

# 小学生のプログラミング思考過程の調査

財田 和季  
千葉工業大学大学院

## Survey of Programming Thinking Process of Elementary School Students

Kazuki Takarada  
Graduate School of Chiba Institute of Technology

小学校でのプログラミング教育の狙いとして、「プログラミング的思考」を育むことなどがあげられる。(1)ピアジェの認知発達論, (2)学習方略との関係, などの観点から, 小学生のプログラミングにおける思考過程を調査した。アンケートと課題から, プログラミングができる小学生は認知的方略と柔軟的方略を使っていることがわかった。また, 必要な動きを考え, 動きを命令(記号)に置き換え, そして命令を組み合わせるといふ, プログラミングにおける問題解決過程に沿った思考ができていると考えられる。逆にプログラミングが苦手な小学生は, 複数の制御ブロックなどが必要な問題の正答率が悪くなる傾向が見られた。

キーワード: ビジュアルプログラミング, 自己調整学習, コンピュータ操作, 初年次教育

### 1. はじめに

2020年度から始まった新しい学習指導要領では, 小学校におけるプログラミング教育が行われる。小学校でのプログラミング教育の狙いは, (1)「プログラミング的思考」を育むこと, (2) プログラムや情報社会の仕組みに気付き, 活用する。情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていることなどに気付くことができるようにするとともに, コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり, よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと, (3)各教科等の内容を指導する中で実施する場合には各教科等での学びをより確実なものとする事の3つとすることができる[1]。

本実験では, プログラミングがよくできる小学生とそうでない小学生の違いを見つけ, どのような思考をしているかを(1)ピアジェの認知発達論, (2)学習方略との関係, などの観点から調査した。

### 2. 先行研究

#### 2.1 ピアジェの認知発達論

ピアジェの認知発達段階説 [2]では, 表1のように, 感覚的操作期, 前操作期具体的操作期, 形式的操作期の4種類の発達段階が存在する。調査の対象となる小学生は, 9歳から12歳の間であり, 「具体的操作期」と「形式的操作期」に該当する。具体的操作期は, 具体的な事物に対して物事に筋道を立て, 予測しながら考える論理的思考(具体的操作)が, 一応できるようになる年齢である。形式的操作期は, 論理的思考に加え, 抽象的思考ができるようになる年齢である。抽象的思考とは, 自分で実際に体験したものではなくても, 説明・映像などから具体的なイメージを描くことができることである。

表 1 ピアジェの認知発達段階説

年齢	特徴
0～2歳 感覚運動期	・主に感覚と身体活動を通して、自分の働きかけたものとその結果との関係から学習していく。
2～7歳 前操作期	・言語機能・運動機能ともに発達が著しく、物事を自分のイメージを使って区別して認識できるようになる。 教科力などは未発達で自己中心的な思考・行動になる
7～11歳 具体的操作期	・論理的思考力が発達し、相手の気持ちを考へて発言・行動ができるようになる。 ・数的概念を理解し重さ・長さ・距離など比較可能になる。
11歳～ 形式的操作期	・抽象的思考ができるようになる。 ・説明・映像などから具体的イメージを描くことができる。 ・知識・経験を応用し、仮説を立てて、結果を予測して行動・発言ができる。

## 2.2 学習方略

学習方略とは、学習を促進させる認知的な動きや行動の性質を意味する。例えば、柔軟的方略とは、学習の進め方を自分の理解度などの状態から柔軟的に変更していく方略である。プランニング方略とは、計画的に学習に取り組もうとする方略である。作業方略とは、テキストや参考書などを事前にきちんと準備したり、学習内容をノートに記入したりして覚えるといった、作業を中心として学習を進める方略である。リソース方略とは、トレーナーや友人などの人間関係を利用して学習を進める方略である。認知的方略とは、理解や集中力などといった認知的な働きを重視して学習を勧めようとする方略である。

## 2.3 プログラミングにおける問題解決過程

プログラミングにおける思考過程[4]を図1に示す。この過程では、問題文を理解したうえで、A)必要な動きを考える、B)動きを命令(記号)に置き換える、C)命令を組み合わせる、という操作を試行錯誤的に繰り返す。

す。A)は、問題の抽象化(どのよ B)は、処理(プロセス)の表現である C)は、プログラミング言語による記述である。

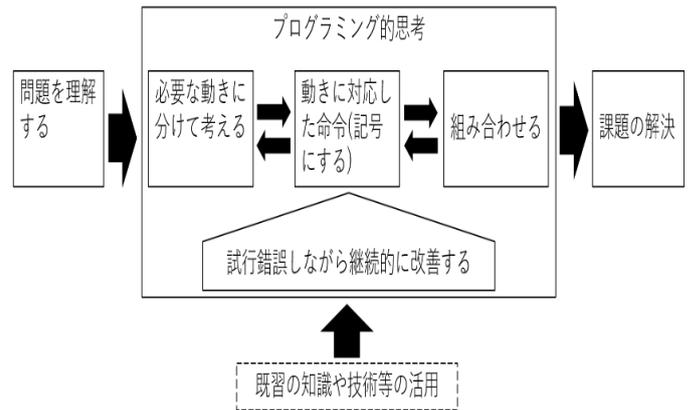


図 1 プログラミングにおける問題解決過程

## 3. 実験概要

### 3.1 調査概要

小学生8名を対象としてジュニア・プログラミング検定の課題とアンケート調査を行った。ジュニア・プログラミング検定の課題[5]と学習方略質問紙[3]を参考にプログラミングの際にどのようなことを行っているかやどの学習方略を多く使っているかなどについてアンケート調査を行った。

### 3.2 評価方法

ジュニア・プログラミング検定の課題では、「犬がコースを3周まわる」と「魔法使いとドラゴンの戦い」のテーマの問題を使う。問題では、ブロックの繋げ方やプログラムで使うブロックを問う問題を回答してもらい正答率から評価する。

学習方略については、5つの学習方略から合計33種類のアンケート調査を行い評価する。各方略について「よく使う(4)」、「少し使う(3)」、「あまり使わない(2)」、「全く使わない(1)」の4段階で回答してもらう。

### 3.3 実験の流れ

まず、ジュニア・プログラミング検定の課題を解いてもらう。次に、普段のプログラムでどのような学習方略を使っているかについて回答を行った。

ジュニア・プログラミング検定の課題は図2のようにプログラミングしたいブロックを上からどの順番に組み合わせるかを問う組み合わせ問題に回答してもらう。

【大】 旗をクリックされた時、右矢印キーの操作で犬を動かすとき、どの順番でブロックをつなげますか？上から順番にチェックしてください。

解答方法がわからないとき、下に回答例があります。



図 2 ジュニア・プログラミング検定の課題例

## 4. 実験結果

### 4.1 ジュニア・プログラミング検定の課題の結果

ジュニア・プログラミング検定の課題の結果と各被験者の正答率を表 2 に示す。ジュニア・プログラミング検定の課題は、問題 4 までが「犬がコースを 3 周まわる」というテーマの問題である。このテーマでは、犬のスプライトに十字キーで移動できるようにするや背景の色によって移動するスピードを変えるプログラムをする問題を出題した。

問題 5 からは「魔法使いとドラゴンの戦い」のテーマの問題である。このテーマでは、魔法使いとドラゴンと魔法のスプライトにプログラムを行う。魔法のスプライトには、魔法使いのスプライトから魔法を発射させるプログラムを行う問題を出題した。ドラゴンにプログラムする問題は、数秒ごとに表示させ魔法のスプライトに当たったら音を出して消える問題を出題した。

表 2 ジュニア・プログラミング検定の課題の結果

	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題6	問題7	問題8	正答率
被験者A	○	○	×	×	×	○	×	×	38%
被験者B	○	○	○	○	×	○	○	×	75%
被験者C	○	○	○	×	○	×	×	○	63%
被験者D	○	○	×	○	×	○	○	×	63%
被験者E	○	○	×	○	×	○	×	○	63%
被験者F	○	○	×	×	○	×	○	×	50%
被験者G	○	×	○	×	○	○	×	×	50%
被験者H	○	○	×	○	○	○	○	○	88%
問題ごとの正答率	100%	88%	38%	50%	50%	75%	50%	38%	

表からジュニア・プログラミング検定の課題は、問題 1 や問題 2 のようによくできている問題と問題 3 や問題 8 のように多くの被験者が間違っている問題があることが分かる。

全体的に正答率の悪い問題では、ブロックを置く順番を考える子同士で間違い方が似ている。もし〜ならブロックとずっとブロックは一緒にするなどのしっかりと置くブロックの規則性をおぼえておらず順番が逆になったりしてしまっている。また、正答率が被験者 A は問題を読む際に、キーワードに着目しすぎ、テキストの例文や覚えていたお手本の文章をそのまま書き写してしまっている。

### 4.2 各学習方略アンケートの結果

#### 4.2.1 柔軟的方略

柔軟的方略では、プログラミングする際に、まず頭の中で作るプログラムがどんなブロックを使う内容なのかを考える。アンケート結果の図 3 から、柔軟的方略はばらつきが大きく被験者の間で差がみられる。

#### 4.2.2 プランニング方略

図 3 から、他の方略に比べて被験者に差はあまり見られなかった。また、普段の授業から設計書などを描いていることから平均数値が高い。

#### 4.2.3 作業方略

各被験者の差が大きいことが分かった。アンケート項目から作業的方略の数値が低い被験者は、問題の見直しや間違った問題のチェックなどを行っていないことが多い。

#### 4.2.4 リソース方略

アンケート結果から、リソース方略は全体的に平均が高く被験者の多くがリソース方略を使用できていることが分かる。授業中に多くのトレーナーが巡回し理解できていないと思われる生徒に積極的に声をかけるためこの数値が高くなると考える。

#### 4.2.5 認知的方略

認知的方略は、作業的方略の次に数値が低く、ばらつきも大きい。被験者 H を除いて、アンケート項目 2 「プログラミングするときは、集中できるような工夫をする」と、項目 6 「新しいプログラムと今までのプログラムの関係を考えている」は数値が低い。

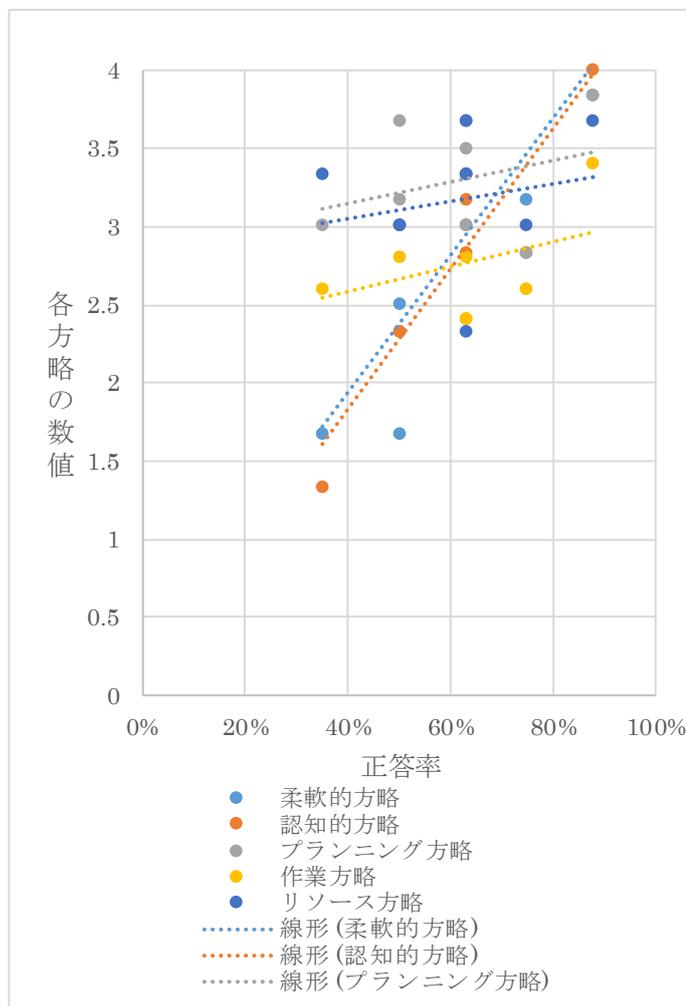


図 3 学習方略と正答率の表

## 5. 考察

表 3 は、被験者を課題全体の正答率で二群にわけ、使うブロックの数で分類した課題ごとの正答率を示した表である。表から、2つの制御ブロックと1つの変数ブロックを使う問題で正答率に差がみられた。

正答率が低い被験者は、複数の制御ブロックを用いる課題で、プログラムの動きが想像できず、ブロックの組み合わせ方を間違えてしまうのではないかと考えられる。

図3のアンケート結果では、各方略の数値と課題の正答率には関係はあり。特に、柔軟的方略と認知的方略では正答率と方略の数値に相関がみられる。

プログラミングができる小学生は問題文を理解したうえで、必要な動きを考え、動きを命令(記号)に置き換え、そして命令を組み合わせるプログラミングにおける問題解決過程に沿った思考ができていると考えられる。逆にプログラミングが苦手な小学生は、複数の制

御ブロックを持ちる複雑な問題で、動きを想像できず正答率が悪くなると考えられる。

表 3 問題の種類ごとの正答率

	1つの変数ブロック	1つの制御ブロックと1つの変数ブロック	2つの制御ブロックと1つの変数ブロック
正答率 50%以下	100%	55.6%	25%
正答率 50%以上	100%	60%	70%

## 参考文献

- (1) 小学校プログラミング教育の手引き(第三版), (閲覧日: 2021年1月20日)  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zvouhou/detail/1403162.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zvouhou/detail/1403162.htm)
- (2) 滝沢武久:ピアジェ理論からみた思考の発達と心の教育, 幼年教育出版(2011)
- (3) 堀洋道:心理測定尺度IV 子どもの発達を支える<対人関係・適応>, サイエンス社(2016)
- (4) 加藤直樹, 北澤武, 南葉宗弘, 樋山淳雄, 宮寺庸造:小学校におけるプログラミング教育の理論と実践, 学分社(2019)
- (5) ジュニア・プログラミング検定, (閲覧日: 2021年1月20日)  
<https://www.sikaku.gr.jp/js/ks/sample/>