

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	小学生のプログラミング学習における発達段階を考慮した思考支援の可能性
Title(English)	
著者(和文)	栗山直子
Authors(English)	Naoko Kuriyama
出典(和文)	日本教育工学会研究報告集, Volume 2023, Issue 1, pp. 9-12
Citation(English)	RESEARCH REPORT OF JSET CONFERENCES, Volume 2023, Issue 1, pp. 9-12
発行日 / Pub. date	2023, 5

# 小学生のプログラミング学習における発達段階を考慮した 思考支援の可能性

Thinking Support of Developmental Stage  
in Programming Learning in Elementary School

栗山 直子  
Naoko Kuriyama

東京工業大学  
Tokyo Institute of Technology

<あらまし> 2020年から小学校で必修化したプログラミング教育であるが、小学校段階においてプログラミングを習得するというのではなく、プログラミング的思考を行えるようになることが目的とされている。小学校におけるプログラミング学習が、プログラミング技術の習得にとどまらず、他の学習の思考の支援につながる可能性を筆者が行ってきた小学校におけるプログラミングの実践研究より検討する。発達段階に応じた指導内容と小学校のプログラミング教育と中学校の技術科への接続について述べる。

<キーワード> プログラミング学習 プログラミング的思考 発達段階 思考支援

## 1. はじめに

情報化が進む現代社会において、プログラミング教育が注目されている。日本の小学校においても、この流れを受けて2020年からプログラミング教育が必修化された。プログラミングを用いた学習は、技術習得だけではなく、プログラミング的思考を習得することを主眼としている。

小学校におけるプログラミング教育が児童の科学的論理的思考を育むためにどのような役割を担うのかについて、2013年度より理科推進校である都内区立小学校の協力を得て、全学年を対象に、特に理数教科におけるプログラミング学習のカリキュラム開発を行い、思考力に関する調査を行ってきた(栗山ほか 2021他)。

プログラミング学習において習得すべき思考力として、プログラミング的思考である「自分の意図する活動を実現するために、試行錯誤しながら論理的に考えていく力」が特に重要であると考え、「論理的思考力の育成」に関する科学的検証を積み重ねる必要があると考えた。さらに、小学校段階ということもあり、プログラミング学習に苦手意識を持たせないためにも、児童のプログラミング学習に対する動機に注目

したいと考えた。3年間に渡る実践で開発したプログラミングの授業等を、区の教育委員会の協力を得て広く展開し、小学校へのプログラミング学習の出前授業を行い、児童に対するアンケート調査を行った。教科教育でプログラミングを用いることで児童が何を理解できたか、また動機と論理的思考力やジェネリックスキルを測定するために児童版批判的思考尺度を用い、動機と批判的思考の関係について検証するとともに、児童の理解については事後アンケートの自由記述も用いて検討を行ってきた。

本稿では、主にこれらの成果(栗山ほか 2021)から、まず今までの実践研究の知見を整理して示す。そして、これらの知見からプログラミング学習を用いた「発達段階に応じた思考支援の可能性」を検討することを目的とする。

## 2. 今までの実践研究と得られた知見

### 2.1. サイエンス指定校での実践とカリキュラム開発

2012年から2015年にかけて、東京都のサイエンス教育の指定校であった区立小学校で、サイエンス(理数系)カリキュラムに合わせたプ

プログラミングのカリキュラム開発を行った（図1・表1）。

低学年におけるプログラミング学習では、「慣れ親しむ」ところから、いろいろなことに臆せず「チャレンジする」ことを体験のねらいとした。さらに、生き物の静止状態の観察ではなく、プログラミングでは足の動きを観察し、再現するという新たな観察手法を通じて、「再現するためにより詳しく観察し深い理解を得る」ことを思考力育成のねらいとした。中学年からは、何度も試行錯誤をし、失敗をしながらも目標（正解がない場合も含む）に少しずつ近づくとように、小さな問題解決（サブゴール）から1つ1つ手順を追うことで論理的に考える体験を重ねることをねらいとしてカリキュラムを構成した。

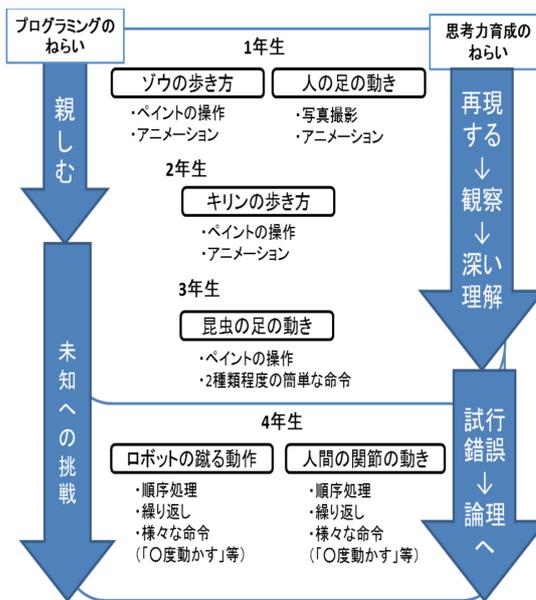


図1 カリキュラムの概要（栗山ら, 2016）

1年生～3年生の実践や調査から、プログラミング学習が工夫次第で十分可能であることが分かった（栗山ほか 2015）。思考力育成については、足が動く様子を観察し、再現することによって、足が動く仕組みへのより詳しい理解が促進される様子が観察された（齊藤ほか 2013）。

4年生の理科「関節のはたらき」については、27年度のブロックとモーターで足を再現し、プログラミングで「蹴る」という動作を再現するという課題を通じて、試す→修正を繰り返す試行錯誤（1班2～3名、試した回数：3～10回、約30分間）を重ねて、それぞれの班がイメージしていた「蹴る」動作（ゴール）に近づく問題解決過程を体験できることを明らかにした。

高学年については、理科の授業内容に合わせて、5年生では「星座の動き」のシミュレーションや「電気の流れ」のモデル化、6年生では「太陽系のシミュレーション」など、他にもプログラミング学習の集大成として「ゲームを作ってみよう」などを実施した。これらの実践と調査研究から、プログラミング（「順序処理」「繰り返し」「条件分岐」）の学習において、「条件分岐」については中学年より高学年の方が理解しやすいことが分かった（伊藤ほか 2016）。

表1 1～4年生の内訳（平成25～27年度）

	年度	内容	参加児童数
1年	25年度	ゾウの足の動き	28名 1クラス
	26年度	ゾウの足の動き	56名 2クラス
	27年度	人の足の動き	67名 2クラス
2年	25年度	キリンの足の動き	16名 1クラス
	26年度	キリンの足の動き	28名 1クラス
	27年度	キリンの足の動き	56名 2クラス
3年	25年度	カブトムシの足の動き	32名 1クラス
	26年度	アメンボの足の動き	18名 1クラス
	27年度	アメンボの足の動き	28名 1クラス
4年	25年度	星の動き	34名 1クラス
	26年度	人間の関節	35名 1クラス
	27年度	ロボットの関節	20名 1クラス

## 2.2. 区立小学校8校での出前授業での実践

さらに、2.1のサイエンス指定校1校での実践から、実施校を拡大して（2016年9月～2017年3月）に、都内区立小学校8校33クラス1026名（教育委員会の協力のもと募集した。内容は小学校の希望する講座とした）に対して、応募小学校の希望する内容でのプログラミング講座を行った。

その際に実施した事前・事後アンケート調査は、協力が得られたクラスのみで実施した。内訳は表2のとおりである。

表2 アンケート調査の概要 (栗山ら, 2021)

<b>&lt;プログラミング講座の内容&gt;</b>		<b>クラス数*</b>
ネコをうごかそう		3
水族館に魚をおよがそう		5
ゲームをつくらう		10
モーターをうごかしておもちゃをつくらう		4
ロボットの足をうごかしてみよう		4
星座をシミュレーションしよう		5
電気の流れをシミュレーションしよう		1
太陽系をシミュレーションしよう		1
*諸事情によりアンケートが実施できなかったクラス、未回収のクラスも含む		
<b>&lt;学年 (N=750, 回収した数)&gt;</b>		<b>N</b>
		<b>%</b>
1年	36	4.8%
2年	58	7.7%
3年	151	20.1%
4年	304	40.5%
5年	101	13.5%
6年	100	13.3%
<b>&lt;性別 (N=715)&gt;</b>		
男	356	49.8%
女	359	50.2%
<b>&lt;プログラミング学習の経験 (N=662)&gt;</b>		
未経験	514	77.6%
3回程度	105	15.9%
10回程度	27	4.1%
毎週やっている	16	2.4%
<b>&lt;プログラミング学習を行った場所 (経験者の複数回答)&gt;</b>		
小学校	98	
自宅	59	
その他**	46	
**民間のプログラミング教室、大学・企業の講座等		

主に高学年に対する批判的思考と動機付けのアンケート調査の結果、動機の種類毎にみると、「充実志向」や「実用志向」が動機として高い児童は、「論理的思考への自覚」「探究心」「証拠の重視」などの批判的思考についても高いという傾向があることが明らかになった。プログラミングに臨む動機が、批判的思考に関わっていることが明らかになった。

### 2.3. 具体的な実践事例からの知見

一例として、栗山ほか (2021) で行った小学校5年生1クラスに行った理科の「電流の流れ」のシミュレーションのプログラミングの実践を事例として紹介する (図2)。授業の狙いであった「モデル化すること」の意義について児童がどのように理解しているのかについての検討を行った。

「モデル化」については、21名中9名が「見えないものでもイメージできる」「ふだん見えないこともプログラミングでモデル化できる」「見えないものをプログラミングでモデル化するととても分かりやすい」などと感想で触れており、目に見えないことをモデル化することについて一定の理解をしていることが明らかになった。

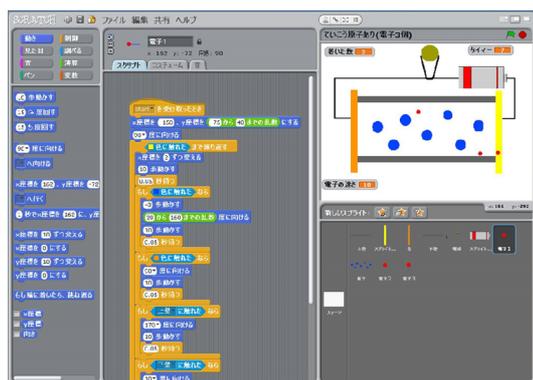


図2 「電気の流れ」のスクラッチ画面

## 3. 発達段階に応じた思考支援について

ここでは、これまでの実践研究から得られた知見から小学生の発達段階に応じたプログラミング学習、そしてその思考支援について検討を行う。

### 3.1. 低学年

多くの小学校では、プログラミング学習は高学年で行っている。低学年においては、ICT機器の操作そのものへの習熟が最初に必要なであり、1人1台端末も含め操作の練習を行う時期であるのかもしれない。しかし、1~2年生に対する実践の知見より、プログラミング学習は、工夫次第で十分可能であると考えられる。低学年の思考力育成のためのプログラミング学習として、観察を行う学習を設定したが、サイエンススクール指定校の協力小学校のカリキュラムに合わせて動物の足が動く様子を観察し、簡単なプログラミング (アニメーション) で再現した。再現する前の観察記録よりも、プログラミング学習後は、足が動く「仕組み」について、より詳しい観察が自発的に促されることが観察されており (齊藤ほか 2013)、工夫は必要ではあるが、用い方次第では、物事をもっと詳細に観察したり、観察記録だけでは気かないことに気づくことが確認され、プログラミング学習をうまく使えば、思考支援につながる可能性がある。

### 3.2. 中学年

中学年は、端末の操作も比較的練習は少なくとも済むため、プログラミング学習は低学年よりも問題なく実施可能である。また、理科の学習内容とプログラミング学習と親和性が高い (昆虫・人の関節・星座など)。この学年では、プログラミングの基本である「順序処理」「繰

り返し」などを用いたカリキュラムを展開し、もし思った通りに動かない場合は、どこが間違えているかを確認、そしてそこを修正するというサイクルを繰り返すことによって、試行錯誤と失敗からの学習を体験してもらった。プログラミングは思考を可視化できるため、このツールを用いて、思考のやり方を学ぶことができるツールであると考え、小学生におけるプログラミング学習で可能な思考支援は、単にプログラミングの基本のやり方を学ぶということだけではなく、何度もやり直すことで課題に粘り強く取り組む自己効力感の育成も期待できる。また、試行錯誤や失敗からの学習は、他教科への転移ができれば、他教科の学習においても思考のやり方の1つとなると考える。

高学年において、中学年から「試行錯誤」や「失敗からの学習」などの学習のやり方を学ぶことに加え、中学、高校において学んでいく、科学的な見方を見据え、見えないものを表現するための「モデル化」、予測のための「シミュレーション」なども取り入れていくことが、小学校の学びから中学での学習の接続の役目も果たすのではないかと考えている。

#### 4. まとめ

これまでの実践授業と調査の知見から、児童の発達段階を考慮したプログラミング学習の思考支援の可能性を述べてきた。

小学校段階におけるプログラミングがプログラミング的思考を学ぶとされていることの意図はこのような思考の仕方を学ぶということにもあるのではないかと考える。

本稿は、小学生の発達段階におけるプログラミング学習が思考支援にどのようにつながるかを述べてきた。

今後の課題としては、小学校段階だけではなく、中学校の「技術・家庭科」、そして高校の教科「情報」への接続を検討する必要があることと、ICT教育におけるプログラミング学習のありかた、教科との関連などについてさらに検証していく必要がある。

#### 5. 謝辞

協力小学校の児童の皆様、先生方、協力区教育委員会指導課の皆様にご感謝します。本研究は、科学研究費補助金:基盤研究(C)(26350268)、基盤研究(B)(18H01049)の助成を受けています。

#### 参考文献

- 伊藤満里奈, 森田裕介, 齊藤貴浩, 森秀樹, 栗山直子, 西原明法 (2016) 小学校のプログラミング学習における理解度と批判的思考態度の関係についての一検討. 日本教育工学会第32回全国大会, 2a-B207-04, Sept.
- 栗山直子, 齊藤貴浩, 仲谷佳恵, 西原明法 (2015) 小学校におけるプログラミング教育の取り組み～実践授業: 小学1年生「ゾウの足の動きを再現しよう」～. 日本教育工学会第31回全国大会, Sept.
- 栗山直子, 齊藤貴浩, 森秀樹, 西原明法 (2016) 初等教育におけるプログラミング学習のカリキュラム開発に向けて - 4年生の「関節のはたらき」に関わる低学年プログラミングカリキュラム -, 日本教育工学会第32回全国大会講演論文集. P1p-10, Sept.
- 栗山直子, 齊藤貴浩, 森秀樹, 森田裕介, 西原明法 (2017) プログラミング学習における児童の学習動機と批判的思考-都内公立小学校(8校33クラス)における実践授業と児童アンケートの分析に基づいて-. 日本教育工学会第33回全国大会講演論文集, pp.423-424, Sept.
- 栗山直子, 森秀樹, 齊藤貴浩, 西原明法 (2021) 小学校のプログラミング教区の効果検証. コンピュータ&エデュケーション, コンピュータ利用教育学会, Vol. 50
- 齊藤貴浩, 栗山直子, 仲谷佳恵, Aimee Theresa Suan Avancena, 西原明法 (2013) 小学校におけるプログラミング教育の取り組み-教科教育への活用と教育実践の開発をねらいとして-. 日本教育工学会第29回全国大会, 日本教育工学会 第29回全国大会, Sept.