

# 小学生を対象としたプログラミング学習 カリキュラムの開発Ⅱ

## Development of programming learning curriculum that targets elementary school students Ⅱ

富永 直也・有野 靖一・中山 大輔

TOMINAGA Naoya・ARINO Yasukazu・NAKAYAMA Daisuke

### I はじめに

文部科学省は、小学校でのプログラミング教育の必修化を検討し「学習指導要領改訂中間まとめ」（2016年8月）においてプログラミング学習を取り上げ、2020年度からの新学習指導要領に盛り込む方向で議論を進めている。森ら（2014）は能動的な活動、特に協同的な活動を通じた新しい学びの場としてのワークショップを示し、ICTを活用した新しいものづくり教育の題材として、コンピュータとプログラムで動くものづくりに着目し、新たな授業の構築を提案している<sup>1)</sup>。

そこで本研究では、小学校での「これからの学習に必要とされるプログラミング学習」<sup>2)</sup>を取り上げ、総合的な学習の時間（以下、総合と示す）におけるカリキュラムと教材を開発し教育実践を行い評価することを目的とした。カリキュラムや授業設計において、筆者らは成田（2016）が示した『実践から構築され実践の中に潜む理論』と『理論から構築され理論的枠組みの中にある実践』の両者を含むイメージを描き、その両者を支え、その根源にあるものとしての哲学<sup>3)</sup>の三者をカリキュラムととらえることに注目した。成田（2017）はカリキュラムの定義（生成的定義2017.2.4）として「カリキュラムは、あらゆるひと・もの・こと、時間割で区切られた教科・領域等のつながり connection とつりあい balance、そして、それらを包み込み inclusion、異校種の教育を縦断かつ横断し続ける sustainability という、広くて深いホリスティック holistic な概念である」<sup>4)</sup>としている。筆者らは若手教員との協働で小中学校という校種間を超えた包括的なプロ

グラミング学習を公立小学校において実現することを目指しCAP, Do!サイクルをモデルにカリキュラム改善を進めてきた。

2014、15年は、高学年の教材としたライトレースカーの前段階となるセンサを中学年で取上げた。カリキュラムの構成はプログラミングの入力や外部ロボットの操作重視であったが、2016年はカリキュラム改善の視点を「児童の抽象思考」へと進め、中学年向け「プログラミングを考えよう」（全4時間）の実践を行った。

筆者らは小学校でのプログラミング教育の必修化を見据え、公立学校におけるプログラミング学習を充実させるためには児童の意欲的学習を促す授業づくりが必要だと考え、図1で示す授業のあり方についての考察を進めてきた。

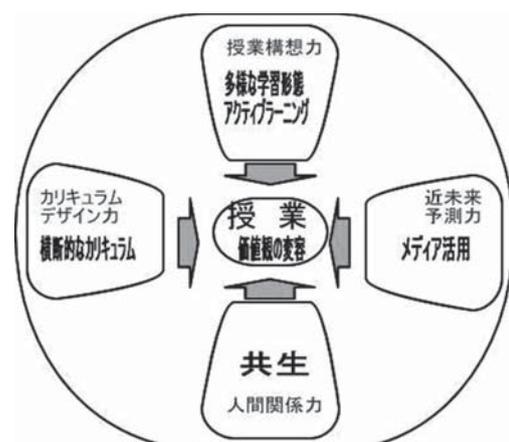


図1 授業の在り方

そこで、本実践では、児童が協働することにより、多様な手段や方法で、解答にたどり着くプロセスを見つけ出す授業づくりを目指すこととした。本稿では小学校における中学年のカリキュラ

ムと指導モデル及び教材の開発を行い、それらの有効性を検討し、その中間成果を報告する。

## Ⅱ カリキュラムデザイン

児童は個々の知識の伝達だけで満足できるものではなく集団における「話し合い」や「協働」の中、「共に考える」という行為の中で意欲を醸成するものである。また、こうして醸成された意欲は新しい行動を生み出す源泉となり、こうした学びの循環が「よい授業」を形成していく。

筆者らは従来の「知・徳・体」という学校教育における学びの主題から「ひと」「もの」「自然・社会」という新しい知識基盤社会における学びの主題への展開が必要だと考え、児童の学びへの要求を満たす新たな学びが生徒の行動化を生み、行動の中での自身へのふりかえりが新たな価値となり意欲の醸成につながるとする学びの構造を、図2のように考えた。

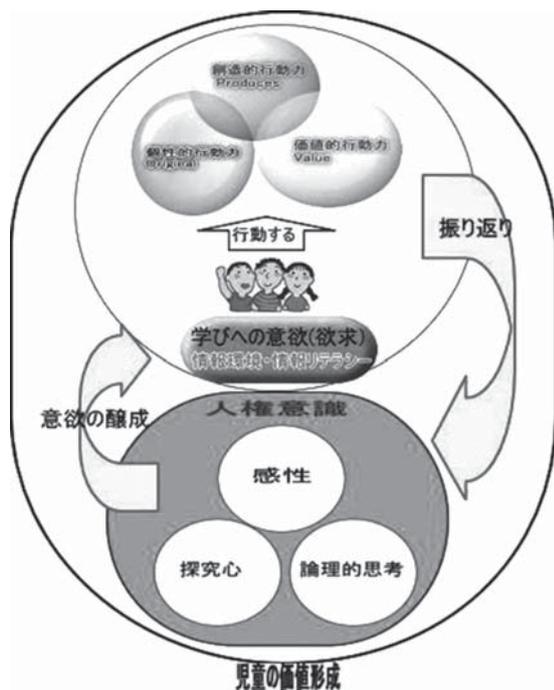


図2 学びの構造

本カリキュラムでは、低学年において視覚的に学べるブロックプログラム言語でシミュレートするWebサイトを利用してプログラミングの楽しさを知り、中学年で回路の学習で「チップ(IC)」のロジック(プログラム)を読み取ることを学び、高学年の協働作業としてのライトレースカー競技に結びつけるという体系を構想した。

楽しみ実践することを通して「なぜ、こうなるのだろう」という疑問が生まれる。そこで、解決のために能動的に試行錯誤をし、他者の意見を聞くなど協働の必然性が生まれる。さらに協働により仲間とともによりよいものを創造し、共に創る喜びを見出していこうとする姿勢を生みだし、創りあげたモノを相互評価し、振り返ることで、さらに新たな問いが生まれ、意欲と行動につながると考えた。

すなわち、一つの正答にたどり着くスタイルから、協働しながら多様な手段や方法で課題解決のプロセスを見出していくことがこれからの授業の在り方であると考え、筆者らはプログラミングを理解し、そのスキルを身に付けることだけがプログラミング学習の目的ではなく、プログラミングを通して論理的な思考方法としてのアルゴリズムも含め21世紀型スキルを子どもたちに身に付けさせていくことが、プログラミング学習本来の目的であるにとらえている。

### 1 学習目標の設定

小学校における総合でのプログラミング学習の学習目標をそれぞれの学年実態に合わせ表1のように設定した。

表1 学習目標

学年	目標
低学年 (1・2年)	「楽しむ」 ・道具を使いモノを作ることを楽しむ ことで創造的な感性をはぐくむ
中学年 (3・4年)	「まなぶ」 ・道具が動く仕組みを考えその構造を 学ぶことで創造に必要な知識やスキル を身につける
高学年 (5・6年)	「協働する」 道具を協働で製作し動かすなかで共に 創造することの喜びを感じる

さらに、目標に基づき生活科及び総合での「学習指導計画」と「授業計画」を作成した<sup>5)</sup>。生活科と総合との系統性について、カリキュラムから関連性を読み取ることが難しいという課題があり、生活科及び総合における「学習指導計画」における系統性が必要であると考え、表2に示す「学習指導計画」(2017)では、生活科の学習目標も表記している。

表2 学習指導計画（2017）

学年	教科・配当 めあて	内容	関連教科（目標）	時数
低学年	1年 又は 2年  生活科  ブロックで 楽しもう	・「スクラッチ」のシュミレーションサイトでブロックを重ねることや光る動くことを楽しむ ・身近な素材を用いて楽しい創作活動をする	1年 図工科 つくってあそぼう 児童がプログラミングと図工科・生活科での既習知識との関連を重視した体験的な取組 Webサイト <a href="https://studio.code.org/flappy/1">https://studio.code.org/flappy/1</a>	2
			「スクラッチ」を利用したブロック教材利用	2
中学年	3年 又は 4年  総合的な学習の時間  ソーラーライトを作ろう	・児童がプログラミングを学ぶことを通し理科学習での既習知識との関連に気づき、新しい知識を得る意欲の醸成と実験やモノづくりを通して協働することの大切さに気づく	・回路の仕組みを考えよう。 ・ソーラーライトの仕組みを考えよう。 ・ソーラーライトを作ろう。 ・チップの仕組みを考えよう。 (4年理科電気の働き) (4年理科太陽電池) (4年理科自動車作り) (6年理科蓄電池)	4
高学年	総合的な学習の時間  5年 みんなで考えよう  6年 みんなでコンテストをしよう	・ものづくりを通じたグループワークにおける「協働意識」の育成を行う。 ・試行錯誤することを通してより良い結果の実現のためにみんなで協力する喜びを知る	・児童用グループウェア（スタディノート）のプログラミング機能とロボット教材を利用した制御の初歩学習 ・ゲーム的な要素を取り入れた学習活動を通して「協働して作り上げることを意識する」。 (5年理科電気の利用) (6年理科コンデンサ自動車作り)	4
				4

学習指導計画における各学年での目標は、隔年での実施を想定している。低学年の目標を「楽しむこと」と設定し、「生活科」でブロックや工作材料を組み合わせる創作活動を行うことやWebサイトによるシミュレーションを想定し、低中高学年の目標を設定している。高学年の小学校（6年生）と中学校の想定は小学校と中学校の「小中連携」を考慮したものとしている。

## 2 中学年 学習指導計画

理科での既習知識との関係性を深めるために、関連単元の学習時に並行学習することなどを目指したが、関連単元との統合が課題となり、2014年に実施した研究実践では小学校の児童に学ばせたい知識に対応した機能に特化された教材が見つからず、多機能で複合的な機能を持った中学校用教材で代用した。2014年に実施したカリキュラムで注目すべきことはシミュレーションソフトの活用であった。

すぐに実験させるということを目的とせず、シミュレーションソフトを活用することで「想定する」、「予想する」、「確かめる」という学習活動が実現でき、有効であった。

しかし、カリキュラムとしては、想定した内容が知識学習としての要素が強くグループ編成は通常の学習班をもとにして、5ないし6人のグループ編成を行ったため、協働場面があまり見られなかった。このグループ編成は教材を購入する費用面での課題も影響しており、学習環境の充実のためには、教材の数量や価格に関しての検討も今後必要になると想定している。

また、2014年での実践から、抽象思考の芽生える中学年の学びにおいて、「すぐに動かす」という操作を重視することより、より「どのように動かすかを創造・予測する」「なぜ、命令したとおりに動かないのか」を考えること、また個の学びを他の児童が共有化し相互に評価や改善点の指摘ができるという総合における学年別の学習目標に則すことが重要であると考え2016年に表3で示すように中学年の指導すべき内容を変更した。

表3 指導内容の変更

	2014年 指導内容
第1時	USB 接続での制御の仕方を知ろう
第2時	日常生活の中のロボットを探そう
第3時	センサの使い方を知ろう シュミレーションソフトの利用
第4時	いろいろな場所の温度や照度を測ろう

	2016年 指導内容（学習目標）
第1時	回路について気づかせる。
第2時	ソーラーライトがどんな仕組みになっているか考えさせる。
第3時	ソーラーライトモデルを作成させる。
第4時	チップの働きを考えさせる。

### 3 4年生 指導案

指導すべき内容（指導目標）をふまえ、全4時間の学習指導案を作成した。

表4 回路について考えよう

総合的な学習の時間 学習指導案

単元・教材名 プログラミングを学ぼう

本時の目標 (1/4)  
【活動への意図】学習課題に興味を持ち、積極的ににかかわっていかうとする。

本時の展開 (1/4)

過程	指導内容	学習活動	指導形態	指導上の留意点	教材・教具等	評価
導入	理科の既習内容の振り返り	身の回りにおけるコンピュータの存在に気付かせる。それらの元となるのが電気を流す「回路」であることを気付かせる。	全体	普段意識していない「コンピュータ」の存在に気付かせる。そのほとんどが電気によって動いていることを確認し、電気を流す回路の存在を想起させる。		【評価規準】 【活動への意図】学習課題に興味を持ち、積極的ににかかわっていかうとする。 (活動・意図)
	めあての確認	今回のめあてを確認する。	全体	今回の学習の見通しを持たせる。		【評価規準】 【活動への意図】
展開	グループでの話し合いと全体の交流	グループで話し合いながら回路のイメージ図を書き、回路が電気を流す条件について振り返る。	グループ	理科の既習内容の確認しながら話し合いを進めよう伝える。		【評価規準】 【活動への意図】
	グループでの実験	基本形以外の回路でも電気が流れることを知り、決められた条件の中でどうすれば回路が作れるのかを考える。	グループ	各グループに「豆電球」「電池」「導線」それぞれ1つずつ配布して、どうすれば電気が流れるのかを考えながら実験をさせる。	豆電球 電池 導線	【評価規準】 【活動への意図】
まとめ	本時の振り返りと次時の予告	今回の学習の振り返りを行い、次回の学習の見通しをもつ。	全体	身の回りに、基本形以外の回路で電気が流れている道具がたくさんあることを知らせ、次回の予告をする。	懐中電灯	【評価規準】 【活動への意図】

1時間目、「回路について考えよう」(表4)では普段意識していない身の回りにおけるコンピュータの存在や、それらの元となるのが電気を流す「回路」であることに気付かせ、回路についての関心を高めるために、各グループに「豆電球」「電池」「導線」それぞれ1つずつを配布して、どうすれば電気が流れるのかを考えながら実験をさせる。

表5 自動で動くものを考えよう

本時の目標 (2/4)  
【活動への意図】学習課題に興味を持ち、積極的ににかかわっていかうとする。

本時の展開 (2/4)

過程	指導内容	学習活動	指導形態	指導上の留意点	教材・教具等	評価
導入	理科の既習内容の振り返り	前時に学習した内容を振り返る。	全体	基本形の回路だけでなく電気が流れることを思い出させる。		【評価規準】 【活動への意図】
	めあての確認	身の回りに電気が流れることによって自動で動くものがあることに気付かせる。今回のめあてを確認する。	全体	「自動ドア」を例に挙げ、身の回りには、自動で動くものがたくさんあることに気付かせる。	懐中電灯 電池 影印機	【評価規準】 【活動への意図】
展開	個人での思考	身の回りにおける「自動で動くもの」を考える。	個人	平日や休日の1日の生活を振り返らせ、身の回りにおけるものを想起させる。	ワークシート	【評価規準】 【活動への意図】
	グループでの話し合いと全体の交流	個人で考えたことをもとにグループで話し合い、ホワイトボードにまとめる。	グループ	一人ひとりが自分の意見を伝えられるようにする。	ホワイトボード	【評価規準】 【活動への意図】
	情報の収集	パソコンを使って、「自動で動くもの」を検索する。	個人	普段気に留めていなかった「自動で動くもの」について改めて気付かせる。想像している以上にコンピュータや「自動で動くもの」に運ばれて生活していることに気付かせ、その仕組みについて興味を持たせる。	パソコン	【評価規準】 【活動への意図】
まとめ	本時の振り返りと次時の予告	今回の学習の振り返りを行い、次回の学習の見通しをもつ。	全体			【評価規準】 【活動への意図】

2時間目、「自動で動くものを考えよう」(表5)では「自動ドア」を例に、身の回りには、自動で

動くものがたくさんあることに気付かせることから、身の回りに電気のはたらきによって自動で動くものに注目させる。次に行うソーラーライトの回線づくりへの動機付けを意図している。

表6 ソーラーライトを作ろう

本時の目標 (3/4)  
【課題を追求する力】グループで話し合い考えながら、役割を分担して「ソーラーライト回線モデル」を製作する活動ができる。<活動・意図>

本時の展開 (3/4)

過程	指導内容	学習活動	指導形態	指導上の留意点	教材・教具等	評価
導入	前時の学習の振り返り	前時に学習したことを振り返る。	全体	前時に学習した「自動で動くもの」についてや、理科の既習内容である。「光電池」について振り返らせる。	懐中電灯 ソーラーライト デジタルテレビ	【評価規準】 【課題を追求する力】グループで話し合い考えながら、役割を分担して「ソーラーライト回線モデル」を製作する活動ができる。<活動・意図>
	話し合い	懐中電灯になく、ソーラーライトにあるもの考える。	全体	「自動で動く」というキーワードに気付かせ、自動で動く機器は全て生命を事前に組み込んでいることを知らせる。		【評価規準】 【課題を追求する力】
	めあての確認	自動で動く生命を「プログラム」ということを知り、今回のめあてを確認する。	全体	目標、見通しをもって主体的に活動できるようにする。		【評価規準】 【課題を追求する力】
展開	グループでソーラーライト回線モデルの制作	グループで名称と配置について補助プリントで確認し、グループで話し合いながら「ソーラーライト回線モデル」を製作していく。	グループ	グループの中で、「パーツをつける人」、「確認する人」の役割に分かれて、話し合いながら製作をする。	パーツ表 補助プリント	【評価規準】 【課題を追求する力】
まとめ	本時の振り返りと次時の予告	今回の学習の振り返りを行い、次回の学習の見通しをもつ。	全体	完成した「ソーラーライト回線モデル」の動作確認を行い、自動的に生命する仕組みである「プログラミング」を理解させる。また、次回1つずつパーツの役割について考えていくことを伝える。		【評価規準】 【課題を追求する力】

3時間目、「ソーラーライトを作ろう」(表6)では理科の既習内容である、「電池」「光電池」について振り返らせ、懐中電灯とソーラーライトを提示しながらその仕組みの違いや回路の違いに気づかせるため回線モデルをグループで製作する。製作場面では完成させることも大切だがそのプロセスで協力し合うこと、役割を果たすことの大切さに気付かせるという探究における協働の大切さを意図している。理科における教科学習の学びと協働して一つのものを作り上げる協働の意識が総合的な学習の目指す部分であり、教科、教科外を横断して学ぶ場面であると考えた。全四時間のプログラミング学習で中心となる時間である。

表7 チップの役割について考えよう

本時の目標 (4/4)  
【情報活用能力】【表現する力】グループで話し合った内容をスタディーノートにまとめ、発表することができる。<活動・発言・スタディーノート>

過程	指導内容	学習活動	指導形態	指導上の留意点	教材・教具等	評 価 (評価の観点の) 評価方法
入	前時の学習の振り返り	前時に学習したことを振り返る。	全体	・前時の製作作業やソーラーライト回線モデルの動作について振り返らせる。	ソーラーライト回線モデル	【評価観点】 【情報活用能力】 【表現する力】
	パーツの役割の確認	前時に製作した「ソーラーライト回線モデル」のパーツそれぞれを名称と役割を確認する。	全体	・前時に製作した「ソーラーライト回線モデル」を使い、LEDが点灯する。「LEDが点灯」に関しては「電線のカラーアップパーツ」として伝える。	パソコン 実物投影機	グループで話し合った内容をスタディーノートにまとめ、発表することができる。<活動・発言・スタディーノート>
展開	めあての確認	「チップ」の役割に疑問を持つ。	全体	・目標、見通しをもって主体的に活動できるようにする。		【学習態度】 【学習意欲】
	チップの役割について考えよう。					
閉	話し合い	グループで話し合いながら、チップの役割を考える。	全体	・グループでスタディーノートを活用しながら、チップの役割について話し合わせ、まとめさせる。	パソコン	グループでの話し合いを積極的に進める。効果的な方法でスタディーノートにまとめ、発表することができる。
	交流	グループでまとめた考えを全体で交流する。	グループ	・スタディーノートを活用しながら自分の考えを、他のグループの考えと比較しながら聴くよう指導する。		【学習態度】 【学習意欲】
まとめ	模範演習	スマートフォンの遠隔操作による模範演習を見せ、プログラミングの今後の可能性と活用方法についてアイデアを出し合う。	全体	・アイデアを膨らませ、自由な発想で活用方法を考えられるよう導く。 ・コンピュータの仕組みやスマートフォンの仕組みへの興味を持たせることで次の探究への意欲を高める。	iPhone	パーツ1つずつの役割を丁寧に確認する。また、聴く人が分かりやすい構成になっているか確認しながらまとめさせる。
	本時の振り返りとまとめ	今回の学習の振り返りをし、単元のまとめをする。	全体	例題ない日常の中に、様々な形でコンピュータやロボットがあることを改めて実感させ、今後さらに発展し、広がっていく可能性について考えさせる。		

4時間目、「チップの役割について考えよう」(表7)では全4時のまとめとしてスマートフォンによる乾電池の遠隔操作を教師が演示し、プログラミングの今後の活用方法についてアイデアを出し合うとした。

最後に評価に関して述べる。今後も検討が必要となる事項であるがプログラミング学習における単元の評価規準を表8で示す。

表8 単元評価基準 (2017 山本 寿)

よりよく問題を解決する資質や能力	学び方やものの考え方	主体的、創造的、協同的に取り組む態度	自己の生き方
日常生活にあるプログラミングについて興味関心を持ち、自分との関連において学習課題を設定し解決することができる。	他教科の既習事項を活用し、プログラミングの仕組みについて考えることができる。	課題を自ら設定し、他者の考えを参考にしながら協働して追求方法を工夫したり、新たに解決方法をつくりだしたりすることができる。	自分の生活や未来と関連させながら、プログラミングの可能性や活用方法について考えることができる。

### Ⅲ 教材と授業実践

授業は図3で示すように理科室で行われた。理科室を利用したのは理科学習との関連を意識した

部分もあるが、協働での作業を行う作業スペースとしての理科机が適切と判断している。



図3 授業風景

図工室では木屑等があり、今回の作業には適せずコンピュータ教室では十分なスペースが確保できなかったことが理由である。児童は理科における「回路」の学習で懐中電灯については、スイッチのON、OFFにより電気がつくことを学んでおり、こうしたことをヒントに学習における「考え（思考）」を深めることを想定している。

前期の理科の授業で学習した乾電池での実験が懐中電灯の仕組みとして働いているという理解は、既に児童の身についている。教材の事前準備としては指導案作成後、第2時の授業までに学習班での係り分担（「指示係り」「作業係り」「確認係り」）の決定及び補助プリント作成が必要であると考えた。

教材は図4で示すようにそれぞれパッケージに事前に梱包されている。電池を別梱包としたのは、最後に着けることを意識させるための安全面での配慮である。

筆者らは今回の回路の実験における危険要素として、誤配線による電池のショートを認識していた。また小さなパーツがあるため紛失しないための工夫も必要であると考えた。



図4 パッケージ化された教材

2016年の授業では懐中電灯とソーラーライトの現物を準備している。まず、ソーラーライトの現物を提示し、それがどんな働きをしているのかを考察させる。同様に身近なものの中で「何もしないのに、何かが起こる」ことに対する気づきを持たせることからはじめ、さらに「スイッチがないのに自動的にスイッチが入ること」への疑問からその仕組みへの興味や関心を引き出すこととした。

このような児童に生まれた関心や意欲をさらに高める仕掛けとして、「回路」の学習を思い浮かばせながら自分が説明できる図を描かせた。さらに教師が図5「回路モデル」を提示することにより各パーツの働きに注目させ、それぞれの働きを予想する。

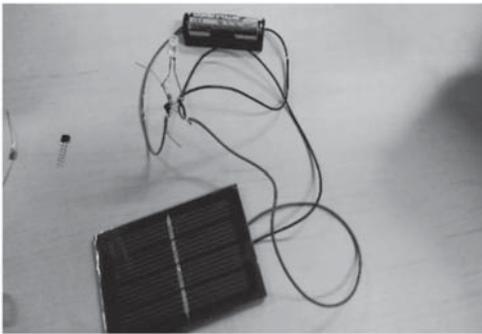


図5 回路モデル

ここでは点灯させることを目的とせず、豆電球の「回路」から「懐中電灯」の働きを想定したように、ソーラーライトの「回路モデル」から「ソーラーライト」の機能が想定できるという点に児童を注目させる。

そのために「ソーラーライト」の太陽電池モジュール（以下ソーラー）部分を実物や画像で拡大提示するなどの工夫を行った。各パーツについては①「豆電球」が「LED」になっていること②「ソーラー」という太陽光を電気に変える仕組みがあること③電池は「蓄電池」として電気を蓄えている入れ物であること④「インダクタ」に関しては「電池のパワーアップパーツ」として児童に伝える⑤児童に注目させるのは「LEDコントローラー」（LEDドライバIC CLO116）のチップである。という説明を行う。

筆者らはこのチップ「LEDコントローラー」（LEDドライバIC CLO116）の働きを児童が考

えることが「自動的に命令をする（スイッチを入れる）仕組み」としてプログラミングを理解していく第一歩と考えた。こうした基礎理解をクラスの児童に一定認識させた上で「ソーラーライト回線モデル」の製作作業に入る。この場面で従来の多機能な市販教材は価格面、操作面ともに課題があり必要な各パーツに特化して教材化することとした。特に図6で示した基盤への接続に関しては、小学校児童の操作でどの程度可能なかは未知数であった。

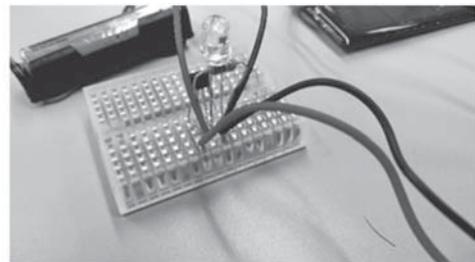


図6 基盤への接続

そこで視覚化できる図7完成モデルを事前に作成した。さらに図8児童用補助プリントを作成している。

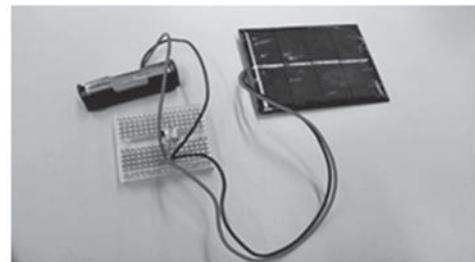


図7 作成教材の完成モデル

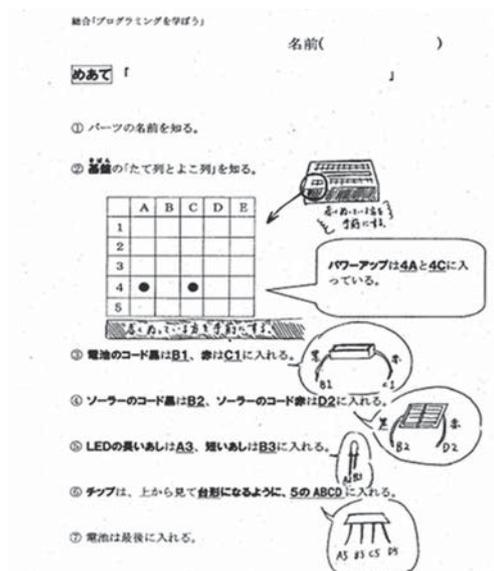


図8 補助プリント

これらの、補助資料や完成モデルは次に示す図9回線図に基づき作成している。

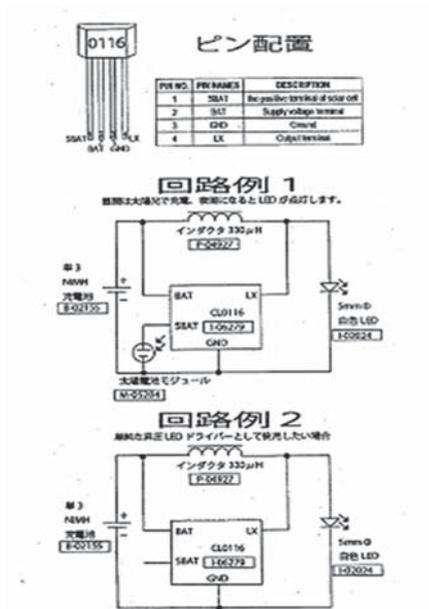


図9 回線図

事前の準備作業の中で、児童の基盤の縦と横の位置関係の認識が授業の大きなポイントとなることに気づき、児童用の配布プリントには「手前に赤い色が塗ってある面を置く」という指示が付け加えられている。児童への指示や配布プリントでは児童の発達段階を考慮し表9に示すように専門用語を避け、「LEDドライバIC」は「チップ」、「マイクロインダクタコイル」は「パワーアップ」と児童が覚えやすい用語に簡略化した。

表9 用語の対応表

正式な呼び方 ①LED ドライバIC	②マイクロ インダクタ	③電池ケース	④太陽電池モジュール
児童用 用語 ①チップ	②パワーアップ	③電池ケース	④ソーラー
正式な呼び方 ⑤白色LED	⑥充電電池	⑦基盤	
児童用 用語 ⑤LED	⑥じゅう電池	⑦きばん	

また、黒板提示を行うため教材完成図及びソーラー等拡大提示用のパワーポイント資料と各パーツを拡大しラミネート処理を行った。教員は、前時における授業の確認時や、本時の目当てをの提示時に、拡大したパーツの写真を示し再度、呼称

の確認を行い板書した。ここでは用語を統一して教師の指示が的確に見童に伝わるために、先述の簡易な用語を用いている。さらに教師による演示作業の拡大提示用に大型プロジェクタと書画カメラを用意している。



図8 板書

児童は事前に配布されているプリントで各パーツの確認を行った。係り分担が事前に行われており学習時のルールとして、児童はプリントでの課題の確認→課題の解決→プリントへの書き込みが行われ、係りの役割を可視化させることで作業を効率的に行っている。

授業における ICT 機器の活用場面としては、プロジェクタと書画カメラによる作業内容や細部での作業を提示することにより児童の理解を助けている。また、授業の進行管理にはカウントダウンタイマーが用いられ、作業時間を児童が意識することにより、メリハリのある授業進行が行われている。



図9 カウントダウンタイマーの活用

しかし、すべてを ICT 機器に頼ることは、突発的な事態が派生したときに対応が難しく、今回の授業においても「基盤が小さくて、導線を入りにくい」という児童の声があり、急遽、ルーペを各班に配布した。

本研究実践では、必要とした教材の特性として、多機能であるより特化された機能と安全性が必要

であったと考えている。2014年、2015年に使用した多機能な市販教材は、小学生が使用するには作業が煩雑であると感じ、小学校中学年のめあてに適切な教材を求めてきた。

研究実践を進めるなかで、カリキュラムの開発とともに教材や教具に対する研究の必要性を感じている。市販コンテンツの多くは、電子工作としての意味合いが大きく、筆者らは「操作する」「作ること」だけを学習目標とすることは、低学年での取り組みには有効だと考えているが、中学年で「考えること」を目的とした学習内容を形成するには不十分な点があると考えている。

#### Ⅳ 授業アンケートから

授業研究を行った第4学年担任は経験8年目の図工が得意な若手教員である。児童数は31名、事前の担任への聞き取りでは「児童は、男女が大変仲がよく活発で、休み時間にはほとんど外に出てサッカーをしたり遊具で遊んだり、体育館でドッジボールをしたりする。想像を膨らまし、自由に『創る』という活動には意欲的で、図画工作科で絵を描くなど、工作をする活動は積極的に行っている。」「理科に対する意欲も比較的高い。座学より、みんなで実験や観察をする学習に意欲を示している。」「特徴として、『自分の意見を通したい』という傾向が男女ともにあり、相手の立場に立つことや、譲り合う」という部分での課題を担任は感じている。こうしたことがトラブルにつながるということも多々ある小学校中学年『らしい』といえ『らしい』クラスである」と述べている。

子どもたちの機器活用スキルとしては「コンピュータに対する興味、操作への意欲は全体的に高いが、インターネットの基本操作や、ローマ字打ちの基礎を学ぶという基本的な操作しか経験がない。パソコンに触れたりスマートフォンに触れたりという経験は各家庭の状況により、それぞれに差がある。スマートフォンを持っている子は、ほぼいない。生まれた時から身の回りに『自動で動くもの』が溢れている世代なので、それらの動作や仕組みに対する疑問を持っている子は少ない。」としている。総合的な学習の時間における

プログラミング授業の取組を通して「普段気にしていなかったけど、よく考えたら、という気付きや疑問を引き出していきたい。」とし、総合的な学習の時間では「興味や意欲に繋げ、この先の未来を想像できる良い機会したい」と考えていた。授業後に児童への質問紙調査を実施した。

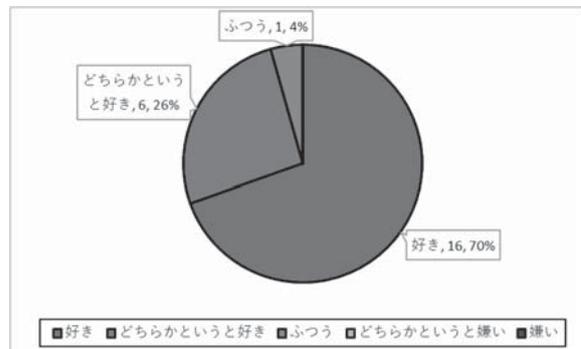
実施日は2016年12月、京都府公立小学校4年生 23名回収

#### アンケート項目

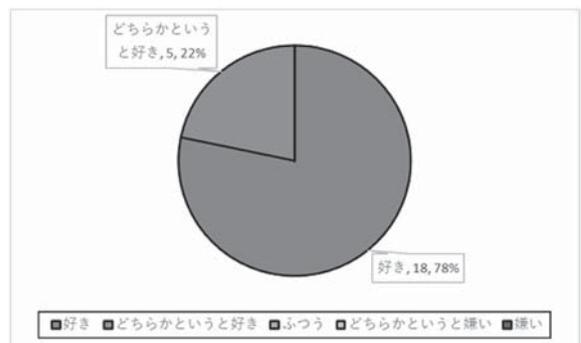
- 1 理科の授業は好きですか
  - 2 図工の授業は好きですか
  - 3 プログラムについて興味を持ちましたか
  - 4 このプログラムについての勉強は大人になってから役に立つと思いますか
- 自由記述

以下に結果を示す。

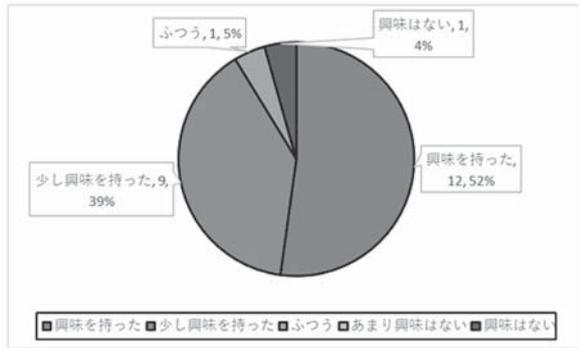
#### 1 理科の授業は好きですか



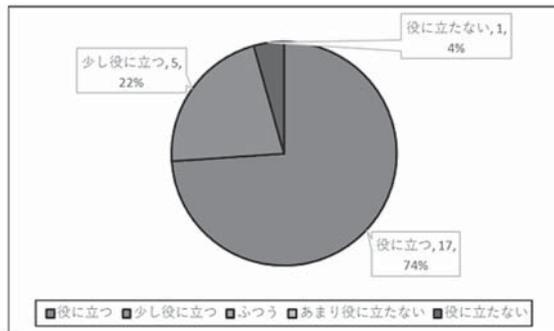
#### 2 図工の授業は好きですか



### 3 プログラムについて興味を持ちましたか



### 4 このプログラムについての勉強は大人になってから役に立つと思いますか



アンケート項目の関連性を見るために、相関係数を計算した。

#### Correlation Matrix

df= 1 & 21 n=23

	理科	図工	興味	将来
理科	-	0.237ns	0.321ns	0.166ns
図工		-	0.431*	0.247ns
興味			-	0.771**
将来				-

結果は、「プログラムについて興味を持ちましたか」と「このプログラムについての勉強は大人になってから役に立つと思いますか」の間には、有意な正の相関が見られた。(r=0.771、F=30.78、p<0.1) 相関の強さは相当強いといえる。「図工が好き」と「プログラミングに興味がある」の間にも、有意な正の相関が見られた (r=0.431、F=4.8、p<0.1) 相関の強さは弱い。

この結果は2014年に小学校2校2クラスで実施した同様の授業実施後のアンケート(4年生54名)「プログラムについて興味を持ちましたか」と「このプログラムについての勉強は大人になっ

てから役に立つと思いますか」の間に、有意な正の相関が見られた (r=0.626、F=33.49、p<0.1) 過去の実践の結果分析と類似している。

#### Correlation Matrix

df= 1 & 52 n=54

	理科	図工	興味	将来
理科	-	0.015ns	0.023ns	0.056ns
図工		-	0.169ns	0.056ns
興味			-	0.626**
将来				-

児童は、プログラミング学習に興味を持つことにより将来役に立つ勉強をしているという意識を持つと考える。

児童のアンケート(自由記述)からは

- ・いままで知らないことや、作り方、物の名前がわかった。作業を班で一緒にやって楽しかったです。チップの働きってこんなやったんやと初めて知りました。
- ・総合の授業で回路みたいなものを作って楽しかったです。難しいと思っていただけで作ってみたら思ったより簡単でした。
- ・明かりがついたとき、とてもうれしかったです。針金みたいなものを差し込むところが難しかったけど面白くて勉強になりました。
- ・プログラミングってこんなものなのかと思いました。何回か失敗して初めて明かりがつくまで心配していましたができてよかったです。チップの中で判断して自然につけられるのはすごいと思いました。
- ・私は細かい作業が苦手だったけど、少しできた部分もあって、私にはちょうどいい勉強になったと思います。前はプログラムというものに全然興味がなかったけど、興味が出てきてよかったです。LEDがついて、成功できてよかったし、大人になって、今と違ういろいろなものができた時にも、そのしくみがわかるからよかったと思いました。
- ・つくった時はとても楽しかったし、手で覆っただけなのに電気がついて、すごかったです。私もプログラミングして何かを作りたいと思いました。

・回路を作って実験で明かりがついたのですごいなと思いました。はじめは知らなかったことをどんどん知っていくうちに楽しくなってきました。細かい作業があまり好きではなかったけどこの勉強はすごく楽しかったです。

・家でよく見る、ソーラーライトの回路が作れてすごく楽しかったです。最初明かりがつかなくてどうしてかなと思ったけど、暗いところで明かりをつけなさいという命令がチップに入っていたんだとわかった時すごく楽しかった。

・初めてパーツというものを見ました。初めて見るものばかりで楽しかった。

・自分たちで初めて「ソーラーライト」の仕組みを作りました。総合の「ものづくり」の授業はこんな風なんだなあって思いました。大人になってもチップやパーツを使って回路を作ることを一人でできたらなあと思いました。プログラミングの学習は大人になってもみんなの役に立つかもしれないと思いました。

・プログラミングの勉強は、作るだけだと簡単すぎてつまらなかったけど、パーツやチップの仕組みを考えていくとプログラミングのことがよくわかりました。授業が始まった時からチップのことが気になっていたからです。僕はロボットや工作が大好きなので、将来工作づくりをしようかと思っています。だからプログラミングのことを習ってよかったと思います。

・はじめプログラミングって何って思っていました。三時間目の時、私はチップを付ける役でした。Hちゃんが最後に電池を入れて、でき上がった時、くらい場所にもって行って明かりがついたときに私は少し感動しました。

・ぼくは最初プログラミングというものを知らなくて興味もなかったけど、勉強していくにつれてプログラミングにとっても興味を持ちました。僕はこの仕組みを使って将来すごい発明をしたいです。

・僕は物を作るのが好きなのでソーラーライトの仕組みを作ったのは楽しかったです。この授業でいろいろなことが分かった。基盤、LED、パワーアップ、ソケット、乾電池、光電池の働きなどがわかってすごくうれしいし、楽しい授業だった。プログラミングのことをもっともっと興味を持って新しい発明を試してみたいです。

との肯定的な記述が多くみられた。

## V まとめ

実践研究を通し、筆者らは初等教育における総合や生活科の学習という教科・教科外の領域での経験や体験こそ教科学習の意欲を生み出すという副次的な効果があると考え、プログラミング学習に取り組んだ。今後、特にアンケートで相関が見えた「図工」との関係を目し、検証を深める必要があると考えている。今回のカリキュラムを開発においては、児童が無条件で楽しいという実感を経験し「楽しむこと」から得た経験について「なぜという問い」を生み出し、他者の意見を聞き「ふりかえり」、「新たな問い」を生み出していくという系統的な「学び」、そして「仲間とともに何かを作り出す」という「協働」による授業の構築を目指したが、「協働」に関しての更なる検証が必要であり、中間報告とする。

## 【註】

- 1) 森秀樹他, Cricket を用いた小学校ワークショップ型ものづくり授業カリキュラムの開発, 2014年, 大阪大学教育学年報, pp111-121
- 2) 文部科学省, 学習指導要領改訂中間まとめ, 2017年8月
- 3) 成田喜一郎, カリキュラムデザイン研究の現在, 2017年, 最終講義ノート, p10
- 4) 成田喜一郎, カリキュラムデザイン研究の現在, 2017年, 最終講義ノート, p1
- 5) 小学生を対象としたプログラミング学習カリキュラムの開発, 2016, 富永直也, 立命館大学, 教職研究紀要第4号 pp81-90