

小学生向けプログラミング教材開発 —コンピュータの動きをまねるボードゲーム—

高橋 弘樹[†] 猪股 俊光[†] 杉野 栄二[†] 新井 義和[†] 今井 信太郎[†] 成田 匡輝[†]

[†]岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

1. はじめに

文部科学省は2020年から、小学校でプログラミング教育の必修化を検討することを発表した。その目的は、コーディングを教えることではなく、児童のプログラミングの思考力を育成することであり、そのためには「思考力・判断力・表現力等」の育成が必要だと述べられている¹⁾。

そこで、本研究では、プログラミングの思考力育成のための小学生向けのプログラミング学習キット「IPU Programming Kit – Elementary Edition–」（以下“イプキット”と呼ぶ）を開発した。

2. アンプラグドCS

アンプラグドCSは、2009年にニュージーランドのBellらによって提唱された、コンピュータの基本原則を、コンピュータを利用せずに、小学生に分かりやすく学ばせることを目的としたメソッドである²⁾。

提案する教材は、この方式に基づいて、小学校のICT環境や教員のICT操作スキルに左右されずに、コンピュータ内部の動きを児童自身がまねしながら動作原理を学ぶためのものである。

3. 開発したボードゲーム

イプキットは次の4つから構成されている。

① プログラミングマット

図1に示すように、命令カードや数カードを置くためのA3サイズの用紙である。イラストは、RAM (Random Access Machine)³⁾をイメージしており、左側の列が命令カードを並べるプログラム記憶装置、右側の列が数カードを並べるデータ記憶装置にあたる。中央の上段は、「命令取り出し→解読→実行」の命令実行サイクルの「命令取り出し」によって命令カードが置かれる場所（命令レジスタ）であり、下段は実行のために必

要とされるデータ（数カード）が置かれる場所（データレジスタ）である。

② 命令カード

命令カードは全部で13種類（加減算、条件分岐、繰り返し、データの読み込み・書き込みなど）あり、図1に置かれているのは、データの読み込み・書き込み、インクリメント、デクリメント、条件分岐、繰り返しである。

③ 数カード

数カードは全部で11種類（0～10）ある。図1に置かれているのは、0, 1, 3である。

④ 命令ポインタ

「命令取り出し」においてどの命令を取り出すのかを決定するためのものである。図1では左端の赤い丸で表す。

⑤ プログラミングドリル

ボードの使い方や各命令カードの使い方、例題（順次実行、分岐、繰り返し、アドレス）、問題が記載されている。図2は、表紙と順次実行の例題のページである。

プログラムの実行は次の1)~3)の繰り返しによって行われる。

- 1) 命令ポインタが指す欄にある命令カードを命令レジスタに置く。
 - 2) 命令ポインタを一つ下の欄に移動する。
 - 3) 命令レジスタに置かれている命令カードを実行する。実行した命令が「おしまい」ならばプログラムは終了。それ以外ならば3)へ。
- この動きを図1のプログラムに適用すると、「1たす」（インクリメント命令）が繰り返されて、データ1番と2番の和がデータ3番に書き込まれて、終了する。

Development of Teaching Learning Materials in
Primary Level Programming

[†]Hiroki Takahashi, [†]Toshimitsu Inomata,

[†]Eiji Sugino, [†]Yoshikazu Arai,

[†]Shintaro Imai, [†]Masaki Natira

Faculty of Software and Information Science,
Iwate Prefectural University([†])

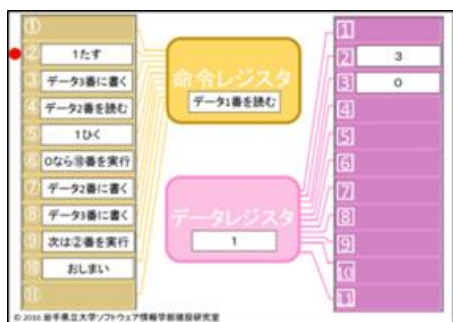


図 1 イプキット (プログラミングマット)



図 2 プログラミングドリル

4. 教材を活用した授業の実践

4.1. 実践内容

開発した教材を使って、小学生及び中学生（地将来的に中学生向けの教材へ拡張したため）に対して計4回の授業（90分～120分）を行った。

- I 八幡平市内小学校 5年生 13名 (2016/7/15)
- II サイエンスキッズ (学部主催) 小学4～6年生 27名 (2016/7/30, 8/5)
- III 八幡平市内小学校 5年生 3名 (2016/11/28)
- IV 滝沢市内中学校 中学1～2年生 10名 (2017/1/5)

IとIIでは授業の前半部（45分）で、コンピュータの構成要素を擬人化した寸劇を行い、コンピュータの内部の動きを実体験させた。後半部（45分）では、教材を利用した学習に取り組んだ。最後には、授業の内容を踏まえた〇×クイズを用意し、理解度を確認した。

IIIとIVでは、命令カードの種類を増やすとともに、プログラミングドリル（問題集）を作成し、自習できるようにした。IIIの児童はIの授業を受けていたこと、IVは中学生であることから寸劇は取り入れなかった。授業後にはアンケートを行い、命令・数カードの大きさや記載文字の見やすさ、ドリルの中の単語や説明の分かりやすさ、問題の難易度について評価した。

4.2. 実践結果

IとIIのアンケート等から、次のことがいえる。

- a) 学習内容の理解度：〇×クイズの平均正答率は77%であり、小学4～6年生でもコンピュータの動作を理解することができる。
- b) 前半で行った寸劇の評判が良く、教材に取り組む前の導入が大切である。また、コンピュータの動きをまねるには、構成部品の擬人化が有効である。

IIIとIVのアンケート等からは、次のことがいえる。（IVでは学習前後でアンケートを実施）

- c) 教材の材質・サイズは適切である。
- d) ドリルの説明は分かりやすかった。
- e) ドリルの問題のうち、「たし算・ひき算」は簡単だが、「分岐・繰り返し」は難しい。
- f) 人間とコンピュータの計算方法の違いを教えることができた。
- g) 授業前と後ではコンピュータの動作（命令実行サイクル）を活用した計算方法についての理解度の向上がみられた。

このうち、e)は問題を解くための授業時間が約45分と短かったことが影響していたと思われる。

5. おわりに

本研究では、小学生向けのアンプラグドCSに基づいたプログラミング学習キットを開発した。

児童らは、どの命令を使うべきなのかを思考・判断し、コンピュータの動作を表現することができていた。このことから、“コンピュータの動きをまねる”ことでプログラミング的思考力の育成に必要な「思考力・判断力・表現力等」を育成することが可能であると思われる。

今後は、中学校・高等学校におけるプログラミング必修化を踏まえ、この教材を基に、発展的な教材の開発を行いたい。また、寸劇の効果が大きかったことから、導入部分において生徒らの関心を集める方法も考える必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について」、2016/06/16, <http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shoto/122/attach/1372525.htm>, 2016年12月13日アクセス。
- 2) 兼宗 進 (監訳)「コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス」, イーテキスト研究所, 2007.
- 3) J.Leeuwen, etc : Handbook of Theoretical Computer Science, Volume A : ALGORITHMS AND COMPLEXITY, Elsevier Science Publishers B.V., 1990.