

# 児童のプログラミング的思考の育成を支援する設計シートでの表現の検討 ～順次・反復・分岐の視点からの分析を通して～

梅田 恭子\* 山本 苑佳\*\*

\*情報教育講座

\*\*卒業生

## A Study of Expression using Design Sheet that Supports Programming Thinking among Elementary School Students -Analyzing from the View Point of “Sequence, Iteration and Selection” -

Kyoko UMEDA\* and Sonoka YAMAMOTO

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

\*\*Graduate, Aichi University of Education, Kariya 448-8542, Japan

### 要 約

本研究では、児童がプログラミングで作品を制作する設計段階において、どのように児童のアイデアを外化することがプログラミング的思考を育成する支援を行いやすいのかを、実践を通して検討している。具体的には、児童は設計シートを用いて、プログラミングをする前に、必要な動きを分けて考えたり、動きに対応した命令にしたり、それらを組合せたりすることを考える。本稿では、その中でも特に組合せ（順次・反復・分岐）に着目し、文章やフローチャートなどの表現の違いによって、設計シートや作品での組合せの正確な表現に違いがみられるかを検討することを目的とする。

その結果、一部においてフローチャートを用いた方が設計シートの段階では正確に表現できていることは示唆されたが、作品では差は見られなかった。また、設計シートの表現の種類に関係なく、設計シートが正確に書けている群の方が、作品の完成度も高かった。これらの結果と実践を踏まえて考察を行った。

Keywords : 小学校プログラミング、設計シート、組合せ

### I はじめに

#### 1. 研究の背景

学習指導要領改訂において、2020年度から小学校においてもプログラミング教育が必修化となった<sup>(1)</sup>。プログラミング教育を通して育む資質・能力の知識及び技能として「身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと」、思考力・判断力・表現力等として「発達の段階に即して『プログラミング的思考』を育成すること」、学びに向かう力・人間性等として、「発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること」が求められている<sup>(2)</sup>。

特に「プログラミング的思考」は、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組

合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組合せたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と定義されている<sup>(2)</sup>。

渡邊<sup>(3)</sup>らは、この「プログラミング的思考」は、中学校の技術・家庭科、高等学校の情報科において学習するプログラミングの基礎となる資質・能力であることから、その学習内容とのつながりを踏まえて要素に分ける必要があるとしている。そして「組合せ」思考に関しては、プログラミングの基本となる概念である「順次」「反復」「分岐」に基づいて3項目の要素に分け、各教科等の授業において展開される思考活動に取り入れられるようにすることを目指した。「順次」は命令を順番に並べること、「反復」は指定された条件や回数を満たすまで命令を繰り返すこと、「分岐」

は条件によって命令を選択して処理することを意味している。

なお、本研究では、プログラミング的思考を上記のプログラミングの手引き（第2版）<sup>(2)</sup>と渡邊ら<sup>(3)</sup>の要素を参考に、①必要な動きを分けて考える、②動きに対応した命令（記号）にする、③組合せる（順次）、④組合せる（反復）、⑤組合せる（分岐）、⑥試行錯誤しながら継続的に改善するの6つの観点からみとることとした。

## 2. 本研究の目的

上記の定義において、児童がプログラミングを行う前に、まずはその自分のアイデアを外化し、設計する段階が必要であると考えられる。さらに、プログラミングの手引き（第2版）<sup>(2)</sup>の中で、児童は試行錯誤を繰り返しながら自分が考える動作の実現を目指す際に、「思い付きや当てずっぽうで命令の組合せを変えるのではなく、うまくいかなかった場合には、どこが間違っていたのかを考え、修正や改善を行い、その結果を確かめるなど、論理的に考えさせることが大切である」とも述べている。

これらを支援するために、実際にプログラミングを行う前や最中に、設計用のワークシート等を用いることが一つの手段となると考えられるが、これに関する研究はほとんどない。そこで、本研究では、これまで授業実践を通して児童のプログラミング的思考の育成を支援する設計用のワークシート（以下、設計シート）を開発し、また実践の結果を通して設計シートを検証し改善してきた<sup>(4)</sup>。

その研究の一環として、今回は、設計シートの中でどのような表現をさせることが、子どもたちの思考を支援しやすいのかを検討することを目的とする。なお、本稿では上記で定義したプログラミング的思考のうち、特に組合せ（順次・反復・分岐）について、設計シートや作品から正確に表現できているかを読み取り、分析を行った部分について報告する。

## II 研究の方法

愛知県内の小学校でプログラミングの授業を行い、実践を通して作成された設計シートや作品を評価した。

### 1. 授業実践の概要

- (1) 実施期間：2018年9月～12月
- (2) 対象者：愛知県内の4つの小学校の5年生
  - A 小学校 5年生2クラス（計64名）
  - B 小学校 5年生3クラス（計104名）
  - C 小学校 5年生3クラス（計100名）
  - D 小学校 5年生2クラス（計54名）
- (3) 実施場所：各小学校のコンピュータ室
- (4) 使用機器：パソコン（B小学校のみタブレット

PC）、プロジェクター、Scratch<sup>(5)</sup>

### 2. 授業の流れ

プロカリ<sup>(6)</sup>で公開されている指導案を参考にし、「プログラミングされていないものに対して、どのような機能をつけたら生活がより便利になるかを考え、Scratch で表現する」という目的で授業を行った。

各小学校での実践は、2時間連続の授業を2回、計4時間で行った。授業では、児童に設計シート、設計シートの書き方の例、ふりかえりシート、Scratch の使い方マニュアルを配布した。

具体的な学習活動の流れは以下のようである。

#### (1) プログラミングについて学習する活動

まず、プログラミングが身の周りの生活を支えていることを学習した後、プログラミングの基本となる概念である「順次」「反復」「分岐」の学習を行った。ここでは、3つの要素を身の回りにあるものに例えて説明した。「順次」は上から下に正しく順番を守って動くこととして「洗濯機」、「反復」は指定された条件や回数を満たすまで、命令を繰り返し動くこととして「信号機」、「分岐」は命令を選んで処理をして動くこととして「自動販売機」の例をあげた。この活動を通して、プログラミングが身の周りの生活に役立っていることを意識させることを目的とした。

#### (2) Scratch の基礎を学習する活動

次に Scratch の基礎の学習を行った。初めに、Scratch の画面の説明を教師が制作した作品を見本として見せ、Scratch ではこのような作品を完成させることができることを実感させる。その後、どのようなプログラミングがされているのかを教師側から説明した。児童は Scratch を使いスモールステップでブロックを操作することを繰り返し、見本の作品を完成させた。この活動を通して、Scratch に慣れることと、自分の作品のイメージを膨らませることを目的とした。

#### (3) 設計活動（設計シートの作成）

実際にプログラミングによる制作活動に入る前に、設計シートを作成する活動を行った。設計シートは、1章の定義にあわせて「必要な動きに分ける」思考、「動きに対応した命令（記号）にする」思考、「組合せる」思考（順次、反復、分岐）を外化ができるように、前年度の設計シート<sup>(4)</sup>を改善した。

この活動では、自分の考えたことをプログラミングで表現するために必要な情報まで落とし込むことが求められる。そのため、自由な発想を段階的に具体的にしていくことができるように、一つ一つを書き終えてから次の活動で進めるように授業を進めた。

#### (4) Scratch による制作活動

作成した設計シートを参考に、Scratch でのプログラミングを行い、設計した作品を制作した。制作途中に設計シートの内容を変更したい時は、改善点がわか

表 1 振り返り活動の評価の観点

評価観点	授業の中での具体的な活動	プログラミング的思考との対応
やりたい動きを、いくつかのまとまりや動きに分ける。	→設計シートで、考えた機能をいくつかの場面に分けることができたか	①必要な動きを分けて考える
分けた動きに対応した命令(記号)を探す。	→Scratchで、当てはまる動きを見つけることができたか	②動きに対応した命令(記号)にする
上から下に正しく順番に並べたり、必要な動きを組み合わせたりする。	→Scratchで、見つけた動きを順番に並べることができるか	③組み合わせる「順次」
同じことを繰り返したり、全体の動きが何回も繰り返したりする部分に気付き、まとめて表す。	→Scratchで、ずっとや○回繰り返す部分に気付き、制御ブロックを使って表すことができたか	④組み合わせる「反復」
条件に応じて違う動きをさせたい時に、それぞれに合った、手順を考える。(もし~なら)	→Scratchで、もし~ならの部分に気づき、制御ブロックを使って動きを表すことができたか	⑤組み合わせる「分岐」
やりたい動きをするために、動きがあっているか確かめ、問題がある時は原因を探して、改善する。	→Scratchで作りながら、設計シートに赤ペンで直し、自分のやりたい動きを目指して作ることができたか	⑥試行錯誤しながら継続的に改善する

るように赤ペンで直すように指示をした。

(5) 作品発表会

完成した作品を隣同士で評価しあう活動をした。評価観点としては、授業目標の観点で、生活を便利にするための新しい機能がついているか、作品の発想の観点で、見た人にとって、楽しい作品になっているかという2つに絞った。

(6) 振り返り活動

振り返り活動では、1章で定義した6つの観点が振り返りシートを用意した。振り返りシートで尋ねた項目を表1に示す。なお、児童に示したのは、表1の「評価の観点」を示し、それぞれが今回の授業での具体的な活動としては何に当たるかを説明した。プログラミングに対する思考の変化を見るために、Scratchの基礎を学習した後、設計活動後、全授業後の3回行った。児童は、各項目に対して「完璧にできた」「だ

いたいできた」「あまりできなかった」「できなかった」から答えた。この活動を通して、プログラミング的思考を内省することを目的とした。

3. 提案した設計シートと対象者について

本研究では、実践を進めながら設計シートを改善していき、結果として3種類の設計シートを作成した。

A学校の2クラスとB学校の1クラスの計3クラスでは、完成図を絵で描き、オブジェクトの動きを文章で説明をする設計シート(図1)を用いた。この設計シートは、前年度用いた設計シート<sup>(4)</sup>を基にしており、動き一つ一つに対して、何がどう動くのか、反復や分岐などの要素を考えることが求められる。ただし、それぞれの動きが独立しており、それらをどのように組み合わせるかを考えることが難しいと考えられる。この設計シートを用いたクラスを以下、「文章群」と

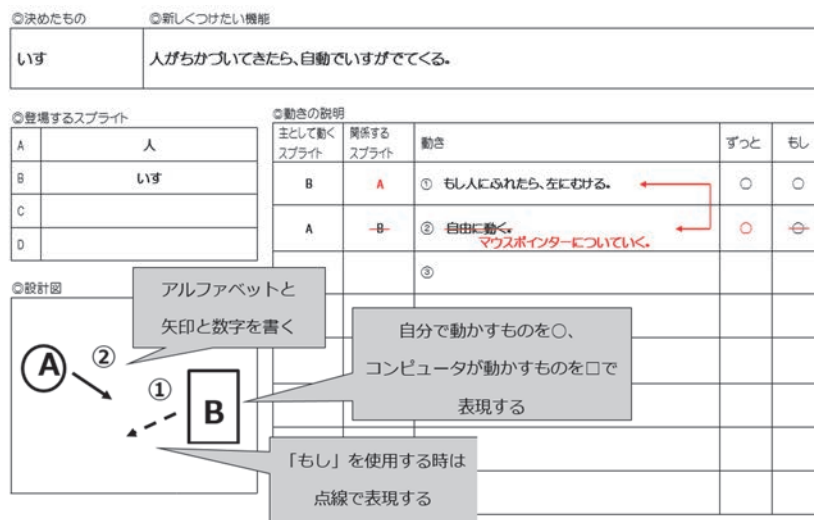


図1 オブジェクトの動きを文章で説明する設計シートと記入例

書く。

B 小学校の2クラスでは、オブジェクトの動きをフローチャートで表現した設計シート（図2）を用いた。この設計シートは、新地ら<sup>7)</sup>の研究を参考にそれぞれの動きをどのように「組合せる」かをフローチャートで表現する活動を中心に行うものであり、オブジェクト一つ一つに対して、どのように動きが流れていくのかを考えることとなる。フローチャートの書き方

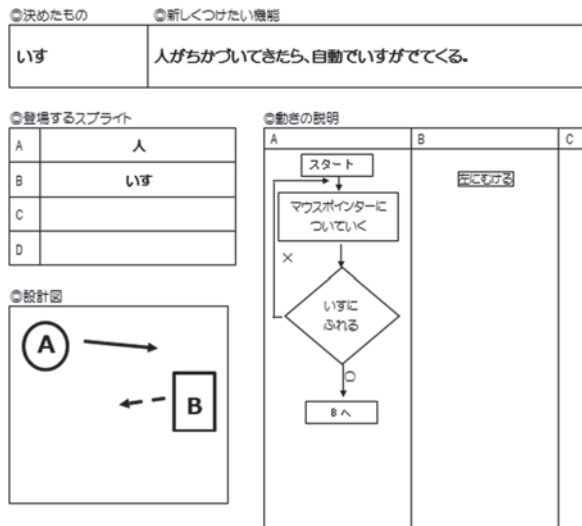


図2 オブジェクトの動きをフローチャートで表現する設計シートの一部と記入例

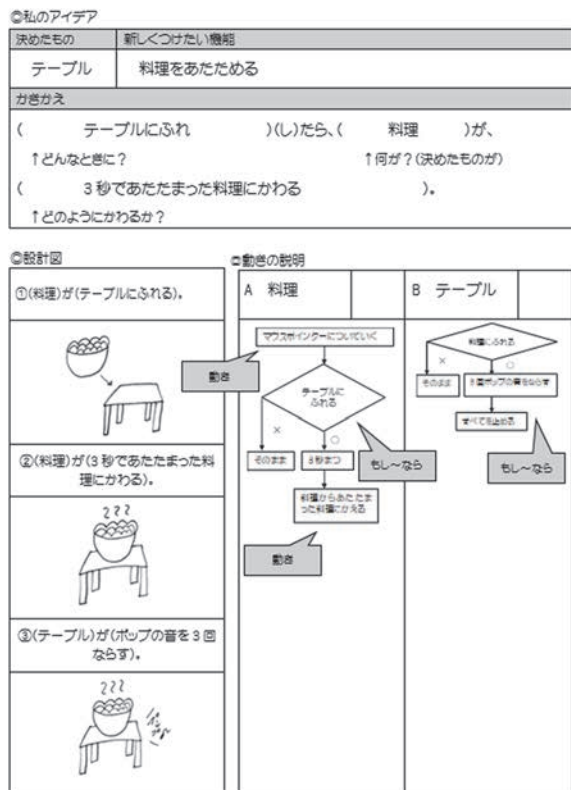


図3 作品の場面の動きを漫画で描く設計シートと記入例

については、例について簡単に説明し、それに倣って書くことを伝えるにとどめた。この設計シートでは、考えた作品をいきなり必要な動きに分けて考えなければならない点が難しいと考えられる。この設計シートを用いたクラスを「フローチャート群」と書く。

C 小学校とD 小学校の5クラス（以下、漫画+フローチャート群）では、自由に考えた作品の完成図を書くのではなく、漫画を描くことによって、それぞれのオブジェクトがどのように動くのかを表現する設計シートを用いた（図3）。その後、オブジェクトごとにフローチャートを書くという手順にした。ただし、フローチャート群で、分岐による矢印が難しいようであったことから、明確な条件がなくそのままの状態が続く場合は「そのまま」として書く例を示した。以下、この設計シートを用いたクラスを「漫画+フローチャート群」と書く。

なお、いずれもオブジェクトの数を最初は2つに限定し、早く進んだ児童は、オブジェクトの数を増やしても良いことにした。

#### 4. 評価の方法

設計シートと作品の中で、プログラミング的思考のうち組合せの「順次」「反復」「分岐」が表現できたのかを評価した。さらに設計シートでは、どのオブジェクトが動くかを記述できているかという「主語の識別」も評価した。それぞれ、ほぼ正確に表現できている場合を2点、部分的に表現できている場合を1点、表現できていない場合を0点として採点した。2つのオブジェクトをそれぞれ評価したため、各4点満点となった。オブジェクトが2つ以上ある場合は、得点の高い二つを採用した。さらに、作品については設計シートで考えたアイデア通りにできているかの「作品の完成度」についても2点満点で評価した。

### III 結果と考察

ワークシートや作品や振り返り活動が全て揃っている児童210名分について分析を行った。

#### 1. 結果

##### (1) 設計シートの表現について

設計シートの違いで、設計シート上で「主語の識別」「順次」「反復」「分岐」が表現できているかどうかを分析した。なお、「反復」については、フローチャート群では、条件をとまなう反復の表現が難しかったことから、全体の繰り返しを明記する欄を設けていなかったことから、文章群と漫画+フローチャート群のみで比較を行った。各群の平均点は表2の通りである。

一要因分散分析の結果、「主語の識別」「順次」については、群ごとの有意差はなかった。「反復」については、有意に漫画+フローチャート群が点数が高か

った ( $F(1, 150)=13.02, p<.01$ )。また、「分岐」については、有意にフローチャート群が点数が高かった ( $F(2, 207)=3.64, p<.05$ )。つまり、「反復」と「分岐」についてはフローチャートを書いた方が正確に表現できることが示唆された。

(2) 作品での表現について

プログラミングで制作した作品について「順次」

表2 設計シートと作品の評価の平均点

群	文章	フローチャート	漫画+ フローチャート
N	40	58	112
設計シート：主語の識別			
M	2.75	3.00	3.27
S.D.	1.53	1.45	1.10
設計シート：順次			
M	2.38	2.90	2.84
S.D.	1.28	1.20	1.38
設計シート：反復			
M	1.20		2.39
S.D.	1.38		1.91
設計シート：分岐			
M	1.55	2.33	2.07
S.D.	1.20	1.44	1.44
作品：順次			
M	2.80	2.64	2.82
S.D.	1.27	1.37	1.35
作品：反復			
M	1.83	2.19	2.34
S.D.	1.53	1.41	1.67
作品：分岐			
M	1.48	1.53	1.62
S.D.	1.50	1.45	1.53
作品：完成度			
M	1.38	1.40	1.58
S.D.	1.61	1.63	0.99

※作品：完成度のみ2点満点。それ以外は4点満点

表3 設計シートの高低群と作品の完成度の平均点

	設計図の種類	N	M	S.D.
高群	文章	14	1.14	0.77
	フローチャート	28	1.25	0.89
	漫画+フローチャート群	65	1.18	0.79
低群	文章	26	0.96	0.87
	フローチャート	30	0.80	0.96
	漫画+フローチャート群	47	0.96	0.81

「反復」「分岐」「作品の完成度」を分析した。各群の平均点は表2の通りである。

一要因分散分析の結果、全ての観点において群ごとの有意差は見られなかった。

(3) 設計シートと作品について

設計シートの「順次」と「分岐」を合計し、満点が8点であることから高群を5点以上、低群を4点以下で分けた。作品の完成度について、設計シートの表現の種類と設計シートの高低の2要因の分散分析を行ったところ、設計シートの高低の主効果のみ有意であった ( $F(1, 209)=4.83, p<.05$ ) (表3)。つまり、設計シートの得点が高い群の方が、作品の完成度が高いことがわかった。

2. 考察

設計シートのオブジェクトの動きの表現においては、「反復」と「分岐」はフローチャートを用いた方が、文章のみよりも的確な表現ができることが示唆された。しかし、作品になると設計シートの差が表れていないことがわかる。また、設計シートの表現に関係なく、設計シートが正確に書けていると、作品にも自分が作りたいものができるようになることが分かった。つまり、設計シートの必要性は示されたと言える。

その一方、作品に設計シートの表現による効果が表れていない一つの理由としては、フローチャートという新しい項目を取り入れたことで難易度が少し上がり、それによって設計活動そのものの時間やプログラミングの時間が若干削られてしまったことが考えられる。

今回実践をした4つの学校の内、フローチャートを既に他の教科で使っていたのは1校のみであった。また2つの学校はそれまでにプログラミングを行っていたが、2校は全く初めてであった。このように、時間が限られた中で、また学校によって条件の違う中で実践するためには、何を取り入れるか、何を省くかのトレードオフの考え方も取り入れていかなければならないことを実感した。2019年度も本実践を継続しているが、フローチャートをやめて、図3のような2-3コマの漫画で動きを表現する設計シートを試行している。

III おわりに

本稿では、児童のアイデアをプログラミングで作品にする学習目標の授業の中で、設計段階においてプログラミング的思考、特に組合せ(順次・反復・分岐)の思考を支援しやすい表現について検討した。その結果、表現の効果が一部に見られ、設計シートの必要性も明らかになった。

今後も実践を重ね、どのようにアイデアを外化

し、設計していくことが、児童のプログラミング的の育成に効果的かを検討していきたい。

#### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP17K00970 の助成を受けた。

#### 付記

本研究は山本苑佳 2018 年度卒業論文 「小学校プログラミング教育における設計シートでの思考の表現の考察」を再分析・再構成したものである。

#### 参考文献

- (1) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 総則編”（2017）
- (2) 文部科学省： 小学校プログラミング教育の手引（第二版）（2018）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162\\_02\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf)
- (3) 渡邊敏博、滝深潔、大久保賢二、蜂谷博則、東灘邦祥、加藤進一、平岡拓：“各教科のねらいに即して実践する小学校プログラミング教育の推進—「プログラミング教育スタートパック」、宮城県総合教育センター専門研究 情報教育研究グループ（2017）  
[http://www.edu-c.pref.miyagi.jp/longres/H29\\_S/s/jouho-u-02.pdf](http://www.edu-c.pref.miyagi.jp/longres/H29_S/s/jouho-u-02.pdf)
- (4) 梅田恭子、米澤和志、齋藤ひとみ、松永豊、磯部征尊：“ 児童のプログラミング的思考の育成を目指した設計シートの開発 “、日本情報科教育学会第 11 回全国大会講演論文集 pp. 71-73（2018）
- (5) Scratch: <https://scratch.mit.edu/>
- (6) みんなのコード：プロカリ <https://procurri.jp/home/>
- (7) 新地辰朗、安藤考治：“ フローチャート分析から考察する走行型ロボットを用いた小学校プログラミング教育 “、日本科学教育学会研究会報告、Vol. 32, No. 2. pp. 28-30（2017）  
（上記 URL 参照日：2019 年 11 月 18 日）