

## ICTを活用したフローチャートの作図とプログラミング教材の動作確認を往還させた課題解決学習による効果

甲斐尚和<sup>i)</sup>・小林博典<sup>ii)</sup>

### 要 旨

本研究では、児童による ICT を活用したフローチャートの作図と、プログラミング教材の動作確認を往還させた課題解決学習によるプログラミング的思考の育成に対する効果について明らかにすることを目的とした。結果、1) 結果を予想する力、2) ものごとを分けて整理する力、3) ものごとを順序に沿って整理する力、4) ものごとの内容や仕組みを考える力、5) 身近な機器の仕組みを細かく分けて考える力、6) 課題解決のための手順を考える力、7) 改善のための方法を考える力の項目において事後が有意に向上し、児童の自由記述からもプログラミング的思考の育成に効果があることが示唆された。また、習得と探究の中で創造的・論理的に思考し、解決策と新たな課題を見出すなど「学びの STEAM 化」としての効果も確認された。

### 1. 研究の目的

プログラミング的思考を育成するには、児童は自分が考える動作の実現を目指す際に、試行錯誤を繰り返しながら計画的に組み合わせや流れを検討することが重要であると述べられている（文部科学省 2020）。また、プログラミング教育を小学校で実施する際には、「自己の考え方を可視化できるように筋道を客観的に捉える力を育成すること」が重要であるとされる（黒上ほか 2017）。そこで、本研究においては、考えの筋道を客観的に捉え可視化できるフローチャートの活用に着目した。

新地ら（2017）は、プログラミングに関わる論理的な思考を外化させるためにフローチャートの有用性を確認するとともに、児童がプログラミングによる動作等の実現のみに関心を奪われることなく、各動作に対応した命令や記号が全体の動きにどのように機能しているか確認・理解されながら学習を深めさせる必要性があることを課題として述べている。

一方、フローチャートの作図とプログラミング教材を組み合わせた事例は、少ない傾向にある（例えば黒上ほか 2017、小林ほか 2018、小学校を中心としたプログラミング教育ポータル 2021）。要因としては、プログラミング教育の導入としてフローチャートの活用自体は比較的容易であるものの、児童が思考しながらフローチャートを作図していくには、作図スキルや作図する時間がある程度必要となることが考えられる。これらの課題解決に向けた実践として、フローチャートの作図に ICT を効果的に活用した試みがある（清水ほか 2019）。

清水ら（2019）は、授業実践において ICT を活用してフローチャートを作図させることで、子どもたちが活動時間のほとんどを、条件分岐の設定を考えたり順序性について試行錯誤したりする時間として十分に確保できたと考察している。一方、ICT を活用してフローチャートを作図することによる子どもたちの変化を客観的な数値データの収集によって行えなかったことを課題としてあげている。

i) 宮崎大学大学院教育学研究科大学院生

ii) 宮崎大学教育学部 附属教育協働開発センター

そこで、本研究では、児童による ICT を活用したフローチャートの作図とプログラミング教材の動作確認を往還させた授業実践を行い、これらの課題解決学習における子どもたちの変化を、量的データを収集して分析を行うとともに、自由記述や発話記録の結果を考察に加えることにより、プログラミング的思考の育成に対する効果を明らかにすることとした。

## 2. 研究の方法

### (1) プログラミング的思考に関する評価の方法

プログラミング教育の授業実践の前後に、児童を対象にして、思考力に関する質問紙調査を実施した。本研究では、プログラミング教育で求められる思考力に対する効果を確認するため、寺嶋ら（2013）の開発した思考力に関する尺度に着目した。

寺嶋らの質問紙調査は、児童の思考力育成という視点から継続的に自己評価していくことで児童の成長を確認していくことを目的に開発されている。また、小林ら（2019）は、この質問紙調査を用い、プログラミング教育を実践することによる思考力に関する児童の意識の変容を評価することで、小学校プログラミング教育が、授業展開の特徴に関連して、多様な思考力の育成に寄与する可能性を示唆している。

そこで、本研究の課題解決学習におけるプログラミング的思考を究める点においては、思考力を多面的に捉えることができると同時に、児童の自己評価の変容を追うことでその効果を調査できるのではないかと考え、思考力に関する問い 20 問を採用することとした。

さらに、本研究においては、授業実践を進める上で、フローチャートの作図において重視されている「分解」、「手順」、「改善」（草野 2018）と、その「作図スキル」に関する問いを加える必要があったため、「機器の仕組みを細かく分けて考えること」、「課題解決に必要な手順を考えること」、「上手くいかないときに前に戻ってやり直すこと」、「フローチャートの作図スキル」の 4 問を新たな問いとして作成し、これに加えて、計 24 問を問うこととした。なお、質問は 5 件法で実施し「大変できる」→5 点、「まあまあできる」→4 点、「どちらとも言えない」→3 点、「あまりできない」→2 点、「できない」→1 点と得点化し、定量的データとして分析を試みることにした。

また、授業ごとに、ワークシートの自由記述で児童に感想を書かせた。

加えて、授業実践の 3 週間後に、「学びを生かす」視点でインタビューを行った。インタビューは、気楽に話すことができるように児童 2 人一組の会話形式（一組あたり 3 分程度）で行い、発話内容を録音した。これらを発話記録として文字化し、考察に加えた。

### (2) 授業実践の実際

公立小学校 5 年生 10 名を対象に、総合的な学習の時間において授業を実施した。プログラミング教材として MESH（SONY）を用いた。ICT を活用したフローチャートの作図には、ジャストスマイル 8（ジャストシステム）のフローチャート作成ツールを使用した。

本研究の授業実践にフローチャートを導入するにあたっては、フローチャートの活用場面を検討し、①既存の手順や仕組みをフローチャートで明らかにする場面。②既存の手順や仕組みを組み替えて、新たなものに変えていく場面。③手順を創造して新たなものを生み出していく場面の 3 通りを取り入れた。また、本学級の児童の実態から、フローチャートを習熟させていくうえでは、①→②→③の順番で取り組ませることが効果的であると考え、「身近な機器の仕組み」→「清掃の手順」→「地域の課題の解決策」の順で単元を構成した。

以下に、授業実践の内容を述べていく。

第1時は、「フローチャートの作図を通して、生活を便利にしてくれる身近な機器のプログラミングに興味・関心をもつことができる」ことを目標とし、タブレットのフローチャート作成ツールを用いて、初めて作図していく学習を展開した。導入において、Society5.0の動画を視聴することで、身近な機器に着目し、プログラミングが人々の生活に役立っていることに気づくことから、学習課題を設定した。授業後半には、MESHを使って外灯の働きを再現して見せることで、フローチャート通りのプログラミングによって動いていることを実感させたり、フローチャートの良さを児童の発言と教師の補足説明（順序の可視化・効率化）からまとめたりした。

第2時は、「身近な機器の仕組みを考える活動を通して、その利便性を構成するプログラムに気づくことができる」ことを目標とし、「外灯」、「自動ドア」、「自動水栓」、「防犯ゲート」といった身近な機器の仕組みに関心をもたせながら、フローチャートの作図とその発表を繰り返すことでフローチャートの作図の習熟を図った（図1）。

児童は、機器の仕組みを細かく分ける場面において、仕組みの分け方に悩む様子もあったが、個人思考の時間とペアでの対話、全体での共有を繰り返し行ったことで、互いに補填しあいながら取り組むことができていた。また、全体での発表の際には、自分と他者とのフローチャートを比較し、自分の作図に抜けている部分に気づく姿も見られた。

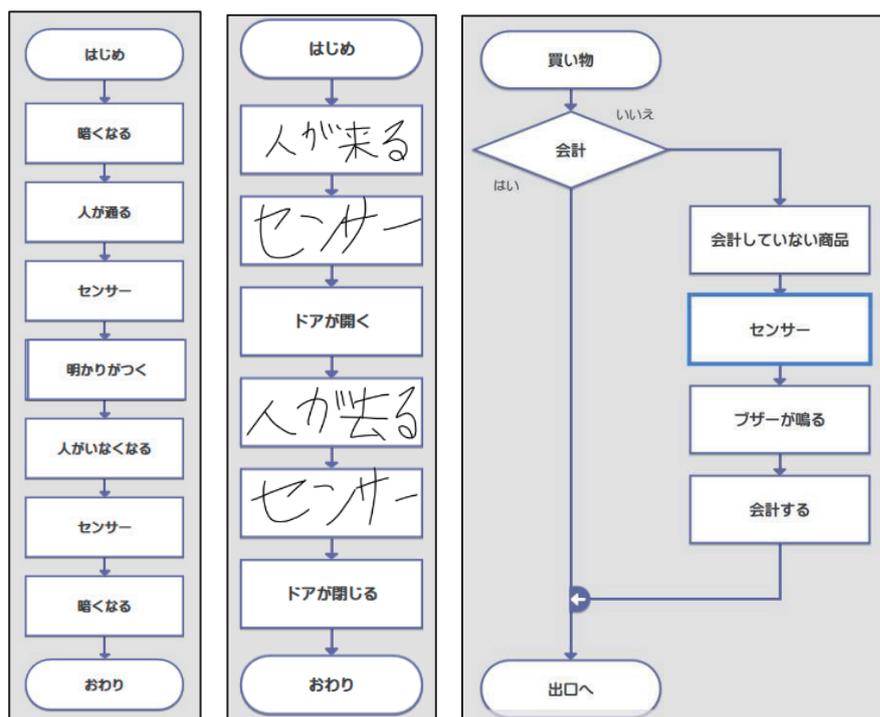


図1 児童が作図した、人感センサーの外灯・自動ドア・お店の防犯ゲートのフローチャート

第3時は、「分岐処理を学ぶことを通して、効率の良い清掃の手順を考えることができる」ことを目標とし、導入時に低学年の掃除における課題をグラフから読み取り、学習課題を設定していくといった課題解決型の学習を展開した。またフローチャートを作図していく際に、清掃の手順をほうき担当と雑巾担当に分担する分岐処理の表し方を経験させた。

児童は、ワークシートに掃除の動きを細かく書き出し、スムーズな手順となるように、組み替えていった。その際、ペアで話し合いながら、分担する部分と一緒に清掃する部分を何度も試行錯誤しながらフローチャートを作図していた。また作図したフローチャートの発表では、タブレットの操作と説明に分かれ、説明に合わせて画面をスクロールするなど、それぞれが作図したフローチャートを理解して発表にのぞんでいる姿が見られた。発表し合う中で、質問や助言を行ったり、互いのフローチャートを比較したりすることで、改善点に気づくことができていた(図2・3)。

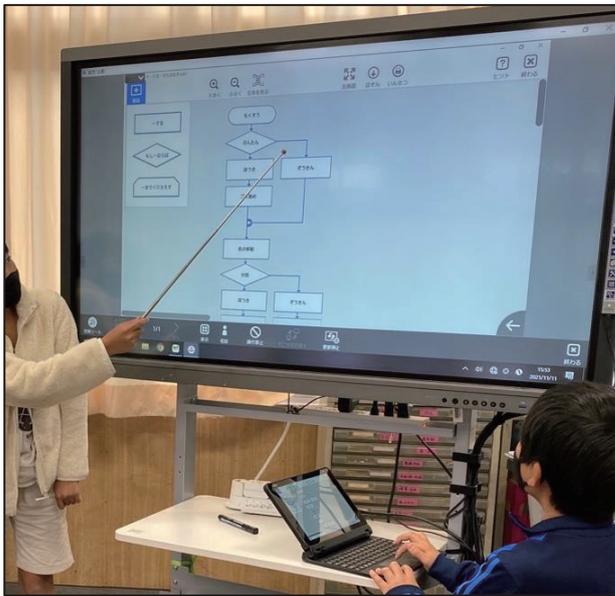


図2 児童の発表場面

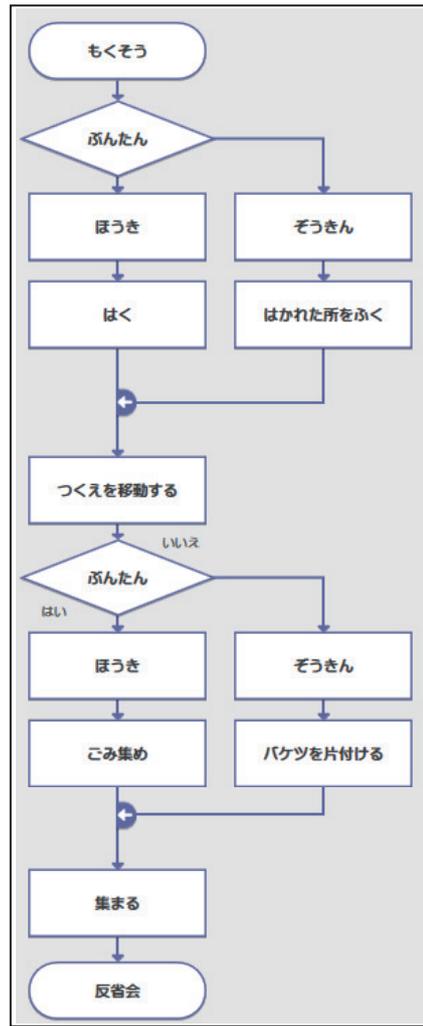


図3 児童が作図した清掃のフローチャート

第4時は、MESHの使い方に慣れさせる時間とし、自由に使いせ習熟を図った。

第5時は、「フローチャートの作図とMESHの動作確認を往還したプログラミング活動を通して、地域の課題に目を向け、解決策を考えることができる」を目標とし、地域で行われているスマート農業の課題(図4)を取り上げ、その解決策を、フローチャートに表し、MESHを使って表現していくといった課題



図4 「地域の農業の課題」の提示

解決学習を行った。児童は、解決策を試行錯誤していく過程で、作図したフローチャートをもとに、MESHのプログラミングを行い、その動作とフローチャートを見比べたり、動作の改善から作図したフローチャートを修正したりといったように、フローチャートの作図とMESHの動作確認を往還しながら学習を進めた(図5)。また、児童は、検討した課題解決策について、作図したフローチャートとMESHの動作を見せながら発表した(図6・7)。



図 5 作図したフローチャートと MESH の動作確認を往還させている場面①

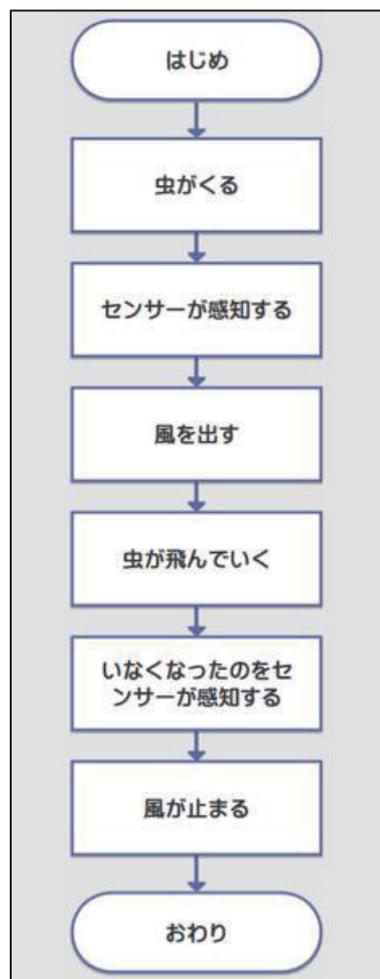


図 7 児童が作図した解決策のフローチャート



図 6 扇風機と MESH と MESH のプログラム (ipad)



図 8 ワークショップ形式による発表場面



図 9 作図したフローチャートと MESH の動作を往還させている場面②

第 6 時は、「課題の解決策を伝え合う活動を通して、改善点に気づき、フローチャートの作図と MESH の動作を往還しながら解決策を改善しようとする事ができる」を目標とし、第 5 時で作成した解決策を発表させ、改善していく学習を展開した。発表は、ワークショップ形式で行い (図 8)、児童が、聞きに行った他のグループの発表内容を、自分のグループで共有し新た

に生じた気付きをもとに改善していけるようにした。児童は、他のグループと自分たちのグループのフローチャート等を比較し、解決策を改善していく中で、作図したフローチャートと MESH の動作の確認を往還しながら取り組んでいた (図 9)。

### 3. 研究の結果と考察

#### (1) 質問紙調査結果の考察

分析の手法として回答データの正規性を検定したが、正規分布に従っておらず、これを前提とするパラメトリック検定の使用は不適切だったため、Wilcoxon の符号付き順位検定を用いた。結果は表 1 のとおりである。

また、授業で用いたワークシートの自由記述より、「分解」、「手順」、「改善」、「作図スキル」に関する回答を抽出し考察を試みた。抽出した回答は表 2 に示した。

設問 1 「知っていることや調べたことをもとに、結果を予想することができますか」

( $M_{事前} = 3.6, M_{事後} = 4.0$ ) について、事後が有意に向上した。このことは、掃除の手順をフローチャートに表す活動の際の低学年に教えるに行くといったことや、スマート農業のかかえる課題の解決策を考えるとといったことなど、明確な目的をもたせてフローチャートを作図し、具体的にイメージしていったことが影響を与えているのではないかと考える。

設問 9 「いろいろなもの (こと) を、いくつかに分けて、整理することができますか」

( $M_{事前} = 3.3, M_{事後} = 4.1$ ) について、事後が有意に向上した。このことは、掃除の手順をフローチャートに表す活動の際、掃除の手順を細かく書き出し、ほうき担当と雑巾担当に、書き出した動きを整理する活動などが影響を与えているのではないかと考える。例えば、児童の自由記述において、「細かく分けてフローチャートをつくれた」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

設問 10 「いろいろなもの (こと) を、順序にそって、整理することができますか」

( $M_{事前} = 3.5, M_{事後} = 4.2$ ) について、事後が有意に向上した。このことは、身近な機器の仕組みをフローチャートに表す際、個人思考の時間を確保できたことや、掃除の手順を検討する際に、どの順序で行動すればスムーズな掃除ができるかを試行錯誤する場面を設定したことなどが影響を与えているのではないかと考える。例えば、児童の自由記述において、「外灯の動きを組み合わせることができた」、「掃除の流れをしっかりと見える化できた」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

設問 14 「もの (こと) の内容や仕組みを考えることができますか」 ( $M_{事前} = 3.5, M_{事後} = 4.2$ ) について、事後が有意に向上した。このことは、身近な機器の仕組みや掃除の手順をフローチャートに表した活動などが影響を与えているのではないかと考える。例えば、児童の自由記述において、「いろいろな流れの仕組みが分かった」、「一つ一つのものにプログラムがあることが分かった」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

設問 21 「身近な機器の仕組みを細かく分けて考えることができますか」

( $M_{事前} = 3.0, M_{事後} = 4.6$ ) について、事後が有意に向上した。このことは、外灯や自動ドア、自動水栓、防犯ゲートなどいくつかの身近な機器の仕組みを、フローチャートに表した活動などが影響を与えているのではないかと考える。例えば、児童の自由記述において、「次は目覚まし時計のフローチャートをやってみたくなった」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

表 1 事前・事後の質問紙調査の結果 (N = 10)

設問	項目	事前		事後		p
		M	SD	M	SD	
設問1	知っていることや調べたことをもとに、結果を予想することができる。	3.6	0.70	4.0	0.67	*
設問2	他の人の気持ちを予想することができる。	4.0	0.47	3.8	1.03	
設問3	もの（こと）の形や様子を予想することができる。	4.2	0.79	4.4	0.52	
設問4	自分なりの見方で、考えることができる。	3.4	0.70	3.8	0.63	
設問5	一つのもの（こと）を、さまざまな視点から考えることができる。	3.2	0.63	3.8	0.79	
設問6	一つのもの（こと）を、全体を見わたして考えることができる。	3.6	0.52	3.7	0.82	
設問7	自分なりの見方で、観察することができる。	3.8	0.42	4.2	0.79	
設問8	2つのもの（こと）の同じところやちがうところを比べることができる。	3.9	0.32	4.1	0.74	
設問9	いろいろなもの（こと）を、いくつかに分けて、整理することができる。	3.3	0.82	4.1	0.57	*
設問10	いろいろなもの（こと）を、順序にそって、整理することができる。	3.5	0.53	4.2	0.63	*
設問11	条件に応じて、いろいろためしたり、考えたりすることができる。	3.6	0.70	3.8	0.63	
設問12	起きていることの原因について考えることができる。	3.4	0.84	3.5	0.53	
設問13	学んだことを普段の生活に関係づけて考えることができる。	3.6	0.70	3.8	0.79	
設問14	もの（こと）の内容や仕組みを考えることができる。	3.5	0.53	4.2	0.79	*
設問15	何かを調べたりまとめたりするときに、いくつかの中から、ぴったりの方法を選ぶことができる。	3.6	0.52	3.8	0.79	
設問16	何かをまとめるときに、多くの情報から自分にひつようなものを選ぶことができる。	3.9	0.74	4.4	0.70	
設問17	いろいろな方法で、答えを確かめようとするすることができる。	3.4	1.17	3.8	0.92	
設問18	友達の考えや発表に、意見や感想をもつことができる。	3.2	0.92	3.7	0.67	
設問19	必要なものを、調べたり考えたりして、選ぶことができる。	4.2	0.79	3.8	0.79	
設問20	もの（こと）を明らかにするために、しっかりと考えることができる。	3.6	0.52	4.0	0.82	
設問21	身近な機器の仕組みを細かく分けて考えることができる。	3.0	0.47	4.6	0.52	**
設問22	課題を解決するために、どんな手順が必要かを考えることができる。	3.4	0.52	4.0	0.67	*
設問23	課題に取り組んでいて、つまずいたり上手くいかなかったりしたときに、前にもどってやり直したり、どこからやり直せばよいかを考えたりすることができる。	3.2	0.63	4.0	0.94	
設問24	フローチャートをかきすることができる。	2.8	0.42	4.4	0.52	**

\*P &lt; .05 \*\*P &lt; .01

設問 22 「課題を解決するために、どんな手順が必要かを考えることができますか」

( $M_{事前} = 3.4, M_{事後} = 4.0$ )について、事後が有意に向上した。このことは、スマート農業の課題の解決策をフローチャートに表し、MESHの動作確認と往還させながら課題解決に取り組む活動や、解決策を発表し合い改善していく活動などが影響を与えているのではないかと考える。例えば、児童の自由記述において、「いろいろ試してから、課題を考えて、やり方までいって楽しかった」、「考えが広がってすごくおもしろかった」、「私達にない考えが見つけたのでよかったし、まねしたい」、「人それぞれのやり方があることに気づいた」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

表2 児童の自由記述における抽出内容の分類

抽出項目	児童の自由記述
分解	細かく分けてフローチャートをつくれた
	外灯の動きを組み合わせることができた
	掃除の流れをしっかりと見える化できた
	次は目覚まし時計のフローチャートをやってみたくなった
手順	いろいろな流れの仕組みが分かった
	一つ一つのものにプログラムがあることが分かった
	いろいろ試してから、課題を考えて、やり方までいって楽しかった
	考えが広がってすごくおもしろかった
	私達にない考えが見つけれられたのでよかったしまねしたい
	人それぞれのやり方があることに気づいた
改善	掃除の仕方をもう一度見直せた
	いっぱい抜けていたけど、やり直すことも大切なことが分かりました
作図スキル	フローチャートが前より分かった
	上手に判断記号が使えてよかった
	フローチャートを上手に作れた

設問 24「フローチャートをかくことができますか」( $M_{事前} = 2.8, M_{事後} = 4.4$ )について、事後が有意に向上した。単元を通してフローチャートの作図に取り組ませたことで、タブレット上でのフローチャートの作図の習熟が図れたものとする。例えば、児童の自由記述において、「フローチャートが前より分かった」、「上手に判断記号が使えてよかった」、「フローチャートを上手に作れた」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

また、設問 23「課題に取り組んでいて、つまずいたり上手いかなかったりしたときに、前にもどってやり直したり、どこからやり直せばよいかを考えたりすることができる」( $M_{事前} = 3.2, M_{事後} = 4.0$ )については、回答のばらつきが大きく、有意差は見られなかったものの、事後の平均値が事前と比べて高くなっている。このことは、掃除の手順を表したフローチャートを発表し合い、自分の作図と比較する活動や、スマート農業の課題の解決策を発表し合い改善していく活動などが影響を与えているのではないかと考える。例えば、児童の自由記述において、「掃除の仕方をもう一度見直せた」、「いっぱい抜けていたけど、やり直すことも大切なことが分かりました。」などの記述もあり、これを示唆しているのではないかと考えた。

以上のように、結果、7つの項目において事後が有意に向上し、児童の自由記述からも「分解」、「手順」、「改善」、「作図スキル」に関する効果を示唆する内容が確認できた。

## (2) 発話記録の考察

授業実践の3週間後に行ったインタビューの発話記録について、児童の発言に含まれる内容ごとに分類した。結果は、表3のとおりである。以下、これらの結果と考察を述べる。

「興味・関心」と「フローチャート」「MESH」に関わる発言が合計29回あることから、児童が興味・関心を強くもっていたことが分かる。また、「MESHを使えるようになってきたらおもしろい」、「フローチャートが頭の中で想像できるようになった」などの発言から、フローチャートの作図とプログラミング教材の使い方を習熟していくことで、より主体的に取り組めるようになったことが推察できる。

表3 発話記録の分類 (N = 10)

分類項目	発言数	主な発言例
興味・関心	10	MESH を使えるようになってきたらおもしろい
		どんなことができるのかと考えるのがおもしろい
フローチャート	9	フローチャートが頭の中で想像できるようになった
		フローチャートが大体分かった
MESH	10	MESH で何か作ったりしてみたい
		MESH でなんか色々やって発表するのが心に残った
フローチャートと MESH の往還	4	フローチャートでやってみて、その後、MESH でやってみたことがおもしろかった
		MESH だけでもわかったけれど、フローチャートがあった方がわかりやすい
		フローチャートと MESH をもうちょっと使い方を上手になりたい
		いろんな機械がどんな感じのフローチャートでできていて、MESH で表せるのか知りたい
学習への利用	7	家庭科で使えそう。何か作る順番とかに使えそうだ
		体育のサッカーとかチームの作戦とかで使うと話が早く進みそう
		総合の時、紙芝居を作ろうとしているので、そこで、どう流すかとか作るかとかをやってみたい
生活への利用	2	生活の中でも、家の機械とかでどんな感じにできるのかをやってみたい
		家で使ってみたい。フローチャートとか考えてみたい

「フローチャートと MESH の往還」に関する発言からは、対象児童の約半数が、フローチャートの作図とプログラミング教材の動作確認を往還させることで、プログラミング教材の動作の手順を試行錯誤しながら検討することができたり、活動を通して新たな課題を見出そうとしていたりしたことが分かった。また「学習への利用」に関する発言から、児童は、フローチャートの作図を習得し、その良さを理解できたことで、フローチャートを学習に活用していこうとする実践力が高まったことや、「生活への利用」に関する発言から、身の回りの機器がプログラムによって動作していることへの関心が高まっていることも確認できた。

これらの学びのあり方は、「一人ひとりのワクワク感を呼び覚まし、習得と探究の中で、創造的・論理的に思考し、解決策と新たな課題を見出している（経済産業省 2019）」と捉えることができる。すなわち「学びの STEAM 化」としての効果も示唆しているのではないかと考える。

#### 4. 研究のまとめ

児童による ICT を活用したフローチャートの作図と、プログラミング教材の動作確認を往還させた課題解決学習に取り組ませた。結果、1) 結果を予想する力、2) ものごとを分けて整理する力、3) ものごとを順序に沿って整理する力、4) ものごとの内容や仕組みを考える力、5) 身近な機器の仕組みを細かく分けて考える力、6) 課題解決のための手順を考える力、7) 改善のための方法を考える力の項目において事後が有意に向上し、児童の自由記述からもプログラミング的思考の育成に効果があることが明らかとなった。これらのことは、今後のプログラミング教育において、フローチャートの作図と、プログラミング教材の動作確認を往還させることへの意義を示唆しているものと考えられる。

また、経済産業省（2019）の「未来の教室」ビジョン第2次提言では、未来を見通しにくい

時代に生きる子どもたちには、「創造的な課題発見・解決力」が求められ、そのための教育改革として「学びのSTEAM化」を提言している。その実現には、「知る」と「創る」が循環する文理融合の学びを実現するための授業モデルが確立されていないことが課題であると述べている。本研究での授業実践は、児童の自由記述や発話記録からも、「学びのSTEAM化」を実現する授業モデルに近い実践だったことを示唆している。この観点から、本研究における授業実践は、プログラミング教育におけるプログラミング的思考の育成や、情報活用能力の向上に寄与するだけでなく、「学びのSTEAM化」としての教科横断的・合科的な授業編成にも繋がることを期待でき、新たな授業モデルとしての提案ができたのではないかと考える。

## 5. 今後の課題

本研究は、公立小学校の5年生児童10名を対象とした単発的な調査に過ぎない。そのため、本研究の結果に関しては、過度な一般化をすることができない。今後、対象とする児童を増やすなど、継続的に調査を行い、プログラミング的思考の育成に関する授業のあり方を検討していくことが課題である。

また、本実践を通して、フローチャートの作図の習熟が、児童の学習活動における思考に影響していたものと考えられる。そのため、小学校1年生から段階的なプログラミング教育を行っていく中で、フローチャートの作図等の技能の習得を図りながら、プログラミング的思考を育成していきけるように年間指導計画への位置づけ等の体系化を行うことが必要であると考えられる。

## 引用・参考文献

- 経済産業省 (2019) 『「未来の教室」ビジョン』経済産業省「未来の教室」とEdTech研究会, 第2次提言
- 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 39]』翔泳社, 東京
- 小林祐紀・中川一史 (2019) 「小学校プログラミング教育における思考力・表現力に関する児童の意識変容-3 つに類型化を試みた教育実践に着目して-」『AI時代の教育論文誌』第1巻:31-36
- 黒上晴夫・堀田龍也 (2017) 『プログラミング教育導入の前に知っておきたい思考のアイデア』小学館
- 草野俊彦 (2018) 『教養としてのプログラミング的思考-今こそ必要な「問題を論理的に解く」技術-』SBクリエイティブ, 東京
- 文部科学省・総務省・経済産業省 (2021) 「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」  
<https://miraino-manabi.mext.go.jp> (2021年12月8日閲覧)
- 文部科学省 (2020) 『小学校プログラミング教育の手引』第三版
- 清水匠・中川一史 (2019) 「小学校プログラミング教育におけるフローチャートづくりとICT活用に関する考察」日本STEM教育学会, 2019年3月拡大研究会, 予稿集:22-25
- 新地辰朗・安藤孝治 (2017) 「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研究報告, Vol. 32, No. 2:27-30
- 寺嶋浩介・丸山俊幸・中川一史 (2013) 「小学校学習指導要領に基づく思考力・表現力育成のための目標リストの開発」長崎大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, 12:53-59