

プログラミング的思考を育成するために ～理科の授業実践を通して～

味岡小学校 薄井 美智子

1 はじめに

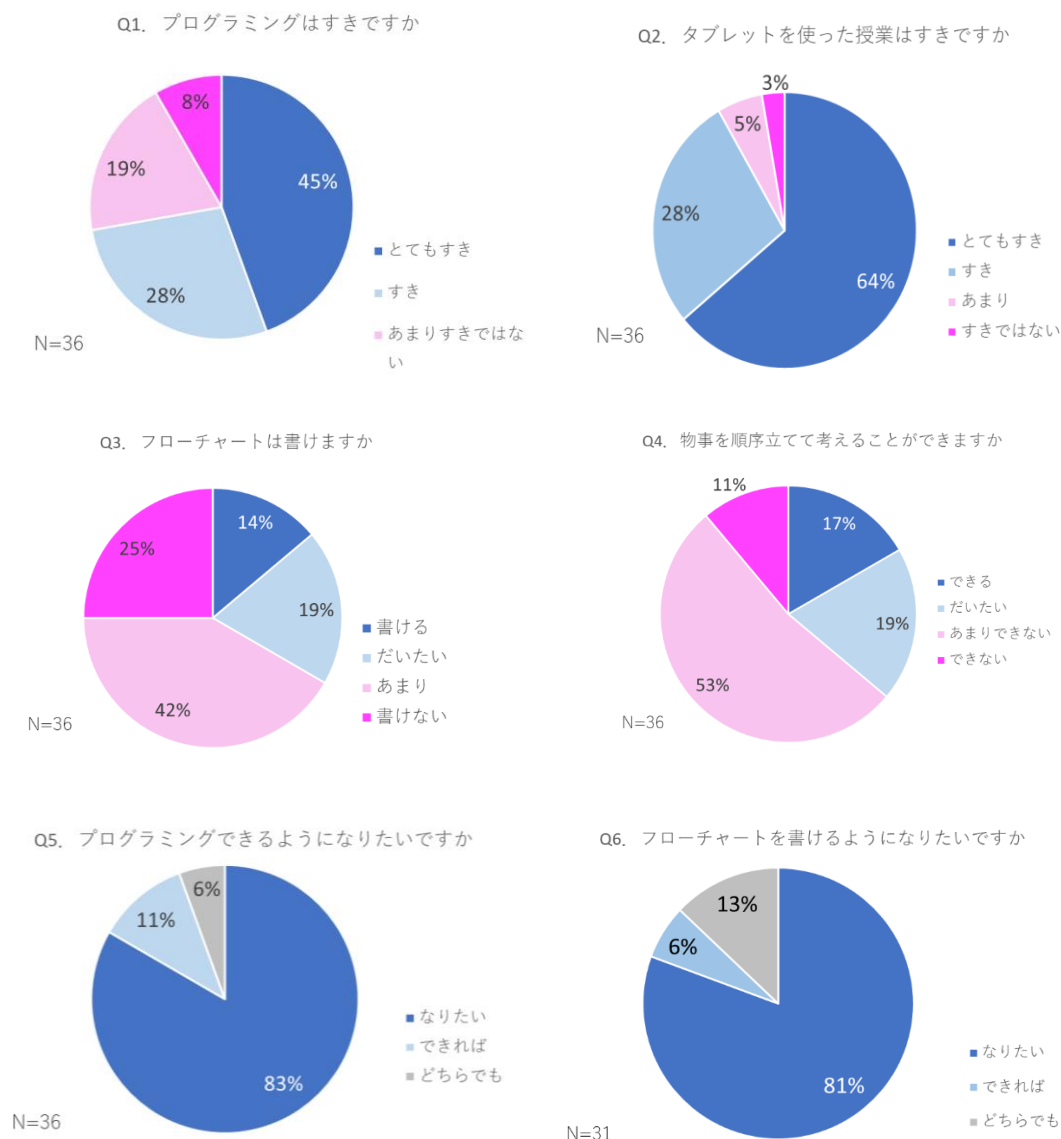
2020 年度全面実施の新学習指導要領において、小学校にプログラミング教育が導入されることになった。「小学校段階において学習活動としてプログラミングに取り組むねらいは、プログラミング言語を覚えたり、プログラミングの技能を習得したりといったことではなく、論理的思考を育むとともに、プログラムの働きのよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることなどに気付き…」(小学校学習指導要領解説 総則編 平成 29 年 6 月 21 日公表)とある。ここから小学校におけるプログラミング教育の目的は、コンピュータ操作のための知識技能の習得のみを行うことではなくその素地を養うことにあるといえる。つまりプログラミング教育の目的とは、①プログラミング的思考を育む②プログラムの働きやよさ、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③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養う④各教科の内容を指導する中で実施する場合は各教科での学びをより確実なものにすることだと考えられる。

2 主題設定の理由

「プログラミング的思考」とは、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような組み合わせが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいか、記号の組み合わ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」(小学校プログラミング教育の手引き 第 2 版 文部科学省)である。情報技術を効果的に活用しながら、論理的・創造的に思考し課題を発見・解決していくためには「プログラミング的思考」が必要であり、将来どのような進路を選択しどのような職業に就くとしても、普遍的に求められる力であるといえる。

本校は、児童一人に一台のタブレットが導入されており、市のパイオニア校となっている。6 年生の児童は、自宅にタブレットを持っている割合も多く、プログラミングを経験したことのある児童も多い。ここで、プログラミング教育を導入するにあたり、まず被験対象となるクラスに事前アンケートを実施した。結果を資料 1 に示す。結果を見ると、プログラミングが「とても好き」あるいは「好き」と答えた児童は全体で 73%であり、また、タブレットを使った授業が「とても好き」「好き」と答えた児童は 92%であった。このことから、プログラミング教育に興味を持つ児童は非常に割合も多いことがわかる。しかし一方で、「フローチャートを書けるか」あるいは「物事を順序立てて考えることは得意か」という質問に対しては、「できる」「だいたいできる」と答えた児童は、それぞれ 33%、36%と半数以下の

結果となっており、書けないと答えた児童の中には「どのような手順で行うか分からない」「この（自分の作ったフローチャート）手順が一番良いのか分からない」といった意見もあった。また、「プログラミングできるようになりたいか」という質問に関しては94%の児童が「なりたい」「できればなりたい」と答えており、さらに「フローチャートを書けるようになりたいか」との質問に関しても87%が「なりたい」「できればなりたい」と答えており、児童の学習意欲はうかがえる結果となっている。



資料1 プログラミング的思考に関する事前アンケート結果

これら結果を踏まえると、プログラミングやフローチャート作成に興味はあるものの、それらに対する児童の理解や技術が不足傾向にあり、ひいてはプログラミング的思考が十分に定着していないと考えることができる。そこで、本研究では、コンピュータやタブレットを使い、教科学習の中でフローチャートを取り入れた授業を行うことでプログラミング的

思考を育むことができるかについて、児童の意識と理解度の変化を把握することで検証することとする。ここで、後者のフローチャートを用いた授業に関しては、実験の方法や結果に応じて分岐が変化していく理科の授業で取り入れることとする。

3 本研究の全体の概要

(1) 本研究により目指す児童像

児童のプログラミング的思考を育めたことを明確にするため、以下のように児童像を定義する。

- 物事を順序立てて簡潔に考えることができる児童
- プログラミング的思考を学習や生活の中で実践しようとする児童
- プログラムの働きやよさに気付くことができる児童

(2) 本研究の対象とする児童

本研究の対象者は、本校の 2020 年度 6 年 2 組の男子 20 名、女子 16 名の合計 36 名である。

(3) 研究の仮説

本研究では、プログラミング的思考の育成を検証するため、2 つの仮説を設定し、それらについて検証することで、その手法の効果を示す。

仮説 1

プログラミング学習ソフトを使って学習することで、プログラミング的思考が育成されるのではないかと。

仮説 2

理科の授業を通して、実験手順や結果を順序だてて考えることでプログラミング的思考を育成することができるのではないかと。

(4) 研究の手立て

(ア) 仮説 1 に対しての手立て

- ① プログラミング的思考や一連の活動をフローチャートに表すことについて学習する。
- ② 総合的な学習の時間のプログラミング教育の授業では、毎時間のめあてを提示し、目的意識を持って学習に取り組み、振り返りを行う。
- ③ タブレットやプログラミング学習ソフトを使用して学習する。

(イ) 仮説 2 に対しての手立て

- ① 理科の単元や実験などでプログラミング的思考を育むための学習場面を検討し、年間指導計画を作成する。
- ② フローチャートを用いて、思考の流れ（「分岐」「繰り返し」）を視覚化した授業を行う。

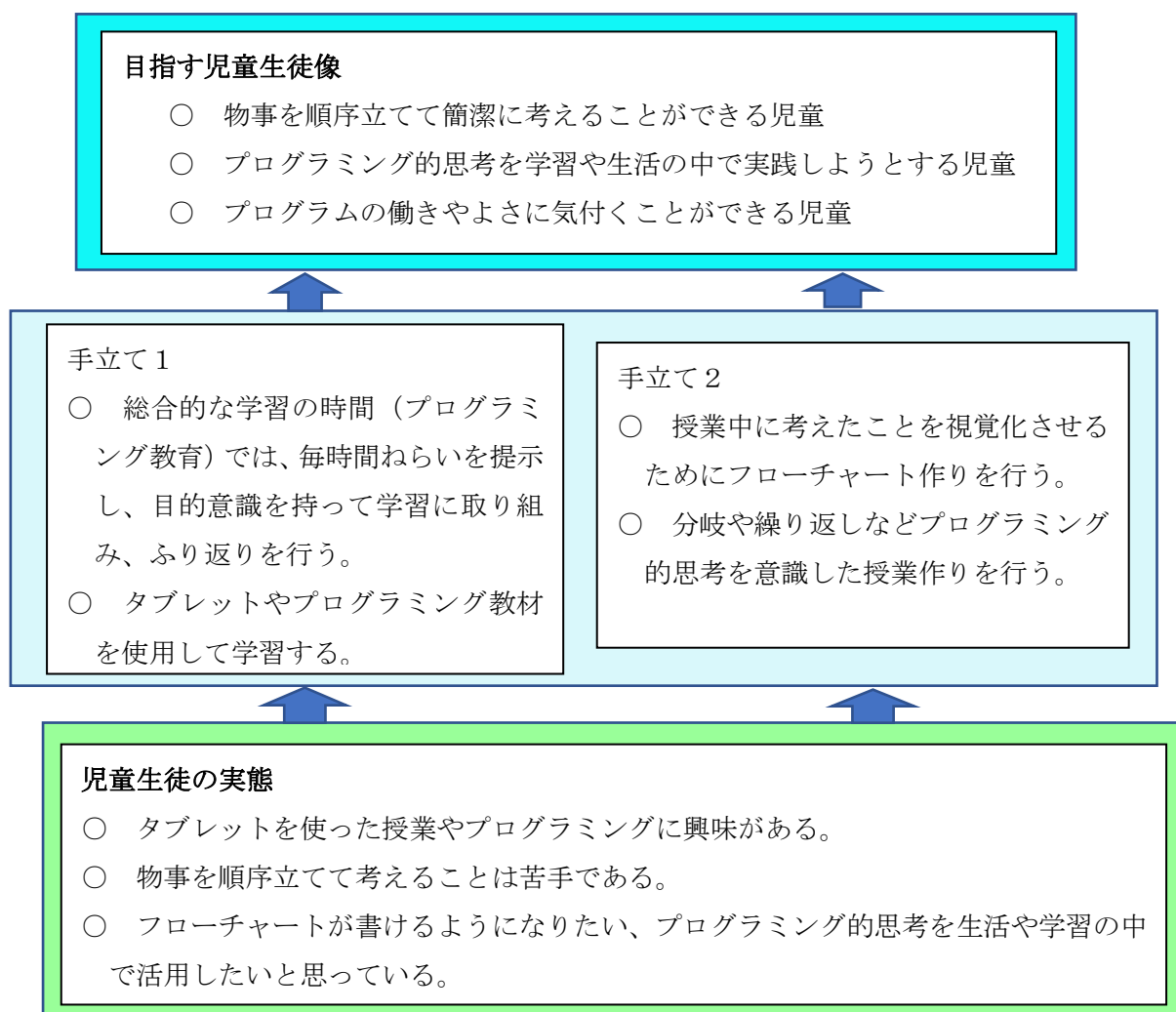
(5) 研究計画

授業のスケジュールと内容について、表1にまとめた

6月	プログラミング的思考についての学習
7月	フローチャートの書き方についての学習（総合的な学習「掃除の手順」「買い物に行こう」）
	フローチャートを用いた授業実践（「理科「植物のからだのはたらき」」
9月	プログラミング学習ソフト（Scratch）を使ったプログラミングの学習
10月	フローチャートを用いた授業実践（理科「てこのはたらき」・修学旅行「見学方法」）
11月	プログラミング教材を使った学習
12月	プログラミング発表会
1月	フローチャートを用いた授業実践（理科「水溶液の性質とはたらき」）

表1 プログラミング授業の研究計画

(6) 研究全体の構想図



4 仮説1 タブレットとフローチャートを用いたプログラミング授業での検証

(1) 実践例1 掃除のフローチャートを作成する

ア ねらい

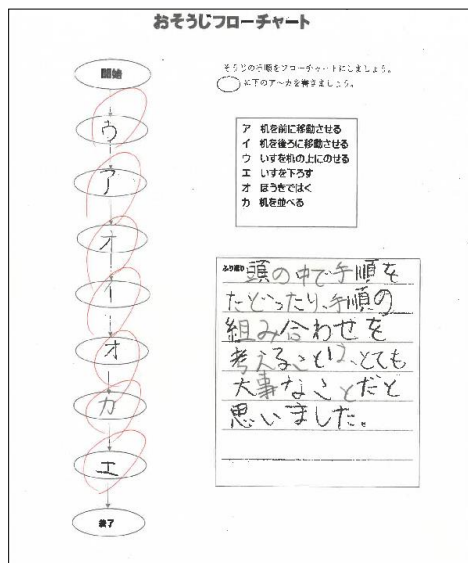
「教室の掃除の仕方」を題材に、フローチャートの作り方を考え、理解する。

イ 育てたいプログラミングの考え方

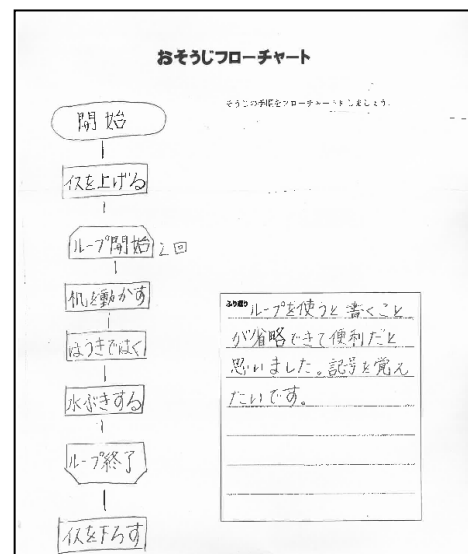
「順序（シーケンス）」「繰り返し（ループ）」の考え方を身につける。

ウ 授業の実際

初めに、児童にとって身近な活動である掃除の手順について考える事にした。資料2に示した「おそうじフローチャート」では、フローチャートの基本構造である「順序」について学習し、教室掃除の手順をフローチャートで表現させた。また、資料3のフローチャートでは選択肢をなくし自分達で手順を考えるようにした。この時、同じ動作をくり返し行いたい場合はループを使用することを教え、コンピュータにプログラミングするときには指示が少ないほど簡潔で良いことを伝えた。どのグループも話し合いを活発に行い、掃除の手順を一つ一つ確認しながらフローチャートを作成することができていた。



資料2 おそうじフローチャート(順序)



資料3 おそうじフローチャート(繰り返し)

エ まとめ

掃除の手順をフローチャートに表すことで、いつも行っている掃除を想像したり整理したりして考えることができた。その中で「順序」「繰り返し」といったプログラミングの考え方とその意味を押さえるようにした。資料2のように選択肢を提示した場合、グループ全体が処理の項目を共通理解した上でフローチャートを作成することができるが、資料3のように選択肢を提示しない場合には、児童によって様々

な指示のアイディアが出る。そのため、後者の場合においては、例えば、最初にグループ全員で掃除の過程で何を行うべきかを確認し、その行程を整理することでフローチャートの作成をスムーズにする。本授業では、掃除という身近な具体例を挙げることで、生活とプログラミングとの結びつきを意識させることができた。資料 4 の本実践の児童の振り返りからフローチャートの有用性を理解することができたと考ええる。

児童 A : 頭の中で手順を考えると、色々なことが想像できると思いました。フローチャートにすると、とても分かりやすくてすごいです。

児童 B : 掃除の時間に何をするのかよく考える事が大切だと思いました。考え方によって色々想像できておもしろいと思いました。

児童 C : 行動の選択枝がないと、フローチャートを書くことはとても難しいと思う。

資料 4 実践例 1 における児童の振り返り

(2) 実践例 2 買い物のフローチャートを作成する

ア ねらい

「買い物に出かける」ことを題材にフローチャートの作り方を考え、理解する。

イ 育てたいプログラミングの考え方

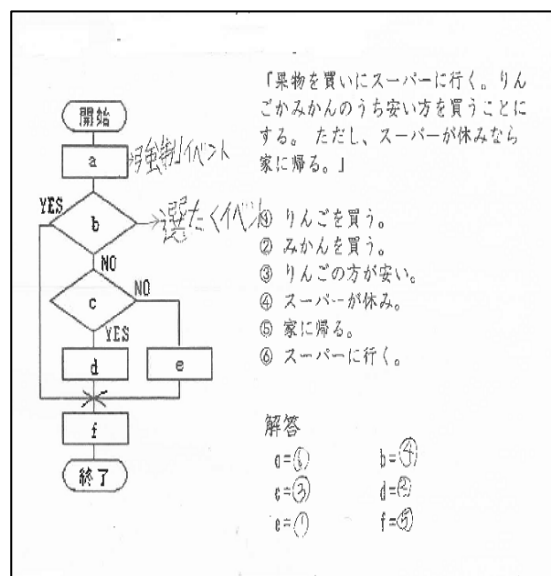
「順序 (シーケンス)」「条件分岐 (もし～なら○○)」の考え方を身につける。

ウ 授業の実際

果物を買いにスーパーに出かけるフローチャート作りでは「りんごの方が安いなら、りんごを買う」「スーパーが休みなら、家に帰る」というように条件によって指示の流れが分かれる分岐の考え方を学習した。資料 5 では、b の分岐で条件を満たす場合は処理 c、d を行わず f を行う。この様に分岐の意味についても考えさせるようにした。

エ まとめ

今回のフローチャート作りでは、フローチャート作成時に、実際の「買い物に出かける」という行動を意識するよう児童に指導した。また、フローチャート作成後に、プログラムが組みこまれているお掃除ロボットを例に挙げて「自分がお掃除ロボットのプログラムを組むとしたらどんな命令を出すかな?」と問いかけた。「障害物があったら



資料 5 お買い物フローチャート

(<http://masudahp.web.fc2.com/flowvchart/flow06.html>)

、フローチャートの基礎より引用)

よける」「ゴミがたまったら捨ててに行く」といった意見が出された。すると他の児童から「条件分岐の考え方だ」という発言が出た。条件分岐やループについて学ぶことで、プログラミングされた機械が私たちの暮らしに役立っていることに気付くことができた。

(3) 実践例3 プログラミング学習ソフトを使用した授業

ア ねらい

ロボットをプログラミングして動かす活動を通して、プログラミング的思考を育む。

イ 育てたいプログラミングの考え方

目的の動作をさせるための動きを細分化して考え、一連の指示にまとめる

ウ 授業の実際

本例のプログラミング実践授業は、LEGO education 社のレゴ WeDo2.0 を用いて行った。この教育キットは、児童が楽しみながらプログラミングに親しむことができるように設計されている。ブロックやモーター、センサなどのパーツで組み立てたロボットを専用ソフトウェアでプログラミングして操作することで、プログラミング技術と知識を学ぶことができる(写真1)。レゴの動きは、タブレット上で、プログラミングアイコン(資料6)を順につなげていくことでプログラミングしていく。今回は以下の4つの課題を与え、各グループ4人で解決させた。

- ① 2秒間前進し、2秒間停止する。これを3回繰り返す。
- ② 2秒間前進し、2秒間後進する。これを3回繰り返したら停止し、指定の音で知らせる。
- ③ 前進し、障害物を感知したら停止する。障害物がなくなったら再度進む。
- ④ 前進し、机から落ちそうになったら停止する。

エ まとめ

グループで話し合い、意図するロボットの動きをイメージしてから、プログラムを作るように指導した。しかし実際に動かしてみると、イメージ通りに動かず、何度も話し合い、プログラムを作り直す姿が見られた(写真2)。課題①と②はすぐに解決すること



写真1 レゴブロックを組み立てる児童



資料6 プログラミングアイコンの例

ができたが、モーションセンサを使う③と④に苦戦していた。モーションセンサ利用するプログラミングアイコンには、「障害物までの距離が近づいたら」「障害物から距離が離れたら」等の条件を入力するものがあるが、センサとモーターとをうまく組み合わせることができないグループが多かった。何度も試行し、結果を分析し、よりよいプログラムを作っていく過程の中で、児童は知らず知らずのうちにプログラムの

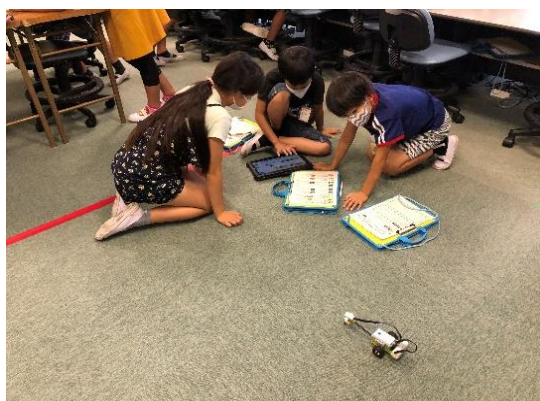


写真2 タブレットでプログラムを修正する児童

順序と効率的な処理手順に触れることができた。また、「最初から完璧なものを作らなくても、少しずつ実行して直しながら完成させていけばよい」というプログラミングデバッグの考え方も経験することができた。資料7の児童の振り返りからは、今回の実践が効率的な手順を考える良い機会となったと考えることができる。

児童A：課題の③が難しかったです。みんなで協力しないとできないなと思いました。

児童B：マイロ君は指示した通りに動くので、正しい指示をださなくてはいけないと思いました。

児童C：秒数やモーターの回転方向を少し変えるだけでも動きが大きく変わることが分かった。

児童D：最初は思ったように動かなくて大変だったけれど、何回もやるうちに課題④ができてうれしかった。

資料7 実践例3における児童の振り返りより

5 仮説2 コンピュータを使わずフローチャートを活用した理科の授業での検証

(1) 実践例1 フローチャートを用いた理科実験「植物と日光のかかわり」

ア 単元

植物のからだのはたらき

イ ねらい

植物の葉に日光が当たると、でんぷんができるかについて、フローチャートを用いて考える。

ウ 育てたいプログラミングの考え方

「もし～なら〇〇」という分岐の考え方に基づいた実験方法を理解する。

エ 授業の実際

a 導入

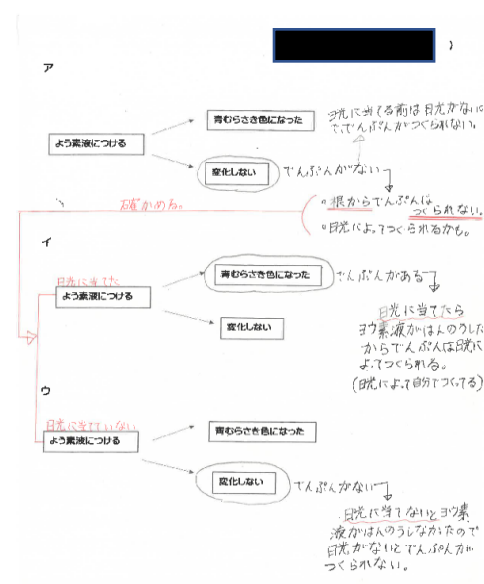
日光が当たることで葉にでんぷんができるかを調べるには「日光に当てた葉」「日光が当たらないようにした葉」の二つが必要だと考えた。しかし、「元から葉にでんぷんがあったら、新しくできたかどうか分からない」「根からでんぷんを吸収しているかもしれない」という意見も出たので「前日から葉に覆いをして、でんぷんがなくなっている状態にする」を加え3つの葉を用意することにした。**ア**「前日から覆いをしておいた葉」**イ**「当日の朝、覆いをはずして日光に当てた葉」**ウ**「覆いをしたままにした葉」とする(資料8)。この3枚の葉が「ヨウ素液に反応した場合」、「しなかった場合」についてどのようなことが分かるのかを視覚化するためにフローチャートを作成した(資料9)。



資料8 実験方法の図

b 実験方法

- ① 実験の前日の午後、じゃがいもの葉にアルミニウムはくで覆いをして日光が当たらないようにする。(葉を識別するために切りこみを入れておく。)
- ② 晴れた日の朝アとイの覆いをはずして、アにでんぷんがあるか確かめる。
- ③ 午後になったらイとウにでんぷんがあるか調べる。



資料9 植物と日光のかかわりの実験フローチャート

c 実験結果(表2)

調査時間	用意する物	ヨウ素液につけた時の色の変化
朝	ア 前日からおおいをしておいた葉	変化しなかった
午後	イ おおいをはずして日光に当てた葉	青むらさき色に変化した
	ウ おおいをしたままにした葉	変化しなかった

オ まとめ

フローチャートを用いて実験手順や予想を視覚化したので、結果から「でんぷんができた」「でんぷんができなかった」の判断を容易に行うことができた。そこからどのようなことがいえるのかを考え、振り返りを行った(資料10)。

児童 A：アの葉からは、日光に当てる前の葉はでんぷんがないといえる。なぜなら前の日からずっと日光に当ててないから。でんぷんを根から吸収することもない。

児童 B：イの葉は、日光に当てる前はでんぷんがなかった。

児童 C：イだけにでんぷんができていたから、葉に日光が当たるとでんぷんができることが分かる。

資料 10 実践例 1 における児童の振り返り

フローチャートを用いて視覚化したことで「〇〇の場合はこんなことがいえる。」という考えを整理したり、結果をまとめやすかったりしたという児童もいたが、フローチャートに分岐を書きこむことができなかった児童もいた。教科を指導する中でフローチャートを用いるときは、フローチャートを書かせることを目的とするのではなく、教科の学習目標を達成するための手段として使うことが重要である。

(2) 実践例 2 フローチャートを用いた理科の実験「水溶液の性質」

ア 単元

水溶液の性質とはたらき

イ ねらい

5つの水溶液（水、食塩水、石けん水、レモン水、アンモニア水）の正体をつきとめる過程をフローチャートによって可視化する

ウ 育てたいプログラミングの考え方

条件に対して「Yes」「No」で分かれていく条件分岐の考え方を身につけ、水溶液の性質を分類することができる。

エ 授業の実際

a 導入

本実践はこの単元の最後の授業であり、これまでに学習したことをもとに赤、青、黄、白、水色のテープが貼られた試験管の中身を明らかにするための実験方法を考えることがねらいである。試験管の中身は赤レモン水、青アンモニア水、黄食塩水、白水、水色石けん水である。リトマス紙を使って酸性、アルカリ性を調べる方法、液体を蒸発させる方法、においや見た目で判断する方法を使って、透明な5つの水溶液の正体をつきとめる。どんな実験をする



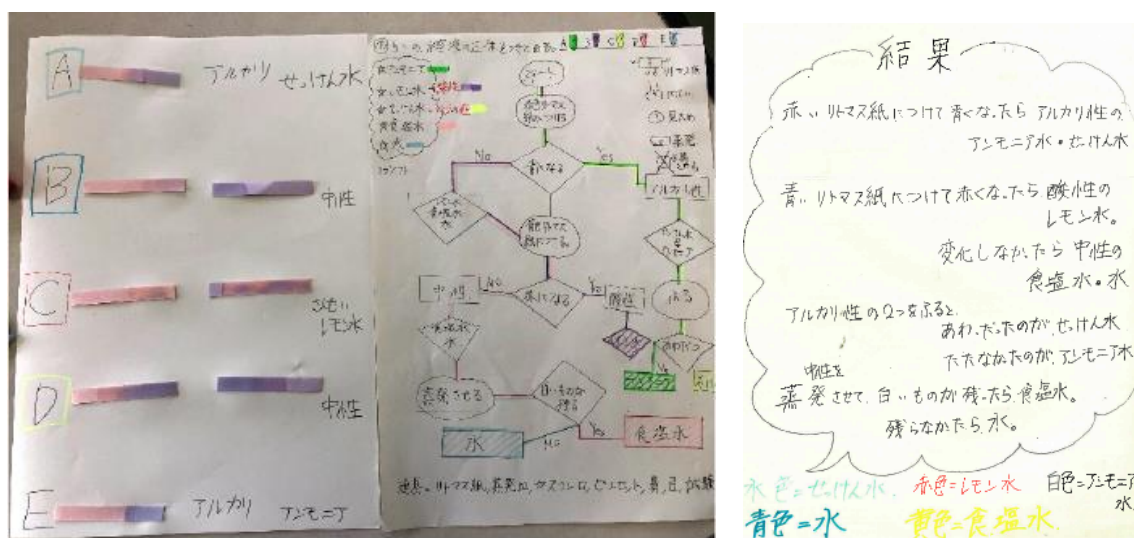
写真 3 フローチャートを用いて実験を行う児童

のかグループで話し合い、方法と結果をフローチャートを用いて視覚化した。

b 実験方法（グループによって順番や内容が異なる。）

- ① 水溶液をリトマス紙につける。
- ② においをかく。
- ③ 試験管をふる、まぜる。
- ④ 蒸発させる。

c 実験結果（資料 11）



資料 11 フローチャートを用いた実験方法と結果

カ まとめ

フローチャートの形で実験方法をまとめることで、「もし～という実験結果になったら〇〇水、そうでなければ△△水であることがわかる。」というような実験の見通しをもたせることができた。実験方法をフローチャートで表すよさは何かを問いかけると、児童からは「実験の手順を文章で書くよりも分かりやすい。」という意見が出された。実験手順や結果をフローチャートで整理することでフローチャートのよさを体験できたと感じた。児童の振り返りからも同様のことが分かる(資料 12)。

児童 A：フローチャートにそって実験をしたら、水溶液の正体がすべてわかったのうれしかった。

児童 B：「においがあったらアンモニア」「においがなかったらそれ以外の水溶液」というように、どの水溶液なのかフローチャートだと分かりやすかった。

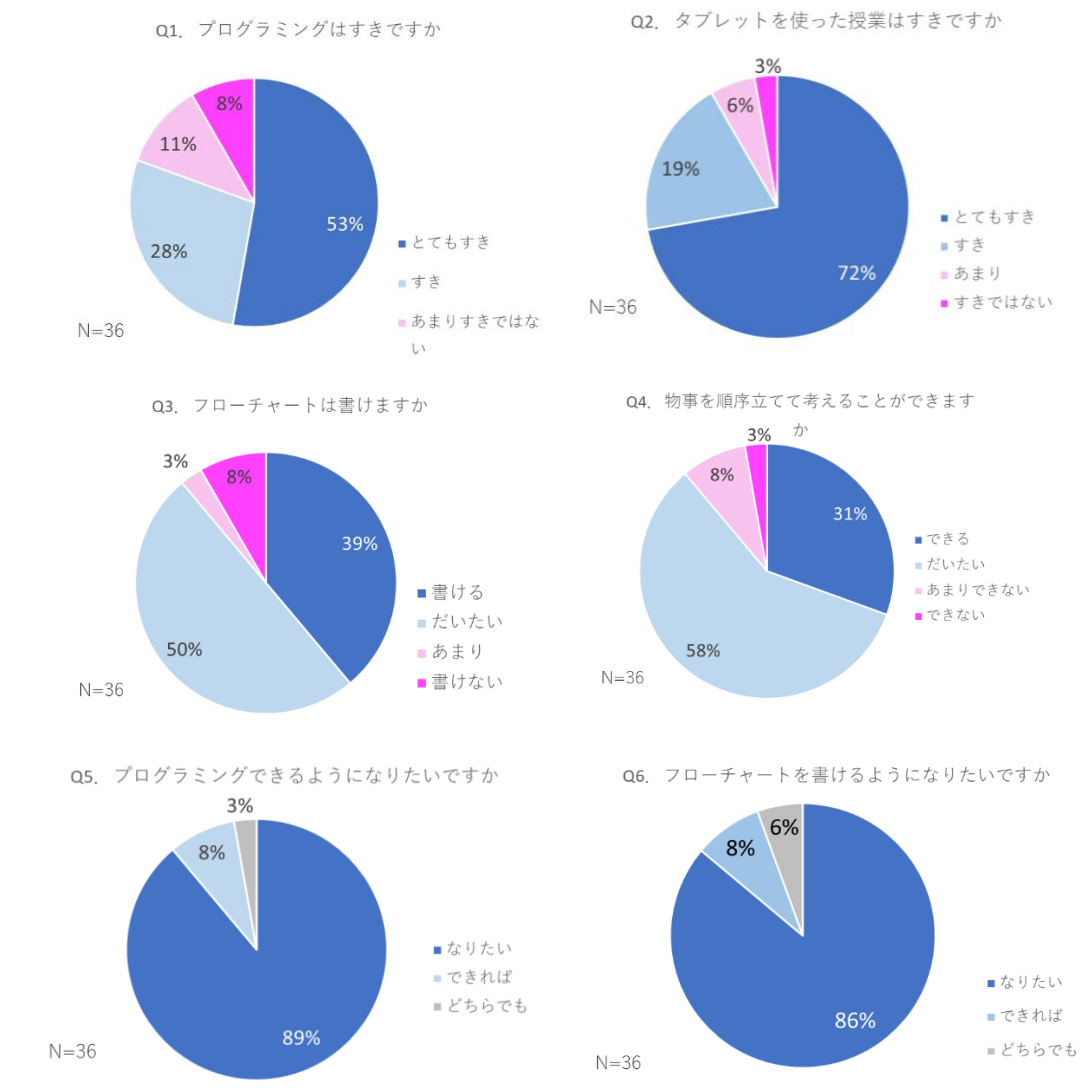
児童 C：実験をいくつも繰り返すから、結果がごちゃごちゃになりそうだったが、フローチャートを使ってまとめることで整理して考えることができた。

資料 12 実践例 2 における児童の振り返りより

6 研究の成果

(1) 授業後におこなった事後アンケートによる考察

資料 13 に事後アンケート結果を示す。まず、プログラミングや授業への関心度は、事前アンケートよりもいずれも上昇しており、特に、「プログラミングが好きか」という質問に関しては、「とても好き」「好き」と回答した児童が、事前アンケートの 78%から事後アンケートの 81%へと、8%上昇している。また、「フローチャートは書けますか」という質問に対しては、「書ける」「だいたい書ける」と回答した児童が 33%から 89%と大幅な向上が見られ、「物事を順序立てて考えることができるか」という質問に対しても「できる」「だいたいできる」を合わせた回答が 50%以上の向上が見られた。プログラミングやフローチャートを理解することで、それらに対する興味や関心も向上し、プログラミング的思考への理解も深まったと考える。



資料 13 プログラミング的思考に関する事後アンケート結果

(2) 仮説1についての成果

総合的な学習の時間（プログラミング教育）では、「めあて」と共に「育てたいプログラミングの考え方」も合わせて提示した。楽しんで終わりがちであるプログラミングの授業が、めあてを毎回提示することで、児童はめあてを意識した活動を行ったり、振り返りを書いたりすることができた。加えて、副次効果として、プログラミング用語を自然に覚えることもできた。フローチャート作りでは、生活経験と指示を結びつけて考える事ができるように「掃除」や「買い物」を題材を選んだことでフローチャートが書けるようになった児童も増えた。その結果、物事を順序立てて考える論理的思考の良さに気付き、学習や生活の場面で生かしていこうとする児童の姿が見られた。

タブレットやコンピュータを使ったプログラミングでは、「レゴ WeDo2.0」だけではなく、「プログル」や「アルゴロジック」「Scratch」を利用した。プログラミング学習ソフトを使うことでプログラミングと実際のロボットやキャラクターの動きを結びつけて考えることができるようになった。特に、アイコンや絵など視覚的に分かりやすいオブジェクトやブロックを組み合わせるプログラムも作るビジュアルプログラミングは、認知しやすいので小学生に適していると感じた。また、授業を通じてプログラミングが多くの電化製品に利用されており、暮らしが便利になっていることにも気づくことができた。

(3) 仮説2についての成果

理科の実験では、手順や結果をフローチャートで表し視覚化することで、自分の考えを整理したり分かりやすくまとめたりすることができた。また児童の発言や振り返りから、学習内容の理解が深まっていたことが分かった。また、フローチャートの考えを他の児童と共有することから対話も生まれた。今回は理科を中心に行ったが、算数や家庭科など他の教科でもフローチャートを取り入れることが可能なので、理解を深める手段として積極的に授業に取り入れたい。

7 今後の課題

今回の結果を経て、プログラミング的思考とはどの授業であっても取り入れることが可能だということが分かった。しかし、どのような学習場面にプログラミング的思考の良さが生かせるのかを今後検討していく必要があると考える。そして授業にフローチャートを取り入れる時は、あくまで思考を整理する手段として使用し、フローチャートを作成することが目的になってしまわないように注意する必要がある。また、プログラミング的思考を育むためには、コンピュータを使ったプログラミングの授業は欠かすことができない。自分を含め教師がプログラミング教育に対する抵抗感を減らし、授業が探求的活動になるように研究をしていくことが今後の課題であると感じた。

〈参考文献〉

- 「小学校プログラミングの授業」 小林祐紀 翔泳社
- 「小学校プログラミング教育の手引き」 文部科学省
- 「小学校はじめてのプログラミング授業」 丸岡 慎弥 学陽書房
- 「コンピュータを使わない小学校プログラミング教育『ルビィのぼうけん』で育む論理的思考」 兼宗 進 学研プラス