

自ら考え、表現する児童の育成

— 算数科を中心としたプログラミング教育実践教材の開発を通して —

長期研修員 平石 美香

《研究の概要》

本研究は、小学校プログラミング教育において、自ら考え、表現する児童の育成を目指したものである。自ら考え、表現する児童の育成のために、算数科の図形領域に着目し、算数科を中心としたプログラミング教育の学習（以下「実践授業」）ができる教材の開発を行った。具体的には、「導入」での準備、「事前」の学習、「実践授業」、「実践授業」で学習したことを基にした「事後」の学習の過程で教材を構成し、算数科を中心としたプログラミング教育が実践できるようにした。そして、このような実践教材の開発を通して、自ら考え、表現する児童が育成できることの有効性を明らかにした。

キーワード 【プログラミング教育 算数科 教材開発 自ら考える 自ら表現する】

群馬県総合教育センター

分類記号：F 1 2 - 0 2 令和2年度 2 7 3 集

I 主題設定の理由

新しい社会の在り方として提唱された「Society5.0」の実現に向けて技術革新が進んでいく中、現代社会は大きく変化し、予測困難な時代となっている。そのような中で、小学校学習指導要領（平成29年告示）（以下「学習指導要領」）では、これからの未来を生きていく子供たちの学習の基盤となる資質・能力の一つとして、情報活用能力が示された。この情報活用能力は、学習指導要領解説 総則編において、「『プログラミング的思考』を育むため、小学校においては、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計画的に実施すること」としている。群馬県でも、学校教育の指針（令和2年）において、「情報活用能力の育成」が示されている。プログラミング教育に関しては、小学校では、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られるように、プログラミングの体験を確実に行えるようにすることや、中学校「技術・家庭科」では、小学校における体験を生かしつつ、高等学校共通教科「情報」での学びへのつながりを意識することとしている。

小学校学習指導要領解説 算数編では、「小学校においては、教科等における学習上の必要性や学習内容と関連付けながらプログラミング教育を行う単元を位置付け、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を重視する」としている。さらに、児童の発達段階に応じて効果的にプログラミング教育を位置付け、コンピュータのよさに気付いたり、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育むことが求められている。そのため、算数科では、第5学年「正多角形」の作図する学習で、問題の解決には必要な手順があることや正確な繰り返しが必要な作業にはコンピュータを用いるとよいことに気付かせる活動が例示されている。このような「B図形」領域の学習では、プログラミングの体験をしながら論理的思考力を身に付けるための活動（プログラミング教育）を行うことが可能である。しかし、例示されている学習等で、プログラミング的思考を育み、教科の学びをより確かなものにするためには、プログラミング教育の素地を養うための事前の学習が必要となる。そして、学習したことをさらに発展させていく事後の学習も体系的に実践していかなければならない。また、今回の学習指導要領で示された資質・能力の三つ柱「知識及び技能」「思考力、判断力、表現力等」「学びに向かう力、人間性等」の育成を目指す「主体的・対話的で深い学び」の実現のために、プログラミング教育を取り入れた授業において、児童が自ら考え、表現する活動を取り入れていくことが求められる。

こうした状況を踏まえ、研究協力校（以下、協力校）では、教職員の研修や学校の施設環境の整備により、児童一人一人にプログラミング教育を行う準備をしてきた。しかし、現状としては、プログラミングの体験の伴った学習を行うための具体的な準備や、指導計画は作成されていない。そこで、プログラミング教育を取り入れた授業（以下「実践授業」）だけでなく、「導入」での準備や「実践授業」の前後に行う学習（「事前」「事後」）も提示する必要がある。そして、プログラミング教育を取り入れた授業が、「導入」「事前」「実践授業」「事後」と見通しをもって実践できるようにしなければならない。

以上のことから、「導入」「事前」「実践授業」「事後」と体系的に学習が展開できるように内容を構成した算数科を中心としたプログラミング教育実践教材を開発し、児童が自ら考え、表現することができるようにしたいと考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

児童が自ら考え、表現することができる算数科を中心としたプログラミング教育実践教材を開発し、その有効性を明らかにしていく。

Ⅲ 研究の内容

1 基本的な考え方

(1) 「自ら考え、表現する」とは

資質・能力の育成を目指す「主体的・対話的で深い学び」の実現のためには、児童が問題解決の場面に直面した際に、「自ら考え、表現する」ことを繰り返し行っていくことが問題解決への道筋となると考えた。問題解決のためには、これまでに学習した知識や技能を思い起こし、それらをどのように活用すればよいかを考え、解決への見通しをもつことが必要である。「自ら考える」とは、問題解決中に自らの活動を振り返り、さらによりよい方法を考えることである。また、問題解決後に学習過程を振り返り、これまでの学習と結び付けて考えたり、今後できることを考えたりすることである。「自ら表現する」とは、自ら考えたことを、言葉で表したり、絵や文で表したり、式や図で表したりすることである。挙手をしたり、うなずいたり、首をかしげたりする身体的な表現も含まれる。コンパスやコンピュータなどの道具を操作したり、具体物を操作したりすることも同様である。さらに、自分の考えに基づいて、問題解決の過程を見直したり、修正したり、改善したりする試行錯誤もまた「自ら表現する」ことになる。このように「自ら考える」や「自ら表現する」という二つの活動を問題解決の場面で繰り返すことで、資質・能力の育成が図られると考えた。

(2) 算数科を中心としたプログラミング教育について

算数科では、プログラミングによる正多角形の作図の学習のように、学んだことを使って問題を解決したり、よりよい手順を考えたり、正確さを追究したりする場面が多くある。また、順序を重んじ、筋道を立てて考える場面も、学習過程に多く見られる。特に「B図形」領域では、自分がプログラミングした手順の正確さが視覚的に明瞭に表れることから、プログラミング教育との親和性があると考えられる。そして、算数科の学習の中にプログラミングの体験を取り入れることにより、児童は興味・関心をもって問題を解決することができる。しかし、興味・関心だけでなく、教科の学びを充実させるためには、教師がプログラミング教育について、導入の背景やねらいといった基本的な考え方をいつでも確認できるようにしておく必要がある。そして、教科の学習のねらいに即してプログラミング教育を関連させていくためには、入念な事前の準備も必要である。さらに、プログラミングの体験を取り入れた学習だけでなく、「実践授業」の前後に「事前」や「事後」の学習を行い、プログラミング教育を継続して実践していくことが求められる。また、コンピュータを用いずにプログラミング教育を取り入れた授業についても、低学年から取り入れることが可能であり、中学年、高学年のプログラミングの体験に向けて実践する必要がある。そこで「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」（令和2年2月）で示されているA分類（学習指導要領に例示されているもの）だけでなく、B分類（例示はされていないが、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）及びC分類（教育課程内で各教科とは別に実施するもの）で児童にとってふさわしい内容を考えていく必要がある。

このように「実践授業」を進めていくためには、体系的にプログラミング教育に取り組む必要がある。また、「事前」や「事後」の学習は、算数科以外の時間で取り組んでいけることを想定し、算数科だけでなく、他教科でも活用できるプログラミング教育実践教材を開発していくこととした。

(3) 実践教材について

「実践授業」を行う際に必要となる教材を「実践教材」とした。具体的には、「導入」で【全体計画】【年間指導計画】【単元計画】を作成する際のポイントや、プログラミング教育のねらいや学習活動の分類を示した【導入ガイド】、「実践授業」やその前後にある「事前」や「事後」の学習を整理した【授業モデル】、【授業モデル】を扱う際に必要となるワークシートやプログラムである。これらをまとめて実践教材とすることにより、プログラミング教育を見通しをもって具体的に実践することができるようにした。また、この実践教材を活用することで、算数科を中心としたプログラミング教育の充実の一助となると考えた。

2 教材の概要

本教材は、算数科を中心としたプログラミング教育実践教材である。以下のように「導入」から、「事前」の学習、「実践授業」、「事後」の学習という過程で構成している。

過程	教材の内容	資料
導入	プログラミング教育を行う土台	
	【全体計画】学校教育目標を中心として、プログラミング教育の在り方を明示したり、目指す児童像を位置付けたりする。	1
	【年間指導計画】プログラミング教育を「いつ」「どこで」「どのように」行うのか、その教科や単元、時数等を明らかにする。	2
	【単元計画】先述の【年間指導計画】よりも、さらに具体的な計画を立てる。	3
	【導入ガイド】教師用・児童用を作成して、以下の内容を確認する。 (教師用) ○プログラミング教育のねらい ○身に付けさせる力 ○プログラミング教育の学習活動の分類 ○A分類の学習 ○授業モデル ○プログラミング的思考 ○用語解説	4
(児童用) ○プログラミングとは ○プログラミングの学習の概要 ○導入時に使用するワークシート	5	
事前	「実践授業」に向けた素地づくり	
	【授業モデルⅠ】C分類：プログラミング教育の基礎 ○コンピュータの仕組みと用語についての学習 ○「手順・順番」「細かく分ける」「反復・繰り返し」についての学習 ○ビジュアル型プログラミング環境の使い方	6
	【授業モデルⅡ】C分類：操作技術の定着 ○第3学年「タブレットの基本的な操作 ～Hour of CODEでブロック操作に慣れよう～」 ○第5学年「タブレットの基本的な操作～Scratchの使い方に慣れよう～」	7 8
実践 授業	プログラミング教育を取り入れた授業	
	【授業モデルⅢ】 B分類：コンピュータを用いずにプログラミング的思考を育てる学習 ○第2学年「アルゴリズムを使って計算の仕方を整理しよう」 ○第2学年「フローチャートで仲間分けをしよう」	9 10
	【授業モデルⅣ】 B分類：算数科「B図形」領域の「つかう」過程におけるプログラミングの体験を取り入れた学習 ○第3学年「円と球」 既習事項を基に、プログラミングの体験を通して円かき、円の概念や性質の理解を深める。	11 12
	○第5学年「合同な図形」 プログラミングの体験を通して合同な図形を敷き詰め、敷き詰めた図形の中にほかの図形を見いだしたり、平行線の性質に気付くことができる。	13 14
事後	「実践授業」を活用したプログラミング教育	
	【授業モデルⅤ】 C分類：「実践授業」を活用したプログラミング教育 ○第3学年「円と球」で学習したことを基にした学習	15

各過程についての詳細は、以下のとおりである。

(1) 導入

「導入」の部分は、プログラミング教育を行う土台となる。【全体計画】【年間指導計画】【単元計画】は、各学校や児童の実態に応じて作成するものである。この三つの計画では、それぞれの作成のポイントを記す。【導入ガイド】は教師用（図1）と児童用（図2）を作成する。



図1 教師用の【導入ガイド】



図2 児童用の【導入ガイド】

(2) 事前

「事前」の学習は、「実践授業」に向けた素地づくりを行う【授業モデルⅠ】【授業モデルⅡ】で構成する。1単位時間15分を基本としたモジュール学習を想定し、業前等の時間を使って取り組めるように構成する。

【授業モデルⅠ】は、各教科等におけるプログラミングに関する学習の実施に先立って、「プログラム」や「プログラミング」という言葉の意味や、「手順・順番」「細かく分ける」「繰り返し」等の内容について、児童が学習することを目的とする。

【授業モデルⅡ】は、児童がプログラミングの体験で取り扱うタブレット端末やビジュアル型プログラミング環境の基本的な使い方について、児童が学習することを目的とする。これらは、算数科だけでなく、総合的な学習の時間等にプログラミングの体験を取り入れた学習の素地にもつながる。

(3) 実践授業

「実践授業」は、先述の「事前」の学習を素地として、算数科の学習の中にプログラミング教育を取り入れた【授業モデルⅢ】【授業モデルⅣ】で構成する。

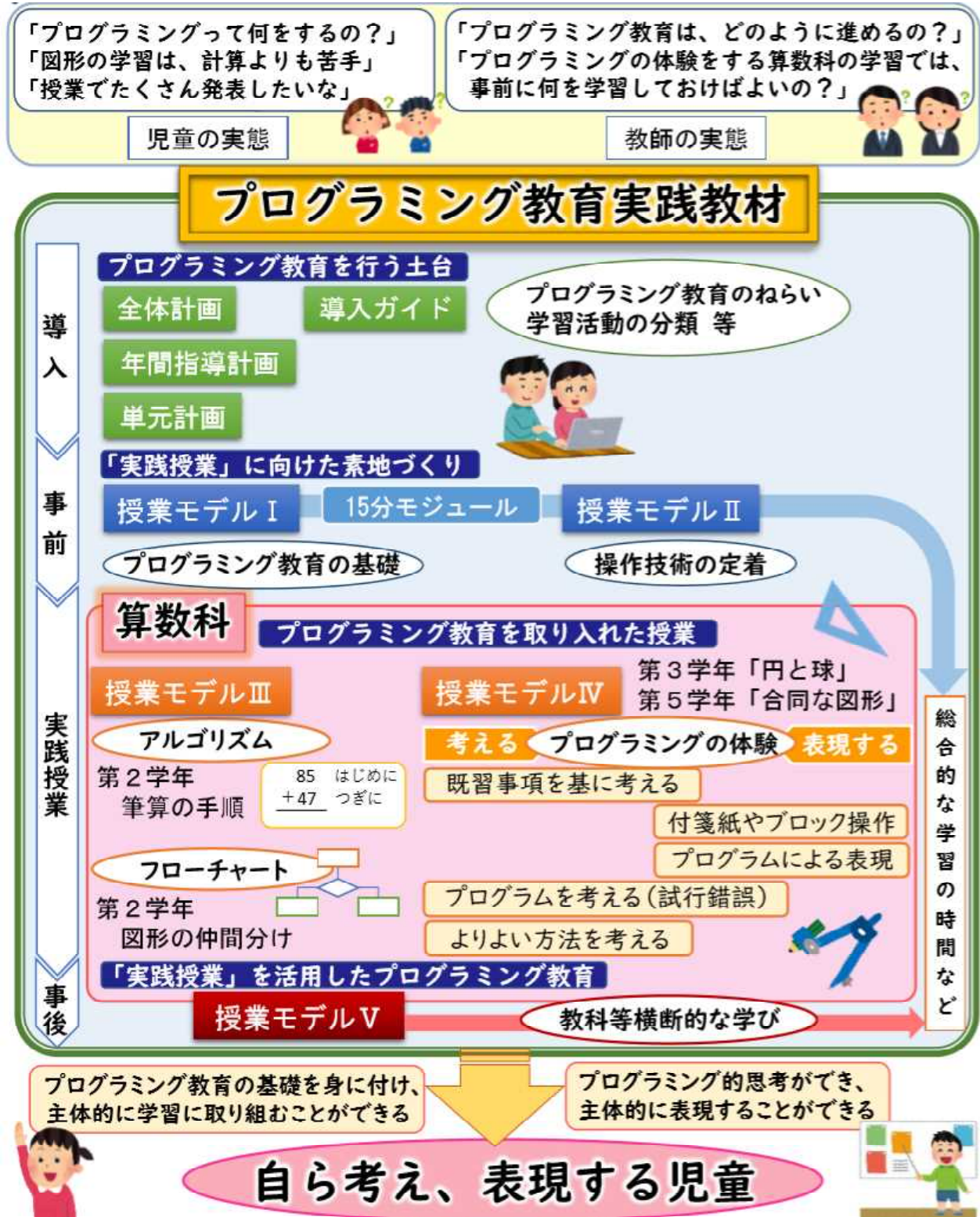
【授業モデルⅢ】は、算数科の学習において、コンピュータを用いずにプログラミング的思考を育てる授業モデルである。四則の計算の手順をアルゴリズムとして考えたり、フローチャートを用いた図形の仲間分けをしたりして、思考を整理することを目的とする。

【授業モデルⅣ】は、算数科の「B図形」領域におけるプログラミングの体験を取り入れた学習である。第3学年「円と球」、第5学年「合同な図形」においてプログラミングの体験を取り入れる。これらの学習では、児童が自ら考え、表現することができるようにした。児童が自ら学習に取り組み、教科の学びを充実させることを目的とする。

(4) 事後

「事後」の学習は、「実践授業」を活用したプログラミング教育で構成される【授業モデルⅤ】である。「実践授業」の後に「実践授業」で学習したことを基にして課題を設定し、プログラミングを通して課題の解決に取り組んだり、プログラミングを通して表現したいものを表現したりする学習である。

【授業モデルⅤ】は、教科学習の発展として考えられるだけでなく、教科学習を超えた内容も想定することができる。このことから算数科とプログラミング教育の双方に含まれる内容として位置付けた。そして、総合的な学習の時間等にもつながる学習となる。



総合的な学習の時間など

IV 研究の計画と方法

1 実践の概要

実践の概要は、以下のとおりである。

「事前」の学習 【授業モデルⅠ】の実践			
対象	協力校 第3学年31名及び第5学年28名		
実践日	第3学年：令和2年10月26日(月) 第5学年：令和2年10月30日(金)		
題材名	プログラミングって何だろう		
目標	コンピュータの仕組みや「プログラム」「プログラミング」という言葉の意味を知り、プログラミングの体験の際に必要な考え方（「順序」「細かく分ける」「繰り返し」など）や、ビジュアル型プログラミング環境「Scratch」（以下「Scratch」）における基本的な用語と操作について学ぶ。		
「事前」の学習 【授業モデルⅡ】の実践			
対象	協力校 第3学年31名	対象	協力校 第5学年28名
実践日	令和2年10月27日(火)	実践日	令和2年11月19日(木)
題材名	タブレット端末の基本的な操作 ～Hour of CODEでブロック操作に慣れよう～	題材名	タブレット端末の基本的な操作 ～Scratchの使い方に慣れよう～
目標	タブレット端末の基本的な操作を確認しながら、ビジュアル型プログラミングソフト「Hour of CODE」でブロックを動かしたり、組み合わせたりして、考え方や操作に慣れる。	目標	タブレット端末の基本的な操作を確認しながら、「Scratch」でブロックを動かしたり、組み合わせたりして、考え方や操作に慣れる。
「実践授業」（プログラミング教育を取り入れた授業） 【授業モデルⅣ】の実践			
対象	協力校 第3学年31名	対象	協力校 第5学年28名
実践日	令和2年11月11日(水)	実践日	令和2年11月20日(金)
単元名	円と球	単元名	合同な図形
目標	<ul style="list-style-type: none"> 円について、中心、半径、直径を知る。また、円に関連して、球についても直径などを知る。コンパスを用いて円をかいたり、長さを写し取ったりすることができる。 図形を構成する要素に着目し、円や球の構成の仕方を考えるととも、図形の性質を見だし、身の回りのものの形を図形として捉えることができる。 円や球といった図形に進んで関わり、数学的に表現・処理したことを振り返り、数理的な処理のよさに気づき生活や学習に活用しようとすることができる。 	目標	<ul style="list-style-type: none"> 図形の形や大きさが「決まる」という意味を理解し、その要素を理解する。合同な図形を能率的にかくことができる。 図形間の関係に着目し、与えられた図形合同な図形をいかに構成すればよいかを考察することができる。対応する辺や角に着目し、合同な図形のかき方を考え、説明することができる。 操作活動を通して、ぴったりと重なる形であるものはどれか進んで調べることができる。合同な三角形のかき方と考え、よりよい方法を追究しようとしたり、合同な三角形のかき方を基に、合同な四角形をかこうとしたりすることができる。
「事後」の学習（「実践授業」を活用したプログラミング教育） 【授業モデルⅤ】の実践			
対象	協力校 第3学年31名		
実践日	令和2年11月12日(木)		
題材名	オリジナルの円をかこう		
目標	「半径の長さ」「色」を自由に考え、プログラミングの体験を通して、自分の表現したい円をかくことができる。		

2 検証計画

検証の観点	検証の方法
算数科を中心としたプログラミング教育実践教材を開発して活用したことにより、児童は自ら考え、表現することができたか。	<ul style="list-style-type: none"> ワークシートの記述内容の分析 ビデオによる授業分析 教師への聞き取り

3 実践

実践の概要と考察については、第3学年「円と球」におけるプログラミングの体験を取り入れた学習【授業モデルⅣ】を中心として、その前後の学習（「事前」の学習【授業モデルⅠ】【授業モデルⅡ】、「事後」の学習【授業モデルⅤ】）について述べることにする。

(1) 「事前」の学習 【授業モデルⅠ】の実践（第3学年）

① 概要

【授業モデルⅠ】は、プログラミング教育の基礎を学ぶ授業モデルである。15分のモジュール学習三つ分、合計45分でまとめて実践した。タブレット端末は一人1台で行った。はじめの15分は、コンピュータの仕組みと用語について学習させた。次の15分では、「手順・順番」「細かく分ける」「繰り返し」など、プログラミング教育の中で大切な考えを体感させた。最後の15分は、児童が使用するビジュアル型プログラミング環境の画面を見て、その使い方を学ばせた。

② 考察

授業では、まず身の回りでコンピュータが中に入っているものを想起させたり、コンピュータに関する学習をする意義について考えさせたりした。コンピュータが動く仕組みについて考えさせたところ、「適当に動いている」「電源を入れれば自然に動く」「自分で考えて動いている」と答える児童が多数であり、児童の多くがコンピュータの仕組みについては知らず、その中身がブラックボックス化していることが分かった。また、「手順・順番」「細かく分ける」という考え方を学ばせる際に、自分の「歯磨きの手順」について考えさせたところ、児童は自分の歯磨きの動作を振り返り、できるだけ細かく分けて考えようとしていた。はじめから終わりまで一連の動作を考え、その動作を完結させることができた児童が13名（46%）であった。「立つ→歯ブラシをとる→磨く→うがいをする→部屋から出る」という内容で五つの手順を考えた児童が7人（25%）で最も多かった。手順の個数としては、細かく分けて考えた児童がいた反面、ただ単に「歯ブラシです」というように1個の手順のみの児童も2名いた。毎日の生活の中で何気なく自分がしていることでも、それを改めて細かく分けて考えたり、簡潔な言葉で表したりするということは、児童にとって容易ではなく、個人差も大きいことが分かる。「繰り返し」の意味については、1年生の音楽教材を用いて「たん・うん・たん・うん・たん・たん・たん・うん」というリズム・パターンの繰り返しを体感させた。児童にとって馴染みのある教材であったことから、「繰り返し」の意味をすぐに理解することができた（図3）。最後に「Scratch」を立ち上げて用語や動作の確認を行った（図4）。「Scratch」は、今回初めて扱ったため、児童には戸惑いがあった。この内容は、短い時間で何度も繰り返して、丁寧に指導していく必要を感じた。

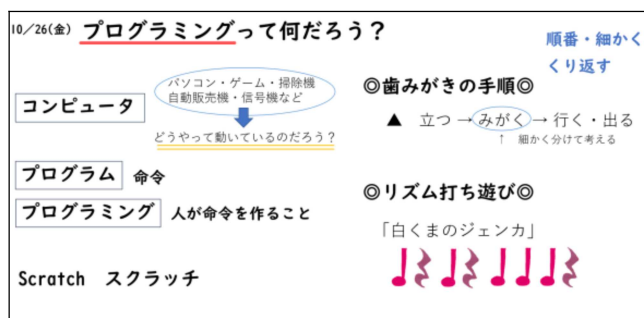


図3 授業モデルⅠの説明（板書）

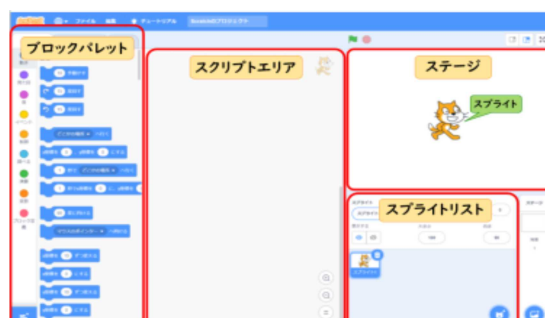


図4 「Scratch」の用語説明の画面

(2) 「事前」の学習 【授業モデルⅡ】の実践（第3学年）

① 概要

【授業モデルⅡ】は、タブレット端末の操作技術の定着を目指す授業モデルである。15分のモジュール学習三つ分、合計45分をまとめて実践した。タブレット端末は二人で1台使用させた。ブラウザ上のサイトを使って、達成する課題のレベルを少しずつ上げながら学習を進め、マウスやブロックの操作に慣れさせた。二人で1台の活動であったため、自然と協働的な活動を通して問題解決を図ることができた（図5）。この活動では正確なプログラミングをすることで、コンピュータが自分の思い通りに動くことを学ばせた。



図5 ペアで問題解決をしている様子

② 考察



【授業モデルⅠ】に比べると、学習全体を通して、主体的に取り組む児童の様子が見られた。主体的に取り組めた理由として、「扱った教材の特性」と「タブレット端末の操作への適応」が考えられる。「扱った教材の特性」として、ここで使用した「Hour of CODE」は、迷路を解いていく感覚でプログラミングの体験ができるため、児童はお互いに考えを出し合って、ブロックを組み合わせて実行し、間違っていたらすぐに修正して、再実行することが可能であった。何度間違えても、またやり直しができる（試行錯誤できる）という点が、児童の学びに向かう気持ちを高め、継続させることにつながったと言える。「タブレット端末の操作への適応」については、【授業モデルⅠ】の段階では、操作に慣れていないため、慎重になって積極的に関われない児童もいた。しかし、本実践では、操作に慣れてきた児童も増え、教師に質問する児童も少なくなり、自分でどうにか解決しようと粘り強く取り組む様子も多く見られた。学習の振り返りの記述にも「前よりもずっと思い通りにできた」「もっとプログラミングを知りたい」といった児童の主体的な気持ちが見られた。また、本実践では、協働的な活動により、ペア学習でプログラミングの体験をさせた。しかし、一人で進めたいと感じた児童もおり、学習内容や児童の実態に応じて学習形態の工夫が必要であった。

(3) 「実践授業」 【授業モデルⅣ】の実践

① 概要

〈ねらい〉円の性質を使って「円をかく」プログラミングの体験を通して、円の概念や性質の理解を深めることができる。

7分	<p>1 学習課題を把握し、めあてを設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○単元を通して、どのような学習をしてきたのかを確認する。 <ul style="list-style-type: none"> ・円についての既習事項や円の作図方法を振り返る。 ○本時の問題を把握する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px 0;"> <p>【問題】 自分と同じ、大きさや位置の円を友達にかいてもらおう。</p> </div> ○本時のめあてを考える。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 5px 0;"> <p>【めあて】 円をかくには、どのようなことに気を付ければよいだろう。</p> </div> ○既習事項と関連付けながら解決方法の見通しをもつ。 <ul style="list-style-type: none"> ・作図する際に使えるような円の性質をワークシートに言葉で表す。 ・どんなブロック（命令）があれば円がかけられるかを考え、できるだけ短い言葉で表す。
13分	<p>2 めあてを追究する。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 個別に追究し、解決方法や結果を全体で共有する。 ○個別に円の作図のプログラムを考える。 <ul style="list-style-type: none"> ・円についてのこれまでの学習を振り返り、その性質や概念を基に考える。 ・「半径を決める」をはじめのブロックとして、その後続くブロックをワークシートの付箋紙を使って、順序を考えながら貼っていく。

	<p>○ペアで問題を解決する協働的な活動（図6）を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分の考えを相手に説明する。 ・ペアで考えを出し合ってプログラムを作成し（図7）、実行する。タブレット端末は二人で1台使用する。 ・さらに円に近づいていくように、プログラムの修正や改善を行う。 <p>○考えを全体で共有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・友達の考えを聞いて、自分たちのプログラムの修正や改善を行う。 ・「くり返し」や「ずっと」のブロックを使う意義についても考える。 	
		<p>図6 協働的な活動</p>  <p>図7 円の作図で使用したブロック</p>
15分	<p>(2) 考えを深める。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・半径の長さなどを変えるプログラムにするにはどうしたらよいか、ブロックを使ってプログラムを考え、実行する。 	
3分	<p>3 学習をまとめる。</p> <p>○本時のまとめをする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <p>[まとめ] 円をかくためには、半径の長さを決め、中心の位置を考えてかくとよい。</p> </div>	
7分	<p>4 学習を振り返る。</p> <p>○本時の学習を振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・教科の学びとコンピュータの活用のよさの両側面から考え、ワークシートに記入する。 	

本実践は、単元の予定時間内にプログラミングの体験を計画し、算数科の単元の学習における「であう」「追究する」「つかう」という三つの学習過程のうち、「つかう」過程においてプログラミングの体験を取り入れたものである。「であう」「追究する」過程で学んだ円の性質やコンパスの作図を基にして、プログラミングの体験を通して問題の解決に取り組み、問題解決の過程を通して教科の学びの充実も図りたいと考えた。そこで、「自分と同じ、大きさや位置の円を友達にかいてもらおう」という学習課題を設定し、めあてを「円をかくには、どのようなことに気を付ければよいだろうか」とした。単元の「であう」過程で、自分なりに整った円をかいて円の性質を考えた児童は、その後、コンパスという道具を用いて作図する方法を知り、習熟を図った。自分なりにかく場合でも、コンパスを用いてかく場合でも、児童は円の性質を念頭に置いて作図をしていた（図8）。このような素地をもつ児童は、プログラミングの体験を通じた作図という新たな方法を用いる場合においても、円の性質を基にプログラムを考え、自分の考えを基ブロックを操作することができるであろうと考えた。また、プログラムを考える際には、ワークシートを使用した（次ページ図9）。A3版のワークシートの左側にブロックに見立てた付箋紙を貼り、右側はワークスペースとした。児童が自由にブロックの内容を考えることができるよう白紙の付箋紙も配付した。「繰り返し」や「ずっと」のブロックは、児童に気付かせたかったので、こちらからは与えなかった。児童は、ワークシートに付箋紙で表したプログラム（次ページ図10）をタブレット端末上に反映させた。

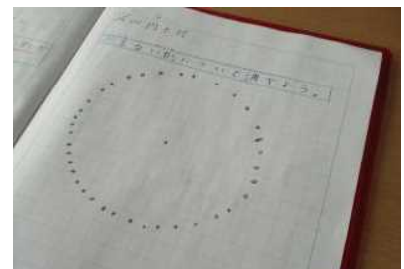


図8 児童がノートにかいた円



図9 使用したワークシート

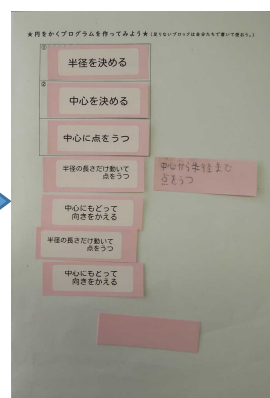


図10 付箋紙で表したプログラムの様子

② 考察

既習事項と関連付けながら解決の見通しをもつ場面では、「どのような命令があれば円をかくことができるか」を考えさせたところ、これまでの学習を振り返り、「円の大きさを決める」「半径の長さを決める」「円をかく場所を決める」「中心の場所を決める」「できるだけたくさんの点をとる」などの発言があった。これらのことから、児童は円をかくプログラムを考える際に、これまでに学習したことを拠り所としてプログラムを考えていることが分かった(図11)。また、ワークシートに付箋紙で表したプログラムを基に、二人でプログラミングをしている場面では、児童がお互いに考えを出し合ってプログラムを考えている様子が伺えた(図12)。「わたしも同じように考えたよ」など、友達と自分のやり方を比べたり、「順番にやるんだよ」「『繰り返し』のブロックがあればいいのにな」といった、ブロックの順番や内容を意識しているつぶやきもあった。プログラムを考える際に試行錯誤をする中で、児童が自ら「繰り返し」のブロックのよさに気付いた様子も見られた。さらに、「どのようなことを考えてプログラムを作ったか」と聞いてみたところ、「同じ条件の点をできるだけたくさんとること」など、円の性質に迫るものや、「並べる順番を考えた」「『繰り返し』や『ずっと』のブロックを使うこと」など、プログラミングに関するものもあった。特に「繰り返し」や「ずっと」のブロックの使用に関する発言は、児童が試行錯誤をする中で、よりよいプログラムにつながることを考えていたことを表している。



図11 既習事項を基にして考えている様子



図12 お互いに考えを出し合っている様子

このように、「自ら考える」児童の姿については、算数科の学習にプログラミングの体験を取り入れたことにより、通常の学習の活動に加えて、「既習事項を基に考える」「プログラムを考える」「よりよい方法を考える」などの姿が見られた。そして、プログラミングの体験の場面で協働的な活動を取り入れたことにより、表現された円(図13)から個別の追究で気付いたことをお互いに共有したり、一人では気付かなかったことに気付くことができた。

「自ら表現する」児童の姿については、挙手をして発言したり、友達に自分の考えを伝えたり、ワークシートなどに自分の考えを表したりするなどの通常の学習の活動に加えて、「付箋紙を利用して表す」「ブロックを操作する」「プログラムに表す」といった姿が見られた。

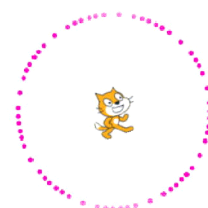


図13 表現された円

また、「繰り返し」や「ずっと」のブロックの必要性やよさについては、タブレット端末でプログラミングの体験を行う前段階の協働的な活動で気付いた児童もいたが、実際にタブレット端末上のブロックの操作や試行錯誤する中で気付いたペアが多かった。

円をかくプログラム（図14）を考える際には、既習事項である円の概念や性質を基にプログラムを考えたとにより、教科の学びも確かなものにする事ができた。しかし、児童に示す課題の内容として、全員が同じ条件の円をかくところまでで終わってしまった。半径の長さを変えたり、中心の場所を変えたりするプログラムを扱うところまでは至らなかった。

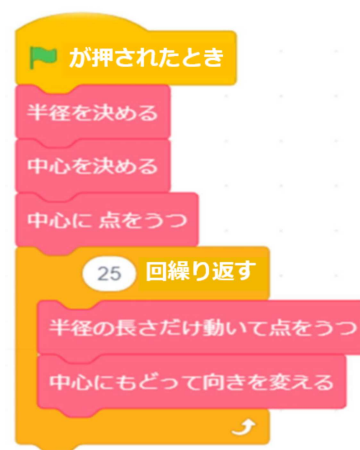


図14 ブロックを操作して表したプログラム

(4) 「事後」の学習【授業モデルV】の実践

① 概要

実践では、【授業モデルIV】を基にした内容で構成した。プログラミング教育を取り入れた「実践授業」における【授業モデルIV】では、児童全員に同じ条件の円をかかせたが、【授業モデルV】では、児童が思い思いの円をかけるような場を設定した。児童には「半径の長さ」「色」を自由に考えさせた（図15）。

② 考察

【授業モデルIV】を基にしたプログラムで構成されていたので、円をかくプログラムに関しては、児童はこれまでの学習を振り返るような感覚でブロックの内容や順番を考えていた。数字の入力にも慣れてきたので、「半径の長さ」や「色」についても、自分で考えて必要な情報をスムーズに打ち込み、自分なりの円をかいていた。さらに児童の表現の幅を広げる内容となる「中心の位置」を自由に考えさせるプログラム（図16）については、扱う時間がとれなかった。

また、今回の実践における【授業モデルV】は、算数科の学習の発展という位置付けが色濃かったが、教科の枠を超えた学習の内容も考えて構成していくことが求められる。



図15 「半径の長さ」「色」を自由に考えさせるプログラム



図16 「中心の位置」を自由に考えさせるプログラム

V 研究の結果と考察

算数科を中心としたプログラミング教育実践教材は、「導入」、「事前」の学習、「実践授業」、「事後」の学習という過程で構成したもの（図17）である。特に「事前」の学習から「事後」の学習までの過程を見通して学習を行うことにより、児童が「自ら考え、表現する」ことができるようにすることを目指すとともに、算数科の教科の学びも確かなものにしたかった。

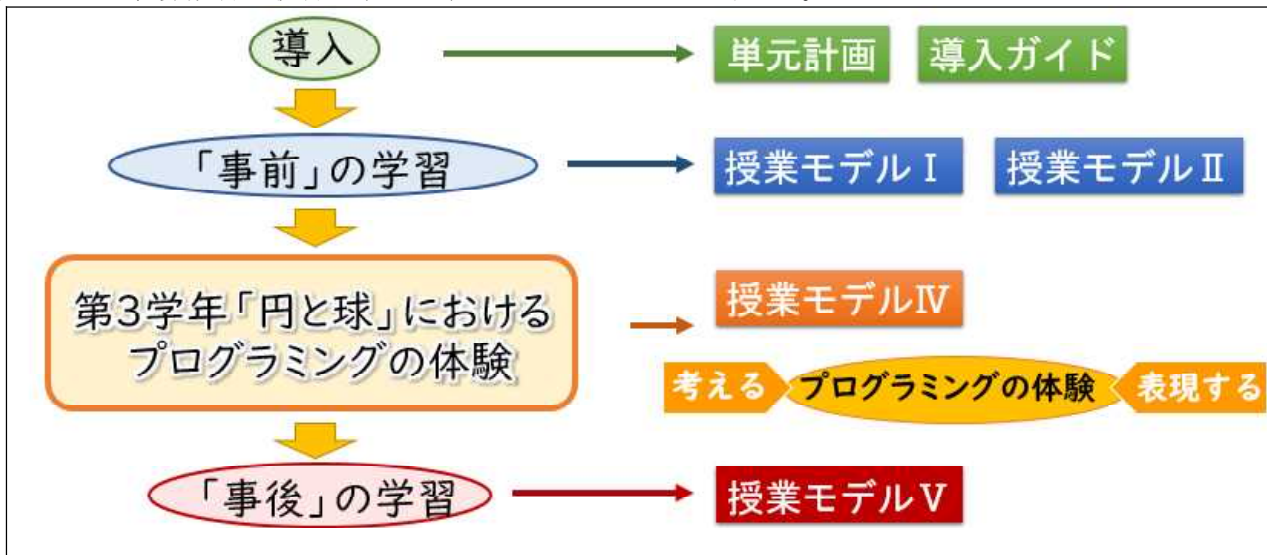


図17 第3学年「円と球」の実践におけるプログラミング教育実践教材の過程

まずはじめに児童は、プログラミングの学習として「事前」の学習から取り組むことにより、プログラミング教育の中で必要となる基本的な考え方やスキルを身に付けることができた。具体的には、「事前」の学習で行った【授業モデルⅠ】【授業モデルⅡ】という二つの実践を通して、プログラミング教育の基礎を身に付け、タブレット端末やブロックの操作技術の定着を図ることができた。これらは、「実践授業」の素地となった。さらに、算数科の中にプログラミングの体験を取り入れた【授業モデルⅣ】の実践では、通常の算数科の学習の中にプログラミングの体験を取り入れたことにより、通常の学習で見られる児童の姿に加えて「自ら考え、表現する」児童の姿が見られた。具体的には、既習事項を基にしてプログラムを考えたり、試行錯誤を繰り返す中でよりよい方法を考えたりするなどの「自ら考える」姿や、自分で考えたプログラムを付箋紙を利用して表したり、ブロックを操作してプログラムに表すなど「自ら表現する」姿である。「事前」の学習を通して身に付けた素地と、プログラミングの体験を取り入れた学習に至るまでの教科の学びを基にして、児童は「自ら考え、表現する」ことができたと考えられる。そして、既習事項を基にしてプログラムを考えていたことは、本来の目標である教科の目的に主体的に取り組むことにつながった。さらに、【授業モデルⅤ】では、児童がより自由に表現できる場を設定することができた。また、今回の単元では実践のなかった【授業モデルⅢ】は、日々の算数科の学習の中で低学年から教師側が意図的に取り組むことにより、「アルゴリズム」「フローチャート」という考え方や使い方を身に付けることができると考える。

今回の実践に関する協力校の教師への聞き取りでは、以下のような意見をいただいた。

- ・「事前」の段階から教材が構成されているので、スムーズに教科の学習に臨んでいた。
- ・児童の姿から、楽しく学習に取り組んでいる様子が分かった。
- ・プログラミング教育による問題解決を通して、児童が達成感を得ていた。
- ・協働的な活動と個々の活動をしっかり行うことで、自ら考え、表現することができていた。
- ・一人1台のタブレット端末の活用は、児童の実態に応じて適宜使い分けることが必要だと感じた。

このように、算数科を中心としたプログラミング教育実践教材の開発を通して、教材の有効性を実感することができた。また、この教材を活用した実践の中で、児童の「自ら考え、表現する」姿が見られたと考える。今回は中学年での実践であったが、低学年や高学年でも、この教材を活用していくことでプログラミング教育の充実につなげていきたい。

VI 研究のまとめ

1 成果

- プログラミング教育を取り入れた算数科の授業（「実践授業」）の前段階として「事前」の学習を行ったことにより、児童は「実践授業」の中で必要となるタブレット端末の操作の仕方やビジュアル型プログラミング言語の取扱いの基本的なスキルを身に付けることができた。その結果、プログラミングの体験を取り入れた学習において、めあての追究や課題解決をすることができ、「自ら考え、表現する」ことに向けた素地づくりにつながった。
- プログラミングの体験をしているときだけでなく、プログラムを考える場面や協働的な活動を行っている場面など、様々な場面で「自ら考え、表現する」ことができた。そして、プログラミングの体験を取り入れた学習だけでなく、その前段階となる「事前」の学習や後につながる「事後」の学習の中でも「自ら考え、表現する」ことができた。

2 課題

- 本研究における教材におけるプログラミングの体験を伴う「実践授業」は、算数科の「B図形」領域の内容で構成されている。算数科は5領域として、他にも「A数と計算」や「C測定」（下学年）「C変化と関係」上学年、「Dデータの活用」があることから、これらの領域についても、プログラミング教育の基礎を身に付け、主体的に学習に取り組むことができたり、プログラミング的思考ができ、主体的に表現できたりする「実践授業」について構想していく必要がある。
- 「実践授業」の後に展開される「事後」の学習では、その内容や他教科との関連を充実させることができなかつた。特に、総合的な学習の時間等と関連させて教科等横断的な学びにつなげていくことが求められる。「実践授業」で学んだことを生かすためにも、「事後」の学習でどのようなことができるのか、そして、その学習を他教科にどのように生かしていけるのか、今後も模索していく必要がある。

VII 提言

本研究における教材は、「導入」「事前」「実践授業」「事後」という過程で構成されている。この教材のそれぞれの過程の内容は、児童や学校の実態に応じて、どの過程からでも活用することが可能である。また、算数科におけるプログラミングの体験だけでなく、学習指導要領に例示されている理科や総合的な学習の時間でのプログラミングの体験を取り入れた学習の素地としても活用できる。

この教材を各学校の実態に合わせて活用することで、各教科の学習や教科等横断的な学びにおけるプログラミング教育の充実につながると考える。

<参考文献>

- ・文部科学省 『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 総則編』（2018）
- ・文部科学省 『小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 算数編』（2018）
- ・文部科学省 『小学校プログラミング教育の手引（第三版）』（2020）
- ・文部科学省 『教育の情報化に関する手引（追補版）』（2020）
- ・群馬県教育委員会 『はばたく群馬の指導プランⅡ』（2019）
- ・東京都教職員研修センター 『教育課題研究「児童の情報活用能力の育成」指導資料』（2020）
- ・岡山県総合教育センター 『小学校プログラミング教育実践事例集2020』（2020）
- ・ミッチェル・レズニック 著 酒匂 寛 訳
『ライフロング・キンダーガーデン 創造的思考力を育む4つの原則』 日経BP社（2018）

<担当指導主事>

若林 拓也 清水 幸治