

Himeji のプログラミング教育

～考えの組み立てや改善が「見える」授業を通して～

姫路市立総合教育センター

プログラミング教育研究班

姫路市立安室小学校

吉田 雄一郎

姫路市立城東小学校

横田 直人

姫路市立峰相小学校

入江 伸弥

姫路市立広畑第二小学校

谷川 雅敏

姫路市立飾磨中部中学校

前田 修児

<キーワード>

プログラミング的思考	Society5.0	思考の見える化	情報活用能力	協働
体験	教科の本質	対話的	順序	分岐改善
				実生活との繋がり

<要約>

プログラミング教育を取り入れた授業づくりに欠かせない要素は、「児童生徒の思考のプロセスが見える化されること」である。この要素が取り入れられることで、児童生徒が自らの目的に応じて主体的に試行錯誤や改善を行うようになる。つまり、プログラミング的思考に欠かせない「順次」「反復」「条件分岐」等の処理がより一層明確になり、児童生徒のプログラミング的思考が可視化されることにつながる。

このような授業を通して、児童生徒が「身近にある自動で動くものは全て人間が意図したプログラムで動いている」という見方を養うことができるようにすることが大切である。そのためには、教員も安心してプログラミング教育に取り組むことができるよう、指導案や実践例等の収集ができる教育コンテンツの充実や各学年別の情報活用能力のカリキュラム作成が重要となる。

1 研究にあたって

(1) はじめに

2017 年 3 月に新学習指導要領が告示され、その中に「プログラミング教育」が登場した。さらにその一年後の 2018 年 3 月に、文部科学省より「プログラミング教育の手引(第一版)」が作成され、プログラミング教育に関する具体的な取組の方向性が打ち出された。そして、2020 年度の新学習指導要領実施に向けて、全国各地でプログラミング教育の研究が進められている。様々な実践が研究される中でしばしば議論になることは、体験的に楽しむことの重要性や教科の本質とのつながりである。しかし、これらの価値はプログラミング教育に始まった話ではなく、従来様々な教科学習で大切にしてきた視点である。

(2) プログラミング的思考の重要性

では、プログラミング教育の中で特に重要視すべきものは何か。それは「プログラミング的思考」である。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合せたらよいのか、記号の組合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」のことである。しかし、従来より学校では、生活や学習場面で児童生徒はプログラミング的思考を繰り返してきている。例えば、給食の食器当番は次の手順で仕事をしている。

- ① 食器かごを配膳台に置く
- ② 必要枚数と予備に分ける
- ③ 配膳図に合わせて食器を各食缶の横に置く
- ④ 食器かごを食器返却場所へ置く

ここで、食缶の横に置いた食器の重なりが高く、誰かが当たって食器が床に散らばってしまったという問題が起きたとする。このと

きに、児童はどのように解決しようとするだろうか。おそらく、次のような手順で解決しようとするだろう。

- ① 食器かごを配膳台に置く
- ② 必要枚数と予備に分ける
- ③ 配膳図に合わせて食器を食缶の横に置く
- ④ 置いた食器の重なりを半分に分けて高さを低くする
- ⑤ 食器かごを食器返却場所へ置く
- ⑥ 他の食缶にも②～④を繰り返す

この一連の流れは、以下のようなプログラミング的思考の重要な要素を含んでいる。

- ・手順を細分化する
- ・順序を最適化する
- ・同じ手順を繰り返す
- ・問題を解決するために改善を加える

また、日常の学習場面においてもプログラミング的思考を含んだ学習は行われている。例えば、わり算の筆算である。 $216 \div 4$ のわり算の筆算は、以下の流れで行う。

① 5をたてる	$\begin{array}{r} 54 \\ 4 \overline{) 216} \\ \underline{20} \\ 16 \\ \underline{16} \\ 0 \end{array}$
② 4に5をかけて20	
③ $21 - 20$ で1	
④ 6おろす	
⑤ 4をたてる	
⑥ 4に4をかけて16	
⑦ $16 - 16$ で0	

この一連の計算も、「順序立てる」「たてる→かける→ひく→おろすという手順の反復」という重要な要素を含んでいる。つまり、児童生徒は日々の学習の中で「無意識的に」プログラミング的思考を経験しているのである。この無意識的な部分を、『見える化』することで、身近な課題を解決する手順（アルゴリズム）を具体化、明確化することができ、課題解決につながるのである。

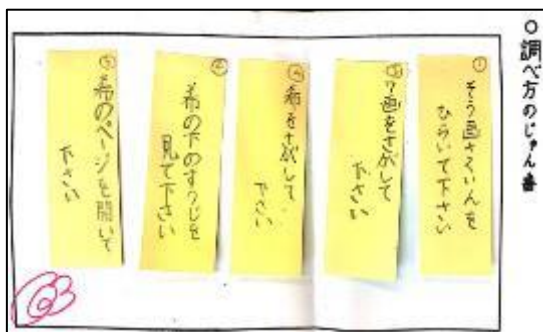
(3) プログラミング的思考を どのように育むのか

生活の様々な場面で、「今どのような問題が起きているのか」「どのように改善していけばよいのか」が見えるためには、自身の行動手順の『見える化』が鍵となる。手順を意識的に組み立てることで、初めて自らの問題が具体的に捉えられる。さらには、その手順を他者からも見るができるため、協働的に問題の解決に向かうことができる。

これらの実態をつかむために、第4学年の国語科「漢字辞典の使い方」の学習でプログラミング的思考を取り入れた実践を試みた。授業の流れとしては以下のとおりである。

- ① 「部首索引」「総画索引」「音訓索引」の3種類について調べ方を手順化する。
- ② 自ら漢字辞典でペア児童に調べてほしい漢字を1つ決める。
- ③ ロボット役のペア児童に、選んだ漢字に合わせた索引の手順を指示し、うまく調べられるか試す。
- ④ うまくいかなかった場合は手順を見直す。

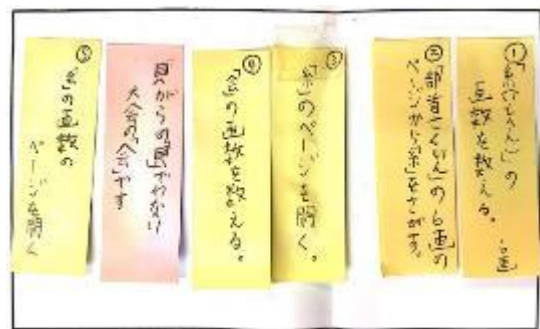
実際の授業では、以下の写真のように付箋を使って索引の手順を細分化していった。



この授業では、黒板に各索引の手順が短冊で掲示されていたため、児童は自ら選んだ漢字をあてはめるだけでよいというシンプルさがあったが、それでも手順を組み立てるのに苦労する児童や、手順と手順の間に開きがあり、次の手順につながらない児童も見受けられた。

つまり、自らの行動手順を日常的に意識して過ごす経験が希薄なため、いざ手順を考えとなるとイメージが難しい児童が多いことがわかった。

それと同時に、教科の授業でプログラミング的思考を取り入れる良さが見えた授業であったのも事実である。以下の写真のように、視覚化された手順をペアで吟味し、色分けした手順を追加するといった、より最適化された手順に改善する姿がみられた。



つまり、自らの思考の順序を『見える化』することで、問題が起きたときの「どこを」「どのように」といった改善につながったと考える。

そこで、研究テーマの方向性を探るために、児童生徒の発達段階における実態把握を行う必要性を感じた。そして、この調査結果を分析し、そこから見えてきた成果や課題を授業改善に生かす研究を検討した。この分析結果を基にしながら、教科学習の中で児童生徒の思考の見える化、つまりプログラミング的思考の見える化の具体を多くの教科学習で探究し、各実践のエッセンスを抽出しながら、教科学習におけるプログラミング的思考の育成の方向性を定める研究にしたいと考えた。ここで留意することは、プログラミング教育の実践といえば、各自治体の整備環境に依存する側面があることである。折角実践の具体を示しても、我が校での実践は難しいというものでは意味をなさない。したがって、姫路のどの学校でも実践が可能な授業づくりという点も意識して研究を進めてきた。

2 児童生徒の実態把握

(1) 目的

研究を始めるに当たって、まずは児童生徒の実態調査を行うこととした。調査項目は、児童生徒の変容を研究内容に反映できるよう、「情報活用能力」に含まれる資質・能力の内容を基に設定した。さらに、児童生徒がプログラミング体験のどのような部分に困難を感じやすいのか、その具体を探るため、一定のプログラミング体験を行わせてから調査を行うこととした。

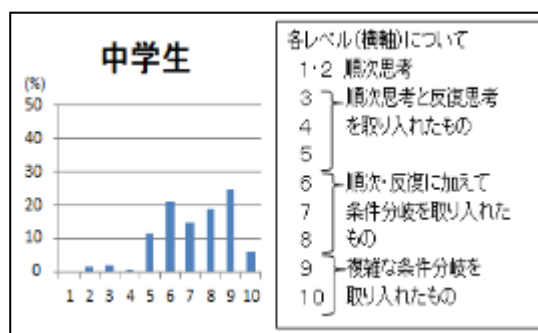
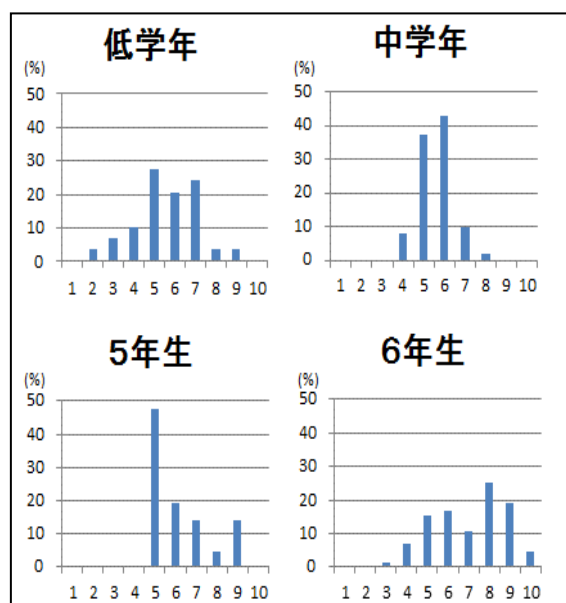
調査に使用したのは、Google 社が提供しているウェブサイト「Blockly Games」である。

「Blockly Games」は、様々なゲーム的要素を通して、ステップをふみながらプログラミングに必要な要素(順序・反復・条件分岐の考え方)を体験することができるウェブ上の無料アプリケーションである。その中でも、全10段階(レベル)で構成される「迷路」を用い、5校の児童生徒に一定時間これを体験させ、その後意識調査を行った。

(2) Blockly Games から見える実際

①レベルの到達度

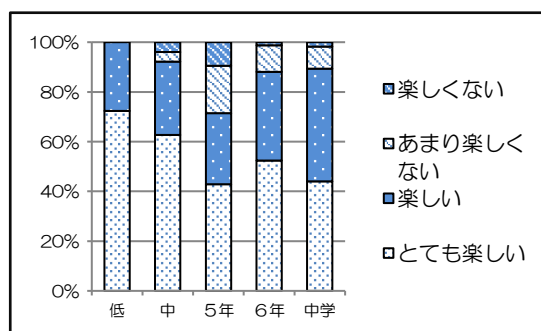
「Blockly Games」の「迷路」に20分間取り組ませた結果、各校の児童生徒の到達度は以下のようになった。



学年が上がるほど、難しいレベルまで進めていることがうかがえるが、全体を通してレベル5に多くの人数が集まっていることが見て取れる。レベル6からは条件分岐の「もし～なら」を扱う課題となることから、条件分岐の考え方を理解して活用することが、児童生徒にとって大きな壁になると考えられる。さらに、レベル9からは「もし～なら、そうでないなら～」という複雑な条件分岐を扱うため、児童生徒にとって飛躍的に難しくなっている結果だと考えられる。

②プログラミング体験への関心・意欲

「コンピュータに命令をして動かすことは楽しいですか。」という質問に対する児童生徒の回答は以下ようになった。

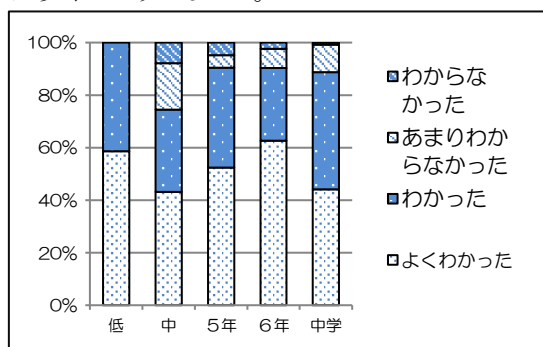


「楽しい」「とても楽しい」と回答した児童生徒は、どの学年でも高い割合を占めている。

「Blockly Games」の到達度と併せて考えると、高レベルでのつまづきが否定的な回答につながっていると考えられる。到達レベルに関わらず、低学年ほど前向きに取り組んでいることから、低学年時よりプログラミング教育を行うことの有意性が感じられる。

③ プログラミングの意味理解

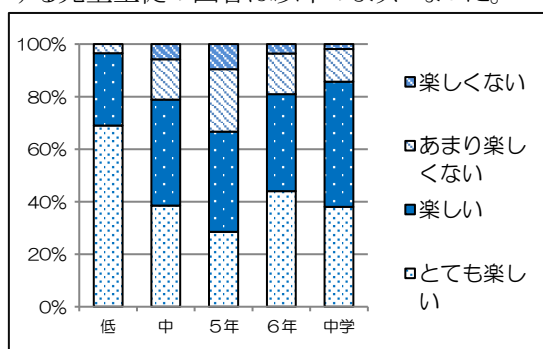
「命令ブロックを選んで正しい順番で並べると、コンピュータを思い通りに動かせることがわかりましたか。」という質問に対する児童生徒の回答は以下ようになった。



ほとんどの児童生徒が、体験を通してプログラミングの意味を理解することができていた。「Blockly Games」はシンプルな課題の連続であり、その問題解決の成功体験によって理解度を高めることができたと言える。

④ プログラミング的思考への意欲

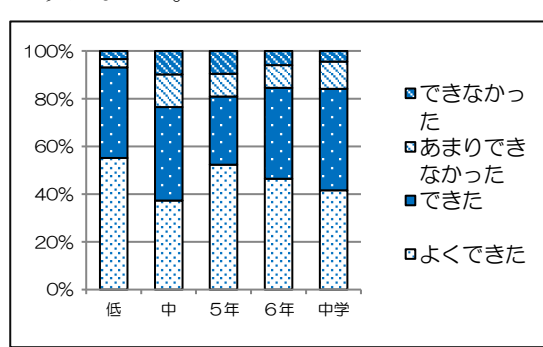
「思い通りに動かすために命令ブロックの順番を考えることは楽しいですか。」という質問に対する児童生徒の回答は以下ようになった。



半数以上の児童が「楽しい」と感じている。一方で、否定的な回答をしている児童は、「問題解決に際して解決までの見通しをもちにくい」「条件分岐のような複雑な命令を扱うことに慣れていない」といった課題を有していると考えられる。発達段階に応じた段階的・継続的な指導により、プログラミング的思考を養っていくことが、これら課題の改善につながると言える。

⑤ 思考の改善

「うまくいかなかったとき、どこが間違っているのか探して直すことができましたか。」という質問に対する児童生徒の回答は以下ようになった。



「できた」「少しできた」の比率は、小学校中学年 < 小学校高学年 < 中学校 と増加した。低学年の「できた」「少しできた」の比率が高いのは、自己評価を正しくできていないからと思われる。しかしながら、全体として「できた」という回答が多い点は、思考の過程が『見える化』され、何度も試して考えの修正・改善が行いやすいというビジュアル型プログラミング教材の特性が顕著に表れている部分と言える。

プログラミングの要素である「順次」「反復」「条件分岐」を理解することがプログラミング教育を円滑に行い、児童の学びを豊かにするために重要であるが、これは一度や二度の学習で身に付くものではない。実態調査の中で見えてきたことは、思考が『見える化』されるプログラミング教育の利点を生かし、普段の授業から日常的に、発達段階にあった学習を行っていく必要性である。

各学年・発達段階に応じてどのような学習ができるのか、そこでは何が『見える化』されるのかについて、実践の中で明らかにしていきたい。

3 研究の実際

(1) 他市研究会・研修への参加

①New Education Expo 大阪

平成30年6月16日(土)に「学びの未来を考える」をテーマに開催された New Education Expo 大阪に参加した。

文科省教科調査官鳴川哲也氏の講演を聞いた。講演内容は以下の3項目である。

- ・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、時代を超えて普遍的に求められる力としてのプログラミング的思考などを育成する。
- ・必修化に当たって、学級内での習熟度の差が懸念されるため、単純な問題設定を行い、個に応じて発展的な学習へと広げることが望ましい。
- ・プログラミング教育は評価の必要がなく、教科のねらいに即し、深く理解できるようになるためのものであることが必要。

次に、「小学校プログラミング教育の現状と展望」として埼玉県戸田市教育委員会の報告を聞いた。戸田市では、プログラミング教育で育てたい力を明確にし、小中一貫カリキュラムを作成し、各校のカリキュラム・マネジメントにより教育課程全体で実施している。

②多可町

平成30年8月16日(木)に多可町立中町南小学校で開催された「プログラミング教育校内研修会」に参加した。研修内容は兵庫教育大学大学院教授森山潤氏による講義とアンプラグド・プログラミング教育の導入方法及びScratchの操作方法についての講義が行われた。アンプラグド・プログラミング教育とは、コンピュータなどの電気機器を使用せずにプログラミング的な思考を学ぶ学習方法である。アンプラグドな体験をすることによってコンピュータの中のブラックボックス化した内容が分かりやすくなり、研修を受けてい

た小学校の先生方も「とても分かりやすい」と感想を言っていた。この導入によってScratchの操作方法を初めて経験する先生も意欲的に取り組んでいた。

③淡路市

平成30年11月2日(金)に南あわじ市立松帆小学校で開催された「淡路地区情報教育研修会」に参加した。本研修では、第5学年社会科の授業公開と兵庫教育大学大学院教授森山潤氏による講演が行われた。

授業公開については、5年社会科単元「情報化社会を生きる」の第2時を参観した。児童にとって身近な回転寿司の「自動運搬レーン」を、実際に「レゴWedo」を使って再現するという活動であった。児童は前年度の総合的な学習の時間でレゴWedoによるロボット製作を学習しており、レゴWedoやビジュアル型プログラミングに対する抵抗感はなく、どの児童も厨房と客席をレゴWedoが行き来できるよう何度もプログラムを修正できていた。

続いて森山潤氏による講演では、前述の多可町立中町南小学校研修会で得た内容に加え、新たに「兵庫県版プログラミング教育スタートアップ・モデル」を示された。このモデルの中で、「コンテンツ系」の教材と「ロボット教材」を扱ったプログラミング教育のつながりを述べられた。例えば「コンテンツ系」を活用する場合は、まず総合的な学習の時間の中でビジュアル型プログラミングに慣れ親しんだ後に、教科学習の中でも活用することで教科の本質への理解をより深めることができるということであった。一方「ロボット教材」の場合は、まず教科学習の中で活用することで、生活や社会を支えるプログラミングの役割に気づき、そこから総合的な学習の時間で「より生活を豊かにするロボットを作ろう」といったテーマで発展的な学習につなげられるということであった。

(2) 授業研究

小学校2年 算数科

「たし算とひき算の筆算」

実践校

姫路市立広畑第二小学校 2年

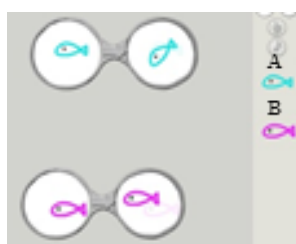
学習内容

「たされる数」と「たす数」の下に半筆算が現れるようにプログラミングし、その部分が表す数字について説明する。

見える化する手段	目的
Viscuit ※半筆算を表示	一の位どうしの和と 十の位どうしの和の 見える化

使用したソフト

Viscuit は、5歳児から小学校低学年を対象とする教育用のビジュアル型プログラミング言語で、絵の変化(動き)の仕方を「メガネ」という部品を使ってプログラムを作成するものである。



A は反時計周りに回転
B は左上へ移動

展開

児童は、被加数と加数の下に半筆算が現れるようにプログラミングし、その部分が表わす数字について説明する活動に取り組む。

半筆算

$$\begin{array}{r} 38 \\ + 24 \\ \hline \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 12 \dots 8 + 4 = 12 \\ 50 \dots 30 + 20 = 50 \\ 62 \dots 12 + 50 = 62 \end{array}$$

成果

児童は、半筆算の部分について考える場面では、一の位・十の位の数字に注目しながら意欲的にプログラムすることができた。また、なぜそうなるのかを説明する活動にも積極的に取り組めた。



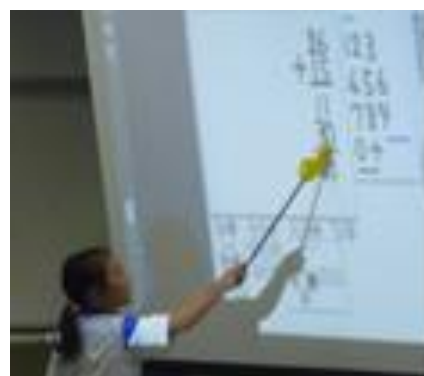
課題

操作の面において、マウスの操作だけではあるが難しかったようである。自分の意図する数字が、うまく半筆算の部分で合計の部分に現れず、四苦八苦する姿みられ、日常的な活用の必要性も感じた。



授業を終えて

本授業から、「算数科のねらい」と「児童のプログラミング的思考」の合致する点を整理し、環境を整える必要があると感じた。



小学校5年 算数科 「円と多角形」

実践校

姫路市立峰相小学校 5年

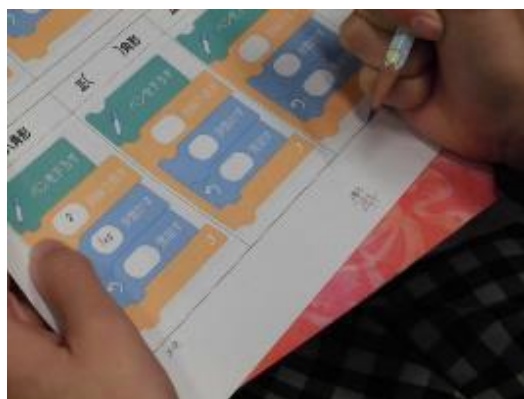
学習内容

多角形の性質の理解を深めるために、プログラミング教材 Scratch を活用し、コンピュータに意図したとおりの正多角形を描かせるためのプログラムを考えることによって、正多角形についてのきまりを見付けさせたり、考えた方法を一般化し、他の正多角形でも当てはまるのか試行させたりする。

展開

正方形の作図を基に、各自正三角形のプログラミングに取り組ませる。正三角形は「60度回す」ではうまくかけないことに気付かせ、Scratch では内角ではなく、外角（120度）を入力する必要があることを全体でおさえ、まとめる。その後、各自、正六角形の作図に取り組ませる。ワークシートを配布し、作図したい正多角形の反復の回数・回転の数値を記入させてから活動に取り組ませる。最後に作図した正多角形のプログラムを紹介させることで、クラス全体で作図のきまりについて理解を深めさせる。

見える化する手段	目的
ワークシート ※穴あきプログラム印刷	正多角形の学びを生かしたプログラム手順の見える化
プログラミングソフト Scratch	動作の検証とプログラムの改善の見える化



児童の振り返り

- ・〇度回すというところは計算が必要だったけれど、とても楽しかったです。八十角形をかくととても円に近くなりました。コンパスでかくよりもとても簡単でした。「〇回繰り返す」を使うととても便利でした。
- ・コンピュータに命令するだけで思い通りの形ができるのはとても楽しい。うまくいかなかったら次はどうしよう考えるのがとても頭を使う。消しゴムで消さなくてもボタンを押すだけで正多角形ができる。

成果

ワークシートにプログラムを記入させることで、動作に対する見通しをもつことができ、正多角形の性質の理解にせまることができた。掲示物を用い、黒板で外角の全体指導を丁寧に行うことでつまづきが少なかったといえる。このように、アンプラグドの要素を入れることで、より理解度が増すことが分かった。

課題

回転角度に適切な数字を入力し模様遊びの時間になってしまうことが考えられる。事前に一時間、Scratch を体験する時間をとっていたものの、操作面でのスキルに個人差を感じた。技能面の系統的な積み上げが必要である。ペンの色を変えたり、音が鳴るようにしたりと、授業のねらいから逸れた活動になる可能性もあるため、使用する命令ブロックを全体配信するなど、限定する必要がある。

小学校6年 算数科 「速さ」

実践校

姫路市立安室小学校 6年

姫路市立峰相小学校 6年

学習内容

速さを求めるために必要な手順を考え、表したい速さの単位に合わせたプログラムを用いて計測する。

展開

プログラミングソフトScratchで、速さを自動で求めるアプリをつくるためには、どうすればいいか話し合わせる。指導者の歩く速さを分速で表示させるプログラミングを各自で考え、正しいか全体で検証を行い、その後、時速で表示させるにはどうすればよいかを考えさせる。グループで作った計測アプリでお互いの雑巾がけの速さを測り、他のいろいろな速さと比較させる。

見える化する手段	目的
ワークシート ※穴あきプログラム印刷	秒速から時速に換算する手順の見える化
プログラミングソフト Scratch	コンピュータが速さを計算するための数式の見える化



児童の振り返り

- ・はじめは命令ブロックをどう組み合わせるのか、よく分からなくて思い通りにいかなかった。でも、考えることができたとき、うれしかった。このことを通して「速さ」の勉強がよく分かった。
- ・どうやって計算するかをコンピュータに入力しただけで計算してくれる仕組みがどうなっているのか疑問に思った。コンピュータで計算すると人間よりも早く計算でき、これからいろいろなことに役立っていくのかなと思いました。

成果

振り返りから、子供たちの算数科の学びが深まり、速さの感覚を実感することができたことがうかがえた。また、学びの意欲や、コンピュータの役割についての理解、情報活用能力に関わる部分でも子供たちの高まりが感じられた。「数学的思考」「プログラミング」「子供たちの日常」を結び付けることができる実践となった。

課題

今回のプログラミングに必要な命令ブロックをあらかじめ各パソコンに配信していたため、使うブロックについては大きな混乱は見られなかったが、Scratchの操作技能面での個人差が感じられた。また、数学的記号とプログラミングやパソコン上の記号のちがいに戸惑う児童がいた。低学年からの系統的な情報活用能力やプログラミング技能の育成が求められる。

小学校5年 算数科 「速さ」

〔令和2年度より5年生の単元となるため
令和元年度は補助教材を使って学習した〕

実践校

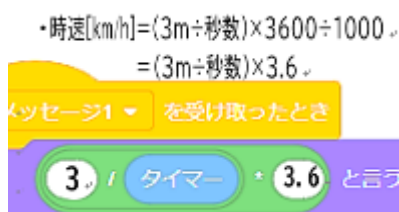
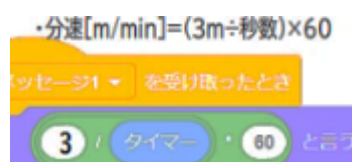
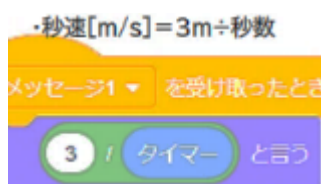
姫路市立広畑第二小学校 5年

学習内容

速さを求めるために必要な手順を考え、表したい速さの単位に合わせたプログラムを用いて計測する。

展開

プログラミングソフト Scratch で、速さを自動で求めるアプリをつくるためには、どうすればいいか話し合わせた。指導者が3m歩く速さを「秒速〇m・分速〇m・時速〇km」で表示させるプログラミングを各自で考え、正しいかどうかを全体で検証した。また、作った計測アプリを使って、お互いの8m走の速さを測る活動に取り組ませた。本授業はChromebook が配備されてから実施したため、前半は教室で、後半は体育館で行った。



見える化する手段	目的
ワークシート ※速さの言葉の式	秒速・分速・時速を 換算する手順の 見える化
プログラミングソフト Scratch	コンピュータが 速さを計算するため の数式の見える化

成果

指導者の画面を大型ディスプレイに提示し、児童はディスプレイを見ながら教師の操作と同じように入力することで、言葉の式や入力した式について考えたり話し合ったりする時間を十分確保することができた。

また、実際に児童の走る速度を測ることができたので、学習したことを自分事として捉えさせることができた。

課題

本校の5年生は、ビジュアル型プログラミングに触れたことがなかったため、Scratchの操作に苦労する児童が見られた。また、前頁の実践と同じように、記号のちがい(÷と／、×と*)に戸惑う児童がいたため、低学年からの系統的な情報活用能力やプログラミング技能の育成が求められると感じた。

小学校6年 理科 「発電と電気の利用」

実践校

姫路市立城東小学校 6年

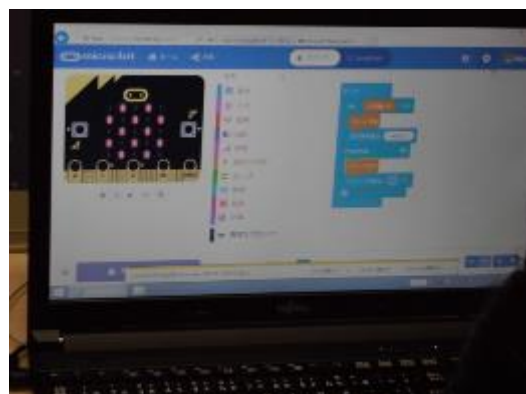
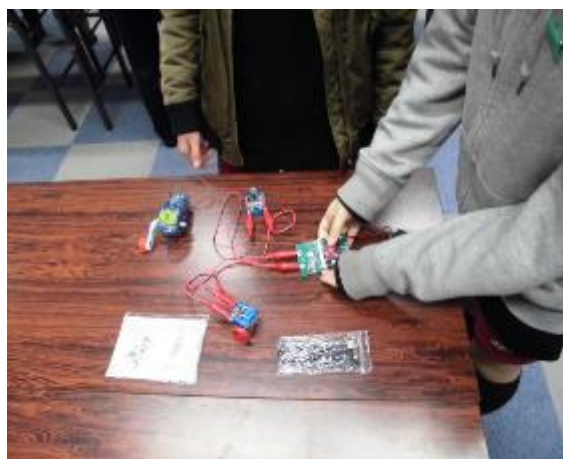
学習内容

「温度」「明るさ」「人感」の3つのセンサを目的に合わせて選び、micro:bit によるプログラミングによって電気回路の制御を行う。

展開

「温度」「明るさ」「人感」の3つのセンサのメリットについて皆で話し合うことで、児童が目的をもってセンサを選択できるようにする。次に、手回し発電機で蓄電したコンデンサを従来通り回路につないでモーターや豆電球を作動させる体験をさせる。そして、「micro:bit プログラムサイト」で児童自らが選んだセンサが作動するようにプログラムを組み立てさせ、micro:bit にプログラムを取り込む活動をさせた。最後に、実際にmicro:bit を回路に組み込みモーターや豆電球を作動させることで、プログラムで制御することによって電気の効率的な利用につながっていると実感させるようにした。

見える化する手段	目的
micro:bit プログラムサイト	センサのプログラム 手順の見える化
micro:bit	意図したプログラムの 動作の見える化



児童の振り返り

- ・人感センサを使うと省エネにつながる。
- ・今までのスイッチよりも、自動で電気の使う量を調整できて便利だなと思った。
- ・明るさセンサの数値を5にすると作動しなかったから、4にすると作動するかもしれないと思った。
- ・お年寄りが一人で暮らしていたら、人感センサはいろんなところで使えそうだなと思った。

成果

振り返りから、電気の効率的な利用に対する学びが深まり、身の回りのものに対する電気利用の有効性を多くの児童が実感できていたことが分かった。また、学びの意欲や、コンピュータの役割についての理解、情報活用能力に関わる部分でも子供たちの高まりが感じられた。理科のねらいを達成しつつ、実生活とプログラミングをつなげることができた実践となった。

課題

コンデンサの電気の残量表示がないため、体感的にはより長く電気を利用できていることはつかめたが、実測が難しかった。また、明るさを表す数値と実際の明るさの関係性をつかむのが難しく、児童は実際に何度も改善を加えながら関係性を探っていた。

中学校3年 技術科 「プログラムによる計測・制御」

実践校

姫路市立増位中学校 3年

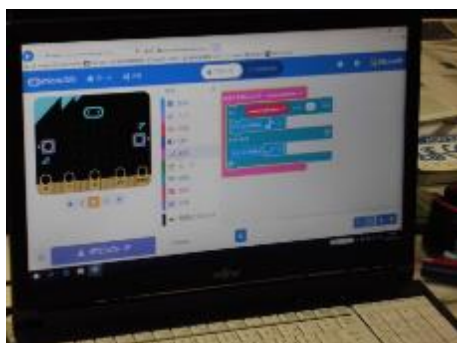
学習内容

中学校技術・家庭科の技術分野において「情報」の単元「プログラムによる計測・制御」の中で、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ムを作成する。

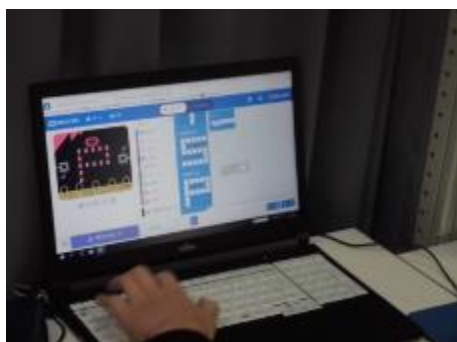
展開

教材は micro:bit を使用した。micro:bit を2台使用し、センサで計測した結果を離れた場所にある micro:bit へ送信する送信用プログラムと、そのプログラムを受信した micro:bit がその結果に応じて LED を制御する受信プログラムを考えさせた。ネットワークは micro:bit に搭載されている Bluetooth 通信を使用した。

はじめにその通信設定のプログラムを考えさせた後、センサとアクチュエータを使った計測・制御のプログラムを作成した。



受信プログラム



送信用プログラム

見える化する手段	目的
micro:bit プログラムサイト	プログラムの考えと 作る工程の見える化
micro:bit	センサとアクチュエータの動きが制御されていることの見える化

生徒の振り返り

- ・生活の中にある計測・制御システムから学んだ製品の機能から、micro:bit を応用した製品をいくつか思いついた。
- ・プログラムがうまくいかなかったとき、どこが間違っているかを修正することができた。
- ・同じ班員や教員と相談することによって作業が進んだ。



授業風景

成果

micro:bit 及びプログラムサイトを使うことでプログラムの考えと作る工程が見える化され、意図した動きをさせるための命令（プログラム）を考える活動において意欲が向上し、理解を深めることができた。

課題

生徒の振り返りの意見に出てきた、こんな製品があったらいいなというアイデアを基に作成したプログラムを評価・改善をしていく授業及び「あったらいいな」を製品化していく問題発見・課題解決型の授業展開を考えていくことが今後の課題である。

小学校4年 総合的な学習の時間 「未来の便利な生活を見つめよう」

実践校

姫路市立城東小学校 4年

学習内容

パソコンの上下左右ボタンに、Scratch でロボホンの動きをプログラミングし、自ら選んだコース上をロボホンに歩かせながら、より意図した動きになるようにプログラムを改善する。

展開

ロボホンがコース上を歩いている様子を見て、人がボタンを押すことで、ロボホンが前後左右に動いていることをつかませる。

次に、「Scratch for ロボホン」で「上矢印キーが押されたとき1歩前へ歩く」というプログラムを皆で作らせることで、ボタンにプログラムを組む方法について理解させる。そこから、後退や左右にロボホンが動くためのプログラムを他の矢印キーにもプログラミングする活動にグループで取り組ませる。

そして、教師が用意した3種類のロボホンが歩くコースから好きなものを選び、児童がロボホンを実際に歩かせてみることで、「前進する歩数を増やそう」「右へ向きを変える回数を変えよう」といったプログラムの改善を何度も行いながら、ロボホンをゴールまでたどり着かせる活動を行う。

最後に、本時の学習を振り返りながら、身の回りのボタンは、人間の意図したプログラムが組み込まれていることに気付かせる展開とする。

見える化する手段	目的
Scratch for ロボホン	ボタンに割り当てる プログラムの見える化
ロボホン	意図したプログラムの 検証と改善の見える化



児童の振り返り

- ・家にあるリモコンのボタン1つ1つにも誰かがプログラミングしているんだなと思いました。
- ・ロボホンが思った通りに動いてくれたときはとてもうれしかった。
- ・1回ボタンを押すだけでゴールまで自動でロボホンが歩くプログラムを作っている班がすごかった。私ももっとプログラムを変えてみたいと思った。

成果

実際に目の前でロボホンがコースを歩く姿を通して、プログラミングに対する興味がわき、スムーズにコースを歩くためにより効率的なプログラムになるよう改善する児童が多かった。また、総合的な学習の時間で、まず身近な自動で動くものについて調べる探究学習を行い、「なぜ自動で動くのか」という問いをもたせ、そこから実際にプログラムに対する意欲や探究につながる展開が効果的であった。

課題

本時はプログラムの仕組みに「気付く」学び、つまり情報活用能力の「知識・技能」の側面が強調されていた。今後は、例えば「来校者が校内で迷わないようにロボホンに学校案内をさせたい」といった自ら課題を設定するようなイノベーションを生み出すことで、「学びに向かう力・人間性等」の涵養につながれると感じている。

小学校 特別活動（クラブ活動）

実践校

姫路市立安室小学校

パソコンクラブ

学習内容

ロボホンを使った遊びの計画を立て、そのために必要な動きをプログラミングしたり、プログラムを修正したりする。

展開

実践は2時間計画とし、ねらいを「めあてや役割をもち、異学年で協力し合って活動する。」「プログラミング体験を通して、意図する活動を行うためのプログラミング的思考を育む。」とする。プログラミング体験は初めてという児童がほとんどであるため、第1時は教師の設定した活動主体でビジュアル型プログラミングの操作方法を学ばせる。そこから発想を膨らませ、第2時において、「自分たちで計画した遊び方を実現するために、プログラミングを行っていく」という流れにした。各グループは4・5・6年生が均等に割り振られた構成である。

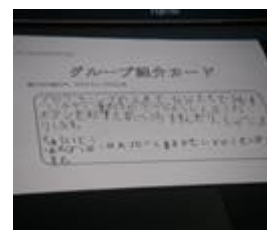
第1時では、「ロボホンをプログラミングして、的当てゲームを作ろう」というめあてを立て、それぞれのグループがプログラミングに取り組んだ。活動の最後に、次時にやってみたい遊びの計画をそれぞれのグループが話し合って作成する。

第2時では、計画を基にそれぞれが考えた遊び方に合わせ、プログラミングを行わせる。そして、紹介カードを作成させ、全体交流の時間を取る。

見える化する手段	目的
Scratch for ロボホン	計画した遊びに必要な、 一つ一つの動作 プログラムの見える化
ロボホン	意図したプログラムの 検証と、改善点の 見える化



ロボホンで実際の動きを確かめながらプログラムを改善



計画書と紹介カード

成果

クラブ活動では、児童の活動の自由度が高いことから、それぞれが思い浮かべる「遊び方」に向かって積極的に交流したり役割分担したりする姿が見られた。

課題

グループ数分のロボホンを準備するために貸出の協力を得る必要がある。特別活動のねらいである「児童による自主的、実践的な活動」から外れないよう計画が必要である。

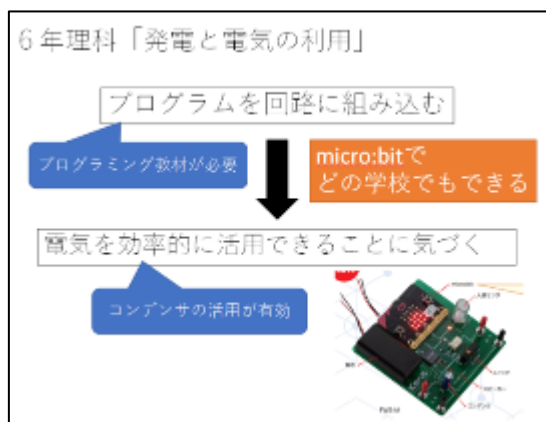
4 研究の成果と課題

(1) 取組の発表

2年間にわたって行ってきた研究内容は、以下に記すような機会を得て、発表を行うことができた。発表に当たって研究内容を振り返ってまとめたことや、指導助言や参加者の感想を得ることで、研究内容をさらに深めることができた。

①姫路市理科担当者会

理科担当者に対し micro:bit を使ったプログラミング教育実践の報告と体験活動のデモンストレーションを行った。指導要領にも例示されている6年理科「発電と電気の利用」の単位について、入手しやすい micro:bit と、手回し発電機やコンデンサといった校内にある備品を活用した実践である。来年度の完全実施へ向けて、各校でどのような機具を準備すればよいのかを例示することができた。



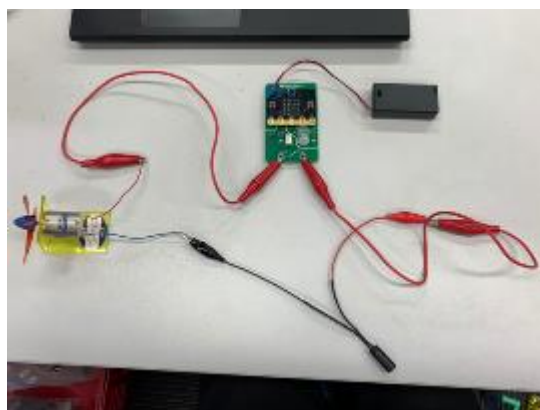
単元の考え方

コンピュータを介する教材で起こりがちな課題としては、「OS が対応していない」「インストールが必要」「教材が高価」といったことが考えられるが、ウェブ上でプログラミングができ、安価で手に入れることができる micro:bit は非常に扱いやすいと考えた。その有効性を各校の理科担当者に伝えることができた。

後半の体験の場面では、操作について戸惑いが見られたが、プログラミングした通りにセンサが反応し、「これなら実践できそう」といった感想が見られた。



体験の様子



micro:bit のつながり方

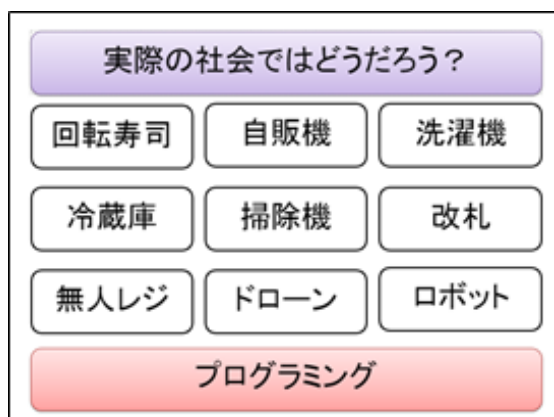
②平成31年度兵庫県内 教育研究所連盟研究発表大会 (於：神戸市総合教育センター)

研究の動機から児童生徒の実態調査の結果、それまでに行った授業実践の内容や成果と課題に至るまでを発表した。総合的な学習の時間での実践発表が目立つ中、教科学習の中での実践や低学年から中学校までに渡る様々な発達段階に応じた実践内容は傍聴者の関心を集め、質疑応答でも盛んな意見交換を行うことができた。これにより、研究の方向性や実証としての実践内容に大きな自信をもつことができた。

③令和元年度課題研修（情報活用能力）

最後の発表は姫路市教育委員会の主催する情報活用能力についての課題研修の場で行った。発表に先立ち、兵庫教育大学大学院教授森山潤氏の講演が行われ、それを受けての発表となった。

発表内容は、県発表の内容とおおよそ同じではあるが、これからプログラミング教育に取り組む学校向けの話となるように改善を加えた。



発表時のスライドより

実社会の動向や日常の学校生活で働いている思考とプログラミング的思考の共通点などを取り上げながら、研究の趣旨について説明した。中でも、我々が実践の中で大きな課題

と感じていた「教科のねらいとプログラミング教育のねらいの扱い」については、研究の前後で捉え方がどのように変容したかについて大きく取り上げ紹介した。



教科とプログラミング教育のねらい

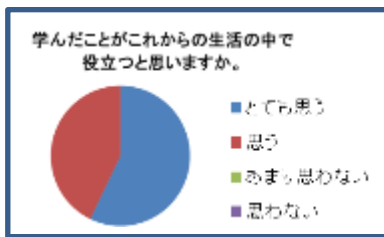
発表を通して、思考を『見える化』するプログラミング教材の有効性や、プログラミング的思考を育むためには、低学年時より取り組んだほうが効果的であること、そのためのカリキュラム作成や情報共有サイトの重要性について伝えることができた。

発表後、森山潤氏から講評をいただいた。主な内容は、以下の通りである。

- ・児童の実態把握に「Blockly Games」を活用することで、体験を通じた具体的な実態を掴んでいた
- ・教科学習の中でプログラミング的思考を育むことのできる実践が数多く見られた
- ・今後の課題は、児童の振り返りから「プログラミング教材の名前」をいかに無くしてけるかということ
- ・小学校の間は「創造性」を大切にしながらプログラミング教育を、そして中学校へと進むにつれて「社会性」を重視した学習へと発展していけることが望ましい



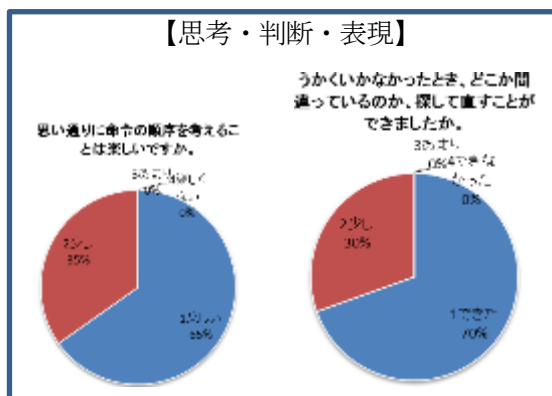
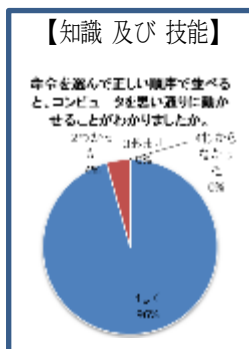
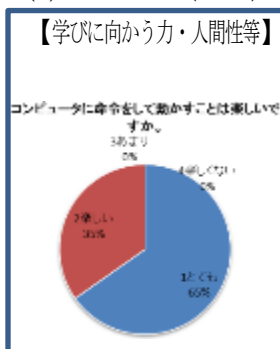
(2) 児童アンケートより



左図は、プログラミング教育の授業後にとったアンケート結果

である(2019)。「とても思う」が6割、「思う」が4割という結果になった。どの児童にとっても「コンピュータを使ってプログラミングすることが、将来役に立つであろう」という見通しをもって学習を終えていることが分かる。

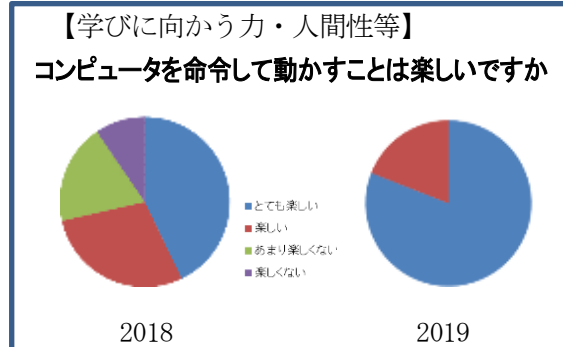
(1) ロボホン(2019)



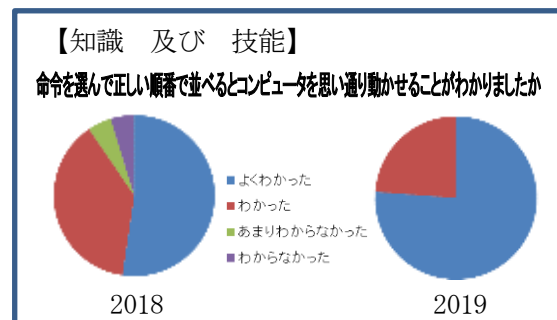
ロボホンの実践では、上記4つのグラフの通り、肯定的な回答が多数を占めた。自分の意図したとおりに動かせた(動かせなかった)ことが、仮想現実ではなく現実世界で『見える化』されることが、このアンケート結果に結び付いたと考えられる。



(2) Blockly Games(2018、2019)



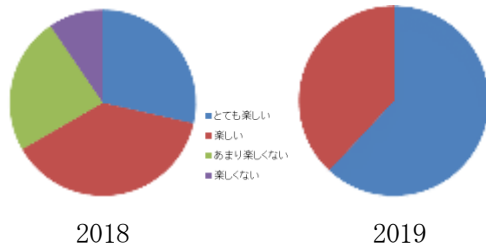
2018 年の調査では「とても楽しい」「楽しい」と答えた児童が7割近くに上った。2019 年では、「あまり楽しくない」「楽しくない」といった否定的な回答はなかった。これは、昨年度にプログラミング教育の授業を経験している児童が多かったことも関係していると考えられる。



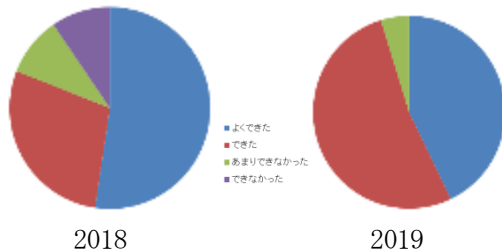
ビジュアル型プログラミングでは、命令ブロックを「正しい順番で並べる」ことができれば、自分の意図したとおりに動かすことができる。ロボット教材のように実物が動かなくても、その動く様子が画面上で見られるので「あまり分からなかった」「分からなかった」と答えた児童がいなかったと考えられる。

【思考・判断・表現】

思い通りに動かすために命令の順番を考えることは楽しいですか



うまくできなかったときどこが間違っているのが探して直すことができましたか



ビジュアル型プログラミングのブロックを「正しい順番で並べる」ためには、順次・繰り返し・条件分岐の3つを使いこなす必要がある。特に【繰り返し・条件分岐】の2つは、高学年でも難しい傾向にある。

しかし、上記2つのアンケートでは「あまり楽しくない」「楽しくない」「できなかった」と答えた児童がいなかった。このことから、児童は「できない」ままにせず、試行錯誤する中で自分なりの『楽しさ』や『分かり』を得ることができたと考えられる。

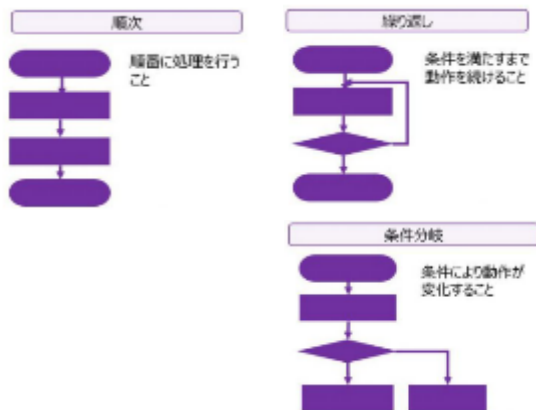
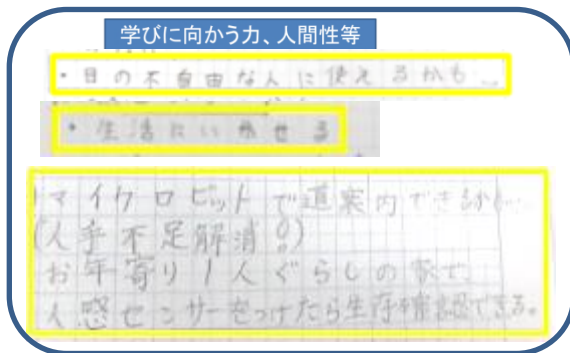
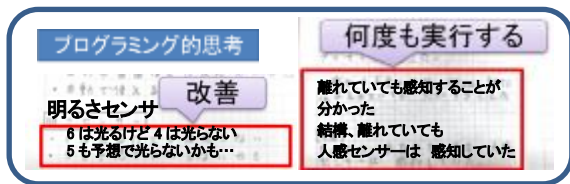
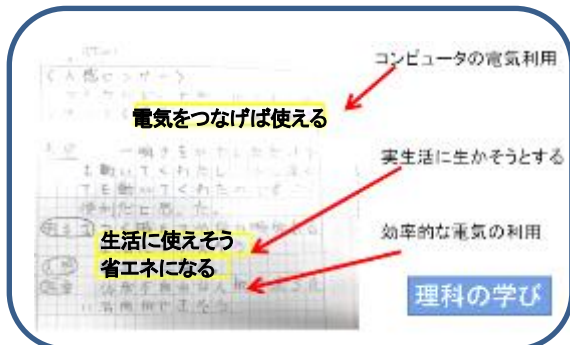


図 ベネッセのプログラミング教育情報 より

(3) 児童の振り返り(記述)より

①発電と電気の利用(6年理科)



②速さ(6年算数)

算数の学び

・授業を通して、速さの勉強がよくわかった。

プログラミング的思考

・プログラミングでは、学んだことを使って、いろいろなことができる。

学びに向かう力、人間性等

・自分でもアプリを作れるということがわかった。
・身の回りのいろいろなものをはかってみよう。
・コンピュータで計算すると、人間よりも早く計算でき、これからいろいろなことに役立っていくのかなと思った。

①も②も、各教科で分かったことだけでなく、コンピュータを使ったプログラミング教育の授業ならではの記述も見られた。また、「目の不自由な人に使えるかも...」「人感センサを付けたら(お年寄りの)生存確認ができ

る」「測ってみたい」「役立っていくのかな」といった『新しいものをつくりだそう』とする記述が多く見られた。

【課題】

児童生徒は、「順次」「反復」「条件分岐」といったプログラミングの根幹を成す考え方に馴染みがなく、また、思考の『見える化』を支援するためのビジュアル型プログラミング教材について、操作技能の積み重ねが不十分であると分かった。このことが、学習への意欲を妨げる一因となっている。

子供たちが5年生や6年生の学習時になって、初めてビジュアル型プログラミング教材に触れるという状況では、スムーズに授業が進行しないと思われる。そうならないためには、低学年からビジュアル型プログラミング教材に触れる体験を積み重ねておく必要があるといえる。

【成果】

プログラミング体験を取り入れた授業実践では、児童生徒の思考が『見える化』され、ねらい通りの結果が得られないときには、間違いを発見して改善しようする姿が見られた。また、授業後のアンケートからは、肯定的な回答が多く出た。「楽しい」「面白い」「うまくいかなかったときに試行錯誤したくなる」などの感想が、教室での授業よりも多く見られた。これらは、思考が『見える化』されたことで、自分の考えをさらによいものにしようとする児童生徒の主体性が高まったからだといえる。

5 おわりに(今後の展望)

昨年度の初めに「考えの組み立てや改善が見える授業を通して」という研究主題のサブテーマを設定したとき、このテーマでプログラミング教育の本質にせまることができるのか、不安な部分を残したスタートであった。なぜなら、研究員は皆「プログラミング教育」という用語は聞き覚えがあったが、その教育の本質が何かについての見識が浅く、このテーマ設定への確証が持てなかったからである。しかし、2年間の実践研究を終えた今実感していることは、我々が設定したテーマはプログラミング教育の本質にせまるものであったということである。なぜなら、プログラミング教育を行う上で欠かせないビジュアル型プログラミング教材は、まさに「自らの思考の見える化」そのものだからである。また、コンピュータを使わないアンプラグド学習においても、児童生徒の思考のプロセスを付箋や短冊、フローチャート等で『見える化』する工夫が、児童生徒が改善点を見いだすことに大きく寄与していたからである。つまり、「考えの組み立てや改善の見える化」はプログラミング教育を取り入れた授業づくりに欠かせない要素であるといえる。

この結論を導くまでに費やした2年間は、我々研究員にとって大変かけがえのない貴重な経験となった。プログラミング教育に関する文献からの情報収集は個人でもできることであるが、他市の先進的な実践の視察や、研究員が行った実践や研究過程に対して大学教授の助言をいただける機会は、我々のプログラミング教育に対する見識を一層深めてくれるものであった。そして何よりも、我々が試行錯誤しながら考えた授業が実現できるよう、準備段階から周到に計画してくださった教育研修課のバックアップがあったからこそ、多くの実践を積み重ねることができた。

我々の研究員活動は今年度で一区切りを迎

えるが、今後は研究を通じて得た見識を、全市に広めていくことが命題であると感じている。

もう間もなくプログラミング教育の全面実施が始まるが、具体的にどのように取り組んでいけばよいのか多くの教員が不安を抱えている現状があるといえる。このような現場のニーズに応えるために必要なことは、まず「プログラミング教育コンテンツの充実」であると考え。つまり、プログラミング教育を行う上での指導案や実践例、プログラミング見本資料等、教員がいつでもアクセスして授業に必要なコンテンツが収集できる環境を整えることである。そうすることで、多くの教員がプログラミング教育に対するイメージをよりもちやすくなり、各校の情報活用能力のカリキュラム作成にも大きく寄与するはずである。

さらに、Chromebook や無線アクセスポイントの導入により、教室でプログラミング教育を行うことが一層容易になるため、新たな ICT 環境を生かしたさらなるプログラミング教育の実践も必要である。来年度も積極的に実践を重ね、プログラミング教育コンテンツのさらなる充実に努めていきたい。

そして、令和2年2月に文部科学省より「小学校プログラミング教育の手引（第三版）」が改訂された。その中で、IE-school において作成された「情報活用能力の体系表例」を参考にカリキュラムを作成することや、情報活用能力の中のプログラミング教育という視点の重要性についてさらに強調されているところである。これらのことを踏まえ、我々の実践が適切に位置付くモデルカリキュラムも今後整備していきたい。

6 参考文献

- ・内閣府「Society5.0」
www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- ・文部科学省「新学習指導要領解説」
www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm
- ・文部科学省「小学校プログラミング教育の手引」（第三版 令和2年2月）
www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm
- ・兵庫県版プログラミング教育スタートバック構築事業 HP
www.hyogo-c.ed.jp/~nakahari-bo/shinkou/jyouhou_puroguramingu.html
- ・播磨西教育事務所 HP
www.hyogo-c.ed.jp/~nakahari-bo/
- ・中川一史監修（社）ICT CONNECT 21
「小学校プログラミング教育導入支援ハンドブック」
ictconnect21.jp/document/prg_handbook/
- ・ベネッセ「ベネッセのプログラミング教育情報」
<https://beneprog.com/>
- ・黒上晴夫・堀田龍也
「プログラミング教育 思考のアイデア」
小学館
- ・小林祐紀・兼宗進・白井詩沙香・臼井英成
「小学校プログラミングの授業」 翔泳社
- ・高橋純・三井寿哉・内田洋行教育総合研究所
「すぐにできるプログラミング授業実践
ー小学校理科ー」 東洋館出版社