

目標分析や達成感を考慮した 小学校プログラミング教育の枠組みに関する研究

川島 芳昭, 大山 真治, 小林 竜大, 岩本 恭哉

宇都宮大学共同教育学部研究紀要 第72号 別刷

2022年3月

目標分析や達成感を考慮した 小学校プログラミング教育の枠組みに関する研究

A Study on a Framework for Elementary School Programming Education Considering Goal Analysis and Sense of Achievement

川島 芳昭[†], 大山 真治[‡], 小林 竜大[‡], 岩本 恭哉[‡]
KAWASHIMA Yoshiaki, OYAMA Shinji, KOBAYASHI Tatsuhiro and
IWAMOTO Kyouya

概要 (Summary)

本研究は、小学校プログラミング教育を段階的に指導するための枠組みを目標分析や達成感から検討し、そのフレームワーク（学習の枠組み）を提案することを目的に実施した。特徴は、①児童の実態に応じた難易度の課題を設定、②課題解決に必要な目標を細分化し、段階的かつ系統的に児童に提示、③協働学習を促す学習環境の構築の3つを含めた学習の枠組みとするところである。これにより、児童の課題解決能力の向上、論理的思考力の向上が図れると考えた。この学習の枠組みの有効性を検証するために、小学校4年生の児童28名に対し、授業実践を行なった。その結果、段階的な課題解決による達成感や協働学習による学習支援、プログラミングによる体験的な試行錯誤する活動に対して児童の認識が高まることを明らかにした。

キーワード：小学校、プログラミング、課題解決、協働学習、フレームワーク

1. はじめに

持続可能な社会を目指し、SDGs^[1] (Sustainable Development Goals) による17の目標が定められた。しかし、その目標を達成するためには、既存の知識のみでは困難であり、新しく創造する力である技術イノベーションが求められる。

一方、学校教育の課題の一つとして記憶再生型の学びがあげられる^[2]。現代の子ども達は、多くの知識を学び、多くの知識を修得している。しかし、その知識は、一問一答の考えに基づき、試験で高い点数を取るための知識に終始している傾向がある。そのため、全国学力学習状況調査においては、基礎的な知識を持つA問題に対する通過率は高いものの、複数の知識を組み合わせるB問題の通過率が低いという結果が続いている。この問題を解決するには、修得した知識・技能を活用する力や理論的に問題の解決手順を構築する力などが必要である。この理論的に問題の解決手順を構築する力を育成する方法の一つとしてプログラミング教育があるとされている。そのため、2019年に告示された学習指導要領^[3]では、全ての学校種においてプログラミングを学ぶ機会が設けられ、2020年度から小学校プログラミング教育が開始された。文部科学省は、小学校段階で育成する資質・能力

[†] 宇都宮大学 共同教育学部 (連絡先: kawasima@cc.utsunomiya-u.ac.jp 川島芳昭)

[‡] 宇都宮大学 教育学部学生

として「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」(知識及び技能)、「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」(思考力、判断力、表現力等)、「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」(学びに向かう力、人間性等)と明記している^[4]。この中で特に「プログラミング的思考」の育成が重要とされている。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、どのような動きの組合せが必要であり、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のか、記号の組合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行く力」と定義されている^[4]。さらに、小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類には、

- A 学習指導要領に例示されている単元等で実施するもの
- B 学習指導要領に例示されていないが、学習指導要領に示された各教科等の内容を指導する中で実施するもの
- C 教育課程内で各教科等とは別に実施するもの
- D クラブ活動など、特定の児童を対象として、教育課程内で実施するもの
- E 学校を会場とするが、教育課程外のもの
- F 学校外でのプログラミングの学習機会

の5つがあるとされている。

しかし、小学校からのプログラミング教育を実践するためには、指導する教員の経験不足、学習環境、学習課題の難易度の問題など多くのことを解決する必要がある。これらの問題の中で、学習環境に関する問題は、GIGAスクール構想による1人一台端末の導入、ネットワーク環境の充実、学習用ロボット教材の導入などにより改善されている。一方、指導する教員の経験不足では、多くの教員がプログラミングに触れる機会が無く、プログラミング教育に求められる三つのねらいを具体的に達成することに不安を感じている教員が多いという問題がある。黒田、森山による調査では、教員がプログラミング教育に対する課題意識として「プログラミング教育に関する知識・理解が不足している」が最も多いことを明らかにしている^[5]。また、同時に多くの教員が「モデル授業の実践事例集」なども求めていることも明らかとしている。これらの要因は、現在の小学校教員が学生時代にプログラミング教育を受ける機会が無かったことやプログラミングを新たに修得する時間や機会が無かったことが要因として考えられる。しかし、単にプログラミングの知識や技能が高いために小学校でのプログラミング教育を適切に実践するのは難しいとも考えられる。そこには、発達段階に応じた目標設定や達成感を与えることのできる課題設定などを合わせて考えて行くことが重要だと筆者は考えるからである。しかし、どのように目標を設定し、課題を検討すれば良いのかがこれまで明確にされてきていない。

そこで、本研究では、小学校プログラミング教育を段階的に指導するための枠組みを目標分析や達成感から検討しフレームワークとして提案することを目的に実施することとした。

2. 基本構想

プログラミング教育の指導上問題になるのは、教員の経験不足である。特に、小学校教員からは、「何を」、「どこまで」教えるのかが分からないため、授業設計が難しいという意見を聞く機会がある。しかし、プログラミング教育は、言い換えるとプログラミング言語を用いて課題をコンピュータに解決

してもらふ学習であると言える。すなわち、国語教育や英語教育と同様に言語教育として考えるならば、その習得段階には「模倣期」と「自律期」に分けて考えることができる。図1にプログラミング教育の変移の案を示す。図1に示すように、小学校から中学校、さらにはテキスト型のプログラミング言語の修得に進む高等学校の初期段階までは「模倣期」として捉えることができ、教員から与えられたプログラムを模倣しながら入力、実行する学習となる。また、内容の定着を図るために、簡易な修正やデバック作業も実施することとなる。さらに、基本的な学習の進行状況や学習者の実態に応じた簡易的な課題を与え、修得内容の深化を目指すこととなる。この段階で必要なのは、学習者が自ら課題を見付け、解決するプログラムを作成できる資質・能力ではなく、教師が解決させたい課題(目標)を決め、例示したプログラムを改編することで解決することができる課題である。三浦は、学習者の自律性や達成感を高めるためには困難な目標を与えた方が効果的であると指摘している^[6]。このことを踏まえ、小学校プログラミング教育で考えるならば、一人では解決が困難な課題であっても他の児童との協働学習により解決できる難易度の課題が適切ではないかと考える。

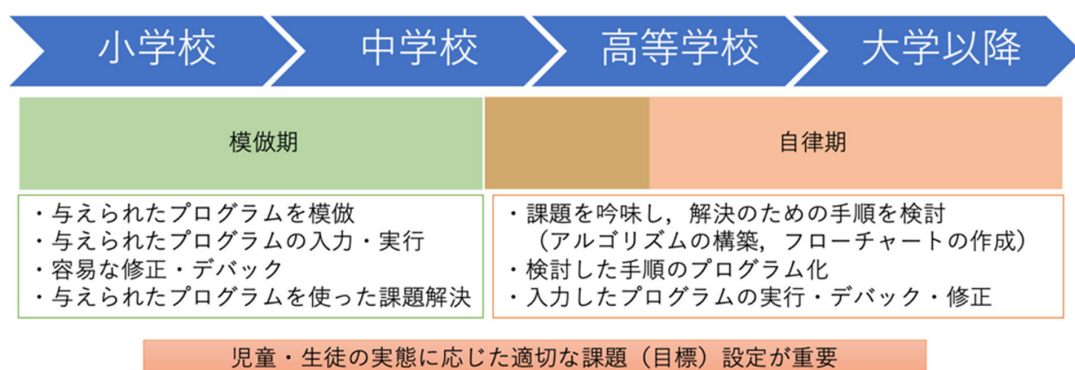


図1 プログラミング教育の変移(案)

以上のことを考慮すると、プログラミングを通して達成する目標分析を行い、その目標を達成するために必要な課題を教員が設計する必要がある。課題解決と目標との基本的な概念を図2に示す。

図2に示すように、課題解決を訓練するには、最初に最終的な達成目標である大目標を明確に定め、その達成に必要な目標を中目標、小目標のように細分化していくことが重要である。しかし、一般的なプログラミング教育では、順次処理、反復処理、分岐処理のアルゴリズムや基本的な構文のプログラムを模倣させる学習となる。しかし、この方法では、それぞれのアルゴリズムや基本的な構文ごとに課題が変わるため、学習者にとって系統的にプログラムを考えることが難しい。一方、大目標の達成を最終目標とし、その達成に必要な段階を明示することは、学習者にとって一つ一つの課題を達成しながら最終目標に向かっていくこととなり、学習内容の理解を促すだけでなく、解決に対する達成感を与えることができると考えられる。さらに、論理的に課題を解決することの訓練にも繋がると言える。具体的には、「ぶつからない車を作る」という課題で考えると次のようになる。基本的な概念に基づく学習目標の例を図3に示す。図3に示すように、大目標は「ぶつからない車を作る」となる。次に「ぶつからない車」に必要な機能が何かを検討すると「障害物をよける」「安全を確認する」などの中目標が考えられる。中目標が設定できたら次に「障害物をよける」を達成するために必要な機能を考える。その結果、「前進・後進・停止できる車」、「障害物を判断する車」、「条件によって曲がる車」

などが考えられる。すなわち、「ぶつからない車を作る」ということは、障害物をよけられなくてはならない。「障害物をよける」ということは、障害物を発見したり、曲がったりできなければならないとなる。これは、当たり前である考え方であるが、学習者に意識させた指導と意識させない指導では学習内容の把握に大きな差があると考えられる。

一方、模倣期である小学校段階では、大目標から小目標までの各目標を達成するために必要な基礎的なプログラムは教員が提示し、児童は入力・実行・修正の練習段階を経て、目標を一つずつ達成させることが望まれる。その際、1つ上の目標や最終目標を意識させることで、必要な機能や新たな機

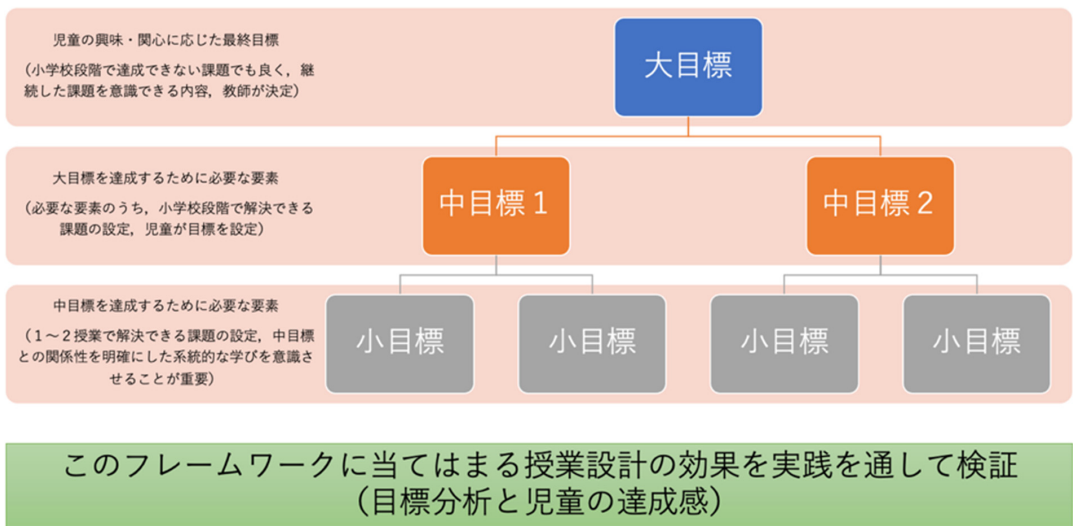


図2 課題解決と目標との基本的な概念

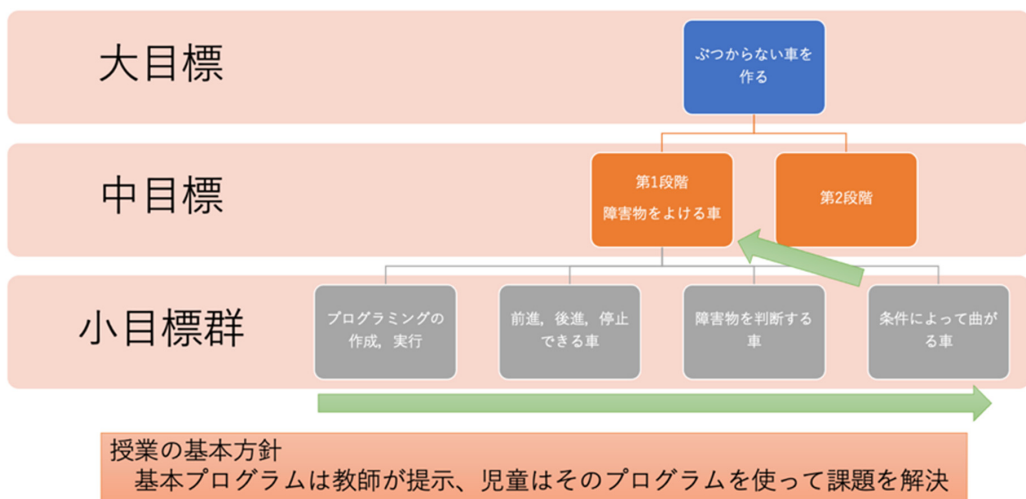


図3 基本的な概念に基づく学習目標の例

能を発想することに繋がると考えられる。特に小学校段階では、順次処理、分岐処理、反復処理などの処理手順の科学的な理解やアルゴリズムについては概念的な把握で十分だといえる。そこで、この考え方に従った授業を設計し、実践を行うこととした。

3. 授業実践

授業実践は、図3の学習目標の例に準じて実施した。対象は、T県U市立I小学校の4年生の児童28名を対象に行った。うちプログラミングの経験を持つ児童は24名であった。実施時期は、2020年12月である。使用した教材は、アーテック社^[7]のArtecRobo2.0(10台)とStuduino Software^[8]を使ったブロックプログラミング環境によって行った。ArtecRobo2.0教材は、1台あたり2～3名の児童のグループで利用させた。これは、実践を行ったのが2020年度であるため児童1人一台の端末の導入がされていないこと、対象が4年生であること、他者との協働による解決を促すことなどによるものである。また、ArtecRobo2.0の機能は、学習段階に合わせて逐次追加しながら使用させた。これは、学習段階が模倣期であり、多くの機能を一度に扱うと学習者が混乱をするのを避けるためである。図4に最終的に用いたロボット教材を示す。図4に示すように、最終的には、DCモータによって前進・後進・停止の制御、サーボモータにより進行方向の制御、赤外線フォトリフレクターにより障害物の検知が行える教材である。

授業は、総合的な学習の時間(8時間)を使って実施した。授業計画を表1に示す。表1に示すように、授業の大目標は「ぶつからない車をつくろう」である。

1時間目は、ぶつからない車に対する児童の考えを表出化するために、イメージマップを使ってぶつからない車に対する考

えを個別に記述させた。次に、グループに分かれ、各自で考えたぶつからない車のイメージマップを元に重要なことは何かを話しあわせ、グループとしてのマップ作りを行わせた。図5に児童グループが作成したイメージマップの例を示す。図5に示すように、児童にとって「ぶつからない」とは障害物を「よける」ことのできる機能を持つ車であることが分かる。そのため、最後に、グループ毎に発表させた後、「ぶつからない車を作る」ための前段階の中目標として「障害物を迂回できる車」を設定した。また、この目標を達成するために必要な学習を考えさせた。その結果、プログラミングや障害物を認識できるセンサーなどの学習の重要性を児童に認識させた。

2時間目は、中目標「障害物を迂回できる車」(中目標1)に必要な学習の1つとして「プログラミングの作成方法を知る」(小目標1)として実施した。方法は、ArtecRobo2.0のLED制御を使って歩行者用信号機を作成するプログラムによって行った。歩行者用信号機を選定した理由は、プログラムがLEDのON/OFFの命令と一定秒待つ命令のみで作成でき、プログラミング初学者でも比較的容易にプログラムの実行の流れを把握できると考えたためである。例示したプログラムは、緑のLEDを点灯し、2秒経ったら緑LEDを消して赤色LEDを点灯するものである。このプログラムを教師が提示し、

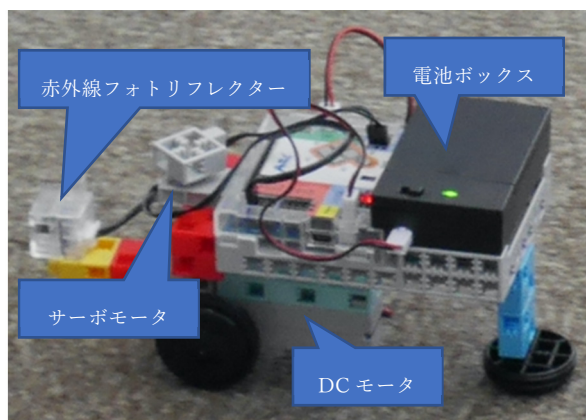


図4 最終的に用いたロボット教材

表1 授業計画

| | 9:25-10:10 (45分) | 10:30-11:15 (45分) |
|-------|--|---|
| 12/3 | 第1回 導入 大目標 ぶつからない車を作ろう ・ぶつからない自動車の認識の確認 (イメージマップ作り) 中目標1 障害物を迂回する車を作ろう ・実現するために必要な要素 (プログラミング, センサーなど) | 第2回 歩行者用信号機の制御 小目標1 プログラミングの作成方法を知る ・プログラムの入力・実行・修正練習 (Studuino Software の使い方) ・課題: 実際の歩行者用信号機の動きを再現する |
| 12/10 | 第3回 前進・停止・後進する車 小目標2 DC モータの働きを知る ・DC モータをプログラムで制御 | 第4回 障害物を検知する車 小目標3 センサーの働きを知る ・赤外線フォトリフレクターを使った物体検知 ・DC モータと組み合わせた制御 |
| 12/17 | 第5回 障害物をよける車 小目標4 サーボモータの働きを知る ・サーボモータをプログラムで制御 ・赤外線フォトリフレクターの物体検知と DC モータの前進・停止・後進とを組み合わせた制御 | 第6回 障害物を迂回する車(1) 中目標2 障害物を迂回する車を作ろう ・第3回から第5回のプログラムを使う ・進行方向の障害物を検知し, 迂回する制御を行う |
| 12/24 | 第7回 障害物を迂回する車(2) 中目標2 障害物を迂回する車を作ろう ・第3回から第5回のプログラムを使う ・進行方向の障害物を検知し, 迂回する制御を 行う | 第8回 発表会・まとめ 中目標3 他のグループのプログラムを見て, 様々な 解決方法があることを知る ・他者のプログラムの動作を見る ・自分のプログラムとの違いを考える ・大目標を達成するには, 小さい目標を順番に解決す ることの大切さを知る |

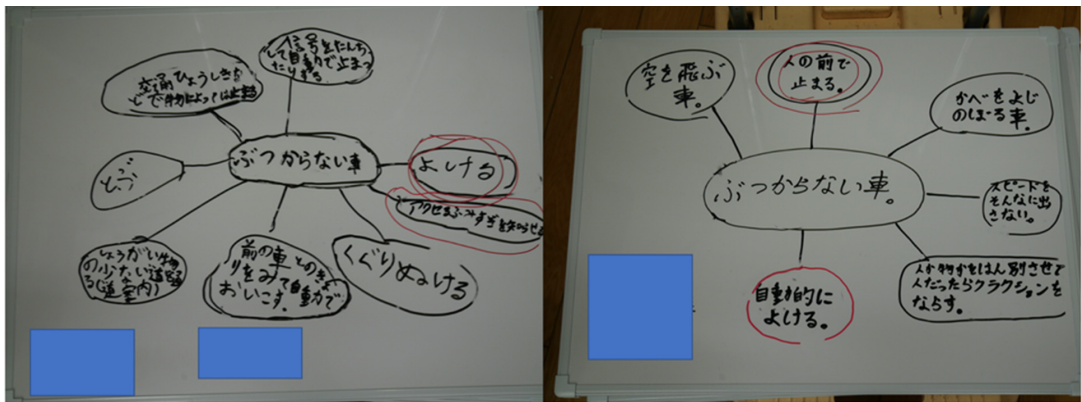


図5 児童グループが作成したイメージマップ例(1時間目)

児童に模倣させることでプログラムとLEDの制御方法について感覚的に認識させた。次に、実際の歩行者用信号機のビデオを視聴させ、それと同じ動作をするプログラムをグループで考えさせた。各グループの児童は、プログラムの流れを考え、プログラムの入力→実行→デバッグの順に学習活動を行うことでプログラミングと制御の基本的な方法の練習を行なった。

3時間目は、前進・停止・後進をする車を実現するために「DCモータの働きを知る」(小目標2)を設定し、一定時間前進して止まるプログラムを例に行なった。使用したArtecRobo2.0は、DCモータ

とタイヤのみで構成した教材とした。教師からは、1秒間前進して停止するプログラムを提示し、DCモータの回転と停止の基本的なプログラムを模倣させた。次に課題として、一定時間前進し、停止したら後進して戻ってくるものとした。これにより、DCモータの役割とDCモータの回転方向の制御の基本を練習させた。

4時間目は、障害物を検知する車を実現するために「センサーの働きを知る」(小目標3)を設定し、センサーの働きとDCモータの連携させる方法の修得を目指した。センサーは、赤外線リフレクターを用いた。赤外線リフレクターは、赤外線を用いて障害物との距離を数値化するセンサーである。児童には、Studuino Softwarの機能であるテストモードを使い赤外線リフレクターと障害物との距離が数値化されることを確認させた。また、障害物を認識する適正な距離についてもグループで話し合わせた。その後、教師から障害物を認識したら止まる車のプログラム例を示し、赤外線リフレクターから得られた数値によって分岐するプログラムを模倣させた。児童には、グループで検討した数値を入力し、動作確認をさせた。次に、3時間目で作成したプログラムにセンサー制御の命令を加えて、障害物を検知したら戻ってくるプログラムの作成をさせた(図6)。



図6 赤外線センサーを使い障害物を認識するプログラムの実施の様子

5時間目は、障害物をよける車を実現するために「サーボモータの働きを知る」(小目標4)と設定した。そのため、これまでの車型の教材の駆動輪にサーボモータを追加し、タイヤを左右に曲げられる教材を使用した。また、サーボモータの可動域と動きを元に舵角の解説を行った。その後、サーボモータを使ったプログラム例を示し、模倣させた。課題は、障害物を検知したら右側によけるものとした。舵角が大きいと車は倒れ、舵角が小さいと障害物にぶつかるため、児童は、センサーの距離、舵角の調整など多くの試行錯誤を繰り返しながら課題解決に努めた。

6, 7時間目は、障害物を迂回して進むことのできる車を実現するために「障害物を迂回する車を作ろう」(中目標2)と設定した。この目標は、これまでの小目標を順番に解決することで達成できる難易度だと考えて行った。プログラムは、ただ障害物をよけるのではなく、迂回する手順を考えなければならず、これまでよりも長いプログラムの作成が求められる。児童は、グループの中で話し合い、何度もプログラムの修正、実行を繰り返して少しずつ課題を解決することができた。

8時間目は、中目標として「他のグループのプログラムを見て、様々な解決方法があることを知る」とした。この目標を達成するためにもこれまでの小目標の理解が求められる。各グループの教材の動

き、それを制御するプログラムを見て、自分たちのプログラムとの違いを知ること、解決方法が1つでないことを認識させた。

以上の授業実践の前後にアンケート調査を行い、児童の意識について分析することとした。ただし、今回の対象が小学校4年生の児童であるため、今回の調査ではプログラミングに対する意識のみについての調査とした。その結果を以下に示す。なお、本研究の調査は児童にのみ実施したが、教員の意識についても調査する必要がある。これについては、今後の課題として検討していく必要がある。

4. 結果と考察

実験授業の効果を検証するために、1回目の授業前の朝の会の時間と8回目の授業当日の帰りの会の時間に事前・事後の意識調査をそれぞれ実施した。事前の意識調査では、プログラミング経験の有無とプログラミング教育に対する期待とその理由を調査した。その結果、プログラミングを「知っている」「知らない」やプログラミングの経験の有無にかかわらず、プログラミングの授業をやりたいと100%の児童が回答していた。また、理由として多かったのは、プログラミングの経験のある児童は「楽しいから」、経験の無い児童は「楽しそう」とする内容であった(表2)。このことから、児童はプログラミング教育に対する期待が大きく、授業に対して意欲的であることが分かった。

表2 プログラミングの授業に対する児童の感想

| 感 想 | 感 想 |
|------------------------------|--|
| いろいろな考え方があっておもしろそうだから | 最近やってないから |
| プログラミングは何回か、やったことがあるし楽しいから | プログラミングはとんなことをするのがしりたいから |
| あまり学校でプログラミングができない、すごく楽しいから。 | とても楽しいと思うからです。 |
| どういことがするのがわくわくしたから | 少ししかやったことがないので今日からいっぱい知りたい。 |
| やったことのない初めてやるのがあるかもしれないから | とても楽しそうだから |
| プログラミング授業はやったことないから | 前にやってみて楽しかったから |
| 先生に教えてもらえるから | パソコンを動かすのが好きで、新しいことを覚えられるから。楽しそうだった |
| プログラミングはどんなのがあるのがしりたいから | おとなになってパソコンを使うかもしれないから |
| プログラミングがやったことがあって楽しいから | 楽しいから |
| プログラミングはやった事ないので、ワクワクするから | プログラミングはまだ一回しかやったことないけどいろいろ分かるかなと思ったから |
| やったことがないし、楽しそうだから | できるようになったら楽しそうだからです。 |

プログラミング教育への期待感：高い ← 強い達成感を与えやすい学習

次に、全ての授業の終了後に実施した事後の意識調査の結果を分析した。設問は、「『プログラミング』で車をうごかすことができるようになりましたか」、「『センサー』の働きがわかりましたか」、「『プログラミング』を使って自分の考えたとおりに車を動かすことはできましたか」、「グループの人と話し合いながらプログラムを作ることができましたか」、「考えたとおりに車を動かすには、プログラムの命令を書く順番が大切だと思いましたか」、「『プログラミング』をこれからもやってみようと思いましたか」とした。回答は「とてもそう思う」「そう思う」「そう思わない」「とてもそう思わない」の4件法で回答させた。その結果を図7に示す。

図7に示すように、プログラミングによって車を制御できることやプログラムの命令の順番(課題

解決の手順の重要性)が大切であることの認識については、96.4%の児童が「とてもそう思う」と強い肯定感を持っていることが分かった。また、センサーの働きやグループ内での話し合い活動（協働学習による課題解決）の認識についても82.1%以上の児童が「とてもそう思う」と強い肯定感を持っていることも分かった。一方、「[プログラミング]を使って自分の考えた通りに車を動かすことができましたか」(プログラミング的思考力)の問いに対しては、肯定的に感じている児童は92.8%でしたが、「とてもそう思う」の強い肯定感を持つ児童は、21.4%であり、他の質問項目より低い結果であった。これは、DCモーターの回転速度、サーボモータの可動域、赤外線リフレクターから得られる値など複数のパラメータをそれぞれ考慮して設定する必要がある、児童にとっては自身が想像したとおりの動作をさせるのが難しいと感じていた結果と考えられる。特に、最終課題である障害物を迂回して進む車では、障害物は避けられるものの元のコースに戻るための手順の作成に多くの児童がつまづいていたことから推測できる。しかし、自分一人では解決できなくても他の児童と協働したり、作成→実行→デバッグの一連の流れを繰り返し行なったりすることで、多くの児童が最終課題を解決することができていた。そのため、肯定的な感想を持つことができたと考えられる。

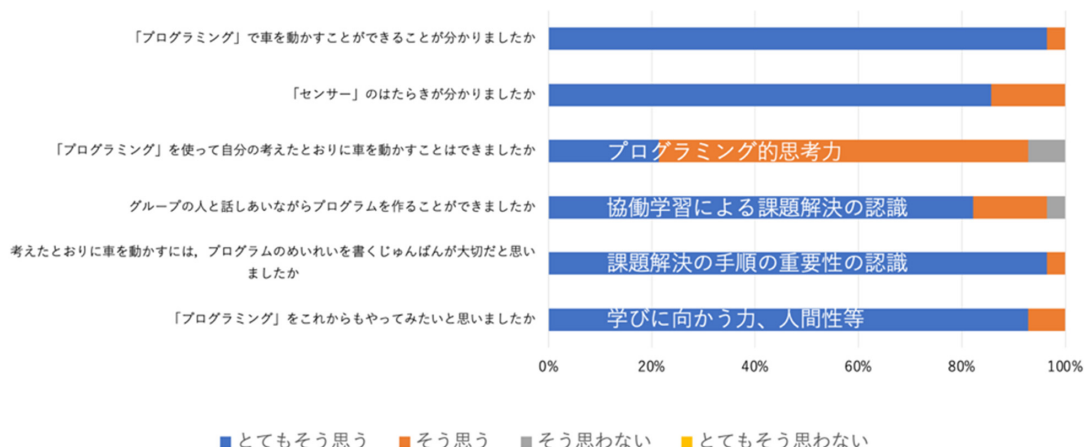


図7 授業後の児童の意識

これらの結果は、最終的なゴールとしての大目標、その大目標を達成するための中目標、そして中目標を細分化した小目標を逐次児童に認識させ、模倣と課題解決を繰り返し与えたことにより、段階的な内容理解につながったため、課題解決の手順の重要性を認識できたと考えられる。また、小学校4年生の児童では一人で解決に至らなくても、グループで話し合うことで課題解決に至っている様子なども授業時の観察から明らかとなった。これにより、協働学習による課題解決の有効性についても確認できたと考えられる。さらに、小学生では難しいセンサーの働きについては、教師からの教え込みだけでなく、プログラミングを通して、試行錯誤する体験的な学習が有効であったと考えられる。これは、「とてもそう思う」「そう思う」の肯定的な感想が100%であったことから推測できる。

次に、「[プログラミング]をこれからもやってみたいと思いましたか」については、100%の児童が肯定しており、「ぶつからない車を作る」という大きな課題でも小さな課題を積み上げていくことで達成できたという充実感を児童が感じていたためだと考えられる。このことは、自由記述式の回答の中で、実際に自分で考えたプログラムによって、自分が考えた通りの動きをしてくれた時に大きな

達成感があったと回答する児童が多かったことから推測できる(表3)。

一方、プログラミング教育に対して「難しかったこと」や「困ったこと」と感じていることについて児童に自由記述形式で回答させた。また、その際、困難点を解決した方法についても記述させた。そ

表3 プログラミング教育に対する肯定的な感想

| | |
|---|---|
| 「プログラミング」をやってみて「うれしい」「やった～」と思ったのはどんな時でしたか | 「プログラミング」をやってみて「うれしい」「やった～」と思ったのはどんな時でしたか |
| 車が、プログラム通りに動いてくれた時 | 車のプログラムが完成した時がうれしい |
| 自分でせいかいがあったこと | 車がしょうがい物をよけたとき |
| せいこうしたとき | 車を動かすのわとつてもうれしいです。やったとおもいました。 |
| はじめてちゃんと動いたとき | グループのみなでいっしょにプログラムができてもうれしかったです。 |
| がんばってつくったプログラミングがうまくうごいたとき | 自分考えたとおりに、車をうごかすことができるときです。 |
| プログラミングが成功したときやきれいにできたとき | 自分が思っていたおりにうごいたときでもうれしかったです。 |
| 車を動かさせた時、車がおもうようにうごいた時 | うれしいと思ったのは、ぶつからない車を作る時に④まで成功した時 |
| 車がうまく思い通りにいった時、同じグループの人が成功したとき | 自分のプログラムでしょうがい物をよけた時 |
| 少しずつちゃんと動いたとき | 自分のプログラムがうまくいったとき |
| しょうがい物を車をよけたことです。 | めいれい通りに動いて達成感があった時 |
| 自分で作ったプログラミングがせいこうした時 | 最後せいこうした |
| 思いどおりに車を動かさせたとき | しっかり車が進んだ時 |
| プログラムを考えてそれをじょうこうしたときのたっせいかんがうれしい | 同じ事を三回くり返すプログラミングでみんなにほめられたことです。 |
| 休み時間の時に思いどおりにうごかせた | 最後にやったプログラミング学習がむずかしかったけどできたのがうれしかったです |
| 車のプログラムが完成した時がうれしい | |

の結果を表4に示す。表4に示すように、プログラミング教育に対して「難しかった」という意見が多くみられる。しかし、児童が難しいと感じている課題に対して解決方法の多数を占めているのがグループ内での話し合いや友達の意見(協働学習)、さらに、試行錯誤する体験を通して解決に至ったことが記述されている。このことから、センサー制御を用いたプログラミング教育のように4年生の児童にとって難解な内容であっても体験的に試行錯誤できる学び、他の児童と協働する学びが有効であることが示唆できると言える。また、大きな課題をそのまま解決するのは難しいが小さな課題を一つ

表4 プログラミング教育に対する困難と感じた点と解決方法

| | |
|--|--|
| 「プログラミング」をやってみて「むずかしかったこと」や「こまったこと」はなんですか。また、どうやって「かいつつ」できましたか | 「プログラミング」をやってみて「むずかしかったこと」や「こまったこと」はなんですか。また、どうやって「かいつつ」できましたか |
| 進み方や曲がる角度の調節にこまりました。だけと黒板を見てかいつつできました。 | 車はしらないのがこまった。モータのスピードを入れたらはずしたことがかいつつした |
| こまったこと下がるしれいをして進んでしまう。かいつつした。本番時だけ車体の部がいてしまった。かいつつしなかった | 一つじゅんばんをまもがえたらできなかったのがこまった。間にこまに入れて解決できた。 |
| 元のしんこうほうこうにもどすこと。〇〇度までから1秒まったらせいこうした | たまたま車を動かすのができなくてこまったことがあります。ともたちとそうだんをしてかいつつできた |
| プログラミングが上手にできなかったけど、グループの人がかいつつしてくれた | むずかしかったのもグループの人やせんせい大学のおにいさんにもヒントがありむずかしいのもできた。こくぼんにかいてあるのをやってみた |
| プログラムのじゅんばん | 一度135度に車を曲げてから、もともにもどることができなかったです。でもこくぼんに書いてあったプログラムをためしたら少しはもともにもどれるようになりました。 |
| 順番がむずかしかったり、自分が考えたとおりにあまりいかなかったけど先生がヒントをくれたり、友だちがおしえてくれたのでかいつつできました。 | 自らの思いどおりにいかなかったとき黒板にかいてあるのをやってみた |
| プログラミングがうまくいかないとき、プログラミングをかえたらできた | むずかしかったのは、⑥です。かいつつ法はテストモードを使って「〇秒待つ」をまこうした所 |
| 物をよけてまたもどるのがむずかしかったです。角度を少しずつ変えていっておしいところまでやった | せきがいせんフォトリフレクタがきのうしなかった事。かいつつができなかった。 |
| むずかしかったことは→モータがしょうがいぶつをよけるときのプログラミング | 自分の考えたとおりに動かせなくてむずかしかった。でも、話し合っでプログラムをしたらうまくいった |
| 車が動かなくなりましたけど、大学の先生が電池を入れかえてくれて動けた | 思い通りに進まなかったけど、グループで話し合っからかいつつできた |
| 車がすまなかつたりしたときにこまった。でも何度かやったらできた | 車がわたくしがやったプログラミングにしたら全然うごかなかつたけどいろいろ考えてやっど動いた |
| しょうがい物をよけることはむずかしいこと。一つ一ついいいにまちがっているところを見つけたらかいつつできた | スリルすぎてあぶなかつたところをかいつつできた |
| まず動き方のよさをたててやっただけどへんなうごきをしたからこまった。少しずつプログラムをへんこうしたり少しずつした | さいごのせきがいせんフォトリフレクターのところを角度をよく知ってればかいつつできたと思います。 |
| グループの人と話し合っでかいつつした | 最後にやったプログラミング学習がむずかしくてその時間内ではできなかったけど何度かやるとまもがえしてプログラムを修正して動かすことができました |

ずつ解決する学習活動が有効であることも分かった。

以上のことから、小学校プログラミング教育を成功させるには、児童の実態に応じた適切な難易度の課題を設定し、段階的かつ系統的に課題が解決できる目標分析の手法に基づいた目標設定をしていくことが重要であることが分かった。また、課題解決に際し、つまり児童に対しては、教師の支援だけでなく、他の児童と協働した学びを実現する学習環境を提供していくことも重要であると言える。これらのことを意識した学習の枠組みを構築することで、小学校プログラミング教育が円滑に実施できることが期待できる。

5. まとめ

本研究では、小学校プログラミング教育を段階的に指導するための枠組みを目標分析や達成感から検討しフレームワークとして提案することを目的に実施することとした。提案したフレームワーク(学習の枠組み)は、①児童の実態に応じた難易度の課題を設定、②課題解決に必要な目標を細分化し、段階的かつ系統的に児童に提示、③協働学習を促す学習環境の構築し実践を通してその有用性を検討した。この手法に基づいて学習の枠組みを作成し、小学校4年生の児童を対象に実践を行なった。その結果、本研究の実践の範疇ではあるが以下の3つのことが成果として考えられる。

- (1) 学習課題を段階的かつ系統的に与えることにより、児童は課題解決の手順を認識するだけでなく、プログラミングへの興味・関心が高まる。これにより、プログラミングに対する学習効果が期待できる。また、適切な命令の手順を考えることで、論理的思考力を高めることも期待できる。
- (2) 系統生のある目標設定は、プログラミングによる課題解決の手順を考える支援に繋がり、児童のプログラミング的思考力を高める効果が期待できる。
- (3) 他の学習者との協働的な学びは、課題解決だけでなく、児童の達成感を喚起する効果が期待できる。

以上の結果は、本研究の実践結果のみの考察であるため、信頼性を高めるためにより多くの児童を対象とした実験が必要である。これについては、COVID-19の感染状況や社会的な動向を踏まえながら順次実施していく予定である。

また、多くの実践を行うために、本研究で提案するフレームワークに当てはまる課題を検討し、事例として広く周知していくことも予定している。

なお、本報告はJSPS科研費(基盤研究(C))JP 19K02751の助成を受けて実施した。

参考文献

- [1] 外務省, 「Japan SDGs Action Platform」(2021)
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html>(最終閲覧日2021.9.27)
- [2] 国立教育政策研究所, 「平成30年度全国学力・学習状況調査の結果」(2019)
<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/setsumeikai/30setsumeikai/18ers.pdf> (最終閲覧日2021.9.27)
- [3] 文部科学省, 「小学校学習指導要領(平成29年3月告示)」, (株)東洋館出版社(2019)
- [4] 文科省, 「小学校プログラミング教育に関する手引き(第三版)」(2020)
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf (最終閲覧日2021.9.27)

- [5] 黒田 昌克, 森山 潤, 「小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性」, 日本教育工学会論文誌, 41 巻, Suppl, pp.169-172 (2017)
- [6] 三浦麻子, 「課題遂行におよぼす目標設定と自律性の効果」, 大阪大学人間科学部紀要, 22号, pp.111-132 (1996)
- [7] (株) Artec社, 「Artec Robo 学校教育機関向け」 (2021)
<https://www.artec-kk.co.jp/artecrobo/edu/> (最終閲覧日 2021.9.27)
- [8] (株) Artec社, 「Studuino software」 (2021)
<https://www.artec-kk.co.jp/studuino/ja/> (最終閲覧日 2021.9.27)

令和3年10月1日受理

A Study on a Framework for Elementary School Programming Education Considering Goal Analysis and Sense of Achievement

KAWASHIMA Yoshiaki, OYAMA Shinji, KOBAYASHI Tatsuhiro and
IWAMOTO Kyouya