

教科情報における張り直し可能な穴埋め式短冊を用いた プログラミング教育の実践

高橋 岳之* 牛山 絢子**

* 情報教育講座

** 卒業生

Teaching Practice of Programming Education Using Refillable Short Strips in Subject “Information”

Takeyuki TAKAHASHI* and Ayako USHIYAMA**

*Department of Information Sciences, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

**Graduate, Aichi University of Education

I. はじめに

高等学校でのプログラミング教育は、コンピュータを利用し実際にプログラミング言語を使用した実習の中で、アルゴリズムやプログラミング、データ構造を学ぶという内容になっている。学習指導要領解説にも「プログラミング言語の記法の習得などが主目的にならないように留意し」（文部科学省, 2010）とあるように、論理的な思考の育成に重視した学習内容とすることが重要である。しかしながら、大学などでプログラミングを専門的に学んできた教師が少なく、生徒に指導することが難しい状況にあることから、2017年度に「日本語プログラミング言語」を利用した授業のための教材を開発し、実践を行った。

上記の実践の中では、キーボード入力が苦手なため、プログラムを難しく感じる生徒がいるなど、いくつか課題が出ており、それらを解決するために、コンピュータを利用しないプログラミング教育のための教材を開発した。また、その教材を使用した授業を実践してその有効性を評価した。

II. 事前の検討事項

1. 「日本語プログラミング言語」を利用した授業

2017年度に、プログラミング初学者にも抵抗なく学ぶことができる教材として、「日本語プログラミング言語」プロデルを利用した教材の開発を行った。この言語は、図1のように日本語でプログラムを記述するものであるが、いくつか候補に挙げた日本語プログラミング言語の中でも、日本語に不自然さを感じず、

命令文などが機能ごとに色分けされ、入力候補が作成中に表示されるなどといった面からも、初学者が取り組みやすいシステムとして採用した。

～省略～
個数は、入力画面で「ドーナツをいくつ買いますか？」を入力したもの
もし個数<1または個数>個数上限なら
「不正な数値が入力されたので終了します」
を表示終了する
もし終わり
合計金額=個数×[値段]
～省略～

図1 プロデルのプログラム例

このプロデルを用いて、プログラミングの授業を行い、課題を確認したところ、約7割の生徒が概ね授業内容を理解できていた事が確認された。一方で、アンケートの回答内で、印象が変わったという90名弱の生徒にどう変わったのか、という点を聞いたところ、約半数が「難しいと感じた」と回答し、その理由としては、パソコンそのもの、特に入力が面倒に感じていた、ということが分かった。

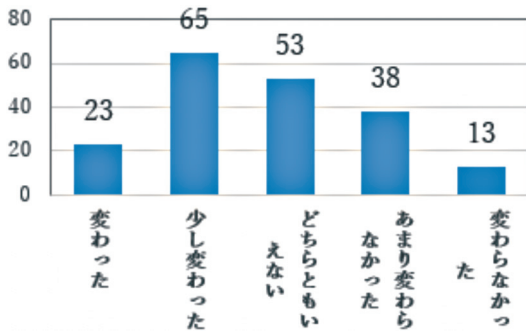


図2 授業終了後の感想

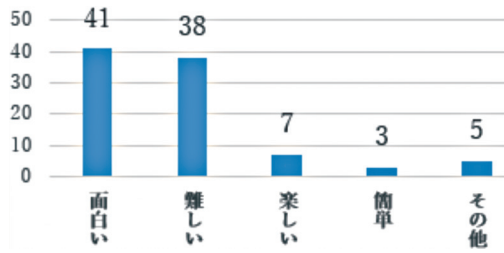


図3 印象が変わった生徒の意見

2. 利用する手法の検討

アンケートの結果をふまえ、本研究では入力に対する負担感がないように、コンピュータを用いないプログラミング教材の作成と授業の実践を行うこととした。コンピュータを用いないことで、ICT環境が整っていない学校でもプログラミング学習を行うことができる。また、パソコン上のプログラミング言語を用いないため、指導者への負担も少なくなり、指導者不足を解決できる。さらに、プログラミングへの拒否感を薄め、次のステップのパソコン上のプログラミング学習、具体的には実際に世の中で利用されている Java などのプログラミング言語を使用したプログラミング学習へ繋げたいと考える。これが本研究における、コンピュータを利用しないプログラミング授業の目的である。

利用するプログラミング教材には以下の点が必要であると考える。

- ・プログラムの流れを1から作ることができる
- ・プログラムの修正や追加が容易に行える
- ・厳しい制約がなく数字や文字列を扱える
- ・命令の種類等が視覚的に分かりやすい
- ・タイピングの必要がない

以上を満たすものとして、穴埋め式短冊を用いた疑似的なプログラミングを提案する。

3. 穴埋め式短冊を用いた疑似的なプログラミング

穴埋め式短冊を用いた疑似的なプログラミングによる製作物を便宜上「短冊プログラム」と呼ぶことにする。短冊プログラミングは図4の穴埋め式短冊を用いて行う。短冊の空欄を適切な言葉で埋め、並べることでプログラムを組み立てていく。A3程度の大きさの紙に、繰り返し貼ったり剥がしたりできるのりを塗り、短冊を貼りつけていく。何度でも張り直しができるため、命令文の入れ替え・追加・削除が容易に行える。また、視覚的に分かりやすくするために、命令の種類ごとに短冊の色を変えた(図5)。

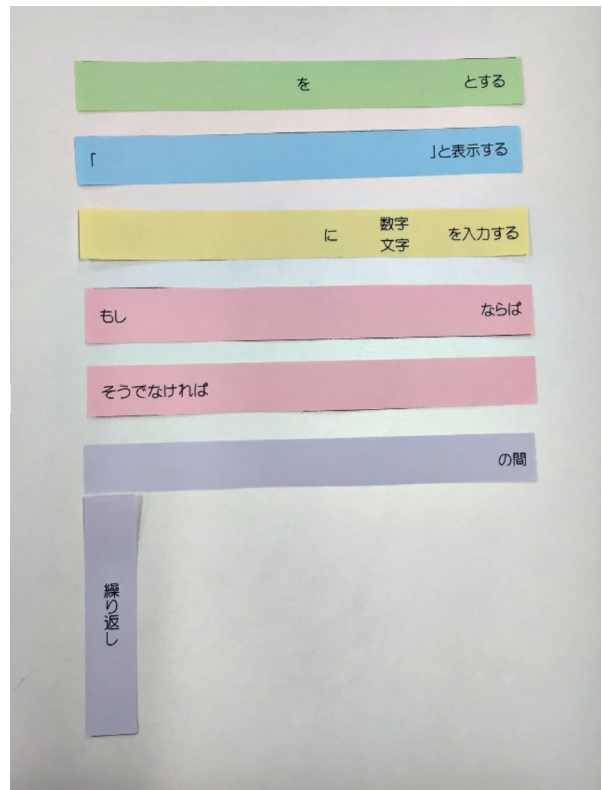


図4 穴埋め式短冊

命令文	色	役割
を とする	黄緑色	変数宣言 代入
「 」と表示する	水色	出力
に 数字 文字 を入力する	黄色	外部入力
もし ならば そうでなければ	桃色	条件分岐
の間 繰り返し	薄紫色	繰り返し

図5 穴埋め式短冊の詳細

Ⅲ. 実践

1. 授業 1：プログラミングについての基礎内容

コンピュータを用いない擬似的なプログラミング実習を行う。煩雑なプログラミング言語を使用しないことを伝え、生徒が抵抗感なくプログラミング実習に臨めるようにする。また、最初に行うプログラムやプログラミングに関する学習は基礎的な内容に留め、加えてプログラミングへの否定的な感情を減らすために、生活の中の動作、例えば、「水を飲む」動作をプログラムで表すことができるなど、プログラムは身近に存在していることを実感させる。プログラムとして、授業1で扱う内容は「条件分岐」と「繰り返し」のため、これらの考え方についても伝える。

簡単な例題に沿って短冊プログラミングのやり方を説明し、グループごとに問題で指示された短冊プログラムを作成する。

提示した問題は、身近な題材として、「おつり」「旅行の日程決め」「天気」「テストの平均点」「最高気温」の5つを用意した。

➤問題1：おつり

ここでは、1円硬貨・5円硬貨・10円硬貨のみ使用可能とする。商品は一つ7円である。

- ①購入する数を指定する
- ②払う金額を指定する
- ③おつりを算出する

以上の3つの機能を満たすプログラムを作りなさい。

基本のおつりを算出するプログラムである。複雑にならないよう、1円硬貨・5円硬貨・10円硬貨のみ使用可能という条件を付け、商品の数を指定し購入する場合のおつりを算出するプログラムである。

➤問題2：旅行の日程決め

友人と二人で3月に三日間旅行へ行くことになり、日程を話し合っています。

1. 二人が開始日の希望を1つだけ提示し、それぞれの希望日が一致していたらその日に決定するプログラムを作りなさい。
2. 二人が旅行開始日の希望を3つ提示し、いずれかが一致していたらその日に決定するプログラムを作りなさい。

二人の人物が三日間の旅行の開始日を決めるという場面を想定した問題である。この問題は小問が2つある。一つ目は、二人がそれぞれ1つだけ希望日を提示し、一致していたらその日に決定するプログラムである。二つ目は、二人が複数（3つ）の希望日を提示し、いずれかが一致していたらその日に決

定するプログラムである。どちらも旅行開始日を決定するプログラムではあるが、決定までのアプローチが異なる。一つの問題に複数の解決方法を挙げることで、それらの違いを認識し、より効果的な方法を考えられるような思考力を身に付けられるのが望ましい。

➤問題3：天気

明日の天気によって予定が変わります。「晴れ」「くもり」「雨」のいずれかを入力すると、明日の予定が表示されるプログラムを作りなさい。

晴れ・・・ピクニック
くもり・・・野球
雨・・・ボウリング

文字列を外部入力するプログラムである。「晴れ」「くもり」「雨」のいずれかを入力すると、明日の予定が表示されるプログラムで、形式を指定することで、文字も扱えることを理解させる目的がある。

➤問題4：テストの平均点

一人の生徒の、国語・数学・英語のテストの平均点を求めるプログラムを作りなさい。テストは100点満点とする。

一人の生徒の、国語・数学・英語のテストの平均点を求めるプログラムである。扱う変数の量が他の問題に比べて多いのが特徴である。単純な問題ではあるが、発展させやすい問題であるため、今後配列を学習するときに繋げやすい。

➤問題5：最高気温

三日間の最高気温を求めます。三日間の気温を入力して、その中で最も高かった気温を表示するプログラムを作りなさい。

三日間の最高気温を求めるプログラムである。入力された数字を比較して最大値を出すため、論理的な考え方が求められる。数字の大小の扱いに対してどのように対処するのかを考えられる問題である。

図6は問3に対する短冊プログラムの例であり、どの種類の短冊をいくつ使うかは自由である。また、実行例（図7）にある記述は、手作業で短冊プログラムを追いかけて出力などを記述する。四角で囲まれた文字は、ユーザが入力した、文字としている。

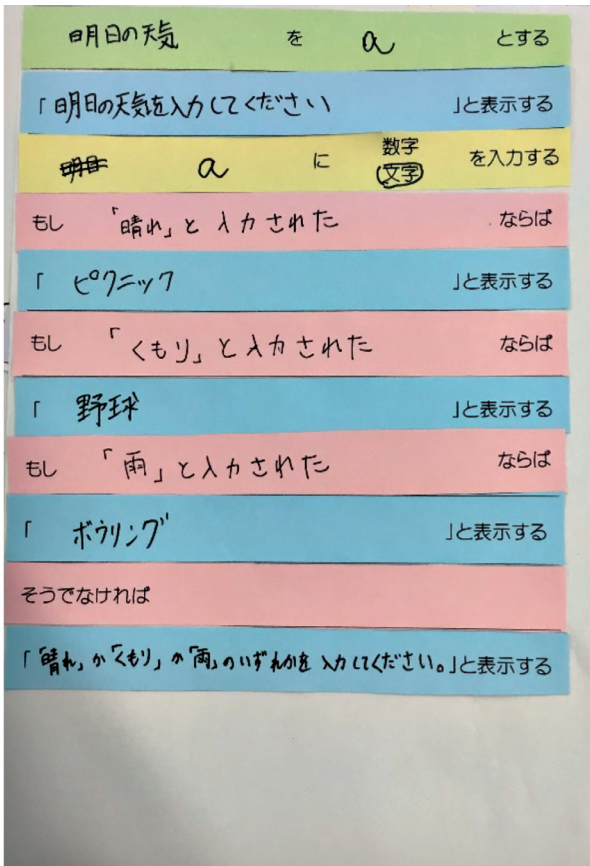


図6 短冊プログラムの例

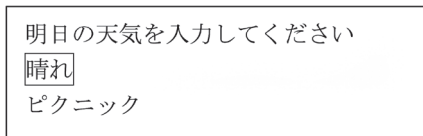


図7 短冊プログラムの実行例

2. 授業 2: プログラムの修正

授業2では、短冊プログラムの修正を行った。図8のプログラムを実行し、「12」を入力した場合、図9のような「おつりは5円です」と正しい表示が行われる実行結果になることが想定される。ところが、入力値として、「5」を入力したと仮定すると、図10のように「おつりは-2円です」といった、異常な結果が表示されることになる。

入力時に、商品価格以下の金額が入力された場合は、エラーとするような、例外処理というものをご考慮する必要があります。これは、エラーを排除するにはどうすればよいのかという考え方を身に付けるのが目標である。

回収した各プログラムにコメントを付けて返却し、それも参考にしてプログラムの修正をグループごとに行ってもらった。

プログラムの修正は図11のように赤ペンを用い、短冊などへ直接書き込みを行った。こうすることで、視覚的にどこを修正したかが分かりやすいため、学習のフィードバックが行いやすいとも言える。

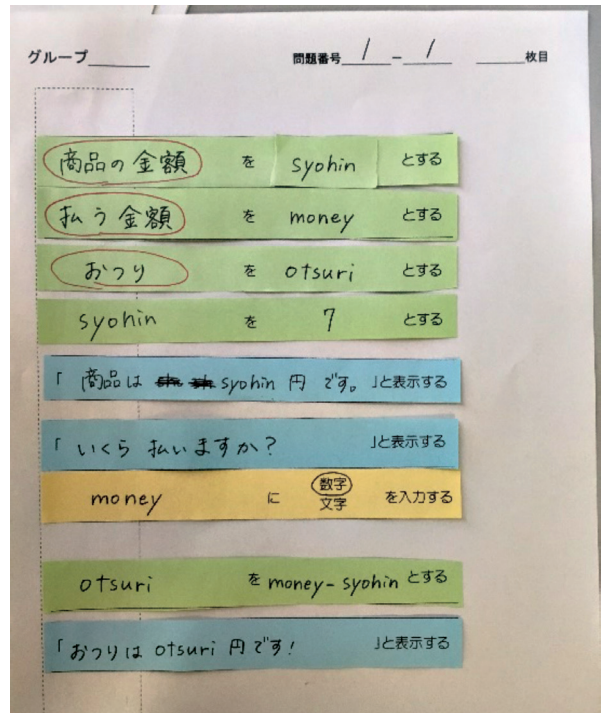


図8 短冊プログラム

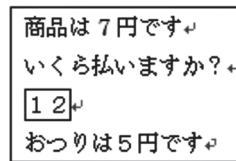


図9 実行画面1

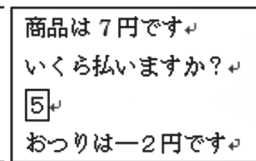


図10 実行画面2



図11 短冊プログラムの修正例

短冊プログラミングはあくまで擬似的なものであるため、正確なプログラムを作成する必要はない。疑似プログラミング実習の目的は、生徒に「プログラムを

完成させた」という達成感を得させ、次のステップへ進む意欲を促進することである。

IV. 評価

1. 授業前アンケート

授業前後にそれぞれアンケートを行った。授業前のアンケートでは、プログラミングに対する印象や、学習意欲について質問した。図12からわかるように、プログラミングに対して好印象な生徒は少なく、プログラミングの経験の有無にかかわらず難しそうだという印象を持っている生徒が大半であった。

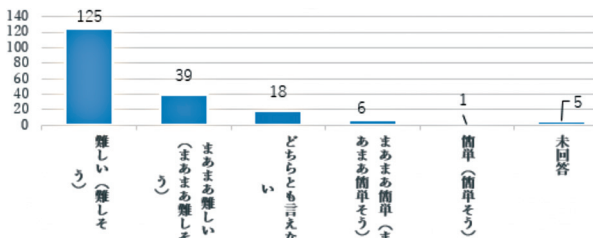


図12 プログラミングへの印象

また、「まあまあ難しい(難しそう)」または「難しい(難しそう)」と答えた生徒に、なぜそのように感じるのか質問したところ、図13のようになった。やはり、タイピングの問題や、プログラムそのものの困難さがプログラミングに拒否感を抱かせている原因であると推測できる。

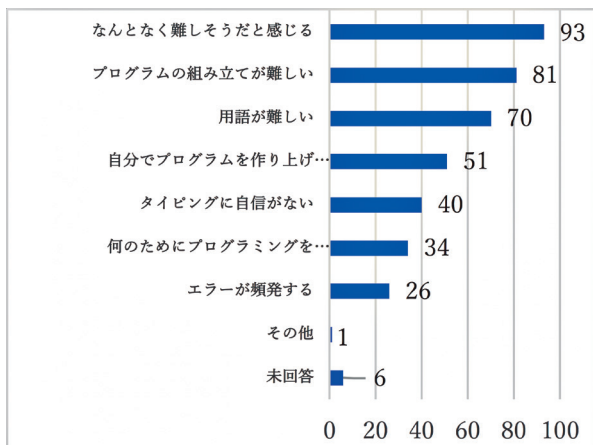


図13 難しいとする理由

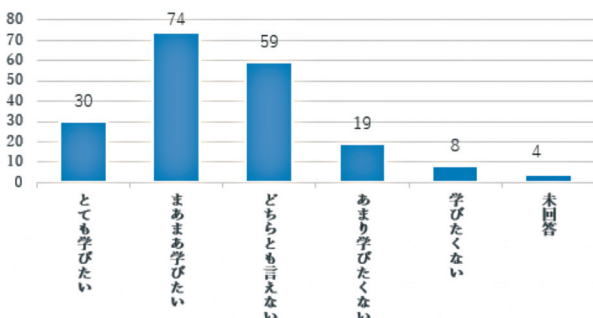


図14 プログラミングへの学習意欲

また、プログラミングの学習意欲について質問したところ、授業を受講していない状態で、学んでみたいという生徒は半数程度であった。(図14)理由を聞いたところ、「役立ちそう」という意見が多く、プログラミングが現代社会において役立つものであるという認識はあると思われる。

2. 授業後アンケート

授業後アンケートでは、プログラミングに対する印象の変化や、今後のプログラミング学習意欲について質問した。実際にプログラミングを学んでみてプログラミングに対する印象は変化したか質問したところ、7割を超える生徒が「変化した」と回答した(図15)。

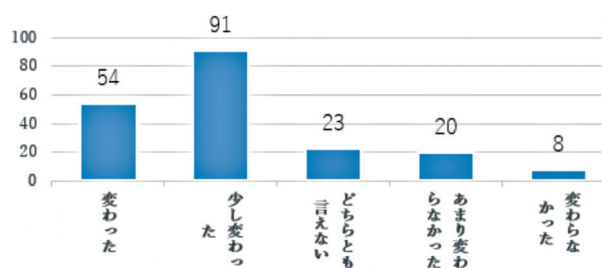


図15 印象の変化

図16は、印象が変化した生徒に、どのように変化したのかを聞いたもので、「楽しい」「面白い」という意見が多かった。先行研究では、授業後のプログラミングに対する印象として「難しい」という意見が多かったことを考えると、プログラミングへの印象は好転したと言える。ただし、一部の生徒はまだプログラミングに対して苦手意識を持っている。擬似的なプログラミングとはいえ、プログラムを組み立てることは必要で、そこにつまずいてしまったのではないだろうか。

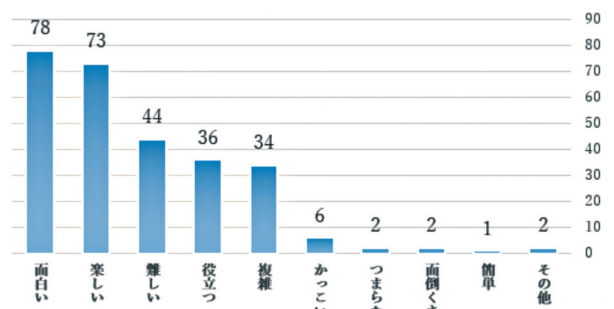


図16 印象が変化した内容

図17は、今後プログラミング言語の学習といった次のステップのプログラミング学習を続けたいかという質問の結果である。6割以上が「今後もプログラミング学習を続けたい」と回答した。疑似プログラミングの目的である、次のステップのプログラミング学習に繋げるための足掛かりとなるような学習が行えたも

のと考える。

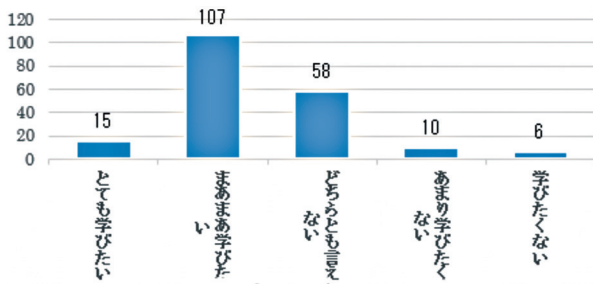


図 17 プログラミング学習を続けたいか

V. 結果と考察

授業実践の結果から、短冊プログラミングを用いたプログラミング学習を行うことで、次の学習に繋げることができることが分かった。ただし、プログラミング未経験者には「変数」を理解することが難しい。このことに関しては、「変数」の説明に時間を取る、「変数」の概念を短冊プログラミングからは外す、または「変数」が視覚的に分かりやすく扱いやすい短冊を新たに考案するといった改善策が挙げられる。

また、短冊プログラミング自体も発展することが可能で、配列等を扱うことでより自由度の高いプログラムをつくることができる。今回は問題をすべて用意したが、学習指導要領にもあるように、高等学校の情報は「問題解決のためにプログラミングを手段として用いる」とされている。したがって、自分自身で問題解決のためのプログラムを一から考えるのも面白い。本研究のプログラミング教材をベースに、大学生や中学生向けのプログラミング学習にも活用できると思われる。

今回は授業実践の回数が少なく、基礎的かつ大衆的な学習しか行うことができなかった。短冊プログラミングは手軽にでき、視覚的にも分かりやすいという特徴がある。個人の能力に合わせて課題を設定していくことで、より効果的なプログラミング教育を目指していく。

謝 辞

本研究は、牛山絢子さんの卒業論文（平成28年度愛知教育大学現代学芸課程情報科学コース）を加筆・修正したものである。

文 献

- 1) 高等学校学習指導要領解説 情報編, 文部科学省, 平成22年5月, 開隆堂出版株式会社, 75-78

(2019年9月24日受理)