

〈ICT教育：小学校 総合的な学習の時間〉

プログラミング的思考を育成する指導に生かす評価の工夫 ——ビジュアルプログラミングアプリを活用した探究的な活動を通して——

北谷町立北谷第二小学校教諭 糸 数 洋 介

I テーマ設定の理由

近年のデジタル技術の急速な発展により、我々の生活のあらゆる場面でコンピュータが利用されている。ロボット、AI、IoT等のデジタル技術の向上がこれからの経済発展と社会的課題の解決に大きな役割を担うことになる。一方で、人とコンピュータの関わりがより緊密になることで、今後子供たちが自身がどのように生きていくかを考える力がより一層求められてくる。

令和2年度より全面実施された小学校学習指導要領において、学習の基盤となる資質・能力の三つの柱の1つとして「情報活用能力（情報モラル含む）」が位置付けられ、プログラミング教育が導入された。また、「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」（平成28年6月16日）において、Society5.0時代が到来する将来、子供たちが職業に就く際に様々な場面で論理的・創造的に思考し課題を発見・解決していくための「プログラミング的思考」が普遍的に求められる力であることを指摘している。

多くの小学校でプログラミング学習の取組が進められている中、学校現場からは、児童のプログラミング的思考の育成について、「どの程度身に付いているのか」「どう成長を見取ればよいのか」といった声が上がっている。私自身も、これまで「教科の学びを深めるとともに、児童のプログラミング的思考を育むこと」を目的に、ビジュアルプログラミングアプリを使った学習に取り組んできた。児童は、「自分が意図する一連の活動を実現するため」の問題解決に取り組んだが、手順を考えることに苦慮したり、分からない課題に直面すると諦めてしまったりする児童が多いと感じた。また、児童の学習の定着の状況を見取ってきたつもりだが、「児童が分からないところを把握できず、手立てがしづらい」「プログラミング的思考の変容を見取りづらい」という課題を感じた。

このようなことから、目の前の課題に対し主体的に取り組み、試行錯誤を繰り返しながら論理的・創造的に思考し、課題を解決する「プログラミング的思考力」を児童に身に付けさせ、教師は児童一人一人の学習の状況を見取る必要があると考えた。そのためには、プログラミング学習を自分の生活や生き方とつなげながら探究的な学習の過程の中で行うなど、教師はタイムマネジメントも含めた授業設計をするとともに、支援が必要な児童に適切な手立てを施すことができるなど、指導方法を工夫する必要があると考えた。また、児童にその力が身についたかを適切に評価するための指標の作成が必要である。その評価を指導に生かす、すなわち指導と評価の一体化を行うことが大切だと考えた。

そこで本研究では、児童のプログラミング的思考の育成をより確かなものにするために、総合的な学習の時間において、自分の生活や生き方とつなげた探究的な学習の過程の中でプログラミング学習を行う。授業では、汎用性の高いビジュアルプログラミングアプリ「ピョンキー」を使用し、基本的な操作の指導から、その知識や技能を活用し課題を解決する活動を行う。また、児童一人一人の学習状況を的確に見取り支援が必要な児童へ最適な手立てを行う。そこで「評価用ルーブリック」を作成し、それに基づき評価場面を設定し、基準達成のための手立てを行うなど指導改善に生かす。

〈研究仮説〉

総合的な学習の時間において、ビジュアルプログラミングアプリを活用した指導と評価の一体化による段階的な指導及び探究的な活動を行うことで、児童の学習状況を的確に見取ることができ、ひいてはプログラミング的思考を育成することができるであろう。

II 研究内容

1 小学校プログラミング教育のねらい

小学校プログラミング教育のねらいについて、「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」では、「『プログラミング的思考』を育むこと」「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ようにするとともに、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育むこと」「各教科等の内容を指導する中で実施する場合は、各教科等での学びをより確実なものとする」とされている。また、小学校におけるプログラミング教育ではプログラミングのスキルの習得をねらいとしているのではなく、汎用的な資質・能力の育成に資する教育として位置づけられている。

2 小学校プログラミング教育で育まれる資質・能力

「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（議論のとりまとめ）」（以下、「プログラミング教育の在り方」という）において、小学校プログラミング教育のねらいを達成するため、学習指導要領で示されている資質・能力の「三つの柱」に合わせて、プログラミング教育で育む資質・能力をまとめている（表1）。

表1 小学校プログラミング教育で示されている資質・能力

知識及び技能	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
思考力、判断力、表現力等	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
学びに向かう力、人間性等	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

3 小学校における「プログラミング的思考」の育成

「プログラミング教育の在り方」において、「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」と定義している。小学校におけるプログラミング教育では、コンピュータを用いた体験的な学習を通して、身近な生活で使われているコンピュータはプログラミングによって動いていることを理解させながら、プログラミング的思考を育ませることが望まれている。

このことから、本研究ではプログラミングツールを使い、児童によるビジュアルプログラミングの変容を、検証での見取りや評価につなげていきたい。

4 小学校段階におけるプログラミング教育に関する学習活動の分類と評価の考え方

「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」において、小学校プログラミング教育における学習活動を6つに分類している（表2）。

表2 小学校プログラミング教育に関する学習活動の分類

教育課程内	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る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
教育課程外	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

一方、分類Cについては、各教科の学習

目標に準拠せず、教科の枠を超えた学習活動ができるものである。ここでは、プログラミング的思考の育成やプログラムのよさ等への気付き、コンピュータを上手に活用しようとする態度の育成を図ることをねらいとしている。分類Cの具体的な取組として、「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」とされている。また、評価については、「教科等の評価規準により評価したり、評定をしたりすることはありません」とされている。しかし、支援を必要とする児童を見いだし、適切な手立てを施すためには、やはり見取るための基準、つまり「指導に生かす評価」が必要であると考えた。

5 総合的な学習の時間におけるプログラミング教育

「小学校学習指導要領」において、総合的な学習の時間で「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、プログラミングを体験することが、探究的な学習の過程に適切に位置付くようにすること」と示されている。「探究的な学習の過程」について、「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」では「自分たちの暮らしとプログラミングとの関係を考え、プログラミングを体験しながらそのよさや課題に気づき、自分の生活や生き方と繋げて考えるようにすること」「学習活動がプログラミングを体験することだけにとどまるものではないこと」と示されている。

本研究では、総合的な学習の時間において、自分の生活や社会との関わりなどから単元の学習課題を設定し、プログラミングの体験的な学びの中で段階的な指導及び探究的な活動を行い、児童のプログラミング的思考の育成を図る。そのため、本研究では作成した評価基準を基に適切な評価を行い、評価結果から児童への支援や指導改善につなげていく。

6 ビジュアルプログラミングアプリ『Pyonkee（ピョンキー）』

プログラミング言語を学習するソフトウェア教材には「テキスト型」「ビジュアル型」がある。

「テキスト型」教材の場合、きめ細かなプログラミングができる反面、英単語や数字等をキーボードで入力しなければならないという点で、小学校におけるプログラミング教育での使用はあまり向いていない。一方、「ビジュアル型」の場合は、「10 歩進む」「左へ進む」などが書かれたブロックを動かし組み合わせることで、様々なプログラムを作ることができる。赤堀（2018）は、「ビジュアル型」の特徴やプログラミング的思考を育む上での有効性についての調査より、ビジュアル型プログラミングの構造化、可視化、操作法において、「読みやすい」「流れをつかみやすい」「理解しやすい」「全体を把握しやすい」等の効果を指摘している。そのため、小学校プログラミング教育においては、簡単かつ直感的に使用することができる「ビジュアル型」のプログラミングソフトが多く利用されている。



図1 『ピョンキー』の画面構成

これらを踏まえ、本研究ではプログラミング初心者でも簡単に操作ができ、かつ効果的にプログラミング的思考を育むことができるビジュアル型のプログラミングアプリ『ピョンキー』を使用する。当該アプリは、iPad等のタブレット端末で利用できるビジュアル型プログラミングアプリであり、世界的に使用されている教育用プログラミングアプリ『Scratch』と互換性が高く、ブロックを組み合わせ、試行錯誤を繰り返しながら自分が意図する動きの実現を目指すことができる（図1）。様々な動きを作ることができ、創作活動においても自由度が高く、プログラミング的思考を育む上で適したアプリである。また、本校の児童が使用している端末がiPadであることも考慮し、当該アプリを使用した研究を行う。

7 プログラミング的思考の構成要素

プログラミング的思考は、「コンピューショナル・シンキング」の考えが前提となっている。太田（2016）によると、コンピューショナル・シンキングは「抽象化」「デコンポジション（分解）」「アルゴリズム的思考」「評価」「一般化」の概念で構成されている。安藤（2017）は、プログラミング的思考とコンピューショナル・シンキングの関係を表3のようにまとめている。ま

た、小田理代（2018）は、「一般化」する際の組み合わせのパターンとして、「順次」「繰り返し」「条件分岐」といったプログラミングの基本要素を示している（図2）。

本研究では児童のプログラミング的思考がどの程度身に付いているのかを個別に見取る。その方法として、「パフォーマンス課題」「授業の振り返りアンケート」の2つで行う（表3）。

表3 プログラミング的思考の定義と構成要素

プログラミング的思考の定義	構成要素(安藤 2017 より)	見取り方
自分が意図する活動を実現	抽象化	パフォーマンス課題
どのような動きの組み合わせが必要	分解	
どのように組み合わせたらいいのか	アルゴリズム的思考 一般化「順次」「繰り返し」「条件分岐」	
記号の組み合わせをどのように改善	修正	授業の振り返りアンケート
より意図した活動に近づくのか	評価	

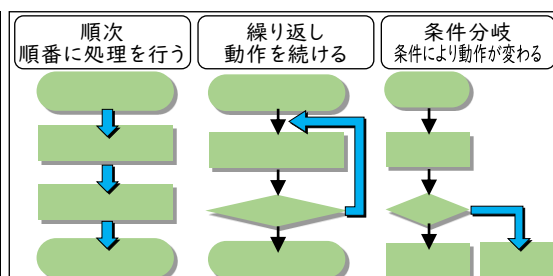


図2 プログラミングの基本要素

8 評価用ルーブリックとパフォーマンス評価

高井（2019）によると、ルーブリックの活用とパフォーマンス評価を行うことで、学習者の目標設定を促す効果が期待できると述べている。評価用ルーブリックを準備しておくことで、学習者は「何を求められているのか」「どのように学習すればよいのか」など、見通しを持ち効果的に学習に取り組むことができると考えられている。パフォーマンス評価は、学習者に「何ができて、何ができていないのか」についての気付きを与える機会となる。また、神宮（1993）は、学習者が何らかの「差異」が生じることに「気付き」があることで、それを解消しようという自己調整機能が働くとして述べている。

本研究においては、児童のプログラミング的思考をより効果的に育成させることを目的に、総合的な学習の時間における学習課題を踏まえたパフォーマンス課題及びその評価用ルーブリックを作成し、評価を行う。ただし、この評価は児童に伝え成績に反映するためのものではなく、指導の有効性や課題等を考察し、次時の指導改善へつなげていくためのものであることに留意する。

9 論理的思考力判定テストの実施

「初等・中等教育のプログラミング授業における論理的思考力に関する研究」（2016 斎藤正武）によると、プログラミング教育が論理的思考能力の向上にどの位寄与しているのか、それを検証するために論理的思考力判定テストA L T (Ability of Logical Thinking の略、以下A L Tテスト)を開発し、論理的思考力の定量化を試みている。

本研究においては、A L Tテストを参考に「論理的文章構成問題」（図3）「流れ図問題」の計2つの問題を作成し、授業実施前と後でテストを行う。なお、テスト内容は異なるものとする。

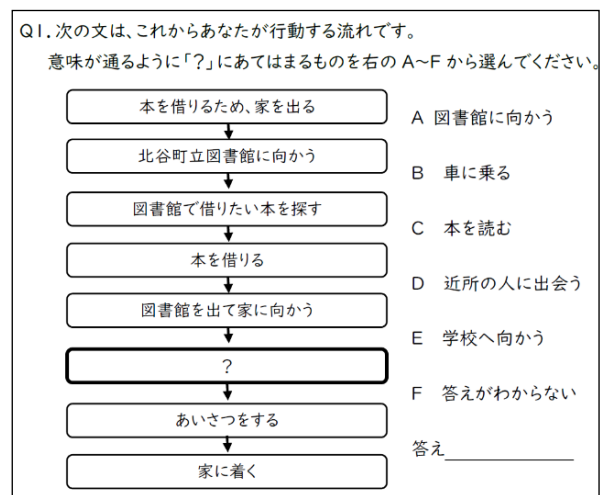


図3 作成した論理的思考力判定テスト
（論理的文章構成問題：検証前）

III 指導の実際

1 検証授業及び研究仮説の検証までの流れ

検証授業前に、児童アンケート及び論理的思考力テストを実施し、児童の実態を把握する。実態把握の結果を受け、総合的な学習の時間において、図4のフローに従い検証授業を行う。

検証授業は大きく3つの段階に分け、序盤を「コンピュータやプログラムのよさに《気付く》」、中盤を「プログラミングに《ふれる》」、終盤を「プログラムを《つくる》」として進める。

第2時～第6時「プログラミングに《ふれる》」では、授業前半20分を「基本操作を習得する」活動を行う。児童は教師が示したブロックの組み合わせから「どんな動きになるのだろう」とい

う問いを持ち、動きを考え予想した後、実際に「どんな動きになるのか」ピョンキーでプログラムし、確認する。このような手順で、児童に思考する場面を与えながら基本操作の習得を図る。授業後半20分は、習得したスキルを生かしパフォーマンス課題に取り組む。教師は机間指導を行いながら支援の必要な児童へ声掛けを行うとともに、課題ができた児童には、新たに追加してみたいプログラムを考える時間を与える。終末5分は、タブレット端末で授業の振り返りを行う。授業後は、児童のパフォーマンス課題の内容を評価用ルーブリックに照らし合わせ評価し、振り返りアンケートの内容からも評価を行う。評価結果から、支援の必要な児童への手立てや指導内容の見直しを行い、次時につなげる。

第7時～第11時「プログラムを《つくる》」では、自分の生活と関わりを持たせた学習課題「生活の役にたつロボットをプログラムしよう」の解決に向け、習得したスキルを生かして探究的な学習活動を行う。パフォーマンス課題は児童の習熟度に応じて1つ選択し、課題解決に取り組む。検証授業最後の第11時では、完成したプログラムを紹介し、努力した点や苦労した点、工夫した点などを発表する。授業後はパフォーマンス課題や振り返りアンケートから評価を行う。

全授業を実施した後は、事後アンケート及び論理的思考力判定テストを実施し、その結果とこれまでの授業の評価等から、研究仮説の検証を行う。

2 指導計画

(1) 単元名「生活に役立つプログラミングを考えよう」(総合的な学習の時間 4年)

(2) 単元目標

- プログラミングの体験を通して、プログラムの働きや良さ、情報社会がコンピュータの技術によって支えられていることを理解する
- 自分の生活や社会をよりよくするために、プログラミング的な見方や考え方を生かすことができる

(3) 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
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 プログラミングの基礎について知る	コンピュータに自分が意図する動きを実現させるため、必要なブロックを選び、並べ方や組み合わせ方を考える	コンピュータに関心を持ち、コンピュータの働きを自分の生活や社会づくりに生かそうとする

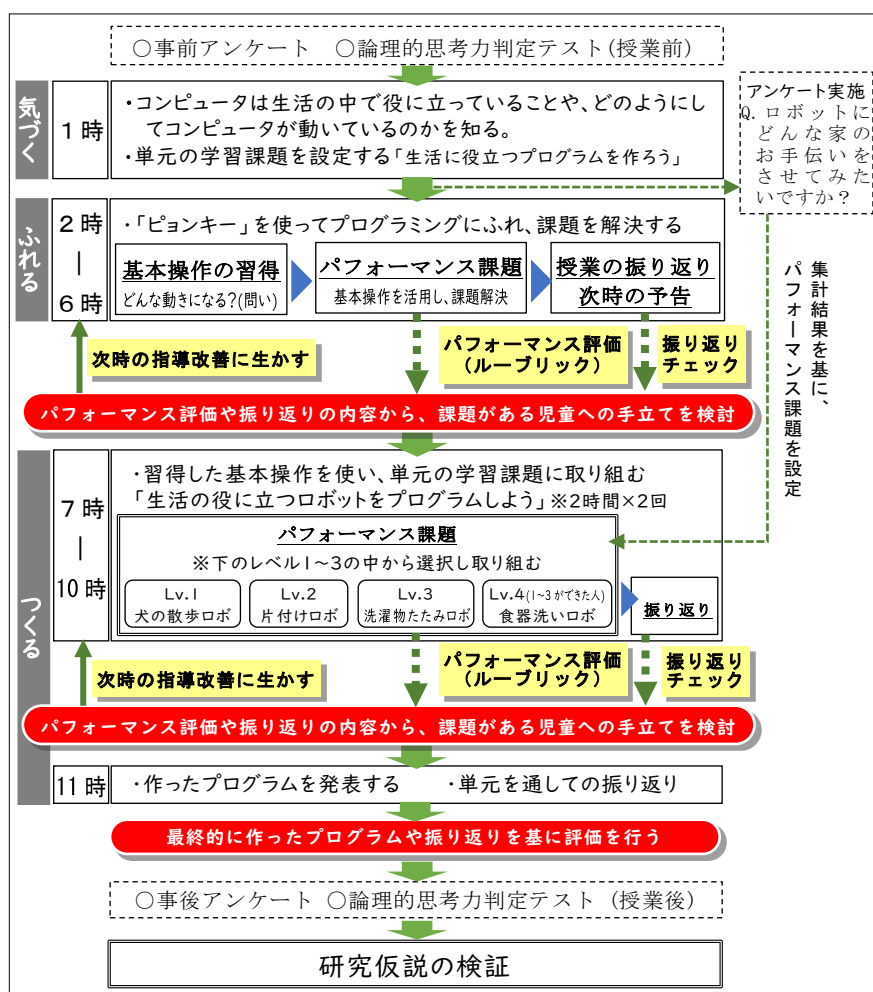
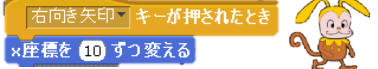


図4 研究仮説の検証までのフロー

(4) 単元指導計画

時	学習目標	学習活動	指導の留意点	◎評価規準・評価方法
気づく	1 身近な生活の中でコンピュータが役に立っていることを想起し、それは人間がつくったプログラムによって実現されていることを知る。 ・学習課題を設定する	・生活の中で使われているコンピュータを想起する【Mentimeter ^{注1} 】 ・どんな時にコンピュータが役に立っているのかを考える【Jamboard ^{注2} 】 ・コンピュータは人が考えたプログラムによって動いていることを捉えさせる ・本時の振り返りを行う【Google フォーム ^{注3} 】	・コンピュータと実生活と結び付けて、問いを引き出す ・タブレットを活用し、興味関心を持たせる ・次時へとつなげる発問で意欲を持たせる	◎知、態 ・授業観察 ・発表 ・授業の振り返り
ふれる	2 キャラクター(以下C)を歩いているように上下左右に動かすプログラムを考える 3 Cが決められた範囲を自動で自由に動くプログラムを考える 4 Cが自動で順序良く2つの物に向かった後、元の位置に戻ってくるプログラムを考える 5 Cが物に触れるとその物が消え、リセットすると物が再表示するプログラムを考える 6 Cがボタンに触れると、消えていた物が表示され、リセットすると物が非表示になるプログラムを考える	・「ピョンキー」使った学習活動 基本操作の習得【授業前半20分】 ○教師が提示したブロックの組み合わせから、Cがどんな動きになるのか考える  ○提示と同じようにブロックを組み合わせ、動きを確認する パフォーマンス課題【授業後半20分】 ○習得したスキルを生かしてパフォーマンス課題を解決する ○友達との学び合いも可 ○できた児童は教師に確認してもらう 授業の振り返り【授業終末5分】 ○Google フォームで授業の振り返りをする	・前半の学習活動では、児童に問いを持たせる発問などを行いながら、基本操作やブロックの意味などを捉えさせる ・「説明用画面」と「動きを確認する画面」の2画面を使って授業を進める ・個々の前時の成果を基に作った評価チェックシートを活用し、机間指導を行い個別に支援する	◎知、思 ・ループリックによるパフォーマンス評価① ・授業の振り返り
つくる	7 10 検証 これまで習得した基本操作を生かして、生活の役に立つロボットをプログラムする(単元の学習課題) ※2時間×2回の授業 11 作ったプログラムを発表する	・これまで習得した基本操作を振り返る ・授業の進め方を確認する →レベル1～3から1つ選択する →課題が解決できた人は、別の課題またはレベル4に取り組む →ルールや課題解決のコツを確認する ・各自、課題に取り組む ・本時の振り返りを行う ・頑張った点や難しかった点、独自で工夫した点などを発表する。	・基本操作のマニュアルを活用させる ・完成イメージの映像を示す ・これまでの評価を基に机間指導や個別の支援を行う ・児童のプログラムを電子黒板に映す ・発表用原稿を準備する	◎知、思 ・ループリックによるパフォーマンス評価② ・授業の振り返り ◎思、態 ・発表 ・授業の振り返り

(5) 評価基準

① 検証授業第2時～6時《ふれる》 パフォーマンス評価用ループリック

授業	基本操作の内容	パフォーマンス課題	ループリック評価基準		B評価に該当する児童への手立て
			A(できた)	B(①②いずれかができた)	
2時	①ピョンキーを右に動かす ②ピョンキーを歩いているように上に動かす	十字キーでピョンキーを上下左右に歩いているように動かすプログラムを考える	ピョンキーを上下左右に歩いているように動かすことができた	①上下に歩くよう動かす ②左右に歩くよう動かす	①または②の動きの違いや、XY座標を確認させる
3時	旗ボタンをタップすると ①犬の見た目を交互に変える ②犬が決まった範囲を自由に歩く	旗ボタンをタップすると、鳥が自動で空を自由に飛ぶプログラムを考える	コスチュームを交互に変え飛ぶアニメーションを作り、空の範囲を自由に飛ばすことができた	①コスチュームを交互に変え飛ぶアニメーションを作る ②空の範囲を自由に飛ばす(アニメーションなし)	繰り返しのブロック、範囲指定のブロックが適切に使われているか確認させる
4時	①ピョンキーがロボットに触れて信号を送る ②ロボットが信号を受けて見た目を交互に変える ③ロボットが信号を受けて自動で物に向かう	ピョンキーがロボットに触れると、ロボットが自動で順序良く2つの物に向かい元の位置に戻るプログラムを考える	ピョンキーがロボットに触れると、ロボットが順序良く2つの物に向かい、元の位置に戻すことができた	ピョンキーがロボットに触れると、 ①ロボットを1つの物に向かわすことができた ②ロボットを2つの物に向かわすことができた(元の位置には戻らない)	信号の送受信ができていないか、受信後ロボットが向かう位置は適切か、ブロックの位置や種類を確認させる
5時	①ピョンキーがボールに触れて、信号を送る ②ボールが信号を受けたら消える ③旗ボタンをタップするとボールが再表示する	ピョンキーを右に歩かせ3つの物に触って消し、旗ボタンをタップすると物がすべて再表示するプログラムを考える	ピョンキーを右に歩かせ3つの物(ボール2つとブロック)に触って消し、旗ボタンをタップすると物をすべて再表示することができた	ピョンキーを右に歩かせ、 ①2つの物を消す(但し、再表示はできない) ②全ての物を消す(但し、再表示はできない)	信号の送受信ができていないか、受信後の動きのブロックが適切か確認させる
6時	①ピョンキーがボタンに触れて、信号を送る ②ロボットが信号を受けて「オン」「オフ」のコスチュームに切り替わる	ピョンキーがボタンに触れ、ボタンをオンにすると4つの物が表示し、オフにすると物が消えるプログラムを考える	ピョンキーを右に歩かせ、ボタンをオンにするとう物をすべて表示し、ボタンをオフにすると物を全て非表示にすることができた	①ボタンをオンにすると3つまたはすべての物を表示することができた ②ボタンをオフにすると3つまたはすべての物を非表示にすることができた	信号の送受信ができていないか、受信後の動きや見た目のブロックが適切か確認させる

② 検証授業第7時～10時《つくる》 パフォーマンス評価用ルーブリック

	パフォーマンス課題 (児童は課題を1つ選択)	ルーブリック評価基準		B評価に該当する 児童への手立て
		A(できた)	B(一部できた)	
レベル1 犬の散歩ロボット	ピョンキーを動かしロボットに信号を送ったら、ロボットが自動で犬の方へ向かい、犬の散歩をする	犬の動きに合わせてロボットが犬の散歩をすることができた	ピョンキーから信号を受けたら、ロボットが自動で犬の方へ向かうことができた	ロボットが犬に触れたとき信号の送受信ができていないか、また、犬の歩く範囲やロボットの動く範囲が適切か確認させる
レベル2 片付けロボット	ピョンキーを動かしロボットに信号を送ったら、ロボットが自動で物に向かい、物を元の位置に片づける	ロボットが物に触れたら物が消え、ロボットが物を元の位置に片づけることができた	ピョンキーから信号を受けたら、ロボットが自動で物へ向かうことができた	ロボットが物に触れたとき信号の送受信ができていないか、また、ロボットの動く範囲や物の見た目のブロックが適切か確認させる
レベル3 食器洗いロボット	ピョンキーを動かしロボットに信号を送ったら、ロボットが自動で洗濯物に向かい、たたんで元の位置に片づける	ロボットが洗濯物に触れたら洗濯物が消え、ロボットが洗濯物をたたみ元の位置に片づけることができた	ピョンキーから信号を受けたら、ロボットが自動で洗濯物へ向かうことができた	ロボットが洗濯物に触れたとき信号の送受信ができていないか、また、ロボットの動く範囲や洗濯物の見た目のブロックが適切か確認させる

(6) 本単元の指導の工夫

① 説明・操作の2画面構成による授業(図5)

本学級の児童は、本研究で使用するビジュアルプログラミングアプリ「ピョンキー」を初めて使用する。そのため、実際に児童が操作する画面と同じ画面を電子黒板に映しながら、操作の仕方や動作確認等を丁寧に行う必要がある。併せて、学習活動の説明や動画資料など、説明するための画面も必要となる。よって、「説明用」「操作用」の2画面構成での授業を行う。



図5 2画面構成による授業

② 個別チェックシートの活用(表4)

学習の成果をまとめた「個別チェックシート」を作成し、支援が必要と思われる児童を把握する。授業の際にチェックシートを確認しながら机間指導で個別に支援を行う。

表4 個別チェックシート

		プログラミング的思考														
		ルーブリック評価					振り返りアンケート (Google Forms)									
		抽象化・分解・アルゴリズム 一般化(順次, 繰り返し, 条件分岐)					修正○、△=どちらでもない、× (Q. 正しく組みなおすことができた)					評価 自分○=自力、友達○=協働 (Q. チャレンジ問題をクリアできた)				
No	氏名	2時	3時	4時	5時	6時	2時	3時	4時	5時	6時	2時	3時	4時	5時	6時
1	〇〇〇〇	A	A	A	C	A	○	○	○	○	○	自分○	自分○	自分○	△	自分○
2	□□□□	A	A	A	A	A	△	○	○	○	○	友達○	自分○	友達○	友達○	友達○

③ 基本操作マニュアルの作成及びファイリング(図6)

第2時～第6時「プログラミングに《ふれる》」で習得したスキルを「基本操作マニュアル」として紙資料で用意し、授業終了後に児童に配付する。これらをA4ファイルで保管し、第7時～第11時「プログラムを《つくる》」の学習課題の際に活用させる。

④ プログラミング学習コーナーの設置(図7)

授業時間以外でも学習を振り返ることができるよう、掲示スペースを活用して「プログラミング学習コーナー」を設ける。基本操作の内容や毎時の授業の振り返りの感想を掲示し、タブレット端末がなくても手元で操作しながらプログラムを考えることができるよう、掲示用のCSアンプラグド^{注iv}のプログラミング教材も準備する。

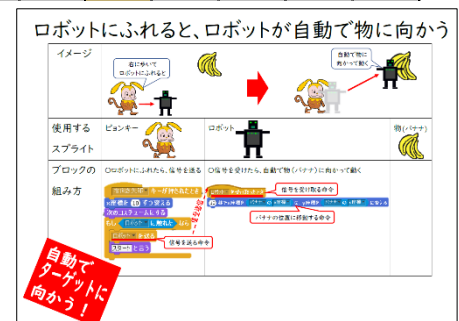


図6 基本操作マニュアル



図7 プログラミング学習コーナー

3 本時の指導（9・10／11）

(1) 本時の目標

これまでの学習を生かし、生活の役に立つロボットをプログラムする

(2) 授業改善・指導の工夫

- ① 2画面構成による授業
- ② 完成イメージの映像の提示
- ③ 課題解決の手順を示した掲示物
- ④ 個別チェックシートによる支援が必要な児童の早期把握及び支援

(3) 展開（2時間）

	学習活動	指導の留意点、手立て
導入 8分	1. 前時の授業を振り返る 2. 本時のめあてを確認する 生活の役にたつロボットをプログラムしよう 3. 学習の留意点や課題解決のコツを確認する ■学習の留意点 ① 配布資料から、課題解決に向けて3つのステップ（資料2）で順次進めていくことを確認する。 ② こまめに保存する ③ 友達と教え合ってもよい ④ 完成したら先生に声掛けをする ■課題解決のコツ ① 1つずつ必要なプログラムを考える ② こまめに動きを確認する ③ 失敗してもよい	・ 前時で作成したデータを開く ・ 学習の流れを提示し、見通しを持たせる ・ 基本操作マニュアル(資料1)が綴られたファイルを準備する 資料1：基本操作マニュアル ・ 「説明用」「操作用」画面で視覚的に分かりやすい指導を行う。
展開 75分 (途中10分の休憩をとる)	4. 課題に取り組む 自分の意図する動きに近づくために、これまでの資料1・2を活用しながら課題に取り組む 資料2：完成までの3ステップ	・ これまで配付した資料を活用しながら課題に取り組むことを伝える ・ 個別チェックシートを確認しながら机間指導を行う ー支援が必要な児童への声掛け・発問ー ・ どんな動きをさせたいのか ・ そのためにどんなブロックが必要なのか ・ プログラムして、動きを確認しよう ・ (エラーの場合)ブロックの種類や組み方に間違いはないか ・ 課題ができた児童は、加えたいプログラムを考える、または別の課題に取り組むよう声掛けをする ・ 「Pioneer用」画面で完成イメージの映像を常時流す
終末 7分	5. 学習の振り返りをする(Google フォーム) 6. 次時の活動内容を伝える	・ Google Classroom 注v から Google フォームのデータを配付する

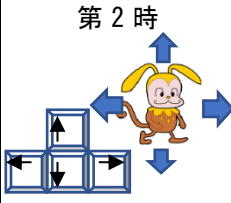
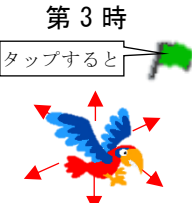
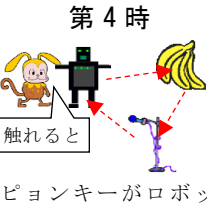
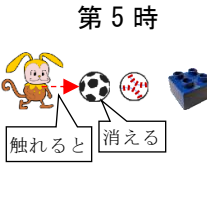
IV 仮説の検証

研究仮説に基づき、児童のプログラミング的思考を育成するため、ビジュアルプログラミングアプリを活用した段階的な指導及び探究的な活動を実践し、指導改善のための評価を行うことが有効であったのかについて、パフォーマンス評価や児童の振り返り、事前・事後のアンケート及び論理的思考力判定テストの比較から検証する。

1 第2時～第6時「プログラミングに《ふれる》」における指導の課題・改善と評価結果

授業観察やパフォーマンス評価、振り返りアンケート、実践を通しての自身の反省等から、支援の必要な児童への手立てや指導の課題点・改善点を考察した内容を以下の表5にまとめる。

表5 授業で実施した支援の必要な児童への手立て及び指導の改善点、課題点

	第2時	第3時	第4時	第5時	第6時
パフォーマンス課題の内容	 十字キーでピョンキーを上下左右に歩いているように動かす	 旗ボタンをタップすると、鳥が自動で空を自由に飛ぶ	 触れると ピョンキーがロボットにふれると、ロボットが自動で順序良く2つの物に向かい、元の位置に戻る	 触れると消える ピョンキー3つの物を触れて消し、旗ボタンをタップすると物がすべて再表示する	 表示する ピョンキーがボタンに触れボタンを「オン」にすると4つの物が表示し、「オフ」にすると物が消える
授業で実施した手立てや指導の改善点	・「説明用」「ピョンキー用」の2画面構成で授業を進行する	・前半で使用するデータは、予め必要なブロックをいくつか抽出する ・個別チェックシートをもとに机間指導で観察する ・支援の必要な児童は必要に応じヒントを与える	・基本操作の習得の場面で、本時の重要となるブロックを黒板掲示・板書等で示す ・個別チェックシートを基に机間指導で観察する	・問いを持たせる場面や主発問を精選する ・短く分かりやすい言葉で説明する ・個別チェックシートを基に机間指導で観察する	・プログラムのエラーが出た場合、どう対処すればいいのか、また、エラーを見つけやすくするためには、どう進めた方がよいかを全体で確認する ・個別チェックシートを基に机間指導で観察する
授業観察から考察した課題点	・説明を聞きながらブロックを動かすことに苦慮していた ・短く分かり易い説明 ・数あるブロックから必要なものを探するのに時間がかかった	・前半の基本操作の習得の場面で、動作確認画面のX軸,Y軸の意味や見方の理解が不十分な児童がいた	・前半で習得する基本操作の内容が多かった ・問いの場面を多く設定したことにより、授業についていくことが困難な児童がいた	・プログラムのエラーの際、何が誤っているかを見つけ出すことができない児童がいた	・課題を終えた児童への声かけ(新たに追加してみたいプログラムを考える等)

これらの手立てや指導改善等を行い、児童のプログラミング的思考の育成を試み、それぞれの授業のパフォーマンス課題や振り返りのアンケートの結果から、児童のプログラミング的思考の変容を分析した。

まず、ループリックによるパフォーマンス評価の結果(図8)、第2時の授業では、A評価は約6割にとどまり、B評価とC評価はそれぞれ約2割となった。その後、授業を進めるにつれA評価の割合は増加し、それに伴いB及びC評価の割合は減少している。第6時には、全員がA評価となった。

次に、授業の振り返りアンケートの結果を図に示す。アンケートでは、プログラミング的思考の構成要素「修正」「評価」と関連付けた設問を設けた。「ブロックを組み間違えても正しく組みなおすことができましたか」という質問に対し、「できた」と回答した割合が第2時では約8割となり、授業を重ねるごとに約9割まで増加している(図9)。また、「チャレンジ問題はクリアできましたか」という質問に対し、「自分の力でできた」と回答した割合が、第2時では約2割強、「友達とできた」と回答した割合が約3割強となっていた。しかし、授業を重ねるごとに「自分の力でできた」と回答した割合が増加している(図10)。

以上の結果から、毎時の評価の実施、評価結果から見えた個別の支援策の実施、授業観察や教師自身の考察による指導法の改善・工夫を行ったことで、評価B以下の児童の

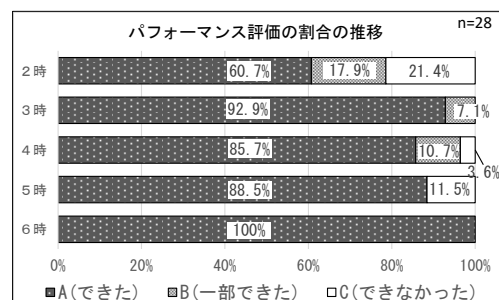


図8 パフォーマンス評価の割合の推移

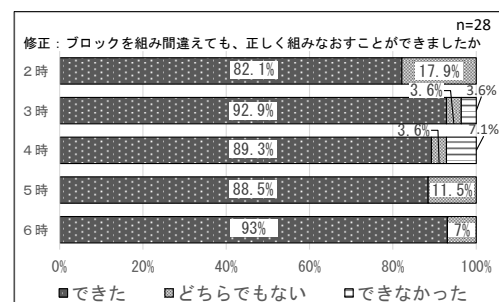


図9 【修正】評価の割合の推移

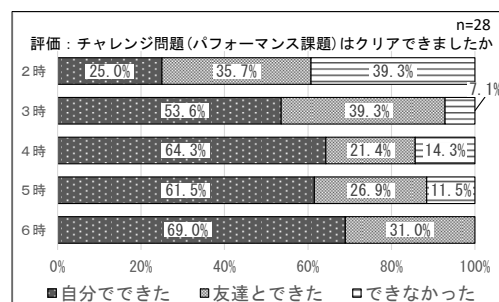


図10 【評価】評価の割合の推移

学習の定着が図れた。また、授業を重ねるごとに、操作やプログラムの組み合わせ方にも慣れ、これまで友達からのアドバイスを頼って学習してきた児童が、自分の力で最後までやり抜き課題を解決することができるようになってきたと考える。このようなことから、児童のプログラミング的思考の育成が図れてきたのではないかと考える。

2 第7時～第11時「プログラムを《つくる》」における評価結果

「プログラムを《つくる》」では、自分の生活と関わりを持たせた学習課題「生活の役にたつロボットをプログラムしよう」の解決に向け、習得したスキルを生かして探究的な学習活動を行った。授業は4時間（2時間×2日）を探究的な活動の時間、1時間を作成したプログラムの発表の時間として検証を行った。

まず、第7・8時の授業では、児童それぞれが自分のレベルに応じた課題を1つ選択し、プログラムの作成に取り組んだ。これまで習得したスキルをA4ファイルで保管した基本操作マニュアルを活用（図11）しながら「どんな動きが必要か」「どんなブロックを使えばよいか」「順番、組み合わせ方は正しいか」「意図した動きができていないか」など考え、プログラムした動きを一つ一つこまめに確認した。教師は、個別チェックシートを確認しながら、支援の必要な児童へ声掛けを行った。



図11 操作マニュアルを活用している様子



図12 学び合いの様子

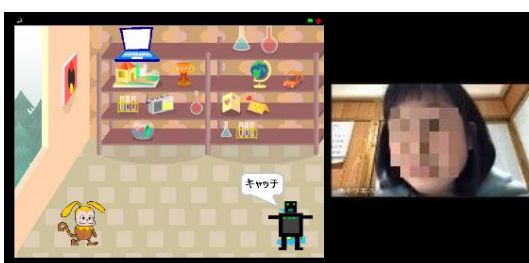


図13 オンラインで作品を発表

第9・10時の授業では、前時の学習を振り返った後、友達と学び合いながらそれぞれ自分のパフォーマンス課題の解決を目指した（図12）。課題を終えた児童は、「別の課題に取り組む」または「自分の考えたプログラムを追加する」活動を行った。

第11時は、新型コロナウイルス感染予防対策による休校措置等により、オンライン授業による発表会を実施した。児童はタブレット端末を使って、作成したプログラムを見せながら、「頑張ったこと」「難しかったこと」「工夫したこと」などを、順序だてながら発表した（図13）。

授業後は、作成したプログラムから、ループブロックによる評価を行った。その結果、全体の約8割（29人中23人）の児童がA評価、残りの約2割（29人中6人）の児童はB評価となった（図14、表6）。B評価の児童は、ロボットやそれ以外のオブジェクトのプログラムを組む段階で、いくつかエラーが確認されたり、時間内にプログラムを組めなかったりなど、個々で課題が異なっていた。また、最終的にB評価以下の児童は一人もいなかった。このことから、すべての児童がA評価ではなかったが、それぞれ課題に向き合い、これまでの学習を生かしながら探究的な活動を行ったことで、プログラミング的思考が育まれたのではないかと考える。

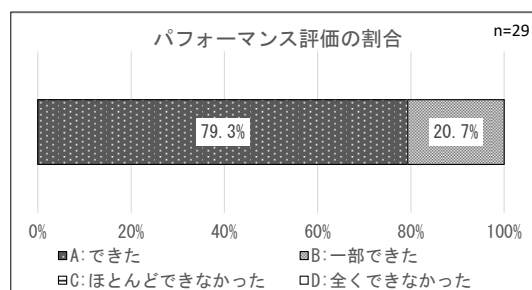


図14 パフォーマンス評価の割合

表6 レベル別達成状況(%)

	Lv. 1	Lv. 2	Lv. 3	全体
A評価の人数	4/6	16/20	3/3	23/29
達成率(%)	66.7%	80.0%	100%	79.3%

3 アンケート及び論理的思考力判定テストによる検証

(1) アンケートによる分析

アンケートでは、児童の「パソコン、タブレットの利用状況」「授業や学習の取組状況」「プログラミング学習への意識」について質問を行った。「授業や学習の取組状況」の質問内容については、「プログラミング教育最前線（プログラミング教育研究会）」「プログラミング教育が変える子供の未来（松田孝）」で示されている「プログラミング教育で育まれる力」と関連付けて作成した（表 7）。

表 7 プログラミング教育で育まれる力と関連付けた質問内容

プログラミング教育で育まれる力		「授業や学習の取組状況」質問内容
論理的思考力	道理や筋道に則って思考を巡らせて結論を導いたり、あるいは、複雑な事柄を分かりやすく説明したりできる力	発表のとき、「まず」「次に」「だから」のように、内容の順番を考えることができますか
		文章を書くとき、「いつ」「どこで」「だれが」「何を」「どうした」が、伝わりやすい順番かを考えて書くことができますか
		発表するときに、理由も一緒に考えることができますか
問題解決力	知識の暗記などのような生徒が受動的な学習ではなく、自ら問題を発見し解決する	うまくいかなかったとき、どこが間違っているかを探して、直すことができますか
試行錯誤する力	課題解決に向かって、いろんな視点から行動（試行）し、検証する力	うまくいかなかったとき、いろんな方法を考え、成功するまで何度もくりかえし挑戦することができますか
想像力	目には見えないものを思い浮かべる力	行動にうつる前に、どうなるのかを頭の中で想像したり予想したりすることができますか
創造力	独自の方法で、新しい何かを生み出す力	自分で考えて、何か遊びを作ったり、物を作ったりして遊ぶことができますか
		今やっている遊びに新しいルールを加えたり、ルールを変えたりして遊ぶことができますか

プログラミング教育で育まれる力と関連付けた質問に対する回答結果（図 15）について、Q 7 及び Q 8 で「ある」「少しある」と肯定的な回答をした児童は、検証前と比べ 4～6 % 増えている。一方で Q 9 においては、検証前と比べ、肯定的な回答した児童は 10% 減少した。物事を順序立てて思考を整理する力が身に付いてきたが、理由付けする力で課題がある。プログラミング学習の中で「実現したい動きに対し、なぜこのブロックが必要なのか」など根拠を挙げ理由を付けて表現する場面が少なかったのが原因ではないかと考える。Q 10 及び Q 11 においては、肯定的な回答が検証前と比べ Q 10 で 21%、Q 11 で 31% と大きく増加している。また、Q 13 及び Q 14 においても、肯定的な回答が 10% 前後増えている。児童がパフォーマンス課題に取り組む中で、失敗を繰り返し修正して課題を解決できるようになってきたことで、問題解決力や試行錯誤する力の育成が図れたと考える。また、独自のプログラムを考え新たな動きを加えるなど、創造力も育まれたと考える。

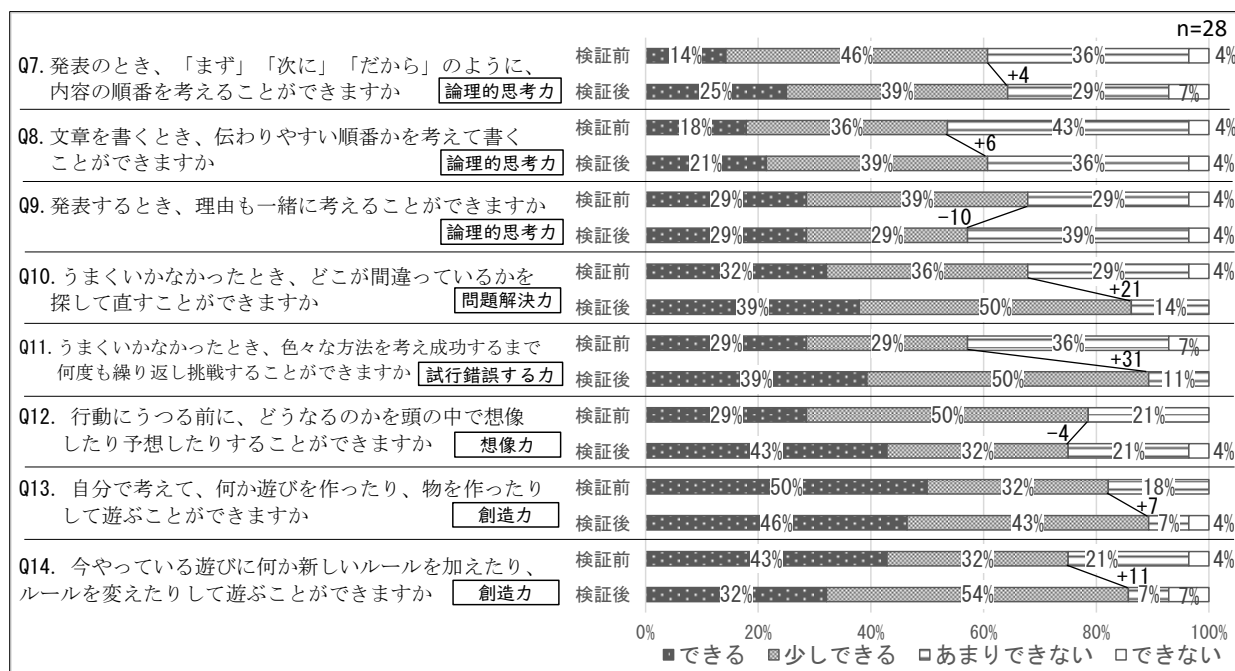


図 15 プログラミング教育で育まれる力と関連付けた質問の回答の割合

(2) 論理的思考力判定テストによる分析

1 問目の「論理的文章構成問題」では、解答個所の前後の文の内容から考えられる適切な文を選択肢で答える問題である。この問題では、文全体を通して矛盾なく話をまとめることができるかを問う。その結果、検証前は 89.3% の正答率であったが、検証後は全員が正解している（図 16）。2 問目の「流れ図問題」では、ある言葉を条件によって処理し、どこに分類されるかを選択肢で答える問題である。条件の内容を理解し、適切な判断ができるかを問う。その結果、検証前と比べ正答率は 35.7 ポイント（10 人）増加している（図 17）。

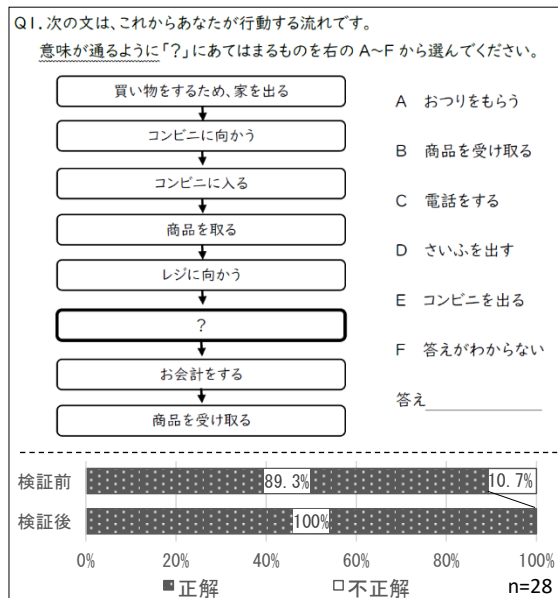


図 16 論理的文章構成問題（検証後）と正答率

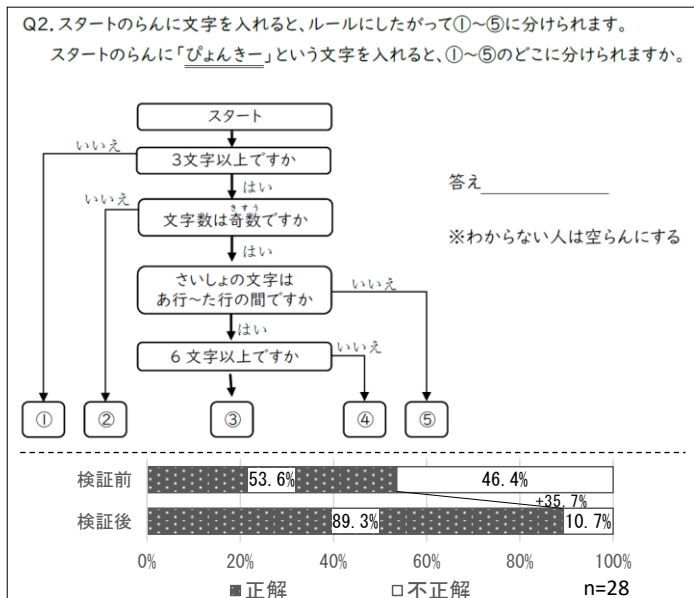


図 17 流れ図問題（検証後）と正答率

全問正解率については、検証前と比べ、検証後は 35.7 ポイント（10 人）増加し、全問不正解率は 0 % となった（図 18）。

以上のことから、本研究におけるプログラミング学習の取組によって、矛盾なく筋道を立てて目標とする結果を導き出すための論理的思考力の育成が図れたのではないかと考える。

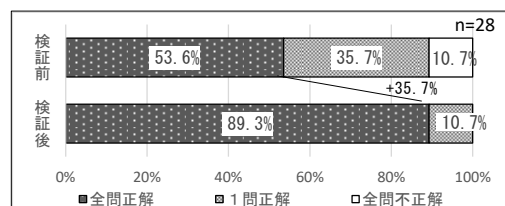


図 18 全問正解率の割合

V 成果と課題

1 成果

- (1) 毎時のパフォーマンス課題の評価結果から、次時に向けた支援策や指導改善等を実践したことで、課題の達成率が徐々に上がり、児童のプログラミング的思考を育むことができた。
- (2) ルーブリックによる評価結果等を「個別チェックシート」にまとめ、個々の状況を把握できたことで、机間指導での声掛けや個別の手立てを効率よく実施することができた。
- (3) 第 2 時～ 6 時において、段階的な指導から探究的な活動を計画的に進めたことで、プログラミングの技能も高まり、自分の力で課題を解決できる児童が増えた。

2 課題

- (1) 第 9・10 時では、ほとんどの時間を創作活動に時間を充てていたが、授業の途中で児童の進捗を紹介したり、児童の問いを全体に投げかけたりするなど、個の活動と全体の活動をメリハリつけて進める必要があった。
- (2) データによる課題の配付及び提出方法など、簡素化できる手法を考える必要がある。
- (3) コンピュータを使わないプログラミング学習「CSアンプラグド」による授業など、プログラミング学習で育まれた力を各教科や生活に生かせる授業づくりを計画的に行う必要がある。

＜参考文献＞

- 鳴門教育大学プログラミング教育研究会編著 2021 『学び続ける先生のための基礎と実践から学べる小・中学校プログラミング教育』 ジアース教育新社
- 文部科学省 2021 『今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開』
- 国立教育政策研究所教育課程センター 2020 『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料』
- プログラミング教育研究会著 2019 『60分でわかる！プログラミング教育最前線』 技術評論社
- 赤堀侃司 2018 『プログラミング教育の考え方とすぐに使える教材集』 ジャムハウス
- 松村太郎・他著 2018 『プログラミング教育が変える子どもの未来』 翔泳社
- 利根川裕太・佐藤智著 2017 『先生のための小学校プログラミング教育がよくわかる本』 翔泳社
- 文部科学省 2017 『小学校学習指導要領解説 総則編』

＜参考 WEB サイト＞

- 文部科学省 2020 『小学校プログラミング教育の手引（第三版）』
https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf（最終閲覧：2022年2月）
- 高井一雄・岡崎浩幸 2019 『ループリックを活用した授業実践とパフォーマンス評価』
<https://ci.nii.ac.jp/naid/120006765832>（最終閲覧：2022年2月）
- ベネッセ 2018 『ベネッセ教育情報サイト 図で解説「プログラミング的思考」とは』
<https://benesse.jp/programming/beneprog/2018/07/13/computationalthinking/index.html>（最終閲覧：2022年2月）
- 太田剛 2016 『諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査』
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsise/35/2/35_350217/_pdf（最終閲覧：2022年2月）
- 斎藤正武 2016 『初等・中等教育のプログラミング授業における論理的思考力に関する研究』
<https://ci.nii.ac.jp/naid/120006641044>（最終閲覧：2022年2月）
- 文部科学省 2016 『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（議論のとりまとめ）』
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm（最終閲覧：2022年2月）

＜注釈＞

- 注 i Mentimeter：リアルタイムでアンケートを集計できるアプリケーション
- 注 ii Jamboard：ホワイトボード形式で描画をするなど、リアルタイムの共同編集ができるアプリケーション
- 注 iii Google フォーム：アンケート作成及び配布、集計等の管理ができるアプリケーション
- 注 iv Google Classroom：オンライン上での課題の作成、配布、採点等、教師と児童生徒の間でファイルを共有することができる学校向けに開発されたアプリケーション
- 注 v CSアンブラグド：「コンピュータサイエンスアンブラグド」カードなどの教具やパズルを使って「コンピュータの仕組み」を伝える教育手法