

小学校生活科での STEAM 教育推進とプログラミング的思考を育成するための教材開発と評価

久保 穂ノ花*1・岡本 恭介*2

情報・ものづくりコース*1・教科教育学域（情報科教育）*2

概要：本研究では、身の回りの事象を多く扱い、教科横断的な学びを推進できる生活科に焦点を当て、小学校低学年を対象とした STEAM 教育を促進し、プログラミング的思考を育成するために、toio というプログラミング学習用玩具を利用した教材を開発し、実践を行った。実践の結果から、本教材を利用することでプログラミング的思考や STEAM の S と T, E, M 部分について学べる可能性が示唆された。

キーワード：STEAM 教育、プログラミング的思考、小学校生活科、情報活用能力

1 研究の背景

1.1. STEAM 教育の推進

中央教育審議会(2021)によると「STEAM 教育は各教科での学習を実社会での問題発見・解決に生かしていくための教科横断的な教育」とされ、高等学校で重点的に取り組むべきものとされている。ただし、STEAM 教育を高等学校で充実させるためにも幼児期での体験活動や小学校、中学校でも教科横断的な学習で STEAM 教育を推進することが求められている。また、STEAM 教育の特性である教科横断的な視点に立って、情報活用能力のひとつである情報手段の基本的な操作やプログラミング的思考の育成も求められている。そこで、情報活用能力におけるプログラミング的思考の育成に関して、小林(2019)はスムーズな導入が可能な理科のプログラミング教育用のツールを選定し、3年生用と6年生用の新たなプログラミング教材を提案した。さらに、阪東ほか(2019)は、小学校プログラミング教育で育成すべき資質・能力に基づき学習モデルを構築し、カリキュラム・マネジメントの提案を行うという成果をあげた。これにより、各教科等の学習活動を通して指導可能な情報活用能力とそれらの各教科等相互の関連が明らかになった。ただし、STEAM 教育の視点に立ったプログラミング的思考の育成については言及されていない。

1.2. プログラミング的思考

文部科学省(2017a)において、小学校から高等学校まで共通して、情報活用能力を言語能力、問題発見・解決能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置づけ、各教科等の特質を生かし、教科横断的な視点から教育課程の編成を図るものとするとしている。文部科学省(2017b)によると情報活用能力は、世の中の様々な事象を情報とその結び付きとして捉え、情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用して、問題を発見・解決したり自分の考えを形成したりしていくために必要な資質・能力である。また、情報活用能力のひとつとされているプログラミングにおいて、文部科学省(2017c)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のか、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、という論理的に考える力であるプログラミング的思考を育成するために、児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動を各教科等の特質に応じて、学習活動を計画的に実施することとされている。これは、小学校の低学年から高学年にかけて段階的に育成を進めることが望ましいと言える。しかし、小学校3年生からしか指導例とし

て示されていない。また、小学校で主にプログラミング的思考やプログラミングに関する知識や技能を学ぶ教科は無く、教科の中で育成する必要がある。教科の中で教科の学習目標を達成しながら、それらを育成するのは工夫が必要であるが、学習内容によっては合致しないものもある。それらの育成を行うにあたって、STEAM教育等の教科横断的な学習を踏まえたプログラミングに関する学びを実現することで、プログラミング的思考やプログラミングに関する知識・技能の習得だけでなく、教科の学習目標も達成できる可能性がある。

2. 研究の目的

以上より本研究では、身の回りの事象を多く扱い、教科横断的な学びを推進できる生活科に焦点を当て、小学校低学年を対象としたSTEAM教育を推進し、プログラミング的思考を育成するための教材を開発し、その効果を分析・検証することを目的とした。

3. 教材設計・開発

3.1. 開発環境

教材を設計するに当たって、SONYが開発したプログラミング学習用玩具である「toio」(図1)を扱うこととした。toioは、PCやタブレットを使わずに紙のカードと本を使ってプログラミング学習が出来るため、小学校低学年での利用がしやすい。さらに、市販されている「トイオ・コレクション」に用意され、センサーが内蔵されているGoカード(図2)や簡易カードを利用することで、プログラミング教材を作成できる。

3.2. 教材の設計・開発

利用を想定する単元として、小学校生活科の「自分のせい長のひみつをみつけよう」とし、その中の「成長すごろく」を題材とした。この単元を選択した理由として、成長を振り返り3年次に繋げるという観点から、既習の学習事項やこれから学習する内容について取り入れやすく、教科横断しやすい単元であると考えた。また成長すごろくは、一般的なすごろくと同様にスタートからゴールを目指すのが、今回開発した教材は、付箋に自分の成長する過程を記入してマス目に貼り付けることで、成長を振り返っていくという特徴がある。さらに、駒にtoioを利用し、プログラミング

してサイコロの出た数だけマスを移動させるようにした。プログラミングを行う際には、Goカードを用い、PCやタブレットに直接触れずに、小学校低学年でも扱いやすいようにした。Goカードを使うことで、無線でつないでいるPC上にプログラムされ、図3・図4のようなプログラムが実行されることでtoioが動作する。本研究のすごろくで使う台紙は、A3サイズ2枚を合わせたもので、toioを縦横1マス7.5cmに移動するよう設計した。マス目には、クイズを用意し、toio本体の読み取りセンサーについて学習できるようにした。これは、STEAM教育の要素としてSに該当する。toioでカードを利用して、プログラミングさせることでSTEAMのTやEに該当し、プログラミング的思考の育成を狙った。



図1 toio

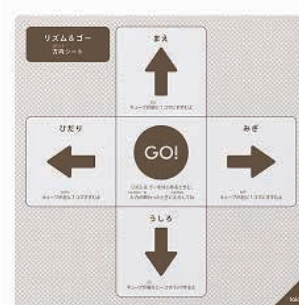


図2 Goカード

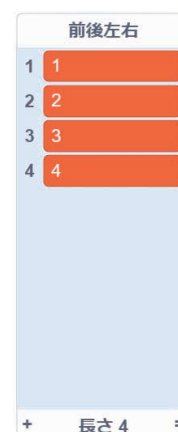


図3 toio do内のリスト



図4 toio doによるプログラム

4. 実践①

4.1. 事前準備

実施するにあたって事前・事後テストと事前・事後アンケート、教材本体、実施計画書、観察プラン、経過時間記録用紙を準備した。事前テストは2問あり、1問目は、事象の組み合わせというプログラミング的思考とSTEAMのE部分を測定するための内容とした。2問目は、toioにはどのような機能があるか、というSTEAMのSとT部分を測定するための内容とする。事前アンケートでは、プログラミングに興味があるか、プログラミングをしたことがあるかなどを5段階で問うた。事後テストでは、事前テスト同様の難易度で行う。事後アンケートでは、この教材を通してプログラミングに興味を持ったか、教材を通してどのように感じたかなどを5段階で問い、教材の良かった点、改善点を自由記述で問うた。

4.2. 分析方法

対象は、小学生に実践する前段階として、大学生に実施した。実施手順は、実施計画書の通りに事前テストと事前アンケートを行い、教材本体を進めた。今回は事前テストに合格したとしても教材のユーザビリティを確認するために、教材を利用してもらう。事前テストに不合格だった場合は、教材の学習を行う前にプログラミングの仕方を教えた。教材終了後、事後テストと事後アンケートを行った。

4.3. 事前・事後テストの結果

大学生6人に実施し、表1のように事前テスト問1の不合格者は3人で、事後テスト問1の不合格者は0人であった。事前テスト問2の不合格者は4人であり、事後テスト問2の不合格者は、0人であった。どちらのテストにおいても合格率が教材利用前より教材利用後の方が高くなった。

実践①: n = 6		A	B	C	D	E	F	合格率
問1	事前	×	×	○	○	×	○	50%
	事後	○	○	○	○	○	○	100%
問2	事前	○	×	○	×	×	○	50%
	事後	○	○	○	○	○	○	100%

表1 実践①の事前・事後テスト結果

4.4. アンケート調査の結果

教材利用後に行った事後アンケートでは、教材を通してプログラミングに興味を持ったと思うかは6人中4人、楽しいと思ったかは6人中4人、非常に思ったと回答した。教材の良かった点を問うた自由記述の欄では、学んだことを振り返りながらtoioについてやプログラミングについて遊ぶために自分から考えることができるため、ストレスなく学べるものだったと思った、作りが簡単のため、学習すればするほど操作方法が分かりやすかったなどが挙げられた。教材の改善点を問うた自由記述の欄では、付箋とマスの大きさを合わせて番号を見やすくする、すごろくの折り目など障害を無くす、折り目によってtoioの動きが変わるなどユーザビリティについての改善点が多く挙げられた。

4.5. 考察と課題

教材利用後、事後テスト問1問2共に全員合格した。これは、教材内でtoioを進めるために繰り返し、プログラミングしたことによるものやお宝カードの中にある内容を学習したことやtoioに触れている時間の中で、興味を持って観察していたことによるものだと考えられる。今回大学生6人を対象にペアでの実践を行い、事前テスト事後テストの合格率の推移から、開発した教材を利用することでプログラミング的思考の育成や、STEAMのSとT、E部分を学べる可能性が示唆された。一方で、STEAMのA・M部分に該当する部分の学習に関してや教材のユーザビリティについての課題が挙げられた。また、付箋に記入する時間による時間の長さについても課題として挙がった。さらに、今回はペアでの実践を行っており、学校現場での導入を検討した際に、toioの台数や時間の考慮という観点から4人グループでの実践を行うべきという課題も挙げられた。

5. 教材の改善

実践①で挙げられていた課題に対しての改善を行った。STEAMのA・M部分の学習に関しての課題が挙げられていたAやM部分が学べるよう改善した。具

体的にはA部分が学べるように自分の toio と分かるように飾り付けることができるようにした。そしてSTEAMについて学ぶことができるお宝カードにおいて、M部分が学べるように既習の算数の問題を入れたり、成長を振り返るための振り返りカードやお宝カードに書かれている値段を計算したりできるようにした。さらに、ユーザビリティの向上のために、A3の簡易マット1枚にし、toioが正確に動くように改善した。

6. 実践②

6.1. 事前準備

実施するにあたって実践①同様に事前・事後テストと事前・事後アンケート、教材本体、実施計画書、観察プラン、経過時間記録用紙を準備した。事前・事後テストは実践①と同じものを使用した。事前アンケートでは、実践①で問うた内容に加えて、宮城教育大学の技術科の学生に問うため、プログラミングが難しいと感じているかの質問に対しての理由やSTEAMについて知っているかについて問うた。事後アンケートでは、実践①で問うた内容に加えて、事前アンケート同様に、宮城教育大学の技術科の学生に問うため、それぞれの回答した理由とSTEAMに該当するなと感じる部分があったかについてと感じた場合は、どの部分でそれらを感じたかについて問うた。

6.2. 分析方法

今回は、実践①同様小学生に実践する前段階として、宮城教育大学技術科の学部3年生と学部4年生8人を対象とし、グループでの活動を調査した。実施手順は、実施計画書の通りに、事前テストと事前アンケートの順に進行した。今回は事前テストに合格したとしても教材のユーザビリティを確認するために、教材を利用させた。事前テストに不合格だった場合は、教材の学習を行う前にプログラミングの仕方を教える。その後、4人グループで、教材を行い、終了後事後テストと事後アンケートを行った。

6.3. 事前・事後テストの結果

大学生4人ずつの2グループに実施し、表2のように事前テスト1問目の不合格者は6人であった。教材利用後の不合格者は2人であった。前回は実践では、6人中3人が事前テストで不合格だったが、事前テストでは全員合格した。2問目の事前テストでは、不合格者は8人であった。教材利用後の不合格者

は、4人であった。前回は実践では、6人中4人が事前テストで不合格、全員が事後テストで合格という結果であった。事前テストと比較すると事後テストの方が合格率が高くなった。一方で、4人グループで行った今回の実践は前回は実践より事後テストの合格率が低い結果となった。

実践①: n=6	A	B	C	D	E	F				合格率
問1 事前	x	x	o	o	x	o				50%
問1 事後	o	o	o	o	o	o				100%
問2 事前	o	x	o	x	x	o				50%
問2 事後	o	o	o	o	o	o				100%
実践②: n=8	G	H	I	J	K	L	M	N		
問1 事前	x	x	o	o	x	x	x	x		25%
問1 事後	x	o	o	o	o	o	o	x		75%
問2 事前	x	x	x	x	x	x	x	x		25%
問2 事後	x	x	o	o	o	x	x	o		50%

表2 実践①と実践②の事前・事後テストの結果

6.4. アンケート調査の結果

事後アンケートにおける「STEAMに該当する部分はあるか」の回答では、A以外は75%以上が該当する部分があると回答した。Mについては100%該当すると回答した。Aは40%該当しないと回答した。これは、事前アンケートの中で「STEAMについてどの程度知っているのか」に対して、非常に知っていると回答したものが1人しかいなかったことから、リベラルアーツとしての捉え方がされていないことが原因として考えられる。事後アンケートにおける自由記述の改善点では、お宝カードの枚数や振り返りカードの内容を増やすことが挙げられた。

6.5. 考察と課題

事前・事後テストにおいて、4人グループで行った今回の実践は前回は実践より事後テストの合格率が低い結果となった。これは、4人にしたことにより、教材の利用中にプログラミングする機会が減ったため、問1のような結果となったと考えられる。また、問2に関してもお宝カードのtoioの問題に回答した人は回答できていたため、人数が増えたことによりカードの内容が把握しにくくなったものだと考えられる。

以上より、実践①で課題として挙げていたSTEAMのA部分やM部分の充実、教材のユーザビリティの改善、4人グループでの実現可能ということが示唆された。一方で、教材の利用人数の検討やお宝カード・振り返りカードの充実、STEAMのA部分の充実という点で課題が見られた。

7. 実践③

7.1. 事前準備

実施するにあたって実践①・②同様に事前・事後テストと事前・事後アンケート、教材本体、実施計画書、観察プラン、経過時間記録用紙を準備した。事前・事後テストは実践①・②と同じものを使用する。事前アンケートでは、これまでのプログラミングの経験、プログラミングは難しいと感じているかを問うた。事後アンケートでは、教材を通して楽しいと感じたか、プログラミングは難しいと感じたか、今までの自分を振り返ることができたか、理科や算数の勉強も一緒にできたと感じたか、感想を問うた。

7.2. 分析方法

仙台市内の学習塾に通っている小学校3年生1名と小学校4年生1名に協力して貰い、実践した。実践手順は実施計画の通りに、事前テストと事前アンケートを行い進化した。今回は事前テストに合格した者も教材のユーザビリティを確認するために、教材を利用させた。事前テストに不合格だった場合は、教材の学習を行う前にプログラミングの仕方を考えて貰い、分からなければ教える。教材の学習後、事後テストと事後アンケートを行った。今回はこの流れを30分で行ったため、教材の学習時間を20分程度とした。そのため、最後までゴールしていないが、そこまででの結果をアンケートとテストから見取った。

7.3. 事前・事後テストの結果

小学校3年生と4年生1人ずつのペアでの実践を行い、表3のように事前テスト問1では、不合格者2人であり、事後テスト問1では、不合格者0人であった。教材利用後全員が合格した。事前テスト問2では、不合格者は2人であり、事後テスト問2では、不合格者は0人であった。

7.4. アンケート調査の結果

教材利用後に行った、児童へのインタビュー調査では、教材を通してプログラミングに興味を持ったと思うか、楽しいと思ったか、今までの自分を振り返ることができたか、理科や算数の勉強も一緒にできたと感じるかについて2人中2人が非常に思ったと回答した。また、感想として遊びながら楽しくできたと回答した。

7.5. 考察と課題

事後テスト問1で不合格者0人だったのは、実践①・②同様にプログラミングを繰り返し行ったことによる

ものだと考えられる。また、教材の中で試行錯誤しながら、プログラミング的思考である必要な動きを分けて考えたり、動きに対応した命令を考えたり、それらを正確に組み合わせようとしたりする場面が観られたことから、プログラミング的思考の育成が促されたと考えられる。事後テスト問2で不合格者が0人だったのは、実践①と同様に、カードの中でtoioの機能について知ることができたこと、toioという初めて見る物体に興味を持って観察したことで解答できたと考えられる。

実践③：n = 2		O	P	
問1	事前	×	×	0%
	事後	○	○	100%
問2	事前	×	×	0%
	事後	○	○	100%

表3 実践③の事前事後テストの結果

実践③を受けて、小学生に対しても開発した本教材での学習を通して、プログラミング的思考の育成や、STEAMのS・T, E, M部分に関しての学習が可能ということが示唆された。また、インタビュー調査の結果や実践中の子供たちの表情から教材を楽しんで、前向きに学習に取り組んでいたことが分かった。また、本単元のねらいのひとつである「自分の生活や成長を振り返る活動を通して、過去と現在の自分を比べたり、支えてくれた人々との関係を見つけたりして、自分でできるようになったことや役割が増えたことなどに気付く」ことができていた。

8. 結論と今後の課題

8.1. 結論

本研究では、身の回りの事象を多く扱い、教科横断的な学びを推進できる生活科に焦点を当て、小学校2年生「自分のせい長のひみつをみつけよう」の単元を想定し、その中「成長すごろく」の教材を、STEAM教育を推進し、プログラミング的思考を育成するよう開発した。実践①では、小学生に実践する前段階として、大学生にペアで実践した。その結果から、本研究で開発した教材を利用することでプログラミング的思考や、STEAMのSとT, E部分を学べる可能性が示唆された。その一方でユーザビリティや教材の利用人数、STEAMのAとM部分に関しての課題が挙

げられた。そこで、それらの課題を改善するよう開発した教材を改良し、実践②と③、現職教員1名へのインタビュー調査を行った。実践②では、大学生にグループで実践した。その結果から、実践①で課題として挙げられていたSTEAMのAとM部分の学習に関してや教材のユーザビリティの改善、4人での教材の学習が可能ということが示唆された。実践③では、小学校3年生と4年生1名ずつに実践を行った。その結果から、教材を通してプログラミング的思考を育成することができる点やSTEAMのSとT、E、M部分に関して学べる可能性が示唆された。また、宮城教育大学附属小学校の2年生担任1名にも教材についてのインタビュー調査を行い、小学校2年生でもこの教材を扱えるということが分かった。以上より、本研究の目的としていた、身の回りの事象を多く扱い、教科横断的な学びを促進できる生活科に焦点を当て、小学校低学年を対象としたSTEAM教育を推進し、プログラミング的思考を育成するための教材を開発し、その効果を分析・検証することができた。

8.2. 今後の課題

実践②と③、現職教員1名へのインタビュー調査の結果を踏まえ、教材を利用する人数の検討、お宝カードや振り返りカードの枚数を増やす、お宝カード及び台紙のイラストの検討、STEAMのA部分の内容の充実を課題とした。これらの課題を改善していくことで、よりSTEAM教育を促進し、プログラミング的思考を育成するための教材になると考える。また、STEAM教育を促進し、プログラミング的思考を育成などを積み重ねていくことで子供たちが主体的に学ぶことができるようになっていくのではないかと考える。

謝 辞

本研究の一部はJSPS科研費JP22K18575の助成を受けたものである。また、株式会社内田洋行様の多大なご協力に感謝申し上げます。

付 記

toioTMは、株式会社内田洋行と国立大学法人宮城教育大学との包括的事業連携協定に基づき、株式会社内田洋行を通じて貸与を受け、実践を行ったものである。

COI（利益相反）開示事項について以下のとおり報告する。

本報告と関連し、開示すべきCOI関係にある企業などとして受託研究・共同研究費：あり（株式会社内田洋行）奨学寄附金：あり（株式会社内田洋行）

参考文献

- 阪東哲也、藤原伸彦、曾根直人、長野仁志、山田哲也ほか（2019）鳴門教育大学情報教育ジャーナル、No.16, pp27-36
- 小林英明（2019）プログラミン教育における教材開発Ⅰ,教育研究所紀要, 28 : 65-8
- 文部科学省（2017a）学習指導要領解説総則編
- 文部科学省（2017b）小学校学習指導要領
- 文部科学省（2017c）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
- 中央教育審議会（2021）「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協同的な学びの実現～（答申）