

小学校プログラミング教育の現状と教員養成における課題 —A分類（算数，理科，総合的な学習の時間）—

新ヶ江 登美夫 村原 英樹 新井 しのぶ 石田 靖弘
岡田 充弘 西村 敬子 野上 俊一

Practical Issues Related to Elementary School Programming Education and Teacher Training in Category A: Mathematics, Science, and Comprehensive Learning

Tomio Shingae Hideki Murahara Shinobu Arai Yasuhiro Ishida
Mitsuhiro Okada Keiko Nishimura Shunichi Nogami

(2019年11月27日受理)

1. 背景と問題提示

学習指導要領改訂により、2020年度から小学校でプログラミング教育が必修化される。新しい教科ではなく、算数や理科、総合的な学習の時間などで実施される。具体的な教科・学年・単元・時間数は、各学校が判断することになっている。

文部科学省はプログラミング教育の推進のため、「小学校プログラミング教育の手引（第二版）」を文部科学省のWeb上に公表した（文部科学省，2018）。小学校でのプログラミング教育導入の理由は、「あらゆる活動においてコンピュータ等を活用することが求められるこれからの社会を生きていく子供たちにとって、将来どのような職業に就くとしても、極めて重要なこととなっています。諸外国においても、初等教育の段階からプログラミング教育を導入する動きが見られます。」としている。また、小学校の段階ではプログラムのコーディングを習得するものではなく、各教科等での学びをより確実にすることをねらいとしている。

また、学校教育法第30条第2項が定める小学校において重視すべき三要素（「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」）に照らし合わせて、プログラミング教育で育む資質・能力の三つの柱を挙げている。具体的には、「知識及び技能」では身近な生活でコンピュータが活用されることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと、「思考力、判断力、表現力等」では、発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること、「学びに向

かう力、人間性等」では、発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること、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、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組み合わ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」としている。コンピュータを用いずに「プログラミング的思考」を低中学年で育成する指導方法もある。ただし、学習指導要領では児童がプログラミングを体験することが求められる。小学校の段階ではビジュアル型プログラミング言語が推奨されている。プログラミングの手順では、主に処理、繰り返し、真偽による分岐の最小単位がある。高学年では、これらの最小単位を試行錯誤の中で組み合わせることで「プログラミング的思考」を育成することができる。また、試行錯誤でプログラムを作成することで、自分の考えを客観的に分析する能力も養われる。

教育課程内のA分類は、プログラミングに取り組むことが学習指導要領に例示されている単元等で実施されるものとしている（文部科学省，2017）。算数においては、〔第5学年〕の「B図形」の(1)における正多角形の作図を行う学習、理科においては〔第6学年〕の「A物質・エネルギー」の(4)における電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習、そして総合的な学習の時間においては情報に関する学習で例示されている。

したがって、小学校教員は教科の学習指導の中でプログラミング教育を実践することが求められており、小学校教員の養成校においても小学校プログラミング教育のねらいを十分に理解した上で、実践に関する知識やスキルを学生に習得させることが問題となる。新ヶ江(2019)は、小学校教員志望学生57名を対象にプログラミング教育についての授業とアンケート調査を行った結果、授業前では「プログラミング教育が分からない」学生が多かったが、プログラミング教育の講義及びビジュアルプログラミング言語を用いた体験を含んだ授業後では「トラブル対応に不安を感じている」学生が多かったことを報告している。トラブル対応に関しては、情報処理学会全国大会でプログラミング教育を積極的に推進されている茨木大学教育学部附属小学校の清水匠研究主任が、小学校現場でのプログラミング教育に関するトラブルの現状に対して、「困っていることは現場の教員がプログラミングの知識がないこと、機器やプログラミング教育に不安を感じていることである。トラブルは起こっても仕方がなく、失敗してもやるのが重要である。附属小学校では大学から大学生が授業に応援に来て対応してくれている。」と回答した(清水, 2018)。つまり、小学校現場ではプログラミング教育を実施するには非常に負担が多いことが分かる。小学校教諭の教員養成校としては、プログラミング教育を指導できる知識・技能を学生時に身に付けさせる必要があるといえよう。

そこで本稿では、小学校プログラミング教育においてA分類に含まれる教科、すなわち学習指導要領に例示されている単元等で実施することが期待される、算数、理科、総合的な学習の時間におけるプログラミング教育を各教科の特性に応じて適切に実施するために、各教科のプログラミング教育の現状(小学校教員養成校での実践例の紹介を含む)と課題を報告する。

2. 算数科におけるプログラミング教育

新学習指導要領には、プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための活動を計画的に実施することが明記されている。小学校におけるプログラミング教育のねらいは、いわゆる「プログラミング的思考」を育成することにあるが、それは具体的に、「児童自身が意図した活動を実現するために、どのような動作の組み合わせが必要か、どのようにそれを改善していけばよいのか」ということを自分たち自身で論理的に考えることができる力を育むことである。このように考えると、論理的思考力を育むことは、プログラミング的思考育成のための必要条件であると位置づけられる。

新学習指導要領にはまた、実際のプログラミング以外

の活動—例えば、算数の学習活動—においても、プログラミング的思考が身に付けられるものだという指摘がある。算数科においては、数学的な概念を習得していく上で、何かしらの手順に則った形で習うことが多い。そのような観点から見ると、もちろん全ての数学的对象にそれが適用できるわけではないが、少なくともいくつかの学習の範疇で、プログラミングを活用した指導の有効性が考えられる。

しかしながらその一方で、プログラミングを活用して算数科の学習を行うことには問題点も数多く残されている。例えば、指導すべき教員がプログラミング自体に馴染みがないために、算数科の内容を指導することは可能だが、それをプログラミングを用いてという付加的な条件下で行うことは難しい、ということがまず挙げられる。既存の枠組み、すなわちプログラミング自体を使用しない枠組みの中で指導するのと、そうでないのでは、必要となる知識や経験が異なるからである。

小学校プログラミング教育のA分野においては特に、プログラムの思考の習熟だけを目標にするのではなく、教科学習の深い理解につながる手立てとしてプログラミング教育が期待されている。算数科においては新学習指導要領の中で、数学的な思考力・判断力・表現力等を身に付けることが大きな目標として掲げられている。また同じく新学習指導要領では、授業の中でプログラミングを取り入れる際、教科内容を軸とした取り組みの中でそれを行うことが述べられている。特に、「第3指導計画の作成と内容の取扱い2(2)」では、「数量や図形についての感覚を豊かにしたり、表やグラフを用いて表現する力を高めたりするため、必要な場面においてコンピュータなどを適切に活用すること」、および、「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の〔第5学年〕の「B図形」の(1)における正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと」と、コンピュータやプログラミングを活用すべき、学習場面が具体的に提示されている。

また、中学校・高等学校の学習指導要領を参照すると、本格的にプログラミングを使用する具体的な方法などに関しては、小学校・中学校・高等学校と、段階を積み重ねて行く中で身につくものであることが読み取れる。すなわち、小学校の段階では高度なプログラミング技能の獲得というよりはむしろ、プログラミングを上手く活用することで、教科内容の深い理解につなげることが重要であるという認識のもと、授業を行う必要があ

る。

これらのことを鑑みると、算数科においては、数学的な思考力・判断力・表現力等を身に付ける過程の中で、本筋から逸れないよう、児童のプログラミング的思考を育む配慮を行うことが必要であることがわかる。そしてそれは、高度なプログラミング技能の獲得という側面を目指すのではなく、算数科の本質的な教科内容を真に理解・習得するために活用するものでなければならないと考えられる。

算数科の授業におけるプログラミング教育の実践と有効性

プログラミングを用いた授業においては、学習指導要領や手引以外にもいくつかの先行研究がある。例えば、菅野（2017）は「第4学年算数科「面積」の学習において、算数科で育む思考力を基盤としたプログラミングを取り入れることによって、問題解決の流れや面積の構成要素が理解でき、論理的思考力が育まれる。」という研究仮説を立て、Scratchを用いた授業や研究によって、その成果や課題について明らかにした。菅野の研究では、プログラミングを取り入れたことによって、1つ1つの行程の根拠を明らかにしながら、問題解決の流れを筋道立てて説明することにより、児童の論理的思考力を育めることが示されている。

また坂巻・福島（2017）は「授業実践から考える小学校におけるプログラミング教育の課題・方向性」の中で、「筆算のやり方を学習する際、順序に沿って進めることで答えを導き出せることに気付き、何度も繰り返し練習することでプログラミング的思考を体験することが最も実践しやすいのではないかと考える」と述べている。これは「筆算」の単元における、アンプラグドな環境下でのプログラミング的思考を元にした学習を想定しているが、その方法は実際のプログラムを使用する際に必要となる算数科以外の知識や前提を仮定しないで学習を進めることができるものであり、教員や児童に過度な負担を強くないものである。またこの方法は、論理的な思考を児童に習得させることをプログラミング的思考を用いて行うものであり、効果的に論理的な思考力を育成するという側面も持ち合わせている。

このように、プラグド・アンプラグドの両方の環境下で、有効なプログラミング的思考に則った教授法が考えられる。もちろんこれらの方法は、プログラミング教育の充実が叫ばれてから日が浅いため、まだまだ発展途上の段階にあると捉えられなくもないが、少なくとも、これまでの教授法における思考の手順をより明確にしているという点では、その意義が認められる。

小学校教員志望学生を対象にした正多角形のプログラミングに取り組む授業実践例

中村学園大学教育学部では、小学校教員を志望する学

生を対象に、算数科における代表的なプログラミング教育を用いた単元内容の理解を深めるために、情報処理科目において、プログラミングの体験および教育実践について考えさせる授業を行っている。文部科学省の事例にもあるような多角形のプログラミングを学ぶためには、描画ができるビジュアル型プログラミング言語が必要である。授業では、プログラミング言語「Scratch」を正多角形の学習に活用した。

授業内容 プログラミング教育では、ステップバイステップで学習を進める必要がある。そのために、授業では以下のステップを一つずつ進めた。この段階的な進行は、コンピュータにどのような指示をどの順番で出しているのかを理解すると共に、多角形の特徴に気づいていく認知的なステップにもなっており重要な役割を果たしている。さらに、プログラミングに関する知識やスキルがほとんどない受講生を対象にする場合、プログラミングの成功体験を積み重ねやすく、失敗や理解できないことによるプログラミングに対する忌避感情を抑制する。

ステップ1：初期化 Scratchにおいて、描画を行うには初期化を行う必要がある。図1に示すようにキャラクターのX軸とY軸の位置、進む方向、描画のために画面の描画の全削除と描く準備（ペンを下ろす）必要がある。これにより、常に画面を初期状態に戻すことができる。

ステップ2：正三角形を描く 図2の左側に示すように正三角形を描くプログラムを追加・作成することを考えさせる。もちろん最初に答えを示さずに、右に回す角度を考えさせるなどの授業展開は必要である。

ステップ3：繰り返しの制御 図2の右側に示すように繰り返しの制御を利用することで、簡潔にプログラムが作成できることを学習させる。

ステップ4：正四角形、正五角形、正六角形を描く ステップ3のプログラムを変更して、正四角形、正五角形、正六角形を描かせる。

ステップ5：変数を利用して正n角形を描く 発展として、図3に示すように変数の値を変更することで、正

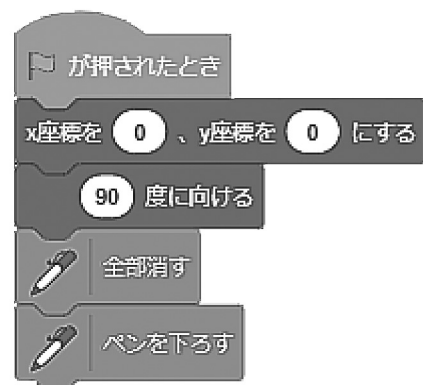


図1. 初期化

n角形を描くプログラムが作成することができることを学習させる。図3のプログラムも変数を8にすると理論上は、正八角形を描くはずだが、画面上では描けていない。これは、描画の枠の範囲を超えて描いているために学生が想定したものとは異なる現象が表れる。これらの現象は実際にプログラミングすることを体験しないと気づけないことである。同時にこの体験は、プログラミングの原理を理解し、その問題をいかに解決するかを考えるきっかけとなり、教育的意義が大きい。

しかし、初学者にとってプログラミングに関するトラブルシューティングは非常に困難である。そのため、トラブルからの学びを深めるといった教育的意義を活かすために、一定の知識とスキルを持つ学生との協同作業環境を設定したり、Web等の外部リソースの積極的な活用を促したりすることが必要だろう。また、学内のWebサイトにトラブルを起こさせる問題を準備しておき、問題解決の要素を持たせてトラブルシューティングの体験を複数回できるようにすることも効果的である

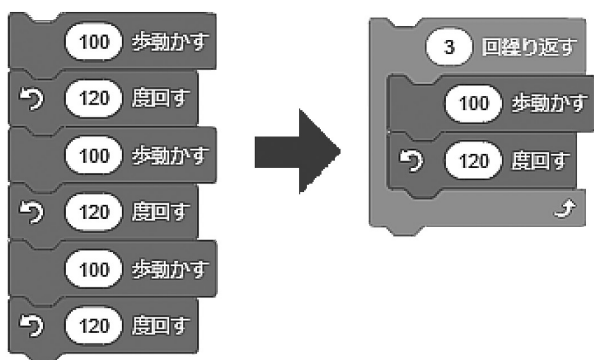


図2. 正三角形を描く



図3. 正n角形を描く

う。

本節では、算数科で求められるプログラミング教育、授業におけるプログラミング教育の実践と有効性、および、現状における問題点などについて述べた。算数科においては授業などを通して、児童が数学的な思考力・判断力・表現力等を身に付けられることが重要であるが、その過程の中で、プログラミング的な考え方を育むことも必要である。そして、そのプログラミング的思考は、高度なプログラミング技能の獲得という目的のためではなく、算数科の本質的な教科内容を真に理解・習得するために活用するものでなければならない。

3. 理科におけるプログラミング教育

小学校学習指導要領理科編には、プログラミングを用いた学習単位として、第6学年の「A物質・エネルギー」の(4)電気の利用での学習が挙げられている。この単元での先行研究としては、ビジュアルプログラミング言語（Scratch等）で扇風機などの機器を操作したり、機器に付随して開発されたビジュアルプログラミング言語で MESH タグやレゴ® WeDo 2.0といった機器を操作したりする学習方法などが研究校や論文等で報告されている（表1）。

文部科学省（2018）は、プログラミング教育の目的を、プログラミング教材を用いて、児童にプログラミングを体験させながら①プログラミング的思考や、②情報技術が社会に役立っているという「気付き」やよりよい社会を作りたいという「態度」を育成するとともに、③各教科等での学びをより確実なものとすることと示している。しかし、表1に示した先行実施の実践や研究報告を見る限り、理科の学習では論理的思考の育成がどれだけなされたかの具体的な評価はされておらず、多くは②や③の評価に偏りがちである。これは理科の学習で育成される論理的思考の評価基準がまだ確立されていないことも原因の一つであろう（矢部ら、2018）。論理的思考の育成については、武藤（2018）はコンピュータや機器は必ずしも必要ではなく、機器の仕組みをアルゴリズムに分解し「記述」により表現することで、十分に習得できるとしている。この「記述」による論理的思考に重点をおいた実践としては、日本電気工業会の「ごはんたき」における炊飯温度と時間の制御を行う実験を通しての実践がある（表1）。しかし、この実践では思考過程と実験過程をアルゴリズムに表現することが主となり ICT 機器を利用したプログラミング体験が欠如している。小学校教育におけるプログラミング的思考とは、「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力」

表 1. 小学校理科第 6 学年「電気の利用」におけるプログラミング教材の活用状況

ツール	対象学年	目的	計測	制御	出力機器	文献等
Scratch	第 6 学年	電気の利用：省エネ	センサー	ビジュアルプログラミング言語	扇風機	未来の学びコンソーシアム
	第 6 学年	電気の利用：性質働き	—	ビジュアルプログラミング言語	ロボット型教材	佐々木、2018
	第 6 学年	振り子：シミュレーション	—	ビジュアルプログラミング言語	—	佐藤、2018
	第 3 学年	ものづくり	センサー	ビジュアルプログラミング言語	micro: bit	林、2018
MESH タグ	第 6 学年	電気の利用：省エネ	センサー	ビジュアルプログラミング言語	扇風機	木月、2018 未来の学びコンソーシアム
	第 6 学年	電気の利用：省エネ	センサー	ビジュアルプログラミング言語	LED	上崎、2019、他報告多数
WeDo 2.0	第 6 学年	電気の利用：省エネ	センサー	ビジュアルプログラミング言語	ロボット型教材	未来の学びコンソーシアム
	第 6 学年	電気の利用：性質働き	—	ビジュアルプログラミング言語	ロボット型教材	—
EV3	第 5, 6 学年	ロボット操作	—	ビジュアルプログラミング言語	ロボット型教材	—
電気回路	第 6 学年	論理的思考	温度計	電池の数、スイッチ（時間）	実験装置	日本電機工業会

と定義されており（文部科学省，2018），理科の学習でも論理的思考とプログラミング体験を取り入れた学習が必要とされる。

小学校学習指導要領解説理科編では、「目的・計測・制御」の学習活動を通して，その仕組みを体験的に学習することが示されている。プログラミング学習にこれを当てはめると，意図した「目的」に対し，センサー等の「計測」をもって，機器等を「制御」するための命令（プログラム）を作り処理すること，と捉えることができる。つまり，小学校理科でのプログラミング教育は，「目的・計測・制御」といった論理的思考とプログラミング体験が一体的に行われなければならないと言える。特に理科は，プログラミングに関する学習活動のなかでも，コンピュータ画面上で完結できる学習方法は想定されず，「電気の利用」として効率的な電力消費を目的と

し，機器への出力が活動の一つとなるため（図 4），授業時間数を考慮に入れると操作の簡便さはプログラミング教材に求められる重要な選択基準の一つとなりえる。実際に，MICRO: BIT を Scratch のビジュアルプログラミングで制御する学習実践を行った研究校では，操作性の難しさと，機器独特のトラブルなどで，早々に思考を諦める児童が少なからずみられた。このことから，「目的・計測・制御」を考える柱とし，どの児童も同等に操作することができる簡易な教材を用いたプログラミングの学習方法が，理科においては妥当と考える。

そこで，理科の学習で利用される Scratch と MESH について比較した。図 5 は，同じアルゴリズム（図 4）をもとにプログラミングした MESH と Scratch のプログラムの操作性の難易度を比較したものである。MESH では，プログラムする動作や出力の内容を，ピクトグラムで表現されたアイコンとして表示しており，見ただけで自分の目的とする操作に対して，どのアイコンを使ってプログラムすればよいか直感的に理解できる（図 5，左写真）。よって，はじめは使い方が分からなくても，数回練習すればその後は操作を応用しながら取り組むことができる。それに対して Scratch は，MESH のプログラミング操作と同様，タイピングによるプログラミングではなく，アイコンを選択して組み立てていく形式ではあるが，本来のプログラミング言語の骨格を児童が理解できる言葉で表現したものとなっており，それぞれのアイコンをどのようにつなぎ合わせてプログラムするかを直感的に操作することは難しい（図 5，下）。以上の観点から評価すると，直感的な操作でプログラムを組み立てることができる，レゴ® WeDo 2.0，MESH タグは，

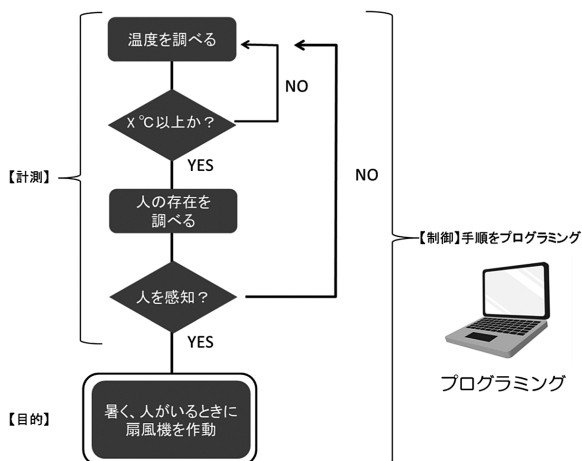


図 4. プログラミング学習における「目的・計測・制御」

MESH プログラム



Scratch プログラム



図 5. Scratch と MESH のプログラムの比較

講義 15分

- 理科教育におけるプログラミング学習とは
- プログラミング学習で培われる人間性
- MESHとは



演習 15分

- MESHの課題に挑戦

例) ボタンを押すとLEDが光る

ボタンが1回おされたらLEDが光るしくみを考えよう。



講義 10分

- アルゴリズムの説明
- MESHタグを利用した発展的課題の提案



演習 50分

- 発展課題に挑戦
- 発表

学生が提案した実際の発展課題

目的	制御
離れたところに住んでいる、おじいちゃんやおばあちゃんの生存確認	人感、カメラ 動き感知 → 撮影 → LINEで報告
離れたところに住んでいる、おじいちゃんやおばあちゃんの生存確認	人感、カメラ 動きを感知 → 撮影 → LINEで報告

図 6. 理科教育法 II における MESH を利用したプログラミング教育の講義・演習内容

理科の学習での有用性が高い教材といえる。

しかし、これらの教材を利用するデメリットとして、予算の問題が挙げられる。実際に、2020年度にプログラミング教育が本格的に実施される令和2年度に向けて平成30年度に先行授業を実施した割合は市区教委が71.5%だったのに対し、町村教委などでは31.9%にとどまっており、理由の一つが予算不足だと挙げられていた。2020年度まで残り僅かであるが、このような予算の問題もあり、小学校現場ではまだどの機器を使用するかは定まっていない（2019.8現在）。小学校教員養成校としては、小学校で主として使用されるプログラミング教材の操作方法や教育法の教授が必要であることから、現段階としてどのプログラミング教材を利用すべきかを決定することは難しいところであるが、MESH®のように直感的操作でプログラミング的思考を育成でき、かつ外部機器への電力出力が可能なプログラミング教材であれば、どのようなプログラミング教材に対しても適応できるのではないかと考える。

そこで、実際に、本学の理科教育法IIでMESHを用いたプログラミング教育を試行的に行った（図6）。この実践では、プログラミングを行ったことがない学生も15分間の練習により自分でプログラムを組めるようになり、さらに、「役立つものをつくる」というテーマのもとに、具体的な目的を設定しプログラミングを行うという発展的な課題に取り組むことができた（図6）。

今後、新学習指導要領小学校理科におけるプログラミングが、ものづくりとして行われるという観点から、理科教育法の講義・演習内容を整理するとともに、理科を起点とした総合的な学習への発展も検討すべき課題であろう。

4. 総合的な学習の時間におけるプログラミング教育

総合的な学習時間におけるプログラミング学習の設定は、立場の違いから次の3つに分けられる。

- ①他教科・領域でプログラミング学習を保障するための基本的技能を獲得する
 - ②他教科・領域の課題解決の場として総合的な学習の時間を設定する
 - ③総合的な学習の時間単体で課題設定から課題解決までを貫く
- ①「他教科・領域でプログラミング学習を保障するための基本的技能を獲得する」例として、コンピュータの使い方（起動から終了まで）やソフトの使い方の習得、キーボード入力の仕方やインターネットへのアクセスの仕方などが考えられる。また、情報モラルに関する内

容等も含まれる。各教科・領域でコンピュータを扱う上で必要な基礎的な技能の習得や態度の育成などは、教科・領域それぞれの指導事項には含まれない。総合的な学習の中で取り扱うことが可能である。

②「他教科・領域の課題解決の場として総合的な学習の時間を設定する」例として、社会科「自動車工場見学に行く」→国語科「自動車工場見学で学んだことを紹介する構成を考えて原稿を書く」→総合的な学習の時間「プレゼンテーションソフトを使って映像資料を作成し、『社会科見学報告会』を行う」といった教科横断型の教育活動が挙げられる。「主体的な学び」を引き出すためには、子どもが本気になる課題づくりが必要である。総合的な学習の時間と絡めることで、子どもにとって魅力的な表現活動の場を保障することができる。社会科・国語科それぞれを関連させなくても教科の学びは保障できるが、子どもにとって、実際の生活場面に学びを生かす場を設定することで、学習の中で獲得した内容知や方法知の価値に気づかせること、すなわち「深い学び」へと誘うために、総合的な学習の時間を学習のゴールとして設定することは有効である。

③「総合的な学習の時間単体で課題設定から課題解決までを貫く」例として、「コンピュータソフトを用いてプログラムを組む」教育活動などが挙げられる。「コマンドそれぞれの意味をとらえる」、「ねらいの動きに必要な道筋を見通す」、「行動の分岐点で適切な行動を促すコマンドを選択する」といったそれぞれの工程に必要なスキルは各教科の中で獲得してきたことである。それらを教科の枠を飛び越えて課題づくりから課題解決まで子どもと共に活動計画を立てていくことができる。

いずれのプログラミング学習においても、学習として成立させるために落としてはいけないことがある。それは、論理的思考で活動の順序（手順）を組み立てることである。その際、フォワード・デザインでスタートから計画を立てる思考だけでなく、バックワード・デザインでゴールから計画を立てる思考も取り入れさせることが有効であると考えられる。プログラミング学習には試行錯誤が欠かせないが、試行の前に子どもなりの論理（成功予測）が必要である。「試行錯誤」と「行き当たりばったり」は同義ではない。また、単元計画（学習活動の立案）を教師主導で行うことも望ましくない。既習経験としてこれまでの総合的な学習の時間の単元計画を想起させ、子どもが主となって学習計画を立案することで、「前回うまくいった計画に則って計画を立てると、今回も目的達成が叶うであろう」と成功を予測して能動的な学習を仕組むことができると考える。

小学校現場で実施されているプログラミング学習の公開授業は第2次以降のコンピュータを使いこなして生き

生きと活動する場面がほとんどである。そこには自分の思惑通りにロボットを動かすためにコマンドの手順を考える子どもの姿は見られるが、思惑通りに動かすことが出来るようになった「思考力」にどのような価値があるか（実生活のどのようなときに獲得した思考力が発揮できるか）を子どもが自覚する、すなわち深い学びにまで至っていない授業が散見しており、その問題点に指導者がどれだけ気付いているかが見えてこない。今後、単元を通して丁寧なデータ取りと評価付けが必要になってくる。

プログラミング学習と総合的な学習の時間〔地域とのつながり編〕

総合的な学習の時間の創設から10年。総合的な学習の時間は、学校を地域や社会に開き、これまでになく豊かな学習活動が行われてきた。児童の学びは学校を超え、地域全体に広がりを見せている。また、児童の学びを支えようと、多くの大人が力を合わせる姿もたくさん見られた。

平成29年告示の学習指導要領解説「総合的な学習の時間」に示された「各学校において定める目標及び内容の取扱い(5)」では、地域の人々の暮らし、伝統と文化など地域や学校の特色に応じた課題、児童の興味・関心に基づく課題が取り上げられている。これらは、総合的な学習の時間が創設された時から大切にされた課題である。

福岡市のA小学校の令和元年度のカリキュラムの中に地域に目を向けた興味深い実践がある。福岡市では経済観光文化局が主体となって「福岡検定」を実施している。福岡の魅力をより広く、より深く知ってもらい、福岡の自慢をしたくなる「福岡通」の人を増やそうと試験形式で試みられているものである。B小学校の6年生ではこの検定をモデルにして「私たちの校区の検定をつくらう」という単元を学習していた。子供たちは地域について学んだことを材料にして検定の問題を作成し、パワーポイントに付随するアクションを使って問題配列をプログラミングし、スライドにおけるクリックアクションを設定し、回答の選択肢を別ページにリンクを設定するなど作品を作る。パワーポイントのアニメーションを使って選択した回答の正誤を示すとともに回答について別ページで説明する等、様々な命令を設定して回答者が楽しめる「検定」として、さまざまな工夫を組み込む姿が見られた。検定に段階を設けることで、1年生から5年生まではもちろんのこと、保護者や地域、学校や公民館の来訪者、ホームページにリンクさせればホームページを見た方々など幅広い方に校区のよさを伝えることができるツールとなっている。また、全校児童が楽しみながら「校区」のことが学べる内容で、6年生が在校生に

プレゼントでき、それが学校・地域の財産となりうる素晴らしい単元である。

学習指導要領では、学校が設定する目標を実現するにふさわしい探究課題の例の中に「現代的な諸課題に対応する横断的・総合的な課題（国際理解、情報、環境、福祉・健康など）」「地域や学校の特色に応じた課題」「児童の興味・関心に基づく課題」が挙げられている。プログラミングの体験は情報につながっているが、ここに示したB校の子供たちの「検定」という表現方法にも活用できる。例えばプログラミングソフトのMESH[®]等を駆使することで「検定」は違った方法で新たな価値を生み出し、子供たちの活動はより広がるであろう。

ICTの技術を使ったり人とコミュニケーションを図ったりしながら、学習したことを通して新たに見出し問題の解決に臨みながら自分の生き方を考えることが、総合的な学習の時間におけるプログラミング学習のよさである。プログラミング教育を取り入れた総合的な学習の時間をより一層実施していくためには、授業者の視点や技量を考慮した、授業の中で活用しやすいプログラミングソフトの開発が求められよう。

5. まとめ

本稿では、A分類に関するプログラミング教育の現状と課題について報告した。

A分類共通として、プログラミング的思考は本質的な教科内容を真に理解・習得するために活用するものがある。現状の問題点については、学習環境の問題、プログラミングに不慣れな教員が多いことなどを挙げた。現場の負担を軽減しつつも、児童が深い学びを得られるような仕組みを構成することが重要である。

算数において、児童が数学的な思考力・判断力・表現力等を身に付けることが必要であるが、その過程の中でプログラミング的な考えを育むことが必要である。本学部の授業での実践事例として、正多角形のプログラミング教育の取り組みを挙げている。小学校のプログラミング教育では、ステップバイステップで学習を進める必要があることを述べた。

理科においては、コンピュータ機器だけではなく、センサーを備えたプログラミング教材の機器への出力が活動の一つとなる。「目的・計測・制御」を考える柱とし、どの児童も同等に操作することができる簡易な教材を用いたプログラミングの学習方法が妥当と考える。本学部の授業において、直感的操作でプログラミング的思考を育成でき、かつ外部機器への電力出力が可能なMESHを用いてのプログラミング教育を試行的に行った。その結果、プログラミング経験のない学生でも短時間でプロ

グラムを組めるようになり、発展的な課題にも取り組むこともできた。

総合的な学習の時間においては、総合的な学習の時間単体の設定だけではなく、他教科・領域でのプログラミング学習の基本的技能や課題解決の場としても設定されていることが特徴である。小学校現場で実施されているプログラミング学習の公開授業では、深い学びにまで至っていない授業が散見される。今後、単元を通して丁寧なデータ取りと評価付けが必要になってくる。

プログラミング教育は、きまり・規則を見つけるために児童自らの試行錯誤が欠かせないが、プログラムを組む前には、規則性を調べ、仮説を立てる必要がある。その仮説に従ってプログラムを組み、検証する。結果が失敗した場合、仮説を再構成して、プログラムを修正する。学習者の行き詰まりや混乱には、教員や他の児童のアドバイスが必要となる。

問題点としては、パソコン等の設備の不足が挙げられる。文部科学省(2014)の「教育のICT化に向けた環境整備4か年計画(2014~2017年度)」では、設置場所を限定しない可動式コンピュータ40台、電子黒板・実物投影機の整備(1学級当たり1台)、超高速インターネット接続率及び無線LAN整備率100%等の目標を挙げ地方財政措置を講じたが達成できなかった。そして、文部科学省(2017)の「教育のICT化に向けた環境整備5か年計画(2018~2022年度)」では、学習者用コンピュータ3クラスに1クラス分程度整備、大型提示装置・実物投影機100%整備、超高速インターネット及び無線LAN100%整備等を目標に挙げている。プログラミング教育では、パソコン上でビジュアル型プログラミング言語を稼働させる必要があり、複数台で同時にアクセスするためには超高速インターネット接続及び無線LAN整備が必要である。また、教育委員会によっては外部との接続を制限しているため、インターネットを利用できない問題もある。理科においては、センサーを備えたプログラミング教材の機器も複数台必要となる。

さらに、教員の育成時間の不足があげられる。現状の体制では、小学校の教員は基本的に全ての科目を一人で指導する必要があり、指導すべき内容が多岐に渡りすぎる傾向がある。実際、立田(2017)は「小学校におけるプログラミング教育の導入と問題点」の中で、「小学校では英語の必修化もあり、小学校の教員があれもこれもやらなければならないというのは、とても無理なことである」と指摘しており、指導上かなりの準備が必要な授業が増えることは、教員の負担を過度に強いることにつながる。

小学校の教員の多くは、プログラミング教育の授業展開や機器等のトラブル対応に不安を感じている。そこで

教員養成校としては、プログラミング教育を指導できる知識・技能を大学の授業で学生時に身に付けさせる必要がある。今後は児童の体験的理解を促す授業や教材の開発を各教科の特性に応じて試み、教員養成教育に反映し、これらの成果をもとに、地域の小学校と連携し、プログラミング教育の小学校の授業での支援を学生と共に行いたい。

文 献

- 林康成・三崎隆・村松浩幸(2019). 小学校理科のものづくりにおいて児童が試行錯誤してプログラミングした照度計を観察、実験で活用する効果 日本科学教育学会年会論文集, 283-286.
- 上崎博輝・横山健一・久保博之・鮫島圭介(2019). プログラミング学習を取り入れた理科学習指導: 第6学年「電気の利用」の実践 鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要, 249-254.
- 木月里美(2018). 小学校理科におけるプログラミング教育の実践—第6学年「電気の利用」MESHを活用して— 理科の教育, 21-23. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf
- 文部科学省(2014) 教育のICT化に向けた環境整備4か年計画(2014~2017年度). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/08/03/1369638_1_1.pdf
- 文部科学省(2017) 教育のICT化に向けた環境整備5か年計画(2018~2022年度). http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/04/12/1402839_1_1.pdf
- 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 算数編 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_004.pdf
- 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 理科編 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_005_1.pdf
- 文部科学省(2017) 中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 数学編 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_004.pdf
- 文部科学省(2018) 高等学校学習指導要領(平成30年告示) 解説 数学編 理数編 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/28/1407073_05_1_1.pdf

文部科学省 (2018) 小学校プログラミング教育の手引 (第二版)

武藤良弘 (2018). 理科で「プログラミング教育」を行うということ—「プログラミング的思考」と「ものづくり」の視点から— 理科の教育, 9-12.

坂巻若菜・福島健介 (2017). 授業実践から考える小学校におけるプログラミング教育の課題・方向性, 2017 PC Conference

佐々木弘紀 (2019). 各教科の学習からプログラミング学習へと移行する際の教材の検討—小学校理科「電気の利用」におけるロボットの活用—日本科学教育学会年会論文集, 281-282.

佐藤和紀・荒木貴之・板垣翔大・斎藤玲・堀田龍也 (2017). 小学校理科におけるプログラミング教育の効果の分析: 第5学年「ふりこのきまり」を事例として 日本教育工学会研究報告集, 115-120.

清水 匠 (2018) 小学校の授業事例 情報処理学会第81回全国大会, 3月16日講演

新ヶ江登美夫 (2019). 小学校教諭志望の学生に対するプログラミング教育 中村学園大学発達支援センター研究紀要, 10, 79-84.

菅野朋和 (2017). 論理的思考力を育む学習指導の工夫—第4学年算数科「面積」におけるプログラミングを通して—, 沖縄県立総合教育センター 後期 長期研修員 第61集 研究集録

立田ルミ (2017). 小学校におけるプログラミング教育の導入と問題点, 情報学研究, 6号, 89-92, 2017

矢部玲奈・山根悠平・後藤優・雲財寛・稲田結美・角屋重樹 (2018). 小学校理科のプログラミングにおける論理的思考の実態—「関係づけ」を中心に— 日本体育大学大学院教育研究科紀要, 135-144.

付 記

本稿は中村学園大学プロジェクト研究費 (平成30年度～平成31年度:「プログラミング的思考を体験的に育む授業や教材の開発」) の助成を受けた。