

プログラミング素養診断テストの改良

北 英彦*1・伊藤 福晃*1

Email:417m204@m.mie-u.ac.jp

*1：三重大学工学研究科電気電子専攻

◎Key Words プログラミングの素養, 素養診断, プログラミング演習

1. はじめに

現代社会においてプログラミングのスキルは理系のみでなく文系の学生にも重要視されている。しかし、プログラミングの学習では、学習者の素養によって理解度に大きく差が出て、学習者の能力に適切した教育を行うことが難しいという問題がある。

小林は、プログラミングに必要な概念を抽象化した問題によってプログラミングについて学ぶ前にその素養を測るためのテストを考案した^[1]。このテストは、プログラミングの未経験者に早い段階から適切な指導を行うことを目的としている。また、寺久保は、このテストの有用性を確認した^[2]。しかし、プログラミングの素養があるかないかを弁別できた学習者は全体の1割強にとどまった。

本研究では、問題内容の改良・追加を行うことで、プログラミングの素養があるかないかを弁別できる学習者の人数を増やすことを目的とする。

2. 初版のプログラミング素養診断テスト

プログラミングの学習に必要な能力には、プログラムの仕様や課題の文章を正しく読み取るための読解力、プログラムでどのように処理を進めるかを決める計画力など、様々あると考えられる。本研究では、それらのうちの基本的なもののひとつである「決められた規則を正しく使って問題を解く能力」を評価するための問題を作成した。具体的には、プログラミングの基礎である「代入とシーケンス実行」「分岐実行」「繰り返し実行」の問題を出題する。

出題は、プログラミングの学習前であるので、プログラムの文の形式ではなく、事前知識がなくても理解できるような形式で行う。また、解答時間を短縮するため、自動採点できるようにするために、多肢選択式とする。

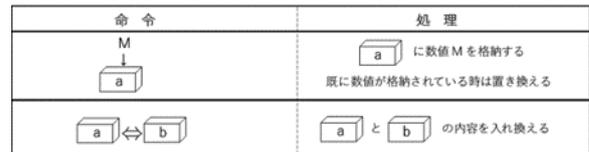
2.1 代入とシーケンス実行の問題

代入とシーケンス実行の問題では、最初に図 1(a)に示す「箱に数値を格納する命令」と「箱同士の内容を入れ替える命令」を与える。その後、それらの命令を順に実行したときの最終値を多肢選択式で選択させる図 1(b)の形式の問題を出題する。

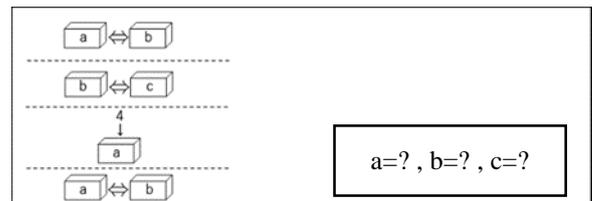
2.2 分岐・繰り返し実行の問題

分岐・繰り返し実行を理解する能力があるかを調べるための問題として、最初に図 2(a)に示す命令を

与える。その後、図 2(b)のような式の計算をする問題を出題する。



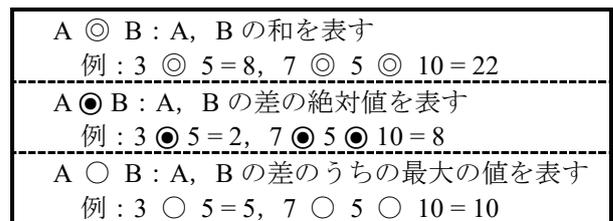
(a) 命令の定義



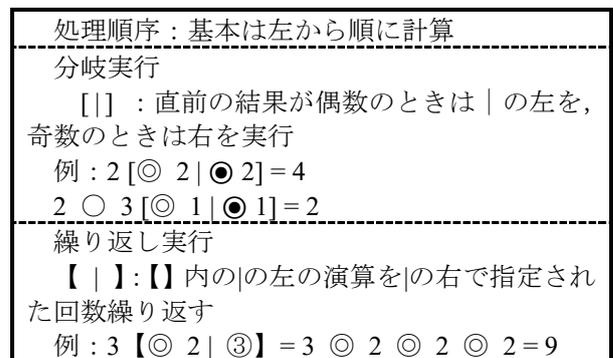
初期値 $a=1, b=2, c=3$, 最終値を選択する問題

(b) 問題形式

図 1 代入とシーケンス実行



(a) 命令の定義



(b) 問題形式

図 2 分岐実行・繰り返し実行

3. 初版の問題点

2015 年度にプログラミングを学ぶ前の学生に初版を実施した結果の得点分布を図 3 に示す。学習者の多くが高得点で得点にバラつきがなく、素養があるかないかを弁別できる学習者が少ないことが問題であった。これはテストが簡単な問題で構成されているのが原因と考えられる。

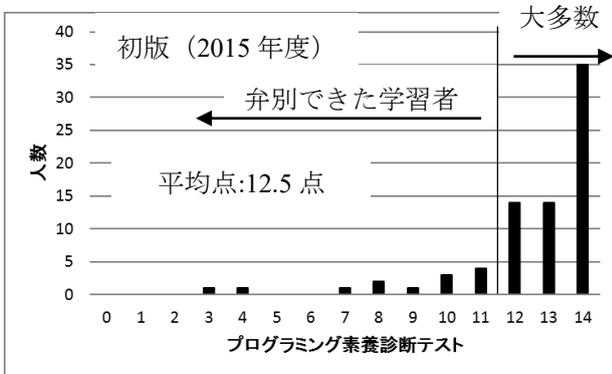


図 3 初版の得点分布

4. 第 2 版のプログラミング素養診断テスト

本研究では、上記の問題を解決するために、問題の難易度を上げ、また、読む問題だけでなく書く問題を取り入れることにした。また、留学生など日本語を母語としない学生のために中国語と英語での問題の表記を加えた。

4.1 テスト内容の追加

- 代入とシーケンス実行
問題の難易度を上げるために処理の順序が値によって変わる図 4 の「条件の結果によって格納する数値が異なる命令」と「条件の結果によって数値を入れ替える命令」を加えた。
- 穴埋め問題
初版ではプログラムを読む力だけを調べるための問題を出題していたが、第 2 版ではプログラムを書く力を調べる問題として、図 5 に示すように代入とシーケンス実行の問題の一部を穴埋めにした問題を加えた。解答は与えられている最終値と同じになる命令を選択肢の中から選択する。

4.2 問題文の多言語表記

プログラミング演習の受講者には日本語を母語としない外国人もおり、プログラミング素養診断テストの得点が、問題文が十分に理解できないために低い可能性があった。本研究では、問題文の理解による影響を低減するために、図 6 に示すような英語と中国語の 2 か国語を問題文の表記に加えた。

4.3 出題内容

初版と第 2 版の出題内容の内訳を表 1 に示す。代入とシーケンス実行を 4 問、穴埋め問題を 4 問の計 8 問追加し、それに合わせて制限時間を延長した。

命令	処理
	に数値 M を格納する 既に数値が格納されている時は置き換える
	と の内容を入れ換える
	条件が成立していれば「はい」の命令を行う 条件が成立していなければ「いいえ」の命令を行う
	条件が成立していれば「はい」の命令を行う 条件が成立していなければ命令を無視して次に進む

図 4 追加した命令の定義

図 5 穴埋め問題

Command	Processing
	Store the numerical value "M" into the box labeled "a". If a numerical value was already stored in the box, replace it with the value "A".
	Exchange the values of the boxes labeled "a" and labeled "b".
	If the condition is true, execute the command labeled "Yes". If the condition is false, execute the command labeled "No".
	If the condition is true, execute the command labeled "Yes". Execution of branch and repetition.

(a) 代入とシーケンス実行のテスト (英語)

命令	処理
	在 内存格数值 M 如果里面已经存在数值则替换已存数值
	相互交换 和 的内容
	如果条件成立则执行「是」的命令 如果条件不成立则执行「不是」的命令
	如果条件成立则执行「是」的命令 如果条件不成立则忽略此命令，继续下一步

(b) 代入とシーケンス実行のテスト (中国語)

図 6 問題文の多言語表記

表 1 初版と第2版の出題内容

	初版	第2版
問題の形式	問題数	
* 代入とシーケンス実行	4問	8問
* 穴埋めとシーケンス実行	0問	4問
* 分岐・繰り返し実行	10問	
・ 分岐	4問	
・ 繰り返し	4問	
・ 分岐&繰り返し	2問	
合計	計14問	計22問
制限時間	15分	20分

5. 第2版の結果

プログラミング演習^[3]の2016年度の受講者79名を対象として、第2版のプログラミング素養診断テストを実施した。実施の時期はプログラミングの学習後である。

5.1 得点分布

図7に第2版の得点分布を示す。初版と同様に多くが高得点をとっているが、初版よりは得点にバラつきが生じた。

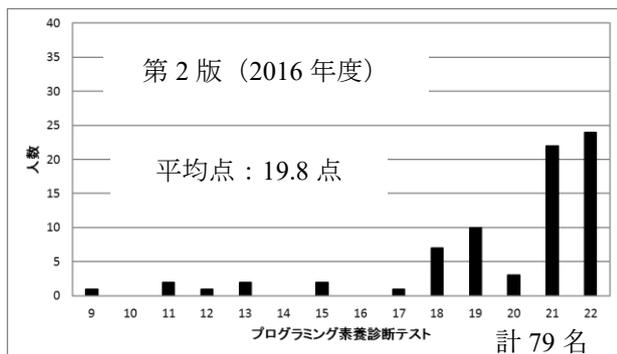


図7 第2版の得点分布

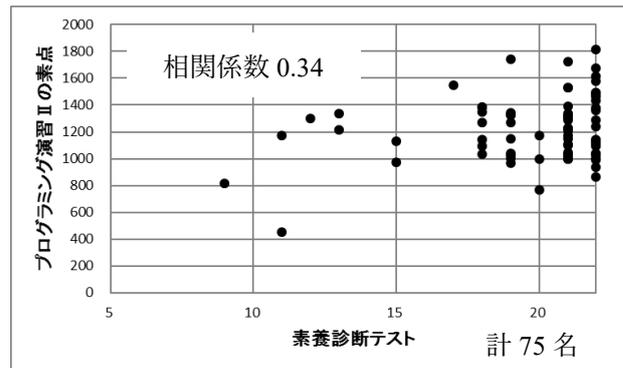
5.2 プログラミングの科目の評価との相関

第2版の結果とプログラミング演習IIの素点との相関を図8に示す。相関係数は0.34で「やや相関がある」という結果が得られた。なお、相関の強さに関する表現は文献[4]のものである。

表2 相関係数の値と相関の強さ

相関係数の値	相関の強さ
0 ~ 0.2	ほとんど相関がない
0.2 ~ 0.4	やや相関がある
0.4 ~ 0.7	かなり相関がある
0.7 ~ 1.0	強い相関がある

図8 「プログラミング演習I」の評価との相関



5.3 プログラム作成の課題の評価との相関

プログラム作成の課題の中から代表的なものを4つ選び、その合計点と第2版の結果との相関を調べた結果を図9に示す。相関係数は0.25で「やや相関がある」となった。プログラムの動作が正しいかどうかは3段階で採点した。採点基準を表3に示す。

表3 採点の基準

点数	プログラムの内容
0.0	全然できていない
0.5	半分はできている
1.0	ほぼできている

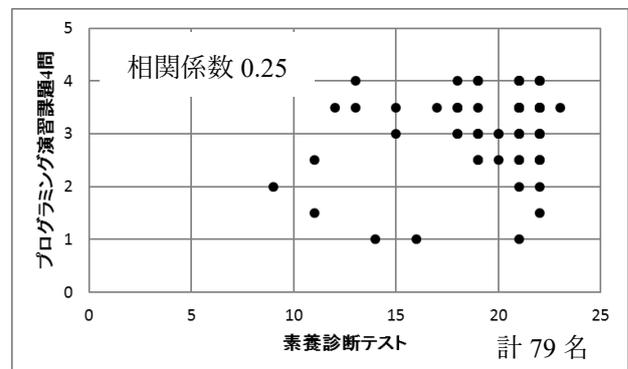


図9 プログラミングの演習課題
代表的な4問との相関

そこで、本研究でも初版と同様に、得点が低い学生のみを対象にして相関を調べた。得点が20点以下の学生を対象にしたときの相関を図10に示す。相関係数は0.33で「やや相関がある」という結果が得られた。次に、19点以下の学生を対象にしたときの相関を図11に示す。相関係数は0.38で「やや相関がある」という結果が得られた。

2015年度の学生(76名)を対象に初版とプログラム作成の演習課題の相関を図12に示す。プログラム作成の演習課題の内容は異なるが、得点が低い学習者8名で検証を行った際に初版とプログラム作成の演習課題の間に相関があるという結果になった。この結果から表4に示すように、素養診断テストの

得点が低い学生を対象として相関をとった時の対象者の割合が高いことがわかる。

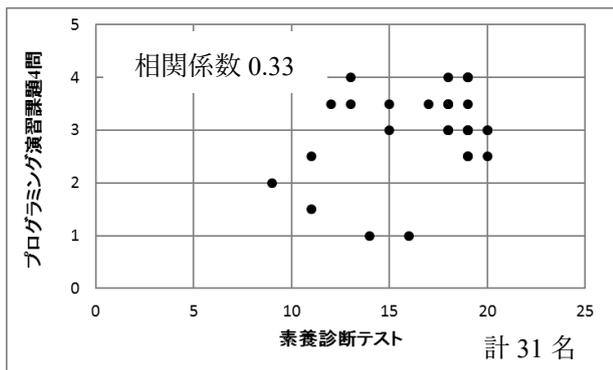


図 10 20点以下の学生

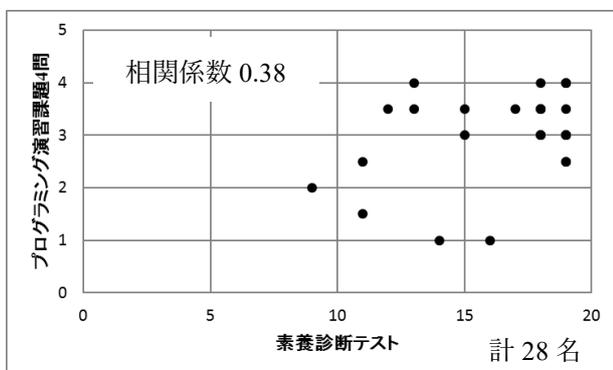


図 11 19点以下の学生

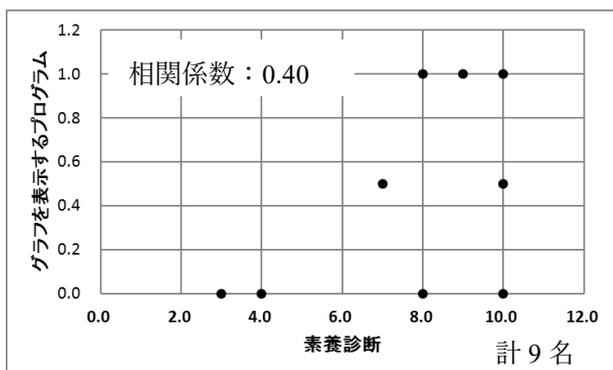


図 12 2015年の学生を対象に行った相関

表 4 相関があったときの学生の割合

年度	学生数		割合
	全体	弁別できた人数	
2015	76	9	12%
2016	79	28	35%

6. 結論

プログラミング素養診断テストの問題の難易度を上げ、素養診断テストの得点を広範囲に分布させることにより、素養があるかどうかを弁別できる人数の割合を12%から35%に増加させることができた。

7. 素養診断テストの結果の利用

2017年度はプログラミング科目を学び始める4月に第2版の素養診断テストを実施した。昨年度の結果である図10および図11を参考にして22点満点中15点未満の学生を選び、机間巡回のときに指導に行きやすいように教室内の座席を一つの通路にまとめた。原稿の執筆時点では、プログラム作成の演習を毎週行っているところだが、演習中に指導に何回か行かなくてはならない学生のうち、半数強の座席をまとめることができ、机間巡回の効率化につながっている。

8. まとめ

プログラミング素養診断テストの初版の問題は得点にバラつきがなく素養があるかどうかを弁別できる人数が少ないことにあった。本研究では、問題の難易度を上げ、また、プログラムを読むだけでなく書く問題を加えることで弁別できる人数を増やすことを目的とした。結果として、得点の低い学習者のみを対象とした場合に素養があるかどうかを弁別できる人数の割合が約1割から約3分の1と増加させることができた。

参考文献

- [1] 小林史生: 学生のプログラミングの素養を調査する手法に関する研究, 三重大学院工学研究科 2013 年度修士論文 (2014)
- [2] 寺久保丞: プログラミング素養診断テストの有用性の検証に関する研究, 三重大学院工学部電気電子工学科 2015 年度卒業論文 (2016)
- [3] 三重大学ウェブシラバス (2017 年度) プログラミング演習 I ・プログラミング演習 II, <http://syllabus.mie-u.ac.jp> (参照 2017 年 5 月)
- [4] 前野昌弘, 三國彰: 図解でわかる統計解析, 日本実業出版社 (2000)