。それが筆者の問題への対応目標である。

## 2. 学生の学習傾向の分析

09年度第1回テストの50点以上を上位グループ、それ未満を下位グループとし、第1回テスト時点での両者の学習姿勢の比較から、下位グループの学習傾向の把握を試みた。その結果の一部を表1に示す。

表1 学習姿勢の比較

	出席率	基本課題提出率	応用課題提出率	良く読む者の割合
上位G	84.1%	90.0%	69.5%	52.6%
下位G	83.7%	85.3%	61.4%	52.4%

この表より、まず両グループで出席率にはほとんど差がないことが分かる。また、提出を必須としている基礎課題の提出率にも大きな差はないことも確認できる。これは、筆者の指導が背景にあるものの、少なくとも「欠席が多いから」あるいは、「課題を提出していないから」という単純な理由で、成績が悪い訳ではないと言える。一方、任意提出の応用課題の提出率には差が見られる。これは自主性の問題としてこれまでも把握していたことであるが、この点については本稿ではこれ以上ふれない。

最後に、教材プリントをどの程度よく読んでいるかを調べたのが、「よく読む者の割合」という項目である。これは、テスト時にアン

ケートで「どの程度プリントを読んでいるか」という設問に対して以下の選択肢からの「よく読んでいる」と回答した者の割合である。

よく読んでいる
課題作成部分のみ読んでいる
ほとんど読んでいない

表1よりこれにもほとんど差がない。実際、この結果を反映して表2に示すとおり、「良く読む」グループと「課題部分のみ読む」グループとでテスト成績には差がないことが分かった。ここに、数値は各グループのテスト平均点である。しかし以前は例えば同じく表2の08年度のデータが示すとおり、教材プリントの読み方は成績に反映されていたのである。

表2 プリントの読み方と成績の関係

	2009年度	2008年度
よく読む	52.4	65.4
課題部分のみ読む	54.4	57.2

そこで、09年度学生のプリントの読み方に対する認識に疑問を持ち、下位グループのアンケート結果を調べてみたところ、演習時の観察からは「よく読んでいる」とは思えない学生の相当数が「よく読んでいる」と回答していることが分かった。このことと、個別指導を行うと理解が向上する学生が多いことから、彼ら下位グループは能力がない訳ではなく、教材の読み方さらに敷衍すれば学習の仕方が身につけていない層ではないかとの認識に至った。そこで、何をすれば良いかという学習目標とともに、そのためにどうやれば良いかという学習方法を具体的に提示することで、学習効果が向上できるのではと考えた。

以下に、その観点から過去3年間に試みた教育改善の取り組みとその結果について論ずる。

### 3. 自動採点機能を有するWebテストの導入

本学では、単位取得の条件は50点以上である。そこで、本科目ではこれまでも第1回テストで50点未満だった学生に後半挽回するよう促してきた<sup>[1]</sup>。2009年度の場合は特にこれを後半の学習目標と位置づけて下位グループの学生に繰り返し指導した。そして、それを実現するための学習方法として、自動採点機能を持ったWebテストを学習单元毎に作成し、80点をとるまで繰り返し受験するように促した。つまり、理解度の目安を80点という基準で示すことで、学習の道筋を示したわけである。

なお、このテストには解説も付けているので、それを読めば勘違いや不理解を正すことができるようになってきている。このような学習環境を整えた後、多くの受講生が課題の答ではなく、それに至る考え方を質問するようになってきた。そのような学生側の意識の変化に手応えを感じた。

こうした指導の結果、第2回テストの成績は図2のようになった。グラフから分かるように第2回テストでは低得点グループは消滅し、平均点も前回の53.2から70.1へと大幅に上昇した。これまでは、第2回テストの方が50点未満の学生の割合が増加していたので、これは画期的な成果と捉えている。

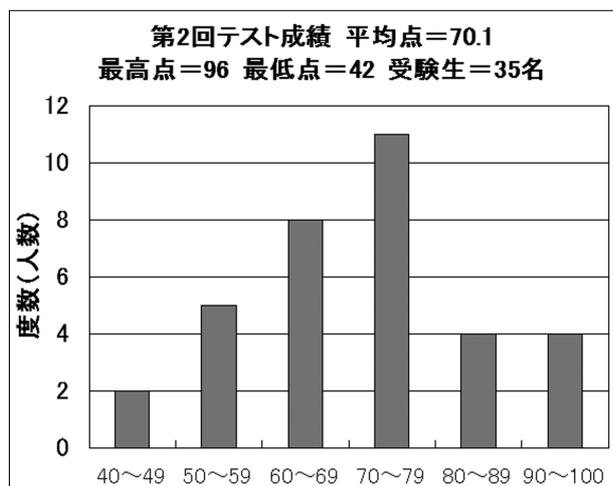


図2 '09年度第2回テストの得点分布

この主原因は、第1回テストでの成績下位グループの躍進である。図3に示した箱ひげ図から、成績下位グループの得点は2回目にかけて大きく伸びていることが分かる。これは学習の仕方を明示化した効果と捉えている。一方、成績上位グループは微少な伸びに留まっている。これは、成績が8割以上に達するとA評価となる本学の成績評価体系が背景にあると思われ、彼らの学習に対するさらなる動機付けが必要なことを示唆している。この点は今後の課題である。

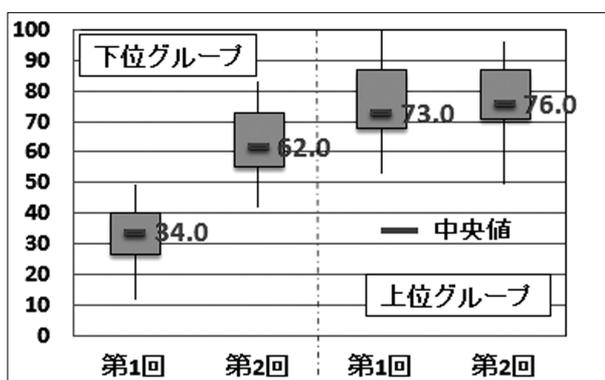


図3 両グループのテスト成績の推移

なお、第2回テストでは、「よく読む」グループの平均点が72.0、「課題部分のみ読む」グループのそれが65.7と、よく読んでいるグループの方が高成績という関係になった。このことより、プリントの読み方に対する自覚も向上したと考えられる。

### 4. Webテストの改良とリアルタイム理解度チェックの導入

2009年度に導入したWebテストは、理解できるまで繰り返し受験することがポイントであった。しかし、実は同じ問題が出題されるようになっていたので、暗記による対応が可能となっていた。これでは、反復学習による理解度向上に限界があるので、各設問について5種類の類似問題を用意し、受験毎にそれらからランダムに出題されるように改良した。また、各設問の正答率など学習履歴も参照できるようにすることで、学生が自身の理

理解度の推移を確認することができるようにした。図4は、その学習履歴画面の一例である。

第6章 探索のアルゴリズム 表示しない

回数	点数	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題6	問題7	問題8	問題9	
1回目	60	○	×	○	○	○	○	○	×	×	2011
2回目	60	○	○	○	○	○	○	×	×	×	2011
3回目	80	○	×	○	○	○	○	○	×	○	2011

正答率	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題6	問題7	問題8	問題9	総計
さんの正答率	100%	33.3%	100%	100%	100%	100%	66.7%	0%	33.3%	70.4%
受講生全体の正答率	53.1%	41.8%	50%	51%	58.2%	53.1%	53.1%	20.4%	42.9%	47.1%

図4 理解度確認テスト学習履歴画面

もう一点、2009年度からの改良として、学生の理解度の小まめなチェックを考えた。2009年度の場合、第1回テストの成績を基に、後半の学習を指導したのであるが、実は第1回テスト以降に履修をあきらめた学生が12.5%ほどいた。こういった中途脱落者を減ずるためには、このような大きな節目の他に、毎回の講義で学習内容の理解度をチェックするやり方が有効と考えた。そこで、Web上でリアルタイムにアンケート集計を行えるシステムを作成し、それをを用いて講義時に設問を課し、それに対する回答を学生の携帯PCから回収・集計して結果を学生に示すという試みを実施することにした。

このような準備を行って2010年度の講義に臨んだ。講義期間中に上記システムの活用を試行錯誤していくうちに次のような運用形態にたどり着いた。

まず、毎回の講義冒頭に前週の学習内容に関する設問をいくつか課し、Webアンケート集計システムを用いてその回答を回収する。学生にはこれを「理解度チェック」と称して行った。そして、解答結果を学生に示しながら正答率に応じて解説を行う。図5はある設問の解答分布で、これは正答率が83%の場合の例である。このようなフィードバックにより、学生は自分の理解度を全受講生の中で相対的に把握できるようになる。

このシステムは受講生には好評で、誤答した学生は自分の間違いに気づき学習の動機付けの一つになったようである。また、正答した場合は1点加点するようにして解答へのインセンティブを与えた。そして、この「理解度チェック」で理解が不十分な部分をWebテストで繰り返し学習するように促した。

こうした試みの結果、2010年度のテスト成績は図6のようになった。図6が示すとおり、やはり第1回テストでは50点未満の成績下位グループが一定数存在しているが、第2回テストではそれらは大幅に減少している。また、中途脱落者は4%に留まった。とは言え、2割弱程度がまだ50点未満に留まっている。そこで、低得点者の傾向を調べてみると、彼らはWebテストをほとんど行っていないことが分かった。さらに、テスト成績とWebテスト受験率には正の相関があることも分かった。このことは、Webテストの学習効果があること、そして低得点者もWebテストに積極的に取り組むよう指導すれば理解度がさらに向上する可能性があることを示唆している。

そこで、2011年度は、2010年度の試みを徹底させ、毎回の「理解度チェック」の設問数を増やしてより充実させるとともに、Webテストの受験を強く促した。その結果、同年度のテスト結果は図7のようになった。

これを見ると、第2回テストでは確かに高得点側に分布がシフトしているものの、依然

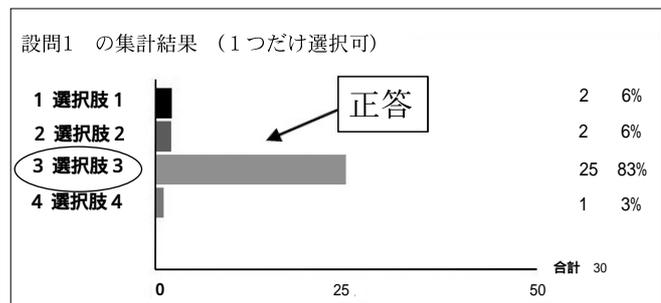


図5 理解度チェック解答集計画面

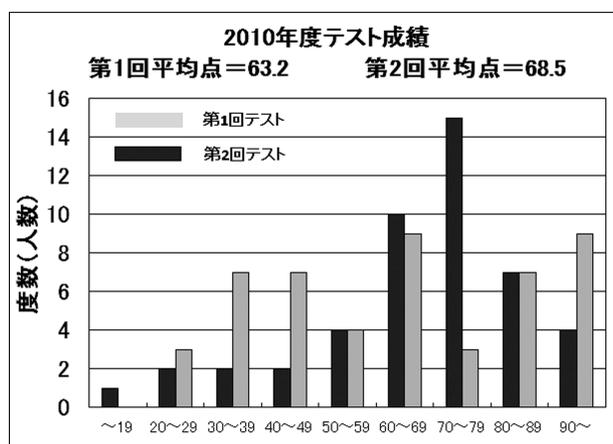


図6 2010年度テスト得点分布

として50点未満の学生が27%ほど存在している。しかし、実は最終的には一人の脱落者もなく全員が単位を取得することができた。これは、理解度チェックのポイント数が増えたため、それと従来通り加点を認めている応用課題の提出ポイントによって全員が50点台に到達したからである。図7の分布で50点未満のグループはぎりぎりの単位取得で満足した学生達と言える。一方、2009年度の場合は、「理解度チェック」による加点ポイントがなかったため、ある意味で学生は必死でWebテスト学習に取り組んだものと考えられる。このことは、意識の高くない学生には適度の緊張感を与えなければ、Webテストの受験を促しても形式的な作業にとどまり、その効果が減ってしまうことを示唆している。

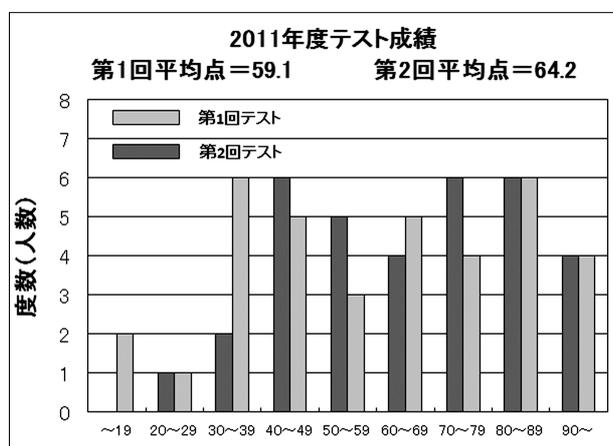


図7 2011年度テスト得点分布

## 5. まとめと今後の課題

今回の取り組みは、基礎的な学習技能が十分に身につけていない学生であっても、学習の動機付けと学習の仕方の具体的提示があれば理解度の向上を実現できることを示している。ただし、学生側に適度な緊張感を与えなければ2011年度の例のように、単位取得の合格圏に達した時点で学習を進めない傾向があることも分かった。講義内容で意欲を喚起することが本義ではあるが、学習せざるを得ない環境に学生を引き込むことも重要な要件であると思われる。次年度以降はこの点を念頭に講義運営の改善を図っていくつもりである。

## 謝辞

森田ゼミ 09年度卒研究生の原正樹氏および三浦雄哉氏は、それぞれWebテストの改良およびWebアンケート集計システムの作成を行い、さらに学生の視点からその活用について貴重な意見を寄せてくれた。記して感謝する。

## 参考文献

- [1] 森田彦：SAを活用した授業運営。札幌学院大学総合研究所「社会情報」Vo.18, No.2, pp.117-129, 2009.