

児童の発達段階を踏まえたプログラミング教育に関する研究

—愛媛県ICT教育推進ガイドラインを踏まえた実践を通して—

情報教育室 谷山伸司 石崎耕一郎 平井敬浩
渡部浩二 加藤憲司

【要約】

令和3年3月に策定された愛媛県ICT教育推進ガイドラインでは、小学校段階でのICT活用スキルの向上に当たりプログラミング教育が重視されている。本研究では、ガイドラインを参考に、プログラミング教育に関する自己研修用教材を開発するとともに、ガイドラインで例示されている活動評価システムの応用による、同じ観点での自己評価と教員の見取りとの比較分析が、個人内評価の充実や学習の調整力の育ちへの支援につながるという可能性を確認した。

【キーワード】 プログラミング教育 プログラミング的思考 目標に準拠した評価
個人内評価 自己評価 学習の調整力 愛媛県ICT教育推進ガイドライン

1 研究の背景と目的

2020年のコロナ禍における全国的な臨時休業等の下、教員及び児童生徒、保護者は、ICTに立脚した教育の重要性について、身を以て経験することとなった。それ以外にも、近年の急激な情報化・グローバル化に伴い、人々の生活様式や意識、そして、産業構造にも大きな変化が見られる。

そういった中で、ICTの可能性について着目し、教育活動に高度にICTを取り入れることで、子どもたちに未来を意識させ、未来を切り拓き、未来を創造する意欲及び技量を身に付けさせることは、極めて重要である。本プランは、段階的な計画を策定し、これからの愛媛の教育の発展の礎とするものである。

これは、令和3年3月に、愛媛県教育委員会が策定した「愛媛県ICT教育推進ガイドライン」（以下「ガイドライン」という。）の冒頭部分である。

ICTの重要性については議論の余地はなく、それまでも共通の認識としての感があったのは事実であるが、令和2年を境にデジタルトランスフォーメーションに対する意識の高まりが実感を持って感じられるようになったのも事実である。プログラミングやデータサイエンスの重要性の認識が込められた新しい学習指導要領の実施が始まり、小学校のプログラミング教育必修化元年であったことは、偶然であったとはいえ、タイミングとしては、非常に大きな意味を持っていたと思わざるを得ない。

本センターでは、プログラミング教育の重要

性に鑑み、平成31年2月に「えひめプログラミング教育ホームページ」を公開し、これを拠点にして、サイバー空間での研修環境の構築や研修教材の紹介を進めてきた。ガイドラインにおいても、プログラミング教育は重視されており、豊かな技術的体験により、プログラミング的思考を高めつつ、プログラミングや統計処理を活用した探究活動などにより、児童生徒自身の自己教育力を育成しながら「変化」を生み出す人材の育成を図ることとしている。

ガイドラインにより、県としてのICT教育の方向性が新たに示された令和3年度、学校でどのような活動が行われたか、その実施内容と成果を総括し、今後の活動にいかにつなげていくかについて考察することは、意味のあることである。本研究では、研究協力を小学校2校に依頼し、必修化されて2年目となったプログラミング教育において、ガイドラインにおけるプログラミング教育に関する部分を参考に、教育効果を想定しながら、各校がねらいとするプログラミング教育の実践をしていただいた。

論を進める前に、ガイドライン、中でも児童生徒の発達の段階に応じ、それぞれの段階で身に付けておくべきICT活用スキルを明示したCan-Doリストについて概観しておく。

ガイドラインでは、体系的で質の高い教育の推進を目指し、質の一定の水準を示すために、ICT活用の具体的な指標又は基本的戦略を実行主体ごとに明確に提示している。実行主体として言及されているのは、教育の主役である児童生徒、児童生徒の伴走者である教員、そして、

県の未来を見渡して施策を考える教育委員会の三者である。

ガイドラインでは、児童生徒のICT活用について、発達の段階を考慮し、小・中・高の12年間で五つに区分されたCan-Doリストが示されている。それぞれの段階で身に付けておくべきスキルを明示するとともに、リストの各項目が、その後も児童生徒個々の発達の段階に応じて、スパイラル的に醸成していくべきスキルであることを明記している。

本県のICT活用に関するCan-Doリストの特徴は、必要とするスキルを、目的を明確にするために、「ベーシックスキル」「コアスキル」「アドバンストスキル」の三つの段階に分けて、Can-Doリストの項目（以下「Can-Do項目」という。）として示しているところである。

ベーシックスキルは、学習指導要領等で学習の基盤として重視されている情報活用能力のうち、情報の科学的な理解に関するもの及び情報モラル、情報セキュリティに関するものを用いて構成されている。

コアスキルは、ウェブ会議システムによるコミュニケーションやクラウドサービス活用に関するスキル並びに統計処理といった課題解決のための基礎的スキルなど、今後、愛媛が目指すICT教育の礎となるスキルを中心として構成され、「入力・操作スキル」「インターネット活用スキル」「ICT表現スキル」「プログラミング・アプリ活用スキル」の4項目に細分化されている。プログラミング的思考を育むための基礎的な活動に関することは、コアスキルに書かれている。

アドバンストスキルは、皆に同じゴールを設定するのではなく、児童生徒の経験等を生かしながら自己教育的に伸ばしていく力として位置付けられ、その観点から、教員は、児童生徒の興味・関心を重視し、個を十分生かすように留意することと明記されている。具体的な活動場面としては、ICTを活用した課題解決・探究活動が想定されており、児童生徒の内なる目的意識及び自ら設定する目標を重視した、プログラミングや統計処理を活用した探究活動が例示されている。

ガイドラインでは、Can-Do項目として、コアスキルとアドバンストスキルの両方にプログラ

ミング教育についての記述があるが、二つの最も大きな違いは、ゴールを誰が決めているかということにある。コアスキルは、児童生徒が身に付けるべき情報活用能力を存分に発揮させるための土台であり、そのため、目標とする姿、すなわち規準が明確かつ具体的に記載されている。一方、アドバンストスキルは、児童生徒の内発的動機に重きを置き、内省的な達成目標と、達成計画を含めた学習の調整力の発揮が必要な学習活動に軸を置くため、技術的なスキルにとどまらず、学びに対する姿勢や社会と関わる態度を含んだ人間性に関するスキルをも含んだものとなる。つまり、個々の文脈としての意味合いが強い。

目標に準拠した評価のみならず、個人内評価が個々の発達の支援に重要な役割を持つことは共通の認識であるが、目標に準拠した評価が組織的かつシステムチックなものである一方、個人内評価が教師の児童生徒に対する励ましにとどまりがちであり、児童生徒の学習活動の方向性に対し大きく機能しているという実感を、指導者である教師自身が持っていないことも現状としてある。

そこで、ガイドラインの実施を通して、指導と評価の一体化における個人内評価の役割について再考することで、個々の発達の段階に応じたプログラミング教育の構成を図ることを研究テーマとすることとした。児童生徒の自由な発想を特に重視するプログラミング教育においては、他と比べて個人内評価が、より大きな役割を担うことを予想することは容易である。

本研究の柱の一つとして、Can-Do項目の規準に準拠した評価の方法についてのガイドラインの例示を参考にして、プログラミング的思考の育成を図る具体的な活動について、目標の達成度を測る基準（以下「達成度基準」という。）を授業者がA～Dの4段階で作成し、同じ達成度基準を用いた、児童の自己評価と授業者による見取りとを比較した結果の分析を行うこととした。これは、個人内評価の充実並びに児童生徒の学習の調整力の評価及び支援の充実を図る際の基礎研究として行うものである。

本研究に際して我々が考えた研究の柱はもう一つある。

プログラミング教育が持つ教育的効果の可能

性は、プログラミングの活動の際に児童生徒が見せる成長の可能性の広がりに関係がある。この観点から見れば、プログラミングに没頭する児童生徒に伴走し、評価し、励まし、時には一緒にあって悩んであげられるような、教員自身のスキルが必要であることに異論はないと思われる。

しかし、平成30年7月に本室が行った調査では、プログラミング体験を有する教員は、27%にとどまった。それ以降の研修等で改善されていることは想像に難くないが、今まで研修内容として多く取り入れられてきた、学習指導要領に例示されている題材、すなわち、正多角形の描画（5年算数）やセンサーを使って条件に応じて動作を変化させるプログラム（6年理科）以外にどのようなプログラミングができるのかについて研修することは、児童生徒に伴走するという観点から意義深いものと考えられる。

ただし、児童生徒に伴走するという事は、ゴールやそれに至る過程の多様化を意味する。よって、伴走者として必要な知識技能も多様化するの自然である。そういった状況においては、教員自身の内発的動機を促し、より研修効果を上げる手立てが必要になる。

ガイドラインのCan-Doリストでは、プログラミング的思考を育むための活動を段階的にCan-Do項目として示しているため、これを参考にすれば、プログラミングによる課題解決の方法や表現の幅を広げるための児童生徒の支援の方法について示唆を得ることができる。

そこで、Can-Doリストの記述を教員自身が理解すれば、プログラミングに関する研修の内容を予見でき、そのことが教員の研修に対する内発的動機を促すのではないかと仮定に立ち、その仮定の下で、協力学校の教員にガイドラインからプログラミング教育の研修での要点を採取してもらい、その要点を実現する研修を開発することによる研修効果の向上を確認することとした。これがもう一つの研究の柱である。

2 研究の方針

ガイドラインの特徴の一つは、全ての児童生徒が身に付けるべき共通の資質・能力を発達の段階に応じて明示しながらも、児童生徒の内発的動機を尊重し、それぞれが個々の学びを大切にすることであることを強調しているところにある。

指導者が身に付けるべきスキルにゴールがないのはもちろんのこと、最も恐れないといけないことは、児童生徒の活動を評価できず、活動に伴走できないことであり、研修の際のアクティブ・ラーナーとしての教員自身の役割が重要になってくることは自然な流れである。

また、技能面に関するコアスキルの確かな定着から個々の目的意識を生かしたアドバンストスキルの発揮に至るまでの、質・量ともに広がる学習の過程では、児童生徒それぞれが個々の活動を理解し、振り返り、調整しながら学習を進めるということが適切に行わなければならない。つまり、教員がその状況をいかに評価し、児童生徒の成長に生かしていくかを考えることが重要になってくることは、非常に自然な流れであると考えられる。

「1 研究の背景と目的」で述べた2本の研究の柱を踏まえた上で、次の順番で研究を進めることとした。

【教員の内発的動機を生かす研修支援】アクティブ・ラーナーとしての役割を与えることを目的として、教員に、研修内容の決定の際の内容提案者として加わってもらうことを考える。ガイドライン、特に児童生徒のICT活用に関するCan-Doリストを参考にし、授業時の活動を予見することにより喚起された興味・関心又は目的意識を基に、協力学校の教員に、プログラミング教育に関する学校の研修計画の提案をしてもらった上で、研修実施後の効果を、聞き取り等により調査する。

【プログラミング的思考を達成度基準で見取る取組】プログラミング的思考の育成についてのコアスキルのCan-Do項目に関する活動について、協力学校が作成した達成度基準を用いて、児童生徒個々の振り返りと授業者の見取りを比較調査した上で、個人内評価の充実並びに児童生徒の学習の調整力の評価及び支援の充実を図るための提言を行う。

なお、児童個々の活動の観察しやすさを優先し、少人数学級の小学校2校を、協力学校とすることとした。実施する学年及び学級数並びに活動場面は学校が決定し、A小学校では4年生（10人）、B小学校では5・6年生（各学年9人計18人）において、両校とも「総合的な学習の時間」での実施となった。

3 研究の内容

(1) 教員の内発的動機を生かす研修支援

昨年度の研究では、県内小学校63校に行ったアンケート調査の結果、プログラミング教育は、算数科及び理科での実施が多いという傾向が見られることを報告した。実際、最も多い回答が、6年理科「電気とわたしたちの生活」での実施（41校、65%）、次いで、5年算数科「円と正多角形」での実施（39校、62%）、3番目が、4年算数科「整数」での実施（14校、22%）であった。上位には、4年音楽科での「音楽づくり」の題材（5位、7校、11%）、3年国語科の「ローマ字を書こう」での実施（8位、6校、10%）も見られたが、やはり、算数科や理科に比べると、その他の教科等での実施については、回数が少なく、バリエーションに広がりが見られなかった。

プログラミング教育が、自由な発想を生かした課題設定や目的意識を出発点とするならば、特定の教科での特定の扱いではなく、全ての教科等において、問題解決の手段の一つとして、児童生徒自身がプログラミングの可能性を考えることは必要である。そして、児童生徒が、実際にプログラミングを行うことにより、プログラミング的思考を高めることは、プログラミング教育の観点として重要である。そう考えると、実社会で問題解決に使われているプログラミングの仕組みについての研修等、プログラミングの持つポテンシャルを知る機会は大切ではないかと考える。

そういった、問題意識に重きを置く研修には、教員自身の内発的動機が重要だと考える。そこで、ガイドラインのプログラミング活動に関する記述を理解することが、教員自身のプログラミング学習への内発的動機につながっていくのではないかと仮定し、そこで得た教員の目的意識を研修教材に生かすこととした。

ア Can-Do項目を参考にしたプログラミング教育に係る研修教材の開発

教材開発の手順は次のとおりである。

【手順1：提案】 校内研修をする際の研修内容の選定に用いることを前提として、協力学校の教員に、ガイドラインを参考にして、研修に盛り込む内容を提案してもらう。

【手順2：協議】 提案を基に、協力学校と本セ

ンターとで、具体的な演習内容について協議を行う。

【手順3：作成】 協議を基に、本センターが動画等のデジタルコンテンツとして研修教材を作成し、「えひめプログラミング教育ホームページ」に自己研修用ページとして追加掲載する。

なお、手順3にあるように、研修教材はインターネット上のコンテンツとして公開することとしたが、これは、教員が自らの必要性に応じて、時と場所を選ばず安心して研修できる環境を支援するためである。

手順1の結果、表1のコアスキルが示しているような、「フローチャート」を中心とした、児童生徒がプログラミング的思考を主体的かつ自由に発揮する際に必要な、プログラミングの基礎基本に係る内容にしたいとの提案を得た。

表1 プログラミング教育に係るコアスキル

| 学年区分 | 内 容 |
|--------------|---|
| 小学校 1・2年生 | ○問題解決や表現活動には、手順があることを理解する。 |
| 小学校 3・4年生 | ○フローチャート等により、手順を明確化し図示することができる。 ○教育用コンテンツを活用して、「順次」「分岐」「反復」等プログラミングの基本的な構成要素について理解できる。 |
| 小学校 5・6年生 | ○構造として「分岐」「反復」を含み、「変数」を用いたプログラムの作成ができる。 |

確かに、これまでの研修では、児童への指導に用いる「Scratch」等のプログラミング環境を利用して、学習指導要領で例示されているような、正多角形を描かせるプログラムといった特定の授業を想定した研修をすることが多く、自由な発想を生かすようなプログラミングに必要な基礎基本に関する研修については、多くの時間は使われてこなかったという反省がある。

そこで、協力学校の校内研修用教材として、「順次」「分岐」「反復」といったプログラミングの構造及び「変数」といったプログラミングの基本概念を中心的に扱いながら、具体的な演習を通して、基本的な概念がどのような働きをするのかイメージできる研修教材「①アルゴリズムとフローチャートの仕組み」を作成することとした。

また、この教材に加え、アドバンストスキルの活動において重要となる、目的に応じた表現

をプログラミングで実現するスキルについての研修教材「②Scratchで作成するプレゼンテーション資料」「③Viscuitで動きのある世界を表現する」を作成し、協力学校に提供した。

なお、小学校段階のアドバンストスキルには、5・6年生用として「目的意識を持って情報機器を利用し、自分が立てた目標を達成するために、目的に応じた効果を考え、必要な機器の操作に挑戦しながら、問題解決を行うことができる。」と書かれており、1～4年生用のアドバンストスキルも、発達の段階に考慮しながら同様の表現がなされている。

また、教材②、③はそれぞれ高学年用、低学年用の指導を想定して作成している。

イ 研修教材の内容及び研修実施後の反応

昨年度までの研究を踏まえ、児童の自由な発想を生かし、「学びを楽しむ」感覚を大切にしたい授業づくりをコンセプトとして、プログラミング教育に関するコアスキル及びアドバンストスキルを踏まえた内容となるような研修教材とした。上記の研修教材①、②及び③の内容は次のとおりである。

①アルゴリズムとフローチャートの仕組み

研修教材①は、アルゴリズムの基本構造である「順次」「分岐」「反復」を理解し、フローチャートを用いて表現することで、問題解決の手順を明確化することを、例題等において学ぶ内容である(図1)。プログラミングにおいて基本的かつ重要な概念である「変数」についても扱っている。動画でアルゴリズムの内容を理解した後、授業で指導する場面を想定した演習問題を用意している。そのため、受講者は研修内容で得た知識や技能を授業構成と実践に生かすことができる。

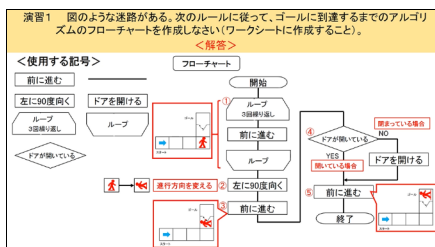


図1 フローチャートの演習問題の一部

②Scratchで作成するプレゼンテーション資料

研修教材②は、小学校5・6年生用のアドバンストスキルでの例示を踏まえて作成した。児童の自由な発想を生かした「学びを楽しむ」題

材であり、プログラミング学習環境のScratchを活用した双方向性を持つプレゼンテーション資料を作成する内容である(図2)。「読書紹介」の場面では、音声録音機能で自分の声を吹き込んだり、紹介する本を撮影して取り込んだりするなど、児童の自由な発想を取り入れたプログラミング学習が可能になる。何より教員自身が楽しみながらプログラミング体験できる教材である。

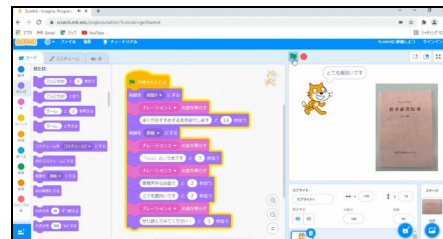


図2 「読書紹介」の一部

③Viscuitで動きのある世界を表現する

研修教材③は、上記②の研修教材と同様に、児童の自由な発想を生かす題材であり、ガイドラインの小学校1・2年生用のアドバンストスキルでの例示を踏まえて作成した(図3)。文字入力が不要で、直感的な操作によりアイデアを実現することができるという特長を持ったプログラミング学習環境であるViscuitを活用した研修教材である。絵を中心とした直感的な操作でイメージを実現することができるプログラム環境なので、児童は集中状態に入りやすく、「学びを楽しむ」という感覚を育むのに適した教材である。

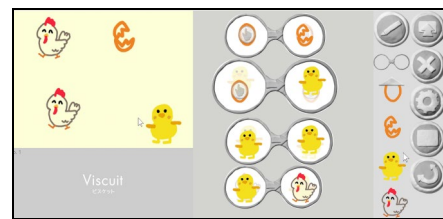


図3 「動きのある世界」の一部

研修教材のうち、「①アルゴリズムとフローチャートの仕組み」を、インターネット上のオンデマンド講座として、協力学校の教員に自己研修の形態で受講してもらい、意見を聴取した。特に、ガイドラインを事前に研究し、研修内容の決定に参加した受講者からは、「具体的な演習があり、内容を理解するのに大変適切であった」「実際にフローチャートを作る演習ができてよかった」「自分のペースで例題に取り組めるところがよかった」といった、研修者として

の主体性に関する肯定的な意見を得ることができた。

研修の内容の多くの部分が、授業に直結しない基礎的かつ基本的な理論に関することであることを考えると、ガイドラインのCan-Doリストを参考にすることで、実践的な研修内容となったこと、そして、事前に実際の指導場面を予見した後に受講したことが、研修への主体性につながったということを感じる。

(2) プログラミングの思考を達成度基準で見取る取組

ガイドラインでは、児童生徒が振り返りを適切に行い、スパイラル的にICT活用スキルを向上させていくためには、適切かつ有効な評価システムの構築が必要であるとしており、それを実現するための方法として、次の方法を例示している（ガイドラインでは、更に具体的な手順も示されているが、本論では省略する）。

○クラウドサービスを用いて、学習の過程を蓄積していく。

○Can-Doリストをもとに、ループリックを作成し、学年始め・中期・終わり等、定期的に、蓄積したポートフォリオ等を活用しながら、児童生徒及び教員が、それまでの学習状況を評価して、これを再び、クラウドサービスに蓄積していくことにより、自己教育力につなげる。

本研究では、授業等でのプログラミング活動の達成度を教員が適切に見取り、個別指導や授業改善につなげるとともに、児童生徒が個々の活動を理解し、振り返り、学習の調整を図りながらスパイラル的に学習を進める方法について、ガイドラインの例示を参考にした。特に、同一のループリックで自己評価と教員による評価を行うことで、それを児童生徒の自己教育力につなげるという部分に注目し、協力学校2校の実践を通して、その有効性を考察する。

ア 達成度基準の提案

協力学校での授業実践に当たり、プログラミング教育に関するコアスキル及びアドバンススキルを確認しながら授業内容について事前協議を行い、次の事柄に留意していただくこととなった。

○児童が学習を身近に感じることで、「もっと学びたい」と思える題材の選定

○児童がプログラミング体験を通じて、試行錯誤を繰り返す教材の選定

○児童の自由な発想を生かして、「学びを楽しむ」感覚を大切にした学習課題の設定

協議内容を踏まえ、協力学校に対して授業計画の作成を依頼した。協力学校が作成した授業計画の概要は表2のとおりである。

表2 授業計画の概要

| | A小学校 | B小学校 |
|-----|--------------------|-----------|
| 学 年 | 第4学年 | 第5・6学年 |
| 教科等 | 総合的な学習の時間 | |
| 題 材 | 災害現場の情報収集 | 林業の未来を考える |
| 教 材 | ミニドローン、ブロックプログラミング | |

協力学校は、授業計画に基づき達成度基準を作成することになる。そこで、具体的な授業を想定した達成度基準の例を作成し、協力学校に提供した（表3）。

表3 単元「円と正多角形」での実施を想定した達成度基準の例

| スキル | プログラミング・アプリ活用【プログラミング的思考】 | | | 学年 | 第5学年 |
|---------|--|---|---|----------------------|------|
| 教科 | 算数科 | 題材名 | 円と正多角形（正多角形のプログラミングに挑戦しよう） | | |
| 題材目標 | 正多角形の基本的な性質について理解し、コンピュータを活用して、正多角形の作図手順を正しくプログラミングすることで、指示どおりに作図できることを体験する。 | | | | |
| 達成度（状況） | A （十分満足できる） | B （おおむね満足できる） | C （努力を要する） | D （更に努力を要する） | |
| 達成度基準 | Scratchで多角形を作成するために、「変数」を用いる箇所を明確に意識し、それをプログラム中で的確に用いている。 | 教師等の助言により、Scratchで多角形を作成するために、「変数」の便利さに気付いて取り入れようとしている。 | 教師等に教えてもらえれば、Scratchで多角形の作成はできるが、「変数」の良さを理解していない。 | Scratchで多角形の作成ができない。 | |

具体例の作成においては、授業実践が想定される複数の教科・単元を取り上げ、ガイドライン及び県教育委員会が作成したコアスキルに関するループリックを参考にして作成した。

なお、系統的なプログラミング教育の観点から、中学校の具体例は、八幡浜市立八代中学校から提供していただき、高等学校の具体例は、本センターが作成した。

また、児童が題材目標をおおむね達成できている場合の達成度をBとした上で、Aを「十分満足できる」段階として最上位基準に位置付け、以下、Bを「おおむね満足できる」、Cを「努力を要する」、Dを「更に努力を要する」段階とし、4段階で達成度を測ることとした。達成度基準の表記には、要点に下線部を表示して、達成度の違いを明確にする工夫を施している。

イ A小学校の実践

A小学校では、プログラミング活動の目標を「『順次』『反復』を用いたプログラムを作成

して、ミニドローンを飛ばし、災害で孤立した三つの集落の情報収集をすることができる」とし、達成度基準を作成した(表4)。

表4 A小学校が作成した達成度基準

| スキル | プログラミング・アプリ活用【プログラミング的思考】 | | 学年 | 4年 |
|-------------|---|--|---|---|
| 教科 | 総合的な学習の時間 | 題材名 | ドローンを飛ばして、災害現場の情報収集をしよう。 | |
| 題材 目標 | Tello(ドローンアプリ)を使って、「順次」「回復」を用いたプログラムを作成してドローンを飛ばし、災害で孤立した三つの集落の情報収集をすることができる。 | | | |
| 達成度 (状況) | A (十分満足できる) | B (おおむね満足できる) | C (努力を要する) | D (更に努力を要する) |
| 達成度 基準 | Telloで三つの集落を効率よく安全に巡回するために、「回復」を用いたプログラムの良さに気づき、効率的に繰り返しブロックを使って、プログラム作成に取り入れている。 | Telloで三つの集落を効率よく安全に巡回するために、「回復」を用いたプログラムの良さに気づき、教師等の助言を参考に、自分たちでプログラム作成に取り入れることができる。 | Telloで「順次」を用いて三つの集落を安全に巡回するプログラムは作成できているが、「回復」を用いたプログラムの作成には、教師の支援が必要である。 | Telloで、三つの集落を安全に巡回するプログラムを教師等の支援があっても作成することができない。 |

作成した達成度基準の達成度を見取る際の要点は、表5のとおりである。なお、表5の「ブロック」は、児童がプログラミングに使用しているブロック型ビジュアルプログラミング言語Scratchにおける、命令やコマンドを表す部品を示す。

表5 達成度を見取る際の要点 (A小学校)

| 達成度 | 達成度を見取る際の要点 |
|-----|--|
| D | 教師の個別の支援があってもプログラムの作成ができない。 |
| C | ブロックを並べて、目的に沿ったプログラムを作ることにはできるが、反復ブロックを使ったプログラムの作成には、教師による個別の支援が必要である。 |
| B | 反復ブロックの役割を理解し、反復ブロックを使ったプログラム作成をしている。 |
| A | 自分たちで反復ブロックを効果的に使うなど、プログラムを工夫することができる。 |

児童の達成度を見取るため、授業では、次の三つの学習課題を設定した。

- ①事前に想定した災害現場までミニドローンを飛ばして情報を収集する。
- ②土砂崩れで孤立した三つの集落について、ミニドローンを使って情報を収集する。
- ③自分たちで災害現場の場面を設定し、他のグループがミニドローンを使って情報を収集する。

学習課題の内容と児童の活動状況の概要は、以下のとおりである。

学習課題①では、ミニドローンを安全に災害現場まで飛行させるため、高さや距離を計測したり、プログラムの効率的な手順をグループで話し合ったりする児童の姿が見られた。

学習課題②では、算数科で学習した正方形や長方形の知識を活用し、繰り返しブロック(反復処理)を用いて3か所を巡回して戻ってくるプログラムを作成した。

ミニドローンを意図するとおりに飛行させるため、グループ内で意見交換を行いながら、プログラムの作成に試行錯誤する児童の姿が見られた(図4)。



図4 学習課題①、②に取り組む様子

学習課題③では、他のグループが設定した課題を解決する活動に取り組んだ(図5)。



図5 学習課題③での児童による課題の設定

既存の知識やその場で収集した情報を生かして、学習課題の解決に主体的に取り組み、楽しみながら安全で、より効率的なプログラムの作成に取り組む児童の姿が見られた(図6)。



図6 学習課題③に取り組む様子

児童の感想からは、「プログラムが長くならないように、同じところは繰り返しブロックを使った」「繰り返しブロックを使って、安全に飛行させることができ、めあてをクリアすることができた」など、反復処理の良さに気づき、繰り返しブロックを使ったプログラムが作成できていた様子がうかがえる。

また、「自分たちは(ドローンを使うことで)動かず安全に情報を収集することが分かった」「災害時の対応でドローンは大切であることが分かった」などの意見があり、プログラミング活動を通じて、自然災害時の情報収集について、身近なこととして考え、防災意識を高める学習につなげることができていたことが推察できる。

ウ B小学校の実践

B小学校では、プログラミング活動の目標を「『順次』『分岐』『反復』の処理を組み合わ

せたプログラムを作成し、ミニドローンを目的どおりに動かす」とし、達成度基準を作成した(表6)。

表6 B小学校が作成した達成度基準

| スキル | プログラミング・アプリ活用【プログラミング的思考】 | | 学年 | 5・6年 |
|-------------|---|--|---|---|
| 教科 | 総合的な学習の時間 | 題材名 | 小田の林業の課題を解決しよう | |
| 題材 目標 | ○タブレット及びブロックプログラミングアプリを使用し、ミニドローンを目的どおりに操作する体験を通して、「順次」「分岐」「戻戻」の処理を組み合わせたプログラミングを行うことができる。 ○プログラミングで表した自動化の視点を働かせて、ふるさとの基幹産業である林業の課題を見い出す力や論理的思考によって解決しようとする力を身に付ける。 | | | |
| 達成度 (状況) | A (十分満足できる) | B (おおむね満足できる) | C (努力を要する) | D (更に努力を要する) |
| 達成度 基準 | ミニドローンの離陸、進行、回転、着陸とブロックとの対応を理解し、直立式を処理のブロックを組み合わせて思いどおりの動きを実現できる。また、ペアの児童や困っている児童に適切に助言している。 | ペアで相談したり、教師に助言を受けたりすれば、自分で各処理のブロックを組み合わせて思いどおりの動きを実現できる。 | ブロックを組み合わせて思いどおりの動きを実現するためには、ペアの児童や教師に個別に助言をもらう必要がある。 | 教えてもらっても、自分ではブロックを組み合わせて思いどおりに動かすことができない。 |

作成した達成度基準の達成度を見取る際の要点は、表7のとおりである。

表7 達成度を見取る際の要点 (B小学校)

| 達成度 | 達成度を見取る際の要点 |
|-----|--|
| D | ペアの児童や教師の支援があっても、自分では思いどおりの動きが実現できない。 |
| C | ペアの児童や教師から個別に教わらなければ、思いどおりの動きを実現することができない。 |
| B | ペアへ相談したり、教師からの助言を参考にしたりしながら、自分で思いどおりの動きを実現することができる。 |
| A | ミニドローンの動きとプログラムの部品との対応を理解し、自分で思いどおりの動きを実現できる。ペアや困っている児童に適切に助言している。 |

児童の達成度を見取るため、授業では、次の三つの学習課題を設定した。

- ①林業の情報化や自動化の現状を知るとともに、ミニドローンを動かすプログラミングを体験する。
- ②林業でのドローンの活用方法について、ミニドローンのプログラミングによる再現により、疑似体験を行う。
- ③既習の学びから、林業の課題とその解決方法について話し合い、林業の未来を考える。

なお、プログラミング活動に係る目標の達成状況は、学習課題①、②で見取ることとした。学習課題の内容と児童の活動状況の概要は、以下のとおりである。

学習課題①では、ペアで相談したり、教師の助言を受けたりしながら、命令のブロックを自由に組み合わせてプログラムを作成し、ミニドローンの動きを確認していた。予想していない動きに戸惑いながらもプログラミングに没頭す

る児童の姿があった。

学習課題②では、物資の輸送や写真撮影、山林の巡視など、自分たちで課題を想定し、プログラムを作成する活動をペアで行った。ミニドローンを目的どおりに動かすため、プログラムの作成に試行錯誤を繰り返しながら粘り強く取り組む児童の姿が見られた(図7)。

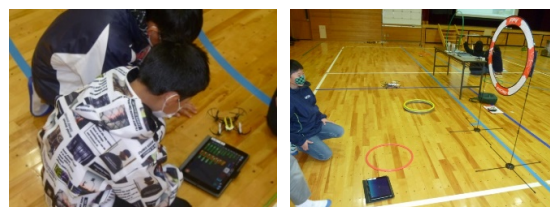


図7 学習課題①、②に取り組む様子

学習課題③では、これまで地域の林業について学習してきたことを振り返り、林業を持続させる方策についてグループ協議を行った。プログラミングによる疑似体験で感じた、仕事や作業を自動化する利点に着目し、児童は地元の産業を身近な課題として捉え、互いの考えを深めるなど、協働的な学びが行われていた(図8)。

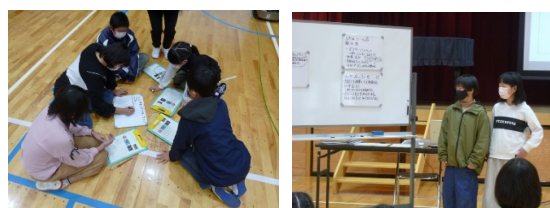


図8 学習課題③に取り組む様子

授業後に実施されたアンケートでは、「自分のねらいどおりのプログラムを作成することができたか」の質問に対し、「できた」又は「教えてもらってできた」の回答が95%であった。また、「プログラムを作るときに、自分なりに工夫できたか」の質問に対し、「工夫できた」又は「アドバイスをもらって工夫できた」の回答が83%であった。以上の結果から、児童が工夫しながら命令を組み合わせて、目的にあったプログラムを作成することがおおむねできていたことが分かった。

なお、林業の具体的な課題を挙げる児童の割合が、学習前の13%から、学習後には80%に上昇しており、「林業の現場を想定して活動できた」「林業の進歩を感じた」などの児童の感想から、自分たちの関心事として林業の今後について考えていることが分かった。

エ 考察

(7) 達成度基準例の提供について

授業実践後に行った授業者への聞き取りでは、達成度基準例の提供について、「Can-Doリストの達成度基準の具体的な例示があり、作成しやすかった」「達成度基準のポイントを児童に伝えたので、児童が自己評価をスムーズに行うことができた」などの肯定的な意見を得た。

一方で、「配慮を要する児童や低学年の児童に対しては、その都度、達成度基準をかみ砕いて説明する必要がある」「発達の段階に応じて、簡単な振り返りシートを併用してもよいのではないか」などの改善点に関する意見を得た。教員と児童が達成度基準を共有する際の配慮事項として重要性を感じる意見である。

(4) 達成度の見取りについて

達成度の見取りは、個々の児童の実態に即した支援や、児童の学習を調整する力の育成に役立ち、学びの伸びにつながるとの観点から、教員と児童の双方で行うことにした。

教員と児童の双方の見取りを客観的に比較するために、A、B、C、Dの各段階をそれぞれ、4、3、2、1と数値化して分析することとする。なお、こういった数値化は、経時変化の客観的な把握にも役立つ。

協力学校の授業実践での4段階の達成度の平均は、表8のとおりである。

表8 児童の達成度の平均

| 学校名 | 教員の見取り | 児童の自己評価 |
|-------------|--------|---------|
| A小学校 (n=10) | 2.8 | 2.7 |
| B小学校 (n=17) | 3.3 | 3.6 |

A小学校では、教員の評価が児童の自己評価より0.1高く、B小学校では、児童の自己評価が教員の評価より0.3高い結果となった。

次に、児童の自己評価と教員の見取りとの差をまとめてみた(表9)。

表9 児童の自己評価と教員の見取りの差

| 評価の差 | 割合(人数) n=27 |
|------|-------------|
| ±0 | 45% (12名) |
| ±1 | 48% (13名) |
| ±2 | 7% (2名) |
| ±3以上 | 0% (0名) |

表9から、差が「±0」の割合が45%であり、「±1」を含めると93%であった。達成度基準の作成により、学習の目標を、おおむね共有できていたことが分かる。

また、評価に差異がある15名について、達成

度を調べてみると、次の三つに分類できることが分かった(表10)。

表10 差異がある15名の達成度の評価

| 分類 | 教員評価 | 児童評価 | 割合(人数) |
|----|------|------|----------|
| ① | 2 | 1 | 13% (2名) |
| | 1 | 2 | 7% (1名) |
| ② | 3 | 2 | 7% (1名) |
| | 2 | 4 | 13% (2名) |
| ③ | 4 | 3 | 20% (3名) |
| | 3 | 4 | 40% (6名) |

分類①の3名は、教員と児童の双方が、努力を要するという認識で一致、また、分類③の9名は、教員と児童の双方が、目標が達成できているという認識で一致している。

分類②の3名は、教員と児童とで、目標に対する満足感に関して認識の差が生じている。そのため、今後の学習活動で、教員による声掛けやアンケート・ワークシート等を活用した個別の見取りが、より重要になると考えられる。

特に、教員の見取りが「3」、児童の自己評価が「2」の児童については、教員から見れば、おおむね満足できる成果を上げているという認識であるが、児童は達成感を感じる事ができていないという状況である。自己肯定感や学習意欲の観点からも、個に応じた支援が必要である。こういった児童の存在に気付けたのは、この取組の成果の一つであろう。

(3) ウェブサイトを活用した情報発信

本研究で作成した研修教材は、「えひめプログラミング教育ホームページ」内に、動画教材を視聴しながら自己研修できる環境として、掲載することとした(図9)。

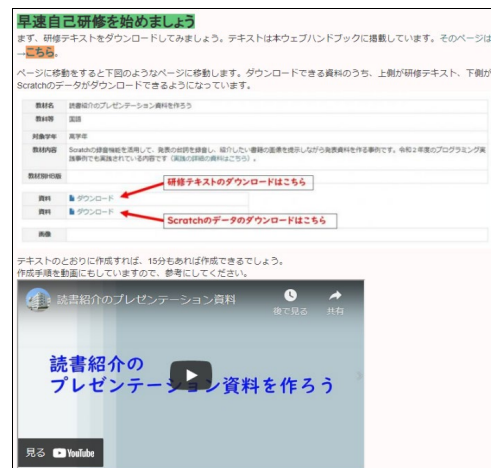


図9 ウェブサイトに掲載した画面の一部
教員が研修を行う際に、動画教材での研修効

果を高めるため、研修内容に関するテキストや実習データ、演習問題用のワークシートなど、必要に応じてダウンロードして使用できるデジタルデータを添付した。

また、本研究において作成した達成度基準例も掲載している。ガイドラインと併用することにより、教員が目的意識を明確にするとともに、個を生かすプログラミング教育の充実が期待される。

4 研究のまとめと今後の課題

プログラミング教育について考察するとき、我々教員にとって必要なのは、いかに子どもの目や感性を持って、教材を見ることができるといふことであり、それを初めて目にした子どもが何を感じ、自らのそれまでの経験を基に、どのように直感し、それら複数の直感をどのように組み合わせ、興味を募らせるか、若しくは、どのように整理して見せれば、より腑に落ちるような直感の組み合わせを生み、より興味を募らせるか、そういったことを想像することであるということ、児童の反応や活動の様子から改めて感じさせられる。

本研究では、達成度基準を児童と教員が共有し、それぞれが見取った結果を数値的に比較分析した。

児童が内省的に自己の活動を振り返ることができているかという観点から見ると、表9で見られるように、教員の見取りとのかい離がそれほどないことから、おおむね適切に行えていることが推察された。

また、自己評価の値が教員評価の値を超えている児童に注目すると、9名のうち、8名の児童が、自己評価の点数を「4」にしていたことが分かった(表10)。教員の見取りとの差があることについては、活動内容の精査が必要であることには違いないが、自己評価の点数を最高基準の「4」にしているということは、児童にとっては、教員の設定したプログラミング活動が非常に楽しく充実しており、自分なりの予想や工夫の下で活動していたことが推測できる。これは、内発的動機の高まりの可能性を示唆しているため、的確に学習の目標を理解し、プログラミング的思考を働かせるような体験を積み重ねるといった支援により、活動の質的な改善が大いに期待される。

この例が示唆するように、本研究で我々が提案したいのは個人内評価の充実である。個人内評価を行い、児童の頑張りを目標の達成につなげるとともに、個々の経験に基づく新たな目的意識を発掘する助力を行う。このことにより、ガイドラインの実施という観点で言えば、コアスキルとアドバンススキル、そしてベーシックスキルとの有機的な作用が、自発的に生じると予想している。

本研究での検証により、児童生徒の自己評価と教員による見取りとの比較分析が個人内評価の充実につながるという仮説に信ぴょう性が増したと考えている。学習の意義を明示的に感じ、学びが児童生徒の内発的な動機を発端としたとき、学習の調整力を自発的に発揮できるようになることが期待できることも想像に難くない。

ただし、留意すべきは、「継続」であろう。自己評価は特に内省的な作業を含むので、いわゆる「慣れ」が必要になってくる。

ガイドラインは、ICT環境を生かした学びの改善を示している。この環境を生かし、継続して、内省的な作業を繰り返し、一人一人が自らの学びのデザインができるようになることを意識する必要性を疑うことはできない。

ガイドラインでは、1人1台端末が児童生徒に与える環境を、「いつでも、どこでも学べる環境」「世界とつながって学べる環境」「自分に合った学びをデザインできる環境」と総括している。

上述したように、本研究は、この中で、「自分に合った学びをデザインできる環境」に注目したものであった。しかし、仲間の力を集結させること、つまり、協働作業に力を発揮するのも1人1台端末を含むICTの力である。仲間との楽しい没頭体験による、知識や技能の習得のみならず、学ぶ集団の中で時間を過ごすことによる効果についても考察しなければならない。

実際にプログラミングを取り入れた活動をしてみればまず気付くのが、そこで繰り返されるコミュニケーションの豊かさです。疑問を友だちに素直にぶつける子ども、友だちの作ったものを素直に評価してあげる子ども、お互いの考えの面白さに素直に笑い合う子ども。

教員感覚で見ると、プログラミング教育の最大の効果は、教室全体を温もりで包み込むよう

な、望ましい人間関係を構築するような、生徒指導的な側面でしょう。この視点から見ると、子どもたちが、「プログラミング『で』学ぶ」のは、他の個性を認め、他を尊重し、他との違いを楽しみつつ違いからヒントを得、他と関わりながら自らの主体性を伸ばしていく意欲と態度でしょう。

これは、「えひめプログラミング教育ホームページ」のプログラミング教育に関する論考の一部である。この文章にあるように、プログラミング教育に、自然で温かなコミュニケーションを誘引する力が備わっていることは、実感として伝わってくることである。実際、本研究の協力学校において実践例を指導した教員は、目を細めながら児童の活動を振り返っていた。

ガイドラインの実施に当たり、1人1台端末環境の利点を捉え、こういった豊かな活動について、プログラミング教育以外でも考察していかなければならないと思われる。

本論では、研究の目的で述べたように、指導と評価の一体化、個人内評価の役割について再考してきたが、十分論じたとは我々も思っていない。特に、個人内評価を、よりシステムチックに捉えることを提案することで、自分が行ってきた、そして、これから行う学習に意義を感じる事がよりできるようになり、それを子どもたちがアドバンストスキルの向上にいかにつなげるか、このことについて、今後とも研究し続けなければならない。

今後は、今回の研究で作成したような、ガイドラインを参考にして作成した研修教材を充実させていくこととしている。ガイドラインが描く教育の未来が、子どもたちが自らの学びにそれぞれの彩りを付け、未来を豊かに形作っていく縁にならんことを願ってやまない。

主な参考文献

- 愛媛県教育委員会『ICT教育推進ガイドライン（ICT活用実践100事例）』 2021
- 文部科学省『小学校プログラミング教育の手引（第3版）』 2020
- 檜垣賢志 谷山伸司 平井敬浩 松田智也 渡部浩二「小学校でのプログラミング教育の推進を支援するコミュニティサイトの構築」『教育研究紀要第85集』愛媛県総合教育センター 2019

- 檜垣賢志 谷山伸司 平井敬浩 松田智也 渡部浩二「ウェブサイトを活用した教員研修の在り方に関する研究—『えひめプログラミング教育ホームページ』の利活用を通して—」『教育研究紀要第86集』愛媛県総合教育センター 2020
- 谷山伸司 西田剛志 平井敬浩 渡部浩二 加藤憲司「小中高における発達の段階を踏まえたプログラミング教育に関する研究—教員研修用教材の開発を通して—」『教育研究紀要第87集』愛媛県総合教育センター 2021
- 愛媛県教育委員会『えひめプログラミング教育ホームページ』<https://programming-edu.esnet.ed.jp/>（2022.2.2参照）