

小中連携のプログラミング教育のカリキュラム開発と評価

キーワード プログラミング教育 カリキュラム 論理的思考力 アクティブラーニング

学校名 下越情報教育研究会（新潟市立白山小学校内）

所在地 〒951-8053
新潟県新潟市中央区川端町1丁目1番地

ホームページ
アドレス <http://sannaka-kite.net/>

1. 研究の背景

国際社会においてAIやIoT、クラウド化やビッグデータなど、身の回りにある情報通信技術の革新進化のスピードが年々増している。そんな第4次産業革命が日本社会にも大きな波となって押し寄せてきている。

日本においても、政府が2016年4月に「産業競争力会議」を開催し、小学校からプログラミング教育を必修化しICTを活用するとした。

学校教育での喫緊の課題は、2020年に施行される新学習指導要領実施に向けた準備である。外国語活動の中学年での実施や道徳の教科化も注目されている。一方、高度情報化社会にあって、世論でも大きな関心が集められているのが、初めて義務教育で導入されるプログラミング教育である。プログラミング教育によって未来社会に必要とされる論理的思考力や創造性・問題解決能力等の育成が目指されている。しかしながら学校現場では、多くの教員が教員養成の段階でプログラミングを学んできていないのが現状である。また、プログラミングを取り入れた学習形態を試験的に実施している例があるが、数は多くない。ゆえにプログラミング教育のカリキュラムがまだ不十分な状況にあり、評価の方法についても同様といえる。先に導入された中学校「技術家庭科」でプログラミングは、現行の学習指導要領で行われているが、新学習指導要領で中学校のプログラミング学習もより高度化する。9年間のプログラミング学習の接続がスムーズに行われるように小学校段階でのプログラミング学習はどうあるべきか探る必要性があると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、上記のような背景から、小学校から中学校の義務教育を貫くプログラミング教育のカリキュラム開発を目的とした。本研究の目的は、次の2点である。1)新学習指導要領に明記されたプログラミング的思考を培う算数や理科、総合的な学習の教科を含んだ小学校の低学年から中・高学年及び中学生に渡るプログラミング教育のカリキュラム試案をカリキュラムマネジメントに基づいて作成する。形成的評価から修正を行い、プログラミング教育の内容と系統性を考慮したカリキュラムを開発する。2)開発したカリキュラムを実践し、総括的評価を行う。小学校・中学校、及び教育委員会・大学と連携した組織で、研究授業を行い、開発したカリキュラムの利点と改善点を探っていく。その後、プログラミング教育のカリキュラムや実践モデルをホームページ等を活用して、提案し示していく。そうすることで、プログラミング教育の発展に貢献できるようにする。

3. 研究の経過

①カリキュラム試案作成に向けて（4月～3月）

小中9年間の義務教育の中でのプログラムカリキュラム試案に向けて、まず、プログラミング的思考とは何か、また、プログラミング的思考を育むためにどんなツールが必要かを検討した。小学校では、プログラミングが教科化されないため、小学校の各教科でプログラミング的思考の基本である「順次」「分岐」「反復」の3つが出てくる学習や単元をピックアップして年間学習指導計画に明示した。中学校では、技術・家庭科でプログラミングを学習することから、技術・家庭科に限定とした。

②通常学級におけるプログラミング学習（6月～2月）

通常学級では大きく2つの授業形態をとった。1つ目は、ICTを活用し、ビジュアルプログラミングソフトを活用した。2つ目は、ICTを使わず、プログラミング的思考で解決するアンプラグドプログラミングとした。

アンプラグドプログラミングを活用する場面では、可視化でき、細分化しやすいフローチャートを活用して進めることにした。ビジュアルプログラミングソフトでは、Windows型のデスクトップとタブレット端末であることが多いことから、「Viscuit」「Scratch」「プログル」「プログラミングゼミ」を採用し、利用することにした。

ビジュアルプログラミングでは、画面上での仮想のキャラクターが動くものが多い。しかし、小学生は実物の動きを見ることも重要なことから、動きを確認するためのロボットによるプログラミングも合わせて取り入れることにした。

③クラブ活動や土曜・放課後教室でのプログラミング教育（4月～3月）

4月から4年生以上が所属するコンピュータクラブで、ビジュアルプログラミングソフト「Scratch」へのつながりを考え、導入として操作がシンプルでわかりやすい「Viscuit」で実践を開始した。クラブ活動の中で2回実施し、「順次」、「反復」のアルゴリズムに慣れたところで、「Hour of Code」のマイクラフトでプログラミングを行った。夏季休業前から、「Scratch」によるプログラミングに入り、「NHK for School」の「Why!? プログラミング」を視聴し、基本操作について学んだ。視聴する回を決めて、スキルを上げていき、簡単なゲームが作成できるようにした。

地域と連携し、民間のIT関連の方からプログラミング教育の方向性を一緒に考えてもらった。また、保護者だけでなく、近隣の大学と連携して、学生ボランティアから児童のサポートをしてもらうことにした。

4. 代表的な実践

（1）6年生 総合的な学習「Ozobot(オゾボット)を目的地までプログラミングしよう」（全3時間）

Ozobot（以下：オゾボット）はライントレースのロボットである（写真1）。オゾボットは、紙の上に描かれた線の色を認識して、線上を辿って動かすことができる。

授業では、まず、オゾボットの動かし方の仕組みを理解し、自由に動かし楽しみながら使い方を学んだ。そして本時では、基本的な動きを押さえた上で、オゾボットを目的地まで動かすことを目的にした。



写真1

【導入】学習課題を把握する。

本時の学習課題は、「オゾボットを思い通りに動かして、全部の道を通して目的地へゴールするにはどうプログラミングすればよいか。」である（写真2）。ランダムに動くオゾボットをカラーコードを用いて制御し、解決の方法を検討させた。実際にオゾボットを動かす前に、どういう道順をたどるのか個人で自力解決をさせ、解決の見通しをもたせた。

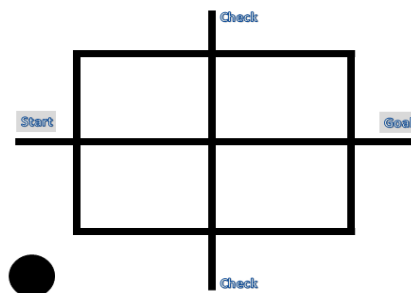


写真2

【展開】オゾボットを動かし目的地を目指す。

オゾボットは3～4人に1台を与えたため、必然的に児童同士が対話をしながら解決の方法を考えることができた。また、児童はトライアンドエラーを繰り返し、「上手くいかなかったら次はこうしよう」という考えが生まれ、プログラミング的思考を発揮する姿が見られた（写真3）。



写真3

【終末】学習のまとめと振り返りを行う。

学習のねらいを児童と再確認し、学習のまとめを行った。観点は、「①オゾボットを自分の思い通りに動かすことができたか。」「②トライアンドエラーを繰り返し解決に向けて取り組むことができたか。」「③楽しんでプログラミングをすることができたか」の3つに絞り、児童に5点満点で自己評価をさせた。自己評価の推移を見ると、1時間目のオゾボットとの出会いや基本の動きに比べ、2時間目以降「目的地にゴールする」という明確な課題設定が、児童のプログラミングへの意欲を喚起し、主体的な話し合いにつながったり、プログラミングの修正についての理解が深まったりしていることが分かった（図1）。

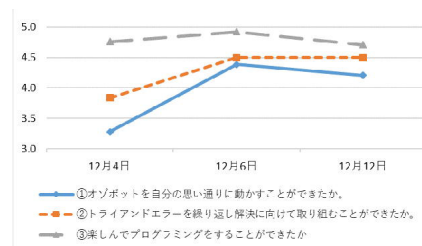


図1 児童の自己評価

（2）6年生 総合的な学習 「プログラミング”ってなに？” （全11時間）

まず、児童が「プログラミング」の意味を知る場面としNHK for schoolの「Why!プログラミング」の『Scratchを始めよう』を利用して授業を行った（写真4）。



写真4

次に、児童が基本的な考え方や操作法を知る場面として、プログラミング教育の支援サイト「Hour of code」を使用した。利用した理由は、スモールステップで課題が出され、「Scratch」と同じく指示の書かれたブロックを組み合わせる方法で学習が進むため、課題解決のためにどんな手順が必要なのかを順を追って考えやすいためである。

その後、「Scratch」を使い、個別の指示ごとに取り上げ、「〇度回す」「～へ向ける」「ずっと」「〇回繰り返す」「〇と□秒言う」を中心に、その効果を使い課題に取り組んだ。

そして、簡単な物語を提示し、その内容を再現できるかを課題とした（写真



写真5

5)。課題は、3つのスプライトが互いの動きに合わせて、それぞれ動きを変化させる指示を与えるというものである。「もし」や「ずっと」などの指示を組み合わせなければならないことで戸惑いを感じた児童もいた。

最後に、これまでのペア活動ではなく、個々でプログラミングできるかを見取るため、一人一台のデスクトップPCを使つての活動とした。課題も制約を緩め、「シューティングゲームを作ろう」(写真6)とし、基本的な形式(3つのスプライトを使う。何らかの指示を出すとスプライトの内1つが動く。動いたスプライトが別のスプライトにぶつくと消える。)を基に作成した。



写真6

(3) 6年生 理科「電気と私たちの生活 (小単元名 「プログラミングで未来の車を作ろう」)

「電気と私たちの生活」の学習では、単元の最後に電気を用いたおもちゃづくりがある。次の「人と環境」の単元とつなげ、「環境に優しい未来の自動車をつくろう」をテーマに設定した。

コース図を用意し、「決められたコースを自動運転で動く車にするにはどうすればよいか」と課題を設定し、プログラミングを考えさせた。前時で計測したデータを基に、各自でプログラミングを考えた。その後グループで集まり、ホワイトボードを用いながら話し合わせる活動をした(写真7)。

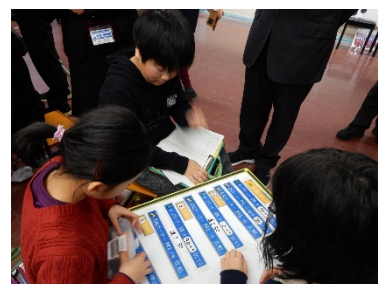


写真7

グループで考えたプログラミングを実行し、実際にロボットカーを走らせてみた。試行錯誤を繰り返しながら、多くのグループがゴールすることができた(写真8)。



写真8

単元のまとめとして、「より安全な車にするにはどうしたらよいか」と課題を設定し、センサーを用いて暗くなるとライトが付く「オートライト」や超音波センサーなどで「衝突防止」機能を用いた車をプログラミングした。児童たちは、実際に発売されている自動車の機能について知ることができ、プログラミングで多くのものが動いていることに気付くことができた。

(4) 2年生 学級活動「Let's Go Code!」

低学年は、アンプラグドで Learning Resources 社の「Let's Go Code!」を使用し実践をした。始めに簡単なルートを用意し、基本的な動きをみんなで確認した。児童が一通り動きを憶えた段階で、学習課題を提示し「友達をゴールにつれていくにはどうしたらいいかな」と設定した。児童は、友達をスタートからゴールに導くために、直進や右左折などのカードを順に組み合わせていた(写真9)。



写真9

途中の通れない場所のカードやアクションを加える指示のカードなどを追加し、条件分岐も学ばせた。しかし、時に右や左がわからなかったり、向きが変わると方向性がつかめなかったりする児童がいた。そんな場面で、児童同士と教えあう姿があり、プログラミングを考える中で自然と対話的な学びが起きていた。やり方に慣れてきたところで、2つのチームに分け、両方向からゴールに向かって最短ルートで行くにはどうするか考えさせ競争させた。ゲーム的要素が加わることで、最後まで意欲的に活動することができた。

(5) クラブ活動・土曜放課後クラブでの実践

クラブ活動では、年間を通して回数が多いことと4年生以上であることから、主に「Scratch」でプログラミングを学び、キャラクターを動かして簡単なアニメーションやゲームを作成した。土曜放課後クラブでは、学・社・民と連携を図り「プログラミングチャレンジ」と銘打ったプログラミング教室を開催した。地域に呼びかけたところ、プログラミング教育に対する関心がとても高く、保護者や学生ボランティアの大勢の協力があった。そこで、プログラミングへの興味や関心をより高めることをねらい、ロボットプログラミングの実践を行った。「プロロボ」や「Sphero」、「ドローン」といったロボットを活用し、プログラミングの難度を少しずつ上げていくことで、児童は活動に最後まで集中して取り組んでいた(写真10)。



写真10

5. 研究の成果

小中プログラミング教育のカリキュラム試案を以下のように作成した(表1)。

表1 小中9年間を見通したプログラミング教育カリキュラム試案

プログラミング教育カリキュラム試案（プログラミング教育が導入可能な単元一覧表）					★プログラミングソフトを利用できる				
	小学1年生	小学2年生	小学3年生	小学4年生	小学5年生	小学6年生	中学1年生	中学2年生	中学3年生
国語	・はきはきあいさつ ・おおきなかなが ・サラダでげんき	・ことばで絵をつたえよう ・じゅんじょよく書こう	・グループで話し合おう ・心にのこったことを ・国語じてんのつかい方を知ろう	・クラスで話し合おう		・問題を解決するために話し合おう ・町の幸福論			
算数		・たし算のひっ算 ・ひき算のひっ算 ・かけ算	・たし算とひき算 ・わり算 ・かけ算のひっ算 ・三角形	・大きな数 ・いろいろな四角形 ・一けたでわるわり算 ・がい数 ・式と計算 ・分数 ・ともなって変わる量	・図形の合同 ・平均★（プログル） ・倍数と約数★（プログル） ・正多角形と円★（プログル）	・ならべ方と組み合わせ方 ・速さ ・拡大図と縮図★（プログル） ・比例			
生活		・町のすてき大はっ見							
社会				・ごみはどこへ ・水はどこから	・米作りのさかんな地域 ・森林を守る人々				
理科			・こん虫を調べよう ・明かりをつけよう ・じしゃくのひみつ		・ふりこの運動 ・電流のはたらき	・水溶液の性質 ・電気と私たちの生活			
音楽	・ことばでリズム	・おまつりの音楽	・ラドレの音でせんりつづくり	・音楽でリズムアンサンブル	・リズムを選んでアンサンブル	・リズムをつくってアンサンブル ・和音の音で旋律づくり			
家庭					・整理・整とんをしよう ・上手に使うお金と物	・身近な食品でおかずをつくろう			
図工					・コマコマアニメーション				
体育	表現リズム遊び（オノマトペ）			表現運動（リズムダンス）					
総合的な学習	パソコンのON・OFF ジャストスマイル （マウス練習） VSCU II（プログラミング）	タブレットのON・OFF プログラミングゼミ	ジャストスマイル （ローマ字入力） プログラミングゼミ	Scratch（基本操作）	Scratch NHK for School 「W hy!? プログラミング」	Scratch NHK for School 「W hy!? プログラミング」			
技術家庭科								コンテンツ開発	ロボット開発

小学校低学年の児童は、やる順番や手順を掲示するとスムーズに行えたり、安心して取り組んだりできることが多い。教科で絵や図、写真などで順次を見出したり、計算などの中で分岐を学習できたりする。教科の中でのプログラミング的要素を取り上げ、アンブラグドでプログラミング的思考を十分に養っていく必要がある。コンピュータなどの操作方法を教えるにも時間を要すことから、アンブラグドを中心に据えることがカリキュラムマネジメント的に望ましい。しかし、プログラミングソフトを扱うことを見据え、操作が簡単なもので数時間程度は行う必要がある。

中学年以降では、アンブラグドでフローチャートをシンキングツールとして利用できることが分かった(写真11)。教科では、理科の実験等でフローチャートをプログラミング的思考として用い、プログラミングソフトを使った学習と併用していくことで理解が深まることにつながっていくと考える。また、3年生で学習するローマ字を終えた段階や4年生で学習

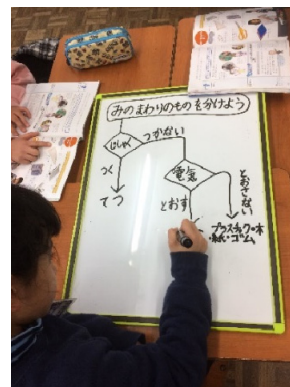


写真11

する角度を終えた段階でコンピュータを活用して習熟を図ることで、プログラミングソフトの利用が円滑になる。

そして、抽象概念のプログラミングを具体物で実際に見る活動が、プログラミングカリキュラムに関する重要な部分であったので、プログラミングのソフトとロボットを使った際の児童の意識の変容も見ることにした。Scratchのみを用いた授業前のアンケートとロボットカーを用いた授業後のアンケートを5段階評価で行い、比較した。

児童のアンケートを見ると、プログラミングソフトを扱うと同時にロボットを扱うことで、プログラミングの実際の動きが分かり、プログラミングに対する意欲が高まることが分かった(図2)。

教科の中では、プログラミング的思考を中心に学び、総合的な学習で、「Scratch」等のプログラミングを中心に学ぶことが基本的なカリキュラムとなる。中学校では、小学校で「Scratch」の基本操作を学んでおくことでスムーズに学習につながっていくと考えられる。

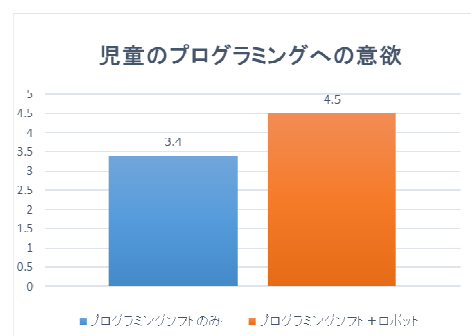


図2 ロボットプログラミングでの児童の意識の変容

6. 今後の課題・展望

プログラミング教育は、授業のねらいを達成することや探求的な学習につなげていくことが求められている。そこで、実際に、児童に授業の理解やプログラミングへの興味がどうかを知るために、児童に5段階評価のアンケートを行った。アンケートの結果からプログラミングを用いた学習は、児童の意欲をかき立て、学習内容の理解や主体的に学ぶ姿につながっていることが分かる(表2)。

一方、児童が活動に没頭してしまうことも多く、予想以上に時間を要することも明らかになった。プログラミングに関して言えば、目的に至るまでの正解が多様であることから、子どもの思考如何で時間が大きく変化する。よって規定の授業の枠の中で、プログラミングを終えられないことも十分に予想される。このことから、各学校においては、プログラミング教育のカリキュラムを計画する上で、重点化して取り組ませ、授業時数に見合ったプログラミングに取り組ませることが大切になってくる。

教師がファシリテーション役として支援に当たるとしても、基本操作の指導や機器のトラブル等があり、1人で行うには厳しい現状も垣間見えた。児童同士のプログラミング的思考を低学年のうちからフローチャートや思考ツールなどを用いて鍛えることが重要であると同時に、基本の操作を学ばせていく必要もある。また、教科の中で学んだプログラミング的思考を学習だけではなく、普段の学校生活の行事や活動で利用できる場面があることが分かった。プログラミング学習を実生活で活用することは、生きる力につながることから、今後取り組んでいきたい。

中学校では、技術家庭科でのみがプログラミングを学ぶ機会だと思われる。しかしながら、プログラミング的思考は学習に困難を抱えている生徒を始めとするユニバーサルデザインな思考であることから、教科の垣根を越えて、数学での証明や理科の実験等でプログラミングの実践が今後増えていくことが望まれる。

プログラミングの評価に関して言えば、今回は情意面の評価が中心で、他の評価が理解面や技能面の一部でしか評価できなかった。評価については、さらに今後研究を進めていく必要がある。

表2 児童へのアンケート

5年 算数「正多角形と円」(プログル)	事前	事後
学習内容が分かる	3. 4	4. 2
プログラミングを使った学習がしたい	4. 1	4. 8

2年 図工 ふしぎなたまごの構想 (Viscuit)	事前	事後
プログラミングをしたい	3. 3	4. 4

2年 学級活動 プログラミングを考えてみよう (プログラミングゼミ)	事前	事後
プログラミングを使った勉強がしたい	4. 3	4. 6

7. おわりに

今回、パナソニック教育財団様から助成をいただき、研究することを当研究会の会員だけでなく、会員の所属校でも成果を共有することができた。また、公開研究授業を通して、市・県内外へも先駆的な取り組みを発信することができた。

次年度も、今年度の研究をベースに実践を積み重ね、2020年のプログラミング教育がスタートするまでに有益な情報を多く発信し続けていきたいと考えている。

8. 参考文献

- ・杉浦 学(2016)『SCRATCH ではじめよう！プログラミング入門 ゲームを作りながら楽しく学ぼう』日経 BP 社
- ・小林祐紀 兼宗 進(2017)『コンピューターを使わない小学校プログラミング教育“ルビィのぼうけん”で育む論理的思考』翔泳社
- ・黒上晴夫 堀田龍也(2017)『黒上晴夫・堀田 龍也のプログラミング教育導入の前に知っておきたい思考のアイデア』小学館
- ・尾崎 誠(2017)『新学習指導要領丸ごと早わかり第1巻 技術分野移行のポイント10』教育図書
- ・利根川 裕太 佐藤 智(2017)『小学校プログラミング教育がよくわかる本』翔泳社