

プログラミング教育に関する研究

「情報教育の充実に関する研究 (ICT授業活用に関する研究)」「教科指導の充実に関する研究 (技術・家庭：技術分野)」「高等学校教育課程課題研究 (情報)」で取り組んだプログラミング教育に関する研究事例を報告する。小学校ではプログラミングの基本的な考え方を学び、プログラミング的思考を育む授業を行った。中学校では「オーロラクロック」や「mBot」「Pepper」などの外部機器を制御する授業、高等学校では、プログラミングに関する基礎的な知識と技能を習得する授業を行い、成果と課題を検証した。

<検索用キーワード> ICT 授業活用 タブレット端末 プログラミング

研究協議会委員

一宮市立三条小学校教諭	名古屋剛彦 (平成30年度)
春日井市立出川小学校教諭	望月 覚子 (平成30年度)
尾張旭市立西中学校教諭	佐瀬 暁洋 (平成30年度)
田原市立福江中学校教諭	松井健太郎 (平成30年度)
一宮市立中部中学校教諭	小野 貴史 (平成30年度)
県立美和高等学校教諭	鈴木 淳子 (平成30年度)
総合教育センター副主任研究指導主事	中井 滋 (平成30年度)
総合教育センター研究指導主事	林 栄治 (平成30年度)
総合教育センター研究指導主事	鈴木 早智 (平成30年度)
総合教育センター研究指導主事	津田 博史 (平成30年度)
総合教育センター研究指導主事	井戸田勝弘 (平成30年度)
総合教育センター研究指導主事	富安 伸之 (平成30年度)
総合教育センター研究指導主事	坂部 貴司 (平成30年度主務者)

1 はじめに

今日、コンピュータが人々の生活のさまざまな場面で活用されており、あらゆる活動において、コンピュータなどの情報機器やサービスによって課題を解決していくことが不可欠な社会が到来しつつある。その際、そのコンピュータをより適切、効果的に活用していくためには、その仕組みを知ることが重要である。コンピュータの仕組みの一端を知ることによって、コンピュータが「魔法の箱」ではなくなり、より主体的に活用することにつながる。さらに、子どもたちのプログラミングの能力を開花させ、創造力を発揮させて、将来の社会で活躍できるきっかけとなることも期待できる。

新学習指導要領では、プログラミング的思考を含む「情報活用能力」を言語能力、問題発見・解決能力等と同様に、「学習の基盤となる資質・能力」と位置付け、教科等横断的に育成を図るとともに、小・中・高等学校を通じてプログラミング教育を充実させることとしている。なお、プログラミング教育は、コーディングを覚えることが目的でなく、時代を超えて普遍的に求められるプログラミング

的思考を育むことである。

また、プログラミング教育は、一部の教員にとどまらず、全ての教員が率先して取り組む必要がある。そのためにも、このプログラミング教育に関する研究が、新学習指導要領において求められる情報教育を推進するための一助となるよう、その成果と課題を検証することとした。

2 研究の目的

児童生徒が ICT を活用し意欲的にプログラミングを学ぶ、教育効果の高い指導方法を開発する。さらに、高等学校では、授業で学んだ知識や技能を統合して活用し、主体的・協働的に取り組むパフォーマンス課題の開発と、思考力・判断力・表現力を育み、学習内容の深い理解につなげる効果的な指導方法及び評価方法についても研究する。

3 研究の方法

各研究協議会でプログラミング教育に関する研究協議を行い、課題解決の方策を探る。更に各研究協力委員が所属校において授業実践を行い、その指導方法について検証する。

4 研究の内容

(1) 情報教育の充実に関する研究（ICT 授業活用に関する研究）

ア 情報社会をたくましく生きる力を育てる

～プログラミング的思考の育成を通して～（一宮市立三条小学校）

プログラミングの技能を活用した、各教科の学習活動を深める場を設定し、教科学習の意欲を高めるとともに、プログラミング的思考の育成を図るため、以下の仮説を設定して、6年生社会科「町人の文化と新しい学問」で授業を実践した。

【仮説】

各教科の授業で、次のような学習活動を取り入れることにより、児童のプログラミングに対する不安を解消し、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。それにより、情報社会をたくましく生きる力を児童に育むことができるであろう。

- ① スモールステップで到達目標を明確にすること
- ② 協働的な学習活動を取り入れること
- ③ ビジュアル型プログラム言語（Scratch）を活用すること
- ④ 教科学習にプログラミングを取り入れることで、プログラミングに必然性をもたせること

(ア) 実践・仮説の検証等

プログラミングの技能の習得を通してプログラミング的思考を育む活動と、プログラミングで身に付けた技能を教科において活用する活動の二つを実践した。

プログラミングの技能の習得を通してプログラミング的思考を育む活動(仮説①～③)については、ビジュアル型プログラム言語（Scratch）を用いたプログラム学習を授業で実践した。児童が、プログラミングの基本的な知識を活用する課題解決型学習を、個人または複数で試行錯誤をしながら取り組むことにより、プログラミング的思考を養うことができた。その際、教師の例示が「ただ一つの正解」とならないように、他の児童が作成したプログラムを参考にして協働的に考えることができるよう配

慮した。また、授業に取り組む意欲を引き出させるための工夫として、スモールステップの目標を提示して、それに向けて児童がプログラミングを行った。授業の途中では、作業の状況を可視化するアイテム（作業終了等が分かるマグネット）を用意するなどの工夫をした。

教科においてプログラミングで身に付けた技能を活用する活動（仮説④）としては、ジグソー法を用いて江戸の文化を支えた人物に関する学習を行った。エキスパート活動では、ジグソー活動での情報伝達のツールとして、児童が調べた学習内容を「オリジナルプログラム（担当した人物の背景、業績、影響についてのまとめがScratchのプログラムで表示されるようにしたもの）」にまとめさせた。ジグソー活動では、「オリジナルプログラム」を使いながら、児童がお互いに説明することになるため、プログラムの作成に必然性をもたせることができた。

授業実践後に実施した、児童対象のアンケートによると、プログラミングに対する不安が少なくなっている児童が増えた。エキスパート活動では、全グループが自分たちで協力して「オリジナルプログラム」を完成させることができた。プログラミングを用いた教科の学習について、30人中29人が「楽しかった」とアンケートで回答していた。一人だけ「楽しかった」と回答しなかった児童も、他の人に教えることに苦手意識があり、プログラミングの学習自体は「人間関係や発想力に生かしている」と回答しており、自分がこれから社会に出ていく上で必要な学びになっていることを理解していることが分かった。

(イ) 研究の成果等

プログラミングを始めた頃は、すぐに助けを求めていた児童が、学習を進めるうちに教師に質問することがほとんどなくなり、自分たちで目標を達成しようと試行錯誤したり、教え合ったりするようになった。たくましく、自ら試行錯誤を繰り返し、課題を解決していく力が育った。しかし、仲間を支援することに対して苦手意識がある児童が多いため、今後は学習形態をより工夫することが必要である。また、キーボード入力を含めて、小学校6年間の活動を見据えたパソコン技能の習得を行っていくことが求められる。

イ 算数科におけるプログラミング的思考の育成実践報告

～スクラッチとブロック図を用いて～（春日井市立出川小学校）

4年生算数科「小数」でタブレット端末を活用して、プログラミング的思考を育成することを目標として授業を実践した。

【仮説】

算数の授業に、「学習した計算手順を、ブロック図を用いて一般化する活動」を取り入れ、プログラミング的思考を育成することにより、課題解決に必要な手順があることに気付かせるだけでなく、自信をもって課題解決に取り組むことができるだろう。

(ア) 実践・仮説の検証等

算数科で計算手順などを理解させるには、ビジュアル型プログラム言語（Scratch）のようなブロック図を用いて、プログラミング的思考を育むことが効果的であると考えた。計算の手順をブロック図を用いてまとめることで、問題を理解解決するためには必要な手順があることに気付かせることができ、課題解決能力の育成につながるからである。

まずは、Scratchを使って、プログラミングを体験させた。画面上のねこを歩かせて、端まで着いたら戻るだけの簡単なプログラムから始め、開始の命令、繰り返しの命令、条件分岐の命令などをタブ

レット端末で、児童が実際に操作してプログラムを作成する学習活動を行った。この授業を通して、児童は命令がないと動かないことに気付くことができた。また、身の回りで、この画面上のねこのように命令されて動いているものを考えさせ、身近な生活でプログラムが活用されていることも意識させた。

次に、本時の内容である「小数」について、計算の手順をフローチャートで表すプログラミング的思考を取り入れた取組を行った。小数の計算の手順を考えさせるために、パワーポイントの図形機能を利用して、フローチャートの記号としてScratchのブロック図に似たものを自作し、ブロック図のパーツを計算の手順に合うように並べていくものとした。児童二人に対して一台のタブレット端末を使い、小数のたし算の筆算の手順について確認したり、ブロック図を並び替えて手順を確認したりしていく活動を行った。「もし〇〇のときは・・・」などの問いに対して、児童同士で話し合ったり、黒板を見たりしながら考える様子が見られた。授業の終わりの振り返りには、多くの児童が手順や条件を意識した内容を書いていた。

実践後のアンケート結果より、「生活の中でコンピュータが活用されていると考えるときがありますか」では、実践前は38人中16人であったが、実践後は38人中28人であった。また、「どういうときにそう思うのか」という質問には、「レジでバーコードを読み込んでいるとき」「信号機が青から赤に変わるとき」「テレビのチャンネルを変えるとき」「チャイムが鳴るとき」などがあつた。ブロック図で計算の手順をまとめる前に、プログラミングを体験したことにより、身近にあるコンピュータの活用に気付くことができたと考えられる。

「手順を考えて問題を解くことは得意ですか」では、「得意」と回答した児童は、実践前は38人中22人であったが、実践後は38人中28人であった。このことから、ブロック図を使って手順をまとめさせることは、有効的であったと考える。

(イ) 研究の成果等

実践の様子やアンケート結果から、プログラミングを体験させた上で、ブロック図を用いて計算の手順を学習することにより、多くの児童は学習内容を理解したと言える。また、プログラミング的思考の育成に取り組んだ結果、課題解決には必要な手順があることに気付かせることができた。さらに、プログラミングを体験させることにより、児童に身近な生活でコンピュータが活用されていることに気付かせることができた。

今回の実践で、自信をもって課題解決に取り組ませることを目標として取り組んだが、一度の授業だけでは十分とは言えない。更に研究を重ね、算数科におけるプログラミング的思考の育成に取り組みたい。

ウ mBot と mBlock を用いたプログラミング学習（尾張旭市立西中学校）

プログラミングの授業において、課題解決型学習や意思表示板を活用した教え合い活動を行い、主体的・対話的で深い学びを実現させるため、以下の仮説を設定し、1年生技術・家庭：技術分野「プログラムによる計測・制御」で授業を実践した。

【仮説】

- ① 生徒は、ビジュアル型プログラム言語（Scratch・mBlock）を用いることで、興味・関心をもって学習に取り組むだろう。

[手だて1] mBot の取扱いやScratch の使用方法など、基本的な説明を行った後、自作プリントを使いプログラミングを学習させる。

② ICT や意思表示板の活用，教え合い活動を充実させることで，生徒一人一人がプログラムによる処理の仕方を理解することができるであろう。

[手だて2] 意思表示板を有効的に活用し，生徒の理解度を確認する。生徒間でも確認し合える雰囲気づくりを心がけて，授業を進める。

(ア) 実践・仮説の検証等

1年生技術・家庭：技術分野の授業で，Scratch を使ったプログラミングの学習と，センサ，コンピュータやモータを搭載したロボット「mBot」を，ビジュアル型プログラミング言語である「mBlock」で制御させる授業実践を6時間の指導計画で行った。

最初の3時間は，コンピュータを一人1台使用できる環境でScratchを使い，スプライトに線(円)を描かせたり，スペースキーを押している間セリフ(HELLO)を表示したり，キーボードの十字キーでスプライトを自由に移動させたりするなど，プログラミングについての基礎を学ぶ学習を行った。その後，3時間の学習で，生徒二人に1台ずつmBotを配付して，LEDで信号機の再現，前進，後退，前進と後退の反復，赤外線センサを活用したライントレース用プログラムを作成させた。また，最終課題として，自動車の自動ブレーキシステムのプログラミングを考えさせた。mBotのLEDや音の機能を追加することにより，動作状況を視覚的・聴覚的に確認できるプログラムを追加後，複雑な制御を要する超音波センサのプログラム開発に挑んでいた。この取組により，多くの生徒は，障害物の前で減速や自動停止などmBotで制御させることができた。

ビジュアル型プログラム言語であるScratchやmBlockを使用したプログラミングでは，従来の文字を使ったプログラミング言語に比べて，生徒は，はるかに興味・関心をもって取り組んだ。また，ICTや意思表示板，教え合い活動の充実により，生徒相互に関わり合いをもって教え合う中で，生徒一人一人がプログラムによる処理の仕方を理解することができていた。

(イ) 研究の成果等

ビジュアル型プログラミング言語と，ロボットを教材として使うことで，生徒が興味・関心をもち楽しく学習することができた。プログラミングが未経験の生徒が多かったが，教え合い活動を行うことにより，苦手意識をもっていた生徒も意欲的に取り組んでいた。教え合い活動などお互いに補充し合う指導形態を導入したことで，ロボットを制御するプログラミングをおおむね理解することができた。しかし，二人に1台の使用という条件と指導時間数が少ないということもあり，理解が十分でなかった生徒も少数ではあるが出てしまった。このことを踏まえ，今後は更なる指導の工夫が必要であると感じた。

エ 対話的な活動を大切にしながら主体的にプログラムを制作する生徒の育成

～3年技術科オーロラクロックで快適な生活を創ろうの実践を通して～

(田原市立福江中学校)

プログラミング学習用教材を用いて，身に付けた知識・技能を活用し，課題を解決する態度を育成するため，以下の仮説を設定して，3年生技術・家庭：技術分野「プログラムによる計測・制御」で授業を実践した。

【仮説】

① プログラミングの授業において，友達との対話を大切にした学習を取り入れれば，プログラミ

ングに苦手意識のある生徒でも意欲的に学習に取り組むだろう。

[手だて1] 授業規律を保つためのルール設定を行った上で、友達と自由に対話してもよいという時間を設ける。

[手だて2] ICTを活用して、課題解決に向けた考えを、学級全員で簡単に共有できるようにする。

② プログラミングの課題として、身近な課題を設定することにより、知識・技能を活用し、自身の生活における課題を、プログラミングによって解決する力を身に付けるだろう。

[手だて3] プログラミングの基本事項の学習や制作実習において、生活に関わる身近な題材を教材とする。

[手だて4] スモールステップで課題を設定していき、プログラムが完成したときの達成感が味わえるようにする。

(ア) 実践・仮説の検証等

[手だて1] については、「先生が話をしているときはしっかりと聴く」「プログラムの制作中は、授業に関わることなら自由に対話してもよい」「自分以外のコンピュータ機器を操作してはいけない」という三つのルールを設定した。そして、「友達と助け合いながら活動をしよう」と対話を強く推奨した。授業では、教員の話にしっかりと耳を傾けたり、課題について友達と積極的に対話したりする生徒の様子が多く見られた。

[手だて2] として、画面転送機能を使用して、先に生徒の制作したプログラムを、全てのモニターへ一斉に映し出し、情報を共有させた。友達の分かりやすくまとまったプログラムを見た生徒が、各部品が整然とまとまっているプログラムを作りたいという思いをもったり、プログラムは無駄なく簡潔にまとまっている方がよいと感じたりしたことが分かった。

[手だて3] については、ワークシートを活用しながら、コンピュータが組み込まれた日常生活でよく使う製品や、身近な電気機器に組み込まれているセンサを取り上げた。このように、生活とのつながりを意識させることで、プログラムを応用して自分の生活で活用したいという思いをもつ生徒が多く見られた。さらに、社会生活上の課題を解決することにも活用できだろうと考えを広げていく生徒も見られた。

[手だて4] については、最初に、コンピュータの処理と手順を自作のワークシートを使って確認した。次に、基本的なプログラムの制作に取り組ませるときに、既習事項を活用した復習をさせることで知識の定着を図った。さらに、同じ動作をするプログラムを、二とおりの方法で制作し比較させることで、効率的にプログラムを作成することの重要性を実感させることができた。

(イ) 研究の成果等

今年度の研究では、プログラミングに苦手意識のある生徒を含め、意欲的に制作に取り組む生徒の姿を多く見る事ができた。そして、身近な題材での課題解決学習を通して、生徒自身の生活とプログラミングの学習を結び付けるきっかけにもなった。その一方で、新学習指導要領に示されている双方向性のあるプログラミングについては、今年度は学習環境が整わず実現することができなかった。双方向性のあるプログラミング教育を成立させるためには、タブレット端末や無線LANを使うことができる環境が必要になる。したがって、今後は自治体に要望を伝えつつ、新学習指導要領を踏まえた効果的なプログラミング教育の研究を続けていきたい。

(2) 教科指導の充実に関する研究（技術・家庭：技術分野）

ア 興味・関心をもって、プログラミング学習に取り組む生徒の育成

～Pepper が中部中にやってきた～（一宮市立中部中学校）

ロボットを制御する楽しさが学習意欲を喚起し、課題に取り組み試行錯誤を繰り返す過程で、学ぶことへの興味・関心を高めるとともに論理的思考力、課題解決力を育むため、3年生技術・家庭：技術分野「プログラムによる計測・制御」で授業を実践した。

【仮説】

① ロボットを教材として使えば、プログラミングに対して学習の経験がない生徒でも積極的に取り組むだろう。

[手だて1] Pepper を使って、プログラミング学習を行う。

② ビジュアル型プログラミング言語を使い、スモールステップで課題を設定すれば、プログラミングに対する難しさや抵抗感を減らし、学習に興味をもつ生徒が増えるだろう。

[手だて2] ビジュアル型プログラム言語「Choregraphe（コレグラフ）」を使用し、スモールステップで学習を進める。

③ 協働的に学習するようにすれば、新しい見方や考え方ができたり、自分の考えを練り直したりして、新たに出てきた課題にも自ら解決していこうとする意識が高まるだろう。

[手だて3] 自分の考えを友達に伝えたり、グループ内で他の人の考えを聞いたりする場をつくる。

(ア) 実践・仮説の検証等

始めに、Pepper を動作させて、生徒と会話をさせた。その結果、Pepper との会話を楽しみ、「どのような仕組みで動作しているのか」「違う言葉をしゃべらせることができるだろうか」「Pepper に命令をして、思うような動作をさせたい」との思いをもたせることができた。

取り組む課題として、「Pepper をしゃべらせる」→「Pepper を動かす」→「Pepper をしゃべらせながら動かす」とし、その中のしゃべらせる言葉を「単語」→「挨拶」→「自己紹介」→「気になるニュース」と、少しずつ長くしていくというスモールステップの学びを取り入れた。また、Choregraphe は、ビジュアル型プログラミング言語で、画面上のブロックを動かすことでプログラミングができるため、操作のほとんどがマウス操作でできる。タイピングが苦手な生徒も、苦手意識をもつことなく学習を進めることができた。Choregraphe の使用とスモールステップによる学習の進め方は、有効であった。

課題解決のためにグループ活動を取り入れた結果、自分の考えを積極的に周りに伝えようとする生徒が多く見られるようになった。仲間との話し合いから、新たなヒントを得て、自分の考えを発展させる姿も見られた。また、他のグループの発表を見て、更に新しい考えを見いだす生徒も多く見られた。グループ活動を取り入れた学びは、有効であった。

(イ) 研究の成果等

三つの手だてにより研究を進めた結果、生徒の変容から、目指す生徒像「興味・関心をもってプログラミング学習に取り組む生徒」に近づいたと考えられる。また、人とロボットとのコミュニケーションを重視した学びは、新学習指導要領で扱う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教育の足がかりとなった。

授業前に 95%の生徒が「プログラミングは難しそう」と感じていたが、授業後はほぼ全員が「授業が楽しかった」「プログラミングは意外と簡単だった」という感想をもった。また、「他のプログラムや違うプログラミングソフトも使ってみたい」とアンケートに記入している生徒がいた。

課題として、6人グループに Pepper 1 体という環境では、生徒一人一人が十分なプログラミングを行うことができなかった。また、ハードウェア、ソフトウェアともに予期せぬエラーにより授業が中断し、その対応に追われることがあった。生徒に試行錯誤させる時間をもう少し多く設定して、効率よくプログラミング教育に取り組んでいけるような学習環境を整える必要があると感じた。

新学習指導要領の全面実施に向けて、プログラミング教育の更なる研究の充実と授業実践の推進を図っていきたい。

(3) 高等学校教育課程課題研究 (情報)

ア プログラミング教育に関する研究

～コードを読み解き、発展させる授業実践～ (県立美和高等学校)

小学校では、身の回りにあるプログラムについて体験し、プログラミング的思考を育成する。新学習指導要領では、中学校では、主に技術・家庭：技術分野において、「計測と制御」の分野で実機を動かしながら、プログラムを組んだり、センサで読み取らせたり、ネットワークを利用した双方向性のあるプログラミングを行ったりする。それらを踏まえて、高等学校では、プログラミングを通してアルゴリズムを表現する方法やコンピュータを活用する方法について理解し、その技能を身に付けさせることが求められている。そこで、コードを読み解き、発展させるプログラミングを行う授業を実践した。

【仮説】

- ① 用意されたプログラムやフローチャートを読み解くことで、プログラミングや、アルゴリズムの理解につながり、身の回りの課題解決にコンピュータを活用する姿勢や表現力を身に付けることができるだろう。
- ② プログラムの改良案を考えることで、プログラムの書き方について理解を深め、考える力を養うことができるだろう。

(ア) 実践・仮説の検証等

プログラミングについて、1年次に PenFlowchart を使ったプログラミング経験をさせている。今回の実践では、記述したプログラムをコンピュータ上で動作させることができる Excel VBA を採用した。

生徒は、テキストによるプログラミングは初めてであったため、事前学習として Excel VBA のエディタの使用方法やプログラムの実行方法について理解した後に、簡単なコーディング記法を習得するため、次のような実践を行った。

- ・身の回りにある課題を解決する Excel VBA のコードと、対応するフローチャートが記載されたワークシートを使い、ペアワークでコードを読み解き、記述していく。
- ・Excel VBA のプログラムを実際にコンピュータ上で動作させ、入出力や動作を確認して、解読の手助けとしたり解読結果の裏付けを取ったりする。
- ・問題点や改良点について話し合い、より使いやすいようにコードを改良していく。

授業実践前と実践後でアンケートを実施した結果、「プログラムを解読できる」という質問に対し、「できる」「少しできる」と回答した生徒は 31%から 45%と 14 ポイントの増加となった。「プログラ

ムの改良案を提案できる」という質問に対し、「全くできない」と回答した生徒は34%から14%と20ポイントの減少となり、苦手意識をもつ生徒が少なくなった。生徒のアンケートの記述の中には、ペアワークに最初は戸惑ったが、二人でプログラムを読み解くことが楽しかったことや、プログラムを少し書き換えるだけで改良できたこと、簡単なアルゴリズムについて仕組みを理解し言葉で表現できたことなどの意見があった。また、基本的な制御構造を組み合わせて、いろいろなアルゴリズムを実現できることが分かったという記述もあった。

(イ) 研究の成果等

今回の授業は、細かなプログラムの記述方法の習得に時間を割くことなく、1時間で実践することが可能である。また、プログラム言語や学習内容は各学校の実情や教員の考えに応じて設定できる。さらに、題材を差し替えて何度も繰り返し取り組ませることもできるので、回数を重ねていけばより多くの生徒が、断片的な知識として理解している段階からプログラムを表現する段階へ進み、更にプログラミングについてのより深い理解やアルゴリズムのより高度な理解へとつなげることもできるだろうと考えている。

5 研究のまとめと今後の課題

本研究を通して、小・中・高等学校のいずれの校種においても、プログラミングを学習させることによって、論理的な思考力や課題解決力を育成できることが分かった。小学校では、教科横断的にプログラミングを学習させることで、プログラミングに興味をもたせることができるとともに、教科の内容の理解にもつなげることができた。中学校・高等学校では、計測・制御のプログラミングなどを行った結果、情報を利用するための基本的な仕組みを理解させ、安全で適切なプログラムの制作、動作及びデバックができる力を育成することができた。

今後も、コンピュータを理解し上手に活用していく力を子どもたちに身に付けさせることができるよう、さまざまな教科や学習活動で利用できるプログラミング教育の教材と、効果的な指導方法を開発し広めていきたい。