

# 高等学校での学びを意識した小・中学校をつなぐプログラミング教育の在り方（第二年次）

## —プログラミング的思考を生かしたプログラミングを通して—

情報教育チーム

### 《研究の要旨》

学習指導要領（平成29年告示）では、小・中・高等学校を通じてプログラミング教育を充実することが示された。本研究では、第一年次に小学校で身に付けたプログラミング的思考を土台に、中学校に入学してきた同一生徒を対象に、技術・家庭科技術分野及び各教科（数学・理科）において授業を実践し、小・中学校をつなぐプログラミング教育の在り方を探った。さらに、中学校の授業実践を研究協力校（小学校・高等学校）へ発信することで、学校段階間を円滑に接続するための各校種の課題を明らかにした。

## I 研究の趣旨

学習指導要領（小・中学校：平成29年告示，高等学校：平成30年告示）では、情報活用能力を育成するために、小・中・高等学校それぞれの校種でプログラミング教育を充実することが示された。プログラミング教育は、小学校では必修化となり、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なった。中学校では技術・家庭科技術分野（以下、技術分野）において、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」等についても学ぶこととなった。高等学校では情報科において共通必修科目「情報Ⅰ」を新設し、全ての生徒がプログラミングを学ぶことから、義務教育段階の学習内容を踏まえたプログラミング教育の構想が求められる。

第一年次は、小学校の学びを中学校へ、中学校の学びを高等学校へとつないでいくため、小学校においては教員のプログラミング体験及びプログラミング的思考の育成を図る授業の実践、中学校においては小学校の授業実践を踏まえた指導計画の作成、高等学校においては情報科担当教員に対する調査を実施した。小学校での実践を通して、児童にプログラムの働きやよさ、問題の解決には必要な手順があることに気付かせ、プログラミング的思考の育成につなげることができた。さらに、各教科の授業においても、プログラミング的思考を育成できる場面を見だし、次年度に向けた情報教育全体計画及び指導計画を構想することができた。

第二年次は、中学校技術分野を中心に、小学校で身に付けたプログラミング的思考を生かしたプログラミングの授業を実践する。また、他教科等における情報教育との連携・接続に配慮することが求められていることから、技術分野の学びを各教科の学びへつなげ、課題解決する授業を構想していくこととする。

## II 研究の内容

### 1 研究の目的

第一年次研究の成果を踏まえ、第二年次研究の目的を、以下のように設定した。

- プログラミング的思考を生かした中学校における授業実践を通して、小・中学校をつなぐプログラミング教育の在り方について検討する。
- 中学校の授業実践の発信を通して、プログラミング教育について学校段階間を円滑に接続するための各校種の課題を明らかにする。

### 2 研究の内容・方法

#### (1) 小学校の学びをつなぐ中学校の授業実践

##### ① 対象

A 中学校第1学年

（第一年次に実践を行った同一生徒）

##### ② 実践教科

技術分野において、小学校で身に付けたプログラミング的思考を生かしたプログラミングの授業を実施する。さらに、小学校や技術分野で育成した力を各教科の学びにつなげるために、本研究では数学と理科の授業を実施する（図1）。

### プログラミング的思考を生かした授業

技術・家庭（技術分野）

6～7月（11時間）

#### プログラミング的思考を生かしたプログラミングの授業

小学校で身に付けたプログラミング的思考を生かして、解決策を構想・具体化する力を育成する

各教科（数学・理科）

10月（各1時間）

#### プログラミング的思考を生かして課題解決する授業

小学校や技術・家庭科（技術分野）で育成した力を各教科の学びにつなげ、課題解決する力を育成する

図1 実践教科

### ③ プログラミング的思考を生かすための視点

次期中学校学習指導要領の技術分野では、小学校において育成された資質・能力を土台に、生活や社会の中からプログラムに関わる問題を見いだして課題を設定する力、プログラミング的思考等を発揮して解決策を構想する力、処理の流れを図などに表し試行等を通じて解決策を具体化する力などの育成が求められていることから、以下の視点に基づいて授業を構想することとした。

#### ア 【視点1】課題解決に必要な手順の可視化

技術分野において、課題の解決策を構想する際には、自分の考えを整理し、よりよい発想を生み出せるよう、統一モデリング言語等を適切に用いることが示されていることから、アクティビティ図を用いて課題解決に必要な手順を可視化する(図2)。その際、考えを整理する段階では付箋紙を活用し、試行錯誤を繰り返しながら段階的にアクティビティ図を完成させていく。

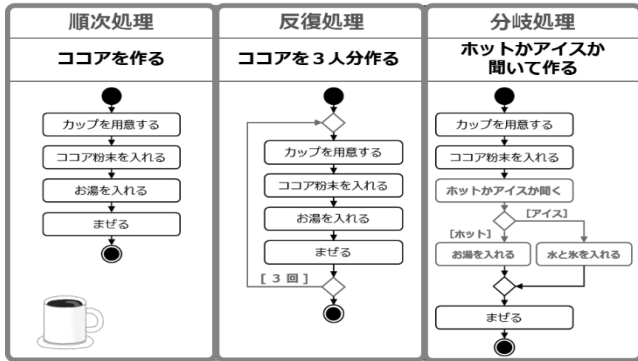


図2 アクティビティ図の例

#### イ 【視点2】対話を通して課題を解決する場の設定

課題解決に必要な手順を可視化した後、一人一人の考えをグループで共有し、課題解決の手順や方法をよりよく改善する場を設定する。そして、グループでの対話を通して改善・修正した内容を再度可視化する。

このように、可視化と対話を繰り返す行うことで、プログラミング的思考を生かして解決策を構想・具体化する力を身に付けさせていく。

なお、各教科のプログラミング的思考を生かして課題解決させる授業においても、【視点1】【視点2】を取り入れて解決策を構想・具体化させることとする。

#### (2) 小学校・高等学校の研究協力校への発信

技術分野と各教科(数学・理科)で実践した授業を、研究協力校(小学校・高等学校)の教員へ発信し、中学校のプログラミング教育について理解を深めるとともに、学校段階間を円滑に接続するプログラミング教育の在り方について、アンケートを実施して課題を明らかにすることとする。

## III 研究の実際

### 1 小学校の学びをつなぐ中学校の授業実践

#### (1) 技術分野でプログラミング的思考を生かしたプログラミングの授業実践

技術分野の授業実践は、以下のような指導計画で実施した(図3)。

学習活動	時間	評価の観点			視点1	視点2	
		知	思	態			
技術の理解	アクティビティ図の理解	1	○		○		
	押しボタン式信号機の制作	仕組みの理解	2	○		○	
		信号機の改良	3		○	○	○
	数を数えるプログラム(カウンタ)の制作	4	○		○		
問題の解決	体育アプリの制作	検討	5		○	○	
		設計	6		○	○	
		プログラムの制作	7	○		○	
		グループ内評価	8		○	○	○
		改善・修正	9		○	○	○
		発表準備	10		○		○
		発表・全体評価	11		○	○	○

図3 技術分野の指導計画

本研究では、プログラミングツールとしてピョンキー(Scratch1.4を基にしたiPadで動くビジュアルプログラミング環境)を使用した(図4)。



図4 ピョンキーの操作画面

#### ① 押しボタン式信号機の制作(2~3/11時間)

##### ア ねらい

- 押しボタン式信号機の処理や手順を、アクティビティ図で表すことができる。
- 押しボタン式信号機に、利便性や安全性を高める機能を追加することができる。

##### イ 【視点1】について

押しボタン式信号機の動きをアクティビティ図で表す前に、信号機の動きを細かく分解して考え、その動きを付箋紙に記入してから、順序立てて考えた。

例えば、「赤信号を3秒点灯」させる場合は、「赤信号にする」と「3秒待つ」のように動きを細かく分解して考え、アクティビティ図で可視化した(図5)。その図を基に、プログラミングを行った。

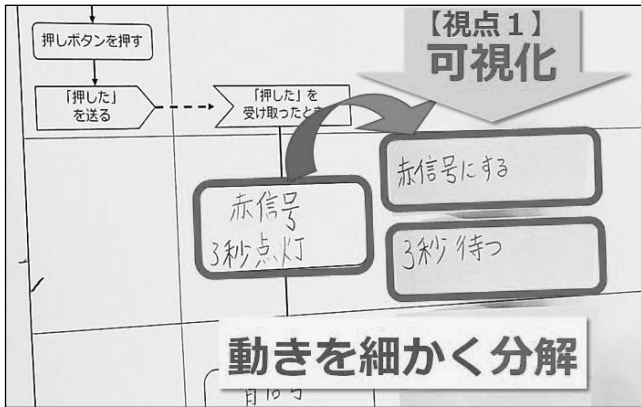


図5 赤信号を3秒点灯させるアクティビティ図

ウ 【視点2】について

制作した押しボタン式信号機に、利便性や安全性を高めるためにはどのような機能を追加したらよいかグループで考えた。可視化したアクティビティ図を基に、対話を繰り返してプログラムを改善した(図6)。



図6 可視化と対話を繰り返している様子

その結果、障がいのある方や高齢者、外国人のために表示方法や音声などを工夫して追加し、利便性や安全性の高い信号機を制作した。

② 体育アプリの制作(5~9/11時間)

押しボタン式信号機や4時間目に行った数を数えるプログラムの学習を生かし、体育の授業で活用できるアプリをプログラミングする授業を実施した(図7)。

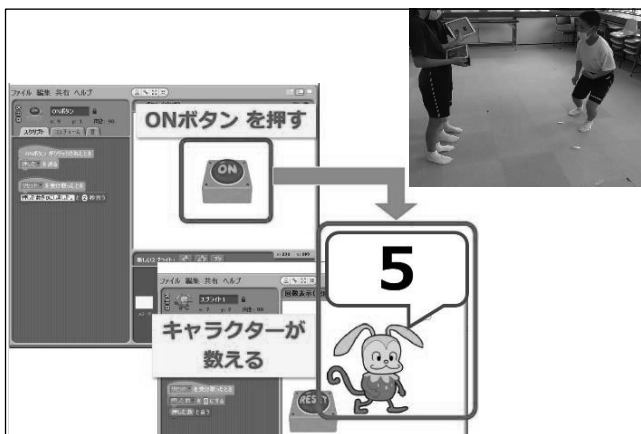


図7 体カテストで数を数えるプログラムの画面

技術分野では、生活や社会の中から見いだした問題から課題を設定し、プログラミングによって解決する活動を通して、安全・適切なプログラムを制作できるようにすることが求められている。そのため、生徒が好きなスポーツや体育の活動につなげて課題を設定し解決していくこととした。

ア ねらい

○情報通信ネットワークを利用した数を数えるプログラムを、体育の授業でどのように活用できるか考えることができる。

○利便性や安全性に着目して、オリジナルの体育アプリを考え制作することができる。

イ 【視点1】について

体育アプリの制作では、初めに運動種目や活動場面について話し合い、アプリ名を決定した。その後、個人でワークシートに付箋紙を貼付する方法で、プログラムの流れをアクティビティ図で表した(図8)。

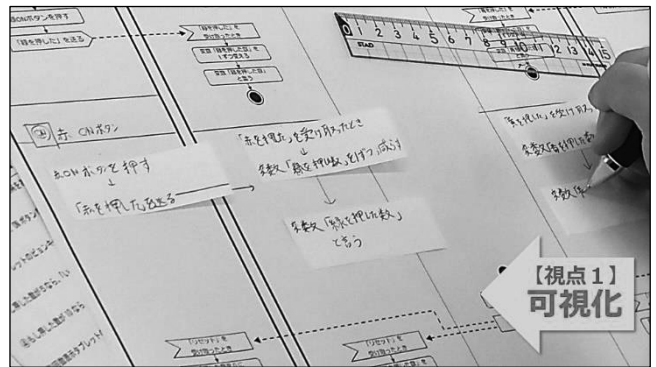


図8 プログラムの流れをアクティビティ図で表現

ウ 【視点2】について

あるグループでは、バスケットボールの攻撃時間を計測する24秒タイマーのプログラミングに取り組んだ。各自が考えたアクティビティ図を共有する場面では、小学校で学んだ命令ブロック(「○がクリックされたとき」「○まで繰り返す」「○秒待つ」)や、技術分野で前時までに学んだ命令ブロック(「○ずつ変える」「○拍鳴らす」)をどのように組み合わせるか意見を出し合い、付箋紙を用いてグループでアクティビティ図を作成した。

その後、実際にプログラミングを行い、体育アプリがうまく動かない場合はアクティビティ図に戻り、付箋紙を追加したり、順番を変更したりするなど対話を通して体育アプリの動きがよりよくなるように改善し、体育アプリを完成させた(図9)。

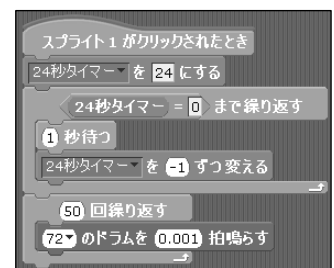


図9 完成したプログラム

### ③ 体育アプリの発表会 (11/11時間)

球技の得点板やタイマー、体力テストの回数測定器など、各グループで工夫して制作した体育アプリの発表会を行った。

発表会はワークショップ形式で行い、発表者がアプリの使用目的や操作方法を説明した後、参加者はアプリを体験し、発表グループに対して利便性に着目したアドバイスをを行った(図10)。



図10 体育アプリの発表会

あるグループは、バスケットボールの審判がタブレット端末の得点別のボタンを押すと、得点板に合計点数を表示させることができる体育アプリを発表した(図11)。

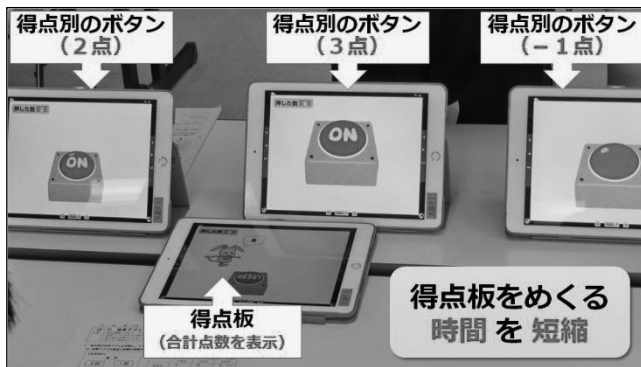


図11 バスケットボールの得点を表示できる体育アプリ

得点板のプログラムは、2点や3点ずつ点数を加えていくことができるように工夫されている(図12)。

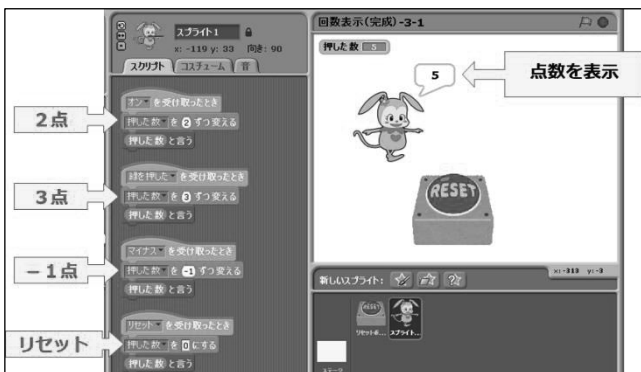


図12 得点板のプログラム

得点板の体育アプリを体験した生徒からは、「フリースロー用の1点ボタンもほしい」「得点別のボタンを1台

のタブレット端末にまとめてほしい」などのアドバイスが出された。

また、その他のグループに対して出されたアドバイスは、以下のとおりである。

- (他の種目にも対応できるように)点数を設定できるとよい。
- もう少しキャラクターやリセットボタンが分かりやすいとよい。
- かけ声やコメントなども増やすとよい。
- 「あと1点」に音声を付けるとよい。
- 励ましの音声をもっと大きくした方がよい。
- タイマーにON, OFFがあった方がよい。

### (2) 各教科でプログラミング的思考を生かして課題解決する授業実践

小学校や技術分野で育成したプログラミング的思考を、各教科(数学・理科)の学びにつなげ、課題解決する授業を実施した。

#### ① 数学「方程式」の授業

##### ア ねらい

○方程式の解き方について、移項は等式の性質を基にした処理であることを理解することができる。

##### イ【視点1】について

授業では、コンピュータに方程式の解き方を命令する手順を考えた。なお、コンピュータは移項するという命令が理解できないこととし、「項をまとめる」「加える」「かける」の3つの命令だけで計算するという設定で授業を実践した。

方程式を解く手順を可視化するため、付箋紙に計算の命令を記入し、計算過程の横に貼る活動を行った(図13)。

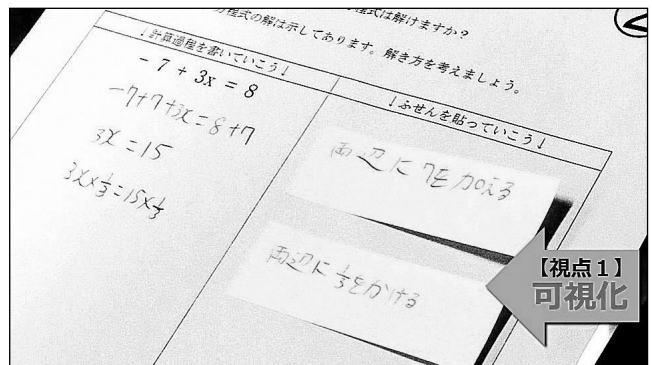


図13 方程式を解く手順を付箋紙で可視化

##### ウ【視点2】について

個人で考えた方程式を解く手順をグループで共有し、対話をしながら最も分かりやすい解き方をホワイトボードにまとめた。各グループの解き方を比較すると、どのグループの解き方も「加えると0になる数」を両辺に加えていることに気付き、移項は等式の性質を基にした処

理であることを改めて理解することができた（図14）。

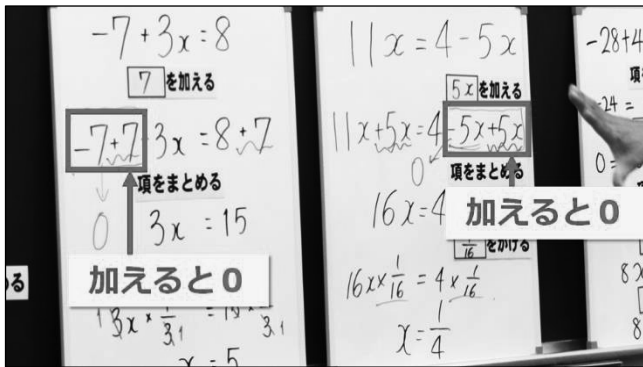


図14 各グループの解き方を比較し共通点の確認

方程式を解く手順を命令カードで可視化し、対話をしながら解き方を考える授業を通して、移項の意味の再認識につなげることができた。

## ② 理科「身のまわりの物質」の授業

### ア ねらい

○物質の性質を利用し、ごみ（物質）を分類していく手順を考えることができる。

### イ 【視点1】について

「自動でごみを分別する機械を考えてほしい」と市から依頼があったという設定で授業を実践した。

学習課題として、「ごみを分別する方法と手順を考える」ことを確認した。分別する際の条件は「確実に分別する」「できるだけ自動化する」「手順は少なく」の3つとした。

分別方法と手順は、技術分野の授業と同様に付箋紙を用いて可視化した。自動で分別できる方法は青、人の手で分別する方法は黄色、分別したごみ（物質）はピンクに色を分けてワークシートに貼付した（図15）。

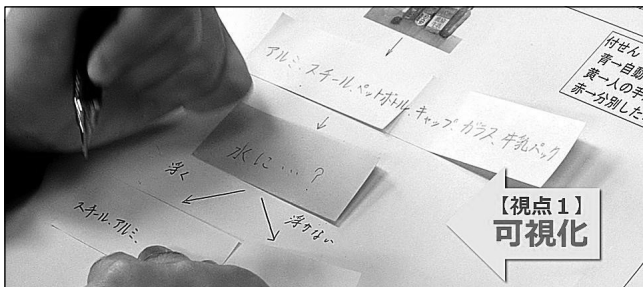


図15 ごみ（物質）の分別方法と手順の可視化

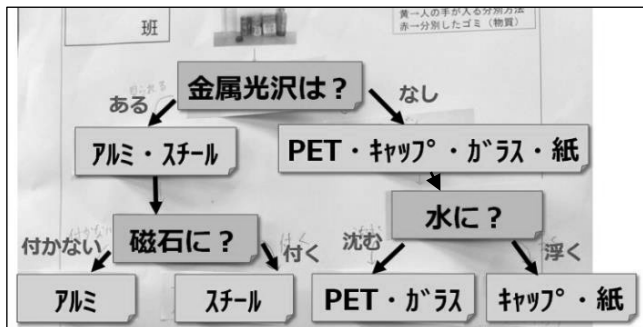


図16 ごみの分別方法を分岐処理で可視化

ごみの分別方法と手順を可視化する活動では、技術分野で学習した分岐処理を用いたため、スムーズに課題解決に取り組むことができた（図16）。

### ウ 【視点2】について

授業では、グループごとにごみの分別方法と手順についてまとめた。話し合いの中では、どの手順から行えばよいか議論したり、提案した分別方法は効率的かどうか検討したりする様子が見られた。

その後、他のグループとワークシートを確認し合い、分別方法と手順を共有した。分別できないごみがあったグループも、他のグループと情報共有を行うことで「水に浮くかどうか調べる」という付箋紙を追加し、分別することができた。また、「細かく砕いてから調べることで、もっと効率的に分別できる」ということに気づき、付箋紙の内容を改善するグループも見られた。このように、対話を通して分別方法と手順を改善しながら課題解決に向かう生徒の姿が見られた（図17）。



図17 他のグループの分別方法と手順を共有

## 2 小学校・高等学校の研究協力校への発信

### (1) 実践報告会の実施

中学校のプログラミング教育について理解を深め、今後の指導に生かせるようにするために、中学校の授業実践を研究協力校（小学校・高等学校）の教員へ報告した。

実践報告会後の教員の感想は、以下のとおりである。

#### 【小学校】

- 子どもたちが自分で考え、考えを友達と共有し改善するというのを、プログラミングを通して学んでいるのだと思う。
- 中学校の実践を拝見し、その土台をつくる学習をするのが小学校の役割。子どもたちがプログラミング教育に興味をもち、充実感や達成感を得られるような授業を行っていきたい。
- 「頭の中で行う」では伝わらない。「相手に伝える」という相手意識をもたせた授業を行っていくことが大切である。

### 【高等学校】

○アクティビティ図などで処理の流れを記入する練習が足りないと、プログラムに問題があった場合、どの箇所が間違っているのか分からない場合がある。アクティビティ図に付箋紙を使用すると改善しやすいので、高校でも参考にしたい。

小学校では授業をどのように改善していくか考えることができ、高等学校では指導する内容の構想につなげることができた。

### (2) 実践報告会後の小学校の授業

中学校の実践報告会后に、小学校教員が授業を構想し、第一年次に作成した情報教育全体計画に基づいて授業を実践した。

#### ① 第1学年算数「ひきざん」の授業

##### ア ねらい

○11～18から1位数を引く繰り下がりのある減法計算で、被減数を分解して計算する方法（減加法）を理解することができる。

##### イ 授業の様子

ひき算の手順を分かりやすく説明するにはどうすればよいかを考える授業を行った。その中で、タブレット端末を使い、ひき算の手順を並べ替えて考える活動を行った（図18）。

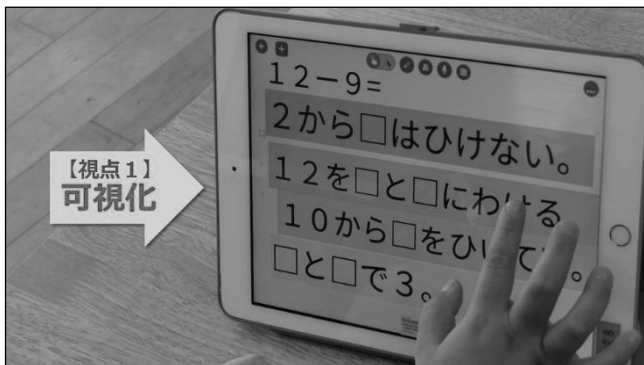


図18 ひき算の手順を並べ替えている様子

カードを正しく並べ替え、説明の準備をした後に、タブレット端末を活用しながら友達にひき算の手順を分かりやすく説明することができた。

#### ② 第5学年音楽「音階の音で旋律づくり」の授業

##### ア ねらい

○日本の音階の音を使って、旋律の上がり下がりやつなげ方を工夫して、まとまりのある2小節の旋律をつくらることができる。

##### イ 授業の様子

教科書の二つのリズムパターンから一つを選択し、日本音階の音をタブレット端末に入力したり再生したりし

ながらイメージを膨らませ、このような旋律にしたいという思いや意図をもち、音楽の仕組みを意識しながら様々な旋律の組合せを試すことができた。そして、ペアやグループで出来上がった旋律を聴き合い、助言などをして、さらに工夫を重ねて試行錯誤し、旋律づくりの学習に取り組んだ（図19）。



図19 グループで工夫を重ねて試行錯誤

#### ③ 授業実践の成果

授業を実践した小学校教員の感想は、以下のとおりである。

○順次処理で手順を考えさせることで、「やること」が明確化され、スムーズに理解させることができた。  
○プログラミング教育は、児童がある程度コンピュータ機器の操作に慣れ親しんでいることが前提なので、操作関係の指導を長期的に行う必要がある。そのため、具体的に教育計画に組み込み、年間を通してどの教科で確保するかが重要だと思う。

小学校教員が実践を通して気付いた課題から、次年度の教育計画を体系的なものに改善しようとする意識が高まった。

## IV 研究のまとめ

### 1 研究の成果

#### (1) 小学校の学びをつなぐ中学校の授業実践

##### ① 視点1について

##### ア 生徒の変容から

技術分野の実践の最初と最後に「カレー作りの手順」をアクティビティ図で表現させ、学習前後の命令数と処理手順（順次・分岐・反復・並列）について比較した。

ある生徒が記入した命令数を比較した結果、学習前は7個だった命令数が、学習後には20個に増加した。また、命令の手順の表記は、たくさん枝分かれした図に変化した。1学年30人の命令数の平均は、8.7個から14.1個へ増加した（図20）。

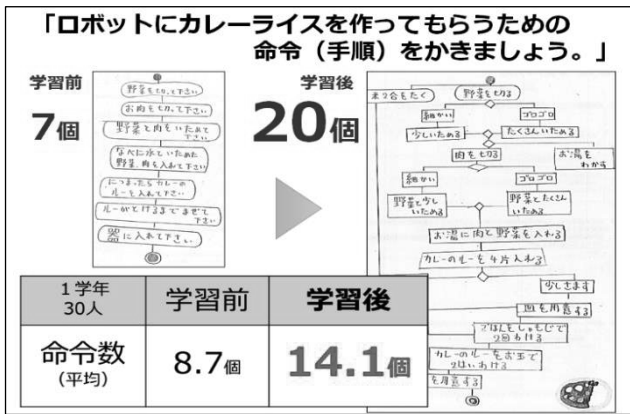


図20 学習前後の命令数の変容

次に、処理の手順に注目すると「米2合をたく」と「野菜を切る」という作業を並列処理で表現している。これは、効率よく作業をするためには、ご飯を炊いている間にカレーを作ればよいことに気付いたことが分かる。並列処理で表現した生徒は、3名(10.0%)から28名(93.3%)に増加した(図21)。

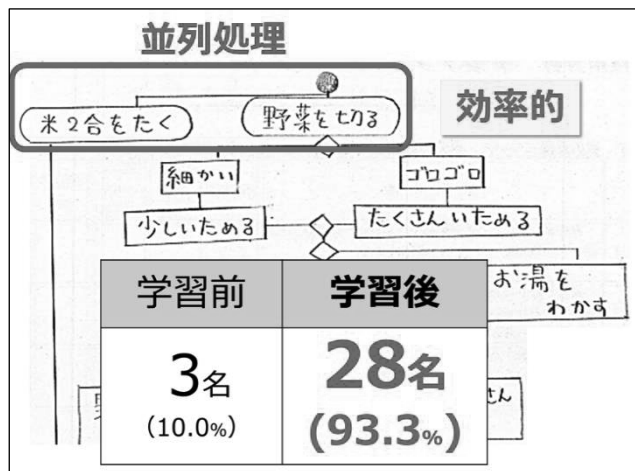


図21 並列処理で表現したアクティビティ図

また、ある生徒が記入した学習後の図には、「野菜や肉の大きさによって炒める時間を変える」ために、分岐処理で表現されていた。分岐処理で表すことで、条件によって作業を変えることができるようになった(図22)。

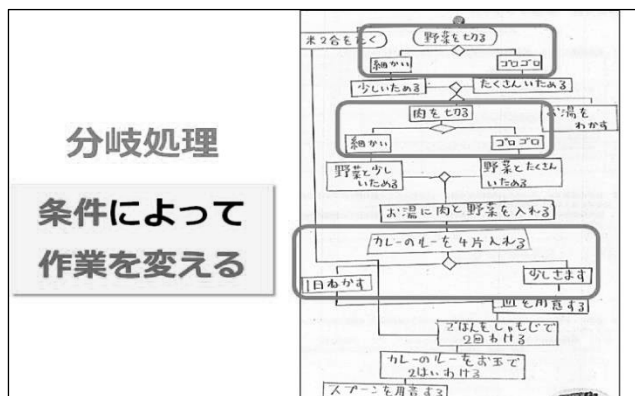


図22 分岐処理で表現したアクティビティ図

さらに、「野菜に火が通ってなければ、ずっと野菜を煮続ける」と反復処理で表現している生徒も見られた。また、「命令の質」に注目すると、学習前は野菜を「切る」だけの指示だったが、学習後は「にんじんを幅8ミリぐらいにいちよう切りにする」と具体的に指示を出している。これは、プログラミングを通して「より細かく具体的に指示を出す」ことの必要性を感じることができたことが分かる(図23)。

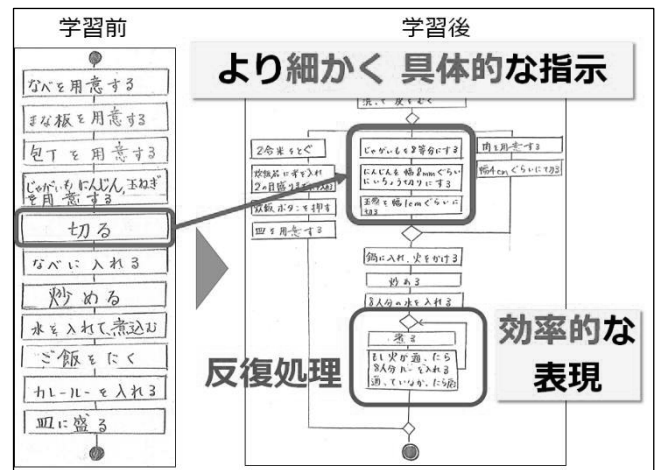


図23 具体的・効率的な表現に変容したアクティビティ図

### イ 生徒の感想から

授業後の生徒の感想は、以下のとおりである。

- 今まで、頭の中で行ってきたプログラミング。アクティビティ図に表すことで、みんなに伝えられるようになった。
- 考えた内容が整理され、処理の手順が分かりやすくなる。
- 再確認ができて、何度も書き換えられる。

これらのことから、課題解決の際に考えたことを付箋紙に記入し、何度も並べ替える活動を繰り返しながらアクティビティ図で可視化することにより、技術分野で求められているプログラミング的思考等を発揮して解決策を構想する力、処理の流れを図などに表し試行等を通じて解決策を具体化する力の育成につながったと考える。

### ② 視点2について

プログラミング的思考を生かした授業実践では、グループで意見を出し合いながら、プログラムの組合せを効率的な表現にしたり、利便性や安全性を高めるためにアクティビティ図を改善したりする生徒が見られた。一人一人の考えをグループで共有したことで、対話をしながら改善・修正を繰り返し、プログラムや課題解決の手順をよりよくすることができた。

また、生徒が対話のよさに気付いた様子が、授業後の

感想から見て取れた。

- 班で協力して、何度も改善することによってよくなる。
- 一人の力ではできないから、みんなの知恵を得て作ることができる。
- 班の人のアイデアがあったので、とてもよいアプリができた。意見を言ったり聞いたりすることは大切だと学んだ。

このように、対話を通して課題を解決する場を設定したことで、改善・修正を繰り返し、試行錯誤しながら課題を解決させることができた。

### ③ 教員の感想から

授業を実践した教員の感想は、以下のとおりである。

#### 【技術分野】

- 思考について、並列処理として同時に考えなければならぬ部分があり、生徒が日常生活で生かす部分が鍛えられたと思う。
- アプリ制作を通してアクティビティ図に触れたことで、問題を解決しなければならない時に図を用いて考える選択肢もあることを学べた。
- アクティビティ図を用いて課題解決をすることは、教員も生徒もトレーニングが必要だと感じた。
- アクティビティ図を用いた学習を小中連携で行う必要性があり、技術だけでなく他の教科でも活用されていくと課題解決の方法としてより効果が上がると思う。

#### 【数学】

- 付箋紙で計算命令を可視化することで、コンピュータのように手順を細かく分解して処理することを生徒に意識して取り組ませることができた。
- 計算命令が抜けていることに気付いた生徒がいた。これは、技術の授業で身に付いた力だと思う。

#### 【理科】

- 付箋紙で物質を分別する手順を可視化したことで、問題点が明確になり、探究活動に集中させることができた。また、グループや学級での情報交換を円滑に行うことができた。
- 最後の話し合いの中で、「水に浮くか」という条件分岐の結果が間違っていることに、生徒自らが気付いていた。これも、「対話を通して課題を解決する場の設定」の成果である。

第一年次の小学校の実践で、子どもたちがプログラミングを体験し、児童にプログラムの働きやよさ、問題の解決には必要な手順があることに気付かせる授業を行ってきたため、小学校で育成したプログラミング的思考を、中学校の学びへつなげることができたものと考えられる。そして、中学校の実践において、手順を可視化し、対話をする場を設定したことにより、思い付きや根拠もなく命令の組合せを変えるのではなく、うまくいかなかった場合には、どこが間違っていたのかを考え、修正や改善を繰り返すことで、解決策を構想・具体化する力を身に付けさせることができたと思う。

### (2) 小学校・高等学校の研究協力校への発信

中学校の実践を小学校と高等学校に発信することで、中学校のプログラミング教育について理解を深め、小学校や高等学校で指導すべき内容の構想につなげることができた。さらに小学校では、中学校の実践を基に思考を可視化したり、ペアやグループで対話したりする活動を取り入れながら、プログラミング的思考を生かして課題解決する授業を行うことができた。

#### 2 今後の課題

2年間の継続研究を通して、以下のことが課題として挙げられる。

- 小学校では、6年間を見通した情報教育全体計画及び指導計画を改善し、発達段階に即して体系的に実践できるようにする必要がある。
- 中学校・高等学校では、他校種のプログラミング教育を把握する必要がある。
- 高等学校では、情報科を担当する教員に必要とされる知識やスキルを明確にしていく必要がある。

これらの課題を解決するために、当センターの研修やWebサイト等を通して、本研究の実践について発信していきたい。

<参考・引用文献>

- 1) 小学校学習指導要領（平成29年告示）解説総則編  
（文部科学省 2017年）
- 2) 中学校学習指導要領（平成29年告示）解説技術・家庭編  
（文部科学省 2017年）
- 3) 高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説情報編  
（文部科学省 2018年）
- 4) 小学校プログラミング教育の手引（第三版）  
（文部科学省 2020年）
- 5) 高等学校情報科「情報Ⅰ」教員研修用教材  
[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm)