

初級プログラミング学習におけるプログラム作成過程と支援方法の検討

Considering the Process of Novices' Programming and Its Support

國宗 永佳^{*1}, 山本 樹^{*2}, 新村 正明^{*3}, 香山 瑞恵^{*1}
Hisayoshi KUNIMUNE^{*1}, Tatsuki YAMAMOTO^{*2}, Masaaki NIIMURA^{*3}, Mizue KAYAMA^{*1}

^{*1}信州大学工学部, ^{*2}尚美学園大学
^{*1}Faculty of Engineering, Shinshu University, ^{*2}Shobi University
^{*3}信州大学大学院理工学系研究科
^{*3}Division of Science and Technology, Shinshu University
Email: kunimune@shinshu-u.ac.jp

あらまし：本研究では、初級のプログラミング学習者がプログラムを作成する際の過程について、(1)問題の理解と(2)プログラムへの転換に分類した。(1)では(1a)与えられた問題文で何を解くことを求められているかを理解し、(1b)作成するプログラムで得られる結果・出力を考える。また、(2)では(2a)プログラムを記述するために必要な概念について理解し、(2b)これらの概念をプログラムとして記述するための文法や表記方法を用いて、(2c)(1b)で考えた解法を(2a)の概念を用いて再構成する。本稿ではこれらの分類に基づき、各段階での困難さを減少するための課題の設定や支援方法について検討する。

キーワード：プログラミング学習、初級者、作成過程、支援方法

1. はじめに

現在、筆者らは初学者を対象としたプログラミング教育を行っている。しかし、先行研究⁽¹⁾⁽²⁾においても指摘されているとおり、プログラミングを学習することは容易ではない。実際に、筆者らが教える学生の中にも、演習やレポート、試験などにおいて与えた課題を解くことができない者が多く存在する。

そこで筆者らは、学習者が課題への解答となるプログラムを作成する際の過程について注目し、過程の各段階における困難さを軽減するための支援方法について検討を行っている。本稿ではこの過程と支援方法について述べる。

2. 関連研究

初級のプログラミング学習に関する困難さや、支援については様々な先行研究が行われている。

プログラミングを行う上での困難さについて、Lahtinen らは 559 名の学生を対象としたアンケートを実施し、プログラミングにおいて学習者が困難と考えている事項を調査している⁽¹⁾。匂坂らは学習者の学習方略とプログラミングに対する理解度から、学習者の分類を行い、学習支援のためのルールを提案している⁽³⁾。

これらの研究では、プログラミングにおける困難さや、理解度の低い学生への支援方法について調査研究が行われている。一方、本研究では初級プログラミング教育におけるプログラミング作成課題についてその作成過程に基づいて、課題の提示方法や各段階での支援方法について検討することによって、学習者への個別対応ではなく、全体的な困難さを軽減することを目指している。

3. プログラムの作成過程

本研究においては、初級プログラミング学習において与えられた課題に解答する際のプログラム作成

過程を対象とする。また、与えられる課題の問題文としては、解答として求めるプログラムの機能について示し、詳細な処理手順については示していないものを想定している。例えば「Hello という文字列を 10 回表示するプログラムを作成しなさい」のような問題文は、求めるプログラムの機能について示している。一方、「Hello という文字列を、くり返しを用いて 10 回表示するプログラムを作成しなさい」のような問題文では、文中で示された処理をプログラミング言語に変換するだけでプログラムを作成することができるため、本研究では対象から外している。

上述した状況において、課題への解答となるプログラムを作成する過程で、学習者が到達する必要がある段階について、以下のように分類した。

(1) 問題の理解

(1a) 要求の理解

与えられた問題文において、何を解くことを求められているかを理解している

(1b) 結果の理解

与えられた問題を解いたときに得られる結果（出力など）がどのようになるかを理解している

(2) プログラムへの転換

(2a) 概念の理解

解答となるプログラムを記述するために必要な概念（例えば制御構造や変数など）を理解している

(2b) 文法の知識

(2a)の概念をプログラムとして記述するための表記方法や文法に関する知識を持っている

(2c) 解法の再構成

(1b)において、得られる結果を導いた考え方（解法）を、(2a)の概念を用いて再構成することができる

ある程度プログラミングに熟達した学習者は、(1b)の段階においてプログラムを作成することを前提とした解法を考える。しかし、プログラムを作成できない学習者は、この段階で漠然と考えた解法と、プログラムの処理手順とをうまく結びつけることができていると考えられる。

そこで本研究では、各段階について困難を除く、あるいは軽減するための課題の提示方法および支援方法について検討を行っている。これらの方法について以下に述べる。

4. 支援方法

(1)問題の理解については、実用的なプログラムを開発する上では必要不可欠な段階である。しかし、初級のプログラミング学習においては、プログラミング言語の基本的な文法や概念を習得することを目的としており、抽象的な要求から仕様を定義するなどの設計段階については学習目標に含まない。そのため著者らは、学習者が容易に具体的な状況や解法を理解することができるような問題を提示することによって、(1a)要求の理解を容易にする必要がある。

また、(1b)結果の理解についても、学習者が結果を想定できなければ問題を理解できていないとはいえず、その状態でプログラムを作成させることは非常に困難である。そのため、学習者の背景知識に合わせて、結果を想定することが容易な問題を設定する必要がある。

つまり、初級のプログラミング学習においては、(2)プログラムへの転換が学習目標として重要な点であるため、(1)問題の理解がプログラム作成の障壁とならないよう、学習者にとって理解が容易な問題を提示することが重要であると考えている。

次に、(2)に示したプログラムの転換のうち、前提知識となる(2a)概念の理解と(2b)文法の知識について述べる。これらの段階については、プログラムを作成する以前に知識として定着している必要がある。

(2a)概念の理解については、制御構造や変数などの概念について、実際の動作を見て学習するためのシステムを開発している⁽⁴⁾。このシステムでは、手続き型・構造化パラダイムのアルゴリズムを作成し、変数の値や制御の流れを1ステップごとに確認することができる。

(2b)文法の知識については、各概念の表記方法を記憶することが求められる。文法的な誤りについてはインタプリタ・コンパイラなどによって機械的に検出することができ、記述の誤りによる誤動作については、プログラムの実行時に発見することが可能である。

また、(2a)と(2b)については、既に作成されたプログラムの動作を読み取るタイプの問題への解答から、理解度を測ることができる。

(2c)解法の再構成は、プログラムを作成する上での最も本質的な段階である。この段階について効果

を挙げるためには、個別指導を伴う十分な学習が必要であると考えている。

そこで、筆者らは初級プログラミングへの導入教育として、アルゴリズム的思考法の教育を行っている⁽⁵⁾。アルゴリズム的思考とは、与えられた問題を、決められた操作や制御構造のみを組み合わせで解決する思考を指している。ここでは、データ構造を変数のみ、パラダイムを手続き型・構造化として、プログラミング言語を用いずにビジュアルプログラミング環境⁽⁴⁾を用いている。学習の順序としては、始めに概念の理解のための学習のみを集中的に行い、プログラムの読み取りを行うタイプの問題によって概念を十分に理解していることを確認する。その後、問題の理解が容易になるよう設定した課題について、プログラムを作成する学習活動を個別指導も含めた多くの時間をかけて行っている。

このことによって、(1)問題の理解と(2b)文法の知識の段階を省略することができ、(2c)解法の再構成の段階に多くの時間を割くことが可能となり、部分的ではあるが、プログラミング作成能力が向上していることが分かっている⁽⁵⁾。

5. まとめ

本研究では、初級プログラミング学習におけるプログラム作成の過程について分析し、各段階における困難さを軽減するための問題の設定および支援方法について検討を行った。この検討に基づき、本質的な部分について多くの時間をかけるための指導を実施したところ、一部の能力について向上したことが分かった。

一方、解法の再構成の部分については、より効果的・効率的な指導を検討する必要がある。また、プログラミング言語の概念や文法についても、より効果的な記憶定着を促す方法について検討する必要がある。

参考文献

- (1) Essi Lahtinen, Kirsti Ala-Mutka, Hannu-Matti Jarvinen: "A Study of the Difficulties of Novice Programmers", Proc. of ITiCSE'05, pp.14-18 (2005)
- (2) Tony Jenkins: "On the Difficulty of Learning to Program", Proc. of 3rd Annual LTSN-ICS Conference, pp.53-58 (2002)
- (3) 匂坂智子, 渡辺成良: "プログラミング初学者の学習方略と段階的理解度に関する調査及び支援ルールの作成について", 教育システム情報学会誌, Vol.26, No.1, pp.5-15 (2009)
- (4) 小林慶, 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明: "アルゴリズム的思考法教育を支援するビジュアルプログラミング環境の開発", 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.4, pp.3-8 (2012)
- (5) 國宗永佳, 香山瑞恵, 新村正明: "情報工学科学生に対するアルゴリズム的思考法教育の実践と評価 (第2報)", 教育システム情報学会研究報告, Vol.27, No.6, pp.177-182 (2013)