

トップダウン型のプログラミング法を学ぶための教材開発と評価

伊藤 彩夏[†] 杉山 岳弘[‡]

静岡大学^{†‡}

1. はじめに

現在、多くの大学で初期に行われるプログラミング教育は、最初に基本3構造などの基礎的な知識から、文法、関数、データ定義、フローチャートと積み上げ、徐々に大きなプログラムを作っていく、というボトムアップ型が一般的である。この問題の一つとして、言語を習得するのにより長い期間を要することが挙げられる[1]。プログラムを作るという思考が、文を組み合わせ、試行錯誤的に作成するという効率の低いプログラミング法となる。効率的なプログラミング法には、問題解決のため目的の処理を段階的に詳細化していくトップダウン型の思考(段階的詳細化)が必要と考えられる[2-4]。

段階的詳細化とプログラミング能力の関係性については複数の論文[2-5]で論じられている。しかし、プログラミング教育において、段階的詳細化能力を身に付けるためのプロセスを活かして、教材化したものがないのが現状である。

そこで本研究では、段階的詳細化能力とプログラミング言語とを習得していくことを目的とした教材の開発を行う。

2. 研究の目的とアプローチ

本研究の目的は、初期のプログラミング教育において、プログラミング言語と同時に、段階的詳細化能力を習得させることである。

具体的には、まずはトップダウン型のプログラミング法を学ぶための教材を開発する。次に、開発した教材を用いて、被験者に対してプログラミングを学習させる実験を行う。次に、教材の有効性を検証するため、転移課題とヒアリング調査を行って、教材によってプログラミング言語と段階的詳細化能力がどれほど習得できたかを評価する。

3. 教材の開発

本研究の教材において使用するプログラミング言語はPythonを用いる。題材として、Webページを自動生成するプログラムを作成する。このプログラムは、複数のデータファイルから、必要な情報を抜き出し、目次ページと各ページの

情報と画像ファイルを関連付け、複数のHTMLファイルに書き出して全体としてWebページを生成する。これを段階的に詳細化しつつ、プログラムを作成し、学習していく教材とする。

【教材の構成】

開発する教材は、全14レッスンで、レッスンごとに、段階的詳細化を行うパートとプログラミング言語を習得するパートとで構成する。段階的詳細化を行うパートでは、作成するプログラムの処理単位の機能を、一段ごとに詳細化し、まとまった処理に分割し、レッスンが進むごとにさらにその処理を詳細化していく。プログラミング言語を習得するパートでは、段階的詳細化のパートに対応したソースコードと必要となる文法について書かれている。これにより、教材使用者は、1レッスンごとに、段階的詳細化を行い、プログラムの構造を把握した後にソースコードを打ち込み、プログラミング言語の知識を得ることができる。

4. 教材の効果に関する実験

(1) 被験者

実験の被験者の属性を表1に示す。

表1: 被験者一覧

ID	学年	プログラミング歴	使用経験言語
A	3年	半年~1年間	Java, R
B	3年	半年~1年間	BlockEditor[6], JavaScript
C	3年	3年~4年間	BlockEditor, Scratch
D	3年	半年~1年間	BlockEditor, JavaScript, PHP
E	3年	半年~1年間	JavaScript

(2) 実験の方法

実験の方法は、以下のとおりである。

- 被験者には、教材(全14レッスン×1レッスンあたり10~30分)を、2週間以内に終わるよう取り組んでもらう。レッスンごとに理解度を調査するアンケートにも回答してもらう。
- 教材による学習が終わった後、被験者を集めて転移課題(全3問×1問あたりの制限時間40分)を行う。被験者は、教材を見ながら、自力で目的とするプログラムを作成する課題を解く。被験者にはメモ用紙を渡し、自由に使ってもらう。
- 最後に、ヒアリング調査を実施する(1時間)。各被験者に対して、教材で分かりにくかった

Development and Evaluation of Learning Materials for Top-down Programming Methods

[†]Ito Ayaka · Shizuoka University

[‡]Sugiyama Takahiro · Shizuoka University

点や転移課題の結果について細かく質問する。

(3) 実施概要

実験を実施した期間は、以下のとおりである。
 教材学習:2019年12月9日～2019年12月23日
 転移課題とヒアリング調査:2019年12月23日

(4) 学習に対する評価

学習に対する評価は、アンケートによる教材の理解度と、転移課題とヒアリング調査の3つで行う。転移課題の採点では、プログラミング能力と段階的詳細化能力に分けて、細かく採点項目を設定し、最大10点満点の加点方式で行う。

5. 実験結果

(1) 教材に対する理解度

被験者には、レッスンごとにアンケートで、段階的詳細化に関する理解度(表中:理解度[段])、プログラミング言語の理解度(表中:理解度[プ])と、加えて、教材を通してプログラムが段階的に詳細化されていく様子を理解できたか(表中:理解度[様])を聞く。なお、5段階評価(5:人に教えることができる、4:理解し使うこともできる、3:理解している、2:理解できない箇所があった、1:全く理解できなかった)とする。表2は各被験者の全レッスンの理解度の平均である。

表2:教材に対する理解度(平均)

ID	理解度[段]	理解度[プ]	理解度[様]
A	3.7	3.4	3.0
B	3.2	3.0	3.0
C	4.3	3.7	2.8
D	4.5	4.4	4.5
E	2.7	3.2	2.5

(2) 転移課題の結果

転移課題は、被験者の段階的詳細化能力に差が出るように、難易度を高く設定する。

【転移課題内容】

課題 1. 「英単語」と「その意味」が書かれているデータを読み込み、英単語を入力するとその意味が出力されるプログラムを作成する。

課題 2. あるアンケートのデータの中から、女性のデータのみを抽出する。同時に、「女性のみの値の平均値」も計算して出力させる。

課題 3. 指定された項目を集計する。項目別に、集計数だけ「☆」マークを出力させる。

表3は採点結果:段階的詳細化能力(能力[段])とプログラミング能力(能力[プ])である。

転移課題を最後まで作成できたのは、被験者Dの課題1のみであった。また、被験者A,B,Cは、転移課題の際に配布したメモ用紙を使っていたが、被験者D,Eはほとんど使わず、ほぼ何も書かなかった。

表3:転移課題結果(10点満点中)

ID	転移課題1		転移課題2		転移課題3	
	能力[プ]	能力[段]	能力[プ]	能力[段]	能力[プ]	能力[段]
A	2.7	1.4	0	3.8	10	
B	4.5	4.3	10	4.6	10	
C	7.3	5.0	10	4.6	10	
D	10.0	6.4	7	4.6	3	
E	0.9	0.7	0	2.3	0	

6. 考察

教材の有効性について:表2の結果より、被験者のプログラミング言語の理解度は平均3(理解している)以上となっており、教材を通して、プログラミング言語については一通り理解できたと言える。しかし、段階的詳細化および詳細化の様子については、平均3以上は一部の被験者(A,B,D)のみで課題が残る。

段階的詳細化能力とプログラミング能力の独立性について:表3より、被験者によって、段階的詳細化能力がより高い(B,C)、プログラミング能力がより高い(D)と、差が出ており、それぞれ得手不得手がでてきた。被験者B,Cは、段階的詳細化はできているが、プログラムの作成において、文法の理解が不十分だった、適切なメソッドを呼び出せなかったということがヒアリング調査によって明らかになり、プログラミングに関する知識が不足していた。

以上より、本研究で開発した教材は、段階的詳細化とプログラミング言語を同時に学ぶことができ、一定の有効性を示すことができた。

7. まとめ

本稿では、初期のプログラミング教育における、段階的詳細化能力とプログラミング言語と同時に習得させるための教材を開発し、有効性を示した。

参考文献

[1]D. Saito, T. Yamaura, A New Approach to Programming Language Education for Beginners with Top-Down Learning, IEEE, pp. 16-21, 2013
 [2]新開, 炭谷, プロセスを重視したプログラミング教育支援システムの開発, 日本教育工学会論文誌 31, pp. 45-48, 2007
 [3]稲葉, 原田, 島川, プログラミング教育のための語句選択を用いた構造化プログラム設計, 情報科学技術フォーラム講演論文集 8(3), pp. 603-604, 2009
 [4]新開, 宮地, プログラミング学習支援システムを用いた入門教育の実践, 日本教育工学会論文誌 33, pp. 5-8, 2009
 [5]木村, 矢入, トップダウンアプローチを用いたプログラミング言語学習への適用, 人工知能学会全国大会 29, pp. 1-4, 2015
 [6]松澤, 保井, 杉浦, 酒井, ビジュアル-Java 相互変換によるシームレスな言語移行を指向したプログラミング学習環境の提案と評価, 情報処理学会論文誌, Vol. 55, No. 1, pp. 57-71, 2014