

小学校プログラミング教育のカリキュラムの提案と 資質・能力に影響を与える要因の検討

高度学校教育実践専攻教職実践高度化系
学習指導力開発コース

実習責任教員 泰山 裕

氏名 露木 新

実習指導教員 金児 正史

キーワード: プログラミング教育, プログラミング的思考, カリキュラム, GLICODE

1 研究の概要

本研究は、プログラミング教育で育む資質・能力を向上させることができるカリキュラムを開発・提案し、カリキュラムの有効性を検証することを目的としている。

文部科学省(2016)の有識者会議では、プログラミング教育で育む資質・能力が以下の3つの柱で整理された。

・【知識及び技能】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】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】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。

本研究ではプログラミング的思考の育成をカリキュラムの中心に位置付け、指導内容や使用教材について検討し、カリキュラムを設計する。

作成したカリキュラムに基づく授業実践と事前・事後の調査・分析を行い、「プログラミング的思考が育成されたか」、「学びに向かう力、人間性等が涵養されたか」の2点を検証する。

2 研究の経緯と背景

黒田、森山(2018)による小学校段階におけるプログラミング教育の意義を問う調査では、

意義肯定群 67.4%、意義否定群 29.1%となり、意義肯定群が上回った。しかし約3割の教員がプログラミング教育に対して否定的であることは課題であると考えられる。

NTTラーニングシステムズ株式会社(2019)による平成30年度のプログラミング教育に関する調査では、「指導方法の情報不足」、「適切な教材不足」、「そもそも、何から手を付けたらいいのかわからない」、「ICT支援員の不足」等、数多くの課題があることが報告されている。

山本、堀田(2020)はプログラミング教育の阻害要因として「教材等の不足」、「格差の認識」、「ICT機器活用の抵抗感」の3因子を抽出し、促進要因として「推進体制」、「情報提供」、「人的支援」の3つを連携させた系統的なカリキュラム開発が必要であると指摘している。

本研究では、1年生から6年生までを通した系統的・段階的な指導計画や、使用する教材の検討を行い、プログラミング教育の実践上の課題の解決を目指す。

3 先行研究

① 6年間を通した配置の系統性

つくば市総合教育研究所(2019)や、太田(2018)は、1～6年生を通した配置をもって系統的であるとしている。本研究では全学年で1回はプログラミングを体験するよう計画する。

② プログラミング的思考の定義

小林ら(2018), 内田ら(2020), 吉田ら(2017)は, プログラミング的思考を「順次(順序)処理」, 「反復(繰り返し)処理」, 「条件分岐処理」の3つの要素で整理している。本研究では, これらの言説を集約し, 「順次, 反復, 分岐」の3つをプログラミング的思考の要素とする。

③プログラミング的思考の段階性

COMPUTING AT SCHOOL(2013)や中川ら(2018)は, 順次, 反復, 分岐の順で習得順序を示している。これらに従い, 本研究では1・2年生で順次, 3・4年生で反復, 5・6年生で分岐を学習するものとする。

④プログラミング的思考の評価

吉田ら(2017)は, 「ロボット掃除機」等を題材とし, 手順的思考力を評価した。内田ら(2020)は「じゃんけんの手順」等を題材とし, プログラミング的思考の評価を行った。本研究ではこれらを参考に日常的な場面を題材とした問題を設定し, 宮本, 河野(2018)が用いた迷路の課題に改良を加え, 文章記述の部分を選択肢方式に変更して実施する。

⑤プログラミング教育の教材

山本ら(2019)は, プログラミング教育の教材を, 入力と出力・実機と画面の2軸で整理し, 教材を4つに分類した上で, 学習者の発達段階に応じて, 入力と出力の方法を選択する必要性を指摘した。本研究では全学年で実施可能な共通の教材が必要であるため, 山本ら(2019)に従い, 入力と出力を区別した上で, 1年生でも実施可能な入力方法の教材を更に検討していく。

⑥プログラミング教材の段階性

露木, 泰山(2021)は, 入力と出力を区別した上で入力方法に焦点を当て, 言語や教材には段階性があり, 低学年には具体的な入力方法が, 高学年には形式的な入力方法が適しているとし

ている。本研究では, 低学年でも実施可能な, 具体的な入力方法の教材を選択することとする。

4 実践計画

先行研究を踏まえ, 教材と内容を系統的・段階的に配置したカリキュラム(図1)である。このカリキュラムに沿って授業を実践し, 調査・分析を行う。

学年	1年	2年	3年	4年	5年	6年
A領域					算数 (ループ)	理科 (イフ)
プログラミング的思考	順次 (シーケンス)		反復 (ループ)		分岐 (イフ)	
プログラミング教材	GLICODE				Scratch	MESH
GLICODEで扱う内容	授業用コース 1-1~1-6		授業用コース 1-1~2-6		通常コース 3-1~3-6	

図1 本研究で提案するカリキュラム案

教材の選択にあたっては,

- ①1年生から6年生まで実施できる, 具体的な入力方法の教材であること。
- ②学年の発達段階に応じて順次, 反復, 分岐を段階的に指導できる教材であること。
- ③教員の抵抗感や不安感を解決する, 導入しやすい教材であること。

以上の条件を満たすものとして, 本研究ではGLICODEを採用した。授業実践は全学年・全学級の計17学級で, 1コマ45分の授業を行う。

5 実践結果の分析と考察

授業実践後, プログラミング的思考を評価するためのパフォーマンス課題(図2)を実施した。問1(左図)は順次・反復, 問2(右図)は順次・反復・分岐を問う課題となっており, 選択肢方式で回答してもらった。

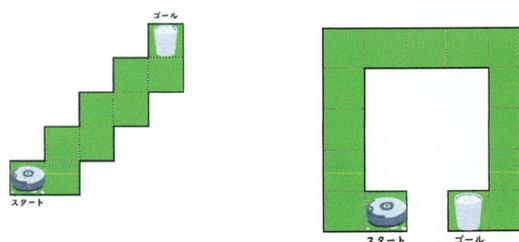


図2 パフォーマンス課題

この回答結果を分析したものが表1である。

表1 プログラミング的思考の変容 (n=506)

	問1			問2		
	事前	事後	p値	事前	事後	p値
1・2年	2.99	3.03	.641	3.32	3.10	.038*
3・4年	2.84	3.09	.008**	3.33	3.48	.198
5・6年	3.37	3.64	.002**	4.12	4.30	.080
学校全体	3.06	3.24	.000**	3.57	3.62	.491

* p < .05, ** p < .01

発達段階に応じたプログラミング的思考については向上しており、カリキュラムは妥当であると考えられる。

カリキュラムを実施した置籍校の児童と、実施していない協力校の児童の2群間における、プログラミング的思考の発揮（思考力）と問題解決に対する意欲・態度（人間性）の比較結果が表2である。この結果から、本研究のカリキュラムはプログラミング的思考の育成には有効であったが、問題解決に対する意欲・態度の涵養には有効とは言えなかった

表2 置籍校と協力校の比較

	実験群 (置籍校 531名)		統制群 (協力校 254名)		p値
	M	SD	M	SD	
思考力	3.41	1.12	2.79	1.18	.000**
人間性	3.39	0.61	3.40	0.53	.853

* p < .05, ** p < .01

次に、プログラミング教育で育む資質・能力に影響を与える要因を明らかにするため、置籍校と協力校で行ったアンケート調査の結果（表3）から、各要因間の関係を分析した。

表3 アンケート調査の結果 (n=785)

	M	SD
充実感	4.21	1.37
知識の習得感	4.04	1.34
継続への欲求	4.30	1.24
教師のICT機器活用	4.76	0.63
児童のICT機器活用	4.27	0.71
学校でのプログラミング経験	2.36	1.11
家庭でのプログラミング経験	2.33	1.54
問題解決に対する意欲・態度	3.40	0.59
プログラミング的思考の発揮	3.22	1.18

各要因をA群、B群に分割し、「プログラミ

ング的思考の発揮」、「問題解決に対する意欲・態度」との相関関係を分析し、図示したものが図3である。5件法の場合は4を、4件法の場合は3.5を分割点とし、それ以上の回答を、肯定の度合いや経験の頻度が高いと判断した。

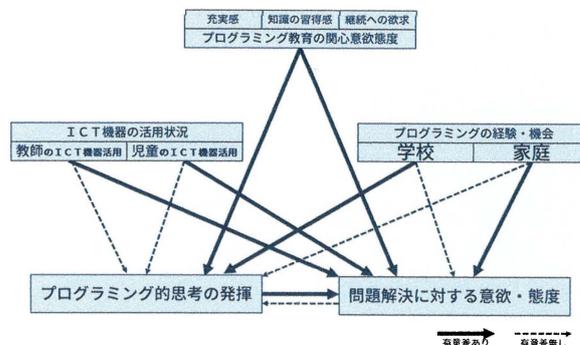


図3 プログラミング教育の資質・能力に

影響を与える要因相関図

次に、各要因間の因果関係を明らかにするために、重回帰分析の結果に基づき作成したモデル図が図4である。

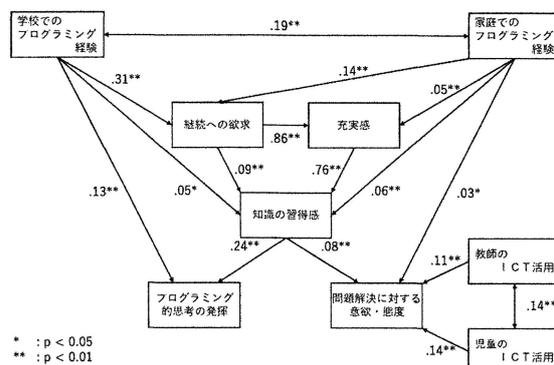


図4 プログラミング教育の資質・能力に

影響を与える要因モデル図

作成したモデル図の適合度（表4）は、GFI, AGFI, NFI, CFI のいずれも 0.9 以上と高く、RMSER は適合の範囲内にあり、このモデルは採用される。

表4 モデル図の適合度

GFI	AGFI	NFI	CFI	RMSER
.978	.951	.967	.974	.063

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としての【学びに向かう力，人間性等】を直接的に涵養することは難しい。しかし，このモデル図によって，問題解決に対する意欲・態度の涵養に繋がる要因は示唆されている。モデル図の考察として，以下の5点が挙げられる。

1. [学校でのプログラミング経験]と[家庭でのプログラミング経験]は相互に関連しており，それぞれが[継続への欲求]と[知識の習得感]に繋がっている。学校や家庭の両輪においてプログラミングに触れる機会を設けることが必要であると考えられる。

2. [継続への欲求]と[充実感]が[知識の習得感]に繋がっている。学習が「楽しかった」，「もっとしたい」という肯定的な情意を伴うようにすることが「わかった」という情意に繋がる。

3. [児童のICT活用]と[教師のICT活用]が相互に関連し，[問題解決に対する意欲・態度]に繋がっている。ICT機器を手にとって使ったり，教師が使って見せたりすることが，「よりよく使いたい」という情意に繋がる。

4. [知識の習得感]が[プログラミング的思考の発揮]と[問題解決に対する意欲・態度]に繋がっている。思考力や人間性を直接的に育成したり涵養したりすることは難しい。しかし「わかった」という情意を伴う学習活動が，思考力と人間性の両面を育むことに繋がる。

5. プログラミング教育の経験・機会やICT機器の活用の中で，唯一，[学校でのプログラミング経験]のみが[プログラミング的思考の発揮]に繋がっている。現在，学校以外にも様々なプログラミングの経験・機会が考えられるが，学校の教育課程として意図的・計画的にプログラミング教育を実施することが，プログラミング的思考の育成には重要である。

6 成果と課題

本研究のカリキュラムによって，プログラミング的思考を向上させることができた。【学びに向かう力，人間性等】を直接的に向上させる結果にはならなかったが，涵養に繋がる起点となる可能性を見出すことができた。

本研究ではプログラミング的思考を「順次，反復，分岐」の思考の段階として操作的に定義したが，プログラミング教育における【思考力，判断力，表現力等】の中には，「試行錯誤」という概念も含まれている。広義のプログラミング的思考を評価するには，更なる研究の余地が残されている。

参考文献

- 文部科学省 (2016) 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 (議論の取りまとめ). 小学校段階における論理的思考力や創造性，問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議
- 黒田昌克，森山潤 (2018) 小学校段階におけるプログラミング教育に対する教員の意識と意義形成要因の検討. 教育メディア研究 24, pp. 43-54
- NTTラーニングシステムズ株式会社 (2019) 平成30年度小学校プログラミング教育の取組状況に関する調査報告書. 文部科学省委託事業
- 山本朋弘，堀田龍也 (2020) プログラミング教育に対する教員の意識調査に基づく促進・阻害要因モデルの検討. 日本教育工学会論文誌 43, pp. 275-284
- つくば市総合教育研究所 (2019) つくば市プログラミング学習の手引き第3版
- 太田剛 (2018) 系統的学習を考慮した小学校プログラミング教育用教材の試作. 日本STEM教育学会一般研究発表予稿 1, pp. 10-13
- 小林祐紀，兼宗進，白井詩沙香，白井英成 (2018) 『これで大丈夫！小学校プログラミングの授業 3+α の授業パターンを意識する [授業実践 3 9]』. 翔泳社
- 内田早紀子，松村敦，宇陀則彦 (2020) 日常の活動を題材とした小学生向けプログラミング的思考の育成ツール. コンピュータ&エデュケーション 40, 一般社団法人CIEC, pp. 82-87
- 吉田典弘，堀田龍也，篠澤和久 (2017) プログラミング教育における手順的思考力に関する評価方法の分析. 情報処理学会研究報告 141, pp. 1-8
- COMPUTING AT SCHOOL (2013) Computing in the national curriculum - a guide for primary teachers.
- 中川一史，Benesse (2018) 第2版プログラミングで育成する資質・能力の評価規準 (試行版) Ver. 2.0.0 (2018831版)
- 宮本賢治，河野翔 (2018) 小学校におけるScratchを用いたプログラミング授業の実践と検証. 日本産業技術教育学会誌 60, pp. 19-28
- 山本利一，鈴木航平，吉澤亮介 (2019) 小学校情報教育担当者向け教員研修を通じたプログラミング教材の評価と課題. 教育情報研究 35-1
- 露木新，泰山裕 (2021) 入力方法によるプログラミング教材の分類と段階性の検討. 日本教育工学会 2021年度春季全国大会, pp. 391-392