

# 小学校低学年を対象としたプログラミング的思考の養成方法の検討

川島 芳昭・加藤 祐也

宇都宮大学教育学部教育実践紀要 第5号 別刷

2018年8月3日



# 小学校低学年を対象としたプログラミング的思考の養成方法の検討<sup>†</sup>

川島 芳昭\*・加藤 祐也\*  
宇都宮大学教育学部\*

本研究は、小学校低学年を対象としたプログラミング的思考を養成する方法について検討することを目的に実施した。方法は、コンピュータ・リテラシーの知識・技能に影響されないアンブラグドによる絵本づくりとした。絵本は、起承転結の4つの場面から構成されているだけでなく、各場面の中も始まりから終わりまでを論理的に考慮して作成する必要がある題材である。この絵本づくりを小学校第2学年の児童を対象に実践し、その効果を検証した。検証の観点は、小学校第2学年国語科の単元「B書くこと」のねらいを踏まえて作成した評価基準を基にした評価と既存のアルゴリズム理解度評価フレームワークを用いたアルゴリズムの観点からの評価、そして児童の意識調査の結果を踏まえて総合的に評価した。その結果、絵本づくりを題材としたプログラミング的思考の養成方法は、児童の論理的思考を促すだけでなく、学習意欲の向上にも有益である事が分かった。

キーワード：プログラミング的思考、アルゴリズム学習、論理的思考、小学校、絵本

## 1 はじめに

インターネットや人工知能の進化に伴い、情報を適切に活用できる能力だけでなく、多様な課題に応じて創造的に課題解決できる能力の育成が求められている。その方法の一つとして、プログラミング教育が注目されている。プログラミング教育とは、「子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力として「プログラミング的思考」などを育成するもの」とされている<sup>1)</sup>。さらに、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、といったことを論理的

に考えていく力」とされている<sup>1)</sup>。

プログラミング教育の国際的な動向は、平成26年度に文部科学省の委託事業「諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究」<sup>2)</sup>において主要国の実態が報告されている。この報告では、イギリス、エストニア等の情報先進国の国々が、初等教育の段階からコーディングを含めたプログラミングを正式教科として導入し、既に実施されている実態が示されている。これらのことを受け、日本においても小学校からのプログラミング的思考の育成が平成29年3月公示の学習指導要領<sup>3) 4)</sup>から、高学年でのプログラミングの体験として追加された。しかし、その内容は、「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させるために必要な論理的思考力を身につけるための学習活動」とされており、プログラミング的思考力の育成が主体としたものとなっている。

国内におけるプログラミング的思考力を育成することを目的とした研究を調査すると、ロボットなどの具体物の制御を通じた研究、プログラミング言語を用いた研究など多様な研究調査が行われている。その中で、小学校の児童を対象とした研究について調査した。

<sup>†</sup> Yoshiaki KAWASHIMA\*, and Yuya KATO:  
Consideration on how to Train Programming  
Thinking for Elementary School Lower Grades  
\* School of Education, Utsunomiya University  
(連絡先:kawasima@cc.utsunomiya-u.ac.jp 著  
者1)

山本他2名(2007)の共同学習を取り入れたプログラミング学習の課題の提案では<sup>5)</sup>、小学校5、6年生を対象とし、ロボットを制御するためのプログラムを作成し、その動作の試走(確認)から、課題を見つけ、改善策を考え、プログラムを修正する主体的な問題解決活動を展開することが可能であると報告されている。しかし、プログラミング教育を通して身に付くとされている問題解決能力の調査を行い、学習課題やプログラミング教育の具体的な学習支援の方策の検討が課題とされている。

阪東他(2017)のPIC-GPE組込LED発光教材を利用した小学校プログラミング教育の実践と評価方法の提案<sup>6)</sup>では、フローチャートを採用してアルゴリズムの理解を高めることができ、指導者が学習者の思考過程を机間指導時に遠くからでもフローチャートによって見取ることができると報告している。しかし、表記が英語であるため小学校の児童には難易度が高いと考えられる。

森他(2011)のScratchを用いた小学校プログラミング授業の実践では<sup>7)</sup>、画面上でスプライトを動かすなどの制御や繰り返し命令を行ったり、条件分岐やキー入力の判別処理を行ったりといった、小学校段階でのプログラミング教育の可能性を示唆した。しかし、この実践は、児童にプログラミング言語を使った課題解決の学習過程やその効果の検証が難しいという課題を指摘している。

以上の研究では、ロボット制御やプログラミング体験によるプログラミング教育が中心であり、プログラミング的思考に関してはさらなる考慮が必要だと言える。一方、本研究が目指す小学校低学年を対象としたプログラミング的思考を養成する研究について、調査した範囲では顕著なものを見付けられなかった。

そこで本研究では、小学校低学年を対象にプログラミング的思考を養成する方法について検討し、その効果を実証することを目的に行うこととした。そのために、小学校低学年の児童に適した教材の検討と、指導方法や評価方法の検討を行い、実践を通してその効果を検証する。

## 2 題材の検討

### 2.1 基本構想

小学校低学年の児童は、コンピュータ・リテラシー、特にキーボード操作などが未熟である<sup>8)</sup>。そ

のため、プログラミング的思考を養成するために、コンピュータを用いたこれまでの取り組みでは、操作方法を習得するまでに多大な時間が必要となる。また、課題解決に必要な基礎知識が未習得では、プログラミング的思考を養成する前の学習が必要であり、本来の学習を実践する時間を十分に確保できないことも問題となる。さらに、論理的に考える力を必要とする課題であることも求められる。これらの問題を解決するためには、コンピュータを使わないアンプラグドの教材であり、これまでの教科指導の中で基礎的知識や技能の修得が成されており、論理的な展開が必要な物語作りが適していると考えた。そこで、本研究では、物語づくりの活動として絵本づくりを題材とした授業実践を行うこととした。

小学校低学年は、一次のことばから二次のことばへの移行期にあたり、他者に分かるようにことばの文脈を組み立てることが可能になっていく段階である<sup>9)</sup>。そのため、国語科の第2学年の単元でお話づくりが行われている。お話づくりでは、絵を見てそれを基に場面と場面の繋がりを考えた文章を書くとともに、自分の考えが明確になるように、事柄の順序に沿って簡単な構成を考えることをねらいとしている。即ち、書く事柄を出来事や行動、順序などの順序に沿って整理し、文や文章の簡単な構成を考える能力が必要となる<sup>10)</sup>。物語は、起承転結の4段階で構成され、「起」から「結」に至るまでの道筋が論理的に繋がっていることが重要である。従って、絵本作りの活動を行うことは、プログラミング的思考を養成する学習指導に有効だと考えた。

### 2.2 拡張現実技術の活用

絵本づくりにおいて必要となるのは、文章だけでなく絵の描画である。しかし、絵の描画は個人の技能による差が大きいだけでなく、描画にも時間がかかるという問題がある。本研究では、プログラミング的思考として文章の構成を論理的に構築する能力の育成を重視している。そのため、絵は既存のものを利用することとした。しかし、既存の絵を利用しただけでは、児童の興味・関心が向上しない可能性を考慮し、拡張現実技術による外発的動機づけを図った。拡張現実技術の特徴は、ARマーカと呼ばれる図形や形を認識し、予め決められた立体的な絵やアニメーションを表示する技術である。本研究で用いたものは、塗り絵をARマーカとし、学習

者が色付けすることで、学習者の好みに応じたアニメーションが表示される Quiver<sup>11)</sup> を用いて行った。

### 2.3 評価基準の検討

児童が作成した絵本をプログラミング的思考の観点から評価するための評価基準を国語的観点とアルゴリズムの観点の二つから検討した。まず、国語的観点では、起承転結の流れ、各場面間の繋がりを考慮した評価基準を検討した。その結果を表1に示す。

評価項目1「起承転結の流れに従った絵本を作ることができるか」では、起承転結の絵本が各場面の意図に即した内容かつ全体として一貫した流れとなっているかを評価する。

評価項目2「各場面を繋ぐ言葉や文章が記述されているか」では、「接続語」や「時を表す言葉」が使われているかを評価する。例えば、累加の接続語である「そして」や、時を表す言葉として「ある日」、「(登場人物が～している時)」等が記述されているかを評価する。

評価項目3「各場面間の繋がりを意識した構成となっているか」では、場面間の繋がりを考慮し、前後の文脈を意識した表記になっているかを評価する。例えば、絵本では場面の転換を表す言葉として、「次の日から」、「(試合に) 勝ったので」等が記述されているかを評価する。

次に、アルゴリズムの観点の評価を検討した。これは、先行研究において提案されているアルゴリズム理解度評価フレームワークを用いることとした(表2)。この評価では、数理的な考え方である情報科学の観点とそれを具体化する情報技術の観点の二つから評価するところに特徴がある。絵本づくりは、絵本の構想とそれを具体化する文章表現の二つがあり、アルゴリズム理解度評価フレームワークを用いるのが適していると考えた。

### 3 実践方法

授業実践の目的は、①絵本づくりを通して論理的に手順を創造することができる、②創造した手順に従い、具体的に絵本を作成することができる、③拡張現実技術を利用することで情報科学技術への興味・関心を高めることができることの3つの観点について実証することである。

#### 3.1 対象

対象：U市内F小学校2年生66名

実施時期：平成28年11月～12月

表1 小学校第2学年国語科「B書くこと」を基に作成した評価基準

評価項目	評価基準
1.起承転結の流れに従った絵本を作ることができるか	1)起:物語の導入が記述されている 2)承:物語で起こる問題が記述されている 3)転:物語の中の問題を解決する方法が記述されている 4)結:問題を解決した結果が記述されている
2.各場面を繋ぐ言葉や文章が記述されているか、具体的には次の2つである (1)接続語 (2)時を表す言葉	1)接続語あるいは時を表す言葉が含まれているか 2)接続語あるいは時を表す言葉の使用により、場面間が円滑になっているか
3.各場面間の繋がりを意識した構成となっているか、具体的には場面の転換を表す言葉が含まれているか	1)場面の転換を表す言葉が含まれているか 2)場面の転換を表す言葉の使用により、場面間が円滑になっているか

表2 アルゴリズム理解度評価フレームワーク

処理内容	観点	評価項目	評価基準
順次処理	情報科学	①順次処理の方向性	開始位置から終了位置(結果)に向かう方向が正しく考えられているか。
		②処理手順の経路	目的達成のための道筋を最後まで考えられているか。
		③順次処理の考え方	目的達成に必要な一つひとつの処理の流れを考えられているか。
	情報技術	①方向性の記述	順次処理の方向性に従って正しく記述できているか。
②経路の記述		開始から終了まで正しく記述できているか。	

(出典:PIC-GPE 組込 LED 発光教材を利用した小学校プログラミング教育の実践と評価方法の提案)

#### 3.2 実践方法

小学校2年生の生活科の授業、8時間を利用して絵本づくりを行わせた。絵本は、順次処理として児童が考えやすいように起承転結の流れに従って4ページの絵本(各段階1ページ)として作成させた。学習形態は、4名の児童を1グループとして行った。また、1人1ページを担当させることにより、協働学習と個別学習を融合した学習を行わせた。具体的な活動の流れは、以下のとおりである。

1時間目：絵本づくりの導入

絵本づくりの導入として、見本の絵本を見せた後に、起承転結の流れと使用する機器やアプリの紹介をした。使用する機器はiPad、アプリはQuiverとした。

2時間目～3時間目：絵本の製作(順次処理)

グループごとにARマーカとして与えた絵を使った独自の物語を検討させた。その際、起承転結に従っ

た順次処理の流れを視覚的に認識させることを狙いとしたワークシートを活用した。ワークシートには、起承転結の流れと各場面の意味とその具体例を示した。さらに、グループで創造する話の概要、起承転結の場面ごとの概要を記述する箇所を設け、絵本作成のための資料として作成させた。その後、このワークシートに従った絵の選定、場面ごとの文章づくり、色付けなどの作業を行わせた。

#### 4時間目：製本とグループ内での朗読練習

児童の作成した絵本のページをそれぞれ糊付けし、製本を行わせた。製本後は、iPadを利用しながらグループ内での朗読の練習を行わせた。その時、物語の前後の繋がりの確認や改善案を話し合わせた。

#### 5時間目：絵本の改善案の検討（分岐処理）と見直し

創造した物語をもっとおもしろくするためにどうすれば良いかの考えを児童から提案させた。その後、教師からの提案として「転」の段階で条件を出して「結」が2つに分かれる（分岐処理）ようにする方法を例示した。これらを踏まえて製作した絵本の見直しを図った。しかし、作業時間の問題から分岐処理の考えは提案のみとなった。

#### 6時間目：絵本の見直しと朗読の練習

7時間目に製作した絵本を隣接する幼稚園の園児に読み聞かせをするために朗読の練習や絵本の改善を行わせた。

#### 7時間目：発表会

予定では、隣接する幼稚園児に読み聞かせを行う予定で授業設計したが、インフルエンザなどの問題により実施することができなかつたため、グループごとに発表会を実施した。

#### 8時間目：振り返り

絵本製作の活動全体を振り返るために、毎時間の最後に記述させた振り返りシートを見直し、自分たちの成長や気づきを振り返る活動を行わせた。その話し合い後に、授業の感想やアルゴリズムの認識を確認するためのアンケート調査を実施した。

## 4 結果と考察

実践の効果を検証するために、小学校学習指導要領国語編第2学年「B書くこと」を基に作成した評価基準とアルゴリズム理解度フレームワーク<sup>8)</sup>の双方から評価した。以下に、顕著な結果の見られた評

価結果について述べる。

### 4.1 各場面を繋ぐ言葉や文章の記述による順次処理の表現

プログラミング的思考を文章表現の観点から確認するために、表1に示す評価基準に従って評価した。その結果を、表3に示す。

表3に示すように、「(1) 接続語」(56.3%)と「(2) 時を表す言葉」(75.0%)のいずれかを含む記述ができていないグループは全体の93.8%と非常に高いことが分かった。特徴としては、「接続語」の場合、主に「承」の場面や「転」の場面において、前後の場面間を繋ぐために累加の接続語である「そして」が多く用いられていた。一方、「時を表す言葉」の場合、場面間をつなぐ目的以外に「起」の場面で物語の始まりを想起させる表現として時を表す言葉が用いられていることが多い特徴が見られた。児童にとって、物語を作り始める時に最初に考えるのが物語の冒頭の説明であり、その説明として時を表す言葉、特に情景描写や場面設定に関する記述が多くなる傾向にあると言える。

次に、評価基準2)「接続語あるいは時を表す言葉の使用により、場面間が円滑になっているか」では、68.8%のグループで起承転結の各場面を円滑に繋ぐための記述が見られた。

以上のことから、「接続語」や「時を表す言葉」を用いて各場面を繋いでいる児童は、絵本の全体の流れと自身が担う場面の役割、さらに前後の繋がりを考慮しながら作成していたと推察できる。これは、グループ内での協働学習が十分に行えた結果である

表3 評価項目2の評価基準からの評価結果

評価基準 グループ	1)接続語あるいは時を表す言葉が含まれているか		2)接続語あるいは時を表す言葉の使用により、場面間が円滑になっているか
	(1)接続語	(2)時を表す言葉	
グループ 1	○	○	○
グループ 2	○	○	○
グループ 3	×	×	×
グループ 4	×	○	×
グループ 5	×	○	○
グループ 6	○	×	○
グループ 7	○	×	○
グループ 8	○	○	○
グループ 9	×	○	×
グループ 10	×	○	×
グループ 11	×	○	×
グループ 12	×	○	○
グループ 13	○	○	○
グループ 14	○	○	○
グループ 15	○	×	○
グループ 16	○	○	○
○の割合(%)	56.3	75.0	68.8
	93.8		

と判断できる。

#### 4.2 起承転結の各場面の繋がりを意識した構成による順次処理の表現

プログラミング的思考の評価を各場面の前後の繋がりの意識から評価した。その結果を表4に示す。

表4に示すように、評価基準1)「場面の転換を表す言葉が含まれているか」を満たしているグループの割合は50.0%であった。さらに、評価基準1)を満たしているグループは、評価基準2)「場面の転換を表す言葉の使用により、場面間が円滑になっているか」も満たしていた。

各場面の繋がりを「接続語」や「時を表す言葉」を用いることよりも、場面の転換を表す言葉を用いる方が技術的に高度である。決められたテーマを意識し、自分が担当する場面以外の構成を考慮しながら自分の担当する場面を完成させるためには、物語全体の把握と各場面の役割を共有し、理解した上で文章を記述することが重要である。しかし、今回の結果では、50%のグループができていたが指導方法の改善を検討する必要がある。

#### 4.3 絵本を構成する起承転結別アルゴリズム理解度評価

プログラミング的思考をアルゴリズムの観点から評価するために、各場面をアルゴリズム理解度評価フレームワークの基準に従って評価した。「承」の場面の結果を表5に示す。

表5に示すように、「承」の場面では、情報科学の評価項目である①処理手順の方向性、②処理手順の経路、③順次処理の考え方に関して、68.8%のグ

ループが表2の評価基準を満たしていた。同様に、情報技術の評価項目である①方向性の記述、②経路の記述に関して68.8%のグループが満たしていた。

「承」の場面の情報科学と情報技術の観点に関して5つの観点の評価基準を全て満たしているグループは、文章の書き進め方と到達地点を想像することができていたために順次処理の直線的な流れを意識することができていたと考えられる。

次に、表6に示す「転」の場面では、前置きとしての役割を果たす文章を効果的に書いていたため、「承」の場面のみで何かが起こる場面の記述を完結させることができていたと考えられる。

表6より、「転」の場面では、情報科学の観点の評価項目①「処理手順の方向性」を満たしていたグループは68.8%であった。しかし、評価項目②「処

表5 「承」の場面のアルゴリズム理解度評価結果

観点 グループ	情報科学			情報技術	
	方向性	経路	考え方	方向性の記述	経路の記述
グループ1	○	○	○	○	○
グループ2	○	○	○	○	○
グループ3	○	○	○	○	○
グループ4	○	○	○	○	○
グループ5	○	○	○	○	○
グループ6	×	×	×	×	×
グループ7	×	×	×	×	×
グループ8	×	×	×	×	×
グループ9	○	○	○	○	○
グループ10	○	○	○	○	○
グループ11	○	○	○	○	○
グループ12	○	○	○	○	○
グループ13	×	×	×	×	×
グループ14	○	○	○	○	○
グループ15	×	×	×	×	×
グループ16	○	○	○	○	○
○の割合(%)	68.8	68.8	68.8	68.8	68.8

表4 評価項目3の評価基準からの評価結果

評価基準 グループ	1) 場面の転換を表す言葉が含まれているか	2) 場面の転換を表す言葉の使用により、場面間が円滑になっているか
グループ1	×	×
グループ2	○	○
グループ3	×	×
グループ4	○	○
グループ5	×	×
グループ6	○	○
グループ7	×	×
グループ8	×	×
グループ9	○	○
グループ10	○	○
グループ11	○	○
グループ12	○	○
グループ13	×	×
グループ14	○	○
グループ15	×	×
グループ16	×	×
○の割合(%)	50.0	50.0

表6 「転」の場面のアルゴリズム理解度評価結果

観点 グループ	情報科学			情報技術	
	方向性	経路	考え方	方向性の記述	経路の記述
グループ1	○	○	○	○	○
グループ2	○	×	×	○	×
グループ3	×	×	×	×	×
グループ4	○	○	○	○	○
グループ5	○	○	○	○	○
グループ6	×	×	×	×	×
グループ7	×	×	×	×	×
グループ8	×	×	×	×	×
グループ9	○	○	○	○	○
グループ10	○	○	○	○	○
グループ11	○	○	○	○	○
グループ12	○	○	○	○	○
グループ13	○	○	○	○	○
グループ14	○	×	×	○	×
グループ15	×	×	×	×	×
グループ16	○	○	○	○	○
○の割合(%)	68.8	56.3	56.3	68.8	56.3

理手順の経路」や評価項目③「処理手順の考え方」では、56.3%のグループが満たしていた。一方、情報技術の観点では、評価項目①「方向性の記述」では、68.8%、評価項目②「経路の記述」では56.3%のグループが評価基準を満たしていた。これらの結果について考察すると次のことが考えられる。

5つの評価基準を全て満たしているグループの特徴は、まず、「承」の場面の最後の文章が前置きとしての役割を果たしているため、「転」の場面との繋がりが把握しやすい記述であった。次に、「転」の場面の文章の冒頭で場面の転換を表す文章や言葉を用いられていた。最後に、「転」の場面の冒頭で累加の接続語「そして」が用いていることにより、「承」から「転」への直線的な繋がりを意識しやすくなっていたことなどが挙げられる。

一方、5つの評価基準を全て満たしていないグループの特徴は、ワークシートの記述内容から絵本製作の構想段階で協働学習が十分ではなかった、自分の担当する場面の役割の認識が低いなどの傾向が見られた。これらは、目的達成のための道筋を最後まで考えられているとは言えず、目的達成に必要な一つひとつの処理の流れを十分に考えることができなかったことが要因として考えられる。また、グループの全員が起承転結の各場面における具体的な内容まで共有されているにも関わらず、場面の製作ができないグループもあった。これは、絵本製作の構想段階では協働学習が成立していたが、その後、グループ内で物語のすり合わせをしていなかったためと推察できる。そのため、プログラミング的思考である自分が解決すべき内容の把握や前後の構成を考える論理的思考に対する共通認識をグループ内で持つことができなかったと言える。

#### 4.4 論理的手順の認識

論理的手順の認識を調査するために、アンケートの中で「Q3絵本をつくるには、お話のじゅんばんをかながえることが大切だとわかった」（順次処理の認識）や「Q4絵本をもっとおもしろくするには「かいつするばめん」でわかる方法があることがわかった」（分岐処理の認識）の2つの質問をした。各質問は、「①とてもよくわかった、②よくわかった、③あまりよくわからなかった、④わからなかった」の4件法により回答させた。その結果を図1に示す。

図1に示すように、Q3の順次処理においては95.4%、Q4の分岐処理においては86.2%の児童が「と

てもよく分かった」や「よく分かった」の肯定的な意識を持っていることが分かった。また、振り返りシートにおいて「むずかしいことでも一つひとつかんがえとでることがわかった」と意識している児童は75.4%いることが分かった。

これらの結果は、絵本作りを起承転結の流れに従って創造させたこと、ワークシート内において起承転結の流れを視覚的に提示したことなどが影響しているものと考えられる。また、起承転結の意味を知らせ、教師からの解説、流れの視覚化、児童自身の思考を伴う活動は、長期記憶を維持する精緻化の概念を踏まえていることも要因と言える。

精緻化の概念は、図2に示すように知識を意味、発音、言語、イメージなどの他の事柄と関連付けて整理することが記憶の維持に有効とする概念である。今回の授業では、絵本作りという具体的な活動内容を示し、そのために必要な起承転結の流れの意味、言語、イメージの3つの観点から関連付けて指導している。特に、具体的な物を用いることは、教師からの解説（言語）と具体物（イメージ）の二重符号化による知識習得であり、プログラミング的思考による課題解決の手順の設計に適した方法であったと考えられる。しかし、このことについては、それを論証するためのデータが不足しているため今後の課題として検討していきたい。

次に、絵本作りに対する児童の取り組み姿勢とアルゴリズムの認識との間に関係性があるかを確認するために「Q1この絵本づくりをどれくらいがんばりましたか」の結果とQ3の結果をクロス集計した。Q1についても「①とてもがんばった、②がんばった、③あまりがんばれなかった、④がんばれなかった」の4件法により回答させた。集計方法は、Q1、Q3ともに①、②のいずれかで回答した結果を肯定的、

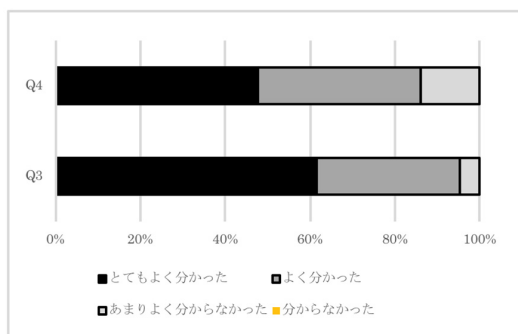


図1 アンケートからの論理的手順の認識結果



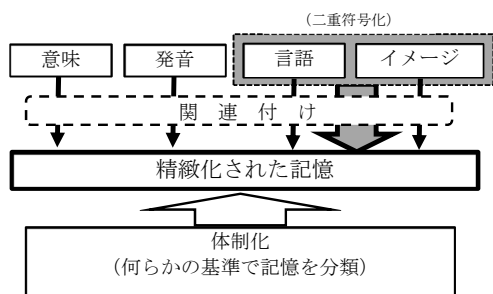


図2 精緻化の概念

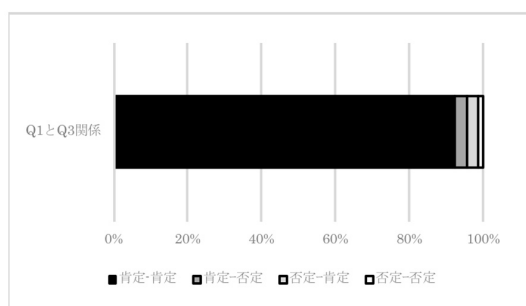


図2 Q1とQ3のクロス集計結果

③, ④のいずれかで回答した結果を否定的と比較した。Q1とQ3のクロス集計した結果を図2に示す。

図2に示すように、絵本作りを肯定的にがんばったと回答した児童のうち順次処理が分かったと肯定的に回答した児童の割合は92.3%と非常に多いことが分かった。このことから、具体的な活動を意欲的に取り組めた児童は、順次処理を分かったと肯定的に回答する傾向があると推察できる。そこで、同様に分岐処理についてもクロス集計を行った結果、Q1とQ4のいずれも肯定的に回答した割合は81.5%であった。

分岐処理は、絵本の流れの1つとして分岐する方法もあるということを教師からの解説と資料による流れ図の提示(イメージ)、そして、グループ内での検討のみで指導した。また、グループ内での検討はさせたものの実際に絵本を改善させるには至らなかった。そのため、順次処理よりも分かったと感じた児童が少なくなったと推察できる。

以上のことから、小学校低学年の児童であっても、論理的思考を伴う適切な課題と活動を伴う学習をさせることで順次処理や分岐処理のアルゴリズムを認識させられることの可能性が示唆できた。

#### 4.5 ICTへの興味・関心の喚起

授業で使用したICT機器は、iPadである。そこで、iPadのようなICT機器に対する児童の意識を調査するために、「Q5あっぱっどをつかった絵本づくりをまたやりたいとおもいますか」、「Q6あっぱっどなどのきかいを使って、他のものをつくってみたいと思いますか」の2つの質問をした。回答は、Q5がとてもやりたいからやりたくないまでの4件法、Q6はとてもそう思うからまったくそう思わないまでの4件法としてそれぞれ選択させた。その結果を図3、図4にそれぞれ示す。

図3、図4に示すように、肯定的な回答をした割合はそれぞれ93.8%、83.1%であった。これは、拡張現実技術によって自身が色つけした絵が立体的に表示されたり、操作したりすることができるQuiverの機能によるところが大きいと考えられる。これは、授業時の様子を撮影したビデオ映像の記録の中でも絵本作りの要所でiPadを使って絵を立体的に表示しながら動かしている児童の様子からも明らかである。

以上のことから、拡張現実技術などの新しい技術は児童のICTへの興味・関心を喚起させる効果が期待できる。そのため、教育の情報化を推進し、ICT機器を教材・教具として授業で活用していくことは今後の学校教育に重要なことだと言える。

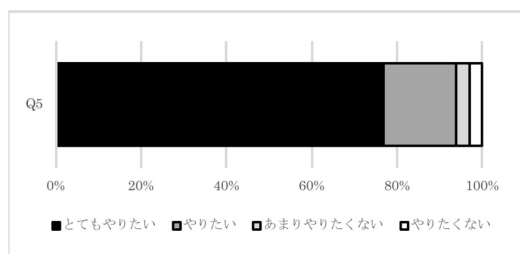


図3 アンケートQ5の集計結果

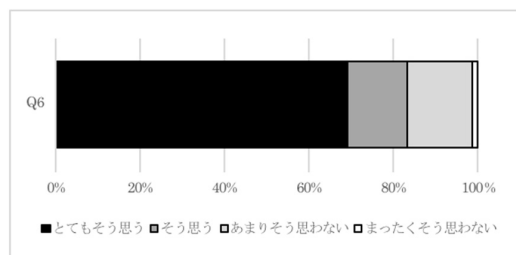


図4 アンケートQ6の集計結果

## 5 おわりに

本研究は、小学校低学年を対象としたプログラミング的思考を養成する方法について検討することを目的に実施した。方法は、コンピュータ・リテラシーの知識・技能に影響されないアンプラグドによる絵本づくりとした。この絵本づくりを小学校第2学年の児童を対象に実践し、その効果を小学校第2学年国語科の単元「B書くこと」のねらいを踏まえて作成した評価基準を基にした評価と既存のアルゴリズム理解度評価フレームワークを用いたアルゴリズムの観点からの評価、そして児童の意識調査の結果を踏まえて総合的に評価した。その結果、次のことが分かった。

(1) プログラミング的思考において重要な論理的に考える力を養成するには、始まりから終わりまでの一連の流れを学習者が明確に認識できる題材を設定することが有効である。

(2) プログラミング的思考を養成するには、学習者が身につけた知識を活用する題材を設定することが課題解決の手順に集中した活動に繋がる。

(3) 絵本づくりは、学習者の関心・意欲を高めるだけでなく、順次処理や分岐処理などのアルゴリズムを認識させられる可能性が示唆できた。

(4) 拡張現実技術は、児童の学習意欲を喚起させる外発的動機づけに有効であると言える。

以上のことから、プログラミング的思考を養成するための題材として、絵本づくりは一定の効果があるといえる。今後は、被験者を増やすとともに、学習指導、ワークシートなどの見直しなどを行っていくことを予定である。

なお、本報告はJSPS科研費（基盤研究（C））JP16K04663の助成を受けて実施した。

## 参考文献

- 1) 文部科学省「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」（議論の取りまとめ）, (2016).  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/074/siryu/\\_icsFiles/afiefieldfile/2016/07/07/1373891\\_5\\_1\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/074/siryu/_icsFiles/afiefieldfile/2016/07/07/1373891_5_1_1.pdf)（最終アクセス日2018/4/2）
- 2) 文部科学省「諸外国におけるプログラミング教育に関する調査研究」報告書, pp.20-36（2014）  
<http://jouhouka.mext.go.jp/school/>

[programming\\_syogaikoku/programming\\_syogaikoku.html](http://www.mext.go.jp/component/programming_syogaikoku/programming_syogaikoku.html)（最終アクセス日2018/4/2）

- 3) 文部科学省：小学校学習指導要領，第1章，総則，p.8（2017）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afiefieldfile/2018/03/29/1384661\\_4\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiefieldfile/2018/03/29/1384661_4_2.pdf)（最終アクセス日2018/4/2）
- 4) 文部科学省：小学校学習指導要領，第5章，総合的な学習の時間，p.163（2017）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_icsFiles/afiefieldfile/2018/03/29/1384661\\_4\\_2.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiefieldfile/2018/03/29/1384661_4_2.pdf)（最終アクセス日2018/4/2）
- 5) 山本利一，田賀秀子，新屋智絵，小林靖英：共同学習を取り入れたプログラミング学習の課題の提案—カーリングゲームを取り入れたプログラミング指導，教育情報研究：日本教育情報学会学会誌 22（3），11-18，2007-01-31
- 6) 阪東哲也，川島芳昭，菊地章，加部昌凡，森山潤：PIC-GPE組込LED発光教材を利用した小学校プログラミング教育の実践と評価方法の提案，日本産業技術教育学会誌，59（3），187-197，2017
- 7) 森秀樹，杉澤学，張海，前迫孝憲：Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践：小学生を対象としたプログラミング教育の再考，日本教育工学会論文誌 34（4），387-394，2011-03-30
- 8) 文部科学省：情報活用能力調査結果，第4章，pp.147-152（2014）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/1356188.htm)（最終アクセス日2018/4/2）
- 9) 無藤隆他：発達心理学 I，pp.302-305（2011）
- 10) 文部科学省：小学校指導要領解説 国語編（2010）  
[http://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/news/youryou/syokaisetsu/index.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/news/youryou/syokaisetsu/index.htm)（最終アクセス日2018/4/2）
- 11) QuiverVision：<http://www.quivervision.com/>（最終アクセス日2018/4/2）

平成30年3月30日 受理



# Consideration on how to Train Programming Thinking for Elementary School Lower Grades

Yoshiaki KAWASHIMA, and Yuya KATO