

先端教科・領域等の実践と普及に関する研究 —小学校プログラミング教育の実践研究を通して—

伊東 晃*, 松村 毅*, 伊藤 雅子*, 檜木 航平*, 伊藤 陽平*, 山本 一美*

宮川 洋一**, 山崎 浩二**

*岩手大学教育学部附属小学校, **岩手大学教育学部

(平成 31 年 3 月 4 日受理)

1. 研究の背景および目的

本研究の目的は、2020 年度より完全実施となる新しい教育課程（以下、新学習指導要領）で取り上げられる小学校プログラミング教育に着目し、大学教員と附属小学校が共同で、理論的かつ実践的に開発研究を進めることである。

附属小学校では、一昨年度から、プログラミング教育について、大学の技術教育科とも連携しながら、校内研究会などを通して研修を始めている。昨年度は小学 5 年生を対象とした授業実践を行い、一定の教育効果を確認した。そこで、今年度は、小学校におけるプログラミング教育について、さらに進めた単元の開発を実施するとともに、附属小学校全体のテーマでもある「論理的思考力：創発の学び」に着目した考察をする。また、得られた実践研究の成果を広く実践者に普及することを試みる。

2. 研究組織及び研究の方法

研究組織は、附属小学校情報教育部・教員 5 名、研究主任 1 名、大学教員 2 名の計 8 名で構成した。

本研究の方法は、以下の通りである。

(1) 大学、附属小学校との共同研究を通して、小学校でのプログラミング教育のあり方ならびに単元開発を行う。

(2) 附属小学校において、作成した単元をもとに授業実践し、その成果を広く発信する。

3. 研究の内容

3.1 本実践の教育課程上の位置付け

文部科学省 (2018) が提示している「小学校プログラミング教育の手引 (第二版)」では、「各教科等の目標・内容を踏まえた指導の考え方」として、プログラミングに関する指導の枠組みの分類例を、図 1 のように示している。このうち、C 分類では、「プログラミング的思考」の育成、プログラムのよさ等への「気付き」やコンピュータ等を上手に活用しようとする態度の育成を図ることなどをねらいとした上で、プログラミングの楽しさや面白さ、達成感などを味わえる題材を設定する、各教科等におけるプログラミングに関する学習活動の実施に先立って、プログラミング言語やプログラミングの技能の基礎について学習する、各教科等の学習と関連させた具体的な課題を設定することもでき、各学校の創

- 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ている各教科等の内容を指導する中で実施するもの
- C：各学校の裁量により実施するものの（A、B 及び D 以外で、教育課程内で実施するもの）
- 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

図 1 小学校段階のプログラミングに関する学習活動の分類 (例) (文部科学省, 2018)

意工夫を生かした取組が期待されると示されている。本研究における実践の教育課程上の位置付けとしては、このC分類に該当する。

3.2 実践のデザイン

3.2.1 単元名

ロボットとプログラミングを活用して、一人一人のニーズに応える社会をめざそう！

3.2.2 単元の目標

目的に応じて必要なプログラムを見出したり、複数のプログラムを組み合わせたりしながら問題を解決することを通して、身近な生活や社会に役立つプログラムがあることを理解したり、プログラミングを体験したりすることにより、よりよい社会づくりのために、プログラムを生かそうとする態度を涵養する。

3.2.3 めざす児童の姿

身近な生活にプログラムが活用されていることをふまえ、目的に応じて社会や生活に役立つプログラミングを創造することを通して、よりよい社会づくりのためにプログラミングを生かそうとする姿。

3.2.4 評価計画

(1)知識及び技能

- ①生活や社会を豊かにするために、必要なプログラムを選択することができる。
- ②様々なセンサーの役割をふまえ、目的に応じてセンサーなどを使ったプログラミングが適切にできる。

(2)思考力・判断力・表現力等

- ①目的に応じた活動を実現するため、複数のプログラムの最適な組合せを考えて手順を創り出したり、他者に伝えたりする。
- ②目的に沿ってプログラムを評価し、手順に問題がある場合はその原因を考え、分析・判断を行い、改善策を分かりやすく表現して他者に伝える。

(3)学びに向かう力・人間性等

- ①課題を達成するために計画的にやり遂げようとする。
- ②自分や他者の意見やアイデアを尊重し、教え・学び合いながら協働的に活動へ取り組んでいる。
- ③課題を自ら設定し、その目的や使う人を意識した

プログラムを創り出している。

3.2.5 単元の計画（全7時間）

- 第1時：自分たちが考えたプログラムロボットについて想起し、単元の学習を見通す。
- 第2時：指定された目的地を複数経由しながら自宅まで戻るプログラムを実行する。
- 第3時：道なりに目的地まで進んで自宅まで戻るプログラムを実行する。
- 第4時：利用者が必要とする物を購入して自宅まで戻るプログラムを実行する。
- 第5時：利用者のニーズを想定しながら、必要なプログラムを考える。
- 第6時：利用者のニーズに応じて、必要なプログラムを組み合わせ、実行する。[事例検討：表1]
- 第7時：単元の学習を振り返り、社会や生活を豊かにするためにどんなプログラムが考えられるか意見を交流する。

3.2.6 単元を通しての指導上の留意点

単元の導入では、子どもたちの構想したロボットを想起させながら、どのようなプログラムが社会や生活を豊かにしていくのかを考えさせた上で、単元を通して「オリジナルお助けロボット」の開発を進めていく課題を設定する。

第6時の導入では、「かえて組お助けロボットで、お客さんの要望に応えるミッションを成功させよう。」という学習課題を設定し、学習活動を進めていく。お助けロボットを利用者のニーズに即時的に対応することを通して、必要なプログラムを選択したり組み合わせたりする学習に取り組ませる。その学習活動の中で、より適切なプログラムは何かを考えていくことを通して、「本当にこのプログラムでよいのか」という批判的思考や、「そのプログラムでやってみよう」という共感的思考、「もっと簡単なプログラムはないかな」という創造的思考を働かせ、プログラミング的思考が高まるように指導していく。

まとめの段階では、本時の学習活動を振り返り、学習の感想を書いたり交流したりすることを通して、プログラミング学習の有用性を実感させるようにしていく。

表1 事例検討場面の学習計画

1. 目標

目的に応じて、必要なプログラムを組み合わせたり、修正・改善したりする。

評価計画 [思考力・判断力・表現力等]

2. 本時における創発

単元を通してオリジナルお助けロボットの開発を進めるが、本時ではお助けロボットの利用者のニーズに即時的に対応することを通して、必要なプログラムを選択したり組み合わせたりさせることができるようにする。その学習活動の中で、より適切なプログラムは何かを考えていく過程を、創発の場面ととらえる。その際、「本当にこのプログラムでいいの」という批判的思考や、「そのプログラムでやってみよう」という共感的思考、「もっと簡単なプログラムはないかな」という創造的思考を働かせていくことを通して、プログラミング的思考が高まっていくと考える。

3. 展開の概略

段階	○学習活動 ・児童の意識	◇指導・助言, 指導上の留意点						
導入	○本時の学習問題を確認する。	◇学習問題とミッションのコースを提示する。						
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">かえて組お助けロボットで、お客さんの要望に応えるミッションを成功させよう。</div> <ul style="list-style-type: none"> 今日はお客さんの多様なニーズに応じたルートを走行させるプログラミングをするのだな。 	◇本時は、各ペアでミッションが異なる学習活動になることを知らせる。						
展開	<ul style="list-style-type: none"> ○お客さんの要望から解決するミッションを決定する。 ○お客さんの要望はカードにかかっているのだな。どのような要望なのだろう。 ○まずは、アクティビティ・ボードを利用して動きの手順を考えよう。 ○目的に応じたプログラムを作成し、実際にロボットを動かしてみる。 ○右に曲がる場所は、もう少し先に進んでからでないとコースアウトしてしまう。直進の秒数を変更してみよう。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇条件を満たす動きにするには、どんなプログラムが必要なのかを考えさせ、アクティビティ・ボードに必要な動きを書き込ませる。 ◇アクティビティ・ボードには、創造的思考、批判的思考、共感的思考が見えるように、記述するように指示する。 ◇ペアで協働して考えたプログラムをロボットに送信し、実際に条件通りの動きができるまで試させる。 ◇はじめの考えでうまく動かないときは、タブレット上のプログラムを修正するよう指示する。 						
	<p>《創発の場面》 — 論理的思考が表出している考える思考とその例示 —</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">○創造的思考</th> <th style="width: 33%;">○批判的思考</th> <th style="width: 33%;">○共感的思考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> このプログラムブロックが使えるかもしれないね。 このプログラムを組み合わせよう。 もっとこうしてみよう。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> 本当に正確に動くのかな。 もっと簡単に修正することはできないかな。 他に必要なプログラムはないのかな。 </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> その考え、使えそうだね。 なるほど、その考えがあったのか。 試しにそのプログラムでやってみようか。 </td> </tr> </tbody> </table>			○創造的思考	○批判的思考	○共感的思考	<ul style="list-style-type: none"> このプログラムブロックが使えるかもしれないね。 このプログラムを組み合わせよう。 もっとこうしてみよう。 	<ul style="list-style-type: none"> 本当に正確に動くのかな。 もっと簡単に修正することはできないかな。 他に必要なプログラムはないのかな。
○創造的思考	○批判的思考	○共感的思考						
<ul style="list-style-type: none"> このプログラムブロックが使えるかもしれないね。 このプログラムを組み合わせよう。 もっとこうしてみよう。 	<ul style="list-style-type: none"> 本当に正確に動くのかな。 もっと簡単に修正することはできないかな。 他に必要なプログラムはないのかな。 	<ul style="list-style-type: none"> その考え、使えそうだね。 なるほど、その考えがあったのか。 試しにそのプログラムでやってみようか。 						
	○他のペアのプログラムを参考にしながら、自分のペアのプログラムを改善したり修正したりする。	◇他のペアの取り組み状況について、情報交換できる場を設定する。						
終末	<ul style="list-style-type: none"> ○学習を振り返り、次時の見通しをもつ。 今日は、一人一人のニーズに応えられるプログラムを制作できた。実際の私たちの生活でどのように役立つのか考えてみたい。 	◇本時での取り組みの成果を学級で共有できるようにするとともに、次時にはシステムが社会の中でどのように役立つのかを考える時間とすることを伝える。						

3.3 普及のための発信方法

本実践の普及方法については、附属小学校公開研究会のほか、本実践において教材として用いたロボットに着目して、ロボットコンテストを運営するNPO 法人 WRO Japan が主催するシンポジウムにて発表し、全国的な発信となるように試みる。この場を選んだ理由は、世界大会を含めたロボットコンテストなど、学校外でのプログラミング教育の実践者に、小学校の教育課程内の実施となるC分類での本実践を発表し、その成果を問うこととあわせ、今後の更なる実践の改善点を広い視座から得るためである。

4. 実践の結果と考察

4.1 授業実践の事例検討

授業実践の検討では、第6時について検討する。第6時の評価規準は、「利用者が必要とする支援に応じて、プログラムを組み合わせた修正・改善したりしている。[思考力・判断力・表現力等]」である。

4.1.1 学習活動の見通しをもち、トライアル&エラーを繰り返す児童

本時が始まり、教師は本時の学習問題を提示した(T1)。その上で、カードにかかれたお客さんのニーズに応えるプログラムを、これまでの学習と同じようにアクティビティ・ボードを活用して、ペアで進めていくことや、エラーが発生した場合は、アク

T1 今日、自動運転のタクシーをプログラミングします。(下のコース図2の提示)

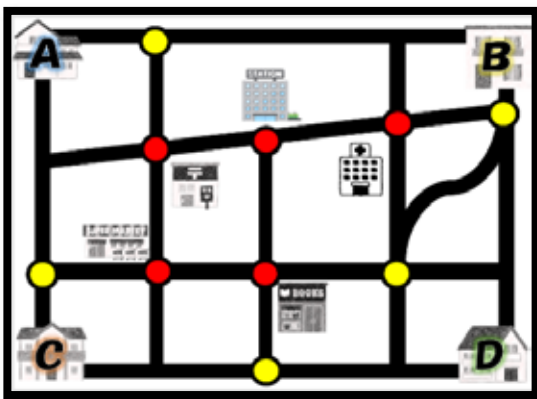


図2 学習問題として提示したコース図

T2 まさに自動運転のタクシーを拾おうとしている人がいます。カードを引いて、スタート・行先・ゴール地点を決定します。アクティビティ・ボードに必要なプログラムや動きを考えて、書き込みます。グループで考えたものをもとに、タブレットでプログラムを作り、ロボットに送信します。実際に、ロボットが予想通りの動きをするのか、確かめます。もし、思い通りに動かないときには、またアクティビティ・ボードとタブレットに戻って、修正や改善をしていきましょう。

T3 今日のミッションではどんなプログラムが使えるそうですか。

C1 カラーセンサー

C2 直進

C3 右左折

C4 線に沿うプログラム

T4 みんなの想定したブロックを使って、プログラミングを進めていきましょう。もしも、1つのカードのミッションが成功した場合は、2つ3つとカードを引いて、ミッションを成功させていきましょう。

— 各グループでプログラミングを進める—

C5 このプログラムでいけるかやってみよう。

[プログラムの送信]

C6 ぴったりじゃない。

C7 直線距離の数値は0.5にして、左折のプログラムも設定してみよう。

[プログラムの送信]

C8 結構思い通りに進んだね。これでゴールに近付きそうだね。

C9 (プログラムを入力しながら) これだと、うまくゴールしないんじゃない。

C10 じゃあ、通る道を変えてプログラムを考えてみよう。

ティビティ・ボードとタブレットに戻って、修正や改善していくことを指示(T2)するとともに、追究する課題を明確にする問いを発した(T3)。これに対し、児童はこれまでの学習で学んだプログラムを組

み合わせていけば、問題を解決することができそう
だという見通しをもった (C1-C4)。その後、
目的とする動きとなるようにトライアル&エラー
を繰り返していった (C5-C10)。

これは、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いる姿であり、プログラミ
ング的思考を高める活動となっていることが示さ
れた。

4.1.2 他のグループのプログラミングの様子を知 り、プログラムを修正・改善する児童

教師は机間指導において、ペアでの取り組みがや
や行き詰まっていることを確認し、他のグループのプ
ログラミングの様子を紹介しようと試みた(T4)。カラー
センサーを使用せずにプログラミングに取り組んでい
たペアの児童は、他のグループの様子を観察し、

- T4 プログラムを作ってみて、うまくいかないと
ころはありましたか。
- C11 カラーセンサーを使おうと思ったけれど、思
うように反応しませんでした。
- T5 カラーセンサーを使おうと思ってプログラム
を試したグループはどのくらいありますか。
(挙手をするグループ多数)
- T6 では、他のグループがどのようにプログラム
を考えて、どのようにロボットを動かしてい
るのかを見てきましょう。自分のグループの
プログラムを修正・改善しましょう。
- グループ毎に他のプログラムを見学 —
- C12 あともう少しでゴールしそうなんだけどな。
- C13 カラーセンサーを使ってみようか。
(カラーセンサーのプログラムを設定)
- C14 カラーセンサーを使いたい場所がずれると
うまくいかないんだよな。
(プログラムブロックの数値を微調整)
- C15 ゴールにはたどり着くけど、なんか違うんだ
よな。

現在の自分たちの状況 (C12) から、カラーセンサ
ーを使用したプログラミングへ切り替える提案を
した (C13)。その後、カラーセンサーを活用した
プログラミングに取り組んだ (C14, C15)。

これは、教師による情報交換活動という授業場
面の切り替えという手だてにより、児童の着目点が転
換されたことを示している。先に述べた「創発の場
面」で示した「創造的思考」の一端が示されており、
本手だての有効性が示唆された。また、アクティビ
ティ・ボード (図3) には、思考の様子が示されて
おり、児童の創発の学びの一部が見て取れる。

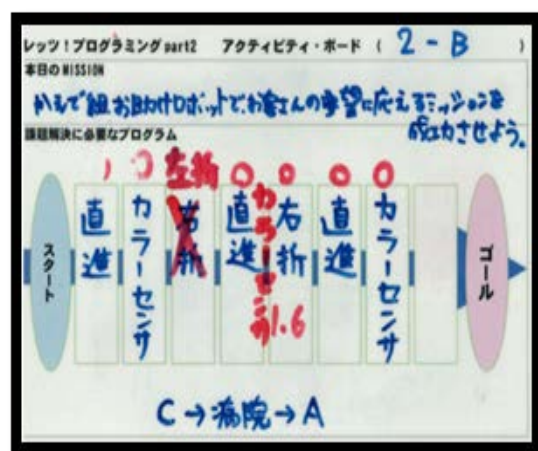


図3 アクティビティ・ボードの変容

4.1.3 学習の価値を実感する振り返り活動の充 実させていく児童

- T7 今日の学習を振り返って、振り返りを発表し
ます。
- C16 お客様のニーズに合わせたプログラム
を考えることができてよかったです。
- C17 カラーセンサーが使えないところもあっ
たけれど、友達からプログラムを教えても
らってミッションを成功できたので良かっ
たです。
- C18 お客様の要望に応えられるように、1つ
目のプログラムは完璧にできたけれど、2つ
目のプログラムが途中で終わってしまった
ので、次はがんばりたいです。
- T8 今日の学習では、ほとんどの人がミッショ
ンを成功させることができましたね。



図4 課題を究明・実践している児童

教師は、本時の取り組みの振り返りを促す発問をした(T7)。これに対して、問題が解決できた児童(C16)や、児童同士の情報交換活動が機能して、解決に至った児童の反応がみられた(C17)。また、まだ不十分な点を振り返り、継続した学習への意欲を明確にした(C18)。教師は、これらの児童の振り返りを全体に位置付け共有化を図るとともに、取り組みを賞賛した(T8)。

このような振り返りをしている児童の姿から、本時設定した授業目標をクリアできたのではないかと考えられる。

4.2 普及のための発信とその反応

4.2.1 発表先

- ①開催日：2018年7月21日(土)
- ②開催場所：科学技術館(東京都千代田区)
- ③主な参加対象者：小中高校の教員、私塾やNPOの指導者、およびそれらをサポートする機関(大学、科学館等)また人材育成として取り組んでいる機関(企業、NPO等)

4.2.2 発表に対する参会者の反応

(質問・意見) 敢えてアンプラグドであるアクティビティ・ボードを取り入れたのが興味深いですが、なぜ、アクティビティ・ボードを取り入れたのか。
(回答) 児童の実態を把握すると、必ずしもプログラミングに長けている児童ばかりではなく、ICT操作に対して消極的な児童も見られる。そこで、敢えてアンプラグドとなるアクティビティ・ボード上で各個人の思考を交流させることで、プログラムを決定したり実行したりしていくのに役立つと考えた。実際に、授業で取り入れてみて、ア

クティビティ・ボードが学習に効果的に活用されていることを実感できた。

(質問・意見) アクティビティ・ボードは、教育の場のみならず各家庭でも論理的思考を練習することができる素晴らしいツールであり、大変感銘をうけた。

(回答) アクティビティ・ボードを活用することにより、複数の児童で構成されたグループの中で共感的思考、批判的思考、創造的思考を柔軟に巡らせることができ、よりプログラミング的思考を高めることができたのではないかと考えている。

4.2.3 発表から得られたこと

一般のプログラミング教室を開講している方など、学習指導要領のプログラミング教育必修化に伴い、様々な立場の方がプログラミング教育の実践に向けて、試行錯誤されていることが分かった。また、民間の方々の反応からは、アクティビティ・ボードに代表される教材への関心の高さがうかがえた。言い換えると、教育目標に対応したこのような細やかな手立てを考案するための教師の教材研究の大切さが、評価されたものと考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、小学校におけるプログラミング教育を、先端教科・領域等と位置付けて実践を積み上げた。また、開かれた教育課程を意識して、広く学校教育以外の場所で、本実践の成果を問うことも行い一定の成果が見られた。今後は、小学校への新教科を見据えてさらに実践を積み上げ、小中高の接続を踏まえた情報教育の体系化を図っていきたい。

<参考文献>

- 文部科学省(2018) 小学校プログラミング教育の手引(第二版). http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm
(参照日:2019年2月1日)
- NPO法人WRO Japan 第11回 科学技術におけるロボット教育シンポジウム. https://www.wroj.org/2018/symposium_timeschedule.html
(参照日:2019年2月1日)