

# タンジブル教材を用いたプログラミング授業支援のための学習者のプログラミング分類手法の提案

加藤 利康<sup>†</sup> 小山 巧真<sup>‡</sup> 神林 靖<sup>‡</sup>

日本工業大学 共通教育学群<sup>†</sup>, 先進工学部情報メディア工学科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

初等中等教育機関においてプログラミング教育が必修化され、小学校では 2020 年度から新しい学習指導要領が実施される。総務省でも「若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業」が 2016 年度から展開されており、プログラミング教育の充実が求められている。しかしながら、前提知識を持たない初心者や生徒が、一般的に使用されているプログラミング言語を用いて、プログラミングを学習することは容易ではない。そのため、学習者が容易にプログラミングを学べるようなプログラミング言語や支援環境が提案されている。支援環境は大きくグラフィカルなものやタンジブルなものに分類される。グラフィカルなものは、コンピュータの整備や小さい画面により操作が制限されている課題がある。そこでわれわれは、タンジブルな教材を開発した。開発した教材の一部を図 1 に示す。



図 1 開発したタンジブル教材

プログラミング授業においては、学習者と指導者の両方を支援していくことが重要である。プログラミング授業では演習を伴うことが多く、学習者は一人ひとり解法の異なる活動を行う。したがって指導者は学習者のプログラミング状況を把握しながら授業を進めていく必要がある。とりわけプログラミングの初学者に対しては、早い段階で支援することが望まれる。

本研究の目的は、データ収集が困難なタンジブル教材を用いたプログラミングの授業に対して、学生のプログラミング状況を分類して指導者に提供することで授業を支援できるようにすることである。本研究では、われわれが開発したタンジブル教材を例に取り上げて、学習者のプログラムを分類する方法を提案する。

## 2. 関連研究

関連する研究では、タンジブル教材の開発や評価を目的としたものが多く、プログラミング授業の支援が目的となると、その対象はプログラミングの仕方に対する支援が多い。

八城らは、タンジブル教材の開発とその評価を行った[1]。協調的なデザインをテーマとした授業展開を行っており、Scratch に比べてプログラミングをグループで学ぶことができる。しかしながら複数の学習者が同じエラーを発生するような場面は想定されていない。

Melcerらは、チームや協調性を意識したタンジブル教材の開発を行った[2]。日本のようなクラス単位の集合教育を意識した研究ではないため、授業という限られた時間内では適用できない。また、指導のポイントもタンジブル教材自体の支援になっている。

## 3. タンジブル教材を用いた授業展開

タンジブル教材を用いた授業展開は、つぎのとおりである。

1. テーマ（問題）を出題する
2. 学習者たちは動作手順（プログラム）を考える
3. 動作手順に合うように QR コードを並べる
4. 並べた QR コードを順番に端末で読み取る
5. 端末上で実行して動作を確認する
6. 動作が正しくない場合は、2へ戻る
7. 指導者は、学習者のプログラミング状況を確認してから必要に応じてクラス全体、あるいは個別に指導する

Proposal of Learner's Program Classification Method using Tangible Teaching Materials for Programming Lessons

<sup>†</sup> Toshiyasu KATO, <sup>‡</sup> Takuma KOYAMA, <sup>‡</sup> Yasushi KAMBAYASHI

Nippon Institute of Technology

QR コードに格納されている文字列は、(a) 命令の区分、(b) 命令、(c) {命令の属性、注釈}の順である。文字列の例を以下に示す。

- Program.IfStart{Formula, もし??ならば}
- Sprite.SetX{Request, X座標を?にする}
- Number.0{Num, 0}

#### 4. 提案する学習者のプログラミング分類手法

伝統的な言語によるエラーを分類する手法はいくつかあるが、今回は従来の言語ではないため、独自の分類手法が適用できる。そこでわれわれは、初等中等教育機関向けのプログラミング学習の到達目標[3]に注目し、これを応用して分類できないかと考えた。この到達目標は、8段階であり、さらに段階ごとに3から6のレベルがある。到達目標の抜粋を表1に示す。

表1 プログラミング学習の到達目標 抜粋

段階	レベル	到達目標
1	1	リテラルを理解する
	1	変数の宣言および初期化ができる
3	2	代入演算子を理解する
	3	if-else文を理解する
4	1	関係演算子を理解する
	2	関係演算子を用いてループの途中で終了できることを理解する
5	1	様々な演算子を理解する(算術, 論理)
6	1	一次元配列を理解する
8	1	再帰を利用した問題の解決
	2	処理を関数化して利用する

この到達目標の段階とレベルを QR コードの文字列に加えることで、エラーが起きたときに学習者たちがどの段階で躓いているかを分類し、教員にクラス全体で指導する必要がある状況を伝えることができる。

現在の QR コードを使ったプログラミング支援システムによるエラー表示の例を図2と図3に示す。

```
Program.IfStart{Formula,00005,もし??ならば}
Sprite.SetX{Request,00001,X座標を?にする}
Number.9{Num,00004,9}
```

図2 if文の条件指定を誤っている例

```
読み取ったQRコードの内容
App.Play(Void,00000,再生ボタンを押した時)
Program.IfStart{Formula,00005,もし??ならば}
Culc.<{Sym,<}
Sprite.NowSize{Val,現在の画像サイズ%}
Program.EndCond{Void,ここまで条件}
```

図3 関係演算子の使い方を誤った例

図2の場合には、if文について誤っているため表1より、3段階目のレベル3で躓いていることになる。図3の場合には、関係演算子について誤っているため、4段階目のレベル1となる。これらについて指導者には、それぞれたとえば次のような表示を提供する。

- 3-3 if-else文 4名
- 4-1 関係演算子 5名

上記の状況では、4段階目のエラーが多いが、3段階目のエラーも多いため、前の段階を再説明することで、クラス全体への指導が行える。このように段階とレベル、および内容と人数を確認することで要指導の検討材料を得ることができるようになる。

#### 5. 結論

本研究は、小学校向けのプログラミング授業を対象にタンジブル教材を用いた場合の授業支援を目的に、学習者のプログラムを分類する方法を提案した。具体的には、プログラミング学習の到達目標を作成して、タンジブル教材のプログラムに一致させることで、到達目標に見合った学習者の躓きを指導者へ提供することができるようになる。

今後は、実装して実際の授業でプログラミング授業を支援して評価する。

#### 参考文献

[1] 八城朋仁, 迎山和司, 原田泰, “協調的なデザインを体験するためのプログラミングツールと活動の設計”, 情報処理学会論文誌, Vol. 59, No. 3, pp. 822-833, (2018).

[2] Melcer, Edward F., and Isbister Katherine, “Bots & (Main) Frames: exploring the impact of tangible blocks and collaborative play in an educational programming game,” Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, ACM, (2018).

[3] CAS Computing Progression Pathways KS1 (Y1) to KS3 (Y9) by topic <https://community.computingatschool.org.uk/resources/1692/single> (Accessed 2020-1-2)